

# **Metody kompresji obrazów**

## **Modelowanie koloru, segmentacja obrazu**

WYKŁAD 6  
Dla studiów niestacjonarnych  
2021/2022

Dr hab. Anna Korzyńska, prof. IBIB PAN

# KOMPRESJA OBRAZÓW

## Cele kompresji

- archiwizacja,
- przesyłanie.

## Stopień kompresji obrazu

$$SK = \frac{KP}{KW}$$

**SK** - stopień kompresji obrazu.

**KP** [abajt] - obszar pamięci zajmowany przez **kod pierwotny** obrazu.

**Kod pierwotny** - reprezentacja rastrowa lub wektorowa.

**KW** [abajt] - obszar pamięci zajmowany przez **kod wynikowy** obrazu.

## Rodzaje kompresji:

- kompresja bezstratna (*lossless compression*)
- kompresja stratna (*lossy compression*)

# Rodzaje kompresji (kodowania)

- **Bezstratna** (ang. lossless coding) odwracalna (ang. reversible) redukcja redundancji statystycznej (ang. statistical redundancy) w czasie i przestrzeni
- **Stratna** (ang. lossy coding) nieodwracalna (ang. irreversible) redukcja redundancji subiektywnej (ang. subjective redundancy), dotycząca nieistotnej informacji (ang. irrelevancy), z lub bez uwzględnienia charakterystyki słuchu i wzroku człowieka
- „Prawie” bezstratna lub **percepcyjnie bezstratna**, tzn. stratna, ale poziom zmian względem oryginału nie jest odczuwany przez człowieka

# Kompresja bezstratna i stratna

*lossless compression*

$$\rho(\underline{x}^{\mu}, \underline{x}^{\nu}) = 0$$

*lossy compression*

$$\rho(\underline{x}^{\mu}, \underline{x}^{\nu}) \neq 0$$

$\underline{x}^{\mu}$  - wektor reprezentujący obraz pierwotny

$\underline{x}^{\nu}$  - wektor reprezentujący obraz odtworzony (zrekonstruowany)

$\rho$  - wartość metryki

## Wybrane metody kompresji bezstratnej obrazów rastrowych:

- Kompresja obrazów z obszarami o jednolitej jasności
- Kompresja obrazów z obszarami o niejednolitej jasności

## Wybrane metody kompresji stratnej obrazów rastrowych

- *kodowanie różnic,*
- *kodowanie blokowe*

*Kompresja stratna* - uzyskiwany jest większy stopień kompresji (SK) niż przy stosowaniu kompresji bezstratnej.

# Kompresja obrazów z obszarami o jednolitej jasności

## Kodowanie ciągów identycznych symboli (RLE)

ciąg identycznych symboli - para zawiera 1 symbol i liczbę jego powtórzeń

### Przykład:

Kodowanie dziesiętne:

7,7,8,9,10,10,10,10,9,9,9,8,7,7,7

7(2), 8(1), 9(1), 10(4), 9(3), 8(1), 7(3).

Kodowanie binarne: 111, 111 .....

Długość kodu zależy:

- **od rozmiaru obrazu ( $N_1 \times N_2$ ),**
- **od liczby poziomów jasności obrazu (M)**

**Uwaga:** dla obrazów o dużych obszarach o jednolitej jasności przegląd według krzywej Hilberta daje z reguły dłuższe ciągi identycznych symboli niż w przypadku przeglądu "linia po linii"

### Praktyczna realizacja

metody kodowania ciągów identycznych symboli:

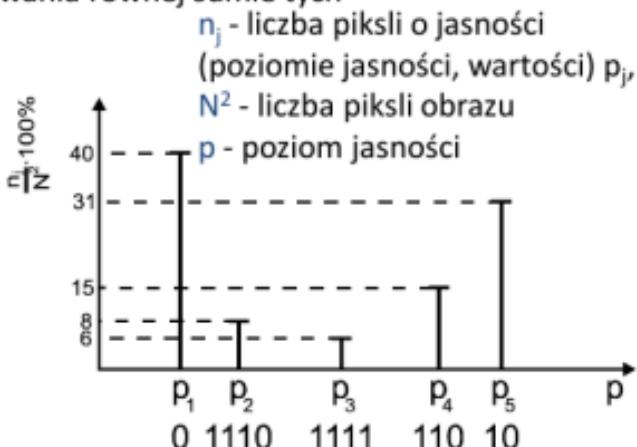
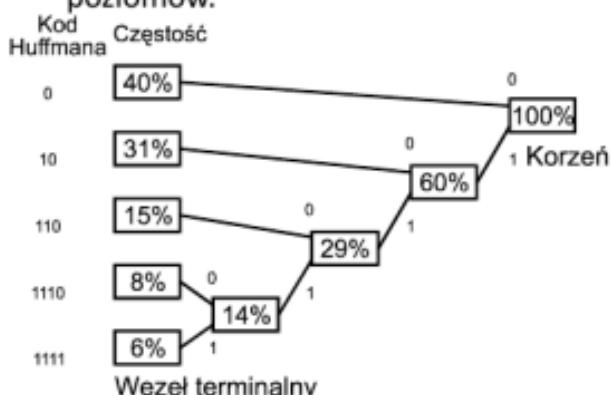
- formaty obrazowe: \*.PCX, \*.PIC

