

Stanovisko hodnotící komise

k návrhu na jmenování uchazeče:

Ing. Martina Plešinger, Ph.D.,

docentem pro obor: **Aplikovaná matematika**

na FEI VŠB-TU Ostrava

Složení hodnotící komise:

Předseda: prof. RNDr. Zdeněk Dostál, DSc., FEI VŠB-TUO a IT4I VŠB-TUO

Členové: doc. Ing. Dalibor Lukáš, Ph.D., FEI VŠB-TUO

doc. RNDr. Jan Šustek, Ph.D., PřF Ostravská univerzita

prof. Ing. Miroslav Tůma, CSc., MFF UK v Praze

doc. RNDr. Petr Tichý, Ph.D, MFF UK v Praze

Oponenti habilitační práce:

prof. RNDr. Radim Blaheta, CSc., UGN AV ČR Ostrava

doc. Ing. Gabriel Okša, CSc., MÚ SAV Bratislava, SR

doc. RNDr. Ivana Pultarová, Ph.D., FStav. ČVUT Praha

Název habilitační práce:

“Maticové a tenzorové výpočty. Analýza a aplikace“.

Předložené dokumenty:

1. Životopis.
2. Kopie dokladů o získání vysokoškolského vzdělání.
3. Doklady o pedagogické činnosti
4. Seznam vědeckých a odborných aktivit
5. Seznam odborných prací.

Dokumenty z habilitačního řízení:

- posudky oponentů habilitační práce,
- zápisy z jednání habilitační komise.

Formální kvalifikace a profesní praxe uchazeče

Pan Ing. Martin Plešinger, Ph.D. získal titul Ing. na Fakultě mechatroniky a mezioborových inženýrských studií Technické university v Liberci (TUL) v roce 2004. Na téže fakultě získal v roce 2008 titul Ph.D. Od roku 2004 pracoval postupně jako doktorand, postdoktorand, vědecký asistent a vědecký pracovník nebo odborný asistent na Ústavu nových technologií a aplikované informatiky Fakulty mechatroniky, informatiky a mezioborových studií (FM) a na Katedře matematiky a didaktiky matematiky Fakulty přírodovědně humanitní a pedagogické (FP), TUL. Současně pracoval v Oddělení výpočetních metod, Ústav informatiky AV ČR v Praze.

Zhodnocení pedagogické způsobilosti uchazeče

Pan Ing. Martin Plešinger, Ph.D. vedl od absolvování inženýrského studia v roce 2004 cvičení z nejrůznějších oblastí matematiky včetně *Metody konečných prvků*, *Numerických metod algebry*, *Úvodu do lineární algebry a diskrétní matematiky*, *Algebry a geometrie*, a několika dalších kurzů matematiky pro inženýry na FM a FP TUL. Řadu těchto předmětů také přednášel. Po skončení doktorského studia se stal také garantem předmětů *Algebra a geometrie 1,2*, *Matematické struktury*, a *Moderní metody lineární algebry*. Jeho kvalifikaci dokládá i to, že v letním semestru 2010–11 přednášel a garantoval na prestižní ETH Zürich kurz *Inverse Problems in Image Processing* (401-3670-60 L/S).

Na základě těchto skutečností komise konstatovala, že uchazeč **splňuje požadavky na pedagogickou praxi** pro úspěšnou habilitaci.

Zhodnocení vědecké a publikační aktivity uchazeče

Vědecká práce Ing. Martina Plešingera je zaměřena především na analýzu živých, matematicky zajímavých problémů lineární algebry, které jsou současně motivovány potřebami řešení praktických problémů. Nejstarší práce jsou věnovány studiu metody úplných čtverců (total least squares). Ing. Plešinger v této oblasti dosáhl pozoruhodných výsledků, mezi něž rozhodně patří výsledky v oblasti existence a jednoznačnosti řešení úloh úplného problému nejmenších čtverců pro více pravých stran, vyjasnění úlohy tzv. „core“ problému, a nová klasifikace problémů úplných nejmenších čtverců. Ing. Plešinger se věnoval také úlohám se zhlazujícím operátorem a pravou stranou zatíženou šumem. Jeho vlastní výsledky se týkají zejména využití Golubovy-Kahanovy bidiagonalizační metody spojené s regularizací. Důležitou součástí navržené techniky je možnost odhadu úrovně šumu v pravé straně. Ing. Plešinger dosáhl nové výsledky i v rychle se rozvíjející oblasti studia tensorových struktur, s jejichž pomocí lze extrémně účinně redukovat dimenzi některých významných problémů, které vznikají například při modelování elektronických struktur. Výsledky výzkumu byly publikovány mimo jiné v sedmi člancích v předních časopisech věnovaných lineární či nelineární algebře, jako například *SIAM Journal on Matrix Analysis and Applications* (Q1), *BIT Numerical Mathematics* (Q2), *Numerical Linear Algebra with Applications* (Q1), *Linear Algebra and its Applications* (Q1). Většina článků byla napsána se spoluautory s identifikovatelným podílem autora, který uvádí všude alikvotní podíl na vzniku článků, což je v souladu s abecedním pořadím autorů na publikacích.

