

Cieszyn, Zabrze, 2. kwietnia 2017

prof. dr hab. inż. Andrzej W. Mitas  
prof. zw. w Politechnice Śląskiej

Politechnika Śląska, Wydział Inżynierii Biomedycznej  
Katedra Informatyki i Aparatury Medycznej  
41-800 Zabrze, ul. Roosevelta 40  
tel. 609 49 29 63 lub 502 685 320  
e-mail. Andrzej.Mitas@polsl.pl

## **RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ**

**Tytuł rozprawy: Rozpoznawanie użytkownika na podstawie  
analizy sposobu pisania na klawiaturze  
z użyciem zewnętrznych urządzeń pomiarowych**

**Autor rozprawy: mgr inż. Piotr Panasiuk**

**Promotor rozprawy: prof. dr hab. inż. Khalid Saeed**

Przedmiotem recenzji jest praca doktorska, przygotowana przez Pana mgra inż. Piotra Panasiuka, pod opieką promotora w osobie Pana prof. dra hab. inż. Khalida Saeeda. Dysertacja ma postać zwartą i wydana została w formie książki przez Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych Politechniki Warszawskiej w 2017 roku. Recenzję przygotowano na podstawie pisma Pana Dziekana Wydziału Matematyki i Nauk Informacyjnych Politechniki Warszawskiej, Pana prof. dra hab. inż. Wojciecha Domitrza, z dnia 06. lutego 2017 roku. Podstawę formalną stanowi Uchwała Rady Wydziału Matematyki i Nauk Informacyjnych Politechniki Warszawskiej z dnia 26. stycznia 2017 roku.

Biometria ma wiele definicji, ale dominująca współcześnie interpretacja wiąże się z możliwością rozpoznania człowieka w celu identyfikacji lub uwierzytelnienia. Od tysiącleci stosowany sposób ustalania lub weryfikacji tożsamości na podstawie cech fizjologicznych oraz zachowania, uzupełniany był przez wieki o różne udoskonalenia: o koncepcję SYH (np. pieczęci jako prototypu współczesnych tokenów), czy też SYK (hasła i szyfry). Dziś przywracamy pozycję zasady *jaki jesteś*

*i jak się zachowujesz*, ponieważ powoli, acz nadal niezbyt doskonale, potrafimy interpretować podstawowe cechy psychofizjologiczne człowieka, niezbywalnie (zazwyczaj) pozostające z nim przez całe życie. Cechy fizjologiczne mogą relatywnie łatwo zostać „skompromitowane” lub utracone. Znaczenie behawioralnego składnika natomiast rośnie systematycznie, bo, choć wyjątkowo trudne w automatycznej analizie, to jednak doskonale charakteryzuje człowieka, pozostając w cieniu ukrytych w psychice modeli, opartych zarówno na genotypie, jak i na fenotypie, raczej niezmiennych w czasie ontogenezy człowieka.

Liczne derywaty technik biometrycznych są adekwatne do tych parametrów fizjologicznych, które w sposób szczególnie widoczny eksponują ludzki genotyp. Współcześnie tanie i proste rozwiązania techniczne umożliwiają rozpoznawanie obrazu linii papilarnych (daktyloskopia ma już dobrze ponad 100 lat, więc trudno mówić w tym przypadku o nadzwyczajnej nowoczesności), ułożenie naczyń krwionośnych w palcach lub dłoniach (w stopach też, tylko poręczność takiej techniki jest nieco mniejsza), kształt ucha, odcisk warg i wiele innych, jak brzmienie głosu, bardziej ulotnych, choć paradoksalnie wyjątkowo niezmiennych.

Krótszym rodowodem cieszą się techniki behawioralne, ale i tu jest już wiele sukcesów: automatyczne rozpoznawanie chodu, sposobu artykulacji, czy, jak w prezentowanej pracy, pisania na klawiaturze terminala alfanumerycznego. Ten ostatni przykład jest wielce interesujący, już choćby z powodu podatności na użycie w celu zdalnej kontroli tożsamości użytkownika komputerów w rozległej sieci teleinformatycznej. Wraz z nieuchronnym wzrostem zainteresowania telepracą temat ten będzie systematycznie zyskiwał na znaczeniu. Podjęcie tego zagadnienia przez Doktoranta jest więc ze wszech miar uzasadnione, a stworzenie naukowych podstaw i rozwój techniki uważam za ważny dla rozwoju naukowego biometrii.

Naukowe elementy opiniowanej pracy, determinujące oryginalne podejście Autora do stawianych problemów, można ująć w dwóch kategoriach:

- a) modelowanie matematyczne klasyfikatorów dla rozpoznawania pisania na klawiaturze,
- b) multimodalna koncepcja „*keystroke analysis*” z uwzględnieniem specyfiki operowania manipulatorem (mysz komputerowa) oraz analizy wstrząsów, jako pochodnych dynamiki pisania na klawiaturze.

