

Prof. dr hab. inż. Ryszard Tadeusiewicz

rtad@agh.edu.pl; www.tadeusiewicz.pl; 30-059 Kraków, al. Mickiewicza 30
Katedra Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej wydziału EAIIB AGH
Doktor Honoris Causa czternastu uczelni krajowych i zagranicznych
Członek Polskiej Akademii Nauk; Członek Polskiej Akademii Umiejętności;
Były Rektor AGH; Były Prezes Krakowskiego Oddziału PAN; Były członek CK
Członek Akademii Inżynierskiej, член Российской Академии Естественных Наук
Participle Pleno Jure Academiae Europensis Scientiarum Artium Litterarumque
Fellow of World Academy of Art and Science; Euro-engineer FEANI
Senior Member of IEEE; professional member of ACM; member of SPIE

Kraków, 01 sierpnia 2023

Recenzja

Przedmiotem tej recenzji jest rozprawa doktorska mgra Alberta Śledzianowskiego zatytułowana „*The application of data mining and machine learning techniques to study eye movement properties in the context of neurodegenerative diseases and changes in the emotional system*” (w języku polskim: „Zastosowanie technik eksploracji danych i uczenia maszynowego do badania właściwości ruchów oczu w kontekście chorób neurodegeneracyjnych i zmian w układzie emocjonalnym”). Promotorem rozprawy jest dr hab. Andrzej W. Przybyszewski, prof. UMCS, prof. PJATK. Rozprawa jest przedstawiana Radzie Naukowej Polsko-Japońskiej Akademii Technik Komputerowych, a na podstawie pisma, jakie do mnie skierowała w dniu 10.07.2023 r. Prof. Maria Elżbieta Orłowska, przewodnicząca Rady Naukowej Dyscypliny Informatyka PJATK, mam obowiązek wykonać recenzję tej rozprawy.

Dysertacja ma formę wstępnego omówienia tematyki objętej tytułem rozprawy oraz kolekcji dziesięciu artykułów, które dokumentują konkretne osiągnięcia naukowe mgra Alberta Śledzianowskiego we wskazanym obszarze problemowym. Praca liczy 158 stron i jest podzielona na dwie części: pierwszą zatytułowaną „Introduction”, zawierającą wzmiankowane wyżej wstępne omówienie tematyki objętej tytułem rozprawy, oraz drugą, gdzie przytaczane są teksty artykułów.

W skład części pierwszej wchodzi bardzo dobrze zredagowana definicja podjętego w rozprawie problemu naukowego, obszerny i bardzo kompetentnie sporządzony przegląd literatury i podrozdział akcentujący, na czym polega naukowy wkład wnoszony przez ocenianą dysertację. Przeanalizowałem ów deklarowany przez Autora wkład w kontekście publikacji, które Doktorant przedstawił w drugiej części ocenianej rozprawy i zgadzam się, że wymienione przez mgra Śledzianowskiego osiągnięcia rzeczywiście są tym jego oryginalnym i wartościowym wkładem, jaki wniósł on do literatury światowej. Wkład ten oceniam jako zgodny z wymaganiami określonymi w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce”, Dziennik Ustaw z 2022-06-07 poz. 574 z późn. zm. i między innymi na tej podstawie będę wnioskował do Rady Naukowej Polsko-Japońskiej Akademii Technik Komputerowych o przyjęcie tej rozprawy, dopuszczenie jej Autora do publicznej

obrony i po jej pomyślnym (w co wierzę) przeprowadzeniu – o nadanie magistrowi Śledzianowskiemu stopnia naukowego w dyscyplinie Informatyka Techniczna i Telekomunikacja. Oczywiście głównym argumentem przemawiającym za takim wnioskiem będzie ocena wkładu naukowego wniesionego poprzez opracowania wzmiankowanych dziesięciu publikacji, co dalej będzie szerzej omówione.

Do części pierwszej mam jedną uwagę krytyczną: otóż typowa praca doktorska (także oparta na zbiorze publikacji) powinna mieć jakąś **tezę**. Doktorant powinien starać się czegoś dowieść, coś wykazać, wnieść konkretny, dający się nazwać, wkład do wiedzy naukowej. Taki „gwóźdź” wbity w granicę pomiędzy tym, co znane, a tym, co jeszcze nieznanne. Takie kolejne „gwoździe” ową granicę przesuwają, tak następuje rozwój nauki.

Tymczasem rozprawa mgra Śledzianowskiego przypomina bukiet kwiatków. Owszem, rozważane są różne techniki eksploracji danych i uczenia maszynowego. Owszem, we wszystkich publikacjach badane są właściwości ruchów gałek ocznych. Owszem, za każdym razem celem jest znalezienie takich parametrów ruchu oczu, które mogą być wykorzystane jako biomarkery przy diagnostyce i monitorowaniu terapii chorób neurodegeneracyjnych, ze szczególnym uwzględnieniem choroby Parkinsona. Ale w moim odczuciu to wszystko jest zbyt luźno powiązane, a część pierwsza rozprawy nie podkreśla wystarczająco czynników integrujących te oddzielne dokonania naukowe w jedną całość. Oczywiście akceptuję fakt, że nowa ustawa pozwala przyznać stopień naukowy doktora naukowcowi, który swoje osiągnięcia publikował w formie artykułów lub konferencyjnych referatów, więc nie musi tworzyć dodatkowego opracowania pod nazwą „rozprawa doktorska”, tylko wskazuje na ową serię publikacji. Jednak w przypadkach innych przewodów doktorskich budowanych według tego schematu (a recenzowałem ich kilka) zawsze w zebranych publikacjach był jakiś wspólny rdzeń, stos pacierzowy pozwalający je traktować jako kolejne stopnie schodów wiodące do wyraźnie zdefiniowanego konkretnego celu. W publikacjach mgra Śledzianowskiego takiego wspólnego rdzenia nie ma, stąd moja analogia z bukietem kwiatów. Prawie każdy z innej łązki...

Przystępując do oceny zasadniczej części rozprawy, to znaczy przywołanych w jej drugiej części publikacji naukowych jestem w trudnej sytuacji. Publikacje te przeszły proces redakcyjny, którego składnikiem były z pewnością recenzje. Skoro recenzenci – niewątpliwie bardzo kompetentni – owe prace dopuścili do druku, to trudno mnie recenzować de facto owych recenzentów podnosząc ewentualne uwagi krytyczne wobec opisanych w poszczególnych publikacjach problemów badawczych, metodyki przeprowadzonych badań i poprawności wyciągniętych wniosków. Niemniej postaram się przynajmniej wskazać, co **moim zdaniem** owe publikacje nowego i naukowo wartościowego wnoszą.

Dodam jednak, że z formalnego punktu widzenia po każdej takiej włączonej do rozprawy doktorskiej publikacji mającej wielu autorów powinno być zamieszczone oświadczenie owych współautorów wskazujące konkretnie na czym polegał wkład Doktoranta do przeprowadzenia stosownych badań i do powstania owej publikacji. Czasem owo bilansowanie wkładu podawane jest nawet w formie procentów które Kandydat sobie przypisuje, z którymi pozostali autorzy się zgadzają, czego jednak trudno twarzo wymagać w każdym przypadku, bo wyliczenie owych procentów ma zawsze charakter dyskusyjny. Niemniej ubiegając się o **indywidualne** zaliczenie osiągnięć (w formie nadania doktoratu) na podstawie publikacji mających **wielu autorów** Kandydat powinien zadbać o to, żeby oceniający (recenzenci i komisja doktorska) nie mieli rozterek w ocenie, czy zaprezentowany **jego** dorobek jest duży, średni, czy może wręcz mały?

Czysto hipotetycznie i **bez związku z ocenianą tu rozprawą doktorską mgra Śledzianowskiego** można sobie wyobrazić sytuację, że informatyk wykonujący na rzecz lekarzy określone obliczenia nadające naukowy polor ich czysto medycznym obserwacjom zostanie dopisany jako współautor powiedzmy do dziesięciu publikacji, ale w każdej z tych publikacji jego wkład **naukowy** - obiektywnie ocenić trzeba na 10%. Sumarycznie więc owych **dziesięć** wykazanych publikacji jest ekwiwalentne **jednej** przyzwoitej jednoautorskiej publikacji. Czy to jest wystarczająca podstawa do nadania doktoratu?

Wracając do oceny dziesięciu publikacji składających się na jądro ocenianej rozprawy mgra Śledzianowskiego będę starał się w każdej z tych publikacji wskazać i ocenić, co ta właśnie praca wnosi do zasobu wiedzy naukowej w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja – bo w tej dyscyplinie ma być nadany stopień naukowy. Fakt, że publikacje te wnoszą wartościową wiedzę do medycyny w zakresie wiedzy o symptomach chorób neurodegeneracyjnych i sposobach ich wykrywania jest oczywiście godny uznania, ale nie decydujący przy ocenie osiągnięcia **informatycznego**.

Przystępuję do oceny.

Pierwsza praca, z 2018 roku nosi tytuł: *Rough Set Data Mining Algorithms and Pursuit Eye Movement Measurements Help to Predict Symptom Development in Parkinson's Disease*. Praca opublikowana została w monografii zbiorowej wydanej przez Springer. Praca ma czterech autorów, ale Doktorant jest wymieniony na pierwszej pozycji. Domyślać się więc można, że był głównym autorem, ale nie ma na ten temat szczegółowych danych. Osiągnięciem informatycznym zawartym w tej publikacji jest stworzenie algorytmu pozwalającego mierzyć parametry ruchu gałek ocznych w celu korelowania ich z danymi neurologicznymi pacjentów. Osiągnięcie w zakresie ZASTOSOWAŃ informatyki było

opracowaniem tablicy decyzyjnej, pozwalającej obliczać parametr UPDRS służący do oceny zaawansowania choroby Parkinsona z większą dokładnością, niż przy użyciu innych metod.

Druga publikacja, także wydana w wieloautorskiej monografii mającej taki sam tytuł, jak w przypadku pierwszej pracy, tylko datowanej w 2019 roku, zatytułowana jest *Measurements of Antisaccades Parameters Can Improve the Prediction of Parkinson's Disease Progression*. Publikacja ta ma sześciu autorów, ale Doktorant jest wymieniony na pierwszej pozycji. W mojej ocenie artykuł zawiera wartościowe wyniki medyczne związane z rejestracją czasu trwania antysakkady u pacjentów z chorobą Parkinsona. Rejestracja ta skorelowana ze zdolnościami motorycznymi i danymi na temat leczenia pacjenta wnosi wartościowe wyniki naukowe na gruncie medycyny i z tego powodu praca została opublikowana. Natomiast nie potrafię w tej pracy znaleźć wyników wzbogacających wiedzę w obszarze informatyki. Używany program RSES był – co zaznaczono w pracy – stworzony na Uniwersytecie Warszawskim, zapewne w zespole współpracowników prof. Zdzisława Pawlaka, w który technikę zbiorów przybliżonych (Rough Sets) rozwijano od wielu lat. Zatem ten program nie może być zaliczony jako narzędzie informatyczne stworzone przez Doktoranta na liście jego dokonań naukowych. Natomiast samo użycie gotowego programu dla osiągnięcia celów wyznaczonych przez medyków i tylko im służących nie wydaje mi się osiągnięciem w dyscyplinie informatyka.

Trzecia publikacja wydana w 2020 roku jest indywidualną pracą mgra Śledzińskiego, wydaną także jako rozdział w wieloautorskiej monografii Springera, zatytułowaną *Predictions of Age and Mood Based on Changes in Saccades Parameters*. Praca nie jest jakaś szczególnie doniosła naukowo i opublikowana w materiałach konferencyjnych, a nie w jakimś wymagającym czasopiśmie, ale można ją rozważyć pozytywnie w kontekście oceny całej rozprawy doktorskiej, bo jest to opis badań, które mgr Śledziński przeprowadził z własnej inicjatywy, a nie pod dyktando medyków i opublikował sam, a nie w wieloosobowym zespole. Przedmiotem badań było sprawdzenie, czy parametry sakkady są wrażliwe na emocje wywołane muzyką, a ponadto zbadanie, czy istnieje możliwość rozróżnienia i zaklasyfikowania tych parametrów do jednej z określonych grup wiekowych lub nastrojów wywołanych muzyką. Narzędzie informatyczne, którym Kandydat się posłużył, nie było jego autorstwa (użyto oprogramowania do eksploracji danych WEKA), ale wartościowym wynikiem naukowym było wykazanie, że w tym dość osobliwym zadaniu związanym ze śledzeniem ruchu gałek ocznych użyteczne okazały się predyktory oparte na działaniu lasu losowego i wielowarstwowej sieci neuronowej. Jest to pewien przyczynek do stanu wiedzy na temat użyteczności różnych narzędzi informatycznych i dlatego zaliczam go Doktorantowi „na plus” w kontekście jego starań o uzyskanie stopnia naukowego w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja.

Czwarta publikacja to rozdział w monografii pod tym samym tytułem, co pozycje 1 i 2 omówione wyżej (materiały seryjnej konferencji?), ale datowanej 2020. Tytuł *Combining Results of Different Oculometric Tests Improved Prediction of Parkinson's Disease Development*. Autorów sześciu, ale Doktorant jest wymieniony na pierwszej pozycji. Ta publikacja ponownie na pierwszym miejscu wśród swoich celów stawia problem medyczny: chodzi głównie o stworzenie narzędzi, które na podstawie śledzenia wzroku pacjenta mogą prognozować jego lokalizację na skali Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS) - czyli pomagać ocenie stopnia zaawansowania choroby Parkinsona. Jestem z całym szacunkiem dla tego wyniku. Z informatycznego punktu widzenia praca jest niestety mniej wartościowa. Autorzy wykorzystali gotowe oprogramowanie zaimplementowane w Scikit-Learn (autorstwa zapewne F. Pedregosa), a ich wkład polegał na tym, że zbadali sakkady refleksyjne (RS) i antysakkady (AS) jako podstawę do obliczania atrybutów wykorzystywanych następnie jako dane wejściowe do tego oprogramowania. Sukces badawczy polegał na tym, że udało się znaleźć takie atrybuty, które dają lepsze wyniki niż surowe dane RS i AS, więc ten element głównie wydobywam jako wkład Doktoranta do dyscypliny informatyka techniczna i telekomunikacja.

Piąta publikacja jest nareszcie artykułem w czasopiśmie, datowanym 2020. Autorów jest tylko dwóch, ale tym razem Doktorant nie występuje na pierwszej pozycji. Tytuł pracy: *Parkinson's disease development prediction by c-granule computing compared to different AI methods*. Cieszę się, mogąc wpisać na listę osiągnięć Doktoranta taki właśnie wartościowy artykuł. Przepisy nie robią wprawdzie różnicy pomiędzy referatem konferencyjnym zamieszczonym w pracy zbiorowej, będącej zestawem referatów dopuszczonych do wygłoszenia na tej konferencji, ale występując bardzo często jako recenzent referatów na różnych konferencjach, a także pełniąc rolę Associate Editor w kilku czasopismach o zasięgu międzynarodowym – wiem dokładnie, jak pobłażliwie traktowane są te konferencyjne referaty oraz – z drugiej strony – jak wysokie są wymagania recenzentów w dobrych czasopismach. Dlatego z satysfakcją odnotowuję obecność na liście publikacji budujących tę dysertację obecność artykułów w czasopismach (ten tu omawiany oraz pozycje o numerach 6 i 8). Przechodząc do oceny merytorycznej omawianej tu publikacji to podkreślam, że oceniam ją wysoko – zwłaszcza z punktu widzenia wkładu do informatyki. Autorzy wykorzystują teorię zbiorów przybliżonych Pawłaka (RST), teorię zbiorów rozmytych Zadeha (FRST) oraz metodykę obliczeń granularnych (GrC) rozwijaną przez naszego rodaka z Kanady Witolda Pedrycza, o którym jednak w pracy nie ma wzmianki. Celem badań było przewidywanie rozwoju choroby Parkinsona, ale w tej pracy proporcja rozważań medycznych w stosunku do opisu tworzenia i optymalizacji rozwiązań informatycznych jest zdecydowanie na korzyść wątku informatycznego, co w kontekście wniosku o nadanie Autorowi doktoratu właśnie w informatyce oceniam bardzo pozytywnie. Dodam także pozytywną ocenę dotyczącą uwzględnienia w ocenianej pracy obszernego porównania metod

obliczeniowych wykorzystanych przez Autorów, z różnymi innymi metodami sztucznej inteligencji. W sumie uważam, że jest to bardzo dobra praca, mocno wspierająca wniosek o nadanie stopnia naukowego w dyscyplinie Informatyka Techniczna i Telekomunikacja.

Szósta praca to także publikacja w dobrym czasopiśmie Elseviera. Jest datowana 2021, ma siedmiu autorów, Doktorant jest na pierwszym miejscu listy. Tytuł artykułu: *Face emotional responses correlate with chaotic dynamics of eye movements*. Autorzy tej pracy zestawiali nagrania wideo mimiki twarzy badanych (FE) i ruchów gałek ocznych (EM) i dokonali dość obszernej analizy związków między tymi danymi stosując metody obliczeniowe wykorzystujące algorytm kNN (k najbliższych sąsiadów). Praca zdecydowanie ciekawa z punktu widzenia psychologii, ale bardzo solidnie zbudowana od strony informatycznej. Zdecydowanie zaliczam ją pozytywnie.

W siódmej publikacji powraca wieloautorska monografia przywoływana przy omawianiu pierwszych publikacji Doktoranta, ale datowana 2022. Zapewne kontynuacja tej samej konferencji. Autorów jest tu czterech, Doktorant na pierwszej pozycji. Tytuł publikacji *Detecting True and Declarative Facial Emotions by Changes in Nonlinear Dynamics of Eye Movements*. Nowością w tej publikacji było oparcie rozważań na publicznie dostępnych źródłach nagrań wideo, zamiast na nagraniach wykonywanych przez samych Autorów. Wybrano zbiór danych o nazwie Affectiva-MIT Facial Expression Dataset (AM-FED) i próbowano poprawić klasyfikację emocji twarzy (FE) poprzez rozszerzenie zbioru danych o chaotyczne parametry dynamiki ruchów gałek ocznych (EM). Badania oparte zostały na metodach algorytmicznych oraz oprogramowaniu stworzonym przez samych Autorów, więc publikację tę zdecydowanie można zaliczyć do osiągnięć w dyscyplinie Informatyka.

Ósma publikacja jest już z 2023 roku. Jest to artykuł w czasopiśmie. Ma on pięciu autorów, Doktorant jest wymieniony jak drugi na liście. Tytuł pracy *Machine Learning and Eye Movements Give Insights into Neurodegenerative Disease Mechanisms*. Autorzy w tej publikacji silnie oparli się na metodach uczenia maszynowego (ML) i uzyskali wartościowe wyniki pozwalające wiązać ruchy gałek ocznych ze stopniem zaawansowania chorób neurodegeneracyjnych takich jak choroba Alzheimera (AD) i choroba Parkinsona (PD). Bardzo ciekawe są koncepcje Autorów zmierzające do wykorzystania techniki rzeczywistości wirtualnej (VR), zwłaszcza że – jak stwierdzili badacze – dostępne są systemy VR umożliwiające śledzenie wzroku osoby zanurzonej w wirtualnej rzeczywistości. Ale te możliwości być może zostaną wykorzystane w przyszłych pracach Doktoranta i współpracowników. Pracę opiniuję pozytywnie.

