

Recenzja
osiągnięć naukowych dr. inż. Marka Landowskiego
ubiegającego się o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Niniejsza recenzja stanowi realizację decyzji Centralnej Komisji do Spraw Stopni i Tytułów naukowych z dnia 8 marca 2019 r., przekazanej przez Dziekana Wydziału Informatyki Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie dr. hab. inż. Jerzego Pejasia pismem z dnia 28 marca 2019 r. (nr WI/HAB.- 13/NP./2019)

1. Ocena wskazanego przez dr. inż. Marka Landowskiego osiągnięcia naukowego, zatytułowanego „Wielowymiarowe podejście do definiowania zmiennych niepewnych, ich arytmetyki i zastosowań”

1.1 Informacje ogólne

Dr. inż. Marek Landowski jest pracownikiem Wydziału Inżynieryjno-Ekonomicznego Transportu Akademii Morskiej w Szczecinie. Stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie informatyka dr inż. Marek Landowski uzyskał na Wydziale Informatyki Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w 2009 r. Wskazane przez niego osiągnięcie naukowe składa się z 9 artykułów, w tym 5 opublikowanych w czasopiśmie naukowych z listy JCR (A1, A2, A5, A7, A9) oraz 4 opublikowanych w materiałach konferencyjnych indeksowanych w Web of Science (A3, A4, A6, A8).

[A1] Marek Landowski, Shadowed numbers and their standard and multidimensional arithmetic. *Information Sciences* (2018).

[A2] Marek Landowski, Method with horizontal fuzzy numbers for solving real fuzzy linear systems. *Soft Computing* (2018).

[A3] Marek Landowski, A discussion on “on the solution of a class of fuzzy system of linear equations”. *Sadhana-Academy Proceedings in Engineering Sciences* v43 (2018).

[A4] Marek Landowski, Usage of RDM interval arithmetic for solving cubic interval equation. In: *Advances in Fuzzy Logic and Technology*, v642 (2018).

[A5] Andrzej Piegat, Marek Landowski, Is an interval the right result of arithmetic operations on intervals? *International Journal of Applied Mathematics and Computer Sciences*, v27 (2017).

[A6] Marek Landowski, Comparison of RDM complex interval arithmetic and rectangular complex arithmetic. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, v534 (2017).

[A7] Andrzej Piegat, Marek Landowski, Horizontal membership function and examples of its applications. *International Journal of Fuzzy Systems*, v17 (2015).

[A8] Marek Landowski, Differences between Moore and RDM interval arithmetic. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, v322 (2015).

[A9] Andrzej Piegat, Marek Landowski, Two interpretations of multidimensional arithmetic – multiplication and division. *International Journal of Fuzzy Systems*, v15 (2013).

Ponadto, w dorobku naukowym habilitanta, nie wchodzącym w skład wskazanego przez niego osiągnięcia naukowego i opublikowanego w całości po uzyskaniu przez niego stopnia doktora, wchodzi 23 publikacje (w tym 2 opublikowane w czasopiśmie naukowych z listy JCR oraz 3 indeksowane w bazie Scopus).

Wszystkie prace wchodzące w skład tego zestawu zostały napisane w języku angielskim, przy czym w 3 z nich Habilitant jest współautorem. We wszystkich przypadkach, gdy Habilitant jest współautorem, do dokumentacji przewodu habilitacyjnego dołączone zostały oświadczenia współautora (prof. Andrzej Piegat), które wraz z oświadczeniami Habilitanta pozwalają w sposób jednoznaczny określić jego istotny wkład w ich powstanie. Na specjalną uwagę zasługuje tu duża liczba prac napisanych przez Habilitanta samodzielnie, co świadczy o tym, że związany ze zgłoszonym osiągnięciem naukowym dorobek można w bardzo dużym procencie zaliczyć Habilitantowi, co ostatnio nie zdarza się zbyt często.

Zgodnie z dokumentacją wniosku przedstawioną przez Habilitanta jego publikacje były cytowane 52 razy wg Web of Science Core Collection (25 razy bez autocytowań), 84 (43) razy wg bazy Scopus oraz 198 (104) razy wg Google Scholar. Odpowiadające tym danym wartości indeksu Hirscha wynoszą: 4 (WoS), 5 (Scopus), 7 (GS). Nie są to wartości imponujące. Należy jednak zaznaczyć, że większość prac habilitanta (a w szczególności dotyczy to prac wchodzących w skład zgłoszonego osiągnięcia naukowego) została opublikowana w dwuletnim okresie poprzedzającym moment zgłoszenia wniosku o wszczęcie postępowania habilitacyjnego. Z analizy przeprowadzonej na potrzeby opracowania niniejszej recenzji wynika wyraźnie rosnący trend liczby cytowań. Na przykład, dla bazy WoS w ciągu ostatnich trzech miesięcy liczba cytowań wzrosła do 60, a dynamika wzrostu liczby cytowań przedstawia się w sposób następujący: 0 (2014), 5 (2015), 2 (2016), 19 (2017), 29 (2018), 4 (2019). Biorąc powyższe informacje pod uwagę uznaję, że opublikowany dorobek naukowy dr. inż. Marka Landowskiego, mierzony przy pomocy wskaźników bibliometrycznych, spełnia wymagania stawiane w przewodach habilitacyjnych.

1.2 Opis wkładu Habilitanta w zgłoszonym osiągnięciu naukowym

Przedmiotem prac Habilitanta, wchodzących w skład osiągnięcia naukowego, są problemy obliczeniowe powstające przy przetwarzaniu informacji niepewnych, gdy niepewność ma postać przedziałową. Problem konieczności wykonywania obliczeń na liczbach przedziałowych pojawił się latach pięćdziesiątych ubiegłego wieku, gdy ówczesne komputery nie były w stanie (ze względu na ograniczoną długość słowa maszynowego) wykonywać skomplikowanych, a jednocześnie dokładnych obliczeń. Pionierem badań w tej tematyce był polski matematyk prof. Czesław Warmus. Niestety jego napisana w 1956 r. po francusku praca nie jest szerzej znana na świecie. W przeciwieństwie do pracy R. Moore'a z 1959 r., który zaproponował powszechnie obecnie przyjęte zasady obliczeń przedziałowych, zwane dalej arytmetyką przedziałową Moore'a.

Arytmetyka przedziałowa Moore'a jest intuicyjnie prosta, ale ma też swoje istotne ograniczenia (opisane nawet w Wikipedii). W szczególności problemem staje się rozwiązywanie równań o współczynnikach będących przedziałami liczbowymi. Zilustrujmy to na prostym przykładzie, zaczerpniętym z pracy [A8]. Rozpatrzmy równanie $XY=Z$, gdzie Y jest przedziałem $[-1,1]$, zaś Z przedziałem $[-3,3]$. Okazuje się, że równanie to spełniają dwie *różne* liczby przedziałowe X , a mianowicie $[1,3]$ oraz $[2,3]$. Problemy obliczeniowe stają się jeszcze poważniejsze, gdy mamy do czynienia np. z układami równań nieliniowych.

Konieczność przetwarzania informacji podanej w postaci przedziałowej stała się poważnym problemem wraz z rozwojem badań nad przetwarzaniem informacji nieprecyzyjnej, opisanej np. przy pomocy zbiorów rozmytych. Rozwiązywanie związanych z tym problemów stało się

siłą napędową nowych badań nad sposobami wykonywania obliczeń na liczbach przedziałowych.

Problemy z wykorzystaniem algebry przedziałowej Moore'a stały się inspiracją prowadzącą do powstawania propozycji nowych rozwiązań. Jedne z takich rozwiązań, nazwane arytmetyką przedziałową RDM (Relative Distance Measure), zostało zaproponowane przez prof. Wiesława Piegata i opisane w jego pracach napisanych m.in. wspólnie z habilitantem, a także w późniejszych samodzielnych pracach dr. inż. Marka Landowskiego. Istotnym elementem tego podejścia jest inny zapis przedziałów liczbowych, w tzw. notacji RDM. Prace dr. inż. Marka Landowskiego, napisane samodzielnie lub wspólnie z prof. Piegatem, których krótkie omówienie przedstawiam poniżej, stanowią zgłoszone przez niego osiągnięcie naukowe.

