Párhuzamos és Grid rendszerek (3. ea)

cluster rendszerek, hosszútávú ütemezők

Szeberényi Imre
BME IIT

<szebi@iit.bme.hu>

MŰEGYETEM 1782

Hol tartunk ?

- Megismerkedtünk az alapfogalmakkal, architektúrákkal.
- Egyszerű absztrakciós modellt alkottunk a párhuzamos gépek leírására.
- Megismertük a párhuzamos programok tervezésének egy módszerét (PCAM).

Klaszter

- Párhuzamos rendszerek fejlődésének egyik fontos állomása, amit ma több gyártó ismét elővett.
  - közös állományrendszer
  - laza → szoros csatolás
  - batch feldolgozás
  - hosszútávú ütemezés

Klaszterek története

- Kezdetek: szg. hálózatok megjelenése – 60-as évek vége 70-es évek eleje.
- Igazi fejlődés a 70-es évek vége, 80-as évek eleje. (DEC, VAXcluster)
  - elosztott, párhuzamos számítás
  - megosztott fájlrendszer
  - megosztott perifériák

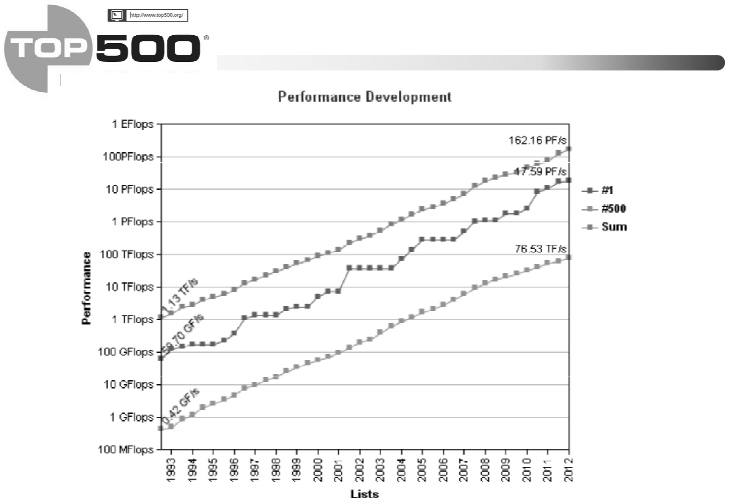
Klaszterek ma

- Nagy rendelkezésre állást biztosító klaszter
- Terheléskiegyenlítő klaszter
- Számítási klaszter
  - házi: beowulf
  - gyártóktól: TOP500
- Grid klaszter
  - grid site-ok
- Elosztott + redundáns adattárolás, big data
  - Hadoop

