

Poznań, dn. 6. czerwca 2023 roku

prof. dr hab. inż. Małgorzata Sterna
Instytut Informatyki
Wydział Informatyki i Telekomunikacji
Politechnika Poznańska
ul. Piotrowo 2
60-965 Poznań

RECENZJA OSIĄGNIĘĆ NAUKOWYCH I AKTYWNOŚCI NAUKOWEJ

dr. inż. Marcina Michalaka

w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego
w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych
w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja

I. Informacje wstępne

Opinię przygotowano w związku z Uchwałą nr 39/2023 Rady Dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja Politechniki Śląskiej z dnia 28 marca 2023 r. w sprawie powołania komisji habilitacyjnej w celu przeprowadzenia postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego dr. inż. Marcinowi Michalakowi.

Dostarczona w dniu 9.05.2023 r. dokumentacja elektroniczna wniosku obejmowała 5 plików: wniosek przewodni, dane wnioskodawcy, autoreferat w języku polskim i w języku angielskim oraz wykaz osiągnięć.

Ocenę oparto o następujące akty prawne:

- [U] ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tekst jednolity, Dz. U. z 2023 r., poz. 742),
- [Uw] ustawa z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1669, z 2019 r. poz. 39, 534, z 2020 r. poz. 695, 875, 1086, z 2021 r. poz. 1630, 2232, z 2022 r. poz. 1010, 1117, 2306, z 2023 r. poz. 212),
- [R] rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 22 lutego 2019 r. w sprawie ewaluacji jakości działalności naukowej (Dz. U. z 2019 r. poz. 392, z 2020 r. poz. 1352),
- [W1] komunikat Ministra Edukacji i Nauki z dnia 1 grudnia 2021 r. w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych, z uwzględnieniem komunikatu Ministra Edukacji i Nauki z dnia 21 grudnia 2021 r. o zmianie i sprostowaniu komunikatu w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych,
- [W2] komunikat Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 18 grudnia 2019 r. w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji,
- [W3] komunikat Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 31 lipca 2019 r. w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych wraz z przypisaną liczbą punktów,
- [W4] komunikat Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 25 stycznia 2017 r. w sprawie wykazu czasopism naukowych wraz z liczbą punktów przyznanych za publikacje naukowe w tych czasopismach, ustalonego na podstawie wykazów ogłoszonych w latach 2013-2016,
- [W5] ujednolicony wykaz czasopism Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego obowiązujący od dnia 25 czerwca 2010 r.

Oceny dokonano w oparciu o kryteria określone w art. 219 ust. 1 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce [U], który stwierdza, że: „*stopień doktora habilitowanego nadaje się osobie, która: (...)*

2) *posiada w dorobku osiągnięcia naukowe albo artystyczne, stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny, w tym co najmniej:*

a) *1 monografię naukową wydaną przez wydawnictwo, które w roku opublikowania monografii w ostatecznej formie było ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. a, lub*

b) *1 cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, które w roku opublikowania artykułu w ostatecznej formie były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. b, lub*

c) *1 zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowe, konstrukcyjne, technologiczne lub artystyczne;*

3) *wyказuje się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej”*

oraz w oparciu o ust. 2 ww. artykułu ustawy, precyzujący, iż: „*osiągnięcie, o którym mowa w ust. 1 pkt 2, może stanowić część pracy zbiorowej, jeżeli opracowanie wydzielonego zagadnienia jest indywidualnym wkładem osoby ubiegającej się o stopień doktora habilitowanego.*”

Zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt 2 lit. b, dr inż. Marcin Michalak zgłosił we wniosku jako osiągnięcie naukowe cykl artykułów naukowych. Tym samym w procesie oceny publikacji wykorzystano również kryteria określone w art. 179 ust. 6 pkt 2 przepisów wprowadzających ustawę [Uw], który stwierdza, iż: „*w postępowaniach w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego do osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt 2 lit. b tej ustawy, zalicza się także artykuły naukowe opublikowane:*

a) *w czasopismach naukowych lub recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, ujętych w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. b tej ustawy, przed dniem ogłoszenia tego wykazu,*

b) *przed dniem 1 stycznia 2019 r. – w czasopismach naukowych, które były ujęte w części A albo C wykazu czasopism naukowych ustalonego na podstawie przepisów wydanych na podstawie art. 44 ust. 2 ustawy uchylanej w art. 169 pkt 4 i ogłoszonego komunikatem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 25 stycznia 2017 r. albo były ujęte w części B tego wykazu, przy czym artykułom naukowym w nich opublikowanym przyznanych było co najmniej 10 punktów.”*

W świetle ww. artykułu wykorzystano wykazy czasopism i konferencji punktowanych z różnych lat [W1-W5] oraz uwzględniono definicję artykułów naukowych podaną w par. 9 ust. 1 rozporządzenia MNiSW [R], która stwierdza, iż: „*Artykuł naukowy jest to recenzowany artykuł opublikowany w czasopiśmie naukowym albo w recenzowanych materiałach z międzynarodowej konferencji naukowej:*

1) *przedstawiający określone zagadnienie naukowe w sposób oryginalny i twórczy, problemowy albo przekrojowy;*

2) *opatrzoney przypisami, bibliografią lub innym właściwym dla danej dyscypliny naukowej aparatem naukowym.”*

Recenzję przygotowano z uwzględnieniem zaleceń opublikowanych przez Radę Doskonałości Naukowej (<https://www.rdn.gov.pl/dobre-praktyki.html>) oraz wymagań określonych w umowie UMC/1282/2023 na wykonanie recenzji do wniosku nr 1243/UMC/RAU0-3/2023 zawartej w dniu 28.04.2023 r.

Struktura recenzji jest następująca. W części II przedstawiono podstawowe informacje o Kandydacie. W części III dokonano oceny osiągnięcia naukowego, z podziałem na ocenę formalną (III.1) i ocenę merytoryczną poszczególnych artykułów (III.2) oraz ocenę podsumowującą całego cyklu (III.3). W części IV oceniono pozostałe osiągnięcia naukowe, a w części V aktywność naukową Kandydata. Recenzję zamyka wniosek końcowy podany w części VI.

II. Sylwetka Habilitanta

Dr inż. Marcin Michalak ukończył w 2005 roku Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki (WAEil) Politechniki Śląskiej uzyskując tytuł magistra inżyniera informatyka.

W 2009 roku również na Wydziale Automatyki, Elektroniki i Informatyki Politechniki Śląskiej został mu nadany stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie informatyka (dokumentacja nie zawierała kopii dyplomu, <https://radon.nauka.gov.pl/dane/profil/1CD080DE356132292254D0E5B149DB0FBAF4FBE7>).

Habilitant od 2009 roku jest zatrudniony na WAEil Politechniki Śląskiej (podstawowe miejsce pracy wg systemu RAD-on) początkowo na stanowisku asystenta w Instytucie Informatyki (2009-2014), a obecnie (od 2014 roku) na stanowisku adiunkta w Katedrze Sieci i Systemów Komputerowych. Ponadto od 2016 roku dr inż. Marcin Michalak pracuje jako starszy specjalista w Instytucie Technik Innowacyjnych EMAG Sieci Badawczej Łukasiewicza w Katowicach (dodatkowe miejsce pracy wg systemu RAD-on). W latach 2009-2012 był zatrudniony w Głównym Instytucie Górnictwa w Katowicach - najpierw jako inżynier (2009-2010), a następnie jako adiunkt (2010-2012).

W dostarczonej dokumentacji nie podano informacji na temat potencjalnego wcześniejszego ubiegania się przez dr. inż. Marcina Michalaka o nadanie stopnia doktora habilitowanego. Takich informacji nie odnaleziono również w ogólnodostępnych serwisach internetowych (gov.pl).

