

**Recenzja osiągnięcia habilitacyjnego, dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego Pani dr Katarzyny Kaczmarek-Majer w związku z postępowaniem o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja**

**1. Uwagi wstępne i podstawy sporządzenia recenzji**

Niniejsza recenzja jest sporządzona w odpowiedzi na list z Rady Naukowej Instytutu Badań Systemowych PAN, która prowadzi postępowanie w sprawie nadania Pani dr Katarzynie Kaczmarek-Majer stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie informatyka i telekomunikacja na podstawie cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych pt.: „**Hybrydowe metody inteligencji obliczeniowej w analizie złożonych danych medycznych podanych w postaci szeregów czasowych**” oraz dorobku naukowego i innego osiągniętego po uzyskaniu stopnia doktora.

W czerwcu 2023 Pani dr Katarzyna Kaczmarek-Majer zwróciła się do Rady Naukowej IBS PAN za pośrednictwem Rady Doskonałości o przeprowadzenie powyższego postępowania. W listopadzie 2023 Rada Naukowa IBS PAN podjęła uchwałę o składzie Komisji ds. postępowania i wyznaczyła mnie na recenzenta. Sekretarz Komisji udostępnił mi w dokumentację wniosku habilitacyjnego Pani dr Katarzyny Kaczmarek-Majer. Po zapoznaniu się z jego zawartością stwierdziłem, że zawiera wszystkie wymagane dokumenty w postaci plików elektronicznych, w tym bardzo obszerne zestawienie wielu dodatkowych publikacji. Na jej podstawie oraz własnej analizy bibliometrycznej oraz sprawdzenia w zasobach internetowych opisów innych aktywności Pani dr Katarzyny Kaczmarek-Majer sporządziłem niniejszą recenzję.

**2. Krótki opis sylwetki zawodowej**

Pani Katarzyna Kaczmarek-Majer jest absolwentką studiów magisterskich na kierunku informatyka (2009) oraz matematyka (2010) na Wydziale Matematyki i Informatyki Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu. Następnie w 2010 roku rozpoczęła studia doktoranckie w IBS PAN, podczas którego uczestniczyła także w interdyscyplinarnym międzynarodowym programie doktorskim pt. „International PHD Projects in Intelligent Computing” oraz odbyła dwa 6-miesięczne staże zagraniczne w Niemczech oraz Hiszpanii w bardzo znanych i dobrych zespołach badawczych związanych z tematyką inteligencji obliczeniowej wykorzystujących teorię zbiorów rozmytych. Swoje badania nad doktorem prowadziła pod opieką profesora dr hab. inż. Olgierda Hryniewicza.

W marcu 2015 Pani Katarzyna Kaczmarek-Majer obroniła w Instytucie Badań Systemowych PAN swoją rozprawę doktorską zatytułowaną „Soft computing methods in the bayesian analysis of time series”, za którą otrzymała wyróżnienie (dokumentacja zawiera skan odpisu dyplomu doktorskiego).

Od czerwca 2015 Habilitantka jest zatrudniona na stanowisku adiunkta w IBS PAN w Zakładzie Metod Stochastycznych. Ponadto przebywała na stażu post-doc w Instytucie Podstaw Informatyki PAN w Warszawie, a od stycznia 2021 jest dodatkowo zatrudniona na stanowisku naukowym typu badacz „postdoc” w Zakładzie Zintegrowanego Monitoringu Środowiska w Instytucie Ochrony Środowiska - Państwowego Instytutu Badawczego w Warszawie - jest to związane z projektem „NeuroSmog: Determining the impact of air pollution on the developing brain” (Nr. POIR.04.04.00-1763/18-00). Przebywała także na dwóch krótkich



stażach badawczo-konsultacyjnych w uniwersytetach belgijskim i włoskim. W dokumentacji widać także łączenie pracy typowo naukowej z projektami bardziej aplikacyjnymi w medycynie, a nawet współpracę z trzema firmami informatycznymi.

Ponadto bardzo pozytywnie należy ocenić kierowanie przez Panią dr Kaczmarek-Majer projektami badawczymi oraz zdecydowany przyrost liczby publikowanych artykułów naukowych, w tym w wielu tzw. uznanych prestiżowych czasopismach lub konferencjach. Jest też ona mocno zaangażowana w działalność organizacyjną na rzecz konferencji naukowych (współorganizując interesujący warsztaty, czyli tzw. workshopy oraz sesje specjalne na konferencjach naukowych) i prac recenzyjnych.

Widać także poszerzenia zakresu zainteresowań i badań naukowych od tematyki doktoratu, co wg. typowych oczekiwań i moich osobistych kryteriów jest niezbędne w przypadku tworzenia dorobku habilitacyjnego.

Z dalszej części autoreferatu można także dostrzec, że Pani dr Katarzyna Kaczmarek-Majer zaangażowała się we współ-opiekę na kilkoma doktorantami w IBS PAN i była/jest promotorem pomocniczym.

Inne informacje na temat swojego wykształcenia i aktywności zawodowej Pani dr Katarzyna Kaczmarek-Majer przedstawiła obszerniej w bardzo dobrze napisanym autoreferacie i innych dostarczonych dokumentach, dlatego nie będę ich powtarzała i przejdę do ważniejszych punktów mojej recenzji.

Podsumowując te informacje ogólne – moja ocena wykształcenia i drogi zawodowej Pani dr Katarzyny Kaczmarek-Majer jest *bardzo pozytywna*.

