

Posudek oponenta závěrečné práce

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta informačních technologií

Student: Jakub Holub
Oponent práce: Ing. Daniel Langr, Ph.D.
Název práce: Algoritmy pro násobení polynomů
Obor: Teoretická informatika

Datum vytvoření: 9. 6. 2016

Hodnotící kritérium:	Způsob hodnocení - následující škálou 1 až 5:
1. Náročnost a další komentář k zadání	1=mimořádně náročné zadání, 2=náročnější zadání, 3=průměrně náročné zadání, 4=lehčí, ale ještě dostatečně náročné zadání, 5=nedostatečně náročné zadání
Popis kritéria: Podrobněji charakterizujte diplomovou (bakalářskou) práci a její případné návaznosti na předchozí nebo běžící projekty. Dále posuďte, čím je zadání této ZP náročné. (U obtížnější ZP lze dále tolerovat některé nedostatky, které by u ZP standardní obtížnosti tolerovány nebyly; a naopak u jednoduché ZP mohou být zjištěné nedostatky hodnoceny přísněji.)	
Komentář: Práce se zabývá porovnáním několika algoritmů pro numerické řešení problému násobení polynomů z hlediska výkonnosti, paralelní škálovatelnosti a přesnosti. Autor tyto algoritmy implementoval v jazyce C++ a dále provedl rozbor možností optimalizací výsledných programů (vektorizace, loop unrolling, apod.). Výkonnost byla testována na fakultním clusteru Star. Zadání je středně náročné, nevyžaduje příliš velké teoretické znalosti. Uvedené algoritmy jsou z pohledu matematického spíše jednodušší a jejich paralelizace je poměrně přímočará. Náročnost zadání spočívá spíše v experimentální části a jejím vyhodnocení.	
Hodnotící kritérium:	Způsob hodnocení - následující škálou 1 až 4:
2. Splnění zadání	1=zadání splněno, 2=zadání splněno s menšími výhradami, 3=zadání splněno s většími výhradami, 4=zadání nesplněno
Popis kritéria: Posuďte, zda předložená ZP splňuje zadání. V komentáři uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, případně rozšíření ZP oproti původnímu zadání. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.	
Komentář: Zadání bylo splněno.	
Hodnotící kritérium:	Způsob hodnocení - následující škálou 1 až 4:
3. Rozsah písemné zprávy	1=splňuje požadavky, 2=splňuje požadavky s menšími výhradami, 3=splňuje požadavky s většími výhradami, 4=nesplňuje požadavky
Popis kritéria: Zhodnoťte přiměřenost rozsahu předložené ZP vzhledem k obsahu, tj. zda všechny části ZP jsou informačně bohaté a ZP neobsahuje zbytečné části.	
Komentář: Samotná textová část bez seznamu literatury má 39 stran, práce tedy splňuje doporučený rozsah dle Přílohy 5 Směrnice děkana 14/2015.	
Hodnotící kritérium:	Způsob hodnocení - bodové hodnocení 0 až 100 bodů (známka A až F):
4. Věcná a logická úroveň práce	86 (B)
Popis kritéria: Posuďte, zda předložená ZP je po věcné stránce v pořádku, případně vyskytují-li se v práci věcné chyby nebo nepřesnosti. Zhodnoťte dále logickou strukturu ZP, návaznosti jednotlivých kapitol a pochopitelnost textu pro čtenáře.	

Komentář:

Práce je po věcné a logické stránce na velmi dobré úrovni. Text je psán srozumitelně a bez chyb, a jednotlivé kapitoly na sebe vhodně navazují. Mám následující tyto výhrady k obsahu:

— str. 11: (myšleno C++) "...nabízí například přímý přístup do paměti nebo konstrukce, které lze převést přímo do strojového kódu." — To není zcela přesné, standard jazyka C++ (např. ISO 14882-2011) žádné konstrukce pro převádění do strojového kódu přímo neobsahuje. Zmiňuje pouze deklaraci "asm", o které je řečeno pouze to, že je volitelná a implementačně závislá. Konkrétní formy konstrukcí převaditelných do strojového kódu jsou tak dané konkrétními překladači a nejsou obecně přenositelné.

— str. 13: Algoritmus 3 — Uvedené rozbalení cyklu bude fungovat jen v případě, že n bude dělitelné 4. Obecně je potřeba ještě přidat kód, který řeší zbylé iterace cyklu. V textu, který vysvětluje, co rozbalení cyklu (loop unrolling) vlastně znamená, je to poměrně důležité opomenutí.

