



Prof. dr hab. inż. Khalid Saeed  
Wydział Informatyki  
Politechnika Białostocka  
ul. Wiejska 45A, 15-351 Białystok  
Tel. (+48-85) 746 9196  
Fax: (+48-85) 746 9057  
[k.saeed@pb.edu.pl](mailto:k.saeed@pb.edu.pl)

**PW WEiTI Kancelaria**  
wysłano dnia **7.02.22r.**  
numer .....

Białystok, 25.01.2022 r.

RECENZJA rozprawy doktorskiej  
**mgr. inż. Mohammadrezy Azimiego**

z Wydziału Elektroniki i Technik Informatycznych  
Politechniki Warszawskiej

*zatytułowanej*

"Investigation into the Reliability of Contactless Biometric Systems"

Promotor:

Profesor dr hab. inż. Andrzej Pacut  
Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych  
Politechnika Warszawska

*Niniejszą recenzję przygotowałem na zlecenie zawarte w piśmie z dnia 3.12.2021, które otrzymałem od Profesora Jarosława Arabasa Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja Politechniki Warszawskiej na podstawie uchwały Rady, podjętej dnia 19 października 2021 r.*

## **I. Omówienie zawartości rozprawy**

Praca doktorska mgr. inż. Mohammadrezy Azimiego miała na celu udowodnienie tezy, że *na wiarygodność danych biometrycznych mogą mieć istotny wpływ czynniki społeczne, które można złagodzić dzięki odpowiednim technikom analizy danych.* Jako przykłady biometryczne zostały wybrane: tęczówka, twarz i głos w biometrii mobilnej. Wyniki badań autora pozwoliły udowodnić tezę heurystycznie i uzasadniły, że przy takich warunkach wiarygodność mobilnych systemów biometrycznych może być złagodzona przez odpowiednie techniki analizy danych. To zagadnienie i inne cele rozprawy zostały przeanalizowane i przedstawione wraz z eksperymentami.

Rozprawa napisana w języku angielskim. Zawiera 136 stron tekstu, rysunków i ilustracji. Składa się z ośmiu rozdziałów oraz bibliografii. Rozdział 1. to „*Introduction*”, gdzie autor przedstawia wprowadzenie do tematyki rozprawy – biometrię mobilną, główne cele swoich badań oraz trzy twierdzenia jako tezy pracy, które usiłuje udowodnić w swojej rozprawie. Rozdział kończy się informacją o publikacjach doktoranta.

W rozdziale 2. „*The Effects of Social Issues on the Reliability of Biometric Systems: A Review*” doktorant umieścił przegląd przestudiowanej literatury. Analizowano stan wiedzy w zakresie niezawodności systemów biometrycznych pod wpływem problemów społecznych. Rozdział zawiera informacje zebranych z ponad 120 pozycji bibliograficznych, wszystkie są przeanalizowane szczegółowo.

W rozdziale 3. „*Iris Recognition under the Influence of Diabetes*” opisano wpływ choroby cukrzycy na dokładność wyników działania systemów rozpoznawania tęczówki. Autor podał dokładny opis swojej nowej bazy danych oraz stosowanej metodologii systemu, poczynając od segmentacji obrazu tęczówki do ekstrakcji cech oraz klasyfikacji w celu jej rozpoznawania. Materiał tego rozdziału został opublikowany w czasopiśmie recenzowanym w 2019 roku.

Rozdział 4. „*Age-dependency of the Diabetes Effects on the Iris Recognition Systems Performance Evaluation Results*” skupia się na wpływie cukrzycy na ewaluację wydajności systemu biometrycznego względem wieku przy rozpoznawaniu tęczówki. Wykorzystano tą samą bazę cukrzycową po jej rozszerzeniu i modyfikacji. Autor wnioskuję, iż rozpoznawanie tęczówki jest mniej skuteczne wobec użytkowników z cukrzycą bez względu na ich wiek. Materiał tego rozdziału również był opublikowany w czasopiśmie recenzowanym w roku 2020.

