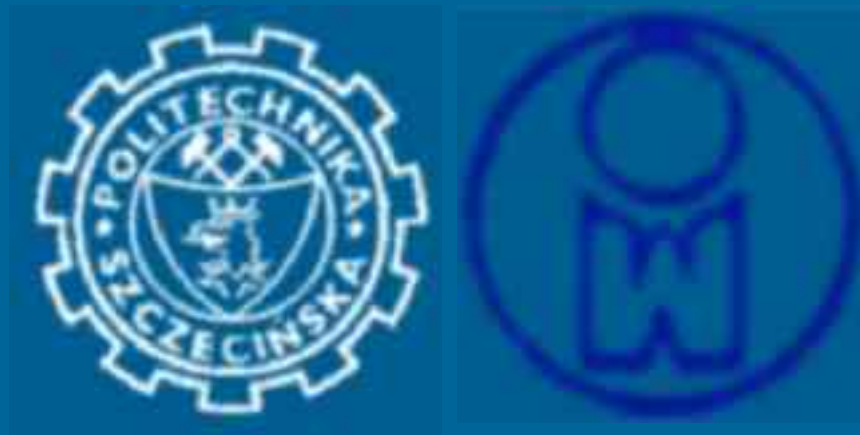


# Przetwarzanie obrazów



**Mariusz Borawski**  
mariusz.borawski@wi.ps.pl

**Politechnika Szczecińska**  
**Wydział Informatyki**

**8 marzec, 2004**

# Materiały

1. Kuchariew G., *Przetwarzanie i analiza obrazów cyfrowych*, Szczecin 1997
2. Pratt W., *Digital image processing*, Wiley Interscience Publication, New York 2001

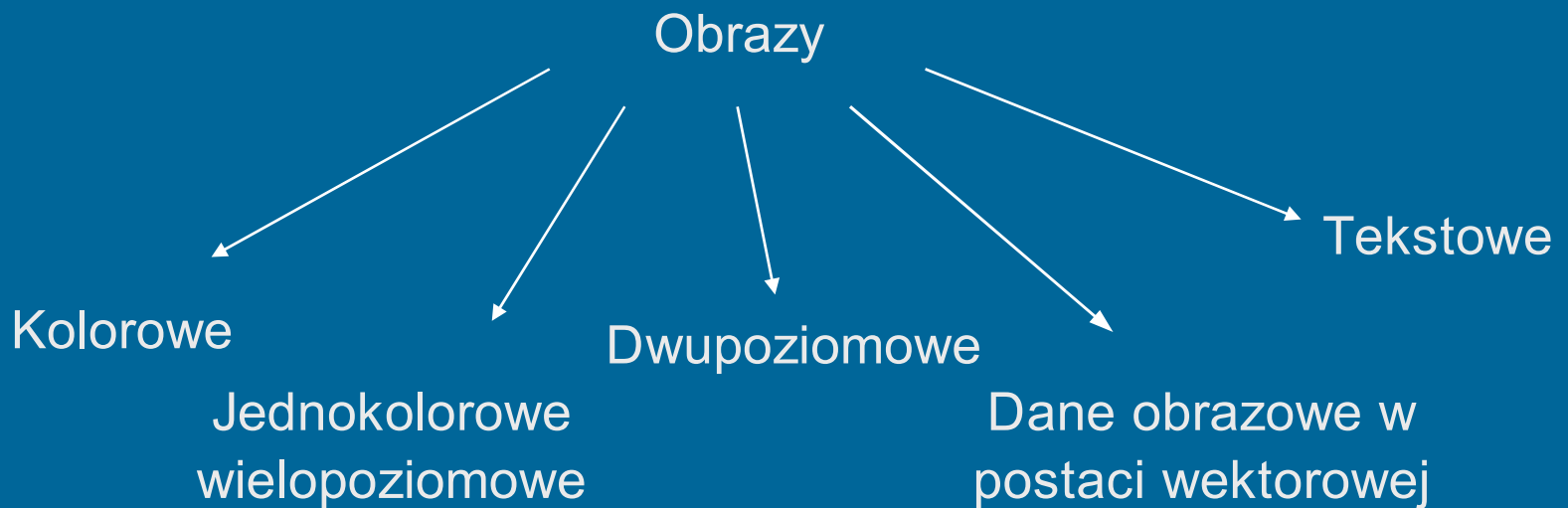
# Przetwarzanie danych



**Przetwarzanie obrazów** - Przekształcanie obrazu w inny obraz, lub do postaci reprezentującej obraz wg określonego przepisu (algorytmu).

# Obraz

**Obraz** - dwuwymiarowa funkcja intensywności nośnika informacji  $f(x,y)$ .



## Obraz kolorowy



# Typy obrazów kolorowych

1. Bez mapy kolorów
2. Z mapą kolorów

Problem z przetwarzaniem obrazów z mapą kolorów.  
p2.m

## Obraz jednokolorowy wielopoziomowy



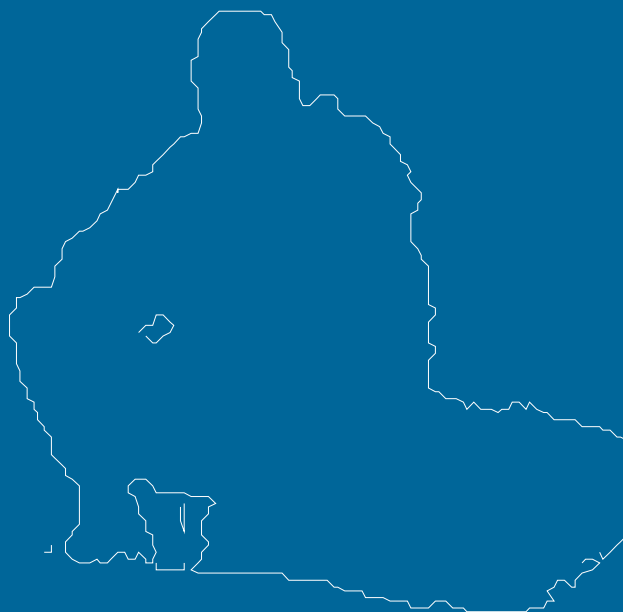


## Obraz dwupoziomowy





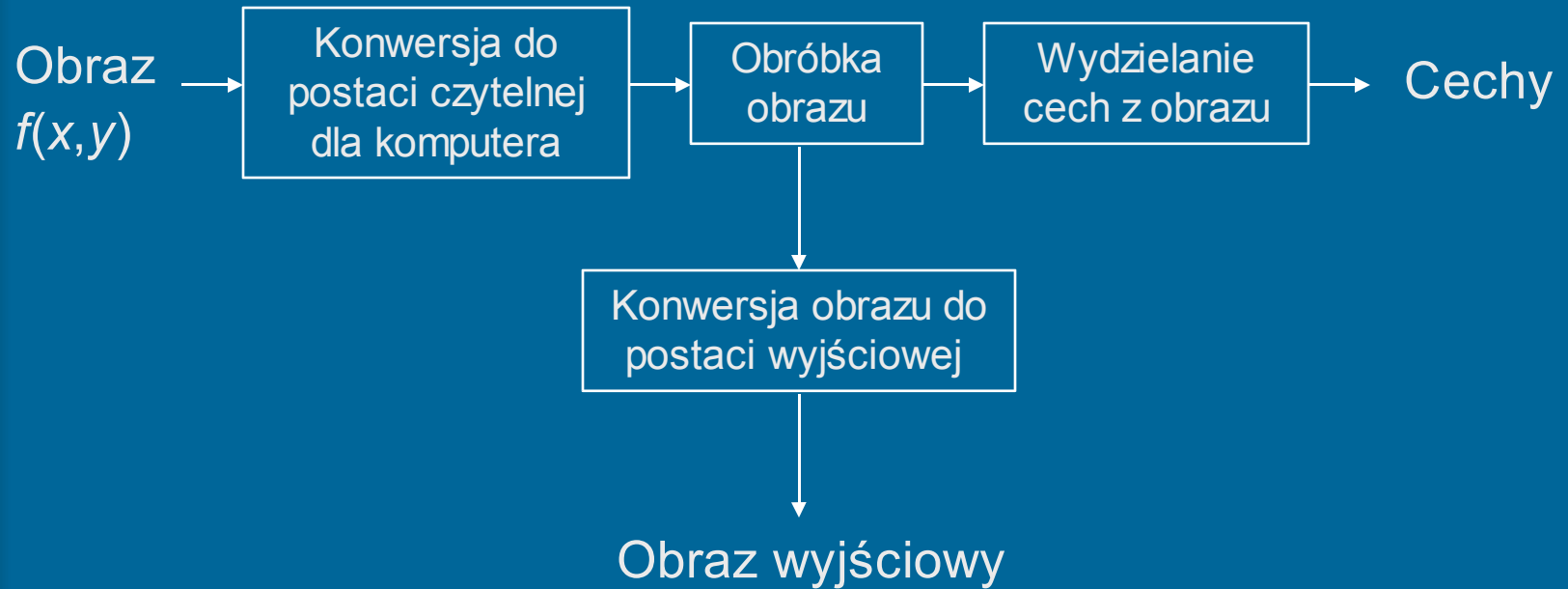
## Dane obrazowe w postaci wektorowej



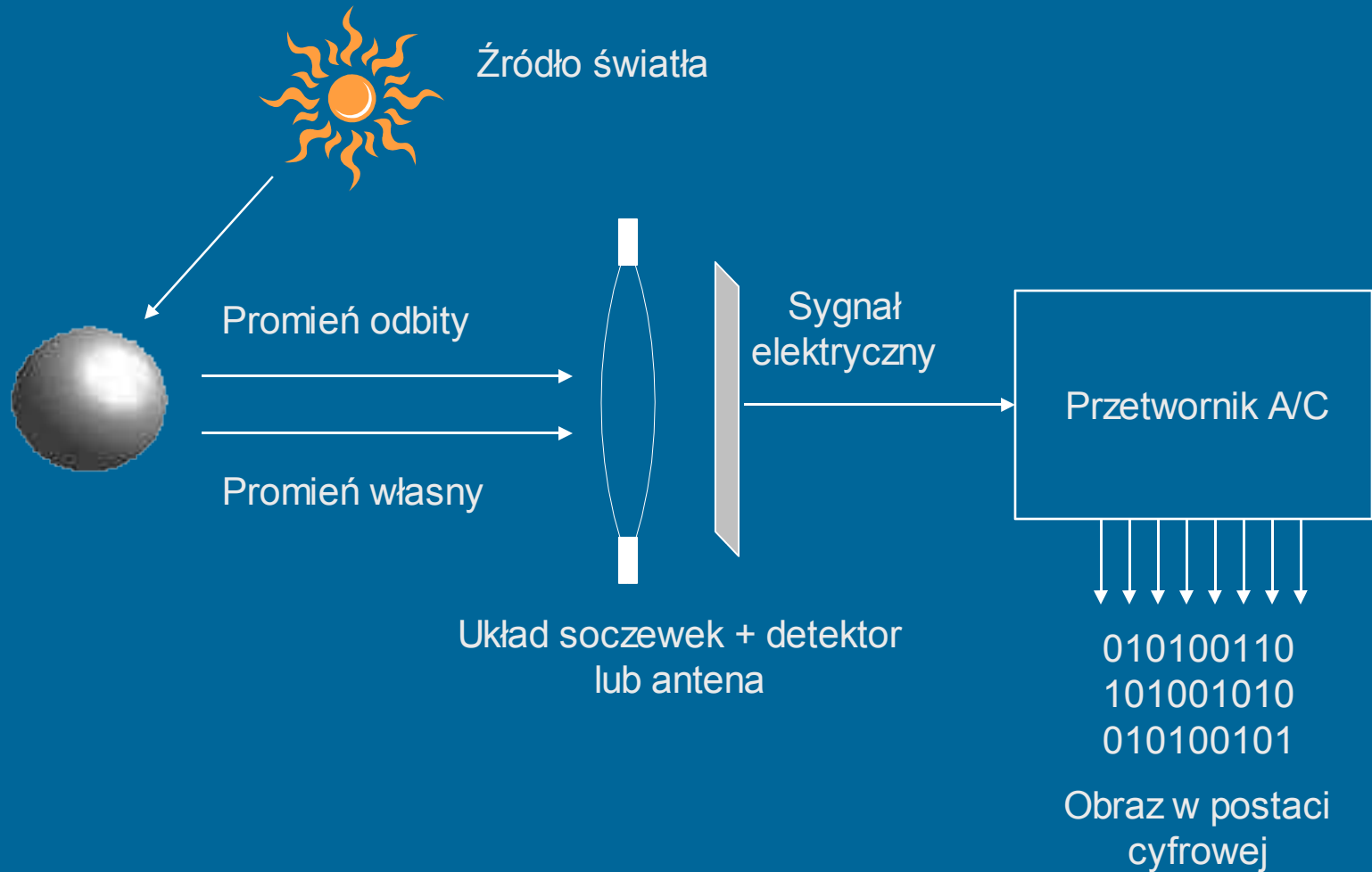
<http://www.chris.com/ascii/index.html>



# Przetwarzanie obrazów



# Konwersja obrazu do postaci cyfrowej



## Obróbka i wydzielenie cech z obrazu

- ✧ Operacje na histogramie
  - rozciągnięcie wzdłuż krzywej
  - wyrównanie histogramu
  - itd.
- ✧ Lokalne metody obróbki obrazu
  - filtracja splotowa
  - filtry statystyczne
  - itd.
- ✧ Globalne metody obróbki obrazu
  - transformaty nieortogonalne
  - transformaty ortogonalne (Fouriera)
  - itd.

