

dr hab. inż. Ewa Straszcka, prof. PŚ
Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki
Politechnika Śląska w Gliwicach
Ul. Akademicka 16
44-100 Gliwice

Gliwice, 31.01.2024

Recenzja cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych
pt.: „**Hybrydowe metody inteligencji obliczeniowej w analizie złożonych danych
medycznych podanych w postaci szeregów czasowych**”
oraz dorobku naukowego i organizacyjnego osiągniętego po uzyskaniu stopnia doktora
dr Katarzyny Kaczmarek-Majer

1. Podstawa sporządzenia recenzji

Podstawą sporządzenia recenzji są:

- Wszczęcie postępowania habilitacyjnego dr Katarzyny Kaczmarek-Majer przez Radę Doskonałości Naukowej w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja w dn. 15.06.2023;
- Uchwała BA3-0005-3/23 Rady Naukowej IBS PAN z dn. 09.11.2023;
- Zlecenie zawarte w piśmie BA3-0005-3/23 IBS PAN z dn. 14.11.2023;
- Przedstawione przez Habilitantkę materiały w postaci:
 - cykl prac zatytułowany „Hybrydowe metody inteligencji obliczeniowej w analizie złożonych danych medycznych podanych w postaci szeregów czasowych” wymieniony we wniosku Habilitantki w pozycjach [A-1]-[A-9]
 - inne publikacje w czasopismach naukowych i rozdziały w monografiach powstałe po uzyskaniu stopnia doktora
 - prowadzenie, uczestnictwo i tworzenie oprogramowania w ramach projektów naukowych
 - zgłoszenia patentowe
 - uczestnictwo w międzynarodowej współpracy naukowej, zwłaszcza w wymianie naukowej, konferencjach i organizacjach naukowych
 - współpraca z otoczeniem społecznym i gospodarczym.

2. Wykształcenie i osiągnięcia naukowe uzyskane przez habilitantkę do stopnia doktora włącznie

Pani dr Katarzyna Kaczmarek-Majer ukończyła dwojake studia magisterskie. W 2009 r. uzyskała tytuł magistra na kierunku informatyka, specjalność inżynieria oprogramowania, prowadzonym na Wydziale Matematyki i Informatyki na Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza w Poznaniu pod kierunkiem dr hab. Jacka Marciniaka, prof. UAM. W 2008 r.

uzyskała licencjat, a następnie w 2010 r. ukończyła studia magisterskie na kierunku matematyka, specjalność matematyka stosowana na tymże wydziale tegoż uniwersytetu. Promotorem jej pracy magisterskiej był prof. dr hab. Maciej Wygralak. Podczas studiów uczestniczyła w programie wymiany zagranicznej oraz otrzymała stypendium naukowe znanej firmy farmaceutycznej.

Po ukończeniu studiów magisterskich podjęła studia doktoranckie w Instytucie Badań Systemowych Polskiej Akademii Nauk w Warszawie w sferze technik informacyjnych. Na tym etapie kształcenia uczestniczyła w międzynarodowym programie doktoranckim realizując projekt „Application of fuzzy statistical methods in data mining”. Podczas pracy nad doktoratem odbyła dwa półroczne staże zagraniczne w Niemczech i Hiszpanii. W obu przypadkach zarówno miejsce stażu, jak i osoba kierownika zespołu badawczego należały do najlepszych ośrodków i naukowców zajmujących się teorią zbiorów rozmytych.

Przed doktoratem Habilitantka brała udział w konferencjach międzynarodowych i publikowała referaty w punktowanych materiałach konferencyjnych.

Pani dr Katarzyna Kaczmarek -Majer z wyróżnieniem obroniła swoją pracę doktorską pod tytułem „Soft computing methods in the bayesian analysis of time series” w 2015 r. Promotorem pracy był prof. dr hab. inż. Olgierd Hryniewicz.

Przebieg i osiągnięcia uzyskane podczas studiów pierwszego i drugiego stopnia oraz doktoranckich wskazują na zainteresowania naukowe Habilitantki i dojrzałość w wyznaczaniu sobie celów na wczesnym etapie kształcenia oraz konsekwentne realizowanie prac w wybranym kierunku badań.

3. Praca w ośrodkach naukowo-badawczych

Po doktoracie, Pani dr Katarzyna Kaczmarek-Majer odbyła dwa międzynarodowe staże badawcze: na Uniwersytecie w Hasselt w Belgii i na Uniwersytecie w Bari we Włoszech. Habilitantka otrzymała także 9-miesięczne stypendium w ramach projektu „Technologie Informacyjne: Badania i ich Interdyscyplinarne zastosowania”, który był realizowany przez Instytut Podstaw Informatyki PAN w Warszawie. Do grudnia 2023 była zatrudniona jako naukowiec po doktoracie w ramach projektu „NeuroSmog: Determining the impact of air pollution on the developing brain” w Instytucie Ochrony Środowiska Państwowego Instytutu Badawczego w Warszawie oraz była kierownikiem projektu „Bipolar disorder prediction with sensor-based semi-supervised learning” w Instytucie Badań Systemowych PAN w Warszawie.

Staż i aktywność zawodowa pozwoliły Pani Doktor zebrać doświadczenia konieczne dla samodzielnego pracownika naukowego.

4. Ocena cyklu artykułów naukowych stanowiący główne osiągnięcie Habilitantki.

Jako główne osiągnięcie naukowe Habilitantka przedstawiła cykl dziewięciu publikacji zatytułowany „Hybrydowe metody inteligencji obliczeniowej w analizie złożonych danych medycznych podanych w postaci szeregów czasowych”. Prace te prezentują spójne i konstruktywne podejście do łączenia metod typu „czarna skrzynka” i wiedzy eksperckiej.

Zaproponowano w nich kilka nowatorskich modyfikacji istniejących metod wydobywania informacji z szeregów czasowych. Zaprezentowano rozwiązania znacznie poprawiające percepcję wyników działania algorytmów przez użytkownika nie znającego narzędzi przetwarzania danych. Publikacje wskazują nowe kierunki monitorowania pacjentów poprzez analizę danych medycznych oraz umożliwiają całościowe śledzenie trendów danych w procesie diagnozy i podczas terapii. Habilitantka zastosowała proponowane metody do wydobywania informacji heurystycznej z analizy sygnału akustycznego rejestrowanego u pacjentów z chorobą afektywną dwubiegunową. Temat jest niezwykle ważki, biorąc pod uwagę częstość występowanie chorób psychicznych, trudność bieżącego ich monitorowania i potrzebę interwencji w przypadku nagłego pogorszenia stanu pacjenta.

Obecnie, cykl artykułów zostanie omówiony według kolejności i z pomocą oznaczeń stosowanych we wniosku.

W publikacji [A-1] "Bayesian analysis of time series using granular computing approach" zaproponowano wydobywanie granuli informacji pochodzącej z analizy krótkich szeregów czasowych. Bayesowskie uśrednianie modeli uzupełniono o wprowadzenie niepewności przypisanej do poszczególnych modeli, wyrażonej za pomocą tych ziaren informacji. Umożliwia to zastosowanie wiedzy eksperckiej do bieżącej, automatycznej analizy danych i prognozy stanu pacjenta. Według mnie kierunek tych badań jest bardzo ważny, biorąc pod uwagę postęp w monitorowaniu pacjentów w warunkach domowych. Chociaż w pracy nie zaproponowano takiego zastosowania, opracowanie metod automatycznego prognozowania z elementami informacji heurystycznej umożliwiłoby trafniejszą indywidualną terapię pacjentów, np. diabetyków. Habilitantka włożyła w publikację istotny wkład w postaci analizy literatury, implementacji algorytmu bayesowskich obliczeń granularnych, sformułowała cele i przeprowadziła obliczenia oraz zinterpretowała wyniki. Przedstawiona metoda została pozytywnie zweryfikowana na podstawie benchmarków.

