WebSphere® eXtreme Scale Version 7.1
Programmierhandbuch

WebSphere eXtreme Scale Programmierhandbuch

Diese Ausgabe bezieht sich auf Version 7, Release 1 von WebSphere eXtreme Scale und, sofern in neuen Ausgaben nicht anders angegeben, auf alle nachfolgenden Releases des Produkts.

Diese Veröffentlichung ist eine Übersetzung des Handbuchs
IBM WebSphere eXtreme Scale Version 7.1 Programming Guide,
herausgegeben von International Business Machines Corporation, USA

© Copyright International Business Machines Corporation 2009, 2010
© Copyright IBM Deutschland GmbH 2009, 2010

Informationen, die nur für bestimmte Länder Gültigkeit haben und für Deutschland, Österreich und die Schweiz nicht zutreffen, wurden in dieser Veröffentlichung im Originaltext übernommen.

Möglicherweise sind nicht alle in dieser Übersetzung aufgeführten Produkte in Deutschland angekündigt und verfügbar; vor Entscheidungen empfiehlt sich der Kontakt mit der zuständigen IBM Geschäftsstelle.

Änderung des Textes bleibt vorbehalten.

Herausgegeben von:
SW TSC Germany
Kst. 2877
August 2010

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Tabellen

Informationen zum *Programmierhandbuch*

Der Dokumentationssatz zu WebSphere eXtreme Scale umfasst drei Handbücher, die die erforderlichen Informationen zur Verwendung des Produkts WebSphere eXtreme Scale, zur Programmierung für das Produkt und zur Verwaltung des Produkts enthalten.

Bibliothek von WebSphere eXtreme Scale

Die Bibliothek von WebSphere eXtreme Scale enthält die folgenden Bücher:

- Das *Administratorhandbuch* enthält die für Systemadministratoren erforderlichen Informationen, z. B. Planung von Anwendungsimplementierungen, Kapazitätsplanung, Installation und Konfiguration des Produkts, Starten und Stoppen von Servern, Überwachung der Umgebung und Sicherung der Umgebung.
- Das *Programmierhandbuch* enthält Informationen für Anwendungsentwickler zur Entwicklung von Anwendungen für WebSphere eXtreme Scale unter Verwendung der bereitgestellten API-Informationen.
- Das Handbuch *Produktübersicht* enthält einer Übersicht über die Konzepte von WebSphere eXtreme Scale, einschließlich Anwendungsfallszenarien und Lernprogrammen.

Zum Herunterladen der Handbücher rufen Sie die Bibliotheksseite von WebSphere eXtreme Scale auf.

Sie finden die Informationen aus dieser Bibliothek auch im Information Center von WebSphere eXtreme Scale.

Zielgruppe

Dieses Handbuch ist hauptsächlich für Anwendungsentwickler bestimmt.

Aktualisierungen für dieses Handbuch

Sie erhalten Aktualisierungen zu diesem Handbuch, indem Sie die jeweils aktuelle Version des Handbuchs von der Bibliotheksseite von WebSphere eXtreme Scale herunterladen.

Hinweise zu Rückmeldungen

Wenden Sie sich an das Dokumentationsteam. Haben Sie die benötigten Informationen gefunden? Sind die Informationen präzise und vollständig? Senden Sie Ihre Kommentare zu dieser Dokumentation per E-Mail an wasdoc@us.ibm.com.

Kapitel 1. Einführung in WebSphere eXtreme Scale

Nach der Installation von WebSphere eXtreme Scale in einer eigenständigen Umgebung verwenden Sie die folgenden Schritte als einfache Einführung in die Funktionalität des Produkts als speicherinternes Daten-Grid.

Die eigenständige Installation von WebSphere eXtreme Scale enthält ein Muster, das Sie verwenden können, um Ihre Installation zu prüfen und sich mit der Verwendung eines einfachen eXtreme-Scale-Grids und -Clients vertraut zu machen. Das Einführungsmuster ist im Verzeichnis *Installationsstammverzeichnis*`/ObjectGrid/gettingstarted` enthalten.

Das Einführungsmuster ist eine Schnelleinführung in die Funktionen und die Basisoperationen von eXtreme Scale. Das Muster setzt sich aus Shell- und Stapelscripts zusammen, mit denen ein einfaches Grid ohne umfassende Anpassungen gestartet werden kann. Außerdem wird ein Clientprogramm, einschließlich des Quellcodes, bereitgestellt, mit dem Sie einfache Erstellungs-, Lese-, Aktualisierungs- und Löschoperationen (CRUD, Create, Read, Update, and Delete) für dieses Basis-Grid ausführen können.

Scripts und ihre Funktionen

Dieses Muster stellt die folgenden vier Scripts bereit:

Das Script `env.sh|bat` wird von den anderen Scripts aufgerufen, um die erforderlichen Umgebungsvariablen zu setzen. Normalerweise müssen Sie dieses Script nicht ändern.

- UNIX Linux `./env.sh`
- Windows `env.bat`

Das Script `runcat.sh|bat` startet den Katalogserviceprozess von eXtreme Scale auf dem lokalen System.

- UNIX Linux `./runcat.sh`
- Windows `runcat.bat`

Das Script `runcontainer.sh|bat` startet einen Containerserverprozess. Sie können dieses Script mehrfach mit jeweils eindeutigen Servernamen ausführen, um eine beliebige Anzahl an Containern zu starten. Diese Instanzen können zusammenarbeiten, um partitionierte und redundante Informationen im Grid zu speichern.

- UNIX Linux `./runcontainer.sh` *`eindeutiger_Servername`*
- Windows `runcontainer.bat` *`eindeutiger_Servername`*

Das Script `runclient.sh|bat` führt den einfachen CRUD-Client aus und startet die angegebene Operation.

- UNIX Linux `./runclient.sh` *`Befehl Wert1 Wert2`*
- Windows `runclient.sh` *`Befehl Wert1 Wert2`*

Für *Befehl* können Sie eine der folgenden Optionen einsetzen:

- Geben Sie `i` ein, um *Wert2* in das Grid mit dem Schlüssel *Wert1* einzufügen.

- Geben Sie `u` ein, um das Objekt mit dem Schlüssel *Wert1* in *Wert2* zu aktualisieren.
- Geben Sie `d` ein, um das Objekt mit dem Schlüssel *Wert1* zu löschen.
- Geben Sie `g` ein, um das Objekt mit dem Schlüssel *Wert1* abzurufen und anzuzeigen.

Anmerkung: Die Datei *Installationsstammverzeichnis*`/ObjectGrid/gettingstarted/src/Client.java` ist das Clientprogramm, das demonstriert, wie eine Verbindung zu einem Katalogserver hergestellt, eine ObjectGrid-Instanz abgerufen und die API "ObjectMap" verwendet wird.

Grundlegende Schritte

Verwenden Sie die folgenden Schritte, um das erste Grid zu starten und einen Client für die Interaktion mit dem Grid auszuführen.

1. Öffnen Sie eine Terminalsitzung oder ein Befehlszeilenfenster.
2. Verwenden Sie den folgenden Befehl, um zum Verzeichnis `gettingstarted` zu navigieren:

   `cd` *`Installationsstammverzeichnis`*`/ObjectGrid/gettingstarted`

   Ersetzen Sie *Installationsstammverzeichnis* durch den Pfad des Installationsstammverzeichnisses von eXtreme Scale bzw. durch den Stammdateipfad des *Installationsstammverzeichnisses* der extrahierten Testversion von eXtreme Scale.
3. Führen Sie das folgende Script aus, um einen Katalogserviceprozess auf dem lokalen Host (localhost) zu starten:
   - UNIX Linux `./runcat.sh`
   - Windows `runcat.bat`

   Der Katalogserviceprozess wird im aktuellen Terminalfenster ausgeführt.
4. Öffnen Sie eine weitere Terminalsitzung bzw. ein weiteres Befehlszeilenfenster, und führen Sie den folgenden Befehl aus, um eine Containerserverinstanz zu starten:
   - UNIX Linux `./runcontainer.sh server0`
   - Windows `runcontainer.bat server0`

   Der Containerserver wird im aktuellen Terminalfenster ausgeführt. Sie können die Schritte 5 und 6 wiederholen, wenn Sie weitere Containerserverinstanzen für die Unterstützung der Replikation starten möchten.
5. Öffnen Sie eine weitere Terminalsitzung bzw. ein weiteres Befehlszeilenfenster, um Clientbefehle auszuführen.
   - Fügen Sie dem Grid Daten hinzu:
     - UNIX Linux `./runclient.sh i key1 helloWorld`
     - Windows `runclient.bat i key1 helloWorld`
   - Suchen und zeigen Sie den Wert an:
     - UNIX Linux `./runclient.sh g key1`
     - Windows `runclient.bat g key1`
   - Aktualisieren Sie den Wert:
     - UNIX Linux `./runclient.sh u key1 goodbyeWorld`
     - Windows `runclient.bat u key1 goodbyeWorld`
   - Löschen Sie den Wert:

- UNIX Linux `./runclient.sh d key1`
- Windows `runclient.bat d key1`

6. Verwenden Sie die Tastenkombination <STRG+c>, um den Katalogserviceprozess und die Containerserver in den entsprechenden Fenstern zu stoppen.

ObjectGrid definieren

Das Muster verwendet die Dateien `objectgrid.xml` und `deployment.xml` aus dem Verzeichnis *Installationsstammverzeichnis*`/ObjectGrid/gettingstarted/xml`, um einen Containerserver zu starten. Die Datei `objectgrid.xml` ist die ObjectGrid-XML-Deskriptordatei und die Datei `deployment.xml` die XML-Deskriptordatei für die ObjectGrid-Implementierungsrichtlinien. Beide Dateien zusammen definieren eine verteilte ObjectGrid-Topologie.

ObjectGrid-XML-Deskriptordatei

Eine ObjectGrid-XML-Deskriptordatei wird verwendet, um die Struktur des ObjectGrids definieren, das von der Anwendung verwendet wird. Sie enthält eine Liste mit BackingMap-Konfigurationen. Diese BackingMaps sind der eigentliche Datenspeicher für zwischengespeicherte Daten. Im Folgenden sehen Sie eine Musterdatei `objectgrid.xml`. Die ersten Zeilen der Datei enthalten den erforderlichen Header für jede ObjectGrid-XML-Datei. Diese Musterdatei definiert das Grid "ObjectGrid" mit den BackingMaps "Map1" und "Map2".

```
<objectGridConfig xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
 xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/objectgrid/config ../objectGrid.xsd"
 xmlns="http://ibm.com/ws/objectgrid/config">

    <objectGrids>
        <objectGrid name="Grid">
            <backingMap name="Map1" />
            <backingMap name="Map2" />
        </objectGrid>
    </objectGrids>

</objectGridConfig>
```

XML-Deskriptordatei für Implementierungsrichtlinien

Eine XML-Deskriptordatei für Implementierungsrichtlinien wird während des Starts an einen ObjectGrid-Containerserver übergeben. Eine Implementierungsrichtlinie muss zusammen mit einer ObjectGrid-XML-Datei verwendet werden und mit der ObjectGrid-XML kompatibel sein, mit der sie verwendet wird. Für jedes objectgridDeployment-Element in der Implementierungsrichtlinie muss ein entsprechendes ObjectGrid-Element in der ObjectGrid-XML vorhanden sein. Die backingMap-Elemente, die im objectgridDeployment-Element definiert werden, müssen mit den backingMap-Elementen in der ObjectGrid-XML konsistent sein. Jedes backingMap-Element darf nur in einem einzigen mapSet-Element referenziert werden.

Die XML-Deskriptordatei für Implementierungsrichtlinien ist für die Verwendung mit der entsprechenden ObjectGrid-XML-Datei `objectgrid.xml` bestimmt. Im folgenden Beispiel enthalten die ersten Zeilen der Datei `deployment.xml` den erforderlichen Header für jede XML-Deskriptordatei für Implementierungsrichtlinien. Die Datei definiert das Element "objectgridDeployment" für das Grid "ObjectGrid", das in der Datei `objectgrid.xml` definiert ist. Beide im Grid "ObjectGrid" definierten BackingMaps, Map1 und Map2, sind im MapSet "mapSet" enthalten, in dem die Attribute "numberOfPartitions", "minSyncReplicas" und "maxSyncReplicas" konfiguriert sind.

```
<deploymentPolicy xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
 xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/objectgrid/deploymentPolicy
 ../deploymentPolicy.xsd"
 xmlns="http://ibm.com/ws/objectgrid/deploymentPolicy">

    <objectgridDeployment objectgridName="Grid">
        <mapSet name="mapSet" numberOfPartitions="13" minSyncReplicas="0"
     maxSyncReplicas="1" >
            <map ref="Map1"/>
            <map ref="Map2"/>
        </mapSet>
    </objectgridDeployment>

</deploymentPolicy>
```

Mit dem Attribut "numberOfPartitions" des Elements "mapSet" wird die Anzahl der Partitionen für das MapSet angegeben. Es ist ein optionales Attribut und hat standardmäßig den Wert 1. Die Anzahl der Partitionen muss der geplanten Grid-Kapazität angemessen sein.

Mit dem Attribut "minSyncReplicas" des MapSets wird die Mindestanzahl synchroner Replikate für jede Partition im MapSet angegeben. Es ist ein optionales Attribut und hat standardmäßig den Wert 0. Es werden erst dann primäre Shards und Replikat-Shards verteilt, wenn die Domäne in der Lage ist, die Mindestanzahl synchroner Replikate zu unterstützen. Für die Unterstützung des minSyncReplicas-Werts benötigen Sie einen Container mehr, als der minSyncReplicas-Wert vorgibt. Wenn die Anzahl synchroner Replikate unter den Wert von minSyncReplicas fällt, werden keine Schreiboperationen für diese Partition mehr zugelassen.

Mit dem Attribut "maxSyncReplicas" des MapSets wird die maximale Anzahl synchroner Replikate für jede Partition im MapSet angegeben. Es ist ein optionales Attribut und hat standardmäßig den Wert 0. Es werden keine weiteren synchronen Replikate für eine Partition verteilt, wenn eine Domäne diese Anzahl synchroner Replikate für diese bestimmte Partition erreicht. Das Hinzufügen von Containern, die dieses ObjectGrid unterstützen, kann zu einer höheren Anzahl synchroner Replikate führen, wenn der maxSyncReplicas-Wert noch nicht erreicht ist. Das Muster setzt maxSyncReplicas auf 1, d. h., die Domäne verteilt maximal ein synchrones Replikat. Wenn Sie mehrere Containerserverinstanzen starten, wird nur ein einziges synchrones Replikat in einer der Containerserverinstanzen verwendet.

ObjectGrid verwenden

Die Datei `Client.java` im Verzeichnis *`Installationsstammverzeichnis`*`/ObjectGrid/gettingstarted/src/`" ist das Clientprogramm, das demonstriert, wie eine Verbindung zum Katalogserver hergestellt, eine ObjectGrid-Instanz abgerufen und die API "ObjectMap" verwendet wird.

Aus der Perspektive einer Clientanwendung kann die Verwendung von WebSphere eXtreme Scale in die folgenden Schritte unterteilt werden:

1. Verbindung zum Katalogservice durch Anfordern einer ClientClusterContext-Instanz herstellen
2. ObjectGrid-Clientinstanz anfordern
3. Session-Instanz abrufen
4. ObjectMap-Instanz abrufen
5. ObjectMap-Methoden verwenden

1. **Verbindung zum Katalogservice durch Anfordern einer ClientClusterContext-Instanz herstellen**

Verwenden Sie zum Herstellen einer Verbindung zum Katalogserver die Methode "connect" der API "ObjectGridManager". Die verwendete Methode "connect" erfordert lediglich einen Katalogserverendpunkt im Format `Hostname:Port`, wie z. B. `localhost:2809`. Wenn die Verbindung zum Katalogserver erfolgreich hergestellt werden kann, gibt die Methode "connect" eine ClientClusterContext-Instanz zurück. Die ClientClusterContext-Instanz ist erforderlich, um das ObjectGrid von der API "ObjectGridManager" abzurufen. Das folgende Code-Snippet veranschaulicht, wie eine Verbindung zu einem Katalogserver hergestellt und eine ClientClusterContext-Instanz angefordert wird.

```
ClientClusterContext ccc = ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager().connect("localhost:2809", null, null);
```

2. **ObjectGrid-Instanz anfordern**

   Zum Anfordern einer ObjectGrid-Instanz verwenden Sie die Methode "getObjectGrid" der API "ObjectGridManager". Die Methode "getObjectGrid" erfordert die ClientClusterContext-Instanz und den Namen der ObjectGrid-Instanz. Die ClientClusterContext-Instanz wird während der Verbindung zum Katalogserver angefordert. Der Name des ObjectGrids ist der Name des `Grids`, das in der Datei `objectgrid.xml` angegeben ist. Das folgende Code-Snippet veranschaulicht, wie eine ObjectGrid-Instanz durch Aufruf der Methode "getObjectGrid" der API "ObjectGridManager" angefordert wird.

   ```
   ObjectGrid grid = ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager().getObjectGrid(ccc, "Grid");
   ```

3. **Session-Instanz abrufen**

   Sie können eine Session-Instanz von der angeforderten ObjectGrid-Instanz abrufen. Eine Session-Instanz ist erforderlich, um die ObjectMap-Instanz abzurufen und die Transaktionsdemarkation durchzuführen. Das folgende Code-Snippet veranschaulicht, wie eine Session-Instanz durch Aufruf der Methode "getSession" der API "ObjectGrid" abgerufen wird.

   ```
   Session sess = grid.getSession();
   ```

4. **ObjectMap-Instanz abrufen**

   Nach dem Abrufen einer Session-Instanz können Sie durch Aufruf der Methode "getMap" der API "Session" eine ObjectMap-Instanz von der Session-Instanz abrufen. Sie müssen den Namen der Map als Parameter an die Methode "getMap" übergeben, um die ObjectMap-Instanz abzurufen. Das folgende Code-Snippet veranschaulicht, wie eine ObjectMap-Instanz durch Aufruf der Methode "getMap" der API "Session" angefordert wird.

   ```
   ObjectMap map1 = sess.getMap("Map1");
   ```

5. **ObjectMap-Methoden verwenden**

   Nach dem Abruf einer ObjectMap-Instanz können Sie die API "ObjectMap" verwenden. Beachten Sie, dass die Schnittstelle "ObjectMap" eine transaktionsorientierte Map ist und eine Transaktionsdemarkation durch die Verwendung der Methoden "begin" und "commit" der API "Session" erfordert. Wenn keine explizite Transaktionsdemarkation in der Anwendung stattfindet, werden die ObjectMap-Operationen über Transaktionen mit automatischer Festschreibung ausgeführt.

   Das folgende Code-Snippet veranschaulicht, wie die API "ObjectMap" mit einer Transaktion mit automatischer Festschreibung verwendet wird.

   ```
   map1.insert(key1, value1);
   ```

   Das folgende Code-Snippet veranschaulicht, wie die API "ObjectMap" mit expliziter Transaktionsdemarkation verwendet wird.

   ```
   sess.begin();
   map1.insert(key1, value1);
   sess.commit();
   ```

Weitere Informationen

Dieses Muster demonstriert, wie Sie einen Katalogserver und einen Containerserver starten und die API "ObjectMap" in einer eigenständigen Umgebung verwenden. Sie können auch die API "EntityManager" verwenden.

In einer Umgebung mit WebSphere Application Server, in der WebSphere eXtreme Scale installiert oder aktiviert ist, ist das gängigste Szenario eine Topologie mit Netzanschluss. in einer Topologie mit Netzanschluss befindet sich der Katalogserver im Deployment-Manager-Prozess von WebSphere Application Server, und jede Instanz von WebSphere Application Server enthält automatisch einen eXtreme-Scale-Server. Java-EE-Anwendungen (Java™ Platform, Enterprise Edition) müssen nur die ObjectGrid-XML-Deskriptordatei und die XML-Deskriptordatei für ObjectGrid-Implementierungsrichtlinien im Verzeichnis `META-INF` jedes Moduls enthalten, und das ObjectGrid ist automatisch verfügbar. Anschließend kann eine Anwendung eine Verbindung zu einem lokal verfügbaren Katalogserver herstellen und eine ObjectGrid-Instanz zur Verwendung abrufen.

Kapitel 2. Entwicklung von Anwendungen vorbereiten

Richten Sie Ihre Entwicklungsumgebung ein, und erfahren Sie, wo Sie Details zu verfügbaren Programmierschnittstellen finden.

Programmierschnittstellen von WebSphere eXtreme Scale

WebSphere eXtreme Scale stellt mehrere Features bereit, die programmgesteuert mit der Programmiersprache Java über Anwendungsprogrammierschnittstellen (API, Application Programming Interfaces) und Systemprogrammierschnittstellen (SPI, System Programming Interfaces) aufgerufen werden.

APIs von WebSphere eXtreme Scale

Wenn Sie Anwendungsprogrammierschnittstellen (API, Application Programming Interface) von eXtreme Scale verwenden, müssen Sie zwischen transaktionsorientierten und nicht transaktionsorientierten Operationen unterscheiden. Eine transaktionsorientierte Operation ist eine Operation, die innerhalb einer Transaktion durchgeführt wird. ObjectMap, EntityManager, Query und DataGrid sind transaktionsorientierte APIs, die im Session-Objekt enthalten sind, das ein transaktionsorientierter Container ist. Nicht transaktionsorientierte Operationen haben nichts mit einer Transaktion zu tun, wie z. B. Konfigurationsoperationen.

ObjectGrid, BackingMap und Plug-in-APIs sind nicht transaktionsorientiert. ObjectGrid, BackingMap und andere Konfigurations-APIs werden in die Kategorie der ObjectGrid-Kern-APIs eingeordnet. Plug-ins sind für die Anpassung des Caches bestimmt, um gewünschte Funktionen ausführen zu können, und werden in die Kategorie der Systemprogrammier-APIs eingeordnet. Ein Plug-in in eXtreme Scale ist eine Komponente, die einen bestimmten Typ von Funktion für die Plug-in-Komponenten von eXtreme Scale bereitstellt, zu denen ObjectGrid und BackingMap gehören. Ein Feature stellt eine bestimmte Funktion oder ein bestimmtes Leistungsmerkmal einer eXtreme-Scale-Komponente, einschließlich ObjectGrid, Session, BackingMap usw., dar. Gewöhnlich sind Features über Konfigurations-APIs konfigurierbar. Plug-ins können integriert werden, erfordern aber in manchen Situationen möglicherweise, dass Sie eigene Plug-ins entwickeln.

In der Regel können Sie ObjectGrid und BackingMap für Ihre Anwendungsanforderungen konfigurieren. Wenn die Anwendung spezielle Anforderungen hat, sollten Sie die Verwendung spezieller Plug-ins in Betracht ziehen. WebSphere eXtreme Scale bietet Ihnen integrierte Plug-ins, die Ihre Anforderungen möglicherweise erfüllen. Wenn Sie beispielsweise ein Modell für die Peer-to-Peer-Replikation zwischen zwei lokalen ObjectGrid-Instanzen oder zwei verteilten eXtreme-Scale-Grids benötigen, ist das integrierte JMSObjectGridEventListener-Plug-in verfügbar. Wenn keines der integrierten Plug-ins Ihre Geschäftsprobleme lösen kann, ziehen Sie die Dokumentation zu den Systemprogrammier-APIs zu Rate, um eigene Plug-ins zu schreiben.

ObjectMap ist eine einfache Map-basierte API. Wenn die zwischengespeicherten Objekte einfach sind und keine Beziehungen haben, eignet sich die API "ObjectMap" ideal für Ihre Anwendung. Wenn Objektbeziehungen vorhanden sind, verwenden Sie die API "EntityManager", die graphenähnliche Beziehungen unterstützt.

Die API "Query" ist ein leistungsstarker Mechanismus für das Suchen von Daten im ObjectGrid. Die APIs "Session" und "EntityManager" bieten die traditionellen Abfragefunktionen.

Die API "DataGrid" ist eine leistungsstarke Datenverarbeitungsfunktion in einer verteilten eXtreme-Scale-Umgebung mit vielen Maschinen, Replikaten und Partitionen. Anwendungen können Geschäftslogik parallel auf allen Knoten in der verteilten eXtreme-Scale-Umgebung ausführen. Die Anwendung kann die API "DataGrid" über die API "ObjectMap" abrufen.

7.0.0.0 FIX 2+ Der REST-Datenservice von WebSphere eXtreme Scale ist ein Java-HTTP-Service, der mit Microsoft® WCF Data Services (offiziell ADO.NET Data Services) kompatibel ist und Open Data Protocol (OData) implementiert. Der REST-Datenservice ermöglicht HTTP-Clients den Zugriff auf ein eXtreme-Scale-Grid. Er ist mit der Unterstützung der WCF Data Services kompatibel, die mit Microsoft .NET Framework 3.5 SP1 bereitgestellt wird. Anwendungen, die REST unterstützen, können mit den zahlreichen Tools, die im Lieferumfang von Microsoft Visual Studio 2008 SP1 enthalten sind, entwickelt werden. Weitere Einzelheiten finden Sie im Benutzerhandbuch zum REST-Datenservice von eXtreme Scale.

Hinweise zu Klassenladeprogrammen und Klassenpfaden

Da eXtreme Scale Java-Objekte standardmäßig im Cache speichert, müssen Sie Klassen im Klassenpfad definieren, wenn auf die Daten zugegriffen wird.

Insbesondere Client- und Containerprozesse von eXtreme Scale müssen die Klassen bzw. JAR-Dateien im Klassenpfad enthalten, wenn der jeweilige Prozess gestartet wird. Trennen Sie beim Design einer Anwendung für eXtreme Scale jegliche Geschäftslogik von den persistenten Datenobjekten.

Weitere Informationen finden Sie im Artikel "Klassen laden" im Information Center von WebSphere Application Server Network Deployment.

Überlegungen, die in einer Spring-Framework-Umgebung angestellt werden müssen, finden Sie in den Informationen zum Packen im Abschnitt zur Integration von Spring Framework im *Programmierhandbuch*.

Einstellungen, die sich auf die Verwendung des Instrumentierungsagenten von WebSphere eXtreme Scale beziehen, sind im Abschnitt zum Instrumentierungsagenten im *Programmierhandbuch* beschrieben.

Entwicklungsumgebung einrichten

Sie können eine Eclipse-basierte integrierte Entwicklungsumgebung konfigurieren, um eine Java-SE-Anwendung mit eXtreme Scale zu erstellen und auszuführen.

Vorgehensweise

- Konfigurieren Sie Eclipse, um eine Java-SE-Anwendung mit eXtreme Scale zu erstellen und auszuführen.
  1. Definieren Sie eine Benutzerbibliothek, damit Ihre Anwendung Anwendungsprogrammierschnittstellen von eXtreme Scale referenzieren kann.
     a. Klicken Sie in der Eclipse-Umgebung bzw. in der Umgebung von IBM® Rational Application Developer auf **Fenster > Benutzervorgaben**.

b. Erweitern Sie den Zweig **Java > Erstellungspfad**, und wählen Sie **Benutzerbibliotheken** aus. Klicken Sie auf **Neu**.

c. Wählen Sie die Benutzerbibliothek von eXtreme Scale aus. Klicken Sie auf **JARs hinzufügen**.

   1) Navigieren Sie zu den Dateien `objectgrid.jar` und `cglib.jar` im Verzeichnis `WXS-Stammverzeichnis/lib`, und wählen Sie sie aus. Klicken Sie auf **OK**.

   2) Wenn Sie die Javadoc für die ObjectGrid-APIs einschließen möchten, wählen Sie die Javadoc-Position für die Datei `objectgrid.jar` aus, die Sie im vorherigen Schritt hinzugefügt haben. Klicken Sie auf **Bearbeiten**. Geben Sie im Feld für den Javadoc-Verzeichnispfad die folgende Webadresse ein:

      ```
      http://www.ibm.com/developerworks/wikis/extremescale/docs/api/
      ```

d. Klicken Sie auf **OK**, um die Einstellungen anzuwenden und das Fenster "Benutzervorgaben" zu schließen.

Die eXtreme-Scale-Bibliotheken sind jetzt im Build-Pfad (oder Erstellungspfad) für das Projekt enthalten.

2. Fügen Sie die Benutzerbibliothek dem Java-Projekt hinzu.
   a. Klicken Sie im Paket-Explorer mit der rechten Maustaste auf das Projekt, und wählen Sie **Eigenschaften** aus.
   b. Wählen Sie das Register **Bibliotheken** aus.
   c. Klicken Sie auf **Bibliothek hinzufügen**.
   d. Wählen Sie **Benutzerbibliothek** aus. Klicken Sie auf **Weiter**.
   e. Wählen Sie die Benutzerbibliothek von eXtreme Scale aus, die Sie zuvor konfiguriert haben.
   f. Klicken Sie auf **OK**, um die Änderungen anzuwenden und das Fenster "Eigenschaften" zu schließen.

- Führen Sie eine Java-SE-Anwendung mit eXtreme Scale mit Eclipse aus. Erstellen Sie eine Ausführungskonfiguration, um Ihre Anwendung auszuführen.
  1. Konfigurieren Sie Eclipse, um eine Java-SE-Anwendung mit eXtreme Scale zu erstellen und auszuführen. Wählen Sie im Menü **Ausführen** die Option **Ausführungskonfigurationen** aus.
  2. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf die Kategorie "Java-Anwendung", und wählen Sie **Neu** aus.
  3. Wählen Sie die neue Ausführungskonfiguration mit dem Namen *neue_Konfiguration* aus.
  4. Konfigurieren Sie das Profil.
     – **Projekt** (auf der Hauptregisterkarte): *Name_Ihres_Projekts*
     – **Hauptklasse** (auf der Hauptregisterkarte): *Name_Ihrer_Hauptklasse*
     – **VM-Argumente** (auf der Registerkarte "Argumente"): -Djava.endorsed.dirs=`WXS-Stammverzeichnis/lib/endorsed`

     Probleme mit den **VM-Argumenten** treten häufig auf, weil der Pfad von `java.endorsed.dirs` ein absoluter Pfad ohne Variablen oder Direktaufrufe sein muss.

     Weitere häufig auftretende Setup-Probleme beziehen sich auf den Object Request Broker (ORB). Der folgende Fehler könnte angezeigt werden. Weitere Informationen finden Sie unter Angepassten Object Request Broker konfigurieren.

```
Caused by: java.lang.RuntimeException: The ORB that comes
with the Sun Java implementation does not work with
ObjectGrid at this time.
```

Wenn die Datei `objectGrid.xml` oder `deployment.xml` für die Anwendung nicht zugänglich ist, kann der folgende Fehler ausgegeben werden:

```
Exception in thread "P=211046:O=0:CT" com.ibm.websphere.objectgrid.
    ObjectGridRuntimeException: Cannot start OG container at
    Client.startTestServer(Client.java:161) at Client.
    main(Client.java:82) Caused by: java.lang.IllegalArgumentException:
    The objectGridXML must not be null at com.ibm.websphere.objectgrid.
    deployment.DeploymentPolicyFactory.createDeploymentPolicy
     (DeploymentPolicyFactory.java:55) at Client.startTestServer(Client.
    java:154) .. 1 more
```

5. Klicken Sie auf **Anwenden**, und schließen Sie das Fenster, oder klicken Sie auf **Ausführen**.

Client- oder Serveranwendung von WebSphere eXtreme Scale mit Apache Tomcat in Rational Application Developer ausführen

Wenn Sie eine Client- oder Serveranwendung haben, verwenden Sie dieselben grundlegenden Schritte für die Ausführung der Anwendung in Apache Tomcat in Rational Application Developer. Für eine Clientanwendung können Sie eine Webanwendung konfigurieren und ausführen, die einen eXtreme-Scale-Client in Rational Application Developer verwendet. Folgen Sie diesen Anweisungen, um ein Webprojekt für die Ausführung eines eXtreme-Scale-Servers oder -Containers zu erstellen. Für eine Serveranwendung können Sie eine Java-EE-Anwendung in der Schnittstelle von Rational Application Developer mit einer eigenständigen Installation von WebSphere eXtreme Scale aktivieren. Folgen Sie diesen Anweisungen, um ein Java-EE-Anwendungsprojekt für die Verwendung der Clientbibliothek von WebSphere eXtreme Scale zu konfigurieren.

Vorbereitende Schritte

Installieren Sie die Testversion von WebSphere eXtreme Scale oder das vollständige Produkt.

- Installieren Sie die eigenständige Version des Produkts WebSphere eXtreme Scale Version 7.1.
- Laden Sie die Testversion von WebSphere eXtreme Scale herunter, und entpacken Sie sie.
- Installieren Sie Apache Tomcat 6.0 oder höher.
- Installieren Sie Rational Application Developer, und erstellen Sie eine Java-EE-Webanwendung.

Vorgehensweise

1. Fügen Sie die Laufzeitbibliothek von WebSphere eXtreme Scale Ihrem Java-EE-Build-Pfad hinzu.

   Clientanwendung: In diesem Szenario können Sie eine Webanwendung konfigurieren und ausführen, die einen eXtreme-Scale-Client in Rational Application Developer verwendet.

   a. Klicken Sie auf **Fenster** → **Benutzervorgaben** → **Java** → **Erstellungspfad** → **Benutzerbibliotheken**. Klicken Sie auf **Neu**.

   b. Geben Sie `eXtremeScaleClient` als **Benutzerbibliotheksnamen** ein, und klicken Sie auf **OK**.

c. Klicken Sie auf **JARs hinzufügen...**. Navigieren Sie zur Datei `WXS-Ausgangsverzeichnis/lib/ogclient.jar`, und wählen Sie diese aus. Klicken Sie auf **Öffnen**.

d. Optional: (Optional) Zum Hinzufügen von Javadoc wählen Sie die die Javadoc-Position aus, und klicken Sie anschließend auf **Bearbeiten...**. Sie können im Feld "Javadoc-Verzeichnispfad" den URL der API-Dokumentation eingeben, oder Sie können die API-Dokumentation herunterladen.
   - Wenn Sie die online verfügbare API-Dokumentation verwenden möchten, geben Sie `http://www.ibm.com/developerworks/wikis/extremescale/docs/api/` im Feld "Javadoc-Verzeichnispfad" ein.
   - Wenn Sie die API-Dokumentation herunterladen möchten, rufen Sie die Downloadseite für die API-Dokumentation zu WebSphere eXtreme Scale ein. Geben Sie als Javadoc-Verzeichnispfad das lokale Downloadverzeichnis ein.

e. Klicken Sie auf **OK**.

f. Klicken Sie auf **OK**, um den Dialog "Benutzerbibliotheken" zu schließen.

g. Klicken Sie auf **Projekt** → **Eigenschaften**.

h. Klicken Sie auf **Java-Erstellungspfad**.

i. Klicken Sie auf **Bibliothek hinzufügen**.

j. Wählen Sie **Benutzerbibliothek** aus. Klicken Sie auf **Weiter**.

k. Wählen Sie die Bibliothek **eXtremeScaleClient** aus, und klicken Sie auf **Fertig stellen**.

l. Klicken Sie auf **OK**, um den Dialog **Projekteigenschaften** zu schließen.

Serveranwendung: In diesem Szenario möchten Sie eine Webanwendung für die Ausführung eines integrierten eXtreme-Scale-Servers in Rational Application Developer konfigurieren und ausführen.

a. Klicken Sie auf **Fenster** → **Benutzervorgaben** → **Java** → **Erstellungspfad** → **Benutzerbibliotheken**. Klicken Sie auf **Neu**.

b. Geben Sie `eXtremeScale` als **Benutzerbibliotheksnamen** ein, und klicken Sie auf **OK**.

c. Klicken Sie auf **JARs hinzufügen...**. Navigieren Sie zur Datei "WXS-Ausgangsverzeichnis/lib/objectgrid.jar", und wählen Sie sie aus. Klicken Sie auf "Öffnen".

d. (Optional) Zum Hinzufügen von Javadoc wählen Sie die die Javadoc-Position aus, und klicken Sie anschließend auf **Bearbeiten...**. Geben Sie im Feld "Javadoc-Verzeichnispfad" `http://www.ibm.com/developerworks/wikis/extremescale/docs/api/` ein.

e. Klicken Sie auf **OK**.

f. Klicken Sie auf **OK**, um den Dialog "Benutzerbibliotheken" zu schließen.

g. Klicken Sie auf **Projekt** → **Eigenschaften**.

h. Klicken Sie auf **Java-Erstellungspfad**.

i. Klicken Sie auf **Bibliothek hinzufügen**.

j. Wählen Sie **Benutzerbibliothek** aus. Klicken Sie auf **Weiter**.

k. Wählen Sie die Bibliothek **eXtremeScaleClient** aus, und klicken Sie auf **Fertig stellen**.

l. Klicken Sie auf **OK**, um den Dialog **Projekteigenschaften** zu schließen.

2. Definieren Sie den Tomcat-Server für Ihr Projekt.

a. Vergewissern Sie sich, dass Sie sich in der J2EE-Perspektive befinden, und klicken Sie anschließend im unteren Teilfenster auf das Register **Server**. Sie können auch auf **Fenster** → **Sicht anzeigen** → **Server** klicken.
b. Klicken Sie mit der rechten Maustaste in das Teilfenster "Server", und wählen Sie **Neu** → **Server** aus.
c. Wählen Sie **Apache, Tomcat v6.0 Server** aus. Klicken Sie auf **Weiter**.
d. Klicken Sie auf **Durchsuchen...**. Navigieren Sie zum Tomcat-Stammverzeichnis, und wählen Sie dieses aus. Klicken Sie auf **OK**.
e. Klicken Sie auf **Weiter**.
f. Wählen Sie im linken Teilfenster "Verfügbar" Ihre Java-EE-Anwendung aus, und klicken Sie auf **Hinzufügen >**, um die Anwendung in das rechte Teilfenster "Konfiguriert" zu verschieben. Klicken Sie anschließend auf **Fertig stellen**.

3. Beheben Sie alle verbleibenden Fehler für das Projekt. Alle im Teilfenster "Probleme" aufgeführten Fehler für das Projekt müssen behoben sein. Wenn nicht, führen Sie die folgenden Schritte aus.
   a. Klicken Sie auf **Projekt** → **Bereinigen** → ***Projektname***. Klicken Sie auf **OK**. Erstellen Sie das Projekt.
   b. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf das gewünschte Java-EE-Projekt, und wählen Sie **Erstellungspfad** → **Erstellungspfad konfigurieren** aus.
   c. Klicken Sie auf das Register **Bibliotheken**. Stellen Sie sicher, dass der Pfad ordnungsgemäß konfiguriert ist:
      - **Für Clientanwendungen:** Stellen Sie sicher, dass Apache Tomcat, eXtremeScaleClient und Java 1.5 JRE im Pfad enthalten sind.
      - **Für Serveranwendungen:** Stellen Sie sicher, dass Apache Tomcat, eXtremeScale und 1.5 JRE im Pfad enthalten sind.
4. Erstellen Sie eine Ausführungskonfiguration, um Ihre Anwendung auszuführen.
   a. Wählen Sie im Menü **Ausführen** die Option **Ausführungskonfigurationen** aus.
   b. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf die Kategorie "Java-Anwendung", und wählen Sie **Neu** aus.
   c. Wählen Sie die neue Ausführungskonfiguration mit dem Namen *neue_Konfiguration* aus.
   d. Konfigurieren Sie das Profil.
      - **Projekt** (auf der Hauptregisterkarte): *Name_Ihres_Projekts*
      - **Hauptklasse** (auf der Hauptregisterkarte): *Name_Ihrer_Hauptklasse*
      - **VM-Argumente** (auf der Registerkarte "Argumente"): `-Djava.endorsed.dirs=WXS-Stammverzeichnis/lib/endorsed`

      Probleme mit den **VM-Argumenten** treten häufig auf, weil der Pfad von `java.endorsed.dirs` ein absoluter Pfad ohne Variablen oder Direktaufrufe sein muss.

      Weitere häufig auftretende Setup-Probleme beziehen sich auf den Object Request Broker (ORB). Der folgende Fehler könnte angezeigt werden. Weitere Informationen finden Sie unter Angepassten Object Request Broker konfigurieren.

      ```
      Caused by: java.lang.RuntimeException: The ORB that comes with the Sun
      Java implementation does not work with ObjectGrid at this time.
      ```

      Wenn die Datei `objectGrid.xml` oder `deployment.xml` für die Anwendung nicht zugänglich ist, kann der folgende Fehler ausgegeben werden:

```
Exception in thread "P=211046:O=0:CT" com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridRuntimeExcepti
Cannot start OG container
 at Client.startTestServer(Client.java:161)
 at Client.main(Client.java:82)
Caused by: java.lang.IllegalArgumentException: The objectGridXML must not be null
 at com.ibm.websphere.objectgrid.deployment.DeploymentPolicyFactory.createDeploymentPolicy
  (DeploymentPolicyFactory.java:55)
 at Client.startTestServer(Client.java:154)
 ... 1 more
```

5. Klicken Sie auf **Anwenden**, und schließen Sie das Fenster, oder klicken Sie auf **Ausführen**.

Nächste Schritte

Wenn Sie eine Webanwendung für die Verwendung eines eXtreme-Scale-Clients in Rational Application Developer konfiguriert und ausgeführt haben, entwickeln Sie jetzt ein Servlet, das die APIs von WebSphere eXtreme Scale verwendet, um Daten aus einem fernen eXtreme-Scale-Grid abzurufen und zu speichern.

Wenn Sie eine Java-EE-Anwendung in der Schnittstelle von Rational Application Developer mit einer eigenständigen Installation von WebSphere eXtreme Scale aktiviert haben, entwickeln Sie jetzt ein Servlet, das die System-APIs von WebSphere eXtreme Scale verwendet, um Katalogservices zu starten und zu stoppen.

Integrierte Client- oder Serveranwendung mit WebSphere Application Server in Rational Application Developer ausführen

Sie können eine Java-EE-Anwendung mit einem Client oder Server von WebSphere eXtreme Scale mit der in Rational Application Developer integrierten Laufzeitumgebung von WebSphere Application Server konfigurieren und ausführen. Wenn Sie einen Server konfigurieren, wird beim Starten von WebSphere Application Server automatisch WebSphere eXtreme Scale gestartet.

Vorbereitende Schritte

Die folgenden Schritte gelten für WebSphere Application Server Version 7.0 mit Rational Application Developer Version 7.5. Sie können variieren, wenn Sie andere Versionen dieser Produkte verwenden.

Installieren Sie Rational Application Developer mit Erweiterungen für die Testumgebung von WebSphere Application Server.

Installieren Sie den Client oder Server von WebSphere eXtreme Scale in der Testumgebung von WebSphere Application Server Version 7.0 im Verzeichnis *RAD-Ausgangsverzeichnis*\runtimes\base_v7.

Vorgehensweise

1. Definieren Sie den eXtreme-Scale-Server, der mit WebSphere Application Server integriert ist, für Ihr Projekt.
   a. Klicken Sie in der J2EE-Perspektive auf **Fenster > Sicht anzeigen > Server**.
   b. Klicken Sie mit der rechten Maustaste im Teilfenster **Server**. Wählen Sie **Neu > Server** aus.
   c. Wählen Sie **IBM WebSphere Application Server v7.0** aus. Klicken Sie auf "Weiter".

d. Wählen Sie das zu verwendende Profil aus. Das Standardprofil ist "was70profile1".
e. Geben Sie den Servernamen ein. Der Standardserver ist "server1".
f. Klicken Sie auf **Weiter**.
g. Wählen Sie Ihre Java-EE-Anwendung im Teilfenster **Verfügbar** aus. Klicken Sie auf **Hinzufügen>**, um die Anwendung in das Teilfenster **Konfiguriert** auf dem Server zu verschieben. Klicken Sie auf **Fertig stellen**.

2. Zum Ausführen der Java-EE-Anwendung starten Sie den Anwendungsserver. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf **WebSphere Application Server v7.0**, und wählen Sie **Starten** aus.

Kapitel 3. Mit Clientanwendungen auf Daten zugreifen

Nach der Konfiguration Ihrer Entwicklungsumgebung können Sie mit der Entwicklung von Anwendungen beginnen, die Daten in Ihrem Daten-Grid erstellen, auf diese zugreifen und diese verwalten.

Informationen zu diesem Vorgang

Aus der Perspektive einer Clientanwendung setzt sich die Verwendung von WebSphere eXtreme Scale aus den folgenden Hauptschritten zusammen:

- Verbindung zum Katalogservice durch Anfordern einer ClientClusterContext-Instanz herstellen
- ObjectGrid-Clientinstanz anfordern
- Session-Instanz abrufen
- ObjectMap-Instanz abrufen
- ObjectMap-Methoden verwenden

Schnittstelle "ObjectGrid"

Mit den folgenden Methoden können Sie mit einer ObjectGrid-Instanz interagieren.

Erstellen und initialisieren

Die erforderlichen Schritte zum Erstellen einer ObjectGrid-Instanz finden Sie im Abschnitt zur Schnittstelle "ObjectGridManager". Es gibt zwei Methoden zum Erstellen einer ObjectGrid-Instanz. Sie können eine ObjectGrid-Instanz programmgesteuert oder über XML-Konfigurationsdateien erstellen. Weitere Informationen finden Sie in der API-Dokumentation.

Get-, Set- und Factory-Methoden

Alle Set-Methoden müssen vor der Initialisierung der ObjectGrid-Instanz aufgerufen werden. Wenn Sie eine Set-Methode nach dem Aufruf der Methode "initialize" aufrufen, wird eine Ausnahme des Typs "java.lang.IllegalStateException" ausgegeben. Jede getSession-Methode der Schnittstelle "ObjectGrid" ruft implizit auch die Methode "initialize" auf. Deshalb müssen die Set-Methoden vor dem Aufruf der getSession-Methoden aufgerufen werden. Die einzige Ausnahme von dieser Regel sind das Festlegen, Hinzufügen und Entfernen von ObjectGridEventListener-Objekten. Diese Objekte können nach Abschluss des Initialisierungsprozesses verarbeitet werden.

Die ObjectGrid-Schnittstelle enthält die folgenden Hauptmethoden.

Tabelle 1. Schnittstelle "ObjectGrid". Hauptmethoden von ObjectGrid.

Methode	Beschreibung
BackingMap defineMap(String name);	defineMap: Diese Methode ist eine Factory-Methode, mit der eine eindeutig benannte BackingMap definiert werden kann. Weitere Informationen zu BackingMaps finden Sie in der Beschreibung der Schnittstelle "BackingMap".
BackingMap getMap(String name);	getMap: Gibt eine BackingMap zurück, die zuvor durch den Aufruf von "defineMap" definiert wurde. Mit dieser Methode können Sie die BackingMap konfigurieren, wenn diese noch nicht durch XML-Konfiguration konfiguriert wurde.

Tabelle 1. Schnittstelle "ObjectGrid" (Forts.). Hauptmethoden von ObjectGrid.

Methode	Beschreibung
BackingMap createMap(String name);	createMap: Erstellt eine BackingMap, stellt sie aber nicht zur Verwendung durch das ObjectGrid in den Cache. Verwenden Sie diese Methode mit der Methode "setMaps(List)" der Schnittstelle "ObjectGrid", die BackingMaps zur Verwendung mit diesem ObjectGrid zwischenspeichert. Verwenden Sie diese Methoden, wenn Sie ein ObjectGrid mit dem Spring-Framework konfigurieren.
void setMaps(List mapList);	setMaps: Löscht alle BackingMaps, die zuvor in diesem ObjectGrid definiert wurden, und ersetzt sie durch die bereitgestellte Liste mit BackingMaps.
public Session getSession() throws ObjectGridException, TransactionCallbackException;	getSession: Gibt ein Session-Objekt zurück, das begin-, commit- und rollback-Funktionen für eine Arbeitseinheit bereitstellt. Weitere Informationen zu Session-Objekten finden Sie in der Beschreibung der Schnittstelle "Session".
Session getSession(CredentialGenerator cg);	getSession(CredentialGenerator cg): Ruft ein Session-Objekt mit einem CredentialGenerator-Objekt ab. Diese Methode kann nur vom ObjectGrid-Client in einer Client/Server-Umgebung aufgerufen werden.
Session getSession(Subject subject);	getSession(Subject subject): Lässt die Verwendung eines speziellen Subject-Objekts an Stelle des einen in ObjectGrid konfigurierten zu, um ein Session-Objekt abzurufen.
void initialize() throws ObjectGridException;	initialize: Das ObjectGrid wird initialisiert und steht für die allgemeine Verwendung zur Verfügung. Diese Methode wird beim Aufruf der Methode Methode "getSession" implizit aufgerufen, falls das ObjectGrid noch nicht initialisiert ist.
void destroy();	destroy: Das Framework wird zerstört und kann nach dem Aufruf dieser Methode nicht mehr verwendet werden.
void setTxTimeout(int timeout);	setTxTimeout: Verwenden Sie diese Methode, um die Zeit (in Sekunden) festzulegen, in der eine Transaktion, die in einer von dieser ObjectGrid-Instanz erstellten Sitzung gestartet wird, ausgeführt werden muss. Wenn eine Transaktion nicht in der angegebenen Zeit beendet wird, wird die Sitzung, in der die Transaktion gestartet wurde, mit "timed out" (Zeitlimitüberschreitung) markiert. Dies führt dazu, dass die nächste ObjectMap-Methode, die von der Sitzung, die das zulässige Zeitlimit überschritten hat, aufgerufen wird, eine Ausnahme auslöst. Die Sitzung wird mit "rollback only" (Nur Rollback) markiert, was dazu führt, dass die Transaktion auch dann rückgängig gemacht wird, wenn die Anwendung die Methode "commit" an Stelle der Methode "rollback" aufruft, nachdem die Ausnahme des Typs "TransactionTimeoutException" von der Anwendung abgefangen wurde. Ein Zeitlimit von 0 zeigt an, dass der Transaktion kein Zeitlimit für die Ausführung gesetzt wird. Die Transaktion überschreitet nie ein Zeitlimit, wenn 0 als Zeitlimitwert angegeben wird. Wenn diese Methode nicht aufgerufen wird, wird für jedes Session-Objekt, das von der Methode "getSession" dieser Schnittstelle zurückgegeben wird, standardmäßig ein Zeitlimitwert von 0 festgelegt. Eine Anwendung kann die Transaktionszeitlimiteinstellung für jedes Session-Objekt überschreiben, indem sie die Methode "setTransactionTimeout" der Schnittstelle "com.ibm.websphere.objectgrid.Session" verwendet. Sie können das Transaktionszeitlimit für verteilte Instanzen auch mit der Datei `objectGrid.xml` konfigurieren.
int getTxTimeout();	getTxTimeout: Gibt den Transaktionszeitlimitwert in Sekunden zurück. Diese Methode gibt den Wert zurück, der als Zeitlimitparameter in der Methode "setTxTimeout" übergeben wurde. Wenn die Methode "setTxTimeout" nicht aufgerufen wurde, gibt die Methode "0" zurück, um anzuzeigen, dass für die Transaktion kein Ausführungszeitlimit gesetzt ist.
public int getObjectGridType();	Gibt den Typ des ObjectGrids zurück. Der Rückgabewert ist eine der in dieser Schnittstelle deklarierten Konstanten: LOCAL, SERVER oder CLIENT.
public void registerEntities(Class[] entities);	Registriert eine oder mehreren Entitäten auf der Basis der Metadaten der Klasse. Die Entitätsregistrierung muss vor der ObjectGrid-Initialisierung stattfinden, um eine Entität an eine BackingMap und alle definierten Indizes zu binden. Diese Methode kann mehrfach aufgerufen werden.
public void registerEntities(URL entityXML);	Registriert eine oder mehrere Entitäten über eine XML-Entitätsdatei. Die Entitätsregistrierung muss vor der ObjectGrid-Initialisierung stattfinden, um eine Entität an eine BackingMap und alle definierten Indizes zu binden. Diese Methode kann mehrfach aufgerufen werden.
void setQueryConfig(QueryConfig queryConfig);	Legt das QueryConfig-Objekt für dieses ObjectGrid fest. Ein QueryConfig-Objekt stellt Abfragekonfigurationen für die Ausführung von Objektabfragen für die Maps in diesem ObjectGrid bereit.
//Keywords	
void associateKeyword(Serializable parent, Serializable child);	Veraltet: Verwenden Sie Index- oder Abfragefunktionen, um Objekte mit bestimmten Attributen abzurufen. Die Methode "associateKeyword" ist ein flexibler Mechanismus für das Ungültigmachen von Einträgen auf der Basis von Schlüsselwörtern. Diese Methode verknüpft die beiden Schlüsselwörter zu einer gerichteten Beziehung. Wenn der übergeordnete Eintrag ungültig gemacht wird, wird auch der untergeordnete Eintrag ungültig gemacht. Das Ungültigmachen des untergeordneten Eintrags hat keine Auswirkung auf den übergeordneten Eintrag.

Tabelle 1. Schnittstelle "ObjectGrid" (Forts.). Hauptmethoden von ObjectGrid.

Methode	Beschreibung
//Sicherheit	
void setSecurityEnabled()	setSecurityEnabled: Aktiviert die Sicherheit. Die Sicherheit ist standardmäßig inaktiviert.
void setPermissionCheckPeriod(long period);	setPermissionCheckPeriod: Diese Methode akzeptiert einen einzigen Parameter, der angibt, wie oft die Berechtigung geprüft wird, die verwendet wird, um einen Clientzugriff zuzulassen. Wenn der Parameter 0 ist, weisen alle Methoden den Berechtigungsmechanismus (JAAS-Berechtigung oder angepasste Berechtigung) an, zu prüfen, ob das aktuelle Subject-Objekt berechtigt ist. Diese Strategie kann je nach Berechtigungsimplementierung zu Leistungsproblemen führen. Dieser Typ von Berechtigung ist jedoch verfügbar, wenn es erforderlich ist. Wenn der Parameter einen Wert kleiner als 0 hat, gibt dieser die Anzahl an Millisekunden an, für die eine Gruppe von Berechtigungen zwischengespeichert wird, bevor sie vom Berechtigungsmechanismus aktualisiert wird. Dieser Parameter bietet eine sehr viel bessere Leistung, aber wenn die Back-End-Berechtigungen in dieser Zeit geändert werden, ist es möglich, dass das ObjectGrid den Zugriff zulässt oder verhindert, auch wenn der Back-End-Sicherheitsprovider geändert wurde.
void setAuthorizationMechanism(int authMechanism);	setAuthorizationMechanism: Legt den Berechtigungsmechanismus fest. Die Standardeinstellung ist SecurityConstants.JAAS_AUTHORIZATION.
setMapAuthorization(MapAuthorization ma);	Veraltet: Verwenden Sie die Methode "setObjectGridAuthorization (ObjectGridAuthorization)" an Stelle der Integration angepasster Berechtigungen. setMapAuthorization: Legt das MapAuthorization-Plug-in für diese ObjectGrid-Instanz fest. Dieses Plug-in kann verwendet werden, um ObjectMap- oder JavaMap-Zugriffe auf die Principals zu berechtigen, die im Subject-Objekt enthalten sind. Eine typische Implementierung dieses Plug-ins ist der Abruf der Principals aus dem Subject-Objekt mit anschließender dahingehender Prüfung, ob die angegebenen Berechtigungen den Principals erteilt wurden oder nicht.
setSubjectSource(SubjectSource ss);	setSubjectSource: Legt das SubjectSource-Plug-in fest. Dieses Plug-in kann verwendet werden, um ein Subject-Objekt abzurufen, das den ObjectGrid-Client darstellt. Dieses Subject-Objekt wird für die ObjectGrid-Berechtigung verwendet. Die Methode "SubjectSource.getSubject" wird von der ObjectGrid-Laufzeitumgebung aufgerufen, wenn die Methode "ObjectGrid.getSession" zum Abrufen einer Sitzung verwendet wird und die Sicherheit aktiviert ist. Dieses Plug-in ist hilfreich für einen bereits authentifizierten Client. Es kann das authentifizierte Subject-Objekt abrufen und anschließend an die ObjectGrid-Instanz übergeben. Eine weitere Authentifizierung ist nicht erforderlich.
setSubjectValidation(SubjectValidation sv);	setSubjectValidation: Legt das SubjectValidation-Plug-in für diese ObjectGrid-Instanz fest. Dieses Plug-in kann verwendet werden, um zu prüfen, ob ein javax.security.auth.Subject-Subject-Objekt, das an die ObjectGrid-Instanz übergeben wird, ein gültiges Subject-Objekt ist, das nicht manipuliert wurde. Für die Implementierung dieses Plug-ins wird die Unterstützung des Subject-Objekterstellers benötigt, da nur der Ersteller weiß, ob das Subject-Objekt manipuliert wurde. Es kann jedoch vorkommen, dass ein Subject-Ersteller nicht weiß, ob das Subject-Objekt manipuliert wurde. In diesem Fall sollte dieses Plug-in nicht verwendet werden.
void setObjectGridAuthorization(ObjectGridAuthorization ogAuthorization);	Legt die ObjectGridAuthorization für diese ObjectGrid-Instanz fest. Bei der Übergabe von null an diese Methode wird ein zuvor definiertes ObjectGridAuthorization-Objekt aus einem früheren Aufruf dieser Methode entfernt. Außerdem wird damit angezeigt, dass dieses <code>ObjectGrid</code> keinem ObjectGridAuthorization-Objekt zugeordnet ist. Diese Methode sollte nur verwendet werden, wenn die ObjectGrid-Sicherheit aktiviert ist. Wenn die ObjectGrid-Sicherheit inaktiviert ist, wird das bereitgestellte ObjectGridAuthorization-Objekt nicht verwendet. Ein ObjectGridAuthorization -Plug-in kann verwendet werden, um den Zugriff auf das ObjectGrid und die Maps zu berechtigen. Ab Extended Deployment Version 6.1 ist setMapAuthorization veraltet und setObjectGridAuthorization die empfohlene Methode. Wenn jedoch das MapAuthorization-Plug-in und das ObjectGridAuthorization-Plug-in verwendet werden, verwendet ObjectGrid das bereitgestellte MapAuthorization-Plug-in, um Map-Zugriffe zu berechtigen, obwohl es veraltet ist.

Schnittstelle "ObjectGrid": Plug-ins

Die Schnittstelle "ObjectGrid" hat mehrere optionale Plug-in-Punkte für erweiterbare Interaktionen.

```
void addEventListener(ObjectGridEventListener cb);
void setEventListeners(List cbList);
void removeEventListener(ObjectGridEventListener cb);
void setTransactionCallback(TransactionCallback callback);
int reserveSlot(String);
```

```
// Sicherheitsbezogene Plug-ins
void setSubjectValidation(SubjectValidation subjectValidation);
void setSubjectSource(SubjectSource source);
void setMapAuthorization(MapAuthorization mapAuthorization);
```

- ObjectGridEventListener: Eine ObjectGridEventListener-Schnittstelle wird verwendet, um Benachrichtigungen über wichtige Ereignisse zu empfangen, die im ObjectGrid eintreten. Zu diesen Ereignissen gehören die Initialisierung von ObjectGrid, der Beginn einer Transaktion, das Ende einer Transaktion und das Löschen eines ObjectGrids. Um diese Ereignisse zu empfangen, erstellen Sie eine Klasse, die die Schnittstelle "ObjectGridEventListener" implementiert, und fügen Sie sie dem ObjectGrid hinzu. Diese Listener werden jedem einzelnen Session-Objekt zugeordnet. Weitere Informationen finden Sie in der Beschreibung von Listenern und in der Beschreibung der Schnittstelle "Session".
- TransactionCallback: Eine TransactionCallback-Listener-Schnittstelle ermöglicht das Senden von Transaktionsereignissen, wie z. B. begin-, commit- und rollback-Signalen, an diese Schnittstelle. Gewöhnlich wird eine TransactionCallback-Listener-Schnittstelle zusammen mit einem Loader verwendet. Weitere Informationen finden Sie in der Beschreibung des TransactionCallback-Plug-ins und der Beschreibung von Loadern. Diese Ereignisse können anschließend verwendet werden, um Transaktionen mit einer externen Ressource oder in mehreren Loadern zu koordinieren.
- reserveSlot: Ermöglicht Plug-ins in diesem ObjectGrid, Slots für Objektinstanzen zu reservieren, die Slots haben, wie z. B. TxID.
- SubjectValidation. Wenn die Sicherheit aktiviert ist, kann dieses Plug-in verwendet werden, um eine javax.security.auth.Subject-Klasse zu validieren, die an das ObjectGrid übergeben wird.
- MapAuthorization. Wenn die Sicherheit aktiviert ist, kann dieses Plug-in verwendet werden, um ObjectMap-Zugriffe auf die Principals zu validieren, die vom Subject-Objekt dargestellt werden.
- SubjectSource: Wenn die Sicherheit aktiviert ist, kann dieses Plug-in verwendet werden, um ein Subject-Objekt abzurufen, das ObjectGrid-Client darstellt. Dieses Subject-Objekt wird anschließend für die ObjectGrid-Berechtigung verwendet.

Weitere Informationen zu Plug-ins finden Sie in der Einführung in Plug-ins im *Programmierhandbuch*.

Schnittstelle "BackingMap"

Jede ObjectGrid-Instanz enthält eine Sammlung von BackingMap-Objekten. Verwenden Sie die Methode "defineMap" oder die Methode "createMap" der Schnittstelle "ObjectGrid", um jede BackingMap zu benennen und einer ObjectGrid-Instanz hinzuzufügen. Diese Methoden geben eine BackingMap-Instanz zurück, die anschließend zum Definieren des Verhaltens einer einzelnen Map verwendet wird. Sie können sich eine BackingMap als Speichercache festgeschriebener Daten für eine einzelne Map vorstellen.

Schnittstelle "Session"

Die Schnittstelle "Session" wird verwendet, um eine Transaktion zu starten und das ObjectMap- bzw. JavaMap-Objekt abzurufen, das für die transaktionsorientierte Interaktion zwischen einer Anwendung und einem BackingMap-Objekt erforderlich ist. Die Transaktionsänderungen werden jedoch erst dann auf das BackingMap-Objekt angewendet, wenn die Transaktion festgeschrieben wird. Sie können sich eine BackingMap als Speichercache festgeschriebener Daten für eine einzelne Map vor-

stellen. Weitere Informationen finden Sie in den Informationen zur Verwendung von Session-Objekten für den Zugriff auf Daten im *Programmierhandbuch*.

Die Schnittstelle "BackingMap" stellt Methoden für die Festlegung von BackingMap-Attributen bereit. Einige der set-Methoden unterstützen die Erweiterbarkeit einer BackingMap über mehrere angepasste Plug-ins. In der folgenden Liste sind die set-Methoden für die Festlegung von Attributen und die Bereitstellung angepasster Plug-in-Unterstützung aufgeführt:

```
// Für die Festlegung von BackingMap-Attributen.
public void setReadOnly(boolean readOnlyEnabled);
public void setNullValuesSupported(boolean nullValuesSupported);
public void setLockStrategy( LockStrategy lockStrategy );
public void setCopyMode(CopyMode mode, Class valueInterface);
public void setCopyKey(boolean b);
public void setNumberOfBuckets(int numBuckets);
public void setNumberOfLockBuckets(int numBuckets);
public void setLockTimeout(int seconds);
public void setTimeToLive(int seconds);
public void setTtlEvictorType(TTLType type);
public void setEvictionTriggers(String evictionTriggers);

// Für die Festlegung eines optionalen angepassten Plug-ins, das von der
// Anwendung bereitgestellt wird.
public abstract void setObjectTransformer(ObjectTransformer t);
public abstract void setOptimisticCallback(OptimisticCallback checker);
public abstract void setLoader(Loader loader);
public abstract void setPreloadMode(boolean async);
public abstract void setEvictor(Evictor e);
public void setMapEventListeners( List /*MapEventListener*/ eventListenerList );
public void addMapEventListener(MapEventListener eventListener );
public void removeMapEventListener(MapEventListener eventListener );
public void addMapIndexPlugin(MapIndexPlugin index);
public void setMapIndexPlugins(List /\* MapIndexPlugin \*/ indexList );
public void createDynamicIndex(String name, boolean isRangeIndex,
String attributeName, DynamicIndexCallback cb);
public void createDynamicIndex(MapIndexPlugin index, DynamicIndexCallback cb);
public void removeDynamicIndex(String name);
```

Für jede der aufgelisteten set-Methoden gibt es eine entsprechende get-Methode.

BackingMap-Attribute

Jede BackingMap hat die folgenden Attribute, die gesetzt werden können, um das Verhalten der BackingMap zu ändern bzw. zu steuern:

- ReadOnly: Dieses Attribut gibt an, ob die Map eine schreibgeschützte Map oder eine Map mit Lese- und Schreibzugriff ist. Wenn dieses Attribut für die Map nicht gesetzt wird, ist die Map standardmäßig eine Map mit Lese- und Schreibzugriff. Wenn eine BackingMap schreibgeschützt ist, optimiert ObjectGrid die Leistung von Leseoperationen nur, wenn dies möglich ist.
- NullValuesSupported: Dieses Attribut gibt an, ob ein Nullwert in der Map gespeichert werden kann. Wenn dieses Attribut nicht gesetzt wird, unterstützt die Map keine Nullwerte. Wenn Nullwerte von der Map unterstützt werden, kann eine get-Operation, die null zurückgibt, bedeuten, dass der Wert null ist oder dass die Map den mit der get-Operation angegebenen Schlüssel nicht enthält.
- LockStrategy: Dieses Attribut bestimmt, ob ein Sperrenmanager von der BackingMap verwendet wird. Wenn ein Sperrenmanager verwendet wird, wird das Attribut "LockStrategy" verwendet, um anzuzeigen, ob ein optimistischer oder pessimistischer Sperransatz für das Sperren der Map-Einträge verwendet wird.

Wenn dieses Attribut nicht gesetzt wird, wird die optimistische Sperrstrategie verwendet. Weitere Einzelheiten zu den unterstützten Sperrstrategien finden Sie im Abschnitt "Sperren".

- CopyMode: Dieses Attribut bestimmt, ob eine Kopie eines Wertobjekts von der BackingMap erstellt wird, wenn ein Wert aus der Map gelesen oder in der Map im Festschreibungszyklus einer Transaktion gespeichert wird. Es werden verschiedene Kopiermodi unterstützt, damit die Anwendung zwischen Leistung und Datenintegrität abwägen kann. Wenn dieses Attribut nicht gesetzt wird, wird der Kopiermodus COPY_ON_READ_AND_COMMIT verwendet. Dieser Kopiermodus bietet zwar nicht die beste Leistung, aber den größten Schutz vor Datenintegritätsproblemen. Wenn die BackingMap einer Entität der API "EntityManager" zugeordnet ist, hat die CopyMode-Einstellung keine Wirkung, sofern das Attribut nicht den Wert COPY_TO_BYTES hat. Jede andere CopyMode-Einstellung wird automatisch auf NO_COPY gesetzt. Zum Überschreiben der CopyMode-Einstellung für eine Entitäts-Map verwenden Sie die Methode "ObjectMap.setCopyMode". Weitere Informationen zu den Kopiermodi finden Sie in den Informationen zu den bewährten Verfahren für die Methode "CopyMode" im *Programmierhandbuch*.
- CopyKey: Dieses Attribut bestimmt, ob die BackingMap eine Kopie eines Schlüsselobjekts erstellt, wenn ein Eintrag in der Map erstellt wird. Standardmäßig wird keine Kopie von Schlüsselobjekten erstellt, weil die Schlüssel normalerweise unveränderliche Objekte sind.
- NumberOfBuckets: Dieses Attribut gibt die Anzahl der von der BackingMap zu verwendenden Hash-Buckets an. Die BackingMap-Implementierung verwendet eine Hash-Tabelle für ihre Implementierung. Wenn sehr viele Einträge in der BackingMap enthalten sind, kann mit einer höheren Bucket-Anzahl eine bessere Leistung erzielt werden. Die Anzahl der Schlüssel, die dasselbe Bucket haben, nimmt ab, je höher die Anzahl der Buckets wird. Mehr Buckets bedeuten auch mehr gemeinsame Zugriffe. Dieses Attribut ist hilfreich für die Feinabstimmung der Leistung. Es wird ein nicht definierter Standardwert verwendet, wenn die Anwendung das Attribut "NumberOfBuckets" nicht definiert.
- NumberOfLockBuckets: Dieses Attribut gibt die Anzahl der Sperr-Buckets an, die der Sperrenmanager für diese BackingMap verwenden soll. Wenn das Attribut "LockStrategy" auf OPTIMISTIC oder PESSIMISTIC gesetzt wird, wird ein Sperrenmanager für die BackingMap erstellt. Der Sperrenmanager verwendet eine Hash-Tabelle, um die Einträge zu verfolgen, die von einer oder mehreren Transaktionen gesperrt werden. Wenn sehr viele Einträge in der Hash-Tabelle enthalten sind, kann mit einer höheren Anzahl an Sperr-Buckets eine bessere Leistung erzielt werden, weil die Anzahl kollidierender Schlüssel im selben Bucket mit zunehmender Bucket-Anzahl sinkt. Mehr Sperr-Buckets bedeuten auch mehr gemeinsame Zugriffe. Wenn das Attribut "LockStrategy" auf "NONE" gesetzt wird, wird kein Sperrenmanager von der BackingMap verwendet. In diesem Fall hat die Definition des Attributs "numberOfLockBuckets" keine Wirkung. Wenn dieses Attribut nicht gesetzt wird, wird ein nicht definierter Wert verwendet.
- LockTimeout: Dieses Attribut wird verwendet, wenn die BackingMap einen Sperrenmanager verwendet. Die BackingMap verwendet einen Sperrenmanager, wenn das Attribut "LockStrategy" auf OPTIMISTIC oder PESSIMISTIC gesetzt ist. Der Attributwert wird in Sekunden angegeben und bestimmt, wie lange der Sperrenmanager auf die Erteilung einer Sperre wartet. Wenn dieses Attribut nicht gesetzt wird, werden 15 Sekunden als Wert für "LockTimeout" verwendet. Einzelheiten zu den Ausnahmen für das Wartezeitlimit für Sperren finden Sie in der Beschreibung der pessimistischen Sperrstrategie.

- TtlEvictorType: Jede BackingMap hat einen integriertes TTL-Evictor (Time-to-Live, Lebensdauer), das einen zeitbasierten Algorithmus verwendet, um die zu entfernenden Map-Einträge zu bestimmen. Standardmäßig ist der integrierte TTL-Evictor nicht aktiv. Sie können den TTL-Evictor aktivieren, indem Sie die Methode "setTtlEvictorType" mit einem der folgenden Werte aufrufen: CREATION_TIME, LAST_ACCESS_TIME, LAST_UPDATE_TIME, oder NONE. Der Wert CREATION_TIME zeigt an, dass der Evictor den TimeToLive-Attributwert der Zeit hinzufügt, zu der der Map-Eintrag in der BackingMap erstellt wurde, um zu bestimmen, wann der MapEintrag aus der BackingMap entfernt werden muss. Der Wert LAST_ACCESS_TIME (bzw. LAST_UPDATE_TIME) zeigt an, dass der Evictor den TimeToLive-Attributwert der Zeit hinzufügt, zu der der Map-Eintrag zuletzt von einer Transaktion, die in der Anwendung ausgeführt wird, aufgerufen (bzw. aufgerufen *und* akualisiert) wurde, um zu bestimmen, wann der Map-Eintrag entfernt werden muss. Der Map-Eintrag wird nur entfernt, wenn er in dem mit dem Attribut "TimeToLive" festgelegten Zeitraum nicht von einer Transaktion aufgerufen wird. Der Wert NONE zeigt an, dass der Evictor inaktiv bleibt und keine Map-Einträge entfernt. Wenn dieses Attribut nicht gesetzt wird, wird NONE als Standardwert verwendet, und der TTL-Evictor wird nicht aktiv. Einzelheiten zum integrierten TTL-Evictor finden Sie in der Beschreibung der Evictor.
- TimeToLive: Dieses Attribut wird verwendet, um die Anzahl der Sekunden anzugeben, die den TTL-Evictor der Erstellungs- bzw. letzten Zugriffszeit für jeden Eintrag gemäß der Beschreibung des Attributs "TtlEvictorType" hinzufügen muss. Wenn dieses Attribut nicht gesetzt wird, wird der Sonderwert null verwendet, um anzuzeigen, dass die Lebensdauer unbegrenzt ist. Wenn Sie dieses Attribut auf "infinity" setzen, werden die Map-Einträge vom Evictor nicht entfernt.

Das folgende Beispiel veranschaulicht, wie Sie die BackingMap "someMap" in der ObjectGrid-Instanz "someGrid" definieren und verschiedene Attribute der BackingMap mit den set-Methoden der Schnittstelle "BackingMap" setzen:

```
import com.ibm.websphere.objectgrid.BackingMap;
import com.ibm.websphere.objectgrid.LockStrategy;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGrid;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridManagerFactory;

...

ObjectGrid og =
ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager().createObjectGrid("someGrid");
BackingMap bm = objectGrid.getMap("someMap");
bm.setReadOnly( true ); // Standardeinstellung Lese-/Schreibzugriff überschreiben
bm.setNullValuesSupported(false);
// Standardmäßiges Zulassen von Nullwerten überschreiben
bm.setLockStrategy( LockStrategy.PESSIMISTIC );
// Standardeinstellung OPTIMISTIC überschreiben
bm.setLockTimeout( 60 );
// Standardeinstellung von 15 Sekunden überschreiben
bm.setNumberOfBuckets(251);
// Standardeinstellung überschreiben (Primzahlen funktionieren am besten)
bm.setNumberOfLockBuckets(251);
// Standardeinstellung überschreiben (Primzahlen funktionieren am besten)
```

BackingMap-Plug-ins

Die Schnittstelle "BackingMap" hat mehrere optionale Plug-in-Punkte für erweiterbare Interaktionen mit dem ObjectGrid:

- **ObjectTransformer-Plug-in**: Für einige Map-Operationen muss eine BackingMap möglicherweise einen Schlüssel oder Wert eines Eintrags serialisieren, entseriali-

sieren oder kopieren. Die BackingMap kann diese Aktion über eine Standardimplementierung der Schnittstelle "ObjectTransformer" ausführen. Eine Anwendung kann die Leistung verbessern, indem sie ein angepasstes ObjectTransformer-Plug-in bereitstellt, das von der BackingMap zum Serialisieren, Entserialisieren oder Kopieren des Schlüssels oder Werts eines Eintrags verwendet. Weitere Informationen finden Sie in den Informationen zum ObjectTransformer-Plug-in im *Programmierhandbuch*.

- **Evictor-Plug-in**: Der integrierte TTL-Evictor verwendet einen zeitbasierten Algorithmus, um zu entscheiden, wann ein Eintrag aus der BackingMap entfernt werden muss. Einige Anwendungen müssen möglicherweise einen anderen Algorithmus für das Entfernen eines Eintrags aus einer BackingMap verwenden. Das Evictor-Plug-in stellt der BackingMap einen angepassten Evictor zur Verfügung. Das Evictor-Plug-in ist eine Erweiterung des integrierten TTL-Evictors. Es ist kein Ersatz für den TTL-Evictor. ObjectGrid stellt ein angepasstes Evictor-Plug-in bereit, das bekannte Algorithmen wie LRU (Least Recently Used) oder LFU (Least Frequently Used) implementiert. Anwendungen können eines der bereitgestellten Evictor-Plug-ins integrieren oder ein eigenes Evictor-Plug-in bereitstellen. Weitere Informationen finden Sie in den Informationen zur Bereinigung im *Programmierhandbuch*.
- **MapEventListener-Plug-in**: Eine Anwendung möchte möglicherweise über BackingMap-Ereignisse, wie z. B. das Entfernen von Map-Einträgen oder den Abschluss des Preload-Prozesses für die BackingMap, benachrichtigt werden. Eine BackingMap ruft Methoden im MapEventListener-Plug-in auf, um eine Anwendung über BackingMap-Ereignisse zu benachrichtigen. Eine Anwendung kann Benachrichtigungen über verschiedene BackingMap-Ereignisse empfangen, indem sie die Methode "setMapEventListener" verwendet, um der BackingMap ein oder mehrere angepasste MapEventListener-Plug-ins bereitzustellen. Die Anwendung kann die aufgelisteten MapEventListener-Objekte mit der Methode "addMapEventListener" oder mit der Methode "removeMapEventListener" ändern. Weitere Informationen finden Sie in den Informationen zum MapEventListener-Plug-in im *Programmierhandbuch*.
- **Loader-Plug-in**: Eine BackingMap ist ein Speichercache einer Map. Ein Loader-Plug-in ist eine Option, die von der BackingMap verwendet wird, um Daten zwischen dem Hauptspeicher und einem persistenten Speicher zu verschieben. Es kann beispielsweise ein JDBC-Loader (Java Database Connectivity) verwendet werden, um Daten in eine BackingMap und eine oder mehrere relationale Tabellen einer relationalen Datenbank bzw. aus diesen zu verschieben. Es muss keine relationale Datenbank als persistenter Speicher für eine BackingMap verwendet werden. Der Loader kann auch verwendet werden, um Daten zwischen einer BackingMap und einer Datei, zwischen einer BackingMap und einer Hibernate-Map, zwischen einer BackingMap und einer JEE-Entity-Bean (Java 2 Platform, Enterprise Edition), zwischen einer BackingMap und einem anderen Anwendungsserver usw. zu verschieben. Die Anwendung muss ein angepasstes Loader-Plug-in bereitstellen, um Daten zwischen der BackingMap und dem persistenten Speicher für jede verwendete Technologie zu verschieben. Wenn kein Loader bereitgestellt wird, ist die BackingMap ein einfacher Speichercache. Weitere Informationen finden Sie in der Beschreibung der Verwendung von Loadern im *Programmierhandbuch*.
- **OptimisticCallback-Plug-in**: Wenn das Attribut "LockStrategy" für eine BackingMap auf OPTIMISTIC gesetzt ist, muss die BackingMap oder ein Loader-Plug-in Vergleichsoperationen für die Werte der Map durchführen. Das OptimisticCallback-Plug-in wird von der BackingMap bzw. dem Loader für die Durchführung von Vergleichsoperationen für eine optimistische Versionssteuerung verwendet. Weitere Informationen finden Sie in der Beschreibung des OptimisticCallback-Plug-ins im *Programmierhandbuch*.

- **MapIndexPlugin-Plug-in**: Ein MapIndexPlugin-Plug-in (oder kurz Index) ist eine Option, die die BackingMap verwendet, um einen Index zu erstellen, der auf dem angegebenen Attribut des gespeicherten Objekts basiert. Der Index ermöglicht der Anwendung, Objekte anhand eines bestimmten Werts oder Wertebereichs zu finden. Es gibt zwei Typen von Indizes: statische und dynamische. Ausführliche Informationen finden Sie in der Beschreibung der Indexierung.

Weitere Informationen zu Plug-ins finden Sie in der Einführung zu Plug-ins im *Programmierhandbuch*.

Verbindung zu einem verteilten ObjectGrid herstellen

Sie können eine Verbindung zu einem verteilten ObjectGrid über einen Verbindungsendpunkt des Katalogservice herstellen. Sie müssen den Hostnamen und den Endpunktport des Katalogservice kennen, zu dem Sie die Verbindung herstellen möchten.

Um eine Verbindung zu einem verteilten Grid herzustellen, müssen Sie Ihre serverseitige Umgebung mit einem Katalogservice und Containerservern konfiguriert haben.

Die Methode "getObjectGrid(ClientClusterContext ccc, String objectGridName)" stellt die Verbindung zum angegebenen Katalogservice her und gibt eine ObjectGrid-Clientinstanz zurück, die einer serverseitigen ObjectGrid-Instanz entspricht.

Das folgende Code-Snippet ist ein Beispiel für die Verbindungsherstellung zu einem verteilten Grid.

```
    // ObjectGridManager-Instanz erstellen.

    ObjectGridManager ogm = ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager();

    // ClientClusterContext durch Verbindungsherstellung zu
    // einem katalogserverbasierten verteilten ObjectGrid anfordern.
    // Sie müssen einen Verbindungsendpunkt für den Katalogserver
    // im Format Hostname:Endpunktport angeben. Der Hostname steht
    // für die Maschine, auf der sich der Katalogserver befindet,
    // und der Endpunktport ist der Empfangsport des Katalogservers,
    // der standardmäßig 2809 ist.
    ClientClusterContext ccc = ogm.connect("localhost:2809", null, null);

 // Verteiltes ObjectGrid über ObjectGridManager abrufen und
        // das ClientClusterContext-Objekt angeben.
ObjectGrid og = ogm.getObjectGrid(ccc, "objectgridName");
```

Interaktion mit einem ObjectGrid über ObjectGridManager

Die Klasse "ObjectGridManagerFactory" und die Schnittstelle "ObjectGridManager" stellen einen Mechanismus für das Erstellen, Zugreifen auf und Zwischenspeichern von ObjectGrid-Instanzen bereit. Die Klasse "ObjectGridManagerFactory" ist eine statische Helper-Klasse für den Zugriff auf die Schnittstelle "ObjectGridManager", ein Singleton. Die Schnittstelle "ObjectGridManager" enthält mehrere Methoden zur Vereinfachung der Erstellung von Instanzen eines ObjectGrid-Objekts. Außerdem vereinfacht die Schnittstelle "ObjectGridManager" die Erstellung und Zwischenspeicherung von ObjectGrid-Instanzen, auf die von mehreren Benutzern zugegriffen wird.

Programmiermodell

Vor der Verwendung der Funktionalität von eXtreme Scale als speicherinternes Daten-Grid müssen Sie mit Methoden wie den folgenden ObjectGrid-Instanzen erstellen und mit diesen interagieren:

- createObjectGrid-Methoden
- getObjectGrid-Methoden
- removeObjectGrid-Methoden
- Lebenszyklus eines ObjectGrids steuern

createObjectGrid-Methoden

In diesem Abschnitt werden die sieben createObjectGrid-Methoden in der Schnittstelle "ObjectGridManager" beschrieben. Jede dieser Methoden erstellt eine lokale Instanz eines ObjectGrids.

Lokale speicherinterne Instanz

Das folgende Code-Snippet veranschaulicht, wie eine lokale ObjectGrid-Instanz mit eXtreme Scale erstellt und konfiguriert wird.

```
// Lokale ObjectGrid-Referenz anfordern
        // Sie können ein neues ObjectGrid erstellen oder ein konfiguriertes
        // ObjectGrid abrufen, das in der ObjectGrid-XML-Datei definiert ist.
        ObjectGridManager objectGridManager =
     ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager();
        ObjectGrid ivObjectGrid =
     objectGridManager.createObjectGrid("objectgridName");

        // Dem ObjectGrid einen TransactionCallback hinzufügen.
        HeapTransactionCallback tcb = new HeapTransactionCallback();
        ivObjectGrid.setTransactionCallback(tcb);

        // BackingMap definieren.
        // Wenn die BackingMap in der ObjectGrid-XML-Datei
        // konfiguriert ist, können Sie sie einfach abrufen.
        BackingMap ivBackingMap = ivObjectGrid.defineMap("myMap");

        // Der BackingMap einen Loader hinzufügen.
        Loader ivLoader = new HeapCacheLoader();
        ivBackingMap.setLoader(ivLoader);

        // ObjectGrid initialisieren.
        ivObjectGrid.initialize();

        // Sitzung für den aktuellen Thread anfordern.
        // Die Sitzung kann nicht von mehreren Threads gemeinsam genutzt werden.
        Session ivSession = ivObjectGrid.getSession();

        // ObjectMap vom ObjectGrid-Session-Objekt anfordern.
        ObjectMap objectMap = ivSession.getMap("myMap");
```

Gemeinsam genutzte Standardkonfiguration

Der folgende Code zeigt einen einfachen Fall für die Erstellung eines ObjectGrids, das von vielen Benutzern gemeinsam verwendet werden kann.

```
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGrid;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridException;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridManagerFactory;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridManager;
final ObjectGridManager oGridManager=
 ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager();
ObjectGrid employees =
```

```
 oGridManager.createObjectGrid("Employees",true);
employees.initialize();
employees.
/*sample continues..*/
```

Das vorherige Java-Code-Snippet erstellt und ObjectGrid "Employees" und stellt es in den Cache. Das ObjectGrid "Employees" wird mit der Standardkonfiguration initialisiert und kann dann verwendet werden. Der zweite Parameter in der Methode "createObjectGrid" wird auf "true" gesetzt. Damit wird ObjectGridManager angewiesen, die erstellte ObjectGrid-Instanz zwischenzuspeichern. Wenn dieser Parameter auf "false" gesetzt wird, wird die Instanz nicht zwischengespeichert. Jede ObjectGrid-Instanz hat einen Namen, und die Instanz kann von vielen Clients oder Benutzern auf der Basis dieses Namens gemeinsam genutzt werden.

Wenn die ObjectGrid-Instanz im Peer-to-Peer-Modus gemeinsam genutzt wird, muss das Caching auf "true" gesetzt werden. Weitere Informationen zur gemeinsamen Nutzung im Peer-to-Peer-Modus finden Sie im Abschnitt zur Verteilung von Änderungen an Peer-JVMs.

XML-Konfiguration

WebSphere eXtreme Scale ist hoch konfigurierbar. Das vorherige Beispiel veranschaulicht, wie ein einfaches ObjectGrid ohne Konfiguration erstellt wird. Dieses Beispiel zeigt, wie Sie eine vorkonfigurierte ObjectdGrid-Instanz erstellen, die auf einer XML-Konfigurationsdatei basiert. Sie können eine ObjectGrid-Instanz programmgesteuert oder durch die Verwendung einer XML-basierten Konfigurationsdatei konfigurieren. Sie können ObjectGrid auch über eine Kombination beider Ansätze konfigurieren. Die Schnittstelle "ObjectGridManager" lässt die Erstellung einer ObjectGrid-Instanz auf der Basis der XML-Konfiguration zu. Die Schnittstelle "ObjectGridManager" hat mehrere Methoden, die einen URL als Argument akzeptieren. Jede XML-Datei, die an die Schnittstelle "ObjectGridManager" übergeben wird, muss anhand des Schemas validiert werden. Die XML-Validierung kann nur inaktiviert werden, wenn die Datei zuvor validiert wurde und seit der letzten Validierung keine Änderungen mehr an der Datei vorgenommen wurden. Durch die Inaktivierung kann ein geringer Teil der Kosten eingespart werden, bringt aber das Risiko der Verwendung einer ungültigen XML-Datei mit sich. IBM Java Developer Kit (JDK) 1.4.2 unterstützt die XML-Validierung. Wenn Sie ein JDK verwenden, das diese Unterstützung nicht besitzt, kann Apache Xerces für die Validierung der XML erforderlich sein.

Das folgende Java-Code-Snippet veranschaulicht, wie eine XML-Konfigurationsdatei zum Erstellen eines ObjectGrids übergeben wird.

```
import java.net.MalformedURLException;
import java.net.URL;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGrid;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridException;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridManager;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridManagerFactory;
boolean validateXML = true; // XML-Validierung aktivieren
boolean cacheInstance = true; // Instanz zwischenspeichern
String objectGridName="Employees"; // Name des ObjectGrid-URL
allObjectGrids = new URL("file:test/myObjectGrid.xml");
final ObjectGridManager oGridManager=
 ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager();
 ObjectGrid employees =
 oGridManager.createObjectGrid(objectGridName, allObjectGrids,
  bvalidateXML, cacheInstance);
```

Die XML-Datei kann Konfigurationsdaten für mehrere ObjectGrids enthalten. Das vorherige Code-Snippet gibt das ObjectGrid "Employees" zurück, vorausgesetzt, dass die Employees-Konfiguration in der Datei definiert ist. Informationen zur XML-Syntax finden Sie in der Beschreibung der ObjectGrid-Konfiguration. Es sind sieben createObjectGrid-Methoden vorhanden, die im folgenden Codeblock dokumentiert sind.

```
/**
 * Eine einfache Factory-Methode, mit der eine Instanz eines
 * ObjectGrids zurückgegeben werden kann. Es wird ein eindeutiger Name zugeordnet.
 * Die ObjectGrid-Instanz wird nicht zwischengespeichert.
 * Benutzer können anschließend {@link ObjectGrid#setName(String)} verwenden,
 * um den ObjectGrid-Namen zu ändern.
*
 * @return ObjectGrid Eine ObjectGrid-Instanz mit einem eindeutigen zugeordneten Namen.
 * @throws ObjectGridException bei allen Fehlern, die während der Erstellung
 * des ObjectGrids auftreten.
*/
public ObjectGrid createObjectGrid() throws ObjectGridException;

/**
 * Eine einfache Factory-Methode, mit der eine ObjectGrid-Instanz des angegebenen
 * Namens zurückgegeben werden kann. Die ObjectGrid-Instanzen können zwischengespeichert
 * werden. Wenn bereits eine ObjectGrid-Instanz mit diesem Namen zwischengespeichert
 * ist, wird eine Ausnahme des Typs "ObjectGridException" ausgelöst.
*
 * @param objectGridName Der Name der zu erstellenden ObjectGrid-Instanz.
 * @param cacheInstance true, wenn die ObjectGrid-Instanz zwischengespeichert werden soll.
 * @return Eine ObjectGrid-Instanz.
 * @throws ObjectGridException, wenn dieser Name bereits zwischengespeichert wurde oder ein
 * Fehler während der ObjectGrid-Erstellung aufgetreten ist.
*/
public ObjectGrid createObjectGrid(String objectGridName, boolean cacheInstance)
  throws ObjectGridException;

/**
 * ObjectGrid-Instanz mit dem angegebenen ObjectGrid-Namen erstellen. Die
 * erstellte ObjectGrid-Instanz wird zwischengespeichert.
* @param objectGridName Der Name der zu erstellenden ObjectGrid-Instanz.
 * @return Eine ObjectGrid-Instanz.
 * @throws ObjectGridException, wenn bereits ein ObjectGrid mit diesem Namen
 * zwischengespeichert wurde oder ein Fehler während der Erstellung des ObjectGrids
 * aufgetreten ist.
*/
public ObjectGrid createObjectGrid(String objectGridName)
  throws ObjectGridException;

/**
 * ObjectGrid-Instanz auf der Basis des angegebenen ObjectGrid-Namens und der
 * XML-Datei erstellen. Die in der XML-Datei definierte ObjectGrid-Instanz wird
 * mit dem angegebenen ObjectGrid-Namen erstellt und zurückgegeben. Wird ein
 * solches ObjectGrid nicht in der XML-Datei gefunden, wird eine Ausnahme ausgelöst.
*
 * Diese ObjecGrid-Instanz kann zwischengespeichert werden.
 *
 * Wenn der URL null ist, wird er einfach ignoriert. In diesem Fall, verhält sich
 * diese Methode genauso wie {@link #createObjectGrid(String, boolean)}.
*
 * @param objectGridName Der Name der zurückzugebenden ObjectGrid-Instanz. Er
 * darf nicht null sein.
* @param xmlFile Der URL einer gemäß ObjectGrid-Schema korrekt formatierten XML-Datei.
 * @param enableXmlValidation Wenn true, wird die XML validiert.
 * @param cacheInstance Ein boolescher Wert, der anzeigt, ob die ObjectGrid-Instanzen,
 * die in der XML definiert sind, zwischengespeichert werden oder nicht. Wenn true,
 * werden die Instanzen zwischengespeichert.
*
 * @throws ObjectGridException, wenn bereits ein ObjectGrid mit demselben
```

```
 * Namen zwischengespeichert wurde, kein ObjectGrid-Name in der XML-Datei gefunden
 * wird oder ein anderer Fehler während der Erstellung des ObjectGrids auftritt.
* @return Eine ObjectGrid-Instanz.
 * @see ObjectGrid
 */
public ObjectGrid createObjectGrid(String objectGridName, final URL xmlFile,
final boolean enableXmlValidation, boolean cacheInstance)
 throws ObjectGridException;

/**
 * XML-Datei verarbeiten und eine Liste mit ObjectGrid-Objekten auf der Basis
 * dieser Datei erstellen.
* Diese ObjecGrid-Instanzen können zwischengespeichert werden.
 * Es wird eine Ausnahme des Typs "ObjectGridException" ausgelöst, wenn versucht
 * wird, eine neu erstellte ObjectGrid-Instanz zwischenzuspeichern, die
 * denselben Namen hat wie eine bereits zwischengespeicherte ObjectGrid-Instanz.
*
 * @param xmlFile Die Datei, die ein ObjectGrid oder mehrere
 * ObjectGrids definiert.
* @param enableXmlValidation Bei true wird die XML anhand des
 * Schemas validiert.
* @param cacheInstances Bei true werden alle auf der Basis dieser Datei
 * erstellen ObjectGrid-Instanzen zwischengespeichert.
* @return Eine ObjectGrid-Instanz.
 * @throws ObjectGridException, wenn versucht wird, eine ObjectGrid-Instanz
 * zu erstellen und zwischenzuspeichern, die denselben Namen wie eine bereits
 * zwischengespeicherte ObjectGrid-Instanz hat, oder wenn während der
 * Erstellung der ObjectGrid-Instanz ein anderer Fehler auftritt.
*/
public List createObjectGrids(final URL xmlFile, final boolean enableXmlValidation,
boolean cacheInstances) throws ObjectGridException;

/** Alle ObjectGrids erstellen, die in der XML-Datei enthalten sind. Die
 * XML-Datei wird anhand des Schemas validiert. Alle erstellten ObjectGrid-Instanzen
 * werden zwischengespeichert. Es wird eine Ausnahme des Typs "ObjectGridException"
 * ausgelöst, wenn versucht wird, eine neu erstellte ObjectGrid-Instanz zwischenzuspeichern,
 * die denselben Namen hat wie eine bereits zwischengespeicherte ObjectGrid-Instanz.
* @param xmlFile Die zu verarbeitende XML-Datei. ObjectGrids werden auf der Basis
 * der Angaben in der Datei erstellt.
* @return Eine Liste mit ObjectGrid-Instanzen, die erstellt wurden.
 * @throws ObjectGridException, wenn bereits eine ObjectGrid-Instanz zwischengespeichert
 * wurde, die einen der in der XML-Datei definierten Namen hat, oder wenn während
 * der Erstellung der ObjectGrid-Instanz ein Fehler auftritt.
*/
public List createObjectGrids(final URL xmlFile) throws ObjectGridException;

/**
 * XML-Datei verarbeiten und nur dann eine einzige ObjectGrid-Instanz mit dem
 * angegebenen ObjectGrid-Namen erstellen, wenn ein ObjectGrid mit diesem Namen
 * in der Datei enthalten ist. Wenn kein ObjectGrid mit diesem Namen in der
 * XML-Datei vorhanden ist, wird eine Ausnahme des Typs "ObjectGridException"
 * ausgelöst. Die erstellte ObjectGrid-Instanz wird zwischengespeichert.
 * @param objectGridName Name des erstellenden ObjectGrids. Dieses ObjectGrid
 * muss in der XML-Datei definiert sein.
* @param xmlFile Die zu verarbeitende XML-Datei.
 * @return Ein neu erstelltes ObjectGrid.
 * @throws ObjectGridException, wenn bereits ein ObjectGrid mit demselben
 * Namen zwischengespeichert wurde, kein ObjectGrid-Name in der XML-Datei gefunden
 * wird oder ein anderer Fehler während der Erstellung des ObjectGrids auftritt.
*/
public ObjectGrid createObjectGrid(String objectGridName, URL xmlFile)
  throws ObjectGridException;
```

Client blockiert beim Aufruf der Methode "getObjectGrid"

Ein Client kann blockieren, wenn die Methode "getObjectGrid" in ObjectGridManager aufgerufen wird oder eine Ausnahme des Typs "com.ibm.websphere.projector.MetadataException" auslösen. Das EntityMetadata-Repository ist nicht verfügbar und der Zeitlimitschwellenwert ist erreicht. Der Grund hierfür ist, dass der Client auf die Verfügbarkeit der Entitätsmetadaten im ObjectGrid-Server wartet. Dieser Fehler kann auftreten, wenn ein Container gestartet wurde, aber die anfängliche Anzahl der Container oder die Mindestanzahl synchroner Replikate nicht erreicht ist. Untersuchen Sie die Implementierungsrichtlinie für das ObjectGrid, und stellen Sie sicher, dass die Anzahl aktiver Container größer-gleich der Werte der Attribute "numInitialContainers" und "minSyncReplicas" in der Deskriptordatei der Implementierungsrichtlinie ist.

getObjectGrid-Methoden

Verwenden Sie die ObjectGridManager.getObjectGrid-Methoden, um zwischengespeicherte Instanzen abzurufen.

Zwischengespeicherte Instanz abrufen

Da die ObjectGrid-Instanz "Employees" über die Schnittstelle "ObjectGridManager" zwischengespeichert wurde, kann ein anderer Benutzer mit dem folgenden Code-Snippet auf sie zugreifen:

```
ObjectGrid myEmployees = oGridManager.getObjectGrid("Employees");
```

Im Folgenden sehen Sie die beiden getObjectGrid-Methoden, die zwischengespeicherte ObjectGrid-Instanzen zurückgeben:

- **Alle zwischengespeicherten Instanzen abrufen**

  Zum Abrufen aller ObjectGrid-Instanzen, die zuvor zwischengespeichert wurden, verwenden Sie die Methode "getObjectGrids", die eine Liste mit allen Instanzen zurückgibt. Wenn keine zwischengespeicherten Instanzen vorhanden sind, gibt die Methode "null" zurück.
- **Zwischengespeicherte Instanzen nach Namen abrufen**

  Wenn Sie eine einzelne zwischengespeicherte Instanz eines ObjectGrids abrufen möchten, verwenden Sie getObjectGrid(String objectGridName), und übergeben Sie den Namen der zwischengespeicherten Instanz an die Methode. Die Methode gibt entweder die ObjectGrid-Instanz mit dem angegebenen Namen oder "null" zurück, falls keine ObjectGrid-Instanz mit diesem Namen vorhanden ist.

Anmerkung: Sie können die Methode "getObjectGrid" verwenden, um eine Verbindung zu einem verteilten Grid herzustellen. Weitere Informationen finden Sie im Abschnitt „Verbindung zu einem verteilten ObjectGrid herstellen” auf Seite 23.

removeObjectGrid-Methoden

Sie können zwei unterschiedliche removeObjectGrid-Methoden verwenden, um ObjectGrid-Instanzen aus dem Cache zu entfernen.

ObjectGrid-Instanz entfernen

Verwenden Sie zum Entfernen von ObjectGrid-Instanzen aus dem Cache eine der removeObjectGrid-Methoden. Der ObjectGridManager behält keine Referenz auf die entfernten Instanzen. Es sind zwei Methoden zum Entfernen einer Instanz vorhanden. Eine Methode akzeptiert einen booleschen Parameter. Wenn der boolesche Parameter auf `true` gesetzt ist, wird die Methode "destroy" für das ObjectGrid

aufgerufen. Der Aufruf der Methode "destroy" für das ObjectGrid beendet das ObjectGrid und gibt die vom ObjectGrid verwendeten Ressourcen frei. Im Folgenden wird die Verwendung der beiden removeObjectGrid-Methoden beschrieben:

```
/**
 * ObjectGrid aus dem Cache der ObjectGrid-Instanzen entfernen
 *
 * @param objectGridName Name der ObjectGrid-Instanz, die aus dem Cache
 * entfernt werden soll
*
 * @throws ObjectGridException, wenn ein ObjectGrid mit dem angegebenen
 * objectGridName-Wert nicht im Cache gefunden wird
*/
public void removeObjectGrid(String objectGridName) throws ObjectGridException;

/**
 * ObjectGrid aus dem Cache der ObjectGrid-Instanzen entfernen und
 * die zugehörigen Ressourcen löschen
*
 * @param objectGridName Name der ObjectGrid-Instanz, die aus dem Cache
 * entfernt werden soll
*
 * @param destroy ObjectGrid-Instanz und die zugehörigen Ressourcen
 * löschen
*
 * @throws ObjectGridException, wenn ein ObjectGrid mit dem angegebenen
 * objectGridName-Wert nicht im Cache gefunden wird
*/
public void removeObjectGrid(String objectGridName, boolean destroy)
 throws ObjectGridException;
```

Lebenszyklus eines ObjectGrids steuern

Sie können die Schnittstelle "ObjectGridManager" verwenden, um den Lebenszyklus einer ObjectGrid-Instanz über eine Startup-Bean oder ein Servlet zu steuern.

Lebenszyklus über eine Startup-Bean steuern

Eine Startup-Bean wird verwendet, um den Lebenszyklus einer ObjectGrid-Instanz zu steuern. Eine Startup-Bean wird geladen, wenn eine Anwendung gestartet wird. Mit einer Startup-Bean kann Code ausgeführt werden, sobald eine Anwendung erwartungsgemäß gestartet oder gestoppt wird. Zum Erstellen einer Startup-Bean verwenden Sie die Home-Schnittstelle "com.ibm.websphere.startupservice.AppStartUpHome" und die Remote-Schnittstelle "com.ibm.websphere.startupservice.AppStartUp". Implementieren Sie die Methoden "start" und "stop" in der Bean. Die Methode "start" wird aufgerufen, wenn die Anwendung gestartet wird. Die Methode "stop" wird aufgerufen, wenn die Anwendung beendet wird. Die Methode "start" wird verwendet, um ObjectGrid-Instanzen zu erstellen. Die Methode "stop" wird verwendet, um ObjectGrid-Instanzen zu entfernen. Im Folgenden sehen Sie ein Code-Snippet, das dieses Management des ObjectGrid-Lebenszyklus in einer Startup-Bean demonstriert:

```
public class MyStartupBean implements javax.ejb.SessionBean {
    private ObjectGridManager objectGridManager;

    /* Die Methoden in der Schnittstelle "SessionBean" wurden
     * in diesem Beispiel weggelassen, damit das Beispiel nicht
     * zu lang wird. */
public boolean start(){
        // Startup-Bean starten.
        // Diese Methode wird aufgerufen, wenn die Anwendung gestartet wird.
        objectGridManager = ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager();
        try {
            // 2 ObjectGrids erstellen und die Instanzen zwischenspeichern.
```

```
            ObjectGrid bookstoreGrid =
      objectGridManager.createObjectGrid("bookstore", true);
            bookstoreGrid.defineMap("book");
            ObjectGrid videostoreGrid =
      objectGridManager.createObjectGrid("videostore", true);
            // In der JVM könne diese ObjectGrids jetzt über die Methode
            // getObjectGrid(String) vom ObjectGridManager abgerufen werden.
} catch (ObjectGridException e) {
            e.printStackTrace();
            return false;
        }

        return true;
    }

    public void stop(){
        // Startup-Bean stoppen.
        // Diese Methode wird aufgerufen, wenn die Anwendung gestoppt wird.
        try {
            // Zwischengespeicherte ObjectGrids entfernen und löschen.
            objectGridManager.removeObjectGrid("bookstore", true);
            objectGridManager.removeObjectGrid("videostore", true);
        } catch (ObjectGridException e) {
            e.printStackTrace();
        }
    }
}
```

Nach dem Aufruf der Methode "start" werden die neu erstellten ObjectGrid-Instanzen von der Schnittstelle "ObjectGridManager" abgerufen. Wenn beispielsweise ein Servlet in der Anwendung enthalten ist, greift das Servlet über das folgende Code-Snippet auf eXtreme Scale zu:

```
ObjectGridManager objectGridManager =
 ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager();
ObjectGrid bookstoreGrid = objectGridManager.getObjectGrid("bookstore");
ObjectGrid videostoreGrid = objectGridManager.getObjectGrid("videostore");
```

Lebenszyklus über ein Servlet steuern

Wenn Sie den Lebenszyklus eines ObjectGrid über ein Servlet verwalten möchten, können Sie die Methode "init" verwenden, um eine ObjectGrid-Instanz zu erstellen, und die Methode "destroy", um die ObjectGrid-Instanz zu entfernen. Wenn die ObjectGrid-Instanz zwischengespeichert ist, wird sie im Servlet-Code abgerufen und bearbeitet. Im Folgenden sehen Sie einen Mustercode, der das Erstellen, Bearbeiten und Löschen eines ObjectGrids demonstriert:

```
public class MyObjectGridServlet extends HttpServlet implements Servlet {
    private ObjectGridManager objectGridManager;

    public MyObjectGridServlet() {
        super();
    }

    public void init(ServletConfig arg0) throws ServletException {
        super.init();
        objectGridManager = ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager();
        try {
            // ObjectGrid mit dem Namen "bookstore" erstellen und zwischenspeichern.
            ObjectGrid bookstoreGrid =
      objectGridManager.createObjectGrid("bookstore", true);
            bookstoreGrid.defineMap("book");
        } catch (ObjectGridException e) {
            e.printStackTrace();
        }
    }
```

```
    protected void doGet(HttpServletRequest req, HttpServletResponse res)
        throws ServletException, IOException {
        ObjectGrid bookstoreGrid = objectGridManager.getObjectGrid("bookstore");
        Session session = bookstoreGrid.getSession();
        ObjectMap bookMap = session.getMap("book");
        // Operationen für das zwischengespeicherte ObjectGrid durchführen.
        // ...
    }

    public void destroy() {
        super.destroy();
        try {
            // Zwischengespeichertes ObjectGrid "bookstore" entfernen und löschen.
            objectGridManager.removeObjectGrid("bookstore", true);
        } catch (ObjectGridException e) {
            e.printStackTrace();
        }
    }
}
```

Auf das ObjectGrid-Shard zugreifen

WebSphere eXtreme Scale erreicht hohe Verarbeitungsraten, indem die Logik dorthin verschoben wird, wo sich die Daten befinden, und nur das Ergebnis an den Client zurückgegeben wird.

Anwendungslogik in einer Client-JVM muss Daten aus der Server-JVM extrahieren, die die Daten enthält, und mit Push zurückgeben, wenn die Transaktion festgeschrieben wird. Dieser Prozess senkt die Geschwindigkeit, in der die Daten verarbeitet werden können. Wenn sich die Anwendungslogik in derselben JVM befindet wie das Shard, das die Daten enthält, fallen Netzlatenzzeit und Marshaling-Kosten weg, und dies kann zu einem erheblichen Leistungsgewinn führen.

Lokale Referenz auf Shard-Daten

Die ObjectGrid-APIs übertragen ein Session-Objekt an die serverseitige Methode. Dieses Session-Objekt ist eine direkte Referenz auf die Daten für dieses Shard. Es ist keine Routing-Logik in diesem Pfad enthalten. Die Anwendungslogik kann mit den Daten für dieses Shard direkt arbeiten. Das Session-Objekt kann nicht verwendet werden, um auf die Daten in einer anderen Partition zuzugreifen, weil keine Routing-Logik vorhanden ist.

Ein Loader-Plug-in ist ebenfalls eine Methode, ein Ereignis zu empfangen, wenn ein Shard zu einer primären Partition wird. Eine Anwendung kann einen Loader und die Schnittstelle "ReplicaPreloadController" implementieren. Die Methode zum Überprüfen des Preload-Status wird nur aufgerufen, wenn ein Shard zu einem primären Shard wird. Das an die Methode übergebene Session-Objekt ist eine lokale Referenz auf die Daten des Shards. Dieser Ansatz wird normalerweise verwendet, wenn eine Partition Threads starten oder eine Nachrichtenstruktur für partitionsbezogenen Datenverkehr subskribieren muss. Möglicherweise muss sie einen Thread starten, um Nachrichten in einer lokalen Map über die API "getNextKey" zu empfangen.

Optimierung der Client/Server-Co-Location

Wenn eine Anwendung die Client-APIs verwendet, um auf eine Partition zuzugreifen, die sich in derselben JVM befindet, die auch den Client enthält (dies wird als Co-Location bezeichnet), wird das Netz umgangen, aber es findet aufgrund der derzeitigen Implementierungsprobleme noch ein gewisses Marshaling statt. Wenn

ein partitioniertes Grid verwendet wird, sind keine Einbußen bei der Anwendungsleistung zu verzeichnen, weil (N-1)/N Aufrufe an eine andere JVM weitergeleitet werden. Verwenden Sie die APIs "Loader" und ObjectGrid" für den Aufruf dieser Logik, wenn Sie immer mit lokalen Zugriffen auf ein Shard arbeiten müssen.

Auf Daten in WebSphere eXtreme Scale zugreifen

Wenn eine Anwendung eine Referenz auf eine ObjectGrid-Instanz oder eine Clientverbindung zu einem fernen Grid hat, können Sie auf die Daten in Ihrer Konfiguration von WebSphere eXtreme Scale zugreifen und mit diesen interagieren. Verwenden Sie eine der createObjectGrid-Methoden in der Anwendungsprogrammierschnittstelle "ObjectGridManager", um eine lokale Instanz zu erstellen, bzw. die Methode "getObjectGrid" für eine Clientinstanz mit einem verteilten Grid.

Ein Thread in einer Anwendung benötigt eine eigene Sitzung. Wenn eine Anwendung das ObjectGrid in einem Thread verwenden möchten, muss sie lediglich eine der getSession-Methoden aufrufen, um einen Thread anzufordern. Diese Operation ist kostengünstig, weil die Operationen in den meisten Fällen nicht in einen Pool gestellt werden müssen. Wenn die Anwendung ein Framework für Abhängigkeitsinjektion wie Spring verwendet, können Sie bei Bedarf eine Sitzung in eine Anwendungs-Bean injizieren.

Nach dem Erhalt der Sitzung kann die Anwendung auf die Daten zugreifen, die in Maps im ObjectGrid gespeichert sind. Wenn das ObjectGrid Entitäten verwendet, können Sie die Anwendungsprogrammierschnittstelle "EntityManager" verwenden, die Sie mit der Methode Session.getEntityManager abrufen können. Da sie näher an die Java-Spezifikationen angelehnt ist, ist die Schnittstelle "EntityManager" einfacher zu verwenden als die Map-basierte Anwendungsprogrammierschnittstelle. Die Anwendungsprogrammierschnittstelle "EntityManager" bringt jedoch Leistungseinbußen mit sich, weil sie Änderungen in Objekten verfolgt. Die Map-basierte Anwendungsprogrammierschnittstelle wird über die Methode "Session.getMap" abgerufen.

WebSphere eXtreme Scale verwendet Transaktionen. Wenn eine Anwendung mit einer Sitzung interagiert, muss sie im Kontext einer Transaktion enthalten sein. Eine Transaktion wird über die Methoden Session.begin, Session.commit und Session.rollback im Session-Objekt gestartet und festgeschrieben bzw. rückgängig gemacht. Anwendungen können auch im Modus für automatische Festschreibung ausgeführt werden. In diesem Modus startet und schreibt die Sitzung eine Transaktion automatisch fest, wenn die Anwendung mit Maps interagiert. Allerdings ist der Modus für automatische Festschreibung langsamer.

Logik für die Verwendung von Transaktionen

Transaktionen scheinen langsam zu sein, aber eXtreme Scale verwendet Transaktionen aus drei Gründen:

1. Änderungen können rückgängig gemacht werden, wenn eine Ausnahme eintritt oder wenn die Geschäftslogik Statusänderungen widerrufen muss.
2. Es können Datensperren für die Dauer einer Transaktion gesetzt und freigegeben werden, was eine atomare Durchführung von Änderungen ermöglicht, d. h., es werden entweder alle Änderungen oder gar keine Änderungen an den Daten vorgenommen.
3. Es kann eine atomare Replikationseinheit erzeugt werden.

Mit WebSphere eXtreme Scale kann eine Sitzung dynamisch festlegen, wie viel Transaktion tatsächlich erforderlich ist. Eine Anwendung kann die Rollback-Unterstützung und Sperren inaktivieren, aber dies geht zu Lasten der Anwendung. Die Anwendung muss das Fehlen dieser Features ausgleichen.

Beispiel: Eine Anwendung kann Sperren inaktivieren, indem Sie in der Backing-Map die Einstellung für die Sperrstrategie auf NONE (Keine) setzt. Diese Strategie ist zwar schnell, ermöglicht aber, dass verschiedene Transaktionen dieselben Daten ungeschützt voreinander gleichzeitig ändern. Die Anwendung ist für alle Sperren und für die Datenkonsistenz zuständig, wenn NONE als Einstellung für die Sperrstrategie verwendet wird.

Eine Anwendung kann auch die Art und Weise ändern, in der Objekte beim Zugriff über die Transaktion kopiert werden. Die Anwendung kann festlegen, wie Objekte mit der Methode ObjectMap.setCopyMode kopiert werden. Mit dieser Methode können Sie die Einstellung "CopyMode" inaktivieren. Die Einstellung "CopyMode" wird normalerweise für Transaktionen inaktiviert, die im Lesezugriff arbeiten, wenn innerhalb einer Transaktion verschiedene Werte für dasselbe Objekt zurückgegeben werden können. Innerhalb einer Transaktion können verschiedene Werte für dasselbe Objekt zurückgegeben werden.

Wenn die Transaktion beispielsweise die Methode ObjectMap.get für das Objekt zum Zeitpunkt T1 aufruft, empfängt sie den Wert, der zu diesem Zeitpunkt gültig ist. Wenn sie die Methode get später zum Zeitpunkt T2 erneut aufruft, kann ein anderer Thread den Wert in der Zwischenzeit geändert haben. Da der Wert von einem anderen Thread geändert wurde, sieht die Anwendung einen anderen Wert. Wenn die Anwendung ein Objekt ändert, das mit dem CopyMode-Wert "NONE" abgerufen wurde, ändert sie die festgeschriebene Kopie dieses Objekts direkt. Ein Rollback der Transaktion hat in diesem Modus keine Bedeutung. Sie ändern die einzige Kopie im ObjectGrid. Obwohl die CopyMode-Einstellung "NONE" schnell ist, müssen Sie sich über die Konsequenzen, die diese Einstellung hat, genau im Klaren sein. Eine Anwendung, die die CopyMode-Einstellung "NONE" verwendet, darf die Transaktion nicht rückgängig machen. Wenn die Anwendung die Transaktion rückgängig macht, werden die Indizes nicht mit den Änderungen aktualisiert, *und* die Änderungen werden nicht repliziert, wenn die Replikation aktiviert ist. Die Standardwerte sind problemlos zu verwenden und weniger fehleranfällig. Wenn Sie die Leistung der Zuverlässigkeit von Daten vorziehen, muss die Anwendung wissen, was sie tut, um unbeabsichtigte Probleme zu vermeiden.

Vorsicht:
Gehen Sie vorsichtig vor, wenn Sie die Sperrstrategie oder den CopyMode-Wert ändern. Wenn Sie diese Werte ändern, ist das Anwendungsverhalten unvorhersehbar.

Interaktion mit gespeicherten Daten

Nach dem Erhalt einer Sitzung können Sie das folgende Codefragment verwenden, um die Anwendungsprogrammierschnittstelle "Map" für das Einfügen von Daten zu verwenden.

```
Session session = ...;
ObjectMap personMap = session.getMap("PERSON");
session.begin();
Person p = new Person();
p.name = "John Doe";
personMap.insert(p.name, p);
session.commit();
```

Im Folgenden sehen Sie dasselbe Beispiel mit der Anwendungsprogrammierschnittstelle "EntityManager". In diesem Codemuster wird davon ausgegangen, dass das Person-Objekt einer Entität zugeordnet ist.

```
Session session = ...;
EntityManager em = session.getEntityManager();
session.begin();
Person p = new Person();
p.name = "John Doe";
em.persist(p);
session.commit();
```

Das Muster ist so konzipiert, dass es Referenzen auf die ObjectMaps für die Maps abruft, mit denen der Thread arbeitet, eine Transaktion startet, die Daten bearbeitet und dann die Transaktion festschreibt.

Die Schnittstelle "ObjectMap" enthält die typischen Map-Operationen, wie z. B. put, get und remove. Verwenden Sie jedoch spezifischere Operationsnamen, wie z. B. get, getForUpdate, insert, update und remove. Diese Methodennamen vermitteln die Absicht deutlicher als die traditionellen Map-APIs.

Sie können auch die flexible Indexierungsunterstützung verwenden.

Im Folgenden sehen Sie ein Beispiel für die Aktualisierung eines Objekts:

```
session.begin();
Person p = (Person)personMap.getForUpdate("John Doe");
p.name = "John Doe";
p.age = 30;
personMap.update(p.name, p);
session.commit();
```

Die Anwendung verwendet normalerweise die Methode getForUpdate an Stelle einer einfachen get-Methode, um den Datensatz zu sperren. Die update-Methode muss aufgerufen werden, um den aktualisierten Wert in der Map bereitzustellen. Wenn die update-Methode nicht aufgerufen wird, bleibt die Map unverändert. Im Folgenden sehen Sie dasselbe Fragment mit der Anwendungsprogrammierschnittstelle "EntityManager":

```
session.begin();
Person p = (Person)em.findForUpdate(Person.class, "John Doe");
p.age = 30;
session.commit();
```

Die Anwendungsprogrammierschnittstelle "EntityManager" ist einfacher als der Ansatz mit Map. In diesem Fall sucht eXtreme Scale die Entität und gibt ein verwaltetes Objekt an die Anwendung zurück. Die Anwendung ändert das Objekt und schreibt die Transaktion fest, und eXtreme Scale verfolgt die Änderungen an verwalteten Objekten automatisch während der Festschreibung und nimmt die erforderlichen Aktualisierungen vor.

Transaktionen und Partitionen

Transaktionen von WebSphere eXtreme Scale können nur eine einzige Partition aktualisieren. Transaktionen eines Clients können in mehreren Partitionen lesen, aber nur eine einzige Partition aktualisieren. Wenn eine Anwendung versucht, zwei Partitionen zu aktualisieren, scheitert die Transaktion und wird rückgängig gemacht. Eine Transaktion, die ein integriertes ObjectGrid (Grid-Logik) verwendet, hat keine Routing-Funktionen und kann nur die Daten in der lokalen Partition sehen. Diese Geschäftslogik kann immer eine zweite Sitzung abrufen, die eine reine Clientsit-

zung ist, um auf andere Partitionen zuzugreifen. Diese Transaktion ist jedoch eine unabhängige Transaktion.

Abfragen und Partitionen

Wenn eine Transaktion bereits nach einer Entität gesucht hat, wird die Transaktion der Partition für diese Entität zugeordnet. Alle Abfragen, die in einer Transaktion ausgeführt werden, die einer Entität zugeordnet ist, werden an die zugeordnete Partition weitergeleitet.

Wenn eine Abfrage in einer Transaktion ausgeführt wird, bevor sie einer Partition zugeordnet wurde, müssen Sie die für die Abfrage zu verwendende Partitions-ID angeben. Die Partitions-ID ist ein ganzzahliger Wert. Die Abfrage wird dann an diese Partition weitergeleitet.

Abfragen suchen nur innerhalb einer einzigen Partition. Über die DataGrid-Anwendungsprogrammierschnittstellen können Sie dieselbe Abfrage jedoch parallel in allen Partitionen oder einem Teil der Partitionen ausführen. Verwenden Sie die DataGrid-Anwendungsprogrammierschnittstellen, um einen Eintrag zu suchen, der sich in jeder der Partitionen befinden könnte.

7.0.0.0 FIX 2+ Der REST-Datenservice ermöglicht einem HTTP-Client den Zugriff auf ein Grid von WebSphere eXtreme Scale und ist mit WCF Data Services in Microsoft .NET Framework 3.5 SP1 kompatibel. Weitere Informationen finden Sie im Benutzerhandbuch zum REST-Datenservice von eXtreme Scale

.

Bewährte Verfahren für CopyMode

WebSphere eXtreme Scale erstellt eine Kopie des Werts auf der Basis einer der sechs verfügbaren CopyMode-Einstellungen. Legen Sie fest, welche Einstellung sich am besten für Ihre Implementierungsanforderungen eignet.

Sie können die Methode setCopyMode(CopyMode, valueInterfaceClass) der API "BackingMap" verwenden, um den Kopiermodus auf eines der folgenden Felder des Typs "final static" setzen, die in der Klasse com.ibm.websphere.objectgrid.CopyMode definiert sind.

Wenn eine Anwendung die Schnittstelle "ObjectMap" verwendet, um eine Referenz auf einen Map-Eintrag anzufordern, verwenden Sie diese Referenz nur in der Transaktion von WebSphere eXtreme Scale, in der die Referenz angefordert wurde. Wenn Sie die Referenz in einer anderen Transaktion verwenden, kann dies Fehler zur Folge haben. Bei der Verwendung der pessimistischen Sperrstrategie für die BackingMap wird beispielsweise über einen Aufruf der Methode "get" oder "getForUpdate" je nach Transaktion eine S- (gemeinsame) bzw. U-Sperre (Aktualisierung) angefordert. Die Methode "get" gibt die Referenz auf den Wert zurück, und die angeforderte Sperre wird freigegeben, sobald die Transaktion abgeschlossen ist. Die Transaktion muss die Methode "get" oder "getForUpdate" aufrufen, um den Map-Eintrag in einer anderen Transaktion zu sperren. Jede Transaktion muss eine eigene Referenz auf den Wert über die Methode get bzw. getForUpdate anfordern, anstatt dieselbe Wertreferenz einer anderen Transaktion wiederzuverwenden.

CopyMode-Einstellung für Entitäts-Maps

Wenn Sie eine Map verwenden, die einer Entität der API "EntityManager" zugeordnet ist, gibt die Map immer die Tupelobjekte der Entität wieder, ohne eine Kopie zu erstellen, sofern Sie nicht den Kopiermodus COPY_TO_BYTES verwenden. Es ist wichtig, dass die CopyMode-Einstellung aktualisiert wird bzw. das Tupel entsprechend kopiert wird, wenn Änderungen vorgenommen werden.

COPY_ON_READ_AND_COMMIT

Der Modus COPY_ON_READ_AND_COMMIT ist der Standardmodus. Das Argument "valueInterfaceClass" wird ignoriert, wenn dieser Modus verwendet wird. Dieser Modus stellt sicher, dass eine Anwendung keine Referenz auf das Wertobjekt enthält, das in der BackingMap enthalten ist. Stattdessen arbeitet die Anwendung immer mit einer Kopie des Werts, der in der BackingMap enthalten ist. Der Modus COPY_ON_READ_AND_COMMIT stellt sicher, dass die Anwendung die Daten, die in der BackingMap zwischengespeichert sind, nicht unabsichtlich beschädigen kann. Wenn eine Anwendungstransaktion eine Methode " ObjectMap-.get" für einen bestimmten Schlüssel aufruft und es sich um den ersten Zugriff auf den ObjectMap-Eintrag für diesen Schlüssel handelt, wird eine Kopie des Werts zurückgegeben. Beim Festschreiben der Transaktion werden alle von der Anwendung festgeschriebenen Änderungen in die BackingMap kopiert, um sicherzustellen, dass die Anwendung keine Referenz auf den festgeschriebenen Wert in der BackingMap hat.

COPY_ON_READ

Der Modus COPY_ON_READ bietet im Vergleich mit dem Modus COPY_ON-_READ_AND_COMMIT eine bessere Leistung, weil in diesem Modus beim Festschreiben einer Transaktion keine Daten kopiert werden. Das Argument "valueInterfaceClass" wird ignoriert, wenn dieser Modus verwendet wird. Zur Bewahrung der Integrität der BackingMap-Daten stellt die Anwendung sicher, dass jede Referenz auf einen Eintrag gelöscht wird, wenn die Transaktion festgeschrieben wird. In diesem Modus gibt die Methode "ObjectMap.get" eine Kopie des Werts an Stelle einer Referenz auf den Wert zurück, um sicherzustellen, dass Änderungen, die von der Anwendung am Wert vorgenommen werden, solange keine Auswirkungen auf den BackingMap-Wert haben, bis die Transaktion festgeschrieben wird. Beim Festschreiben der Transaktion wird jedoch keine Kopie der Änderungen erstellt. Stattdessen wird die Referenz auf die Kopie, die von der Methode "ObjectMap.get" zurückgegeben wurde, in der BackingMap gespeichert. Die Anwendung löscht alle Referenzen auf Map-Einträge, wenn die Transaktion festgeschrieben wird. Wenn die Anwendung die Referenzen auf die Map-Einträge nicht löscht, kann die Anwendung die in der BackingMap zwischengespeicherten Daten beschädigen. Falls eine Anwendung diesen Modus verwendet und Probleme auftreten, wechseln Sie in den Modus COPY_ON_READ_AND_COMMIT, um festzustellen, ob die Probleme weiterhin auftreten. Sollten die Probleme nicht mehr auftreten, ist dies ein Hinweis darauf, dass die Anwendung nach dem Festschreiben der Transaktion nicht alle Referenzen löscht.

COPY_ON_WRITE

Der Modus COPY_ON_WRITE bietet im Vergleich mit dem Modus COPY_ON-_READ_AND_COMMIT eine bessere Leistung, weil in diesem Modus beim ersten Aufruf der Methode "ObjectMap.get" für einen bestimmten Schlüssel in einer Transaktion keine Daten kopiert werden. Die Methode "ObjectMap.get" gibt einen Proxy auf den Wert an Stelle einer direkten Referenz auf das Wertobjekt zurück.

Der Proxy stellt sicher, dass keine Kopie des Werts erstellt wird, sofern die Anwendung nicht eine Methode "set" für die Wertschnittstelle aufruft, die mit dem Argument "valueInterfaceClass" angegeben wurde. Der Proxy verwendet eine Implementierung von "copy on write" (Kopieren beim Schreiben). Wenn eine Transaktion festgeschrieben wird, prüft die BackingMap den Proxy, um festzustellen, ob auf die aufgerufene Methode "set" hin eine Kopie erstellt wurde. Wurde eine Kopie erstellt, wird diese Referenz auf die Kopie in der BackingMap gespeichert. Dieser Modus hat den großen Vorteil, dass beim Lesen oder Festschreiben niemals ein Wert kopiert wird, wenn die Transaktion keine Methode "set" aufruft, um den Wert zu ändern.

In den Modi COPY_ON_READ_AND_COMMIT und COPY_ON_READ wird eine tiefe Kopie erstellt, wenn ein Wert aus der ObjectMap abgerufen wird. Wenn eine Anwendung nur einige der Werte, die in einer Transaktion abgerufen werden, aktualisiert, ist dieser Modus nicht optimal. Der Modus COPY_ON_WRITE unterstützt dieses Verhalten zwar effizient, erfordert aber, dass die Anwendung ein einfaches Muster verwendet. Die Wertobjekte sind erforderlich, um eine Schnittstelle zu unterstützen. Die Anwendung muss die Methoden in dieser Schnittstelle verwenden, wenn sie mit dem Wert in einer eXtreme-Scale-Sitzung interagiert. In diesem Fall erstellt eXtreme Scale Proxys für die Werte, die an die Anwendung zurückgegeben werden. Der Proxy hat eine Referenz auf den echten Wert. Wenn die Anwendung nur Leseoperationen durchführt, werden diese immer mit der echten Kopie durchgeführt. Wenn die Anwendung ein Attribut im Objekt ändert, erstellt der Proxy eine Kopie des echten Objekts und nimmt die Änderung dann an der Kopie vor. Von diesem Zeitpunkt an verwendet der Proxy die Kopie. Mit der Verwendung der Kopie kann die Kopieroperation für Objekte, die von der Anwendung nur gelesen werden, vollständig umgangen werden. Alle Änderungsoperationen müssen mit dem festgelegten Präfix beginnen. Enterprise JavaBeans™ werden normalerweise so codiert, dass sie diese Art der Methodenbenennung für Methoden verwenden, die die Objektattribute ändern. Diese Konvention muss eingehalten werden. Alle geänderten Objekte werden zu dem Zeitpunkt kopiert, zu dem sie von der Anwendung geändert werden. Dieses Lese- und Schreibszenario ist das effizienteste Szenario, das von eXtreme Scale unterstützt wird. Wenn Sie den Modus COPY_ON_WRITE für eine Map konfigurieren möchten, können Sie das folgende Beispiel verwenden. In diesem Beispiel speichert die Anwendung Person-Objekte, die in der Map mit dem Namen als Schlüssel verwaltet werden. Das Person-Objekt wird im folgenden Code-Snippet dargestellt.

```
class Person {
    String name;
    int age;
    public Person() {
    }
    public void setName(String n)  {
        name = n;
    }
    public String getName() {
        return name;
    }
    public void setAge(int a) {
        age = a;
    }
    public int getAge() {
        return age;
    }
}
```

Die Anwendung verwendet die Schnittstelle "IPerson" nur, wenn sie mit Werten interagiert, die aus einer ObjectMap abgerufen werden. Ändern Sie das Objekt, wie im folgenden Beispiel gezeigt, um eine Schnittstelle zu verwenden:

```
interface IPerson
{
    void setName(String n);
    String getName();
    void setAge(int a);
    int getAge();
}
// Person-Objekt ändern, um die Schnittstelle "IPerson" zu implementieren.
class Person implements IPerson {
    ...
}
```

Anschließend muss die Anwendung, wie im folgenden Beispiel gezeigt, den Modus COPY_ON_WRITE für die BackingMap konfigurieren:

```
ObjectGrid dg = ...;
BackingMap bm = dg.defineMap("PERSON");
// COPY_ON_WRITE für diese Map mit
// IPerson als valueProxyInfo-Klasse verwenden.
bm.setCopyMode(CopyMode.COPY_ON_WRITE,IPerson.class);
// Anschließend muss die Anwendung das folgende Muster verwenden,
// wenn die Map PERSON verwendet wird.
Session sess = ...;
ObjectMap person = sess.getMap("PERSON");
...
sess.begin();
// Die Anwendung setzt den zurückgegebenen Wert in IPerson und nicht in Person um.
IPerson p = (IPerson)person.get("Billy");
p.setAge( p.getAge() + 1 );
...
// Neues Person-Objekt erstellen und der Map hinzufügen
Person p1 = new Person();
p1.setName("Bobby");
p1.setAge(12);
person.insert(p1.getName(), p1);
sess.commit();
// Das folgende Snippet funktioniert nicht. Es löst eine Ausnahme
// des Typs "ClassCastException" aus.
sess.begin();
// Der Fehler ist hier, dass Person an Stelle von
// IPerson verwendet wird.
Person a = (Person)person.get("Bobby");
sess.commit();
```

Im ersten Abschnitt wird gezeigt, das die Anwendung einen Wert abruft, der in der Map den Namen "Billy" hat. Die Anwendung setzt den zurückgegebenen Wert in das IPerson-Objekt und nicht in das Person-Objekt um, weil der zurückgegebene Proxy zwei Schnittstellen implementiert:

- die im Aufruf der Methode "BackingMap.setCopyMode" angegebene Schnittstelle,
- die Schnittstelle "com.ibm.websphere.objectgrid.ValueProxyInfo".

Sie können den Proxy in zwei Typen umsetzen. Der letzte Teil des vorherigen Code-Snippets demonstriert, was im Modus COPY_ON_WRITE nicht zulässig ist. Die Anwendung ruft den Datensatz "Bobby" ab und versucht, den Datensatz in ein Person-Objekt umzusetzen. Diese Aktion scheitert mit einer Ausnahme bei Klassenumsetzung, weil der zurückgegebene Proxy kein Person-Objekt ist. Der zurückgegebene Proxy implementiert das IPerson-Objekt und ValueProxyInfo.

Schnittstelle "ValueProxyInfo" und Unterstützung von Teilaktualisierungen: Diese Schnittstelle ermöglicht einer Anwendung, den festgeschriebenen schreibgeschützten Wert , der vom Proxy referenziert wird, oder die Gruppe der Attribute, die in dieser Transaktion geändert wurden, abzurufen.

```
public interface ValueProxyInfo {
    List /**/ ibmGetDirtyAttributes();
    Object ibmGetRealValue();
}
```

Die Methode "ibmGetRealValue" gibt eine schreibgeschützte Kopie des Objekts zurück. Die Anwendung darf diesen Wert nicht ändern. Die Methode "ibmGetDirtyAttributes" gibt eine Liste mit Zeichenfolgen zurück, die die Attribute darstellen, die von der Anwendung während dieser Transaktion geändert wurden. Der Hauptanwendungsfall für die Methode "ibmGetDirtyAttributes" ist in einem JDBC- (Java Database Connectivity) oder CMP-basierten Loader. Nur die in der Liste benannten Attribute müssen in der SQL-Anweisung bzw. in dem Objekt, das der Tabelle zugeordnet ist, aktualisiert werden. Dies führt zu einer effizienteren SQL, die vom Loader generiert wird. Wenn eine Copy-on-Write-Transaktion festgeschrieben wird und ein Loader integriert ist, kann der Loader die Werte der geänderten Objekte in die Schnittstelle "ValueProxyInfo" umsetzen, um diese Informationen abzurufen.

Behandlung der Methode "equals", wenn COPY_ON_WRITE oder Proxys verwendet werden: der folgende Code erstellt beispielsweise ein Person-Objekt und fügt es anschließend in eine ObjectMap ein. Anschließend ruft er dasselbe Objekt mit der Methode "ObjectMap.get" ab. Der Wert wird in die Schnittstelle umgesetzt. Wenn der Wert in die Schnittstelle "Person" umgesetzt wird, wird eine Ausnahme des Typs "ClassCastException" ausgelöst, weil der zurückgegebene Wert ein Proxy ist, der die Schnittstelle "IPerson" implementiert und kein Person-Objekt ist. Die Gleichheitsprüfung scheitert, wenn die Operation "==" verwendet wird, weil es sich nicht um dasselbe Objekt handelt.

```
session.begin();
// Neues Person-Objekt
Person p = new Person(...);
personMap.insert(p.getName, p);
// Erneut abrufen und daran denken, die Schnittstelle für die Umsetzung zu verwenden
IPerson p2 = personMap.get(p.getName());
if(p2 == p) {
    // Objekte sind identisch
} else {
    // Objekte sind nicht identisch
}
```

Ein weiterer Aspekt ist das Überschreiben der Methode "equals". Wie im vorherigen Code-Snippet veranschaulicht, muss die Methode "equals" sicherstellen, dass das Argument ein Objekt ist, das die Schnittstelle "IPerson" implementiert und das Argument in ein IPerson-Objekt umsetzt. Da das Argument ein Proxy sein kann, das die Schnittstelle "IPerson" implementiert, müssen Sie die Methoden "getAge" und "getName" verwenden, wenn Sie vergleichen, ob die Instanzvariablen identisch sind.

```
{
    if ( obj == null ) return false;
    if ( obj instanceof IPerson ) {
        IPerson x = (IPerson) obj;
        return ( age.equals( x.getAge() ) && name.equals( x.getName() ) )
    }
    return false;
}
```

Voraussetzungen für die Konfiguration von ObjectQuery und HashIndex: Wenn Sie den Modus COPY_ON_WRITE mit ObjectQuery oder einem HashIndex-Plug-in verwenden, müssen Sie das ObjectQuery-Schema und das HashIndex-Plug-in konfigurieren, um über Eigenschaftenmethoden (Standardeinstellung) auf die Objekte

zuzugreifen. Wenn die Verwendung des Feldzugriffs konfiguriert ist, versuchen die Abfragesteuerkomponente und der Index, auf die Felder im Proxy-Objekt zuzugreifen. Daraufhin wird immer null (0) zurückgegeben, da die Objektinstanz ein Proxy ist.

NO_COPY

Der Modus NO_COPY ermöglicht einer Anwendung sicherzustellen, dass sie ein Wertobjekt, das über eine Methode "ObjectMap.get" abgerufen wird, nicht ändert, um Leistungsverbesserungen zu erzielen. Das Argument "valueInterfaceClass" wird ignoriert, wenn dieser Modus verwendet wird. Wenn dieser Modus verwendet wird, wird keine Kopie des Werts erstellt. Wenn die Anwendung Werte ändert, werden die Daten in der BackingMap beschädigt. Der Modus NO_COPY ist hauptsächlich für schreibgeschützte Maps hilfreich, in denen die Daten von der Anwendung nie geändert werden. Falls eine Anwendung diesen Modus verwendet und Probleme auftreten, wechseln Sie in den Modus COPY_ON_READ_AND_COMMIT, um festzustellen, ob die Probleme weiterhin auftreten. Sollten die Probleme nicht mehr auftreten, ist dies ein Hinweis darauf, dass die Anwendung während der Transaktion oder nach dem Festschreiben der Transaktion den von der Methode "ObjectMap.get" zurückgegebenen Wert ändert. Alle Maps, die Entitäten der API "EntityManager" zugeordnet sind, verwenden diesen Modus automatisch, unabhängig davon, welcher Modus in der Konfiguration von eXtreme Scale definiert ist.

Alle Maps, die Entitäten der API "EntityManager" zugeordnet sind, verwenden diesen Modus automatisch, unabhängig davon, welcher Modus in der Konfiguration von eXtreme Scale definiert ist.

COPY_TO_BYTES

Sie können Objekte in einem serialisierten Format an Stelle des POJO-Formats speichern. Mit der Einstellung COPY_TO_BYTES können Sie den Speicherbedarf eines großen Objektgraphen verringern. Weitere Informationen finden Sie im Abschnitt „Maps für Bytefeldgruppen” auf Seite 41.

Unzulässige Verwendung von CopyMode

Es treten Fehler auf, wenn eine Anwendung versucht, die Leistung mit dem Kopiermodus COPY_ON_READ, COPY_ON_WRITE oder NO_COPY, wie zuvor beschrieben, zu verbessern. Diese Probleme treten nicht auf, wenn Sie den Kopiermodus in COPY_ON_READ_AND_COMMIT ändern.

Problem

Das Problem kann auf beschädigte Daten in der ObjectGrid-Map zurückzuführen sein, die das Ergebnis eines Verstoßes gegen den Programmiervertrag des verwendeten Kopiermodus durch die Anwendung sind. Fehlerhafte Daten können zu unvorhersehbaren Fehlern führen, die vorübergehend, unerklärlich oder unerwartet sein können.

Lösung

Die Anwendung muss den Programmiervertrag einhalten, der für den verwendeten Kopiermodus festlegt wurde. Für die Kopiermodi COPY_ON_READ und COPY_ON_WRITE verwendet die Anwendung eine Referenz auf ein Wertobjekt außerhalb des Transaktionsbereichs, von dem die Wertreferenz abgerufen wurde. Zur

Verwendung dieser Modi muss die Anwendung die Referenz auf das Wertobjekt nach Abschluss der Transaktion löschen und eine neue Referenz auf das Wertobjekt in jeder Transaktion abrufen, die auf das Wertobjekt zugreift. Im Kopiermodus NO_COPY darf die Anwendung das Wertobjekt nie ändern. In diesem Fall müssen Sie die Anwendung so schreiben, dass sie das Wertobjekt nicht ändert, oder einen anderen Kopiermodus für die Anwendung festlegen.

Maps für Bytefeldgruppen

Sie können die Schlüssel/Wert-Paare in Ihren Maps in einer Bytefeldgruppe anstatt im POJO-Format speichern, was den Speicherbedarf eines großen Objektgraphen reduziert.

Vorteile

Die Speicherbelegung steigt mit der Anzahl der Objekte im Objektgraphen. Indem Sie einen komplexen Objektgraphen zu einer Bytefeldgruppe reduzieren, wird nur noch ein einziges Objekt an Stelle mehrerer Objekte im Heap-Speicher verwaltet. Durch die Reduktion der Objektanzahl im Heap-Speicher muss die Java-Laufzeitumgebung während der Garbage-Collection weniger Objekte suchen.

Der von WebSphere eXtreme Scale verwendete Standardkopiermechanismus ist die Serialisierung, die kostenintensiv ist. Wenn Sie beispielsweise den Standardkopiermodus `COPY_ON_READ_AND_COMMIT` verwenden, wird jeweils beim Lesen und beim Abrufen eine Kopie erstellt. Anstatt eine Kopie beim Lesen zu erstellen, wird der Wert mit Bytefeldgruppen aus den Bytes wiederhergestellt, und anstatt eine Kopie bei der Festschreibung zu erstellen, wird der Wert in Bytes serialisiert. Die Verwendung von Bytefeldgruppen liefert dieselbe Datenkonsistenz wie die Standardeinstellung mit Reduktion der Speicherbelegung.

Wenn Sie Bytefeldgruppen verwenden, ist der Einsatz eines optimierten Serialisierungsmechanismus von entscheidender Bedeutung, um eine Reduktion der Speicherbelegung zu erzielen. Weitere Informationen finden Sie im Abschnitt „Serialisierungsleistung” auf Seite 236.

Maps für Bytefeldgruppen konfigurieren

Sie können Maps für Bytefeldgruppen über die ObjectGrid-XML-Datei aktivieren, indem Sie das von einer Map verwendete Attribut "CopyMode", wie im folgenden Beispiel gezeigt, auf COPY_TO_BYTES setzen:

```
<backingMap name="byteMap" copyMode="COPY_TO_BYTES" />
```

Weitere Informationen finden Sie im Abschnitt zur ObjectGrid-XML-Deskriptordatei im *Administratorhandbuch*.

Hinweise

Sie müssen prüfen, ob sich die Verwendung von Maps für Bytefeldgruppen in einem bestimmten Szenario eignet oder nicht. Die Speicherbelegung reduziert sich zwar bei der Verwendung von Bytefeldgruppen, aber die Prozessorauslastung kann zunehmen.

In der folgenden Liste sind verschiedene Faktoren beschrieben, die Sie berücksichtigen sollten, bevor Sie sich für die Verwendung von Maps für Bytefeldgruppen entscheiden.

Objekttyp

Für einige Objekttypen ist bei der Verwendung von Maps für Bytefeldgruppen unter Umständen keine Reduktion der Speicherbelegung möglich. Deshalb gibt es auch verschiedene Objekttypen, für die Sie keine Maps für Bytefeldgruppen verwenden sollten. Wenn Sie einen der primitiven Java-Wrapper als Wert verwenden oder ein POJO, das keine Referenzen auf andere Objekte enthält (sondern nur primitive Felder speichert), ist die Anzahl der Java-Objekte bereits so niedrig wie möglich, nämlich eins. Da die Speicherbelegung für das Objekt bereits optimiert ist, wird die Verwendung einer Map für Bytefeldgruppen für diese Objekttypen nicht empfohlen. Maps für Bytefeldgruppen eignen sich besser für Objekttypen, die andere Objekte oder Objektsammlungen enthalten, in denen die Gesamtanzahl der POJO-Objekte größer als eins ist.

Wenn Sie beispielsweise ein Objekt "Customer" haben, das eine Geschäftsadresse (Business Address) und eine Privatadresse (Home Address) sowie eine Sammlung von Aufträgen (Order) hat, können die Anzahl der Objekte im Heap-Speicher und die Anzahl der von diesen Objekten belegten Bytes durch die Verwendung von Maps für Bytefeldgruppen reduziert werden.

Lokaler Zugriff

Werden andere Kopiermodi verwendet, können Anwendungen bei der Erstellung von Kopien optimiert werden, wenn Objekte mit dem Standard-ObjectTransformer klonbar sind oder wenn ein angepasster ObjectTransformer mit einer optimierten Methode "copyValue" bereitgestellt wird. Verglichen mit den anderen Kopiermodi, fallen für das Kopieren bei Lese-, Schreib- und Festschreibungsoperationen zusätzliche Kosten an, wenn lokal auf Objekte zugegriffen wird. Wenn Sie beispielsweise einen nahen Cache in einer verteilten Topologie haben oder direkt auf eine lokale oder Server-ObjectGrid-Instanz zugreifen, nehmen die Zugriffs- und Festschreibungszeiten bei der Verwendung von Maps für Bytefeldgruppen aufgrund der Serialisierungskosten zu. Ein ähnlicher Aufwand ist in einer verteilten Topologie zu verzeichnen, wenn Sie DataGrid-Agenten verwenden oder bei der Verwendung des ObjectGridEventGroup.ShardEvents-Plug-ins auf die primäre Partition des Servers zugreifen.

Plug-in-Interaktionen

Wenn Sie Maps für Bytefeldgruppen verwenden, werden Objekte bei der Kommunikation zwischen einem Client und einem Server nicht dekomprimiert, es sei denn, der Server benötigt das POJO-Format. Plug-ins, die mit dem Map-Wert interagieren, verzeichnen Leistungseinbußen, weil der Wert dekomprimiert werden muss.

Jedes Plug-in, das "LogElement.getCacheEntry" oder "LogElement.getCurrentValue" verwendet, weist diesen erhöhten Aufwand auf. Wenn Sie den Schlüssel abrufen möchten, können Sie die Methode "LogElement.getKey" verwenden, die den zusätzlichen Aufwand vermeidet, den die Methode "LogElement.getCacheEntry().getKey" mit sich bringt. In den folgenden Absätzen wird die Wirkung von Bytefeldgruppen auf Plug-ins erläutert.

Indizes und Abfragen

Wenn Objekte im POJO-Format gespeichert werden, sind die Kosten für die Indexierung und Abfragen minimal, weil das Objekt nicht dekomprimiert werden muss. Wenn Sie eine Map für Bytefeldgruppen verwenden, entstehen zusätzliche

Kosten für die Dekomprimierung des Objekts. Wenn Ihre Anwendung Indizes oder Abfragen verwendet, wird im Allgemeinen von der Verwendung von Maps für Bytefeldgruppen abgeraten, sofern Sie die Abfragen nicht ausschließlich für Schlüsselattribute durchführen.

Optimistisches Sperren

Wenn Sie die optimistische Sperrstrategie verwenden, entstehen zusätzliche Kosten bei Operationen zum Aktualisieren oder Ungültigmachen von Einträgen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass der Wert im Server dekomprimiert werden muss, um den Versionswert für die optimistische Kollisionsprüfung abzurufen. Wenn Sie optimistisches Sperren nur verwenden, um Abrufoperationen (fetch) zu gewährleisten und keine optimistische Kollisionsprüfung benötigen, können Sie "com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.builtins.NoVersioningOptimisticCallback" verwenden, um die Versionsprüfung zu inaktivieren.

Loader

Auch bei einem Loader (Ladeprogramm) fallen in der eXtreme-Scale-Laufzeitumgebung Kosten für die Dekomprimierung und erneute Serialisierung des Werts an, wenn er vom Loader verwendet wird. Sie können für Loader trotzdem Maps für Bytefeldgruppen verwenden, müssen aber die Kosten berücksichtigen, die durch das Ändern des Werts in einem solchen Szenario anfallen. Sie können das Feature für Bytefeldgruppen beispielsweise im Kontext eines Caches verwenden, in dem hauptsächlich Leseoperationen durchgeführt werden. In diesem Fall überwiegen die Vorteile, weniger Objekte im Heap-Speicher und weniger Speicherbelegung zu haben, die Kosten, die durch die Verwendung von Bytefeldgruppen bei Einfüge- und Aktualisierungsoperationen anfallen.

ObjectGridEventListener

Wenn Sie die Methode "transactionEnd" im ObjectGridEventListener-Plug-in verwenden, entstehen zusätzliche Kosten auf der Serverseite für Fernanforderungen beim Zugriff auf den Cacheeintrag eines LogElement-Objekts oder auf den aktuellen Wert. Wenn die Implementierung der Methode nicht auf diese Felder zugreift, entstehen keine zusätzlichen Kosten.

Session-Objekte für den Zugriff auf Daten im Grid verwenden

Anwendungen können Transaktionen über die Schnittstelle "Session" starten und beenden. Die Schnittstelle "Session" ermöglicht auch den Zugriff auf die anwendungsbasierten Schnittstellen "ObjectMap" und "JavaMap".

Jede ObjectMap- bzw. JavaMap-Instanz ist direkt an ein bestimmtes Session-Objekt gebunden. Jeder Thread, der auf eXtreme Scale zugreifen möchte, muss zuerst ein Session-Objekt vom ObjectGrid-Objekt abrufen. Eine Session-Instanz kann nicht gleichzeitig von mehreren Threads genutzt werden. WebSphere eXtreme Scale verwendet keinen Thread-eigenen Speicher, aber Plattformbeschränkungen können die Möglichkeit, ein Session-Objekt von einem Thread an den anderen zu übergeben, einschränken.

Methoden

Die folgenden Methoden werden mit der Schnittstelle "Session" bereitgestellt. Weitere Informationen zu diesen Methoden finden Sie in der API-Dokumentation.

```
public interface Session {
    ObjectMap getMap(String cacheName) throws UndefinedMapException;

    void begin() throws TransactionAlreadyActiveException, TransactionException;

    void beginNoWriteThrough() throws TransactionAlreadyActiveException, TransactionException;
public void commit() throws NoActiveTransactionException, TransactionException;

    public void rollback() throws NoActiveTransactionException, TransactionException;

    public void flush() throws TransactionException;

    TxID getTxID() throws NoActiveTransactionException;

    boolean isWriteThroughEnabled();

    void setTransactionType(String tranType);

    public void processLogSequence(LogSequence logSequence) throws
   NoActiveTransactionException, UndefinedMapException, ObjectGridException;

    ObjectGrid getObjectGrid();

    public void setTransactionTimeout(int timeout);
    public int getTransactionTimeout();
    public boolean transactionTimedOut();

    public boolean isCommitting();
    public boolean isFlushing();

    public void markRollbackOnly(Throwable t) throws NoActiveTransactionException;
    public boolean isMarkedRollbackOnly();
}
```

Methode "get"

Eine Anwendung ruft eine Session-Instanz von einem ObjectGrid-Objekt über die Methode "ObjectGrid.getSession" ab. Das folgende Beispiel veranschaulicht, wie eine Session-Instanz abgerufen wird:

```
ObjectGrid objectGrid = ...; Session sess = objectGrid.getSession();
```

Nach dem Abruf einer Session-Instanz verwaltet der Thread eine Referenz zur eigenen Verwendung auf das Session-Objekt. Wenn Sie die Methode "getSession" mehrfach aufrufen, wird jedesmal ein neues Session-Objekt zurückgegeben.

Transaktionen und Session-Methoden

Ein Session-Objekt kann verwendet werden, um Transaktionen zu starten, festzuschreiben oder rückgängig zu machen. Operationen für BackingMaps über ObjectMaps und JavaMaps werden am effizientesten in einer Session-Transaktion durchgeführt. Nach dem Starten einer Transaktion werden alle Änderungen, die an einer oder mehreren BackingMaps im Geltungsbereich dieser Transaktion vorgenommen, in einem speziellen Transaktionscache gespeichert, bis die Transaktion festgeschrieben wird. Wenn eine Transaktion festgeschrieben wird, werden die offenen Änderungen auf die BackingMaps und Loader angewendet und werden damit für andere Clients dieses ObjectGrids sichtbar.

WebSphere eXtreme Scale unterstützt auch die Möglichkeit, Transaktionen automatisch festzuschreiben (auto-commit). Wenn ObjectMap-Operationen außerhalb des Kontextes einer aktiven Transaktion durchgeführt werden, wird eine implizite Transaktion gestartet, bevor die Operation und die Transaktion vor der Rückgabe der Steuerung an die Anwendung festgeschrieben werden.

```
Session session = objectGrid.getSession();
ObjectMap objectMap = session.getMap("someMap");
session.begin();
objectMap.insert("key1", "value1");
```

```
objectMap.insert("key2", "value2");
session.commit();
objectMap.insert("key3", "value3"); // auto-commit
```

Methode "Session.flush"

Die Methode "Session.flush" ist nur sinnvoll, wenn einer BackingMap ein Loader zugeordnet ist. Die Flush-Methode ruft den Loader mit dem aktuellen Änderungssatz im Transaktionscache auf. Der Loader wendet die Änderungen auf das Back-End an. Diese Änderungen werden beim Aufruf der Flush-Operation nicht festgeschrieben. Wenn eine Session-Transaktion nach dem Aufruf einer Flush-Operation festgeschrieben wird, werden nur die Aktualisierungen auf den Loader angewendet, die nach dem Aufruf der Flush-Methode vorgenommen wurden. Wenn eine Session-Transaktion nach dem Aufruf einer Flush-Methode rückgängig gemacht wird, werden die mit Flush übertragenen Änderungen zusammen mit allen anderen offenen Änderungen in der Transaktion verworfen. Verwenden Sie die Flush-Methode sparsam, weil sie die Möglichkeit von Stapeloperationen für einen Loader beschränkt. Im Folgenden sehen Sie ein Beispiel für die Verwendung der Methode "Session.flush":

```
Session session = objectGrid.getSession();
session.begin();
// Änderungen vornehmen
...
session.flush(); // Änderungen mit Push an den Loader übertragen, aber noch nicht festschreiben
// Weitere Änderungen vornehmen
...
session.commit();
```

Methode "NoWriteThrough"

Einige Maps von eXtreme Scale werden durch einen Loader gestützt, der einen persistenten Speicher für die Daten in der Map bereitstellt. Manchmal ist es hilfreich, Daten nur in der eXtreme-Scale-Map festzuschreiben und nicht mit Push an den Loader zu übertragen. Die Schnittstelle "Session" stellt zu diesem Zweck die Methode "beginNoWriteThough" bereit. Die Methode "beginNoWriteThrough" startet wie die Methode "begin" eine Transaktion. Wenn Sie die Methode "beginNoWriteThrough" verwenden und die Transaktion festgeschrieben wird, werden die Daten nur in der speicherinternen Map von eXtreme Scale festschrieben und nicht in dem vom Loader bereitgestellten persistenten Speicher. Diese Methode ist sehr hilfreich beim vorherigen Laden von Daten in die Map.

Wenn Sie eine verteilte ObjectGrid-Instanz verwenden, ist die Methode "beginNoWriteThrough" hilfreich, um Änderungen nur im nahen Cache vorzunehmen, ohne den fernen Cache auf dem Server zu ändern. Wenn bekannt ist, dass die Daten im nahen Cache veraltet sind, können mit der Methode "beginNoWriteThrough" Einträge im nahen Cache ungültig gemacht werden, ohne sie auch im Server ungültig zu machen.

Die Schnittstelle "Session" stellt auch die Methode "isWriteThroughEnabled" bereit, mit der Sie feststellen können, welcher Typ von Transaktion momentan aktiv ist:

```
Session session = objectGrid.getSession();
session.beginNoWriteThrough();
// Änderungen vornehmen
session.commit(); // Diese Änderungen werden nicht mit Push an den Loader übertragen
```

Methode zum Abrufen des TxID-Objekts

Das TxID-Objekt ist ein nicht transparentes Objekt, das die aktive Transaktion identifiziert. Verwenden Sie das TxID-Objekt für die folgenden Zwecke:

- für Vergleiche, wenn Sie eine bestimmte Transaktion suchen,
- zum Speichern der von den TransactionCallback- und Loader-Objekten gemeinsam genutzten Daten.

Weitere Informationen zum Objekt-Slot-Feature finden Sie in den Beschreibungen von TransactionCallback-Plug-ins und Loadern.

Methode für Leistungsüberwachung

Wenn Sie eXtreme Scale in WebSphere Application Server verwenden, kann es erforderlich sein, den Transaktionstyp für die Leistungsüberwachung zurückzusetzen. Sie können den Transaktionstyp mit der Methode "setTransactionType" festlegen. Weitere Informationen zur Methode "setTransactionType" finden Sie im Abschnitt zur Überwachung der ObjectGrid-Leistung mit WebSphere Application Server Performance Monitoring Infrastructure (PMI).