## Operacje na histogramie

Operacje na histogramie mają na celu zmianę jasności pikseli w celu lepszego zobrazowania obrazu lub zmiany stosunków jasności pikseli kluczowych elementów obrazu. W rezultacie zmianie ulega histogramu danego obrazu.

## Histogram – obliczanie

0	4	1	3
5	6	2	6
4	4	1	3
4	1	5	4

1. Ustalenie zakresu jasności lub przyjęcie domyślnego dla danej liczby bitów na piksel;
2. Określenie liczby przedziałów;
3. Wyznaczenie szerokości przedziałów poprzez podzielenie zakresu przez ich liczbę;
4. Obliczenie liczby pikseli o wartościach jasności należących do poszczególnych przedziałów.

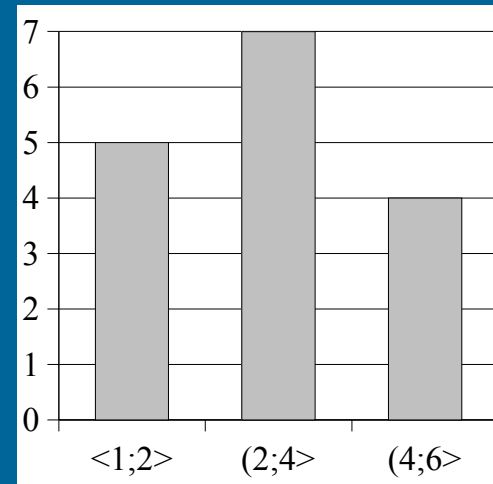


# Histogram - obliczanie

0	4	1	3
5	6	2	6
4	4	1	3
4	1	5	4



Histogram



Przedziały

<0;2>

0	1	2	1	1
---	---	---	---	---

5

(2;4>

4	3	4	4	3	4	4
---	---	---	---	---	---	---

7

(4;6>

5	6	6	5
---	---	---	---

4

Częstość wystąpień

## Normalizacja histogramu

Z liczbą elementów :

$$H_n(b) = \frac{H(b)}{\text{LiczbaElementowObrazu}}$$

Z liczbą elementów i liczbą przedziałów :

$$H_n(b) = \frac{\text{LiczbaPrzedzialow} H(b)}{\text{LiczbaElementowObrazu}}$$

# Normalizacja histogramu i rozkład

p3.m

# Histogram dla obrazu

p4.m

## Parametry liczone z histogramu

Średnia:

$$\bar{x} = \sum_{b=0}^{L-1} \left( p - \frac{p}{2b} \right) b H(b)$$

Dyspersja:

$$\sigma_b^2 = \sum_{b=0}^{L-1} \left[ \left( p - \frac{p}{2b} \right) b - \bar{x} \right]^2 H(b)$$

Współczynnik asymetrii:

$$b_s = \frac{1}{\sigma_b^3} \sum_{b=0}^{L-1} \left[ \left( p - \frac{p}{2b} \right) - \bar{x} \right]^3 H(b)$$

$H$  – histogram;

$p$  – szerokość przedziału;

$L$  – liczba przedziałów.

## Parametry liczone z histogramu

Współczynnik ekscesu:

$$b_K = \frac{1}{\sigma_b^4} \sum_{b=0}^{L-1} \left[ \left( p - \frac{p}{2b} \right) - \bar{x} \right]^4 H(b) - 3$$

Energia:

$$b_N = \sum_{b=0}^{L-1} [H(b)]^2$$

Entropia:

$$b_E = - \sum_{b=0}^{L-1} H(b) \log_2 [H(b)]$$

## Parametry liczone z histogramu

p2b.m



## Normalizacja obrazka

Normalizacja ma za zadanie ściągnąć cały zakres wartości do przedziału  $\langle 0; 255 \rangle$ .

$$X_{\text{norm}} = 255 \frac{X - \min(X)}{\max(X) - \min(X)}$$

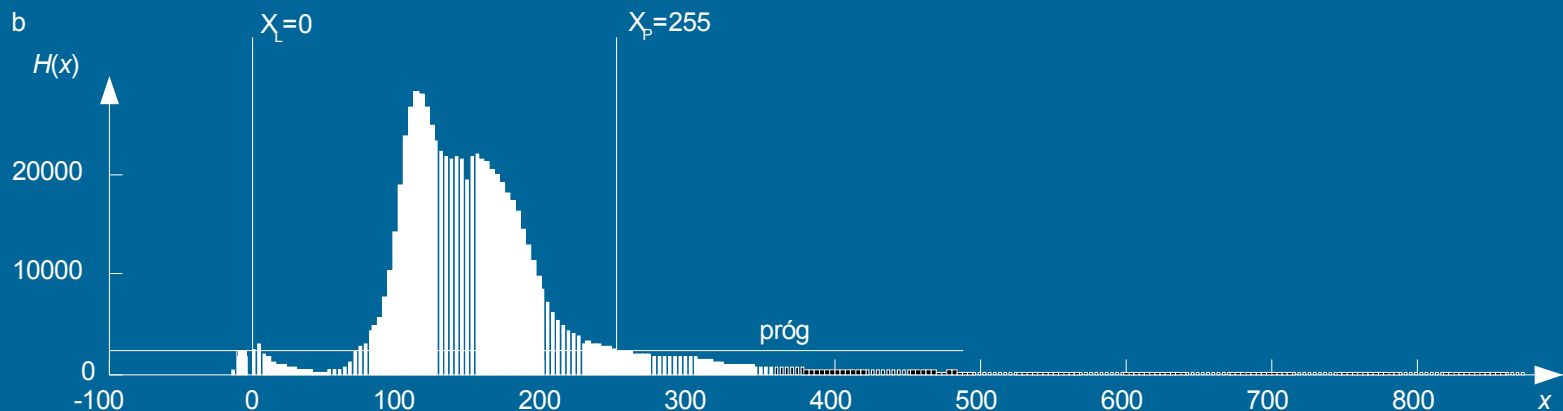
gdzie

$X$  – macierz danych;

$X_{\text{norm}}$  – znormalizowana macierz danych.

## Normalizacja z wartościami progowymi

Dysponując histogramem obrazu możemy określić pozycje i szerokość zakresu w którym znajduje się większość danych. W tym celu wprowadza się próg określający minimalną częstość występowania elementów z lewej i prawej strony histogramu.



## Normalizacja z wartościami progowymi

Normalizację z wartościami progowymi możemy przeprowadzić według wzoru:

$$X_{\text{norm}} = 255 \frac{X - X_L}{X_P - X_L}$$

gdzie

$X_L$  – wartość minimalna;

$X_P$  – wartość maksymalna.

