

Warszawa, 19 października, 2018

dr hab. Dominik Ślęzak, prof. UW
Instytut Informatyki
Uniwersytet Warszawski
ul. Banacha 2, 02-097 Warszawa
slezak@mimuw.edu.pl

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr inż. Artura Szymańskiego

pt. „Application of data mining methods for symptom evaluation in Parkinson’s Disease”

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska Pana Artura Szymańskiego składa się z części wstępnej, zawierającej streszczenie, spis treści oraz dziewiętnastostronicowe wprowadzenie w tematykę, a także ze zbioru ośmiu publikacji naukowych współautorstwa doktoranta. Całość (z wyjątkiem streszczenia w dwóch językach – polskim i angielskim) jest napisana w języku angielskim.

Praktyczna Istotność Badań

Badania opisane w rozprawie obejmują, zgodnie z jej tytułem, opracowanie i zastosowanie wybranych metod eksploracji danych, jak też uczenia maszynowego do ewaluacji symptomów choroby Parkinsona, która jest jedną z najczęściej występujących chorób neurodegeneracyjnych. Warto tutaj podkreślić, że poprawa w dziedzinie diagnostyki choroby Parkinsona to obecnie jedno z najistotniejszych wyzwań dla medycyny. W szczególności, dotyczy to opracowania bardziej precyzyjnej oceny progresji symptomów. A zatem badania, takie jak te przedstawione w rozprawie, są niezwykle ważne.

Zbiór Załączonych Publikacji

Na osiem wspomnianych powyżej publikacji wchodzących w skład rozprawy, składają się trzy artykuły w uznanych międzynarodowych czasopismach naukowych i pięć prac referowanych na międzynarodowych konferencjach naukowych (z czego wszystkie pięć można znaleźć na liście DBLP):

1. Artur Szymański, Andrzej W. Przybyszewski: Rough Set Rules Help to Optimize Parameters of Deep Brain Stimulation in Parkinson's Patients. *Brain Informatics and Health* 2014: 345-356
2. Artur Szymański, Anna Kubis, Andrzej W. Przybyszewski: Data mining and neural network simulations can help to improve Deep Brain Stimulation effects in Parkinson Disease. *Computer Science (AGH)* 16(2): 199-218 (2015)

3. Anna Kubis, Artur Szymański, Andrzej W. Przybyszewski: Fuzzy Rough Sets Theory Applied to Parameters of Eye Movements Can Help to Predict Effects of Different Treatments in Parkinson's Patients. PReMI 2015: 325-334
4. Artur Szymański, Stanisław Szlufik, Justyna Dutkiewicz, Dariusz M. Kozirowski, Marek Cacko, Michał Nieniecki, Andrzej W. Przybyszewski: Data mining using SPECT can predict neurological symptom development in Parkinson's patients. CYBCONF 2015: 218-223
5. Artur Szymański, Stanisław Szlufik, Dariusz M. Kozirowski, Piotr Habela, Andrzej W. Przybyszewski: Building Intelligent Classifiers for Doctor-Independent Parkinson's Disease Treatments. ITIB (1) 2016: 267-276
6. Andrzej W. Przybyszewski, Mark A. Kon, Stanisław Szlufik, Artur Szymański, Piotr Habela, Dariusz M. Kozirowski: Multimodal Learning and Intelligent Prediction of Symptom Development in Individual Parkinson's Patients. Sensors 16(9): 1498 (2016)
7. Andrzej W. Przybyszewski, Paula Ravin, Julie G. Pilitsis, Artur Szymański, Andrei Barborica, Peter Novak: Multi-parametric analysis assists in STN localization in Parkinson's patients. Journal of the Neurological Sciences 366: 37-43 (2016)
8. Artur Szymański, Stanisław Szlufik, Dariusz M. Kozirowski, Andrzej W. Przybyszewski: Building Classifiers for Parkinson's Disease Using New Eye Tribe Tracking Method. ACIIDS (2) 2017: 351-358

Wszystkie te publikacje zostały napisane przy znaczącym wkładzie doktoranta. Warto dodać, iż mają one charakter interdyscyplinarny, zaś jedna z nich dokumentuje wartościową współpracę międzynarodową z kilkoma uczelniami i instytutami w USA, o tematyce wpisującej się w ramy rozprawy [7].

Jeżeli chodzi o pozostałe z powyżej wymienionych publikacji, to w dużej mierze koncentrują się one na zaproponowaniu modeli bazujących na technikach uczenia maszynowego w celu odpowiedzi na pytanie, czy można oceniać stopień zaawansowania choroby Parkinsona. Doktorant wprowadza w tym celu nowe biomarkery (które w terminologii systemów informacyjnych można interpretować jako nowe cechy, czy atrybuty) i dowodzi ich skuteczności w automatycznej klasyfikacji symptomów.

W pracach [1,2], jako źródło takich biomarkerów rozważane jest obrazowanie dyfuzyjne MRI – wariant rezonansu magnetycznego umożliwiający wizualizację połączeń w mózgu na podstawie kierunku dyfuzji molekuł wody. Dla pacjentów z elektrodami stymulującymi, wykorzystano tutaj metodę generowania traktografii. Informacje z projekcji traktografii zostały zebrane jako parametry odzwierciedlające ilości i właściwości połączeń. Model wyuczony z danych na podstawie biomarkerów / atrybutów przy użyciu (między innymi) metod teorii zbiorów przybliżonych posłużył do klasyfikacji motorycznych symptomów choroby Parkinsona, ilustrując zależność między traktografią a jej objawami neurologicznymi.

