

Prof. dr hab. inż. Grzegorz Dudek
Katedra Automatyki, Elektrotechniki i Optoelektroniki
Wydział Elektryczny
Politechnika Częstochowska
Al. Armii Krajowej 17
42-200 Częstochowa

Częstochowa, dn. 5 stycznia 2026 r.

Rada Naukowa Dyscypliny
INFORMATYKA TECHNICZNA
I TELEKOMUNIKACJA

Sekretariat
Data wpływu... 12.01.26r.
Numer.....

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr. inż. Konrada Krawczyka
pt. *Analiza i zastosowanie modeli zastępczych do poprawy efektywności*
algorytmu JADE

Formalną podstawą opracowania recenzji jest uchwała nr 96/2025 Rady Naukowej Dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja Politechniki Warszawskiej z dnia 21 października 2025 r. Oceny rozprawy doktorskiej dokonano według kryteriów określonych w ustawie z 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce*. Promotorem rozprawy doktorskiej jest prof. dr hab. inż. Jarosław Arabas.

Charakterystyka rozprawy

Rozprawę doktorską stanowi zbiór sześciu powiązanych tematycznie artykułów naukowych opatrzonych częścią wstępną. Część wstępna zawiera streszczenia w języku polskim i angielskim, wprowadzenie opisujące kontekst naukowy, problematykę i cel badań, a także wkład doktoranta, przegląd literatury, opis poszczególnych artykułów, podsumowanie ze wskazaniem kierunków dalszych badań oraz bibliografię (36 pozycji). Część wstępna liczy 37 stron.

Zbiór artykułów wchodzących w skład rozprawy:

- [1] Konrad Krawczyk, Jarosław Arabas. JADE with k Nearest Neighbors Surrogate Model, Proceedings of the Companion Conference on Genetic and Evolutionary Computation (GECCO'23 Companion), 2023, Association for Computing Machinery.
- [2] Konrad Krawczyk, Jarosław Arabas. Comparison of Different Surrogate Models for the JADE Algorithm, Proceedings of the 15th International Joint Conference on Computational Intelligence (ECTA), 2023, SciTePress.
- [3] Konrad Krawczyk, Jarosław Arabas. Empirical Study of Surrogate Model Assisting JADE: Relation Between the Model Accuracy and the Optimization Efficiency, Proceedings of the Genetic and Evolutionary Computation Conference Companion (GECCO'24 Companion), 2024, Association for Computing Machinery.
- [4] Konrad Krawczyk, Jarosław Arabas. What Is the Impact of Typical Surrogate Models on the Performance of the JADE Algorithm?, In: Bäck, T., et al. Computational Intelligence. IJCCI 2023. Studies in Computational Intelligence, vol 1196. Springer, Cham.
- [5] Konrad Krawczyk, Jarosław Arabas. From 'How Good?' to 'Is it Better?': Classification-Based Surrogate Models for JADE, Proceedings of the Genetic and Evolutionary Computation Conference Companion (GECCO'25 Companion), 2025, Association for Computing Machinery.

- [6] Konrad Krawczyk, Jarosław Arabas. Single-Objective Surrogate Models for Continuous Metaheuristics: An Overview, Applied Sciences, vol. 15, no. 16, article 9068, 2025, MDPI.

Tematyka rozprawy i problem badawczy

Rozprawa koncentruje się na opracowaniu i analizie modeli zastępczych (*surrogate models*) wspierających algorytm JADE – jeden z najskuteczniejszych wariantów ewolucji różnicowej stosowanych w optymalizacji ciągłej. Głównym celem pracy było zwiększenie efektywności algorytmu JADE poprzez integrację z modelami zastępczymi, co pozwoliło na redukcję liczby ewaluacji kosztownej funkcji celu. Autor przebadał różne typy regresyjnych modeli zastępczych (kNN, Random Forest, XGBoost, SVR), a następnie zaproponował zmianę paradygmatu na modele klasyfikacyjne (BCCS, ATCS, CACS), dowodząc, że dla efektywności optymalizacji ważniejsze od dokładności predykcji funkcji przystosowania jest zachowanie prawidłowego rankingu rozwiązań.

