MobiBits: Multimodalna baza danych zebrana za pomocą urządzeń mobilnych

Autorzy: **Katarzyna Roszczewska**, **Ewelina Bartuzi**,
Radosław Białobrzeski, Mateusz Trokielewicz

Seminarium Zespołu Biometrii i Uczenia Maszynowego

grudzień 2017

Biometria na urządzenia mobilne

- 2007 - Toshiba Portege G500 - pierwszy telefon z rozwiązaniem biometrycznym
- 2013 - czujnik odcisków palców - iPhone 5s
- obecnie - ponad 700 urządzeń mobilnych wykorzystujących biometrię:
  - odciski palców - np. iPhone, Huawei, Xiaomi
  - tęczówki - np. Samsung Galaxy S8, Microsoft Lumia 950 lub Fujitsu Arrows NX F -04G
  - twarz - Apple iPhone X Face ID
- metoda zabezpieczania aktywów finansowych w mobilnych systemach płatności - Apple Pay, Android Pay lub Samsung Pay.

Przykłady zastosowań rozwiązań biometrycznych na urządzeniach mobilnych

- Odcisk - Touch ID
- Twarz - Face ID
- Oczy - EyePrint
- Odcisk - żywotność
- Tęczówka - żywotność

Cele

Kluczowym celem prowdzonych działań bylo stworzenie unikatowej bazy danych, która wyróżnia się:

- liczbą charakterystyk
- urządzeniami pomiarowymi
- scenariuszem poiarowym

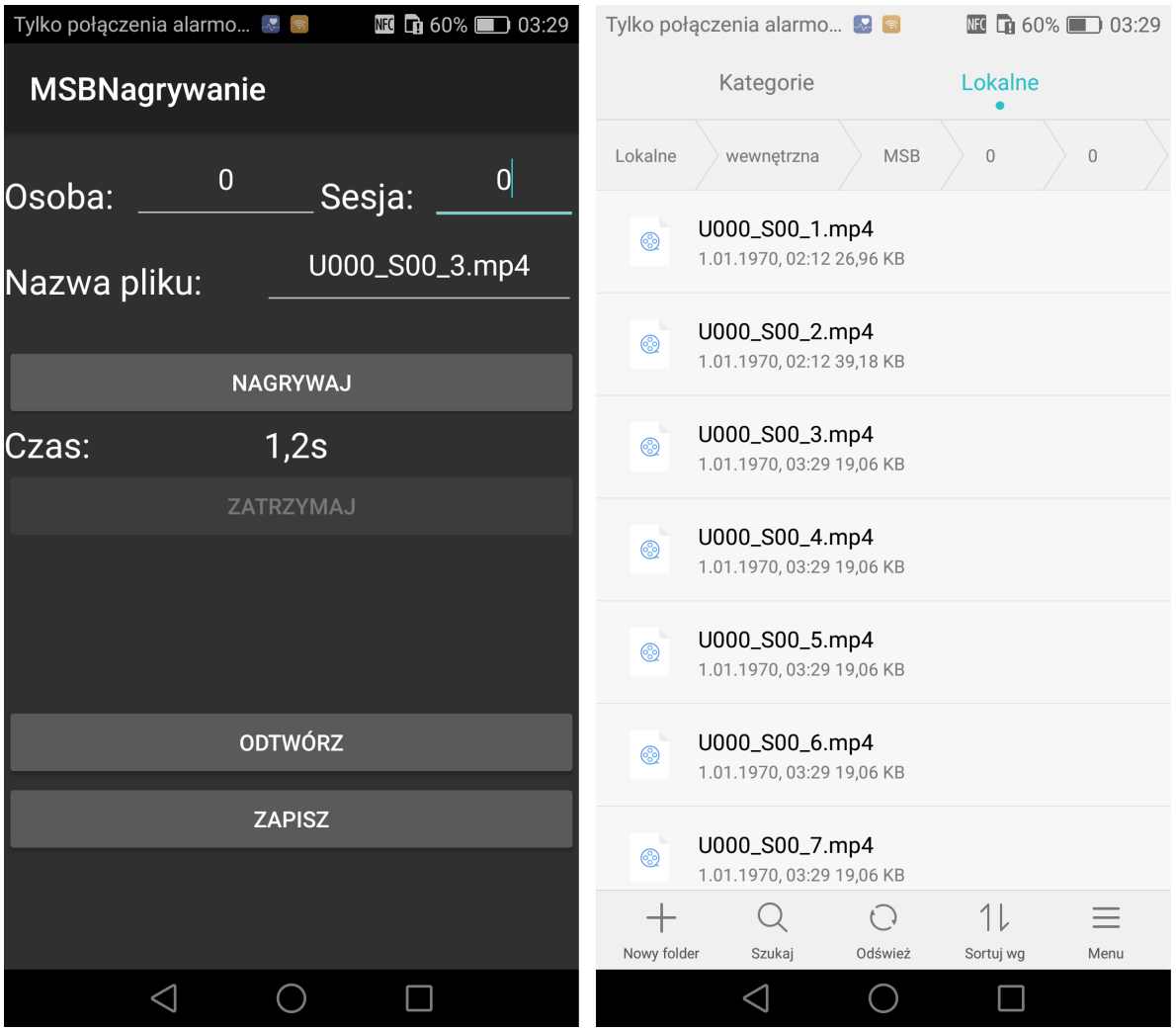
Baza ta umożliwi wykonanie badań nad metodami rozpoznawania tożsamości na urządzeniach mobilnych.

