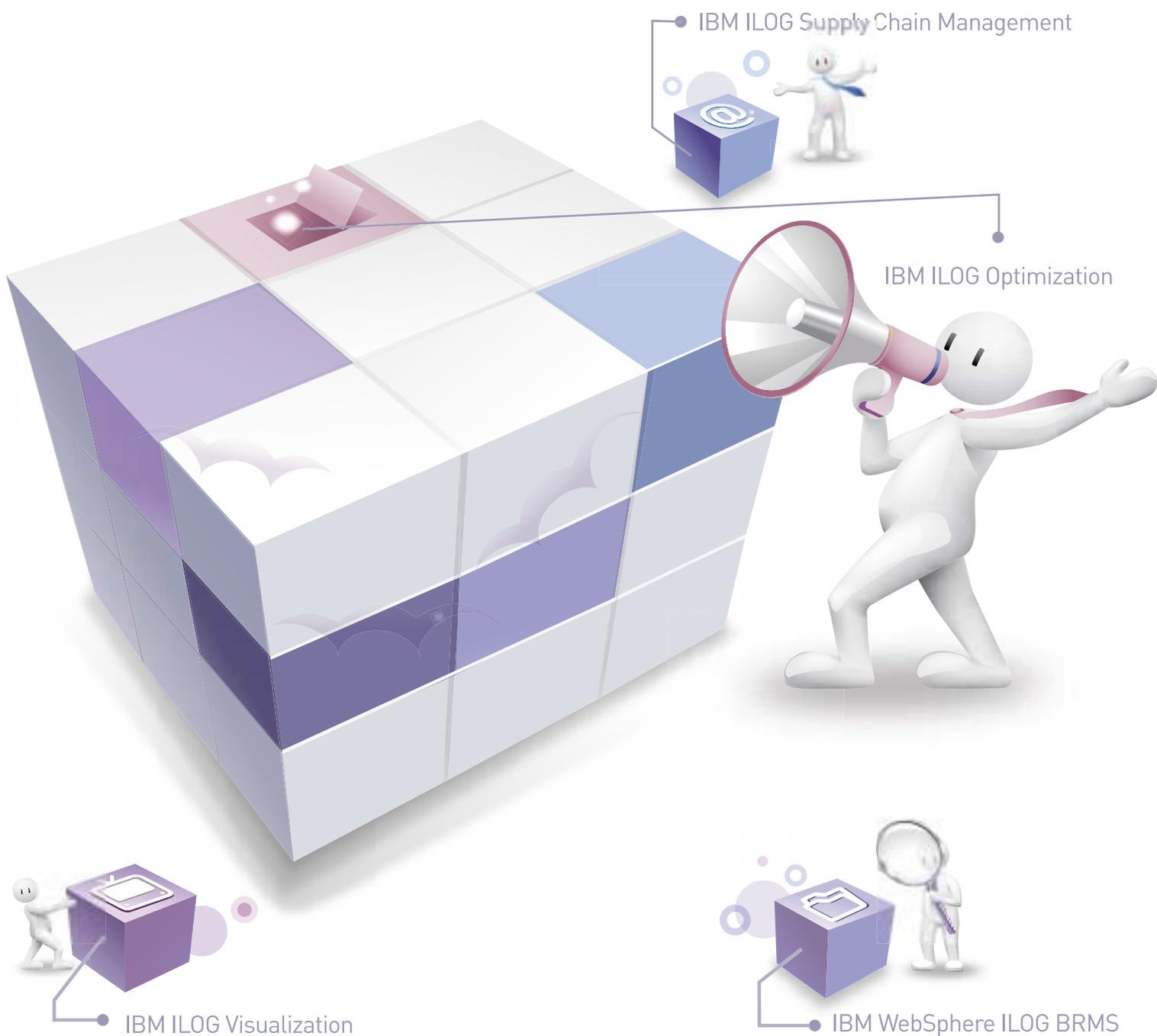


IBM ILOG Optimization

IBM ILOG는 OR(Operations Research) 분야에서 선두를 달리고 있습니다. 1987년 이래 기업들은 IBM ILOG Optimization을 이용하여 자본, 인력, 시간, 장비 등 자원의 최적화된 활용 방안을 수리적으로 찾아냄으로써 이익 및 효율성 증대, 합리적 의사결정, 민첩 대응에 강회 등의 효과를 확인하고 있습니다.



IBM ILOG Optimization



Contents

01. IBM ILOG Optimization	03
수학과 컴퓨터 과학에 기반을 둔 의사결정 지원 솔루션	
02. IBM ILOG Optimization Decision Manager	05
비즈니스 사용자를 위한 최적화 솔루션	
03. IBM ILOG OPL Development Studio	07
최적화 모델의 신속한 개발과 배포	
04. IBM ILOG CPLEX	11
시장을 선도하는 최적화 기술	
05. IBM ILOG CP Optimizer	14
최초의 자동화 제약 프로그래밍 옵티마이저	
06. IBM ILOG Constraint Programming	16
정교한 스케줄링 및 라우팅 솔루션	

01. IBM ILOG Optimization

수학과 컴퓨터 과학에 기반을 둔 의사결정 지원 솔루션

왜 IBM ILOG Optimization을 사용해야 하는가?

IBM ILOG는 OR(Operations Research) 분야에서 선두를 달리고 있습니다. 1987년 이래 기업들은 IBM ILOG Optimization을 이용하여 자본, 인력, 시간, 장비 등 자원의 최적화된 활용 방안을 수리적으로 찾아냄으로써 이익 및 효율성 증대, 합리적 의사결정, 변화 대응력 강화 등의 효과를 확인하고 있습니다.

IBM ILOG Optimization 제품군을 이용한 최적화

IBM ILOG Optimization은 이익 최대화, 비용 최소화, 일정 생산 수준 유지 등의 비즈니스 목적을 달성하기 위해, 기업이 가진 제약 조건들을 위반하지 않으면서, 선형 계획법(Linear Programming)의 심플렉스 알고리즘(Simplex Algorithm), 정수 계획법(Mixed Integer Programming), 분지한계법(分枝限界法, Branch and Bound Method)의 제약 전파 알고리즘(Constraint Programming Algorithm) 같은 최적화 기법을 이용하여 의사결정 가능한 자원의 최적화된 활용 방안을 찾아냅니다.

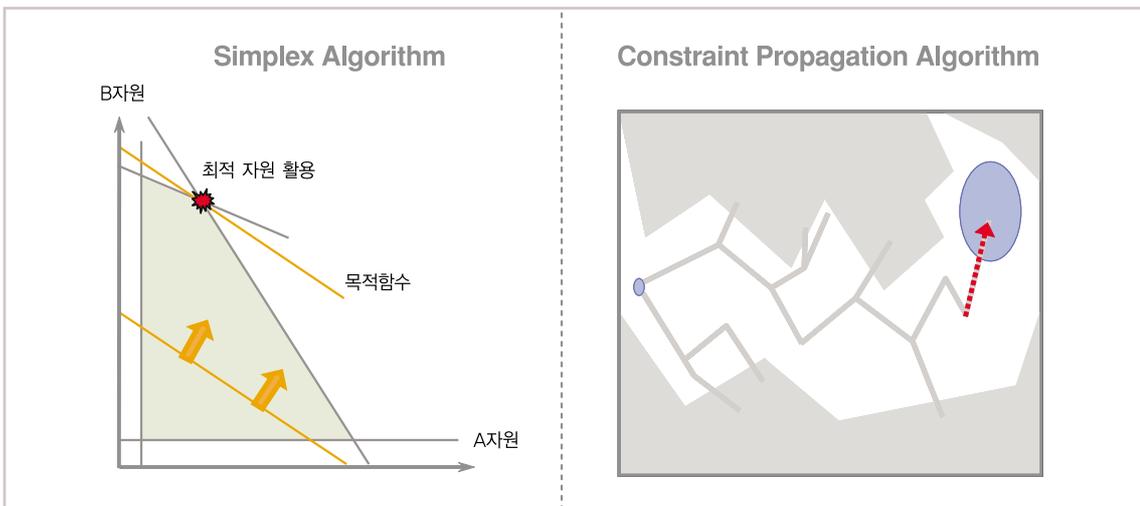


그림1. 다양한 최적화 접근 기법 예시

IBM ILOG Optimization 제품군 기대 효과

- 한정된 자원의 효율적 활용을 통한 이익 최대화 또는 비용 최소화 가능
- What-if 시뮬레이션을 통한 변화 대응력 가능
- 정량적 자료에 기반한 합리적인 의사결정 가능
- 정량적인 자료에 근거하여 수개월, 수주 안에 투자 회수율(ROI) 확인 가능
- 정확한 정보 기반의 신속한 의사결정 가능
- 제조업, 운송업, 물류, 재무, 설비, 에너지, 통신, 정부기관, 국방, 소매업 등 모든 산업에서 적용 가능