Tematyka rozprawy jest istotna i aktualna z kilku kluczowych powodów. Po pierwsze, współczesne problemy optymalizacyjne w wielu rzeczywistych zastosowaniach inżynierskich i naukowych wymagają wielogodzinnych lub nawet wielodniowych obliczeń dla pojedynczej ewaluacji funkcji celu, co czyni bezpośrednie zastosowanie standardowych metaheurystyk (z dokładną estymacją funkcji celu) niepraktycznym. Po drugie, mimo dynamicznego rozwoju algorytmów ewolucyjnych wspomaganych modelami zastępczymi (*Surrogate-Assisted Evolutionary Algorithms*, SAEA), wciąż istnieje luka badawcza w zrozumieniu relacji między dokładnością modelu zastępczego a efektywnością optymalizacji. Praca empirycznie wykazuje, że dla algorytmu JADE ważniejsza od bezwzględnej dokładności predykcji jest zdolność modelu do zachowania prawidłowego rankingu rozwiązań, co prowadzi do przełamania paradygmatu stosowania wyłącznie modeli regresyjnych jako modeli zastępczych. Wreszcie, rosnące wymagania wobec optymalizacji kosztownych obliczeniowo problemów przy ograniczonym budżecie obliczeniowym sprawiają, że rozwój wydajnych metod SAEA ma bezpośrednie przełożenie praktyczne, a zaproponowane w pracy modele klasyfikacyjne (szczególnie CACS) mogą wykazywać przewagę nad dotychczasowymi rozwiązaniami regresyjnymi. Warto więc kontynuować ten kierunek badań.

Tytuł rozprawy jest odpowiednio zwarty i komunikatywny. W pełni oddaje treść rozprawy. Problem badawczy jest jasno i poprawnie sformułowany w rozdz. 1.2:

1. Opracowanie i weryfikacja metody integracji algorytmu JADE z globalnym modelem zastępczym.
2. Porównanie efektywności różnych typów regresyjnych modeli zastępczych w ramach opracowanej metody.
3. Zbadanie i wyjaśnienie fundamentalnej relacji między dokładnością predykcji modelu, a jego wpływem na zbieżność algorytmu optymalizacyjnego.
4. Zaproponowanie, implementacja i weryfikacja podejścia opartego na modelach klasyfikacyjnych jako alternatywy dla standardowych modeli regresyjnych.

Cześć wstępna rozprawy

Rozdział pierwszy spełnia swoją podstawową rolę, wprowadzając czytelnika w problematykę pracy i uzasadniając podjęcie badań. Temat został osadzony w odpowiednim kontekście naukowym, a motywacja autora jest czytelna. Na plus należy zaliczyć także jasne sformułowanie celu pracy i zakresu

rozprawy oraz szczegółowe omówienie wkładu doktoranta w każdą z sześciu publikacji (istotne dla oceny samodzielności pracy badawczej). Rozdział mógłby jednak zyskać na wyraźniejszym wskazaniu luki badawczej i oryginalnego wkładu autora.

Rozdział drugi stanowi kompleksową i systematyczną syntezę aktualnego stanu wiedzy w dziedzinie algorytmów ewolucyjnych wspomaganych modelami zastępczymi. Jego treść została opracowana na podstawie artykułu przeglądowego [6], który omawiam w dalszej części recenzji. Autor wykazuje dobrą orientację w literaturze, obejmując zarówno klasyczne, jak i nowsze prace, istotne z punktu widzenia tematyki rozprawy. Przegląd ma logiczną strukturę i pozwala zrozumieć ewolucję omawianych metod oraz podejść badawczych. Na szczególne uznanie zasługuje umiejętność krytycznego odniesienia się do wybranych rozwiązań.