Mobibits

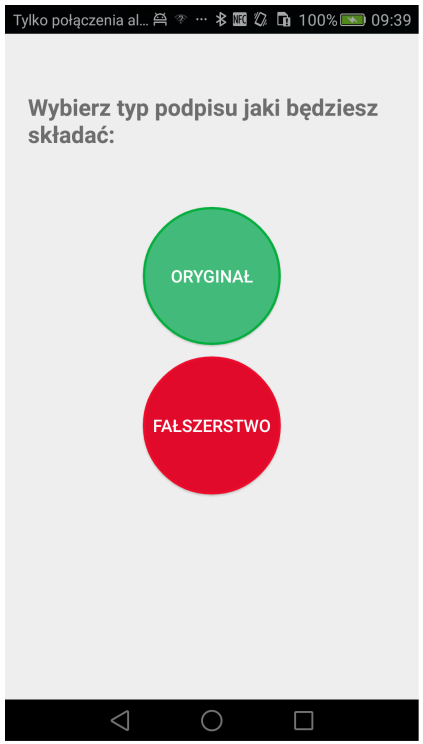
Telefon	*Cechy*	*Modalności*
Huawei Mate S	czujnik nacisku duży ekran (5.5 cala)	**podpis**
	dobry tylny aparat (13 megapikseli, f/2.0)	**zdjęcia oczu i dłoni**
Huawei P9 Lite	średnie parametry średnia cena	**nagrania głosowe**
CAT s60	wbudowana kamera termowizyjna (rozdzielczość 80×60 pikseli, zakres odbieranych fal $8 - 14\mu m$)	**zdjęcia twarzy i dłoni** (zdjęcia w świetle widzialnym i termiczne)

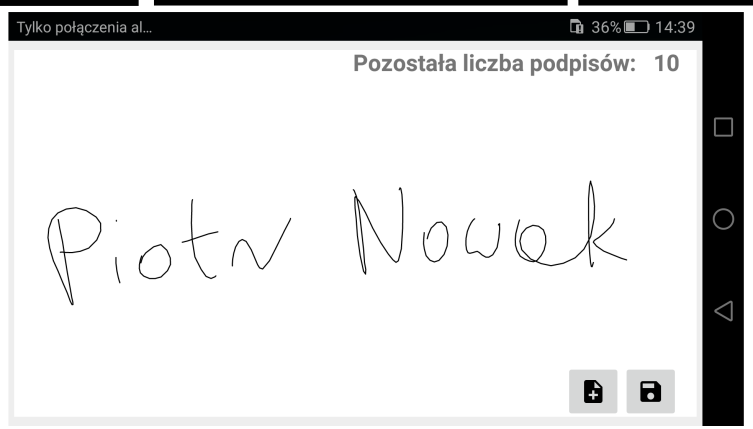
Tabela: Zestawienie wykorzystywanych urządzeń mobilnych do pobierania określonych modalności