Dwie ostatnie pozycje z listy publikacji nie zostały jeszcze wydrukowane. Są tu prace wieloautorskie zatytułowane odpowiednio *Universal machine-learning processing pattern for computing in the*

video-oculography oraz *Novel machine learning pipeline for real-time oculometry*. Autor deklaruje, że zostały one przyjęte do druku do wygłoszenia na konferencjach ICCS 2023 oraz ACIIDS 2023 i nie ma powodu, żeby mu nie wierzyć. Niemniej żadnego formalnego potwierdzenia tego faktu nie ma. Nie uznałem za stosowne dokonywać szczegółowej analizy tych prac nie mających jeszcze statusu publikacji. Ale jestem od wielu lat członkiem International Program Committee obydwu wymienionych konferencji, więc mogę stwierdzić, że referaty podlegają tam dość starannej selekcji pod względem naukowej wartości, więc jeśli rzeczywiście zostały one przyjęte do wygłoszenia – to zapewne mają dużą wartość. Jestem tylko ciekaw, czy któryś z Autorów uczestniczył w konferencji ACIIDS 2023 (Phuket, Thailand, June 24-26, 2023), bo to trochę daleko... Pierwsza z nich była bliżej (Prague, Czech Republic, July 3-5, 2023), ale z doświadczenia wiem, że absencja autorów referatów na tej konferencji (odbywającej się w tym roku po raz 23) bywa spora. Ciekaw będę odpowiedzi Doktoranta w tej szczegółowej sprawie – oczywiście wyłącznie dla kompletu informacji, bez wpływu na końcową ocenę. Dodam, że obie wymienione pre-publicacje mają czterech autorów, z Doktorantem na czele listy i obie mają wyraźnie informatyczny charakter.

Uwagi dyskusyjne

Praca napisana jest ogólnie poprawnie. Zdarzają się jednak drobne usterki redakcyjne, które jako recenzent mam obowiązek wskazać. Oczywiście może to dotyczyć wyłącznie części pierwszej rozprawy, bo o perfekcję edytorską artykułów przywołanych w części drugiej zadbały redakcje czasopism, w których owe artykuły były publikowane. Natomiast we wspomnianej części pierwszej dość dotkliwie daje się odczuć brak elementu, który z zasady jest obecny w rozprawach doktorskich, mianowicie spisu używanych oznaczeń i skrótów. Tekst roi się od skrótów, a to postronnej osobie (recenzentowi) pracy nie ułatwia. Co prawda autor wykazuje dużą dyscyplinę i (na ile zdołałem sprawdzić) każdorazowo **pierwsze** wystąpienie używanego skrótu skojarzone jest z objaśnieniem jego znaczenia. Ale potem w tekście sypią się skróty co chwilę a nie każdy potrafi zapamiętać znaczenie kilkunastu takich dwuliterowych najczęściej zapisów i stale je skutecznie rozszyfrowywać. Taka drobna rzecz jak spis owych skrótów by się przydał. Nie ma.

Nie ma także spisu treści z podaniem numerów stronic, gdzie zaczynają się poszczególne podrozdziały i pod-podrozdziały. Zwykle bywa i ułatwia to nawigację w tekście – a tu trzeba skrolować cały tekst żeby dotrzeć do poszukiwanego fragmentu. Szkoda!

Wymienionych usterek redakcyjnych jest niewiele, ale ich wskazanie było obowiązkiem recenzenta. Jednak należy podkreślić, że tego rodzaju usterki nie umniejszają w żaden sposób naukowej wartości

rozprawy, która w całości została przeze mnie oceniona jednoznacznie pozytywnie. Dlatego całość tej recenzji podsumowuje następujący wniosek końcowy:

Podsumowanie i wniosek końcowy

Opiniowana rozprawa doktorska zdecydowanie spełnia ustawowe i zwyczajowe warunki stawiane rozprawom doktorskim, dlatego wnioskuję do Rady Naukowej Dyscypliny Informatyka Polsko-Japońskiej Akademii Technik Komputerowych o jej przyjęcie oraz o dopuszczenie autora, mgra Alberta Śledzianowskiego do jej obrony, a po jej pozytywnym zakończeniu będę z przekonaniem głosował za nadaniem mu stopnia naukowego doktora.

