

## **Posudek oponenta diplomové práce**

**Autor:** Bc. Petr Kadleček

**Název práce:** Haptic rendering for 6/3-DOF haptic devices

**Vedoucí:** Mgr. Petr Kmoch

**Oponent:** Mgr. Jan Kolomazník

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

V první části diplomové práce autor diskutuje algoritmy pro haptickou vizualizaci pro zařízení se symetrickou zpětnou vazbou konkrétně s třemi stupni volnosti a dále pak pro zařízení se šesti stupni volnosti.

Haptická vizualizace pro zařízení s omezenou zpětnou vazbou (konkrétně se 6/3 stupni volnosti) je pak analyzována v druhé části práce. Autor zde také navrhuje několik postupů, jak nahradit chybějící torzní zpětnou vazbu.

Implementovaný algoritmus je pak ověřen v uživatelské studii, kde účastníci odpovídali na základě zkušenosti ze čtyř experimentálních aplikací implementujících různé scénáře pro haptickou simulaci.

Haptická simulace je velmi náročnou již ze své podstaty - snažíme se vytvořit realistický vjem. Z toho plynou vysoké nároky na numerickou stabilitu (prevence oscilací apod.) spolu s vysokou výpočetní náročností – simulace musí běžet s frekvencí vyšší než 1 kHz.

Jelikož realistická simulace na asymetrických zařízeních (6/3 stupňů volnosti) není dostatečně prozkoumané téma, autor musel vyzkoušet několik slepých uliček a zvážit řadu kompromisů mezi rychlostí a přesností výpočtu, než byl schopen navrhnout spolehlivý algoritmus. Z tohoto důvodu má tato diplomová práce značný praktický význam (funkční haptická simulace na 6/3 zařízení), spolu s teoretickým přínosem (diskuze nad nedostatky jiných přístupů).

Velmi mě zaujala klasifikace torzního působení na základě pozorování simulace při páčení a reakce na něj bez možnosti torzní zpětné vazby, buď převodem na silové působení, či upozornění formou vibrací nebo vizuální odezvou.

Autor také velmi elegantně vyřešil testování a replikaci experimentů implementací virtuálního haptického zařízení, jež lze ovládat myší a klávesnicí, a které umí zaznamenat vstup ze zařízení a opakovaně ho pak přehrát. Autor takto mohl zkoumat vlastnosti jednotlivých algoritmů na reálném vstupu a porovnávat výstupy různých nastavení, apod.

Pro praktické nedostatky použité metody plynoucí ze samé podstaty popisovaného algoritmu (voxelizace vstupních dat, chybějící tření při reakci na páčení, ...) autor navrhuje možná řešení.

### **Hlavní klady:**

- Inovativní a přínosné
- Značný rozsah práce
- Práce psána kvalitní angličtinou.
- Virtuální haptické zařízení

### **Hlavní zápory:**

- Pro některé zmiňované algoritmy by byl vhodnější formální popis, či zápis formou pseudo-kódu místo čistě slovní formulace.

### **Otázky:**

- Co by znamenal požadavek na simulování nejen tuhých, ale i pružných deformovatelných těles (jednoduché pružiny, případně něco komplikovanějšího)?

- Jaké jsou možnosti pro simulaci objektů s vyšší tvrdostí povrchu – v současné implementaci povrchy objektů působí gumově.

Téma je zpracováno ve značném rozsahu. Jde o inovativní práci a proto **doporučuji** připustit Petra Kadlečka k obhajobě a **uznat** práci jako diplomovou.

V Praze, 13. 5. 2013

Jan Kolomazník