

Prof. PS dr hab. inż. Jerzy Respondek
Politechnika Śląska
Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki
Katedra Informatyki Stosowanej
ul. Akademicka 16
44-100 Gliwice

Gliwice, dnia 3 stycznia 2022 r.

Recenzja rozprawy doktorskiej

Tomasz Hoffmann

zatytułowanej:

*Rozwiązywanie równania Poissona w zwykłej i skierowanej zmiennopozycyjnej arytmetyce
przedziałowej*

1. Problem badawczy i jego znaczenie

Najważniejszym problemem podejmowanym w rozprawie jest rozwiązywanie wybranej klasy równań różniczkowych cząstkowych drugiego rzędu, tj. równań Poissona, przy zastosowaniu arytmetyki przedziałowej, w miejsce powszechnie stosowanej arytmetyki zmiennopozycyjnej.

Ma on charakter naukowy i ma także znaczenie praktyczne w innych dyscyplinach fizyki, chemii i – ogólnie mówiąc – nauk przyrodniczych oraz inżynierii, wszędzie gdzie szukana wielkość zmienia się w kilku zmiennych tj. czasowej i/lub zmiennej(-ych) przestrzennych.

2. Wkład autora

Najważniejszym wkładem autora w rozprawie jest opracowanie algorytmów rozwiązywania numerycznego ww. klasy równań różniczkowych cząstkowych metodami przedziałowymi, za pomocą metod matematyki i informatyki, oraz weryfikacja uzyskanej precyzji rozwiązań,

Wkład autora jest potwierdzony licznymi publikacjami na konferencjach i w czasopismach różnej rangi. Poniżej analiza danych bibliometrycznych kandydata:

Wg bazy Scopus:

- Kandydat opublikował 5 publikacji.
- Były one cytowane niezależnie 3 razy (2+1).

Wg bazy Web of Science:

- Kandydat opublikował 3 publikacje.
- Cytowane niezależnie 3 razy (2+1).

J.R.

Szczególnie warta odnotowania jest publikacja „*On interval predictor-corrector methods*” w czasopiśmie z listy JCR „*Numerical Algorithms*”. Czasopismo to posiada Impact Factor 3.041 za rok 2020, wydawane jest przez wydawnictwo Springer i jego redakcja znajduje się za granicą; redaktor naczelny zatrudniony jest w Université des Sciences et Technologies de Lille, Francja. Zatem czasopismo publikuje jedynie znaczące wyniki naukowe i nie ma żadnych wątpliwości, że proces recenzyjny był w pełni obiektywny.

Ponadto kandydat jest współautorem trzech prac nieujętych w ww. bazach, pozycje [29-31] rozprawy doktorskiej, w tym dwóch w czasopiśmie „*Computational Methods in Science and technology*”.

3. Poprawność

Weryfikacji wyników poświęcono osobny, siódmy rozdział. Testy przedstawionych algorytmów przeprowadzono na przykładzie sześciu równań różniczkowych cząstkowych. Starannie i szczegółowo w każdym z przypadków wyznaczono i przedstawiono w formie graficznych diagramów stałe szacujące błąd obliczeń numerycznych, tj. ograniczające tenże błąd. Do wszystkich przypadków zaprojektowano specjalizowaną metodę testowania, przedstawioną w postaci algorytmu zapisanego w pseudokodzie.

Wiarygodność przeprowadzonych testów jest wysoka także ze względu na fakt, iż są znane dokładne rozwiązania analityczne rozwiązywanych równań różniczkowych cząstkowych drugiego rzędu, a mówiąc precyzyjniej wyrażają się one w postaci jawnej za pomocą skończonej kombinacji (tu także można określić precyzyjniej: superpozycji) funkcji elementarnych.

Dla każdego z badanych przypadków w sformułowaniu problemu podano dokładne rozwiązanie analityczne, a następnie porównano do niego uzyskane wyniki uzyskane drogą przedziałowej arytmetyki zmiennopozycyjnej. Przedyskutowano uzyskane wyniki dla serii kroków dyskretyzacji o różnej wielkości. Osobny punkt poświęcono badaniom relacji pomiędzy standardową a skierowaną arytmetyką przedziałową.

