

Prof. dr hab. Dominik Ślęzak
Instytut Informatyki UW
ul. Banacha 2, 02-097 Warszawa
e-mail: slszak@mimuw.edu.pl

Warszawa, dnia 3 czerwca 2023 r.

**Recenzja osiągnięcia naukowego habilitanta
dr Rafała Dei
na podstawie rozprawy habilitacyjnej pt.
„Metody sztucznej inteligencji w modelowaniu dynamiki procesów chorobowych
z danych i wiedzy dziedzinowej”
oraz
recenzja aktywności naukowej habilitanta**

Dr Rafał Deja jest zatrudniony na Akademii WSB w Dąbrowie Górniczej. Uzyskał on stopień doktora nauk technicznych w zakresie informatyki w Instytucie Podstaw Informatyki Polskiej Akademii Nauk w 2001 roku, przedstawiając rozprawę doktorską pod tytułem „Zastosowanie teorii zbiorów przybliżonych w analizie konfliktów” przygotowaną pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Andrzeja Skowrona. Warto również wspomnieć, iż jednym z recenzentów rozprawy doktorskiej był twórca teorii zbiorów przybliżonych prof. dr hab. inż. Zdzisław Pawlak.

Moja recenzja, przygotowana zgodnie z obowiązującymi przepisami, dotyczy oceny osiągnięcia naukowego habilitanta. Przedmiotem recenzji jest dokumentacja obejmująca:

- A. Główne osiągnięcie naukowe, na które składa się dziesięć monotematycznych publikacji wraz z oświadczeniami ich współautorów odnośnie intensywności i specyfiki ich prac.
- B. Autoreferat z uwzględnieniem omówienia powyższego osiągnięcia naukowego.
- C. Wykaz innych osiągnięć naukowych, w tym wykaz opublikowanych prac naukowych, które nie wchodzi w skład powyższego głównego osiągnięcia naukowego oraz wskaźniki dokonań naukowych, dorobek dydaktyczny, dorobek związany z zastosowaniami praktycznymi, jak i dane o współpracy międzynarodowej.

Problematyka rozprawy habilitacyjnej i dorobku

Tematyka badań podejmowanych przez dr Rafała Deję dotyczy modelowania procesów chorobowych na podstawie danych historycznych z wykorzystaniem wiedzy dziedzinowej. Za przedmiot analiz habilitant wybrał procesy chorobowe cukrzycy typu I badane ze wsparciem lekarzy diabetologów jako ekspertów dziedzinowych. Procesy chorobowe, w szczególności procesy chorobowe cukrzycy, charakteryzują się dużą złożonością jako obiekty analiz. Znajduje to odzwierciedlenie w złożoności danych opisujących te procesy. To zaś z kolei przekłada się na konieczność zastosowania wielu zróżnicowanych metod sztucznej inteligencji i opracowania nowych algorytmów analizy danych i modelowania procesów chorobowych. Warto podkreślić, że taka złożoność danych rośnie w sytuacji, gdy w procesie modelowania uwzględnimy również interakcję z ekspertami, gdyż np. dane diagnostyczne mają często postać numeryczną, natomiast wiedza dziedzinowa ekspertów jest zazwyczaj przekazywana w formie symbolicznej. W szczególności jest tak, że decyzje symboliczne trzeba tu przybliżać nie tylko za pomocą danych numerycznych, ale również za pomocą złożonych danych numeryczno-symbolicznych.

Celem badań przedstawionych w osiągnięciu naukowym jest ułatwienie podejmowania decyzji (stawiania diagnoz, planowania leczenia) ekspertom medycznym – lekarzom diabetologom – na podstawie eksploracji danych historycznych. W przedstawionych badaniach wspomaganie decyzji bazuje na nowych opracowanych przez habilitanta metodach i algorytmach eksploracji temporalnych danych dziedzinowych oraz ich wizualizacji w postaci specjalnie przygotowanego grafu. Jedną z kluczowych cech analizy danych temporalnych jest konieczność stosowania rozmaitych reprezentacji tych danych w zależności od celu analizy oraz przyjętego poziomu abstrakcji. Na użytek prowadzonych badań dyskretyzowano zarówno czas, jak i wartości dawek insuliny. Warto zauważyć, że w przedstawionych badaniach habilitant – wprowadzając dyskretną skalę czasu – nie tylko abstrahował od ciągłego czasu, ale też od konkretnego dnia, w którym ma miejsce dane zdarzenie medyczne. Przykładowo, doba terapeutyczna może zaczynać się od wieczornego podania insuliny bazowej.

