

Warszawa, 10.04.2018

Prof. Dr hab. Henryk Rybinski
Instytut Informatyki Politechniki Warszawskiej
hrb@ii.pw.edu.pl

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż Artura Szymańskiego
p/t. „Application of data mining methods for symptom evaluation in Parkinson’s Disease”

Dane ogólne

Przedstawiona do recenzji rozprawa jest napisana w języku angielskim. Składa się ze streszczenia w języku polskim i angielskim oraz dwóch rozdziałów. Rozdział pierwszy jest poświęcony wprowadzeniu w problematykę, ponadto zawiera krótki przegląd literatury oraz dyskusję na temat prac doktoranta załączonych w Rozdziale 2. Rozdział 2 stanowi zbiór ośmiu publikacji doktoranta – w pięciu pracach doktorant jest pierwszym autorem:

1. Podrozdział 2.1 stanowi publikacja z promotorem

A. Szymański, A.W. Przybyszewski, Rough Set Rules Help to Optimize Parameters of Deep Brain Stimulation in Parkinson’s Patients, in: D. Ślęzak, A.-H. Tan, J.F. Peters, L. Schwabe (Eds.), Brain Informatics and Health, Springer International Publishing, 2014: pp. 345–356.

2. Podrozdział 2.2 zawiera publikację

A. Szymański, A. Kubis, A.W. Przybyszewski, Data mining and neural network simulations can help to improve Deep Brain Stimulation effects in Parkinson’s Disease, Computer Science. 16 (2015) 199. doi:10.7494/csci.2015.16.2.199.

3. W podrozdziale 2.3 zawarta jest publikacja

A. Kubis, A. Szymański, A.W. Przybyszewski, Fuzzy Rough Sets Theory Applied to Parameters of Eye Movements Can Help to Predict Effects of Different Treatments in Parkinson’s Patients, in: M. Kryszkiewicz, S. Bandyopadhyay, H. Rybinski, S.K. Pal (Eds.), Pattern Recognition and Machine Intelligence, Springer International Publishing, 2015: pp. 325–334.

4. Podrozdział 2.4 zawiera pracę:

A. Szymanski, S. Szlufik, J. Dutkiewicz, D.M. Kozirowski, M. Cacko, M. Nieniecki, A.W. Przybyszewski, Data mining using SPECT can predict neurological symptom development in Parkinson’s patients, in: 2015 IEEE 2nd International Conference on Cybernetics (CYBCONF), 2015: pp. 218–223. doi:10.1109/CYBCConf.2015.7175935.

5. Podrozdział 2.5 przedstawia pracę:

A. Szymański, S. Szlufik, D.M. Kozirowski, P. Habela, A.W. Przybyszewski, Building Intelligent Classifiers for Doctor-Independent Parkinson's Disease Treatments, in: Information Technologies in Medicine, Springer, Cham, 2016: pp. 267–276.

6. W podrozdziale 2.6 przedstawiona jest praca:

A.W. Przybyszewski, M. Kon, S. Szlufik, A. Szymanski, P. Habela, D.M. Kozirowski, Multimodal Learning and Intelligent Prediction of Symptom Development in Individual Parkinson's Patients, Sensors (Basel). 16 (2016). doi:10.3390/s16091498.

7. Podrozdział 2.7 zawiera artykuł:

A.W. Przybyszewski, P. Ravin, J.G. Pilitsis, A. Szymanski, A. Barborica, P. Novak, Multi-parametric analysis assists in STN localization in Parkinson's patients, J. Neurol. Sci. 366 (2016) 37–43. doi:10.1016/j.jns.2016.04.043.

8. Podrozdział 2.8 przedstawia pracę:

A. Szymański, S. Szlufik, D.M. Kozirowski, A.W. Przybyszewski, Building Classifiers for Parkinson's Disease Using New Eye Tribe Tracking Method, in: Intelligent Information and Database Systems, Springer, Cham, 2017: pp. 351–358. doi:10.1007/978-3-319-54430-4_34.

Łączna objętość rozprawy wynosi ok. 92 strony. Ponadto do rozprawy dołączono oświadczenia współautorów o ich udziale - dotyczy to siedmiu zamieszczonych w doktoracie publikacji współautorskich [1-6] oraz [8]. Oświadczenie dotyczące publikacji [7] jest zawarte w treści tej pracy.

