

OPEN SOURCE NÁSTROJE PRE TVORBU PARALELNÝCH A DISTRIBUOVANÝCH APLIKÁCIÍ

Karol Grondžák

Katedra informatiky
Žilinská univerzita v Žiline

OSS 2010, Žilina, 1. – 4. júla 2010

Obsah

Úvod

- Motivácia

- Paralelné architektúry

Nástroje pre tvorbu paralelných a distribuovaných aplikácií

- Architektúry so zdieľanou pamäťou

- Architektúry s distribuovanou pamäťou

Potreba vysokovýkonných výpočtov

- simulácia fyzikálnych dejov (počasie, seizmológia, astronómia, ...)
- komplexné výpočty (metóda konečných prvkov, simulácie, ...)
- optimalizácia, kombinatorické úlohy, ...

Kategórie náročných problémov

- komplexné výpočty (simulácie fyzikálnych dejov)
- iteračné výpočty (výpočet π)
- spracovanie údajov (CERN)
- prehľadávanie veľkých množín (kombinatorické výpočty)

Urýchlenie výpočtov

- rýchlejší hardvér (procesor, pamäť, ...)



Figure: Cray 2

- paralelné použitie veľkého množstva lacných procesorov

Paralelizácia výpočtov

- *implicitná* (automatická) – obmedzená
- *explicitná* – potreba spolupráce odborníkov
- proces dekompozície – dekompozícia údajov alebo výpočtu

Dekompozícia údajov

- Stratégia *rozdeľuj a panuj*

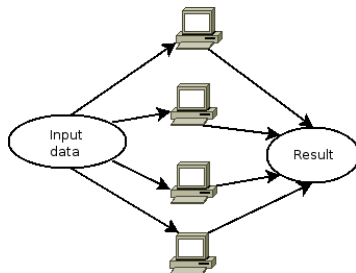


Figure: Dátová dekompozícia

Dekompozícia výpočtov

- každý procesor rieši inú časť úlohy (pipeline)
- veľkosť každej úlohy má byť približne rovnaká

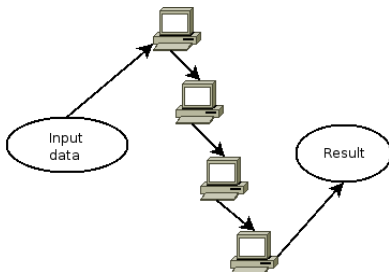


Figure: Dekompozícia výpočtov

Flynnova klasifikácia

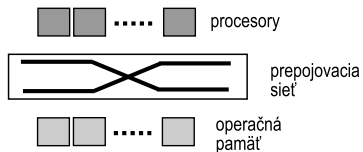
Charakteristika počítačových systémov:

- tok inštrukcií
- tok údajov

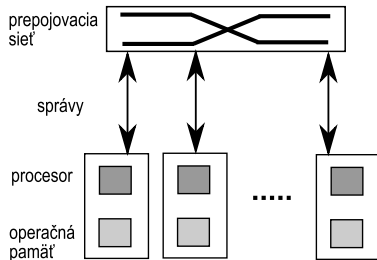
Možné kombinácie:

- Single Instruction Single Data (SISD)
- Single Instruction Multiple Data (SIMD) – GPU, DSP
- Multiple Instruction Single Data (MISD)
- Multiple Instruction Multiple Data (MIMD) – kluster, GRID

Operačná pamäť paralelných systémov



a)



b)

Figure: a) zdieľaná, b) distribuovaná operačná pamäť

Paralelizácia výpočtov II

- potreba komunikácie medzi procesmi
- synchronizácia výpočtov
- rozdielne v systémoch so zdieľanou a distribuovanou pamäťou

Architektúry so zdieľanou pamäťou

POSIX.1c, Threads extensions

- explicitná paralelizácia kódu
- API pre tvorbu a manipuláciu s vláknami
- pre SMP systémy, prípadne viacjadrové procesory
- knižnica *pthread*s
- pre Unix-like systémy (FreeBSD, NetBSD, GNU/Linux, Mac OS X a Solaris), ale aj pre MS Windows
- http://en.wikipedia.org/wiki/POSIX_Threads

- API pre systémy so zdieľanou pamäťou
- podpora na úrovni kompilátora pomocou špeciálnych inštrukcií
- projekt GOMP (<http://gcc.gnu.org/projects/gomp/>)
- komerčné produkty (Intel, IBM, Microsoft, Cray, . . .)
- <http://openmp.org/wp/>

Architektúry s distribuovanou pamäťou

Message Passing Interface – MPI

- odporúčanie pre komunikáciu medzi procesmi
- vytvorené konzorciom výrobcov superpočítačov
- mechanizmy pre komunikáciu medzi procesmi:
 - dva procesy
 - viacero procesov
- synchronizácia procesov
- organizácie a mapovanie procesov do topológií

Implementácie MPI

- MPICH2



MPICH2

- vyvíjaný v Argonne National Laboratory
- podporuje aj proprietárny hardvér (komunikačné systémy – InfiniBand, Myrinet, 10Gb Ethernet)
- voľne šíriteľný, podpora architektúr Linux (IA32 a x86-64), Mac OS/X (PowerPC a Intel), Solaris (32- a 64-bitov) a Windows
- <http://www.mcs.anl.gov/research/projects/mpich2/index.php>

- OpenMPI



- vyvíjaný konzorciom univerzít a výskumných laboratórií
- šírený pod licenciou BSD
- <http://www.open-mpi.org/>



- Berkeley Open Infrastructure for Network Computing
- platforma pre distribuované výpočty, založená na "kradnutí" cyklov procesorov
- projekty SETI@home, FreeHAL, NFS@home, ...
- <http://boinc.berkeley.edu/>

Budúcnosť

- GRID computing
- Cloud computing
- DNA výpočty
- kvantové výpočty

Záver

- predstavené paralelné architektúry
- problematika dekompozície úloh
- nástroje pre architektúry so zdieľanou pamäťou (pthreads, OpenMP)
- nástroje pre architektúry s distribuovanou pamäťou (OpenMPI, MPICH2, BOINC)

Vďaka za pozornosť