Recenzja głównego osiągnięcia naukowego

Na opiniowane główne osiągnięcie naukowe habilitanta składa się dziesięć poniższych prac o spójnej tematyce, uporządkowanych zstępująco ze względu na rok publikacji. Prace te zawierają pozycje indeksowane o na ogół wysokim Impact Factor.

- [A1] Deja, Rafał, Wojciech Froelich „Forecasting Basal Insulin for the Clinical Therapy of Juvenile Diabetes at Onset.’ Proceedings of KES 2022. W: Procedia Computer Science 207 (2022): 138-144. (IF 0,883) 70 punktów
- [A2] Deja, Rafał, Wojciech Froelich, i Grażyna Deja „Rule-based Medical Treatment Graph for the Modeling of Hypo-and Hyperglycemia at Onset”. Proceedings of KES 2021. W: Procedia Computer Science 192 (2021): 1393-1400. (IF 0,883) 70 punktów
- [A3] Deja, Rafał, Wojciech Froelich, i Grażyna Deja „Mining clinical pathways for daily insulin therapy of diabetic children” International Journal of Applied Mathematics and Computer Science 31.1 (2021). (IF 1,417) 100 punktów
- [A4] Deja, Rafał, Wojciech Froelich, Grażyna Deja, i Alicja Wakulicz-Deja. „Hybrid approach to the generation of medical guidelines for insulin therapy for children.” Information Sciences 384 (2017): 157-173. (IF 6,795) 200 punktów
- [A5] Deja, Rafał. Applying Roughification to Support Establishing Intensive Insulin Therapy at Onset of T1D. W: Czarnowski, I., Howlett, R., Jain, L. (red.) Intelligent Decision Technologies 2017. IDT 2017. Smart Innovation, Systems and Technologies, vol. 72. str. 265-272. Springer, Cham, 2018. 15 punktów
- [A6] Deja, Rafał. Building Medical Guideline for Intensive Insulin Therapy of Children with T1D at Onset. W: Nguyen, N., Iliadis, L., Manolopoulos, Y., Trawiński, B. (red.) Computational Collective Intelligence. ICCCI 2016. Lecture Notes in Computer Science, vol. 9876. Springer, Cham. 2016. 20 punktów
- [A7] Deja, Rafał, Wojciech Froelich, i Grażyna Deja „Differential sequential patterns supporting insulin therapy of new-onset type 1 diabetes.” BioMedical Engineering Online 14.1 (2015): 1-11. (IF 1,938) 70 punktów
- [A8] Froelich, Wojciech, Rafał Deja, i Grażyna Deja „Mining therapeutic patterns from clinical data for juvenile diabetes.” Fundamenta Informaticae 127.1-4 (2013): 513-528. (IF 0,516) 70 punktów

- [A9] Deja, Rafał. Comparison of Rules Synthesis Methods Accuracy in the System of Type 1 Diabetes Prediction. W: Kapczyński, A., Tkacz, E., Rostanski, M. (red.) Internet – Technical Developments and Applications 2. Advances in Intelligent and Soft Computing, vol. 118, str. 13-44. Springer, Berlin, Heidelberg, 2012. 20 punktów
- [A10] Deja, Rafał. Applying Rough Set Theory to the System of Type 1 Diabetes Prediction. W: Tkacz, E., Kapczyński, A. (red.) Internet – Technical Development and Applications. Advances in Intelligent and Soft Computing, vol. 64, str. 119-129, Springer, Berlin, Heidelberg, 2009. 20 punktów

Publikacje [A5] i [A6] oraz [A9] i [A10] zostały napisane całkowicie samodzielnie, zaś w pracach [A1]-[A4] oraz [A7] i [A8] udział habilitanta był bardzo znaczący. Pozycje [A1]-[A4], [A7] i [A8] to publikacje o łącznym IF 12,432. Niestety z powodu śmierci dr hab. Wojciecha Froelicha w 2022 roku habilitant nie mógł dołączyć oświadczeń dr hab. Froelicha dotyczących jego współautorstwa w powstawaniu prac wchodzących w skład głównego osiągnięcia naukowego.

Badania przedstawione w głównym osiągnięciu naukowym można podzielić zasadniczo na trzy grupy. W pierwszej grupie znajdują się badania dotyczące wprowadzonych przez habilitanta nowych metod i algorytmów eksploracji temporalnych danych dziedzinowych, których rezultaty opublikowano w pracach [A4-A8]. W drugiej grupie znajdują się badania dotyczące wizualizacji rezultatów eksploracji danych temporalnych za pomocą specjalnie przygotowanego grafu, których rezultaty przedstawiono w pracach [A2-A4]. W trzeciej grupie znajdują się badania dotyczące opracowania systemów wspomaganie decyzji bazujących na predykcji szeregów czasowych z wykorzystaniem sieci neuronowych i teorii zbiorów przybliżonych. Rezultaty tych badań przedstawiono w pracach [A1,A9,A10].

W przedstawionym głównym osiągnięciu naukowym habilitant podjął się rozwiązania trzech problemów:

[Problem 1] Wspomaganie pracy lekarza diabetologa w ustaleniu terapii dla zachorowań na cukrzycę typu I wykrytych na wczesnym etapie rozwoju choroby.

[Problem 2] Wspomaganie decyzji lekarza diabetologa w ustalaniu dawki insuliny dla chorych na cukrzycę typu I, szczególnie w określaniu dobowej dawki insuliny w pierwszych dniach leczenia.

[Problem 3] Wspomaganie pracy lekarza diabetologa na wczesnym etapie potencjalnej choroby, tzn. przy prognozowaniu zachorowania na cukrzycę typu I.

Większość badań przedstawionych w głównym osiągnięciu naukowym dotyczy **problemu 1**. Habilitant ujął je w postaci sześciu rozwiązań odpowiadających zagadnieniom szczegółowym powiązanych z **problemem 1**. Pozostałe dwa problemy mają charakter dodatkowy. Dla **problemu 2** habilitant przedstawia dwa rozwiązania, a dla **problemu 3** jedno rozwiązanie.

W **rozwiązaniu 1 problemu 1** habilitant zaproponował nową metodę ustalania wymaganych dawek insuliny bazującą na modelowaniu czasowej zależności poziomu glukozy od podanej insuliny [A8]. W pracy [A8] zaproponowano też algorytm do wydobywania wzorców. W wyniku walidacji empirycznej na danych klinicznych okazało się, że opracowana metoda uzyskuje zadowalający poziom skuteczności tylko dla okresów zdyskretyzowanego czasu opisujących pierwsze i drugie śniadanie, zaś dla dłuższych czasowych wzorców sekwencyjnych poziom skuteczności był stosunkowo niski. Zatem w **rozwiązaniu 2** opublikowanym w pracy [A7] zaproponowano różnicowe wzorce sekwencyjne we wspomaganie lekarza diabetologa w decyzji o zmianie dotychczasowego leczenia polegającej na zwiększeniu lub zmniejszeniu dawki insuliny. W systemie decyzyjnym wykorzystano dodatkowy czynnik, mianowicie wagę pacjenta, w

ustalaniu dawki insuliny bazowej. Wykorzystano też wartości abstrakcyjne do zdyskretyzowania wartości mierzonej glikemii nocnej u pacjenta, jak i wartości podawanej mu insuliny. W pracy [A7] zaproponowano również algorytm wydobywający różnicowe wzorce sekwencyjne i przedstawiono sposób ich użycia w praktyce lekarskiej. W badaniach eksperymentalnych wyznaczono różnicowe wzorce sekwencyjne i przez ich zastosowanie ułatwiono lekarzowi diabetologowi podejmowanie decyzji w zakresie zmian w prowadzonej terapii.