Aplikacje do akwizycji danych - Nagrania głosu

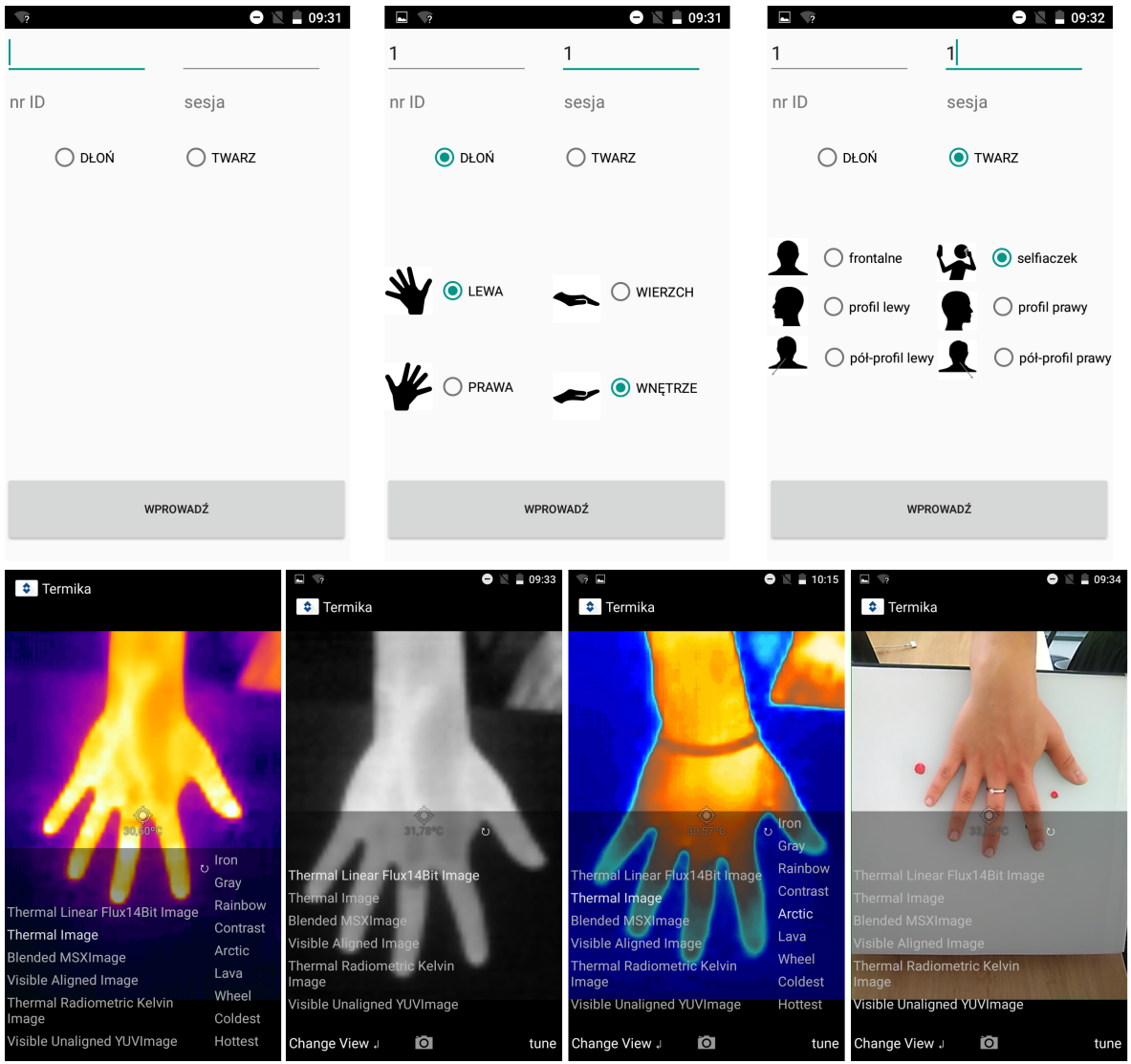


Aplikacje do akwizycji danych - Podpis odręczny

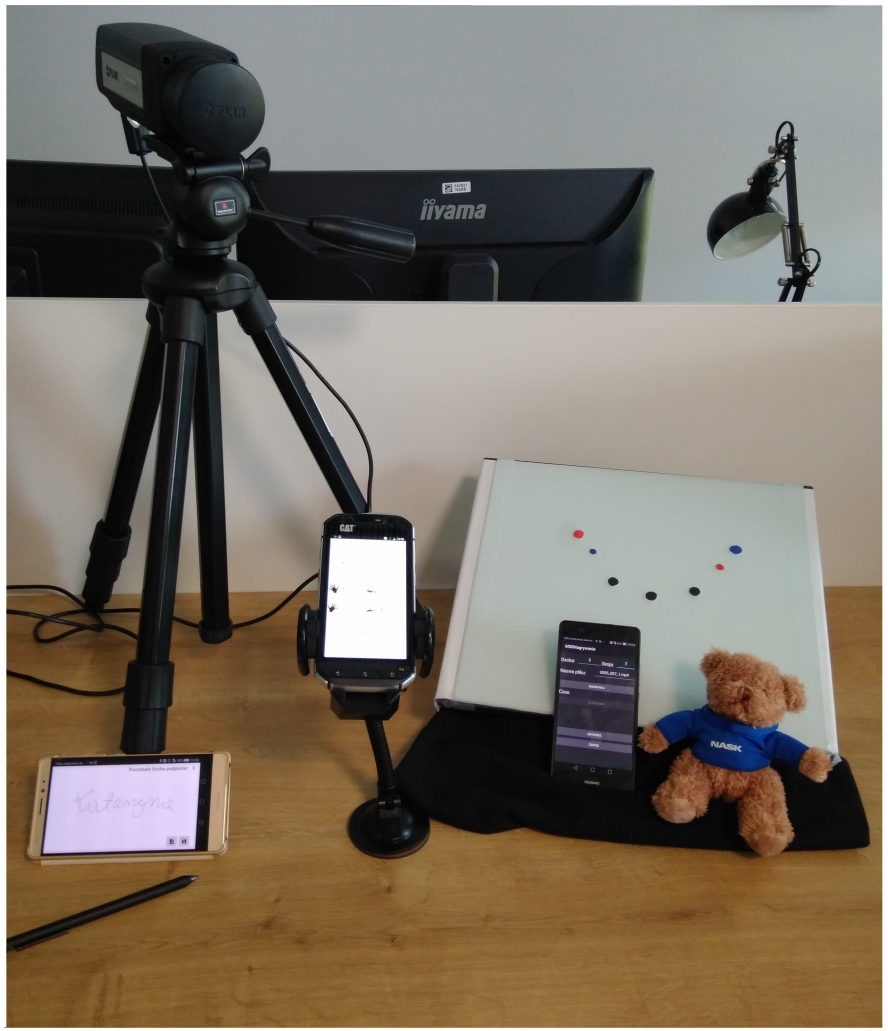




Aplikacje do akwizycji danych - Zdjęcia dłoni i twarzy



Prezentacja stanowiska

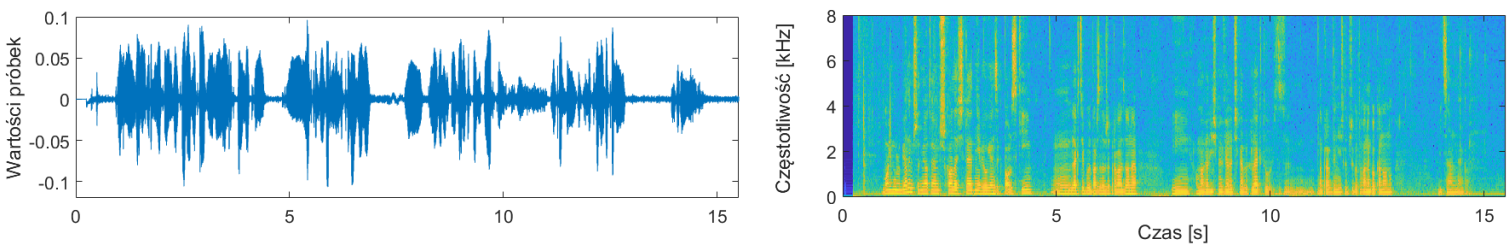


Rysunek: Zdjęcie stanowiska do pobierania danych.

