

Dr hab. inż. Robert Koprowski prof. UŚ
Instytut Inżynierii Biomedycznej
Uniwersytet Śląski
ul. Będzińska 39
41-200 Sosnowiec

Sosnowiec 23.04.2020 r.

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Michała Kręcichwosta
w związku z postępowaniem w sprawie nadania w/w stopnia doktora
 nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria
biomedyczna.

Niniejsza ocena została opracowana na podstawie pisma Dziekana Wydziału Inżynierii
Biomedycznej Politechniki Śląskiej prof. dr hab. inż. Marka Gzika, RDIB/47/2019/2020
z dnia 09.04.2020 r.

1. Znaczenie podjętej tematyki

Współczesne narzędzia i metody informatyczne w coraz większym stopniu wspomagają diagnostykę lekarską w różnych obszarach medycyny. Jednym z takich obszarów jest logopedia. Metody diagnostyczne stosowane w logopedii w większości opierają się o akwizycję mowy i jej późniejszą analizę. Analiza ta jest zazwyczaj przeprowadzona z sygnału z jednego mikrofonu. Wzbogacenie metody o możliwość pomiaru danych z grupy mikrofonów, liniowych matryc mikrofonowych pozwala na uwzględnienie dodatkowych elementów, takich jak np. szumy czy wpływ powietrza. Dzięki temu można otrzymać dodatkowe parametry diagnostyczne, a także przeprowadzić analizę nieprawidłowości w budowie anatomicznej narządów mownych oraz polepszyć jakość otrzymywanych wyników. Przyjęta metodyka pomiaru cech akustyczno-artykulacyjnych jest mniej wrażliwa na osobnicze cechy pacjenta czy ułożenie mikrofonów względem głowy pacjenta. Pozwala to nie tylko na pewną swobodę i uniwersalność pomiaru, ale też otrzymywane wyniki są powtarzalne i niezależne od operatora. Jest to niezwykle istotna cecha dla weryfikacji otrzymywanych wyników pomiarów z innymi ośrodkami badania mowy, dla których często

Biuro Rady Dyscypliny
Inżynieria Biomedyczna

wpłynęło dnia 04.05.2020

nr 24 zat.

występują inne warunki akwizycji i inni operatorzy, mający swoje własne przyzwyczajenia. Tego typu elementy zostały poruszone w niniejszej rozprawie przy przestrzennej analizie akustycznej sygmatyzmu z wykorzystaniem aparatury pomiarowej zaprojektowanej i wykonanej przez Doktoranta.

2. Struktura rozprawy

Rozprawa doktorska Pana mgr inż. Michała Kręcichwosta, pt. "Analiza przestrzennych modeli akustycznych głosek dentalizowanych w diagnostyce sygmatyzmu ", obejmuje 172 stron podzielonych na 7 rozdziałów, spis tabel, spis skrótów i oznaczeń, spis literatury, oraz streszczenie w języku polskim i angielskim. Praca została napisana pod kierunkiem naukowym dr hab. inż. Pawła Badury, prof. PŚ oraz promotora pomocniczego dr inż. Joanny Czajkowskiej. Struktura rozprawy jest prawidłowa.

Autor, zaraz po spisie tabel, skrótów i oznaczeń, przedstawia pierwszy rozdział, który został poświęcony współczesnym metodom wspomagania diagnozy logopedycznej, ze szczególnym naciskiem na wykrywanie błędów i wad wymowy. Zostały w nim przedstawione definicje sygmatyzmu oraz charakterystyki akustyczne głosek dentalizowanych. W rozdziale tym zawarto też cele i tezy rozprawy.

Drugi rozdział jest związany z opisem stworzonego przez Autora urządzenia. Podział tego rozdziału na trzy podrozdziały i podsumowanie jest prawidłowy. Na początku przeprowadzony jest przegląd znanych rozwiązań, później założenia dotyczące projektowanego urządzenia, aż w końcu opis konstrukcji i otrzymane wstępne wyniki.

Autor w trzecim rozdziale opisuje materiał leksykalny oraz przebieg sesji pomiarowej, wraz ze szczegółami dotyczącymi opisu logopedycznego.