# Kompresja obrazów z obszarami o niejednolitej jasności

## Kod Huffmana - kod o zmiennej długości słowa.

Sposób postępowania:

- Przypisanie każdemu poziomowi jasności częstości występowania pikseli o tym poziomie jasności (utworzenie histogramu).
- Wyszukanie 2 poziomów o najmniejszej częstości występowania i połączenie w jeden o częstości występowania równej sumie tych poziomów.



Schemat łączenia - drzewo Huffmana.

Praktyczna realizacja kodu Huffmana - format obrazowy \*.TGA

# Metody słownikowe

Kodowanie *ciągów symboli* (pikseli) za pomocą odwołań do *słownika* zawierającego takie ciągi.

Stopień kompresji (SK) rośnie, gdy **długość ciągu pikseli** możliwych do zastąpienia *indeksem* do słownika rośnie.

Podział metod słownikowych:

- *statyczne* (słownik nie zmienia się w trakcie kodowania),
- *adaptacyjne* (słownik zmienia się w trakcie kodowania)

# Kodowanie różnic

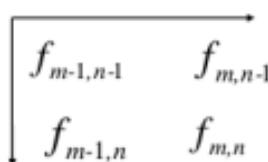
$$\epsilon_{m,n} = f_{m,n} - f_{m,n-1}$$

gdzie:

$f_{m,n}$  - poziom jasności piksela o współrzędnych  $m,n$ ,

$f_{m,n-1}$  - poziom jasności piksela (**kolejnego**) o współrzędnych  $m,n-1$ .

Położenie pikseli



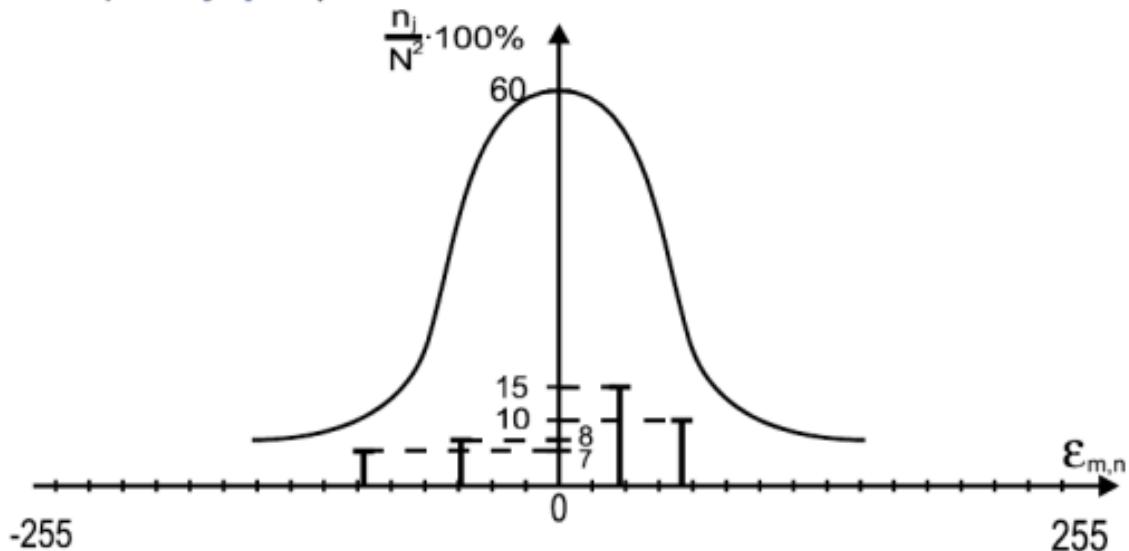
Przykład:

Obraz pierwotny :  $L = 255$  ( $M = 256$ )

- kodowanie wartości pikseli:  $I = 0,1,2,3,\dots,255$ ; zajętość pamięci: 8 bitów/piksel,
- kodowanie różnic pomiędzy wartościami kolejnych pikseli:

$\epsilon_{m,n} = -255, -254, \dots, 0, \dots, 254, 255$  zajętość pamięci: 9 bitów /piksel.