IBM ILOG Optimization 제품군의 구성

IBM ILOG는 OR(Operations Research) 분야에서 선두를 달리고 있습니다. 1987년 이래로 기업들은 IBM ILOG Optimization을 이용하여 자본, 인력, 시간, 장비 등 자원의 최적화된 활용 방안을 수리적으로 찾아냄으로써 이익 및 효율성 증대, 합리적 의사결정, 변화 대응력 강화 등의 효과를 확인하고 있습니다.

- IBM ILOG ODM(Optimization Decision Manager) – 비즈니스 사용자에게 최적화 기술이 가지는 장점을 활용하기 위해 요구되는 모든 기능을 제공합니다. IBM ILOG ODM 애플리케이션을 통해 사용자는 생산 계획 및 일정 계획에 대한 시나리오 생성, 비교가 가능하고, 모델 입력 조건이나 목표에 대한 조정이 가능하며, 제약 조건, 이율배반 조건, 민감도 및 비즈니스 옵션에 대해 이해할 수 있습니다.
- IBM ILOG OPL(Optimization Programming Language) Studio – 어떠한 계획 또는 스케줄링 문제에도 효과적인 최적화 모델을 가장 신속하게 구축할 수 있는 방법을 제공합니다.
- IBM ILOG CPLEX – 어려운 수학적 최적화 문제 풀이에 기본 알고리즘을 가장 신속하면서도 신뢰할 수 있는 방법으로 구현할 수 있는 방법을 제공합니다.
- IBM ILOG CP Optimizer – 수학적 프로그래밍(Math Programming, MP)이 수행하기 힘든 제약 프로그래밍(Constraint Programming)의 구축이 가능한 IBM ILOG CP의 2세대 S/W 컴포넌트입니다.
- IBM ILOG CP(Constraint Programming) – 수학적 프로그래밍(Math Programming, MP)이 수행하기 힘든, 수많은 불규칙한 제약 조건이 존재하는 복잡한 스케줄링, 시퀀싱, 타임 테이블링, 라우팅 및 디스패치 관련 모델을 구현할 수 있는 방법을 제공합니다.



그림2. IBM ILOG Optimization 제품군

02. IBM ILOG Optimization Decision Manager

비즈니스 사용자를 위한 최적화 솔루션

특징

- 비즈니스 목표들간의 균형
- 시뮬레이션 분석(What-if Analysis) 및 시나리오간 비교
- 제약 조건 완화
- 강력한 IBM ILOG OPL CPLEX Development System

생산 계획(Planning)과 일정 계획(Scheduling)의 도전 과제

고객 서비스 및 매출 목표를 고려하여 현실을 반영한 최적의 계획을 수립하는 것은 매우 복잡한 작업입니다. 오랫동안 최적화 기술은 복잡한 계획 문제에 대한 최상의 해결책을 찾아내기 위해 사용되었지만 모든 이윤배반 조건 및 민감도를 유연하게 모색할 수 있는 애플리케이션 환경은 종종 간과되어 왔습니다.

비즈니스 사용자에게 필요한 환경

의사결정 지원 환경은 비즈니스 사용자들이 자신 있는 의사결정을 할 수 있도록 하기 위한 필수 조건입니다. 그러나 의사결정 지원 애플리케이션은 비즈니스 사용자들이 정작 필요로 하는 다음과 같은 기능은 거의 제공하지 않습니다.

- 현실적인 생산 계획과 일정 계획 시나리오의 개발 및 비교 시 유연성 제공
- 시나리오 결과에 대한 민감도 분석 및 해석
- 전세계 시장을 선도하는 최적화 엔진 성능

비즈니스 사용자에게 능력 부여

IBM ILOG ODM(Optimization Decision Manager)은 사용자들이 최적화를 쉽게 사용하도록 합니다. IBM ILOG ODM 기반의 애플리케이션은 비즈니스 사용자에게 최적화 기술이 가지는 모든 장점을 활용하기 위해 요구되는 모든 기능을 제공합니다. IBM ILOG ODM 애플리케이션을 통해 사용자는 생산 계획 및 일정 계획에 대한 시나리오 생성, 비교가 가능하고, 모델 입력 조건이나 목표에 대한 조정이 가능하며, 제약 조건, 이윤배반 조건, 민감도 및 비즈니스 옵션에 대해 이해할 수 있습니다. 다른 어떠한 제품도 IBM ILOG ODM과 같은 최적화 성능을 제공하지 않습니다.

개발 비용 대폭 절감

우수한 최적화 기반의 의사결정 지원 애플리케이션 구축에는 많은 시간과 경험이 필요합니다. 시나리오 생성 및 비교, 제약 조건 완화 및 목표 조화와 관련된 복잡한 프로세스 설계와 더불어 데이터 입력 조건, 운영 제약 조건, 선호도, 비용, 수율 가정(Yield Assumptions), 목표 및 결과값의 측정지표 검토에 필요한 화면들도 필요합니다. 또한 Microsoft Excel 통합, 잘라내기-붙여넣기 편집 및 온라인 도움말과 같은 편리한 기능들이 최소한의 사용 편의성 표준을 충족시키기 위해 추가되어야 합니다. IBM ILOG ODM은 이 모든 기능을 갖춘 완전한 의사결정 지원 애플리케이션을 자동 생성함으로써 상당한 시간을 절약할 수 있습니다.

제약 조건 완화

IBM ILOG ODM 기반의 애플리케이션은 CPLEX 엔진이 실행되는 동안 과도한 제약 문제들을 제약 전파 과정을 통하여 자동으로 완화시켜 줍니다. 이 과정을 통해 완화된 선호도 및 제약 조건과 관련된 명확한 정보 제공과 함께 결과값을 항상 찾아낼 수 있습니다. IBM ILOG ODM을 이용하여 최적화는 쉽게 탐색되기 때문에 사용자는 최적화 모델의 역할을 파악하여 더 나은 최적 결과값을 갖는 시나리오를 생성할 수도 있습니다.

다양한 목적식들과 목표(Goal) 프로그래밍

현장에서는 비용 절감, 고객 서비스 향상, 매출 및 수익 증대 등 각각의 목적이 서로 상충합니다. IBM ILOG ODM 기반의 애플리케이션은 사용자가 개별 목표의 가중치를 변경할 수 있고, 각각의 목표 별로 최소 및 최대의 가중치 범위를 설정함으로써 상충되는 목표간의 균형을 이루도록 돕습니다. 실질적으로 목표 설정은 비용 및 제약 조건을 고려하는 것만큼이나 중요합니다.

