

Recenzja osiągnięcia naukowego i opinia w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja dr. inż. Rafałowi Deji

1. Podstawowe dane o kandydacie

Dr inż. Rafał Deja ukończył studia w r. 1992 na kierunku Informatyka na Wydziale Automatyki, Elektroniki i Informatyki Politechniki Śląskiej. Stopień doktora nauk technicznych w zakresie informatyki uzyskał w Instytucie Podstaw Informatyki Polskiej Akademii Nauk w Warszawie w r. 2001. Pracował w Politechnice Śląskiej w latach 1993-1996, a od r. 2008 pracuje w Katedrze Transportu i Informatyki w Akademii WSB w Dąbrowie Górniczej. Poza tym prowadził projekty informatyczne dla różnych przedsiębiorstw. Od 2014 roku pracuje w firmie IBM, obecnie Kyndryl - prowadzi zespół rozwijający system bankowy.

2. Recenzja osiągnięcia naukowego

Jako osiągnięcie naukowe będące podstawą ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego Habilitant, korzystając z art. 219 ust. 1 pkt. 2b ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, wskazał cykl dziesięciu monotematycznych publikacji wydanych po uzyskaniu stopnia doktora. Osiągnięcie to zatytułował: „Metody sztucznej inteligencji w modelowaniu dynamiki procesów chorobowych z danych i wiedzy dziedzinowej”.

Wskazane w powyższym cyklu prace to:

- A1. Deja, Rafal, Wojciech Froelich, "Forecasting Basal Insulin for the Clinical Therapy of Juvenile Diabetes at Onset." *Procedia Computer Science* 207 (2022): 138-144.
- A2. Deja, Rafal, Wojciech Froelich and Grazyna Deja. "Rule-based Medical Treatment Graph for the Modeling of Hypo-and Hyperglycemia at Onset." *Procedia Computer Science* 192 (2021): 1393-1400.
- A3. Deja, Rafal, Wojciech Froelich and Grazyna Deja. "Mining clinical pathways for daily insulin therapy of diabetic children." *International Journal of Applied Mathematics and Computer Science* 31.1 (2021).
- A4. Deja, Rafał, Wojciech Froelich, Grażyna Deja and Alicja Wakulicz-Deja. "Hybrid approach to the generation of medical guidelines for insulin therapy for children." *Information Sciences* 384 (2017): 157-173.
- A5. Deja, Rafal. "Applying Roughification to Support Establishing Intensive Insulin Therapy at Onset of T1D". In: Czarnowski, I., Howlett, R., Jain, L. (eds) *Intelligent Decision Technologies 2017. IDT 2017. Smart Innovation, Systems and Technologies*, vol 72. pp. 265-272. Springer, Cham, 2018.
- A6. Deja, Rafal. "Building Medical Guideline for Intensive Insulin Therapy of Children with T1D at Onset". In: Nguyen, N., Iliadis, L., Manolopoulos, Y., Trawiński, B. (eds) *Computational Collective Intelligence. ICCCI 2016. Lecture Notes in Computer Science*, vol 9876. Springer, Cham. 2016

A7. Deja, Rafał, Wojciech Froelich, and Grazyna Deja. "Differential sequential patterns supporting insulin therapy of new-onset type 1 diabetes." *BioMedical Engineering OnLine* 14.1 (2015): 1-11.

A8. Froelich, Wojciech, Rafał Deja, and Grażyna Deja. "Mining therapeutic patterns from clinical data for juvenile diabetes." *Fundamenta Informaticae* 127.1-4 (2013): 513-528.

A9. Deja, Rafał. "Comparison of Rules Synthesis Methods Accuracy in the System of Type 1 Diabetes Prediction". In: Kapczyński, A., Tkacz, E., Rostanski, M. (eds) *Internet – Technical Developments and Applications 2. Advances in Intelligent and Soft Computing*, vol 118, pp. 13-44. Springer, Berlin, Heidelberg. 2012

A10. Deja, Rafał. "Applying Rough Set Theory to the System of Type 1 Diabetes Prediction". In: Tkacz, E., Kapczyński, A. (eds) *Internet – Technical Development and Applications. Advances in Intelligent and Soft Computing*, vol 64. pp.119-129, Springer, Berlin, Heidelberg, 2009.