Praca [A-2] "Application of linguistic summarization methods in time series forecasting" stanowi kontynuację badań and łączeniem podejścia probabilistycznego oraz heurystycznego. W publikacji zaproponowano interpretację lingwistyczną trendów w szeregach czasowych, a następnie tworzenie i analizę ich rozkładów prawdopodobieństwa. Metoda obejmuje kilka etapów obliczeń i wymaga współpracy z ekspertami, jakkolwiek możliwe jest przedstawienie ekspertom sugerowanych rezultatów, co przyspiesza podejmowanie przez nich decyzji. Współpraca z ekspertami z innych dziedzin niż techniczne naraża zwykle wiele problemów, wymaga elastyczności, korygowania celów i metod. Należy właściwie docenić nakład pracy związany z obliczeniami, kooperacją z ekspertami i interpretacją wyników. Chociaż metoda nie wydaje się dojrzała do bezpośredniego zastosowania przy wspomaganiu podejmowania decyzji, może być uważana za przyczynek do heurystycznego opisu szeregów czasowych w rozmaitych zastosowaniach. Wkład pracy Habilitantki, jako pierwszej autorki jest przeważający w tej publikacji.

Publikacje trzecia i czwarta dotyczą nowego spojrzenia na zastosowanie kart kontrolnych jako źródła wiedzy i narzędzia wspomaganie decyzji. Publikacja [A-3], "Control Charts Designed Using Model Averaging Approach for Phase Change Detection in Bipolar Disorder", ma postać wieloautorskiego rozdziału w monografii wydanej przez Springer.

Dotyczy monitorowania pacjentów w chorobie afektywnej dwubiegunowej. Praca prezentuje metodę konstrukcji karty kontrolnej dla residuów opartą na uśrednianiu modeli predykcyjnych. Autorzy zaproponowali modyfikację znanej metody Alwana i Roberta poprzez zastosowanie kilku modeli autoregresji i odpowiednią ich selekcję. Częstkowe wyniki testów były obiecujące. Dalsze badania, przedstawiono w kolejnej pracy [A-4] „Control Charts Based on Fuzzy Costs for Monitoring Short Autocorrelated Time Series”, obszerniejszej, mającej już postać artykułu w czasopiśmie. Metoda proponowana w [A-3] została tutaj rozszerzona przez wprowadzenie opinii eksperckiej. W efekcie, zaproponowany algorytm pozwala na wydobywanie informacji z krótkich i skorelowanych szeregów czasowych. Także w tym przypadku rozwiązywany problem jest ważny dla efektywności monitorowania. Uważam, że wspomaganie decyzji w medycynie zawsze powinno uwzględniać czynnik heurystyczny, stąd rozwiązania zaproponowane w pracy według mnie zmierzają we właściwym kierunku. Habilitantka miała znaczny udział w opracowaniu koncepcji pracy [A-3] i sformułowaniu celu badań. Zaimplementowała również kartę kontrolną realizującą obliczenia według proponowanej, zmodyfikowanej metody oraz wykonała obliczenia. Należy więc uznać jej przeważający wkład w tę publikację. Udział własny w artykule [A-4] jest nieco mniejszy, oceniany przez Habilitantkę ocenia na 35%.

Publikacje [A-5] „Intelligent analysis of data streams about phone calls for bipolar disorder monitoring” i [A-6] „Possibilistic aggregation of inhomogeneous streams of data” mają charakter konferencyjny, a więc raczej nakreślają kierunek badań niż podają dojrzałe rozwiązania. Niemniej, konferencje FUZZ-IEEE mają wymiar światowy, są bezpośrednio związane z tematem prac i zastosowanymi metodami, dlatego należy uznać ją za właściwe forum do weryfikacji kierunków badań.