4. Wiedza kandydata

Praca wymagała interdyscyplinarnej wiedzy z matematyki i informatyki. W szczególności w dziedzinie analizy matematycznej, teorii równań różniczkowych cząstkowych, metod numerycznych oraz konstrukcji algorytmów. Ważną rolę pełnią także algorytmy macierzowe.

Cała bibliografia zawiera 101 pozycji, jest dobrana trafnie dla problematyki rozprawy, obejmuje zarówno klasyczne pozycje monograficzne dotyczące podstaw teoretycznych rozprawy, jak i współczesne prace z renomowanych czasopism naukowych, dotyczące specjalizacji rozprawy oraz odniesienia do norm IEEE. Udowadnia to, że kandydat jest dobrze zorientowany jaki jest standardowo przyjęty model obliczeń i jaka jest relacja Jego sylwetki naukowej do podejmowanego w rozprawie modelu przedziałowego.

Pomimo drobnych usterek edycyjnych praca jest zorganizowana starannie i czytelnie, zawiera m.in. osobne spisy rysunków, tablic i zawartość dołączonej płyty CD.

J.R

5. Inne uwagi

- Strona 26, przypis: lepiej należało podać konkretnie, że chodzi tu o twierdzenie Kroneckera-Capellego.
- Kandydat zamiennie stosuje notację granic względem kilku zmiennych w postaci pojedynczego oznaczenia „ \lim ” z kilkoma oznaczeniami kierunku monotoniczności zmiennych (np. str. 80 rozprawy) i kilku zagnieżdżonych granic z pojedynczymi ww. oznaczeniami (np. 66-67). Lepsze byłoby konsekwentne stosowanie jednej konwencji, przy czym czytelniejsza i bardziej zwarta jest druga z wymienionych form notacji.
- Definicja 20 na str. 22 dotycząca sedna arytmetyki przedziałowej z samej logiki zawiera usterki, gdyż zawiera tam zdanie logiczne „ogół a należących do R ”, po której nie występuje zmienna a , ale a^+ i a^- , co jest co najmniej nieprecyzyjne. Zapewnie (zapewnie, gdyż bezpośrednie przenoszenie definicji z nawet klasycznych monografii na dany temat bezpośrednio do prac innego autora, a szczególnie rozpraw i monografii, nie zawsze jest skuteczne, ze względu na możliwy inny kontekst) kandydat miał tu w zamyśle: „ogół x należących do R ”.
- W rozdziale 7 stosuje się kliszę językową „rozmiary siatki” odnoszące się do dyskretyzacji dziedziny ciągłych zmiennych niezależnych równania. Czy nie lepiej było by stosować, stosowane także w rozprawie określenie, „zagęszczenie siatki” ? Wydaje się ono znacznie bardziej komunikatywne. Jednak – być może – jest to sprawa dyskusyjna.
- Brakuje wyznaczenia złożoności czasowych i pamięciowych algorytmów, lub wyjaśnienia dlaczego nie znajdują się te wielkości w rozprawie. Lub (starsza „szkoła”) zliczenia liczby operacji arytmetycznych koniecznych do wykonania w funkcji danych wejściowych, a w szczególności ich rozmiaru. Obecnie jest to już standard w obliczeniach numerycznych, obok analizy stabilności numerycznej i analizy błędów. Dobry przykład daje tutaj np. klasyczny artykuł „Nineteen Dubious Ways to Compute the Exponential of a Matrix”, gdzie obok dokładności starannie dyskutowane są złożoności zarówno czasowe, jak i pamięciowe poszczególnych metod.