Jako cel swoich badań Habilitant wskazał ułatwienie ekspertom medycznym podejmowania decyzji przez eksplorację danych historycznych. W prowadzonych badaniach Habilitant skupił uwagę na modelowaniu leczenia cukrzycy typu 1 w sytuacji świeżego jej ujawnienia. W badaniach tych Habilitant wyróżnił 3 problemy, których rozwiązania tworzą recenzowane osiągnięcie badawcze.

Pierwszy problem dotyczy ustalenia terapii insulinowej dla tzw. świeżych zachorowań na cukrzycę. Dla wyboru takiej terapii Habilitant rozważał model przebiegu leczenia umożliwiający tworzenie zaleceń dla pacjentów na podstawie analizy danych historycznych.

Wstępnym krokiem w takich rozważaniach było zastosowanie odpowiedniego opisu formalnego do analizowanych danych. Dane z przebiegu leczenia tworzą szeregi czasowe, a rozważane problemy prowadzą do odkrywania wzorców czasowych z sekwencji. Zastosowany w prowadzonych badaniach sposób wydobywania danych klinicznych z elektronicznych rejestrów przebiegu leczenia i ich właściwa reprezentacja są jednym z osiągnięć badawczych rozwijanych w pracach [A8, A4, A3, A2].

Konstruując pierwszą wersję terapii insulinowej (praca [A8]) modelowano zależność poziomu glukozy od podanej insuliny poprzez odkrywanie wyspecjalizowanych wzorców sekwencji z danych historycznych. Istotny w tym modelu poziom glikemii w okresie nocnym opisano za pomocą wyrażeń logicznych, tworzących tzw. abstrakcję funkcyjną. Opis analizowanych sekwencji zdarzeń medycznych uogólniono do postaci sekwencji zdarzeń funkcyjnych. W kolejnym kroku, dla umożliwienia wprowadzania ograniczeń medycznych na odkrywane sekwencje, zaproponowano wzorce oparte na szablonach definiowanych przez lekarzy. Umożliwiło to odkrywanie wzorców sekwencji ukierunkowanych na osiągnięcie celu terapeutycznego. Wykorzystanie takiego modelu w eksperymentach obliczeniowych dało zadowalający poziom skuteczności tylko dla ograniczonego zakresu czasu (niskie wsparcie dla dłuższych wzorców sekwencji).

Poszukując modelu o szerszym zakresie stosowania wprowadzono (w pracy [A7]) różnicowe wzorce sekwencyjne jako podstawę do systemu wspomaganie lekarza w ustaleniu terapii dla zachorowań na cukrzycę typu 1. Podejście to odpowiada stosowanej często terapii w formie zmian dawek insuliny w kolejnych dniach o ustaloną wartość, zależnie od zmian poziomu glikemii. Przebieg leczenia pacjentów jest wtedy opisany przez sekwencje różnicowe, zdefiniowane w pracy [A7]. W pracy tej przedstawiono algorytm wydobywający różnicowe wzorce sekwencyjne z zebranych danych i zaproponowano sposób wykorzystania tych wzorców w praktyce lekarskiej. Propozycje te zweryfikowano eksperymentalnie na zbiorze rzeczywistych danych klinicznych.

W trzecim podejściu w procesie tworzenia modelu terapii insulinowej uwzględniono dodatkowe dane medyczne opisujące stan pacjenta, nazwane danymi statycznymi (praca [A6]). Pacjenci zostali pogrupowani według wartości tych danych. Wykorzystano algorytm C-means, przy dwu różnych wariantach określania liczby klastrów (prace [A4, A3, A2]). Analiza ta pokazała podobieństwo leczenia pacjentów w ramach tak wyznaczonych grup.

Kolejne podejście (praca [A4]) dotyczyło modelowania przebiegu leczenia insuliną dodawaną do posiłku dla danej grupy pacjentów. W opisie procesu leczenia zdefiniowano trójelementową sekwencję zdarzeń obejmującą pomiar glikemii, podanie dawki insuliny i powtórny pomiar glikemii po posiłku. Proces generowania wskazówek dla lekarza zaczyna się od grupowania danych statycznych pacjentów. Dla każdej grupy pacjentów z danych z przebiegu leczenia są tworzone sekwencje zdarzeń elementarnych, a z nich sekwencje zdarzeń złożonych. W tych sekwencjach są wykrywane, za pomocą specjalnie opracowanego algorytmu, częste epizody, które w formie grafu są prezentowane lekarzom. Częste epizody obrazują prawdopodobny przebieg leczenia pacjenta wraz z przebiegami alternatywnymi.

Uzyskane wyniki, wsparte rezultatami eksperymentów wykonanych na rzeczywistych danych klinicznych, pozwoliły przedstawić model wsparcia lekarza w wyborze terapii insulinowej. Model ten obejmuje m.in. grupowanie pacjentów według danych statycznych, klasyfikację nowego pacjenta do jednej z grup, wyszukiwanie częstych epizodów dla tej grupy i wykorzystanie ich do budowy grafu przedstawiającego możliwe ścieżki leczenia. Model ten został pozytywnie oceniony przez lekarzy.

Dalsze badania (praca [A3]) ukierunkowano na wyznaczenie reprezentatywnych dla danego pacjenta ścieżek leczenia i przedstawienie ich w formie ścieżek grafu. Pierwszym krokiem w tym postępowaniu było wyznaczenie grafu MTG modelującego przebieg leczenia. Węzłami tego grafu są zdarzenia medyczne (np. pomiar wartości glikemii u pacjenta, podanie określonej dawki insuliny). Graf jest budowany z sekwencji zdarzeń medycznych. Podstawowe znaczenie dla wykorzystania grafu przez lekarza ma wyznaczenie prawdopodobieństw odnoszących się do elementów grafu: prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzenia (wagi węzła), prawdopodobieństwa wystąpienia kolejnych zdarzeń w sekwencji zdarzeń klinicznych (wagi krawędzi), rozkład prawdopodobieństwa zdarzeń wzdłuż krawędzi rozpoczynających się w danym węźle (współczynnika pewności). Wielkości te pozwalają dla każdej ścieżki wyznaczyć prawdopodobieństwo i wskaźnik pewności jej wystąpienia w wybranej terapii. W pracy [A3] przedstawiono algorytm, który przeszukuje listę sekwencji zdarzeń medycznych i buduje graf MTG, z równoczesnym wyznaczeniem wymienionych prawdopodobieństw.

Wykorzystanie opracowanej metody rozpoczyna się od przypisania nowego pacjenta do jednej z grup pacjentów, utworzonych we wcześniejszym procesie grupowania. Pozwala to porównać stan pacjenta z innymi pacjentami, co ułatwia planowanie początkowej terapii pacjenta. Następnie tworzony jest graf MTG modelujący przebieg leczenia typowy dla tej grupy. Na podstawie aktualnych danych pacjenta lekarz może, przez zadanie progowych wartości prawdopodobieństw, odfiltrować z MTG mniej prawdopodobne ścieżki i na końcu, korzystając z MTG, określa plan terapii. W trakcie terapii lekarz może dostosować leczenie do aktualnego stanu pacjenta, porównując ten stan z odpowiednią częścią MTG. Jako bardzo przydatną uznano możliwość wizualizacji skutków zmian w terapii, np. zmniejszenia dawki insuliny do danego posiłku.

Zaproponowane rozwiązanie zostało zweryfikowane na rzeczywistych danych klinicznych i uzyskało pozytywną ocenę lekarza.

Nieco inne podstawy teoretyczne wybrał Habilitant do stworzenia grafu prezentującego ścieżki leczenia, które prowadzą do bardzo niskich, albo bardzo wysokich poziomów cukru (hypo/hiper glikemii). W tym przypadku jest budowany graf modelujący przebieg

leczenia oparty na regułach (RB-MTG). Dla wydobywania reguł decyzyjnych ze ścieżek leczenia zastosowano teorię zbiorów przybliżonych. Na podstawie sekwencji zdarzeń tworzących ścieżki leczenia jest budowany zbiór tablic decyzyjnych, których atrybuty opisują zdarzenia medyczne. Z tablic tych są generowane minimalne reguły decyzyjne prowadzące do hiper lub hipoglikemii. Zbiór wszystkich reguł, które są podzbiorem ścieżek leczenia pozwala na budowę grafu RB-MTG. W pracy [A2] przedstawiono algorytm budowy takiego grafu.

Zastosowanie grafu RB-MTG w procesie wspomagania lekarza zapewnia przejrzystą wizualizację ścieżek leczenia prowadzących do incydentów glikemicznych. Konstrukcja tego grafu umożliwia szybką analizę różnych potencjalnie ryzykownych zmian terapii. Graficzna reprezentacja alternatywnych ścieżek leczenia jest intuicyjna dla lekarzy, co ułatwia unikanie hypo- i hiper glikemii.

Obok omówionych rozwiązań, stanowiących główną część ocenianego osiągnięcia naukowego, Habilitant przedstawił jeszcze wyniki dalszych swoich badań, poszerzających uprawianą tematykę.

Drugim problemem badawczym składającym się na osiągnięcie naukowe Habilitanta było wspomaganie decyzji diabetologa w określeniu dawki insuliny na początku leczenia, kiedy lekarz dysponuje jedynie podstawowymi danymi pacjenta.

Ponieważ wartości zbieranych danych medycznych mogą być niedokładne, Habilitant zastosował (w pracy [A5]) teorię zbiorów przybliżonych do opracowania systemu wspomagania decyzji, w którym atrybutem decyzyjnym była wielkość dawki insuliny. Podejście to wymagało przekształcenia wartości atrybutów numerycznych do postaci wymaganej przez algorytmy zbiorów przybliżonych. Klasyfikator regułowy oparty na regułach niedeterministycznych przedstawia jako wynik poszukiwania przedziałów możliwych wartości dawki dobowej insuliny wraz z informacją o współczynniku wsparcia i pewności dla proponowanej dawki.

Kolejnym tematem podjętym przez Habilitanta było prognozowanie wielkości bazowej dawki insuliny (praca [A1]). Wobec krótkiego okresu zbierania danych (pobyt pacjenta w szpitalu) zastosowano sztuczne sieci neuronowe, trenowane na wspólnych danych wszystkich pacjentów. Opracowano dwa modele: w pierwszym dawka insuliny jest prognozowana na podstawie stanu zdrowia pacjenta w chwili przyjęcia do szpitala, w drugim natomiast bierze się pod uwagę przebieg zastosowanego leczenia.

Ostatni, trzeci, problem badawczy rozwijany przez Habilitanta dotyczył prognozowania zachorowania na cukrzycę typu pierwszego wśród dzieci o genetycznej predyspozycji do rozwoju tej choroby. Habilitant opracował regułowy system wnioskowania w oparciu o teorię zbiorów przybliżonych (praca [A10]). Klasyfikator zbudowany początkowo na podstawie danych dzieci chorych na cukrzycę był następnie modyfikowany przez wykorzystanie danych zdrowego rodzeństwa tych dzieci. Taki klasyfikator uwzględniał więc fakt, że nie wszystkie osoby o predyspozycjach genetycznych chorowały. W pracy [A9] zweryfikowano opracowany system dla różnych metod wyznaczania reguł decyzyjnych.

Podsumowując, stwierdzam że prace przedstawione przez Habilitanta jako Jego podstawowe osiągnięcie naukowe wnoszą istotny wkład w rozwój systemów wspomagania decyzji. Uzyskane wyniki obejmują opracowanie nowych algorytmów i metod umożliwiających modelowanie procesu leczenia cukrzycy przy wykorzystaniu gromadzonych danych medycznych i wiedzy dziedzinowej. Do najważniejszych spośród tych wyników zaliczam:

- 1) Zaproponowanie formalizacji opisu danych medycznych wydobywanych z elektronicznych rejestrów przebiegu leczenia. Formalizacja taka była niezbędnym krokiem wstępnym dla modelowania procesu leczenia cukrzycy.