Methode zur Verarbeitung eines vollständigen LogSequence-Objekts

WebSphere eXtreme Scale kann ganze Sätze von Map-Änderungen an ObjectGrid-Listener zum Verteilen von Maps von einer Java Virtual Machine an eine andere weitergeben. Um dem Listener die Verarbeitung empfangener LogSequence-Objekte zu erleichtern, stellt die Schnittstelle "Session" die Methode "processLogSequence" bereit. Diese Methode untersucht jedes LogElement-Objekt im LogSequence-Objekt und führt die entsprechende Operation, z. B. insert (Einfügen), update (Aktualisieren), invalidate (Ungültigmachen) usw, für die BackingMap aus, die mit dem Argument "MapName" des LogSequence-Objekts angegeben wurde. Es muss eine ObjectGrid-Sitzung verfügbar sein, bevor die Methode "processLogSequence" aufgerufen wird. Die Anwendung ist auch für das Absetzen der entsprechenden Commit- und Rollback-Aufrufe zuständig, um die Sitzung zu beenden. Die automatische Festschreibungsverarbeitung ist für diesen Methodenaufruf nicht verfügbar. Normalerweise startet der empfangende ObjectGridEventListener der fernen JVM ein Session-Objekt mit der Methode "beginNoWriteThrough", wodurch eine endlose Weitergabe von Änderungen verhindert wird. Anschließend setzt er einen Aufruf an die Methode "processLogSequence" ab und schreibt dann die Transaktion fest bzw. macht sie rückgängig.

```
// Bei der Initialisierung des ObjectGridEventListeners
// übergebenes Session-Objekt verwenden...
session.beginNoWriteThrough();
// Empfangenes LogSequence-Objekt verarbeiten
try {
 session.processLogSequence(receivedLogSequence);
}catch (Exception e) {
 session.rollback(); throw e;
}
// Änderungen festschreiben
session.commit();
```

Methode "markRollbackOnly"

Diese Methode wird verwendet, um die aktuelle Transaktion als "rollback only" (Nur Rollback) kennzuzeichnen. Das Kennzeichnen einer Transaktion als "rollback only" stellt sicher, dass die Transaktion auch dann rückgängig gemacht wird, wenn die Methode "commit" von der Anwendung aufgerufen wird. Diese Methode wird gewöhnlich von ObjectGrid selbst oder von der Anwendung verwendet, wenn diese weiß, dass Daten beschädigt werden könnten, wenn die Transaktion festge-

schrieben wird. Nach dem Aufruf dieser Methode wird das an diese Methode übergebene Throwable-Objekt mit der Ausnahme "com.ibm.websphere.objectgrid.TransactionException" verkettet, die von der Methode "commit" ausgelöst wird, wenn diese für ein Session-Objekt aufgerufen wird, das zuvor als "rollback only" gekennzeichnet wurde. Alle nachfolgenden Aufrufe dieser Methode für eine Transaktion, die bereits mit "rollback only" gekennzeichnet ist, werden ignoriert, d. h., es wird nur der erste Aufruf, der eine Throwable-Referenz ungleich null übergibt, verwendet. Sobald die gekennzeichnete Transaktion abgeschlossen ist, wird die Markierung "rollback only" entfernt, so dass die nächste Transaktion, die vom Session-Objekt gestartet wird, festgeschrieben werden kann.

Methode "isMarkedRollbackOnly"

Diese Methode gibt zurück, ob das Session-Objekt als "rollback only" markiert ist. Diese Methode gibt den booleschen Wert "true" zurück, wenn die Methode "markRollbackOnly" vorher in diesem Session-Objekt aufgerufen wurde und die vom Session-Objekt gestartete Transaktion immer noch aktiv ist.

Methode "setTransactionTimeout"

Setzen Sie das Transaktionszeitlimit für die nächste von diesem Session-Objekt gestartete Transaktion auf eine bestimmte Anzahl von Sekunden. Diese Methode hat keine Auswirkung auf das Transaktionszeitlimit von Transaktionen, die bereits von diesem Session-Objekt gestartet wurden. Sie beeinflusst nur die Transaktionen, die nach dem Aufruf dieser Methode gestartet werden. Wenn Sie diese Methode nicht aufrufen, wird der Zeitlimitwert verwendet, der an die Methode "setTxTimeout" der Methode "com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGrid" übergeben wurde.

Methode "getTransactionTimeout"

Diese Methode gibt den Transaktionszeitlimitwert in Sekunden zurück. Es wird der Wert, der als Zeitlimitwert an die Methode "setTransactionTimeout" übergeben wurde, von dieser Methode zurückgegeben. Wenn Sie die Methode "setTransactionTimeout" nicht aufrufen, wird der Zeitlimitwert verwendet, der an die Methode "setTxTimeout" der Methode "com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGrid" übergeben wurde.

Methode "transactionTimedOut"

Diese Methode gibt den booleschen Wert "true" zurück, wenn die aktuelle Transaktion, die von diesem Session-Objekt gestartet wurde, das zulässige Zeitlimit überschreitet.

Methode "isFlushing"

Diese Methode gibt den booleschen Wert "true" zurück, wenn alle Transaktionsänderungen auf den Aufruf der Methode "flush" in der Schnittstelle "Session" hin an den Loader übertragen wurden. Für ein Loader-Plug-in kann diese Methode hilfreich sein, wenn es wissen muss, warum seine Methode "batchUpdate" aufgerufen wurde.

Methode "isCommitting"

Diese Methode gibt den booleschen Wert "true" zurück, wenn alle Transaktionsänderungen auf den Aufruf der Methode "commit" der Schnittstelle "Session" hin

festgeschrieben wurden. Für ein Loader-Plug-in kann diese Methode hilfreich sein, wenn es wissen muss, warum seine Methode "batchUpdate" aufgerufen wurde.

Methode "setRequestRetryTimeout"

Diese Methode legt den Zeitlimitwert für Anforderungswiederholungen in Millisekunden fest. Wenn der Client ein Zeitlimit für Anforderungswiederholungen gesetzt hat, überschreibt die Sitzungseinstellung den Clientwert.

Methode "getRequestRetryTimeout"

Diese Methode ruft die aktuelle Zeitlimiteinstellung für Anforderungswiederholungen in der Sitzung ab. Der Wert `-1` zeigt an, dass kein Zeitlimit definiert wurde. Der Wert `0` zeigt an, dass der Modus für schnelles Fehlschlagen (fast-fail) aktiv ist. Ein Wert größer als `0` zeigt die Zeitlimiteinstellung in Millisekunden an.

SessionHandle für Routing

Wenn Sie für jeden Container eine eigene Partitionsverteilungsrichtlinie verwenden, können Sie eine SessionHandle-Instanz verwenden. Eine SessionHandle-Instanz enthält Partitionsinformationen für das aktuelle Session-Objekt und kann für ein neues Session-Objekt wiederverwendet werden.

Eine SessionHandle-Instanz enthält Informationen für die Partition, an die das aktuelle Session-Objekt gebunden ist. Die SessionHandle-Instanz ist äußerst hilfreich für die containerbezogene Partitionsverteilungsrichtlinie und kann durch Java-Standardserialisierung serialisiert werden.

Wenn Sie eine SessionHandle-Instanz haben, können Sie diese Handle-Instanz mit der Methode "setSessionHandle(SessionHandle target)" auf ein Session-Objekt anwenden, indem Sie die Handle-Instanz als Ziel übergeben. Sie können die SessionHandle-Instanz mit der Methode "Session.getSessionHandle" abrufen.

Da die SessionHandle-Instanz nur in einem containerbezogenen Verteilungsszenario anwendbar ist, wird beim Abrufen der SessionHandle-Instanz eine Ausnahme des Typs "IllegalStateException" ausgelöst, wenn ein bestimmtes ObjectGrid mehrere MapSets pro Container oder kein MapSet hat. Wenn Sie die Methode "setSessionHandle" nicht vor der Methode "getSessionHandle" aufrufen, wird die entsprechende SessionHandle-Instanz auf der Basis der Clienteigenschaftenkonfiguration ausgewählt.

Sie können auch die Helper-Klasse "SessionHandleTransformer" verwenden, um die SessionHandle-Instanz in andere Formate zu konvertieren. Die Methoden dieser Klasse können die Darstellung einer SessionHandle-Instanz von einer Bytefeldgruppe in eine Instanzzeichenfolge, von einer Zeichenfolge in eine Instanz und jeweils umgekehrt konvertieren und außerdem den Inhalt der SessionHandle-Instanz in den Ausgabedatenstrom schreiben.

Ein Beispiel für die Verwendung eines SessionHandle finden Sie im Abschnitt zu den bevorzugten Routing-Zonen in der *Produktübersicht*.

SessionHandle-Integration

Ein SessionHandle-Objekt enthält die Partitionsinformationen für die Sitzung, an die das Objekt gebunden ist, und vereinfacht das Anforderungs-Routing. SessionHandle-Objekte gelten nur für das containerbezogene Partitionsverteilungsszenario.

SessionHandle-Objekt für Anforderungs-Routing

Sie können ein SessionHandle-Objekt wie folgt an eine Sitzung binden:

Tipp: In jedem der folgenden Methodenaufrufe kann das SessionHandle unmittelbar nach der Bindung an eine Sitzung über die Methode "Session.getSessionHandle" abgerufen werden, die mit der Methode "Session.setSessionHandle" verwendet wird.

- Methode "Session.getSessionHandle" aufrufen: Wenn beim Aufruf dieser Methode kein SessionHandle an die Sitzung gebunden ist, wird ein SessionHandle zufällig ausgewählt und an die Sitzung gebunden.
- CRUD-Operationen (Create, Read, Update, Delete) aufrufen: Wenn beim Aufruf dieser Methoden kein SessionHandle an die Sitzung gebunden ist, wird ein SessionHandle zufällig ausgewählt und an die Sitzung gebunden.
- Methode "ObjectMap.getNextKey" aufrufen: Wenn beim Aufruf dieser Methode kein SessionHandle an die Sitzung gebunden ist, wird die Anforderung nach dem Zufallsprinzip an einzelne Partitionen weitergeleitet, bis ein Schlüssel abgerufen wird. Gibt eine Partition einen Schlüssel zurück, wird ein SessionHandle, das dieser Partition entspricht, an die Sitzung gebunden. Wird kein Schlüssel gefunden, wird kein SessionHandle an die Sitzung gebunden.
- Methode "QueryQueue.getNextEntity" oder "QueryQueue.getNextEntities" aufrufen: Wenn beim Aufruf dieser Methode kein SessionHandle and die Sitzung gebunden ist, wird die Operationsanforderung nach dem Zufallsprinzip an einzelne Partitionen weitergeleitet, bis ein Objekt abgerufen wird. Gibt eine Partition ein Objekt zurück, wird ein SessionHandle, das dieser Partition entspricht, an die Sitzung gebunden. Wird kein Objekt gefunden, wird kein SessionHandle an die Sitzung gebunden.
- SessionHandle mit der Methode "Session.setSessionHandle(SessionHandle sh)" definieren: Wenn ein SessionHandle mit der Methode "Session.getSessionHandle" abgerufen wird, kann das SessionHandle an eine Sitzung gebunden werden. Die Definition eines SessionHandle beeinflusst das Anforderungs-Routing im Geltungsbereich der Sitzung, an die das SessionHandle gebunden wird.

Die Methode "Session.getSessionHandle" gibt immer ein SessionHandle zurück und bindet ein SessionHandle automatisch an die Sitzung, wenn kein SessionHandle an die Sitzung gebunden ist. Wenn Sie nur prüfen möchten, ob eine Sitzung ein SessionHandle hat, rufen Sie die Methode "Session.isSessionHandleSet" auf. Gibt diese Methode den Wert "false" zurück, ist derzeit kein SessionHandle an die Sitzung gebunden.

Neue Methode in der API Session

```
/**
  * Bestimmt, ob derzeit ein SessionHandle in dieser Sitzung definiert ist.
  *
  * @return true, wenn derzeit ein SessionHandle in dieser Sitzung definiert ist.
  *
  * @since 7.1
  */

 public boolean isSessionHandleSet();
```

Wichtige Operationstypen im containerbezogenen Verteilungsszenario

Im Folgenden ist das Routing-Verhalten wichtiger Operationstypen im containerbezogenen Verteilungsszenario im Hinblick auf SessionHandle-Objekte zusammengefasst.

- **Session-Objekt mit gebundenem SessionHandle-Objekt**
  - Index - APIs MapIndex und MapRangeIndex: SessionHandle
  - Query und ObjectQuery: SessionHandle
  - Agent - APIs MapGridAgent und ReduceGridAgent: SessionHandle
  - ObjectMap.Clear: SessionHandle
  - ObjectMap.getNextKey: SessionHandle
  - QueryQueue.getNextEntity, QueryQueue.getNextEntities: SessionHandle
  - Transaktionsorientierte CRUD-Operationen (API ObjectMap und API EntityManager): SessionHandle
- **Session-Objekt ohne gebundenes SessionHandle-Objekt**
  - Index - APIs MapIndex und MapRangeIndex: Alle derzeit aktiven Partitionen
  - Query und ObjectQuery: Angegebene Partition mit der Methode "setPartition" von Query und ObjectQuery
  - Agent - MapGridAgent und ReduceGridAgent
    - Nicht unterstützt: Methoden "ReduceGridAgent.reduce(Session s, ObjectMap map, Collection keys)" und "MapGridAgent.process(Session s, ObjectMap map, Object key)"
    - Alle derzeit aktiven Partitionen: Methoden "ReduceGridAgent.reduce(Session s, ObjectMap map)" und "MapGridAgent.processAllEntries(Session s, ObjectMap map)"
  - ObjectMap.clear: Alle derzeit aktiven Partitionen
  - ObjectMap.getNextKey: Bindet ein SessionHandle an die Sitzung, wenn eine der zufällig ausgewählten Partitionen einen Schlüssel zurückgibt. Wird kein Schlüssel zurückgegeben, wird kein SessionHandle an die Sitzung gebunden.
  - QueryQueue: Gibt eine Partition mit der Methode "QueryQueue.setPartition" an. Ist keine Partition definiert, wählt die Methode zufällig eine Partition für die Rückgabe aus. Wenn ein Objekt zurückgegeben wird, wird die aktuelle Sitzung mit dem SessionHandle gebunden, das an die Partition gebunden ist, die das Objekt zurückgibt. Wird kein Objekt zurückgegeben, wird kein SessionHandle an die Sitzung gebunden.
  - Transaktionsorientierte CRUD-Operationen (API ObjectMap und API EntityManager): Wählt zufällig eine Partition aus.

  In den meisten Fällen verwenden Sie SessionHandle, um das Routing an eine bestimmte Partition zu steuern. Sie können das SessionHandle von der Sitzung, die Daten einfügt, abrufen und zwischenspeichern. Nach dem Zwischenspeichern des SessionHandle können Sie es in einer anderen Sitzung definieren, um Anforderungen an die im zwischengespeicherten SessionHandle angegebene Partition weiterzuleiten. Zum Ausführen von Operationen wie ObjectMap.clear ohne SessionHandle können Sie das SessionHandle vorübergehend auf null setzen, indem Sie Session.setSessionHandle(null) aufrufen. Ohne ein angegebenes SessionHandle werden Operationen in allen derzeit aktiven Partitionen ausgeführt.
- **Routing-Verhalten von QueryQueue**

  Im containerbezogenen Partitionsverteilungsszenario können Sie SessionHandle verwenden, um das Routing von getNextEntity- und getNextEntities-Methoden der API "QueryQueue" zu steuern. Wenn die Sitzung an ein SessionHandle gebunden ist, werden Anforderungen an die Partition weitergeleitet, an die das SessionHandle gebunden ist. Ist die Sitzung nicht an ein SessionHandle gebunden, werden Anforderungen an die mit der Methode "QueryQueue.setPartition" definierten Partition weitergeleitet, sofern eine Partition auf diese Weise definiert wurde. Wenn die Sitzung kein gebundenes SessionHandle bzw. keine gebundene

Partition hat, wird eine zufällig ausgewählte Partition zurückgegeben. Wird eine solche Partition nicht gefunden, wird der Prozess gestoppt und kein SessionHandle an die aktuelle Sitzung gebunden.

Das folgende Code-Snippet veranschaulicht die Verwendung von SessionHandle.

Programmierungsbeispiel für das SessionHandle-Objekt

```
Session ogSession = objectGrid.getSession();

// SessionHandle-Objekt binden
SessionHandle sessionHandle = ogSession.getSessionHandle();

ogSession.begin();
ObjectMap map = ogSession.getMap("planet");
map.insert("planet1", "mercury");

// Transaktion wird an die vom SessionHandle-Objekt angegebene Partition weitergeleitet
ogSession.commit();
// SessionHandle, das Daten einfügt, zwischenspeichern
SessionHandle cachedSessionHandle = ogSession.getSessionHandle();

// Prüfen, ob SessionHandle in der Sitzung definiert ist
boolean isSessionHandleSet = ogSession.isSessionHandleSet();

// Bindung des SessionHandle zur Sitzung vorübergebend aufheben
if(isSessionHandleSet) {
    ogSession.setSessionHandle(null);
}

// Wenn die Sitzung kein gebundenes SessionHandle hat, wird die
// Operation clear in allen derzeit aktiven Partitionen ausgeführt,
// woraufhin alle Daten aus der Map im gesamten Grid entfernt werden.
map.clear();

// Nach Abschluss der Operation clear das SessionHandle zurücksetzen, wenn
// die Sitzung das vorherige SessionHandle verwenden muss.
// Optional kann durch Aufruf von getSessionHandle ein neues SessionHandle
// abgerufen werden.
ogSession.setSessionHandle(cachedSessionHandle);
```

Hinweise zum Anwendungsdesign

Im Szenario mit containerbezogener Verteilungsstrategie sollten Sie SessionHandle für die meisten Operationen verwenden. Das SessionHandle steuert das Routing an Partitionen. Zu Abrufen von Daten muss das SessionHandle, das Sie an die Sitzung binden, das SessionHandle aller Transaktionen zum Einfügen von Daten sein.

Wenn Sie eine Operation ohne ein in der Sitzung definiertes SessionHandle ausführen möchten, können Sie die Bindung des SessionHandle zur Sitzung aufheben, indem Sie den Methodenaufruf "Session.setSessionHandle(null)" absetzen.

Wenn eine Sitzung an ein SessionHandle gebunden ist, werden alle Operationsanforderungen an die im SessionHandle angegebene Partition weitergeleitet. Ohne definiertes SessionHandle werden Operationen an alle Partitionen bzw. an eine zufällig ausgewählte Partition weitergeleitet.

Caching von Objekten ohne Beziehungen (API ObjectMap)

ObjectMaps gleichen Java-Maps, in denen Daten in Form von Schlüssel/Wert-Paaren gespeichert werden können. ObjectMaps sind eine einfache und intuitive Methode, mit der die Anwendung Daten speichern kann. Eine ObjectMap eignet sich ideal für die Zwischenspeicherung von Objekten ohne Beziehungen. Wenn Objektbeziehungen vorliegen, müssen Sie die API "EntityManager" verwenden.

Weitere Informationen zur API "EntityManager" finden Sie im Abschnitt „Caching von Objekten und ihren Beziehungen (API EntityManager)” auf Seite 63.

Anwendungen fordern gewöhnlich eine eXtreme-Scale-Referenz und anschließend aus der Referenz ein Session-Objekt für jeden Thread an. Session-Objekte können nicht von mehreren Threads gemeinsam genutzt werden. Die Methode "getMap" der Schnittstelle "Session" gibt eine Referenz auf eine für den jeweiligen Thread zu verwendende ObjectMap zurück.

Einführung in ObjectMap

Die Schnittstelle "ObjectMap" wird für transaktionsorientierte Interaktionen zwischen Anwendungen und BackingMaps verwendet.

Zweck

Eine ObjectMap-Instanz wird von einem Session-Objekt abgerufen, das dem aktuellen Thread entspricht. Die Schnittstelle "ObjectMap" ist das wichtigste Mittel, das Anwendungen einsetzen, um Änderungen an Einträgen in einer BackingMap vorzunehmen.

ObjectMap-Instanz abrufen

Eine Anwendung ruft eine ObjectMap-Instanz von einem Session-Objekt über die Methode "Session.getMap(String)" ab. Das folgende Code-Snippet veranschaulicht, wie eine ObjectMap-Instanz abgerufen wird:

```
ObjectGrid objectGrid = ...;
BackingMap backingMap = objectGrid.defineMap("mapA");
Session sess = objectGrid.getSession();
ObjectMap objectMap = sess.getMap("mapA");
```

Jede ObjectMap-Instanz entspricht einem bestimmten Session-Objekt. Wenn Sie die Methode "getMap" mehrfach für ein bestimmtes Session-Objekt mit demselben BackingMap-Namen aufrufen, wird immer dieselbe ObjectMap-Instanz zurückgegeben.

Transaktionen automatisch festschreiben

Operationen für BackingMaps, die ObjectMaps und JavaMaps verwenden, werden am effizientesten in einer Session-Transaktion durchgeführt. WebSphere eXtreme Scale stellt die Unterstützung für automatische Festschreibung (autocommit) bereit, wenn Methoden in den Schnittstellen "ObjectMap" und "JavaMap" außerhalb einer Session-Transaktion aufgerufen werden. Die Methoden starten eine implizite Transaktion, führen die angeforderte Operation durch und schreiben die implizite Transaktion fest.

Methodensemantik

Im Folgenden wird die Semantik der einzelnen Methoden in den Schnittstellen "ObjectMap" und "JavaMap" erläutert. Die Methode "setDefaultKeyword", die Methode "invalidateUsingKeyword" und die Methoden, die ein Argument "Serializable" haben, werden im Abschnitt zu den Schlüsselwörtern erläutert. Die Methode "setTimeToLive" wird im Abschnitt zu den Evictor beschrieben. Weitere Informationen zu diesen Methoden finden Sie in der API-Dokumentation.

Methode "containsKey"
Die Methode "containsKey" bestimmt, ob ein Schlüssel einen Wert in der BackingMap oder im Loader hat. Wenn Nullwerte von einer Anwendung unterstützt werden, kann diese Methode verwendet werden, um zu bestimmen, ob eine Nullreferenz, die von einer get-Operation zurückgegeben wird, auf einen Nullwert verweist oder anzeigt, dass die BackingMap und der Loader den Schlüssel nicht enthalten.

Methode "flush"
Die Semantik der Methode "flush" gleicht der Semantik der Methode "flush" in der Schnittstelle "Session". Der nennenswerte Unterschied ist der, dass die Methode "flush" der Schnittstelle "Session" die aktuellen offenen Änderungen für alle Maps anwendet, die in der aktuellen Sitzung geändert werden. Diese Methode "flush" hingegen überträgt nur die Änderungen in dieser ObjectMap-Instanz an den Loader.

Methode "get"
Die Methode "get" ruft den Eintrag aus der BackingMap-Instanz ab. Wenn der Eintrag nicht in der BackingMap-Instanz gefunden wird, der BackingMap-Instanz aber ein Loader zugeordnet ist, versucht die BackingMap-Instanz, den Eintrag vom Loader abzurufen. Die Methode "getAll" wird bereitgestellt, um den Abrufprozess im Stapelbetrieb durchzuführen.

Methode "getForUpdate"
Die Methode "getForUpdate" entspricht der Methode "get", aber wenn Sie die Methode "getForUpdate" verwenden, teilen Sie der BackingMap und dem Loader mit, dass der Eintrag aktualisiert werden soll. Ein Loader kann diesen Hinweis verwenden, um eine SELECT- oder UPDATE-Abfrage an ein Datenbank-Back-End abzusetzen. Wenn eine pessimistische Sperrstrategie für die BackingMap definiert ist, sperrt der Sperrenmanager den Eintrag. Die Methode "getAllForUpdate" wird bereitgestellt, um den Abrufprozess im Stapelbetrieb durchzuführen.

Methode "insert"
Die Methode "insert" fügt einen Eintrag in die BackingMap und in den Loader ein. Mit der Verwendung dieser Methode teilen Sie der BackingMap und dem Loader mit, dass Sie einen Eintrag einfügen möchten, der noch nicht vorhanden ist. Wenn Sie diese Methode für einen vorhandenen Eintrag verwenden, wird beim Aufruf der Methode bzw. beim Festschreiben der aktuellen Transaktion eine Ausnahme ausgelöst.

Methode "invalidate"
Die Semantik der Methode "invalidate" ist von dem Wert des Parameters **isGlobal** abhängig, der an die Methode übergeben wird. Die Methode "invalidateAll" wird bereitgestellt, um den invalidate-Prozess im Stapelbetrieb durchzuführen.

Ein lokales Ungültigmachen wird angegeben, wenn der Wert "false" mit dem Parameter **isGlobal** der Methode "invalidate" übergeben wird. Beim lokalen Ungültigmachen werden alle Änderungen am Eintrag im Transakti-

onscache verworfen. Wenn die Anwendung eine Methode "get" absetzt, wird der Eintrag aus dem zuletzt festgeschriebenen Wert in der BackingMap abgerufen. Wenn kein Eintrag in der BackingMap vorhanden ist, wird der Eintrag aus dem zuletzt mit Flush übertragenen oder festgeschriebenen Wert im Loader abgerufen. Wenn eine Transaktion festgeschrieben wird, haben alle Einträge mit der Markierung für lokales Ungültigmachen keine Auswirkung auf die BackingMap. Alle Änderungen, die mit Flush an den Loader übertragen wurden, werden festgeschrieben, selbst wenn der Eintrag ungültig gemacht wurde.

Ein globales Ungültigmachen wird angegeben, wenn der Wert "true" mit dem Parameter **isGlobal** der Methode "invalidate" übergeben wird. Beim globalen Ungültigmachen werden alle offenen Änderungen am Eintrag im Transaktionscache verworfen, und der BackingMap-Wert wird bei nachfolgenden Operationen, die für den Eintrag durchgeführt wird, umgangen. Wenn eine Transaktion festgeschrieben wird, werden alle Einträge mit der Markierung für globales Ungültigmachen aus der BackingMap entfernt. Stellen Sie sich beispielsweise den folgenden Anwendungsfall für das Ungültigmachen vor: Die BackingMap wird durch eine Datenbanktabelle gestützt, die eine Spalte für automatische Erhöhung hat. Inkrementspalten sind hilfreichen, um Datensätzen eindeutige Nummern zuzuordnen. Die Anwendung fügt einen Eintrag ein. Nach dem Einfügen muss die Anwendung die Folgenummer für die eingefügte Zeile kennen. Sie weiß, dass ihre Kopie des Objekts veraltet ist, und verwendet deshalb das globale Ungültigmachen, um den Wert vom Loader abzurufen. Der folgende Code demonstriert diesen Anwendungsfall:

```
Session sess = objectGrid.getSession();
ObjectMap map = sess.getMap("mymap");
sess.begin();
map.insert("Billy", new Person("Joe", "Bloggs", "Manhattan"));
sess.flush();
map.invalidate("Billy", true);
Person p = map.get("Billy");
System.out.println("Version column is: " + p.getVersion());
map.commit();
```

Dieser Mustercode fügt einen Eintrag für `Billy` hinzu. Das Attribut "version" des Person-Objekts wird über eine Spalte für automatische Erhöhung in der Datenbank gesetzt. Die Anwendung führt zunächst einen Befehl "insert" aus. Anschließend setzt sie einen Befehl "flush" ab, der bewirkt, dass der eingefügte Eintrag an den Loader und an die Datenbank gesendet wird. Die Datenbank setzt die Spalte "version" auf die nächste Nummer in der Folge, woraufhin das Person-Objekt in der Transaktion veraltet ist. Zum Aktualisieren des Objekts wird die Anwendung global ungültig gemacht. Die nächste Methode "get", die abgesetzt wird, ruft den Eintrag vom Loader ab und ignoriert dabei den Transaktionswert. Der Eintrag wird aus der Datenbank mit dem aktualisierten Versionswert abgerufen.

Methode "put"

Die Semantik der Methode "put" ist davon abhängig, ob zuvor eine Methode "get" in der Transaktion für den Schlüssel aufgerufen wurde. Wenn die Anwendung eine Operation "get" absetzt, die einen Eintrag zurückgibt, der in der BackingMap oder im Loader vorhanden ist, wird die Methode "put" als Aktualisierung interpretiert und gibt den vorherigen Wert in der Transaktion zurück. Wenn ein Aufruf der Methode "put" ohne vorherigen Aufruf der Methode "get" durchgeführt wird oder wenn bei einem vorherigen Aufruf der Methode "get" kein Eintrag gefunden wurde, wird die Operation als Einfügeoperation interpretiert. Die Semantik der Methoden "insert"

und "update" kommt zur Anwendung, wenn die Operation "put" festgeschrieben wird. Die Methode "putAll" wird zur Unterstützung von Einfüge- und Aktualisierungsoperationen im Stapelbetrieb bereitgestellt.

Methode "remove"
Die Methode "remove" entfernt den Eintrag aus der BackingMap und aus dem Loader, wenn ein Loader integriert ist. Der Wert des Objekts, das entfernt wurde, wird von dieser Methode zurückgegeben. Wenn das Objekt nicht vorhanden ist, gibt diese Methode einen Nullwert zurück. Die Methode "removeAll" wird zur Unterstützung von Löschoperationen im Stapelbetrieb ohne Rückgabewerte bereitgestellt.

Methode "setCopyMode"
Die Methode "setCopyMode" gibt einen CopyMode-Wert für diese ObjectMap an. Mit dieser Methode kann eine Anwendung den CopyMode-Wert überschreiben, der in der BackingMap definiert ist. Der angegebene CopyMode-Wert bleibt so lange wirksam, bis die Methode "clearCopyMode" aufgerufen wird. Beide Methoden können außerhalb der Transaktionsgrenzen aufgerufen werden. Ein CopyMode-Wert kann nicht mitten in einer Transaktion geändert werden.

Methode "touch"
Die Methode "touch" aktualisiert die letzte Zugriffszeit für einen Eintrag. Diese Methode ruft den Wert nicht aus der BackingMap ab. Verwenden Sie diese Methode in einer eigenen Transaktion. Wenn der bereitgestellte Schlüssel nicht in der BackingMap vorhanden ist, weil er ungültig gemacht oder entfernt wurde, wird während der Festschreibung eine Ausnahme ausgelöst.

Methode "update"
Die Methode "update" aktualisiert explizit einen Eintrag in der BackingMap und im Loader. Die Verwendung dieser Methode zeigt der BackingMap und dem Loader an, dass Sie einen vorhandenen Eintrag aktualisieren möchten. Beim Aufruf der Methode bzw. bei der Festschreibung wird eine Ausnahme ausgelöst, wenn Sie die Methode für einen Eintrag aufrufen, der nicht vorhanden ist.

Methode "getIndex"
Die Methode "getIndex" versucht, einen benannten Index abzurufen, der für die BackingMap erstellt wurde. Der Index kann nicht von mehreren Threads gemeinsam genutzt werden und funktioniert nach denselben Regeln wie ein Session-Objekt. Das zurückgegebene Indexobjekt muss in die richtige Anwendungsindexschnittstelle, z. B. MapIndex, MapRangeIndex oder eine angepasste Indexschnittstelle, umgesetzt werden.

Methode "clear"
Die Methode "clear" entfernt alle Cacheeinträge aus einer Map in allen Partitionen. Diese Operation ist eine Funktion für automatische Festschreibung. Deshalb darf keine aktive Transaktion vorhanden sein, wenn die Methode "clear" aufgerufen wird.

Anmerkung: Die Methode "clear" löscht nur die Map, für die sie aufgerufen wird. Alle zugehörigen Entitäts-Maps bleiben von dieser Methode unberührt. Diese Methode ruft das Loader-Plug-in nicht auf.

Dynamische Maps

Mit dem Feature für dynamische Maps können Sie Maps erstellen, nachdem das Grid bereits initialisiert wurde.

In früheren Versionen mussten Sie in eXtreme Scale die Maps vor der Initialisierung des ObjectGrids erstellen, d. h., Sie mussten alle zu verwendenden Maps erstellen, bevor Sie Transaktionen für die Maps ausgeführt haben.

Vorteile dynamischer Maps

Die Einführung dynamischer Maps lockert die Einschränkung, dass alle Maps vor der Initialisierung des Grids erstellt werden müssen. Durch die Verwendung von Schablonen-Maps können Maps jetzt nach der Initialisierung des ObjectGrids erstellt werden.

Schablonen-Maps werden in der ObjectGrid-XML-Datei definiert. Es werden Schablonenvergleiche durchgeführt, wenn ein Session-Objekt eine Map anfordert, die noch nicht definiert wurde. Wenn der neue Map-Name dem regulären Ausdruck einer Schablonen-Map entspricht, wird die Map dynamisch mit dem Namen der angeforderten Map erstellt. Diese neu erstellte Map übernimmt alle Einstellungen der Schablonen-Map, die in der ObjectGrid-XML-Datei definiert sind.

Dynamische Maps erstellen

Die Erstellung dynamischer Maps ist an die Methode "Session.getMap(String)" gebunden. Beim Aufruf dieser Methode wird eine ObjectMap zurückgegeben, die auf der BackingMap basiert, die in der ObjectGrid-XML-Datei konfiguriert wurde.

Die Übergabe einer Zeichenfolge, die dem regulären Ausdruck einer Schablonen-Map entspricht, führt zur Erstellung einer ObjectMap und einer zugehörigen BackingMap.

Weitere Informationen zur Methode "Session.getMap(String cacheName)" finden Sie in der API-Dokumentation.

Zur Definition einer Schablonen-Map in XML muss einfach ein boolesches Attribut "template" im Element "backingMap" festgelegt werden. Wenn Sie "template" auf "true" setzen, wird der Name der BackingMap als regulärer Ausdruck interpretiert.

WebSphere eXtreme Scale verwendet die Mustererkennung für reguläre Java-Ausdrücke. Weitere Informationen zur Steuerkomponente für reguläre Ausdrücke in Java finden Sie in der API-Dokumentation zu dem Paket "java.util.regex" und den zugehörigen Klassen.

Im Folgenden finden Sie eine ObjectGrid-XML-Beispieldatei mit einer Schablonen-Map-Definition:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<objectGridConfig xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
 xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/objectgrid/config ../objectGrid.xsd"
 xmlns="http://ibm.com/ws/objectgrid/config">
 <objectGrids>
  <objectGrid name="accounting">
   <backingMap name="payroll" readOnly="false" />
   <backingMap name="templateMap.*" template="true"
    pluginCollectionRef="templatePlugins" lockStrategy="PESSIMISTIC" />
  </objectGrid>
 </objectGrids>

 <backingMapPluginCollections>
  <backingMapPluginCollection id="templatePlugins">
   <bean id="Evictor"
```

```
    className="com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.builtins.LFUEvictor" />
  </backingMapPluginCollection>
 </backingMapPluginCollections>
</objectGridConfig>
```

In der vorherigen XML-Datei werden eine Schablonen-Map und eine Map definiert, die keine Schablone ist. Der Name der Schablonen-Map ist ein regulärer Ausdruck: `templateMap.*`. Wenn die Methode "Session.getMap(String)" mit einem Map-Namen aufgerufen wird, der diesem regulären Ausdruck entspricht, erstellt die Anwendung eine neue Map.

Anmerkung: Wenn Sie mehrere Schablonen-Maps definiert haben, müssen Sie sicherstellen, dass der Name jedes Arguments für die Methode "Session.getMap(String)" nur einer einzigen Schablonen-Map entspricht.

Beispiel

Die Konfiguration einer Schablonen-Map ist die Voraussetzung für die Erstellung einer dynamischen Map. Fügen Sie das boolesche Attribut "template" einem Element "backingMap" in der ObjectGrid-XML-Datei hinzu.

```
<backingMap name="templateMap.*" template="true" />
```

Der Name der Schablonen-Map wird als regulärer Ausdruck behandelt.

Der Aufruf der Methode "Session.getMap(String cacheName)" mit einem cacheName-Wert, der diesem regulären Ausdruck entspricht, führt zur Erstellung der dynamischen Map. Der Methodenaufruf gibt ein ObjectMap-Objekt zurück, und das zugehörige BackingMap-Objekt wird erstellt.

```
Session session = og.getSession();
    ObjectMap map = session.getMap("templateMap1");
```

Die neu erstellte Map ist mit allen Attributen und Plug-ins konfiguriert, die in der Definition der Schablonen-Map festgelegt wurden. Verwenden Sie wieder die vorherige ObjectGrid-XML-Datei.

Für eine auf der Basis der Schablonen-Map in dieser XML-Datei erstellte dynamische Map wird ein Evictor (Bereinigungsprogramm) und die pessimistische Sperrstrategie konfiguriert.

Anmerkung: Eine Schablone ist keine echte BackingMap, d. h. für dieses Beispiel, dass das ObjectGrid "accounting" keine echte Map "templateMap.*" enthält. Die Schablone wird nur als Basis für die Erstellung dynamischer Maps verwendet. Sie müssen die dynamische Map jedoch in das Element "mapRef" der XML-Deskriptordatei für Implementierungsrichtlinien einfügen, die denselben Namen erhält wie in der ObjectGrid-XML. Auf diese Weise wird das MapSet identifiziert, das die dynamischen Maps enthält.

Berücksichtigen Sie das geänderte Verhalten der Methode "Session.getMap(String cacheName)", wenn Schablonen-Maps verwendet werden. Vor WebSphere eXtreme Scale Version 7.0 wird bei allen Aufrufen der Methode Session.getMap(String cacheName) eine Ausnahme vom Typ UndefinedMapException ausgelöst, wenn die angeforderte Map nicht vorhanden ist. Mit dynamischen Maps wird für jeden Namen, der dem regulären Ausdruck für eine Schablonen-Map entspricht, eine Map erstellt. Notieren Sie sich die Anzahl der Maps, die Ihre Anwendung erstellt, insbesondere, wenn der verwendete reguläre Ausdruck generisch ist.

Außerdem ist ObjectGridPermission.DYNAMIC_MAP für die Erstellung dynamischer Maps erforderlich, wenn die Sicherheit von eXtreme Scale aktiviert ist. Diese Berechtigung wird geprüft, wenn die Methode Session.getMap(String) aufgerufen wird. Weitere Informationen finden Sie in den Informationen zur Berechtigung von Anwendungsclients in der *Produktübersicht*.

Weitere Beispiele

objectGrid.xml

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<objectGridConfig xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/objectgrid/config ../objectGrid.xsd"
    xmlns="http://ibm.com/ws/objectgrid/config">
  <objectGrids>

   <objectGrid name="session.partition.info">
    <backingMap name="partition.info" readOnly="false" lockStrategy="PESSIMISTIC"
       ttlEvictorType="NONE" copyMode="NO_COPY" numberOfBuckets="107"/>
    <backingMap name="clone.info" readOnly="false" lockStrategy="PESSIMISTIC"
      ttlEvictorType="NONE" copyMode="NO_COPY" numberOfBuckets="107"
      lockTimeout="300"/>
   </objectGrid>

   <objectGrid name="session">
   <bean id="ObjectGridEventListener"
     className="com.ibm.ws.xs.sessionmanager.SessionHandleManager"/>
    <backingMap name="objectgrid.session.metadata"
     pluginCollectionRef="objectgrid.session.metadata.dynamicmap.*
     template= true " readOnly="false" lockStrategy="PESSIMISTIC"
     ttlEvictorType="LAST_ACCESS_TIME" copyMode="NO_COPY"/>
    <backingMap name="objectgrid.session.attribute"
     pluginCollectionRef="objectgrid.session.attribute.dynamicmap.*"
     template=true readOnly="false" lockStrategy="OPTIMISTIC"
     ttlEvictorType="NONE" copyMode="NO_COPY"/>
    <backingMap name="datagrid.session.global.ids" readOnly="false"
     lockStrategy="PESSIMISTIC" ttlEvictorType="NONE" copyMode="NO_COPY"/>
   </objectGrid>

  </objectGrids>
</objectGridConfig>
```

objectGridDeployment.xml

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<deploymentPolicy xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/objectgrid/deploymentPolicy ../deploymentPolicy.xsd"
xmlns="http://ibm.com/ws/objectgrid/deploymentPolicy">

  <objectgridDeployment objectgridName="session.partition.info">
    <mapSet name="endPointMapSet" numberOfPartitions="5"
      minSyncReplicas="0" maxSyncReplicas="1" maxAsyncReplicas="0"
      developmentMode="false" placementStrategy="FIXED_PARTITIONS">
     <map ref="partition.info"/>
     <map ref="clone.info"/>
    </mapSet>
  </objectgridDeployment>

  <objectgridDeployment objectgridName="session">
    <mapSet name="mapSet2" numberOfPartitions="5" minSyncReplicas="0"
      maxSyncReplicas="0" maxAsyncReplicas="1" developmentMode="false"
      placementStrategy="PER_CONTAINER">
     <map ref="logical.name"/>
     <map ref="objectgrid.session.metadata.dynamicmap.*"/>
     <map ref="objectgrid.session.attribute.dynamicmap.*"/>
     <map ref="datagrid.session.global.ids"/>
```

```
    </mapSet>
  </objectgridDeployment>

</deploymentPolicy>
```

Einschränkungen und Hinweise

Einschränkungen:

- Mit der API "Query" können keine dynamischen Maps verwendet werden.
- QuerySchema unterstützt das Attribut "template" für "mapName" nicht.
- Mit dynamischen Maps können keine Entitäten verwendet werden.
- Es wird implizit eine Entitäts-BackingMap definiert, die der Entität über den Klassennamen zugeordnet ist.

Hinweise:

- Viele Plug-ins haben keine Möglichkeit, die Map zu bestimmen, der sie zugeordnet sind.
- Andere Plug-ins unterscheiden sich anhand eines Map-Namens oder eines BackingMap-Namens als Argument von den anderen.

ObjectMap und JavaMap

Eine JavaMap-Instanz wird von einem ObjectMap-Objekt abgerufen. Die Schnittstelle "JavaMap" hat dieselben Methodensignaturen wie die Schnittstelle "ObjectMap", aber mit einer anderen Ausnahmebehandlung. JavaMap erweitert die Schnittstelle "java.util.Map", so dass alle Ausnahmen Instanzen der Klasse "java.lang.RuntimeException" sind. Da JavaMap die Schnittstelle "java.util.Map" erweitert, kann WebSphere eXtreme Scale ohne großen Aufwand mit einer vorhandenen Anwendung eingesetzt werden, die eine Schnittstelle "java.util.Map" für das Objekt-Caching verwendet.

JavaMap-Instanz abrufen

Eine Anwendung ruft eine JavaMap-Instanz von einem ObjectMap-Objekt über die Methode "ObjectMap.getJavaMap" ab. Das folgende Code-Snippet veranschaulicht, wie eine JavaMap-Instanz angefordert wird.

```
ObjectGrid objectGrid = ...;
BackingMap backingMap = objectGrid.defineMap("mapA");
Session sess = objectGrid.getSession();
ObjectMap objectMap = sess.getMap("mapA");
java.util.Map map = objectMap.getJavaMap();
JavaMap javaMap = (JavaMap) javaMap;
```

Eine JavaMap-Instanz wird durch das ObjectMap-Objekt gestützt, von dem die Instanz abgerufen wurde. Wenn Sie die Methode "getJavaMap" mehrfach mit einem bestimmten ObjectMap-Objekt aufrufen, wird immer dieselbe JavaMap-Instanz zurückgegeben.

Methoden

Die Schnittstelle "JavaMap" unterstützt nur einen Teil der Methoden in der Schnittstelle "java.util.Map". Die Schnittstelle "java.util.Map" unterstützt die folgenden Methoden:

containsKey(java.lang.Object)

get(java.lang.Object)

put(java.lang.Object, java.lang.Object)

putAll(java.util.Map)

remove(java.lang.Object)

clear()

Alle anderen Methoden, die aus der Schnittstelle "java.util.Map" übernommen werden, führen zu einer Ausnahme des Typs "java.lang.UnsupportedOperationException".

Maps als FIFO-Warteschlangen

Mit WebSphere eXtreme Scale können Sie eine Funktion für alle Maps bereitstellen, die einer FIFO-Warteschlange (First In/First Out) gleicht. WebSphere eXtreme Scale überwacht die Einfügereihenfolge für alle Maps. Ein Client kann eine Map nach dem nächsten nicht gesperrten Eintrag in der Einfügereihenfolge abfragen und den Eintrag sperren. Dieser Prozess ermöglicht mehreren Clients, Einträge effizient aus der Map zu konsumieren.

FIFO-Beispiel

Das folgende Code-Snippet zeigt einen Client, der in eine Schleife eintritt, um Einträge aus der Map zu verarbeiten, bis die Map abgearbeitet ist. Die Schleife startet eine Transaktion und ruft dann die Methode "ObjectMap.getNextKey(5000)" auf. Diese Methode gibt den Schlüssel des nächsten verfügbaren, nicht gesperrten Eintrags zurück und sperrt den Eintrag. Wenn die Transaktion länger als 5000 Millisekunden blockiert, gibt die Methode null zurück.

```
Session session = ...;
ObjectMap map = session.getMap("xxx");
// Zum Stoppen der Schleife muss folgende Zeile irgendwo definiert werden.
boolean timeToStop = false;

while(!timeToStop)
{
  session.begin();
  Object msgKey = map.getNextKey(5000);
  if(msgKey == null)
  {
    // Aktuelle Partition ist abgearbeitet. Erneut in einer neuen
    // Transaktion aufrufen, um mit der nächsten Partition fortzufahren.
session.rollback();
    continue;
  }
  Message m = (Message)map.get(msgKey);
  // Jetzt die Nachricht konsumieren.
  ...
  // Eintrag entfernen
  map.remove(msgKey);
  session.commit();
}
```

Lokaler Modus versus Clientmodus

Wenn die Anwendung einen lokalen Kern verwendet, d. h., wenn sie kein Client ist, funktioniert der Mechanismus wie zuvor beschrieben.

Wenn die Java Virtual Machine (JVM) ein Client ist, stellt der Client zunächst eine Verbindung zu einem zufällig ausgewählten primären Shard der Partition her. Wenn keine Arbeit in dieser Partition vorhanden ist, sucht der Client in der nächs-

ten Partition nach Arbeit. Entweder findet der Client eine Partition mit Einträgen, oder er kehrt wieder zur ersten zufällig ausgewählten Partition zurück. Wenn der Client wieder zur ersten Partition zurückkehrt, gibt er einen Nullwert an die Anwendung zurück. Findet der Client eine Map, die Einträge enthält, konsumiert er bis zum Ablauf des Zeitlimits Einträge aus dieser Map, bis keine Einträge mehr verfügbar sind. Nach Ablauf des Zeitlimits wird null zurückgegeben. Wenn null zurückgegeben und eine partitionierte Map verwendet wird, bedeutet dies, dass Sie eine neue Transaktion starten und den Empfangsvorgang fortsetzen müssen. Das vorherige Mustercodefragment hat dieses Verhalten.

Beispiel

Wenn Sie einen Client ausführen und ein Schlüssel zurückgegeben wird, ist diese Transaktion an die Partition gebunden, die den Eintrag für diesen Schlüssel enthält. Wenn Sie in dieser Transaktion keine weiteren Maps aktualisieren möchten, ist kein Problem vorhanden. Wenn Sie weitere Maps aktualisieren möchten, können Sie nur Maps aktualisieren, die zu derselben Partition gehören wie die Map, aus der Sie den Schlüssel abgerufen haben. Der Eintrag, der von der Methode "getNextKey" zurückgegeben wird, muss der Anwendung die Möglichkeit bieten, relevante Daten in dieser Partition zu finden. Sie haben beispielsweise zwei Maps: eine für Ereignisse und eine andere für Jobs, auf die sich die Ereignisse auswirken. Sie definieren die beiden Maps mit den folgenden Entitäten:

Job.java
```
package tutorial.fifo;

import com.ibm.websphere.projector.annotations.Entity;
import com.ibm.websphere.projector.annotations.Id;

@Entity
public class Job
{
 @Id String jobId;

 int jobState;
}
```

JobEvent.java
```
package tutorial.fifo;

import com.ibm.websphere.projector.annotations.Entity;
import com.ibm.websphere.projector.annotations.Id;
import com.ibm.websphere.projector.annotations.OneToOne;

@Entity
public class JobEvent
{
 @Id String eventId;
 @OneToOne Job job;
}
```

Der Job hat eine ID und einen Status (eine ganze Zahl). Angenommen, Sie möchten den Statuswert um jeweils eins erhöhen, wenn ein Ereignis eintritt. Die Ereignisse werden in der Map "JobEvent" gespeichert. Jeder Eintrag hat eine Referenz auf den Job, den das Ereignis betrifft. Der Code für den entsprechenden Listener gleicht dem folgenden Beispiel:

JobEventListener.java
```
package tutorial.fifo;

import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridException;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectMap;
import com.ibm.websphere.objectgrid.Session;
```

```
import com.ibm.websphere.objectgrid.em.EntityManager;

public class JobEventListener
{
 boolean stopListening;

 public synchronized void stopListening()
 {
  stopListening = true;
 }

 synchronized boolean isStopped()
 {
  return stopListening;
 }

 public void processJobEvents(Session session)
  throws ObjectGridException
 {
EntityManager em = session.getEntityManager();
  ObjectMap jobEvents = session.getMap("JobEvent");
  while(!isStopped())
  {
em.getTransaction().begin();

   Object jobEventKey = jobEvents.getNextKey(5000);
   if(jobEventKey == null)
   {
    em.getTransaction().rollback();
    continue;
   }
   JobEvent event = (JobEvent)em.find(JobEvent.class, jobEventKey);
   // Ereignis verarbeiten. Hier wird nur der Jobstatus erhöht.
   event.job.jobState++;
em.getTransaction().commit();  }
 }
}
```

Der Listener wird von der Anwendung in einem Thread gestartet. Der Listener wird ausgeführt, bis die Methode "stopListening" aufgerufen wird. Die Methode "processJobEvents" wird im Thread ausgeführt, bis die Methode "stopListening" aufgerufen wird. Die Schleife blockiert beim Warten auf ein eventKey-Objekt aus der Map "JobEvent" und verwendet dann den EntityManager, um auf das Ereignisobjekt zuzugreifen, den Job zu dereferenzieren und den Status zu erhöhen.

Die API "EntityManager" hat keine Methode "getNextKey", wohl aber die API "ObjectMap". Deshalb verwendet der Code die API "ObjectMap" für JobEvent, um den Schlüssel abzurufen. Wenn eine Map mit Entitäten verwendet wird, werden keine Objekte mehr gespeichert. Stattdessen werden Tupel gespeichert: Ein Tupelobjekt für den Schlüssel und ein Tupelobjekt für den Wert. Die Methode "EntityManager-.find" akzeptiert ein Tupel für den Schlüssel.

Der Code zum Erstellen eines Ereignisses gleicht dem folgenden Beispiel:

```
em.getTransaction().begin();
Job job = em.find(Job.class, "Job Key");
JobEvent event = new JobEvent();
event.id = Random.toString();
event.job = job;
em.persist(event); // Einfügen
em.getTransaction().commit();
```

Sie finden den Job für das Ereignis, erstellen ein Ereignis, zeigen auf den Job, fügen ihn in die Map "JobEvent" ein und schreiben dann die Transaktion fest.

Loader und FIFO-Maps

Wenn Sie eine Map, die als FIFO-Warteschlange verwendet wird, mit einem Loader stützen möchten, kann zusätzliche Arbeit Ihrerseits erforderlich sein. Wenn die Reihenfolge der Einträge in der Map keine Rolle spielt, haben Sie keine zusätzliche Arbeit. Wenn die Reihenfolge von Bedeutung ist, müssen Sie allen eingefügten Datensätzen eine Folgenummer hinzufügen, wenn Sie die Datensätze persistent im Back-End speichern. Der Preload-Mechanismus muss so geschrieben werden, dass die Datensätze beim Starten in dieser Reihenfolge eingefügt werden.

Caching von Objekten und ihren Beziehungen (API EntityManager)

Die meisten Cacheprodukte verwenden Map-basierte APIs, um Daten in Form von Schlüssel/Wert-Paaren zu speichern. Dieser Ansatz wird unter anderem von der API "ObjectMap" und vom dynamischen Cache in WebSphere Application Server verwendet. Map-basierte APIs weisen jedoch Einschränkungen auf. Die Anwendungsprogrammierschnittstelle (API, Application Programming Interface) "EntityManager" vereinfacht die Interaktion mit dem eXtreme-Scale-Cache, indem sie eine einfache Methode für die Deklaration und Interaktion mit einem komplexen Graphen zusammengehöriger Objekte bereitstellt.

Einschränkungen Map-basierter APIs

Wenn Sie eine Map-basierte API verwenden, wie z. B. den dynamischen Cache in WebSphere Application Server oder die API "ObjectMap", müssen Sie die folgenden Einschränkungen beachten:

- Der Cache muss mit Reflexion arbeiten, um Daten aus den Objekten im Cache zu extrahieren, was zu Leistungseinbußen führt.
- Ein Cache kann nicht von zwei Anwendungen gemeinsam genutzt werden, wenn diese Anwendungen unterschiedliche Objekte für dieselben Daten verwenden.
- Datenevolution kann nicht verwendet werden, weil es nicht so einfach möglich ist, einem zwischengespeicherten Java-Objekt ein Attribut hinzuzufügen.
- Die Arbeit mit Objektgraphen ist schwierig. Die Anwendung muss künstliche Referenzen zwischen Objekten speichern und sie manuell verknüpfen.

EntityManager verwenden

Die API "EntityManager" verwendet die vorhandene Map-basierte Infrastruktur, konvertiert aber Entitätsobjekte in Tupel und Tupel in Entitätsobjekte, bevor sie sie in der Map speichert bzw. aus der Map liest. Ein Entitätsobjekt wird in ein Schlüsseltupel und ein Werttupel umgesetzt, die dann als Schlüssel/Wert-Paar gespeichert werden. Ein Tupel ist eine Sammlung primitiver Attribute.

Diese Gruppe von APIs vereinfacht die Verwendung von eXtreme Scale durch die POJO-Programmierung, die von den meisten Frameworks übernommen wird, erheblich.

Entitätsschema definieren

Ein ObjectGrid kann eine beliebige Anzahl logischer Entitätsschemas haben. Entitäten werden über annotierte Java-Klassen, XML oder eine Kombination von XML und Java-Klassen definiert. Definierte Entitäten werden anschließend bei einem Server von eXtreme Scale registriert und an BackingMaps, Indizes und andere Plug-ins gebunden.

Beim Design eines Entitätsschemas müssen Sie die folgenden Tasks ausführen:

1. Entitäten und ihre Beziehungen definieren,
2. eXtreme Scale konfigurieren,
3. Entitäten registrieren,
4. entitätsbasierte Anwendungen erstellen, die mit den EntityManager-APIs von eXtreme Scale interagieren.

Konfiguration des Entitätsschemas

Ein Entitätsschema setzt sich aus einer Gruppe von Entitäten und den Beziehungen zwischen diesen Entitäten zusammen. In einer eXtreme-Scale-Anwendung mit mehreren Partitionen gelten die folgenden Einschränkungen und Optionen für Entitätsschemas:

- Für jedes Entitätsschema muss ein einziges Stammelement definiert werden. Dieses Element wird als der Schemastamm bezeichnet.
- Alle Entitäten für ein bestimmtes Schema müssen in demselben MapSet enthalten sein, d. h., alle Entitäten, die vom Schemastamm über Beziehungen mit und ohne Schlüsselfunktion erreichbar sind, müssen in demselben MapSet wie der Schemastamm definiert sein.
- Jede Entität kann nur zu einem einzigen Entitätsschema gehören.
- Jede eXtreme-Scale-Anwendung kann mehrere Schemas haben.

Entitäten werden bei einer ObjectGrid-Instanz registriert, bevor sie initialisiert werden. Jede definierte Entität muss eindeutig benannt werden und wird automatisch an eine ObjectGrid-BackingMap desselben Namens gebunden. Die Initialisierungsmethode variiert je nach verwendeter Konfiguration:

Lokale Konfiguration von eXtreme Scale

Wenn Sie ein lokales ObjectGrid verwenden, können Sie das Entitätsschema über das Programm konfigurieren. In diesem Modus können Sie die Methoden ObjectGrid.registerEntities verwenden, um annotierte Entitätsklassen oder Deskriptordatei für die Entitätsmetadaten zu registrieren.

Verteilte eXtreme-Scale-Konfiguration

Wenn Sie eine verteilte eXtreme-Scale-Konfiguration verwenden, müssen Sie eine Deskriptordatei für die Entitätsmetadaten mit dem Entitätsschema angeben.

Weitere Einzelheiten finden Sie unter „EntityManager in einer verteilten Umgebung” auf Seite 74.

Entitätsvoraussetzungen

Entitätsmetadaten werden mit Java-Klassendateien und/oder einer XML-Entitätsdeskriptordatei konfiguriert. Die Mindestvoraussetzung ist die XML-Entitätdeskriptordatei, die die eXtreme-Scale-BackingMaps identifiziert, die Entitäten zugeordnet werden sollen. Die persistenten Attribute der Entität und die Beziehungen der Entität zu anderen Entitäten werden in einer annotierten Java-Klasse (Entitätsmetadatenklasse) oder in der XML-Entitätsdeskriptordatei beschrieben. Die Entitätsmetadatenklasse, sofern angegeben, wird auch von der API "EntityManager" für die Interaktion mit den Daten im Grid verwendet.

7.0.0.0 FIX 2+ Ein eXtreme-Scale-Grid kann ohne Bereitstellung von Entitätsklassen definiert werden. Dies kann hilfreich sein, wenn der Server und der Client direkt mit den Tupeldaten interagieren, die in den zugrunde liegenden Maps gespeichert sind. Solche Entitäten werden vollständig in der XML-Entitätsdeskriptordatei definiert und als klassenlose Entitäten bezeichnet.

Klassenlose Entitäten

Klassenlose Entitäten sind hilfreich, wenn es nicht möglich ist, Anwendungsklassen in den Server- oder Clientklassenpfad einzuschließen. Solche Entitäten werden in der XML-Deskriptordatei für die Entitätsmetadaten definiert. Der Klassenname der Entität wird mit einer Kennung für klassenlose Entitäten in der Form @<Entitätskennung> angegeben. Das Symbol @ kennzeichnet die Entität als klassenlos und wird für die Zuordnungsassoziationen zwischen Entitäten verwendet. In der Abbildung "Metadaten einer klassenlosen Entität" finden Sie ein Beispiel für eine XML-Deskriptordatei für Entitätsmetadaten mit zwei definierten klassenlosen Entitäten.

Wenn ein eXtreme-Scale-Server oder -Client keinen Zugriff auf die Klassen hat, kann er die API "EntityManager" weiterhin mit klassenlosen Entitäten verwenden. Einige der gängigen Anwendungsfälle sind im Folgenden aufgeführt:

- Der eXtreme-Scale-Container befindet sich in einem Server, der Anwendungsklassen im Klassenpfad nicht zulässt. In diesem Fall können die Clients weiterhin mit der API "EntityManager" über einen Client zugreifen, in dem die Klassen zulässig sind.
- Der eXtreme-Scale-Client benötigt keinen Zugriff auf die Entitätsklassen, weil er entweder einen Client verwendet, der kein Java-Client ist, wie z. B. den REST-Datenservice von eXtreme Scale, oder weil er auf die Tupeldaten im Grid mit der API "ObjectMap" zugreift.

Wenn die Entitätsmetadaten von Client und Server kompatibel sind, können Entitätsmetadaten mit Entitätsmetadatenklassen und/oder einer XML-Datei erstellt werden.

Die Klasse "Programmgesteuerte Entitätsklasse" in der folgenden Abbildung ist beispielsweise mit dem klassenlosen Metadatencode im nächsten Abschnitt kompatibel:

Programmgesteuerte Entitätsklasse

```
@Entity
public class Employee {
    @Id long serialNumber;
    @Basic byte[] picture;
    @Version int ver;
    @ManyToOne(fetch=FetchType.EAGER, cascade=CascadeType.PERSIST)
    Department department;
}

@Entity
public static class Department {
    @Id int number;
    @Basic String name;
    @OneToMany(fetch=FetchType.LAZY, cascade=CascadeType.ALL, mappedBy="department")
    Collection<Employee> employees;
}
```

Klassenlose Felder, Schlüssel und Versionen

Wie zuvor erwähnt, werden klassenlose Entitäten vollständig in der XML-Entitätsdeskriptordatei konfiguriert. Klassenbasierte Entitäten definieren ihre Attribute mit Java-Feldern, -Eigenschaften und -Annotationen. Deshalb müssen klassenlose Entitäten die Schlüssel- und Attributstruktur im XML-Entitätsdeskriptor mit den Tags <basic> und <id> definieren.

Metadaten einer klassenlosen Entität

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
 <entity-mappings xmlns="http://ibm.com/ws/projector/config/emd"
    xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
     xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/projector/config/emd ./emd.xsd">

<entity class-name="@Employee" name="Employee">
     <attributes>
        <id name="serialNumber" type="long"/>
        <basic name="firstName" type="java.lang.String"/>
        <basic name="picture" type="[B"/>
        <version name="ver" type="int"/>
        <many-to-one
            name="department"
            target-entity="@Department"
            fetch="EAGER"">
                <cascade><cascade-persist/></cascade>
        </many-to-one>
    </attributes>
</entity>

<entity class-name="@Department" name="Department" >
     <attributes>
        <id name="number" type="int"/>
        <basic name="name" type="java.lang.String"/>
        <version name="ver" type="int"/>
        <one-to-many
            name="employees"
            target-entity="@Employee"
            fetch="LAZY"
            mapped-by="department">
             <cascade><cascade-all/></cascade>
         </one-to-many>
    </attributes>
</entity>
```

Beachten Sie, dass jede der vorherigen Entitäten ein Element <id> hat. Für eine klassenlose Entität muss mindestens ein Element <id> oder eine Assoziation mit einem einzelnen Wert definiert werden, die den Schlüssel für die Entität darstellt. Die Felder der Entität werden mit <basic>-Elementen dargestellt. Die Elemente <id>, <version> und <basic> erfordern in klassenlosen Entitäten einen Namen und einen Typ. Einzelheiten zu den unterstützten Typen finden Sie im folgenden Abschnitt zu den unterstützten Attributtypen.

Voraussetzungen für Entitätsklassen

Klassenbasierte Entitäten werden gekennzeichnet, indem verschiedene Metadaten einer Java-Klasse zugeordnet werden. Die Metadaten können mit Annotationen von Java Platform, Standard Edition 5, einer Deskriptordatei für Entitätsmetadaten oder einer Kombination von Annotationen und Deskriptordatei angegeben werden. Entitätsklassen müssen die folgenden Kriterien erfüllen:

- Die Annotation `@Entity` wird in der XML-Entitätsdeskriptordatei angegeben.
- Die Klasse hat einen öffentlichen oder geschützten Konstruktor ohne Argumente.

- Die Klasse muss eine Ausgangsklasse sein. Schnittstellen und Aufzählungstypen sind keine gültigen Entitätsklassen.
- Die Klasse kann das Schlüsselwort final nicht verwenden.
- Die Klasse kann keine Vererbung verwenden.
- Die Klasse muss einen eindeutigen Namen und einen Typ für jede ObjectGrid-Instanz haben.

Entitäten haben alle einen eindeutigen Namen und Typ. Der Name ist bei der Verwendung von Annotationen standardmäßig der einfache (Kurz-)Name der Klasse, der jedoch mit dem Attribut "name" der Annotation `@Entity` überschrieben werden kann.

Persistente Attribute

Der Zugriff auf den persistenten Zustand einer Entität durch Clients und EntityManager erfolgt über Felder (Instanzvariablen) oder Zugriffsmethoden, die mit Enterprise-JavaBeans-Eigenschaften angegeben werden. Jede Entität muss den feld- oder eigenschaftsbasierten Zugriff definieren. Annotierte Entitäten sind Entitäten mit Feldzugriff, weil die Klassenfelder annotiert sind, und Entitäten mit Eigenschaftszugriff, wenn die Getter-Methode der Eigenschaft annotiert ist. Eine Mischung von Feld- und Eigenschaftszugriff ist nicht zulässig. Wenn der Typ nicht automatisch bestimmt werden kann, kann das Attribut **accessType** in der Annotation `@Entity` oder eine funktional entsprechende XML verwendet werden, um den Zugriffstyp zu identifizieren.

Persistente Felder
Instanzvariablen für Entitäten mit Feldzugriff werden direkt über den EntityManager und die Clients aufgerufen. Felder, die mit dem Modifikator oder der Annotation "transient" gekennzeichnet sind, werden ignoriert. Persistente Felder dürfen die Modifikatoren final und static nicht enthalten.

Persistente Eigenschaften
Entitäten mit Eigenschaftenzugriff müssen die JavaBeans-Signaturkonventionen für Lese- und Schreiboperationen einhalten. Methoden, die die JavaBeans-Konventionen nicht einhalten, oder die Annotation "transient" in der Getter-Methode enthalten, werden ignoriert. Für eine Eigenschaft des Typs `T` muss eine Getter-Methode getProperty vorhanden sein, die den Wert T zurückgibt, und eine Setter-Methode setProperty(T) vom Typ "void". Für boolesche Typen kann die Getter-Methode als isProperty angegeben werden, die "true" oder "false" zurückgibt. Persistente Eigenschaften können keinen statischen Modifikator haben.

Unterstützte Attributtypen
Folgenden Typen werden für persistente Felder und Eigenschaften unterstützt:

- primitive Java-Typen, einschließlich Wrappern
- java.lang.String
- java.math.BigInteger
- java.math.BigDecimal
- java.util.Date
- java.util.Calendar
- java.sql.Date
- java.sql.Time
- java.sql.Timestamp

- byte[]
- java.lang.Byte[]
- char[]
- java.lang.Character[]
- enum

Benutzerdefinierte serialisierbare Attributtypen werden zwar unterstützt, aber für diese gelten Einschränkungen bezüglich der Leistung, Abfrage und Änderungserkennung. Persistente Daten, die nicht über einen Proxy weitergeleitet werden können, wie z. B. Feldgruppen und benutzerdefinierte serialisierbare Objekte, müssen der Entität erneut zugeordnet werden, wenn sie geändert werden.

Serialisierbare Attribute werden in der XML-Entitätsdeskriptordatei mit dem Klassennamen des Objekts dargestellt. Wenn das Objekt eine Feldgruppe (Array) ist, wird der Datentyp im Java-internen Format dargestellt. Wenn ein Attribut den Datentyp java.lang.Byte[][] hat, ist die Zeichenfolgedarstellung [[Ljava.lang.Byte;

Vom Benutzer serialisierbare Typen müssen die folgenden bewährten Verfahren einhalten:

- Sie müssen Serialisierungsmethoden mit hoher Leistung implementieren. Implementieren Sie die Schnittstelle "java.lang.Cloneable" und die öffentliche Methode "clone".
- Sie muss die Schnittstelle "java.io.Externalizable" implementieren.
- Sie muss "equals" und "hashCode" implementieren.

Entitätsassoziationen

Bidirektionale und unidirektionale Entitätsassoziationen oder Beziehungen zwischen Entitäten können als 1:1, n:1, 1:n oder n:n definiert werden. Der Entitätsmanager löst die Entitätsbeziehungen automatisch in die entsprechenden Schlüsselreferenzen auf, wenn die Entitäten gespeichert werden.

Das eXtreme-Scale-Grid ist ein Datencache und erzwingt keine referenzielle Integrität wie eine Datenbank. Obwohl Beziehungen die Operationen "cascading persist" und "remove" für untergeordnete Entitäten zulassen, werden keine fehlerhaften Verknüpfungen mit Objekten erkannt oder umgesetzt. Wenn ein untergeordnetes Objekt entfernt wird, muss die Referenz auf dieses Objekt aus dem übergeordneten Objekt entfernt werden.

Wenn Sie eine bidirektionale Assoziation zwischen zwei Entitäten definieren, müssen Sie den Eigner der Beziehung angeben. In einer :N-Assoziation ist die N-Seite der Beziehung immer der Eigner. Wenn der Eigner nicht automatisch bestimmt werden kann, muss das Attribut **mappedBy** der Annotation bzw. das funktional entsprechende XML-Element angegeben werden. Das Attribut **mappedBy** gibt das Feld in der Zielentität an, das Eigner der Beziehung ist. Über diese Attribut können auch die zugehörigen Felder ermittelt werden, wenn es mehrere Attribute mit demselben Typ und derselben Kardinalität gibt.

Assoziation mit einem einzelnen Wert

1:1- und N:1-Assoziationen werden mit den Annotationen "@OneToOne" bzw. "@ManyToOne" oder funktional entsprechenden XML-Attributen gekennzeichnet. Der Typ der Zielentität wird über den Attributtyp bestimmt. Das folgende Beispiel definiert eine unidirektionale Assoziation zwischen Person und Address. Die Enti-

tät "Customer" hat eine Referenz auf eine einzige Entität, die Entität "Address". In diesem Fall könnte die Assoziation auch eine n:1-Assoziation sein, das es keine Umkehrbeziehung gibt.

```
@Entity
public class Customer {
  @Id id;
  @OneToOne Address homeAddress;
}

@Entity
public class Address {
  @Id id
  @Basic String city;
}
```

Wenn Sie eine bidirektionale Beziehung zwischen den Klassen "Customer" und "Address" angeben möchten, fügen Sie der Klasse "Customer" über die Klasse "Address" eine Referenz hinzu, und fügen Sie anschließend die entsprechende Annotation hinzu, um die Gegenseite der Beziehung zu kennzeichnen. Da diese Assoziation eine 1:1-Assoziation ist, müssen Sie einen Eigner für die Beziehung mit dem Attribut "mappedBy" in der Annotation "@OneToOne" angeben.

```
@Entity
public class Address {
  @Id id
  @Basic String city;
  @OneToOne(mappedBy="homeAddress") Customer customer;
}
```

Assoziationen mit Wertesammlungen

1:n- und n:n-Assoziationen werden mit den Annotationen `@OneToMany` und `@ManyToMany` oder funktional entsprechenden XML-Attributen gekennzeichnet. Alle Viele-Beziehungen (oder n-Beziehungen) werden mit den Typen java.util.Collection, java.util.List oder java.util.Set dargestellt. Der Typ der Zielentität wird über den generischen Typ des Collection-, List- oder Set-Objekt oder explizit mit dem Attribut **targetEntity** in der Annotation `@OneToMany` bzw. `@ManyToMany` (oder den funktional entsprechenden XML-Elementen) bestimmt.

Im vorherigen Beispiel ist es nicht praktisch, ein einziges Address-Objekt pro Customer-Objekt zu haben, da es viele Kunden geben kann, die dieselbe Adresse oder mehrere Adressen haben können. Diese Situation lässt sich besser über eine Viele-Beziehung lösen:

```
@Entity
public class Customer {
  @Id id;
  @ManyToOne Address homeAddress;
  @ManyToOne Address workAddress;
}

@Entity
public class Address {
  @Id id
  @Basic String city;
  @OneToMany(mappedBy="homeAddress") Collection<Customer> homeCustomers;


  @OneToMany(mappedBy="workAddress", targetEntity=Customer.class)
  Collection workCustomers;
}
```

In diesem Beispiel existieren zwei verschiedene Beziehungen zwischen denselben Entitäten: eine Adressbeziehung "Home" und eine Adressbeziehung "Work". Es wird ein nicht generisches Collection-Objekt für das Attribut **workCustomers** verwendet, um zu veranschaulichen, wie das Attribut **targetEntity** verwendet wird, wenn kein generisches Objekt vorhanden ist.

Klassenlose Assoziationen

Klassenlose Entitätsassoziationen werden ähnlich wie klassenbasierte Assoziationen in der XML-Deskriptordatei für die Entitätsmetadaten definiert. Der einzige Unterschied ist der, dass die Zielentität nicht auf eine echte Klasse zeigt, sondern auf die Kennung der klassenlosen Entität, die als Klassenname der Entität verwendet wird.

Es folgt ein Beispiel:

```
<many-to-one name="department" target-entity="@Department" fetch="EAGER">
       <cascade><cascade-all/></cascade>
 </many-to-one>
<one-to-many name="employees" target-entity="@Employee" fetch="LAZY">
       <cascade><cascade-all/></cascade>
</one-to-many>
```

Primärschlüssel

Alle Entitäten müssen einen Primärschlüssel haben, der ein einfacher (Einzelattribut) oder ein Verbundschlüssel (mehrere Attribute) sein kann. Die Schlüsselattribute werden mit der Annotation "Id" gekennzeichnet oder in der XML-Deskriptordatei der Entität definiert. Für Schlüsselattribute gelten die folgenden Voraussetzungen:

- Der Wert eines Primärschlüssels darf nicht geändert werden.
- Ein Primärschlüsselattribut muss einen der folgenden Typen haben: primitiver Java-Typ oder Wrapper, java.lang.String, java.util.Date oder java.sql.Date.
- Ein Primärschlüssel kann eine beliebige Anzahl an Einzelwertassoziationen haben. Die Zielentität der Primärschlüsselassoziation darf keine direkte oder indirekte Umkehrassoziation zur Quellenentität haben.

Verbundprimärschlüssel können optional eine Primärschlüsselklasse definieren. Eine Entität wird einer Primärschlüsselklasse mit der Annotation `@IdClass` oder der XML-Entitätsdeskriptordatei zugeordnet. Eine Annotation `@IdClass` ist hilfreich, wenn sie zusammen mit der Methode EntityManager.find verwendet wird.

Für Primärschlüsselklassen gelten die folgenden Voraussetzungen:

- Sie müssen öffentlich sein und einen Konstruktor ohne Argumente haben.
- Der Zugriffstyp der Primärschlüsselklasse wird über die Entität bestimmt, die die Primärschlüsselklasse deklariert.
- Wenn der Zugriff über Eigenschaften erfolgt, müssen die Eigenschaften der Primärschlüsselklasse öffentlich oder geschützt sein.
- Die Primärschlüsselfelder und -eigenschaften müssen den Schlüsselattributnamen und -typen entsprechen, die in der referenzierenden Entität definiert sind.
- Primärschlüsselklassen müssen die Methoden equals und hashCode implementieren.

Es folgt ein Beispiel:

```
@Entity
@IdClass(CustomerKey.class)
public class Customer {
```

```
    @Id @ManyToOne Zone zone;
    @Id int custId;
    String name;
    ...
}

@Entity
public class Zone{
    @Id String zoneCode;
    String name;
}

public class CustomerKey {
    Zone zone;
    int custId;

    public int hashCode() {...}
    public boolean equals(Object o) {...}
}
```

Klassenlose Primärschlüssel

Klassenlose Entitäten müssen mindestens ein Element <id> oder eine Assoziation in der XML-Datei mit dem Attribut `id=true` haben. Im Folgenden sehen Sie Beispiele für beide Fälle:

```
<id name="serialNumber" type="int"/>
<many-to-one name="department" target-entity="@Department" id="true">
 <cascade><cascade-all/></cascade>
</many-to-one>
```

Hinweis:
Das XML-Tag <id-class> wird für klassenlose Entitäten nicht unterstützt.

Entitäts-Proxys und Feld-Interceptor

Entitätsklassen und veränderliche unterstützte Attributtypen werden durch Proxy-Klassen für Entitäten mit Eigenschaftenzugriff und Bytecode für Entitäten mit Feldzugriff in Java Development Kit (JDK) 5 erweitert. Alle Zugriffe auf die Entität, selbst Zugriffe durch interne Geschäftsmethoden und die equals-Methoden, müssen die entsprechenden Feld- bzw. Eigenschaftenzugriffsmethoden verwenden.

Proxys und Feld-Interceptor werden verwendet, um dem EntityManager zu ermöglichen, den Status der Entität zu verfolgen, zu bestimmen, ob sich die Entität geändert hat und die Leistung zu verbessern. Feld-Interceptor sind nur in Plattformen des Typs Java SE 5 verfügbar, wenn der Instrumentierungsagent für Entitäten konfiguriert ist.

Achtung: Wenn Sie Entitäten mit Eigenschaftenzugriff verwenden, muss die Methode "equals" den Operator "instanceof" verwenden, um die aktuelle Instanz mit dem Eingabeobjekt zu vergleichen. Die gesamte Introspektion des Zielobjekts muss über die Eigenschaften des Objekts und nicht die Felder selbst erfolgen, da die Objektinstanz der Proxy ist.

Datei `emd.xsd`

Verwenden Sie die XML-Schemadefinition für Entitätsmetadaten, um eine XML-Deskriptordatei zu erstellen und ein Entitätsschema für WebSphere eXtreme Scale zu definieren.

Beschreibungen der einzelnen Elemente und Attribute in der Datei `emd.xsd` finden Sie im Abschnitt zur Deskriptordatei für Entitätsmetadaten im *Administratorhandbuch*.

Datei `emd.xsd`

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xsd:schema xmlns:emd="http://ibm.com/ws/projector/config/emd"
     xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
     targetNamespace="http://ibm.com/ws/projector/config/emd"
     elementFormDefault="qualified" attributeFormDefault="unqualified"
    version="1.0">

    <!-- ************************************************** -->
    <xsd:element name="entity-mappings">
        <xsd:complexType>
            <xsd:sequence>
                   <xsd:element name="description" type="xsd:string" minOccurs="0"/>
                    <xsd:element name="entity" type="emd:entity" minOccurs="1" maxOccurs="unbounded"/>
            </xsd:sequence>
        </xsd:complexType>
          <xsd:unique name="uniqueEntityClassName">
            <xsd:selector xpath="emd:entity" />
               <xsd:field xpath="@class-name"/>
          </xsd:unique>
    </xsd:element>

    <!-- ************************************************** -->
    <xsd:complexType name="entity">
        <xsd:sequence>
               <xsd:element name="description" type="xsd:string" minOccurs="0"/>
               <xsd:element name="id-class" type="emd:id-class" minOccurs="0"/>
               <xsd:element name="attributes" type="emd:attributes" minOccurs="0"/>
               <xsd:element name="entity-listeners" type="emd:entity-listeners" minOccurs="0"/>
               <xsd:element name="pre-persist" type="emd:pre-persist" minOccurs="0"/>
               <xsd:element name="post-persist" type="emd:post-persist" minOccurs="0"/>
               <xsd:element name="pre-remove" type="emd:pre-remove" minOccurs="0"/>
               <xsd:element name="post-remove" type="emd:post-remove" minOccurs="0"/>
               <xsd:element name="pre-invalidate" type="emd:pre-invalidate" minOccurs="0"/>
               <xsd:element name="post-invalidate" type="emd:post-invalidate" minOccurs="0"/>
               <xsd:element name="pre-update" type="emd:pre-update" minOccurs="0"/>
               <xsd:element name="post-update" type="emd:post-update" minOccurs="0"/>
               <xsd:element name="post-load" type="emd:post-load" minOccurs="0"/>
        </xsd:sequence>
        <xsd:attribute name="name" type="xsd:string" use="required" />
          <xsd:attribute name="class-name" type="xsd:string" use="required"/>
          <xsd:attribute name="access" type="emd:access-type"/>
          <xsd:attribute name="schemaRoot" type="xsd:boolean"/>
    </xsd:complexType>

    <!-- ************************************************** -->
     <xsd:complexType name="attributes">
        <xsd:sequence>
               <xsd:choice>
                    <xsd:element name="id" type="emd:id" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
               </xsd:choice>
               <xsd:element name="basic" type="emd:basic" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
               <xsd:element name="version" type="emd:version" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
               <xsd:element name="many-to-one" type="emd:many-to-one" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
               <xsd:element name="one-to-many" type="emd:one-to-many" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
               <xsd:element name="one-to-one" type="emd:one-to-one" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
               <xsd:element name="many-to-many" type="emd:many-to-many" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
            <xsd:element name="transient" type="emd:transient" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded" />
        </xsd:sequence>
    </xsd:complexType>

    <!-- ************************************************** -->
     <xsd:simpleType name="access-type">
          <xsd:restriction base="xsd:token">
               <xsd:enumeration value="PROPERTY"/>
               <xsd:enumeration value="FIELD"/>
        </xsd:restriction>
    </xsd:simpleType>

    <!-- ************************************************** -->
     <xsd:complexType name="id-class">
          <xsd:attribute name="class-name" type="xsd:string" use="required"/>
    </xsd:complexType>

    <!-- ************************************************** -->
    <xsd:complexType name="id">
        <xsd:attribute name="name" type="xsd:string" use="required" />
        <xsd:attribute name="type" type="xsd:string" />
          <xsd:attribute name="alias" type="xsd:string" use="optional"/>
    </xsd:complexType>

    <!-- ************************************************** -->
     <xsd:complexType name="transient">
        <xsd:attribute name="name" type="xsd:string" use="required" />
```

```
</xsd:complexType>

<!-- ************************************************** -->
<xsd:complexType name="basic">
    <xsd:attribute name="name" type="xsd:string" use="required" />
      <xsd:attribute name="alias" type="xsd:string"/>
    <xsd:attribute name="type" type="xsd:string" />
      <xsd:attribute name="fetch" type="emd:fetch-type"/>
</xsd:complexType>

<!-- ************************************************** -->
 <xsd:simpleType name="fetch-type">
      <xsd:restriction base="xsd:token">
           <xsd:enumeration value="LAZY"/>
           <xsd:enumeration value="EAGER"/>
    </xsd:restriction>
</xsd:simpleType>

<!-- ************************************************** -->
 <xsd:complexType name="many-to-one">
    <xsd:sequence>
           <xsd:element name="cascade" type="emd:cascade-type" minOccurs="0"/>
    </xsd:sequence>
    <xsd:attribute name="name" type="xsd:string" use="required" />
      <xsd:attribute name="alias" type="xsd:string"/>
      <xsd:attribute name="target-entity" type="xsd:string"/>
      <xsd:attribute name="fetch" type="emd:fetch-type"/>
      <xsd:attribute name="id" type="xsd:boolean"/>
</xsd:complexType>
<!-- ************************************************** -->
 <xsd:complexType name="one-to-one">
    <xsd:sequence>
           <xsd:element name="cascade" type="emd:cascade-type" minOccurs="0"/>
    </xsd:sequence>
    <xsd:attribute name="name" type="xsd:string" use="required" />
      <xsd:attribute name="alias" type="xsd:string"/>
      <xsd:attribute name="target-entity" type="xsd:string"/>
      <xsd:attribute name="fetch" type="emd:fetch-type"/>
      <xsd:attribute name="mapped-by" type="xsd:string"/>
      <xsd:attribute name="id" type="xsd:boolean"/>
</xsd:complexType>
<!-- ************************************************** -->
 <xsd:complexType name="one-to-many">
    <xsd:sequence>
           <xsd:element name="order-by" type="emd:order-by" minOccurs="0"/>
           <xsd:element name="cascade" type="emd:cascade-type" minOccurs="0"/>
    </xsd:sequence>
    <xsd:attribute name="name" type="xsd:string" use="required" />
      <xsd:attribute name="alias" type="xsd:string"/>
      <xsd:attribute name="target-entity" type="xsd:string"/>
      <xsd:attribute name="fetch" type="emd:fetch-type"/>
      <xsd:attribute name="mapped-by" type="xsd:string"/>
</xsd:complexType>

<!-- ************************************************** -->
 <xsd:complexType name="many-to-many">
    <xsd:sequence>
           <xsd:element name="order-by" type="emd:order-by" minOccurs="0"/>
           <xsd:element name="cascade" type="emd:cascade-type" minOccurs="0"/>
    </xsd:sequence>
    <xsd:attribute name="name" type="xsd:string" use="required" />
      <xsd:attribute name="alias" type="xsd:string"/>
      <xsd:attribute name="target-entity" type="xsd:string"/>
      <xsd:attribute name="fetch" type="emd:fetch-type"/>
      <xsd:attribute name="mapped-by" type="xsd:string"/>
</xsd:complexType>

<!-- ************************************************** -->
 <xsd:simpleType name="order-by">
      <xsd:restriction base="xsd:string"/>
</xsd:simpleType>

<!-- ************************************************** -->
 <xsd:complexType name="cascade-type">
    <xsd:sequence>
           <xsd:element name="cascade-all" type="emd:emptyType" minOccurs="0"/>
           <xsd:element name="cascade-persist" type="emd:emptyType" minOccurs="0"/>
           <xsd:element name="cascade-remove" type="emd:emptyType" minOccurs="0"/>
           <xsd:element name="cascade-invalidate" type="emd:emptyType" minOccurs="0"/>
           <xsd:element name="cascade-merge" type="emd:emptyType" minOccurs="0"/>
           <xsd:element name="cascade-refresh" type="emd:emptyType" minOccurs="0"/>
    </xsd:sequence>
</xsd:complexType>

<!-- ************************************************** -->
<xsd:complexType name="emptyType" />

<!-- ************************************************** -->
 <xsd:complexType name="version">
       <xsd:attribute name="name" type="xsd:string" use="required"/>
       <xsd:attribute name="alias" type="xsd:string"/>
```

```
      <xsd:attribute name="type" type="xsd:string" />
    </xsd:complexType>

    <!-- ************************************************** -->

     <xsd:complexType name="entity-listeners">
        <xsd:sequence>
               <xsd:element name="entity-listener" type="emd:entity-listener" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
        </xsd:sequence>
    </xsd:complexType>

    <!-- ************************************************** -->
     <xsd:complexType name="entity-listener">
        <xsd:sequence>
               <xsd:element name="pre-persist" type="emd:pre-persist" minOccurs="0"/>
               <xsd:element name="post-persist" type="emd:post-persist" minOccurs="0"/>
               <xsd:element name="pre-remove" type="emd:pre-remove" minOccurs="0"/>
               <xsd:element name="post-remove" type="emd:post-remove" minOccurs="0"/>
               <xsd:element name="pre-invalidate" type="emd:pre-invalidate" minOccurs="0"/>
               <xsd:element name="post-invalidate" type="emd:post-invalidate" minOccurs="0"/>
               <xsd:element name="pre-update" type="emd:pre-update" minOccurs="0"/>
               <xsd:element name="post-update" type="emd:post-update" minOccurs="0"/>
               <xsd:element name="post-load" type="emd:post-load" minOccurs="0"/>
        </xsd:sequence>
          <xsd:attribute name="class-name" type="xsd:string" use="required"/>
    </xsd:complexType>

    <!-- ************************************************** -->
     <xsd:complexType name="pre-persist">
          <xsd:attribute name="method-name" type="xsd:string" use="required"/>
    </xsd:complexType>

    <!-- ************************************************** -->
     <xsd:complexType name="post-persist">
          <xsd:attribute name="method-name" type="xsd:string" use="required"/>
    </xsd:complexType>

    <!-- ************************************************** -->
    <xsd:complexType name="pre-remove">
          <xsd:attribute name="method-name" type="xsd:string" use="required"/>
    </xsd:complexType>

    <!-- ************************************************** -->
     <xsd:complexType name="post-remove">
          <xsd:attribute name="method-name" type="xsd:string" use="required"/>
    </xsd:complexType>

    <!-- ************************************************** -->
    <xsd:complexType name="pre-invalidate">
          <xsd:attribute name="method-name" type="xsd:string" use="required"/>
    </xsd:complexType>

    <!-- ************************************************** -->
    <xsd:complexType name="post-invalidate">
          <xsd:attribute name="method-name" type="xsd:string" use="required"/>
    </xsd:complexType>

    <!-- ************************************************** -->
     <xsd:complexType name="pre-update">
          <xsd:attribute name="method-name" type="xsd:string" use="required"/>
    </xsd:complexType>

    <!-- ************************************************** -->
     <xsd:complexType name="post-update">
          <xsd:attribute name="method-name" type="xsd:string" use="required"/>
    </xsd:complexType>

    <!-- ************************************************** -->
     <xsd:complexType name="post-load">
          <xsd:attribute name="method-name" type="xsd:string" use="required"/>
    </xsd:complexType>

</xsd:schema>
```

EntityManager in einer verteilten Umgebung

Sie können EntityManager mit einem lokalen ObjectGrid oder in einer verteilten eXtreme-Scale-Umgebung verwenden. Der Hauptunterschied besteht darin, wie Sie die Verbindung zu dieser fernen Umgebung herstellen. Nach dem Aufbau einer Verbindung besteht kein Unterschied mehr zwischen der Verwendung eines Session-Objekts und der Verwendung der API "EntityManager".

Erforderliche Konfigurationsdateien

Die folgenden XML-Konfigurationsdateien sind erforderlich:

- ObjectGrid-XML-Deskriptordatei
- XML-Deskriptordatei der Entität
- XML-Deskriptordatei der Implementierung oder des Grids

Diese Dateien geben an, welche Entitäten und BackingMaps auf einem Server ausgeführt werden.

Die Deskriptordatei für Entitätsmetadaten enthält eine Beschreibung der verwendeten Entitäten. Sie müssen mindestens die Entitätsklasse und den Entitätsnamen angeben. Wenn Sie in einer Umgebung mit Java Platform, Standard Edition 5 arbeiten, liest eXtreme Scale automatisch die Entitätsklasse und die zugehörigen Annotationen. Sie können weitere XML-Attribute definieren, wenn die Entitätsklasse keine Annotationen hat oder wenn Sie die Klassenattribute überschreiben müssen. Wenn Sie diese Entitäten klassenlos registrieren, geben Sie alle Entitätsinformationen ausschließlich in der XML-Datei an.

Sie können das folgende XML-Konfigurations-Snippet verwenden, um ein Daten-Grid mit Entitäten zu definieren. In diesem Snippet erstellt der Server ein ObjectGrid mit dem Namen `bookstore` und eine zugehörige BackingMap mit dem Namen `order`. Beachten Sie, dass das Snippet aus der Datei `objectgrid.xml` auf die Datei `entity.xml` verweist. In diesem Fall enthält die Datei `entity.xml` eine Entität, die Entität "Order".

objectgrid.xml

```
<objectGridConfig xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
 xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/objectgrid/config ../objectGrid.xsd"
 xmlns="http://ibm.com/ws/objectgrid/config">

 <objectGrids>
    <objectGrid name="bookstore" entityMetadataXMLFile="entity.xml">
     <backingMap name="Order"/>
    </objectGrid>
</objectGrids>

</objectGridConfig>
```

Diese Datei `objectgrid.xml` verweist mit dem Attribut **entityMetadataXMLFile** auf die Datei `entity.xml`. Die Position dieser Datei ist relativ zur Position der Datei `objectgrid.xml`. Es folgt ein Beispiel für die Datei `entity.xml`:

entity.xml

```
 <entity-mappings xmlns="http://ibm.com/ws/projector/config/emd"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
 xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/projector/config/emd ./emd.xsd">
 <entity class-name="com.ibm.websphere.tutorials.objectgrid.em.
    distributed.step1.Order" name="Order"/>
 </entity-mappings>
```

In diesem Beispiel wird angenommen, dass die Felder "orderNumber" und "desc" in der Klasse "Order" ähnlich annotiert sind.

Die entsprechende klassenlose Datei `entity.xml` ist wie folgt:

classless entity.xml

```
 <entity-mappings xmlns="http://ibm.com/ws/projector/config/emd"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
 xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/projector/config/emd ./emd.xsd">
 <entity class-name="@Order " name="Order">
     <description>"Entity named: Order"</description>
         <attributes>
```

```
            <id name="orderNumber" type="int"/>
            <basic name="desc" type="java.lang.String"/>
        </attributes>
 </entity>
 </entity-mappings>
```

Informationen zum Starten eines Servers von eXtreme Scale finden Sie im Abschnitt *Serverprozesse von WebSphere eXtreme Scale starten* im *Administratorhandbuch*, in dem die Dateien `deployment.xml` und `objectgrid.xml` zum Starten des Katalogservers verwendet werden.

Verbindung zu einem verteilten Server von eXtreme Scale herstellen

Der folgende Code aktiviert den Verbindungsmechanismus für einen Client und einen Server auf demselben Computer:

```
String catalogEndpoints="localhost:2809";
URL clientOverrideURL= new URL("file:etc/emtutorial/distributed/step1/objectgrid.xml");
ClientClusterContext clusterCtx = ogMgr.connect(catalogEndpoints, null, clientOverrideURL);
ObjectGrid objectGrid=ogMgr.getObjectGrid(clusterCtx, "bookstore");
```

Beachten Sie im vorherigen Code-Snippet die Referenz auf den fernen Server von eXtreme Scale. Nach dem Aufbau einer Verbindung können Methoden der API "EntityManager" wie persist, update, remove und find aufrufen.

Achtung: Wenn Sie Entitäten verwenden, übergeben Sie die neue XML-Deskriptordatei des Clients für das ObjectGrid an die Methode "connect". Wird ein Nullwert an die Eigenschaft "clientOverrideURL" übergeben und hat der Client eine andere Verzeichnisstruktur als der Server, kann der Client die ObjectGrid-XML-Deskriptordatei oder die XML-Deskriptordatei der Entität möglicherweise nicht finden. Zumindest können die XML-Dateien für das ObjectGrid und die Entitäten für den Server in den Client kopiert werden.

Zuvor hat die Verwendung von Entitäten in einem ObjectGrid-Client erfordert, dass die ObjectGrid-XML und die Entitäts-XML dem Client auf eine der folgenden Arten bereitgestellt wurde:

1. Übergeben Sie eine überschreibende ObjectGrid-XML an die Methode ObjectGridManager.connect(String catalogServerAddresses, ClientSecurityConfiguration securityProps, URL overRideObjectGridXml).

   ```
   String catalogEndpoints="myHost:2809";
   URL clientOverrideURL= new URL("file:etc/emtutorial/distributed/step1/objectgrid.xml");
   ClientClusterContext clusterCtx = ogMgr.connect(catalogEndpoints, null, clientOverrideURL);
   ObjectGrid objectGrid=ogMgr.getObjectGrid(clusterCtx, "bookstore");
   ```

2. Übergeben Sie null für die Überschreibungsdatei, und stellen Sie sicher, dass die ObjectGrid-XML und die referenzierte Entitäts-XML für den Client in demselben Pfad wie auf dem Server verfügbar sind.

   ```
   String catalogEndpoints="myHost:2809";
   ClientClusterContext clusterCtx = ogMgr.connect(catalogEndpoints, null, null);
   ObjectGrid objectGrid=ogMgr.getObjectGrid(clusterCtx, "bookstore");
   ```

7.0.0.0 FIX 2+ Die XML-Dateien waren erforderlich, unabhängig davon, ob Sie Teilentitäten auf der Clientseite verwenden möchten oder nicht. Diese Dateien sind nicht mehr erforderlich, um die vom Server definierten Entitäten zu verwenden. Übergeben Sie stattdessen null für den Parameter "overRideObjectGridXml" wie in Option 2 des vorherigen Schritts. Wenn die XML-Datei nicht in dem Pfad gefunden wird, der auf dem Server definiert wurde, verwendet der Client die Entitätskonfiguration auf dem Server.

Wenn Sie jedoch Teilentitäten auf dem Client verwenden, müssen Sie eine überschreibende ObjectGrid-XML wie in Option 1 bereitstellen.

Client- und serverseitiges Schema

Das serverseitige Schema definiert den Typ der Daten, die in den Maps auf einem Server gespeichert sind. Das clientseitige Schema ist eine Zuordnung zu den Anwendungsobjekten aus dem Schema im Server. Sie könnten beispielsweise das folgende serverseitige Schema haben:

```
@Entity
class ServerPerson
{
  @Id String ssn;
  String firstName;
  String surname;
  int age;
  int salary;
}
```

Ein Client könnte ein Objekt haben, das wie im folgenden Beispiel annotiert ist:

```
@Entity(name="ServerPerson")
class ClientPerson
{
  @Id @Basic(alias="ssn") String socialSecurityNumber;
  String surname;
}
```

Dieser Client verwendet anschließend eine serverseitige Entität und projiziert das Subset der Entität in das Clientobjekt. Diese Projektion führt zu Bandbreiten- und Speichereinsparungen auf einem Client, weil der Client nur die Informationen besitzt, die er benötigt, und nicht alle Informationen, die in der serverseitigen Entität enthalten sind. Anwendungen können ihre eigenen Objekte verwenden, anstatt sie dazu zu zwingen, einen Satz von Klassen für den Datenzugriff gemeinsam zu nutzen.

Die clientseitige XML-Entitätsdeskriptordatei ist erforderlich, wenn der Server mit klassenbasierten Entitäten ausgeführt wird, während auf der Clientseite klassenlose Entitäten ausgeführt werden, oder wenn der Server klassenlos ist und der Client klassenbasierte Entitäten verwendet. Im klassenlosen Clientmodus kann der client trotzdem Entitätsabfragen ausführen, ohne Zugriff auf die physischen Klassen zu haben. Davon ausgehend, dass der Server die vorherige Entität "ServerPerson" registriert habt, überschreibt der Client das Grid wie folgt mit einer Datei `entity.xml`:

```
 <entity-mappings xmlns="http://ibm.com/ws/projector/config/emd"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
 xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/projector/config/emd ./emd.xsd">
 <entity class-name="@ServerPerson" name="Order">
     <description>"Entity named: Order"</description>
         <attributes>
            <id name="socialSecurityNumber" type="java.lang.String"/>
            <basic name="surname" type="java.lang.String"/>
        </attributes>
 </entity>
 </entity-mappings>
```

Mit dieser Datei wird eine entsprechende Teilentität auf dem Client erreicht, ohne dass der Client die eigentliche annotierte Klasse bereitstellen muss. Wenn der Server klassenlos ist und der Client nicht, stellt der Client eine überschreibende XML-Entitätsdeskriptordatei bereit. Diese XML-Entitätsdeskriptordatei enthält einen Korrekturwert für die Klassendateireferenz.

Referenzierung des Schemas

Wenn Ihre Anwendung in Java SE 5 ausgeführt wird, kann die Anwendung über Annotationen den Objekten hinzugefügt werden. Der EntityManager kann das Schema aus den Annotationen in diesen Objekten lesen. Die Anwendung stellt der Laufzeitumgebung eXtreme Scale Referenzen auf diese Objekte in der Datei `entity.xml` bereit, die in der Datei `objectgrid.xml` referenziert wird. In der Datei

entity.xml sind alle Entitäten aufgelistet, denen jeweils eine Klasse oder ein Schema zugeordnet ist. Wenn ein richtiger Klassenname angegeben ist, versucht die Anwendung, die Annotationen der Java SE Version 5 aus diesen Klassen zu lesen, um das Schema zu bestimmen. Wenn Sie die Klassendatei nicht annotieren oder eine klassenlose Kennung als Klassennamen angeben, wird das Schema aus der XML-Datei verwendet. Die XML-Datei wird verwendet, um alle Attribute, Schlüssel und Beziehungen für jede Entität anzugeben.

Ein lokales Grid benötigt keine XML-Dateien. Das Programm kann eine ObjectGrid-Referenz anfordern und die Methode ObjectGrid.registerEntities aufrufen, um eine Liste mit annotierten Klassen der Java SE Version 5 oder eine XML-Datei anzugeben.

Die Laufzeitumgebung verwendet die XML-Datei oder eine Liste mit annotierten Klassen, um Entitätsnamen, Attributnamen und -typen, Schlüsselfelder und -typen sowie Beziehungen zwischen Entitäten zu suchen. Wenn eXtreme Scale in einem Server oder im eigenständigen Modus ausgeführt wird, wird automatisch eine Map erstellt, die nach der jeweiligen Entität benannt wird. Diese Maps können über die Datei objectgrid.xml oder APIs, die von der Anwendung oder von Injektions-Frameworks wie Spring definiert werden, weiter angepasst werden.

Deskriptordateien für Entitätsmetadaten

Weitere Informationen zur Deskriptordatei für Metadaten finden Sie im Abschnitt „Datei emd.xsd" auf Seite 71.

Interaktion mit EntityManager

Anwendungen rufen gewöhnlich zuerst eine ObjectGrid-Referenz und anschließend über diese Referenz ein Session-Objekt für jeden Thread ab. Session-Objekte können nicht von mehreren Threads gemeinsam genutzt werden. Es ist eine zusätzliche Methode im Session-Objekt verfügbar, die Methode "getEntityManager". Diese Methode gibt eine Referenz auf einen EntityManager für diesen Thread zurück. Die Schnittstelle "EntityManager" kann die Schnittstellen "Session" und "ObjectMap" für alle Anwendungen ersetzen. Sie können diese EntityManager-APIs verwenden, wenn der Client Zugriff auf die definierten Entitätsklassen hat.

EntityManager-Instanz über eine Sitzung anfordern

Die Methode "getEntityManager" ist in einem Session-Objekt verfügbar. Das folgende Codebeispiel veranschaulicht, wie eine lokale ObjectGrid-Instanz erstellt wird und wie der Zugriff auf EntityManager erfolgt. Einzelheiten zu allen unterstützten Methoden finden Sie in der Beschreibung der Schnittstelle "EntityManager" in der API-Dokumentation.

```
ObjectGrid og =
ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager().createObjectGrid("intro-grid");
Session s = og.getSession();
EntityManager em = s.getEntityManager();
```

Es besteht eine Eins-zu-eins-Beziehung zwischen dem Session-Objekt und dem EntityManager-Objekt. Sie können das EntityManager-Objekt mehrfach verwenden.

Entität persistent definieren

Eine Entität persistent zu speichern bedeutet, dass der Status einer neuen Entität in einem ObjectGrid-Cache gespeichert wird. Nach Aufruf der Methode "persist" befindet sich die Entität im Status "Verwaltet". Die Operation "persist" ist eine trans-

aktionsorientierte Operation, und die neue Entität wird nach der Festschreibung der Transaktion im ObjectGrid-Cache gespeichert.

Jede Entität hat eine entsprechende BackingMap, in der die Tupel gespeichert werden. Die BackingMap hat denselben Namen wie die Entität und wird bei der Registrierung der Klasse erstellt. Das folgende Codebeispiel veranschaulicht, wie ein Order-Objekt mit Hilfe der Operation persist erstellt wird:

```
Order order = new Order(123);
em.persist(order);
order.setX();
...
```

Das Order-Objekt wird mit dem Schlüssel 123 erstellt, und das Objekt wird an die Methode "persist" übergeben. Sie können mit dem Ändern des Objektstatus fortfahren, bevor Sie die Transaktion festschreiben.

Wichtig: Das vorherige Beispiel enthält keine erforderlichen Transaktionsgrenzen, wie z. B. "begin" und "commit". Weitere Informationen finden Sie in dem Lernprogramm zum EntityManager in der *Produktübersicht*.

Entität suchen

Sie können die Entität im ObjectGrid-Cache mit der Methode "find" suchen, indem Sie nach dem Speichern der Entität im Cache einen Schlüssel angeben. Diese Methode erfordert keine Transaktionsgrenzen, was für eine schreibgeschützte Semantik hilfreich ist. Das folgende Beispiel veranschaulicht, dass nur eine einzige Codezeile erforderlich ist, um die Entität zu suchen.

```
Order foundOrder = (Order)em.find(Order.class, new Integer(123));
```

Entität entfernen

Die Methode "remove" ist wie die Methode "persist" eine transaktionsorientierte Operation. Das folgende Beispiel zeigt die Transaktionsgrenzen durch den Aufruf der Methoden "begin" und "commit" auf.

```
em.getTransaction().begin();
Order foundOrder = (Order)em.find(Order.class, new Integer(123));
em.remove(foundOrder );
em.getTransaction().commit();
```

Die Entität muss verwaltet sein, bevor sie entfernt werden kann. Sie können dies erreichen, indem Sie die Methode "find" innerhalb der Transaktionsgrenzen aufrufen. Rufen Sie anschließend die Methode "remove" in der Schnittstelle "EntityManager" auf.

Entität ungültig machen

Die Methode "invalidate" verhält sich ähnlich wie die Methode "remove", ruft aber keine Loader-Plug-ins auf. Verwenden Sie diese Methode, um Entitäten aus dem ObjectGrid zu entfernen, aber sie im Back-End-Datenspeicher beizubehalten.

```
em.getTransaction().begin();
Order foundOrder = (Order)em.find(Order.class, new Integer(123));
em.invalidate(foundOrder );
em.getTransaction().commit();
```

Die Entität muss verwaltet sein, bevor sie ungültig gemacht werden kann. Sie können dies erreichen, indem Sie die Methode "find" innerhalb der Transaktionsgrenzen aufrufen. Nach dem Aufruf der Methode "find" können Sie die Methode "inva-

lidate" in der Schnittstelle "EntityManager" aufrufen.

Entität aktualisieren

Die Methode "update" ist ebenfalls eine transaktionsorientierte Operation. Die Entität muss verwaltet sein, damit Aktualisierungen angewendet werden können.

```
em.getTransaction().begin();
Order foundOrder = (Order)em.find(Order.class, new Integer(123));
foundOrder.date = new Date(); // Datum des Auftrags aktualisieren
em.getTransaction().commit();
```

Im vorherigen Beispiel wird die Methode "persist" nach der Aktualisierung der Entität nicht aufgerufen. Die Entität wird im ObjectGrid-Cache aktualisiert, wenn die Transaktion festgeschrieben wird.

Abfragen und Abfragewarteschlangen

Mit der flexiblen Abfragesteuerkomponente können Sie Entitäten über die Anwendungsprogrammierschnittstelle "EntityManager" abrufen. Erstellen Sie mit Hilfe der Abfragesprache von ObjectGrid Abfragen vom Typ SELECT über eine Entität oder ein objektbasiertes Schema. Unter "Abfrageschnittstelle" wird detailliert erläutert, wie Sie die Abfragen mit Hilfe der Anwendungsprogrammierschnittstelle "EntityManager" ausführen können. Weitere Informationen zur Verwendung von Abfragen finden Sie in der Dokumentation zur API "Query".

Eine Entitätsabfragewarteschlange ist eine warteschlangenähnliche Datenstruktur, die einer Entitätsabfrage zugeordnet ist. Sie wählt alle Entitäten aus, die der WHERE-Bedingung im Abfragefilter entsprechen, und reiht sie in eine Warteschlange ein. Anschließend können Clients interaktiv Entitäten aus dieser Warteschlange abrufen. Weitere Informationen finden Sie im Abschnitt „Abfragewarteschlangen für Entitäten” auf Seite 92.

Entitäts-Listener und Callback-Methoden

Anwendungen können benachrichtigt werden, wenn Entitätstransaktionen ihren Status wechseln. Es sind zwei Callback-Mechanismen für Statusänderungsereignisse vorhanden: Callback-Methoden für den Lebenszyklus, die in einer Entitätsklasse definiert und aufgerufen werden, wenn sich der Entitätsstatus ändert, und Entitäts-Listener, die allgemeiner sind, weil der Entitäts-Listener bei mehreren Entitäten registriert werden kann.

Lebenszyklus einer Entitäteninstanz

Eine Entitäteninstanz hat die folgenden Status:

- **Neu**: Eine neu erstellte Entitäteninstanz, die noch nicht im eXtreme-Scale-Cache vorhanden ist.
- **Verwaltet**: Die Entitäteninstanz ist im eXtreme-Scale-Cache vorhanden und wird über den EntityManager abgerufen oder als persistent definiert. Im Status "Verwaltet" muss eine Entität einer aktiven Transaktion zugeordnet sein.
- **Freigegeben**: Die Entitäteninstanz ist im eXtreme-Scale-Cache vorhanden, aber keiner aktiven Transaktion mehr zugeordnet.
- **Entfernt**: Die Entitäteninstanz wurde bereits aus dem eXtreme-Scale-Cache entfernt bzw. soll entfernt werden, wenn eine Flush- oder Commit-Operation für die Transaktion ausgeführt wird.

- **Ungültig gemacht**: Die Entitäteninstanz wurde im eXtreme-Scale-Cache ungültig gemacht bzw. soll ungültig gemacht werden, wenn eine Flush- oder Commit-Operation für die Transaktion ausgeführt wird.

Wenn sich der Status einer Entität ändert, können Sie Callback-Methoden für den Lebenszyklus aufrufen.

In den folgenden Abschnitten werden die Status "Neu", "Verwaltet", "Freigegeben", "Entfernt" und "Ungültig gemacht" für Entitäten ausführlicher beschrieben.

Callback-Methoden für den Lebenszyklus der Entität

Callback-Methoden für den Lebenszyklus der Entität können in der Entitätsklasse definiert werden und werden aufgerufen, wenn sich der Entitätsstatus ändert. Diese Methoden sind hilfreich für die Validierung von Entitätsfeldern und die Aktualisierung eines Übergangsstatus, der gewöhnlich nicht persistent für die Entität definiert wird. Callback-Methoden für den Lebenszyklus der Entität können auch in Klassen definiert werden, die keine Entitäten verwenden. Solche Klassen sind Entitäts-Listener-Klassen, die mehreren Entitätstypen zugeordnet werden können. Callback-Methoden für den Lebenszyklus können über Metadatenannotationen und eine XML-Deskriptordatei für die Entitätsmetadaten definiert werden:

- **Annotationen:** Callback-Methoden für den Lebenszyklus können mit den Annotationen "PrePersist", "PostPersist", "PreRemove", "PostRemove", "PreUpdate", "PostUpdate" und "PostLoad" in einer Entitätsklasse gekennzeichnet werden.
- **XML-Entitätsdeskriptor:** Callback-Methoden für den Lebenszyklus können mit XML beschrieben werden, wenn keine Annotationen verfügbar sind.

Entitäts-Listener

Eine Entitäts-Listener-Klasse ist eine Klasse, die keine Entitäten verwendet und eine oder mehrere Callback-Methoden für den Lebenszyklus einer Entität definiert. Entitäts-Listener sind hilfreich für allgemeine Prüf- und Protokollierungsanwendungen. Entitäts-Listener können über Metadatenannotationen und eine XML-Deskriptordatei für die Entitätsmetadaten definiert werden:

- **Annotation:** Die Annotation "EntityListeners" kann verwendet werden, um eine oder mehrere Entitäts-Listener-Klassen in einer Entitätsklasse zu kennzeichnen. Wenn mehrere Entitäts-Listener definiert sind, wird die Reihenfolge, in der diese aufgerufen werden, durch die Reihenfolge bestimmt, in der sie in der Annotation "EntityListeners" angegeben sind.
- **XML-Entitätsdeskriptor:** Der XML-Deskriptor kann als Alternative zur Angabe der Aufrufreihenfolge von Entitäts-Listenern oder zum Überschreiben der in den Metadatenannotationen festgelegten Reihenfolge verwendet werden.

Voraussetzungen für Callback-Methoden

Sie können einen beliebigen Teil oder eine Kombination von Annotationen in einer Entitätsklasse oder Listener-Klasse angegeben werden. Eine Klasse darf nicht mehr als eine einzige Callback-Methode für dasselbe Lebenszyklusereignis enthalten. Dieselbe Methode kann jedoch für mehrere Callback-Ereignisse verwendet werden. Die Entitäts-Listener-Klasse muss einen öffentlichen Konstruktor ohne Argumente haben. Entitäts-Listener sind statusunabhängig. Der Lebenszyklus eines Entitäts-Listeners ist unspezifiziert. eXtreme Scale unterstützt keine Entitätsvererbung. Deshalb können Callback-Methoden nur in der Entitätsklasse und nicht in der Superklasse definiert werden.

Signatur von Callback-Methoden

Callback-Methoden für den Lebenszyklus einer Entität können in einer Entitäts-Listener-Klasse und/oder direkt in einer Entitätsklasse definiert werden. Callback-Methoden für den Lebenszyklus einer Entität können über Metadatenannotationen und über den XML-Entitätsdeskriptor definiert werden. Die Annotationen, die für die Callback-Methoden in der Entitätsklasse und in der Entitäts-Listener-Klasse verwendet werden, sind identisch. Die Signaturen der Callback-Methoden sind bei der Definition in einer Entitätsklasse anders als bei der Definition in einer Entitäts-Listener-Klasse. Callback-Methoden, die in einer Entitätsklasse oder zugeordneten Superklasse definiert werden, haben die folgende Signatur:

```
void <METHOD>()
```

Callback-Methoden, die in einer Entitäts-Listener-Klasse definiert werden, haben die folgende Signatur:

```
void <METHOD>(Object)
```

Das Argument "Object" ist die Entitätsinstanz, für die die Callback-Methode aufgerufen wird. Das Argument "Object" kann als java.lang.Object-Objekt oder als der eigentliche Entitätstyp deklariert werden.

Callback-Methoden können öffentlich, privat, geschützt oder auf Paketebene zugänglich sein, dürfen aber weder statisch (static) noch endgültig (final) sein.

Die folgenden Annotationen werden definiert, um Callback-Methoden für Lebenszyklusereignisse der entsprechenden Typen zu kennzeichnen:

- com.ibm.websphere.projector.annotations.PrePersist
- com.ibm.websphere.projector.annotations.PostPersist
- com.ibm.websphere.projector.annotations.PreRemove
- com.ibm.websphere.projector.annotations.PostRemove
- com.ibm.websphere.projector.annotations.PreUpdate
- com.ibm.websphere.projector.annotations.PostUpdate
- com.ibm.websphere.projector.annotations.PostLoad

Weitere Einzelheiten finden Sie in der API-Dokumentation. Jede Annotation hat ein funktional entsprechendes XML-Attribut, das in der XML-Deskriptordatei für die Entitätsmetadaten definiert wird.

Semantik der Callback-Methoden für den Lebenszyklus

Jede der verschiedenen Callback-Methoden für den Lebenszyklus hat einen anderen Zweck und wird in einer jeweils anderen Phase des Lebenszyklus einer Entität aufgerufen:

PrePersist
: Wird für eine Entität aufgerufen, bevor die Entität als persistent im Speicher definiert wird. Dazu gehören auch Entitäten, die während einer Kaskadierungsoperation als persistent definiert werden. Diese Methode wird in dem Thread der Operation "EntityManager.persist" aufgerufen.

PostPersist
: Wird für eine Entität aufgerufen, nachdem die Entität als persistent im Speicher definiert wurde. Dazu gehören auch Entitäten, die während einer Kaskadierungsoperation als persistent definiert wurden. Diese Methode

wird in dem Thread der Operation "EntityManager.persist" aufgerufen. Sie wird nach dem Aufruf von "EntityManager.flush" oder "EntityManager-.commit" aufgerufen.

PreRemove
Wird für eine Entität aufgerufen, bevor die Entität entfernt wird. Dazu gehören auch Entitäten, die während einer Kaskadierungsoperation entfernt werden. Diese Methode wird in dem Thread der Operation "EntityManager.remove" aufgerufen.

PostRemove
Wird für eine Entität aufgerufen, nachdem die Entität entfernt wurde. Dazu gehören auch Entitäten, die während einer Kaskadierungsoperation entfernt wurden. Diese Methode wird in dem Thread der Operation "EntityManager.remove" aufgerufen. Sie wird nach dem Aufruf von "EntityManager.flush" oder "EntityManager.commit" aufgerufen.

PreUpdate
Wird für eine Entität aufgerufen, bevor die Entität im Speicher aktualisiert wird. Diese Methode wird im Thread der Operation "flush" oder "commit" für die Transaktion aufgerufen.

PostUpdate
Wird für eine Entität aufgerufen, nachdem die Entität im Speicher aktualisiert wurde. Diese Methode wird im Thread der Operation "flush" oder "commit" für die Transaktion aufgerufen.

PostLoad
Wird für eine Entität aufgerufen, nachdem die Entität aus dem Speicher geladen wurde. Dazu gehören auch Entitäten, die über eine Assoziation geladen wurden. Diese Methode wird im Thread der Ladeoperation, z. B. "EntityManager.find" oder einer Abfrage, aufgerufen.

Mehrfach vorhandene Callback-Methoden für den Lebenszyklus

Wenn mehrere Callback-Methoden für ein Lebenszyklusereignis einer Entität definiert sind, werden die Methoden in der folgenden Reihenfolge aufgerufen:

1. **In Entitäts-Listenern definierte Callback-Methoden für den Lebenszyklus:** Die Callback-Methoden für den Lebenszyklus, die in den Entitäts-Listener-Klassen für eine Entitätsklasse definiert sind, werden in derselben Reihenfolge aufgerufen, in der sie in den Entitäts-Listener-Klassen in der Annotation "EntityListeners" oder im XML-Deskriptor angegeben wurden.
2. **Listener-Superklasse:** Callback-Methoden, die in der Superklasse des Entitäts-Listeners definiert sind, werden vor den untergeordneten aufgerufen.
3. **Methoden für den Lebenszyklus der Entität:** WebSphere eXtreme Scale unterstützt keine Entitätsvererbung. Deshalb können die Methoden für den Lebenszyklus der Entität nur in der Entitätsklasse definiert werden.

Ausnahmen

Callback-Methoden für den Lebenszyklus können zu Laufzeitausnahmen führen. Wenn eine Callback-Methode für den Lebenzyklus eine Laufzeitausnahme in einer Transaktion auslöst, wird die Transaktion rückgängig gemacht. Nach dem Eintreten einer Laufzeitausnahme werden keine weiteren Callback-Methoden für den Lebenszyklus aufgerufen.

Beispiele für Entität-Listener

Sie können Entitäts-Listener nach Ihren Anforderungen schreiben. Es folgen mehrere Beispielscripts.

Beispiel für einen Entitäts-Listener mit Annotationen

Das folgende Beispiel veranschaulicht die Aufrufe von Callback-Methoden für den Lebenszyklus und die Reihenfoge der Aufrufe. Angenommen, es sind eine Entitätsklasse "Employee" und zwei Entitäts-Listener vorhanden: EmployeeListener und EmployeeListener2.

```
@Entity
@EntityListeners(EmployeeListener.class, EmployeeListener2.class)
public class Employee {
    @PrePersist
    public void checkEmployeeID() {
        ....
    }
}

public class EmployeeListener {
    @PrePersist
    public void onEmployeePrePersist(Employee e) {
        ....
    }
}

public class PersonListener {
    @PrePersist
    public void onPersonPrePersist(Object person) {
        ....
    }
}

public class EmployeeListener2 {
    @PrePersist
    public void onEmployeePrePersist2(Object employee) {
        ....
    }
}
```

Wenn ein PrePersist-Ereignis in einer Employee-Instanz eintritt, werden die folgenden Methoden nacheinander aufgerufen:

1. onEmployeePrePersist
2. onPersonPrePersist
3. onEmployeePrePersist2
4. checkEmployeeID

Beispiel für einen Entitäts-Listener mit XML

Das folgende Beispiel veranschaulicht, wie Sie einen Entitäts-Listener in einer Entität über die XML-Deskriptordatei der Entität definieren:

```
<entity
    class-name="com.ibm.websphere.objectgrid.sample.Employee"
    name="Employee" access="FIELD">
     <attributes>
        <id name="id" />
        <basic name="value" />
    </attributes>
    <entity-listeners>
        <entity-listener
            class-name="com.ibm.websphere.objectgrid.sample.EmployeeListener">
```

```
            <pre-persist method-name="onListenerPrePersist" />
            <post-persist method-name="onListenerPostPersist" />
        </entity-listener>
    </entity-listeners>
    <pre-persist method-name="checkEmployeeID" />
</entity>
```

Die Entität "Employee" ist mit einer Entitäts-Listener-Klasse com.ibm.websphere-.objectgrid.sample.EmployeeListener definiert, in der zwei Callback-Methoden für den Lebenszyklus definiert sind. Die Methode onListenerPrePersist ist für das Ereignis "PrePersist" bestimmt und die Methode onListenerPostPersist für das Ereignis "PostPersist". Außerdem ist die Methode checkEmployeeID in der Klasse "Employee" definiert, die auf das Ereignis "PrePersist" wartet.

Unterstützung von EntityManager-Abrufplänen

Ein Abrufplan (Objekt "FetchPlan") ist die Strategie, die der Entitätsmanager für den Abruf zugeordneter Objekte verwendet, wenn die Anwendung auf Beziehungen zugreifen muss.

Beispiel

Angenommen, Ihre Anwendung hat zwei Entitäten: Department (Abteilung) und Employee (Mitarbeiter). Die Beziehung zwischen der Entität "Department" und der Entität "Employee" ist eine bidirektionale 1:N-Beziehung: Eine Abteilung hat viele Mitarbeiter, und ein Mitarbeiter gehört zu einer einzigen Abteilung. Da beim Abrufen der Entität "Department" meistens auch die Mitarbeiter abgerufen werden, wird der Abruftyp dieser 1:N-Beziehung auf EAGER (Vorsorglich) gesetzt.

Im Folgenden sehen Sie ein Snippet der Klasse "Department".

```
 @Entity
public class Department {

    @Id
    private String deptId;

    @Basic
    String deptName;

  @OneToMany(fetch = FetchType.EAGER, mappedBy="department", cascade = {CascadeType.PERSIST})
  public Collection<Employee> employees;

}
```

Wenn eine Anwendung in einer verteilten Umgebung `em.find(Department.class, "dept1")` aufruft, um eine Entität "Department" mit dem Schlüssel "dept1" zu suchen, findet diese Suchoperation die Entität "Department" und alle Relationen vom Typ "eager-fetched". Im Fall des vorherigen Snippets sind dies alle Mitarbeiter der Abteilung "dept1".

In den Versionen vor WebSphere eXtreme Scale 6.1.0.5 finden beim Abrufen einer Entität "Department" und N Entitäten "Employee" N+1 Client/Server-Austauschoperationen statt, weil der Client nur eine einzige Entität pro Client/Server-Austausch abruft. Sie können die Leistung verbessern, wenn Sie diese N+1 Entitäten in einem einzigen Austausch abrufen.

Abrufplan

Ein Abrufplan (FetchPlan) kann verwendet werden, um um festzulegen, wie Beziehungen vom Typ "eager" abgerufen werden, indem die maximale Beziehungstiefe angepasst wird. Die Abruftiefe setzt alle Relationen vom Typ "eager" auf "lazy", die

größer sind als die festgelegte Abruftiefe. Standardmäßig ist die Abruftiefe die maximale Abruftiefe. Das bedeutet, dass Beziehungen vom Typ "eager" aller Ebenen, die aus Eager-Sicht über die Stammentität erreicht werden können, abgerufen werden. Eine Beziehung vom Typ "eager" ist nur dann aus Eager-Sicht über eine Stammentität erreichbar, wenn alle Beziehungen ausgehend von der Stammentität zu dieser Eager-Beziehung als Eager-Fetched-Beziehungen konfiguriert sind.

Im vorherigen Beispiel ist die Entität "Employee" über die Entität "Department" aus Eager-Sicht erreichbar, weil die Beziehung zwischen Department und Employee als Eager-Fetched-Beziehung konfiguriert ist.

Wenn die Entität "Employee" beispielsweise eine weitere Eager-Beziehung zu einer Entität "Address" hat, ist die Entität "Address" aus Eager-Sicht ebenfalls über die Entität "Department" erreichbar. Sind die Department-Employee-Beziehungen jedoch als Lazy-Fetched-Beziehungen konfiguriert, ist die Entität "Address" aus Eager-Sicht nicht über die Entität "Department" erreichbar, weil die Department-Employee-Beziehung die Eager-Fetch-Kette unterbricht.

Ein FetchPlan-Objekt kann von der EntityManager-Instanz abgerufen werden. Die Anwendung kann die Methode "setMaxFetchDepth" verwenden, um die maximale Abruftiefe zu ändern.

Ein Abrufplan wird einer EntityManager-Instanz zugeordnet. Der Abrufplan gilt für jede Abrufoperation, die im Folgenden einzeln aufgeführt sind:

- EntityManager-Operationen `find(Class class, Object key)` und `findForUpdate(Class class, Object key)`
- Query-Operationen
- QueryQueue-Operationen

Das FetchPlan-Objekt ist veränderlich. Sobald das Objekt geändert wird, wird der geänderte Wert auf die anschließend ausgeführten Abrufoperationen angewendet.

Ein Abrufplan ist für eine verteilte Implementierung wichtig, weil er entscheidet, ob die Eager-Fetched-Beziehungsentitäten mit der Stammentität in einer einzigen oder in mehreren Client/Server-Austauschoperationen abgerufen werden.

Stellen Sie sich als Fortsetzung des vorherigen Beispiels vor, dass der Abrufplan eine definierte maximale Tiefe von unbegrenzt hat. Wenn eine Anwendung in diesem Fall `em.find(Department.class, "dept1")` aufruft, um eine Abteilung (Department) zu suchen, ruft diese Suchoperation eine einzige Department-Entität und N Employee-Entitäten in einer einigen Client/Server-Austauschoperation ab. Bei einem Abrufplan mit einer maximalen Abruftiefe von null wird jedoch nur das Department-Objekt vom Server abgerufen, während die Employee-Entitäten nur dann vom Server abgerufen werden, wenn auf die Employee-Sammlung des Department-Objekts zugegriffen wird.

Verschiedene Abrufpläne

Sie haben mehrere verschiedene Abrufpläne, die auf Ihren Anforderungen basieren und in den folgenden Abschnitten beschrieben werden.

Auswirkung auf ein verteiltes Grid

- *Abrufplan mit unbegrenzter Tiefe:* Bei einem Abrufplan mit unbegrenzter Tiefe ist die maximale Abruftiefe auf `FetchPlan.DEPTH_INFINITE` gesetzt.

Wenn in einer Client/Server-Umgebung ein Abrufplan mit unbegrenzter Tiefe verwendet wird, werden alle Relationen, die aus Eager-Sicht über die Stammentität erreichbar sind, in einer einzigen Client/Server-Austauschoperation abgerufen.

Beispiel: Wenn die Anwendung an allen Adressentitäten (Address) aller Mitarbeiter (Employee) einer bestimmten Abteilung (Department) interessiert ist, verwendet sie einen Abrufplan mit unbegrenzter Tiefe, um alle zugeordneten Adressentitäten abzurufen. Mit dem folgenden Code findet nur eine einzige Client/Server-Austauschoperation statt:

```
em.getFetchPlan().setMaxFetchDepth(FetchPlan.DEPTH_INFINITE);

tran.begin();
Department dept = (Department) em.find(Department.class, "dept1");
// Address-Objekt bearbeiten
for (Employee e: dept.employees) {
    for (Address addr: e.addresses) {
    // Adressen bearbeiten
    }
}
tran.commit();
```

- *Abrufplan mit Tiefe null:* Bei einem Abrufplan mit Tiefe null ist die maximale Abruftiefe auf 0 gesetzt.

  Wenn in einer Client/Server-Umgebung ein Abrufplan mit Tiefe null verwendet wird, wird nur die Stammentität in der ersten Client/Server-Austauschoperation abgerufen. Alle Eager-Beziehungen werden als Lazy-Beziehungen behandelt.

  Beispiel: In diesem Beispiel ist die Anwendung nur an der Entität "Department" interessiert. Sie muss nicht auf die Mitarbeiter der Abteilung zugreifen, und deshalb setzt die Anwendung die Abrufplantiefe auf 0.

  ```
  Session session = objectGrid.getSession();
  EntityManager em = session.getEntityManager();
  EntityTransaction tran = em.getTransaction();
  em.getFetchPlan().setMaxFetchDepth(0);

  tran.begin();
  Department dept = (Department) em.find(Department.class, "dept1");
  // dept-Objekt bearbeiten
  tran.commit();
  ```

- *Abrufplan mit Tiefe k*:

  Bei einem Abrufplan mit Tiefe *k* ist die maximale Abruftiefe auf *k* gesetzt.

  Wenn in einer eXtreme-Scale-Client/Server-Umgebung ein Abrufplan mit Tiefe *k* verwendet wird, werden alle Beziehungen, die aus Eager-Sicht über die Stammentität erreichbar sind, in der ersten Client/Server-Austauschoperation in *k* Schritten abgerufen.

  Der Abrufplan mit unbegrenzter Tiefe (*k* = Unendlich) und der Abrufplan mit Tiefe null (*k* = 0) sind nur zwei Beispiele für einen Abrufplan mit Tiefe *k*.

  Nehmen Sie als Fortsetzung des vorherigen Beispiels an, dass es eine weitere Eager-Beziehung zwischen der Entität "Employee" und der Entität "Address" gibt. Wenn der Abrufplan eine definierte maximale Abruftiefe von 1 hat, ruft die Operation `em.find(Department.class, "dept1")` die Entität "Department" und alle zugehörigen Employee-Entitäten in einer einzigen Client/Server-Austauschoperation ab. Die Address-Entitäten werden jedoch nicht abgerufen, weil sie aus Eager-Sicht gesehen über die Entität "Department" nicht in einem Schritt, sondern erst in zwei Schritten erreichbar sind.

  Wenn Sie einen Abrufplan mit Tiefe 2 verwenden, ruft die Operation `em.find(Department.class, "dept1")` die Entität "Department", alle zugehörigen Employee-Entitäten und alle Address-Entitäten, die den Employee-Entitäten zugeordnet sind, in einer einzigen Client/Server-Austauschoperation ab.

Tipp: Der Standardabrufplan hat eine definierte maximale Abruftiefe von unbegrenzt, und deshalb kann sich das Standardverhalten einer Abrufoperation ändern. Alle aus Eager-Sicht über die Stammentität erreichbaren Beziehungen werden abgerufen. Bei der Verwendung des Standardabrufplans finden bei der Abrufoperation nicht mehrere Austauschoperationen, sondern nur eine einzige Client/Server-Austauschoperation statt. Wenn Sie die Einstellungen aus der vorherigen Version des Produkts beibehalten möchten, setzen Sie die Abruftiefe auf 0.

- *In einer Abfrage verwendeter Abrufplan:*

  Bei der Ausführung einer Entitätsabfrage können Sie ebenfalls einen Abrufplan verwenden, um den Abruf von Beziehungen anzupassen.

  Das Ergebnis der Abfrage `SELECT d FROM Department d WHERE "d.deptName='Department'"` enthält beispielsweise eine Beziehung zur Entität "Department". Beachten Sie, dass die Abrufplantiefe mit der Assoziation des Abfrageergebnisses beginnt: in diesem Fall mit der Entität "Department" und nicht mit dem Abfrageergebnis selbst. Das bedeutet, dass die Entität "Department" sich auf Abruftiefestufe 0 befindet. Deshalb ruft ein Abrufplan mit der maximalen Abruftiefe 1 die Entität "Department" und die zugehörigen Employee-Entitäten in einer einzigen Client/Server-Austauschoperation ab.

  Beispiel: Die Abrufplantiefe wird auf 1 gesetzt, so dass die Entität "Department" und die zugehörigen Employee-Entitäten in einer einzigen Client/Server-Austauschoperation abgerufen werden. Die Address-Entitäten werden in dieser Austauschoperation jedoch nicht abgerufen.

Wichtig: Wenn eine Beziehung sortiert ist (mit der Annotation "OrderBy" oder durch Konfiguration), wird sie auch dann als Eager-Beziehung betrachtet, wenn sie als Lazy-Fetched-Beziehung konfiguriert ist.

Leistungshinweise in einer verteilten Umgebung

Standardmäßig werden alle Beziehungen, die aus Eager-Sicht über die Stammentität erreichbar sind, in einer einzigen Client/Server-Autauschoperation abgerufen. Dies kann die Leistung verbessern, wenn alle Beziehungen verwendet werden. In bestimmten Einsatzszenarien werden jedoch nicht alle aus Eager-Sicht über die Stammentität erreichbaren Beziehungen verwendet. Der Abruf dieser nicht verwendeten Entitäten bedeutet also einen erhöhten Aufwand für die Laufzeitumgebung und eine Einschränkung der Bandbreite.

Für solche Fälle kann die Anwendung die maximale Abruftiefe auf einen kleineren Wert setzen, um die Tiefe der abzurufenden Entitäten zu verringern, indem alle Eager-Relationen nach dieser Tiefe als Lazy-Relationen definiert werden. Diese Einstellung kann die Leistung verbessern.

Zur weiteren Fortsetzung des vorherigen Department-Employee-Address-Beispiels werden jetzt alle Address-Entitäten, die Mitarbeitern der Abteilung "dept1" zugeordnet sind, wenn `em.find(Department.class, "dept1")` aufgerufen wird. Wenn die Anwendung keine Address-Entitäten verwendet, kann sie die maximale Abruftiefe auf 1 setzen, so dass die Address-Entitäten nicht zusammen mit der Entität "Department" abgerufen werden.

Leistungseinfluss der Schnittstelle "EntityManager"

Eine Umgebung, die voraussetzt, dass jede Anwendung dieselben Datenzugriffsobjekte für einen bestimmten Datenspeicher verwendet, ist höchst unpraktisch. Die

Schnittstelle "EntityManager" hingegen, die mit WebSphere eXtreme Scale bereitgestellt wird, trennt Anwendungen vom Status, der im Datenspeicher des Server-Grids gespeichert wird.

Die Kosten für die Verwendung der Schnittstelle "EntityManager" sind nicht sehr hoch und richten sich nach dem Typ der durchführten Arbeiten. Verwenden Sie immer die Schnittstelle "EntityManager", und optimieren Sie die entscheidende Geschäftslogik nach Abschluss der Anwendung. Sie können jeden Code, der EntityManager-Schnittstellen verwendet, so nachbearbeiten, dass er Maps und Tupel verwendet. Im Allgemeinen kann diese Codenachbesserung für zehn Prozent des Codes erforderlich sein.

Wenn Sie Beziehungen zwischen Objekten verwenden, ist der Leistungseinfluss geringer, weil eine Anwendung, die Maps verwendet, diese Beziehungen ähnlich wie die Schnittstelle "EntityManager" verwalten muss.

Anwendungen, die die Schnittstelle "EntityManager" verwenden, müssen keinen ObjectTransformer bereitstellen, weil die Objektumsetzung automatisch optimiert wird.

EntityManager-Code für Maps nachbessern

Es folgt eine Musterentität:

```
@Entity
public class Person
{
@Id String ssn;
 String firstName;
 @Index
 String middleName;
 String surname;
}
```

Im Folgenden sehen Sie Mustercode, mit dem die Entität gesucht und aktualisiert wird:

```
Person p = null;
s.begin();
p = (Person)em.find(Person.class, "1234567890");
p.middleName = String.valueOf(inner);
s.commit();
```

Im Folgenden sehen Sie denselben Code mit Maps und Tupeln:

```
Tuple key = null;
key = map.getEntityMetadata().getKeyMetadata().createTuple();
key.setAttribute(0, "1234567890");

// Der Kopiermodus ist für Entitäts-Maps immer NO_COPY, sofern nicht
// COPY_TO_BYTES verwendet wird.
// Das Tupel muss entweder kopiert werden, oder das ObjectGrid muss
// dazu aufgefordert werden.
map.setCopyMode(CopyMode.COPY_ON_READ);
s.begin();
Tuple value = (Tuple)map.get(key);
value.setAttribute(1, String.valueOf(inner));
map.update(key, value);
value = null;
s.commit();
```

Beide Code-Snippets haben dasselbe Ergebnis, und eine Anwendung kann entweder das eine und/oder das andere Code-Snippet verwenden.

Das zweite Code-Snippet zeigt, wie Maps direkt verwendet werden und wie mit den Tupeln (Schlüssel/Wert-Paare) gearbeitet wird. Das Werttupel hat drei Attribute: firstName, middlename und surname, indexiert mit 0, 1 bzw. 2. Das Schlüsseltupel (key) hat ein einziges Attribut, die ID-Nummer, indexiert mit null. Sie können sehen, wie Tupel mit der Methode "EntityMetadata#getKeyMetaData" oder "EntityMetadata#getValueMetaData" erstellt werden. Sie müssen diese Methoden verwenden, um Tupel für eine Entität zu erstellen. Sie können die Schnittstelle "Tuple" nicht implementieren, und Sie können keine Instanz Ihrer Tuple-Implementierung übergeben.

Instrumentierungsagent

Die Leistung von Entitäten mit Feldzugriff kann durch Aktivierung des Instrumentierungsagenten von WebSphere eXtreme Scale verbessert werden, wenn Java Development Kit (JDK) Version 1.5 oder höher verwendet wird.

Agenten von eXtreme Scale in JDK Version 1.5 oder höher aktivieren

Der ObjectGrid-Agent kann über eine Java-Befehlszeilenoption mit der folgenden Syntax aktiviert werden:

```
-javaagent:jarpath[=Optionen]
```

In dieser Syntax steht *jarpath* für den Pfad zu einer JAR-Datei (Java-Archiv) der eXtreme-Scale-Laufzeitumgebung, die eine eXtreme-Scale-Agentenklasse und unterstützende Klassen enthält, wie z. B. `objectgrid.jar`, `wsobjectgrid.jar`, `ogclient.jar`, `wsogclient.jar` oder `ogagent.jar`. In einem eigenständigen Java-Programm oder in einer Java-EE-Umgebung (Java Platform, Enterprise Edition), in der WebSphere Application Server nicht ausgeführt wird, verwenden Sie gewöhnlich die Datei `objectgrid.jar` oder die Datei `ogclient.jar`. In einer Umgebung mit WebSphere Application Server oder mehreren Klassenladeprogrammen müssen Sie die Datei `ogagent.jar` in der Java-Befehlszeilenoption für den Agenten angeben. Geben Sie die Datei `ogagent.config` im Klassenpfad an, oder verwenden Sie die Agentenoptionen, um weitere Informationen anzugeben.

Optionen für den Agenten von eXtreme Scale

config Überschreibt den Namen der Konfigurationsdatei.

include
Gibt die Definition der Umsetzungsdomäne an bzw. überschreibt sie. Diese Definition ist der erste Teil der Konfigurationsdatei.

exclude
Gibt die @Exclude-Definition an bzw. überschreibt sie.

fieldAccessEntity
Gibt die @FieldAccessEntity-Definition an bzw. überschreibt sie.

trace Gibt eine Trace-Stufe an. Die gültigen Stufen sind ALL, CONFIG, FINE, FINER, FINEST, SEVERE, WARNING, INFO und OFF.

trace.file
Gibt die Position der Trace-Datei an.

Das Semikolon (**;**) wird als Trennzeichen zwischen den Optionen verwendet. Das Komma () wird als Trennzeichen zwischen den Elementen in einer Option verwendet. Das folgende Beispiel demonstriert die eXtreme-Scale-Agentenoption für ein Java-Programm:

```
-javaagent:objectgridRoot/lib/objectgrid.jar=config=myConfigFile;
include=includedPackage;exclude=excludedPackage;
fieldAccessEntity=package1,package2
```

Datei ogagent.config

Die Datei ogagent.config ist der vordefinierte Name für die Konfigurationsdatei des eXtreme-Scale-Agenten. Wenn der Dateiname im Klassenpfad enthalten ist, findet der eXtreme-Scale-Agent die Datei und analysiert sie syntaktisch. Sie können den vordefinierten Dateinamen mit der Option "config" des eXtreme-Scale-Agenten überschreiben. Das folgende Beispiel veranschaulicht, wie die Konfigurationsdatei angegeben wird:

```
-javaagent:objectgridRoot/lib/objectgrid.jar=config=myOverrideConfigFile
```

Die Konfigurationsdatei eines eXtreme-Scale-Agenten setzt sich aus den folgenden Teilen zusammen:

- **Umsetzungsdomäne:** Der Teil für die Umsetzungsdomäne ist der erste Teil in der Konfigurationsdatei. Die Umsetzungsdomäne ist eine Liste mit Paketen und Klassen, die am Klassenumsetzungsprozess beteiligt sind. Diese Umsetzungsdomäne muss alle Klassen enthalten, die Entitätsklassen mit Feldzugriff sind, und alle Klassen, die auf diese Entitätsklassen mit Feldzugriff verweisen. Entitätsklassen mit Feldzugriff und die Klassen, die auf diese Entitätsklassen mit Feldzugriff verweisen, bilden die Umsetzungsdomäne. Wenn Sie Entitätsklassen mit Feldzugriff im Teil "@FieldAccessEntity" angeben möchten, müssen Sie die Entitätsklassen mit Feldzugriff hier nicht angeben. Die Umsetzungsdomäne muss vollständig sein. Andernfalls wird eine Ausnahme des Typs "FieldAccessEntityNotInstrumentedException" ausgelöst.
- **@Exclude:** Das Token "@Exclude" zeigt an, dass Pakete und Klassen, die hinter diesem Token aufgelistet werden, aus der Umsetzungsdomäne ausgeschlossen werden.
- **@FieldAccessEntity:** Das Token "@FieldAccessEntity" zeigt an, dass Pakete und Klassen, die hinter diesem Token aufgelistet werden, Entitätspakete und -klassen mit Feldzugriff sind. Wenn dem Token "@FieldAccessEntity" keine Zeile folgt, ist das dasselbe, als würden Sie @FieldAccessEntity nicht angeben. Der eXtreme-Scale-Agent bestimmt, dass keine Entitätspakete und -klassen mit Feldzugriff definiert sind. Wenn dem Token "@FieldAccessEntity" Zeilen folgen, stellen diese die benutzerdefinierten Entitätspakete und -klassen dar, z. B. "Entitätsdomäne mit Feldzugriff". Die Entitätsdomäne mit Feldzugriff ist eine Unterdomäne der Umsetzungsdomäne. Pakete und Klassen, die in der Entitätsdomäne mit Feldzugriff aufgelistet sind, gehören zur Umsetzungsdomäne, selbst wenn sie nicht in der Umsetzungsdomäne aufgelistet sind. Das Token "@Exclude", das Pakete und Klassen auflistet, die von der Umsetzung ausgeschlossen werden, hat keine Auswirkung auf die Entitätsdomäne mit Feldzugriff. Wenn Sie das Token "@FieldAccessEntity" angeben, müssen alle Entitäten mit Feldzugriff in dieser Entitätsdomäne mit Feldzugriff enthalten sein. Andernfalls wird eine Ausnahme des Typs "FieldAccessEntityNotInstrumentedException" ausgelöst.

Beispiel für eine Agentenkonfigurationsdatei (ogagent.config)

```
##############################
# Das Zeichen # kennzeichnet eine Kommentarzeile.
##############################
# Dies ist eine ObjectGrid-Agentenkonfigurationsdatei (der vordefinierte Dateiname ist "ogagent.config"), die
# von einem ObjectGrid-Agenten gefunden und syntaktisch analysiert werden kann, wenn sie im Klassenpfad enthalten ist.
# Wenn die Datei den Namen "ogagent.config" hat und im Klassenpfad enthalten ist, wird für Java-Programme,
# die mit "-javaagent:objectgridRoot/ogagent.jar" ausgeführt werden, der
# ObjectGrid-Agent aktiviert.
# Wenn die Datei nicht den Namen "ogagent.config" hat, aber im Klassenpfad enthalten ist,
# können Sie den Dateinamen mit der Option "config" des ObjectGrid-Agenten angeben.
#     -javaagent:objectgridRoot/lib/objectgrid.jar=config=myOverrideConfigFile
# In den folgenden Kommentaren finden Sie weitere Informationen zum Überschreiben
# der Instrumentierungseinstellung.

# Der erste Teil der Konfiguration ist die Liste der Pakete und Klassen, die in die
# Umsetzungsdomäne eingeschlossen werden sollen.
```

```
# Die einzuschließenden Elemente (Pakete/Klassen), aus denen sich die Instrumentierungsdomäne
# zusammensetzt, müssen am Anfang der Datei stehen.
com.testpackage
com.testClass

# Umsetzungsdomäne: Die vorherigen Zeilen sind Pakete/Klassen, aus denen sich die Umsetzungsdomäne zusammensetzt.
# Das System verarbeitet Klassen mit Namen, die mit den zuvor genannten Paketen/Klassen beginnen, bei der Umsetzung.
#
# Token @Exclude: Schließt Elemente aus der Umsetzungsdomäne aus.
# Das Token @Exclude zeigt an, dass die nachfolgenden Pakete/Klassen aus der Umsetzungsdomäne ausgeschlossen werden sollen.
# Es wird verwendet, wenn der Benutzer einige Pakete/Klassen der zuvor angegebenen eingeschlossenen Pakete ausschließen möchte.
#
# Token @FieldAccessEntity: Entitätsdomäne mit Feldzugriff
# Das Token @FieldAccessEntity gibt an, dass die nachfolgenden Pakete/Klassen Entitätspakete/-klassen mit Feldzugriff sind.
# Wenn dem Token @FieldAccessEntity keine Zeile folgt, ist dies dasselbe, als würden Sie das Token @FieldAccessEntity nicht angeben.
# Die Laufzeitumgebung berücksichtigt es, wenn der Benutzer keine Entitätsklassen/-pakete mit Feldzugriff angibt.
# Die Domäne "Entitätsdomäne mit Feldzugriff" ist eine Unterdomäne der Umsetzungsdomäne.
#
# Pakete/Klassen, die in der "Entitätsdomäne mit Feldzugriff" aufgelistet sind, gehören immer zur Umsetzungsdomäne,
# selbst wenn sie nicht in der Umsetzungsdomäne aufgelistet sind.
# Das Token @Exclude, unter dem Pakete/Klassen aufgelistet werden, die von der Umsetzung ausgeschlossen sind, hat
# keine Auswirkung auf die "Entitätsdomäne mit Feldzugriff".
# Anmerkung: Wenn Sie @FieldAccessEntity angeben, müssen alle Entitäten mit Feldzugriff in der Entitätsdomäne
#            mit Feldzugriff enthalten sein, ansonsten wird eine Ausnahme des Typs "FieldAccessEntityNotInstrumentedException" ausgegeben.
#
# Die Standardkonfigurationsdatei für den ObjectGrid-Agenten ist "ogagent.config".
# Die Laufzeitumgebung sucht diese Datei als Ressource im Klassenpfad und verarbeitet sie.
# Benutzer können diese vordefinierte ObjectGrid-Agentenkonfigurationsdatei mit der Option
# "config" des Agenten überschreiben.
#
# Beispiel:
# javaagent:objectgridRoot/lib/objectgrid.jar=config=myOverrideConfigFile
#
# Die Instrumentierungsdefinition, einschließlich Umsetzungsdomäne, @Exclude und @FieldAccessEntity, kann
# individuell mit entsprechenden vordefinierten Agentenoptionen überschrieben werden.
# Zu den vordefinierten Agentenoptionen gehören:
#    include             -> Wird verwendet, um die Definition der Instrumentierungsdomäne (erster Teil der Konfigurationsdatei) zu überschreiben.
#    exclude             -> Wird verwendet, um die @Exclude-Definition zu überschreiben.
#    fieldAccessEntity   -> Wird verwendet, um die @FieldAccessEntity-Definition zu überschreiben.
#
# Die Agentenoptionen müssen durch ein Semikolon (";") voneinander getrennt werden.
# In der Agentenoption müssen die Pakete und Klassen ein Komma (",") voneinander getrennt werden.
#
# Im Folgenden sehen Sie ein Beispiel, das den Namen der Konfigurationsdatei nicht überschreibt:
#    -javaagent:objectgridRoot/lib/objectgrid.jar=include=includedPackage;exclude=excludedPackage;fieldAccessEntity=package1,package2
#
##############################

@Exclude
com.excludedPackage
com.excludedClass

@FieldAccessEntity
```

Leistungshinweis

Um eine bessere Leistung zu erzielen, geben Sie die Umsetzungsdomäne und die Entitätsdomäne mit Feldzugriff an.

Abfragewarteschlangen für Entitäten

Abfragewarteschlangen ermöglichen Anwendungen, eine durch Abfrage im serverseitigen oder lokalen eXtreme Scale über eine Entität qualifizierte Warteschlange zu erstellen. Entitäten aus dem Abfrageergebnis werden in dieser Warteschlange gespeichert. Derzeit werden Abfragewarteschlangen nur in Maps unterstützt, die die pessimistische Sperrstrategie verwenden.

Eine Abfragewarteschlange wird von mehreren Transaktionen und Clients gemeinsam genutzt. Wenn die Abfragewarteschlange leer ist, wird die Entitätenabfrage, die dieser Warteschlange zugeordnet ist, erneut ausgeführt, und die neuen Ergebnisse werden der Warteschlange hinzugefügt. Eine Abfragewarteschlange wird über die Entitätsabfragezeichenfolge und -parameter eindeutig identifiziert. Es gibt nur eine einzige Instanz jeder eindeutigen Abfragewarteschlange in einer ObjektGrid-Instanz. Weitere Informationen finden Sie in der API-Dokumentation zu EntityManager.

Beispiel für Abfragewarteschlange

Das folgende Beispiel veranschaulicht, wie eine Abfragewarteschlange verwendet werden kann.