W kolejnych dwóch rozwiązaniach habilitant istotnie, w stosunku do rozwiązań poprzednich, zmodyfikował dane wykorzystywane na wejściu systemu wspomaganie decyzji. Mianowicie w **rozwiązaniach 3 i 4** uwzględniono nowe dane mogące mieć wpływ na dawkowanie insuliny i wykorzystywane przez lekarzy diabetologów przy ustalaniu insulino-terapii. Poza wagą pacjenta uwzględniono jego stan kliniczny, występowanie stanu zapalnego (CRP), kwasicy ketonowej (PH) oraz wciąż własne wydzielanie insuliny (C-peptyde). Dane te przez ekspertów diabetologów są czasami nazywane „statycznymi”, gdyż zmieniają się znacząco wolniej niż dane opisujące przebieg leczenia – nazywane przez diabetologów „dynamicznymi”. Zestaw danych statycznych wykorzystanych w **rozwiązaniach 3 i 4** został przedstawiony w Tabeli 9 na str. 13 autoreferatu. W **rozwiązaniu 3** habilitant skupił się na zaproponowanym wraz ze współpracownikami nowym hybrydowym podejściu do automatycznego generowania zaleceń medycznych. W **pierwszym etapie** tego podejścia statyczne dane dotyczące pacjentów poddano grupowaniu, uzyskując klastry złożone z pacjentów o podobnej charakterystyce medycznej. W **drugim etapie**, dla każdego pacjenta określonej grupy zaproponowano model przebiegu leczenia. Opracowaną metodę przetestowano na rzeczywistych danych klinicznych. Zaobserwowano, że zgrupowanie pacjentów na podstawie danych statycznych okazało się dobrym pomysłem, gdyż pacjenci wewnątrz poszczególnych grup byli podobnie leczeni. W **rozwiązaniu 4** habilitant wraz ze współpracownikami zaproponował modelowanie przebiegu leczenia insuliną doposiłkową dla danej grupy pacjentów. Statyczne dane pacjentów zostały pogrupowane wyznaczając grupy pacjentów o podobnych cechach. Dla każdej grupy przeanalizowano dane z przebiegu leczenia, dyskretyzując te dane i reprezentując na symbolicznej skali czasu. W wyniku tych operacji wyznaczono sekwencje zdarzeń elementarnych, które posłużyły z kolei do wyznaczenia sekwencji zdarzeń złożonych. Zaproponowane podejście zostało zaimplementowane w algorytmie 1 i algorytmie 2 (str. 15 i 16 autoreferatu). Rezultaty tych badań zostały opublikowane w pracach [A6] i [A2-A4]. Opracowaną metodę przetestowano na rzeczywistych danych klinicznych. Opracowano również zastosowanie modelu w praktyce klinicznej a do komunikacji z ekspertami diabetologami wykorzystywano grafy przedstawiające możliwe ścieżki leczenia. Przykład takiego grafu został przedstawiony na rysunku 2 na str. 17 autoreferatu. Opracowana metoda została bardzo dobrze oceniona przez lekarzy, a szczególnie pomocna okazała się wizualizacja potencjalnych ścieżek leczenia pacjenta za pomocą grafu.

Ponieważ możliwość analizy ścieżek leczenia z wykorzystaniem grafu okazała się bardzo przydatna dla lekarzy diabetologów przy planowaniu terapii, dlatego w ramach **rozwiązania 5** habilitant wraz ze współpracownikami rozwinął ten pomysł opracowując nową metodę wydobywania ścieżek leczenia z surowych danych klinicznych. Kluczowym elementem tej metody jest graf MTG (ang. *medical treatment graph*) modelujący przebieg leczenia, który wraz z semantyką klarownie i wyczerpująco habilitant przedstawił na str. 18-21 autoreferatu. Zaproponowano też i zaimplementowano algorytm 3 wyznaczający graf MTG z danych klinicznych. W opracowanej metodzie zrezygnowano z wyznaczania częstych epizodów, natomiast generalizowano ścieżki leczenia grupując je w postaci ścieżek grafu, prezentując jednocześnie dodatkowe informacje pozwalające lekarzowi diabetologowi ocenić prawdopodobieństwo wystąpienia danej ścieżki. W systemie wspomaganie decyzji wprowadzono możliwość filtrowania, na podstawie której można wskazywać ścieżki najbardziej reprezentatywne dla danego pacjenta albo np. ścieżki prowadzące do niepożądanych zdarzeń (hypo/hiper glikemii). Opracowaną metodę przetestowano na rzeczywistych danych klinicznych, została ona również zweryfikowana przez lekarza diabetologa. Przykład fragmentu grafu MTG wygenerowanego na podstawie rzeczywistych danych klinicznych został przedstawiony na str.

