

Lublin, 12 listopada 2024 r.

dr hab. Paweł Karczmarek, prof. uczelni  
Politechnika Lubelska  
Katedra Inteligencji Obliczeniowej  
ul. Nadbystrzycka 38B, p. 202  
20-618 Lublin

**Recenzja**  
**osiągnięcia naukowego oraz istotnej aktywności naukowej**  
**Pana dra inż. Krzysztofa Michalaka**  
**w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie**  
**nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie informatyka techniczna**  
**i telekomunikacja**

### 1. Informacje ogólne

Recenzja została opracowana na zlecenie Rady Dyscypliny Naukowej Informatyka Techniczna i Telekomunikacja Politechniki Wrocławskiej. Recenzję opracowano zgodnie z wytycznymi zamieszczonymi w art. 219 (ust. 1 pkt 2) ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2018 poz. 1668 z późn.zm.).

Przedmiotem recenzji jest ocena osiągnięcia naukowego oraz dorobku Pana dra inż. Krzysztofa Michalaka, uzyskanego po nadaniu mu stopnia doktora nauk technicznych w zakresie informatyki.

### 2. Sylwetka Habilitanta

Pan dr inż. Krzysztof Michalak uzyskał tytuł zawodowy magistra inżyniera w dyscyplinie informatyka (2001 r., Politechnika Wroclawska) oraz stopień naukowy doktora nauk technicznych w dyscyplinie informatyka (2010 r., Politechnika Wroclawska, temat rozprawy: *Mieszana metoda wyboru cech do zadania klasyfikacji*, promotor: prof. dr hab. inż. Halina Kwaśnicka).

Habilitant od 2011 r. jest zatrudniony w Uniwersytecie Ekonomicznym we Wrocławiu w Katedrze Technologii Informacyjnych, od 2012 r. na stanowisku adiunkta. Współpracował również Politechniką Wroclawską podczas realizacji różnych projektów badawczych.

### 3. Ocena głównego osiągnięcia naukowego

Pan dr inż. Krzysztof Michalak, jako główne osiągnięcie naukowe, przedstawia cykl powiązanych tematycznie publikacji określony jako *Algorytmy metaheurystyczne dla problemów ochrony grafów przed zagrożeniami*. Główne osiągnięcie ujęte jest w 16 następujących pracach:

WPLYNĘŁO

R.DN 003 / 414 / 2024  
18-11-2024

1. K. Michalak, *Auto-adaptation of Genetic Operators for Multiobjective Optimization in the Firefighter Problem*, Intelligent Data Engineering and Automated Learning, IDEAL 2014, Salamanca, Spain, LNCS, vol. 8669, pp. 484-491, Springer, 2014.
2. K. Michalak, *The Sim-EA Algorithm with Operator Autoadaptation for the Multiobjective Firefighter Problem*, 15th European Conference, EvoCOP 2015, Copenhagen, Denmark, LNCS, vol. 9026, pp. 184-196, Springer, 2015.
3. K. Michalak, *Estimation of Distribution Algorithms for the Firefighter Problem*, Evolutionary Computation in Combinatorial Optimization 17th European Conference, EvoCOP 2017, Amsterdam, The Netherlands, LNCS, vol. 10197, pp. 108-123, Springer, 2017.
4. K. Michalak, *Simulation-based Crossover for the Firefighter Problem*, GECCO'17 Proceedings of the Genetic and Evolutionary Computation Conference, Berlin, Germany, pp. 601-608, ACM New York, NY, USA, 2017.
5. K. Michalak, *ED-LS - A Heuristic Local Search for the Multiobjective Firefighter Problem*, Applied Soft Computing, vol. 59, pp. 389-404, Elsevier, 2017.
6. K. Michalak, *Solving the Parameterless Firefighter Problem using Multiobjective Evolutionary Algorithms*, GECCO '19 Proceedings of the Genetic and Evolutionary Computation Conference Companion, Prague, Czech Republic, ISBN: 978-1-4503-6748-6, pp. 1321-1328, ACM New York, NY, USA, 2019.
7. K. Michalak, *Knowledge-based Solution Construction for Evolutionary Minimization of Systemic Risk*, The 19th International Conference on Intelligent Data Engineering and Automated Learning, IDEAL 2018, Madrid, Spain, LNCS, vol. 11314, ISBN: 978-3-030-03492-4, pp. 58-68, Springer, 2018.
8. K. Michalak, *Informed Mutation Operator using Machine Learning for Optimization in Epidemics Prevention*, GECCO '18 Proceedings of the Genetic and Evolutionary Computation Conference, Kyoto, Japan, ISBN: 978-1-4503-5618-3, pp. 1294-1301, ACM New York, NY, USA, 2018.
9. K. Michalak, *Crossover Operator using Knowledge Transfer for the Firefighter Problem*, The 19th International Conference on Intelligent, Data Engineering and Automated Learning, IDEAL 2018, Madrid, Spain, LNCS, vol. 11314, ISBN: 978-3-030-03492-4, pp. 305-316, Springer, 2018.
10. K. Michalak, *Classifier-based evolutionary multiobjective optimization for the graph protection problem*, Applied Soft Computing, vol. 131, pp. 109721, Elsevier, 2022.
11. K. Michalak, *Evolutionary algorithm with a regression model for multiobjective minimization of systemic risk in financial systems*, Soft Computing, vol. 28, issue 5, pp. 3921-3939, Springer, 2023.
12. K. Michalak, *Surrogate-based Optimization for Reduction of Contagion Susceptibility in Financial Systems*, GECCO '19 Proceedings of the Genetic and Evolutionary Computation Conference, Prague, Czech Republic, ISBN: 978-1-4503-5618-3, pp. 1266-1274, ACM New York, NY, USA, 2019.
13. K. Michalak, *Evolutionary Graph-Based V+E Optimization for Protection Against Epidemics*, Parallel Problem Solving from Nature - PPSN XVI. PPSN 2020, LNCS, vol. 12270, pp. 399-412, Springer, 2020.

14. M. Alexandre, T. Ch. Silva, K. Michalak, F. A. Rodrigues, *Does the default pecking order impact systemic risk? Evidence from Brazilian data*, *European Journal of Operational Research*, vol. 309, issue 3, pp. 1379-1391, Elsevier, 2023.
15. K. Michalak, M. Giacobini, *The Influence of Uncertainties on Optimization of Vaccinations on a Network of Animal Movements*, *Soft Computing*, vol. 25, pp. 4907-4923, ISSN: 1432-7643, Springer, 2021.
16. M. Alexandre, K. Michalak, T. Ch. Silva, F. A. Rodrigues, *Efficiency-Stability Trade-off in Financial Systems: A multi-objective optimization approach*, *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, vol. 629, pp. 129213, Elsevier, 2023.

Publikacje te obejmują artykuły opublikowane w czasopismach i zaprezentowane na konferencjach o zróżnicowanym poziomie. Na szczególną uwagę zasługuje fakt samodzielnego publikowania w czasopiśmie *Applied Soft Computing* (dwukrotnie), mającym wysoki Impact Factor, i częsty udział Habilitanta w konferencji GECCO (The Genetic and Evolutionary Computation Conference). Również dwukrotnie Pan dr inż. Krzysztof Michalak opublikował wyniki w czasopiśmie *Soft Computing*. Przekrój wydawnictw jest typowy dla tematyki szeroko rozumianej inteligencji obliczeniowej. Pewną wątpliwość budzi niski udział Habilitanta (20%, czyli poniżej średniej) w artykułach 14 i 16, jak również niski odsetek publikacji czasopismowych w cyklu.