III. Ocena osiągnięcia naukowego w postaci cyklu artykułów

We wniosku dr inż. Marcin Michalak wskazał jako podstawę ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego osiągnięcie naukowe pt. „*Wnioskowanie boolowskie w biklasteryzacji*” w postaci cyklu 10 artykułów. Do wspomnianego cyklu Habilitant zaliczył następujące publikacje:

- [I] M. Michalak, “Theoretical Backgrounds of Boolean Reasoning Based Binary n-Clustering”, *Knowledge and Information Systems* 64: 2171-2188, 2022.
- [II] M. Michalak, “Hierarchical Heuristics for Boolean-Reasoning-Based Binary Bicluster Induction”, *Acta Informatica* 59(6): 673-685, 2022.
- [III] M. Michalak, R. Jaksik, D. Ślęzak, “Heuristic Search of Exact Biclusters in Binary Data”, *International Journal of Applied Mathematics and Computer Science* 30(1): 161-171, 2020.
- [IV] M. Michalak, D. Ślęzak, “On Boolean Representation of Continuous Data Biclustering”, *Fundamenta Informaticae* 167(3): 193-217, 2019.
- [V] M. Michalak, D. Ślęzak, “Boolean Representation for Exact Biclustering”, *Fundamenta Informaticae* 161(3): 275-297, 2018.
- [VI] M. Michalak, “Induction of Centre-Based Biclusters in Terms of Boolean Reasoning”, *Man-Machine Interactions 6 - ICMMI 2019*, Volume 1061: 239-248, Springer: Cham, 2019.
- [VII] M. Michalak, M. Stawarz, “Generating and Postprocessing of Biclusters from Discrete Value Matrices”, *Computational Collective Intelligence. Technologies and Applications - ICCCI 2011*, Volume 6922: 103-112, Springer: Berlin, Heidelberg, 2011.
- [VIII] M. Michalak, “Boolean Reasoning in Biclustering”, *Artificial Intelligence and Data Processing. The monograph presenting the achievements of the Silesian University of Technology research staff*, pp. 185-190, Politechnika Śląska, 2022.
- [IX] M. Michalak, R. Jaksik, “Application of Boolean Reasoning Paradigm in Biomedical Data Biclustering”, *Artificial Intelligence and Data Processing. The monograph presenting the achievements of the Silesian University of Technology research staff*, pp. 319-323, Politechnika Śląska, 2022.
- [X] M. Michalak, “Boolean Biclustering Review and Perspectives”, *PP-RAI'2019 Polskie Porozumienie na Rzecz Rozwoju Sztucznej Inteligencji*, 16-18.10.2019, Wrocław, materiały konferencyjne, str. 265-268, 2019.

Wszystkie wymienione publikacje ukazały się po nadaniu stopnia doktora. Do wniosku nie załączono treści artykułów z ww. cyklu. Na potrzeby recenzji pozyskano 8 z 10 publikacji (poza [VIII] i [IX]).

1. Ocena formalna osiągnięcia naukowego

Przedstawiony przez dr. inż. Marcina Michalaka cykl obejmuje 5 artykułów [I]-[V] opublikowanych w 4 czasopismach figurujących w wykazach czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych [W1, W2], z którymi związanych jest łącznie 410 punktów ministerialnych. Wszystkie czasopisma są przypisane do dyscypliny informatyka techniczna i telekomunikacja.

publikacja	czasopismo (rok publikacji)	deklarowany wkład Habilitanta	identyfikator w wykazie [W1] ^a [W2] ^b	liczba punktów
[I]	<i>Knowledge and Information Systems</i> (2022)	100%	13 323 ^a	100
[II]	<i>Acta Informatica</i> (2022)	100%	227 ^a	70
[III]	<i>International Journal of Applied Mathematics and Computer Science</i> (2020)	80%	8 624 ^a	100
[IV], [V]	<i>Fundamenta Informaticae</i> (2018, 2019)	80%, 80%	6 915 ^{a,b}	70

Włączenie artykułów [I]-[V] do ocenianego cyklu jest więc w pełni formalnie uzasadnione. Natomiast podstawa zaliczenia przez Habilitanta pozostałych pozycji [VI]-[X] nie jest jasna i budzi wątpliwości. Zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt 2 lit. b ustawy [U] do cyklu można zaliczyć artykuł naukowy opublikowany „w czasopismach naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, które w roku opublikowania artykułu w ostatecznej formie były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. b”.

Pozycje [VIII] i [IX] opublikowano w 2022 roku w „*Artificial Intelligence and Data Processing. The monograph presenting the achievements of the Silesian University of Technology research staff*”, która to seria wydawnicza nie figuruje w wykazie [W1].

Pozycje [VI], [VII] i [X] to artykuły opublikowane w materiałach następujących konferencji:

- [VI] *International Conference on Man–Machine Interactions ICMMI 2019: Man-Machine Interactions 6*,
- [VII] *International Conference on Computational Collective Intelligence ICCCI 2011: Computational Collective Intelligence. Technologies and Applications*,
- [X] *Polskie Porozumienie na Rzecz Rozwoju Sztucznej Inteligencji PP-RAI'2019*.

Zgodnie z informacją podaną przez Habilitanta (autoreferat, str. 29) konferencja [X] jest konferencją krajową. Żadnej z trzech wymienionych konferencji nie odnaleziono w wykazach konferencji międzynarodowych z 2019 roku [W2, W3], jak i w obecnie obowiązującym wykazie [W1]. We wspomnianych wykazach (w tym na poz. 695 aktualnego wykazu [W1]) figuruje jedynie *International Conference on Computational Collective Intelligence: Semantic Web, Social Networks and Multiagent Systems*, konferencja nie jest więc tożsama z wymienioną w [VII] (pomijając fakt, iż artykuł ukazał się w 2011 roku, gdy punktacja obejmował jedynie artykuły opublikowane w czasopismach naukowych [W5], a nie w materiałach konferencyjnych).

W efekcie przeprowadzonej na potrzeby recenzji analizy, stwierdzono, że artykuły [VI] i [VII] ukazały się w seriach wydawniczych:

- [VI] w *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol. 1061, ISSN 2194-5357, 2019,
- [VII] w *Lecture Notes in Artificial Intelligence* (podseria *Lecture Notes in Computer Science*), vol. 6922, ISSN 0302-9743, 2011.

Seria *Advances in Intelligent Systems and Computing* nie figuruje w bieżącym wykazie [W1] ani w wykazach z 2019 roku [W2, W3]. Natomiast seria *Lecture Notes in Artificial Intelligence* figurowała w wykazie do 2011 roku (poz. 5852 w [W5]), ale była skojarzone z 13 punktami, a nie 15 punktami jak zadeklarowano w autoreferacie (str. 2). Jednakże, zgodnie z art. 179 ust. 6 pkt 2 lit. b ustawy [Uw] w przypadku artykułów opublikowanych przed 1 stycznia 2019 roku, należy uwzględnić artykuły „w czasopismach naukowych, które były ujęte w części A albo C wykazu czasopism naukowych (...) ogłoszonego komunikatem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 25 stycznia 2017 r. albo były ujęte w części B tego wykazu (...)” – w wymienionym wykazie [W4] *Lecture Notes in Artificial Intelligence* nie występuje.

Reasumując, nie stwierdzono podstaw formalnych uzasadniających w świetle obowiązujących przepisów (art. 219 ust. 1 pkt 2 lit. b ustawy [U] i art. 179 ust. 6 pkt 2 ustawy [Uw]), włączenie do ocenianego cyklu 5 z 10 artykułów ([VI] - [X]) zgłoszonych przez dr. inż. Marcina Michalaka w ramach osiągnięcia naukowego, ponieważ opublikowano je w wydawnictwach nieuwzględnionych w wykazach sporządzonych na podstawie przepisów ustawy.

2. Opis i ocena merytoryczna artykułów zadeklarowanych jako osiągnięcie naukowe

Przedstawiony przez dr. inż. Marcina Michalaka cykl publikacji dotyczy wykorzystania wnioskowania boolowskiego w biklasteryzacji. Biklasteryzacja, jako proces analizy danych ujętych w postaci macierzy, polega na porównywaniu wartości dowolnych komórek w celu wyznaczenia podzbioru wierszy i kolumn (biklastra), których część wspólna zawiera elementy o wartościach spełniających określone kryterium. Koncepcja zaproponowana w pracach poddanych ocenie, oparta o wnioskowanie boolowskie, zakłada opis analizowanych danych za pomocą dedykowanej funkcji boolowskiej, wyznaczenie implikantów prostych dla tej funkcji, a następnie wyznaczenie na ich podstawie biklastrów i detekcję wzorców w danych.

W pierwszej kolejności analizie poddano artykuły [I]-[V], które spełniają wymogi art. 219 ust. 1 pkt 2 lit. b ustawy [U]. Oceny dokonano w porządku chronologicznym wg roku publikacji.

[V] M. Michalak, D. Ślęzak, „*Boolean Representation for Exact Biclustering*”, *Fundamenta Informaticae* 161(3): 275-297, 2018.
<https://content.iospress.com/articles/fundamenta-informaticae/fi1703>

W pracy zaproponowano nową metodę dyskretnej, w szczególności binarnej, dokładnej biklasteryzacji z zastosowaniem wnioskowania boolowskiego oraz wskazano możliwość wykorzystania metod przetwarzania obrazów w celu uproszczenia obliczeń, podkreślając pierwsze użycie tych metod do wspomnianego celu. Jako początek samej idei boolowskiej reprezentacji dokładnych biklastrów wskazano pracę [VII]. W 2 twierdzeniach wskazano równoważność między implikantami funkcji boolowskiej opisującej dane a dokładnymi biklastrami (Tw. 3.1) oraz między prostymi implikantami a maksymalnymi (w sensie inkluzji) dokładnymi biklastrami (Tw. 3.2). Przedstawiono proste dowody tych twierdzeń oparte o technikę sprowadzania do sprzeczności. Podkreślono, iż wspomniana równoważność wymaga transformacji formuł logicznych opisujących dane z koniunkcyjnej (CNF) do dysjunkcyjnej postaci normalnej (DFN). Stwierdzono, iż wyznaczenie wszystkich biklastrów dla danych dyskretnych ma wysoką złożoność obliczeniową („*the problem of finding all biclusters in discrete data simultaneously with the analysis of the discernibility function has a very high computational complexity*”, str. 281), ale tej złożoności nie określono.

W dalszej części pracy skupiono się na analizie macierzy binarnych. Podano 2 twierdzenia z dowodami (Tw. 3.3, Tw. 3.4) będące podstawą wyznaczenia maksymalnych biklastrów dla danych binarnych,

dostosowując podaną wcześniej ogólną technikę. Ponieważ wspomniane twierdzenia dopuszczają powstanie pustych biklastrów, sformułowano kolejne dwa twierdzenia (Tw. 3.5, 3.6), pozwalające na częściowe uniknięcie tego problemu. Jak autorzy sami przyznają są to twierdzenia niezwykle podobne do wcześniejszych („*that theorems and their proofs are very similar, but in order to keep the theoretical character and the coherence of the paper theorems and their proofs are also provided*”, str. 284). Wyniki teoretyczne zostały zilustrowane przykładami liczbowymi.

Następnie przedstawiono wyniki eksperymentu obliczeniowego zrealizowanego z użyciem oprogramowania, w którego powstaniu uczestniczył dr inż. Marcin Michalak (wykaz osiągnięć, pozycja II.F.12, str. 9), umożliwiającego transformację formuł logicznych z postaci CNF do DNF. Tzw. „eksperyment” obejmował analizę zaledwie jednej macierzy 100x100 o 4 wartościach odpowiadającej sztucznemu obrazowi (3 kolory i tło), którą rozbito na 3 macierze binarne odpowiadające poszczególnym kolorom. Przedstawiono wyniki dla tych 3 macierzy w postaci liczby komórek składających się na obraz, liczby formuł logicznych i biklastrów. Na przykładzie, wskazano problem nadmiarowości opisu (liczba biklastrów przekraczała liczbę komórek na analizowanym obrazie). Opierając się na podobieństwie macierzy binarnych i obrazów, zaproponowano zmianę niektórych wartości macierzy, w sposób odpowiadający eliminacji „dziur” na obrazie (poprzez zamianę tła na kolor w zależności od założonego proggu), w celu zwiększenia rozmiaru uzyskiwanych biklastrów. Dla tego samego przykładu powtórzono eksperyment dla różnych wartości progowych, stwierdzając redukcję liczby biklastrów, ale i spadek dokładności.

Wkład teoretyczny omawianego artykułu, to 2 twierdzenia wskazujące na równoważność między implikantami funkcji boolowskiej opisującej macierz danych dyskretnych a biklastrami oraz ich dostosowanie do przypadku szczególnej macierzy z wartościami binarnymi. Artykuł należy uznać za wstępną prezentację koncepcji wykorzystania wnioskowania boolowskiego dla analizy danych dyskretnych. Nie przedstawiono algorytmu wyczerpującego wyznaczania biklastrów na podstawie formuł boolowskich, w eksperymencie wykorzystano jako „black box” oprogramowanie, którego działanie jest nieznane. Nie określono złożoności obliczeniowej wykorzystanych metod. Nie dokonano oceny efektywności czasowej (nie podano żadnej informacji na temat czasu obliczeń). Tzw. „eksperyment” służył ilustracji koncepcji, a nie ocenie efektywności jej zastosowania do biklasteryzacji. Jak Autorzy sami stwierdzili, większość istniejących metod biklasteryzacji opiera się o analizę statystyczną lub podejście grafowe. Nie dokonano jednak żadnego porównania z innymi podejściami. Artykuł prezentuje więc interesującą ideę, ale ma charakter wstępny.

Artykuł jest pracą współautorską z prof. D. Ślęzakiem. Zgodnie z art. 219 ust. 2 ustawy [U], przedstawione do oceny osiągnięcie „*może stanowić część pracy zbiorowej, jeżeli opracowanie wydzielonego zagadnienia jest indywidualnym wkładem osoby ubiegającej się o stopień doktora habilitowanego*”. Habilitant zadeklarował 80% udział w powstaniu artykułu, który polegał na: „*(i) współudziale przy tworzeniu zamieszczonych w pracy twierdzeń i ich dowodów, (ii) przygotowaniu danych, (iii) przeprowadzeniu eksperymentów, (iv) zdekodowaniu i interpretacji wyników, (v) przygotowaniu 80% tekstu publikacji oraz roli autora korespondencyjnego*” (wykaz osiągnięć, str. 2).

Najważniejszym wynikiem merytorycznym przedstawionym w pracy są właśnie twierdzenia i dowody – na nich oparte są niemal wszystkie prace składające się na oceniany cykl (poza [VII]). Twierdzenia te i dowody nie są więc indywidualnym osiągnięciem Habilitanta, ale efektem współpracy. Współpraca naukowa jest oczywiście normalnym elementem działalności naukowej, jednakże w kontekście nadawania stopnia istotny jest indywidualny wkład w rozwój dyscypliny. Na podstawie dostarczonych informacji trudno ten wkład jednoznacznie ocenić. Pozostałe wymienione zadania, oczywiście niezbędne i istotne z punktu widzenia powstania publikacji, mają jednak charakter uzupełniający i mniejszą wartość merytoryczną.

[IV] M. Michalak, D. Ślęzak, "On Boolean Representation of Continuous Data Biclustering", *Fundamenta Informaticae* 167(3): 193-217, 2019.

<https://content.iospress.com/articles/fundamenta-informaticae/fi1814>

Praca dostosowuje koncepcję biklasteryzacji opartej o funkcje boolowskie zaproponowaną w [V] do analizy macierzy wartości ciągłych, w celu wyznaczenia biklastrów opartych zarówno o podobieństwo, jak i różnicę wartości komórek. Jak Autorzy sami stwierdzili praca stanowi uogólnienie wcześniejszych wyników („*This approach is the generalization of the procedure for finding all inclusion maximal biclusters in binary and discrete value data*”, str. 196), które niezwykle obszernie przytoczono w Rozdziale 3 artykułu – zawiera on wybrane przykłady, notacje i twierdzenia zaczerpnięte z [V].

Następnie przedstawiono koncepcję σ -biklastrów, w których różnica wartości elementów nie przekracza założonego progu podobieństwa σ oraz χ -biklastrów, w których różnica między elementami osiąga założony „poziom chaosu” χ wraz z twierdzeniami i dowodami (Tw 5.1, 5.2 oraz Tw. 7.1, 7.2), będącymi uogólnieniem twierdzeń podanych w [V].

Autorzy zarysowali, analizując przykłady liczbowe, metodę wyczerpującą wyznaczania wszystkich biklastrów w zależności od wartości progowej σ/χ wraz z dowodami poprawności. Przedstawili wyniki eksperymentu wykonanego dla jednej macierzy wartości całkowitych o rozmiarze 6x6 w postaci zależności między liczbą σ/χ -biklastrów w określonym rejonie macierzy od wartość σ/χ .

Podobnie jak w przypadku wcześniejszego artykułu, nie podano szczegółów metody wyznaczania biklastrów na podstawie implikantów funkcji boolowskiej, złożoności obliczeniowej tej metody. Eksperyment dotyczył jednej instancji, nie obejmował informacji o czasie obliczeń. Nie dokonano porównania z innymi podejściami.

Artykuł, podobnie jak poprzedni, powstał we współpracy z prof. D. Ślęzakiem. Habilitant określił swój udział w taki sam sposób jak w przypadku [V] (wykaz osiągnięć, str. 1). Tym samym, w stosunku do tej publikacji należy sformułować analogiczne uwagi krytyczne, jak w przypadku omówionego wcześniej artykułu [V].

[III] M. Michalak, R. Jaksik, D. Ślęzak, "Heuristic Search of Exact Biclusters in Binary Data", *International Journal of Applied Mathematics and Computer Science* 30(1): 161-171, 2020.

<https://www.amcs.uz.zgora.pl/?action=paper&paper=1543>

W pracy zaproponowano heurystyczną metodę wyznaczania dokładnych biklastrów opartą o wnioskowanie boolowskie i modyfikację „*the well-known Johnson strategy for prime implicant approximation induction*” (abstrakt). Pierwszą część pracy stanowi podsumowanie wcześniejszych publikacji, w którym wykorzystano te same przykłady liczbowe (Fig. 1, 2 w [III] są tożsame z Fig. 1 w [IV], Tab. 1 w [III] jest tożsama z Tab. 2 w [V]). W artykule zaproponowano prostą sekwencyjną heurystykę biklasteryzacji wyznaczającą iteracyjnie funkcję boolowską dla macierzy danych, znajdującą pojedynczy impikant, usuwającą dane (jedynki w macierzy) odpowiadające temu implikantowi, aż do uzyskania macierzy zerowej. Jako podprocedurę, wykorzystano modyfikację heurystyki Johnsona (1974) wyznaczającej przybliżone proste implikanty dla formuł podanych w CNF na podstawie częstości występowania zmiennych/literałów w kolejnych klauzulach. Klasyczny algorytm Johnsona może prowadzić do wyznaczenia pustych biklastrów. W celu eliminacji tego zjawiska, zaproponowano modyfikację sposobu zliczania zmiennych. W pracy oszacowano złożoność obliczeniową modyfikacji heurystyki Johnson’a (Algorytm 1). W artykule nie odnaleziono oszacowania złożoności obliczeniowej głównej heurystyki (Algorytm 2). Walidację podejścia dokonano na podstawie jednego zbioru danych: macierzy 100x100 zbudowanej z 4 wartości (Fig. 4 w [III]) - jest to obraz analizowany uprzednio w [V] (Fig. 3 w [V]). Dokonano porównania liczby biklastrów wyznaczonych w sposób wyczerpujący (wyniki

pobrano z [V]) i za pomocą zaproponowanej heurystyki. Zamieszczono również wyniki porównania z 3 innymi metodami binarnego biklasteringu: BiMax, iBBiG, BiBit. Podano jednak jedynie liczbę biklastrów oraz informacje na temat pokrycia, wskazując na nieznaczną przewagę zaproponowanej metody. Artykuł nie zawiera żadnych informacji na temat efektywności czasowej badanych metod. Porównanie oparto o jedną instancję. Na koniec opisano eksperyment z wykorzystaniem danych rzeczywistych z The Cancer Genome Atlas (TCGA). Niestety poziom szczegółowości opisu praktycznie uniemożliwia interpretację – w szczególności stwierdzono: „for the given data only the heuristic strategy of finding all covering biclusters was applied” (str. 169), nie dokonano więc porównania metod. Trudno nawet stwierdzić jaka metodą wykorzystano jako heurystykę. Podano medyczne wnioski z eksperymentu (dotyczące czasu przeżycia pacjenta), ale nie wnioski istotne z punktu widzenia informatyki, w szczególności dotyczące porównania efektywności różnych metod biklasteryzacji.

Artykuł powstał we współpracy z 2 osobami. Swoją udział Habilitant oszacował na 80%, ale zadeklarował wykonanie wszystkich kluczowych zadań (wykaz osiągnięć, str. 1), w szczególności: „zaproponowanie heurystycznego podejścia” i „modyfikację strategii Johnsona poszukiwania implikantów funkcji boolowskiej” oraz przeprowadzenie eksperymentów. Istotne wyniki merytoryczne opisane w artykule można więc uznać za osiągnięcie Habilitanta (z uwzględnieniem wcześniejszych uwag na temat prostoty heurystyki i jej niewystarczającej oceny eksperymentalnej).

[II] M. Michalak, “Hierarchical Heuristics for Boolean-Reasoning-Based Binary Bicluster Induction”, Acta Informatica 59(6): 673-685, 2022.
<https://doi.org/10.1007/s00236-021-00415-9>

Artykuł rozpoczynają podstawowe definicje oraz streszczenie wcześniejszych wyników zaprezentowanych w pracy [V]. Ponownie wykorzystano ten sam przykład liczbowy (Tab. 2 w [V] i Tab. 1 w [II] są tożsame). Następnie omówiono heurystykę przedstawioną w [III]. W pracy zaproponowano modyfikację tej prostej sekwencyjnej heurystyki w celu uniknięcia zjawiska redukcji rozmiaru generowanych biklastrów w kolejnych iteracjach, którą to wadą obarczona jest metoda opisana w [III]. Przedstawiono metodę hierarchiczno-heurystyczną polegającą na generowaniu częściowego drzewa problemu poszukiwań biklastrów poprzez zamianę (wyzerowanie) pojedynczej wartości w macierzy (zamiast zerowania wszystkich danych związanych z wyznaczonym implikantem) i rozbudowywaniu drzewa w głąb do momentu osiągnięcia jednego z warunków stopu.

Eksperyment ponownie wykonano dla jednego przykładowego obrazu 100x100, przedstawionego uprzednio w [V] (Fig. 3), skutkującego zaledwie 3 instancjami (odpowiadającymi 3 wyekstrahowanym kolorom). Porównano metodę wyczerpującą, heurystykę zaproponowaną w [III] oraz nową metodę, czyli tzw. „heurystykę hierarchiczną”, która – jak można było przewidzieć – ukazała się bardziej wydajna. Nie określono złożoności pojedynczego przebiegu heurystyki, nie podano żadnych czasów obliczeń. Nie dokonano porównania z innymi metodami poza własną heurystyką zaproponowaną w [III]. Heurystyka sekwencyjna została w [III] (śladowo) porównana z innymi podejściami. Takiego śladowego porównania nowej heurystyki z innymi metodami w [II] już nie dokonano.

Habilitant jest jedynym autorem artykułu, wszystkie zawarte w nim wyniki stanowią więc indywidualne osiągnięcie.

[I] M. Michalak, “Theoretical Backgrounds of Boolean Reasoning Based Binary n -Clustering”, Knowledge and Information Systems 64: 2171-2188, 2022.
<https://doi.org/10.1007/s10115-022-01708-2>

Wszystkie wcześniej omówione prace dotyczyły zagadnienia biklasteryzacji. Praca [I] poświęcona jest uogólnieniu metody opartej o wnioskowanie boolowskie dla problemów analizy n-wymiarowych macierzy binarnych, czyli n-klasteringu. Artykuł rozpoczyna wprowadzenie, w którym ponownie wykorzystano przykłady umieszczone we wcześniejszych publikacjach (Fig. 1 i 2 w [I] odpowiadają Fig. 1 w [IV], a Tab. 1, 2 to Tab. 1, 2 z [II] i Tab. 2 z [V]). Omówiono wybrane metody triklasteringu. Następnie dokonano generalizacji wcześniejszego podejścia do 3 wymiarów, prezentując rozbudowany przykład i uogólnienie odpowiednich twierdzeń z [V].

Ponownie jak we wcześniejszych artykułach, w ramach tzw. „eksperymentu” omówiono zaledwie jeden przykład (zakupów w małym sklepie) dokonując 3-wymiarowego i 4-wymiarowego klasteringu. Przedstawiono również analizę danych pobranych z The Cancer Genome Atlas (TCGA) – być może związanych z danymi analizowanymi w [III]. Ponownie jak we wcześniejszych artykułach, przedstawiono wyniki (w szczególności liczbę klastrów) bez walidacji podejścia (określenia efektywności czasowej, porównania z innymi metodami).

Artykuł jest wyłącznego autorstwa Habilitanta.

Jak wspomniano we wcześniejszej części recenzji nie znaleziono podstaw formalnych do zaliczenia 5 pozostałych pozycji [VI]-[X] do cyklu. Niemniej dokonano oceny zawartości 3 z tych artykułów, których tekst udało się pobrać ze źródeł internetowych.

[VII] M. Michalak, M. Stawarz, *“Generating and Postprocessing of Biclusters from Discrete Value Matrices”*, Computational Collective Intelligence. Technologies and Applications - ICCCI 2011, Volume 6922: 103-112, Springer: Berlin, Heidelberg, 2011.

https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-23935-9_10

Artykuł został określony przez dr. inż. Marcina Michalaka jako „*otwierający szereg (...) publikacji związanych z biklasteryzacją*” (autoreferat, str. 6). Dotyczy on zagadnienia biklasteryzacji w macierzach binarnych poprzez generację dwóch macierzy odróżnialności dla kolumn i wierszy, dla których określano odrębne funkcje boolowskie. Stanowiły one podstawę do wyznaczenia implikantów, których literały odpowiadały tzw. półbiklastrom. Połączenie półbiklastrom, odpowiadających kolumnom i wierszom, skutkowało uzyskaniem biklastrom. W pracy omówiono koncepcję oraz wyniki eksperymentu dla 2 przykładów (wyniki obejmowały głównie liczbę wyznaczonych biklastrom). Dokonano porównania (dla tych 2 przykładów) z dwoma innymi metodami OPSM i xmotif. Jak Habilitant zauważył w autoreferacie (str. 6), metoda wymagała analizy dwóch funkcji boolowskich, postprocessingu wyników oraz „*nie zapewniała maksymalności w sensie inkluzji uzyskanych biklastrom, ani dokładności*”. Wady te zostały wyeliminowane w pracy [V], w której sformułowano podejście pozwalające na wyznaczenie biklastrom „*zarówno dokładnych, jak i maksymalnych w sensie inkluzji*” (autoreferat, str. 6). Omawiany artykuł wyznacza więc punkt startowy badań, ale przedstawione w nim koncepcje nie wzbogacają cyklu o nowe elementy. Podejście zaproponowane w [VII] zostało ulepszone/skorygowane we współautorskim artykule [V].

Habilitant zadeklarował 70% udział w powstaniu publikacji, polegający na „*zbudowaniu formalizmu matematycznego, planowaniu eksperymentów, analizie ich wyników, przygotowaniu 70% tekstu publikacji oraz roli autora korespondencyjnego*” (wykaz osiągnięć, str. 2). Opierając się na tej deklaracji można uznać dr. inż. Marcina Michalaka za autora koncepcji wykorzystania wnioskowania binarnego w biklasteryzacji, wyniki przedstawione w [VII] nie wzbogacają jednak merytorycznie ocenianego cyklu – wskazują historyczny początek omawianej koncepcji.

- [VI] M. Michalak, "Induction of Centre-Based Biclusters in Terms of Boolean Reasoning", Man-Machine Interactions 6 - ICMMI 2019, Volume 1061: 239-248, Springer: Cham, 2019.
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-31964-9_23

Artykuł rozpoczyna wprowadzenie do zagadnienia biklasteryzacji (ilustrowane tymi samymi przykładami liczbowymi jakie użyto w [IV]). W pracy zaproponowano koncepcję biklastrów o zadanym zakresie rozrzutu wokół ustalonej wartości. Pozwalają one w macierzach ciągłych poszukiwać biklastrów, w których wszystkie wartości nie różnią się o więcej niż μ od wartości c ustalonej jako środek. Podobnie jak w poprzednich publikacjach, omówiono zaproponowaną koncepcję na pojedynczym przykładzie oraz sformułowano i udowodniono 2 twierdzenia (Tw. 1, 2), będące kolejnym uogólnieniem twierdzeń sformułowanych w [V]. Podano efekt biklasteryzacji dla jednego wygenerowanego przykładu dla macierzy 30x30, bez określenia jakichkolwiek szczegółów, w szczególności dotyczących użytych algorytmów, oceny ich efektywności w tym czasie obliczeń (na str. 248 zamieszczono komentarz: „Presented experiments were performed in own developed environment, which will be published in the nearest future.”). Artykuł stanowi więc pewne poszerzenie wcześniejszych koncepcji. Ogranicza się do prezentacji idei biklastrów o zadanym zakresie rozrzutu wokół ustalonej wartości bez oceny jej stosowalności, efektywności, porównania z istniejącymi koncepcjami.

- [X] M. Michalak, "Boolean Biclustering Review and Perspectives", PP-RAI'2019 Polskie Porozumienie na Rzecz Rozwoju Sztucznej Inteligencji, 16-18.10.2019, Wrocław, materiały konferencyjne, str. 265-268, 2019.
https://www.researchgate.net/publication/336605598_Boolean_Biclustering_Review_and_Perspectives

Artykuł streszcza na 5 stronach wyniki wcześniejszych prac. Ponownie przytoczono przykłady liczbowe pobrane z [V] i wykorzystywane wielokrotnie w innych pracach oraz omówiono zawartość wcześniejszych publikacji. Artykuł nie zawiera nowych rezultatów.

W trakcie przygotowywania recenzji nie udało się pozyskać treści publikacji [VIII] i [IX], które nie są powszechnie dostępne w ramach repozytorium Politechniki Śląskiej:

<https://omega.polsl.pl/info/article/PSL614c64590680479597d2955055780f6d/>

<https://omega.polsl.pl/info/article/PSLcf5ad588868f46deafe4628c0a3328f5/>

a ich zawartość nie została omówiona w autoreferacie. Jednakże są to publikacje o długości zaledwie 6 i 5 stron. Opierając się na tytułach („Boolean Reasoning in Biclustering”, „Application of Boolean Reasoning Paradigm in Biomedical Data Biclustering”) można przypuszczać, iż prace prezentują ogólnie zagadnienie biklasteryzacji oraz jej zastosowanie w analizie danych medycznych (wspomniane również w innych publikacjach zaliczonych do cyklu). Tym samym uzasadnionym wydaje się przypuszczenie, iż artykuły te nie zawierają istotnych nowych (w stosunku do już omówionych prac) wyników.

3. Podsumowanie

Jako podstawę ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego, zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt 2 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce [U], przedstawiono osiągnięcie naukowe pt. „Wnioskowanie boolowskie w biklasteryzacji” w postaci 10 artykułów.

Z punktu widzenia formalnego do cyklu można zaliczyć 5 z 10 zgłoszonych artykułów. Pozostałe pozycje nie spełniają wymogów art. 219 ust. 1 pkt 2 lit. b wspomnianej ustawy [U] oraz art. 179 ust. 6 pkt 2 przepisów wprowadzających ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce [Uw], zostały bowiem opublikowane w czasopiśmie lub materiałach konferencji nieujętych w odpowiednich wykazach.

Z punktu widzenia merytorycznego, wszystkie artykuły przedstawione przez Habilitanta jako osiągnięcie naukowe są niewątpliwie spójne tematycznie – dotyczą koncepcji wykorzystania wnioskowania boolowskiego w biklasteryzacji (artykuł [I] dotyczy n-klasteryzacji, głównie triklasteryzacji, która jest uogólnieniem koncepcji biklasteryzacji).

Na podstawie analizy treści dostępnych publikacji oraz zadeklarowanego przez dr. inż. Marcina Michalaka udziału w ich powstaniu (w świetle art. 219 ust. 2 ustawy [U]) do osobistych osiągnięć Habilitanta można zaliczyć:

- zainicjowanie badań nad wykorzystaniem wnioskowania boolowskiego w biklasteryzacji oraz opracowanie jej wstępnej koncepcji, która nie gwarantowała jednak maksymalności w sensie inkluzji i dokładności biklastrów [VII],
- współudział w opracowaniu właściwej (czyli pozbawionej wspomnianych wyżej wad) koncepcji wykorzystania wnioskowania boolowskiego w biklasteryzacji danych dyskretnych [V], współudział w uproszczeniu tej koncepcji dla przypadku danych binarnych [V], oraz współudział w jej uogólnieniu dla danych ciągłych przy założeniu poszukiwania biklastrów podobieństwa lub biklastrów chaosu [IV] (pełne określenie indywidualnego wkładu Habilitanta w sformułowanie i udowodnienie twierdzeń składających się na te koncepcje nie jest jednak możliwe w oparciu o przekazaną dokumentację i pozyskane materiały),
- dostosowanie koncepcji analizy danych ciągłych dla zagadnienia wyznaczania biklastrów o zadanym zakresie rozrzutu wokół ustalonej wartości [VI] (publikacja w materiałach konferencyjnych, nieuwzględnionych w wykazach ministerialnych),
- uogólnienie koncepcji wykorzystania boolowskiego w celu wyszukiwania maksymalnych w sensie inkluzji n-klastrów w hiperkostkach binarnych [I],
- ilustrację wymienionych koncepcji przykładami numerycznymi dla pojedynczych instancji problemów,
- zaproponowanie i przetestowanie (niestety w bardzo ograniczonym zakresie) dwóch heurystyk wyznaczania dokładnych biklastrów (bez gwarancji ich maksymalności) w macierzach binarnych, w tym „prostej” (jak ocenił sam Habilitant, autoreferat, str. 22) metody sekwencyjnej polegającej na pokrywaniu jedynek w oparciu o zmodyfikowany algorytm Johnsona [III] oraz metody opartej o generowanie częściowego drzewa poszukiwań pokrywających się wzorów [II].

Przedstawione osiągnięcia naukowe stanowią interesujący wkład w rozwój dyscypliny informatyka techniczna i telekomunikacja, ale niestety - moim zdaniem - nie można uznać tego wkładu, na obecnym etapie badań, za znaczący.

W ocenianym cyklu artykułów sformułowano koncepcję wykorzystania wnioskowania boolowskiego w biklasteryzacji. Zagadnienie biklasteryzacji (czy ogólniej n-klasteryzacji) jest rozważane w kontekście analizy danych i to analizy dużych zbiorów danych (takich jak np. analiza obrazów medycznych). W procesie analizy danych istotna jest efektywność stosowanych metod.

W autoreferacie dr inż. Marcin Michalak podkreślił, iż „*pierwsze prace z dziedziny biklasteryzacji to lata 60 i 70 XX wieku*” (str. 5), jest to więc dziedzina o długiej historii badań naukowych. W literaturze zaproponowano wiele różnych podejść opartych o różne techniki zarówno dla biklasteryzacji (np. A. Tanay, R. Shaan, R. Shamir, „*Biclustering Algorithms: A Survey*” chapter in: Handbook of Computational Molecular Biology, S. Aluru (ed.), Chapman and Hall/CRC, 2005), jak i triklasteryzacji (np. R. Henriques, S.C. Madeira, „*Triclustering Algorithms for Three-Dimensional Data Analysis: A Comprehensive Survey*”, ACM Computing Surveys 51(5), pp. 95:1-43, 2018), o których również wspomina Habilitant w swoim autoreferacie oraz w poszczególnych publikacjach.

