

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	Paralelní implementace algoritmu pro implicitní metodu vnořené hranice v projektu TNL-LBM
<b>Jméno autora:</b>	Marek Makovec
<b>Typ práce:</b>	bakalářská práce
<b>Fakulta:</b>	Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská (FJFI)
<b>Katedra:</b>	Katedra matematiky
<b>Vedoucí práce:</b>	Ing. Jakub Klinkovský, Ph.D.
<b>Pracoviště vedoucího práce:</b>	KSI FJFI ČVUT v Praze

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání a motivace k jeho vypsání</b>	<b>průměrně náročné</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce a krátké průvodní slovo k motivaci pro zadání práce.</i>	
Motivací pro tuto práci bylo vylepšit implementaci metody vnořené hranice v projektu TNL-LBM. Původní kód před začátkem tohoto bakalářského projektu byl velmi nepřehledný a také neefektivní, protože algoritmy pro sestavení matic vystupujících v této metodě byly implementovány jen na CPU, bez paralelizace, se zbytečným kopírováním do pomocných datových struktur a výsledek potom bylo potřeba zkopírovat na GPU. Cílem práce bylo provést paralelizaci pořádně a v ideálním případě implementovat sestavení matic na GPU, což se povedlo. V budoucnu tak bude možné začít řešit evoluční úlohy s elastickými tělesy, kde bude potřeba sestavovat matice opakovaně v každém časovém kroku.	
<b>Splnění zadání</b>	<b>splněno</b>
<i>Posudte, 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>	
Předložená práce prokazuje seznámení se s projektem TNL-LBM i s algoritmem implicitní metody vnořené hranice a ukazuje porovnání vylepšené paralelní implementace oproti původní verzi. Všechny body zadání jsou tedy splněny a funkční implementaci na GPU lze považovat za rozšíření nad rámec zadání, kde by stačilo mít paralelizaci na CPU.	
<b>Aktivita a samostatnost při zpracování práce</b>	<b>výborná</b>
<i>Posudte, zda byl student během řešení aktivní, zda dodržoval dohodnuté termíny, jestli své řešení průběžně konzultoval a zda byl na konzultace dostatečně připraven. Posudte schopnost studenta samostatné tvůrčí práce.</i>	
Během obou semestrů konzultace probíhaly každý týden (až na obligátní výjimky) a vždy byl poznat nějaký pokrok oproti předchozímu stavu. Implementace i text práce vznikaly samostatně, i když psaní textu se poněkud protáhlo... Celkově jsem ale s průběhem prací spokojen.	
<b>Odborná úroveň</b>	<b>průměrná</b>
<i>Posudte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Práce shrnuje teoretickou formulaci implicitní metody vnořené hranice a všechny softwarové nástroje a techniky použité při vývoji a optimalizaci kódu. Popis samotné implementace ale mohl být jasnější a lépe provázaný s teorií a popisem výsledků.	

**Formální a jazyková úroveň**

**průměrná**

*Posudte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posudte typografickou a jazykovou stránku.*

Poslední část práce obsahuje řadu typografických chyb (např. text "CPU" vedle tabulek 4.10 a 4.13, nebo text "GPU" pod tabulkami 4.31 a 4.34), které jsou důsledkem dokončování práce na poslední chvíli. Jinak z jazykového pohledu je text práce v pořádku.

**Výběr zdrojů, korektnost citací**

**výborné**

*Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posudte, 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.*

Práce cituje několik vědeckých publikací z odborných časopisů a knih, které jsou doplněny citacemi online zdrojů. Použití citací je v souladu se zvyklostmi a všechny převzaté prvky jsou řádně odlišeny.

**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 jeden závažný problém - popis implementace jednotlivých optimalizací je příliš stručný na to, aby byl pochopitelný pro běžného čtenáře. Text sice popisuje, "co" se v daném případě liší od původní implementace nebo předchozích variant, ale není uvedeno, "jak" taková implementace vypadá - text ve 3. kapitole totiž není doplněn útržky kódu. Popis implementace by také bylo vhodné navázat na teoretický popis a definici zmíněných matic, k čemuž také mohly pomoci útržky kódu.

Další poznámka se týká výsledného porovnání celkového času pro kompletní sestavení všech potřebných matic. V tabulce 4.35 je vidět, že CPU varianta 1 je vždy rychlejší, než varianta 2, čili použití OpenMP pragmy "collapse" není vhodná optimalizace. Potom výpočet na GPU by bylo vhodné porovnat vůči této variantě. Navíc porovnání GPU vs CPU se dá rozšířit - zde totiž odpadne nutnost kopírovat matice z operační paměti na GPU, takže reálně je použití GPU ještě několikrát rychlejší (máme to změřeno, ale nestihlo se to zapracovat do textu práce). Finální výsledek tedy mohl být ještě epičtější než uvedené urychlení 110x oproti původní implementaci 😊

**III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE**

*Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Případně uveďte otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí. V práci vidím jen jeden závažný problém, proto v hodnocení navrhuji strhnout jeden klasifikační stupeň.*

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **B - velmi dobře**.

Datum: 18.8.2024

Podpis:

