

Ekstrakcja wzoru naczyń krwionośnych przedramienia w oparciu o warunkowe śledzenie linii

Dorota Smorawa, Mariusz Kubanek
 Politechnika Częstochowska
 Instytut Informatyki Teoretycznej i Stosowanej
 {dorota.smorawa, mariusz.kubanek}@icis.pcz.pl

Obecnie istnieje wiele rodzajów systemów biometrycznych bazujących, np. na podstawie podpisu, chodu, linii papilarnych palca, geometrii dłoni, linii papilarnych dłoni, itp. Każdy z tych systemów, w mniejszym lub większym stopniu, obarczony jest jednak pewnymi defektami. Niektóre cechy biometryczne w bardzo łatwy sposób można spreparować, jak np. linie papilarne palca. Kolejnym przykładem są linie papilarne dłoni, które przy niewielkim skaleczeniu dłoni wyglądają będą inaczej i nie zostaną zaakceptowane przez system. Brak wspomnianych wad posiada system biometryczny bazujący na naczyniach krwionośnych przedramienia. Układ żył dla każdego człowieka stanowi unikatową i niezmienną cechę, którą można pobrać w bezinwazyjny i bezpieczny sposób. Wzoru naczyń krwionośnych nie da się podrobić, ponieważ znajdują się on pod powierzchnią skóry. Akwizycja wzoru odbywa się poprzez oświetlenie dłoni światłem bliskiej podczerwieni. Zdjęcie wykonywane jest za pomocą aparatu z aktywną matrycą na bliską podczerwień. Co więcej, samoczynnie sprawdzana jest żywotność cech.



Rys.1. Obraz wzoru naczyń krwionośnych przedramienia uzyskany przy użyciu zmodyfikowanego

Na uzyskanym obrazie, niektóre naczynia krwionośne przedramienia są słabiej widoczne od innych, aby zniwelować tę rozbieżność obraz zostaje poddany konwersji ze skali RGB do skali szarości w zakresie od 0 do 255. Zabieg ten umożliwia wykorzystanie metod poprawy kontrastu obrazu pozwalające na uwypuklenie tych szczegółów w obrazie, które z uwagi na niewielki kontrast są mało widoczne.

W celu wyodrębnienia kształtu żył przedramienia potrzebne są dodatkowe metody, tj. binaryzacja i odszumianie morfologiczne. Zastosowanie metody binaryzacji, w tym przypadku binaryzacji wyznaczającej próg na podstawie prostej statycznej obrazu, pozwala na skuteczne wyodrębnienie naczyń krwionośnych z obrazu.

Wyznaczenie modułu gradientu jasności dla każdego punktu obrazu:

$$G(x, y) = \max\{|G_x(x, y)|, |G_y(x, y)|\}$$

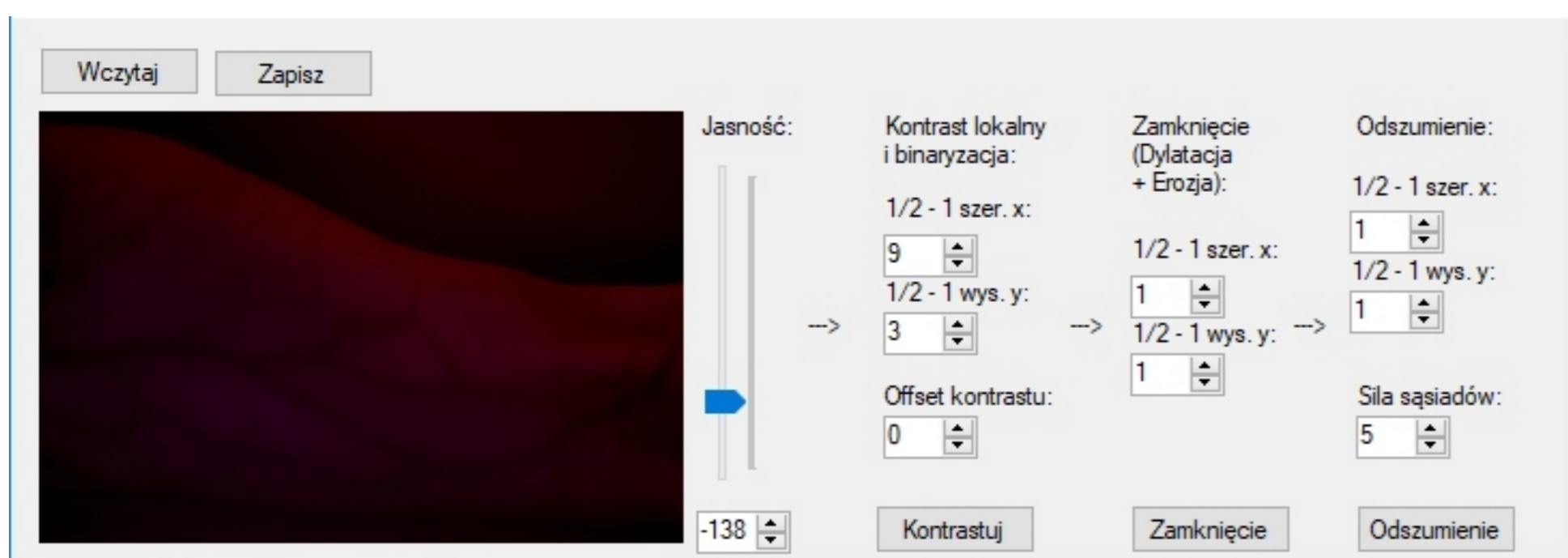
gdzie:

$$G_x(x, y) = J(x+1, y) - J(x-1, y)$$

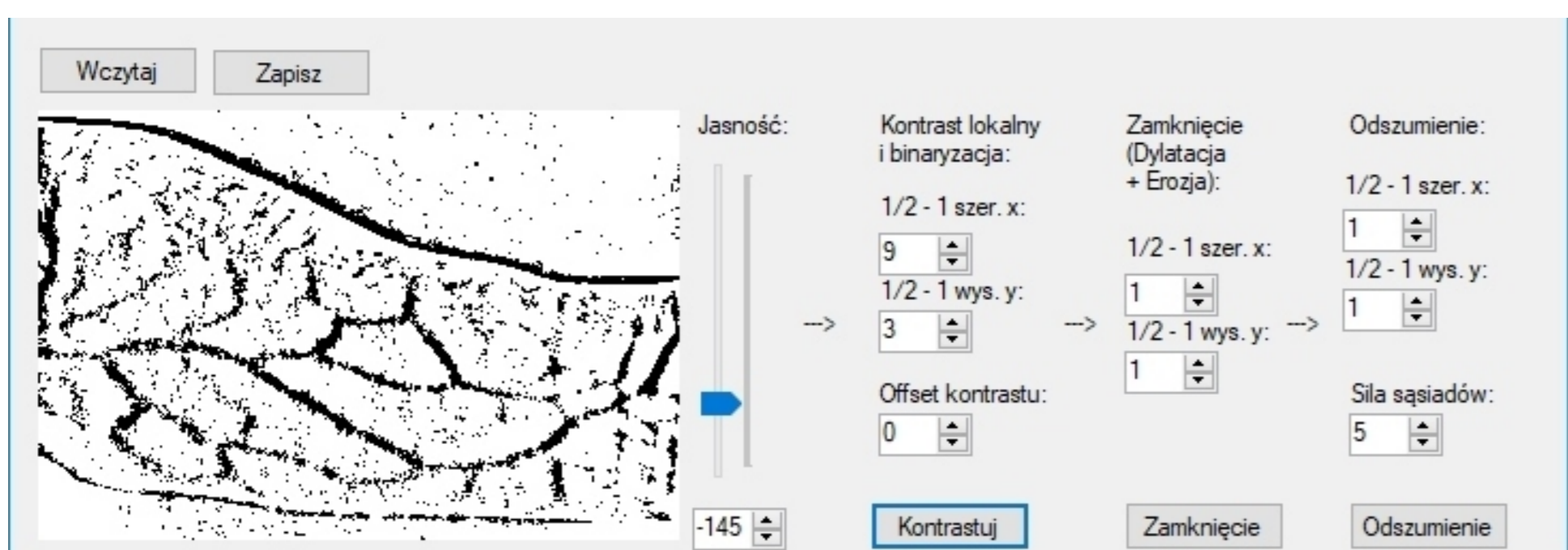
$$G_y(x, y) = J(x, y+1) - J(x, y-1)$$

Obliczanie progu:

$$t = \frac{xy^{J(x,y)G(x,y)}}{xy^{G(x,y)}}$$



Rys.2. Oryginalny obraz



Rys.3. Obraz po binaryzacji

Kolejnym krokiem algorytmu jest wykorzystanie metod dylatacji i erozji w celu uzyskania dokładniejszego kształtu naczyń krwionośnych przedramienia. Metoda dylatacji ma za zadanie dodać piksele do granic żył, a erozja usunąć piksele na granicach naczyń krwionośnych.

