

Dr hab. inż. Jerzy Baranowski
Profesor uczelni, AGH w Krakowie
Wydział Elektrotechniki, Automatyki,
Informatyki i Inżynierii Biomedycznej
Katedra Automatyki i Robotyki
jb@agh.edu.pl, 605-439-587

Kraków, 9.10.2023

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Marka Machaczka pt.: „Analiza efektywności równoległych implementacji wybranych al- gorytmów optymalizacji statycznej”

Podstawa formalna opracowania recenzji

Zlecenie przewodniczącego Rady Dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne (AEEiTK) Politechniki Opolskiej dr hab. inż. Andrzeja Waindoka, prof. uczelni, z 11 lipca 2023 roku (nr RE00ST0022/D/20203 wydane na podstawie uchwały Rady Dyscypliny AEE i TK z 6 lipca 2023 roku w przedmiotowej sprawie.

Dane uzupełniające o pracy

Promotor: dr hab. inż. Jan Sadecki

Ocena formalna pracy

Przedłożona do oceny rozprawa doktorska (licząca 193 strony) składa się z ośmiu części: sześciu rozdziałów, zestawienia literatury i dodatku (z sześcioma podrozdziałami). Dodatkowo w pracy umieszczono spis rysunków liczący 8 stron.

Pierwszy rozdział nosi tytuł „Wprowadzenie w tematykę pracy”. Doktorant przedstawia w nim kontekst, dlaczego problematyka optymalizacji jest ważna. Niestety prace, na które się powołuje mają charakter cytatu blokowego (23 prace zacytowane bez komentarza w jednym nawiasie prostokątnym). Co więcej ich wybór jest dość losowy – obejmuje on prace z niszowych konferencji, niedziałające strony internetowe i skupienie na dość specyficznych dziedzinach, nie oddając przekroju zastosowań optymalizacji. Jest to o tyle rozczarowujące, ponieważ można znaleźć wiele bardzo dobrych artykułów przeglądowych i podręczników, pozwalających na przekrojowe osadzenie tematyki w dziedzinie. Następnie doktorant uzasadnia, dlaczego zainteresował się problematyką zrównoleglenia obliczeń. Pewien niedosyt w tej kwestii powoduje, że powołuje się on na jedynie dwie prace, obydwie z początku lat dziewięćdziesiątych. Następnie na dużym poziomie ogólności opisywane są korzyści wynikające ze zrównoleglenia, w którym jako korzyść przedstawia się głównie wykorzystanie większej liczby dostępnych zasobów. W tym miejscu jest bardzo duży niedosyt, ponieważ jedyną pracą, na którą doktorant się powołuje jest monografia promotora z 2001 roku. Należy podkreślić, że ostatnia dekada to

wielki rozwój obliczeń równoległych związana z rozwojem uczenia głębokiego, które bez równoległych obliczeń z wykorzystaniem kart graficznych nie byłoby by możliwe.

Doktorant kontynuuje rozdział dokonując bardzo selektywnego przeglądu literatury. Skupia się on na czterech bezgradientowych algorytmach optymalizacji statycznej tj. algorytmami Chazan-Mirankera, Gaussa-Siedla (wersja równoległa), Powella i Neldera-Meada. Nie jest w rozprawie uzasadnione, dlaczego wybrano właśnie algorytmy bezgradientowe. Przecież właśnie w algorytmach gradientowych są największe możliwości zrównoleglania, poprzez np. równoległe wyliczanie różnic skończonych lub też równoległe wywoływanie funkcji uzyskanych w drodze różniczkowania automatycznego. Pominięto też problemy z addytywną funkcją celu (jak np. problem najmniejszych kwadratów), gdzie sam proces wyliczania wartości funkcji celu jest naturalnie konwertowany na formę współbieżną. Dokładność i aktualność badania literatury pozostawia wiele do życzenia. Cytowane jest trzynaście pozycji. Jedną z nich jest monografia promotora, zaś pięć to prace opublikowane przez doktoranta (samodzielnie lub z promotorem) w czasopismach krajowych (cztery) oraz rozdział w monografii krajowej. Pozostałe prace pochodzą odpowiednio z 2007, 1991, 1983, 1980, 1973, 1970 i 1965 roku. Ciężko uznać ten przegląd za aktualny. Szybkie wyszukiwanie w bazie Scopus pozwala znaleźć kilkanaście prac np. na temat algorytmu Chazana-Mirankera i ponad 100 dotyczących stosowania algorytmu Neldera-Meada w wersji równoległej. Jest dużym niedopatrzeniem pominięcie przynajmniej części tych prac, zwłaszcza, że wiele z nich jest nowszych niż te cytowane. Należy zaznaczyć, że doktorant odnosi się również do podręczników teorii optymalizacji jednak jest to wybór książek wyłącznie polskich i to również dość historycznych.

W dalszej części rozdziału doktorant przedstawia tezę pracy, która niestety, jest bardzo ogólna i ogranicza się do łatwo weryfikowalnych twierdzeń na pograniczu truizmu. Doktorant formułuje również cele rozprawy, są nimi parafrazując:

1. Opracowanie równoległych realizacji wybranych algorytmów dla systemów równoległych
2. Analiza możliwości, sposobów i efektywności rozwiązywania złożonych zagadnień optymalizacji w systemach równoległych
3. Poszukiwanie nowych konstrukcji i rozwiązań algorytmicznych konkurencyjnych do standardowych algorytmów
4. Zastosowania algorytmów do rozwiązania przykładowych problemów wielowymiarowych.

Należy zwrócić uwagę, że celami, które można osiągnąć są 1 i 4. Cele 2 i 3 mają charakter działań, których nigdy nie można uznać za skończone, ponieważ zawsze można analizować i poszukiwać.

Doktorant zdefiniował również zakres prac planowanych do przeprowadzenia tj. analizę teoretyczną, implementacja równoległa algorytmów, projektowanie i implementacja z uwzględnieniem własności sprzętowych algorytmów, tworzenie teoretycznych modeli oceny algorytmów. Rozdział kończy opis struktury pracy.

Drugi rozdział pracy to wprowadzenie w problematykę optymalizacji statycznej. Rozdział ten jest najłabszym punktem pracy, ponieważ został on przygotowany wyjątkowo niedokładnie. Doktorant nie posługuje się precyzyjnymi definicjami, co więcej definicja pojęcia optymalizacja statyczna nie pojawia się w nim w ogóle. Doktorant formułuje ogólny problem optymalizacji z ograniczeniami jednak warunki optymalności podaje już dla problemów bez ograniczeń. Brak w rozdziale praktycznie wykorzystania źródeł, z wyjątkiem powołania się na trzy książki i jedną stronę internetową w pierwszym zdaniu rozdziału. Doktorant dokonuje również próby klasyfikacji zagadnień optymalizacji, jednak podobnie jak poprzednio jest w nich mnóstwo nieścisłości, jak np. stwierdzenie, że metoda DFP potrzebuje informacji o drugich pochodnych. Niejako mimochodem przy okazji tej klasyfikacji doktorant zawęża zakres prac do problemów programowania nieliniowego bez ograniczeń.

Następnie doktorant omawia własności rozpatrywanych w pracy algorytmów bezgradientowych. Opisuje on wymogi, które powinny spełniać funkcje, które mogą być minimalizowane przez algorytmy bezgradientowe. Szczególny niedosyt wywołuje tu brak określenia tego co te wymogi mogą zagwarantować. Czy jest to zbieżność? Brak też odwołania się do źródła, z którego one pochodzą. Czy jest to własny wynik doktoranta? Doktorant omawia pobieżnie również takie kwestie jak warunek stopu czy dobór punktu początkowego. Również i tu mamy do czynienia z licznymi nieścisłościami.

Rozdział trzeci pracy nosi tytuł „Przegląd algorytmów optymalizacji statycznej”. Tytuł ten nie oddaje zbyt dobrze treści rozdziału. Jest on podzielony na trzy zasadnicze części. W pierwszej z nich doktorant przedstawia funkcje, których będzie używał do testowania algorytmów. Są to funkcje parametryzowane wymiarem umożliwiające płynną zmianę między problemami różnych wymiarów przy zachowaniu znanego minimum globalnego. Dobór funkcji budzi pewne wątpliwości. Po pierwsze wszystkie z nich są różniczkowalne co jest zastanawiające w kontekście rozpatrywania wyłącznie algorytmów bezgradientowych. Mile widziane byłoby np. wykorzystanie jakiegoś problemu z ograniczeniami przekształconego do problemu z nieróżniczkowalną funkcją kary (np. norma w przestrzeni ℓ_1). Wątpliwości budzi również spełnienie założeń wskazanych w rozdziale drugim. Dla żadnej z funkcji nie sprawdzono, czy jest ona wypukła. Co więcej, powszechnie wiadomo, że funkcja Rosenbrocka nie jest funkcją wypukłą. Doktorant pokazał wykresy poziomicowe funkcji dla dwóch zmiennych. Brakuje również analizy potencjału zrównoleglenia funkcji celu w celu usprawnienia obliczeń.

Druga część rozdziału omawia badane przez doktoranta algorytmy w wersjach sekwencyjnych i równoległych. Omawiane są algorytmy:

- Gaussa-Seidla
- Powella
- Nelderera-Meada
- oraz wyłącznie równoległy algorytm Chazana-Mirankera

Algorytmy Gaussa-Seidla, Powella i Chazana-Mirankera opisano, bazując, na pograniczu cytatu, na monografii promotora. Należy jednak podkreślić pewne wyniki doktoranta dotyczące usprawnienia jednego z tych algorytmów. Dla metody Gaussa-Seidla doktorant opracował

modyfikację sposobu zmiany bazy kierunków w celu poprawienia zbieżności (wynik ten opublikowano również, wraz z promotorem w pracy w czasopiśmie PAR w 2015 r.). Opis algorytmu Neldera-Meada jest bogatszy, zawierając rozszerzone badania literaturowe i porównując równoległe warianty tegoż algorytmu w wersjach Torczon i Lee-Wiswalla. Analiza ta została przeprowadzona w sposób rzetelny i algorytmy opisano w sposób jasny. Należy zwrócić uwagę, że w pracy nigdzie nie omówiono metody Brenta, która jest wykorzystana jako metoda poszukiwania kierunkowego. Trzecia najkrótsza część rozdziału opisuje zasady przeprowadzania operacji macierzowych. Jest to opis bardzo ubogi i w zasadzie niezwiązany z treścią rozprawy. Do tematu mnożenia macierzy doktorant powraca jeszcze w rozdziale piątym.

Rozdział czwarty nosi tytuł „Optymalizacja dynamiczna” i dotyczy jednego ze sposobów przekształcania problemu sterowania optymalnego (czyli problemu nieskończone wymiarowe) na problem znalezienia skończonej liczby zmiennych, czyli problem optymalizacji statycznej. Sam opis pojęcia optymalizacji dynamicznej nie jest niestety poprawny, ponieważ miesza to zagadnienie z problemem sterowania optymalnego. Następnie doktorant omawia dwie metody bezpośrednie poszukiwania sterowania optymalnego. W ogólnym przypadku bazują one na reprezentacji funkcji sterującej za pomocą kombinacji liniowej funkcji bazowych oraz na różnych metodach uwzględnienia ograniczeń wynikających z równań stanu. Doktorant następnie przechodzi do przykładu, w którym rozwiązuje pewien dość prosty problem sterowania optymalnego, jakim jest problem liniowo kwadratowy z czasem skończonym dla obiektu całkowitego rzędu pierwszego. Stosuje on bardzo prosty wariant metody kolokacji, w którym zakłada, że stan jest funkcją liniową między próbkami zaś sterowanie jest funkcją stałą (całkowanie trapezami i prostokątami tych poszczególnych aspektów). Redukuje to problem do zagadnienia optymalizacji statycznej (w rozważanych przypadkach 100 i 1000 zmiennych), które to doktorant rozwiązuje metodą Neldera-Meada w wersjach równoległych i sekwencyjnych. Samo to zagadnienie jest ciekawym przykładem, który mógłby być lepiej połączony z resztą pracy – jest to lepszy problem testowy niż te przedstawione w rozdziale trzecim, ma też więcej związku z dyscypliną. Rozdział ten stanowi jeden z jaśniejszych punktów pracy. Należy jednak podkreślić pewne niedostatki:

- Brakuje porównania uzyskanego rozwiązania numerycznego z rozwiązaniem analitycznym. Przedstawiony problem liniowo-kwadratowy posiada rozwiązanie analityczne (zarówno w formie dyskretnej jak i ciągłej), które można wyliczyć albo bezpośrednio z zasady maksimum lub ze znanych w literaturze rozwiązań bazujących na równaniu Riccattiego.
- W przedstawionej analizie pokazano, że nie udało się znaleźć rozwiązania optymalnego za pomocą sekwencyjnego algorytmu Neldera-Meada. Brak jednak pogłębionej analizy, dlaczego tak się stało.
- Ponownie jak poprzednio rozpatrywany jest problem w pełni różniczkowalny. Dużo lepszym przykładem byłaby próba znalezienia rozwiązania problemu z ograniczeniami albo wskaźnikiem jakości zawierającym np. całkę z modułu uchybu.

Rozdział piąty nosi tytuł „Wyniki obliczeń” i zawiera zasadnicze wyniki pracy związane z porównywaniem algorytmów. Rozdział ten liczy 71 stron, na których znajduje się sumarycznie 100 rysunków. Na początku rozdziału doktorant określa zakres prowadzonej analizy, definiuje przyjęte przez siebie wskaźniki jakości takie jak liczba iteracji, czas wykonywania algorytmu czy też przyspieszenie algorytmu względem rozwiązania jednowątkowego. Doktorant omawia również pokrótce dostępne zasoby sprzętowe, które wykorzystywał. Dla obliczeń z wykorzystaniem kart graficznych doktorant wymienił również używane przez siebie biblioteki. Następne cztery podrozdziały doktorant poświęcił analizie rozpatrywanych w pracy algorytmów. Należy tutaj podkreślić niemalże benedyktyński charakter badań prowadzonych przez doktoranta. Każda z metod była wielokrotnie testowana dla każdego z rozpatrywanych przypadków testowych przy zmianie wymiaru problemu. Dodatkowo dla algorytmu Nelder-Meada prowadzono również testy doboru parametrów algorytmu. W wyniku tych badań powstało 78 wykresów. Niestety duża część tej pracy nie odnosi zamierzonego skutku, ponieważ wykresy są generalnie nieczytelne. Doktorant starał się umieszczać zbyt wiele linii na wykresach (ponieważ porównywał procesy od 1 do 20 wątków). Przez to ciężko odróżnić poszczególne wykresy od siebie i trudno rozpoznać poprawę. Co więcej, zwłaszcza dla wykresów czasu obliczeń, trendy mają charakter wyraźnie wykładniczy. Dlatego też dziwi niewykorzystanie w żadnym z tych wykresów skali logarytmicznej przynajmniej na osi pionowej. Brak jej użycia dziwi zwłaszcza dlatego, że do tej samej wielkości doktorant używa skali logarytmicznej w rozdziale 5.6. Co więcej należy zwrócić uwagę, że prezentacja wyników byłaby znacznie czytelniejsza, gdyby zastosowano do niej tabele. Wartości liczbowe byłyby wtedy dużo prostsze do odczytania i interpretacji.

Kolejny, szósty, podrozdział zawiera porównanie analizowanych metod między sobą. Podobnie są problemy z czytelnością wykresów, które tym razem są przynajmniej w skali logarytmicznej, których by nie było jakby zastosować tabelę. Co więcej podrozdział nie wnosi w zasadzie żadnych nowych informacji, poza tym, że podważa jakąkolwiek zasadność badania algorytmu Chazana-Mirankera, który jest wolniejszy nawet od metod sekwencyjnych i ma znaczenie obecnie wyłącznie historyczne. W siódmym podrozdziale doktorant porównał alternatywną metodę zrównoleglenia za pomocą innej biblioteki - MPI. Doktorant słusznie wskazuje, że nie miał możliwości przetestowania sieciowego połączenia systemów, co znacząco ogranicza przydatność analizy. W wyniku analizy pokazano, że różnica między obydwoma bibliotekami jest pomijalna. W ósmym podrozdziale pokazano bardzo uproszczoną analizę wykorzystania technologii CUDA, poprzez porównanie równoległej metody Gaussa-Siedla dla 4 wątkowego procesora i karty graficznej. W wynikach tych pokazano, że CUDA wprowadza niewielką poprawę w stosunku do czterordzeniowego procesora przy analizowanej konfiguracji. Należy jednak zwrócić uwagę, że nie podano szczegółów implementacji ani nie objaśniono, dlaczego akurat to CUDA ma być korzystne w implementacji rozważanej metody. Rozdział kończy podrozdział dziewiąty, w którym doktorant powraca do tematyki mnożenia macierzy, która jak wspomniana wcześniej jest niepowiązana z resztą doktoratu. W wyniku tej analizy pokazano, że technologia, którą opracowano dla efektywnego mnożenia macierzy (CUDA) jest faktycznie znacznie lepsza do tego celu niż technologie ogólnego przeznaczenia (CPU).