W pracy [4], doktorant wprowadza jako biomarker informację o lokalnym przepływie krwi w mózgu, w wybranych jego obszarach. Informacja ta pochodzi z badań SPECT (Single Photon Emission Computed Tomography). Przedstawiono tu model klasyfikujący różne symptomy choroby Parkinsona, gdzie dobre wyniki osiągnięto dla symptomów niemotorycznych, takich jak jakość życia pacjenta (UPDRS IV).

W publikacjach [3,5,6,8], Pan Artur Szymański skoncentrował się natomiast na biomarkerze, bazującym na pomiarze ruchów oczu pacjenta. Opracowano trzy systemy rejestracji ruchów oczu. Przedstawione wyniki eksperymentalne potwierdzają skuteczność tego typu biomarkerów w klasyfikatorach dla takich atrybutów decyzyjnych jak UPDRS III, IV, rodzaj terapii oraz wielkość dawki leku.

Część Wstępna Rozprawy

Elementem spinającym zebrane publikacje, będącym niejakiem przewodnikiem po dokonaniach Pana Szymańskiego, jest wspomniane już dziewiętnastostronicowe wprowadzenie w tematykę rozprawy. Część ta składa się z sekcji opisujących problematykę rozprawy, przegląd literatury światowej, jasne wytlumaczenie innowacyjności i znaczenia zaprezentowanych przez doktoranta wyników dla rozwoju dziedziny, jak też przedstawienie niektórych możliwych kierunków dalszych badań.

Na podstawie lektury tej części rozprawy, można zrozumieć, jak trudnego zadania Pan Szymański się podjął. Z jednej strony, mówimy tu o bardzo żmudnej – wymagającej głębokiej wiedzy dziedzinowej i technicznej – analizie możliwości wprowadzania nowych rodzajów biomarkerów, a w szczególności, nowych metod mierzenia ich wartości dla poszczególnych pacjentów. Z drugiej strony, materiał ten ukazuje znaczący wkład doktoranta na poziomie stosowania algorytmów eksploracji danych i uczenia maszynowego, a może przede wszystkim – takiego formułowania problemów decyzyjnych dla metod uczących się z danych, które przekładałoby się na analizę jakości biomarkerów.

Spośród szeregu technik budowy modeli klasyfikacji zaadaptowanych przez doktoranta dla osiągnięcia postawionych w rozprawie celów, chciałbym szczególnie wyróżnić przytoczone już wcześniej podejścia bazujące na teorii zbiorów przybliżonych i jej hybrydyzacji ze zbiorami rozmytymi (tak zwane metody fuzji rough). Techniki te pozwalają na konstrukcję modeli decyzyjnych o bardzo przejrzystej, intuicyjnej strukturze, co nie jest bez znaczenia w ocenie biomarkerów (interpretowanych jako atrybuty w modelu), a także daje możliwość skonfrontowania otrzymanych wyników z ekspertami dziedzinowymi.

Warto też podkreślić, iż część z przedstawionych metod – zarówno w odniesieniu do konstrukcji nowych biomarkerów, jak i ich analitycznej oceny technikami eksploracji danych – może być stosowana szerzej niż tylko dla choroby Parkinsona. Jest tego świadom sam doktorant, pisząc na przykład o wykorzystaniu pomiarów zaburzeń ruchu oczów w diagnostyce innych chorób neurodegeneracyjnych.

Biorąc pod uwagę aktualny światowy stan badań w rozpatrywanej przez Pana Artura Szymańskiego dziedzinie, uważam zatem, iż postawione cele oraz otrzymane wyniki są – pod względem zarówno naukowym, jak i praktycznym – w pełni godne rozprawy doktorskiej.

Uwagi Redakcyjne

Przed wszystkim należy wysoko ocenić jakość publikacji składających się na rozprawę. Jeśli natomiast chodzi o część wprowadzającą, to oczywiście można było uniknąć pewnych błędów językowych, co nie zmienia jednak faktu, iż część ta jest bardzo wartościowa pod względem zarówno definicji problemu, przeglądu literatury, opisu wkładu doktoranta, a wreszcie analizy możliwości przyszłych badań.

Jako recenzent, miałem w pierwszej chwili kłopot w zrozumieniu – na podstawie tekstu rozprawy – w jaki sposób publikacja [7] łączy się z pozostałymi siedmioma wcześniej omawianymi pracami. Jednak po jej przestudiowaniu nabrałem przekonania, iż wszystkie te artykuły stanowią spójny materiał.

Uwagi Krytyczne

Nie mam istotnych uwag krytycznych poza tymi powyższymi, odnoszącymi się do sposobu zredagowania tekstu. Natomiast jeżeli chodzi o pytania, na który bardzo chętnie poznałbym odpowiedź, warto spojrzeć głębiej na wymienione przez doktoranta kierunki dalszych badań. Rozumiem, że wiele z nich wymagać będzie przeprowadzenia w przyszłości zakrojonych na szerszą skalę badań klinicznych, w szczególności w celu zebrania danych odpowiedniej wielkości. Z uznaniem patrzę także na możliwość objęcia podobnymi badaniami zagadnień predykcji we wczesnych fazach choroby Parkinsona. Natomiast moje szczególne zainteresowanie wzbudza wątek przyszłej konstrukcji klinicznych systemów rekomendacyjnych. W tym zakresie chciałbym zapytać, jakie elementy należałoby jeszcze w celu budowy takich systemów rozwinąć i – w szczególności – na ile ważna może być w tych systemach objaśnialność wyników działania metod uczenia maszynowego, tudzież prostota i przejrzystość wyuczanych z danych modeli decyzyjnych.

Podsumowanie

Uważam, że opiniowana rozprawa doktorska Pana Artura Szymańskiego spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim przez obowiązującą ustawę o stopniach i tytułach naukowych. Wnoszę więc o dopuszczenie jej do publicznej obrony.



dr hab. Dominik Ślęzak