Wzór opisujący działanie dylatacji na obrazie:

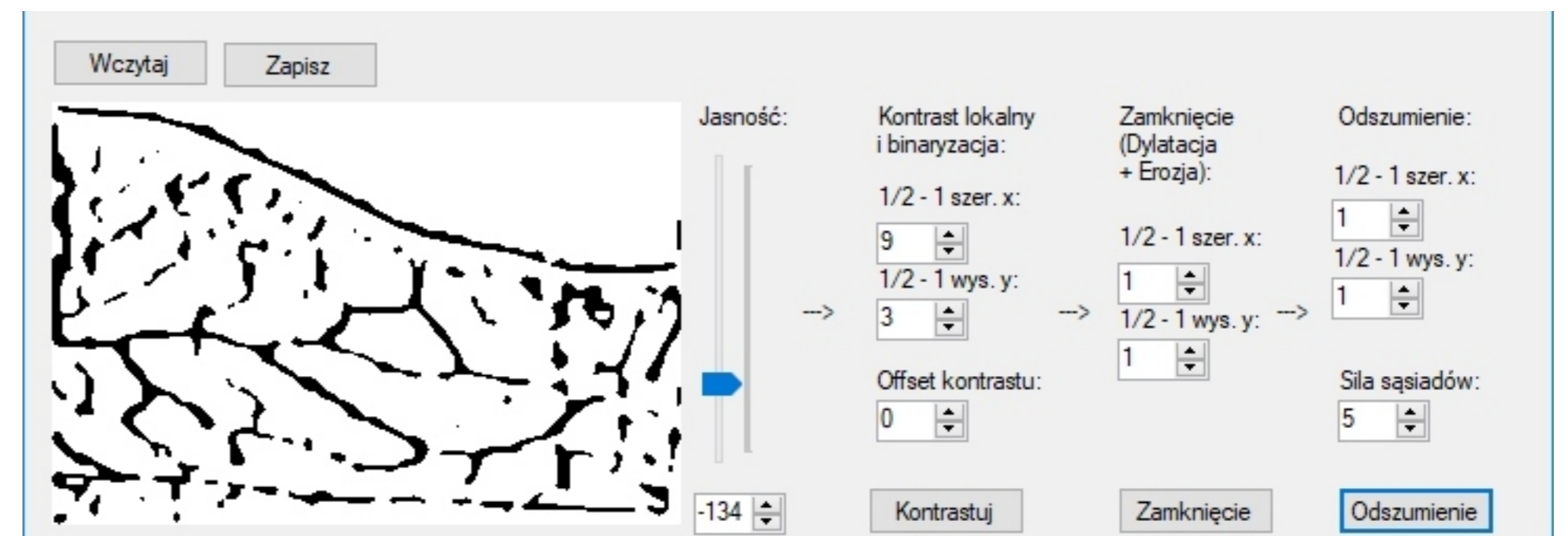
$$L(m, n) = \max_{m_i, n_i \in B(m, n)} (L(m_i, n_i))$$

gdzie:

$L(m, n)$ - jasność punktów o współrzędnych (m, n)

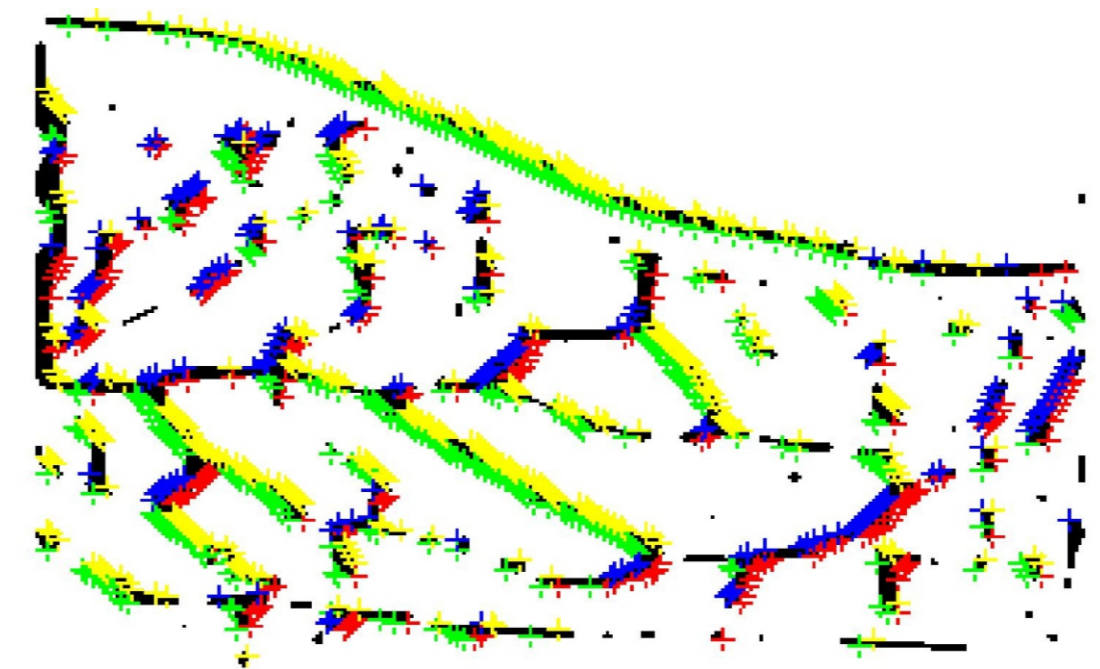
$B(m, n)$ - element strukturalny z punktem centralnym o współrzędnych (m, n)

Erozja jest odwrotnym przekształceniem do dylatacji.



