

# Komputerowe rozpoznawanie odcisków palców

## Zastosowanie informatyki w medycynie

Bednarczyk Waldemar, Krymchak Veronika, Rodziewicz Bartosz

Politechnika Wrocławskiego

14 kwietnia 2020

## Plan prezentacji

Historia

## Zastosowanie

## Rodzaje czytników

## Linie papilarne

## Algorytmy analizy

# Wstęp

Układ linii papilarnych jest cechą charakterystyczną każdego człowieka - jest różny u każdego z Nas. Linie papilarne są cechą, której nie da się zmienić. Można się ich jedynie pozbyć celowo, np. poprzez usunięcie naskórka, wypalenie. Układ linii papilarnych opisuje się za pomocą tzw. minucji - charakterystycznych cech, takich jak początki, zakończenia, rozwidlenia, haczyki itp. Wzajemny układ minucji jednoznacznie identyfikuje daną osobę.

Programy do rozpoznawania odcisków palców korzystają z rozmieszczenia minucji, porównywanie obrazów odcisków jest niemożliwe, gdyż każdy obraz odcisku tego samego palca prawie na pewno różnią się od siebie (szумy, stosowanie innego urządzenia).

# Historia

# Starożytność

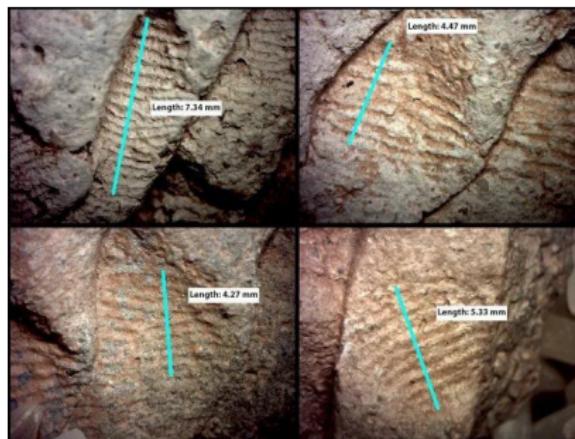


Rysunek: Chińska pieczęć

pieczęcie z Chin (500 lat p.n.e.) posiadają z jednej strony odcisk kciuka, z drugiej strony imię.

O istnieniu linii papilarnych na skórze człowieka wiedziano już w czasach starożytnych. Świadczą o tym liczne znaleziska np. petroglify, wyroby ceramiczne, rzeźby naskalne. Wiele z nich świadczy o używaniu odbitej palców jako rodzaju poświadczania swojej tożsamości, jako podpisu, pieczęci. Np. gliniane

# Średniowiecze



Rysunek: Odciski palców na ceramicznych wazach

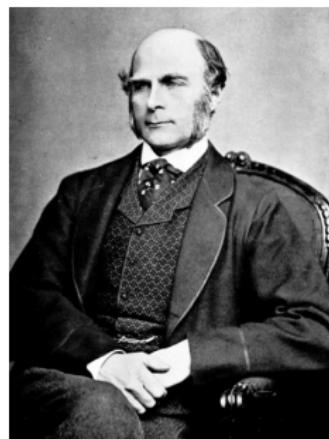
# Johann Christoph Andreas Mayer

W 1788 w swojej książce napisał:  
"Chociaż układ grzbietów skóry nigdy  
nie jest powielany u dwóch osób,  
niemniej podobieństwa u niektórych  
osób są bliższe." Meyer jako pierwszy  
stwierdził unikalność linii papilarnych.



# Sir Francis Galton

- Pionier identyfikacji odcisków palców
- Udowodnił, że nie istnieją dwa takie same odciski palców
- Wykazał, że odcisk palca jest niezmienny przez całe życie
- Opracował pierwszy na świecie praktyczny system klasyfikacji oraz identyfikacji odcisków palców



# Pierwsza kartoteka



W 1896 roku Argentyna została państwem, w którym po raz pierwszy odciski palców stały się podstawą policyjnej służby śledczej, pomimo tego, że zaledwie 3 lata wcześniej dyrekcja policji zakazała pracy nad daktyloskopią.

