

Gliwice, 9 grudnia 2022

Dr hab. inż. Dariusz Mrozek, prof. PS  
Katedra Informatyki Stosowanej  
Politechnika Śląska w Gliwicach  
ul. Akademicka 16  
44-100 Gliwice

# RECENZJA

rozprawy doktorskiej dla  
Rady Naukowej Dyscypliny Informatyki  
działającej  
w Polsko-Japońskiej Akademii Technik Komputerowych

**Tytuł rozprawy:** Modelowanie i predykcja decyzji o prawdziwości lub nieprawdziwości informacji na podstawie bioelektrycznej aktywności mózgu

**Autor rozprawy:** mgr inż. Piotr Schneider

## 1. Charakterystyka zagadnienia naukowego i charakter rozprawy

Przedstawiona przez Pana Piotra Schneidera rozprawa doktorska jest poświęcona problematyce badania aktywności mózgu podczas oceny wiarygodności przekazywanej informacji oraz ocen wiarygodności źródła informacji. Główne cele i założenia rozprawy koncentrują się wokół różnic w określonej w trakcie eksperymentów z wykorzystaniem aparatu EEG aktywności pól Brodmanna podczas oceny wiadomości jako prawdziwej i nieprawdziwej, różnic w sygnałach kognitywnych podczas oceny wiarygodności źródła, a także możliwości przewidywania oceny wiarygodności wiadomości i wiarygodności źródła na podstawie aktywności mózgowej mierzonej średnim ładunkiem elektrycznym przepływającym przez różne pola Brodmanna. Zarówno cele pracy, jak i motywacja prowadzonych badań w tym obszarze zostały sformułowane w sposób jasny i wyczerpujący. Charakter rozprawy określiłbym jako **eksperymentalny**, ponieważ Autor opracował serię eksperymentów, które pomogły mu zweryfikować postawione hipotezy badawcze oraz zaprojektował potoki badawcze pozwalające na zbudowanie modeli uczenia maszynowego umożliwiających procesy predykcyjne. Następnie dla potwierdzenia słuszności przyjętych rozwiązań Autor przeprowadził szereg badań eksperymentalnych w laboratorium EEG Katedry Neuroinformatyki i Inżynierii Biomedycznej Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie na wybranej grupie uczestników.

## **2. Umiejscowienie problemu rozpatrywanego w rozprawie w kontekście światowej literatury**

Analiza światowej literatury i bieżącego stanu wiedzy w omawianym obszarze zostały przeprowadzone w sposób wystarczający i świadczą o dostatecznej wiedzy Autora w tej dziedzinie. Pokazują one ponadto, że problem podjęty w przedłożonej rozprawie jest istotny i wart dalszych badań. Szczególną uwagę zwraca Autor na problem występowania różnic statystycznych w aktywności mózgowej przy dokonywaniu oceny prawdziwości informacji i ocenie wiarygodności źródła. Przeprowadzony przez Autora przegląd wiedzy w zakresie pokrewnych rozwiązań przedstawiony w rozdziałach 1-4 pozwoliły mu w sposób jasny i przekonujący sformułować wnioski, w tym m.in. określić problemy wykrywania dezinformacji i ich rozprzestrzeniania się, stronniczości oceny wiadomości, a także konsekwencji wpływających z szerzenia się informacji fałszywych.

## **3. Poprawność rozwiązania i przyjętych założeń**

Na początku realizacji rozprawy Pan Piotr Schneider zdefiniowała cele rozprawy, do których realizacji konsekwentnie dążył w swoich pracach badawczych. Dotyczyły one m.in. odpowiedzi na pytanie czy można zaobserwować takie obszary mózgu, których aktywność pozwoliłaby potwierdzić lub zaprzeczyć prawdziwości wiadomości, czy można zamodelować i przewidywać decyzję odbiorcy informacji o prawdziwości lub nie danej wiadomości, a następnie jaki wpływ na ocenę informacji ma wiarygodność źródła i jaka jest aktywność mózgowa podczas takiej oceny, wreszcie czy można zbudować modele klasyfikacji decyzji bazujące na wiarygodności wiadomości lub źródła informacji. W swoich pracach Autor sięgnął do rozwiązań opartych na uczeniu maszynowym dla rozwiązania problemu predykcji decyzji, przeprowadzając wcześniej analizę statystyczną zgromadzonych danych eksperymentalnych oraz dokonując wyboru zmiennych niezależnych dla klasyfikatora opartego o regresję logistyczną. Na podstawie lektury wyników eksperymentów przedstawionych w rozdziale 6 rozprawy można stwierdzić, iż postawione w rozprawie cele udało się osiągnąć, a omawiane zagadnienia zostały rozwiązane w sposób właściwy. Autor osiągnął to poprzez: 1) przygotowanie i przeprowadzenie dwóch eksperymentów rejestrujących sygnały EEG na wyselekcjonowanej grupie uczestników, 2) opracowanie odpowiednich potoków analitycznych dla obu eksperymentów, 3) badania eksperymentalne weryfikujące przydatność opracowanych rozwiązań z użyciem zbiorów danych zgromadzonych w trakcie eksperymentów z wolontariuszami. Wyniki przeprowadzonych przez Autora rozprawy badań potwierdziły, iż założenia co do możliwości zaobserwowania różnic podczas oceny prawdziwości lub nieprawdziwości informacji oraz wiarygodności źródła przyjęte podczas realizacji pracy były słuszne i uzasadnione. W rozprawie przedstawiono także porównanie wyników osiągniętych przy użyciu modelu predykcji ocen wiarygodności źródła zbudowanego do udowodnienia hipotezy 4 z wynikami działania takiego modelu dla pól Brodmanna określonych w pokrewnej pracy [44].