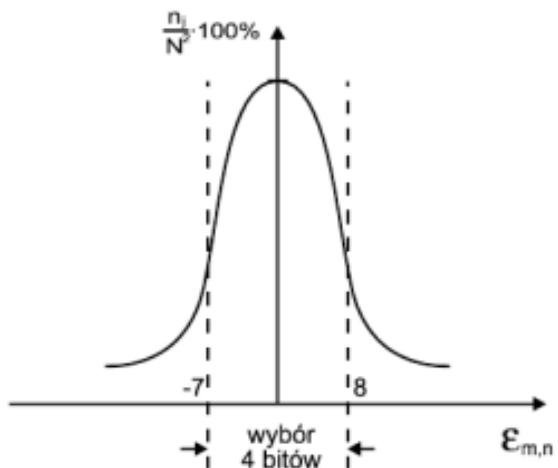
*Histogram różnic  $\varepsilon_{m,n}$  pomiędzy wartościami (poziomami jasności) kolejnych pikseli*



Histogram różnic ma charakter *krzywej Gaussa* z maksimum w okolicy zera.

# Kompresja wynika z zakodowanie najczęściej występujących różnic

Histogram różnic z zaznaczonym obszarem najczęściej występujących różnic



## Kryteria wyboru obszaru:

- wymagania na wielkość stopnia kompresji (SK),
- wymagania na dokładność rekonstrukcji (określoną wielkością „ $p$ ”)

$$KP = 9, KW = 4$$

$$SK = KP/KW = 9/4 = 2,25$$

Obraz zakodowany  $\epsilon_{m,n} = -7, -6, \dots, 7, 8$  - 16 symboli zamiast 512

Niepożądany efekt: zależnie od rodzaju obrazu - większe lub mniejsze rozmywanie (*blurring*) ostrych krawędzi.

## Kodowanie blokowe

Podział obrazu na jednakowe bloki, najczęściej  $4 \times 4$  piksele. Obliczenie dla każdego bloku średniej arytmetycznej jasności. Podział pikseli na dwie grupy:

- a) o jasności większej lub równej jasności średniej,
- b) mniejszej niż jasność średnia.

Obliczenie nowej jasności średniej dla każdej z grup (**wartość góra** dla (a) i **wartość dolna** dla (b)). Przypisanie wszystkim pikselom danej grupy obliczonej jasności średniej (górnjej lub dolnej), stąd blok zostaje zakodowany jako *mapa bitowa* określająca podział na grupy, plus dwie wartości jasności.

13	11	10	13
8	9	12	15
6	8	11	14
4	7	9	12

1	1	0	1
0	0	1	1
0	0	1	1
0	0	0	1

Średnia=10,125

Wartość góra= 12,625≈13  
Wartość dolna = 7,625≈ 8

# Kompresje obrazów oparte na transformatach

- Wybieram takie transformaty, które dają w dziedzinie transformacji takie upakowanie informacji, aby większość współczynników była zerowa (bliska零)
- Po kwantyzacji niezerowych współczynników dają minimalne zniekształcenia obrazu
- Prowadzą do dekorelacji sygnału
- Są ortogonalne, bo to zapewnia pełną transmisję informacji
- Są separowalne, bo to zapewnia szybki algorytm dekompozycji

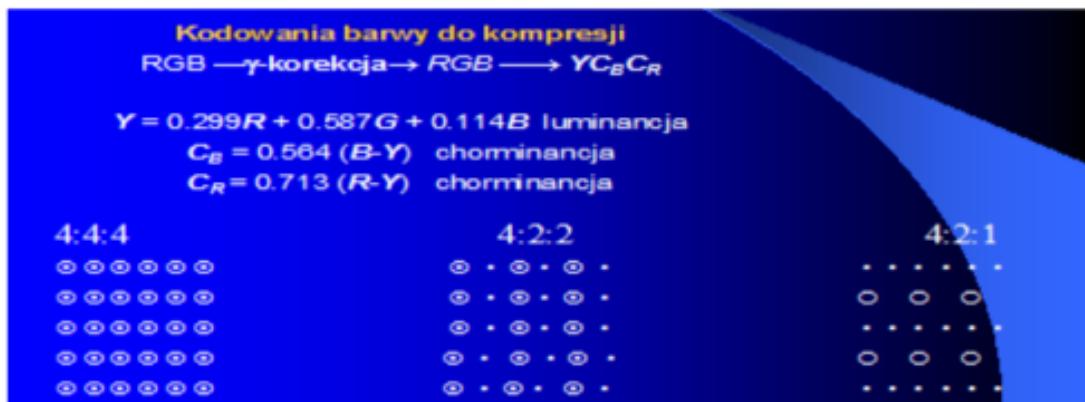
# Kompresja stratna oparta na transformacjach

- Transformacja kosinusowa w kompresji JPEG
- Transformacja falkowa w kompresji JPEG 2000

## Kolejność działań (i):

Konwersja obrazu kanałów (RGB) na jasność (luminancję) i 2 kanały barwy (chrominancje).

Odrzucenie części pikseli kanałów barwy, podział kanałów na bloki  $8 \times 8$  pikseli.