시나리오 관리

시나리오의 비교 및 리포팅 기능을 지원하기 위해 IBM ILOG ODM 기반의 애플리케이션은 입력 데이터, 시나리오 파라미터, 목표, 결정 변수 및 결과값의 측정 지표 등 개별 시나리오에 대해 완전한 스토리지를 제공합니다. 데이터 테이블은 외부 데이터용 로컬 스토리지를 제공하여, 데이터 소스를 변경하지 않고도 수정이 가능합니다. 또한 별도의 작업 없이 시나리오 생성, 복사, 수정 및 비교가 가능하고, 시간이 흐름에 따라 데이터베이스에 저장된 ODM 시나리오 측정 지표는 운영 및 재무 성과 추적을 가능하게 해줍니다.

최적화 모델 개선

IBM ILOG ODM은 비즈니스 사용자가 최적화 모델을 완벽하게 구축하는데 필요한 반복적인 개발에 참여할 수 있도록 지원합니다. 특별한 직무를 완수하기 위해 다양한 부서에서 멤버를 차출해서 구성하는 다기능팀(Cross Functional Team)은 완벽하고 정교한 의사결정 지원 애플리케이션을 조정할 수 있는 권한을 갖습니다. 중요한 이해 관계자들은 IBM ILOG OPL, CPLEX, ODM Development System을 활용하여 단계적으로 수리 모델을 개발 및 개선할 수 있습니다.

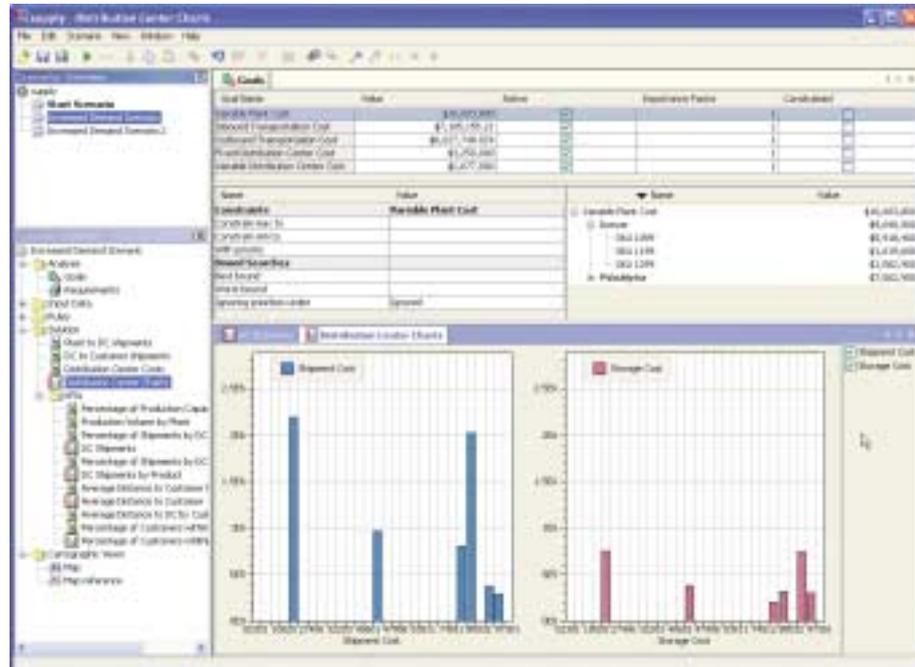


그림3. IBM ILOG ODM 기반의 애플리케이션을 통한 KPI 및 솔루션 분석

귀사는 여러 해 동안 맞춤형 계획 및 스케줄링 시스템을 구축하기 위해 IBM ILOG 최적화 기술을 성공적으로 채택했습니다. IBM ILOG는 Optimization Decision Management System을 통해 다시 한번 리더십을 입증했습니다. 이 틀을 사용함에 따라 미래에 탁월한 의사결정 지원 애플리케이션을 구축할 수 있을 것입니다.

- Kazuyoshi Inoue, Nippon Steel Solutions 株式会社 시스템 R&D 센터

03. IBM ILOG OPL Development Studio

최적화 모델의 신속한 개발과 배포

특징

- 최적화 모델의 개발, 디버그, 테스트, 튜닝 및 배치
- IBM ILOG CPLEX 또는 IBM ILOG CP Optimizer 사용으로 문제 풀이
- IBM ILOG ODM으로 대화식 의사결정 지원 애플리케이션 제작

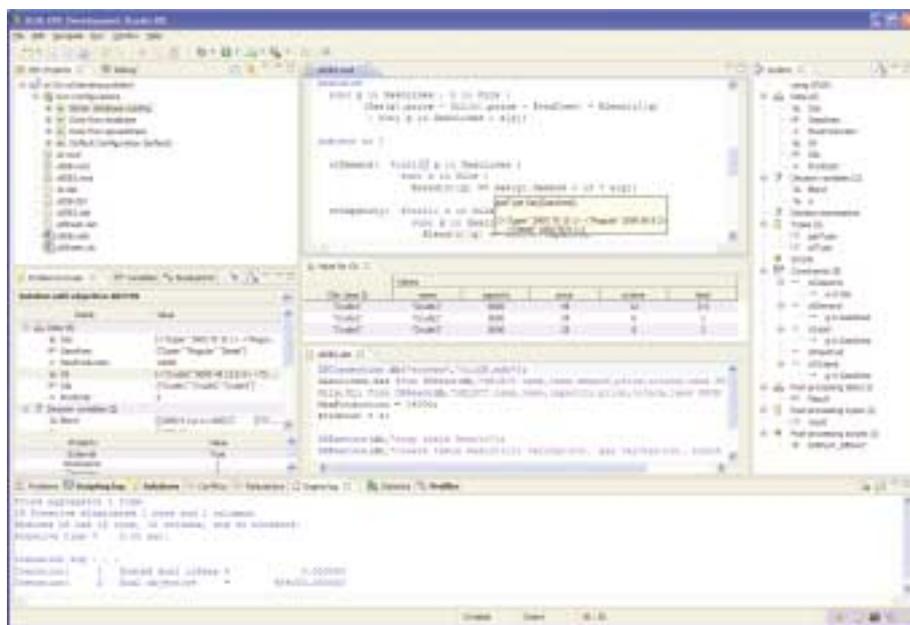


그림4. IBM ILOG OPL Development Studio의 통합개발환경

강력한 최적화 솔루션

최적화 소프트웨어는 효율성 및 이익 증대에 강력한 기술을 제공할 수 있습니다. 그러나 실질적으로는 강력한 수학엔진 및 실행엔진, 효율적인 모델, 유연한 애플리케이션을 필요로 합니다. IBM ILOG OPL(Optimization Programming Language) Development Studio는 어떠한 계획 또는 스케줄링 문제에서도 효과적인 최적화 모델을 가장 신속하게 구축할 수 있는 방법을 제공합니다. 완전한 통합개발환경을 통해 초기 모델 생성에서 데이터 통합 및 변환, 디버깅, 튜닝 및 배치에 이르기까지 전반적으로 최적화 애플리케이션 개발 프로세스를 지원합니다. 또한 수학적 프로그래밍의 새로운 기준인 IBM ILOG CPLEX와 제약 프로그래밍의 기준인 IBM ILOG CP Optimizer가 제공하는 이점을 최대한으로 활용합니다.

최적화 모델링의 자연적 접근법 (Natural Approach)

IBM ILOG OPL은 범용 프로그래밍 언어보다 노력이 훨씬 적게 들이면서, 최적화 모델을 사실대로 표현할 수 있습니다. IBM ILOG OPL에는 최적화 문제의 특수한 필요에 의해 고급 데이터 유형이 설계되었고, 이를 활용하여 MP(Math Programming) 모델의 실수 및 정수결정변수, CP(Constraint Programming) 모델의 정수결정변수, 1차 또는 2차원의 목적식 및 제약식의 모델링이 가능해졌습니다.

