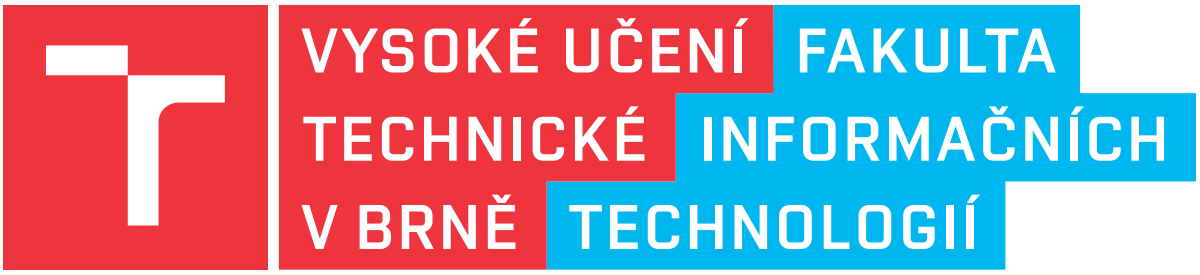


Grafické a multimediální procesory (GMU)

Nalezení minimální obalové koule koulí pomocí GPU

v Brně
7. ledna 2020

Václav Martinka (xmarti76)
Petr Buchal (xbucha02)

1 Zadání

Popis varianty:

- Implementujte metodu pro nalezení minimální obalové koule koulí pomocí GPU
- Srovnejte výsledek s jednoduchou CPU implementací
- Popište způsob akcelerace na GPU

Existuje několik metod řešení tohoto problému. Například *Ritterova metoda*, která sice nenajde nejmenší obalovou kouli, zato funguje velice rychle. Bohužel je obtížné ji implementovat na GPU, jelikož jednotlivé iteraci výpočetní smyčky jsou na sobě navzájem závislé a není možné je spustit paralelně.

My jsme se proto rozhodli pro primitivní, ale snadno škálovatelný výpočet hrubou silou. Na začátku určíme relevantní prostor, kde lze očekávat řešení - obdélník obalující všechny koule. Ten posléze rozdělíme na několik podprostorů (v případě CPU implementace 8, u GPU experimentálně i 512) a zjistíme poloměr obalové koule se středem v tomto podprostoru. Vybereme podprostor s nejmenší koulí a postup opakujeme, dokud se řešení stále zmenšuje.

Tento algoritmus lze velmi snadno paralelizovat. Nevýhodou je, že výsledky se liší v závislosti na počtu podprostorů kvůli uváznutí v lokálním maximu.

2 Použité technologie

Použité technologie:

- openCL - pro paralelní výpočty na GPU
- python - tvorba podpůrných dat a vizualizace výsledků
- C++ - příprava dat pro výpočet a řízení výpočtu

Projekt je ve formě *řešení* pro Visual Studio.