## **4. Oryginalność rozprawy i jej wartość rezultatów na tle literatury światowej**

Przedstawiona rozprawa stanowi dobre rozwinięcie bieżącego stanu wiedzy światowej w zakresie możliwości oceny wiarygodności informacji w oparciu o zarejestrowaną aktywność mózgową i metody sztucznej inteligencji. W tym obszarze są to badania nowatorskie. Obecny stan wiedzy pokazuje, że

tematyka ta jest istotna i ciągle się rozwija. Pan Piotr Schneider zaproponował własne potoki badawcze i opracował ciekawe eksperymenty, a także przeprowadził proces szerokiej oceny ich wyników. **Podjęcie tych problemów oraz opracowanie dla nich odpowiednich podejść analitycznych, uważam za istotne osiągnięcie Autora i zaliczam do oryginalnych wyników przedstawionych w rozprawie.** Wyniki przeprowadzonych prac badawczych zostały opublikowane w kilku artykułach w liczących się w dziedzinie informatyki (neuroinformatyki) i inżynierii biomedycznej czasopismach, m.in. *Frontiers in Neuroinformatics* (IF=3.739, 140 pkt. MEiN), *Frontiers in Human Neuroscience* (IF=3.473, 100 pkt. MEiN), *Bio-Algorithms and Med-Systems* (20 pkt. MEiN). Dorobek ten uzupełnia kilka artykułów opublikowanych w materiałach poważnych i prestiżowych międzynarodowych konferencji naukowych, m.in. *International Conference on Computational Science* (140 pkt. MEiN). Świadczy to w mojej opinii o istotności podjętego problemu oraz wyraźnym wkładzie Pana Piotra Schneidera w rozwój tego obszaru informatyki.

## **5. Poprawność rozprawy i prezentacja wyników badań**

Realizując pracę Pan Piotr Schneider wykazał dobre opanowanie umiejętności przedstawiania uzyskanych przez siebie wyników. Najsilniejszą częścią pracy jest w mojej opinii część eksperymentalna. Idee działania potoków analitycznych i opisy eksperymentów zostały zaprezentowane w sposób jasny, choć skróty myślowe i oznaczenia nie zawsze pozwalają szybko zrozumieć sedno treści. Rozprawa ma niestandardowy układ – w zasadzie szczegółowe dokonania Autora przedstawiono w rozdziale 1, natomiast hipotezy badawcze w rozdziale 5. Poza tym pierwsze rozdziały (2-4) pozwalają czytelnikowi dobrze odnaleźć się w tematyce rozprawy, a w kolejnych przedstawiono własne rozwiązania i wyniki przeprowadzonych prac badawczych (5-7). Oceny skuteczności rozwiązania dokonano w oparciu o dane pozyskane przez posiadany przez zespół badawczy system EEG z 256-kanalowymi czepkami HydroCel oraz z wykorzystaniem powszechnie stosowanych miar skuteczności. Wyniki oceny skuteczności opracowanych rozwiązań zostały przeanalizowane i skomentowane w rozdziale 6 i 7 przedłożonej rozprawy pokazując w jaki sposób udowadniają one słuszność każdej z hipotez badawczych. Od strony redakcyjnej rozprawa jest napisana w dość dobrym stylu i czyta się ją z łatwością.

## **6. Słabe strony rozprawy i jej główne wady**

Przedstawiona rozprawa jest ciekawa i dotyczy istotnych problemów zastosowania analizy sygnałów EEG. Zawiera ona najważniejsze konkluzje wypływające z przeprowadzonych prac badawczych, a część eksperymentalna pokazuje, iż opracowane rozwiązanie istotnie może służyć zamierzonym celom. Nie jest ona jednak pozbawiona pewnych uchybień, które postaram się krótko wymienić:

- a) Niestandardowy układ rozprawy sprawia, że niektóre terminy wprowadzane są zbyt wcześnie, a definiowane dopiero później w kolejnych rozdziałach (np. pola BA w rozdziale 1). Sprawia to, iż na początku lektury nie jesteśmy pewni jasności przesłania płynącego z pracy i zamierzeń Autora.
- b) W pracy nie postawiono jasnych tez, które miałyby być udowodnione, a przecież poza hipotezami badawczymi, można byłoby postawić 1-3 ogólnych tez na początku rozprawy.
- c) Na stronie 48 przy opisie równania regresji byłoby lepiej przytoczyć konkretny wzór i wskazać, o których jego elementach mówimy w kontekście zmiennych niezależnych i wag oraz jak

korespondują one ze zmiennymi używanymi jako cechy uczenia modeli budowanych dla Eksperymentów I i II.