엔드 투 엔드 지원

IBM ILOG OPL-CPLEX Development System은 OR(Operations Research) 전문가들이 다양한 접근법을 활용하여 하나의 문제에 대해 쉽게 값을 구할 수 있도록 해줍니다. 디버깅 및 튜닝 툴은 개발자들이 모델을 개선할 수 있도록 지원합니다. 이 모델은 Java, .Net 또는 C++로 제작한 외부 애플리케이션으로 전개되거나 옵션으로 제공되는 IBM ILOG ODM을 추가하여 전적으로 대화식 의사결정 지원 애플리케이션 생성을 위해 사용됩니다.

전체 플로우

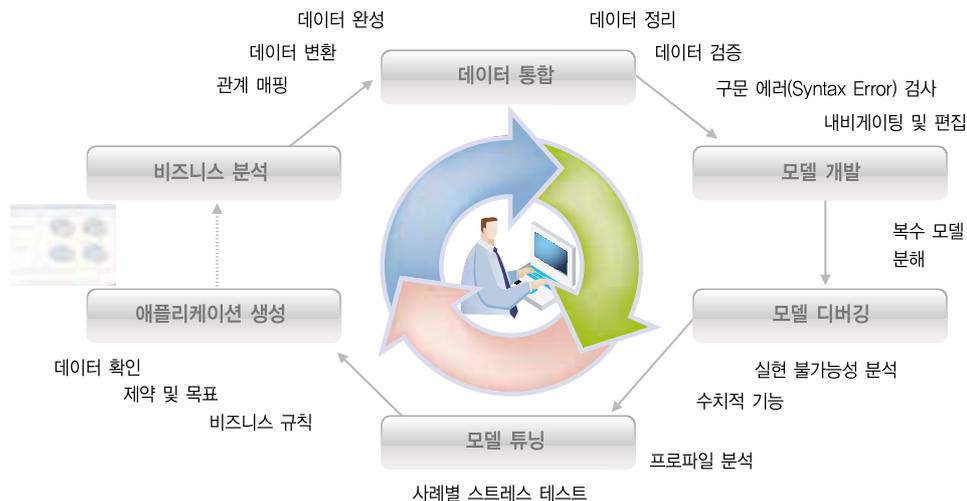


그림5. 최적화 모델과 애플리케이션 개발 프로세스를 위한 전체 플로우

1. 비즈니스 분석

IBM ILOG OPL-CPLEX Development System은 개발의 시작점이 될 수 있는 모델 라이브러리와 단계적으로 원활한 개발을 쉽게 할 수 있는 통합개발환경을 포함합니다. 또한 IBM ILOG ODM과 통합하여 수 분 내에 애플리케이션 프로토타입을 생성할 수 있습니다. 비즈니스 이해 관계자들은 최적화 모델 개선 과정에 참여하기 위해 더 이상 정식 OR 교육을 받을 필요가 없습니다. 이 애플리케이션 프로토타입을 통해 이해 관계자들은 익숙한 문장의 전후 관계 안에서 전체 모델을 검토할 수 있습니다. 또한 모델 입출력에 대한 검증뿐만 아니라 어떻게 제약을 완화할 수 있는지, 무슨 설명을 제공해야 하는지, 어떤 모델 입력이 시나리오 생성 과정에서 변경되어야 하는지와 같은 모델 작동에 대한 부분도 결정할 수 있습니다.

2. 데이터 통합 및 준비

IBM ILOG OPL Development Studio는 SQL 명령어를 사용하여 주요 관계형 데이터베이스에 접근하고, Microsoft Excel 스프레드시트에 접근함으로써 데이터를 불러오거나 결과값을 내보낼 수 있습니다. 데이터로부터 모델을 완벽히 분리시켰기 때문에 데이터 소스간의 모델 변경이 가능하고, 테스트 데이터에서 운영 데이터베이스로 이동을 용이하게 합니다. IBM ILOG OPL은 배열 및 데이터셋과 기본키(Primary Key), 외래키(Foreign Key)를 사용하여 외부 데이터베이스 테이블의 데이터를 매핑 할 수 있도록 지원합니다.

6. 애플리케이션 생성 및 모델 전개

OPL 인터페이스를 통해 개발자들은 모델 코드의 재작성 없이 OPL 모델을 애플리케이션에 내장할 수 있습니다. 개발자들은 개발팀간 플랫폼 분배를 위해 소프트웨어 개발과 최적화 모델링 작업을 분리할 수 있습니다. 또한 Java, Microsoft .NET 및 C++ 와 같은 다양한 개발 환경을 지원합니다. 예를 들어 .Net API는 Microsoft VisualBasic .NET과 Microsoft Office 애플리케이션과의 통합이 용이합니다.

자동화된 애플리케이션 개발

IBM ILOG OPL Development System은 IBM ILOG ODM과 긴밀하게 통합되어 있고, OPL 모델에 기반한 IBM ILOG ODM의 Push-Button 생성을 제공합니다. 간단한 마법사 안내로 초기 애플리케이션을 생성하여, OPL 데이터 구조를 IBM ILOG ODM 데이터 테이블 내의 결정변수, 그리고 IBM ILOG ODM의 대화식 비즈니스 목표에 대한 목적 함수와 매핑합니다. 최종 사용자는 OPL 모델에서 완화시킬 수 있는 제약 조건을 표시할 수 있고, 비즈니스 중요도에 따라 완화 및 이윤배반 조건이 가능합니다. IBM ILOG ODM은 유연한 의사결정 지원 애플리케이션의 신속한 개발을 지원합니다. 사용자는 가설, 운영 제약 조건 및 목표를 조절하고, 익숙한 비즈니스 용어로 엔진의 권고 사항을 확인할 수 있습니다. 또한 What-if 분석, 시나리오 비교, 솔루션 설명, 결정된 제약 조건의 구속력 완화를 위한 기능을 포괄적으로 지원합니다.

비즈니스 분석가와 관리 참여

모델 개발 과정이 어떤 단계에 있든지 초안 모델을 실무 애플리케이션 프로토타입으로 전환시킬 수 있습니다. 비즈니스 분석가 및 관리자는 모델, 디스플레이, 시나리오 생성 파라미터 및 모델 작동 등의 개선에 관여할 수 있는 입출력을 쉽게 이해하고 활용할 수 있습니다.

데이터 및 솔루션 시각화 설정

IBM ILOG JView 기반의 차트를 통해 개발자는 솔루션 분석 및 시나리오 비교에 필요한 유용한 정보를 쉽게 표시할 수 있습니다. 또한 데이터 디스플레이 테이블 및 차트, 비즈니스 목표, 비즈니스 비용 및 제약의 표현과 가동을 필요에 맞게 편집할 수 있는 편집기도 포함되어 있습니다.

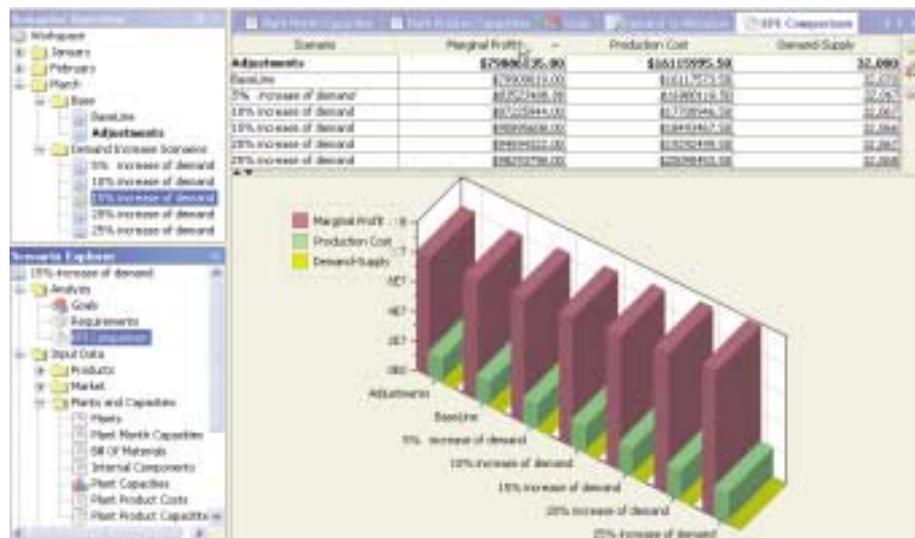


그림7. ILOG OPL Development System 편집기

04. IBM ILOG CPLEX

시장을 선도하는 최적화 기술

특징

- 심플렉스 최적화 (Simplex Optimizer)
- 배리어 최적화 (Barrier Optimizer)
- 혼합 정수 최적화
- 컴포넌트 라이브러리
- 병렬 CPLEX