Mobibits - Nagrania głosu

Pomiar odbył się w **trzech** sesjach:

- **sesja 1.** *swobodna* - nagrania *mowy swobodnej* o różnej długości, każda z osób udzielała ośmiu odpowiedzi na wcześniej przedstawione pytania.
- **sesja 2.** *czytelnicza* - nagrania *tekstu czytanego*, sesja polegała na odczytywaniu $4-5$ fragmentów baśni pt. „*Dziewczynka z zapałkami*", od 15 do 30 sekund.
- **sesja 3.** podzielona na dwie części:
  a) *rejestracyjna* - nagrania przedstawiające odpowiedzi na pięć pytań dotyczących przyjętej fałszywej tożsamości - imię i nazwisko, numer karty kredytowej, adres zamieszkania, numer PESEL.
  b) *testowa* - nagrania mowy swobodnej, będące odpowiedziami na osiem pytań o znanej treści - od 4 do 12 sekund.



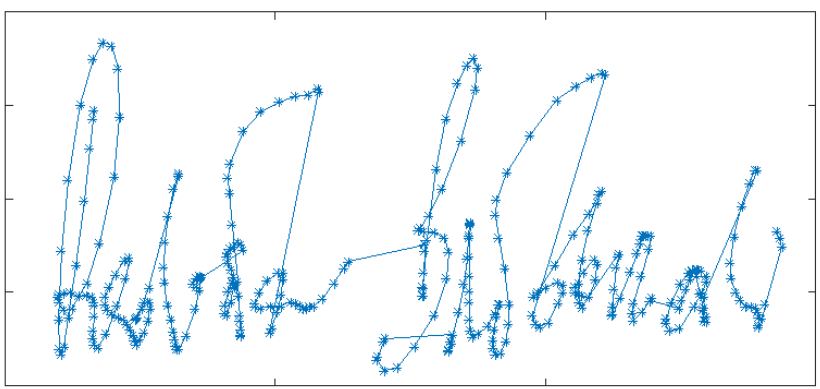
Mobibits - Podpisy odręczne on-line

Baza zawiera następujące charakterystyki podpisu odręcznego:

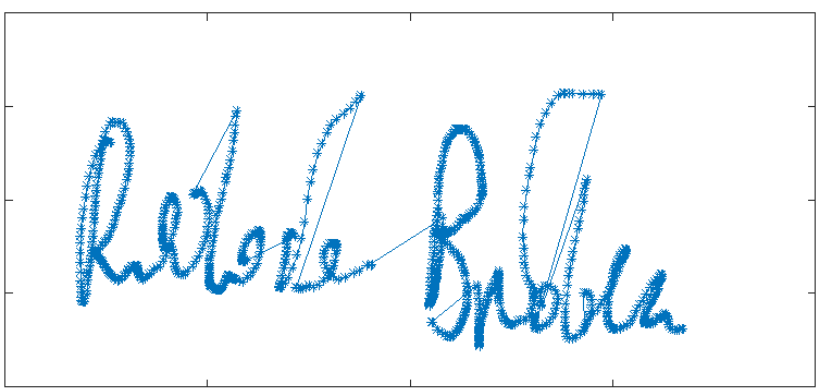
- wartości na osi X
- wartości na osi Y
- wartości nacisku w danym punkcie $P(x, y)$

Dane zostały zebrane w **trzech sesjach pomiarowych**. Pierwsza sesja składała się z **dwóch podejść pomiarowych**, podczas których każda z osób złożyła po **10 podpisów**. Dwie kolejne sesje zawierają **10 podpisów własnych** zebranych podczas jednego podejścia pomiarowego. Dodatkowo dla każdej z osób wykonanych zostało **20 fałszerstw zaawansowanych** (5 podpisów $\times$ 4 fałszerzy).