```
/**
 * Nicht zugordnete Task vom Typ "Frage" abrufen
 */
private void getUnassignedQuestionTask() throws Exception {
    EntityManager em = og.getSession().getEntityManager();
    EntityTransaction tran = em.getTransaction();
```

```
    QueryQueue queue = em.createQueryQueue("SELECT t FROM Task t
    WHERE t.type=?1 AND t.status=?2", Task.class);
    queue.setParameter(1, new Integer(Task.TYPE_QUESTION));
    queue.setParameter(2, new Integer(Task.STATUS_UNASSIGNED));

    tran.begin();
    Task nextTask = (Task) queue.getNextEntity(10000);
    System.out.println("next task is " + nextTask);
    if (nextTask != null) {
        assignTask(em, nextTask);
    }
    tran.commit();
}
```

Der vorherige Beispielcode erstellt zunächst eine Abfragewarteschlange (QueryQueue) mit der Entitätsabfragezeichenfolge "SELECT t FROM Task t WHERE t.type=?1 AND t.status=?2". Anschließend setzt er die Parameter des QueryQueue-Objekts. Diese Abfragewarteschlange stellt alle "nicht zugeordneten" Tasks des Typs "Frage" dar. Das QueryQueue-Objekt ist dem Query-Objekt einer Entität sehr ähnlich.

Nach dem Erstellen des QueryQueue-Objekts wird eine Entitätstransaktion gestartet und die Methode "getNextEntity" aufgerufen, die die nächste verfügbare Entität mit einem definierten Zeitlimit von 10 Sekunden aufruft. Nachdem die Entität abgerufen wurde, wird sie in der Methode "assignTask" verarbeitet. Die Methode "assignTask" modifiziert die Task-Entitätsinstanz und ändert den Status in "zugeordnet"(assigned), woraufhin die Instanz aus der Warteschlange entfernt wird, weil sie dem Filter von QueryQueue nicht mehr entspricht. Nach der Zuordnung wird die Transaktion festgeschrieben.

Anhand dieses einfachen Beispiels lässt sich erkennen, dass eine Abfragewarteschlange einer Entitätsabfrage gleicht. Sie unterscheiden sich jedoch in folgender Hinsicht:

1. Entitäten in der Abfragewarteschlange können iterativ abgerufen werden. Die Benutzeranwendung legt die Anzahl der abzurufenden Entitäten fest. Wenn beispielsweise "QueryQueue.getNextEntity(timeout)" verwendet wird, wird nur eine einzige Entität abgerufen, wird "QueryQueue.getNextEntities(5, timeout)" verwendet, werden 5 Entitäten abgerufen. In einer verteilten Umgebung entscheidet die Anzahl der Entitäten direkt über die Anzahl der Bytes, die vom Server an den Client übertragen werden.
2. Beim Abruf einer Entität aus der Abfragewarteschlange wird eine U-Sperre für die Entität gesetzt, so dass keine anderen Transaktionen auf die Entität zugreifen können.

Entitäten in einer Schleife abrufen

Sie können Entitäten in einer Schleife abrufen. Im Folgenden sehen Sie ein Beispiel, das veranschaulicht, wie alle nicht zugeordneten Tasks vom Typ "Frage" abgerufen werden:

```
/**
 * Alle nicht zugeordneten Tasks vom Typ "Frage" abrufen
 */
private void getAllUnassignedQuestionTask() throws Exception {
    EntityManager em = og.getSession().getEntityManager();
    EntityTransaction tran = em.getTransaction();

    QueryQueue queue = em.createQueryQueue("SELECT t FROM Task t WHERE
   t.type=?1 AND t.status=?2", Task.class);
    queue.setParameter(1, new Integer(Task.TYPE_QUESTION));
```

```
    queue.setParameter(2, new Integer(Task.STATUS_UNASSIGNED));

    Task nextTask = null;

    do {
        tran.begin();
        nextTask = (Task) queue.getNextEntity(10000);
        if (nextTask != null) {
            System.out.println("next task is " + nextTask);
        }
        tran.commit();
    } while (nextTask != null);
}
```

Wenn es 10 nicht zugeordnete Tasks vom Typ "Frage" in der Entitäts-Map gibt, erwarten Sie wahrscheinlich, dass 10 Entitäten in der Konsole ausgegeben werden. Wenn Sie jedoch dieses Beispiel ausführen, werden Sie feststellen, dass das Programm entgegen Ihren Erwartungen nie beendet wird.

Wenn eine Abfragewarteschlange erstellt und die Methode "getNextEntity" aufgerufen wird, wird die Entitätsabfrage ausgeführt, die der Warteschlange zugeordnet ist, und die 10 Ergebnisse werden in die Warteschlange eingetragen. Beim Aufruf von "getNextEntity" wird der Warteschlange eine Entität entnommen. Nach der Ausführung von zehn getNextEntity-Aufrufen ist die Warteschlange leer. Die Entitätsabfrage wird automatisch erneut ausgeführt. Da diese 10 Entitäten immer noch vorhanden sind und den Filterkriterien der Abfragewarteschlange entsprechen, werden sie erneut in die Warteschlange eingetragen.

Wenn die folgende Zeile hinter der Anweisung "println()" hinzugefügt wird, werden nur 10 Entitäten ausgegeben:

```
em.remove(nextTask);
```

Informationen zur Verwendung von SessionHandle mit QueryQueue in einer containerbezogenen Verteilungsimplementierung finden Sie unter SessionHandle-Integration.

In allen Partitionen implementierte Abfragewarteschlangen

In einer verteilten eXtreme-Scale-Umgebung kann eine Abfragewarteschlange für eine einzige oder für alle Partitionen erstellt werden. Wenn eine Abfragewarteschlange für alle Partitionen erstellt wird, gibt es in jeder Partition eine einzige Instanz der Abfragewarteschlange.

Wenn ein Client versucht, die nächste Entität mit der Methode QueryQueue.getNextEntity oder QueryQueue.getNextEntities abzurufen, sendet der Client eine Anforderung an eine der Partitionen. Ein Client sendet so genannte Peek- und Pin-Anforderungen an den Server:

- Bei einer Peek-Anforderung sendet der Client eine Anforderung an eine einzige Partition, und der Server gibt das Ergebnis sofort zurück. Ist eine Entität in der Warteschlange vorhanden, sendet der Server eine Antwort mit der Entität, wenn nicht, sendet der Server eine Antwort ohne Entität. In beiden Fällen gibt der Server sofort ein Ergebnis zurück.
- Bei einer Pin-Anforderung sendet der Client eine Anforderung an eine einzige Partition, und der Server wartet, bis eine Entität verfügbar ist. Ist eine Entität in der Warteschlange enthalten, sendet der Server unverzüglich eine Antwort mit der Entität, wenn nicht, wartet der Server in der Warteschlange, bis eine Entität verfügbar ist oder bis das zulässige Anforderungszeitlimit abläuft.

Im Folgenden sehen Sie ein Beispiel, in dem veranschaulicht wird, wie eine Entität für eine Abfragewarteschlange abgerufen wird, die in allen Partitionen (n) implementiert ist:

1. Beim Aufruf einer Methode "QueryQueue.getNextEntity" oder "QueryQueue.getNextEntities" verwendet der Client wahlfrei eine Partitionsnummer zwischen 0 und n-1.
2. Der Client sendet eine Peek-Anforderung an die wahlfreie Partition.
   - Ist eine Entität verfügbar, wird die Methode "QueryQueue.getNextEntity" bzw. "QueryQueue.getNextEntities" durch Rückgabe der Entität beendet.
   - Ist keine Entität verfügbar und handelt es sich nicht um die letzte noch nicht besuchte Partition, sendet der Client eine Peek-Anforderung an die nächste Partition.
   - Ist keine Entität verfügbar und handelt es sich um die letzte noch nicht besuchte Partition, sendet der Client stattdessen eine Pin-Anforderung.
   - Wenn das zulässige Zeitlimit für die Pin-Anforderung an die letzte Partition abläuft und noch immer keine Daten verfügbar sind, unternimmt der Client einen letzten Versuch, indem er noch einmal nacheinander eine Peek-Anforderung an alle Partitionen sendet. Deshalb ist der Client in der Lage, eine mittlerweile in einer der früheren Partitionen verfügbare Entität abzurufen.

Unterstützung von Teilentitäten und keinen Entitäten

Im Folgenden wird die Methode zum Erstellen eines QueryQueue-Objekt im EntityManager veranschaulicht:

```
public QueryQueue createQueryQueue(String qlString, Class entityClass);
```

Das Ergebnis in der Abfragewarteschlange muss an das Objekt weitergegeben werden, das mit dem zweiten Parameter der Methode definiert ist, Class entityClass.

Wenn dieser Parameter angegeben ist, muss die Klasse denselben Entitätsnamen haben, der auch in der Abfragezeichenfolge enthalten ist. Dies ist hilfreich, wenn Sie eine Entität an eine Teilentität weitergeben möchten. Wird ein Nullwert als Entitätsklasse verwendet, wird das Ergebnis nicht weitergegeben. Der in der Map gespeicherte Wert hat das Entitätstupelformat.

Clientseitige Schlüsselkollision

In einer verteilten eXtreme-Scale-Umgebung werden Abfragewarteschlangen nur für eXtreme-Scale-Maps mit pessimistischem Sperrmodus unterstützt. Deshalb gibt es auf der Clientseite keinen nahen Cache. Ein Client kann jedoch Daten (Schlüssel und Wert) in einer Transaktions-Map verwalten. Dies könnte zu einer Schlüsselkollision führen, wenn eine vom Server abgerufene Entität denselben Schlüssel wie ein Eintrag verwendet, der bereits in der Transaktions-Map enthalten ist.

Bei einer Schlüsselkollision verwendet die Laufzeitumgebung des eXtreme-Scale-Clients die folgende Regel, um entweder eine Ausnahme auszulösen oder die Daten unbeaufsichtigt zu überschreiben.

1. Wenn der von der Kollision betroffene Schlüssel der Schlüssel der Entität ist, die in der Entitätenabfrage für die Abfragewarteschlange angegeben ist, wird eine Ausnahme ausgelöst. In diesem Fall wird die Transaktion rückgängige macht und eine U-Sperre für diesen Entitätsschlüssel auf Serverseite freigegeben.

2. Wenn der betroffene Schlüssel der Schlüssel der Entitätsassoziation ist, werden die Daten in der Transaktions-Map ohne Warnung überschrieben.

Die Schlüsselkollision kommt nur vor, wenn die Transaktions-Map Daten enthält. Anders ausgedrückt, es kommt nur dann zu einer Schlüsselkollision, wenn ein Aufruf der Methode "getNextEntity" oder "getNextEntities" in einer Transaktion vorgenommen wird, die bereits genutzt wurde (es wurden neue Daten eingefügt oder aktualisiert). Wenn eine Anwendung Schlüsselkollisionen vermeiden möchten, muss sie getNextEntity oder getNextEntities immer in einer noch nicht genutzten Transaktion aufrufen.

Clientfehler

Nachdem ein Client eine getNextEntity- oder getNextEntities-Anforderung an den Server gesendet hat, könnte einer der folgenden Fehler im Client auftreten:

1. Der Client sendet eine Anforderung an den Server und stürzt dann ab.
2. Der Client empfängt eine oder mehrere Entitäten vom Server und stürzt dann ab.

Im ersten Fall erkennt der Server, dass der Client nicht mehr verfügbar ist, wenn er versucht, die Antwort an den Client zurückzusenden. Im zweiten Fall wird eine X-Sperre für diese Entitäten gesetzt. Wenn der Client abstürzt, läuft irgendwann das Transaktionszeitlimit ab, und die X-Sperre wird freigegeben.

Abfrage mit der Klausel ORDER BY

Im Allgemeinen wird die Klausel ORDER BY von Abfragewarteschlangen nicht berücksichtigt. Wenn Sie getNextEntity oder getNextEntities über die Abfragewarteschlange aufrufen, besteht keine Garantie, dass die Entitäten in der richtigen Reihenfolge zurückgegeben werden. Der Grund hierfür ist, dass die Entitäten in den Partitionen nicht sortiert werden können. Wenn die Abfragewarteschlange in allen Partitionen implementiert ist und ein getNextEntity- oder getNextEntities-Abruf ausgeführt wird, wird eine Partition für die Verarbeitung der Anforderung zufällig ausgewählt. Deshalb ist die Reihenfolge nicht garantiert.

ORDER BY wird berücksichtigt, wenn eine Abfragewarteschlange nur in einer einzigen Partition implementiert ist.

Weitere Informationen finden Sie im Abschnitt „EntityManager-API "Query"“ auf Seite 108.

Ein Aufruf pro Transaktion

Jeder Aufruf von QueryQueue.getNextEntity oder QueryQueue.getNextEntities ruft übereinstimmende Entitäten aus einer wahlfreien Partition ab. Anwendungen müssen einen einzigen Aufruf von QueryQueue.getNextEntity oder QueryQueue.getNextEntities in einer Transaktion absetzen. Andernfalls könnte eXtreme Scale Entitäten aus mehreren Partitionen abrufen, was dazu führt, dass beim Festschreiben eine Ausnahme ausgelöst wird.

Schnittstelle "EntityTransaction"

Sie können die Schnittstelle "EntityTransaction" verwenden, um Transaktionen abzugrenzen.

Zweck

Zum Abgrenzen einer Transaktion können Sie die Schnittstelle "EntityTransaction" verwenden, die einer EntityManager-Instanz zugeordnet wird. Verwenden Sie die Methode "EntityManager.getTransaction", um die EntityTransaction-Instanz für den EntityManager abzurufen. Jede EntityManager- und jede EntityTransaction-Instanz wird dem Session-Objekt zugeordnet. Sie können Transaktionen über das Entity-Transaction-Objekt oder das Session-Objekt abgrenzen. Methoden in der Schnittstelle "EntityTransaction" haben keine geprüften Ausnahmen. Es können nur Laufzeitausnahmen des Typs "PersistenceException" oder zugehöriger Unterklassen ausgegeben werden.

Weitere Informationen zur Schnittstelle EntityTransaction finden Sie in der API-Dokumentationin der Beschreibung der Schnittstelle "EntityTransaction" in der API-Dokumentation.

Lernprogramm zum EntityManager: Übersicht

Das Lernprogramm zum EntityManager zeigt Ihnen, wie Sie WebSphere eXtreme Scale verwenden, um Auftragsinformationen auf einer Website zu speichern. Sie können eine einfache Java-SE-5-Anwendung erstellen, die eine speicherinterne lokale eXtreme-Scale-Implementierung verwendet. Die Entitäten verwenden Annotationen und allgemeine Features von Java SE 5.

Vorbereitende Schritte

Stellen Sie sicher, dass die folgenden Voraussetzungen erfüllt sind, bevor Sie mit diesem Lernprogramm beginnen:

- Sie müssen Java SE 5 haben.
- Die Datei `objectgrid.jar` muss in Ihrem Klassenpfad enthalten sein.

Entitäten und Objekte abrufen (API "Query")

WebSphere eXtreme Scale stellt eine flexible Abfragesteuerkomponente bereit, mit der Entitäten über die API "EntityManager" und Java-Objekte über die API "ObjectQuery" abgerufen werden können.

Abfragefunktionen von WebSphere eXtreme Scale

Mit der Abfragesteuerkomponente von eXtreme Scale können Sie unter Verwendung der Abfragesprache von eXtreme Scale Abfragen vom Typ SELECT für eine Entität oder ein objektbasiertes Schema durchführen.

Diese Abfragesprache hat die folgenden Leistungsmerkmale:

- Sie unterstützt Ergebnisse mit einem Wert und mit mehreren Werten.
- Sie stellt Aggregatfunktionen bereit.
- Sie unterstützt Sortierung und Gruppierung.
- Sie unterstützt Verknüpfungen (Joins).
- Sie unterstützt Bedingungsausdrücke mit Unterabfragen.
- Sie unterstützt benannte und positionsgebundene Parameter.
- Sie unterstützt die Verwendung von eXtreme-Scale-Indizes.
- Sie unterstützt die Pfadausdruckssyntax für die Objektnavigation.
- Sie unterstützt Seitenaufteilung.

Abfrageschnittstelle

Verwenden Sie die Abfrageschnittstelle, um die Ausführung von Entitätsabfragen zu steuern.

Verwenden Sie die Methode "EntityManager.createQuery(String)", um eine Abfrage zu erstellen. Sie können jede Abfrageinstanz mehrfach für die EntityManager-Instanz verwenden, in der sie abgerufen wurde.

Jedes Abfrageergebnis erzeugt eine Entität, deren Entitätsschlüssel die Zeilen-ID (vom Typ "long") und deren Entitätswert die Feldergebnisse der SELECT-Klausel ist. Sie können jedes Abfrageergebnis in nachfolgenden Abfragen verwenden.

Die folgenden Methoden sind in der Schnittstelle "com.ibm.websphere.objectgrid.em.Query" verfügbar.

public ObjectMap getResultMap()

Die Methode "getResultMap" führt eine SELECT-Abfrage durch und gibt die Ergebnisse in einem ObjectMap-Objekt in der in der Abfrage festgelegten Reihenfolge zurück. Das ObjectMap-Objekt ist nur für die aktuelle Transaktion gültig.

Der Map-Schlüssel ist die Ergebnisnummer (vom Typ "long"), beginnend bei 1. Der Map-Wert hat den Typ "com.ibm.websphere.projector.Tuple", wobei jedes Attribut und jede Assoziation nach der Ordinalposition in der SELECT-Klausel der Abfrage benannt wird. Verwenden Sie die Methode, um das EntityMetadata-Objekt für das Tuple-Objekt abzurufen, das in der Map gespeichert ist.

Die Methode "getResultMap" ist die schnellste Methode für das Abrufen von Abfrageergebnisdaten, wenn mehrere Ergebnisse verfügbar sein können. Sie können den Namen der Entität mit den Methoden "ObjectMap.getEntityMetadata()" und "EntityMetadata.getName()" abrufen.

Die folgende Abfrage gibt beispielsweise zwei Zeilen zurück:

```
String ql = SELECT e.name, e.id, d from Employee e join e.dept d WHERE d.number=5
 Query q = em.createQuery(ql);
 ObjectMap resultMap = q.getResultMap();
 long rowID = 1; // starts with index 1
 Tuple tResult = (Tuple) resultMap.get(new Long(rowID));
 while(tResult != null) {
     // Das erste Attribut ist der Name und hat den Attributnamen 1,
     // aber die Ordinalposition 0.
String name = (String)tResult.getAttribute(0);
     Integer id = (String)tResult.getAttribute(1);

     // Dept ist eine Assoziation mit dem Namen 3, aber der
     // Ordinalposition 0, da es sich um die erste Assoziation handelt.
// Die Assoziation ist immer eine 1:1-Beziehung, und deshalb
     // gibt es nur einen einzigen Schlüssel.
Tuple deptKey = tResult.getAssociation(0,0);
     ...
     ++rowID;
     tResult = (Tuple) resultMap.get(new Long(rowID));

 }
```

public Iterator getResultIterator

Die Methode "getResultIterator" führt eine SELECT-Abfrage durch und gibt die Abfrageergebnisse über einen Iterator zurück. Jedes Ergebnis ist entweder ein Objekt (bei einer Abfrage mit einem einzigen Wert) oder ein Objektbereich (für eine Abfrage mit mehreren Werten). Die Werte in "Object[]" werden in der Abfragereihenfolge gespeichert. Der Ergebnisiterator ist nur für die aktuelle Transaktion gültig.

Diese Methode ist die bevorzugte Methode für das Abrufen von Abfrageergebnissen im EntityManager-Kontext. Sie können die optionale Methode "setResultEntityName(String)" verwenden, um die ermittelte Entität zu benennen, so dass sie in weiteren Abfragen verwendet werden kann.

Die folgende Abfrage gibt beispielsweise zwei Zeilen zurück:

```
String ql = SELECT e.name, e.id, e.dept from Employee e WHERE e.dept.number=5
 Query q = em.createQuery(ql);
 Iterator results = q.getResultIterator();
 while(results.hasNext()) {
     Object[] curEmp = (Object[]) results.next();
     String name = (String) curEmp[0];
     Integer id = (Integer) curEmp[1];
     Dept d = (Dept) curEmp[2];
     ...
 }
```

public Iterator getResultIterator(Class resultType)

Die Methode "getResultIterator(Class resultType)" führt eine SELECT-Abfrage durch und gibt die Abfrageergebnisse über einen Entitätsiterator zurück. Der Entitätstyp wird mit dem Parameter "resultType" bestimmt. Der Ergebnisiterator ist nur für die aktuelle Transaktion gültig.

Verwenden Sie diese Methode, wenn Sie die EntityManager-APIs für den Zugriff auf die ermittelten Entitäten verwenden möchten.

Die folgende Abfrage gibt beispielsweise alle Mitarbeiter (Employees) und die Abteilung (Department), zu der sie gehören, für einen einzigen Unternehmensbereich (Division), sortiert nach Gehalt (Salary), zurück. Wenn Sie die fünf Mitarbeiter mit den höchsten Gehältern ausgeben und anschließend nur mit Mitarbeitern aus einer einzigen Abteilung in demselben Arbeitsbereich arbeiten möchten, verwenden Sie den folgenden Code:

```
String string_ql = "SELECT e.name, e.id, e.dept from Employee e WHERE
  e.dept.division='Manufacturing' ORDER BY e.salary DESC";
Query query1 = em.createQuery(string_ql);
query1.setResultEntityName("AllEmployees");
Iterator results1 = query1.getResultIterator(EmployeeResult.class);
int curEmployee = 0;
System.out.println("Highest paid employees");
while (results1.hasNext() && curEmployee++ < 5) {
 EmployeeResult curEmp = (EmployeeResult) results1.next();
 System.out.println(curEmp);
 // Mitarbeiter aus der Ergebnismenge entfernen
 em.remove(curEmp);
}

// Änderungen in einer Flush-Operation in die Ergebnismenge schreiben
em.flush();

// Abfrage für den lokalen Arbeitsbereich ohne die entfernten
// Mitarbeiter ausführen
String string_q2 = "SELECT e.name, e.id, e.dept from AllEmployees e
  WHERE e.dept.name='Hardware'";
Query query2 = em.createQuery(string_q2);
Iterator results2 = query2.getResultIterator(EmployeeResult.class);
System.out.println("Subset list of Employees");
while (results2.hasNext()) {
 EmployeeResult curEmp = (EmployeeResult) results2.next();
 System.out.println(curEmp);
}
```

public Object getSingleResult

Die Methode "getSingleResult" führt eine SELECT-Abfrage durch, die ein einziges Ergebnis zurückgibt.

Wenn in der SELECT-Klausel mehrere Felder definiert sind, ist das Ergebnis ein Objektbereich, in dem jedes Element auf der Ordinalposition in der SELECT-Klausel der Abfrage basiert.

```
String ql = SELECT e from Employee e WHERE e.id=100"
 Employee e = em.createQuery(ql).getSingleResult();

 String ql = SELECT e.name, e.dept from Employee e WHERE e.id=100"
 Object[] empData = em.createQuery(ql).getSingleResult();
 String empName= (String) empData[0];
 Department empDept = (Department) empData[1];
```

public Query setResultEntityName(String entityName)

Die Methode "setResultEntityName(String entityName)" gibt den Namen der Abfrageergebnisentität an.

Jedesmal, wenn die Methode "getResultIterator" oder "getResultMap" aufgerufen wird, wird dynamisch eine Entität mit einer ObjectMap erstellt, in der die Ergebnisse der Abfrage gespeichert werden. Wenn die Entität nicht angegeben oder null ist, werden der Entitäts- und ObjectMap-Name automatisch generiert.

Da alle Abfrageergebnisse für die Dauer einer Transaktion verfügbar sind, kann ein Abfragename innerhalb einer Transaktion nicht wiederverwendet werden.

public Query setPartition(int partitionId)

Diese Methode legt die Partition fest, an die die Abfrage weitergeleitet wird.

Diese Methode ist erforderlich, wenn die Maps in der Abfrage partitioniert sind und der EntityManager keine Affinität zu einer Stammentitätspartition mit einem einzelnen Schema hat.

Verwenden Sie die Schnittstelle "PartitionManager", um die Anzahl der Partitionen für die BackingMap einer bestimmten Entität festzulegen.

Die folgende Tabelle enthält Beschreibungen weiterer Methoden, die über die Abfrageschnittstelle verfügbar sind.

Tabelle 2. Weitere Methoden

Methode	Ergebnis
public Query setMaxResults(int maxResult)	Legt die maximale Anzahl abzurufender Ergebnisse fest.
public Query setFirstResult(int startPosition)	Legt die Position des ersten abzurufenden Ergebnisses fest.
public Query setParameter(String name, Object value)	Bindet ein Argument an einen benannten Parameter.
public Query setParameter(int position, Object value)	Bindet ein Argument an einen positionsgebundenen Parameter.
public Query setFlushMode(FlushModeType flushMode)	Legt den bei der Durchführung der Abfrage zu verwendenden Flush-Modustyp fest, der den im EntityManager festgelegten Flush-Modustyp überschreibt.

Elemente von eXtreme-Scale-Abfragen

Mit der Abfragesteuerkomponente von eXtreme Scale können Sie eine einzige Abfragesprache verwenden, um den eXtreme-Scale-Cache zu durchsuchen. Diese Abfragesprache kann Java-Objekte abfragen, die in ObjectMap-Objekten und Entity-Objekten gespeichert sind. Verwenden Sie die folgende Syntax, um eine Abfragezeichenfolge zu erstellen.

Eine eXtreme-Scale-Abfrage ist eine Zeichenfolge, die die folgenden Elemente enthält:

- eine SELECT-Klausel, die die zurückzugebenden Objekte oder Werte angibt,
- eine FROM-Klausel, die die Objektsammlungen benennt,
- eine optionale WHERE-Klausel, die Suchprädikate für die Sammlungen enthält,
- eine optionale GROUP-BY- oder HAVING-Klausel (weitere Informationen hierzu finden Sie in der Beschreibung der Aggregationsfunktionen für eXtreme-Scale-Abfragen),
- eine optionale ORDER-BY-Klausel, die die Sortierung der Ergebnissammlung angibt.

Sammlungen von eXtreme-Scale-Objekten werden in Abfragen anhand ihres in der FROM-Klausel der Abfrage angegebenen Namens identifiziert.

Die Elemente der Abfragesprache werden ausführlicher in den folgenden Referenzinformationen beschrieben:

- „Backus-Naur-Form für ObjectGrid-Abfragen” auf Seite 121
- „Referenzinformationen zu eXtreme-Scale-Abfragen” auf Seite 112

In den folgenden Informationen werden die Mittel zur Verwendung der API "Query" beschrieben:

- „EntityManager-API "Query"” auf Seite 108
- „API "ObjectQuery" verwenden” auf Seite 103

Daten in mehreren Zeitzonen abfragen

In einem verteilten Szenario werden Abfragen auf Servern ausgeführt. Wenn Daten mit Prädikaten des Typs "calendar", "java.util.Date" und "timestamp" abgefragt werden, basiert der in einer Abfrage angegebene Datums-/Zeitwert auf der lokalen Zeitzone des Servers.

In einem System mit einer einzigen Zeitzone, in dem alle Clients und Server in derselben Zeitzone ausgeführt werden, müssen Sie Probleme, die mit Prädikattypen mit "calendar", "java.util.Date" und "timestamp" in Zusammenhang stehen, nicht berücksichtigen. Wenn sich Clients und Server jedoch in unterschiedlichen Zeitzonen befinden, basiert der in Abfragen angegebene Datums-/Zeitwert jedoch auf der Zeitzone des Servers und unerwünschte Daten an den Client zurückgeben. Ohne die Zeitzone des Servers zu kennen, ist der angegebene Datums-/Zeitwert bedeutungslos. Deshalb muss im angegebenen Datums-/Zeitwert die Zeitzonendifferenz zwischen der Zielzeitzone und der Serverzeitzone berücksichtigt werden.

Zeitzonendifferenz

Angenommen, ein Client befindet sich in der Zeitzone [GMT-0] und der Server in der Zeitzone [GMT-6]. Die Serverzeitzone liegt 6 Stunden hinter dem Client zurück. Der Client möchte die folgende Abfrage ausführen:

```
SELECT e FROM Employee e WHERE e.birthDate='1999-12-31 06:00:00'
```

Angenommen, die Entität "Employee" (Mitarbeiter) hat ein Attribut "birthDate" (Geburtstag) evom Typ java.util.Date. Der Client befindet sich in der Zeitzone [GMT-0] und möchte Mitarbeiter mit dem Geburtstag '1999-12-31 06:00:00 [GMT-0]' basierend auf seiner Zeitzone abrufen.

Die Abfrage wird auf dem Server ausgeführt und der von der Abfrage-Engine verwendete birthDate-Wert ist '1999-12-31 06:00:00 [GMT-6]', der '1999-12-31 12:00:00 [GMT-0]' entspricht. Es werden Mitarbeiter mit dem Geburtstag '1999-12-31 12:00:00 [GMT-0]' an den Client zurückgegeben. Damit erhält der Client nicht die gewünschten Mitarbeiter mit dem Geburtstag '1999-12-31 06:00:00 [GMT-0]'.

Das beschriebene Problem ist auf die Zeitzonendifferenz zwischen Client und Server zurückzuführen. Eine Möglichkeit zur Behebung dieses Problems ist die Berechnung der Zeitzonendifferenz zwischen Client und Server und das Anwenden der Zeitzonendifferenz auf den Zielwert (Datum/Uhrzeit) in der Abfrage. Im vorherigen Beispiel beträgt die Zeitzonendifferenz -6 Stunden, und das angepasste birthDate-Prädikat muss "birthDate='1999-12-31 00:00:00'" sein, wenn der Client Mitarbeiter mit dem Geburtstag '12-31 06:00:00 [GMT-0]' abrufen möchte. Mit dem angepassten birthDate-Wert verwendet der Server '1999-12-31 00:00:00 [GMT-6]', was dem Zielwert '12-31 06:00:00 [GMT-0]' entspricht, und die erforderlichen Mitarbeiter werden an den Client zurückgegeben.

Verteilte Implementierung in mehreren Zeitzonen

Wenn das verteilte eXtreme-Scale-Grid in mehreren ObjectGrid-Servern in verschiedenen Zeitzonen implementiert wird, funktioniert die Methode mit der Anpassung der Zeitzonendifferenz nicht, weil der Client nicht weiß, welcher Server die Abfrage ausführt, und somit die zu verwendende Zeitzonendifferenz nicht bestimmen kann. Die einzige Lösung ist die Verwendung des Suffix "Z" (Groß-/Kleinschreibung muss nicht beachtet werden) im JDBC-Escape-Format für Datum/Uhrzeit, mit dem angezeigt wird, dass der auf der Zeitzone GMT basierende Datums-/Zeitwert verwendet werden soll. Wenn das Suffix "Z" nicht verwendet wird, wird der auf der lokalen Zeitzone basierende Datums-/Zeitwert in dem Prozess verwendet, der die Abfrage ausführt.

Die folgende Abfrage entspricht dem vorherigen Beispiel, verwendet aber stattdessen das Suffix "Z":

```
SELECT e FROM Employee e WHERE e.birthDate='1999-12-31 06:00:00Z'
```

Die Abfrage sollte Mitarbeiter mit dem birthDate-Wert "1999-12-31 06:00:00" finden. Das Suffix "Z" zeigt an, dass der angegebene birthDate-Wert auf der Zeitzone GMT basiert, und deshalb wird der auf der Zeitzone GMT basierende birthDate-Wert "1999-12-31 06:00:00 [GMT-0]" von der Abfrage-Engine als Abgleichungskriterium verwendet. Mitarbeiter mit einem birthDate-Attribut, das diesem GMT-basierten birthDate-Wert "1999-12-31 06:00:00 [GMT-0]" entsprechen, werden in das Abfrageergebnis eingeschlossen. Die Verwendung des Suffix "Z" im JDBC-Escape-Format für Datum/Uhrzeit in einer Abfrage ist ein entscheidender Faktor für die Zeitzonensicherheit von Anwendungen. Wenn diese Methode nicht angewendet wird, basiert der Datums-/Zeitwert auf der Zeitzone des Servers und ist damit aus Clientsicht bedeutungslos, wenn sich Clients und Server in unterschiedlichen Zeitzonen befinden.

Weitere Informationen finden Sie im Abschnitt zum Einfügen von Daten für verschiedene Zeitzonen in der *Produktübersicht*.

Daten für verschiedene Zeitzonen einfügen

Wenn Sie Daten mit calender-, java.util.Date- und timestamp-Attributen in ein ObjectGrid einfügen, müssen Sie sicherstellen, dass diese Datums-/Zeitattribute auf der Basis derselben Zeitzone erstellt werden, insbesondere wenn sie in mehreren Servern in verschiedenen Zeitzonen implementiert werden. Durch die Verwendung von Datums-/Zeitobjekten, die auf derselben Zeitzone basieren, können Sie sicherstellen, dass die Anwendung zeitzonensicher ist und Daten mit Hilfe von calendar-, java.util.Date- und timestamp-Prädikaten abgefragt werden können.

Ohne explizite Angabe einer Zeitzone beim Erstellen von Datums-Zeitobjekten verwendet Java die lokale Zeitzone, was zu inkonsistenten Datums-/Zeitwerten in Clients und Servern führen kann.

Stellen Sie sich beispielsweise eine verteilte Implementierung vor, in der sich client1 in der Zeitzone [GMT-0] und client2 in der Zeitzone [GMT-6] befindet und beide Clients ein java.util.Date-Objekt mit dem Wert '1999-12-31 06:00:00' erstellen möchten. client1 erstellt das java.util.Date-Objekt mit dem Wert '1999-12-31 06:00:00 [GMT-0]' und client2 das java.util.Date-Objekt mit dem Wert '1999-12-31 06:00:00 [GMT-6]'. Die beiden java.util.Date-Objekte sind nicht gleich, weil die Zeitzonen verschieden sind. Ein ähnliches Problem tritt auf, wenn Daten vorab in Partitionen geladen werden, die sich in Servern in unterschiedlichen Zeitzonen befinden, wenn die lokale Zeitzone zum Erstellen von Datums-Zeitobjekten verwendet wird.

Zur Vermeidung des beschriebenen Problems kann die Anwendung eine Zeitzone wie [GMT-0] als Basiszeitzone für die Erstellung von calendar-, java.util.Date- und timestamp-Objekten auswählen.

Weitere Informationen finden Sie im Abschnitt zum Abfragen von Daten in mehreren Zeitzonen im *Programmierhandbuch*.

API "ObjectQuery" verwenden

Die API "ObjectQuery" stellt Methoden für die Abfrage von Daten im ObjectGrid bereit, die mit der API "ObjectMap" gespeichert wurden. Wenn ein Schema in der ObjectGrid-Instanz definiert ist, kann die API "ObjectQuery" verwendet werden, um Abfragen für die heterogenen Objekte, die in den ObjectMaps gespeichert sind, zu erstellen und auszuführen.

Abfrage und ObjectMaps

Sie können eine erweiterte Abfragefunktion für Objekte verwenden, die mit der API "ObjectMap" gespeichert wurden. Diese Abfragen unterstützen den Abruf von Objekten über Attribute ohne Schlüsselfunktion und führen einfache Aggregationen wie sum, avg, min und max für alle Daten aus, die einer Abfrage entsprechen. Anwendungen können eine Abfrage mit der Methode "Session.createObjectQuery" erstellen. Diese Methode gibt ein ObjectQuery-Objekt zurück, das anschließend abgefragt werden kann, um die Abfrageergebnisse zu erhalten. Das Query-Objekt lässt auch die Anpassung der Abfrage zu, bevor die Abfrage ausgeführt wird. Die Abfrage wird automatisch ausgeführt, wenn eine Methode aufgerufen wird, die das Ergebnis zurückgibt.

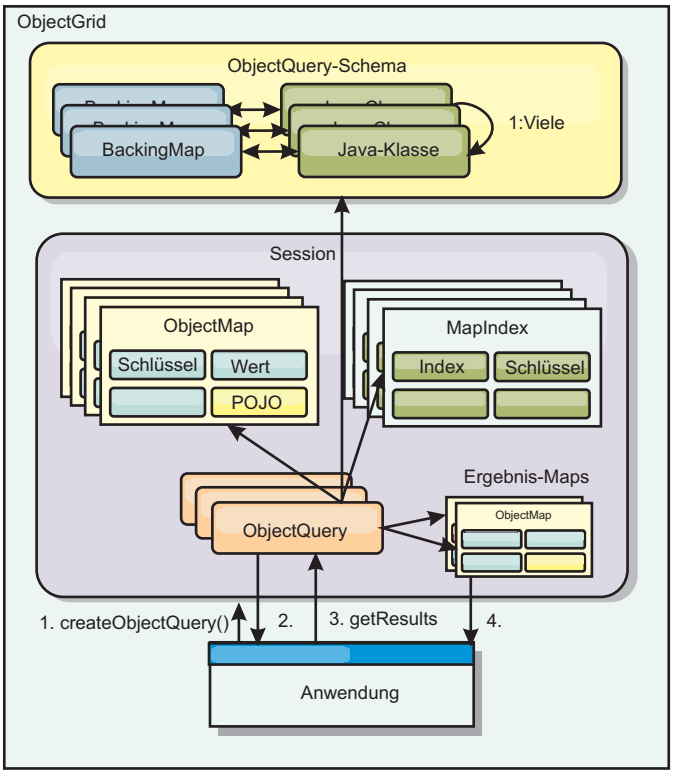


Abbildung 1. Interaktion der Abfrage mit den ObjectGrid-ObjectMaps, Definition eines Schemas für Klassen und Zuordnung des Schemas zu einer ObjectGrid-Map

ObjectMap-Schema definieren

ObjectMaps werden zum Speichern von Objekten in verschiedenen Formen verwendet und kennen das Format im Großen und Ganzen nicht. Es muss ein Schema im ObjectGrid definiert werden, das das Format der Daten definiert. Ein Schema setzt sich aus den folgenden Teilen zusammen:

- dem Typ des in der ObjectMap gespeicherten Objekts,
- den Beziehungen zwischen ObjectMaps,
- der Methode, für die jede Abfrage auf die Datenattribute in den Objekten zugreifen muss (Feld- oder Eigenschaftsmethoden),
- dem Namen des Primärschlüsselattributs im Objekt.

Einzelheiten hierzu finden Sie im Abschnitt ObjectQuery-Schema konfigurieren.

Ein Beispiel für das Erstellen eines Schemas über das Programm oder mit der ObjectGrid-XML-Deskriptordatei finden Sie im Lernprogramm zu ObjectQuery in der *Produktübersicht*.

Objekte mit der API "ObjectQuery" abfragen

Die Schnittstelle "ObjectQuery" unterstützt die Abfrage von Objekten, die keine Entitäten sind, d. h. heterogenen Objekten, die direkt in den ObjectGrid-ObjectMaps gespeichert werden. Die API "ObjectQuery" ist eine einfache Methode für die direkte Suche von ObjectMap-Objekten über die Schlüsselwort- und Indexmechanismen.

Es gibt zwei Methoden für das Abrufen von Ergebnissen aus einer ObjectQuery: getResultIterator und getResultMap.

Abfrageergebnisse mit getResultIterator abrufen

Abfrageergebnisse sind im Wesentlichen eine Liste mit Attributen. Angenommen, die Abfrage lautet "select a,b,c from X where y=z". Diese Abfrage gibt eine Liste mit Zeilen zurück, zu denen a, b und c gehören. Diese Liste ist eigentlich in einer transaktionsbezogenen Map gespeichert, d. h., Sie müssen jeder Zeile einen künstlichen Schlüssel zuordnen und einen Integer-Wert verwenden, der sich mit jeder Zeile erhöht. Diese Map wird mit der Methode "ObjectQuery.getResultMap()" abgerufen. Sie können auf die Elemente jeder Zeile mit Code wie dem folgenden zugreifen:

```
ObjectQuery q = session.createQuery(
    "select c.id, c.firstName, c.surname from Customer c where c.surname=?1");

  q.setParameter(1, "Claus");

  Iterator iter = q.getResultIterator();
    while(iter.hasNext())
  {
    Object[] row = (Object[])iter.next();
    System.out.println("Found a Claus with id "
      + row[objectgrid: 0 ] + ", firstName: "
      + row[objectgrid: 1 ] + ", surname: "
      + row[objectgrid: 2 ]);
  }
```

Abfrageergebnisse mit getResultMap abrufen

Abfrageergebnisse können auch direkte über die Ergebnis-Map abgerufen werden. Das folgende Beispiel zeigt eine Abfrage, die bestimmte Komponenten der übereinstimmenden Customer-Objekte abruft, und veranschaulicht, wie auf die Ergebniszeilen zugegriffen wird. Wenn Sie das ObjectQuery-Objekt für den Zugriff auf die Daten verwenden, müssen Sie beachten, dass die generierte lange Zeilenkennung verborgen bleibt. Die lange Zeilenkennung ist nur sichtbar, wenn Sie die ObjectMap für den Zugriff auf das Ergebnis verwenden.

Nach Abschluss der Transaktion ist auch diese Map nicht mehr vorhanden. Die Map ist außerdem nur für die verwendete Sitzung sichtbar, d. h. normalerweise nur für den Thread, der sie erstellt hat. Die Map verwendet einen Schlüssel vom Typ "long", der die Zeilen-ID darstellt. Die in der Map gespeicherten Werte haben den Typ "Object" oder "Object[]", wobei jedes Element dem Typ des Elements in der Klausel SELECT der Abfrage entspricht.

```
ObjectQuery q = em.createQuery(
      "select c.id, c.firstName, c.surname from Customer c where c.surname=?1");
  q.setParameter(1, "Claus");
  ObjectMap qmap = q.getResultMap();
  for(long rowId = 0; true; ++rowId)
  {
    Object[] row = (Object[]) qmap.get(new Long(rowId));
    if(row == null) break;
    System.out.println(" I Found a Claus with id " + row[0]
      + ", firstName: " + row[1]
      + ", surname: " + row[2]);
  }
```

Beispiele zur Verwendung von ObjectQuery finden Sie im Lernprogramm zur API "ObjectQuery" in der *Produktübersicht*.

ObjectQuery-Schema konfigurieren

ObjectQuery stützt sich bei der Durchführung der Semantikprüfung und der Auswertung von Pfadausdrücken auf Schema- bzw. Forminformationen. In diesem Abschnitt wird beschrieben, wie das Schema in XML oder über das Programm definiert werden kann.

Schema definieren

Das ObjectMap-Schema wird in der ObjectGrid-XML-Implementierungsdeskriptordatei oder über das Programm mit Hilfe der herkömmlichen eXtreme-Scale-Konfigurationstechniken definiert. Ein Beispiel zum Erstellen eines Schemas finden Sie im Abschnitt „ObjectQuery-Schema konfigurieren".

Die Schemainformationen beschreiben POJOs (Plain Old Java Objects): aus welchen Attributen sie sich zusammensetzen und welche Typen von Attributen vorhanden sein können, ob die Attribute Primärschlüsselfelder, Beziehungen mit einem einzigen oder mehreren Werten oder bidirektionale Beziehungen sind. Die Schemainformationen weisen ObjectQuery an, Feldzugriff oder Eigenschaftszugriff zu verwenden.

Abfragbare Attribute

Wenn das Schema im ObjectGrid definiert ist, werden die Objekte im Schema durch Reflexion überwacht, um festzustellen, welche Attribute abgefragt werden können. Sie können die folgenden Attributtypen abfragen:

- primitive Java-Typen, einschließlich Wrappern
- java.lang.String
- java.math.BigInteger
- java.math.BigDecimal
- java.util.Date
- java.sql.Date
- java.sql.Time
- java.sql.Timestamp
- java.util.Calendar
- byte[]
- java.lang.Byte[]
- char[]
- java.lang.Character[]
- J2SE enum

Es können auch andere integrierte serialisierbare Typen als die zuvor genannten in ein Abfrageergebnis, aber nicht in die WHERE- oder FROM-Klausel der Abfrage eingeschlossen werden. Eine Navigation für serialisierbare Attribute ist nicht möglich.

Attributtypen können aus dem Schema ausgeschlossen werden, wenn das Feld bzw. die Eigenschaft statisch oder das Feld transient ist. Da alle Map-Objekte serialisierbar sein müssen, enthält das ObjectGrid nur Attribute aus dem Objekt, die als persistent definiert werden können. Andere Objekte werden ignoriert.

Feldattribute

Wenn das Schema für den Zugriff auf das Objekt über Felder konfiguriert ist, werden alle serialisierbaren, nicht transienten Felder automatisch in das Schema integriert. Zum Auswählen eines Feldattributs in einer Abfrage verwenden Sie den Feldkennzeichnungsnamen aus der Klassendefinition.

Alle öffentlichen, privaten, geschützten und paketgeschützten Felder werden in das Schema eingeschlossen.

Eigenschaftsattribute

Wenn das Schema für den Zugriff auf das Objekt über Eigenschaften konfiguriert ist, werden alle serialisierbaren Methoden, die den Namenskonventionen für JavaBeans-Eigenschaften entsprechen, automatisch in das Schema eingeschlossen. Zum Auswählen eines Eigenschaftsattributs für die Abfrage verwenden Sie die Namenskonventionen für JavaBeans-Eigenschaften.

Alle öffentlichen, privaten, geschützten und paketgeschützten Eigenschaften werden in das Schema eingeschlossen.

Im folgenden Beispiel werden einer Klasse die folgenden Attribute zum Schema hinzugefügt: name, birthday, valid.

```
public class Person {
  public String getName(){}
  private java.util.Date getBirthday(){}
  boolean isValid(){}
  public NonSerializableObject getData(){}
}
```

Wenn Sie den Kopiermodus "COPY_ON_WRITE" verwenden, muss das Schema immer den eigenschaftsbasierten Zugriff verwenden. COPY_ON_WRITE erstellt Proxy-Objekte, wenn Objekte aus der Map abgerufen werden, und der Zugriff auf diese Objekte ist nur mit Eigenschaftsmethoden möglich. Erfolgt der Zugriff auf andere Weise wird jedes Abfrageergebnis auf null gesetzt.

Beziehungen

Jede Beziehung muss in der Schemakonfiguration explizit definiert werden. Die Kardinalität der Beziehung wird automatisch über den Typ des Attributs bestimmt. Wenn das Attribut die Schnittstelle "java.util.Collection" implementiert, ist die Beziehung entweder eine Eins-zu-viele- oder eine Viele-zu-viele-Beziehung.

Anders als Entitätsabfragen dürfen Attribute, die auf andere zwischengespeicherte Objekte verweisen, keine direkten Referenzen auf das Objekt enthalten. Referenzen auf andere Objekte werden als Teil Daten des übergeordneten Objekts serialisiert. Stattdessen muss der Schlüssel im zugehörigen Objekt gespeichert werden.

Beispiel mit einer Viele-zu-eins-Beziehung zwischen einem Kunden (Customer) und einem Auftrag (Order):

Falsch.
Es wird eine Objektreferenzreferenz gespeichert.

```
public class Customer {
  String customerId;
  Collection<Order> orders;
}
```

```
public class Order {
  String orderId;
  Customer customer;
}
```

Richtig. Der Schlüssel wird im zugehörigen Objekt gespeichert.

```
public class Customer {
  String customerId;
  Collection<String> orders;
}

public class Order {
  String orderId;
  String customer;
}
```

Wenn eine Abfrage ausgeführt wird, die zwei Map-Objekte miteinander verknüpft, wird der Schlüssel automatisch dekomprimiert. Die folgende Abfrage gibt beispielsweise Customer-Objekte zurück:

```
SELECT c FROM Order o JOIN Customer c WHERE orderId=5
```

Indizes verwenden

ObjectGrid verwendet Index-Plug-ins, um Maps Indizes hinzuzufügen. Die Abfragesteuerkomponente integriert automatisch alle Indizes, die in einem Schema-Map-Element des Typs "com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.index.HashIndex" definiert sind, wenn die Eigenschaft "rangeIndex" auf "true" gesetzt ist. Wenn der Indextyp nicht "HashIndex" ist und die Eigenschaft "rangeIndex" nicht auf "true" gesetzt ist, wird der Index von der Abfrage ignoriert. Ein Beispiel für das Hinzufügen eines Index zum Schema finden Sie im Lernprogramm zu ObjectQueryLernprogramm zu ObjectQuery in der *Produktübersicht*.

EntityManager-API "Query"

Die API "EntityManager" stellt Methoden für die Abfrage von Daten im ObjectGrid bereit, die mit der API "EntityManager" gespeichert wurden. Die API "EntityManager Query" wird verwendet, um Abfragen über eine oder mehrere in eXtreme Scale definierte Entitäten zu erstellen und auszuführen.

Abfragen und ObjectMaps für Entitäten

In WebSphere Extended Deployment Version 6.1 wurden erweiterte Abfragefunktionen für Entitäten eingeführt, die in eXtreme Scale gespeichert sind. Mit Hilfe dieser Abfragen können Objekte über Attribute ohne Schlüsselfunktion abgerufen werden und einfache Spaltenberechnungen wie Summe, Durchschnitt, Minimum und Maximum für alle Daten, die einer Abfrage entsprechen, durchgeführt werden. Anwendungen erstellen eine Abfrage über die API "EntityManager.createQuery". Diese Abfrage gibt ein Query-Objekt zurück, das dann abgefragt werden kann, um die Abfrageergebnisse zu erhalten. Das Query-Objekt lässt auch die Anpassung der Abfrage zu, bevor die Abfrage ausgeführt wird. Die Abfrage wird automatisch ausgeführt, wenn eine Methode aufgerufen wird, die das Ergebnis zurückgibt.

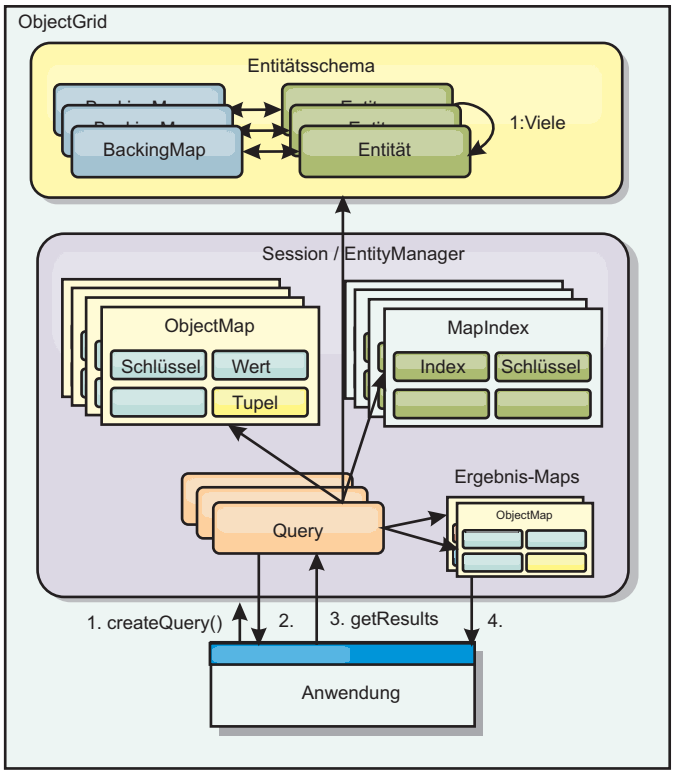


Abbildung 2. Interaktion der Abfrage mit den ObjectGrid-Objekt-Maps, Definition und Zuordnung des Entitätsschemas zu einer ObjectGrid-Map

Abfrageergebnisse mit der Methode "getResultIterator" abrufen

Abfrageergebnisse sind eine Liste mit Attributen. Wenn die Abfrage "select a,b,c from X where y=z" lautet, wird eine Liste mit Zeilen zurückgegeben, die a, b und c enthalten. Diese Liste wird in einer transaktionsbezogenen Map gespeichert, d. h., Sie müssen jeder Zeile einen künstlichen Schlüssel zuordnen und eine ganze Zahl verwenden, die mit jeder Zeile um eins steigt. Diese Map wird mit der Methode "Query.getResultMap" abgerufen. Die Map enthält Entitätsmetadaten, die jede Zeile in der zugehörigen Map beschreiben. Sie können auf die Elemente jeder Zeile mit Code wie dem folgenden zugreifen:

```
Query q = em.createQuery("select c.id, c.firstName, c.surname from Customer c where c.surname=?1");

  q.setParameter(1, "Claus");

  Iterator iter = q.getResultIterator();
    while(iter.hasNext())
  {
    Object[] row = (Object[])iter.next();
    System.out.println("Found a Claus with id "  + row[objectgrid: 0 ]
      + ", firstName: " + row[objectgrid: 1 ]
      + ", surname: " + row[objectgrid: 2 ]);
  }
```

Abfrageergebnisse mit "getResultMap" abrufen

Der folgende Code veranschaulicht, wie bestimmte Teile der übereinstimmenden Customer-Objekte abgerufen und auf die zurückgegebenen Zeilen zugegriffen wird. Wenn Sie das Query-Objekt für den Zugriff auf die Daten verwenden, wird die generierte Zeilenkennung vom Typ "long" verdeckt. Die Zeilenkennung vom Typ "long" ist nur sichtbar, wenn Sie die ObjectMap für den Zugriff auf das Ergebnis verwenden. Nach Abschluss der Transaktion wird diese Map entfernt. Die Map ist nur für die verwendete Sitzung sichtbar, d. h. normalerweise nur für den

Thread, der sie erstellt hat. Die Map verwendet für den Schlüssel ein Tupel mit einem einzigen Attribut vom Typ "long" mit der Zeilen-ID. Der Wert ist ein weiteres Tupel mit einem Attribut für jede Spalte in der Ergebnismenge.

Der folgende Mustercode veranschaulicht dies:

```
Query q = em.createQuery("select c.id, c.firstName, c.surname from
Customer c where c.surname=?1");
q.setParameter(1, "Claus");
ObjectMap qmap = q.getResultMap();
Tuple keyTuple = qmap.getEntityMetadata().getKeyMetadata().createTuple();
for(long i = 0; true; ++i)
{
  keyTuple.setAttribute(0, new Long(i));
  Tuple row = (Tuple)qmap.get(keyTuple);
  if(row == null) break;
  System.out.println(" I Found a Claus with id "  + row.getAttribute(0)
    + ", firstName: " + row.getAttribute(1)
    + ", surname: " + row.getAttribute(2));
}
```

Abfrageergebnisse mit einem Entitätsergebnisiterator abrufen

Der folgende Code veranschaulicht die Abfrage und die Schleife, mit denen die einzelnen Ergebniszeilen über die herkömmlichen Map-APIs abgerufen werden. Der Schlüssel für die Map ist ein Tupel. Sie müssen also einen der richtigen Typen mit dem Ergebnis der Methode "createTuple" in "keyTuple" erstellen. Versuchen Sie, alle Zeilen mit Zeile-IDs ab 0 aufwärts abzurufen. Wenn die Abfrage null zurückgibt (d. h., der Schlüssel wurde nicht gefunden), wird die Schleife beendet. Sie definieren, dass das erste Attribut von keyTuple der Wert vom Typ "long" ist, den Sie suchen möchten. Der von der get-Methode zurückgegebene Wert ist ebenfalls ein Tupel mit einem Attribut für jede Spalte im Abfrageergebnis. Anschließend extrahieren Sie mit getAttribute jedes Attribut aus dem Werttupel.

Sehen Sie sich das nächste Codefragement an:

```
Query q2 = em.createQuery("select c.id, c.firstName, c.surname from Customer c where c.surname=?1");
q2.setResultEntityName("CustomerQueryResult");
q2.setParameter(1, "Claus");

Iterator iter2 = q2.getResultIterator(CustomerQueryResult.class);
while(iter2.hasNext())
{
  CustomerQueryResult row = (CustomerQueryResult)iter2.next();
  // firstName is the id not the firstName.
  System.out.println("Found a Claus with id " + row.id
    + ", firstName: " + row.firstName
    + ", surname: " + row.surname);
}

em.getTransaction().commit();
```

In der Abfrage ist ein ResultEntityName-Wert angegeben. Dieser Wert teilt der Abfragesteuerkomponente mit, dass Sie jede Zeile einem bestimmten Objekt zuordnen möchten, in diesem Fall CustomerQueryResult. Im Folgenden sehen Sie die Klasse:

```
@Entity
public class CustomerQueryResult {
 @Id long rowId;
 String id;
 String firstName;
 String surname;
};
```

Im ersten Snippet wird jede Abfragezeile als CustomerQueryResult-Objekt und nicht als Object[] zurückgegeben. Die Ergebnisspalten der Abfrage werden dem CustomerQueryResult-Objekt zugeordnet. Die Projektion des Ergebnisses ist zur

Laufzeit geringfügig langsamer, aber lesbarer. Abfrageergebnisentitäten sollten beim Start nicht bei eXtreme Scale registriert werden. Wenn die Entitäten registriert werden, wird eine globale Map desselben Namens erstellt, und die Abfrage scheitert mit einem Fehler, der auf den doppelt vorhandenen Map-Namen hinweist.

Beispielabfragen mit EntityManager

Mit WebSphere eXtreme Scale wird die EntityManager-API "Query" bereitgestellt.

Die EntityManager-API "Query" ist der SQL anderer Abfragesteuerkomponenten, die Abfragen über Objekte ausführen, sehr ähnlich. Es wird eine Abfrage definiert, und anschließend wird das Ergebnis über verschiedene getResult-Methoden aus der Abfrage abgerufen.

Die folgenden Beispiele beziehen sich auf die Entitäten, die im Lernprogramm zu EntityManager in der "Produktübersicht" verwendet werden.

Einfache Abfrage ausführen

In diesem Beispiel werden Kunden (Customer) mit dem Nachnamen "Claus" abgefragt:

```
em.getTransaction().begin();

  Query q = em.createQuery("select c from Customer c where c.surname='Claus'");

  Iterator iter = q.getResultIterator();
    while(iter.hasNext())
  {
    Customer c = (Customer)iter.next();
    System.out.println("Found a claus with id " + c.id);
  }

  em.getTransaction().commit();
```

Parameter verwenden

Da Sie alle Kunden mit dem Nachnamen Claus suchen möchten, wird ein Parameter zur Angabe des Nachnamens (surname) verwendet, weil Sie diese Abfrage möglicherweise mehrfach verwenden möchten.

Beispiel für positionsgebundene Parameter

```
Query q = em.createQuery("select c from Customer c where c.surname=?1");
  q.setParameter(1, "Claus");
```

Die Verwendung von Parametern ist sehr wichtig, wenn die Abfrage mehrfach verwendet wird. EntityManager muss die Abfragezeichenfolge syntaktisch analysieren und einen Plan für die Abfrage erstellen, was kostenintensiv ist. Wenn Sie einen Parameter verwenden, stellt EntityManager den Plan für die Abfrage in den Cache, wodurch sich die Ausführungsdauer der Abfrage verkürzt.

Es werden sowohl positionsgebundene als auch benannte Parameter verwendet.

Beispiel für benannte Parameter

```
Query q = em.createQuery("select c from Customer c where c.surname=:name");
  q.setParameter("name", "Claus");
```

Index für die Verbesserung der Leistung verwenden

Wenn es Millionen von Kunden gibt, muss die vorherige Abfrage alle Zeilen in der Map "Customer" durchsuchen. Dies ist nicht sehr effizient. eXtreme Scale stellt jedoch einen Mechanismus für die Definition von Indizes für einzelne Attribute in einer Entität bereit. Die Abfrage verwendet diesen Index gegebenenfalls automatisch, was Anfragen erheblich beschleunigen kann.

Sie können ohne viel Aufwand angeben, welche Attribute indexiert werden sollen, indem Sie einfach die Annotation "@Index" im Entitätsattribut verwenden:

```
@Entity
public class Customer
{
  @Id String id;
  String firstName;
  @Index String surname;
  String address;
  String phoneNumber;
}
```

EntityManager erstellt einen entsprechenden ObjectGrid-Index für das Attribut "surname" in der Entität "Customer", und die Abfragesteuerkomponente verwendet den Index automatisch, was die Abfragezeit erheblich verringert.

Seitenaufteilung zur Verbesserung der Leistung verwenden

Wenn es eine Million von Kunden mit dem Namen Claus gibt, wollen Sie wahrscheinlich keine Seite anzeigen, auf der eine Million Kunden angezeigt werden. Wahrscheinlich finden Sie eine Anzeige von jeweils 10 bis 25 Kunden sehr viel angemessener.

Die Abfragemethoden "setFirstResult" und "setMaxResults" helfen hierbei, weil sie nur einen Teil der Ergebnisse zurückgeben.

Beispiel für Seitenaufteilung

```
Query q = em.createQuery("select c from Customer c where c.surname=:name");
  q.setParameter("name", "Claus");
  // Erste Seite anzeigen
  q.setFirstResult=1;
  q.setMaxResults=25;
  displayPage(q.getResultIterator());

  // Zweite Seite anzeigen
  q.setFirstResult=26;
  displayPage(q.getResultIterator());
```

Referenzinformationen zu eXtreme-Scale-Abfragen

WebSphere eXtreme Scale hat eine eigene Sprache, mit der der Benutzer Daten abfragen kann.

FROM-Klausel in ObjectGrid-Abfragen

Die FROM-Klausel gibt die Sammlungen von Objekten an, auf die die Abfrage angewendet werden soll. Jede Sammlung wird anhand eines abstrakten Schemanamens und einer Identifikationsvariablen, einer so genannten Bereichsvariablen, oder anhand der Deklaration eines Sammlungselements identifiziert, die eine Beziehung mit einem einzelnen oder mehreren Werten und eine Identifikationsvariable angibt.

Konzeptionell ist die Semantik der Abfrage so, dass zuerst eine temporäre Sammlung von Tupeln (R) erstellt wird. Tupel setzen sich aus Elementen aus Sammlungen zusammen, die in der FROM-Klausel angegeben sind. Jedes Tupel enthält ein einziges Element aus jeder der Sammlungen in der FROM-Klausel. Alle möglichen Kombinationen werden auf der Basis der Vorgaben in den Deklarationen der Sammlungselemente erstellt. Wenn ein Schemaname eine Sammlung angibt, für die keine Datensätze im persistenten Speicher vorhanden sind, ist die temporäre Sammlung R leer.

Beispiele mit FROM

Das Objekt "DeptBean" enthält die Datensätze 10, 20 und 30. Das Objekt "EmpBean" enthält die Datensätze 1, 2 und 3, die sich auf Abteilung (Department) 10 beziehen, und die Datensätze 4 und 5, die sich auf Abteilung 20 beziehen. Abteilung 30 hat keine zugehörigen Mitarbeiterobjekte (employee).

```
FROM DeptBean d, EmpBean e
```

Diese Klausel erstellt eine temporäre Sammlung R, die 15 Tupel enthält.

```
FROM  DeptBean d,  DeptBean d1
```

Diese Klausel erstellt eine temporäre Sammlung R, die 9 Tupel enthält.

```
FROM  DeptBean d,  IN (d.emps) AS e
```

Diese Klausel erstellt eine temporäre Sammlung R, die 5 Tupel enthält. Abteilung 30 ist nicht in der temporären Sammlung R enthalten, weil es keine Mitarbeiterobjekte enthält. Abteilung 10 ist dreimal und Abteilung 20 zweimal in der temporären Sammlung R enthalten.

An Stelle von "IN(d.emps) as e" können Sie ein JOIN-Prädikat verwenden:

```
FROM DeptBean d JOIN d.emps as e
```

Nach der Erstellung der temporären Sammlung werden die Suchbedingungen der WHERE-Klausel auf die temporäre Sammlung R angewendet. Das Ergebnis ist eine neue temporäre Sammlung R1. Die ORDER-BY- und SELECT-Klauseln werden auf R1 angewendet, um die endgültige Ergebnismenge zu erhalten.

Eine Identifikationsvariable ist eine Variable, die in der FROM-Klausel über den Operator IN oder den optionalen Operator AS deklariert wird.

```
FROM DeptBean AS d,  IN (d.emps) AS e
```

entspricht:

```
FROM DeptBean d, IN (d.emps) e
```

Eine Identifikationsvariable, die als abstrakter Schemaname deklariert wird, ist eine so genannte Bereichsvariable. In der vorherigen Abfrage ist "d" eine Bereichsvariable. Eine Identifikationsvariable, die als Pfadausdruck mit mehreren Werten deklariert wird, ist eine so genannte Sammlungselementdeklarationen. Die Werte "d" und "e" im vorherigen Beispiel sind Sammlungselementdeklarationen.

Im Folgenden sehen Sie ein Beispiel für die Verwendung eines Pfadausdrucks mit einem einzelnen Wert in der FROM-Klausel:

```
FROM EmpBean e, IN(e.dept.mgr) as m
```

SELECT-Klausel in ObjectGrid-Abfragen

Die Syntax der SELECT-Klausel wird im folgenden Beispiel veranschaulicht:

```
SELECT { ALL | DISTINCT }  [ Auswahl , ]*  Auswahl
selection  ::= {Pfadausdruck_mit_einem_einzelnen_Wert |
                Identifikationsvariable |
                OBJECT ( Identifikationsvariable) |
        Aggregatfunktionen } [[ AS ] id ]
```

Die SELECT-Klausel setzt sich aus einem oder mehreren der folgenden Elemente zusammen: einer einzelnen Identifikationsvariablen, die in der FROM-Klausel definiert ist, einem Pfadausdruck mit einem einzelnen Wert, der in Objektreferenzen oder -werte ausgewertet wird, und einer Aggregatfunktion. Sie können das Schlüsselwort DISTINCT verwenden, um doppelte Referenzen auszuschließen.

Ein skalares Subselect ist ein Subselect, das einen Einzelwert zurückgibt.

Beispiele mit SELECT

Alle Mitarbeiter (employees) suchen, die mehr als der Mitarbeiter Job verdienen:

```
SELECT OBJECT(e) FROM EmpBean ej, EmpBean eWHERE  ej.name = 'John'  and
e.salary > ej.salary
```

Alle Abteilungen (departments) suchen, die einen oder mehrere Mitarbeiter haben, die weniger als 20000 verdienen:

```
SELECT DISTINCT e.dept  FROM EmpBean e where e.salary < 20000
```

Eine Abfrage kann einen Pfadausdruck enthalten, der in einen beliebigen Wert ausgewertet wird:

```
SELECT e.dept.name  FROM EmpBean e where e.salary < 20000
```

Die vorherige Abfrage gibt eine Sammlung von Namenswerten für Abteilungen zurück, die Mitarbeiter haben, die weniger als 20000 verdienen.

Eine Abfrage kann einen Ergebniswert zurückgeben:

```
SELECT  avg(e.salary)  FROM EmpBean e
```

Im Folgenden sehen Sie eine Abfrage, die die Namen und Objektreferenzen für unterbezahlte Mitarbeiter zurückgibt:

```
SELECT e.name as name, object(e) as emp from EmpBean e where e.salary <
50000
```

WHERE-Klausel in ObjectGrid-Abfragen

Die WHERE-Klausel enthält Suchbedingungen, die sich aus den im Folgenden beschriebenen Elementen zusammensetzen. Wenn eine Suchbedingung mit TRUE ausgewertet wird, wird das Tupel der Ergebnismenge hinzugefügt.

ObjectGrid-Abfrageliterale

Ein Zeichenfolgeliteral wird in einfache Anführungszeichen eingeschlossen. Ein einfaches Anführungszeichen, das in einem Zeichenfolgeliteral enthalten ist, wird durch zwei einfache Anführungszeichen dargestellt, z. B. 'Tom''s'.

Ein numerisches Literal kann jeder der folgenden Werte sein:

- ein genauer Wert wie 57, -957 oder +66,
- ein vom Java-Typ "long" unterstützter Wert,
- ein Dezimalliteral wie 57,5 oder -47,02,
- ein ungefährer numerischer Wert wie 7E3 oder -57,4E-2
- ein Datentyp 'float', der das Qualifikationsmerkmal "F" enthalten muss, z. B. 1.0F
- ein Datentyp 'long', der das Qualifikationsmerkmal "L" enthalten muss, z. B. 123L

Boolesche Literale sind TRUE und FALSE.

Temporale Literale folgen der JDBC-Escape-Syntax auf der Basis des Attributtyps:

- java.util.Date: jjjj-mm-ss
- java.sql.Date: jjjj-mm-ss
- java.sql.Time: hh-mm-ss
- java.sql.Timestamp: jjjj-mm-tt hh:mm:ss.f...
- java.util.Calendar: jjjj-mm-tt hh:mm:ss.f...

Auflistungsliterale (Enum-Literale) werden in der Java-Syntax für Enum-Literale mit dem vollständig qualifizierten Namen der Enum-Klasse ausgedrückt.

Eingabeparameter für ObjectGrid-Abfragen

Sie können Eingabeparameter über eine Ordinalposition oder über einen Variablennamen angeben. Es wird dringend empfohlen, Abfragen zu schreiben, die Eingabeparameter verwenden, weil die Verwendung von Eingabeparametern die Leistung erhöht, da das ObjectGrid auf diese Weise den Abfrageplan zwischen aktiven Aktionen abfangen kann.

Ein Eingabeparameter kann jeder der folgenden Typen sein: Byte, Short, Integer, Long, Float, Double, BigDecimal, BigInteger, String, Boolean, Char, java.util.Date, java.sql.Date, java.sql.Time, java.sql.Timestamp, java.util.Calendar, ein Enum-Typ von Java SE 5, ein Entitäts- oder POJO-Objekt oder eine binäre Datenzeichenfolge im Format Java byte[].

Ein Eingabeparameter darf keinen Nullwert haben. Wenn Sie nach dem Vorkommen eines Nullwerts suchen möchten, verwenden Sie das Prädikat NULL.

Positionsgebundene Parameter

Positionsgebundene Eingabeparameter werden mit einem Fragezeichen, gefolgt von einer positiven Zahl definiert:

```
?[positive ganze Zahl].
```

Positionsgebundene Eingabeparameter werden, angefangen bei 1, nummeriert und entsprechen den Argumenten der Abfrage. Deshalb darf eine Abfrage keinen Eingabeparameter enthalten, der die Anzahl der Eingabeargumente überschreitet.

Beispiel: `SELECT e FROM Employee e WHERE e.city = ?1 and e.salary >= ?2`

Benannte Parameter

Benannte Eingabeparameter werden mit einem Variablennamen im folgenden Format definiert: :[Parametername].

Beispiel: `SELECT e FROM Employee e WHERE e.city = :city and e.salary >= :salary`

Prädikat BETWEEN in ObjectGrid-Abfragen

Das Prädikat BETWEEN bestimmt, ob ein bestimmter Wert zwischen zwei angegebenen Werten liegt.

```
expression [NOT]  BETWEEN expression-2  AND expression-3
```

Beispiel 1

```
e.salary BETWEEN 50000 AND 60000
```

entspricht:

```
e.salary >= 50000  AND e.salary <= 60000
```

Beispiel 2

```
e.name NOT BETWEEN 'A' AND 'B'
```

entspricht:

```
e.name < 'A'  OR e.name > 'B'
```

Prädikat IN in ObjectGrid-Abfragen

Das Prädikat IN vergleicht einen Wert mit einer Gruppe von Werten. Sie können das Prädikat IN in einem der folgenden beiden Formen verwenden:

```
Ausdruck [NOT] IN ( Subselect )Ausdruck [NOT] IN  ( Wert1, Wert2, .... )
```

Der Wert WertN kann entweder der Literalwert oder ein Eingabeparameter sein. Der Ausdruck kann nicht in einen Referenztyp ausgewertet werden.

Beispiel 1

```
e.salary IN ( 10000, 15000 )
```

entspricht:

```
( e.salary = 10000 OR  e.salary = 15000 )
```

Beispiel 2

```
e.salary IN ( select  e1.salary from EmpBean e1 where e1.dept.deptno = 10)
```

entspricht:

```
e.salary = ANY   ( select  e1.salary from EmpBean e1 where e1.dept.deptno =
10)
```

Beispiel 3

```
e.salary NOT IN ( select  e1.salary from EmpBean e1 where e1.dept.deptno =
10)
```

entspricht:

```
e.salary <> ALL    ( select  e1.salary from EmpBean e1 where e1.dept.deptno
= 10)
```

Prädikat LIKE in ObjectGrid-Abfragen

Das Prädikat LIKE sucht einen Zeichenfolgewert für ein bestimmtes Muster.

```
Zeichenfolgeausdruck   [NOT] LIKE  Muster    [ ESCAPE Escape-Zeichen ]
```

Der Musterwert ist ein Zeichenfolgeliteral oder eine Parametermarke des Typs "string" (Zeichenfolge), in dem bzw. der das Unterstreichungszeichen (_) für ein beliebiges einzelnes Zeichen und das Prozentzeichen (%) für eine Folge von Zeichen, einschließlich einer leeren Folge stehen kann. Jedes andere Zeichen steht für sich selbst. Das Escape-Zeichen kann verwendet werden, um das Zeichen _ oder % zu suchen. Das Escape-Zeichen kann als Zeichenfolgeliteral oder als Eingabeparameter angegeben werden.

Wenn der Zeichenfolgeausdruck null ist, ist das Ergebnis unbekannt.

Wenn Zeichenfolgeausdruck und Muster leer sind, ist das Ergebnis "true".

Beispiel

```
'' LIKE '' ist true
'' LIKE '%' ist true
e.name LIKE '12%3' ist true für '123' '12993' und false für '1234'
e.name LIKE 's_me' ist true für 'some' und 'same', false für 'soome'
e.name LIKE '/_foo' escape '/' ist true für '_foo', false für 'afoo'
e.name LIKE '//_foo' escape '/' ist true für '/afoo' und für '/bfoo'
e.name LIKE '///_foo' escape '/' ist true für '/_foo', aber false für '/afoo'
```

Prädikat NULL in ObjectGrid-Abfragen

Das Prädikat NULL prüft, ob Nullwerte vorhanden sind.

```
{Pfadausdruck_mit_einem_einzelnen_Wert | Eingabeparameter} IS [NOT] NULL
```

Beispiel

```
e.name IS NULL
e.dept.name IS NOT NULL
e.dept IS NOT NULL
```

Sammlungsprädikat EMPTY in ObjectGrid-Abfragen

Verwenden Sie das Sammlungsprädikat EMPTY, um zu prüfen, ob eine Sammlung leer ist.

Um festzustellen, ob eine Beziehung mit mehreren Werten leer ist, verwenden Sie die folgende Syntax:

```
Pfadausdruck_mit_Sammlungswert IS [NOT]  EMPTY
```

Beispiel

Alle Abteilungen suchen, die keine Mitarbeiter haben:

```
SELECT OBJECT(d) FROM DeptBean d  WHERE  d.emps IS EMPTY
```

Prädikat MEMBER OF in ObjectGrid-Abfragen

Der folgende Ausdruck prüft, ob die Objektreferenz, die mit dem Pfadausdruck mit einem einzelnen Wert oder Eingabeparameter angegeben wurde, zur angegebenen Sammlung gehört. Wenn der Pfadausdruck mit Sammlungswert eine leere Sammlung bezeichnet, ist der Wert des MEMBER-OF-Ausdrucks FALSE.

```
{ Pfadausdruck_mit_einem_einzelnen_Wert | Eingabeparameter } [ NOT ] MEMBER
[ OF ] Pfadausdruck_mit_Sammlungswert
```

Beispiel

Mitarbeiter suchen, die nicht zu einer Abteilung mit einer bestimmten Nummer gehören:

```
SELECT OBJECT(e) FROM EmpBean e , DeptBean d
WHERE e NOT MEMBER OF d.emps AND d.deptno = ?1
```

Mitarbeiter suchen, deren Manager zu einer Abteilung mit einer bestimmten Nummer gehört:

```
SELECT OBJECT(e) FROM EmpBean e, DeptBean d
WHERE e.dept.mgr MEMBER  OF d.emps  and d.deptno=?1
```

Prädikat EXISTS in ObjectGrid-Abfragen

Das Prädikat EXISTS prüft, ob eine in einem Subselect angegebene Bedingung vorhanden ist oder nicht.

```
EXISTS ( Subselect )
```

Das Ergebnis von EXISTS ist "true", wenn das Subselect mindestens einen Wert zurückgibt, andernfalls ist das Ergebnis "false".

Zum Verneinen eines Prädikats EXISTS, stellen Sie dem Prädikat den logischen Operator NOT voran.

Beispiel

Abteilungen zurückgeben, die mindestens einen Mitarbeiter haben, der mehr als 1000000 verdient:

```
SELECT  OBJECT(d) FROM  DeptBean d
WHERE EXISTS ( SELECT  e  FROM IN (d.emps) e WHERE  e.salary > 1000000 )
```

Abteilungen zurückgeben, die keine Mitarbeiter haben:

```
SELECT OBJECT(d) FROM DeptBean d
WHERE NOT EXISTS  ( SELECT e FROM IN (d.emps) e)
```

Sie können die vorherige Abfrage auch wie im folgenden Beispiel schreiben:

```
SELECT OBJECT(d) FROM DeptBean d WHERE SIZE(d.emps)=0
```

ORDER-BY-Klausel in ObjectGrid-Abfragen

Die ORDER-BY-Klausel gibt die Reihenfolge der Objekte in der Ergebnissammlung an. Es folgt ein Beispiel:

ORDER BY [Sortierelement ,]* Sortierelement Sortierelement ::={ Pfadausdruck }[ASC | DESC]

Der Pfadausdruck muss ein Einzelwertfeld angeben, das einen primitiven Typ (byte, short, int, long, float, double, char) oder einen Wrapper-Typ (Byte, Short, Integer, Long, Float, Double, BigDecimal, String, Character, java.util.Date, java.sql.Date, java.sql.Time, java.sql.Timestamp oder java.util.Calendar) hat. Das Sortierelement ASC gibt an, dass die Ergebnisse in aufsteigender Reihenfolge angezeigt werden sollen. Dies ist die Standardeinstellung. Ein Sortierelement DESC gibt an, dass die Ergebnisse in absteigender Reihenfolge angezeigt werden sollen.

Beispiel

Abteilungsobjekte zurückgeben und die Abteilungsnummern in absteigender Reihenfolge anzeigen:

```
SELECT OBJECT(d) FROM DeptBean d ORDER BY d.deptno DESC
```

Mitarbeiterobjekte, sortiert nach Abteilungsnummer und Namen zurückgeben:

```
SELECT OBJECT(e) FROM EmpBean e ORDER BY e.dept.deptno ASC, e.name DESC
```

Aggregationsfunktionen in ObjectGrid-Abfragen

Aggregationsfunktionen arbeiten mit einer Gruppe von Werten, um einen einzelnen skalaren Wert zurückzugeben. Sie könne diese Funktionen in SELECT- und Subselect-Methoden verwenden. Das folgende Beispiel veranschaulicht eine Aggregation:

```
SELECT SUM (e.salary) FROM EmpBean e WHERE e.dept.deptno =20
```

Diese Aggregation berechnet das Gesamtgehalt für die Abteilung 20.

Die Aggregationsfunktionen sind AVG, COUNT, MAX, MIN und SUM. Die Syntax einer Aggregationsfunktion wird im folgenden Beispiel veranschaulicht:

```
Aggregationsfunktion ( [ ALL | DISTINCT ] Ausdruck )
```

oder:

```
COUNT( [ ALL | DISTINCT ] Identifikationsvariable )
```

Die Option DISTINCT schließt doppelte Werte aus, bevor die Funktion angewendet wird. Die Option ALL ist die Standardoption und schließt keine doppelten Werte aus. Nullwerte werden in den Berechnungen der Aggregatfunktion ignoriert, es sei denn, Sie verwenden die Funktion "COUNT(Identifikationsvariable)", die die Anzahl aller Elemente in der Gruppe zurückgibt.

Rückgabetyp definieren

Die Funktionen MAX und MIN können auf jeden numerischen, Zeichenfolge- oder Datum/Zeit-Datentyp angewendet werden und geben den entsprechenden Datentyp zurück. Die Funktionen SUM und AVG akzeptieren einen numerischen Typ als Eingabe. Die Funktion AVG gibt den Datentyp "double" zurück. Die Funktion SUM gibt den Datentyp "long" zurück, wenn der Eingabetyp ein ganzzahliger Typ ist, es sei denn, die Eingabe ist ein Java-Typ "BigInteger" (große ganze Zahl). In diesem Fall gibt die Funktion einen Java-Typ "BigInteger" zurück. Die Funktion SUM gibt den Datentyp "double" zurück, wenn der Eingabetyp kein ganzzahliger Typ ist, es sei denn, die Eingabe ist ein Java-Typ "BigDecimal" (große Dezimalzahl). In diesem Fall gibt die Funktion einen Java-Typ "BigDecimal" zurück. Die Funktion COUNT akzeptiert jeden Datentyp mit Ausnahme von Sammlungen und gibt den Datentyp "long" zurück.

Wenn die Funktionen SUM, AVG, MAX und MIN auf eine leere Gruppe angewendet werden, können diese einen Nullwert zurückgeben. Die Funktion COUNT gibt null (0) zurück, wenn sie auf eine leere Gruppe angewendet wird.

GROUP-BY- und HAVING-Klauseln anwenden

Die Gruppe von Werten, die für die Aggregatfunktion verwendet wird, wird von der Sammlung bestimmt, die das Ergebnis der FROM- und WHERE-Klauseln der Abfrage ist. Sie können die Gruppe in weitere Gruppen einteilen und die Aggregationsfunktion auf jede einzelne Gruppe anwenden. Zum Durchführen dieser Aktion verwenden Sie eine GROUP-BY-Klausel in der Abfrage. Die GROUP-BY-Klausel definiert die Gruppierungselemente, die sich aus einer Liste von Pfadausdrücken zusammensetzen. Jeder Pfadausdruck gibt ein Feld an, das einen primitiven Datentyp (byte, short, int, long, float, double, boolean, char) oder einen Wrapper-Typ (Byte, Short, Integer, Long, Float, Double, BigDecimal, String, Boolean, Character, java.util.Date, java.sql.Date, java.sql.Time, java.sql.Timestamp, java.util.Calendar oder Enum-Typ von Java SE 5) hat.

Das folgende Beispiel veranschaulicht die Verwendung der GROUP-BY-Klausel in einer Abfrage, die das Durchschnittsgehalt für jede Abteilung berechnet:

```
SELECT e.dept.deptno, AVG ( e.salary) FROM EmpBean e GROUP BY e.dept.deptno
```

Bei der Aufteilung einer Gruppe in weitere Gruppen wird ein Nullwert mit einem anderen Nullwert gleich gesetzt.

Gruppen können mit einer HAVING-Klausel gefiltert werden, die die Gruppeneigenschaften prüft, bevor Aggregatfunktionen eingesetzt oder Elemente gruppiert werden. Diese Filtervorgang gleicht dem, den die WHERE-Klausel für die Tupel (d. h. Datensätze der zurückgegebenen Sammlungswerte) aus der FROM-Klausel durchführt. Im Folgenden sehen Sie ein Beispiel für die HAVING-Klausel:

```
SELECT e.dept.deptno, AVG ( e.salary) FROM EmpBean e
GROUP BY e.dept.deptno
HAVING COUNT(e) > 3 AND e.dept.deptno > 5
```

Diese Abfrage gibt das Durchschnittsgehalt für Abteilungen zurück, die mehr als drei Mitarbeiter haben und deren Abteilungsnummer größer als fünf ist.

Sie können eine HAVING-Klausel ohne eine GROUP-BY-Klausel verwenden. In diesem Fall wird die gesamte Gruppe als eine einzige Gruppe behandelt, auf die die HAVING-Klausel angewendet wird.

Backus-Naur-Form für ObjectGrid-Abfragen

Im Folgenden finden Sie eine Zusammenfassung der BNF-Notation (Backus-Naur-Form) für ObjectGrid-Abfragen.

Tabelle 3. Zusammenfassung der BNF-Notation

Darstellung	Beschreibung
{...}	Gruppierung
[...]	Optionale Konstrukte
Fettschrift	Schlüsselwörter
*	0 oder mehr
|	Alternativen

```
ObjectGrid QL ::=select_clause from_clause [where_clause] [group_by_clause]
  [having_clause] [order_by_clause]

from_clause ::=FROM identification_variable_declaration
  [,identification_variable_declaration]*

identification_variable_declaration ::=collection_member_declaration |
  range_variable_declaration

collection_member_declaration ::=IN ( collection_valued_path_expression |
  single_valued_navigation) [AS] identifier | [LEFT [OUTER]
  | INNER] JOIN collection_valued_path_expression |
  single_valued_navigation [AS] identifier

range_variable_declaration ::=abstract_schema_name [AS] identifier

single_valued_path_expression ::={single_valued_navigation | identification_variable}.
  { state_field | state_field.value_object_attribute } | single_valued_navigation

single_valued_navigation ::=identification_variable.[ single_valued_association_field. ]*
  single_valued_association_field

collection_valued_path_expression ::=identification_variable.[
  single_valued_association_field. ]* collection_valued_association_field

select_clause ::= SELECT [DISTINCT] [ selection , ]* selection

selection ::= {single_valued_path_expression |identification_variable | OBJECT
  ( identification_variable) |aggregate_functions } [[ AS ] id ]

order_by_clause ::= ORDER BY [ {identification_variable.[ single_valued_association_field.
  ]*state_field} [ASC|DESC],]* {identification_variable.[
  single_valued_association_field. ]*state_field}[ASC|DESC]

where_clause ::= WHERE conditional_expression

conditional_expression ::= conditional_term | conditional_expression OR conditional_term

conditional_term ::= conditional_factor | conditional_term AND conditional_factor

conditional_factor ::= [NOT] conditional_primary

conditional_primary ::= simple_cond_expression | (conditional_expression)

simple_cond_expression ::= comparison_expression | between_expression | like_expression |
  in_expression | null_comparison_expression | empty_collection_comparison_expression |
  exists_expression | collection_member_expression

between_expression ::= numeric_expression [NOT] BETWEEN numeric_expression
  AND numeric_expression | string_expression [NOT] BETWEEN
  string_expression AND string_expression | datetime_expression [NOT]
  BETWEEN datetime_expression AND datetime_expression
```

```
in_expression ::= identification_variable.[ single_valued_association_field. ]state_field
  [*NOT] IN { (subselect) | ( atom ,]* atom) }

atom ::= { string_literal | numeric_literal | input_parameter }

like_expression ::=string_expression [NOT] LIKE {string_literal | input_parameter}
  [ESCAPE {string_literal | input_parameter}]

null_comparison_expression ::= {single_valued_path_expression | input_parameter} IS
  [ NOT ] NULL

empty_collection_comparison_expression ::= collection_valued_path_expression IS
  [NOT] EMPTY

collection_member_expression ::={ ssingle_valued_path_expression | input_parameter }[
  NOT ] MEMBER [ OF ]collection_valued_path_expression

exists_expression ::= EXISTS {(subselect)}

subselect ::= SELECT [{ ALL | DISTINCT }] subselection from_clause
  [where_clause] [group_by_clause] [having_clause]

subselection ::= {single_valued_path_expression |identification_variable |
  aggregate_functions }

group_by_clause ::= GROUP BY[single_valued_path_expression,]*
  single_valued_path_expression

having_clause ::= HAVING conditional_expression

comparison_expression ::= numeric_ expression comparison_operator { numeric_expression
  | {SOME | ANY | ALL} (subselect) } | string_expression
  comparison_operator {

string_expression | {SOME | ANY | ALL}(subselect) } |

datetime_expression comparison_operator {

datetime_expression {SOME | ANY | ALL}(subselect) } |

boolean_expression {=|<>} {

boolean_expression {SOME | ANY | ALL}(subselect) } |

entity_expression {=|<>} {

entity_expression {SOME| ANY | ALL}(subselect) }

comparison_operator ::= = | > | >= | < | <= | <>

string_expression ::= string_primary | (subselect)

string_primary ::=state_field_path_expression |string_literal | input_parameter |
  functions_returning_strings

datetime_expression ::= datetime_primary |(subselect)

datetime_primary ::=state_field_path_expression | string_literal | long_literal
  | input_parameter | functions_returning_datetime

boolean_expression ::= boolean_primary |(subselect)

boolean_primary ::=state_field_path_expression | boolean_literal | input_parameter

entity_expression ::=single_valued_association_path_expression |
  identification_variable | input_parameter

numeric_expression ::= simple_numeric_expression |(subselect)

simple_numeric_expression ::= numeric_term | numeric_expression {+|-} numeric_term

numeric_term ::= numeric_factor | numeric_term {*|/} numeric_factor

numeric_factor ::= {+|-} numeric_primary

numeric_primary ::= single_valued_path_expression | numeric_literal |
  ( numeric_expression ) | input_parameter | functions

aggregate_functions :=

AVG([ALL|DISTINCT] identification_variable.
  [ single_valued_association_field. ]*state_field) |

COUNT([ALL|DISTINCT] {single_valued_path_expression |
  identification_variable}) |

MAX([ALL|DISTINCT] identification_variable.[
  single_valued_association_field. ]*state_field) |

MIN([ALL|DISTINCT] identification_variable.[
  single_valued_association_field. ]*state_field) |

SUM([ALL|DISTINCT] identification_variable.[
  single_valued_association_field. ]*state_field)

functions ::=

ABS (simple_numeric_expression) |
```

```
CONCAT (string_primary , string_primary) |
LOWER (string_primary) |
LENGTH(string_primary) |
LOCATE(string_primary, string_primary [, simple_numeric_expression]) |
MOD (simple_numeric_expression, simple_numeric_expression) |
SIZE (collection_valued_path_expression) |
SQRT (simple_numeric_expression) |
SUBSTRING (string_primary, simple_numeric_expression[, simple_numeric_expression]) |
UPPER (string_primary) |
TRIM ([[LEADING | TRAILING | BOTH] [trim_character]
  FROM] string_primary)
```

Optimierung der Abfrageleistung

Verwenden Sie zum Optimieren der Leistung Ihrer Abfragen die folgenden Techniken und Tipps.

Parameter verwenden

Wennn eine Abfrage ausgeführt wird, muss die Abfragezeichenfolge syntaktisch analysiert und ein Plan für die Abfrage entwickelt werden, was beides kostenintensiv sein kann. WebSphere eXtreme Scale führt die Zwischenspeicherung von Abfrageplänen über die Abfragezeichenfolge durch. Da der Cache eine begrenzte Größe hat, ist es wichtig, Abfragezeichenfolgen nach Möglichkeit wiederzuverwenden. Die Verwendung benannter Parameter und positionsgebundener Parameter kann durch die Förderung der Wiederverwendung von Abfrageplänen ebenfalls zu einer Leistungsverbesserung beitragen.

Beispiel für positionsgebundene Parameter: `Query q = em.createQuery("select c from Customer c where c.surname=?1"); q.setParameter(1, "Claus");`

Indizes verwenden

Eine ordnungsgemäße Indexierung in einer Map kann erhebliche Auswirkungen auf die Abfrageleistung haben, auch wenn die Indexierung einen gewissen Einfluss auf die Gesamtleistung der Map hat. Ohne Indexierung der an Abfragen beteiligten Objektattribute führt die Abfragesteuerkomponente eine Tabellensuche für jedes Attribut durch. Die Tabellensuche ist die kostenintensivste Operation während eines Abfragelaufs. Die Indexierung der an Abfragen beteiligten Objektattribute ermöglicht der Abfragesteuerkomponente, unnötige Tabellensuchen zu vermeiden, was die Gesamtabfrageleistung verbessert. Wenn die Anwendung so konzipiert ist, dass sie häufig Abfragen in Maps durchführt, in denen hauptsächlich Leseoperationen durchgeführt werden, konfigurieren Sie Indizes für die an der Abfrage beteiligten Objektattribute. Wenn die Map hauptsächlich aktualisiert wird, müssen Sie einen Kompromiss zwischen Verbesserung der Abfrageleistung und Indexierungsaufwand finden. Weitere Informationen finden Sie unter Indexierung.

Wenn POJOs (Plain Old Java Objects) in einer Map gespeichert werden, kann durch eine ordnungsgemäße Indexierung eine Java-Reflexion vermieden werden. Im folgenden Beispiel ersetzt die Abfrage die WHERE-Klausel mit Bereichsindexsuche, wenn für das Feld "budget" ein Index erstellt wurde. Andernfalls scannt die Abfrage die gesamte Map und wertet die WHERE-Klausel aus, indem sie zuerst das Budget durch Java-Reflexion abruft und anschließend das Budget mit dem Wert 50000 vergleicht:

```
SELECT d FROM DeptBean d WHERE d.budget=50000
```

Im Abschnitt „Abfrageplan" wird ausführlich beschrieben, wie Sie einzelne Abfragen am besten optimieren und wie sich verschiedene Syntax, Objektmodelle und Indizes auf die Abfrageleistung auswirken können.

Seitenaufteilung verwenden

In Client/Server-Umgebungen überträgt die Abfragesteuerkomponente die vollständige Ergebnis-Map an den Client. Die zurückgegebenen Daten müssen in angemessene Blöcke unterteilt werden. Die Schnittstellen "EntityManager Query" und "ObjectMap ObjectQuery" unterstützen beide die Methoden "setFirstResult" und "setMaxResults", mit denen der Abfrage ermöglicht wird, einen Teil der Ergebnisse zurückzugeben.

Primitive Werte an Stelle von Entitäten zurückgeben

Mit der API "EntityManager Query" werden Entitäten als Abfrageparameter zurückgegeben. Die Abfragesteuerkomponente gibt die Schlüssel für diese Entitäten an den Client zurück. Wenn der Client mit dem Iterator aus der Methode "getResultIterator" über diese Entitäten iteriert, wird jede Entität automatisch dekomprimiert und so verwaltet, als wäre sie mit der Methode "find" der Schnittstelle "EntityManager" erstellt worden. Der vollständige Entitäts-Graph wird aus der Entitäts-ObjectMap im Client erstellt. Die Wertattribute der Entität und alle zugehörigen Entitäten werden aufgelöst.

Um die Erstellung dieses kostenintensiven Graphen zu vermeiden, ändern Sie die Abfrage so, dass sie die einzelnen Attribute mit Pfadnavigation zurückgibt.

Beispiel:

```
// Gibt eine Entität zurück.
SELECT p FROM Person p
// Gibt die Attribute SELECT p.name, p.address.street, p.address.city, p.gender FROM Person p zurück.
```

Abfrageplan

Alle Abfragen von eXtreme Scale haben einen Abfrageplan. Der Plan beschreibt, wie die Abfragesteuerkomponente mit ObjectMaps und Indizes interagiert. Zeigen Sie den Abfrageplan an, um festzustellen, ob die Abfragezeichenfolge oder Indizes ordnungsgemäß verwendet werden. Der Abfrageplan kann auch verwendet werden, um die Unterschiede zu erkennen, die geringfügige Änderungen einer Abfragezeichenfolge in der Art und Weise, wie eXtreme Scale eine Abfrage ausführt, bewirken.

Der Abfrageplan kann auf die folgenden beiden Arten angezeigt werden:

- Mit der Methode "getplan" der APIs "EntityManager Query" und "ObjectQuery"
- Diagnose-Trace für ObjectGrid

Methode "getPlan"

Die Methode "getPlan" in den Schnittstellen "ObjectQuery" und "Query" gibt eine Zeichenfolge zurück, die den Abfrageplan beschreibt. Diese Zeichenfolge kann in der Standardausgabe oder in einem Protokoll angezeigt werden. Anmerkung: In einer verteilten Umgebung wird die Methode "getPlan" nicht für den Server ausgeführt und gibt keine definierten Indizes zurück. Zum Anzeigen des Plans auf dem Server verwenden Sie einen Agenten.

Trace für Abfrageplan

Der Abfrageplan kann über einen ObjectGrid-Trace angezeigt werden. Zum Aktivieren des Trace für den Abfrageplan verwenden Sie die folgende Trace-Spezifikation:

QueryEnginePlan=debug=enabled

Einzelheiten zum Aktivieren des Trace und zum Auffinden der Trace-Protokolldateien finden Sie im Abschnitt „Protokolle und Trace” auf Seite 393.

Beispiele für Abfragepläne

Im Abfrageplan wird das Wort "for" verwendet, um anzuzeigen, dass die Abfrage durch eine ObjectMap-Sammlung oder durch eine abgeleitete Sammlung, wie z. B. "q2.getEmps(), q2.dept" oder eine temporäre Sammlung, die von einer inneren Schleife zurückgegeben wird, iteriert. Wenn die Sammlung aus einer ObjectMap stammt, zeigt der Abfrageplan an, ob eine sequenzielle Suche (angegeben mit INDEX SCAN), einen eindeutigen Index oder einen nicht eindeutigen Index verwendet wird. Der Abfrageplan verwendet eine Filterzeichenfolge, um die Bedingungsausdrücke aufzulisten, die auf eine Sammlung angewendet werden.

Ein kartesisches Produkt wird in der Objektabfrage gewöhnlich nicht verwendet. Die folgende Abfrage scannt die gesamte Map "EmpBean" in der äußeren Schleife und die gesamte Map "DeptBean" in der inneren Schleife:

```
SELECT e, d FROM EmpBean e, DeptBean d

Plan trace:

for q2 in EmpBean ObjectMap using INDEX SCAN
     for q3 in DeptBean ObjectMap using INDEX SCAN
   returning new Tuple( q2,  q3  )
```

Die folgende Abfrage ruft alle Mitarbeiternamen (employee) aus einer bestimmten Abteilung (department) ab, indem sie die Map "EmpBean" sequenziell durchsucht, um ein employee-Objekt abzurufen. Über das employee-Objekt navigiert die Abfrage zum zugehörigen department-Objekt und wendet den Filter "d.no=1" an. In diesem Beispiel hat jeder Mitarbeiter nur eine Referenz auf ein department-Objekt, so dass die innere Schleife nur ein einziges Mal ausgeführt wird:

```
SELECT e.name FROM EmpBean e JOIN e.dept d WHERE d.no=1

Plan trace:

for q2 in EmpBean ObjectMap using INDEX SCAN
     for q3 in  q2.dept
      filter ( q3.getNo() = 1 )
   returning new Tuple( q2.name  )
```

Die folgende Abfrage entspricht der vorherigen Abfrage. Sie ist jedoch schneller, weil sie das Ergebnis über die Verwendung eines eindeutigen Index, der für die Primärschlüsselfeldnummer "DeptBean" auf ein einziges department-Objekt eingrenzt. Über das department-Objekt navigiert die Abfrage zu den zugehörigen employee-Objekten, um die Namen abzurufen:

```
SELECT e.name FROM DeptBean d JOIN d.emps e WHERE d.no=1

Plan trace:
```

```
for q2 in DeptBean ObjectMap using UNIQUE INDEX key=(1)
     for q3 in  q2.getEmps()
   returning new Tuple( q3.name  )
```

Die folgende Abfrage sucht alle Mitarbeiter (employee), die für die Entwicklung (development) oder den Vertrieb (sales) arbeiten. Die Abfrage scannt die gesamte Map "EmpBean" und führt weitere Filterungen durch, indem Sie die Ausdrücke "d.name = 'Sales'" und "d.name='Dev'" auswertet:

```
SELECT e FROM EmpBean e, in (e.dept) d WHERE d.name = 'Sales'
 or d.name='Dev'

Plan trace:

for q2 in EmpBean ObjectMap using INDEX SCAN
     for q3 in  q2.dept
      filter (( q3.getName() = Sales ) OR ( q3.getName() = Dev ) )
   returning new Tuple( q2  )
```

Die folgende Abfrage entspricht der vorherigen Abfrage, führt aber einen anderen Abfrageplan aus und verwendet den über das Feld "name" erstellten Bereichsindex. Im Allgemeinen ist diese Abfrage schneller, weil der Index über das Feld "name" verwendet wird, um die department-Objekte einzugrenzen, was schnell ist, wenn es nur wenige Entwicklungs- oder Vertriebsabteilungen gibt.

```
SELECT e FROM DeptBean d, in(d.emps) e WHERE d.name='Dev' or d.name='Sales'

Plan trace:

IteratorUnionIndex of

     for q2 in DeptBean ObjectMap using INDEX on name = (Dev)
       for q3 in  q2.getEmps()


     for q2 in DeptBean ObjectMap using INDEX on name = (Sales)
       for q3 in  q2.getEmps()
```

Die folgende Abfrage sucht Abteilungen, die keine Mitarbeiter haben:

```
SELECT d FROM DeptBean d WHERE NOT EXISTS(select e from d.emps e)

Plan trace:

for q2 in DeptBean ObjectMap using INDEX SCAN
    filter ( NOT  EXISTS (    correlated collection defined as

       for q3 in  q2.getEmps()
       returning new Tuple( q3      )

   returning new Tuple( q2  )
```

Die folgende Abfrage entspricht der vorherigen Abfrage, verwendet aber die Skalarfunktion SIZE. Diese Abfrage hat eine ähnliche Leistung, ist aber einfacher zu schreiben:

```
SELECT d FROM DeptBean d WHERE SIZE(d.emps)=0
for q2 in DeptBean ObjectMap using INDEX SCAN
    filter (SIZE( q2.getEmps()) = 0 )
   returning new Tuple( q2  )
```

Das folgende Beispiel zeigt eine weitere einfachere Methode, dieselbe Abfrage wie zuvor mit ähnlicher Leistung zu schreiben:

```
SELECT d FROM DeptBean d WHERE d.emps is EMPTY

Plan trace:

for q2 in DeptBean ObjectMap using INDEX SCAN
    filter ( q2.getEmps() IS EMPTY  )
   returning new Tuple( q2  )
```

Die folgende Abfrage sucht alle Mitarbeiter mit einer Privatadresse, die mindestens einer der Adressen des Mitarbeiters entspricht, dessen Name mit dem Wert des Parameters übereinstimmt. Die innere Schleife ist nicht von der äußeren Schleife abhängig. Die Abfrage führt die innere Schleife ein einziges Mal aus:

```
SELECT e FROM EmpBean e WHERE e.home =  any (SELECT e1.home FROM EmpBean e1
 WHERE e1.name=?1)
for q2 in EmpBean ObjectMap using INDEX SCAN
    filter ( q2.home =ANY     temp collection defined as

       for q3 in EmpBean ObjectMap using INDEX on name = ( ?1)
       returning new Tuple( q3.home      )
 )
   returning new Tuple( q2  )
```

Die folgende Abfrage entspricht der vorherigen Abfrage, hat aber eine Unterabfrage mit Korrelationsbezug. Außerdem wird die innere Schleife mehrfach ausgeführt:

```
SELECT e FROM EmpBean e WHERE EXISTS(SELECT e1 FROM EmpBean e1 WHERE
 e.home=e1.home and e1.name=?1)

Plan trace:

for q2 in EmpBean ObjectMap using INDEX SCAN
    filter ( EXISTS (    correlated collection defined as

       for q3 in EmpBean ObjectMap using INDEX on name = (?1)
        filter ( q2.home =  q3.home )
       returning new Tuple( q3      )

   returning new Tuple( q2  )
```

Abfrageoptimierung mit Indizes

Durch die ordnungsgemäße Definition und Verwendung von Indizes kann die Abfrageleistung erheblich verbessert werden.

eXtreme-Scale-Abfragen können integrierte HashIndex-Plug-ins verwenden, um die Leistung von Abfragen zu verbessern. Indizes können für Entitäts- oder Objektattribute definiert werden. Die Abfragesteuerkomponente verwendet automatisch die definierten Indizes, wenn in der WHERE-Klausel eine der folgenden Zeichenfolgen verwendet wird:

- ein Vergleichsausdruck mit den folgenden Operatoren: =, <, >, <= oder >= (jeder Vergleichsausdruck mit Ausnahme von ungleich (<>),
- ein BETWEEN-Ausdruck,
- Konstanten oder einfache Bedingungen als Operanden des Ausdrucks.

Voraussetzungen

Indizes müssen die folgenden Voraussetzungen erfüllen, wenn sie in einer Abfrage verwendet werden:

- Alle Indizes müssen das integrierte HashIndex-Plug-in verwenden.
- Alle Indizes müssen statisch definiert sein. Dynamische Indizes werden nicht unterstützt.

- Die Annotation "@Index" kann verwendet werden, um statische HashIndex-Plug-ins automatisch zu erstellen.
- Für alle Einzelattributindizes muss die Eigenschaft "RangeIndex" auf "true" gesetzt sein.
- Für alle zusammengesetzten Indizes muss die Eigenschaft "RangeIndex" auf "false" gesetzt sein.
- Für alle Assoziations- oder Beziehungsindizes muss die Eigenschaft "RangeIndex" auf "false" gesetzt sein.

Informationen zum Konfigurieren des HashIndex-Plug-ins finden Sie unter HashIndex konfigurieren.

Informationen zur Indexierung finden Sie unter Indexierung.

Eine effizientere Methode für die Suche zwischengespeicherter Objekte ist im Abschnitt „Zusammengesetzter Hash-Index" auf Seite 251 beschrieben.

Hinweise zur Auswahl eines Index

Ein Index kann manuell über die Methode "setHint" in den Schnittstellen "Query" und "ObjectQuery" mit der Konstanten HINT_USEINDEX ausgewählt werden. Dies kann hilfreich sein, wenn eine Abfrage für die Verwendung des Index mit der besten Leistung optimiert wird.

Abfragebeispiele, in denen Attributindizes verwendet werden

In den folgenden Beispielen werden einfache Bedingungen verwendet: e.empid, e.name, e.salary, d.name, d.budget und e.isManager. In den Beispielen wird davon ausgegangen, dass Indizes über die Felder "name", "salary" und "budget" einer Entität oder eines Wertobjekts definiert werden. Das Feld "empid" ist ein Primärschlüssel, und für "isManager" ist kein Index definiert.

Die folgende Abfrage verwendet beide Indizes über die Felder "name" und "salary". Sie gibt alle Mitarbeiter (employees) zurück, deren Name dem Wert des ersten Parameters oder deren Gehalt (salary) dem Wert des zweiten Parameters entspricht:

```
SELECT e FROM EmpBean e where e.name=?1 or e.salary=?2
```

Die folgende Abfrage verwendet beide Indizes über die Felder "name" und "budget". Die Abfrage gibt alle Abteilungen (departments) mit dem Namen 'DEV' und einem Budget größer als 2000 zurück.

```
SELECT d FROM DeptBean dwhere d.name='DEV' and d.budget>2000
```

Die folgende Abfrage gibt alle Mitarbeiter mit einem Gehalt größer als 3000 zurück, deren isManager-Flag-Wert dem Wert des Parameters entspricht. Die Abfrage verwendet den Index, der über das Feld "salary" definiert wurde, und führt eine weitere Filterung durch, indem sie den folgenden Vergleichsausdruck auswertet: `e.isManager=?1.`

```
SELECT e FROM EmpBean e where e.salary>3000 and e.isManager=?1
```

Die folgende Abfrage sucht alle Mitarbeiter, deren Gehalt höher ist als der erste Parameter, bzw. alle Mitarbeiter, die Manager sind. Obwohl für das Feld "salary" ein

Index definiert ist, scannt die Abfrage den integrierten Index, der über die Primärschlüssel des Felds "EmpBean" erstellt wurde, und wertet den folgenden Ausdruck aus: `e.salary>?1 or e.isManager=TRUE`.

```
SELECT e FROM EmpBean e WHERE e.salary>?1 or e.isManager=TRUE
```

Die folgende Abfrage gibt Mitarbeiter zurück, deren Name den Buchstaben a enthält. Obwohl für das Feld "name" ein Index definiert ist, verwendet die Abfrage den Index nicht, weil das Feld "name" im LIKE-Ausdruck verwendet wird.

```
SELECT e FROM EmpBean e WHERE e.name LIKE '%a%'
```

Die folgende Abfrage sucht alle Mitarbeiter, deren Name nicht "Smith" ist. Obwohl für das Feld "name" ein Index definiert ist, verwendet die Abfrage den Index nicht, weil die Abfrage den Vergleichsoperator ungleich (<>) verwendet.

```
SELECT e FROM EmpBean e where e.name<>'Smith'
```

Die folgende Abfrage sucht alle Abteilungen, deren Budget kleiner ist als der Wert des Parameters und deren Mitarbeitergehälter größer als 3000 sind. Die Abfrage verwendet einen Index für das Gehalt (salary), aber keinen Index für das Budget, weil dept.budget keine einfache Bedingung ist. Die dept-Objekte werden aus der Sammlung e abgeleitet. Sie müssen den Budgetindex nicht verwenden, um dept-Objekte zu suchen.

```
SELECT dept from EmpBean e, in (e.dept) dept where e.salary>3000 and
dept.budget<?
```

Die folgende Abfrage sucht alle Mitarbeiter, deren Gehälter größer sind als die Gehälter der Mitarbeiter mit empid 1, 2 und 3. Der Index für das Feld "salary" wird nicht verwendet, weil der Vergleich eine Unterabfrage enthält. Der empid-Wert ist jedoch ein Primärschlüssel und wird für eine eindeutige Indexsuche verwendet, weil für alle Primärschlüssel ein integrierter Index definiert ist.

```
SELECT e FROM EmpBean e WHERE e.salary > ALL (SELECT e1.salary    FROM
EmpBean e1 WHERE e1.empid=1 or e1.empid =2 or e1.empid=99)
```

Um zu prüfen, ob der Index von der Abfrage verwendet wird, können Sie den Abschnitt „Abfrageplan” auf Seite 124 verwenden. Im Folgenden sehen Sie einen Beispielabfrageplan für die vorherige Abfrage:

```
for q2 in EmpBean ObjectMap using INDEX SCAN
    filter ( q2.salary >ALL     temp collection defined as
       IteratorUnionIndex of

         for q3 in EmpBean ObjectMap using UNIQUE INDEX key=(1)
        )

         for q3 in EmpBean ObjectMap using UNIQUE INDEX key=(2)
        )

         for q3 in EmpBean ObjectMap using UNIQUE INDEX key=(99)
        )
       returning new Tuple( q3.salary )
   returning new Tuple( q2  )

for q2 in EmpBean ObjectMap using RANGE INDEX on salary with range(3000,)
     for q3 in  q2.dept
      filter ( q3.budget <  ?1 )
   returning new Tuple( q3  )
```

Attribute indexieren

Indizes können über einen Einzelattributtyp mit den zuvor definierten Einschränkungen definiert werden.

Entitätsindizes mit @Index definieren

Wenn Sie einen Index für eine Entität definieren möchten, definieren Sie einfach eine Annotation:

Entitäten mit Annotationen

```
  @Entity
  public class Employee {
  @Id int empid;
  @Index String name
  @Index double salary
  @ManyToOne Department dept;
}
@Entity
  public class Department {
  @Id int deptid;
  @Index String name;
  @Index double budget;
  boolean isManager;
  @OneToMany Collection<Employee> employees;
  }
```

Mit XML

Indizes können auch mit XML definiert werden:

Entitäten ohne Annotationen

```
  public class Employee {
  int empid;
  String name
  double salary
  Department dept;
  }

  public class Department {
  int deptid;
  String name;
  double budget;
  boolean isManager;
  Collection employees;
  }
```

ObjectGrid-XML mit Attributindizes

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
 <objectGridConfig xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/objectgrid/config ../objectGrid.xsd"
  xmlns="http://ibm.com/ws/objectgrid/config">
  <objectGrids>
  <objectGrid name="DepartmentGrid" entityMetadataXMLFile="entity.xml>
  <backingMap name="Employee" pluginCollectionRef="Emp"/>
  <backingMap name="Department" pluginCollectionRef="Dept"/>
  </objectGrid>
  </objectGrids>
  <backingMapPluginCollections>
  <backingMapPluginCollection id="Emp">
 <bean id="MapIndexPlugin"  className="com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.index.HashIndex">
  <property name="Name" type="java.lang.String" value="Employee.name"/>
  <property name="AttributeName" type="java.lang.String" value="name"/>
 <property name="RangeIndex" type="boolean" value="true"
  description="Ranges are must be set to true for attributes." />
  </bean>
 <bean id="MapIndexPlugin"  className="com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.index.HashIndex">
  <property name="Name" type="java.lang.String" value="Employee.salary"/>
  <property name="AttributeName" type="java.lang.String" value="salary"/>
 <property name="RangeIndex" type="boolean" value="true"
```

```
 description="Ranges are must be set to true for attributes." />
 </bean>
 </backingMapPluginCollection>
 <backingMapPluginCollection id="Dept">
<bean id="MapIndexPlugin"  className="com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.index.HashIndex">
 <property name="Name" type="java.lang.String" value="Department.name"/>
 <property name="AttributeName" type="java.lang.String" value="name"/>
<property name="RangeIndex" type="boolean" value="true"
 description="Ranges are must be set to true for attributes." />
 </bean>
<bean id="MapIndexPlugin"  className="com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.index.HashIndex">
 <property name="Name" type="java.lang.String" value="Department.budget"/>
 <property name="AttributeName" type="java.lang.String" value="budget"/>
<property name="RangeIndex" type="boolean" value="true"
 description="Ranges are must be set to true for attributes." />
 </bean>
 </backingMapPluginCollection>
 </backingMapPluginCollections>
 </objectGridConfig>
```

Entitäts-XML

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
  <entity-mappings xmlns="http://ibm.com/ws/projector/config/emd"
 xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/projector/config/emd ./emd.xsd">

  <description>Department entities</description>
  <entity class-name="acme.Employee" name="Employee" access="FIELD">
  <attributes>
  <id name="empid" />
  <basic name="name" />
  <basic name="salary" />
  <many-to-one name="department"
  target-entity="acme.Department"
  fetch="EAGER">
  <cascade><cascade-persist/></cascade>
  </many-to-one>
  </attributes>
  </entity>
  <entity class-name="acme.Department" name="Department" access="FIELD">
  <attributes>
  <id name="deptid" />
  <basic name="name" />
  <basic name="budget" />
  <basic name="isManager" />
  <one-to-many name="employees"
  target-entity="acme.Employee"
  fetch="LAZY" mapped-by="parentNode">
  <cascade><cascade-persist/></cascade>
  </one-to-many>
  </attributes>
  </entity>
  </entity-mappings>
```

Indizes mit XML für Objekte definieren, die keine Entitäten sind

Indizes für Objekte, die keine Entitäten sind, werden in XML definiert. Das MapIndexPlugin für Maps, die keine Entitäts-Maps sind, wird auf dieselbe Weise wie für Entitäts-Maps erstellt.

Java-Bean

```
public class Employee {
  int empid;
  String name
  double salary
  Department dept;

 public class Department {
  int deptid;
  String name;
  double budget;
  boolean isManager;
  Collection employees;
  }
```

ObjectGrid-XML mit Attributindizes

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
 <objectGridConfig xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/objectgrid/config ../objectGrid.xsd"
  xmlns="http://ibm.com/ws/objectgrid/config">
  <objectGrids>
  <objectGrid name="DepartmentGrid">
```

```
 <backingMap name="Employee" pluginCollectionRef="Emp"/>
 <backingMap name="Department" pluginCollectionRef="Dept"/>
 <querySchema>
 <mapSchemas>
 <mapSchema mapName="Employee" valueClass="acme.Employee"
 primaryKeyField="empid" />
 <mapSchema mapName="Department" valueClass="acme.Department"
 primaryKeyField="deptid" />
 </mapSchemas>
 <relationships>
 <relationship source="acme.Employee"
 target="acme.Department"
 relationField="dept" invRelationField="employees" />
 </relationships>
 </querySchema>
 </objectGrid>
 </objectGrids>
 <backingMapPluginCollections>
 <backingMapPluginCollection id="Emp">
<bean id="MapIndexPlugin"  className="com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.index.HashIndex">
 <property name="Name" type="java.lang.String" value="Employee.name"/>
 <property name="AttributeName" type="java.lang.String" value="name"/>
<property name="RangeIndex" type="boolean" value="true"
 description="Ranges are must be set to true for attributes." />
 </bean>
<bean id="MapIndexPlugin"  className="com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.index.HashIndex">
 <property name="Name" type="java.lang.String" value="Employee.salary"/>
 <property name="AttributeName" type="java.lang.String" value="salary"/>
<property name="RangeIndex" type="boolean" value="true"
 description="Ranges are must be set to true for attributes." />
 </bean>
 </backingMapPluginCollection>
 <backingMapPluginCollection id="Dept">
<bean id="MapIndexPlugin"  className="com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.index.HashIndex">
 <property name="Name" type="java.lang.String" value="Department.name"/>
 <property name="AttributeName" type="java.lang.String" value="name"/>
<property name="RangeIndex" type="boolean" value="true"
 description="Ranges are must be set to true for attributes." />
 </bean>
<bean id="MapIndexPlugin"  className="com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.index.HashIndex">
 <property name="Name" type="java.lang.String" value="Department.budget"/>
 <property name="AttributeName" type="java.lang.String" value="budget"/>
<property name="RangeIndex" type="boolean" value="true"
 description="Ranges are must be set to true for attributes." />
 </bean>
 </backingMapPluginCollection>
 </backingMapPluginCollections>
 </objectGridConfig>
```

Beziehungen indexieren

WebSphere eXtreme Scale speichert die Fremdschlüssel für zusammengehörige Entitäten im übergeordneten Objekt. Für Entitäten werden die Schlüssel im zugrunde liegenden Tupel gespeichert. Für Objekte, die keine Entitäten sind, werden die Schlüssel explizit im übergeordneten Objekt gespeichert.

Das Hinzufügen eines Index für ein Beziehungsattribut kann Abfragen beschleunigen, die zyklische Referenzen oder die Abfragefilter IS NULL, IS EMPTY, SIZE und MEMBER OF verwenden. Sowohl Assoziationen mit einem Wert als auch Assoziationen mit mehreren Werten können die Annotation "@Index" oder eine HashIndex-Plug-in-Konfiguration in einer ObjectGrid-XML-Deskriptordatei enthalten.

Entitätsbeziehungsindizes mit @Index definieren

Im folgenden Beispiel werden Entitäten mit @Index-Annotationen definiert:

Entität mit Annotation

```
@Entity
public class Node {
    @ManyToOne @Index
    Node parentNode;

    @OneToMany @Index
    List<Node> childrenNodes = new ArrayList();
```

```
    @OneToMany @Index
    List<BbusinessUnitType> businessUnitTypes = new ArrayList();
}
```

Entitätsbeziehungsindizes mit XML definieren

Im folgenden Beispiel werden dieselben Entitäten und Indizes mit XML mit Hash-Index-Plug-ins definiert:

Entität ohne Annotationen

```
public class Node {
int nodeId;
Node parentNode;
List<Node> childrenNodes = new ArrayList();
List<BusinessUnitType> businessUnitTypes = new ArrayList();
}
```

ObjectGrid XML

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
 <objectGridConfig xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/objectgrid/config ../objectGrid.xsd"
  xmlns="http://ibm.com/ws/objectgrid/config">
  <objectGrids>
  <objectGrid name="ObjectGrid_Entity" entityMetadataXMLFile="entity.xml>
  <backingMap name="Node" pluginCollectionRef="Node"/>
  <backingMap name="BusinessUnitType" pluginCollectionRef="BusinessUnitType"/>
  </objectGrid>
  </objectGrids>
  <backingMapPluginCollections>
  <backingMapPluginCollection id="Node">
 <bean id="MapIndexPlugin"  className="com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.index.HashIndex">
  <property name="Name" type="java.lang.String" value="parentNode"/>
  <property name="AttributeName" type="java.lang.String" value="parentNode"/>
<property name="RangeIndex" type="boolean" value="false"
  description="Ranges are not supported for association indexes." />  </bean>
 <bean id="MapIndexPlugin"  className="com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.index.HashIndex">
  <property name="Name" type="java.lang.String" value="businessUnitType"/>
  <property name="AttributeName" type="java.lang.String" value="businessUnitTypes"/>

<property name="RangeIndex" type="boolean" value="false"
  description="Ranges are not supported for association indexes." />
 </bean>
 <bean id="MapIndexPlugin"  className="com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.index.HashIndex">
  <property name="Name" type="java.lang.String" value="childrenNodes"/>
  <property name="AttributeName" type="java.lang.String" value="childrenNodes"/>
<property name="RangeIndex" type="boolean" value="false"
  description="Ranges are not supported for association indexes." />
  </bean>
  </backingMapPluginCollection>
  </backingMapPluginCollections>
  </objectGridConfig>
```

Entitäts-XML

```
 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
  <entity-mappings xmlns="http://ibm.com/ws/projector/config/emd"
 xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/projector/config/emd ./emd.xsd">

  <description>My entities</description>
  <entity class-name="acme.Node" name="Account" access="FIELD">
  <attributes>
  <id name="nodeId" />
  <one-to-many name="childrenNodes"
  target-entity="acme.Node"
  fetch="EAGER" mapped-by="parentNode">
  <cascade><cascade-all/></cascade>
  </one-to-many>
  <many-to-one name="parentNodes"
  target-entity="acme.Node"
  fetch="LAZY" mapped-by="childrenNodes">
  <cascade><cascade-none/></cascade>
  </one-to-many>
  <many-to-one name="businessUnitTypes"
  target-entity="acme.BusinessUnitType"
  fetch="EAGER">
  <cascade><cascade-persist/></cascade>
  </many-to-one>
</attributes>
  </entity>
  <entity class-name="acme.BusinessUnitType" name="BusinessUnitType" access="FIELD">
  <attributes>
```

```
  <id name="buId" />
  <basic name="TypeDescription" />
  </attributes>
  </entity>
  </entity-mappings>
```

Mit den zuvor definierten Indizes werden die folgenden Entitätsabfragebeispiele optimiert:

```
SELECT n FROM Node n WHERE n.parentNode is null
SELECT n FROM Node n WHERE n.businessUnitTypes is EMPTY
  SELECT n FROM Node n WHERE size(n.businessUnitTypes)>=10
  SELECT n FROM BusinessUnitType b, Node n WHERE b member of n.businessUnitTypes and b.name='TELECOM'
```

Beziehungsindizes für Objekte definieren, die keine Entitäten sind

Im folgenden Beispiel wird ein HashIndex-Plug-in für Maps, die keine Entitäts-Maps sind, in einer ObjectGrid-XML-Deskriptordatei definiert:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<objectGridConfig xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/objectgrid/config ../objectGrid.xsd"
  xmlns="http://ibm.com/ws/objectgrid/config">
  <objectGrids>
    <objectGrid name="ObjectGrid_POJO">
      <backingMap name="Node" pluginCollectionRef="Node"/>
      <backingMap name="BusinessUnitType" pluginCollectionRef="BusinessUnitType"/>
      <querySchema>
        <mapSchemas>
          <mapSchema mapName="Node"
     valueClass="com.ibm.websphere.objectgrid.samples.entity.Node"
            primaryKeyField="id" />
          <mapSchema mapName="BusinessUnitType"
            valueClass="com.ibm.websphere.objectgrid.samples.entity.BusinessUnitType"
            primaryKeyField="id" />
        </mapSchemas>
        <relationships>
          <relationship source="com.ibm.websphere.objectgrid.samples.entity.Node"
            target="com.ibm.websphere.objectgrid.samples.entity.Node"
            relationField="parentNodeId" invRelationField="childrenNodeIds" />
          <relationship source="com.ibm.websphere.objectgrid.samples.entity.Node"
            target="com.ibm.websphere.objectgrid.samples.entity.BusinessUnitType"
            relationField="businessUnitTypeKeys" invRelationField="" />
        </relationships>
      </querySchema>
    </objectGrid>
  </objectGrids>
  <backingMapPluginCollections>
    <backingMapPluginCollection id="Node">
      <bean id="MapIndexPlugin" className="com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.index.HashIndex">
        <property name="Name" type="java.lang.String" value="parentNode"/>
<property name="Name" type="java.lang.String" value="parentNodeId"/>
<property name="AttributeName" type="java.lang.String" value="parentNodeId"/>
<property name="RangeIndex" type="boolean" value="false"
  description="Ranges are not supported for association indexes." />
      </bean>
      <bean id="MapIndexPlugin" className="com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.index.HashIndex">
        <property name="Name" type="java.lang.String" value="businessUnitType"/>
        <property name="AttributeName" type="java.lang.String" value="businessUnitTypeKeys"/>

<property name="RangeIndex" type="boolean" value="false"
  description="Ranges are not supported for association indexes." />
   </bean>
      <bean id="MapIndexPlugin" className="com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.index.HashIndex">
<property name="Name" type="java.lang.String" value="childrenNodeIds"/>
  <property name="AttributeName" type="java.lang.String" value="childrenNodeIds"/>
  <property name="RangeIndex" type="boolean" value="false"
      description="Ranges are not supported for association indexes." />
</bean>
    </backingMapPluginCollection>
  </backingMapPluginCollections>
</objectGridConfig>
```

Mit den zuvor gezeigten Indexkonfigurationen werden die folgenden Objektabfragebeispiele optimiert:

```
SELECT n FROM Node n WHERE n.parentNodeId is null
SELECT n FROM Node n WHERE n.businessUnitTypeKeys is EMPTY
SELECT n FROM Node n WHERE size(n.businessUnitTypeKeys)>=10
SELECT n FROM BusinessUnitType b, Node n WHERE
 b member of n.businessUnitTypeKeys and b.name='TELECOM'
```

Andere Objekte als Schlüssel für die Suche von Partitionen verwenden (Schnittstelle "PartitionableKey")

Wenn eine eXtreme-Scale-Konfiguration eine festgelegte Partitionsverteilungsstrategie verwendet, ist sie vom Hashing des Schlüssels in einer Partition abhängig, um den Wert einzufügen, abzurufen, zu aktualisieren oder zu entfernen. Die Methode "hashCode" wird für den Schlüssel aufgerufen und muss klar definiert sein, wenn ein angepasster Schlüssel erstellt wird. Für die Verwendung der Schnittstelle "PartitionableKey" wird jedoch eine andere Option verwendet. Mit der Schnittstelle "PartitionableKey" können Sie ein anderes Obejkt als den Schlüssel für das Hashing in einer Partition verwenden.

Sie können die Schnittstelle "PartitionableKey" verwenden, wenn mehrere Maps vorhanden sind und die Daten, die Sie festschreiben, zusammengehören und deshalb in derselben Partition gespeichert werden sollten. WebSphere eXtreme Scale unterstützt keine zweiphasige Festschreibung. Deshalb sollten nicht mehrere Map-Transaktionen festgeschrieben werden, wenn sie sich auf mehrere Partitionen erstrecken. Wenn PartitionableKey das Hashing für Schlüssel in verschiedenen Maps in demselben MapSet in derselben Partition durchführt, können sie zusammen festgeschrieben werden.

Sie können die Schnittstelle "PartitionableKey" auch verwenden, wenn Gruppen von Schlüsseln in derselben Partition gespeichert werden sollten, aber nicht unbedingt in einer einzigen Transaktion. Wenn das Hashing von Schlüssel auf der Basis von Position, Abteilung, Domänentyp oder einem anderen Typ von Kennung durchgeführt werden soll, können Sie untergeordneten Schlüsseln einen übergeordneten PartitionableKey zuordnen.

Das Hashing für Mitarbeiter sollte beispielsweise in derselben Partition wie bei der zugehörigen Abteilung durchgeführt werden. Jeder Mitarbeiter hat ein PartitionableKey-Objekt, das zur Map "department" gehört. In diesem Fall wird für das Hashing des Mitarbeiters und der Abteilung dieselbe Partition verwendet.

Die Schnittstelle "PartitionableKey" stellt eine Methode bereit, die Methode "ibmGetPartition". Das von dieser Methode zurückgegebene Objekt muss die Methode "hashCode" implementieren. Das von der alternativen Methode "hashCode" zurückgegebene Objekt wird verwendet, um den Schlüssel an eine Partition weiterzuleiten.

Programmierung für Transaktionen

Anwendungen, die Transaktionen erfordern, fügen solche Hinweise ein, z. B. zur Handhabung von Sperren, zur Handhabung von Kollisionen und zur Isolation von Transaktionen.

Übersicht über die Transaktionsverarbeitung

Sitzungen und Transaktionsverarbeitung

WebSphere eXtreme Scale verwendet Transaktionen als Mechanismus für die Interaktion mit Daten.

Für die Interaktion mit Daten benötigt der Thread in Ihrer Anwendung ein eigenes Session-Objekt. Wenn die Anwendung das ObjectGrid in einem Thread verwenden möchte, rufen Sie eine der Methoden "ObjectGrid.getSession" auf, um einen Thread anzufordern. Über das Session-Objekt kann die Anwendung die in den ObjectGrid-Maps gespeicherten Daten bearbeiten.

Wenn eine Anwendung ein Session-Objekt verwendet, muss dieses im Kontext einer Transaktion enthalten sein. Eine Transaktion wird über die Methoden "begin", "commit" und "rollback" des Session-Objekts gestartet und festgeschrieben bzw. rückgängig gemacht. Anwendungen können auch im Modus für automatische Festschreibung arbeiten, in dem das Session-Objekt eine Transaktion automatisch startet und festschreibt, wenn eine Operation in der Map durchgeführt wird. Der Modus für automatische Festschreibung ist nicht in der Lage, mehrere Operationen zu einer einzigen Transaktion zu gruppieren, und damit die langsamere Option, wenn Sie einen Stapel mit mehreren Operationen in einer einzigen Transaktion erstellen. Für Transaktionen, die nur eine einzige Operation enthalten, ist die automatische Festschreibung jedoch die schnellere Option.

Transaktionen

Transaktionen haben viele Vorteile in Bezug auf die Speicherung und Bearbeitung von Daten. Sie können Transaktionen verwenden, um das Grid vor gleichzeitigen Änderungen zu schützen, mehrere Änderungen als Einheit anzuwenden, Daten zu replizieren und einen Lebenszyklus für Sperren bei Änderungen zu implementieren.

Wenn eine Transaktion gestartet wird, ordnet WebSphere eXtreme Scale eine spezielle Differenz-Map zu, in der die aktuellen Änderungen bzw. Kopien von Schlüssel/Wert-Paaren gespeichert werden, die von der Transaktion verwendet werden. Normalerweise wird beim Zugriff auf ein Schlüssel/Wert-Paar der Wert kopiert, bevor die Anwendung den Wert erhält. Die Differenz-Map verfolgt alle Änderungen, wenn Operationen wie Einfüge-, Aktualisierungs-, Abruf-, Entfernungsoperationen usw. durchgeführt werden. Schlüssel werden nicht kopiert, weil sie als unveränderlich gelten. Wenn ein ObjectTransformer-Objekt angegeben ist, wird dieses Objekt zum Kopieren des Werts verwendet. Wenn die Transaktion optimistisches Sperren verwendet, werden auch Vorher-Kopien der Werte verfolgt, um sie als Vergleichswerte beim Festschreiben der Transaktion zu verwenden.

Wenn eine Transaktion rückgängig gemacht wird, werden die Informationen in der Differenz-Map verworfen und Sperren für die Einträge freigegeben. Wenn eine Transaktion festgeschrieben wird, werden die Änderungen auf die Maps angewendet und die Sperren freigegeben. Bei der Verwendung optimistischen Sperrens vergleicht eXtreme Scale die Vorher-Versionen der Werte mit den Werten, die in der Map enthalten sind. Diese Werte müssen übereinstimmen, damit die Transaktion festgeschrieben werden kann. Dieser Vergleich ermöglicht ein Schema für das Sperren mehrerer Versionen. Hierbei entstehen jedoch zusätzliche Kosten, weil zwei Kopien erstellt werden, wenn die Transaktion auf den Eintrag zugreift. Alle Werte werden erneut kopiert, und die neue Kopie wird in der Map gespeichert. WebSphere eXtreme Scale führt diesen Kopiervorgang durch, um sich selbst davor zu schützen, dass die Anwendung die Anwendungsreferenz in den Wert nach Festschreibung ändert.

Sie können dies vermeiden, indem Sie mehrere Kopien der Informationen erstellen. Die Anwendung kann eine Kopie auch über pessimistisches Sperren anstatt über optimistisches Sperren speichern. Dies schränkt jedoch den gemeinsamen Zugriff ein. Die Kopie des Wertes zur Festschreibungszeit kann ebenfalls vermieden werden, wenn die Anwendung zustimmt, einen Wert nach der Festschreibung nicht mehr zu ändern.

Vorteile von Transaktionen

Verwenden Sie Transaktionen für die folgenden Zwecke:

Wenn Sie Transaktionen verwenden, ist Folgendes möglich:

- Änderungen können rückgängig gemacht werden, wenn eine Ausnahme eintritt oder wenn die Geschäftslogik Statusänderungen widerrufen muss.
- zum Anwenden mehrerer Änderungen als atomare Einheit beim Festschreiben,
- Sperren für Daten können gehalten und freigegeben werden, um mehrere Änderungen als atomare Einheit zur Festschreibungszeit anzuwenden.
- Threads werden vor gleichzeitigen Änderungen geschützt.
- Es kann ein Lebenszyklus für Sperren bei Änderungen implementiert werden.
- Es kann eine atomare Replikationseinheit erzeugt werden.

Transaktionsgröße

Größere Transaktionen sind effizienter, insbesondere für die Replikation. Größere Transaktionen können sich jedoch nachteilig auf den gemeinsamen Zugriff auswirken, weil die Sperren für Einträge länger gehalten werden. Wenn Sie größere Transaktionen verwenden, kann dies die Replikationsleistung steigern. Dieser Leistungsanstieg ist wichtig, wenn Sie eine Map vorher laden. Experimentieren Sie mit verschiedenen Stapelgrößen, um festzustellen, welche sich für Ihr Szenario am besten eignet.

Größere Transaktionen sind auch bei Loadern hilfreich. Wenn ein Loader verwendet wird, der SQL-Stapeloperationen durchführen kann, sind je nach Transaktion erhebliche Leistungssteigerungen und auf der Datenbankseite erheblich Lastreduktionen möglich. Diese Leistungssteigerung ist von der Loader-Implementierung abhängig.

Modus für automatische Festschreibung

Wenn keine Transaktion aktiv gestartet wird und eine Anwendung mit einem ObjectMap-Objekt interagiert, wird eine automatische Start- und Festschreibungsoperation für die Anwendung durchgeführt. Diese automatische Start- und Festschreibungsoperation funktioniert, verhindert aber, dass Rollback und Sperren effektiv funktionieren. Die Geschwindigkeit der synchronen Replikation nimmt aufgrund der sehr geringen Transaktionsgröße ab. Wenn Sie eine EntityManager-Anwendung verwenden, sollten Sie den Modus für automatische Festschreibung nicht verwenden, weil Objekte, die mit der Methode EntityManager.find gesucht werden, unmittelbar nach der Rückkehr der Methode nicht mehr verwaltet werden und somit unbrauchbar sind.

Externe Transaktionskoordinatoren

Gewöhnlich beginnt eine Transaktion mit der Methode "session.begin" und endet mit der Methode "session.commit". Wenn eXtreme Scale integriert ist, können die Transaktionen jedoch auch von externen Transaktionskoordinatoren gestartet und beendet werden. Wenn Sie einen externen Transaktionskoordinator verwenden, müssen Sie die Methoden "session.begin" und "session.commit" nicht aufrufen. Weitere Informationen zu eXtreme Scale und externer Transaktionsinteraktion finden Sie im *Programmierhandbuch*. Wenn Sie WebSphere Application Server verwenden, können Sie das WebSphereTranscationCallback-Plug-in einsetzen. Weitere In-

formationen zu den in WebSphere eXtreme Scale verfügbaren Plug-ins finden Sie im *Programmierhandbuch*.

Attribut "CopyMode"

Sie können die Anzahl der Kopien optimieren, indem Sie das Attribut "CopyMode" der BackingMap- bzw. ObjectMap-Objekte definieren.

Sie können die Anzahl der Kopien optimieren, indem Sie das Attribut "CopyMode" der BackingMap- bzw. ObjectMap-Objekte definieren. Das Attribut "CopyMode" hat die folgenden gültigen Werte:

- COPY_ON_READ_AND_COMMIT
- COPY_ON_READ
- NO_COPY
- COPY_ON_WRITE
- COPY_TO_BYTES

Der Wert COPY_ON_READ_AND_COMMIT ist der Standardwert. Wenn Sie den Wert COPY_ON_READ definieren, wird eine Kopie der ersten empfangenen Daten erstellt, aber es wird keine Kopie zur Festschreibungszeit erstellt. Dieser Modus ist sicher, wenn die Anwendung einen Wert nach dem Festschreiben einer Transaktion nicht mehr ändert. Wenn Sie den Wert NO_COPY definieren, werden die Daten nicht kopiert, was nur bei schreibgeschützten Daten sicher ist. Wenn sich die Daten nicht ändern, ist es nicht erforderlich, sie aus Isolationsgründen zu kopieren.

Gehen Sie bei der Verwendung des Attributwerts NO_COPY für Maps, die aktualisiert werden können, vorsichtig vor. WebSphere eXtreme Scale verwendet die beim ersten Berühren der Daten erstellt Kopie für das Transaktions-Rollback. Da die Änderung nur die Kopie geändert hat, verwirft eXtreme Scale die Kopie. Wenn der Attributwert NO_COPY verwendet wird und die Anwendung den festgeschriebenen Wert ändert, ist ein Rollback nicht möglich. Das Ändern der festgeschriebenen Werte führt zu Problemen bei Indizes, Replikation usw, weil die Indizes und Replikate bei der Festschreibung der Transaktion aktualisiert werden. Wenn Sie festgeschriebene Daten ändern und dann ein Rollback für die Transaktion durchführen (wobei in diesem Fall gar kein Rollback durchgeführt wird), werden die Indizes nicht aktualisiert, und es findet keine Replikation statt. Andere Threads können die nicht festgeschriebenen Änderungen sofort sehen, selbst wenn Sperren gesetzt sind. Verwenden Sie den Attributwert NO_COPY nur für schreibgeschützte Maps oder für Anwendungen, die den entsprechenden Kopiervorgang durchführen, bevor der Wert geändert wird. Wenn Sie den Attributwert NO_COPY verwenden und sich mit einem Datenintegritätsproblem an die IBM Unterstützungsfunktion wenden, werden Sie aufgefordert, das Problem im Kopiermodus COPY_ON_READ_AND-_COMMIT zu reproduzieren.

Wenn Sie den Wert COPY_TO_BYTES verwenden, werden Werte in der Map in serialisierter Form gespeichert. Beim Lesen dekomprimiert eXtreme Scale den Wert aus der serialisierten Form und speichert beim Festschreiben den Wert in serialisierter Form. Wenn Sie diese Methode verwenden, wird beim Lesen und beim Festschreiben ein Kopiervorgang durchgeführt.

Der Standardkopiermodus für eine Map kann im BackingMap-Objekt konfiguriert werden. Mit der Methode "ObjectMap.setCopyMode" können Sie den Kopiermodus für Maps auch vor dem Starten einer Transaktion ändern.

Im Folgenden sehen Sie ein Beispiel für ein BackingMap-Snippet aus einer Datei `objectgrid.xml`, das veranschaulicht, wie der Kopiermodus für eine bestimmte Ba-

ckingMap gesetzt wird. In diesem Beispiel wird davon ausgegangen, dass Sie cc als Namespace für objectgrid/config verwenden.

```
<cc:backingMap name="RuntimeLifespan" copyMode="NO_COPY"/>
```

Weitere Informationen finden Sie in der Dokumentation zu den bewährten Verfahren für copyMode im *Programmierhandbuch*.

Sperren von Map-Einträgen

Eine ObjectGrid-BackingMap unterstützt mehrere Sperrstrategien für Maps für die Verwaltung der Konsistenz von Cacheeinträgen.

Jede BackingMap kann für die Verwendung einer der folgenden Sperrstrategien konfiguriert werden:

1. Optimistischer Sperrmodus
2. Pessimistischer Sperrmodus
3. Ohne

Die Standardsperrstrategie ist OPTIMISTIC (optimistisch). Verwenden Sie optimistisches Sperren, wenn die Daten nur selten geändert werden. Sperren werden nur für kurze Dauer gehalten, während die Daten aus dem Cache gelesen und in die Transaktion kopiert werden. Wenn der Transaktionscache mit dem Hauptcache synchronisiert wird, werden alle zwischengespeicherten Objekte, die aktualisiert wurden, mit der Originalversion verglichen. Wenn die Prüfung negativ ausfällt, wird eine Rollback-Operation für die Transaktion durchgeführt, und es wird eine Ausnahme des Typs "OptimisticCollisionException" ausgegeben.

Bei der Sperrstrategie PESSIMISTIC (pessimistisch) werden Sperren für Cacheeinträge angefordert. Diese Strategie sollte verwendet werden, wenn die Daten häufig geändert werden. Jedesmal, wenn ein Cacheeintrag gelesen wird, wird eine Sperre angefordert und so lange gehalten, bis die Transaktion abgeschlossen wird. Die Dauer einiger Sperren kann über die verfügbaren Isolationsstufen für die Sitzung optimiert werden.

Wenn keine Sperren erforderlich sind, weil die Daten nie oder nur in ruhigen Phasen aktualisiert werden, können Sie die Sperren inaktivieren, indem Sie die Sperrstrategie NONE (Ohne) konfigurieren. Diese Strategie ist sehr schnell, weil kein Sperrenmanager erforderlich ist. Die Sperrstrategie NONE eignet sich ideal für Suchtabellen und schreibgeschützte Maps.

Weitere Informationen zu Sperrstrategien finden Sie in der Dokumentation zu Sperrstrategien in der *Produktübersicht*.

Sperrstrategie festlegen

Das folgende Beispiel demonstriert, wie für die BackingMaps "map1", "map2" und "map3" jeweils eine andere Sperrstrategie festgelegt wird. Das erste Snippet veranschaulicht die Verwendung von XML für die Konfiguration der Sperrstrategie und das zweite Snippet einen programmgesteuerten Ansatz.

XML-Ansatz

BackingMap-Konfiguration - XML-Beispiel

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<objectGridConfig xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
    xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/objectgrid/config ../objectGrid.xsd"
    xmlns="http://ibm.com/ws/objectgrid/config">
```

```
    <objectGrids>
        <objectGrid name="test">
            <backingMap name="map1"
                lockStrategy="PESSIMISTIC" numberOfLockBuckets="31"/>
            <backingMap name="map2"
                lockStrategy="OPTIMISTIC" numberOfLockBuckets="409"/>
            <backingMap name="map3"
                lockStrategy="NONE"/>
        </objectGrid>
    </objectGrids>
</objectGridConfig>
```

Programmgesteuerter Ansatz

BackingMap-Konfiguration - Programmgesteuertes Beispiel

```
import com.ibm.websphere.objectgrid.BackingMap;
import com.ibm.websphere.objectgrid.LockStrategy;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGrid;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridManagerFactory;
...
ObjectGrid og =
 ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager().createObjectGrid("test");
BackingMap bm = og.defineMap("map1");
bm.setLockStrategy( LockStrategy.PESSIMISTIC );
bm.setNumberOfLockBuckets(31);
bm = og.defineMap("map2");
bm.setNumberOfLockBuckets(409);
bm.setLockStrategy( LockStrategy.OPTIMISTIC );
bm = og.defineMap("map3");
bm.setLockStrategy( LockStrategy.NONE );
```

Um zu verhindern, dass eine Ausnahme des Typs "java.lang.IllegalStateException" ausgelöst wird, muss die Methode "setLockStrategy" vor dem Aufruf der Methode "initialize" bzw. "getSession" in der lokalen ObjectGrid-Instanz aufgerufen werden.

Weitere Informationen finden Sie im Abschnitt zu den Sperrstrategien in der *Produktübersicht*.

Konfiguration des Sperrenmanagers

Wenn Sie die Sperrstrategie PESSIMISTIC oder OPTIMISTIC verwenden, wird ein Sperrenmanager für die BackingMap erstellt. Der Sperrenmanager verwendet eine Hash-Tabelle, um die Einträge zu verfolgen, die von einer oder mehreren Transaktionen gesperrt werden. Wenn die Hash-Tabelle viele Map-Einträge enthält, kann durch die Verwendung weiterer Sperr-Buckets eine bessere Leistung erzielt werden. Das Risiko von Java-Synchronisationskollisionen sinkt mit zunehmender Anzahl an Buckets. Werden zusätzliche Buckets verwendet, sind auch mehr gemeinsame Zugriffe möglich. Die vorherigen Beispiele haben veranschaulicht, wie eine Anwendung die Anzahl der Sperr-Buckets für eine bestimmte BackingMap-Instanz festlegen kann.

Um zu verhindern, dass eine Ausnahme des Typs "java.lang.IllegalStateException" ausgelöst wird, muss die Methode "setNumberOfLockBuckets" vor dem Aufruf der Methode "initialize" bzw. "getSession" in der ObjectGrid-Instanz aufgerufen werden. Der Methodenparameter "setNumberOfLockBuckets" ist ein primitiver Java-Integer, der die Anzahl der zu verwendenden Sperr-Buckets angibt. Die Verwendung einer Primzahl gewährleistet eine gleichmäßige Verteilung der Map-Einträge auf die Sperr-Buckets. Ein guter Ausgangspunkt für das Erzielen der besten Leistung ist, die Anzahl der Sperr-Buckets auf ungefähr zehn Prozent der erwarteten Anzahl an BackingMap-Einträgen zu setzen.

LockDeadlockException

Im Folgenden sehen Sie ein Codebeispiel für das Abfangen der Ausnahme und die daraufhin angezeigte Nachricht.

