

*Robert Ambroziak\**

## BIOMETRYCZNE SYSTEMY IDENTYFIKACJI

*Artykuł przedstawia biometryczne technologie stosowane w systemach, podsystemach zabezpieczeń informacji lub innych zasobów. Rozpatrywane technologie dokonują identyfikacji osób po przez fizjologiczne charakteryzowanie cech ludzkich.*

*In this paper is presented the biometric technologies widely applied in the systems with security solutions. Such technologies are identifies of people by considering individual physiologic properties.*

### **Wprowadzenie**

W ostatnich latach dynamiczny rozwój technik analizy obrazu, spowodowany coraz większą mocą obliczeniową systemów informatycznych, oraz powstawaniem coraz bardziej dokładnych urządzeń akwizycji obrazu, doprowadził do silnego rozwijania się technologii biometrycznych [1][2], mających szczególne zastosowanie w systemach identyfikacji osób poprzez fizjologiczne charakteryzowanie cech ludzkich.

Obecnie powszechnie stosowane systemy zabezpieczeń, oparte na: kartach magnetycznych, kartach chipowych (np.: SmartCard, czy też kartach Wieganda, lub kartach zbliżeniowych), będą w niedalekiej przyszłości dodatkowymi elementami wyrafinowanych hybrydowych systemów identyfikacji, zwiększającymi jedynie w niewielkim stopniu ich skuteczność ochrony.

Technologie biometryczne[1] są obecnie na tyle efektywne, że można stosować je w systemach o wysokim stopniu zagrożenia, w systemach kontroli dostępu zarówno do pomieszczeń, jak i do systemów informatycznych (baz danych, urządzeń sieciowych np. terminali: firm, banków, urzędów). Technologie biometryczne wykorzystują fakt, że każdy człowiek ma naturalne, charaktery-

---

\* Katedra Informatyki Stosowanej, Politechniki Łódzkiej

styczne cechy odróżniające go od innych, mogą to być cechy fizjologiczne takie jak:

- odcisk palca,
- wzór tęczówki oka,
- wzór położenia naczyń krwionośnych w dnie oka,
- geometria dłoni,
- geometria twarzy,
- geometria ucha,
- geometria charakteru pisma.

Należy wspomnieć także o biometrycznych technologiach behawioralnych zajmujących się np.: analizą barwy głosu, czy też analizą szybkości i siły nacisku palca.

### **Przegląd technologii biometrycznych**

Najbardziej rozpowszechnioną technologią biometryczną[1][2] jest analiza obrazu odcisku palca (Finger-scan). Daktyloskopia, czyli technika analizy linii papilarnych znana jest już od kilkadziesiąt lat. Analiza linii papilarnych jest metodą szybką, wygodną i nieinwazyjną. Czytniki linii papilarnych, są bardzo małe, dzięki czemu można je stosować do praktycznie każdego rodzaju kontroli dostępu, znajdują one powszechne zastosowanie w komputerach, zarówno przenośnych, jak i stacjonarnych, a także w systemach dostępu do pomieszczeń lub w systemach zabezpieczeń samochodów.

W przypadku zastosowań kryminalnych metoda bezdotykowa Finger-scan [1] nie znalazła jeszcze zastosowania, ze względu na brak odpowiednich standardów. W kryminalistyce stosuje się metodę polegającą na pobraniu i przechowywaniu pełnego obrazu zwaną Fingerprint [3]. System wspomagający identyfikację podejrzanych nosi nazwę AFIS (Automated Fingerprint Identification Systems). Posiadając w swoich zasobach setki tysięcy pełnych obrazów odcisków palców potrafi zidentyfikować ich właściciela w kilka sekund.