### **3. Ocena osiągnięcia habilitacyjnego**

Osiągnięciem naukowym, które pani dr Katarzyna Kaczmarek-Majer przedstawiła jako podstawę do ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego stanowi cykl 9 poniższych artykułów naukowych (zastosowałem dla spójności oznaczenia z autoreferatu):

- [A-1] O. Hryniewicz, K. Kaczmarek-Majer Bayesian Analysis of Time Series using Granular Computing Approach. Applied Soft Computing 47 (2016) 644 – 652.
- [A-2] K. Kaczmarek-Majer, O. Hryniewicz, Application of linguistic summarization methods in time series forecasting. Information Sciences 478 (2019) 580 – 594.
- [A-3] K. Kaczmarek-Majer, O. Hryniewicz, K. Opara, W. Radziszewska, A. Olwert, J. Owsiański, S. Zadrozny, Control Charts Designed Using Model Averaging Approach for Phase Change Detection in Bipolar Disorder, W: Uncertainty Modelling in Data Science – SMPS 2018. Advances in Intelligent Systems and Computing 832. Springer 2019.
- [A-4] O. Hryniewicz, K. Kaczmarek-Majer, K. Opara, Control Charts Based on Fuzzy Costs for Monitoring Short Autocorrelated Time Series. International Journal of Approximate Reasoning (2019) 166-181.
- [A-5] G. Casalino, G. Castellano, K. Kaczmarek-Majer, O. Hryniewicz, Intelligent analysis of data streams about phone calls for bipolar disorder monitoring, W: Proceedings of IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ- IEEE), IEEE 2021, , str 1-6.
- [A-6] O. Hryniewicz, K. Kaczmarek-Majer, Possibilistic aggregation of inhomogeneous streams of data, W: Proceedings of IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE), IEEE 2021, , str 1-6.



- [A-7] K. Kmita, G. Casalino, G. Castellano, O. Hryniewicz, K. Kaczmarek-Majer, Confidence path regularization for handling label uncertainty in semi- supervised learning: use case in bipolar disorder monitoring, W: Proceedings of IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE), IEEE 2022 (8 str).
- [A-8] K. Kaczmarek-Majer, G. Casalino, G. Castellano, O. Hryniewicz, M. Dominiak, G. Vessio, N. Diaz Rodriguez PLENARY: Explaining black-box models in natural language through fuzzy linguistic summaries, Information Sciences 614 (2022) 374 – 399.
- [A-9] K. Kaczmarek-Majer, G. Casalino, G. Castellano, O. Hryniewicz, M. Dominiak, Explaining smartphone-based acoustic data in bipolar disorder: Semi- supervised fuzzy clustering and relative linguistic summaries, Information Sciences 588, (2022) 174-195.

Powyższy cykl jest zatytułowany „**Hybrydowe metody inteligencji obliczeniowej w analizie złożonych danych medycznych podanych w postaci szeregów czasowych**”, co jest dość pojemnym sformułowaniem. Lecz w mojej dalszej ocenie uważam, że relatywnie dobrze odzwierciedla zawartość metodyczną oraz zastosowań medycznych obecną w powyższych pracach. W ogólności badania prowadzone przez panią dr Katarzynę Kaczmarek-Majer i przedstawiony cykl habilitacyjny umiejscawiałbym właśnie w obszarze tzw. (z j. ang. soft computing) a dokładniej zastosowania metod **teorii zbiorów rozmytych** (ang. fuzzy sets) połączone z elementami statystyki do analizy danych czasowych, głównie szeregów czasowych. W części prac pojawia się także twórcze wykorzystanie algorytmów eksploracji danych (odpowiednik ang. data mining) i systemów uczących się – dlatego termin hybrydowe metody inteligencji obliczeniowej jest dość sensownie dobrany.

**Wszystkie prace są współautorskie** (na ogół uporządkowane alfabetycznie). Kandydatka przedstawiła oświadczenia współautorskie oraz zgodnie z zasadami dość precyzyjnie opisała swój udział w tworzeniu publikacji w kategoriach zadań. Zgodnie z deklaracjami **jej udział w tych publikacjach jest w zakresie 80% - 20%**, w tym powyżej 50% - 3 prace. Przy czym część prac jest silnie współautorska (aż do 7 autorów), co prowadzi do mojej oceny, że deklarowany udział Kandydatki 50% też wskazuje, że w wielu z tych prac Pani dr Katarzyna Kaczmarek-Majer była tzw. wiodącym autorem.

Piszący tą recenzję nie jest zdecydowanym zwolennikiem tzw. punktowej listy ministerialnej (szczegółowe wyliczenia i tzw. IPF są podane w autoreferacie) lecz woli oceniać ekspercko miejsce i zawartości prac. Lecz krótko mówiąc, zdecydowana większość z prac w cyklu habilitacyjnym jest opublikowana w tzw. wysoko punktowanych pozycjach, czego obecnie oczekuje się wobec osiągnięć habilitacyjnych, jeśli Kandydaci nie przedstawią tzw. książki monografii habilitacyjnej.

Chcę jednak wyraźnie podkreślić, że **lokalizacja miejsc publikacji jest bardzo dobra z punktu widzenia zainteresowań badawczych Kandydatki** – tj. zbiorów rozmytych i tzw. „soft computing” w analizę danych. Czasopisma takie jak Information Sciences, Applied Soft Computing i Journal of Approximate Reasoning są uznanymi, bardzo dobrymi czasopismami w tym środowisku badawczym i nie są „łatwe” z punktu widzenia procesu recenzyjnego. Także do tematyki badawczej dobrze pasuje konferencja IEEE Conf on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE). Rozrzut dat publikacji obejmuje cały okres od doktoratu do 2022 z przewagą na ostatnie lata.

Oceny osiągnięcia habilitacyjnego można dokonać w różny sposób, omawiając kolejne publikacje albo grupy tematyczne – oba sposoby opisu są zresztą widoczne w autoreferacie. Ze względu na to, że autoreferat dość dobrze opisuje zawartość poszczególnych 9 prac ja

skorzystam z wersji oceny wg. zróżnicowania rozważanych metod oraz proponowanych rozwiązań pewnych problemów.

Oceniając obszar metodyczny tych prac – powtórzyłbym moją charakterystykę z poprzedniej strony, tj. z j. ang. **fuzzy statistical data mining**, które łączą głównie teorie zbiorów rozmytych z wybranymi elementami statystyki w odniesieniu do danych uwarunkowanych czasowo, tj. głównie szeregów czasowych. Jest to widoczne w praktyce w każdej z tych 9 prac oraz większości prac dodatkowych. W przypadku szeregów czasowych Kandydatka rozważała przede wszystkim prognozowanie wartości, choć także pojawia się monitorowanie i analiza (opis) wybranych fragmentów przebiegu czasowego.

