

Michał Strzelecki

Metody przetwarzania i analizy obrazów biomedycznych (6)

Zadanie nr 13 – Studia podyplomowe
„Przetwarzanie i analiza obrazów biomedycznych”



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Prezentacja multimedialna
współfinansowana przez Unię Europejską
w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego
w projekcie

*„Innowacyjna dydaktyka bez ograniczeń
– zintegrowany rozwój Politechniki Łódzkiej –
zarządzanie Uczelnią,
nowoczesna oferta edukacyjna
i wzmacniania zdolności do zatrudniania
osób niepełnosprawnych”*



Politechnika Łódzka
Instytut Elektroniki

90-924 Łódź, ul. Żeromskiego 116,
tel. 042 631 28 83
www.kapitalludzki.p.lodz.pl



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Prezentacja multimedialna współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Analiza obrazów - segmentacja

- Na czym polega analiza i segmentacja obrazów?
- Przykłady segmentacji
- Wybrane metody segmentacji
 - progowanie (różne odmiany)
 - metody segmentacji obszarowej
 - dopasowanie wzorca
 - metody gradientowe
 - sieci neuronowe
 - metoda level set
- Zastosowania dla obrazów biomedycznych





Dopasowanie wzorca

Metodę tę stosuje się w sytuacji, gdy jest znany a priori kształt obiektu, który chcemy znaleźć (wykryć) w obrazie.

Poszukiwanie obiektu w obrazie realizuje się przez wyznaczenie korelacji pomiędzy wzorcem (opisanym maską) a obrazem.

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

Maska $w(x, y)$ jest przemieszczana w obrębie obrazu dając w wyniku obraz $c(s, t)$, jak w przypadku filtracji liniowej. Maksymalne wartości $c(s, t)$ wskazują miejsca w obrazie najbardziej podobne do wzorca.





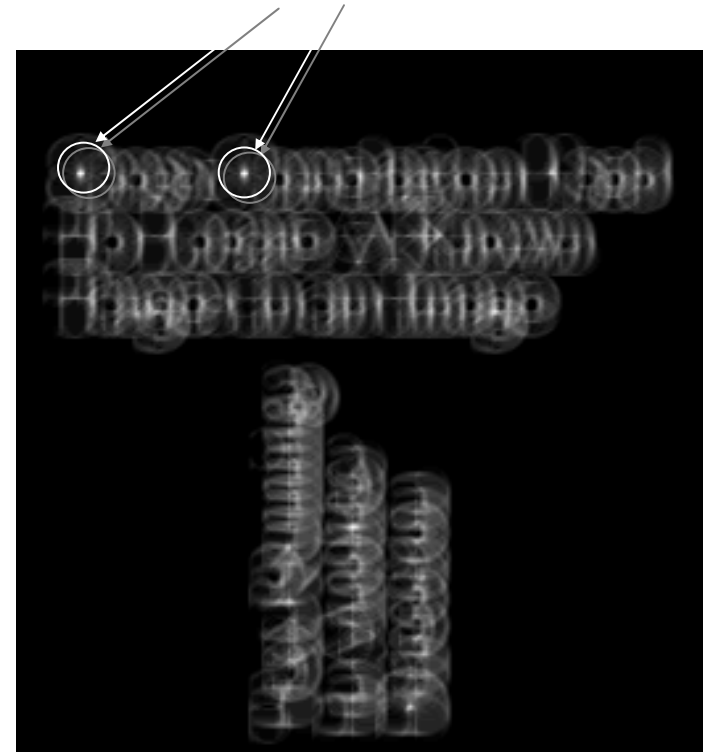
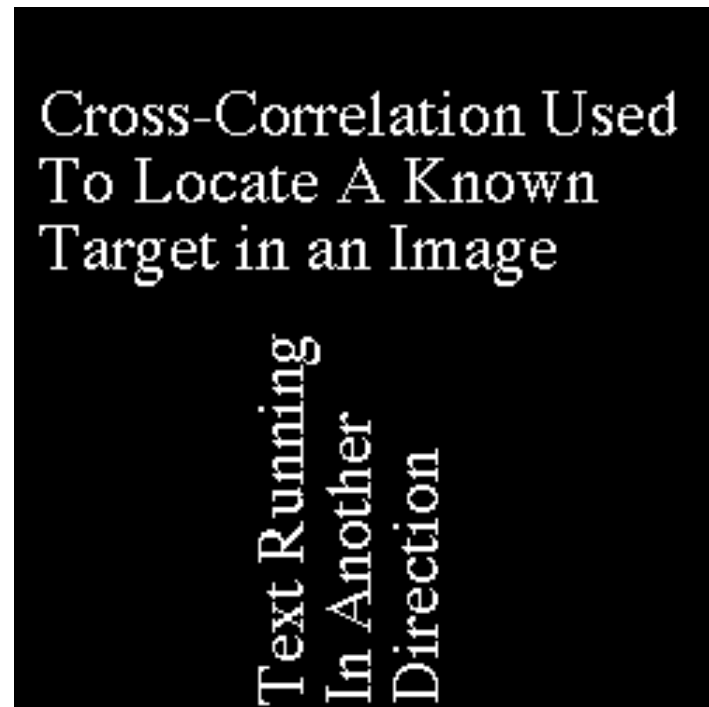
Dopasowanie wzorca



Zamiast funkcji korelacji stosuje się współczynnik korelacji (niezależny od średniej jasności obrazu)

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

Dopasowanie wzorca

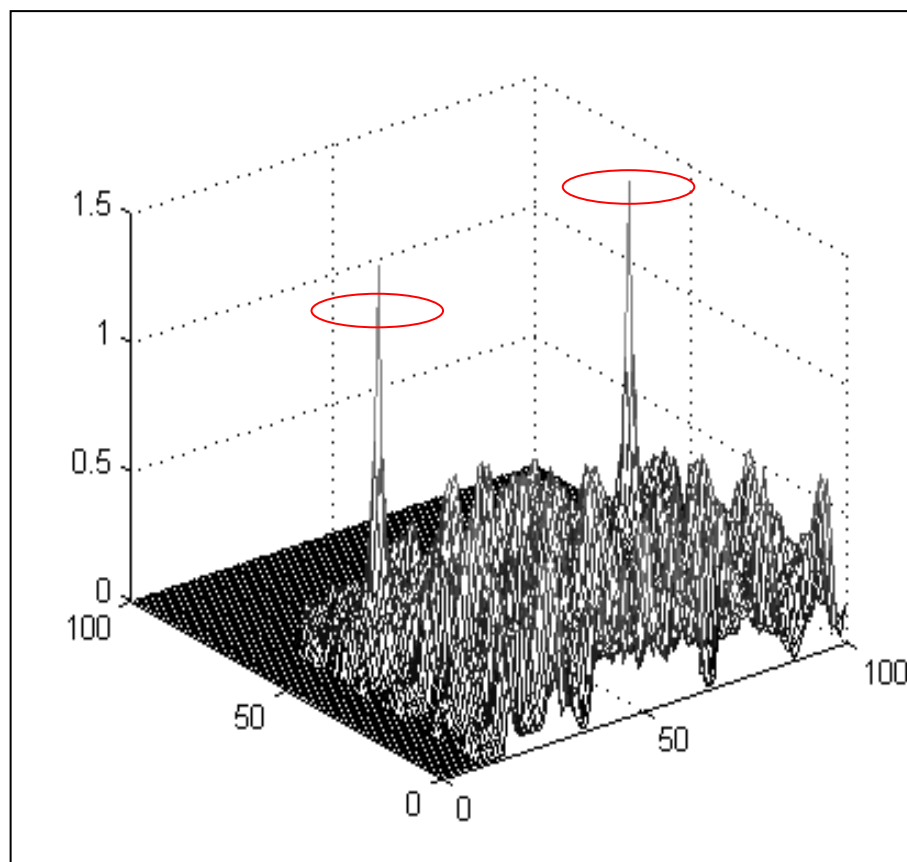


```
%MATLAB  
z=xcorr2(c,x);  
imshow(z,[ ]);
```

Znak podlegający detekcji
to duża litera „C”



