

## **Recenzja rozprawy doktorskiej**

*mgr. Marcina Michała Komarnickiego*

### **zatytułowanej:**

*Wykorzystanie idei "linkage learning" w rozwiązywaniu ciągłych problemów optymalizacyjnych*

### **1. Problem badawczy i jego znaczenie**

Rozprawa dotyczy metod dekompozycji wielowymiarowych (tj. mających co najmniej 500 zmiennych), ciągłych problemów optymalizacji oraz zastosowania tych metod w ramach koewolucji kooperatywnej. Problemy tego typu często pojawiają się w praktyce, czego przykładem jest praktyczny problem rozważany w recenzowanej pracy. Ze względu na wysoką złożoność takie problemy stanowią wyzwanie dla klasycznych metod optymalizacji. W wielu wypadkach wielowymiarowe problemy optymalizacji można jednak zdekomponować na mniejsze i prostsze podproblemy, które można optymalizować oddzielnie. Jeżeli znamy analityczną postać problemu, taka dekompozycja może być wykonana na podstawie jej analizy. W przypadku optymalizacji black-box dekompozycja jest możliwa poprzez obserwacje i uczenie się zależności lub ich braku pomiędzy zmiennymi. Wiele dotychczas zaproponowanych metod tego typu jest jednak ograniczona do problemów addytywnie separowalnych, które stanowią tylko jedną z klas problemów separowalnych. Z kolei metody dla problemów nieaddytywnie separowalnych mają wady jak np. pomijanie istniejących zależności. Celem pracy jest opracowanie nowej metody dekompozycji działającej lepiej niż dotychczasowe metody, szczególnie dla problemów nieaddytywnie separowalnych. Należy to uznać za istotny problem badawczy mieszczący się w jednym z najważniejszych współczesnych nurtów w obliczeniach ewolucyjnych.

### **2. Wkład autora**

Praca bazuje głównie na artykule „Incremental Recursive Ranking Grouping for Large Scale Global Optimization” opublikowanym w IEEE TRANSACTIONS ON EVOLUTIONARY COMPUTATION, czyli jednym z najbardziej prestiżowych czasopism w zakresie obliczeń ewolucyjnych, które publikuje jedynie najbardziej znaczące wyniki uzyskane w tym obszarze. Rozprawę można uznać za lekko rozszerzoną wersję tego artykułu. Z jednej strony jest to dość wąski zakres, z drugiej strony trudno to uznać za wadę biorąc pod uwagę poziom czasopisma IEEE TEVC. Warto podkreślić, że doktorant jest współautorem szeregu innych prac opublikowanych w prestiżowych czasopismach lub konferencjach takich jak IEEE TEVC (kolejna publikacja), Applied Soft Computing, Expert Systems with Applications, Information Sciences, GECCO, PPSN, IEEE CEC. Część z nich jest pośrednio, choć raczej luźno związana z tematyką rozprawy, więc nie były one przedmiotem niniejszej recenzji. Naturalnie nasuwa się jednak obserwacja, że powyższy dorobek mógłby być nawet podstawą habilitacji.

WPLYNEŁO  
30-08-2023

RDN-IT/157/2023

Wkład autora dotyczy następujących obszarów:

1. **Analiza stanu wiedzy w zakresie metod dekompozycji wielowymiarowych, ciągłych problemów optymalizacji.**
2. **Wykazanie słabych punktów istniejących metod takich jak ograniczenie do problemów addytywnie separowalnych lub pomijanie istniejących zależności zmiennych.**
3. **Propozycja nowej metody dekompozycji tj. inkrementacyjnego i rekursywnego grupowania rankingowego, której celem jest eliminacja powyższych słabych punktów.**
4. **Analiza złożoności obliczeniowej zaproponowanej metody.**
5. **Propozycja rozszerzonego zbioru problemów testowych obejmująca szereg problemów nieaddytywnie separowalnych.**
6. **Propozycja zbioru instancji testowych o różnych cechach separowalności dla praktycznego problemu projektowania przepływu z rozgałęzieniami w sieciach komputerowych i komunikacyjnych**
7. **Przeprowadzenie szeregu eksperymentów obliczeniowych pokazujących jakość i efektywność zaproponowanej metody.**

Osiągnięcia te stanowią niewątpliwie znaczący wkład do stanu wiedzy w dyscyplinie informatyka.

### **3. Poprawność**

Niezależnie od ogólnej pozytywnej oceny rozprawy podczas jej lektury nasuwa się kilka uwag o charakterze krytycznym lub dyskusyjnym.