podpisy oryginalne

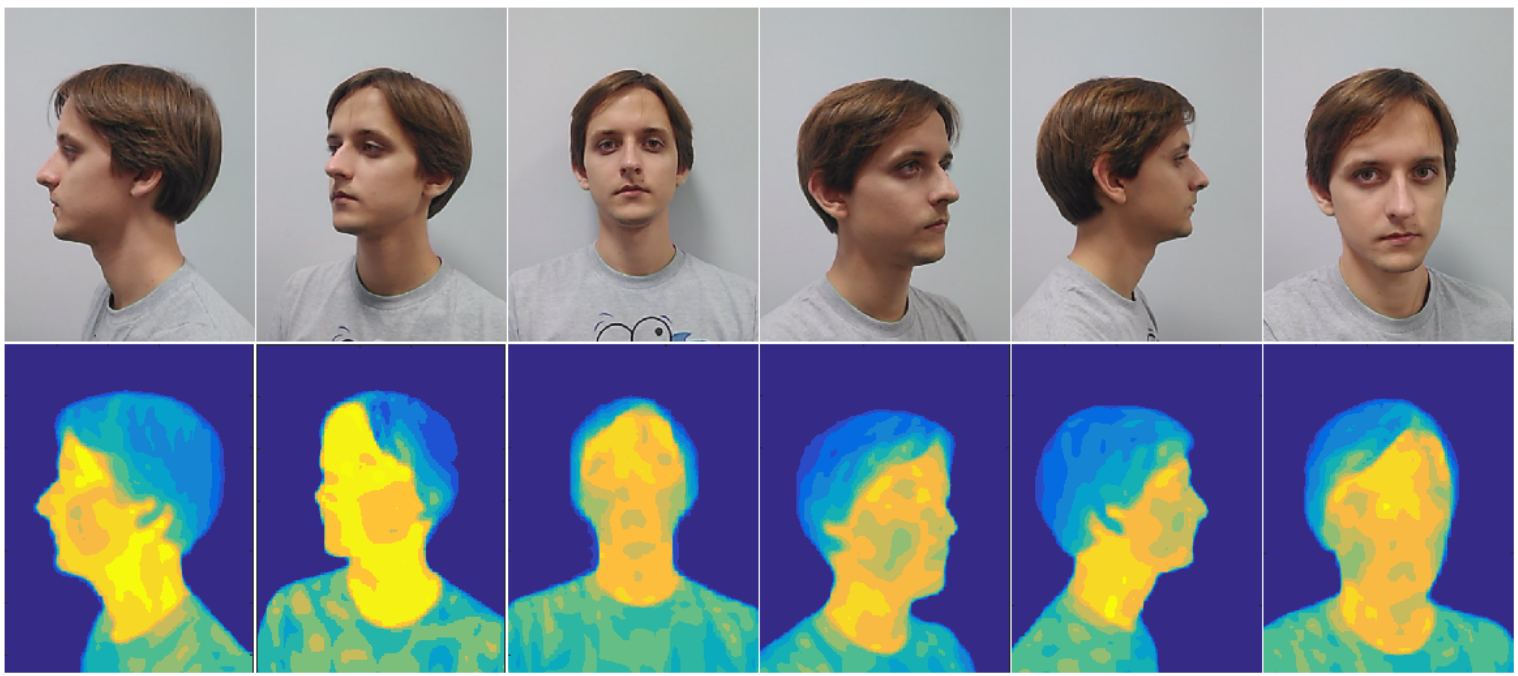


fałszerstwa zaawansowane



Mobibits - Zdjęcia twarzy

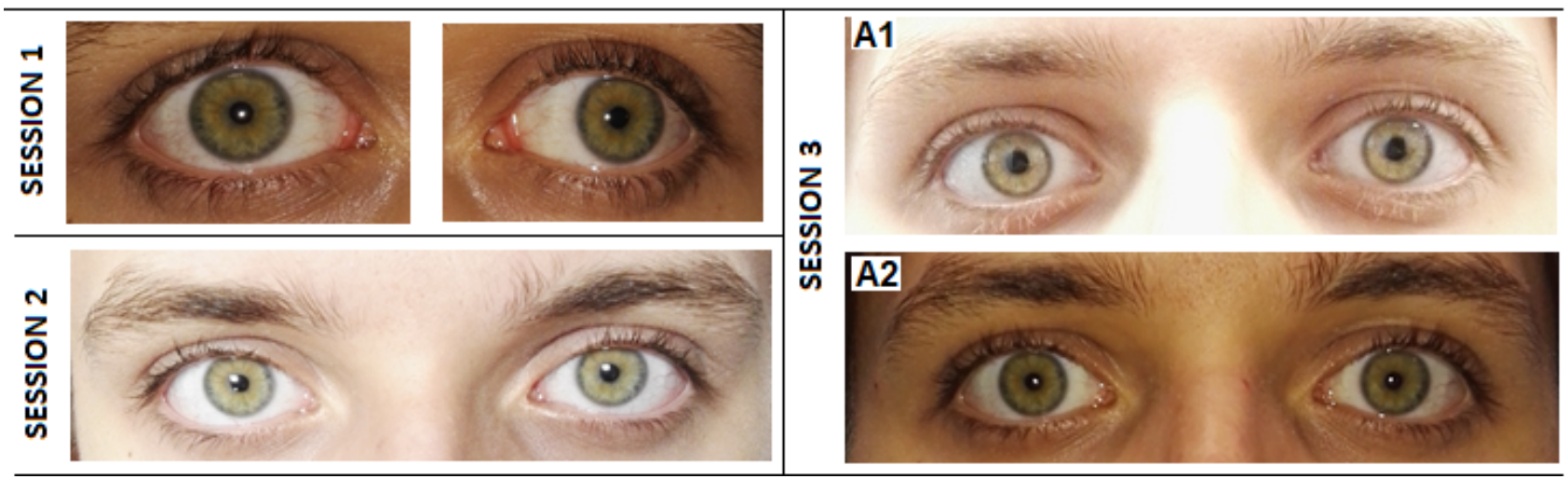
Zdjęcia twarzy zostały pobrane w **trzech sesjach pomiarowych**. Rejestrowano twarz w sześciu pozycjach, uzyskując zdjęcia: **frontalne**, **półprofilowe lewe**, **półprofilowe prawe**, **profilowe lewe**, **profilowe prawe** oraz zdjęcie typu ***selfie***. Każde ustawienie twarzy zostało sfotografowane przynajmniej dwukrotnie. Zdjęcia twarzy zostały wykonane w **świetle widzialnym** oraz posiadają odpowiadającą im **macierz temperatur**, przedstawiającą rozkład ciepła twarzy.



Mobibits - Zdjęcia oczu

Zdjęcia oczu zostały zebrane tylnym aparatem telefonu w **trzech sesjach** pomiarowych (3120×4160 pikseli).