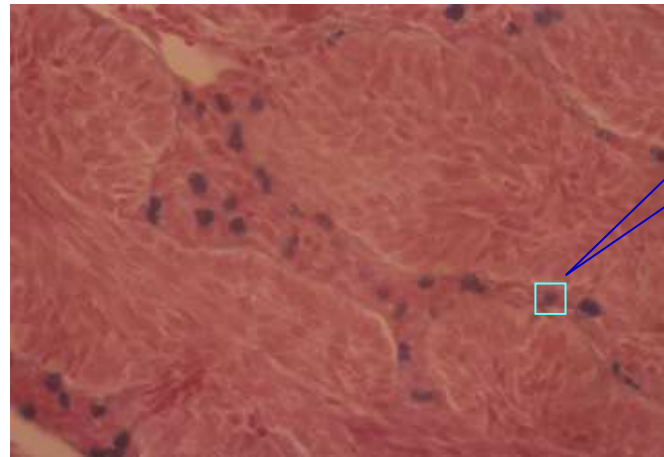
Dopasowanie wzorca



Fragment funkcji korelacji
– zaznaczone maksima
($z > 0.9$) wskazujące
położenie litery „C”



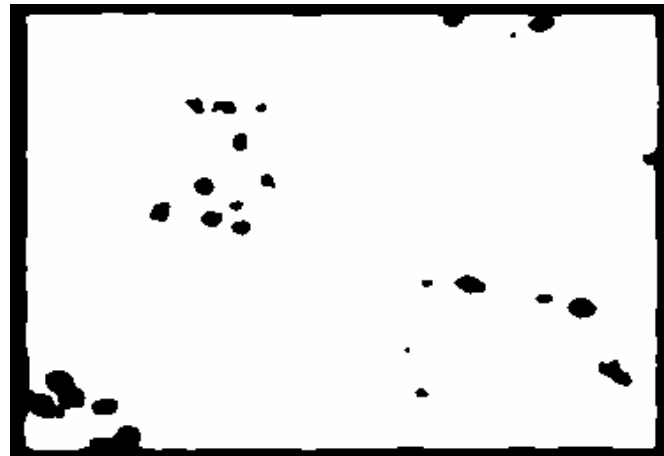
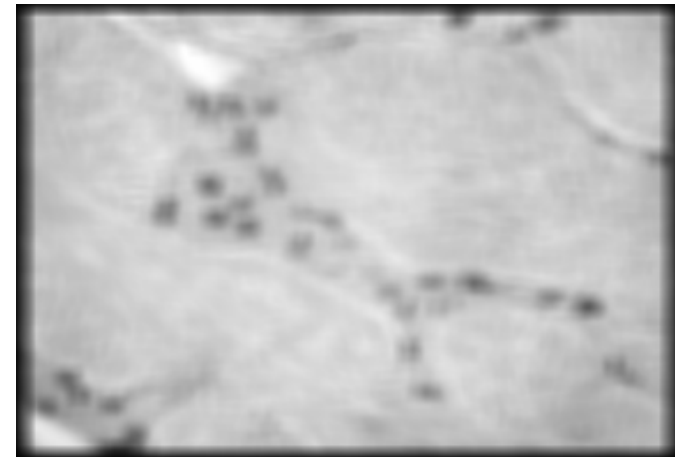
Dopasowanie wzorca



wzorzec
(maska)

komórki
skóry

funkcja
korelacji



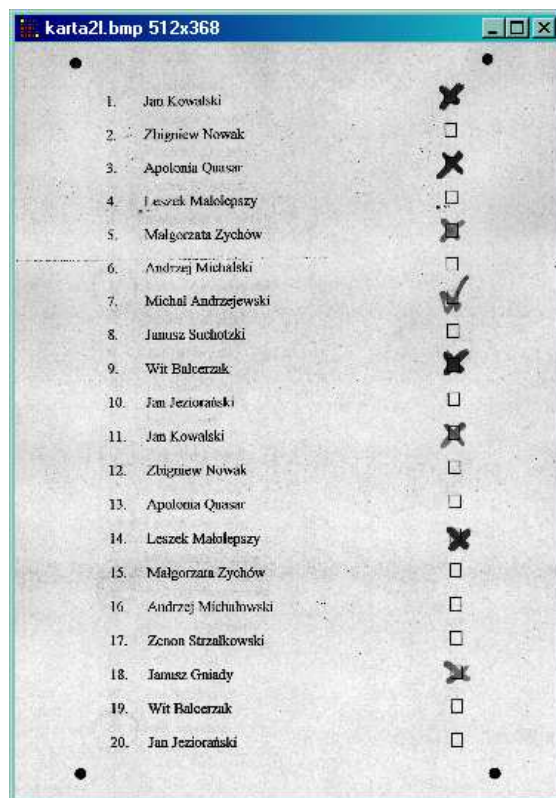
progowanie
funkcji
korelacji

progowanie
składowej R
obrazu
źródłowego

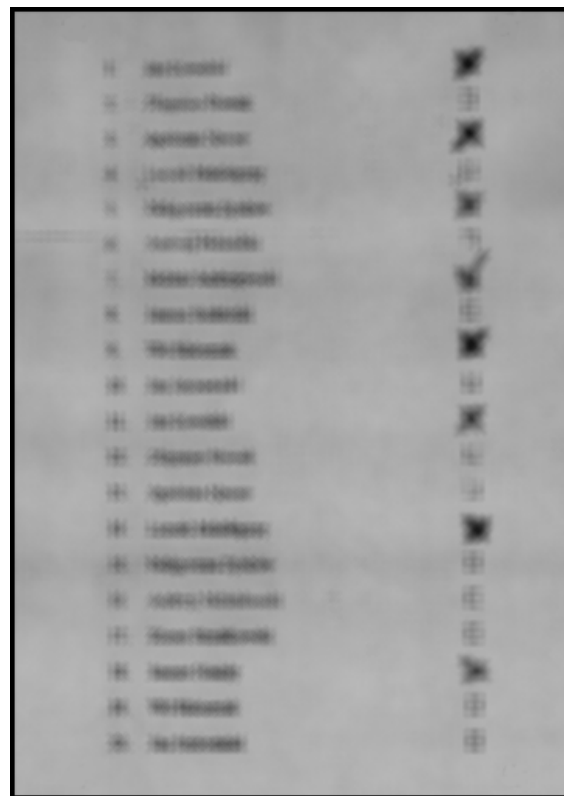




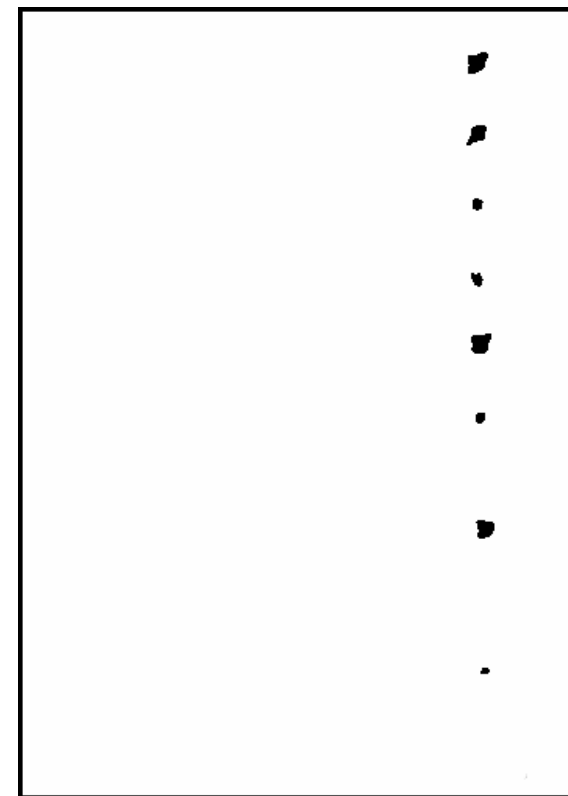
Dopasowanie wzorca



Karta do głosowania



Wynik korelacji ze wzorcem „X”



Wynik progowania

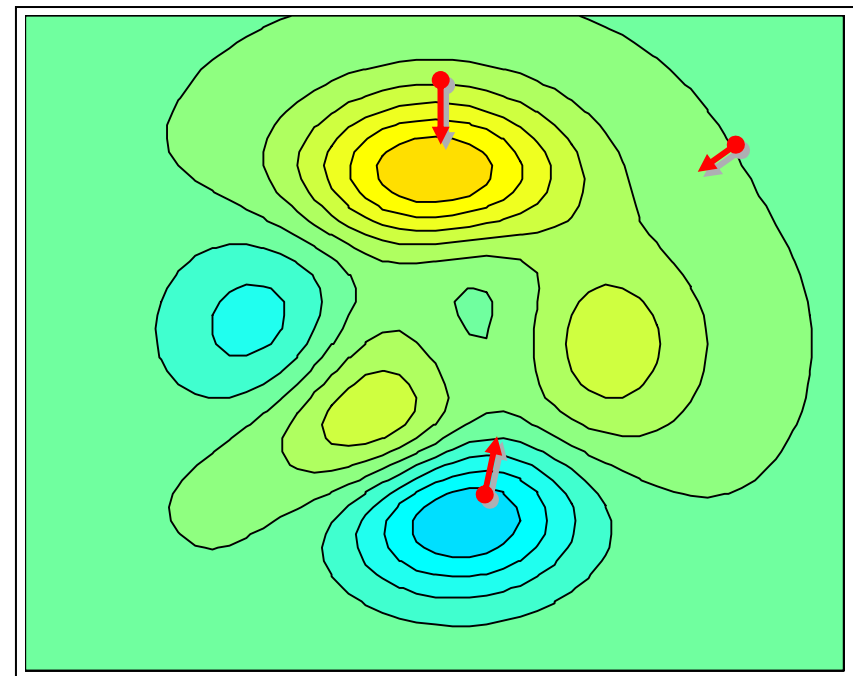
Metody gradientowe

Gradient obrazu $f(x,y)$ w punkcie (x,y) określa wektor:

$$\nabla f = \begin{bmatrix} G_x \\ G_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial f(x,y)}{\partial x} \\ \frac{\partial f(x,y)}{\partial y} \end{bmatrix}$$

Wektor gradientu wskazuje kierunek największej zmiany jasności obrazu. Długość tego wektora nazywamy wartością gradientu i obliczamy z zależności:

$$|\nabla f| = \text{mag}(\nabla f) = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} \approx |G_x| + |G_y|$$





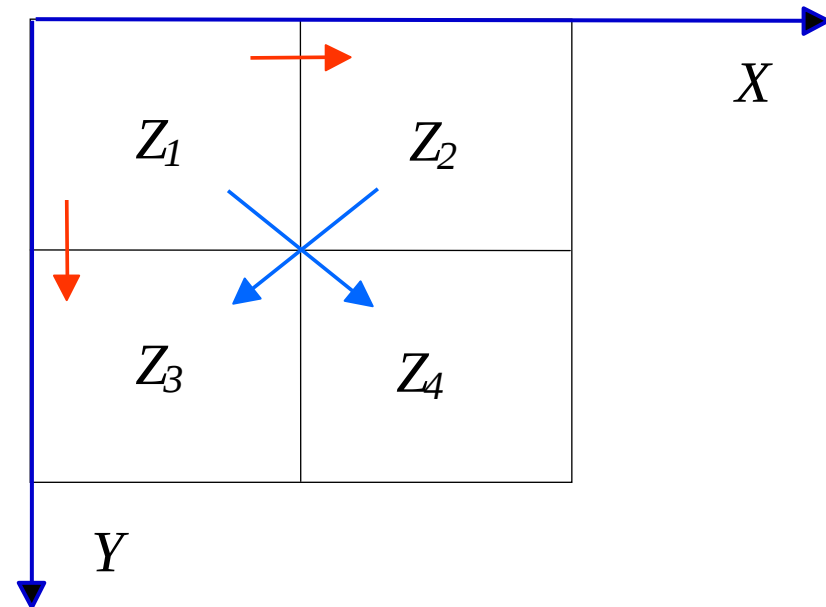
Metody gradientowe

Dla obrazów dyskretnych gradient jest aproksymowany różnicami jasności obrazów dla kierunku poziomego i pionowego:

$$\nabla f \approx |z_1 - z_2| + |z_1 - z_3|$$

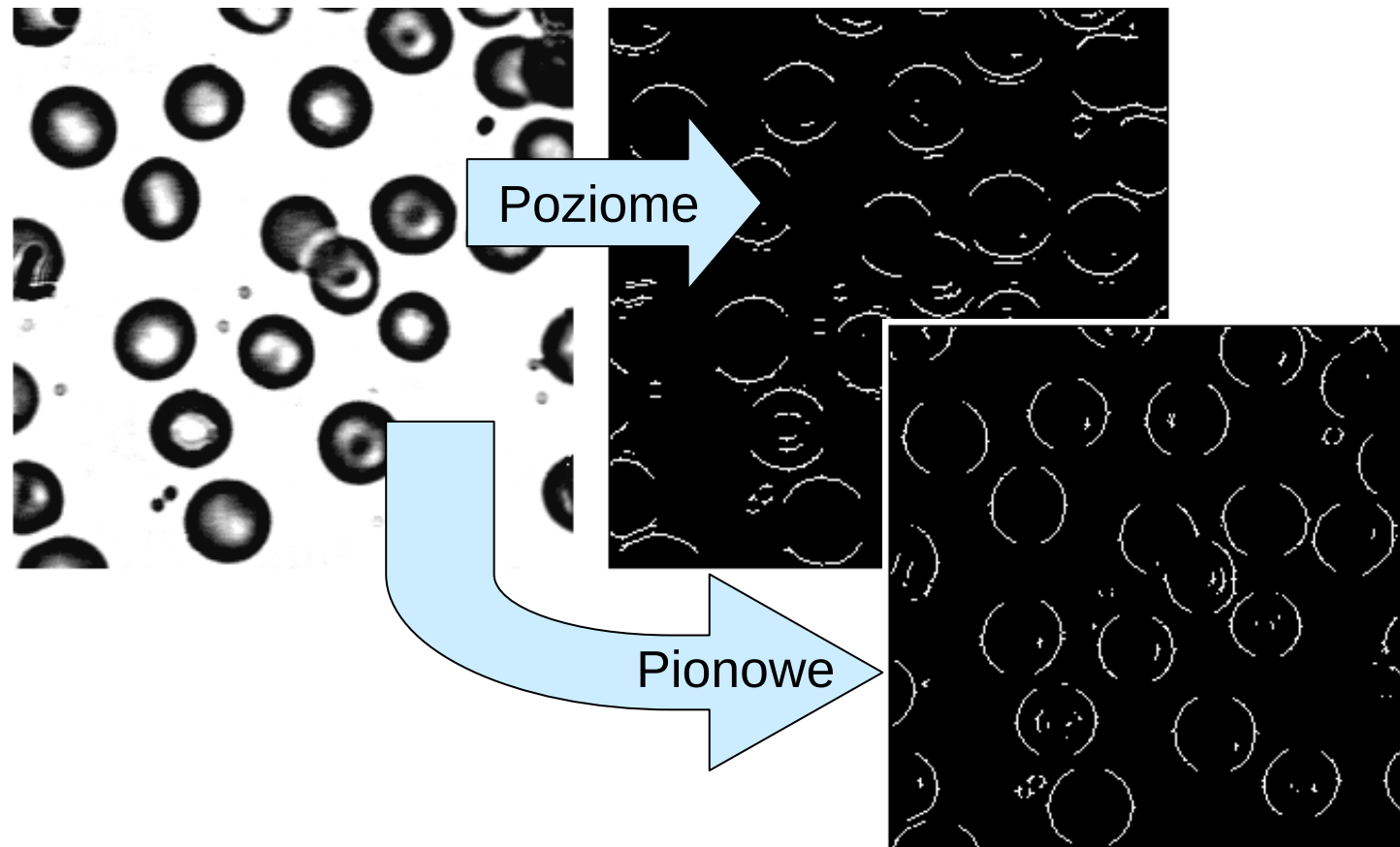
lub też kierunków ukośnych:

$$\nabla f \approx |z_1 - z_4| + |z_2 - z_3|$$





Metody gradientowe





KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Prezentacja multimedialna współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Metody gradientowe