## Normalizacja z wartościami progowymi

histRGB.m – wszystkie kanały razem

histRGB\_b.m – każdy kanał osobno

## Rozciągnięcie histogramu wzdłuż krzywej

Rozciągnięcie histogramu wzdłuż zadanej krzywej zmienia rozkład jasności pikseli poprzez zmianę ich przyporządkowania do przedziałów histogramu. Przekłada to się na zmianę szerokości przedziałów histogramu:

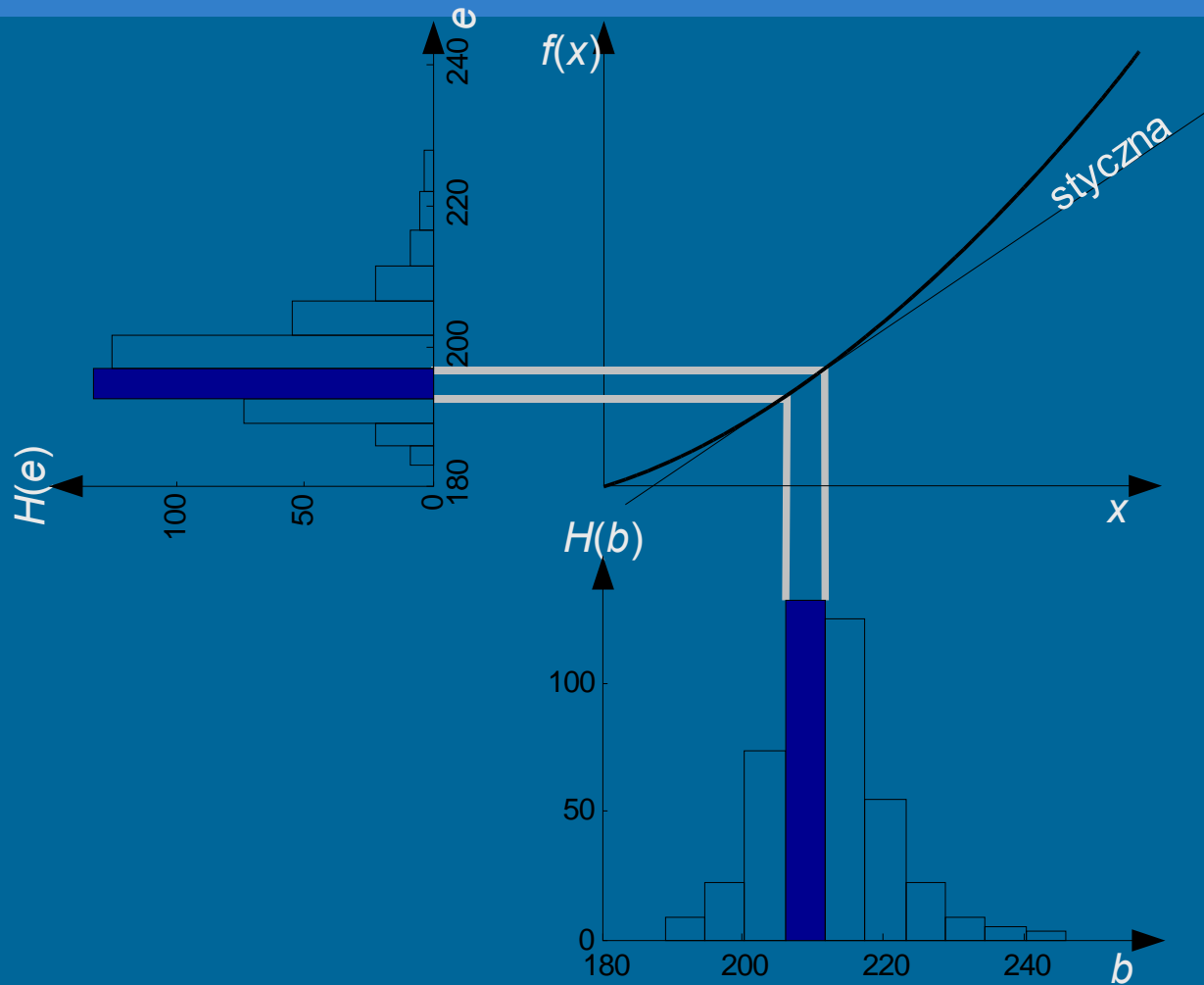
$$de = f'(b)db$$

gdzie

- $b$  – jasność piksela przed rozciągnięciem histogramu;
- $e$  – jasność piksela po rozciągnięciu histogramu;
- $f(b)$  – funkcja rozciągnięcia histogramu.

Tangens kąta nachylenia stycznej funkcji  $f(b)$  jest współczynnikiem zmiany szerokości przedziału.

# Rozciągnięcie histogramu wzdłuż krzywej – interpretacja geometryczna



## Rozciągnięcie histogramu wzdłuż krzywej – obliczanie

Całkując otrzymamy:

$$e = \int f'(b) db$$

Nowe wartości jasności pikseli możemy obliczyć:

$$o_w = \int f'(o) do$$

gdzie

$o$  – wartość jasności piksela;

$o_w$  – wartość jasności piksela po rozciągnięciu histogramu.

czyli

$$o_w = f(o) + c$$

gdzie

$c$  – stała.



## Rozciąganie histogramu wzdłuż krzywej – funkcja liniowa

Najprostszą funkcją rozciągnięcia histogramu jest liniowa funkcja:

$$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{dla } x < 0 \\ ax & \\ E & \text{dla } x > E \end{cases}$$

gdzie

$E$  – maksymalna dopuszczalna wartość jasności.