## Ogólna ocena pracy doktorskiej

Dysertacja Pana mgr inż. Piotra Panasiuka ma kompaktową formę książki, zawierającej 124 numerowane strony, wraz z wykazem bibliograficznym. Nadzwyczaj krótki wstęp, bo zajmujący nieco ponad połowę strony sprawia wrażenie zbyt lakonicznego, ale jest rozbudowany o krótką charakterystykę biometrii sensu largo. Dalej zamieszczone uszczegółowienie przedmiotu rozważań w postaci rozdziału 2. omawia problematykę pisania na klawiaturze, sensu stricto, koncentrując zainteresowania na temacie samej dynamiki. W gruncie rzeczy, w ślad za muzyką, powinniśmy dyskutować tu raczej o agogice (sam Autor pisze już na stronie 14. o „*czasach zdarzeń klawiaturowych*”), a nie o mierzeniu siły (dynamometrem na przykład). Podejście poszerzone o pomiar siły nacisku jest przedmiotem rozważań dopiero na stronie 58. i wymagałoby użycia klawiatury czulej na nacisk. Prezentacja biometrii w odniesieniu do pisania na klawiaturze rozciąga się przez niemal połowę pracy, przy czym ważnym walorem tej części jest jej kompletność, wyrażona licznymi wzorami i prezentacją technik pomiarowych w ich chronologicznym ujęciu.

Autor opiniowanej dysertacji zwraca uwagę na to, że bazy danych do badań porównawczych są dalekie od doskonałości. Różnią się zarówno liczbami probantów, jak i zestawem tekstów wprowadzanych przez terminal (str. 53.). Rozdział 2., retrospektywny w swej formule, zajmuje czytelnika do strony 70 dokładnym omówieniem biometrii w postaci pisania na klawiaturze. Od tego miejsca, już w postaci odrębnego rozdziału 3., Doktorant przedstawia autorską metodę analizy zagadnienia, trafnie poddając ocenie czytelnika własne oryginalne prace naukowe. Źródła te zajmują pierwszych 10 pozycji wykazu bibliograficznego i, niestety, są powielone w dalszej części listy (np. 10 ⇔ 55). Pewną trudność interpretacyjną stanowi powoływanie się na „*Nasz zespół pod kierownictwem...*”, ponieważ w takiej sytuacji wyodrębnienie autorskiego wkładu Doktoranta jest siłą rzeczy utrudnione. Na uwagę zasługuje tu autorski pomysł aplikacji dyskryminanty Fishera do określenia wag analizowanych czasów z bazy treningowej. Kolejną część rozdziału stanowi analiza zawartości informacyjnej baz biometrycznych próbek pisania na klawiaturze. Dostępne zbiory biometryk do badań porównawczych stanowią ogólnie słaby punkt, więc podjęcie tego tematu w dysertacji jest jak najbardziej właściwe.

Końcowym akcentem rozdziału 3. jest wykres, przedstawiony jako rysunek 3.7., ilustrujący porównanie skuteczności klasyfikatorów, których działanie zweryfikowano na dwóch bazach danych. Autor posługuje się tu pojęciem „...z pozoru identyczną bazę danych...”, zwracając przy tym w tym samym akapicie uwagę, że autorska baza danych miała niższą precyzję. Można byłoby się spodziewać lepszego podsumowania ciekawego rozdziału, zawierającego opisy autorskich koncepcji, niż stwierdzenie, że w celu porównywania algorytmów należy zapewnić powtarzalne warunki testowania...

W rozdziale 4. Autor przedstawia niezwykle istotną tematykę biometrii multimodalnej. Obiecujący początek rozdziału dotyczy analizy sposobu operowania manipulatorem (mysz komputerowa), choć współcześnie te terminale przyjmują bardzo zdywersyfikowane postaci. Szkoda, że w części autorskiej mamy odwołanie do zespołu pod kierownictwem promotora, ale tym razem bez udziału Doktoranta ([67]), choć wcześniej taki sam zapis w tekście podkreślał udział własny w pracach badawczych. Pozostaje niezręcznością nazywanie odstępu czasu odległością (5 linia od dołu na str. 88).

Lepsze wrażenie sprawia niedokończona wizja biometrii behawioralnej z udziałem obrazu twarzy, ponieważ udział autorski Doktoranta został tu *explicite* wyartykułowany. Warto zwrócić uwagę, że sygnałnie zaimplementowana biometryka obrazu twarzy podniosła skuteczność mierzoną odsetkiem poprawnych identyfikacji do 100% (przy niewielkiej liczności próbek wynik w istocie nie może być miarodajny, co Autor sam przyznaje). Pewien niedosyt matematyczny budzi lakoniczność komentarza do użytego modelu (12 wyrazów).