Mezi spoluautory nechybí špičkoví odborníci jako S. Van Huffel, stejně jako nechybí významná jména mezi 24 citujícími autory (např. D. O'Leary, A. Bjöck a další). Hlavní výsledky jeho vědeckých aktivit jsou dobře reprezentovány v předložené habilitační práci.

Komise proto došla k závěru, že pan Ing. Martin Plešinger, Ph.D. **splňuje požadavky na vědeckou práci a publikační činnost** pro úspěšnou habilitaci.

Hodnocení habilitační práce

Habilitační práce má formu souboru sedmi prací publikovaných v kvalitních mezinárodních časopisech s vysokým IF doplněného komentářem. Jsou charakteristické značnou pestrostí, hloubkou výsledků a typicky zajímavými numerickými experimenty. Problematika studovaná v předložené habilitační práci je aktuální a je motivována praktickými problémy. Ve všech případech je pan Ing. Plešinger spoluautorem, jehož podíl je v habilitační práci jasně specifikován.

Z posudků:

Blaheta:

Práce je věnována několika aktuálním tématům numerické lineární algebry, autor ale upozorňuje i na propojení, která lze mezi těmito tématy najít. Poznamenejme, že autor se snaží i o zapojení těchto témat a svých výsledků do univerzitní výuky. O tom svědčí spoluautorství učebnice Analýza metod pro maticové výpočty. ... Habilitační práce M. Plešingera obsahuje nové a významné výsledky, přičemž se vyznačuje i výbornou a jasnou strukturou. Tato přehledná a jasná forma výkladu náročné problematiky dokládá i vynikající pedagogické předpoklady habilitanta. Práce ukazuje, že autor je fundovaným odborníkem v oblastech numerické lineární algebry, které mají řadu aplikací při řešení náročných praktických problémů.

Pultarová:

Autor se podílel na tvorbě zdařilé učebnice pro vysoké školy Analýza metod pro maticové výpočty: Základní metody. V současné době připravuje skriptum o tenzorových výpočtech. Autorovy aktivity ve smyslu propojování výuky s aktuálními tématy a nejnovějšími světovými vědeckými výsledky velmi oceňuji.

Závěrem lze říci, že autor prokazuje důkladné znalosti z mnoha partií numerické lineární algebry a souvisejících aplikací. Svými původními objevy přispěl zejména k lepšímu teoretickému pochopení některých široce používaných numerických algoritmů (TLS, krylovovské metody), což považují za vynikající vědecký výsledek s významným dopadem např. na techniku a zdravotnictví. Předložená práce dokládá autorovu schopnost samostatné tvůrčí práce i spolupráce v mezinárodním kolektivu (P. C. Hansen, S. Van Huffel, D. Kressner, D. M. Sima, C. Tobler). V oblastech, kterým se věnuje, formuluje nové úkoly a cíle. Předloženou práci považují za kvalitní a jednoznačně doporučují uznat ji jako práci habilitační.

Okša:

Habilitační práce je napísaná veľmi prehľadne, bez formálnych chýb a s výbornou, do detailov premyslenou grafickou úpravou. Matematická argumentácia je presná, tvrdenia sú uvedené sice bez dokazov, ale s presnými citáciami prác, kde možno nájsť všetky potrebné detaily. Vysoko treba oceniť jasne sformulovanými vlastný vedecký prínos uchádzača ku každej diskutovanej problematike, ako aj jeho výhľad do budúcnosti, ktorý často obsahuje zmienku o pripravovanom rukopise nového článku s novými poznatkami v danej oblasti.

Všichni oponenti dospěli k závěru, že práce splňuje požadavky habilitačního řízení v oboru Aplikovaná matematika.

Stanovisko habilitační komise

Pan Ing. Martin Plešinger, Ph.D. má pedagogickou praxi a publikační činnost, která vyhovuje požadavkům na habilitaci v oboru Aplikovaná matematika. Na základě předložených podkladů a oponentských posudků habilitační komise konstatuje, že

Ing. Martin Plešinger, Ph.D.

svojí dosavadní činností prokázal pedagogickou i vědeckou způsobilost pro jmenování docentem v oboru **Aplikovaná matematika** ve smyslu zákona 111/98 Sb. a navrhuje vědecké radě Fakulty elektrotechniky a informatiky VŠB-TU Ostrava přijmout habilitační práci uchazeče jako podklad pro návrh na jmenování docentem. Komise dále určila téma pro habilitační přednášku:

„ Google matrix a problém relevance webových stránek “

Předseda:

prof. RNDr. Zdeněk Dostál, DSc.