Dominującym zastosowaniem są **medyczne szeregi czasowe** a później wielo-atrybutowe **strumienie danych**. W większości z prac pojawia się dobrze umotywowane zastosowanie w **psychiatrii** analizy i monitorowania stanu pacjentów cierpiących na chorobę **afektywną dwubiegunową**. Zgodnie z opisami w artykułach choroba ta charakteryzuje się różnymi epizodami, od lepszego stanu zdrowia do stanów mieszanych (np. objawy depresyjne i maniakalne). Wczesne wykrycie rozpoczynającego się epizodu jest ważne dla dobrego leczenia i poprawy. Jednak częstotliwość wizyt u psychiatry jest zwykle niewystarczająca, aby zapewnić wczesną interwencję, a sami pacjenci zwykle nie są świadomi potrzeby leczenia, dlatego zespół badawczy, do którego należy Kandydatka starał się rejestrować stany pacjentów z rozmów telefonicznych (zbieranych z wykorzystaniem specjalnej aplikacji instalowanej na smartfonach pacjentów) i oceniać cechy akustyczne wyodrębnione z mowy. Zebranie takich danych było możliwe przy współpracy z Instytutem Psychiatrii i Neurologii w Warszawie. Takie i inne dane o stanie pacjentów były podstawą do przygotowania szeregów czasowych analizowanych przez Kandydatkę i jej współautorów w omawianych pracach.

Dominującym elementem metodologicznym, który dostrzegam w większości z tych prac jest konstruowanie **lingwistycznych podsumowań** danych za pomocą liczb rozmytych wraz z rozmytymi operatorami. Dostarczają one opisy szeregów czasowych oraz ich dynamiki zmian w postaci określeń w języku naturalnym (np. długi trend rosnący). Z uwagi na taką formę opisu mogą być wygodniejsze dla ekspertów dla zrozumienia charakterystyki i zmian w danych niż dość skomplikowane parametry statystyczne. Techniczne pozwalają one także na integrację z różnymi metodami eksploracji danych lub uczenia maszynowego i wspierają postulat wyjaśnialności systemów sztucznej inteligencji (tzw. XAI). Sama idea podsumowań lingwistycznych wywodzi się od dawnych prac takich badaczy jak przede wszystkim Yager i Kacprzyk, choć były dotychczas stosowane do opisy innych zbiorów danych. Ponadto mogą być tworzone (jako tzw. **ziarna informacji** z j. ang. tzw. granule) różnymi technikami – co widać także w ocenianych pracach. Wydaje mi się, że o ile te propozycje były już znane wcześniej, to w przypadku recenzowanego osiągnięcia habilitacyjnego dokonania Kandydatki obejmują przede wszystkim twórcze zaadaptowanie ich do podsumowań fragmentów szeregów czasowych jak ich integracje w złożonych rozwiązaniach do analizy, monitorowania i predykcji, co bardziej szczegółowo omawiam poniżej.

**Dwie początkowe prace [A-1,A-2]** dotyczą analizy i prognozowania krótkich szeregów czasowych. Autorzy tych prac podążają za paradygmatem wykorzystania wielu modeli prognostycznych (w miarę klasycznych z literatury statystycznej) oraz agregacji ich predykcji (co nie jest zbyt zaskakujące i przypomina wykorzystanie zespołów modeli predykcyjnych z uczenia maszynowego), która jest zrealizowana poprzez tzw. uśredniania bayesowskiego. Oryginalnym wkładem jest wprowadzenie do tego schematu tzw. ziaren jako formy podsumowania lingwistycznego opisującego części szeregu / na podstawie wstępnego



zdefiniowania tych terminów lingwistycznych charakteryzujących części szeregu (na podstawie wskazówek eksperckich) następuję wyszukiwanie ich w dostępnych danych i w konsekwencji określanie rozkładów prawdopodobieństwa do operacji uśredniania – praca A-1. Druga praca A-2 rozszerza tą propozycję wprowadzając takie podsumowanie bezpośrednio do samego prognozowania (patrz schemat na rys 2 w artykule A-2). Zamiast definiować rozkłady prawdopodobieństwa, podsumowuje się trendy w segmentach szeregu za pomocą podsumowań lingwistycznych, a następnie proponowane podejście F-LS tworzy rozkłady prawdopodobieństwa w oparciu o dane uczące, podsumowania i wybrane algorytmy klasyfikacji (wariant SVM). W odróżnieniu od poprzedniej pracy ta propozycja wydaje mi się być bardziej nowatorska. Podejście F-LS jest oceniane za pomocą eksperymentów na rzeczywistych szeregach czasowych z rynku farmaceutycznego oraz na wzorcowych szeregach czasowych.