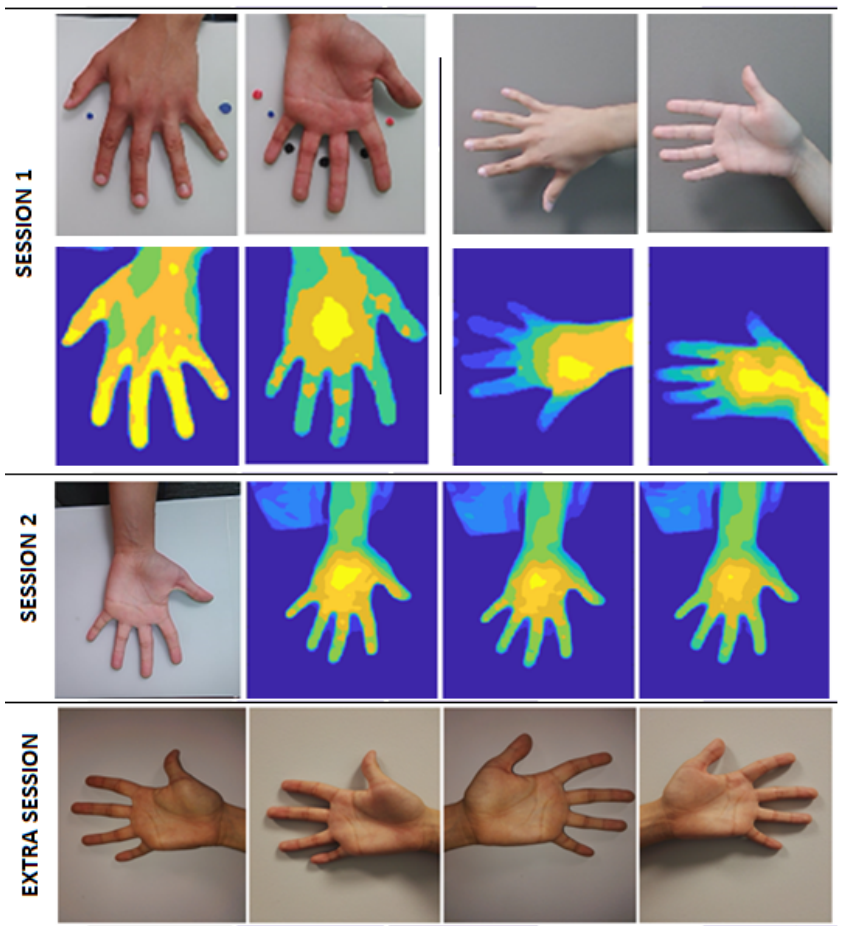
- **Sesja 1** - po **5** zdjęć dobrej jakości, odległość telefon - oko d_{me} wynosiła około $10cm$) z wykorzystaniem **lampy błyskowej**
- **Sesja 2** - po **5** zdjęć twarzy dla każdej osoby z wyostrzeniem obszaru oczu bez użycia lampy ($d_{me} \simeq 20$ cm)
- **Sesja 3** - po **3** zdjęcia dla różnych ustawień twarzy, **1** - bez lampy błyskowej ze zwiększonym oświetleniem, **2** z wykorzystaniem lampy błyskowej



Mobibits - Zdjęcia dłoni

Zdjęcia dłoni - **termiczne** i słabej jakości **w świetle widzialnym** zostały zebrane w trzech sesjach:

- obie dłonie: lewa i prawa
- obie strony: wewnętrzna i grzbietowa
- ułożenie dowolne i pozycjonowane
- różne warunki: bez przygotowania, po ogrzaniu, po ochłodzeniu



Porównanie baz

	MobiBits	*MobBIO*	*MBMA*	*BioSecure*
liczba osób	54	105	100	713
liczba sesja	3	1	2	2
urządzenia pomiarowe	Huawei Mate S Huawei P9 Lite CAT S60	Asus Transformer Pad TF 300	iPhone 4s Galaxy S2 iPad 2 Motorola Xoom	Samsung Q1 Philips SPC900NC Webcam HP iPAQ hx2790 PDA
modalności	**podpis** **nagrania głosowe** **zdjęcia twarzy** **zdjęcia oczu** **zdjęcia dłoni**	**nagrania głosowe** **zdjęcia twarzy** **zdjęcia oczu**	**nagrania głosowe** **podpisy** **zdjęcia twarzy**	**nagrania głosowe** **podpisy** **zdjęcia twarzy** **odciski palców**

Tabela: Porównanie multimodalnych baz danych pobieranych urządzeniami mobilnymi

Wykorzystywane narzędzia

- Rozpoznawanie tęczówek - **IriCore** - biblioteki rozpoznawania tęczówek dostarczane przez firmę IriTech zawierające algorytmy segmntacji danych i ekstrakcji cech.
- Rozpoznawanie twarzy - **VeriLook** - oprogramowanie oferowane przez firmę Neurotechnology do rozpoznawania twarzy bazujące na głębokich sieciach neuronowych
- Rozpoznawanie głosu - rozwiązanie oparte na metodzie **PLDA/*i*-wektor**

Scenariusz eksperymentów

- rejestracja
  - wskaźnik niepowodzenia rejestracji (ang. *failure-to-enroll*, FTE)
  - wybór danych referencyjnych
- dziesięciokrotne losowanie zbiorów testowych
- wskaźniki skuteczności metod biometrycznych:
  - **weryfikacja**