3 Použité zdroje

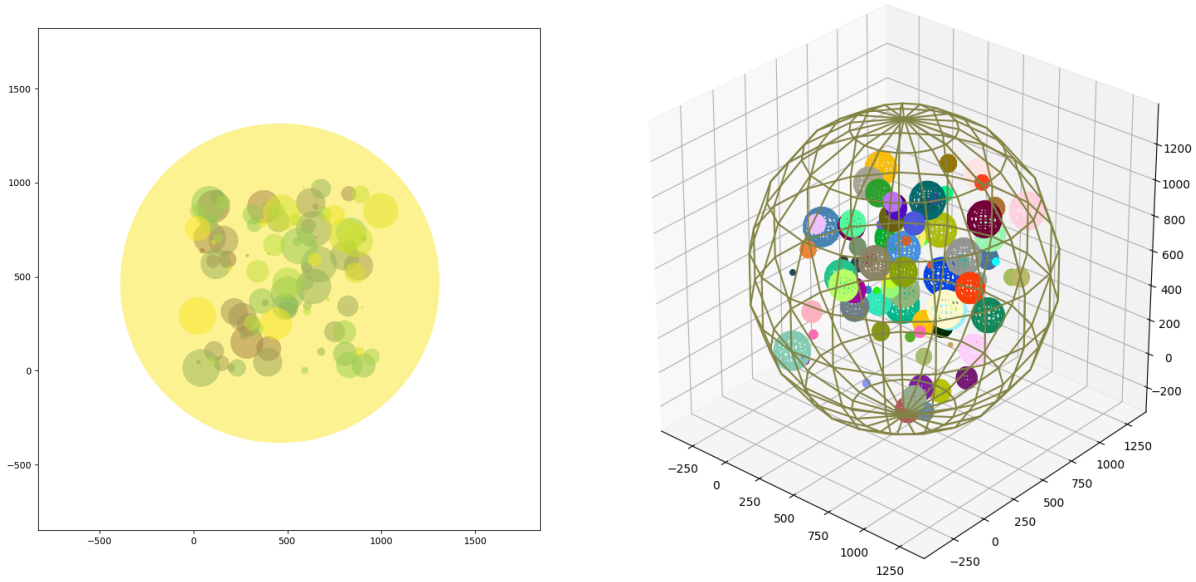
Jako kostru programu jsme využili soubory ze cvičení.

4 Způsob akcelerace

V případě CPU implementace jsou jednotlivé podprostory prohledávány postupně. Akcelerace bylo dosaženo paralelním prohledáním všech prostorů zároveň.

5 Způsob vizualizace

Vizualizační skript poskytuje 2 způsoby vizuální kontroly, zdali obalová koule obsahuje všechny požadované koule. Prvním způsob, který je nepostačující, je 2D pohled ze 3 stran prostoru (obrázek 1a) Pokud by zde nějaká koule překračovala obalovou kouli, je zjevné, že algoritmus nepracuje správně. Druhý způsob vizualizace je pohled na 3D prostor (obrázek 1b), kterým lze otáčet a tak zkontrolovat, že všechny požadované koule jsou uprostřed obalové koule.



(a) 2D

(b) 3D

Obrázek 1: Vizualizace minimální obalové koule koulí.

6 Ovládání vytvořeného programu

- Generování náhodných koulí obstarává skript `sphere_generator.py`. Povinný argument `-count` ovlivňuje počet generovaných koulí. Argumenty `-start` a `-end` ovlivňují rozsah , ve kterém se budou generovat středy koulí. Na závěr `-maximal_size` definuje maximální poloměr koule.
- Vizualizace výsledků je možná pomocí `-visualize.py`. Argumenty `-x`, `-y`, `-z` a `-radius` definují obalovou kouli. Dále je povinný argument se jménem vstupního souboru.
- Nejdůležitější částí projektu je program `GMU.exe`, který jako jediný argument přijímá název souboru s koulemi. Postará se o výpočet na CPU i GPU. Porovná a zobrazí výsledky včetně času potřebného pro výpočet.

7 Vyhodnocení

Algoritmus jsme testovali na notebookovém procesoru *i5* šesté generace a na jeho vestavěné grafické kartě. Na malém množství (desítky koulí) dat je CPU implementace výrazně rychlejší (přibližně o dva řády). S větším množstvím dat (sta tisíce koulí) je GPU implementace zhruba dvakrát pomalejší (a to do měření nepočítáme přenos dat z a na grafickou kartu).

Důvodem je nízká časová náročnost samotného výpočtu a zřejmě přílišné využívané globální paměti spolu se synchronizací vláken. Očividně námi zvolený algoritmus není vhodný pro akceleraci na grafické kartě, jelikož výpočet je příliš jednoduchý a je brzděn pamětí. Paralelní CPU implementace by, s ohledem na množství práce s optimalizací GPU implementace, byla lepší volbou.

8 Rozdělení práce v týmu

- *Václav Martinka* - návrh výpočetního algoritmu, optimalizace základní implementace
- *Petr Buchal* - generující a vizualizační skript, základní implementace algoritmu