Členové:

doc. Ing. Dalibor Lukáš, Ph.D.



doc. RNDr. Jan Šustek, Ph.D.



prof. Ing. Miroslav Tůma, CSc.

doc. RNDr. Petr Tichý, Ph.D.


Ostrava, 19. dubna 2018


Prezenční listina z jednání habilitační komise

o habilitaci dle Zákona o vysokých školách č. 111/1998 Sb. Ing. Martina Plešinger, Ph.D.
v oboru Aplikovaná matematika.

Datum jednání: 19. dubna 2018

Předseda: prof. RNDr. Zdeněk Dostál, DSc., FEI VŠB-TUO 

Členové: doc. Ing. Dalibor Lukáš, Ph.D., FEI VŠB-TUO 

doc. RNDr. Jan Šustek, Ph.D., PŘF Ostravská univerzita 

prof. Ing. Miroslav Tůma, CSc., MFF UK v Praze 

doc. RNDr. Petr Tichý, Ph.D, MFF UK v Praze 

Protokol

z průběhu tajného hlasování o habilitaci Ing. Martina Plešingera, Ph.D. dle Zákona o vysokých školách č. 111/1998 Sb., které se uskutečnilo dne 19. 4. 2018 během jednání habilitační komise.

Složení habilitační komise:

Předseda: prof. RNDr. Zdeněk Dostál, DSc., FEI VŠB-TUO

Členové: doc. Ing. Dalibor Lukáš, Ph.D., FEI VŠB-TUO

doc. RNDr. Jan Šustek, Ph.D., PŘF Ostravská univerzita

prof. Ing. Miroslav Tůma, CSc., MFF UK v Praze

doc. RNDr. Petr Tichý, Ph.D, MFF UK v Praze

Počet členů habilitační komise oprávněných hlasovat: 5

Počet přítomných členů habilitační komise oprávněných hlasovat: 3

Bylo odevzdáno celkem:⁵..... hlasovacích lístků (2 korespondenčně)

z toho⁵..... lístků s údajem: SOUHLASÍM

.....⁰..... lístků s údajem: NESOUHLASÍM

.....⁰..... lístků neplatných

Usnesení:⁵..... hlasy (hlasů) předložit - ~~nepředložit~~ vědecké radě FEI VŠB –TU Ostrava
návrh na jmenování docentem Ing. Martina Plešingera, Ph.D. v oboru Aplikovaná matematika.



prof. RNDr. Zdeněk Dostál, DSc.
předseda habilitační komise

Stanovisko prof. Ing. Miroslava Tůmy, CSc., Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova

k návrhu na jmenování uchazeče:

Ing. Martina Plešingera, Ph.D.

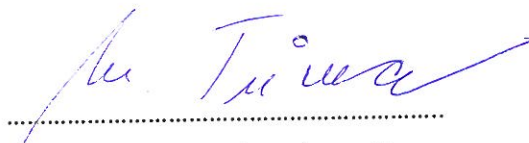
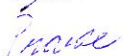
docentem pro obor: **Aplikovaná matematika**

Ve svém hodnocení jsem vycházel z následujících materiálů:

- profesní životopis uchazeče,
- doklady o vzdělání,
- přehled vědecké, tvůrčí a inženýrské činnosti,
- přehled pedagogické praxe uchazeče,
- přehled publikací,
- posudky oponentů habilitační práce.

Na základě předložených materiálů, jsem vyjádřil své stanovisko s návrhem na jmenování **Ing. Martina Plešingera, Ph.D. docentem v oboru Aplikovaná matematika** prostřednictvím zaslání hlasovacího lístku. Hlasovací lístek zasílám v zalepené obálce.

V Brně dne 16. 4. 2018



prof. Ing. Miroslav Tůma, CSc.

**Stanovisko doc. RNDr. Petra Tichého, Ph.D, Matematicko-fyzikální
fakulta, Univerzita Karlova**

k návrhu na jmenování uchazeče:

Ing. Martina Plešinger, Ph.D.

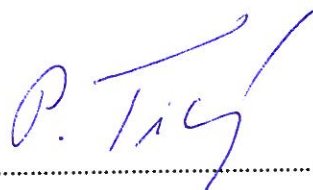
docentem pro obor: **Aplikovaná matematika**

Ve svém hodnocení jsem vycházel z následujících materiálů:

- profesní životopis uchazeče,
- doklady o vzdělání,
- přehled vědecké, tvůrčí a inženýrské činnosti,
- přehled pedagogické praxe uchazeče,
- přehled publikací,
- posudky oponentů habilitační práce.

Na základě předložených materiálů, jsem vyjádřil své stanovisko s návrhem na jmenování **Ing. Martina Plešinger, Ph.D. docentem v oboru Aplikovaná matematika** prostřednictvím zaslání hlasovacího lístku. Hlasovací lístek zasílám v zalepené obálce.

V Brně dne 16. 4. 2018



.....
doc. RNDr. Petr Tichý, Ph.D.

Posudek habilitační práce ing. Martina Plešingera, Ph.D.