Kolejne prace dotyczą **monitorowania krótkich i silnie skorelowanych szeregów czasowych poprzez oryginalne modyfikacje kart kontrolnych Shewharta** (z tzw. statystyczne kontroli jakości procesów). Zgodnie z autoremferatem i wstępem do artykułu [A-3] motywacja jest wyraźnie wynikająca z rozważanych danych z psychiatrii, gdzie jest mało danych zwłaszcza o stabilnym stanie pacjentów i występują autokorelacje obserwacji w szeregach. Zgadza się z opisem w tekstach, że utrudnia to zastosowanie klasycznych podejść statystycznych do wyznaczenia typowych wartości granicznych. Inspiracją są badania Alwana i Robersta, które pokazały możliwość tworzenia kart wykorzystujących obliczenia resztowych błędów prognoz w szeregu czasowym. W pracy [A-3] zaproponowano nową metodę jej rozszerzenia do wersji **SWAM** poprzez inne uwzględnienie odchyłeń standardowych autokorelacji oraz uwzględnianie niepewności na krótkich zapisach danych. Jej działanie ilustrowano danymi pacjentów z objawami choroby afektywnej. Praca [A-4] jest rozszerzeniem tej propozycji – zgodnie z opisem w tekście prezentuje nowatorski pomysł na wykorzystanie zbiorów rozmytych w konstrukcji karty kontrolnej o nazwie **XWAM**. Zasadniczym pomysłem jest wykorzystanie specjalnych wag przypisanych modelom prognostycznym. Autorzy przedstawili nowe podejście do optymalnego wyboru wag, które jest oparte na opiniach ekspertów o możliwych konsekwencjach wyboru poszczególnych wag wyrażonych w sposób nieprecyzyjny (rozmyty). Sformułowano zadanie optymalizacyjne, w którym funkcja celu jest aproksymowana przy użyciu podejścia Mamdaniego-Assiliana i rozmytych informacji o jej możliwych wartościach. W moim zrozumieniu dokonania ta praca [A-4] jest ciekawsza i obszerniej napisana niż poprzednia [A-3]. W samym artykule [A-4] działanie wprowadzonej karty XWAM zilustrowano w problemie diagnozy choroby dwubiegunowej z wykorzystaniem wyników samooceny pozyskanych z danych rejestrowanych na smartfonach. Analiza dodatkowych artykułów Kandydatki wskazuje, że wykorzystywała później tą metodę w innych studiach na danych medycznych (patrz artykuły z tzw. dorobku dodatkowego).

**Kolejna grupa rozważanych problemów dotyczy przedstawienia sposobów agregacji posybilistycznej w strumieniach niejednorodnych danych.** Wyraźnie w formalizacji problemu i sposobie pisania dostrzegam przesunięcie zainteresowania z podstawowych szeregów czasowych na strumienie danych. Pani dr K. Kaczmarek-Majer rozważa podział strumienia danych liczbowych na segmenty i ich podsegmenty – w których nieznanie rozkłady prawdopodobieństwa są opisywane histogramami /rozkłady mogą się różnić w przebiegu strumienia/. W odniesieniu do inspiracji z wcześniejszych prac Dubois, Prade'go Habilitantka proponuje w artykule [A-6] jak opisywać je z wykorzystaniem rozmytego rozkładu posybilistycznego oraz ilustruje jej działanie na danych medycznych z choroby dwubiegunowej.



Odebrałem tę propozycję jako rozważenia doboru liczb rozmytych dla opisu rozkładów, nie aż tak zaskakujące lub odkrywcze – jest to raczej rozwiązanie „pomocnicze”. W moim rozumieniu metoda ta może być przydatna dla tzw. przetwarzania wstępnego wykorzystującego prostą, szybką w obliczeniach agregację do reprezentacji długich i niejednorodnych strumieni danych, która może być też wykorzystana do ich agregacji. Pewnym ograniczeniem jest dobór punktów charakterystycznych segmentów, ich długości, czym autorzy pracy [A-6] się nie zajęli, lecz inne spojrzenie można dostrzec w kolejnych pracach, gdzie są inspiracje metodami z eksploracji danych i algorytmów grupowania.

**Metody uczenia częściowo-nadzorowanego dla niepewnych strumieni danych.** Ten obszerny cykl prac [A-5, A-7] oraz częściowo [A-9] i niektóre z tzw. dorobku dodatkowego wskazuje na słusne zainteresowanie się Pani dr K. Kaczmarek-Majer częściowo nadzorowanym opisaniem danych medycznych. Jak przekonująco opisała w pracy [A-5] doświadczenie mówiące, że dane akustyczne zebrane ze smartfonów pacjentów z zaburzeniami były tylko częściowo etykietowane przez psychiatrów. Wskazała także, że dane akustyczne, jak i etykiety psychiatryczne podlegają kilku źródłom niepewności i mają różną przydatność dla metod inteligentnych. W pracy [A-5] zespół autorów rozważał hybrydową metodę do rozwiązania tego wyzwania, której esencją jest **wykorzystanie przyrostowego algorytmu częściowo-nadzorowanego DISSFCM** – w moim rozumieniu tekstu sam algorytm nie jest osiągnięciem Habilitantki, lecz pochodzi od jej współautorek. Dokonaniem pracy [A-5] jest raczej zastosowanie DISSFCM do analizy dynamiki strumieni danych mowy i wizualizacji jej wpływu na klasyfikację różnych faz choroby afektywnej dwubiegunowej dla danych psychiatrycznych, które bada p. dr K.Kaczmarek-Majer – i wg. mojej oceny część eksperymentalna tej pracy jest jej tzw. b. oryginalnym elementem. Dlatego obawiam się, że praca ta metodologicznie nie jest tak innowacyjna jak ją opisano w autoreferacie. Ciekawsze są rozszerzenia grupowania w pracy [A-9] gdzie dokładniej zbadano sposób podziału oraz przeprowadzono intensywniejsze prace eksperymentalne nad oceną skuteczności DISSFCM także na innych zbiorach danych. Oryginalniejszą propozycją jest metoda **Confidence Path Regularization** zaproponowana przez autorów pracy [A-7], która uwzględnia niepewność etykietowania obserwacji (modelowanych przez współczynniki wiarygodności) w częściowo nadzorowanym rozmytym algorytmie c-średnich poprzez odpowiednią regularyzację optymalizowanej funkcji celu z ciekawszym pomysłem na modyfikację wag kroków tej regularyzacji. Podobnie jak w poprzednich pracach działanie metody ilustrowano na danych psychiatrycznych dotyczące pacjentów cierpiących na chorobę afektywną dwubiegunową uczestniczących w badania prospektywnych z wykorzystaniem rejestracji używania ich smartfonów. Elementy intensywnego wykorzystania powyższych algorytmów częściowo-nadzorowanego grupowania widać też w innych ostatnich publikacjach Pani dr K.Kaczmarek-Majer i jej współautorów, zwłaszcza związanych z realizowanym projektem BIPOLAR.

