

Recenzja pracy doktorskiej mgr inż. Mirosławy M. Długosz



Formalną podstawą do sporządzenia niniejszej recenzji jest pismo Dziekana Wydziału Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej AGH, prof. dr hab. Antoniego Cieśli z dnia 04.01.2016 (L. Dz. WEAIiE-b/510-22-1/13), oparte na uchwale Rady Wydziału EAIiIB AGH z dnia 17.12.2015, zlecające niżej podpisanemu wykonanie recenzji rozprawy doktorskiej zatytułowanej: *System wspomagania decyzji fizjoterapeutów w ocenie postawy ciała ludzkiego na podstawie analizy taśm anatomicznych*. Autorką ocenianej rozprawy jest mgr inż. Mirosława M. Długosz, a promotorem tej rozprawy był prof. dr hab. inż. Ryszard Tadeusiewicz.

1. Ogólna charakterystyka rozprawy

Praca związana jest z budową systemu ekspertowego, który na podstawie danych antropometrycznych opisujących postawę ciała ludzkiego ma za zadanie ułatwić fizjoterapeutom dokonanie jakościowej oceny danych uzyskanych ze specjalistycznej aparatury i systemu PBE. Zasadniczym wkładem Doktorantki było zaproponowanie wzorów określających wartości parametrów dla poszczególnych taśm anatomicznych, dzięki którym możliwe jest odróżnienie osób zdrowych o prawidłowej postawie anatomicznej od osób chorych, których postawa jest nieprawidłowa. Mamy więc tutaj do czynienia z klasycznym zadaniem klasyfikacji, dla której dane źródłowe pozyskano za pomocą specjalistycznej aparatury i systemu Photogrammetrical Body Explorer (PBE), za pomocą których otrzymujemy fotogrametryczne pomiary postaw ciała. Pozyskane dane umożliwiają przeprowadzenie badania wad postawy ciała człowieka (PCC). Osiągnięciem naukowym Doktorantki jest zbudowanie modeli taśm anatomicznych oraz ich statystyczny opis działania. Ważnym elementem wkładu Autorki pracy do rozwoju nauki w tym obszarze jest udana próba opisu oraz powiązania parametrów opisujących nieprawidłowości pomiędzy postawami ciała i rozważanymi w pracy jednostkami chorobowymi na podstawie analizy poszczególnych taśm anatomicznych. Na tej podstawie Doktorantka zbudowała

autorski system ekspertowy, który zgodnie z tytułem pracy może wspomagać fizjoterapeutów w trakcie wykrywania jednostek chorobowych i oceny zagrożeń z nich wynikających. System zbudowany przez Doktorantkę umożliwi automatyczną klasyfikację tych jednostek chorobowych w stopniu zadowalającym. Praca wnosi więc nowy wkład naukowy dotyczący możliwości komputerowego wspomaganie decyzji w medycynie. Przytoczona bibliografia świadczy o dobrym rozeznaniu doktorantki w zakresie objętym pracą.

2. Szczegółowa ocena zawartości pracy

Oceniana praca podzielona jest na dwie podstawowe części: część literaturową oraz część praktyczną. W pierwszej części Autorka opisuje istniejący stan wiedzy w zakresie związanym z tematem pracy. W drugiej części skupia się na modelu oraz wykonanych przez nią badaniach i eksperymentach będących podstawą do nadania jej stopnia doktora nauk technicznych.

Literaturowa część pracy składa się z trzech rozdziałów:

Doktorantka w sposób wyczerpujący opisała i zilustrowała w pracy pojęcia, istotne z punktu widzenia problematyki rozważanej w pracy. Zastosowane skróty zebrała i dodatkowo wyjaśniła we wstępnym zestawieniu używanych symboli i skrótów, co było pomocne w trakcie czytania pracy. Autorka przytoczyła i opisała różne pojęcia stosowane w fizjoterapii i innych dziedzinach klinicystyki. Do istotnych pojęć z punktu widzenia zrealizowanej pracy można zaliczyć pojęcie prawidłowej postawy ciała ludzkiego (PCC), które wyczerpująco scharakteryzowała z punktu widzenia potencjalnych dolegliwości bólowych oraz częstością ich występowania. Doktorantka w swojej pracy podjęła próbę usystematyzowania opisu PCC w takim stopniu, żeby możliwa była automatyczna klasyfikacja tych postaw.