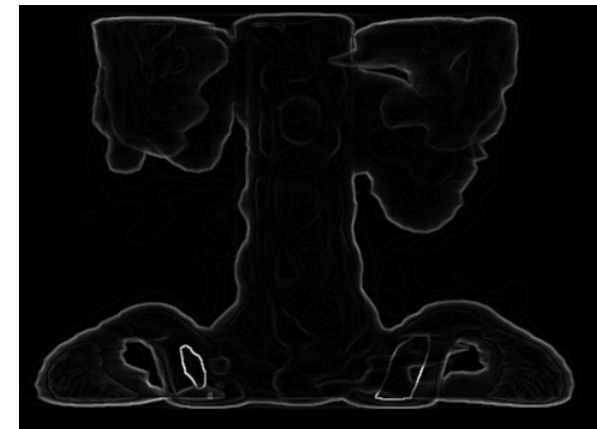
rekonstrukcja
fragmentu
kręgosłupa

Roberts



Prewitt

Sobel

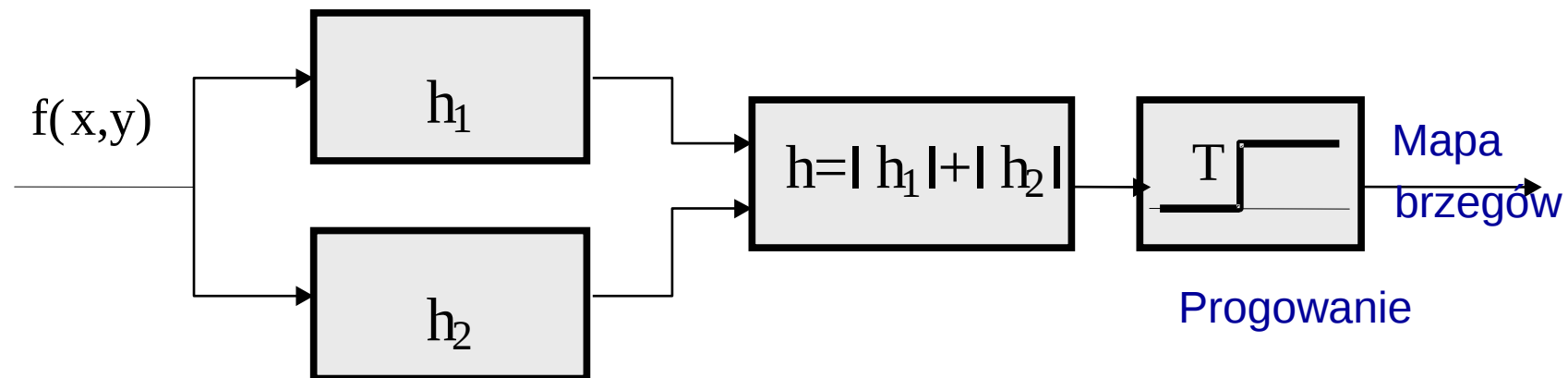


Politechnika Łódzka
Instytut Elektroniki

M. Strzelecki, Metody przetwarzania i analizy obrazów biomedycznych (6)

Metody gradientowe

Punkt obrazu jest uważany za należący do brzegu jeżeli $\nabla f(x,y)$ ma większą wartość od założonej wartości progowej T



Mapa brzegów jest obrazem binarnym zawierającym informacje o położeniu wykrytych obiektów/obszarów



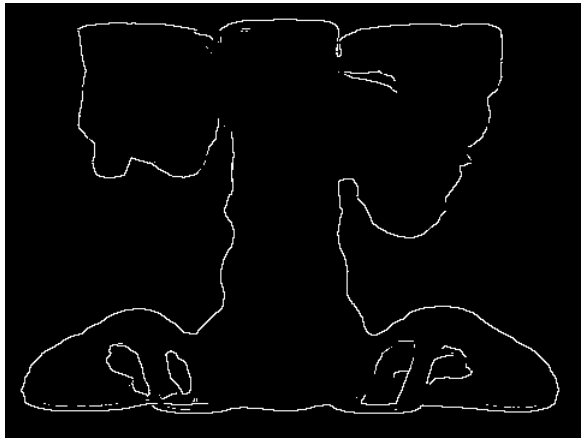
KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY

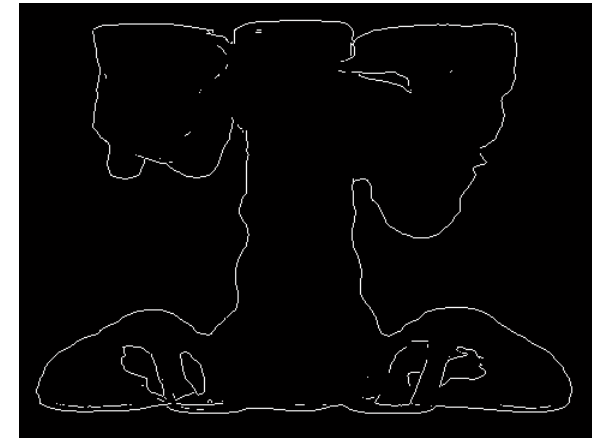


Prezentacja multimedialna współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

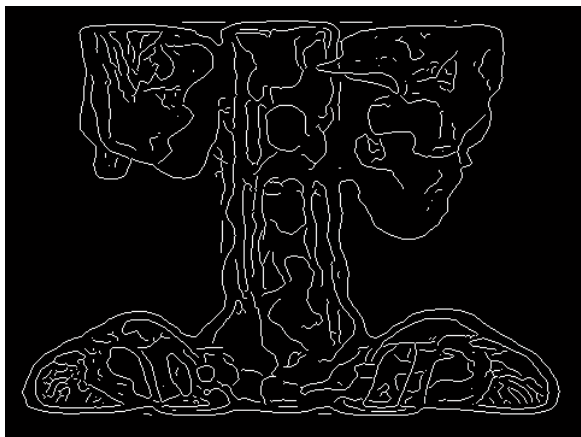
Metody gradientowe



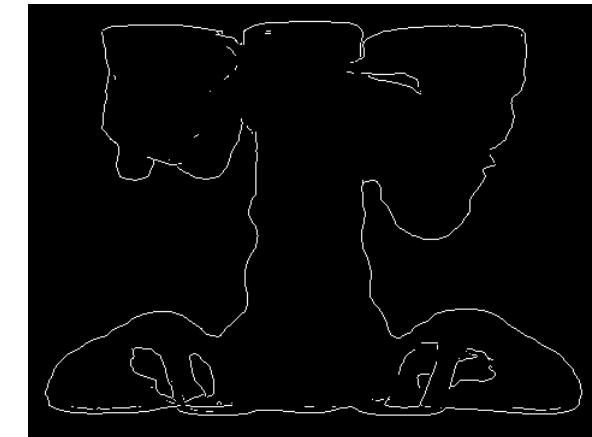
Roberts



Sobel



Canny



Prewitt



Politechnika Łódzka
Instytut Elektroniki

M. Strzelecki, Metody przetwarzania i analizy obrazów biomedycznych (6)



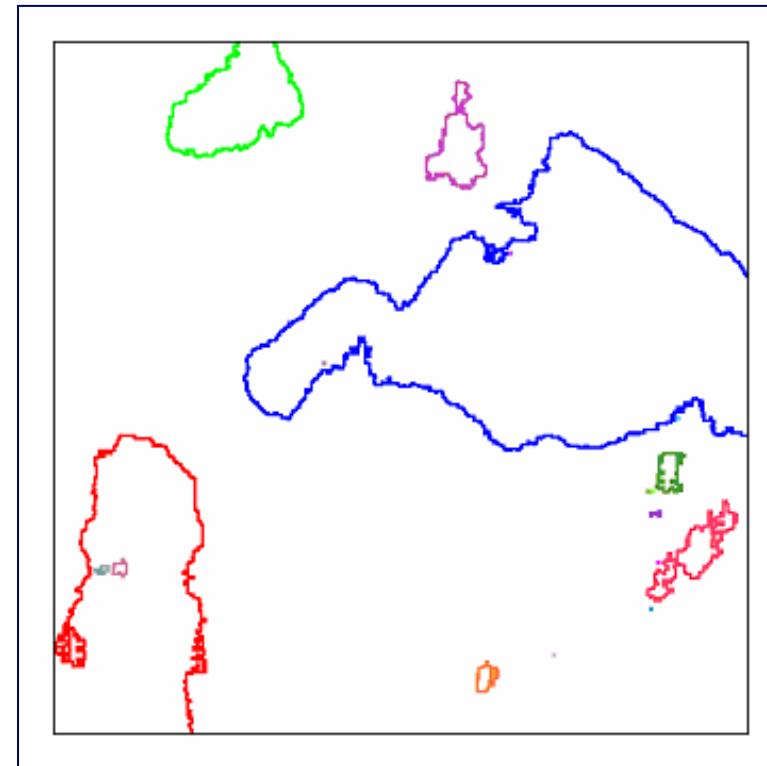
KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Prezentacja multimedialna współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Metody gradientowe

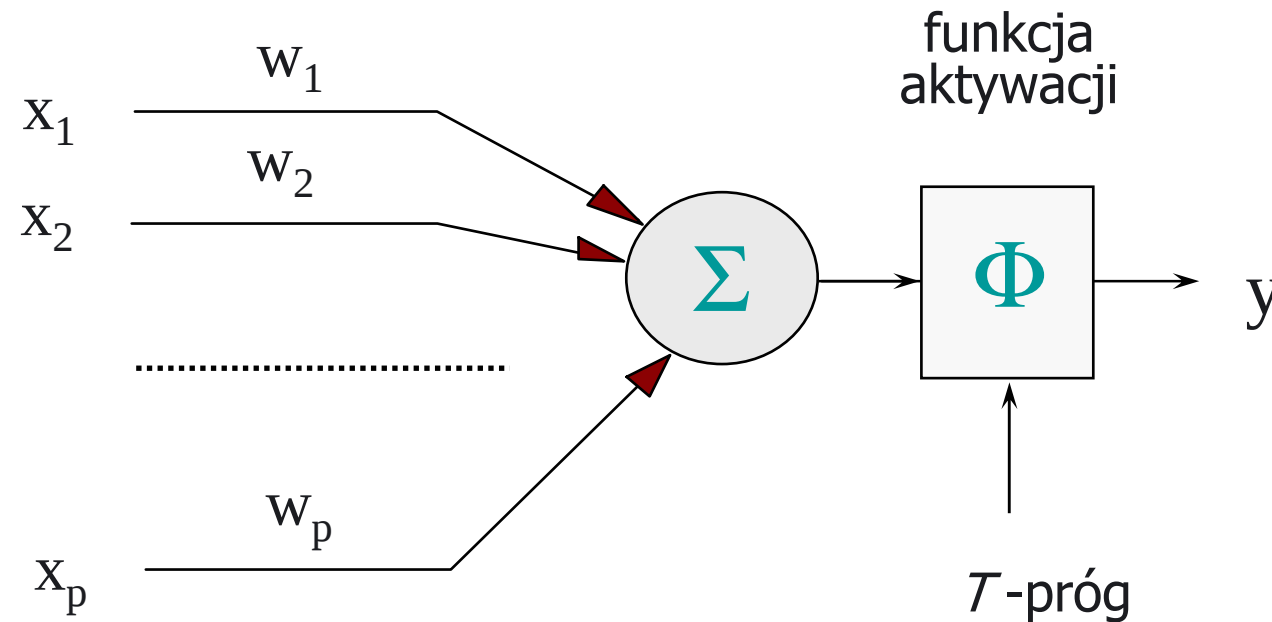


Politechnika Łódzka
Instytut Elektroniki

M. Strzelecki, Metody przetwarzania i analizy obrazów biomedycznych (6)

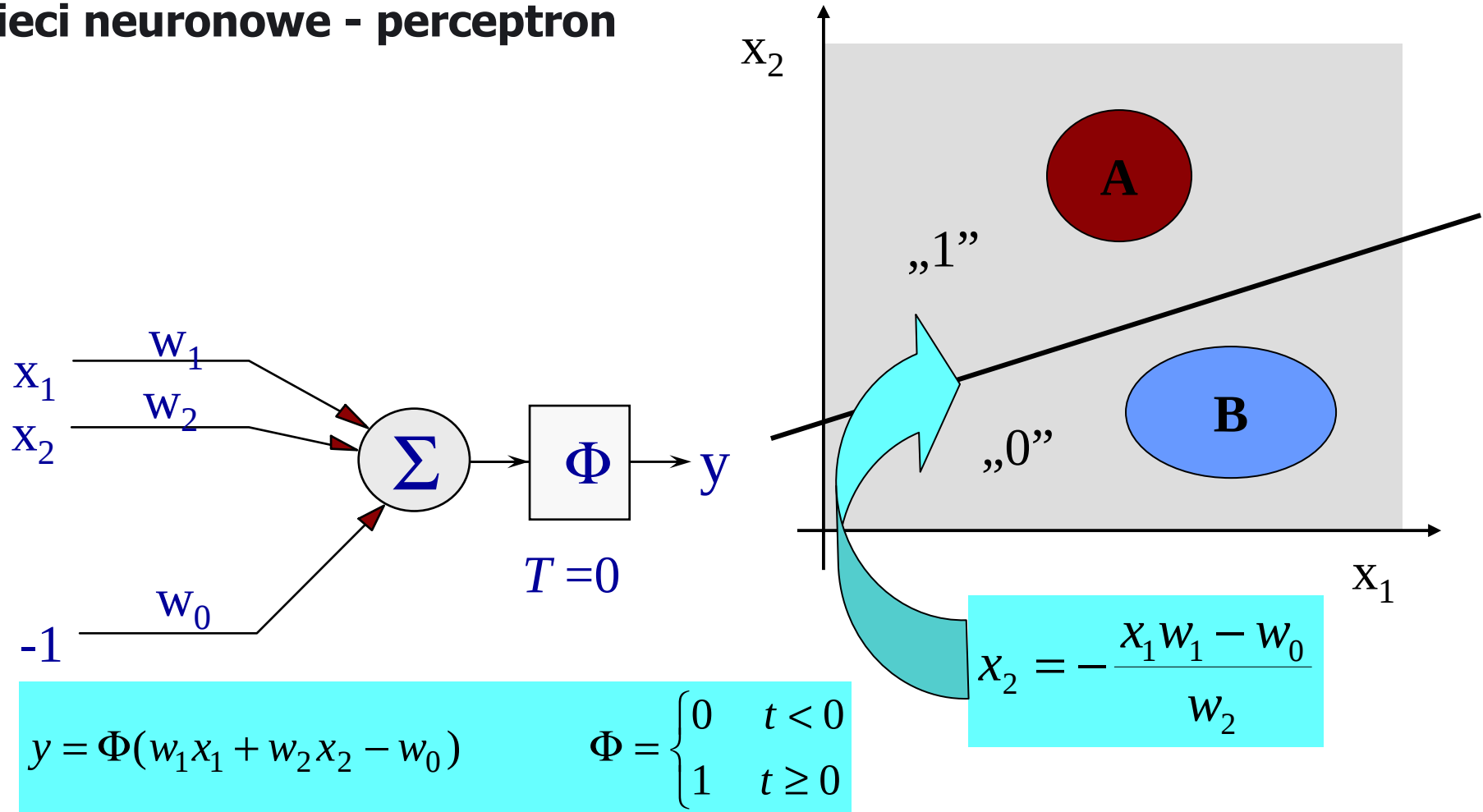


Sieci neuronowe - perceptron



$$y = \Phi\left(\sum_{i=1}^p w_i x_i\right) \quad \Phi = \begin{cases} 0 & t < T \\ 1 & t \geq T \end{cases}$$

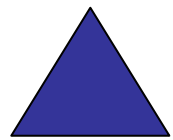
Sieci neuronowe - perceptron



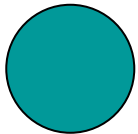


Sieci neuronowe

Aby sieć działała prawidłowo, należy ją nauczyć poprawnej klasyfikacji.
Do tego celu dane dzieli się na zbiór treningowy i testowy.



(f, ω_1)

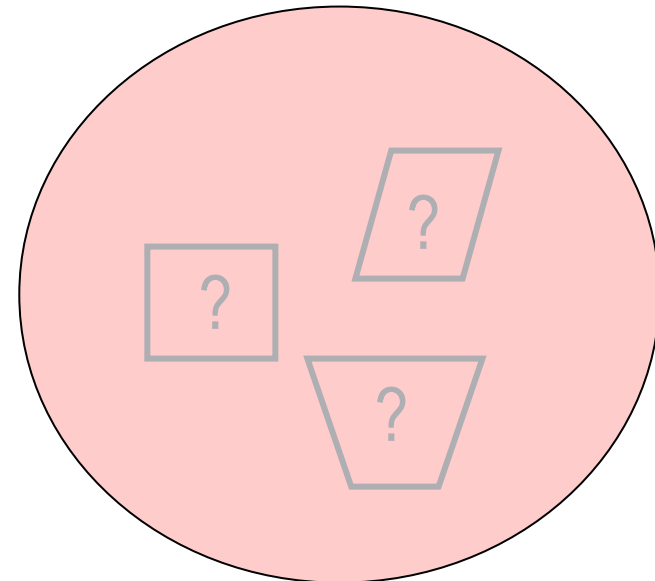


(f, ω_2)



(f, ω_3)

wiedza klasyfikatora
(zbiór treningowy)

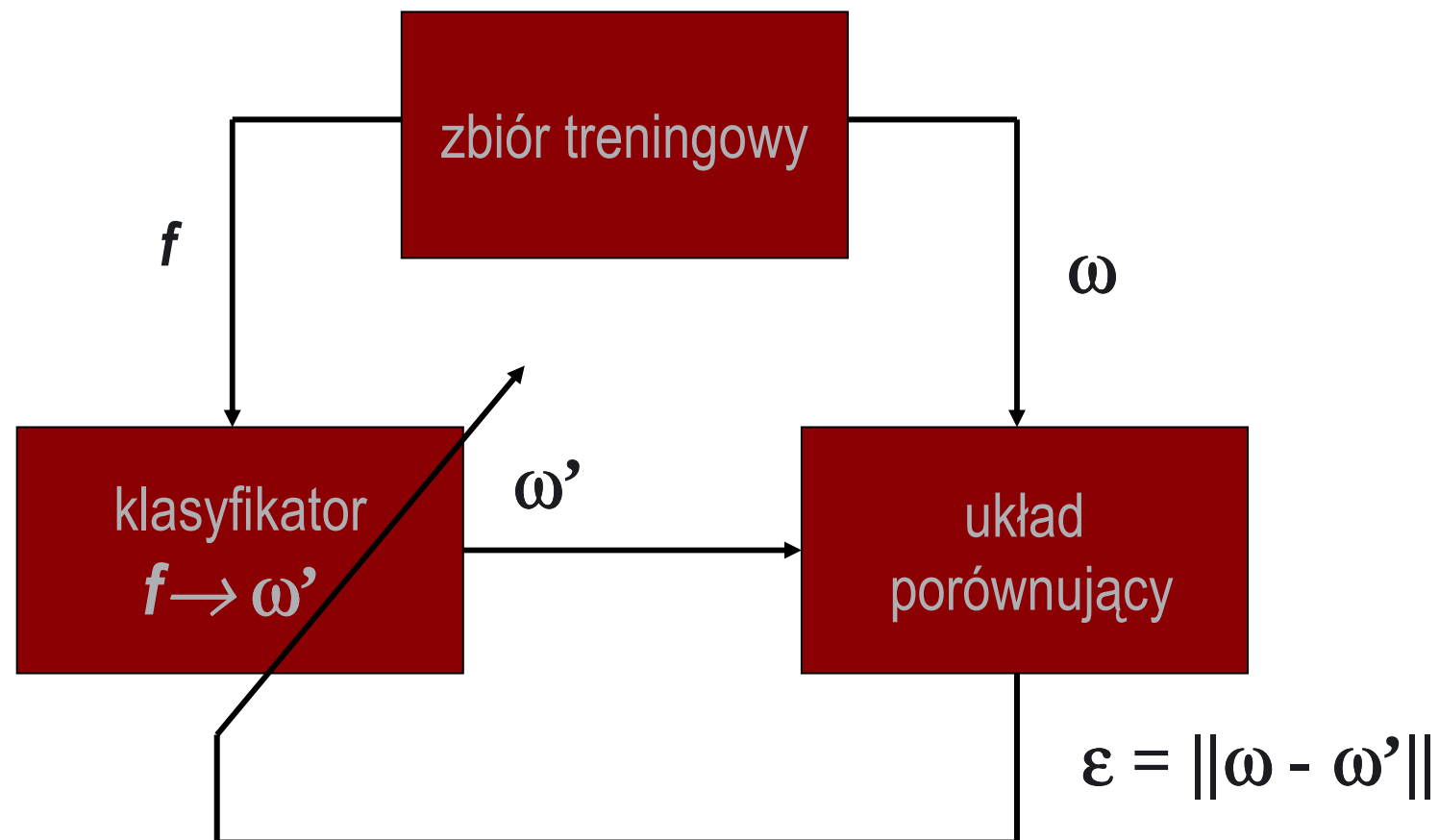


zbiór testowy



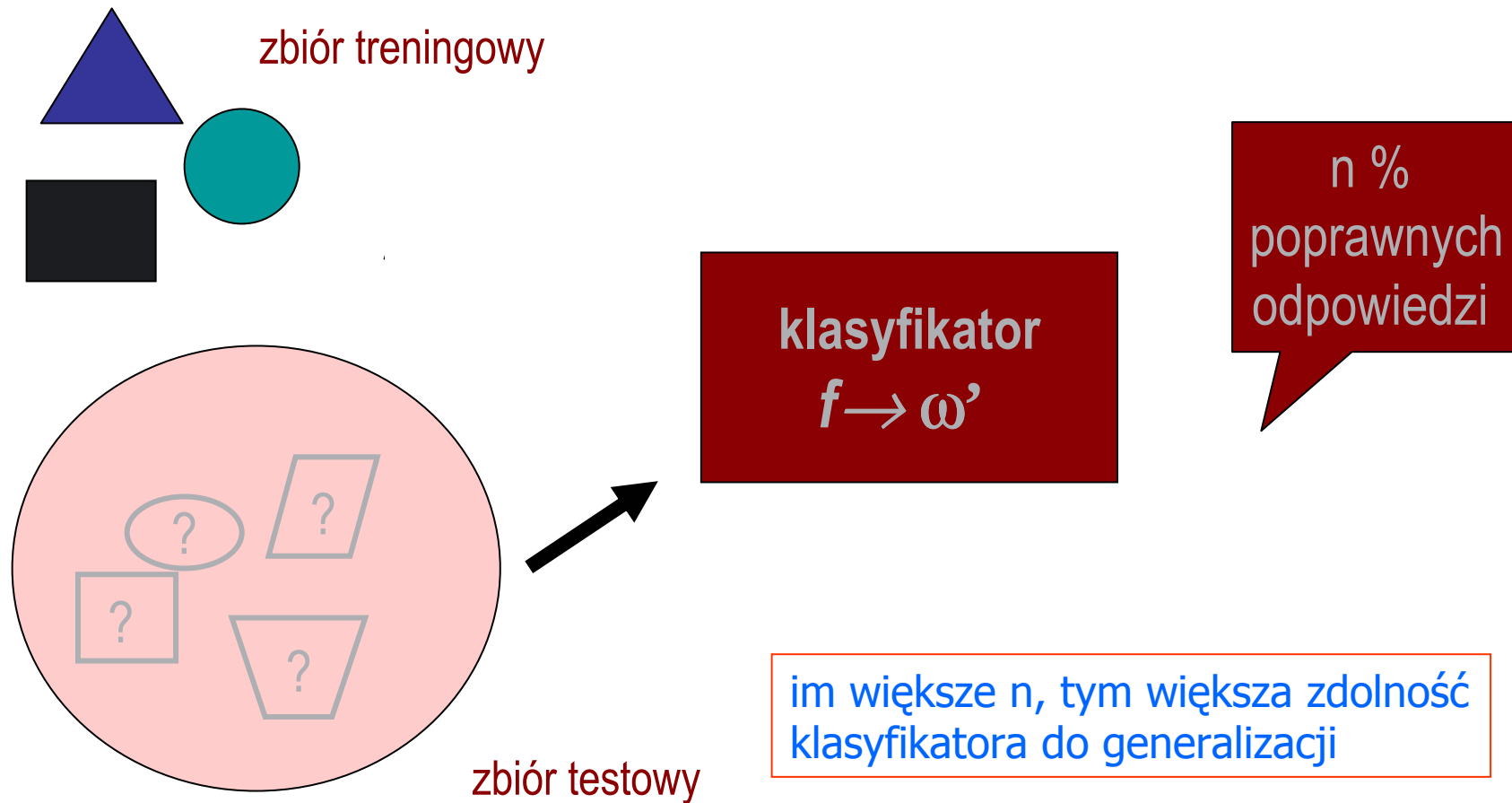


Sieci neuronowe - proces uczenia klasyfikatora



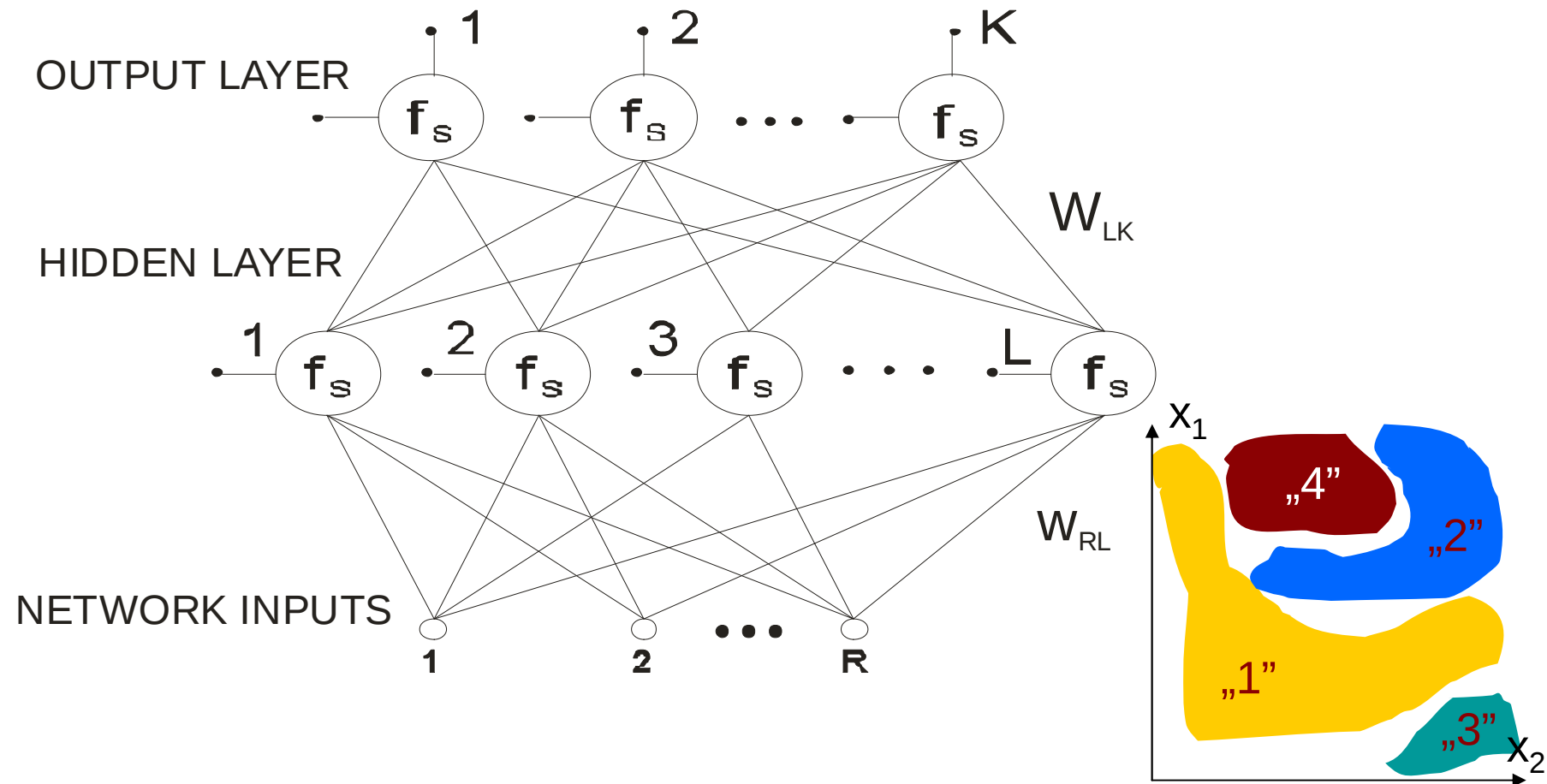


Klasyfikacja zbioru treningowego i testowego

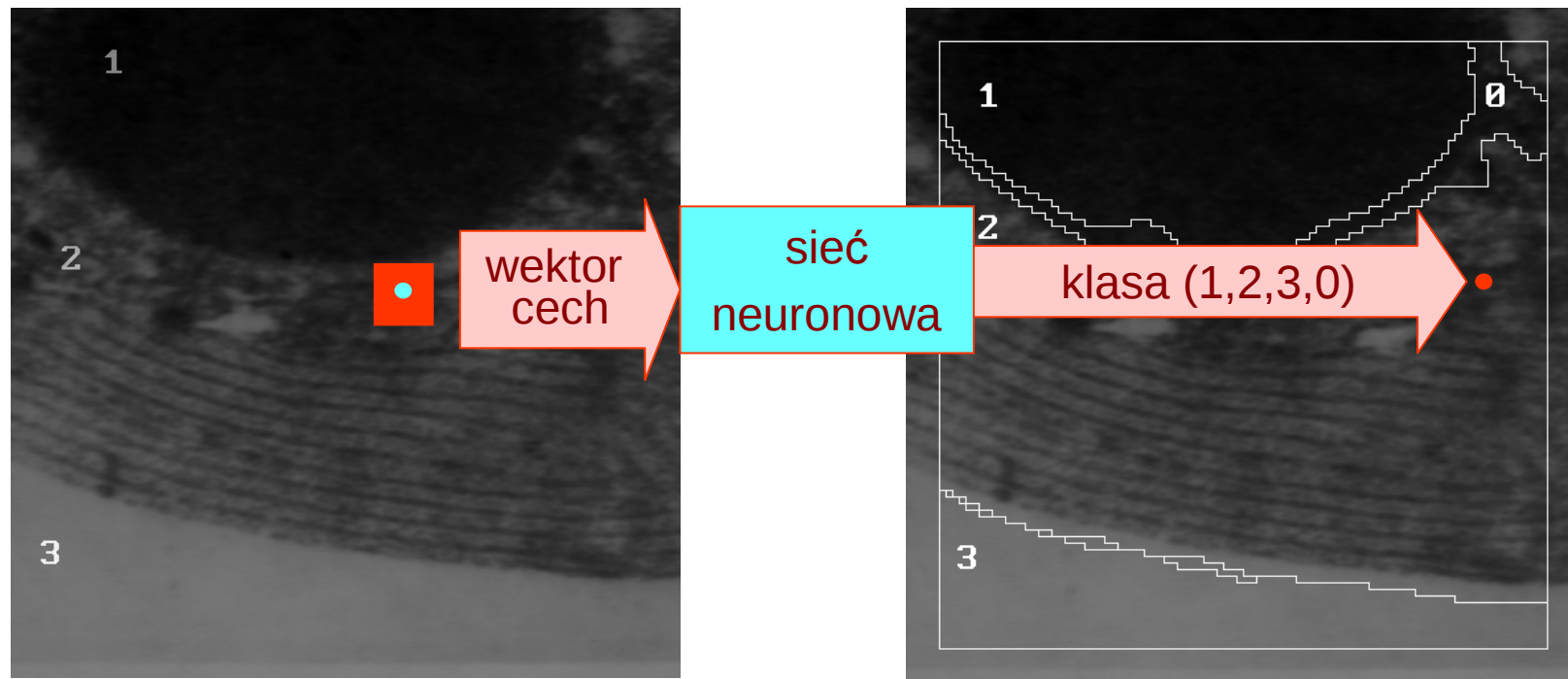




Sieci neuronowe – perceptron wielowarstwowy

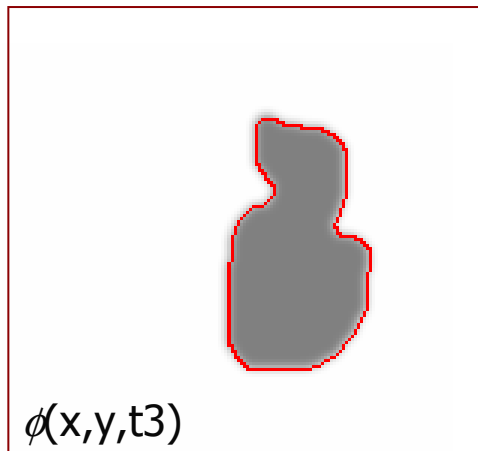


Sieci neuronowe - klasyfikacja

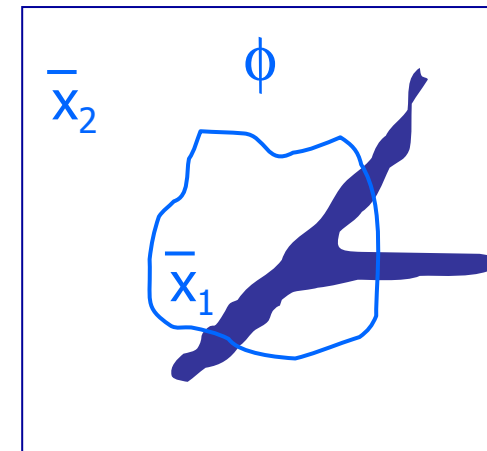


obraz monomolekularnej błonki
wchodzącej w skład pęcherzyków
płucnych

Metoda level set (zbiorów poziomicowych)



$t_0 < t_1 < t_2 < t_3$



$$\frac{\partial \phi(x, y, t)}{\partial t} = \delta(\phi) \left[\mu \operatorname{div} \left(\frac{\nabla \phi}{|\nabla \phi|} \right) - \underbrace{\lambda_1 (x - \bar{x}_1)^2 + \lambda_2 (x - \bar{x}_2)^2}_{\text{„energia”}} \right]$$

Funkcja $\phi(x, y, t)$ w kolejnych iteracjach dopasowuje swój kształt do obiektów obrazu, minimalizując „energię” obrazu



