

Dr hab. inż. Michał Choraś, prof. nadzw. UTP

Wydział Telekomunikacji, Informatyki i Elektrotechniki,

WTiIE, UTP, Bydgoszcz

## Recenzja rozprawy doktorskiej pt.

„Rozpoznawanie użytkownika na podstawie analizy sposobu pisania na klawiaturze z użyciem zewnętrznych urządzeń pomiarowych”, której Autorem jest Pan mgr inż. Piotr Panasiuk

### **1. Wprowadzenie.**

Niniejsza recenzja rozprawy doktorskiej, której Autorem jest Pan mgr inż. Piotr Panasiuk została wykonana na zlecenie Rady Wydziału Matematyki i Nauk Informatycznych Politechniki Warszawskiej.

Rozprawę odebrałem w lutym, a recenzję wysłałem w terminie 2 miesięcy w kwietniu 2017. Niniejsza recenzja (poza wprowadzeniem i wnioskiem) zawiera odpowiedzi na siedem zasadniczych pytań dotyczących rozprawy doktorskiej.

### **2. Jaki jest problem naukowy (teza) rozprawy? Czy został on trafnie i jasno sformułowany?**

Rozprawa, której Autorem jest Pan mgr inż. Piotr Panasiuk, dotyczy metod biometrycznej identyfikacji osób, a w szczególności metod biometrii behawioralnej. Osoby mogą być rozpoznawane (zarówno przez ludzi jak i w systemach komputerowych) na podstawie cech fizjologicznych (anatomicznych) oraz cech behawioralnych, czyli na podstawie cech opisujących sposób zachowania lub wykonywania pewnych czynności. Doktorant zajął się drugim z wymienionych sposobów.

Ze względu na zmienność badanego zjawiska (np. chodu ludzkiego lub sposobu uderzania w klawisze itp.) metody biometrii behawioralnej zapewniają niższe parametry identyfikacji biometrycznej niż metody bazujące na anatomicznych cechach człowieka, stanowią więc duże wyzwanie dla projektantów rozwiązań i systemów biometrycznych.

Autor rozprawy podjął się trudnego zadania, którego celem jest opracowanie nowych metod identyfikacji osób na podstawie sposobu uderzania klawiszy klawiatury.

Doktorant przedstawił rozprawę w formie książki, a nie typowego (przynajmniej dla recenzenta) doktoratu, i chyba dlatego we wstępie pracy nie znalazłem tekstu z typową tezą rozprawy i celem pracy (jedynie fragment na końcu strony 13).

Jest jednak jasne dla czytelnika, iż Autor postanowił udowodnić, że możliwe jest zwiększenie skuteczności metody rozpoznawania osób na podstawie sposobu uderzania w klawisze poprzez dodanie innych modalności biometrycznych, takich jak obraz twarzy czy sposób poruszania myszą komputerową.

**Autorskim, oryginalnym przyczynkiem naukowym i głównym elementem rozprawy jest wprowadzenie nowatorskiej cechy biometrycznej, czyli dodanie parametrów z zewnętrznego urządzenia pomiarowego jakim jest akcelerometr umieszczony w telefonie komórkowym.**

Identyfikacja osób na podstawie takiego zestawu cech behawioralnych wg Autora została zaproponowana po raz pierwszy w niniejszej rozprawie.

### **3. Czy autor rozwiązał postawiony problem? Czy użył do tego właściwych metod dowodząc, że posiadał umiejętności związane z metodyką i metodologią prowadzenia badań naukowych?**

Autor w sposób odpowiedni rozwiązał problem, którego dotyczy rozprawa. Zaproponowano oryginalną behawioralną metodę identyfikacji osób. Udowodniono, że dodanie cech pozyskanych z akcelerometru umieszczonego w telefonie komórkowym może zwiększyć skuteczność identyfikacji, a skuteczność taka może być większa w porównaniu do sytuacji, gdy wykorzystywane są tylko cechy dot. dynamiki uderzeń w klawisze.