Aby ocenić wkład w rozwój dziedziny nowa koncepcja musi być możliwa do praktycznego wykorzystania/zastosowania oraz musi być porównana z już istniejącymi podejściami. Obie kwestie nie są w wystarczającym stopniu omówione i zanalizowane w ocenianym cyklu publikacji.

Zaproponowana koncepcja biklasteryzacji przez wnioskowanie boolowskie jest metodą pośrednią – wymaga zakodowania danych za pomocą formuł logicznych, rozwiązania problemu spełnialności wyrażeń boolowskich oraz zdekodowania uzyskanych implikantów do postaci biklastrów. Jak każda metoda pośrednia, biklasteryzacja przez wnioskowanie boolowskie, wprowadza więc narzut czasowy związany ze wspomnianą transformacją (kodowaniem/dekodowaniem). Prezentacja kompletnej koncepcji powinna obejmować również omówienie procesu transformacji, chociażby skomentowania metod kodowania/dekodowania danych, oszacowanie ich złożoności oraz czasochłonności. Ponadto w efekcie dokonanej transformacji problem biklasteryzacji zostaje sprowadzony do problemu spełnialności wyrażeń boolowskich, który jest w ogólności problemem trudnym obliczeniowo, a tym samym wymagającym zastosowania metod o wysokiej złożoności obliczeniowej. Decydując się na sprowadzenie biklasteryzacji do tego zagadnienia należałoby dokonać przeglądu metod wykorzystywanych do rozwiązywania problemu spełnialności i ocenić ich przydatność/efektywność w kontekście wykorzystania tych metod jako podprocedury w procesie biklasteryzacji. W ocenianym cyklu nie odnaleziono analizy tego typu.

Przed wszystkim jednak nowe podejście do biklasteryzacji powinno być porównania z już istniejącymi: w zgłoszonym cyklu artykułów nie dokonano takiego porównania: ani na poziomie koncepcji, ani na poziomie metod pozwalających na jej praktyczne wykorzystanie w analizie danych.

Przedstawione publikacje (podobnie jak autoreferat) skupiają się na prezentacji idei biklasteryzacji za pomocą wnioskowania boolowskiego, nie wykazując znaczenia tej idei dla zagadnienia biklasteryzacji, dla analizy danych oraz szerzej dla dyscypliny informatyka techniczna i telekomunikacja. W przypadku nowej koncepcji należałoby wskazać jej wady i zalety w porównaniu z już istniejącymi podejściami, albo chociaż przedstawić jej specyfikę, chociażby w kontekście dostosowania do potencjalnych konkretnych zastosowań praktycznych. W publikacjach nie odnaleziono takiej dyskusji.

W przypadku koncepcji służącej analizie danych niezbędna jest również ocena efektywności metod takiej analizy opartych na zaproponowanej koncepcji. W tym celu konieczne byłoby zaproponowanie odpowiednich algorytmów/metod umożliwiających biklasteryzację za pomocą wnioskowania boolowskiego i ich ocena w odpowiednio rozbudowanych eksperymentach obliczeniowych, w tym porównanie z już istniejącymi podejściami. Dla biklasteryzacji przez wnioskowanie boolowskie w macierzach dyskretnych i ciągłych, czy też dla n-klasteringu nie dokonano żadnej oceny eksperymentalnej ani porównania. Jak Habilitant stwierdził omawiając jedną z wymienionych koncepcji w autoreferacie (str. 26) przykład liczbowe podano „*by pokazać potencjalne możliwości*”. Podane w artykułach przykłady, nazywane „eksperymentami”, służyły właśnie ilustracji „*potencjalnych możliwości*” - nie mogą stanowić podstawy do oceny stosowalności zaproponowanych koncepcji, tym bardziej, że ich rozmiar (macierze 100x100 czy 6x6) trudno uznać za odzwierciedlający rozmiary danych występujących w praktyce. W cyklu publikacji jakiegokolwiek metody zostały zaproponowane wyłącznie dla macierzy binarnych: są to dwie proste heurystyki. Jakiiegokolwiek (śladowe) porównanie z innymi metodami podano jednak tylko dla jednej z nich (heurystyki sekwencyjnej). W żadnym artykule nie podano jakiegokolwiek informacji na temat czasu obliczeń, który jest kluczowy dla procesu analizy danych.

Oceniany cykl publikacji prezentuje więc interesującą koncepcję wykorzystania wnioskowania boolowskiego do biklasteryzacji, a tym samym analizy danych. Nie można jednak uznać, iż na obecnym etapie badań rozwiązano ten problem naukowy, czyli zaproponowano metody biklasteryzacji wykorzystujące wnioskowanie boolowskie i oceniono ich efektywność w porównaniu z istniejącymi podejściami. Wkład jaki wnosi nowa koncepcja analizy danych w rozwój tej tematyki badawczej można ocenić dopiero po jej zastosowaniu do tejże analizy danych.

W świetle powyższej oceny, nie można uznać, że przedstawiony przez dr. inż. Marcina Michalaka jako osiągnięcie naukowe cykl artykułów stanowi znaczny wkład w rozwój dyscypliny informatyka techniczna i telekomunikacja. Uzyskane wyniki są interesujące, dotyczą bardzo ważnej tematyki analizy danych, ale wymagają moim zdaniem kontynuacji badań. Tym samym nie można uznać, iż spełniony został wymóg art. 219 ust. 1 pkt 2 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce [U].

IV. Ocena pozostałych osiągnięć naukowych

Działalność naukowa dr. inż. Marcina Michalaka dotyczy szeroko pojętych zagadnień związanych z analizą danych, w szczególności z biklasteryzacją opartą o wnioskowanie boolowskie (któremu poświęcono cykl publikacji omówiony w pkt. III recenzji) oraz inne paradygmaty. Ponadto Habilitant zadeklarował prowadzenie badań m.in. z zakresu indukcji oraz oceny jakości reguł decyzyjnych, analizy szeregów czasowych (którym poświęcona była praca doktorska), analizy obserwacji odstających, wizji komputerowej w analizie danych czy diagnostyki urządzeń.

Poza publikacjami składającymi się na cykl „Wnioskowanie boolowskie w biklasteryzacji” (części I.A-B wykazu osiągnięć, str. 1-2) w dorobku dr. inż. Marcina Michalaka znajduje się 8 artykułów w czasopismach ujętych w bazie Journal Citation Reports (część II.A wykazu osiągnięć, str. 2-4). Wszystkie zostały opublikowane po uzyskaniu stopnia doktora i związane są łącznie z 460 punktami ministerialnymi.

publikacja	czasopismo (rok publikacji)	deklarowany wkład Habilitanta	identyfikator w wykazie [W1] ^a [W2] ^b [W5, część A] ^c	liczba punktów
[1]	<i>IEEE Access</i> (2021)	50%	7 872 ^a	100
[2]	<i>Sensors</i> (2022)	20%	18 383 ^a	100
[3]	<i>IET Intelligent Transport Systems</i> (2020)	50%	8 057 ^a	70
[4]	<i>Eksploracja i Niezawodność - Maintenance and Reliability</i> (2019)	30%	(*) 5 536 ^b	100
[5]	<i>Engineering Applications of Artificial Intelligence</i> (2017)	15%	3 391 ^c	35
[6]	<i>Fundamenta Informaticae</i> (2016)	25%	4 104 ^c	20
[7]	<i>Eksploracja i Niezawodność - Maintenance and Reliability</i> (2013)	50%	3 293 ^c	15
[8]	<i>Pattern Analysis and Applications</i> (2011)	100%	9 275 ^c	20

* czasopismo nie jest przypisane do dyscypliny informatyka techniczna i telekomunikacja

Publikacje dotyczą różnorodnej tematyki, głównie związanej z zastosowaniami technik informatycznych, m.in. graficznej reprezentacji efektywności klasyfikacji wieloklasowej, redukcji fałszywych alarmów w procesie detekcji zdarzeń niepożądanych, analizy ryzyka w transporcie kolejowym, predykcji wstrząsów sejsmicznych, czy pomiarów wibracji. Samodzielny artykuł [8] dotyczy szeregów czasowych, którym poświęcona była rozprawa doktorska. Prace wieloautorskie ([1]-[7]) świadczą o owocnej współpracy dr. inż. Marcina Michalaka z innymi naukowcami. Opierając się na zadeklarowanym udziale (wykaz osiągnięć, str. 3-4), indywidualny wkład Habilitanta w zakresie pracy koncepcyjnej i uzyskiwania wyników teoretycznych wydaje się być jednak ograniczony. Obejmował on bowiem: „współudział w przeglądzie literatury”, „przetwarzanie danych”, „analizę danych”, „planowanie eksperymentów”, „opracowanie wniosków”, „przygotowanie tekstu publikacji”. Realizacja tych zadań jest niezbędna i istotna dla powstania publikacji naukowej, trudno ją jednak uznać za istotny wkład w rozwój dyscypliny. Spośród 7 współautorskich publikacji, tylko w przypadku 3 artykułów ([1], [4], [7]) Habilitant zadeklarował

„współdział w definiowaniu aparatu matematycznego”, nie sprecyzowano jednak co kryje się pod pojęciem „definiowania aparatu matematycznego”, który może obejmować zarówno opracowanie notacji, jak i konstruowanie modeli matematycznych oraz na czym ten współdziałanie polegał. We wszystkich 3 wymienionych pracach całkowity deklarowany udział Habilitanta nie przekraczał 50%.