Metoda Finger-scan ma szczególne zastosowanie w systemach kontroli dostępu. Poprzez przetwarzanie wzoru odcisku palca w formie pewnego rodzaju zapisu matematycznego nadaje się szczególnie w małych prostych urządzeniach pracujących samodzielnie. Odciski ludzkich palców składają się z elementów wypukłych, czyli grzbietów, oraz wklęsłych, czyli dolin. W skutek akwizycji linii papilarnych na ich wzorcu elementy wypukłe, są przedstawiane w ciemnych odcieniach szarości, a elementy wklęsłe w jasnych.

W układzie linii papilarnych, można wyłonić następujące punkty charakterystyczne (Rys. 1):

- Układ jest klasyfikowany, jako prawo, lub lewo skrętny.
- Przecięcie się linii papilarnych.
- Punkt rdzenny linii papilarnych, czyli punkt centralny.
- Punkt zakończenia linii.
- Krótkie fragmenty linii traktowane, jako punkty, lub wyspy.
- Punkt opisujące rozwidlenie linii papilarnych.
- Punkt opisujący deltę linii.
- Punkt opisujący zagłębienia łuku linii.



Rys. 1 Przykładowy układ linii papilarnych.

W czytnikach linii papilarnych wykorzystuje się różne technologie akwizycji, przede wszystkim optyczne (kamery CCD<sup>1</sup>), ale także ultradźwiękowe, oraz pojemnościowe, termiczne, lub hybrydowe.

---

<sup>1</sup> CCD – (Charge-Coupled Device) implementacja scalonego analizatora obrazu opracowanego w latach siedemdziesiątych w Bell Laboratories, wykonanego w technologii MOS (ciągłego fragmentu monokryształu krzemowego zawierającego macierz elementów analizujących obraz)

Czytniki optyczne są najstarsze i najczęściej używane, obraz linii papilarnych zostaje pobrany w wysokiej rozdzielczości, rzędu 500 dpi. Akwizycja obrazu powinna odbyć się z automatycznym ustawieniem jasności, następnie po przetworzeniu do postaci cyfrowej, powinna odbyć się odpowiednia analiza. Technologia optyczna jest sprawdzona, sprawuje się niezawodnie przez długi czas w dość trudnych warunkach (np. dużych temperaturach), jednak jest wrażliwa na takie zjawiska jak uszkodzenia naskórka, czy też zabrudzenia systemu optycznego.

Następna technologią wykorzystywaną do akwizycji obrazu linii papilarnych jest technologia krzemowa (silicon) oparta na zjawiskach pojemnościowych, której dynamiczny rozwój nastąpił w późnych latach 90-tych. Czytnik zbudowany jest na bazie sensora, którego budowa oparta jest na tablicy elementów pojemnościowych wykorzystujących zjawiska prądu przemiennego, co umożliwi akwizycje obrazu praktycznie wprost z żywych komórek, czyli ominięcie takich zniekształceń jak uszkodzenia zrogowaciałego naskórka, czy też zmiany środowiska pracy. Czytniki tego typu wykonywane są w technologii scalonej, liczba elementów w tablicy waha się od 200-300 linii (w zależności od typu czytnika i jego producenta) zarówno w wierszach, jak i kolumnach, czyli od 40000 do 90000 elementów, rozmiar tych czytników wynosi 1 x 1.5 cm.

Obraz pobrany przez tablice pojemnościowych elementów zostaje rekonstruowany do postaci 8-bitowej skali szarości obrazu cyfrowego, który posiada większą jakość i dokładność, niż obraz pobrany z czytników optycznych. Producenci czytników pojemnościowych twierdzą, że są one sto razy trwalsze w użytkowaniu od czytników optycznych. Biorąc pod uwagę jakość obrazu, trwałość, niezawodność, oraz małe wymiary czytników pojemnościowych, można je stosować praktycznie wszędzie, jednak projektanci systemów biometrycznej identyfikacji dość wolno przekonali się do nich, obawiając się, że zbyt mała powierzchnia czytnika, może doprowadzić do ewentualnych błędów szczególnie podczas wprowadzania wzorca, zatem zasadniczym problemem było odpowiednie umieszczanie palca na czytniku. Problem ten rozwiązano opracowując odpowiednie algorytmy bazowania obrazu linii papilarnych podczas pobierania wzorca, w przypadku nieodpowiedniego przyłożenia palca do czytnika urządzenie prosi o ponowne przyłożenie palca aż do skutku.

