

BINARIZATION OF THE MICROPHOTOGRAPHY IMAGES OF PORCINE OOCYTES IN THE PROCESS OF NEURAL IMAGE ANALYSIS

Summary

The aim of this study was to analyze the possibilities of the acquisition of information from images of porcine oocytes using binarization. Also attention was paid to the main problem of this processing, which is the selection of an adequate threshold. In this study summarizes the effects of binarization for the analyzed images using different methods of selecting thresholds. Purposefulness of using this method in the test images was verified, as well as the conditions for application of the adequate parameters of binarization.

BINARYZACJA OBRAZÓW MIKROFOTOGRAFICZNYCH OOCYTÓW ŚWINI DOMOWEJ W PROCESIE NEURONOWEJ ANALIZY OBRAZU

Streszczenie

Celem pracy było zbadanie możliwości pozyskiwania informacji z obrazów przedstawiających oocyty świni domowej z wykorzystaniem procesu binaryzacji, w celu tworzenia zbiorów uczących, niezbędnych do generowania modeli neuronowych. Zwrócono uwagę na główny problem związany z stosowaniem tego przetwarzania, jakim jest dobór odpowiedniego progów. W niniejszym opracowaniu zestawiono efekty zastosowania binaryzacji dla analizowanych zdjęć z wykorzystaniem różnych metod doboru progów. Zweryfikowano celowość używania tej metody w badanych obrazach, jak również przesłanki do stosowania odpowiednich parametrów binaryzacji.

1. Wstęp

Proces prawidłowej segmentacji obszarów ma kluczowe znaczenie w neuronowej analizie obrazów. Najpopularniejszą metodą wydzielenia obszarów, spełniających kryterium jednorodności, jest binaryzacja. Efekt jej zastosowania implikuje ostateczny wynik analizy, dlatego prawidłowe jej przeprowadzenie jest kluczowe dla osiągnięcia wartościowych wyników. Nie istnieje rozwiązanie uniwersalne (dla wszystkich obrazów), dlatego dla konkretnych zagadnień metodę oraz jej parametry dobiera się doświadczalnie [1]. Wykorzystanie neuronowej analizy obrazu skłania do poszukiwań sposobów wyboru progów binaryzacji, realizowanych automatycznie. Ma to na celu uzyskanie reprezentatywnego zbioru danych empirycznych, występujących w formie właściwej dla ich prezentacji tworzonej sztucznej sieci neuronowej w trakcie jej procesu uczenia [2].

Binaryzacja polega na redukcji zbędnej, często nadmiarowej informacji, zakodowanej w obrazie cyfrowym i pozostawieniu informacji istotnej ze względu na dalsze przetwarzanie. Dzieje się to poprzez konwersję obrazu kolorowego (lub monochromatycznego) do postaci binarnej (dwupoziomowej). Zabieg ten upraszcza działanie algorytmów rozpoznawania, co tym samym wpływa na redukcję czasu niezbędnego dla całego procesu analizy obrazu. Binarizacja realizowana jest przez progowanie (*thresholding*). Proces ten polega na ustaleniu wartości progowej (*threshold*), która determinuje klasyfikację pikseli obrazu należących do szukanego obiektu oraz do tła. Zazwyczaj pikselom obiektu nadaje się wartość minimalną (równą 0), natomiast pikselom tła wartość maksymalną (równą 255). W analizowanym obrazie punkty $f(i, j) \geq t$ stanowią punkty obiektu,

natomiast $f(i, j) < t$ są punktami należącymi do tła. Taką transformację obrazu źródłowego na obraz binarny można opisać wzorem (1):

$$f'(i, j) = \begin{cases} 0 & \text{dla } f(i, j) < t \\ 1 & \text{dla } f(i, j) \geq t \end{cases}, \quad (1)$$

gdzie:

$f(i, j)$ - jasność punktu w obrazie źródłowym,

$f'(i, j)$ - wartość odpowiedniego punktu w obrazie wynikowym,

t - próg binaryzacji.

