

prof. dr. hab. Ryszard Naskręcki
Zakład Elektroniki Kwantowej
& Pracownia Fizyki Widzenia i Optometrii
Wydział Fizyki
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Marty Anny Szmigiel p.t. "Pomiar i analiza numeryczna kinetyki źrenicy oka oraz możliwości ich wykorzystania w diagnostyce okulistycznej"

Przedstawiona mi do recenzji rozprawa doktorska Pani mgr inż. Marty Anny Szmigiel została przygotowana pod kierunkiem prof. dr. hab. Henryka Kasprzaka, na Wydziale Podstawowych Problemów Techniki Politechniki Wrocławskiej. Autorka rozprawy bardzo dobrze wykorzystała potencjał intelektualny i aparaturowy Ośrodka Wrocławskiego, w szczególności Zespołu Optyki Widzenia oraz Katedry Optyki i Fotoniki, co w sposób ewidentny przełożyło się zarówno na zakres jak i na jakość przeprowadzonych badań, a w konsekwencji na wysoką jakość przedstawionej rozprawy. Z informacji zawartej w rozprawie wynika także, że opisane w pracy badania przeprowadzono we współpracy Uniwersyteckim Szpitalem Klinicznym we Wrocławiu.

Rozprawę zawierającą 127 ponumerowanych stron podzielono na 5 rozdziałów poprzedzonych wykazem skrótów i oznaczeń. Szkoda, że w pracy nie zamieszczono streszczeń rozprawy zarówno w języku polskim i angielskim. Struktura pracy jest typowa dla prac z obszaru nauk ścisłych, praca jest przejrzysta w swojej zawartości, a spis treści jest adekwatny do prezentowanych treści i ułatwia poruszanie się po zawartości pracy.

Bibliografia obejmuje ponad 180 pozycji literaturowych (pozycje te nie są numerowane) i w zdecydowanej większości są to aktualne artykuły naukowe, opublikowane w renomowanych czasopiśmie naukowych o międzynarodowym obiegu. Dowodzi to dużej aktualności prowadzonych badań oraz ich silnego osadzenia w najnowszym nurcie badawczym *Vision Science*. Dobór cytowanej bibliografii zrobiono rzetelnie, a spis zawiera także pełne tytuły cytowanych artykułów, co ułatwia czytanie pracy i ewentualne odniesienie się do wyników innych autorów. Cytowanie prac innych autorów jest poprawne i w pełni uzasadnione treścią pracy oraz własnymi wynikami oraz ich analizą.

Mgr Marta Anna Szmigiel jest także autorką lub współautorką (w większości przypadków) kilkunastu opublikowanych artykułów naukowych, w tym trzech artykułów naukowych opublikowanych w czasopiśmie z tzw. listy A MNiSW. Warto podkreślić, że w zdecydowanej większości tych artykułów Pani Marta Anna Szmigiel jest także pierwszą współautorką. Dorobek ten powiększają liczne prezentacje konferencyjne oraz uzyskany grant NCN Preludium. Listę tych osiągnięć uzupełnia różnorodna „pozostała działalność”, która znalazła odzwierciedlenie w kilkunastu nagrodach i wyróżnieniach. Ta bogata „działalność dodatkowa” miała zapewne wpływ na długi okres realizacji badań do tej pracy.

Cele badawcze i związane z nimi zadania badawcze (cztery) zostały syntetycznie przedstawione w Rozdziale 1. Autorka przedstawiła tam także trzy tezy swojej rozprawy doktorskiej oraz „ogólną hipotezę badawczą”. Przedstawiona rozprawa dobrze wpisuje się w badania (podstawowe i aplikacyjne), których celem jest rozwój nieinwazyjnych technik pomiaru poszczególnych struktur oka w warunkach *in vivo* oraz uzyskania jak największej ilości „wiarygodnych informacji” z takich pomiarów. Podejście takie stanowi obecnie duże wyzwanie dla rozwoju nowoczesnych metod diagnostycznych.

W rozdziale 2 opisano tęczówkę i źrenicę oka ludzkiego. Opis ten jest rzetelny, dobrze ilustrowany i oparty na dobrze dobranych materiałach źródłowych. Autorka opisała parametry wyznaczane dla źrenicy oka oraz przytoczyła wybrane wyniki dotyczące badań rozmiaru i geometrii źrenicy. Rozdział 3 poświęcono ruchom gałki ocznej, oraz opisowi badań ruchów oczu. Te dwa początkowe rozdziały są bardzo syntetyczne i stanowią przede wszystkim właściwie pojęciowe przygotowanie czytelnika do zapoznania się z dalszą częścią pracy.

W rozdziale 4 opisano przygotowany i wykorzystany układ pomiarowy do badań kinetyki źrenicy oka. Jako metodę pomiaru wykorzystano rejestrację obrazów źrenicy oka pomiędzy kolejnymi mrugnięciami. Problem nie jest pomiarowo trywialny, chociażby ze względu na eliminację wpływu wszelkich ruchów ciała. Opis ten jest rzetelny, wystarczająco szczegółowy, nie epatuje też nadmiarem szczegółów techniczno-eksperymentalnych. Autorka konsekwentnie zwraca uwagę na wyzwania i ograniczenia pomiarowe oraz możliwe sposoby ich eliminacji. W dalszej części pracy opisano procedurę wykonywania pomiarów oraz zastosowany algorytm detekcji krawędzi źrenicy. Właściwa detekcja brzegu źrenicznej tęczówki nie jest zadaniem łatwym. W tym celu stosowane są różne techniki oświetlenia (istotna jest jednorodność oświetlenia) i różne algorytmy analizy obrazów. Jest to szczególnie istotne przy badaniu oczu zmienionych patologicznie. Pokazano także (choć nie we wszystkich przypadkach), że uzyskane przez Autorkę parametry kształtu obarczone były niewielkimi niepewnościami.

