



Universitatea  
Ștefan cel Mare  
Suceava

# Platformă de calcul de înaltă performanță

**Cristina Turcu**  
**[cristina.turcu@usv.ro](mailto:cristina.turcu@usv.ro)**

**IBM Smarter Computing Initiative Roundtable**  
**Brașov, 15 martie 2012**

# Cuprins

- Prezentare hardware
- Prezentare software
- Perspective de utilizare a infrastructurii existente
- Concluzii
- Direcții viitoare de dezvoltare

# Prezentare hardware

**Laboratorul de  
calcul de înaltă  
performanță**

**IBM Cluster  
BladeCenter  
HS21, Xeon  
quad core**



**IBM Roadrunner  
Cluster**

# Prezentare hardware. Detalii

- IBM Roadrunner Cluster:
  - 48 servere blade QS22 cu 96 procesare PowerXCell 8i 3.2 GHz
  - 8 servere blade LS22 cu procesare AMD Opteron
  - Capacitate de stocare 10 TB
  - Puterea teoretica de procesare este de 9.98 TFlops (6.53 TFlops cu Linpack)
- IBM Cluster BladeCenter HS21, Xeon quad core:
  - 28 servere blade cu 56 procesare Intel Xeon quad core, 2.33 GHz
  - Capacitate de stocare 3.5 TB

# Cluster IBM Roadrunner @ USV



- Clusterul a fost achiziționat prin proiectul GridNord, din programul CAPACITĂȚI Modul I, contract 80/2007, încheiat între Universitatea Ștefan cel Mare Suceava și Autoritatea Națională pentru Cercetare Științifică București

# Cluster IBM USV-Roadrunner.

## Arhitectura hardware (I)

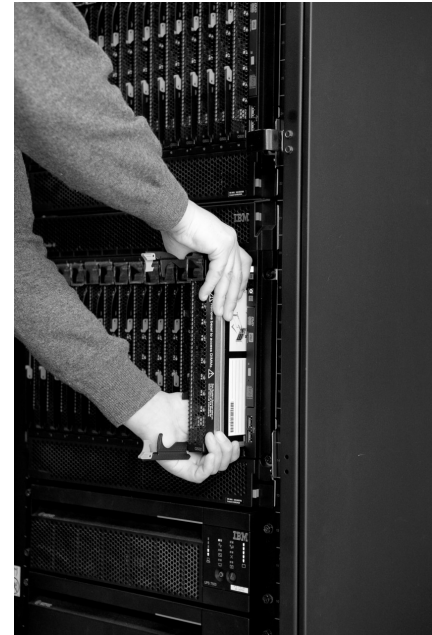
- Cluster-ul este compus din:
  - Noduri de calcul
  - Noduri de I/O
  - Nod de management
  - Nod de stocare
  - Sistem de stocare
  - Consola KWM
  - Rack-uri
  - UPS-uri
  - Rețele de comunicație.



# Cluster IBM USV-Roadrunner.

## Arhitectura hardware (II)

- 48 noduri de procesare CELL bazate pe procesoare IBM PowerXCell 8i – IBM BladeCenter QS22
- Configurație nod:
  - 2 procesoare IBM PowerXCell 8i, 3.2GHz
  - 8GB RAM
  - 8GB Modular Solid State Disk
  - interfața dual port 4X Infiniband DDR Expansion Card
  - interfața dual port Gigabit Ethernet integrata.



# Cluster IBM USV-Roadrunner.

## Arhitectura hardware (III)

- 8 noduri de I/O bazate pe procesoare AMD Opteron – IBM BladeCenter LS22
- Configurație nod I/O:
  - două procesoare AMD Opteron QC Processor Model 2376 2.3GHz/2MB L2/6MB L3,
  - 16GB RAM PC2-5300,
  - 146 GB SAS 10K RPM,
  - interfața dual port 4X Infiniband DDR Expansion Card,
  - interfața dual port Gigabit Ethernet integrată.