Wykorzystanie większej liczby progów jest możliwe w progowaniu wielokryterialnym (*multithresholding*). Takie podejście pozwala na wydzielenie większej liczby klas obiektów w obrazie i można opisać je następującym wzorem (2):

$$f'(i, j) = \begin{cases} 0 & \text{dla } f(i, j) \leq t_1 \\ 1 & \text{dla } t_1 < f(i, j) \leq t_2 \\ 0 & \text{dla } f(i, j) > t_2 \end{cases}, \quad (2)$$

gdzie:

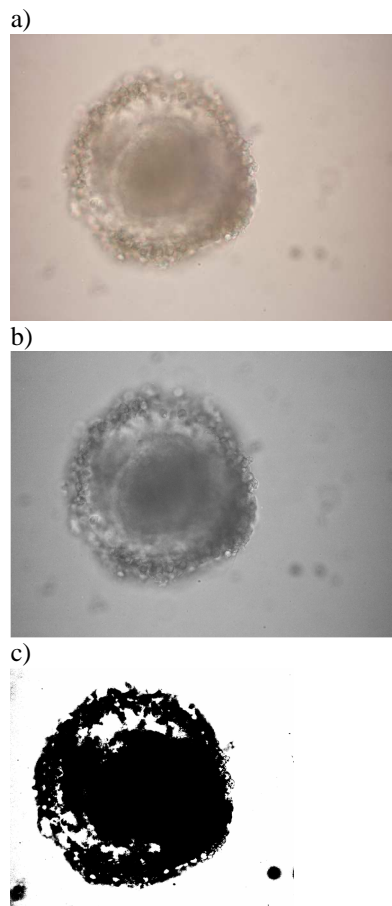
$f(i, j)$ - jasność punktu w obrazie źródłowym,

$f'(i, j)$ - wartość odpowiedniego punktu w obrazie wynikowym,

t_1, t_2 - progi binaryzacji, $t_1 < t_2$.

Obraz kolorowy (rys. 1a) jest mieszaniną kolorów bazowych np. model RGB (*Red* – czerwony, *Green* – zielony, *Blue* – niebieski), model CMYK (*Cyan*, *Magenta*, *Yellow*, *Key*), model HSV (*Hue* – barwa, *Saturation* – nasycenie

nie, *Value* – wartość). Obraz monochromatyczny (rys. 1b) zawiera informacje o jasności, jednak jest pozbawiony informacji o kolorze, które charakteryzują obraz kolorowy. Obraz binarny natomiast należy do najprostszego typu obrazu. Ma na celu dostarczenie informacji dotyczących kształtów lub zarysów obszaru zainteresowania. Zapisywany jest przy wykorzystaniu dwóch wartości: biały, czarny lub 1 i 0 (nie zawiera odcieni pośrednich). Przykład takiego obrazu zaprezentowano na rys. 1c.



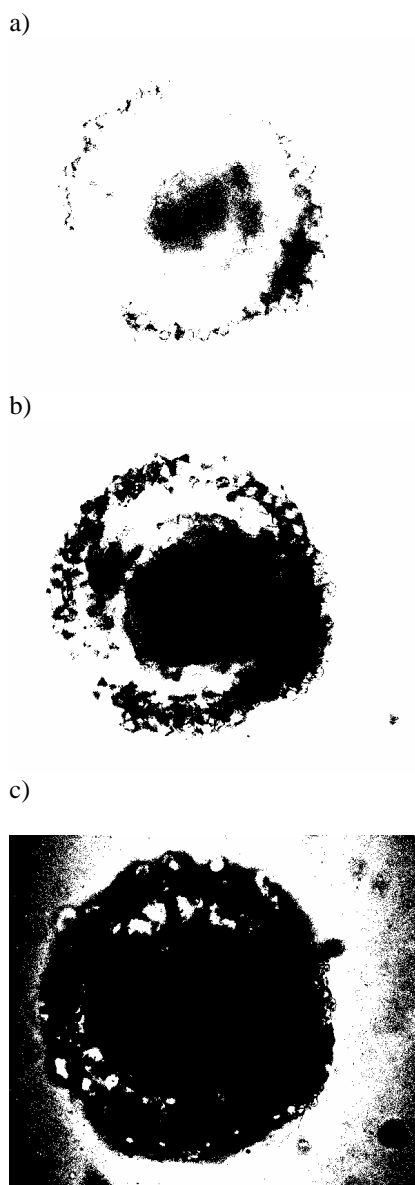
Rys. 1. a) Obraz kolorowy oocyty świni domowej (źródło: Katedra Weterynarii Wydziału Hodowli i Biologii Zwierząt UP), b) obraz monochromatyczny oocyty świni domowej, c) obraz binarny oocyty świni domowej