Maticové a tenzorové výpočty. Analýza a aplikace

Obor: Aplikovaná matematika,
Fakulta elektrotechniky a informatiky, VŠB-TU Ostrava

Předložená habilitační práce je věnována několika tématům numerické lineární algebry, a to problémům, na kterých se intenzivně pracuje ve světovém měřítku. Práce je zpracována formou souboru publikovaných článků doplněných integrujícím textem. Soubor je tvořen sedmi vybranými články, které byly publikovány v prestižních časopisech, které jsou scientometricky zařazeny mezi nejlépe hodnocená periodika databáze WoS, a bez pochyby patří mezi časopisy, které jsou dlouhodobě vysoce ceněny odborníky v daném oboru.

Úvodní kapitola popisuje a sumarizuje výsledky získané autorem ve spolupráci s předními odborníky v ČR i zahraničí. Autor práce popisuje vývoj problematiky ve vybraných oblastech numerické lineární algebry a přínos článků, na kterých se podílel. Uvádí rovnou míru podílu na výsledcích se spoluautory článků, o čemž svědčí, i vždy použité, abecední uspořádání autorů. Úvodní kapitola jasně dokládá přehled M. Plešingera v popisované problematice. Přehled je patrný i ze seznamu 134 pečlivě vybraných referencí. Mohu dodat, že jsem měl možnost vyslechnout fundované přednášky autora na tato témata na několika konferencích.

Hlavní témata práce, která sjednocuje nejen obor numerické lineární algebry, jsou následující

1. Problém nejmenších čtverců
2. Regularizační metody
3. Tenzorové výpočty
4. Krylovovské metody

Ad 1. V oblasti problému nejmenších čtverců autor ukazuje vývoj problematiky postupně od jednoduchého problému nejmenších čtverců pro jednu pravou stranu, až k úplnému problému nejmenších čtverců pro více pravých stran. Ukazuje obtížnost zkoumání otázek existence a jednoznačnosti řešení úloh úplného problému nejmenších čtverců pro více pravých stran i řadu výsledků dosažených společně se spoluautory při studiu těchto otázek. Příkládá článek Iveta Hnětynková, Martin Plešinger, Diana Maria Sima, Zdeněk Strakoš, Sabine Van Huffel v časopise SIAM Journal on Matrix Analysis and Applications (SIMAX), publikovaný v časopise, který je jedním z klíčových v daném oboru. Daný článek předkládá první úplnou analýzu řešení obecného TLS problému. Další analýza je provedena pomocí tzv. core problému, významné výsledky ukazují další tři články ve stejném časopise SIMAX. V závěru této části se autor zamýšlí nad možným zobecněním problematiky pro tenzorové úlohy.

Ad 2. Další kapitola je věnována úlohám se zhlazujícím operátorem a pravou stranou zatíženou šumem. Ukazuje techniku regularizace a vlastní výsledky, které se týkají využití

Golubovy-Kahanovy bidiagonalizační metody spojené s regularizací. Důležitou součástí navržené techniky je možnost odhadu úrovně šumu v pravé straně.

Ad 3. Tensorové struktury nacházejí přirozené uplatnění v řadě aktuálních úloh (analýza velkých dat, úlohy s nejistotami a dal.). Proto je v posledních letech zájem o (přibližné) řešení soustav s tenzorovými strukturami a o „low rank“ aproximaci u tenzorových úloh. Mohu vysoce ocenit, že autor pracuje i v této, relativně nové oblasti numerické lineární algebry, a přispěl k řešení Ljapunovské maticové rovnice s použitím zobecněné metody sdružených gradientů a vhodného předpokládání.

Ad 4. Je provedena analýza pásové Golubovy-Kahanovy bidiagonalizace s analýzou vlastností tzv. klínových matic. Studium úzce souvisí s technikami předchozích kapitol.

Otázka na habilitanta: V článku D. Kressner, M. Plesinger, Ch. Tobler, Numerical Linear Algebra with Applications (NLAA), Volume 21, Issue 5 (2014), pp. 666-684 se uvažuje metoda CG a ADI předpokládání. Daly by se uvažovat i jiné iterační metody a předpokládání?

Závěr:

Práce je věnována několika aktuálním tématům numerické lineární algebry, autor ale upozorňuje i na propojení, která lze mezi těmito tématy najít. Podstatné je, že habilitant dosahuje v uvedených oblastech hluboké výsledky, které významně posunují poznání studovaných problémů. Z doložených prací je vidět systematickou vědeckou práci a schopnost pracovat v týmu, včetně mezinárodní spolupráce. Poznamenejme, že autor se snaží i o zapojení těchto témat a svých výsledků do univerzitní výuky. O tom svědčí spoluautorství učebnice Analýza metod pro maticové výpočty: Základní metody (spolu s E. J. D. Tebbensem, I. Hnětynkovou, Z. Strakošem, P. Tichým, Matfyzpress Praha, 2012) a příprava textu Základní nástroje tenzorových výpočtů. Tensorové rozklady (spolu s I. Hnětynkovou a J. Žákovou). Společně s I. Hnětynkovou a Z. Strakošem také prezentoval cyklus přednášek „Ill-posed inverse problems in image processing: introduction, structured matrices, spectral filtering, regularization, noise revealing“ v rámci Zimní školy SNA 2011 organizované ÚGN AVČR a FEI VŠB-TU Ostrava.