— str 16.: "...jednotlivá vlákna musejí čekat na zápis" (myšleno při použití atomických operací) — V případě atomických operací k žádnému čekání obecně nedochází (pouze nepřímo, kdy procesor např. čeká na nahrání dat do cache, ale to platí i o neatomických operacích). Režie atomických operací spíše spočívá v restrikci optimalizačních technik na úrovni jak překladače tak procesoru plus vykonávání speciálních instrukcí (paměťových bariér).

— str. 17: "Celkově je zde tedy mírná režie s alokací a uvolňování paměti, avšak toto řešení má také výhodu, že u paralelní optimalizace nebude nutné použít atomické operace při zápisu do paměti." — Režie s alokací a uvolňování paměti nemusí být v případě vícevláknové aplikace tak nízká, jak se na první pohled zdá. Obecně totiž může alokace/uvolňování paměti provádět jen jedno vlákno najednou, což překladače typicky řeší pomocí mutexů. (Pokud tím vzniká v aplikaci výkonnostní problém, řešením může být použití speciálních "škálovatelných alokátorů" z knihoven třetích stran, jako je například TCMalloc).

— str. 25: "Tento server" (myšleno Star) "umožňuje využít pro výpočty až 12 vláken nad sdílenou pamětí." — Za prvé, v přiložené implementaci je napevno zakódováno 24 vláken, rovněž škálovatelnost algoritmů je měřena do 24 vláken. Za druhé, server obecně umožňuje využít pro výpočty libovolný počet vláken, limitovaný pouze možnostmi operačního systému. (Autor měl asi na mysli něco jako "umožňuje efektivně využít až 24 vláken".)

— dtto: Star tuším není výpočetní server ale cluster, skládající se z několika serverů různých konfigurací. Bylo by vhodné uvést konfiguraci konkrétního serveru, na kterém proběhlo měření.

— sekce 4.6 až 4.9: Zcela chybí text popisující a zhodnocující uvedené výsledky slovně. Uvedené sekce obsahují pouze grafy bez jakéhokoliv zhodnocení. (Obecně platí, že by vědecká práce neměla obsahovat žádné obrázky/tabulky, na které není v textu uvedena reference.)

Hodnotící kritérium:

Způsob hodnocení - bodové hodnocení 0 až 100 bodů (známka A až F):

5. Formální úroveň práce

94 (A)

Popis kritéria:

Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku ZP, viz Směrnice děkana č. 12/2014, článek 3.

Komentář:

Práce je i po formální stránce na velmi dobré úrovni, mám zde jen několik výhrad:

— str. 3: "jejíchž" -> "jejichž".

— str. 19 i jinde: Ve výrazech by místo symbolu = měl být symbol přiřazení (např. šipka <- podobně jako na řádce 6 Algoritmu 3, nebo := apod.). Rovnítko v matematickém zápise evokuje rovnost levé a pravé strany, takže např. zápis $r_1=r_1-r_3$ obecně nedává smysl.

— tabulky v sekci 4.5: Symbol * (star, hvězdíčka, asterisk) je chybně použit pro operaci násobení. Násobení se zapisuje buď jeň mezerou, symbolem tečky (\cdot) nebo symbolem krát (\times).

— dtto: V tabulkách by bylo podle mého názoru uvést relativní odchylky, například vztažené na max. hodnotu koeficientů (řádek 1). Absolutní hodnoty odchylek neumožňují zhodnotit, jak se odchylky vyvíjejí s rostoucí max. hodnotou koeficientů.

— V grafech bych doporučil slabší tloušťky čar.

Hodnotící kritérium:

Způsob hodnocení - bodové hodnocení 0 až 100 bodů (známka A až F):

6. Práce se zdroji

100 (A)

Popis kritéria:

Vyjáďřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení ZP. Charakterizujte výběr studijních pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje nebo zda se pokoušel řešit již vyřešené problémy. 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.

Komentář:

Při práci se zdroji jsem neobjevil žádný problém či nepřesnost.

