

Paralelné programovanie

doc. Ing. Michal Čerňanský, PhD.
FIIT STU Bratislava

Prehľad tém

- Paralelné a distribuované spracovanie
- Témy predmetu
- Programátorské modely
- Organizácia predmetu
- Podmienky abslovovania

Paralelné distribuované spracovanie

- NVidia Tesla Supercomputer



Paralelné distribuované spracovanie

- Dôvody
 - Vysoký výkon (vedecké výpočty, grafika)
 - Spol'ahlivosť
 - Prirodzená distribuovanosť
- Najvyšší cieľ – automatická paralelizácia (Holy Grail)
- Zdroje paralelizmu – inštrukcie, dáta, úlohy
- Výsledky
 - Moderné kompilátory
 - Moderné procesory

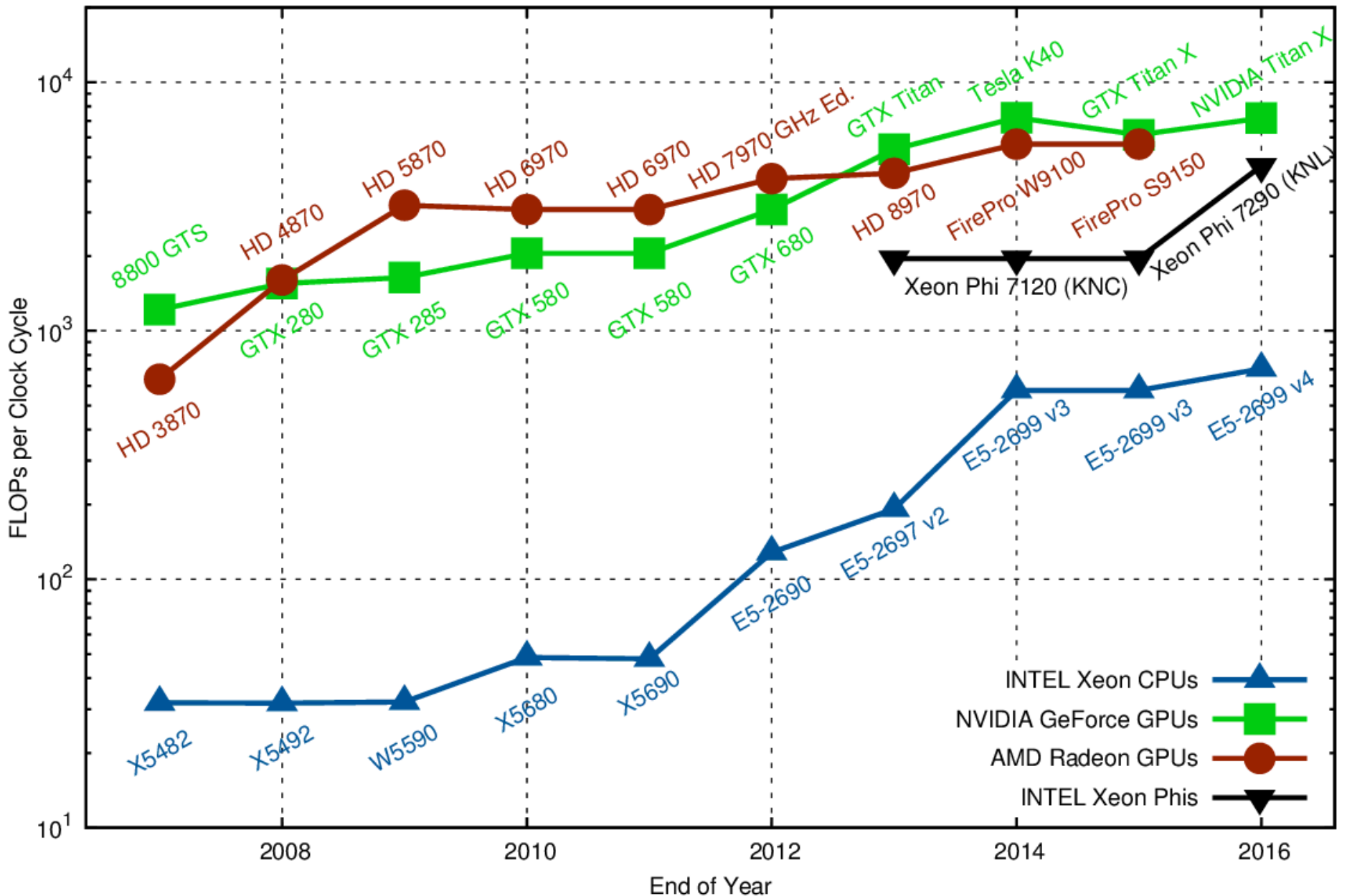
Paralelné distribuované spracovanie

- Problémy
 - Tepelná disipácia
 - Rýchlosť šírenia signálu
- Riešenie
 - Viacej výpočtových jadier na procesor

Our World
in Data[illegible]

Licensed under [CC-BY-SA](#) by the author Max Roser.