Habilitační práce M. Plešingera obsahuje nové a významné výsledky, přičemž se vyznačuje i výbornou a jasnou strukturou. Tato přehledná a jasná forma výkladu náročné problematiky dokládá i vynikající pedagogické předpoklady habilitanta. Práce ukazuje, že autor je fundovaným odborníkem v oblastech numerické lineární algebry, které mají řadu aplikací při řešení náročných praktických problémů.

Jednoznačně doporučuji předloženou práci uznat za podklad k úspěšné habilitaci uchazeče.



Posudek habilitační práce ing. Martina Plešingera, Ph.D.

Maticové a tenzorové výpočty. Analýza a aplikace

Obor: Aplikovaná matematika,
Fakulta elektrotechniky a informatiky, VŠB-TU Ostrava

Předložená habilitační práce je věnována několika tématům numerické lineární algebry, a to problémům, na kterých se intenzivně pracuje ve světovém měřítku. Práce je zpracována formou souboru publikovaných článků doplněných integrujícím textem. Soubor je tvořen sedmi vybranými články, které byly publikovány v prestižních časopisech, které jsou scientometricky zařazeny mezi nejlépe hodnocená periodika databáze WoS, a bez pochyby patří mezi časopisy, které jsou dlouhodobě vysoce ceněny odborníky v daném oboru.

Úvodní kapitola popisuje a sumarizuje výsledky získané autorem ve spolupráci s předními odborníky v ČR i zahraničí. Autor práce popisuje vývoj problematiky ve vybraných oblastech numerické lineární algebry a přínos článků, na kterých se podílel. Uvádí rovnou míru podílu na výsledcích se spoluautory článků, o čemž svědčí, i vždy použité, abecední uspořádání autorů. Úvodní kapitola jasně dokládá přehled M. Plešingera v popisované problematice. Přehled je patrný i ze seznamu 134 pečlivě vybraných referencí. Mohu dodat, že jsem měl možnost vyslechnout fundované přednášky autora na tato témata na několika konferencích.

Hlavní témata práce, která sjednocuje nejen obor numerické lineární algebry, jsou následující

1. Problém nejmenších čtverců
2. Regularizační metody
3. Tenzorové výpočty
4. Krylovovské metody

Ad 1. V oblasti problému nejmenších čtverců autor ukazuje vývoj problematiky postupně od jednoduchého problému nejmenších čtverců pro jednu pravou stranu, až k úplnému problému nejmenších čtverců pro více pravých stran. Ukazuje obtížnost zkoumání otázek existence a jednoznačnosti řešení úloh úplného problému nejmenších čtverců pro více pravých stran i řadu výsledků dosažených společně se spoluautory při studiu těchto otázek. Příkladá článek Iveta Hnětynková, Martin Plešinger, Diana Maria Sima, Zdeněk Strakoš, Sabine Van Huffel v časopise *SIAM Journal on Matrix Analysis and Applications (SIMAX)*, publikovaný v časopise, který je jedním z klíčových v daném oboru. Daný článek předkládá první úplnou analýzu řešení obecného TLS problému. Další analýza je provedena pomocí tzv. core problému, významné výsledky ukazují další tři články ve stejném časopise *SIMAX*. V závěru této části se autor zamýšlí nad možným zobecněním problematiky pro tenzorové úlohy.

Ad 2. Další kapitola je věnována úlohám se zhlazujícím operátorem a pravou stranou zatíženou šumem. Ukazuje techniku regularizace a vlastní výsledky, které se týkají využití

Golubovy-Kahanovy bidiagonalizační metody spojené s regularizací. Důležitou součástí navržené techniky je možnost odhadu úrovně šumu v pravé straně.

Ad 3. Tensorové struktury nacházejí přirozené uplatnění v řadě aktuálních úloh (analýza velkých dat, úlohy s nejistotami a dal.). Proto je v posledních letech zájem o (přibližné) řešení soustav s tenzorovými strukturami a o „low rank“ aproximaci u tenzorových úloh. Mohu vysoce ocenit, že autor pracuje i v této, relativně nové oblasti numerické lineární algebry, a přispěl k řešení Ljapunovské maticové rovnice s použitím zobecněné metody sdružených gradientů a vhodného předpodmínění.

Ad 4. Je provedena analýza pásové Golubovy-Kahanovy bidiagonalizace s analýzou vlastností tzv. klínových matic. Studium úzce souvisí s technikami předchozích kapitol.