```
try  {
...
} catch (ObjectGridException oe) {
System.out.println(oe);
}
```

Das Ergebnis ist wie folgt:

```
com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.LockDeadlockException: _Message
```

Diese Nachricht stellt die Zeichenfolge dar, die als Parameter übergeben wird, wenn die Ausnahme erstellt und ausgelöst wird.

Ursache für die Ausnahme

Die meisten Deadlock-Ausnahmen treten bei der Verwendung der pessimistischen Sperrstrategie ein, wenn zwei separate Client jeweils eine gemeinsame Sperre für ein bestimmtes Objekt erhalten. Beide Clients versuchen, eine exklusive Sperre für dieses Objekt zu erhalten. In der folgenden Abbildung wird eine solche Situation, einschließlich der Transaktionsblöcke gezeigt, die für das Auslösen der Ausnahme verantwortlich sind.

Das folgende Java-Code-Snippet veranschaulicht, wie eine XML-Konfigurationsdatei zum Erstellen eines ObjectGrids übergeben wird.

Dies ist eine abstrakte Sicht der Vorgänge in Ihrem Programm beim Eintreten der Ausnahme. Diese Situation kann in einer Anwendung auftreten, in der viele Threads dieselbe ObjectMap aktualisieren. Im Folgenden sehen Sie ein Beispiel mit zwei Clients, die die Transaktionsblöcke ausführen, die in der vorherigen Abbildung veranschaulicht wurden.

Mögliche Lösungen

Die in Abbildung 1 dargestellte Situation kann eintreten, wenn mehrere Threads Transaktionen für eine bestimmte Map starten. In diesem Fall wird die Ausnahme ausgelöst, um eine Blockierung Ihres Programms zu verhindern. Sie können sich selbst benachrichtige und dem Catch-Block Code hinzufügen, um weitere Details zur Ursache bereitzustellen. Da diese Ausnahme nur bei einer pessimistischen Sperrstrategie ausgelöst wird, ist eine einfache Lösung die Umstellung auf eine optimistische Sperrstrategie. Wenn Sie jedoch eine pessimistische Sperrstrategie benötigen, können Sie anstelle der Methode "get" die Methode "getForUpdate" verwenden. Auf diese Weise werden die Ausnahmen für die zuvor beschriebene Situation verhindert.

Sperrstrategien

Die folgenden Sperrstrategien sind verfügbar: PESSIMISTIC (pessimistisch), OPTIMISTIC (optimistisch) und NONE (Ohne). Bei der Auswahl einer Sperrstrategie müssen Sie Aspekte wie den Prozentsatz der einzelnen Typen von Operationen, die potenzielle Verwendung eines Loaders usw. berücksichtigen.

Sperren werden über Transaktionen gebunden. Sie können die folgenden Sperreinstellungen angeben:

- **Keine Sperren**: Die Ausführung ohne Sperren ist die schnellste. Wenn Sie schreibgeschützte Daten verwenden, benötigen Sie möglicherweise keine Sperren.
- **Pessimistisches Sperren**: Es werden Sperren für Einträge angefordert, die so lange gehalten werden, bis die Transaktion festgeschrieben wird. Diese Sperrstrategie bietet eine gute Konsistenz, geht aber zu Lasten des Durchsatzes.
- **Optimistisches Sperren**: Erstellt eine Vorher-Kopie jedes Datensatzes, den die Transaktion berührt, und vergleicht diese mit den aktuellen Eintragswerten, wenn die Transaktion festgeschrieben wird. Wenn die Vorher-Kopie und der Eintragswert nicht übereinstimmen, wird die Transaktion rückgängig gemacht. Es werden keine Sperren bis zur Festschreibungszeit gehalten. Diese Sperrstrategie unterstützt einen besseren gemeinsamen Zugriff als die pessimistische Strategie, birgt aber das Risiko von Transaktions-Rollbacks und Speicherkosten für die zusätzliche Kopie des Eintrags.

Legen Sie die Sperrstrategie in der BackingMap fest. Es ist nicht möglich, die Sperrstrategie für jede einzelne Transaktion zu ändern. Im Folgenden sehen Sie ein Beispiel-XML-Snippet, das veranschaulicht, wie der Sperrmodus in einer Map über die XML-Datei festgelegt wird, und in dem davon ausgegangen wird, dass `cc` der Namespace für `objectgrid/config` ist:

```
<cc:backingMap name="RuntimeLifespan" lockStrategy="PESSIMISTIC" />
```

Pessimistisches Sperren

Verwenden Sie die pessimistische Sperrstrategie für Maps mit Lese-/Schreibzugriff, wenn keine anderen Sperrstrategien möglich sind. Wenn eine ObjectGrid-Map für die Verwendung der pessimistischen Sperrstrategie konfiguriert ist, wird eine pessimistische Transaktionssperre für einen Map-Eintrag angefordert, wenn eine Transaktion den Eintrag zum ersten Mal aus der BackingMap abruft. Die pessimistische Sperre wird so lange gehalten, bis die Anwendung die Transaktion abschließt. Gewöhnlich wird die pessimistische Sperrstrategie in den folgenden Situationen verwendet:

- Die BackingMap ist mit oder ohne Loader (Ladeprogramm) konfiguriert, und es sind keine Versionsinformationen verfügbar.
- Die BackingMap wird direkt von einer Anwendung verwendet, die Hilfe von eXtreme Scale für die Steuerung des gemeinsamen Zugriffs benötigt.
- Es sind Versionsinformationen verfügbar, aber Aktualisierungstransaktionen für die Einträge in der BackingMap lösen häufig Kollisionen aus, was zu Fehlern bei der optimistische Aktualisierung führt.

Da die pessimistische Sperrstrategie die größten Auswirkungen auf Leistung und Skalierbarkeit hat, sollte diese Strategie nur für Maps mit Lese-/Schreibzugriff verwendet werden, wenn keine anderen Sperrstrategien angewendet werden können, z. B., wenn häufig Fehler bei der optimistischen Aktualisierung auftreten oder wenn die Wiederherstellung nach einem Fehler bei einer optimistischen Aktualisierung nur schwer für eine Anwendung durchzuführen ist.

Optimistisches Sperren

Bei der optimistischen Sperrstrategie wird davon ausgegangen, dass zwei gleichzeitig ausgeführte Transaktionen niemals versuchen, denselben Map-Eintrag zu aktualisieren. Aufgrund dieser Annahme müssen die Sperren nicht für den gesamte Lebenszyklus der Transaktion gehalten werden, da es unwahrscheinlich ist, dass mehrere Transaktionen einen Map-Eintrag gleichzeitig aktualisieren. Die optimistische Sperrstrategie wird gewöhnlich in den folgenden Situationen verwendet:

- Eine BackingMap ist mit oder ohne Loader (Ladeprogramm) konfiguriert, und es sind Versionsinformationen verfügbar.
- Es werden hauptsächlich nur Transaktionen für eine BackingMap ausgeführt, die Leseoperationen durchführen. Einfüge-, Aktualisierungs- und Entfernungsoperationen für Map-Einträge finden in der BackingMap nur selten statt.
- Eine BackingMap wird häufiger eingefügt, aktualisiert oder entfernt, als sie gelesen wird, aber es finden nur selten Kollisionen zwischen den Transaktionen statt, die sich auf denselben Map-Eintrag beziehen.

Wie bei der pessimistischen Sperrstrategie bestimmen die Methoden in der Schnittstelle "ObjectMap", wie eXtreme Scale automatisch versucht, eine Sperre für den Map-Eintrag anzufordern, auf den zugegriffen wird. Es bestehen jedoch die folgenden Unterschiede zwischen der pessimistischen und der optimistischen Sperrstrategie:

- Wie bei der pessimistischen Sperrstrategie wird bei der optimistischen Sperrstrategie beim Aufruf der Methoden "get" und "getAll" eine S-Sperre angefordert. Beim optimistischen Sperren wird die S-Sperre jedoch nicht bis zum Abschluss der Transaktion gehalten. Stattdessen wird die S-Sperre freigegeben, bevor die Methode zur Anwendung zurückkehrt. Die Anforderung der Sperre hat den Zweck, dass eXtreme Scale sicherstellen kann, dass nur festgeschriebene Daten von anderen Transaktionen für die aktuelle Transaktion sichtbar sind. Nachdem eXtreme Scale sichergestellt hat, dass die Daten festgeschrieben wurden, wird die S-Sperre freigegeben. Während der Festschreibung wird eine optimistische Versionsprüfung durchgeführt, um sicherzustellen, dass der Map-Eintrag nicht von einer anderen Transaktion geändert wurde, nachdem die aktuelle Transaktion die S-Sperre freigegeben hat. Wenn ein Eintrag nicht aus der Map abgerufen wird, bevor er aktualisiert, ungültig gemacht oder gelöscht wird, ruft die Laufzeitumgebung von eXtreme Scale den Eintrag implizit aus der Map ab. Diese implizite get-Operation wird durchgeführt, um den aktuellen Wert abzurufen, den der Eintrag zum Zeitpunkt der Änderungsanforderung hatte.
- Anders als bei der pessimistischen Sperrstrategie werden die Methoden "getForUpdate" und "getAllForUpdate" bei der optimistischen Sperrstrategie genauso wie die Methoden "get" und "getAll" behandelt, d. h., beim Starten der Methode wird eine S-Sperre angefordert, die dann freigegeben wird, bevor die Methode zur Anwendung zurückkehrt.

Alle anderen ObjectMap-Methoden werden genauso behandelt, wie es bei der pessimistischen Sperrstrategie der Fall ist, d. h., wenn die Methode "commit" aufgerufen wird, wird eine X-Sperre für jeden Map-Eintrag angefordert, der eingefügt, aktualisiert, entfernt, angerührt oder ungültig gemacht wurde, und diese X-Sperre wird so lange gehalten, bis die Commit-Verarbeitung der Transaktion abgeschlossen ist.

Bei der optimistischen Sperrstrategie wird davon ausgegangen, dass gleichzeitig ausgeführte Transaktionen nicht versuchen, denselben Map-Eintrag zu aktualisieren. Aufgrund dieser Annahme müssen die Sperren nicht für die gesamte Lebensdauer der Transaktion gehalten werden, da es unwahrscheinlich ist, dass mehrere Transaktionen einen Map-Eintrag gleichzeitig aktualisieren. Da eine Sperre jedoch nicht gehalten wird, ist es potenziell möglich, dass eine andere gleichzeitig ausgeführte Transaktion den Map-Eintrag ändert, nachdem die aktuelle Transaktion ihre S-Sperre freigegeben hat.

Zur Behandlung dieser Möglichkeit ruft eXtreme Scale während der Festschreibung eine X-Sperre ab und führt eine optimistische Versionsprüfung durch, um sicherzustellen, dass der Map-Eintrag nicht von einer anderen Transaktion geändert wurde,

nachdem die aktuelle Transaktion den Map-Eintrag aus der BackingMap gelesen hat. Wenn der Map-Eintrag von einer anderen Transaktion geändert wurde, fällt die Versionsprüfung negativ aus, und es wird eine Ausnahme des Typs "OptimisticCollisionException" ausgegeben. Diese Ausnahme erzwingt ein Rollback der aktuellen Transaktion, und die Anwendung muss die vollständige Transaktion wiederholen. Die optimistische Sperrstrategie ist sehr hilfreich, wenn eine Map hauptsächlich nur gelesen wird und es unwahrscheinlich ist, dass gleichzeitige Aktualisierungen an demselben Map-Eintrag vorgenommen werden.

Ohne Sperren

Wenn eine BackingMap ohne Sperrstrategie konfiguriert ist, werden keine Transaktionssperren für einen Map-Eintrag angefordert.

Dies ist hilfreich, wenn eine Anwendung ein Persistenzmanager ist, wie z. B. ein EJB-Container, oder wenn eine Anwendung Hibernate für das Abrufen persistenter Daten verwendet. In diesem Szenario ist die BackingMap ohne Loader konfiguriert, und der Persistenzmanager verwendet die BackingMap als Datencache. Der Persistenzmanager übernimmt die Steuerung des gemeinsamen Zugriffs für Transaktionen, die auf dieselben Map-Einträge zugreifen.

Für die Steuerung des gemeinsamen Zugriffs muss WebSphere eXtreme Scale keine Transaktionssperren anfordern. In dieser Situation wird davon ausgegangen, dass der Persistenzmanager seine Transaktionssperren nicht freigibt, bevor die ObjectGrid-Map mit festgeschriebenen Änderungen aktualisiert wurde. Wenn der Persistenzmanager seine Sperren freigibt, muss eine pessimistische oder optimistische Sperrstrategie verwendet werden. Angenommen, der Persistenzmanager eines EJB-Containers aktualisiert eine ObjectGrid-Map mit Daten, die in der vom EJB-Container verwalteten Transaktion festgeschrieben wurden. Wenn die Aktualisierung der ObjectGrid-Map stattfindet, bevor der Persistenzmanager seine Transaktionssperren freigibt, können Sie die Strategie ohne Sperren verwenden. Wenn die Aktualisierung der ObjectGrid-Map stattfindet, nachdem der Persistenzmanager seine Transaktionssperren freigibt, müssen Sie die optimistische oder die pessimistische Sperrstrategie verwenden.

Ein weiteres Szenario, in dem die Strategie ohne Sperren verwendet werden kann, ist das, wenn die Anwendung eine BackingMap direkt verwendet und ein Loader für die Map konfiguriert ist. In diesem Szenario verwendet der Loader die Unterstützung für die Steuerung des gemeinsamen Zugriffs, die von einem Verwaltungssystem für relationale Datenbanken bereitgestellt wird, indem er entweder Java Database Connectivity (JDBC) oder Hibernate für den Zugriff auf die Daten in einer relationalen Datenbank verwendet. Die Loader-Implementierung kann einen optimistischen oder pessimistischen Ansatz verwenden. Mit einem Loader, der einen optimistischen Sperr- oder Versionssteuerungsansatz verwendet, kann die höchste Anzahl gemeinsamer Zugriffe und die höchste Leistung erzielt werden. Weitere Informationen zur Implementierung eines optimistischen Sperransatzes finden Sie im Abschnitt "OptimisticCallback" in den Hinweisen zu Loadern im *Administratorhandbuch*. Wenn Sie einen Loader verwenden, der die Unterstützung für pessimistisches Sperren eines zugrunde liegenden Back-Ends verwendet, können Sie den Parameter "forUpdate" verwenden, der an die Methode "get" der Schnittstelle "Loader" übergeben wird. Setzen Sie diesen Parameter auf "true", wenn die Methode "getForUpdate der Schnittstelle "ObjectMap von der Anwendung zum Abrufen der Daten verwendet wird. Der Loader kann diesen Parameter verwenden, um festzustellen, ob eine aktualisierbare Sperre für die Zeile, die gelesen wird, angefordert werden muss. DB2 fordert beispielsweise eine aktualisierbare Sperre an, wenn eine SQL-Anweisung SELECT eine Klausel `FOR UPDATE` enthält. Dieser

Ansatz bietet dieselben Präventionsmechanismen für Deadlocks, die im Abschnitt „Pessimistisches Sperren” auf Seite 142 beschrieben sind.

JMS für Verteilung von Transaktionsänderungen

Verwenden Sie Java Message Service (JMS) für die Verteilung von Transaktionsänderungen zwischen verschiedenen Schichten und in Umgebungen auf heterogenen Plattformen.

JMS ist ein ideales Protokoll für die Verteilung von Änderungen zwischen verschiedenen Schichten und in Umgebungen auf heterogenen Plattformen. Einige Anwendungen, die eXtreme Scale verwenden, können beispielsweise in IBM WebSphere Application Server Community Edition, Apache Geronimo oder Apache Tomcat implementiert sein, wohingegen andere Anwendungen in WebSphere Application Server Version 6.x ausgeführt werden. JMS eignet sich optimal für die Verteilung von Änderungen zwischen eXtreme-Scale-Peers in diesen unterschiedlichen Umgebungen. Der Nachrichtentransport des High Availability Manager ist sehr schnell, kann aber nur Änderungen an Java Virtual Machines verteilen, die sich in derselben Stammgruppe befinden. JMS ist zwar langsamer, unterstützt aber die gemeinsame Nutzung eines ObjectGrids durch größere und unterschiedlichere Gruppen von Anwendungsclients. JMS ist ideal, wenn Daten in einem ObjectGrid von einem Swing-Fat-Client und einer in WebSphere Extended Deployment implementierten Anwendung gemeinsam genutzt werden.

Der integrierte Mechanismus für die Inaktivierung von Clients und die Peer-to-Peer-Replikation sind Beispiele für JMS-basierte Verteilung von Transaktionsänderungen. Weitere Informationen finden Sie in der Beschreibung der Peer-to-Peer-Replikation mit JMS im *Administratorhandbuch*.

JMS implementieren

JMS wird für die Verteilung von Transaktionsänderungen über ein Java-Objekt implementiert, das sich wie ein ObjectGridEventListener verhält. Dieses Objekt kann den Status auf die folgenden vier Arten weitergeben:

1. Invalidate: (Ungültigmachen) Jeder Eintrag, der entfernt, aktualisiert oder gelöscht wird, wird in allen Peer-JVMs entfernt, wenn diese die Nachricht empfangen.
2. Invalidate conditional: (Bedingtes Ungültigmachen) Der Eintrag wird nur entfernt, wenn die lokale Version kleiner-gleich der Version im Veröffentlichungskomponente (Publisher) ist.
3. Push: (Übertragung mit Push) Jeder Eintrag, der entfernt, aktualisiert, gelöscht oder eingefügt wurde, wird in allen Peer-JVMs hinzugefügt bzw. überschrieben, wenn diese die JMS-Nachricht empfangen.
4. Push conditional: (Bedingte Übertragung mit Push) Der Eintrag wird auf Empfangsseite nur dann aktualisiert bzw. hinzugefügt, wenn der lokale Eintrag älter ist als die Version, die veröffentlicht wird.

Auf zu veröffentlichende Änderungen warten

Das Plug-in implementiert die Schnittstelle "ObjectGridEventListener", um das Ereignis "transactionEnd" abzufangen. Wenn eXtreme Scale diese Methode aufruft, versucht das Plug-in die LogSequence-Liste für jede Map, die von der Transaktion angerührt wurde, in eine JMS-Nachricht zu konvertieren und anschließend zu veröffentlichen. Das Plug-in kann so konfiguriert werden, dass Änderungen für alle Maps oder einen Teil der Maps veröffentlicht werden. LogSequence-Objekte werden für die Maps verarbeitet, für die die Veröffentlichung aktiviert ist. Die Object-

Grid-Klasse "LogSequenceTransformer" serialisiert eine gefilterte LogSequence für jede Map in einen Datenstrom. Nachdem alle LogSequences in den Datenstrom serialisiert wurden, wird eine JMS-ObjectMessage erstellt und unter einem bekannten Topic veröffentlicht.

Auf JMS-Nachrichten warten und sie auf das lokale ObjectGrid anwenden

Dasselbe Plug-in startet auch einen Thread, der in einer Schleife ausgeführt wird und alle Nachrichten empfängt, die unter dem bekannten Topic veröffentlicht werden. Wenn eine Nachricht ankommt, wird der Nachrichteninhalt an die Klasse "LogSequenceTransformer" übergeben, wo sie in eine Gruppe von LogSequence-Objekten konvertiert wird. Anschließend wird eine Transaktion ohne Durchschreiben (no-write-through) gestartet. Jedes LogSequence-Objekt wird an die Methode "Session.processLogSequence" übergeben, die die lokalen Maps mit den Änderungen aktualisiert. Die Methode "processLogSequence" erkennt den Verteilungsmodus. Die Transaktion wird festgeschrieben, und der lokale Cache enthält die Änderungen. Weitere Informationen zur Verwendung von JMS für die Verteilung von Transaktionsänderungen finden Sie in den Informationen zum Verteilen von Änderungen zwischen Peer-Java-Virtual-Machines im *Administratorhandbuch*.

Einzelpartitionstransaktionen und Grid-übergreifende Partitionstransaktionen

Der Hauptunterschied zwischen WebSphere eXtreme Scale und traditionellen Datenspeicherlösungen wie relationalen oder speicherinternen Datenbanken ist die Verwendung der Partitionierung, die eine lineare Skalierung des Caches ermöglicht. Die wichtigen Transaktionstypen, die berücksichtigt werden müssen, sind Einzelpartitionstransaktionen und Grid-übergreifende Partitionstransaktionen.

Im Allgemeinen können Interaktionen mit dem Cache, wie im Folgenden beschrieben, in die Kategorien "Einzelpartitionstransaktionen" und "Grid-übergreifende Partitionstransaktionen" eingeteilt werden.

Einzelpartitionstransaktionen

Einzelpartitionstransaktionen sind die vorzuziehende Methode für die Interaktion mit Caches in WebSphere eXtreme Scale. Wenn eine Transaktion auf eine Einzelpartition beschränkt ist, ist sie standardmäßig auf eine einzelne Java Virtual Machine und damit auf einen einzelnen Servercomputer beschränkt. Ein Server kann *M* dieser Transaktionen pro Sekunde ausführen, und wenn Sie *N* Computer haben, sind `M*N` Transaktionen pro Sekunde möglich. Wenn sich Ihr Geschäft erweitert und Sie doppelt so viele dieser Transaktionen pro Sekunde ausführen müssen, können Sie *N* verdoppeln, indem Sie weitere Computer kaufen. Auf diese Weise können Sie Kapazitätsanforderungen erfüllen, ohne die Anwendung zu ändern, Hardware zu aktualisieren oder die Anwendung außer Betrieb zu nehmen.

Zusätzlich zu der Möglichkeit, den Cache so signifikant skalieren zu können, maximieren Einzelpartitionstransaktionen auch die Verfügbarkeit des Caches. Jede Transaktion ist nur von einem einzigen Computer abhängig. Jeder der anderen `(N-1)` Computer kann ausfallen, ohne den Erfolgt oder die Antwortzeit der Transaktion zu beeinflussen. Wenn Sie also mit 100 Computern arbeiten und einer dieser Computer ausfällt, wird nur 1 Prozent der Transaktionen, die zum Zeitpunkt des Ausfalls dieses Servers unvollständig sind, rückgängig gemacht. Nach dem Ausfall des Servers verlagert WebSphere eXtreme Scale die Partitionen des ausgefallenen Servers auf die anderen 99 Computer. In diesem kurzen Zeitraum vor der Durchführung der Operation können die anderen 99 Computer weiterhin Transaktionen

ausführen. Nur die Transaktionen, an denen die Partitionen beteiligt sind, die umgelagert werden, sind blockiert. Nach Abschluss des Failover-Prozesses ist der Cache mit 99 Prozent seiner ursprünglichen Durchsatzkapazität wieder vollständig betriebsbereit. Nachdem der ausgefallene Server ersetzt und der Ersatzserver dem Grid hinzugefügt wurde, kehrt der Cache zu einer Durchsatzkapazität von 100 Prozent zurück.

Grid-übergreifende Transaktionen

Was Leistung, Verfügbarkeit und Skalierbarkeit betrifft, sind Grid-übergreifende Transaktionen das Gegenteil von Einzelpartitionstransaktionen. Grid-übergreifende Transaktionen greifen auf jede Partition und damit auf jeden Computer in der Konfiguration zu. Jeder Computer im Grid wird aufgefordert, einige Daten zu suchen und anschließend das Ergebnis zurückzugeben. Die Transaktion kann erst abgeschlossen werden, nachdem jeder Computer geantwortet hat, und deshalb wird der Durchsatz des gesamten Grids durch den langsamsten Computer beschränkt. Das Hinzufügen von Computern macht den langsamsten Computer nicht schneller und verbessert damit auch nicht den Durchsatz des Caches.

Grid-übergreifende Transaktionen haben einen ähnlichen Effekt auf die Verfügbarkeit. Wenn Sie mit 100 Servern arbeiten und ein Server ausfällt, werden 100 Prozent der Transaktionen, die zum Zeitpunkt des Serverausfalls in Bearbeitung sind, rückgängig gemacht. Nach dem Ausfall des Servers beginnt WebSphere eXtreme Scale mit der Verlagerung der Partitionen des ausgefallenen Servers auf die anderen 99 Computer. In dieser Zeit, d. h. bis zum Abschluss des Failover-Prozesses, kann das Grid keine dieser Transaktionen verarbeiten. Nach Abschluss des Failover-Prozesses ist der Cache wieder betriebsbereit, aber mit verringerter Kapazität. Wenn jeder Computer im Grid 10 Partitionen bereitstellt, erhalten 10 der verbleibenden 99 Computer während des Failover-Prozesses mindestens eine zusätzliche Partition. Eine zusätzliche Partition erhöht die Arbeitslast dieses Computers um mindestens 10 Prozent. Da der Durchsatz des Grids in einer Grid-übergreifenden Transaktion auf den Durchsatz des langsamsten Computers beschränkt ist, reduziert sich der Durchsatz durchschnittlich um 10 Prozent.

Einzelpartitionstransaktionen sind im Hinblick auf die horizontale Skalierung mit einem verteilten, hoch verfügbaren Objektcache wie WebSphere eXtreme Scale den Grid-übergreifenden Transaktionen vorzuziehen. Die Maximierung der Leistung solcher Systemtypen erfordert die Verwendung von Techniken, die sich von den traditionellen relationalen Verfahren unterscheiden, aber Sie Grid-übergreifende Transaktionen in skalierbare Einzelpartitionstransaktionen konvertieren.

Bewährte Verfahren für die Erstellung skalierbarer Datenmodelle

Die bewährten Verfahren für die Erstellung skalierbarer Anwendungen mit Produkten wie WebSphere eXtreme Scale sind in zwei Kategorien einteilbar: Grundsätze und Implementierungstipps. Grundsätze sind Kernideen, die im Design der Daten selbst erfasst werden müssen. Es ist sehr unwahrscheinlich, dass sich eine Anwendung, die diese Grundsätze nicht einhält, problemlos skalieren lässt, selbst für ihre Haupttransaktionen. Implementierungstipps werden für problematische Transaktionen in einer ansonsten gut entworfenen Anwendung angewendet, die sich an die allgemeinen Grundsätze für skalierbare Datenmodelle hält.

Grundsätze

Einige wichtige Hilfsmittel für die Optimierung der Skalierbarkeit sind Basiskonzepte oder Grundsätze, die beachtet werden müssen.

Duplizieren an Stelle von Normalisieren

Der wichtigste Punkt, der bei Produkten wie WebSphere eXtreme Scale zu beachten ist, ist der, dass sie für die Verteilung von Daten auf sehr viele Computer konzipiert sind. Wenn das Ziel darin besteht, die meisten oder sogar alle Transaktionen auf einer einzelnen Partition auszuführen, muss das Datenmodelldesign sicherstellen, dass sich alle Daten, die die Transaktion unter Umständen benötigt, auf der Partition befinden. In den meisten Fällen kann dies nur durch Duplizierung der Daten erreicht werden.

Stellen Sie sich beispielsweise eine Anwendung wie ein Nachrichtenbrett vor. Zwei sehr wichtige Transaktionen für ein Nachrichtenbrett zeigen alle Veröffentlichungen eines bestimmten Benutzers und alle Veröffentlichungen unter einem bestimmten Topic an. Stellen Sie sich zunächst vor, wie diese Transaktionen mit einem normalisierten Datenmodell arbeiten, das einen Benutzerdatensatz, einen Topic-Datensatz und einen Veröffentlichungsdatensatz mit dem eigentlichen Text enthält. Wenn Veröffentlichungen mit Benutzerdatensätzen partitioniert werden, wird aus der Anzeige des Topics eine Grid-übergreifende Transaktion und umgekehrt. Topics und Benutzer können nicht gemeinsam partitioniert werden, da sie eine Viele-zu-viele-Beziehung haben.

Die beste Methode für die Skalierung dieses Nachrichtenbretts ist die Duplizierung der Veröffentlichungen, wobei eine Kopie mit dem Topic-Datensatz und eine Kopie mit dem Benutzerdatensatz gespeichert wird. Die anschließende Anzeige der Veröffentlichungen eines Benutzers ist eine Einzelpartitionstransaktion, die Anzeige der Veröffentlichungen unter einem Topic ist eine Einzelpartitionstransaktion, und die Aktualisierung oder das Löschen einer Veröffentlichung ist eine Transaktion, an der zwei Partitionen beteiligt sind. Alle drei Transaktionen können linear skaliert werden, wenn die Anzahl der Computer im Grid zunimmt.

Skalierbarkeit an Stelle von Ressourcen

Die größte Hindernis, das beim Einsatz denormalisierter Datenmodell überwunden werden muss, sind die Auswirkungen, die diese Modell auf Ressourcen haben. Die Verwaltung von zwei, drei oder mehr Kopien derselben Daten kann den Anschein erwecken, dass zu viele Ressourcen benötigt werden, als dass dieser Ansatz praktikabel ist. Wenn Sie mit diesem Szenario konfrontiert werden, berücksichtigen Sie die folgenden Fakten: Hardwareressourcen werden von Jahr zu Jahr billiger. Zweitens, und noch wichtiger, mit WebSphere eXtreme Scale fallen die meisten verborgenen Kosten weg, die bei der Implementierung weiterer Ressourcen anfallen.

Messen Sie Ressourcen anhand der Kosten und nicht anhand von Computerbegriffen wie Megabyte oder Prozessoren. Datenspeicher, die mit normalisierten relationalen Daten abreiten, müssen sich im Allgemeinen auf demselben Computer befinden. Diese erforderliche Co-Location bedeutet, dass ein einzelner größerer Unternehmenscomputer an Stelle mehrerer kleinerer Computer erworben werden muss. Bei Unternehmenshardware ist es nicht unüblich, dass ein einziger Computer, der in der Lage ist, eine Million Transaktionen pro Sekunde zu verarbeiten, mehr kostet als 10 Computer zusammen, die in der Lage sind, jeweils 100.000 Transaktionen pro Sekunden auszuführen.

Außerdem fallen Geschäftskosten für die Implementierung der Ressourcen an. Irgendwann reicht die Kapazität in einem expandierenden Unternehmen einfach nicht mehr aus. In diesem Fall setzen Sie den Betrieb entweder aus, während Sie die Umstellung auf einen größeren und schnelleren

Computer durchführen, oder Sie erstellen eine zweite Produktionsumgebung, auf die Sie den Betrieb dann umstellen können. In beiden Fällen fallen zusätzliche Kosten durch das ausgefallene Geschäft oder durch die Verwaltung der doppelten Kapazität in der Übergangsphase an.

Mit WebSphere eXtreme Scale muss die Anwendung nicht heruntergefahren werden, um Kapazität hinzuzufügen. Wenn die Prognose für Ihr Geschäft lautet, dass Sie 10 Prozent mehr Kapazität für das kommende Jahr benötigen, erhöhen Sie die Anzahl der Computer im Grid um 10 Prozent. Sie können diese Erweiterung ohne Anwendungsausfallzeit und ohne den Einkauf von Kapazitäten durchführen, die Sie hinterher nicht mehr benötigen.

Datenkonvertierungen vermeiden

Wenn Sie WebSphere eXtreme Scale verwenden, müssen Daten in einem Format gespeichert werden, das von der Geschäftslogik direkt konsumiert werden kann. Die Aufteilung der Daten in ein primitiveres Format ist kostenintensiv. Die Konvertierung muss durchgeführt werden, wenn die Daten geschrieben und wenn die Daten gelesen werden. Mit relationalen Datenbanken ist diese Konvertierung unumgänglich, weil die Daten letztendlich relativ häufig auf der Platte gespeichert werden, aber mit WebSphere eXtreme Scale fallen diese Konvertierungen weg. Der größte Teil der Daten wird im Hauptspeicher gespeichert und kann deshalb in genau dem Format gespeichert werden, das die Anwendung erfordert.

Durch die Einhaltung dieser einfachen Regel können Sie Ihre Daten dem ersten Grundsatz entsprechend denormalisieren. Der gängigste Konvertierungstyp für Geschäftsdaten ist die JOIN-Operation, die erforderlich ist, um normalisierte Daten in eine Ergebnismenge zu konvertieren, die den Anforderungen der Anwendung entspricht. Durch die implizite Speicherung der Daten im richtigen Format werden diese JOIN-Operationen vermieden, und es entsteht ein denormalisiertes Datenmodell.

Unbegrenzte Abfragen vermeiden

Unbegrenzte Abfragen lassen sich nicht gut skalieren, egal, wie gut Sie Ihre Daten auch strukturieren. Verwenden Sie beispielsweise keine Transaktion, die eine Liste aller Einträge nach Wert sortiert abfragt. Diese Transaktion funktioniert möglicherweise, wenn die Gesamtanzahl der Einträge bei 1000 liegt, aber wenn die die Gesamtanzahl der Einträge 10 Million erreicht, gibt die Transaktion alle 10 Millionen Einträge zurück. Wenn Sie diese Transaktion ausführen, sind zwei Ergebnisse am wahrscheinlichsten: Die Transaktion überschreitet das zulässige Zeitlimit, oder im Client tritt eine abnormale Speicherbedingung auf.

Die beste Option ist, die Geschäftslogik so zu ändern, dass nur die Top 10 oder 20 Einträge zurückgegeben werden können. Durch diese Änderung der Logik bleibt die Größe der Transaktion verwaltbar, unabhängig davon, wie viele Einträge im Cache enthalten sind.

Schema definieren

Der Hauptvorteil der Normalisierung von Daten ist der, dass sich das Datenbanksystem im Hintergrund um die Datenkonsistenz kümmern kann. Wenn Daten für Skalierbarkeit denormalisiert werden, ist diese automatische Verwaltung der Datenkonsistenz nicht mehr möglich. Sie müssen ein Datenmodell implementieren, das auf der Anwendungsebene oder als Plug-in für das verteilte Grid arbeiten kann, um die Datenkonsistenz zu gewährleisten.

Stellen Sie sich das Beispiel mit dem Nachrichtenbrett vor. Wenn eine Transaktion eine Veröffentlichung aus einem Topic entfernt, muss das Veröffentlichungsduplikat im Benutzerdatensatz entfernt werden. Ohne ein Datenmodell ist es möglich, dass ein Entwickler den Anwendungscode zum Entfernen der Veröffentlichung aus dem Topic schreibt und vergisst, die Veröffentlichung aus dem Benutzerdatensatz zu entfernen. Wenn der Entwickler jedoch ein Datenmodell verwendet, anstatt direkt mit dem Cache zu interagieren, kann die Methode "removePost" im Datenmodell die Benutzer-ID aus der Veröffentlichung extrahieren, den Benutzerdatensatz suchen und das Veröffentlichungsduplikat im Hintergrund entfernen.

Alternativ können Sie einen Listener implementieren, der auf der tatsächlichen Partition ausgeführt wird, das Topic überwacht und bei einer Änderung des Topics Benutzerdatensatz automatisch anpasst. Ein Listener kann von Vorteil sein, weil die Anpassung am Benutzerdatensatz lokal vorgenommen werden kann, wenn die Partition den Benutzerdatensatz enthält. Selbst wenn sich der Benutzerdatensatz auf einer anderen Partition befindet, findet die Transaktion zwischen Servern und nicht zwischen dem Client und dem Server statt. Die Netzverbindung zwischen Servern ist wahrscheinlich schneller als die Netzverbindung zwischen dem Client und dem Server.

Konkurrenzsituationen vermeiden

Szenarien wie die Verwendung eines globalen Zählers vermeiden. Das Grid kann nicht skaliert werden, wenn ein einzelner Datensatz im Vergleich mit den restlichen Datensätzen unverhältnismäßig oft verwendet wird. Die Leistung des Grids wird durch die Leistung des Computers beschränkt, der diesen Datensatz enthält.

Versuchen Sie in solchen Situationen, den Datensatz aufzuteilen, so dass er pro Partition verwaltet wird. Stellen Sie sich beispielsweise eine Transaktion vor, die die Gesamtanzahl der Einträge im verteilten Cache zurückgibt. Anstatt jede Einfüge- und Entfernungsoperation auf einen einzelnen Datensatz zugreifen zu lassen, dessen Zähler sich erhöht, können Sie einen Listener auf jeder Partition einsetzen, der die Einfüge- und Entfernungsoperation verfolgt. Mit dieser Listener-Verfolgung können aus Einfüge- und Entfernungsoperationen Einzelpartitionsoperationen werden.

Das Lesen des Zählers wird zu einer Grid-übergreifenden Operation, aber die Leseoperation war bereits vorher genauso ineffizient wie eine Grid-übergreifende Operation, weil ihre Leistung an die Leistung des Computers gebunden war, auf dem sich der Datensatz befindet.

Implementierungstipps

Zum Erreichen der besten Skalierbarkeit können Sie außerdem die folgenden Tipps beachten.

Umgekehrte Suchindizes verwenden

Stellen Sie sich ein ordnungsgemäß denormalisiertes Datenmodell vor, in dem Kundendatensätze auf der Basis der Kunden-ID partitioniert werden. Diese Partitionierungsmethode ist die logische Option, weil nahezu jede Geschäftsoperation, die mit dem Kundendatensatz ausgeführt wird, die Kunden-ID verwendet. Eine wichtige Transaktion, in der die Kunden-ID jedoch nicht verwendet wird, ist die Anmeldetransaktion. Es ist üblich, dass Benutzernamen oder E-Mail-Adressen für die Anmeldung verwendet werden, und keine Kunden-IDs.

Der einfache Ansatz für das Anmeldeszenario ist die Verwendung einer Grid-übergreifenden Transaktion, um den Kundendatensatz zu suchen. Wie zuvor erläutert, ist dieser Ansatz nicht skalierbar.

Die nächste Option ist die Partitionierung nach Benutzernamen oder E-Mail-Adressen. Diese Option ist nicht praktikabel, da alle Operationen, die auf der Kunden-ID basieren, zu Grid-übergreifenden Transaktionen werden. Außerdem möchten die Kunden auf Ihrer Site möglicherweise ihren Benutzernamen oder ihre E-Mail-Adresse ändern. Produkte wie WebSphere eXtreme Scale benötigen den Wert, der für die Partitionierung der Daten verwendet wird, um konstant zu bleiben.

Die richtige Lösung ist die Verwendung eines umgekehrten Suchindex. Mit WebSphere eXtreme Scale kann ein Cache in demselben verteilten Grid wie der Cache erstellt werden, der alle Benutzerdatensätze enthält. Dieser Cache ist hoch verfügbar, partitioniert und skalierbar. Dieser Cache kann verwendet werden, um einen Benutzernamen oder eine E-Mail-Adresse einer Kunden-ID zuzuordnen. Dieser Cache verwandelt die Anmeldung in eine Operation, an der zwei Partitionen beteiligt sind, und nicht in eine Grid-übergreifende Transaktion. Dieses Szenario ist zwar nicht so effektiv wie eine Einzelpartitionstransaktion, aber der Durchsatz nimmt linear mit steigender Anzahl an Computern zu.

Berechnung beim Schreiben

Die Generierung häufig berechneter Werte wie Durchschnittswerte oder Summen kann kostenintensiv sein, weil bei diesen Operationen gewöhnlich sehr viele Einträge gelesen werden müssen. Da in den meisten Anwendungen mehr Leseoperationen als Schreiboperationen ausgeführt werden, ist es effizient, diese Werte beim Schreiben zu berechnen und das Ergebnis anschließend im Cache zu speichern. Durch dieses Verfahren werden Leseoperationen schneller und skalierbarer.

Optionale Felder

Stellen Sie sich einen Benutzerdatensatz vor, der eine geschäftliche Telefonnummer, eine private Telefonnummer und eine Handy-Nummer enthält. Ein Benutzer kann alle, keine oder eine beliebige Kombination dieser Nummern haben. Wenn die Daten normalisiert sind, sind eine Benutzertabelle und eine Telefonnummerntabelle vorhanden. Die Telefonnummern für einen bestimmten Benutzer können über eine JOIN-Operation zwischen den beiden Tabellen ermittelt werden.

Die Denormalisierung dieses Datensatzes erfordert keine Datenduplizierung, weil die meisten Benutzer nicht dieselben Telefonnummern haben. Stattdessen müssen freie Bereiche im Benutzerdatensatz zulässig sein. Anstatt eine Telefonnummerntabelle zu verwenden, können Sie jedem Benutzerdatensatz drei Attribute hinzufügen, eines für jeden Telefonnummerntyp. Durch das Hinzufügen dieser Attribut wird die JOIN-Operation vermieden, und die Suche der Telefonnummern für einen Benutzer wird zu einer Einzelpartitionsoperation.

Verteilung von Viele-zu-viele-Beziehungen

Stellen Sie sich eine Anwendung, die Produkte und die Länden verfolgt, in denen die Produkte verkauft werden. Ein Produkt wird in vielen Läden verkauft, und ein Laden verkauft viele Produkte. Angenommen, diese Anwendung verfolgt 50 große Einzelhändler. Jedes Produkt wird in maximal 50 Länden verkauft, wobei jeder Laden Tausende von Produkten verkauft.

Verwalten Sie eine Liste der Läden in der Produktentität (Anordnung A), anstatt eine Liste von Produkten in jeder Ladenentität zu verwalten (Anordnung B). Wenn Sie sich einige der Transaktionen ansehen, die diese Anwendung ausführen muss, ist leicht zu erkennen, warum Anordnung A skalierbarer ist.

Sehen Sie sich zuerst die Aktualisierungen an. Wenn bei Anordnung A ein Produkt aus dem Bestand eines Ladens entfernt wird, wird die Produktentität gesperrt. Enthält das Grid 10000 Produkte, muss nur 1/10000 des Grids gesperrt werden, um die Aktualisierung durchzuführen. Bei Anordnung B enthält das Grid nur 50 Länden, so dass 1/50 des Grids gesperrt werden muss, um die Aktualisierung durchzuführen. Obwohl beide Fälle als Einzelpartitionsoperationen eingestuft werden können, lässt sich Anordnung A effizienter skalieren.

Sehen Sie sich jetzt die Leseoperationen für Anordnung A an. Das Durchsuchen eines Ladens, in dem ein Produkt verkauft wird, ist eine Einzelpartitionsoperation, die skalierbar und schnell ist, weil die Transaktion nur einen kleine Datenmenge überträgt. Bei Anordnung B wird aus dieser Transaktion eine Grid-übergreifende Transaktion, weil auf jede Ladenentität zugegriffen werden muss, um festzustellen, ob das Produkt in diesem Laden verkauft wird. Daraus ergibt sich ein enormer Leistungsvorteil für Anordnung A.

Skalierung mit normalisierten Daten

Eine zulässige Verwendung von Grid-übergreifenden Transaktionen ist die Skalierung der Datenverarbeitung. Wenn ein Grid 5 Computer enthält und eine Grid-übergreifende Transaktion zugeteilt wird, die 100.000 Datensätze auf jedem Computer durchsucht, durchsucht diese Transaktion insgesamt 500.000 Datensätze. Wenn der langsamste Computer im Grid 10 dieser Transaktionen pro Sekunde ausführen kann, ist das Grid in der Lage, 5.000.000 Datensätze pro Sekunde zu durchsuchen. Wenn sich die Daten im Grid verdoppeln, muss jeder Computer 200.000 Datensätze durchsuchen, und jede Transaktion durchsucht insgesamt 1.000.000 Datensätze. Diese Datenzunahme verringert den Durchsatz des langsamsten Computers auf 5 Transaktionen pro Sekunde und damit den Durchsatz des Grids auf 5 Transaktionen pro Sekunde. Das Grid durchsucht weiterhin 5.000.000 Datensätze pro Sekunde.

In diesem Szenario kann jeder Computer durch die Verdopplung der Computeranzahl zu seiner vorherigen Last von 100.000 Datensätzen zurückkehren, und der langsamste Computer kann wieder 10 dieser Transaktionen pro Sekunde verarbeiten. Der Durchsatz des Grids bleibt bei 10 Anforderungen pro Sekunde, aber jetzt verarbeitet jede Transaktion 1.000.000 Datensätze, so dass das Grid seine Kapazität in Bezug auf die Verarbeitung von Datensätzen auf 10.000.000 pro Sekunde verdoppelt hat.

Für Anwendungen wie Suchmaschinen, die sowohl in Bezug auf die Datenverarbeitung (angesichts der zunehmenden Größe des Internets) als auch in Bezug auf den Durchsatz (angesichts der zunehmenden Anzahl an Benutzern) skalierbar sein müssen, müssen Sie mehrere Grids mit einem Umlaufverfahren für die Anforderungen zwischen den Grids erstellen. Wenn Sie den Durchsatz erhöhen müssen, fügen Sie Computer und ein weiteres Grid für die Bearbeitung der Anforderungen hinzu. Wenn die Datenverarbeitung erhöht werden muss, fügen Sie weitere Computer hinzu, und halten Sie die Anzahl der Grids konstant.

Handhabung von Sperren

Sperren haben einen Lebenszyklus, und unterschiedliche Typen von Sperren sind auf verschiedene Arten mit anderen kompatibel. Sperren müssen in der richtigen Reihenfolge verarbeitet werden, um Deadlock-Szenarien zu vermeiden.

Sperrzeitlimits

Jede BackingMap hat ein Standardsperrzeitlimit. Das Zeitlimit wird verwendet, um sicherzustellen, dass eine Anwendung nicht endlos auf die Erteilung eines Sperrmodus wartet, weil eine Deadlock-Situation aufgrund eines Anwendungsfehlers eingetreten ist. Die Anwendung kann die Schnittstelle "BackingMap" verwenden, um das Standardzeitlimit für Sperren zu überschreiben. Das folgende Beispiel veranschaulicht, wie das Wartezeitlimit für Sperren für die BackingMap "map1" auf 60 Sekunden gesetzt wird:

```
import com.ibm.websphere.objectgrid.BackingMap;
import com.ibm.websphere.objectgrid.LockStrategy;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGrid;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridManagerFactory;
...
ObjectGrid og =
 ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager().createObjectGrid("test");
BackingMap bm = og.defineMap("map1");
bm.setLockStrategy( LockStrategy.PESSIMISTIC );
bm.setLockTimeout( 60 );
```

Um eine Ausnahme des Typs "java.lang.IllegalStateException" zu vermeiden, rufen Sie die Methode "setLockStrategy" und die Methode "setLockTimeout" auf, bevor Sie die Methode "initialize" oder "getSession" für die ObjectGrid-Instanz aufrufen. Der Parameter für die Methode "setLockTimeout" ist ein primitiver Java-Integer, der die Anzahl der Sekunden angibt, die eXtreme Scale auf die Erteilung des Sperrmodus wartet. Wenn die Wartezeit einer Transaktion den für die BackingMap konfigurierten Wert für das Wartezeitlimit für Sperren überschreitet, wird eine Ausnahme des Typs "com.ibm.websphere.objectgrid.LockTimeoutException" ausgelöst.

Wenn eine Ausnahme des Typs "LockTimeoutException" eintritt, muss die Anwendung feststellen, ob die Zeitlimitüberschreitung aufgetreten ist, weil die Anwendung langsamer als erwartet arbeitet oder weil eine Deadlock-Situation vorliegt. Wenn eine echte Deadlock-Situation eingetreten ist, kann die Ausnahme durch Erhöhen des Wartezeitlimits für Sperren nicht behoben werden. Das Erhöhen des Zeitlimits führt lediglich dazu, dass die Ausnahme später ausgelöst wird. Falls die Ausnahme jedoch durch Erhöhung des Wartezeitlimits für Sperren behoben werden können, ist das Problem darauf zurückzuführen, dass die Anwendung langsamer gearbeitet hat als erwartet. Die Anwendung muss in diesem Fall feststellen, warum die Leistung nicht den Erwartungen entspricht.

Wartezeitlimit für Sperren für ObjectMaps

Das Wartezeitlimit für Sperren kann für eine einzelne ObjectMap-Instanz mit der Methode "ObjectMap.setLockTimeout" überschrieben werden. Das Zeitlimit für Sperren wirkt sich auf alle Transaktionen aus, die nach der Festlegung des neuen Zeitlimits gestartet werden. Diese Methode kann hilfreich sein, wenn Sperrkollisionen möglich oder in Auswahltransaktionen erwartet werden.

Gemeinsam genutzte, aktualisierbare und exklusive Sperren

Wenn eine Anwendung eine Methode der Schnittstelle "ObjectMap" aufruft, die find-Methoden für einen Index verwendet oder eine Abfrage durchführt, versucht eXtreme Scale automatisch, eine Sperre für den Map-Eintrag zu setzen, auf den zugegriffen wird. WebSphere eXtreme Scale verwendet je nach Methode, die die Anwendung in der Schnittstelle "ObjectMap" aufruft, die folgenden Sperrmodi.

- Die Methoden "get" und "getAll" in der Schnittstelle "ObjectMap", Indexmethoden und Abfragen erfordern eine *S-Sperre* bzw. einen gemeinsamen Sperrmodus für den Schlüssel eines Map-Eintrags. Wie lange diese S-Sperre gehalten wird, richtet sich nach der verwendeten Isolationsstufe. Eine S-Sperre lässt gemeinsame Zugriffe mehrerer Transaktionen zu, die versuchen, eine S- oder U-Sperre für denselben Schlüssel anzufordern, blockiert aber alle anderen Transaktionen, die versuchen, eine exklusive Sperre für denselben Schlüssel abzurufen.
- Die Methoden "getForUpdate" und "getAllForUpdate" fordern eine *U-Sperre* (das "U" steht für "Upgradeable", d. h. aktualisierbar) oder einen aktualisierbaren Sperrmodus für den Schlüssel eines Map-Eintrags an. Die U-Sperre wird gehalten, bis die Transaktion abgeschlossen wird. Eine U-Sperre lässt gemeinsame Zugriffe mehrerer Transaktionen zu, die eine S-Sperre für denselben Schlüssel anfordern, blockiert aber anderen Transaktionen, die versuchen, eine U-Sperre oder eine exklusive Sperre für denselben Schlüssel abzurufen.
- Die Methoden "put", "putAll", "remove", "removeAll", "insert", "update" und "touch" fordern eine *X-Sperre* (das "X" steht für "Exclusive", d. h. exklusiv) oder einen exklusiven Sperrmodus für den Schlüssel eines Map-Eintrags an. Die X-Sperre wird gehalten, bis die Transaktion abgeschlossen wird. Eine X-Sperre stellt sicher, dass nur eine einzige Transaktion einen Map-Eintrag mit einem bestimmten Schlüsselwert einfügt, aktualisiert oder entfernt. Eine X-Sperre blockiert alle anderen Transaktionen, die versuchen, eine S-, U- oder X-Sperre für denselben Schlüssel anzufordern.
- Die globale Methode "global" und die globale Methode "invalidateAll" fordern eine X-Sperre für jeden Map-Eintrag an, der ungültig gemacht wird. Die X-Sperre wird gehalten, bis die Transaktion abgeschlossen wird. Es werden keine Sperren für die lokale Methode "invalidate" und die lokale Methode "invalidateAll" angefordert, weil keiner der BackingMap-Einträge durch den Aufruf einer lokalen Methode "invalidate" ungültig gemacht wird.

Aus den vorherigen Definitionen geht eindeutig hervor, dass eine S-Sperre schwächer ist als eine U-Sperre, weil sie beim Zugriff auf denselben Map-Eintrag mehr Transaktionen gleichzeitig ausgeführt werden können. Die U-Sperre ist geringfügig stärker als die S-Sperre, weil sie andere Transaktionen blockiert, die eine U- oder X-Sperre anfordern. Im gemeinsamen Sperrmodus werden nur solche Transaktionen blockiert, die eine X-Sperre anfordern. Dieser kleine Unterschied ist wichtig, um bestimmte Deadlocks zu verhindern. Die X-Sperre ist die stärkste Sperre, weil sie alle anderen Transaktionen blockiert, die versuchen, eine S-, U- oder X-Sperre für denselben Map-Eintrag anzufordern. Der Reineffekt einer X-Sperre ist die Gewährleistung, dass nur eine einzige Transaktion einen Map-Eintrag einfügen, aktualisieren oder entfernen kann und keine Aktualisierungen verloren gehen, wenn mehrere Transaktionen versuchen, denselben Map-Eintrag zu aktualisieren.

Die folgende Tabelle ist eine Kompatibilitätsmatrix für Sperrmodi, die Sie verwenden können, um festzustellen, welche Sperrmodi miteinander kompatibel sind. Informationen zum Lesen dieser Matrix: In der Zeile wird ein Sperrmodus angegeben, der bereits erteilt wurde. In der Spalte wird der Sperrmodus angezeigt, der von einer anderen Transaktion angefordert wird. Wenn in der Spalte das Wort "Ja" steht, wird der von der anderen Transaktion angeforderte Sperrmodus erteilt, weil er mit dem bereits erteilten Sperrmodus kompatibel ist. Das Wort "Nein" gibt an,

dass der angeforderte Sperrmodus nicht kompatibel ist und die andere Transaktion warten muss, bis die erste Transaktion die gehaltene Sperre freigibt.

Tabelle 4. Kompatibilitätsmatrix für Sperrmodi

Sperre	Sperrtyp S (gemeinsam genutzt)	Sperrtyp U (aktualisierbar)	Sperrtyp X (exklusiv)	Stärke
S (gemeinsam genutzt)	Ja	Ja	Nein	Am schwächsten
U (aktualisierbar)	Ja	Nein	Nein	Normal
X (exklusiv)	Nein	Nein	Nein	Am stärksten

Sperr-Deadlocks

Stellen Sie sich die folgende Folge von Sperrmodusanforderungen vor:

1. Der Transaktion 1 wird eine X-Sperre für key1 erteilt.
2. Der Transaktion 2 wird eine X-Sperre für key2 erteilt.
3. Transaktion 1 fordert eine X-Sperre für key2 an. (Transaktion 1 wird blockiert und muss auf die von der Transaktion 2 gehaltene Sperre warten).
4. Transaktion 2 fordert eine X-Sperre für key1 an. (Transaktion 2 wird blockiert und muss auf die von der Transaktion 1 gehaltene Sperre warten).

Die vorherige Folge ist das klassische Deadlock-Beispiel, in dem zwei Transaktionen versuchen, mehrere Sperren anzufordern, und jede Transaktion die Sperren in einer anderen Reihenfolge anfordert. Um dieses Deadlock zu vermeiden, müssen die beiden Transaktionen die Sperren jeweils in derselben Reihenfolge anfordern. Wenn die optimistische Sperrstrategie verwendet wird und die Methode "flush" in der Schnittstelle "ObjectMap" von der Anwendung nie verwendet wird, werden Sperrmodi von der Transaktion nur während des Festschreibungszyklus angefordert. Während des Festschreibungszyklus legt eXtreme Scale die Schlüssel für die Map-Einträge fest, die gesperrt werden müssen, und fordert die Sperrmodi in Schlüsselreihenfolge an (deterministisches Verhalten). Mit dieser Methode verhindert eXtreme Scale die meisten der klassischen Deadlocks. eXtreme Scale kann jedoch nicht alle möglichen Deadlock-Szenarien verhindern. Es gibt ein paar Szenarien, die die Anwendung berücksichtigen muss. Im Folgenden sind die Szenarien beschrieben, die die Anwendung beachten und für die sie entsprechende vorbeugende Maßnahmen ergreifen muss.

Es gibt ein Szenario, in dem eXtreme Scale ein Deadlock erkennen kann, ohne auf den Ablauf des Wartezeitlimits für Sperren zu warten. Wenn dieses Szenario eintritt, wird eine Ausnahme des Typs "com.ibm.websphere.objectgrid.LockDeadlockException" ausgelöst. Sehen Sie sich das folgende Code-Snippet an:

```
Session sess = ...;
ObjectMap person = sess.getMap("PERSON");
sess.begin();
Person p = (IPerson)person.get("Lynn");
// Lynn hat Geburtstag, also machen wir sie ein Jahr älter.
p.setAge( p.getAge() + 1 );
person.put( "Lynn", p );
sess.commit();
```

In dieser Situation möchte Lynns Freund Lynn älter machen, als sie ist, und Lynn und ihr Freund führen diese Transaktion gleichzeitig aus. In dieser Situation halten beide Transaktionen eine S-Sperre für den Eintrag "Lynn" in der Map "PERSON", weil die Methode "person.get("Lynn")" ausgerufen wurde. Wegen des Aufrufs der Methode "person.put ("Lynn", p)" versuchen beide Transaktionen, die S-Sperre in

eine X-Sperre zu aktualisieren. Beide Transaktionen werden blockiert und warten auf die Freigabe der S-Sperre durch die jeweils andere Transaktion. Demzufolge tritt eine Deadlock-Situation ein, weil eine zirkuläre Wartebedingung zwischen den beiden Transaktionen besteht. Eine zirkuläre Wartebedingung ergibt sich, wenn mehrere Transaktionen versuchen, eine schwächere Sperre auf eine stärkere Sperre für denselben Map-Eintrag hochzustufen. In diesem Szenario wird eine Ausnahme des Typs "LockDeadlockException" an Stelle einer Ausnahme des Typs "LockTimeoutException" ausgelöst.

Die Anwendung kann die Ausnahme des Typs "LockDeadlockException" für das vorherige Beispiel verhindern, indem sie die optimistische Sperrstrategie an Stelle der pessimistischen Sperrstrategie verwendet. Die Verwendung der optimistischen Sperrstrategie ist die bevorzugte Lösung, wenn die Map im Wesentlichen nur gelesen wird und nur wenige Aktualisierungen in der Map vorgenommen werden. Wenn Sie die pessimistische Sperrstrategie verwenden müssen, können Sie die Methode "getForUpdate" an Stelle der Methode "get" aus dem vorherigen Beispiel oder die Transaktionsisolationsstufe TRANSACTION_READ_COMMITTED verwenden.

Weitere Informationen finden Sie im Abchnitt zu den Sperrstrategien in der *Produktübersicht*.

Die Verwendung der Transaktionsisolationsstufe TRANSACTION_READ_COMMITTED verhindert, dass die S-Sperre, die von der Methode "get" angefordert wird, gehalten wird, bis die Transaktion abgeschlossen ist. Solange der Schlüssel im Transaktionscache nicht ungültig gemacht wird, ist ein wiederholbares Lesen garantiert.

Weitere Informationen finden Sie im Abschnitt zum Sperren von Einträgen im *Administratorhandbuch*.

Eine Alternative zum Ändern der Transaktionsisolationsstufe ist die Verwendung der Methode "getForUpdate". Die erste Transaktion, die die Methode getForUpdate aufruft, fordert eine U-Sperre an Stelle einer S-Sperre an. Dieser Sperrmodus bewirkt, dass die zweite Transaktion blockiert wird, wenn diese die Methode getForUpdate aufruft, weil eine U-Sperre nur einer einzigen Transaktion erteilt wird. Da die zweite Transaktion blockiert ist, hält sie keine Sperre für den Map-Eintrag "Lynn". Die erste Transaktion wird nicht blockiert, wenn sie versucht, über den Aufruf der Methode "put" die U-Sperre in eine X-Sperre zu aktualisieren. Dieses Feature demonstriert, warum eine U-Sperre auch als *aktualisierbarer* Sperrmodus bezeichnet wird. Nach Abschluss der ersten Transaktion wird die Blockierung der zweiten Transaktion aufgehoben, und sie erhält die U-Sperre. Eine Anwendung kann das Deadlock-Szenario bei der Hochstufung von Sperren verhindern, indem sie die Methode "getForUpdate" an Stelle der Methode "get" verwendet, wenn die pessimistische Sperrstrategie verwendet wird.

Wichtig: Diese Lösung verhindert nicht, dass Transaktionen, die mit Lesezugriff arbeiten, einen Map-Eintrag lesen können. Transaktionen mit Lesezugriff rufen die Methode "get" auf, rufen aber nie die Methoden "put", "insert", "update" und "remove" auf. Die Anzahl der gemeinsamen Zugriffe ist genauso hoch, wenn die reguläre Methode "get" verwendet wird. Eine Verringerung der gemeinsamen Zugriffe ist nur zu verzeichnen, wenn die Methode "getForUpdate" von mehreren Transaktionen für denselben Map-Eintrag aufgerufen wird.

Sie müssen erkennen, wenn eine Transaktion die Methode "getForUpdate" für mehrere Map-Einträge aufruft, um sicherzustellen, dass die U-Sperren von jeder Trans-

aktion in derselben Reihenfolge angefordert werden. Angenommen, die erste Transaktion ruft die Methode "getForUpdate" für den Schlüssel 1 (key1) und die Methode "getForUpdate" für den Schlüssel 2 (key2) auf. Eine andere Transaktion ruft die Methode "getForUpdate" für dieselben Schlüssel, aber in umgekehrter Reihenfolge auf. Diese Folge löst die klassische Deadlock-Situation aus, weil mehrere Sperren in unterschiedlicher Reihenfolge von unterschiedlichen Transaktionen angefordert werden. Die Anwendung muss weiterhin sicherstellen, dass jede Transaktion beim Zugriff auf mehrere Map-Einträge die Schlüsselreihenfolge einhält, um diese Deadlock-Situation zu verhindern. Da die U-Sperre angefordert wird, wenn die Methode "getForUpdate" aufgerufen wird, und nicht, wenn die Transaktion festgeschrieben wird, kann eXtreme Scale die Sperranforderungen nicht wie im Festschreibungszyklus sortieren. Die Anwendung muss die Reihenfolge der Sperren in diesem Fall steuern.

Der Aufruf der Methode "flush" in der Schnittstelle "ObjectMap" vor einer Festschreibung kann weitere Überlegungen bezüglich der Sperrenreihenfolge mit sich bringen. Die Methode "flush" wird gewöhnlich verwendet, um Änderungen, die an der Map vorgenommen wurden, über das Loader-Plug-in im Back-End zu erzwingen. In dieser Situation verwendet das Back-End seinen eigenen Sperrenmanager für die Steuerung des gemeinsamen Zugriffs, so dass das Warten auf eine Sperre und die Deadlock-Situation im Back-End und nicht im Sperrenmanager von eXtreme Scale auftreten. Sehen Sie sich die folgende Transaktion an:

```
Session sess = ...;
ObjectMap person = sess.getMap("PERSON");
boolean activeTran = false;
try
{
    sess.begin();
    activeTran = true;
    Person p = (IPerson)person.get("Lynn");
    p.setAge( p.getAge() + 1 );
    person.put( "Lynn", p );
    person.flush();
    ...
    p = (IPerson)person.get("Tom");
    p.setAge( p.getAge() + 1 );
    sess.commit();
    activeTran = false;
}
finally
{
    if ( activeTran ) sess.rollback();
}
```

Angenommen, eine andere Transaktion hat auch die Person "Tom" (so genannte Flush-Methode) und anschließend die Person "Lynn" aktualisiert. In dieser Situation führt die Verschachtelung der beiden Transaktionen zu einer Deadlock-Bedingung in der Datenbank.

```
Eine X-Sperre wird der Transaktion für "Lynn" erteilt, wenn die Flush-Operation
durchgeführt wird.
Eine X-Sperre wird der Transaktion 2 für "Tom" erteilt, wenn die Flush-Operation
durchgeführt wird.
Eine X-Sperre wird von Transaktion 1 für "Tom" während der Commit-Verarbeitung angefordert.
(Transaktion 1 wird blockiert und muss auf die von Transaktion 2 gehaltene Sperre warten.)
Eine X-Sperre wird von Transaktion 2 für "Lynn" während der Commit-Verarbeitung angefordert.
(Transaktion 2 wird blockiert und muss auf die von der Transaktion 1 gehaltene Sperre warten).
```

Dieses Beispiel demonstriert, dass die Verwendung der Flush-Methode eine Deadlock-Bedingung in der Datenbank und nicht in eXtreme Scale hervorrufen kann. Eine solche Deadlock-Bedingung kann bei jeder Sperrstrategie auftreten. Die An-

wendung muss darauf achten, solche Deadlock-Bedingungen zu verhindern, wenn sie die Flush-Methode verwendet und wenn ein Loader in die BackingMap integriert ist. Das vorherige Beispiel veranschaulicht auch einen weiteren Grund, warum eXtreme Scale einen Wartezeitlimitmechanismus für Sperren hat. Eine Transaktion, die auf eine Datenbanksperre wartet, kann warten, während sie Eigner einer Sperre für einen eXtreme-Scale-Eintrag ist. Deshalb können Probleme auf Datenbankebene zu übermäßig langen Wartezeiten für einen eXtreme-Scale-Sperrmodus führen und zu einer Ausnahme des Typs "LockTimeoutException" führen.

Häufige Deadlock-Szenarien

In den folgenden Abschnitten werden einige der häufigsten Deadlock-Szenarien beschrieben und Maßnahmen zu deren Vermeidung vorgeschlagen.

Szenario: Deadlocks bei einem einzigen Schlüssel

In den folgenden Szenarien wird beschrieben, wie Deadlocks auftreten können, wenn auf einen einzelnen Schlüssel mit einer S-Sperre zugegriffen wird, die später aktualisiert wird. Wenn dies zwei Transaktionen gleichzeitig tun, kann ein Deadlock auftreten.

Tabelle 5. Deadlock-Szenario mit einem einzelnen Schlüssel

	Thread 1	**Thread 2**	
1	session.begin()	session.begin()	Jeder Thread erstellt eine unabhängige Transaktion.
2	map.get(key1)	map.get(key1)	Beiden Transaktionen wird eine S-Sperre für key1 erteilt.
3	map.update(Key1,v)		Keine U-Sperre. Die Aktualisierung wird im Transaktionscache durchgeführt.
4		map.update(key1,v)	Keine U-Sperre. Die Aktualisierung wird im Transaktionscache durchgeführt.
5	session.commit()		Blockiert: Die S-Sperre für key1 kann nicht in eine X-Sperre aktualisiert werden, weil Thread 2 eine S-Sperre hat.
6		session.commit()	Deadlock: Die S-Sperre für key1 kann nicht in eine X-Sperre aktualisiert werden, weil T1 eine S-Sperre hat.

Tabelle 6. Deadlocks mit einem einzigen Schlüssel, Fortsetzung

	Thread 1	**Thread 2**	
1	session.begin()	session.begin()	Jeder Thread erstellt eine unabhängige Transaktion.
2	map.get(key1)		Es wird eine S-Sperre für key1 erteilt.
3	map.getForUpdate(key1,v)		Die S-Sperre wird in eine U-Sperre für key1 aktualisiert.
4		map.get(key1)	Es wird eine S-Sperre für key1 erteilt.
5		map.getForUpdate(key1,v)	Blockiert: T1 hat bereits eine U-Sperre.

Tabelle 6. Deadlocks mit einem einzigen Schlüssel, Fortsetzung (Forts.)

	Thread 1	Thread 2	
6	session.commit()		Deadlock: Die U-Sperre für key1 kann nicht aktualisiert werden.
7		session.commit()	Deadlock: Die S-Sperre für key1 kann nicht aktualisiert werden.

Tabelle 7. Deadlocks mit einem einzigen Schlüssel, Fortsetzung

	Thread 1	Thread 2	
1	session.begin()	session.begin()	Jeder Thread erstellt eine unabhängige Transaktion.
2	map.get(key1)		Es wird eine S-Sperre für key1 erteilt.
3	map.getForUpdate(key1,v)		Die S-Sperre wird in eine U-Sperre für key1 aktualisiert.
4		map.get(key1)	Es wird eine S-Sperre für key1 erteilt.
5		map.getForUpdate(key1,v)	Blockiert: Thread 1 hat bereits eine U-Sperre.
6	session.commit()		Deadlock: Die U-Sperre für key1 kann nicht in eine X-Sperre aktualisiert werden, weil Thread 2 eine S-Sperre hat.

Wenn die Methode "ObjectMap.getForUpdate" zur Vermeidung der S-Sperre verwendet wird, kann die Deadlock-Bedingung vermieden werden:

Tabelle 8. Deadlocks mit einem einzigen Schlüssel, Fortsetzung

	Thread 1	Thread 2	
1	session.begin()	session.begin()	Jeder Thread erstellt eine unabhängige Transaktion.
2	map.getForUpdate(key1)		Thread 1 wird eine U-Sperre für key1 erteilt.
3		map.getForUpdate(key1)	Die Anforderung der U-Sperre wird blockiert.
4	map.update(key1,v)	<blocked>	
5	session.commit()	<blocked>	Die U-Sperre für key1 kann erfolgreich in eine X-Sperre aktualisiert werden.
6		<released>	Die U-Sperre wird schließlich Thread 2 für key1 erteilt.
7		map.update(key2,v)	Die U-Sperre wird Thread 2 für key2 erteilt.
8		session.commit()	Die U-Sperre für key1 kann erfolgreich in eine X-Sperre aktualisiert werden.

Lösungen

1. Verwenden Sie die Methode "getForUpdate" an Stelle von "get", um eine U-Sperre an Stelle einer S-Sperre anzufordern.
2. Verwenden Sie die Transaktionsisolationsstufe "read committed" (Lesen mit COMMIT), um S-Sperren zu vermeiden. Eine Verringerung der Transaktionsiso-

lationsstufe erhöht das Risiko nicht wiederholbarer Leseoperationen. Nicht wiederholbare Leseoperationen sind jedoch nur möglich, wenn der Transaktionscache explizit ungültig gemacht wird.

3. Verwenden Sie die optimistische Sperrstrategie. Die optimistische Sperrstrategie erfordert eine optimistische Behandlung von Kollisionsausnahmen.

Szenario: Deadlock mit mehreren Schlüsseln unter Einhaltung der Reihenfolge

In diesem Szenario wird beschrieben, was geschieht, wenn zwei Transaktionen versuchen, denselben Eintrag direkt zu aktualisieren und S-Sperren für andere Einträge halten.

Tabelle 9. Deadlock-Szenario mit mehreren Schlüsseln unter Einhaltung der Reihenfolge

	Thread 1	**Thread 2**	
1	session.begin()	session.begin()	Jeder Thread erstellt eine unabhängige Transaktion.
2	map.get(key1)	map.get(key1)	Beiden Transaktionen wird eine S-Sperre für key1 erteilt.
3	map.get(key2)	map.get(key2)	Beiden Transaktionen wird eine S-Sperre für key2 erteilt.
4	map.update(key1,v)		Keine U-Sperre. Die Aktualisierung wird im Transaktionscache durchgeführt.
5		map.update(key2,v)	Keine U-Sperre. Die Aktualisierung wird im Transaktionscache durchgeführt.
6.	session.commit()		Blockiert: Die S-Sperre für key1 kann nicht in eine X-Sperre aktualisiert werden, weil Thread 2 eine S-Sperre hat.
7		session.commit()	Deadlock: Die S-Sperre für key2 kann nicht aktualisiert werden, weil Thread 1 eine S-Sperre hat.

Sie können die Methode "ObjectMap.getForUpdate" verwenden, um die S-Sperre und damit das anschließende Deadlock zu vermeiden.

Tabelle 10. Deadlock-Szenario mit mehreren Schlüsseln unter Einhaltung der Reihenfolge, Fortsetzung

	Thread 1	**Thread 2**	
1	session.begin()	session.begin()	Jeder Thread erstellt eine unabhängige Transaktion.
2	map.getForUpdate(key1)		Transaktion T1 wird eine U-Sperre für key1 erteilt.
3		map.getForUpdate(key1)	Die Anforderung der U-Sperre wird blockiert.
4	map.get(key2)	<blocked>	T1 wird eine S-Sperre für key2 erteilt.
5	map.update(key1,v)	<blocked>	
6	session.commit()	<blocked>	Die U-Sperre für key1 kann erfolgreich in eine X-Sperre aktualisiert werden.
7		<released>	Die U-Sperre wird schließlich T2 für key1 erteilt.
8		map.get(key2)	T2 wird eine S-Sperre für key2 erteilt.

Tabelle 10. Deadlock-Szenario mit mehreren Schlüsseln unter Einhaltung der Reihenfolge, Fortsetzung (Forts.)

	Thread 1	Thread 2	
9		map.update(key2,v)	T2 wird eine U-Sperre für key2 erteilt.
10		session.commit()	Die U-Sperre für key1 kann erfolgreich in eine X-Sperre aktualisiert werden.

Lösungen

1. Verwenden Sie die Methode "getForUpdate" an Stelle der Methode "get", um eine U-Sperre für den ersten Schlüssel direkt anzufordern. Diese Strategie funktioniert nur, wenn die Methodenreihenfolge deterministisch ist.
2. Verwenden Sie die Transaktionsisolationsstufe "read committed" (Lesen mit COMMIT), um S-Sperren zu vermeiden. Diese Lösung ist am einfachsten zu implementieren, wenn die Methodenreihenfolge nicht deterministisch ist. Eine Verringerung der Transaktionsisolationsstufe erhöht das Risiko nicht wiederholbarer Leseoperationen. Nicht wiederholbare Leseoperationen sind jedoch nur möglich, wenn der Transaktionscache explizit ungültig gemacht wird.
3. Verwenden Sie die optimistische Sperrstrategie. Die optimistische Sperrstrategie erfordert eine optimistische Behandlung von Kollisionsausnahmen.

Szenario: Nichteinhaltung der Reihenfolge mit U-Sperre

Wenn die Reihenfolge, in der die Schlüssel angefordert werden, nicht gewährleistet werden kann, kann ein Deadlock auftreten:

Tabelle 11. Nichteinhaltung der Reihenfolge mit U-Sperre

	Thread 1	Thread 2	
1	session.begin()	session.begin()	Jeder Thread erstellt eine unabhängige Transaktion.
2	map.getforUpdate(key1)	map.getForUpdate(key2)	Es werden erfolgreich U-Sperren für key1 und key2 erteilt.
3	map.get(key2)	map.get(key1)	Es wird eine S-Sperre für key1 und key2 erteilt.
4	map.update(key1,v)	map.update(key2,v)	
5	session.commit()		Die U-Sperre kann nicht in eine X-Sperre aktualisiert werden, weil T2 eine S-Sperre hat.
6		session.commit()	Die U-Sperre kann nicht in eine X-Sperre aktualisiert werden, weil T1 eine S-Sperre hat.

Lösungen

1. Schließen Sie alle Arbeiten in eine einzige globale U-Sperre (Mutex) ein. Diese Methode verringert zwar die gemeinsamen Zugriffe, deckt aber alle Szenarien ab, in denen Zugriff und Reihenfolge nicht deterministisch ist.
2. Verwenden Sie die Transaktionsisolationsstufe "read committed" (Lesen mit COMMIT), um S-Sperren zu vermeiden. Diese Lösung ist am einfachsten zu implementieren, wenn die Methodenreihenfolge nicht deterministisch ist, und unterstützt die höchste Anzahl gemeinsamer Zugriffe. Eine Verringerung der Transaktionsisolationsstufe erhöht das Risiko nicht wiederholbarer Leseoperationen. Nicht wiederholbare Leseoperationen sind jedoch nur möglich, wenn der Transaktionscache explizit ungültig gemacht wird.

3. Verwenden Sie die optimistische Sperrstrategie. Die optimistische Sperrstrategie erfordert eine optimistische Behandlung von Kollisionsausnahmen.

Ausnahmebehandlung in Sperrszenarien

Die vorherigen Beispiele enthalten keine Ausnahmebehandlung. Um zu verhindern, dass Sperren übermäßig lange gehalten werden, wenn eine Ausnahme des Typs "LockTimeoutException" oder "LockDeadlockException" eintritt, muss eine Anwendung sicherstellen, dass unerwartete Ausnahmen abgefangen werden und die Rollback-Methode aufgerufen wird, wenn etwas Unerwartetes eintritt. Ändern Sie das vorherige Code-Snippet, wie im folgenden Beispiel gezeigt:

```
Session sess = ...;
ObjectMap person = sess.getMap("PERSON");
boolean activeTran = false;
try
{
    sess.begin();
    activeTran = true;
    Person p = (IPerson)person.get("Lynn");
    // Lynn hat Geburtstag, also machen wir sie ein Jahr älter.
    p.setAge( p.getAge() + 1 );
    person.put( "Lynn", p );
    sess.commit();
    activeTran = false;
}
finally
{
    if ( activeTran ) sess.rollback();
}
```

Der Block "finally" im Code-Snippet stellt sicher, dass eine Rollback-Operation für eine Transaktion durchgeführt wird, wenn eine unerwartete Ausnahme eintritt. Sie behandelt nicht nur Ausnahmen des Typs "LockDeadlockException", sondern auch alle anderen unerwarteten Ausnahmen, die eintreten können. Der Block "finally" behandelt Ausnahmen, die während des Aufrufs der Methode "commit" eintreten. Dieses Beispiel ist nicht einzige Möglichkeit für die Behandlung unerwarteter Ausnahmen, und es kann Fälle geben, in denen die Anwendung einige der unerwarteten Ausnahmen abfangen und eine ihrer eigenen Ausnahmen anzeigen möchte. Sie können nach Bedarf Catch-Blocks hinzufügen, aber die Anwendung muss sicherstellen, dass das Code-Snippet nicht ohne Abschluss der Transaktion beendet wird.

Sperrstrategien

Die folgenden Sperrstrategien sind verfügbar: PESSIMISTIC (pessimistisch), OPTIMISTIC (optimistisch) und NONE (Ohne). Bei der Auswahl einer Sperrstrategie müssen Sie Aspekte wie den Prozentsatz der einzelnen Typen von Operationen, die potenzielle Verwendung eines Loaders usw. berücksichtigen.

Sperren werden über Transaktionen gebunden. Sie können die folgenden Sperreinstellungen angeben:

- **Keine Sperren**: Die Ausführung ohne Sperren ist die schnellste. Wenn Sie schreibgeschützte Daten verwenden, benötigen Sie möglicherweise keine Sperren.
- **Pessimistisches Sperren**: Es werden Sperren für Einträge angefordert, die so lange gehalten werden, bis die Transaktion festgeschrieben wird. Diese Sperrstrategie bietet eine gute Konsistenz, geht aber zu Lasten des Durchsatzes.
- **Optimistisches Sperren**: Erstellt eine Vorher-Kopie jedes Datensatzes, den die Transaktion berührt, und vergleicht diese mit den aktuellen Eintragswerten, wenn die Transaktion festgeschrieben wird. Wenn die Vorher-Kopie und der Ein-

tragswert nicht übereinstimmen, wird die Transaktion rückgängig gemacht. Es werden keine Sperren bis zur Festschreibungszeit gehalten. Diese Sperrstrategie unterstützt einen besseren gemeinsamen Zugriff als die pessimistische Strategie, birgt aber das Risiko von Transaktions-Rollbacks und Speicherkosten für die zusätzliche Kopie des Eintrags.

Legen Sie die Sperrstrategie in der BackingMap fest. Es ist nicht möglich, die Sperrstrategie für jede einzelne Transaktion zu ändern. Im Folgenden sehen Sie ein Beispiel-XML-Snippet, das veranschaulicht, wie der Sperrmodus in einer Map über die XML-Datei festgelegt wird, und in dem davon ausgegangen wird, dass `cc` der Namespace für `objectgrid/config` ist:

```
<cc:backingMap name="RuntimeLifespan" lockStrategy="PESSIMISTIC" />
```

Pessimistisches Sperren

Verwenden Sie die pessimistische Sperrstrategie für Maps mit Lese-/Schreibzugriff, wenn keine anderen Sperrstrategien möglich sind. Wenn eine ObjectGrid-Map für die Verwendung der pessimistischen Sperrstrategie konfiguriert ist, wird eine pessimistische Transaktionssperre für einen Map-Eintrag angefordert, wenn eine Transaktion den Eintrag zum ersten Mal aus der BackingMap abruft. Die pessimistische Sperre wird so lange gehalten, bis die Anwendung die Transaktion abschließt. Gewöhnlich wird die pessimistische Sperrstrategie in den folgenden Situationen verwendet:

- Die BackingMap ist mit oder ohne Loader (Ladeprogramm) konfiguriert, und es sind keine Versionsinformationen verfügbar.
- Die BackingMap wird direkt von einer Anwendung verwendet, die Hilfe von eXtreme Scale für die Steuerung des gemeinsamen Zugriffs benötigt.
- Es sind Versionsinformationen verfügbar, aber Aktualisierungstransaktionen für die Einträge in der BackingMap lösen häufig Kollisionen aus, was zu Fehlern bei der optimistische Aktualisierung führt.

Da die pessimistische Sperrstrategie die größten Auswirkungen auf Leistung und Skalierbarkeit hat, sollte diese Strategie nur für Maps mit Lese-/Schreibzugriff verwendet werden, wenn keine anderen Sperrstrategien angewendet werden können, z. B., wenn häufig Fehler bei der optimistischen Aktualisierung auftreten oder wenn die Wiederherstellung nach einem Fehler bei einer optimistischen Aktualisierung nur schwer für eine Anwendung durchzuführen ist.

Optimistisches Sperren

Bei der optimistischen Sperrstrategie wird davon ausgegangen, dass zwei gleichzeitig ausgeführte Transaktionen niemals versuchen, denselben Map-Eintrag zu aktualisieren. Aufgrund dieser Annahme müssen die Sperren nicht für den gesamte Lebenszyklus der Transaktion gehalten werden, da es unwahrscheinlich ist, dass mehrere Transaktionen einen Map-Eintrag gleichzeitig aktualisieren. Die optimistische Sperrstrategie wird gewöhnlich in den folgenden Situationen verwendet:

- Eine BackingMap ist mit oder ohne Loader (Ladeprogramm) konfiguriert, und es sind Versionsinformationen verfügbar.
- Es werden hauptsächlich nur Transaktionen für eine BackingMap ausgeführt, die Leseoperationen durchführen. Einfüge-, Aktualisierungs- und Entfernungsoperationen für Map-Einträge finden in der BackingMap nur selten statt.
- Eine BackingMap wird häufiger eingefügt, aktualisiert oder entfernt, als sie gelesen wird, aber es finden nur selten Kollisionen zwischen den Transaktionen statt, die sich auf denselben Map-Eintrag beziehen.

Wie bei der pessimistischen Sperrstrategie bestimmen die Methoden in der Schnittstelle "ObjectMap", wie eXtreme Scale automatisch versucht, eine Sperre für den Map-Eintrag anzufordern, auf den zugegriffen wird. Es bestehen jedoch die folgenden Unterschiede zwischen der pessimistischen und der optimistischen Sperrstrategie:

- Wie bei der pessimistischen Sperrstrategie wird bei der optimistischen Sperrstrategie beim Aufruf der Methoden "get" und "getAll" eine S-Sperre angefordert. Beim optimistischen Sperren wird die S-Sperre jedoch nicht bis zum Abschluss der Transaktion gehalten. Stattdessen wird die S-Sperre freigegeben, bevor die Methode zur Anwendung zurückkehrt. Die Anforderung der Sperre hat den Zweck, dass eXtreme Scale sicherstellen kann, dass nur festgeschriebene Daten von anderen Transaktionen für die aktuelle Transaktion sichtbar sind. Nachdem eXtreme Scale sichergestellt hat, dass die Daten festgeschrieben wurden, wird die S-Sperre freigegeben. Während der Festschreibung wird eine optimistische Versionsprüfung durchgeführt, um sicherzustellen, dass der Map-Eintrag nicht von einer anderen Transaktion geändert wurde, nachdem die aktuelle Transaktion die S-Sperre freigegeben hat. Wenn ein Eintrag nicht aus der Map abgerufen wird, bevor er aktualisiert, ungültig gemacht oder gelöscht wird, ruft die Laufzeitumgebung von eXtreme Scale den Eintrag implizit aus der Map ab. Diese implizite get-Operation wird durchgeführt, um den aktuellen Wert abzurufen, den der Eintrag zum Zeitpunkt der Änderungsanforderung hatte.
- Anders als bei der pessimistischen Sperrstrategie werden die Methoden "getForUpdate" und "getAllForUpdate" bei der optimistischen Sperrstrategie genauso wie die Methoden "get" und "getAll" behandelt, d. h., beim Starten der Methode wird eine S-Sperre angefordert, die dann freigegeben wird, bevor die Methode zur Anwendung zurückkehrt.

Alle anderen ObjectMap-Methoden werden genauso behandelt, wie es bei der pessimistischen Sperrstrategie der Fall ist, d. h., wenn die Methode "commit" aufgerufen wird, wird eine X-Sperre für jeden Map-Eintrag angefordert, der eingefügt, aktualisiert, entfernt, angerührt oder ungültig gemacht wurde, und diese X-Sperre wird so lange gehalten, bis die Commit-Verarbeitung der Transaktion abgeschlossen ist.

Bei der optimistischen Sperrstrategie wird davon ausgegangen, dass gleichzeitig ausgeführte Transaktionen nicht versuchen, denselben Map-Eintrag zu aktualisieren. Aufgrund dieser Annahme müssen die Sperren nicht für die gesamte Lebensdauer der Transaktion gehalten werden, da es unwahrscheinlich ist, dass mehrere Transaktionen einen Map-Eintrag gleichzeitig aktualisieren. Da eine Sperre jedoch nicht gehalten wird, ist es potenziell möglich, dass eine andere gleichzeitig ausgeführte Transaktion den Map-Eintrag ändert, nachdem die aktuelle Transaktion ihre S-Sperre freigegeben hat.

Zur Behandlung dieser Möglichkeit ruft eXtreme Scale während der Festschreibung eine X-Sperre ab und führt eine optimistische Versionsprüfung durch, um sicherzustellen, dass der Map-Eintrag nicht von einer anderen Transaktion geändert wurde, nachdem die aktuelle Transaktion den Map-Eintrag aus der BackingMap gelesen hat. Wenn der Map-Eintrag von einer anderen Transaktion geändert wurde, fällt die Versionsprüfung negativ aus, und es wird eine Ausnahme des Typs "OptimisticCollisionException" ausgegeben. Diese Ausnahme erzwingt ein Rollback der aktuellen Transaktion, und die Anwendung muss die vollständige Transaktion wiederholen. Die optimistische Sperrstrategie ist sehr hilfreich, wenn eine Map hauptsächlich nur gelesen wird und es unwahrscheinlich ist, dass gleichzeitige Aktualisierungen an demselben Map-Eintrag vorgenommen werden.

Ohne Sperren

Wenn eine BackingMap ohne Sperrstrategie konfiguriert ist, werden keine Transaktionssperren für einen Map-Eintrag angefordert.

Dies ist hilfreich, wenn eine Anwendung ein Persistenzmanager ist, wie z. B. ein EJB-Container, oder wenn eine Anwendung Hibernate für das Abrufen persistenter Daten verwendet. In diesem Szenario ist die BackingMap ohne Loader konfiguriert, und der Persistenzmanager verwendet die BackingMap als Datencache. Der Persistenzmanager übernimmt die Steuerung des gemeinsamen Zugriffs für Transaktionen, die auf dieselben Map-Einträge zugreifen.

Für die Steuerung des gemeinsamen Zugriffs muss WebSphere eXtreme Scale keine Transaktionssperren anfordern. In dieser Situation wird davon ausgegangen, dass der Persistenzmanager seine Transaktionssperren nicht freigibt, bevor die ObjectGrid-Map mit festgeschriebenen Änderungen aktualisiert wurde. Wenn der Persistenzmanager seine Sperren freigibt, muss eine pessimistische oder optimistische Sperrstrategie verwendet werden. Angenommen, der Persistenzmanager eines EJB-Containers aktualisiert eine ObjectGrid-Map mit Daten, die in der vom EJB-Container verwalteten Transaktion festgeschrieben wurden. Wenn die Aktualisierung der ObjectGrid-Map stattfindet, bevor der Persistenzmanager seine Transaktionssperren freigibt, können Sie die Strategie ohne Sperren verwenden. Wenn die Aktualisierung der ObjectGrid-Map stattfindet, nachdem der Persistenzmanager seine Transaktionssperren freigibt, müssen Sie die optimistische oder die pessimistische Sperrstrategie verwenden.

Ein weiteres Szenario, in dem die Strategie ohne Sperren verwendet werden kann, ist das, wenn die Anwendung eine BackingMap direkt verwendet und ein Loader für die Map konfiguriert ist. In diesem Szenario verwendet der Loader die Unterstützung für die Steuerung des gemeinsamen Zugriffs, die von einem Verwaltungssystem für relationale Datenbanken bereitgestellt wird, indem er entweder Java Database Connectivity (JDBC) oder Hibernate für den Zugriff auf die Daten in einer relationalen Datenbank verwendet. Die Loader-Implementierung kann einen optimistischen oder pessimistischen Ansatz verwenden. Mit einem Loader, der einen optimistischen Sperr- oder Versionssteuerungsansatz verwendet, kann die höchste Anzahl gemeinsamer Zugriffe und die höchste Leistung erzielt werden. Weitere Informationen zur Implementierung eines optimistischen Sperransatzes finden Sie im Abschnitt "OptimisticCallback" in den Hinweisen zu Loadern im *Administratorhandbuch*. Wenn Sie einen Loader verwenden, der die Unterstützung für pessimistisches Sperren eines zugrunde liegenden Back-Ends verwendet, können Sie den Parameter "forUpdate" verwenden, der an die Methode "get" der Schnittstelle "Loader" übergeben wird. Setzen Sie diesen Parameter auf "true", wenn die Methode "getForUpdate der Schnittstelle "ObjectMap von der Anwendung zum Abrufen der Daten verwendet wird. Der Loader kann diesen Parameter verwenden, um festzustellen, ob eine aktualisierbare Sperre für die Zeile, die gelesen wird, angefordert werden muss. DB2 fordert beispielsweise eine aktualisierbare Sperre an, wenn eine SQL-Anweisung SELECT eine Klausel `FOR UPDATE` enthält. Dieser Ansatz bietet dieselben Präventionsmechanismen für Deadlocks, die im Abschnitt „Pessimistisches Sperren” auf Seite 142 beschrieben sind.

Bewährte Verfahren für die Sperrleistung

Sperrstrategien und Transaktionsisolationseinstellungen wirken sich auf die Leistung Ihrer Anwendungen aus.

Zwischengespeicherte Instanz abrufen

Weitere Informationen finden Sie in der Dokumentation zum Sperren von Map-Einträgen im *Administratorhandbuch*.

Pessimistische Sperrstrategie

Verwenden Sie die pessimistische Sperrstrategie für Lese- und Schreiboperationen in Maps, wenn die Anzahl der Schlüsselkollisionen sehr hoch ist. Die pessimistische Sperrstrategie hat die größten Auswirkungen auf die Leistung.

Transaktionsisolationsstufen "read committed" und "read uncommitted"

Wenn Sie eine pessimistische Sperrstrategie verwenden, setzen Sie die Transaktionsisolationsstufe mit der Methode "Session.setTransactionIsolation". Für die Isolationsstufen "read committed" und "read uncommitted" verwenden Sie das Argument "Session.TRANSACTION_READ_COMMITTED" bzw. das Argument "Session.TRANSACTION_READ_UNCOMMITTED". Wenn Sie die Transaktionsisolationsstufe auf das pessimistische Standardsperrverhalten zurücksetzen möchten, verwenden Sie die Methode "Session.setTransactionIsolation" mit dem Argument "Session.REPEATABLE_READ".

Die Isolationsstufe "read committed" verringert die Dauer gemeinsamer Sperren, was die Anzahl gemeinsamer Zugriffe erhöhen und das Risiko von Deadlocks verringern kann. Diese Isolationsstufe sollte verwendet werden, wenn eine Transaktion keine Zusicherung benötigt, dass gelesene Werte für die Dauer der Transaktion unverändert bleiben.

Verwenden Sie die Isolationsstufe "uncommitted read", wenn die Transaktion die festgeschriebenen Daten nicht sehen muss.

Optimistische Sperrstrategie

Optimistisches Sperren ist die Standardkonfiguration. Diese Strategie bietet im Vergleich mit der pessimistischen Sperrstrategie sowohl eine bessere Leistung als auch eine bessere Skalierbarkeit. Verwenden Sie diese Strategie, wenn Ihre Anwendungen einige Fehler bei optimistischen Aktualisierungen tolerieren können und dabei eine bessere Leistung bieten als bei der pessimistischen Strategie. Diese Strategie eignet sich bestens für Leseoperationen und Anwendungen, die nur selten Aktualisierungen vornehmen.

OptimisticCallback-Plug-in

Bei der optimistischen Sperrstrategie wird eine Kopie der Cacheeinträge erstellt, und diese werden dann bei Bedarf mit den Originaleinträgen verglichen. Diese Operation kann kostenintensiv sein, weil das Kopieren der Einträge Klon- und Serialisierungsoperationen umfassen kann. Um die beste Leistung zu erzielen, implementieren Sie das angepasste Plug-in für Maps, die keine Entitäts-Maps sind.

Weitere Informationen finden Sie im Abschnitt . Weitere Informationen zum OptimisticCallback-Plug-in finden Sie in der *Produktübersicht*.

Versionsfelder für Entitäten verwenden

Wenn Sie optimistisches Sperren für Entitäten verwenden, verwenden Sie die Annotation "@Version" oder ein äquivalentes Attribut in der Metadatendeskriptordatei

der Entität. Die Versionsannotation bietet ObjectGrid eine effiziente Methode für die Verfolgung der Versionen eines Objekts. Wenn die Entität kein Versionsfeld hat und optimistisches Sperren für die Entität verwendet wird, muss die vollständige Entität kopiert und verglichen werden.

Strategie ohne Sperren verwenden

Verwenden Sie die Strategie ohne Sperren für Anwendungen, die nur Leseoperationen durchführen. Bei dieser Strategie werden weder Sperren angefordert, noch wird ein Sperrenmanager verwendet. Deshalb bietet diese Strategie die höchste Anzahl gemeinsamer Zugriffe, die höchste Leistung und die höchste Skalierbarkeit.

Sperren von Map-Einträgen mit Abfragen und Indizes

In diesem Abschnitt wird beschrieben, wie die Query-APIs von eXtreme Scale und das Indexierungs-Plug-in "MapRangeIndex" mit Sperren interagieren. Außerdem werden einige bewährte Verfahren vorgestellt, mit denen Sie die Anzahl der gemeinsamen Zugriffe erhöhen und die Anzahl der Deadlocks verringern können, wenn Sie die pessimistische Sperrstrategie für Maps verwenden.

Übersicht

Mit der ObjectGrid-Query-API können SELECT-Abfragen von ObjectMap-Cacheobjekten und -Entitäten ausgeführt werden. Bei der Ausführung einer Abfrage verwendet die Abfragesteuerkomponente, sofern möglich, einen MapRangeIndex, um Schlüssel zu suchen, die Werten in der WHERE-Klausel der Abfrage entsprechen, oder um Beziehungen zu überbrücken. Wenn kein Index verfügbar ist, scannt die Abfragesteuerkomponente jeden Eintrag in einer oder mehreren Maps, um die entsprechenden Entitäten zu finden. Sowohl die Abfragesteuerkomponente als auch die Index-Plug-ins fordern je nach Sperrstrategie, Transaktionsisolationsstufe und Transaktionsstatus Sperren an, um die Datenkonsistenz zu prüfen.

Sperren mit dem HashIndex-Plug-in

Mit dem HashIndex-Plug-in von eXtreme Scale können Schlüssel auf der Basis eines einzelnen Attributs, das im Cacheeintragswert gespeichert ist, gesucht werden. Im Index wird der indexierte Wert in einer von der Cache-Map abgesonderten Datenstruktur gespeichert. Der Index vergleicht die die Schlüssel mit den Map-Einträgen, bevor er sie an den Benutzer zurückgibt, um eine genaue Ergebnismenge zu erhalten. Wenn Sie die pessimistische Sperrstrategie verwenden und der Index für eine lokale ObjectMap-Instanz (im Gegensatz zu einer Client/Server-ObjectMap) verwendet wird, fordert der Index eine Sperre für jeden übereinstimmenden Eintrag an. Wenn Sie optimistisches Sperren oder eine ferne ObjectMap verwenden, werden die Sperren immer sofort freigegeben.

Der Typ der angeforderten Sperre richtet sich nach dem Argument "forUpdate", das an die Methode "ObjectMap.getIndex" übergeben wird. Das Argument "forUpdate" gibt den Typ der Sperre an, die der Index anfordern sollte. Wenn dieses Argument den Wert "false" hat, wird eine gemeinsame Sperre (S-Sperre) angefordert, wenn es den Wert "true" hat, wird eine aktualisierbare Sperre (U-Sperre) angefordert.

Bei einer S-Sperre wird die Einstellung der Transaktionsisolationsstufe für die Sitzung angewendet, die sich auf die Dauer der Sperre auswirkt. Im Abschnitt zu den Transaktionsisolationsstufen wird ausführlich beschreiben, wie über die Transaktionsisolationsstufen die Anzahl gemeinsamer Zugriffe auf Anwendungen erhöht werden kann.

Gemeinsame Sperren mit Abfrage

Die Abfragesteuerkomponente von eXtreme Scale fordert bei Bedarf S-Sperren an, um die Cacheeinträge dahingehend zu überwachen, ob sie die Filterkriterien der Abfrage erfüllen. Wenn Sie die Transaktionsisolationsstufe "repeatable read" (wiederholbares Lesen) mit pessimistischem Sperren verwenden, werden die S-Sperren nur für die Elemente beibehalten, die im Abfrageergebnis enthalten sind, und für die Einträge, die nicht im Ergebnis enthalten sind, freigegeben. Wenn Sie eine niedrigere Transaktionsisolationsstufe oder optimistisches Sperren verwenden, werden die S-Sperren nicht beibehalten.

Gemeinsame Sperren mit Client/Server-Abfrage

Wenn Sie die eXtreme-Scale-Abfrage über einen Client absetzen, wird die Abfrage gewöhnlich im Server ausgeführt, sofern nicht alle Maps oder Entitäten, die in der Abfrage referenziert werden, lokal im Client vorhanden sind (z. B., wenn es sich um eine im Client replizierte Map oder Abfrageergebnisentität handelt). Alle Abfragen, die in einer Transaktion mit Lese-/Schreibzugriff ausgeführt werden, halten S-Sperren so, wie es im vorherigen Abschnitt beschrieben wurde. Wenn die Transaktion keine Transaktion mit Lese-/Schreibzugriff ist, wird keine Sitzung im Server gehalten, und die S-Sperren werden freigegeben.

Eine Transaktion mit Lese-/Schreibzugriff wird nur an eine primäre Partition weitergeleitet, und es wird eine Sitzung im Server für die Clientsitzung verwaltet. Eine Transaktion kann unter den folgenden Bedingungen in eine Transaktion mit Lese-/Schreibzugriff hochgestuft werden:

1. Alle Maps, die für die Verwendung pessimistischen Sperrens konfiguriert sind, werden über die ObjectMap-API-Methoden "get" und "getAll" bzw. die EntityManager.find-Methoden aufgerufen.
2. Für die Transaktion wird eine Flush-Operation ausgeführt, was dazu führt, dass Aktualisierungen an den Server gesendet werden.
3. Alle Maps, die für die Verwendung optimistischen Sperrens konfiguriert sind, werden über die Methode "ObjectMap.getForUpdate" oder "EntityManager.findForUpdate" aufgerufen.

Aktualisierbare Sperren mit Abfrage

Gemeinsame Sperren sind hilfreich, wenn gemeinsamer Zugriff und Konsistenz wichtig sind. Sie gewährleisten, dass sich der Wert eines Eintrags während der gesamten Lebensdauer der Transaktion nicht ändert. Der Wert kann von anderen Transaktionen nicht geändert werden, während andere S-Sperren gehalten werden, und nur eine einzige andere Transaktion kann ihre Absicht zum Aktualisieren des Eintrags manifestieren. Einzelheiten zu S-, U- und X-Sperren finden Sie im Abschnitt zum pessimistischen Sperrmodus.

Aktualisierbare Sperren werden verwendet, um die Absicht zum Aktualisieren eines Cacheeintrags bekannt zu geben, wenn die pessimistische Sperrstrategie verwendet wird. Sie lassen eine Synchronisation von Transaktionen zu, die einen Cacheeintrag ändern möchten. Transaktionen können den Eintrag weiterhin über eine S-Sperre anzeigen, aber andere Transaktionen werden an der Anforderung einer U- bzw. X-Sperre gehindert. In vielen Szenarien ist die Anforderung einer U-Sperre ohne vorherige Anforderung einer S-Sperre erforderlich, um Deadlocks zu vermeiden. Beispiele für häufige Deadlocks finden Sie im Abschnitt zum pessimistischen Sperrmodus.

Die Schnittstellen "ObjectQuery" und "EntityManager Query" stellen die Methode "setForUpdate" bereit, um die beabsichtigte Verwendung für das Abfrageergebnis anzugeben. Die Abfragesteuerkomponente fordert U-Sperren an Stelle von S-Sperren für jeden Map-Eintrag an, der im Abfrageergebnis enthalten ist:

```
ObjectMap orderMap = session.getMap("Order");
ObjectQuery q = session.createQuery("SELECT o FROM Order o WHERE o.orderDate=?1");
q.setParameter(1, "20080101");
q.setForUpdate(true);
session.begin();
// Abfrage ausführen. Jeder Auftrag (order) hat eine U-Sperre.
Iterator result = q.getResultIterator();
// Für jeden Auftrag (order) den Status aktualisieren.
while(result.hasNext()) {
    Order o = (Order) result.next();
    o.status = "shipped";
    orderMap.update(o.getId(), o);
}
// Festschreibung
session.commit();
```

```
Query q = em.createQuery("SELECT o FROM Order o WHERE o.orderDate=?1");
q.setParameter(1, "20080101");
q.setForUpdate(true);
emTran.begin();
// Abfrage ausführen. Jeder Auftrag (order) hat eine U-Sperre.
Iterator result = q.getResultIterator();
// Für jeden Auftrag (order) den Status aktualisieren.
while(result.hasNext()) {
    Order o = (Order) result.next();
    o.status = "shipped";
}
tmTran.commit();
```

Wenn das Attribut **setForUpdate** aktiviert ist, wird die Transaktion automatisch in eine Transaktion mit Lese-/Schreibzugriff konvertiert, und die Sperren werden im Server wie erwartet gehalten. Falls die Abfrage keine Indizes verwenden kann, muss die Map gescannt werden, was dazu führt, dass temporäre U-Sperren für Map-Einträge gesetzt werden, die nicht im Abfrageergebnis enthalten sind, und U-Sperren für Einträge gehalten werden, die im Ergebnis enthalten sind.

Transaktionsisolation

Für Transaktionen können Sie in jeder BackingMap-Konfiguration eine von drei Sperrstrategien konfigurieren: PESSIMISTIC, OPTIMISTIC oder NONE. Wenn Sie pessimistisches oder optimistisches Sperren verwenden, verwendet eXtreme Scale gemeinsame (S), aktualisierbare (U) und exklusive (X) Sperren, um die Konsistenz zu verwalten. Dieses Sperrverhalten besonders beachtenswert, wenn pessimistisches Sperren verwendet wird, weil optimistische Sperren nicht gehalten werden. Sie können eine von drei Transaktionsisolationsstufen verwenden, um die Sperrsemantik zu optimieren, die eXtreme Scale für die Verwaltung der Konsistenz in den einzelnen Cache-Maps verwendet: repeatable read (wiederholbares Lesen), read committed (Lesen mit COMMIT) oder read uncommitted (Lesen ohne COMMIT).

Übersicht über die Transaktionsisolation

Die Transaktionsisolation definiert, wie die von einer Operation vorgenommenen Änderungen für andere gleichzeitig ausgeführte Operationen sichtbar werden.

WebSphere eXtreme Scale unterstützt drei Transaktionsisolationsstufen, mit denen Sie die Sperrsemantik, die eXtreme Scale für die Verwaltung in den einzelnen Cache-Maps verwendet (repeatable read, read committed oder read uncommitted)

weiter optimieren. Die Transaktionsisolationsstufe wird in der Schnittstelle "Session" mit der Methode setTransactionIsolation festgelegt. Die Transaktionsisolationsstufe kann jederzeit im Verlauf der Sitzung geändert werden, wenn keine Transaktion in Bearbeitung ist.

Das Produkt setzt die verschiedenen Transaktionsisolationssemantiken um, indem es die Art und Weise anpasst, in der gemeinsame Sperren (S-Sperren) angefordert und gehalten werden. Die Transaktionsisolation hat keine Auswirkungen auf Maps, die für die Verwendung der optimistischen Sperrstrategie bzw. der Strategie ohne Sperren konfiguriert sind, wenn aktualisierbare Sperren (U-Sperren) angefordert werden.

Wiederholbares Lesen mit pessimistischem Sperren

Die Transaktionsisolationsstufe "repeatable read" (wiederholbares Lesen) ist die Standardeinstellung. Diese Isolationsstufe verhindert fehlerhafte und nicht wiederholbare Leseoperationen, aber keine Scheinleseoperationen. Eine fehlerhafte Leseoperation ist eine Leseoperation, die für Daten ausgeführt werden, die von einer Transaktion geändert, aber nicht festgeschrieben wurden. Eine nicht wiederholbare Leseoperation kann auftreten, wenn bei einer Leseoperation keine Lesesperren angefordert werden. Eine Scheinleseoperation kann auftreten, wenn zwei identische Leseoperationen durchgeführt werden, aber zwei unterschiedliche Ergebnismengen zurückgegeben werden, weil zwischen den Leseoperationen eine Aktualisierung stattgefunden hat. Das Produkt erreicht eine wiederholbare Leseoperation, indem es alle S-Sperren so lange hält, bis die Transaktion, die Eigner der Sperre ist, abgeschlossen wird. Da keine X-Sperre erteilt wird, bis alle S-Sperren freigegeben sind, sehen alle Transaktionen, die eine S-Sperre halten, bei einer Wiederholung der Leseoperation garantiert denselben Wert.

```
map = session.getMap("Order");
session.setTransactionIsolation(Session.TRANSACTION_REPEATABLE_READ);
session.begin();

// Es wird eine S-Sperre angefordert und gehalten, und der Wert wird in den
// Transaktionscache kopiert.
Order order = (Order) map.get("100");
// Der Eintrag wird aus dem Transaktionscache entfernt.
map.invalidate("100", false);

// Derselbe Wert wird erneut angefordert. Für den Eintrag ist bereits
// eine Sperre gesetzt, und deshalb wird derselbe Wert abgerufen und in
// den Transaktionscache kopiert.
Order order2 (Order) = map.get("100");

// Alle Sperren werden freigegeben, nachdem die Transaktion mit der
// Cache-Map synchronisiert wurde.
session.commit();
```

Scheinleseoperationen sind möglich, wenn Sie Abfragen oder Indizes verwenden, weil keine Sperren für Datenbereiche angefordert werden, sondern nur für die Cacheeinträge, die dem Index bzw. den Abfragekriterien entsprechen. Beispiel:

```
session1.setTransactionIsolation(Session.TRANSACTION_REPEATABLE_READ);
session1.begin();

// Es wird eine Abfrage ausgeführt, die einen Bereich von Werten auswählt.
ObjectQuery query = session1.createObjectQuery
    ("SELECT o FROM Order o WHERE o.itemName='Widget'");

// In diesem Fall stimmt nur ein einziger Auftrag (oder) mit dem
// Abfragefilter überein.
// Der Auftrag hat den Schlüssel "100".
```

```
// Die Abfragesteuerkomponente fordert eine S-Sperre für den Auftrag "100" an.
Iterator result = query.getResultIterator();

// Eine zweite Transaktion fügt einen Auftrag ein, der der Abfrage ebenfalls entspricht.
Map orderMap = session2.getMap("Order");
orderMap.insert("101", new Order("101", "Widget"));

// Wenn die Abfrage erneut in der aktuellen Transaktion ausgeführt wird,
// ist der neue Auftrag sichtbar und gibt die Aufträge "100" und "101" zurück.
result = query.getResultIterator();

// Alle Sperren werden freigegeben, nachdem die Transaktion mit der
// Cache-Map synchronisiert wurde.
session.commit();
```

Lesen mit COMMIT mit pessimistischem Sperren

Die Transaktionsisolationssperre "read committed" (Lesen mit COMMIT) kann mit eXtreme Scale verwendet werden. Sie verhindert fehlerhafte Leseoperationen, aber keine wiederholbaren Leseoperationen oder Scheinleseoperationen, und so verwendet eXtreme Scale weiterhin S-Sperren für das Lesen von Daten aus der Cache-Map, die aber sofort wieder freigegeben werden.

```
map1 = session1.getMap("Order");
session1.setTransactionIsolation(Session.TRANSACTION_READ_COMMITTED);
session1.begin();

// Es wird eine S-Sperre angefordert, die aber sofort wieder freigegeben wird,
// und der Wert wird in den Transaktionscache kopiert.
Order order = (Order) map1.get("100");

// Der Eintrag wird aus dem Transaktionscache entfernt.
map1.invalidate("100", false);

// Eine zweite Transaktion aktualisiert denselben Auftrag (order).
// Sie fordert eine U-Sperre an, aktualisiert den Wert und wird dann festgeschrieben.
// ObjectGrid fordert während der Festschreibung erfolgreich eine X-Sperre an, da die
// erste Transaktion die Isolationsstufe "read committed" (Lesen mit COMMIT) verwendet.
Map orderMap2 = session2.getMap("Order");
session2.begin();
order2 = (Order) orderMap2.getForUpdate("100");
order2.quantity=2;
orderMap2.update("100", order2);
session2.commit();

// Derselbe Wert wird erneut angefordert. Dieses Mal soll der Wert
// aktualisiert werden, aber es wird schon der neue Wert angezeigt.
Order order1Copy (Order) = map1.getForUpdate("100");
```

Lesen ohne COMMIT mit pessimistischem Sperren

Die Transaktionsisolationsstufe "read uncommitted" (Lesen ohne COMMIT) kann mit eXtreme Scale verwendet werden. Diese Stufe lässt fehlerhafte Leseoperationen, nicht wiederholbare Leseoperationen und Scheinleseoperationen zu.

Optimistische Kollisionsausnahme

Sie können eine Ausnahme des Typs "OptimisticCollisionException" direkt oder über eine Ausnahme des Typs "ObjectGridException" empfangen.

Der folgende Code ist ein Beispiel für das Abfangen der Ausnahme und die anschließende Anzeige der entsprechenden Nachricht:

```
try {
...
} catch (ObjectGridException oe) {
    System.out.println(oe);
}
```

Ursache für die Ausnahme

Es wird eine Ausnahme des Typs "OptimisticCollisionException" erstellt, wenn zwei verschiedene Clients versuchen, denselben Map-Eintrag fast zur selben Zeit zu aktualisieren. Wenn beispielsweise ein Client versucht, eine Sitzung festzuschreiben und den Map-Eintrag zu aktualisieren, nachdem ein anderer Client die Client die Daten vor dem Festschreiben liest, sind diese Daten falsch. Die Ausnahme wird erstellt, wenn der andere Client versucht, die falschen Daten festzuschreiben.

Schlüssel abrufen, der die Ausnahme ausgelöst hat

Für die Fehlerbehebung einer solchen Ausnahme kann es hilfreich sein, den Schlüssel abzurufen, der dem Eintrag entspricht, der die Ausnahme ausgelöst hat. Der Vorteil der Ausnahme "OptimisticCollisionException" besteht darin, dass sie die Methode "getKey" enthält, die das Objekt zurückgibt, das diesen Schlüssel darstellt. Das folgende Beispiel veranschaulicht, wie der Schlüssel beim Abfangen der Ausnahme "OptimisticCollisionException" abgerufen und ausgegeben wird:

```
try {
...
} catch (OptimisticCollisionException oce) {
    System.out.println(oce.getKey());
}
```

ObjectGridException löst eine Ausnahme des Typs "OptimisticCollisionException" aus

Die Ausnahme "OptimisticCollisionException" kann die Ursache für die Anzeige einer Ausnahme des Typs "ObjectGridException" sein. In diesem Fall können Sie den folgenden Code verwenden, um den Ausnahmetyp zu bestimmen und den Schlüssel auszugeben. Im folgenden Code wird das Dienstprogramm "findRootCause" gemäß der Beschreibung im folgenden Abschnitt verwendet:

```
try {
...
}
catch (ObjectGridException oe) {
    Throwable Root = findRootCause( oe );
    if (Root instanceof OptimisticCollisionException) {
        OptimisticCollisionException oce = (OptimisticCollisionException)Root;
        System.out.println(oce.getKey());
    }
}
```

Allgemeine Technik für die Behandlung von Ausnahmen

Die eigentliche (Fehler-)Ursache für ein Throwable-Objekt zu kennen, ist für die Eingrenzung der Fehlerquelle hilfreich. Das folgende Codebeispiel zeigt, wie eine Ausnahmebehandlungsroutine eine Dienstprogrammmethode verwendet, um die eigentliche (Fehler-)Ursache für das Throwable-Objekt zu ermitteln.

Beispiel:

```
static public Throwable findRootCause( Throwable t )
{
     // Mit dem Stamm-Throwable beginnen.
     Throwable root = t;

     // Ursachenkette verfolgen, bis das letzte Throwable-Objekt in der Kette gefunden wird.
     Throwable cause = root.getCause();
     while ( cause != null )
     {
        root = cause;
        cause = root.getCause();
     }

     // Letztes Throwable-Objekt in der Kette als eigentliche (Fehler-)Ursache zurückgeben.
     return root;
}
```

Clients mit WebSphere eXtreme Scale konfigurieren

Sie können einen eXtreme-Scale-Client Ihren Anforderungen entsprechend konfigurieren, z. B., um Einstellungen zu überschreiben.

Client mit XML konfigurieren

Zum Ändern von Einstellungen auf der Clientseite kann eine ObjectGrid-XML-Datei verwendet werden. Wenn Sie die Einstellungen in einem eXtreme-Scale-Client müssen Sie eine ObjectGrid-XML-Datei erstellen, die in ihrer Struktur der Datei gleicht, die für den eXtreme-Scale-Server verwendet wurde.

Angenommen, die folgende XML-Datei wurde mit einer XML-Deskriptordatei für Implementierungsrichtlinien kombiniert und zum Starten eines eXtreme-Scale-Servers verwendet.

companyGridServerSide.xml

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<objectGridConfig xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
    xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/objectgrid/config ../objectGrid.xsd"
    xmlns="http://ibm.com/ws/objectgrid/config">

    <objectGrids>
        <objectGrid name="CompanyGrid">
            <bean id="TransactionCallback"
                className="com.company.MyTxCallback" />
            <bean id="ObjectGridEventListener"
                className="com.company.MyOgEventListener" />
            <backingMap name="Customer"
                pluginCollectionRef="customerPlugins" />
            <backingMap name="Item" />
            <backingMap name="OrderLine" numberOfBuckets="1049"
                timeToLive="1600" ttlEvictorType="LAST_ACCESS_TIME" />
            <backingMap name="Order" lockStrategy="PESSIMISTIC"
                pluginCollectionRef="orderPlugins" />
        </objectGrid>
    </objectGrids>

    <backingMapPluginCollections>
        <backingMapPluginCollection id="customerPlugins">
            <bean id="Evictor"
                className="com.ibm.websphere.objectGrid.plugins.builtins.LRUEvictor" />
            <bean id="MapEventListener"
                className="com.company.MyMapEventListener" />
        </backingMapPluginCollection>
        <backingMapPluginCollection id="orderPlugins">
            <bean id="MapIndexPlugin"
                className="com.company.MyMapIndexPlugin" />
        </backingMapPluginCollection>
    </backingMapPluginCollections>
</objectGridConfig>
```

In einem eXtreme-Scale-Server verhält sich die ObjectGrid-Instanz mit dem Namen "CompanyGrid" gemäß der Definition in der Datei "companyGridServerSide.xml". Standardmäßig hat der CompanyGrid-Client dieselben Einstellungen wie das im Server ausgeführte CompanyGrid. Einige dieser Einstellungen können jedoch wie folgt im Client überschrieben werden,

1. Erstellen Sie eine clientspezifische ObjectGrid-Instanz.
2. Kopieren Sie die ObjectGrid-XML-Datei, die zum Öffnen des Servers verwendet wurde.
3. Bearbeiten Sie die neue Datei, und passen Sie sie für die Clientseite an.
   - Zum Festlegen oder Aktualisieren von Attributen im Client geben Sie einen neuen Wert an oder ändern den vorhandenen Wert.
   - Zum Entfernen eines Plug-ins aus dem Client verwenden Sie eine leere Zeichenfolge als Wert für das Attribut "className".
   - Wenn Sie ein vorhandenes Plug-in ändern möchten, geben Sie einen neuen Wert für das Attribut "className" an.
   - Sie können auch Plug-ins hinzufügen, die für das Überschreiben eines Clients unterstützt werden: TRANSACTION_CALLBACK, OBJECTGRID_EVENT_LISTENER, EVICTOR, MAP_EVENT_LISTENER.
4. Erstellen Sie einen Client mit der neu erstellen XML-Datei für das Überschreiben des Clients:

Die folgende ObjectGrid-XML-Datei kann verwendet werden, um einige Attribute und Plug-ins im CompanyGrid-Client anzugeben:

companyGridClientSide.xml

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<objectGridConfig xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
    xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/objectgrid/config ../objectGrid.xsd"
    xmlns="http://ibm.com/ws/objectgrid/config">

    <objectGrids>
        <objectGrid name="CompanyGrid">
            <bean id="TransactionCallback"
                className="com.company.MyClientTxCallback" />
            <bean id="ObjectGridEventListener" className="" />
            <backingMap name="Customer" numberOfBuckets="1429"
                pluginCollectionRef="customerPlugins" />
            <backingMap name="Item" />
            <backingMap name="OrderLine" numberOfBuckets="701"
                timeToLive="800" ttlEvictorType="LAST_ACCESS_TIME" />
            <backingMap name="Order" lockStrategy="PESSIMISTIC"
                pluginCollectionRef="orderPlugins" />
        </objectGrid>
    </objectGrids>

    <backingMapPluginCollections>
        <backingMapPluginCollection id="customerPlugins">
            <bean id="Evictor"
                className="com.ibm.websphere.objectGrid.plugins.builtins.LRUEvictor" />
            <bean id="MapEventListener" className="" />
        </backingMapPluginCollection>
        <backingMapPluginCollection id="orderPlugins">
            <bean id="MapIndexPlugin"
                className="com.company.MyMapIndexPlugin" />
        </backingMapPluginCollection>
    </backingMapPluginCollections>
</objectGridConfig>
```

- Der TransactionCallback im Client ist "com.company.MyClientTxCallback" und nicht wie auf der Serverseite "com.company.MyTxCallback".
- Der Client hat kein ObjectGridEventListener-Plug-in, weil der className-Wert die leere Zeichenfolge ist.
- Der Client setzt "numberOfBuckets" für die BackingMap "Customer" auf 1429, behält sein Evictor-Plug-in und entfernt das MapEventListener-Plug-in.

- Die Attribute "numberOfBuckets" und "timeToLive" der BackingMap "OrderLine" haben sich geändert.
- Obwohl ein anderes lockStrategy-Attribut angegeben ist, hat dieses keine Wirkung, weil das Attribut "lockStrategy" für das Überschreiben eines Clients nicht unterstützt wird.

Zum Erstellen eines CompanyGrid-Clients über die Datei "companyGridClientSide.xml" übergeben Sie die ObjectGrid-XML-Datei als URL an eine der connect-Methoden im ObjectGridManager.

Client für XML erstellen

```
ObjectGridManager ogManager =
 ObjectGridManagerFactory.ObjectGridManager();
ClientClusterContext clientClusterContext =
 ogManager.connect("MyServer1.company.com:2809", null, new URL(
                "file:xml/companyGridClientSide.xml"));
```

Client über das Programm konfigurieren

Sie können die clientseitigen ObjectGrid-Einstellungen auch über das Programm überschreiben. Erstellen Sie ein ObjectGridConfiguration-Objekt, das in der Struktur der serverseitigen ObjectGrid-Instanz gleicht. Der folgende Code erstellt eine clientseite ObjectGrid-Instanz, die funktional äquivalent zum Überschreiben des Clients im vorherigen Abschnitt ist, für as eine XML-Datei verwendet wird.

Clientseitige Einstellungen über das Programm überschreiben

```
ObjectGridConfiguration companyGridConfig = ObjectGridConfigFactory
    .createObjectGridConfiguration("CompanyGrid");
Plugin txCallbackPlugin = ObjectGridConfigFactory.createPlugin(
    PluginType.TRANSACTION_CALLBACK, "com.company.MyClientTxCallback");
companyGridConfig.addPlugin(txCallbackPlugin);

Plugin ogEventListenerPlugin = ObjectGridConfigFactory.createPlugin(
    PluginType.OBJECTGRID_EVENT_LISTENER, "");
companyGridConfig.addPlugin(ogEventListenerPlugin);

BackingMapConfiguration customerMapConfig = ObjectGridConfigFactory
    .createBackingMapConfiguration("Customer");
customerMapConfig.setNumberOfBuckets(1429);
Plugin evictorPlugin = ObjectGridConfigFactory.createPlugin(PluginType.EVICTOR,
    "com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.builtins.LRUEvictor");
customerMapConfig.addPlugin(evictorPlugin);

companyGridConfig.addBackingMapConfiguration(customerMapConfig);

BackingMapConfiguration orderLineMapConfig = ObjectGridConfigFactory
    .createBackingMapConfiguration("OrderLine");
orderLineMapConfig.setNumberOfBuckets(701);
orderLineMapConfig.setTimeToLive(800);
orderLineMapConfig.setTtlEvictorType(TTLType.LAST_ACCESS_TIME);

companyGridConfig.addBackingMapConfiguration(orderLineMapConfig);

List ogConfigs = new ArrayList();
ogConfigs.add(companyGridConfig);

Map overrideMap = new HashMap();
overrideMap.put(CatalogServerProperties.DEFAULT_DOMAIN, ogConfigs);

ogManager.setOverrideObjectGridConfigurations(overrideMap);
ClientClusterContext client = ogManager.connect(catalogServerAddresses, null, null);
ObjectGrid companyGrid = ogManager.getObjectGrid(client, objectGridName);
```

Die ogManager-Instanz der Schnittstelle "ObjectGridManager" sucht nur nach Überschreibungen in den Objekten "ObjectGridConfiguration" und BackingMap-Configuration", die Sie in die overrideMap-Map einschließen. Der vorherige Code überschreibt beispielsweise die Anzahl der Buckets in der Map "OrderLine". Die Map "Order" bleibt jedoch auf der Clientseite unverändert, weil keine Konfiguration für diese Map eingefügt wurde.

Client in Spring Framework konfigurieren

Clientseitige ObjectGrid-Einstellungen können auch über Spring Framework überschrieben werden. Die folgende XML-Beispieldatei veranschaulicht, wie ein Element "ObjectGridConfiguration" erstellt und zum Überschreiben einige clientseitiger Einstellungen verwendet wird. Diese Beispieldatei ruft dieselben APIs auf, die auch in der Konfiguration über das Programm verwendet werden. Das Beispiel ist funktional äquivalent zu dem Beispiel in der ObjectGrid-XML-Konfiguration.

Clientkonfiguration mit Spring

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!DOCTYPE beans PUBLIC "-//SPRING//DTD BEAN//EN"
  "http://www.springframework.org/dtd/spring-beans.dtd">
<beans>
  <bean id="companyGrid" factory-bean="manager" factory-method="getObjectGrid"
    singleton="true">
    <constructor-arg type="com.ibm.websphere.objectgrid.ClientClusterContext">
      <ref bean="client" />
    </constructor-arg>
    <constructor-arg type="java.lang.String" value="CompanyGrid" />
</bean>

  <bean id="manager" class="com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridManagerFactory"
    factory-method="getObjectGridManager" singleton="true">
    <property name="overrideObjectGridConfigurations">
      <map>
        <entry key="DefaultDomain">
          <list>
            <ref bean="ogConfig" />
          </list>
        </entry>
      </map>
    </property>
  </bean>

  <bean id="ogConfig"
    class="com.ibm.websphere.objectgrid.config.ObjectGridConfigFactory"
    factory-method="createObjectGridConfiguration">
    <constructor-arg type="java.lang.String">
      <value>CompanyGrid</value>
    </constructor-arg>
    <property name="plugins">
      <list>
   <bean class="com.ibm.websphere.objectgrid.config.ObjectGridConfigFactory"
          factory-method="createPlugin">
          <constructor-arg type="com.ibm.websphere.objectgrid.config.PluginType"
            value="TRANSACTION_CALLBACK" />
          <constructor-arg type="java.lang.String"
            value="com.company.MyClientTxCallback" />
        </bean>
        <bean class="com.ibm.websphere.objectgrid.config.ObjectGridConfigFactory"
          factory-method="createPlugin">
          <constructor-arg type="com.ibm.websphere.objectgrid.config.PluginType"
            value="OBJECTGRID_EVENT_LISTENER" />
          <constructor-arg type="java.lang.String" value="" />
        </bean>
      </list>
 </property>
      <property name="backingMapConfigurations">
        <list>
     <bean class="com.ibm.websphere.objectgrid.config.ObjectGridConfigFactory"
            factory-method="createBackingMapConfiguration">
            <constructor-arg type="java.lang.String" value="Customer" />
              <property name="plugins">
      <bean class="com.ibm.websphere.objectgrid.config.ObjectGridConfigFactory"
                  factory-method="createPlugin">
                  <constructor-arg type="com.ibm.websphere.objectgrid.config.PluginType"
    value="EVICTOR" />
   <constructor-arg type="java.lang.String"
                    value="com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.builtins.LRUEvictor" />
                </bean>
              </property>
              <property name="numberOfBuckets" value="1429" />
            </bean>
            <bean class="com.ibm.websphere.objectgrid.config.ObjectGridConfigFactory"
              factory-method="createBackingMapConfiguration">
                <constructor-arg type="java.lang.String" value="OrderLine" />
```

```
                <property name="numberOfBuckets" value="701" />
   <property name="timeToLive" value="800" />
   <property name="ttlEvictorType">
                    <value type="com.ibm.websphere.objectgrid.
           TTLType">LAST_ACCESS_TIME</value>
   </property>
            </bean>
          </list>
        </property>
      </bean>

      <bean id="client" factory-bean="manager" factory-method="connect"
        singleton="true">
        <constructor-arg type="java.lang.String">
     <value>localhost:2809</value>
        </constructor-arg>
   <constructor-arg
          type="com.ibm.websphere.objectgrid.security.
      config.ClientSecurityConfiguration">
          <null />
        </constructor-arg>
   <constructor-arg type="java.net.URL">
     <null />
        </constructor-arg>
      </bean>
</beans>
```

Nachdem Sie die XML-Datei erstellt haben, laden Sie die Datei und erstellen das ObjectGrid mit dem folgenden Code-Snippet:

```
BeanFactory beanFactory = new XmlBeanFactory(new

UrlResource("file:test/companyGridSpring.xml"));

ObjectGrid companyGrid = (ObjectGrid) beanFactory.getBean("companyGrid");
```

Weitere Informationen zum Erstellen einer XML-Deskriptordatei finden Sie in der Übersicht über die Integration des Spring-Frameworks.

Nahen Clientcache inaktivieren

Der nahe Cache wird standardmäßig aktiviert, wenn eine optimistische Sperrstrategie oder keine Sperrstrategie konfiguriert ist. Clients verwalten keinen nahen Cache, wenn pessimistisches Sperren konfiguriert ist. Zum Inaktivieren des nahen Caches müssen Sie das Attribut "numberOfBuckets" in der ObjectGrid-Deskriptordatei für das Überschreiben des Clients auf 0 setzen.

Map-Aktualisierungen durch eine Anwendung verfolgen

Wenn eine Anwendung während einer Transaktion Änderungen an einer Map-Instanz vornimmt, werden diese Änderungen in einem LogSequence-Objekt verfolgt. Wenn die Anwendung einen Eintrag in der Map ändert, stellt ein entsprechendes LogElement-Objekt die Details der Änderung.

Die Loader (Ladeprogramme) erhalten ein LogSequence-Objekt für eine bestimmte Map, wenn eine Anwendung eine Flush- oder COMMIT-Methode für die Transaktion aufruft. Der Loader iteriert durch die LogElement-Objekte im LogSequence-Objekt und wendet jedes LogElement-Objekt auf das Back-End an.

ObjectGridEventListener-Listener, die bei einem ObjectGrid registriert sind, verwenden ebenfalls LogSequence-Objekte. Diese Listener erhalten für jede Map in einer festgeschriebenen Transaktion ein LogSequence-Objekt. Anwendungen können diese Listener wie Auslöser in einer konventionellen Datenbank verwenden, um festzustellen, ob sich bestimmte Einträge ändern.

Die folgenden protokollbezogenen Schnittstellen oder Klassen werden vom eXtreme-Scale-Framework bereitgestellt:

- com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.LogElement
- com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.LogSequence
- com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.LogSequenceFilter
- com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.LogSequenceTransformer

Schnittstelle "LogElement"

Ein LogElement-Objekt stellt eine Operation dar, die während einer Transaktion für einen Eintrag ausgeführt wird. Ein LogElement-Objekt besitzt mehrere Methode für den Abruf seiner verschiedenen Attribute. Die am häufigsten verwendeten Attribute sind der Typ und der aktuelle Wert, die mit den Methoden "getType()" und "getCurrentValue()" abgerufen werden.

Der Typ wird durch eine der in der Schnittstelle "LogElement" definierten Konstanten dargestellt: INSERT, UPDATE, DELETE, EVICT, FETCH oder TOUCH.

Der aktuelle Wert stellt den neuen Wert für die Operation dar, wenn diese eine Operation vom Typ INSERT, UPDATE oder FETCH ist. Wenn es sich bei der Operation um eine des Typs TOUCH, DELETE oder EVICT handelt, ist der aktuelle Wert null. Dieser Wert kann in ValueProxyInfo umgesetzt werden, wenn ein ValueInterface verwendet wird.

Weitere Einzelheiten zur Schnittstelle "LogElement" finden Sie in der API-Dokumentation.

Schnittstelle "LogSequence"

In den meisten Transaktionen werden Operationen für mehrere Einträge in einer Map ausgeführt, so dass mehrere LogElement-Objekte erstellt werden. Sie müssen ein Objekt erstellen, das sich wie ein Verbund mehrerer LogElement-Objekte verhält. Die Schnittstelle "LogSequence" dient diesem Zweck und enthält eine Liste von LogElement-Objekten.

Weitere Einzelheiten zur Schnittstelle "LogSequence" finden Sie in der API-Dokumentation.

LogElement und LogSequence verwenden

LogElement und LogSequence werden in eXtreme Scale und von ObjectGrid-Plugins, die von Benutzern geschrieben werden, häufig verwendet, wenn Operationen von einer Komponente oder einem Server an eine andere Komponente bzw. einen anderen Server weitergegeben werden. Beispielsweise kann ein LogSequence-Objekt von der ObjectGrid-Funktion für verteilte Transaktionsweitergabe verwendet werden, um die Änderungen an andere Server weiterzugeben, oder vom Loader auf den persistenten Speicher angewendet werden. LogSequence-Objekte werden hauptsächlich von den folgenden Schnittstellen verwendet:

- com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.ObjectGridEventListener
- com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.Loader
- com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.Evictor
- com.ibm.websphere.objectgrid.Session

Loader-Beispiel

In diesem Abschnitt wird veranschaulicht, wie die LogSequence- und LogElement-Objekt in einem Loader verwendet werden. Ein Loader wird verwendet, um Daten aus einem und in einen persistenten Speicher zu laden. Die Methode "batchUpdate" der Schnittstelle "Loader" verwendet ein LogSequence-Objekt:

```
void batchUpdate(TxID txid, LogSequence sequence) throws
   LoaderException, OptimisticCollisionException;
```

Die Methode "batchUpdate" wird aufgerufen, wenn ein ObjectGrid alle aktuellen Änderungen auf den Loader anwenden muss. Der Loader erhält, gekapselt in einem LogSequence-Objekt, eine Liste der LogElement-Objekte für die Map. Die Implementierung der Methode "batchUpdate" muss durch die Änderungen iterieren und sie auf das Back-End anwenden. Das folgende Code-Snippet veranschaulicht, wie ein Loader ein LogSequence-Objekt verwendet. Das Snippet iteriert durch den Änderungssatz und erstellt drei JDBC-Stapelanweisungen: inserts, updates und deletes:

```
public void batchUpdate(TxID tx, LogSequence sequence) throws LoaderException {
// Zu verwendende SQL-Verbindung abrufen.
    Connection conn = getConnection(tx);
    try
    {
    // Liste der Änderungen verarbeiten und eine Gruppe vorbereiteter
    // Anweisungen für die Ausführung in einer SQL-Operation update, insert oder delete
    // im Stapelbetrieb erstellen. Die Anweisungen werden im stmtCache zwischengespeichert.
    Iterator iter = sequence.getPendingChanges();
    while ( iter.hasNext() )
    {
        LogElement logElement = (LogElement)iter.next();
        Object key = logElement.getCacheEntry().getKey();
        Object value = logElement.getCurrentValue();
        switch ( logElement.getType().getCode() )
        {
            case LogElement.CODE_INSERT:
                buildBatchSQLInsert( key, value, conn );
                break;
            case LogElement.CODE_UPDATE:
                buildBatchSQLUpdate( key, value, conn );
                break;
            case LogElement.CODE_DELETE:
                buildBatchSQLDelete( key, conn );
                break;
        }
    }
    // Die Stapelanweisungen ausführen, die mit der vorherigen Schleife erstellt wurden.
    Collection statements = getPreparedStatementCollection( tx, conn );
    iter = statements.iterator();
    while ( iter.hasNext() )
    {
        PreparedStatement pstmt = (PreparedStatement) iter.next();
        pstmt.executeBatch();
    }
} catch (SQLException e)
{
    LoaderException ex = new LoaderException(e);
    throw ex;
}
}
```

Das vorherige Muster veranschaulicht die übergeordnete Verarbeitungslogik für das Argument "LogSequence". Das Muster zeigt jedoch nicht die Details der Erstellung einer SQL-Anweisung "insert", "update" oder "delete". Die Methode "getPen-

dingChanges" wird für das Argument "LogSequence" aufgerufen, um einen Iterator für die LogElement-Objekte abzurufen, die ein Loader verarbeiten muss, und die Methode "LogElement.getType().getCode()" wird verwendet, um festzustellen, ob ein LogElement für eine SQL-Operation "insert", "update" oder "delete" bestimmt ist.

Evictor-Beispiel

Sie können LogSequence- und LogElement-Objekte auch mit einem Evictor (Bereinigungsprogramm) verwenden. Ein Evictor wird verwendet, um Map-Einträge auf der Basis bestimmter Kriterien aus der BackingMap zu löschen. Die Methode "apply" der Schnittstelle "Evictor" verwendet LogSequence.

```
/**
* Diese Methode wird während der Cachefestschreibung verwendet, damit das
* Bereinigungsprogramm (Evictor) die Verwendung des Objekts in einer BackingMap-Instanz
* verfolgen kann. Diese Methode meldet außerdem alle Einträge, die gelöscht
* bereinigt.
*
* @param sequence LogSequence der Map-Änderungen
*/
void apply(LogSequence sequence);
```

Schnittstellen "LogSequenceFilter" und "LogSequenceTransformer"

Manchmal müssen die LogElement-Objekte gefiltert werden, damit nur LogElement-Objekte mit bestimmten Kriterien akzeptiert und andere Objekte zurückgewiesen werden. Sie können beispielsweise ein bestimmtes LogElement auf der Basis eines bestimmten Kriteriums serialisieren.

LogSequenceFilter löst dieses Problem mit der folgenden Methode.

```
public boolean accept (LogElement logElement);
```

Diese Methode gibt "true" zurück, wenn das angegebene LogElement-Objekt in der Operation verwendet werden soll. Andernfalls gibt die Methode den Wert "false" zurück.

LogSequenceTransformer ist eine Klasse, die die Funktion "LogSequenceFilter" verwendet. function. Diese Klasse verwendet LogSequenceFilter, um LogElement-Objekte zu filtern und die akzeptierten LogElement-Objekte anschließend zu serialisieren. Diese Klasse hat zwei Methoden. Die erste Methode sehen Sie im Folgenden.

```
public static void serialize(Collection logSequences, ObjectOutputStream stream,
   LogSequenceFilter filter, DistributionMode mode) throws IOException
```

Diese Methode erlaubt dem Aufrufenden, einen Filter zu definieren, um die LogElement-Objekte zu ermitteln, die in den Serialisierungsprozess aufgenommen werden. Der Parameter "DistributionMode" ermöglicht dem Aufrufenden, den Serialisierungsprozess zu steuern. Der Wert muss nicht serialisiert werden, wenn der Verteilungsmodus auf Invalidierung eingestellt ist. Die zweite Methode dieser Klasse ist die Methode "inflate", die im Folgenden gezeigt wird:

```
public static Collection inflate(ObjectInputStream stream, ObjectGrid
   objectGrid) throws IOException, ClassNotFoundException
```

Die Methode "inflate" liest die serialisierte Form der Protokollfolge, die mit der Methode "serialize" aus dem bereitgestellten Objekteingabedatenstrom erstellt wurde.

Clientseitige Map-Replikation aktivieren

Sie können auch die Replikation auf der Clientseite aktivieren, damit Daten schneller zur Verfügung gestellt werden.

Mit eXtreme Scale können Sie eine Server-Map in einem oder mehreren Clients durch asynchrone Replikation replizieren. Ein Client kann über die Methode "ClientReplicableMap.enableClientReplication" eine lokale schreibgeschützte Kopie einer serverseitigen Map anfordern.

```
void enableClientReplication(Mode mode, int[] partitions,
 ReplicationMapListener listener) throws ObjectGridException;
```

Der erste Parameter ist der Replikationsmodus. Dieser Modus kann eine fortlaufende Replikation oder eine Momentaufnahmenreplikation sein. Der zweite Parameter ist ein Bereich von Partitions-IDs, die die Partitionen darstellen, von denen Daten repliziert werden sollen. Wenn der Wert null oder ein leerer Bereich ist, werden die Daten von allen Partitionen repliziert. Der letzte Parameter ist ein Listener für den Empfang von Clientreplikationsereignissen. Weitere Einzelheiten hierzu finden Sie in den Beschreibungen der Schnittstellen "ClientReplicableMap" und "ReplicationMapListener" in der API-Dokumentation.

Nach dem Aktivieren der Replikation wird der Server gestartet, um die Map im Client zu replizieren. Irgendwann einmal ist der Client im Vergleich mit dem Server nur ein paar Transaktionen im Rückstand.

Beispiel für die DataGrid-APIs

Die DataGrid-APIs unterstützen zwei gängige Programmiermuster für Grids: parallele Maps und parallel reduzierte Maps.

Parallele Maps

Die parallele Map lässt die Verarbeitung der Einträge für eine Gruppe von Schlüsseln zu und gibt für jeden verarbeiteten Eintrag ein Ergebnis zurück. Die Anwendung erstellt eine Liste mit Schlüsseln und empfängt nach dem Aufruf einer Map-Operation eine Map mit Schlüssel/Ergebnis-Paaren. Das Ergebnis ist das Ergebnis der Anwendung einer Funktion auf den Eintrag jedes Schlüssels. Die Funktion wird von der Anwendung bereitgestellt.

Ablauf des MapGridAgent-Aufrufs

Wenn die Methode "AgentManager.callMapAgent" mit einer Sammlung von Schlüsseln aufgerufen wird, wird die MapGridAgent-Instanz serialisiert und an jede primäre Partition gesendet, in die die Schlüssel aufgelöst werden. Das bedeutet, dass alle Instanzdaten, die im Agenten gespeichert sind, an den Server gesendet werden können. Jede primäre Partition besitzt damit eine Instanz des Agenten. Die Methode "process" wird für jede Instanz einmal für jeden Schlüssel aufgerufen, der in die Partition aufgelöst wird. Das Ergebnis jeder Methode "process" wird anschließend zurück in den Client serialisiert und an den Aufrufenden in einer Map-Instanz zurückgegeben, wo das Ergebnis als Wert dargestellt wird.

Wenn die Methode "AgentManager.callMapAgent" ohne Sammlung von Schlüsseln aufgerufen wird, wird die MapGridAgent-Instanz serialisiert und an jede primäre Partition gesendet. Das bedeutet, dass alle Instanzdaten, die im Agenten gespeichert sind, an den Server gesendet werden können. Jede primäre Partition besitzt damit eine Instanz (Partition) des Agenten. Die Methode "processAllEntries" wird

für jede Partition aufgerufen. Das Ergebnis jeder Methode "processAllEntries" wird anschließend zurück in den Client serialisiert und an den Aufrufenden in einer Map-Instanz zurückgegeben. Im folgenden Beispiel wird davon ausgegangen, dass es eine Entität "Person" in der folgenden Form gibt:

```
import com.ibm.websphere.projector.annotations.Entity;
import com.ibm.websphere.projector.annotations.Id;
@Entity
public class Person
{
  @Id String ssn;
  String firstName;
  String surname;
  int age;
}
```

Die von der Anwendung bereitgestellte Funktion ist als Klasse geschrieben, die die Schnittstelle "MapAgentGrid" implementiert. Im Folgenden sehen Sie einen Beispielagenten mit einer Funktion, die das Alter einer Person mit zwei multipliziert zurückgibt.

```
public class DoublePersonAgeAgent implements MapGridAgent, EntityAgentMixin
{
  private static final long serialVersionUID = -2006093916067992974L;

  int lowAge;
  int highAge;

  public Object process(Session s, ObjectMap map, Object key)
  {
    Person p = (Person)key;
    return new Integer(p.age * 2);
  }

  public Map processAllEntries(Session s, ObjectMap map)
  {
    EntityManager em = s.getEntityManager();
    Query q = em.createQuery("select p from Person p where p.age > ?1 and p.age < ?2");
    q.setParameter(1, lowAge);
    q.setParameter(2, highAge);
    Iterator iter = q.getResultIterator();
    Map<Person, Interger> rc = new HashMap<Person, Integer>();
  while(iter.hasNext())
    {
   Person p = (Person)iter.next();
   rc.put(p, (Integer)process(s, map, p));
  }
  return rc;
 }
 public Class getClassForEntity()
 {
  return Person.class;
 }
}
```

Dieses Beispiel zeigt den Map-Agenten für die Verdopplung des Alters einer Person. Sehen Sie sich zuerst die process-Methoden an. Mit der ersten process-Methode wird die Person angegeben, die bearbeitet werden soll. Sie gibt einfach das verdoppelte Alter dieses Eintrags zurück. Die zweite process-Methode wird für jede Partition ausgeführt. Sie sucht alle Person-Objekte, deren Alter zwischen "lowAge" und "highAge" liegt und gibt deren Alter verdoppelt zurück.

```
Session s = grid.getSession();
ObjectMap map = s.getMap("Person");
AgentManager amgr = map.getAgentManager();

DoublePersonAgeAgent agent = new DoublePersonAgeAgent();

// Liste mit Schlüsseln erstellen
ArrayList<Person> keyList = new ArrayList<Person>();
Person p = new Person();
p.ssn = "1";
keyList.add(p);
p = new Person ();
```

```
p.ssn = "2";
keyList.add(p);

// Ergebnisse für diese Einträge abrufen
Map<Tuple, Object> = amgr.callMapAgent(agent, keyList);
```

Dieses Beispiel zeigt einen Client, der ein Session-Objekt und eine Referenz auf die Map "Person" abruft. Die Agentenoperation wird für eine bestimmte Map durchgeführt. Die Schnittstelle "AgentManager" wird von dieser Map abgerufen. Es wird eine aufzurufende Instanz des Agenten erstellt, und alle erforderlichen Statusinformationen werden dem Objekt durch das Setzen von Attributen hinzugefügt. In diesem Fall gibt es keine. Anschließend wird eine Liste mit Schlüsseln erstellt. Zurückgegeben werden eine Map mit den verdoppelten Werten für Person 1 und dieselben Werte für Person 2.

Anschließend wird der Agent für diese Gruppe von Schlüsseln aufgerufen. Die Methode "process" des Agenten wird mit einigen der angegebenen Schlüssel für jede Partition im Grid parallel aufgerufen. Es wird eine Map zurückgegeben, die die zusammengefassten Ergebnisse für den angegebenen Schlüssel enthält. In diesem Fall werden eine Map mit verdoppelten Werten für das Alter der Person 1 und dieselben Werte für Person 2 zurückgegeben.

Wenn der Schlüssel nicht vorhanden ist, wird der Agent trotzdem aufgerufen. Dies gibt dem Agenten die Möglichkeit, den Map-Eintrag zu erstellen. Wenn EntityAgentMixin verwendet wird, ist der zu verarbeitende Schlüssel nicht die Entität, sondern der eigentliche Tupelschlüsselwert für die Entität. Wenn die Schlüssel unbekannt sind, können alle Partitionen abgefragt werden, um Person-Objekte einer bestimmten Form zu suchen und deren Alter verdoppelt zurückzugeben. Es folgt ein Beispiel:

```
Session s = grid.getSession();
  ObjectMap map = s.getMap("Person");
  AgentManager amgr = map.getAgentManager();

  DoublePersonAgeAgent agent = new DoublePersonAgeAgent();
  agent.lowAge = 20;
  agent.highAge = 9999;

  Map m = amgr.callMapAgent(agent);
```

Das vorherige Beispiel zeigt, wie der AgentManager für die Map "Person" abgerufen und der Agent mit dem Mindest- und Maximalalter für die Personen von Interesse erstellt und initialisiert wird. Anschließend wird der Agent mit der Methode "callMapAgent" aufgerufen. Beachten Sie, dass keine Schlüssel bereitgestellt werden. Dies bewirkt, dass das ObjectGrid den Agenten auf jeder Partition im Grid parallel aufruft und anschließend die zusammengefassten Ergebnisse an den Client zurückgibt. Der Agent sucht alle Person-Objekte im Grid, deren Alter zwischen dem Mindest- und dem Maximalwert liegt, und verdoppelt das Alter dieser Person-Objekte. Dies zeigt, wie die Grid-APIs verwendet werden können, um eine Abfrage auszuführen, die Entitäten sucht, die einer bestimmten Abfrage entsprechen. Der Agent wird einfach serialisiert und vom ObjectGrid auf die Partitionen mit den benötigten Einträgen transportiert. Die Ergebnisse werden für den Rücktransport an den Client auf ähnliche Weise serialisiert. Bei der Verwendung der Map-APIs muss mit Vorsicht vorgegangen werden. Wenn das ObjectGrid Terabytes von Objekten enthält und auf vielen Servern ausgeführt wird, könnte dies möglicherweise nur auf den größten Maschinen zu schaffen sein, auf denen der Client ausgeführt wird. Verwenden Sie dies nur für die Verarbeitung einer kleinen Teilmenge. Wenn eine große Teilmenge verarbeitet werden muss, empfiehlt sich die

Verwendung eines Reduktionsagenten, um die Verarbeitung auf das Grid auszulagern, anstatt sie in einem Client auszuführen.

Parallele Reduktions- oder Aggregationsagenten

Bei diesem Programmierstil wird eine Teilmenge der Einträge verarbeitet und ein einziges Ergebnis für die Eintragsgruppe ermittelt. Beispiele für ein solches Ergebnis sind

- ein Mindestwert,
- ein Maximalwert,
- eine andere geschäftsspezifische Funktion.

Ein Reduktionsagent wird auf ähnlich Weise wie die Map-Agenten codiert und aufgerufen.

Ablauf des ReduceGridAgent-Aufrufs

Wenn die Methode "AgentManager.callReduceAgent" mit einer Sammlung von Schlüsseln aufgerufen wird, wird die ReduceGridAgent-Instanz serialisiert und an jede primäre Partition gesendet, in die die Schlüssel aufgelöst werden. Das bedeutet, dass alle Instanzdaten, die im Agenten gespeichert sind, an den Server gesendet werden können. Jede primäre Partition besitzt damit eine Instanz des Agenten. Die Methode "reduce(Session s, ObjectMap map, Collection keys)" wird einmal pro Instanz (Partition) mit dem Teil der Schlüssel aufgerufen, die in die Partition aufgelöst werden. Das Ergebnis jeder Methode "reduce" wird anschließend zurück in den Client serialisiert. Die Methode "reduceResults" wird in der ReduceGridAgent-Clientinstanz mit der Sammlung der Ergebnisse jedes fernen reduce-Aufrufs aufgerufen. Das Ergebnis der Methode "reduceResults" wird an den Aufrufenden der Methode "callReduceAgent" zurückgegeben.

Wenn die Methode "AgentManager.callReduceAgent" ohne eine Sammlung von Schlüsseln aufgerufen wird, wird ReduceGridAgentinstance serialisiert und an jede primäre Partition gesendet. Das bedeutet, dass alle Instanzdaten, die im Agenten gespeichert sind, an den Server gesendet werden können. Jede primäre Partition besitzt damit eine Instanz des Agenten. Die Methode "reduce(Session s, ObjectMap map)" wird einmal pro Instanz (Partition) aufgerufen. Das Ergebnis jeder Methode "reduce" wird anschließend zurück in den Client serialisiert. Die Methode "reduceResults" wird in der ReduceGridAgent-Clientinstanz mit der Sammlung der Ergebnisse jedes fernen reduce-Aufrufs aufgerufen. Das Ergebnis der Methode "reduceResults" wird an den Aufrufenden der Methode "callReduceAgent" zurückgegeben. Im Folgenden sehen Sie ein Beispiel für einen Reduktionsagenten, der einfach die Alter der übereinstimmenden Einträge hinzufügt:

```
public class SumAgeReduceAgent implements ReduceGridAgent, EntityAgentMixin
{
  private static final long serialVersionUID = 2521080771723284899L;

  int lowAge;
  int highAge;

  public Object reduce(Session s, ObjectMap map, Collection keyList)
  {
    Iterator<Person> iter = keyList.iterator();
  int sum = 0;
  while(iter.hasNext())
  {
   Person p = iter.next();
   sume += p.age;
  }
  return new Integer(sum);
 }

 public Object reduce(Session s, ObjectMap map)
 {
  EntityManager em = s.getEntityManager ();
```

```
  Query q = em.createQuery("select p from Person p where p.age > ?1 and p.age < ?2");
  q.setParameter(1, lowAge);
  q.setParameter(2, highAge);
  Iterator<Person> iter = q.getResultIterator();
  int sum = 0;
  while(iter.hasNext())
  {
   sum += iter.next().age;
  }
  return new Integer(sum);
 }

 public Class getClassForEntity()
 {
  return Person.class;
 }
}
```

Das vorherige Beispiel zeigt den Agenten. Der Agent setzt sich aus drei wichtigen Teilen zusammen. Im ersten Teil kann eine bestimmte Gruppe von Einträgen ohne Abfrage verarbeitet werden. Es findet lediglich eine Iteration durch die Gruppe der Einträge statt, bei der die Alter hinzugefügt werden. Die Methode gibt die Summe zurück. Im zweiten Teil wird eine Abfrage verwendet, um die zusammenzufassenden Einträge auszuwählen. Anschließend werden die Altersangaben aller übereinstimmenden Personen summiert. Die dritte Methode wird verwendet, um die Ergebnisse aller Partitionen zu einem einzigen Ergebnis zusammenzufassen. Das ObjectGrid führt die Eintragsaggregation parallel im Grid durch. Jede Partition liefert ein Zwischenergebnis, das mit den Zwischenergebnissen der anderen Partitionen zusammengefasst werden muss. Diese dritte Methode führt diese Task aus. Im folgenden Beispiel wird der Agent aufgerufen, und die Altersangaben aller Personen mit einem Alter zwischen 10 und 20 ausschließlich werden zusammengefasst:

```
Session s = grid.getSession();
  ObjectMap map = s.getMap("Person");
  AgentManager amgr = map.getAgentManager();

  SumAgeReduceAgent agent = new SumAgeReduceAgent();

  Person p = new Person();
  p.ssn = "1";
  ArrayList<Person> list = new ArrayList<Person>();
 list.add(p);
 p = new Person ();
 p.ssn = "2";
 list.add(p);
 Integer v = (Integer)amgr.callReduceAgent(agent, list);
```

Agentenfunktionen

Der Agent kann beliebige ObjectMap- oder EntityManager-Operationen in dem lokalen Shard ausführen, in dem er aktiv ist. Der Agent erhält ein Session-Objekt und kann Daten in der Partition, die vom Session-Objekt dargestellt wird, hinzufügen, aktualisieren, lesen oder entfernen. Einige Anwendungen fragen nur Daten vom Grid ab, aber Sie können einen Agenten auch so schreiben, dass das Alter aller Personen, die einer bestimmten Abfrage entsprechen, um 1 erhöht wird. Beim Aufruf des Agenten wird eine Transaktion im Session-Objekt erstellt, die festgeschrieben wird, wenn der Agent zurückkehrt, sofern keine Ausnahme ausgelöst wird.

Fehlerbehandlung

Wenn ein Map-Agent mit einem unbekannten Schlüssel aufgerufen wird, ist der zurückgegebene Wert ein Fehlerobjekt, das die Schnittstelle "EntryErrorValue" implementiert.

Transaktionen

Ein Map-Agent wird in einer anderen Transaktion als der Client ausgeführt. Agentenaufrufe können zu einer einzigen Transaktion gruppiert werden. Wenn ein Fehler im Agenten auftritt (eine Ausnahme ausgelöst wird), wird die Transaktion rückgängig gemacht. Alle Agenten, die in einer Transaktion erfolgreich ausgeführt wurden, werden zusammen mit dem fehlgeschlagenen Agenten rückgängig gemacht. AgentManager führt die rückgängig gemachten Agenten, die erfolgreich ausgeführt wurden, in einer neuen Transaktion erneut aus.

Weitere Informationen finden Sie in der Dokumentation der DataGrid-API.

Kapitel 4. Zugriff auf Daten mit dem REST-Datenservice

Sie können Anwendungen entwickeln, die Operationen mit den Protokollen des REST-Datenservice ausführen.

Operationen mit dem REST-Datenservice

Nachdem Sie den REST-Datenservice von eXtreme Scale gestartet haben, können Sie jeden HTTP-Client für die Interaktion mit dem Service verwenden. Sie können einen Webbrowser, einen PHP-Client, einen Java-Client oder einen WCF-Data-Services-Client verwenden, um die unterstützten Anforderungsoperationen abzusetzen.

Der REST-Service implementiert einen Teil der Spezifikation Microsoft Atom Publishing Protocol: Data Services URI and Payload Extensions Version 1.0, die zum OData-Protokoll gehört. In diesem Kapitel wird beschrieben, welche Features der Spezifikation unterstützt und wie diese eXtreme Scale zugeordnet werden.

URI des Servicestammelements

Microsoft WCF Data Services definiert gewöhnlich einen Service pro Datenquelle bzw. Entitätsmodell. Der REST-Datenservice von eXtreme Scale definiert einen Service pro definiertem ObjectGrid. Jedes in der eXtreme-Scale-XML-Datei für das Überschreiben von ObjectGrid-Clients definierte ObjectGrid wird automatisch als gesondertes Stammelement des REST-Service bereitgestellt.

Der URI für das Servicestammelement ist:

`http://`*`Host`*`:`*`Port`*`/`*`Kontextstammelement`*`/restservice/`*`Grid-Name`*

Für diese Formel gilt Folgendes:

- Das *Kontextstammelement* wird definiert, wenn Sie die REST-Datenserviceanwendung implementieren und ist vom Anwendungsserver abhängig.
- *Grid-Name* steht für den Namen des ObjectGrid.

Anforderungstypen

In der folgenden Liste sind die Anforderungstypen von Microsoft WCF Data Services beschrieben, die vom REST-Datenservice von eXtreme Scale unterstützt werden. Einzelheiten zu den einzelnen Anforderungstypen, die von WCF Data Services unterstützt werden, finden Sie auf der Webseite "MSDN: Request Types".

Insert-Anforderungen

Mit den folgenden Einschränkungen können Clients Ressourcen mit dem HTTP-Verb POST einfügen:

- InsertEntity-Anforderung: unterstützt
- InsertLink-Anforderung: unterstützt
- InsertMediaResource-Anforderung: aufgrund einer Einschränkung in Bezug auf die Unterstützung von Medienressourcen nicht unterstützt

Weitere Informationen finden Sie auf der Webseite "MSDN: Insert Request Types".

Update-Anforderungen

Mit den folgenden Einschränkungen können Clients Ressourcen mit den HTTP-Verben PUT und MERGE aktualisieren:

- UpdateEntity-Anforderung: unterstützt
- UpdateComplexType-Anforderung: aufgrund der eingeschränkten Unterstützung komplexer Typen nicht unterstützt
- UpdatePrimitiveProperty-Anforderung: unterstützt
- UpdateValue-Anforderung: unterstützt
- UpdateLink-Anforderung: unterstützt
- UpdateMediaResource-Anforderung: aufgrund einer Einschränkung in Bezug auf die Unterstützung von Medienressourcen nicht unterstützt

Weitere Informationen finden Sie auf der Webseite "MSDN: Insert Request types".

Delete-Anforderungen

Mit den folgenden Einschränkungen können Clients Ressourcen mit dem HTTP-Verb DELETE löschen:

- DeleteEntity-Anforderung: unterstützt
- DeleteLink-Anforderung: unterstützt
- DeleteValue-Anforderung: unterstützt

Weitere Informationen finden Sie auf der Webseite "MSDN: Delete Request Types".

Retrieve-Anforderungen

Mit den folgenden Einschränkungen können Clients Ressourcen mit dem HTTP-Verb GET abrufen:

- RetrieveEntitySet-Anforderung: unterstützt
- RetrieveEntity-Anforderung: unterstützt
- RetrieveComplexType-Anforderung: aufgrund der eingeschränkten Unterstützung komplexer Typen nicht unterstützt
- RetrievePrimitiveProperty-Anforderung: unterstützt
- RetrieveValue-Anforderung: unterstützt
- RetrieveServiceMetadata-Anforderung: unterstützt
- RetrieveServiceDocument-Anforderung: unterstützt
- RetrieveLink-Anforderung: unterstützt
- Retrieve-Anforderung mit anpassbarer Feed-Zuordnung: nicht unterstützt
- RetrieveMediaResource: aufgrund einer Einschränkung in Bezug auf die Unterstützung von Medienressourcen nicht unterstützt

Weitere Informationen finden Sie auf der Webseite "MSDN: Retrieve Request Types".

Optionen für Systemabfragen

Es werden Abfragen unterstützt, die Clients die Identifizierung einer Sammlung von Entitäten oder einer einzelnen Entität ermöglichen. Optionen für die Systemabfrage werden im Datenservice-URI angegeben und mit den folgenden Einschränkungen unterstützt:

- $expand: unterstützt
- $filter: unterstützt

- $orderby: unterstützt
- $format: nicht unterstützt. Das gültige Format wird im HTTP-Anforderungs-Header "Accept" identifiziert.
- $skip: unterstützt
- $top: unterstützt

Weitere Informationen finden Sie auf der Webseite "MSDN: System Query Options".

Partitionsweiterleitung

Partitionsweiterleitung basiert auf der Stammentität. Ein Anforderungs-URI leitet eine Stammentität her, wenn der Ressourcenpfad mit einer Stammentität oder mit einer Entität beginnt, die eine direkte oder indirekte Assoziation zur Entität hat. In einer partitionierten Umgebung wird jede Anforderung, die keine Stammentität herleiten kann, zurückgewiesen. Jede Anforderung, die eine Stammentität herleitet, wird an die richtige Partition weitergeleitet.

Weitere Informationen zum Definieren eines Schemas mit Assoziationen und Stammentitäten finden Sie unter "Skalierbares Datenmodell in eXtreme Scale" und unter "Partitionierung".

Invoke-Anforderung

Invoke-Anforderungen werden nicht unterstützt. Weitere Informationen finden Sie auf der Webseite "MSDN: Invoke Request".

Anforderung für Stapelverarbeitung

Clients können mehrere Änderungssets oder Abfrageoperationen in einer einzigen Anforderung stapeln. Auf diese Weise kann die Anzahl der Umläufe an den Server reduziert werden, und es können mehrere Anforderungen an einer einzigen Transaktion teilnehmen. Weitere Informationen finden Sie auf der Webseite "MSDN: Batch Request".

Getunnelte Anforderungen

Getunnelte Anforderungen werden nicht unterstützt. Weitere Informationen finden Sie auf der Webseite "MSDN: Tunneled Requests".

Anforderungsprotokolle für den REST-Datenservice

Im Allgemeinen entsprechen die Protokolle für die Interaktion mit dem REST-Service den Protokollen, die im Protokoll WCF Data Services AtomPub beschrieben werden. eXtreme Scale stellt jedoch weitere Details aus der Perspektive des Entitätsmodells von eXtreme Scale bereit. Es wird erwartet, dass Benutzer sich mit den Protokollen von WCF Data Services vertraut machen, bevor sie diesen Abschnitt lesen. Alternativ können Benutzer diesen Abschnitt zusammen mit dem Abschnitt über die Protokolle von WCF Data Services lesen.

Es werden Beispiele bereitgestellt, um die Anforderung und die Antwort zu veranschaulichen. Diese Beispiele gelten für den REST-Datenservice von eXtreme Scale und für WCF Data Services. Da Webbrowser Daten nur abrufen können, müssen die CUD-Operationen (Create, Update and Delete, Erstellen, Aktualisieren und Löschen) von einem anderen Client wie Java, JavaScript™, RUBY oder PHP ausgeführt werden.

Abrufanforderungen mit dem REST-Datenservice

Eine RetrieveEntity-Anforderung wird von einem Client verwendet, um eine eXtreme-Scale-Entität abzurufen. Die Nutzdaten der Antwort enthalten die Entitätsdaten im AtomPub- oder JSON-Format. Außerdem kann der Systemoperator "$expand" verwendet werden, um die Relationen zu erweitern. Die Relationen werden inline in der Antwort des Datenservice als Atom Feed Document (:N-Relation) oder als Atom Entry Document (:1-Relation) dargestellt.

Tipp: Weitere Einzelheiten zu dem in WCF Data Services definierten Protokoll "RetrieveEntity" finden Sie auf der Webseite MSDN: RetrieveEntity Request.

Entität abrufen

Die folgende RetrieveEntity-Beispielanforderung ruft eine Entität "Customer" mit einem Schlüssel ab.

AtomPub

- Methode

  GET
- Anforderungs-URI:

  http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Customer('ACME')
- Anforderungs-Header:

  Accept: application/atom+xml
- Nutzdaten der Anforderung:

  Ohne
- Antwort-Header:

  Content-Type: application/atom+xml
- Nutzdaten der Antwort:

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<entry xml:base = "http://localhost:8080/wxsrestservice/
restservice" xmlns:d= "http://schemas.microsoft.com/ado/2007/
08/dataservices" xmlns:m = "http://schemas.microsoft.com/ado/2007/
08/dataservices/metadata" xmlns = "http://www.w3.org/2005/Atom">

<category term = "NorthwindGridModel.Customer" scheme = "http://
schemas.microsoft.com/ado/2007/08/dataservices/scheme"/>
<id>http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/
   NorthwindGrid/Customer('ACME')</id>
    <title type = "text"/>
    <updated>2009-12-16T19:52:10.593Z</updated>
    <author>
        <name />
    </author>
    <link rel = "edit" title = "Customer" href = "Customer(
     'ACME')"/>
    <link rel = "http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/
     dataservices/related/
orders" type = "application/atom+xml;type=feed" title =
  "orders" href ="Customer('ACME')/orders"/>
    <content type="application/xml">
        <m:properties>
            <d:customerId>ACME</d:customerId>
            <d:city m:null = "true"/>
            <d:companyName>RoaderRunner</d:companyName>
            <d:contactName>ACME</d:contactName>
            <d:country m:null = "true"/>
```

```
            <d:version m:type = "Edm.Int32">3</d:version>
        </m:properties>
    </content>
</entry>
```

- Antwortcode:

  200 OK

JSON

- Methode

  GET

- Anforderungs-URI:

  http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Customer('ACME')

- Anforderungs-Header:

  Accept: application/json

- Nutzdaten der Anforderung:

  Ohne

- Antwort-Header:

  Content-Type: application/json

- Nutzdaten der Antwort:

```
{"d":{"__metadata":{"uri":"http://localhost:8080/wxsrestservice/
   restservice/NorthwindGrid/Customer('ACME')",
   "type":"NorthwindGridModel.Customer"},
   "customerId":"ACME",
   "city":null,
   "companyName":"RoaderRunner",
   "contactName":"ACME",
   "country":null,
   "version":3,
   "orders":{"__deferred":{"uri":"http://localhost:8080/
      wxsrestservice/restservice/
   NorthwindGrid/Customer('ACME')/orders"}}}}
```

- Antwortcode:

  200 OK

Abfragen

Mit einer RetrieveEntitySet- oder RetrieveEntity-Anforderung kann auch eine Abfrage verwendet werden. Eine Abfrage wird mit dem Systemoperator "$filter" angegeben.

Einzelheiten zum Operator "$filter" finden Sie auf der Webseite MSDN: Filter System Query Option ($filter).

Das Protokoll "OData" unterstützt mehrere allgemeine Ausdrücke. Der REST-Datenservice von eXtreme Scale unterstützt ein Subset der Ausdrücke, die in der Spezifikation definiert sind:

- Boolescher Ausdrücke:
  - eq, ne, lt, le, gt, ge
  - negate
  - not
  - parenthesis
  - and, or

- Arithmetische Ausdrücke:
  - add
  - sub
  - mul
  - div
- Primitive Literale
  - String
  - date-time
  - decimal
  - single
  - double
  - int16
  - int32
  - int64
  - binary
  - null
  - Byte

Die folgenden Ausdrücke sind *nicht* verfügbar:
- Boolescher Ausdrücke:
  - isof
  - cast
- Ausdrücke für den Methodenaufruf
- Arithmetische Ausdrücke:
  - mod
- Primitive Literale:
  - Guid
- Member-Ausdrücke

Eine vollständige Liste und Beschreibungen der Ausdrücke, die in Microsoft WCF Data Services verfügbar sind, finden Sie im Abschnitt 2.2.3.6.1.1: Common Expression Syntax.

Das folgende Beispiel veranschaulicht eine RetrieveEntity-Anforderung mit einer Abfrage. In diesem Beispiel werden alle Customer (Kunden) mit dem Kontaktnamen "RoadRunner" abgerufen. Der einzige Customer, der diesem Filter entspricht, ist "Customer('ACME')", der in den Nutzdaten der Antwort angezeigt wird.

Einschränkung: Diese Abfrage funktioniert nur für nicht partitionierte Entitäten. Wenn Customer partitioniert it, ist der Schlüssel für den Customer erforderlich.

AtomPub
- Methode: GET
- Anforderungs-URI: http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Customer?$filter=contactName eq 'RoadRunner'
- Anforderungs-Header: Accept: application/atom+xml
- Nutzdaten der Eingabe: Ohne
- Antwort-Header: Content-Type: application/atom+xml

- Nutzdaten der Antwort:

```
<?xml version="1.0" encoding="iso-8859-1"?>
<feed
 xml:base="http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice"
 xmlns:d="http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/
   dataservices"
xmlns:m="http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/dataservices/metadata"
xmlns="http://www.w3.org/2005/Atom">
 <title type="text">Customer</title>
 <id>  http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/
   NorthwindGrid/Customer </id>
 <updated>2009-09-16T04:59:28.656Z</updated>
 <link rel="self" title="Customer" href="Customer" />
 <entry>
<category term="NorthwindGridModel.Customer"
scheme="http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/dataservices/scheme" />
  <id>
http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/  Customer('ACME')</id>
  <title type="text" />
  <updated>2009-09-16T04:59:28.656Z</updated>
  <author>
   <name />
  </author>
  <link rel="edit" title="Customer" href="Customer('ACME')" />
  <link
   rel="http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/dataservices/
      related/orders"
   type="application/atom+xml;type=feed" title="orders"
   href="Customer('ACME')/orders" />
  <content type="application/xml">
     <m:properties>
            <d:customerId>ACME</d:customerId>
            <d:city m:null = "true"/>
            <d:companyName>RoaderRunner</d:companyName>
            <d:contactName>ACME</d:contactName>
            <d:country m:null = "true"/>
            <d:version m:type = "Edm.Int32">3</d:version>
       </m:properties>
  </content>
 </entry>
</feed>
```

- Antwortcode: 200 OK

JSON

- Methode: GET
- Anforderungs-URI:

  http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Customer?$filter=contactName eq 'RoadRunner'
- Anforderungs-Header: Accept: application/json
- Nutzdaten der Anforderung: Ohne
- Antwort-Header: Content-Type: application/json
- Nutzdaten der Antwort:

```
{"d":[{"__metadata":{"uri":"http://localhost:8080/wxsrestservice/
   restservice/NorthwindGrid/Customer('ACME')",
   "type":"NorthwindGridModel.Customer"},
   "customerId":"ACME",
   "city":null,
   "companyName":"RoaderRunner",
   "contactName":"ACME",
   "country":null,
```

```
"version":3,
"orders":{"__deferred":{"uri":"http://localhost:8080/
  wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/
  Customer('ACME')/orders"}}}]}
```

- Antwortcode: 200 OK

Systemoperator "$expand"

Der Systemoperator "$expand" kann verwendet werden, um Assoziationen zu erweitern. Die Assoziationen werden inline in der Antwort des Datenservice dargestellt. Assoziationen mit mehreren Werten (:N-Assoziationen) werden als Atom Feed Document oder JSON-Feldgruppe dargestellt. Assoziationen mit einem einzelnen Wert (:1-Assoziationen) werden als Atom Entry Document oder JSON-Objekt dargestellt.

Weitere Einzelheiten zum Systemoperator "$expand" finden Sie auf der Webseite Expand System Query Option ($expand).

Im Folgenden sehen Sie ein Beispiel für die Verwendung des Systemoperators "$expand2. In diesem Beispiel wird die Entität "Customer('IBM')" abgerufen, der die Bestellungen (Order) 5000, 5001 und andere zugeordnet sind. Die Klausel "$expand" wird auf "orders" gesetzt, so dass die Bestellsammlung inline in die Nutzdaten der Antwort aufgenommen wird. Hier werden nur die Bestellungen (Order) 5000 und 5001 gezeigt.

AtomPub

- Methode: GET
- Anforderungs-URI: http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Customer('IBM')?$expand=orders
- Anforderungs-Header: Accept: application/atom+xml
- Nutzdaten der Anforderung: Ohne
- Antwort-Header: Content-Type: application/atom+xml
- Nutzdaten der Antwort:

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<entry xml:base = "http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice"
   xmlns:d ="http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/dataservices"
   xmlns:m = "http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/dataservices/
   metadata" xmlns = "http://www.w3.org/2005/Atom">
<category term = "NorthwindGridModel.Customer" scheme = "http://schemas.

microsoft.com/ado/2007/08/dataservices/scheme"/>
    <id>http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/
    Customer('IBM')</id>
    <title type = "text"/>
    <updated>2009-12-16T22:50:18.156Z</updated>
    <author>
        <name />
    </author><link rel = "edit" title = "Customer" href =
    "Customer('IBM')"/>
    <link rel = "http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/dataservices/
    related/orders" type = "application/atom+xml;type=feed" title =
    "orders" href = "Customer('IBM')/orders">
        <m:inline>
            <feed>
                <title type = "text">orders</title>
                <id>http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/
             NorthwindGrid/Customer('IBM')/orders</id>
                <updated>2009-12-16T22:50:18.156Z</updated>
                <link rel = "self" title = "orders" href = "Customer
```

```
('IBM')/orders"/>
      <entry>
          <category term = "NorthwindGridModel.Order" scheme =
 "http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/
 dataservices/scheme"/>
          <id>http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/
NorthwindGrid/Order(orderId=5000,customer_customerId=
  'IBM')</id>
          <title type = "text"/>
          <updated>2009-12-16T22:50:18.156Z</updated>
          <author>
              <name />
          </author>
          <link rel = "edit" title = "Order" href =
"Order(orderId=5000,customer_customerId='IBM')"/>
          <link rel = "http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/
dataservices/related/customer" type = "application/
atom+xml;type=entry" title ="customer" href =
"Order(orderId=5000,customer_customerId='IBM')/customer"/>
          <link rel = "http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/
dataservices/related/orderDetails" type = "application/
 atom+xml;type=feed" title ="orderDetails" href =
 "Order(orderId=5000,customer_customerId='IBM')/orderDetails"/>
          <content type="application/xml">
              <m:properties>
                  <d:orderId m:type = "Edm.Int32">5000</d:orderId>
                  <d:customer_customerId>IBM</d:customer_customerId>
                  <d:orderDate m:type = "Edm.DateTime">
     2009-12-16T19:46:29.562</d:orderDate>
                  <d:shipCity>Rochester</d:shipCity>
                  <d:shipCountry m:null = "true"/>
                  <d:version m:type = "Edm.Int32">0</d:version>
              </m:properties>
          </content>
      </entry>
      <entry>
          <category term = "NorthwindGridModel.Order" scheme =
 "http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/
 dataservices/scheme"/>
          <id>http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/
NorthwindGrid/Order(orderId=5001,customer_customerId=
'IBM')</id>
          <title type = "text"/>
          <updated>2009-12-16T22:50:18.156Z</updated>
          <author>
              <name/></author>
          <link rel = "edit" title = "Order" href = "Order(
orderId=5001,customer_customerId='IBM')"/>
          <link rel = "http://schemas.microsoft.com/ado/2007/
 08/dataservices/related/customer" type =
 "application/atom+xml;type=entry" title =
 "customer" href = "Order(orderId=5001,customer_customerId=
 'IBM')/customer"/>
          <link rel = "http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/
  dataservices/related/orderDetails" type =
  "application/atom+xml;type=feed" title =
  "orderDetails" href = "Order(orderId=5001,
  customer_customerId='IBM')/orderDetails"/>
          <content type="application/xml">
              <m:properties>
                  <d:orderId m:type = "Edm.Int32">5001</d:orderId>
                  <d:customer_customerId>IBM</d:customer_customerId>
                  <d:orderDate m:type = "Edm.DateTime">2009-12-16T19:
     50:11.125</d:orderDate>
                  <d:shipCity>Rochester</d:shipCity>
                  <d:shipCountry m:null = "true"/>
                  <d:version m:type = "Edm.Int32">0</d:version>
```

```
                        </m:properties>
                    </content>
                </entry>
            </feed>
        </m:inline>
    </link>
    <content type="application/xml">
        <m:properties>
            <d:customerId>IBM</d:customerId>
            <d:city m:null = "true"/>
            <d:companyName>IBM Corporation</d:companyName>
            <d:contactName>John Doe</d:contactName>
            <d:country m:null = "true"/>
            <d:version m:type = "Edm.Int32">4</d:version>
        </m:properties>
    </content>
</entry>
```

- Antwortcode: 200 OK

JSON

- Methode: GET
- Anforderungs-URI: http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Customer('IBM')?$expand=orders
- Anforderungs-Header: Accept: application/json
- Nutzdaten der Anforderung: Ohne
- Antwort-Header: Content-Type: application/json
- Nutzdaten der Antwort:

```
{"d":{"__metadata":{"uri":"http://localhost:8080/wxsrestservice/
   restservice/NorthwindGrid/Customer('IBM')",
 "type":"NorthwindGridModel.Customer"},
"customerId":"IBM",
"city":null,
"companyName":"IBM Corporation",
"contactName":"John Doe",
"country":null,
"version":4,
"orders":[{"__metadata":{"uri":"http://localhost:8080/
    wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Order(
    orderId=5000,customer_customerId='IBM')",
"type":"NorthwindGridModel.Order"},
"orderId":5000,
"customer_customerId":"IBM",
"orderDate":"\/Date(1260992789562)\/",
"shipCity":"Rochester",
"shipCountry":null,
"version":0,
"customer":{"__deferred":{"uri":"http://localhost:8080/
   wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Order(
   orderId=5000,customer_customerId='IBM')/customer"}},
"orderDetails":{"__deferred":{"uri":"http://localhost:
     8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/
     Order(orderId=5000,customer_customerId='IBM')/
     orderDetails"}}},
{"__metadata":{"uri":"http://localhost:8080/wxsrestservice/
     restservice/NorthwindGrid/Order(orderId=5001,
     customer_customerId='IBM')","type":
     "NorthwindGridModel.Order"},
"orderId":5001,
"customer_customerId":"IBM",
"orderDate":"\/Date(1260993011125)\/",
"shipCity":"Rochester",
"shipCountry":null,
"version":0,
```

```
"customer":{"__deferred":{"uri":"http://localhost:
   8080/wxsrestservice/restservice/
NorthwindGrid/Order(orderId=5001,customer_customerId
   ='IBM')/customer"}},
"orderDetails":{"__deferred":{"uri":"http://localhost:8080/
   wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Order(
   orderId=5001, customer_customerId='IBM')/
   orderDetails"}}}]}}
```

- Antwortcode: 200 OK

Daten, die keine Entitäten sind, mit dem REST-Datenservice abrufen

Mit dem REST-Datenservice können Sie mehr als nur Entitäten, wie z. B. Entitätssammlungen und Eigenschaften, abrufen.