## Kolejność działań (ii)

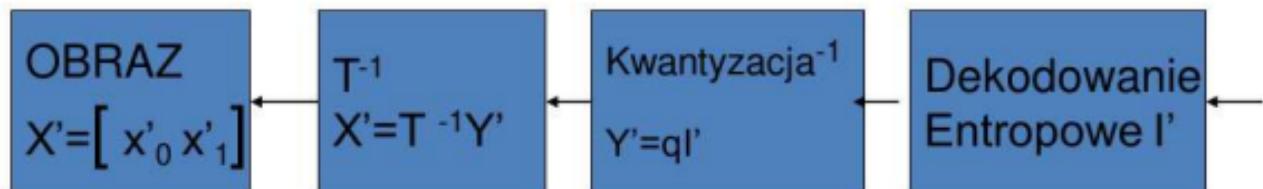
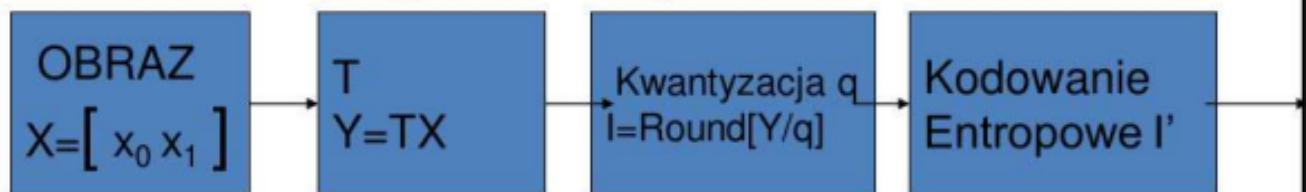
Na blokach wykonywana jest dyskretna transformata kosinusowa (DCT).

Zastąpienie średnich wartości bloków przez różnicę wobec wartości poprzedniej (DPCM). Poprawia to w pewnym stopniu współczynnik kompresji.

Kwantyzacja, czyli zastąpienie danych zmiennoprzecinkowych przez liczby całkowite.

# Schemat kompresji opartej na transformacjach

Kodowanie (ang. encoder)



Dekodowanie (ang. decoder)

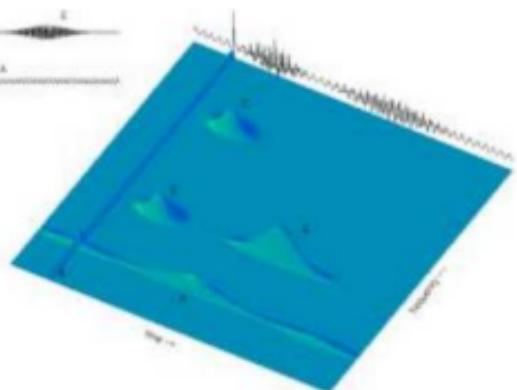
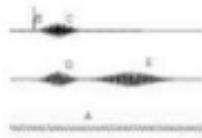
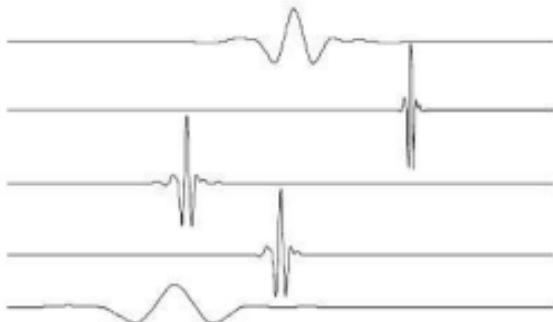
# Kompresja JPEG200

- Koduje różne typy obrazów i filmów: binarne, szare, kolorowe, wielospektralne o różnych właściwościach, transmisja w czasie rzeczywistym, archiwizacja biblioteki obrazów.
- Umożliwia progresywne dekodowanie: pozwala widzowi zobaczyć wersję danego obrazu o niższej jakości, podczas gdy cały plik nie został w pełni odebrany lub pobrany. Jakość obrazu stopniowo się poprawia, gdy więcej bitów danych jest pobieranych ze źródła.
- Zapewnia zachowanie przejrzystości obrazów.
- Daje niezwykle wysoki poziom skalowalności.
- Obrazy mogą być kodowane w dowolnej jakości od bardzo skompresowanych do kompresji bezstratnej.
- Firma udostępnia oprogramowanie open-source tzn. OpenJPEG kod napisany w C do wykorzystania przez programistów.
- Stosuje transformację falkową

# Co to są falki?

**Komplet funkcji umożliwiających hierarchiczną wielorodzicielną reprezentację** aproksymowanej funkcji, składający się z :

- Funkcji skalującej  $\Phi(x)$
- Rodziny falek generowanych na podstawie falki podstawowej



# Falki i transformacja falkowa w przetwarzaniu obrazów

- Kompresja obrazów i sekwencji wideo
- Odszumianie obrazów
- Analiza tekstury
- Segmentacja
- Rozpoznawanie np.: ręcznego pisma, biologicznego wieku dzieci, charakterystycznych cech biologicznego sygnału (EEG)
- Rekonstrukcja obrazów biomedycznych