Otázka na habilitanta: V článku D. Kressner, M. Plesinger, Ch. Tobler, Numerical Linear Algebra with Applications (NLAA), Volume 21, Issue 5 (2014), pp. 666-684 se uvažuje metoda CG a ADI předpodmínění. Daly by se uvažovat i jiné iterační metody a předpodmínění?

Závěr:

Práce je věnována několika aktuálním tématům numerické lineární algebry, autor ale upozorňuje i na propojení, která lze mezi těmito tématy najít. Podstatné je, že habilitant dosahuje v uvedených oblastech hluboké výsledky, které významně posunují poznání studovaných problémů. Z doložených prací je vidět systematickou vědeckou práci a schopnost pracovat v týmu, včetně mezinárodní spolupráce. Poznamenejme, že autor se snaží i o zapojení těchto témat a svých výsledků do univerzitní výuky. O tom svědčí spoluautorství učebnice Analýza metod pro maticové výpočty: Základní metody (spolu s E. J. D. Tebbensem, I. Hnětynkovou, Z. Strakošem, P. Tichým, Matfyzpress Praha, 2012) a příprava textu Základní nástroje tenzorových výpočtů. Tensorové rozklady (spolu s I. Hnětynkovou a J. Žákovou). Společně s I. Hnětynkovou a Z. Strakošem také prezentoval cyklus přednášek „Ill-posed inverse problems in image processing: introduction, structured matrices, spectral filtering, regularization, noise revealing“ v rámci Zimní školy SNA 2011 organizované ÚGN AVČR a FEI VŠB-TU Ostrava.

Habilitační práce M. Plešingerova obsahuje nové a významné výsledky, přičemž se vyznačuje i výbornou a jasnou strukturou. Tato přehledná a jasná forma výkladu náročné problematiky dokládá i vynikající pedagogické předpoklady habilitanta. Práce ukazuje, že autor je fundovaným odborníkem v oblastech numerické lineární algebry, které mají řadu aplikací při řešení náročných praktických problémů.

Jednoznačně doporučuji předloženou práci uznat za podklad k úspěšné habilitaci uchazeče.





Oponentský posudek habilitační práce
Maticové a tenzorové výpočty. Analýza a aplikace
autora ing. Martina Plešinger, Ph.D.

Autor předkládá svou práci jako součást habilitačního řízení na Fakultě elektrotechniky a informatiky VŠB - Technické univerzity Ostrava. Práce je rozdělena do dvou hlavních částí. V první části jsou přehledně uvedena témata, jichž se autora vědecká a publikační činnost převážně dotýká. Jsou to následující čtyři oblasti: problém nejmenších čtverců, regularizační metody, tenzorové výpočty a některé aspekty krylovovských metod. Pro každou z těchto oblastí jsou pečlivě vysvětleny základní pojmy, jejich souvislosti, hlavní poznatky, autorovy vlastní přínosy a návrhy dalších možných směrů výzkumu nebo nejbližší autorovy cíle. Ve druhé části je přetištěno sedm publikovaných článků, na kterých se autor podílel a které obsahují výsledky zmiňované v první části.

Problém nejmenších čtverců typu $AX \approx B$ je včetně svých variant často řešenou úlohou v mnoha teoretických i praktických oborech. Ukazuje se však, že otázka existence a jednoznačnosti řešení úplného problému nejmenších čtverců (TLS) je složitá, a to zejména pro úlohy s více pravými stranami. Autor v několika svých příspěvech postupně dospěl až k úplné klasifikaci řešitelnosti TLS problému s více pravými stranami na základě singulárního rozkladu matice $[B, A] = U\Sigma V^H$, speciálně dle hodnotí určitých bloků matice V . Vlastnosti TLS úlohy mohou být také studovány ve formě příslušného core problému, který byl zaveden Ch. C. Paigem a Z. Strakošem. Autor přispěl k definici a studiu core problému pro úlohu s více pravými stranami a k odvození analogie Golubovy-Kahanovy bidiagonalizace, tzv. pásového zobecnění. Tyto výsledky umožnily zabývat se dosud neobjasněnou otázkou řešitelnosti samotného core problému. Výsledky uvedené v tomto odstavci posunuly hranici znalostí v oblasti TLS úloh ve světovém měřítku. Autor je publikoval v sérii čtyř článků v prestižním časopise SIAM Journal of Matrix Analysis and Applications v letech 2011, 2013, 2015 a 2016 převážně se spoluautory I. Hnětynkovou a Z. Strakošem.

Při přenosech a zpracování dat je jednou ze základních úloh řešení soustavy $Ax = b$, kde operátor A má zhlazující charakter a pravá strana b je zatížena šumem. Speciifické vlastnosti této časté úlohy jsou využívány v numerických metodách. Autor se zaměřuje na krylovovské metody; speciálně studuje šíření šumu v procesu bidiagonalizace. Výsledky publikované v časopisu BIT Numerical Mathematics v roce 2009 již získaly ohlas nejméně 27 citací. Svě zkušenosti s regularizačními úlohami autor uplatňuje při vývoji experimentálního softwaru pro simulaci tomografických úloh.