W pracy [A-5] naukowcy z IBS PAN w Warszawie połączyli swoje badania z włoskimi akademikami z Uniwersytetu Aldo Moro w Bari w celu opracowania metod automatycznego monitorowania choroby afektywnej dwubiegunowej. Opierając się na znanych algorytmach, istniejących narzędziach analizy akustycznej oraz własnych wcześniejszych studiach, opracowano metodę adaptacji grupowania rozmytego do bieżącej klasyfikacji sygnału akustycznego (rozmowy) ze smartfonu pod kątem występowania choroby dwubiegunowej. Wykorzystanie przez autorów istniejących narzędzi rejestracji i wstępnego przetwarzania sygnału akustycznego podczas badań może w przyszłości ułatwić implementację proponowanych przez nich metod, jednakże można by zasugerować nawiązanie współpracy z naukowcami zajmującymi się analizą sygnałów. Wtedy, można by zastosować proponowaną częściowo nadzorowaną analizę skupień dla dedykowanego specyficznym celom algorytmu przetwarzania sygnału. Niemniej, autorzy wykazali przydatność swojej metody do etykietowania strumieni danych, w tym także wprowadzanie nowych grup, uzupełniających wiedzę ekspercką. Na uwagę zasługuje wizualizacja wyników analizy strumieni danych. Właściwa ilustracja w tym przypadku ma również wartość naukową. Dla użytkownika, który nie jest wprowadzony w szczegóły algorytmu, wizualizacja umożliwia wyciągnięcie wniosków. Udział Habilitantki w publikacji jest praktycznie równy z innymi autorami.

Praca konferencyjna [A-6] jest poświęcona badaniom nad niejednorodnymi strumieniami danych. Ma na celu analizę takich strumieni uzyskanych z sygnałów akustycznych ze smartfonu zebranych w czasie rozmów pacjentów z chorobą dwubiegunową. Autorom chodziło głównie

o rozpoznanie charakteru tych strumieni i ich możliwie spójny opis z zastosowaniem metod probabilistycznych i teorii zbiorów rozmytych. Zaproponowano prezentację i opis danych za pomocą rozkładów prawdopodobieństwa i możliwości. Taki opis danych z rozmów telefonicznych może być cenny zarówno do interpretacji heurystycznej, przez lekarzy, jak i do dalszej analizy. Habilitantka i współautor mają równy udział w tej publikacji.

Kolejny referat z konferencji FUZZ-IEEE, [A-7], Confidence path regularization for handling label uncertainty in semisupervised learning: use case in bipolar disorder monitoring, przedstawia metodę automatycznego wyznaczania niepewności etykiet przyporządkowanych strumieniom danych. Źródłem strumieni danych są ponownie rozmowy telefoniczne osób cierpiących na chorobę dwubiegunową. Metoda wykorzystuje grupowanie rozmyte (dokładniej, metodę *c-średnich*) z zaproponowaną przez autorów modyfikacją funkcji przynależności do poszczególnych grup. Modyfikacja jest oparta na odległości od prototypu. Grupy są wstępnie wyznaczone przez psychiatrów, stąd metoda jest określana jako uczenie częściowo nadzorowane. Opracowany algorytm pozwala na określenie niepewności przyporządkowania etykiet, z uwzględnieniem m.in. upływu czasu od ostatniej wizyty lekarskiej, co może poprawić automatyczne rozpoznanie bieżącego stanu pacjenta. Takie ujęcie problemu, według mnie, jest niezwykle cenne, ponieważ monitorowanie pacjentów w długim okresie czasu może, a nawet musi wiązać się z rosnącą niepewnością określenia stanu pacjenta. Autorzy zauważają, że takie podejście może sprawdzić się także przy zastosowaniu innych technik grupowania. Habilitantka podaje, że brała udział m.in. w opracowaniu metody regularyzacji i uczenia częściowo nadzorowanego, co stanowiło istotną część obliczeń. Ma średni, licząc według liczby autorów, udział w publikacji.