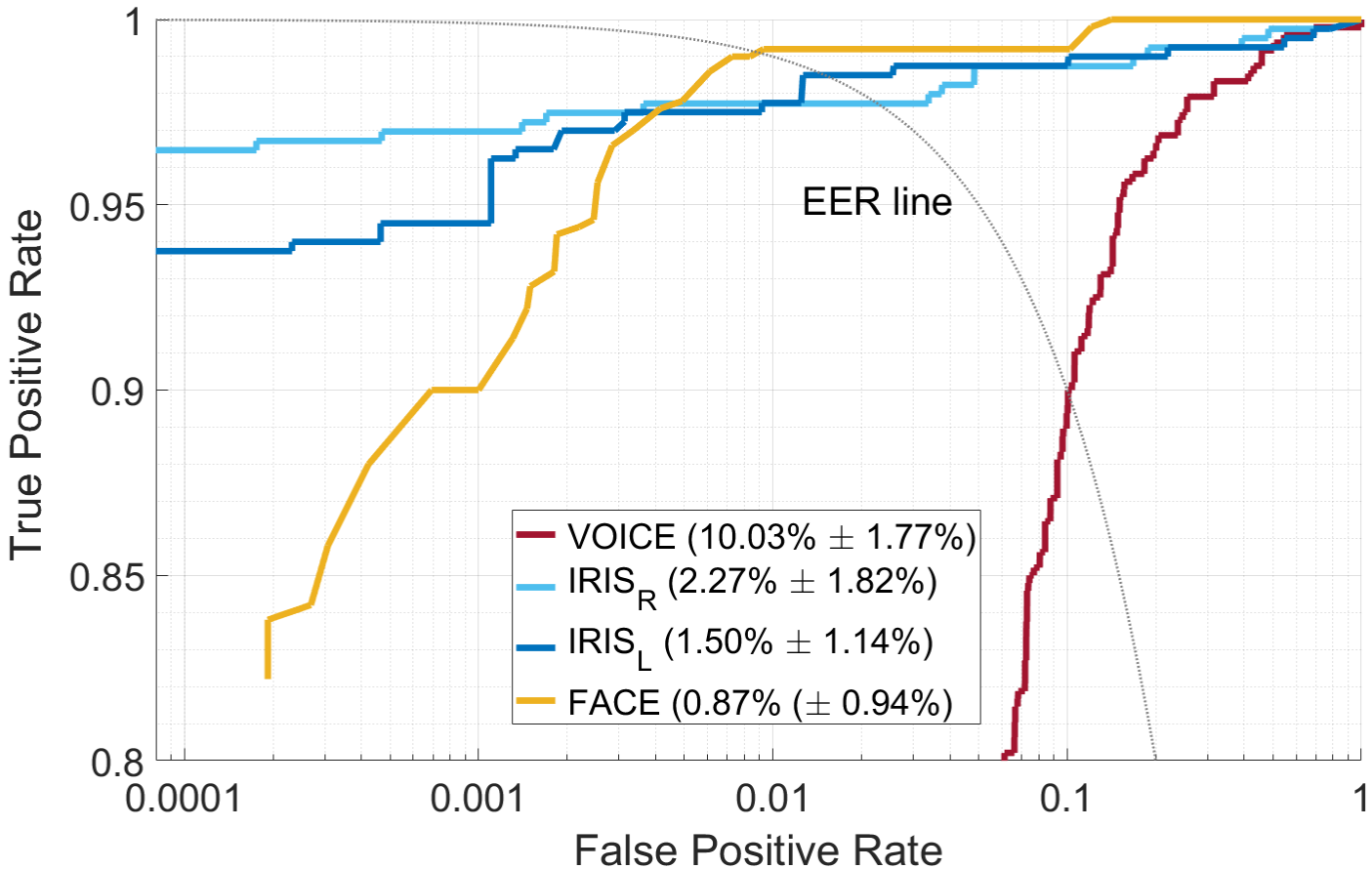
    - krzywa ROC (ang. *Receiver Operating Characteristic*, ROC)
    - wskaźnik błędu zrównoważonego (ang. *Equal Error Rate*, EER)
  - **identyfikacja**

    - prawdopodobieństwo prawidłowego zaklasyfikowania próbki testowej do właściwej klasy w pierwszej podpowiedzi systemu (*rank-1*)

Wyniki

Modalności	klasy	próbki	FTE	EER	RANK 1
LEFT IRIS	49	3104	12.79%	1.50%±1.14%	98.52%±2.15%
RIGHT IRIS				2.27%±1.82%	97.91%±1.72%
FACE	51	1231	42.62%	0.87%±0.94%	97.65%±2.03%
VOICE	51	1220	0.00%	10.03%±1.77%	52.50%±4.79%