W rozdziale trzecim autor omawia zbiór artykułów [1-5], przedstawiając proces ewolucji koncepcji badawczej oraz uzyskane rezultaty. Rozpoczyna od przedstawienia i weryfikacji metody integracji algorytmu JADE z globalnym regresyjnym modelem zastępczym opartym na algorytmie k najbliższych sąsiadów (kNN). W dalszej części skupia się na systematycznym porównaniu efektywności różnych typów regresyjnych modeli zastępczych, takich jak kNN, lasy losowe czy XGBoost, w ramach zaproponowanej architektury. Wartościowym poznawczo elementem tego rozdziału jest analiza relacji między dokładnością predykcji modelu zastępczego a rzeczywistą zbieżnością algorytmu, która doprowadziła do odkrycia, że dla efektywności JADE ważniejsze od precyzji modelowania jest zachowanie prawidłowego rankingu rozwiązań. Zwieńczeniem cyklu badawczego opisanego w tym rozdziale jest propozycja i weryfikacja autorskiego podejścia opartego na modelach klasyfikacyjnych, które okazało się skuteczną alternatywą dla tradycyjnych rozwiązań regresyjnych. Całość rozdziału jest spójnym zapisem drogi od prostej integracji modeli zastępczych, poprzez próbę zrozumienia mechanizmów ich wpływu na algorytm ewolucyjny, aż po opracowanie dedykowanych rozwiązań klasyfikacyjnych optymalizujących działanie JADE.

W podsumowaniu (rozdział 4) autor zbiera najważniejsze rezultaty przeprowadzonych badań, odnosząc je do postawionych celów i problemów badawczych. Poprawnie porządkuje wnioski płynące z badań, podkreślając zarówno uzyskane osiągnięcia, jak i ich znaczenie poznawcze oraz aplikacyjne. Trafnie identyfikuje główne obserwacje i implikacje wyników, a także sygnalizuje możliwe kierunki dalszych badań, co świadczy o dojrzałym podejściu badawczym. Podsumowanie jest spójne z treścią całej rozprawy i stanowi jej właściwe, merytoryczne domknięcie.

Zbiór artykułów

Artykuł [1] przedstawia propozycję wzbogacenia algorytmu JADE – jednej z najbardziej efektywnych odmian algorytmu ewolucji różnicowej – o globalny model zastępczy oparty na metodzie kNN. Autorzy adaptują ideę procedury rankingowej znanej wcześniej z modyfikacji CMA-ES i integrują ją z mechanizmem JADE, co stanowi istotny wkład metodologiczny. Opis proponowanej adaptacji JADE jest klarowny, wzbogacony pseudokodami (Algorytmy 1 i 2).

Artykuł stanowi wartościowy i oryginalny wkład w dziedzinę optymalizacji ewolucyjnej, prezentując udaną integrację mechanizmu JADE z modelem zastępczym kNN. Przedstawione wyniki wskazują, że metoda może poprawić wydajność optymalizacji w stosunku do standardowej wersji algorytmu JADE w warunkach ograniczonego budżetu obliczeń. Trzeba jednak podkreślić, że wyniki nie są jednoznaczne – w wielu przypadkach algorytm zmodyfikowany przynosi gorsze rezultaty od standardowego (ok. 18-21% przypadków).

Przy analizie rezultatów nasuwa się pytanie, dlaczego nie porównano wyników z osiągnięciami CMA-ES, z którego zaczerpnięto pomysł procedury rankingowej. Takie porównanie zwiększyłoby wartość poznawczą artykułu, pozwalając ocenić, czy adaptacja procedury rankingowej i modelu zastępczego do JADE rzeczywiście daje przewagę nad jej oryginalnym zastosowaniem w CMA-ES. Bez porównania z konkurencyjnymi algorytmami ocena znaczenia proponowanej modyfikacji oraz jej rzeczywistego wkładu w rozwój metod optymalizacji z wykorzystaniem modeli zastępczych jest trudna.

