

Michał Strzelecki

Metody przetwarzania i analizy obrazów biomedycznych (1)

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



Przetwarzanie i analiza obrazów biomedycznych – II semestr



laboratorium: dr Marcin Kociółek

- Metody przetwarzania i analizy obrazów biomedycznych

- Sztuczna inteligencja i jej zastosowania w obrazowej diagnostyce medycznej

Celem wykładu jest przedstawienie teoretycznych podstaw sztucznej inteligencji, prezentacja podstawowych strategii automatycznej analizy danych oraz omówienie praktycznych zastosowań metod i algorytmów sztucznej inteligencji w odniesieniu do wybranych problemów obrazowej diagnostyki medycznej.



prof. Krzysztof Ślot

- Programy komputerowe do przetwarzania i analizy obrazów oraz wideo II

Celem przedmiotu jest praktyczna ilustracja poznanych metod przetwarzania i analizy obrazów. Słuchacze nauczą się w prosty sposób, korzystając z odpowiednich narzędzi programistycznych, stosować wybrane metody obróbki obrazów oraz sekwencji wideo.



dr Piotr Szczypiński



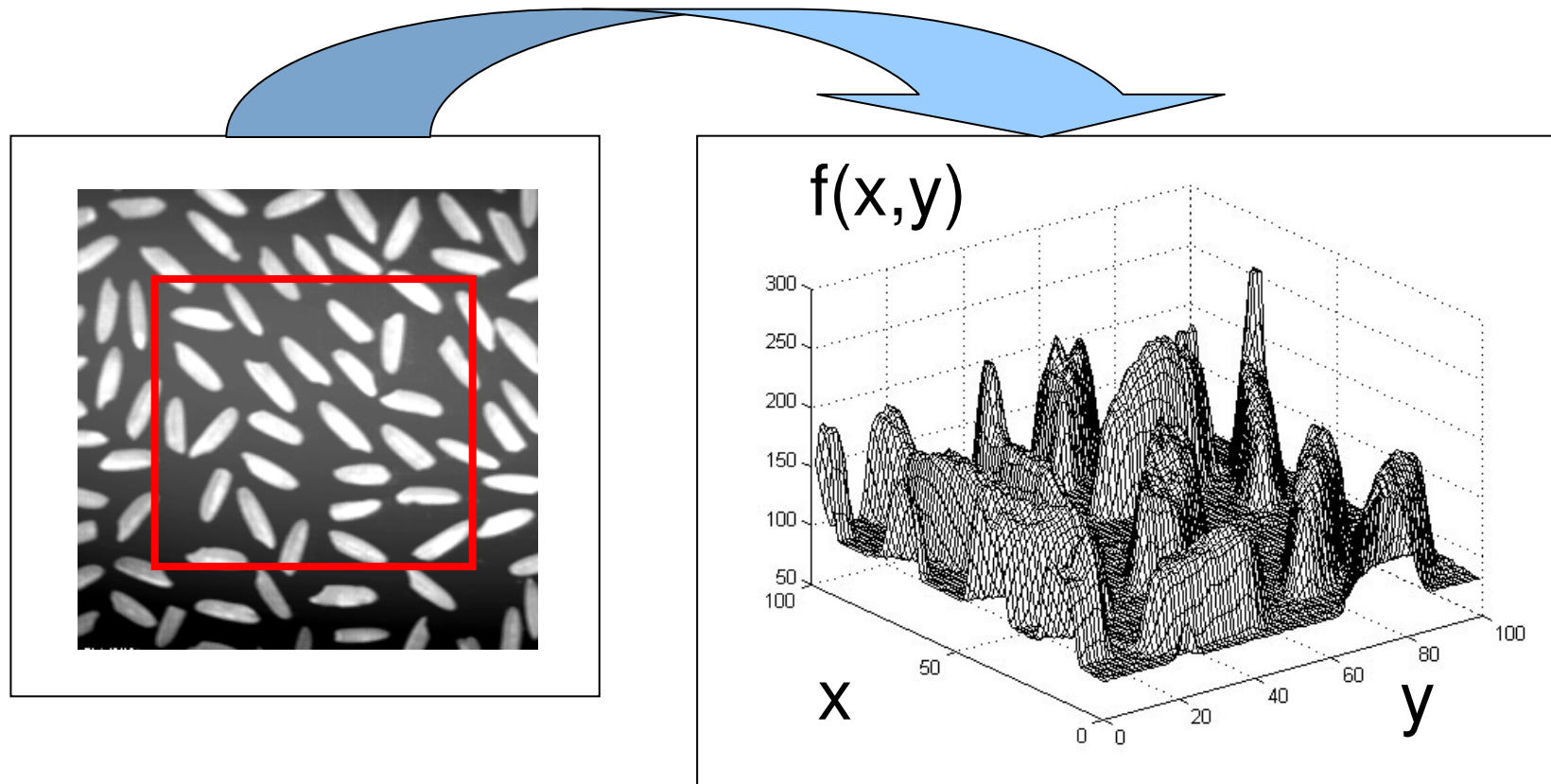


Metody przetwarzania i analizy obrazów biomedycznych

- Przypomnienie, co już wiemy na temat przetwarzania obrazów (w1)
- Obrazowanie w diagnostyce medycznej (w2)
- Jak się pozbyć zakłóceń w obrazach i poprawić ich jakość, czyli metody wstępnego przetwarzania obrazów (cd.) (w3)
- Jak wydobyć użyteczne informacje z obrazów – metody analizy obrazów: segmentacja, wyznaczanie wartości parametrów dla obszarów lub obiektów obrazu (w4)
- Czy można kompresować obrazy medyczne? (w5)
- Co to jest tekstura obrazu i jakie znaczenie odgrywa w przypadku obrazów biomedycznych (w6)
- Kilka przykładowych programów komputerowych do przetwarzania i analizy obrazów biomedycznych (w7)

