

R E C E N Z J A

osiągnięcia naukowego oraz dorobku naukowo-badawczego, i popularyzatorskiego Pana dr Patryka Żywicy w związku z postępowaniem habilitacyjnym

I. PODSTAWA RECENZJI

Niniejsza recenzja została opracowana na zlecenie Rady Naukowej Instytutu Badań Systemowych PAN (pismo nr BA3-0006-6/23, z dnia 18 stycznia 2024r., sygnowane przez Dyrektora Instytutu ds. Naukowych dra hab. inż. Jana Owsińskiego) i dotyczy postępowania habilitacyjnego Pana dra Patryka Żywicy, wszczętego przez RDN w dniu 27.06.2023 r., w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, dyscyplina informatyka techniczna i telekomunikacja.

Podstawą do opracowania recenzji była dokumentacja wniosku o nadanie stopnia doktora habilitowanego, przygotowana przez Kandydata.

II. DANE OGÓLNE O KANDYDATCE

Pan dr Patryk Żywica uzyskał dyplomy magistra informatyki w roku 2012 oraz magistra matematyki w roku 2013, na Wydziale Matematyki i Informatyki Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu.

Stopień doktora nauk matematycznych, uzyskał również na Wydziale Matematyki i Informatyki, Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu w roku 2016. Tytuł rozprawy doktorskiej to: „Miary podobieństwa przedziałowych zbiorów rozmytych w klasyfikacji danych niepewnych. Zastosowania w diagnostyce guzów jajnika”.

Od 1 października 2019r. do dnia dzisiejszego pracuje na etacie adiunkta naukowo-badawczego w Zakładzie Sztucznej Inteligencji, Wydział Matematyki i Informatyki, Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu.

III. CHARAKTERYSTYKA I OCENA OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO

Przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe stanowi cykl, powiązanych tematycznie, 7 publikacji naukowych pod wspólnym tytułem: **”Miary podobieństwa dla danych niepewnych wraz z zastosowaniami”**:

- [1] **Patryk Żywica**, Michał Baczyński. An effective similarity measurement under epistemic uncertainty. Fuzzy sets and systems. 431, 2022, 160–177, **MEiN: 140, IF: 3.9**
- [2] **Patryk Żywica**. Application of uncertainty-aware similarity measure to classification in medical diagnosis. 2020 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE 2020). 2020, 1–8, **MEiN: 140**
- [3] **Patryk Żywica**, Anna Stachowiak. Uncertainty-aware similarity measures – properties and construction method. 11th Conference of the European Society for Fuzzy Logic and Technology (EU-SFLAT 2019). 2019, 512–519, **MEiN: 20**
- [4] **Patryk Żywica**. Modelling medical uncertainties with use of fuzzy sets and their extensions. 17th International Conference Information Processing and Management of Uncertainty in Knowledge-Based Systems (IPMU 2018). 2018, 369–380, **MEiN: 20**

- [5] Andrzej Wojtowicz, **Patryk Żywica**, Anna Stachowiak, Krzysztof Dyczkowski. Solving the problem of incomplete data in medical diagnosis via interval modeling. *Applied Soft Computing*. 2016, 47, 424–437, **MEiN: 200, IF: 8.7**
- [6] **Patryk Żywica**, Krzysztof Dyczkowski, Andrzej Wójtowicz, Anna Stachowiak, Sebastian Szubert, Rafał Moszyński. Development of a fuzzy-driven system for ovarian tumor diagnosis. *Biocybernetics and Biomedical Engineering*. 2016, 36(4), 632–643, **MEiN: 140, IF: 6.4**
- [7] **Patryk Żywica**, Anna Stachowiak, Maciej Wygralak. An algorithmic study of relative cardinalities for interval-valued fuzzy sets. *Fuzzy Sets and Systems*. 2015, 294, 105–124, **MEiN: 140, IF: 3.9**

Omawiane osiągnięcie naukowe pt. **”Miary podobieństwa dla danych niepewnych wraz z zastosowaniami”** obejmuje wyniki z obszarów badawczych takich, jak obliczenia miękkie, inteligencja obliczeniowa, rozumowanie przybliżone czy wspomaganie podejmowania decyzji. Przedmiotem omawianych badań są w szczególności miary podobieństwa zbiorów rozmytych oraz ich rozszerzeń. Jest to bardzo aktywny temat badawczy, co potwierdza duża aktywność publikacyjna w literaturze światowej. Główny problem naukowy, jaki rozważany był przez Habilitanta, to efektywny pomiar podobieństwa danych obarczonych niepewnością w sensie epistemicznym, gdy jest ograniczone zrozumienie procesu rzeczywistego, dla którego tworzony jest model. Do rozwiązania problemu niezbędne jest zarówno zdefiniowanie znaczenia samego podobieństwa, jak i opracowanie efektywnych metod jego mierzenia. Prowadzone przez Habilitanta badania były skierowane na zastosowania w diagnostyce medycznej. Jego zdaniem, właśnie ten obszar zastosowań ze względu na ważkość i złożoność, tworzy interesujące wyzwania.

I tak, w pracy [1], przedstawiono analizę różnych miar podobieństwa ze szczególnym uwzględnieniem miar addytywnych. Omówiono ich unikalne właściwości i podano efektywne algorytmy obliczania ich przedziałowych i wielowartościowych rozszerzeń. Zamieszczono też wyniki dotyczące różnych wariantów reprezentacji niepewności za pomocą zbiorów rozmytych.

W pracy [2] Autor zamieścił wyniki ewaluacji skuteczności klasyfikacji opartej na koncepcji miary podobieństwa, zachowującej niepewność. Po raz pierwszy wykorzystał On addytywne miary podobieństwa oparte na operatorach implikacji, w miejsce tzw. indeksu Jaccarda. Skuteczność metody została zweryfikowana na dwóch przykładowych zbiorach danych.

Praca [3] jest poświęcona miarom podobieństwa dla funkcji o rozmytej przynależności - Fuzzy Membership Function Family (FMFF) oraz przedziałowych zbiorów rozmytych - Interval Valued Fuzzy Sets (IVFS). Przedstawiono w niej ogólną dyskusję nad właściwościami miar podobieństwa FMFF, które umożliwiają uwzględnienie niepewności o charakterze epistemicznym. Zgodnie z deklaracją Habilitanta rozszerzył On, zaproponowaną dla IVFS w rozprawie doktorskiej, koncepcję miar podobieństwa zachowujących niepewność na FMFF. Ponadto podał bardziej szczegółowe wyniki w kontekście IVFS, pozwalające na konstrukcję takich miar w oparciu o teorię klasycznych zbiorów rozmytych.

W pracy [4] Autor rozwija problemy modelowania danych niepewnych na przykładzie zastosowań w diagnostyce medycznej. Pierwszy dotyczy standaryzacji i konwersji danych do reprezentacji rozmytej. Przedstawił rozwiązanie, które pozwala modelować dane w sposób zgodny z semantyką zbioru rozmytego, a także zwiększyć możliwość modelowania niepewności danych. Drugi dotyczy niewydolności ekspresji metod modelowania opartych na przedziałach. W pracy przedstawił też dwa rzeczywiste przykłady danych medycznych, które nie mogą być opisane za pomocą modelu przedziałowego. Właśnie to doprowadziło to do sformułowania tzw. koncepcji funkcji o rozmytej przynależności - Fuzzy Membership Function Family (FMFF), która niweluje wspomniane problemy.

W pracy [5] zaproponowano przedziałowy model dla analizy danych medycznych, który pozwala na jednorodne traktowanie danych kompletnych oraz niekompletnych. Zgodnie z deklaracją Habilitanta, Jego udział w tej pracy polegał na opracowaniu koncepcji przedziałowego modelowania danych niekompletnych, opracowaniu przykładu stosownego przykładu,

przygotowaniu oprogramowania do przeprowadzenia ewaluacji skuteczności, doborze skal diagnostycznych wykorzystywanych w ewaluacji oraz uczestnictwie w analizie uzyskanych wyników.

W pracy [6] przedstawiony jest inteligentny system do diagnostyki guzów jajnika (OvaExpert), zbudowany w oparciu o teorię zbiorów rozmytych i inne techniki tzw. obliczeń miękkich. Zgodnie z deklaracją udział Habilitanta w opracowaniu tego systemu polegał na kierowaniu projektem informatycznym, opisie cech systemu, opracowaniu oraz implementacji modułu diagnostycznego opartego na klasyfikatorze przedziałowym, opracowaniu i implementacji mechanizmu anonimizacji danych medycznych oraz przygotowaniu oprogramowania do przeprowadzenia oceny skuteczności metody. System OvaExpert został wdrożony w Klinice Ginekologii Operacyjnej, Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu. Ponadto został objęty programem Inkubator Innowacyjności realizowanym przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego we współpracy z Poznańskim Parkiem Naukowo-Technologicznym, a także uzyskał prestiżową nagrodę Microsoft Azure Machine Learning Award.

Praca [7] zawiera wyniki badań nad uogólnionymi mocami względnymi zbiorów rozmytych oraz ich właściwościami obliczeniowymi. Podstawowym celem autorów pracy było rozszerzenie mocy względnej zbiorów rozmytych na przypadek przedziałowych zbiorów rozmytych - Interval Valued Fuzzy Sets (IVFS) i skonstruowanie efektywnych algorytmów jej obliczania. Zgodnie z deklaracją Habilitanta, moc względna zbiorów rozmytych nigdy nie była samodzielnym tematem badawczym w kontekście relacji z IVFS. Potrzeba wypełnienia tej luki doprowadziła do skonstruowania parametryzowanego t-normą rozszerzenia przedziałowego mocy względnej zbiorów rozmytych. Udział Habilitanta w przygotowaniu tej pracy polegał na wizualizacji mocy względnych dla zbiorów rozmytych, zaproponowaniu koncepcji uogólnionych mocy względnych dla IVFS oraz analizie znanych i zaproponowaniu nowych algorytmów obliczeniowych.

Po dokonaniu analizy merytorycznej zawartości wymienionych wyżej siedmiu publikacji oraz uwzględnieniu stosownych deklaracji Autora, do najważniejszych składowych Jego osiągnięcia można zaliczyć takie elementy jak:

- Zdefiniowanie miary podobieństwa zachowującej niepewność, wraz z obszerną analizą własności podobieństwa wobec niepewności epistemicznej – w warunkach ograniczonego zrozumienia procesu rzeczywistego, dla którego tworzony jest model;
- Dokonanie algorytmizacji procesu obliczeniowego dla uogólnionego współczynnika podobieństwa Jaccarda, w przypadku typowych, przedziałowych zbiorów rozmytych;
- Dokonanie algorytmizacji procesu obliczeniowego miar podobieństwa opartych na operatorach implikacji, w przypadku typowych przedziałowych zbiorów rozmytych;
- Weryfikacja poprawności działania opracowanych metod na dwóch przykładowych problemach decyzyjnych;
- Praktyczne wdrożenie metod klasyfikacji, przygotowanych z wykorzystaniem opracowanych miar podobieństwa w inteligentnym systemie wspomagającym diagnostykę medyczną guza jajnika o nazwie autorskiej **OvaExpert**.

W kontekście powyższych uwag należy stwierdzić, że dorobek naukowy pana dra Patryka Żywicy, zaprezentowany w postaci siedmiu, powiązanych tematycznie publikacji, zamieszczonych w wysokiej rangi czasopismach z listy JCR oraz prestiżowych konferencjach międzynarodowych (sumaryczny Impact Factor: 22,9; liczba cytowań: GS: 97 WoS: 62 SC: 78; bez autocytowań: GS: 69 WoS: 43 SC: 57; liczba punktów MEiN: 790) objętych wspólnym tytułem: **Miary podobieństwa dla danych niepewnych wraz z zastosowaniami**, stanowi znaczne osiągnięcie naukowe, mieszczące się ramach dyscypliny informatyka techniczna i telekomunikacja.

IV. AKTYWNOŚĆ NAUKOWA

1. Monografie naukowe

Habilitant zamieścił w wykazie dorobku znaczącą liczbę rozdziałów w monografiach naukowych: 7 przed i 7 po uzyskaniu stopnia doktora. Oczywiście, figurują one jako publikacje spoza listy JCR. Z tego trzy to typowe materiały konferencyjne, a część spośród pozostałych również powstała jako efekt konferencji. Wszystkie publikacje konferencyjne znalazły się w tej grupie. W punkcie dotyczącym udziału w konferencjach wymienionych jest 12 konferencji tylko z nazwy, bez tytułów referatów. Jest nadzieja, że ten przydział stoi w zgodzie z wymogami formalnymi, chociaż nie ma to najmniejszego wpływu na zawartość merytoryczną związanych z nimi publikacji.

2. Artykuły w czasopismach naukowych

Habilitant zamieścił w wykazie 13 publikacji w czasopismach naukowych, 10 po- oraz 3 przed doktoratem, z czego tylko dwie spoza listy JCR, opublikowane przed doktoratem.

Należy stwierdzić, że całkowity dorobek publikacyjny Habilitanta jest znaczący, o czym świadczą dane naukometryczne: IF - przed doktoratem: 5,2, po doktoracie: 47,6; łącznie: 52,8; cytowania: GS: 441 WoS: 241 SC: 312; bez autocytowań: GS: 313 WoS: 190 SC: 228; Indeks Hirscha: GS: 14 WoS: 11 SC: 12; punkty MEiN: przed doktoratem: 290, po doktoracie: 1760, łącznie: 2050. Na szczególną uwagę zasługuje liczba cytowań.

3. Udział w konferencjach naukowych.

Habilitant bardzo aktywnie, rokrocznie uczestniczył w międzynarodowych, prestiżowych konferencjach naukowych. Wykaz obejmuje 12 konferencji począwszy od roku 2013. Konferencje są silnie powiązane tematycznie. Większość z nich zawiera w nazwie termin „Fuzzy Systems”.

Ponadto, występował jako współorganizator sesji specjalnej w trzech edycjach konferencji międzynarodowej **IEEE International Conference on Fuzzy Systems**, w latach 2020, 2021, 2022. Świadczy to o jego wysokiej pozycji w międzynarodowym środowisku naukowym.

4. Udział w pracach zespołów realizujących projekty finansowane w drodze konkursów

Habilitant, jako członek zespołu/wykonawca w pięciu projektach, figurujących pod takimi sztykami jak: Horizon Europe, Leonardo da Vinci, NCBiR, NCN, Inkubator Innowacyjności, a kierownik w jednym przypadku (NCN), posiada znaczący dorobek w zakresie realizacji projektów badawczych.

5. Członkostwo w organizacjach i towarzystwach naukowych

Habilitant spełnia ten warunek, jest członkiem IEEE (Computational Intelligence Society) oraz Polskiego Towarzystwa Zbiorów Rozmytych (PolFuzz).

6. Staże w instytucjach naukowych

Habilitant w swojej karierze odbył dwutygodniową wizytę w Uniwersytecie w Edmontonie, (Kanada) w ramach szkolenia: “Entrepreneurship and Soft Skills Training Program”, 2015. Ponadto odbył wizytę studyjną w Dolinie krzemowej (UC Berkeley, Stanford University, Google, LinkedIn, AirB&B, Cerebras) w ramach projektu AITech w 2022 roku. Od 2021 roku aktywnie współpracuje z grupą badawczą CILAB (Uniwersytet Aldo Moro w Bari, Włochy). W 2023 roku, jako visiting profesor odbył staż w CILAB Laboratory gdzie prowadził wykłady dla studentów i doktorantów, miał wystąpienie na seminarium oraz uczestniczył w badaniach naukowych.