Pracownik Argentyńskiej policji, Juan Vucetich, stworzył pierwszą kartotekę z odciskami palców bazując na cechach wyodrębnionych przez Francisca Galtona.



Juan Vucetich

# Teraźniejszość - bazy danych

- Odciski palców 120 milionów osób
- 300 tysięcy wyszukiwań dziennie



# Zastosowanie

# Identyfikacja / uwierzytelnianie



# Kryminalistyka



# Systemy bezpieczeństwa



- Odpowiedź w czasie rzeczywistym
  - Przeszukiwanie bazy danych

# Rodzaje czytników

# Czytniki optyczne

- najstarsze
- wykonują zdjęcie przyłożonego odciska palca
- wykorzystują do działania źródło światła, pryzmat oraz matrycję CCD
- łatwe do oszukania za pomocą dobrej jakości wydruku linii papilarnych



Rysunek: Dwa przykładowe czytniki optyczne

## An optical sensor.

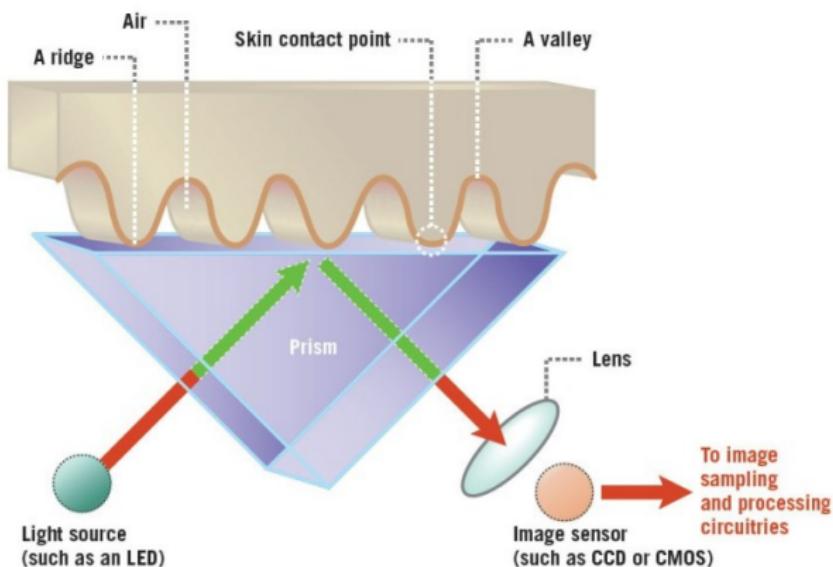


Figure 2

Rysunek: Zasada działania czytnika optycznego



Rysunek: Zminiaturyzowany czytnik optyczny

# Czytniki pojemnościowe

- najpopularniejsze (przynajmniej w zastosowaniach konsumenckich)
- wykorzystują w działaniu fakt, że skóra ludzka przewodzi prąd
- powierzchnia zbudowana jest z matrycy kondensatorów wykrywającej zmiany pojemności ich pojemności elektrycznej
- zastępują czytniki optyczne



Rysunek: Dwa przykładowe czytniki pojemnościowe

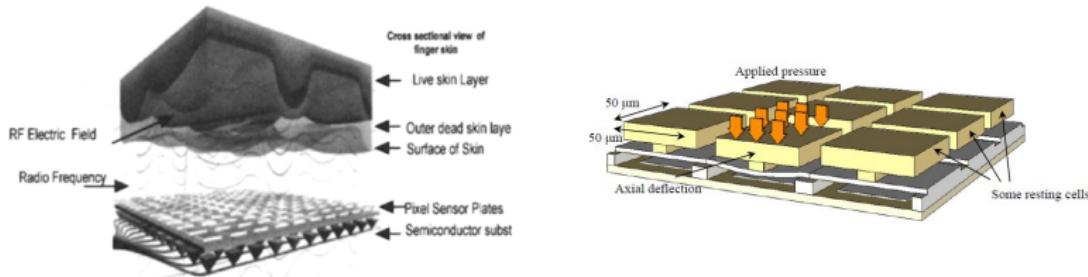
# Czytniki ultradźwiękowe

- działają wykorzystując fale dźwiękowe niesłyszalne przez człowieka i polegając na zjawisku dyfrakcji
- potrafią wytworzyć model 3D palca
- najbezpieczniejsze i najczęściej do oszukania
- czytnik może znajdować się pod warstwą szkła, metalu bądź plastiku