# Cluster IBM USV-Roadrunner.

## Arhitectura hardware (IV)

- Nod de management – IBM System x3650
- Nod de stocare – IBM System x3650
- Sistem de stocare IBM System Storage DS4700 model 70.
- Consolă operator – switch-uri KVM, tastatură, mouse, monitor
- UPS Smart – autonomie de 5 minute – 30kW
- Rețelele de comunicație

# Cluster IBM USV-Roadrunner.

## Performanțe (I)

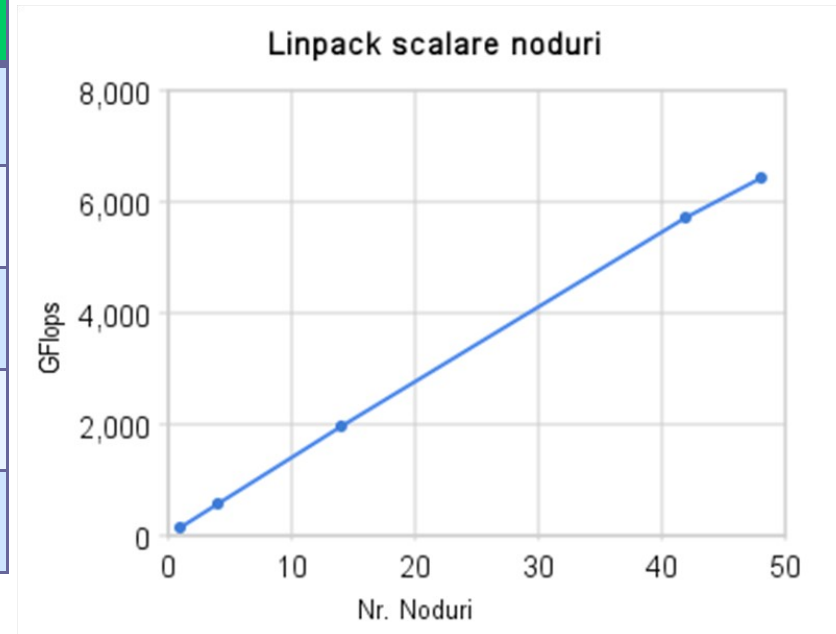
- Puterea de calcul de 6,53 Tflops în virgulă mobilă dublă precizie
- Rezultatul a fost obținut prin test Linpack implementat hibrid (folosit și pentru testarea sistemelor din TOP500)
- Rmax: 6532 Gflops
- Rpeak: 9830 Gflops
- Randament: 65%

```
=====
TN          N  NB  P  Q          Time          Gflops
WR01C2C2   191999 128 16 6          721.94          6.536e+03
||Ax-b||_oo / ( eps * ||A||_1 * N ) =    0.0237506 ..... PASSED
||Ax-b||_oo / ( eps * ||A||_1 * ||x||_1 ) =    0.0160849 ..... PASSED
||Ax-b||_oo / ( eps * ||A||_oo * ||x||_oo ) =    0.0026390 ..... PASSED
=====
Finished    1 tests with the following results:
           1 tests completed and passed residual checks,
           0 tests completed and failed residual checks,
           0 tests skipped because of illegal input values.
=====
End of Tests.
=====
```

# Cluster IBM USV-Roadrunner.

## Performanțe (II)

Nr. noduri	Rmax [Gflops]	Rpeak [Gflops]	Randament
1	160	204	78%
4	572	816	70%
14	1952	2856	68%
42	5700	8568	66%
48	6439	9792	65.7%



- scalează cu un randament de ~65%
- scalează quasiliniară

# Cluster IBM USV-Roadrunner.

## Performanțe (III)

- Consum energetic
  - eficiența energetică practică a arhitecturii hibride este de 330 MFlops per watt (echivalent cu sistemele de pe primele poziții din Top500 Green, primele având aceeași arhitectură)
  - eficiența unui sistem clasic se situează în jurul valorii de 270 MFlops/watt

Specificatie	Nr echipamente	Consum unitar sarcina 100%	Consum maxim in sarcina 100%
		<i>KW</i>	<i>KW</i>
Unitate de racire	3	4.80	14.40
Dulap 1 cluster	1	10.60	10.60
Dulap 2 cluster	1	9.46	9.46
<b>Total consum energetic maxim 100% sarcina</b>			<b>34.46</b>