W artykule zabrakło dyskusji parametrów modelu i ich wpływu na wyniki. Autorzy prezentują wyniki dla algorytmu z różnym rozmiarem archiwum S , pomijając inne parametry mające wpływ na wyniki optymalizacji. W badaniach eksperymentalnych przyjęto model zastępczy z liczbą sąsiadów ustaloną arbitralnie jako $k = D+2$, gdzie D jest liczba wymiarów. Parametr k decyduje o stopniu wygładzenia funkcji zastępczej i może mieć istotny wpływ na wyniki optymalizacji. Tej kwestii nie podjęto w artykule.

Artykuł [2] opisuje rozszerzone badania w stosunku do pracy [1], analizując jako modele zastępcze cztery popularne modele regresyjne: kNN, Random Forest, XGBoost oraz Support Vector Regression (SVR). W części eksperymentalnej porównano JADE z różnymi modelami zastępczymi na dwudziestu ośmiu 10-wymiarowych funkcjach testowych z benchmarku CEC2013.

Wprowadzenie dobrze uzasadnia potrzebę wykorzystania modeli zastępczych w kontekście kosztownych obliczeniowo funkcji celu i przedstawia problemy związane z doбором modeli zastępczych. Opis proponowanej adaptacji JADE jest wystarczająco dokładny i zrozumiały, jednak modele zastępcze opisane są bardzo oszczędnie – szczególnie te bardziej złożone jak XGBoost i SVR.

W części eksperymentalnej zaprezentowano wyniki zmodyfikowanego algorytmu JADE dla wielu rozmiarów archiwów z wykorzystaniem różnych modeli zastępczych. Wszystkie parametry JADE oprócz rozmiaru archiwum przyjęto jako stałe. Jako stałe pozostawiono również hiperparametry modeli regresyjnych stosowanych jako modele zastępcze. Budzi to pewne wątpliwości, ponieważ trudno oczekiwać, aby domyślne ustawienia hiperparametrów były optymalne w kontekście modelowania złożonych funkcji testowych z zestawu CEC2013 – funkcji celowo konstruowanych tak, aby były one „trudne”: silnie nieliniowe, wielomodalne, łączące obszary płaskie z głębokimi „dołkami” i „rowkami”. Można zatem spodziewać się, że modele regresyjne będą z góry skazane na nieoptymalne działanie i nie będą spełniały swojej funkcji jako modele zastępcze. Może to tłumaczyć wyjątkowo słabe wyniki JADE z SVR, który w większości przypadków był gorszy od standardowego JADE.

Ograniczenie to – tj. stosowanie stałych, potencjalnie nieoptymalnych parametrów JADE oraz hiperparametrów modeli regresyjnych – stanowi istotny element metodologiczny, który należy mieć na uwadze przy interpretacji wyników. Z drugiej jednak strony trudno oczekiwać pełnego przeszukania tak ogromnej przestrzeni parametrów/hyperparametrów, zwłaszcza że zarówno JADE, jak i większość modeli regresyjnych (z wyjątkiem deterministycznego kNN) mają charakter stochastyczny, co dodatkowo zwiększa koszty obliczeniowe eksperymentów. Z tego punktu widzenia przyjęte uproszczenie może być zrozumiałe i praktycznie uzasadnione, choć z pewnością ogranicza możliwość wyciągania jednoznacznych wniosków o przewadze jednych modeli nad innymi. Szkoda, że w artykule zabrakło dyskusji tego problemu.

Artykuł [4] powiela treść, strukturę i wyniki zaprezentowane wcześniej w publikacji [2]. Podstawowa metodologia – integracja JADE z procedurą rankingową oraz porównanie modeli zastępczych kNN, RFR, XGBoost i SVR – jest w [4] niemal identyczna jak w [2], co obejmuje również opisy algorytmów,

prezentację wyników za pomocą wykresów pudełkowych oraz analizę statystyczną opartą na teście Wilcoxon. Z tego względu artykuł nie stanowi samodzielnego wkładu naukowego. Nowością w [4] jest rozszerzenie analizy na problem 30-wymiarowy, która pozwala autorom wyciągnąć wniosek o stabilności przewagi kNN również w wyższych wymiarach. To rozszerzenie stanowi jedyny istotniejszy element różniący [4] od [2].