1. Jak wspomniałem powyżej rozprawa bazuje głównie na publikacji [57]. Jest to publikacja wieloautorska. Niestety w pracy nie opisano szczegółowo wkładu kandydata w stosunku do innych autorów. Zakładam, że był on znaczący, prosiłbym jednak o informacje na ten temat podczas obrony.
2. Niezależnie od wysokiej oceny jakości naukowej pracy, uważam, że prezentowany materiał jest często opisany w sposób trudny i mało przejrzysty. W szczególności brakuje bardziej intuicyjnych wyjaśnień. Choć w publikacji czasopismowej trzeba się mierzyć z ograniczeniami na długość pracy, to potencjał jaki dawała rozszerzona rozprawa nie został w pełni wykorzystany. Np. przy omawianiu grupowania różnicowego i sprawdzania monotoniczności jako uzupełnienia wzorów matematycznych brakuje mi jakiejś prostego wyjaśnienia intuicyjnego tych mechanizmów, np., że w pierwszym sprawdzamy czy tempo zmian wartości funkcji celu przy zmianie jednej ze zmiennych jest niezależne od wartości innej zmiennej, w drugim, że stały pozostaje kierunek tych zmian.
3. W szczególności powyższa uwaga dotyczy opisu zaproponowanej, dość skomplikowanej metody inkrementacyjnego i rekursywnego grupowania rankingowego. Metoda ta jest opisane w większości „as-it-is” bez intuicyjnego czy formalnego wyjaśnienia.
4. W rozdziale 3.3. używany jest termin „funkcje pomocnicze”. Choć jest to w ogólności poprawne, może być mylące w kontekście tej pracy, gdzie termin „funkcja” jest intensywnie używany w innym znaczeniu. Lepszym wyborem byłby więc termin „algorytmy/procedury pomocnicze”.
5. W Pseudokodzie 4 pojawia się niezdefiniowana zmienna  $G^1$ . Czy chodzi o  $G^2$ ?
6. Uwzględnij Pojedyncze Zmienne (Pseudokod 1) chyba nie gwarantuje wykrycia wszystkich interakcji. Jeżeli tak, to powinni to być jasno opisane.
7. Wątpliwości budzi termin „sprawdzanie monotoniczności” (monotonicity checking), jak rozumiem wprowadzony przez kandydata, bo nie znalazłem go w cytowanych pracach.

Wydaje mi się on niezgodny ze standardowym pojęciem monotoniczności. Chodzi raczej o sprawdzanie zgodności kierunku zmian funkcji.

8. Nie jest jasne czy budżet obliczeniowy obejmował także wyliczenia funkcji wykorzystywane w metodach dekompozycji.
9. W eksperymentach obliczeniowych porównano zaproponowaną metodę dekompozycji do metody RDG3 bazującej na grupowaniu różnicowym. Dlaczego nie włączono do porównania żadnej metody bazującej na sprawdzanie monotoniczności, co wydawałoby się naturalnym wyborem?
10. Praca, choć ogólnie dobrze napisana nie jest wolna od drobnych błędów językowych, stylistycznych i redakcyjnych, np. „dla testowych problemy”, „Testowe problemu”

#### 4. Wiedza kandydata

Opis istniejącego stanu wiedzy kandydat zawarł w rozdziałach 1 i 2. Opis ten jest bardzo szczegółowy i obejmuje najbardziej znaczące prace z omawianej tematyki. Skupia się on jednak na publikacjach ściśle związanej z tematyką rozprawy i brakuje tutaj szerszego kontekstu. Mimo, że praca oparta jest na artykule naukowym, kandydat zdecydował się na napisanie pełnej rozprawy, a nie np. na podsumowanie cyklu publikacji. Zaletą takiej rozprawy mógłby być szerszy przegląd literatury w stosunku do umieszczanego w typowych publikacjach.

Na szczęście ewentualne wątpliwości co do wiedzy kandydata rozwiewają wspomniane powyżej liczne inne publikacje dotyczące innych zagadnień.

#### 5. Inne uwagi

W pracy pojęcie zależności lub nie zmiennych traktowane jest binarnie. Można spodziewać się, że w praktyce częste będą przypadki stosunkowo słabych interakcji pomiędzy zmiennymi/podproblemami. Co może oznaczać, że separacja takich podproblemów nadal może być opłacalna.

#### 6. Podsumowanie

Biorąc pod uwagę opinie zaprezentowane w poprzednich punktach i wymagania zdefiniowane przez Ustawę z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2017 r. poz. 1789 z późn. zm.), moja ocena rozprawy pod względem trzech podstawowych kryteriów jest następująca:

A. Czy rozprawa zawiera oryginalne rozwiązanie problem naukowego? (wybierz jedną opcję stawiając znak **X**)

<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?

<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 ma umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej?

Zdecydowanie  
TAK

Raczej TAK

Trudno  
powiedzieć

Raczej NIE

Zdecydowanie  
NIE

Jednocześnie wnioskuję o wyróżnienie rozprawy.

do 7 dni