W przedłożonych pracach pojęcie ochrony grafów jest rozumiane jako ochrona przed możliwymi zagrożeniami rozprzestrzeniającymi się w grafie, odwzorowującymi realne zagrożenia takie, jak pandemie, złośliwe oprogramowanie, kryzysy gospodarcze (upadłość przedsiębiorstw) itp. Wobec tego problematyka podejmowana przez Habilitanta czerpie inspiracje i znajduje ujście w badaniach podstawowych - teorii grafów, jak i badaniach stosowanych do wyżej wspomnianych zagadnień.

W pracach 1-6 Pan dr inż. Krzysztof Michalak związał cel badawczy z opracowaniem nowych algorytmów metaheurystycznych, pozwalających na uzyskiwanie lepszych wyników optymalizacji w zagadnieniach zapobiegania zagrożeniom w grafie. Celem dla prac 7-13 było m.in. zastosowanie metod uczenia maszynowego do ukierunkowania przeszukiwania w algorytmach metaheurystycznych w optymalizacji. W szczególności zostało zaproponowane podejście polegające na kierowaniu operatorem krzyżowania przez sieć neuronową (praca 9). W artykułach 12 i 14 analizowano wpływ struktury powiązań między podmiotami gospodarczymi reprezentowanymi przez wierzchołki grafu na poziom ryzyka systemowego (system jest tu reprezentowany przez graf). Wreszcie dwie ostatnie prace przedstawiają wyniki analizy opracowanych metod dla rzeczywistych problemów, w których dane pochodziły od zagranicznych partnerów z Uniwersytetu Turyńskiego oraz Uniwersytetu w São Paulo i Banku Centralnego Brazylii. Dyskutowane cele zostały zrealizowane, co wykazane zostało poprzez weryfikację postawionych przez Pana dra inż. Krzysztofa Michalaka adekwatnych hipotez badawczych.

Merytorycznie dorobek Habilitanta oceniam wysoko. Szczególnie ciekawe wyniki są w pracy 2, w której zaproponowany wielopopulacyjny algorytm prezentował się lepiej niż konkurencyjny MOEA/D. Wartościowe wyniki przedstawiono również w pracy nr 3, gdzie zaproponowany model probabilistyczny *State-Position* dla algorytmów EDA uzyskał

najlepsze rezultaty. W artykułach 7-13 w zastosowaniach dla problemów takich, jak gaszenie pożarów, opisane badania wykazały, że wykorzystanie uczenia maszynowego do wsparcia metaheurystyki przeszukiwania grafów podnosi jakość ochrony grafów przed zagrożeniami.

Wysoko oceniam również praktyczne wyniki uzyskane i opublikowane przez Pana dra inż. Krzysztofa Michalaka. Rezultaty badań dotyczących zapobiegania epidemiom i minimalizacji ryzyka systemowego w odniesieniu do upadłości instytucji finansowych otrzymane na danych, pochodzących odpowiednio od badaczy z Uniwersytetu Turyńskiego oraz Banku Centralnego Brazylii, potwierdzają słuszność wyników uzyskiwanych przez Habilitanta.

Należy też podkreślić, że (niestety) niekiedy badane w tej tematyce zagadnienia mogą prowadzić do intuicyjnie dość oczywistych wniosków takich, jak „istotniejsze jest zidentyfikowanie możliwie wielu wierzchołków wymagających zaszczepienia, niż unikanie zaszczepienia zbyt wielu wierzchołków” (praca 8). Nie przynosi to jednak Habilitantowi ujmę, gdyż takie rozważania należy prowadzić, szczególnie w świecie dotkniętym pandemią COVID-19 i funkcjonującym krótko po niej.

Jeżeli chodzi o prezentację wyników, artykuły Pana dra inż. Krzysztofa Michalaka charakteryzują się wyczerpującymi abstraktami, dobrze napisanymi wstępami, szerokim przeglądem literatury, klarownie przedstawionymi algorytmami i szczegółowymi wynikami, zwykle w postaci tabelarycznej. W nowszych pracach Autor zamieszcza więcej rysunków, które obrazują wyniki i pozwalają lepiej zinterpretować rezultaty zwracane przez analizowane algorytmy. Zabiegi te pozwalają dostrzec wyraźnie zarysowany styl publikacyjny Ocenianego.