- 2) Opracowanie całego zestawu algorytmów i metod analizy danych medycznych wspierających lekarzy w ustalaniu terapii dla chorych na cukrzycę typu 1, w tym m.in.:
 - a) Opracowanie algorytmu wydobywania z danych medycznych wzorców sekwencji, a następnie różnicowych wzorców sekwencyjnych i przedstawienie sposobu ich użycia w praktyce lekarskiej.
 - b) Opracowanie modelu wsparcia lekarzy w wyborze terapii insulinowej, obejmującego grupowanie pacjentów, przypisanie nowego pacjenta do jednej z grup, wyszukanie (według opracowanego algorytmu) częstych epizodów dla tej grupy i wykorzystanie ich do budowy grafu przedstawiającego możliwe ścieżki leczenia.
 - c) Opracowanie algorytmu budowy grafu MTG modelującego przebieg leczenia, umożliwiającego wybór terapii poprzez filtrację ścieżek grafu zapewniających największe prawdopodobieństwo osiągnięcia oczekiwanych efektów.
 - d) Opracowanie, przy wykorzystaniu metod teorii zbiorów przybliżonych, grafu RB-MTG, umożliwiającego unikanie zmian terapii prowadzących do bardzo niskich, albo bardzo wysokich poziomów glikemii.
- 3) Opracowanie, przy wykorzystaniu teorii zbiorów przybliżonych, klasyfikatora regułowego opartego na regułach niedeterministycznych, który wspomaga diabetologa w określeniu dawki insuliny na początku leczenia. Opracowanie dwóch modeli prognozowania wielkości bazowej dawki insuliny przy wykorzystaniu sztucznych sieci neuronowych
- 4) Opracowanie, w oparciu o teorię zbiorów przybliżonych, regułowego systemu wnioskowania umożliwiającego prognozowanie zachorowania na cukrzycę typu pierwszego wśród dzieci o genetycznej predyspozycji do rozwoju tej choroby.

Dodatkowo należy podkreślić dbałość Habilitanta o eksperymentalną, praktyczną weryfikację opracowanych rozwiązań – proponowane metody były zawsze weryfikowane i oceniane przez lekarzy.

Podsumowując analizę badawczego dorobku Habilitanta warto zauważyć specyfikę rozwijanego przez Niego podejścia. Otóż metody opracowane przez Habilitanta mieszczą się w klasie systemów wspomagania decyzji, ale ich rolą nie jest zastąpienie eksperta w podjęciu decyzji. Celem opracowanych metod jest natomiast przedstawienie zestawu możliwych rozwiązań razem z parametrami pozwalającymi na ich ocenę. Budowane przez Habilitanta systemy pozwalają nawet, w wybranych przypadkach, na wykonanie przez lekarzy samodzielnych analiz, np. filtracji ścieżek grafu i ocenę różnych wariantów wynikających stąd terapii.

Habilitant przywiązuje dużą wagę do wyboru czytelnej i akceptowanej przez lekarzy formy wizualizacji prezentowanych wyników analiz. Taką przyjazną i czytelną formą okazała się np. wizualizacja proponowanych ścieżek leczenia w postaci grafu.

Na koniec należy podkreślić szeroki warsztat naukowy Habilitanta. Do rozwiązania postawionych problemów użył on bowiem metod eksploracji danych, teorii zbiorów przybliżonych i sztucznych sieci neuronowych, zaliczanych do metod sztucznej inteligencji. Uzyskane wyniki wnoszą znaczny wkład w rozwój tych dziedzin i ich zastosowań.

Jeśli chodzi o publikacyjną rangę artykułów przedstawionych jako osiągnięcie naukowe, to cztery spośród nich ([A3, A4, A7, A8]) zostały wydane w czasopiśmie naukowych (*International Journal of Applied Mathematics and Computer Science* (IF=1.417), *Information Sciences* (IF=6.795), *BioMedical Engineering OnLine* (IF=1.938), *Fundamenta Informaticae* (IF=0.516)). Dwa artykuły ukazały się w wydawnictwach

pokonferencyjnych *Procedia Computer Science* (IF=0.883) wydawanych przez Elsevier, indeksowanych w bazie WoS. Dwa artykuły ([A5, A6]) zostały wydane w materiałach konferencyjnych, indeksowanych w bazie WoS. Dwa artykuły ([A9, A10]) zostały wydane jako rozdziały monografii wieloautorskich, indeksowanych w bazie WoS.