21 autoreferatu. Zaobserwowano, iż proponowane podejście wspiera wstępną klasyfikację pacjentów do odpowiednich grup, pomagając porównać stan pacjenta z innymi pacjentami i przez to ułatwić planowanie początkowej terapii pacjenta. Zaobserwowano również, iż graf MTG pozwala lekarzom diabetologom śledzić i dostosowywać decyzje medyczne dla każdego podania insuliny. Ponadto eksperci diabetolodzy uznali za przydatną możliwość wizualizacji skutków zmian w terapii, np. skutków zmniejszenia dawki insuliny do danego posiłku. Okazało się też, iż przy pomocy grafu MTG lekarze mogą dostosowywać rozkład dawek insuliny w ciągu dnia terapeutycznego. Niestety stwierdzono, że metoda ta nie pozwala na dokładne oszacowanie wymaganych dawek doposiłkowych dla danego pacjenta. Rezultaty tych badań zostały opublikowane w pracy [A3] (a nie jak przez omyłkę napisano w autoreferacie, że w [A2]).

Unikanie bardzo wysokich i niskich poziomów cukru jest jednym z ważniejszych problemów w trakcie leczenia cukrzycy. Dlatego ścieżki leczenia prowadzące do hypo/hiper glikemii są szczególnie interesujące dla lekarza diabetologa. Niestety, ścieżki te są nacechowane raczej małym prawdopodobieństwem, co sprawia, że prezentowanie ich poprzez MTG jest problematyczne. W celu zaradzenia temu problemowi, w **rozwiązaniu 6** habilitant wraz ze współpracownikami wprowadził graf RB-MTG (ang. *rule based medical treatment graph*). W celu wydobycia reguł decyzyjnych z analizowanych rzeczywistych danych klinicznych zastosowano teorię zbiorów przybliżonych. Na podstawie ścieżek leczenia utworzono zbiór tablic decyzyjnych, na podstawie których wygenerowano reguły decyzyjne minimalne ze względu na liczbę atrybutów. Każda taka reguła jest podzbiorem ścieżki leczenia reprezentowanej w formie sekwencji zdarzeń. Na podstawie tych reguł budowany jest graf RB-MTG (szczegółowy sposób budowy grafu opisano w pracy [A2], natomiast przykład grafu RB-MTG jest przedstawiony na rysunku 4 na str. 23 autoreferatu. Zastosowanie grafu RB-MTG zapewniło przejrzystą wizualizację ścieżek leczenia prowadzących do incydentów glikemicznych. Zastosowanie reguł decyzyjnych i teorii zbiorów przybliżonych spowodowało ograniczenie zdarzeń medycznych, które trzeba analizować w ścieżkach leczenia. Przedstawienie graficzne alternatywnych ścieżek okazało się intuicyjne dla lekarza diabetologa i ułatwia mu podejmowanie decyzji terapeutycznych.

W ramach **problemu 2** habilitant podjął się próby wspomaganie decyzji diabetologa w określaniu dawki insuliny dla danego pacjenta, co jest szczególnie istotne przy określeniu dobowej dawki insuliny w pierwszych dniach leczenia, kiedy lekarz diabetolog dysponuje jedynie podstawowymi danymi o pacjencie i jego stanie klinicznym. W pracy [A5] opisano konstrukcję systemu wspomaganie decyzji dla pacjentów z cukrzycą we wczesnym stadium rozwoju. Jako wartość decyzyjną przyjęto taką dawkę insuliny, dla której w większości pomiarów poziom cukru był w normie. Do konstrukcji klasyfikatora zastosowano teorię zbiorów przybliżonych i specyficzną dyskretyzację atrybutów. W wyniku zastosowania tego klasyfikatora, diabetolog otrzymuje przedział możliwych wartości dobowej dawki insuliny wraz z informacją o wartości współczynnika wsparcia i pewności podanej decyzji. Jakość uzyskanego klasyfikatora rozumiana jako odsetek poprawnie sklasyfikowanych nowych obiektów okazała się bardzo wysoka.