1. Problem badawczy i jego znaczenie

1.1 Problem rozważany w rozprawie

Przytoczone publikacje dotyczą badań, które mają charakter interdyscyplinarny. W większości przypadków w zespole autorskim jest co najmniej jeden lekarz (poza publikacją 2.1). Niniejsza opinia ogranicza się jedynie do tej części badań, która dotyczy badań informatycznych w tych pracach.

Tematyka rozprawy ściśle wiąże się z metodami odkrywania wiedzy ze zbiorów danych. Dziedzina ta jest od dawna w obszarze zainteresowań statystyków, nieco krócej w obszarze zainteresowań naukowców zajmujących się metodami sztucznej inteligencji, w szczególności metodami uczenia maszynowego. Zagadnienie to ma ogromne znaczenie, zarówno praktyczne jak też teoretyczne, w szczególności w kontekście systemów akwizycji wiedzy, maszynowego uczenia, a także metod wnioskowania indukcyjnego przez analizę przykładów. Dlatego też od ponad 20-u lat daje się zaobserwować

gwałtowny wzrost zainteresowań badaniami nad nowymi metodami analizy danych. Zainteresowania te dotyczą nie tylko środowisk akademickich, ale także przemysłowych laboratoriów badawczych. Wynika to przede wszystkim z zapotrzebowania na narzędzia w dziedzinie analizy dużych zasobów informacyjnych.

Jednym z istotnych problemów badawczych w dziedzinie analizy danych jest problem praktycznych zastosowań metod eksploracji wiedzy w różnych obszarach badań. Dotyczy to wielu rozmaitych dziedzin. Jednym z bardziej spektakularnych zastosowań jest medycyna, gdzie analiza danych biomedycznych stwarza istotne narzędzia pracy w medycynie. Opiniowana praca mieści się w tym nurcie badań i dotyczy problematyki odkrywania wiedzy na potrzeby oceny symptomów w chorobie Parkinsona. W pracy autor proponuje modele oparte na technikach uczenia maszynowego, mające na celu ocenę stopnia zaawansowania choroby Parkinsona.

Podstawowym problemem w dziedzinie medycyny jest zmieniająca się wiedza medyczna dotycząca mózgu i technologie diagnozowania mózgu, w szczególności w zakresie choroby Parkinsona. Pociąga to za sobą konieczność opracowywania nowych, bardziej dokładnych metod analizy danych, wykorzystujących specyfikę nowych technologii.

W szczególności w pracach 2.1 i 2.2 pokazano możliwość wytrenowania klasyfikatora na obrazach rezonansu magnetycznego dla pacjentów po różnych kuracjach i różnych okresach od operacji. W pracy 2.1 zweryfikowano możliwości wykorzystania teorii zbiorów przybliżonych. Pokazano możliwość uzyskania lepszych rezultatów w ustalaniu obszaru pobudzania oraz amplitudy niż w dotychczas stosowanych podejściach. Natomiast w pracy 2.2 predykcja jest oparta na metodzie drzew losowych.

Opracowane modele były też użyte w pracy 2.7 w celu pokazania możliwości wykorzystania ich do wyszukiwania najlepszej lokalizacji dla elektrod pobudzających obszary mózgu w celu uzyskania najlepszego efektu terapeutycznego.

Jeszcze inny aspekt był badany w pracy 2.8. Praca koncentruje się na stworzeniu modelu uczenia maszynowego pod kątem oceny symptomów choroby na podstawie szybkich ruchów gałki ocznej.

Tematyka rozważana przez doktoranta jest niezwykle ważna i niewątpliwie jest godna rozprawy doktorskiej.

1.2 Cel rozprawy

Zasadniczym celem pracy było opracowanie nowych metod analizy danych bazujących na

biomarkerach oraz udowodnienie ich skuteczności w automatycznej klasyfikacji symptomów choroby Parkinsona, oraz wskazywania terapii.

