

Warszawa 15 sierpnia 2025

Recenzja rozprawy doktorskiej

mgr inż. Aleksandra Sawickiego zatytułowanej

Rozpoznawanie człowieka na podstawie chodu przy wykorzystaniu sensorów IMU oraz metod tworzenia sztucznych próbek w systemach biometrycznych

1. Problem badawczy i jego znaczenie

Tematem pracy, zgodnie z tytułem, jest zastosowanie rozpoznawanie człowieka na podstawie chodu na bazie sensorów IMU i technologii sztucznej inteligencji. Tematyka, znajdująca się w centrum zagadnień biometryki, jest interesująca, o dużym znaczeniu praktycznym przekładając się na szereg potencjalnych zastosowań praktycznych.

Przedstawiona rozprawa bardzo dobrze wpisuje się w tematykę analizy biometrycznej, poruszając zarówno zagadnienia nowoczesnych sensorów oraz bardzo istotną tematykę generatywnej sztucznej inteligencji.

2. Wkład autora

Najważniejszy wkład badawczy Autora rozprawy polega na opracowaniu interesujących i innowacyjnych rozwiązań biometrycznych:

- analiza sygnałów pomiarowych sensorów IMU (*Inertial Measurement Unit*) w systemach biometrycznych chodu realizowanego z wykorzystaniem metod generatywnej sztucznej inteligencji,
- przeprowadzenie szczegółowej i systematycznej oceny (ewaluacji) rozpatrywanych metod biometrycznych w wykorzystaniem walidacji typu CD (*cross-day*),
- propozycja oraz ocena metody generacji danych przez modele LSTM-MDN (*long short term memory -mixture density network*) w problemie biometryki chodu,
- szczegółowo przemyślane i systematycznie zrealizowane oraz przeanalizowane eksperymenty korzystające z autorskiej bazy danych oraz publicznych baz danych.

Warto tutaj wymienić/podkreślić oryginalne rozwiązania opracowane przez Doktoranta dotyczące tematyki biometrii behawioralnej w dziedzinie Virtual Reality (VR).

Dodatkowo, należy zwrócić uwagę, że wyniki przedstawione w rozprawie zostały opublikowane w 7 artykułach w czasopiśmie oraz w recenzowanych materiałach konferencyjnych (25), co potwierdza bardzo dobrą jakość wyników naukowych. Doktorant jest także autorem 5 rozdziałów w monografiach.

3. Struktura rozprawy

Rozprawa składa się z 8 rozdziałów oraz bibliografii. Rozdział 1 zawiera wprowadzenie, przedstawia przegląd literatury oraz identyfikuje główne tezy pracy i cele badawcze. Algebraiczne rozszerzenie danych eksperymentalnych IMU dyskutowane jest w Rozdziale 2. Dyskusja modeli generatywnych zawarta jest w Rozdziale 3. Oryginalne aspekty eksperymentalne (sesje akwizycji danych, wpływ nawierzchni chodu, lokalizacja sensorów) omawiane są w rozdziałach 3-6. Interesująca analiza biometryki behawioralnej w VR omawiana jest w Rozdziale 7. Wnioski końcowe zawarte są w Rozdziale 8.

Struktura rozprawy jest logicznie uzasadniona; materiał przedstawiony jest w sposób systematyczny i spójny. Notacja i użyta symbolika są czytelne. Bibliografia jest obszerna i zawiera 80 pozycji literatury.

3. Poprawność

Badania opisane w pracy zrealizowane są poprawnie od strony metodologicznej, bazują na znajomości aktualnego stanu wiedzy oraz na standardowych algorytmach sztucznej inteligencji.

Kilka uwag o charakterze krytycznym/polemicznym:

Pewną słabością pracy jest brak oceny jakości syntetycznie generowanych próbek. Można oczekiwać, że jakość jest inna niż jakość oryginalnych próbek. Biorąc to pod uwagę, jak niższa jakość próbek syntetycznych może być uwzględniona w procesie uczenia klasyfikatorów. Tego rodzaju zagadnienie jest nowe i warto zauważyć, że analiza jakości nie była przeprowadzona w istniejących pracach uczenia maszynowego.

Autor w sposób interesujący i uzasadniony wykorzystuje znane architektury i metody uczenia maszynowego. Dla poprawy czytelności, warto byłoby zebrać materiał z tego zakresu w jednym rozdziale prezentując w sposób zwarty odpowiedni materiał znany w literaturze.

Załączniki w formie tabel nie są w miarę czytelne i mogą być pominięte bez negatywnego wpływu na obniżenie czytelności materiału.

Struktury modeli uczenia maszynowego takich jak CNNs, zawiera szereg hiper-parametrów determinujących strukturę modelu. Autor dokonał ich pewnej optymalizacji; wydaje się, że proces ten jest realizowany w sposób *trial-and-error*. Wprowadzenie tutaj pewnych systematycznych ujęć takich jak optymalizacja Bayesowska byłoby użyteczne i praktycznie uzasadnione.

Powyższe uwagi, choć nieco krytyczne, nie mają wpływu na ogólnie bardzo pozytywne wrażenie, które odnosi się z czytania rozprawy.

4. Wiedza kandydata

Praca bardzo dobrze uwzględnia aktualny stan wiedzy w dziedzinie biometryki i sztucznej inteligencji. W każdym z rozdziałów przedstawiona jest analiza istniejących rozwiązań, na bazie których Autor formułuje własne przemyślenia i proponuje oryginalne rozwiązania.

5. Podsumowanie

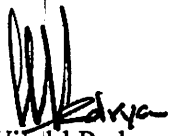
Biorąc pod uwagę opinie zaprezentowane w poprzednich punktach i wymagania zdefiniowane przez art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (z późniejszymi zmianami) moja ocena rozprawy pod względem trzech podstawowych kryteriów jest zdecydowanie pozytywna:

A. Czy rozprawa zawiera oryginalne rozwiązanie problemu naukowego? **TAK**

B. Czy po przeczytaniu rozprawy zgadzasz się, że kandydat posiada ogólną wiedzę teoretyczną w dyscyplinie Informatyka techniczna i telekomunikacja? **TAK**

C. Czy kandydat posiada umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej? **TAK**

Biorąc pod uwagę oryginalny i praktycznie uzasadniony temat rozprawy, interesujące i innowacyjne połączenie aspektów systemów biometrycznych oraz generatywnej sztucznej inteligencji oraz dorobek publikacyjny Autora, rekomenduję wyróżnienie rozprawy doktorskiej.



Witold Pedrycz