Inną bardzo obiecującą metodą uzyskiwania obrazu odcisku palca jest technologia ultradźwiękowa, polega ona na odmierzeniu odległości odbitej od powierzchni palca fali dźwiękowej. Fale ultradźwiękowe są zdolne do przenikania, przez nieczystości, które powstają na powierzchni urządzenia czytającego obraz wskutek długotrwałego użytkowania i są główną wadą urządzeń optycznych. Według Ultra Scan Corporation (USC) technologia ultradźwiękowa powinna się

szybko upowszechnić ze względu na wysoką jakość otrzymywanego obrazu, w przeciwieństwie do czytników optycznych, oraz możliwe duże powierzchnie odczytu obejmujące wszystkie palce lub nawet całą dłoń pojedynczym skanowaniem w przeciwieństwie do czytników pojemnościowych. Technologia ultradźwiękowa znajdzie zapewne zastosowanie w hybrydowych systemach identyfikacji, czy też weryfikacji bazujących na wzorcu linii papilarnych, oraz geometrii dłoni.

W przypadku biometrycznych technologii związanych z okiem człowieka, pierwsza i jednocześnie najskuteczniejsza jest inwazyjna analiza układu położenia naczyń krwionośnych w dnie oka (Retinal Patterns). Za pomocą lasera podczerwieni małej mocy dokonywane jest skanowanie dna oka. Analogicznie jak w medycznych systemach związanych z pomiarem ciśnienia, tak z zebranych sygnałów syntetyzowany jest obraz rozkładu naczyń krwionośnych. Metoda ta jest niezwykle skuteczna lecz stosowana bardzo rzadko, ze względu na inwazyjny charakter. Zbyt częste skanowanie dna oka może doprowadzić do pogorszenia się wzroku lub nawet jego utraty. Technologia ta znalazła zastosowanie w tam gdzie kontrola dostępu ma najwyższy priorytet tzn. instytucje rządowe, armia, ściśle tajne ośrodki naukowo-badawcze itp.

Drugą techniką jest analiza obrazu tęczówki oka (Iris Patterns / IrisScan). Z badań medycznych wynika, że tęczówka oka kształtuje się w ciągu dwóch pierwszych lat po urodzeniu i nie zmienia się aż do śmierci. Tęczówka ulega zniszczeniu w maksymalnie 5 sekund po zgonie. Co najważniejsze, informacje jakie przechowuje, dotyczące charakterystycznych (identyfikujących) ją cech, są niezmiennie, wykluczony oczywiście mechaniczne lub chorobowe uszkodzenia. W tęczówce możemy wyróżnić aż 266 punktów charakterystycznych, co jest liczbą kilkakrotnie większą w porównaniu z punktami charakterystycznymi linii papilarnych. Biorąc pod uwagę fakt istnienia tak wielu punktów charakterystycznych, ich indywidualny dla każdej osoby rozkład, oraz nieinwazyjną akwizycję obrazu tęczówki oka (akwizycja dokonywana za pomocą kamery z odległości ok. 1 metra), systemy bazujące na tej technologii zdobywają obecnie spora popularność i są dynamicznie rozwijane. Analizy obrazu tęczówki wśród nieinwazyjnych systemów identyfikacji jest najbardziej skuteczna, gdyż obraz tęczówki oczu jest różny u bliźniąt jednojajowych, a nawet u tej samej osoby tęczówka prawego różni się od tęczówki lewego oka! W obecnych systemach obraz pobrany z kamery poddawany jest wstępnej obróbce, następnie dokonywane jest wstępne rozpoznawanie zarysów twarzy aby dokonać lokalizacji oczu. Następnie specjalna kamera o podwyższonych parametrach (wysokiej rozdzielczości) wykonuje zdjęcie tęczówki oka. System powinien być także odporny na przypadkowe lub celowe ruchy głowy, przemykanie powiek lub mruganie. Obecne rozwiązania potrafią wyeliminować także zniekształcenia obrazu wyni-

