

prof. dr hab. inż. Aleksander Nawrat, MBA
Politechnika Śląska
Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki
Instytut Automatyki

Gliwice, 4.06.2022

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ MGR INŻ. MICHAŁA BUKOWSKIEGO

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Michała Bukowskiego pt. „System wykrywania i rozpoznawania twarzy na obrazach” została przygotowana na zlecenie Przewodniczącej Rady Naukowej Dyscypliny Informatyka Polsko-Japońskiej Akademii Technik Komputerowych w Warszawie, Pani Prof. dr hab. Marii Elżbiety Orłowskiej z dnia 12 maja 2022.

1. RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ


1.1. Tematyka rozprawy

Rozprawa doktorska utrzymuje się w nurcie prac publikowanych w literaturze światowej i dotyczy algorytmów rozpoznawania i identyfikacji twarzy z wykorzystaniem uproszczonego zestawu cech antropometrycznych. Autor pracy oczywiście zaznacza, że antropometria nie ma takiego samego współczynnika sukcesu w identyfikacji, jak np. analiza kodu DNA, czy daktyloskopia jednak z powodzeniem może stanowić podwalinę pod nowe kierunki badań w tej tematyce. Na uwagę zasługuje dosyć ciekawe podejście redukcji punktów antropometrycznych do czterech. W swojej pracy autor, co prawda na bardzo małym zbiorze doświadczalnym (zaledwie pięciu badanych), pokazał spójną i przewidywalną zmienność, na podstawie której można byłoby się pokusić o opracowanie fotogrametrycznego modelu twarzy, który to po odpowiednim skalibrowaniu mógłby zostać wykorzystany do skorygowania pomiarów antropometrycznych pod kątem korekcji zniekształceń związanych z rotacją i pochyleniem. Dosyć ciekawym jest zaproponowana metoda pozyskania danych empirycznych dla różnych kątów pochylenia i przechylenia głowy badanego z krokiem 10 stopni z założeniem nieruchomości szyi badanego.

Celem badań przedstawionych w pracy jest udowodnienie przez Autora postawionych trzech tez:

- **„Możliwe jest, dla neutralnej orientacji głowy, określenie zależności pomiędzy wektorem cech biometrycznych wyznaczonym na podstawie współrzędnych 3D i analogicznym wektorem cech biometrycznych wyznaczonym na podstawie współrzędnych 2D punktów antropometrycznych.**

1



- **Możliwe jest określenie funkcyjnej zależności odległości punktów pozyskanych z obrazu 2D od kątów yaw i pitch orientacji głowy i określenie na tej podstawie zakresów kątów orientacji głowy, dla których zmiana odległości pozyskanych z obrazów 2D mieści się w zadanym przedziale.**
- **Możliwe jest korygowanie wektora cech biometrycznych pozyskanych z obrazu 2D w wykorzystaniem przybliżonej informacji o orientacji głowy”.**

Od wielu lat w mojej pracy naukowej zajmuje się syntezą algorytmów obróbki obrazu co prawda dla obiektów bezzałogowych, ale spora ich część jest poświęcona problemowi identyfikacji celów, w czasie zbliżonym do rzeczywistego. Opierając się na swojej wiedzy i doświadczeniu mogę stwierdzić, że tematyka rozprawy utrzymuje się w głównym nurcie prac badawczych publikowanych w czasopiśmie o zasięgu światowym.

1.2. Zawartość i wyniki rozprawy

Rozprawa pt. „System wykrywania i rozpoznawania twarzy na obrazach” napisana została w języku polskim i liczy 198 numerowanych stron. Rozprawa składa się z dziewięciu rozdziałów i bibliografii.

Autor w streszczeniu wprowadza pojęcie antropometrii, które jest podstawą do badań podjętych w pracy, podaje jej wady i zalety w porównaniu do innych dobrze znanych z literatury i praktyki metod. Głównym elementem streszczenia jest opis struktury monografii z krótką charakterystyką jej zawartości.

Rozdział drugi jest poświęcony obszernemu wprowadzeniu w zagadnienie identyfikacji twarzoczaszki. Zostały w nim przedstawione metody identyfikacji twarzy w oparciu o antropometrię, morfologię czy rekonstrukcję twarzy. Szczególnie cenne dla przedstawionego opracowania są informacje na temat identyfikacji naocznych świadków w odniesieniu do informacji z systemów biometrycznych.