Theoretical Peak Floating Point Operations per Clock Cycle, Single Precision



Paralelné distribuované spracovanie

- Ale
 - Komplikovanejšia tvorba programov
- Výskum
 - Nové jazyky alebo rozšírenia jazykov
 - Podporné prostriedky
 - Čiastočná automatická paralelizácia

Paralelné distribuované spracovanie

- Výskumné trendy
 - Vysokovýkonné počítanie (High Performance computing)
 - Vedecké počítanie (Scientific Computing)
 - Adaptácia algoritmov pre využitie masívneho paralelizmu
 - Špecializované programovacie jazyky a podporné nástroje

Paralelné distribuované spracovanie

- Súčasné HW prostriedky
 - Viacjadrové procesory
 - Mnohojadrové (grafické) procesory
 - Počítačové klastre
 - Počítačové gridy
- Súčasné SW prostriedky
 - Message Passing Interface (MPI)
 - Open Multiprocessing (OpenMP)
 - Cuda a Open Computing Language (OpenCL)

Informačný list predmetu

Predpokladané znalosti, zručnosti a schopnosti:

- Znalosti súvisiace s návrhom a realizáciou sekvenčných algoritmov v programovacom jazyku C/C++.

Spôsob hodnotenia a ukončenia štúdia predmetu:

- Zápočet (50%) a skúška (50% z celkového hodnotenia)

Priebežné hodnotenie:

- Projekt riešený na jednom cvičení - zadaná synchronizačná úloha
- Projekt riešený na cvičeniach - MPI+OpenMP
- Projekt - úloha zvolená študentom

Záverečné hodnotenie:

- Záverečný test

Informačný list predmetu

Cieľ predmetu:

- Poskytnúť znalosti o metódach a prostriedkoch paralelného spracovania s dôrazom na ich využitie pri tvorbe aplikácií.
- Získať praktické skúsenosti s návrhom efektívnych paralelných algoritmov pomocou programovacích modelov pre symetrické multiprocesory a počítačové klastre,
- Pozornosť bude venovaná programovacím modelom pre mnohojarové grafické procesory.

Informačný list predmetu

Stručná osnova predmetu:

- Flynnova taxonómia, Amhdalov zákon, Gustafsonov zákon
- Systémy so zdieľanou a distribuovanou pamäťou, multiprocesory a multipočítače
- Podmienky paralelizmu, dátová a zdrojová nezávislosť
- Zdroje paralelizmu, paralelizmus na úrovni inštrukcií, dátový paralelizmus, paralelizmus úloh
- Návrh paralelných programov, komunikácia, synchronizácia (atomické operácie, bariery, semafóry, mutexy), závislosť medzi dátami, dekompozícia, granularita, rozkladanie zát'aže

Informačný list predmetu

Stručná osnova predmetu (pokračovanie):

- Paralelné programovacie modely, model vlákien, model zasielania správ
- Explicité použitie vlákien – Pthreads (resp. Java threads, Win32 threads, C++11 Threads, ...)
- Implicitné použitie vlákien – OpenMP
- Programovanie systémov s distribuovanou pamäťou – MPI
- Programovanie mnohojadrových grafických procesorov – CUDA, OpenCL
- Analytické modelovanie paralelných programov, analýza výkonnosti, ladenie

Programovacie modely

Pthreads – POSIX Threads

- **Explicitné použitie vlákien**

```
static void *thread_func(void *vptr_args)
{
    ...
    return NULL;
}
```

```
pthread_t thread;
```

```
pthread_create(&thread, NULL, thread_func, NULL);
```

```
pthread_join(thread, NULL);
```

Programovacie modely

OpenMP – Open Multiprocessing

- **Implicitné použitie vlákien**

```
int main(int argc, char* argv[])
{
    #pragma omp parallel
    printf("Hello, world.\n");
    return 0;
}
```

```
#pragma omp parallel for
for (i = 0; i < N; i++)
{
    ...
}
```


