

# Posudek vedoucího diplomové práce

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

**Diplomant:** Bc. Szabolcs Cséfalvay

**Vedoucí:** Mgr. Petr Kmoč

**Oponent:** Mgr. Jan Kolomazník

Práce se zabývá problematikou fyzikální simulace tuhých těles a možností využít k tomuto úkolu plně programovatelné grafické karty (GPU). V první části autor stručně představuje možnosti programování GPU a dále podrobněji popisuje architekturu CUDA, kterou se rozhodl v práci použít, za hojného použití reference [10].

Druhá část práce je věnována popisu simulačního systému, který diplomant implementoval. Stručně jsou uvedena základní primitiva systému (koule, pružiny, statické překážky a pseudofyzikální reprezentace válců zakončených polokoulemi, autorem nazývaných tyče). Následuje detailní popis implementovaných fyzikálních interakcí. Dobře a srozumitelně je popsáno i přizpůsobení algoritmů a datových struktur specifickému prostředí GPU.

Tento popis a programátorské postupy v něm obsažené považuji za hlavní přínos práce. Samotná implementace ovšem představuje problematičtější část. Na autorovu práci je možné nahlížet spíše jako na knihovnu doplněnou ukázkovým programem; i v takovém případě je však ukázkový program velmi omezený a ne zcela odladěný. Nejzávažnějším nedostatkem je však vcelku omezená funkčnost a navíc nesprávné chování samotného simulátoru. V zásadě jediným plně implementovaným tuhým tělesem je koule, ostatní primitiva jsou buď statická (kvádr) nebo nemají vlastní fyzikální vlastnosti a chovají se jen jako propojení dvou koulí (tyč).

## Klady práce

- + Je vidět, že autor pronikl do problematiky návrhu datových struktur pro GPU, která se od situace na CPU zásadně liší. Jeho rozhodnutí v této oblasti jsou solidní a dobře popsána, práce tedy může sloužit jako vhodná reference pro zpracování podobných úloh na GPU.
- + Práce je napsána dobrou angličtinou a text je jasný a srozumitelný.

## Kritické připomínky

- Chování fyzikální simulace není korektní. I na koulích, tedy plně implementovaných fyzikálních tělesech, se projevují nedostatky zejména v oblasti tření. Se základním nastavením se koule valí se po rovině ani po velmi dlouhé době nezastaví, ač se tření počítá. Při zvyšování koeficientu tření se dříve narazí na práh nesmyslných hodnot a numerické nestability, než by došlo k jejímu zastavení.
- Jak je uvedeno výše, fyzikálně korektně je implementována pouze koule, ostatní prvky se nechovají podle dynamiky tuhých těles, jak by vyplývalo ze zadání. Rovněž v zadání požadovanou analýzou možnosti použít 6D algebru [Featherstone] se práce vůbec nezabývá.
- Veškeré parametry simulace (např. součinitele tření či restituce) jsou globální, není možné přiřadit různým tělesům různé hodnoty.
- Ukázkový program je možná až příliš minimalistický, navíc nedoladěný. Padá například při opětovném načtení scény nebo při načtení jedné z přiložených ukázkových scén.

Práce obsahuje několik zajímavých myšlenek a postřehů, zejména v oblasti GPU programování. Samotná fyzikální část je však příliš omezená, navíc obsahuje chyby. Přestože práce na GPU je programátorsky náročný úkol a užší funkcionality by byla očekávatelná, rozsah autorovy implementace je až příliš malý. Vzhledem k tomu a dalším výše uvedeným výtkám, především fyzikálně nekorektnímu chování simulace, tak práci v současném stavu **nedoporučuji** k obhajobě.