W podrozdziale 4.2. Doktorant sygnalizuje koncepcję wykorzystania prostego akcelerometru (jednakże o nieznanym cechach metrologicznych), do badania wstrząsów podłoża, towarzyszących pisaniu na klawiaturze.

Pracę wieńczy dwustronicowe Podsumowanie. Dysertacja zawiera wykaz bibliograficzny, obejmujący 70 pozycji, w tym obok pozycji współczesnych są także liczne pozycje z lat osiemdziesiątych minionego stulecia. W pracy są 34 ilustracje, przy czym nie są one oznaczone ani jako zapożyczenia, ani jako własne opracowania.

**Do szczególnie ważnych osiągnięć Doktoranta, przedstawionych w rozprawie zaliczam:**

- a) podjęcie bardzo istotnego tematu z zakresu biometrii, ze szczególnym uwzględnieniem biometrii behawioralnej, kompleksowe jego rozwiązanie i weryfikację wyników, w aspekcie bezpieczeństwa dostępu do informacji, w rozległej sieci teleinformatycznej oraz
- b) humanistyczne w swej wymowie uwzględnianie osobniczych preferencji człowieka w kontakcie z technicznymi wytworami myśli ludzkiej;
- c) użycie klawiatury czulej na siłę nacisku, z wykorzystaniem „...piezorezystancyjnych czujników nacisku umieszczonych pod matrycą klawiatury...”, dla realizacji zadania badawczego, ukierunkowanego na poprawę klasyfikacji za pomocą dodatkowej cechy oraz wstępną analizę koniunkcji różnych sposobów obserwacji behawioralnej;
- d) propozycję zastosowania urządzeń zewnętrznych (względem obiektu antropotechnicznego „człowiek-terminal alfanumeryczny”) do oceny behawioralnej użytkownika.

**Analiza przedstawionej do oceny pracy doktorskiej skłania do postawienia problemów o charakterze polemicznym, które wprawdzie nie wpływają zasadniczo na ogólnie bardzo pozytywną ocenę tej rozprawy, niemniej jednak są godne uwagi i otwartej wymiany poglądów.**

1. Godnym dyskusji jest zagadnienie powodu doboru techniki analizy informacji w dynamicznym derywacie analizy pisania na klawiaturze. Autor zdecydował się na wariant FFT analizy spektralnej, choć trudno byłoby porównywać pisanie na klawiaturze z graniem na instrumencie (w tekście na stronie 59. jest mowa o tonie).
2. Dyskusja dorobku własnego jest oczywiście poprawnym rozwiązaniem technicznym w przypadku ekspozycji tez naukowych, niemniej jednak sformułowanie celu i postawienie tezy głównej łącznie w postaci wyodrębnionego rozdziału znacząco podniosłoby czytelność dysertacji.

3. Model matematyczny uwzględniający wieloczynnikową analizę optymalizacyjną w przypadku rozmytych deskryptorów behawioralnych mógłby istotnie poprawić efektywność, wyznaczaną przez stopy błędów FAR/FRR i EER.
4. Autor nie podaje sposobu minimalizacji błędów akwizycji, a posługiwanie się zestawem FMR/FNMR w miejsce FAR/FRR mogłoby być bardziej miarodajne. Analiza błędów, z uwzględnieniem krzywej ROC lub DET lepiej eksponowałaby cechy znamienne poszczególnych derywatów.
5. Rozważanie multimodalności w kontekście fizjologicznym zostało zmarginalizowane do około 1 strony opisu. Komentarz do próby implementacji nie zawiera szczegółów modelu matematycznego, stanowiącego podstawę formalną ekspansji.

**Kilka uwag szczegółowych o zróżnicowanym charakterze i poziomie istotności przedstawiono poniżej:**

1. Niedostatkami pracy jest zawoalowane sformułowanie tezy. Przyjąć można oczywiście, że monograficzne ujęcie problematyki zwalnia niejako z tej konieczności, ale wówczas funkcja celu pracy badawczej nie jest tak klarowna, jak mogłaby być.
2. Niedośyt budzi nadmierna lakoniczność Podsumowania, ponieważ tak ciekawe interdyscyplinarne zagadnienie z pewnością zasługuje na bardziej obszerny komentarz, niż dwie strony tekstu. Występujące w Podsumowaniu powtórzenia opisu koniunkcji analizy wstrząsów i czasów opóźnień w pisaniu na klawiaturze mogłyby zostać zamienione na czytelną listę wyników dysertacji.
3. Zamieszczenie rysunków, których opisy zmuszają do użycia wsparcia technicznego (lupa) - str. 99 - wywołuje co najwyżej irytację czytelnika.
4. Nie jest ewidentna intencja Autora, zamieszczającego wydruk tekstu źródłowego, jeśli nawet do własnych kodów po upływie dłuższego okresu czasu podchodzi się z rosnącym zdziwieniem. Doświadczenie uczy, że przedstawienie idei za pomocą schematu blokowego, redukującego liczbę nieistotnych szczegółów (liter) na rzecz ogólnych blozków i linii eksponujących kolejność i zakres operacji, znacznie

ułatwia rozumienie problemu, czego dowodzą piktogramy w instrukcjach, zastępujące opisy formułowo-słowne.