Entitätssammlungen abrufen

Eine RetrieveEntitySet-Anforderung kann von einem Client verwendet werden, um eine Gruppe von eXtreme-Scale-Entitäten abzurufen. Die Entitäten werden als Atom Feed Document oder JSON-Feldgruppe in den Nutzdaten der Antwort dargestellt. Weitere Einzelheiten zu dem in WCF Data Services definierten Protokoll "RetrieveEntitySet" finden Sie auf der Webseite MSDN: RetrieveEntitySet Request.

Die folgende RetrieveEntitySet-Beispielanforderung ruft alle Order-Entitäten ab, die der Entität "Customer('IBM')" zugeordnet sind. Hier werden nur die Bestellungen (Order) 5000 und 5001 gezeigt.

AtomPub

- Methode: GET
- Anforderungs-URI: http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Customer('IBM')/orders
- Anforderungs-Header: Accept: application/atom+xml
- Nutzdaten der Anforderung: Ohne
- Antwort-Header: Content-Type: application/atom+xml
- Nutzdaten der Antwort:

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<feed xml:base = "http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice"
   xmlns:d = "http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/dataservices"
   xmlns:m = "http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/dataservices/
   metadata" xmlns = "http://www.w3.org/2005/Atom">
    <title type = "text">Order</title>
    <id>http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/
     Order</id>
    <updated>2009-12-16T22:53:09.062Z</updated>
    <link rel = "self" title = "Order" href = "Order"/>
    <entry>
        <category term = "NorthwindGridModel.Order" scheme = "http://
      schemas.microsoft.com/
      ado/2007/08/dataservices/scheme"/>
        <id>http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/
      NorthwindGrid/Order(orderId=5000,customer_customerId=
      'IBM')</id>
        <title type = "text"/>
        <updated>2009-12-16T22:53:09.062Z</updated>
        <author>
            <name />
        </author>
        <link rel = "edit" title = "Order" href = "Order(orderId=5000,
```

```
        customer_customerId='IBM')"/>
          <link rel = "http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/
        dataservices/related/customer"
        type = "application/atom+xml;type=entry"
        title = "customer" href = "Order(orderId=5000,
        customer_customerId='IBM')/customer"/>
          <link rel = "http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/
        dataservices/related/orderDetails"
        type = "application/atom+xml;type=feed"
        title = "orderDetails" href = "Order(orderId=5000,
           customer_customerId='IBM')/
          orderDetails"/>
          <content type="application/xml">
              <m:properties>
                  <d:orderId m:type = "Edm.Int32">5000</d:orderId>
                  <d:customer_customerId>IBM</d:customer_customerId>
                  <d:orderDate m:type = "Edm.DateTime">2009-12-16T19:
            46:29.562</d:orderDate>
                  <d:shipCity>Rochester</d:shipCity>
                  <d:shipCountry m:null = "true"/>
                  <d:version m:type = "Edm.Int32">0</d:version>
              </m:properties>
          </content>
      </entry>
      <entry>
          <category term = "NorthwindGridModel.Order" scheme = "http://
        schemas.microsoft.com/ado/2007/08/dataservices/scheme"/>
          <id>http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/
        NorthwindGrid/Order(orderId=5001, customer_customerId='IBM')
      </id>
          <title type = "text"/>
          <updated>2009-12-16T22:53:09.062Z</updated>
          <author>
              <name />
          </author>
          <link rel = "edit" title = "Order" href = "Order(orderId=5001,
         customer_customerId='IBM')"/>
          <link rel = "http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/
         dataservices/related/customer"
         type = "application/atom+xml;type=entry"
         title = "customer" href = "Order(orderId=5001,
           customer_customerId='IBM')/customer"/>
          <link rel = "http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/
           dataservices/related/orderDetails"
         type = "application/atom+xml;type=feed"
         title = "orderDetails" href = "Order(orderId=5001,
           customer_customerId='IBM')/orderDetails"/>
          <content type="application/xml">
              <m:properties>
                  <d:orderId m:type = "Edm.Int32">5001</d:orderId>
                  <d:customer_customerId>IBM</d:customer_customerId>
                  <d:orderDate m:type = "Edm.DateTime">2009-12-16T19:50:
            11.125</d:orderDate>
                  <d:shipCity>Rochester</d:shipCity>
                  <d:shipCountry m:null = "true"/>
                  <d:version m:type = "Edm.Int32">0</d:version>
              </m:properties>
          </content>
      </entry>
  </feed>
```

- Antwortcode: 200 OK

JSON

- Methode: GET

- Anforderungs-URI: http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Customer('IBM')/orders
- Anforderungs-Header: Accept: application/json
- Nutzdaten der Anforderung: Ohne
- Antwort-Header: Content-Type: application/json
- Nutzdaten der Antwort:

```
{"d":[{"__metadata":{"uri":"http://localhost:8080/wxsrestservice/
   restservice/NorthwindGrid/Order(orderId=5000,
   customer_customerId='IBM')",
"type":"NorthwindGridModel.Order"},
"orderId":5000,
"customer_customerId":"IBM",
"orderDate":"\/Date(1260992789562)\/",
"shipCity":"Rochester",
"shipCountry":null,
"version":0,
"customer":{"__deferred":{"uri":"http://localhost:8080/
   wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Order(orderId=
   5000,customer_customerId='IBM')/customer"}},
"orderDetails":{"__deferred":{"uri":"http://localhost:8080/
   wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Order(orderId=
   5000,customer_customerId='IBM')/orderDetails"}}},
{"__metadata":{"uri":"http://localhost:8080/wxsrestservice/
     restservice/NorthwindGrid/
   Order(orderId=5001,
   customer_customerId='IBM')",
"type":"NorthwindGridModel.Order"},
"orderId":5001,
"customer_customerId":"IBM",
"orderDate":"\/Date(1260993011125)\/",
"shipCity":"Rochester",
"shipCountry":null,
"version":0,
"customer":{"__deferred":{"uri":"http://localhost:8080/
   wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Order(orderId=
   5001,customer_customerId='IBM')/customer"}},
"orderDetails":{"__deferred":{"uri":"http://localhost:8080/
   wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Order(orderId=
   5001,customer_customerId='IBM')/orderDetails"}}}]}
```

- Antwortcode: 200 OK

Eigenschaft abrufen

Eine RetrievePrimitiveProperty-Anforderung kann verwendet werden, um den Wert einer Eigenschaft einer eXtreme-Scale-Entitätsinstanz abzurufen. Der Eigenschaftswert wird im XML-Format für AtomPub-Anforderungen und als JSON-Objekt für JSON-Anforderungen in den Nutzdaten der Antwort dargestellt. Weitere Einzelheiten zur RetrievePrimitiveProperty-Anforderung finden Sie auf der Seite MSDN: RetrievePrimitiveProperty Request.

Die folgende RetrievePrimitiveProperty-Beispielanforderung ruft die Eigenschaft "contactName" der Entität "Customer('IBM')" ab.

AtomPub

- Methode: GET
- Anforderungs-URI: http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Customer('IBM')/contactName
- Anforderungs-Header: Accept: application/xml
- Nutzdaten der Anforderung: Ohne

- Antwort-Header: Content-Type: application/atom+xml
- Nutzdaten der Antwort:

```
<contactName xmlns:d="http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/dataservices">
    John Doe
</contactName>
```

- Antwortcode: 200 OK

JSON

- Methode: GET
- Anforderungs-URI: http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Customer('IBM')/contactName
- Anforderungs-Header: Accept: application/json
- Nutzdaten der Anforderung: Ohne
- Antwort-Header: Content-Type: application/json
- Nutzdaten der Antwort: `{"d":{"contactName":"John Doe"}}`
- Antwortcode: 200 OK

Eigenschaftswert abrufen

Eine RetrieveValue-Anforderung kann verwendet werden, um den unaufbereiteten Wert einer Eigenschaft einer eXtreme-Scale-Entitätsinstanz abzurufen. Der Eigenschaftswert wird als unaufbereiteter Wert in den Nutzdaten der Antwort dargestellt. Wenn die Entität einen der folgenden Typen hat, ist der Medientyp der Antwort "text/plain". Andernfalls ist der Medientyp der Antwort "application/octet-stream". Diese Typen sind:

- Primitive Java-Typen und zugehörige Wrapper
- java.lang.String
- byte[]
- Byte[]
- char[]
- Character[]
- enums
- java.math.BigInteger
- java.math.BigDecimal
- java.util.Date
- java.util.Calendar
- java.sql.Date
- java.sql.Time
- java.sql.Timestamp

Weitere Einzelheiten zur RetrieveValue-Anforderung finden Sie auf der Webseite MSDN: RetrieveValue Request.

Die folgende RetrieveValue-Beispielanforderung ruft den unaufbereiteten Wert der Eigenschaft "contactName" der Entität "Customer('IBM')" ab.

- Anforderungsmethode: GET
- Anforderungs-URI: http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Customer('IBM')/contactName/$value
- Anforderungs-Header: Accept: text/plain

- Nutzdaten der Anforderung: Ohne
- Antwort-Header: Content-Type: text/plain
- Nutzdaten der Antwort: John Doe
- Antwortcode: 200 OK

Link abrufen

Eine RetrieveLink-Anforderung kann verwendet werden, um die Links abzurufen, die eine :1-Assoziation oder :N-Assoziation darstellen. Bei der :1-Assoziation verläuft der Link von einer eXtreme-Scale-Entitätsinstanz zu einer anderen, und der Link wird in den Nutzdaten der Anforderungen dargestellt. Bei der :N-Assoziation verlaufen die Links von einer eXtreme-Scale-Entitätsinstanz zu allen anderen in einer bestimmten eXtreme-Scale-Entitätssammlung, und die Antwort wird als Gruppe von Links in den Nutzdaten der Antwort dargestellt. Weitere Einzelheiten zur RetrieveLink-Anforderung finden Sie auf der Webseite MSDN: RetrieveLink Request.

Im Folgenden sehen Sie ein RetrieveLink-Beispielanforderung. In diesem Beispiel wird die Assoziation zwischen der Entität "Order(orderId=5000,customer_customerId='IBM')" und dem zugehörigen Customer (Kunde) abgerufen. Die Antwort enthält den URI der Entität "Customer".

AtomPub

- Methode: GET
- Anforderungs-URI: http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Order(orderId=5000,customer_customerId='IBM')/$links/customer
- Anforderungs-Header: Accept: application/xml
- Nutzdaten der Anforderung: Ohne
- Antwort-Header: Content-Type: application/xml
- Nutzdaten der Antwort:

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<uri>http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/
   NorthwindGrid/Customer('IBM')</uri>
```

- Antwortcode: 200 OK

JSON

- Methode: GET
- Anforderungs-URI: http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Order(orderId=5000,customer_customerId='IBM')/$links/customer
- Anforderungs-Header: Accept: application/json
- Nutzdaten der Anforderung: Ohne
- Antwort-Header: Content-Type: application/json
- Nutzdaten der Antwort: {"d":{"uri":"http:\/\/localhost:8080\/wxsrestservice\/restservice\/NorthwindGrid\/Customer('IBM')"}}

Servicemetadaten abrufen

Eine RetrieveServiceMetadata-Anforderung kann verwendet werden, um das CSDL-Dokument (Conceptual Schema Definition Language) abzurufen, in dem das Datenmodell beschrieben ist, das dem REST-Datenservice von eXtreme Scale zuge-

ordnet ist. Weitere Einzelheiten zur RetrieveServiceMetadata-Anforderung finden Sie auf der Webseite MSDN: RetrieveServiceMetadata Request.

Servicedokument abrufen

Eine RetrieveServiceDocument-Anforderung kann verwendet werden, um das Servicedokument abzurufen, in dem die Sammlung der vom REST-Datenservice von eXtreme Scale bereitgestellten Ressourcen beschrieben ist. Weitere Einzelheiten zur RetrieveServiceDocument-Anforderung finden Sie auf der Webseite MSDN: RetrieveServiceDocument Request.

Insert-Anforderungen mit REST-Datenservices

Eine InsertEntity-Anforderung kann verwendet werden, um eine neue Instanz einer eXtreme-Scale-Entität, potenziell mit neuen zugehörigen Entitäten, in den REST-Datenservice von eXtreme Scale einzufügen.

Anforderung zum Hinzufügen einer Entität (InsertEntity)

Eine InsertEntity-Anforderung kann verwendet werden, um eine neue Instanz einer eXtreme-Scale-Entität, potenziell mit neuen zugehörigen Entitäten, in den REST-Datenservice von eXtreme Scale einzufügen. Beim Einfügen einer Entität kann der Client angeben, oob die Ressource bzw. Entität automatisch mit anderen vorhandenen Entitäten im Datenservice verlinkt werden soll.

Der Client muss die erforderlichen Bindungsinformationen in die Darstellung der zugehörigen Relation in den Nutzdaten der Anforderung einfügen.

Es wird nicht nur das Einfügen einer neuen EntityType-Instanz (E1) unterstützt. Die InsertEntity-Anforderung lässt auch das Einfügen neuer Entitäten, die mit der Entität E1 in Zusammenhang stehen (und durch eine Entitätsrelation beschrieben werden), in eine einzige Anforderung zu. Wenn beispielsweise Customer('IBM') eingefügt wird, können alle Aufträge (Order) mit Customer('IBM') eingefügt werden. Diese Form einer InsertEntity-Anforderung wird auch als *tiefes Einfügen* bezeichnet. Beim tiefen Einfügen müssen die zugehörigen Entitäten mit einer Inline-Darstellung der Relation dargestellt werden, die E1 zugeordnet ist und die den Link zu den (einzufügenden) zugehörigen Entitäten identifiziert.

Die Eigenschaften der einzufügenden Entität werden in den Nutzdaten der Anforderung angegeben. Die Eigenschaften werden vom REST-Datenservice geparst und anschließend auf die entsprechenden Eigenschaften in der Entitätsinstanz gesetzt. Für das AtomPub-Format wird die Eigenschaft mit dem XML-Element <d:PROPERTY_NAME> angegeben. Für JSON wird die Eigenschaft als Eigenschaft eines JSON-Objekts angegeben.

Wenn eine Eigenschaft in den Nutzdaten der Anforderung fehlt, setzt der REST-Datenservice die Entitätseigenschaft auf den Java-Standardwert. Das Datenbank-Back-End kann einen solchen Standardwert jedoch zurückweisen, wenn die Spalte in der Datenbank beispielsweise keine Nullwerte enthalten kann. Anschließend wird ein Antwortcode 500 zurückgegeben.

Sind Eigenschaften in den Nutzdaten doppelt angegeben, wird die letzte Eigenschaft verwendet. Alle vorherigen Werte für denselben Eigenschaftsnamen werden vom REST-Datenservice ignoriert.

Wenn die Nutzdaten eine nicht vorhandene Eigenschaft enthalten, gibt der REST-Datenservice einen Antwortcode 400 (Ungültige Anforderung) zurück, um anzuzeigen, dass die vom Client gesendete Anforderung syntaktisch falsch ist.

Fehlen die Schlüsseleigenschaften, gibt der REST-Datenservice den Antwortcode 400 (Ungültige Anforderung) zurück, um auf eine fehlende Schlüsseleigenschaft hinzuweisen.

Falls die Nutzdaten einen Link zu einer zugehörigen Entität mit einem nicht vorhandenen Schlüssel enthält, gibt der REST-Datenservice einen Antwortcode 404 (Nicht gefunden) zurück, um darauf hinzuweisen, dass die verlinkte Entität nicht gefunden wurde.

Wenn die Nutzdaten einen Link zu einer zugehörigen Entität mit einem ungültigen Assoziationsnamen enthalten, gibt der REST-Datenservice einen Antwortcode 400 (Ungültige Anforderung) zurück, um darauf hinzuweisen, dass der Link nicht gefunden wurde.

Wenn die Nutzdaten mehrere Links zu einer :1-Relation enthalten, wird der letzte Link verwendet. Alle vorherigen Links für dieselbe Assoziation werden ignoriert.

Weitere Einzelheiten zur InsertEntity-Anforderung finden Sie auf der Webseite MSDN Library: InsertEntity Request.

Eine InsertEntity-Anforderung fügt eine Customer-Entität mit dem Schlüssel 'IBM' ein.

AtomPub

- Methode: POST
- Anforderungs-URI: http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Customer('IBM')
- Anforderungs-Header: Accept: application/atom+xml Content-Type: application/atom+xml
- Nutzdaten der Anforderung:

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<entry xmlns:d="http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/dataservices"
 xmlns:m="http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/dataservices/metadata"
 xmlns="http://www.w3.org/2005/Atom">
 <category term="NorthwindGridModel.Customer"
  scheme="http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/dataservices/scheme" />
<content type="application/xml">
  <m:properties>
   <d:customerId>Rational</d:customerId>
   <d:city>Rochester</d:city>
   <d:companyName>Rational</d:companyName>
   <d:contactName>John Doe</d:contactName>
   <d:country>USA</d:country>
  </m:properties>
 </content>
</entry>
```

- Antwort-Header: Content-Type: application/atom+xml
- Nutzdaten der Antwort:

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<entry xmlns:d="http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/dataservices"
 xmlns:m="http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/dataservices/metadata"
 xmlns="http://www.w3.org/2005/Atom">
 <category term="NorthwindGridModel.Customer"
```

```
  scheme="http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/dataservices/scheme" />
<content type="application/xml">
  <m:properties>
   <d:customerId>Rational</d:customerId>
   <d:city>Rochester</d:city>
   <d:companyName>Rational</d:companyName>
   <d:contactName>John Doe</d:contactName>
   <d:country>USA</d:country>
  </m:properties>
 </content>
</entry>
Response Header:
Content-Type: application/atom+xml
Response Payload:
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<entry xml:base = "http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice" xmlns:d =
   "http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/dataservices" xmlns:m =
     "http://schemas.microsoft.com/
   ado/2007/08/dataservices/metadata" xmlns = "http://www.w3.org/2005/Atom">
    <category term = "NorthwindGridModel.Customer" scheme = "http://schemas.
     microsoft.com/ado/2007/08/dataservices/scheme"/>
    <id>http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/
     Customer('Rational')</id>
    <title type = "text"/>
    <updated>2009-12-16T23:25:50.875Z</updated>
    <author>
        <name />
    </author>
    <link rel = "edit" title = "Customer" href = "Customer('Rational')"/>
    <link rel = "http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/dataservices/related/
    orders" type = "application/atom+xml;type=feed"
    title = "orders" href = "Customer('Rational')/orders"/>
    <content type="application/xml">
        <m:properties>
            <d:customerId>Rational</d:customerId>
            <d:city>Rochester</d:city>
            <d:companyName>Rational</d:companyName>
            <d:contactName>John Doe</d:contactName>
            <d:country>USA</d:country>
            <d:version m:type = "Edm.Int32">0</d:version>
        </m:properties>
    </content>
</entry>
```

- Antwortcode: 201 Erstellt

JSON

- Methode: POST
- Anforderungs-URI: http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Customer
- Anforderungs-Header: Accept: application/json Content-Type: application/json
- Nutzdaten der Anforderung:

```
{"customerId":"Rational",
"city":null,
"companyName":"Rational",
"contactName":"John Doe",
"country":"USA",}
```

- Antwort-Header: Content-Type: application/json
- Nutzdaten der Antwort:

```
{"d":{"__metadata":{"uri":"http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/
   NorthwindGrid/Customer('Rational')",
"type":"NorthwindGridModel.Customer"},
"customerId":"Rational",
```

```
"city":null,
"companyName":"Rational",
"contactName":"John Doe",
"country":"USA",
"version":0,
"orders":{"__deferred":{"uri":"http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/
   NorthwindGrid/Customer('Rational')/orders"}}}}
```

- Antwortcode: 201 Erstellt

Insert link request

Eine InsertLink-Anforderung kann verwendet werden, um einen neuen Link zwischen zwei Instanzen einer eXtreme-Scale-Entität zu erstellen. Der URI der Anforderung muss in eXtreme Scale in eine :N-Assoziation aufgelöst werden. Die Nutzdaten der Anforderung enthalten einen einzigen Link, der auf die Zielentität der :N-Assoziation zeigt.

Wenn der URI der InsertLink-Anforderung eine :1-Assoziation darstellt, gibt der REST-Datenservice eine Antwort 400 (Ungültige Anforderung) zurück.

Wenn der URI der InsertLink-Anforderung auf eine nicht vorhandene Assoziation zeigt, gibt der REST-Datenservice eine Antwort 404 (Nicht gefunden) zurück, um darauf hinzuweisen, dass der Link nicht gefunden wurde.

Wenn die Nutzdaten einen Link mit einem nicht vorhandenen Schlüssel enthalten, gibt der REST-Datenservice eine Antwort 404 (Nicht gefunden) zurück, um darauf hinzuweisen, dass die verlinkte Entität nicht gefunden wurde.

Wenn die Nutzdaten mehrere Links enthalten, parst der REST-Datenservice von eXtreme Scale den ersten Link. Die verbleibenden Links werden ignoriert.

Weitere Einzelheiten zur InsertLink-Anforderung finden Sie auf der Webseite MSDN Library: InsertLink Request.

Die folgende InsertLink-Beispielanforderung erstellt einen Link von Customer('IBM') zu Order(orderId=5000,customer_customerId='IBM').

AtomPub

- Methode: POST
- Anforderungs-URI: http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Customer('IBM')/$link/orders
- Anforderungs-Header: Content-Type: application/xml
- Nutzdaten der Anforderung:

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<uri>http://host:1000/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Order(orderId=
   5000,customer_customerId='IBM')</uri>
```

- Nutzdaten der Antwort: Ohne
- Antwortcode: 204 Kein Inhalt

JSON

- Methode: POST
- Anforderungs-URI: http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Customer('IBM')/$links/orders
- Anforderungs-Header: Content-Type: application/json

- Nutzdaten der Anforderung:

```
{"uri": "http://host:1000/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Order(orderId
    =5000,customer_customerId='IBM')"}
```

- Nutzdaten der Antwort: Ohne
- Antwortcode: 204 Kein Inhalt

Anforderungen mit REST-Datenservices aktualisieren

Der REST-Datenservice von WebSphere eXtreme Scale unterstützt Aktualisierungsanforderungen für Entitäten, Entitätsbasiseigenschaften usw.

Entität aktualisieren

Eine Anforderung "UpdateEntity" kann verwendet werden, um eine vorhandene eXtreme-Scale-Entität zu aktualisieren. Der Client kann eine HTTP-PUT-Methode verwenden, um eine vorhandene Entität von eXtreme Scale zu ersetzen. Mit einer HTTP-MERGE-Methode können Sie die Änderungen in eine vorhandene eXtreme-Scale-Entität aufnehmen.

Beim Aktualisieren der Entität kann der Client angeben, ob die Entität (zusätzlich zur Aktualisierung) automatisch mit anderen vorhandenen Entitäten im Datenservice verlinkt werden soll, die über einwertige (:1)-Assoziationen miteinander in Bezug stehen.

Die zu aktualierende Eigenschaft der Entität ist in den Nutzdaten der Anforderung enthalten. Die Eigenschaft wird vom REST-Datenservice geparst und anschließend auf die entsprechende Eigenschaft in der Entität gesetzt. Für das AtomPub-Format wird die Eigenschaft mit dem XML-Element <d:PROPERTY_NAME> angegeben. Für JSON wird die Eigenschaft als Eigenschaft eines JSON-Objekts angegeben.

Wenn eine Eigenschaft in den Nutzdaten der Anforderung fehlt, setzt der REST-Datenservice den Entitätseigenschaftswert auf den Java-Standardwert für die HTTP-PUT-Methode. Das Datenbank-Back-End kann einen solchen Standardwert jedoch zurückweisen, wenn die Spalte in der Datenbank beispielsweise keine Nullwerte enthalten kann. Anschließend wird ein Antwortcode 500 (Interner Serverfehler) zurückgegeben. Wenn eine Eigenschaft in den Nutzdaten der HTTP-MERGE-Anforderung fehlt, ändert der REST-Datenservice den vorhandenen Eigenschaftswert nicht.

Sind Eigenschaften in den Nutzdaten doppelt angegeben, wird die letzte Eigenschaft verwendet. Alle vorherigen Werte mit demselben Eigenschaftsnamen werden vom REST-Datenservice ignoriert.

Wenn die Nutzdaten eine nicht vorhandene Eigenschaft enthalten, gibt der REST-Datenservice einen Antwortcode 400 (Ungültige Anforderung) zurück, um anzuzeigen, dass die vom Client gesendete Anforderung syntaktisch falsch ist.

Wenn die Nutzdaten einer Update-Anforderung bei der Serialisierung einer Ressource Schlüsseleigenschaften für die Entität enthalten, ignoriert der REST-Datenservice diese Schlüsselwerte, da Entitätsschlüssel unveränderlich sind.

Einzelheiten zur Anforderung "UpdateEntity" finden Sie auf der Webseite MSDN Library: UpdateEntity Request.

Eine Anforderung "UpdateEntity" aktualisiert den Namen der Stadt für Customer('IBM') in 'Raleigh'.

AtomPub

- Methode: PUT
- Anforderungs-URI: http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Customer('IBM')
- Anforderungs-Header: Content-Type: application/atom+xml
- Nutzdaten der Anforderung:

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<entry xmlns:d="http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/dataservices"
 xmlns:m="http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/dataservices/metadata"
 xmlns="http://www.w3.org/2005/Atom">
 <category term="NorthwindGridModel.Customer"
  scheme="http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/dataservices/scheme" />
 <title />
 <updated>2009-07-28T21:17:50.609Z</updated>
 <author>
  <name />
 </author>
 <id />
 <content type="application/xml">
  <m:properties>
   <d:customerId>IBM</d:customerId>
   <d:city>Raleigh</d:city>
   <d:companyName>IBM Corporation</d:companyName>
   <d:contactName>Big Blue</d:contactName>
   <d:country>USA</d:country>
  </m:properties>
 </content>
</entry>
```

- Nutzdaten der Antwort: Ohne
- Antwortcode: 204 Kein Inhalt

JSON

- Methode: PUT
- Anforderungs-URI: http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Customer('IBM')
- Anforderungs-Header: Content-Type: application/json
- Nutzdaten der Anforderung:

```
{"customerId":"IBM",
"city":"Raleigh",
"companyName":"IBM Corporation",
"contactName":"Big Blue",
"country":"USA",}
```

- Nutzdaten der Antwort: Ohne
- Antwortcode: 204 Kein Inhalt

Entitätsbasiseigenschaft aktualisieren

Die Anforderung "UpdatePrimitiveProperty" kann einen Eigenschaftswert einer eXtreme-Scale-Entität aktualisieren. Die Eigenschaft und der Wert, die aktualisiert werden sollen, sind in den Nutzdaten der Anforderung enthalten. Die Eigenschaft kann keine Schlüsseleigenschaft sein, da eXtreme Scale nicht zulässt, dass Clients Entitätsschlüssel ändern.

Weitere Einzelheiten zur Anforderung "UpdatePrimitiveProperty" finden Sie auf der Webseite MSDN Library: UpdatePrimitiveProperty Request.

Im Folgenden finden Sie ein Beispiel für eine Anforderung "UpdatePrimitiveProperty". In diesem Beispiel wird der Name der Stadt für Customer('IBM') in 'Raleigh' geändert.

AtomPub

- Methode: PUT
- Anforderungs-URI: http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Customer('IBM')/city
- Anforderungs-Header: Content-Type: application/xml
- Nutzdaten der Anforderung:

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<city xmlns:d="http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/dataservices">
 Raleigh
</city>
```

- Nutzdaten der Antwort: Ohne
- Antwortcode: 204 Kein Inhalt

JSON

- Methode: PUT
- Anforderungs-URI: http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Customer('IBM')/city
- Anforderungs-Header: Content-Type: application/json
- Nutzdaten der Anforderung: {"city":"Raleigh"}
- Nutzdaten der Antwort: Ohne
- Antwortcode: 204 Kein Inhalt

Wert einer Entitätsbasiseigenschaft aktualisieren

Die Anforderung "UpdateValue" kann einen unaufbereiteten Eigenschaftswert einer eXtreme-Scale-Entität aktualisieren. Der zu aktualisierende Wert wird in den Nutzdaten der Anforderung als unaufbereiteter Wert dargestellt. Die Eigenschaft kann keine Schlüsseleigenschaft sein, da eXtreme Scale nicht zulässt, dass Clients Entitätsschlüssel ändern.

Der Inhaltstyp der Anforderung kann je nach Eigenschaftstyp "text/plain" oder "application/octet-stream" sein. Weitere Einzelheiten finden Sie im Abschnitt 6.3.1.4.

Weitere Einzelheiten zur Anforderung "UpdateValue" finden Sie auf der Webseite MSDN Library: UpdateValue Request.

Im Folgenden finden Sie ein Beispiel für eine Anforderung "UpdateValue". In diesem Beispiel wird der Name der Stadt von Customer('IBM') in 'Raleigh' aktualisiert.

- Methode: PUT
- Anforderungs-URI: http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Customer('IBM')/city/$value
- Anforderungs-Header: Content-Type: text/plain
- Nutzdaten der Anforderung: Raleigh
- Nutzdaten der Antwort: Ohne
- Antwortcode: 204 Kein Inhalt

Link akutalisieren

Die Anforderung "UpdateLink" kann verwendet werden, um eine Assoziation zwischen zwei eXtreme Scale Entitätsinstanzen herzustellen. Die Assoziation kann eine Einzelwert- (:1) oder Mehrwertbeziehung (:n) sein.

Durch das Aktualisieren eines Links zwischen zwei eXtreme-Scale-Entitätsinstanzen können Assoziationen zwischen eXtreme-Scale-Instanzen nicht nur hergestellt, sondern auch entfernt werden. Wenn der Client beispielsweise eine :1-Assoziation zwischen einer Entität "Order(orderId=5000,customer_customerId='IBM')" und einer Instanz von "Customer('ALFKI')" erstellt, muss er die vorherige Assoziation der Entität "Order(orderId=5000,customer_customerId='IBM')" zur aktuellen Customer-Instanz aufheben.

Wenn eine der in der UpdateLink-Anforderung angegebenen Entitätsinstanzen nicht gefunden wird, gibt der REST-Datenservice eine Antwort 404 (Nicht gefunden) zurück.

Wenn im URI der Anforderung "UpdateLink" eine nicht vorhandene Assoziation angegeben ist, gibt der REST-Datenservice eine Antwort 404 (Nicht gefunden) zurück, um anzuzeigen, dass der Link nicht gefunden wurde.

Wenn der in den Nutzdaten der Anforderung "UpdateLink" angegebene URI nicht in dieselbe Entität oder denselben Schlüssel aufgelöst werden kann, die bzw. der im URI (sofern vorhanden) angegeben ist, gibt der REST-Datenservice von eXtreme Scale eine Antwort 400 (Ungültige Anforderung) zurück.

Wenn die Nutzdaten der Anforderung "UpdateLink" mehrere Links enthält, parst der REST-Datenservice nur den ersten Link. Die restlichen Links werden ignoriert.

Weitere Einzelheiten zur Anforderung "UpdateLink" finden Sie auf der Webseite MSDN Library: UpdateLink Request.

Im Folgenden finden Sie ein Beispiel für eine Anforderung "UpdateLink". In diesem Beispiel wird die Customer-Relation der Entität "Order(orderId=5000,customer_customerId='IBM')" von Customer('IBM') in Customer('IBM') aktualisiert.

Hinweis: Das vorherige Beispiel dient nur der Veranschaulichung. Da alle Assoziationen gewöhnlich Schlüsselassoziationen für ein partitioniertes Grid sind, kann der Link nicht geändert werden:

AtomPub

- Methode: PUT
- Anforderungs-URI: http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Order(101)/$links/customer
- Anforderungs-Header: Content-Type: application/xml
- Nutzdaten der Anforderung:

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<uri>
 http://host:1000/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Customer('IBM')
</uri>
```

- Nutzdaten der Antwort: Ohne
- Antwortcode: 204 Kein Inhalt

JSON

- Methode: PUT
- Anforderungs-URI: http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Order(orderId=5000,customer_customerId='IBM')/$links/customer
- Anforderungs-Header: Content-Type: application/xml
- Nutzdaten der Anforderung: {"uri": "http://host:1000/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Customer('IBM')"}
- Nutzdaten der Antwort: Ohne
- Antwortcode: 204 Kein Inhalt

Anforderungen mit REST-Datenservices löschen

Der REST-Datenservice von WebSphere eXtreme Scale kann Entitäten, Eigenschaftswerte und Links löschen.

Entität löschen

Die Anforderung "DeleteEntity" kann eine eXtreme-Scale-Entität aus dem REST-Datenservice löschen.

Wenn für eine Beziehung zu der zu löschenden Entität "cascade-delete" gesetzt ist, löscht der REST-Datenservice von eXtreme Scale die zugehörigen Entitäten. Weitere Einzelheiten zur Anforderung "DeleteEntity" finden Sie auf der Webseite MSDN Library: DeleteEntity Request.

Die folgende Anforderung "DeleteEntity" löscht den Kunden mit dem Schlüssel 'IBM'.

- Methode: DELETE
- Anforderungs-URI: http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Customer('IBM')
- Nutzdaten der Anforderung: Ohne
- Nutzdaten der Antwort: Ohne
- Antwortcode: 204 Kein Inhalt

Eigenschaftswert löschen

Die Anforderung "DeleteValue" setzt eine Eigenschaft einer eXtreme-Scale-Entität auf null.

Mit einer Anforderung "DeleteValue" kann jede Eigenschaft einer eXtreme-Scale-Entität auf null gesetzt werden. Sie müssen Folgendes sicherstellen, um eine Eigenschaft auf null zu setzen:

- Für primitive Zahlen und die zugehörigen Wrapper, BigInteger und BigDecimal muss der Eigenschaftswert auf 0 gesetzt werden.
- Für Boolean und boolesche Typen wird der Eigenschaftswert auf "false" gesetzt.
- Für char und Zeichentypen wird der Eigenschaftswert auf das #X1 (NIL) gesetzt.
- Für Aufzählungstypen (enum) wird der Eigenschaftswert auf den enum-Wert mit der Ordinalzahl 0 gesetzt.
- Für alle anderen Typen wird der Eigenschaftswert auf null gesetzt.

Eine solche Löschanforderung kann jedoch vom Datenbank-Back-End zurückgewiesen werden, wenn die Eigenschaft in der Datenbank beispielsweise keine Nullwerte enthalten kann. In diesem Fall gibt der REST-Datenservice eine Antwort 500 (Interner Serverfehler) zurück. Weitere Einzelheiten zur Anforderung "DeleteValue" finden Sie auf der Webseite MSDN Library: DeleteValue Request.

Im Folgenden sehen Sie ein Beispiel für eine Anforderung "DeleteValue". In diesem Beispiel wird der Name der Kontaktperson von Customer('IBM') auf null gesetzt.

- Methode: DELETE
- Anforderungs-URI: http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Customer('IBM')/contactName
- Nutzdaten der Anforderung: Ohne
- Nutzdaten der Antwort: Ohne
- Antwortcode: 204 Kein Inhalt

Link löschen

Die Anforderung "DeleteLink" kann eine Assoziation zwischen zwei Instanzen einer eXtreme-Scale-Entität entfernen. Die Assoziation kann eine :1- oder eine :N-Beziehung sein. Eine solche Löschanforderung kann jedoch vom Datenbank-Back-End zurückgewiesen werden, wenn beispielsweise eine Integritätsbedingung über Fremdschlüssel definiert ist. In diesem Fall gibt der REST-Datenservice eine Antwort 500 (Interner Serverfehler) zurück. Weitere Einzelheiten zur Anforderung "DeleteLink" finden Sie auf der Webseite MSDN Library: DeleteLink Request.

Die folgende Anforderung "DeleteLink" entfernt die Assoziation zwischen Order(101) und dem zugehörigen Customer.

- Methode: DELETE
- Anforderungs-URI: http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Order(101)/$links/customer
- Nutzdaten der Anforderung: Ohne
- Nutzdaten der Antwort: Ohne
- Antwortcode: 204 Kein Inhalt

Optimistisches Sperren bei gemeinsamen Zugriffen

Der REST-Datenservice von eXtreme Scale verwendet ein optimistiches Sperrmodell, in dem native HTTP-Header verwendet werden: If-Match, If-None-Match und ETag. Diese Header werden in Anforderungs- und Antwortnachrichten gesendet, um die Versionsinformationen einer Entität vom Server an den Client und vom Client an den Server zu übermitteln.

Weitere Einzelheiten zum optimischen Sperren bei gemeinsamen Zugriffen finden Sie auf der Webseite MSDN Library: Optimistic Concurrency (ADO.NET).

Der REST-Datenservice von eXtreme Scale aktiviert das optimistische Sperren bei gemeinsamen Zugriffen für eine Entität, wenn ein Versionsattribut im Entitätsschema für diese Entität definiert ist. Eine Versionseigenschaft kann im Entitätsschema mit einer Annotation "@Version" für Java-Klassen bzw. mit einem Attribut a <version/> für Entitäten festgelegt werden, die in einer XML-Entitätsdeskriptordatei definiert sind. Der REST-Datenservice von eXtreme Scale gibt den Wert der Versionseigenschaften für Einzelentitätsantworten automatisch in einem ETag-Header, für XML-Antworten mit mehreren Entitäten mit einem Attribut "m:etag" in den

Nutzdaten und für JSON-Antworten mit mehreren Entitäten mit einem Attribut "etag" in den Nutzdaten an den Client weiter.

Weitere Einzelheiten zum Definieren eines eXtreme-Scale-Entitätsschemas finden Sie unter „Entitätsschema definieren” auf Seite 63.

Kapitel 5. Programmierung mit System-APIs und Plug-ins

Ein Plug-in ist eine Komponente, die den Plug-in-Komponenten, zu denen ObjectGrid und BackingMap gehören, eine Funktion bereitstellt. Um eXtreme Scale möglichst effizient als speicherinternes Daten-Grid oder Datenbankverarbeitungsbereich zu verwenden, müssen Sie sorgfältig überlegen, wie Sie die Leistung mit den verfügbaren Plug-ins am besten maximieren können.

Einführung in Plug-ins

Ein Plug-in von WebSphere eXtreme Scale ist eine Komponente, die einen bestimmten Typ von Funktion für die Plug-in-Komponenten bereitstellt, zu denen ObjectGrid und BackingMap gehören. WebSphere eXtreme Scale stellt mehrere Plug-in-Punkte bereit, über die Anwendungen und Cacheprovider in verschiedene Datenspeicher und alternative Client-APIs integriert werden können und die Gesamtleistung des Caches verbessert werden kann. Im Lieferumfang des Produkts sind mehrere vordefinierte Plug-ins enthalten, aber Sie können auch eigene Plug-ins für die Anwendung erstellen.

Alle Plug-ins sind konkrete Klassen, die ein oder mehrere Plug-in-Schnittstellen von eXtreme Scale implementieren. Diese Klassen werden anschließend von ObjectGrid zur entsprechenden Zeit instanziiert und aufgerufen. Bei ObjectGrid und BackingMap können jeweils angepasste Plug-ins registriert werden.

ObjectGrid-Plug-ins

Die folgenden Plug-ins sind für eine ObjectGrid-Instanz verfügbar:

- **TransactionCallback**: Ein TransactionCallback-Plug-in stellt Transaktionslebenszyklusereignisse bereit.
- **ObjectGridEventListener**: Ein ObjectGridEventListener-Plug-in stellt ObjectGrid-Lebenszyklusereignisse für das ObjectGrid, Shards und Transaktionen bereit.
- **SubjectSource, ObjectGridAuthorization, SubjectValidation**: eXtreme Scale bietet mehrere Sicherheitsendpunkte, an denen angepasste Authentifizierungsverfahren mit eXtreme Scale integriert werden können. (nur Serverseite)
- **MapAuthorization** (nur Serverseite)
- **JPATxCallback** (nur Serverseite)
- **Unterklassen von JPATxCallback**

Allgemeine Voraussetzungen für ObjectGrid-Plug-ins

Das ObjectGrid instanziiert und initialisiert Plug-in-Instanzen unter Verwendung von JavaBeans-Konventionen. Für alle Implementierungen der zuvor aufgeführten Plug-ins gelten die folgenden Voraussetzungen:

- Die Plug-in-Klasse muss eine öffentliche Ausgangsklasse sein.
- Die Plug-in-Klasse muss einen öffentlichen Konstruktor ohne Argumente haben.
- Die Plug-in-Klasse muss (gegebenenfalls) im Klassenpfad für Server und Clients verfügbar sein.
- Attribute müssen über JavaBeans-Eigenschaftenmethoden gesetzt werden.

- Plug-ins werden, sofern nicht anders angegeben, vor der Initialisierung des ObjectGrids initialisiert und können nach der Initialisierung des ObjectGrids nicht mehr geändert werden.

BackingMap-Plug-ins

Die folgenden Plug-ins sind für eine BackingMap verfügbar:

- **Evictor**: Ein Evictor-Plug-in (Bereinigungsprogramm) ist ein Standardmechanismus für das Entfernen von Cacheeinträgen und ein Plug-in für das Erstellen angepasster Evictor.
- **ObjectTransformer**: Mit einem ObjectTransformer-Plug-in können Sie Objekte im Cache serialisieren, entserialisieren und kopieren.
- **OptimisticCallback**: Mit einem OptimisticCallback-Plug-in können Sie Versionssteuerungs- und Vergleichsoperationen für Cacheobjekte anpassen, wenn Sie die optimistische Sperrstrategie verwenden.
- **MapEventListener**: Ein MapEventListener-Plug-in unterstützt Callback-Benachrichtigungen und signifikante Cachestatusänderungen für eine BackingMap.
- **Indexing**: Verwenden Sie das Indexierungsfeature, das vom MapIndexPlugin-Plug-in dargestellt wird, um einen Index oder mehrere Indizes für eine BackingMap zu erstellen, damit Datenzugriffe ohne Schlüssel unterstützt werden.
- **Loader**: Ein Loader-Plug-in in einer ObjectGrid-Map dient als Speichercache für Daten, die gewöhnlich in einem persistenten Speicher auf demselben System oder einem anderen System gespeichert werden. (nur Serverseite)

Lebenszyklen von Plug-ins

Die meisten Plug-ins haben zusätzlich zu den Methoden, für die sie entworfen wurden, initialize- und destroy-Methoden oder funktional entsprechende Methoden. Diese speziellen Methoden jedes Plug-ins können an bestimmten Funktionspunkten aufgerufen werden. Die initialize- und destroy-Methoden definieren den Lebenszyklus von Plug-ins, die über ihre "Eigenerobjekte" gesteuert werden. Ein Eignerobjekt ist das Objekt, das das jeweilige Plug-in tatsächlich verwendet. Ein Eigner kann ein Grid-Client, ein Server oder eine BackingMap sein.

Bei der Initialisierung von Eignerobjekten rufen diese Objekte die initialize-Methode ihrer Plug-ins auf. Während des destroy-Zyklus von Eignerobjekten wird deshalb auch die destroy-Methode der Plug-ins aufgerufen. Einzelheiten zu den speziellen Eigenschaften der initialize- und destroy-Methoden und weiteren Methoden, die mit jedem Plug-in ausgeführt werden können, finden Sie in den entsprechenden Abschnitten zum jeweiligen Plug-in.

Stellen Sie sich beispielsweise eine verteilte Umgebung vor. Die clientseitigen ObjectGrids und die serverseitigen ObjectGrids können jeweils eigene Plug-ins haben. Der Lebenszyklus eines clientseitigen ObjectGrids und somit der zugehörigen Plug-in-Instanzen ist von allen serverseitigen ObjectGrids und Plug-in-Instanzen unabhängig.

Angenommen, Sie haben in einer solchen verteilten Topologie ein ObjectGrid mit dem Namen "myGrid" in der Datei "objectGrid.xml" definiert und mit einem angepassten ObjectGridEventListener mit dem Namen "myObjectGridEventListener" konfiguriert. Die Datei "objectGridDeployment.xml" definiert die Implementierungsrichtlinie für das ObjectGrid "myGrid". Die Dateien "objectGrid.xml" und "objectGridDeployment.xml" werden beide zum Starten der Containerserver verwendet. Während des Starts des Containerservers wird die serverseitige Instanz des

ObjectGrids "myGrid" initialisiert und die initialize-Methode der myObjectGridEventListener-Instanz aufgerufen, deren Eigner die myObjectGrid-Instanz ist. Nach dem Start des Containerservers kann Ihre Anwendung eine Verbindung zur serverseitigen Instanz des ObjectGrids "myGrid" herstellen und eine clientseitige Instanz abrufen.

Beim Abrufen der clientseitigen Instanz des ObjectGrids "myGrid" durchläuft die clientseitige myGrid-Instanz ihren eigenen Initialisierungszyklus und ruft die initialize-Methode ihrer eigenen clientseitigen myObjectGridEventListener-Instanz auf. Diese clientseitige myObjectGridEventListener-Instanz ist von der serverseitigen myObjectGridEventListener-Instanz unabhängig. Ihr Lebenszyklus wird vom Instanzeigener gesteuert, der die clientseitige Instanz des ObjectGrids "myGrid" ist.

Wenn Ihre Anwendung die Verbindung trennt oder die clientseitige Instanz des ObjectGrids "myGrid" löscht, wird automatisch die destroy-Methode der eigenen clientseitigen myObjectGridEventListener-Instanz aufgerufen. Dies hat jedoch keine Auswirkung auf die serverseitige myObjectGridEventListener-Instanz. Die destroy-Methode der serverseitigen myObjectGridEventListener-Instanz wird während des destroy-Zyklus der serverseitigen Instanz des ObjectGrids "myGrid" nur dann aufgerufen, wenn ein Containerserver gestoppt wird. Das heißt, wenn ein Containerserver gestoppt wird, werden die enthaltenen ObjectGrid-Instanzen gelöscht, und die destroy-Methode aller zugehörigen Plug-ins aufgerufen.

Das vorherige Beispiel bezieht sich speziell für den Fall einer Client- und einer Serverinstanz eines ObjectGrids. Der Eigner eines Plug-ins kann aber auch eine BackingMap sein, und Sie müssen bei der Festlegung der Konfigurationen für Plug-ins, die Sie auf der Basis dieser Lebenszyklushinweise schreiben, sorgfältig vorgehen.

Plug-ins für die Bereinigung von Cacheobjekten

WebSphere eXtreme Scale stellt einen Standardmechanismus für das Entfernen von Cacheeinträgen und ein Plug-in für das Erstellen angepasster Evictor (Bereinigungsprogramme) bereit. Ein Evictor steuert die Zugehörigkeit von Einträgen in jeder BackingMap. Der Standard-Evictor verwendet eine Bereinigungsrichtlinie für jede BackingMap, die auf der Lebensdauer (TTL, Time-to-Live) basiert. Wenn Sie einen Plug-in-fähigen Evictor bereitstellen, verwendet dieser gewöhnlich eine Bereinigungsrichtlinie, die auf der Anzahl der Einträge und nicht auf der Lebensdauer basiert.

Eigenschaft "TimeToLive"

Mit jeder BackingMap wird ein TTL-Standardbereinigungsprogramm erstellt. Das Standardbereinigungsprogramm entfernt Einträge, die auf einem TTL-Konzept basieren. Dieses Verhalten wird mit dem Attribut "ttlType" definiert, das die folgenden Typen hat:

Ohne

Gibt an, dass Einträge nicht verfallen und deshalb nicht aus der Map entfernt werden.

Erstellungszeit

Gibt an, dass Einträge auf der Basis der Erstellungszeit entfernt werden.

Wenn Sie das ttlType-Attribut CREATION_TIME (Erstellungszeit) verwenden, entfernt der Evictor einen Eintrag, wenn die seit der Erstellung des

Eintrags vergangene Zeit dem Wert des Attributs "TimeToLive" entspricht, der in Millisekunden in der Anwendungskonfiguration definiert ist. Wenn Sie das Attribut "TimeToLive" auf 10 Sekunden setzen, wird der Eintrag automatisch 10 Sekunden nach dem Einfügen bereinigt.

Sie müssen beim Festlegen des Werts für das ttlType-Attribut CREATION_TIME vorsichtig vorgehen. Die Verwendung dieses Evictors empfiehlt sich, wenn dem Cache sehr viele Einträge hinzugefügt werden, die nur für eine bestimmte Zeit verwendet werden. Mit dieser Strategie werden alle erstellten Einträge nach der festgelegten Zeit entfernt.

"CREATION_TIME ttlType" ist in Szenarien wie der Aktualisierung von Börsennotierungen in einem 20-Minuten-Intervall. Angenommen, eine Webanwendung ruft Börsennotierungen ab. Die Topaktualität der Notierungen ist jedoch nicht kritisch. In diesem Fall werden die Börsennotierungen 20 Minuten lang in einem ObjectGrid zwischengespeichert. Nach 20 Minuten verfallen die Einträge in der ObjectGrid-Map und werden daraufhin entfernt. In einem Intervall von ungefähr 20 Minuten verwendet die ObjectGrid-Map das Loader-Plug-in, um die Map-Daten mit aktuellen Daten aus der Datenbank zu aktualisieren. Die Datenbank wird alle 20 Minuten mit den topaktuellen Börsennotierungen aktualisiert.

Letzte Zugriffszeit

Gibt an, dass Einträge auf der Basis der letzten Zugriffszeit (Lese- oder Aktualisierungszugriff) entfernt werden.

Letzte Aktualisierungszeit

Gibt an, dass Einträge auf der Basis der Uhrzeit der letzten Aktualisierung entfernt werden.

Wenn Sie das ttlType-Attribut LAST_ACCESS_TIME oder LAST_UPDATE_TIME verwenden, legen Sie für "TimeToLive" einen niedrigeren Wert als beim ttlType-Attribut CREATION_TIME fest, weil das TimeToLive-Attribut eines Eintrags jedes Mal zurückgesetzt wird, wenn auf den Eintrag zugegriffen wird. Anders ausgedrückt, wenn das TimeToLive-Attribut den Wert 15 hat und ein Eintrag seit 14 Sekunden existiert, aber dann aufgerufen wird, wird seine Verfallszeit um weitere 15 Sekunden verlängert. Wenn Sie "TimeToLive" auf einen relativ hohen Wert setzen, werden viele Einträge möglicherweise nie entfernt. Setzen Sie "TimeToLive" jedoch auf einen Wert von ungefähr 15 Sekunden, können Einträge entfernt werden, wenn nicht sehr häufig auf sie zugegriffen wird.

Das ttlType-Attribut LAST_ACCESS_TIME bzw. LAST_UPDATE_TIME ist beispielsweise hilfreich in Szenarien wie dem Speichern von Sitzungsdaten eines Clients unter Verwendung einer ObjectGrid-Map. Sitzungsdaten müssen gelöscht werden, wenn der Client die Sitzungsdaten innerhalb eines bestimmten Zeitraums nicht verwendet. Die Sitzungsdaten verfallen beispielsweise, wenn innerhalb von 30 Minuten keine Aktivität des Clients erfolgt. In diesem Fall ist der TTL-Typ LAST_ACCESS_TIME oder LAST_UPDATE_TIME mit einem TimeToLive-Attributwert von 30 Minuten für diese Anwendung angemessen.

Im folgenden Beispiel wird eine BackingMap erstellt, das ttlType-Attribut für das Standardbereinigungsprogramm festgelegt und die Eigenschaft "TimeToLive" des Evictors definiert:

```
ObjectGrid objGrid = new ObjectGrid;
BackingMap bMap = objGrid.defineMap("SomeMap");
bMap.setTtlEvictorType(TTLType.LAST_ACCESS_TIME);
bMap.setTimeToLive(1800);
```

Die meisten Einstellungen des Evictors müssen vor der Initialisierung des ObjectGrids gesetzt werden.

Sie können auch eigene Evictor schreiben. Weitere Einzelheiten hierzu finden Sie in den Informationen zum Schreiben angepasster Evictor im *Programmierhandbuch*.

Optionale Evictor

Der TTL-Standard-Evictor verwendet eine Bereinigungsrichtlinie, die auf Zeit basiert, und die Anzahl der Einträge in der BackingMap hat keine Auswirkung auf die Verfallszeit eines Eintrags. Sie können einen optionalen Plug-in-Evictor verwenden, um Einträge auf der Basis der Anzahl vorhandener Einträge und nicht auf der Basis der Zeit zu entfernen.

Die folgenden optionalen Plug-in-Evictor stellen einige gängige Algorithmen bereit, mit denen entschieden werden kann, welche Einträge entfernt werden sollen, wenn eine BackingMap ihr Größenlimit erreicht:

- Der Evictor "LRUEvictor" verwendet einen LRU-Algorithmus (Least Recently Used), um zu entscheiden, welche Einträge entfernt werden sollen, wenn die BackingMap eine maximale Anzahl an Einträgen überschreitet.
- Der Evictor "LFUEvictor" verwendet einen LFU-Algorithmus (Least Frequently Used), um zu entscheiden, welche Einträge entfernt werden sollen, wenn die BackingMap eine maximale Anzahl an Einträgen überschreitet.

Die BackingMap informiert einen Evictor, wenn Einträge in einer Transaktion erstellt, geändert oder entfernt werden. Die BackingMap verfolgt diese Einträge und entscheidet, wann Einträge aus der BackingMap entfernt werden müssen.

Eine BackingMap hat keine Konfigurationsdaten für eine maximale Größe. Stattdessen werden Eigenschaften des Evictors definiert, um das Verhalten des Evictors zu steuern. Die Evictor "LRUEvictor" und "LFUEvictor" haben beide eine Eigenschaft für die maximale Größe, die den Evictor anweist, mit dem Entfernen von Einträgen zu beginnen, wenn die maximale Größe überschritten wird. Wie der TTL-Evictor entfernen auch die Evictor "LRUEvictor" und "LFUEvictor" einen Eintrag möglicherweise nicht sofort, wenn die maximale Anzahl an Einträgen erreicht ist, um die Auswirkungen auf die Leistung zu minimieren.

Wenn der LRU- bzw. LFU-Bereinigungsalgorithmus für eine bestimmte Anwendung nicht angemessen ist, können Sie eigene Evictor schreiben, um eine eigene Bereinigungsstrategie zu erstellen.

Speicherbasierte Bereinigung

Wichtig: Die speicherbasierte Bereinigung wird nur in Java Platform, Enterprise Edition Version 5 und höher unterstützt.

Alle integrierten Evictor unterstützten die speicherbasierte Bereinigung, die in der Schnittstelle "BackingMap" aktiviert werden kann, indem das Attribut "evictionTriggers" der BackingMap auf `MEMORY_USAGE_THRESHOLD` gesetzt wird. Weitere Informationen zum Definieren des Attributs "evictionTriggers" in der BackingMap finden Sie in den Beschreibungen der Schnittstelle "BackingMap" und der ObjectGrid-XML-Deskriptordatei im *Programmierhandbuch*.

Die speicherbasierte Bereinigung basiert auf einem Schwellenwert für die Auslastung des Heap-Speichers. Wenn die speicherbasierte Bereinigung in der Backing-

Map aktiviert ist und die BackingMap einen integrierten Evictor hat, wird der Schwellenwert für die Auslastung auf einen Standardprozentsatz des Gesamtspeichers gesetzt, wenn noch kein Schwellenwert definiert wurde.

Wenn Sie die speicherbasierte Bereinigung verwenden, müssen Sie den Schwellenwert für die Garbage-Collection auf denselben Wert wie die Zielauslastung des Heap-Speichers setzen. Beispiel: Wenn der Schwellenwert für die speicherbasierte Bereinigung auf 50 Prozent und der Schwellenwert für die Garbage-Collection auf den Standardwert von 70 Prozent gesetzt wird, kann die Auslastung des Heap-Speichers auf maximal 70 Prozent ansteigen. Diese Erhöhung der Heap-Speicherauslastung findet statt, weil die speicherbasierte Bereinigung erst nach einem Garbage-Collection-Zyklus ausgelöst wird.

Der von WebSphere eXtreme Scale verwendete Algorithmus für die speicherbasierte Bereinigung reagiert auf das Verhalten des verwendeten Algorithmus für die Garbage-Collection. Der beste Algorithmus für die speicherbasierte Bereinigung ist der IBM Standarddurchsatz-Collector. Algorithmen für eine Garbage-Collection nach Objektalter können ein unerwünschtes Verhalten bewirken, und deshalb sollten Sie diese Algorithmen nicht für die speicherbasierte Bereinigung verwenden.

Wenn Sie den Prozentsatz für den Auslastungsschwellenwert ändern möchten, setzen Sie die Eigenschaft "memoryThresholdPercentage" in den Container- und Servereigenschaftendateien für eXtreme-Scale-Serverprozesse.

Wenn die Speicherbelegung zur Laufzeit den Schwellenwert für die Zielauslastung überschreitet, beginnen speicherbasierte Evictor mit dem Entfernen von Einträgen und versuchen, die Speicherbelegung unterhalb des Schwellenwerts für die Zielauslastung zu halten. Es gibt jedoch keine Garantien, dass die Bereinigung schnell genug ist, um potenzielle abnormale Speicherbedingungen zu verhindern, wenn die Laufzeitumgebung des Systems weiterhin so schnell Speicher belegt.

TTL-Evictor

WebSphere eXtreme Scale stellt einen Standardmechanismus für das Entfernen von Cacheeinträgen und ein Plug-in für das Erstellen angepasster Evictor (Bereinigungsprogramme) bereit. Ein Evictor steuert die Zugehörigkeit von Einträgen in jeder BackingMap-Instanz.

TTL-Evictor über das Programm aktivieren

TTL-Evictor (TimeToLive) werden BackingMap-Instanzen zugeordnet. Der Standard-Evictor verwendet eine Bereinigungsrichtlinie für jede BackingMap-Instanz, die auf der Lebensdauer (TTL, Time-to-Live) basiert. Wenn Sie einen Plug-in-fähigen Evictor bereitstellen, verwendet dieser gewöhnlich eine Bereinigungsrichtlinie, die auf der Anzahl der Einträge und nicht auf der Lebensdauer basiert.

Das folgende Code-Snippet verwendet die Schnittstelle "BackingMap", um die Verfallszeit für jeden Eintrag auf 10 Minuten nach der Eintragserstellung zu setzen.

Programmgesteuerter TTL-Evictor

```
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridManagerFactory;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridManager;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGrid;
import com.ibm.websphere.objectgrid.BackingMap;
import com.ibm.websphere.objectgrid.TTLType;
ObjectGridManager ogManager = ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager();
```

```
ObjectGrid og = ogManager.createObjectGrid( "grid" );
BackingMap bm = og.defineMap( "myMap" );
bm.setTtlEvictorType( TTLType.CREATION_TIME );
bm.setTimeToLive( 600 );
```

Das Argument für die Methode "setTimeToLive" ist 600 und gibt die Lebensdauer in Sekunden an. Der vorherige Code muss vor dem Aufruf der Methode "initialize" in der ObjectGrid-Instanz aufgerufen werden. Die BackingMap-Attribute können nach der Initialisierung der ObjectGrid-Instanz nicht mehr geändert werden. Nach der Ausführung des Codes haben alle Einträge, die in die BackingMap "myMap" eingefügt werden, eine Verfallszeit. Nach Ablauf der Verfallszeit entfernt der TTL-Evictor den Eintrag.

Wenn Sie die Verfallszeit auf die letzte Zugriffszeit plus 10 Minuten setzen möchten, ändern Sie das Argument, das an die Methode "setTtlEvictorType" übergeben wird, von TTLType.CREATION_TIME in TTLType.LAST_ACCESS_TIME. Mit diesem Wert wird die Verfallszeit mit der Formel "letzte Zugriffszeit plus zehn Minuten" berechnet. Bei der Erstellung eines Eintrags entspricht die letzte Zugriffszeit der Erstellungszeit. Wenn Sie die letzte *Aktualisierung* und nicht nur den letzten *Zugriff* (unabhängig davon, ob dieser eine Aktualisierung beinhaltet) als Basis für die Verfallszeit verwenden möchten, ersetzen Sie die TTLType.LAST_ACCESS_TIME durch TTLType.LAST_UPDATE_TIME.

Wenn Sie die Einstellung TTLType.LAST_ACCESS_TIME oder TTLType.LAST_UPDATE_TIME verwenden, können Sie die Schnittstellen "ObjectMap" und "JavaMap" verwenden, um den TTL-Wert für die BackingMap zu überschreiben. Dieser Mechanismus ermöglicht einer Anwendung, für jeden erstellten Eintrag einen anderen TTL-Wert zu verwenden. Angenommen, im vorherigen Code-Snippet wurde das Attribut "ttlType" auf LAST_ACCESS_TIME und der TTL-Wert auf 10 Minuten gesetzt. In diesem Fall kann eine Anwendung den TTL-Wert für jeden Eintrag ändern, indem sie den folgenden Code vor der Erstellung bzw. Änderung eines Eintrags ausführt:

```
import com.ibm.websphere.objectgrid.Session;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectMap;
Session session = og.getSession();
ObjectMap om = session.getMap( "myMap" );
int oldTimeToLive1 = om.setTimeToLive( 1800 );
om.insert("key1", "value1" );
int oldTimeToLive2 = om.setTimeToLive( 1200 );
om.insert("key2", "value2" );
```

Im vorherigen Code-Snippet hat der Eintrag mit dem Schlüssel "key1" aufgrund des Methodenaufrufs "setTimeToLive(1800) in der ObjectMap-Instanz eine Verfallszeit, die der Einfügezeit plus 30 Minuten entspricht. Die Variable "oldTimeToLive1" wird auf 600 gesetzt, weil der TTL-Wert aus der BackingMap als Standardwert verwendet wird, wenn die Methode "setTimeToLive" in der ObjectMap-Instanz noch nicht aufgerufen wurde.

Der Eintrag mit dem Schlüssel "key2" hat aufgrund des Methodenaufrufs "setTimeToLive(1200)" in der ObjectMap-Instanz eine Verfallszeit, die der Einfügezeit plus 20 Minuten entspricht. Die Variable "oldTimeToLive2" wird auf 1800 gesetzt, weil der TTL-Wert aus dem vorherigen Aufruf der Methode "ObjectMap.setTimeToLive" den TTL-Wert auf 1800 gesetzt hat.

Das vorherige Beispiel zeigt zwei Map-Einträge, die in die Map "myMap" für die Schlüssel "key1" und "key2" eingefügt werden. Die Anwendung kann diese Map-Einträge später trotzdem aktualisieren und gleichzeitig die TTL-Werte beibehalten, die beim Einfügen jedes Map-Eintrags verwendet wurden. Das folgende Beispiel

veranschaulicht, wie die TTL-Werte durch Verwendung einer in der Schnittstelle "ObjectMap" definierten Konstanten beibehalten werden können:

```
Session session = og.getSession();
ObjectMap om = session.getMap( "myMap" );
om.setTimeToLive( ObjectMap.USE_DEFAULT );
session.begin();
om.update("key1", "updated value1" );
om.update("key2", "updated value2" );
om.insert("key3", "value3" );
session.commit();
```

Da der Sonderwert ObjectMap.USE_DEFAULT im Aufruf der Methode "setTimeToLive" verwendet wird, behält der Schlüssel "key1" seinen TTL-Wert von 1800 Sekunden und der Schlüssel "key2" seinen TTL-Wert von 1200 Sekunden bei, weil diese Werte verwendet wurden, als diese Map-Einträge durch die vorherige Transaktion eingefügt wurden.

Das vorherige Beispiel zeigt auch einen neuen Map-Eintrag für den eingefügten Schlüssel "key3". In diesem Fall gibt der Sonderwert USE_DEFAULT an, dass die TTL-Standardeinstellung für diese Map zu verwenden ist. Der Standardwert wird mit dem TTL-Attribut der BackingMap definiert. Weitere Informationen zur Definition des TTL-Attributs in der BackingMap-Instanz finden Sie in der Beschreibung der Attribute der Schnittstelle "BackingMap".

Informationen zur Methode "setTimeToLive" in den Schnittstellen "ObjectMap" und "JavaMap" finden Sie in der API-Dokumentation. In der Dokumentation werden Sie darauf hingewiesen, dass eine Ausnahme des Typs "IllegalStateException" ausgelöst wird, wenn die Methode "BackingMap.getTtlEvictorType" einen anderen Wert als den Wert von TTLType.LAST_ACCESS_TIME bzw. TTLType.LAST_UPDATE_TIME zurückgibt. Die Schnittstellen "ObjectMap" und "JavaMap" können den TTL-Wert nur überschreiben, wenn die Einstellung LAST_ACCESS_TIME oder TTLType.LAST_UPDATE_TIME für den TTL-Evictor-Typ verwendet wird. Die Methode "setTimeToLive" kann nicht zum Überschreiben des TTL-Werts verwendet werden, wenn die Einstellung CREATION_TIME oder NONE für den Evictor-Typ verwendet wird.

TTL-Evictor über eine XML-Konfiguration aktivieren

Anstelle der Verwendung der Schnittstelle "BackingMap" für die programmgesteuerte Definition der BackingMap-Attribute für den TTL-Evictor können Sie jede BackingMap-Instanz über eine XML-Datei konfigurieren. Der folgende Code veranschaulicht, wie Sie diese Attribute für drei verschiedene BackingMap-Maps definieren:

TTL-Evictor über XML aktivieren

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<objectGridConfig xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
 xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/objectgrid/config ../objectGrid.xsd"
 xmlns="http://ibm.com/ws/objectgrid/config">
<objectGrids>
    <objectGrid name="grid1">
        <backingMap name="map1" ttlEvictorType="NONE" />
        <backingMap name="map2" ttlEvictorType="LAST_ACCESS_TIME|LAST_UPDATE_TIME"
     timeToLive="1800" />
        <backingMap name="map3" ttlEvictorType="CREATION_TIME" timeToLive="1200" />
</objectgrid>
</objectGrids>
```

Das vorherige Beispiel zeigt, dass die BackingMap-Instanz "map1" den TTL-Evictor-Typ NONE verwendet. Die BackingMap-Instanz "map2" verwendet den TTL-Evictor-Typ LAST_ACCESS_TIME oder LAST_UPDATE_TIME (geben Sie nur eine einzige dieser Einstellungen an) und hat einen TTL-Wert von 1800 Sekunden bzw. 30 Minuten. Die BackingMap-Instanz "map3" verwendet den TTL-Evictor-Typ CREATION_TIME und hat einen TTL-Wert von 1200 Sekunden (oder 20 Minuten).

Plug-in-Evictor integrieren

Da Evictor (Bereinigungsprogramme) BackingMaps zugeordnet werden, verwenden Sie die Schnittstelle "BackingMap", um den Plug-in-Evictor anzugeben.

Optionale Plug-in-Evictor

Der TTL-Evictor verwendet eine Bereinigungsrichtlinie, die auf Zeit basiert, und die Anzahl der Einträge in der BackingMap hat keine Auswirkung auf die Verfallszeit eines Eintrags. Sie können einen optionalen Plug-in-Evictor verwenden, um Einträge auf der Basis der Anzahl vorhandener Einträge und nicht auf der Basis der Zeit zu entfernen.

Die folgenden optionalen Plug-in-Evictor stellen einige gängige Algorithmen bereit, mit denen entschieden werden kann, welche Einträge entfernt werden sollen, wenn eine BackingMap ihr Größenlimit erreicht.

- Der Evictor "LRUEvictor" verwendet einen LRU-Algorithmus (Least Recently Used), um zu entscheiden, welche Einträge entfernt werden sollen, wenn die BackingMap eine maximale Anzahl an Einträgen überschreitet.
- Der Evictor "LFUEvictor" verwendet einen LFU-Algorithmus (Least Frequently Used), um zu entscheiden, welche Einträge entfernt werden sollen, wenn die BackingMap eine maximale Anzahl an Einträgen überschreitet.

Die BackingMap informiert einen Evictor, wenn Einträge in einer Transaktion erstellt, geändert oder entfernt werden. Die BackingMap verfolgt diese Einträge und entscheidet, wann Einträge aus der BackingMap-Instanz entfernt werden müssen.

Eine BackingMap-Instanz hat keine Konfigurationsdaten für eine maximale Größe. Stattdessen werden Eigenschaften des Evictors definiert, um das Verhalten des Evictors zu steuern. Die Evictor "LRUEvictor" und "LFUEvictor" haben beide eine Eigenschaft für die maximale Größe, die den Evictor anweist, mit dem Entfernen von Einträgen zu beginnen, wenn die maximale Größe überschritten wird. Wie der TTL-Evictor entfernen auch die Evictor "LRUEvictor" und "LFUEvictor" einen Eintrag möglicherweise nicht sofort, wenn die maximale Anzahl an Einträgen erreicht ist, um die Auswirkungen auf die Leistung zu minimieren.

Wenn der LRU- bzw. LFU-Bereinigungsalgorithmus für eine bestimmte Anwendung nicht angemessen ist, können Sie eigene Evictor schreiben, um eine eigene Bereinigungsstrategie zu erstellen.

Optionale Plug-in-Evictor verwenden

Wenn Sie der BackingMap-Konfiguration einen Plug-in-Evictor hinzufügen möchten, können Sie die programmgesteuerte Konfiguration oder die XML-Konfiguration verwenden.

Plug-in-Evictor programmgesteuert integrieren

Da Evictor BackingMaps zugeordnet werden, verwenden Sie die Schnittstelle "BackingMap", um den Plug-in-Evictor anzugeben.Das folgende Code-Snippet ist ein Beispiel für die Angabe eines LRUEvictor-Evictors für die BackingMap "map1" und eines LFUEvictor-Evictors für die BackingMap-Instanz "map2":

Evictor über das Programm einfügen

```
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridManagerFactory;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridManager;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGrid;
import com.ibm.websphere.objectgrid.BackingMap;
import com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.builtins.LRUEvictor;
import com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.builtins.LFUEvictor;
ObjectGridManager ogManager = ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager();
ObjectGrid og = ogManager.createObjectGrid( "grid" );
BackingMap bm = og.defineMap( "map1" );
LRUEvictor evictor = new LRUEvictor();
evictor.setMaxSize(1000);
evictor.setSleepTime( 15 );
evictor.setNumberOfLRUQueues( 53 );
bm.setEvictor(evictor);
bm = og.defineMap("map2");
LFUEvictor evictor2 = new LFUEvictor();
evictor2.setMaxSize(2000);
evictor2.setSleepTime( 15 );
evictor2.setNumberOfHeaps( 211 );
bm.setEvictor(evictor2);
```

Das vorherige Snippet zeigt, dass ein LRUEvictor-Evictor für die BackingMap "map1" mit einer ungefähren maximalen Anzahl von 53.000 (53 * 1000) Einträgen verwendet wird. Der LFUEvictor-Evictor wird für die BackingMap "map2" mit einer ungefähren maximalen Anzahl von 422.000 (211 * 2000) Einträgen verwendet. Der LRU- und der LFU-Evictor haben jeweils eine Ruhezeiteigenschaft, die angibt, wie lange der Evictor ruht, bis er aktiviert wird und prüft, ob Einträge entfernt werden müssen. Die Ruhezeit wird in Sekunden angegeben. Mit einem Wert von 15 Sekunden kann erreicht werden, dass die Leistungseinbußen nicht zu hoch werden und die BackingMap nicht zu groß wird. Das Ziel ist, die größtmögliche Ruhezeit zu verwenden, aber gleichzeitig zu verhindern, dass die BackingMap zu groß wird.

Die Methode "setNumberOfLRUQueues" setzt die LRUEvictor-Eigenschaft, die angibt, wie viele LRU-Warteschlangen der Evictor verwendet, um die LRU-Informationen zu verwalten. Es wird eine Sammlung von Warteschlangen verwendet, so dass nicht jeder Eintrag die LRU-Informationen in derselben Warteschlange hält. Dieser Ansatz kann die Leistung verbessern, indem die Anzahl der Map-Einträge, die in demselben Warteschlangenobjekt synchronisiert werden müssen, minimiert wird. Die Anzahl der Warteschlangen zu erhöhen, ist eine geeignete Methode, die Auswirkungen zu minimieren, die der LRU-Evictor auf die Leistung haben kann. Ein guter Ausgangspunkt für die Anzahl der Warteschlangen sind zehn Prozent der maximalen Eintragsanzahl. Die Verwendung einer Primzahl ist gewöhnlich besser als die Verwendung einer anderen Zahl. Die Methode "setMaxSize" gibt an, wie viele Einträge in jeder Warteschlange zulässig sind. Wenn eine Warteschlange die maximal zulässige Eintragsanzahl erreicht, werden die Einträge mit dem ältesten Verwendungsdatum in dieser Warteschlange entfernt, wenn der Evictor das nächste Mal prüft, ob Einträge entfernt werden müssen.

Die Methode "setNumberOfHeaps" legt mit der LFUEvictor-Eigenschaft fest, wie viele binäre Objekte im Heap-Speicher der LFUEvictor für die Verwaltung der LFU-Informationen verwendet. Auch hier wird eine Sammlung verwendet, um die

Leistung zu verbessern. Ein guter Ausgangspunkt sind zehn Prozent der maximalen Eintragsanzahl, und die Verwendung einer Primzahl ist gewöhnlich besser als die Verwendung einer anderen Zahl. Die Methode "setMaxSize" gibt an, wie viele Einträge in jedem Heap-Speicher zulässig sind. Wenn ein Heap-Speicher die maximal zulässige Eintragsanzahl erreicht, werden die Einträge, die am seltensten verwendet wurden, aus diesem Heap-Speicher entfernt, wenn der Evictor das nächste Mal prüft, ob Einträge entfernt werden müssen.

XML-Konfiguration für die Integration eines Plug-in-Evictors

Anstatt verschiedene APIs für die programmgesteuerte Integration eines Evictors und die Definition seiner Eigenschaften zu verwenden, können Sie eine XML-Datei verwenden, um jede BackingMap einzeln zu konfigurieren, wie im folgenden Beispiel gezeigt wird:

Evictor über XML einfügen

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<objectGridConfig xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
 xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/objectgrid/config ../objectGrid.xsd"
 xmlns="http://ibm.com/ws/objectgrid/config">
<objectGrids>
    <objectGrid name="grid">
        <backingMap name="map1" ttlEvictorType="NONE" pluginCollectionRef="LRU" />
        <backingMap name="map2" ttlEvictorType="NONE" pluginCollectionRef="LFU" />
    </objectGrid>
</objectGrids>
<backingMapPluginCollections>
    <backingMapPlugincollection id="LRU">
        <bean id="Evictor" className="com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.builtins.LRUEvictor">
            <property name="maxSize" type="int" value="1000" description="set max size for each LRU queue" />
<property name="sleepTime" type="int" value="15" description="evictor thread sleep time" />
<property name="numberOfLRUQueues" type="int" value="53" description="set number of LRU queues" />
</bean>
    </backingMapPluginCollection>
    <backingMapPluginCollection id="LFU">
        <bean id="Evictor" className="com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.builtins.LFUEvictor">
            <property name="maxSize" type="int" value="2000" description="set max size for each LFU heap" />
            <property name="sleepTime" type="int" value="15" description="evictor thread sleep time" />
            <property name="numberOfHeaps" type="int" value="211" description="set number of LFU heaps" />
        </bean>
    </backingMapPluginCollection>
</backingMapPluginCollections>
</objectGridConfig>
```

Speicherbasierte Bereinigung

Alle integrierten Evictor unterstützten die speicherbasierte Bereinigung, die in der Schnittstelle "BackingMap" aktiviert werden kann, indem das Attribut "evictionTriggers" der BackingMap auf MEMORY_USAGE_THRESHOLD gesetzt wird. Weitere Informationen zum Definieren des Attributs "evictionTriggers" in BackingMap finden Sie in den Referenzinformationen zur Schnittstelle "BackingMap" und zur Konfiguration von eXtreme Scale.

Die speicherbasierte Bereinigung basiert auf einem Schwellenwert für die Auslastung des Heap-Speichers. Wenn die speicherbasierte Bereinigung in der BackingMap aktiviert ist und die BackingMap einen integrierten Evictor hat, wird der Schwellenwert für die Auslastung auf einen Standardprozentsatz des Gesamtspeichers gesetzt, wenn noch kein Schwellenwert definiert wurde.

Wenn Sie den Standardprozentsatz für den Auslastungsschwellenwert ändern möchten, setzen Sie die Eigenschaft "memoryThresholdPercentage" in den Container- und Servereigenschaftendateien für eXtreme-Scale-Serverprozesse. Zum Definieren des Schwellenwerts für die Zielauslastung in einem eXtreme-Scale-Clientprozess können Sie die MBean "MemoryPoolMXBean" verwenden. Weitere Informationen finden Sie auch in der Beschreibung der Datei "containerServer.props" und im Abschnitt zum Starten von eXtreme-Scale-Serverprozessen.

Wenn die Speicherbelegung zur Laufzeit den Schwellenwert für die Zielauslastung überschreitet, beginnen speicherbasierte Evictor mit dem Entfernen von Einträgen und versuchen, die Speicherbelegung unterhalb des Schwellenwerts für die Zielauslastung zu halten. Es gibt jedoch keine Garantien, dass die Bereinigung schnell genug ist, um potenzielle abnormale Speicherbedingungen zu verhindern, wenn die Laufzeitumgebung des Systems weiterhin so schnell Speicher belegt.

Angepassten Evictor schreiben

WebSphere eXtreme Scale ermöglicht Ihnen das Schreiben einer angepassten Bereinigungsimplementierung.

Sie müssen einen angepassten Evictor (Bereinigungsprogramm) erstellen, das die Schnittstelle "Evictor" implementiert, und den allgemeinen Konventionen für eXtreme-Scale-Plug-ins folgen. Im Folgenden sehen Sie die Schnittstelle:

```
public interface Evictor
{
    void initialize(BackingMap map, EvictionEventCallback callback);
    void activate();
    void apply(LogSequence sequence);
    void deactivate();
    void destroy();
}
```

- Die Methode "initialize" wird während der Initialisierung des BackingMap-Objekts aufgerufen. Diese Methode initialisiert ein Evictor-Plug-in mit einer Referenz auf die BackingMap und eine Referenz auf ein Objekt, das die Schnittstelle "com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.EvictionEventCallback" implementiert.
- Die Methode "activate" wird aufgerufen, um das Evictor-Plug-in zu aktivieren. Nach dem Aufruf dieser Methode kann das Evictor-Plug-in die Schnittstelle "EvictionEventCallback" verwenden, um Map-Einträge zu entfernen. Wenn das Evictor-Plug-in versucht, EvictionEventCallbackinterface vor dem Aufruf der Methode "activate" für das Entfernen von Map-Einträgen zu verwenden, wird eine Ausnahme vom Typ "IllegalStateException" ausgelöst.
- Die Methode "apply" wird aufgerufen, wenn Transaktionen, die auf einen oder mehrere Einträge der BackingMap zugreifen, festgeschrieben werden. Der Methode "apply" wird eine Referenz auf ein Objekt übergeben, die die Schnittstelle "com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.LogSequence" implementiert. Die Schnittstelle "LogSequence" ermöglicht einem Evictor-Plug-in, die BackingMap-Einträge zu bestimmen, die von einer Transaktion erstellt, geändert oder entfernt wurden. Ein Evictor-Plug-in verwendet diese Informationen, um zu entscheiden, wann und welche Einträge zu entfernen sind.
- Die Methode "deactivate" wird aufgerufen, um das Evictor-Plug-in zu inaktivieren. Nach dem Aufruf dieser Methode darf das Evictor-Plug-in die Schnittstelle "EvictionEventCallback" nicht mehr für das Entfernen von Map-Einträgen verwenden. Wenn das Evictor-Plug-in die Schnittstelle "EvictionEventcallback" nach dem Aufruf dieser Methode verwendet, wird eine Ausnahme vom Typ "IllegalStateException" ausgelöst.
- Die Methode "destroy" wird aufgerufen, wenn die BackingMap gelöscht wird. Diese Methode ermöglicht einem Evictor-Plug-in, alle Threads zu beenden, die von ihm erstellt wurden.

Die Schnittstelle "EvictionEventCallback" hat die folgenden Methoden:

```
public interface EvictionEventCallback
{
    void evictMapEntries(List evictorDataList) throws ObjectGridException;
```

```
    void evictEntries(List keysToEvictList) throws ObjectGridException;
    void setEvictorData(Object key, Object data);
    Object getEvictorData(Object key);
}
```

Die EvictionEventCallback-Methoden werden wie folgt von einem Evictor-Plug-in verwendet, um einen Rückruf an das eXtreme-Scale-Framework zu senden:

- Die Methode "setEvictorData" wird von einem Evictor-Plug-in verwendet, um das Framework anzufordern, das verwendet wird, um ein von im erstelltes Evictor-Objekt zu speichern und dieses dem Eintrag zuzuordnen, der mit dem Schlüsselargument angegeben ist. Die Daten sind Evictor-spezifisch und werden über die Informationen bestimmt, die das Evictor-Plug-in benötigt, um den verwendeten Algorithmus zu implementieren. Bei einem LFU-Algorithmus verwaltet der Evictor beispielsweise einen Zähler im Evictor-Datenobjekt, mit dem es verfolgt, wie oft die Methode "apply" mit einem LogElement aufgerufen wird, das auf einen Eintrag für einen bestimmten Schlüssel verweist.
- Die Methode "getEvictorData" wird von einem Evictor-Plug-in verwendet, um die Daten abzurufen, die bei einem vorherigen Aufruf der Methode "apply" an die Methode "setEvictorData" übergeben wurden. Wenn keine Evictor-Daten für das angegebene Schlüsselargument gefunden werden, wird ein spezielles Objekt KEY_NOT_FOUND, das in der Schnittstelle "EvictorCallback" definiert ist, zurückgegeben.
- Die Methode "evictMapEntries" wird von einem Evictor-Plug-in verwendet, um das Entfernen eines oder mehrerer Map-Einträge anzufordern. Jedes Objekt im Parameter "evictorDataList" muss die Schnittstelle "com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.EvictorData" implementieren. Außerdem muss die EvictorData-Instanz, die an die Methode "setEvictorData" übergeben wird, im Parameter für die Evictor-Datenliste dieser Methode enthalten sein. Die Methode "getKey" der Schnittstelle "EvictorData" wird verwendet, um den zu entfernenden Map-Eintrag zu bestimmen. Der Map-Eintrag wird entfernt, wenn der Cacheeintrag derzeit dieselbe EvictorData-Instanz enthält, die in der Evictor-Datenliste für diesen Cacheeintrag enthalten ist.
- Die Methode "evictEntries" wird von einem Evictor-Programm verwendet, um das Entfernen eines oder mehrerer Map-Einträge anzufordern. Diese Methode wird nur verwendet, wenn das Objekt, das an die Methode "setEvictorData" übergeben wird, nicht die Schnittstelle "com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.EvictorData" implementiert.

eXtreme Scale ruft die Methode "apply" der Evictor-Schnittstelle nach Abschluss einer Transaktion auf. Alle Transaktionssperren, die von der abgeschlossenen Transaktion angefordert wurden, werden freigegeben. Potenziell können mehrere Threads die Methode "apply" gleichzeitig aufrufen, und jeder Thread kann seine eigene Transaktion abschließen. Da Transaktionssperren bereits von der abgeschlossenen Transaktion freigegeben werden, muss die Methode "apply" eine eigene Synchronisation durchführen, um sicherzustellen, dass sie Thread-sicher ist.

Der Grund für die Implementierung der Schnittstelle "EvictorData" und die Verwendung der Methode "evictMapEntries" an Stelle der Methode "evictEntries" ist das Schließen eines potenziellen Zeitfensters. Stellen Sie sich die folgende Abfolge von Ereignissen vor:

1. Transaktion 1 wird abgeschlossen und ruft die Methode "apply" mit einer LogSequence auf, die den Map-Eintrag für Schlüssel 1 löscht.

2. Transaktion 2 wird abgeschlossen und ruft die Methode "apply" mit einer LogSequence auf, die einen neuen Map-Eintrag für Schlüssel 1 einfügt. Anders ausgedrückt, Transaktion 2 erstellt den Map-Eintrag erneut, der von Transaktion 1 gelöscht wurde.

Da der Evictor asynchron zu Threads ausgeführt wird, die Transaktionen ausführen, ist es möglich, dass der Evictor, wenn er entscheidet, Schlüssel 1 zu entfernen, den Map-Eintrag entfernt, der vor Abschluss von Transaktion 1 vorhanden war, oder den Map-Eintrag, der von Transaktion 2 erneut erstellt wurde. Um Zeitfenster zu schließen und die Unsicherheit in Bezug darauf auszuschließen, welche Map-Eintragsversion von Schlüssel 1 der Evictor zu entfernen beabsichtigt, implementieren Sie die Schnittstelle "EvictorData" über das Objekt, das an die Methode "setEvictorData" übergeben wird. Verwenden Sie für die gesamte Lebensdauer eines Map-Eintrags dieselbe EvictorData-Instanz. Wenn dieser Map-Eintrag gelöscht und anschließend von einer anderen Transaktion neu erstellt wird, muss der Evictor eine neue Instanz der EvictorData-Implementierung verwenden. Mit Hilfe der EvictorData-Implementierung und der Methode "evictMapEntries" kann der Evictor sicherstellen, dass der Map-Eintrag nur dann entfernt wird, wenn der Cacheeintrag, der dem Map-Eintrag zugeordnet ist, die richtige EvictorData-Instanz enthält.

Die Schnittstellen "Evictor" und "EvictonEventCallback" ermöglichen einer Anwendung, einen Evictor zu integrieren, der einen benutzerdefinierten Algorithmus für die Bereinigung implementiert. Das folgende Code-Snippet veranschaulicht, wie Sie die Methode "initialize" der Schnittstelle "Evictor" implementieren können:

```
import com.ibm.websphere.objectgrid.BackingMap;
import com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.EvictionEventCallback;
import com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.Evictor;
import com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.LogElement;
import com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.LogSequence;
import java.util.LinkedList;
// Instanzvariablen
private BackingMap bm;
private EvictionEventCallback evictorCallback;
private LinkedList queue;
private Thread evictorThread;
public void initialize(BackingMap map, EvictionEventCallback callback)
{
    bm = map;
    evictorCallback = callback;
    queue = new LinkedList();
    // spawn evictor thread
    evictorThread = new Thread( this );
    String threadName = "MyEvictorForMap-" + bm.getName();
    evictorThread.setName( threadName );
    evictorThread.start();
}
```

Der vorherige Code speichert die Referenzen auf die Map und Callback-Objekte in Instanzvariablen, so dass sie den Methoden "apply" und "destroy" zur Verfügung stehen. In diesem Beispiel wird eine verkettete Liste erstellt, die als FIFO-Warteschlange für die Implementierung eines LRU-Algorithmus verwendet wird. Es wird wird ein Thread gestartet und eine Referenz auf den Thread als Instanzvariable verwaltet. Mit dieser Referenz ist die Methode "destroy" in der Lage, den gestarteten Thread zu unterbrechen und zu beenden.

Das folgende Code-Snippet veranschaulicht, wie die Methode "apply" der Schnittstelle "Evictor" implementiert werden kann. In diesem Code werden die Synchronisationsanforderungen für die Gewährleistung der Thread-Sicherheit des Codes ignoriert:

```
import com.ibm.websphere.objectgrid.BackingMap;
import com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.EvictionEventCallback;
import com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.Evictor;
import com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.EvictorData;
import com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.LogElement;
import com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.LogSequence;
```

```
public void apply(LogSequence sequence)
{
    Iterator iter = sequence.getAllChanges();
    while ( iter.hasNext() )
    {
        LogElement elem = (LogElement)iter.next();
        Object key = elem.getKey();
        LogElement.Type type = elem.getType();
        if ( type == LogElement.INSERT )
        {
            // Insert-Verarbeitung hier durchführen, indem sie an den Anfang der LRU-Warteschlange gestellt wird
            EvictorData data = new EvictorData(key);
            evictorCallback.setEvictorData(key, data);
            queue.addFirst( data );
        }
        else if ( type == LogElement.UPDATE || type == LogElement.FETCH || type == LogElement.TOUCH )
        {
            // Update-Verarbeitung hier durchführen, indem das EvictorData-Objekt an den Anfang
            // der Warteschlange gestellt wird
            EvictorData data = evictorCallback.getEvictorData(key);
            queue.remove(data);
            queue.addFirst(data);
        }
        else if ( type == LogElement.DELETE || type == LogElement.EVICT )
        {
            // Remove-Verarbeitung hier durchführung, indem das EvictorData-Objekt aus der
            // Warteschlange entfernt wird
            EvictorData data = evictorCallback.getEvictorData(key);
            if ( data == EvictionEventCallback.KEY_NOT_FOUND )
            {
                // Die Annahme ist hier, dass der asynchrone Evictor-Thread
                // den Map-Eintrag entfernt hat, bevor dieser Thread die Chance hatte,
                // die LogElement-Anforderung zu verarbeiten. Wahrscheinlich ist in einem
                // solchen Fall nichts zu tun.
            }
            else
            {
                // Schlüssel wurde gefunden. Also die Daten des Evictors verarbeiten.
                if ( data != null )
                {
                    // Von der Methode "remove" zurückgegebenen Nullwert ignorieren,
                    // da der gestartete Evictor-Thread den Eintrag
                    // bereits aus der Warteschlange entfernt haben kann.
                    // Dieser Code wird jedoch benötigt, falls der Evictor-Thread
                    // doch nicht für dieses LogElement verantwortlich ist.
                    queue.remove( data );
                }
                else
                {
                    // Je nachdem, wie Sie ihren Evictor schreiben, ist
                    // diese Möglichkeit entweder nicht vorhanden, oder sie kann
                    // auf einen Fehler in Ihrem Evictor aufgrund
                    // einer ungültigen Logik für die Thread-Synchronisation hinweisen.
                }
            }
        }
    }
}
```

Die Insert-Verarbeitung in der Methode "apply" ist gewöhnlich für die Erstellung eines EvictorData-Objekts zuständig, das an die Methode "setEvictorData" der Schnittstelle "EvictionEventCallback" übergeben wird. Da dieser Evictor eine LRU-Implementierung veranschaulicht, wird das EvictorData-Objekt ebenfalls am Anfang der Warteschlange hinzugefügt, die von der Methode "initialize" erstellt wurde. Die Update-Verarbeitung in der Methode "apply" aktualisiert gewöhnlich das EvictorData-Objekt, das von einem vorherigen Aufruf der Methode "apply" erstellt wurde (z. B. von der Insert-Verarbeitung der Methode "apply"). Da dieser Evictor eine LRU-Implementierung ist, muss er das EvictorData-Objekt von der aktuellen Warteschlangenposition an den Anfang der Warteschlange verschieben. Der gestartete Evictor-Thread entfernt das letzte EvictorData-Objekt in der Warteschlange, weil das letzte Warteschlangenelement den Eintrag mit dem ältesten Verwendungsdatum entfernt. Die Annahme ist, dass das EvictorData-Objekt eine Methode "getKey" enthält, so dass der Evictor-Thread die Schlüssel der Einträge kennt, die entfernt werden müssen. Denken Sie daran, dass in diesem Beispiel die Synchronisationsanforderungen für die Thread-Sicherheit ignoriert werden. Ein echter angepasster Evictor ist viel komplexer, weil er sich um die Synchronisation und Leistungsengpässe kümmern muss, die an den Synchronisationspunkten auftreten.

Die folgenden Code-Snippets veranschaulichen die Methode "destroy" und Methode "run" des ausführbaren Threads, den die Methode "initialize" gestartet hat:

```
// Die Methode "destroy" unterbricht einfach den von der Methode "initialize" gestarteten Thread
public void destroy()
{
    evictorThread.interrupt();
}

// Es folgt die Methode "run" des Threads, der von der Methode "initialize" gestartet wurde
public void run()
{
    // Schleife, bis die Methode "destroy" diesen Thread unterbricht
    boolean continueToRun = true;
    while ( continueToRun )
    {
        try
        {
            // Eine Weile inaktiv bleiben, bevor die Warteschlange bereinigt wird.
            // sleepTime eignet sich bestens als Eigenschaft, die für einen
            // Evictor gesetzt werden kann.
            Thread.sleep( sleepTime );
            int queueSize = queue.size();
            // Einträge entfernen, wenn die Warteschlangengröße die definierte
            // Maximalgröße überschreitet. Die maximale Größe ist also
            // ebenfalls eine Eigenschaft des Evictors.
            int numToEvict = queueSize - maxSize;
            if ( numToEvict > 0 )
            {
                // Eintrag am Ende der Warteschlange entfernen, da sich
                // dort der Eintrag mit dem ältesten Verwendungsdatum befindet
                List evictList = new ArrayList( numToEvict );
                while( queueSize > ivMaxSize )
                {
                    EvictorData data = null;
                    try
                    {
                        EvictorData data = (EvictorData) queue.removeLast();
                        evictList.add( data );
                        queueSize = queue.size();
                    }
                    catch ( NoSuchElementException nse )
                    {
                        // Warteschlange ist leer
                        queueSize = 0;
                    }
                }
                // Bereinigung anfordern, wenn die Schlüsselliste nicht leer ist
                if ( ! evictList.isEmpty() )
                {
                    evictorCallback.evictMapEntries( evictList );
                }
            }
        }
        catch ( InterruptedException e )
        {
            continueToRun = false;
        }
    } // end while loop
} // Ende der Methode "run"
```

Optionale Schnittstelle "RollBackEvictor"

Die Schnittstelle "com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.RollbackEvictor" kann von einem Evictor-Plug-in optional implementiert werden. Wenn diese Schnittstelle implementiert wird, kann ein Evictor nicht nur aufgerufen werden, wenn Transaktionen festgeschrieben werden, sondern auch, wenn Transaktionen rückgängig gemacht werden (Rollback).

```
public interface RollbackEvictor
{
    void rollingBack( LogSequence ls );
}
```

Die Methode "apply" wird nur aufgerufen, wenn eine Transaktion festgeschrieben wird. Wenn eine Transaktion rückgängig gemacht wird und die Schnittstelle "RollbackEvictor" vom Evictor implementiert wird, wird eine Methode "rollingBack" aufgerufen. Wird die Schnittstelle "RollbackEvictor" nicht implementiert und die Transaktion rückgängig gemacht, werden die Methoden "apply" und "rollingBack" nicht aufgerufen.

Bewährte Verfahren zum Erreichen einer optimalen Leistung des Plug-in-Evictors

Wenn Sie Plug-in-Evictor (Bereinigungsprogramme) verwenden, werden diese erst aktiv, nachdem Sie sie erstellt und einer BackingMap zugeordnet haben. Mit Hilfe der folgenden bewährten Verfahren können Sie die Leistung für LFU- und LRU-Evictor erhöhen.

LFU-Evictor

Das Konzept von LFU-Evictor (Bereinigungsprogramm) sieht vor, dass Einträge aus der Map entfernt werden, die nur selten verwendet werden. Die Einträge der Map sind auf eine festgelegte Menge binärer Heap-Speicher verteilt. Je öfter ein bestimmter Cacheeintrag verwendet wird, desto höher wird er im Heap-Speicher eingereiht. Wenn der Evictor versucht, Bereinigungen durchzuführen, entfernt er nur die Cacheeinträge, die sich unterhalb eines bestimmten Punkts des binären Heap-Speichers befinden. Deshalb werden nur die so genannten LFU-Einträge (Last Frequently Used, am wenigsten verwendet) Einträge bereinigt.

LRU-Evitor

Der LRU-Evictor (Bereinigungsprogramm) folgt bis auf wenige Unterschiede denselben Konzepten wie der LFU-Evictor. Der Hauptunterschied besteht darin, dass der LRU-Evictor eine First In/First Out-Warteschlange (FIFO) an Stelle einer Gruppe binärer Heap-Speicher verwendet. Jedesmal, wenn auf einen Cacheeintrag zugegriffen wird, wird dieser an den Anfang der Warteschlange gestellt. Deshalb stehen oben in der Warteschlange die am häufigsten verwendeten Map-Eintrag und unten in der Warteschlange die am wenigsten verwendeten Map-Einträge. Beispiel: Der Cacheeintrag A wird 50 Mal verwendet, und der Cacheeintrag B wird nur ein einziges Mal direkt nach Cacheeintrag A verwendet. In dieser Situation steht der Cacheeintrag B am Anfang der Warteschlange, weil er zuletzt verwendet wurde, und der Cacheeintrag A steht am Ende der Warteschlange. Der LRU-Evictor entfernt die Cacheeinträge, die sich hinten in der Warteschlange befinden, weil es sich hierbei um die LRU-Map-Einträge (Least Recently Used) handelt, d. h., deren Verwendungszeit am ältesten ist.

LFU- und LRU-Eigenschaften und bewährte Verfahren zur Leistungsverbesserung

Anzahl der Heap-Speicher

Wenn Sie den LFU-Evictor verwenden, werden alle Cacheeinträge für eine bestimmte Map über die von Ihnen angegebene Anzahl von Heap-Speichern sortiert, was die Leistung erheblich verbessert und verhindert, dass alle Bereinigungsoperationen in einem einzigen binären Heap-Speicher synchronisiert werden müssen, der die gesamte Sortierung für die Map enthält. Eine höhere Anzahl an Heap-Speichern verringert auch die erforderliche Zeit für die Neusortierung der Heap-Speicher, weil jeder Heap-Speicher weniger Einträge enthält. Setzen Sie die Anzahl der Heap-Speicher auf 10 % der Eintragsanzahl in Ihrer BaseMap.

Anzahl der Warteschlangen

Wenn Sie den LRU-Evictor verwenden, werden alle Cacheeinträge für eine bestimmte Map über die von Ihnen angegebene Anzahl von LRU-Warteschlangen sortiert, was die Leistung erheblich verbessert und verhindert, dass alle Bereinigungsoperationen in einer einzigen Warteschlange synchronisiert werden müssen,

die die gesamte Sortierung für die Map enthält. Setzen Sie die Anzahl der Warteschlangen auf 10 % der Eintragsanzahl in Ihrer BaseMap.

Eigenschaft "MaxSize"

Wenn ein LFU- oder LRU-Evictor mit dem Entfernen von Einträgen beginnt, verwendet er die Evictor-Eigenschaft "MaxSize", um festzustellen, wie viele binäre Heap-Speicher bzw. LRU-Warteschlangenelemente bereinigt werden müssen. Angenommen, Sie legen die Anzahl der Heap-Speicher bzw. Warteschlangen so fest, dass je Map-Warteschlange ungefähr 10 Map-Einträge enthält. Wenn die Eigenschaft "MaxSize" auf 7 gesetzt ist, entfernt der Evictor 3 Einträge aus jedem Heap-Speicher bzw. Warteschlangenobjekt, um die Größe der einzelnen Heap-Speicher bzw. Warteschlangen wieder auf 7 zurückzusetzen. Der Evictor entfernt nur dann Map-Einträge aus einem Heap-Speicher bzw. aus einer Warteschlange, wenn die Anzahl der im Heap-Speicher bzw. in der Warteschlange enthaltenen Elemente höher ist als der Wert der Eigenschaft "MaxSize". Setzen Sie die Eigenschaft "MaxSize" auf 70 % Ihrer Heap-Speicher- bzw. Warteschlangengröße. In diesem Beispiel wird die Eigenschaft auf 7 gesetzt. Sie können die ungefähre Größe jedes Heap-Speichers bzw. jeder Warteschlange bestimmen, indem Sie die Anzahl der BaseMap-Einträge durch die Anzahl der verwendeten Heap-Speicher bzw. Warteschlangen teilen.

Eigenschaft "SleepTime"

Ein Evictor entfernt nicht ständig Einträge aus der Map. Vielmehr ist es eine gewisse Zeit inaktiv und prüft die Map nur alle n Sekunden, wobei n für den Wert der Eigenschaft "SleepTime" steht. Diese Eigenschaft wirkt sich auch positiv auf die Leistung aus. Wird die Bereinigung zu häufig durchgeführt, verringert sich die Leistung, weil Ressourcen für die Bereinigung benötigt werden. Wird der Evictor zu selten ausgeführt, können sich Einträge in einer Map ansammeln, die eigentlich nicht benötigt werden. Eine Map, die sehr viele nicht benötigte Einträge enthält, kann sich nachteilig auf den Speicherbedarf und auf die Verarbeitungsressourcen auswählen, die für Ihre Map erforderlich sind. Für die meisten Maps empfiehlt es sich, das Bereinigungsintervall auf 15 Sekunden zu setzen. Wenn eine Map viele Schreiboperationen und eine hohe Transaktionsrate aufweist, sollten Sie das Intervall verringern. Wird nur selten auf die Map zugegriffen, können Sie einen höheren Wert festlegen.

Beispiel

Der Beispielcode definiert eine Map definiert, erstellt einen neuen LFU-Evictor, setzt die Eigenschaften für den Evictor und stellt die Map so ein, dass der Evictor verwendet wird:

```
// ObjectGridManager zum Erstellen/Abrufen des ObjectGrids verwenden (siehe den
// Abschnitt zu ObjectGridManger)
ObjectGrid objGrid = ObjectGridManager.create.....
BackingMap bMap = objGrid.defineMap("SomeMap");

// Eigenschaften, ausgehend von 50.000 Map-Einträgen, definieren
LFUEvictor someEvictor = new LFUEvictor();
someEvictor.setNumberOfHeaps(5000);
someEvictor.setMaxSize(7);
someEvictor.setSleepTime(15);
bMap.setEvictor(someEvictor);
```

Die Verwendung des LRU-Evictors ist der Verwendung eines LFU-Evictors sehr ähnlich. Es folgt ein Beispiel:

```
ObjectGrid objGrid = new ObjectGrid;
BackingMap bMap = objGrid.defineMap("SomeMap");

// Eigenschaften, ausgehend von 50.000 Map-Einträgen, definieren
LRUEvictor someEvictor = new LRUEvictor();
someEvictor.setNumberOfLRUQueues(5000);
someEvictor.setMaxSize(7);
someEvictor.setSleepTime(15);
bMap.setEvictor(someEvictor);
```

Beachten Sie, dass sich nur zwei Zeilen vom Beispiel für den LFU-Evictor unterscheiden.

Plug-ins für die Umsetzung zwischengespeicherter Objekte

Durch die Umsetzung zwischengespeicherter kann die Cacheleistung erhöht werden. Sie können das Plug-in "ObjectTransformer" verwenden, wenn die Prozessorauslastung hoch ist. Bis zu 60-70 % der gesamten Prozessorzeit wird mit der Serialisierung und dem Kopieren von Einträgen verbracht. Durch die Implementierung des Plug-ins "ObjectTransformer" können Sie Objekte mit einer eigenen Implementierung serialisieren und entserialisieren. Mit einem CollisionArbiter-Plug-in können Sie definieren, wie Änderungskollisionen in Ihren Domänen behandelt werden.

Angepasste Arbiter für Replikation mehrerer Master entwickeln

Änderungskollisionen können auftreten, wenn dieselben Datensätze gleichzeitig an zwei Stellen geändert werden können. In einer Multimaster-Replikationstopologie erkennen Domänen Kollisionen automatisch. Wenn eine Domäne eine Kollision erkennt, ruft sie einen Arbiter auf. Gewöhnlich werden Kollisionen mit Hilfe des Standardkollisions-Arbiters aufgelöst. Eine Anwendung kann jedoch auch einen angepassten Kollisions-Arbiter bereitstellen.

Informationen zu diesem Vorgang

Wenn eine Domäne einen replizierten Eintrag empfängt, der mit einem lokalen Datensatz kollidiert, verwendet der Standard-Arbiter die Änderungen aus der Domäne mit dem aus lexikalischer Sicht gesehenen kleinsten Namen. Wenn beispielsweise Domäne A und Domäne B einen Konflikt in Bezug auf einen Datensatz verursachen, wird die Änderung aus Domäne B ignoriert. Domäne A behält ihre Version, und der Datensatz in Domäne B wird geändert, so dass er dem Datensatz in Domäne A entspricht. Domänennamen werden zum Vergleich in in Großbuchstaben konvertiert.

Alternativ kann in der Multimaster-Replikationstopologie ein angepasstes Kollisions-Plug-in aufgerufen werden, dass das Ergebnis bestimmt. Diese Anweisungen beschreiben, wie ein angepasster Kollisions-Arbiter entwickelt und eine Multimaster-Replikationstopologie konfiguriert wird, damit sie diesen Arbiter verwendet.

Vorgehensweise

1. Entwickeln Sie einen angepassten Kollisions-Arbiter, und integrieren Sie ihn in Ihre Anwendung.

   Die Klasse muss die folgende Schnittstelle implementieren:

   `com.ibm.websphere.objectgrid.revision.CollisionArbiter`

   Ein Kollisions-Plug-in hat drei Möglichkeiten, das Ergebnis einer Kollision zu bestimmen. Es kann die lokale Kopie oder die ferne Kopie auswählen oder eine

überarbeitete Version des Eintrags bereitstellen. Eine Domäne stellt die folgenden Informationen für einen angepasten Kollisions-Arbiter bereit:

- die fremde Version des Datensatzes,
- die lokale Version des Datensatzes,
- ein Session-Objekt, das verwendet werden muss, um die überarbeitete Version des Eintrags zu erstellen, bei dem die Kollision aufgetreten ist.

Die Plug-in-Methode gibt ein Objekt zurück, das ihre Entscheidung enthält. Die von der Domäne verwendete Methode für den Aufruf des Plug-ins muss "true" oder "false" zurückgeben, wobei "false" bedeutet, dass die Kollision ignoriert wird, d. h., die lokale Version bleibt unverändert, und eXtreme Scale vergisst, dass es die fremde Version je gesehen hat. Die Methode gibt den Wert "true" zurück, wenn sie die bereitgestellte Sitzung zum erstellen einer neuen zusammengeführten Version des Datensatzes zum Abgleich der Änderung verwendet hat.

2. Geben Sie in der Datei `objectgrid.xml` an, dass das angepasste Arbiter-Plug-in verwendet werden soll.

   Die ID muss "CollisionArbiter" sein.

```
<dgc:objectGrid name="revisionGrid" txTimeout="10">
     <dgc:bean className="com.you.your_application.
      CustomArbiter" id="CollisionArbiter">
      <dgc:property name="property" type="java.lang.String"
      value="propertyValue"/>
     </dgc:bean>
</dgc:objectGrid>
```

ObjectTransformer-Plug-in

Mit dem ObjectTransformer-Plug-in können Sie Objekte im Cache serialisieren, entserialisieren und kopieren, um eine höhere Leistung zu erzielen.

Wenn Sie Leistungsprobleme in Bezug auf die Prozessorbelegung lesen, fügen Sie jeder Map ein ObjectTransformer-Plug-in hinzu. Wenn Sie kein ObjectTransformer-Plug-in bereitstellen, werden bis zu 60-70 % der gesamten Prozessorzeit mit der Serialisierung und das Kopieren von Einträgen verbracht.

Zweck

Wenn Sie das ObjectTransformer-Plug-in verwenden, können Ihre Anwendung angepasste Methoden für die folgenden Operationen bereitstellen:

- Serialisierung und Entserialisierung des Schlüssels für einen Eintrag,
- Serialisierung und Entserialisierung des Werts für einen Eintrag,
- Kopieren eines Schlüssels oder eines Werts für einen Eintrag.

Wenn kein ObjectTransformer-Plug-in bereitgestellt wird, müssen Sie in der Lage sein, die Schlüssel und Werte zu serialisieren, weil das ObjectGrid eine Serialisierungs- und Entserialisierungsfolge verwendet, um die Objekte zu kopieren. Diese Methode ist kostenintensiv, und deshalb sollten Sie ein ObjectTransformer-Plug-in verwenden, wenn die Leistung kritisch ist. Der Kopiervorgang findet statt, wenn eine Anwendung ein Objekt in einer Transaktion zu ersten Mal sucht. Sie können diesen Kopiervorgang vermeiden, indem Sie den Kopiermodus der Map auf NO_COPY setzen. Mit der Kopiermoduseinstellung COPY_ON_READ können Sie die Anzahl der Kopiervorgänge reduzieren. Optimieren Sie die Kopieroperation, wenn diese von der Anwendung benötigt wird, indem Sie eine angepasste Kopiermethode in diesem Plug-in bereitstellen. Ein solches Plug-in kann den Kopieraufwand von 65–70 % auf 2/3 % der gesamten Prozessorzeit reduzieren.

Die Standardimplementierungen der Methoden "copyKey" und "copyValue" versuchen zuerst, die Methode "clone" zu verwenden, sofern diese verfügbar ist. Wenn keine Implementierung der Methode "clone" bereitgestellt wird, wird standardmäßig mit Serialisierung gearbeitet.

Die Objektserialisierung wird auch direkt verwendet, wenn eXtreme Scale im verteilten Modus ausgeführt wird. LogSequence verwendet das ObjectTransformer-Plug-in für die Serialisierung von Schlüsseln und Werten, bevor die Änderungen an die Peers im ObjectGrid übertragen werden. Sie müssen sorgfältig vorgehen, wenn Sie eine angepasste Serialisierungsmethode als Ersatz für die integrierte JDK-Serialisierung bereitstellen. Die Versionssteuerung von Objekten ist eine komplexes Thema, und es können Probleme mit der Versionskompatibilität auftreten, wenn Sie nicht sicherstellen, dass Ihre angepassten Methoden für die Versionssteuerung konzipiert sind.

Die folgende Liste enthält Details zur Serialisierung von Schlüsseln und Werten durch eXtreme Scale:

- Wenn ein angepasstes ObjectTransformer-Plug-in geschrieben und integriert wird, ruft eXtreme Scale Methoden in der Schnittstelle "ObjectTransformer" auf, um Schlüssel und Werte zu serialisieren und Kopien von Objektschlüsseln und -werten abzurufen.
- Wenn kein angepasstes ObjectTransformer-Plug-in verwendet wird, führt eXtreme Scale die Serialisierung und Entserialisierung von Werten nach dem Standardverfahren durch. Wenn das Standard-Plug-in verwendet wird, wird jedes Objekt als extern bereitstellbares (Externalizable) oder als serialisierbares (Serializable) Objekt implementiert.
  - Wenn das Objekt die Schnittstelle "Externalizable" unterstützt, wird die Methode "writeExternal" aufgerufen. Objekte, die als extern bereitstellbare Objekte implementiert werden, tragen zu einer besseren Leistung bei.
  - Wenn das Objekt die Schnittstelle "Externalizable" nicht unterstützt und die Schnittstelle "Serializable" implementiert, wird das Objekt mit der Methode "ObjectOutputStream" gespeichert.

Schnittstelle "ObjectTransformer" verwenden

Ein ObjectTransformer-Objekt muss die Schnittstelle "ObjectTransformer" implementieren und die folgenden allgemeinen Konventionen für ObjectGrid-Plug-ins einhalten.

Es gibt zwei Ansätze (programmgesteuerte Konfiguration und XML-Konfiguration), mit denen ein ObjectTransformer-Objekt im folgt der BackingMap-Konfiguration hinzugefügt werden kann.

ObjectTransformer durch XML-Konfiguration integrieren

Angenommen, der Klassenname der ObjectTransformer-Implementierung ist "com.company.org.MyObjectTransformer". Diese Klasse implementiert die Schnittstelle "ObjectTransformer". Eine ObjectTransformer-Implementierung kann mit der folgenden XML konfiguriert werden:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<objectGridConfig xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
    xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/objectgrid/config ../objectGrid.xsd"
    xmlns="http://ibm.com/ws/objectgrid/config">
    <objectGrids>
        <objectGrid name="myGrid">
     <backingMap name="myMap" pluginCollectionRef="myMap" />
        </objectGrid>
```

```
    </objectGrids>

    <backingMapPluginCollections>
 <backingMapPluginCollection id="myMap">
      <bean id="ObjectTransformer" className="com.company.org.MyObjectTransformer" />
 </backingMapPluginCollection>
    </backingMapPluginCollections>
</objectGridConfig>
```

ObjectTransformer-Objekt programmgesteuert integrieren

Das folgende Code-Snippet erstellt das angepasste ObjectTransformer-Objekt und fügt es einer BackingMap hinzu:

```
ObjectGridManager objectGridManager = ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager();
ObjectGrid myGrid = objectGridManager.createObjectGrid("myGrid", false);
BackingMap backingMap = myGrid.getMap("myMap");
MyObjectTransformer myObjectTransformer = new MyObjectTransformer();
backingMap.setObjectTransformer(myObjectTransformer);
```

Einsatzszenarien für ObjectTransformer

Sie können das ObjectTransformer-Plug-in in den folgenden Situationen verwenden:

- Nicht serialierbares Objekt
- Serialisierbares Objekt, aber Serialisierungsleistung muss verbessert werden
- Schlüssel- oder Wertkopie

Im folgenden Beispiel wird ObjectGrid verwendet, um die Klasse "Stock" zu speichern:

```
/**
* Stock-Objekt für ObjectGrid-Demonstration
*
*
*/
public class Stock implements Cloneable {
    String ticket;
    double price;
    String company;
    String description;
    int serialNumber;
    long lastTransactionTime;
    /**
    * @return Gibt die Beschreibung zurück.
    */
    public String getDescription() {
        return description;
    }
    /**
    * @param description Die festzulegende Beschreibung.
    */
    public void setDescription(String description) {
        this.description = description;
    }
    /**
    * @return Gibt den lastTransactionTime-Wert zurück.
    */
    public long getLastTransactionTime() {
        return lastTransactionTime;
    }
    /**
    * @param lastTransactionTime Der festzulegende lastTransactionTime-Wert.
    */
    public void setLastTransactionTime(long lastTransactionTime) {
        this.lastTransactionTime = lastTransactionTime;
    }
    /**
    * @return Gibt den Preis zurück.
    */
    public double getPrice() {
        return price;
    }
    /**
```

```
    * @param price Der festzulegende Preis.
    */
    public void setPrice(double price) {
        this.price = price;
    }
    /**
    * @return Gibt den serialNumber-Wert zurück.
    */
    public int getSerialNumber() {
        return serialNumber;
    }
    /**
    * @param serialNumber Der festzulegende serialNumber-Wert.
    */
    public void setSerialNumber(int serialNumber) {
        this.serialNumber = serialNumber;
    }
    /**
    * @return Gibt das Ticket zurück.
    */
    public String getTicket() {
        return ticket;
    }
    /**
    * @param ticket Das festzulegende Ticket.
    */
    public void setTicket(String ticket) {
        this.ticket = ticket;
    }
    /**
    * @return Gibt die Firma zurück.
    */
    public String getCompany() {
        return company;
    }
    /**
    * @param company Die festzulegende Firma.
    */
    public void setCompany(String company) {
        this.company = company;
    }
    //clone
    public Object clone() throws CloneNotSupportedException
    {
        return super.clone();
    }
}
```

Sie können eine angepasste ObjectTransformer-Klasse für die Klasse "Stock" schreiben:

```
/**
* Angepasste Implementierung des ObjectGrid-ObjectTransformer-Plug-ins für Stock-Objekt
*
*/
public class MyStockObjectTransformer implements ObjectTransformer {
/* (keine Javadoc)
* @see
* com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.ObjectTransformer#serializeKey
* (java.lang.Object,
* java.io.ObjectOutputStream)
*/
public void serializeKey(Object key, ObjectOutputStream stream) throws IOException {
    String ticket= (String) key;
    stream.writeUTF(ticket);
}

/* (keine Javadoc)
* @see com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.
ObjectTransformer#serializeValue(java.lang.Object,
java.io.ObjectOutputStream)
*/
public void serializeValue(Object value, ObjectOutputStream stream) throws IOException {
    Stock stock= (Stock) value;
    stream.writeUTF(stock.getTicket());
    stream.writeUTF(stock.getCompany());
    stream.writeUTF(stock.getDescription());
    stream.writeDouble(stock.getPrice());
    stream.writeLong(stock.getLastTransactionTime());
    stream.writeInt(stock.getSerialNumber());
}

/* (keine Javadoc)
```

```
* @see com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.
ObjectTransformer#inflateKey(java.io.ObjectInputStream)
*/
public Object inflateKey(ObjectInputStream stream) throws IOException, ClassNotFoundException {
    String ticket=stream.readUTF();
    return ticket;
}

/* (keine Javadoc)
* @see com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.
ObjectTransformer#inflateValue(java.io.ObjectInputStream)
*/

public Object inflateValue(ObjectInputStream stream) throws IOException, ClassNotFoundException {
    Stock stock=new Stock();
    stock.setTicket(stream.readUTF());
    stock.setCompany(stream.readUTF());
    stock.setDescription(stream.readUTF());
    stock.setPrice(stream.readDouble());
    stock.setLastTransactionTime(stream.readLong());
    stock.setSerialNumber(stream.readInt());
    return stock;
}

/* (keine Javadoc)
* @see com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.
ObjectTransformer#copyValue(java.lang.Object)
*/
public Object copyValue(Object value) {
    Stock stock = (Stock) value;
    try {
        return stock.clone();
    }
    catch (CloneNotSupportedException e)
    {
        // Ausnahmenachricht anzeigen    }
}

/* (keine Javadoc)
* @see com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.
ObjectTransformer#copyKey(java.lang.Object)
*/
public Object copyKey(Object key) {
    String ticket=(String) key;
    String ticketCopy= new String (ticket);
    return ticketCopy;
}
}
```

Integrieren Sie anschließend diese angepasste Klasse "MyStockObjectTransformer" in die BackingMap:

```
ObjectGridManager ogf=ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager();
ObjectGrid og = ogf.getObjectGrid("NYSE");
BackingMap bm = og.defineMap("NYSEStocks");
MyStockObjectTransformer ot = new MyStockObjectTransformer();
bm.setObjectTransformer(ot);
```

Serialisierungsleistung

WebSphere eXtreme Scale verwendet mehrere Java-Prozesse, in denen Daten gespeichert werden. Diese Prozesse serialisieren die Daten, d. h., sie konvertieren die Daten (die das Format von Java-Objektinstanzen haben) in Bytes und bei Bedarf zurück in Objekte, um die Daten zwischen Client- und Serverprozessen zu verschieben. Das Marshaling der Daten ist die kostenintensivste Operation und muss vom Anwendungsentwickler beim Design des Schemas, bei der Konfiguration des Grids und bei der Interaktion mit den Datenzugriffs-APIs berücksichtigt werden.

Die Java-Standardserialisierungs- und -Kopierroutinen sind relativ langsam und können in einem typischen Setup 60 bis 70 Prozent des Prozessors belegen. In den folgenden Abschnitten sind Möglichkeiten zur Verbesserung der Serialisierungsleistung beschrieben.

ObjectTransformer für jede BackingMap schreiben

Ein ObjectTransformer kann einer BackingMap zugeordnet werden. Ihre Anwendung kann eine Klasse haben, die die Schnittstelle "ObjectTransformer" implementiert und Implementierungen für die folgenden Operationen bereitstellt:

- Werte kopieren
- Schlüssel in und aus Datenströmen serialisieren und dekomprimieren
- Werte in und aus Datenströmen serialisieren und dekomprimieren

Die Anwendung muss keine Schlüssel kopieren, weil Schlüssel als unveränderlich betrachtet werden.

Weitere Informationen finden Sie unter Plug-ins für das Serialisieren und Kopieren zwischengespeicherter Objekte und unter Bewährte Verfahren für die Schnittstelle "ObjectTransformer".

Anmerkung: Die Schnittstelle "ObjectTransformer" wird nur aufgerufen, wenn das ObjectGrid die Daten kennt, die umgesetzt werden sollen. Werden beispielsweise DataGrid-API-Agenten verwendet, müssen die Agenten selbst sowie die Daten der Agenteninstanzen und Daten, die vom Agenten zurückgegeben werden, mit Hilfe angepasster Serialisierungstechniken optimiert werden. Die Schnittstelle "ObjectTransformer" wird nicht für DataGrid-API-Agenten aufgerufen.

Entitäten verwenden

Wenn Sie die EntityManager-API mit Entitäten verwenden, speichert das ObjectGrid die Entitätsobjekte nicht direkt in den BackingMaps. Die EntityManager-API konvertiert die Entitätsobjekte in Tupelobjekte. Weitere Informationen finden Sie Weitere Informationen finden Sie im Abschnitt zur Verwendung eines Loaders mit Entitäts-Maps und Tupeln im *Programmierhandbuch*. Entitäts-Maps werden automatisch einem hoch optimierten ObjectTransformer zugeordnet. Jedesmal, wenn die API "ObjectMap" oder die API "EntityManager" für die Interaktion mit Entitäts-Maps verwendet wird, wird der ObjectTransformer der Entität aufgerufen.

Angepasste Serialisierung

Es gibt einige Fälle, in denen Objekte für die Verwendung einer angepassten Serialisierung geändert werden müssen, z. B. durch Implementierung der Schnittstelle "java.io.Externalizable" oder durch Implementierung der Methoden "writeObject" und "readObject" für Klassen, die die Schnittstelle "java.io.Serializable" implementieren. Sie müssen angepasste Serialisierungstechniken verwenden, wenn die Objekte mit anderen Mechanismen als den Methoden der API "ObjectGrid" oder "EntityManager" serialisiert werden.

Wenn Objekte oder Entitäten beispielsweise als Instanzdaten in einem DataGrid-API-Agenten gespeichert werden oder wenn der Agent Objekte oder Entitäten zurückgibt, werden diese Objekte nicht mit einem ObjectTransformer umgesetzt. Der Agent verwendet jedoch automatisch den ObjectTransformer, wenn Sie die Schnittstelle `EntityMixin` verwenden. Weitere Einzelheiten finden Sie in der Dokumentation zu DataGrid-Agenten und entitätsbasierten Maps.

Bytefeldgruppen

Verwenden Sie API "ObjectMap" oder "DataGrid", werden die Schlüssel- und Wertobjekte serialisiert, wenn der Client mit dem Grid interagiert oder wenn die Objekte repliziert werden. Um die Kosten für die Serialisierung zu vermeiden, können Sie Bytefeldgruppen an Stelle von Java-Objekten verwenden. Bytefeldgruppen können wesentlich kostengünstiger im Hauptspeicher gespeichert werden, da das JDK für die Garbage-Collection weniger Objekte durchsuchen muss und die Objekte ausschließlich bei Bedarf dekomprimiert werden können. Bytefeldgruppen können

nur verwendet werden, wenn Sie keinen Zugriff auf die Objekte über Abfragen oder Indizes benötigen. Da die Daten in Form von Bytes gespeichert werden, kann der Zugriff auf die Daten nur über ihren Schüssel erfolgen.

WebSphere eXtreme Scale kann Daten automatisch als Bytefeldgruppen speichern, wenn die Konfigurationsoption "CopyMode.COPY_TO_BYTES" für die Map verwendet wird. Die Speicherung kann aber aber auch manuell vom Client vorgenommen werden. Diese Option speichert die Daten effizient im Speicher und kann die Objekte in der Bytefeldgruppe auch automatisch dekomprimieren, damit sie bei Bedarf für Abfragen und Indizes verwendet werden können.

Bewährte Verfahren für die Schnittstelle "ObjectTransformer"

Die Schnittstelle "ObjectTransformer" verwendet Callbacks objects die Anwendung, um angepasste Implementierungen gängiger und kostenintensiver Operationen, wie z. B. Objektserialisierung und tiefe Kopien von Objekten, zu unterstützen.

Übersicht

Einzelheiten zur Schnittstelle "ObjectTransformer" finden Sie im Abschnitt „ObjectTransformer-Plug-in” auf Seite 232. Aus Leistungsgründen, und wie auch aus den Informationen zur Methode "CopyMode" im Abschnitt zu den bewährten Verfahren für die Methode "CopyMode" hervorgeht, kopiert eXtreme Scale die Werten in allen Fällen außer bei der Verwendung des Modus NO_COPY. Der Standardkopiermechanismus, der in eXtreme Scale eingesetzt wird, ist die Serialisierung, die bekanntermaßen eine kostenintensive Operation ist. In dieser Situation kommt die Schnittstelle "ObjectTransformer" zur Anwendung. Die Schnittstelle "ObjectTransformer" verwendet Callbacks an die Anwendung, um eine angepasste Implementierung gängiger und kostenintensiver Operationen, wie z. B. Objektserialisierung und tiefe Kopien für Objekte, zu unterstützen.

Eine Anwendung kann eine Implementierung der Schnittstelle "ObjectTransformer" für eine Map bereitstellen. eXtreme Scale delegiert die Arbeit dann an die Methoden in diesem Objekt und verlässt sich darauf, dass die Anwendung eine optimierte Version jeder Methode in der Schnittstelle bereitstellt. Im Folgenden sehen Sie die Schnittstelle "ObjectTransformer":

```
public interface ObjectTransformer {
    void serializeKey(Object key, ObjectOutputStream stream) throws IOException;
    void serializeValue(Object value, ObjectOutputStream stream) throws IOException;
    Object inflateKey(ObjectInputStream stream) throws IOException, ClassNotFoundException;
    Object inflateValue(ObjectInputStream stream) throws IOException, ClassNotFoundException;
    Object copyValue(Object value);
    Object copyKey(Object key);
}
```

Über den folgenden Beispielcode können Sie einer BackingMap eine Schnittstelle "ObjectTransformer" zuordnen:

```
ObjectGrid g = ...;
BackingMap bm = g.defineMap("PERSON");
MyObjectTransformer ot = new MyObjectTransformer();
bm.setObjectTransformer(ot);
```

Objektserialisierung und -dekomprimierung optimieren

Die Objektserialisierung ist gewöhnlich der wichtigste Leistungsaspekt in eXtreme Scale. Sie verwendet den Standardmechanismus "Serializable", wenn kein ObjectTransformer-Plug-in von der Anwendung angegeben wird. Eine Anwendung kann Implementierungen der Serializable-Methoden "readObject" und "writeObject" bereitstellen oder von den Objekten die Schnittstelle "Externalizable" implementieren lassen, die ungefähr zehn Mal schneller ist. Wenn die Objekte in der Map nicht ge-

ändert werden können, kann eine Anwendung der ObjectMap eine Schnittstelle "ObjectTransformer" zuordnen. Die Methoden "serialize" und "inflate" werden bereitgestellt, um der Anwendung die Bereitstellung angepassten Codes für die Optimierung dieser Operationen bereitzustellen, da ihr Leistungseinfluss auf das System sehr hoch ist. Die Methode "serialize" serialisiert das Objekt in den bereitgestellten Datenstrom. Die Methode "inflate" liefert den Eingabedatenstrom und erwartet von der Anwendung, dass diese das Objekt erstellt, das Objekt anhand der Daten im Datenstrom dekomprimiert und das Objekt dann zurückgibt. Implementierungen der Methoden "serialize" und "inflate" müssen einander spiegeln.

Operationen für tiefe Kopien optimieren

Wenn eine Anwendung ein Objekt von einer ObjectMap empfängt, führt eXtreme Scale eine tiefe Kopie des Objektwerts durch, um sicherzustellen, dass die Datenintegrität der Kopie in der BaseMap-Map gewahrt bleibt. Anschließend kann die Anwendung den Objektwert beruhigt ändern. Beim Festschreiben der Transaktion wird die Kopie des Objektwerts in der BaseMap-Map in den neuen, geänderten Wert aktualisiert, und die Anwendung verwendet diesen Wert von diesem Zeitpunkt an nicht mehr. Sie hätten das Objekt in der Festschreibungsphase erneut kopieren können, um eine private Kopie zu erstellen, aber in diesem Fall wurden die Leistungskosten dieser Transaktion gegen die Anweisung an den Anwendungsprogrammierer, den Wert nach der Transaktionsfestschreibung nicht zu verwenden, abgewogen. Der Standard-ObjectTransformer versucht, einen Klon oder eine Kombination der Methoden "serialize" und "inflate" zu verwenden, um eine Kopie zu generieren. Die Kombination der Methoden "serialize" und "inflate" ist das Szenario mit der schlechtesten Leistung. Wenn bei der Profilerstellung festgestellt wird, dass die Ausführung der Methoden "serialize" und "inflate" ein Problem für Ihre Anwendung darstellen, schreiben Sie eine entsprechende Methode "clone", um eine tiefe Kopie zu erstellen. Wenn Sie die Klasse nicht ändern können, erstellen Sie ein angepasstes ObjectTransformer-Plug-in, und implementieren Sie weitere effiziente copyValue- und copyKey-Methoden.

Plug-ins für die Versionssteuerung und den Vergleich von Cacheobjekten

Verwenden Sie das OptimisticCallback-Plug-in, um Versionssteuerungs- und Vergleichsoperationen für Cacheobjekte anzupassen, wenn Sie die optimistische Sperrstrategie verwenden.

Sie können ein Plug-in-fähiges optimistisches Callback-Objekt bereitstellen, das die Schnittstelle "com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.OptimisticCallback" implementiert. Für Entitäts-Maps wird automatisch ein OptimisticCallback-Plug-in mit hoher Leistung konfiguriert.

Zweck

Verwenden Sie die Schnittstelle "OptimisticCallback" für die Unterstützung optimistischer Vergleichsoperationen für die Werte einer Map. Ein OptimisticCallback-Plug-in ist erforderlich, wenn Sie die optimistische Sperrstrategie verwenden. Das Produkt stellt eine Standardimplementierung der Schnittstelle "OptimisticCallback" bereit. Gewöhnlich muss die Anwendung eine eigene Implementierung der Schnittstelle "OptimisticCallback" integrieren.

Standardimplementierung

Das eXtreme-Scale-Framework stellt eine Standardimplementierung der Schnittstelle "OptimisticCallback" bereit, die verwendet wird, wenn die Anwendung kein anwendungsdefiniertes OptimisticCallback-Objekt bereitstellt. Die Standardimplementierung gibt immer den Sonderwert NULL_OPTIMISTIC_VERSION als Versionsobjekt für den Wert zurück und aktualisiert das Versionsobjekt nie. Diese Aktion macht einen optimistischen Vergleich zu einer Funktion mit "Nulloperation". In den meisten Fällen ist die Funktion mit "Nulloperation" nicht angebracht, wenn die optimistische Sperrstrategie verwendet wird. Ihre Anwendungen müssen die Schnittstelle "OptimisticCallback" implementieren und eigene OptimisticCallback-Implementierungen integrieren, damit die Standardimplementierung nicht verwendet wird. Es gibt jedoch mindestens ein Szenario, in dem die bereitgestellte OptimisticCallback-Standardimplementierung hilfreich ist. Stellen Sie sich die folgende Situation vor:

- Es wird ein Loader (Ladeprogramm) für die BackingMap integriert.
- Der Loader weiß ohne Hilfe eines OptimisticCallback-Plug-ins, wie der optimistische Vergleich durchgeführt wird.

Wie kann der Loader nun ohne Hilfe eines OptimisticCallback-Objekts die optimistische Versionssteuerung durchführen? Der Loader kennt das Wertobjekt für die Klasse und weiß, welches Feld des Wertobjekts als Wert für die optimistische Versionssteuerung verwendet wird. Angenommen, die folgende Schnittstelle wird für das Wertobjekt der Map "Employee" verwendet:

```
public interface Employee
{
    // Für die optimistische Versionssteuerung verwendete Folgenummer.
    public long getSequenceNumber();
    public void setSequenceNumber(long newSequenceNumber);
    // Weitere get/set-Methoden für andere Felder des Employee-Objekts.
}
```

In diesem Beispiel weiß der Loader, dass er die Methode "getSequenceNumber" verwenden kann, um die aktuellen Versionsinformationen für ein Employee-Wertobjekt abzurufen. Der Loader erhöht den zurückgegebenen Wert um eins, um eine neue Versionsnummer zu generieren, bevor er den persistenten Speicher mit dem neuen Employee-Wert aktualisiert. Für einen JDBC-Loader (Java Database Connectivity) wird die aktuelle Folgenummer in der WHERE-Klausel einer überqualifizierten SQL-Anweisung "UPDATE" verwendet. Der Loader verwendet die neu generierte Folgenummer, um die Folgenummernspalte auf den neuen Folgenummernwert zu setzen. Eine weitere Möglichkeit ist die, dass der Loader eine vom Back-End bereitgestellte Funktion verwendet, die eine verdeckte Spalte, die für die optimistische Versionssteuerung verwendet werden kann, automatisch aktualisiert.

In manchen Fällen kann unter Umständen eine gespeicherte Prozedur oder ein Trigger verwendet werden, um eine Spalte zu verwalten, die Informationen zur Versionssteuerung enthält. Wenn der Loader eine dieser Techniken für die Verwaltung der Informationen zur optimistischen Versionssteuerung verwendet, muss die Anwendung keine eigene OptimisticCallback-Implementierung bereitstellen. Die OptimisticCallback-Standardimplementierung kann in diesem Szenario verwendet werden, weil der Loader die optimistische Versioningssteuerung ohne Hilfe eines OptimisticCallback-Objekts durchführen kann.

Standardimplementierung für Entitäten

Entitäten werden im ObjectGrid mit Hilfe von Tupelobjekten gespeichert. Die OptimisticCallback-Standardimplementierung gleicht dem Verhalten bei Maps, die keine Entitäts-Maps sind. Das Versionsfeld in der Entität wird jedoch mit der Annotation "@Version" bzw. dem Versionsattribut in der XML-Deskriptordatei der Entität angegeben.

Die gültigen Datentypen für das Versionsattribut sind int, Integer, short, Short, long, Long und java.sql.Timestamp. Für eine Entität darf nur ein einziges Versionsattribut definiert werden. Das Versionsattribut darf nur während der Erstellung definiert werden. Sobald die Entität als persistent definiert wird, darf der Wert des Versionsattributs nicht mehr geändert werden.

Wenn kein Versionsattribut konfiguriert ist und die optimistische Sperrstrategie verwendet wird, wird das vollständige Tupel implizit über den Status des Tupels versionsgesteuert, was sehr viel kostenintensiver ist.

Im folgenden Beispiel hat die Entität "Employee" ein Versionsattribut mit dem Namen "SequenceNumber" und dem Typ "long":

```
@Entity
public class Employee
{
private long sequence;
    // Für die optimistische Versionssteuerung verwendete Folgenummer.
    @Version
    public long getSequenceNumber() {
        return sequence;
    }
    public void setSequenceNumber(long newSequenceNumber) {
        this.sequence = newSequenceNumber;
    }
    // Weitere get/set-Methoden für andere Felder des Employee-Objekts.
}
```

OptimisticCallback-Plug-in schreiben

Ein OptimisticCallback-Plug-in muss die Schnittstelle "OptimisticCallback" implementieren und die folgenden Konventionen für ObjectGrid-Plug-ins einhalten. Weitere Informationen finden Sie inder Dokumentation zur Schnittstelle "OptimisticCallback" in der API-Dokumentation.

Die folgende Liste enthält Beschreibungen und Hinweise für alle Methoden in der Schnittstelle "OptimisticCallback":

NULL_OPTIMISTIC_VERSION

Dieser Sonderwert wird von der Methode "getVersionedObjectForValue" zurückgegeben, wenn die OptimisticCallback-Implementierung keine Versionsprüfung erfordert. Die integrierte Plug-in-Implementierung der Klasse "com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.builtins.NoVersioningOptimisticCallback" verwendet diesen Wert, weil die Versionssteuerung inaktiviert ist, wenn Sie diese Plug-in-Implementierung angeben.

Methode "getVersionedObjectForValue"

Die Methode "getVersionedObjectForValue" kann eine Kopie des Werts oder ein Attribut des Werts zurückgeben, das für Versionssteuerungszwecke verwendet wer-

den kann. Diese Methode wird aufgerufen, wenn ein Objekt einer Transaktion zugeordnet wird. Wenn in eine BackingMap kein Loader integriert ist, verwendet die BackingMap diesen Wert während der Festschreibung, um einen optimistischen Versionsvergleich durchzuführen. Der optimistische Versionsvergleich wird von der BackingMap verwendet, um sicherzustellen, dass die Version des Map-Eintrags seit dem ersten Zugriff der Transaktion, die den Map-Eintrag geändert hat, nicht geändert wurde. Wenn eine andere Transaktion die Version für diesen Map-Eintrag bereits geändert hat, schlägt der Versionsvergleich fehl, und die BackingMap zeigt eine Ausnahme des Typs "OptimisticCollisionException" an, um eine Rollback-Operation für die Transaktion zu erzwingen. Wenn ein Loader integriert ist, verwendet die BackingMap die Informationen für die optimistische Versionssteuerung nicht. Stattdessen ist der Loader für die Durchführung der optimistischen Versionssteuerung und die Aktualisierung der Versionssteuerungsinformationen zuständig, sofern dies erforderlich ist. Der Loader ruft gewöhnlich das erste Versionssteuerungsobjekt von dem LogElement-Objekt ab, das an die Methode "batchUpdate" im Loader übergeben wurde, die aufgerufen wird, wenn eine Flush-Operation durchgeführt oder eine Transaktion festgeschrieben wird.

Der folgende Code zeigt die vom EmployeeOptimisticCallbackImpl-Objekt verwendete Implementierung:

```
public Object getVersionedObjectForValue(Object value)
{
    if (value == null)
    {
                return null;
    }
    else
    {
        Employee emp = (Employee) value;
        return new Long( emp.getSequenceNumber() );
    }
}
```

Wie im vorherigen Beispiel gezeigt, wird das Attribut "sequenceNumber" in einem vom Loader erwarteten Objekt des Typs "java.lang.Long" zurückgegeben. Dies impliziert, dass die Person, die den Loader geschrieben hat, auch die EmployeeOptimisticCallbackImpl-Implementierung geschrieben hat bzw. eng mit der Person zusammengearbeitet hat, die EmployeeOptimisticCallbackImpl implementiert hat, z. B. mit dieser Person den von der Methode "getVersionedObjectForValue" zurückgegebenen Wert vereinbart hat. Das OptimisticCallback-Standard-Plug-in gibt den Sonderwert NULL_OPTIMISTIC_VERSION als Versionsobjekt zurück.

Methode "updateVersionedObjectForValue"

Diese Methode wird aufgerufen, wenn eine Transaktion einen Wert aktualisiert hat und ein neues versionsgesteuertes Objekt erforderlich ist. Wenn die Methode "getVersionedObjectForValue" ein Attribut des Werts zurückgibt, aktualisiert diese Methode gewöhnlich den Attributwert mit einem neuen Versionsobjekt. Wenn die Methode " getVersionedObjectForValue" eine Kopie des Werts zurückgibt, führt diese Methode gewöhnlich keine Aktionen aus. Das OptimisticCallback-Standard-Plug-in führt keine Aktionen mit dieser Methode aus, da die Standardimplementierung von getVersionedObjectForValue immer den Sonderwert NULL_OPTIMISTIC_VERSION als Versionsobjekt zurückgibt. Der folgende Beispielcode zeigt die vom EmployeeOptimisticCallbackImpl-Objekt im Abschnitt "OptimisticCallback" verwendete Implementierung:

```
public void updateVersionedObjectForValue(Object value)
{
    if ( value != null )
```

```
    {
        Employee emp = (Employee) value;
        long next = emp.getSequenceNumber() + 1;
        emp.updateSequenceNumber( next );
    }
}
```

Wie im vorherigen Beispiel gezeigt, wird das Attribut "sequenceNumber" um eins erhöht, so dass beim nächsten Aufruf der Methode "getVersionedObjectForValue" der zurückgegebene Wert vom Typ "java.lang.Long" einen langen Wert hat, der dem ursprünglichen Folgenummernwert plus eins entspricht, z. B. dem nächsten Versionswert für diese Employee-Instanz. Dieses Beispiel impliziert, dass die Person, die den Loader geschrieben hat, auch die EmployeeOptimisticCallbackImpl-Implementierung geschrieben hat bzw. eng mit der Person zusammengearbeitet hat, die EmployeeOptimisticCallbackImpl implementiert hat.

Methode "serializeVersionedValue"

Diese Methode schreibt den versionsgesteuerten Wert in den angegebenen Datenstrom. Je nach Implementierung kann der versionsgesteuerte Wert verwendet werden, um optimistische Aktualisierungskollisionen zu identifizieren. In einigen Implementierungen ist der versionsgesteuerte Wert eine Kopie des ursprünglichen Werts. Andere Implementierungen können eine Folgenummer oder ein anderes Objekt haben, um die Version des Werts anzugeben. Da die tatsächliche Implementierung nicht bekannt ist, wird diese Methode bereitgestellt, damit die richtige Serialisierung durchgeführt werden kann. Die Standardimplementierung ruft die Methode "writeObject" auf.

Methode "inflateVersionedValue"

Diese Methode akzeptiert die serialisierte Version des versionsgesteuerten Werts und gibt das tatsächliche versionsgesteuerte Wertobjekt zurück. Je nach Implementierung kann der versionsgesteuerte Wert verwendet werden, um optimistische Aktualisierungskollisionen zu identifizieren. In einigen Implementierungen ist der versionsgesteuerte Wert eine Kopie des ursprünglichen Werts. Andere Implementierungen können eine Folgenummer oder ein anderes Objekt haben, um die Version des Werts anzugeben. Da die tatsächliche Implementierung nicht bekannt ist, wird diese Methode bereitgestellt, damit die richtige Entserialisierung durchgeführt werden kann. Die Standardimplementierung ruft die Methode "readObject" auf.

Anwendungsdefiniertes OptimisticCallback-Objekt verwenden

Sie können zum Hinzufügen eines anwendungsdefinierten OptimisticCallback-Objekts zur BackingMap-Konfiguration zwischen zwei Ansätzen wählen: der XML-Konfiguration und der programmgesteuerten Konfiguration.

OptimisticCallback-Objekt durch XML-Konfiguration integrieren

Die Anwendung kann eine XML-Datei verwenden, um ihr OptimisticCallback-Objekt zu integrieren, wie im folgenden Beispiel gezeigt wird:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<objectGridConfig xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
 xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/objectgrid/config ../objectGrid.xsd"
 xmlns="http://ibm.com/ws/objectgrid/config">
<objectGrids>
    <objectGrid name="grid1">
        <backingMap name="employees" pluginCollectionRef="employees" lockStrategy="OPTIMISTIC" />
    </objectGrid>
</objectGrids>

<backingMapPluginCollections>
```

```
    <backingMapPluginCollection id="employees">
        <bean id="OptimisticCallback" className="com.xyz.EmployeeOptimisticCallbackImpl" />
    </backingMapPluginCollection>
</backingMapPluginCollections>
</objectGridConfig>
```

OptimisticCallback-Objekt über das Programm integrieren

Das folgende Beispiel veranschaulicht, wie eine Anwendung über das Programm ein OptimisticCallback-Objekt für die BackingMap "Employee" in der lokalen ObjectGrid-Instanz "grid1" integriert:

```
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridManagerFactory;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridManager;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGrid;
import com.ibm.websphere.objectgrid.BackingMap;
ObjectGridManager ogManager = ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager();
ObjectGrid og = ogManager.createObjectGrid( "grid1" );
BackingMap bm = dg.defineMap("employees");
EmployeeOptimisticCallbackImpl cb = new EmployeeOptimisticCallbackImpl();
bm.setOptimisticCallback( cb );
```

Plug-ins für die Bereitstellung von Ereignis-Listenern

Sie können die ObjectGridEventListener- und MapEventListener-Plug-ins verwenden, um Benachrichtigungen für verschiedene Ereignisse im eXtreme-Scale-Cache zu konfigurieren. Listener-Plug-ins werden wie andere eXtreme-Scale-Plug-ins bei einer ObjectGrid- oder BackingMap-Instanz registriert und fügen Integrations- und Anpassungspunkte für Anwendung und Cacheprovider hinzu.

ObjectGridEventListener-Plug-in

Ein ObjectGridEventListener-Plug-in stellt eXtreme-Scale-Lebenszyklusereignisse für die ObjectGrid-Instanz, Shards und Transaktionen bereit. Verwenden Sie das ObjectGridEventListener-Plug-in, um Benachrichtigungen zu empfangen, wenn wichtige Ereignisse in einem ObjectGrid eintreten. Zu diesen Ereignissen gehören die Initialisierung von ObjectGrid, der Beginn einer Transaktion, das Ende einer Transaktion und das Löschen eines ObjectGrids. Wenn Sie diese Ereignisse empfangen möchten, erstellen Sie eine Klasse, die die Schnittstelle "ObjectGridEventListener" implementiert, und fügen Sie sie eXtreme Scale hinzu.

Weitere Informationen zum Schreiben eines ObjectGridEventListener-Plug-ins finden Sie im Abschnitt „ObjectGridEventListener-Plug-in” auf Seite 246. Auch in der API-Dokumentation finden Sie weitere Informationen.

ObjectGridEventListener-Instanzen hinzufügen und entfernen

Ein ObjectGrid kann mehrere ObjectGridEventListener-Listener haben. Verwenden Sie zum Hinzufügen und Entfernen der Listener die Methoden "addEventListener", "setEventListeners" und "removeEventListener" in der Schnittstelle "ObjectGrid". Sie können ObjectGridEventListener-Plug-ins auch deklarativ mit der ObjectGrid-Deskriptordatei registrieren. Diesbezügliche Beispiele finden Sie im Abschnitt „ObjectGridEventListener-Plug-in” auf Seite 246.

MapEventListener-Plug-in

Ein MapEventListener-Plug-in stellt Callback-Benachrichtigungen und Benachrichtigungen über wichtige Cachestatusänderungen, die für eine BackingMap-Instanz eintreten, bereit. Einzelheiten zum Schreiben eines MapEventListener-Plug-ins fin-

den Sie im Abschnitt „MapEventListener-Plug-in". Weitere Informationen finden Sie auch in der API-Dokumentation.

MapEventListener-Instanzen hinzufügen und entfernen

eXtreme Scale kann mehrere MapEventListener-Listener haben. Verwenden Sie zum Hinzufügen und Entfernen von Listenern die Methoden "addMapEventListener", "setMapEventListeners" und "removeMapEventListener" in der Schnittstelle "BackingMap". Sie können MapEventListener-Listener auch deklarativ mit der ObjectGrid-Deskriptordatei registrieren. Diesbezügliche Beispiele finden Sie im Abschnitt „MapEventListener-Plug-in".

MapEventListener-Plug-in

Ein MapEventListener-Plug-in stellt Callback-Benachrichtigungen und Benachrichtigungen über wichtige Cachestatusänderungen für ein BackingMap-Objekt beim Abschluss des Preload-Prozesses für eine Map oder beim Entfernen eines Eintrags aus der Map bereit. Ein MapEventListener-Plug-in ist eine angepasste Klasse, die Sie durch die Implementierung der Schnittstelle MapEventListener schreiben.

Konventionen für MapEventListener-Plug-ins

Wenn Sie ein MapEventListener-Plug-in entwickeln, müssen Sie allgemeine Plug-in-Konventionen einhalten. Weitere Informationen zu den Plug-in-Konventionen finden Sie im Abschnitt „Einführung in Plug-ins" auf Seite 213. Informationen zu anderen Typen von Listener-Plug-ins finden Sie im Abschnitt „Plug-ins für die Bereitstellung von Ereignis-Listenern" auf Seite 244.

Nachdem Sie eine MapEventListener-Implementierung geschrieben haben, können Sie sie der BackingMap-Konfiguration über das Programm oder über eine XML-Konfiguration hinzufügen.

MapEventListener-Implementierung schreiben

Ihre Anwendung kann eine Implementierung des MapEventListener-Plug-ins enthalten. Das Plug-in muss die Schnittstelle "MapEventListener" implementieren, um wichtige Ereignisse zu einer Map empfangen zu können. Ereignisse werden an das MapEventListener-Plug-in gesendet, wenn ein Eintrag aus der Map entfernt wird oder wenn der Preload-Prozess für eine Map abgeschlossen ist.