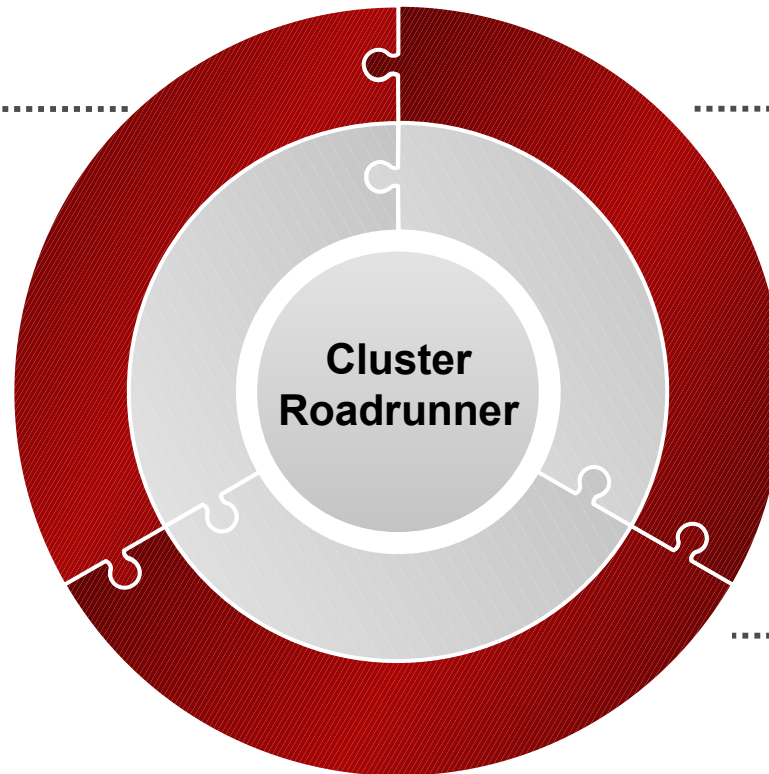
# Prezentare software

- Sistem de operare Red Hat Linux Enterprise 5;
- IBM Software Development Kit (SDK) pentru Multicore Acceleration ce conține biblioteci MPI, BLAS, FFT, LAPACK, mediu de programare ALF, biblioteca DaCS;
- Compilatoare C/C++ și Fortran;
- File system pentru acces paralel – IBM General Parallel File System (GPFS);
- Software de management centralizat – xCAT;
- Aplicație de management pentru sistemul de stocare hardware DS4700: IBM Storage Manager;
- Aplicație de management pentru echipamentele hardware: IBM Systems Director, ce conține Active Energy Manager.

# Perspectivă de utilizare a infrastructurii existente

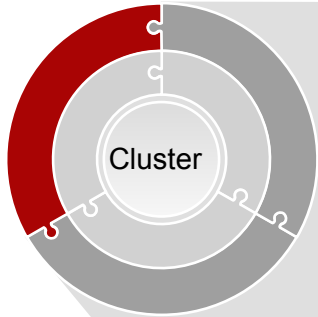
Cercetare

Didactic



Servicii

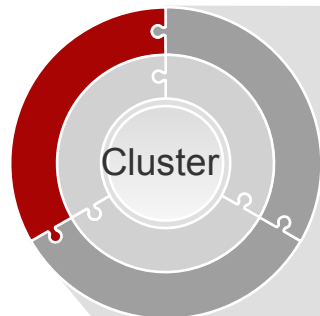
# Perspectiva de cercetare



## Direcții de cercetare - doctoranzi și post-doctoranzi

- Aplicații complexe în domeniul recunoașterii formelor și inteligenței artificiale
- Optimizarea algoritmilor paraleli pentru arhitectura CBEA
- QoS în sisteme paralele și distribuite
- Dezvoltarea tehnicilor de modelare și simulare folosind calculul de înaltă performanță

# Perspectiva de cercetare

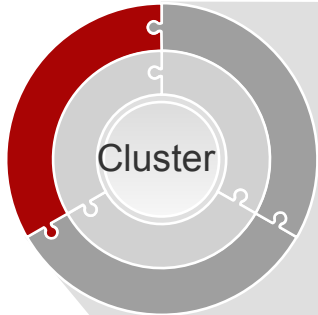


## Realizări practice - exemple

- Document clustering.
- Sistem de recunoașterea formelor funcțional pe supercalculatoare cu arhitectura Roadrunner.
- Simularea propagării unui fascicol de particule printr-un mediu multistrat.
- Utilizarea ontologiilor pentru seturi foarte mari de date.
- Aplicație middleware modulară de planificare a sarcinilor și managementul resurselor, cu impunerea constrângerilor de calitate a serviciilor.
- Rezolvarea problemelor de optimizare multicriterială folosind algoritmi evolutivi paraleli.