W rozdziale trzecim autor skupia się na obszernym przeglądzie metodologii, technik i algorytmów przetwarzania obrazów cyfrowych w zakresie identyfikacji szeroko rozumianych cech charakterystycznych. Osobiście przedstawiony przegląd uważam za bardzo wartościowy wkład pracy autora w dogłębną analizę technik wykorzystywanych w identyfikacji obrazów cyfrowych. Co ciekawe zostały przedstawione metody dotyczące nie tylko obrazów 2D, ale również bardzo obszerna analiza poświęcona obrazom 3D.

Rozdział czwarty został poświęcony ograniczeniom wykorzystanym w pracy. Mianowicie została dosyć szczegółowo omówiona analiza, obecnie stosowanych w literaturze fachowej, listy cech antropometrycznych oraz została podjęta analiza uzasadniająca ograniczenia odnośnie do ilości jak i przydatności cech z zbioru ogólnie przyjętego jako zupełny.

W rozdziale piątym omówionych zostało wiele technik służących do porównywania obrazu. Niestety informacji uzyskanych z przedstawionej analizy nie da się wykorzystać do zastosowania we współczesnych przypadkach identyfikacji. Pomimo tego, że przedstawione wyniki w zakresie stopnia proporcji jak również kątów w odniesieniu do odległości między punktami antropometrycznymi są bardzo obiecujące.

W rozdziale szóstym została przedstawiona dosyć spójna metodologia szacowania niepewności w pomiarach wybranych parametrów obrazu twarzy, głównie związanych z lokalizacją punktów antropometrycznych jak i metodologią prowadzenia samego pomiaru empirycznego. Przedstawione badania starają się w miarę wiernie odzwierciedlać rzeczywistość jednak jak sam autor zauważa jest to niezwykle trudne do osiągnięcia z uwagi na czynnik ludzki jak również na brak specjalistycznych stanowisk pomiarowych.

Rozdział siódmy jest poświęcony badaniami empirycznymi na grupie losowej w centrum badawczo rozwojowym dysponującym zarówno odpowiednim sprzętem jak również wykwalifikowaną obsługą techniczną. Co ciekawe to na podstawie tych badań udało się potwierdzić, że możliwe jest wyznaczenie grupy cech antropometrycznych twarzy oraz niewielkiej jej zmiany, przy wykorzystaniu obrazu płaskiego pozyskanego w sposób doświadczalny i porównanie ich z cechami pozyskanymi w przestrzeni trójwymiarowej z otoczenia kontrolowanego. Dzięki temu udało się przeprowadzić pozytywną identyfikację osób (co prawda zbiór testowy był bardzo mały) z określonym prawdopodobieństwem co już pozytywnie rokuje w zakresie możliwości wykorzystania tych technik w praktycznych zastosowaniach.

Rozdział ósmy został poświęcony możliwości wykorzystania przeprowadzonych badań w odniesieniu do obecnie stosowanej legislacji. Przedstawione zostały zasady dla tworzenia takich systemów ze spójną metodologią. Odniesiono się do obecnie stosowanych systemów w kraju i za granicą.

Pracę Autor kończy wnioskami końcowymi znajdującym się w rozdziale dziewiątym. Autor wykazuje prawdziwość postawionych tezy na podstawie opisanych badań oraz przedstawia propozycje możliwych badań w tej tematyce.

W dalszej części rozprawy zawarte zostały: bibliografia licząca 227 pozycji, niestety forma przedstawionej bibliografii odbiega znacząco od przyjętych standardów, przez co staje się mało czytelna, a wyszukiwanie w niej potrzebnych odniesień jest utrudnione.

1.3. Uwagi ogólne

Rozprawa jest napisana w sposób spójny, na wysokim poziomie merytorycznym. Zamieszczone poniżej uwagi i komentarze mają jedynie charakter dyskusyjny i nie kwestionują wartości naukowej rozprawy ani dorobku Autora. Uwagi i komentarze do pracy:

- Na str. 102 znajduje się rysunek 21 przedstawiający Markery w 3D, poprosiłbym autora o interpretację przedstawionego ruchu tych markerów w przestrzeni 3D.
- W rozdziale 5.2 autor ogranicza ilość punktów antropometrycznych do 4 (rys. 10), poproszę o uzasadnienie, dlaczego ta ilość punktów jest wystarczająca w porównaniu do 21 punktów z pracy [Malinowski1989].
- Na str. 103 zostały przedstawione rys. 22 i 23, przedstawiające punkty antropometryczne w różnych formatach. W mojej opinii zaciemnia to obraz dysertacji i swobodnie mogłoby się to znaleźć w dodatku do pracy. Podoba sytuacja ma miejsce na rys. 24 i 25 str. 104.
- Bardzo proszę autora pracy o interpretację wzoru numer (7) znajdującego się na str. 105 linia 9 i jego korelację z wzorem (7) znajdującym się na tej samej stronie w linii 3.