MapEventListener-Implementierung über XML integrieren

Eine MapEventListener-Implementierung kann mit XML konfiguriert werden. Die folgende XML muss in der Datei `myGrid.xml` enthalten sein:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<objectGridconfig xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
 xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/objectgrid/config ../objectGrid.xsd"
 xmlns="http://ibm.com/ws/objectgrid/config">
    <objectGrids>
        <objectGrid name="myGrid">
            <backingMap name="myMap" pluginCollectionRef="myPlugins" />
        </objectGrid>
    </objectGrids>
    <backingMapPluginCollections>
        <backingMapPluginCollection id="myPlugins">
            <bean id="MapEventListener" className=
```

```
        "com.company.org.MyMapEventListener" />
         </backingMapPluginCollection>
    </backingMapPluginCollections>
</objectGridConfig>
```

Die Bereitstellung dieser Datei für eine ObjectGridManager-Instanz vereinfacht die Erstellung der Konfiguration. Das folgende Code-Snippet veranschaulicht, wie eine ObjectGrid-Instanz mit dieser XML-Datei erstellt wird. Die neu erstellte ObjectGrid-Instanz hat ein definiertes MapEventListener-Plug-in für die BackingMap "myMap":

```
ObjectGridManager objectGridManager =
 ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager();
ObjectGrid myGrid =
 objectGridManager.createObjectGrid("myGrid", new URL("file:etc/test/myGrid.xml"),
  true, false);
```

MapEventListener-Implementierung programmgesteuert integrieren

Der Klassenname für das angepasste MapEventListener-Plug-in ist com.company.org.MyMapEventListener. Diese Klasse implementiert die Schnittstelle "MapEventListener". Das folgende Code-Snippet erstellt das angepasste MapEventListener-Objekt und fügt es einem BackingMap-Objekt hinzu:

```
ObjectGridManager objectGridManager =
 ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager();
ObjectGrid myGrid = objectGridManager.createObjectGrid("myGrid", false);
BackingMap myMap = myGrid.defineMap("myMap");
MyMapEventListener myListener = new MyMapEventListener();
myMap.addMapEventListener(myListener);
```

ObjectGridEventListener-Plug-in

Ein ObjectGridEventListener-Plug-in stellt Lebenszyklusereignisse von WebSphere eXtreme Scale für das ObjectGrid, Shards und Transaktionen bereit. Ein ObjectGridEventListener-Plug-in stellt Benachrichtigungen bereit, wenn ein ObjectGrid initialisiert oder gelöscht wird und wenn eine Transaktion gestartet oder beendet wird. ObjectGridEventListener-Plug-ins sind angepasste Klassen, die Sie durch die Implementierung der Schnittstelle ObjectGridEventListener schreiben. Die Plug-ins folgen den allgemeinen Konventionen für eXtreme-Scale-Plug-ins und enthalten optional ObjectGridEventGroup-Unterschnittstellen.

Übersicht

Ein ObjectGridEventListener-Plug-in ist hilfreich, wenn ein Loader-Plug-in verfügbar ist und Sie JDBC-Verbindungen (Java Database Connectivity) oder Verbindungen zu einem Back-End herstellen müssen, wenn Transaktionen gestartet und beendet werden. Gewöhnlich werden ein ObjectGridEventListener-Plug-in und ein Loader-Plug-in zusammen geschrieben.

ObjectGridEventListener-Plug-in schreiben

Ein ObjectGridEventListener-Plug-in muss die Schnittstelle "ObjectGridEventListener" implementieren, um Benachrichtigungen über wichtige eXtreme-Scale-Ereignisse empfangen zu können. Wenn Sie zusätzliche Ereignisbenachrichtigungen empfangen möchten, können Sie die folgenden Schnittstellen implementieren. Diese Unterschnittstellen sind in der Schnittstelle "ObjectGridEventGroup" enthalten:

- Schnittstelle "ShardEvents"
- Schnittstelle "ShardLifecycle"
- Schnittstelle "TransactionEvents"

Weitere Informationen zu diesen Schnittstellen finden Sie in der API-Dokumentation.

Shard-Ereignisse

Wenn der Katalogservice primäre Shards und oder Replikat-Shards einer Partition an eine JVM verteilt, wird eine neue ObjectGrid-Instanz in dieser JVM erstellt, die diese Shards aufnimmt. Einige Anwendungen, die Threads in der JVM mit dem primären Shard starten müssen, müssen über diese Ereignisse benachrichtigt werden. Die Schnittstelle "ObjectGridEventGroup.ShardEvents" deklariert die Methoden "shardActivate" und "shardDeactivate". Diese Methoden werden nur aufgerufen, wenn ein Shard als primäres Shard aktiviert wird und wenn das Shard als primäres Shard inaktiviert wird. Diese beiden Ereignisse ermöglichen der Anwendung, zusätzliche Threads zu starten, wenn das Shard ein primäres Shard ist, und die Threads zu stoppen, wenn das Shard wird zu einem Replikat heruntergestuft wird oder wenn das Shard einfach außer Betrieb genommen wird.

Eine Anwendung kann feststellen, welche Partition aktiviert wurde, indem Sie mit der Methode "ObjectGrid#getMap" eine bestimmte BackingMap in der ObjectGrid-Referenz sucht, die an die Methode "shardActivate" übergeben wurde. Die Anwendung kann die Partitionsnummer dann mit Hilfe der Methode "BackingMap#getPartitionId()" anzeigen. Die Partitionen sind von 0 bis zur Anzahl der Partitionen im Implementierungsdeskriptor minus eins nummeriert.

Lebenszyklusereignisse für Shards

Ereignisse der Methoden "ObjectGridEventListener.initialize" und "ObjectGridEventListener.destroy" werden über die Schnittstelle "ObjectGridEventGroup.ShardLifecycle" bereitgestellt.

Transaktionsereignisse

Ereignisse der Methoden "ObjectGridEventListener.transactionBegin" und "ObjectGridEventListener.transactionEnd" werden über die Schnittstelle "ObjectGridEventGroup.TransactionEvents" bereitgestellt.

Vorteile dieses Ansatzes

Wenn ein ObjectGridEventListener-Plug-in die Schnittstellen "ObjectGridEventListener" und "ShardLifecycle" implementiert, sind die Lebenszyklusereignisse für Shards die einzigen Ereignisse, die dem Listener zugestellt werden. Nach der Implementierung der neuen inneren ObjectGridEventGroup-Schnittstellen, stellt diese eXtreme-Scale-Instanz nur diese speziellen Ereignisse über die neuen Schnittstellen bereit. Mit diesem Implementierungscode wird die Abwärtskompatibilität gewährleistet. Wenn Sie die neuen inneren Schnittstellen verwenden, können jetzt nur die speziellen Ereignisse empfangen werden, die benötigt werden.

ObjectGridEventListener-Plug-in verwenden

Wenn Sie ein angepasstes ObjectGridEventListener-Plug-in verwenden möchten, müssen Sie zuerst eine Klasse erstellen, die die Schnittstelle "ObjectGridEventListener" und alle optionalen ObjectGridEventGroup-Unterschnittstellen implementiert. Fügen Sie einen angepassten Listener einem ObjectGrid hinzu, um Benachrichtigungen über wichtige Ereignisse zu empfangen. Sie können beim Hinzufügen ei-

nes ObjectGridEventListener-Plug-ins zur eXtreme-Scale-Konfiguration zwischen zwei Methoden wählen: programmgesteuerte Konfiguration und XML-Konfiguration.

ObjectGridEventListener-Plug-in programmgesteuert konfigurieren

Angenommen, der Klassenname des Ereignis-Listeners eXtreme Scale ist com.company.org.MyObjectGridEventListener. Diese Klasse implementiert die Schnittstelle "ObjectGridEventListener". Das folgende Code-Snippet erstellt einen angepassten ObjectGridEventListener und fügt ihn einem ObjectGrid hinzu.

```
ObjectGridManager objectGridManager = ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager();
ObjectGrid myGrid = objectGridManager.createObjectGrid("myGrid", false);
MyObjectGridEventListener myListener = new MyObjectGridEventListener();
myGrid.addEventListener(myListener);
```

ObjectGridEventListener-Plug-in mit XML konfigurieren

Sie können ein ObjectGridEventListener-Plug-in auch mit XML konfigurieren. Die folgende XML erstellt eine Konfiguration, die dem zuvor beschriebenen ObjectGrid-Ereignis-Listener entspricht, der über das Programm erstellt wird: Der folgende Text muss in der Datei `myGrid.xml` enthalten sein:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<objectGridConfig xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
 xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/objectgrid/config ../objectGrid.xsd"
 xmlns="http://ibm.com/ws/objectgrid/config">
    <objectGrids>
        <objectGrid name="myGrid">
            <bean id="ObjectGridEventListener"
       className="com.company.org.MyObjectGridEventListener" />
            <backingMap name="Book"/>
        </objectGrid>
    </objectGrids>
</objectGridConfig>
```

Beachten Sie, dass die Bean-Deklarationen vor den BackingMap-Deklarationen stehen müssen. Stellen Sie diese Datei dem ObjectGridManager-Plug-in bereit, um die Erstellung der Konfiguration zu vereinfachen. Das folgende Code-Snippet veranschaulicht, wie eine ObjectGrid-Instanz mit dieser XML-Datei erstellt wird. In der erstellten ObjectGrid-Instanz ist ein ObjectGridEventListener-Plug-in für das ObjectGrid "myGrid" definiert.

```
ObjectGridManager objectGridManager = ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager();
ObjectGrid myGrid = objectGridManager.createObjectGrid("myGrid",
 new URL("file:etc/test/myGrid.xml"), true, false);
```

Plug-ins für die angepasste Indexierung von Cacheobjekten

Mit einem MapIndexPlugin-Plug-in oder Index können Sie angepasste Indexierungsstrategien erstellen, die über die integrierten Indizes hinausgehen, die von eXtreme Scale bereitgestellt werden.

Allgemeine Informationen zur Indexierung finden Sie unter Indexierung.

Informationen zur Verwendung der Indexierung finden Sie im Abschnitt „Indexierung für den Datenzugriff ohne Schlüssel verwenden” auf Seite 254.

MapIndexPlugin -Implementierungen müssen die Schnittstelle "MapIndexPlugin verwenden und die allgemeinen eXtreme-Scale-Konventionen für Plug-ins einhalten.

In den folgenden Abschnitten werden einige wichtige Methoden der Schnittstelle "Index" beschrieben.

Methode "setProperties"

Verwenden Sie die Methode "setProperties", um das Index-Plug-in programmgesteuert zu initialisieren. Der an die Methode übergebene Objektparameter "Properties" muss die erforderlichen Konfigurationsdaten enthalten, damit das Index-Plug-in ordnungsgemäß initialisiert werden kann. Die Implementierung der Methode "setProperties" und die Methode "getProperties" sind in einer verteilten Umgebung erforderlich, weil die Konfiguration des Index-Plug-ins zwischen den Client- und Serverprozessen übergeben wird. Es folgt ein Implementierungsbeispiel für diese Methode:

```
setProperties(Properties properties)

// Mustercode für die Methode "setProperties"
    public void setProperties(Properties properties) {
        ivIndexProperties = properties;

        String ivRangeIndexString = properties.getProperty("rangeIndex");
        if (ivRangeIndexString != null && ivRangeIndexString.equals("true")) {
            setRangeIndex(true);
        }
        setName(properties.getProperty("indexName"));
        setAttributeName(properties.getProperty("attributeName"));

        String ivFieldAccessAttributeString = properties.getProperty("fieldAccessAttribute");
        if (ivFieldAccessAttributeString != null && ivFieldAccessAttributeString.equals("true")) {
            setFieldAccessAttribute(true);
        }

        String ivPOJOKeyIndexString = properties.getProperty("POJOKeyIndex");
        if (ivPOJOKeyIndexString != null && ivPOJOKeyIndexString.equals("true")) {
            setPOJOKeyIndex(true);
        }
    }
```

Methode "getProperties"

Die Methode "getProperties" extrahiert die Konfiguration des Index-Plug-ins aus einer MapIndexPlugin-Instanz. Sie können die extrahierten Eigenschaften verwenden, um eine weitere MapIndexPlugin-Instanz mit denselben internen Status zu initialisieren. Die Implementierungen der Methode "getProperties" und der Methode "setProperties" sind in einer verteilten Umgebung erforderlich. Es folgt ein Implementierungsbeispiel für die Methode "getProperties":

```
getProperties()

// Mustercode für die Methode "getProperties"
    public Properties getProperties() {
        Properties p = new Properties();
        p.put("indexName", indexName);
        p.put("attributeName", attributeName);
        p.put("rangeIndex", ivRangeIndex ? "true" : "false");
        p.put("fieldAccessAttribute", ivFieldAccessAttribute ? "true" : "false");
        p.put("POJOKeyIndex", ivPOJOKeyIndex ? "true" : "false");
        return p;
    }
```

Methode "setEntityMetadata"

Die Methode "setEntityMetadata" wird von der Laufzeitumgebung von WebSphere eXtreme Scale während der Initialisierung aufgerufen, um das EntityMetadata-Objekt der zugeordneten BackingMap in der MapIndexPlugin-Instanz zu setzen. Das EntityMetadata-Objekt ist für die Unterstützung der Indexierung von Tupelobjek-

ten erforderlich. Ein Tupel ist eine Datenmenge, die ein Entitätsobjekt oder dessen Schlüssel darstellt. Wenn die BackingMap für eine Entität bestimmt ist, müssen Sie diese Methode implementieren.

Der folgende Mustercode implementiert die Methode "setEntityMetadata":

```
setEntityMetadata(EntityMetadata entityMetadata)

// Mustercode für die Methode "setEntityMetadata"
    public void setEntityMetadata(EntityMetadata entityMetadata) {
        ivEntityMetadata = entityMetadata;
        if (ivEntityMetadata != null) {
            // Die ist eine Tupel-Map
            TupleMetadata valueMetadata = ivEntityMetadata.getValueMetadata();
            int numAttributes = valueMetadata.getNumAttributes();
            for (int i = 0; i < numAttributes; i++) {
                String tupleAttributeName = valueMetadata.getAttribute(i).getName();
                if (attributeName.equals(tupleAttributeName)) {
                    ivTupleValueIndex = i;
                    break;
                }
            }

            if (ivTupleValueIndex == -1) {
                // Das Attribut wurde nicht im Tupelwert gefunden. Versuchen, es im Schlüsseltupel zu finden.
                // Wenn es im Schlüsseltupel vorhanden ist, implizite Schlüsselindexierung nach
                // einem der Schlüsselattribute des Tupels
                TupleMetadata keyMetadata = ivEntityMetadata.getKeyMetadata();
                numAttributes = keyMetadata.getNumAttributes();
                for (int i = 0; i < numAttributes; i++) {
                    String tupleAttributeName = keyMetadata.getAttribute(i).getName();
                    if (attributeName.equals(tupleAttributeName)) {
                        ivTupleValueIndex = i;
                        ivKeyTupleAttributeIndex = true;
                        break;
                    }
                }
            }

            if (ivTupleValueIndex == -1) {
                // Wenn das entityMetadata-Objekt ungleich null ist und
                // attributeName nicht im entityMetadata-Objekt gefunden wird,
                // ist dies ein Fehler.
throw new ObjectGridRuntimeException("Invalid attributeName.  Entity: " +
         ivEntityMetadata.getName());
            }
        }
    }
```

Methoden für Attributnamen

Die Methode "setAttributeName" legt den Namen des zu indexierenden Attributs fest. Die zwischengespeicherte Objektklasse muss die Methode "get" für das indexierte Attribut bereitstellen. Wenn das Objekt beispielsweise ein Attribut "employeeName" oder "EmployeeName" hat, ruft der Index die Methode "getEmployeeName" für das Objekt auf, um den Attributwert zu extrahieren. Der Attributname muss mit dem Namen in der get-Methode identisch sein, und das Attribut muss die Schnittstelle "Comparable" implementieren. Wenn das Attribut ein boolesches Attribut ist, können Sie auch das Methodenmuster "isAttributeName" verwenden.

Die Methode "getAttributeName" gibt den Namen des indexierten Attributs zurück.

Methode "getAttribute"

Die Methode "getAttribute" gibt den Wert des indexierten Attributs aus dem angegebenen Objekt zurück. Wenn ein Employee-Objekt beispielsweise ein Attribut mit dem Namen "employeeName" hat, das indexiert ist, können Sie die Methode "getAttribute" verwenden, um den Wert des Attributs "employeeName" aus dem angegebenen Employee-Objekt zu extrahieren. Diese Methode ist in einer verteilten Umgebung von WebSphere eXtreme Scale erforderlich.

```
getAttribute(Object value)

// Mustercode für die Methode "getAttribute"
```

```
public Object getAttribute(Object value) throws ObjectGridRuntimeException {
    if (ivPOJOKeyIndex) {
        // Bei der Indexierung von POJO-Schlüsseln muss das Attribut nicht aus dem Wertobjekt abgerufen werden.
        // Der Schlüssel selbst ist der zum Erstellen des Index verwendete Attributwert.
                return null;
    }

    try {
        Object attribute = null;
        if (value != null) {
            // Tupelwert bearbeiten, wenn ivTupleValueIndex != -1
            if (ivTupleValueIndex == -1) {
                // regulärer Wert
                if (ivFieldAccessAttribute) {
                    attribute = this.getAttributeField(value).get(value);
                } else {
                    attribute = getAttributeMethod(value).invoke(value, emptyArray);
                }
            } else {
                // Tupelwert
                attribute = extractValueFromTuple(value);
            }
        }
        return attribute;
    } catch (InvocationTargetException e) {
         throw new ObjectGridRuntimeException(
                "Caught unexpected Throwable during index update processing,
       index name = " + indexName + ": " + t,
                t);
    } catch (Throwable t) {
         throw new ObjectGridRuntimeException(
                "Caught unexpected Throwable during index update processing,
      index name = " + indexName + ": " + t,
                t);
    }
}
```

Zusammengesetzter Hash-Index

Der zusammengesetzte Hash-Index verbessert die Abfrageleistung und unterbindet das kostenintensiv Durchsuchen von Maps. Außerdem bietet das Feature der Anwendungsprogrammierschnittstelle "HashIndex" eine komfortable Möglichkeit, zwischengespeicherte Objekte zu suchen, wenn die Suchkriterien sehr viele Attribute enthalten.

Verbesserte Leistung

Ein zusammengesetzter Hash-Index ist eine schnelle und komfortable Methode für das Suchen zwischengespeicherter Objekte mit mehreren Attribute in Suchkriterien. Der zusammengesetzte Index unterstützt Suchoperationen mit vollständiger Attributübereinstimmung, aber keine Bereichssuche.

Anmerkung: Zusammengesetzte Indizes unterstützen den Operator BETWEEN in der ObjectGrid-Abfragesprache nicht, da BETWEEN die Unterstützung von Bereichssuchen voraussetzt. Die Bedingungen "größer als" (>) und "kleiner als" (<) funktionieren nicht, weil sie Bereichsindizes erfordern.

Ein zusammengesetzter Index kann die Leistung von Abfragen verbessern, wenn der entsprechende zusammengesetzte Index für die WHERE-Bedingung verfügbar ist. Das bedeutet, dass der zusammengesetzte Index exakt dieselben Attribute hat, die auch in der WHERE-Bedingung verwendet werden, und eine vollständige Attributübereinstimmung erzielt wird.

Eine Abfrage kann viele Attribute in einer Bedingung enthalten. Sehen Sie sich das folgende Beispiel an:

```
SELECT a FROM Address a WHERE a.city='Rochester' AND a.state='MN' AND
a.zipcode='55901'
```

Ein zusammengesetzter Index kann die Anfrageleistung verbessern, indem das Durchsuchen von Maps oder das Verknüpfen mehrerer Einzelattributindexergebnisse vermieden wird. Wenn in dem Beispiel ein zusammengesetzter Index mit Attributen (city,state,zipcode) definiert wird, kann die Abfragesteuerkomponente den zusammengesetzten Index verwenden, um den Eintrag mit `city='Rochester'`, `state='MN'` und `zipcode='55901'` zu suchen. Sie keinen zusammengesetzten Index und Attributindizes für die Attribute "city", "state" und "zipcode" verwenden, muss die Abfragesteuerkomponente die Map durchsuchen oder mehrere Einzelattributsuchen verknüpfen, was gewöhnlich Kosten und Aufwand verursacht. Außerdem wird bei Abfragen des zusammengesetzten Index nur das Muster mit vollständiger Übereinstimmung unterstützt.

Zusammengesetzten Index konfigurieren

Sie können einen zusammengesetzten Index auf drei Arten konfigurieren: mit XML, über das Programm oder (nur für Entitäts-Maps) mit Entitätsannotationen.

Mit XML

Zum Konfigurieren eines zusammengesetzten Index mit XML müssen Sie Code wie den folgenden in das Element "backingMapPluginCollections" der Konfigurationsdatei einfügen.

Zusammengesetzter Index - Konfigurationsansatz mit XML

```
<bean id="MapIndexPlugin"  className="com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.index.HashIndex">
<property name="Name" type="java.lang.String" value="Address.CityStateZip"/>
<property name="AttributeName" type="java.lang.String" value="city,state,zipcode"/>
</bean>
```

Programmgesteuerte Konfiguration

Der folgende Beispielcode für die programmgesteuerte Konfiguration erstellt denselben zusammengesetzten Index wie der Beispielcode für die XML-Konfiguration.

```
HashIndex mapIndex = new HashIndex();
 mapIndex.setName("Address.CityStateZip");
 mapIndex.setAttributeName(("city,state,zipcode"));
 mapIndex.setRangeIndex(true);

 BackingMap bm = objectGrid.defineMap("mymap");
 bm.addMapIndexPlugin(mapIndex);
```

Die Konfiguration eines zusammengesetzten Index entspricht abgesehen von der Definition des Werts für die Eigenschaft "attributeName" der Konfiguration eines regulären Index mit XML. Bei einem zusammengesetzten Index ist der Wert von "attributeName" eine durch Kommas begrenzte Liste mit Attributen. Die Werteklasse "Address" hat beispielsweise 3 Attribute: city, state und zipcode. Ein zusammengesetzter Index kann mit dem Wert `"city,state,zipcode"` für die Eigenschaft "attributeName" definiert werden. Dieser Wert zeigt an, dass city, state und zipcode in den zusammengesetzten Index eingeschlossen werden sollen.

Beachten Sie auch, dass zusammengesetzte Hash-Indizes keine Bereichssuchen unterstützen und die Eigenschaft "RangeIndex" deshalb nicht auf "true" gesetzt werden kann.

Mit Entitätsannotationen

Für Entitäts-Maps kann der Annotationsansatz zum Definieren eines zusammengesetzten Index verwendet werden. Sie können eine Liste zusammengesetzter Indizes in der Annotation "CompositeIndexes" auf der Ebene der Entitätsklasse definieren. Ein zusammengesetzter Index hat eine Eigenschaft "name" und eine Eigenschaft "attributeNames". Jeder zusammengesetzte Index wird einer HashIndex-Instanz zu-

geordnet, die auf die BackingMap der jeweiligen Entität angewendet wird. Die HashIndex-Instanz wird als Index ohne Bereichsunterstützung konfiguriert.

```
@Entity
@CompositeIndexes({
    @CompositeIndex(name="CityStateZip", attributeNames="city,state,zipcode"),
    @CompositeIndex(name="lastnameBirthday", attributeNames="lastname,birthday")
 })
public class Address {
    @Id int id;
    String street;
    String city;
    String state;
    String zipcode;
    String lastname;
    Date birthday;
}
```

Die Eigenschaft "name" jedes zusammengesetzten Index muss in der Entität und in der BackingMap eindeutig sein. Wenn Sie den Namen nicht angeben, wird ein generierter Name verwendet. Die Eigenschaft "attributeNames" wird verwendet, um die Eigenschaft "attributeName" der HashIndex-Instanz mit der durch Kommas begrenzten Liste von Attributen zu füllen. Die Attributnamen stimmen mit den persistenten Feldnamen überein, wenn die Entitäten für die Verwendung von Entitäten mit Feldzugriff konfiguriert sind, bzw. mit dem Eigenschaftsnamen gemäß Definition in den JavaBeans-Namenskonventionen für Entitäten mit Eigenschaftszugriff. Beispiel: Wenn der Attributname "street" lautet, wird die Getter-Methode für die Eigenschaft "getStreet" benannt.

Suchoperationen in zusammengesetzten Indizes durchführen

Nach der Konfiguration eines zusammengesetzten Index kann eine Anwendung die Methode "findAll(Object)" in der Schnittstelle "MapIndex" wie folgt verwenden, um Suchoperationen durchzuführen:

```
Session sess = objectgrid.getSession();
ObjectMap map = sess.getMap("MAP_NAME");
MapIndex codeIndex = (MapIndex) map.getIndex("INDEX_NAME");
Object[] compositeValue = new Object[]{ MapIndex.EMPTY_VALUE,
   "MN", "55901"};
   Iterator iter = mapIndex.findAll(compositeValue);
```

MapIndex.EMPTY_VALUE wird compositeValue[0] zugeordnet, d. h., dass das Attribut "city" von der Auswertung ausgeschlossen wird. Es werden nur Objekte in das Ergebnis eingeschlossen, deren Attribut "state" den Wert `"MN"` und deren Attribut "zipcode" den Wert `"55901"` hat.

Die folgenden Abfragen profitieren von der zuvor beschriebenen Konfiguration des zusammengesetzten Index:

```
SELECT a FROM Address a WHERE a.city='Rochester' AND a.state='MN' AND
a.zipcode='55901'

SELECT a FROM Address a WHERE a.state='MN' AND a.zipcode='55901'
```

Die Abfragesteuerkomponente sucht den entsprechenden zusammengesetzten Index und verwendet diesen zur Leistungsverbesserung in den Fällen mit vollständiger Attributübereinstimmung.

In einigen Szenarien muss die Anwendung mehrere zusammengesetzte Indizes mit überlappenden Attributen definieren, um alle Abfragen mit vollständiger Attributübereinstimmung abzudecken. Ein Nachteil einer höheren Anzahl zusammengesetzter Indizes sind die möglichen Leistungseinbußen in Map-Operationen.

Migration und Interoperabilität

Bezüglich der Verwendung zusammengesetzter Indizes ist eine einzige Einschränkung zu beachten: Eine Anwendung kann einen zuammengesetzten Index nicht in einer verteilten Umgebung mit heterogenen Containern konfigurieren. Alte und neue Container können nicht gemischt werden, da ältere Container die Konfiguration eines zusammengesetzten Index nicht erkennen. Der zusammengesetzte Index gleicht abgesehen davon, dass er die Indexierung über mehrere Attribute unterstützt, dem vorhandenen regulären Attributindex. Wenn Sie ausschließlich den regulären Attributindex verwenden, ist eine heterogene Containerumgebung trotzdem realisierbar.

Indexierung für den Datenzugriff ohne Schlüssel verwenden

Die Verwendung der Indexierung als Alternative zum Zugriff auf Daten über Schlüssel kann effizienter sein.

Erforderliche Schritte

1. Fügen Sie der BackingMap statische oder dynamische Index-Plug-ins hinzu.
2. Rufen Sie mit der Methode "getIndex" von ObjectMap ein Proxy-Objekt für den Anwendungsindex ab.
3. Setzen Sie das Proxy-Objekt für den Index in eine entsprechende Anwendungsindexschnittstelle um, wie z. B. MapIndex, MapRangeIndex oder eine angepasste Indexschnittstelle.
4. Verwenden Sie die in der Anwendungsindexschnittstelle definierten Methoden, um zwischengespeicherte Objekte zu suchen.

Die Klasse HashIndex ist die integrierte Index-Plug-in-Implementierung, die beide integrierten Anwendungsindexschnittstellen, MapIndex und MapRangeIndex, unterstützen kann. Sie können auch eigene Indizes erstellen. Sie können HashIndex als statischen oder dynamischen Index in der BackingMap hinzufügen, ein MapIndex- oder MapRangeIndex-Index-Proxy-Objekt abrufen und das Index-Proxy-Objekt zum Suchen zwischengespeicherter Objekte verwenden.

Anmerkung: Wenn das Indexobjekt in einer verteilten Umgebung von einem Client-ObjectGrid abgerufen wird, hat es den Typ "Clientindexobjekt", und alle Indexoperationen werden in einem fernen Server-ObjectGrid ausgeführt. Wenn die Map partitioniert ist, wird die Indexoperation über Fernzugriff in jeder Partition ausgeführt, und die Ergebnisse aller Partitionen werden zusammengeführt, bevor sie an die Anwendung zurückgegeben werden. Die Leistung richtet sich nach der Anzahl der Partitionen und der Größe des von jeder einzelnen Partition zurückgegebenen Ergebnisses. Die Leistung kann schwach sein, wenn beide Faktoren hoch sind.

Informationen zum Konfigurieren des HashIndex-Plug-ins finden Sie unter Hash-Index konfigurieren.

Wenn Sie ein eigenes Index-Plug-in schreiben möchten, sehen Sie sich den Abschnitt „Plug-ins für die angepasste Indexierung von Cacheobjekten” auf Seite 248 an.

Informationen zur Indexierung finden Sie unter "Indexierung" und unter "„Zusammengesetzter Hash-Index” auf Seite 251".

Statische Index-Plug-ins hinzufügen

Sie können beide Ansätze verwenden, um der BackingMap-Konfiguration statische Index-Plug-ins hinzuzufügen: XML-Konfiguration und Konfiguration programmgesteuerte Konfiguration. Das folgende Beispiel veranschaulicht den Ansatz mit der XML-Konfiguration.

Statische Index-Plug-ins hinzufügen: XML-Konfiguration

```
<backingMapPluginCollection id="person">
     <bean id="MapIndexplugin"
   className="com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.index.HashIndex">
         <property name="Name" type="java.lang.String" value="CODE"
      description="index name" />
         <property name="RangeIndex" type="boolean" value="true"
      description="true for MapRangeIndex" />
         <property name="AttributeName" type="java.lang.String" value="employeeCode"
      description="attribute name" />
     </bean>
</backingMapPluginCollection>
```

In diesem XML-Konfigurationsbeispiel wird die integrierte Klasse "HashIndex" als Index-Plug-in verwendet. Die Klasse "HashIndex" unterstützt Eigenschaften, die die Benutzer konfigurieren können, wie z. B. Name, RangeIndex und AttributeName aus dem vorherigen Beispiel.

- Die Eigenschaft "Name" ist als "CODE" konfiguriert, einer Zeichenfolge, die dieses Index-Plug-in identifiziert. Der Wert der Eigenschaft "Name" muss innerhalb des Geltungsbereichs der BackingMap eindeutig sein und kann verwendet werden, um das Indexobjekt nach Namen von der ObjectMap-Instanz für die BackingMap abzurufen.
- Die Eigenschaft "RangeIndex" ist mit "true" konfiguriert, d. h., die Anwendung kann das abgerufene Indexobjekt in die Schnittstelle "MapRangeIndex" umsetzen. Wird die Eigenschaft "RangeIndex" mit dem Wert "false" konfiguriert, kann die Anwendung das abgerufene Indexobjekt nur in die Schnittstelle "MapIndex" umsetzen. MapRangeIndex unterstützt Funktionen, mit denen Sie Daten über Bereichsfunktionen, wie z. B. größer als und/oder kleiner als, suchen können, wohingegen die Schnittstelle "MapIndex" nur Vergleichsfunktionen unterstützt. Wenn der Index von einer Abfrage verwendet wird, muss die Eigenschaft "RangeIndex" für Einzelattributindizes mit "true" konfiguriert werden. Für einen Beziehungsindex oder einen zusammengesetzten Index muss die Eigenschaft "RangeIndex" mit "false" konfiguriert werden.
- Die Eigenschaft "AttributeName" ist mit "employeeCode" konfiguriert, d. h., das Attribut "employeeCode" des zwischengespeicherten Objekts wird verwendet, um einen Einzelattributindex zu erstellen. Wenn eine Anwendung zwischengespeicherte Objekte mit mehreren Attributen suchen muss, kann die Eigenschaft "AttributeName" auf eine durch Kommas begrenzte Liste mit Attributen gesetzt werden. Dies ergibt dann einen zusammengesetzten Index.

Weitere Informationen finden Sie in den Informationen zur Konfiguration von HashIndex im *Administratorhandbuch*.

Die Schnittstelle "BackingMap"" hat zwei Methoden, die Sie verwenden können, um statische Index-Plug-ins hinzuzufügen: addMapIndexplugin und setMapIndexplugins. Weitere Informationen finden Sie in der API-Dokumentation.

Das folgende Codebeispiel veranschaulicht den programmgesteuerten Konfigurationsansatz:

Statische Index-Plug-ins hinzufügen: Programmgesteuerte Konfiguration

```
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridManagerFactory;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridManager;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGrid;
import com.ibm.websphere.objectgrid.BackingMap;

    ObjectGridManager ogManager = ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager();
    ObjectGrid ivObjectGrid = ogManager.createObjectGrid( "grid" );
    BackingMap personBackingMap = ivObjectGrid.getMap("person");

    // Integrierte Klasse "HashIndex" als Index-Plug-in-Klasse verwenden
    HashIndex mapIndexplugin = new HashIndex();
    mapIndexplugin.setName("CODE");
    mapIndexplugin.setAttributeName("EmployeeCode");
    mapIndexplugin.setRangeIndex(true);
    personBackingMap.addMapIndexplugin(mapIndexplugin);
```

Statische Indizes verwenden

Nachdem Sie einer BackingMap-Konfiguration ein statisches Index-Plug-in hinzugefügt und die übergeordnete ObjectGrid-Instanz initialisiert haben, können Anwendungen das Indexobjekt nach Namen von der ObjectMap-Instanz für die BackingMap abrufen. Setzen Sie das Indexobjekt in die Anwendungsindexschnittstelle um. Operationen, die von der Anwendungsindexschnittstelle unterstützt werden, können jetzt ausgeführt werden.

Das folgende Codebeispiel veranschaulicht, wie statische Indizes abgerufen und verwendet werden.

Beispiel für die Verwendung statischer Indizes

```
Session session = ivObjectGrid.getSession();
    ObjectMap map = session.getMap("person ");
    MapRangeIndex codeIndex = (MapRangeIndex) m.getIndex("CODE");
    Iterator iter = codeIndex.findLessEqual(new Integer(15));
      while (iter.hasNext()) {
        Object key = iter.next();
        Object value = map.get(key);
    }
```

Dynamische Indizes hinzufügen, entfernen und verwenden

Sie können dynamische Indizes jederzeit über das Programm in einer BackingMap erstellen und entfernen. Ein dynamischer Index unterscheidet sich insofern von einem statischen Index, dass der dynamische Index auch nach der Initialisierung der übergeordneten ObjectGrid-Instanz erstellt werden kann. Anders als die statische Indexierung ist die dynamische Indexierung ein asynchroner Prozess, der im Status "Bereit" sein muss, damit Sie in verwenden können. Diese Methode verwendet denselben Ansatz für das Abrufen und Verwenden der dynamischen Indizes wie für statische Indizes. Sie können einen dynamischen Index entfernen, wenn er nicht mehr benötigt wird. Die Schnittstelle "BackingMap" hat Methoden zum Erstellen und Entfernen dynamischer Indizes.

Weitere Informationen zu den Methoden "createDynamicIndex" und "removeDynamicIndex" finden Sie in der Dokumentation zur API "BackingMap".

Beispiel für die Verwendung dynamischer Indizes

```
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridManagerFactory;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridManager;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGrid;
import com.ibm.websphere.objectgrid.BackingMap;

        ObjectGridManager ogManager = ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager();
        ObjectGrid og = ogManager.createObjectGrid("grid");
        BackingMap bm = og.getMap("person");
        og.initialize();

        // Index nach der Initialisierung des ObjectGrids ohne DynamicIndexCallback erstellen
        bm.createDynamicIndex("CODE", true, "employeeCode", null);

        try  {
```

```
            // Wenn DynamicIndexCallback nicht verwendet wird, warten, bis der Index bereit ist.
            // Die Wartezeit richtet sich nach der aktuellen Größe der Map.
            Thread.sleep(3000);
        } catch (Throwable t) {
            // ...
        }

        // Wenn der Index bereit ist, können Anwendungen versuchen, eine Instanz der
        // Anwendungsindexschnittstelle abzurufen.
// Anwendungen müssen einen Weg finden, um sicherzustellen, dass der Index
        // zur Verwendung bereit ist, wenn die Schnittstelle "DynamicIndexCallback"
        // nicht verwendet wird.
// Das folgende Beispiel demonstriert eine Methode, mit der auf
        // die Bereitschaft des Index gewartet wird.
        // Berücksichtigen Sie die Größe der Map bei der Berechnung der Gesamtwartezeit.

        Session session = og.getSession();
        ObjectMap m = session.getMap("person");
        MapRangeIndex codeIndex = null;

        int counter = 0;
        int maxCounter = 10;
        boolean ready = false;
        while (!ready && counter < maxCounter) {
            try  {
                counter++;
                codeIndex = (MapRangeIndex) m.getIndex("CODE");
                ready = true;
            } catch (IndexNotReadyException e) {
                // Impliziert, dass der Index nicht bereit ist...
                System.out.println("Index is not ready. continue to wait.");
                try  {
                    Thread.sleep(3000);
                } catch (Throwable tt) {
                    // ...
                }
            } catch (Throwable t) {
                // unexpected exception
                t.printStackTrace();
            }
        }

        if (!ready) {
            System.out.println("Index is not ready.  Need to handle this situation.");
        }

        // Verwenden Sie den Index für Abfragen.
        // Die unterstützen Operationen finden Sie in den Beschreibungen der
        // Schnittstellen "MapIndex" und "MapRangeIndex".
        // Das Objektattribut, nach dem der Index erstellt wird, ist EmployeeCode.
        // Nehmen Sie an, dass das Attribut "EmployeeCode" den Datentyp "Integer" hat.
        // Der Parameter, der an Indexoperationen übergeben wird, hat diesen Datentyp.

        Iterator iter = codeIndex.findLessEqual(new Integer(15));

        // Entfernen Sie den dynamischen Index, wenn er nicht mehr benötigt wird.

        bm.removeDynamicIndex("CODE");
```

Schnittstelle "DynamicIndexCallback"

Die Schnittstelle "DynamicIndexCallback" ist für Anwendungen bestimmt, die Benachrichtigungen über die Indexierungsereignisse "ready" (Bereit), "error" (Fehler) oder "destroy" (Löschen) empfangen möchten. DynamicIndexCallback ist ein optionaler Parameter für die Methode "createDynamicIndex" der Schnittstelle "BackingMap". Mit einer registrierten DynamicIndexCallback-Instanz können Anwendungen beim Empfang von Benachrichtigungen über ein Indexierungsereignis Geschäftslogik ausführen. Das Ereignis "ready" bedeutet beispielsweise, dass der Index zur Verwendung bereit ist. Wenn eine Benachrichtigung über dieses Ereignis empfangen wird, kann eine Anwendung versuchen, die Instanz der Anwendungsindexschnittstelle abzurufen und zu verwenden. Weitere Informationen finden Sie in der Beschreibung der API "DynamicIndexCallback" in der API-Dokumentation.

Das folgende Codebeispiel veranschaulicht die Verwendung der Schnittstelle "DynamicIndexCallback":

Schnittstelle "DynamicIndexCallback" verwenden

```
BackingMap personBackingMap = ivObjectGrid.getMap("person");
    DynamicIndexCallback callback = new DynamicIndexCallbackImpl();
    personBackingMap.createDynamicIndex("CODE", true, "employeeCode", callback);


    class DynamicIndexCallbackImpl implements DynamicIndexCallback {
        public DynamicIndexCallbackImpl() {
        }

        public void ready(String indexName) {
            System.out.println("DynamicIndexCallbackImpl.ready() -> indexName = " + indexName);
```

```
            // Simulieren, was eine Anwendung tut, wenn sie über die Bereitschaft des Index benachrichtigt wird.
            // Normalerweise wartet die Anwendung, bis der Bereitschaftsstatus erreicht ist, und fährt
            // dann mit der Logik zur Verwendung des Index fort.
if("CODE".equals(indexName)) {
                ObjectGridManager ogManager = ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager();
                ObjectGrid og = ogManager.createObjectGrid( "grid" );
                   Session session = og.getSession();
                ObjectMap map = session.getMap("person");
                MapIndex codeIndex = (MapIndex) map.getIndex("CODE");
                Iterator iter = codeIndex.findAll(codeValue);
            }
        }

        public void error(String indexName, Throwable t) {
            System.out.println("DynamicIndexCallbackImpl.error() -> indexName = " + indexName);
            t.printStackTrace();
        }

        public void destroy(String indexName) {
            System.out.println("DynamicIndexCallbackImpl.destroy() -> indexName = " + indexName);
        }
    }
```

Plug-ins für die Kommunikation mit persistenten Speichern

Mit einem Loader-Plug-in von eXtreme Scale kann sich eine ObjectGrid wie ein Speichercache für Daten verhalten, die gewöhnlich in einem persistenten Speicher auf demselben System oder einem anderen System gespeichert werden. Gewöhnlich wird eine Datenbank oder ein Dateisystem als persistenter Speicher verwendet. Es kann auch eine ferne Java Virtual Machine (JVM) als Datenquelle verwendet werden, was die Erstellung Hub-basierter Caches mit ObjectGrid ermöglicht. Ein Loader enthält die Logik für das Lesen aus einem und das Schreiben in einem persistenten Speicher.

Loader (Ladeprogramme) sind BackingMap-Plug-ins, die aufgerufen werden, wenn Änderungen an der BackingMap vorgenommen werden oder wenn die BackingMap eine Datenanforderung nicht bedienen kann (Cachefehler).

Weitere Informationen finden Sie in der Beschreibung der Caching-Konzepte in der *Produktübersicht*.

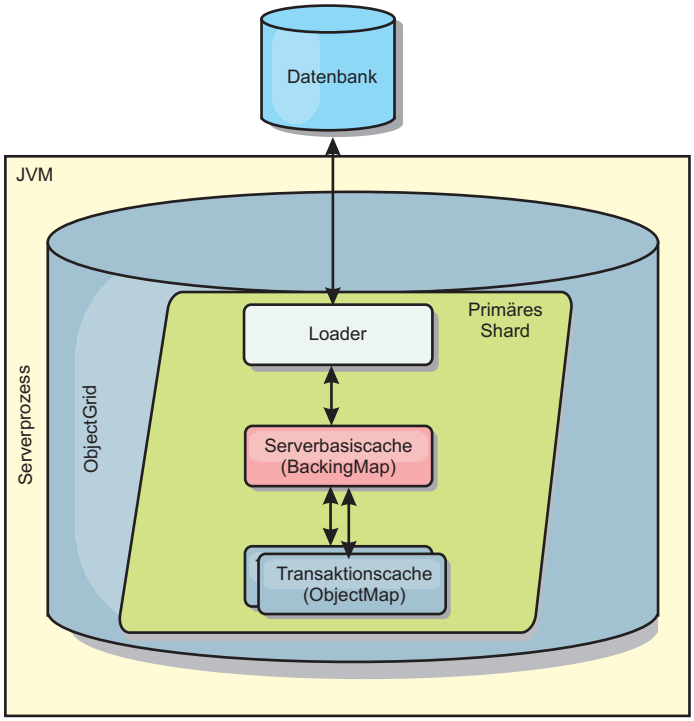


Abbildung 3. Loader

WebSphere eXtreme Scale enthält zwei integrierte Loader für die Integration relationaler Datenbank-Back-Ends. Die JPA-Loader (Java Persistence API) verwenden die ORB-Funktionen (Object-Relational Mapping, objektrelationale Zuordnung) der OpenJPA- und Hibernate-Implementierungen der JPA-Spezifikation.

Loader verwenden

Wenn Sie der BackingMap-Konfiguration einen Loader hinzufügen möchten, können Sie die programmgesteuerte Konfiguration oder die XML-Konfiguration verwenden. Ein Loader steht mit einer BackingMap in folgender Beziehung:

- Eine BackingMap kann nur einen einzigen Loader haben.
- Eine Client-BackingMap (naher Cache) kann keinen Loader haben.
- Eine Loader-Definition kann auf mehrere BackingMaps angewendet werden, aber jede BackingMap hat eine eigene Loader-Instanz.

Loader programmgesteuert integrieren

Das folgende Code-Snippet veranschaulicht, wie ein anwendungsdefinierter Loader in die BackingMap für map1 über die API "ObjectGrid" integriert wird:

```
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridManagerFactory;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridManager;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGrid;
import com.ibm.websphere.objectgrid.BackingMap;
ObjectGridManager ogManager = ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager();
ObjectGrid og = ogManager.createObjectGrid( "grid" );
BackingMap bm = og.defineMap( "map1" );
MyLoader loader = new MyLoader();
loader.setDataBaseName("testdb");
loader.setIsolationLevel("read committed");
bm.setLoader( loader );
```

In diesem Snippet wird davon ausgegangen, dass die Klasse "MyLoader" die anwendungsdefinierte Klasse ist, die die Schnittstelle "com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.Loader" definiert. Da die Assoziation eines Loaders zu einer BackingMap nach der Initialisierung des ObjectGrids nicht mehr geändert werden kann, muss der Code vor dem Aufruf der Methode "initialize" der aufgerufenen ObjectGrid-Schnittstelle aufgerufen werden. Es wird eine Ausnahme vom Typ "IllegalStateException" in einem Aufruf der Methode "setLoader" ausgelöst, wenn diese nach der Initialisierung aufgerufen wird.

Der anwendungsdefinierte Loader kann definierte Eigenschaften haben. In dem Beispiel wird der Loader "MyLoader" verwendet, um Daten aus einer Tabelle in einer relationalen Datenbank zu lesen und Daten in diese Tabelle zu schreiben. Der Loader muss den Namen der Datenbank und die SQL-Isolationsstufe angeben. Der Loader "MyLoader" enthält die Methoden "setDataBaseName" und "setIsolationLevel", mit denen die Anwendung diese beiden Loader-Eigenschaften setzen kann.

XML-Konfiguration für die Integration eines Loaders

Ein anwendungsdefinierter Loader kann auch über eine XML-Datei integriert werden. Das folgende Beispiel veranschaulicht, wie der Loader "MyLoader" in die BackingMap "map1" mit demselben Datenbanknamen und denselben Loader-Eigenschaften für die Isolationsstufe integriert wird:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<objectGridConfig xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
 xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/objectgrid/config ../objectGrid.xsd"
 xmlns="http://ibm.com/ws/objectgrid/config">
<objectGrids>
    <objectGrid name="grid">
        <backingMap name="map1" pluginCollectionRef="map1" lockStrategy="OPTIMISTIC" />
    </objectGrid>
</objectGrids>
<backingMapPluginCollections>
    <backingMapPluginCollection id="map1">
        <bean id="Loader" className="com.myapplication.MyLoader">
            <property name="dataBaseName"
                      type="java.lang.String"
                      value="testdb"
                      description="database name" />
            <property name="isolationLevel"
                      type="java.lang.String"
                      value="read committed"
                      description="iso level" />
        </bean>
    </backingMapPluginCollection>
</backingMapPluginCollections>
</objectGridConfig>
```

Loader schreiben

Sie können eine eigene Loader-Plug-in-Implementierung in Ihren Anwendungen schreiben, die den allgemeinen Konventionen für Plug-ins von WebSphere eXtreme Scale entsprechen muss.

Loader-Plug-in einschließen

Die Schnittstelle "Loader" hat die folgende Definition:

```
public interface Loader
{
    static final SpecialValue KEY_NOT_FOUND;
    List get(TxID txid, List keyList, boolean forUpdate) throws LoaderException;
    void batchUpdate(TxID txid, LogSequence sequence) throws LoaderException, OptimisticCollisionException;
void preloadMap(Session session, BackingMap backingMap) throws LoaderException;
}
```

Weitere Informationen finden Sie in den Informationen zu Loadern in der *Produktübersicht*.

Methode "get"

Die BackingMap ruft die Methode "get" des Loaders auf, um die Werte abzurufen, die einer Schlüsselliste zugeordnet sind, die als Argument "keyList" übergeben wird. Die Methode "get" ist erforderlich, um eine Werteliste des Typs "java.lang.util.List" für jeden Schlüssel in der Schlüsselliste zurückzugeben. Der erste Wert, der in der Werteliste zurückgegeben wird, entspricht dem ersten Schlüssel in der Schlüsselliste, der zweite zurückgegebene Wert in der Werteliste dem zweiten Schlüssel in der Schlüsselliste usw. Wenn der Loader den Wert für einen Schlüssel in der Schlüsselliste nicht findet, muss der Loader das Sonderwertobjekt KEY_NOT_FOUND zurückgeben, das in der Schnittstelle "Loader" definiert ist. Da eine BackingMap so konfiguriert werden kann, dass sie `null` als gültigen Wert zulässt, ist es sehr wichtig, dass der Loader das Sonderobjekt KEY_NOT_FOUND zurückgibt, wenn er den Schlüssel nicht finden kann. Anhand dieses Sonderwerts kann die BackingMap zwischen einem Nullwert und einem Wert unterscheiden, der nicht vorhanden ist, weil der Schlüssel nicht gefunden wurde. Wenn eine BackingMap keine Nullwerte unterstützt, führt ein Loader, der einen Nullwert an Stelle des Objekts KEY_NOT_FOUND für einen nicht vorhandenen Schlüssel zurückgibt, zu einer Ausnahme.

Das Argument "forUpdate" teilt dem Loader mit, ob die Anwendung eine Methode "get" für die Map oder eine Methode "getForUpdate" für die Map aufgerufen hat. Weitere Informationen finden Sie in der Dokumentation der Schnittstelle "ObjectMap" in der API-Dokumentation. Der Loader ist für die Implementierung einer Richtlinie für die Steuerung des gemeinsamen Zugriffs zuständig, die den gleichzeitigen Zugriff auf den persistenten Speicher steuert. Viele Verwaltungssysteme für relationale Datenbanken unterstützten beispielsweise die Syntax "for update" in der SQL-Anweisung SELECT, die zum Lesen von Daten aus einer relationalen Tabelle verwendet wird. Der Loader kann die Syntax "for update" in der SQL-Anweisung SELECT verwenden, wenn der boolesche Wert `true` als Argumentwert für den Parameter "forUpdate" dieser Methode übergeben wird. Gewöhnlich verwendet der Loader die Syntax "for update" nur, wenn eine pessimistische Richtlinie für die Steuerung des gemeinsamen Zugriffs verwendet wird. Bei einer optimistischen Steuerung des gemeinsamen Zugriffs verwendet der Loader die Syntax `for update` nie in der SQL-Anweisung SELECT. Der Loader muss auf der Basis der von ihm verwendeten Richtlinie für die Steuerung des gemeinsamen Zugriffs entscheiden, ob das Argument "forUpdate" verwendet wird.

Eine Erläuterung des Parameters "txid" finden Sie im Abschnitt „Plug-ins für die Verwaltung von Ereignissen im Lebenszyklus von Transaktionen” auf Seite 279.

Methode "batchUpdate"

Die Methode "batchUpdate" ist eine kritische Methode in der Schnittstelle "Loader". Diese Methode wird aufgerufen, wenn eXtreme Scale alle aktuellen Änderungen auf den Loader anwenden muss. Der Loader erhält eine Liste der Änderungen für die ausgewählte Map. Die Änderungen werden iteriert und auf das Back-End angewendet. Die Methode empfängt den aktuellen TxID-Wert und die anzuwendenden Änderungen. Der folgende Beispielcode iteriert durch die Gruppe der Änderungen und führt drei JDBC-Anweisungen (Java Database Connectivity) im Stapelbetrieb aus (eine mit "insert", eine weitere mit "update" und eine weitere mit "delete").

```
import java.util.Collection;
import java.util.Map;
import java.sql.PreparedStatement;
import java.sql.SQLException;
import com.ibm.websphere.objectgrid.TxID;
import com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.Loader;
```

```
import com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.LoaderException;
import com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.LogElement;
import com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.LogSequence;

    public void batchUpdate(TxID tx, LogSequence sequence) throws LoaderException {
        // Zu verwendende SQL-Verbindung abrufen.
        Connection conn = getConnection(tx);
        try {
            // Liste der Änderungen verarbeiten und eine Gruppe vorbereiteter
            // Anweisungen für die Ausführung in einer SQL-Operation update, insert oder delete
            // im Stapelbetrieb erstellen.
Iterator iter = sequence.getPendingChanges();
              while (iter.hasNext()) {
                LogElement logElement = (LogElement) iter.next();
                Object key = logElement.getKey();
                Object value = logElement.getCurrentValue();
                switch (logElement.getType().getCode()) {
                case LogElement.CODE_INSERT:
                    buildBatchSQLInsert(tx, key, value, conn);
                    break;
                case LogElement.CODE_UPDATE:
                    buildBatchSQLUpdate(tx, key, value, conn);
                    break;
                case LogElement.CODE_DELETE:
                    buildBatchSQLDelete(tx, key, conn);
                    break;
                }
            }
            // Die Stapelanweisungen ausführen, die mit der vorherigen Schleife erstellt wurden.
            Collection statements = getPreparedStatementCollection(tx, conn);
            iter = statements.iterator();
              while (iter.hasNext()) {
                PreparedStatement pstmt = (PreparedStatement) iter.next();
                pstmt.executeBatch();
            }
        } catch (SQLException e) {
            LoaderException ex = new LoaderException(e);
            throw ex;
        }
    }
```

Das vorherige Beispiel veranschaulicht die übergeordnete Logik für die Verarbeitung des Arguments "LogSequence", aber die Details der Erstellung einer SQL-Anweisung "insert", "update" und "delete" werden nicht gezeigt. Im Folgenden sind einige Schlüsselaspekte aufgeführt, die veranschaulicht werden:

- Die Methode "getPendingChanges" wird für das Argument "LogSequence" aufgerufen, um einen Iterator für die Liste der LogElement-Objekte abzurufen, die der Loader verarbeiten muss.
- Die Methode "LogElement.getType().getCode()" wird verwendet, um festzustellen, ob das LogElement-Objekt für eine SQL-Anweisung "insert", "update" oder "delete" bestimmt ist.
- Es wird eine Ausnahme des Typs "SQLException" abgefangen und mit einer Ausnahme des Typs "LoaderException" verkettet, die ausgegeben wird, um zu berichten, dass während der Aktualisierung im Stapelbetrieb eine Ausnahme eingetreten ist.
- Die JDBC-Unterstützung für Aktualisierungen im Stapelbetrieb wird verwendet, um die Anzahl der erforderlichen Abfragen an das Back-End zu minimieren.

Methode "preloadMap"

Während der Initialisierung von eXtreme Scale wird jede definierte BackingMap initialisiert. Wenn ein Loader in eine BackingMap integriert ist, ruft die BackingMap die Methode "preloadMap" in der Schnittstelle "Loader" auf, damit der Loader Daten vorab aus dem zugehörigen Back-End abrufen und in die Map laden kann. Im folgenden Beispiel wird angenommen, dass die ersten 100 Zeilen einer Tabelle "Employee" aus der Datenbank gelesen und in die Map geladen werden. Die Klasse "EmployeeRecord" ist eine anwendungsdefinierte Klasse, die die Mitarbeiterdaten enthält, die aus der Tabelle "employee" gelesen werden.

Anmerkung: In diesem Muster werden alle Daten aus der Datenbank abgerufen und anschließend in die Basis-Map einer einzigen Partition eingefügt. In einem realen verteilten eXtreme-Scale-Implementierungsszenario müssen Daten auf alle Partitionen verteilt werden. Weitere Informationen finden Sie unter „Programmierung eines clientbasierten JPA-Preload-Dienstprogramms” auf Seite 317.

```
import java.sql.PreparedStatement;
import java.sql.SQLException;
import com.ibm.websphere.objectgrid.Session;
import com.ibm.websphere.objectgrid.TxID;
import com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.Loader;
import com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.LoaderException

    public void preloadMap(Session session, BackingMap backingMap) throws LoaderException {
        boolean tranActive = false;
        ResultSet results = null;
        Statement stmt = null;
        Connection conn = null;
        try {
            session.beginNoWriteThrough();
            tranActive = true;
            ObjectMap map = session.getMap(backingMap.getName());
            TxID tx = session.getTxID();
            // Verbindung mit automatischem Festschreiben abrufen, die
            // auf die Isolationsstufe "Lesen mit COMMIT" gesetzt ist.
conn = getAutoCommitConnection(tx);
            // EmployeeRecord-Objekte vorher in die Map "Employee"
            // laden. Alle Employee-Datensätze aus der Tabelle lesen,
            // aber das vorherige Laden auf die ersten 100 Zeilen beschränken.
stmt = conn.createStatement();
            results = stmt.executeQuery(SELECT_ALL);
            int rows = 0;
            while (results.next() && rows < 100) {
                int key = results.getInt(EMPNO_INDEX);
                EmployeeRecord emp = new EmployeeRecord(key);
                emp.setLastName(results.getString(LASTNAME_INDEX));
                emp.setFirstName(results.getString(FIRSTNAME_INDEX));
                emp.setDepartmentName(results.getString(DEPTNAME_INDEX));
                emp.updateSequenceNumber(results.getLong(SEQNO_INDEX));
                emp.setManagerNumber(results.getInt(MGRNO_INDEX));
                map.put(new Integer(key), emp);
                ++rows;
            }
            // Transaktion festschreiben.
            session.commit();
            tranActive = false;
        } catch (Throwable t) {
            throw new LoaderException("preload failure: " + t, t);
        } finally {
            if (tranActive) {
                try {
                    session.rollback();
                } catch (Throwable t2) {
                    // Rollback-Fehler tolerieren und Auslösung
                    // des ursprünglichen Elements der Throwable-Klasse zulassen.
}
            }
            // Sicherstellen, dass hier auch andere Datenbankressourcen
            // bereinigt werden, z. B. Anweisungen, Ergebnismengen usw. schließen.
}
    }
```

Dieses Beispiel veranschaulicht die folgenden Schlüsselaspekte:

- Die BackingMap "preloadMap" verwendet das Session-Objekt, das als Sitzungsargument an sie übergeben wurde.
- Die Methode "Session.beginNoWriteThrough" wird an Stelle der Methode "begin" verwendet, um die Transaktion zu starten.
- Der Loader kann nicht für jede Operation "put" aufgerufen werden, die in dieser Methode zum Laden der Map ausgeführt wird.
- Der Loader kann Spalten der Tabelle "Employee" einem Feld im Java-Objekt "EmployeeRecord" zuordnen. Der Loader fängt alle Throwable-Ausnahmen ab, die eintreten, und löst eine Ausnahme des Typs "LoaderException" aus, die mit der abgefangenen Throwable-Ausnahme verkettet wird.
- Der Block "finally" stellt sicher, dass alle Throwable-Ausnahmen, die in der Zeit zwischen dem Aufruf der Methode "beginNoWriteThrough" und dem Aufruf der Methode "commit" eintreten, dazu führen, dass der Block "finally" eine Rollback-Operation für die aktive Transaktion durchführt. Diese Aktion ist kritisch, um si-

cherzustellen, dass jede von der Methode "preloadMap" gestartete Transaktion abgeschlossen ist, bevor sie zum Aufrufenden zurückkehrt. Der Block "finally" eignet sich bestens für die Ausführung weiterer Bereinigungsaktionen, die erforderlich sein könnten, wie z. B. das Schließend der JDBC-Verbindung und anderer JDBC-Objekte.

Im Beispiel "preloadMap" wird eine SQL-Anweisung SELECT verwendet, die alle Zeilen der Tabelle auswählt. In Ihrem anwendungsdefinierten Loader müssen Sie möglicherweise eine oder mehrere Loader-Eigenschaften definieren, um zu steuern, wie viele Zeilen der Tabelle vorher in die Map geladen werden müssen.

Da die Methode "preloadMap" nur einmal während der BackingMap-Initialisierung aufgerufen wird, eignet sich sich auch bestens für die einmalige Ausführung des Initialisierungscodes für den Loader. Selbst wenn ein Loader beschließt, Daten nicht vorab aus dem Back-End abzurufen und die Map zu laden, muss er wahrscheinlich irgendeine andere einmalige Initialisierung durchführen, um andere Methoden des Loaders effizienter zu machen. Das folgende Beispiel veranschaulicht das Caching des TransactionCallback-Objekts und des OptimisticCallback-Objekts als Instanzvariablen des Loaders, so dass die anderen Methoden des Loaders keine Methodenaufrufe absetzen müssen, um Zugriff auf diese Objekte zu erhalten. Dieses Caching der ObjectGrid-Plug-in-Werte kann durchgeführt werden, weil die TransactionCallback- und OptimisticCallback-Objekte nach der Initialisierung der BackingMap nicht mehr geändert oder ersetzt werden können. Es ist zulässig, diese Objektreferenzen als Instanzvariablen des Loaders zwischenzuspeichern.

```
import com.ibm.websphere.objectgrid.Session;
import com.ibm.websphere.objectgrid.BackingMap;
import com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.OptimisticCallback;
import com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.TransactionCallback;

    // Instanzvariablen des Loaders
    MyTransactionCallback ivTcb; // MyTransactionCallback

    // Erweitert TransactionCallback
    MyOptimisticCallback ivOcb; // MyOptimisticCallback

    // Implementiert OptimisticCallback
    // ...
    public void preloadMap(Session session, BackingMap backingMap) throws LoaderException
   [Replication programming]
        // TransactionCallback- und OptimisticCallback-Objekte
        // in Instanzvariablen dieses Loaders zwischenspeichern
ivTcb = (MyTransactionCallback) session.getObjectGrid().getTransactionCallback();
        ivOcb = (MyOptimisticCallback) backingMap.getOptimisticCallback();
        // Restlicher preloadMap-Code (z. B. wie im vorherigen Beispiel)
    }
```

Informationen zum vorherigen Laden und wiederherstellbaren vorherigen Laden beim Replikations-Failover finden Sie in der Dokumentation zur Replikation in der *Produktübersicht*.

Loader mit Entitäts-Maps

Wenn der Loader in eine Entitäts-Map integriert ist, muss der Loader mit Tupelobjekten arbeiten. Tupelobjekte sind ein spezielles Format von Entitätsdaten. Der Loader muss eine Konvertierung zwischen dem Tupelformat und anderen Datenformaten durchführen. Die Methode "get" gibt beispielsweise eine Liste mit Werten zurück, die der Gruppe von Schlüsseln entspricht, die an die Methode übergeben werden. Die übergebenen Schlüssel haben den Typ "Tupel", d. h., sie sind Schlüsseltupel. Angenommen, der Loader definiert die Map über JDBC in einer Datenbank als persistent. In diesem Fall muss die Methode "get" jedes Schlüsseltupel in eine Liste von Attributwerten konvertieren, die den Primärschlüsselspalten der Tabelle entsprechen, die der Entitäts-Map zugeordnet ist, die Anweisung SELECT mit der WHERE-Klausel ausführen, die konvertierte Attributwerte als Kriterien für den Abruf von Daten aus der Datenbank verwendet, und anschließend die zurückgege-

benen Daten in Werttupel konvertieren. Die Methode "get" ruft Daten aus der Datenbank ab, konvertiert die Daten in Werttupel für die übergebenen Schlüsseltupel und gibt dann eine Liste mit Werttupeln zurück, die den Schlüsseltupeln entsprechen, die an den Aufrufenden übergeben werden. Die Methode "get" kann eine einzige Anweisung SELECT ausführen, um alle Daten gleichzeitig abzurufen, oder sie kann für jedes Schlüsseltupel eine eigene Anweisung SELECT ausführen. Ausführliche Informationen zur Programmierung, die zeigen, wie der Loader verwendet wird, wenn die Daten über einen EntityManager gespeichert werden, finden Sie im Abschnitt „Loader mit Entitäts-Maps und Tupeln verwenden” auf Seite 269.

Hinweise zur Programmierung von JPA-Loadern

Ein JPA-Loader (Java Persistence API (JPA)) ist eine Loader-Plug-in-Implementierung, die JPA für die Interaktion mit der Datenbank verwendet. Verwenden Sie die folgenden Hinweise, wenn Sie eine Anwendung entwickeln, die einen JPA-Loader verwendet.

eXtreme-Scale-Entität und JPA-Entität

Sie können eine beliebige POJO-Klasse über eXtreme-Scale-Annotationen und/oder XML-Konfiguration als eXtreme-Scale-Entität festlegen. Dieselbe POJO-Klasse kann über JPA-Entitätsannotationen und/oder XML-Konfiguration auch als JPA-Entität festgelegt werden.

eXtreme-Scale-Entität: Eine eXtreme-Scale-Entität stellt persistente Daten dar, die in ObjectGrid-Maps gespeichert werden. Ein Entitätsobjekt wird in ein Schlüsseltupel und ein Werttupel umgesetzt, die dann als Schlüssel/Wert-Paar in den Maps gespeichert werden. Ein Tupel ist eine Sammlung primitiver Attribute.

JPA-Entität: Eine JPA-Entität stellt persistente Daten dar, die über Container-managed Persistence (CMP) automatisch in einer relationalen Datenbank gespeichert werden. Die Daten werden in Form eines Datenspeichersystems entsprechenden Formats persistent gespeichert, z. B. als Datenbanktupel in einer Datenbank.

Wenn eine eXtreme-Scale-Entität persistent gespeichert wird, werden ihre Relationen in anderen Entitäts-Maps gespeichert. Wenn Sie beispielsweise eine Entität "Consumer" mit einer 1:n-Relation zu einer Entität "ShippingAddress" persistent speichern und "cascade-persist" aktiviert ist, wird die Entität "ShippingAddress" in der Map "shippingAddress" im Tupelformat gespeichert. Wenn Sie eine JPA-Entität persistent speichern, werden auch die zugehörigen JPA-Entitäten persistent in Datenbanktabellen gespeichert, wenn "cascade-persist" aktiviert ist. Wenn eine POJO-Klasse sowohl als eXtreme-Scale-Entität als auch als JPA-Entität definiert ist, können die Daten in ObjectGrid-Entitäts-Maps und in Datenbanken persistent gespeichert werden. Im Folgenden sind verschiedene gängige Anwendungsfälle beschrieben:

- **Preload-Szenario**: Eine Entität wird aus einer Datenbank über einen JPA-Provider geladen und in ObjectGrid-Entitäts-Maps persistent gespeichert.
- **Loader-Szenario**: Eine Loader-Implementierung wird für die ObjectGrid-Entitäts-Maps integriert, so dass eine in ObjectGrid-Entitäts-Maps gespeicherte Entität über JPA-Provider in einer Datenbank persistent gespeichert oder aus einer Datenbank geladen werden kann.

Es ist auch gängig, dass eine POJO-Klasse nur als JPA-Entität definiert wird. In diesem Fall werden POJO-Instanzen in den ObjectGrid-Maps gespeichert und keine Entitätstupel, wie es bei einer ObjectGrid-Entität der Fall ist.

Hinweise zum Anwendungsdesign für Entitäts-Maps

Wenn Sie eine JPALoader-Schnittstelle integrieren, werden die Objektinstanzen direkt in den ObjectGrid-Maps gespeichert.

Wenn Sie jedoch ein JPAEntityLoader-Plug-in integrieren, wird die Entitätsklasse sowohl als eXtreme-Scale-Entität als auch als JPA-Entität definiert. In diesem Fall behandeln Sie diese Entität so, als hätte sie zwei persistente Speicher: die ObjectGrid-Entitäts-Maps und den JPA-Persistenzspeicher. Die Architektur wird komplexer als beim JPALoader-Plug-in.

Weitere Informationen zum JPAEntityLoader-Plug-in und zum Anwendungsdesign finden Sie in der Beschreibung des JPAEntityLoader-Plug-ins im *Administratorhandbuch*. Diese Informationen können auch helfen, wenn Sie planen, einen eigenen Loader für die Entitäts-Maps zu implementieren.

Leistungsaspekte

Stellen Sie sicher, dass Sie den richtigen Abruftyp (eager oder lazy) für Beziehungen festlegen. Die Leistungsunterschiede lassen sich beispielsweise an einer bidirektionalen 1:n-Beziehung zwischen "Consumer" und "ShippingAddress" mit OpenJPA besser erklären. In diesem Beispiel versucht eine JPA-Abfrage mit `select o from Consumer o where . . .` einen Massenladevorgang durchzuführen und auch alle zugehörigen ShippingAddress-Objekte zu laden. Im Folgenden sehen Sie eine 1:n-Beziehung, die in der Klasse "Consumer" definiert ist:

```
@Entity
public class Consumer implements Serializable {

    @OneToMany(mappedBy="consumer",cascade=CascadeType.ALL, fetch =FetchType.EAGER)
    ArrayList <ShippingAddress> addresses;
```

Im Folgenden sehen Sie eine n:1-Beziehung, die in der Klasse "ShippingAddress" definiert ist:

```
@Entity
public class ShippingAddress implements Serializable{

    @ManyToOne(fetch=FetchType.EAGER)
    Consumer consumer;
}
```

Wenn die Abruftypen beider Beziehungen mit `eager` definiert sind, verwendet OpenJPA N+1+1-Abfragen, um alle Consumer-Objekte und ShippingAddress-Objekte abzurufen, wobei N für die Anzahl der ShippingAddress-Objekte steht. Wird das ShippingAddress-Objekt jedoch geändert, so dass, wie im folgenden Beispiel gezeigt, der Abruftyp "lazy" verwendet wird, werden nur zwei Abfragen zum Abrufen aller Daten benötigt:

```
@Entity
public class ShippingAddress implements Serializable{

    @ManyToOne(fetch=FetchType.LAZY)
    Consumer consumer;
}
```

Obwohl die Abfrage in beiden Fällen dieselben Ergebnisse zurückgibt, nimmt mit einer geringeren Anzahl an Abfragen die Interaktion mit der Datenbank erheblich ab, was die Anwendungsleistung steigern kann.

JPAEntityLoader-Plug-in

Das JPAEntityLoader-Plug-in ist eine integrierte Loader-Implementierung, die Java Persistence API (JPA) verwendet, um mit der Datenbank zu kommunizieren, wenn Sie die API "EntityManager" verwenden. Wenn Sie die API "ObjectMap" verwenden, verwenden Sie den Loader "JPALoader".

Details zum Loader

Verwenden Sie das JPALoader-Plug-in, wenn Sie Daten mit der API "ObjectMap" speichern. Verwenden Sie das JPAEntityLoader-Plug-in, wenn Sie Daten mit der API "EntityManager" speichern.

Loader (Ladeprogramme) stellen zwei Hauptmethoden bereit:

1. **get**: In der Methode "get" ruft das JPAEntityLoader-Plug-in zunächst die Methode "javax.persistence.EntityManager.find(Class entityClass, Object key)" auf, um die JPA-Entität zu suchen. Anschließend projiziert das Plug-in diese JPA-Entität auf Entitätstupel. Während der Projektion werden die Tupelattribute und die Assoziationsschlüssel im Werttupel gespeichert. Nach der Verarbeitung der einzelnen Schlüssel gibt die Methode "get" eine Liste mit Entitätswerttupel zurück.
2. **batchUpdate**: Die Methode "batchUpdate" verwendet ein LogSequence-Objekt, das eine Liste mit LogElement-Objekten enthält. Jedes LogElement-Objekt enthält ein Schlüsseltupel und ein Werttupel. Für die Interaktion mit dem JPA-Provider muss zunächst auf der Basis des Schlüsseltupels die eXtreme-Scale-Entität gesucht werden. Basierend auf dem LogElement-Typ werden die folgenden JPA-Aufrufe ausgeführt:
   - **insert**: javax.persistence.EntityManager.persist(Object o)
   - **update**: javax.persistence.EntityManager.merge(Object o)
   - **remove**: javax.persistence.EntityManager.remove(Object o)

Ein LogElement-Objekt mit dem Typ **update** veranlasst JPAEntityLoader, die Methode "javax.persistence.EntityManager.merge(Object o)" aufzurufen, um die Entität aufzunehmen. Ein LogElement-Objekt des Typs **update** kann das Ergebnis eines Aufrufs der Methode "com.ibm.websphere.objectgrid.em.EntityManager.merge(object o)" oder einer Attributänderung in der von der eXtreme-Scale-API "EntityManager" verwalteten Instanz sein. Sehen Sie sich das folgende Beispiel an:

```
com.ibm.websphere.objectgrid.em.EntityManager em = og.getSession().getEntityManager();
em.getTransaction().begin();
Consumer c1 = (Consumer) em.find(Consumer.class, c.getConsumerId());
c1.setName("New Name");
em.getTransaction().commit();
```

In diesem Beispiel wird ein LogElement-Objekt des Typs "update" an den JPAEntityLoader des Map-Konsumenten gesendet. Die Methode "javax.persistence.EntityManager.merge(Object o)" im JPA-EntityManager wird an Stelle einer Attributaktualisierung in der von JPA verwalteten Entität aufgerufen. Aufgrund dieses geänderten Verhaltens sind eine Einschränkungen bei der Verwendung dieses Programmiermodells zu beachten.

Regeln für das Anwendungsdesign

Entitäten haben Beziehungen mit anderen Entitäten. Beim Design einer Anwendung mit Beziehungen und mit dem JPAEntityLoader-Plug-in müssen weitere Aspekte berücksichtigt werden. Die Anwendung muss vier Regeln einhalten, die im Folgenden beschrieben werden.

Eingeschränkte Unterstützung für die Beziehungstiefe

JPAEntityLoader wird nur unterstützt, wenn Entitäten ohne Beziehungen bzw. Beziehungen mit einer einzigen Beziehungsebene verwendet werden. Beziehungen mit mehreren Ebenen, wie z. B. `Company > Department > Employee`, werden nicht unterstützt.

Ein einziger Loader pro Map

Angenommen Sie haben eine Entitätsbeziehung "Consumer-ShippingAddress". Wenn Sie einen Konsumenten laden, der sehr viele Abrufe durchführt, können Sie alle zugehörigen ShippingAddress-Objekte laden. Wenn Sie ein Customer-Objekt als persistent definieren oder aufnehmen, können Sie die zugehörigen ShippingAddress-Objekte als persistent definieren oder aufnehmen, wenn "cascade-persist" oder "cascade-merge" aktiviert ist.

Sie können keinen Loader für die Stammentitäts-Map integrieren, in der die Consumer-Entitätstupel gespeichert werden. Sie müssen für jede einzelne Entitäts-Map einen Loader konfigurieren.

Derselbe Kaskadierungstyp für JPA und eXtreme Scale

Stellen Sie sich wieder den Fall vor, dass der Entitätskonsument (Consumer) eine Eins-zu-viele-Beziehung zu ShippingAddress hat. Angenommen, für diese Beziehung ist "cascade-persist" aktiviert. Wenn ein Consumer-Objekt in eXtreme Scale als persistent definiert wird, werden die zugehörigen N ShippingAddress-Objekte in eXtreme Scale ebenfalls als persistent definiert.

Ein Aufruf der Methode "persist" für das Consumer-Objekt mit einer Beziehung vom Typ "cascade-persist" zu ShippingAddress von der JPAEntityLoader-Schicht in einen Aufruf der Methode "javax.persistence.EntityManager.persist(consumer)" und *N* Aufrufe der Methode "javax.persistence.EntityManager.persist(shippingAddress)" übersetzt. Diese N zusätzlichen Aufrufe von "persist" an die ShippingAddress-Objekte sind jedoch wegen der Einstellung "cascade-persist" aus der Sicht des JPA-Providers nicht erforderlich. Zur Lösung dieses Problems stellt eXtreme Scale eine neue Methode "isCascaded" in der Schnittstelle "LogElement" bereit. Die Methode "isCascaded" gibt an, ob das LogElement-Objekt das Ergebnis einer Operation "cascade" des EntityManager von eXtreme Scale ist. In diesem Beispiel empfängt der JPAEntityLoader der Map "ShippingAddress" wegen der cascade-persist-Aufrufe *N* LogElement-Objekte. Der JPAEntityLoader stellt fest, dass die Methode "isCascaded" den Wert "true" zurückgibt und ignoriert sie daraufhin, ohne JPA-Aufrufe abzusetzen. Deshalb wird aus der JPA-Sicht nur ein einziger Aufruf der Methode "javax.persistence.EntityManager.persist(consumer)" abgerufen.

Dasselbe Verhalten zeigt sich, wenn Sie eine Entität aufnehmen oder eine Entität entfernen, wenn die Kaskadierung aktiviert ist. Die kaskadierten Operationen werden vom JPAEntityLoader-Plug-in ignoriert.

Die Kaskadierungsunterstützung ist so konzipiert, dass die Operationen des EntityManager von eXtreme Scale an die JPA-Provider wiederholt werden. Zu diesen Operationen gehören die Operationen "persist", "merge" und "remove". Damit dies funktioniert, müssen Sie sicherstellen, dass die Kaskadierungseinstellungen von JPA und EntityManager von eXtreme Scale identisch sind.

Entitätsaktualisierung mit Vorsicht verwenden

Wie bereits beschrieben, ist die Kaskadierungsunterstützung so konzipiert, dass die Operationen des EntityManager von eXtreme Scale an die JPA-Provider wiederholt werden. Wenn Ihre Anwendung die Methode "ogEM.persist(consumer)" im EntityManager von eXtreme Scale aufruft, werden selbst die zugeordneten ShippingAddress-Objekte aufgrund der Einstellung "cascade-persist" persistent gespeichert, und der JPAEntityLoader ruft nur die Methode "jpAEM.persist(consumer)" in den JPA-Providern auf.

Wenn Ihre Anwendung jedoch eine verwaltete Entität aktualisiert, wird diese Aktualisierung vom JPAEntityLoader-Plug-in in einen JPA-Aufruf "merge" übersetzt. In diesem Szenario ist die Unterstützung für mehrere Beziehungsebenen und Schlüsselzuordnungen nicht gewährleistet. In diesem Fall bewährt es sich, die Methode "javax.persistence.EntityManager.merge(o)" zu verwenden, anstatt eine verwaltete Entität zu aktualisieren.

Loader mit Entitäts-Maps und Tupeln verwenden

Der EntityManager konvertiert alle Entitätsobjekte in Tupelobjekte, bevor sie in einer eXtreme-Scale-Map gespeichert werden. Jede Entität hat ein Schlüsseltupel und ein Werttupel. Dieses Schlüssel/Wert-Paar wird in der eXtreme-Scale-Map gespeichert, die der Entität zugeordnet ist. Wenn Sie eine eXtreme-Scale-Map mit einem Loader verwenden, muss der Loader mit den Tupelobjekten interagieren.

Übersicht

eXtreme Scale enthält Loader-Plug-ins, die die Integration mit relationalen Datenbanken vereinfachen. Die JPA-Loader (Java Persistence API) verwenden eine Java Persistence API, um mit der Datenbank zu interagieren und die Entitätsobjekte zu erstellen. Die JPA-Loader sind mit eXtreme-Scale-Entitäten kompatibel.

Tupel

Ein Tupel enthält Informationen zu den Attributen und Assoziationen einer Entität. Primitive Werte werden über ihre primitiven Wrapper gespeichert. Andere unterstützte Objekttypen werden in ihrem nativen Format gespeichert. Assoziationen zu anderen Entitäten werden als Sammlung von Schlüsseltupelobjekten gespeichert, die die Schlüssel der Zielentitäten darstellen.

Jedes Attribut und jede Assoziation wird über einen nullbasierten Index gespeichert. Sie können den Index jedes Attributs mit der Methode "getAttributePosition" oder "getAssociationPosition" abrufen. Nachdem Sie die Position abgerufen haben, bleibt diese für die Dauer des Lebenzyklus von eXtreme Scale unverändert. Die Position kann sich ändern, wenn eXtreme Scale erneut gestartet wird. Die Methoden "setAttribute", "setAssociation" und "setAssociations" werden verwendet, um die Elemente im Tupel zu aktualisieren.

Achtung: Wenn Sie Tupelobjekte erstellen oder aktualisieren, müssen Sie jedes primitive Feld mit einem Wert ungleich null aktualisieren. Primitive Werte wie `int` dürfen nicht null sein. Wenn sie den Wert nicht in einen Standardwert ändern, treten Leistungsprobleme auf, die sich auch auf Felder auswirken, die mit der Annotation "@Version" oder einem Versionsattribut in der XML-Entitätsdeskriptordatei markiert sind.

Im folgenden Beispiel wird ausführlicher erläutert, wie Tupel verarbeitet werden. Weitere Informationen zum Definieren von Entitäten für dieses Beispiel finden Sie in der Beschreibung des Schemas der Entität "Order" im Lernprogramm zur Schnittstelle "EntityManager in der *Produktübersicht*. WebSphere eXtreme Scale ist so konfiguriert, dass für jede Entität ein Loader verwendet wird. Außerdem wird nur die Entität "Order" verwendet, und diese Entität hat eine Viele-zu-eins-Beziehung zur Entität "Customer". Der Attributname ist `customer`, und dieses Attribut hat eine Eins-zu-viele-Beziehung zur Entität "OrderLine".

Verwenden Sie den Projektor, um Tupelobjekte automatisch aus Entitäten zu erstellen. Die Verwendung des Projektors kann Loader vereinfachen, wenn ein ORM-Dienstprogramm (Object-Relational Mapping, objektbezogene Zuordnung) wie Hibernate oder JPA verwendet wird.

order.java

```
@Entity
public class Order
{
    @Id  String orderNumber;
    java.util.Date date;
    @OneToOne(cascade=CascadeType.PERSIST) Customer customer;
    @OneToMany(cascade=CascadeType.ALL, mappedBy="order") @OrderBy("lineNumber") List<OrderLine> lines;
}
```

customer.java

```
@Entity
public class Customer {
    @Id String id;
    String firstName;
    String surname;
    String address;
    String phoneNumber;
}
```

orderLine.java

```
@Entity
public class OrderLine
{
    @Id @ManyToOne(cascade=CascadeType.PERSIST) Order order;
    @Id int lineNumber;
    @OneToOne(cascade=CascadeType.PERSIST) Item item;
    int quantity;
    double price;
}
```

Eine Klasse "OrderLoader", die die Schnittstelle "Loader" implementiert, wird im folgenden Code gezeigt. Im folgenden Beispiel wird angenommen, dass ein zugehöriges TransactionCallback-Plug-in definiert ist.

orderLoader.java

```
public class OrderLoader implements com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.Loader {

 private EntityMetadata entityMetaData;
 public void batchUpdate(TxID txid, LogSequence sequence)
            throws LoaderException, OptimisticCollisionException {
        ...
        }
        public List get(TxID txid, List keyList, boolean forUpdate)
            throws LoaderException {
        ...
        }
        public void preloadMap(Session session, BackingMap backingMap)
            throws LoaderException {
  this.entityMetaData=backingMap.getEntityMetadata();
 }

}
```

Die Instanzvariable "entityMetaData" wird während des Aufrufs der Methode "preLoadMap" über eXtreme Scale initialisiert. Die Variable *entityMetaData* ist nicht null, wenn die Map für die Verwendung von Entitäten konfiguriert ist. Andernfalls ist der Wert null.

Methode "batchUpdate"

Mit der Methode "batchUpdate" kann festgestellt werden, welche Aktion die Anwendung ausführen wollte. Auf der Basis einer Operation "insert", "update" oder "delete" kann eine Verbindung zur Datenbank geöffnet und die arbeit ausgeführt werden. Da der Schlüssel und die Werte vom Typ "Tupel" sind, müssen sie umgesetzt werden, so dass sie in der SQL-Anweisung Sinn machen.

Die Tabelle ORDER wurde mit der DDL-Definition (Data Definition Language) erstellt, die Sie im folgenden Code sehen:

```
CREATE TABLE ORDER (ORDERNUMBER VARCHAR(250) NOT NULL, DATE TIMESTAMP, CUSTOMER_ID VARCHAR(250))
ALTER TABLE ORDER ADD CONSTRAINT PK_ORDER PRIMARY KEY (ORDERNUMBER)
```

Der folgende Code veranschaulicht wie Sie ein Tupel in ein Objekt konvertieren:

```
public void batchUpdate(TxID txid, LogSequence sequence)
            throws LoaderException, OptimisticCollisionException {
        Iterator iter = sequence.getPendingChanges();
          while (iter.hasNext()) {
            LogElement logElement = (LogElement) iter.next();
            Object key = logElement.getKey();
            Object value = logElement.getCurrentValue();

            switch (logElement.getType().getCode()) {
            case LogElement.CODE_INSERT:

1)              if (entityMetaData!=null) {

// Der Auftrag (order) hat nur einen einzigen Schlüssel, die Auftragsnummer (orderNumber).
2)                  String ORDERNUMBER=(String) getKeyAttribute("orderNumber", (Tuple) key);
// Wert von date abrufen.
3)                  java.util.Date unFormattedDate = (java.util.Date) getValueAttribute("date",(Tuple)value);
// Die Werte sind 2 Assoziationen. Kunden verarbeiten, weil die Tabelle
// customer.id als Primärschlüssel enthält.
4)                  Object[] keys= getForeignKeyForValueAssociation("customer","id",(Tuple) value);
                    //Beziehung zwischen Order und Customer ist M zu 1. Es kann nur einen einzigen Schlüssel geben.
5)                  String CUSTOMER_ID=(String)keys[0];
// Variable unFormattedDate syntaktisch analysieren und für die Datenbank als formattedDate formatieren
6)                   String formattedDate = "2007-05-08-14.01.59.780272"; // formatted for DB2
// Abschließend die folgende SQL-Anweisung, um den Datensatz einzufügen
7) //INSERT INTO ORDER (ORDERNUMBER, DATE, CUSTOMER_ID) VALUES(ORDERNUMBER,formattedDate, CUSTOMER_ID)
                }
                break;
            case LogElement.CODE_UPDATE:
                break;
            case LogElement.CODE_DELETE:
                break;
            }
        }

    }
// Gibt den Wert für das Attribut zurück, der im Schlüsseltupel gespeichert ist
 private Object getKeyAttribute(String attr, Tuple key) {
        // Metadaten des Schlüssels abrufen
        TupleMetadata keyMD = entityMetaData.getKeyMetadata();
        // Position des Attributs abrufen
        int keyAt = keyMD.getAttributePosition(attr);
        if (keyAt > -1) {
            return key.getAttribute(keyAt);
        } else { // attribute undefined
            throw new IllegalArgumentException("Invalid position index for  "+attr);
        }

    }
// Gibt den Wert für das Attribut zurück, der im Werttupel gespeichert ist
    private Object getValueAttribute(String attr, Tuple value) {
        // Ähnlich wie oben, abgesehen davon, dass mit den Metadaten des Werts gearbeitet wird
        TupleMetadata valueMD = entityMetaData.getValueMetadata();

        int keyAt = valueMD.getAttributePosition(attr);
        if (keyAt > -1) {
            return value.getAttribute(keyAt);
        } else {
            throw new IllegalArgumentException("Invalid position index for  "+attr);
        }
```

```
    }
// Gibt einen Bereich von Schlüsseln zurück, die auf die Assoziation verweisen
    private Object[] getForeignKeyForValueAssociation(String attr, String fk_attr, Tuple value) {
        TupleMetadata valueMD = entityMetaData.getValueMetadata();
        Object[] ro;

        int customerAssociation = valueMD.getAssociationPosition(attr);
        TupleAssociation tupleAssociation = valueMD.getAssociation(customerAssociation);

        EntityMetadata targetEntityMetaData = tupleAssociation.getTargetEntityMetadata();

        Tuple[] customerKeyTuple = ((Tuple) value).getAssociations(customerAssociation);

        int numberOfKeys = customerKeyTuple.length;
        ro = new Object[numberOfKeys];

        TupleMetadata keyMD = targetEntityMetaData.getKeyMetadata();
        int keyAt = keyMD.getAttributePosition(fk_attr);
        if (keyAt < 0) {
            throw new IllegalArgumentException("Invalid position index for  " + attr);
        }
        for (int i = 0; i < numberOfKeys; ++i) {
            ro[i] = customerKeyTuple[i].getAttribute(keyAt);
        }

        return ro;

    }
```

1. Stellen Sie sicher, dass entityMetaData nicht null ist, was impliziert, dass die Cacheeinträge für Schlüssel und Wert Tupel sind. Aus den entityMetaData werden nur die TupleMetaData für den Schlüssel abgerufen, die wirklich nur den Schlüsselteil der Auftragsmetadaten enthalten.
2. Verarbeiten Sie das Schlüsseltupel (KeyTuple), und rufen Sie den Wert des Schlüsselattributs "orderNumber" ab.
3. Verarbeiten Sie das Werttupel (ValueTuple), und rufen Sie den Wert des Attributs "date" ab.
4. Verarbeiten Sie das Werttupel (ValueTuple), und rufen Sie den Wert der Schlüssel aus der Assoziation "customer" ab.
5. Extrahieren Sie CUSTOMER_ID. Basierend auf der Beziehung kann ein Auftrag (Order) nur einen einzigen Kunden (Customer) haben. Deshalb gibt es auch nur einen einzigen Schlüssel. Die Größe der Schlüssel ist damit 1. Zur Einfachheit wird die Syntaxanalyse des Datums auf das richtige Format übersprungen.
6. Da es sich um eine Einfügeoperation (insert) handelt, wird die SQL-Anweisung in der Datenquellenverbindung übergeben, um die Einfügeoperation durchzuführen.

Informationen zur Transaktionsabgrenzung und zum Zugriff auf die Datenbank finden Sie im Abschnitt „Loader schreiben” auf Seite 260.

Methode "get"

Wenn der Schlüssel nicht im Cache gefunden wird, rufen Sie die Methode "get" im Loader-Plug-in auf, um den Schlüssel zu suchen.

Der Schlüssel ist ein Tupel. Der erste Schritt ist die Konvertierung des Tupels in primitive Werte, die an die SQL-Anweisung SELECT übergeben werden können. Nachdem alle Attribute aus der Datenbank abgerufen wurden, müssen Sie sie in Tupel konvertieren. Der folgende Code demonstriert die Klasse "Order":

```
public List get(TxID txid, List keyList, boolean forUpdate) throws LoaderException {
  System.out.println("OrderLoader: Get called");
  ArrayList returnList = new ArrayList();

1)  if (entityMetaData != null) {
   int index=0;
   for (Iterator iter = keyList.iterator(); iter.hasNext();) {
2)    Tuple orderKeyTuple=(Tuple) iter.next();

    // Der Auftrag (order) hat nur einen einzigen Schlüssel, die Auftragsnummer (orderNumber).
3)    String ORDERNUMBERKEY = (String) getKeyAttribute("orderNumber",orderKeyTuple);
```

```
    //Es muss eine Abfrage ausgeführt werden, um die Werte von
4)    // SELECT CUSTOMER_ID, date FROM ORDER WHERE ORDERNUMBER='ORDERNUMBERKEY' abzurufen
5)    //1) Fremdschlüssel: CUSTOMER_ID
6)    //2) date
    // Annehmen, dass diese beiden wie folgt zurückgegeben werden:ls
7)                              String  CUSTOMER_ID = "C001"; // Annehmen, dass sie abrufen und initialisiert wurden
8)    java.util.Date retrievedDate = new java.util.Date();
                                // Annehmen, dass dieses Datum das Datum in der Datenbank widerspiegelt

    // Jetzt müssen diese Daten vor der Rückgabe in eine Tupel konvertiert werden.

    // Werttupel erstellen
9)    TupleMetadata valueMD = entityMetaData.getValueMetadata();
    Tuple valueTuple=valueMD.createTuple();


    // retrievedDate-Objekt dem Tupel hinzufügen
    int datePosition = valueMD.getAttributePosition("date");
10)    valueTuple.setAttribute(datePosition, retrievedDate);

    // Jetzt muss die Assoziation hinzugefügt werden.
11)    int customerPosition=valueMD.getAssociationPosition("customer");
    TupleAssociation customerTupleAssociation =
                                  valueMD.getAssociation(customerPosition);
    EntityMetadata customerEMD = customerTupleAssociation.getTargetEntityMetadata();
    TupleMetadata customerTupleMDForKEY=customerEMD.getKeyMetadata();
12)    int customerKeyAt=customerTupleMDForKEY.getAttributePosition("id");


    Tuple customerKeyTuple=customerTupleMDForKEY.createTuple();
    customerKeyTuple.setAttribute(customerKeyAt, CUSTOMER_ID);
13)    valueTuple.addAssociationKeys(customerPosition, new Tuple[] {customerKeyTuple});


14)    int linesPosition = valueMD.getAssociationPosition("lines");
    TupleAssociation linesTupleAssociation = valueMD.getAssociation(linesPosition);
    EntityMetadata orderLineEMD = linesTupleAssociation.getTargetEntityMetadata();
    TupleMetadata orderLineTupleMDForKEY = orderLineEMD.getKeyMetadata();
    int lineNumberAt = orderLineTupleMDForKEY.getAttributePosition("lineNumber");
    int orderAt = orderLineTupleMDForKEY.getAssociationPosition("order");

    if (lineNumberAt < 0 || orderAt < 0) {
     throw new IllegalArgumentException(
                                      "Invalid position index for lineNumber or order "+
                                      lineNumberAt + " " + orderAt);
    }
15) // SELECT LINENUMBER FROM ORDERLINE WHERE ORDERNUMBER='ORDERNUMBERKEY'
    // Annehmen, dass zwei linenumber-Zeilen mit den Werten 1 und 2 zurückgegeben werden

    Tuple orderLineKeyTuple1 = orderLineTupleMDForKEY.createTuple();
    orderLineKeyTuple1.setAttribute(lineNumberAt, new Integer(1));// Schlüssel setzen
    orderLineKeyTuple1.addAssociationKey(orderAt, orderKeyTuple);

    Tuple orderLineKeyTuple2 = orderLineTupleMDForKEY.createTuple();
    orderLineKeyTuple2.setAttribute(lineNumberAt, new Integer(2));// Schlüssel initialisieren
    orderLineKeyTuple2.addAssociationKey(orderAt, orderKeyTuple);

16)    valueTuple.addAssociationKeys(linesPosition, new Tuple[]
                                   {orderLineKeyTuple1, orderLineKeyTuple2 });

    returnList.add(index, valueTuple);

    index++;

   }
  }else {
   // Unterstützt keine Tupel
  }
  return returnList;
 }
```

1. Die Methode "get" wird aufgerufen, wenn der ObjectGrid-Cache den Schlüssel nicht findet und den Loader auffordert, den Schlüssel abzurufen. Suchen Sie den entityMetaData-Wert, und fahren Sie fort, wenn der Wert ungleich null ist.
2. Die Schlüsselliste enthält Tupel.
3. Rufen Sie den Wert des Attributs "orderNumber" ab.
4. Führen Sie die Abfrage aus, um das Datum (Wert) und die Kunden-ID (Fremdschlüssel) abzurufen.
5. CUSTOMER_ID ist ein Fremdschlüssel, der im Assoziationstupel gesetzt werden muss.
6. Das Datum ist ein Wert und muss bereits gesetzt sein.

7. Da in diesem Beispiel keine JDBC-Aufrufe ausgeführt werden, wird CUSTOMER_ID angenommen.
8. Da in diesem Beispiel keine JDBC-Aufrufe ausgeführt werden, wird date angenommen.
9. Erstellen Sie das Werttupel.
10. Setzen Sie den Wert von "date" im Tupel, je nach Position.
11. Das Order-Objekt hat zwei Assoziationen. Beginnen Sie mit dem Attribut "customer", das auf die Kundenentität verweist. Sie müssen den Wert von ID haben, um ihn im Tupel zu setzen.
12. Ermitteln Sie die Position von ID in der Entity "Customer".
13. Setzen Sie nur die Werte der Assozationsschlüssel.
14. "lines" ist auch eine Assoziation, die als Gruppe von Assoziationsschlüsseln konfiguriert werden muss (auf dieselbe Weise wie bei der customer-Assoziation).
15. Da Sie Schlüssel für die Positionsnummer (lineNumber) festlegen müssen, die diesem Auftrag zugeordnet ist, führen Sie die SQL zum Abrufen der lineNumber-Werte aus.
16. Definieren Sie die Assoziationsschlüssel im Werttupel (valueTuple). Diese Aktion schließt die Erstellung des Tupels ab, das an die BackingMap zurückgegeben wird.

Dieser Abschnitt beschreibt die Schritte zum Erstellen von Tupeln und enthält nur eine Beschreibung der Entität "Order". Führen Sie ähnliche Schritte für die anderen Entitäten und den gesamten Prozess aus, der in Zusammenhang mit dem TransactionCallback-Plug-in steht. Weitere Einzelheiten finden Sie im Abschnitt „Plug-ins für die Verwaltung von Ereignissen im Lebenszyklus von Transaktionen” auf Seite 279.

Loader mit einem Preload-Controller für Replikate schreiben

Ein Loader mit einem Preload-Controlle für Replikate ist ein Loader, der die Schnittstelle ReplicaPreloadController zusätzlich zur Schnittstelle "Loader" implementiert.

Übersicht

Die Schnittstelle "ReplicaPreloadController" bietet einem Replikat, das zum primären Shard wird, die Möglichkeit festzustellen, ob das vorherige primäre Shard den Preload-Prozess (Prozess für vorheriges Laden) vollständig abgeschlossen hat. Wenn der Preload-Prozess nur teilweise abgeschlossen ist, werden Informationen bereitgestellt, anhand derer das neue primäre Replikat die Verarbeitung dort fortsetzen kann, wo das vorherige Replikat aufgehört hat. Mit der Implementierung der Schnittstelle "ReplicaPreloadController" setzt ein Replikat, das zum primären Replikat wird, den Preload-Prozess dort fort, wo das vorherige Replikat aufgehört hat, und beendet des gesamten Preload-Prozess.

In einer verteilten WebSphere eXtreme Scale-Umgebung kann eine Map Replikate haben und ein hohes Datenvolumen während der Initialisierung vorher laden. Der Preload-Prozess ist eine Loader-Aktivität und findet nur in der primären Map während der Initialisierung statt. Die Ausführung des Preload-Prozesses kann lange dauern, wenn ein hohes Datenvolumen vorher geladen werden muss. Wenn die primäre Map bereits einen großen Teil der Preload-Daten geladen hat, aber dann aus einem unbekannten Grund während der Initialisierung gestoppt wird, wird ein Replikat zur primären Map. In dieser Situation gehen die von der vorherigen Map

bereits geladenen Preload-Daten verloren, weil die neue primäre Map normalerweise einen unbedingten Preload durchführt. Bei einem unbedingten Preload startet die neue primäre Map den Preload-Prozess von vorn, und die bereits geladenen Daten werden ignoriert. Wenn die neue primäre Map dort weitermachen soll, wo die vorherige primäre Map während des Preload-Prozesses aufgehört hat, stellen Sie einen Loader bereit, der die Schnittstelle "ReplicaPreloadController" implementiert. Weitere Informationen finden Sie in der API-Dokumentation.

Weitere Informationen zu Loadern finden Sie in der Dokumentation zu Loadern in der *Produktübersicht*. Wenn Sie ein reguläres Loader-Plug-in schreiben möchten, lesen Sie den Abschnit „Loader schreiben” auf Seite 260.

Die Schnittstelle "ReplicaPreloadController" hat die folgende Definition:

```
public interface ReplicaPreloadController
{
    public static final class Status
    {
        static public final Status PRELOADED_ALREADY = new Status(K_PRELOADED_ALREADY);
static public final Status FULL_PRELOAD_NEEDED = new Status(K_FULL_PRELOAD_NEEDED);
static public final Status PARTIAL_PRELOAD_NEEDED = new Status(K_PARTIAL_PRELOAD_NEEDED);
}

    Status checkPreloadStatus(Session session, BackingMap bmap);
}
```

In den folgenden Abschnitten werden einige Methoden der Schnittstellen "Loader" und "ReplicaPreloadController" beschrieben.

Methode "checkPreloadStatus"

Wenn ein Loader die Schnittstelle "ReplicaPreloadController" implementiert, wird während der Map-Initialisierung die Methode "checkPreloadStatus" vor der Methode "preloadMap" aufgerufen. Der Rückkehrstatus dieser Methode bestimmt, ob die Methode "preloadMap" aufgerufen wird. Wenn diese Methode `Status#PRELOADED_ALREADY` zurückgibt, wird die Preload-Methode nicht aufgerufen. Andernfalls wird die Methode "preload" aufgerufen. Aufgrund dieses Verhaltens sollte diese Methode als Methode für die Loader-Initialisierung dienen. Sie müssen in dieser Methode die Loader-Eigenschaften initialisieren. Diese Methode muss den richtigen Status zurückgeben, oder der Preload-Prozess funktioniert nicht wie erwartet.

```
public Status checkPreloadStatus(Session session, BackingMap backingMap) {
        // Wenn ein Loader die Schnittstelle "ReplicaPreloadController" implementiert,
        // wird diese Methode während der Map-Initialisierung vor der Methode
        // "preloadMap" aufgerufen. Ob die Methode "preloadMap" aufgerufen wird,
        // richtet sich nach dem Status, den diese Methode zurückgibt. // Deshalb
        // dient diese Methode auch als Methode für die Initialisierung des Loaders.
        // Diese Methode muss den richtigen Status zurückgeben, da der Preload-Prozess
        // ansonsten nicht wie erwartet funktioniert.

        // Anmerkung: Hier muss die Loader-Instanz initialisiert werden.
        ivOptimisticCallback = backingMap.getOptimisticCallback();
        ivBackingMapName = backingMap.getName();
        ivPartitionId = backingMap.getPartitionId();
        ivPartitionManager = backingMap.getPartitionManager();
        ivTransformer = backingMap.getObjectTransformer();
        preloadStatusKey = ivBackingMapName + "_" + ivPartitionId;

        try {
            // preloadStatusMap abrufen, um den Preload-Status abzurufen, der von anderen JVMs
            // gesetzt werden kann.
            ObjectMap preloadStatusMap = session.getMap(ivPreloadStatusMapName);

            // Index des zuletzt aufgezeichneten Preload-Datenblocks abrufen.
            Integer lastPreloadedDataChunk = (Integer) preloadStatusMap.get(preloadStatusKey);
if (lastPreloadedDataChunk == null) {
                preloadStatus = Status.FULL_PRELOAD_NEEDED;
            } else {
```

```
                preloadedLastDataChunkIndex = lastPreloadedDataChunk.intValue();
                if (preloadedLastDataChunkIndex == preloadCompleteMark) {
                    preloadStatus = Status.PRELOADED_ALREADY;
                } else {
                    preloadStatus = Status.PARTIAL_PRELOAD_NEEDED;
                }
            }

            System.out.println("TupleHeapCacheWithReplicaPreloadControllerLoader.checkPreloadStatus()
     -> map = " + ivBackingMapName + ", preloadStatusKey = " + preloadStatusKey
                    + ", retrieved lastPreloadedDataChunk =" + lastPreloadedDataChunk + ", determined preloadStatus = "
+ getStatusString(preloadStatus));

        } catch (Throwable t) {
            t.printStackTrace();
        }

        return preloadStatus;
    }
```

Methode "preloadMap"

Die Ausführung der Methode "preloadMap" ist von dem von der Methode "checkPreloadStatus" zurückgegebenen Ergebnis abhängig. Wenn die Methode "preloadMap" aufgerufen wird, muss sie gewöhnlich Informationen zum Preload-Status aus der angegebenen Preload-Status-Map abrufen und die weitere Vorgehensweise bestimmen. Idealerweise sollte die Methode "preloadMap" wissen, ob der Preload-Prozess teilweise abgeschlossen wurde und wo genau begonnen werden muss. Während des Daten-Preloads muss die Methode "preloadMap" den Preload-Status in der angegebenen Preload-Status-Map aktualisieren. Der Preload-Status, der in der Preload-Status-Map gespeichert ist, wird von der Methode "checkPreloadStatus" abgerufen, wenn diese den Preload-Status überprüfen muss.

```
public void preloadMap(Session session, BackingMap backingMap)
throws LoaderException {
        EntityMetadata emd = backingMap.getEntityMetadata();
        if (emd != null && tupleHeapPreloadData != null) {
            // Die Methode "getPreLoadData" gleicht dem Abruf von Daten aus der Datenbank.
            // Diese Daten werden als Preload-Prozess mit Push in den Cache übertragen.
            ivPreloadData = tupleHeapPreloadData.getPreLoadData(emd);

            ivOptimisticCallback = backingMap.getOptimisticCallback();
            ivBackingMapName = backingMap.getName();
            ivPartitionId = backingMap.getPartitionId();
            ivPartitionManager = backingMap.getPartitionManager();
            ivTransformer = backingMap.getObjectTransformer();
            Map preloadMap;

            if (ivPreloadData != null) {
                try {
                    ObjectMap map = session.getMap(ivBackingMapName);

                    // preloadStatusMap abrufen, um den Preload-Status aufzuzeichnen.
                    ObjectMap preloadStatusMap = session.getMap(ivPreloadStatusMapName);
         // Anmerkung: Wenn die Methode preloadMap aufgerufen wird, wurde
         // checkPreloadStatus aufgerufen, und preloadStatus und
         // preloadedLastDataChunkIndex wurden gesetzt.
         // Der preloadStatus muss PARTIAL_PRELOAD_NEEDED oder
         // FULL_PRELOAD_NEEDED sein. Diese erfordern einen erneuten Preload.

                    // Wenn sehr viele Daten vorher geladen werden, werden die Daten gewöhnlich
          // in Blöcke eingeteilt, und der Preload-Prozess verarbeitet jeden Block in
          // einer gesonderten Transaktion. In diesem Beispiel werden nur ein paar
          // Einträge vorher geladen, und jeder Eintrag wird als Block betrachtet.
          // Der Preload-Prozess verarbeitet also jeweils einen Eintrag in einer
          // einer Transaktion, um das vorherige Laden von Datenblöcken zu simulieren.

                    Set entrySet = ivPreloadData.entrySet();
                    preloadMap = new HashMap();
                    ivMap = preloadMap;

                    // dataChunkIndex stellt den Datenblock dar, der verarbeitet wird.
                    int dataChunkIndex = -1;
                    boolean shouldRecordPreloadStatus = false;
                    int numberOfDataChunk = entrySet.size();
```

```
        System.out.println("    numberOfDataChunk to be preloaded = "
+ numberOfDataChunk);

        Iterator it = entrySet.iterator();
        int whileCounter = 0;
        while (it.hasNext()) {
            whileCounter++;
            System.out.println("preloadStatusKey = " + preloadStatusKey
  + " ,
 whileCounter = " + whileCounter);

            dataChunkIndex++;

            // Wenn aktueller dataChunkIndex <= preloadedLastDataChunkIndex
 // ist, ist keine Verarbeitung erforderlich, weil der Datenblock
 // bereits von einer anderen JVM vorher geladen wurde. Es muss nur
 // dataChunkIndex verarbeitet werden.
// > preloadedLastDataChunkIndex
            if (dataChunkIndex <= preloadedLastDataChunkIndex) {
                System.out.println("ignore current dataChunkIndex =
   " + dataChunkIndex + " that has been previously
   preloaded.");
                continue;
            }

            // Anmerkung: Dieses Beispiel simuliert einen Datenblock mit einem Eintrag.
            // Jeder Schlüssel stellt zur Einfachheit einen Datenblock dar.
            // Wenn der primäre Server oder das primäre Shard aus einem unbekannten
            // Grund gestoppt wird, muss der Preload-Status, der den Fortschritt des
            // Preload-Prozesses anzeigt, in der preloadStatusMap verfügbar sein.
            // Ein Replikat, das zu einem primären Shard wird, kann den Preload-Status
            // abrufen und bestimmen, wird der erneute Preload-Prozess durchgeführt
            // werden muss.
            // Anmerkung: Der Preload-Status sollte in derselben Transaktion aufgezeichnet
            // werden, in der auch die Daten in den Cache übertragen werden, so dass
            // der aufgezeichnete Preload-Status der tatsächliche Status ist,
            // falls ein Rollback durchgeführt werden muss oder ein Fehler auftritt.

            Map.Entry entry = (Entry) it.next();
            Object key = entry.getKey();
            Object value = entry.getValue();
            boolean tranActive = false;

            System.out.println("processing data chunk. map = " +
  this.ivBackingMapName + ", current dataChunkIndex = " +
  dataChunkIndex + ", key = " + key);

            try {
                shouldRecordPreloadStatus = false; // re-set to false
                session.beginNoWriteThrough();
                tranActive = true;

                if (ivPartitionManager.getNumOfPartitions() == 1) {
                    // Wenn nur eine einzige Partition vorhanden ist, Partitionierung übergehen.
                    // Die Daten nur mit Push in den Cache übertragen.
                    map.put(key, value);
                    preloadMap.put(key, value);
                    shouldRecordPreloadStatus = true;
                } else if (ivPartitionManager.getPartition(key) == ivPartitionId) {
                    // Wenn die Map partitioniert ist, muss der Partitionsschlüssel
                    // berücksichtigt werden.
                    // Nur Daten vorher laden, die zu dieser Partition gehören.
                    map.put(key, value);
                    preloadMap.put(key, value);
                    shouldRecordPreloadStatus = true;
                } else {
                    // Entität ignorieren, weil sie nicht zu dieser Partition gehört.
                }

                if (shouldRecordPreloadStatus) {
                    System.out.println("record preload status. map = " +
      this.ivBackingMapName + ", preloadStatusKey = " +
      preloadStatusKey + ", current dataChunkIndex ="
      + dataChunkIndex);
                    if (dataChunkIndex == numberOfDataChunk) {
                        System.out.println("record preload status. map = " +
       this.ivBackingMapName + ", preloadStatusKey = " +
       preloadStatusKey + ", mark complete =" +
       preloadCompleteMark);
                        // Bedeutet, dass dies der letzte Datenblock ist. Bei erfolgreicher
```

```
                                    // Festschreibung, aufzeichnen, dass Preload abgeschlossen ist.
                                    // Jetzt ist der Preload abgeschlossen.
                                    // -99 als Sondermarkierung für den Status "Preload abgeschlossen" verwenden.

                                    preloadStatusMap.get(preloadStatusKey);

                                    // Ein put nach einem get wird zu update, wenn get ein Objekt zurückgibt,
                                    // andernfalls wird es zu insert.
                                    preloadStatusMap.put(preloadStatusKey, new
                        Integer(preloadCompleteMark));

                                } else {
                                    // Ein put nach einem get wird zu update, wenn get ein Objekt zurückgibt,
                                   // andernfalls wird es zu insert.
                                    preloadStatusMap.get(preloadStatusKey);
                                    preloadStatusMap.put(preloadStatusKey, new Integer(dataChunkIndex));
}
                            }

                            session.commit();
                            tranActive = false;

                            // Zum Simulieren eines Preloads großer Datenmengen
                            // diesen Thread für 30 Sekunden inaktivieren.
// Die echte Anwendung darf diesen Thread NICHT inaktivieren.
                            Thread.sleep(10000);

                        } catch (Throwable e) {
                            e.printStackTrace();
                            throw new LoaderException("preload failed with exception: " + e, e);
} finally {
                            if (tranActive && session != null) {
                                try {
                                    session.rollback();
                                } catch (Throwable e1) {
                                    // Preload durchführen und Ausnahme der Rollback-Operation ignorieren
                                }
                            }
                        }
                    }

                    // Jetzt ist der Preload-Prozess wirklich abgeschlossen.
                    // -99 als Sondermarkierung für den Status "Preload abgeschlossen" verwenden.
                    // Dies gewährleistet, dass die Abschlussmarkierung gesetzt wird.
                    // Außerdem weiß bei der Partitionierung nicht jede Partition, wann es sich
                    // um den letzten Datenblock handelt. Deshalb dient der folgende Block als
                    // Bericht für den Bericht, dass der gesamte Preload-Prozess abgeschlossen ist.
                    System.out.println("Overall preload status complete -> record
             preload status. map = " + this.ivBackingMapName + ",
             preloadStatusKey = " + preloadStatusKey + ", mark complete =" +
            preloadCompleteMark);
                    session.begin();
                    preloadStatusMap.get(preloadStatusKey);
                    // Ein put nach einem get wird zu update, wenn get ein Objekt zurückgibt,
                    // andernfalls wird es zu insert.
                    preloadStatusMap.put(preloadStatusKey, new Integer(preloadCompleteMark));
                    session.commit();

                    ivMap = preloadMap;
                } catch (Throwable e) {
                    e.printStackTrace();
                    throw new LoaderException("preload failed with exception: " + e, e);
                }
            }
        }
    }
```

Preload-Status-Map

Sie müssen eine Map für den Preload-Status für die Unterstützung der ReplicaPreloadController-Schnittstellenimplementierung verwenden. Die Methode "preloadMap" muss immer zuerst den Preload-Status in der Preload-Status-Map prüfen und den Preload-Status in der Preload-Status-Map aktualisieren, wenn sie Daten mit Push in den Cache überträgt. Die Methode "checkPreloadStatus" kann den Preload-Status aus der Preload-Status-Map abrufen, den Preload-Status bestimmen und den Status an den Aufrufenden zurückgeben. Die Preload-Status-Map muss

sich in demselben MapSet befinden wie die anderen Maps, die Loader mit einem Preload-Controller für Replikate enthalten.

Plug-ins für die Verwaltung von Ereignissen im Lebenszyklus von Transaktionen

Verwenden Sie das TransactionCallback-Plug-in, um Versionssteuerungs- und Vergleichsoperationen für Cacheobjekte anzupassen, wenn Sie die optimistische Sperrstrategie verwenden.

Sie können ein Plug-in-fähiges optimistisches Callback-Objekt bereitstellen, das die Schnittstelle "com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.OptimisticCallback" implementiert. Für Entitäts-Maps wird automatisch ein OptimisticCallback-Plug-in mit hoher Leistung konfiguriert.

Zweck

Verwenden Sie die Schnittstelle "OptimisticCallback" für die Unterstützung optimistischer Vergleichsoperationen für die Werte einer Map. Eine OptimisticCallback-Implementierung ist erforderlich, wenn Sie die optimistische Sperrstrategie verwenden. WebSphere eXtreme Scale stellt eine Standardimplementierung von OptimisticCallback bereit. Gewöhnlich muss die Anwendung eine eigene Implementierung der Schnittstelle "OptimisticCallback" integrieren. Weitere Informationen finden Sie im Abschnitt in den Informationen zu Sperrstrategien in der *Produktübersicht*.

Standardimplementierung

Das eXtreme-Scale-Framework stellt eine Standardimplementierung der Schnittstelle "OptimisticCallback" bereit, die verwendet wird, wenn die Anwendung kein anwendungsdefiniertes OptimisticCallback-Objekt bereitstellt, wie im folgenden Abschnitt veranschaulicht wird. Die Standardimplementierung gibt immer den Sonderwert NULL_OPTIMISTIC_VERSION als Versionsobjekt für den Wert zurück und aktualisiert das Versionsobjekt nie. Diese Aktion macht einen optimistischen Vergleich zu einer Funktion mit "Nulloperation". In den meisten Fällen ist die Funktion mit "Nulloperation" nicht angebracht, wenn die optimistische Sperrstrategie verwendet wird. Ihre Anwendungen müssen die Schnittstelle "OptimisticCallback" implementieren und eigene OptimisticCallback-Implementierungen integrieren, damit die Standardimplementierung nicht verwendet wird. Es gibt jedoch mindestens ein Szenario, in dem die bereitgestellte OptimisticCallback-Standardimplementierung hilfreich ist. Stellen Sie sich die folgende Situation vor:

- Es wird ein Loader (Ladeprogramm) für die BackingMap integriert.
- Der Loader weiß ohne Hilfe eines OptimisticCallback-Plug-ins, wie der optimistische Vergleich durchgeführt wird.

Wie kann der Loader nun ohne Hilfe eines OptimisticCallback-Objekts wissen, wie mit der optimistischen Versionssteuerung zu verfahren ist? Der Loader kennt das Wertobjekt für die Klasse und weiß, welches Feld des Wertobjekts als Wert für die optimistische Versionssteuerung verwendet wird. Angenommen, die folgende Schnittstelle wird für das Wertobjekt der Map "Employee" verwendet:

```
public interface Employee
{
    // Für die optimistische Versionssteuerung verwendete Folgenummer.
```

```
    public long getSequenceNumber();
    public void setSequenceNumber(long newSequenceNumber);
    // Weitere get/set-Methoden für andere Felder des Employee-Objekts.
}
```

In diesem Fall weiß der Loader, dass er die Methode "getSequenceNumber" verwenden kann, um die aktuellen Versionsinformationen für ein Employee-Wertobjekt abzurufen. Der Loader erhöht den zurückgegebenen Wert um eins, um eine neue Versionsnummer zu generieren, bevor er den persistenten Speicher mit dem neuen Employee-Wert aktualisiert. Für einen JDBC-Loader (Java Database Connectivity) wird die aktuelle Folgenummer in der WHERE-Klausel einer überqualifizierten SQL-Anweisung "update" verwendet. Der Loader verwendet die neu generierte Folgenummer, um die Folgenummernspalte auf den neuen Folgenummernwert zu setzen.

Eine weitere Möglichkeit ist die, dass der Loader eine vom Back-End bereitgestellte Funktion verwendet, die eine verdeckte Spalte, die für die optimistische Versionssteuerung verwendet werden kann, automatisch aktualisiert. In manchen Fällen kann unter Umständen eine gespeicherte Prozedur oder ein Trigger verwendet werden, um eine Spalte zu verwalten, die Informationen zur Versionssteuerung enthält. Wenn der Loader eine dieser Techniken für die Verwaltung der Informationen zur optimistischen Versionssteuerung verwendet, muss die Anwendung keine eigene OptimisticCallback-Implementierung bereitstellen. Sie können die OptimisticCallback-Standardimplementierung verwenden, weil der Loader die optimistische Versionssteuerung ohne Hilfe eines OptimisticCallback-Objekts übernehmen kann.

Standardimplementierung für Entitäten

Entitäten werden im ObjectGrid mit Hilfe von Tupelobjekten gespeichert. Die OptimisticCallback-Standardimplementierung verhält sich ähnlich wie bei Maps, die keine Entitäts-Maps sind. Das Versionsfeld in der Entität wird jedoch mit der Annotation "@Version" bzw. dem Versionsattribut in der XML-Deskriptordatei der Entität angegeben.

Die gültigen Datentypen für das Versionsattribut sind int, Integer, short, Short, long, Long und java.sql.Timestamp. Für eine Entität darf nur ein einziges Versionsattribut definiert werden. Das Versionsattribut darf nur während der Erstellung definiert werden. Sobald die Entität als persistent definiert wird, darf der Wert des Versionsattributs nicht mehr geändert werden.

Wenn kein Versionsattribut konfiguriert ist und die optimistische Sperrstrategie verwendet wird, wird das vollständige Tupel implizit über den Status des Tupels versionsgesteuert.

Im folgenden Beispiel hat die Entität "Employee" ein Versionsattribut mit dem Namen "SequenceNumber" und dem Typ "long":

```
@Entity
public class Employee
{
private long sequence;
    // Für die optimistische Versionssteuerung verwendete Folgenummer.
    @Version
    public long getSequenceNumber() {
        return sequence;
    }
    public void setSequenceNumber(long newSequenceNumber) {
```

```
        this.sequence = newSequenceNumber;
    }
    // Weitere get/set-Methoden für andere Felder des Employee-Objekts.
}
```

OptimisticCallback-Implementierung schreiben

Ein OptimisticCallback-Plug-in muss die Schnittstelle "OptimisticCallback" implementieren und die folgenden Konventionen für ObjectGrid-Plug-ins einhalten.

Die folgende Liste enthält Beschreibungen und Hinweise für alle Methoden in der Schnittstelle "OptimisticCallback":

NULL_OPTIMISTIC_VERSION

Dieser Sonderwert wird von der Methode "getVersionedObjectForValue" zurückgegeben, wenn die OptimisticCallback-Standardimplementierung an Stelle einer anwendungsdefinierten OptimisticCallback-Implementierung verwendet wird.

Methode "getVersionedObjectForValue"

Die Methode "getVersionedObjectForValue" kann eine Kopie des Werts oder ein Attribut des Werts zurückgeben, das für Versionssteuerungszwecke verwendet werden kann. Diese Methode wird aufgerufen, wenn ein Objekt einer Transaktion zugeordnet wird. Wenn in einer BackingMap kein Loader definiert ist, verwendet die BackingMap diesen Wert während der Festschreibung, um einen optimistischen Versionsvergleich durchzuführen. Der optimistische Versionsvergleich wird von der BackingMap verwendet, um sicherzustellen, dass die Version des Map-Eintrags seit dem ersten Zugriff der Transaktion, die den Map-Eintrag geändert hat, nicht geändert wurde. Wenn eine andere Transaktion die Version für diesen Map-Eintrag bereits geändert hat, schlägt der Versionsvergleich fehl, und die BackingMap zeigt eine Ausnahme des Typs "OptimisticCollisionException" an, um eine Rollback-Operation für die Transaktion zu erzwingen. Wenn ein Loader integriert ist, verwendet die BackingMap die Informationen für die optimistische Versionssteuerung nicht. Stattdessen ist der Loader für die Durchführung der optimistischen Versionssteuerung und die Aktualisierung der Versionssteuerungsinformationen zuständig, sofern dies erforderlich ist. Der Loader ruft gewöhnlich das erste Versionssteuerungsobjekt von dem LogElement-Objekt ab, das an die Methode "batchUpdate" im Loader übergeben wurde, die aufgerufen wird, wenn eine Flush-Operation durchgeführt oder eine Transaktion festgeschrieben wird.

Der folgende Code zeigt die vom EmployeeOptimisticCallbackImpl-Objekt verwendete Implementierung:

```
public Object getVersionedObjectForValue(Object value)
{
    if (value == null)
    {
                return null;
    }
    else
    {
        Employee emp = (Employee) value;
        return new Long( emp.getSequenceNumber() );
    }
}
```

Wie im vorherigen Beispiel gezeigt, wird das Attribut "sequenceNumber" in einem vom Loader erwarteten Objekt des Typs "java.lang.Long" zurückgegeben. Dies im-

pliziert, dass die Person, die den Loader geschrieben hat, auch die EmployeeOptimisticCallbackImpl-Implementierung geschrieben hat bzw. eng mit der Person zusammengearbeitet hat, die EmployeeOptimisticCallbackImpl implementiert hat, z. B. mit dieser Person den von der Methode "getVersionedObjectForValue" zurückgegebenen Wert vereinbart hat. Wie zuvor beschrieben, gibt die OptimisticCallback-Standardimplementierung den Sonderwert NULL_OPTIMISTIC_VERSION als Versionsobjekt zurück.

Methode "updateVersionedObjectForValue"

Die Methode updateVersionedObjectForValue" wird aufgerufen, wenn eine Transaktion einen Wert aktualisiert hat und ein neues versionsgesteuertes Objekt erforderlich ist. Wenn die Methode "getVersionedObjectForValue" ein Attribut des Werts zurückgibt, aktualisiert diese Methode gewöhnlich den Attributwert mit einem neuen Versionsobjekt. Wenn die Methode "getVersionedObjectForValue" eine Kopie des Werts zurückgibt, führt diese Methode gewöhnlich keine Aktualisierung durch. Die OptimisticCallback-Standardimplementierung führt keine Aktualisierung durch, da die Standardimplementierung der Methode "getVersionedObjectForValue" immer den Sonderwert NULL_OPTIMISTIC_VERSION als Versionsobjekt zurückgibt. Der folgende Beispielcode zeigt die vom EmployeeOptimisticCallbackImpl-Objekt im Abschnitt "OptimisticCallback" verwendete Implementierung:

```
public void updateVersionedObjectForValue(Object value)
{
    if ( value != null )
    {
        Employee emp = (Employee) value;
        long next = emp.getSequenceNumber() + 1;
        emp.updateSequenceNumber( next );
    }
}
```

Wie im vorherigen Beispiel gezeigt, wird das Attribut "sequenceNumber" um eins erhöht, so dass beim nächsten Aufruf der Methode "getVersionedObjectForValue" der zurückgegebene Wert vom Typ "java.lang.Long" einen langen Wert hat, der dem ursprünglichen Folgenummernwert plus eins entspricht, z. B. dem nächsten Versionswert für diese Employee-Instanz. Auch hier impliziert das Beispiel, dass die Person, die den Loader geschrieben hat, auch die EmployeeOptimisticCallbackImpl-Implementierung geschrieben hat bzw. eng mit der Person zusammengearbeitet hat, die EmployeeOptimisticCallbackImpl implementiert hat.

Methode "serializeVersionedValue"

Diese Methode schreibt den versionsgesteuerten Wert in den angegebenen Datenstrom. Je nach Implementierung kann der versionsgesteuerte Wert verwendet werden, um optimistische Aktualisierungskollisionen zu identifizieren. In einigen Implementierungen ist der versionsgesteuerte Wert eine Kopie des ursprünglichen Werts. Andere Implementierungen können eine Folgenummer oder ein anderes Objekt haben, um die Version des Werts anzugeben. Da die tatsächliche Implementierung nicht bekannt ist, wird diese Methode bereitgestellt, damit die richtige Serialisierung durchgeführt werden kann. Die Standardimplementierung ruft die Methode "writeObject" auf.

Methode "inflateVersionedValue"

Diese Methode akzeptiert die serialisierte Version des versionsgesteuerten Werts und gibt das tatsächliche versionsgesteuerte Wertobjekt zurück. Je nach Implementierung kann der versionsgesteuerte Wert verwendet werden, um optimistische Ak-

tualisierungskollisionen zu identifizieren. In einigen Implementierungen ist der versionsgesteuerte Wert eine Kopie des ursprünglichen Werts. Andere Implementierungen können eine Folgenummer oder ein anderes Objekt haben, um die Version des Werts anzugeben. Da die tatsächliche Implementierung nicht bekannt ist, wird diese Methode bereitgestellt, damit die richtige Entserialisierung durchgeführt werden kann. Die Standardimplementierung ruft die Methode "readObject" auf.

Anwendungsdefinierte OptimisticCallback-Implementierung verwenden

Sie können zum Hinzufügen eine anwendungsdefinierten OptimisticCallback-Implementierung zur BackingMap-Konfiguration zwischen zwei Ansätzen wählen: der programmgesteuerten Konfiguration und der XML-Konfiguration.

OptimisticCallback-Implementierung über das Programm integrieren

Das folgende Beispiel veranschaulicht, wie eine Anwendung über das Programm ein OptimisticCallback-Objekt für die BackingMap "Employee" in der ObjectGrid-Instanz "grid1" integriert:

```
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridManagerFactory;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridManager;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGrid;
import com.ibm.websphere.objectgrid.BackingMap;
ObjectGridManager ogManager = ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager();
ObjectGrid og = ogManager.createObjectGrid( "grid1" );
BackingMap bm = dg.defineMap("employees");
EmployeeOptimisticCallbackImpl cb = new EmployeeOptimisticCallbackImpl();
bm.setOptimisticCallback( cb );
```

OptimisticCallback-Implementierung durch XML-Konfiguration integrieren

Das EmployeeOptimisticCallbackImpl-Objekt im vorherigen Beispiel muss die Schnittstelle "OptimisticCallback" integrieren. Die Anwendung kann auch eine XML-Datei verwenden, um ihr OptimisticCallback-Objekt zu integrieren, wie im folgenden Beispiel gezeigt wird:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<objectGridConfig xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
 xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/objectgrid/config ../objectGrid.xsd"
 xmlns="http://ibm.com/ws/objectgrid/config">
<objectGrids>
    <objectGrid name="grid1">
        <backingMap name="employees" pluginCollectionRef="employees" lockStrategy="OPTIMISTIC" />
    </objectGrid>
</objectGrids>

<backingMapPluginCollections>
    <backingMapPluginCollection id="employees">
        <bean id="OptimisticCallback" className="com.xyz.EmployeeOptimisticCallbackImpl" />
    </backingMapPluginCollection>
</backingMapPluginCollections>
</objectGridConfig>
```

Übersicht über die Transaktionsverarbeitung

Einführung in Plug-in-Slots

Ein Plug-in-Slot ist ein transaktionsorientierter Speicherbereich, der für Plug-ins reserviert ist, die einen Transaktionskontext gemeinsam nutzen. Diese Slots bieten eXtreme-Scale-Plug-ins die Möglichkeit, miteinander zu kommunizieren, einen Transaktionskontext gemeinsam zu nutzen und sicherzustellen, dass Transaktionsressourcen innerhalb einer Transaktion korrekt und konsistent verwendet werden.

Ein Plug-in kann einen Transaktionskontext, z. B. eine Datenbankverbindung, eine JMS-Verbindung (Java Message Service) usw., in einem Plug-in-Slot speichern. Der gespeicherte Transaktionskontext kann von jedem Plug-in abgerufen werden, das die Nummer des Plug-in-Slots kennt, die als Schlüssel für den Abruf des Transaktionskontexts dient.

Plug-in-Slots verwenden

Plug-in-Slots gehören zur Schnittstelle "TxID". Weitere Informationen zu dieser Schnittstelle finden Sie in der API-Dokumentation. Diese Slots sind Einträge in einer ArrayList-Feldgruppe. Plug-ins können einen Eintrag in der ArrayList-Feldgruppe reservieren, indem Sie die Methode "ObjectGrid.reserveSlot" aufrufen und anzeigen, dass sie einen Slot in allen TxID-Objekten verwenden möchten. Nachdem die Slots reserviert wurden, können Plug-ins einen Transaktionskontext in den Slots jedes TxID-Objekts speichern und den Kontext später abrufen. Die Operationen "put" und "get" werden über die Slot-Nummern koordiniert, die von der Methode "ObjectGrid.reserveSlot" zurückgegeben werden.

Ein Plug-in hat gewöhnlich einen Lebenszyklus. Die Verwendung von Plug-in-Slots muss in den Lebenszyklus des Plug-ins passen. Gewöhnlich muss das Plug-in Plug-in-Slots in der Initialisierungsphase reservieren und eine Slot-Nummer für jeden Slot anfordern. Zur normalen Laufzeit speichert das Plug-in zum entsprechenden Zeitpunkt einen Transaktionskontext im reservierten Slot im TxID-Objekt. Normalerweise geschieht dies am Anfang der Transaktion. Das Plug-in oder andere Plug-ins können dann den gespeicherten Transaktionskontext über die Slot-Nummer aus dem TxID-Objekt innerhalb der Transaktion abrufen.

Das Plug-in führt gewöhnlich eine Bereinigung durch, indem es den Transaktionskontext und die Slots entfernt. Das folgende Code-Snippet veranschaulicht, wie Plug-in-Slots in einem TransactionCallback-Plug-in verwendet werden:

```
public class DatabaseTransactionCallback implements TransactionCallback {
    int connectionSlot;
    int autoCommitConnectionSlot;
    int psCacheSlot;
    Properties ivProperties = new Properties();

    public void initialize(ObjectGrid objectGrid) throws TransactionCallbackException {
        // In der Initialisierungsphase die gewünschten Plug-in-Slots durch Aufruf
        // der Methode reserveSlot von ObjectGrid reservieren und den
        // gewünschten Slot-Namen mit TxID.SLOT_NAME übergeben.
// Anmerkung: Sie müssen mit TxID.SLOT_NAME den Slot-Namen übergeben,
        // der für die Anwendung bestimmt ist.
try {
            // Zurückgegebene Slot-Nummern zwischenspeichern.
            connectionSlot = objectGrid.reserveSlot(TxID.SLOT_NAME);
            psCacheSlot = objectGrid.reserveSlot(TxID.SLOT_NAME);
            autoCommitConnectionSlot = objectGrid.reserveSlot(TxID.SLOT_NAME);
        }catch (Exception e) {
        }
    }

    public void begin(TxID tx) throws TransactionCallbackException {
        // Am Anfang der Transaktion Transaktionskontexte in den reservierten
        // Slots speichern.
try {
            Connection conn = null;
            conn = DriverManager.getConnection(ivDriverUrl, ivProperties);
            tx.putSlot(connectionSlot, conn);
            conn = DriverManager.getConnection(ivDriverUrl, ivProperties);
            conn.setAutoCommit(true);
            tx.putSlot(autoCommitConnectionSlot, conn);
            tx.putSlot(psCacheSlot, new HashMap());
        } catch (SQLException e) {
            SQLException ex = getLastSQLException(e);
            throw new TransactionCallbackException("unable to get connection", ex);
        }
    }

    public void commit(TxID id) throws TransactionCallbackException {
        // Gespeicherte Transaktionskontexte abrufen, verwenden und anschließend
        // alle Transaktionsressourcen bereinigen.
try {
```

```
            Connection conn = (Connection) id.getSlot(connectionSlot);
            conn.commit();
            cleanUpSlots(id);
        } catch (SQLException e) {
            SQLException ex = getLastSQLException(e);
            throw new TransactionCallbackException("commit failure", ex);
        }
    }

    void cleanUpSlots(TxID tx) throws TransactionCallbackException {
        closePreparedStatements((Map) tx.getSlot(psCacheSlot));
        closeConnection((Connection) tx.getSlot(connectionSlot));
        closeConnection((Connection) tx.getSlot(autoCommitConnectionSlot));
    }

    /**
     * @param map
     */
    private void closePreparedStatements(Map psCache) {
        try {
            Collection statements = psCache.values();
            Iterator iter = statements.iterator();
              while (iter.hasNext()) {
                PreparedStatement stmt = (PreparedStatement) iter.next();
                stmt.close();
            }
        } catch (Throwable e) {
        }

    }

    /**
     * Verbindung schließen und alle Throwable-Objekte abfangen.
     *
     * @param connection
     */
    private void closeConnection(Connection connection) {
        try {
            connection.close();
        } catch (Throwable e1) {
        }
    }

    public void rollback(TxID id) throws TransactionCallbackException
        // Gespeicherte Transaktionskontexte abrufen, verwenden und anschließend
        // alle Transaktionsressourcen bereinigen.
try {
            Connection conn = (Connection) id.getSlot(connectionSlot);
            conn.rollback();
            cleanUpSlots(id);
        } catch (SQLException e) {
        }
    }

    public boolean isExternalTransactionActive(Session session) {
        return false;
    }

    // Getter-Methoden für die Slot-Nummern. Andere Plug-ins können die Slot-Nummern
    // über diese Getter-Methoden anfordern.
public int getConnectionSlot() {
        return connectionSlot;
    }
    public int getAutoCommitConnectionSlot() {
        return autoCommitConnectionSlot;
    }
    public int getPreparedStatementSlot() {
        return psCacheSlot;
    }
```

Das folgende Code-Snippet veranschaulicht, wie ein Loader (Ladeprogramm) den gespeicherten Transaktionskontext abrufen kann, der mit dem vorherigen TransactionCallback-Plug-in-Beispielcode gespeichert wurde:

```
public class DatabaseLoader implements Loader
{
    DatabaseTransactionCallback tcb;
    public void preloadMap(Session session, BackingMap backingMap) throws LoaderException
    {
        // Die Methode "preload" ist die Initialisierungsmethode des Loaders.
        // Gewünschtes Plug-in von der Session- bzw. ObjectGrid-Instanz anfordern.
        tcb =
   (DatabaseTransactionCallback)session.getObjectGrid().getTransactionCallback();
    }
    public List get(TxID txid, List keyList, boolean forUpdate) throws LoaderException
    {
        // Gespeicherte Transaktionskontexte abrufen, die mit der TCB-Methode "begin" gespeichert wurden.
        Connection conn = (Connection)txid.getSlot(tcb.getConnectionSlot());
        // Abruf hier implementieren.
```

```
                return null;
    }
    public void batchUpdate(TxID txid, LogSequence sequence) throws LoaderException,
   OptimisticCollisionException
    {
        // Gespeicherte Transaktionskontexte abrufen, die mit der TCB-Methode "begin" gespeichert wurden.
        Connection conn = (Connection)txid.getSlot(tcb.getConnectionSlot());
        // Aktualisierung im Stapelbetrieb hier implementieren.
    }
}
```

Externe Transaktionsmanager

Gewöhnlich beginnen eXtreme-Scale-Transaktionen mit der Methode "Session.begin" und enden mit der Methode "Session.commit". Wenn jedoch ein ObjectGrid integriert ist, können Transaktionen von einem externen Transaktionskoordinator gestartet und beendet werden. In diesem Fall müssen Sie die Methode begin bzw. commit nicht aufrufen.

Externe Transaktionskoordination

Das TransactionCallback-Plug-in wurde mit der Methode "isExternalTransactionActive(Session session)" erweitert, die die eXtreme-Scale-Sitzung einer externen Transaktion zuordnet. Der Methoden-Header sieht wie folgt aus:

```
public synchronized boolean isExternalTransactionActive(Session session)
```

eXtreme Scale kann beispielsweise für die Integration mit WebSphere Application Server und WebSphere Extended Deployment konfiguriert werden.

Außerdem stellt eXtreme Scale ein integriertes WebSphere-Plug-in bereit. Im Abschnitt „Plug-ins für die Verwaltung von Ereignissen im Lebenszyklus von Transaktionen” auf Seite 279 wird beschrieben, wie Sie das Plug-in für Umgebungen mit WebSphere Application Server erstellen, aber Sie können das Plug-in auch für andere Frameworks anpassen.

Der Schlüssel zu dieser nahtlosen Integration ist die Nutzung der API "ExtendedJTATransaction" in WebSphere Application Server Version 5.x und Version 6.x. Wenn Sie jedoch WebSphere Application Server Version 6.0.2 verwenden, müssen Sie für die Unterstützung dieser Methode APAR PK07848 anwenden. Verwenden Sie den folgenden Beispielcode, um einer ObjectGrid-Sitzung eine Transaktions-ID von WebSphere Application Server zuzuordnen:

```
/**
* Diese Methode ist erforderlich, um einer ObjectGrid-Sitzung eine Transaktions-ID von
* WebSphere Application Server zuzuordnen.
*/
Map/**/ localIdToSession;
public synchronized boolean isExternalTransactionActive(Session session)
{
    // Denken Sie daran, dass localid bedeutet, dass die Sitzung für spätere Verwendung gespeichert w
    localIdToSession.put(new Integer(jta.getLocalId()), session);
    return true;
}
```

Externe Transaktion abrufen

Manchmal müssen Sie ein externes Transaktionsserviceobjekt für das Transaction-Callback-Plug-in abrufen. Suchen Sie im Server von WebSphere Application Server das ExtendedJTATransaction-Objekt über den zugehörigen Namespace, wie im folgenden Beispiel gezeigt wird:

```
public J2EETransactionCallback() {
    super();
    localIdToSession = new HashMap();
```

```
    String lookupName="java:comp/websphere/ExtendedJTATransaction";
    try
    {
        InitialContext ic = new InitialContext();
        jta = (ExtendedJTATransaction)ic.lookup(lookupName);
        jta.registerSynchronizationCallback(this);
    }
    catch(NotSupportedException e)
    {
        throw new RuntimeException("Cannot register jta callback", e);
    }
    catch(NamingException e){
        throw new RuntimeException("Cannot get transaction object");
    }
}
```

Für andere Produkte können Sie einen ähnlichen Ansatz verwenden, um das Transaktionsserviceobjekt abzurufen.

Festschreibung durch externen Callback steuern

Das TransactionCallback-Plug-in muss ein externes Signal empfangen, um die eXtreme-Scale-Sitzung festzuschreiben (Commit) oder rückgängig zu machen (Rollback). Zum Empfangen dieses externen Signals verwenden Sie den Callback des externen Transaktionsservice. Implementieren Sie die Schnittstelle für externe Callbacks, und registrieren Sie sie beim externen Transaktionsservice. Implementieren Sie beispielsweise für WebSphere Application Server die Schnittstelle "SynchronizationCallback", wie im folgenden Beispiel gezeigt wird:

```
public class J2EETransactionCallback implements
 com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.TransactionCallback, SynchronizationCallback {
   public J2EETransactionCallback() {
      super();
      String lookupName="java:comp/websphere/ExtendedJTATransaction";
      localIdToSession = new HashMap();
      try  {
         InitialContext ic = new InitialContext();
         jta = (ExtendedJTATransaction)ic.lookup(lookupName);
         jta.registerSynchronizationCallback(this);
      } catch(NotSupportedException e) {
         throw new RuntimeException("Cannot register jta callback", e);
      }
      catch(NamingException e) {
         throw new RuntimeException("Cannot get transaction object");
      }
   }

   public synchronized void afterCompletion(int localId, byte[] arg1,boolean didCommit) {
      Integer lid = new Integer(localId);
      // Session-Objekt für localId suchen
      Session session = (Session)localIdToSession.get(lid);
      if(session != null) {
          try {
                      // Wenn WebSphere Application Server beim
            // Abschotten der Transaktion in der BackingMap festgeschrieben wird
// Flush wurde bereits in beforeCompletion durchgeführt
            if(didCommit) {
               session.commit();
            } else {
               // otherwise rollback
               session.rollback();
            }
         } catch(NoActiveTransactionException e) {
            // In der Theorie nicht möglich
         } catch(TransactionException e) {
            // da bereits ein Flush durchgeführt wurde, sollte dies nicht fehlschlagen
         } finally {
            // Sitzung immer aus der Zuordnungs-Map entfernen
            localIdToSession.remove(lid);
         }
      }
   }

   public synchronized void beforeCompletion(int localId, byte[] arg1) {
      Session session = (Session)localIdToSession.get(new Integer(localId));
      if(session != null) {
         try  {
            session.flush();
```

```
        } catch(TransactionException e) {
           // WebSphere Application Server definiert formal keine Methode,
           // um zu signalisieren, dass die Transaktion die Operation
           // nicht durchführen konnte
throw new RuntimeException("Cache flush failed", e);
        }
      }
   }
}
```

eXtreme-Scale-APIs mit dem TransactionCallback-Plug-in verwenden

Das TransactionCallback-Plug-in inaktiviert die automatische Festschreibung in eXtreme Scale. Im Folgenden sehen Sie das normale Verwendungsmuster für eXtreme Scale:

```
Session ogSession = ...;
ObjectMap myMap = ogSession.getMap("MyMap");
ogSession.begin();
MyObject v = myMap.get("key");
v.setAttribute("newValue");
myMap.update("key", v);
ogSession.commit();
```

Wenn dieses TransactionCallback-Plug-in verwendet wird, geht eXtreme Scale davon aus, dass die Anwendung eXtreme Scale verwendet, wenn eine containerverwaltete Transaktion vorhanden ist. Das vorherige Code-Snippet ändert den folgenden Code in dieser Umgebung:

```
public void myMethod() {
   UserTransaction tx = ...;
   tx.begin();
   Session ogSession = ...;
   ObjectMap myMap = ogSession.getMap("MyMap");
   yObject v = myMap.get("key");
   v.setAttribute("newValue");
   myMap.update("key", v);
   tx.commit();
}
```

Die Methode "myMethod" gleicht einem Webanwendungsszenario. Die Anwendung verwendet die normale Schnittstelle "UserTransaction", um Transaktionen zu starten, festzuschreiben und rückgängig zu machen. eXtreme Scale wird automatisch um die Containertransaktion herum gestartet und festgeschrieben. Wenn die Methode eine EJB-Methode ist, die das Attribut TX_REQUIRES verwendet, entfernen Sie die UserTransaction-Referenz, woraufhin die Aufrufe zum Starten und Festschreiben von Transaktionen und die Methode auf dieselbe Weise funktionieren. In diesem Fall ist der Container für das Starten und Beenden der Transaktion zuständig.

WebSphereTransactionCallback-Plug-in

Wenn Sie das WebSphereTransactionCallback-Plug-in verwenden, können Unternehmensanwendungen, die in einer Umgebung von WebSphere Application Server ausgeführt werden, ObjectGrid-Transaktionen verwalten.

Wenn Sie eine ObjectGrid-Sitzung in einer Methode verwenden, die für die Verwendung containerverwalteter Transaktionen konfiguriert ist, wird die ObjectGrid-Transaktion vom Unternehmenscontainer gestartet, festgeschrieben oder rückgängig gemacht. Wenn Sie JTA-UserTransaction-Objekte verwenden, wird die ObjectGrid-Transaktion automatisch vom UserTransaction-Objekt verwaltet.

Eine ausführliche Beschreibung der Implementierung dieses Plug-ins finden Sie im Abschnitt „Externe Transaktionsmanager” auf Seite 286.

Anmerkung: ObjectGrid unterstützt keine zweiphasigen XA-Transaktionen. Dieses Plug-in registriert die ObjectGrid-Transaktion nicht beim Transaktionsmanager. Wenn das ObjectGrid nicht festgeschrieben werden kann, werden deshalb alle anderen Ressourcen, die von der XA-Transaktion verwaltet werden, nicht rückgängig gemacht.

WebSphereTransactionCallback-Plug-in aktivieren

Sie können den WebSphereTransactionCallback in der ObjectGrid-Konfiguration durch programmgesteuerte Konfiguration oder XML-Konfiguration aktivieren.

XML-Konfigurationsansatz für die Integration des WebSphere-TransactionCallback-Objekts

Die folgende XML-Konfiguration erstellt das WebSphereTransactionCallback-Objekt und fügt es einem ObjectGrid hinzu. Der folgende Text muss in der Datei `myGrid.xml` enthalten sein:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<objectGridConfig xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
    xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/objectgrid/config ../objectGrid.xsd"
    xmlns="http://ibm.com/ws/objectgrid/config">
    <objectGrids>
        <objectGrid name="myGrid">
            <bean id="TransactionCallback" className=
 "com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.builtins.WebSphereTransactionCallback" />

        </objectGrid>
    </objectGrids>
</objectGridConfig>
```

WebSphereTransactionCallback-Objekt über das Programm integrieren

Das folgende Code-Snippet erstellt das WebSphereTransactionCallback-Objekt und fügt es einem ObjectGrid hinzu:

```
ObjectGridManager objectGridManager = ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager();
ObjectGrid myGrid = objectGridManager.createObjectGrid("myGrid", false);
WebSphereTransactionCallback wsTxCallback= new WebSphereTransactionCallback ();
myGrid.setTransactionCallback(wsTxCallback);
```

Kapitel 6. Programmierung für Verwaltungs-Tasks

Zusätzlich zu den System-APIs (Application Programming Interface, Anwendungsprogrammierschnittstelle) stellt WebSphere eXtreme Scale Verwaltungs-APIs bereit, die Anwendungen die Überwachung und Verwaltung von Servern und Clients ermöglichen.

Integrierte Server-API

WebSphere eXtreme Scale enthält Anwendungsprogrammierschnittstellen (APIs) und Systemprogrammierschnittstellen für die Integration von eXtreme-Scale-Servern und -Clients in vorhandenen Java-Anwendungen. Im folgenden Abschnitt werden die verfügbaren integrierten Server-APIs beschrieben.

eXtreme-Scale-Server instanziieren

Sie können verschiedene Eigenschaften verwenden, um die eXtreme-Scale-Serverinstanz zu konfigurieren, die Sie mit der Methode "ServerFactory.getServerProperties" abrufen können. Das ServerProperties-Objekt ist das Singleton, und deshalb ruft jeder Aufruf der Methode "getServerProperties" dieselbe Instanz ab.

Sie können einen neuen Server mit dem folgenden Code erstellen.

```
Server server = ServerFactory.getInstance();
```

Alle Eigenschaften, die vor ersten Aufruf von "getInstance" gesetzt werden, werden zum Initialisieren des Servers verwendet.

Servereigenschaften abrufen

Sie können die Servereigenschaften festlegen, bis die Methode "ServerFactory.getInstance" zum ersten Mal aufgerufen wird. Der erste Aufruf der Methode "getInstance" instanziiert den eXtreme-Scale-Server und liest alle konfigurierten Eigenschaften. Das Festlegen von Eigenschaften nach der Erstellung der Instanz hat keine Auswirkung. Das folgende Beispiel zeigt, wie Eigenschaften vor der Instanziierung einer Server-Instanz definiert werden.

```
// Servereigenschaften abrufen, die diesem Prozess zugeordnet sind.
ServerProperties serverProperties = ServerFactory.getServerProperties();

// Servernamen für diesen Prozess festlegen.
serverProperties.setServerName("EmbeddedServerA");

// Namen der Zone festlegen, in der sich dieser Prozess befindet.
serverProperties.setZoneName("EmbeddedZone1");

// Erforderliche Endpunktinformationen zum Booten des Katalogservice festlegen.
serverProperties.setCatalogServiceBootstrap("localhost:2809");

// Hostnamen des ORB-Listeners festlegen, zu dem die Bindung hergestellt werden soll.
serverProperties.setListenerHost("host.local.domain");

// ORB-Listener-Port festlegen, zu dem die Bindung hergestellt werden soll.
serverProperties.setListenerPort(9010);

// Alle MBeans für diesen Prozess inaktivieren.
```

```
serverProperties.setMBeansEnabled(false);

Server server = ServerFactory.getInstance();
```

Integrierter Katalogservice

Jede JVM, die von der Methode "CatalogServerProperties.setCatalogServer" markiert wird, kann den Katalogservice für eXtreme Scale ausführen. Diese Methode weist die Laufzeitumgebung des eXtreme-Scale-Servers an, den Katalogservice zu instanziieren, wenn der Server gestartet wird. Der folgende Code veranschaulicht, wie der Katalogserver von eXtreme Scale instanziiert wird:

```
CatalogServerProperties catalogServerProperties =
 ServerFactory.getCatalogProperties();
catalogServerProperties.setCatalogServer(true);

Server server = ServerFactory.getInstance();
```

eXtreme-Scale-Container integrieren

Setzen Sie die Methode "Server.createContainer" für jede JVM ab, die mehrere eXtreme-Scale-Container ausführen soll. Der folgende Code veranschaulicht, wie ein eXtreme-Scale-Container instanziiert wird:

```
Server server = ServerFactory.getInstance();
DeploymentPolicy policy = DeploymentPolicyFactory.createDeploymentPolicy(
    new File("META-INF/embeddedDeploymentPolicy.xml").toURI().toURL(),
    new File("META-INF/embeddedObjectGrid.xml").toURI().toURL());
Container container = server.createContainer(policy);
```

Eigenständiger Serverprozess

Sie können alle Services gemeinsam starten, was für die Entwicklung hilfreich und auch in einer Produktionsumgebung praktisch ist. Wenn die Services gemeinsam gestartet werden, führt ein einziger Prozess alle folgenden Aufgaben aus: Er startet den Katalogservice, er startet eine Gruppe von Containern und er führt die Clientverbindungslogik aus. Mit dieser Art des Servicestarts können Programmierungsprobleme festgestellt werden, bevor die Services in einer verteilten Umgebung implementiert werden. Der folgende Code veranschaulicht, wie ein eigenständiger eXtreme-Scale-Server instanziiert wird:

```
CatalogServerProperties catalogServerProperties =
 ServerFactory.getCatalogProperties();
catalogServerProperties.setCatalogServer(true);

Server server = ServerFactory.getInstance();
DeploymentPolicy policy = DeploymentPolicyFactory.createDeploymentPolicy(
    new File("META-INF/embeddedDeploymentPolicy.xml").toURI().toURL(),
    new File("META-INF/embeddedObjectGrid.xml").toURI().toURL());
Container container = server.createContainer(policy);
```

eXtreme Scale in WebSphere Application Server integrieren

Die Konfiguration für eXtreme Scale wird automatisch vorgenommen, wenn Sie WebSphere Extended Deployment DataGrid in einer Umgebung mit WebSphere Application Server installieren. Sie müssen keine Eigenschaften festlegen, bevor Sie auf den Server zugreifen, um einen Container zu erstellen. Der folgende Code veranschaulicht, wie Sie einen eXtreme-Scale-Server in WebSphere Application Server instanziieren:

```
Server server = ServerFactory.getInstance();
DeploymentPolicy policy = DeploymentPolicyFactory.createDeploymentPolicy(
    new File("META-INF/embeddedDeploymentPolicy.xml").toURI().toURL(),
    new File("META-INF/embeddedObjectGrid.xml").toURI().toURL);
Container container = server.createContainer(policy);
```

Ein schrittweises Beispiel für das Starten eines integrierten Katalogservice und -containers über das Programm finden Sie unter „Integrierte Server-API verwenden”.

Integrierte Server-API verwenden

Mit WebSphere eXtreme Scale können Sie eine programmgesteuerte API verwenden, um den Lebenszyklus integrierter Server und Container zu verwalten. Sie können den Server über das Programm mit jeder der Optionen konfigurieren, die Sie auch über die Befehlszeilenoptionen oder dateibasierten Servereigenschaften konfigurieren können. Sie können den integrierten Server als Containerserver und/oder Katalogservice konfigurieren.

Vorbereitende Schritte

Sie müssen eine Methode für die Ausführung von Code über eine bereits vorhandene Java Virtual Machine haben. Die eXtreme-Scale-Klassen müssen über die Baumstruktur der Klassenladeprogramme verfügbar sein.

Informationen zu diesem Vorgang

Viele Verwaltungs-Tasks können über die Verwaltungs-API ausgeführt werden. Die API wird häufig als interner Server für die Speicherung des Webanwendungsstatus eingesetzt. Der Webserver kann als integrierter WebSphere eXtreme Scale-Server gestartet werden, den Containerserver dem Katalogservice melden, und anschließend wird der Server als Member eines größeren verteilten Grids hinzugefügt. Diese Verwendung kann aus einem ansonsten flüchtigen Datenspeicher einen skalierbaren und hoch verfügbaren Datenspeicher machen.

Sie können den vollständigen Lebenszyklus eines integrierten eXtreme-Scale-Servers über das Programm steuern. Die Beispiele sind so generisch wie möglich und enthalten nur direkte Codemuster für die beschriebenen Schritte.

Vorgehensweise

1. Rufen Sie das Objekt "ServerProperties" aus der Klasse "ServerFactory" ab, und konfigurieren Sie alle erforderlichen Optionen.

   Jeder eXtreme-Scale-Server besitzt eine Reihe konfigurierbarer Eigenschaften. Wenn ein Server über die Befehlszeile gestartet wird, werden diese Eigenschaften auf Standardwerte gesetzt, aber Sie können mehrere Eigenschaften überschreiben, indem Sie eine externe Quelle oder Datei angeben. Im integrierten Bereich können Sie die Eigenschaften direkt mit einem ServerProperties-Objekt setzen. Sie müssen diese Eigenschaften setzen, bevor Sie eine Serverinstanz aus der Klasse "ServerFactory" abrufen. Das folgende Beispiel-Snippet ruft ein ServerProperties-Objekt ab, setzt das Feld "CatalogServiceBootStrap" und initialisiert mehrere optionale Servereinstellungen. Eine Liste der konfigurierbaren Einstellungen finden Sie in der API-Dokumentation.

   ```
   ServerProperties props = ServerFactory.getServerProperties();
   props.setCatalogServiceBootstrap("host:port");
   // Für Verbindungsherstellung zu einem bestimmtem Katalogserver erforderlich
   props.setServerName("ServerOne"); // Server benennen
   props.setTraceSpecification("com.ibm.ws.objectgrid=all=enabled"); // Trace-Spezifikation festlegen
   ```

2. Wenn der Server ein Katalogserver sein soll, rufen Sie das Objekt "CatalogServerProperties" ab.

   Jeder integrierte Server kann ein Katalogserver und/oder ein Containerserver sein. Der folgende Beispielcode ruft das Objekt "CatalogServerProperties" ab, aktiviert die Katalogserviceoption und konfiguriert verschiedene Einstellungen des Katalogservice.

   ```
   CatalogServerProperties catalogProps = ServerFactory.getCatalogProperties();
   catalogProps.setCatalogServer(true);
   // standardmäßig false; erforderlich für die Einstellung als Katalogservice
   catalogProps.setQuorum(true); // Quorum aktivieren/inaktivieren
   ```

3. Rufen Sie eine Server-Instanz aus der Klasse "ServerFactory" ab. Die Server-Instanz ist ein prozessbezogenes Singleton, das für die Verwaltung der Zugehörigkeiten im Grid zuständig ist. Nach der Instanziierung dieser Instanz ist dieser Prozess verbunden und zusammen mit den anderen Servern im Grid hoch verfügbar. Das folgende Beispiel veranschaulicht, wie die Server-Instanz erstellt wird:

   ```
   Server server = ServerFactory.getInstance();
   ```

   Wenn Sie sich das vorherige Beispiel ansehen, stellen Sie fest, dass die Klasse "ServerFactory" eine statische Methode bereitstellt, die eine Server-Instanz zurückgibt. Die Klasse "ServerFactory" ist die einzige geplante Schnittstelle für das Abrufen einer Server-Instanz. Deshalb stellt die Klasse sicher, dass die Instanz ein Singleton bzw. die einzige Instanz für jede JVM bzw. jedes isolierte Klassenladeprogramm ist. Die Methode "getInstance" initialisiert die Server-Instanz. Sie müssen alle Servereigenschaften konfigurieren, bevor Sie die Instanz initialisieren. Die Klasse "Server" ist für die Erstellung neuer Container-Instanzen zuständig. Sie können die Klassen "ServerFactory" und "Server" verwenden, um den Lebenszyklus der integrierten Serverinstanz zu verwalten.

4. Starten Sie eine Container-Instanz über die Serverinstanz.

   Bevor Shards an einen integrierten Server verteilt werden können, müssen Sie einen Container im Server erstellen. Die Schnittstelle "Server" besitzt eine Methode "createContainer", die das Argument "DeploymentPolicy" akzeptiert. Im folgenden Beispiel wird die Serverinstanz, die Sie zum Erstellen eines Containers abgerufen haben, mit einer erstellten DeploymentPolicy-Datei verwendet. Beachten Sie, dass Container für die Serialisierung ein Klassenladeprogramm erfordern, dem die Binärdateien der Anwendung zur Verfügung stehen. Sie können diese Binärdateien bereitstellen, indem Sie die Methode "createContainer" aufrufen und in diesem Aufruf das Klassenladeprogramm für den Thread-Kontext auf das Klassenladeprogramm setzen, das Sie verwenden möchten.

   ```
   DeploymentPolicy policy = DeploymentPolicyFactory.createDeploymentPolicy(new
      URL("file://urltodeployment.xml"),
    new URL("file://urltoobjectgrid.xml"));
   Container container = server.createContainer(policy);
   ```

5. Entfernen und bereinigen Sie einen Container.

   Sie können einen Containerserver entfernen und bereinigen, indem Sie die Methode "teardown" für die abgerufene Containerinstanz ausführen. Bei der Ausführung der Methode "teardown" für einen Container wird der Container bereinigt und aus dem integrierten Server entfernt.

   Die Bereinigung des Containers beinhaltet die Verlagerung und Umrüstung aller Shards dieses Containers. Jeder Server kann mehrere Container und Shards enthalten. Die Bereinigung eines Containers hat keine Auswirkung auf den Lebenszyklus der übergeordneten Server-Instanz. Das folgende Beispiel veranschaulicht, wie die Methode "teardown" für einen Server ausgeführt wird. Die Methode "teardown" wird über die Schnittstelle "ContainerMBean" bereitgestellt. Wenn Sie keinen Zugriff mehr über das Programm auf diesen Container haben und die Schnittstelle "ContainerMBean" verwenden, können Sie den

Container mit der zugehörigen MBean trotzdem bereinigen. Die Schnittstelle "Container" enthält auch eine Methode "terminate". Verwenden Sie diese Methode nur, wenn es unbedingt erforderlich ist. Diese Methode ist konsequenter und koordiniert die entsprechende Shard-Verlagerung und -Bereinigung nicht.