Habilitant jest samodzielnym autorem czterech spośród powyższych publikacji. W pięciu spośród pozostałych sześciu publikacji Habilitant wymienia w opisie swojego wkładu w powstanie tych prac: „propozycję koncepcji rozwiązania, opracowanie algorytmów, przeprowadzenie eksperymentów, przygotowanie pierwszej wersji artykułu”, co można ocenić jako wkład wiodący. Tylko w powstaniu jednej pracy ([A8]) udział Habilitanta nie dotyczy koncepcji rozwiązania, a obejmuje „opracowanie danych, implementację algorytmów i przeprowadzenie eksperymentów, przygotowanie artykułu”.

Warto podkreślić, że przedstawione publikacje dotyczą spójnej tematyki. Do rozwiązania postawionych problemów użyto wprowadzie metod związanych z trzema podejściami: eksploracją danych, teorią zbiorów przybliżonych i sztucznymi sieciami neuronowymi, ale wszystkie są zaliczane do metod sztucznej inteligencji, a z drugiej strony świadczy to o szerokim przygotowaniu Habilitanta.

Podsumowując tę część recenzji stwierdzam, że przedstawiony cykl publikacji stanowi oryginalny i znaczny wkład naukowy w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja, w obszarze metod sztucznej inteligencji obejmujących zaawansowaną analizę danych, teorię zbiorów przybliżonych i sztuczne sieci neuronowe. W mojej ocenie uzyskane wyniki stanowią osiągnięcie naukowe w rozumieniu art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r. z późniejszymi zmianami.

3. Ocena dorobku naukowego

Pozostały dorobek publikacyjny po uzyskaniu stopnia doktora

Prawie wszystkie badania prowadzone po doktoracie dotyczyły tematyki przedstawionej w 10 publikacjach wskazanych jako osiągnięcie naukowe. Tematyka ta została więc scharakteryzowana w poprzednim punkcie niniejszej recenzji. Z tej tematyki, poza wspomnianymi 10 publikacjami, Habilitant opublikował po doktoracie, jako współautor, 3 prace w czasopismach, 3 prace (w tym 2 autorskie) jako rozdziały monografii naukowych oraz 3 autorskie publikacje konferencyjne.

W okresie po doktoracie Habilitant brał udział w projekcie „OPTIMIS - innowacyjny system diagnostyki psychologicznej dostosowanej do potrzeb polskiego orzecznictwa” współfinansowanego przez Unię Europejską. Wynikiem tego projektu była m.in. jedna publikacja konferencyjna. Ponadto jedna praca, dotycząca systemu doboru pracowników, wydana jako rozdział monografii naukowej, była efektem współpracy z przedsiębiorstwami.

Ponadto po doktoracie Habilitant wydał kilka publikacji dotyczących analizy konfliktów, tematyki rozwijanej w ramach przygotowania rozprawy doktorskiej, którą omówię w następnym punkcie. Publikacje te obejmują: 2 prace (w tym 1 autorska) w czasopismach (*International Journal of Intelligent Systems – Wiley*, *Romanian Journal of Information Science and Technology*) oraz jedna praca autorska jako rozdział monografii naukowej.

W sumie po doktoracie Habilitant wydał 22 publikacje, w tym 9 prac w czasopismach (w tym 1 autorska), 7 prac (w tym 6 autorskich) jako rozdziały monografii naukowych oraz 6 publikacji konferencyjnych (w tym 3 autorskie). Dziesięć spośród tych publikacji tworzy osiągnięcie naukowe.