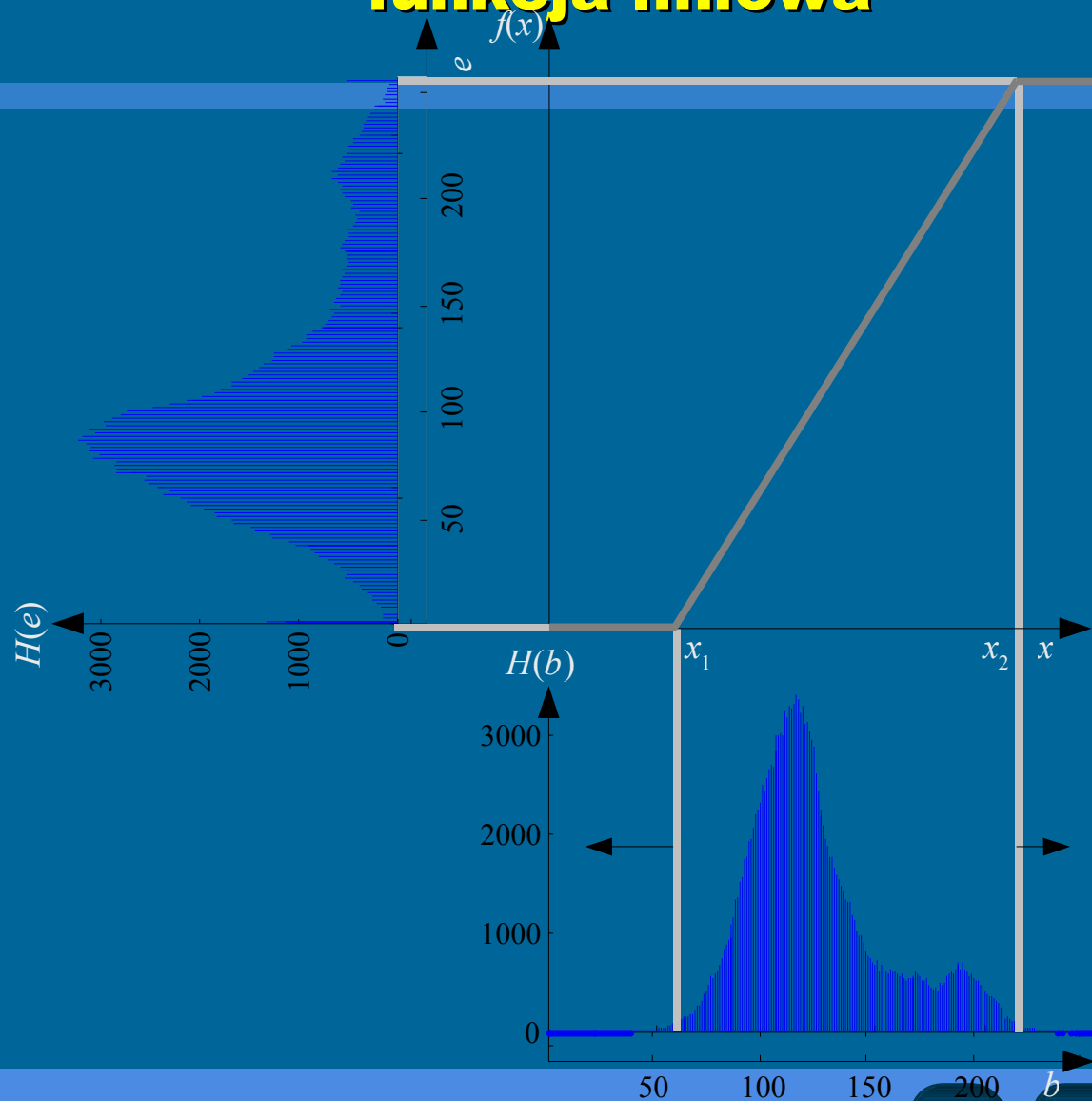
przy czym  $a$  może mieć na przykład wartość:

$$a = \frac{E}{x_2 - x_1}$$

gdzie

$x_1, x_2$  – wartości ograniczające histogram od “dołu” i “góry”.