<i>Hodnotící kritérium:</i>	<i>Způsob hodnocení - bodové hodnocení 0 až 100 bodů (známka A až F):</i>
7. Hodnocení výsledků, publikační výstupy a ocenění	96 (A)
<p><i>Popis kritéria:</i> Vyděříte se k úrovni dosažených hlavních výsledků ZP, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, apod. Případně také zhodnoťte, zda software nebo zdrojové texty, které nevytvořil sám student, byly v ZP použity v souladu s licenčními podmínkami a autorským právem. Popište případnou publikační činnost a získaná ocenění související s řešením této ZP.</p> <p><i>Komentář:</i> Dosažené výsledky jsou zajímavé a dokazují výhody algoritmů Karatsuba, Toom-3 a Toom-4 oproti algoritmu triviálnímu, který je pro větší vstupy díky vysoké složitosti obtížně použitelný. Zajímavé je rovněž porovnání míst, kde dochází ke skokovým nárůstům výpočetních časů, a také experimenty pro určení hranice přepnutí na triviální algoritmus. Paralelní experimenty dokazují dobrou škálovatelnost algoritmů v prostředích se sdílenou pamětí.</p> <p>Drobné výhrady mám k implementaci:</p> <ul style="list-style-type: none"> — V programech je napevno zakódován počet vláken, konkrétně 24. To je obecně špatná praxe, mnohem lepší je nechat tuto volbu na uživateli, např. pomocí přepínače programu či pomocí standardní proměnné OMP_NUM_THREADS. — Spustitelné programy mají prakticky totožnou strukturu; věcně se liší prakticky pouze v názvu vkládaného hlavičkového souboru a názvu použité třídy. Takováto redundance je obecně nežádoucí. Lepší by bylo využití podmíněného překladu na úrovni preprocesoru, statického polymorfizmu (šablony), či dynamického polymorfizmu. Programové řešení autora dokonce dynamický polymorfizmus podporuje na základě dědění z abstraktní třídy CMultiply a virtuální metody solve(), ale tento polymorfizmus není v kódu dále využit. 	
<i>Hodnotící kritérium:</i>	<i>Způsob hodnocení - nehodnotí se</i>
8. Komentář o využitelnosti výsledků	
<p><i>Popis kritéria:</i> Uvedte, zda hlavní výsledky ZP rozšiřují již publikované známé výsledky a/nebo přinášející zcela nové poznatky. Uveďte možnosti využití výsledků ZP v praxi.</p> <p><i>Komentář:</i> Využitelnost práce spočívá především v možnosti volby vhodného algoritmu pro násobení polynomů na základě výsledků provedených experimentů. Tyto výsledky zahrnují veškeré potřebné faktory pro volbu algoritmu, tj. porovnání výkonnosti, hledání optimální hranice přepnutí na triviální algoritmus, porovnání přesnosti, porovnání škálovatelnosti/paralelního zrychlení, a v neposlední řadě porovnání s existujícími implementacemi v podobně předchozí bakalářské práce a dvou veřejně dostupných knihoven.</p>	
<i>Hodnotící kritérium:</i>	<i>Způsob hodnocení - nehodnotí se</i>
9. Otázky k obhajobě	
<p><i>Popis kritéria:</i> Uvedte případné dotazy, které by měl student zodpovědět při obhajobě ZP před komisí (body oddělte odrážkami).</p> <p><i>Otázky:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) V práci je zmíněn "vlastní náhodný generátor polynomů", ale v přiložené implementaci jsem ho neobjevil. Jak tento generátor funguje? Jaký používá konkrétní generátor pseudonáhodných čísel? Jak je tento generátor inicializován? 2) V sekci 4.10.1 je uvedeno, že A. Léhar testoval své implementace na "stejném výpočetním serveru Star". Jak již bylo zmíněno, Star není výpočetní server, ale cluster, který je složen z několika serverů různých konfigurací. Byla opravdu všechna měření provedena na stejném serveru, případně na serverech stejné hardwarové konfigurace? 	
<i>Hodnotící kritérium:</i>	<i>Způsob hodnocení - bodové hodnocení 0 až 100 bodů (známka A až F):</i>
10. Celkové hodnocení	93 (A)
<p><i>Popis kritéria:</i> Shrňte stránky ZP studenta, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Celkové hodnocení nesmí být aritmetickým průměrem či jinou hodnotou vypočtenou z hodnocení v předchozích jednotlivých kritériích 1 až 9.</p> <p><i>Text hodnocení:</i> Celkově se mi práce velmi líbila, má poměrně vysokou věcnou, logickou i formální úroveň. Jako hlavní nedostatek bych viděl především absenci textu u sekcí 4.6 až 4.9; tyto sekce obsahují pouze grafy bez jakéhokoliv popisu a hodnocení výsledků. Cíl práce byl jinak splněn a dosažené výsledky jsou zajímavé a mohou sloužit pro výběr vhodného typu algoritmu pro násobení polynomů.</p>	

Podpis oponenta práce: