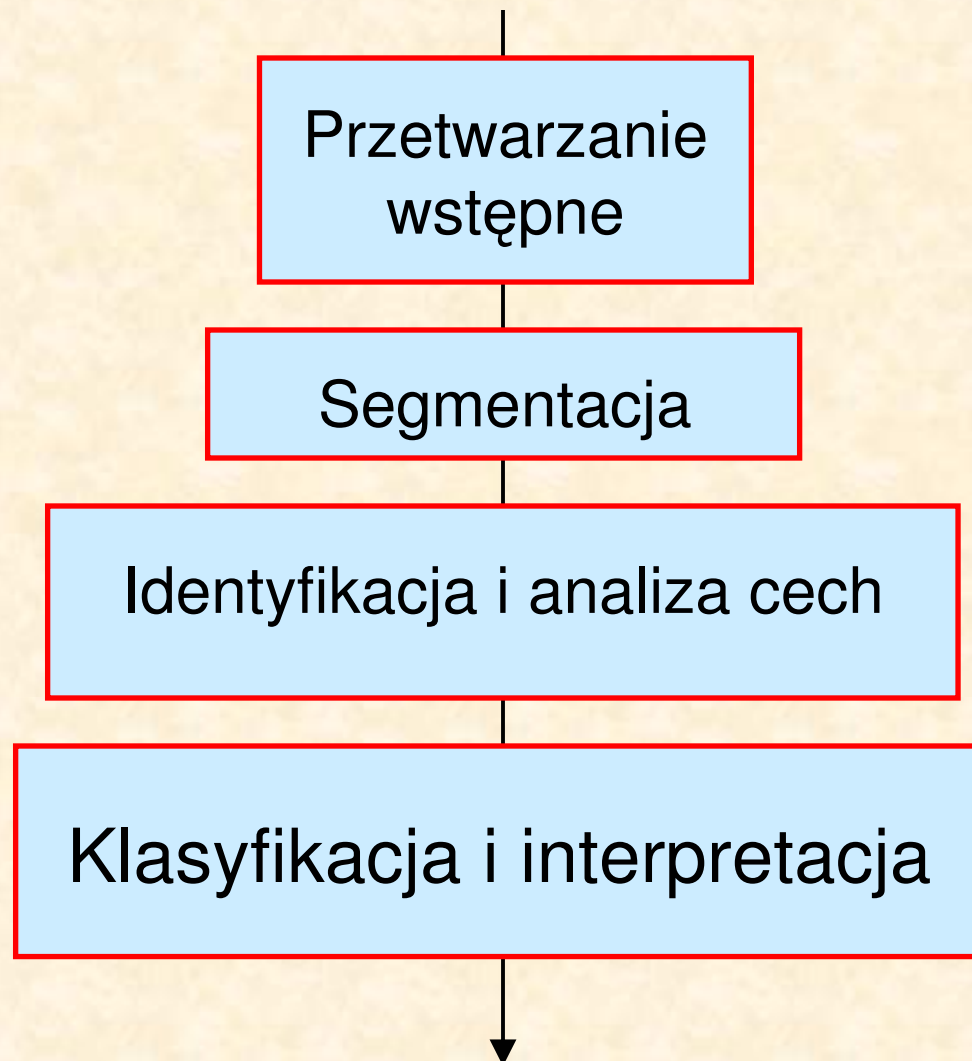


ANALIZA OBRAZU

Analiza obrazu (*ang. image analysis, scene analysis, image description, image understanding, pattern recognition, machine/computer vision*) dotyczy metod wydobywania danych (informacji) z obrazów.

W odróżnieniu od metod **poprawy jakości obrazu, restauracji obrazów, kodowania obrazów**, wynikiem analizy obrazów jest nie obraz a dane w postaci numerycznej lub symbolicznej.

Etapy przetwarzania i analizy obrazów



Przykłady zastosowań systemów analizy obrazu

⇒ **rozpoznawanie znaków (OCR)**

- sortowanie przesyłek pocztowych, czytanie etykiet, rozpoznawanie tekstu,

⇒ **diagnostyka obrazowa**

- analiza obrazów biomedycznych (ultrasonograficznych, rentgenograficznych, tomograficznych, MRI)

⇒ **robotyka**

- rozpoznawanie obiektów w scenie 3D, kontrola jakości

⇒ **ekologia, geologia, kartografia**

- prognoza pogody, poszukiwanie złóż mineralnych, monitorowanie zanieczyszczeń, wykonywanie map terenu

⇒ **kryminalistyka, zastosowania militarne**

- rozpoznawanie celów, systemy automatycznego naprowadzania pocisków, rozpoznawanie odcisków palców

Metody analizy obrazów

2

Analiza cech obrazu

Cechy w dziedzinie przestrzennej

Cechy w dziedzinie transformat

Brzegi i kontury

Kształaty

Momenty geometryczne

Tekstury

1

Segmentacja

Progowanie jasności

Segmentacja na podstawie brzegów

Segmentacja na podstawie konturow

Dopasowanie wzornika

Segmentacja tekstur

3

Klasyfikacja

Grupowanie

Statystyczne metody klasyfikacji

Drzewa decyzyjne

Sieci neuronowe

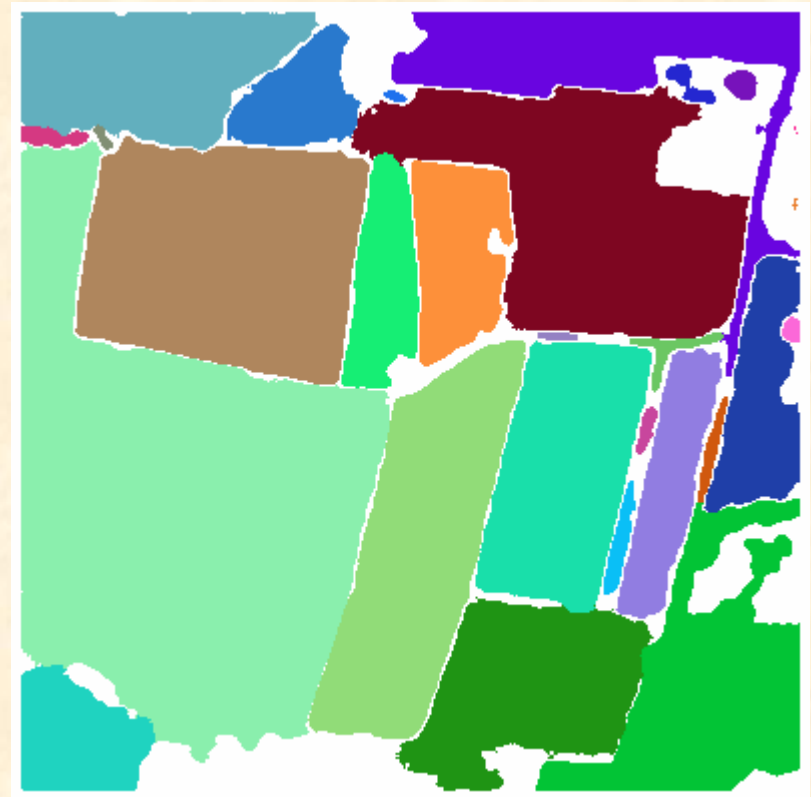
Miary podobieństwa

Segmentacja

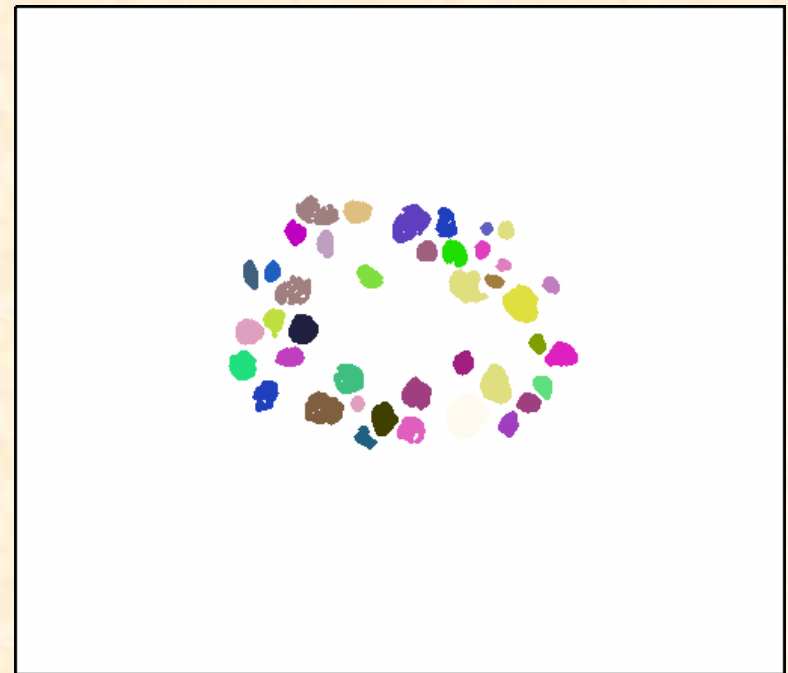
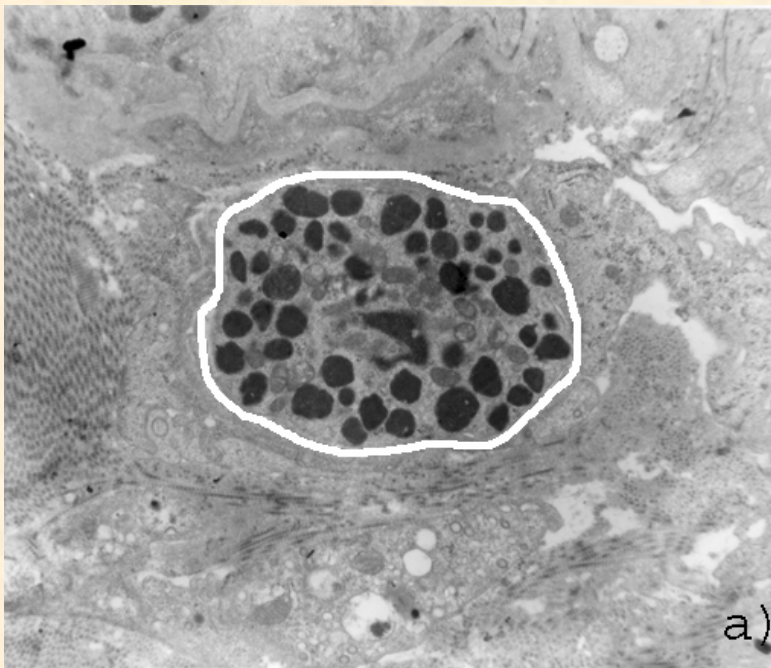
Segmentacja jest podstawowym etapem przetwarzania obrazów. Procedura segmentacji dzieli obraz na rozłączne obszary. W jej wyniku uzyskuje się wyodrębnienie fragmentów obrazu charakteryzujących się szczególnymi cechami (np. jasność, kolor, tekstura), do tła, tj. obszarów nie będących przedmiotem analizy.

Zadaniem procedur segmentacji obrazów jest jedynie podział obrazu na odpowiednie obszary a nie ich rozpoznawanie.

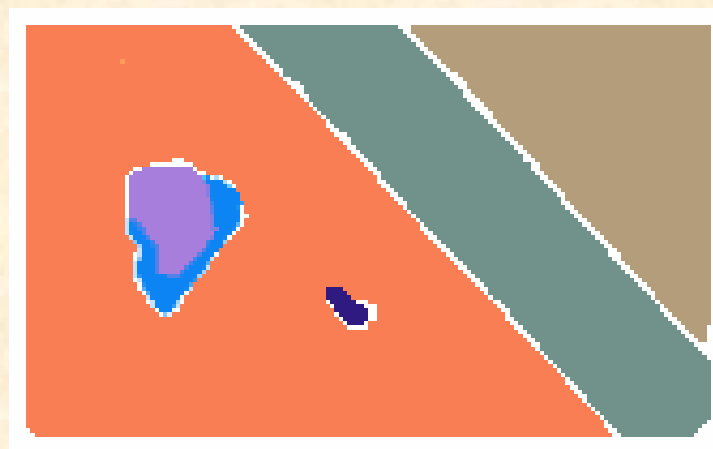
Zdjęcia lotnicze



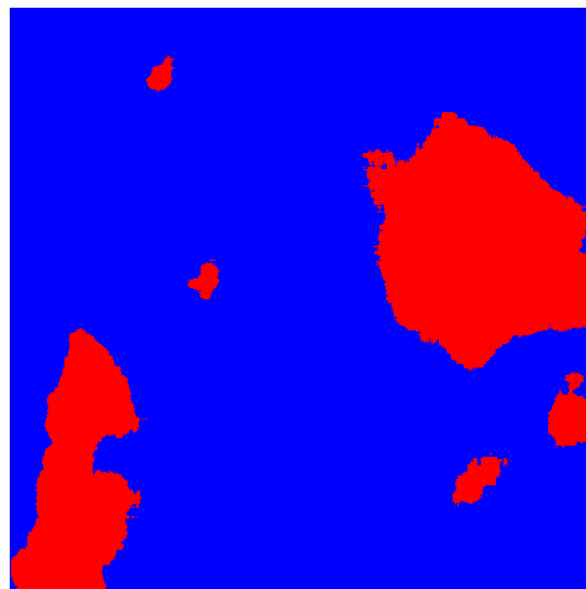
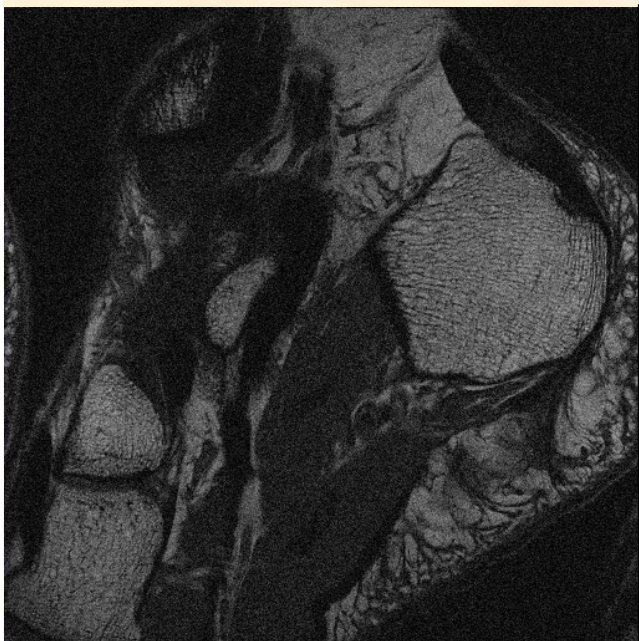
Mikroskopowe zdjęcie komórek



Optyczne zdjęcie wrzodu



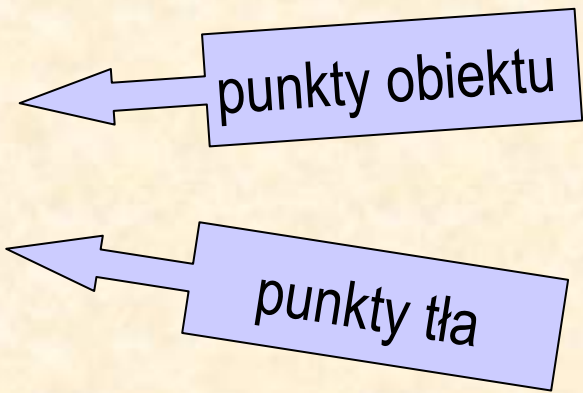
Obraz MRI kości stopy



Progowanie jasności

Segmentacja obrazu przez progowanie jasności jest podstawową metodą segmentacji obrazu.

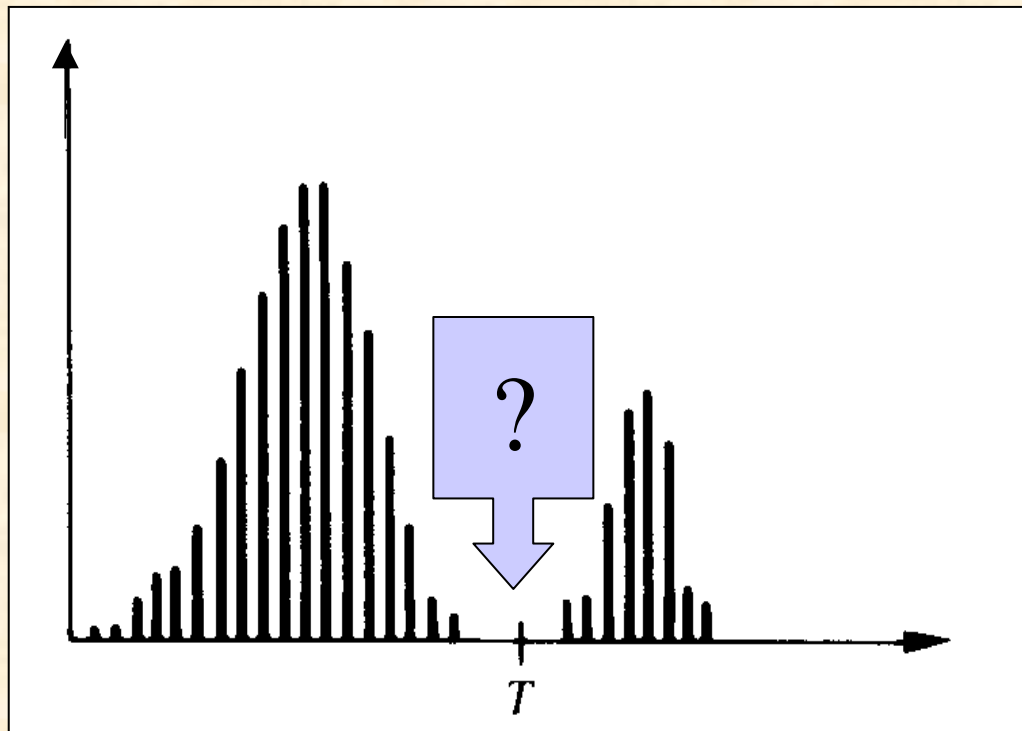
Polega ona na określeniu wartości progowej T (w skali jasności obrazu), która dzieli punkty obrazu na dwie grupy, tj. punkty obrazu dla których $f(x,y) \geq T$ oraz punkty, dla których $f(x,y) < T$. Po operacji progowania otrzymuje się tzw. obraz binarny:

$$g(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{dla } f(x, y) \geq T \\ 0 & \text{dla } f(x, y) < T \end{cases}$$


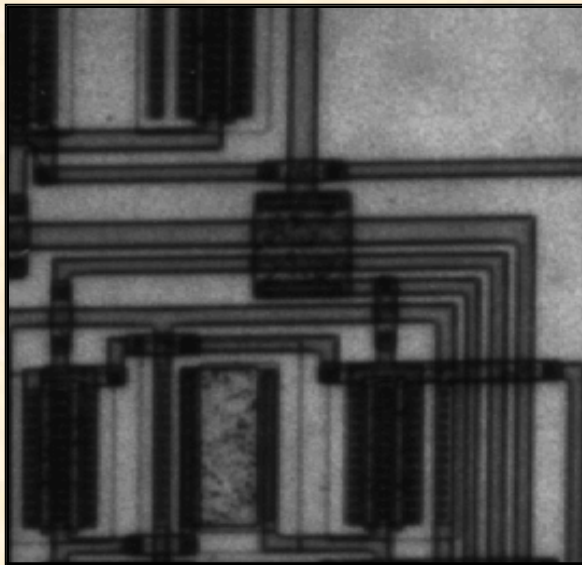
The diagram consists of two light blue rectangular boxes with black outlines, tilted at an angle. The top box contains the text "punkty obiektu" and has a light blue arrow pointing left towards the first case of the piecewise function (1 dla $f(x, y) \geq T$). The bottom box contains the text "punkty tła" and has a light blue arrow pointing left towards the second case of the piecewise function (0 dla $f(x, y) < T$).

Progowanie jasności

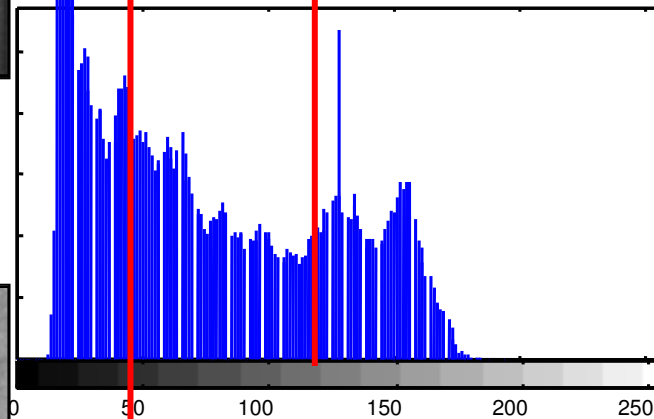
Dla przykładu załóżmy, że obraz $f(x,y)$ zawiera ciemne obiekty umieszczone na jasnym tle. Histogram jasności takiego obrazu pokazuje rysunek (zwróćmy uwagę na dwa wyraźne maksima histogramu reprezentujące rozkład jasności obszarów obiektu i tła).



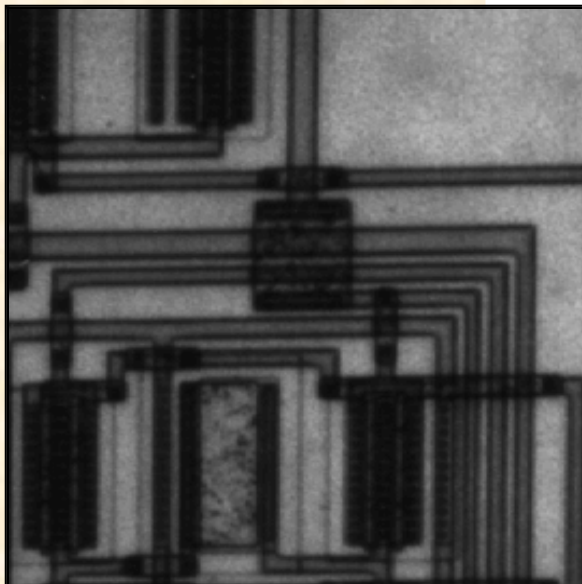
wartość progu
dobiera się najczęściej
na podstawie
histogramu obrazu



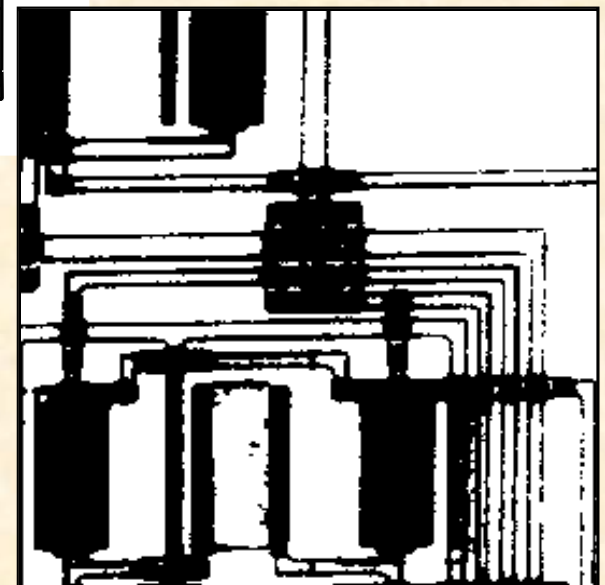
T=128



$$g(x,y) = \begin{cases} 256 & \text{dla } f(x,y) \geq T \\ 0 & \text{dla } f(x,y) < T \end{cases}$$



T=50



Progowanie jasności

DEMO MATLAB

DEMO MATLAB



```
%MATLAB
```

```
x=imread('cameraman.tif'); figure(1), imshow(x);  
bw=im2bw(x,0.5); figure(2), imshow(bw)
```

Progowanie jasności

Gdy wartość progu jest ustalana na podstawie całego obrazu to taki próg jasności nazywamy **globalnym**.

Gdy wartość progu jest zależna od współrzędnych przestrzennych (x,y) obrazu to mówimy, że próg jest ustalany **dynamicznie**.

Ponadto, gdy próg jest zarówno zależny od treści obrazu tj. wartości $f(x,y)$ oraz od pewnej cechy obrazu $p(x,y)$ - np., średniej jasności obrazu w pewnym otoczeniu, to próg jest określany mianem **lokalnego**. Zatem jego wartość jest ustalana na podstawie funkcji:

$$T = T[p(x, y), f(x, y)]$$

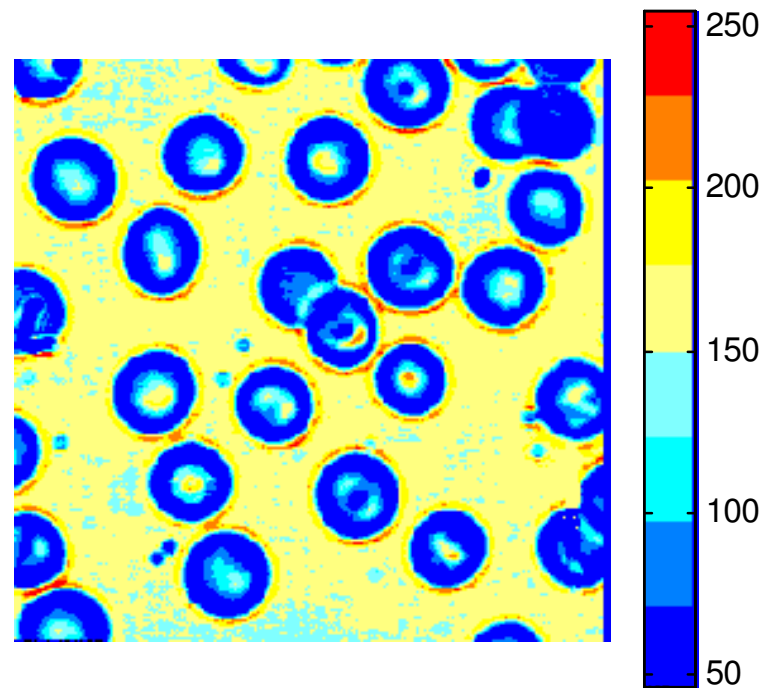
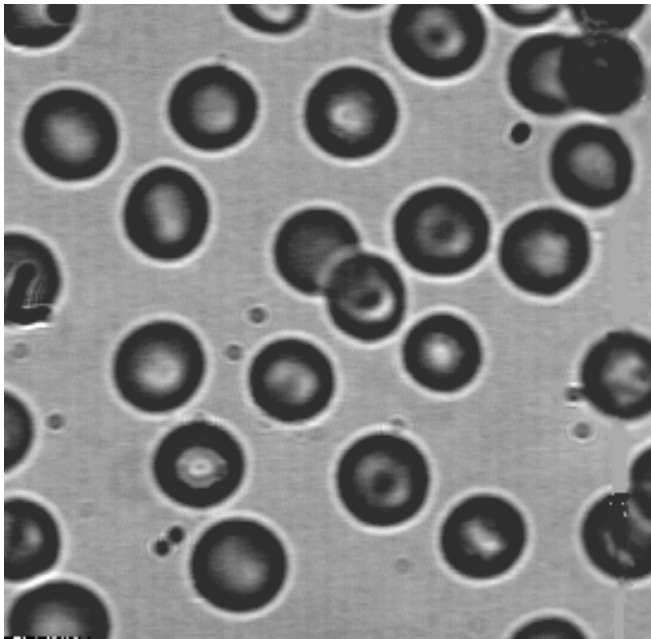
Progowanie jasności

Dla tzw. progowania **wielopoziomowego**, wartości odpowiednich poziomów progowania są elementami wektora: $T = [T_1, T_2, \dots, T_N]$. W wyniku takiego progowania obraz podlega segmentacji na obszary o $N+1$ różnych jasnościach, np. progowanie dwupoziomowe wyznacza trzy takie obszary:

$$R1: \text{gdy } f(x,y) \leq T_1, \quad R2: \text{gdy } T_1 < f(x,y) \leq T_2, \quad R3: \text{gdy } f(x,y) > T_2.$$

Progowanie jasności można uogólnić do **progowania wielowymiarowego**, które może mieć zastosowanie w segmentacji obrazów kolorowych, kodowanych w systemach reprezentacji kolorów RGB lub HSI (*ang. Hue, Saturation, Intensity*). Poszczególne wartości progów można określać na podstawie histogramu trójwymiarowego utworzonego z trzech składowych koloru.

Progowanie wielopoziomowe - przykład

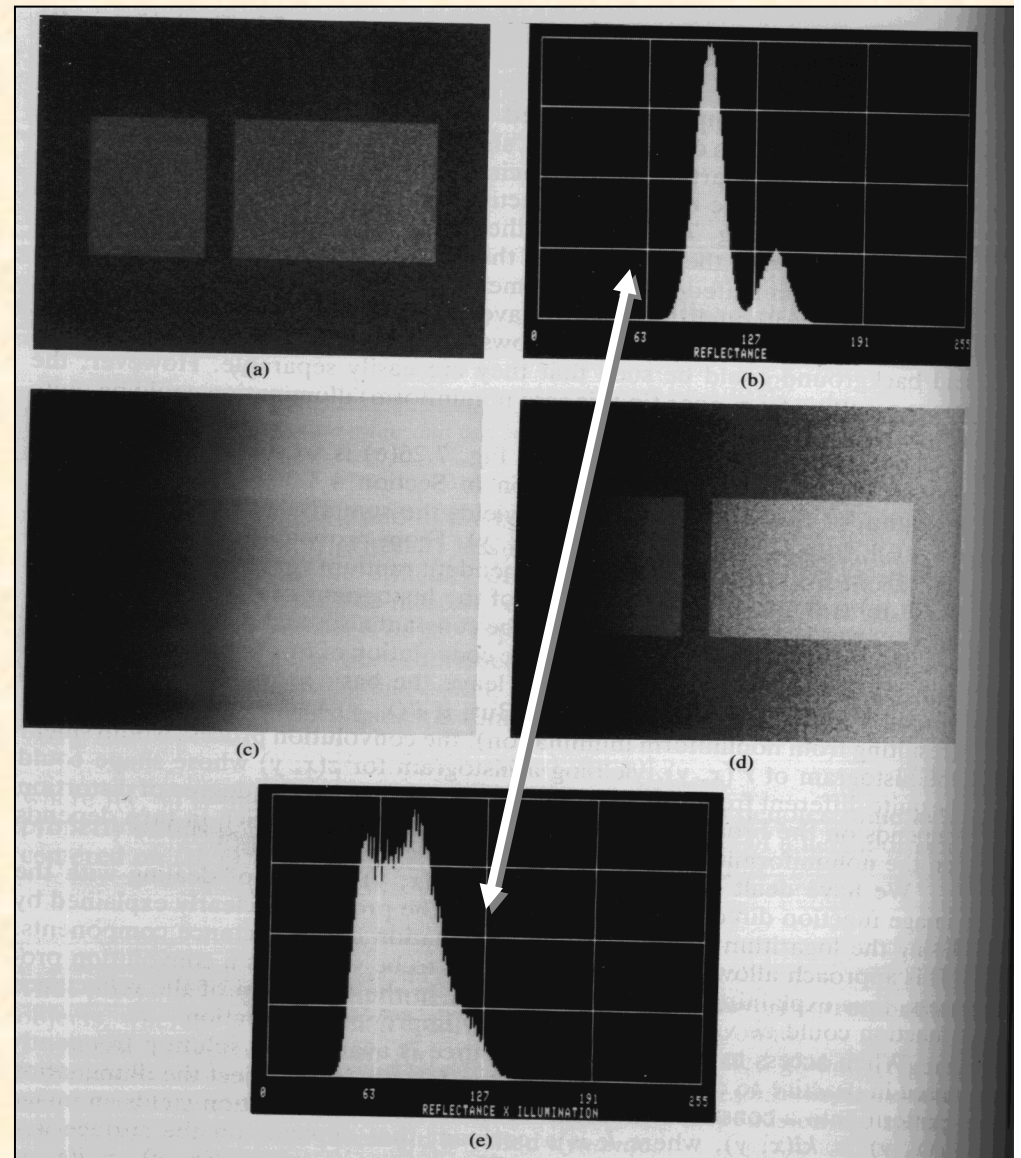


```
x=imread('blood1.tif');  
figure(1), imshow(x);  
figure(2),imshow(x), colormap(jet(16))
```

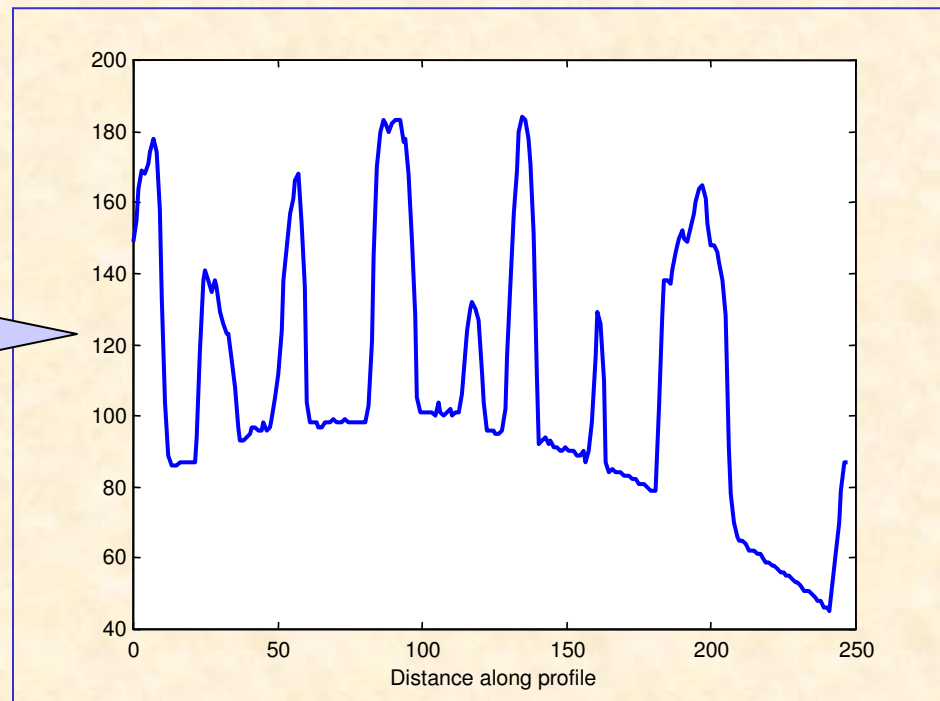
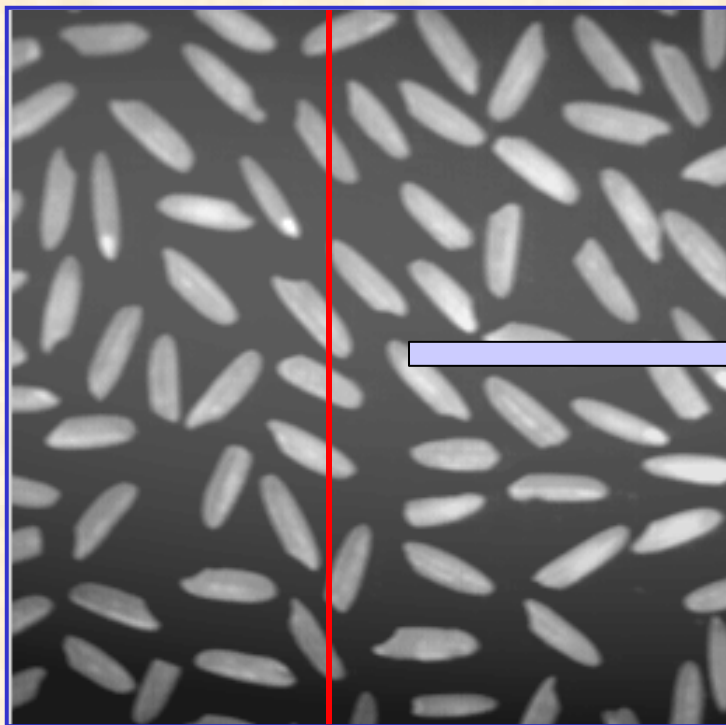
Nierównomierne oświetlenie sceny

równomierne
oświetlenie
sceny

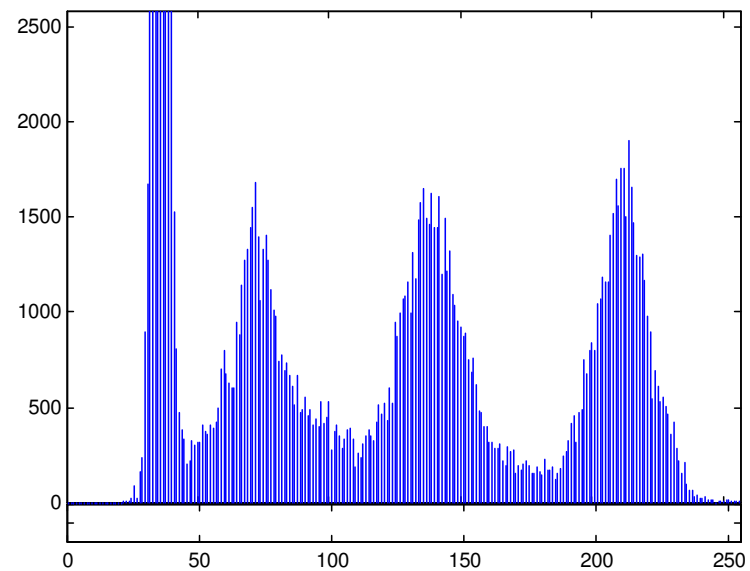
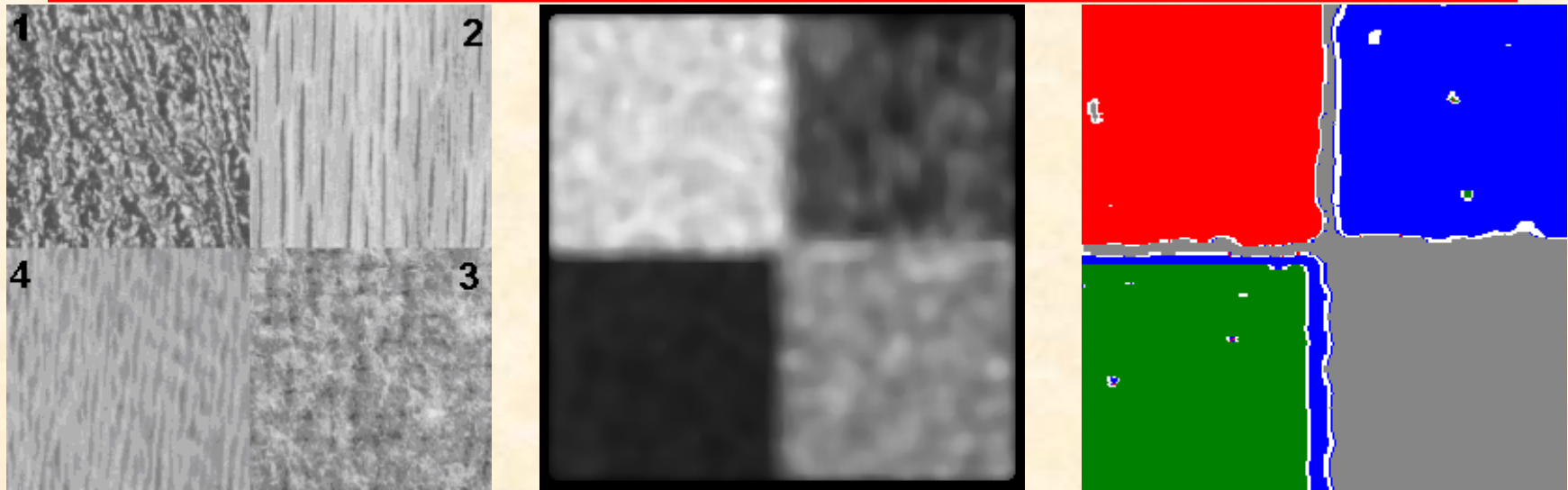
nierównomierne
oświetlenie
sceny



DEMO MATLAB



Tekstury z albumu Brodatza

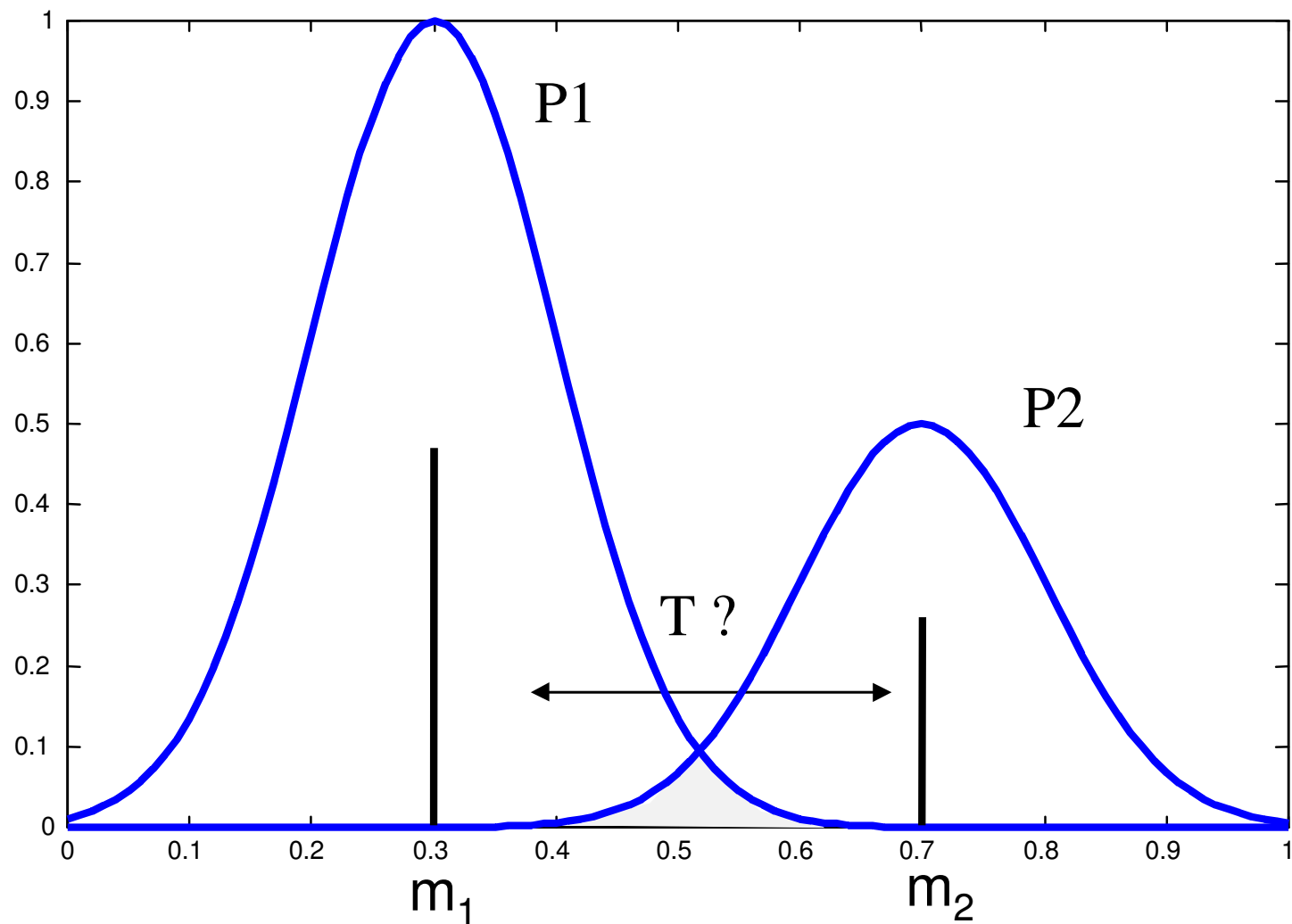


Dobór wartości progu

Niech obraz zawiera obszary o jasnościach skupionych wokół dwóch wartości średnich m_1 (obiekt), m_2 (tło), każde o rozkładzie Gaussowskim $N(0, \sigma)$. Obszary te występują w obrazie w proporcjach P_1 i P_2 przy czym $P_1 + P_2 = 1$.

Należy określić wartość progową T minimalizującą całkowity błąd segmentacji obrazu (tj. liczby punktów obrazu należących do obiektu i zaliczonych do tła (*ang. **false positive***) oraz liczby punktów należących to tła i zaliczonych do obiektu (*ang. **false negative***)).

Progowanie jasności



Dobór wartości progu

Dla równych wariancji rozkładu jasności tła i obiektu wartość progu minimalizująca błąd segmentacji jest postaci:

$$T = \frac{m_1 + m_2}{2} + \frac{\sigma^2}{m_1 - m_2} \ln\left(\frac{P_2}{P_1}\right)$$

Dla $P_1 = P_2$ optymalna wartość progu segmentacji jest równa średniej arytmetycznej ze średnich jasności tła i obiektu.

Dopasowanie wzorca

Jedną ze specjalnych technik segmentacji obrazu jest metoda dopasowania wzornika (*ang. **template matching***). Stosuje się ją w sytuacji, gdy jest znany a priori kształt obiektu podlegającego segmentacji (detekcji).

Metodę bada stopień podobieństwa maski wzornika do kształtu obiektu poszukiwanego w obrazie.

Poszukiwanie obiektu w obrazie o założonym kształcie realizuje się przez wyznaczenie korelacji pomiędzy maską wzornikiem a obrazem.

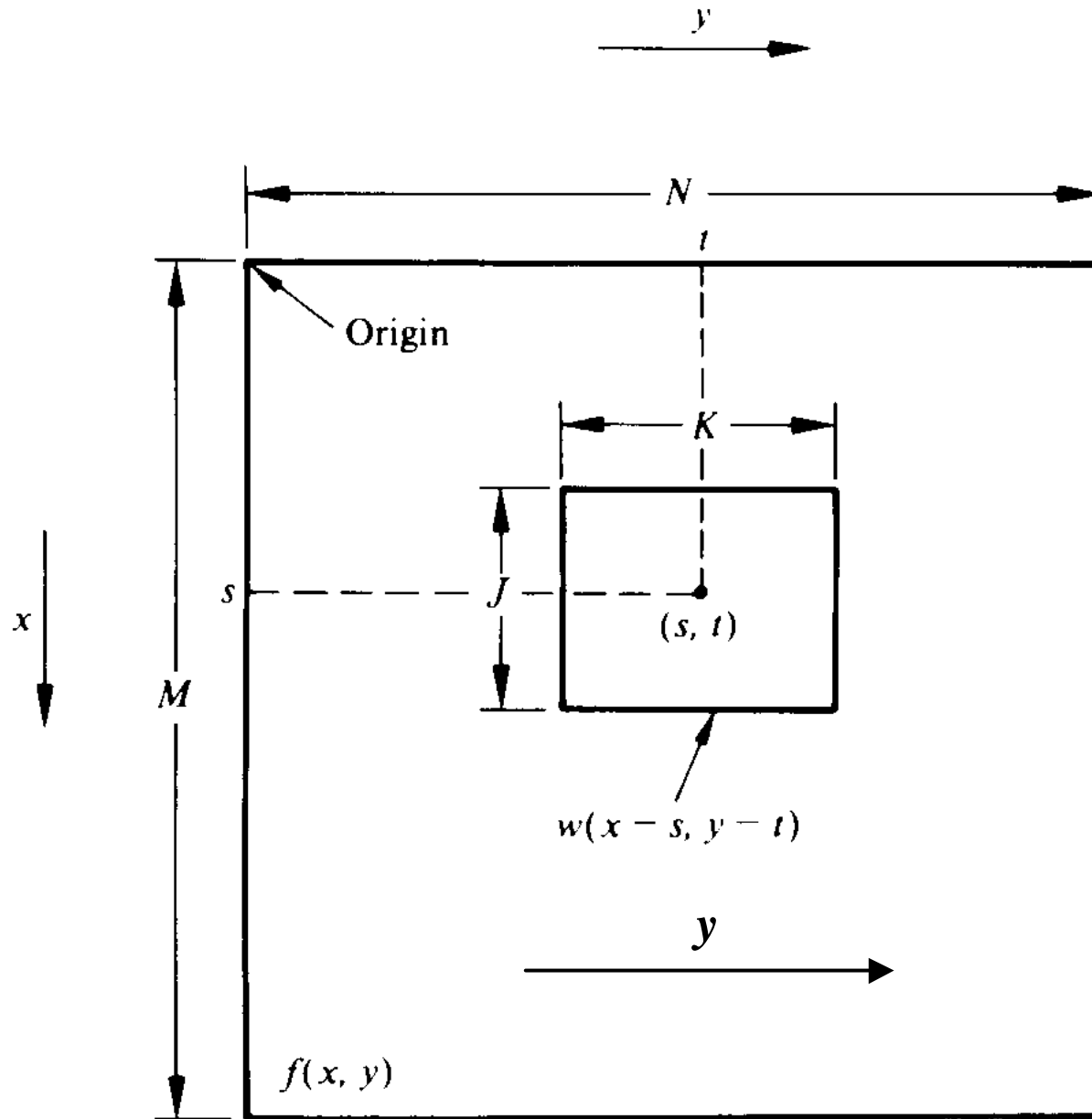
Dopasowanie wzorca

Korelacja maski wzornika $w(x,y)$ o wymiarze $J \times K$ oraz obrazu $f(x,y)$ o wymiarze $M \times N$ jest dany zależnością:

$$c(s,t) = \sum_x \sum_y f(x,y)w(x-s, y-t) \quad \forall (s,t)$$

Maska $w(x,y)$ jest przemieszczana w obrębie obrazu dając w wyniku obraz $c(s,t)$. Maksymalna wartość $c(s,t)$ wskazuje położenie maski $w(x,y)$ w którym wykazuje ona największe podobieństwo do $f(x,y)$.

Dopasowanie wzorca



Dopasowanie wzorca

Funkcja korelacji jest jednak zależna od średnich poziomów jasności obrazu w obrębie maski wzornika.

Lepsze wyniki detekcji uzyskuje się po zastosowaniu współczynnika korelacji:

$$\gamma(s,t) = \frac{\sum_x \sum_y [f(x,y) - \bar{f}(x,y)][w(x-s, y-t) - \bar{w}]}{\left\{ \sum_x \sum_y [f(x,y) - \bar{f}(x,y)]^2 \sum_x \sum_y [w(x-s, y-t) - \bar{w}]^2 \right\}^{1/2}}$$

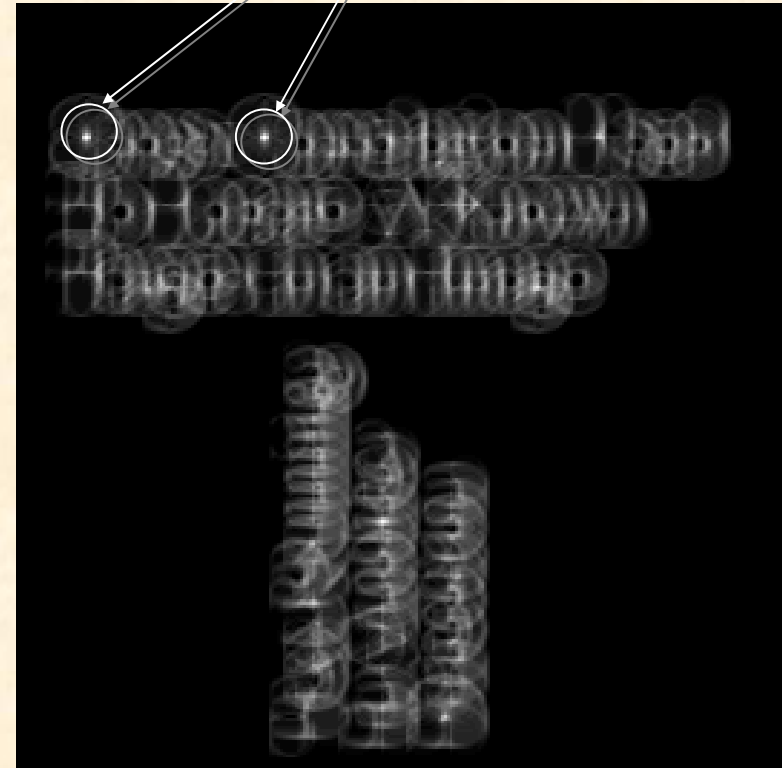
Dopasowanie wzorca

Cross-Correlation Used
To Locate A Known
Target in an Image

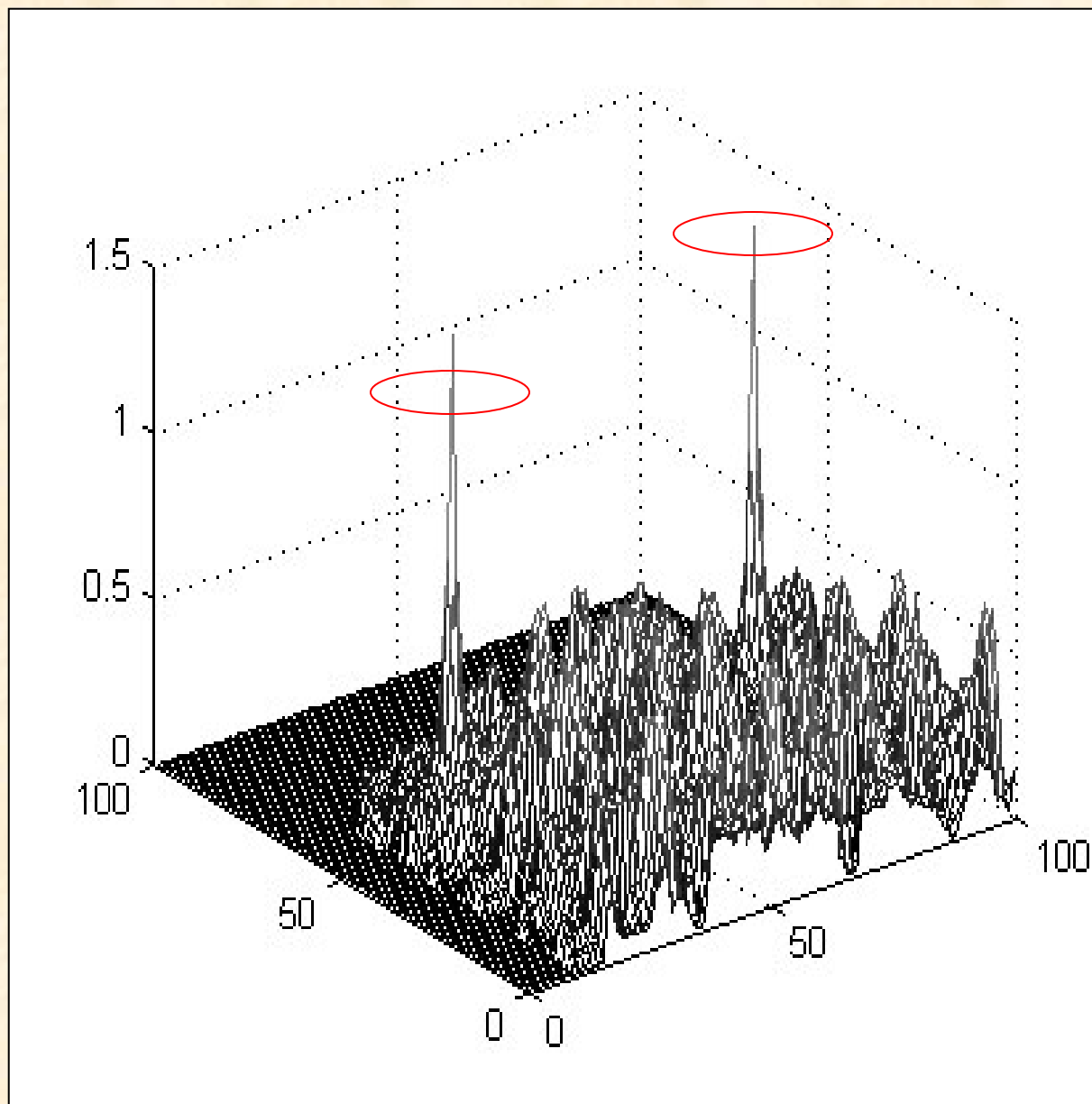
Text Running
In Another
Direction



```
%MATLAB  
%c i x typu double  
z=xcorr2(c,x);  
imshow(z,[ ]);
```

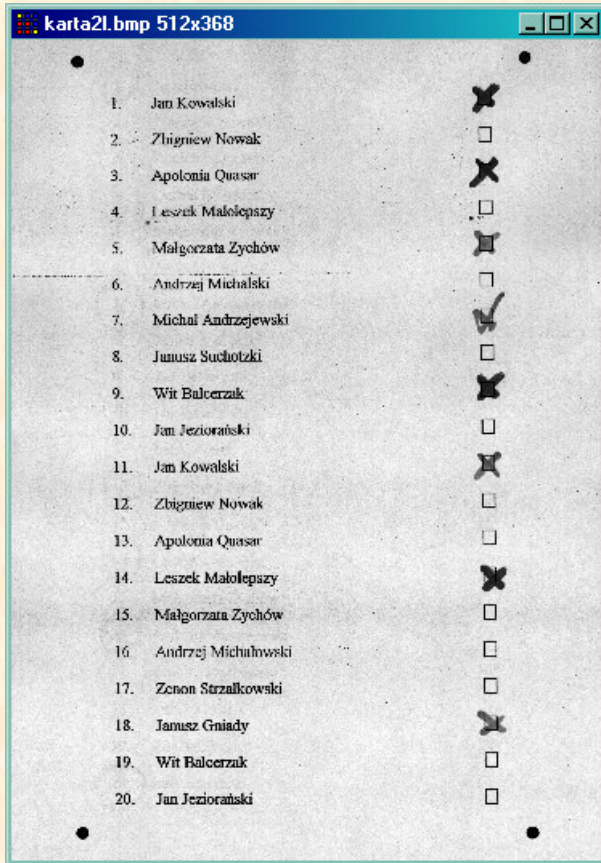


Ilustracja metody dopasowania wzorca. Znak podlegający detekcji to duża litera „C”.



**Dopasowanie
wzorca**

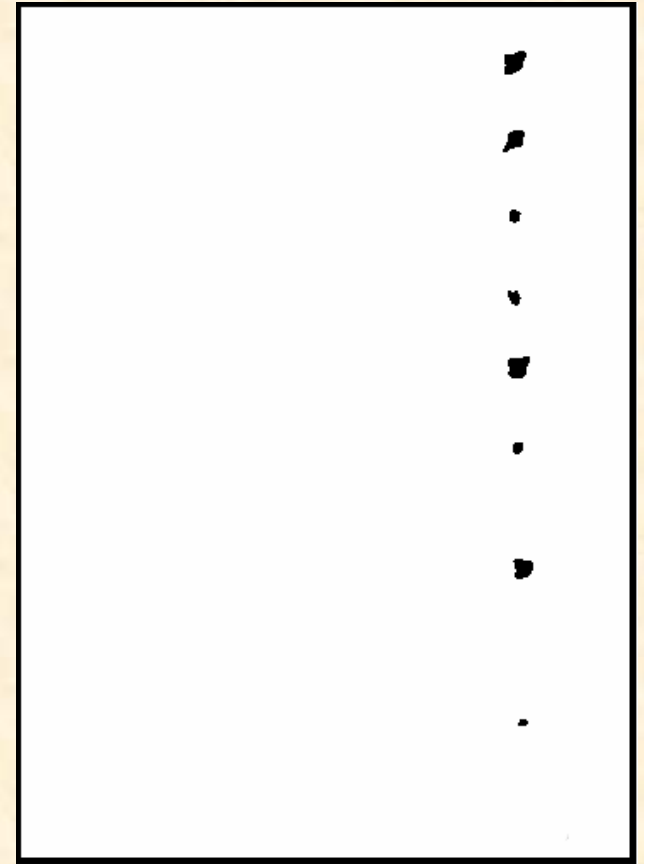
Dopasowanie wzorca - zastosowanie



Karta do głosowania



Wynik korelacji ze
wzorcem „X”



Wynik progowania