Zainteresowanie Kandydatki algorytmami częściowo nadzorowanymi jest też widoczne w lepszym konstruowaniu podsumowań lingwistycznych z danych – artykuł [A-9], metoda o nazwie **Linguistic Summarization with Fuzzy Clustering (LS-FC)**, gdzie startowe terminy lingwistyczne zostają określone na podstawie prototypów skupień odkrytych z danych (znowu praktycznie na tych samych danych medycznych z zapisu rozmów pacjentów i powiązania tego z ich stanem), lecz jest to powiązane z innymi wątkami np. statystycznej analizy rozkładów danych. Wyniki eksperymentów w pracy mają Nas czytelników przekonać, że podsumowania lingwistyczne dostarczają intuicyjnych i jasnych informacji o cechach głosu w stanie afektywnym pacjenta i są zgodne z obserwacją kliniczną. Ma to wyraźny związek z aspektami

wyjaśnialności danych i modeli sztucznej inteligencji (ang. XAI)- co Kandydatka coraz intensywnie bada w nowszych pracach.

**Metody wyjaśniania modeli predykcyjnych w strumieniach danych.** W ostatnich pracach, w tym [A-8] cyklu habilitacyjnego Pani dr Katarzyna Kaczmarek-Majer oraz jej współautorzy w większym stopniu odnieśli się do wsparcia wyjaśnialności działania rozważanych metod i modeli predykcyjnych w przetwarzanych strumieniach danych psychiatrycznych. Autorzy, w tym Habilitantka, wprowadzili własne hybrydowe podejście **PLENARY (exPlaining bLack-box modElS in Natural lAnGuage thRough fuzzY linguistic summaries)**, które dla wyjaśnienia klasyfikacji integruje znane wcześniej z literatury lub wprowadzone w poprzednich pracach metody. W mojej ocenie najważniejsze jest twórcze wykorzystywanie podsumowań lingwistycznych. Na przykład neuronowy model predykcyjny jest oparty na dwóch poziomach etykiet powiązanych z danymi. Następnie wyjaśnienia modelu są wyprowadzane za pomocą standardowej implementacji metody SHapley Additive exPlanations (SHAP). Lecz dalej są przetworzone bardzo ciekawie do przez tzw. protoformy rozmyte wyrażone w języku naturalnym, który jest potencjalnie zrozumiały dla ekspertów. Pomimo hybrydyzacji wielu znanych już metod, ten aspekt propozycji mi się bardzo podoba i jest dla mnie bardzo oryginalny w kontekście klasyfikowania strumieni danych. Ponadto jak autorzy opisali w pracy ich propozycja PLENARY uwzględnia niedokładność związaną z wynikami modelu poprzez podsumowanie ich w prostych stwierdzeniach językowych oraz niedokładność związaną z procesem etykietowania danych poprzez uwzględnienie dodatkowej wiedzy dziedzinowej w postaci etykiet warstwy środkowej. Analogicznie jak w innych pracach całość podejścia jest ilustrowana na wstępnie przetworzonych sygnałach mowy zebranych ze smartfonów od pacjentów z chorobą afektywną dwubiegunową oraz na publicznie dostępnych danych z ankiet dotyczących zdrowia psychicznego. Na podstawie mojej znajomości literatury, oraz własnych badań sądzę że obecnie prace nad wyjaśnialnością predykcji modeli w zmiennych strumieniach danych są nieliczne i w fazie początkowej, dlatego doceniam propozycję przedstawioną w tej pracy [A-8] **jako innowacyjną** oraz pokazującą ciekawe, innowacyjne hybrydyzacje znanych metod eksploracji danych z dość interesująco wykorzystanymi różnymi formami podsumowań lingwistycznych.

Oprócz cyklu habilitacyjnego Pani dr K. Kaczmarek-Majer dostarczyła **dokumentacje innych publikacji**. Większość z nich jest mocno powiązana z tematyką prac zgłoszonych w ramach cyklu (mogę odnieść wrażenie, że mogą to być wystąpienia konferencyjne, które mogły być podstawą do rozwinięcia i rozszerzenia w artykuły w czasopismach – np. prace o nr 18 i 21). Natomiast jest też ileś prac dodatkowych, które (w mojej ocenie) rozwijają lub inaczej adaptują propozycje przedstawione w artykułach cyklu habilitacyjnego (przykładowo 22, 23, 26 lub 34 – wywodzą się z publikacji z cyklu habilitacyjnego). Pojawiają się też inne wątki tematyczne które omówię w kolejnym podrozdziale.

Same prace cyklu habilitacyjnego a także większości z dorobku dodatkowego są napisane w standardowym stylu i organizacji wyводу dla badaczy z inteligencji obliczeniowej lub dokładniej rozmytej eksploracji danych, z bardzo silnym wkładem oceny eksperymentalnej na ogół wykonanych na danych psychiatrycznych.

#### *Uwagi polemiczno-krytyczne*

W związku z tym, że powyższe prace były recenzowane w innych miejscach nie jest moim celem zbyt **krytycznie oceniać** fragmentów, które może bym osobiście bym inaczej zrealizował albo mam inne zdanie niż Kandydatka. Poniżej przedstawiam główne uwagi.



