

# Posudek oponenta diplomové práce

**student:** Bc. Matouš Fencel

**název práce:** Paralelní algoritmy lineární algebry pro GPU

Předložená práce se zabývá dvěma problémy lineární algebry. Jednak se zabývá paralelními algoritmy pro výpočet součinu symetrické řídké matice a vektoru (zkráceně SpMV). Dále se zabývá paralelními a distribuovanými algoritmy pro Gaussovu eliminační metodu (zkráceně GEM).

Student splnil zadání v plném rozsahu. Všechny použité algoritmy pro SpMV jsou podrobně popsány slovně, pomocí pseudokódů i pomocí obrázků. Stejně pečlivě jsou popsány všechny použité algoritmy pro GEM. V první kapitole je čtenář seznámen s klíčovými technologiemi použitými v práci, tj. s CUDA, OpenMP i MPI. Formát pro řídké matice *Ellpack* je pro práci klíčový a je rovněž podrobně popsán. Pro změření výkonnosti implementovaných algoritmů byl použit dostatečný počet různorodých řídkých matic ze *SuiteSparse Matrix Collection*. Výkonnost CPU i GPU verzí jednotlivých algoritmů je přehledně prezentována pomocí tabulek i obrázků a výsledky jsou řádně diskutovány. Při měření výkonnosti algoritmů pro GEM byla navíc i kontrolována přesnost výsledků. Součástí práce by ještě mohla být rešerše existujících algoritmů pro paralelní SpMV a GEM včetně srovnání výkonnosti vytvořených implementací s existujícími programy.

Možná až přílišná rozsáhlost textu je nejspíše důvodem jeho nedostatků po formální stránce. V úvodu (s. 11) je naznačeno, že práce má tři kapitoly, a obsah jednotlivých kapitol je shrnut. Konečná podoba práce má ale kapitol pět. V úvodních odstavcích kapitol 2 a 4 je naznačeno, že na konci těchto kapitol budou představené algoritmy porovnány na testovacích maticích. Vyhodnocení výkonnosti představených algoritmů je ale v kapitolách 3 a 5. Obsah druhé věty v prvním odstavci kapitoly 5 rovněž neodpovídá skutečnému členění textu.

I když jsem v textu práce opakovaně podrobně hledal, nepodařilo se mi v něm nalézt položky [6], [8] a [11] ze seznamu literatury. Očekával bych, že všechny očíslované položky v seznamu literatury by měly být někde v textu práce použity.

V celém textu práce se vyskytují nedostatky v psaní čárek ve větách. Jako příklad zde uvádím výčet takových chyb v úvodu a v závěru práce.

1. Na s. 11 je v třetí větě prvního odstavce napsáno „[...] výkonu, který jim fyzikální zákony dovolí a proto je [...]“, ale mělo by být „[...] výkonu, který jim fyzikální zákony dovolí, a proto je [...]“.
2. Na s. 73 je v druhé větě druhého odstavce napsáno „[...] s vektory a to, jak na CPU, tak na GPU.“, ale mělo by být „[...] s vektory, a to jak na CPU, tak na GPU.“. Obdobně je v poslední větě v třetím odstavci na stejné stránce napsáno „[...] ukázal jako neefektivní, jak pro CPU, tak pro GPU.“ místo „[...] ukázal jako neefektivní jak pro CPU, tak pro GPU.“.

3. Na s. 73 je v druhé větě třetího odstavce napsáno „Výsledky, které jsme prezentovali [...] ukazují, že pro CPU [...]“, ale mělo by být „Výsledky, které jsme prezentovali [...], ukazují, že pro CPU [...]“.

Vedle chyb v čárkách se v celém textu vyskytují další drobné chyby a překlepy. Jako příklad zde uvádím chyby nalezené v kapitole 1.

1. Na s. 14 je v druhé větě prvního odstavce napsáno „[...] funkce ,která [...]“.
2. Na s. 15 by místo „128-bytech“ mělo by být napsáno „128 bytech“.
3. Na s. 17 by v čtvrté větě čtvrtého odstavce mělo místo „více procesorové počítače“ být „víceprocesorové počítače“.
4. Na s. 17 začíná poslední odstavec odsazeným slovem „Funkce“. Následující řádek obsahující slovo „a“ a dále řádek začínající slovy „jsou hlavním nástrojem [...]“ by proto již odsazený být neměly.
5. Na s. 18 je v druhé větě prvního odstavce napsáno „[...] který určuje **rank** proces [...]“, ale nejspíše mělo být napsáno „[...] který určuje **rank** procesu [...]“.

Konečně je v textu práce řada typografických nedostatků. Jednak v textu nejsou použity nedělitelné mezery pro zabránění výskytu jednopísmenných předložek a spojek na koncích řádků.

Dále jsou velikosti mezer mezi odstavci v celé práci poměrně nekonzistentní. Například v úvodu (s. 11) jsou mezery mezi odstavci obvyklé, ale v závěru (s. 73) se zdá, že mezi každou dvojicí odstavců je navíc prázdný řádek. Na některých stránkách (mj. na stránkách 16, 17, 20 či 30) jsou použity oba způsoby oddělování odstavců – tj. některé odstavce jsou odděleny standardně, ale jiné mají mezi sebou mezeru navíc.

V některých místech je v textu chybně použit spojovník (-) místo pomlčky (–). Příkladem je na s. 13 první věta třetího odstavce, kde by správně mělo být „ALU – arithmetic logic unit“. Dále se jedná o případy, kde je v textu zmíněn rozsah čísel (tj. chybně 0-3 místo správného 0–3). Takto napsaný rozsah čísel lze nalézt např. na stránkách 27, 31, 32, 34 či 39. Podobně je v některých algoritmech použit spojovník (-) místo mínusu (–). Např. algoritmus 8 na s. 31 a algoritmus 10 na s. 33 používají v některých případech spojovník, ale v jiných mínus.

V popisících obrázků 3.1–3.5 (s. 40), v tabulce 3.1 (s. 41) a v tabulce 5.1 (s. 65) jsou dlouhá čísla členěna po trojicích cifer pomocí mezer. Správně by pro takové členění ale měla být použita tenká mezerka. V tabulce 3.9 (s. 44) a v tabulkách 3.11 a 3.13 (s. 45) jsou, na rozdíl od všech ostatních tabulek, použity desetinné tečky namísto desetinných čárek.

I přes nedostatky po formální stránce textu oceňuji studentovo úsilí vynaložené na podrobném popisu, implementaci a změření výkonnosti všech implementovaných algoritmů. Výsledky jsou řádně diskutovány a student zadání své diplomové práce splnil bezchybně. Proto předloženou práci navrhuji hodnotit známkou **B** (velmi dobře).

Můj dotaz k obhajobě je následující: V kapitole 5 jsou k změření výkonnosti vytvořených implementací algoritmů pro Gaussovu eliminační metodu použity řídké matice ze

SuiteSparse Matrix Collection. Předpokládám, že po načtení vstupní řídké matice dochází k jejímu převodu do interního maticového formátu implementovaného algoritmu. O jaký se jedná formát?

V Praze dne 16. 7. 2020

Ing. Claudio Kozický