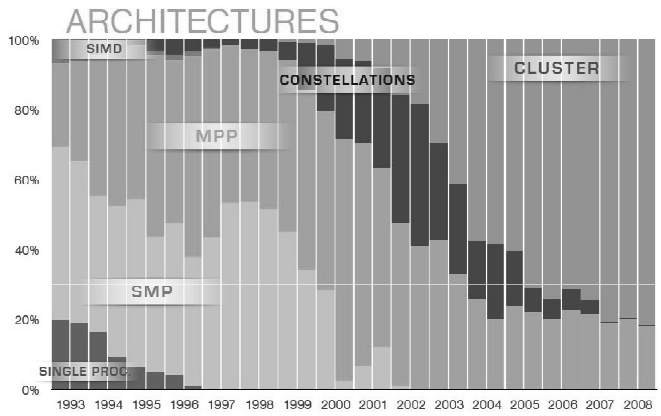
TOP 500 2012 november

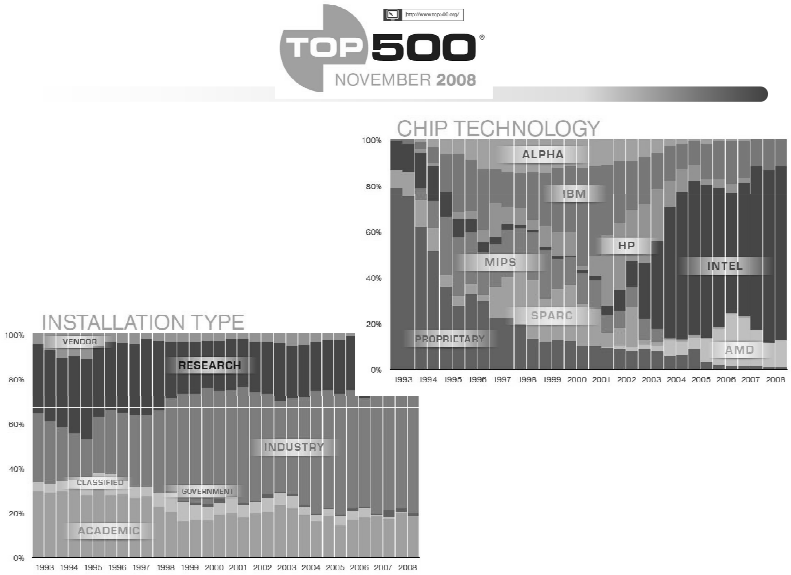
Rank	Site	System	Cores	Rmax (TFlop/s)	Rpeak (TFlop/s)	Power (kW)
1	DOE/SC/Oak Ridge National Laboratory United States	**Titan** - Cray XK7 , Opteron 6274 16C 2.200GHz, Cray Gemini interconnect, NVIDIA K20x Cray Inc.	560640	17590.0	27112.5	8209
2	DOE/NNSA/LLNL United States	**Sequoia** - BlueGene/Q, Power BQC 16C 1.60 GHz, Custom IBM	1572864	16324.0	20132.7	7890
3	RIKEN Advanced Institute for Computational Science (AICS) Japan	K computer, SPARC64 VIIIfx 2.0GHz, Tofu interconnect Fujitsu	705024	10510.0	11280.4	12660
4	DOE/SC/Argonne National Laboratory United States	**Mira** - BlueGene/Q, Power BQC 16C 1.60GHz, Custom IBM	786432	8162.4	10066.3	3945
5	Forschungszentrum Juelich (FZJ) Germany	**JUQUEEN** - BlueGene/Q, Power BQC 16C 1.600GHz, Custom interconnect IBM	393216	4141.2	5033.2	1970
6	Leibniz Rechenzentrum Germany	**SuperMUC** - iDataPlex DX360M4, Xeon E5-2680 8C 2.700GHz, Infiniband IBM	147456	2897.0	3185.1	3423

Csak 5.
az első európai
A 8. pedig kínai



Architektúra alakulása





TOP 500 NOVEMBER 2008

Operating system Family	Count	Share %	Rmax Sum (GF)	Rpeak Sum (GF)	Processor Sum
Linux	439	87.80 %	13309834	20775171	2099535
Windows	5	1.00 %	328114	429555	54144
Unix	23	4.60 %	881289	1198012	85376
BSD Based	1	0.20 %	35860	40960	5120
Mixed	31	6.20 %	2356048	2933610	869676
Mac OS	1	0.20 %	16180	24576	3072
500	**100%**	**16927325.79**	**25401883.80**	**3116923**	

Interconnect Family	Count	Share %	Rmax Sum (GF)	Rpeak Sum (GF)	Processor Sum
Myrinet	10	2.00 %	350290	488934	56576
Quadrics	4	0.80 %	122220	147507	21040
Gigabit Ethernet	282	56.40 %	4948233	9795163	941748
Infiniband	141	28.20 %	6549813	8721697	841730
Crossbar	1	0.20 %	35860	40960	5120
Mixed	1	0.20 %	66567	82944	13824
NUMAlink	3	0.60 %	122554	137625	21504
SP Switch	10	2.00 %	229541	273754	34208
Proprietary	42	8.40 %	4143049	5243830	1108169
Cray Interconnect	6	1.20 %	359197	469470	73004
Totals	**500**	**100%**	**16927325.79**	**25401883.80**	**3116923**

TOP 500 2012 november

- 84.4% legalább 6 magos, 46% pedig legalább 8 magos
- 100. helyen 243.9 Tflop/s az 500. helyen 76.5 Tflop/s
- 75.8% INTEL
- 12% AMD Opteron
- 10% IBM Power
- IBM 193 ←→ HP: 146 Cray: 31

TOP 500 2012 november

- 45% InfiniBand (2x nagyobb telj. adnak)
- 37% Gigabit Ethernet
- Power eff.: 2450Mflops/watt- 90Mflops/watt
- Kínában 72 rendszer, Japánban 31
- Angliában, Franciaországban, Németországban közel azonos: 24, 21, 19
- Linux: 469, UNIX: 20, Windows: 3

Összeköttetések

- Myrinet
  - 10G, réz v. üveg
- Gigabit Ethertnet
  - 1G, réz v. üveg
- Infiniband
  - 10-300 Gbit/s, réz
- NUMAlink
  - 7.5G, réz

Fájlrendszerek

- NFS (NFS 1,2,3,4) (1985, Sun)
  - V4-et kivéve állapotmentes
- AFS (CMU)
  - Kerberos,
  - nagy cache, nagy cellaszám
  - jól skálázható
- SFS (Lustre, Sun)
  - objektum orientált
  - jól skálázható

Ütemezők

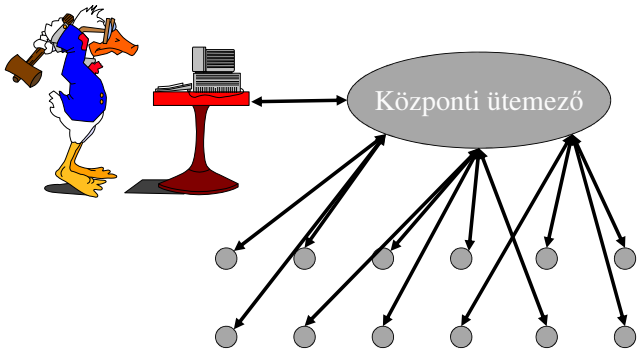
- Condor (Uni. of Wisconsin)
- DQS (Florida State Uni)
- LoadLeveler (IBM)
- Maui, Moab (Cluster Resources)
- LSF (Platform)
- PBS, OpenPBS (Alatair)
- Sun Grid Engne (SUN)
- Torque (Cluster Resources)

A Condor rendszer jellemzői

Speciális ütemező (batch) rendszer

- Elosztott, heterogén rendszerben működik.
- Alapvetően a szabad CPU ciklusok kihasználására tervezték.
- Képes egy működő feladatot áthelyezni az egyik gépről a másikra (migráció).
- Az ún. ClassAds mechanizmussal képes a rendszerben levő változó erőforrásokat az igényeknek megfelelően elosztani.
- Opportunista környezet.

Condor pool



ClassAds lényege

- A rendszerben levő erőforrások különböző jellemzőkkel (teljesítmény, architektúra, op. rendszer, stb.) rendelkeznek.
- A job összeállításánál ezekre a jellemzőkre igényeket lehet előírni, amit a Condor rendszer megpróbál kielégíteni. (Párosítja az igényt az erőforrással)
- A job összeállításánál lehetőség van preferenciák megadására, ami alapján a Condor rangsorolni fog és kiválasztja az igénynek leginkább megfelelő gépet.

ClassAds lényege (2)

- Így nincs szükség a batch rendszerekben megszokott sorokra. (Úgyis a rosszat választanánk)

Követelmény és rangsor

- Követelmény:

  Requirements = Arch=="SUN4u”

Pontosan kell illeszkednie.

- Rangsor:

  Rank = Memory + Mips

Ha választhat, akkor a nagyobbat fogja választani

A dolgok két oldala (1)

A kifejezések a két hirdetés adatterében értékelődnek ki (adA, adB).

Felhasználó (igénylő) oldala:

```
Requirements = Arch == "INTEL" &&
        OpSys == "LINUX"
Rank = TARGET.Memory * 10 +
        TARGET.Disk + Mips
```

A dolgok két oldala (2)

