

Hodnocení diplomové práce – vedoucí

Autor hodnocení:	doc. Ing. David Horák, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce:	doc. Ing. David Horák, Ph.D.
Oponenti:	prof. RNDr. Zdeněk Dostál, DSc.
Téma:	Implementace deflated verzí sdružených gradientů
Verze ZP:	1
Student:	Bc. Jakub Kružík

1. Odpovídá závěrečná práce zadání?

Neodpovídá:) Práce totiž zadání a školitelovo původní očekávání značně převyšuje. Studentova diplomová práce je na špičkové úrovni a vzniklá implementace má obrovský aplikační potenciál. Musím studenta za jeho nasazení v práci a originální dílo pochválit.

2. Základní hodnocení závěrečné práce včetně hodnocení její struktury, návazností a úplnosti jednotlivých částí:

Student se bravurně zhostil dané problematiky. Pro popis a odvození jednotlivých metod zvolil originální styl. Zde bych rád vyzdvihl enormní úsilí vynaložené na studium a pochopení jednotlivých metod a souvislostí mezi nimi, což se právě odrazilo v unikátní teoretické části. I nejpřísnější recenzent nemůže mít výtek ke struktuře a obsahu diplomové práce. Student postupuje od metody největšího spádu, přes Lancoszovu metodu k metodě sdružených gradientů (CG) a analyzuje jejich konvergenci včetně předpokládaných variant. Jádrem práce je pak deflatovaná verze sdružených gradientů (DCG), její odvození, předpokládající efekt deflace, řešení tzv. hrubého problému a to i nepřesné mající velký význam ve vnořené neboli víceúrovňové verzi této metody, které jsou vlastním dílem studentovým. Student dále popisuje různé techniky konstrukce deflačního prostoru s využitím: 1. vlastních vektorů, 2. agregací na základě rozložení na podoblasti, 3. waveletovské komprese a 4. multigridových operátorů. Po sekci věnující se paralelní implementaci a popisu použitých knihoven a výpočetních prostředků následuje popis čtyř testovacích sad benchmarků: 1. SuiteSparse Matrix Collection, 2. Laplaceova rovnice z MFEMu, 3. lineární elasticita z MFEMu a 4. 2D BEM Laplaceova úloha a vlastní numerické experimenty. Práce je zakončena velice zdařilým závěrem diskutujícím jednotlivé verze DCG, výběr deflačního podprostoru, volbu waveletovské báze, úroveň rozkladu a potenciál tzv. adaptivní přesnosti ve víceúrovňové verzi s korekcí hrubého problému u deflace využívající jak waveletovskou kompresi tak multigridový operátor.

3. Hodnocení výběru a využití studijních pramenů:

Student při sepisování práce vycházel jak z historických článků a knih popisujících zrod myšlenek, odvození metod, tak z článků a knih nejnovějších, týkajících se jejich optimalizací a efektivních implementací. Tento výběr mu umožnil dokonalý vhled do dané problematiky. Většinu literatury si i sám vyhledal. Neoddělitelnou součástí této práce bylo i studium mnoha manuálů knihoven, které pro svou implementaci využil, stejně jako hledání vhodné sady různorodých modelových i reálných benchmarků pro numerické experimenty.

4. Hodnocení formální stránky práce (jazyková stránka, úprava apod.):

Kladně hodnotím rozhodnutí napsat práci v anglickém jazyce, což obzvláště při jejím obsahu poskytuje možnost její snadné prezentace ve vědecké komunitě a je ideálním výchozím bodem pro sepsání několika časopiseckých impaktovaných publikací, které se přímo nabízí. Grafické i typografické zpracování mají nadstandardní úroveň. Na všechny použité zdroje se student ukázkově odkazuje.

5. Uveďte, zda a v jakých částech přináší závěrečná práce nové poznatky a jaký je způsob využití získaných výsledků:

Výsledky z diplomové práce se mohou bezprostředně publikovat v několika člancích. Z výsledků zmíněných v bodě 2) si vyzdvižení zaslouží zejména: 1. originální přehledné odvození a popis jednotlivých metod a vztahů mezi nimi, 2. důkladný rozbor konvergence metod, zejména pak analýza přínosu deflace v kontextu spektrálních vlastností matice řešené soustavy, 3. elegantní aplikace waveletovské komprese, která je velice levná a většinou nejvíce účinná, 4. paralelní implementace jednotlivých variant DCG metod do PERMONu využívajícího PETSc, 5. dva příspěvky do PETSc opravující nebo rozšiřující jeho funkcionalitu, 6. navržení adaptivní přesnosti řešení hrubého problému ve víceúrovňové verzi DCG, 7. systematické porovnání DCG na několika sadách modelových a reálných úloh.

Samotné implementace jednotlivých variant metody DCG, které jsou nyní součástí knihovny PERMON, jsou připraveny pro překlopení do PETSc knihovny, ve které by rozšířily třídu KSP řešičů. Experimenty byly navíc realizovány na jednom z nejvýkonnějších evropských superpočítačů Archer na EPCC v Edinburghu. Některé z výsledků byly již prezentovány na konferenci PARENG 2017 včetně indexované publikace a na PETSc user meetingu 2018 v Londýně, kde byl student vybrán mezi podpořené studenty zřejmě i díky jeho aktivitě a četným příspěvkům do PETSc. Byla by to velká škoda, kdyby se student se svou prací nezúčastnil soutěží jako je např. Soutěž o cenu prof. Babušky nebo Soutěž o cenu Wernera von Siemense.

6. *Hodnocení práce studenta/studentky během vypracování závěrečné práce:*

Student již ve svém mladém věku je profesionálním vědecko-výzkumným pracovníkem, ve kterém se jedinečným způsobem propojují jeho vynikající programátorské schopnosti a dokonalá znalost hardwaru se skvělými znalostmi zejména numerické matematiky. Berouce navíc v potaz jeho zodpovědnost a píli, čeká studenta slavná vědecká kariéra. Práce byla průběžně konzultována a dokončena s časovou rezervou před termínem odevzdání.

7. *Závěrečné hodnocení práce (doporučení/nedoporučení k obhajobě, známka)*

Školiteli bylo potěšením spolupracovat s takovým výjimečným diplomantem a hodnotí jeho práci známkou "výborná".

Celkové hodnocení: *v ý b o r n ě*