#### **4. Ocena pozostałych osiągnięć naukowych**

Rezultaty badań Pana dra inż. Krzysztofa Michalaka, które nie składają się na główne osiągnięcie, również prezentują się, w mojej opinii, interesująco. Można, zgodnie z wnioskiem, podzielić je na trzy główne grupy. Pierwszą stanowią wyniki uzyskane przez Habilitanta w zakresie optymalizacji wielokryterialnej. Przeprowadził on w szczególności (a)symetrię działania algorytmu MOEA/D pod wpływem sąsiedztwa rozwiązań, jak również udało się mu efektywnie zwiększyć skuteczność algorytmów przeszukiwania lokalnego. Druga grupa wyników to optymalizacja w zastosowaniu do logistyki i transportu, badana w projekcie NCN *Modele i metody wykorzystania wiedzy dziedzinowej w algorytmach metaheurystycznych dla problemów optymalizacji w świecie rzeczywistym*. Na szczególną uwagę zasługuje fakt, że opracowane rozwiązanie dla problemu wyznaczania tras przepływu zapasów działa znacznie szybciej niż porównywane rozwiązanie komercyjne. Wreszcie trzecią grupę stanowią badania nad przekształceniami danego zbioru rozwiązań z przestrzeni wysokowymiarowych na przestrzeń umożliwiającą ich wizualizację. Objęły one np. wizualizację metody Low-Dimensional Euclidean Embedding czy Four Peaks Problem. Mimo, że omówione wyniki nie są głównym osiągnięciem Pana dra inż. Krzysztofa Michalaka, poziom badań w nich przedstawionych oceniam wysoko.

#### **5. Ocena realizacji badań w więcej niż jednej uczelni**

Pan dr inż. Krzysztof Michalak prowadził swoje badania podczas m.in. miesięcznego pobytu w Institute for Biocomputation and Physics of Complex Systems (BIFI), Universidad

de Zaragoza (2016) oraz w Data Analysis and Modeling Unit (DAMU) Wydziału Weterynarii Uniwersytetu Turyńskiego od 2019-08-01 do 2020-02-29 – w ramach programu Bekkera. Co ważne, współpraca jest dalej kontynuowana. Habilitant współpracował też m.in. z Bankiem Centralnym Brazylii oraz był zatrudniony w projektach prowadzonych na Politechnice Wrocławskiej. W oczywisty więc sposób, Pan dr inż. Krzysztof Michalak, wypełnia ustawowe kryterium realizacji badań naukowych w więcej niż jednym miejscu pracy.

## **6. Ocena dorobku dydaktycznego, organizacyjnego i popularyzatorskiego**

Pan dr inż. Krzysztof Michalak realizuje się również w działalności dydaktycznej i organizacyjnej. Ma doświadczenie w prowadzeniu zajęć z przedmiotów z zakresu technologii informacyjnych, wprowadzenia do informatyki, programowania zorientowanego na biznes, eksploracji zbiorów danych finansowych i metod inspirowanych biologicznie oraz obliczeń miękkich w analizie danych, co w pewnym sensie odzwierciedla jego profil naukowo-badawczy, pozwalając na wplecenie do dydaktyki wyników aktualnych badań.

Habilitant jest też promotorem pomocniczym doktoratu Pani Magdaleny Żabickiej-Włodarczyk *Big Data i zaawansowana analityka biznesowa w zarządzaniu relacjami z klientami w przedsiębiorstwach handlu detalicznego*, obronionego w 2023 r.

Działalność Pana dra inż. Krzysztofa Michalaka jest też dostrzegana w jego miejscu pracy. Był laureatem dziesięciu Nagród Rektora Uniwersytetu Ekonomicznego.

Wśród osiągnięć wymienionych wykazuje brakuje współpracy z otoczeniem społeczno-gospodarczym oraz osiągnięć popularyzatorskich. Niemniej jednak Habilitant działa aktywnie w badaniach związanych z zastosowaniami.