Natomiast w pracy [A1] dla rozwiązania **problemu 2** zaproponowano metodę prognozowania bazowej dawki insuliny z wykorzystaniem sieci neuronowych. Indywidualne szeregi czasowe każdego pacjenta zebrane podczas pobytu w szpitalu okazały się zbyt krótkie dla planowanych badań, dlatego połączono dane wszystkich pacjentów i trenowano model prognozowania wykorzystując wspólne dane. Zaproponowano dwa modele prognozowania w oparciu o sztuczną sieć neuronową. Pierwszy model prognozował dawkę insuliny na podstawie stanu zdrowia pacjenta w chwili przyjęcia do szpitala, natomiast drugi model umożliwiał dostosowanie dawki insuliny bazowej w zależności od przebiegu leczenia, biorąc pod uwagę również nocne pomiary glikemii. Przewidywanie dawek insuliny na następny dzień używając zaproponowanych modeli było dość skuteczne, jego rezultaty zostały przedstawione w tabeli 12 na str. 25 autoreferatu.

W ramach rozwiązywania **problemu 3** opracowano system wspomagający lekarza diabetologa w predykcji zachorowania na cukrzycę typu I wśród dzieci obciążonych genetycznie, pozwalający

na zastosowanie dla takich potencjalnych pacjentów terapii pre-diabetes, która może opóźnić wystąpienie choroby. W pracy [A10] przedstawiono regułowy system wspomaganie decyzji bazujący na teorii zbiorów przybliżonych. Zebrano dane genetyczne dzieci chorych na cukrzycę i ich zdrowego rodzeństwa, ale również nieobciążonej grupy kontrolnej. Wyznaczono najpierw klasyfikator zachorowania na podstawie dzieci chorych na cukrzycę typu I oraz grupy kontrolnej, który został poddany ocenie w grupie zdrowego rodzeństwa i wyznaczono nowy klasyfikator uwzględniający fakt, że nie wszystkie osoby posiadające dany układ genów zachorowały. Wyniki zaproponowanej metody są obiecujące i zostały zweryfikowane w pracy [A9] przez porównanie różnych metod wyznaczania reguł decyzyjnych. Dodatkowo wyznaczono układ genów zmniejszający istotnie prawdopodobieństwo zachorowania na cukrzycę typu I.

Z przyjemnością przeczytałem autoreferat habilitanta. Autoreferat posiada wyraźnie ustrukturyzowaną treść wyznaczoną przez kwestie merytoryczne, a niezależną od kolejności w jakiej poszczególne prace zostały przytoczone w opisie osiągnięcia naukowego. Dr Deja klarownie ukazuje proces badawczy, który doprowadził do powstania omawianego osiągnięcia naukowego, umiejętnie dozując informacje. Nie wchodzi w zbyt liczne szczegóły zaciemniające obraz całości, a jednocześnie dba o czytelność, aby ten nie musiał odwoływać się nieustannie do publikacji stanowiących omawiane osiągnięcie. W zasadzie można przeczytać autoreferat i zrozumieć o co w nim chodzi bez odwoływania się do tych publikacji.

Należy zwrócić również uwagę na dociekliwość badawczą habilitanta, który dąży omawiane kwestie dochodząc do ciekawych rezultatów. Przykładowo wobec faktu, iż bazująca na grafie MTG metoda nie pozwoliła na dokładne oszacowanie wymaganych dawek doposażkowych dla danego pacjenta, dr Deja nie poprzestał na konstatacji tego faktu ale sformułował go w postaci **problemu 2** w swoim planie badawczym i przedstawił dwa rozwiązania tego problemu.

Podsumowując, omówione powyżej główne osiągnięcie naukowe dr Rafała Dei oceniam jako bardzo wartościowe. Spełnia ono w mej opinii ze wszech miar wymagania sformułowane dla osiągnięć naukowych w przypadku wystąpień o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie informatyka.

Aktywność naukowa habilitanta

Co do prac nie wchodzących w skład głównego osiągnięcia naukowego, to można je podzielić na dwie grupy. Pierwsza została przedstawiona w punkcie 4.4 autoreferatu pt. „Pozostałe osiągnięcia naukowo-badawcze”, natomiast druga składa się z prac nie wymienionych w autoreferacie.