Artykuł [3] opisuje kolejny etap badań nad łączeniem algorytmu JADE z modelami zastępczymi – wnosi nowy aspekt badawczy: analizę relacji między dokładnością modelu zastępczego oraz jakością rankingu osobników a efektywnością optymalizacji. Autorzy skupiają się na empirycznym badaniu błędu RMSE i korelacji rang Spearmana (używanej do mierzenia jakości rankingu tworzonego przez modele zastępcze) i ich związku z krzywymi zbieżności populacji.

Najważniejszym wkładem artykułu [3] jest wykazanie, że większa dokładność modelu nie gwarantuje lepszej optymalizacji, a kluczowe znaczenie ma utrzymanie poprawnej struktury rang populacji, szczególnie ważnej w fazie mutacji i selekcji. Jest to istotne uzupełnienie wcześniejszych prac [1-3], które empirycznie pokazywały wyższość kNN, ale nie wyjaśniały, dlaczego model o większym błędzie modelowania funkcji przystosowania działa lepiej niż bardziej złożone metody (RFR, XGBoost). Artykuł [3] po raz pierwszy formułuje spójne wyjaśnienie tego zjawiska – na przykładzie wyników z CEC2013 pokazano, że kNN mimo większych błędów osiąga wysoką korelację rang, a to właśnie ta własność napędza skuteczność optymalizacji z modelem rankingowym.

Artykuł [5] wnosi nowy wkład w stosunku do wcześniejszych prac: odejście od modeli regresji jako modeli zastępczych na rzecz modeli klasyfikacyjnych, które przewidują relatywną jakość rozwiązań zamiast ich wartości przystosowania. Tym samym artykuł [5] przesuwa akcent z pytania „jak dokładnie jest modelowanie funkcji przystosowania?” na „czy to rozwiązanie jest lepsze niż inne?”, co stanowi logiczne rozwinięcie obserwacji z [4], gdzie pokazano, że poprawny ranking ma w JADE większe znaczenie niż dokładność predykcji.

Praca [5] proponuje trzy pomysłowe warianty modeli klasyfikacyjnych opierające się na metodzie kNN – Binary Comparative Classification Surrogate (BCCS), Adaptive Threshold Classification Surrogate (ATCS) i Context-Aware Classification Surrogate (CACS). Każdy z tych wariantów wprowadza unikalne mechanizmy klasyfikacji rozwiązań i integracji z algorytmem JADE. BCCS sprowadza problem do prostej klasyfikacji binarnej, porównując pary rozwiązań (kandydatów na potomków oraz rodzica z potomkiem) i wybierając bardziej obiecujące rozwiązania, co pozwala filtrować słabe rozwiązania przed kosztowną ewaluacją. ATCS dodaje mechanizmy adaptacyjne, w tym dynamiczny próg ufności, mechanizm adaptacyjnej eksploracji i strategię zarządzania archiwum, dzięki czemu lepiej balansuje między eksploatacją a eksploracją przestrzeni rozwiązań. CACS idzie najdalej, wprowadzając trójklasowe etykietowanie i ocenę jakości rozwiązania w kontekście całej populacji, co pozwala modelowi odróżniać nie tylko poprawę, ale także jej „siłę”. Ponadto, zaimplementowano mechanizm adaptacyjnego wykorzystania modelu zastępczego zależnie od jego historycznej skuteczności.

Wyniki eksperymentalne przedstawione w artykule [5] wskazują, że CACS przewyższa klasyczny JADE, zwłaszcza dla złożonych funkcji multimodalnych i kompozycyjnych z zestawu CEC2013. Autorzy podkreślają, że modele klasyfikacyjne wymagają znacznie mniejszych archiwów niż modele regresyjne, co przekłada się na niższe koszty obliczeniowe.