Rozdział 5. „*Gender-dependency of the Diabetes Effects on the Iris Recognition Systems Performance Evaluation Results*” jest poświęcony badaniom zależności wyników ewaluacji systemu rozpoznawania tęczówki osoby z cukrzycą względem rodzaju płci biologicznej (ang. *sex*), chociaż autor nazywa to płcią kulturową (ang. *gender*). Tu uważam, że określenie *gender* w tytule rozdziału nie jest właściwe.

Rozdział 6. „*Morning Voice*” przedstawia analizę wpływu pory dnia na rozpoznawanie mówcy. Autor opisuje swoją utworzoną bazę próbek głosów zebranych za pomocą telefonu komórkowego w różnych porach dnia. Do badania skuteczności rozpoznawania mówcy użył metodologii VGG. Wszystkie aspekty zostały umieszczone w tym rozdziale wraz z wynikami eksperymentów.

Rozdział 7. „*Joint Influences of Make-up and Mood Variation on the Reliability of the Facial Recognition System*” skupia się na wpływie makijażu i zmienności nastroju na dokładność systemu rozpoznawania twarzy. Podano analizę stanu wiedzy badań obu elementów, a autor poza tym badał wpływ kombinacji ich razem w tym samym czasie. Spróbował odpowiadać na pytanie, czy istnieją znaczne zmiany w wynikach rozpoznawalności w obecności obu czynników na twarzy.

Rozdział 8. „Conclusions” zamyka część merytoryczną i podsumowuje wszystkie aspekty rozpatrywane w pracy.

Dodatkowo zostały opracowane trzy załączniki: *Appendix A - Iris recognition for smokers and non-smokers*; *Appendix B - The Influence of Acted Mood Variation on Text Independent Speaker Recognition System's Reliability* oraz *Appendix C - Can we solve facial aging problem through the use of age-progression software?* Zawartość każdego z nich posiada taką samą strukturę rozdziałową – stan wiedzy, bazę danych, metodologię oraz odpowiednie ilustracje rysunkowe.

Całość pracy kończy bibliografia, która zawiera 188 pozycji wybranych referatów i artykułów z literatury światowej pokazującej stan wiedzy i odzwierciedlającej dostateczną wiedzę autora. Brakowało jednak pozycji o „*contactless biometrics systems*”.

Interesującym aspektem redakcyjnym pracy jest to, że każdy rozdział merytoryczny rozpoczyna się opinią ogólną oraz przeglądem tematyki i kończy podsumowaniem istotnych osiągnięć wymienionych w danym rozdziale.

## **II. Opinia o rozprawie doktorskiej**

Rozprawę doktorską mgr. inż. Mohammadrezy Azimiego ocenię w dwóch płaszczyznach: technicznej i merytorycznej oraz klarowności i czytelności rozprawy. Nieliczne usterki redakcyjne dotyczące pisowni oraz edycji będą umieszczone poniżej.

### **A. Techniczne brzmienie i merytoryczna kompletność rozprawy**

Praca badawcza doktoranta ma charakter doświadczalno-statystyczny. Autor wykazał w swojej pracy umiejętność przekonywującego przedstawienia uzyskanych przez siebie wyników. Cytowana literatura jest interesująca, chociaż nie zawiera bezpośredniego cytatu bezkontaktowych systemów biometrycznych (*contactless biometrics systems*).

Głównym rezultatem pracy badawczej doktoranta jest udowodnienie istnienia wpływu czynników społecznych na rozpoznawanie biometryczne i przedstawienie propozycji rozwiązania tego zagadnienia. Rozpatrywano trzy cechy – tęczęwka, twarz i głos. W celu poprawienia poziomu rozpoznawalności autor najpierw opracował algorytmy do detekcji przyczyn społecznych, a potem zastosował swoje własne podejścia do ich usunięcia. W każdym rozdziale autor podał zastosowaną do tego celu metodologię.

