

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

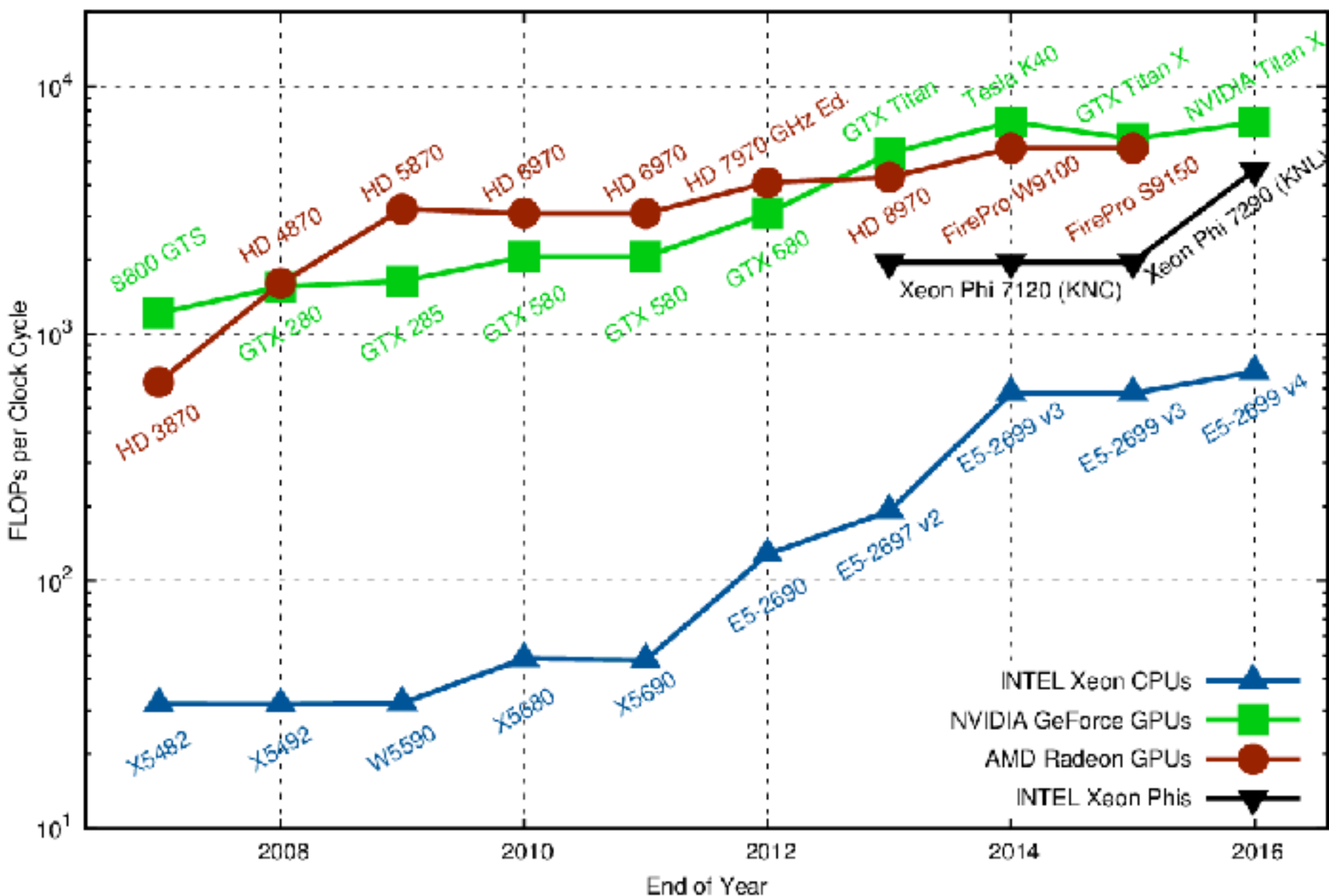
- Dôvody
 - Vysoký výkon (vedecké výpočty, grafika)
 - Spol'ahlivosť
 - Prirodzená distribuovanosť
- Najvyšší cieľ – automatická paralelizácia (Holy Grail)
- Zdroje paralelizmu – inštrukcie, dáta, úlohy
- Výsledky
 - Moderné kompilátory
 - Moderné procesory

Paralelné distribuované spracovanie

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

Our World
in DataOur World
in DataOur World
in DataOur World
in DataOur World
in Data

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, semaféry, 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 17:00 až 18:40
 - Účasť povinná (v rámci možností)
- Cvičenia
 - Streda o 8:00, 10:00, 13:00 (-1.40) a o 15:00 (1.30a)
 - Účasť nepovinná (podľa potreby) 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 zadaním - 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