Rozdział szósty stanowi podsumowanie pracy i podzielono go na trzy części. Pierwsza z nich to głębsza analiza rezultatów a przede wszystkim wykresów z rozdziału piątego. Dla układu pracy prawdopodobnie byłoby lepiej gdyby tam się właśnie znalazły. Dopiero pod koniec podrozdziału można znaleźć bardziej ogólne wnioski na temat samych własności zrównoleglania algorytmów. Drugi podrozdział wymienia wyniki, które doktorant uznał za oryginalne. Są to implementacje równoległe wybranych algorytmów oraz badania ich wydajności. Są to też pewne usprawnienia algorytmów Gaussa-Seidla i Powella, aczkolwiek te drugie są słabo udokumentowane w samej rozprawie. W rozdziale tym doktorant nie odnosi się do rozdziału czwartego pracy, który uważam za całkiem ciekawy wynik, tj. rozwiązanie problemu optymalizacji za pomocą metod równoległych. Rozdział kończy się wskazaniem kierunków dalszych badań, jakie można by oprzeć na wynikach pracy. Bardzo wskazane jest jednak, aby wcześniej doktorant lepiej zapoznał się z aktualną literaturą tematyki.

Spis literatury liczy 107 pozycji obejmuje podręczniki, artykuły w czasopismach, referaty konferencyjne, rozdziały w książkach i odniesienia do stron internetowych (nie wszystkie działające). Niestety należy zwrócić uwagę na jej umiarkowaną aktualność. Nieliczne cytowane prace pochodzą z okresu ostatnich 5 lat, przy czym żadna z nich nie miała istotnego wpływu na treść rozprawy. Na podstawie analizy literatury można stwierdzić, że rozprawa powstała niejako w oderwaniu od głównego nurtu literatury w zakresie optymalizacji.

Dodatek niewiele wnosi do całej pracy. Pierwsze trzy jego rozdziały dotyczą definicji pojęć, których być może trochę brakowało we wstępie do pracy, jednak nie są też one niezbędne. Sam ich opis nie jest zbyt wnikliwy (strona na opis programowania równoległego, po pół na prawo Amdahla i taksonomię Flynna) i nie osadza wyników pracy w żadnym szerszym kontekście. Pozostałe trzy podrozdziały omawiają biblioteki OpenMP, MPI i CUDA.

Przedstawiony układ pracy doktorskiej jest generalnie logiczny, zgodny z zasadą hierarchizacji treści oraz przejrzysty. Zastrzeżenie można tu mieć do nieco oderwanego od reszty pracy rozdziału czwartego, który powinien mieć w pracy większą rolę. Świadczy to o pewnej kompetencji badawczej mgr Marka Machaczka oraz umiejętności redagowania opracowań naukowo-technicznych. Praca pod względem językowym, redakcyjnym i graficznym ma jednak pewne braki.

Ogólny układ pracy, a także jej poszczególne rozdziały są w większości przemyślane, ale średnio dopracowane, co wskazałem je w ich szczegółowym opisie. Jakość wykonanych ilustracji (wykresów) jest w większości akceptowalna, jednak ich czytelność pozostawia sporo do życzenia. Jednocześnie należy uznać, że jest ich znacznie za dużo. Można odnieść wrażenie, że służą bardziej zwiększeniu objętości rozprawy niż poprawieniu przekazu informacji.

Na podstawie rozprawy można jednak uznać, że doktorant posiada wiedzę teoretyczną, niezbędną do poprawnego prowadzenia badań i wnioskowania badawczego.

Ocena merytoryczna pracy

Tematyka i zakres wykonanej pracy lokują ją w dyscyplinie Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne w obszarze automatyki. W szczególności dotyczy to zagadnień optymalizacji systemów. Zagadnienie rozpatrywane w pracy jest nadal aktualne, w szczególności ze względu na popularyzację w ostatnich czasach procesorów typu ARM, które stosuje się już nie tylko w urządzeniach mobilnych, ale i komputerach osobistych i dedykowanych platformach sprzętowych. Większość wyników światowej literatury skupia się na zrównoległaniu w celu rozwoju uczenia maszynowego, więc analiza innych obszarów tematyki jest zawsze wartościowa.