# Inne rodzaje czytników

- termiczne
- nacisku
- radiowe



# Podział czytników ze względu na budowę

- statyczne
  - bardziej dokładne
  - aktualnie częściej spotykane
- przesuwne
  - tańsze
  - zajmują mniej miejsca



# Linie papilarne

# Co to są linie papilarne?

Linie papilarne – jest to charakterystyczny układ bruzd na skórze ssaków naczelnego, w szczególności na opuszczakach palców rąk, ale również na wewnętrznej powierzchni dłoni, palcach stóp i wargach.

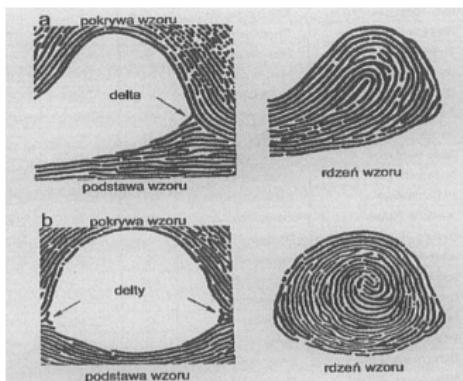
# Właściwości linii papilarnych

- Niepowtarzalność - nie ma dwóch osób, które miałyby taki sam układ linii papilarnych.
- Niezmienność - przez całe życie układ linii papilarnych pozostaje taki sam. Linie papilarne ulegają jedynie wzrostowi. Wzór i cechy szczegółowe pozostają takie same przez całe życie aż do rozkładu gnilnego zwłok
- Niezniszczalność - linie papilarne mają zdolność regeneracji, odradzają się po wyleczeniu skaleczeń, chorób skóry lub po ustaniu przyczyn ścierania naskórka (np. wykonywanie pracy fizycznej). Jedynie uszkodzenie skóry właściwej powoduje powstanie blizny, która może się stać cechą indywidualizującą

# Grupy wzorów linij papilarnych

Wyróżnia się struktury, które są podstawą do budowy złożonych wzorów rozpoznawanych na opuszku palca:

- Delta - tworzą ją dwie linie równoległe, które rozchylają się w pewnym punkcie w kształt lejka



# Grupy wzorów linij papilarnych

- Termin wewnętrzny - jest to punkt wyznaczony w centrum wzoru
- Termin zewnętrzny - jest to punkt wyznaczony w obrębie delty



- linia Galtona - łączy termin zewnętrzny z terminem wewnętrznym

# Grupy wzorów linij papilarnych



Wzory łukowe. Są najrzadziej spotykane (ok.6%). Charakteryzują się brakiem delty i rdzenia

# Grupy wzorów linij papilarnych



Wzory pętlicowe. Występują najczęściej (64%) Wzór taki musi posiadać: tylko jedną deltę, przynajmniej jedną pętlę, przynajmniej jedną linię papilarną przecinającą linie Galtona.

# Grupy wzorów linij papilarnych



Wzory wirowe (30%). Charakteryzują się najbardziej złożoną budową. Ich rdzeń tworzą koła elipsy, spirale, pętlice i inne wzory.

# Minucje

Są to charakterystyczne zmiany przebiegu linii papilarnych. Służą do opisu odcisków palców. Ich układ może posłużyć do jednoznacznego opisu każdego odcisku. Wyróżniają:

- Początki
- Zakończenia
- Rozwidlenia
- Haczyki

# Minucje



Początek



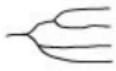
Zakończenie



Rozwidlenie pojedyncze



Rozwidlenie podwójne



Rozwidlenie potrójne



Złączenie pojedyncze



Złączenie podwójne



Złączenie potrójne

# Minucje



Haczyk



Oczko pojedyncze



Oczko podwójne



Mostek pojedynczy



Mostek podwójny



Punkt



Odcinek



Styk boczny

# Minucje



Linia przechodząca

Skrzyżowanie

Trójnóg

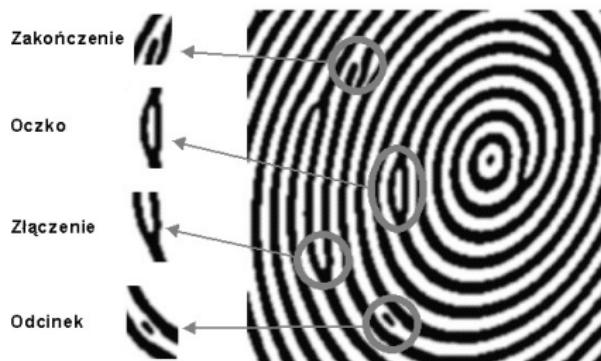


Linia szczątkowa

Minucja typu M

Minucje

## Przykładowe minucje na odcisku palca

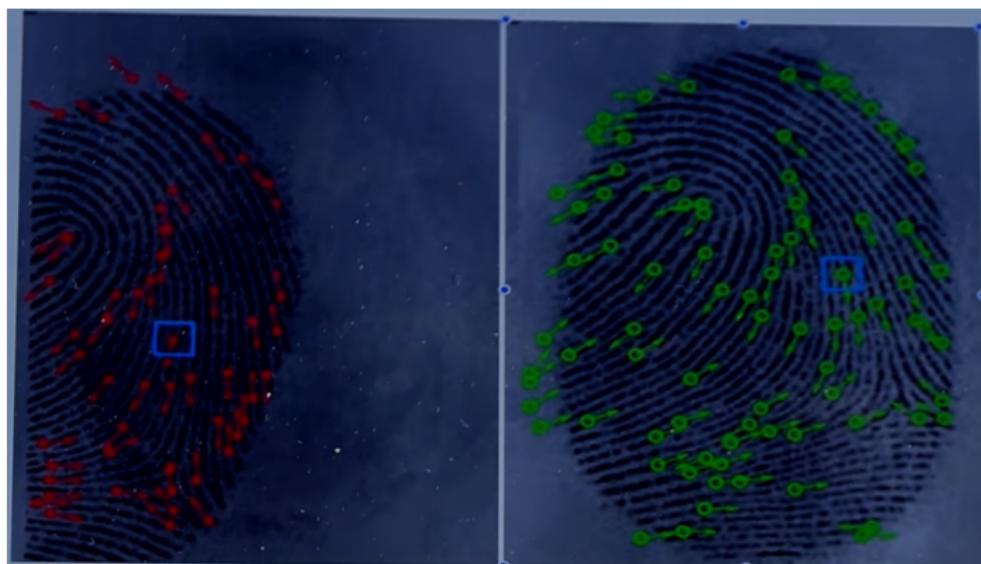


# Algorytmy analizy

# Metoda oparta na analizie minucji

- Metoda polega na analizie poszczególnych minucji i porównaniu ich z wzorcem
- Wzorzec to najczęściej wektor zawierający punkty i względną odległość od innych
- Poszczególny punkt składa się z (względnej) pozycji, typu oraz kierunku
- Najczęściej stosowana metoda