Dwa najnowsze artykuły: [A-8] „PLENARY: Explaining black-box models in natural language through fuzzy linguistic summaries” oraz [A-9] “Explaining smartphone-based acoustic data in bipolar disorder: Semi-supervised fuzzy clustering and relative linguistic summaries”, są opublikowane w Information Sciences, a więc w jednym z wiodących czasopism i zostały opracowane przy dominującym udziale Habilitantki. Celem tych prac jest wygenerowanie opisów lingwistycznych jako granuli heurystycznej informacji pomocnej w procesie decyzyjnym.

W publikacji [A-8] zaproponowano lingwistyczny opis modeli uzyskanych w wyniku zastosowania algorytmów typu czarna skrzynka, jakimi są m.in. sieci neuronowe. Połączenie sieci neuronowych i teorii zbiorów rozmytych stanowi od lat przedmiot zainteresowania naukowców pracujących nad wspomaganie decyzji, ponieważ pierwsze narzędzie zapewnia optymalne wykorzystanie danych, a drugie uwzględnienie heurystycznej wiedzy z wybranej dziedziny. Dokładnie tym celom służy zaproponowany przez autorów publikacji system PLENARY. Przykład zastosowania, bazujący na rzeczywistych danych jest niezwykle ciekawy, zwłaszcza oceny (ewaluacja) podsumowań lingwistycznych oparte na liczbach rozmytych. Pozwala ona przedstawić użytkownikowi wnioski płynące z danych, nie zmuszając go do wgłębiania się w szczegóły algorytmu, a jednak zapewniając mu orientację w procesie decyzyjnym. Takie podejście może być wykorzystane w wielu procesach decyzyjnych, stanowi więc znaczące osiągnięcie naukowe.

Artykuł [A-9] kontynuuje wspomniany kierunek badań proponując tworzenie i adaptację podsumowań lingwistycznych za pomocą uczenia częściowo nadzorowanego z wykorzystaniem grupowania rozmytego. Stan pacjenta opisują określenia lingwistyczne odpowiadające klasom wyznaczanym w opracowanym algorytmie. Algorytm ten wykorzystuje wiedzę ekspercką i pozwala tworzyć lub łączyć grupy w celu wyznaczenia klas. Modyfikacja podsumowań lingwistycznych jest cenną cechą metody, ponieważ wprowadza czynnik niepewności do opisu stanu pacjenta co stanowi o wiarygodności wskazań diagnostycznych. Nawet jeżeli zaproponowana metoda nie jest znacząco konkurencyjna w stosunku do referencyjnej, na pewno będzie łatwiej akceptowana przez użytkowników (lekarzy), a biorąc pod uwagę jej możliwe udoskonalenia, na przykład przez modyfikację funkcji przynależności, może znaleźć szerokie zastosowanie we wspomaganiu diagnozy medycznej.

Podsumowując powyższe omówienie należy wspomnieć o wskaźnikach bibliometrycznych. Licząc według procentowego udziału własnego, Habilitantka zgromadziła 690 punktów jako swój udział w pracach zaliczanych do głównego osiągnięcia. Artykuły zostały opublikowane we wiodących czasopismach, których Impact Factor wynosi odpowiednio: Applied Soft Computing 7.9, Information Sciences 7.5, International Journal of Approximate Reasoning 3.5 według Web of Science, za ostatnie 5 lat i znacząco wzrasta.

Uważam, że przedstawiony przez Habilitantkę cykl publikacji spełnia wymagania stawiane osiągnięciu naukowemu co upoważnia do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego i doskonale wpisuje się w dziedzinę nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja.

5. Ocena pozostałego dorobku naukowego i organizacyjnego.

Dorobek publikacyjny Pani dr Katarzyny Kaczmarek-Majer obejmuje 38 pozycji. Wśród nich 14 stanowią artykuły w wysoko punktowanych czasopismach o wysokim indeksie JCR.