Do wad artykułu zaliczam bardzo oszczędną formę prezentacji wyników. Autorzy przedstawili jedynie wykresy zbieżności dla wybranych funkcji testowych, pomijając liczbowe miary dokładności, szybkości

zbieżności oraz wyniki testów statystycznych. Ponadto zabrakło bezpośredniego porównania z wersjami JADE wykorzystującymi modele regresyjne, które analizowano w pracach [1–4]; takie porównanie znacząco zwiększyłoby wartość poznawczą i umożliwiło pełniejszą ocenę przewagi modeli klasyfikacyjnych nad regresyjnymi. W części teoretycznej pracy nie przedstawiono szczegółów implementacji kluczowego algorytmu kNN w żadnym z trzech podejść.

Artykuł [6] przedstawia szeroki i dobrze uporządkowany przegląd modeli zastępczych stosowanych w metaheurystykach dla kosztownych obliczeniowo problemów optymalizacji ciągłej. Publikacja wyróżnia się klarowną strukturą oraz kompletnością. Autorzy szczegółowo omawiają typy modeli (w podziale na regresyjne, klasyfikacyjne i rankingowe), właściwości interpolacyjne i ekstrapolacyjne modeli, struktury modeli (globalne, lokalne, hybrydowe, hierarchiczne) oraz strategie użycia i uczenia modeli. Takie uporządkowanie problemu może służyć jako praktyczne ramy koncepcyjne (*decision framework*), które w ustrukturyzowany sposób prowadzą badacza lub inżyniera przez proces projektowania systemu SAEA. Artykuł zawiera również bogatą, aktualną bibliografię (ponad 130 pozycji, co wskazuje na dobre rozeznanie w najnowszych trendach) oraz trafne omówienie wyzwań i kierunków przyszłych badań, takich jak skalowalność metod, problem ekstrapolacji, adaptacyjność modeli i rola niepewności predykcji.

Dodatkowe uwagi:

- 1) W przedłożonych pracach zwraca uwagę nieprecyzyjny zapis algorytmów za pomocą pseudokodów i brak objaśnień niektórych symboli tam użytych. Na przykład w czwartej linii Algorytmu 2 [1] (algorytm ten w analogicznej formie występuje również w pracach [2-4]) nie jest jasne, że osobniki x_i pochodzą z populacji P i są uszeregowane względem przystosowania. Podobne wątpliwości pojawiają się w linii 12 (ponadto tutaj prawdopodobnie błędnie użyto „ x ” jako symbolu iteratora zamiast „ i ”, tak jak zrobiono to poprawnie w linii 4). Funkcja `build_surrogate_model()` mogłaby zostać bliżej objaśniona w [1] – nie wiadomo czy implementuje ona ważoną wersję kNN, tak jak w artykule [2].
W linii 14 Algorytmu 1 [1] włącza się nowego osobnika do populacji O , ale w analogicznych algorytmach zawartych w [2-4] pominięto tę linię.
Pewne parametry w algorytmach są nieustalone, np.: c , $p\%$, m_i i n_b .
- 2) Brak analizy złożoności obliczeniowej proponowanych algorytmów i porównanie jej ze złożonością algorytmów standardowych. Jakie są dodatkowe koszty obliczeniowe związane z zastosowaniem różnych typów modeli zastępczych? Jak wypadają algorytmy klasyfikacyjne w porównaniu do regresyjnych?
- 3) W proponowanych rozwiązaniach rozmiar archiwum zmienia się w procesie ewolucyjnym, startując od niewielkiej liczby punktów. W takiej sytuacji model zastępczy narażony jest na przeuczenie (szczególnie w problemach wysokowymiarowych) i tym samym błędną estymację przystosowania nowych punktów. Proszę przedyskutować tę kwestię w kontekście różnych typów modeli zastępczych.
- 4) Rys. 7, 12 i 17 w [4] pokazują bardzo niskie błędy modeli zastępczych (ale nie wszystkich) przy starcie algorytmu. Proszę to wyjaśnić.
- 5) Brak opisu osi y na wykresach pudełkowych w [2] i [4].