고급 수학을 활용한 탁월한 의사결정

기업의 의사결정자들은 지속적으로 자신의 경영 요소들을 분석해 효율성 및 수익 개선을 위한 새로운 방법을 모색해야 합니다. 경제적인 플래닝과 운영적인 스케줄링에는 다양한 전략, 비용, 운영 제약 조건, 비즈니스 가정, 우발 사건, 시간 제약 및 고객 서비스 요구 조건 등을 고려해야 합니다. 다행히 수학적 프로그래밍(MP)과 최적화 기술이 이를 지원할 수 있습니다. IBM ILOG CPLEX는 인간 두뇌나 최신 스프레드시트로는 해결할 수 없는 복잡한 비즈니스 문제의 해결을 가능하게 합니다.

필수 애플리케이션에 광범위하게 사용

항공망, 6개월 생산 계획, 포트폴리오 관리 전략 또는 직원 스케줄 등을 설계할 때 IBM ILOG CPLEX는 도움을 줄 수 있습니다. 제조, 금융, 운송 및 물류, 시설, 국방 및 타 산업 부문의 주요 기업과 소프트웨어 제공업체들은 광범위한 애플리케이션에 IBM ILOG CPLEX를 채택하고 있습니다. 실제 글로벌 500대 기업 중 30% 이상 기업을 포함한 1,000개 이상의 기업들과 500개 이상의 대학 연구진들이 어떤 제품과도 비교할 수 없는 IBM ILOG CPLEX의 강력한 문제 해결 능력에 의존합니다.

스피드, 신뢰성 및 유연성

IBM ILOG CPLEX는 놀라운 스피드로 규모가 큰 현장 문제를 해결할 수 있습니다. 전세계에 제품을 수천 개 가량 배포하여 이미 그 신뢰성과 안정성을 입증받았습니다. 개발자는 선도 플랫폼에서 실행하는 애플리케이션에 IBM ILOG CPLEX를 통합할 수 있도록 설계된 라이브러리를 통해 이 강력한 성능에 접근할 수 있습니다. IBM ILOG CPLEX는 수익성 및 투자에 대한 보호를 할 수 있는 해결책입니다.

기본 알고리즘

IBM ILOG CPLEX는 어려운 수학적 최적화 문제 해결에 기본 알고리즘을 가장 신속하면서도 신뢰할 수 있는 방법으로 구현합니다. IBM ILOG CPLEX는 선형 프로그래밍, 2차 방정식 프로그래밍, 2차 방정식 제약 프로그래밍, 혼합 정수 프로그래밍 해결을 위해 유연한 고성능 옵티마이저를 제공합니다. 이 알고리즘은 수백만에 달하는 제약 및 변수 문제를 처리하고, 수학적 프로그래밍 부문에서는 지속적으로 새로운 성능 기록을 세웁니다. IBM ILOG는 지속적인 제품 개발을 통해 IBM ILOG CPLEX의 투자 보호를 보장합니다. IBM ILOG는 성능, 신뢰도, 가용성 측면에서 지속적인 개선으로 OR 분야를 통해 인정받고 있습니다.

IBM ILOG CPLEX 사용

개발자는 컴포넌트 라이브러리나 대화식 옵티마이저를 통해 IBM ILOG CPLEX에 접근할 수 있습니다. 이 대화식 옵티마이저는 사용자가 문제 파일을 읽고 작성할 수 있도록 지원하고, 특정 문제의 요구 사항에 IBM ILOG CPLEX 알고리즘의 성능을 조정할 수 있는 커맨드라인 유틸리티입니다. 모든 IBM ILOG CPLEX 알고리즘은 사용자의 개입 없이 문제 사이즈 및 시간을 줄이고 최첨단 전처리 알고리즘과 긴밀하게 통합되어 있습니다. 각각의 옵티마이저에는 특정 문제별로 튜닝할 수 있는 해결 전략과 관련된 수많은 선택 사항이 존재합니다.

IBM ILOG CPLEX Simplex Optimizer

IBM ILOG Simplex Optimizer는 선형, 2차 방정식 프로그래밍에 Primal Simplex와 Dual Simplex 방법을 구현합니다. 또한, IBM ILOG CPLEX는 네트워크 문제 해결을 위해 특별히 설계된(부차적인 제약 유무에 관계없이) Network Simplex 방법을 최상의 속도로 구현합니다.

IBM ILOG CPLEX Barrier Optimizer

IBM ILOG CPLEX Barrier Optimizer는 선형, 2차 방정식 문제 해결을 위한 Simplex 방법의 대안이고, IBM ILOG CPLEX Barrier Optimizer는 Primal-Dual Predictor-Corrector 방법을 기반으로 규모가 큰 선형 및 2차 방정식 문제를 해결하는데 있어 최상의 성능을 제공합니다. IBM ILOG CPLEX Barrier Optimizer는 IBM ILOG CPLEX Crossover 알고리즘을 포함하고 있으며, Barrier 알고리즘이 만든 복잡한 솔루션을 기본 솔루션으로 전환시킵니다. 이러한 기본적인 솔루션은 Simplex 방법으로 제공되며, 재시작을 빠르게 하고 민감도 분석을 사용할 수 있도록 합니다.

한솔은 세계를 선도하는 친환경 제지기업으로 자리매김하기 위해 최선을 다하고 있습니다. IBM ILOG와 같은 벤더들이 제공하는 우수한 기술이 귀사의 목표 달성을 돕고 있다고 생각합니다. IBM ILOG Optimization 소프트웨어를 사용함으로써 귀사는 폐휴지를 줄임과 동시에 고객에게는 최고 품질의 제품을 공급하고 있습니다.

- SK Kim, 한솔제지 선임 매니저

IBM ILOG CPLEX Mixed Integer Optimizer

IBM ILOG CPLEX Mixed Integer Optimizer는 혼합 정수 프로그램 해결에 고성능 솔루션을 제공하는 혁신적인 최첨단 전략의 이점을 택한 분지한계법(Branch and Bound)을 사용하여 혼합 정수, 혼합 정수 2차 방정식 및 혼합 정수 2차 제약 문제를 해결할 수 있습니다. IBM ILOG CPLEX Mixed Integer Optimizer는 대부분의 문제를 잘 해결할 수 있도록 디폴트 설정과 파라미터 설정을 제공합니다. 그러나 사용자는 특정 문제 해결을 위해 필요에 맞게 검색 전략을 수립하거나 전문 기술을 선택할 수 있습니다.

IBM ILOG CPLEX Mixed Integer Optimizer는 IBM ILOG CPLEX 전처리 알고리즘, 정교한 최첨단 전략, 실현 가능한 발견 방법 등을 제공합니다. 사용자는 최적의 솔루션을 찾는 것이 중요한지, 실현 가능한 우수한 솔루션을 신속히 찾는 것이 중요한지 지시할 수 있으며, IBM ILOG CPLEX Mixed Integer Optimizer는 지시에 맞게 자동으로 솔루션 전략을 조절하여 원하는 결과를 제공합니다. 사용자는 노드, 변수 선택 전략, Optimizer의 절단 평면(Cutting Plane), 발견적 방법(Heuristics Strategies)을 필요에 맞게 수정함으로써 IBM ILOG Mixed Integer Optimizer 를 전반으로 제어할 수 있습니다. 사용자는 문제의 특정 기술이 중요한 경우, 사용자 고유의 발견적 방법 및 절단 평면 전략(Cutting-Plane Strategies)을 사용할 수도 있습니다.

