

Prof.dr hab. inż. Andrzej Piegat
Szczecin 21.05.2024

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny

Wydział Informatyki

Żołnierska 49, 71-210 Szczecin

Recenzja osiągnięć dr inż. Patryka Żywicy
ubiegającego się o nadanie stopnia doktora habilitowanego
w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie
informatyka techniczna i telekomunikacja

Niniejsza recenzja wykonana została na zlecenie Rady Naukowej Instytutu Badań Systemowych Polskiej Akademii Nauk z dnia 12 stycznia 2024 r.

Dr inż. Patryk Żywica zwany dalej Kandydatem ubiega się o nadanie stopnia doktora habilitowanego na podstawie pkt 2b Art.219 ustawy z dnia 20 lipca 2018r Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2021) o następującym brzmieniu:"Stopień doktora habilitowanego nadaje się osobie , która posiada w dorobku osiągnięcia naukowe albo artystyczne, stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny, w tym co najmniej:

2b) 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 lit.b.

1. Ocena dorobku naukowego Kandydata

Dorobek naukowy Kandydata, zwany także osiągnięciem naukowym, określony został przez niego wspólnym tytułem "Miary podobieństwa dla danych niepewnych wraz z zastosowaniami" obejmuje 7 pozycji oznaczonych H1-H7. Są to:

H1 Patryk Żywica, Michał Baczyński. An effective similarity measurement under epistemic uncertainty. Fuzzy sets and systems. 431, 2022, 160–177, doi: 10.1016/j.fss.2021.02.013. MEiN: 140, IF: 3.9

H2 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, doi:10.1109/FUZZ48607.2020.9177845. MEiN: 140

H3 Patryk Żywica, Anna Stachowiak. Uncertainty-aware similarity measures – properties and construction method. 11th Conference of the European Society for Fuzzy Logic and Technology (EUSFLAT2019). 2019, 512–519, doi: 10.2991/eusflat-19.2019.71. MEiN: 20

H4 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, doi: 10.1007/978-3-319-91479-4_31. MEiN: 20

H5 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, doi: 10.1016/j.asoc.2016.05.029. MEiN: 200, IF: 8.7

H6 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, doi: 10.1016/j.bbe.2016.08.003. MEiN: 140, IF: 6.4, 47, 424–437, doi:10.1016/j.asoc.2016.05.029.

H7 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, doi: 10.1016/j.fss.2015.11.007. MEiN: 140, IF: 3.9.

Osiągnięcie naukowe Kandydata osadzone jest w zakresie Systemów Rozmytych (SR). Systemy te zaczęły się intensywnie rozwijać od lat 70tych XX wieku w formie 2 głównych nurtów:

1. Rozmyte modelowanie i sterowanie regułowe (RMiSR),
2. Matematyka systemów rozmytych (MSR).

Podstawą sukcesu Systemów Rozmytych były RMiSRegułowe, bowiem umożliwiały one wykorzystanie lingwistycznej wiedzy ekspertów nabytej podczas obsługi systemów rzeczywistych. Sukces SR był duży, zaskakujący i potwierdzony praktycznymi zastosowaniami. Nie było więc wątpliwości, że RMS Regułowe to bardzo pożyteczna gałąź wiedzy. Gorzej niestety było z drugim działem Systemów Rozmytych to jest matematyka rozmyta i jej działem arytmetyką rozmytą. Początkowo twórcy SR twierdzili, że arytmetyka rozmyta jest prosta i wyrażali jej operacje w prostych wzorach. Miało być to jej zaletą. Niestety dość szybko okazało się, że tak nie jest i że zaproponowane sposoby realizacji arytmetyki rozmytej i innych działów MR zawierają sporo

niedoskonałości generujących niekiedy błędne lub nieużyteczne wyniki, i że matematyka rozmyta, jako matematyka granularna wymaga dalszego dopracowania i udoskonalenia. Jest ona bowiem znacznie trudniejsza od matematyki liczb dokładnych, czyli matematyki klasycznej. I od lat 70 tych XX wieku trwa proces ciągłego doskonalenia MR. Proces ten nie został jeszcze zakończony i jest jeszcze wiele do zrobienia. I właśnie prace naukowe Kandydata są silnie osadzone w nurcie udoskonalania matematyki rozmytej, a dokładniej, udoskonalania sposobu obliczeń miar podobieństwa danych niepewnych. Jest to tylko fragment matematyki rozmytej, a fragmentów takich istnieje tyle ile jest działów matematyki klasycznej. Każdy z tych działów wymaga, jak określa to Kandydat w publikacji H5 "unipewnienia danych (uncertaintification)" a obliczone wyniki powinny być "świadome istniejących niepewności (uncertainty-aware)", jeśli tylko niepewności istnieją w danych. Wydaje się, że bodźcem który skłonił Kandydata do udoskonalania miar podobieństwa było zapoznanie się z problematyką diagnozowania nowotworów jajnika u kobiet. Zadanie to Kandydat rozwiązywał przy współpracy z naukowcami, chirurgami ginekologicznymi. W zadaniu tym zachodziła konieczność zaklasyfikowania stanu badanego jajnika albo do klasy nowotworu złośliwego albo do łagodnego. Podstawą diagnozowania był zbiór kilkunastu cech jajnika z których część była niepewna. Dodatkowo wektory danych niektórych pacjentek były niekompletne: brakowało wyników niektórych badań lekarskich. Na początku swoich prac Kandydat stosował istniejące wówczas miary podobieństwa, np. indeks Jaccarda. Jednak indeks ten, jak i inne istniejące wówczas miary podobieństwa okazały się w obliczu poziomu komplikacji diagnozowania nowotworu jajnika niedoskonałe chociaż nie były skomplikowane obliczeniowo. Nie posiadały one wielu niezbędnych cech matematycznych, które mogłyby zwiększyć ich doskonałość i niezawodność oceny podobieństwa koniecznej przy klasyfikacji nowotworu. Konieczne matematyczne cechy miar podobieństwa Kandydat podaje w publikacjach H3 i H1. Ważnym faktem jest też dostrzeżenie przez Kandydata występowania w problemach rzeczywistych dwóch rodzajów niepewności: niepewności epistemicznej i ontycznej. Wielu naukowców zajmujących się systemami rozmytymi nie dostrzega tego faktu i proponuje metody obliczeniowe nierozróżniające tych rodzajów niepewności ponieważ w matematyce klasycznej rozróżnienie takie nie występuje i nie jest potrzebne. Kandydat słusznie zwraca uwagę na to, że przy obliczaniu miar podobieństwa nie można opierać się jedynie na samym podobieństwie wartości cech, lecz także na odmiennościach istniejących między porównywanymi obiektami. Takie postępowanie prowadzi jednak do konieczności stosowania interwałów i zbiorów rozmytych typu 2 i do wzrostu komplikacji obliczeń. Jest to jednak nieunikniony koszt podwyższenia dokładności uzyskiwanych wyników. Kandydat zauważyła także, że podobieństwo dwóch obiektów jest w ogólnym wypadku zależnością

wielo-atrybutową (obiekty charakteryzują się zwykle zbiorem cech). Niektóre z cech obiektów mogą być nieistotne przy określaniu podobieństwa. Inne posiadają natomiast zróżnicowaną, mniejszą lub większą istotność. Wykrycie istotności poszczególnych cech umożliwia rezygnację z cech nieistotnych i mało istotnych, co z kolei daje obniżenie kosztów badań medycznych koniecznych do zdiagnozowania nowotworów. Kandydat przy opracowywaniu swoich miar podobieństwa sam narzucił sobie pewien dodatkowy wymóg, którego inni konstruktorzy tych miar sobie nie narzucali. Chodzi tu o wymóg intuicyjności opracowanych miar i posiadania przez nie interpretacji, która byłaby zrozumiała dla użytkowników, np. dla lekarzy, którym trudno byłoby zrozumieć miary o zbyt abstrakcyjnym, matematycznym charakterze. Intuicyjność i zrozumiałość miar zwiększa ich szanse na szerokie stosowanie w praktyce. W swojej pracy badawczej nad opracowaniem skutecznych miar podobieństwa danych niepewnych epistemicznie Kandydat postawił przed sobą 6 celów i hipotez badawczych wymienionych zbiorowo w punkcie 4.1.3 Autoreferatu.