Dorobek publikacyjny przed uzyskaniem stopnia doktora

Interesujący dorobek publikacyjny uzyskał Habilitant w trakcie przygotowywania rozprawy doktorskiej. Tematyka tej rozprawy dotyczyła analizy konfliktów. Habilitant wyszedł z modelowego opisu konfliktów wprowadzonego przez prof. Zdzisława Pawlaka i rozszerzył ten model m.in. przy wykorzystaniu teorii zbiorów przybliżonych. Wyniki tych badań zostały opublikowane w 9 pracach, z czego 6 przed doktoratem, w tym: jedna autorska praca w czasopiśmie (*Bulletin of the Polish Academy of Sciences*), jedna autorska praca jako rozdział monografii naukowej oraz 4 publikacje konferencyjne (w tym 3 autorskie).

Wyniki tych prac, w tym nowy model sytuacji konfliktowych, spotkały się ze znacznym zainteresowaniem, o czym świadczy znaczna liczba cytowań prac Habilitanta poświęconych tej tematyce. Świadczy to również o wysokim poziomie warsztatu naukowego Habilitanta w zakresie teorii zbiorów przybliżonych, użytej w rozwiązaniu podjętego tematu.

Podsumowanie dorobku publikacyjnego

Autorstwo lub współautorstwo publikacji naukowych

Poza cyklem 10 publikacji przedstawionych jako osiągnięcie naukowe Habilitant jest autorem lub współautorem 18 następujących publikacji:

- 6 prac w czasopismach, w tym 2 autorskie,
- 6 rozdziałów w monografiach naukowych, w tym 5 autorskich,
- 6 publikacji konferencyjnych, w tym 4 autorskie.

Liczbowe wskaźniki dorobku naukowego

- sumaryczny *Impact Factor* publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe – 12.432
- sumaryczny *Impact Factor* wszystkich publikacji – 16.493
- liczba cytowań według WoS – 74, Scopus – 99, Google Scholar – 334 (obcych – 301)
- indeks Hirscha według WoS – 4, Scopus – 6, Google Scholar – 10
- suma punktów dla publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe – 655
- suma punktów dla wszystkich publikacji – 941

Dr inż. Rafał Deja jest autorem i współautorem 28 publikacji, w tym 22 wydanych po uzyskaniu stopnia doktora. 15 spośród wszystkich publikacji to prace samodzielne. Ogólnie w mojej ocenie wskaźniki bibliometryczne są na dobrym poziomie. Należy podkreślić wyjątkowo duży udział prac samodzielnych.

Inne formy działalności naukowo-badawczej Habilitanta

Habilitant brał udział w realizacji dwóch projektów naukowo-badawczych:

- 1) „OPTIMIS - innowacyjny system diagnostyki psychologicznej dostosowanej do potrzeb polskiego orzecznictwa" współfinansowanego przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój – w roli Data Scientist,
- 2) grantu ESPIT-CRIT2 No. 20288 współfinansowanego przez Polish National Committee for Scientific Research No. 8T11C00512, gdzie był kierownikiem projektu.

Habilitant wygłosił 9 referatów na międzynarodowych konferencjach naukowych.

Podsumowanie dorobku naukowego

Podsumowując dorobek naukowy Habilitanta wykraczający poza ocenione już osiągnięcie dydaktyczne zwrócę raz jeszcze uwagę na wyniki badań w zakresie wykorzystania teorii zbiorów przybliżonych do opracowania nowego modelu analizy konfliktów, które zostały zauważone w międzynarodowej literaturze z tego zakresu, co potwierdzają liczne cytowania tych prac.

Oceniam dorobek naukowy Habilitanta jako dobry. Dorobek publikacyjny ilościowo jest wprawdzie średni, ale duży udział prac samodzielnych oraz dobre wskaźniki bibliometryczne pozwalają na dobrą sumaryczną ocenę.

4. Ocena dorobku dydaktycznego i pozostałych osiągnięć

Habilitant prowadzi zajęcia dydaktyczne od 2008 roku w Akademii WSB w Dąbrowie Górniczej. W ramach tych zajęć przygotował cykle wykładów, ćwiczeń i laboratoriów z następujących przedmiotów:

- Inżynieria oprogramowania (wykład i ćwiczenia), również w języku angielskim
- Metody sztucznej inteligencji (ćwiczenia)
- Programowanie obiektowe (wykład i laboratorium), również w języku angielskim
- Technologie internetowe (wykład i laboratorium)
- Podstawy programowania komputerów (laboratorium), również w języku angielskim
- Zarządzanie projektami informatycznymi (studia podyplomowe)

Materiały te zostały przygotowane do zajęć w formie tradycyjnej oraz w formie zdalnej (w wersji online). Ponadto Habilitant przedstawił wykład „Rozproszone systemy komputerowe – rozwiązania mobilne” w ramach V Festiwalu Nauki na tej Uczelni.