# Rozciąganie histogramu wzdłuż krzywej – funkcja liniowa



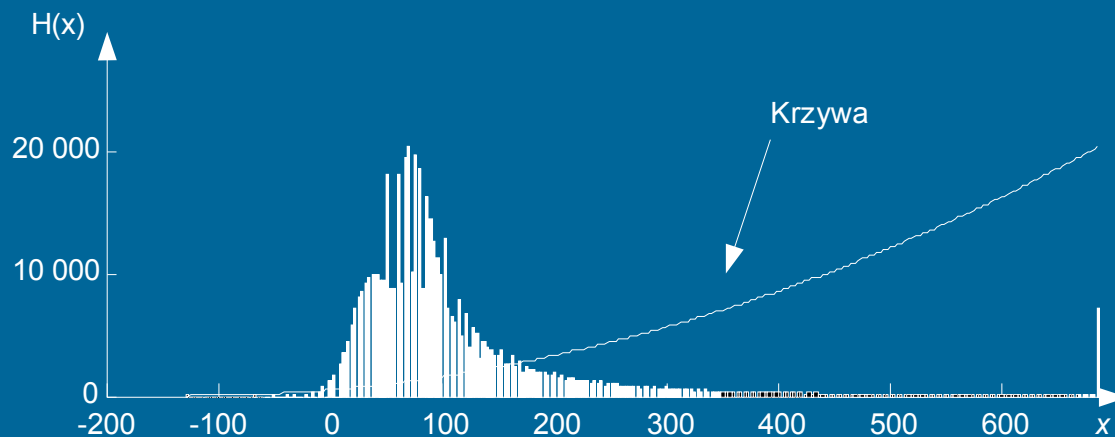
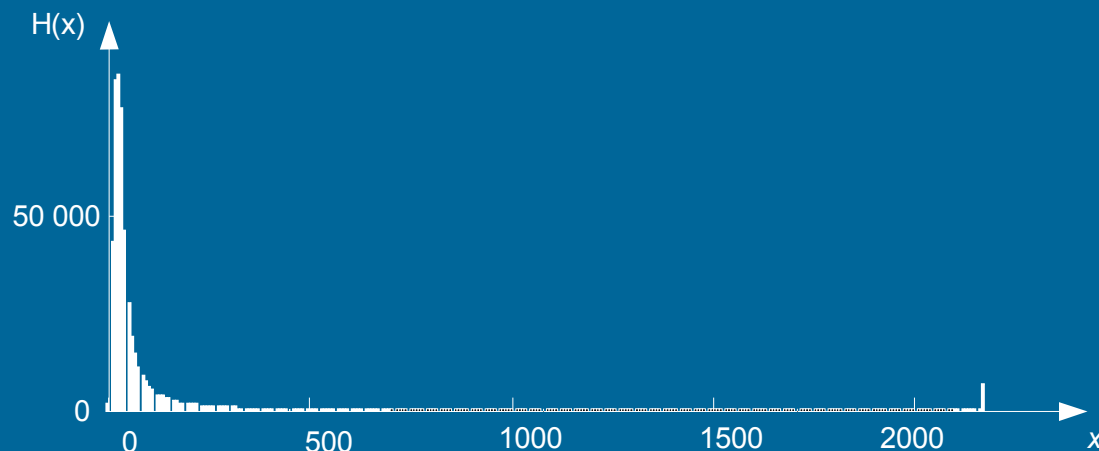
# Rozciąganie histogramu wzdłuż krzywej

$$y = x + c$$

czb.m – wszystkie kanały razem

kolor.m – każdy kanał osobno

# Rozciągnięcie histogramu wzdłuż zadanej – funkcja nieliniowa

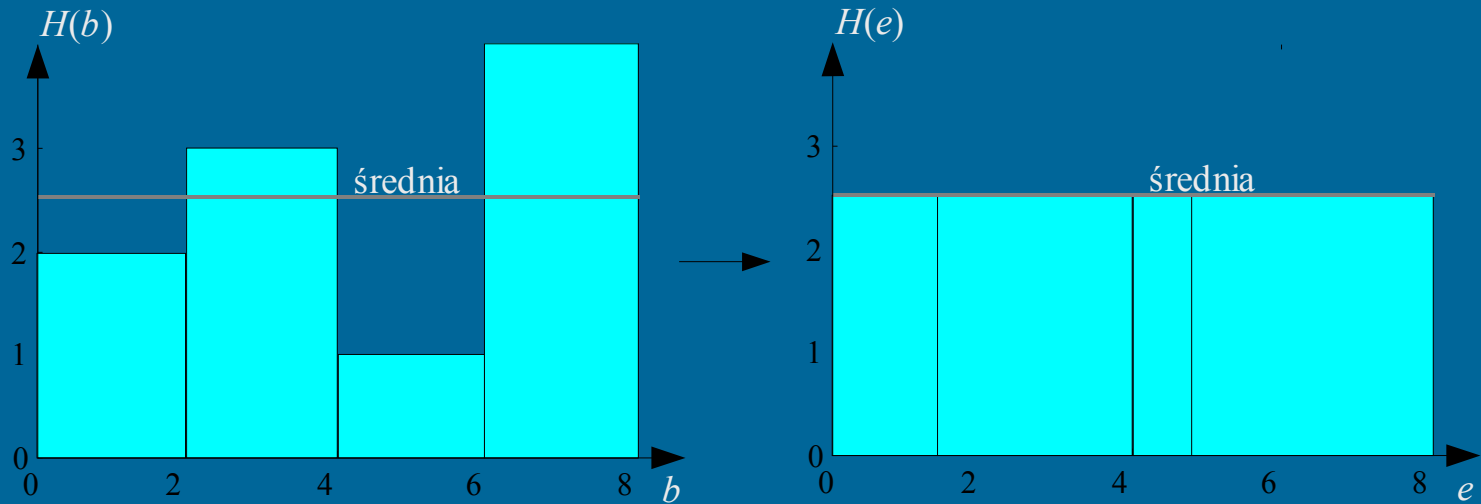


# Rozciąganie histogramu wzdłuż krzywej $y = x^a$ z normalizacją wartości

korekcja.m

## Wyrównanie histogramu

Wyrównanie histogramu ma na celu doprowadzenie do równomiernego rozłożenia wartości jasności w jego przedziałach. W rezultacie wszystkie słupki histogramu po wyrównaniu mają wysokość równą wartości średniej jasności pikseli.



