

## Posudek oponenta diplomové práce

**Autor:** Bc. Szabolcs Cséfalvay

**Název práce:** Dynamic simulation of rigid bodies using programmable GPUs

**Vedoucí:** Mgr. Petr Kmoč

**Oponent:** Mgr. Jan Kolomazník

**Katedra (ústav):** Kabinet software a výuky informatiky

V této práci autor zkoumal možnosti využití GPGPU pro vyvoj jednoduchého fyzikálního enginu, podporujícího fyzikální simulaci s jednoduchými primitivy jako koule, kapsle, kvádr, pružiny, atd. Autor zvolil CUDA rozhraní pro implementaci algoritmů na GPU.

Diplomant v úvodu práce stručně představil základní rysy architektury CUDA. Zbytek textu je pak věnován všem částem enginu. Autor podrobně rozebírá uložení primitiv v paměti z pohledu přístupu k jednotlivým datovým položkám, jelikož maximální datové propustnosti na GPU se dosáhne zarovnanými přístupy do paměti a uváženým načítáním do sdílené paměti. Autor podrobně rozebírá postupně všechny typy kolizí a jejich řešení, uvádí všechny použité vzorce a vztahy.

Typické problémy fyzikálních simulací (kmitání, zanořování objektů do sebe, ...) autor elegantně řeší drobnými úpravami fyzikálních zákonů, nebo zavedením nových (zákon o zachování pozice těžiště – při řešení překryvu objektů). Při výpočtu vlivu sil se pro integraci využívá Runge-Kuttova metoda čtvrtého řádu, celkově se tedy simulace chová velmi realisticky a chyby numerické integrace se nijak výrazně neprojevují.

Autor již v průběhu práce uvádí několik dalších možných optimalizací, jež by simulační krok ještě urychlily.

Jednou z hlavních nevýhod enginu je, že nelze nijak interagovat s objekty ve scéně, pouze změnit pozici kamery, spustit a zastavit simulaci, případně změnit nastavení některých konstant ovlivňujících simulaci (síla gravitace, apod.). Vykreslování scény je dosti spartanské – vše je vykreslováno ve stupních šedi a pomocí drátových modelů – to zhoršuje orientaci ve scéně s mnoha objekty. Načítání scény probíhá ze souboru s předem daným názvem a umístěním – nelze zadat cestu na příkazové řádce.

Dále pak autor neprovedl porovnání s dostupnými fyzikálními enginy ať už běžících na CPU, nebo využívajících GPU, přestože v referencích jsou odkazy na Bullet a PhysX.

### Hlavní klady:

- Práce psána kvalitní angličtinou.
- Během simulace nejsou pozorovatelné chyby jako kmitání stojících objektů, vystřelování objektů při špatně ošetřených kolizích, apod. Celkově se simulace chová velmi realisticky.
- Veškeré vzorce využitě k detekci a ošetřování kolizí jsou uvedeny přehledně v textu a popsány.

### Hlavní zápory:

- Vykreslování simulované scény je velmi jednoduché, bez možnosti změn zobrazení. Vše je vykreslováno jako wireframe ve stupních šedi. Je těžké se orientovat ve scéně čítajících velké množství objektů.
- Malá variabilita simulovaných objektů – pouze několik základních primitiv, až na hmotnost a rozměry mají všechny objekty stejné fyzikální vlastnosti.
- Se scénou lze jen minimálně interagovat – přesun kamery, změna nastavení některých konstant. Nelze nijak manipulovat s objekty.
- Není uvedeno srovnání s jinými fyzikálními enginy.

**Otázky:**

- Jak náročné by bylo přidat do enginu podporu pro libovolné objekty v polygonální reprezentaci?
- Co by obnášelo rozšíření každého typu objektu o další parametry popisující pružnost, tření, atd.?
- V zadání je zmínka o využití formalismu k popisu pohybu pevných těles v prostoru – „Spatial Vector Algebra“, ale v textu již není diskutováno, zda se hodí k využití na GPU, či nikoliv.

Zadání práce bylo splněno a proto **doporučuji** připustit Szabolcse Cséfalvaye k obhajobě a **uznat** práci jako diplomovou.

V Praze, 25.8.2011

Jan Kolomazník