Należy stwierdzić, że doktorant zdołał zweryfikować postawioną przez siebie tezę poprzez realizację większości postawionych w rozprawie celów. Doktorant opracował równoległe realizacje pewnej grupy algorytmów bezgradientowych na różnych platformach – uproszczonym klastrze obliczeniowym, komputerze z wielordzeniowym i komputerze z kartą graficzną wspierającą technologię CUDA. Zastosował on również badane algorytmy do optymalizacji pewnych wybranych problemów. Cele analityczno-poszukiwawcze postawione w rozprawie z natury nie mają możliwości zakończenia jednak prowadzone były działania zarówno w celu poprawy równoległych algorytmów jak też i formułowania nowych rozwiązań złożonych zagadnień optymalizacji.

Za szczególnie znaczące aspekty rozprawy uważam trzy obszary. Po pierwsze doktorant podjął próbę rozwiązania zagadnienia sterowania optymalnego wykorzystując w tym celu obliczenia równoległe. Jest to interesujący problem z wieloma praktycznymi zastosowaniami, stąd bezpośrednio algorytmy optymalizacji są zawsze w cenie. Po drugie należy zwrócić uwagę na opracowane przez doktoranta ulepszenia algorytmów, w szczególności algorytmu Gaussa-Siedla w wersji równoległej. Na szczególną uwagę zasługuje również bardzo rzetelnie przygotowana analiza równoległych rozwiązań w zakresie algorytmu Neldera-Meada. Na dużą pochwałę zasługuje również nakład pracy doktoranta – implementacja licznych algorytmów, wielokrotne testy w wielu przypadkach itp.

Niestety praca ma liczne niedociągnięcia. Trzeba zdecydowanie stwierdzić, że przygotowana została niestarannie. Dotyczy to zwłaszcza rozdziału drugiego, który mając być wstępem teoretycznym w problematykę zawiera mnóstwo niedomówień i nawet błędnych stwierdzeń. Znajomość literatury przedmiotu przez doktoranta jest bardzo ograniczona. Brak aktualnych pozycji a dobór istniejących pozostawia wiele do życzenia. Brak znajomości współczesnych podręczników problematyki. Dobór zagadnień testowych jest co najmniej dyskusyjny. Są to problemy „szkolne”, nie odpowiadające faktycznym problemom automatyki. Jest to szczególnie trudne do zrozumienia, skoro naturalnym źródłem problemów o wysokim wymiarze są

zagadnienia sterowania optymalnego, które doktorant w rozdziale czwartym analizuje. Co więcej brak analizy zagadnień nieróżniczkowalnych stawia pod znakiem zapytania zasadność analizy rozwiązań bezgradientowych. Akurat wyliczanie gradientów jest czymś co się bardzo dobrze zrównolegli. Sposób analizy wyników jest również słabą stroną rozprawy. Brak analiz statystycznych, użycie stu niezbyt czytelnych wykresów, kiedy kilka tabel by wystarczyło, skąpa interpretacja wyników to wszystko obniża jakość rozprawy, która przecież wiązała się z dużym nakładem pracy doktoranta. Spójność tematyczna pracy też jest średnia, bo np. pojawia się w niej analiza obliczeń macierzowych, które są w całości oderwane od reszty pracy. Analiza optymalizacji dynamicznej również traktowana jest zdawkowo.

Za oryginalne osiągnięcia autora uważam:

- Implementację równoległą wybranych algorytmów bezgradientowych optymalizacji statycznej w języku C z wykorzystaniem trzech różnych bibliotek
- Testy tych wszystkich implementacji na platformach klastrowej, wielordzeniowej oraz GPGPU
- Usprawnienie równoległej metody Gaussa-Seidla
- Rozwiązanie problemu liniowo-kwadratowego z czasem skończonym dla obiektu całkującego

Uwagi krytyczne i dyskusyjne

Praca jest interesująca i dotyczy ważnych problemów, są jednak pewne zagadnienia, w stosunku do których oczekiwałbym głębszego wyjaśnienia podczas publicznej obrony.