- d) Podobnie, w rozdziale 6.3.3.3 wydawałoby się uzasadnione przytoczenie wzoru na standaryzację pomiarów dMEC i odwołanie do pracy [103].

Mniej istotne uwagi:

- e) Dla rzeczowników policzalnych lepiej stosować słowo „liczba” zamiast „ilość”.
- f) Niektóre z hipotez mogłyby być właściwie spostrzeżeniami wynikającymi z badań. Np. hipoteza 6 w Eksperymentie II.

Jest też kilka niefortunnych sformułowań i literówek, np.:

- g) „zgodnie z setupem eksperymentu” – str. 8,
- h) „kliki indywidualnych obszarów” – str. 34,
- i) „algorytmów nadzorowanych” – str. 47, lepiej „algorytmów uczenia nadzorowanego”,
- j) „W wyniku otrzymano 30 ACC” – str. 73,
- k) „Tablica 6.10. Porównanie miar jakości modeli regresji logistycznej z [44] i Hipotezy 4” – str. 79, lepiej brzmiałoby „... i modelu zbudowanego dla udowodnienia Hipotezy 4”,
- l) „Analizując wyniki dla Hipotez 1 i 2, ...” – str. 81.

W trakcie lektury pracy nasunęły mi się następujące pytania:

- a) Dlaczego w eksperymencie I brały udział tylko osoby praworęczne?
- b) Czy uczestnik badania w Eksperymentie II miał do dyspozycji dokładną statystykę poprawnych i niepoprawnych odpowiedzi studentów po Eksperymentie I? czy kształtował swoją opinię o wiarygodności studenta w oparciu o odczucia (własną pamięć)?
- c) Jak wyniki prac doktoranta korespondują z wynikami opublikowanymi w pracy [95]? Brakuje tego w dyskusji przeprowadzonej w rozdziale 7.1.
- d) Jak wyniki prac doktoranta korespondują z wynikami opublikowanymi w pracach innych naukowców?

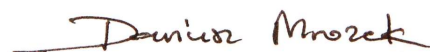
Uwagi o charakterze stylistycznym i językowym nie mają charakteru znacząco krytycznego i nie umniejszają znaczeniu osiągnięć Autora rozprawy. Mam natomiast nadzieję, że moje pytania staną się przyczynkiem do szerszej dyskusji, która może się wywiązać podczas obrony niniejszej rozprawy.

## **7. Przydatność rozprawy dla nauk informatycznych**

Uważam, że przedłożona rozprawa doktorska Pana Piotra Schneidera wpisuje się w bieżące problemy neuroinformatyki, informatyki i inżynierii biomedycznej. Badania nad wiarygodnością wiadomości i wiarygodnością źródła realizowane poprzez analizę aktywności mózgowej przy pomocy elektroencefalografii EEG noszą znamiona badań nowatorskich i pozwoliły Autorowi udowodnić przydatność tego podejścia do omawianego problemu. W ten sposób zaproponowane rozwiązania rozszerzają spektrum istniejących prac dotyczących analizy sygnałów EEG o kolejny obszar zastosowania, umożliwiając jednocześnie zastosowanie metod sztucznej inteligencji do przewidywania wiarygodności.

Potwierdzają to publikacje, których Pan Piotr Schneider jest autorem, opublikowane przez znane wydawnictwa, takie jak *Springer* czy *Frontiers*.

Reasumując, dobre wyniki osiągnięte przez Pana Piotra Schneidera w trakcie realizowanych przez niego badań pozwalają potwierdzić główne założenia przedstawione we wstępie rozprawy. Wyniki badań pokazują, że techniki oraz metody zaproponowane przez Pana Piotra Schneidera mogą przyczynić się do opracowania bardziej skutecznych metod do walki z dezinformacją, która jest powszechnym problemem wszelkich mediów elektronicznych. Wartość powstałych opracowań została dostrzeżona przez środowisko naukowe, co potwierdzają opublikowane prace. Uważam zatem, że **przedstawiona rozprawa spełnia wymagania** stawiane rozprawom doktorskim określone w obowiązujących przepisach. Wnoszę o dopuszczenie Doktoranta do publicznej obrony.



Dr hab. inż. Dariusz Mrozek, prof. PS  
Katedra Informatyki Stosowanej  
Politechnika Śląska w Gliwicach