7. Recenzowanie prac naukowych

W zakresie recenzowania prac naukowych dorobek Habilitanta jest znaczący. Recenzuje regularnie artykuły w prestiżowych czasopismach międzynarodowych o tematyce ściśle związanej z Jego dyscypliną naukową (Fuzzy Systems).

8. Uczestnictwo w programach międzynarodowych.

Habilitant ma znaczący dorobek w zakresie uczestnictwa w programach międzynarodowych: Horizon Europe (2023-), Eureka - NCBIr (2013-2016), Leonardo da Vinci (2010 – 2011).

W kontekście powyższych uwag, aktywność naukową Habilitanta należy ocenić bardzo wysoko, zarówno w zakresie publikacyjnym, jak i w sensie ogólnego udziału w środowisku naukowym.

V. WSPÓLPRA Z OTOCZENIEM SPOŁECZNYM I GOSPODARCZYM

Habilitant ma na swoim koncie opracowanie i wdrożenie systemu OvaExpert. Opracowany w latach 2014-2018 OvaExpert, to inteligentny system wspomagający diagnostykę medyczną guza jajnika, pomyślany jako skuteczne narzędzie w przypadku danych niskiej jakości danych (niepewnych i niepełnych). W systemie wykorzystano nowatorskie podejście oparte na przedziałowych zbiorach rozmytych do modelowania niepewności danych i bipolarności w procesie diagnostycznym. System został wdrożony w Klinice Ginekologii Operacyjnej, Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu, gdzie był wykorzystywany zarówno jako wsparcie w procesie diagnostycznym, jak i jako narzędzie do zbierania i przetwarzania danych na potrzeby prowadzonych tam badań naukowych. Co ważne, jego rozwój jak i wdrożenie było możliwe dzięki ściślejszej, interdyscyplinarnej współpracy z naukowcami ze środowiska medycznego. OvaExpert został objęty programem Inkubator Innowacyjności realizowanym przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego we współpracy z Poznańskim Parkiem Naukowo-Technologicznym. Ponadto badania prowadzone nad systemem zostały docenione na arenie międzynarodowej przez firmę Microsoft, o czym świadczy przyznanie Microsoft Azure Machine Learning Award. Produkt ten uzyskał też bardzo prestiżowy dokument o nazwie **Świadectwo Rejestracji dla znaku towarowego w Unii Europejskiej** w klasie usług medycznych.

Ponadto, Habilitant od roku 2019 aktywnie współpracuje z 4ScienceInstitute. W latach (2019-2020) uczestniczył w realizacji projektu DIH4Future – Cyfrowa transformacja przedsiębiorstw. Organizował konferencję: „Przedsiębiorczość akademicka - pomost pomiędzy nauką a biznesem” (2013). Aktywnie Współpracował z Poznańskim Akademickim Inkubatorem Przedsiębiorczości (2012-2014).

Był też ekspertem oceniającym wnioski w ramach konkursu Szybka Ścieżka (2020) oraz Szybka Ścieżka dla Mazowsza (2020) w Narodowym Centrum Badań i Rozwoju.

Do znaczących osiągnięć Habilitanta należy też zaliczyć udział od 2022 roku w projekcie Sztuczna empatia w roju robotów. Obejmuje on badania prowadzone w kierunku stworzenia roju małych robotów, które w zmieniających się warunkach środowiskowych będą podejmować decyzje w oparciu o empatię poznawczą.

Kolejny projekt to „Fragmentacja krajobrazu (2019 – 2021)”, którego celem była ocena dynamiki zmian użytkowania terenu w otulinach 159 parków narodowych w 11 wybranych krajach Europy, na podstawie bazy danych CORINE Land Cover w okresie od 1990 do 2018 roku.