Z uwagi na osobiste obciążenie doświadczeniem w analizie typowych wielo-trybutowych strumieni danych może być zauważać, że w mojej ocenie jako główne zastosowanie lub tzw. studium przypadku nadmiernie wykorzystywane są dane dotyczące pacjentów cierpiących na afektywną chorobę dwubiegunową. Można było rozszerzać weryfikacje proponowanych metod na inne także złożone zbiory danych – co jest wykonane w pracach takich jak [A-8]. Także przetwarzanie szeregów a zwłaszcza strumieni danych w blokach (ang. chunks) lub segmentach jest pewnym ograniczeniem. Z jednej strony ułatwia to autorom dostosowanie metod znanych ze statycznych wersji algorytmów uczenia maszynowego. Jednakże, jeśli chcemy dobrze reagować na tzw. dryfy pojęć, to powinno się próbować przejść na strumieniowe przetwarzanie pojedynczych przykładów uczących / obserwacji oraz adaptacji modeli po pojedynczych przykładach (tzw. online learning), także zastosowania odpowiednich metod grupowania lub wyjaśniania. Z punktu widzenia badacza uczenia maszynowego można także dostrzec pewne ograniczenia typowe dla środowiska inżynierii obliczeniowej dość eksperckiego definiowania konkretnych liczb rozmytych jako podstawy do podsumowań lingwistycznych. Choć w niektórych pracach wykorzystuje się obliczenie parametrów statystycznych rozkładów lub (wreszcie) algorytmów rozmytego grupowania do tego celu. Ponadto w moim środowisku oczekiwano by szerszego zakresu porównywanych metod dla tego samego zadania. Obawiam się, że zbiór /zbiory (chyba zidentyfikowałem 2 wersje) danych psychiatrycznych /afektywna choroba dwubiegunowa/ jest nadmiernie używana „w różnym sosie przetworzenia” w większości prac jako główna ilustracja albo podstawa weryfikacji metod. Dla typowego badacza z zakresu uczenia maszynowego nowe metody trzeba weryfikować na szerszej i bardziej zróżnicowanej kolekcji danych. Na koniec mogę krytycznie, ale też trochę subiektywnie dodać, że oryginalność propozycji metod w kolejnych pracach cyklu habilitacyjnego nie jest „równie innowacyjna” i nie są one takie przełomowe jakby można w pierwszym czytaniu autoreferatu przypuszczać (niektóre wartościowania Kandydatki w zdaniach autoreferatu są zbyt subiektywnie optymistyczne). W mojej ocenie w niektórych pracach widzę głównie integracje znanych już algorytmów lub technik (często jawne wykorzystanie gotowych bibliotek programistycznych np. SHAP) które nie są autorstwa Kandydatki – dlatego wydaje mi się, że raczej /niezależnie od przejścia procesu recenzyjnego/ siła artykułu może bardziej pokazywać pomysły na rozmyte dostosowanie do modelowania niedoskonałości szeregów czasowych lub zweryfikowanie działania na danych psychiatrycznych.

Pomimo kilku uwag krytycznych uważam, że same publikacje i ich ważność zarówno poznawcza, jak i zastosowania medyczne, głównie w psychiatrii, są zdecydowanie dobre, a część z propozycji jest dla mnie bardzo interesująca.

Podsumowując moją ocenę tej części, czyli samego osiągnięcia habilitacyjnego Pani dr Katarzyny Kaczmarek-Majer, **jest ona pozytywna.**

#### **4. Ocena pozostałego dorobku Kandydatki**

##### **4.1 Dorobek naukowo-publikacyjny**

Pani dr Katarzyna Kaczmarek-Majer jest także autorką różnych dodatkowych publikacji. W autoreferacie (pisanym w czerwcu 2023) przyznała się do 38 prac (których wersje plików pdf zamieściła w dokumentacji wniosku – o zgrozo dla czytającego recenzenta wszystkie). Jedną z tych prac to w zasadzie redakcja materiałów konferencyjnych – więc chyba nie powinna być podana w tym zestawieniu. Po sprawdzeniu wyszukiwarek i internetowych systemów bibliograficznych na początku tego roku dostrzegam pojawienie się kolejnych publikacji:





- Wg. systemu Scopus indeksowanie 41 publikacji, o łącznej liczbie cytowań 238.
- Web of Science – trudność oceny – widzę dwa niepowiązane konta co obniża wskaźniki – wersja z afiliacją IBS PAN 29 publikacji z 112 cytowaniami .
- Google Scholar 64 rekordy (niestety jest tzw. radosny bałagan z powtórzeniami tych wpisów w różnych odmianach) z 373 cytowaniami.

Prowadząc ekspercką selekcję – od momentu zgłoszenia wniosku o postępowanie habilitacyjne w okresie 2023 pojawiło się 7 nowych prac – o tematyce mocno zbliżonej do ostatnich prac cyklu habilitacyjnego lub związanych z realizacją projektów BIPOLAR albo NeuroSmog. Patrząc na rozkład publikacji w przestrzeni lat – widzę **zdecydowanie przyspieszenie aktywności w ostatnich latach**. I co chciałbym podkreślić zdecydowana większość dorobku jest po uzyskaniu doktoratu w 2015. W treści autoreferatu na 38 wskazanych, tylko 3 prace (konferencyjne) są z okresu doktoratu, czyli Pani Katarzyna Kaczmarek-Majer ewidentnie „rozkreśliła się naukowo - publikacyjnie” w ostatnich latach i mogę stwierdzić, że **ilościowo i tematycznie dokonała wyraźnego przyrostu** – czego ewidentnie oczekujemy od prac nad habilitacją.

W zakresie **publikacji tzw. dodatkowego dorobku** Kandydatka z współautorskimi zespołami pracowała w bardzo podobnej tematyce jak przedstawiona w cyklu habilitacyjnych oraz zwłaszcza zastosowania metod „rozmytej” inteligencji medycznej do problemów czasowo uwarunkowanych danych medycznych, w tym głównie psychiatrycznych. Przy czym niektóre z tych prac jakby rozszerzały prace z cyklu habilitacyjnego albo przynajmniej ujmowały je w innym kontekście. Dlatego w sensie tematyki – mogę powtórzyć ogólną charakterystykę zainteresowań badawczych Pani dr Katarzyny Kaczmarek-Majer, która opisałem w poprzednim podrozdziale recenzji. Widać też pojedyncze prace bardziej poświęcone metodom tworzenia podsumowań lingwistycznych lub ogólniej teorii zbiorów rozmytych, albo inaczej eksploatujących zagadnienia rozmytych kart kontrolnych dla nadzoru jakości. Jako ewidentnie nowy wątek tematyczny dostrzegam kilka publikacji związanych z zastosowaniami modeli statystycznych w ochronie środowiska oraz analizie i modelowaniu zanieczyszczeń powietrza (np. praca [29]), wykorzystania doświadczeń z analizy danych pozyskiwanych z smartfonów w transporcie (np. praca [36]) a ostatnio zastosowaniach metod inteligencji obliczeniowej w kardiologii (najnowsze prace już poza dostarczonym zestawem). Większość z tych dodatkowych prac to wystąpienia konferencyjne (o lokalizacji i randze piszę poniżej). Są też mniej liczne publikacje w różnorodnych czasopismach, z których kilka może być uznana za dość dobrze punktowane lub bardziej znane np. IEEE Intelligent Transportation Systems, Journal of Medical Informatics, lub inne raczej po stronie specyfiki zastosowań medycznych (np. Kardiologia).