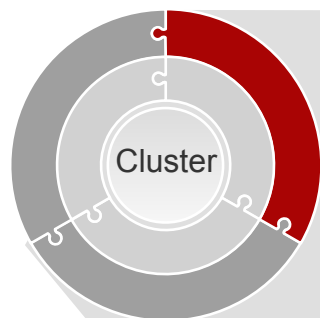
# Perspectiva de cercetare



## Direcții viitoare de cercetare

- Dezvoltarea tehnicilor de simulare Monte Carlo în diferite domenii, cum ar fi, fizică, chimie, optimizate pentru arhitectura CBEA.
- Dezvoltarea de biblioteci MPI care să permită folosirea nucleelor SPE de pe PowerXCell 8i.
- Proiectarea și dezvoltarea de algoritmi paraleli care să folosească biblioteca matematică SIMD pentru procesoarele PowerXCell 8i.
- Propunerea unui model de centralizare a datelor provenite din lumea reală, folosind servicii web sau un middleware.
- Cercetări privind furnizarea puterii de calcul sub forma unor servicii, prin intermediul unui portal.
- Cercetări privind explorarea seturilor masive de date.

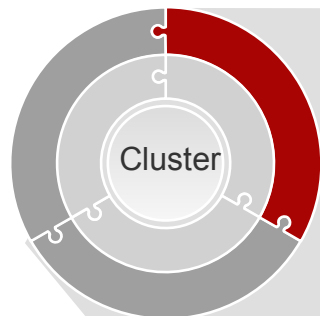
# Perspectiva didactică



## Programe de studiu de licență și masterat

- Licență – *Calculatoare*:
  - Disciplina - *Sisteme multiprocesor*,
- Masterat – *Știința și ingineria calculatoarelor*:
  - Disciplina *Algoritmi paraleli avansați*,
    - Înmulțirea matricilor, calculul numărului PI cu un număr foarte mare de zecimale, calculul de integrale pe un interval, rezolvarea unui sistem de ecuații liniare cu  $n$  necunoscute, calculul transformatei Fourier
  - Disciplina *Tehnologii Grid*.

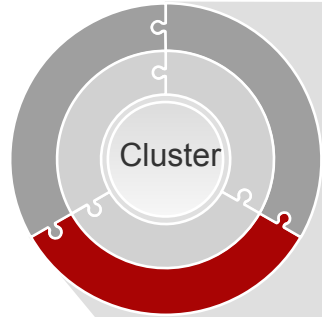
# Perspectiva didactică



## Proiecte de disertație

- Au fost realizate cercetări privind:
  - Primalitatea Mersenne
  - Problema colorării grafurilor
  - Algoritmi de prelucrare numerică a imaginilor în computer vision
  - Problema celor  $n$ -corpuri
  - Distribuția temperaturii într-o încăpere

# Perspectiva serviciilor

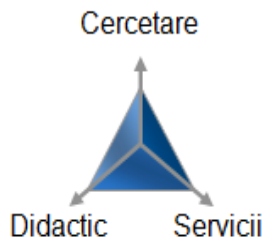


## Exemple

- Aplicația RStudent asigură o gestiune eficientă a tuturor categoriilor de participanți la sistemul de învățământ universitar și postuniversitar: studenți, masteranzi, doctoranzi, rezidenți și participanți la cursuri de perfecționare postuniversitară, asigurând, printre altele:
  - Gestiunea situației școlare a studenților, masteranzilor, doctoranzilor
  - Managementul taxelor de studii și altor taxe
  - Managementul încasării

# Concluzii

- Avantajele sistemului de calcul tip cluster hibrid:
  - performanță de calcul ridicată
  - scalabilitate bună
  - eficiență energetică
  - posibilitatea de integrare cu alte sisteme de calcul distribuite pentru a forma o structură grid
  - posibilitatea de a rula aplicații pe această structură conectată
- Oferă suport de dezvoltare pe 3 coordonate.



# Direcții viitoare de dezvoltare

- Îmbunătățirea capacității de cercetare și a capacității de a utiliza și oferi servicii științifice și tehnologice specializate pentru domenii de înaltă tehnologie.
- Dezvoltarea de parteneriate cu alte universități, institute de cercetare, firme, la nivel național și internațional.
- Elaborarea și depunerea de propuneri de proiecte în cadrul competițiilor lansate la nivel național sau internațional.
- Extinderea ofertei educaționale.

# La final...

- Vă mulțumesc pentru atenție!

- Întrebări