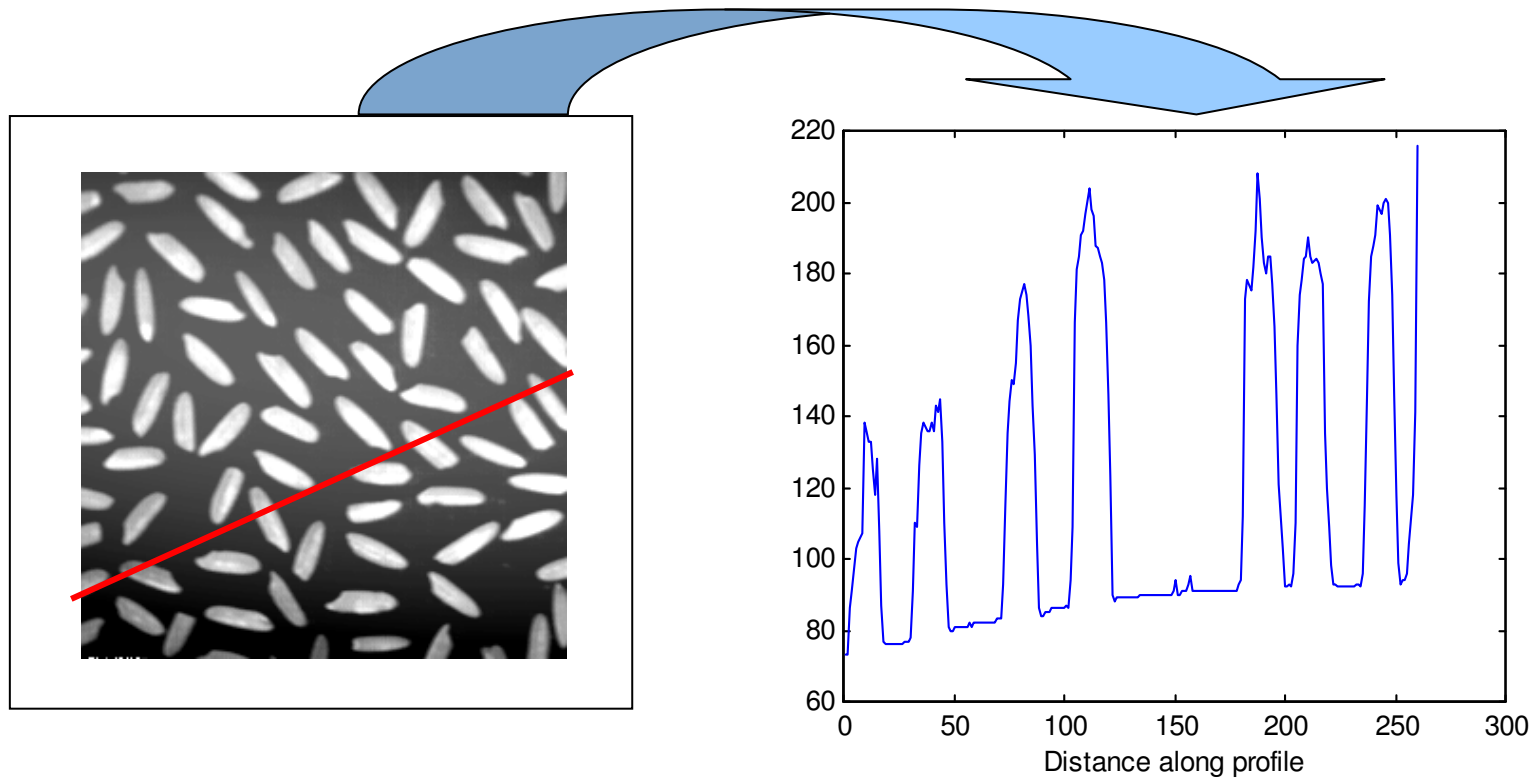


Obraz monochromatyczny – funkcja dwuwymiarowa

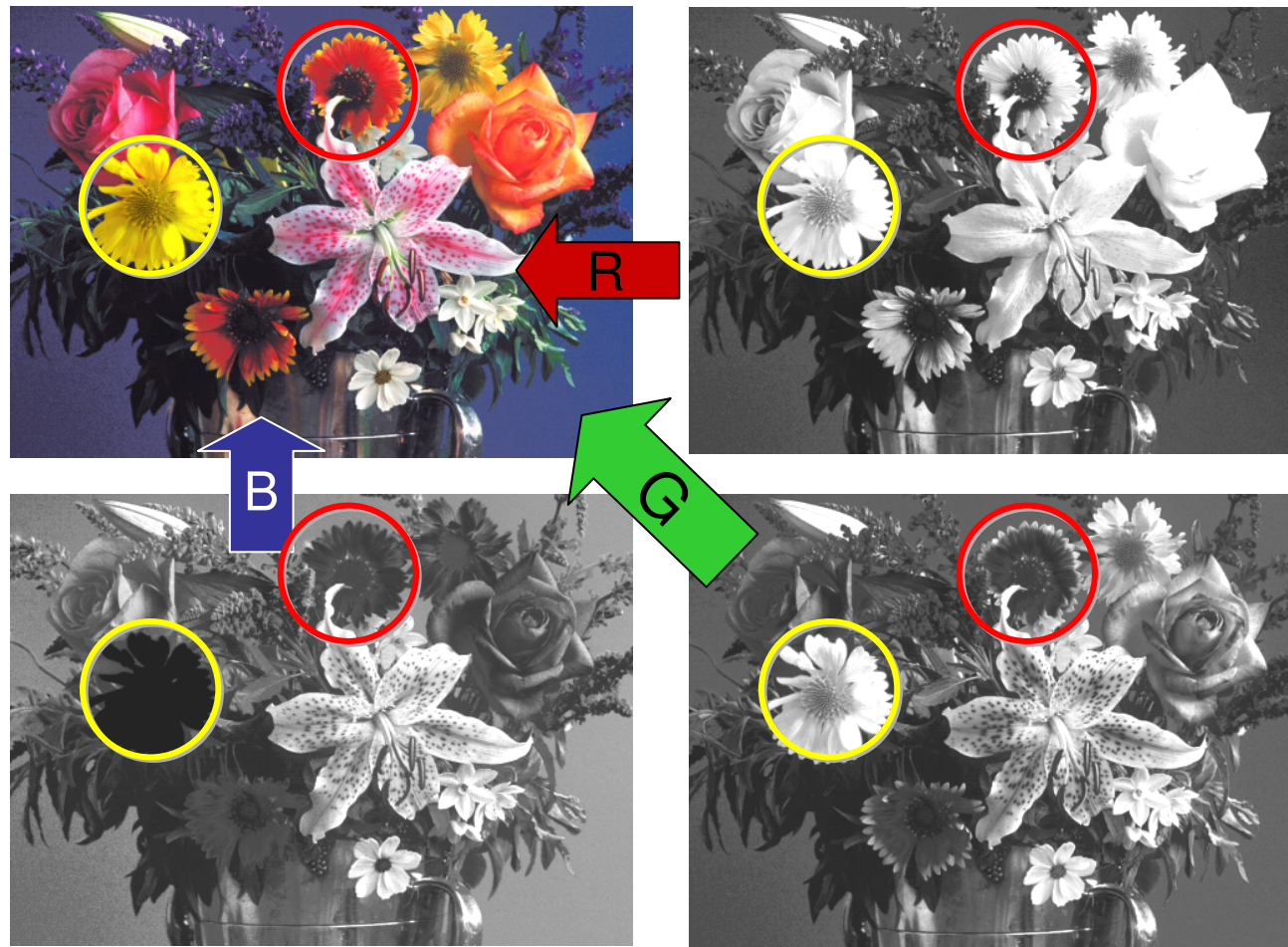




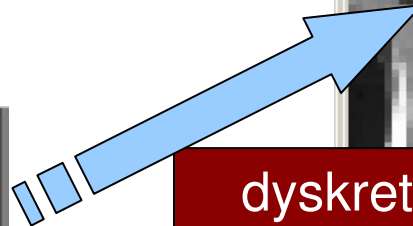
Obraz monochromatyczny – rozkład jasności wzdłuż profilu