Pani dr Katarzyna Kaczmarek-Majer brała udział [wg. autoreferatu] w ponad 20 konferencjach naukowych o zasięgu międzynarodowym i wygłosiła w sumie 17 referatów (na m.in. IEEE International Conference on Fuzzy Systems - FUZZ-IEEE; International Conference On Fuzzy Sets Theory And Its Applications - FSTA; International Conference of the European Society for Fuzzy Logic and Technology - EUSFLAT; International Fuzzy Systems Association World Congress - IFSA; International Conference on Information Processing and Management of Uncertainty in Knowledge-Based Systems - IPMU; => które mają znaczenie w środowisku badawczy teorii zbiorów rozmytych.

Ponadto wyraźnie widać, że zwiększyła współpracę międzynarodową – publikacje z okresu ostatnich lat mają zmieniające się, lecz silnie międzynarodowe składy wielo-autorskie. Także prace z polskim zespołem wskazują na obecności nowych osób (często pracowników IBS PAN lub doktorantów), z którymi Kandydatka wcześniej nie pracowała. Dla mnie to jest także

dobrym objawem aktywności badawczo-publikacyjnej. Jeśli dobrze przeglądałem zestawienia, to niestety Pani dr Katarzyna Kaczmarek-Majer nie posiada żadnej **własnej jedno-autorskiej pracy** – co czytając dobrze napisany autoreferat uważam, że błąd w karierze naukowej i mam nadzieję, że doczekam się samodzielnych prac autorki w przyszłości.

Widzialności i **cytowalność powyższych prac jest dość dobra**. Obecne spojrzenie do serwisów podałem na poprzedniej stronie (w mojej opinii są dość wysokie jak na obecny moment kariery naukowej) a tzw. indeksy Hirscha są następujące: GoogleScholar 11, Scopus 8 a WoS 6 (tutaj jest chyba zaniżenie poprzez dwa konta) – są to dość typowe wartości dla dobrego dorobku habilitacyjnego chociaż nie jakieś bardzo wysokie.

Najbardziej cytowany jest artykuł o charakterze przeglądu literaturowego pt. Smartphone as a monitoring tool for bipolar disorder: a systematic review including data analysis, machine learning algorithms and predictive modelling, w czasopiśmie International journal of medical informatics (2020) – 47 cytowań wg. Google Scholar. Lecz następne dwa to pozycje z cyklu habilitacyjnego o około 30 cytowań wg. Google Scholar – co jest dobrym wynikiem.

Podsumowując tą analizę publikacji i swoją powyższą wypowiedź - stwierdzam bardzo jednoznacznie, że z pełnym przekonaniem oceniam *bardzo pozytywnie aktywność naukową w zakresie publikacji*.

#### 4.2. Pozyskiwanie i udział w projektach naukowych

Pani dr Katarzyna Kaczmarek-Majer jest bardzo aktywna w zakresie udziału jako wykonawca projektów a także pozyskania jako kierownik – tzw. lider różnych projektów badawczych lub badawczo-wdrożeniowych. Brała udział w 4 większych projektach (patrz opisy w autoreferacie) oraz jest obecnie **kierownikiem jednego bieżącego projektu** „Bipolar disorder prediction with sensor-based semi-supervised learning” z funduszy norweskich (przez NCBiR – relatywnie duży budżet) – opis na stronie <http://bipolar.ibspan.waw.pl> i widać tam dużą aktywność w realizacji tego projektu.

Ponadto ostatnio uczestniczyła ona w dużym projekcie realizowanym we współpracy z Uniwersytetem Medycznym w Poznaniu oraz firmą Analyx Sp. z o.o., gdzie powstało oprogramowanie, które wspiera lekarzy w ocenie upośledzenia funkcji poznawczych pacjentów (mogę potwierdzić na podstawie obserwacji mediów poznańskich, iż było popularyzowane w zeszłym roku). Według dostarczonej dokumentacji Kandydatka **współpracowała w różnym zakresie i roli z 3 firmami komercyjnymi** – głównie w zakresie praktycznej statystycznej analizy danych oraz szkoleniowej.

Pani dr Katarzyna Kaczmarek-Majer wykazała także udział w stworzeniu specjalistycznego oprogramowania. Ponadto jedno zgłoszenie patentowe – co należy ocenić bardzo pozytywnie.

Ten obszar działalności badawczo-wdrożeniowej oceniam *bardzo wysoko* i wręcz *znakomicie* (ponad przeciętnie). Subiektywnie oceniam, że Kandydatka musi być bardzo pracowita oraz świetnie zorganizowana.

#### 4.3 Staże zagraniczne

Na podstawie autoreferatu widać, że dr Katarzyna Kaczmarek-Majer brała udział w stażach i wyjazdach zagranicznych. Po uzyskaniu doktoratu dwa międzynarodowe staże badawcze: w roku 2019 w Center for Statistics na Uniwersytecie w Hasselt w Belgii; w roku



2023 staż w zespole Computational Intelligence Lab na Wydziale Informatyki Uniwersytetu w Bari we Włoszech. Wg. informacji z dokumentacji są to tzw. krótkie wizyty. Lecz są dwa długoterminowe pobyty (long stays) w Niemczech i Hiszpanii w okresie doktoratu. Jednak nie dostrzegłem obecnie bardzo pożądanego pobytu post-doc zagranicą. W pewnym stopniu można zamiennie uznać to jako stypendium kilku miesięczne w programie z IPI PAN.