W rozdziale pierwszym wyjaśnia pojęcie powięzi oraz jego istotności w opisie i rozpoznawaniu dolegliwości z wykorzystaniem taśm anatomicznych oraz opracowanego na AGH systemu PBE. W kontekście tego Doktorantka formułuje ogólną tezę rozprawy: *„Na podstawie wyników fotogrametrycznych pomiarów geometrii ciała ludzkiego możliwa jest analiza przebiegu powierzchniowych taśm anatomicznych, pozwalająca wskazać, która z taśm jest dominująca w kształtowaniu*

postawy ciała konkretnego pacjenta". Warto podkreślić, iż postawiona teza ma istotne znaczenie praktyczne, gdyż obecnie brakuje automatycznych systemów i narzędzi technicznych, które mogłyby w sposób zadowalający wspomagać pracę lekarzy i fizjoterapeutów. Zebranie i usystematyzowanie wiedzy z tego zakresu stanowiło istotne wyzwanie naukowe i zadanie, którego realizacji podjęła się Autorka tej pracy. Drugim równie istotnym wątkiem naukowym pracy była próba znalezienia związków pomiędzy postawą ciała a wybranymi jednostkami chorobowymi przy użyciu opracowanych modeli taśm anatomicznych. Rozdział pierwszy Doktorantka kończy opisem zawartości poszczególnych rozdziałów pracy.

Rozdział drugi poświęcony jest opisowi różnych taśm anatomicznych stosowanych w diagnostyce i terapii. Doktorantka wskazała na różnego rodzaju zaburzenia i powiązała je z brakiem zachowania symetrii w odpowiadających sobie taśmach. Rozdział ten potwierdza, że Pani mgr inż. Długosz dysponuje szeroką i nowoczesną wiedzą na temat stosowania taśm anatomicznych, co czyni zadość wymogom odpowiedniego paragrafu ustawy o stopniach naukowych i o tytule naukowym.

W rozdziale trzecim Autorka skupiła się na opisie rozmytych systemów ekspertowych oraz związanych z nimi pojęć i elementów, które wykorzystwała w swojej pracy do klasyfikacji oraz budowy systemu wnioskującego i wspomagania decyzji fizjoterapeutów opisanego w rozdziale 6. Opis można uznać za klarowny, wyczerpujący i odpowiednio zilustrowany na poziomie podstawowym tej teorii. Doktorantka wykazała się również wiedzą z zakresu wykorzystywania systemów rozmytych w medycynie i rehabilitacji medycznej.

Praktyczna część pracy zawiera cztery kolejne rozdziały:

W rozdziale czwartym opisano modele taśm anatomicznych, które opracowano na podstawie wyników pomiarów fotogrametrycznych zmierzonych przy pomocy systemu PBE. Autorka wyczerpująco opisała i zilustrowana charakterystykę danych wykorzystanych w dalszej części pracy. Doktorantka określiła jednostki chorobowe rozważane w pracy oraz sposób wyznaczenia wzorcowych parametrów opisujących grupę kontrolną zdrowych osób. Autorka przeprowadziła również statystyczną analizę i opis zebranych parametrów, które zaprezentowała w układzie tabelarycznym. Scharakteryzowała i opisała różnice oraz asymetrie pomiędzy danymi dla

odpowiadających sobie symetrycznych części ciała. Określiła sytuacje nieprawidłowości polegające na znaczącym skróceniu lub wydłużeniu co najmniej jednego z odcinków łańcucha taśmy anatomicznej względem drugiego, który powinien się charakteryzować symetrią w przypadku zdrowej postawy ciała. Opisała też sytuację możliwego patologicznego skrócenia obu symetrycznych odcinków.