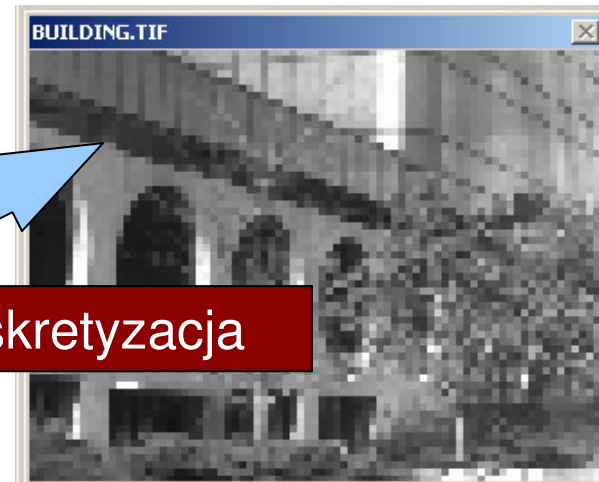
Obraz kolorowy RGB



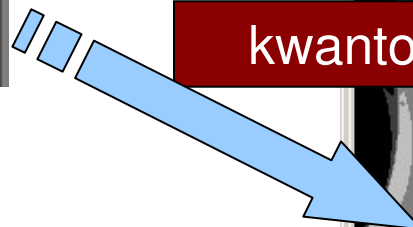
Obraz cyfrowy



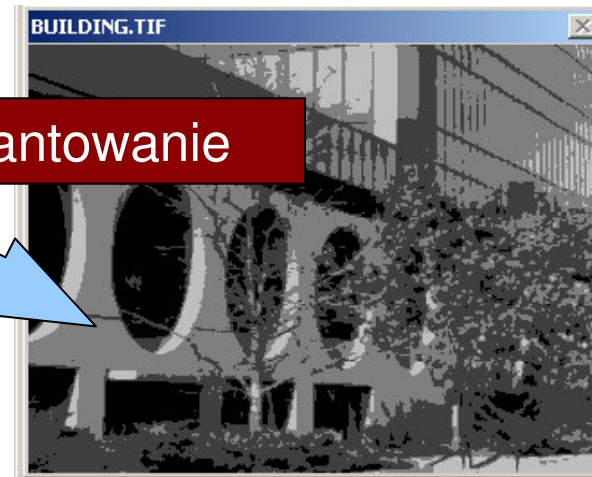
dyskretyzacja



+



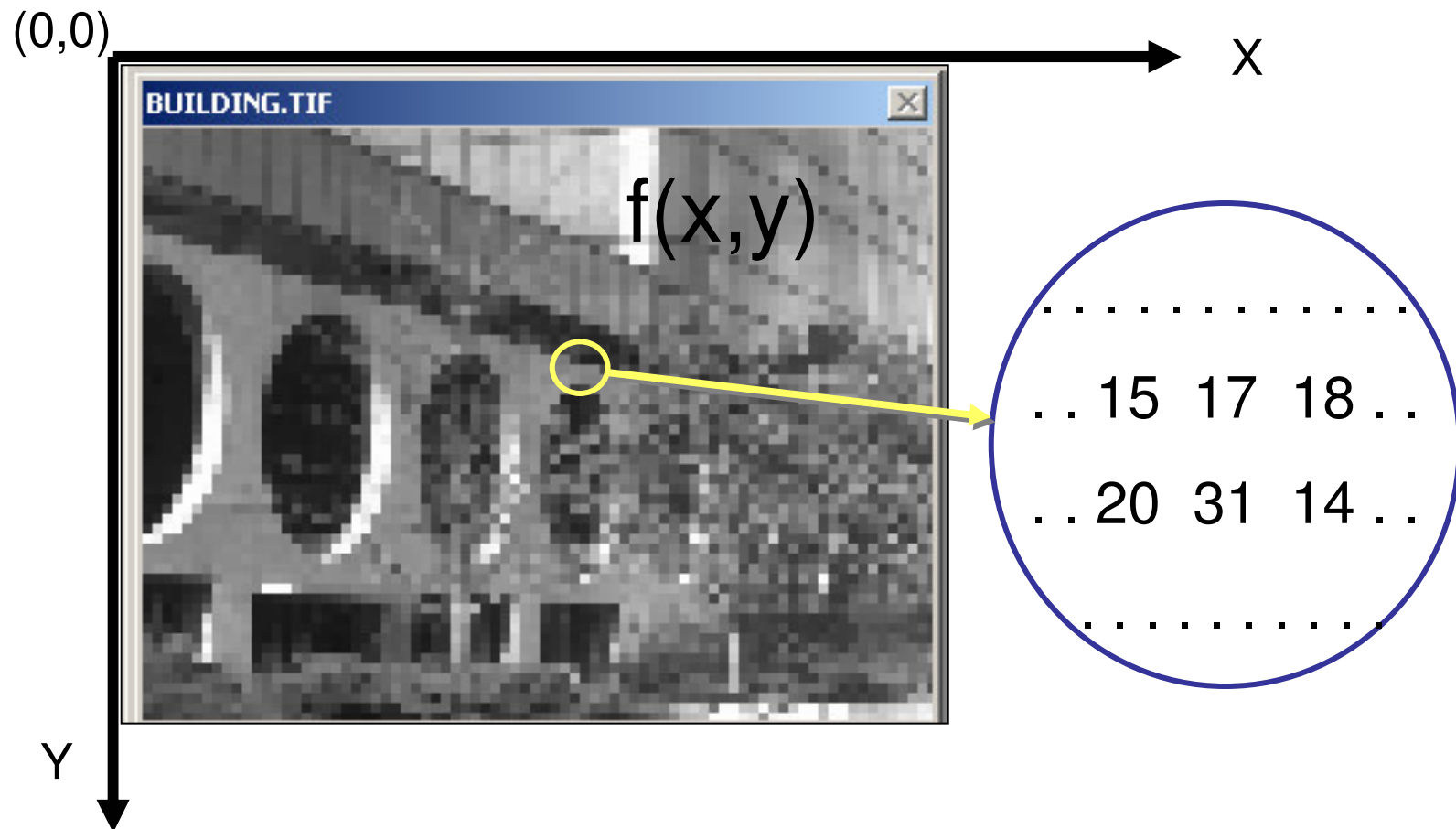
kwantowanie



piksel (*ang. picture element*)



Obraz cyfrowy – macierz pikseli





Obraz cyfrowy – macierz pikseli

Obraz cyfrowy $f(x,y)$:

macierz dwuwymiarowa (M,N) , tj. o M wierszach i N kolumnach, której elementy są nieujemne i przyjmują skończoną liczbę wartości (L)

$$x = 0, 1, \dots, M - 1$$

$$y = 0, 1, \dots, N - 1$$

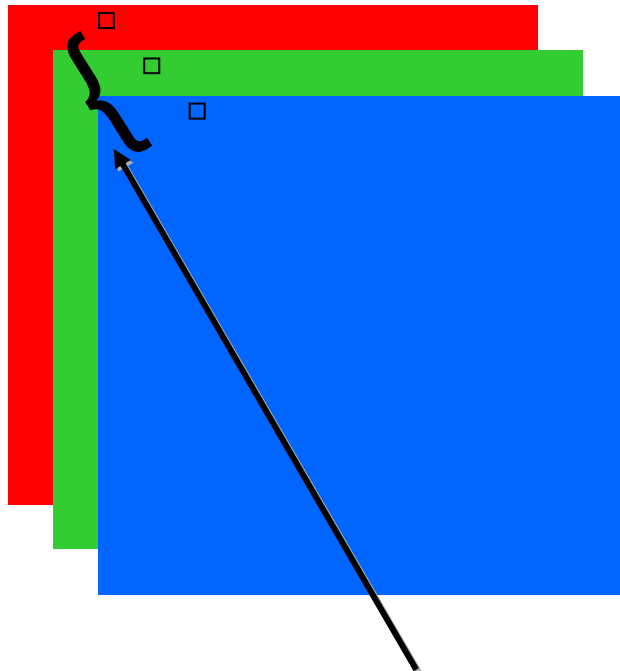
$$f(x, y) = 0, 1, \dots, L - 1$$

(np. $L=256$)

Kolorowy obraz cyfrowy?



Kolorowy obraz cyfrowy RGB



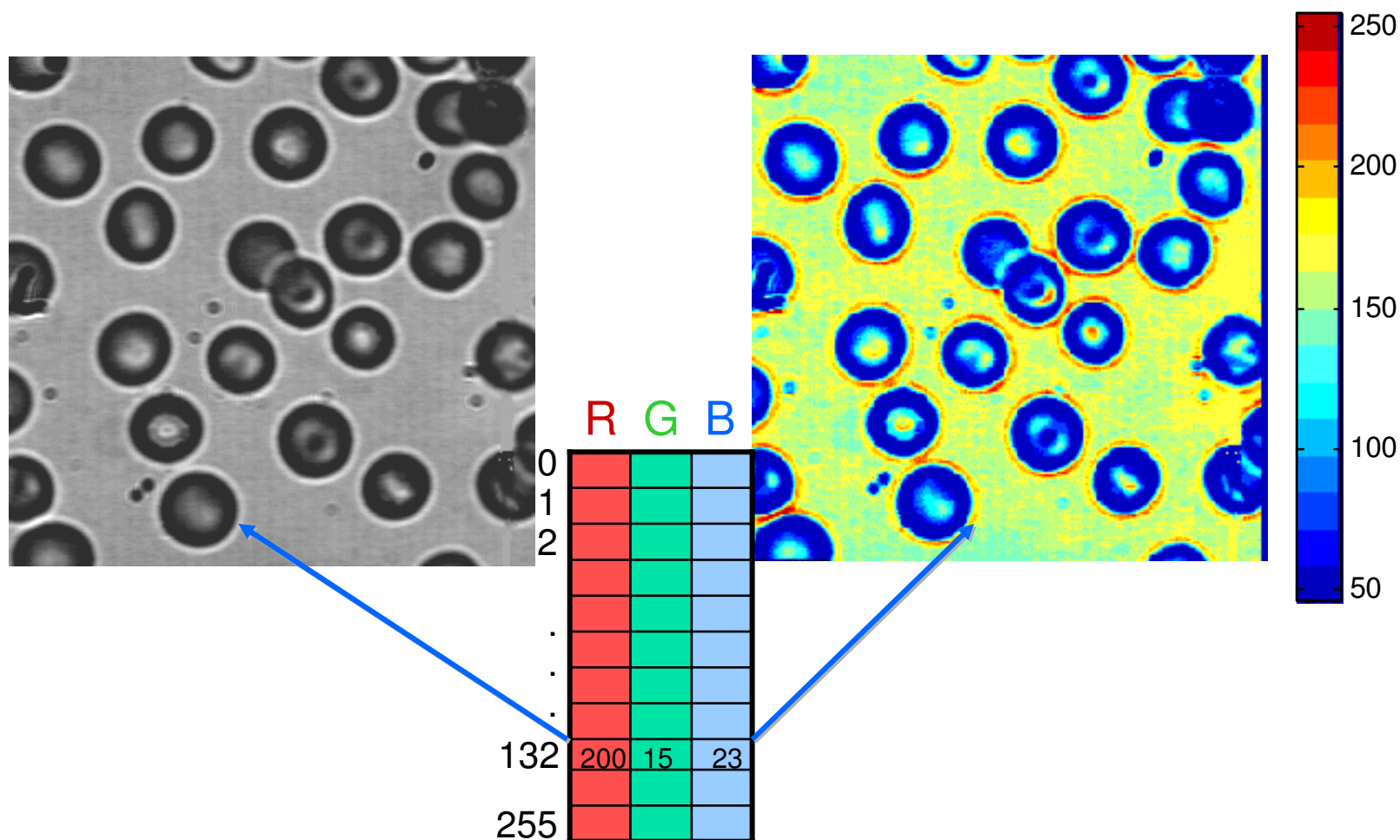
$$f(x, y) = (f_R, f_G, f_B)$$

Jeżeli każda składowa koloru jest kodowana za pomocą 8 bitów, można uzyskać 2^{24} kolorów!