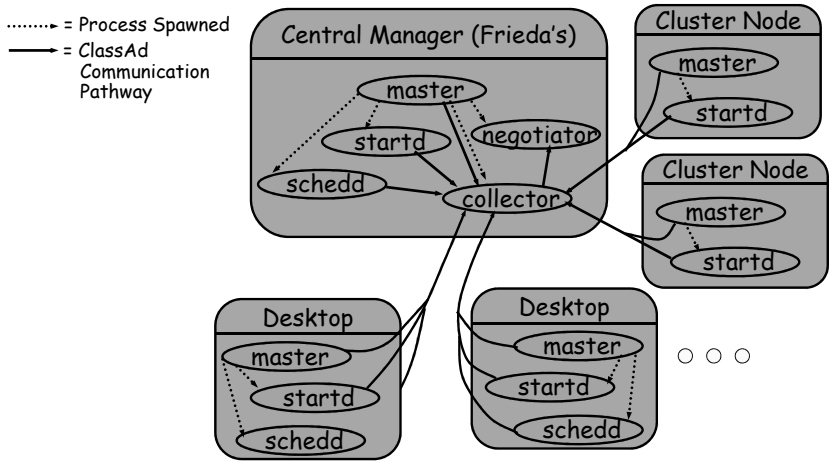
Erőforrás oldal:

Friend = Owner == "haver"
Trusted = Owner != "judas"
Mygroup = Owner == "zoli" || Owner == "jani"
Requirements = Trusted && (Mygroup ||
LoadAvg < 0.5 && KeyboardIdle > 10*60)
Rank = Friend + MyGroup*10

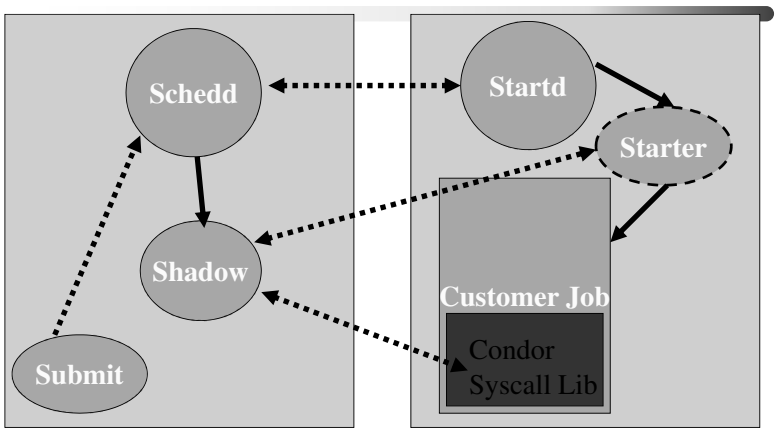
Feladatkörök

- Central Manager
- Execute Machine
- Submit Machine
- Checkpoint Server

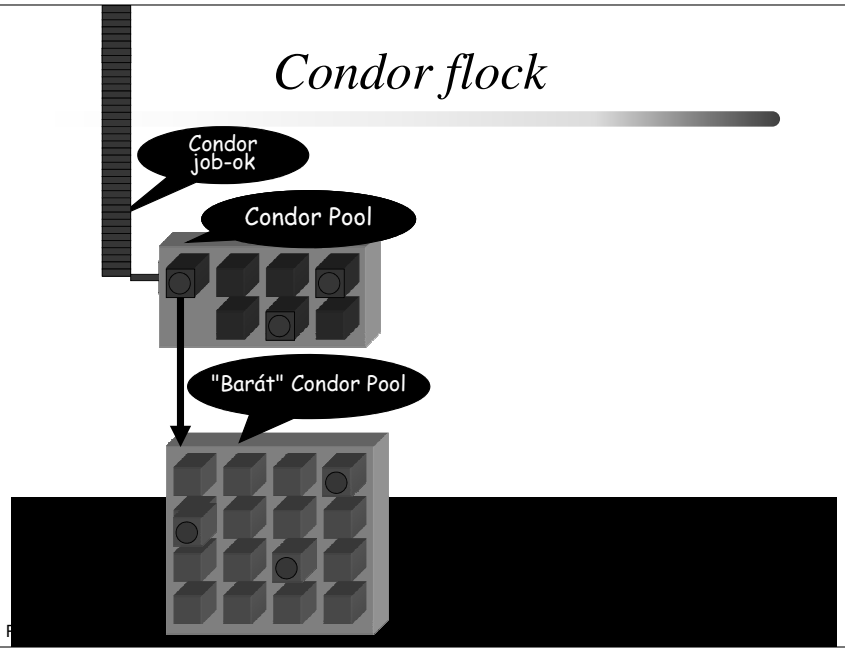
Condor Pool



Job indítás



Condor flock



Milyen feladatok lehetnek ?

