

Hodnocení vedoucího diplomové práce

Autor Bc. Tomáš Lesniak
Název práce Kvalitativní analýza nelineárních rovnic typu reakce-difúze s integrodiferenciálními operátory neceločíselného řádu
Studijní obor N0541A170006S01 / Matematika a její aplikace
Vedoucí práce prof. Ing. Petr Gírg, Ph.D.

Splnění cílů práce:

nadstandardně velmi dobře splněny s výhradami nebyly splněny

Odborný přínos práce:

nové výsledky netradiční postupy zpracování výsledků z různých zdrojů shrnutí výsledků z různých zdrojů bez přínosu

Matematická (odborná) úroveň:

vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Věcné chyby:

téměř žádné vzhledem k rozsahu přiměřený počet méně podstatné, větší množství podstatnější, větší množství závažné

Grafická, jazyková a formální úroveň:

vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující
grafická a formální jazyková

Přístup autora k řešení práce, spolupráce s vedoucím práce:

samostatná práce s výbornou komunikací pečlivá práce, drobné zásahy vedoucího pečlivá práce, podstatnější zásahy horší komunikace špatný přístup k práci
implementace teorie

Slovní hodnocení a dotazy:

Předložená diplomová práce se zabývá aktuální problematikou parciálních diferenciálních rovnic neceločíselného řádu. Přesněji je studován numerický přístup k řešení lineárních i nelineárních, stacionárních i evolučních úloh pro reakčně-difuzní rovnice s operátorem frakcionální laplacián jako difuzním členem. V práci jsou numericky studovány vybrané příklady na omezené prostorové oblasti v jedné nebo ve dvou dimenzích a vně této oblasti se uvažuje nulová Dirichletova podmínka. Jako diskretizační metoda je zvolena metoda konečných diferencí pro prostorové proměnné a implicitní Eulerova metoda pro diskretizaci časové proměnné. V případě dvou prostorových dimenzí může mít oblast složitější tvar než jen obdélník, což přineslo jisté implementační obtíže, se kterými se diplomant úspěšně a samostatně vypořádal. Některé příklady jsou závislé na parametru. Pro tyto příklady jsou sestaveny bifurkační diagramy závislosti normy řešení na parametru. Pro sestavení bifurkačních diagramů pro podobné okrajové úlohy pro obyčejné diferenciální se používají velmi efektivní algoritmy založené na metodě střelby. Nutno podotknout, že v případě úloh s neceločíselnými derivacemi nelze používat metodu střelby ani v jednodimenzionálním případě. Bylo tedy nutné použít složitější a výpočetně náročnější algoritmy založené na Newtonově metodě používané pro okrajové úlohy pro eliptické parciální diferenciální rovnice.

Přestože práce obsahuje řadu zajímavých numerických studií vážících se ke konkrétním příkladům, za hlavní výsledek této práce je nutno považovat knihovnu funkcí napsanou v sw prostředí Matlab pro provádění numerických simulací výše zmíněných úloh. Tuto knihovnu budeme používat k provádění dalších numerických experimentů většího rozsahu v rámci pracovní skupiny zabývající se parciálními diferenciálními rovnicemi neceločíselného řádu.

Diplomant pracoval soustavně od okamžiku zadání práce. Přibližně první tři měsíce byl i v rámci konzultací hledán způsob, jak dané téma pojmout, a to vzhledem k tomu, že teoretický přístup k této problematice je založen buď na poměrně komplikované teorii frakcionálních Sobolevových prostorů, na teorii potenciálu anebo na teorii stochastických procesů, přičemž všechny tyto varianty výrazně přesahují běžné znalosti získané během magisterského studia. Ukázalo se, že na této úrovni znalostí je nejlepší zvolit numerický přístup, protože tak budou v daném omezeném čase dosaženy zajímavé a užitečné výsledky s výrazným vlivem i mimo vlastní diplomovou práci, a to bez nutnosti studovat velmi obtížnou teorii. Diplomant přicházel na konzultace vždy řádně připraven s věcnými a jasně formulovanými dotazy.

Práce na teoretické části. Za teoretickou část diplomové práce lze považovat odvození odhadů lokální diskretizační chyby při diskretizaci frakcionálního laplaciánu použitím metody konečných diferencí v jednodimenzionálním případě. Při odvozování student postupoval víceméně samostatně na základě několika rad získaných během konzultací.

Práce na knihovně. Softwarově implementační část prováděl samostatně s tím, že jsem mu podle stupně vývoje prací postupně upřesňoval požadavky na sw knihovnu, aby byla pro náš tým maximálně užitečná, a dále udílel obecné rady, jak postupovat při tvorbě sw díla většího rozsahu. Zde bych vyzdvihl fakt, že sw knihovna T. Lesniaka umožňuje řešit 2D úlohy metodou konečných diferencí na mnohem obecnějších oblastech než jsou jen obdélníkové oblasti.

Testování. Funkčnost knihovny byla testována na příkladech, u nichž je známo řešení explicitně a dále na příkladech, kde jsou známy bifurkační body. U evolučních úloh pak byly testy prováděny v případech, kde je známo asymptotické chování pro velké časy.

Prezentace výsledků v zahraničí. Část výsledků této diplomové práce T. Lesniak úspěšně odprezentoval na mezinárodní on-line studentské konferenci "International Mathematics and Statistics Student Research Symposium" spolupořádané několika americkými univerzitami (hlavní organizátor: J. Rychtář, Virginia Commonwealth University, USA). Jeho příspěvek patřil k lepším příspěvkům v jeho věkové kategorii ("graduate students" – dle zvyklostí amerických univerzit diplomanti i doktorandi dohromady).

S ohledem na možnost využití sw knihovny i mimo ZČU (např. v rámci pracovních kontaktů naší skupiny v USA a Polsku) se diplomant rozhodl psát práci v jazyce anglickém. To se bohužel negativně projevilo v jazykové kvalitě práce, neboť práce obsahuje řadu překlepů a neobratných formulací. Přesto je třeba konstatovat, že práce je srozumitelná a bude ji možno využít i jako jakýsi produktový materiál a základní příručku k použití sw knihovny. Navíc si diplomant vyzkoušel napsat práci většího rozsahu v cizím jazyce (více jak 100 stran), což může v budoucnu zužitkovat. Dále bych vyzdvihl, že práce je pěkně členěna na logické celky a je velmi přehledná, přičemž členění práce si student navrhl sám. Grafické zpracování je též na vysoké úrovni.

S přihlédnutím k výše uvedenému navrhuji hodnocení známkou **v ý b o r n ě**.

Navrhuji hodnocení známkou: **v ý b o r n ě**

Datum, jméno a podpis:

V Plzni dne 21.08. 2023

Petr Girg