Złożoność czasowa i pamięciowa jest tak samo ważna, jak stabilność numeryczna algorytmów, jeśli mamy na względzie także praktyczne ich – czyli algorytmów - implementacje i wykorzystanie, a zatem ich informatyczne aspekty.
- Macierze tworzące układ równań na str. 50: rozważane macierze n -diagonalne to tzw. macierze specjalne, a do ich rozwiązywania zaprojektowane są specjalizowane algorytmy które są efektywniejsze oraz zapewniają lepszą stabilność numeryczną, niż proponowane przez kandydata algorytmy stosowane do rozwiązywania układów równań liniowych o ogólnej postaci.
- W testach numerycznych proponowanych algorytmów rozwiązywania równań różniczkowych cząstkowych metodą przedziałową wydaje się, że brakuje porównania do ich rozwiązań metodą „standardową”, tj. za pomocą liczb zmiennopozycyjnych, określoną przez standard IEEE i zaimplementowaną na poziomie sprzętowym w mikroprocesorach Xeon w architekturze x86, stosowanych i dokładnie omawianych w rozprawie. Ewentualnie – być może – jest jakaś przyczyna lub inna forma porównania. Tenże aspekt jest do wyjaśnienia na obronie rozprawy.

J. R.

- W zapisach algorytmów w pseudokodzie w rozdziale 3 brakuje doprecyzowania i wyszczególnienia, co jest argumentem wejściowym a co wyjściowym algorytmu, a co zmiennymi pomocniczymi. Brakuje także określenia typów danych ww. wielkości, a przynajmniej napisania czy mówimy o skalarze, wektorze czy macierzy czy może n-tce czy parze uporządkowanej; liczb całkowitych czy rzeczywistych.

Zamiast tego w algorytmach znajdujemy liczne wyrażenia pseudokodu postaci „*calculate C x D*”, które zdają się być zawieszony w próżni, gdyż nie są do niczego przypisywane. Tymczasem w tych samych algorytmach znajdują się liczne przypisania.

Ponadto zwyczajowo w matematyce, ale i informatyce, dużymi literami (vide C, D) oznaczamy macierze a znakiem „x” iloczyn kartezjański, który do macierzy się nie aplikuje, a przynajmniej bez dodatkowych definicji, podobnie jak operator „/”.

Powyższe usterki nie zmieniają faktu, że zapis algorytmów jest jednoznaczny, ale dopiero po osadzeniu ich w kontekście całości rozprawy.

Zastosowanie się w zapisie algorytmów w pseudokodzie do powyższych, standardowych dla literatury informatycznej reguł, znaczenie ułatwiłoby zastosowanie rezultatów rozprawy. Reguły te stosuje w pewnym zakresie także sam kandydat, niestety tylko w zapisie niektórych algorytmów np. algorytm 4.6 str. 60 i algorytm 7.7 str. 86.

- Drobne usterki edycyjne m.in. w opisie rysunku 7.5 str. 90, akapity m.in. na str. 50, tytuł pewnego podrozdziału nie mieści się w jednej linii, ostatni jego wyraz przeniesiony w dwóch wierszach.

J-R

6. Podsumowanie

Biorąc pod uwagę opinie zaprezentowane w poprzednich punktach i wymagania zdefiniowane przez artykuł 13 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym (z późniejszymi zmianami) moja ocena rozprawy pod względem trzech podstawowych kryteriów jest następująca:

A. Czy rozprawa zawiera oryginalne rozwiązanie problem naukowego?

<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zdecydowanie TAK	Raczej TAK	Trudno powiedzieć	Raczej NIE	Zdecydowanie NIE

B. Czy po przeczytaniu rozprawy zgadzasz się, że kandydat posiada ogólną wiedzę teoretyczną w dyscyplinie Informatyka techniczna i telekomunikacja?

<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zdecydowanie TAK	Raczej TAK	Trudno powiedzieć	Raczej NIE	Zdecydowanie NIE

C. Czy kandydat posiada umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej?

<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zdecydowanie TAK	Raczej TAK	Trudno powiedzieć	Raczej NIE	Zdecydowanie NIE

Ponadto, biorąc pod uwagę, że dorobek naukowy kandydata zestawiony w części 2 niniejszej recenzji wielokrotnie przewyższa wymogi stawiane przez art. 186 wskazanej ustawy, a w szczególności jest współautorem zagranicznej publikacji w, co także ważne, – wydaniu regularnym – czasopisma JCR z redakcją (oraz z redaktorem naczelnym, co nie jest spełnione w przypadku kilku czasopism informatycznych o wysokiej renomie) za granicą, rekomenduję wyróżnienie rozprawy doktorskiej.

Jerzy Respondek
Podpis