Reasumując, wymienione publikacje świadczą o odpowiedniej aktywności publikacyjnej dr. inż. Marcina Michalaka, udziale w pracach zespołów badawczych, umiejętności współpracy - nie można ich jednak uznać za istotny autorski wkład w rozwój dyscypliny (nie wnikając w wartość merytoryczną samych prac), pozwalający na ewentualną zmianę oceny spełnienia wymogu art. 219 ust. 1 pkt 2 ustawy [U], przedstawionej w punkcie III recenzji. Ponadto prace te dotyczą różnych zagadnień i nie tworzą jednolitego tematycznie cyklu.

Do dorobku naukowego Habilitant zaliczył również 13 publikacji w czasopismach nieujętych w bazie JCR (część II.E wykazu osiągnięć, str. 4-6): *Procedia Computer Science*; *Studia Informatica*; *Reliable Computing*; *International Journal of Information and Electronics Engineering*; *Journal of Medical Informatics and Technologies*; *Journal of Sustainable Mining*; *Mining - Informatics, Automation and Electrical Engineering*; *Informatyka, Automatyka, Pomiary w Gospodarce i Ochronie Środowiska*; *Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa* oraz *Prace Naukowe GIG - Górnictwo i Środowisko*.

12 z 13 prac zostało opublikowanych po 2009 roku, czyli po uzyskaniu stopnia doktora. Spośród nich, jedyne autorskie opracowanie w *Pracach Naukowych GIG - Górnictwo i Środowisko* [11] pt. „Analiza występowania wypadków śmiertelnych w górnictwie węgla kamiennego w latach 2002-2010” nie ma raczej związku z dyscypliną informatyka techniczna i telekomunikacja. Pozostałe pozycje dotyczą szerokiego spektrum zagadnień, związanych z zastosowaniem informatyki w różnych dziedzinach, od wykrywania anomalii w ruchu sieciowym, lokalizacji na podstawie siły sygnału sieci bezprzewodowych, przez przeszukiwanie dokumentów tekstowych na podstawie zapytań w języku naturalnym, wizualizację danych USG, rozpoznawanie tkanki rakowej, po modelowanie kinetyki CO₂, czy diagnostykę stanu taśmociągów w górnictwie.

Podobnie jak w przypadku wcześniej omówionej grupy publikacji zadeklarowany przez Habilitanta udział w powstaniu 12 artykułów wieloautorskich obejmował: „przygotowanie eksperymentów”, „analizę danych i interpretację wyników” oraz „przygotowanie (części) tekstu”. Jedynie w 4 z 12 pozycji zadeklarowano wykonanie również innych zadań. W przypadku jednej publikacji było to „przygotowanie aparatu matematycznego” ([7], udział 20%), w pozostałych wymieniono: „współdziałanie w definiowaniu procedury diagnostycznej” ([4], 30%), „implementację oprogramowania” ([10], 60%) i „współdziałanie w projektowaniu funkcjonalności systemu” ([13], 25%).

Omawiana grupa publikacji, podobnie jak poprzednia, stanowi więc dowód właściwej aktywności naukowej dr. inż. Marcina Michalaka, związanej głównie z wykorzystaniem technik informatycznych w różnych dziedzinach, ale nie można jej uznać za znaczący osobisty wkład Habilitanta w rozwój dyscypliny informatyka techniczna i telekomunikacja.

Analogiczna ocena dotyczy ostatniej grupy 33 różnorodnych opracowań wymienionych w części II.F wykazu osiągnięć (str. 6-12), obejmującej głównie artykuły w materiałach konferencyjnych, wszystkie ukazały się po uzyskaniu stopnia doktora. Dotyczą one wspomnianych już uprzednio zagadnień, a także analizy danych bio-informatycznych, biklasteryzacji oraz indukcji i oceny reguł.

Działalność publikacyjna pozwoliła dr. inż. Marcinowi Michalakowi osiągnąć rozpoznawalność w środowisku naukowym, której wyznacznikiem są dane bibliometryczne: wg bazy Web of Science (<https://www.webofscience.com/wos/author/record/202665>, dostęp 22.05.2023), H-indeks wynosi 7 i

wynika z indeksacji 46 publikacji cytowanych 191 razy, a wg bazy Scopus (<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=12142665400>, dostęp 22.05.2023), H-indeks wynosi 9, a 53 indeksowane dokumenty cytowano 280 razy.

Zadeklarowany przez Habilitanta w autoreferacie (str. 3) łączny Impact Factor wszystkich publikacji autorstwa/współautorstwa Kandydata wynosi 23,412, w tym dla publikacji zgłoszonych w ramach cyklu 7,321 (ważony IF oszacowano odpowiednio jako 12,334 i 6,535).

V. Ocena aktywności naukowej

Aktywność naukowa dr. inż. Marcina Michalaka związana jest głównie z Wydziałem Automatyki, Elektroniki i Informatyki Politechniki Śląskiej, na którym Habilitant jest zatrudniony. Efekty pracy Habilitanta w tej jednostce zostały docenione zespołowymi Nagrodami Rektora Politechniki Śląskiej za osiągnięcia naukowe (2015) i organizacyjne (2016) (pozycje 2 i 3 w części II.K wykazu osiągnięć, str. 15). Część działalności naukowej prowadzona jest zapewne przez dr. inż. Marcina Michalaka w ramach zatrudnienia w Instytucie Technik Innowacyjnych EMAG Sieci Badawczej Łukasiewicz. Habilitant był również zatrudniony w Głównym Instytucie Górnictwa w Katowicach. W tej instytucji uczestniczył w pracach nad „*przyrządem do mierzenia emisji dwutlenku węgla z hałd kopalnianych*”, która to innowacja została nagrodzona w 2010 roku srebrnym medalem Targów Brussels Innova: „The Belgian and International Trade Fair for Technological Innovation” (pozycje 4 i 5 w punkcie II.K, str. 15). Tematyka części prezentowanych prac, które obejmują zagadnienia związane z cyberbezpieczeństwem i działalnością górniczą sugeruje, iż powstały one właśnie w związku z aktywnością Habilitanta w tych dwóch instytucjach badawczych.

Poza działalnością publikacyjną omówioną w części III i IV recenzji, na aktywność naukową dr. inż. Marcina Michalaka składa się również kierownictwo oraz udział w 25 projektach/grantach (część II.J wykazu osiągnięć, str. 13-14). Świadczą one o działalności Habilitanta we wspomnianych 3 ośrodkach oraz dodatkowo w uczelni zagranicznej.

Pierwsza grupa wymienionych projektów (pozycje 1-3 wspomnianej części II.J wykazu) dotyczy współpracy dr. inż. Marcina Michalaka z prof. Jesusem S. Aguilar-Ruiz'em z Universidad Pablo de Olavide w Sewilli. Habilitant uzyskał grant habilitacyjny Rektora Politechniki Śląskiej i grant Narodowego Centrum Nauki „Miniatura 3” na wyjazd badawczy do tego ośrodka, w ramach którego odbył łącznie 10-tygodniowy staż naukowy w latach 2020-2022 (pozycja III.J wykazu osiągnięć, str. 19). Ponadto uczestniczył jako wykonawca w projekcie realizowanym przez wspomniany uniwersytet i finansowanym ze środków hiszpańskiego Ministerstwa Nauki i Innowacji. Współpraca ta zaowocowała wspólną publikacją w czasopiśmie *IEEE Access*.

W drugiej grupie projektów dr. inż. Marcin Michalak występuje jako przedstawiciel Sieci Badawczej Łukasiewicz, pełniąc funkcję kierownika grantu NCBiR poświęconego zagadnieniom z zakresu cyberbezpieczeństwa (pozycja 4 w części II.J wykazu) oraz wykonawcy (pozycja 5). Habilitant uczestniczył również w innych projektach PO IR, NCBiR związanych z ruchem sieciowym, diagnostyką urządzeń i cyberbezpieczeństwem (pozycje 15, 20, 22), ale w dokumentacji nie określono instytucji jaką reprezentował. Habilitant wspomniał w wykazie osiągnięć (pozycja III.J, str. 19) odbycie miesięcznego stażu naukowego w Instytucie Technik Innowacyjnych EMAG w Katowicach – nie podano terminu, trudno stwierdzić, jak należy rozumieć odbycie stażu w kontekście deklarowanego zatrudnienia w wymienionym Instytucie (autoreferat, str. 1).