1. Podobieństwo danych niepewnych epistemicznie podlega formalizacji ...
2. Możliwe jest skonstruowanie efektywnych obliczeniowo miar podobieństwa dla danych niepewnych epistemicznie.
3. Miary wymienione w pkt.2 mogą być zdefiniowane na podstawie już znanych miar podobieństwa klasycznych zbiorów rozmytych.
4. Miary podobieństwa podane w pkt.2 można skutecznie i efektywnie zastosować w problemie klasyfikacji.
5. Zbiory rozmyte umożliwiają zdefiniowanie reprezentacji danych zgodnych z interpretacją epistemiczną, która umożliwia jednorodne modelowanie danych pewnych, niekompletnych i niepewnych.
6. Kluczowym celem związanym z opracowywanymi przez Kandydata miarami podobieństwa jest zapewnienie możliwości zastosowania ich do modelowania danych medycznych cechujących się złożonością, głębią i nieodzowną niepewnością.

Po analizie przedstawionych przez Kandydata publikacji H1-H7 przedstawiających jego osiągnięcie naukowe z całą pewnością mogę stwierdzić, że wykazał on hipotezy i zrealizował cele 1-6 odnoszące się do jego badań. Ważną kwestią związana z przedstawionym osiągnięciem naukowym Kandydata jest użyteczność uzyskanych przez niego wyników. Kandydat przez wiele lat współpracował z zespołem naukowców medycznych w zakresie diagnozowania nowotwora jajników. Medyczne zastosowania systemów rozmytych motywowane są tym, że niepewność i niekompletność tych danych jest ich permanentną cechą. W przypadku diagnozowania jednego i tego samego przypadku dość często zdarza się, że dwóch specjalistów odmiennie diagnozuje rozpatrywany rodzaj nowotworu (złośliwy bądź łagodny) na podstawie przedstawionego zbioru wyników badań pacjentki. Jedną z przyczyn różniącego się diagnozowania jest

przykładanie przez specjalistów różniących się współczynników istotności do poszczególnych wyników badań tworzących wektor wyników pacjentki (różnice w rankingowaniu wyników badań). Po wieloletniej współpracy Kandydata z zespołem naukowców medycznych opracowany został system klasyfikacji (diagnozowania) rodzaju nowotworu jajnika OvaExpert, który został zweryfikowany i wdrożony w Klinice Ginekologii Operacyjnej Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu. System ten nie tylko wspiera diagnozowanie nowotworów lecz także dokonuje zbierania i odpowiedniego przetwarzania danych o pacjentce. System został zgłoszony w Europejskim Biurze Patentowym. Opracowanie tego systemu zostało finansowo wsparte przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz Poznańskiego Parku Naukowo-Technologicznego. Za granicą także doceniono znaczenie systemu OvaExpert przez firmę Microsoft, która przyznała systemowi nagrodę za dokonania w zakresie uczenia maszynowego. W kraju system OvaExpert został pozytywnie oceniony przez Polskie Towarzystwo Ginekologiczne. Przypadek systemu OvaExpert bazującego na dokonaniach Kandydata jest jednym z coraz liczniej obserwowanych dowodów pokazujących, że w diagnozowaniu chorób Sztuczna Inteligencja jest mocnym wsparciem dla lekarzy i coraz częściej przewyższa ich pod względem trafności diagnoz. Podsumowując, osiągnięcie naukowe Kandydata przedstawione w publikacjach H1-H7 oceniam bardzo wysoko.