1.3 Charakter rozprawy i znaczenie praktyczne badań

Praca ma przede wszystkim charakter eksperymentalny, jednak mocno poparty technicznym warształem autora, pozwalającym konstruować nowe rozwiązania techniczne. Pozytywnie oceniam też warsztat teoretyczny doktoranta. Propozycje autora są wsparte zaawansowanymi implementacjami oraz eksperymentami. Wskazują one na

1. solidny warsztat doktoranta w zakresie narzędzi uczenia maszynowego;
2. duży potencjał praktycznego wdrażania opracowanych algorytmów;

2. Wkład autora

Wkład autora obejmuje szereg ważnych elementów związanych z uczeniem maszynowym na potrzeby analizy danych otrzymywanych w procesie diagnozowania pacjentów:

1. Istotnym wkładem autora jest stworzenie specjalizowanego środowiska do budowania modeli w zależności od zmieniających się potrzeb, wynikających z wprowadzenia nowych biomarkerów. Dla stworzonych modeli zorientowanych na nowe biomarkery autor pokazuje eksperymentalnie ich skuteczność w automatycznej klasyfikacji symptomów choroby Parkinsona.
2. Pierwszym analizowanym biomarkerem jest obrazowanie przy pomocy rezonansu magnetycznego MRI/DTI.
3. Kolejnym biomarkerem, dla którego opracowano model, jest informacja o lokalnym przepływie krwi w mózgu w wybranych jego obszarach, pochodząca z badań tomograficznych (Single Photon Emission Computed Tomography). Utworzony dla tego biomarkera model klasyfikuje różne symptomy choroby Parkinsona. W szczególności na uwagę zasługują wyniki klasyfikacji niemotorycznych symptomów choroby, takich jak jakość życia pacjentów (określana w medycynie jako UPDRS IV).
4. Trzeci wprowadzony biomarker bazował na pomiarze ruchów oczu pacjenta. Dla tego biomarkera doktorant zaprojektował specjalizowany system rejestracji ruchu oczu. Utworzone modele klasyfikacji dla danych otrzymywanych przy pomocy stworzonego systemu charakteryzują się wysoką precyzją przy klasyfikowaniu

istotnych atrybutów związanych z diagnostyką stanu choroby, rodzajem terapii, czy też wielkości dawki leku.

Zaproponowane rozwiązania mają charakter techniczny, wymagały one jednak od autora bardzo dobrego warsztatu naukowego i rozeznania w metodach sztucznej inteligencji i eksploracji danych.

Wartość opracowanych metod analizy danych na potrzeby diagnostyki w chorobie Parkinsona została potwierdzona publikacjami zamieszczonymi w pracy, w tym w 2-ch czasopismach z listy JCR.

3. Wiedza kandydata

W rozprawie doktorantka wykazuje się dużą wiedzą, przede wszystkim w zakresie uczenia maszynowego, w tym, m.in. w metodach analizy danych bazujących na zbiorach przybliżonych.

4. Inne uwagi

Pracę stanowi wstęp oraz 8 publikacji, w tej liczbie są 4 artykuły opublikowane w materiałach konferencji o zasięgu międzynarodowym, jeden artykuł w czasopiśmie z listy B oraz dwie prace w czasopismach JCR. Uważam, że przedstawione artykuły stanowią dorobek, który jest dobrą podstawą do rozprawy doktorskiej.

Spośród uwag szczegółowych mam pytania do doktoranta –

1. jakie są różnice pomiędzy poszczególnymi modelami i ewentualnie eksperymentami opisanymi w poszczególnych pracach, np. pomiędzy modelami 2.1 i 2.2

2. W konkluzji pracy 2.2 autor pisze:

“Since these results have been based on a small data set containing only 20 objects, further work is required to perform more creditable statistics and verification in regards to over fitting.”

Czy w związku z tym prowadzone były dalsze prace na większych zbiorach obiektów. Jeżeli tak, to warto byłoby o tym wspomnieć we Wprowadzeniu.

Powyższe drobne uwagi nie umniejszają mojej pozytywnej opinii o rozprawie.

5. Podsumowanie

Pozytywnie oceniam przedstawione w doktoracie artykuły i wkład doktoranta. Rozprawa spełnia wymagania zawarte w obowiązujących przepisach dotyczących rozpraw doktorskich, wnoszę zatem o dopuszczenie mgr inż. Artura Szymańskiego do publicznej obrony.

A handwritten signature in blue ink, consisting of a stylized 'A' followed by a series of loops and a dot.