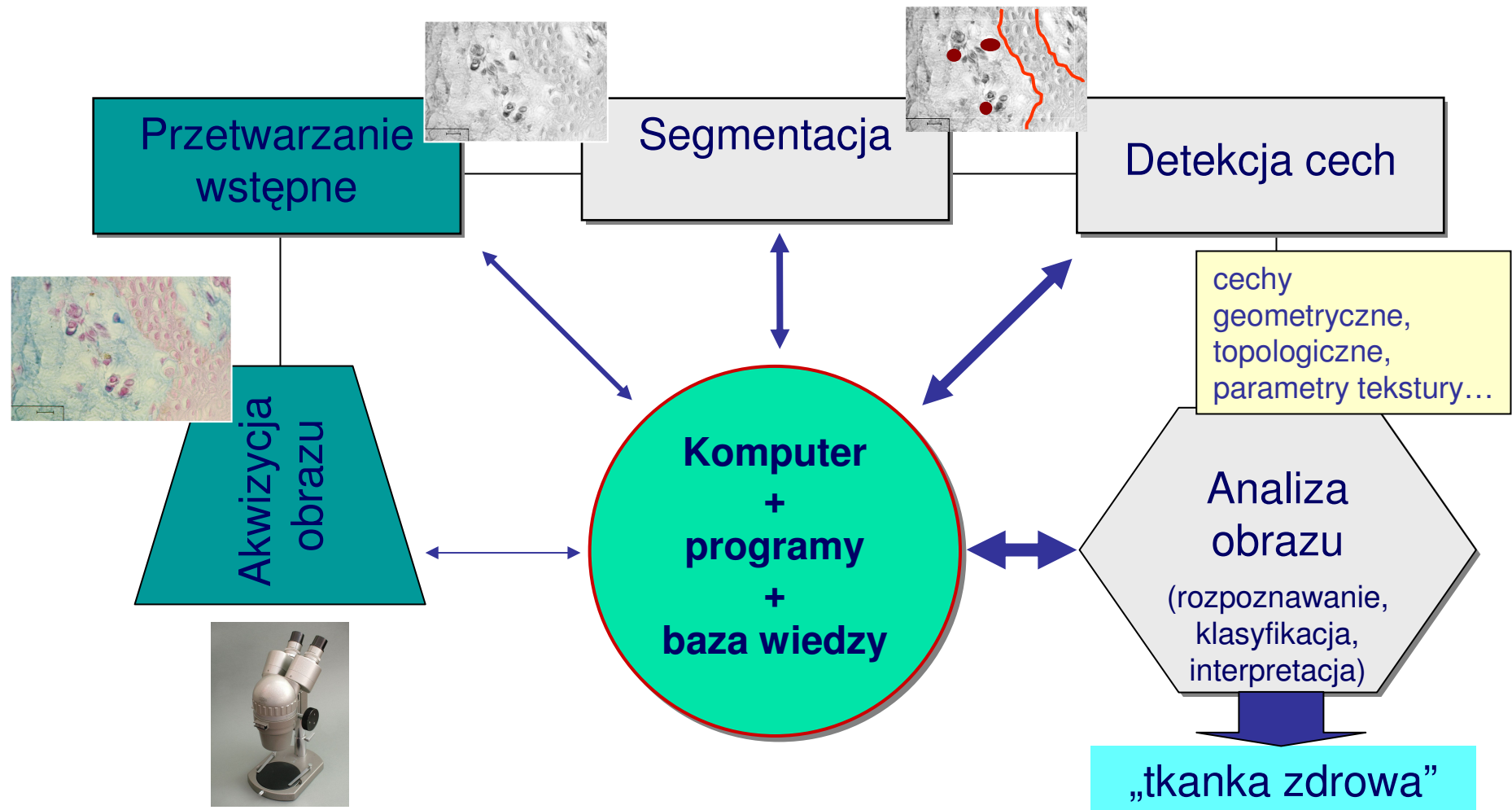


Obrazy indeksowane





Schemat komputerowego systemu przetwarzania obrazów



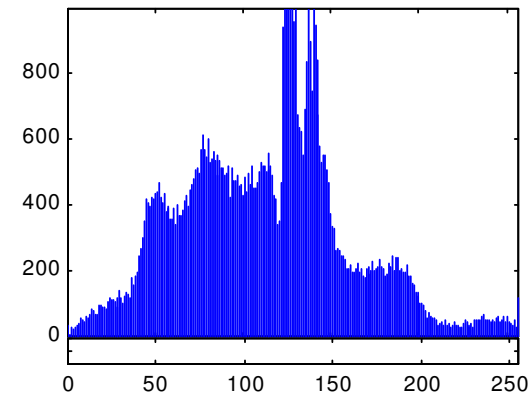
Przetwarzanie wstępne obrazu

- Celem tych metod jest ogólna poprawa jakości obrazu poprzez modyfikację jego jasności, kontrastu lub histogramu
- Metody poprawy jakości obrazu oparte są o kryteria subiektywne (wrażenia wzrokowe człowieka)





Histogram obrazu, kontrast, jasność



Jasność
$$J = \frac{1}{MN} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N f(i, j)$$

Kontrast
$$C = \sqrt{\frac{1}{MN} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N [f(i, j) - J]^2}$$



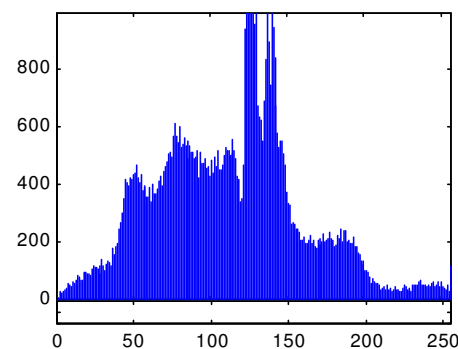
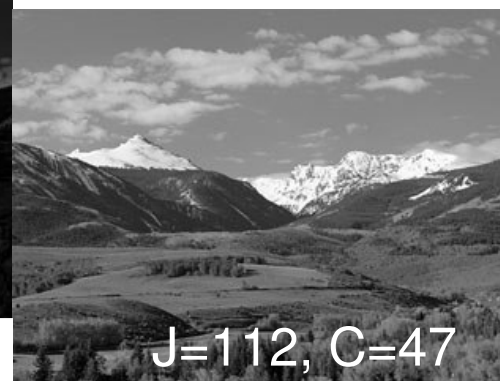
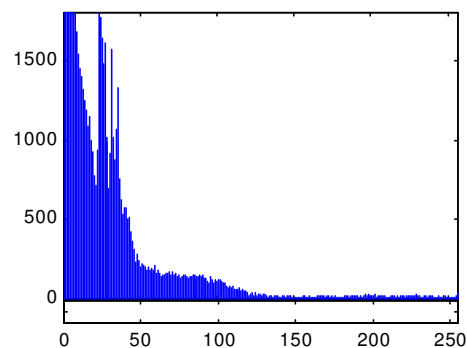
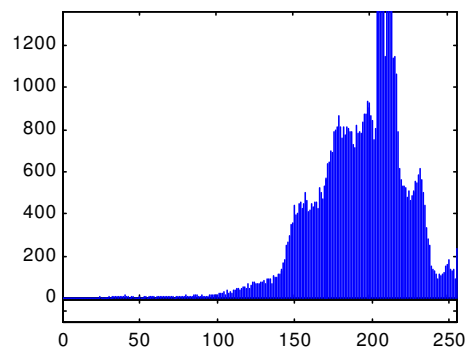
KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Prezentacja multimedialna współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

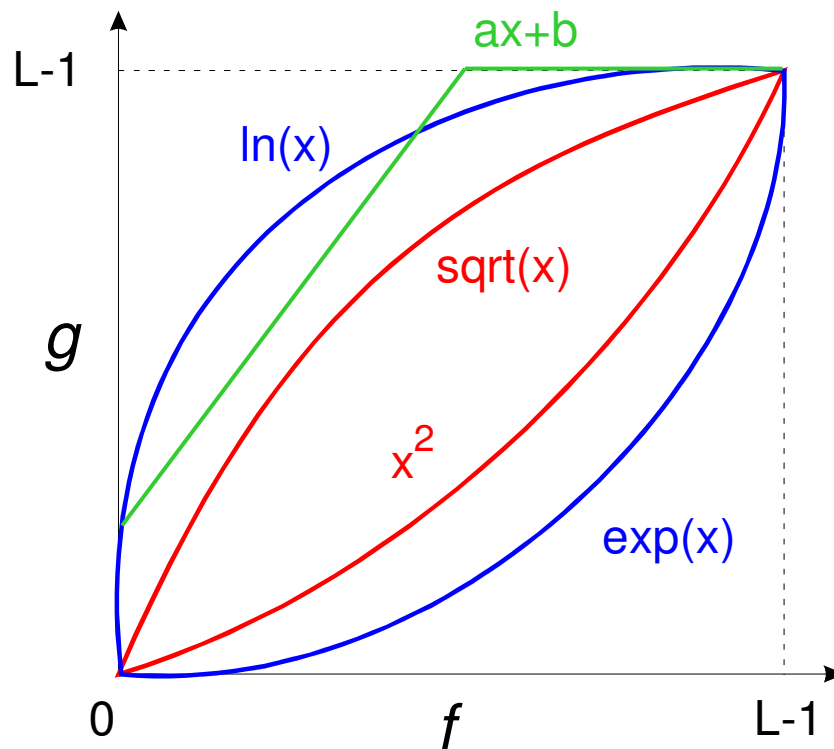
Histogram obrazu, kontrast, jasność



Politechnika Łódźka
Instytut Elektroniki

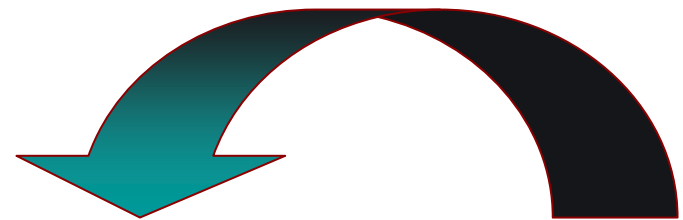
M. Strzelecki, Metody przetwarzania i analizy obrazów biomedycznych (1)

Odwzorowanie poziomów jasności

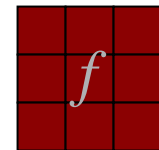


Normalizacja !

