



ZBIGNIEW GOMÓŁKA¹, BOGUSŁAW TWARÓG²,
EWA ŻESŁAWSKA³

Implementacja algorytmu wyodrębniania cech antropometrycznych w środowisku MATLAB

Algorithm Implementations of the Anthropometric Feature Extraction in the Matlab Environment

¹ Doktor, Uniwersytet Rzeszowski, Wydział Matematyczno-Przyrodniczy, Katedra Inżynierii Komputerowej, Polska

² Doktor inżynier, Uniwersytet Rzeszowski, Wydział Matematyczno-Przyrodniczy, Katedra Inżynierii Komputerowej, Polska

³ Magister inżynier, Wyższa Szkoła Informatyki i Zarządzania w Rzeszowie, Wydział Informatyki Stosowanej, Katedra Zastosowań Systemów Informatycznych, Polska

Streszczenie

W artykule przedstawiono system biometrycznej identyfikacji tożsamości ludzi na podstawie analizy geometrii dłoni. Zaprojektowano i zrealizowano stanowisko do rzeczywistej identyfikacji osób. Wykorzystując środowisko MATLAB, zaimplementowano aplikację z przyjaznym interfejsem GUI pozwalającą prowadzić proces identyfikacji.

Słowa kluczowe: identyfikacja biometryczna, geometria dłoni

Abstract

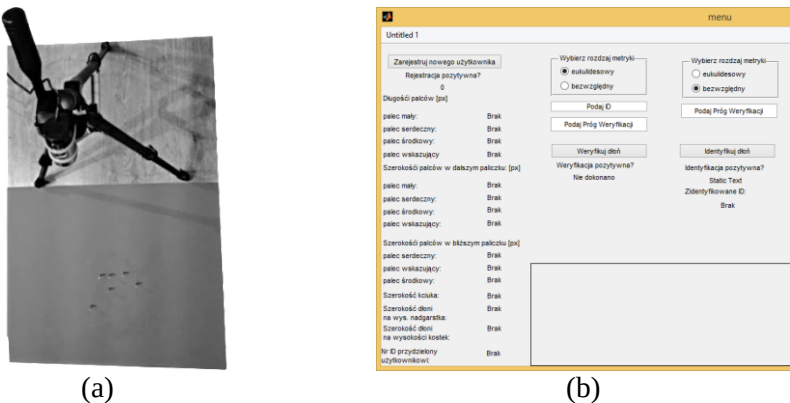
The paper presents a biometric identification system for human identity based on the analysis of the geometry of the hand. A laboratory post was designed and implemented for the actual identification of individuals. Using the MATLAB environment, a friendly GUI application has been implemented that allows the identification process to be carried out.

Keywords: biometric identification, hand geometry

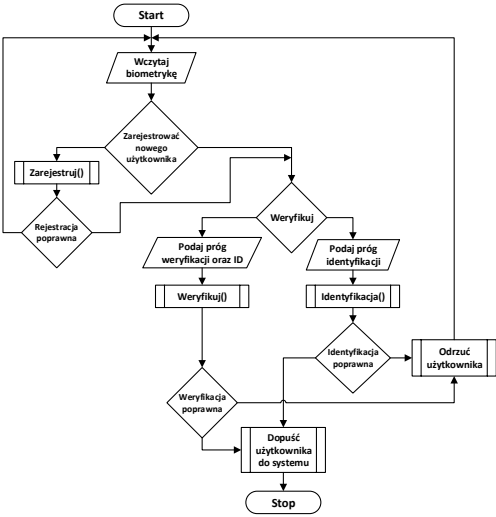
Projekt i realizacja informatycznej aplikacji identyfikacyjnej osób

System uwierzytelniania tożsamości oparty na geometrii dłoni posługuje się geometrycznymi cechami niezamienialnymi, które posiada ludzka dłoń. Systemy biometryczne mogą wykorzystać również każdą niegeometryczną cechę dłoni, taką jak np. znaki szczególne, kolor skóry itp. Ludzka dłoń posiada 16 cech geometrycznych możliwych do wykorzystania, na podstawie których możliwa jest stosunkowo łatwa weryfikacja tożsamości człowieka. W celu skonstruowania sys-

temu biometrycznego należy uwzględnić proces rejestracji, identyfikacji oraz weryfikacji biometrycznej. Geometryczna analiza dłoni wykorzystuje proces dopasowania biometrycznego polegający na porównaniu próbki identyfikowanej z próbką pobraną wcześniej, przechowywaną w bazie danych. Zrealizowany system do biometrycznej identyfikacji tożsamości z wykorzystaniem analizy geometrii dłoni przedstawiono na rysunku 1a. System oprogramowano w środowisku MATLAB, tworząc do jego obsługi interfejs graficzny GUI (rys. 1b) (Gomółka, Twaróg, Żesławska, 2016).



Rysunek 1. Stanowisko pobierania próbek biometrycznych dłoni (a) oraz interfejs GUI (b)
 Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 2. Algorytm systemu biometrycznej identyfikacji osób
 Źródło: opracowanie własne.

Algorytm zaproponowanego systemu biometrycznej identyfikacji tożsamości z wykorzystaniem analizy geometrii dłoni przedstawiono na rysunku 2.

Aplikacja zaimplementowana z wykorzystaniem tej architektury pozwala w sposób profesjonalny zautomatyzować analizę cech fizycznych w celu identyfikacji lub weryfikacji tożsamości osób. W prezentowanym systemie proces przetwarzania danych jest w całości autonomiczny (Gomółka, Twaróg, Bartman, Kwiatkowski, 2011; Kasprzak, 2007).

Przetwarzanie danych biometrycznych jako danych osobowych

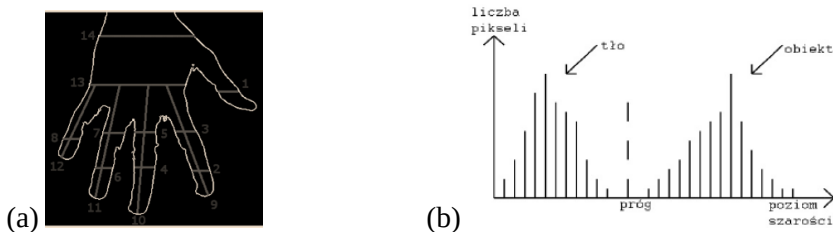
Przedstawiony system zarejestrowane biometryki porównuje z biometrykami przechowywanymi w bazie danych. Na potrzeby systemu stworzono własny system zarządzający bazą danych, który spełnia wymagania w projekcie. Kluczem głównym w bazie danych jest unikalne i niepowtarzalne dla każdego użytkownika *ID*, które jest równocześnie nazwą katalogu gdzie przechowywane są pozostałe pola z danymi w postaci plików z rozszerzeniem *.mat. Pole *zdjZKam* zawiera zdjęcie próbki biometrycznej dłoni użytkownika w formacie RGB, a jego kontur w formacie binarnym zapisany w polu *kontur* przedstawia obraz finalny, po przekształceniach przez system, z którego wyliczane jest 14 odcinków potrzebnych dla procesów biometrycznych. Graficzną interpretację bazy danych przedstawiano na rysunku 3, poszczególne kolumny reprezentują pola danych (przedstawiono 4 z 16 odcinków) (Kubanek, 2014; Tomaszewska-Michalak, 2015).

ID	nrLoad	zdjZKam	kontur	DIMal	DISer	DISro	DIWsk
1	1			34.014	34.200	101.21	98.91

Rysunek 3. Rekord (wiersz) bazy danych przedstawiony w tabeli

Źródło: opracowanie własne.

Rejestracja biometryczna w zaprojektowanym systemie realizowana jest poprzez funkcję *zarejestruj(vid)*, gdzie *vid* jest obiektem typu *video-input*. Funkcja zwraca 16 argumentów. Pierwszy to wartość boolowska odpowiadająca za poprawność rejestracji, drugim jest argument o nazwie *nrlokal* zwracający numer *ID* przydzielony nowo zarejestrowanemu użytkownikowi. Kolejne 14 zwracanych wartości to długości odcinków mierzonych przez system. W procesie rejestracji, weryfikacji oraz identyfikacji biometrycznej system mierzy odcinki od pierwszego do czternastego (rys. 4a).



Rysunek 4. Graficzna interpretacja mierzonych odcinków (a), przykład histogramu w postaci krzywej dwugarbnej (b)

Źródło: opracowanie własne.

