

dr hab. inż. D. Robert Iskander, prof. PWr
Katedra Inżynierii Biomedycznej
Wydział Podstawowych Problemów Techniki
Politechnika Wrocławska
robert.iskander@pwr.edu.pl

Recenzja pracy doktorskiej
mgra inż. Wojciecha Gryncewicza
nt. „Sakadometr. Synteza systemu pomiarowego
do oceny reakcji refleksacji sakadycznej oka”

1. Konstrukcja i treść rozprawy

Praca doktorska, formalnie przedstawiona w postaci rozprawy autorskiej opisującej konstrukcję urządzenia oraz nowatorską metodą badania ruchów oka, posiada streszczenie, wstęp do sakadycznych ruchów oka (oznaczony, jako rozdział pierwszy), trzy rozdziały (oznaczone, jako drugi, trzeci, oraz czwarty), podsumowanie (oznaczone, jako rozdział piąty), bibliografię oraz trzy załączniki. Łącznie, praca zawiera 148 stron, 61 ilustracji, pięć tabel, 172 pozycje bibliograficznych, oraz 71 pozycji publikacji innych ośrodków naukowych związanych z rozważanym w pracy sakadometrem.

We rozdziale pierwszym, autor syntetycznie przedstawił zagadnienia dotyczące sakadycznego ruchu oka oraz jego kinetyki i dynamiki oraz zdefiniował reakcję refleksacji sakadycznej w kontekście syntezy konstrukcji system pomiarowego do ich badań w warunkach poza-laboratoryjnych. W rozdziale, autor odnosi się do ponad pięćdziesięciu pozycji literaturowych obejmujących prace klasyczne, takie jak, na przykład Rashbass et al. (1961) czy też Zuber et al. (1965), jak i do najnowszych doniesień w dziedzinie badań ruch oka.

Założenia oraz tezę pracy autor zwięźle i jasno przedstawia w rozdziale drugim. Dodatkowo autor stawia szereg konkretnych pytań badawczych dotyczących konstruowanego systemu pomiarowego jak i warunków spełniających kryterium użyteczności proponowanego systemu.

W rozdziale trzecim autor przedstawia syntezę rozważanego systemu pomiarowego. W rozdziale autor zawarł zarówno aspekty teoretyczne i literaturowe (np., techniki pomiarów ruchów oka) jak i szereg badań odpowiadających na pięć z sześciu pytań badawczych wypunktowanych w rozdziale drugim. Ten dość pokaźny rozdział (ponad 80 stron) przedstawia główny dorobek naukowo-techniczny autora.

W rozdziale czwartym, autor przedstawia szereg potencjalnych udoskonaleń rozważanego systemu pomiarowego w zastosowaniach, w których wymagana jest szczególna ewolucja

systemu (np. w środowisku MRI) oraz przedstawia badania odpowiadające na szóste pytanie badawcze postawione wcześniej w rozdziale drugim.

Autor zwięźle podsumowuje swoje dokonania w rozdziale piątym i stwierdza, że w jego opinii, opracowany system do pomiarów ruch sakadycznych oka potwierdza słuszność tezy pracy postawionej w rozdziale drugim.

2. Uwagi merytoryczne

W opinii recenzenta, teoretyczna część pracy jest napisana wyczerpująco. Autor wykazał się bardzo dobrą znajomością tematu, aktualnej literatury, oraz praktyk pomiarów ruchu oka. W kwestiach merytorycznych odniosę się w kolejności do pięciu głównych punktów badawczych, postawionych przez autora na 25 i 26 stronie pracy:

Ad 1. *Ocena komponentów oświetlenia oka wchodzących w skład sygnału przetwornika.* Autor szczegółowo opisuje metodę badawczą, przedstawia wyniki wraz z analizą statystyczną oraz formułuje wnioski. Podrozdział ten mógłby stanowić odrębną publikację. Autor wspomina w pracy o bezpiecznym natężeniu promieniowania podczerwonego oraz przestrzeganych normach. Według mojej opinii, dokładne wyliczenia mocy użytych elementów optycznych w skonstruowanym w pracy sakadometrze powinny być umieszczone w pracy. W części metodycznej autor opisuje grupę badawczą, w której znalazła się osoba nieletnia. Zakładam, że pisemna zgoda rodzica czy też opiekuna tej osoby została uzyskana. Grupa badawcza powinna być lepiej opisana (to dotyczy wszystkich badań opisanych w pracy). Czy były to osoby normowzroczne, krótkowzroczne, dalekowzroczne? Czy miały astygmatyzm? Anizometrię? Które oko było badane? Dominujące? Tych pytań można mnożyć. Reasumując, stan refrakcyjny osób badanych oraz parametry fizjologiczne oka powinny być brane pod uwagę podczas badań, nie wspominając patologię oka, które powinny być czynnikami wykluczającymi z (lub też włączającymi do) badania. Drobne uwagi to literówki (Person i Perason zamiast Pearson) oraz niezdefiniowany przedział ufności na rys. 3.13 (95%?). Głównym ważnym wnioskiem, do jakiego autor dochodzi w tej części pracy, jest wpływ warunków anatomicznych (relacja urządzenie-oko) na amplitudę odpowiedzi dynamicznej systemu.