$$g(i,j) = T(f(i,j))$$



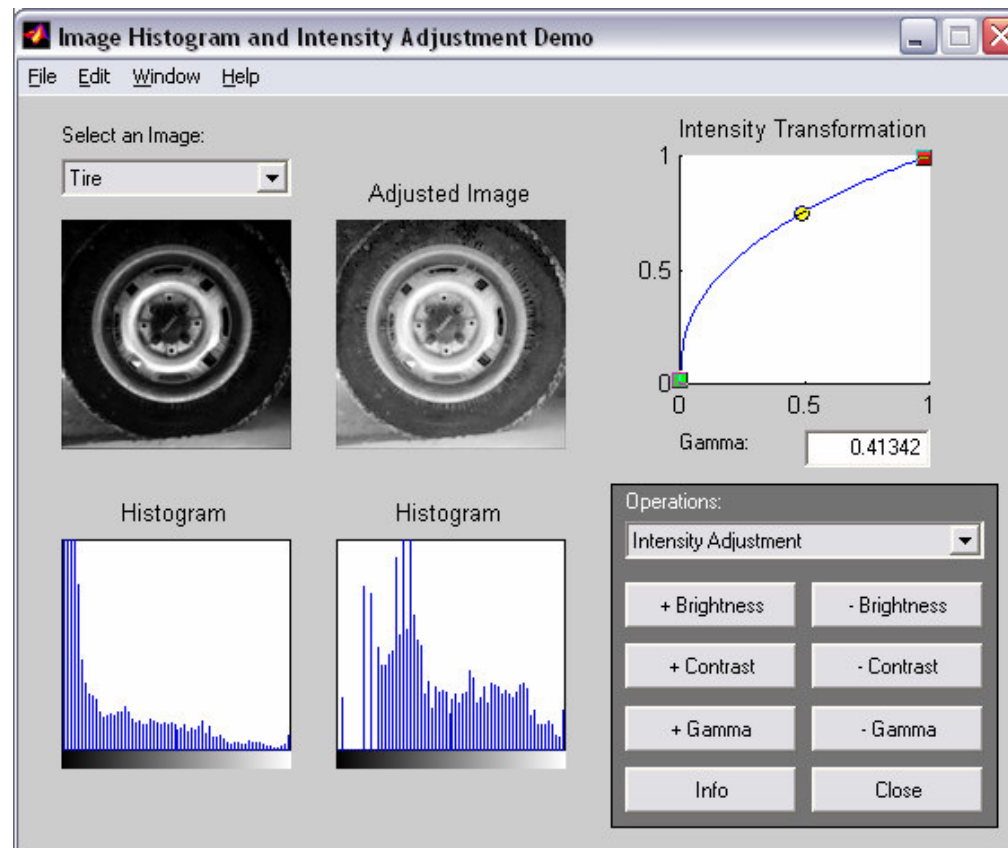
OBRAZ
WYNIKOWY



OBRAZ
ŹRÓDŁOWY



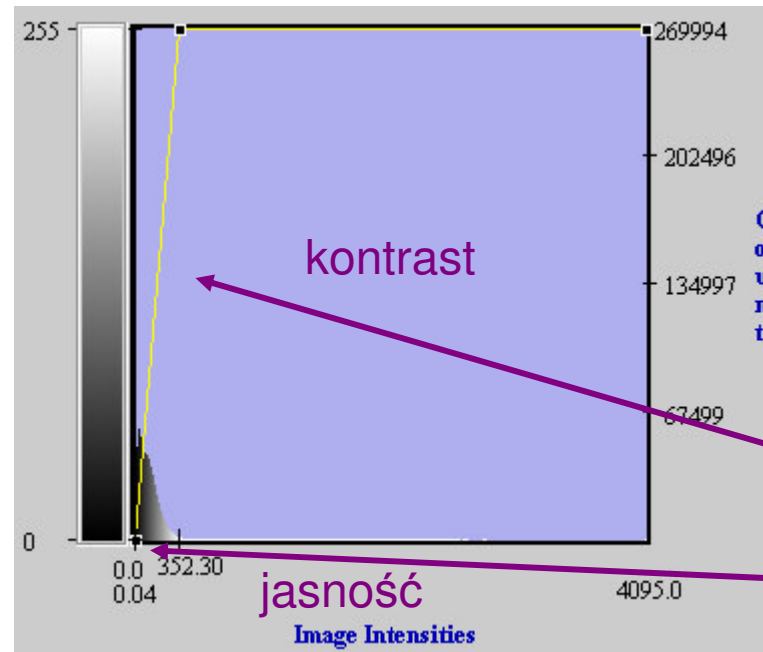
Odwzorowanie poziomów jasności – MATLAB Demo



Przykład zastosowania liniowej zmiany poziomów jasności



obraz przekroju stopy, 12 bitów



histogram



okno liniowego
odzworowania poziomów jasności

Medical Image Processing, Analysis and Visualization (MIPAV)
by Center for Information Technology, ver. 1.29



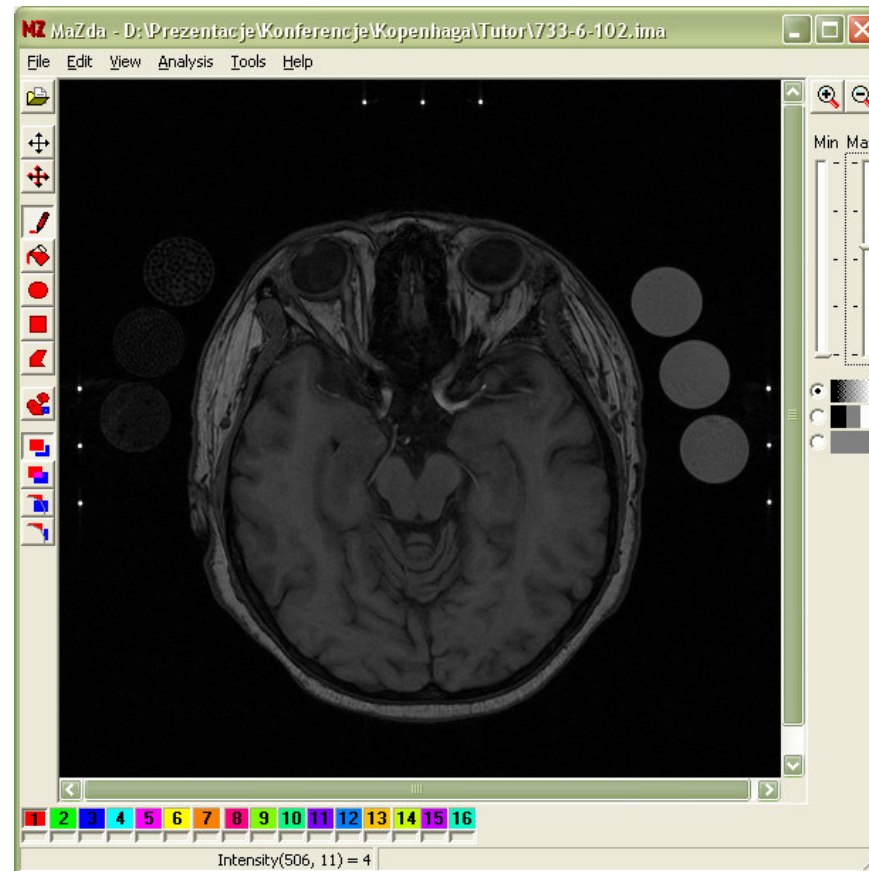
KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Prezentacja multimedialna współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Zastosowanie liniowej zmiany poziomów jasności – MaZda Demo



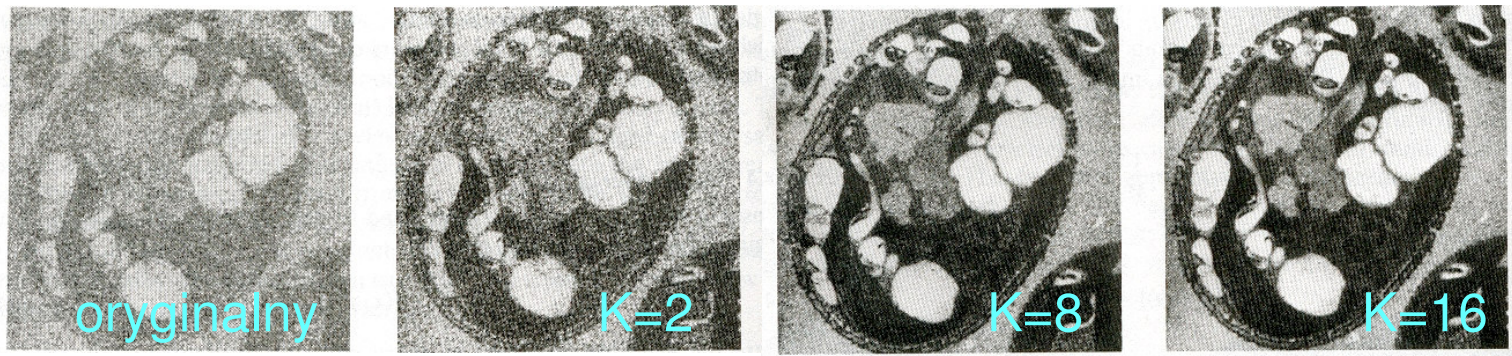
Politechnika Łódzka
Instytut Elektroniki

M. Strzelecki, Metody przetwarzania i analizy obrazów biomedycznych (1)

Eliminacja zakłóceń - sumowanie i uśrednianie obrazów

$$\frac{1}{K} \left[\text{Image 1} + \dots + \text{Image K} \right] = \text{Resulting Image}$$

$$g(i, j) = \frac{1}{K} \sum_{l=1}^K [f(i, j) + n_l(i, j)] = f(i, j) + \frac{1}{K} \sum_{l=1}^K n_l(i, j)$$