Pierwsza grupa jest złożona z dziesięciu prac uporządkowanych zstępująco ze względu na rok wydania. Prace te dotyczą analizy konfliktów w paradygmacie bazującym na teorii zbiorów przybliżonych zaproponowanym przez prof. Zdzisława Pawlaka. W przypadku tej grupy pojawia się wątpliwość natury formalnej, mianowicie czy prace opublikowane przed obroną rozprawy doktorskiej mogą podlegać ocenie jako część dorobku habilitacyjnego? Wobec tej wątpliwości oceniam tylko prace opublikowane już po obronie rozprawy doktorskiej. Są to następujące prace:

- [B1] Deja, Rafał. "Rough set approach to conflict analysis." W: Rough set theory and granular computing, str.. 211-221. Springer, Berlin, Heidelberg, 2003.
- [B2] Skowron, Andrzej, i Rafał Deja. „On some conflict models and conflict resolutions” Romanian Journal of Information Science and Technology 3 (1-2): 69-82, 2002.
- [B3] Deja, Rafał. „Conflict analysis”. International Journal of Intelligent Systems, 17: 235-253. 2002.

Prace te stanowią zwieńczenie działalności badawczej habilitanta w dziedzinie analizy konfliktów. Zaproponowano tu nowy model sytuacji konfliktowej uwzględniający przyczyny konfliktu przy poszukiwaniu jego rozwiązania. Należy podkreślić, że model ten stanowi istotne rozwinięcie klasycznego modelu prof. Pawlaka.

Wśród prac nie wymienionych w autoreferacie znajdują się trzy artykuły w międzynarodowych czasopismach otwartego dostępu, jedna praca konferencyjna opublikowana w *Procedia Computer Science* wydawnictwa Elsevier publikującego tomy konferencyjne on-line, jedna praca konferencyjna opublikowana w tomie konferencyjnym wydawnictwa Springer i cztery rozdziały w krajowych monografiach. Spośród tych prac na uwagę zasługują trzy artykuły opublikowane w specjalistycznych czasopismach medycznych przyjmujących publikacje dotyczące cukrzycy: jeden artykuł opublikowany w czasopiśmie *Journal of Diabetes Research* i dwa artykuły opublikowane w czasopiśmie *Pediatric Endocrinology Diabetes and Metabolism*. Świadczy to o tym, że metody opracowywane i testowane przez habilitanta służące do analizy danych i wizualizacji otrzymanych wyników oraz do planowania leczenia diabetologicznego, znajdują uznanie międzynarodowego grona ekspertów – lekarzy diabetologów. Należy podkreślić, iż dla metod sztucznej inteligencji bazujących na wiedzy eksperckiej i jednocześnie w swoistym sprzężeniu zwrotnym wspierających ekspertów w ich ocenach i projektowanym sposobie postępowania, publikacje w specjalistycznych czasopismach spoza informatyki są równie istotnymi wyróżnikami takich metod, jak ich publikacje w dobrych czasopismach informatycznych.

Dr Deja wygłosił w latach 2011-2022 dziewięć referatów na krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych. Jeśli chodzi o statystyki bibliometryczne, liczba cytowań publikacji habilitanta bez autocytowań zawiera się w przedziale od 74 do 334 w zależności od źródła i sposobu zliczania. Indeks Hirscha wynosi 4 (Web of Science), 6 (Scopus) oraz 10 (Google Scholar).

Uważam niniejszym, iż dorobek habilitanta stanowiący podstawę recenzji aktywności naukowej jest w pełni wystarczający w stosunku do wymagań stawianych przy przyznawaniu stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie informatyka.

Działalność habilitanta na rzecz środowiska naukowego i jego pozycja w środowisku

W mojej opinii habilitant ma ugruntowaną pozycję w środowisku naukowym, o czym świadczy zapraszanie go do publikowania rozdziałów w książkach zbiorowych renomowanego wydawnictwa Springer (3 rozdziały). Co do działalności na rzecz środowiska naukowego, należy wymienić zasiadanie w komitetach programowych czterech konferencji międzynarodowych, w tym konferencji *2017 IEEE International Conference on Innovations in Intelligent Systems and Applications* oraz udział w Komitecie organizacyjnym *26th International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems* w 2022 roku (zorganizowanie i prowadzenie sesji). Zapraszanie habilitanta do udziału w komitetach konferencji międzynarodowych także świadczy o jego ugruntowanej pozycji w środowisku naukowym.

