
EKSTRAKCJA CECH DLA SYSTEMU ROZPOZNAWANIA ODCISKÓW PALCÓW

Karol Działowski
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny

13 października 2020

1 Wstęp

Celem zadania było znalezienie punktów charakterystycznych odcisków, inaczej minucji (ang. *minutiae*) z obrazów. Zadanie to wykonano na zbiorze sześciu odcisków zebranych różnymi technikami, które różnią się jakością, ilością zakłóceń itd.



Rysunek 1: Obrazy wejściowe

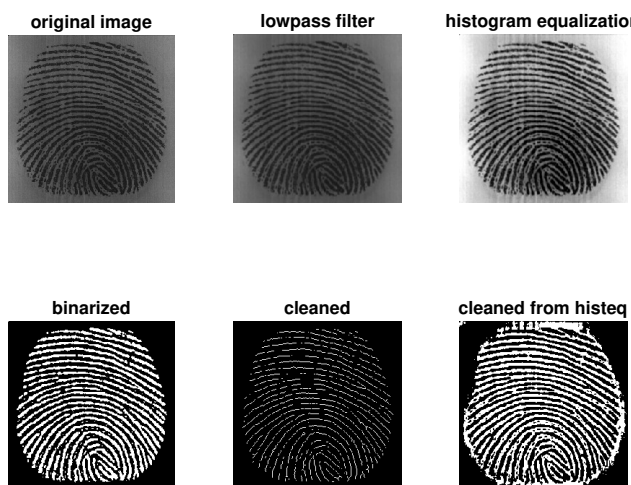
2 Preprocessing

Obrazy wejściowe dla których obliczono cechy przedstawiono na rysunku 1. Obrazy te różnią się znacząco. Wyodróżniają się tutaj obrazy 1c i 1f, które charakteryzują się najmniejszym kontrastem, widocznymi zakłóceniami oraz najciemniejszym tłem.

Aby przeprowadzić ekstrakcję cech z obrazu należy najpierw sprowadzić go do postaci binarnej a linie papilarne wyszczuplić do grubości 1 piksela. W tym celu wykonano następujące czynności:

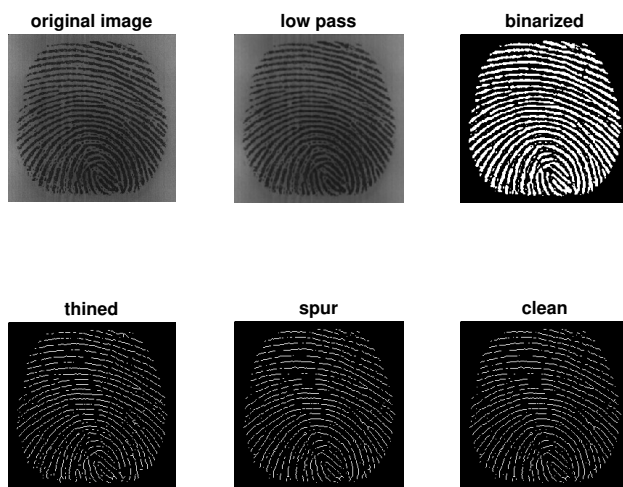
1. Poddano obraz filtracji dolnoprzepustowej
2. (Opcjonalnie) Wyrównano histogram
3. Przeprowadzono progowanie (binaryzację adaptacyjną)
4. Wyszczuplono linie papilarne przy użyciu operacji morfologicznych

Ostatecznie usunięto z procedury krok wyrównywania histogramu, gdyż wpływał on negatywnie na uzyskiwane rezultaty, co pokazano na rysunku 2.



Rysunek 2: Porównanie wyszczuplania z krokiem wyrównywania histogramu i bez tego kroku.

Finalna procedura zaprezentowana jest na rysunku 3. Na listingu 1 przedstawiono kod do przeprowadzania wcześniej wspomnianej procedury.



Rysunek 3: Kroki przygotowywania obrazów do ekstrakcji cech.

```

1 function [binarized_image] = binarize_fingerprint(image)
2     filter = fspecial('average', 3);
3     image_filtered = imfilter(image, filter, 'replicate');
4
5     binary = imbinarize(image_filtered, 'adaptive', 'ForegroundPolarity', 'dark');
6     binary = imcomplement(binary);
7
8     binarized_image = bwmorph(binary, 'thin', Inf);
9     binarized_image = bwmorph(binarized_image, 'spur');
10    binarized_image = bwmorph(binarized_image, 'clean');
11 end

```

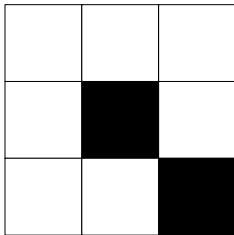
Listing 1: Funkcja preprocessingu obrazów.

3 Ekstrakcja cech

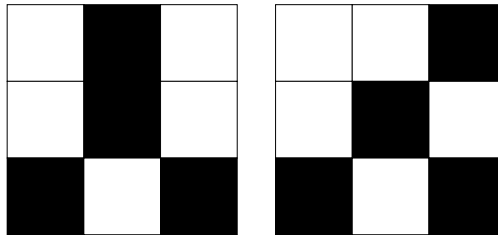
Punkty charakterystyczne odcisków palców to inaczej minucje. Są to charakterystyczne cechy, takie jak początki, zakończenia, rozwidlenia, haczyki itp. Wzajemny układ minucji jednoznacznie identyfikuje daną osobę.