Habilitant odbył staż naukowy na Wydziale Informatyki Uniwersytetu w Mediolanie (6 miesięcy, 1993 r.)

Udział w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji naukowych

- Udział w komitecie organizacyjnym (organizacja sesji naukowej pt.: „Classification, forecasting and decision support” i jej prowadzenie):
 - 26th International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems, zorganizowana przez KES International and University of Verona, 2022
- Udział w komitetach naukowych (członek Komitetu Programowego):
 - 8th International Conference on Computational Collective Intelligence Technologies and Applications, Halkidiki, Greece, 2016,
 - International Joint Conference on Rough Sets, August 20-24, 2018, Quy Nhon – Vietnam,
 - 10th International Conference on Computational Collective Intelligence ICCCI 2018, UWE Bristol United Kingdom, Sep. 5-7, 2018,
 - 2017 IEEE International Conference on Innovations in Intelligent Systems and Applications, Gdynia, Poland, July 3-5, 2017.

Recenzowanie publikacji w czasopismach międzynarodowych

Habilitant wykonał recenzje artykułów dla następujących czasopism: *Information Sciences, International Journal of Applied Mathematics and Computer Science, Fundamenta Informaticae*. W autoreferacie zabrakło jednak informacji o liczbie wykonanych recenzji.

Współpraca z otoczeniem społecznym i gospodarczym

Habilitant miał znaczący wkład w wykonanie następujących projektów, realizowanych w ramach współpracy z różnymi przedsiębiorstwami:

- Opracowanie komputerowego systemu testów psychologicznych wykorzystywanych m.in. przy rekrutacji w Policji oraz w Poczcie Polskiej.
- Implementacja komputerowego systemu wspomagania decyzji i procesów zarządzania zasobami ludzkimi w organizacjach.
- Opracowanie modułów systemu magazynowego na urządzenia mobilne dla hurtowni farmaceutycznych.
- Realizacja projektu analizy jakości danych w systemach pomocy społecznej w celu poprawy dystrybucji środków finansowych.

Podsumowanie dorobku dydaktycznego i pozostałych osiągnięć

Habilitant ma solidne doświadczenie dydaktyczne – od 15 lat prowadzi zajęcia w Akademii WSB w Dąbrowie Górniczej. Przygotował tam cykle wykładów, ćwiczeń tablicowych i ćwiczeń laboratoryjnych z sześciu przedmiotów informatycznych, połowa z tych zajęć jest prowadzona w języku angielskim.

Odbył półroczny staż w zagranicznym ośrodku akademickim.

Jest aktywny na międzynarodowym forum naukowym: wygłosił referaty na 9 międzynarodowych konferencjach naukowych, był członkiem komitetów programowych 4 międzynarodowych konferencji naukowych, jako członek komitetu organizacyjnego kolejnej konferencji zorganizował i prowadził sesję naukową. Wykonywał recenzje dla międzynarodowych czasopism naukowych.

Podsumowując, oceniam pozytywnie dorobek dydaktyczny Habilitanta i jego aktywność w zakresie organizacji nauki.

5. Wniosek końcowy

Biorąc pod uwagę pozytywną ocenę osiągnięcia naukowego pt.: „Metody sztucznej inteligencji w modelowaniu dynamiki procesów chorobowych z danych i wiedzy dziedzinowej” oraz pozytywną ocenę dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego Habilitanta, stwierdzam że dr inż. Rafał Deja spełnia wymagania stawiane przez ustawę kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego.

W związku z tym popieram wniosek o nadanie dr. inż. Rafałowi Dei stopnia naukowego doktora habilitowanego w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja.

