

KWESTIONARIUSZ- RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Tytuł rozprawy:

Resting –state EEG activity in disorders of consciousness

Autor rozprawy:

Mgr Magdalena Zieleniewska

1. Jakie zagadnienie naukowe jest rozpatrzone w pracy /teza rozprawy/ i czy zostało ono dostatecznie jasno sformułowane przez autora? Jaki charakter ma rozprawa (teoretyczny, doświadczalny, inny)?

Przedstawiona do recenzji praca dotyczy wspomagania procesu diagnozy osób z zaburzeniami świadomości DoC (disorders of consciousness). Rozważane przez autorkę zagadnienie ma charakter doświadczalny i dotyczy klasyfikacji pacjentów z DoC do jednej z 2 klas: nieświadomych UWS (Unresponsive Wakefulness Syndrome) oraz świadomych MCS (Minimally Conscious State). Przebadane przez autorkę klasyfikatory działają na wektorach cech otrzymanych ze spoczynkowych oraz polisomnograficznych rejestracji sygnału elektroencefalograficznego (EEG). Autorka w jasny sposób przedstawia ciąg składający się z: przetwarzania wstępnego, eliminacji artefaktów oraz ekstrakcji cech prowadzący do końcowej klasyfikacji. Autorka stwierdza, że zaproponowany przez nią klasyfikator wykorzystujący zaproponowane wektory cech osiąga w testach krzyżowych 'leave one out' 33/40 poprawnych klasyfikacji pacjentów MCS (AUC=0.84, $p<0.01$) wykorzystując rejestracje polisomnograficzne, oraz 26/50 (AUC=0.914, $p<0.001$) wykorzystując rejestracje spoczynkowe. Przy rozróżnianiu chorych od zdrowych autorce udaje się poprawnie zaklasyfikować 48/50 chorych osiągając (AUC=0.985, $p<0.001$)

2. Czy w rozprawie przeprowadzono w sposób właściwy analizę źródeł / w tym literatury światowej, stanu wiedzy i zastosowań w przemyśle /świadczący o dostatecznej wiedzy autora. Czy wnioski z przeglądu źródeł sformułowano w sposób jasny i przekonujący?

Rozprawa w części wprowadzającej (rozdział 1), zawiera wprowadzenie do zagadnienia badania chorych DoC, autorka wprowadza szereg pojęć związanych z badaniami DoC, w szczególności skalę CRS (Coma Recovery Scale) na podstawie, której klasyfikowana jest badana grupa. Autorka zestawiała wyniki szeregu prac badawczych zabrakło w niej jednak części podsumowującej bieżący 'state of the art' dziedziny, czy krytycznej analizy stosowanych w niej technik diagnostycznych. Z punktu widzenia głównego zagadnienia tej pracy interesujące byłoby przedstawienie wiarygodności testu CRS na tle badań neuroobrazowych, ponieważ wyniki testu CRS determinują 'grand truth' czyli przynależność do poszczególnych grup. Nie wiadomo również które z badań neuroobrazowych ma największą wartość diagnostyczną i czy którekolwiek z nich może być uważane za rozstrzygające o stanie świadomości pacjenta.

Bardzo wysoko oceniam część dotyczącą analizy danych EEG. Rozdział ilustrowany jest przykładami pochodzącymi z prac własnych autorki, część

teoretyczna dotycząca zastosowanych metod ekstrakcji cech z sygnału EEG została przeniesiona do dodatków, co znacznie polepszyło czytelność pracy.

3. Czy autor rozwiązał postawione zagadnienia, czy użył właściwej do tego metody i czy przyjęte założenia są uzasadnione?

Tak. Autorka wykazała praktyczną znajomość zagadnień związanych z pomiarami elektrofizjologicznymi w DoC. Dogłębnie przeanalizowała piśmiennictwo dotyczące miar elektrofizjologicznych oraz zaproponowała zestaw atrybutów dyskryminujących pacjentów świadomych MCS od nieświadomych UWS. Zastosowanie metod uczenia maszynowego dało jej możliwość obiektywnej oceny atrybutów oraz ostatecznego algorytmu klasyfikacji, który będzie mógł być użyty w ostatecznym rozwiązaniu. Należy podkreślić bardzo dobre wyniki klasyfikacji otrzymane przez autorkę. Zastrzeżenia które mam do pracy dotyczą następujących zagadnień:

1. Kontrola jakości przetwarzania danych. Autorka stosuje niezwykle złożone, wielostopniowe metody wymiarowania/ekstrakcji cech z sygnału EEG. Wykorzystuje w nich autoregresyjne oraz MP (*matching pursuit*) aproksymacje EEG oraz które znane są z wrażliwości na wybór rzędu modelu, czy właściwy dobór funkcji słownikowych. W pracy brak jest potwierdzenia, że autorka sprawdza czy otrzymana aproksymacja jest poprawna, czy poprawnie odwzorowuje sygnał i czy otrzymane współczynniki mieszczą się w zakresach tolerancji. Procedury te są kluczowe dla zapewnienia wiarygodności cech używanych do klasyfikacji będących pochodnymi wyliczonych współczynników. Histogramy poszczególnych cech branych do klasyfikacji dałyby pogląd na ich jakość i pozwoliłyby na wyeliminowanie potencjalnych błędów w procedurach ekstrakcji cech.
2. Niejasnym jest problem wykorzystywania kilku rejestracji EEG pochodzących od tej samej osoby jako 'przypadki'. O ile niemałe zastrzeżenia budzi wniosek że klasyfikator poprawnie zakwalifikował 33 przypadki na 40 ($AUC = 0.84$), to już na pewno zastosowanie rozkładu prawdopodobieństwa za zmiennych zależnych może być błędem. Nie zmienia to pozytywnej oceny metody, ale podanie niewinnego $p < .001$ może być w tym przydatku błędem.

4. Na czym polega oryginalność rozprawy, co stanowi samodzielny i oryginalny dorobek autora, jaka jest pozycja rozprawy w stosunku do stanu wiedzy czy poziomu techniki reprezentowanych przez literaturę światową?

Największą oryginalnością rozprawy jest zastosowanie metod uczenia maszynowego do selekcji atrybutów o największej mocy dyskryminacyjnej w diagnostyce chorych DoC. Autorka zamiast pojedynczej miary proponuje inne podejście: użycie całego wektora miar. Takie sformułowanie zagadnienia umożliwia mu zastosowanie w kolejnym kroku metod klasyfikacji, które z powodzeniem działają w wielowymiarowych przestrzeniach cech. Dodatkowo praca prezentuje też duży dorobek w dziedzinie ekstrakcji atrybutów z sygnału EEG - wiele z nich ma charakter nowatorski

5. Czy autor wykazał umiejętność poprawnego i przekonującego przedstawienia uzyskanych przez siebie wyników /zwięzłość, jasność, poprawność redakcyjna rozprawy!?

Rozprawa napisana jest w jasny i zwięzły sposób. Strona edycyjna jest bez zarzutów.

6. Do której z następujących kategorii Recenzent zalicza rozprawę:

Zaliczam pracę do kategorii c), czyli spełniająca wymagania stawianych rozprawom doktorskim przez obowiązujące przepisy



Piotr Bogorodzki