W ten sposób zrealizowano cel pracy oraz wykazano potencjalną przydatność nowej cechy, a także w ogólności, innych cech pochodzących z zewnętrznych urządzeń pomiarowych (jak słusznie zauważył Autor, mogłyby to być parametry pozyskiwane z urządzeń typu SmartWatch lub innych sensorów).

### **4. Czy tematyka rozprawy jest aktualna i dostatecznie ważna?**

Tematyka rozprawy rozumiana jako biometryczna identyfikacja osób lub jako biometria behawioralna, nie jest nowa, co pokazał także Autor w rozbudowanej części przeglądowej rozprawy. Od lat prowadzone są prace nad komputerowymi systemami biometrycznej identyfikacji osób. **W niniejszej rozprawie zaproponowano natomiast całkiem nową i oryginalną metodę, co jest niewątpliwym atutem pracy.**

Tematyka rozprawy jest bardzo aktualna – wciąż trwają prace nad poprawą znanych metod biometrycznych oraz projektowaniem nowych rozwiązań dla coraz to innych

zastosowań. Praca Autora bardzo dobrze wpisuje się w aktualne trendy biometryczne, takie jak biometria w scenariuszach mobilnych, biometria multimodalna (połączenie różnych modalności i różnych urządzeń) oraz poszukiwanie metod miękkich (tzw. 'soft biometrics') będących dodatkiem do metod bardziej uznanych.

Reasumując praca jest aktualna i ważna.

**5. Na czym polega oryginalny dorobek autora i jakie jest jego znaczenie poznawcze lub przydatność praktyczna dla nauki bądź techniki?**

Główny dorobek Autora, to propozycja nowatorskiej metody identyfikacji osób z wykorzystaniem parametrów pozyskiwanych z klawiatury (sposób uderzania w klawisze) oraz z zewnętrznego akcelerometru.

Autor zaproponował nową metodę biometryczną. W szczególności metoda ta mieści się w kategorii biometrii multimodalnej, biometrii multisensorycznej oraz biometrii behawioralnej.

Rozprawa ma znaczenie dla nauki i techniki, gdyż **Autor udowodnił, że można zwiększyć skuteczność tradycyjnych metod biometrycznych poprzez dodanie parametrów z sensorów zewnętrznych.**

Takie podejście jest zasadne i istotne w obliczu rosnącej popularności aplikacji wykorzystujących sensory umieszczone w telefonach komórkowych (np. w zastosowaniach monitorowania zdrowia oraz postępów w uprawianiu sportów takich jak bieganie) oraz urządzeń typu SmartWatch.

**6. Czy rozprawa świadczy o dostatecznej wiedzy autora, wiedzy o zaawansowanym poziomie, o charakterze podstawowym dla dziedziny nauk technicznych oraz o charakterze szczegółowym, odpowiadającej obszarowi prowadzonych badań naukowych?**

**Nie mam wątpliwości, iż Autor posiada dużą wiedzę dot. zagadnień związanych z biometryczną identyfikacją osób.** Doktorant wykazał się także umiejętnościami dotyczącymi prowadzenia badań naukowych, eksperymentów, projektowania systemów informatycznych oraz implementacji i programowania. W trakcie rozprawy powstały własne narzędzia informatyczne pozwalające na akwizycję i przetwarzanie odpowiednich danych biometrycznych. Autor w sposób właściwy posługuje się także metodami statystycznymi, chociaż w pracy zabrakło prezentacji wyników dotyczących standardowych parametrów systemów rozpoznawania (np. współczynnika fałszywych akceptacji FAR).

Co istotne, Autor w pełni rozumie ograniczenia oraz wady pewnych rozwiązań, także tych wykorzystywanych przez siebie w pracy. Fakt ten pokazuje, iż Autor jest dojrzałym naukowcem odpowiednio poruszającym się w zagadnieniach związanych z informatyką, systemami rozpoznawania oraz biometryczną identyfikacją osób.