Niezależnie od tej uwagi krytycznej można wyraźnie zauważyć umiejętności pani dr Katarzyny Kaczmarek-Majer w nawiązywaniu współpracy z naukowcami z innych ośrodków (także krajowych), które doprowadzała do wielu wspólnych publikacji

#### **4.4. Dorobek w zakresie kształcenia kadr naukowych**

Pani dr Katarzyna Kaczmarek-Majer jest **opiekunem dwojga studentów studium doktoranckiego** – po wspólnych pracach widać duże zaangażowanie i rezultaty. W latach 2019-2022 była promotorem pomocniczym w przewodzie doktorskim mgr Magdaleny Skorupskiej z UW, a obecnie jest **promotorem pomocniczym** pracy p. mgr Olgi Kamińskiej (IBS PAN).

Moja ocena – ponad przeciętne zaangażowanie.

#### **4.5. Wyróżnienia i nagrody**

Brak (lecz to może być związane ze specyfiką zatrudnienia w Inst. PAN), poza wyróżnienie best paper na konferencji i zapowiedzią zaproszenia do wygłoszenia wykładu na konferencji.

#### **4.6. Inna działalność w organizacji nauki**

Pani dr Katarzyna Kaczmarek-Majer brała udział jako recenzent we wsparciu komitetów programowanych konferencji międzynarodowych (w tym dość znanych w środowisku Soft Computing) oraz czasopism naukowych (ponad 50). Udział w pracach redakcji „Journal of Intelligent & Fuzzy Systems”. Ponadto była ona już przewodniczącą sesji na konferencjach międzynarodowych.

W 2022 zorganizowała warsztat naukowy - czyli tzw. workshop „First Workshop on Online Learning from Uncertain Data Streams” (OLUD 2022) w ramach międzynarodowej konferencji IEEE World Congress on Computational Intelligence (WCCI 2022) – co jest bardzo uznaną konferencją. Współorganizowała kilka sesji specjalnych na innych konferencjach.

Od roku 2015 uczestniczyła jako ekspertka w licznych zespołach oceniających wnioski o finansowanie badań typu Research and Innovation Action w ramach konkursów organizowanych przez Komisję Europejską – co jest dość rzadkie w tym okresie drogi zawodowej i należy to docenić.

Kandydatka jest członkinią licznych międzynarodowych i krajowych organizacjach oraz stowarzyszeniach naukowych, w szczególności w Polskim Towarzystwie Zbiorów Rozmytych (POLFUZZ), European Society for Fuzzy Logic and Technology (EUSFLAT) oraz Polskim Towarzystwie Informatycznym (PTI), gdzie była wiceprzewodniczącą sekcji PTI e-Zdrowie i życie bez barier. Niestety nie dostrzegłem w dokumentacji (poza działalnością w sekcjach PTI) typowych aktywności na rzecz popularyzacji nauki w społeczeństwie – co jest pewną szkodą.

Podsumowując ten element recenzji: moja ocena – bardzo dobra – ponad przeciętna.

#### **4.7. Osiągnięcia dydaktyczne**

Kandydatka jest pracowniczką Instytutu PANowskiego lub w ramach zatrudnień dodatkowych instytutów resortowych badawczych – nigdy wg. autoreferatu nie pracowała na uczelniach – dlatego doświadczenie dydaktycznie i osiągnięcia są nikłe (udokumentowane

tylko ćwiczenia warsztatowe do przedmiotu „Metody inteligencji obliczeniowej w analizie szeregów czasowych” w ramach specjalności Statystyka i analiza danych na Wydziale Matematyki i Nauk Informatycznych Politechniki Warszawskiej). Lecz można uznać ten element – jako „nie dotyczy” z uwagi na ścieżkę kariery zawodowej.

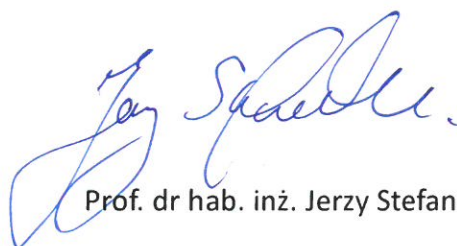
## 5. Konkluzja końcowa

Kończąc niniejszą recenzję osiągnięcia habilitacyjnego oraz pozostałego dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego Pani dr Katarzyny Kaczmarek-Majer stwierdzam jednoznacznie, że moja opinia jest **bardzo pozytywna**.

Przedstawiony cykl publikacji zawiera wiele propozycji złożonych systemów uczących wykorzystujących różne rozwiązania z zakresu inteligencji obliczeniowej, teorii zbiorów rozmytych, elementów statystyki i wybranych algorytmów uczenia maszynowego. Ponadto **zastosowania medyczne** w zakresie psychiatrycznej diagnostyki zaburzeń choroby afektywnej dwubiegunowej są interesujące i wartościowe. Dostrzegłem pomysłowość i pracowitość Pani dr Katarzyny Kaczmarek-Majer, także w zakresie koordynowania tworzenia oprogramowania do tych badań oraz duży (ponad standardowy) wysiłek w napisanie bardzo wielu publikacji naukowych z międzynarodowymi zespołami współautorów oraz realizacji wielu projektów badawczych.

W mojej ocenie publikacje przedstawione w tzw. osiągnięciu habilitacyjnym dobrze wpisują się do problematyki **rozmytej eksploracji szeregów czasowych**. Z uwagi na tematykę sposób realizacji badań, oraz ich opisywania stwierdzam, że mieszczą się one w ramach dyscypliny naukowej **informatyka techniczna i telekomunikacja** w zakresie nauk inżyniersko-technicznych. Ponadto bardzo dobrze oceniam inne obszary aktywności naukowej i organizacyjnej Pani dr Katarzyny Kaczmarek-Majer - w wielu elementach szczegółowych te osiągnięcia są ponad standardowe

W związku z powyższym **wnoszę o dopuszczenie** Pani dr Katarzyny Kaczmarek-Majer do dalszych, przewidzianych odnośnymi przepisami, etapów postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego.



Prof. dr hab. inż. Jerzy Stefanowski