Fig. 1. a) Colored image of porcine oocytes (source: Katedra Weterynarii Wydziału Hodowli i Biologii Zwierząt UP), b) monochrome image of porcine oocytes, c) binary image of porcine oocytes

2. Dobór progów binaryzacji obrazów mikrofotograficznych oocytów świni domowej

Zasadniczym problemem w stosowaniu operacji binaryzacji jest dobranie właściwego progu binaryzacji, odpowiedniego dla analizowanego problemu, co jest spowodowane różnicą jasności poszczególnych obrazów, jak również niejednokrotną jasnością tła [4]. Przy rozmaicie dobranych progach wyniki przetwarzania mogą być diametralnie różne (bardzo często niemiernodajne).

Przykłady zastosowania przypadkowo dobranych progów binaryzacji przedstawia rys. 2 z następującymi wartościami progów: 98, 128, 166.



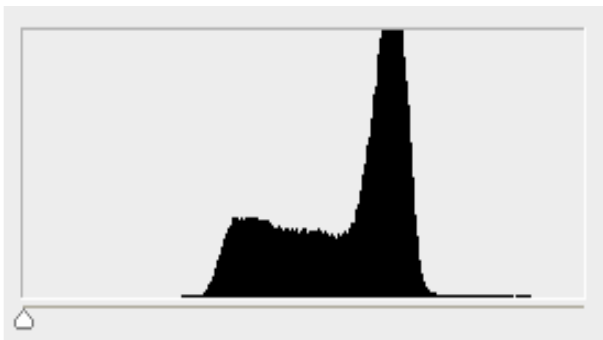
Rys. 2. Obrazy binarne oocyty świni domowej z przypadkowo dobranymi progami o wartościach: a) 98, b) 128, c) 166

Fig. 2. Binary images of porcine oocytes with accidentally selected thresholds with values: a) 98, b) 128, c) 166

W celu wyznaczenia odpowiedniego progu binaryzacji wykorzystać można m.in. następujące metody:

1. Ręczny dobór progu – metoda ta umożliwi dobór wartości progowej dla każdego zdjęcia z osobna. Wymaga od użytkownika wiedzy z zakresu analizy obrazu i podejmowanej tematyki. Efekt progowania będzie podatny na błędy wynikające z subiektywnej interpretacji użytkownika. Przy wykorzystaniu neuronowej analizy obrazu jest to metoda mało efektywna z uwagi na mnogość przypadków, poddawanych analizie.

2. Analiza histogramu – może przebiegać w sposób ręczny (użytkownik wybiera próg binaryzacji na podstawie wyglądu histogramu obrazu źródłowego) lub automatyczny (analiza histogramu dokonywana jest przez odpowiednią aplikację). Dla badanego obrazu oocyty histogram prezentuje się następująco (rys. 3):