#### **7. Czy rozprawa obejmuje najnowsze osiągnięcia nauki i świadczy o znajomości współczesnej literatury naukowej z dyscypliny, której dotyczy?**

Niniejsza rozprawa obejmuje najnowsze osiągnięcia nauki. Autor przedstawił bardzo rozległy rozdział omawiający wcześniejsze dokonania oraz aktualną literaturę z zakresu identyfikacji osób na podstawie sposobu i dynamiki uderzeń w klawisze. Rozdział 2 napisany jest w sposób przedstawiający chronologicznie rozwój badań w dyscyplinie, której dotyczy rozprawa. Spis literatury zawiera wiele aktualnych (2014-2016) pozycji.

W spisie literatury brakuje jednak istotnych pozycji książkowych dotyczących biometrii behawioralnej (np. Wang L., Geng X., Behavioral Biometrics for Human Identification: Intelligent Applications, 2010) oraz prac wykorzystujących dynamikę uderzeń w klawisze w zastosowaniach typu *password hardening* (o pojęciu takim wspomniano tylko na str. 32).

W spisie literatury nie ma także ani jednej pracy, której autorem jest Kenetth Revett.

#### **8. Jakie są wady i słabe strony rozprawy?**

Rolą recenzenta jest zauważenie ewentualnych niedociągnięć i mankamentów przedstawianej pracy, oraz zgłoszenie uwag, które mogą być pomocne i przydatne w dalszych pracach. Do **wad i słabych stron** rozprawy zaliczam:

- **Strukturę pracy.** Autor najwyraźniej chciał oddać do druku książkę popularyzatorską, a nie wyłącznie rozprawę doktorską. Najwyraźniej dlatego proporcje między częściami pracy są mankamentem recenzowanego opracowania. Ponadto w odniesieniu do struktury pracy:
  - Część dotycząca budowy klawiatur nie jest potrzebna i nie ma znaczenia w dalszej części rozprawy.
  - Przegląd literatury jest długi, ale wciąż niepełny (szczegóły w punkcie 7 recenzji).
  - Tytuły kilku podrozdziałów nie są właściwe i są nieformalne, np. 2.2.4. oraz 4.2.2 (szkieletu?).
- **Tezę pracy.** Teza i cel pracy nie są sprecyzowane w sposób odpowiedni. Autor (str. 13) „chciałby udowodnić, iż możliwe jest podniesienie poziomu rozpoznawalności algorytmu...”. Czym jest ten poziom rozpoznawalności?

Podniesienie poziomu rozpoznawalności algorytmu można uzyskać dobrymi publikacjami lub akcją marketingową i reklamą... a w tezie Autor powinien zechcieć zwiększyć skuteczność algorytmu lub skuteczność identyfikacji.

