

Recenzja rozprawy doktorskiej

mgr Huberta Świerczyńskiego

zatytułowanej:

Application of machine learning techniques in glaucoma detection and control

1. Problem badawczy i jego znaczenie

W pracy rozważane są zagadnienia związane z wykorzystaniem metod selekcji cech oraz uczenia maszynowego do diagnostyki jaskry. Praca ma charakter naukowo-aplikacyjny - doktorant proponuje w pracy autorski tor przetwarzania oraz klasyfikacji sygnałów pochodzących z sensorów *Triggerfish* i *SOMNOtouch* oraz danych pochodzących z rekordów medycznych pacjenta, a także dokonuje ich ewaluacji na drodze eksperymentu komputerowego. Opracowane metody mogą być podstawą do budowy efektywnych systemów rozpoznawania jaskry.

2. Wkład autora

Zakres oraz zawartość rozprawy oceniam pozytywnie. Sformułowana w pracy teza nie jest jednak zbyt precyzyjna. Autor wskazuje, że możliwe jest skuteczne wspomaganie diagnostyki i kontroli jaskry przy użyciu technik uczenia maszynowego do analizy danych *Trigerfish* CLS i czujników serca uzupełnionych o wybrane pomiary kliniczne oka (*It is possible to efficiently support glaucoma diagnosis and control using machine learning techniques for analysis of Trigerfish CLS and cardiac sensor data supplemented with selected clinical measurements of the eye*). Takie sformułowanie bez wskazania co oznacza i jak mierzona jest skuteczność, a także jaka wartość jest satysfakcjonująca prowadzi do wniosku, że praktycznie zawsze ta teza jest spełniona. Mimo nieprawidłowego sformułowania tezy uważam, że można ją uznać za ogólny cel pracy, który zresztą później został uszczegółowiony, poprzez podanie najważniejszych osiągnięć rozprawy.

Praca podzielona jest na dziewięć rozdziałów. Pierwszy rozdział wskazuje na cel rozprawy, następnie należy wyróżnić rozdziały, w których prezentowana jest wiedza kandydata dotycząca systemów wspomagających decyzje medyczną, diagnostyki jaskry oraz toru pomiarowego (rozdziały 2-5). Część ta napisana jest dobrze i świadczy tym, że Doktorant posiada ugruntowaną wiedzę w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja. W kolejnej części zawarto informację o potoku przetwarzania i wykorzystanych algorytmach oraz otrzymanych wynikach oceny jakości predykcji (rozdział 6). Rozdział 7 koncentruje się na projekcie aplikacji. Rozdział 8 jest niejako uzupełnieniem rozdziału 6 i w mojej opinii powinien być z nim połączony, gdyż zawiera analizę pozyskanego zbioru danych. Ostatni rozdział podsumowuje rozprawę i wskazuje dość ogólne możliwe kierunki dalszych badań.

Do najważniejszych osiągnięć rozprawy zaliczam:

- Opracowanie metod wspomagania diagnostykę jaskry, które obejmują dane z *Triggerfish* CLS i czujnika serca.

- Wykorzystanie do poprawy jakości predykcji danych związanych z właściwościami biomechanicznymi rogówki zamiast wyników badań pomiarów ciśnienia wewnątrzgałkowego wykonywanych za pomocą tonometrii aplanacyjnej.
- Zaproponowanie analizy całodobowego pomiaru w celu oceny zależności między CLS Triggerfish a danymi z czujników sercowych, gdzie przedziały czasu zostały dobrane zgodnie z fizjologicznymi właściwościami cyklu okołodobowego.
- Implementacja zaproponowanych metod w formie oprogramowania komputerowego, w którym wykorzystano także metody wyjaśniania decyzji z wykorzystaniem technik proponowanych w pakiecie DALEX.
- Ocenę zaproponowanych metod na drodze eksperymentów komputerowych.

Wyniki uzyskiwane w trakcie pracy nad rozprawą zostały zawarte w trzech publikacjach (jednej będącej w trakcie procesu recenzyjnego), w tym jednym artykule opublikowanych w czasopiśmie indeksowanym w JCR (*Biomedical Signal Processing and Control*) oraz jednej pracy opublikowanej w materiałach naukowej konferencji poświęconej diagnostyce jaskry. Warto także zauważyć, że wyniki prac zostały zgłoszone do ochrony patentowej w Japonii

3. Poprawność

Struktura pracy nie budzi większych zastrzeżeń, przy czym sugerowałbym połączenie rozdziałów 2, 3 i ew. 5, a także analizy zawarte w rozdziale 8 można przenieść do rozdziału 6.

Lektura rozprawy prowadzi do sformułowania poniższych uwag.