IBM ILOG CPLEX 컴포넌트 라이브러리

IBM ILOG CPLEX 컴포넌트 라이브러리는 MP 애플리케이션 개발자들이 간단하거나 복잡한 최적화 문제를 해결하기 위한 맞춤형 전략 개발에 필요한 기능과 유연성을 제공합니다. 라이브러리는 C, C++, .NET 및 Java 프로그래밍 인터페이스를 제공하므로 개발자들이 대부분의 프로그래밍 언어를 사용해 자신의 애플리케이션에 IBM ILOG CPLEX 기술을 효율적으로 접목할 수 있습니다. 라이브러리는 MP 문제와 솔루션을 위한 정의, 해결, 분석, 검색 및 생성 등 전반적인 기능 함수를 제공합니다. 예를 들어, 솔루션 프로세스를 지시하고 IBM ILOG CPLEX 메시지를 완전히 제어할 수 있는 함수를 제공하여 개발자들이 고유 IBM ILOG CPLEX 애플리케이션을 디버깅할 수 있도록 도와줍니다.

IBM ILOG CPLEX는 수학적 모델 표현을 위한 전통적인 매트릭스 생성과 개발자들이 객체 지향 프로그래밍 접근의 장점을 이용할 수 있도록 객체 모델을 이용한 고급 표현도 제공합니다. 개발자들은 이러한 모델링 객체의 선형, 2차 방정식 표현을 통해 전통적인 MP 형식으로 제약을 지시할 수 있고, 가독성 및 유지보수를 개선하기 위해 논리적 표현을 사용해 제약을 지시할 수 있습니다. 프로그램 개발자는 C++, Java 및 .NET 언어를 사용해 모델링 객체에 접근할 수 있어 개발 시간을 단축합니다.

귀사의 성공 핵심은 고객에게 경쟁우위를 확보할 수 있도록 고성능 최첨단 애플리케이션 제공함에 있습니다. 즉, 최상의 기술을 가진 파트너를 모색해야 한다는 의미입니다. 우리는 고품질의 제품을 제공하고, 제조업 최적화 솔루션 및 공급망 분야의 선두주자인 IBM ILOG와 오랫동안 협력관계를 유지해 오고 있습니다.

– Hiroshi Namie, NS Solutions Corporation(Nippon Steel)사 그룹 리더

IBM ILOG Parallel CPLEX

IBM ILOG Parallel CPLEX는 다수의 CPU를 사용하여 극히 어려운 산업 문제를 해결할 수 있습니다. 또 다른 대안으로는 문제 해결을 위한 최상의 접근법을 찾기 위해 각기 다른 CPU에 다른 알고리즘을 사용할 수 있습니다. IBM ILOG는 IBM ILOG Parallel CPLEX 사용자들이 기존의 광범위한 고성능 컴퓨터에서 해결하지 못했던 문제들을 해결하기 위해 최고 수준의 컴퓨터 벤더와 파트너십을 맺었습니다. IBM ILOG Parallel CPLEX는 IBM ILOG CPLEX Barrier Optimizer와 IBM ILOG Mixed Integer Optimizer의 구현을 포함합니다. IBM ILOG Parallel CPLEX는 규모가 큰 어려운 혼합정수 문제를 해결하는 데 걸리는 시간을 대폭 단축시킵니다.

통합 시스템의 중심에 있는 IBM ILOG CPLEX

IBM ILOG CPLEX는 최적화 모델 기반의 애플리케이션 개발 및 실행에 관한 모든 측면을 지원하는 IBM ILOG ODMS(Optimization Decision Management System) 제품에 능력을 부여하는 엔진입니다. IBM ILOG CPLEX 외 IBM ILOG의 완전한 시스템으로는 OR 전문가들의 모델 개발을 돕는 IBM ILOG OPL Development Studio와 비즈니스 사용자들의 What-if 분석, 목표 프로그래밍, 시나리오 비교를 위해 광범위한 지원 기능을 갖추고 의사결정 애플리케이션의 신속한 개발을 가능하게 하는 IBM ILOG Optimization Decision Manager가 있습니다. IBM ILOG ODMS를 통해 보다 폭넓게 최적화에 접근할 수 있습니다.

SAP과 IBM ILOG는 강력한 파트너십을 맺고 있습니다. SAP의 기업간 소프트웨어 개발의 전문성과 IBM ILOG의 앞서는 최적화 기술이 결합하여 귀사 고객에게 동종 업계에서 최우수 공급망 관리 솔루션을 제공합니다.

– Albrecht Diener, SAP AG 선임 부사장 겸 공급망 관리 총책임자

05. IBM ILOG CP Optimizer

최초의 자동화 제약 프로그래밍 옵티마이저

Optimization 범위의 확장

작업 순서 결정, 포장, 타임 테이블링 문제 및 컬럼 생성(Column Generation)의 부수적인 문제 등 중요한 최적화 문제는 MP(Math Programming)으로 해결하기에는 상당히 불규칙적입니다. 이 문제들은 비선형 제약이거나 분수 형태의 수리식으로 인해 MP의 풀이가 적합하지 않습니다. IBM ILOG CP Optimizer는 폭넓은 범위의 모델링을 구축하고, 제약 조건 전파(Constraint Propagation) 방법을 활용한 탐색 과정을 이용하여 자원 할당, 생산 순서 결정, 타임 테이블링 및 직원 스케줄링 등 일반적인 비즈니스 문제에 최적의 해를 제공합니다.

IBM ILOG CPLEX 방식의 CP 기술

전형적인 CP(Constraint Programming) 엔진은 문제 해결에 필요한 모델 및 검색 전략을 지정해야 합니다. IBM ILOG CP Optimizer는 IBM ILOG CPLEX가 사용하는 방식과 유사하지만 더 간편해진 모델 앤 런(Model and Run) 개발 프로세스를 지원하기 위해 설계되었습니다. 강력한 솔루션 검색 엔진은 곧바로 가능해를 발견할 수 있으며, 더 좋은 해를 발견하지 못할 때까지 해를 향상시켜 나갑니다. 처음으로 CP 기술이 복잡한 문제를 검색 명령 프로그래밍 없이 사용 가능해졌고, 아울러 IBM ILOG CPLEX가 MP 모델 풀이 시 제공하는 동일한 사용 편의성 제공도 가능해졌습니다.

속도, 신뢰성 및 강력함

IBM ILOG CP Optimizer는 놀라운 속도로 현실 세계의 문제를 해결할 수 있습니다. 이 솔루션 검색 엔진은 시나리오 데이터 및 모델이 지닌 특수한 특성을 받아들여, 전개된 애플리케이션이 우수한 반응 시간을 제공하도록 도와줍니다.

- 연산 제약
- 논리 제약
- 배열 기반 제약
- 튜닝이 가능한 최적화 엔진
- 신속한 실현 가능한 솔루션 생성
- 모델 앤 런(Model and Run) 개발 프로세스

모델링 표현

IBM ILOG CP Optimizer는 종합적인 모델링 구성을 제공합니다. 즉, 연산 제약 및 수식(예: sum, product, max, min, abs, modulo, division, different, equality), 논리 제약 (예: and, or, imply), 의사결정변수에 의한 배열 기반의 인덱싱 및 흔히 쓰이는 패턴(각기 다르며 사전적 순서, 역순 등이 이에 해당), 간결하면서도 효율적인 표현을 위해 특화된 제약 등이 해당됩니다. 이러한 표현을 통해 가장 복잡한 문제들을 간단하면서도 효율적인 모델로 표현하고, 기본 데이터 구조 수정 없이 새로운 부수 제약 조건을 추가할 수 있도록 지원합니다.