```
container.teardown();
```

6. Stoppen Sie den integrierten Server.

   Wenn Sie einen integrierten Server stoppen, stoppen Sie auch alle Container und Shards, die im Server ausgeführt werden. Wenn Sie einen integrierten Server stoppen, müssen Sie alle offenen Verbindungen bereinigen und alle Shards verlagern oder umrüsten. Das folgende Beispiel veranschaulicht, wie ein Server gestoppt wird und die Methode "waitFor" in der Schnittstelle "Server" verwendet wird, um sicherzustellen, dass die Serverinstanz vollständig beendet wird. Ähnlich wie im Containerbeispiel wird die Methode "stopServer" über die Schnittstelle "ServerMBean" bereitgestellt. Mit dieser Schnittstelle können Sie einen Server über die entsprechende Managed Bean (MBean) stoppen.

```
ServerFactory.stopServer();  // Factory zum Beenden des Server-Singletons
 // oder
server.stopServer(); // Serverinstanz direkt verwenden
server.waitFor();
// Kehrt zurück, wenn die Beendigungsprozedur für den Server ordnungsgemäß abgeschlossen wurde
```

   Vollständiges Codebeispiel:

```
 import java.net.MalformedURLException;
import java.net.URL;

import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridException;
import com.ibm.websphere.objectgrid.deployment.DeploymentPolicy;
import com.ibm.websphere.objectgrid.deployment.DeploymentPolicyFactory;
import com.ibm.websphere.objectgrid.server.Container;
import com.ibm.websphere.objectgrid.server.Server;
import com.ibm.websphere.objectgrid.server.ServerFactory;
import com.ibm.websphere.objectgrid.server.ServerProperties;

public class ServerFactoryTest {

    public static void main(String[] args) {

        try {

            ServerProperties props = ServerFactory.getServerProperties();
            props.setCatalogServiceBootstrap("catalogservice-hostname:catalogservice-port");
            props.setServerName("ServerOne"); // Server benennen
            props.setTraceSpecification("com.ibm.ws.objectgrid=all=enabled"); // TraceSpec

            /*
             * In den meisten Fällen dient der Server nur als Containerserver und
             * stellt eine Verbindung zu einem externen Katalogserver her. Auf diese
             * Weise wird eine höhere Verfügbarkeit erreicht. Der folgende, auf Kommentar
             * gesetze Codeauszug aktiviert diesen Server als Katalogserver.
             *
             *
             * CatalogServerProperties catalogProps =
             * ServerFactory.getCatalogProperties();
             * catalogProps.setCatalogServer(true); // Katalogservice aktivieren
             * catalogProps.setQuorum(true); // Quorum aktivieren
             */

            Server server = ServerFactory.getInstance();

            DeploymentPolicy policy = DeploymentPolicyFactory.createDeploymentPolicy
     (new URL("url to deployment xml"),  new URL("url to objectgrid xml file"));
            Container container = server.createContainer(policy);

            /*
             * Das Shard wird jetzt an diesen Container verteilt, wenn die
             * Implementierungsanforderungen erfüllt sind.
             * Dies umfasst die Erstellung des integrierten Servers und des Containers.
             *
             * Die folgenden Zeilen demonstrieren lediglich den Aufruf der Bereinigungsmethoden.
             */

            container.teardown();
            server.stopServer();
```

```
            int success = server.waitFor();

        } catch (ObjectGridException e) {
            // Container konnte nicht initialisiert werden.
        } catch (MalformedURLException e2) {
            // Ungültiger URL für XML-Datei(en)
        }

    }

}
```

Überwachung mit der Statistik-API

Die Statistik-API ist die direkte Schnittstelle zur internen Statistikstruktur. Statistiken sind standardmäßig inaktiviert, können aber über die Definition einer Schnittstelle "StatsSpec" aktiviert werden. Eine Schnittstelle "StatsSpec" definiert, wie WebSphere eXtreme Scale Statistiken überwachen soll.

Informationen zu diesem Vorgang

Sie können die lokale API "StatsAccessor" verwenden, um Daten abzufragen und auf Statistiken zu jeder ObjectGrid-Instanz zuzugreifen, die in derselben Java Virtual Machine (JVM) wie der aktive Code ausgeführt wird. Weitere Informationen zu den einzelnen Schnittstellen finden Sie in der API-Dokumentation. Verwenden Sie die folgenden Schritte, um die Überwachung der internen Statistikstruktur zu aktivieren.

Vorgehensweise

1. Rufen Sie das StatsAccessor-Objekt ab. Die Schnittstelle "StatsAccessor" folgt dem Singleton-Muster. Abgesehen von Problemen mit dem Klassenladeprogramm sollte deshalb nur eine einzige StatsAccessor-Instanz für jede JVM vorhanden sein. Diese Klasse dient als Hauptschnittstelle für alle lokalen Statistikoperationen. Der folgende Beispielcode veranschaulicht, wie die Klasse "accessor" abgerufen wird. Rufen Sie diese Operation auf, bevor Sie andere ObjectGrid-Aufrufe absetzen.

   ```
   public class LocalClient {
   public static void main(String[] args) {

         // Handle für StatsAccessor abrufen
         StatsAccessor accessor = StatsAccessorFactory.getStatsAccessor();

      }

   }
   ```

2. Definieren Sie die Schnittstelle "StatsSpec" für das Grid. Definieren Sie diese JVM so, dass alle Statistiken nur auf ObjectGrid-Ebene erfasst werden. Sie müssen sicherstellen, dass eine Anwendung alle Statistiken aktiviert, die möglicherweise erforderlich sind, bevor Sie Transaktionen starten. Im folgenden Beispiel wird die Schnittstelle StatsSpec mit einem statischen Konstantenfeld und einer Spezifikationszeichenfolge definiert. Die Verwendung eines statischen Konstantenfelds ist einfacher, weil das Feld bereits die Spezifikation definiert hat. Wenn Sie jedoch eine Spezifikationszeichenfolge verwenden, können Sie jede erforderliche Kombination von Statistiken aktivieren.

   ```
   public static void main(String[] args) {

         // Handle für StatsAccessor abrufen
         StatsAccessor accessor = StatsAccessorFactory.getStatsAccessor();

         // Spezifikation über das statische Feld definieren.
         StatsSpec spec = new StatsSpec(StatsSpec.OG_ALL);
   ```

```
      accessor.setStatsSpec(spec);

      // Spezifikation über die Spezifikationszeichenfolge definieren.
      StatsSpec spec = new StatsSpec("og.all=enabled");
      accessor.setStatsSpec(spec);

}
```

3. Senden Sie Transaktionen an das Grid, damit Daten für die Überwachung erfasst werden. Zum Erfassen hilfreicher Daten für Statistiken müssen Sie Transaktionen an das Grid senden. Der folgende Codeauszug fügt einen Datensatz in MapA ein, die in ObjectGridA enthalten ist. Da die Statistiken auf ObjectGrid-Ebene erfasst werden, liefert jede Map im ObjectGrid dieselben Ergebnisse.

```
public static void main(String[] args) {

      // Handle für StatsAccessor abrufen
      StatsAccessor accessor = StatsAccessorFactory.getStatsAccessor();

      // Spezifikation über das statische Feld definieren.
      StatsSpec spec = new StatsSpec(StatsSpec.OG_ALL);
      accessor.setStatsSpec(spec);

      ObjectGridManager manager =
    ObjectGridmanagerFactory.getObjectGridManager();
      ObjectGrid grid = manager.getObjectGrid("ObjectGridA");
      Session session = grid.getSession();
      Map map = session.getMap("MapA");

      // Einfügenvorgang starten.
      session.begin();
      map.insert("SomeKey", "SomeValue");
      session.commit();
}
```

4. Fragen Sie eine StatsFact mit der API "StatsAccessor" ab. Jedem Statistikpfad wird eine Schnittstelle "StatsFact" zugeordnet. Die Schnittstelle StatsFact ist ein generischer Platzhalter, der verwendet wird, um ein StatsModule-Objekt zu organisieren und aufzunehmen. Bevor Sie auf das eigentliche Statistikmodul zugreifen können, muss das StatsFact-Objekt abgerufen werden.

```
public static void main(String[] args)
{

      // Handle für StatsAccessor abrufen
      StatsAccessor accessor = StatsAccessorFactory.getStatsAccessor();

      // Spezifikation über das statische Feld definieren.
      StatsSpec spec = new StatsSpec(StatsSpec.OG_ALL);
      accessor.setStatsSpec(spec);

      ObjectGridManager manager =
    ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager();
      ObjectGrid grid = manager.getObjectGrid("ObjectGridA");
      Session session = grid.getSession();
      Map map = session.getMap("MapA");

      // Einfügenvorgang starten.
      session.begin();
      map.insert("SomeKey", "SomeValue");
      session.commit();

      // StatsFact abrufen

      StatsFact fact = accessor.getStatsFact(new String[] {"EmployeeGrid"},
    StatsModule.MODULE_TYPE_OBJECT_GRID);

}
```

5. Interagieren Sie mit dem StatsModule-Objekt. Das StatsModule-Objekt ist in der Schnittstelle StatsFact enthalten. Sie können eine Referenz auf das Modul über die Schnittstelle StatsFact anfordern. Da die Schnittstelle StatsFact eine generische Schnittstelle ist, müssen Sie das zurückgegebene Modul in den erwarteten StatsModule-Typ umsetzen. Da diese Task eXtreme-Scale-Statistiken erfasst, wird das zurückgegebene StatsModule-Objekt in den Typ "OGStatsModule" umgesetzt. Nach der Umsetzung des Moduls haben Sie Zugriff auf alle verfügbaren Statistiken.

```
public static void main(String[] args) {

      // Handle für StatsAccessor abrufen
      StatsAccessor accessor = StatsAccessorFactory.getStatsAccessor();

      // Spezifikation über das statische Feld definieren.
      StatsSpec spec = new StatsSpec(StatsSpec.OG_ALL);
      accessor.setStatsSpec(spec);

      ObjectGridManager manager =
    ObjectGridmanagerFactory.getObjectGridManager();
      ObjectGrid grid = manager.getObjectGrid("ObjectGridA");
      Session session = grid.getSession();
      Map map = session.getMap("MapA");

      // Einfügenvorgang starten.
      session.begin();
      map.insert("SomeKey", "SomeValue");
      session.commit();

      // StatsFact abrufen
      StatsFact fact = accessor.getStatsFact(new String[] {"EmployeeGrid"},
    StatsModule.MODULE_TYPE_OBJECT_GRID);

      // Modul und Zeit abrufen
      OGStatsModule module = (OGStatsModule)fact.getStatsModule();
      ActiveTimeStatistic timeStat =
    module.getTransactionTime("Default", true);
      double time = timeStat.getMeanTime();

}
```

Überwachung mit WebSphere Application Server PMI

WebSphere eXtreme Scale unterstützt Performance Monitoring Infrastructure (PMI), wenn Sie mit einem Anwendungsserver von WebSphere Application Server oder WebSphere Extended Deployment arbeiten. PMI erfasst Leistungsdaten zu Laufzeitanwendungen und stellt Schnittstellen bereit, über die externe Anwendungen für die Überwachung von Leistungsdaten unterstützt werden. Sie können die Administrationskonsole oder das Tool "wsadmin" verwenden, um auf Überwachungsdaten zuzugreifen.

Vorbereitende Schritte

Sie können PMI verwenden, um Ihre Umgebung zu überwachen, wenn Sie WebSphere eXtreme Scale in Kombination mit WebSphere Application Server verwenden.

Informationen zu diesem Vorgang

WebSphere eXtreme Scale verwendet das angepasste PMI-Feature von WebSphere Application Server, um eine eigene PMI-Instrumentierung hinzuzufügen. Über diesen Ansatz können Sie WebSphere eXtreme Scale PMI mit der Administrationskon-

sole oder mit JMX-Schnittstellen (Java Management Extensions) im Tool "wsadmin" aktivieren oder inaktivieren. Außerdem können Sie über die Standard-PMI- und -JMX-Schnittstellen, die von Überwachungsstools wie Tivoli Performance Viewer verwendet werden, auf Statistiken von WebSphere eXtreme Scale zugreifen.

Vorgehensweise

1. Aktivieren Sie PMI in eXtreme Scale. Sie müssen PMI aktivieren, um die PMI-Statistiken anzeigen zu können. Weitere Informationen hierzu finden Sie im Abschnitt „PMI aktivieren".
2. Rufen Sie PMI-Statistiken von eXtreme Scale ab. Zeigen Sie die Leistung Ihrer eXtreme-Scale-Anwendungen mit Tivoli Performance Viewer an. Weitere Informationen hierzu finden Sie im Abschnitt „PMI-Statistiken abrufen" auf Seite 301.

Nächste Schritte

Weitere Informationen zum Tool "wsadmin" finden Sie im Abschnitt „Mit dem Tool "wsadmin" auf MBeans zugreifen" auf Seite 310.

PMI aktivieren

Sie können WebSphere Application Server Performance Monitoring Infrastructure (PMI) verwenden, um Statistiken auf jeder Stufe zu aktivieren und zu inaktivieren. So können Sie beispielsweise die Statistik für die Cachetrefferrate einer bestimmten Map aktivieren, und die Statistik für die Eintragsanzahl oder die Statistik für die Loader-Aktualisierungszeiten im Stapelbetrieb inaktivieren. PMI kann über die Administrationskonsole oder mit Scripting aktiviert werden.

Vorbereitende Schritte

Ihr Anwendungsserver muss gestartet sein und eine installierte Anwendung haben, die für eXtreme Scale aktiviert ist. Zum Aktivieren von PMI mit Scripting müssen Sie sich anmelden und das Tool "wsadmin" verwenden können. Weitere Informationen zum Tool "wsadmin" finden Sie im Artikel "Tool 'wsadmin'" im Information Center von WebSphere Application Server.

Informationen zu diesem Vorgang

Verwenden Sie WebSphere Application Server PMI, um einen differenzierten Mechanismus bereitzustellen, mit dem Sie Statistiken auf jeder Stufe aktivieren und inaktivieren können. So können Sie beispielsweise die Statistik für die Cachetrefferrate einer bestimmten Map aktivieren, und die Statistik für die Eintragsanzahl oder die Statistik für die Loader-Aktualisierungszeiten im Stapelbetrieb inaktivieren. In diesem Abschnitt wird beschrieben, wie Sie PMI über die Administrationskonsole und mit wsadmin-Scripts für ObjectGrid aktivieren können.

Vorgehensweise

- **PMI über die Administrationskonsole aktivieren**
  1. Klicken Sie in der Administrationskonsole auf **Überwachung und Optimierung → Performance Monitoring Infrastructure →** *Servername*.
  2. Stellen Sie sicher, dass "Performance Monitoring Infrastructure (PMI) aktivieren" ausgewählt ist. Diese Einstellung ist standardmäßig aktiviert. Wenn die Einstellung nicht aktiviert ist, wählen Sie das Kontrollkästchen aus, und starten Sie anschließend den Server erneut.

3. Klicken Sie auf **Angepasst**. Wählen Sie in der Konfigurationsstruktur das ObjectGrid und das ObjectGrid-Modul "Maps" aus. Aktivieren Sie die Statistik für jedes Modul.

Die Transaktionstypkategorie für ObjectGrid-Statistiken wird zur Laufzeit erstellt. Die Unterkategorien der ObjectGrid- und Map-Statistiken sind nur auf der Registerkarte **Laufzeit** sichtbar.

- **PMI mit Scripting aktivieren**
  1. Öffnen Sie eine Befehlszeile. Navigieren Sie zum Verzeichnis "Installationsstammverzeichnis/bin". Geben Sie "wsadmin" ein, um das Befehlszeilentool "wsadmin" zu starten.
  2. Ändern Sie die PMI-Laufzeitkonfiguration für eXtreme Scale. Stellen Sie mit den folgenden Befehlen sicher, dass PMI für den Server aktiviert ist:

     ```
     wsadmin>set s1 [$AdminConfig getid /Cell:ZELLENNAME/Node:KNOTENNAME/
         Server:ANWENDUNGSSERVERNAME/]
     wsadmin>set pmi [$AdminConfig list PMIService $s1]
     wsadmin>$AdminConfig show $pmi.
     ```

     Wenn PMI nicht aktiviert ist, führen Sie die folgenden Befehle aus, um PMI zu aktivieren:

     ```
     wsadmin>$AdminConfig modify $pmi {{enable true}}
     wsadmin>$AdminConfig save
     ```

     Wenn Sie PMI aktivieren müssen, starten Sie den Server erneut.
  3. Setzen Sie unter Verwendung der folgenden Befehle Variablen, um die Statistikgruppe in eine angepasste Gruppe zu ändern:

     ```
     wsadmin>set perfName [$AdminControl completeObjectName type=Perf,
     process=ANWENDUNGSSERVERNAME,*]
     wsadmin>set perfOName [$AdminControl makeObjectName $perfName]
     wsadmin>set params [java::new {java.lang.Object[]} 1]
     wsadmin>$params set 0 [java::new java.lang.String custom]
     wsadmin>set sigs [java::new {java.lang.String[]} 1]
     wsadmin>$sigs set 0 java.lang.String
     ```
  4. Setzen Sie die Statistikgruppe mit dem folgenden Befehl auf "custom" (Angepasst):

     ```
     wsadmin>$AdminControl invoke_jmx $perfOName setStatisticSet $params $sigs
     ```
  5. Setzen Sie mit den folgenden Befehlen Variablen, um die PMI-Statistik "objectGridModule" zu aktivieren:

     ```
     wsadmin>set params [java::new {java.lang.Object[]} 2]
     wsadmin>$params set 0 [java::new java.lang.String objectGridModule=1]
     wsadmin>$params set 1 [java::new java.lang.Boolean false]
     wsadmin>set sigs [java::new {java.lang.String[]} 2]
     wsadmin>$sigs set 0 java.lang.String
     wsadmin>$sigs set 1 java.lang.Boolean
     ```
  6. Setzen Sie die Statistikzeichenfolge mit dem folgenden Befehl:

     ```
     wsadmin>set params2 [java::new {java.lang.Object[]} 2]
     wsadmin>$params2 set 0 [java::new java.lang.String mapModule=*]
     wsadmin>$params2 set 1 [java::new java.lang.Boolean false]
     wsadmin>set sigs2 [java::new {java.lang.String[]} 2]
     wsadmin>$sigs2 set 0 java.lang.String
     wsadmin>$sigs2 set 1 java.lang.Boolean
     ```
  7. Setzen Sie die Statistikzeichenfolge mit dem folgenden Befehl:

     ```
     wsadmin>$AdminControl invoke_jmx $perfOName setCustomSetString $params2 $sigs2
     ```

Mit diesen Schritten haben Sie PMI für die Laufzeitumgebung von eXtreme Scale aktiviert, aber die PMI-Konfiguration nicht geändert. Wenn Sie den Anwendungsserver erneut starten, gehen die PMI-Einstellungen bis auf die eigentliche Aktivierung von PMI verloren.

Beispiel

Sie können die folgenden Schritte ausführen, um die PMI-Statistiken für die Musteranwendung zu aktivieren:

1. Starten Sie die Anwendung mit der Webadresse `http://Host:Port/ObjectGridSample`, wobei "Host" und "Port" für den Hostnamen und die HTTP-Portnummer des Servers stehen, in dem die Musteranwendung installiert ist.
2. Klicken Sie in der Musteranwendung auf "ObjectGridCreationServlet" und anschließend auf die Aktionsschaltflächen 1, 2, 3, 4 und 5, um Aktionen für das ObjectGrid und die Maps zu generieren. Schließen Sie diese Servlet-Seite noch nicht.
3. Klicken Sie in der Administrationskonsole auf **Überwachung und Optimierung** → **Performance Monitoring Infrastructure** → *Servername*. Klicken Sie auf das Register **Laufzeit**.
4. Klicken Sie auf das Optionsfeld **Angepasst**.
5. Erweitern Sie das ObjectGrid-Modul "Maps" in der Laufzeitstruktur, und klicken Sie anschließend auf den Link "clusterObjectGrid". In der ObjectGrid-Gruppe "Maps" gibt es eine ObjectGrid-Instanz "clusterObjectGrid", und in der Gruppe "clusterObjectGrid" gibt es vier Maps: counters, employees, offices und sites. Die ObjectGrid-Instanz enthält die clusterObjectGrid-Instanz, und diese Instanz hat den Transaktionstyp DEFAULT.
6. Sie können die gewünschten Statistiken aktivieren. Sie können beispielsweise die Statistik für die Anzahl der Einträge in der Map "employees" und die Statistik für die Transaktionsantwortzeiten für den Transaktionstyp DEFAULT aktivieren.

Nächste Schritte

Nach der Aktivierung von PMI können Sie die PMI-Statistiken über die Administrationskonsole oder mit Scripting anzeigen.

PMI-Statistiken abrufen

Wenn Sie PMI-Statistiken abrufen, können Sie sich einen Eindruck über die Leistung Ihrer eXtreme-Scale-Anwendungen verschaffen.

Vorbereitende Schritte

- Aktivieren Sie die Verfolgung von PMI-Statistiken für Ihre Umgebung. Weitere Informationen hierzu finden Sie im Abschnitt „PMI aktivieren” auf Seite 299.
- Bei den Pfadangaben in dieser Task wird davon ausgegangen, dass Sie Statistiken für die Musterandung abrufen, aber Sie können diese Statistiken mit ähnlichen Schritten für jede andere Anwendung verwenden.
- Wenn Sie die Administrationskonsole verwenden, um Statistiken abzurufen, müssen Sie sich an der Administrationskonsole anmelden können. Wenn Sie Scripting verwenden, müssen Sie sich bei wsadmin anmelden können.

Informationen zu diesem Vorgang

Sie können PMI-Statistiken abrufen und diese in Tivoli Performance Viewer anzeigen, indem Sie Schritte in der Administrationskonsole oder mit Scripting ausführen.

- Schritte für die Administrationskonsole
- Schritte für Scripting

Weitere Informationen zu den Statistiken, die abgerufen werden können, finden Sie im Abschnitt „PMI-Module" auf Seite 303.

Vorgehensweise

- Rufen Sie PMI-Statistiken in der Administrationskonsole ab.
  1. Klicken Sie in der Administrationskonsole auf **Überwachung und Optimierung → Performance Viewer → Aktuelle Aktivität**.
  2. Wählen Sie den Server, den Sie mit Tivoli Performance Viewer überwachen möchten, aus, und aktivieren Sie anschließend die Überwachung.
  3. Klicken Sie auf den Server, um die Seite "Performance Viewer" anzuzeigen.
  4. Erweitern Sie die Konfigurationsstruktur. Klicken Sie auf **ObjectGrid-Maps → clusterObjectGrid**, und wählen Sie **employees** aus. Klicken Sie auf **ObjectGrids → clusterObjectGrid**, und wählen Sie **DEFAULT** aus.
  5. Navigieren Sie in der ObjectGrid-Musteranwendung zum Servlet "ObjectGridCreationServlet", klicken Sie auf Schaltfläche 1, und füllen Sie die Maps mit Daten. Sie können die Statistiken im Viewer anzeigen.
- Rufen Sie PMI-Statistiken mit Scripting ab.
  1. Navigieren Sie über eine Befehlszeile zum Verzeichnis `Installationsstammverzeichnis/bin`. Geben Sie `wsadmin` ein, um das Tool "wsadmin" zu starten.
  2. Setzen Sie mit den folgenden Befehlen Variablen für die Umgebung:

     ```
     wsadmin>set perfName [$AdminControl completeObjectName type=Perf,*]
     wsadmin>set perfOName [$AdminControl makeObjectName $perfName]
     wsadmin>set mySrvName [$AdminControl completeObjectName type=Server,
      name=APPLICATION_SERVER_NAME,*]
     ```

  3. Setzen Sie mit den folgenden Befehlen Variablen, um die Statistik "mapModule" abzurufen:

     ```
     wsadmin>set params [java::new {java.lang.Object[]} 3]
     wsadmin>$params set 0 [$AdminControl makeObjectName $mySrvName]
     wsadmin>$params set 1 [java::new java.lang.String mapModule]
     wsadmin>$params set 2 [java::new java.lang.Boolean true]
     wsadmin>set sigs [java::new {java.lang.String[]} 3]
     wsadmin>$sigs set 0 javax.management.ObjectName
     wsadmin>$sigs set 1 java.lang.String
     wsadmin>$sigs set 2 java.lang.Boolean
     ```

  4. Rufen Sie die Statistik "mapModule" mit dem folgenden Befehl ab:

     ```
     wsadmin>$AdminControl invoke_jmx $perfOName getStatsString $params $sigs
     ```

  5. Setzen Sie mit den folgenden Befehlen Variablen, um die Statistik "objectGridModule" abzurufen:

     ```
     wsadmin>set params2 [java::new {java.lang.Object[]} 3]
     wsadmin>$params2 set 0 [$AdminControl makeObjectName $mySrvName]
     wsadmin>$params2 set 1 [java::new java.lang.String objectGridModule]
     wsadmin>$params2 set 2 [java::new java.lang.Boolean true]
     wsadmin>set sigs2 [java::new {java.lang.String[]} 3]
     wsadmin>$sigs2 set 0 javax.management.ObjectName
     wsadmin>$sigs2 set 1 java.lang.String
     wsadmin>$sigs2 set 2 java.lang.Boolean
     ```

6. Rufen Sie die Statistik "objectGridModule" mit dem folgenden Befehl ab:
   ```
   wsadmin>$AdminControl invoke_jmx $perfOName getStatsString $params2 $sigs2
   ```

Ergebnisse

Sie können Statistiken in Tivoli Performance Viewer anzeigen.

PMI-Module

Sie können die Leistung Ihrer Anwendungen mit den PMI-Modulen (Performance Monitoring Infrastructure) überwachen.

objectGridModule

Das Modul "objectGridModule" enthält eine Zeitstatistik: Antwortzeit der Transaktion. Eine Transaktion ist wie folgt definiert: Dauer zwischen dem Aufruf der Methode "Session.begin" und dem Aufruf der Methode "Session.commit". Diese Dauer wird als Antwortzeit der Transaktion verfolgt. Das Stammelement ("root") des Moduls "the objectGridModule" dient als Einstiegspunkt für die Statistiken von WebSphere eXtreme Scale. Dieses Stammelement hat ObjectGrids als untergeordnete Elemente, die dieselben Transaktionstypen wie deren untergeordnete Elemente haben. Die Antwortzeitstatistik wird jedem Transaktionstyp zugeordnet.

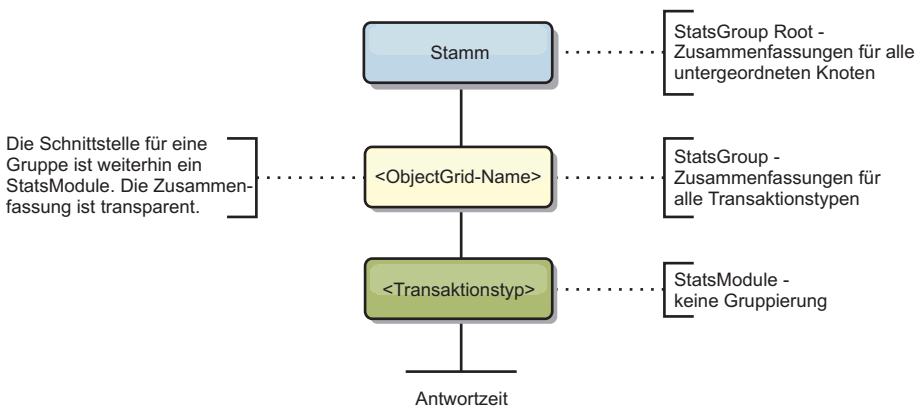


Abbildung 4. Struktur des Moduls "ObjectGridModule"

Die folgende Abbildung zeigt eine ObjectGridModule-Beispielstruktur. In diesem Beispiel sind zwei ObjectGrid-Instanzen im System vorhanden: ObjectGrid A und ObjectGrid B. Die ObjectGrid-Instanz A hat zwei Typen von Transaktionen: A und Standard. Die ObjectGrid-Instanz B hat nur den Transaktionstyp "Standard".

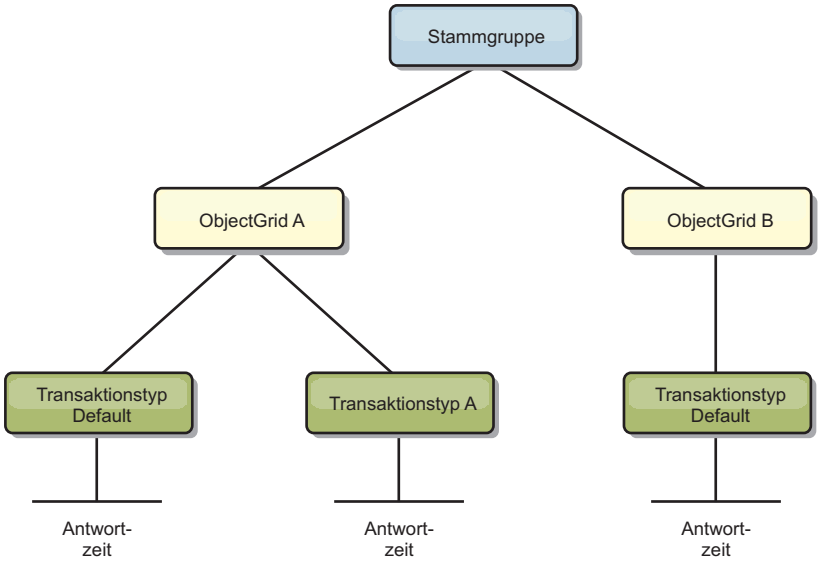


Abbildung 5. Beispielstruktur für das Modul "ObjectGridModule"

Transaktionstypen werden von Anwendungsentwicklern definiert, weil sie wissen, welche Typen von Transaktionen in ihren Anwendungen verwendet werden. Der Transaktionstyp wird mit der folgenden Methode "Session.setTransactionType(String)" gesetzt:

```
/**
* Legt den Transaktionstyp für künftige Transaktionen fest.
*
* Nach dem Aufruf dieser Methode haben alle künftigen Transaktionen denselben
* Typ, bis ein anderer Transaktionstyp festgelegt wird. Wenn Sie keinen
* Transaktionstyp festlegen, wird der Standardtransaktionstyp TRANSACTION_TYPE_DEFAULT
* verwendet.
*
* Transaktionstypen werden hauptsächlich für die Verfolgung statistischer Daten
* verwendet. Benutzer können Typen von Transaktionen, die in einer Anwendung
* ausgeführt werden, vordefinieren. Die Idee ist, Transaktionen mit denselben
* Merkmalen in einer Kategorie (Typ) zusammenzufassen, so dass jeweils eine
* einzige Statistik zur Transaktionsantwortzeit verwendet werden kann, um den
* jeweiligen Transaktionstyp zu verfolgen.
*
* Diese Verfolgung ist hilfreich, wenn Ihre Anwendung unterschiedliche
* Transaktionstypen hat.
* Einige Typen von Transaktionen, wie z. B. Aktualisierungstransaktionen,
* haben eine längere Verarbeitungszeit als andere Transaktionen, wie z. B.
* Lesetransaktionen. Wenn Sie den Transaktionstyp verwenden, können
* unterschiedliche Transaktionen über unterschiedliche Statistiken verfolgt
* werden, so dass die Statistiken hilfreicher sind.
*
* @param tranType Der Transaktionstyp für künftige Transaktionen.
*/
void setTransactionType(String tranType);
```

Im folgenden Beispiel wird der Transaktionstyp auf `updatePrice` gesetzt:

```
// Transaktionstyp auf "updatePrice" setzen.
// Die Zeit zwischen session.begin() und session.commit() wird in der
// Zeitstatistik für "updatePrice" verfolgt.
session.setTransactionType("updatePrice");
session.begin();
map.update(stockId, new Integer(100));
session.commit();
```

Die erste Zeile gibt an, dass der folgende Transaktionstyp "updatePrice" ist. In dem Beispiel ist eine Statistik "updatePrice" in der ObjectGrid-Instanz vorhanden, die dem Session-Objekt entspricht. Mit JMX-Schnittstellen (Java Management Extensions) können Sie die Transaktionsantwortzeit für Transaktionen des Typs "updatePrice" abrufen. Sie können auch die zusammengefasste Statistik für alle Transaktionstypen in der angegebenen ObjectGrid-Instanz abrufen.

mapModule

Das Modul "mapModule" enthält drei Statistiken, die sich auf eXtreme-Scale-Maps beziehen:

- **Map hit rate** - *BoundedRangeStatistic*: Verfolgt die Trefferrate einer Map. Die Trefferrate ist ein variabler Wert zwischen 0 und 100 einschließlich, der den Prozentsatz der Map-Treffer in Relation zu den get-Operationen für die Map darstellt.
- **Number of entries**-*CountStatistic*: Verfolgt die Anzahl der Einträge in der Map.
- **Loader batch update response time**-*TimeStatistic*: Verfolgt die Antwortzeit für Aktualisierungsoperationen im Stapelbetrieb des Loaders.

Das Stammelement ("root") des Moduls "mapModule" dient als Einstiegspunkt für die ObjectGrid-Map-Statistiken. Dieses Stammelement hat Maps als untergeordnete Elemente, die dieselben Transaktionstypen wie deren untergeordnete Elemente haben. Jede Map-Instanz hat die drei aufgelisteten Statistiken. Die Struktur des Moduls "mapModule" ist in der folgenden Abbildung dargestellt:

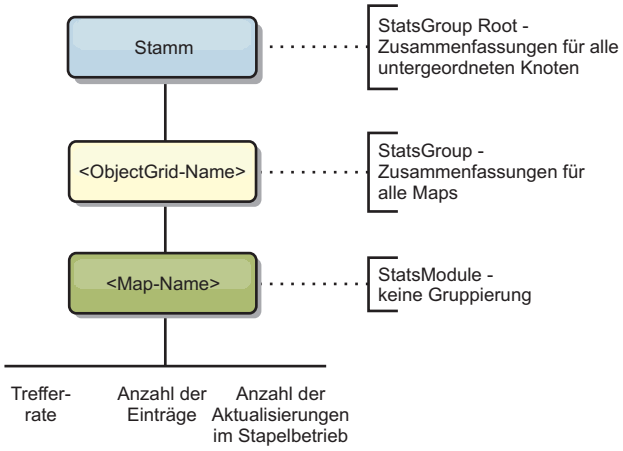
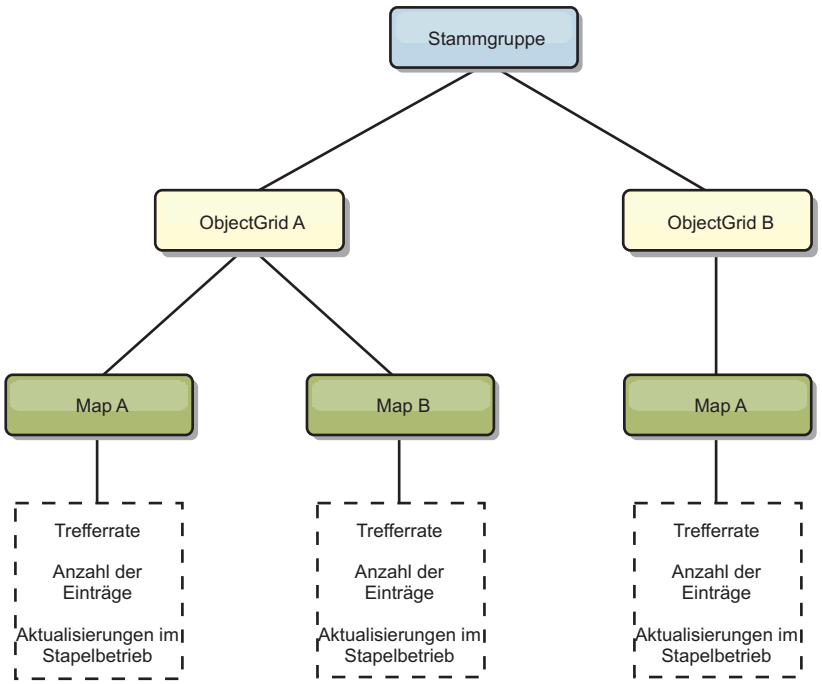


Abbildung 6. Struktur des Moduls "mapModule"

Die folgende Abbildung zeigt eine Beispielstruktur für das Modul "mapModule":

Abbildung 7. Beispielstruktur für das Modul "mapModule"



Modul "hashIndexModule"

Das Modul "hashIndexModule" enthält die folgenden Statistiken, die sich auf Indizes auf Map-Ebene beziehen:

- **Find Count**-*CountStatistic*: Die Anzahl der Aufrufe für die Indexoperation "find".
- **Collision Count**-*CountStatistic*: Die Anzahl der Kollisionen für die Operation "find".
- **Failure Count**-*CountStatistic*: Die Anzahl der Fehler für die Operation "find".
- **Result Count**-*CountStatistic*: Die Anzahl der von der Operation "find" zurückgegebenen Schlüssel.
- **BatchUpdate Count**-*CountStatistic*: Die Anzahl der für diesen Index ausgeführten Aktualisierungen im Stapelbetrieb. Wenn die entsprechende Map geändert wird, wird die Methode "doBatchUpdate()" des Index aufgerufen. Diese Statistik teilt Ihnen mit, wie oft sich der Index ändert bzw. aktualisiert wird.
- **Find Operation Duration Time**-*TimeStatistic*: Ausführungsdauer der Operation "find".

Das Stammelement ("root") des Moduls "hashIndexModule" "root" dient als Einstiegspunkt für die HashIndex-Statistik. Das Stammelement hat ObjectGrids als untergeordnete Elemente, ObjectGrids haben Maps als untergeordnete Elemente, die wiederum HashIndex-Instanzen als untergeordnete Elemente und Blattknoten der Baumstruktur haben. Jede HashIndex-Instanz hat die drei aufgelisteten Statistiken. Die Struktur des Moduls "hashIndexModule" wird in der folgenden Abbildung gezeigt:

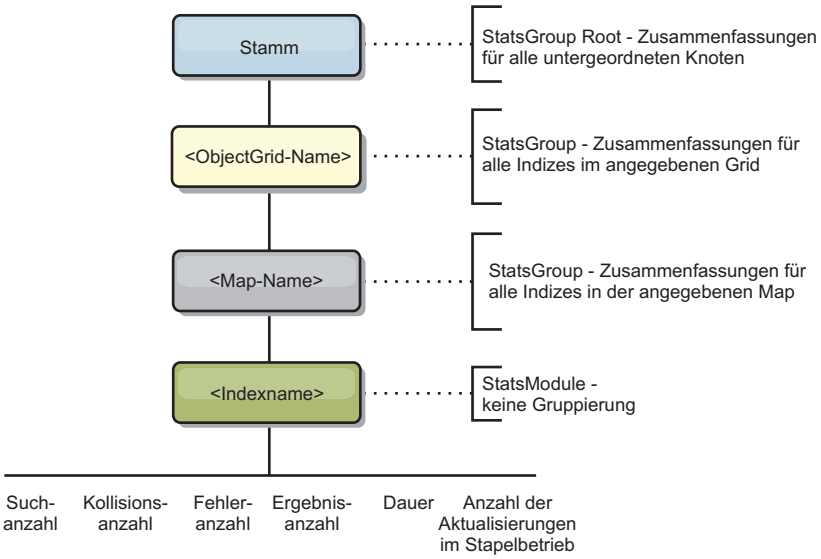


Abbildung 8. Struktur des Moduls "hashIndexModule"

Die folgende Abbildung zeigt eine Beispielstruktur für das Modul "hashIndexModule":

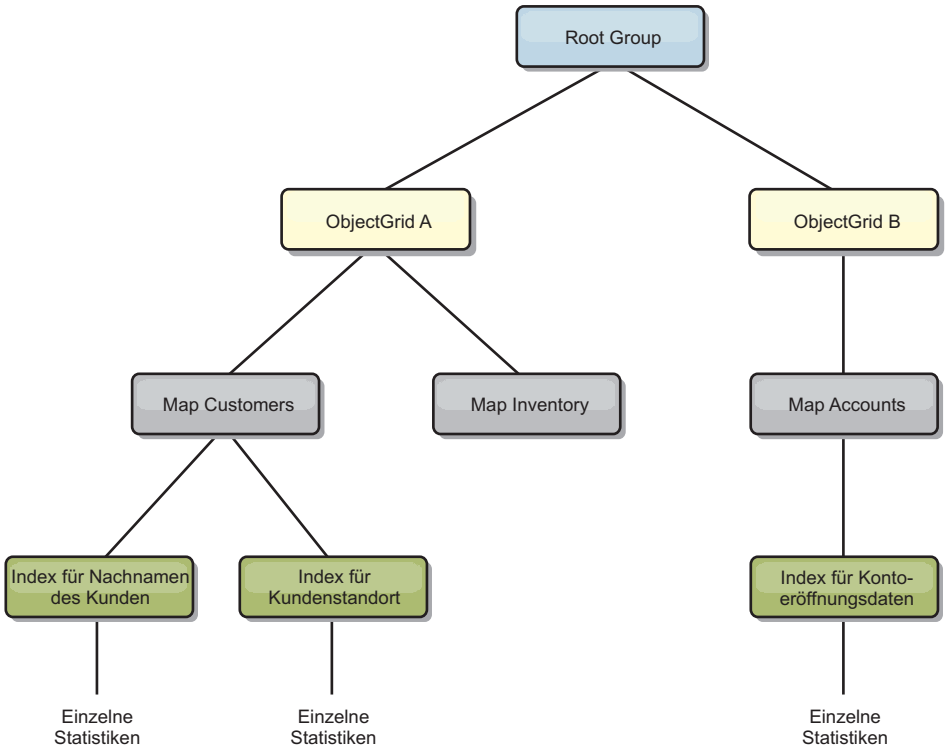


Abbildung 9. Beispielstruktur für das Modul "hashIndexModule"

Modul "agentManagerModule"

Das Modul "agentManagerModule" enthält Statistiken, die sich auf die Agenten auf Map-Ebene beziehen:

- **Reduce Time**: *TimeStatistic* - Die Zeit, die der Agent für die Ausführung der Operation "reduce" benötigt.

- **Total Duration Time**: *TimeStatistic* - Die Gesamtzeit, die der Agent für die Ausführung aller Operationen benötigt.
- **Agent Serialization Time**: *TimeStatistic* - Die Zeit für die Serialisierung des Agenten.
- **Agent Inflation Time**: *TimeStatistic* - Die Zeit, die benötigt wird, um den Agenten im Server zu dekomprimieren.
- **Result Serialization Time**: *TimeStatistic* - Die Zeit für die Serialisierung der Ergebnisse des Agenten.
- **Result Inflation Time**: *TimeStatistic* - Die Zeit für die Dekomprimierung der Ergebnisse des Agenten.
- **Failure Count**: *CountStatistic* - Die Anzahl der Fehler des Agenten.
- **Invocation Count**: *CountStatistic* - Die Anzahl der AgentManager-Aufrufe.
- **Partition Count**: *CountStatistic* - Die Anzahl der Partitionen, an die der Agent gesendet wird.

Das Stammelement ("root" des Moduls "agentManagerModule") dient als Einstiegspunkt für die AgentManager-Statistiken. Dieses Stammelement hat ObjectGrids als untergeordnete Elemente, die ObjectGrids haben Maps als untergeordnete Elemente, die wiederum AgentManager-Instanzen als untergeordnete Elemente und Blattknoten der Baumstruktur haben. Jede AgentManager-Instanz hat die drei aufgelisteten Statistiken.

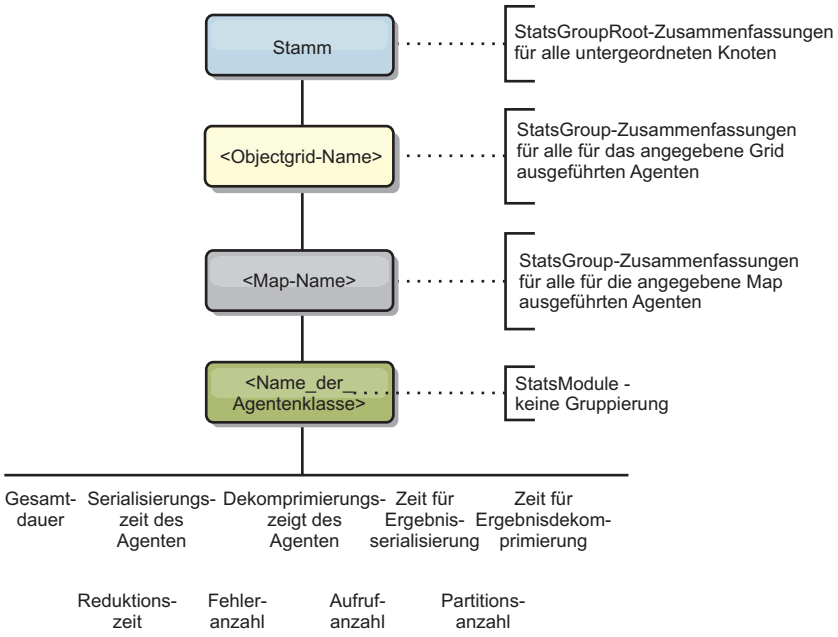


Abbildung 10. Struktur des Moduls "agentManagerModule"

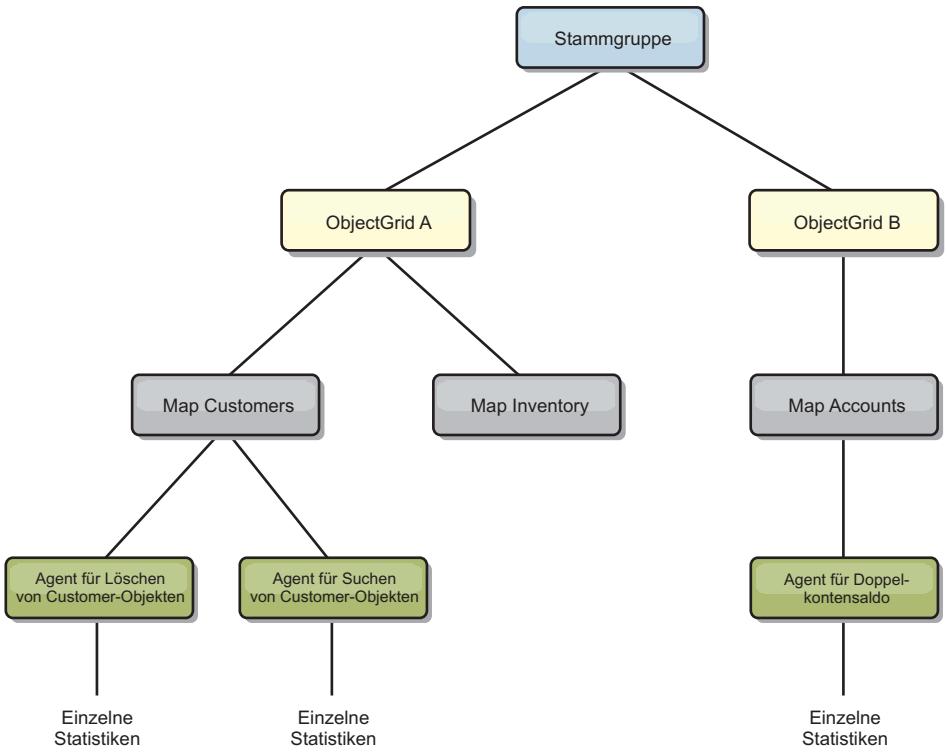


Abbildung 11. Beispielstruktur für das Modul "agentManagerModule"

Modul "queryModule"

Das Modul "queryModule" enthält Statistiken, die sich auf eXtreme-Scale-Abfragen beziehen:

- **Plan Creation Time**: *TimeStatistic* - Die Zeit für die Erstellung des Abfrageplans.
- **Execution Time**: *TimeStatistic* - Die Zeit für die Ausführung der Abfrage.
- **Execution Count**: *CountStatistic* - Die Anzahl der Abfrageläufe.
- **Result Count**: *CountStatistic* - Der Zähler für jede Ergebnismenge jedes Abfragelaufs.
- **FailureCount**: *CountStatistic* - Die Anzahl der Abfragefehler.

Das Stammelement ("root") des Moduls "queryModule" dient als Einstiegspunkt für die Abfragestatistiken. Dieses Stammelement hat ObjectGrids als untergeordnete Elemente, die Query-Objekt als untergeordnete Elemente und Blattknoten der Baumstruktur haben. Jede Query-Instanz hat die drei aufgelisteten Statistiken.

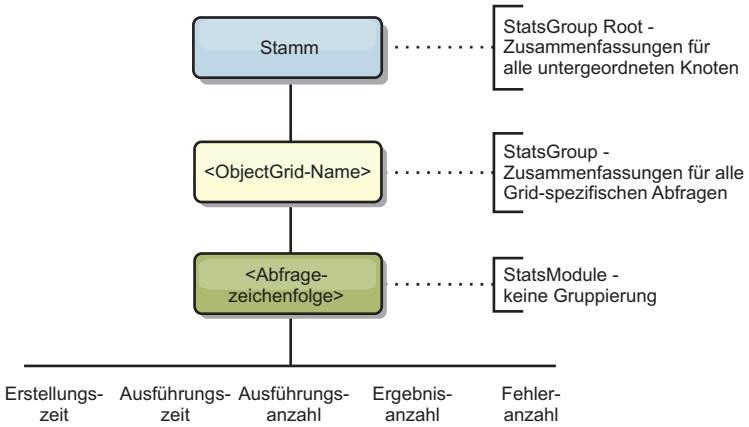


Abbildung 12. Struktur des Moduls "queryModule"

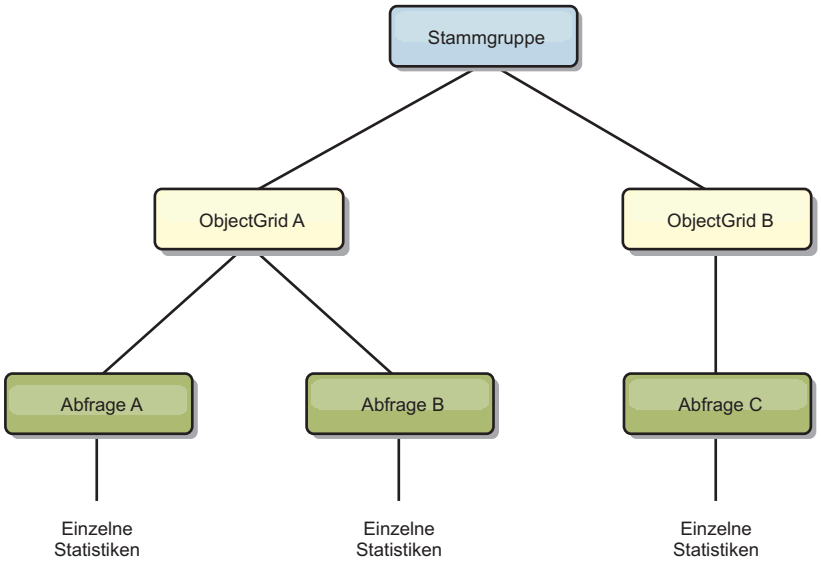


Abbildung 13. Beispielstruktur für das Modul "queryModule"

Mit dem Tool "wsadmin" auf MBeans zugreifen

Sie können das in WebSphere Application Server bereitgestellte Dienstprogramm "wsadmin" verwenden, um auf MBean-Informationen zuzugreifen.

Führen Sie das Tool "wsadmin" im Verzeichnis "bin" Ihrer Installation von WebSphere Application Server aus. Im folgenden Beispiel wird eine Sicht der aktuellen Shard-Verteilung in einer dynamischen eXtreme-Scale-Umgebung abgerufen. Sie können wsadmin in jeder Installation ausführen, in der eXtreme Scale ausgeführt wird. Das Dienstprogramm "wsadmin" muss nicht im Katalogservice ausgeführt werden.

```
$ wsadmin.sh -lang jython
wsadmin>placementService = AdminControl.queryNames
 ("com.ibm.websphere.objectgrid:*,type=PlacementService")
wsadmin>print AdminControl.invoke(placementService,
 "listObjectGridPlacement","library ms1")

<objectGrid name="library" mapSetName="ms1">
  <container name="container-0" zoneName="DefaultDomain"
  hostName="host1.company.org" serverName="server1">
```

```
      <shard type="Primary" partitionName="0"/>
      <shard type="SynchronousReplica" partitionName="1"/>
    </container>
    <container name="container-1" zoneName="DefaultDomain"
    hostName="host2.company.org" serverName="server2">
      <shard type="SynchronousReplica" partitionName="0"/>
      <shard type="Primary" partitionName="1"/>
    </container>
    <container name="UNASSIGNED" zoneName="_ibm_SYSTEM"
    hostName="UNASSIGNED" serverName="UNNAMED">
      <shard type="SynchronousReplica" partitionName="0"/>
      <shard type="AsynchronousReplica" partitionName="0"/>
    </container>
  </objectGrid>
```

Kapitel 7. Programmierung für JPA-Integration

Java Persistence API (JPA) ist eine Spezifikation, die die Zuordnung von Java-Objekten zu relationalen Datenbank ermöglicht. JPA enthält eine vollständige ORM-Spezifikation (Object-Relational Mapping, objektbezogene Zuordnung) mit Metadatenannotationen für die Sprache Java und XML-Deskriptoren für die Definition der Zuordnung von Java-Objekten zu einer relationalen Datenbank und umgekehrt. Es gibt eine Reihe von Open-Source- und kostenpflichtigen Implementierungen.

Zur Verwendung von JPA müssen Sie einen unterstützten JPA-Provider wie OpenJPA oder Hibernate, JAR-Dateien und eine Datei `META-INF/persistence.xml` in Ihrem Klassenpfad haben.

JPA-Loader

Java Persistence API (JPA) ist eine Spezifikation, die die Zuordnung von Java-Objekten zu relationalen Datenbank ermöglicht. JPA enthält eine vollständige ORM-Spezifikation (Object-Relational Mapping, objektbezogene Zuordnung) mit Metadatenannotationen für die Sprache Java und XML-Deskriptoren für die Definition der Zuordnung von Java-Objekten zu einer relationalen Datenbank und umgekehrt. Es gibt eine Reihe von Open-Source- und kostenpflichtigen Implementierungen.

Sie können eine JPA-Loader-Plug-in-Implementierung mit eXtreme Scale verwenden, um mit jeder vom ausgewählten Loader unterstützten Datenbank zu interagieren. Zur Verwendung von JPA müssen Sie einen unterstützten JPA-Provider wie OpenJPA oder Hibernate, JAR-Dateien und eine Datei `META-INF/persistence.xml` in Ihrem Klassenpfad haben.

Das JPALoader-Plug-in "com.ibm.websphere.objectgrid.jpa.JPALoader" und das JPAEntityLoader-Plug-in "com.ibm.websphere.objectgrid.jpa.JPAEntityLoader" sind zwei integrierte JPA-Loader-Plug-ins, die verwendet werden, um die ObjectGrid-Maps mit einer Datenbank zu synchronisieren. Sie müssen eine JPA-Implementierung wie Hibernate oder OpenJPA haben, um dieses Feature verwenden zu können. Als Datenbank kann jedes Back-End verwendet werden, das vom ausgewählten JPA-Provider unterstützt wird.

Sie können das JPALoader-Plug-in verwenden, wenn Sie Daten über die API "ObjectMap" speichern. Verwenden Sie das JPAEntityLoader-Plug-in, wenn Sie Daten über die API "EntityManager" speichern.

Architektur der JPA-Loader

Der JPA-Loader wird für eXtreme-Scale-Maps verwendet, in denen POJOs (Plain Old Java Objects) gespeichert werden.

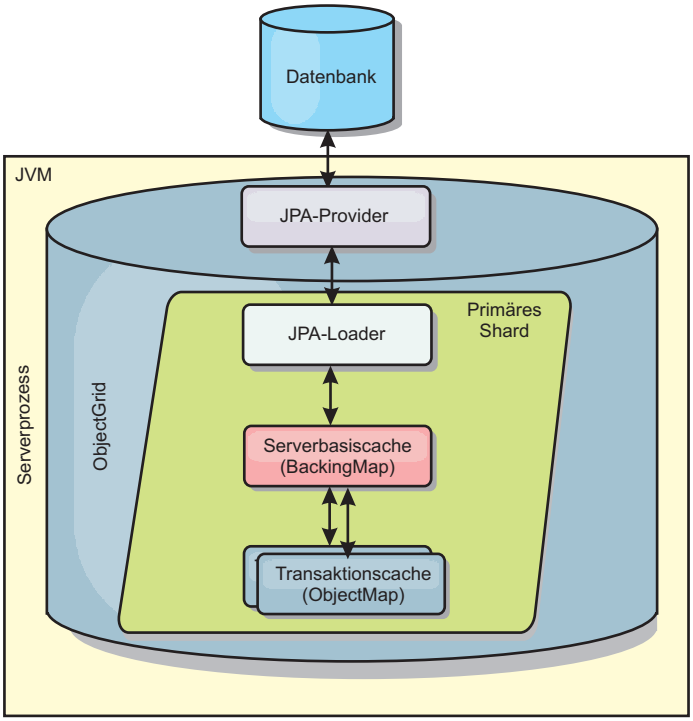


Abbildung 14. Architektur der JPA-Loader

Wenn eine Methode ObjectMap.get(Object key) aufgerufen wird, prüft die Laufzeitumgebung von eXtreme Scale zunächst, ob der Eintrag auf ObjectMap-Ebene vorhanden ist. Wenn nicht, delegiert die Laufzeitumgebung die Anforderung an den JPA-Loader. Auf die Anforderung hin, den Schlüssel zu laden, ruft der JPALoader die JPA-Methode EntityManager.find(Object key) auf, um die Daten auf JPA-Ebene zu suchen. Sind die Daten im JPA-EntityManager vorhanden, werden sie zurückgegeben, wenn nicht, interagiert der JPA-Provider mit der Datenbank, um den Wert abzurufen.

Bei einer Aktualisierung der ObjectMap, z. B. über die Methode "ObjectMap.update(Object key, Object value)", erstellt die Laufzeitumgebung von eXtreme Scale ein LogElement-Objekt für diese Aktualisierung und sendet es an den JPALoader. Der JPALoader ruft die JPA-Methode "EntityManager.merge(Object value)" auf, um den Wert in der Datenbank zu aktualisieren.

Beim JPAEntityLoader sind dieselben vier Ebenen beteiligt. Da das JPAEntityLoader-Plug-in jedoch für Maps verwendet wird, in denen eXtreme-Scale-Entitäten gespeichert werden, können Relationen zwischen den einzelnen Entitäten das Einsatzszenario komplizierter machen. Eine eXtreme-Scale-Entität unterscheidet sich von einer JPA-Entität. Weitere Einzelheiten finden Sie im Abschnitt „JPAEntityLoader-Plug-in” auf Seite 267.

Methoden

Loader (Ladeprogramme) stellen drei Hauptmethoden bereit:

1. get: Gibt eine Liste mit Werten zurück, die der Liste der Schlüssel entspricht, die durch Abruf der Daten über JPA übergeben werden. Die Methode verwendet JPA, um die Entitäten in der Datenbank zu suchen. Für das JPALoader-Plug-in enthält die zurückgegebene Liste eine Liste der JPA-Entitäten, die direkt von der Suchoperation zurückgegeben werden. Für das JPAEntityLoader-Plug-

in enthält die zurückgegebene Liste Tupel für die eXtreme-Scale-Entitätswerte, die aus den JPA-Entitäten konvertiert wurden.

2. batchUpdate: Schreibt die Daten aus den ObjectGrid-Maps in die Datenbank. Ja nach Operationstyp (Einfügen, Aktualisieren oder Löschen) verwendet der Loader die JPA-Operationen "persist", "merge" und "remove", um die Daten in der Datenbank zu aktualisieren. Für JPALoader werden die Objekte in der Map direkt als JPA-Entitäten verwendet. Für JPAEntityLoader werden die Entitätstupel in der Map in Objekte konvertiert, die als JPA-Entitäten verwendet werden.
3. preloadMap: Lädt die Daten über die Methode "ClientLoader.load" des Clientladeprogramms vorab in die Map. Für partitionierte Maps wird die Methode "preloadMap" nur in einer einzigen Partition aufgerufen. Die Partition wird mit der Eigenschaft "preloadPartition" der Klasse "JPALoader" bzw. "JPAEntityLoader" angegeben. Wenn die Eigenschaft "preloadPartition" auf einen Wert kleiner als null oder größer als (*Gesamtanzahl_der_Partitionen* - 1) gesetzt wird, wird das vorherige Laden inaktiviert.

JPALoader- und JPAEntityLoader-Plug-ins arbeiten mit JPATxCallback, um die eXtreme-Scale-Transaktionen und JPA-Transaktionen zu koordinieren. JPATxCallback muss in der ObjectGrid-Instanz für die Verwendung dieser beiden Loader konfiguriert werden.

Übersicht über das clientbasierte JPA-Preload-Dienstprogramm

Das clientbasierte JPA-Preload-Dienstprogramm (Java Persistence API) lädt Daten über eine Clientverbindung zum ObjectGrid in die BackingMaps von eXtreme Scale.

Diese Funktion kann das Laden der eXtreme-Scale-Maps vereinfachen, wenn die Datenbankabfragen nicht partitioniert werden können. Es kann auch ein Loader (Ladeprogramm), wie z. B. ein JPA-Loader, verwendet werden, das sich ideal eignet, wenn die Daten parallel geladen werden können.

Das clientbasierte JPA-Preload-Dienstprogramm kann die OpenJPA- und Hibernate-JPA-Implementierungen verwenden, um das ObjectGrid aus einer Datenbank zu laden. Da WebSphere eXtreme Scale nicht direkt mit der Datenbank bzw. mit Java Database Connectivity (JDBC) interagiert, kann jede von OpenJPA bzw. Hibernate unterstützte Datenbank zum Laden des ObjectGrids verwendet werden.

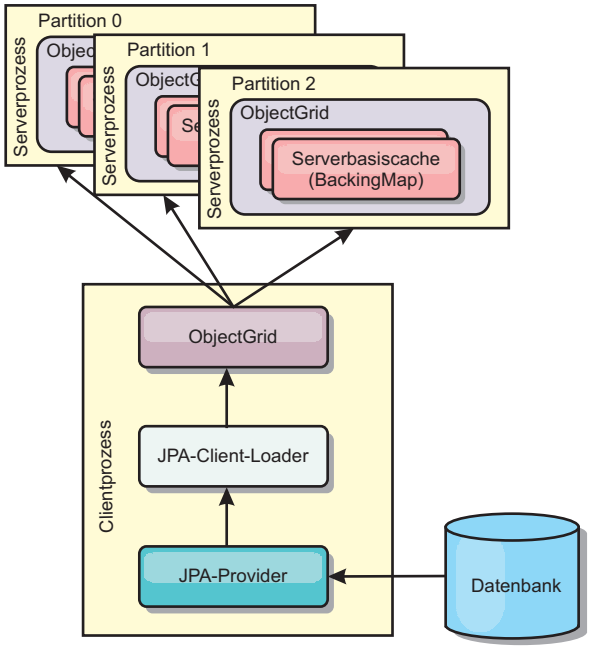


Abbildung 15. Clientladeprogramme, die die JPA-Implementierung zum Laden des ObjectGrids verwenden

Gewöhnlich übergibt eine Benutzeranwendung den Namen einer Persistenzeinheit, den Namen einer Entitätsklasse und eine JPA-Abfrage an das Clientladeprogramm. Das Clientladeprogramm ruft den JPA-EntityManager anhand des Namens der Persistenzeinheit ab, verwendet den EntityManager, um Daten aus der Datenbank über die angegebene Entitätsklasse und JPA-Abfrage abzufragen, und lädt schließlich die Daten in die verteilten ObjectGrid-Maps. Wenn mehrschichtige Relationen an der Abfrage beteiligt sind, können Sie eine angepasste Abfragezeichenfolge verwenden, um die Leistung zu optimieren. Optional könne Sie eine Map für Persistenzeigenschaften angeben, um die konfigurierten Persistenzeigenschaften zu überschreiben.

Ein Clientladeprogramm kann Daten in zwei verschiedenen Modi laden, wie in der folgenden Tabelle gezeigt wird:

Tabelle 12. Modi des Clientladeprogramms

Modus	Beschreibung
Preload (Vorheriges Laden)	Löscht und lädt alle Einträge in die BackingMap. Wenn die Map eine Entity-Map ist, werden auch alle zugehörigen Entity-Maps gelöscht, wenn die ObjectGrid-Option "CascadeType.REMOVE" aktiviert ist.
Reload (Erneutes Laden)	Die JPA-Abfrage wird für das ObjectGrid ausgeführt, um alle Entitäten in der Map ungültig zu machen, die der Abfrage entsprechen. Wenn die Map eine Entity-Map ist, werden auch alle zugehörigen Entity-Maps gelöscht, wenn die ObjectGrid-Option "CascadeType.INVALIDATE" aktiviert ist.

In beiden Fällen wird eine JPA-Abfrage verwendet, um die gewünschten Entitäten aus der Datenbank auszuwählen und zu laden und in den ObjectGrid-Maps zu speichern. Wenn die ObjectGrid-Map keine Entity-Map ist, werden die JPA-Entitä-

ten freigegeben und direkt gespeichert. Wenn die ObjectGrid-Map eine Entity-Map ist, werden die JPA-Entitäten als ObjectGrid-Entitätstupel gespeichert. Sie können eine JPA-Abfrage angeben oder die Standardabfrage `select o from EntityName o` verwenden.

Weitere Informationen zum Konfigurieren des clientbasierten JPA-Preload-Dienstprogramms finden Sie in dem entsprechenden Abschnitt im *Programmierhandbuch*

Programmierung eines clientbasierten JPA-Preload-Dienstprogramms

Das clientbasierte JPA-Preload-Dienstprogramm (Java Persistence API) lädt Daten über eine Clientverbindung zum ObjectGrid in die BackingMaps von eXtreme Scale. Sie können das vorherige Laden (Preload) und das erneute Laden (Reload) von Daten in Ihrer Anwendung implementieren.

Schnittstelle "StateManager" verwenden

Verwenden Sie die Methode "setObjectGridState" der Schnittstelle "StateManager", um den ObjectGrid-Status auf einen der folgenden Werte zu setzen: OFFLINE, ONLINE, QUIESCE oder PRELOAD. Die Schnittstelle "StateManager" verhindert, dass andere Clients auf das ObjectGrid zugreifen, wenn es noch nicht online ist.

Setzen Sie den ObjectGrid-Status beispielsweise auf PRELOAD, bevor Sie Daten in die Maps laden. Nach Abschluss des Datenladevorgangs setzen Sie den ObjectGrid-Status zurück auf ONLINE. Weitere Informationen finden Sie in den Informationen zum Festlegen der Verfügbarkeit eines ObjectGrids im *Administratorhandbuch*.

Wenn Sie einen Preload-Prozess für verschiedene Maps in einem einzigen ObjectGrid durchführen, setzen Sie den ObjectGrid-Status einmal auf `PRELOAD` und dann wieder zurück auf `ONLINE`, wenn die Daten in alle Maps geladen wurden. Diese Koordination kann über die Schnittstelle "ClientLoadCallback" vorgenommen werden. Setzen Sie den ObjectGrid-Status nach dem Erhalt der ersten preStart-Benachrichtigung von der ObjectGrid-Instanz auf `PRELOAD` und nach dem Erhalt der letzten postFinish-Benachrichtigung zurück auf `ONLINE`.

Wenn Sie Maps aus verschiedenen Java Virtual Machines vorab laden müssen, müssen Sie diese Java Virtual Machines koordinieren. Setzen Sie den ObjectGrid-Status auf `PRELOAD`, bevor die erste Map aus einer der Java Virtual Machines vorab laden, und setzen Sie den Wert auf `ONLINE` zurück, nachdem Daten aus allen Java Virtual Machines in die Maps geladen wurden.

Beispiel für einen clientbasierten Preload-Prozess

Der Ablauf beim vorherigen Laden von Daten ist wie folgt:

1. Löschen Sie die Map, in die die Daten vorher geladen sollen. Wenn es sich um eine Entitäts-Map handelt und eine Beziehung mit "cascade-remove" konfiguriert ist, werden auch die zugehörigen Maps gelöscht.
2. Führen Sie die JPA-Abfrage für die Entitäten in einem Stapel aus. Die Stapelgröße ist 1000.
3. Erstellen Sie für jeden Stapel eine Schlüsselliste und eine Werteliste für jede Partition.
4. Rufen Sie für jede Partition den DataGrid-Agenten aus, um die Daten auf der Serverseite direkt einzufügen bzw. zu aktualisieren, wenn es sich um einen eXt-

reme-Scale-Client handelt. Wenn das Grid eine lokale Instanz ist, werden die Daten direkt in den ObjectGrid-Maps eingefügt bzw. aktualisiert.

Das folgende Mustercode-Snippet zeigt einen einfachen Client-Preload-Prozess:

```
// StateManager-Objekt abrufen
StateManager stateMgr = StateManagerFactory.getStateManager();

// ObjectGrid-Status vor dem Aufruf von ClientLoader.loader auf PRELOAD setzen
stateMgr.setObjectGridState(AvailabilityState.PRELOAD, objectGrid);

ClientLoader c = ClientLoaderFactory.getClientLoader();

// Daten laden
c.load(objectGrid, "CUSTOMER", "custPU", null,
    null, null, null, true, null);

// ObjectGrid-Status zurück auf ONLINE setzen
stateMgr.setObjectGridState(AvailabilityState.ONLINE, objectGrid);
```

In diesem Beispiel ist die Map CUSTOMER als Entitäts-Map konfiguriert. Die Entitätsklasse "Customer", die in der XML-Deskriptordatei für die ObjectGrid-Entitätsmetadaten konfiguriert ist, hat eine 1:n-Beziehung mit Order-Entitäten. Die Entität "Customer" hat eine aktivierte Option "CascadeType.ALL" in der Beziehung zur Entität "Order".

Vor dem Aufruf der Methode "ClientLoader.load" wird der ObjectGrid-Status auf PRELOAD gesetzt.

Die folgenden Parameter werden in der Methode "ClientLoader.load" verwendet:

1. **objectGrid**: Die ObjectGrid-Instanz. Es handelt sich hier um eine clientseitige ObjectGrid-Instanz.
2. **CUSTOMER**: Die zu ladende Map. Da Customer eine Beziehung des Typs "cascade-all" mit Order-Entitäten hat, werden auch die Order-Entitäten geladen.
3. **custPU**: Der Name der JPA-Persistenzeinheit für die Customer- und Order-Entitäten.
4. **null**: Die Map "persistenceProps" ist null, d. h., es werden die in der Datei "persistence.xml" konfigurierten Standardpersistenzeigenschaften verwendet.
5. **null**: Die entityClass ist mit null konfiguriert. Diese Einstellung wird für die Map CUSTOMER auf die in der XML-Deskriptordatei für die ObjectGrid-Entitätsmetadaten konfigurierte Entitätsklasse gesetzt, in diesem Fall Customer.class.
6. **null**: Die loadSql ist null, d. h., die Standardanweisung "select o from CUSTOMER o" wird zum Abfragen der JPA-Entitäten verwendet.
7. **null**: Die Map für die Abfrageparameter ist null.
8. **true**: Gibt an, dass PREOLAD als Modus für das Laden der Daten gesetzt ist. Deshalb werden Löschoperationen (clear) für die Maps CUSTOMER und ORDER aufgerufen, um alle Daten vor dem Laden zu löschen, weil eine Beziehung des Typs "cascade-remove" zwischen den Maps definiert ist.
9. **null**: Der ClientLoaderCallback ist null.

Weitere Informationen zu den erforderlichen Parametern finden Sie in der Beschreibung der ClientLoader-API in der API-Dokumentation.

Beispiel für erneutes Laden

Das erneute Laden einer Map (Reload) entspricht dem vorherigen Laden einer Map (Preload) mit der Ausnahme, dass das Argument "isPreload" in der Methode "ClientLoader.load" auf "false" gesetzt wird.

Im Reload-Modus ist der Ablauf für das Laden der Daten wie folgt:

1. Führen Sie die bereitgestellte Abfrage für die ObjectGrid-Map aus, und machen Sie alle Ergebnisse ungültig. Wenn es sich um eine Entitäts-Map handelt und eine Beziehung mit der Option CascadeType.INVALIDATE konfiguriert wurde, werden auch die zugehörigen Entitäten in den entsprechenden Maps ungültig gemacht.
2. Führen Sie die bereitgestellte JPA-Abfrage aus, um die JPA-Entitäten im Stapelbetrieb abzurufen. Die Stapelgröße ist 1000.
3. Erstellen Sie für jeden Stapel eine Schlüsselliste und eine Werteliste für jede Partition.
4. Rufen Sie für jede Partition den DataGrid-Agenten aus, um die Daten auf der Serverseite direkt einzufügen bzw. zu aktualisieren, wenn es sich um einen eXtreme-Scale-Client handelt. Wenn das Grid eine lokale eXtreme-Scale-Konfiguration ist, werden die Daten direkt in den ObjectGrid-Maps eingefügt bzw. aktualisiert.

Im Folgenden sehen Sie ein Reload-Beispiel:

```
// StateManager-Objekt abrufen
StateManager stateMgr = StateManagerFactory.getStateManager();

// ObjectGrid-Status vor dem Aufruf von ClientLoader.loader auf PRELOAD setzen
stateMgr.setObjectGridState(AvailabilityState.PRELOAD, objectGrid);

ClientLoader c = ClientLoaderFactory.getClientLoader();

// Daten laden
String loadSql = "select c from CUSTOMER c
    where c.custId >= :startCustId and c.custId < :endCustId ";
Map<String, Long> params = new HashMap<String, Long>();
params.put("startCustId", 1000L);
params.put("endCustId", 2000L);

c.load(objectGrid, "CUSTOMER", "customerPU", null, null,
    loadSql, params, false, null);

// ObjectGrid-Status zurück auf ONLINE setzen
stateMgr.setObjectGridState(AvailabilityState.ONLINE, objectGrid);
```

Verglichen mit dem Preload-Beispiel besteht der Hauptunterschied darin, dass eine loadSql und Parameter angegeben sind. Dieser Mustercode lädt nur die Customer-Daten mit einer ID zwischen 1000 und 2000 erneut.

Beachten Sie, dass diese Abfragezeichenfolge sowohl die JPA-Abfragesyntax als auch die Syntax für eXtreme-Scale-Entitäten einhält. Diese Abfragezeichenfolge ist wichtig, weil sie zweimal ausgeführt wird, einmal für das ObjectGrid, um die übereinstimmenden ObjectGrid-Entitäten ungültig zu machen, und einmal für JPA, um die übereinstimmenden JPA-Entitäten zu laden.

Client-Loader in einer Loader-Implementierung aufrufen

Die Schnittstelle "Loader" enthält eine Methode "preload":

```
void preloadMap(Session session, BackingMap backingMap) throws
LoaderException;
```

Diese Methode signalisiert dem Loader, die Daten vorher in die Map zu laden. Eine Loader-Implementierung kann einen Client-Loader verwenden, um die Daten vorher in alle seine Partitionen zu laden. Der JPA-Loader verwendet beispielsweise den Client-Loader, um Daten vorher in die Map zu laden.

Weitere Informationen finden Sie in der Übersicht über JPA-Loader in der *Produktübersicht*.

Im Folgenden sehen Sie ein Beispiel für das vorherige Laden einer Map mit dem Client-Loader in der Methode "preloadMap". Der Mustercode prüft zuerst, ob die aktuelle Partitionsnummer mit der Preload-Partition identisch ist. Wenn die Partitionsnummer der Preload-Partition nicht entspricht, findet keine Aktion statt. Stimmen die Partitionsnummern überein, wird der Client-Loader aufgerufen, um die Daten in die Maps zu laden. Es ist wichtig, den Client-Loader in einer einzigen Partition aufzurufen.

```
ObjectGrid og = session.getObjectGrid();
int partitionId = backingMap.getPartitionId();
int numPartitions = backingMap.getPartitionManager().getNumOfPartitions();

// Client-Loader nur in einer einzigen Partition aufrufen
if (partitionId == preloadPartition) {

    ClientLoader loader = ClientLoaderFactory.getClientLoader();

    // Client-Loader zum Laden der Daten aufrufen
    try {

        loader.load(og, backingMap.getName(), txCallback.getPersistenceUnitName(),
     null, entityClass, null, null, true, null);
    } catch (ObjectGridException e) {
        LoaderException le = new LoaderException("Exception caught in ObjectMap " +
     ogName + "." + mapName);
        le.initCause(e);
        throw le;
    }
}
```

Anmerkung: Setzen Sie das BackingMap-Attribut "preloadMode" auf "true", so dass die Methode "preload" asynchron ausgeführt wird. Andernfalls blockiert die Methode "preload" die Aktivierung der ObjectGrid-Instanz.

Manuelle Clientladefunktion

Die Methode "ClientLoader.load" stellt eine Clientladefunktion bereit, die den meisten Szenarien genügt. Wenn Sie jedoch Daten ohne die Methode "ClientLoader.load" laden möchten, können Sie eine eigene Preload-Methode implementieren.

Im Folgenden sehen Sie eine Schablone für eine manuelle Clientladefunktion:

```
// StateManager-Objekt abrufen
StateManager stateMgr = StateManagerFactory.getStateManager();

// ObjectGrid-Status vor dem Aufruf von ClientLoader.loader auf PRELOAD setzen
stateMgr.setObjectGridState(AvailabilityState.PRELOAD, objectGrid);


// Daten laden
...
```

```
// ObjectGrid-Status zurück auf ONLINE setzen
stateMgr.setObjectGridState(AvailabilityState.ONLINE, objectGrid);
```

Wenn Sie die Daten über die Clientseite laden, könnte der Einsatz eines DataGrid-Agenten die Leistung erhöhen. Wenn Sie einen DataGrid-Agenten verwenden, finden alle Lese- und Schreiboperationen für die Daten im Serverprozess statt. Sie können Ihre Anwendung auch so gestalten, dass sichergestellt wird, dass DataGrid-Agenten für mehrere Partitionen parallel ausgeführt werden, um so die Leistung noch weiter zu erhöhen.

Verwenden Sie zum Implementieren des Daten-Preloads mit einem DataGrid-Agenten das folgende Beispiel.

Nachdem Sie die Daten-Preload-Implementierung erstellt haben, können Sie einen generischen Loader für die Ausführung der folgenden Tasks erstellen:

1. Daten aus der Datenbank im Stapelbetrieb abrufen.
2. Schlüsselliste und Werteliste für jede Partition erstellen.
3. Für jede Partition die Methode "agentMgr.callReduceAgent(agent, aKey)" aufrufen, um den Agenten in einem Server-Thread auszuführen. Wenn Sie einen Thread verwenden, können Sie Agenten gleichzeitig für mehrere Partitionen ausführen.

Beispiel: Daten-Preload mit einem DataGrid-Agenten

Wenn Sie die Daten über die Clientseite laden, könnte der Einsatz eines DataGrid-Agenten die Leistung erhöhen. Wenn Sie einen DataGrid-Agenten verwenden, finden alle Lese- und Schreiboperationen für die Daten im Serverprozess statt. Sie können Ihre Anwendung auch so gestalten, dass sichergestellt wird, dass DataGrid-Agenten für mehrere Partitionen parallel ausgeführt werden, um so die Leistung noch weiter zu erhöhen.

Im Folgenden sehen Sie ein Beispiel für das Laden der Daten mit einem DataGrid-Agenten:

```
import java.io.Externalizable;
import java.io.IOException;
import java.io.ObjectInput;
import java.io.ObjectOutput;
import java.util.ArrayList;
import java.util.Collection;
import java.util.Iterator;
import java.util.List;

import com.ibm.websphere.objectgrid.NoActiveTransactionException;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridException;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridRuntimeException;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectMap;
import com.ibm.websphere.objectgrid.Session;
import com.ibm.websphere.objectgrid.TransactionException;
import com.ibm.websphere.objectgrid.datagrid.ReduceGridAgent;
import com.ibm.websphere.objectgrid.em.EntityManager;

public class InsertAgent implements ReduceGridAgent, Externalizable {

    private static final long serialVersionUID = 6568906743945108310L;

    private List keys = null;

    private List vals = null;
```

```
protected boolean isEntityMap;

public InsertAgent() {
}

public InsertAgent(boolean entityMap) {
    isEntityMap = entityMap;
}

public Object reduce(Session sess, ObjectMap map) {
    throw new UnsupportedOperationException(
        "ReduceGridAgent.reduce(Session, ObjectMap)");
}

public Object reduce(Session sess, ObjectMap map, Collection arg2) {
    Session s = null;
    try {
        s = sess.getObjectGrid().getSession();
        ObjectMap m = s.getMap(map.getName());
        s.beginNoWriteThrough();
        Object ret = process(s, m);
        s.commit();            return ret;
    } catch (ObjectGridRuntimeException e) {
        if (s.isTransactionActive()) {
            try {
                s.rollback();
            } catch (TransactionException e1) {
            } catch (NoActiveTransactionException e1) {
            }
        }
        throw e;
    } catch (Throwable t) {
        if (s.isTransactionActive()) {
            try {
                s.rollback();
            } catch (TransactionException e1) {
            } catch (NoActiveTransactionException e1) {
            }
        }
        throw new ObjectGridRuntimeException(t);
    }

}

public Object process(Session s, ObjectMap m) {
    try {

        if (!isEntityMap) {
            // In the POJO case, it is very straightforward,
            // we can just put everything in the
            // map using insert
            insert(m);
        } else {
            // 2. Entity case.
            // In the Entity case, we can persist the entities
            EntityManager em = s.getEntityManager();
            persistEntities(em);

        }
        return Boolean.TRUE;
    } catch (ObjectGridRuntimeException e) {
        throw e;
    } catch (ObjectGridException e) {
        throw new ObjectGridRuntimeException(e);
    } catch (Throwable t) {
        throw new ObjectGridRuntimeException(t);
    }
```

```
}

/**
 * Im Prinzip ist dies ein neuer Ladevorgang.
   * @param s
 * @param m
 * @throws ObjectGridException
 */
protected void insert(ObjectMap m) throws ObjectGridException {

    int size = keys.size();

    for (int i = 0; i < size; i++) {
        m.insert(keys.get(i), vals.get(i));
    }

}


protected void persistEntities(EntityManager em) {
    Iterator<Object> iter = vals.iterator();

      while (iter.hasNext()) {
        Object value = iter.next();
        em.persist(value);
    }
}

public Object reduceResults(Collection arg0) {
    return arg0;
}

public void readExternal(ObjectInput in)
  throws IOException, ClassNotFoundException {
    int v = in.readByte();
    isEntityMap = in.readBoolean();
    vals = readList(in);
    if (!isEntityMap) {
        keys = readList(in);
    }
}

public void writeExternal(ObjectOutput out) throws IOException {
    out.write(1);
    out.writeBoolean(isEntityMap);

    writeList(out, vals);
    if (!isEntityMap) {
        writeList(out, keys);
    }

}

public void setData(List ks, List vs) {
    vals = vs;
    if (!isEntityMap) {
        keys = ks;
    }
}

/**
 * @return Gibt das isEntityMap-Objekt zurück.
 */
public boolean isEntityMap() {
    return isEntityMap;
}
```

```
    static public void writeList(ObjectOutput oo, Collection l)
      throws IOException {
        int size = l == null ? -1 : l.size();
        oo.writeInt(size);
        if (size > 0) {
            Iterator iter = l.iterator();
              while (iter.hasNext()) {
                Object o = iter.next();
                oo.writeObject(o);
            }
        }
    }

    public static List readList(ObjectInput oi)
      throws IOException, ClassNotFoundException {
        int size = oi.readInt();
        if (size == -1) {
                    return null;
        }


        ArrayList list = new ArrayList(size);
        for (int i = 0; i < size; ++i) {
            Object o = oi.readObject();
            list.add(o);
        }
        return list;
    }
}
```

Zeitbasierte JPA-Datenaktualisierungskomponente

Eine zeitbasierte JPA-Datenbankaktualisierungskomponente (Java Persistence API) aktualisiert die ObjectGrid-Maps mit den letzten Änderungen, die in der Datenbank vorgenommen wurden.

Wenn Änderungen direkt in einer Datenbank mit WebSphere eXtreme Scale als Front-End vorgenommen werden, werden diese Änderungen nicht gleichzeitig im eXtreme-Scale-Grid widergespiegelt. Für eine ordnungsgemäße Implementierung von eXtreme Scale als speicherinterner Datenbankverarbeitungsbereich müssen Sie berücksichtigen, dass es vorkommen kann, dass Ihr Grid nicht synchron mit der Datenbank ist. Die zeitbasierte Datenbankaktualisierungskomponente verwendet die SCN-Funktion (System Change Number) in Oracle 10g und das Format ROW CHANGE TIMESTAMP (Zeitmarke für Zeilenänderung) in DB2 9.5, um Änderungen in der Datenbank im Hinblick ungültige und aktualisierte Einträge zu überwachen. Die Aktualisierungskomponente ermöglicht Anwendungen auch die Verwendung eines benutzerdefinierten Felds für denselben Zweck.

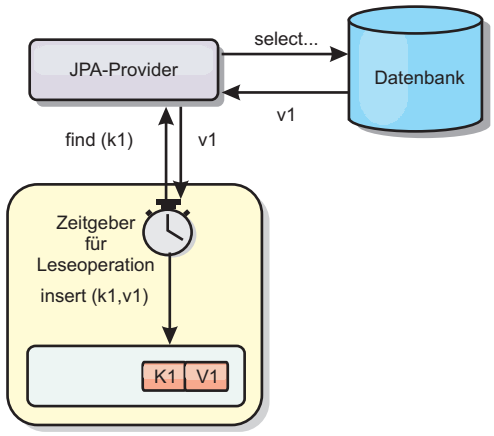


Abbildung 16. Regelmäßige Aktualisierung

Die zeitbasierte Datenbankaktualisierungskomponente fragt die Datenbank regelmäßig über JPA-Schnittstellen ab, um die JPA-Entitäten zu ermitteln, die die neu eingefügten oder aktualisierten Datensätze in der Datenbank darstellen. Um die Datensätze regelmäßig aktualisieren zu können, muss jeder Datensatz in der Datenbank eine Zeitmarke haben, die angibt, wann bzw. in welcher Folge der Datensatz zuletzt aktualisiert bzw. eingefügt wurde. Es ist nicht erforderlich, dass die Zeitmarke ein Zeitmarkenformat hat. Der Zeitmarkenwert kann eine ganze Zahl sein oder ein ausführliches Format haben, solange ein eindeutiger zunehmender Wert generiert wird.

Diese Funktionalität wird von mehreren kostenpflichtigen Datenbanken bereitgestellt.

In DB2 9.5 können Sie beispielsweise eine Spalte mit dem ROW CHANGE TIMESTAMP wie folgt definieren:

```
ROWCHGTS TIMESTAMP NOT NULL
      GENERATED ALWAYS
      FOR EACH ROW ON UPDATE AS
      ROW CHANGE TIMESTAMP
```

In Oracle können Sie die Pseudospalte **ora_rowscn** verwenden, die die SCN (System Change Number, Systemänderungsnummer) des Datensatzes darstellt.

Die zeitbasierte Datenbankaktualisierungskomponente aktualisiert die ObjectGrid-Maps auf drei verschiedene Arten:

1. INVALIDATE_ONLY. Die Einträge in der ObjectGrid-Map werden nur ungültig gemacht, wenn die entsprechenden Datensätze in der Datenbank geändert wurden.
2. UPDATE_ONLY. Die Einträge in der ObjectGrid-Map werden aktualisiert, wenn die entsprechenden Datensätze in der Datenbank geändert wurden. Alle neu in die Datenbank eingefügten Datensätze werden jedoch ignoriert.
3. INSERT_UPDATE. Die vorhandenen Einträge in der ObjectGrid-Map werden mit den aktuellen Werten aus der Datenbank aktualisiert. Außerdem werden alle neu in die Datenbank eingefügten Datensätze in die ObjectGrid-Map eingefügt.

Weitere Informationen zum Konfigurieren der zeitbasierten JAP-Datenaktualisierungskomponente finden Sie in den Informationen im *Administratorhandbuch*.

Zeitbasierte JPA-Aktualisierungskomponente starten

Wenn die zeitbasierte JPA-Aktualisierungskomponente (Java Persistence API) starten, werden die ObjectGrid-Maps mit den letzten Änderungen aus der Datenbank aktualisiert.

Vorbereitende Schritte

Konfigurieren Sie die zeitbasierte Aktualisierungskomponente. Weitere Informationen finden Sie in der Beschreibung der Konfiguration einer zeitbasierten JPA-Aktualisierungskomponente im *Administratorhandbuch*.

Informationen zu diesem Vorgang

Weitere Informationen zur Funktionsweise der zeitbasierten JAP-Datenaktualisierungskomponente finden Sie im Abschnitt „Zeitbasierte JPA-Datenaktualisierungskomponente" auf Seite 324.

Vorgehensweise

- Starten Sie eine zeitbasierte Datenbankaktualisierungskomponente.
  - **Automatisch für ein verteiltes eXtreme Scale:**

    Wenn Sie die timeBasedDBUpdate-Konfiguration für die BackingMap erstellen, wird die zeitbasierte Datenbankaktualisierungskomponente automatisch gestartet, wenn ein verteiltes primäres ObjectGrid-Shard aktiviert wird. Für ein ObjectGrid mit mehreren Partitionen wird die zeitbasierte Datenbankaktualisierungskomponente nur in Partition 0 gestartet.
  - **Automatisch für ein lokales eXtreme Scale:**

    Wenn Sie die timeBasedDBUpdate-Konfiguration für die BackingMap erstellen, wird die zeitbasierte Datenbankaktualisierungskomponente automatisch gestartet, wenn die lokale Map aktiviert wird.
  - **Manuell:**

    Sie können die zeitbasierte Datenbankaktualisierungskomponente auch manuell über die API "TimeBasedDBUpdater" starten.

    ```
    public synchronized void startDBUpdate(ObjectGrid objectGrid, String mapName,
     String punitName, Class entityClass, String timestampField, DBUpdateMode mode) {
    ```

    1. **ObjectGrid**: Die ObjectGrid-Instanz (lokal oder Client).
    2. **mapName**: Der Name der BackingMap, für die die zeitbasierte Datenbankaktualisierungskomponente gestartet wird.
    3. **punitName**: Der Name der JPA-Persistenzeinheit für das Erstellen einer JPA-EntityManager-Factory. Der Standardwert ist der Name der ersten in der Datei `persistence.xml` definierten Persistenzeinheit.
    4. **entityClass**: Der Name der Entitätsklasse, die für die Interaktion mit dem JPA-Provider verwendet wird. Der Name der Entitätsklasse wird verwendet, um JPA-Entitäten über Entitätsabfragen abzurufen.
    5. **timestampField**: Ein Zeitmarkenfeld der Entitätsklasse, in dem die Zeit oder Folge gespeichert wird, zu der bzw. in der ein Datenbank-Back-End-Datensatz zuletzt aktualisiert oder eingefügt wurde.
    6. **mode**: Der Modus der zeitbasierten Datenbankaktualisierung. Der Typ INVALIDATE_ONLY bewirkt, dass die Einträge in der ObjectGrid-Map ungültig gemacht werden, wenn die entsprechenden Datensätze in der Datenbank geändert wurden. Der Typ UPDATE_ONLY zeigt an, dass die vorhandenen Einträge in der ObjectGrid-Map mit den aktuellen Werten aus der Datenbank aktualisiert werden sollen. Alle neu in die Datenbank

eingefügten Datensätze werden jedoch ignoriert. Der Typ INSERT_UPDATE zeigt an, dass die vorhandenen Einträge in der ObjectGrid-Map mit den aktuellen Werten aus der Datenbank aktualisiert und auch alle neu in die Datenbank eingefügten Datensätze in die ObjectGrid-Map eingefügt werden sollen.

Wenn Sie die zeitbasierte Datenbankaktualisierungkomponente stoppen möchten, können Sie dazu die folgende Methode aufrufen:

```
public synchronized void stopDBUpdate(ObjectGrid objectGrid, String mapName)
```

Die Parameter "ObjectGrid" und "mapName" müssen dieselben sein, die auch in der Methode "startDBUpdate" übergeben werden.

- Erstellen Sie das Zeitmarkenfeld in Ihrer Datenbank.
  - **DB2**

    Im Rahmen des Features für optimistisches Sperren stellt DB2 9.5 ein Zeitmarkenfeature für geänderte Zeilen (row change timestamp) zur Verfügung. Sie können eine Spalte ROWCHGTS im ROW-CHANGE-TIMESTAMP-Format wie folgt erstellen:

    ```
    ROWCHGTS TIMESTAMP NOT NULL
         GENERATED ALWAYS
         FOR EACH ROW ON UPDATE AS
         ROW CHANGE TIMESTAMP
    ```

    Anschließend können Sie das Entitätsfeld, das dieser Spalte entspricht, durch Annotation oder Konfiguration als Zeitmarkenfeld angeben. Es folgt ein Beispiel:

    ```
    @Entity(name = "USER_DB2")
    @Table(name = "USER1")
    public class User_DB2 implements Serializable {

        private static final long serialVersionUID = 1L;

        public User_DB2() {
        }

        public User_DB2(int id, String firstName, String lastName) {
            this.id = id;
            this.firstName = firstName;
            this.lastName = lastName;
        }

        @Id
        @Column(name = "ID")
        public int id;

        @Column(name = "FIRSTNAME")
        public String firstName;

        @Column(name = "LASTNAME")
        public String lastName;

        @com.ibm.websphere.objectgrid.jpa.dbupdate.annotation.Timestamp
        @Column(name = "ROWCHGTS", updatable = false, insertable = false)
        public Timestamp rowChgTs;
    }
    ```

  - **Oracle**

    In Oracle gibt es eine Pseudospalte `ora_rowscn` für die Systemänderungsnummer des Datensatzes. Sie können diese Spalte für denselben Zweck verwenden. Es folgt ein Beispiel für eine Entität, die das Feld "ora_rowscn" als Zeitmarkenfeld für die zeitbasierte Datenbankaktualisierung verwendet:

```
@Entity(name = "USER_ORA")
@Table(name = "USER1")
public class User_ORA implements Serializable  {

    private static final long serialVersionUID = 1L;

    public User_ORA() {
    }

    public User_ORA(int id, String firstName, String lastName) {
        this.id = id;
        this.firstName = firstName;
        this.lastName = lastName;
    }

    @Id
    @Column(name = "ID")
    public int id;

    @Column(name = "FIRSTNAME")
    public String firstName;

    @Column(name = "LASTNAME")
    public String lastName;

    @com.ibm.websphere.objectgrid.jpa.dbupdate.annotation.Timestamp
    @Column(name = "ora_rowscn", updatable = false, insertable = false)
    public long rowChgTs;
}
```

– **Andere Datenbanken**

  Für andere Typen von Datenbanken können Sie eine Tabellenspalte erstellen, in der die Änderungen verfolgt werden. Die Spaltenwerte müssen von der Anwendung, die die Tabelle aktualisiert, manuell geändert werden.

  Nehmen Sie eine Apache-Derby-Datenbank als Beispiel: Sie können eine Spalte "ROWCHGTS" erstellen, um die Änderungsnummern zu verfolgen. Für diese Tabelle wird auch die aktuelle Änderungsnummer verfolgt. Jedesmal, wenn ein Datensatz eingefügt oder aktualisiert wird, wird die letzte Änderungsnummer für die Tabelle um eins erhöht, und der Wert der Spalte ROWCHGTS für den Datensatz wird mit dieser erhöhten Nummer aktualisiert:

```
@Entity(name = "USER_DER")
@Table(name = "USER1")
public class User_DER implements Serializable {

    private static final long serialVersionUID = 1L;

    public User_DER() {
    }

    public User_DER(int id, String firstName, String lastName) {
        this.id = id;
        this.firstName = firstName;
        this.lastName = lastName;
    }

    @Id
    @Column(name = "ID")
    public int id;

    @Column(name = "FIRSTNAME")
    public String firstName;

    @Column(name = "LASTNAME")
    public String lastName;
```

```
    @com.ibm.websphere.objectgrid.jpa.dbupdate.annotation.Timestamp
    @Column(name = "ROWCHGTS", updatable = true, insertable = true)
    public long rowChgTs;
}
```

Kapitel 8. Programmierung für Spring-Integration

Hier lernen Sie, wie eXtreme-Scale-Anwendungen mit dem vielfach eingesetzten Spring-Framework integriert wird.

Übersicht über die Integration des Spring-Frameworks

Spring ist ein vielfach eingesetztes Framework für die Entwicklung von Java-Anwendungen. WebSphere eXtreme Scale unterstützt den Einsatz von Spring für die Verwaltung von eXtreme-Scale-Transaktionen und die Konfiguration der Clients und Server, aus denen sich das implementierte speicherinterne Daten-Grid zusammensetzt.

Über Spring verwaltete native Transaktionen

Spring unterstützt containerverwaltete Transaktionen, die einem Java-EE-Anwendungsserver gleichen. Der Spring-Mechanismus kann jedoch in verschiedene Implementierungen integriert werden. WebSphere eXtreme Scale unterstützt die Integration eines Transaktionsmanagers, der Spring die Verwaltung der Lebenszyklen von ObjectGrid-Transaktionen ermöglicht. Weitere Einzelheiten finden Sie in den Informationen zu nativen Transaktionen im *Programmierhandbuch*.

Über Spring verwaltete Erweiterungs-Beans und Unterstützung von Namespaces

Spring kann auch in eXtreme Scale integriert werden, um die Definition von Spring-Beans für Erweiterungspunkte und Plug-ins zu ermöglichen. Dieses Feature unterstützt fortgeschrittene Konfigurationen und mehr Flexibilität für die Konfiguration der Erweiterungspunkte.

Zusätzlich zu den über Spring verwalteten Erweiterungs-Beans stellt eXtreme Scale einen Spring-Namespace mit dem Namen "objectgrid" bereit. Beans und integrierte Implementierungen sind in diesem Namespace vordefiniert. Dies erleichtert Benutzern die Konfiguration von eXtreme Scale. Weitere Einzelheiten zu diesen Themen und ein Beispiel zum Starten eines eXtreme-Scale-Servers mit Spring-Konfigurationen finden Sie im Abschnitt Unterstützung von Spring-Erweiterungs-Beans und -Namespaces.

Unterstützung des Geltungsbereichs "Shard"

Mit der traditionellen Spring-Konfiguration kann eine ObjectGrid-Bean ein Singleton oder ein Prototyp sein. ObjectGrid unterstützt außerdem einen neuen Geltungsbereich, den Geltungsbereich "Shard". Wenn eine Bean mit dem Geltungsbereich "Shard" definiert wird, kann pro Shard nur eine einzige Bean erstellt werden. Auf alle Anforderungen für Beans mit IDs, die der Bean-Definition im selben Shard entsprechen, wird eine bestimmte Bean-Instanz vom Spring-Container zurückgegeben.

Das folgende Beispiel zeigt eine definierte Bean com.ibm.ws.objectgrid.jpa.plugins.JPAPropFactoryImpl mit dem Geltungsbereich "Shard". Deshalb wird nur eine einzige Instanz der Klasse JPAPropFactoryImpl pro Shard erstellt.

```
<bean id="jpaPropFactory" class="com.ibm.ws.objectgrid.jpa.plugins.JPAPropFactoryImpl" scope="shard" />
```

Spring Web Flow

Spring Web Flow speichert seinen Sitzungsstatus standardmäßig in der HTTP-Sitzung. Wenn in einer Webanwendung die Verwendung von eXtreme Scale für das Sitzungsmanagement konfiguriert ist, verwendet Spring automatisch eXtreme Scale für das Speichern seines Status und übernimmt die Fehlertoleranz der Sitzung.

Packen

Die Spring-Erweiterungen für eXtreme Scale sind in der Datei `ogspring.jar` enthalten. Diese JAR-Datei (Java-Archiv) muss im Klassenpfad enthalten sein, damit die Spring-Unterstützung funktioniert. Wenn eine Java-EE-Anwendung, die in WebSphere Application Server Network Deployment mit der Erweiterung WebSphere Extended Deployment ausgeführt wird, muss die Anwendung die Datei `spring.jar` und die zugehörigen Dateien in die EAR-Module stellen. Außerdem müssen Sie die Datei `ogspring.jar` an dieselbe Position kopieren.

Über Spring verwaltete Transaktionen

Spring ist ein vielfach eingesetztes Framework für die Entwicklung von Java-Anwendungen. WebSphere eXtreme Scale unterstützt den Einsatz von Spring für die Verwaltung von eXtreme-Scale-Transaktionen und die Konfiguration von eXtreme-Scale-Clients und -Servern.

Native Transaktionen mit WebSphere eXtreme Scale

Spring stellt containerverwaltete Transaktionen im Stil eines Java-EE-Anwendungsservers (Java Platform, Enterprise Edition) bereit, hat aber den Vorteil, dass in den Spring-Mechanismus verschiedene Implementierungen integriert werden können. In diesem Abschnitt wird ein eXtreme Scale Plattform Transaction Manager beschrieben, der mit Spring verwendet werden kann. Dies ermöglicht Programmierern, ihre POJOs (Plain Old Java Objects) zu annotieren und anschließend Session-Objekte über Spring von eXtreme Scale abrufen und eXtreme-Scale-Transaktionen starten, festschreiben, rückgängig machen, aussetzen und fortsetzen zu lassen. Spring-Transaktionen werden ausführlicher in Kapitel 10 der offiziellen Referenzdokumentation zu Spring beschrieben. Im Folgenden wird erläutert, wie ein eXtreme-Scale-Transaktionsmanager erstellt und mit annotierten POJOs verwendet wird. Es wird auch erläutert, wie dieser Ansatz mit einer Client- oder lokalen eXtreme-Scale-Umgebung und mit einer kollokierten Data-Grid-Anwendung verwendet wird.

Transaktionsmanager erstellen

eXtreme Scale stellt eine Implementierung eines Spring-PlatformTransactionManager bereit. Dieser Manager kann POJOs, die von Spring verwaltet werden, verwaltete eXtreme-Scale-Sitzungen bereitstellen. Mit Annotationen verwaltet Spring diese Sitzungen für die POJOs in einem Transaktionslebenszyklus. Das folgende XML-Snippet veranschaulicht, wie ein Transaktionsmanager erstellt wird:

```
<aop:aspectj-autoproxy/>
 <tx:annotation-driven transaction-manager="transactionManager"/>

 <bean id="ObjectGridManager"
    class="com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridManagerFactory"
    factory-method="getObjectGridManager"/>

 <bean id="ObjectGrid"
    factory-bean="ObjectGridManager"
    factory-method="createObjectGrid"/>

 <bean id="transactionManager"
```

```
    class="com.ibm.websphere.objectgrid.spring.ObjectGridSpringFactory"
    factory-method="getLocalPlatformTransactionManager"/>
</bean>

<bean id="Service" class="com.ibm.websphere.objectgrid.spring.test.TestService">
 <property name="txManager" ref+"transactionManager"/>
</bean>
```

Dieses Snippet zeigt, dass die Bean "transactionManager" deklariert und mit der Bean "Service", die Spring-Transaktionen verwendet, verbunden wird. Dies wird mit Hilfe von Annotationen veranschaulicht, und dies ist auch der Grund für die Klausel "tx:annotation" am Anfang.

ObjectGrid-Session-Objekt für die aktuelle Spring-Transaktion anfordern

Ein POJO, dessen Methoden von Spring verwaltet werden, kann jetzt das ObjectGrid-Session-Objekt für die aktuelle Transaktion wie folgt anfordern:

```
Session s = txManager.getSession();
```

Diese Methode gibt die Sitzung zurück, die das POJO verwenden soll. An derselben Transaktion beteiligte Beans empfangen dasselbe Session-Objekt, wenn sie diese Methode aufrufen. Spring startet das Session-Objekt automatisch und ruft auch bei Bedarf automatisch die Methode "commit" oder "rollback" auf. Sie können auch ein ObjectGrid-EntityManager-Objekt anfordern, indem Sie einfach "getEntityManager" über das Session-Objekt aufrufen.

Muster-POJO mit Annotationen

Im Folgenden sehen Sie ein POJO, das Annotationen verwendet, um seine Transaktionsabsichten für Spring zu deklarieren. Sie sehen, dass die Klasse eine Annotation auf Klassenebene hat, die anzeigt, dass alle Methoden standardmäßig die Transaktionssemantik REQUIRED verwenden sollen. Die Klasse implementiert eine Schnittstelle mit einer Methode für alle Methoden in der Klasse. Dies ist erforderlich, damit Spring AOP funktioniert, wenn kein Bytecode-Weaving möglich ist. Die Klasse hat eine Instanzvariable "txManager", die mit dem ObjectGrid-Transaktionsmanager über die Spring-XML-Datei verbunden wird. Jede Methode ruft einfach die Methode "txManager.getSession" auf, um das für die Methode zu verwendende Session-Objekt anzufordern. Die Methode "queryNewTx" ist annotiert und zeigt an, dass die Semantik REQUIRES_NEW verwendet werden soll. Dies bedeutet, dass alle vorhandenen Transaktionen ausgesetzt werden und eine neue unabhängige Transaktion für diese Methode erstellt wird.

```
@Transactional(propagation=Propagation.REQUIRED)
public class TestService implements ITestService
{
    SpringLocalTxManager txManager;

    public TestService()
    {

    }

    public void initialize()
        throws ObjectGridException
    {
        Session s = txManager.getSession();
        ObjectMap m = s.getMap("TEST");
        m.insert("Hello", "Billy");
    }

    public void update(String updatedValue)
        throws ObjectGridException
    {
        Session s = txManager.getSession();
        System.out.println("Update using " + s);
        ObjectMap m = s.getMap("TEST");
        String v = (String)m.get("Hello");
        m.update("Hello", updatedValue);
```

```
    }

    public String query()
        throws ObjectGridException
    {
        Session s = txManager.getSession();
        System.out.println("Query using " + s);
        ObjectMap m = s.getMap("TEST");
        return (String)m.get("Hello");
    }

    @Transactional(propagation=Propagation.REQUIRES_NEW)
    public String queryNewTx()
        throws ObjectGridException
    {
        Session s = txManager.getSession();
        System.out.println("QueryTX using " + s);
        ObjectMap m = s.getMap("TEST");
        return (String)m.get("Hello");
    }

    public void testRequiresNew(ITestService bean)
        throws ObjectGridException
    {
        update("1");
        String txValue = bean.query();
        if(!txValue.equals("1"))
        {
            System.out.println("Requires didnt work");
            throw new IllegalStateException("requires didn't work");
        }
        String committedValue = bean.queryNewTx();
        if(committedValue.equals("1"))
        {
            System.out.println("Requires new didnt work");
            throw new IllegalStateException("requires new didn't work");
        }
    }

    public SpringLocalTxManager getTxManager() {
        return txManager;
    }

    public void setTxManager(SpringLocalTxManager txManager) {
        this.txManager = txManager;
    }
}
```

ObjectGrid-Instanz für einen Thread festlegen

In einer einzelnen Java Virtual Machine (JVM) können viele ObjectGrid-Instanzen ausgeführt werden. Jedes primäre Shard in einer JVM hat eine eigene ObjectGrid-Instanz. Eine JVM, die als Client für ein fernes ObjectGrid auftritt, verwendet eine ObjectGrid-Instanz, die über das ClientClusterContext-Objekt der Methode "connect" zurückgegeben wird, um mit diesem Grid zu interagieren. Vor dem Aufruf einer Methode in einem POJO über Spring-Transaktionen für das ObjectGrid muss der Thread mit der zu verwendenden ObjectGrid-Instanz verbunden werden. Die TransactionManager-Instanz hat eine Methode, mit der eine bestimmte ObjectGrid-_Instanz angegeben werden kann. Wenn diese Methode angegeben wird, geben alle nachfolgenden Aufrufe von txManager.getSession Session-Objekte für diese ObjectGrid-Instanz zurück.

Einfaches Bootstrapping für Tests

Das folgende Beispiel zeigt eine Musterfunktion "main" für das Testen dieser Funktionalität:

```
ClassPathXmlApplicationContext ctx = new ClassPathXmlApplicationContext(new String[]
            {"applicationContext.xml"});
    SpringLocalTxManager txManager = (SpringLocalTxManager)ctx.getBean("transactionManager");
    txManager.setObjectGridForThread(og);

    ITestService s = (ITestService)ctx.getBean("Service");
    s.initialize();
    assertEquals(s.query(), "Billy");
    s.update("Bobby");
    assertEquals(s.query(), "Bobby");
    System.out.println("Requires new test");
    s.testRequiresNew(s);
    assertEquals(s.query(), "1");
```

Hier wird ein Spring-ApplicationContext-Objekt verwendet. Das ApplicationContext-Objekt wird verwendet, um eine Referenz auf das txManager-Objekt anzufordern und um ein in diesem Thread zu verwendendes ObjectGrid anzugeben. Anschließend fordert der Code eine Referenz auf den Service an und ruft Methoden in diesem Service auf. Jeder Methodenaufruf auf dieser Ebene bewirkt, dass Spring ein Session-Objekt erstellt und begin/commit-Aufrufe um den Methodenaufruf herum absetzt. Alle Ausnahmen führen zu einem Rollback.

Schnittstelle "SpringLocalTxManager"

Die Schnittstelle "SpringLocalTxManager" wird von ObjectGrid Platform Transaction Manager implementiert und enthält alle allgemein zugänglichen Schnittstellen. Die Methoden in dieser Schnittstelle sind für die Auswahl der ObjectGrid-Instanz, die in einem Thread verwendet werden, soll, und für das Abrufen eines Session-Objekts für den Thread bestimmt. Alle POJOs, die lokale ObjectGrid-Transaktionen verwenden, müssen über eine Referenz auf diese Managerinstanz injiziert werden, und es muss nur eine einzige Instanz erstellt werden, d. h., der Geltungsbereich muss "Singleton" sein. Diese Instanz wird mit einer statischen Methode in ObjectGridSpringFactory.getLocalPlatformTransactionManager() erstellt.

eXtreme Scale für JTA- und globale Transaktionen

eXtreme Scale unterstützt aus verschiedenen Gründen, die sich hauptsächlich auf die Skalierbarkeit beziehen, weder JTA noch zweiphasige Festschreibung. Deshalb interagiert ObjectGrid bis auf einen letzten einphasigen Teilnehmer nicht in globalen XA- oder JTA-Transaktionen. Dieser Plattformmanager soll lokale ObjectGrid-Transaktionen für Spring-Entwickler so einfach wie möglich machen.

Über Spring verwaltete Erweiterungs-Beans

Sie können POJOs in der Datei `objectgrid.xml` als Erweiterungspunkte deklarieren. Wenn Sie die Beans benennen und anschließend den Klassennamen angeben, erstellt eXtreme Scale normalerweise Instanzen der angegebenen Klasse und verwendet diese Instanzen als Plug-in. eXtreme Scale kann jetzt Spring als Bean-Factory für den Abruf von Instanzen dieser Plug-in-Objekte einsetzen.

Wenn eine Anwendung Spring verwendet, müssen solche POJOs gewöhnlich mit dem Rest der Anwendung verbunden werden.

Eine Anwendung kann eine Instanz der Spring-Bean-Factory für ein bestimmtes ObjectGrid registrieren. Die Anwendung muss eine Instanz von BeanFactory oder einen Spring-Anwendungskontext erstellen und diese anschließend bei ObjectGrid mit der folgenden statischen Methode registrieren:

```
void registerSpringBeanFactoryAdapter(String objectGridName, Object springBeanFactory)
```

Diese Methode gibt Folgendes an: Wenn ObjectGrid eine Erweiterungs-Bean (z. B. ObjectTransformer, Loader, TransactionCallback usw.) findet, deren Klassenname mit dem Präfix "{spring}" beginnt, wird der Rest des Namens als Name der Spring-Bean verwendet und die Bean-Instanz über die Spring-Bean-Factory angefordert. ObjectGrid kann eine Spring-Bean-Factory auch über eine Standard-Spring-XML-Konfigurationsdatei erstellen. Wenn keine Bean-Factory für ein bestimmtes ObjectGrid registriert wurde, versucht ObjectGrid eine XML-Datei mit dem Namen "'ObjectGridName'_spring.xml" zu finden. Wenn Ihr Grid beispielsweise den Namen GRID hat, hat die XML-Datei den Namen "/GRID_spring.xml" und sollte sich

im Klassenpfad des Stammpakets befinden. Ist diese Datei vorhanden, erstellt ObjectGrid ein ApplicationContext-Objekt über diese Datei und Beans über diese Bean-Factory. Ein Beispielklassenname ist:

```
"{spring}MyLoaderBean"
```

Dies veranlasst ObjectGrid, Spring nach einer Bean mit dem Namen "MyLoaderBean" abzufragen. Dieser Ansatz kann verwendet werden, um über Spring verwaltete POJOs für jeden Erweiterungspunkt anzugeben, solange die Bean-Factory zuvor registriert wurde. Die Spring-Erweiterungen von ObjectGrid sind in der Datei "ogspring.jar" enthalten. Diese JAR-Datei muss im Klassenpfad enthalten sein, damit die Spring-Unterstützung funktioniert. Wenn eine Java-EE-Anwendung, die in einer mit Extended Deployment erweiterten Network-Deployment-Umgebung ausgeführt wird, muss die Anwendung die Datei "spring.jar" und die zugehörigen Dateien in EAR-Module packen. Die Datei "ogspring.jar" muss an dieselbe Position kopiert werden.

Spring-Erweiterungs-Beans und Unterstützung von Namespaces

WebSphere eXtreme Scale stellt ein Feature für die Deklaration von POJOs (Plain Old Java Object) als Erweiterungspunkte in der Datei `objectgrid.xml` und eine Methode für die Benennung der Beans und die anschließende Spezifikation des Klassennamens bereit. Normalerweise werden Instanzen der angegebenen Klasse erstellt, und diese Objekte werden dann als Plug-ins verwendet. Jetzt kann eXtreme Scale das Abrufen von Instanzen dieser Plug-in-Objekte an Spring delegieren. Wenn eine Anwendung Spring verwendet, müssen solche POJOs gewöhnlich mit dem Rest der Anwendung verbunden werden.

In manchen Fällen müssen Sie Spring für die Konfiguration bestimmter Plug-in-Objekte verwenden. Verwenden Sie die folgende Konfiguration als Beispiel:

```
<objectGrid name="Grid">
    <bean id="TransactionCallback" className="com.ibm.websphere.objectgrid.jpa.JPATxCallback">
        <property name="persistenceUnitName" type="java.lang.String"  value="employeePU" />
    </bean>
    ...
</objectGrid>
```

Die integrierte TransactionCallback-Implementierung, die Klasse "com.ibm.websphere.objectgrid.jpa.JPATxCallback", ist als TransactionCallback-Klasse konfiguriert. Diese Klasse wird, wie im vorherigen Beispiel gezeigt, mit der Eigenschaft "persistenceUnitName" konfiguriert. Die Klasse "JPATxCallback" besitzt auch das Attribut "JPAPropertyFactory", das den Typ "java.lang.Object" hat. Die ObjectGrid-XML-Konfiguration unterstützt diesen Typ von Konfiguration nicht.

Die Integration von Spring in eXtreme Scale löst dieses Problem, indem die Bean-Erstellung an das Spring-Framework delegiert wird. Die überarbeitete Konfiguration folgt:

```
<objectGrid name="Grid">
    <bean id="TransactionCallback" className="{spring}jpaTxCallback"/>
    ...
</objectGrid>
```

Die Spring-Datei für das Objekt "Grid" enthält die folgenden Informationen:

```
<bean id="jpaTxCallback" class="com.ibm.websphere.objectgrid.jpa.JPATxCallback" scope="shard">
    <property name="persistenceUnitName" value="employeeEMPU"/>
    <property name="JPAPropertyFactory" ref ="jpaPropFactory"/>
</bean>

<bean id="jpaPropFactory" class="com.ibm.ws.objectgrid.jpa.plugins.
JPAPropFactoryImpl" scope="shard">
</bean>
```

Hier ist TransactionCallback mit {spring}jpaTxCallback angegeben, und die Beans "jpaTxCallback" und "jpaPropFactory" werden in der Spring-Datei, wie im vorherigen Beispiel gezeigt, konfiguriert. Mit der Spring-Konfiguration kann eine JPAPropertyFactory-Bean als Parameter des JPATxCallback-Objekts konfiguriert werden.

Standard-Spring-Bean-Factory

Wenn eXtreme Scale ein Plug-in oder eine Erweiterungs-Bean (z. B. ObjectTransformer, Loader, TransactionCallback usw.) mit einem classname-Wert findet, der mit dem Präfix {spring} beginnt, verwendet eXtreme Scale den restlichen Teil des Namens als Namen für die Spring-Bean und ruft die Bean-Instanz über die Spring-Bean-Factory ab.

Wenn keine Bean-Factory für ein bestimmtes ObjectGrid registriert wurde, wird standardmäßig versucht, eine Datei ObjectGridName_spring.xml zu finden. Wenn Ihr Grid beispielsweise "Grid" heißt, hat die XML-Datei den Namen /Grid_spring.xml. Diese Datei muss im Klassenpfad oder in einem Verzeichnis META-INF im Klassenpfad enthalten sein. Wenn diese Datei gefunden wird, erstellt eXtreme Scale über diese Datei einen Anwendungskontext und über diese Bean-Factory die Beans.

Angepasste Spring-Bean-Factory

WebSphere eXtreme Scale stellt auch eine API "ObjectGridSpringFactory" bereit, über die eine Spring-Bean-Factory-Instanz für ein bestimmtes ObjectGrid registriert werden kann. Diese API registriert eine Instanz von BeanFactory mit der folgenden statischen Methode bei eXtreme Scale:

```
void registerSpringBeanFactoryAdapter(String objectGridName, Object
springBeanFactory)
```

Unterstützung von Namespaces

Seit Version 2.0 hat Spring einen Mechanismus für schemabasierte Erweiterungen für das Spring-XML-Basisformat für die Definition und Konfiguration von Beans. ObjectGrid verwendet dieses neue Feature, um ObjectGrid-Beans zu definieren und zu konfigurieren. Mit der Spring-XML-Schemaerweiterung sind einige der integrierten Implementierungen von eXtreme-Scale-Plug-ins und einige ObjectGrid-Beans im Namespace "objectgrid" vordefiniert. Wenn Sie die Spring-Konfigurationsdateien schreiben, müssen Sie den vollständigen Klassennamen der integrierten Implementierungen nicht angeben. Stattdessen können Sie die vordefinierten Beans referenzieren.

Außerdem sinkt mit den Attributen der Beans, die im XML-Schema definiert sind, das Risiko, dass falsche Attributnamen angegeben werden. Die XML-Validierung, die auf dem XML-Schema basiert, kann diese Art von Fehlern früher im Entwicklungszyklus abfangen.

Die folgenden Beans sind in den XML-Schemaerweiterungen definiert:

- transactionManager
- register
- server
- catalog
- catalogServerProperties

- container
- JPALoader
- JPATxCallback
- JPAEntityLoader
- LRUEvictor
- LFUEvictor
- HashIndex

Diese Beans sind in der XML-Schemadatei "objectgrid.xsd" definiert. Diese XSD-Datei wird als Datei `com/ibm/ws/objectgrid/spring/namespace/objectgrid.xsd` in der Datei `ogspring.jar` geliefert. Ausführliche Beschreibungen der XSD-Datei und der in der XSD-Datei definierten Beans finden Sie in den Informationen zur Spring-Deskriptordatei im *Administratorhandbuch*.

Verwenden Sie weiterhin das JPATxCallback-Beispiel aus dem vorherigen Abschnitt. Im vorherigen Abschnitt wurde die JPATxCallback-Bean wie folgt konfiguriert:

```
<bean id="jpaTxCallback" class="com.ibm.websphere.objectgrid.jpa.JPATxCallback" scope="shard">
    <property name="persistenceUnitName" value="employeeEMPU"/>
    <property name="JPAPropertyFactory" ref ="jpaPropFactory"/>
</bean>

<bean id="jpaPropFactory" class="com.ibm.ws.objectgrid.jpa.plugins.JPAPropFactoryImpl" scope="shard">
</bean>
```

Mit dem Namespace-Feature kann die Spring-XML-Konfiguration wie folgt geschrieben werden:

```
<objectgrid:JPATxCallback id="jpaTxCallback" persistenceUnitName="employeeEMPU"
 jpaPropertyFactory="jpaPropFactory" />

<bean id="jpaPropFactory" class="com.ibm.ws.objectgrid.jpa.plugins.JPAPropFactoryImpl"
 scope="shard">
</bean>
```

Beachten Sie, dass hier die Klasse "com.ibm.websphere.objectgrid.jpa.JPATxCallback" nicht wie im vorherigen Beispiel angegeben wird, sondern dass die vordefinierte Bean "objectgrid:JPATxCallback" direkt verwendet wird. Wie Sie sehen, ist diese Konfiguration weniger ausführlich und in Bezug auf die Fehlerprüfung komfortabler.

Containerserver mit Spring-Erweiterungs-Beans starten

In diesem Beispiel wird veranschaulicht, wie Sie einen ObjectGrid-Server über Spring-verwaltete Erweiterungs-Beans und die Unterstützung von Namespaces von ObjectGrid starten.

ObjectGrid-XML-Datei

Zuerst wird eine sehr einfache ObjectGrid-XML-Datei definiert, die ein einziges ObjectGrid mit dem Namen "Grid" und eine einzige Map mit dem Namen "Test" enthält. Das ObjectGrid hat ein ObjectGridEventListener-Plug-in mit dem Namen "partitionListener" und die Map "Test" ein Evictor-Plug-in mit dem Namen "testLRUEvictor". Beachten Sie, dass sowohl das ObjectGridEventListener-Plug-in als auch das Evictor-Plug-in mit Spring konfiguriert sind, da ihre Namen "{spring}" enthalten:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<objectGridConfig xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
 xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/objectgrid/config ../objectGrid.xsd"
 xmlns="http://ibm.com/ws/objectgrid/config">
```

```
    <objectGrids>
        <objectGrid name="Grid">
     <bean id="ObjectGridEventListener" className="{spring}partitionListener" />
            <backingMap name="Test" pluginCollectionRef="test" />
        </objectGrid>
    </objectGrids>

    <backingMapPluginCollections>
        <backingMapPluginCollection id="test">
            <bean id="Evictor" className="{spring}testLRUEvictor"/>
        </backingMapPluginCollection>
    </backingMapPluginCollections>
</objectGridConfig>
```

ObjectGrid-XML-Implementierungsdatei

Jetzt wird eine einfache ObjectGrid-XML-Implementierungsdatei erstellt. Sie partitioniert das ObjectGrid in 5 Partitionen, und es ist kein Replikat erforderlich.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<deploymentPolicy xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
 xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/objectgrid/deploymentPolicy ../deploymentPolicy.xsd"
 xmlns="http://ibm.com/ws/objectgrid/deploymentPolicy">
    <objectgridDeployment objectgridName="Grid">
        <mapSet name="mapSet" numInitialContainers="1" numberOfPartitions="5" minSyncReplicas="0"
            maxSyncReplicas="1" maxAsyncReplicas="0">
            <map ref="Test"/>
        </mapSet>
    </objectgridDeployment>
</deploymentPolicy>
```

ObjectGrid-Spring-XML-Datei

Jetzt werden die ObjectGrid-Spring-verwalteten Erweiterungs-Beans und die Unterstützung für Namespaces verwendet, um die ObjectGrid-Beans zu konfigurieren. Die Spring-XML-Datei hat den Namen "Grid_spring.xml". Beachten Sie, dass zwei Schemas in der XML-Datei enthalten sind: spring-beans-2.0.xsd ist für die Verwendung der Spring-verwalteten Beans bestimmt und objectgrid.xsd für die im Namespace "objectgrid" vordefinierten Beans:

```
<beans xmlns="http://www.springframework.org/schema/beans"
       xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
       xmlns:aop="http://www.springframework.org/schema/aop"
       xmlns:tx="http://www.springframework.org/schema/tx"
       xmlns:objectgrid="http://www.ibm.com/schema/objectgrid"
       xsi:schemaLocation="
       http://www.ibm.com/schema/objectgrid
   http://www.ibm.com/schema/objectgrid/objectgrid.xsd
       http://www.springframework.org/schema/beans
   http://www.springframework.org/schema/beans/spring-beans-2.0.xsd">

    <objectgrid:register id="ogregister" gridname="Grid"/>

    <objectgrid:server id="server" isCatalog="true" name="server">
        <objectgrid:catalog host="localhost" port="2809"/>
    </objectgrid:server>

    <objectgrid:container id="container"
   objectgridxml="com/ibm/ws/objectgrid/test/springshard/objectgrid.xml"
       deploymentxml="com/ibm/ws/objectgrid/test/springshard/deployment.xml"
   server="server"/>

    <objectgrid:LRUEvictor id="testLRUEvictor" numberOfLRUQueues="31"/>

    <bean id="partitionListener"
   class="com.ibm.websphere.objectgrid.springshard.ShardListener" scope="shard"/>
</beans>
```

Es wurden 6 in dieser Spring-XML-Datei definiert:

1. *objectgrid:register*: Diese Bean registriert die Standard-Bean-Factory für das ObjectGrid "Grid".
2. *objectgrid:server*: Diese Bean definiert einen ObjectGrid-Server mit dem Namen "server". Dieser Server stellt auch Katalogservices bereit, da er eine verschachtelte Bean "objectgrid:catalog" enthält.
3. *objectgrid:catalog*: Diese Bean definiert einen ObjectGrid-Katalogserviceendpunkt, der auf "localhost:2809" gesetzt ist.
4. *objectgrid:container*: Diese Bean definiert einen ObjectGrid-Container mit der angegebenen Objectgrid-XML-Datei und der XML-Implementierungsdatei, die zuvor beschrieben wurden. Die Eigenschaft "server" gibt an, in welchem Server dieser Container ausgeführt wird.
5. *objectgrid:LRUEvictor*: Diese Bean definiert einen LRUEvictor mit der einer LRU-Warteschlangenanzahl von 31.
6. *partitionListener*: Diese Bean definiert ein ShardListener-Plug-in. Sie müssen eine Implementierung für dieses Plug-in bereitstellen. Deshalb kann sie die vordefinierten Beans nicht verwenden. Außerdem hat die Bean den Geltungsbereich "shard", d. h., es gibt nur eine einzige Instanz dieses ShardListeners pro Obejct-Grid-Shard.

Server starten

Das folgende Snippet startet den ObjectGrid-Server, in dem der Containerservice und der Katalogservice ausgeführt werden. Wie zu sehen, ist die einzige Methode, die zum Starten des Servers aufgerufen werden muss, eine Methode "get", mit der ein Bean-Container von der Bean-Factory abgerufen wird. Dies vereinfacht die Programmierungskomplexität, weil die meiste Logik in die Spring-Konfiguration verschoben wird:

```
public class ShardServer extends TestCase
{
    Container container;
    org.springframework.beans.factory.BeanFactory bf;

    public void startServer(String cep)
    {
        try
        {
            bf = new org.springframework.context.support.ClassPathXmlApplicationContext(
                "/com/ibm/ws/objectgrid/test/springshard/Grid_spring.xml", ShardServer.class);
            container = (Container)bf.getBean("container");
        }
        catch (Exception e)
        {
            throw new ObjectGridRuntimeException("Cannot start OG container", e);
        }
    }

    public void stopServer()
    {
        if(container != null)
            container.teardown();
    }
}
```

Kapitel 9. Programmierung für Sicherheit

Verwenden Sie Programmierschnittstellen, um verschiedene Aspekte der Sicherheit in einer eXtreme-Scale-Umgebung zu behandeln.

Sicherheits-API

WebSphere eXtreme Scale verwendet eine offene Sicherheitsarchitektur. Sie bildet das Basissicherheits-Framework für die Authentifizierung, Berechtigung und Transportsicherheit und fordert Benutzer auf, Plug-ins für die Vervollständigung der Informationstechnologie zu implementieren.

Die folgende Abbildung zeigt den Basisablauf der Clientauthentifizierung und -berechtigung für einen eXtreme-Scale-Server.

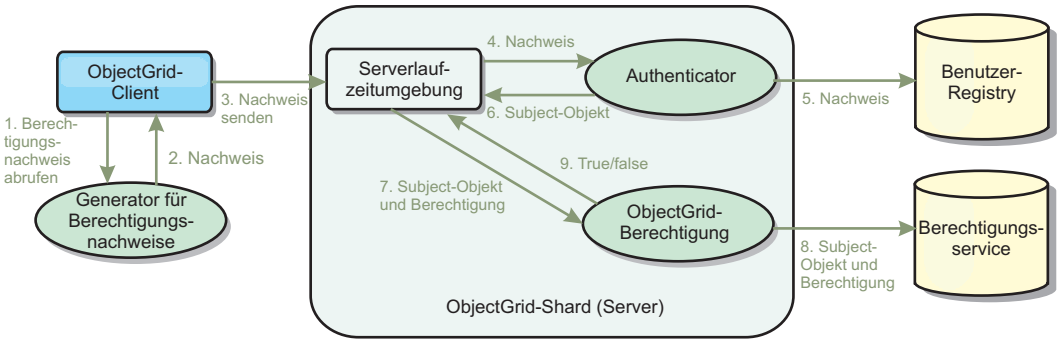


Abbildung 17. Ablauf der Clientauthentifizierung und -berechtigung

Der Authentifizierungsablauf und der Berechtigungsablauf sind im Folgenden beschrieben:

Authentifizierungsablauf

1. Der Authentifizierungsablauf beginnt damit, dass ein eXtreme-Scale-Client einen Berechtigungsnachweis abruft. Der Abruf erfolgt über das Plug-in "com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.CredentialGenerator".
2. Ein CredentialGenerator-Objekt weiß, wie ein gültiger Clientberechtigungsnachweis, z. B. eine Kombination von Benutzer-ID und Kennwort, ein Kerberos-Ticket usw., generiert wird. Dieser generierte Berechtigungsnachweis wird an den Client zurückgesendet.
3. Nachdem der Client das Credential-Objekt über das CredentialGenerator-Objekt abgerufen hat, wird dieses Credential-Objekt zusammen mit der eXtreme-Scale-Anforderung an den eXtreme-Scale-Server gesendet.
4. Der eXtreme-Scale-Server authentifiziert das Credential-Objekt, bevor er die eXtreme-Scale-Anforderung verarbeitet. Anschließend verwendet der Server das Authenticator-Plug-in, um das Credential-Objekt zu authentifizieren.
5. Das Authenticator-Plug-in stellt eine Schnittstelle zur Benutzer-Registry dar, z. B. einem LDAP-Server (Lightweight Directory Access Protocol) oder einer Benutzer-Registry des Betriebssystems. Das Authenticator-Plug-in tätigt Rückfragen bei der Benutzer-Registry und trifft Authentifizierungsentscheidungen.
6. Wenn die Authentifizierung erfolgreich ist, wird ein Subject-Objekt zurückgegeben, das diesem Client präsentiert wird.

Berechtigungsablauf

WebSphere eXtreme Scale verwendet einen berechtigungsbasierten Berechtigungsmechanismus und hat verschiedene Berechtigungskategorien, die von verschiedenen Berechtigungsklassen dargestellt werden. Ein com.ibm.websphere.objectgrid.security.MapPermission-Objekt stellt beispielsweise die Berechtigungen zum Lesen, Schreiben, Einfügen, Ungültigmachen und Entfernen der Dateneinträge in einer ObjectMap dar. Da WebSphere eXtreme Scale die JAAS-Berechtigung (Java Authentication and Authorization Service) direkt unterstützt, können Sie JAAS für die Berechtigungsverarbeitung verwenden, indem Sie Berechtigungsrichtlinien festlegen.

Außerdem unterstützt eXtreme Scale angepasste Berechtigungen. Angepasste Berechtigungen werden über das Plug-in "com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.ObjectGridAuthorization" integriert. Der Ablauf der Kundenberechtigung wird im Folgenden beschrieben.

7. Die Laufzeitumgebung des Servers sendet das Subject-Objekt und die erforderliche Berechtigung an das Berechtigungs-Plug-in.
8. Das Berechtigungs-Plug-in tätigt Rückfragen beim Berechtigungsservice und trifft eine Berechtigungsentscheidung. Wenn die Berechtigung für dieses Subject-Objekt erteilt ist, wird der Wert `true` zurückgeben, andernfalls der Wert `false`.
9. Diese Berechtigungsentscheidung (true oder false) wird an die Laufzeitumgebung des Servers zurückgegeben.

Sicherheitsimplementierung

In diesem Abschnitt wird beschrieben, wie Sie eine eXtreme-Scale-Implementierung und die Plug-in-Implementierungen programmieren. Der Abschnitt ist nach den verschiedenen Sicherheitsfeatures aufgebaut. In jedem Unterabschnitt erfahren Sie etwas über die relevanten Plug-ins und deren Implementierung. Im Abschnitt zur Authentifizierung lernen Sie, wie Sie eine Verbindung zu einer sicheren Implementierungsumgebung von WebSphere eXtreme Scale herstellen.

Clientauthentifizierung: Im Abschnitt zur Clientauthentifizierung wird beschrieben, wie ein eXtreme-Scale-Client einen Berechtigungsnachweis abruft und wie ein Server den Client authentifiziert. Es wird erläutert, wie ein Client von WebSphere eXtreme Scale eine Verbindung zu einem sicheren Server von WebSphere eXtreme Scale herstellt.

Berechtigung: Im Abschnitt zur Berechtigung wird erläutert, wie Sie die Schnittstelle "ObjectGridAuthorization" verwenden, um zusätzlich zur JAAS-Berechtigung eine Kundenberechtigung durchführen.

Grid-Authentifizierung: Im Abschnitt zur Grid-Authentifizierung wird beschrieben, wie Sie die Schnittstelle "SecureTokenManager" verwenden, um den geheimen Schlüssel eines Servers sicher zu transportieren.

JMX-Programmierung (Java Management Extensions): Wenn der eXtreme-Scale-Server gesichert ist, muss der JMX-Client unter Umständen einen JMX-Berechtigungsnachweis an den Server senden.

Programmierung der Clientauthentifizierung

Für die Authentifizierung stellt WebSphere eXtreme Scale eine Laufzeitumgebung bereit, in der der Berechtigungsnachweis vom Client an die Serverseite gesendet und anschließend das Authenticator-Plug-in für die Authentifizierung der Benutzer aufgerufen wird.

WebSphere eXtreme Scale setzt die Implementierung der folgenden Plug-ins für die Durchführung der Authentifizierung voraus.

- Credential: Ein Credential-Plug-in stellt einen Clientberechtigungsnachweis dar, wie z. B. eine Kombination von Benutzer-ID und Kennwort.
- CredentialGenerator: Ein CredentialGenerator-Plug-in stellt eine Berechtigungsnachweis-Factory für die Generierung des Berechtigungsnachweises dar.
- Authenticator: Ein Authenticator-Plug-in authentifiziert den Clientberechtigungsnachweis und ruft Clientinformationen ab.

Credential- und CredentialGenerator-Plug-ins

Wenn ein eXtreme-Scale-Client eine Verbindung zu einem Server herstellt, der eine Authentifizierung voraussetzt, muss der Client einen Clientberechtigungsnachweis vorlegen. Ein Clientberechtigungsnachweis wird durch eine Schnittstelle "com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.Credential" dargestellt. Gültige Clientberechtigungsnachweise sind eine Kombination von Benutzername und Kennwort, ein Kerberos-Ticket, ein Clientzertifikat oder Daten in einem beliebigen Format, auf das sich Client und Server geeinigt haben. Weitere Einzelheiten finden Sie in den Informationen zur API "Credential" in der API-Dokumentation. Diese Schnittstelle definiert explizit die Methoden "equals(Object)" und "hashCode". Diese beiden Methoden sind wichtig, weil die authentifizierten Subject-Objekte mit dem Credential-Objekt als Schlüssel auf der Serverseite zwischengespeichert werden. WebSphere eXtreme Scale stellt auch ein Plug-in für die Generierung eines Berechtigungsnachweises bereit. Dieses Plug-in wird durch die Schnittstelle "com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.CredentialGenerator" dargestellt und ist hilfreich, wenn der Berechtigungsnachweis eine Verfallszeit haben kann. In diesem Fall wird die Methode "getCredential" aufgerufen, um einen Berechtigungsnachweis zu erneuern.

Die Schnittstelle "Credential" definiert explizit die Methoden "equals(Object)" und "hashCode". Diese beiden Methoden sind wichtig, weil die authentifizierten Subject-Objekte mit dem Credential-Objekt als Schlüssel auf der Serverseite zwischengespeichert werden.

Sie können das bereitgestellte Plug-in verwenden, um einen Berechtigungsnachweis zu erstellen. Dieses Plug-in wird durch die Schnittstelle "com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.CredentialGenerator" dargestellt und ist hilfreich, wenn der Berechtigungsnachweis eine Verfallszeit haben kann. In diesem Fall wird die Methode "getCredential" aufgerufen, um einen Berechtigungsnachweis zu erneuern. Weitere Informationen finden Sie in der API-Dokumentation.

Es werden drei Standardimplementierungen für die Schnittstelle "Credential" bereitgestellt:

- Die Implementierung "com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.builtins.UserPasswordCredential" enthält eine Kombination von Benutzer-ID und Kennwort.
- Die Implementierung "com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.builtins.WSTokenCredential" enthält spezielle Authentifizierungs- und Berechtigungstoken für WebSphere Appli-

cation Server. Diese Token können verwendet werde, um die Sicherheitsattribute an die Anwendungsserver in derselben Sicherheitsdomäne weiterzugeben.

WebSphere eXtreme Scale stellt auch ein Plug-in für die Generierung eines Berechtigungsnachweises bereit. Dieses Plug-in wird durch die Schnittstelle "com.ibm-.websphere.objectgrid.security.plugins.CredentialGenerator" dargestellt. WebSphere eXtreme Scale stellt zwei integrierte Standardimplementierungen bereit:

- Der Konstruktor com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.builtins. UserPasswordCredentialGenerator akzeptiert eine Benutzer-ID und ein Kennwort. Beim Aufruf der Methode "getCredential" wird ein UserPasswordCredential-Objekt zurückgegeben, das die Benutzer-ID und das Kennwort enthält.
- Die Implementierung com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.builtins. WSTokenCredentialGenerator stellt einen Berechtigungsnachweisgenerator (bzw. Sicherheitstokengenerator) dar, wenn Sie mit WebSphere Application Server arbeiten. Beim Aufruf der Methode "getCredential" wird das Subject-Objekt abgerufen, das dem aktuellen Thread zugeordnet ist. Anschließend werden die Sicherheitsinformationen in diesem Subject-Objekt in ein WSTokenCredential-Objekt konvertiert. Sie können angeben, ob mit der Konstanten "WSTokenCredentialGenerator.RUN_AS_SUBJECT" oder "WSTokenCredentialGenerator.CALLER_SUBJECT" ein RunAs-Subject- oder ein Caller-Subject-Objekt vom Thread abgerufen werden soll.

UserPasswordCredential und UserPasswordCredentialGenerator

Für Testzwecke stellt WebSphere eXtreme Scale die folgenden Plug-in-Implementierungen bereit:

1. `com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.builtins.UserPasswordCredential`
2. `com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.builtins.UserPasswordCredentialGenerator`

Das UserPasswordCredential enthält eine Benutzer-ID und ein Kennwort. Der Der UserPasswordCredentialGenerator speichert diese Benutzer-ID und dieses Kennwort anschließend.

Der folgende Mustercode veranschaulicht, wie diese beiden Plug-ins implementiert werden.

UserPasswordCredential.java

```
// Dieses Musterprogramm wird ohne Wartung (auf "as-is"-Basis)
// bereitgestellt und kann vom Kunden (a) zu Schulungs- und Studienzwecken,
// (b) zum Entwickeln von Anwendungen für ein IBM WebSphere-Produkt zur
// internen Nutzung beim Kunden oder Weitergabe im Rahmen einer solchen
// Anwendung in kundeneigenen Produkten gebührenfrei genutzt, ausgeführt,
// kopiert und geändert werden.
// Lizenziertes Material - Eigentum von IBM
// 5724-J34 © COPYRIGHT International Business Machines Corp. 2007
package com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.builtins;

import com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.Credential;

/**
 * This class represents a credential containing a user ID and password.
 *
 * @ibm-api
 * @since WAS XD 6.0.1
 *
 * @see Credential
 * @see UserPasswordCredentialGenerator#getCredential()
 */
public class UserPasswordCredential implements Credential {

    private static final long serialVersionUID = 1409044825541007228L;

    private String ivUserName;

    private String ivPassword;
```

```
/**
 * Creates a UserPasswordCredential with the specified user name and
 * password.
 *
 * @param userName the user name for this credential
 * @param password the password for this credential
 *
 * @throws IllegalArgumentException if userName or password is <code>null</code>
 */
public UserPasswordCredential(String userName, String password) {
    super();
    if (userName == null || password == null) {
        throw new IllegalArgumentException("User name and password cannot be null.");
    }
    this.ivUserName = userName;
    this.ivPassword = password;
}

/**
 * Gets the user name for this credential.
 *
 * @return   the user name argument that was passed to the constructor
 *           or the <code>setUserName(String)</code>
 *           method of this class
 *
 * @see #setUserName(String)
 */
public String getUserName() {
    return ivUserName;
}

/**
 * Sets the user name for this credential.
 *
 * @param userName the user name to set.
 *
 * @throws IllegalArgumentException if userName is <code>null</code>
 */
public void setUserName(String userName) {
    if (userName == null) {
        throw new IllegalArgumentException("User name cannot be null.");
    }
    this.ivUserName = userName;
}

/**
 * Gets the password for this credential.
 *
 * @return   the password argument that was passed to the constructor
 *           or the <code>setPassword(String)</code>
 *           method of this class
 *
 * @see #setPassword(String)
 */
public String getPassword() {
    return ivPassword;
}

/**
 * Sets the password for this credential.
 *
 * @param password the password to set.
 *
 * @throws IllegalArgumentException if password is <code>null</code>
 */
public void setPassword(String password) {
    if (password == null) {
        throw new IllegalArgumentException("Password cannot be null.");
    }
    this.ivPassword = password;
}

/**
 * Checks two UserPasswordCredential objects for equality.
 * <p>
 * Two UserPasswordCredential objects are equal if and only if their user names
 * and passwords are equal.
 *
 * @param o the object we are testing for equality with this object.
 *
 * @return <code>true</code> if both UserPasswordCredential objects are equivalent.
 *
 * @see Credential#equals(Object)
 */
public boolean equals(Object o) {
    if (this == o) {
        return true;
    }
    if (o instanceof UserPasswordCredential) {
        UserPasswordCredential other = (UserPasswordCredential) o;
        return other.ivPassword.equals(ivPassword) && other.ivUserName.equals(ivUserName);
```

```
        }

        return false;
    }

    /**
     * Returns the hashcode of the UserPasswordCredential object.
     *
     * @return the hash code of this object
     *
     * @see Credential#hashCode()
     */
    public int hashCode() {
        return ivUserName.hashCode() + ivPassword.hashCode();
    }
}
```

UserPasswordCredentialGenerator.java

```
// Dieses Musterprogramm wird ohne Wartung (auf "as-is"-Basis)
// bereitgestellt und kann vom Kunden (a) zu Schulungs- und Studienzwecken,
// (b) zum Entwickeln von Anwendungen für ein IBM WebSphere-Produkt zur
// internen Nutzung beim Kunden oder Weitergabe im Rahmen einer solchen
// Anwendung in kundeneigenen Produkten gebührenfrei genutzt, ausgeführt,
// kopiert und geändert werden.
// Lizenziertes Material - Eigentum von IBM
// 5724-J34 © COPYRIGHT International Business Machines Corp. 2007
package com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.builtins;

import java.util.StringTokenizer;

import com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.Credential;
import com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.CredentialGenerator;

/**
 * This credential generator creates <code>UserPasswordCredential</code> objects.
 * <p>
 * UserPasswordCredentialGenerator has a one to one relationship with
 * UserPasswordCredential because it can only create a UserPasswordCredential
 * representing one identity.
 *
 * @since WAS XD 6.0.1
 * @ibm-api
 *
 * @see CredentialGenerator
 * @see UserPasswordCredential
 */
public class UserPasswordCredentialGenerator implements CredentialGenerator {

    private String ivUser;

    private String ivPwd;

    /**
     * Creates a UserPasswordCredentialGenerator with no user name or password.
     *
     * @see #setProperties(String)
     */
    public UserPasswordCredentialGenerator() {
        super();
    }

    /**
     * Creates a UserPasswordCredentialGenerator with a specified user name and
     * password
     *
     * @param user the user name
     * @param pwd the password
     */
    public UserPasswordCredentialGenerator(String user, String pwd) {
        ivUser = user;
        ivPwd = pwd;
    }

    /**
     * Creates a new <code>UserPasswordCredential</code> object using this
     * object's user name and password.
     *
     * @return a new <code>UserPasswordCredential</code> instance
     *
     * @see CredentialGenerator#getCredential()
     * @see UserPasswordCredential
     */
    public Credential getCredential() {
        return new UserPasswordCredential(ivUser, ivPwd);
    }

    /**
     * Gets the password for this credential generator.
     *
     * @return   the password argument that was passed to the constructor
     */
    public String getPassword() {
```

```
        return ivPwd;
    }

    /**
     * Gets the user name for this credential.
     *
     * @return   the user argument that was passed to the constructor
     *           of this class
     */
    public String getUserName() {
        return ivUser;
    }
    /**
     * Sets additional properties namely a user name and password.
     *
     * @param properties a properties string  with a user name and
     *                   a password separated by a blank.
     *
     * @throws IllegalArgumentException if the format is not valid
     */
    public void setProperties(String properties) {
        StringTokenizer token = new StringTokenizer(properties, " ");
        if (token.countTokens() != 2) {
                 throw new IllegalArgumentException(
                "The properties should have a user name and password and separated by a blank.");
        }

        ivUser = token.nextToken();
        ivPwd = token.nextToken();
    }
    /**
     * Checks two UserPasswordCredentialGenerator objects for equality.
     * <p>
     * Two UserPasswordCredentialGenerator objects are equal if and only if
     * their user names and passwords are equal.
     *
     * @param obj the object we are testing for equality with this object.
     *
     * @return <code>true</code> if both UserPasswordCredentialGenerator objects
     *         are equivalent.
     */
    public boolean equals(Object obj) {
        if (obj == this) {
            return true;
        }

        if (obj != null && obj instanceof UserPasswordCredentialGenerator) {
            UserPasswordCredentialGenerator other = (UserPasswordCredentialGenerator) obj;

            boolean bothUserNull = false;
            boolean bothPwdNull = false;

            if (ivUser == null) {
                if (other.ivUser == null) {
                    bothUserNull = true;
                } else {
                    return false;
                }
            }

            if (ivPwd == null) {
                if (other.ivPwd == null) {
                    bothPwdNull = true;
                } else {
                    return false;
                }
            }

            return (bothUserNull || ivUser.equals(other.ivUser)) && (bothPwdNull || ivPwd.equals(other.ivPwd));
        }

        return false;
    }

    /**
     * Returns the hashcode of the UserPasswordCredentialGenerator object.
     *
     * @return the hash code of this object
     */
    public int hashCode() {

        return ivUser.hashCode() + ivPwd.hashCode();
    }

}
```

Die Klasse "UserPasswordCredential" enthält zwei Attribute: den Benutzernamen und das Kennwort. Die Klasse "UserPasswordCredentialGenerator" dient als Factory, die die UserPasswordCredential-Objekte enthält.

WSTokenCredential und WSTokenCredentialGenerator

Wenn Clients und Server von WebSphere eXtreme Scale alle in WebSphere Application Server implementiert sind, kann die Clientanwendung diese beiden integrierten Implementierungen verwenden, wenn die folgenden Bedingungen erfüllt sind:

1. Die globale Sicherheit von WebSphere Application Server ist aktiviert.
2. Alle eXtreme-Scale-Clients und -Server werden in JVMs von WebSphere Application Server ausgeführt.
3. Alle Anwendungsserver befinden sich in derselben Sicherheitsdomäne.
4. Der Client ist bereits in WebSphere Application Server authentifiziert.

In dieser Situation kann der Client die Klasse com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.builtins. WSTokenCredentialGenerator verwenden, um einen Berechtigungsnachweis zu generieren. Der Server verwendet die WSAuthenticator-Implementierungsklasse, um den Berechtigungsnachweis zu authentifizieren.

In diesem Szenario wird die Tatsache genutzt, dass der eXtreme-Scale-Client bereits authentifiziert wurde. Da sich die Anwendungsserver, die Server haben, in derselben Sicherheitsdomäne wie die Anwendungsserver befinden, die Clients haben, können die Sicherheitstoken vom Client an den Server weitergegeben werden, so dass dieselbe Benutzer-Registry nicht erneut authentifiziert werden muss.

Anmerkung: Gehen Sie nicht davon aus, dass ein CredentialGenerator immer denselben Berechtigungsnachweis generiert. Für ein Berechtigungsnachweis mit Verfallszeit und aktualisierbare Berechtigungsnachweise sollte der CredentialGenerator in der Lage sein, einen aktuellen gültigen Berechtigungsnachweis zu generieren, um sicherzustellen, dass die Authentifizierung erfolgreich ist. Ein Beispiel ist die Verwendung des Kerberos-Tickets als Credential-Objekt. Wenn das Kerberos-Ticket aktualisiert wird, muss der CredentialGenerator das aktualisierte Ticket abrufen, wenn CredentialGenerator.getCredential aufgerufen wird.

Authenticator-Plug-in

Nachdem der eXtreme-Scale-Client das Credential-Objekt mit dem CredentialGenerator-Objekt abgerufen hat, wird dieses Client-Credential-Objekt zusammen mit der Clientanforderung an den eXtreme-Scale-Server gesendet. Der Server authentifiziert das Credential-Objekt, bevor er die Anforderung verarbeitet. Bei erfolgreicher Authentifizierung des Credential-Objekts wird ein Subject-Objekt zurückgegeben, dass diesen Client repräsentiert.

Dieses Subject-Objekt wird zwischengespeichert und verfällt erst, wenn seine Lebensdauer das festgelegte Sitzungszeitlimit erreicht. Das Zeitlimit für die Anmeldesitzung kann mit der Eigenschaft "loginSessionExpirationTime" in der XML-Datei des Clusters definiert werden. Wenn Sie beispielsweise `loginSessionExpirationTime="300"` definieren, verfällt das Subject-Objekt nach 300 Sekunden.

Dieses Subject-Objekt wird anschließend für die Berechtigung der Anforderung verwendet, was später noch erläutert wird. Ein eXtreme-Scale-Server verwendet das Authenticator-Plug-in, um das Credential-Objekt zu authentifizieren. Weitere Einzelheiten finden Sie in den Informationen zu Authenticator in der API-Dokumentation.

Im Authenticator-Plug-in authentifiziert die Laufzeitumgebung von eXtreme Scale das Credential-Objekt aus der Benutzer-Registry des Clients, z. B. einem LDAP-Server.

WebSphere eXtreme Scale stellt keine sofort einsatzfähige Benutzer-Registry-Konfiguration bereit. Die Konfiguration und Verwaltung der Benutzer-Registry erfolgt aus Gründen der Einfachheit und Flexibilität außerhalb von WebSphere eXtreme Scale. Dieses Plug-in implementiert die Verbindungsherstellung zur und die Authentifizierung über die Benutzer-Registry. Eine Authenticator-Implementierung extrahiert beispielsweise die Benutzer-ID und das Kennwort aus dem Berechtigungsnachweis, verwendet diese Informationen für die Herstellung einer Verbindung zu einem und Validierung bei einem LDAP-Server und erstellt als Ergebnis der Authentifizierung ein Subject-Objekt. Die Implementierung kann JAAS-Anmeldemodule verwenden. Als Ergebnis der Authentifizierung wird ein Subject-Objekt zurückgegeben.

Beachten Sie, dass diese Methode zwei Ausnahmen erstellt: InvalidCredentialException und ExpiredCredentialException. Die Ausnahme "InvalidCredentialException" zeigt an, dass der Berechtigungsnachweis nicht gültig ist. Die Ausnahme "ExpiredCredentialException" zeigt an, dass der Berechtigungsnachweis abgelaufen ist. Wenn eine dieser Ausnahmen in der Methode "authenticate" eintritt, wird sie an den Client zurückgesendet. Die Laufzeitumgebung des Clients behandelt diese Ausnahmen jedoch auf unterschiedliche Weise:

- Wenn der Fehler eine Ausnahme "InvalidCredentialException" ist, zeigt die Laufzeitumgebung des Clients diese Ausnahme an. Ihre Anwendung muss die Ausnahme behandeln. In diesem Fall können Sie den CredentialGenerator beispielsweise korrigieren und die Operation anschließend wiederholen.
- Wenn der Fehler eine Ausnahme "ExpiredCredentialException" ist und der Wiederholungszähler nicht 0 ist, ruft die Laufzeitumgebung des Clients die Methode "CredentialGenerator.getCredential" erneut auf und sendet das neue Credential-Objekt an den Server. Wenn die Authentifizierung des neuen Berechtigungsnachweises erfolgreich ist, verarbeitet der Server die Anforderung. Schlägt die Authentifizierung des neuen Berechtigungsnachweises fehl, wird die Ausnahme an den Client zurückgesendet. Wenn die Anzahl der Authentifizierungswiederholungen den unterstützten Wert erreicht und der Client immer noch eine Ausnahme "ExpiredCredentialException" empfängt, wird die Ausnahme "ExpiredCredentialException" ausgelöst. Ihre Anwendung muss den Fehler behandeln.

Die Schnittstelle "Authenticator" bietet hohe Flexibilität. Sie können die Schnittstelle "Authenticator" auf Ihre eigene spezielle Weise implementieren. Sie können diese Schnittstelle beispielsweise für die Unterstützung von zwei unterschiedlichen Benutzer-Registrys implementieren.

WebSphere eXtreme Scale stellt Beispielimplementierungen des Authenticator-Plug-ins bereit. Mit Ausnahme des Authenicator-Plug-ins von WebSphere Application Server sind die anderen Implementierungen nur Beispiele für Testzwecke.

KeyStoreLoginAuthenticator

In diesem Beispiel wird eine integrierte eXtreme-Scale-Implementierung verwendet, die Implementierung "KeyStoreLoginAuthenticator", die für Test- und Beispielzwecke bestimmt ist (ein Keystore ist eine einfache Benutzer-Registry und sollte nicht für eine Produktionsumgebung verwendet werden). Auch hier sehen Sie die Klasse, um ausführlicher zu demonstrieren, wie ein Authentifikator implementiert wird:

KeyStoreLoginAuthenticator.java