Rozdział 5 rozprawy poświęcono szczegółowemu omówieniu parametrów, jakie wyznaczane są z pomiarów obrazu źrenicy. To bardzo ważna, i co trzeba podkreślić, dobrze napisana część rozprawy. Oprócz analizy sygnałów związanych z geometrią źrenicy oka oraz jej kinetyką opisano także potencjalne korzyści z analizy częstotliwościowej sygnałów. Ośrodek Wrocławski ma w tym zakresie duże doświadczenie i naprawdę duże osiągnięcia. Autorka konkluduje: „Zastosowanie wszystkich metod omówionych w tym rozdziale daje możliwość wiarygodnego opisu sygnałów dynamicznych i niestacjonarnych, jakie poddane są analizie, jak również pozwala na ocenę zależności występujących pomiędzy tymi sygnałami”.

W rozdziale 6 opisano otrzymane wyniki oraz opisano przeprowadzoną analizę danych. Autorka szczegółowo opisała sposób przeprowadzenia pomiarów oraz akwizycji danych. Otrzymywane wyniki zostały krytycznie odniesione do wyników uzyskanych przez innych autorów. Wyznaczono i przeanalizowano szereg ważnych parametrów, m.in. przeciętną wartość pola źrenicy oka i ruch środka źrenicy (zmiany położenia w czasie). Autorka pokazała istnienie „pewnej zależności” parametrów geometrycznych źrenicy z ruchami oka oraz „korzyści” uzyskane z synchronicznych pomiarów dynamiki źrenicy z pulsowaniem krwi. Bardzo wartościowe wnioski uzyskano z analizy

zmienności wybranych sygnałów (m.in. związanych z geometrią i położeniem źrenicy oka) oraz analizy spektralnej i analizy czasowo-częstotliwościowej.

Autorka przeprowadziła także pomiary na grupie osób z podejrzeniem jaskry oraz z jaskrą. Wykazano istotnie statystycznie różnice szeregu wyznaczanych parametrów. Autorka zasugerowała istnienie „niezdefiniowanego do tej pory parametru pozwalającego na różnicowanie osób z objawami jaskry”. Niestety nieduża liczebność tej grupy badawczej (można sobie łatwo wyobrazić tego przyczyny) nie pozwoliła niestety tej hipotezy badawczej bardziej jednoznacznie potwierdzić.

Pracę kończy 2-stronicowe podsumowanie zawarte w Rozdziale 7., w którym Autorka syntetycznie spisała wykonane zadania badawcze, zwracając jednocześnie uwagę na wyzwania i trudności pomiarowe.

Do największych osiągnięć Autorki przedstawionych w ramach tej pracy należy zaliczyć wiarygodne wyznaczenie oraz rzetelne przeanalizowanie szeregu parametrów (w tym kilku nowych) dotyczących kształtu i geometrii źrenicy, zsynchronizowane z pulsowaniem krwi pomiary dynamiki oka oraz cały szereg ciekawych wniosków korelacyjnych. Wreszcie odniesienie części tych wyników zarówno dla pacjentów referencyjnych jak i pacjentów z objawami jaskry (w różnych stadiach). Autorka jest świadoma „nieoczywistości” części uzyskanych rezultatów, ale także potencjalnych możliwości wykorzystania tych wyników do „statystycznego różnicowania pacjentów z objawami jaskry od pacjentów bez takich objawów”. Wyniki te mogą stanowić dobrą bazę wyjściową do dalszych badań, szczególnie aplikacyjnych.

Rozprawa została napisana poprawnym językiem z wykorzystaniem właściwej dla obszaru badań terminologii naukowej. Rozprawę czyta się dobrze, a kolejność prezentowanych treści oraz zawartość rozdziałów wprowadzających do zasadniczej części rozprawy są adekwatne do zawartości całej rozprawy oraz postawionych celów i zadań badawczych. Spis treści (a więc i struktura pracy) nie jest nadmiernie rozdrobniony co ułatwia nawigację po zawartym w pracy bogatym materiale. Redakcja rozprawy, w tym część edytorska są w pełni poprawne, a liczne rysunki i fotografie ułatwiają zrozumienie prezentowanych treści. Praca zawiera bardzo nieliczne usterki natury redakcyjnej oraz nieliczne wyrażenia żargonu naukowego.

Reasumując stwierdzam, że przedstawiona mi do oceny rozprawa doktorska Pani mgr inż. Marty Anny Szmigiel p.t. "Pomiar i analiza numeryczna kinetyki źrenicy oka oraz możliwości ich wykorzystania w diagnostyce okulistycznej" zawiera szereg oryginalnych i wartościowych wyników badań naukowych, zarówno poznawczych jak i aplikacyjnych i tym samym spełnia warunki określone w ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki i wnoszę (Dz.U. z 2014 r. poz. 1852 , z 2015 r. poz. 249.) o dopuszczenie tej rozprawy doktorskiej do publicznej obrony.



Poznań, 2 maja 2018 r.