- Elsősorban hosszú futási idejű, számításigényes feladatok.
- Különböző univerzumok léteznek
  - Standard
  - Vanilla
  - MPI
  - Grid
  - Java
  - Scheduler
  - Local
  - Parallel
  - VM

Standard univerzum

- checkpointing, automatikus migráció
- meglevő programot újra kell fordítani, esetleg csak linkelni
- az alkalmazás nem használhat bizonyos rendszerhívásokat: pl. fork, socket, alarm, mmap
- („elkapja” a file műveleteket)

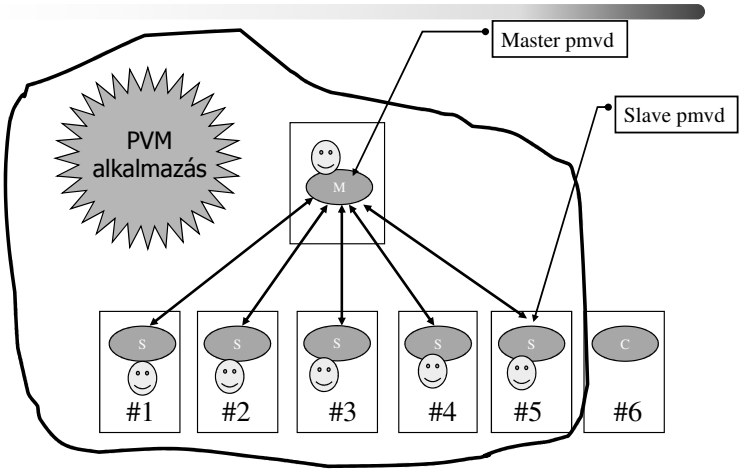
Vanilla univerzum

- nincs checkpointing, nincs migráció
- meglevő futtatható kódot nem kell vátoztatni
- nincs korlátozás a rendszerhívásokkal szemben.
- NFS, vagy AFS kell !!!!

PVM univerzum

- ~~MW jellegű PVM programok környezete~~
- ~~Binárisan kompatibilis~~
- ~~PVM 3.4.2 + taszk kezeléshez kieg.~~
- ~~Dinamikus VM kialakítás.~~
- ~~Heterogén környezet támogatása~~
- ~~Egy user csak egy példányban futathat deamont~~

Condor felépíti a virtuális gépet



MPI univerzum

- MPICH változtatás nélkül.
- Bináris kompatibilitás
- Csak ch_p4 device
- Dinamikusan nem változhat
- Nem állhat meg.
- NFS vagy AFS kell.

Futtatás lépései

- A job összeállítása
- Job bejelentése a Condor-nak
- Job-ot a Condor futtatja az általa kiválasztott gép(eken), szükség esetén átmozgatja egy másik gépre.
- Job befejeződik, a Condor e-mail-t küld a felhasználónak.

Egy egyszerű jobleíró

```
universe = vanilla
executable = mathematica
input = in$(Process).dat
output = out$(Process).dat
queue 50
```

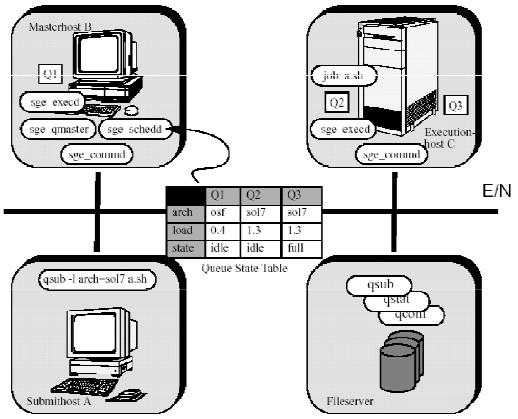

Egy másik jobleíró

```
universe = vanilla
executable = /bin/hostname
output = hostname.out.$(Process)
error  = hostname.err.$(Process)
log    = hostname.log
queue 3
```


Sun Grid Engine (SGE)

- A Condor-hoz hasonló ütemező.
- Queue-kat definiál.
- Hangsúlyos a terhelés kiegyensúlyozása.
- Backup master ütemező.
- Check-point.
- Migrálási lehetőség.
- Négy szerepkör:
  - master, submit, exec, admin,

SGE komponensei



	Q1	Q2	Q3
arch	osf	sol7	sol7
load	0.4	1.3	1.3
state	idle	idle	full