- **Brak formalizmów matematycznych.** Propozycja Autora jest opisana w sposób słowny oraz inżynierski (kod), brakuje mi natomiast formalizmów matematycznych. Praca zawiera więcej równań w części przeglądowej niż w części autorskiej.
- **Ilość danych/próbek.** Autor oparł badania na próbkach od 20 osób. Ocena czy taka ilość danych jest wystarczająca może być względna, ale w moim przekonaniu taka liczba osób jest dość mała.
- **Wykorzystanie podstawowych metod i klasyfikatorów.** Autor w niniejszej pracy wykorzystywał w większości tylko podstawowe metody/algorytmy oraz prosty klasyfikator kNN (dla wykorzystania którego przedstawił rozsądne argumenty). Praca byłaby bardziej wartościowa, gdyby Autor pokusił się o zastosowanie bardziej złożonych metod oraz klasyfikatorów takich jak np. sieci neuronowe. Ponadto Autor wiele parametrów ustawiał empirycznie bez zaawansowanych metod selekcji cech. Dlatego pojawia się pytanie, czy dla inaczej ustawionych parametrów i wag, przedstawione metody nie uzyskiwałyby innych wyników (na przykład zaprzeczających tezie o zwiększeniu skuteczności identyfikacji/rozpoznawania poprzez dodanie nowych parametrów)?
- **Brak analizy wpływu różnych urządzeń.** Badania przeprowadzono z wykorzystaniem jednego modelu telefonu. Ciekawe byłyby badania z wykorzystaniem kilku modeli.
- **Język w jakim napisano rozprawę.** Niniejszą pracę naukową napisano w sposób momentami nieformalny, z pewnymi usterkami językowymi i merytorycznymi, których należy unikać m.in.:
  - „pojawienie się komputerów na każdym kroku” (str. 7) – czyim? Gdzie?
  - „mowa o metodach biometrycznych polegających na tym kim jest użytkownik” (str. 7) – niewłaściwy styl
  - „systemy biometryczne powstają w jednym z dwóch celów w kierunku rozpoznawania człowieka” - niewłaściwy styl
  - „wartości odstające” (str. 30) – co oznacza takie pojęcie?
  - Za usterkę techniczną można także uznać brak opisu osi na wykresach (np. Rys 4.14, Rys. 4.9)
- **Brak źródeł potwierdzających stwierdzenia Autora.** W pracy są zdania, których należy unikać, o ile nie podane są źródła, np.:
  - „najpopularniejszą cechą biometryczną wykorzystywaną do rozpoznawania ludzi jest z pewnością analiza odcisku palca”. Autor nie podał źródeł, a przedstawiona teza jest wątpliwa. Skąd to wiadomo? Ludzie na co dzień rozpoznają się patrząc na swoje twarze, a nie odciski, więc przedstawiona teza może być błędna.

- „dana osoba każdą czynność powtarza w charakterystyczny dla siebie sposób” – brak źródła. Gdyby to rzeczywiście było takie łatwe...
- „najpopularniejszym zastosowaniem wydaje się być poszukiwanie...”. W pracy naukowej należy unikać przypuszczeń i spekulacji. Wydaje się komu? Na jakiej podstawie? Skąd wiadomo, że najpopularniejszym – takie zdania muszą zawierać odpowiednie źródło.
- „najpopularniejszymi klasyfikatorami na dzień dzisiejszy są...” – jak wyżej.

**Pomimo przedstawionych powyżej uwag, rozprawa mgr inż. Piotra Panasiuka posiada wiele mocnych stron.**

Przede wszystkim zawiera ona **oryginalną autorską propozycję** biometrycznej behawioralnej identyfikacji osób. **Rozprawa dotyczy ważnego zagadnienia, jest aktualna i wnosi interesujący wkład do biometrii i systemów rozpoznawania.**

Autor trafnie dobrał stosowane metody i uzasadnił ich wybór w odpowiedni sposób. Ponadto wykazał się krytycznym spojrzeniem (uwzględniającym ograniczenia i pewne wady) na zastosowane rozwiązania oraz osiągnięte wyniki.

Pomimo wymienionych usterek praca jest ciekawie napisana, czyta się ją bardzo dobrze i przyjemnie. Rozprawa może stanowić wartościową pozycję dla osób zainteresowanych biometrią, w szczególności biometrią behawioralną (w tym także dla studentów). Z punktu widzenia czytelnika, nieformalny styl autora może być cechą korzystną.

Niewątpliwie recenzowana praca dowodzi dużej wiedzy Autora dot. biometrycznych systemów identyfikacji osób, a szczególnie w zakresie wykorzystania metod biometrii behawioralnej.

Warto także zauważyć, że Autor ma dobry (jak na doktoranta) dorobek publikacyjny w zakresie rozprawy, w tym aktualnie 9 publikacji jest indeksowanych w bazie Web of Science. Ponadto w większości wykazanych publikacji związanych z rozprawą (str. 115-116), Doktorant jest pierwszym Autorem, więc jego wkład można uznać za znaczny.

## **9. Wniosek**

Biorąc pod uwagę przedstawioną przez Doktoranta rozprawę stwierdzam, że spełnia **ona wymagania stawiane rozprawom doktorskim** przez obowiązującą Ustawę o stopniach i tytule naukowym, i wnioskuję o **dopuszczenie** jej do publicznej obrony.