튜닝이 가능한 검색

IBM ILOG CP Optimizer는 제시된 모델 및 데이터에 적합하도록 자동으로 검색 전략을 수립하고 개별 검색 알고리즘이나 제약 조건 전파 기법 내에서 특별히 강조되는 검색 구문이나 파라미터를 탐색 전략으로 조정할 수 있는 옵션을 지원합니다.

IBM ILOG CPLEX와 결합하여 사용

IBM ILOG CP Optimizer의 솔루션 검색 기술은 독립형 CP 모델의 최적화만을 위한 것은 아닙니다. 솔루션을 구축하고 개선하는 구조적인 검색 기법은 IBM ILOG CP Optimizer를 실현 가능한 솔루션 생성에도 사용할 수 있습니다. 예를 들어 복잡한 근무 배치표 작성 문제는 IBM ILOG CPLEX와 IBM ILOG CP Optimizer를 결합해 사용하면 해결할 수 있습니다. 이런 상황에서 문제는 IBM ILOG CP Optimizer로부터 생성된 타당한 대안 스케줄에서 IBM ILOG CPLEX가 최적의 스케줄을 선택하는 문제인 집합 분할 문제(Set Partitioning Problem)로 변환됩니다. 이 애플리케이션의 예로는 근무배치표 작성, Bin Packing, 승무원 및 스포츠 이벤트 스케줄링 등을 들 수 있습니다.

IBM ILOG OPL-CPLEX 개발 시스템과의 협업

IBM ILOG CP Optimizer는 IBM ILOG OPL-CPLEX 개발 시스템의 일부입니다. OPL 통합개발환경에 구축된 CP 모델은 IBM ILOG CPLEX 모델과 테스트, 디버깅 및 튜닝이 가능합니다. 그리고 OPL 통합개발환경에 내장된 IBM ILOG CP Optimizer 모델은 IBM ILOG ODM(Optimization Decision Manager)을 통해 대화식 의사결정 지원 애플리케이션으로 신속하게 전환할 수 있습니다. IBM ILOG CP Optimizer를 활용하여 기업 고유의 직원 스케줄링 애플리케이션을 종전보다 더 쉽게 구축할 수 있습니다.

C++, Java 및 C# 인터페이스

IBM ILOG OPL-CPLEX Development System을 이용한 모델 개발 및 IBM ILOG ODM의 애플리케이션 생성과 더불어 IBM ILOG Optimizer는 C++, Java 및 C#에 적합한 고급 API를 제공합니다. 개발자는 해당 언어 가운데 어떠한 언어로든 모델을 생성하고, 엔진을 구동하며, 맞춤형 전파 함수 및 검색 제어를 수행할 수 있습니다. C++ API를 통해 숙련된 개발자 및 연구진은 고유한 검색 전략을 작성하여 전형적인 방식으로 CP 기술을 지속적으로 사용할 수 있습니다. 이 API는 기존의 IBM ILOG CP 기반 모델(IBM ILOG Solver를 사용해 구축한 모델)을 IBM ILOG CP Optimizer로 변환할 수 있도록 지원합니다.



그림8. IBM ILOG CP Optimizer 구성

06. IBM ILOG Constraint Programming

정교한 스케줄링 및 라우팅 솔루션

특징

- 복잡한 운영에 맞는 실현 가능한 스케줄
- 상충하는 비즈니스 목표의 균형
- 모든 종류의 제약 및 업무 규칙 모델링
- 최첨단 시각화(Visualization) 기술을 이용하여 스케줄 보기

수학적 프로그래밍(Math Programming, MP)이 수행하지 못한 작업을 위한 최적의 솔루션

제약 프로그래밍(Constraint Programming)은 최상의 MP 엔진 능력을 벗어난 스케줄링 문제 및 라우팅 문제를 해결합니다. IBM ILOG는 업계 최고의 MP 엔진인 IBM ILOG CPLEX를 통해 이 문제를 해결합니다. 그러나 아래 제시된 일부 문제는 상당히 어려운 과제입니다.

- 수백 명의 감사자들에게 어떻게 하면 수천 개에 달하는 고객 업무를 가장 잘 할당할 수 있을까?
- 공장에서 매주 수천 개의 주문 제품을 수백 대의 트럭과 기차에 선적하기 위한 가장 효율적인 방법은 무엇인가?
- 케이블 회사가 마지막 순간에 취소된 예약으로 예기치 않은 부재 상황이 발생했을 때, 설치와 보수를 담당하는 기술공들의 일정을 어떻게 재조정할 것인가?

탁월한 스케줄링 애플리케이션은 개발하기는 어렵지만 그만큼 가치가 있습니다. 이 애플리케이션을 통해 기업은 고객 서비스 목표 및 여타 의무를 충족시키고, 최대 ROA (총자산 순이익율)를 달성할 수 있습니다. 제약 프로그래밍 기술을 한 번도 사용해 본 경험이 없다면 IBM ILOG의 전문 서비스 기관인 IBM ILOG CP(Constraint Programming) 기술 기반의 최첨단 스케줄링 및 라우팅 애플리케이션 구축을 도와 드리겠습니다.

수천 가지에 달하는 운영 제약 만족

IBM ILOG CP는 어려운 제약을 충족시킬 수 있는 실행 가능한 솔루션을 신속히 찾는 작업을 수행합니다. 일부 스케줄링 문제는 개별적으로 수천 가지에 달하는 운영상 제약을 포함하는 경우가 있습니다. 신선한 유제품을 여럿 공급하는 회사에서는 장비 설치, 청소 및 유지 관리 요건을 고려하고, 운송 경로의 경우 트럭 적재량, 날씨 조건, 고객 배달 가능 시간 및 업무 규칙 등 복잡성을 고려해야 합니다. 게다가 인력 스케줄링(Workforce Scheduling)은 해마다 복잡해지기 때문에 현명한 스케줄링 방안을 찾기 위해서는 전문적인 최적화 소프트웨어가 필요합니다.

올바른 해결 방안 발견

IBM ILOG CP는 모델링 언어이자 풀이 엔진입니다. 개발자들은 의사결정 변수, 제약 조건 및 목적식을 사용해 선언적으로 비즈니스 문제를 설계합니다. 그 다음 IBM ILOG CP는 체계적으로 검색 공간을 줄이기 위해 탁월한 해답을 찾을 때까지 영역 축소 알고리즘(Domain Reduction Algorithm)을 적용하고 결과값을 최상의 스케줄 또는 경로가 되도록 조정해 나갑니다. 결과값이 만족할 수준에 도달했다고 생각되면 언제라도 이 프로세스를 중단할 수 있습니다.

IBM ILOG CP 모듈

IBM ILOG CP는 어떠한 스케줄링 문제나 라우팅 문제도 해결하는 모델을 구축하기 위한 3가지 모듈로 구성됩니다.