Ad. 2. *Propozycja kompensacji indywidualnych różnic sprzężenia optycznego pomiędzy oczodołem a przetwornikiem.* Tak jak powyżej, ta część pracy również stanowi odrębny kompletny materiał o potencjale publikacyjnym. Również i w tym przypadku brakuje dokładniejszego opisu grupy badawczej. Nie jest wiadomo, czy część osób biorących udział w poprzednim badaniu nie brała udziału w kolejnym badaniu. Nie jest podany wiek osób badanych. Z paradygmatu eksperymentalnego wnioskuję, że były to osoby zdolne do rozróżnienia detali na odległość 3 m. Czy wszystkie osoby były normowzroczne? Autor wykonał badania na podstawie 3 sekwencji kalibracyjnych (uznając, że liczba ta była wystarczająca) oraz 5 sakad w kierunku skroni i 5 w kierunku nosa. Autor nie podał w pracy jak liczba rejestrowanych sakad wpływa na ogólny wynik pomiaru. W wynikach autor wspomina o artefaktach, które są kwalifikowane manualnie lub półautomatycznie, biorąc pod

uwagę arbitralnie założony próg CV mniejszej lub równej 25%. Autor wspomina również o dwóch osobach badanych, których badania musiały zostać odrzucone z powodu występujących artefaktów. Jako recenzent chętnie usłyszałbym podczas obrony opinię autora na temat źródła tych artefaktów i metod ich niwelowania. Drobną uwagę to znów niezdefiniowany przedział ufności na rys. 3.18. Warto podkreślić w tym miejscu, że wszystkie metody statystyczne użyte do tej pory w pracy są prawidłowo zastosowane, co świadczy o dobrym przygotowaniu analitycznym autora.

Ad. 3. *Ocena użyteczności reakcji hamowania odruchu przedsionkowo-ocznego, jako alternatywy dla unieruchomienia głowy w eksperymencie sakadometrycznym.* W tej części pracy mamy znów do czynienia z przypuszczalnie inną grupą badawczą, w tym z jedną osobą starczowzroczną o nieznanej odpowiedzi akomodacyjnej (statystycznie około 1 dioptrii). W tym konkretnym badaniu liczba rejestrowanych faz sakadycznych była znacznie większa niż w badaniach opisanych wcześniej (3×40 vs. 2×5). Praca zyskałaby gdyby liczba osób badanych jak i liczba pomiarów była naukowo uzasadniona. W części dotyczącej wyników autor stwierdza, że ruchy głowy są przyczyną artefaktów. Dlatego też dziwią wyniki przedstawione na rys. 3.26 gdzie błędy standardowe naniesione na grafy są największe w przypadku unieruchomionej głowy. W końcowej części, autor wspomina o danych jednej osoby, które odstawały od reszty. Czy była to osoba starczowzroczna?

Ad. 4. *Czas trwania eksperymentu sakadycznego – minimalna wymagana liczebność próby.* Z zadowoleniem czytałem tę część pracy, w której autor określił liczebność próby. Podjęcie się tego tematu i jego opracowanie świadczy o bardzo dobrym przygotowaniu analitycznym oraz statystycznym autora. Moje pytanie do tej (czy też po tej części) brzmi: Jak ma się oszacowana liczebność próby do tych użytych w pierwszych trzech częściach pracy?

Ad. 5. *Eksperymentalna weryfikacja algorytmu detekcji sakad.* W tej części pracy autor konstruuje środowisko testowe oraz przeprowadza weryfikację poprawności działania algorytmu detekcji sakad w środowisku symulacyjnym. Autor wspomina o błędach systemu, które stanowią stosunkowo mały procent ($<1.5\%$) wszystkich pomiarów oraz o kilku przypadkach, gdzie błąd pomiaru mógł wynosić do 8 ms. Mając znakomicie przygotowane stanowisko pomiarowe, można byłoby zwiększyć liczbę symulacji i przedstawić dokładniejszą statystykę błędów niż ta przedstawiona w pracy.

W podsumowaniu uwag merytorycznych pragnę przekazać, że chętnie usłyszałbym podczas obrony opinię autora na następujące dwa zagadnienia:

1. Rozwój metod pomiarowych ruchów sakadycznych opisanych w pracy przez autora a aktualny stan rozwoju technik do badania ruchów oka, dostępnych komercyjnie. W wielu dziedzinach miernictwa kontrastuje się nowe urządzenia pomiarowe z etalonem lub innym dostępnym urządzeniem w celu jego weryfikacji. Dlaczego w pracy nie dokonano porównania wyników pomiarowych nowej konstrukcji sakadometru z, na przykład, wynikami szybkiej kamery lub innego podobnego urządzenia?

2. współczynnik zmienności (CV) jako estymator niezawodności (reliability). Jego wady i zalety. Pytanie. Dlaczego CV zostało wybrane w pracy do analizy wyników?

3. Uwagi redakcyjne

Praca jest napisana bardzo dobrze z dosłownie tylko kilkoma literówkami.

4. Uwagi końcowe

Rozprawa opisuje nowatorskie urządzenie diagnostyczne, które znalazło zastosowanie w wielu innych ośrodkach naukowych, w których wykonywane są badania ruchów sakadycznych oka. Warte podkreślenia jest samodzielny udział w konstrukcji tego urządzenia mgr. inż. Wojciecha Gryncewicza, oraz przeprowadzenie przez niego dość dużej ilości badań, co w praktyce klinicznej jest z reguły trudne. Warta uznania jest również wnikliwa analiza danych eksperymentalnych.

Pragnę podkreślić, że przedstawione w punkcie 2 uwagi merytoryczne nie są krytyczne i nie umniejszają wysokiej jakości przedstawionej do recenzji dysertacji.

Podsumowując stwierdzam, że recenzowana przeze mnie praca w pełni spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim i wnoszę o dopuszczenie mgr. inż. Wojciecha Gryncewicza do dalszych etapów przewodu doktorskiego. Biorąc pod uwagę wysokiej jakości aspekt aplikacyjny pracy, w mojej opinii, zasługuje ona na wyróżnienie.

Wrocław, 20 stycznia 2017


.....