

Streszczenie

Cechy dłoni są wykorzystywane w systemach biometrycznych już od początku XX wieku. Początkowo analizowano kształt dłoni i cechy geometryczne, następnie poszerzono jej zastosowanie o odciski palców, wzory naczyń krwionośnych, a także cechy tekstury. Biometria dłoni jest wygodna dla użytkownika, szybka i cechuje się dużą skutecznością rozpoznawania w warunkach pomiaru w warunkach kontrolowanych. W niniejszej rozprawie doktorskiej zidentyfikowano cztery duże problemy badawcze związane z przeniesieniem metod biometrycznych dłoni na urządzenia mobilne i zaproponowano sposoby ich rozwiązania.

W ramach pierwszego problemu badawczego wykonano analizę niezawodności istniejących metod rozpoznawania cech dłoni dla danych pobieranych w warunkach niekontrolowanych, ze szczególnym uwzględnieniem danych z urządzeń mobilnych. Przeprowadzono ocenę uzyskanych błędów rozpoznawania biometrycznego i ich przyczyn. Wyniki eksperymentów wykazały dwie główne przyczyny znacznego spadku jakości rozpoznawania cech dłoni. Pierwszą z nich był niepoprawny przebieg procesu segmentacji dłoni na obrazie, związany z warunkami pomiarowymi, nierównomiernym oświetleniem, trudnym tłem: różnicowanym lub w odcieniach skóry. Podczas eksperymentu obejmującego ręcznej korekcji obszaru maski dłoni, nie uzyskano znacznej poprawy wyników weryfikacji tożsamości. Drugą wykrytą przyczyną błędów są nieliniowe zmiany w teksturze dłoni, związane ze swobodną prezentacją dłoni, różnym ustawieniem dłoni w przestrzeni, ustawieniem i położeniem palców względem siebie, a także napięciem mięśniowym.

W pracy zaproponowano metodę segmentacji dłoni, niwelującą problem określania obszaru dłoni na obrazie. Podejście wykorzystuje głęboką splotową sieć neuronową, która skutecznie wykrywa dłoń na zdjęciach wykonanych w świetle widzialnym, oraz podczerwonym, w różnych warunkach pomiarowych, a także na skomplikowanym tle, bądź tle w odcieniach skóry. Średni wskaźnik skuteczności segmentacji dłoni dla różnych baz danych, IoU (ang. *intersection over union*) wyniósł ponad 98%.

Opracowano także metodę ekstrakcji cech osobniczych, niewrażliwą na nieliniowe zmiany tekstury dłoni. Metoda ta wykorzystuje syjamskie splotowe sieci neuronowe do wyznaczania podobieństwa między cechami tekstury dłoni. Do zwiększenia

jakości weryfikacji wykorzystano mechanizm uczenia z uwagą (ang. *attention learning mechanism*). To podejście pozwoliło na nawet 10-krotne zredukowanie błędów zrównoważonego EER: dla łatwiejszych baz zdjęć dłoni z 6.62% do 0.07%, a dla trudniejszych z 9.28% do 2.92%.

Ostatnim elementem pracy było opracowanie modułu zwiększającego bezpieczeństwo zaproponowanego systemu biometrycznego poprzez wykrywanie prezentacji fałszywych danych (ang. *presentation attacks detection*). System uwzględnia odpieranie trzech popularnych typów ataków w postaci wydruków zdjęć, prezentacji danych na ekranie oraz danych wygenerowanych sieciami neuronowymi z wykorzystaniem techniki przeniesienia stylu (ang. *style transfer*). Zaproponowana metoda wykrywania ataków pozwoliła na 99% poprawnej klasyfikacji fałszywych danych.

Autorka ma nadzieję, iż zaprezentowane w niniejszej rozprawie doktorskiej metody poprawy jakości działania systemów biometrycznych opartych na cechach dłoni w warunkach pomiaru niekontrolowanego będą stanowić wartościowy wkład w dalszy rozwój biometrii, inspiracją do stosowania podobnych podejść w innych gałęziach biometrii, a także ułatwi komercyjne wdrożenia biometrii dłoni.

Słowa kluczowe: *biometria, rozpoznawanie cech dłoni, rozpoznawanie w warunkach niekontrolowanych, biometria na urządzenia mobilne, bezpieczeństwo biometrii, detekcja autentyczności charakterystyki biometrycznej, uczenie maszynowe, ekstrakcja cech, klasyfikacja cech, porównywanie cech*