Zasady arytmetyki RDM zostały opisane w pracy [A9]. Istotnym nowym wynikiem przedstawionym w tej pracy jest zaproponowanie dwu interpretacji wyników obliczeń przeprowadzanych z wykorzystaniem tej arytmetyki: posybilistycznego (w ujęciu Zadeha) oraz probabilistycznego. Okazuje się, że zastosowanie arytmetyki RDM, nawet w prostych przypadkach, prowadzi do wyznaczenia skomplikowanych *wielowymiarowych* (stąd słowo „wielowymiarowe” w tytule zgłoszonego osiągnięcia) i nieliniowych struktur.

Matematyczne własności arytmetyki RDM zbadano w pracy habilitanta [A8] i porównano je z analogicznymi własnościami arytmetyki Moore'a. Habilitant wykazał, że arytmetyka RDM, podobnie jak arytmetyka Moore'a, posiada takie własności jak np. łączność i przemienność, natomiast *w przeciwieństwie* do arytmetyki Moore'a odznacza się istnieniem elementu przeciwnego i elementu odwrotnego, a także stosowalnością prawa skracania.

Istotnym zastosowaniem arytmetyki przedziałowej są obliczenia na liczbach rozmytych opisanych funkcjami przynależności. Jak wiadomo, każda funkcja przynależności może być przedstawiona w postaci zbioru przedziałów zwanych alfa-cięciami, a do operacji na alfa-cięciach stosuje się zazwyczaj arytmetykę Moore'a. W pracy [A7] przedstawiona została koncepcja horyzontalnej funkcji przynależności konstruowanej za pomocą przedziałów liczbowych zapisanych w notacji RDM.

Praca [A6] dotyczy wykorzystania podejścia RDM do przypadku wykonywania obliczeń na liczbach zespolonych. W pracy tej habilitant wprowadza pojęcie zespolonej arytmetyki przedziałowej RDM i porównuje je z analogicznym pojęciem wykorzystującym arytmetykę Moore'a.

W pracy [A5] przedstawiono wykorzystanie podejścia RDM do rozwiązywania różnych problemów związanych z analizą systemów rozmytych. W szczególności porównano to podejście z podejściami proponowanymi przez innych autorów, np. W. Lodwicka i D. Dubois. Interesujące konkretne zastosowanie arytmetyki RDM pokazano w pracy [A4], w której habilitant rozpatrzył przedziałową wersję rozwiązania równania algebraicznego trzeciego stopnia metodą Cardano. Inne konkretne zastosowanie, a mianowicie rozwiązywanie systemu rozmytych równań liniowych, przedstawiono w pracy [A3]. W pracy tej pokazano, że jedno z zaproponowanych dotychczas rozwiązań nie stanowi pełnego rozwiązania problemu i zaproponowano alternatywne rozwiązanie z wykorzystaniem podejścia RDM.

Jak już wspomniano powyżej, analiza systemów opisywanych układami równań rozmytych stanowi istotne wyzwanie naukowe. W pracy [A2] habilitant przedstawił własny sposób rozwiązywania układu równań liniowych wykorzystujący wspomniane wcześniej pojęcie horyzontalnej funkcji przynależności i arytmetyki RDM.

W swojej najnowszej pracy [A1], opublikowanej w renomowanym czasopiśmie *Information Sciences*, habilitant proponuje wykorzystanie podejścia RDM do wykonywania obliczeń na zbiorach „zaciemionych” (*shadowed sets* – brak powszechnie przyjętego polskiego terminu) zaproponowanych przez W. Pedrycza. Zbiory „zaciemione” są określone przez dwa przedziały liczbowe i nadają się do modelowania zjawisk przy bardzo ograniczonej i niepewnej informacji. Mogą one być również wykorzystywane jako proste obliczeniowo aproksymacje zbiorów rozmytych. Z tego też powodu, znajdują one szerokie zastosowanie w szeroko ostatnio rozwijanych obliczeniach granularnych. W swej pracy [A1] habilitant dokonuje porównania sposobów wykonywania obliczeń na zbiorach „cieniowanych” wykorzystujących arytmetykę Moore’a i arytmetykę RDM.