Rys. 3. Histogram dla analizowanego obrazu oocytu świni domowej

Fig. 3. Histogram for the analyzed image of porcine oocyte

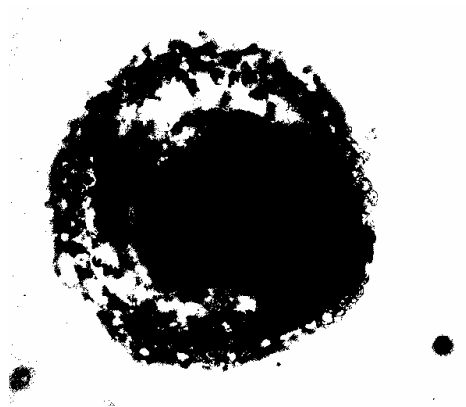
Automatyczne wyszukanie progu na podstawie analizy histogramu oocytu realizowane jest z wykorzystaniem właściwego algorytmu. Oblicza on wartość progu w oparciu o zliczenie średniej wartości czerni poniżej przyjętego początkowego progu (t_{cz}) oraz średniej wartości bieli powyżej przyjętego początkowego progu (t_b). Nowa wartość progu t wyznaczana jest wg wzoru $t = (t_{cz} + t_b) / 2$. Powyższe czynności powtarzane są dopóki wartość t przestanie się zmieniać [3]. Wykorzystanie powyższej metody dla analizowanego zdjęcia oocytu pozwoliło na wyznaczenie progu binaryzacji o wartości 138. Efekt tak przyjętego progu przedstawiono na rys. 4.



Rys. 4. Obraz binarny z automatycznie wyszukanym progiem o wartości 138; metoda: analiza histogramu

Fig. 4. Binary image with automatically selected threshold value of 138; method: histogram analysis

3. Automatyczne wyszukanie progu – może być również zrealizowane przy wykorzystaniu statystyki obrazu. Metoda bazuje na wyznaczeniu gradientu jasności dla każdego punktu obrazu [3]. Wynik działania danej metody zaprezentowano na rys. 5.



Rys. 5. Obraz binarny z automatycznie wyszukanym progiem o wartości 145; metoda: wykorzystanie statystyk obrazu

Fig. 5. Binary image with automatically selected threshold value of 145; method: use of statistics image

3. Podsumowanie

Prawidłowe przeprowadzenie procesu progowania uwarunkowane jest przeprowadzeniem analizy parametrów binaryzacji oraz wyborem adekwatnej metody, z osobna dla każdego badanego problemu. Nie istnieją uniwersalne metody, trafne i efektywne dla wszystkich problematyk. Podejmowane zagadnienie wymaga przeprowadzenia doświadczeń, mających na celu weryfikację poprawności przyjętych warunków procesu progowania. Wykonane analizy cyfrowego obrazu oocytu świni domowej wskazują na prawidłowe wykorzystanie metod automatycznego wyboru progu binaryzacji, zarówno przy wykorzystaniu analizy histogramu, jak również na podstawie wybranych statystyk obrazu. Poprawna identyfikacja kształtu oocytu, w oparciu o informację zakodowaną w postaci graficznej, sugeruje celowość zastosowania proponowanej metody. Wskazuje również na istnienie dwóch separowalnych klas obiektów prezentowanych na cyfrowym obrazie: komórki oocytu oraz tła, co umożliwi realizację transformacji (na obraz binarny) każdego piksela mikrofotografii.

4. Literatura

- [1] Bieniecki W., Grabowski S.: Wybrane zagadnienia przetwarzania i analizy obrazów mikroskopowych w diagnostyce medycznej. Politechnika Łódzka, Katedra Informatyki Stosowanej. http://wbieniec.kis.p.lodz.pl/research/files/05_X_lat_kis.pdf
- [2] Boniecki P.: Elementy modelowania neuronowego w rolnictwie. Poznań: WUP, 2008.
- [3] Kaczmarzyk T.: Metody progowania globalnego. Uniwersytet Śląski w Katowicach, 2004.
- [4] Kapica J., Makarski P.: Wykorzystanie instrumentów wirtualnych do określania stopnia zanieczyszczenia mikrobiologicznego ciekłych produktów spożywczych. Inżynieria Rolnicza, 2009, 9(118).