Ocena aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej

Informacje dotyczące tego punktu oceny dorobku podane zostały w pkt 5 Autoreferatu Kandydata. Przede wszystkim należy podkreślić, że Kandydat przez wiele lat współpracował z kilkusobowym zespołem lekarzy z Kliniki Ginekologii Operacyjnej Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu. Współpraca ta umożliwiła zastosowanie miar podobieństwa opracowanych przez Kandydata, ich weryfikację, oraz wspólne stworzenie systemu OvaExpert do diagnozowania nowotworu jajnika. Kandydat współpracował z naukowcami zagranicznymi wymienionymi poniżej.

1. Z dr Gabriellą Casalino oraz jej grupą badawczą na Uniwersytecie Aldo Moro w Bari, Włochy,
2. Z dr hab. Markiem Reformatem z Uniwersytetu w Edmonton w Kanadzie,
3. Z prof. Ines Couso z Uniwersytetu w Oviedo, Hiszpania.

Wszystkie te przypadki współpracy dały w wyniku publikacje w znaczących czasopismach i konferencjach oraz umożliwiły pobyty naukowe bądź pobyty jako visiting professor na uczelniach zagranicznych. W kraju Kandydat współpracował także ze znaczącymi naukowcami wymienionymi poniżej.

1. Z dr hab. Małgorzatą Jasiukiewicz-Kaczmarek z Politechniki Poznańskiej.

2. Z prof. dr hab. Michałem Baczyńskim z Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach.

Efektami tej współpracy były wspólne publikacje oraz grant NCN Preludium.

Podsumowując: zagraniczna i krajową naukową współpracę Kandydata oceniam bardzo dobrze.

W pkt.6.2 Autoreferatu Kandydat przedstawił swą działaność organizacyjną i popularyzującą naukę. Z 9 przedstawionych rodzajów aktywności Kandydata najwyżej oceniam funkcję menadżera innowacji w projekcie „Studenckie Centrum Innowacji i Transferu Technologii”. Całość tej działalności Kandydata oceniam pozytywnie.

W pkt 7 Autoreferatu Kandydat przedstawił swoje pozostałe osiągnięcia naukowe nie wchodzące w zakres głównego osiągnięcia naukowego. Z przedstawionych informacji wynika, że ta „pozostała” działalność badawcza Kandydata była znaczna, interesująca i zasługująca na uwagę. Ważnym tematem podjętym w 2022 roku przez Kandydata jest sztuczna empatia robotów. Temat ten realizowany jest w 3 osobowym zespole naukowym i pierwsze wyniki badań zostały już przekazane do czasopisma naukowego w formie artykułu. Drugim tematem, którym Kandydat zajmował się w latach 2019-2021 jest fragmentyzacja obrazu. Temat ten realizowany był przez 4 osobowy zespół międzynarodowy i także zaowocował publikacją. Kolejnym tematem nad którym Kandydat pracował w latach 2017-2020 z kilkoma polskimi naukowcami jest ocena zrównoważonego utrzymania ruchu miejskiego. Wyniki badań opublikowane zostały w 4 artykułach międzynarodowych i krajowych, w tym w artykule z IF.

Wniosek końcowy

Biorąc pod uwagę główne osiągnięcie naukowe Kandydata przedstawione w ramach cyklu publikacji H1-H7 uzyskane po otrzymaniu stopnia doktora, stwierdzam, że osiągnięcia te w pełni zasługują na określeniu ich jako „znaczący wkład naukowy w rozwój dyscypliny informatyka techniczna i telekomunikacja”. Uwzględniając dalsze osiągnięcia Kandydata takie jak pozostałe projekty badawcze, współpraca naukowa międzynarodowa i krajowa, osiągnięcia dydaktyczne oraz popularyzujące naukę, dużą liczbę nagród za działalność naukową uzyskanych od instytucji krajowych i międzynarodowych, która jest dowodem uznania dla osiągnięć Kandydata stwierdzam, że wniosek habilitacyjny dr inż. Patryka Żywicy spełnia wymagania obowiązującej aktualnie Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym.

Szczecin