1.3 Ocena osiągnięcia naukowego

Podsumowując moją ocenę zgłoszonego przez Habilitanta osiągnięcia naukowego stwierdzam w sposób całkowicie jednoznaczny, że dotyczy ono bardzo dobrze określonego i jednorodnego zagadnienia naukowego z obszaru informatyki, a uzyskane wyniki są oryginalne. Osiągnięcia Habilitanta zostały w zdecydowanej większości opublikowane w artykułach napisanych przez niego samodzielnie. Wynika z tego jednoznaczny wniosek, że przedstawione w zestawie zgłoszonym jako osiągnięcie naukowe dr. inż. Marka Landowskiego oryginalne wyniki badań, mogące być zaliczone do obszaru informatyki technicznej, są w bardzo dużym stopniu osiągnięciami autorstwa dr. inż. Marka Landowskiego.

2. Ocena pozostałego dorobku naukowego dr. inż. Marka Landowskiego

Pozostały dorobek naukowy dr. inż. Marka Landowskiego można, w przybliżeniu, podzielić na trzy grupy. Do pierwszej, najliczniejszej grupy, można zaliczyć prace dotyczące obliczeń przedziałowych, które nie weszły do zestawu stanowiącego zgłoszone przez habilitanta osiągnięcie naukowe. Do drugiej grupy można zaliczyć prace należące do obszaru uczenia maszynowego oraz nauk decyzyjnych, w których proponuje się metody estymacji prawdopodobieństw słuszności stawianych hipotez. Jedna z tych prac została opublikowana w czasopiśmie z listy A MNiSzW. Trzecia grupa prac ma charakter wybitnie zastosowaniowy i dotyczy m.in. zagadnień ochrony środowiska (publikacja w czasopiśmie z listy A MNiSzW), a także rozwiązywania problemów logistyki miejskiej. Biorąc pod uwagę dość krótki okres pomiędzy doktoratem a momentem złożenia wniosku o wszczęcie postępowania habilitacyjnego, dorobek naukowy dr. inż. Marka Landowskiego, który nie wszedł do zestawu stanowiącego jego osiągnięcie naukowe, jest dość pokaźny i zasługuje na uznanie.

3. Ocena dorobku dydaktycznego i organizacyjnego

Kariera zawodowa dr. inż. Marka Landowskiego od ukończenia przez niego studiów (Wydział Matematyczno-Fizyczny Uniwersytetu Szczecińskiego i Wydział Informatyki

Politechniki Szczecińskiej) związana jest pracą na uczelni (Akademia Morska w Szczecinie), gdzie pracuje od 2002 r. na stanowiskach asystenta i adiunkta. Na uczelni tej w latach 2010 – 2012 dr. inż. Marek Landowski pełnił funkcję prodziekana. Z dokumentacji wniosku wynika, że prowadził głównie zajęcia o profilu matematycznym, a także informatycznym (metody numeryczne, badania operacyjne, symulacje), w tym również zajęcia prowadzone w języku angielskim (w ramach programu Erasmus). Dorobek dydaktyczny dr. inż. Marka Landowskiego należy ocenić zdecydowanie pozytywnie, zwłaszcza że był on także opiekunem 35 prac magisterskich i 29 prac inżynierskich. Habilitant brał udział w pracach konsorcjum NOVELOG finansowanych z programu europejskiego HORIZON 2020.

4. Ocena końcowa

Podsumowując moją ocenę zgłoszonego przez dr. inż. Marka Landowskiego osiągnięcia naukowego, ocenę jego pozostałego dorobku naukowego opublikowanego przez niego po uzyskaniu stopnia doktora w zakresie informatyki oraz ocenę jego osiągnięć dydaktycznych i organizacyjnych stwierdzam, że całość dorobku dr. inż. Marka Landowskiego odpowiada wymaganiom stawianym przez odpowiednie przepisy, a także wymaganiom zwyczajowym stawianym kandydatom ubiegającym się o stopień naukowy doktora habilitowanego w dyscyplinie informatyka techniczna. W związku z tym proponuję pozytywnie rozpatrzyć jego wniosek o nadanie mu tego stopnia.

Prof. dr hab. inż. Olgierd Hryniewicz