Kolejna duża grupa projektów, w których Habilitant pełnił głównie funkcję wykonawcy, związana jest z zagadnieniami występującymi w górnictwie. Dr. inż. Marcin Michalak występował w nich jako przedstawiciel Sieci Badawczej Łukasiewicz (wspomniana pozycja 5 w części II.J wykazu), oraz, jak można przypuszczać jako pracownik Głównego Instytutu Górnictwa (pozycje 6 do 13), ponieważ lista obejmuje

prace statutowe tego Instytutu. W dokumentacji wymieniono także inne projekty PO IR i NCBiR (pozycje 16, 18, 19) dotyczące zagadnień występujących w górnictwie i szerzej przemyśle.

Habilitant kierował również 2 projektami Instytutu Informatyki Politechniki Śląskiej poświęconymi zagadnieniom biklasteryzacji (2016, 2017), a także podzadaniem związanym z przetwarzaniem danych biologicznych (2015) (pozycja 14). Uczestniczył również w tworzeniu specjalności na studiach doktoranckich tej Uczelni w ramach PO KL (pozycja 17).

W wykazie osiągnięć wymieniono również 2 projekty związane z wykorzystaniem informatyki w medycynie (pozycje 21, 25) oraz wsparciu procesu windykacji (pozycja 24), ale nie podano żadnych informacji umożliwiających określenie instytucji jaką dr inż. Marcin Michalak w nich reprezentował.

Reasumując, aktywność naukowa dr. inż. Marcina Michalaka, wyrażająca się udziałem w licznych projektach o różnorodnej tematyce, realizowana była na co najmniej 2 różnych uczelniach (Politechnika Śląska, Universidad Pablo de Olavide w Sewilli) i w co najmniej 2 instytutach badawczych (Instytut Techniki Innowacyjnych EMAG Sieci Badawczej Łukasiewicz, Główny Instytut Górnictwa).

Do dorobku naukowego (część II.L wykazu osiągnięć, str. 15-17) dr. inż. Marcina Michalaka należy zaliczyć również 23 referaty (w tym 1 przed uzyskaniem stopnia doktora) oraz 11 plakatów przedstawionych podczas konferencji międzynarodowych i krajowych: 20 konferencji w Polsce, 8 w Szwajcarii, 2 we Włoszech, 2 w Rosji, 1 w Niemczech i w Grecji. Jeden z współautorskich artykułów został nagrodzony podczas konferencji *Advances in Artificial Intelligence and Applications* (FedCSIS 2015) *International Fuzzy Systems Association Award for Young Scientist* (pozycja II.K.1 wykazu osiągnięć, str. 15).

Habilitant jest również członkiem komitetów organizacyjnych 3 konferencji (część III.C wykazu, str. 17): *ICT Innovations*, *International Joint Conference on Rough Sets* oraz *International Conference on Enterprise Information Systems*. Pełnił funkcję „guest editor” dla *Special Issue "Machine Learning and Data Analysis"* w czasopiśmie *Symmetry* (wydawnictwo MDPI, open access, <https://www.mdpi.com/journal/symmetry/special-issues/Machine-Learning-Data-Analysis>) oraz “managing editor” *Mining - Informatics, Automation and Electrical Engineering* (wydawnictwo AGH, <http://www.miag.agh.edu.pl/>, podanej funkcji nie odnaleziono jednak na stronie internetowej czasopisma).

Aktywność naukowa dr. inż. Marcina Michalaka obejmuje również przygotowywanie 26 recenzji (część III.K wykazu, str. 19-20) dla czasopism międzynarodowych i krajowych (w tym dla 13 czasopism z listy JCR i 2 innych niefigurujących na liście) oraz 72 recenzji (część III.L.1 wykazu) opracowań zgłoszonych do kilku edycji 5 konferencji: *ICT Innovations* (18), *International Conference on Enterprise Information Systems* (27), *International Joint Conference on Rough Sets* (8), *Beyond Databases, Architectures and Structures* (17) i *International Conference on Man Machine Interactions* (2).

Uzupełnieniem aktywności naukowej dr. inż. Marcina Michalaka jest działalność dydaktyczna oraz popularyzatorska prowadzona na Politechnice Śląskiej. Jako działania popularyzatorskie, Habilitant wskazał (część III.L.2 wykazu, str. 20) prace w zespole redakcyjnym 4 edycji *Institute of Informatics Activity Report* (2010/2011, 2012/2013, 2014/2015, 2016/2017) oraz okazjonalne wykłady dla uczniów klas gimnazjalnych (część III.G.1, str. 18). Dr inż. Marcin Michalak prowadzi zajęcia dydaktyczne (część III.G.2, str. 18) zarówno w języku polskim jak i angielskim na Politechnice Śląskiej na 3 kierunkach: Informatyka, Matematyka oraz Control, Electronic, and Information Engineering. W latach 2009-2022 prowadził 7 prac dyplomowych (część III.H, str. 18). Pełni/pełnił funkcję promotora pomocniczego (część III.I, str. 18-19) w 4 przewodach doktorskich, w tym 3 na Politechnice Śląskiej i 1 w Głównym Instytucie Górnictwa, co stanowi dodatkowe potwierdzenie aktywności Habilitanta w tej instytucji. W kolejnym przewodzie, Habilitant pełni funkcję opiekuna naukowego z ramienia pracodawcy jakim jest Instytut

Technik Innowacyjnej EMAG, co potwierdza z kolei aktywność w tej jednostce. Na Politechnice Śląskiej, dr inż. Marcin Michalak sprawował również opiekę nad doktorantami Studiów Doktoranckich uczestniczącymi w projekcie PO KL.

Podsumowując, aktywność naukowa dr. inż. Marcina Michalaka jest bogata i zróżnicowana, obejmuje współpracę naukową z różnymi instytucjami, w tym współudział w tworzeniu publikacji naukowych, prezentację wyników badań podczas konferencji, udział w licznych projektach finansowanych z różnych źródeł, pracę na rzecz konferencji i wydawnictw jako recenzent oraz członek komitetów organizacyjnych, czy zespołów edytorskich. Aktywność naukowa dr. inż. Marcina Michalaka można niewątpliwie ocenić jako istotną. Jest/była ona prowadzona nie tylko na Politechnice Śląskiej, ale również w uczelni zagranicznej Universidad Pablo de Olavide w Sewilli i w Instytucie Technik Innowacyjnych EMAG Sieci Badawczej Łukasiewicz oraz w Głównym Instytucie Górnictwa.

Habilitant wykazał więc istotną aktywność naukową wymaganą art. 219 ust. 1 pkt 3 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce [U].

VI. Wniosek końcowy

W świetle ocen cząstkowych przedstawionych w części III i IV recenzji, stwierdzam, iż przedstawione przez dr inż. Marcina Michalaka osiągnięcie naukowe w postaci cyklu 10 artykułów pt. „*Wnioskowanie boolowskie w biklasteryzacji*” obejmuje powiązane tematycznie publikacje, ale tylko 5 z nich zostało opublikowanych w czasopismach lub materiałach konferencji dopuszczonych przez art. 219 ust. 1 pkt 2 lit. b ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* oraz art. 179 ust. 6 pkt 2 ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. – *Przepisy wprowadzające ustawę Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce*.

Zgłoszone w ramach cyklu artykuły prezentują interesującą koncepcję badawczą, ale nie można uznać, iż przedstawione osiągnięcie naukowe, stanowi na obecnym etapie badań znaczący indywidualny wkład Habilitanta w rozwój dyscypliny informatyka techniczna i telekomunikacja.

Pozostałe publikacje Habilitanta również zawierają interesujące wyniki, dotyczą one jednak różnych zagadnień głównie z zakresu zastosowań informatyki, a deklarowany udział Kandydata w ich powstaniu jest ograniczony. Nie można wyodrębnić, w ramach pozostałych osiągnięć, innego spójnego tematycznie cyklu spełniającego wymogi ustawy.

Dr inż. Marcin Michalak zgromadził znaczący dorobek w postaci głównie współautorskich artykułów w czasopismach i materiałach konferencyjnych, wykazał się istotną aktywnością naukową w różnych obszarach badawczych. Przedstawione osiągnięcia naukowe tworzą zbiór interesujących wyników, ale nie można uznać, iż stanowią one znaczny indywidualny wkład Habilitanta w rozwój dyscypliny informatyka techniczna i telekomunikacja. Tym samym nie można uznać, iż spełnione zostały wymagania art. 219 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce*.

W konsekwencji zmuszona jestem negatywnie zaopiniować wniosek dr inż. Marcina Michalaka o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

.....
prof. dr hab. inż. Małgorzata Sterna