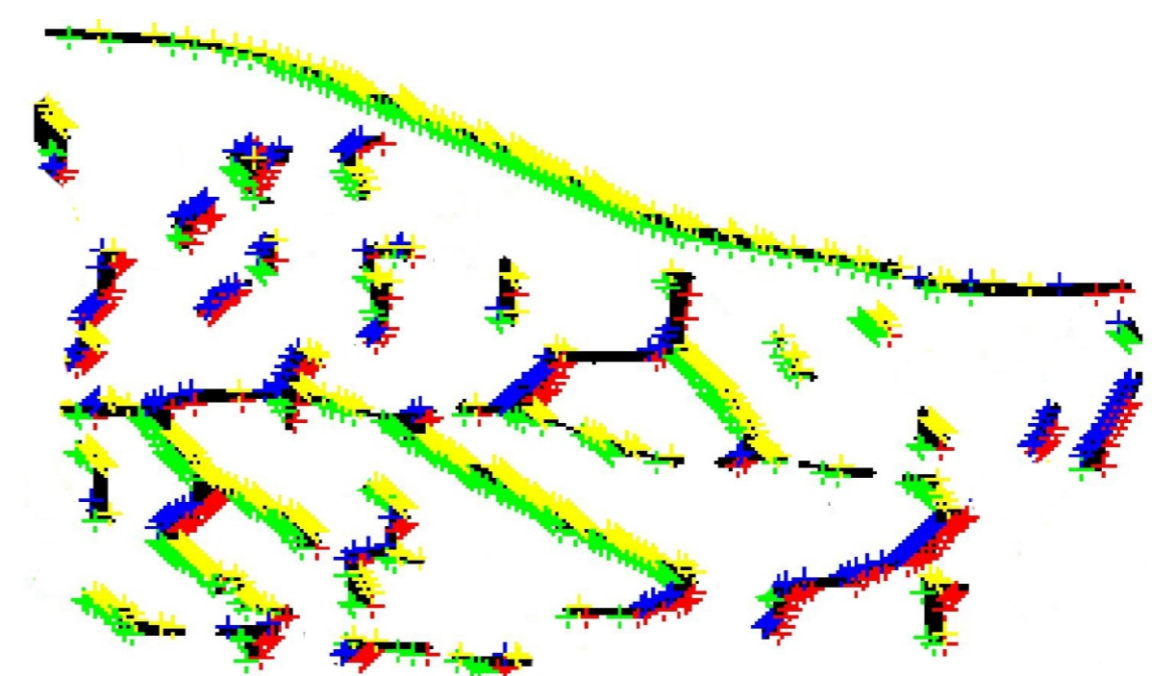
Rys.4. Obraz naczyń krwionośnych po przeprowadzeniu transformacji morfologicznych

Podczas akwizycji wzoru naczyń krwionośnych przedramienia, pobierane są również inne szczegóły znajdujące się w tle, które nie należą do obszaru zainteresowania. Aby je zniwelować zastosowana jest metoda, bazująca na pogowaniu z określoną wartością mediany. Zabieg ten pozwala przede wszystkim na oddzielenie pikseli definiujących kolor skóry od pikseli stanowiących zakłócające tło. Tylko w tak wyznaczonym obszarze następuje przeszukiwanie w celu znalezienia widocznych wzorów naczyń krwionośnych. Algorytm wyznaczania bazuje na śledzeniu ciągu połączonych ze sobą pikseli, zaczynając od lewego górnego wierzchołka zdjęcia.



Rys.5. Wyznaczone fragmenty żył, oznaczone przez kolorowe krzyżyki. Kolory wskazują na różny kierunek ułożenia żył.

Następna operacja polega na usuwaniu linii, dla których liczba znaczników w jednym łańcuchu jest za mała. Taka obróbka pozostawia tylko główne wzorce żył, które mają największy wpływ na jakość rozpoznawania.



Rys.6. Końcowy efekt przetwarzania obrazu naczyń krwionośnych

Identyfikacja głównych naczyń krwionośnych przedramienia jest dość trudna. Zaproponowany algorytm poprawił jakość żył jak również je wyodrębnił, zapewniając w ten sposób ich większą widoczność od skóry. Algorytm testowany był na zdjęciach wykonanych w bliskiej podczerwieni. Uzyskane wyniki pokazały skuteczność tego algorytmu, który jest elementem całego systemu wykorzystującego naczynia krwionośne dłoni oraz przedramienia do weryfikacji i identyfikacji użytkowników.