kłe z noszenia okularów lub szkieł kontaktowych. Z wykonanego zdjęcia tęczówki system poprzez skomplikowane algorytmy analizy obrazu dokonuje ekstrakcji punktów charakterystycznych oraz ich położenia; tak powstaje kod<sup>2</sup> identyfikujący dana osobę. Producenci zaawansowanych czytników tęczówki oka podają poziom błędów rzędu  $10^{-10}$  lub nawet  $10^{-20}$ .

Obecnie duże zainteresowanie budzi biometryczny system identyfikacji cech geometrycznych twarzy. Spowodowane jest to specyfiką metody, która nie jest inwazyjna, a ponadto nie wymaga od użytkowników podejmowania interakcji z systemem, zatem mogą być stosowane w więziennictwie, medycynie, wyłapywania znanych terrorystów na lotniskach itp. Identyfikowane osoby nie muszą wiedzieć że w otoczeniu w którym się znajdują działa taki system. Aby podjąć decyzję, system rozpoznawania twarzy wymaga podania obrazu lub sekwencji obrazów (np. ze standardowego systemu monitorowania), na którym dokona mniej lub bardziej automatycznie proces identyfikacji. Automatyczne rozpoznawanie twarzy ma szeroki wachlarz zastosowań, wszędzie tam gdzie nie wymaga się specjalnych środków bezpieczeństwa. Systemy te są konstruowane na bazie skomplikowanych algorytmów lokalizacji<sup>3</sup> twarzy (np. w tłumie), zatem w prostszych rozwiązaniach potrafią z pewnym przybliżeniem określać przynależność danego obrazu twarzy do konkretnej tożsamości. Systemy takie mogą wydobywać z obrazu następujące cechy: szerokość twarzy, odległość pomiędzy oczami, odległość od czubka głowy do oczu, odległości pomiędzy krawędziami oczu i nosa, odległości pomiędzy krawędziami oczu i ust, a także mapy izogęstości lub kształt krawędzi profilu i widoku frontalnego twarzy. Możliwości zastosowania systemu rozpoznawania twarzy, jak się okazuje, są na tyle duże, że od kilku lat wiele firm oraz ośrodków naukowych prowadzi badania nad konstruowaniem coraz doskonalszych systemów. Jest to spowodowane rosnącym szybko popytem na biometryczne systemy rozpoznawania. Oczywiście na jakość systemów ma wpływ staranny dobór cech osobowych, metod ich ekstrakcji oraz algorytmów klasyfikacji i weryfikacji otrzymanych wektorów cech, jednakże całość powinna charakteryzować się realizacją pewnej koncepcji systemu będącej wynikiem obserwacji zjawisk fizycznych oraz wyników doświadczeń.