Rozdział piąty skupia się na analizie postaw ciała oraz jednostkach chorobowych. Autorka opisała sposób utworzenia macierzy korelacji dla każdej z opisanych w pracy jednostek chorobowych oraz grupy kontrolnej. Określiła najistotniejsze i najsilniejsze korelacje pomiędzy danymi istotnymi z punktu widzenia rozpoznawania poszczególnych jednostek chorobowych w stosunku do grupy kontrolnej osób zdrowych. Zestawiła wnioski z analizy tych macierzy korelacji oraz wyprowadzono na ich podstawie wnioski co do istotności kątów nachyleń charakteryzujących poszczególne jednostki chorobowe. Niewątpliwie wyniki przeprowadzonych analiz stanowią oryginalny i istotny wkład naukowy doktorantki wymagany przez ustawę o stopniach naukowych i o tytule naukowym.

Na tej podstawie Doktorantka matematycznie opisała i określiła sposób szacowania odległości między skupieniami klasyfikowanych obiektów. Posłużyła się również dendrogramami graficznie przedstawiającymi uzyskane wyniki i opis skupień dla poszczególnych jednostek chorobowych.

Rozdział szósty przedstawia realizację systemu ekspertowego zaprojektowanego i wykonanego przez Autorkę do wspomagania wnioskowania w zakresie objętym tą pracą na podstawie wyznaczonych kątów mierzonych systemem PBE oraz innych zmiennych, które poddawała procedurze rozmywania w celu ich przekształcenia do postaci zbiorów rozmytych. Doktorantka dobrała również modyfikatory wagowe na podstawie specyfiki danej jednostki chorobowej, pozwalające uwzględnić wpływ różnych odcinków taśm anatomicznych z różnym stopniem istotności. Pozwoliło to między innymi na wskazanie, która z rozważanych taśm anatomicznych jest dominująca w przypadku konkretnego pacjenta lub jednostki chorobowej.

W rozdziale siódmym zebrano wnioski końcowe, podsumowano uzyskane wyniki i wskazano dalsze możliwe kierunki badań naukowych, jakie Autorka pracy planuje

podjąć w przyszłości. Rozdział siódmy podsumowuje również wkład Doktorantki w rozwój nauki w zakresie przedstawionym w pracy, w szczególności w odniesieniu do:

- możliwości utworzenia i wykorzystania w praktyce taśm anatomicznych do porównań i wnioskowania na temat opisanych w pracy jednostek chorobowych,
- potwierdzenia hipotezy o istnieniu związków pomiędzy postawą ciała a wybranymi jednostkami chorobowymi,
- opracowania metody automatycznej analizy korelacji pomiędzy zmierzonymi i ważonymi danymi umożliwiającymi automatyzację wnioskowania na temat opisanych jednostek chorobowych,
- wykorzystania systemów rozmytych do wnioskowania na temat zabranych danych.

Powyżej wymienione efekty pracy zaliczyć należy do dorobku Doktorantki oraz do jej wkładu w rozwój nauki.

Pracę uzupełnia bogaty spis bibliograficzny, spis tabel i rysunków oraz dwa dodatki, w których przedstawiono przykład raportu wygenerowanego z systemu PBE oraz kod źródłowy systemu.

Podsumowując te rozważania stwierdzam, że wymagania stawiane rozprawom na stopień doktora nauk technicznych zostały w przedłożonej mi dysertacji spełnione, a oceniana praca wnosi do nauki nowe i wartościowe wyniki. Sposób osiągnięcia tych wyników dowodzi, iż Autorka w stopniu wystarczającym posiadała umiejętność samodzielnego prowadzenia badań naukowych. Zarówno logiczna struktura rozprawy, jak również sposób wysuwania tez naukowych i sposób ich dowodzenia wskazują, że Pani mgr inż. Długosz jest badaczem o kwalifikacjach, jakie można wiązać ze stopniem naukowym doktora.