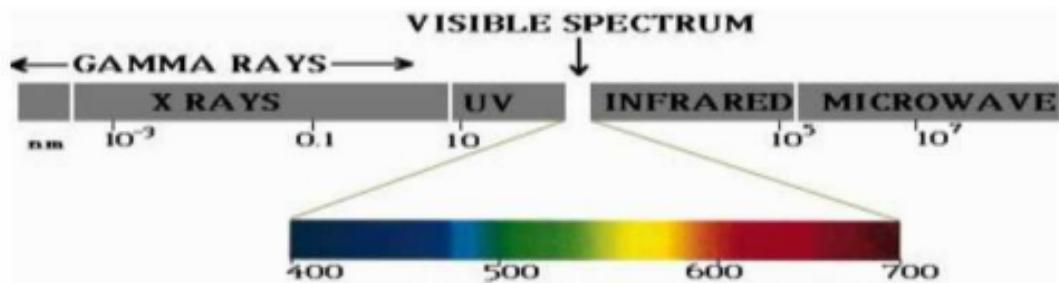
# Metody oceny jakości kodowania

- Subiektywne – notowanie wrażeń widzów lub słuchaczy
- Obiektywne – porównanie ilościowe, na podstawie matematycznie wyznaczonych parametrów, opisujących różnicę między sygnałem oryginalnym i po dekompresji
- Metody oparte na modelach percepcji informacji przez człowieka:
  - perceptualny model, zapewniający wierność percepcji słuchowej
  - modelowanie układu percepcji wzrokowej człowieka  
(HVS ang. Human Visual System)

# Barwa

**Barwa to** zarówno kombinacja fizycznych (spektralnych) właściwości światła jak i sposób jego interpretacji przez ludzkie oko i mózg.

Różne długości fal elektromagnetycznej z zakresu widma widzialnego (380 - 760 nanometrów ) są odbierane jako barwy, a ich mieszanina jako światło białe



Uwaga! Jednakowe bodźce barwne wywołują jednakowe wrażenia, ale takie samo wrażenie mogą wywołać bodźce różniące się fizycznym (spektralnym) składem promieniowania elektromagnetycznego (metameryzm)

## Barwa

Fizycznie: *długość fali*

Subiektywnie: to co odróżnia zieleń od błękitu a jest wspólnie dla różnych *odcieni* czerwonego.

## Jasność

stopień podobieństwa do barwy białej (dla *odcieni* jasnych) lub czarnej (dla *odcieni* ciemnych).

## Nasycenie

*czystość* barwy np. stopień zbliżenia do **barw zasadniczych** występujących w widmie słonecznym: **czerwona, zielona, niebieska, żółta (RGBY)**.

## Rozróżnialność barw

(uwzględniając jasności) **ok. 400000 kolorów (przy porównywaniu)**.

Z pamięci: **kilkadziesiąt barw**. Subiektywna ocena barw obrazu na monitorze przy różnym oświetleniu pomieszczenia.

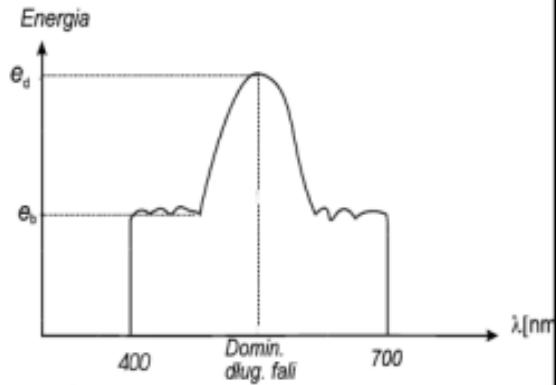
# Cechy bodźca świetlnego wywołującego wrażenie barwy

## Achromatyczne (widzenie **skotopowe**)

- Ilość (skuteczność pobudzenia) luminancja/jasność/jaskrawość czyli stopień podobieństwa do białej barwy, dającej maksymalne pobudzenie lub czarnej, dającej pobudzenie minimalne

## Chromatyczne (widzenie **fotopowe**)

- Jasność (intensywność pobudzenia R+G+B):
- Barwa/odcień/wałor/Kolor/ (fizycznie: długość dominującej fali)
- Nasycenie/rozbłyszczenie (czystość barwy czyli podobieństwo do barw widma słonecznego, bladość)



Widzenie pośrednie **mezopowe**; przy słabym świetle

# Standard barw podstawowych

**Standard CIE 1931r.** (Międzynarodowa Komisja Oświetleniowa).

Standardowe barwy podstawowe nie odpowiadają żadnej rzeczywistej barwie, za to dowolną widzialną barwę daje się wyrazić jako ich średnią ważoną.