W ramach współpracy z otoczeniem gospodarczym mieści się również praca dotycząca oceny zrównoważonego utrzymania ruchu (2017 – 2020). Chodziło o użycie rozmytego podejścia do dostarczenia modeli matematycznych jako podstawy Przemysłu 4.0.

Reasumując należy stwierdzić, że dorobek Habilitanta w zakresie współpracy z otoczeniem gospodarczym jest ponadprzeciętny.

VI. Działalność organizacyjna i popularyzująca naukę

Do działalności organizacyjnej Habilitanta należy zaliczyć funkcję wydziałowego koordynatora ogólnopolskiego konkursu na najlepszą pracę inżynierską (2020-), funkcję pełnomocnika

dziekana ds. projektów inżynierskich oraz przewodniczącego podkomisji ds. prac inżynierskich Rady programowej kierunku Informatyka (2020-), współorganizowanie konferencji: konferencji „Kierunek - Innowacja” (2014), „Przedsiębiorczość akademicka - pomost pomiędzy nauką a biznesem” (2013), a także funkcję menadżera innowacji w projekcie „Studenckie Centrum Innowacji i Transferu Technologii” prowadzonym przez Poznański Akademicki Inkubator Przedsiębiorczości (2012 – 2014).

Ponadto Habilitant jest członkiem Rady Naukowej dyscypliny matematyka i informatyka na Wydziale, a w latach 2019 – 2020 był członkiem wydziałowej rady programowej kierunków informatycznych.

Reasumując, działalność organizacyjna i popularyzatorska Habilitanta pozostaje bez zarzutu.

VII. Osiągnięcia dydaktyczne

Habilitant jest bardzo aktywny w zakresie obsługi dydaktyki. Prowadzi trzy wykłady, w tym jeden anglojęzyczny. Ma w swoim dorobku obsługę dydaktyczną szeregu laboratoriów, w tym kilka anglojęzycznych. Wypromował 150 inżynierów, pełnił funkcję opiekuna wielu projektów inżynierskich, aktualnie nadzoruje pracę magisterską. Jest autorem wielu sylabusów i materiałów do przedmiotów, w tym anglojęzycznych.

VIII. Nagrody i wyróżnienia

Habilitant jest laureatem szeregu nagród w tym, między innymi, międzynarodowej zespołowej nagrody **Microsoft Azure for Research Award** za osiągnięcie „Azure Machine Learning – Development of an Intelligent System for Ovarian Tumor Diagnosis” przyznawaną przez firmę Microsoft, nagrody Rektora UAM pierwszego stopnia za pracę nad systemem OvaExpert, konkursu „Wsparcie najbardziej produktywnej naukowo młodej kadry badawczej” w ramach projektu „Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza”, nagrody „Best from the Best” firmy Volkswagen, nagrody Marszałka Województwa Wielkopolskiego „Za szczególne osiągnięcia związane z edukacją”. Widać, że wyniki Jego badań są dostrzegane i nagradzane w środowisku naukowym.

IX. PODSUMOWANIE I WNIOSEK KOŃCOWY

Stwierdzam, że zaprezentowane przez Pana dr Patryka Żywicę osiągnięcia naukowe w postaci siedmiu, powiązanych tematycznie publikacji pod nazwą „Miary podobieństwa dla danych niepewnych wraz z zastosowaniami” oraz całkowity dorobek naukowy, powstały po uzyskaniu stopnia doktora, stanowią znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej informatyka techniczna i telekomunikacja. Ogólny dorobek naukowy oraz działalność popularyzatorska i organizacyjna spełniają z należytą wagą wymagania, stawiane osobom ubiegającym się o nadanie stopnia doktora habilitowanego, określone w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce (Dz.U. z 2018 r., poz.1668 ze zm.). **W kontekście powyższego, bez wahania popieram wniosek o nadanie stopnia doktora habilitowanego dr. Patrykowi Żywicy.**