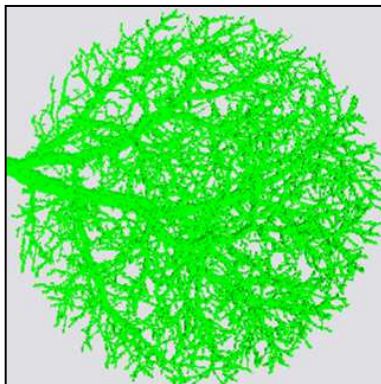
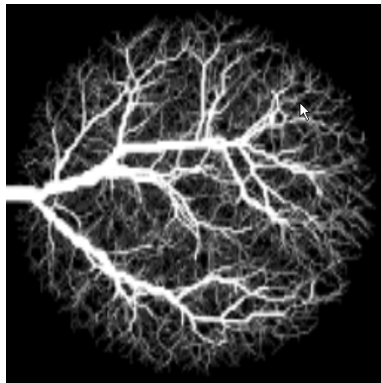
KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY

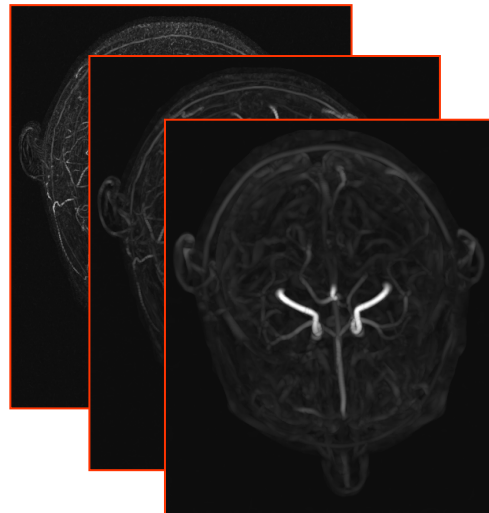


Prezentacja multimedialna współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Metoda level set (zbiorów poziomicowych)



wynik segmentacji symulowanego
drzewa naczyń krwionośnych



wynik segmentacji dla
obrazu MRI naczyń mózgu

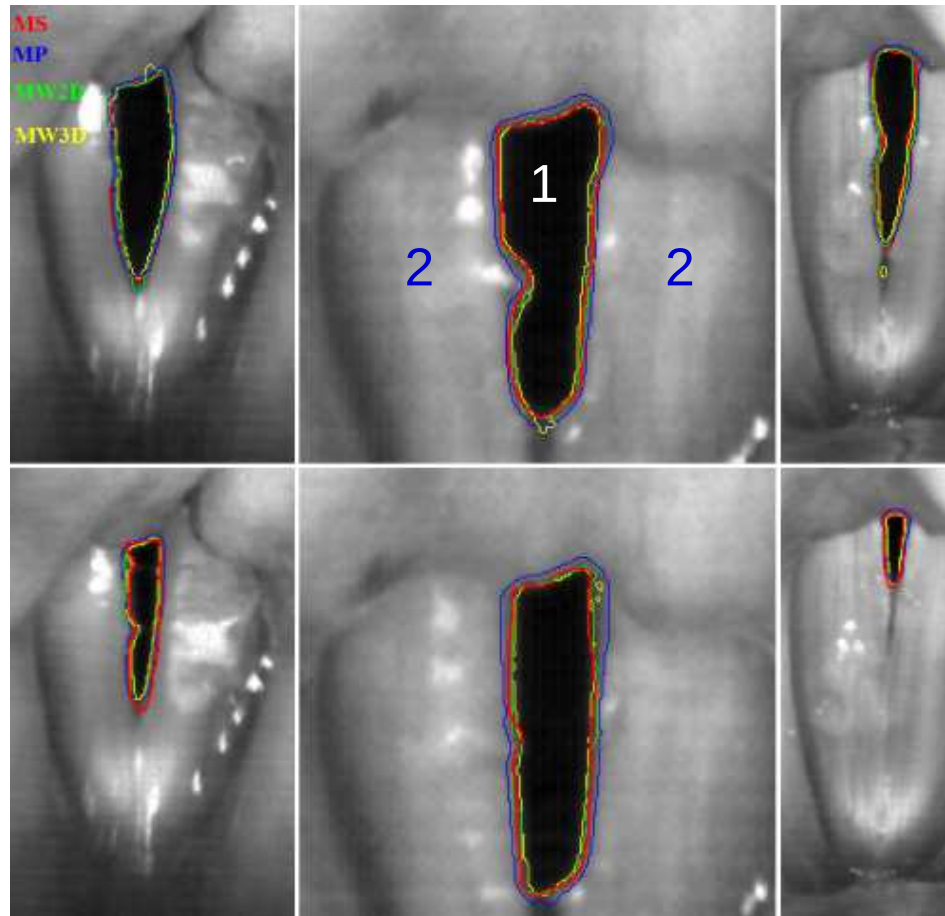


Politechnika Łódzka
Instytut Elektroniki

M. Strzelecki, Metody przetwarzania i analizy obrazów biomedycznych (6)



Metoda level set (zbiorów poziomicowych)



MS - segmentacja manualna

MP - zbiory poziomicowe

MW2D - algorytm wododziałowy 2D

MW3D - algorytm wododziałowy 3D

wynik segmentacji endoskopowych
obrazów strun głosowych
(1 – światło krtani, 2 - struny głosowe)

[A. Skalski, Segmentacja 3D danych
medycznych pochodzących z tomografii
komputerowej oraz endoskopowych zapisów
wideo, rozprawa doktorska, AGH 2009]