Oprócz artykułów, habilitantka systematycznie prezentuje wyniki swoich badań na uznanych, międzynarodowych konferencjach naukowych. Rozdziały w monografiach z jej współautorstwem są publikowane w wydawnictwie Springer.

Ogólna punktacja wszystkich publikacji Habilitantki w wysoko notowanych czasopismach wynosi 2200. Cytowane są jej prace nie tylko z listy głównego osiągnięcia. Różne rankingi referencyjne podają różną (jednak zawsze dużą) liczbę cytowań prac Habilitantki, a H-index wynosi 8 według Scopus (24.01.2024).

Pani dr Katarzyna Kaczmarek-Majer ma również znaczące osiągnięcia w zakresie współpracy zagranicznej i organizacji życia naukowego. Habilitantka brała udział w redakcji monografii powstałej we współpracy z naukowcami z Uniwersytetu w Bari (Włochy). Jest często powoływana do udziału w komitetach naukowych konferencji międzynarodowych i organizuje sesje specjalne. Jest również recenzentką ważnych czasopism naukowych oraz członkiem lub nawet należy do władz towarzystw naukowych w kraju i za granicą.

Habilitantka uczestniczyła w czterech zakończonych projektach krajowych, była kierownikiem jednego z nich. Świadczy to o wysokich umiejętnościach naukowych i organizacyjnych Habilitantki.

Habilitantka prowadzi także działalność o charakterze dydaktycznym. Jest opiekunem tematu pracy doktorskiej w Szkole Doktorskiej Technologii Informacyjnych i Biomedycznych Instytutów PAN (TIB PAN). Poprzednio, była również promotorem pomocniczym innej pracy doktorskiej. Bierze udział także w warsztatach badawczych i podejmuje zadania ewaluacyjne. Można sądzić, że zdobyte w ten sposób doświadczenia zostaną przez nią wykorzystane w przyszłości, w kształceniu młodych naukowców.

W pracy naukowej Habilitantki można dostrzec wyraźny rys implementacyjny. Opracowała oprogramowanie podczas tworzenia trzech narzędzi komputerowego wspomaganie w medycynie. Uważam to za szczególnie ważne dokonania, ponieważ współpraca w rozwiązywaniu krytycznie ważnych problemów z użytkownikami spoza branży technicznej wymaga szczególnej wiedzy i umiejętności. Wszystkie z metod prezentowanych w cyklu publikacji [A-1] – [A-9] zmierzają do rozwiązania problemów monitorowania, od akwizycji sygnału do wniosku diagnostycznego. Efektem tych działań jest zgłoszenie patentowe. Stanowi ono najlepszy dowód nowatorskiego podejścia do wspomaganie diagnostyki medycznej i weryfikację efektywności opracowanych metod.

Habilitantka promuje również osiągnięcia naukowe współpracując z sektorem gospodarczym jako wykładowca i twórca oprogramowania.

Nie ma wątpliwości, że Pani dr Katarzyna Kaczmarek-Majer wykazuje się większą niż przeciętna aktywnością naukową i organizacyjną. Mimo, iż nie jest zatrudniona na uczelni, prowadzi również działalność dydaktyczną. Współpracuje z zagranicą i z firmami komercyjnymi. Biorąc pod uwagę powyższe, oceniam dorobek naukowy, organizacyjny i dydaktyczny Habilitantki jako wystarczający, a w niektórych aspektach przewyższający wymagania stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego.

6. Wniosek końcowy

Uważam, że dr Katarzyna Kaczmarek-Majer wykazała się znaczącym dorobkiem naukowym i organizacyjnym oraz wystarczającymi osiągnięciami dydaktycznymi, które spełniają wymagania dotyczące stopnia naukowego doktora habilitowanego. Wnioskuje o dopuszczenie dr Katarzyny Kaczmarek-Majer do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