**A,B,C** - ilości poszczególnych barw podstawowych CIE dających w sumie pewną barwę.

## Wielkości

$$a = \frac{A}{A+B+C}; \quad b = \frac{B}{A+B+C}; \quad c = \frac{C}{A+B+C}$$

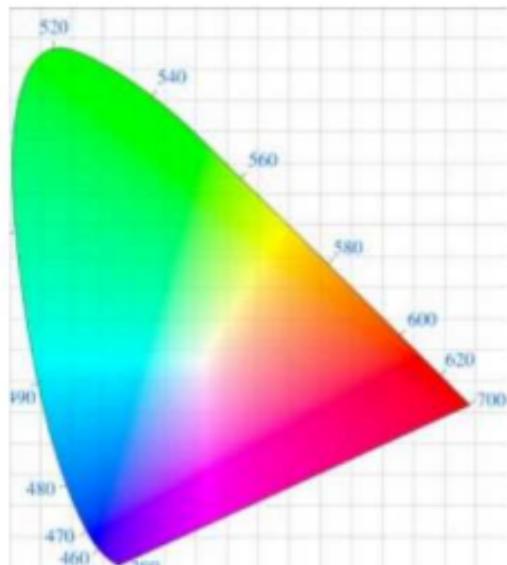
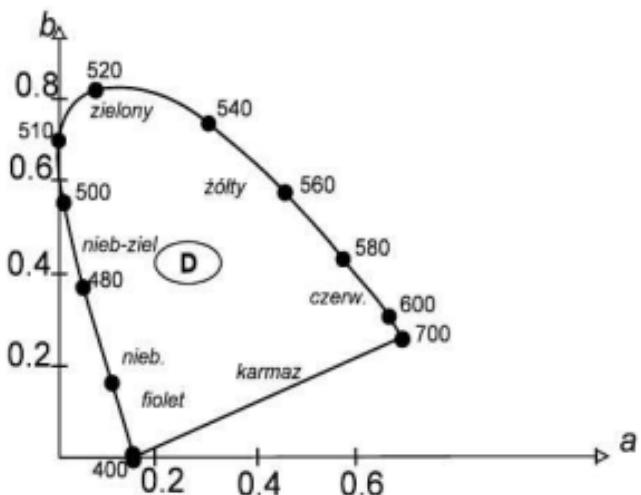
są to **współrzędne trójchromatyczne** tej barwy.

Widać, że zawsze: **a + b + c = 1**

tzn. **dowolne dwie** współrzędne wystarczą do określenia barwy.

# Diagram chromatyczności CIE

wykres współrzędnych  $a$  i  $b$  wszystkich barw widzialnych; obszar  
D - barwa biała

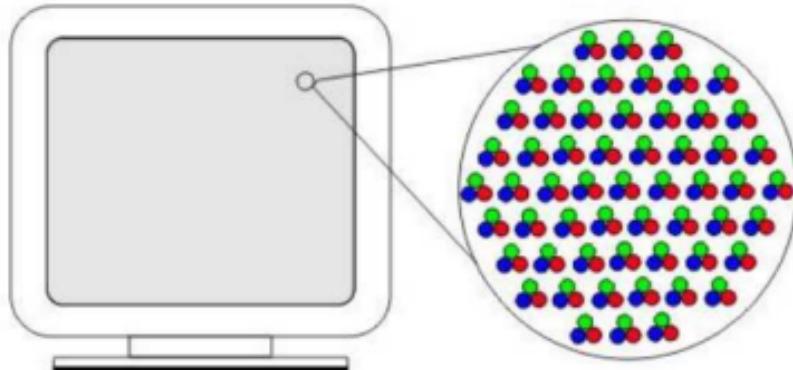


Cel

otrzymanie obiektywnych, jednoznacznych charakterystyk barw.

# Mieszanie addytywne (synteza barwy)

- Równoczesne działanie trzech światel podstawowych (modele: trzy projektorów lub komponowanie z trzech małych punktów)



- Naprzemienne rzutowanie bodźców barwnych z częstotliwością większą od progu migotania (synteza w oku odbiorcy)
- Jeżeli obraz cyfrowy ma głębię 24 bity, to każdemu pikselowi można przyporządkować jedną z 16 777 216 barw