W systemie biometryki przechowywane są w postaci obrazu, z którego przy użyciu funkcji *konturuj()* otrzymywane są kontury. Funkcja jako argument przyjmuje zdjęcie w przestrzeni RGB, które następnie jest konwertowane do przestrzeni typu *gray*. Na tej podstawie funkcja tworzy histogram obrazu, dzięki któremu określony jest próg binaryzacji, którego dobre wyznaczenie jest konieczne do uzyskania odpowiedniego konturu bez szumów i zakłóceń. Binaryzacja jednokryterialna polega na wykorzystaniu wartości progowej, a następnie piksele w obrazie są klasyfikowane na takie, których wartość jest większa bądź równa wartości ustalonego progu, a do drugiej grupy trafiają piksele, których wartość jest mniejsza od wartości progu:

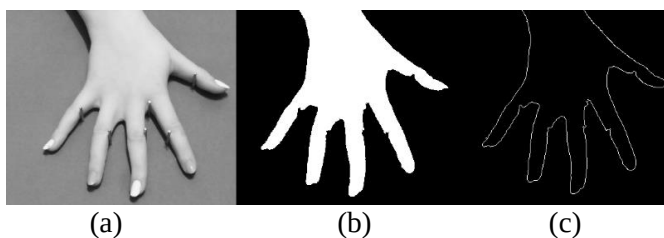
$$L'(m,n) = \begin{cases} 0 & \text{dla } L(m,n) \leq a \\ 1 & \text{dla } L(m,n) > a \end{cases} \quad (1)$$

gdzie: $L(m,n)$ – jasność punktu w obrazie źródłowym, $L(m,n) \in [0, 2^B - 1]$,

$L'(m,n)$ – wartość odpowiedniego punktu w obrazie wynikowym,

$L'(m,n) \in \{0,1\}$ a – próg binaryzacji.

W celu poprawnego otrzymania konturu dłoni najważniejsze jest wyznaczenie odpowiedniego progu binaryzacji. Stanowisko biometryczne zostało skonstruowane w taki sposób, aby dłoń wyraźnie odznaczała się na jasnozielonym tle. W przypadku jednokolorowego tła, na którym znajduje się jednokolorowy obiekt, histogram przyjmuje postać krzywej dwugarbnej (rys. 4b). Histogram taki zawiera grupę pikseli dłoni i tła. W przypadku obrazów o takiej charakterystyce histogramu, dla których ma zostać dokonana binaryzacja, próg binaryzacji najlepiej wyznaczyć w dolinie pomiędzy obiema grupami pikseli. Konturowanie obrysu dłoni otrzymywane jest poprzez funkcję wykrywania krawędzi, która to funkcja korzysta z pochodnej poprzez określenie maksymalnej wartości gradientu pomiędzy sąsiednimi punktami obrazu. Poszczególne etapy przekształceń graficznych przedstawiono na rysunku 5.



Rysunek 5. Etapy przekształceń obrazu: obraz wejściowy (a), obraz po binaryzacji (b), kontur (c)

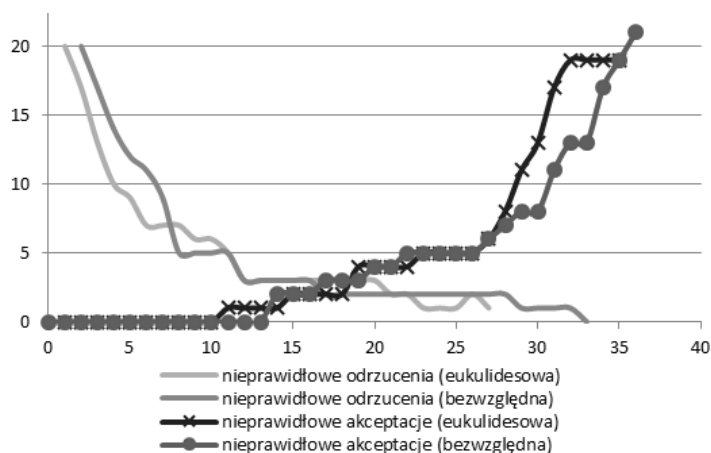
Źródło: opracowanie własne.

Proces identyfikacji od weryfikacji różni się sposobem porównania próbki identyfikowanej ze wzorcem. Podczas weryfikacji badana próbka porównywana jest jedynie z jedną próbką wzorcową o znanym *ID*. Natomiast identyfikacja porównuje dłoń identyfikowaną z każdą dłonią zapisaną w bazie danych.