Podsumowanie

Układ redakcyjny zarówno części wstępnej rozprawy jak i poszczególnych artykułów jest przejrzysty i zgodny z przyjętymi standardami prac naukowych, a wyodrębnienie rozdziałów i podrozdziałów sprzyja

czytelności oraz logicznemu odbiorowi całości. Język rozprawy jest poprawny, precyzyjny i utrzymany w stylu naukowym, przy czym terminologia została użyta konsekwentnie i adekwatnie do omawianej tematyki. Sekwencja treści jest logiczna i spójna, a kolejne rozdziały naturalnie wynikają z poprzednich, prowadząc czytelnika od wprowadzenia teoretycznego przez część badawczą do wniosków końcowych. Dobór źródeł literaturowych należy ocenić pozytywnie, gdyż obejmuje zarówno pozycje klasyczne, jak i aktualne publikacje, bezpośrednio związane z problematyką pracy, co świadczy o dobrej orientacji autora w stanie badań.

Trzy spośród sześciu zgłoszonych prac zostały opublikowane w materiałach pokonferencyjnych GECCO Companion. Konferencja GECCO należy do najbardziej prestiżowych i rozpoznawalnych konferencji na świecie w obszarze algorytmów ewolucyjnych i obliczeń inspirowanych naturą. GECCO Companion jest wydarzeniem towarzyszącym głównej konferencji GECCO (np. sesje warsztatowe), nie można jednak uznać, publikacje w materiałach GECCO Companion są równoważne artykułom opublikowanym w głównym nurcie konferencji GECCO, gdyż mają one zazwyczaj krótszą formę i często prezentują wstępne lub cząstkowe wyniki badań. Przyznanie tym pracom 140 p. jest dyskusyjne.

Kolejne dwie prace zostały opublikowane w International Joint Conference on Computational Intelligence (IJCCI), której tematyka obejmuje algorytmy ewolucyjne. To rozpoznawalna i renomowana konferencja z ugruntowaną pozycją w swojej dziedzinie. Ostatnia, przekrojowa praca, została opublikowana w czasopiśmie Applied Sciences o umiarkowanej renomie (IF = 2.5). Tematyka artykułów [1-6] jest spójna z profilem tych konferencji i czasopisma.

Udział doktoranta w powstaniu artykułów należy uznać za znaczący, gdyż obejmuje on kluczowe elementy prac, takie jak sformułowanie koncepcji badawczej, opracowanie metodyki, udział w analizie wyników oraz współautorstwo tekstu. We wszystkich artykułach doktorant jest pierwszym autorem. Zakres jego wkładu świadczy o samodzielności naukowej.

Nie mam wątpliwości, że autor rozwiązał postawione problemy badawcze i osiągnął założone cele, używając właściwych metod. Oryginalność rozprawy polega na integracji algorytmu JADE z modelami zastępczymi oraz opracowaniu modeli klasyfikacyjnych jako alternatywy dla standardowych modeli regresyjnych. Rozprawa wykorzystuje aktualne osiągnięcia w dziedzinie obliczeń ewolucyjnych. Autor wykazał umiejętność poprawnego i przekonującego przedstawienia uzyskanych wyników.

Wniosek końcowy

Rozprawa doktorska mgr. inż. Konrada Krawczyka stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego i wskazuje na wysoki poziom wiedzy teoretycznej Autora z dyscypliny informatyka techniczna i telekomunikacja, a także na umiejętność samodzielnego prowadzenia przez niego pracy naukowej. Pomimo zamieszczonych powyżej uwag krytycznych moja generalna opinia o pracy jest pozytywna.

Stwierdzam, że opiniowana rozprawa doktorska spełnia wymogi ustawy z 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce*. Wnoszę o dopuszczenie mgr. inż. Konrada Krawczyka do publicznej obrony pracy doktorskiej.