Doktorant twierdzi, chociaż medycyna tego nie potwierdza, że cukrzyca ma wpływ na tęczęwkę, a dokładnie na biometrię tęczęwki w rozpoznawaniu człowieka. Autor przedstawił eksperymentalnie ciekawe wyniki swoich badań, że cukrzyca wpływa na wyniki rozpoznawalności oraz skuteczność systemu biometrycznego.

## B. Klarowność i czytelność rozprawy

Rozprawa napisana w języku angielskim, czyta się ją bardzo dobrze, chociaż nie brakuje błędów gramatycznych i edytorskich. Pewnym usprawiedliwieniem jest to, że nie jest to język ojczysty doktoranta. Algorytmy, twierdzenia, wymagane rysunki i tabele są prawidłowo opracowane, chociaż nie wszędzie są czytelnie zaprezentowane. Aktualny stan wiedzy dotyczącej tematyki wpływu wybranych czynników społecznych na dokładność badań biometrycznych został przedstawiony poprawnie. Istotne dla tematyki pracy zagadnienia omówiono czytelnie.

Pomimo wysiłków autora, aby praca prezentowała jego osiągnięcia w sposób klarowny, praktycznie niemożliwe do uniknięcia są drobne usterki, których przykłady zostały wymienione poniżej.

- Tytuł pracy brzmi "*Investigation into the Reliability of Contactless Biometric Systems*", a autor skupił się głównie na biometrii mobilnej. Do badań używał smartfonów. Bardziej pasowałby tytuł „*Investigation into the Reliability of Mobile Biometric Systems*”. Poza tym w zbieraniu danych autor wykorzystywał Iris Shield USB MK 2120U. Jest to precyzyjne urządzenie do zbierania obrazu tęczówki, ale nie jest ono zaliczone do urządzeń bezkontaktowych.
- Dane dotyczące analizy mowy przesłane były przez uczestników badań do doktoranta z wykorzystaniem aplikacji *telegram*. Autor pisze "*.... and then the recorded samples were transferred to the author's telegram account by the participants*". Zdanie to wymagałoby rozwinięcia - czy transmisja z wykorzystaniem zewnętrznego oprogramowania wymusiła dodatkową kompresję danych (jak ma to miejsce np. w transmisji grafiki i aplikacji *meta/facebook messenger*)?
- Doktorant w procesie identyfikacji osób wykorzystuje metodę SVM, natomiast do ekstrakcji cech stosuje głęboką sieć neuronową. Przetwarzanie danych przez sieć ma charakter nie deterministyczny, bazuje na losowo ustawionych wagach początkowych sieci. Nie ma mowy o tym, czy eksperyment był powtarzany, czy zastosowano n-krotną walidację krzyżową. Wprawdzie pewne szczegóły dotyczące eksperymentu znajdują się na dalszych stronach rozprawy, ale dokładniejszy opis przeprowadzonych eksperymentów podwyższyłby jakość pracy.
- Tabela 6-1 prezentująca wyniki klasyfikacji osób nie zawiera adnotacji dotyczących wariancji wyników. Praca zyskałaby na jakości, gdyby w tabeli umieszczone były również wskaźniki skuteczności identyfikacji osób na podstawie nagrań wieczornych, gdy sieć nauczona jest przy pomocy nagrań porannych.
- Wykresy ROC bardzo dobrze ilustrują cechy systemu biometrycznego. Poszczególne wykresy dotyczą wariantów Morning vs Morning, Evening vs Evening, Evening cs Morning oraz All vs All. W wykresach zabrakło

jednak wariantu Morning vs Evening. Taki eksperyment pozwoliłby wnioskować, czy bazy biometryczne głosu powinny być tworzone wieczorem czy raczej rano.