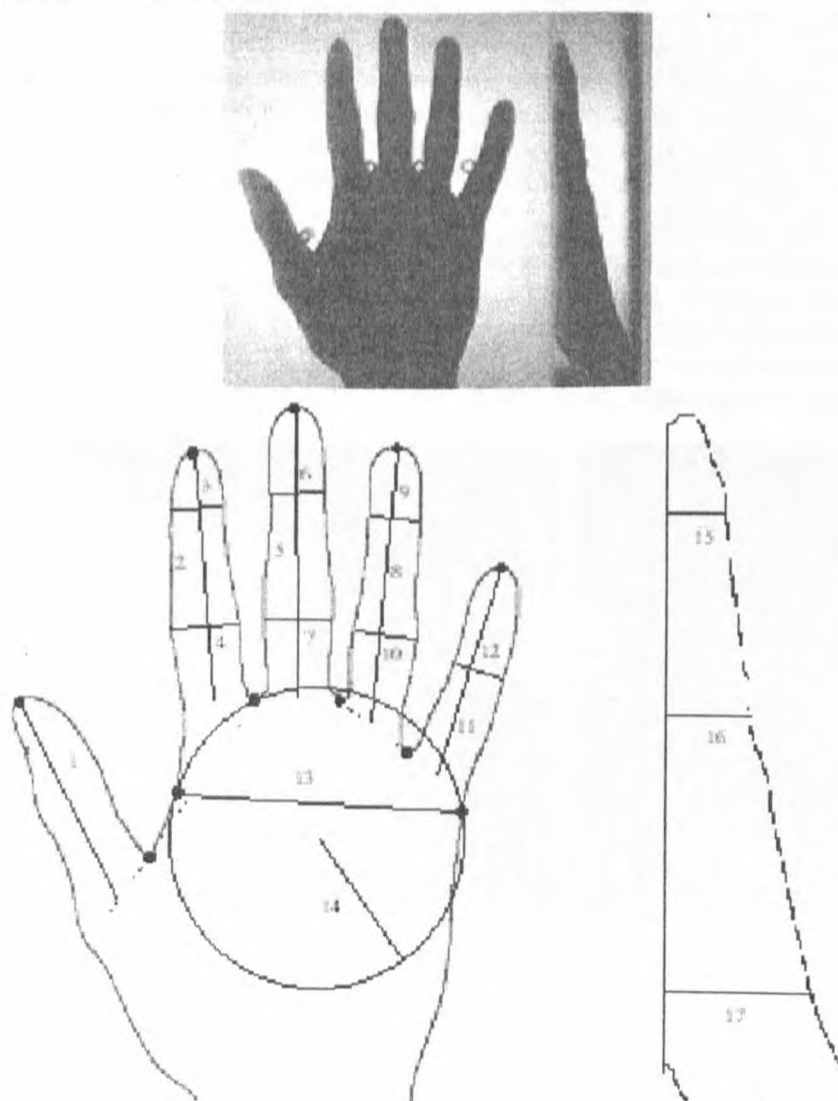
Geometria dłoni (Hand Geometry) jest następną technologią używaną w prostych i tanich systemach bezpieczeństwa. Stosowana jest wszędzie tam gdzie potrzebny jest szybki, nieskomplikowany i w miarę pewny dostęp do

---

<sup>2</sup> Kod zawierający skrócony opis identyfikacji oraz położenia punktów charakterystycznych.

<sup>3</sup> Lokalizacja twarzy polega na dokładnym określeniu położenia i wielkości twarzy występujących w badanym obrazie.

chronionych zasobów, zatem powszechnie używana jest na lotniskach, w szpitalach, archiwach państwowych.



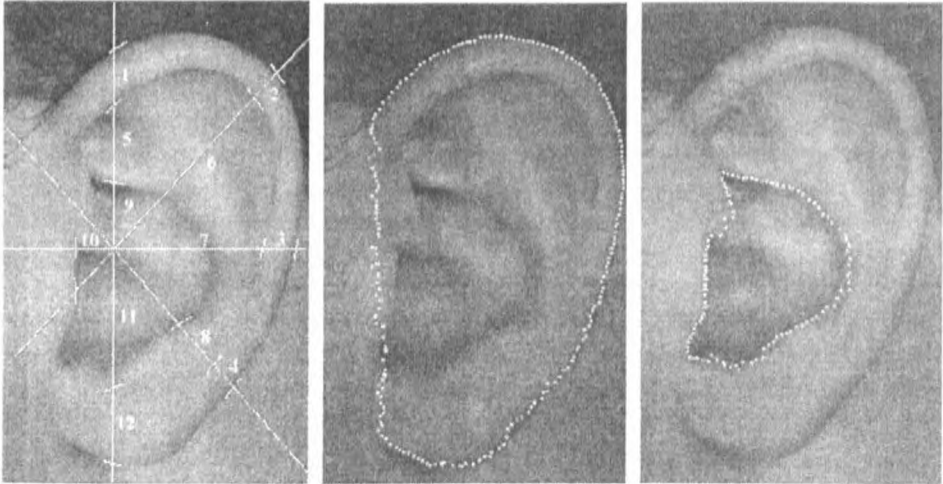
Rys. 2 Przykładowa analiza geometrii dłoni [4].

Powyższy rysunek (Rys.2) przedstawia dobór cech geometrii dłoni, jak wi-  
dać są to odpowiednie długości i szerokości palców oraz dłoni, połączone pew-

nyimi zależnościami. W przypadku algorytmów analizy obrazu dłoni wyłoniono 17 cech, za pomocą których można określić odpowiednią identyfikację.

Podsystemy geometrii dłoni są dość prostymi rozwiązaniami, a tak trudny problem odpowiedniej lokalizacji potrzebnego do analizy obrazu rozwiązano przez mechaniczne umieszczenie kołków, które odpowiednio mocują dłoń podczas skanowania. W momencie upowszechnienia się ultradźwiękowych skanerów, powstaną hybrydowe systemy analizy obrazu linii papilarnych oraz geometrii dłoni, takie połączenie da tani, niezawodny i bezpieczny system biometrycznej identyfikacji.

Naukowcy ciągle unowocześniają biometryczne technologie, ale również opracowują nowe, w ostatnim czasie stwierdzono że oprócz dłoni, oka, dużo charakterystycznych cechy różniących się u ludzi posiada małżowina ucha. Analizę obrazu geometrii ucha przedstawia Rys. 3. Opiera się, jak wszystkie systemy biometryczne, na ekstrakcji odpowiednich cech.



Rys. 3 Przykładowa analiza geometrii ucha człowieka, oraz wydobicie zewnętrznych oraz wewnętrznych krawędzi małżowiny [5].

Ze względu na nieinwazyjny charakter tej metody problem stanowi lokalizacja małżowiny ucha, następnie ekstrakcja jej cech z często zniekształconego podczas akwizycji obrazu, co spowodowane jest zbyt dużą odległością oraz kątem obserwacji kamery.



## Zakończenie

Biometryczne systemy identyfikacji dynamicznie wkraczają w codzienność.

Coraz bardziej wyrafinowane technologie zabezpieczeń, mają zapewnić ludziom komfort bezpieczeństwa i spokoju. Wybór odpowiedniego systemu uzależniony jest od warunków środowiska w jakim ma pracować, poziomu bezpieczeństwa, a także kosztów implementacji. Ze względu na dużą niezawodność, oraz prostotę użytkowania, czytniki linii papilarnych, są stosowane już nie tylko w dużych systemach informatycznych, czy też systemach kontroli dostępu, ale także w komputerach przenośnych, oraz samochodach. Wysoko wydajne układy mikroprocesorowe pozwalające z powodzeniem stosować logikę rozmytą, lub algorytmy sieci neuronowych, wraz z dostępnością coraz to dokładniejszych i tańszych urządzeń stosowanych do akwizycji obrazu odcisków palców, upowszechnią niezawodne biometryczne systemy identyfikacji, lub też weryfikacji, wszędzie tam, gdzie potrzebne jest szybkie i niezawodne stwierdzenie tożsamości użytkownika.

## Źródła

1. [www.biometrix.org](http://www.biometrix.org)
2. [www.aflb.org.uk](http://www.aflb.org.uk) ( Association for Biometrics )
3. A. Jain, L. Hong, S. Pankanti, and R. Bolle, *On-line identity authentication system using fingerprints*, Proceedings of IEEE (Special Issue on Automated Biometrics), vol. 85, pp. 1365–1388, September 1997
4. <http://bias.csr.unibo.it>
5. M. Burge, W. Burger, "Ear Biometrix for Machine Vision", Johannes Kepler University, DSSCVL, A-4040 Linz, Austria