Rozsáhlá data se v technických aplikacích (zpracování obrazu, tomografie, zahrnutí

nejistot do standardních výpočtů) mohou vyskytovat nejen ve formátu matic ale obecněji ve formě tenzorů, tedy vícerozměrných polí. Práce s těmito daty vyžaduje nové dovednosti jak pro základní operace (jako např. součin), tak i pro pokročilejší operace (low-rank aproximace, analogie singulárního rozkladu, numerické metody). Spolu s kolegy z EFPL v Lausanne autor získal výsledky pro použití metody sdružených gradientů pro Ljapunovskou rovnici

$$A(\alpha)X(\alpha)M(\alpha)^T + M(\alpha)X(\alpha)A(\alpha)^T = B(\alpha)B(\alpha)^T,$$

kde α může představovat obecně sadu více parametrů. Bylo např. ukázáno, jak lze využít low-rank aproximací a předpokládání se stejnou tenzorovou strukturou, jakou má operátor úlohy. Další zajímavý zmiňovaný výsledek se týká blokové Golubovy-Kahanovy bidiagonalizace v přesné aritmetice. Tyto výsledky jsou důležité pro pochopení chování blokových krylovovských metod.

Autor se podílel na tvorbě zdařilé učebnice pro vysoké školy Analýza metod pro maticové výpočty: Základní metody. V současné době připravuje skriptum o tenzorových výpočtech. Autorovy aktivity ve smyslu propojování výuky s aktuálními tématy a nejnovějšími světovými vědeckými výsledky velmi oceňuji.

Závěrem lze říci, že autor prokazuje důkladné znalosti z mnoha partií numerické lineární algebry a souvisejících aplikací. Svými původními objevy přispěl zejména k lepšímu teoretickému pochopení některých široce používaných numerických algoritmů (TLS, krylovovské metody), což považuji za vynikající vědecký výsledek s významným dopadem např. na techniku a zdravotnictví. Předložená práce dokládá autorovu schopnost samostatné tvůrčí práce i spolupráce v mezinárodním kolektivu (P. C. Hansen, S. Van Huffel, D. Kressner, D. M. Sima, C. Tobler). V oblastech, kterým se věnuje, formuluje nové úkoly a cíle. Předloženou práci považuji za kvalitní a jednoznačně doporučuji uznat ji jako práci habilitační.



V Praze, 6. listopadu 2017

Doc. RNDr. Ivana Pultarová, Ph.D.

Otázka pro ing. Plešingeru k zodpovězení během obhajoby:

Dle uvedených výsledků je pro existenci řešení TLS úlohy $AX \approx B$ důležitá podmínka $\sigma'_n > \sigma_{n+1}$, která se v komplikovanější variantě objevuje i pro úlohy s více pravými stranami. Zde σ'_n je nejmenší singulární číslo matice A a σ_{n+1} je singulární číslo matice $[B, A]$. Lze v (typických) praktických úlohách tuto nebo analogickou podmínku pro více pravých stran jednoduše ověřit, aniž by bylo nutné úlohu řešit?

Posudok na habilitačnú prácu

Martin Plešinger: Maticové a tenzorové výpočty. Analýza a aplikácie

Aktuálnosť témy, obsah a štruktúra práce

Predložená habilitačná práca je rozdelená do štyroch samostatných kapitol, ktoré korešpondujú s odbornými záujmami uchádzača. Každá kapitola obsahuje matematickú formuláciu problému, stručné zhrnutie histórie riešenia problému, vlastný prínos uchádzača a výhľad do budúcnosti. Prvá kapitola je venovaná úplnému problému najmenších štvorcov („Total Least Squares Problem“, TLS), jeho klasifikácii a riešeniu vo formulácii tzv. „core“ problému (redukcia na „jadro“ problému). V druhej kapitole sa uchádzač zaoberá regularizačnými metódami pre tzv. nekorektné postavené úlohy („ill-posed problems“), ktoré sa vyskytujú napr. pri spracovaní zašumených digitálnych údajov (číslícová filtrácia obrazov, odhad úrovne šumu a pod.). Tretia kapitola pojednáva o tenzorových výpočtoch vrátane základných operácií medzi tenzormi, avšak hlavný dôraz je kladený na rôzne formy rozkladu tenzorov. Štvrtá kapitola je stručným úvodom do krylovovských metód s dôrazom na súvislosť Golubovej – Kahanovej bidiagonalizácie, Lanczosovej tridiagonalizácie a „core“ problému. Po stručnom závere nasleduje podrobný prehľad odbornej literatúry a ako príloha súbor publikovaných článkov vo vysoko renomovaných časopisoch spolu s doložitelnými, veľmi kvalitnými citáciami prevažne triedy WOK („Web of Knowledge“). Štyri články sú venované problematike TLS a po jednom článku je názorne ilustrovaný vlastný prínos uchádzača k problematike ďalších troch kapitol.