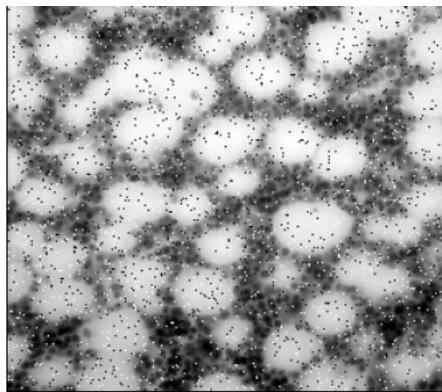


R. Gonzalez, R. Woods, Digital Image Processing, Addison-Wesley 1992

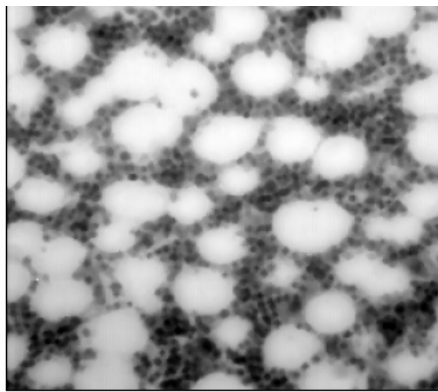
M. Strzelecki, Metody przetwarzania i analizy obrazów biomedycznych (1)

Filtracja obrazów w dziedzinie przestrzennej

- Filtry liniowe
 - „wygładzające” obraz (redukcja zakłóceń)
 - „wyostrzające” obraz
 - filtry do detekcji krawędzi
- Filtry nieliniowe
 - filtr medianowy



Obraz zakłócony

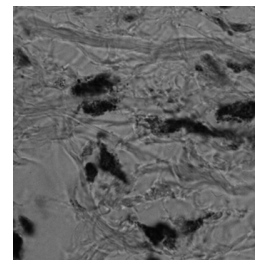
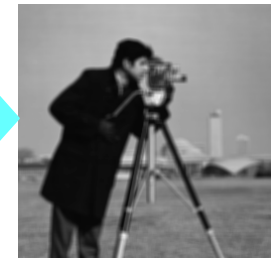


Obraz po filtracji medianowej 3x3

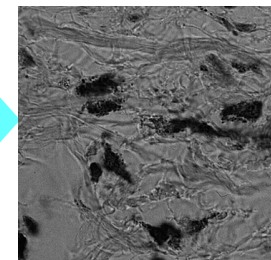
P. Strumiłło



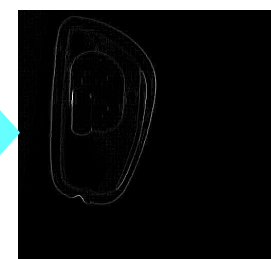
uśredniający



wyostrzający



krawędziowy



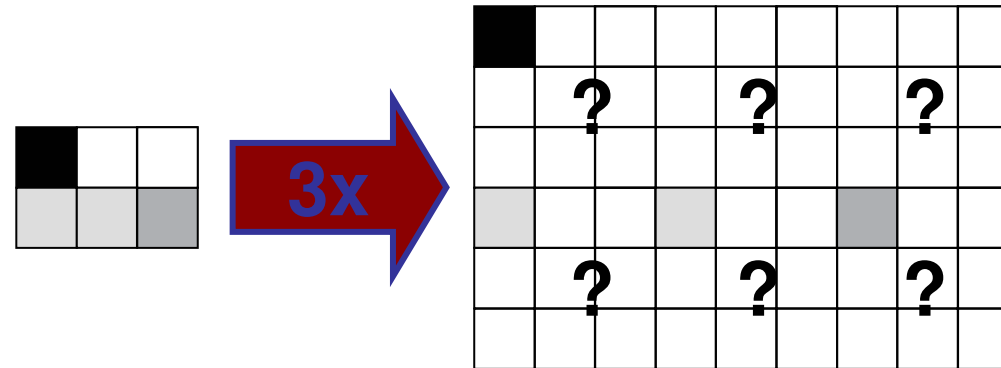


Filtracja obrazów w dziedzinie przestrzennej – Matlab Demo



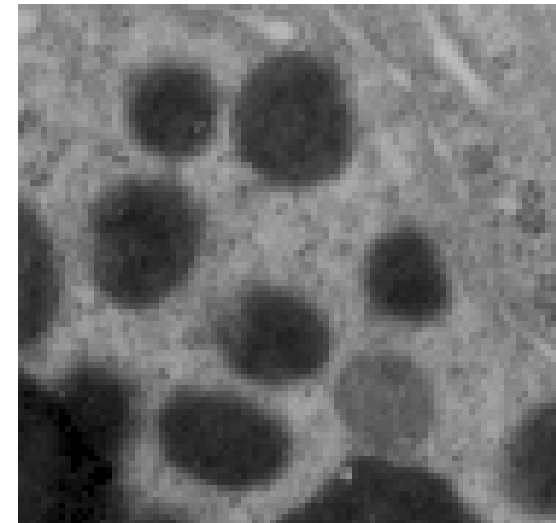
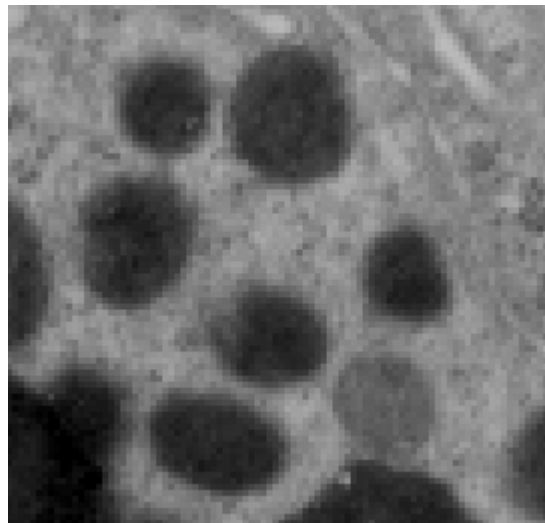
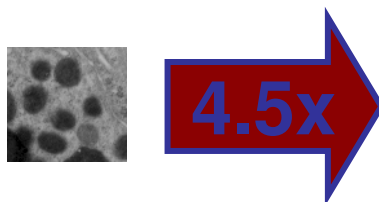


Interpolacja obrazów



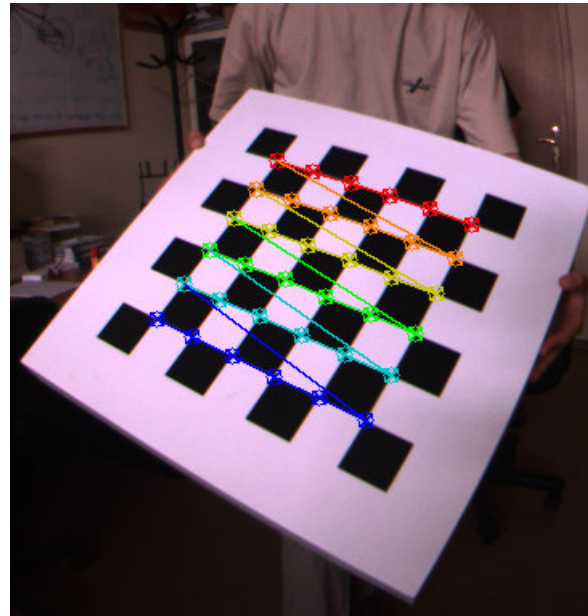
interpolacje: 0 rzędu

dwusześcienna

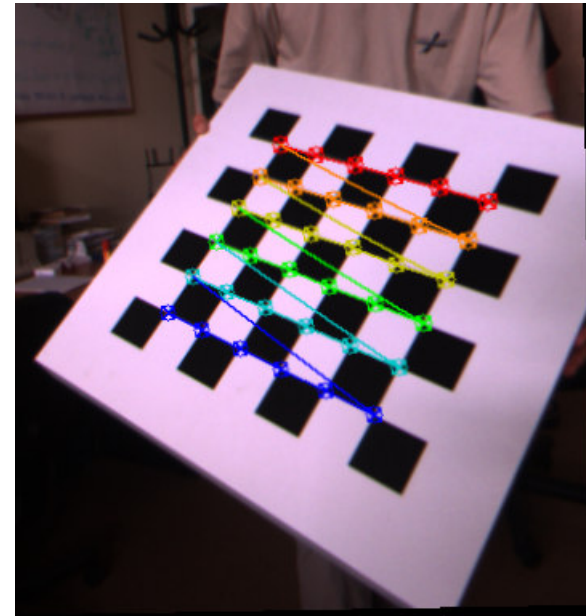




Korekcja zniekształceń geometrycznych



obraz zniekształcony



obraz po korekcji (D. Rzeszotarski)

Estymacja parametrów funkcji zniekształcających

Przekształcenia afiniczne

$$\begin{bmatrix} \hat{x} & \hat{y} & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x & y & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} & 0 \\ t_{21} & t_{22} & 0 \\ t_{31} & t_{32} & 1 \end{bmatrix} = XT$$