Wyniki

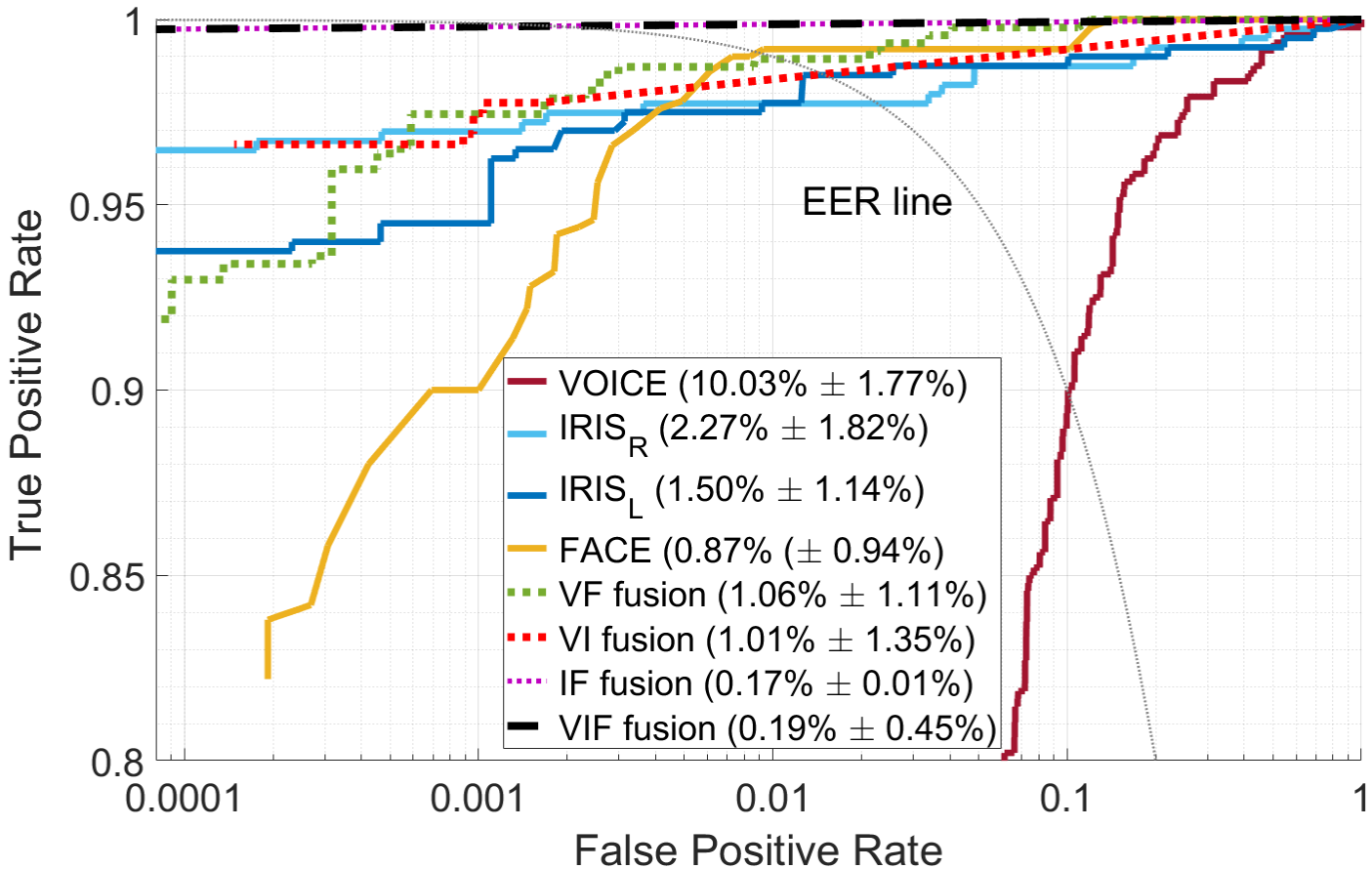

1
0.95
0.9
0.85
0.8
True Positive Rate
0.0001
0.001
0.01
0.1
1
False Positive Rate
EER line
VOICE (10.03% ± 1.77%)
IRIS_R (2.27% ± 1.82%)
IRIS_L (1.50% ± 1.14%)
FACE (0.87% (± 0.94%)

Łączenie wyników - metoda regresji logistycznej

Characteristic	EER	RANK 1
LEFT IRIS	1.50% ± 1.14%	98.52% ± 2.15%
RIGHT IRIS	2.27% ± 1.82%	97.91% ± 1.72%
FACE	0.87% ± 0.94%	97.65% ± 2.03%
VOICE	10.03% ± 1.77%	52.50% ± 4.79%
VF fusion	1.06% ± 1.11%	98.75% ± 1.46%
VI fusion	1.01% ± 1.35%	99.23% ± 1.73%
IF fusion	**0.17% ± 0.01%**	**100.00% ± 0.00%**
VIF fusion	0.19% ± 0.45%	99.74% ± 0.81%

Tabela: Equal error rates and Rank-1 probabilities for all considered biometric characteristics and fusion models.

Wyniki


True Positive Rate
False Positive Rate
1
0.95
0.9
0.85
0.8
0.0001
0.001
0.01
0.1
1
EER line
VOICE (10.03% ± 1.77%)
IRIS_R (2.27% ± 1.82%)
IRIS_L (1.50% ± 1.14%)
FACE (0.87% (± 0.94%)
VF fusion (1.06% ± 1.11%)
VI fusion (1.01% ± 1.35%)
IF fusion (0.17% ± 0.01%)
VIF fusion (0.19% ± 0.45%)

Wnioski końcowe

- dane gorszej jakości, zebrane urządzeniami mobilnymi osiągają wartość FTE około 50% dla zdjęć twarzy oraz około 12% dla zdjęć tęczówki,
  - wysoka wartość FTE w przypadku zdjęć twarzy może wynikać z niskiej jakości zdjęć oraz z dużej liczby zdjęć profilowych i półprofilowych,
  - w przypadku zdjęć tęczówki problemy z utworzeniem wzorca mogą wynikać z tego, że zdjęcia nie zostały wykonane w świetle podczerwonym. Innymi problemami mogą być rzęsy, zmrużone oczy, zdjęcia o niewystarczającej ostrości,
- komercyjne metody rozpoznawania tożsamości bazujące na danych pobranych telefonami komórkowymi pozwalają uzyskać wskaźnik błędu zrównoważonego poniżej $\mathbf{1\%}$ oraz poprawność identyfikacji w pierwszej podpowiedzi równą $\mathbf{100\%}$.

MobiBits: Multimodalna baza danych zebrana za pomocą urządzeń mobilnych

Autorzy: **Katarzyna Roszczewska**, **Ewelina Bartuzi**,
Radosław Białobrzeski, Mateusz Trokielewicz

Seminarium Zespołu Biometrii i Uczenia Maszynowego

grudzień 2017