Všetky témy, ktoré sú zahrnuté do habilitačnej práce, sú aktuálne a sú v strede záujmu numerických matematikov z významných svetových univerzít a výskumných pracovísk. I keď sa na prvý pohľad môže zdať, že spomínané štyri kapitoly navzájom nesúvisia, opak je pravdou. Napr. Golubova-Kahanova bidiagonalizácia je alternatívna cesta, ktorou možno dospieť k formulácii „core“ problému v úlohách TLS; tou prvou je rozklad príslušných matic na singulárne čísla a vektory. Takýchto súvislostí je viac a ukazujú, že uchádzač má nielen solídne vedomosti zo spomenutých štyroch oblastí, ale že vidí aj veľmi hlboké súvislosti medzi nimi, čo je nepochybne známkou zrelej a tvorivej osobnosti.

Spôsob spracovania a dokumentovania výsledkov

Habilitačná práca je napísaná veľmi prehľadne, bez formálnych chýb a s výbornou, do detailov premyslenou grafickou úpravou. Matematická argumentácia je presná, tvrdenia sú uvedené síce bez dôkazov, ale s presnými citáciami prác, kde možno nájsť všetky potrebné detaily. Vysoko treba oceniť jasne sformulovaný vlastný vedecký prínos uchádzača ku každej diskutovanej problematike, ako aj jeho výhľad do budúcnosti, ktorý často obsahuje zmienku o pripravovanom rukopise nového článku s novými poznatkami v danej oblasti. Po formálnej stránke spĺňa predložená práca všetky požiadavky kladené na vedeckú prácu.

Doložené publikované články sú publikované najčastejšie tímom 2 – 3 autorov, pričom uchádzač uvádza, že všetci spoluautori pracovali na publikáciách rovnakým dielom.

Vlastný prínos uchádzača v habilitačnej práci

Vlastný prínos uchádzača sa dá zhrnúť do nasledujúcich bodov:

1. Úplná klasifikácia TLS problémov s viacerými pravými stranami z hľadiska existencie a jednoznačnosti TLS riešenia.
2. Zavedenie tzv. „core“ problému pre TLS úlohy s viacerými pravými stranami a odvodenie základných vlastností „core“ problému. Redukcia TLS úlohy na „core“ problém je možná buď použitím rozkladov príslušných matíc na singulárne čísla a vektory (SVD rozklad) alebo algoritmom pásového zovšeobecnenia Golubovej – Kahanovej bidiagonalizácie.
3. Nájdenie súvislosti medzi klasickou Golubovou–Kahanovou bidiagonalizáciou a úrovňou šumu resp. jeho šírením v nekorektne postavených úlohách z oblasti spracovania číslicových signálov a obrazov.
4. Algoritmus na riešenie Ljapunovových maticových rovníc s parametrom pomocou metódy konjugovaných gradientov (CG) s predpodmienením v tenzorovej formulácii.
5. Podrobná analýza vlastností (najmä spektrálnych) tzv. klinových matíc, ktoré vznikajú pri redukcii TLS úlohy s viacerými pravými stranami na „core“ problém pomocou pásového zovšeobecnenia Golubovej–Kahanovej bidiagonalizácie.

Pripomienky a otázky

Habilitačná práca veľmi dobre dokumentuje vlastný prínos uchádzača v štyroch vyššie spomenutých oblastiach numerickej matematiky, ktoré však navzájom úzko súvisia. Po formálnej stránke nemám k práci žiadne pripomienky.

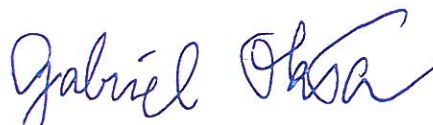
Z hľadiska výhľadu do budúcnosti mám nasledujúce otázky:

1. Problematika „core“ problému pre lineárne aproximačné úlohy, ktoré pracujú stenzormi rádu k (spomínaný rukopis [70]): Aký je súčasný stav riešenia tejto problematiky? Je „core“ problém v rámci úlohy TLS jednoznačne a úplne charakterizovaný Tuckerovým jadrom a Tuckerovým rozkladom?
2. Regularizačné metódy, spomínaný rukopis [60]: Ako sa šíri šum v reziduách iteračnej metódy LSQR? V čom je táto analýza porovnateľná s analýzou iteračnej Golubovej–Kahanovej bidiagonalizácie v článku BIT 2000, a v čom je naopak odlišná?

Záver

Po zohľadnení vyššie uvedených skutočností **odporúčam** predloženú habilitačnú prácu Ing. Martina Plešingeru, PhD., na obhajobu vo vedeckom odbore „Aplikovaná matematika“.

Bratislava, 21.11.2017



Doc. Ing. Gabriel Okša, CSc.
Matematický ústav SAV