Recenzja dorobku dydaktycznego i organizacyjnego

Dorobek organizacyjny habilitanta dotyczy przede wszystkim prac badawczo-rozwojowych i wdrożeniowych. Od 2014 roku dr Deja pracuje w firmie IBM (po niedawnych przekształceniach firma Kyndryl), kierując pracami zespołu implementującego rozwiązania dla jednego z największych banków europejskich. W charakterze specjalisty od analizy danych, brał on udział w realizacji projektu NCBR mającego na celu opracowanie innowacyjnego systemu diagnostyki psychologicznej dostosowanej do potrzeb polskiego orzecznictwa. Habilitant we współpracy z przedsiębiorstwami był zaangażowany w projekty wdrożeniowe, wśród których było opracowanie komputerowego systemu testów psychologicznych wykorzystywanych m.in. przy

rekrutacji w Policji i w Poczcie Polskiej, tudzież realizacja projektu analizy jakości danych w systemach pomocy społecznej w celu poprawy dystrybucji środków finansowych. Podsumowując ten aspekt należy podkreślić, że istotna część prac badawczo-rozwojowych i prac wdrożeniowych habilitanta dotyczy ważnych społecznie zastosowań informatyki.

Dr Deja od 2008 roku prowadzi zajęcia dydaktyczne na Akademii WSB. Jego dorobek dydaktyczny ma szeroki charakter zarówno co do formy (wykłady, ćwiczenia, laboratoria) jak i tematyki kursów. Habilitant przygotowywał i prowadził zajęcia wprowadzające do programowania (podstawy programowania, programowanie obiektowe), zajęcia dotyczące sztucznej inteligencji (metody sztucznej inteligencji) oraz zajęcia związane z praktycznymi zastosowaniami informatyki (inżynieria oprogramowania, technologie internetowe, zarządzanie projektami informatycznymi). Należy w tym miejscu podkreślić, iż dorobek dydaktyczny habilitanta świadczy o jego wszechstronnym przygotowaniu do nauczania informatyki.

Uwagi techniczne dotyczące autoreferatu

Jak już wspominałem, autoreferat habilitanta jest na bardzo wysokim poziomie i poniższe drobne uwagi nic mu nie ujmują.

Prace [A1] i [A2] składające się na główne osiągnięcie naukowe habilitanta są *de facto* pracami konferencyjnymi – patrz baza DBLP. Warto też dodać, że uznanie tych prac za prace konferencyjne w niczym nie obniża zarówno ich oceny, jak i oceny całego osiągnięcia naukowego i dorobku naukowego. Oceny te są jednoznacznie pozytywne.

W kilku miejscach autoreferatu pojawia się fraza „świeże zachorowania na cukrzycę”, która może być uznana za kolokwializm. Poza tym jest to wyrażenie dwuznaczne: nie wiadomo, czy chodzi o cukrzycę we wczesnym stadium rozwoju u danego pacjenta, czy też o dopiero co wykrytą cukrzycę (która może być już w zaawansowanej fazie rozwoju). Dopiero po wczytaniu się w tekst staje się w miarę jasne, że chodzi o pierwszą możliwość.

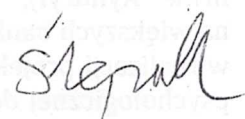
W pierwszym akapicie na str. 7 występuje zapętlenie w definicji formalnej – ten sam symbol „s” oznacza zarówno definiendum jak i pojawia się w definiensie. W drugim akapicie na str. 8 pojawia się kolizja notacyjna – występujący tam symbol „s” oznacza sekwencję kliniczną zdarzeń, czyli coś zbliżonego ale jednak innego niż symbol „s” występujący na str. 7. W celu uniknięcia kolizji można byłoby dodać do symbolu „s” jakiś indeks, przykładowo indeks „med”.

Na koniec jeszcze raz podkreślam, że takie drobne mankamenty nie wpływają na moją bardzo pozytywną ocenę autoreferatu.

Konkluzja końcowa

Uważam, że osiągnięcie naukowe dr Rafała Dei, jego aktywność naukowa, w tym badawczo-rozwojowa, oraz osiągnięcia dydaktyczne, spełniają wymogi stawiane przez przepisy o stopniach i tytule naukowym w zakresie dotyczącym przyznawania stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie informatyka. Opowiadam się za nadaniem dr Dei stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie informatyka.

Z wyrazami szacunku,



Dominik Ślęzak