Programovacie modely

MPI – Message Passing Interface

```
MPI_Init(&argc, &argv);
```

```
MPI_Comm_size(MPI_COMM_WORLD, &numprocs);
```

```
MPI_Comm_rank(MPI_COMM_WORLD, &myid);
```

```
MPI_Send(buff, BUFSIZE, MPI_CHAR, i, TAG,  
MPI_COMM_WORLD);
```

```
MPI_Recv(buff, BUFSIZE, MPI_CHAR, i, TAG,  
MPI_COMM_WORLD, &stat);
```

Programovacie modely

Cuda – Compute Unified Device Architecture

```
dim3 blockDim(16, 16, 1);  
dim3 gridDim(width / blockDim.x, height / blockDim.y, 1);  
  
kernel<<< gridDim, blockDim, 0 >>>(d_odata, width, height);
```

```
__global__ void kernel(float* odata, int height, int width)  
{  
    unsigned int x = blockIdx.x*blockDim.x + threadIdx.x;  
    unsigned int y = blockIdx.y*blockDim.y + threadIdx.y;  
    float c = tex2D(tex, x, y);  
    odata[y*width+x] = c;  
}
```

Organizácia predmetu

- Stránka predmetu:
<https://michalcernansky.github.io/paralprg-fiit/>
- Prednášky
 - Streda 10:00 až 11:40
 - Účasť povinná (v rámci možností)
- Cvičenia
 - Streda o 8:30 a 12:00 (-1.40)
 - Účasť možná v ľubovoľný termín
 - Kozultačný charakter
 - Nutnosť odprezentovať a obhájiť úlohy/projekty

Organizácia predmetu

- **1. úloha: Posix Threads (explicit threading, condition variables)**
 - Synchronizačná úloha (PThreads alebo iný model) - 5 týžden na cvičeniach (10b)
 - bude zadaná a **vypracovaná** na cvičení, max. čas na vypracovanie 90 min
- **2. úloha: OpenMP a MPI - 10 týždeň (20b)**
 - Úloha bude zadaná v predstihu, bude možné ju vypracovať mimo cvičení a na cvičeniach ju treba odprezentovať (obhájiť)
 - - 4 body za každý týždeň oneskoreného odprezentovania
 - je možné prezentovať iba počas cvičení
- **3. úloha: Zvolená téma - 12 týždeň (20b)**
 - Spracovanie a odprezentovanie problému podľa zvolenej témy

Organizácia predmetu

- Spracovanie a odprezentovanie problému podľa zvolenej témy
 - Tému dohodnúť a odovzdať zadanie najneskôr v 10 týždni
 - Vypracovať a odprezentovať v 12 týždni
 - - 4 body za každý týždeň oneskoreného odprezentovania
 - Je možné prezentovať iba počas cvičení
 - Prezentuje sa produkt a odovzdáva sa krátka správa spolu s produktom
- Možné témy:
 - Použitie metód a prostriedkov paralelného spracovania vo vašej bakalárskej práci alebo semestrálnom projekte – oznámiť aj vedúcemu
 - Spracovanie a odprezentovanie zvolenej problematiky
 - Témy z oblasti strojového učenia
 - Témy z oblasti počítačovej grafiky

Organizácia predmetu

- Podmienky absolvovania predmetu
 - Vypracovanie, odprezentovanie a odovzdanie všetkých úloh
 - Úlohy musia byť funkčné, v zhode so zadáním - posúdi cvičiaci
 - Pri prezentácii je potrebné preukázať patričné vedomosti - posúdi cvičiaci
 - Najneskoršie odovzdanie na cvičeniach do konca semestra (- body)
 - Získanie aspoň 20 bodov za prácu počas semestra
 - Získanie aspoň 4 bodov za synchronizačnú úlohu
 - Získanie aspoň 8 bodov za projekt
 - Získanie aspoň 56 bodov z celkového hodnotenie

Organizácia predmetu

- Prednášajúci aj cvičiaci si vyhradzuju právo udeliť bonusové body v prípade práce, ktorej kvalita alebo rozsah výrazne prevyšujú požadované parametre
- Plagiarizmus a iné formy akademickej nečestnosti budú posúdené v zmysle štúdiijného poriadku fakulty
 - Hodnotenie predmetu FX
 - Informácia pre disciplinárnu komisiu