# Wyrównanie histogramu – algorytm

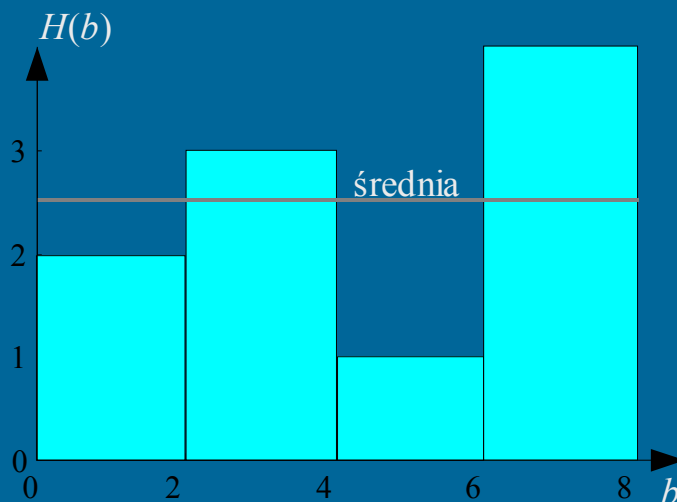
1. Obliczenie średniej częstości występowania elementów (czyli średniej wysokości słupków):

$$sr_H = \frac{\sum_{b=1}^N H(b)}{N}$$

gdzie

$N$  – liczba przedziałów;

$H$  – histogram.

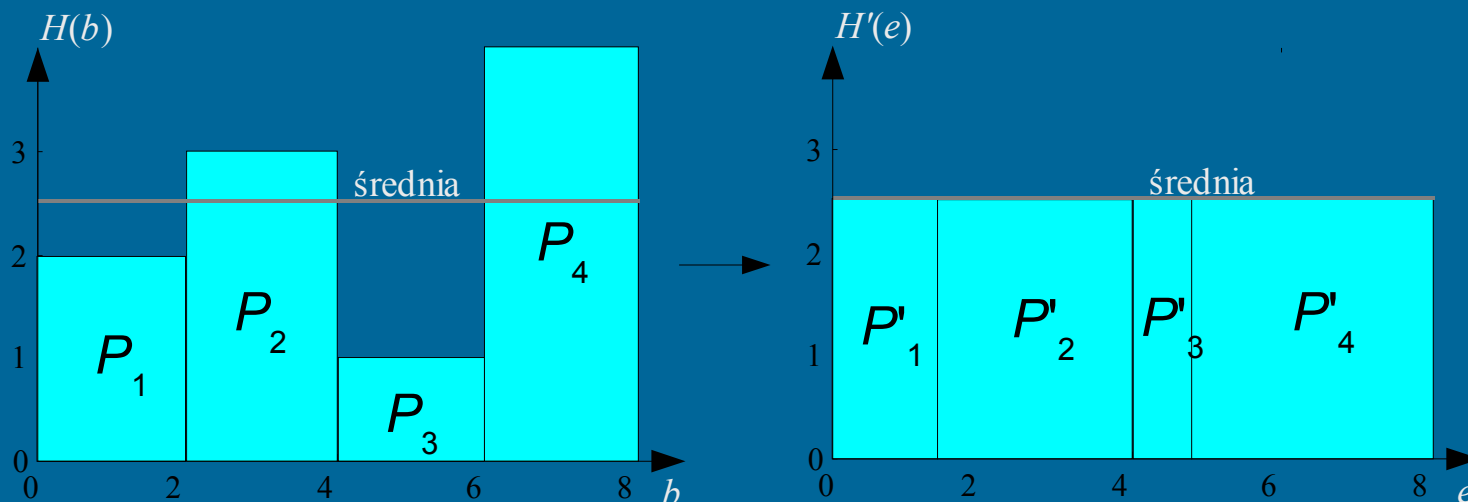




# Wyrównanie histogramu – algorytm

2. Obliczenie nowej szerokości przedziałów.

Możemy założyć, że pole powierzchni słupka nie ulegnie zmianie.



$$P_i = P'_i$$

z tego

$$H(b) \text{ szer} = sr_H \text{ szer}'(e)$$

czyli

$$\text{szer}'(e) = \frac{H(b) \text{ szer}}{sr_H}$$

## Wyrównanie histogramu – algorytm

3. Obliczenie granic przedziałów i zmiana wartości jasności tak aby znalazły się w odpowiednich przedziałach.



# Wyrównanie histogramu

wyrownanie.m

# Histogram dwuwymiarowy

Histogram dwuwymiarowy służy do badania statystycznych zależności między sąsiednimi pikselami. Jest szczególnie przydatny w analizie tekstur.

# Histogram dwuwymiarowy – obliczanie

0	2	1	1
2	0	2	0
1	0	1	2
0	1	2	2

0	2	1	1
2	0	2	0
1	0	1	2
0	1	2	2

	0	1	2
0	1	1	1
1	2	1	0
2	0	1	2

	0	1	2
0	0	0	0
1	0	0	0
2	0	0	1

	0	1	2
0	0	1	0
1	0	0	0
2	0	0	1

# Histogram dwuwymiarowy dla tekstur