# Metoda oparta na analizie minucji



Rysunek: Wizualizacja punktów minucji naniesiona na obrazy wejściowe

# Metoda oparta na analizie minucji

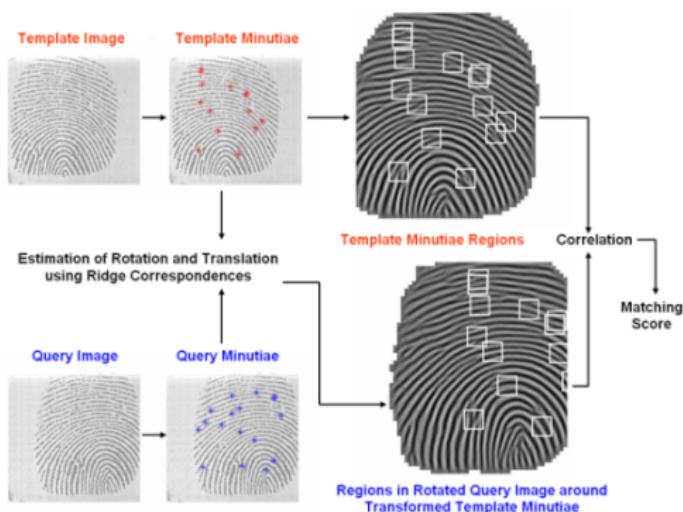


Rysunek: Naniesione na siebie obrazy z poprzedniego slajdu

# Metoda oparta na porównaniu obrazów

- 1** Wybór wzorcowych minucji
- 2** Analiza zgodności minucji w badanym obrazie
- 3** Podjęcie decyzji na podstawie uzyskanych wyników

# Metoda oparta na porównaniu obrazów



Rysunek: Zasada działania algorytmu

# Metoda oparta na porównaniu obrazów



(a) Primary fingerprint

(b) Matching fingerprint

(c) Non-matching finger-  
print

Rysunek: Podejmowanie decyzji

# Metoda oparta na porównaniu obrazów

## Zalety:

- Przydatna w przypadku, gdy dostarczane dane (obrazy) są niskiej jakości - trudna detekcja minutii
- Błędnie wykryte minutie nie wpływają na wynik analizy
- Wyodrębnione zostają pary wycinków obrazów co wpływa na wydajność porównania

# Metoda oparta na porównaniu obrazów

## Wady:

- Wymaga stosunkowo wysokiej mocy obliczeniowej
- Radzi sobie z rotacjami do  $10^\circ$
- Z powodu powolnej analizy jest mało przydatna w aplikacjach działających w czasie rzeczywistym

# Metoda oparta o krawędzie

Ekstrakcja minucji w obrazach niskiej jakości jest zagadnieniem trudnym. Jako rozwiązanie tego problemu powstały metody dopasowywania oparte m.in. o lokalne kierunki krawędzi linii papilarnych iczęstość występowania krawędzi.

# Metoda oparta o krawędzie

Obraz linii papilarnych jest podzielony na wiele małych komórek. Lokalizacja linii w każdej komórce jest opisana parametrami pewnej fali sinusoidalnej.



# Metoda oparta o krawędzie

Ta metoda może operować na obrazach gorszej jakości, dla których poprawne rozpoznanie minutki może nie być możliwe. Z drugiej jednak strony struktura linii papilarnych może być mniej unikalna niż struktura minutki. Metody te nie są powszechnie wykorzystywane z uwagi na coraz lepszą jakość obrazu dostarczanego przez czytniki.

# Bibliografia |

-  [https://www.smithsonianmag.com/smart-news/  
ancient-fingerprints-show-both-women-and-men-made-pottery-chaco-canyon-180972350/](https://www.smithsonianmag.com/smart-news/ancient-fingerprints-show-both-women-and-men-made-pottery-chaco-canyon-180972350/)
-  <https://www.onin.com/fp/fphistory.html>
-  [https://www.spyshop.pl/blog/  
historia-niezmaływalnej-pieczęci-czyli-jak-daktyloskopia-rozwijała-skrzydła/](https://www.spyshop.pl/blog/historia-niezmaływalnej-pieczęci-czyli-jak-daktyloskopia-rozwijała-skrzydła/)
-  [https://kcir.pwr.edu.pl/~witold/aiarr/2009\\_projekty/odciski/](https://kcir.pwr.edu.pl/~witold/aiarr/2009_projekty/odciski/)
-  [https://www.360biometrics.com/faq/fingerprint\\_scanners.php](https://www.360biometrics.com/faq/fingerprint_scanners.php)
-  [http://ics.p.lodz.pl/~stolarek/\\_media/pl:research:stolarek\\_praca\\_magisterska.pdf](http://ics.p.lodz.pl/~stolarek/_media/pl:research:stolarek_praca_magisterska.pdf)
-  <https://engineering.nyu.edu/news/so-you-think-you-can-secure-your-mobile-phone-fingerprint>
-  <https://www.slideshare.net/mahesamrin/correlation-based-fingerprint-recognition>



Jakieś pytania?

Dziękujemy za uwagę