```
// Dieses Musterprogramm wird ohne Wartung (auf "as-is"-Basis)
// bereitgestellt und kann vom Kunden (a) zu Schulungs- und Studienzwecken,
// (b) zum Entwickeln von Anwendungen für ein IBM WebSphere-Produkt zur
// internen Nutzung beim Kunden oder Weitergabe im Rahmen einer solchen
// Anwendung in kundeneigenen Produkten gebührenfrei genutzt, ausgeführt,
// kopiert und geändert werden.
// Lizenziertes Material - Eigentum von IBM
// 5724-J34 © COPYRIGHT International Business Machines Corp. 2007

package com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.builtins;

import javax.security.auth.Subject;
import javax.security.auth.login.LoginContext;
import javax.security.auth.login.LoginException;

import com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.Authenticator;
import com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.Credential;
import com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.ExpiredCredentialException;
import com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.InvalidCredentialException;
import com.ibm.ws.objectgrid.Constants;
import com.ibm.ws.objectgrid.ObjectGridManagerImpl;
import com.ibm.ws.objectgrid.security.auth.callback.UserPasswordCallbackHandlerImpl;

/**
 * This class is an implementation of the <code>Authenticator</code> interface
 * when a user name and password are used as a credential.
 * <p>
 * When user ID and password authentication is used, the credential passed to the
 * <code>authenticate(Credential)</code> method is a UserPasswordCredential object.
 * <p>
 * This implementation will use a <code>KeyStoreLoginModule</code> to authenticate
 * the user into the key store using the JAAS login module "KeyStoreLogin". The key
 * store can be configured as an option to the <code>KeyStoreLoginModule</code>
 * class. Please see the <code>KeyStoreLoginModule</code> class for more details
 * about how to set up the JAAS login configuration file.
 * <p>
 * This class is only for sample and quick testing purpose. Users should
 * write your own Authenticator implementation which can fit better into
 * the environment.
 *
 * @ibm-api
 * @since WAS XD 6.0.1
 *
 * @see Authenticator
 * @see KeyStoreLoginModule
 * @see UserPasswordCredential
 */
public class KeyStoreLoginAuthenticator implements Authenticator {

    /**
     * Creates a new KeyStoreLoginAuthenticator.
     */
    public KeyStoreLoginAuthenticator() {
        super();
    }

    /**
     * Authenticates a <code>UserPasswordCredential</code>.
     * <p>
     * Uses the user name and password from the specified UserPasswordCredential
     * to login to the KeyStoreLoginModule named "KeyStoreLogin".
     *
     * @throws InvalidCredentialException if credential isn't a
     *         UserPasswordCredential or some error occurs during processing
     *         of the supplied UserPasswordCredential
     *
     * @throws ExpiredCredentialException if credential is expired.  This exception
     *         is not used by this implementation
     *
     * @see Authenticator#authenticate(Credential)
     * @see KeyStoreLoginModule
     */
    public Subject authenticate(Credential credential) throws InvalidCredentialException, ExpiredCredentialException {
if (credential == null) {
            throw new InvalidCredentialException("Supplied credential is null");
        }

        if ( ! (credential instanceof UserPasswordCredential) ) {
            throw new InvalidCredentialException("Supplied credential is not a UserPasswordCredential");
        }

        UserPasswordCredential cred = (UserPasswordCredential) credential;
        LoginContext lc = null;
        try {
            lc = new LoginContext("KeyStoreLogin",
                    new UserPasswordCallbackHandlerImpl(cred.getUserName(), cred.getPassword().toCharArray()));

            lc.login();

            Subject subject = lc.getSubject();
```

```
            return subject;
        }
        catch (LoginException le) {
            throw new InvalidCredentialException(le);
        }
        catch (IllegalArgumentException ile) {
            throw new InvalidCredentialException(ile);
        }
    }
}
```

KeyStoreLoginModule.java

```
// Dieses Musterprogramm wird ohne Wartung (auf "as-is"-Basis)
// bereitgestellt und kann vom Kunden (a) zu Schulungs- und Studienzwecken,
// (b) zum Entwickeln von Anwendungen für ein IBM WebSphere-Produkt zur
// internen Nutzung beim Kunden oder Weitergabe im Rahmen einer solchen
// Anwendung in kundeneigenen Produkten gebührenfrei genutzt, ausgeführt,
// kopiert und geändert werden.
// Lizenziertes Material - Eigentum von IBM
// 5724-J34 © COPYRIGHT International Business Machines Corp. 2007
package com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.builtins;

import java.io.File;
import java.io.FileInputStream;
import java.security.KeyStore;
import java.security.KeyStoreException;
import java.security.NoSuchAlgorithmException;
import java.security.PrivateKey;
import java.security.UnrecoverableKeyException;
import java.security.cert.Certificate;
import java.security.cert.CertificateException;
import java.security.cert.CertificateFactory;
import java.security.cert.X509Certificate;
import java.util.Arrays;
import java.util.HashSet;
import java.util.Map;
import java.util.Set;

import javax.security.auth.Subject;
import javax.security.auth.callback.Callback;
import javax.security.auth.callback.CallbackHandler;
import javax.security.auth.callback.NameCallback;
import javax.security.auth.callback.PasswordCallback;
import javax.security.auth.login.LoginException;
import javax.security.auth.spi.LoginModule;
import javax.security.auth.x500.X500Principal;
import javax.security.auth.x500.X500PrivateCredential;

import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridRuntimeException;
import com.ibm.ws.objectgrid.Constants;
import com.ibm.ws.objectgrid.ObjectGridManagerImpl;
import com.ibm.ws.objectgrid.util.ObjectGridUtil;

/**
 * A KeyStoreLoginModule is keystore authentication login module based on
 * JAAS authentication.
 * <p>
 * A login configuration should provide an option "<code>keyStoreFile</code>" to
 * indicate where the keystore file is located. If the <code>keyStoreFile</code>
 * value contains a system property in the form, <code>${system.property}</code>,
 * it will be expanded to the value of the system property.
 * <p>
 * If an option "<code>keyStoreFile</code>" is not provided, the default keystore
 * file name is <code>"${java.home}${/}.keystore"</code>.
 * <p>
 * Here is a Login module configuration example:
 * <pre><code>
 *    KeyStoreLogin {
 *        com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.builtins.KeystoreLoginModule required
 *            keyStoreFile="${user.dir}${/}security${/}.keystore";
 *    };
 * </code></pre>
 *
 * @ibm-api
 * @since WAS XD 6.0.1
 *
 * @see LoginModule
 */
public class KeyStoreLoginModule implements LoginModule {

    private static final String CLASS_NAME = KeyStoreLoginModule.class.getName();

    /**
     * Key store file property name
     */
    public static final String KEY_STORE_FILE_PROPERTY_NAME = "keyStoreFile";

    /**
     * Key store type. Only JKS is supported
     */
    public static final String KEYSTORE_TYPE = "JKS";
```

```
/**
 * The default key store file name
 */
public static final String DEFAULT_KEY_STORE_FILE = "${java.home}${/}.keystore";

private CallbackHandler handler;

private Subject subject;

private boolean debug = false;

private Set principals = new HashSet();

private Set publicCreds = new HashSet();

private Set privateCreds = new HashSet();

protected KeyStore keyStore;

/**
 * Creates a new KeyStoreLoginModule.
 */
public KeyStoreLoginModule() {
}

/**
 * Initializes the login module.
 *
 * @see LoginModule#initialize(Subject, CallbackHandler, Map, Map)
 */
public void initialize(Subject sub, CallbackHandler callbackHandler,
        Map mapSharedState, Map mapOptions) {

    // initialize any configured options
    debug = "true".equalsIgnoreCase((String) mapOptions.get("debug"));

    if (sub == null)
        throw new IllegalArgumentException("Subject is not specified");

    if (callbackHandler == null)
          throw new IllegalArgumentException(
        "CallbackHander is not specified");

    // Get the key store path
    String sKeyStorePath = (String) mapOptions
        .get(KEY_STORE_FILE_PROPERTY_NAME);

    // If there is no key store path, the default one is the .keystore
    // file in the java home directory
    if (sKeyStorePath == null) {
        sKeyStorePath = DEFAULT_KEY_STORE_FILE;
    }

    // Replace the system enviroment variable
    sKeyStorePath = ObjectGridUtil.replaceVar(sKeyStorePath);

    File fileKeyStore = new File(sKeyStorePath);

    try {
        KeyStore store = KeyStore.getInstance("JKS");
        store.load(new FileInputStream(fileKeyStore), null);

        // Save the key store
        keyStore = store;

        if (debug) {
            System.out.println("[KeyStoreLoginModule] initialize: Successfully loaded key store");
        }
    }
          catch(Exception e){
        ObjectGridRuntimeException re = new ObjectGridRuntimeException(
                "Failed to load keystore: " + fileKeyStore.getAbsolutePath());
        re.initCause(e);
        if (debug) {
            System.out.println("[KeyStoreLoginModule] initialize: Key store loading failed with exception "
                    + e.getMessage());
        }
    }

    this.subject = sub;
    this.handler = callbackHandler;
}

/**
 * Authenticates a user based on the keystore file.
 *
 * @see LoginModule#login()
 */
public boolean login() throws LoginException {
```

```
    if (debug) {
        System.out.println("[KeyStoreLoginModule] login: entry");
    }

    String name = null;
    char pwd[] = null;

    if (keyStore == null || subject == null || handler == null) {
        throw new LoginException("Module initialization failed");
    }

    NameCallback nameCallback = new NameCallback("Username:");
    PasswordCallback pwdCallback = new PasswordCallback("Password:", false);

    try {
        handler.handle(new Callback[] { nameCallback, pwdCallback });
    }
          catch(Exception e){
        throw new LoginException("Callback failed: " + e);
    }

    name = nameCallback.getName();
    char[] tempPwd = pwdCallback.getPassword();

    if (tempPwd == null) {
        // treat a NULL password as an empty password
        tempPwd = new char[0];
    }
    pwd = new char[tempPwd.length];
    System.arraycopy(tempPwd, 0, pwd, 0, tempPwd.length);

    pwdCallback.clearPassword();

    if (debug) {
        System.out.println("[KeyStoreLoginModule] login: "
                + "user entered user name: " + name);
    }

    // Validate the user name and password
    try {
        validate(name, pwd);
    }
    catch (SecurityException se) {
        principals.clear();
        publicCreds.clear();
        privateCreds.clear();
        LoginException le = new LoginException(
        "Exception encountered during login");
        le.initCause(se);

        throw le;
    }

    if (debug) {
        System.out.println("[KeyStoreLoginModule] login: exit");
    }
    return true;
}

/**
 * Indicates the user is accepted.
 * <p>
 * This method is called only if the user is authenticated by all modules in
 * the login configuration file. The principal objects will be added to the
 * stored subject.
 *
 * @return false if for some reason the principals cannot be added; true
 *         otherwise
 *
 * @exception LoginException
 *                LoginException is thrown if the subject is readonly or if
 *                any unrecoverable exceptions is encountered.
 *
 * @see LoginModule#commit()
 */
public boolean commit() throws LoginException {
    if (debug) {
        System.out.println("[KeyStoreLoginModule] commit: entry");
    }

    if (principals.isEmpty()) {
        throw new IllegalStateException("Commit is called out of sequence");
    }

    if (subject.isReadOnly()) {
        throw new LoginException("Subject is Readonly");
    }

    subject.getPrincipals().addAll(principals);
    subject.getPublicCredentials().addAll(publicCreds);
    subject.getPrivateCredentials().addAll(privateCreds);
```

```
    principals.clear();
    publicCreds.clear();
    privateCreds.clear();

    if (debug) {
        System.out.println("[KeyStoreLoginModule] commit: exit");
    }
    return true;
}

/**
 * Indicates the user is not accepted
 *
 * @see LoginModule#abort()
 */
public boolean abort() throws LoginException {
    boolean b = logout();
    return b;
}

/**
 * Logs the user out. Clear all the maps.
 *
 * @see LoginModule#logout()
 */
public boolean logout() throws LoginException {


    // Clear the instance variables
    principals.clear();
    publicCreds.clear();
    privateCreds.clear();

    // clear maps in the subject
    if (!subject.isReadOnly()) {
        if (subject.getPrincipals() != null) {
            subject.getPrincipals().clear();
        }

        if (subject.getPublicCredentials() != null) {
            subject.getPublicCredentials().clear();
        }

        if (subject.getPrivateCredentials() != null) {
            subject.getPrivateCredentials().clear();
        }
    }
    return true;
}

/**
 * Validates the user name and password based on the keystore.
 *
 * @param userName user name
 * @param password password
 * @throws SecurityException if any exceptions encountered
 */
private void validate(String userName, char password[])
    throws SecurityException {

    PrivateKey privateKey = null;

    // Get the private key from the keystore
    try {
        privateKey = (PrivateKey) keyStore.getKey(userName, password);
    }
    catch (NoSuchAlgorithmException nsae) {
        SecurityException se = new SecurityException();
        se.initCause(nsae);
        throw se;
    }
    catch (KeyStoreException kse) {
        SecurityException se = new SecurityException();
        se.initCause(kse);
        throw se;
    }
    catch (UnrecoverableKeyException uke) {
        SecurityException se = new SecurityException();
        se.initCause(uke);
        throw se;
    }

    if (privateKey == null) {
        throw new SecurityException("Invalid name: " + userName);
    }

    // Check the certificats
    Certificate certs[] = null;
    try {
        certs = keyStore.getCertificateChain(userName);
```

```
        }
        catch (KeyStoreException kse) {
            SecurityException se = new SecurityException();
            se.initCause(kse);
            throw se;
        }

        if (debug) {
            System.out.println("  Print out the certificates:");
            for (int i = 0; i < certs.length; i++) {
                System.out.println("  certificate " + i);
                System.out.println("    " + certs[i]);
            }
        }

        if (certs != null && certs.length > 0) {

            // If the first certificate is an X509Certificate
            if (certs[0] instanceof X509Certificate) {
                try {
                    // Get the first certificate which represents the user
                    X509Certificate certX509 = (X509Certificate) certs[0];

                    // Create a principal
                    X500Principal principal = new X500Principal(certX509
                            .getIssuerDN()
                            .getName());
                    principals.add(principal);

                    if (debug) {
                        System.out.println("  Principal added: " + principal);
                    }
                    // Create the certification path object and add it to the
                    // public credential set
                    CertificateFactory factory = CertificateFactory
                        .getInstance("X.509");
                    java.security.cert.CertPath certPath = factory
                        .generateCertPath(Arrays.asList(certs));
                    publicCreds.add(certPath);

                    // Add the private credential to the private credential set
                    privateCreds.add(new X500PrivateCredential(certX509,
                            privateKey, userName));

                }
                catch (CertificateException ce) {
                    SecurityException se = new SecurityException();
                    se.initCause(ce);
                    throw se;
                }
            }
            else {
                // The first certificate is not an X509Certificate
                // We just add the certificate to the public credential set
                // and the private key to the private credential set.
                publicCreds.add(certs[0]);
                privateCreds.add(privateKey);
            }
        }
    }
}
```

Authenticator-Plug-in für LDAP verwenden

Die Standardimplementierung "com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.builtins.LDAPAuthenticator" wird bereitgestellt, um die Benutzernamens- und Kennwortauthentifizierung bei einem LDAP-Server durchzuführen. Diese Implementierung verwendet das Anmeldemodul "LDAPLogin", um den Benutzer an einem LDAP-Server (Lightweight Directory Access Protocol) anzumelden. Das folgende Snippet veranschaulicht, wie die Methode "authenticate" implementiert wird:

```
/**
* @see com.ibm.ws.objectgrid.security.plugins.Authenticator#
* authenticate(LDAPLogin)
*/
public Subject authenticate(Credential credential) throws
InvalidCredentialException, ExpiredCredentialException {

    UserPasswordCredential cred = (UserPasswordCredential) credential;
    LoginContext lc = null;
    try {
        lc = new LoginContext("LDAPLogin",
            new UserPasswordCallbackHandlerImpl(cred.getUserName(),
            cred.getPassword().toCharArray()));
```

```
            lc.login();

            Subject subject = lc.getSubject();

            return subject;
        }
        catch (LoginException le) {
            throw new InvalidCredentialException(le);
        }
        catch (IllegalArgumentException ile) {
            throw new InvalidCredentialException(ile);
        }
    }
```

Außerdem wird mit eXtreme Scale das Anmeldemodul "com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.builtins.LDAPLoginModule" für diesen Zweck bereitgestellt. Sie müssen die folgenden beiden Optionen in der JAAS-Anmeldekonfigurationsdatei angeben:

- providerURL: Der Provider-URL des LDAP-Servers.
- factoryClass: Die Implementierungsklasse der LDAP-Kontext-Factory.

Das Anmeldemodul "LDAPLoginModule" ruft die Methode com.ibm.websphere-.objectgrid.security.plugins.builtins. LDAPAuthenticationHelper.authenticate auf. Das folgende Code-Snippet zeigt, wie Sie die Methode "authenticate" von LDAPAuthenticationHelper implementieren:

```
/**
* Benutzer über das LDAP-Verzeichnis authentifizieren.
* @param user the user ID, e.g., uid=xxxxxx,c=us,ou=bluepages,o=ibm.com
* @param pwd the password
*
* @throws NamingException
*/
public String[] authenticate(String user, String pwd)
throws NamingException {
    Hashtable env = new Hashtable();
    env.put(Context.INITIAL_CONTEXT_FACTORY, factoryClass);
    env.put(Context.PROVIDER_URL, providerURL);
    env.put(Context.SECURITY_PRINCIPAL, user);
    env.put(Context.SECURITY_CREDENTIALS, pwd);
    env.put(Context.SECURITY_AUTHENTICATION, "simple");

    InitialContext initialContext = new InitialContext(env);

    // Benutzer suchen.
    DirContext dirCtx = (DirContext) initialContext.lookup(user);

    String uid = null;
    int iComma = user.indexOf(",");
    int iEqual = user.indexOf("=");
    if (iComma > 0 && iComma > 0) {
        uid = user.substring(iEqual + 1, iComma);
    }
    else {
        uid = user;
    }

    Attributes attributes = dirCtx.getAttributes("");

    // UID prüfen.
    String thisUID = (String) (attributes.get(UID).get());

    String thisDept = (String) (attributes.get(HR_DEPT).get());

    if (thisUID.equals(uid)) {
        return new String[] { thisUID, thisDept };
    }
```

```
    else {
                return null;
    }
}
```

Wenn die Authentifizierung erfolgreich ist, werden ID und Kennwort als gültig eingestuft. Anschließend ruft das Anmeldemodul die ID-Informationen und Abteilungsinformationen über diese Methode "authenticate" ab. Das Anmeldemodul erstellt zwei Principals: SimpleUserPrincipal und SimpleDeptPrincipal. Sie können das authentifizierte Subject-Objekte für die Gruppenberechtigung (in diesem Fall ist die Abteilung eine Gruppe) und Berechtigung von Einzelpersonen verwenden.

Das folgende Beispiel zeigt eine Anmeldemodulkonfiguration, die für die Anmeldung beim LDAP-Server verwendet wird:

```
LDAPLogin { com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.builtins.LDAPLoginModule required
    providerURL="ldap://directory.acme.com:389/"
    factoryClass="com.sun.jndi.ldap.LdapCtxFactory";
};
```

In der vorherigen Konfiguration zeigt der LDAP-Server auf `ldap://directory.acme.com:389/server`. Ändern Sie diese Einstellung in Ihren LDAP-Server. Dieses Anmeldemodul verwendet die bereitgestellte ID und das bereitgestellte Kennwort für die Verbindungsherstellung zum LDAP-Server. Diese Implementierung ist nur für Testzwecke bestimmt.

Authenticator-Plug-in für WebSphere Application Server verwenden

eXtreme Scale stellt auch die integrierte Implementierung "com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.builtins.WSTokenAuthenticator" bereit, mit der Sie die Sicherheitsinfrastruktur von WebSphere Application Server verwenden können. Diese integrierte Implementierung kann verwendet werden, wenn die folgenden Bedingungen zutreffen:

1. Die globale Sicherheit von WebSphere Application Server ist aktiviert.
2. Alle eXtreme-Scale-Clients und -Server sind in JVMs von WebSphere Application Server gestartet.
3. Diese Anwendungsserver befinden sich in derselben Sicherheitsdomäne.
4. Der eXtreme-Scale-Client ist bereits in WebSphere Application Server authentifiziert.

Der Client kann die Klasse com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.builtins.WSTokenCredentialGenerator verwenden, um einen Berechtigungsnachweis zu generieren. Der Server verwendet diese Authenticator-Implementierungsklasse, um den Berechtigungsnachweis zu authentifizieren. Bei erfolgreicher Authentifizierung des Tokens wird ein Subject-Objekt zurückgegeben.

In diesem Szenario wird die Tatsache genutzt, dass der Client bereits authentifiziert wurde. Da sich die Anwendungsserver, die Server haben, in derselben Sicherheitsdomäne wie die Anwendungsserver befinden, die Clients haben, können die Sicherheitstoken vom Client an den Server weitergegeben werden, so dass dieselbe Benutzer-Registry nicht erneut authentifiziert werden muss.

Authenticator-Plug-in für Tivoli Access Manager verwenden

Tivoli Access Manager wird weithin als Sicherheitsserver eingesetzt. Sie können Authenticator auch über die mit Tivoli Access Manager bereitgestellten Anmeldemodule implementieren.

Zum Authentifizieren eines Benutzers für Tivoli Access Manager wenden Sie das Anmeldemodul "com.tivoli.mts.PDLoginModule" an, das erfordert, dass die aufrufende Anwendung die folgenden Informationen bereitstellt:

1. einen Principal-Namen (als Kurznamen oder als X.500-Namen (DN)),
2. ein Kennwort.

Das Anmeldemodul authentifiziert den Principal und gibt den Berechtigungsnachweis von Tivoli Access Manager zurück. Das Anmeldemodul erwartet, dass die aufrufende Anwendung die folgenden Informationen bereitstellt:

1. den Benutzernamen in einem javax.security.auth.callback.NameCallback-Objekt,
2. das Kennwort in einem javax.security.auth.callback.PasswordCallback-Objekt.

Nachdem der Berechtigungsnachweis von Tivoli Access Manager erfolgreich abgerufen wurde, erstellt das JAAS-Anmeldemodul ein Subject- und ein PDPrincipal-Objekt. Es wird keine integrierte Lösung für die Authentifizierung in Tivoli Access Manager bereitgestellt, weil die Authentifizierung nur über das Modul "PDLoginModule" erfolgt. Weitere Einzelheiten finden Sie in der Veröffentlichung "IBM Tivoli Access Manager Authorization Java Classes Developer Reference".

Sichere Verbindung zu WebSphere eXtreme Scale herstellen

Um eine sichere Verbindung zwischen einem eXtreme-Scale-Client und einem Server herzustellen, können Sie jede beliebige connect-Methode in der Schnittstelle "ObjectGridManager" verwenden, die ein ClientSecurityConfiguration-Objekt akzeptiert. Im Folgenden sehen Sie ein kurzes Beispiel:

```
public ClientClusterContext connect(String catalogServerAddresses,
   ClientSecurityConfiguration securityProps,
     URL overRideObjectGridXml) throws ConnectException;
```

Diese Methode akzeptiert einen Parameter des Typs "ClientSecurityConfiguration", der eine Schnittstelle ist, die eine Clientsicherheitskonfiguration darstellt. Sie können die allgemein zugängliche API "com.ibm.websphere.objectgrid.security.config.ClientSecurityConfigurationFactory" verwenden, um eine Instanz mit Standardwerten zu erstellen, oder Sie können eine Instanz erstellen, indem Sie die Eigenschaftendatei des eXtreme-Scale-Clients übergeben. Diese Datei enthält die folgenden Eigenschaften, die sich auf die Authentifizierung beziehen. Der mit einem Pluszeichen (+) markierte Wert ist der Standardwert.

- `securityEnabled (true, false+):` Diese Eigenschaft zeigt an, ob die Sicherheit aktiviert ist. Wenn ein Client eine Verbindung zu einem Server herstellt, muss die Eigenschaft "securityEnabled" auf der Client- und auf der Serverseite denselben Wert haben: `true` oder `false`. Sollte die Sicherheit auf dem verbindungsherstellenden Server beispielsweise aktiviert sein, muss die Eigenschaft auch auf dem Client auf "true" gesetzt werden, damit die Verbindung zum Server hergestellt werden kann.
- authenticationRetryCount (ganzzahliger Wert, 0+): Diese Eigenschaft bestimmt, wie oft die Anmeldung wiederholt wird, wenn ein Berechtigungsnachweis verfallen ist. Beim Wert 0 wird die Anmeldung nicht wiederholt. Die Authentifizierungswiederholung gilt nur für den Fall, dass der Berechtigungsnachweis verfallen ist. Wenn der Berechtigungsnachweis nicht gültig ist, findet keine Wiederholung statt. Ihre Anwendung ist für die Wiederholung der Operation verantwortlich.

Nachdem Sie ein com.ibm.websphere.objectgrid.security.config.ClientSecurityConfiguration-Objekt erstellt haben, definieren Sie das credentialGenerator-Objekt auf dem Client mit der folgenden Methode:

```
/**
* {@link CredentialGenerator}-Objekt für diesen Client definieren.
* @param generator Das CredentialGenerator-Objekt, das dem Client zugeordnet wird.
*/
void setCredentialGenerator(CredentialGenerator generator);
```

Sie können das CredentialGenerator-Objekt auch wie folgt in der Eigenschaftendatei des eXtreme-Scale-Clients setzen:

- credentialGeneratorClass: Der Name der Implementierungsklasse für das CredentialGenerator-Objekt. Diese Klasse muss einen Standardkonstruktor haben.
- credentialGeneratorProps: Die Eigenschaften für die Klasse "CredentialGenerator". Bei einem Wert ungleich null, wird diese Eigenschaft mit der Methode "setProperties(String)" auf das erstellte CredentialGenerator-Objekt gesetzt.

Es folgt ein Beispiel für die Instanziierung einer ClientSecurityConfiguration, die anschließend für die Verbindungsherstellung zum Server verwendet wird.

```
/**
* Gesicherten ClientClusterContext abrufen.
* @return Ein sicheres ClientClusterContext-Objekt.
*/
protected ClientClusterContext connect() throws ConnectException {
ClientSecurityConfiguration csConfig = ClientSecurityConfigurationFactory
.getClientSecurityConfiguration("/properties/security.ogclient.props");

UserPasswordCredentialGenerator gen= new
UserPasswordCredentialGenerator("manager", "manager1");

csConfig.setCredentialGenerator(gen);

return objectGridManager.connect(csConfig, null);
}
```

Wenn die connect-Methode aufgerufen wird, ruft der eXtreme-Scale-Client die Methode "CredentialGenerator.getCredential" auf, um den Clientberechtigungsnachweis abzurufen. Dieser Berechtigungsnachweis wird zusammen mit der Verbindungsanforderung zur Authentifizierung an den Server gesendet.

Für jede Sitzung eine andere CredentialGenerator-Instanz verwenden

In manchen Fällen stellt ein eXtreme-Scale-Client nur eine einzige Clientidentität dar. In anderen Fällen wiederum kann er mehrere Identitäten darstellen. Es folgt ein Szenario für den letzten Fall: Es wird ein eXtreme-Scale-Client erstellt und in einem Webserver gemeinsam genutzt. Alle Servlets in diesem Webserver verwenden diesen einen eXtreme-Scale-Client. Da jedes Servlet einen anderen Webclient darstellt, verwenden Sie unterschiedliche Berechtigungsnachweise, wenn Sie Anforderungen an eXtreme-Scale-Server senden.

WebSphere eXtreme Scale unterstützt die Änderung des Berechtigungsnachweises auf Sitzungsebene. Jede Sitzung kann ein anderes CredentialGenerator-Objekt verwenden. Deshalb können die zuvor beschriebenen Szenarien realisiert werden, indem Sie das Servlet eine Sitzung mit einem anderen CredentialGenerator-Objekt

abrufen lassen. Das folgende Beispiel veranschaulicht die Methode "ObjectGrid.getSession(CredentialGenerator)" in der Schnittstelle "ObjectGridManager".

```
/**
     * Sitzung mit <code>CredentialGenerator</code> abrufen.
     * <p>
     * Diese Methode kann nur vom ObjectGrid-Client in einer Client/Server-Umgebung
     * aufgerufen werden. Wenn ObjectGrid in einem lokalen Modell verwendet wird, d. h.
     * in derselben JVM ohne vorhandenen Client oder Server, muss die Methode
     * <code>getSession(Subject)</code> oder das Plug-in <code>SubjectSource</code>
     * zum Sichern des ObjectGrids verwendet werden.
*
     * <p>Wenn die Methode <code>initialize()</code> nicht vor dem ersten
     * Aufruf von <code>getSession</code> aufgerufen wird, findet eine
     * implizite Implementierung statt. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass die
     * gesamte Konfiguration abgeschlossen ist, bevor sie zur Laufzeit benötigt wird.</p>
*
     * @param credGen Ein <code>CredentialGenerator</code> für die Generierung
     *                eines Berechtigungsnachweises für die zurückgegebene Sitzung.
*
     * @return Eine Instanz von <code>Session</code>.
     *
     * @throws ObjectGridException, wenn während der Verarbeitung ein Fehler auftritt.
          * @throws TransactionCallbackException, wenn <code>TransactionCallback</code>
     *         eine Ausnahme auslöst.
* @throws IllegalStateException, wenn diese Methode nach dem Aufruf der
     *         Methode <code>destroy()</code> aufgerufen wird.
*
     * @see #destroy()
     * @see #initialize()
     * @see CredentialGenerator
     * @see Session
     * @since WAS XD 6.0.1
 */
Session getSession(CredentialGenerator credGen) throws
ObjectGridException, TransactionCallbackException;
```

Beispiel:

```
ObjectGridManager ogManager = ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager();

CredentialGenerator credGenManager = new UserPasswordCredentialGenerator("manager", "xxxxxx");
CredentialGenerator credGenEmployee = new UserPasswordCredentialGenerator("employee", "xxxxxx");

ObjectGrid og = ogManager.getObjectGrid(ctx, "accounting");

// Sitzung mit CredentialGenerator abrufen
Session session = og.getSession(credGenManager );

// Mitarbeiterzuordnung abrufen
ObjectMap om = session.getMap("employee");

// Transaktion starten
session.begin();

Object rec1 = map.get("xxxxxx");

session.commit();

// Weitere Sitzung mit einem anderen CredentialGenerator abrufen
session = og.getSession(credGenEmployee );

// Mitarbeiterzuordnung abrufen
om = session.getMap("employee");

// Transaktion starten
session.begin();

Object rec2 = map.get("xxxxx");

session.commit();
```

Wenn Sie die Methode "ObjectGrid.getSession" verwenden, um ein Session-Objekt abzurufen, verwendet die Sitzung das CredentialGenerator-Objekt, das im ClientConfigurationSecurity-Objekt definiert ist. Die Methode "ObjectGrid.getSession-(CredentialGenerator)" überschreibt den im ClientSecurityConfiguration-Objekt definierten CredentialGenerator.

Wenn Sie das Session-Objekt wiederverwenden können, findet eine Leistungssteigerung statt. Der Aufruf der Methode "ObjectGrid.getSession(CredentialGenerator)" ist jedoch nicht sehr kostenintensiv. Die Hauptkosten entstehen durch die längere Dauer der Objekt-Garbage-Collection. Stellen Sie sicher, dass die Referenzen nach

der Arbeit mit den Session-Objekten freigegeben werden. Wenn Ihr Session-Objekt die Identität zur gemeinsamen Nutzung bereitstellen kann, können Sie im Allgemeinen versuchen, das Session-Objekt wiederzuverwenden. Wenn nicht, verwenden Sie die Methode "ObjectGrid.getSession(CredentialGenerator)".

Programmierung der Clientberechtigung

WebSphere eXtreme Scale unterstützt die vordefinierte JAAS-Berechtigung (Java Authentication and Authorization) und auch die angepasste Berechtigung mit über die Schnittstelle "ObjectGridAuthorization".

Das ObjectGridAuthorization-Plug-in wird verwendet, um ObjectGrid-, ObjectMap- und JavaMap-Zugriff auf die Principals, die durch ein Subject-Objekt dargestellt werden, auf angepasste Weise zu berechtigen. Eine typische Implementierung dieses Plug-ins ist der Abruf der Principals aus dem Subject-Objekt mit anschließender dahingehender Prüfung, ob die angegebenen Berechtigungen den Principals erteilt wurden oder nicht.

Die folgenden Berechtigungen können an die Methode "checkPermission(Subject, Permission)" übergeben werden:

- MapPermission
- ObjectGridPermission
- ServerMapPermission
- AgentPermission

Weitere Einzelheiten finden Sie in der Dokumentation zur API "ObjectGridAuthorization".

MapPermission

Die öffentliche Klasse "com.ibm.websphere.objectgrid.security.MapPermission" stellt Berechtigungen für die ObjectGrid-Ressourcen, insbesondere die Methoden der Schnittstellen "ObjectMap" und "JavaMap", dar. WebSphere eXtreme Scale definiert die folgenden Berechtigungszeichenfolgen für den Zugriff auf die Methoden der Schnittstellen "ObjectMap" und "JavaMap":

- **read**: Berechtigung zum Lesen der Daten aus der Map. Die ganzzahlige Konstante wird mit `MapPermission.READ` definiert.
- **write**: Berechtigung zum Aktualisieren der Daten in der Map. Die ganzzahlige Konstante wird mit `MapPermission.WRITE` definiert.
- **insert**: Berechtigung zum Einfügen der Daten in die Map. Die ganzzahlige Konstante wird mit `MapPermission.INSERT` definiert.
- **remove**: Berechtigung zum Entfernen der Daten aus der Map. Die ganzzahlige Konstante wird mit `MapPermission.REMOVE` definiert.
- **invalidate**: Berechtigung zum Ungültigmachen der Daten in der Map. Die ganzzahlige Konstante wird mit `MapPermission.INVALIDATE` definiert.
- **all**: Alle zuvor beschriebenen Berechtigungen: read, write, insert, remote und invalidate. Die ganzzahlige Konstante wird mit `MapPermission.ALL` definiert.

Weitere Einzelheiten finden Sie in der Dokumentation zur API "MapPermission".

Sie können ein MapPermission-Objekt erstellen, indem Sie den vollständig qualifizierten Namen der ObjectGrid-Map (im Format [ObjectGrid_name].[ObjectMap_name]) und die Berechtigungszeichenfolge oder den ganzzahligen Wert übergeben.

Eine Berechtigungszeichenfolge kann eine durch Kommas getrennte Zeichenfolge der zuvor beschriebenen Berechtigungszeichenfolgen wie read, insert oder all sein. Ein ganzzahliger Berechtigungswert kann jeder der zuvor genannten ganzzahligen Berechtigungskonstanten oder ein mathematischer Wert sein, der sich aus mehreren ganzzahligen Berechtigungskonstanten zusammensetzt, z. B. MapPermission.READ | MapPermission.WRITE.

Die Berechtigung findet statt, wenn eine ObjectMap- oder JavaMap-Methode aufgerufen wird. Die Laufzeitumgebung von eXtreme Scale prüft die verschiedenen Berechtigungen für verschiedene Methoden. Wenn dem Client die erforderlichen Berechtigungen nicht erteilt wurden, wird eine Ausnahme des Typs "AccessControlException" ausgegeben.

Tabelle 13. Liste der Methoden und der erforderlichen MapPermissions

Berechtigung	**ObjectMap/JavaMap**
read	boolean containsKey(Object)
	boolean equals(Object)
	Object get(Object)
	Object get(Object, Serializable)
	List getAll(List)
	List getAll(List keyList, Serializable)
	List getAllForUpdate(List)
	List getAllForUpdate(List, Serializable)
	Object getForUpdate(Object)
	Object getForUpdate(Object, Serializable)
	public Object getNextKey(long)
write	Object put(Object key, Object value)
	void put(Object, Object, Serializable)
	void putAll(Map)
	void putAll(Map, Serializable)
	void update(Object, Object)
	void update(Object, Object, Serializable)
insert	public void insert (Object, Object)
	void insert(Object, Object, Serializable)
remove	Object remove (Object)
	void removeAll(Collection)
	void clear()
invalidate	public void invalidate (Object, boolean)
	void invalidateAll(Collection, boolean)
	void invalidateUsingKeyword(Serializable)
	int setTimeToLive(int)

Die Berechtigung basiert allein darauf, welche Methode verwendet wird, und nicht darauf, was die Methode wirklich tut. Eine Methode "put" kann beispielsweise einen Datensatz einfügen oder aktualisieren, je nachdem, ob der Datensatz vorhanden ist oder nicht. Diese Fälle werden jedoch nicht unterschieden.

Ein Operationstyp kann durch Kombinationen anderer Typen erreicht werden. Eine Aktualisierung kann beispielsweise durch die Kombination einer Entfernungs- und einer anschließenden Einfügeoperation erreicht werden. Berücksichtigen Sie diese Kombinationen, wenn Sie Ihre Berechtigungsrichtlinien gestalten.

ObjectGridPermission

com.ibm.websphere.objectgrid.security.ObjectGridPermission stellt Berechtigungen für das ObjectGrid dar:

- Query: Berechtigung zum Erstellen einer Objektabfrage oder Entitätsabfrage. Die ganzzahlige Konstante wird mit ObjectGridPermission.QUERY definiert.
- Dynamic Map: Berechtigung zum Erstellen einer dynamischen Map auf der Basis der Map-Schablone. Die ganzzahlige Konstante wird mit ObjectGridPermission.DYNAMIC_MAP definiert.

Weitere Einzelheiten finden Sie in der Dokumentation zur API "ObjectGridPermission".

In der folgenden Tabelle sind die Methoden und die jeweils erforderliche ObjectGridPermission zusammengefasst:

Tabelle 14. Liste der Methoden und der erforderlichen ObjectGridPermission

Berechtigungsaktion	Methoden
query	com.ibm.websphere.objectgrid.Session.createObjectQuery(String)
query	com.ibm.websphere.objectgrid.em.EntityManager.createQuery(String)
dynamicmap	com.ibm.websphere.objectgrid.Session.getMap(String)

ServerMapPermission

ServerMapPermission stellt Berechtigungen für eine ObjectMap in einem Server dar. Der Name der Berechtigung ist der vollständige Name der ObjectGrid-Map. Die folgenden Aktionen werden unterstützt:

- replicate: Berechtigung zum Replizieren einer Server-Map im nahen Cache.
- dynamicIndex: Berechtigung für einen Client zum Erstellen oder Entfernen eines dynamischen Index in einem Server.

Weitere Einzelheiten finden Sie in der Dokumentation zur API "ServerMapPermission". Die detaillierten Methoden, die unterschiedliche ServerMapPermissions erfordern, sind in der folgenden Tabelle aufgelistet:

Tabelle 15. Berechtigungen für eine ObjectMap in einem Server

Berechtigungsaktion	Methoden
replicate	com.ibm.websphere.objectgrid.ClientReplicableMap.enableClientReplication(Mode, int[], ReplicationMapListener)
dynamicIndex	com.ibm.websphere.objectgrid.BackingMap.createDynamicIndex(String, boolean, String, DynamicIndexCallback)
dynamicIndex	com.ibm.websphere.objectgrid.BackingMap.removeDynamicIndex(String)

AgentPermission

AgentPermission stellt Berechtigungen für die DataGrid-Agenten dar. Der Name der Berechtigung ist der vollständige Name der ObjectGrid-Map, und die Aktion ist eine durch Kommas getrennte Zeichenfolge, die sich aus den Namen der Agentenimplementierungsklassen bzw. Paketnamen zusammensetzt.

Weitere Informationen finden Sie in der Dokumentation zur API "AgentPermission".

Die folgenden Methoden in der Klasse "com.ibm.websphere.objectgrid.datagrid.AgentManager" erfordern AgentPermission.

com.ibm.websphere.objectgrid.datagrid.AgentManager#callMapAgent(MapGridAgent, Collection)

com.ibm.websphere.objectgrid.datagrid.AgentManager#callMapAgent(MapGridAgent)

com.ibm.websphere.objectgrid.datagrid.AgentManager#callReduceAgent(ReduceGridAgent, Collection)

com.ibm.websphere.objectgrid.datagrid.AgentManager#callReduceAgent(ReduceGridAgent, Collection)

Berechtigungsmechanismus

WebSphere eXtreme Scale unterstützt zwei Arten von Berechtigungsmechanismen: JAAS-Berechtigung (Java Authentication and Authorization Service) und angepasste Berechtigung. Diese Mechanismen gelten für alle Berechtigungen. Die JAAS-Berechtigung erweitert die Java-Sicherheitsrichtlinien mit benutzerorientierten Zugriffsteuerungselementen. Berechtigungen können nicht nur auf der Basis des ausgeführten Codes, sondern auch danach erteilt werden, wer den Code ausführt. Die JAAS-Berechtigung ist Teil von SDK Version 1.4 und höher.

Außerdem unterstützt WebSphere eXtreme Scale die angepasste Berechtigung mit dem folgenden Plug-in:

- ObjectGridAuthorization: Angepasste Methode zur Berechtigung des Zugriffs auf alle Artefakte.

Sie können einen eigenen Berechtigungsmechanismus implementieren, wenn Sie die JAAS-Berechtigung nicht verwenden möchten. Wenn Sie einen angepassten Berechtigungsmechanismus verwenden, können Sie die Richtliniendatenbank, den Richtlinienserver oder Tivoli Access Manager für die Verwaltung der Berechtigungen verwenden.

Sie können den Berechtigungsmechanismus auf zwei Arten konfigurieren:

- XML-Konfiguration

  Sie können die ObjectGrid-XML-Datei verwenden, um ein ObjectGrid zu definieren und den Berechtigungsmechanismus AUTHORIZATION_MECHANISM_JAAS oder AUTHORIZATION_MECHANISM_CUSTOM festzulegen. Im Folgenden sehen Sie die Datei "secure-objectgrid-definition.xml", die in der Unternehmensanwendung "ObjectGridSample" verwendet wird:

  ```
  <objectGrids>
   <objectGrid name="secureClusterObjectGrid" securityEnabled="true"
    authorizationMechanism="AUTHORIZATION_MECHANISM_JAAS">
    <bean id="TransactionCallback"
  classname="com.ibm.websphere.samples.objectgrid.HeapTransactionCallback" />
  ...
  </objectGrids>
  ```

- Programmgesteuerte Konfiguration

  Wenn Sie ein ObjectGrid mit der Methode "ObjectGrid.setAuthorizationMechanism(int)" erstellen möchten, können Sie die folgende Methode aufrufen, um den Berechtigungsmechanismus festzulegen. Der Aufruf dieser Methode gilt nur dann für das lokale eXtreme-Scale-Programmiermodell, wenn Sie die ObjectGrid-Instanz direkt instanziieren:

  ```
  /**
   * Berechtigungsmechanismus festlegen. Die Standardeinstellung ist
   * com.ibm.websphere.objectgrid.security.SecurityConstants.
   * AUTHORIZATION_MECHANISM_JAAS.
  ```

```
     * @param authMechanism Der Berechtigungsmechanismus für die Map.
    */
    void setAuthorizationMechanism(int authMechanism);
```

JAAS-Berechtigung

Ein javax.security.auth.Subject-Objekt stellt einen authentifizierten Benutzer dar. Ein Subject-Objekt setzt sich aus einer Gruppe von Principals zusammen, und jeder Principal stellt eine Identität für diesen Benutzer dar. Beispielsweise kann ein Subject-Objekt einen Namens-Principal, z. B. Joe Smith, und einen Gruppen-Principal, z. B. manager, haben.

Mit der JAAS-Berechtigungsrichtlinie können Berechtigungen bestimmten Principals erteilt werden. WebSphere eXtreme Scale ordnet das Subject-Objekt dem aktuellen Zugriffssteuerungskontext zu. Für jeden Aufruf der ObjectMap- oder JavaMap-Methode bestimmt die Java-Laufzeitumgebung automatisch, ob die Richtlinie die erforderliche Berechtigung nur einem bestimmten Principal erteilt, und wenn ja, wird die Operation nur zugelassen, wenn das Subject-Objekt, das dem Zugriffssteuerungskontext zugeordnet ist, den angegebenen Principal enthält.

Sie müssen mit der Richtliniensyntax der Richtliniendatei vertraut sein. Eine ausführliche Beschreibung der JAAS-Berechtigung finden Sie in der Veröffentlichung "JAAS Reference Guide".

WebSphere eXtreme Scale hat eine spezielle Codebasis, die für die Überprüfung der JAAS-Berechtigung für die ObjectMap- und JavaMap-Methodenaufrufe verwendet wird. Diese spezielle Codebasis ist `http://www.ibm.com/com/ibm/ws/objectgrid/security/PrivilegedAction`. Verwenden Sie diese Codebasis, wenn Sie Principals ObjectMap- oder JavaMap-Berechtigungen erteilen. Dieser spezielle Code wurde erstellt, weil die JAR-Datei (Java-Archiv) für eXtreme Scale mit allen Berechtigungen ausgestattet ist.

Die Richtlinienschablone für die Erteilung der MapPermission-Berechtigung sieht wie folgt aus:

```
grant codeBase "http://www.ibm.com/com/ibm/ws/objectgrid/security/PrivilegedAction"
   <Principal field(s)>{
    permission com.ibm.websphere.objectgrid.security.MapPermission
               "[ObjectGrid_name].[ObjectMap_name]", "action";
    ....
    permission com.ibm.websphere.objectgrid.security.MapPermission
               "[ObjectGrid_name].[ObjectMap_name]", "action";
  };
```

Ein Beispiel für ein Principal-Feld sehen Sie im Folgenden:

```
principal Principal_class "principal_name"
```

In dieser Richtlinie werden einem bestimmten Principal nur Einfüge- und Leseberechtigungen für diese vier Maps erteilt. In der anderen Richtliniendatei, fullAccessAuth.policy, werden einem Principal alle Berechtigungen für diese Maps erteilt. Ändern Sie vor dem Ausführen der Anwendung "principal_name" und "principal_class" in die entsprechenden Werte. Der Wert für "principal_name" richtet sich nach der Benutzer-Registry. Wird beispielsweise das lokale Betriebssystem als Benutzer-Registry verwendet, ist der Maschinenname MACH1, die Benutzer-ID user1 und der Principal-Name MACH1/user1.

Die JAAS-Berechtigungsrichtlinie kann direkt in die Java-Richtliniendatei oder in eine separate JAAS-Berechtigungsdatei eingefügt und anschleßend auf eine der folgenden beiden Arten definiert werden:

- Verwendung des folgenden JVM-Arguments:
  `-Djava.security.auth.policy=file:[JAAS_AUTH_POLICY_FILE]`
- Verwendung der folgenden Eigenschaft in der Datei "java.security":
  `-Dauth.policy.url.x=file:[JAAS_AUTH_POLICY_FILE]`

Angepasste ObjectGrid-Berechtigung

Das ObjectGridAuthorization-Plug-in wird verwendet, um ObjectGrid-, ObjectMap- und JavaMap-Zugriff auf die Principals, die durch ein Subject-Objekt dargestellt werden, auf angepasste Weise zu berechtigen. Eine typische Implementierung dieses Plug-ins ist der Abruf der Principals aus dem Subject-Objekt mit anschließender dahingehender Prüfung, ob die angegebenen Berechtigungen den Principals erteilt wurden oder nicht.

Die folgenden Berechtigungen können an die Methode "checkPermission(Subject, Permission)" übergeben werden:

- MapPermission
- ObjectGridPermission
- AgentPermission
- ServerMapPermission

Weitere Einzelheiten finden Sie in der Dokumentation zur API "ObjectGridAuthorization".

Das ObjectGridAuthorization-Plug-in kann auf die folgenden Arten konfiguriert werden:

- XML-Konfiguration

  Sie können die ObjectGrid-XML-Datei verwenden, um ein ObjectAuthorization-Plug-in zu definieren. Es folgt ein Beispiel:

```
<objectGrids>
 <objectGrid name="secureClusterObjectGrid" securityEnabled="true"
  authorizationMechanism="AUTHORIZATION_MECHANISM_CUSTOM">
...
  <bean id="ObjectGridAuthorization"
className="com.acme.ObjectGridAuthorizationImpl" />
</objectGrids>
```

- Programmgesteuerte Konfiguration

  Wenn Sie ein ObjectGrid mit der API-Methode "ObjectGrid.setObjectGridAuthorization(ObjectGridAuthorization)" erstellen möchten können Sie die folgende Methode aufrufen, um das Berechtigungs-Plug-in zu definieren. Diese Methode gilt nur für das lokale Programmiermodell von eXtreme Scale, wenn Sie die ObjectGrid-Instanz direkt instanziieren.

```
/**
     * Setzt die <code>ObjectGridAuthorization</code> für diese ObjectGrid-Instanz.
     * <p>
     * Bei der Übergabe von <code>null</code> an diese Methode wird ein zuvor definiertes
     * <code>ObjectGridAuthorization</code>-Objekt aus einem früheren Aufruf dieser Methode
     * entfernt. Außerdem wird damit angezeigt, dass dieses <code>ObjectGrid</code> keinem
     * <code>ObjectGridAuthorization</code>-Objekt zugeordnet ist.
* <p>
     * Diese Methode sollte nur verwendet werden, wenn die ObjectGrid-Sicherheit aktiviert ist. Wenn
     * die ObjectGrid-Sicherheit inaktiviert ist, wird das bereitgestellte <code>ObjectGridAuthorization</code>-Objekt
     * nicht verwendet.
* <p>
     * Ein <code>ObjectGridAuthorization</code>-Plug-in kann verwendet werden, um den
     * Zugriff auf das ObjectGrid und die Maps zu berechtigen. Weitere Einzelheiten finden Sie
     * in der Dokumentation zu <code>ObjectGridAuthorization</code>.
```

```
     *
          * <p>
          * Ab Extended Deployment 6.1 ist <code>setMapAuthorization</code> veraltet und
          * <code>setObjectGridAuthorization</code> die empfohlene Methode. Wenn jedoch
          * das <code>MapAuthorization</code>-Plug-in und das <code>ObjectGridAuthorization</code>-Plug-in
          * verwendet werden, verwendet ObjectGrid das bereitgestellte <code>MapAuthorization</code>-Plug-in,
          * um Map-Zugriffe zu berechtigen, obwohl es veraltet ist.
     * <p>
          * Zur Vermeidung von Ausnahmen des Typs <code>IllegalStateException</code> muss
          * diese Methode vor der Methode <code>initialize()</code> aufgerufen werden.
          * Beachten Sie außerdem, dass die <code>getSession</code>-Methoden die Methode
          * <code>initialize()</code> implizit aufrufen, wenn sie noch von der Anwendung
          * aufgerufen werden muss.
     *
          * @param ogAuthorization Das <code>ObjectGridAuthorization</code>-Plug-in.
          *
          * @throws IllegalStateException, wenn diese Methode nach dem Aufruf der
          *         Methode <code>initialize()</code> aufgerufen wird.
     *
          * @see #initialize()
          * @see ObjectGridAuthorization
          * @since WAS XD 6.1
          */
         void setObjectGridAuthorization(ObjectGridAuthorization ogAuthorization);
```

ObjectGridAuthorization implementieren

Die Methode "boolean checkPermission(Subject subject, Permission permission)" der Schnittstelle "ObjectGridAuthorization" wird von der Laufzeitumgebung von WebSphere eXtreme Scale aufgerufen, um zu prüfen, ob das übergebene Subject-Objekt die übergebenen Berechtigungen besitzt. Die Implementierung der Schnittstelle "ObjectGridAuthorization" gibt "true" zurück, wenn das Objekt die Berechtigung besitzt, und "false", wenn nicht.

Eine typische Implementierung dieses Plug-ins ist der Abruf der Principals aus dem Subject-Objekt mit anschließender dahingehender Prüfung, ob die angegebenen Berechtigungen den Principals erteilt wurden oder nicht, unter Verwendung der angegebenen Richtlinien. Diese Richtlinien werden von Benutzern definiert. Die Richtlinien können beispielsweise in einer Datenbank, einer unverschlüsselten Datei oder in einem Richtlinienserver von Tivoli Access Manager definiert werden.

Sie können einen Richtlinienserver von Tivoli Access Manager beispielsweise verwenden, um die Berechtigungsrichtlinie zu verwalten, und die zugehörige API, um den Zugriff zu berechtigen. Informationen zur Verwendung der Berechtigungs-APIs von Tivoli Access Manager Authorization finden Sie in der Veröffentlichung "IBM Tivoli Access Manager Authorization Java Classes Developer Reference".

Diese Beispielimplementierung basiert auf den folgenden Annahmen:

- Es wird nur die Berechtigung für MapPermission geprüft. Für andere Berechtigungen wird immer `true` zurückgegeben.
- Das Subject-Objekt enthält einen com.tivoli.mts.PDPrincipal-Principal.
- Im Richtlinienserver von Tivoli Access Manager sind die folgenden Berechtigungen für das ObjectMap- bzw. JavaMap-Namensobjekt definiert. Der Name des im Richtlinienserver definierten Objekts muss dem ObjectMap- bzw. JavaMap-Namen entsprechen und das Format [ObjectGrid_name].[ObjectMap_name] haben. Die Berechtigung ist das erste Zeichen der Berechtigungszeichenfolgen, die in der MapPermission-Berechtigung definiert sind. Die im Richtlinienserver definierte Berechtigung "r" stellt beispielsweise die Leseberechtigung (read) für die ObjectMap-Map dar.

Das folgende Code-Snippet veranschaulicht, wie die Methode "checkPermission" implementiert wird:

```
/**
* @see com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.
*   MapAuthorization#checkPermission
```

```
* (javax.security.auth.Subject, com.ibm.websphere.objectgrid.security.
*   MapPermission)
*/
public boolean checkPermission(final Subject subject,
 Permission p) {

  // Für andere Berechtigungen als MapPermission-Berechtigungen, immer
  // Berechtigung erteilen.
  if (!(p instanceof MapPermission)){
    return true;
  }

  MapPermission permission = (MapPermission) p;

  String[] str = permission.getParsedNames();

  StringBuffer pdPermissionStr = new StringBuffer(5);
  for (int i=0; i<str.length; i++) {
    pdPermissionStr.append(str[i].substring(0,1));
  }

  PDPermission pdPerm = new PDPermission(permission.getName(),
  pdPermissionStr.toString());

  Set principals = subject.getPrincipals();

  Iterator iter= principals.iterator();
    while (iter.hasNext()) {
    try {
      PDPrincipal principal = (PDPrincipal) iter.next();
      if (principal.implies(pdPerm)) {
        return true;
      }
    }
    catch (ClassCastException cce) {
      // Ausnahme behandeln
    }
  }
  return false;
}
```

Grid-Authentifizierung

Sie können das sichere Token-Manager-Plug-in verwenden, um die Authentifizierung zwischen Servern zu aktivieren. Hierfür müssen Sie die Schnittstelle "SecureTokenManager" implementieren.

Die Methode "generateToken(Object)" verwendet ein Objekt und generiert anschließend ein Token, das von anderen nicht interpretiert werden kann. Die Methode "verifyTokens(byte[])" führt den umgekehrten Prozess aus. Sie konvertiert das Token zurück in das ursprüngliche Objekt.

Eine einfache SecureTokenManager-Implementierung verwendet einen einfachen Verschlüsselungsalgorithmus, wie z. B. einen XOR-Algorithmus (exklusives Oder), um das Objekt in serialisierter Form zu verschlüsseln, und anschließend den entsprechenden Entschlüsselungsalgorithmus, um das Token zu entschlüsseln. Diese Implementierung ist nicht sicher und anfällig für Attacken.

Standardimplementierung von WebSphere eXtreme Scale

WebSphere eXtreme Scale stellt eine sofort verfügbare Implementierung für diese Schnittstelle bereit. Diese Standardimplementierung verwendet ein Schlüsselpaar,

um die Signatur zu signieren und zu prüfen, und einen geheimen Schlüssel, um den Inhalt zu verschlüsseln. Jeder Server hat einen JCKES-Keystore, in dem das Schlüsselpaar (privater und öffentlicher Schlüssel) und der geheime Schlüssel gespeichert werden. Der Keystore muss ein JCKES-Keystore sein, damit geheime Schlüssel gespeichert werden können. Diese Schlüssel werden verwendet, um die Shared-Secret-Zeichenfolge auf Senderseite zu verschlüsseln und zu signieren bzw. zu prüfen. Außerdem wird dem Token eine Verfallszeit zugeordnet. Auf Empfängerseite werden die Daten geprüft, entschlüsselt und mit der Shared-Secret-Zeichenfolge des Empfängers verglichen. Es sind keine SSL-Kommunikationsprotokolle (Secure Sockets Layer) zwischen einem Serverpaar für die Authentifizierung erforderlich, weil die privaten und öffentlichen Schlüssel demselben Zweck dienen. Wenn die Serverkommunikation jedoch nicht verschlüsselt ist, können die Daten einfach durch Ansicht der Kommunikation gestohlen werden. Da das Token relativ bald verfällt, ist das Sicherheitsrisiko durch Attacken durch Nachrichtenaufzeichnung und -wiederholung minimal. Das Risiko ist erheblich geringer, wenn alle Server hinter einer Firewall implementiert werden.

Dieser Ansatz hat den Nachteil, dass die Administratoren von WebSphere eXtreme Scale Schlüssel generieren und an alle Server übermitteln müssen, was während des Transports der Schlüssel zu Sicherheitsverletzungen führen kann.

Lokale Sicherheit

WebSphere eXtreme Scale stellt mehrere Sicherheitsendpunkte für die Integration angepasster Mechanismen bereit. Im lokalen Programmiermodell ist die Hauptsicherheitsfunktion Berechtigung. Authentifizierung wird nicht unterstützt. Sie müssen die Authentifizierung außerhalb von WebSphere Application Server durchführen. Es werden jedoch Plug-ins für das Anfordern und Validieren von Subject-Objekten bereitgestellt.

Sicherheit aktivieren

In der folgenden Liste sind die beiden Methoden für die Aktivierung der lokalen Sicherheit aufgeführt:

- **XML-Konfiguration**: Sie können die ObjectGrid-XML-Datei verwenden, um ein ObjectGrid zu definieren und die Sicherheit für dieses ObjectGrid zu aktivieren. Die folgende Datei ist die Datei "secure-objectgrid-definition.xml", die im Unternehmensanwendungsbeispiel "ObjectGridSample" verwendet wird. In dieser XML-Datei wird die Sicherheit durch Setzen des Attributs "securityEnabled" auf "true" aktiviert:

```
<objectGrids>
    <objectGrid name="secureClusterObjectGrid" securityEnabled="true"
        authorizationMechanism="AUTHORIZATION_MECHANISM_JASS">
    ...
</objectGrids>
```

- **Programmierung**: Wenn Sie ein ObjectGrid über die API-Methode "ObjectGrid-.setSecurityEnabled" erstellen möchten, rufen Sie die folgende Methode in der Schnittstelle "ObjectGrid" auf, um die Sicherheit zu aktivieren.

```
/**
 * ObjectGrid-Sicherheit aktivieren
 */
void setSecurityEnabled();
```

Authentifizierung

Im lokalen Programmiermodell stellt eXtreme Scale kein Authentifizierungsverfahren bereit, sondern stützt sich bei der Authentifizierung auf die Umgebung, d. h. Anwendungsserver oder Anwendungen. Wenn eXtreme Scale in WebSphere Application Server oder WebSphere Extended Deployment verwendet wird, können Anwendungen das Sicherheitsauthentifizierungsverfahren von WebSphere Application Server verwenden. Wenn eXtreme Scale in einer J2SE-Umgebung (Java 2 Platform, Standard Edition) ausgeführt wird, muss die Anwendung die Authentifizierung mit JAAS-Authentifizierung (Java Authentication and Authorization Service) oder anderen Authentifizierungsverfahren verwalten. Weitere Informationen zur Verwendung der JAAS-Authentifizierung finden Sie in der Veröffentlichung "JAAS Reference Guide". Der Vertrag zwischen einer Anwendung und einer ObjectGrid-Instanz ist das Objekt "javax.security.auth.Subject". Nachdem der Client vom Anwendungsserver oder von der Anwendung authentifiziert wurde, kann die Anwendung das authentifizierte Objekt "javax.security.auth.Subject" abrufen und dieses Subject-Objekt verwenden, um eine Sitzung von der ObjectGrid-Instanz abzurufen, indem sie die Methode "ObjectGrid.getSession(Subject)" aufruft. Dieses Subject-Objekt wird verwendet, um Zugriff auf die Map-Daten zu berechtigen. Dieser Vertrag wird als Subject-Übergabemechanismus bezeichnet. Das folgende Beispiel veranschaulicht die API "ObjectGrid.getSession(Subject)".

```
/**
 * Diese API ermöglicht dem Cache die Verwendung eines bestimmten Subject-Objekts an
 * Stelle desim ObjectGrid konfigurierten Subject-Objekts für den Abruf einer Sitzung.
* @param Subject-Objekt
 * @return Instanz des Session-Objekts
 * @throws ObjectGridException
 * @throws TransactionCallbackException
 * @throws InvalidSubjectException Das übergebene Subject-Objekt ist nach dem
 * SubjectValidation-Mechanismus nicht gültig.
*/
public Session getSession(Subject subject)
throws ObjectGridException, TransactionCallbackException, InvalidSubjectException;
```

Die Methode "ObjectGrid.getSession()" in der Schnittstelle "ObjectGrid" kann auch für das Abrufen eines Session-Objekts verwendet werden:

```
/**
 * Diese Methode gibt ein Session-Objekt zurück, das jeweils von einem einzigen Thread
 * verwendet werden kann.
 * Dieses Session-Objekt kann nicht von Threads gemeinsam genutzt werden, ohne ein kritischen
 * Abschnitt um es herum zu erstellen. Während das Basis-Framework das Verschieben des Objekts
 * zwischen Threads zulässt, können die Schnittstellen "TransactionCallback" und "Loader" diese
 * Verwendung verhindern, insbesondere in J2EE-Umgebungen. Wenn die Sicherheit aktiviert ist,
 * verwendet diese Methode SubjectSource, um ein Subject-Objekt abzurufen.
*
 * Wenn die Methode "initialize" nicht vor dem ersten Aufruf von "getSession"
 * aufgerufen wurde, findet eine implizite Initialisierung statt. Diese
 * Initialisierung stellt sicher, dass die gesamte Konfiguration abgeschlossen
 * ist, bevor sie zur Laufzeit benötigt wird.
*
 * @see #initialize()
 * @return Instanz des Session-Objekts
 * @throws ObjectGridException
 * @throws TransactionCallbackException
 * @throws IllegalStateException, wenn diese Methode nach dem Aufruf
 *         der Methode destroy() aufgerufen wird.
*/
public Session getSession()
throws ObjectGridException, TransactionCallbackException;
```

Wie in der API-Dokumentation beschrieben, verwendet diese Methode bei aktivierter Sicherheit das SubjectSource-Plug-in, um ein Subject-Objekt abzurufen. Das SubjectSource-Plug-in ist eines der Sicherheits-Plug-ins, die in eXtreme Scale für die Unterstützung der Weitergabe von Subject-Objekten definiert sind. Weitere Infor-

mationen hierzu finden Sie in der Dokumentation zu den sicherheitsrelevanten Plug-ins. Die Methode "getSession(Subject)" kann nur für die lokale ObjectGrid-Instanz aufgerufen werden. Wenn Sie die Methode "getSession(Subject)" auf Clientseite in einer verteilten eXtreme-Scale-Konfiguration aufrufen, wird eine Ausnahme des Typs "IllegalStateException" ausgelöst.

Sicherheits-Plug-ins

WebSphere eXtreme Scale stellt zwei Sicherheits-Plug-ins bereit, die sich auf den Subject-Übergabemechanismus beziehen: das SubjectSource-Plug-in und das SubjectValidation-Plug-in.

SubjectSource-Plug-in

Das SubjectSource-Plug-in, das von der Schnittstelle "com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.SubjectSource" dargestellt wird, ist ein Plug-in, das verwendet wird, um ein Subject-Objekt von einer Umgebung mit eXtreme Scale abzurufen. Diese Umgebung kann eine Anwendung sein, die ObjectGrid verwendet, oder ein Anwendungsserver, in dem die Anwendung ausgeführt wird. Betrachten Sie das SubjectSource-Plug-in als Alternative zum Subject-Übergabemechanismus. Mit dem Subject-Übergabemechanismus ruft die Anwendung das Subject-Objekt ab und verwendet es, um das ObjectGrid-Session-Objekt abzurufen. Mit dem SubjectSource-Plug-in ruft die Laufzeitumgebung von eXtreme Scale das Subject-Objekt ab und verwendet es, um das Session-Objekt abzurufen. Der Subject-Übergabemechanismus übergibt die Steuerung der Subject-Objekte an die Anwendungen, wohingegen das SubjectSource-Plug-in die Anwendungen vom Abrufen des Subject-Objekts befreit. Sie können das SubjectSource-Plug-in verwenden, um ein Subject-Objekt abzurufen, das einen eXtreme-Scale-Client darstellt, der für die Berechtigung verwendet wird. Wenn die Methode "ObjectGrid.getSession" aufgerufen wird, löst die Subject-Methode "getSubject" eine Ausnahme des Typs "ObjectGridSecurityException" aus, wenn die Sicherheit aktiviert ist. WebSphere eXtreme Scale stellt eine Standardimplementierung dieses Plug-ins bereit: com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.builtins.WSSubjectSourceImpl. Diese Implementierung kann verwendet werden, um ein Caller-Subject-Objekt oder ein RunAs-Subject-Objekt vom Thread abzurufen, wenn eine Anwendung in WebSphere Application Server ausgeführt wird. Sie können diese Klasse als SubjectSource-Implementierungsklasse in Ihrer ObjectGrid-XML-Deskriptordatei konfigurieren, wenn eXtreme Scale in WebSphere Application Server verwendet wird. Das folgende Code-Snippet zeigt den Hauptablauf der Methode "WSSubjectSourceImpl.getSubject":

```
Subject s = null;
try {
  if (finalType == RUN_AS_SUBJECT) {
    // get the RunAs subject
    s = com.ibm.websphere.security.auth.WSSubject.getRunAsSubject();
  }
  else if (finalType == CALLER_SUBJECT) {
    // get the callersubject
    s = com.ibm.websphere.security.auth.WSSubject.getCallerSubject();
  }
}
catch (WSSecurityException wse) {
  throw new ObjectGridSecurityException(wse);
}

return s;
```

Weitere Einzelheiten finden Sie in der API-Dokumentation zum SubjectSource-Plug-in und zur WSSubjectSourceImpl-Implementierung.

SubjectValidation-Plug-in

Das SubjectValidation-Plug-in, das durch die Schnittstelle "com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.SubjectValidation" dargestellt wird, ist ein weiteres Sicherheits-Plug-in. Das SubjectValidation-Plug-in kann verwendet werden, um zu prüfen, ob ein javax.security.auth.Subject-Objekt, das an das ObjectGrid übergeben oder vom SubjectSource-Plug-in abgerufen wird, ein gültiges Subject-Objekt ist, das nicht manipuliert wurde.

Die Methode "SubjectValidation.validateSubject(Subject)" in der Schnittstelle "SubjectValidation" akzeptiert ein Subject-Objekt und gibt ein Subject-Objekt zurück. Ob ein Subject-Objekt als gültig eingestuft wird und welches Subject-Objekt zurückgegeben wird, liegt rein im Ermessen Ihrer Implementierungen. Wenn das Subject-Objekt nicht gültig ist, wird eine Ausnahme des Typs "InvalidSubjectException" ausgelöst.

Sie können dieses Plug-in verwenden, wenn Sie das Subject-Objekt, das an diese Methode übergeben wird, nicht anerkennen. Dieser Fall tritt nur selten ein, wenn man bedenkt, dass Sie den Anwendungsentwicklern vertrauen, die den Code zum Abrufen des Subject-Objekts entwickeln.

Für die Implementierung dieses Plug-ins wird die Unterstützung des Subject-Objekterstellers benötigt, da nur der Ersteller weiß, ob das Subject-Objekt manipuliert wurde. Es kann jedoch vorkommen, dass ein Subject-Ersteller nicht weiß, ob das Subject-Objekt manipuliert wurde. In diesem Fall ist das Plug-in nicht hilfreich.

WebSphere eXtreme Scale stellt eine Standardimplementierung von SubjectValidation bereit:
com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.builtins.WSSubjectValidationImpl.
Sie können diese Implementierung verwenden, um das von WebSphere Application Server authentifizierte Subject-Objekt zu prüfen. Sie können diese Klasse als SubjectValidation-Implementierungsklasse konfigurieren, wenn Sie eXtreme Scale in WebSphere Application Server verwenden. Die WSSubjectValidationImpl-Implementierung stuft ein Subject-Objekt nur dann als gültig ein, wenn das Berechtigungsnachweistoken, das diesem Subject-Objekt zugeordnet ist, nicht manipuliert wurde. Andere Komponenten des Subject-Objekts können geändert werden. Die WSSubjectValidationImpl-Implementierung fordert das ursprüngliche Subject-Objekt, das dem Berechtigungsnachweistoken entspricht, von WebSphere Application Server an und gibt das ursprüngliche Subject-Objekt als validiertes Subject-Objekt zurück. Deshalb haben Änderungen, die an anderen Inhaltskomponenten des Subject-Objekts als dem Berechtigungsnachweistoken vorgenommen werden, keine Auswirkungen. Das folgende Code-Snippet veranschaulicht den Basisablauf von WSSubjectValidationImpl.validateSubject(Subject).

```
// LoginContext-Objekt mit Schema-WSLogin erstellen
// und einen Callback-Handler zurückgeben.
LoginContext lc = new LoginContext("WSLogin",
new WSCredTokenCallbackHandlerImpl(subject));

// Wenn diese Methode aufgerufen wird, werden Methoden des Callback-Handlers aufgerufen,
// um den Benutzer anzumelden.
lc.login();

// Subject-Objekt vom LoginContext abrufen
return lc.getSubject();
```

Im vorherigen Code-Snippet wird ein Callback-Handler-Objekt für das Berechtigungsnachweistoken, WSCredTokenCallbackHandlerImpl, mit dem zu validierenden Subject-Objekt erstellt. Anschließend wird ein LoginContext-Objekt mit dem WSLogin-Objekt für das Anmeldeschema erstellt. Wenn die Methode "lc.login" aufgerufen wird, ruft die Sicherheit von WebSphere Application Server das Berechtigungsnachweistoken aus dem Subject-Objekt ab und gibt dann das entsprechende Subject-Objekt als validiertes Subject-Objekt zurück.

Weitere Einzelheiten finden Sie in den Java-API-Beschreibungen für die SubjectValidation- und WSSubjectValidationImpl-Implementierungen.

Plug-in-Konfiguration

Sie können das SubjectValidation-Plug-in und das SubjectSource-Plug-in auf zwei Arten konfigurieren:

- **XML-Konfiguration**: Sie können die ObjectGrid-XML-Datei verwenden, um ein ObjectGrid zu definieren und diese beiden Plug-ins zu konfigurieren. Im Folgenden sehen Sie ein Beispiel, in dem die Klasse "WSSubjectSourceImpl" als SubjectSource-Plug-in und die Klasse "WSSubjectValidation" als SubjectValidation-Plug-in konfiguriert wird:

```
<objectGrids>
 <objectGrid name="secureClusterObjectGrid" securityEnabled="true"
authorizationMechanism="AUTHORIZATION_MECHANISM_JAAS">
        <bean id="SubjectSource"
className="com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.builtins.
 WSSubjectSourceImpl" />
    <bean id="SubjectValidation"
 className="com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.builtins.
 WSSubjectValidationImpl" />
    <bean id="TransactionCallback"
className="com.ibm.websphere.samples.objectgrid.
 HeapTransactionCallback" />
...
</objectGrids>
```

- **Programmierung**: Wenn Sie ein ObjectGrid über APIs erstellen möchten, können Sie die folgenden Methoden aufrufen, um das SubjectSource- oder SubjectValidation-Plug-in zu konfigurieren.

```
**
* SubjectValidation-Plug-in für diese ObjectGrid-Instanz konfigurieren.
* Ein SubjectValidation-Plug-in kann verwendet werden, um das Subject-Objekt
* zu validieren, das als gültiges Subject-Objekt übergeben wird. Weitere
* Einzelheiten finden Sie unter {@link SubjectValidation}.
* @param subjectValidation Das SubjectValidation-Plug-in
*/
void setSubjectValidation(SubjectValidation subjectValidation);


/**
* SubjectSource-Plug-in konfigurieren. Ein SubjectSource-Plug-in kann verwendet
* werden, um ein Subject-Objekt von der Umgebung abzurufen, um den
* ObjectGrid-Client darzustellen.
*
* @param source Das SubjectSource-Plug-in
*/
void setSubjectSource(SubjectSource source);
```

Eigenen JAAS/Authentifizierungscode schreiben

Sie können Ihren eigenen JAAS-Authentifizierungscode (Java Authentication and Authorization Service) schreiben, der für die Authentifizierung zuständig ist. Sie

müssen eigene Anmeldemodule schreiben und die Anmeldemodule anschließend für Ihr Authentifizierungsmodul konfigurieren.

Das Anmeldemodul empfängt Informationen über einen Benutzer und authentifiziert den Benutzer. Diese Informationen können beliebige Informationen sein, die den Benutzer identifizieren, z. B. eine Benutzer-ID und ein Kennwort, ein Clientzertifikat usw. Nach dem Empfang der Informationen prüft das Anmeldemodul, ob die Informationen ein gültiges Subject-Objekt darstellen, und erstellt dann ein Subject-Objekt. Derzeit sind mehrere Implementierungen von Anmeldemodulen öffentlich verfügbar.

Nachdem Sie ein Anmeldemodul geschrieben haben, konfigurieren Sie dieses für die Verwendung in der Laufzeitumgebung. Sie müssen ein JAAS-Anmeldemodul konfigurieren. Dieses Anmeldemodul enthält das Anmeldemodul selbst und das zugehörige Authentifizierungsschema. Beispiel:

```
FileLogin
{
    com.acme.auth.FileLoginModule required
};
```

Das Authentifizierungsschema ist "FileLogin", und das Anmeldemodul ist "com.acme.auth.FileLoginModule". Das Token "required" zeigt an, dass das Modul "FileLoginModule" diese Anmeldung authentifizieren muss, da ansonsten das gesamte Schema scheitert.

Die Definition der Konfigurationsdatei für das JAAS-Anmeldemodul kann auf eine der folgenden Arten erfolgen:

- Sie können die Konfigurationsdatei für das JAAS-Anmeldemodul in der Eigenschaft "login.config.url" in der Datei "java.security" definieren. Beispiel:
  `login.config.url.1=file:${java.home}/lib/security/file.login`
- Sie können die Konfigurationsdatei für das JAAS-Anmeldemodul über die Befehlszeile mit den JVM-Argumenten **-Djava.security.auth.login.config** konfigurieren. Beispiel: `-Djava.security.auth.login.config ==$JAVA_HOME/lib/security/file.login`

Wenn Ihr Code in WebSphere Application Server ausgeführt wird, müssen Sie die JAAS-Anmeldung über die Administrationskonsole konfigurieren und diese Anmeldekonfiguration in der Konfiguration des Anwendungsservers speichern. Weitere Einzelheiten hierzu finden Sie in der Beschreibung der Anmeldekonfiguration für Java Authentication and Authorization Service.

Kapitel 10. Leistungshinweise für Anwendungsentwickler

Zur Verbesserung der Leistung Ihres speicherinternen Daten-Grids oder Datenbankverarbeitungsbereichs können Sie mehrere Überlegungen in Betracht ziehen, z. B. Optimierung Ihrer JVM-Einstellungen oder Einsatz bewährter Verfahren für Produktfeatures wie Sperren, Serialisierung und Abfrageleistung.

Optimierung von JVMs

Sie müssen bestimmte Aspekte der JVM-Optimierung (Java Virtual Machine) berücksichtigen, um die beste Leistung mit WebSphere eXtreme Scale zu erzielen.

Empfohlen werden 1- bis 2-Gb-Heap-Speicher mit einer JVM pro 4 Kernen. Die Größe der Heap-Speicher richtet sich nach der Art der Objekte, die in den Servern gespeichert werden. Eine diesbezügliche Erläuterung finden Sie weiter hinten in diesem Dokument.

Empfehlungen zur Größe von Heap-Speichern und zur Garbage-Collection

Die optimale Größe der Heap-Speicher ist von drei Faktoren abhängig:

1. Anzahl der Liveobjekte im Heap-Speicher,
2. Komplexität der Liveobjekte im Heap-Speicher,
3. Anzahl verfügbarer Kerne für die JVM.

Eine Anwendung, die beispielsweise 10-KB-Feldgruppen speichert, kann einen viel größeren Heap-Speicher haben als eine Anwendung, die komplexe POJO-Graphen verwendet.

Alle modernen JVMs verwenden Algorithmen für parallele Garbage-Collection, d. h., durch den Einsatz weiterer Kerne können die Pausen zwischen den Garbage-Collections reduziert werden. Das bedeutet also, dass die Garbage-Collection auf Maschinen mit 8 Kernen schneller ist als auf einer Maschine mit 4 Kernen.

Realspeicherbelegung versus Heap-Speicherspezifikation

Eine JVM mit einem 1-Gb-Heap-Speicher belegt ungefähr 1,3 Gb Realspeicher. Unter Laborbedingungen wurde festgestellt, dass es nicht möglich ist, zehn 1-Gb-JVMs auf einer Maschine mit 16 Gb Arbeitsspeicher auszuführen. Sobald die JVM eine Belegung von 800 MB erreicht, beginnt sie mit dem Paging.

Garbage-Collection

Verwenden Sie für IBM JVMs den Collector "avgoptpause" in Szenarien mit einer hohen Aktualisierungsrate (100 % geänderter Transaktionseinträge). Der Collector "gencon" funktioniert in Szenarien, in denen die Daten nur relativ selten aktualisiert werden (10 % der Zeit oder weniger), viel besser als der Collector "avgoptpause". Experimentieren Sie mit beiden Collector-Typen, um festzustellen, welcher sich besser in Ihrem Szenario eignet. Wenn Sie ein Leistungsproblem erkennen, aktivieren Sie die ausführliche Garbage-Collection, um die für die Garbage-Collection aufgebrachte Zeit in Prozent zu überprüfen. Es wurden Szenarien gefunden, in de-

nen 80 % der Zeit für die Garbage-Collection aufgebracht wurde, bis das Problem durch Optimierung behoben wurde.

JVM-Leistung

WebSphere eXtreme Scale kann unter verschiedenen Versionen von Java 2 Platform, Standard Edition (J2SE) ausgeführt werden. ObjectGrid Version 6.1 unterstützt J2SE Version 1.4.2 und höher. Zur Steigerung der Entwicklerproduktivität und der Leistung verwenden Sie J2SE 5 oder höher, um die Vorteile von Annotationen und verbesserter Garbage-Collection zu nutzen. ObjectGrid funktioniert in 32-Bit- und 64-Bit-JVMs.

Clients von ObjectGrid Version 6.0.2 können eine Verbindung zu einem Grid der ObjectGrid Version 6.1 herstellen. Verwenden Sie Clients der ObjectGrid Version 6.1 für Clients der J2SE Version 1.4.2 oder höher. Der einzige Grund für die Verwendung eines Clients der ObjectGrid Version 6.0.2 ist die Unterstützung von J2SE Version 1.3.

WebSphere eXtreme Scale wurde mit einem Teil der verfügbaren virtuellen Maschinen getestet, aber die Liste der unterstützten JVMs ist nicht exklusiv. Sie können WebSphere eXtreme Scale in jeder Version 1.4.2 oder höher ausführen, aber wenn ein Problem in der JVM auftritt, müssen Sie sich für Unterstützung an den jeweiligen JVM-Anbieter wenden. Verwenden Sie, sofern möglich, die JVM aus der WebSphere-Laufzeitumgebung auf jeder Plattform, die von WebSphere Application Server unterstützt wird.

Java Platform, Standard Edition 6 ist die beste JVM. Die Leistung von Java 2 Platform, Standard Edition, Version 1.4 ist insbesondere in Szenarien, in denen der Collector "gencon" den Ausschlag gibt, sehr schwach. Java Platform Standard Edition 5 bietet eine gute Leistung, aber Java Platform, Standard Edition 6 eine bessere.

Optimierung der Datei "orb.properties"

Es wird empfohlen, die folgende Datei "orb.properties" für Produktionsumgebungen zu verwenden. Diese Datei wurde unter Laborbedingungen in Grids mit bis zu 1500 JVMs verwendet. Die Datei "orb.properties" befindet sich im Ordner "lib" der verwendeten JRE.

```
# Eigenschaften des IBM JDK für den ORB
org.omg.CORBA.ORBClass=com.ibm.CORBA.iiop.ORB
org.omg.CORBA.ORBSingletonClass=com.ibm.rmi.corba.ORBSingleton

# WS-Interceptor
org.omg.PortableInterceptor.ORBInitializerClass.com.ibm.ws.objectgrid.corba.ObjectGridInitializer

# Eigenschaften des WS-ORB und der Plug-ins
com.ibm.CORBA.ForceTunnel=never
com.ibm.CORBA.RequestTimeout=10
com.ibm.CORBA.ConnectTimeout=10

# Erforderlich, wenn sehr viele JVMs gleichzeitig eine Verbindung zum Katalog herstellen
com.ibm.CORBA.ServerSocketQueueDepth=2048

# Clients und Katalogserver können offene Sockets zu allen JVMs haben
com.ibm.CORBA.MaxOpenConnections=1016

# Thread-Pool für die Verarbeitung eingehender Anforderungen, hier 200 Threads
com.ibm.CORBA.ThreadPool.IsGrowable=false
com.ibm.CORBA.ThreadPool.MaximumSize=200
com.ibm.CORBA.ThreadPool.MinimumSize=200
com.ibm.CORBA.ThreadPool.InactivityTimeout=180000

# Keine Aufteilung großer Anforderungen/Antworten in kleinere Blöcke
com.ibm.CORBA.FragmentSize=0
```

Thread-Anzahl

Die Thread-Anzahl ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Die Anzahl der Threads, die von einem einzelnen Shard verwaltet werden können, ist begrenzt. Je mehr Shards jede JVM enthält, desto mehr Threads und mehr gemeinsame Zugriffe sind möglich. Jedes zusätzliche Shard liefert weitere nebenläufige Pfade für die Daten. Jedes Shard ist so nebenläufig wie möglich, aber nichtsdestotrotz gibt es einen Grenzwert.

Bewährte Verfahren für CopyMode

WebSphere eXtreme Scale erstellt eine Kopie des Werts auf der Basis einer der sechs verfügbaren CopyMode-Einstellungen. Legen Sie fest, welche Einstellung sich am besten für Ihre Implementierungsanforderungen eignet.

Sie können die Methode setCopyMode(CopyMode, valueInterfaceClass) der API "BackingMap" verwenden, um den Kopiermodus auf eines der folgenden Felder des Typs "final static" setzen, die in der Klasse com.ibm.websphere.objectgrid.CopyMode definiert sind.

Wenn eine Anwendung die Schnittstelle "ObjectMap" verwendet, um eine Referenz auf einen Map-Eintrag anzufordern, verwenden Sie diese Referenz nur in der Transaktion von WebSphere eXtreme Scale, in der die Referenz angefordert wurde. Wenn Sie die Referenz in einer anderen Transaktion verwenden, kann dies Fehler zur Folge haben. Bei der Verwendung der pessimistischen Sperrstrategie für die BackingMap wird beispielsweise über einen Aufruf der Methode "get" oder "getForUpdate" je nach Transaktion eine S- (gemeinsame) bzw. U-Sperre (Aktualisierung) angefordert. Die Methode "get" gibt die Referenz auf den Wert zurück, und die angeforderte Sperre wird freigegeben, sobald die Transaktion abgeschlossen ist. Die Transaktion muss die Methode "get" oder "getForUpdate" aufrufen, um den Map-Eintrag in einer anderen Transaktion zu sperren. Jede Transaktion muss eine eigene Referenz auf den Wert über die Methode get bzw. getForUpdate anfordern, anstatt dieselbe Wertreferenz einer anderen Transaktion wiederzuverwenden.

CopyMode-Einstellung für Entitäts-Maps

Wenn Sie eine Map verwenden, die einer Entität der API "EntityManager" zugeordnet ist, gibt die Map immer die Tupelobjekte der Entität wieder, ohne eine Kopie zu erstellen, sofern Sie nicht den Kopiermodus COPY_TO_BYTES verwenden. Es ist wichtig, dass die CopyMode-Einstellung aktualisiert wird bzw. das Tupel entsprechend kopiert wird, wenn Änderungen vorgenommen werden.

COPY_ON_READ_AND_COMMIT

Der Modus COPY_ON_READ_AND_COMMIT ist der Standardmodus. Das Argument "valueInterfaceClass" wird ignoriert, wenn dieser Modus verwendet wird. Dieser Modus stellt sicher, dass eine Anwendung keine Referenz auf das Wertobjekt enthält, das in der BackingMap enthalten ist. Stattdessen arbeitet die Anwendung immer mit einer Kopie des Werts, der in der BackingMap enthalten ist. Der Modus COPY_ON_READ_AND_COMMIT stellt sicher, dass die Anwendung die Daten, die in der BackingMap zwischengespeichert sind, nicht unabsichtlich beschädigen kann. Wenn eine Anwendungstransaktion eine Methode " ObjectMap-.get" für einen bestimmten Schlüssel aufruft und es sich um den ersten Zugriff auf den ObjectMap-Eintrag für diesen Schlüssel handelt, wird eine Kopie des Werts zurückgegeben. Beim Festschreiben der Transaktion werden alle von der Anwendung festgeschriebenen Änderungen in die BackingMap kopiert, um sicherzustellen, dass

die Anwendung keine Referenz auf den festgeschriebenen Wert in der BackingMap hat.

COPY_ON_READ

Der Modus COPY_ON_READ bietet im Vergleich mit dem Modus COPY_ON-_READ_AND_COMMIT eine bessere Leistung, weil in diesem Modus beim Festschreiben einer Transaktion keine Daten kopiert werden. Das Argument "valueInterfaceClass" wird ignoriert, wenn dieser Modus verwendet wird. Zur Bewahrung der Integrität der BackingMap-Daten stellt die Anwendung sicher, dass jede Referenz auf einen Eintrag gelöscht wird, wenn die Transaktion festgeschrieben wird. In diesem Modus gibt die Methode "ObjectMap.get" eine Kopie des Werts an Stelle einer Referenz auf den Wert zurück, um sicherzustellen, dass Änderungen, die von der Anwendung am Wert vorgenommen werden, solange keine Auswirkungen auf den BackingMap-Wert haben, bis die Transaktion festgeschrieben wird. Beim Festschreiben der Transaktion wird jedoch keine Kopie der Änderungen erstellt. Stattdessen wird die Referenz auf die Kopie, die von der Methode "ObjectMap.get" zurückgegeben wurde, in der BackingMap gespeichert. Die Anwendung löscht alle Referenzen auf Map-Einträge, wenn die Transaktion festgeschrieben wird. Wenn die Anwendung die Referenzen auf die Map-Einträge nicht löscht, kann die Anwendung die in der BackingMap zwischengespeicherten Daten beschädigen. Falls eine Anwendung diesen Modus verwendet und Probleme auftreten, wechseln Sie in den Modus COPY_ON_READ_AND_COMMIT, um festzustellen, ob die Probleme weiterhin auftreten. Sollten die Probleme nicht mehr auftreten, ist dies ein Hinweis darauf, dass die Anwendung nach dem Festschreiben der Transaktion nicht alle Referenzen löscht.

COPY_ON_WRITE

Der Modus COPY_ON_WRITE bietet im Vergleich mit dem Modus COPY_ON-_READ_AND_COMMIT eine bessere Leistung, weil in diesem Modus beim ersten Aufruf der Methode "ObjectMap.get" für einen bestimmten Schlüssel in einer Transaktion keine Daten kopiert werden. Die Methode "ObjectMap.get" gibt einen Proxy auf den Wert an Stelle einer direkten Referenz auf das Wertobjekt zurück. Der Proxy stellt sicher, dass keine Kopie des Werts erstellt wird, sofern die Anwendung nicht eine Methode "set" für die Wertschnittstelle aufruft, die mit dem Argument "valueInterfaceClass" angegeben wurde. Der Proxy verwendet eine Implementierung von "copy on write" (Kopieren beim Schreiben). Wenn eine Transaktion festgeschrieben wird, prüft die BackingMap den Proxy, um festzustellen, ob auf die aufgerufene Methode "set" hin eine Kopie erstellt wurde. Wurde eine Kopie erstellt, wird diese Referenz auf die Kopie in der BackingMap gespeichert. Dieser Modus hat den großen Vorteil, dass beim Lesen oder Festschreiben niemals ein Wert kopiert wird, wenn die Transaktion keine Methode "set" aufruft, um den Wert zu ändern.

In den Modi COPY_ON_READ_AND_COMMIT und COPY_ON_READ wird eine tiefe Kopie erstellt, wenn ein Wert aus der ObjectMap abgerufen wird. Wenn eine Anwendung nur einige der Werte, die in einer Transaktion abgerufen werden, aktualisiert, ist dieser Modus nicht optimal. Der Modus COPY_ON_WRITE unterstützt dieses Verhalten zwar effizient, erfordert aber, dass die Anwendung ein einfaches Muster verwendet. Die Wertobjekte sind erforderlich, um eine Schnittstelle zu unterstützen. Die Anwendung muss die Methoden in dieser Schnittstelle verwenden, wenn sie mit dem Wert in einer eXtreme-Scale-Sitzung interagiert. In diesem Fall erstellt eXtreme Scale Proxys für die Werte, die an die Anwendung zurückgegeben werden. Der Proxy hat eine Referenz auf den echten Wert. Wenn die Anwendung nur Leseoperationen durchführt, werden diese immer mit der echten

Kopie durchgeführt. Wenn die Anwendung ein Attribut im Objekt ändert, erstellt der Proxy eine Kopie des echten Objekts und nimmt die Änderung dann an der Kopie vor. Von diesem Zeitpunkt an verwendet der Proxy die Kopie. Mit der Verwendung der Kopie kann die Kopieroperation für Objekte, die von der Anwendung nur gelesen werden, vollständig umgangen werden. Alle Änderungsoperationen müssen mit dem festgelegten Präfix beginnen. Enterprise JavaBeans werden normalerweise so codiert, dass sie diese Art der Methodenbenennung für Methoden verwenden, die die Objektattribute ändern. Diese Konvention muss eingehalten werden. Alle geänderten Objekte werden zu dem Zeitpunkt kopiert, zu dem sie von der Anwendung geändert werden. Dieses Lese- und Schreibszenario ist das effizienteste Szenario, das von eXtreme Scale unterstützt wird. Wenn Sie den Modus COPY_ON_WRITE für eine Map konfigurieren möchten, können Sie das folgende Beispiel verwenden. In diesem Beispiel speichert die Anwendung Person-Objekte, die in der Map mit dem Namen als Schlüssel verwaltet werden. Das Person-Objekt wird im folgenden Code-Snippet dargestellt.

```
class Person {
    String name;
    int age;
    public Person() {
    }
    public void setName(String n)  {
        name = n;
    }
    public String getName() {
        return name;
    }
    public void setAge(int a) {
        age = a;
    }
    public int getAge() {
        return age;
    }
}
```

Die Anwendung verwendet die Schnittstelle "IPerson" nur, wenn sie mit Werten interagiert, die aus einer ObjectMap abgerufen werden. Ändern Sie das Objekt, wie im folgenden Beispiel gezeigt, um eine Schnittstelle zu verwenden:

```
interface IPerson
{
    void setName(String n);
    String getName();
    void setAge(int a);
    int getAge();
}
// Person-Objekt ändern, um die Schnittstelle "IPerson" zu implementieren.
class Person implements IPerson {
    ...
}
```

Anschließend muss die Anwendung, wie im folgenden Beispiel gezeigt, den Modus COPY_ON_WRITE für die BackingMap konfigurieren:

```
ObjectGrid dg = ...;
BackingMap bm = dg.defineMap("PERSON");
// COPY_ON_WRITE für diese Map mit
// IPerson als valueProxyInfo-Klasse verwenden.
bm.setCopyMode(CopyMode.COPY_ON_WRITE,IPerson.class);
// Anschließend muss die Anwendung das folgende Muster verwenden,
// wenn die Map PERSON verwendet wird.
Session sess = ...;
ObjectMap person = sess.getMap("PERSON");
...
sess.begin();
```

```
// Die Anwendung setzt den zurückgegebenen Wert in IPerson und nicht in Person um.
IPerson p = (IPerson)person.get("Billy");
p.setAge( p.getAge() + 1 );
...
// Neues Person-Objekt erstellen und der Map hinzufügen
Person p1 = new Person();
p1.setName("Bobby");
p1.setAge(12);
person.insert(p1.getName(), p1);
sess.commit();
// Das folgende Snippet funktioniert nicht. Es löst eine Ausnahme
// des Typs "ClassCastException" aus.
sess.begin();
// Der Fehler ist hier, dass Person an Stelle von
// IPerson verwendet wird.
Person a = (Person)person.get("Bobby");
sess.commit();
```

Im ersten Abschnitt wird gezeigt, das die Anwendung einen Wert abruft, der in der Map den Namen "Billy" hat. Die Anwendung setzt den zurückgegebenen Wert in das IPerson-Objekt und nicht in das Person-Objekt um, weil der zurückgegebene Proxy zwei Schnittstellen implementiert:

- die im Aufruf der Methode "BackingMap.setCopyMode" angegebene Schnittstelle,
- die Schnittstelle "com.ibm.websphere.objectgrid.ValueProxyInfo".

Sie können den Proxy in zwei Typen umsetzen. Der letzte Teil des vorherigen Code-Snippets demonstriert, was im Modus COPY_ON_WRITE nicht zulässig ist. Die Anwendung ruft den Datensatz "Bobby" ab und versucht, den Datensatz in ein Person-Objekt umzusetzen. Diese Aktion scheitert mit einer Ausnahme bei Klassenumsetzung, weil der zurückgegebene Proxy kein Person-Objekt ist. Der zurückgegebene Proxy implementiert das IPerson-Objekt und ValueProxyInfo.

Schnittstelle "ValueProxyInfo" und Unterstützung von Teilaktualisierungen: Diese Schnittstelle ermöglicht einer Anwendung, den festgeschriebenen schreibgeschützten Wert , der vom Proxy referenziert wird, oder die Gruppe der Attribute, die in dieser Transaktion geändert wurden, abzurufen.

```
public interface ValueProxyInfo {
    List /**/ ibmGetDirtyAttributes();
    Object ibmGetRealValue();
}
```

Die Methode "ibmGetRealValue" gibt eine schreibgeschützte Kopie des Objekts zurück. Die Anwendung darf diesen Wert nicht ändern. Die Methode "ibmGetDirtyAttributes" gibt eine Liste mit Zeichenfolgen zurück, die die Attribute darstellen, die von der Anwendung während dieser Transaktion geändert wurden. Der Hauptanwendungsfall für die Methode "ibmGetDirtyAttributes" ist in einem JDBC- (Java Database Connectivity) oder CMP-basierten Loader. Nur die in der Liste benannten Attribute müssen in der SQL-Anweisung bzw. in dem Objekt, das der Tabelle zugeordnet ist, aktualisiert werden. Dies führt zu einer effizienteren SQL, die vom Loader generiert wird. Wenn eine Copy-on-Write-Transaktion festgeschrieben wird und ein Loader integriert ist, kann der Loader die Werte der geänderten Objekte in die Schnittstelle "ValueProxyInfo" umsetzen, um diese Informationen abzurufen.

Behandlung der Methode "equals", wenn COPY_ON_WRITE oder Proxys verwendet werden: der folgende Code erstellt beispielsweise ein Person-Objekt und fügt es anschließend in eine ObjectMap ein. Anschließend ruft er dasselbe Objekt mit der Methode "ObjectMap.get" ab. Der Wert wird in die Schnittstelle umgesetzt.

Wenn der Wert in die Schnittstelle "Person" umgesetzt wird, wird eine Ausnahme des Typs "ClassCastException" ausgelöst, weil der zurückgegebene Wert ein Proxy ist, der die Schnittstelle "IPerson" implementiert und kein Person-Objekt ist. Die Gleichheitsprüfung scheitert, wenn die Operation "==" verwendet wird, weil es sich nicht um dasselbe Objekt handelt.

```
session.begin();
// Neues Person-Objekt
Person p = new Person(...);
personMap.insert(p.getName, p);
// Erneut abrufen und daran denken, die Schnittstelle für die Umsetzung zu verwenden
IPerson p2 = personMap.get(p.getName());
if(p2 == p) {
    // Objekte sind identisch
} else {
    // Objekte sind nicht identisch
}
```

Ein weiterer Aspekt ist das Überschreiben der Methode "equals". Wie im vorherigen Code-Snippet veranschaulicht, muss die Methode "equals" sicherstellen, dass das Argument ein Objekt ist, das die Schnittstelle "IPerson" implementiert und das Argument in ein IPerson-Objekt umsetzt. Da das Argument ein Proxy sein kann, das die Schnittstelle "IPerson" implementiert, müssen Sie die Methoden "getAge" und "getName" verwenden, wenn Sie vergleichen, ob die Instanzvariablen identisch sind.

```
{
    if ( obj == null ) return false;
    if ( obj instanceof IPerson ) {
        IPerson x = (IPerson) obj;
        return ( age.equals( x.getAge() ) && name.equals( x.getName() ) )
    }
    return false;
}
```

Voraussetzungen für die Konfiguration von ObjectQuery und HashIndex: Wenn Sie den Modus COPY_ON_WRITE mit ObjectQuery oder einem HashIndex-Plug-in verwenden, müssen Sie das ObjectQuery-Schema und das HashIndex-Plug-in konfigurieren, um über Eigenschaftenmethoden (Standardeinstellung) auf die Objekte zuzugreifen. Wenn die Verwendung des Feldzugriffs konfiguriert ist, versuchen die Abfragesteuerkomponente und der Index, auf die Felder im Proxy-Objekt zuzugreifen. Daraufhin wird immer null (0) zurückgegeben, da die Objektinstanz ein Proxy ist.

NO_COPY

Der Modus NO_COPY ermöglicht einer Anwendung sicherzustellen, dass sie ein Wertobjekt, das über eine Methode "ObjectMap.get" abgerufen wird, nicht ändert, um Leistungsverbesserungen zu erzielen. Das Argument "valueInterfaceClass" wird ignoriert, wenn dieser Modus verwendet wird. Wenn dieser Modus verwendet wird, wird keine Kopie des Werts erstellt. Wenn die Anwendung Werte ändert, werden die Daten in der BackingMap beschädigt. Der Modus NO_COPY ist hauptsächlich für schreibgeschützte Maps hilfreich, in denen die Daten von der Anwendung nie geändert werden. Falls eine Anwendung diesen Modus verwendet und Probleme auftreten, wechseln Sie in den Modus COPY_ON_READ_AND_COMMIT, um festzustellen, ob die Probleme weiterhin auftreten. Sollten die Probleme nicht mehr auftreten, ist dies ein Hinweis darauf, dass die Anwendung während der Transaktion oder nach dem Festschreiben der Transaktion den von der Methode "ObjectMap.get" zurückgegebenen Wert ändert. Alle Maps, die Entitäten der

API "EntityManager" zugeordnet sind, verwenden diesen Modus automatisch, unabhängig davon, welcher Modus in der Konfiguration von eXtreme Scale definiert ist.

Alle Maps, die Entitäten der API "EntityManager" zugeordnet sind, verwenden diesen Modus automatisch, unabhängig davon, welcher Modus in der Konfiguration von eXtreme Scale definiert ist.

COPY_TO_BYTES

Sie können Objekte in einem serialisierten Format an Stelle des POJO-Formats speichern. Mit der Einstellung COPY_TO_BYTES können Sie den Speicherbedarf eines großen Objektgraphen verringern. Weitere Informationen finden Sie im Abschnitt „Maps für Bytefeldgruppen" auf Seite 41.

Unzulässige Verwendung von CopyMode

Es treten Fehler auf, wenn eine Anwendung versucht, die Leistung mit dem Kopiermodus COPY_ON_READ, COPY_ON_WRITE oder NO_COPY, wie zuvor beschrieben, zu verbessern. Diese Probleme treten nicht auf, wenn Sie den Kopiermodus in COPY_ON_READ_AND_COMMIT ändern.

Problem

Das Problem kann auf beschädigte Daten in der ObjectGrid-Map zurückzuführen sein, die das Ergebnis eines Verstoßes gegen den Programmiervertrag des verwendeten Kopiermodus durch die Anwendung sind. Fehlerhafte Daten können zu unvorhersehbaren Fehlern führen, die vorübergehend, unerklärlich oder unerwartet sein können.

Lösung

Die Anwendung muss den Programmiervertrag einhalten, der für den verwendeten Kopiermodus festlegt wurde. Für die Kopiermodi COPY_ON_READ und COPY_ON_WRITE verwendet die Anwendung eine Referenz auf ein Wertobjekt außerhalb des Transaktionsbereichs, von dem die Wertreferenz abgerufen wurde. Zur Verwendung dieser Modi muss die Anwendung die Referenz auf das Wertobjekt nach Abschluss der Transaktion löschen und eine neue Referenz auf das Wertobjekt in jeder Transaktion abrufen, die auf das Wertobjekt zugreift. Im Kopiermodus NO_COPY darf die Anwendung das Wertobjekt nie ändern. In diesem Fall müssen Sie die Anwendung so schreiben, dass sie das Wertobjekt nicht ändert, oder einen anderen Kopiermodus für die Anwendung festlegen.

Maps für Bytefeldgruppen

Sie können die Schlüssel/Wert-Paare in Ihren Maps in einer Bytefeldgruppe anstatt im POJO-Format speichern, was den Speicherbedarf eines großen Objektgraphen reduziert.

Vorteile

Die Speicherbelegung steigt mit der Anzahl der Objekte im Objektgraphen. Indem Sie einen komplexen Objektgraphen zu einer Bytefeldgruppe reduzieren, wird nur noch ein einziges Objekt an Stelle mehrerer Objekte im Heap-Speicher verwaltet. Durch die Reduktion der Objektanzahl im Heap-Speicher muss die Java-Laufzeitumgebung während der Garbage-Collection weniger Objekte suchen.

Der von WebSphere eXtreme Scale verwendete Standardkopiermechanismus ist die Serialisierung, die kostenintensiv ist. Wenn Sie beispielsweise den Standardkopiermodus `COPY_ON_READ_AND_COMMIT` verwenden, wird jeweils beim Lesen und beim Abrufen eine Kopie erstellt. Anstatt eine Kopie beim Lesen zu erstellen, wird der Wert mit Bytefeldgruppen aus den Bytes wiederhergestellt, und anstatt eine Kopie bei der Festschreibung zu erstellen, wird der Wert in Bytes serialisiert. Die Verwendung von Bytefeldgruppen liefert dieselbe Datenkonsistenz wie die Standardeinstellung mit Reduktion der Speicherbelegung.

Wenn Sie Bytefeldgruppen verwenden, ist der Einsatz eines optimierten Serialisierungsmechanismus von entscheidender Bedeutung, um eine Reduktion der Speicherbelegung zu erzielen. Weitere Informationen finden Sie im Abschnitt „Serialisierungsleistung” auf Seite 236.

Maps für Bytefeldgruppen konfigurieren

Sie können Maps für Bytefeldgruppen über die ObjectGrid-XML-Datei aktivieren, indem Sie das von einer Map verwendete Attribut "CopyMode", wie im folgenden Beispiel gezeigt, auf COPY_TO_BYTES setzen:

```
<backingMap name="byteMap" copyMode="COPY_TO_BYTES" />
```

Weitere Informationen finden Sie im Abschnitt zur ObjectGrid-XML-Deskriptordatei im *Administratorhandbuch*.

Hinweise

Sie müssen prüfen, ob sich die Verwendung von Maps für Bytefeldgruppen in einem bestimmten Szenario eignet oder nicht. Die Speicherbelegung reduziert sich zwar bei der Verwendung von Bytefeldgruppen, aber die Prozessorauslastung kann zunehmen.

In der folgenden Liste sind verschiedene Faktoren beschrieben, die Sie berücksichtigen sollten, bevor Sie sich für die Verwendung von Maps für Bytefeldgruppen entscheiden.

Objekttyp

Für einige Objekttypen ist bei der Verwendung von Maps für Bytefeldgruppen unter Umständen keine Reduktion der Speicherbelegung möglich. Deshalb gibt es auch verschiedene Objekttypen, für die Sie keine Maps für Bytefeldgruppen verwenden sollten. Wenn Sie einen der primitiven Java-Wrapper als Wert verwenden oder ein POJO, das keine Referenzen auf andere Objekte enthält (sondern nur primitive Felder speichert), ist die Anzahl der Java-Objekte bereits so niedrig wie möglich, nämlich eins. Da die Speicherbelegung für das Objekt bereits optimiert ist, wird die Verwendung einer Map für Bytefeldgruppen für diese Objekttypen nicht empfohlen. Maps für Bytefeldgruppen eignen sich besser für Objekttypen, die andere Objekte oder Objektsammlungen enthalten, in denen die Gesamtanzahl der POJO-Objekte größer als eins ist.

Wenn Sie beispielsweise ein Objekt "Customer" haben, das eine Geschäftsadresse (Business Address) und eine Privatadresse (Home Address) sowie eine Sammlung von Aufträgen (Order) hat, können die Anzahl der Objekte im Heap-Speicher und die Anzahl der von diesen Objekten belegten Bytes durch die Verwendung von Maps für Bytefeldgruppen reduziert werden.

Lokaler Zugriff

Werden andere Kopiermodi verwendet, können Anwendungen bei der Erstellung von Kopien optimiert werden, wenn Objekte mit dem Standard-ObjectTransformer klonbar sind oder wenn ein angepasster ObjectTransformer mit einer optimierten Methode "copyValue" bereitgestellt wird. Verglichen mit den anderen Kopiermodi, fallen für das Kopieren bei Lese-, Schreib- und Festschreibungsoperationen zusätzliche Kosten an, wenn lokal auf Objekte zugegriffen wird. Wenn Sie beispielsweise einen nahen Cache in einer verteilten Topologie haben oder direkt auf eine lokale oder Server-ObjectGrid-Instanz zugreifen, nehmen die Zugriffs- und Festschreibungszeiten bei der Verwendung von Maps für Bytefeldgruppen aufgrund der Serialisierungskosten zu. Ein ähnlicher Aufwand ist in einer verteilten Topologie zu verzeichnen, wenn Sie DataGrid-Agenten verwenden oder bei der Verwendung des ObjectGridEventGroup.ShardEvents-Plug-ins auf die primäre Partition des Servers zugreifen.

Plug-in-Interaktionen

Wenn Sie Maps für Bytefeldgruppen verwenden, werden Objekte bei der Kommunikation zwischen einem Client und einem Server nicht dekomprimiert, es sei denn, der Server benötigt das POJO-Format. Plug-ins, die mit dem Map-Wert interagieren, verzeichnen Leistungseinbußen, weil der Wert dekomprimiert werden muss.

Jedes Plug-in, das "LogElement.getCacheEntry" oder "LogElement.getCurrentValue" verwendet, weist diesen erhöhten Aufwand auf. Wenn Sie den Schlüssel abrufen möchten, können Sie die Methode "LogElement.getKey" verwenden, die den zusätzlichen Aufwand vermeidet, den die Methode "LogElement.getCacheEntry().getKey" mit sich bringt. In den folgenden Absätzen wird die Wirkung von Bytefeldgruppen auf Plug-ins erläutert.

Indizes und Abfragen

Wenn Objekte im POJO-Format gespeichert werden, sind die Kosten für die Indexierung und Abfragen minimal, weil das Objekt nicht dekomprimiert werden muss. Wenn Sie eine Map für Bytefeldgruppen verwenden, entstehen zusätzliche Kosten für die Dekomprimierung des Objekts. Wenn Ihre Anwendung Indizes oder Abfragen verwendet, wird im Allgemeinen von der Verwendung von Maps für Bytefeldgruppen abgeraten, sofern Sie die Abfragen nicht ausschließlich für Schlüsselattribute durchführen.

Optimistisches Sperren

Wenn Sie die optimistische Sperrstrategie verwenden, entstehen zusätzliche Kosten bei Operationen zum Aktualisieren oder Ungültigmachen von Einträgen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass der Wert im Server dekomprimiert werden muss, um den Versionswert für die optimistische Kollisionsprüfung abzurufen. Wenn Sie optimistisches Sperren nur verwenden, um Abrufoperationen (fetch) zu gewährleisten und keine optimistische Kollisionsprüfung benötigen, können Sie "com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.builtins.NoVersioningOptimisticCallback" verwenden, um die Versionsprüfung zu inaktivieren.

Loader

Auch bei einem Loader (Ladeprogramm) fallen in der eXtreme-Scale-Laufzeitumgebung Kosten für die Dekomprimierung und erneute Serialisierung des Werts an, wenn er vom Loader verwendet wird. Sie können für Loader trotzdem Maps für Bytefeldgruppen verwenden, müssen aber die Kosten berücksichtigen, die durch

das Ändern des Werts in einem solchen Szenario anfallen. Sie können das Feature für Bytefeldgruppen beispielsweise im Kontext eines Caches verwenden, in dem hauptsächlich Leseoperationen durchgeführt werden. In diesem Fall überwiegen die Vorteile, weniger Objekte im Heap-Speicher und weniger Speicherbelegung zu haben, die Kosten, die durch die Verwendung von Bytefeldgruppen bei Einfüge- und Aktualisierungsoperationen anfallen.

ObjectGridEventListener

Wenn Sie die Methode "transactionEnd" im ObjectGridEventListener-Plug-in verwenden, entstehen zusätzliche Kosten auf der Serverseite für Fernanforderungen beim Zugriff auf den Cacheeintrag eines LogElement-Objekts oder auf den aktuellen Wert. Wenn die Implementierung der Methode nicht auf diese Felder zugreift, entstehen keine zusätzlichen Kosten.

Bewährte Verfahren zum Erreichen einer optimalen Leistung des Plug-in-Evictors

Wenn Sie Plug-in-Evictor (Bereinigungsprogramme) verwenden, werden diese erst aktiv, nachdem Sie sie erstellt und einer BackingMap zugeordnet haben. Mit Hilfe der folgenden bewährten Verfahren können Sie die Leistung für LFU- und LRU-Evictor erhöhen.

LFU-Evictor

Das Konzept von LFU-Evictor (Bereinigungsprogramm) sieht vor, dass Einträge aus der Map entfernt werden, die nur selten verwendet werden. Die Einträge der Map sind auf eine festgelegte Menge binärer Heap-Speicher verteilt. Je öfter ein bestimmter Cacheeintrag verwendet wird, desto höher wird er im Heap-Speicher eingereiht. Wenn der Evictor versucht, Bereinigungen durchzuführen, entfernt er nur die Cacheeinträge, die sich unterhalb eines bestimmten Punkts des binären Heap-Speichers befinden. Deshalb werden nur die so genannten LFU-Einträge (Last Frequently Used, am wenigsten verwendet) Einträge bereinigt.

LRU-Evitor

Der LRU-Evictor (Bereinigungsprogramm) folgt bis auf wenige Unterschiede denselben Konzepten wie der LFU-Evictor. Der Hauptunterschied besteht darin, dass der LRU-Evictor eine First In/First Out-Warteschlange (FIFO) an Stelle einer Gruppe binärer Heap-Speicher verwendet. Jedesmal, wenn auf einen Cacheeintrag zugegriffen wird, wird dieser an den Anfang der Warteschlange gestellt. Deshalb stehen oben in der Warteschlange die am häufigsten verwendeten Map-Eintrag und unten in der Warteschlange die am wenigsten verwendeten Map-Einträge. Beispiel: Der Cacheeintrag A wird 50 Mal verwendet, und der Cacheeintrag B wird nur ein einziges Mal direkt nach Cacheeintrag A verwendet. In dieser Situation steht der Cacheeintrag B am Anfang der Warteschlange, weil er zuletzt verwendet wurde, und der Cacheeintrag A steht am Ende der Warteschlange. Der LRU-Evictor entfernt die Cacheeinträge, die sich hinten in der Warteschlange befinden, weil es sich hierbei um die LRU-Map-Einträge (Least Recently Used) handelt, d. h., deren Verwendungszeit am ältesten ist.

LFU- und LRU-Eigenschaften und bewährte Verfahren zur Leistungsverbesserung

Anzahl der Heap-Speicher

Wenn Sie den LFU-Evictor verwenden, werden alle Cacheeinträge für eine bestimmte Map über die von Ihnen angegebene Anzahl von Heap-Speichern sortiert, was die Leistung erheblich verbessert und verhindert, dass alle Bereinigungsoperationen in einem einzigen binären Heap-Speicher synchronisiert werden müssen, der die gesamte Sortierung für die Map enthält. Eine höhere Anzahl an Heap-Speichern verringert auch die erforderliche Zeit für die Neusortierung der Heap-Speicher, weil jeder Heap-Speicher weniger Einträge enthält. Setzen Sie die Anzahl der Heap-Speicher auf 10 % der Eintragsanzahl in Ihrer BaseMap.

Anzahl der Warteschlangen

Wenn Sie den LRU-Evictor verwenden, werden alle Cacheeinträge für eine bestimmte Map über die von Ihnen angegebene Anzahl von LRU-Warteschlangen sortiert, was die Leistung erheblich verbessert und verhindert, dass alle Bereinigungsoperationen in einer einzigen Warteschlange synchronisiert werden müssen, die die gesamte Sortierung für die Map enthält. Setzen Sie die Anzahl der Warteschlangen auf 10 % der Eintragsanzahl in Ihrer BaseMap.

Eigenschaft "MaxSize"

Wenn ein LFU- oder LRU-Evictor mit dem Entfernen von Einträgen beginnt, verwendet er die Evictor-Eigenschaft "MaxSize", um festzustellen, wie viele binäre Heap-Speicher bzw. LRU-Warteschlangenelemente bereinigt werden müssen. Angenommen, Sie legen die Anzahl der Heap-Speicher bzw. Warteschlangen so fest, dass je Map-Warteschlange ungefähr 10 Map-Einträge enthält. Wenn die Eigenschaft "MaxSize" auf 7 gesetzt ist, entfernt der Evictor 3 Einträge aus jedem Heap-Speicher bzw. Warteschlangenobjekt, um die Größe der einzelnen Heap-Speicher bzw. Warteschlangen wieder auf 7 zurückzusetzen. Der Evictor entfernt nur dann Map-Einträge aus einem Heap-Speicher bzw. aus einer Warteschlange, wenn die Anzahl der im Heap-Speicher bzw. in der Warteschlange enthaltenen Elemente höher ist als der Wert der Eigenschaft "MaxSize". Setzen Sie die Eigenschaft "MaxSize" auf 70 % Ihrer Heap-Speicher- bzw. Warteschlangengröße. In diesem Beispiel wird die Eigenschaft auf 7 gesetzt. Sie können die ungefähre Größe jedes Heap-Speichers bzw. jeder Warteschlange bestimmen, indem Sie die Anzahl der Base-Map-Einträge durch die Anzahl der verwendeten Heap-Speicher bzw. Warteschlangen teilen.

Eigenschaft "SleepTime"

Ein Evictor entfernt nicht ständig Einträge aus der Map. Vielmehr ist es eine gewisse Zeit inaktiv und prüft die Map nur alle n Sekunden, wobei n für den Wert der Eigenschaft "SleepTime" steht. Diese Eigenschaft wirkt sich auch positiv auf die Leistung aus. Wird die Bereinigung zu häufig durchgeführt, verringert sich die Leistung, weil Ressourcen für die Bereinigung benötigt werden. Wird der Evictor zu selten ausgeführt, können sich Einträge in einer Map ansammeln, die eigentlich nicht benötigt werden. Eine Map, die sehr viele nicht benötigte Einträge enthält, kann sich nachteilig auf den Speicherbedarf und auf die Verarbeitungsressourcen auswählen, die für Ihre Map erforderlich sind. Für die meisten Maps empfiehlt es sich, das Bereinigungsintervall auf 15 Sekunden zu setzen. Wenn eine Map viele Schreiboperationen und eine hohe Transaktionsrate aufweist, sollten Sie das Intervall verringern. Wird nur selten auf die Map zugegriffen, können Sie einen höheren Wert festlegen.

Beispiel

Der Beispielcode definiert eine Map definiert, erstellt einen neuen LFU-Evictor, setzt die Eigenschaften für den Evictor und stellt die Map so ein, dass der Evictor verwendet wird:

```
// ObjectGridManager zum Erstellen/Abrufen des ObjectGrids verwenden (siehe den
// Abschnitt zu ObjectGridManger)
ObjectGrid objGrid = ObjectGridManager.create.....
BackingMap bMap = objGrid.defineMap("SomeMap");

// Eigenschaften, ausgehend von 50.000 Map-Einträgen, definieren
LFUEvictor someEvictor = new LFUEvictor();
someEvictor.setNumberOfHeaps(5000);
someEvictor.setMaxSize(7);
someEvictor.setSleepTime(15);
bMap.setEvictor(someEvictor);
```

Die Verwendung des LRU-Evictors ist der Verwendung eines LFU-Evictors sehr ähnlich. Es folgt ein Beispiel:

```
ObjectGrid objGrid = new ObjectGrid;
BackingMap bMap = objGrid.defineMap("SomeMap");

// Eigenschaften, ausgehend von 50.000 Map-Einträgen, definieren
LRUEvictor someEvictor = new LRUEvictor();
someEvictor.setNumberOfLRUQueues(5000);
someEvictor.setMaxSize(7);
someEvictor.setSleepTime(15);
bMap.setEvictor(someEvictor);
```

Beachten Sie, dass sich nur zwei Zeilen vom Beispiel für den LFU-Evictor unterscheiden.

Bewährte Verfahren für die Sperrleistung

Sperrstrategien und Transaktionsisolationseinstellungen wirken sich auf die Leistung Ihrer Anwendungen aus.

Zwischengespeicherte Instanz abrufen

Weitere Informationen finden Sie in der Dokumentation zum Sperren von Map-Einträgen im *Administratorhandbuch*.

Pessimistische Sperrstrategie

Verwenden Sie die pessimistische Sperrstrategie für Lese- und Schreiboperationen in Maps, wenn die Anzahl der Schlüsselkollisionen sehr hoch ist. Die pessimistische Sperrstrategie hat die größten Auswirkungen auf die Leistung.

Transaktionsisolationsstufen "read committed" und "read uncommitted"

Wenn Sie eine pessimistische Sperrstrategie verwenden, setzen Sie die Transaktionsisolationsstufe mit der Methode "Session.setTransactionIsolation". Für die Isolationsstufen "read committed" und "read uncommitted" verwenden Sie das Argument "Session.TRANSACTION_READ_COMMITTED" bzw. das Argument "Session.TRANSACTION_READ_UNCOMMITTED". Wenn Sie die Transaktionsisolationsstufe auf das pessimistische Standardsperrverhalten zurücksetzen möchten, verwenden Sie die Methode "Session.setTransactionIsolation" mit dem Argument "Session.REPEATABLE_READ".

Die Isolationsstufe "read committed" verringert die Dauer gemeinsamer Sperren, was die Anzahl gemeinsamer Zugriffe erhöhen und das Risiko von Deadlocks verringern kann. Diese Isolationsstufe sollte verwendet werden, wenn eine Transaktion keine Zusicherung benötigt, dass gelesene Werte für die Dauer der Transaktion unverändert bleiben.

Verwenden Sie die Isolationsstufe "uncommitted read", wenn die Transaktion die festgeschriebenen Daten nicht sehen muss.

Optimistische Sperrstrategie

Optimistisches Sperren ist die Standardkonfiguration. Diese Strategie bietet im Vergleich mit der pessimistischen Sperrstrategie sowohl eine bessere Leistung als auch eine bessere Skalierbarkeit. Verwenden Sie diese Strategie, wenn Ihre Anwendungen einige Fehler bei optimistischen Aktualisierungen tolerieren können und dabei eine bessere Leistung bieten als bei der pessimistischen Strategie. Diese Strategie eignet sich bestens für Leseoperationen und Anwendungen, die nur selten Aktualisierungen vornehmen.

OptimisticCallback-Plug-in

Bei der optimistischen Sperrstrategie wird eine Kopie der Cacheeinträge erstellt, und diese werden dann bei Bedarf mit den Originaleinträgen verglichen. Diese Operation kann kostenintensiv sein, weil das Kopieren der Einträge Klon- und Serialisierungsoperationen umfassen kann. Um die beste Leistung zu erzielen, implementieren Sie das angepasste Plug-in für Maps, die keine Entitäts-Maps sind.

Weitere Informationen finden Sie im Abschnitt . Weitere Informationen zum OptimisticCallback-Plug-in finden Sie in der *Produktübersicht*.

Versionsfelder für Entitäten verwenden

Wenn Sie optimistisches Sperren für Entitäten verwenden, verwenden Sie die Annotation "@Version" oder ein äquivalentes Attribut in der Metadatendeskriptordatei der Entität. Die Versionsannotation bietet ObjectGrid eine effiziente Methode für die Verfolgung der Versionen eines Objekts. Wenn die Entität kein Versionsfeld hat und optimistisches Sperren für die Entität verwendet wird, muss die vollständige Entität kopiert und verglichen werden.

Strategie ohne Sperren verwenden

Verwenden Sie die Strategie ohne Sperren für Anwendungen, die nur Leseoperationen durchführen. Bei dieser Strategie werden weder Sperren angefordert, noch wird ein Sperrenmanager verwendet. Deshalb bietet diese Strategie die höchste Anzahl gemeinsamer Zugriffe, die höchste Leistung und die höchste Skalierbarkeit.

Serialisierungsleistung

WebSphere eXtreme Scale verwendet mehrere Java-Prozesse, in denen Daten gespeichert werden. Diese Prozesse serialisieren die Daten, d. h., sie konvertieren die Daten (die das Format von Java-Objektinstanzen haben) in Bytes und bei Bedarf zurück in Objekte, um die Daten zwischen Client- und Serverprozessen zu verschieben. Das Marshaling der Daten ist die kostenintensivste Operation und muss vom Anwendungsentwickler beim Design des Schemas, bei der Konfiguration des Grids und bei der Interaktion mit den Datenzugriffs-APIs berücksichtigt werden.

Die Java-Standardserialisierungs- und -Kopierroutinen sind relativ langsam und können in einem typischen Setup 60 bis 70 Prozent des Prozessors belegen. In den folgenden Abschnitten sind Möglichkeiten zur Verbesserung der Serialisierungsleistung beschrieben.

ObjectTransformer für jede BackingMap schreiben

Ein ObjectTransformer kann einer BackingMap zugeordnet werden. Ihre Anwendung kann eine Klasse haben, die die Schnittstelle "ObjectTransformer" implementiert und Implementierungen für die folgenden Operationen bereitstellt:

- Werte kopieren
- Schlüssel in und aus Datenströmen serialisieren und dekomprimieren
- Werte in und aus Datenströmen serialisieren und dekomprimieren

Die Anwendung muss keine Schlüssel kopieren, weil Schlüssel als unveränderlich betrachtet werden.

Weitere Informationen finden Sie unter Plug-ins für das Serialisieren und Kopieren zwischengespeicherter Objekte und unter Bewährte Verfahren für die Schnittstelle "ObjectTransformer".

Anmerkung: Die Schnittstelle "ObjectTransformer" wird nur aufgerufen, wenn das ObjectGrid die Daten kennt, die umgesetzt werden sollen. Werden beispielsweise DataGrid-API-Agenten verwendet, müssen die Agenten selbst sowie die Daten der Agenteninstanzen und Daten, die vom Agenten zurückgegeben werden, mit Hilfe angepasster Serialisierungstechniken optimiert werden. Die Schnittstelle "ObjectTransformer" wird nicht für DataGrid-API-Agenten aufgerufen.

Entitäten verwenden

Wenn Sie die EntityManager-API mit Entitäten verwenden, speichert das ObjectGrid die Entitätsobjekte nicht direkt in den BackingMaps. Die EntityManager-API konvertiert die Entitätsobjekte in Tupelobjekte. Weitere Informationen finden Sie Weitere Informationen finden Sie im Abschnitt zur Verwendung eines Loaders mit Entitäts-Maps und Tupeln im *Programmierhandbuch*. Entitäts-Maps werden automatisch einem hoch optimierten ObjectTransformer zugeordnet. Jedesmal, wenn die API "ObjectMap" oder die API "EntityManager" für die Interaktion mit Entitäts-Maps verwendet wird, wird der ObjectTransformer der Entität aufgerufen.

Angepasste Serialisierung

Es gibt einige Fälle, in denen Objekte für die Verwendung einer angepassten Serialisierung geändert werden müssen, z. B. durch Implementierung der Schnittstelle "java.io.Externalizable" oder durch Implementierung der Methoden "writeObject" und "readObject" für Klassen, die die Schnittstelle "java.io.Serializable" implementieren. Sie müssen angepasste Serialisierungstechniken verwenden, wenn die Objekte mit anderen Mechanismen als den Methoden der API "ObjectGrid" oder "EntityManager" serialisiert werden.

Wenn Objekte oder Entitäten beispielsweise als Instanzdaten in einem DataGrid-API-Agenten gespeichert werden oder wenn der Agent Objekte oder Entitäten zurückgibt, werden diese Objekte nicht mit einem ObjectTransformer umgesetzt. Der Agent verwendet jedoch automatisch den ObjectTransformer, wenn Sie die Schnittstelle `EntityMixin` verwenden. Weitere Einzelheiten finden Sie in der Dokumentation zu DataGrid-Agenten und entitätsbasierten Maps.

Bytefeldgruppen

Verwenden Sie API "ObjectMap" oder "DataGrid", werden die Schlüssel- und Wertobjekte serialisiert, wenn der Client mit dem Grid interagiert oder wenn die Objekte repliziert werden. Um die Kosten für die Serialisierung zu vermeiden, können Sie Bytefeldgruppen an Stelle von Java-Objekten verwenden. Bytefeldgruppen können wesentlich kostengünstiger im Hauptspeicher gespeichert werden, da das JDK für die Garbage-Collection weniger Objekte durchsuchen muss und die Objekte ausschließlich bei Bedarf dekomprimiert werden können. Bytefeldgruppen können nur verwendet werden, wenn Sie keinen Zugriff auf die Objekte über Abfragen oder Indizes benötigen. Da die Daten in Form von Bytes gespeichert werden, kann der Zugriff auf die Daten nur über ihren Schüssel erfolgen.

WebSphere eXtreme Scale kann Daten automatisch als Bytefeldgruppen speichern, wenn die Konfigurationsoption "CopyMode.COPY_TO_BYTES" für die Map verwendet wird. Die Speicherung kann aber aber auch manuell vom Client vorgenommen werden. Diese Option speichert die Daten effizient im Speicher und kann die Objekte in der Bytefeldgruppe auch automatisch dekomprimieren, damit sie bei Bedarf für Abfragen und Indizes verwendet werden können.

Bewährte Verfahren für die Schnittstelle "ObjectTransformer"

Die Schnittstelle "ObjectTransformer" verwendet Callbacks objects die Anwendung, um angepasste Implementierungen gängiger und kostenintensiver Operationen, wie z. B. Objektserialisierung und tiefe Kopien von Objekten, zu unterstützen.

Übersicht

Einzelheiten zur Schnittstelle "ObjectTransformer" finden Sie im Abschnitt „ObjectTransformer-Plug-in” auf Seite 232. Aus Leistungsgründen, und wie auch aus den Informationen zur Methode "CopyMode" im Abschnitt zu den bewährten Verfahren für die Methode "CopyMode" hervorgeht, kopiert eXtreme Scale die Werten in allen Fällen außer bei der Verwendung des Modus NO_COPY. Der Standardkopiermechanismus, der in eXtreme Scale eingesetzt wird, ist die Serialisierung, die bekanntermaßen eine kostenintensive Operation ist. In dieser Situation kommt die Schnittstelle "ObjectTransformer" zur Anwendung. Die Schnittstelle "ObjectTransformer" verwendet Callbacks an die Anwendung, um eine angepasste Implementierung gängiger und kostenintensiver Operationen, wie z. B. Objektserialisierung und tiefe Kopien für Objekte, zu unterstützen.

Eine Anwendung kann eine Implementierung der Schnittstelle "ObjectTransformer" für eine Map bereitstellen. eXtreme Scale delegiert die Arbeit dann an die Methoden in diesem Objekt und verlässt sich darauf, dass die Anwendung eine optimierte Version jeder Methode in der Schnittstelle bereitstellt. Im Folgenden sehen Sie die Schnittstelle "ObjectTransformer":

```
public interface ObjectTransformer {
    void serializeKey(Object key, ObjectOutputStream stream) throws IOException;
    void serializeValue(Object value, ObjectOutputStream stream) throws IOException;
    Object inflateKey(ObjectInputStream stream) throws IOException, ClassNotFoundException;
    Object inflateValue(ObjectInputStream stream) throws IOException, ClassNotFoundException;
    Object copyValue(Object value);
    Object copyKey(Object key);
}
```

Über den folgenden Beispielcode können Sie einer BackingMap eine Schnittstelle "ObjectTransformer" zuordnen:

```
ObjectGrid g = ...;
BackingMap bm = g.defineMap("PERSON");
MyObjectTransformer ot = new MyObjectTransformer();
bm.setObjectTransformer(ot);
```

Objektserialisierung und -dekomprimierung optimieren

Die Objektserialisierung ist gewöhnlich der wichtigste Leistungsaspekt in eXtreme Scale. Sie verwendet den Standardmechanismus "Serializable", wenn kein Object-Transformer-Plug-in von der Anwendung angegeben wird. Eine Anwendung kann Implementierungen der Serializable-Methoden "readObject" und "writeObject" bereitstellen oder von den Objekten die Schnittstelle "Externalizable" implementieren lassen, die ungefähr zehn Mal schneller ist. Wenn die Objekte in der Map nicht geändert werden können, kann eine Anwendung der ObjectMap eine Schnittstelle "ObjectTransformer" zuordnen. Die Methoden "serialize" und "inflate" werden bereitgestellt, um der Anwendung die Bereitstellung angepassten Codes für die Optimierung dieser Operationen bereitzustellen, da ihr Leistungseinfluss auf das System sehr hoch ist. Die Methode "serialize" serialisiert das Objekt in den bereitgestellten Datenstrom. Die Methode "inflate" liefert den Eingabedatenstrom und erwartet von der Anwendung, dass diese das Objekt erstellt, das Objekt anhand der Daten im Datenstrom dekomprimiert und das Objekt dann zurückgibt. Implementierungen der Methoden "serialize" und "inflate" müssen einander spiegeln.

Operationen für tiefe Kopien optimieren

Wenn eine Anwendung ein Objekt von einer ObjectMap empfängt, führt eXtreme Scale eine tiefe Kopie des Objektwerts durch, um sicherzustellen, dass die Datenintegrität der Kopie in der BaseMap-Map gewahrt bleibt. Anschließend kann die Anwendung den Objektwert beruhigt ändern. Beim Festschreiben der Transaktion wird die Kopie des Objektwerts in der BaseMap-Map in den neuen, geänderten Wert aktualisiert, und die Anwendung verwendet diesen Wert von diesem Zeitpunkt an nicht mehr. Sie hätten das Objekt in der Festschreibungsphase erneut kopieren können, um eine private Kopie zu erstellen, aber in diesem Fall wurden die Leistungskosten dieser Transaktion gegen die Anweisung an den Anwendungsprogrammierer, den Wert nach der Transaktionsfestschreibung nicht zu verwenden, abgewogen. Der Standard-ObjectTransformer versucht, einen Klon oder eine Kombination der Methoden "serialize" und "inflate" zu verwenden, um eine Kopie zu generieren. Die Kombination der Methoden "serialize" und "inflate" ist das Szenario mit der schlechtesten Leistung. Wenn bei der Profilerstellung festgestellt wird, dass die Ausführung der Methoden "serialize" und "inflate" ein Problem für Ihre Anwendung darstellen, schreiben Sie eine entsprechende Methode "clone", um eine tiefe Kopie zu erstellen. Wenn Sie die Klasse nicht ändern können, erstellen Sie ein angepasstes ObjectTransformer-Plug-in, und implementieren Sie weitere effiziente copyValue- und copyKey-Methoden.

Kapitel 11. Fehlerbehebung

Zusätzlich zu den in diesem Abschnitt beschriebenen Protokollen, Trace, Nachrichten und Releaseinformationen können Sie Überwachungstools verwenden, um Gegebenheiten zu verstehen, wie z. B. die Position der Daten in der Umgebung, die Verfügbarkeit der Server im Grid usw. Wenn Sie in einer Umgebung mit WebSphere Application Server arbeiten, können Sie Performance Monitoring Infrastructure (PMI) verwenden. Wenn Sie ein einer eigenständigen Umgebung arbeiten, können Sie Überwachungstools anderer Anbieter verwenden, wie z. B. CA Wily Introscope oder Hyperic HQ. Außerdem können Sie das Musterdienstprogramm "xsAdmin" verwenden und anpassen, um Textinformationen zu Ihrer Umgebung anzuzeigen.

Protokolle und Trace

Sie können Protokolle und Trace verwenden, um Ihre Umgebung zu überwachen und Fehler zu beheben. Protokolle werden je nach Konfiguration an unterschiedlichen Positionen gespeichert. Möglicherweise müssen Sie einen Trace für einen Server bereitstellen, wenn Sie mit der IBM Unterstützungsfunktion zusammenarbeiten.

Protokolle mit WebSphere Application Server

Weitere Informationen finden Sie im Information Center von WebSphere Application Server.

Protokolle mit WebSphere eXtreme Scale in einer eigenständigen Umgebung

Bei eigenständigen Katalog- und Containerservern legen Sie die Position der Protokolle und alle Trace-Spezifikationen fest. Die Katalogserverprotokolle werden dort gespeichert, wo Sie den Befehl zum Starten des Servers ausführen.

Protokollposition für Containerserver festlegen

Standardmäßig werden die Protokolle für einen Server in dem Verzeichnis gespeichert, in dem der Befehl zum Starten des Servers ausgeführt wird. Wenn Sie die Server im Verzeichnis *<Ausgangsverzeichnis_von_eXtreme_Scale>*/bin starten, werden die Protokoll- und Trace-Dateien in den Verzeichnissen logs/*<Servername>* des Verzeichnisses bin gespeichert. Wenn Sie eine andere Position für die Protokolle eines Containerservers festlegen möchten, erstellen Sie eine Eigenschaftendatei, z. B. server.properties, mit dem folgenden Inhalt:

```
workingDirectory=<Verzeichnis>
traceSpec=
systemStreamToFileEnabled=true
```

Die Eigenschaft "workingDirectory" ist das Stammverzeichnis für die Protokolle und die optionale Trace-Datei. WebSphere eXtreme Scale erstellt ein Verzeichnis mit dem Namen des Containerservers mit einer Datei SystemOut.log, einer Datei SystemErr.log und einer Trace-Datei, falls die Trace-Erstellung mit der Option "traceSpec" aktiviert wurde. Wenn eine Eigenschaftendatei während des Containerstarts verwendet werden soll, verwenden Sie die Option **-serverProps**, und geben Sie die Position der Servereigenschaftendatei an.

Häufige Informationsnachrichten, die in der Datei `SystemOut.log` aufgezeichnet werden, sind Bestätigungsnachrichten für den Start. Weitere Informationen zu bestimmten Nachrichten finden Sie im Abschnitt „Nachrichten” auf Seite 398.

Trace-Erstellung mit WebSphere Application Server

Weitere Informationen finden Sie im Information Center von WebSphere Application Server.

Trace-Erstellung für den Katalogservice

Sie können die Trace-Erstellung für einen Katalogservice festlegen, indem Sie während des Katalogservicestarts die Parameter **-traceSpec** und **-traceFile** verwenden. Beispiel:

```
startOgServer.sh catalogServer -traceSpec
ObjectGridPlacement=all=enabled -traceFile
/home/user1/logs/trace.log
```

Wenn Sie den Katalogservice im Verzeichnis *<Ausgangsverzeichnis_von_eXtreme_Scale>*`/bin` starten, werden die Protokolle und Trace-Dateien in einem Verzeichnis `logs/`*<Name_des_Katalogservice>* des Verzeichnisses `bin` gespeichert. Lesen Sie die Informationen zum Starten eines Katalogserviceprozesses in einer eigenständigen Umgebung im *Administratorhandbuch*.

Trace für einen eigenständigen Containerserver erstellen

Sie können die Trace-Erstellung für eine Containerserver auf zwei Arten aktivieren. Sie können, wie im Abschnitt zu den Protokollen erläutert, eine Servereigenschaftendatei erstellen, oder Sie können die Trace-Erstellung beim Start über die Befehlszeile aktivieren. Zum Aktivieren der Trace-Erstellung für den Container über eine Servereigenschaftendatei aktualisieren Sie die Eigenschaft **traceSpec** mit der erforderlichen Trace-Spezifikation. Zum Aktivieren der Trace-Erstellung für den Container über Startparameter verwenden Sie die Parameter **-traceSpec** und **-traceFile**. Beispiel:

```
startOgServer.sh c0 -objectGridFile ../xml/myObjectGrid.xml
-deploymentPolicyFile ../xml/myDepPolicy.xml -catalogServiceEndpoints
server1.rchland.ibm.com:2809 -traceSpec
ObjectGridPlacement=all=enabled -traceFile /home/user1/logs/trace.log
```

Wenn Sie den Server im Verzeichnis *<Ausgangsverzeichnis_von_eXtreme_Scale>*`/bin` starten, werden die Protokoll- und Trace-Dateien in den Verzeichnissen `logs/`*<Servername>* des Verzeichnisses `bin` gespeichert.

Weitere Informationen finden Sie

Trace-Erstellung mit der Schnittstelle "ObjectGridManager"

Eine weitere Option ist die Definition der Trace-Erstellung zur Laufzeit über eine ObjectGridManager-Schnittstelle. Die Definition der Trace-Erstellung in einer ObjectGridManager-Schnittstelle kann verwendet werden, um einen Trace für einen eXtreme-Scale-Client zu erstellen, wenn dieser eine Verbindung zu einer eXtreme-Scale-Instanz herstellt und Transaktionen festschreibt. Wenn Sie die Trace-Erstellung in einer ObjectGridManager-Schnittstelle festlegen möchten, geben Sie eine Trace-Spezifikation und ein Trace-Protokoll an.

```
ObjectGridManager manager = ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager();
...
manager.setTraceEnabled(true);
manager.setTraceFileName("logs/myClient.log");
manager.setTraceSpecification("ObjectGridReplication=all=enabled");
```

Trace-Erstellung mit dem Dienstprogramm "xsadmin" aktivieren

Zum Aktivieren der Trace-Erstellung mit dem Dienstprogramm "xsadmin" verwenden Sie die Option **setTraceSpec**. Verwenden Sie das Dienstprogramm "xsadmin", um die Trace-Erstellung für eine eigenständige Umgebung zur Laufzeit und nicht zur Startzeit zu aktivieren. Sie können die Trace-Erstellung für alle Server und Katalogservices aktivieren, oder Sie können die Server nach dem ObjectGrid-Namen usw. filtern. Wenn Sie beispielsweise den ObjectGridReplication-Trace mit Zugriff auf den Katalogserviceserver aktivieren möchten, führen Sie den folgenden Befehl aus:

```
<Ausgangsverzeichnis_von_eXtreme_Scale>/bin>xsadmin.bat -setTraceSpec "ObjectGridReplication=all=enabled"
```

Sie können die Trace-Erstellung auch inaktivieren, indem Sie die Trace-Spezifikation auf `*=all=disabled.` setzen.

Weitere Informationen finden Sie in der Beschreibung des Dienstprogramms "xsAdmin" im *Administratorhandbuch*.

FFDC-Verzeichnis und -Dateien

FFDC-Dateien sind als Debug-Hilfe für die IBM Unterstützungsfunktion bestimmt. Diese Dateien werden möglicherweise von der IBM Unterstützungsfunktion angefordert, wenn ein Problem auftritt.

Diese Dateien befinden sich in einem Verzeichnis mit dem Namen `ffdc`. Das Verzeichnis enthält Dateien wie die folgenden:

```
server2_exception.log
server2_20802080_07.03.05_10.52.18_0.txt
```

Trace-Optionen

Sie können die Trace-Erstellung aktivieren, um der IBM Unterstützungsfunktion Informationen über Ihre Umgebung bereitzustellen.

Informationen zur Trace-Erstellung

Der WebSphere eXtreme Scale-Trace ist in mehrere Komponenten unterteilt. Ähnlich wie bei der Trace-Erstellung in WebSphere Application Server können Sie die zu verwendende Trace-Stufe angeben. Zu den gängigen Trace-Stufen gehören all, debug, entryExit und event.

Im Folgenden sehen Sie ein Beispiel für eine Trace-Zeichenfolge:

```
ObjectGridComponent=level=enabled
```

Sie können Trace-Zeichenfolgen verknüpfen. Verwenden Sie das Symbol `*` (Stern), um einen Platzhalterwert anzugeben, z. B. `ObjectGrid*=all=enabled`. Wenn Sie einen Trace für die IBM Unterstützungsfunktion bereitstellen müssen, ist eine bestimmte Trace-Zeichenfolge erforderlich. So kann beispielsweise die Trace-Zeichenfolge `ObjectGridReplication=debug=enabled` angefordert werden, wenn ein Problem mit der Replikation auftritt.

Trace-Spezifikation

ObjectGrid
Allgemeine Basiscachesteuerkomponente.

ObjectGridCatalogServer
Allgemeiner Katalogservice.

ObjectGridChannel
Statische Kommunikation in der Implementierungstopologie.

7.1+ **ObjectGridClientInfo**
DB2-Clientinformationen.

7.1+ **ObjectGridClientInfoUser**
DB2-Benutzerinformationen.

ObjectgridCORBA
Dynamische Kommunikation in der Implementierungstopologie.

ObjectGridDataGrid
Die API "AgentManager".

ObjectGridDynaCache
Der dynamische Cacheprovider von WebSphere eXtreme Scale.

ObjectGridEntityManager
Die API "EntityManager". Mit der Option "Projector" zu verwenden.

ObjectGridEvictors
Integrierte ObjectGrid-Evictor (Bereinigungsprogramme).

ObjectGridJPA
JPA-Loader (Java Persistence API).

ObjectGridJPACache
JPA-Cache-Plug-ins.

ObjectGridLocking
Sperrenmanager für ObjectGrid-Cacheeinträge.

ObjectGridMBean
Management-Beans.

7.1+ **ObjectGridMonitor**
Infrastruktur für Langzeitüberwachung.

ObjectGridPlacement
Katalogserverservice für Shard-Verteilung.

ObjectGridQuery
ObjectGrid-Abfrage.

ObjectGridReplication
Replikationsservice.

ObjectGridRouting
Details zum Client/Server-Routing.

ObjectGridSecurity
Sicherheits-Trace.

ObjectGridStats
ObjectGrid-Statistiken.

ObjectGridStreamQuery
Die API "Stream Query".

ObjectGridWriteBehind
ObjectGrid-Write-behind.

Projector
Die Steuerkomponente in der API "EntityManager".

QueryEngine
Die Abfragesteuerkomponente für die API "Object Query" und die API "EntityManager Query".

QueryEnginePlan
Diagnose des Abfrageplans.

IBM Support Assistant für WebSphere eXtreme Scale

Sie können IBM Support Assistant verwenden, um Daten zu erfassen, Symptome zu analysieren und auf Produktinformationen zuzugreifen.

IBM Support Assistant Lite

IBM Support Assistant Lite for WebSphere eXtreme Scale unterstützt die automatische Datenerfassung und Symptomanalyse für Problembestimmungsszenarien.

Mit IBM Support Assistant Lite reduziert sich die Zeit, die erforderlich ist, um ein Problem mit den entsprechend definierten Trace-Stufen für Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Servicefreundlichkeit Trace-Stufen werden automatisch vom Tool gesetzt) zu reproduzieren, um die Fehlerbestimmung zu optimieren. Wenn Sie zusätzliche Unterstützung benötigen, verringert IBM Support Assistant Lite auch den erforderlichen Aufwand für das Senden der entsprechenden Protokollinformationen an die IBM Unterstützungsfunktion.

IBM Support Assistant Lite ist in jeder Installation von WebSphere eXtreme Scale Version 7.1.0 enthalten.

IBM Support Assistant

IBM® Support Assistant (ISA) ermöglicht Ihnen den schnellen Zugriff auf Produkt-, Schulungs- und Unterstützungsressourcen, die Ihnen helfen können, eigenständig Antworten auf Fragen zu finden und Probleme mit IBM Softwareprodukten zu finden, ohne sich an die IBM Unterstützungsfunktion wenden zu müssen. Es werden verschiedene produktspezifische Plug-ins bereitstellt, mit denen Sie IBM Support Assistant für Ihre installierten Produkte anpassen können. IBM Support Assistant kann auch Systemdaten, Protokolldateien und andere Informationen erfassen, die der IBM Unterstützungsfunktion bei der Bestimmung der Ursache eines bestimmten Problems helfen.

IBM Support Assistant ist ein Dienstprogramm, das für die Installation auf der Workstation und nicht für die direkte Installation auf dem System mit dem eXtreme-Scale-Server bestimmt ist. Der Speicher- und Ressourcenbedarf für Assistant kann sich nachteilig auf die Leistung des Systems mit dem eXtreme-Scale-Server auswirken. Die enthaltenen portierbaren Diagnosekomponenten sind so konzipiert, dass sie nur minimale Auswirkungen auf den normalen Betrieb eines Servers haben.

Sie können IBM Support Assistant für folgende Unterstützungszwecke einsetzen:

- Für die Suche von Informationen in Wissens- und Informationsquellen von IBM und anderen Anbietern zu mehreren IBM Produkten, um Antworten auf eine Frage zu finden oder um ein Problem zu lösen.

- Für die Suche zusätzlicher Informationen in produktspezifischen Webressourcen, einschließlich Produkt- und Unterstützungs-Homepages, Kunden-Newsgroups und -Foren, Wissens- und Schulungsressourcen sowie Informationen zur Fehlerbehebung und zu häufig gestellten Fragen.
- Zur Erweiterung Ihrer Möglichkeiten für die Diagnose produktspezifischer Probleme mit den in Support Assistant bereitgestellten zielspezifischen Diagnosetools.
- Für eine vereinfachte Erfassung von Diagnosedaten, die Ihnen und IBM helfen, Probleme zu beheben (Erfassung allgemeiner oder produkt- bzw. symptomspezifischer Daten).
- Zur Unterstützung beim Melden von Problemvorfällen an die IBM Unterstützungsfunktion über eine angepasste Onlineschnittstelle, einschließlich der Möglichkeit, zuvor referenzierte Diagnosedaten oder andere Informationen zu neuen oder vorhandenen Vorfällen anzuhängen.

Und dann können Sie noch das integrierte Updater-Tool verwenden, um Unterstützung für zusätzliche Softwareprodukte und Funktionen zu erhalten, sobald diese verfügbar sind. Zum Einrichten von IBM Support Assistant für WebSphere eXtreme Scale installieren Sie zuerst IBM Support Assistant unter Verwendung der Dateien, die in dem von der Webseite "IBM Support Overview" unter http://www-947.ibm.com/support/entry/portal/Overview/Software/Other_Software/IBM_Support_Assistant heruntergeladenen Image bereitgestellt werden. Anschließend verwenden Sie IBM Support Assistant, um Produktaktualisierungen zu suchen und zu installieren. Sie können auch neue Plug-ins installieren, die für andere IBM Software in Ihrer Umgebung verfügbar sind. Weitere Informationen und die aktuelle Version von IBM Support Assistant sind auf der Webseite von IBM Support Assistant unter http://www.ibm.com/software/support/isa/ verfügbar.

Nachrichten

Wenn Sie in einem Protokoll oder in anderen Teilen der Produktschnittstelle eine Nachricht sehen, können Sie die Nachricht mit Hilfe des Komponentenpräfix suchen, um weitere Informationen zu erhalten.

Nachrichten suchen

Wenn Sie eine Nachricht in einem Protokoll finden, kopieren Sie die Nachrichtennummer mit ihrem Buchstabenpräfix und iher Nummer, und suchen Sie im Information Center danach (z. B. `CWOBJ1526I`). Wenn Sie nach der Nachricht suchen, können Sie eine zusätzliche Erläuterung der Nachricht und Beschreibung möglicher Maßnahmen finden, die Sie zum Beheben des Problems verwenden können.

Einen Index der Produktnachrichten finden Sie im Information Center.

Releaseinformationen

Hier finden Sie Links zur Unterstützungswebsite für das Produkt, zur Produktdokumentation und zum letzten Stand der Updates, Einschränkungen und bekannten Problemen für das Produkt.

- „Zugriff auf den letzten Stand von Updates, Einschränkungen und bekannten Problemen” auf Seite 399
- „Zugriff auf System- und Softwarevoraussetzungen” auf Seite 399
- „Zugriff auf die Produktdokumentation ” auf Seite 399

- „Zugriff auf die Unterstützungswebsite für das Produkt ”
- „Kontaktaufnahme mit der IBM Softwareunterstützung ”

Zugriff auf den letzten Stand von Updates, Einschränkungen und bekannten Problemen

Die Releaseinformationen sind auf der Produktunterstützungssite als technische Hinweise verfügbar. Eine Liste aller technischen Hinweise für WebSphere eXtreme Scale finden Sie auf der Unterstützungswebseite.Wenn Sie auf die hier bereitgestellten Links klicken, wird die Unterstützungwebseite nach den relevanten Releaseinformationen durchsucht, die dann als Liste zurückgegeben werden.

- 7.1+ Eine Liste der Releaseinformationen für Version 7.1 finden Sie auf der Unterstützungswebseite.
- Eine Liste der Releaseinformationen für Version 7.0 finden Sie auf der Unterstützungswebseite.
- Eine Liste der Releaseinformationen für Version 6.1 finden Sie auf der Wiki-Seite für Releaseinformationen.

Zugriff auf System- und Softwarevoraussetzungen

Die Hardware- und Softwarevoraussetzungen finden Sie auf den folgenden Webseiten:

- Detailed system requirements

Zugriff auf die Produktdokumentation

Das vollständige Informationsset finden Sie auf der Bibliotheksseite.

Zugriff auf die Unterstützungswebsite für das Produkt

Wenn Sie nach den neuesten technischen Hinweisen, Downloads und Korrekturen sowie nach Informationen zur Unterstützung suchen, rufen Sie die Unterstützungswebseite auf.

Kontaktaufnahme mit der IBM Softwareunterstützung

Wenn ein Problem mit dem Produkt auftritt, versuchen Sie zuerst, die folgenden Aktionen auszuführen:

- Führen Sie die in der Produktdokumentation beschriebenen Schritte aus.
- Suchen Sie in der Onlinehilfe nach Referenzliteratur.
- Schlagen Sie die Fehlernachrichten in der Nachrichtenreferenz nach.

Sollten Sie das Problem nicht auf diese Weise lösen können, wenden Sie sich an die technische Unterstützung der IBM.

Bemerkungen

Hinweise auf IBM Produkte, Programme und Services in dieser Veröffentlichung bedeuten nicht, dass IBM diese in allen Ländern, in denen IBM vertreten ist, anbietet. Hinweise auf IBM Lizenzprogramme oder andere IBM Produkte bedeuten nicht, dass nur Programme, Produkte oder Services von IBM verwendet werden können. Anstelle der IBM Produkte, Programme oder Services können auch andere, ihnen äquivalente Produkte, Programme oder Services verwendet werden, solange diese keine gewerblichen oder anderen Schutzrechte von IBM verletzen. Die Verantwortung für den Betrieb der Produkte, Programme oder Fremdservices in Verbindung mit Fremdprodukten und Fremdservices liegt beim Kunden, soweit solche Verbindungen nicht ausdrücklich von IBM bestätigt sind.

Für in diesem Handbuch beschriebene Erzeugnisse und Verfahren kann es IBM Patente oder Patentanmeldungen geben. Mit der Auslieferung dieses Handbuchs ist keine Lizenzierung dieser Patente verbunden. Lizenzanforderungen sind schriftlich an folgende Adresse zu richten (Anfragen an diese Adresse müssen auf Englisch formuliert werden):

IBM Director of Licensing
IBM Europe, Middle East & Africa
Tour Descartes
2, avenue Gambetta
92066 Paris La Defense
France

Lizenznehmer des Programms, die Informationen zu diesem Produkt wünschen mit der Zielsetzung: (i) den Austausch von Informationen zwischen unabhängigen, erstellten Programmen und anderen Programmen (einschließlich des vorliegenden Programms) sowie (ii) die gemeinsame Nutzung der ausgetauschten Informationen zu ermöglichen, wenden sich an folgende Adresse:

IBM Corporation
Mail Station P300
522 South Road
Poughkeepsie, NY 12601-5400
USA
Attention: Information Requests

Die Bereitstellung dieser Informationen kann unter Umständen von bestimmten Bedingungen - in einigen Fällen auch von der Zahlung einer Gebühr - abhängig sein.

Marken

Folgende Namen sind Marken der IBM Corporation in den USA und/oder anderen Ländern:

- AIX
- CICS
- Cloudscape
- DB2
- Domino
- IBM
- Lotus
- RACF
- Redbooks
- Tivoli
- WebSphere
- z/OS

Java und alle auf Java basierenden Marken und Logos sind Marken von Sun Microsystems, Inc. in den USA und/oder anderen Ländern.

LINUX ist eine Marke von Linus Torvalds in den USA und/oder anderen Ländern.

Microsoft, Windows, Windows NT und das Windows-Logo sind Marken der Microsoft Corporation in den USA und/oder anderen Ländern.

UNIX ist eine eingetragene Marke von The Open Group in den USA und anderen Ländern.

Weitere Unternehmens-, Produkt- oder Servicenamen können Marken anderer Hersteller sein.

Index

M

N

O

P

R

S

T

U

V

W

Z

Antwort

eXtreme Scale Version 7.1
Programmierhandbuch
WebSphere eXtreme Scale
Programmierhandbuch

Anregungen zur Verbesserung und Ergänzung dieser Veröffentlichung nehmen wir gerne entgegen. Bitte informieren Sie uns über Fehler, ungenaue Darstellungen oder andere Mängel.

Zur Klärung technischer Fragen sowie zu Liefermöglichkeiten und Preisen wenden Sie sich bitte entweder an Ihre IBM Geschäftsstelle, Ihren IBM Geschäftspartner oder Ihren Händler.

Unsere Telefonauskunft "HALLO IBM" (Telefonnr.: 0180 3 313233) steht Ihnen ebenfalls zur Klärung allgemeiner Fragen zur Verfügung.

Kommentare:

Danke für Ihre Bemühungen.

Sie können ihre Kommentare betr. dieser Veröffentlichung wie folgt senden:
- Als Brief an die Postanschrift auf der Rückseite dieses Formulars
- Als E-Mail an die folgende Adresse: ibmterm@de.ibm.com

Name	Adresse
Firma oder Organisation	
Rufnummer	E-Mail-Adresse

Antwort

IBM

IBM Deutschland GmbH
SW TSC Germany

71083 Herrenberg