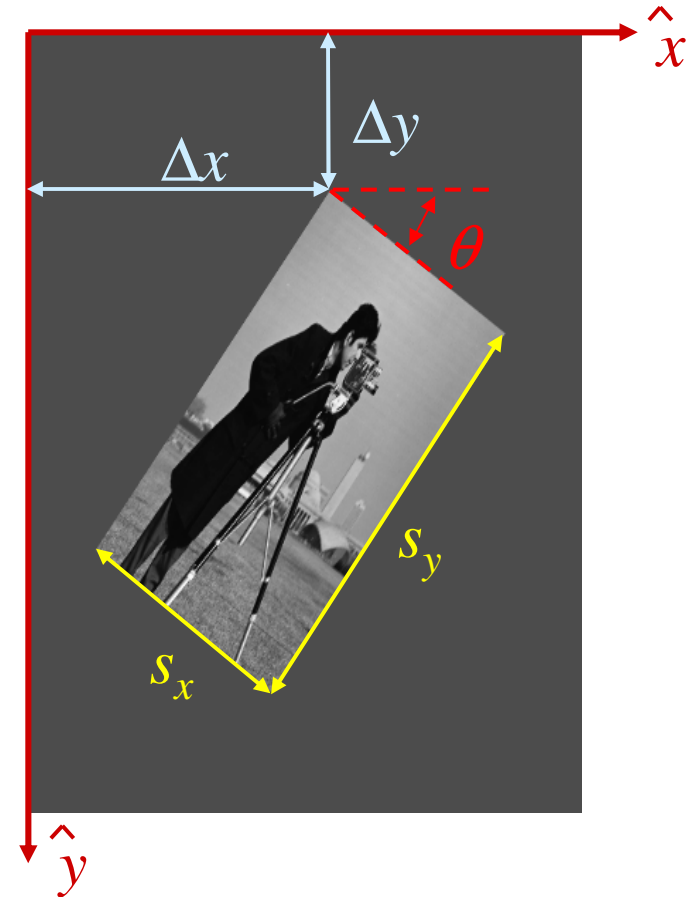
$$T = \begin{bmatrix} s_x \cos(\theta) & a_x + s_x \sin(\theta) & 0 \\ a_y - s_y \sin(\theta) & s_y \cos(\theta) & 0 \\ \Delta x & \Delta y & 1 \end{bmatrix}$$

s_x, s_y – współczynniki skali

θ – kąt obrotu

$\Delta x, \Delta y$ – współczynniki przesunięcia

a_x, a_y – współczynniki „skosu”





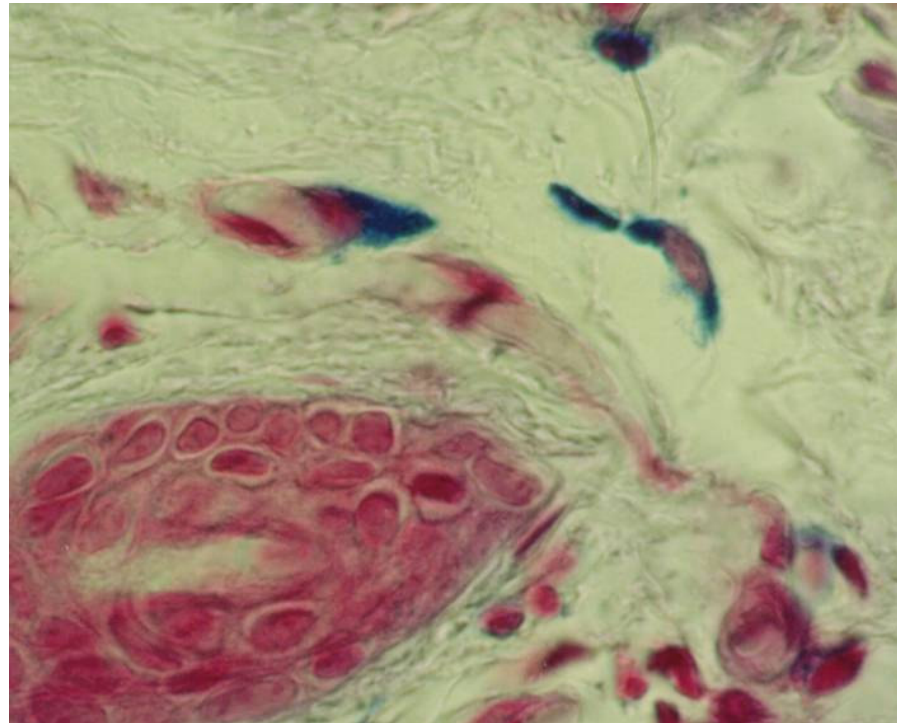
KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Prezentacja multimedialna współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Zastosowania pseudokolorów



obraz mikroskopowy komórek skóry sztucznie barwionych



Politechnika Łódzka
Instytut Elektroniki

M. Strzelecki, Metody przetwarzania i analizy obrazów biomedycznych (1)

Zastosowania pseudokolorów

10°C	5°C	10°C	3°C
10°C	5°C	3°C	5°C
0°C	10°C	10°C	10°C
10°C	3°C	3°C	0°C

obraz źródłowy
(niekoniecznie optyczny)

R G B

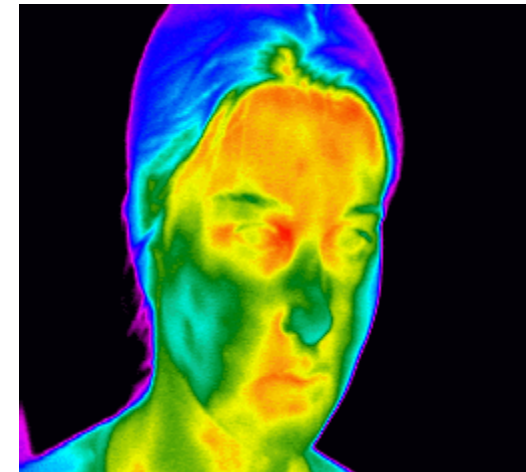
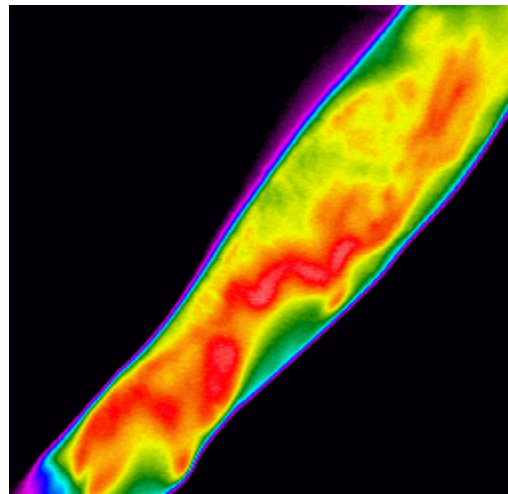
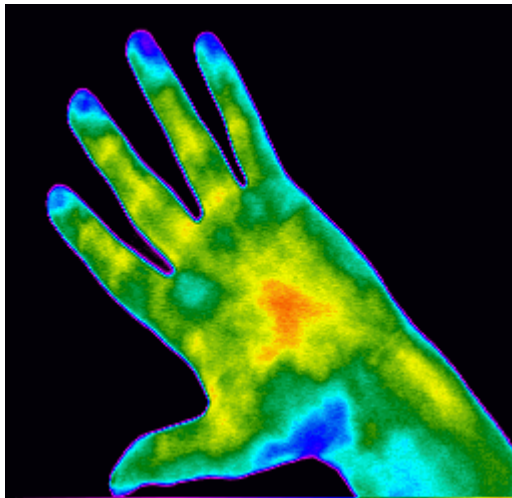
...	...	...	30
31	31	31	31
32	32	32	32
255	0	0	33
34	34	34	34
...	...	...	35

look-up table

obraz wynikowy



Zastosowania pseudokolorów



wykorzystanie termogramów w badaniach alergologicznych
oraz dla oceny leków poprawiających ukrwienie mózgu
(Zakład Termografii i Układów Elektronicznych IE PŁ)



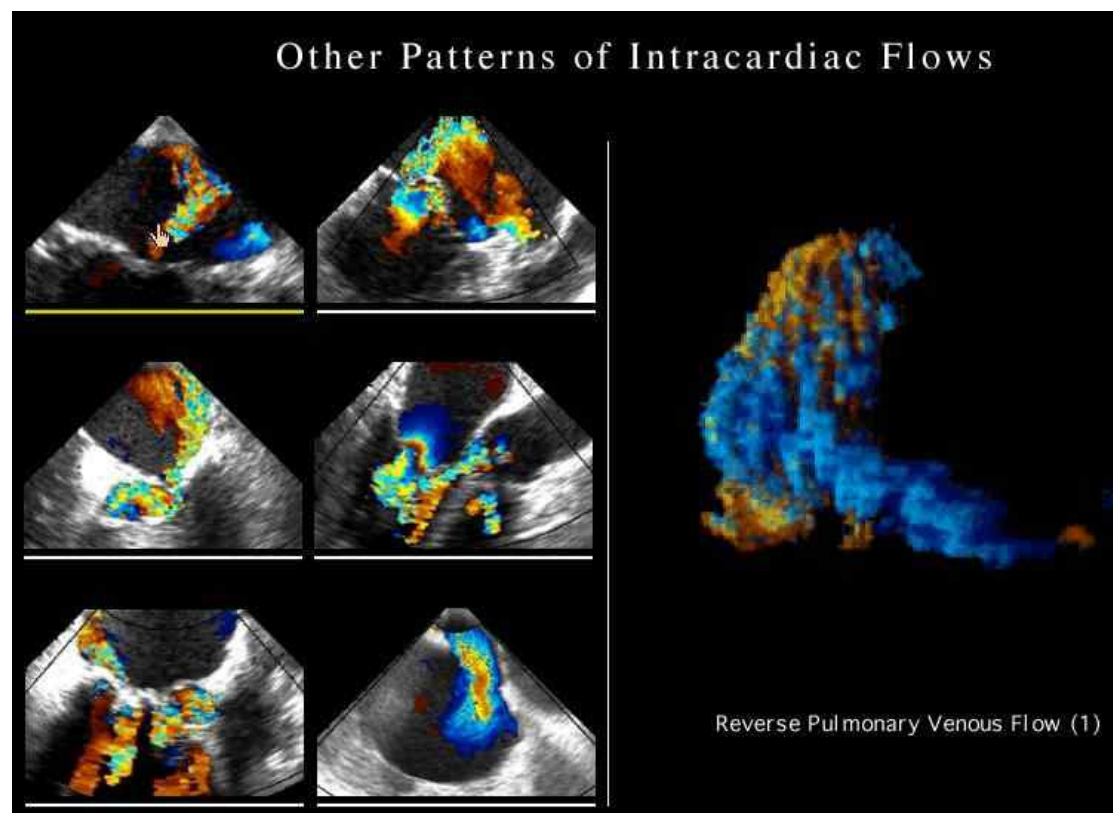
KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Prezentacja multimedialna współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Zastosowania pseudokolorów



obraz USG serca
(Medical and Biological Informatics, GCRC, Heidelberg, Germany)