Wartym podkreślenia jest, że Pan dr inż. Krzysztof Michalak był kierownikiem grantu NCN, głównym wykonawcą grantu NAWA i wykonawcą w projektach NCN, POiG i Central Europe.

Pan dr inż. Krzysztof Michalak jest też członkiem komitetów programowych 30 konferencji, recenzował ponad 140 publikacji czasopismowych i konferencyjnych oraz był członkiem zespołów oceniających wnioski projektowe w pięciu krajach.

Biorąc pod uwagę powyższe zestawienie, uważam, że działalność organizacyjna i dydaktyczna oraz aktywność Pana dra Krzysztofa Michalaka na polu pozyskiwania środków na badania zasługuje na uznanie. Został on też zauważony przez środowisko naukowe poprzez udział w różnych inicjatywach takich, jak komitety naukowe i gremia oceniające.

## **7. Ocena bibliometryczna**

Pan dr inż. Krzysztof Michalak wykazuje się wysokim sumarycznym Impact Factorem (o wartości ponad 65) i liczbą cytowań bez autocytowań na poziomie 351 w Web of Science i 514 w Scopus. Łączna liczba cytowań w Google Scholar to 928. Indeks Hirscha ma odpowiednio wartości 9 w Web of Science i Scopus oraz 13 w Google Scholar. Warto tutaj nadmienić, że łącznie, po doktoracie, Habilitant jest autorem lub współautorem 18 artykułów czasopismowych oraz 37 publikacji konferencyjnych. Z punktu widzenia rozpoznawalności naukowca ocenianej przez pryzmat cytowań, dorobek Habilitanta na tym etapie kariery jest pokazny.

## 8. Konkluzja

Pozytywne strony wniosku to m.in.:

1. Interesujące wyniki badań nt. ochrony grafów przed zagrożeniami, niejednokrotnie znacznie przewyższające pod względem efektywności rezultaty otrzymane przez konkurencję.
2. Aktywność na styku badań podstawowych i stosowanych w problemach istotnych dla społeczeństwa i gospodarki.
3. Publikacje w prestiżowych czasopismach naukowych takich, jak Applied Soft Computing lub Soft Computing.
4. Samodzielność badawcza Habilitanta (wiele artykułów jest jednoautorskich).
5. Znaczna liczba publikacji i cytowań.
6. Ugruntowany profil naukowy Pana dra inż. Krzysztofa Michalaka, specjalizującego się w ważnej gałęzi inteligencji obliczeniowej.
7. Widoczny podczas analizy wyników rozwój Habilitanta i jego stylu publikacyjnego.
8. Współpraca z uznanymi partnerami z ośrodków zagranicznych, wliczając w to staże naukowe.
9. Kierownictwo i wykonawstwo w projektach badawczych.
10. Aktywność na gruncie recenzenckim (wnioski grantowe, artykuły czasopismowe i konferencyjne).
11. Ważna działalność dydaktyczna, obejmująca szeroki zakres przedmiotów informatycznych.

Ujemne strony wniosku, których waga jest oczywiście znacznie mniejsza niż ww. pozytywów, to:

1. Badania prowadzące do czasami dość oczywistych wniosków, co jednak jest naturalną konsekwencją działań Habilitanta w wybranym obszarze zastosowań.
2. Niski odsetek wkładu w dwu pracach współautorskich zaliczonych do cyklu.
3. Brak wykazanej współpracy z tzw. otoczeniem społeczno-gospodarczym i działalności popularyzującej naukę.

Ww. drobne uwagi krytyczne nie przechylają szali oceny wniosku.

Biorąc pod uwagę powyższe oceny częściowe i ich uzasadnienia oraz kryteria postawione w ustawie Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2018 poz. 1668 z późn.zm.), w pełni popieram wniosek o nadanie Panu dr. inż. Krzysztofowi Michalakowi stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżyneryjno-technicznych w dyscyplinie Informatyka techniczna i telekomunikacja.

dr hab. Paweł Karczmarek