- Do identyfikacji osób doktorant stosuje metodę SVM oraz wektor cech o długości 512. Brakuje jednak w tabeli końcowej (Table 6-1) zaznaczenia, jaki dokładnie klasyfikator SVM został użyty tj. jakie wykorzystano funkcje jądrowe. Czy zastosowano metodę poszukiwania parametrów klasyfikatora typu GridSearch?
- Doktorant stosuje m.in. bardzo ciekawą metodę ekstrakcji cech bazującą na wykorzystaniu pierwszych warstw metody VGG-Face. Liczba końcowa cech jest stosunkowo wysoka (4092). Nie są jednak prezentowane badania wskazujące końcowy wynik identyfikacji z wykorzystaniem tej metody.
- Wyniki identyfikacji osób opisane w tabeli 7-3 wymagają dodatkowego wyjaśnienia. Sposób oceny klasyfikatora jest raczej nietypowy. Autor napisał "*In order to train our model, we have used 130 samples and for testing the model 304 face images were used*". Zazwyczaj stosowane są proporcje 60% trening, 40% testowanie, a przynajmniej trening stanowi większą część zbioru. Jednak wyniki są dobre, więc wymaga to uzasadnienia.
- Nie jest dla mnie klarowne, czy wyniki prezentowane w tabeli 7-3 opracowane zostały z wykorzystaniem bazy danych Radboud Faces Database (RaFD) czy Psychological Image Collection at Stirling (PICS). Powinno być zastosowane odniesienie w opisie tabeli.

Powyżej wymienione uwagi mają charakter dyskusyjny. Nie obniża to wartości rozprawy, jednakże chciałbym, żeby autor ustosunkował się do tych kwestii na obronie.

### III. Merytoryczne osiągnięcia doktoranta

Mgr inż. Mohammadreza Azimi osiągnął wyznaczony mu cel rozprawy doktorskiej, która wnosi nowe aspekty do nauk technicznych w zakresie informatyki.

Temat rozważań autora jest aktualnym kierunkiem badań, w szczególności metod analizy i przetwarzania obrazów tęczówki i twarzy człowieka oraz sygnału mowy pod wpływem wybranych czynników społecznych. Przy badaniach tęczówki autor zbadał wpływ choroby cukrzycy na dokładność rozpoznawania człowieka, a badania charakterystyki głosu dotyczyły wpływu pory dnia na dokładność rozpoznawania mowy i mówcy. Trzeci aspekt natomiast dotyczył badania wiarygodności systemu rozpoznawania twarzy – makijażu, różnych emocji oraz wieku. We wszystkich płaszczyznach doktorant uzyskał dobre wyniki klasyfikacji.

Pan mgr inż. Mohammadreza Azimi jest współautorem trzech artykułów w czasopismach recenzowanych z *impact factorem* oraz czterech recenzowanych referatów opublikowanych w materiałach konferencyjnych.

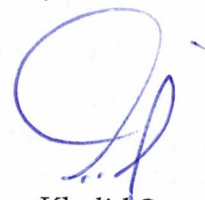
#### IV. Wnioski końcowe

Wystawiam pozytywną ocenę rozprawie doktorskiej mgr. inż. Mohammadrezy Azimiego pt. "*Investigation into the Reliability of Contactless Biometric Systems*". Rozprawa stanowi oryginalne rozwiązania postawionych zadań oraz osobisty wkład doktoranta w rozwój metod biometrycznych:

- Rozpoznawanie tęczówki jest mniej skuteczne u osób z cukrzycą typu II, niezależnie od płci i wieku. Dzięki klasyfikacji próbek dotkniętych chorobą poprawi się wydajność systemu.
- Poranny głos może zakwestionować niezawodność systemu rozpoznawania mówcy. Można zredukować ten efekt, wykrywając poranny głos.
- Jednoczesny wpływ makijażu i mimiki twarzy może wpływać na dokładność klasyfikacji w systemie rozpoznawania twarzy. Niezawodność można zwiększyć za pomocą wykrywaczy makijażu.

Stwierdzam, że praca spełnia wymagania i warunki nakładane przez ustawę o stopniach naukowych.

Na tej podstawie wnioskuję o dopuszczenie autora rozprawy doktorskiej mgr. inż. Mohammadrezy Azimiego do jej obrony.



Khalid Saeed