W celu znalezienia dwóch typów minucji (zakończeń i rozwidleń) wykorzystano maski binarne. Dla każdego piksela liczymy sumę białych pikseli w otoczeniu (siatka 3×3). Jeżeli punkt środkowy jest biały oraz suma białych wynosi 2 to znaczy, że jest to zakończenie linii. Przedstawiono to na rysunku 4a. Jeżeli punkt środkowy jest biały oraz suma jest równa 4 to znaleziono rozwidlenie. Przykładowy schemat przedstawiono na rysunku 4b.

Algorytm wykonujący ekstrakcję cech przedstawiono na listingu 2.



(a) Schemat binarny zakończenia



(b) Schemat binarny rozwidlenia

Rysunek 4: Schematy binarne minucji

```

1 function [forks, ends] = feature_extraction(binarized_image)
2     ends = [];
3     forks = [];
4
5     [w, h] = size(binarized_image);
6
7     for i=1:w-2
8         for j=1:h-2
9             sum = 0;
10            for k=0:2
11                for l=0:2
12                    sum = sum + binarized_image(i+k, j+l);
13                end
14            end
15
16            if (sum == 2)
17                if (binarized_image(i+1, j+1) == 1)
18                    ends = [ends; [j+1, i+1]];
19                end
20            end
21            if (sum == 4)
22                if (binarized_image(i+1, j+1) == 1)

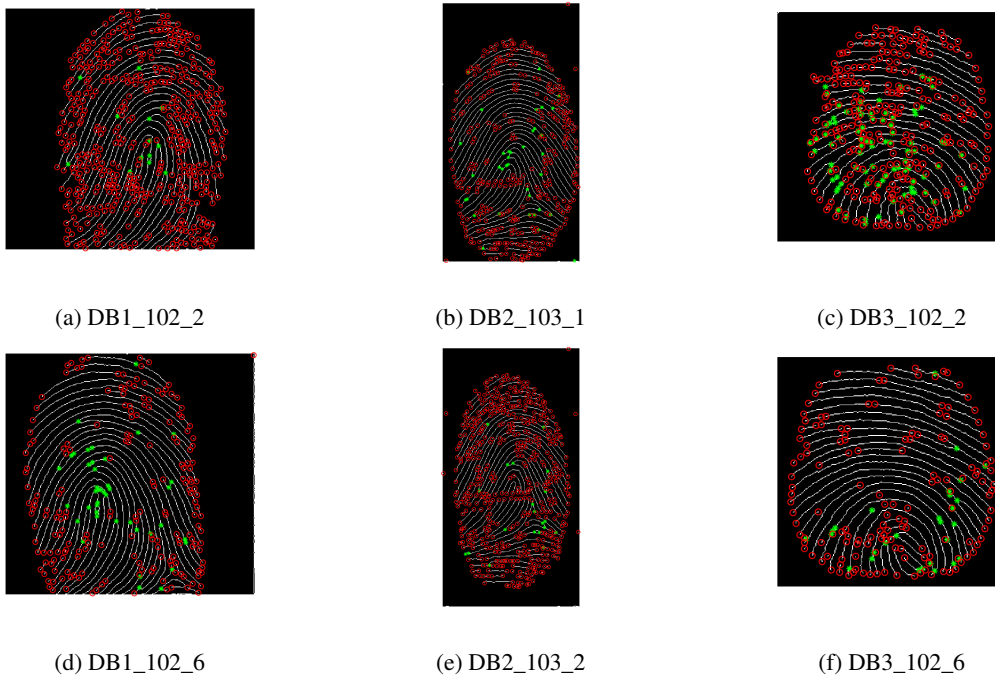
```

```

23         forks = [forks; [j+1, i+1]];
24     end
25 end
26 end
27 end
28
29 tol = 3;
30 forks = uniquetol(forks, tol, 'ByRows', true, 'DataScale', 1);
31 ends = uniquetol(ends, tol, 'ByRows', true, 'DataScale', 1);
32 end

```

Listing 2: Funkcja ekstrakcji cech.



Rysunek 5: Obrazy wyjściowe.

Usunięto powtórzenia cech które były skupione w odległości 3 pikseli. Operacja ta jest przeprowadzana w 30 i 31 linii w listingu 2. Na rysunku 5 przedstawiono obrazy z nałożonymi cechami. Czerwone kółka to zakończenia linii a zielone gwiazdki to rozwidlenia. Zebrane cechy zapisano w postaci trójek: pozycja x, pozycja y i etykieta (zakończenie lub rozwidlenie).

4 Podsumowanie

Ze wszystkich obrazów wejściowych uzyskano obrazy binarne w zadowalającej jakości z małą liczbą artefaktów.

Wyrównanie histogramu na obrazie po filtracji dolnoprzepustowej zwiększyło kontrast. Z powodu efektu winetowania krawędzie obrazu nawet w trybie adaptacyjnej binaryzacji zostały błędnie odseparowane od centralnej części obrazu. Z tego powodu zrezygnowano z wyrównywania histogramu w preprocessingu.

Przy pomocy masek logicznych znaleziono rozgałęzienia i zakończenia. Usunięto skupienia cech w sąsiedztwie 3 pikseli.

Na pewnych obrazach widoczne są artefakty, np. na rysunku 5b oraz 5e gdzie wykryto zakończenia poza obszarem odcisku palca. Takie błędy można by usunąć ograniczając zakres poszukiwań cech tylko do danego obszaru, np. wyznaczonego przy użyciu operacji morfologicznych.