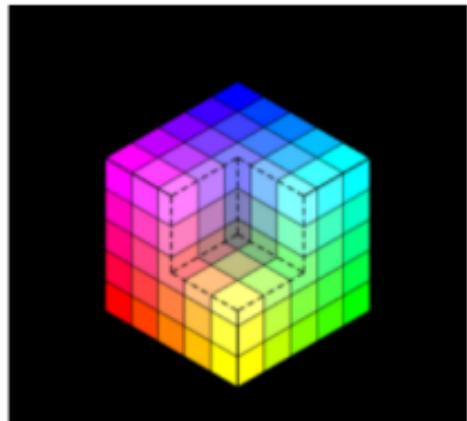
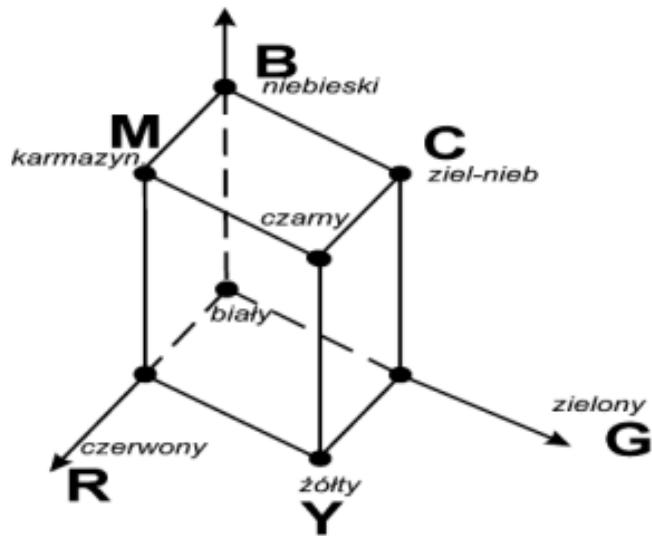
# Model RGB

Opis piksela:

3 bajty → 16777216 barw

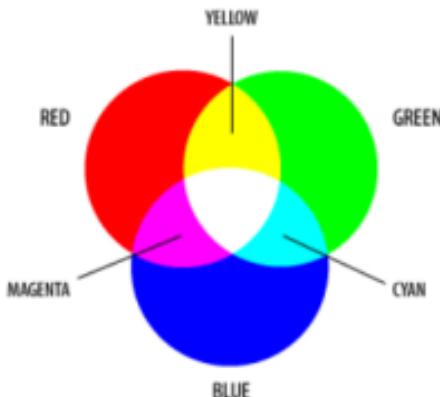
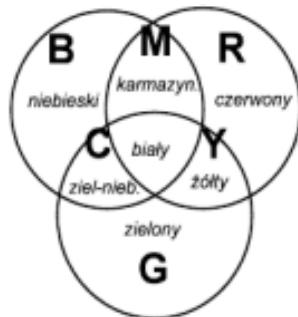
3 bity →  $2^3 = 8$  barw

1 piksel na ekranie monitora składa się **fizycznie** z 3 elementów (RGB)



# Barwy addytywne

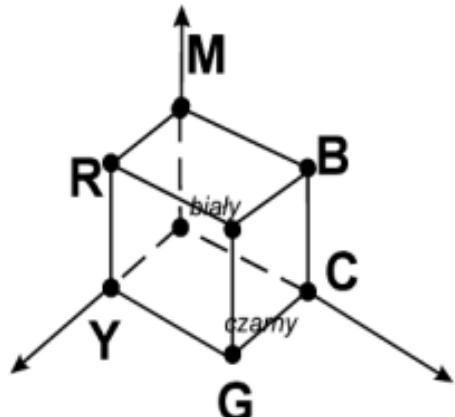
Model RGB - opis addytywnego procesu otrzymywania barw w wyniku dodawania (mieszania) w różnych proporcjach trzech barw podstawowych.



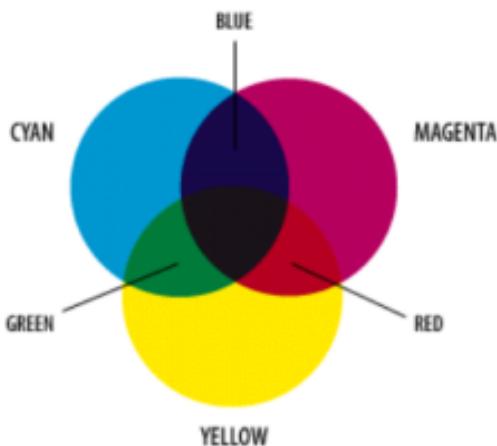
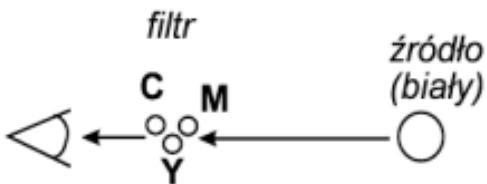
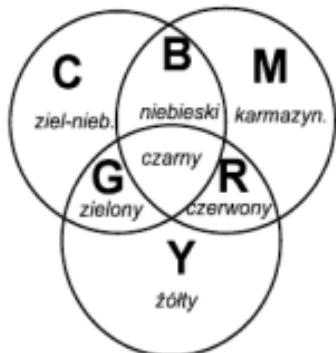
# Model CMY

C - cyan (zielono-niebieski), M - magenta (karmazynowy), Y - yellow (żółty) (są to *dopełnienia* R, G, B).

CMY są podstawowymi barwami **subtraktywnymi**, ponieważ **usuważą** podstawowe barwy ze źródła białego. Np. przedmiot pokryty żółtą farbą pochłania składowe światła słonecznego o długościach dopowiadających barwie niebieskiej. Model CMY jest subtraktywny i służy do określenia kolorów obrazów na drukarkach i ploterach.