Rozdziały czwarty i piąty dotyczą opisu zaproponowanego przetwarzania wielokanałowego sygnału mowy na potrzeby klasyfikacji różnych realizacji głosek. W dalszym etapie przedstawiono opis przeprowadzonej analizy akustyczno-artykulacyjnej głosek, od strony zależności energetycznych sygnałów między kolejnymi mikrofonami, dla jej danej realizacji.

W rozdziale szóstym przedstawiono analizę zachowania modeli splotowych w zadaniach klasyfikacji wad wymowy, ocenę wpływu wybranych czynników na skuteczność klasyfikacji oraz porównanie różnego typu modeli zaproponowanych przez Autora.

Podsumowanie otrzymanych rezultatów oraz wnioski końcowe przedstawione zostały w ostatnim, siódmym rozdziale.

Rozprawę kończy bibliografia zawierająca 194 pozycje (w dziewięciu z nich Doktorant jest współautorem) oraz streszczenie w języku polskim i angielskim. Spis tabel, przedstawiony na początku rozprawy, zawiera 23 tabele, natomiast spis rysunków zawiera 82 pozycje.

3. Cel pracy i teza rozprawy

Teza rozprawy została przedstawiona przez Autora w pierwszym rozdziale (podrozdział 1.6, str. 19), która brzmi " Wykorzystanie metodyki przestrzennego przetwarzania sygnału mowy umożliwi rozpoznawanie normatywnej oraz nienormatywnej głoskowej realizacji fonemów dentalizowanych". Autor podał też szczegółową tezę badawczą, tj. "Skwantyfikowany opis przestrzennych modeli akustycznych głosek dentalizowanych umożliwi rozpoznawanie normatywnej oraz nienormatywnej głoskowej realizacji analizowanych fonemów". Do udowodnienia tej tezy Autor zaproponował cel główny oraz cel użyteczny, dotyczący zaprojektowania i wykonania stanowiska pomiarowego pozwalającego na przestrzenną akwizycję sygnału mowy. Teza pracy została prawidłowo postawiona, natomiast cel główny oraz cel użyteczny, zrealizowane. Zarówno teza pracy, jak też cele pracy, odpowiadają zakresowi i tematyce rozprawy oraz określają zakres przeprowadzonych badań. W treści rozprawy oraz w rozdziale 6 udowodniono postawione tezy pracy oraz przedstawiono nowy wykład Autora w inżynierię biomedyczną.

4. Metodyka badań

Przedstawiona przez Autora metodyka badań jest prawidłowa. Analiza została przeprowadzona dla 1362 nagrań dla próbek mowy pochodzących od 100 dzieci w wieku od 6 do 7 lat (51 chłopców i 49 dziewczynek). Autor zaprojektował i wykonał urządzenie pozwalające na akwizycję sygnału mowy jednocześnie z piętnastu mikrofonów o rozłożeniu

przestrzennym. Następnie została stworzona baza danych dla mowy dzieci, jak również algorytm pozwalający na rozpoznawanie i określanie typu analizowanej wady wymowy z wykorzystaniem sieci neuronowych. Autor wykorzystuje tutaj relacje przestrzenne między mikrofonami, co pozwala na przestrzenną analizę zmian widma sygnałów w czasie. Przedstawiona w rozprawie analiza energetyczna pozwoliła na weryfikację praktycznej przydatności opisu logopedycznego w stosunku do obserwacji położenia języka i związanego z nim strumienia powietrza w czasie artykulacji. Autor udowodnił, że w tego typu przypadkach sam opis logopedyczny jest niewystarczający. Dodatkowo zostały zaproponowane 64 współczynniki związane z energią widma w danej części pasma. Na podstawie tych współczynników Autor zaprojektował zespół filtrów dedykowany potrzebom przetwarzania głosek dentalizowanych.

W rozprawie dostrzegłem kilka drobnych usterek merytorycznych, które nie wpływają na moją pozytywną ocenę rozprawy, jednakże chciałbym, aby mgr inż. Michał Kręcichwost się do nich odniósł, są to:

1. W miejscach w pracy opisujących sieci pominięto czas uczenia i typ komputera, na którym zostały przeprowadzone badania. Bardzo proszę o podanie czasu uczenia sieci dla kilku wybranych charakterystycznych etapów.
2. W rozprawie, na rysunkach (np. rys. 6.3, rys. 6.18, rys. 6.22), pojawiają się wartości skuteczności klasyfikacji *ACC* poniżej 50 %. Proszę o wyjaśnienie poprawności przyjętej klasyfikacji.
3. Autor wskazuje jako cel użyteczny zaprojektowanie i skonstruowanie stanowiska pomiarowego pozwalającego na przestrzenną akwizycję sygnału mowy. Jaka jest opinia i praktyczna przydatność stworzonego urządzenia i oprogramowania dla logopedy? Czy była przeprowadzona weryfikacja otrzymanych przez Doktoranta wyników z subiektywną (lub inną) oceną logopedy w zakresie oceny wad aparatu mowy? Jeżeli tak, to na ilu pacjentach została ona przeprowadzona? Czy było jakieś kryterium wykluczenia pacjentów?
4. Czy były przeprowadzone pomiary przesłuchu międzykanałowego stworzonego urządzenia? Jeżeli tak, to jaka jest jego wartość?
5. Jakie były wymiary pomieszczenia, w których przeprowadzano rzeczywiste pomiary? Z czego były wykonane "maty akustyczne", o których Autor wspomina na str. 34, i jaki był ich rozmiar?

Dodatkowo w pracy zauważyłem kilka błędów redakcyjnych:


1. Zmienne we wzorach zapisane są czcionką pochyłą, natomiast w tekście jest przemiennie, raz czcionką pochyłą, a w innych przypadkach bez pochylenia. Na przykład, zmienna ACC we wzorze 6.7 (str. 113) i w spisie skrótów i oznaczeń (str. xx) zapisana została czcionką pochyłą, natomiast już na rys. 6.8 (str. 117) czy rys. 6.10 (str. 119) jest bez pochylenia.
2. Podpisy tabeli powinny zostać umieszczone nad tabelami, wyrównane do prawej.
3. Mało precyzyjne sformułowania, np. str. 150: "... bazy mowy dziecięcej pochodzącej od ok. 100 mówców w wieku przedszkolnym " - co oznacza "ok."? Podobnie na stronie 17 "W skład bazy danych wchodziło ok. 1600 nagrań...". Zapis ten sugeruje, że Autor nie wiedział dokładnie ile przeanalizował danych.
4. Błędy interpunkcyjne i literowe w kilku miejscach pracy, przykładowo: słowa "Rys." w środku zdania są z dużej litery, różny styl zapisu jednostek w zakresach częstotliwości: "300 Hz – 8 kHz" czasami " 1 – 22 kHz ", brak spacji np. na stronie 130 " liniowej(", itp.
5. Rys. 2.3. powinien być moim zdaniem wzbogacony o szczegóły lub usunięty. W obecnej wersji nie wnosi nowej wiedzy.
6. Wolne piny złącza CON1 (rys. 2.5) powinny zostać podłączone do masy, a połączenia sygnałowe możliwie odseparowane od siebie.

Pomimo wskazanych przeze mnie drobnych błędów redakcyjnych i merytorycznych, praca stanowi cenny wkład w zakres analizy danych pochodzących z wielokanałowego systemu rejestracji wad mowy oraz automatycznej diagnostyki pacjentów.

5. Podsumowanie i wnioski końcowe

Podsumowując stwierdzam, że Pan mgr inż. Michał Kręcichwost wykazał się dużą wiedzą z zakresu analizy i przetwarzania sygnałów mowy, a także opanowaniem i sprawnym posługiwaniem się warsztatem badawczym. Rozprawa doktorska mgr inż. Michała Kręcichwosta pt. "Analiza przestrzennych modeli akustycznych głosek dentalizowanych w diagnostyce sygnatyizmu " jest oryginalnym, interesująco przedstawionym, uzasadnionym i twórczym wkładem w dyscyplinę inżynieria biomedyczna. Niniejsza rozprawa doktorska

zawiera poprawnie sformułowany i rozwiązany problem badawczy oraz posiada bardzo duży aspekt praktyczny, stanowi zatem oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. Zgodnie z powyższym stwierdzam, że mgr inż. Michał Kręcichwost spełnia wymogi formalne o których mowa w art. 18 ustawy 595 z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki oraz ustawy z dnia 3 lipca 2018 r., Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. dnia 30 sierpnia 2018 r., poz. 1669) w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora. W związku z powyższym wnioskuję o dopuszczenie mgr inż. Michała Kręcichwosta do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and a long horizontal stroke extending to the right.