- Jak wcześniej wspomniano, teza pracy jest nieprecyzyjna. Wdaje się, że bez szkody dla rozprawy można byłoby ją pominąć, formułując cele pracy.
- Brak jest pytań badawczych, na które Doktorant chciał odpowiedzieć w trakcie eksperymentów, a co za tym idzie brak jest pogłębionych wniosków z przeprowadzonych eksperymentów. Ich analiza sprowadza się do ponownego przedstawienia wyników, które zostały zawarte w odpowiednich tabelach, czy wykresach.
- Brak jest w tekście wyróżnionego w spisie treści rozdziału 4.5 – rozumiem, że powinien on dotyczyć metod grupowania.
- Miejscami brak jest poprawnej formalizacji opisów, np. wzór (4.24) przedstawia funkcje strat dla *Ridge regression* i wydaje się, że także należałoby to opisać. Brak jest natomiast już wzoru dla regularyzacji LASSO - L1.
- Brak jest czasami konsekwencji w stosowaniu znaczeń, przykładowo na s.21 symbole są pisane kursywą, ale odwołania w tekście już nie. Z formalnego punktu widzenia np. K i K to dwa różne symbole.
- Zanotowano błędy w odwołaniach do literatury, np. s. 35 [Wasilewski].
- Jakimi przesłankami kierował się Autor w przypadku wyboru metryk jakości.
- W częściach eksperymentalnych nie jest jasny protokół eksperymentalny. Autor wskazał, że stosuje wielokrotnie powtórzoną walidację krzyżową, ale w rozdziale 6.3.2 napisano „*We have chosen CV fold size equal to 8 considering given input dataset count (105 cases). Additionally, full CV procedure was repeated 50 times to assess variance of the estimation for the each model*”. Czy oznacza to, że zastosowano 50 razy powtórzoną trzynastokrotną walidację krzyżową?

- Zakres analizowanych algorytmów oraz ich złożoność obliczeniowa nie wydaje się zbyt duża, zatem niezrozumiałe jest, dlaczego nie przeprowadzono tuningu hiperparametrów. Jak zatem ustalono ich wartości?
- Brak jest próby oceny złożoności obliczeniowej i pamięciowej zaproponowanych metod.
- Zadeklarowano, że do preprocessingu danych zastosowano algorytm SMOTE. Brak jest jednak dobrego umotywowania jego użycia ani nie przedstawiono jakie parametry zostały wykorzystane. Należy zauważyć, że oryginalna wersja SMOTE może generować obiekty klasy mniejszościowej w obszarach klasy większościowej, stąd zaproponowano szereg jej modyfikacji, jak np. SafeLevelSMOTE.
- W pracy brak jest precyzyjnych informacji na temat środowiska programistycznego w jakim wykonano eksperymenty. Rozdział 7.1, który jest poświęcony temu zagadnieniu jest bardzo ogólnikowy. Wydaje się, że środowisko było dość niejednorodne, bo wykorzystano zarówno Java, R, jak i Python, przy czym brak jest precyzyjnych informacji o architekturze systemu oraz które jej komponenty były zaimplementowane w jakim języku. Nie udostępniono repozytorium kodu, co jest warunkiem replikacji wyników badań oraz weryfikacji poprawności implementacji zaproponowanych metod.
- Brak jest porównań zaproponowanych metod z innymi rozwiązaniami *state-of-the-art*.
- Autor zamieścił spis stosowanych skrótów stosowanych w pracy, jednak jest on

4. Wiedza kandydata

Ja wspomniałem wcześniej, Doktorant dobrą wiedzę w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja, ze szczególny uwzględnieniem metod związanych z analizą danych pochodzących z czujników oraz algorytmów klasyfikacji i analizy danych. Doktorant potrafi zaproponować oryginalne potoki przetwarzania z wykorzystaniem znanych z literatury algorytmów oraz przeprowadzić eksperyment komputerowy w celu oceny jakości zaproponowanych metod. Przegląd literaturowy dotyczący zagadnień przedstawionych w rozprawie pozwala stwierdzić, że doktorant posiada aktualną wiedzę z zakresu tematyki rozprawy, a także potrafi dokonać krytycznego przeglądu źródeł w celu wskazania ciekawych kierunków badań. Zawarty w dysertacji spis źródeł literaturowych, zawierających 97 pozycji, jest aktualny i reprezentatywny.

5. Podsumowanie

Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzam, że rozprawa mgra Huberta Świerczyńskiego pt. *Application of machine learning techniques in glaucoma detection and control* spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim, w szczególności:

- Rozprawa zawiera oryginalne rozwiązanie problemu naukowego.
- Kandydat posiada ugruntowaną wiedzę w dyscyplinie Informatyka techniczna i telekomunikacja.
- Doktorant posiada umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

Wnoszę o jej przyjęcie i dopuszczenie mgra Huberta Świerczyńskiego do publicznej obrony.

Biorąc pod uwagę opinie zaprezentowane w poprzednich punktach i wymagania zdefiniowane przez art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (z późniejszymi zmianami) 1 moja ocena rozprawy pod względem trzech podstawowych kryteriów jest następująca:

A. Czy rozprawa zawiera oryginalne rozwiązanie problemu naukowego? (wybierz jedną opcję stawiając znak **X**)

☐	☒	☐	☐	☐
<i>Zdecydowanie TAK</i>	<i>Raczej TAK</i>	<i>Trudno powiedzieć</i>	<i>Raczej NIE</i>	<i>Zdecydowanie NIE</i>

B. Czy po przeczytaniu rozprawy zgadzasz się, że kandydat posiada ogólną wiedzę teoretyczną w dyscyplinie Informatyka techniczna i telekomunikacja?

☐	☒	☐	☐	☐
<i>Zdecydowanie TAK</i>	<i>Raczej TAK</i>	<i>Trudno powiedzieć</i>	<i>Raczej NIE</i>	<i>Zdecydowanie NIE</i>

C. Czy kandydat posiada umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej?

☐	☒	☐	☐	☐
<i>Zdecydowanie TAK</i>	<i>Raczej TAK</i>	<i>Trudno powiedzieć</i>	<i>Raczej NIE</i>	<i>Zdecydowanie NIE</i>

Podpis

¹ <http://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20190000276>