- Na str. 111 wzór (17) proszę autora pracy o wyliczenia współczynników równania.
- Proszę o interpretację nieciągłości powierzchni przedstawionej na rys. 31-72.

1.4. Uwagi szczegółowe

Rozprawa napisana jest starannie, z dbałością o styl i formę wypowiedzi. W pracy pojawiają się bardzo nieliczne usterki językowe czy błędy literaturowe. Rysunki, schematy oraz tabele są wykonane w sposób przejrzysty. Jedynymi mankamentami rozprawy są:

- Na str. 13 linia 22, zamiast umieszczonego w nawiasach pełnego odwołania do raportu NIST, pewnie zručniejszym byłoby zrobienie odwołania do literatury, w której ten link się powinien znajdować.
- W pracy autor często używa stwierdzenia „... niniejszej pracy...”, nie jest to forma niepoprawna, jednak dla ogólnej przyjemności czytania wystarczyłoby stwierdzenie po prostu „... pracy ...”. Przykładowo str. 14 linia 27; str. 67 linie 13,22,25; str. 69 linia 26; str. 70 linie 4, 23; str. 73 linia 14; str. 74 linia 14; str. 91 linia 1; i inne.
- Rys. 26 str. 106 i rys. 27 str. 107 swobodnie mogłyby zostać umieszczone w dodatku do pracy bez straty merytorycznej w jej wkład.
- Na str. 108 zostały przez autora umieszczone fragmenty kodu programu które to zaciemniają obraz czytanej pracy, a bez starty merytorycznej również mogłyby być elementem dodatku do pracy.
- Na str. 112 linia 5 została przedstawiona oś pozioma (x) przedstawiająca chwile czasu od 0 do 4065, proszę o podanie jednostki czasu wykorzystywanej w pracy czy chodzi o sekundy, minuty czy godziny lub doby?
- Na rys. 30 str. 112-115 zostały przedstawione znormalizowane odległości 3D i 2D w funkcji czasu, poproszę o podanie jednostki czasu wykorzystywanej na wykresie.
- Na str. 117 linia 4, str. 118 linia 4, str. 119 linia 8; str. 120 linia 17; str. 121 linia 21; str. 123 linia 4; str. 124 linia 3; str. 125 linia 8; str. 126 linia 16 itp. całkowicie niepotrzebnie jest powtarzane równanie (23).
- Na str. 167 znajduje się tabela 11 współczynników od A do W, może warto by aby w pierwszym wierszu rzeczony tabeli znajdowały się jedynie nazwy współczynników które ona ma przedstawiać.
- Na str. 181 znajduje się pozycja literatury [Wilson1989], jest to opis pozycji Colin Wilson „Written in Blood: A History of Forensic Detection” a nie pozycja Wilskon C.

1.5. Ocena końcowa rozprawy

Przedstawiona do recenzji rozprawa mgr inż. Michała Bukowskiego pt. „System wykrywania i rozpoznawania twarzy na obrazach” jest kompleksowym i spójnym tematycznie opracowaniem dotyczącym identyfikacji twarzy na podstawie informacji antropometrycznej. Praca stanowi podsumowanie oryginalnych osiągnięć Autora uzyskanych w trakcie dotychczasowej pracy naukowej. Jej lektura pozwala stwierdzić, że wnosi ona istotny wkład w

rozwój dyscypliny naukowej reprezentowanej przez mgr inż. Michała Bukowskiego. Opisane w pracy koncepcje powinny z powodzeniem znaleźć zastosowanie w rzeczywistości przemysłowej. Przedstawione uwagi mają głównie charakter dyskusyjny. Recenzowana praca stanowi w moim przekonaniu bardzo dobrą podstawę do ubiegania się o uzyskanie stopnia naukowego doktora nauk technicznych.

2. WNIOSKI KOŃCOWE

Podsumowując całość mojej opinii stwierdzam, że mgr inż. Michał Bukowski jest z pewnością dojrzałym pracownikiem naukowym i posiada umiejętności prowadzenia badań naukowych oraz wykazuje bardzo dobrą znanosć literatury światowej z zakresu prowadzonych przez niego badań. Wyrażam przekonanie, że rozprawa doktorska mgr inż. Michała Bukowskiego spełnia wymagania ustawowe dotyczące nadania stopnia naukowego doktora.



04.06.2022, Gliwice.