3. Uwagi dyskusyjne

Moja ocena merytoryczna recenzowanej rozprawy jest pozytywna, aczkolwiek można sformułować pewne uwagi polemiczne, wskazujące również na dalsze potencjalne kierunki rozwoju badań naukowych Pani mgr inż. Długosz:

Uwaga 1:

Przy opisie teorii zbiorów rozmytych Doktorantka ograniczyła się do opisu podstawowych i najpopularniejszych funkcji przynależności, argumentując, iż potrzeba stosowania alternatywnych T-norm i S-norm zachodzi tylko w przypadku uzyskania niejednoznacznych wyników. Pozostaje pytanie, czy jeśliby Doktorantka skorzystała w pracy z większego bogactwa teorii zbiorów rozmytych, to czy uzyskane wyniki nie byłyby jeszcze lepsze? Ponadto Doktorantka ograniczyła swoje rozważania wyłącznie do systemów rozmytych, mimo sensownego uzasadnienia przez nią powodu ich wyboru. Porównanie wyników klasyfikacji uzyskanych przez różne klasyfikatory pozwoliłoby na pewno osiągnąć wyższy stopień obiektywizmu uzyskanych w pracy wyników.

Uwaga 2:

W podrozdziale 6.2 określono modyfikatory wagowe dla poszczególnych jednostek chorobowych, lecz nie określono sposobu dobierania tych parametrów wagowych.

Uwaga 3:

Praca zyskałaby na wartości, gdyby Doktorantka pokusiła się o odniesienie uzyskanych wyników do innych badań w zakresie pomiarów będących tematem tej pracy. Brakuje też klarownego podsumowania uzyskanych wyników i oceny ich jakości. Z analizy treści pracy można domniemywać, iż poziom uzyskanych wyników jest zgodny z przyjętym poziomem ufności na poziomie 95%, co jest wartością przyzwoitą, lecz niekoniecznie najlepszą.

Uwagi edycyjne:

1. Powtórzenie słowa „to” w pierwszym zdaniu na stronie 10.
2. Drobne błędy w interpunkcji na stronie 10, 69 i 75.

3. Należałoby zastosować liczbę mnogą na stronie 74 w zdaniu kończącym się frazą: „czyli są przekształcane do postaci zbioru rozmytego.”

4. Ocena dorobku naukowego

Wykaz literatury zawiera dwie angielskojęzyczne publikacje naukowe Doktorantki z zakresu objętego jej pracą.

5. Podsumowanie i wniosek końcowy

Podsumowując moją recenzję dyplomantka wykazała się umiejętnością prowadzenia analiz oraz konstruowania naukowo wartościowych wniosków, konstruowania zależności i samodzielnością w prowadzeniu badań naukowych. Wskazane uchybienia nie umniejszą w istotny sposób wartości naukowej rozprawy. Wobec powyższego stwierdzam, iż praca doktorska mgr inż. Mirosławy M. Długosz zatytułowana „*System wspomagania decyzji fizjoterapeutów w ocenie postawy ciała ludzkiego na podstawie analizy taśm anatomicznych*” spełnia wymagania, jakie stawia się rozprawom doktorskim zgodnie z odpowiednią Ustawą (Ustawa o stopniach naukowych i o tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 roku, Dziennik Ustaw Nr 65, poz. 595). Dla porządku mogę tu odnotować, że zmiany wprowadzone Ustawą z dnia 18 marca 2011 r. (O zmianie ustawy - Prawo o szkolnictwie wyższym, ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki oraz o zmianie niektórych innych ustaw - Dz. U. Nr 84, poz. 455), nie odnoszą się do tej rozprawy ponieważ ten przewód doktorski prowadzony był (zgodnie z prawem) według zasad starej Ustawy.

Praca zawiera oryginalny dorobek naukowy Doktorantki i jest wartościowym wkładem do uprawianej przez Nią dyscypliny naukowej. Dlatego wnioskuję do Wysokiej Rady Wydziału Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej AGH o przyjęcie pracy Pani mgr inż. Długosz jako Jej rozprawy doktorskiej, a także wnoszę o dopuszczenie Doktorantki do dalszych etapów przewodu oraz do publicznej obrony.