5. Nie robi najlepszego wrażenia powielenie wykazu własnych osiągnięć w ogólnej specyfikacji bibliograficznej; prezentowana dziedzina naukowa jest znamienna niewielką liczbą źródłowych materiałów, więc wydłużanie listy pozycji w wykazie bibliograficznym może budzić pewien niepokój.
6. Problem językowy nie jest oczywiście fundamentalny, ale nie sprawia dobrego wrażenia nazbyt swobodne podejście do tego w tak ważnym dokumencie. Przestrzeganie wymogu czystości języka, zwłaszcza w jego pisanej postaci, systematycznie spada (chwilowo), ponieważ wywyższana jest komunikatywność, jako cecha naczelną. Doświadczenie uczy, że piękna forma jest bardziej inspirująca, nawet wówczas, gdy ocenie poddajemy wyłącznie treść. W kontekście pracy z pogranicza Kansei Engineering nie powinno to budzić najmniejszych wątpliwości. Stąd też oczekiwanie poprawności formalnej jest, zdaniem opiniodawcy, zasadne. W przypadku recenzowanej pracy forma jest akceptowalna, choć zdarzają się edytorskie drobiazgi, takie jak w 7 wierszu od dołu strony 30. lub czasownik „zostać” (w wątpliwej semantyce) trzykrotnie w dwóch wierszach (linie 12-13 od góry) na stronie 38<sup>1</sup>, czy tekst ze str. 98 „*Długość próbki z klawiatury oraz wstrząsów nigdy nie są jednakowej długości*”.

Dokładna korekta pracy, wykonana przez wykwalifikowanego redaktora wydawniczego, a także przygotowanie dokumentu za pomocą profesjonalnego programu do składania tekstów technicznych pozwoliłoby uniknąć detalicznych potknięć, sformalizowanych edytorsko, jak na przykład problemu umieszczania znaków interpunkcyjnych po równaniach, stanowiących integralne części wypowiedzi lub ostatecznie redundantnych kropek po opisach rysunków. Problem interpunkcji występuje też przy liczebnikach porządkowych, wymagających kropki, jeśli z kontekstu nie wynika oczywistość ich semantyki.

---

<sup>1</sup> A także w wielu innych miejscach pracy.

## **Podsumowanie i wnioski**

Opiniowana praca ulokowana jest merytorycznie w dziedzinie niezwykle bliskiej człowiekowi – w biometrii behawioralnej. Zważyć przy tym należy, że tematyka ta podejmowana jest niezwykle rzadko (w stosunku do innych zagadnień dysertabilnych), choć przecież dotyczy każdego żyjącego osobnika, którego sposób zachowania oddziałuje (czasem z niezwykle siłą) na otoczenie, nierazko wpływając na bieg historii. Socjologiczny i psychologiczny kontekst jest na tyle oczywisty, na ile pozostaje nieuchwytny dla sformalizowanego opisu za pomocą modelu matematycznego i już choćby z tego powodu zasługuje na wyróżnienie, zachęcające do podejmowania tego rodzaju problematyki w pracach naukowo-badawczych.

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska eksponuje oryginalny wkład Autora w rozwój biometrii, zwłaszcza w jej behawioralnym składniku. Stwierdzam, że przedłożona do oceny praca Pana mgr inż. Piotra Panasiuka opisuje rezultaty samodzielnej pracy naukowej, czytelnie przedstawia oryginalne rozwiązanie problemu badawczego oraz wykazuje ogólną wiedzę Kandydata w zakresie biometrii i stanowi istotny wkład w postępowanie wiedzy. Wyniki badań są należycie udokumentowane, a forma opracowania konweniujecie z powagą tego typu dokumentów.

Rozprawa doktorska spełnia tym samym warunki określone w art. 13 ust. 1 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. „O stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2015 poz. 249)”.

**Reasumując uważam, że Pan mgr inż. Piotr Panasiuk wykazał się przygotowaniem merytorycznym, doświadczeniem i wiedzą wymaganą do uzyskania stopnia doktora nauk technicznych. Przedstawiona do recenzji praca spełnia warunki stawiane pracom doktorskim i wnoszę o jej dopuszczenie do publicznej obrony.**