1. W rozdziale drugim doktorant podaje geometryczną interpretację wypukłości dla funkcji jednowymiarowych, a jaka ona jest dla funkcji wielu zmiennych?
2. W rozdziale trzecim doktorant do testowania algorytmów bezgradientowych opisuje trzy funkcje. Brakuje jednoznacznej informacji czy spełniają one założenia sformułowane w rozdziale drugim. Bardzo proszę o przedstawienie dowodów wypukłości (lub jej braku) dla wszystkich funkcji.
3. W rozdziale trzecim doktorant przedstawił algorytm Nelder-Meada w wersjach sekwencyjnej i dwóch równoległych. Pewnym niedostatkiem jest opis przykładu dwuwymiarowego dla wariantu Lee-Wiswalla, gdzie doktorant stwierdza, że konieczna była modyfikacja początkowego simpleksu by osiągnąć rozwiązanie. Jak to należy interpretować?
4. W rozdziale czwartym w rozwiązywanym przykładzie doktorant nie przedstawia rozwiązania analitycznego rozwiązywanego problemu sterowania optymalnego. Bardzo proszę o jego przedstawienie i porównanie z uzyskanym rozwiązaniem.
5. W rozdziale czwartym doktorant pokazuje, że algorytm Nelder-Meada w postaci sekwencyjnej nie był w stanie znaleźć rozwiązania optymalnego. Prosiłbym o przedstawienie szczegółowej analizy, dlaczego tak się dzieje. Jakie warunki stopu uniemożliwiły

mu zakończenie obliczeń poprawnie? Czy dla innych punktów startowych problem również „utyka”?

6. W rozdziale piątym doktorant analizuje liczbę iteracji potrzebną do osiągnięcia minimum. Jest to wskaźnik niejasny ze względu na różny koszt iteracji poszczególnych algorytmów. Bardziej typowym sposobem oceny jest liczba wywołań funkcji celu. Bardzo proszę o dokładne wyjaśnienie jak był określany koszt pojedynczej iteracji i jak był on powiązany z obliczeniami równoległymi.
7. Jedną z wielkości wykorzystywanych w rozdziale piątym w obliczeniach przez doktoranta jest czas realizacji algorytmu. Nie jest to typowo deterministyczna wielkość, ze względu na potencjalnie stochastyczne zachowanie się innych procesów realizowanych w tym samym czasie przez komputer. Bardzo proszę o analizę rozkładu zmiennej czas obliczeń dla rozważanych systemów.
8. W rozdziale piątym doktorant wyjaśnia, że ze względów technicznych mógł on przeprowadzać obliczenia dla algorytmu Neldera-Meada nie na klastrze obliczeniowym tylko na komputerze z 8 rdzeniowym procesorem. Co to za względy techniczne?
9. W rozdziale piątym wskazano, że algorytm Brenta jest zbyt skomplikowany dla wykorzystania w CUDA. Dlaczego? Jaka implementacja algorytmu była stosowana?

Mam również pewne uwagi o charakterze redakcyjnym:

1. W pracy jest mnóstwo literówek (np. „korki” a nie „kroki” na stronie 53)
2. Notacja wzorów jest niespójna, w szczególności w rozdziale czwartym.
3. Wykresy są często w niskiej rozdzielczości, mają źle opisane osie czy też nierozkodowane kolory.
4. Pod wzorem (3.13) pojawia się objaśnienie „ a_i – i-ta składowa macierzy A ” – co to jest składowa macierzy?

Uwagi te nie wpływają na końcową ocenę pracy.

Wniosek końcowy

Przedłożoną do oceny pracę doktorską pod względem formalnym i merytorycznym, pomimo jej niedostatków oraz uwag krytycznych i dyskusyjnych, oceniam pozytywnie. Spełnia ona wymagania określone w artykule 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2018 poz. 1668) bowiem prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną autora w dyscyplinie Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne, umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej oraz jest oryginalnym rozwiązaniem problemu naukowego.

W związku z powyższym wnioskuję do Rady Dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne Politechniki Opolskiej o dopuszczenie rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Marka Machaczka, pt. „Analiza efektywności równoległych implementacji wybranych algorytmów optymalizacji statycznej” do publicznej obrony oraz procedowania dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Jan Błaszczyk