Weryfikacja i walidacja systemu biometrycznego

W celu sprawdzenia jakości i skuteczności działania systemu identyfikacji biometrycznej osób z wykorzystaniem geometrii dłoni przeprowadzono szereg eksperymentów. Próbkę zarejestrowaną w bazie danych systemu porównywano dynamicznie z próbkami weryfikowanymi lub rejestrowanymi. W przeprowadzonych badaniach wyróżniono następujące zbiory uzależnione od wartości progowej wektora badanych cech: prawidłowe akceptacje, nieprawidłowe odrzucenia, niepoprawne akceptacje, prawidłowe odrzucenia. Dla prawidłowych akceptacji oraz nieprawidłowych odrzuceń dokonywano porównań przyjętego progu weryfikacyjnego wartości progowej wektora badanych cech w zakresie od 1 do 31. Dla badań tych dokonano 620 porównań dla jednego rodzaju metryki, czyli 1240 porównań łącznie. Dla niepoprawnych akceptacji oraz poprawnych odrzuceń zakres progu identyfikacyjnego wektora badanych cech wynosił od 1 do 134. Dla tego rodzaju testów dokonano 6030 porównań dla jednego rodzaju metryki, czyli 12 060 porównań łącznie. W eksperymentach dla prawidłowych akceptacji uzyskano 68% prawidłowych akceptacji. W systemach biometrycznych ważne jest zarówno bezpieczeństwo, jak i możliwość prostego, szybkiego i łatwego określenia danych użytkowników korzystających z systemu. W tego typu systemach możliwe jest określenie optymalnego punktu, który będzie określał optymalną wartość progową pozwalającą na względnie bezpieczne działanie systemu, a dodatkowo nie będzie utrudniał identyfikacji lub weryfikacji użytkownikom upoważnionym do korzystania ze stanowiska. Zestawiając nieprawidłowe akceptacje i nieprawidłowe odrzucenia, określono optymalną wartość progową dla badanego systemu biometrycznego (rys. 6). Wartość ta określona jest w miejscu przecięcia się obydwu typów wykresów. Optymalne wartości

progowe dla obydwu typów metryk różnią się od siebie minimalnie. Punkt przecięcia się wykresów wyznacza optymalną wartość progową dla systemu biometrycznego dla danych typów metryk. W przypadku niniejszego systemu dla metryki euklidesowej optymalną wartością progową będzie 17. Natomiast dla metryki bezwzględnej wartość ta wynosi 16. Oznacza to, że w przypadku określania progu na tym poziomie obydwa typy metryk powinny zwracać podobne decyzje o identyfikowanych bądź weryfikowanych użytkownikach.



Rysunek 6. Zestawienie nieprawidłowych akceptacji i nieprawidłowych odrzuceń

Źródło: opracowanie własne.

Punkt przecięcia dla obydwu typów metryk znajduje się blisko wartości zerowej, co oznacza, że zaprojektowany system działa poprawnie. Na podstawie zestawionych wyników stwierdzamy, że nie jest możliwe, aby system równocześnie charakteryzował się zerową liczbą nieprawidłowych odrzuceń oraz zerową liczbą nieprawidłowych akceptacji. Zmniejszenie wartości jednego współczynnika wiąże się ze zwiększeniem wartości współczynnika drugiego.

Podsumowanie

Zaprojektowano i zrealizowano stanowisko laboratoryjne biometrycznej identyfikacji osób na podstawie analizy geometrii dłoni wraz z dedykowanym oprogramowaniem wspomagającym cały proces. Przeprowadzono szereg testów i eksperymentów, które zostały wykonane w jednakowych warunkach badawczych. Przedstawiony system w przyszłości będzie rozbudowany o dodatkowe typy weryfikacji, np. puls, linie papilarne, znaki szczególne dłoni, takie jak piegi czy blizny. Istotnym elementem rozwinięcia systemu byłoby również zastosowanie kamery rejestrującej obraz w podczerwieni, który jest odporny na wpływ cienia i światła w paśmie widzialnym.

Literatura

- Gomółka, Z., Twaróg, B., Bartman, J., Kwiatkowski, B. (2011). Improvement of Image Processing by Using Homogeneous Neural Networks with Fractional Derivatives Theorem. *DCDS, Supplement 2011*, 505–514.
- Gomółka, Z., Twaróg, B., Żesławska, E. (2016). Identyfikacja tożsamości z wykorzystaniem analizy geometrii dłoni. *Edukacja – Technika – Informatyka*, 4 (18), 419–424.
- Kasprzak, W. (2007). Analiza obrazów dłoni na potrzeby biometrii. *Zeszyty Naukowe Warszawskiej Wyższej Szkoły Informatyki*, 2, 9–22.
- Kubanek, M. (2014). *Wybrane metody i systemy biometryczne bazujące na ukrytych modelach Markow*. Warszawa: EXIT Andrzej Lang.
- Tomaszewska-Michalak, M. (2015). *Prawne i kryminalistyczne aspekty wykorzystania technologii biometrycznej w Polsce*. Warszawa: Difin.