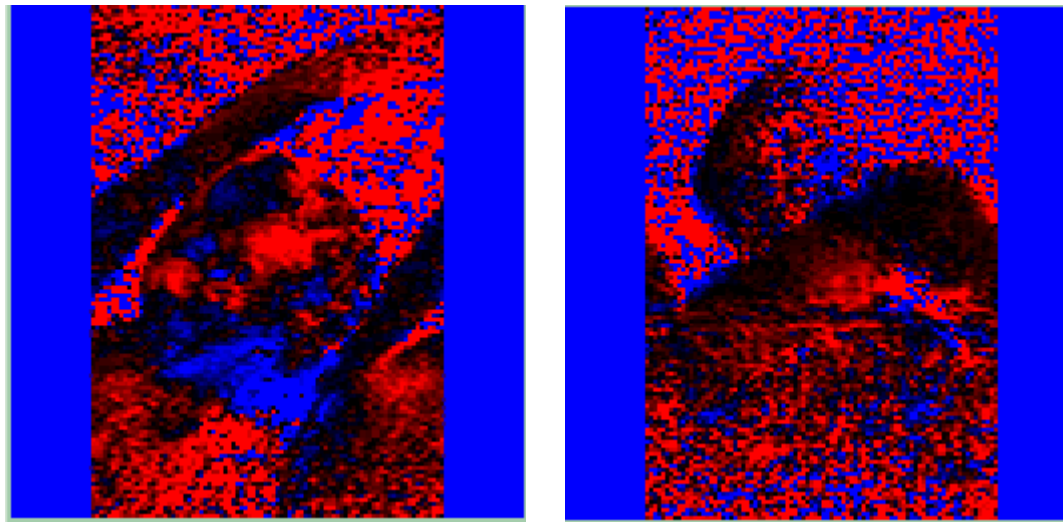


Politechnika Łódzka
Instytut Elektroniki

M. Strzelecki, Metody przetwarzania i analizy obrazów biomedycznych (1)



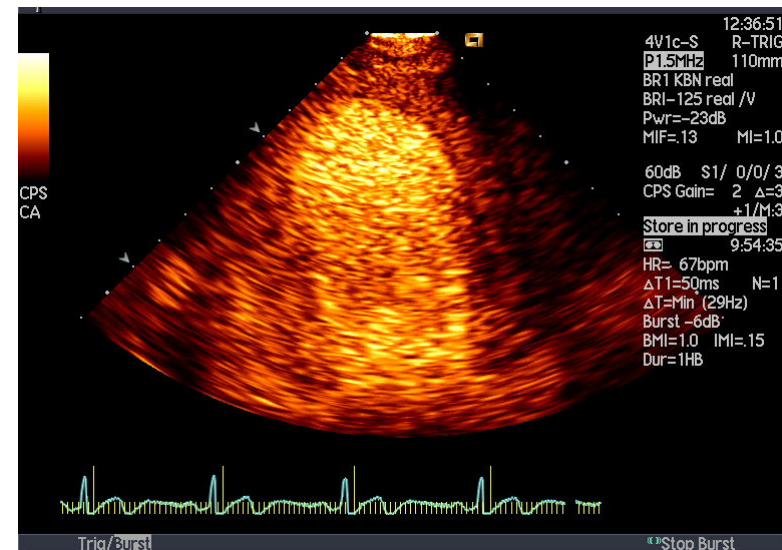
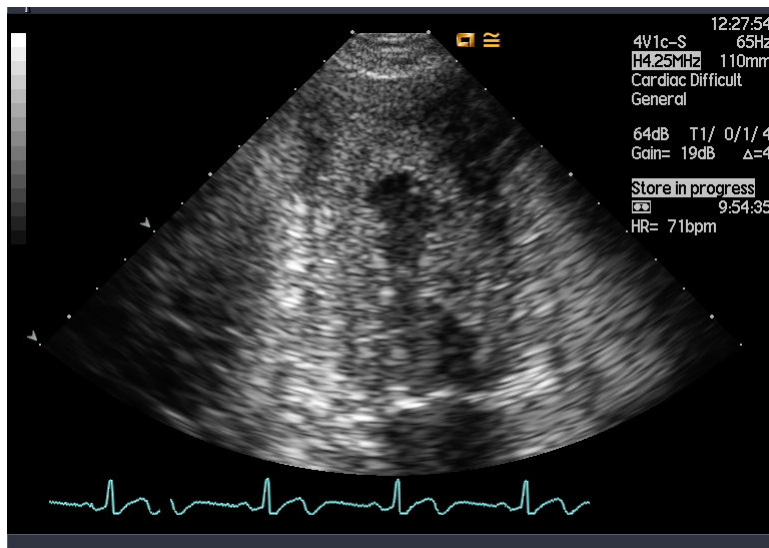
Zastosowania pseudokolorów



symulacja przepływu krwi przez komory serca
(dr P. Makowski, rekonstrukcja na podstawie przekrojów MRI,
we współpracy z Århus University, Dania)



Zastosowania pseudokolorów



obrazy USG serca, „klasyczne oraz zastosowaniem kontrastu
(dr P. Lipiec, Klinika Kardiologii UMŁ)





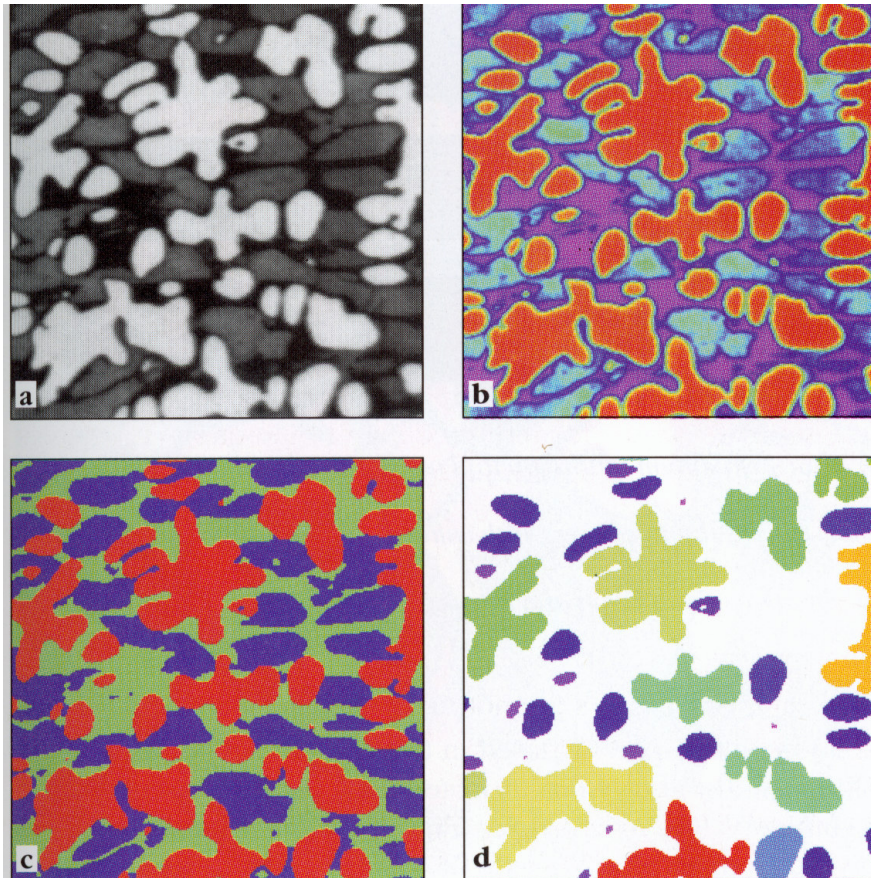
KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Prezentacja multimedialna współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Inne zastosowania pseudokolorów



Badania prowadzone w metalurgii
[J. Russ, The Image Processing
Handbook, CRC Press 1995]



Politechnika Łódzka
Instytut Elektroniki

M. Strzelecki, Metody przetwarzania i analizy obrazów biomedycznych (1)