- **IBM ILOG Solver** – IBM ILOG의 핵심 CP 엔진, 이 모듈은 수많은 불규칙적인 제약 조건을 갖는 복잡한 스케줄링, 시퀀싱, 타임 테이블링, 라우팅 및 디스패치 문제 해결에 필요한 강력한 최적화 기술을 제공합니다. 이 모듈은 문제의 1차적 의사결정을 표현하기 위해 이산변수를 사용하고, 변수 간의 관계를 표현하기 위해 높은 수준의 제약 (High-Level Constraints)을 사용합니다. 복합 문제의 복잡한 관계에 대응하기 위해 제약 조건이 결합되어 사용됩니다. Solver는 현실 세계에서 발생하는 문제를 보다 정확하게 설계하기 위해 선형 및 비선형 표현에서 부동 소수점 (Floating-Point) 의사결정 변수의 표현이 가능한 구간 연산 알고리즘(Interval Arithmetic Algorithms)을 사용합니다.
- **IBM ILOG Scheduler** – 스케줄링 문제 해결을 위한 확장 모듈, Scheduler는 제조, 트럭 적재, 창고 및 인력 계획 등 현장에서 흔히 발견되는 스케줄링 문제 해결을 위한 확장 모듈입니다. 이 모듈은 객체로 타이밍, 순서 및 용량 제한 등의 제약 조건은 물론 폭넓은 리소스 및 액티비티를 정의할 수 있습니다. 리소스는 매우 다양합니다. 예를 들어, 탱크는 저장용량을 소비하므로 보충해 주는 스케줄이 필요합니다. 또한 일부 액티비티가 중단되는 반면 다른 액티비티가 중단되지 않는 경우가 있고, 일부는 순서에 따라 작업이 진행되지만 다른 활동은 이전 제약과는 무관한 경우도 있습니다. 최첨단 알고리즘은 제약을 만족시키고, 비즈니스 목표를 극대화하는 동시에 필요한 리소스를 최소화하는 정확한 시작/종료 시간을 제시하는 신속하고 정확한 스케줄을 산출합니다.
- **IBM ILOG Dispatcher** – 차량 경로 문제를 위한 확장 모듈, Dispatcher 모듈은 서비스 목표를 충족시키는 운송 시간 및 거리의 최소화 목적을 갖는 차량별 라우팅 결정을 위한 확장 모듈입니다. Dispatcher는 차량, 위치 및 목적지 등 라우팅 객체의 가장 효율적인 경로를 결정합니다. 또한 규정, 차량 적재 공간 및 적재 시간과 같은 일반적으로 복잡한 작업도 설계할 수 있습니다. 고정 비용, 수량별 비용, 거리, 시간별 비용을 포함한 차량 및 운전자 비용도 고려할 수 있습니다. 정차지점별 매출 또한 최적화할 수 있습니다. Dispatcher의 객체 모델로 운송 시간, 대기 시간 및 선적/하역 시간을 구분하여 반영이 가능하며 운전자의 휴식 시간 및 다른 업무 규칙도 반영이 가능합니다.

IBM ILOG Solver와 IBM ILOG Scheduler를 사용한 세계적 수준의 Planner 및 Scheduler는 플래닝 사이클을 극적으로 줄임으로써, McDougalls Foods는 재고량을 75% 감소한 수준에서 운영하고 있습니다. 이로써 APS는 최상의 고객 서비스와 더불어 세계적 수준의 재고 회전율을 제공합니다.

– Martin Hollingworth, McDougalls Foods Ltd.사 오퍼레이션 플래닝 매니저

IBM ILOG의 공급망 플래닝 및 스케줄링 애플리케이션

IBM ILOG CP 기술은 제조 및 운송 부문에 있어 IBM ILOG의 혁신적인 플래닝 및 스케줄링 애플리케이션의 핵심 기술입니다.

- **IBM ILOG Plant PowerOps** – 장치 산업을 위한 통합생산계획 및 상세일정계획 솔루션, IBM ILOG PPO (Plant PowerOps)는 장치 산업의 모든 복잡성을 엄격한 MP 및 CP 통합 모델에 기반한 대화식 생산 계획 및 스케줄링 기능을 제공하는 애플리케이션입니다. 시나리오 관리 인터페이스는 공급망 관리자 및 생산 관리자는 핵심 제조 측정지표를 활용하여 통합생산계획 및 상세일정계획 수립 및 비교할 수 있으며, 예측 못한 수요 공급 변화가 생길 때, 상충하는 목표 간 최선의 이율배반 조건을 찾을 수 있도록 돕습니다. 계획과 실행 사이의 격차를 잇는 IBM ILOG PPO는 장치 산업의 유연성과 민첩성을 향상시켜 줍니다.
- **IBM ILOG Fab PowerOps** – 반도체 산업의 실시간 웨이퍼(Wafer) 스케줄링, IBM ILOG FPO (IBM ILOG Fab PowerOps)는 반도체 제조업에 특화된 실시간 상세 스케줄링 애플리케이션입니다. 이 제품은 각 FAB 생산과 관련된 모든 설비에 대한 최적의 생산 스케줄을 생성합니다. IBM ILOG FPO는 지속적인 이벤트 모니터링 기능과 최적화 기반의 OR 기술을 바탕으로 세부 운영 모델과 결합하여 사이클 타임(Cycle Time)을 줄이고, 설비 가동률을 높이며, 가동 중단, 제조법 품질 관리 및 긴급 로트 처리에 효과적으로 대응할 수 있습니다.

- IBM ILOG Transport PowerOps – 트럭 화물 운송에 적합한 경로 계획 및 상세 일정, IBM ILOG TPO (Transport PowerOps)는 항상 적시에 배달할 수 있는 방법을 제공합니다. 운송 계획은 운영 제약을 준수하면서 기회를 활용하는 동시에 비용과 적시 서비스 제공 간의 이율배반 조건을 통한 균형을 맞춰줍니다. 사용자는 여러 사업부와 차량을 고려하여 왕복 운송 계획 수립 및 경로별 픽업 장소를 최대 활용, 다양한 크로스도킹(cross docks) 시스템을 통한 선적량 변경을 최대한 활용할 수 있는 경로를 동적으로 설정할 수 있습니다. 또한, 신규 사업의 기회 발견 또는 시장조건의 변화에 대응하기 위해 대화형 시나리오를 작성할 수 있습니다.

목표 간 균형 잡힌 비즈니스 관리

좋은 스케줄링 솔루션은 오퍼레이션상의 제약 조건을 만족시킬 뿐만 아니라 복수의 목표 간 균형과 다른 솔루션과의 비교 기능을 제공할 수 있어야 합니다. IBM ILOG CP엔진은 최적화된 솔루션을 찾아줄 뿐만 아니라 이익률, 서비스 수준 및 처리량 (Throughput) 등의 KPI에 근거하여 의사결정을 내릴 수 있도록 도와줍니다. IBM ILOG CP로써 비즈니스를 심도 있게 관리할 수 있는 정보화된 의사결정을 할 수 있을 것입니다.

스케줄에 따라 움직이는 인력이 수천 명에 이르고 수천 건에 달하는 운영 작업이 있기 때문에 귀사는 시스템 선정에 신중을 기울여야 했습니다. IBM ILOG는 최적화를 선두하고 있으며, 귀사에서는 더 나은 리소스 할당에 직접적으로 기여하는 개선사항을 매일 접합니다.

– 이화영, 삼호중공업 프로젝트 매니저

비즈니스 이점

IBM ILOG CP 사용자는 다음과 같은 폭넓은 이점을 누립니다.

- 상충하는 목표 간의 균형점을 제시한 보다 나은 스케줄
- 수요 공급 변화에 대응한 신속한 재스케줄링
- 리소스 활용도 개선을 통한 ROA 개선
- 운용 비용 절감
- 고객 만족도 개선
- 직원들의 요구 수용 증대

스케줄링 및 라우팅과 관련된 전형적인 KPI

- 전반적인 운영 효율성
- 연료 소비
- 반제품(WIP) 및 완제품의 재고 수준
- 직원 만족도
- 서비스 수준
- 장비, 차량 및 리소스 활용도
- 경로 수
- 일간/주간 매출
- 시간 외 비용

귀사의 성공 핵심은 고객이 경쟁 우위를 확보할 수 있도록 고성능 최첨단 애플리케이션을 제공할 수 있는 능력에 있습니다. 이 요구 사항이 의미하는 바는 최상의 기술 파트너를 찾아야 한다는 것입니다. 귀사는 고품질의 제품을 제공하고, 제조 분야의 최적화 솔루션 및 공급망 분야의 선두주자로 잘 알려진 IBM ILOG와 오랫동안 협력 관계를 유지해 왔습니다.

– Hiroshi Namie, NS Solutions Corporation(Nippon Steel) 社 그룹 리더



한국아이비엠주식회사

서울시 강남구 도곡동 467-12 군인공제회관
고객만족센터 TEL: (02) 3781-7114
www.ibm.com/kr