

Dr hab. inż. Wacław Kuś, prof. Pol. Śl.
Instytut Mechaniki i Inżynierii Obliczeniowej
Politechnika Śląska
44-100 Gliwice, Konarskiego 18a

Gliwice, 17.04.2019r

RECENZJA

pracy doktorskiej
mgr inż. Marcin Łoś

„Efektywne algorytmy dla różnych architektur maszyn równoległych do przeprowadzania symulacji procesów niestacjonarnych” („Efficient algorithms for non-stationary problem simulations on parallel architectures”)

Podstawa opracowania recenzji:

pismo IEiT.510-1/16/218/2019 pana dr hab. Krzysztofa Wincza prof. AGH, Prodziekana Wydziału Informatyki, Elektroniki i Telekomunikacji Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie.

1. Uwagi ogólne

Opiniowana praca została wykonana na Wydziale Informatyki, Elektroniki i Telekomunikacji Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie pod kierunkiem prof. dr. hab. inż. Macieja Paszyńskiego. Rozprawa doktorska jest przygotowana w dyscyplinie informatyka. W pracy omówiono aktualny stan wiedzy związany z metodami adaptacyjnymi stosowanymi w zastosowaniach metody elementów skończonych oraz problemami z jakimi można spotkać się podczas wykorzystania podejścia adaptacyjnego. W pracy zawarto badania własne Autora związane z opracowywaniem algorytmów, ich analizą, implementacją oraz przykładowymi zastosowaniami w problemach bezpośrednich i odwrotnych. Autor opracował algorytmy pozwalające na zastosowanie metod adaptacyjnych w problemach niestacjonarnych, przy czym skupił się na możliwościach zrównoleglenia obliczeń w sposób jak najbardziej efektywny. Opracowane algorytmy zastosował w przykładowych symulacjach dla różnych problemów fizycznych opisanych cząstkowymi równaniami różniczkowymi.

2. Przegląd treści rozprawy

Praca doktorska liczy 116 stron, składa się z sześciu rozdziałów, spisu literatury oraz wykazu ważniejszych oznaczeń i symboli. Układ pracy jest poprawny, rysunki zawarte w pracy są czytelne i ich liczba jest odpowiednia. Praca napisana jest w języku angielskim.

Pierwszy rozdział poświęcony jest przedstawieniu motywacji Autora, omawia strukturę pracy oraz przedstawia tezę pracy sformułowaną jako „It is possible to design new efficient algorithms for performing fast simulations of time-dependent problems, using either adaptive Finite Element Method or smooth isogeometric analysis. The proposed solvers will outperform available state-of-the-art. Solutions and will deliver linear or quasi-linear computational cost for a wide class of engineering and bioengineering problems including wave propagation, flow through porous media and tumor growth simulations.”.

Rozdział drugi poświęcony jest podstawom analizy z użyciem Metody Elementów Skończonych, sformułowaniu adaptacyjnego hp -MES, jak również analizie izogeometrycznej. Przedstawiono aktualny stan wiedzy oraz zidentyfikowano problemy, które mogą zostać rozwiązane z pomocą zaproponowanych w pracy algorytmów.

Trzeci rozdział zawiera prace własne Autora związane z opracowaniem algorytmów zrównoleglenia obliczeń w zadaniach niestacjonarnych. Autor podjął się skonstruowania algorytmu wykonującego obliczenia w sposób równoległy w poszczególnych krokach czasowych, a zarazem umożliwiającą zrównoleglenie operacji związanych z poszczególnymi krokami czasowymi. Algorytmy te zostały zastosowane do metody hp -MES. Przedstawiono dowód zbieżności dla zaproponowanych algorytmów.

Kolejny z rozdziałów związany jest z autorskimi metodami prowadzenia analiz problemów niestacjonarnych z użyciem metody izogeometrycznej. Omówiono poszczególne składniki algorytmu i przedstawiono analizę jego złożoności.

Przykłady numeryczne opracowane z zastosowaniem algorytmów i metod z trzeciego i czwartego rozdziału przedstawiono w rozdziale piątym. Rozważano wiele problemów opisanych cząstkowymi równaniami różniczkowymi.

Rozdział szósty poświęcony jest podsumowaniu pracy, przedstawieniu wniosków oraz dalszych kierunków badań.

W pracy Autor powołuje się na 10 pozycji literaturowych których jest współautorem, w tym publikacje w czasopiśmie: *Procedia Computer Science*, *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, *Journal of Computational and Applied Mathematics*, *Computer Physics Communications*, *Journal of Computational Science*, *Memetic Computing*.

3. Ocena merytoryczna

Rozprawa doktorska dotyczy problematyki badawczej z zakresu informatyki. Zasadniczym celem pracy było opracowanie algorytmów pozwalających na efektywne prowadzenie obliczeń z użyciem niestacjonarnej adaptacyjnej MES oraz izogeometrycznej MES. Realizacja tak postawionego zadania wymagała od Doktoranta zapoznania się z zagadnieniami informatyki, w szczególności teorii algorytmów. Doktorant wykazał się umiejętnością prowadzenia interdyscyplinarnego badań obejmujących zarówno informatykę lecz również szeroko pojęte nauki obliczeniowe (computational science) oraz elementy mechaniki, termodynamiki oraz modelowania problemów z zakresu bioinżynierii.

Stwierdzam, że do istotnych i oryginalnych elementów pracy należy zaliczyć:

- opracowanie algorytmów dla niestacjonarnych problemów rozwiązywanych z użyciem adaptacyjnej MES,
- opracowanie algorytmów dla niestacjonarnych problemów z użyciem podejścia izogeometrycznego,
- analizę opracowanych algorytmów,
- opracowanie wielu przykładów powyższych algorytmów w problemach inżynierskich.

W trakcie lektury rozprawy nasunęły mi się następujące uwagi i wątpliwości, które mają charakter dyskusji i nie podważają wartości pracy doktorskiej:

- w pracy Autor głównie przedstawia wyniki dla architektur komputerowych ze wspólną pamięcią, jak na wydajność obliczeń wpłynęłoby użycie klastra obliczeniowego lub superkomputera z pamięcią dzieloną,
- Autor pisze w pracy o problemie przepływu ciepła jako łatwym, należy zwrócić uwagę, że w praktyce stosuje się wiele modeli przepływu ciepła, użyte przez Autora prawo Fouriera jest jednym z najprostszych, istnieją również bardziej skomplikowane modele np. dual-phase lag będące uogólnieniem prawa Fouriera stosowanym w modelach w skali mikro i nano.
- wyniki związane z propagacją fali sprężystej byłyby ciekawsze gdyby przedstawiono je również w postaci naprężeń lub odkształceń (np. wielkości zredukowanych z użyciem jednej z hipotez wyteżeniowych), należy również podkreślić, że zakres stosowania przedstawionych równań różniczkowych ograniczony jest do zadań liniowych z bardzo małymi wartościami odkształceń i przemieszczeń.

4. Wniosek końcowy

Pragnę stwierdzić, że mgr inż. Marcin Łoś wykazał umiejętność samodzielnego prowadzenia badań naukowych, praca doktorska spełnia warunki stawiane rozprawom doktorskim przez ustawę o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dn. 14 marca 2003r (Dz. U. 2003 nr 65 poz. 595) z późniejszymi zmianami i wnoszę o dopuszczenie jej do publicznej obrony przed Radą Wydziału Informatyki, Elektroniki i Telekomunikacji Akademii Górniczo Hutniczej w Krakowie.

Wnoszę o wyróżnienie pracy.

Praca jest wyróżniająca się ze względu na interdyscyplinarność prowadzonych badań naukowych oraz opracowane nowatorskie algorytmy, które mogą znaleźć zastosowanie w bardzo wielu obszarach wykorzystujących metody obliczeniowe. Podkreślić należy również bardzo dobry dorobek publikacyjny Autora pracy.

