

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Algoritmus pro numerickou integraci Kuzněcovovy rovnice na GPU
Jméno autora:	Jan Mrňa
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra kybernetiky (13133)
Oponent práce:	Karel Řezáč
Pracoviště oponenta práce:	Katedra fyziky (13102)

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Pro vypracování bakalářské práce musel student mimo jiné nastudovat následující oblasti: (i) diferenciální počet funkcí více proměnných a řešení parciálních diferenciálních rovnic pomocí numerických metod, (ii) obecné znalosti o HW pro paralelní zpracování úloh a z paralelního programování (včetně problémů se sdílením paměti, rychlosti přístupů do různých pamětí atd.) a (iii) programování grafických karet NVIDIA pomocí technologie CUDA. Všechny výše uvedené techniky považuji za pokročilejší vzhledem ke stupni studia a tím i stupni závěrečné práce, tj. bakalářský stupeň. Z těchto důvodů hodnotím zadání bakalářské práce jako <b>náročnější</b> .	

Splnění zadání	splněno
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
Zadání práce obsahovalo, zkráceně zapsáno, 3 body: (i) navrhnout numerický algoritmus pro řešení Kuzněcovovy rovnice nelineární akustiky pro popis akustických rezonátorů, (ii) implementovat a otestovat numerický algoritmus při paralelním běhu na grafické kartě s využitím CUDA technologie, (iii) provést základní numerické experimenty v oblasti stojatých zvukových vln v akustických rezonátorech. <b>Všechny tyto body zadání byly v práci splněny.</b> Nad toto zadání se práce zabývá testováním, porovnáváním a optimalizací nastavení programu pro řešení dané problematiky.	

Zvolený postup řešení	vynikající
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Dle mého názoru, student použil správný/vynikající postup. Z práce vidím správné vedení školitele.	

Odborná úroveň	B - velmi dobře
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Odborná úroveň práce je velmi vysoká. Jelikož se jednalo o práci v oblasti numerických simulací, student nepoužíval data z praxe, ale právě ze svých numerických experimentů. S těmito daty dále pracoval (vyhodnocoval, porovnával, atd.) a vyvozoval patřičné závěry. Student se odkazuje na 15 zdrojů (tj. použitou literaturu) – to je dle mého názoru vyhovující počet, nicméně na dolní hranici pro bakalářskou práci. Kromě odborných fyzikálních článků musel student pracovat s manuály popisující paralelní programování pomocí technologie CUDA. Bez práce s touto použitou literaturou by nemohl splnit zadání práce. Jako menší nedostatek jsem shledal nepříliš rozvinutou rešerši, která je suplována kapitolami Matematický model a Metody numerického řešení. Očekával bych v úvodu spíše širší záběr, z něhož při rešerši student dojde k závěru, které metody jsou vhodné pro řešení zadaného problému, a tyto metody následně popíše. Na druhou stranu chápu, že rozsah takto zadané práce nemusel dát již mnoho prostoru k popsání rozsáhlé rešerše – i takto by práce svým rozsahem vyhověla požadavkům na diplomovou práci.	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	B - velmi dobře
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Grafické vyhotovení práce je provedeno v systému LaTeX a je na vysoké úrovni. Práce obsahuje všechny formality jako:	

zadání, abstrakty, obsah, seznam použitých zkratk, a kromě textu práce i jednu přílohu a seznam použité literatury. K dokonalosti už chybí jen seznam tabulek a obrázků. Ke grafické úpravě bych vytkl jen zvolené řádkování (poměrně malé) a také malý font, kde lze na některých místech s nedokonalým tiskem přehlédnout, zda je vytištěno písmeno „e“ nebo „o“. Jazyková úroveň práce je na dobré úrovni, jen výjimečně byly použity nevhodné formulace jako např.: „z toho“, „z těch.“ Jako v každé práci, i v této nalezneme několik překlepů nebo textových a typografických chyb. Jejich počet bych ale hodnotil jako velice malý. Pro příklad uvádím:

- k popisu rovnice (1) student popisuje 4 členy na pravé straně, ale je jich 5,
- v rovnici (13) zůstalo anglické „and“,
- v kapitole 3.3.1: vektory se píše jen tučně, ne tučně kurzívou,
- v kapitole 4.1.1 jsou použity zkratky (z oboru výpočetní techniky) bez předchozí definice,
- v 5.4.2: „upravovil“,
- u popisů grafů mohly být delší vysvětlující popisky, v grafech v kapitole 6 chybí legendy.

Seznam ostatních drobných překlepů a typografických chyb byl předán studentovi.

#### Výběr zdrojů, korektnost citací

C - dobře

*Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.*

Jak jsem již uvedl výše, student se odkazuje na 15 zdrojů – to je dle mého názoru vyhovující počet, nicméně na dolní hranici pro bakalářskou práci. Ke zdárnému splnění práce nebylo třeba více použité literatury. V textu je vše řádně citováno. Samotný seznam použité literatury je napsán v BibTeXu a generován automaticky. Dle mého názoru nebyl porušen autorský zákon ani citační etika.

#### Další komentáře a hodnocení

*Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.*

Práce má 44 stran včetně třístránkové přílohy, text je členěn do 7 kapitol, z nichž kapitoly 4-7 jsou plně prací studenta. Práce beze zbytku splňuje zadání a navíc se zabývá testováním, porovnáváním a optimalizací. Funkčnost paralelního programu byla demonstrována v kapitole 6, kde jsou ukázány výsledky pro 2 různé typy akustických rezonátorů.

### III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

*Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uveďte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.*

Předloženou závěrečnou práci **Algoritmus pro numerickou integraci Kuzněcovovy rovnice na GPU** hodnotím jako velmi zdařilou. Zvláště kladně bych hodnotil práci s bezrozměrnými veličinami. Nejenže jsou tyto veličiny výhodnější pro samotný výpočet, ale též při zobrazování výsledků. I v tomto případě student správně zobrazuje nezávislou proměnnou bezrozměrně a závislou proměnnou pak přepočítává do reálných rozměrů (viz grafy v 6. kapitole). Kladně hodnotím i prezenci vývojového diagramu a blokových schémat vytvořeného paralelního programu. U obhajoby bych porosil studenta, aby odpověděl na následující otázky:

- 1) Student hned v úvodní kapitole píše, že analytické řešení příslušných rovnic není známo. Nabízí se tedy otázka: Jakým způsobem byl zkontrolován vytvořený program – zda neobsahuje nějakou hrubou chybu, nedochází k chybám metody, zaokrouhlovacím chybám atd.?
- 2) V kapitole 3.4 je popsána CFL podmínka jako  $v\Delta t/\Delta x \leq 1$ , ale v kapitole 5 (např. 5.4.2) je pak použit poměr  $\Delta X/\Delta T$  a limit stanoven na hodnotu 0,0625. Prosím o vysvětlení (ujasnění), proč je poměr otočen a zda uvedená hodnota odpovídá tedy poměru  $1/v$  nebo  $v$ .

Přes některé drobnější výše uvedené nedostatky a krátkou úvodní kapitolu, hodnotím tuto celkově rozsáhlou a náročnou práci klasifikačním stupněm **B - velmi dobře**.

Datum: 8.6.2015

Podpis: