

**Janusz GOŁEMBIEWSKI**  
KMEIF POLITECHNIKA WROCŁAWSKA

## Ograniczenia w pomiarach biometrycznych

Dr inż. Janusz GOŁEMBIEWSKI

Absolwent Politechniki Wrocławskiej, Wydziału Elektroniki. W roku 1984 uzyskał tytuł doktora nauk technicznych. Od roku 1976 zatrudniony w Instytucie Metrologii Elektrycznej, od roku 1997 w Katedrze Metrologii Elektrycznej i Fotonicznej Wydziału Elektroniki Politechniki Wrocławskiej

e-mail: janusz.golembiewski@pwr.wroc.pl

### Streszczenie

Pomiary biometryczne mogą służyć do identyfikacji lub weryfikacji osób. W artykule, na przykładzie systemu biometrycznego rozpoznawania twarzy i rozpoznawania dłoni, przedstawiono ograniczenia występujące w pomiarach biometrycznych. W trybie identyfikacji wyznaczany jest wzorzec biometryczny, który jest następnie porównywany ze zbiorem wszystkich dostępnych wzorców. W trybie weryfikacji, sprawdzany jest wzorzec przypisany wcześniej kontrolowanej osobie, z uzyskanym w trakcie pomiarów biometrycznych. Błąd fałszywej akceptacji dla identyfikacji powinien być mniejszy od setnych części procenta. Dla weryfikacji wskaźnik ten może osiągać wartość kilku procent.

**Słowa kluczowe:** biometria, obraz cyfrowy

## Limitations in Biometrics Measurements

### Abstract

Biometrics measurements can be applied to person's identification or verification. In paper, using as example the biometric system recognising face and palm, some limitations existing in biometric measurements are discussed. In the identification case the system is trained with patterns of several persons, a biometric template is calculated, and then is matched against every known template. In the verification mode a person's identity is claimed a priori and is compared with the person's individual template. False acceptance rate for identification should be less than 0.01% and several percentage for verification, respectively.

**Keywords:** BIOMETRICS, DIGITAL IMAGE

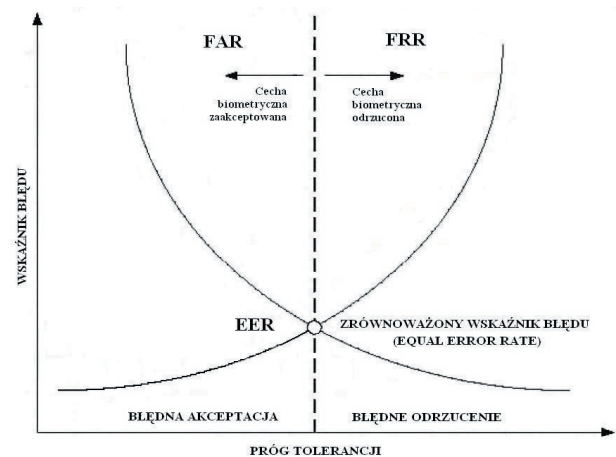
## 1. Cechy systemów biometrycznych

Systemy biometryczne wykorzystują cechy anatomiczne i behawioralne osób. Pomiary anatomiczne związane są najczęściej ze statyczną analizą opuszka palca, kształtu dłoni, parametrów oka i twarzy. Pomiary behawioralne, wymagające z reguły dłuższych czasów analizy, wykorzystują różnice w sposobach składania odręcznych podpisów, korzystania z klawiatury komputerowej czy wykonywanych gestów. Systemy biometryczne charakteryzowane są zwykle przy pomocy takich właściwości jak stopień akceptacji przez użytkowników, koszt i niezawodność, oraz poziom błędów. W pracy dokonano analizy ograniczeń występujących w pomiarach biometrycznych wykorzystujących rozpoznawanie twarzy i rozpoznawanie dłoni.

## 2. Błędy systemów biometrycznych

Pomiary biometryczne należą do grupy pomiarów złożonych. Obiekt biometryczny może być identyfikowany lub może być jedynie weryfikowana tożsamość. Identyfikacja może być zrealizowana w systemach dla których błąd fałszywej akceptacji

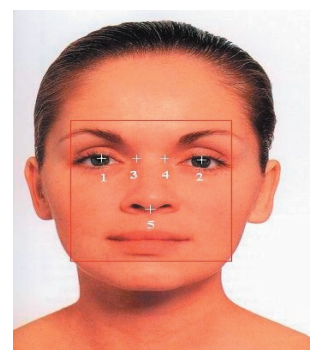
(FAR) nie przekracza dziesiątych części procenta. Weryfikacja tożsamości może być już poprawnie przeprowadzona gdy błąd ten nie przekracza kilku procent. Na rys.1 przedstawiono wykres zależności błędu FAR i błędu fałszywego odrzucenia (FRR) w funkcji progu tolerancji. Przecięcie krzywych następuje w punkcie zrównoważenia wskaźnika błędu (EER) wyznaczającym jednakową liczbę mylnych akceptacji i odrzuceń. Błędne odrzucenie osoby nie pociąga za sobą tak poważnych konsekwencji, jak błędne zaakceptowanie użytkownika, nie mającego żadnych uprawnień. W razie zablokowania przez system dostępu właściwej osobie, zazwyczaj wystarczy ponowne jej „zalogowanie”, aby odzyskała swoje przywileje. Patrząc natomiast z perspektywy użytkowników, częste takie zdarzenia, mogą powodować u nich frustrację. Niższy współczynnik błędu fałszywego odrzucenia, przekłada się na większą akceptację danego urządzenia przez użytkownika.



Rys.1. Krzywe błędów z wytyczonym progiem  
Fig.1. Error curves with threshold point.

## 2. Rozpoznawanie twarzy

Rozpoznawanie twarzy jest jedną z najczęściej stosowanych technik biometrycznych. Jest metodą bezkontaktową i może być zrealizowana w oparciu o wykorzystanie technik cyfrowego przetwarzania obrazów [1]. Elementami twarzy poddawany mi pomiarom są nos, oczy, usta, brwi i struktura kostna. Na rys.2 zaznaczono charakterystyczne punkty twarzy przydane w identyfikacji.

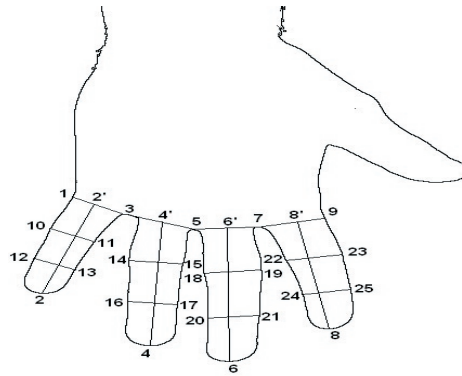


Rys. 2. Charakterystyczne punkty twarzy.  
Fig. 2. Characteristic face points.

Owal twarzy i cechy skóry mogą być przydatne w rozpoznawaniu i wyszukiwaniu obrazów zawierających twarze. Następnie obrazy powinny być odpowiednio przetworzone aby zapewnić właściwy rozmiar obrazu, odpowiednie kadrowanie, oświetlenie i kontrast. Są to kluczowe wymagania zależne od przyjętych technik pomiarów biometrycznych. Pomiarom cech biometrycznych towarzyszy zwykle instrukcja opisująca wymagania stawiane obrazom służącym do rozpoznawania cech biometrycznych. Jako przykład można przytoczyć instrukcję wykonywania zdjęć spełniających kryteria ICAO [2]. Fryzura lub nakrycie głowy, przekrzywienie głowy, skierowanie wzroku, noszenie okularów obok niewłaściwego kadrowania, oświetlenia i złej jakości zdjęcia są głównymi przyczynami powstawania błędów w pomiarach biometrycznych twarzy. Podjęto próbę eliminacji wpływu tych zakłóceń poprzez wykonanie analizatora cech biometrycznych wykorzystującego proces lokalizacji oczu i wyznaczenie konturów nosa. Korzystając z efektu 'czerwonych oczu' wyznaczono położenie i odległość oczu. Następnie analizując treść obrazu w obszarze poniżej linii łączącej punkty oczu analizowano lokalne zaburzenia treści obrazu znajdując kontury nosa. Za indywidualne cechy uznane zostały zależności geometryczne między punktami wyznaczającymi: usytuowanie oczu, koniec nosa i szerokość nosa u nasady brwi – rys.2. Wybór ten spowodowany był dążeniem do znajdowania takich cech, które w najmniejszym stopniu zależą od mimiki twarzy. Wpływ błędów kadrowania, zauważalnych jako zmiana skali zdjęcia i jego przesunięcie na płaszczyźnie były eliminowane poprzez wprowadzenie normalizowanych miar odległości punktów twarzy. Utworzono osiem relacji łączących analizowane punkty, tworząc wektor cech stanowiący pobudzenie dla sieci neuronowej. Uzyskano wyniki potwierdzające możliwość wykorzystania charakterystycznych punktów twarzy do weryfikacji tożsamości osób. Zapewniając małą zmienność mimiki twarzy osób weryfikowanych, błąd fałszywej akceptacji, jaki w tym wypadku można uzyskać nie przekracza wartości 5%. Metoda ta może być zatem stosowana jako wspomagająca w systemach kontroli dostępu.

### 3. Rozpoznawanie dłoni

Rozpoznawanie dłoni jest przykładem metody kontaktowej, wymagającej od osoby poddawanej identyfikacji zgody i współdziałania w procesie identyfikacji. Polega to zwykle na konieczności umieszczenia dłoni na odpowiednio wymodelowanej powierzchni wymuszającej jednoznaczne ułożenie dłoni i wykonaniu zdjęcia cyfrowego. W tym celu można posłużyć się skanerem lub kamerą cyfrową. Uzyskuje się zdjęcia w widmie widzialnym lub w bliskiej podczerwieni. Obraz dłoni może być uzyskany również technikami termowizyjnymi a nawet z wykorzystaniem techniki ultradźwiękowej. Jakość rozpoznania zależy w wielkim stopniu od precyzji ułożenia dłoni na płaszczyźnie roboczej. Stanowi to jednocześnie podstawową wadę tej metody wymuszając na osobie identyfikowanej mało komfortowe postępowanie. Na rys.3 przedstawiono obraz konturu dłoni z zaznaczonymi punktami kontrolnymi – punkty 1-9 oraz z wyznaczonymi cechami biometrycznymi dłoni takimi jak długość palców i odpowiednio grubości palców w 1/3 i 2/3 długości. Punkty kontrolne wyznaczono metodami cyfrowego przetwarzania obrazów [3] wykorzystując model barwy skóry, dzieląc krawędzie i dokonując filtracji kontekstowej. Wyznaczono zależności geometryczne dla czterech palców, z pominięciem kciuka, ze względu na uproszczenie algorytmu rozpoznawania i poszukiwanie metod rozpoznawania niezależnych od położenia dłoni. Ograniczając wpływ błędów kadrowania i uniezależnienia analizatora od rozmiarów rozpoznawanych dłoni utworzono 21 znormalizowanych estymatorów cech biometrycznych dłoni tworząc wektor cech charakterystycznych umożliwiających rozpoznawanie dłoni.



Rys. 3. Punkty kontrolne i cechy biometryczne dłoni.  
Fig. 3. Control points and palm biometrics features.

Do identyfikacji osób wykorzystano metrykę euklidesową i absolutną analizując różnice między estymatorami zgromadzonymi w bazie zawierającej dane o osobach uprawnionych i estymatorami uzyskanymi dla aktualnie rozpoznawanej dłoni. Błąd średnio-kwadratowy okazał się mało przydatnym kryterium. Miara bezwzględna, w połączeniu z analizą takich cech jak stosunek szerokości do wysokości palca, umożliwia ograniczenie błędu fałszywej akceptacji do 3-6%. Badanie stosunku obwodów palców nie jest właściwe – błąd ten wzrasta wtedy trzykrotnie.

### 4. Podsumowanie

Początkowo, w pomiarach biometrycznych, posługiwano się metodami kontaktowymi a nawet inwazyjnymi w celu określenia cech osobniczych. Do takich metod można zaliczyć metody wykorzystujące promieniowanie rentgenowskie, metody stosowane w antropometrii czy metody daktyloskopijne. Do metod kontaktowych należy zaliczyć pomiary związane z analizą geometrii dłoni. Dzięki przetwarzaniu obrazu dłoni metodami cyfrowymi można znacznie ograniczyć stopień tego kontaktu poprzez zmniejszenie wymagań związanych z precyzją ułożenia dłoni. Metody cyfrowego przetwarzania obrazów twarzy zezwalają na pomiary bezkontaktowe, możliwe do wykonania nawet bez wiedzy osoby, której dotyczą. Tego typu pomiary biometryczne są szczególnie pożądane w systemach identyfikacji i kontroli dostępu. Przedstawione tutaj metody wykorzystywały stosunkowo proste algorytmy zapewniając ograniczenie błędu fałszywej akceptacji (FAR) do kilku procent. Wartość taka jest zadowalająca w systemach kontroli dostępu, w których stosowane są dodatkowe zabezpieczenia np. w formie kodu PIN lub poprzez łączne stosowanie kilku metod. Proces identyfikacji wymaga utrzymania błędu FAR poniżej 0,01%. Wydaje się, że uzyskanie takiej wartości dla systemu bazującego na analizie geometrii dłoni jest możliwe jedynie przez uwzględnienie analizy struktury skóry albo analizy obrazu naczyń krwionośnych. Współczynnik taki jest też dość trudny do osiągnięcia w systemach identyfikacji twarzy. Obrazy twarzy poddawanych identyfikacji muszą być w takim przypadku precyzyjnie kondycjonowane a mimika twarzy musi być ograniczona.

### 5. Literatura

- [1] Choraś S.R., Komputerowa wizja. Metody interpretacji i identyfikacji obiektów, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa, 2005.
- [2] MSWiA, Departament Rozwoju Rejestrów, Instrukcja wykonywania zdjęć spełniających kryteria ICAO w zakresie biometrycznego wizerunku twarzy w paszportach i dokumentach podróży, Warszawa, Czerwiec 2006 roku.
- [3] Tadeusiewicz R., Korohoda P., Komputerowa analiza i przetwarzanie obrazów. Wyd. Fundacji Postępu Telekomunikacji, Kraków, 1997.

Artykuł recenzowany