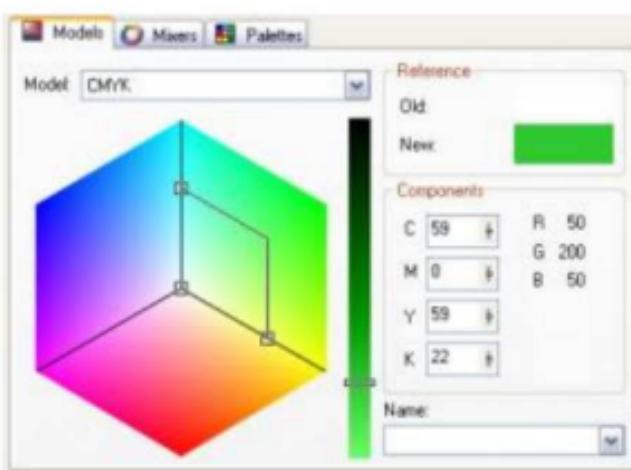
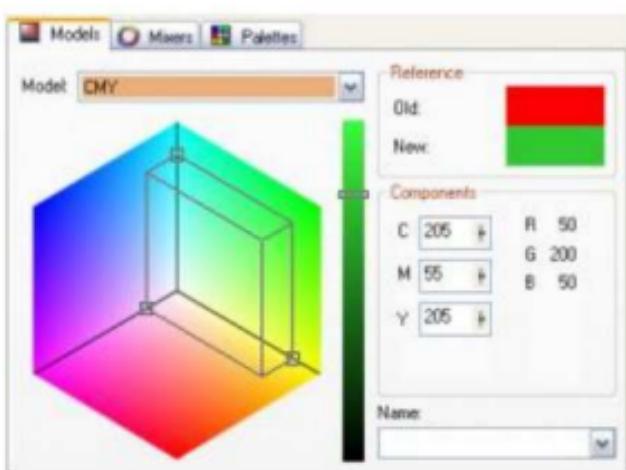
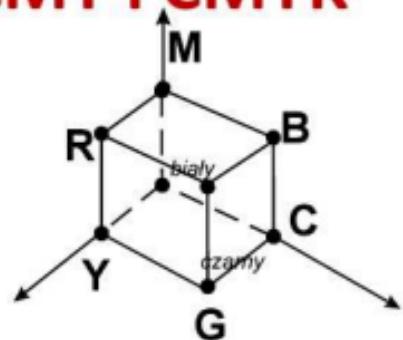
# Barwy subtraktywne



# Mieszanie substraktywne (filtrowanie barwy)

- Światło i trzy substancje posiadające właściwości selektywnej absorpcji barwy, zwane barwnikami (farbami) i działające jak filtry światła
- Możliwość mieszania roztworów barwników (farb) lub ich nakładania na siebie warstwami (fotografia barwna) albo układania punktowego w postaci mozaiki o rozmiarach poniżej progu rozróżnialności (lakiery, druk offsetowy kolorowy)
- Model CMYK
  - C (Cyan czyli zielono niebieski) =  $1 - R$
  - M (Magenta czyli purpurowy) =  $1 - G$
  - Y (Yellow czyli żółty) =  $1 - B$
  - B (Black czyli czarny) =  $\min(C, M, Y)$

# Modele substraktywne CMY i CMYK



# Modele percepcyjne

MODEL HSV POZWALA NA ŁATWE OPISANIE WYMAGANEJ BARWY (czynności malarza przy doborze farby)

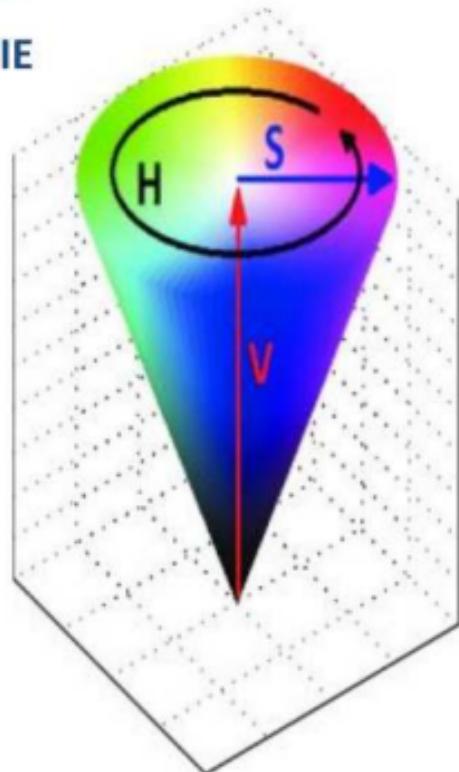
podanie  $\beta$  przy  $V=S=1$

-ściemnianie (zmnieszanie V) i/lub rozjaśnianie (zmnieszanie S)

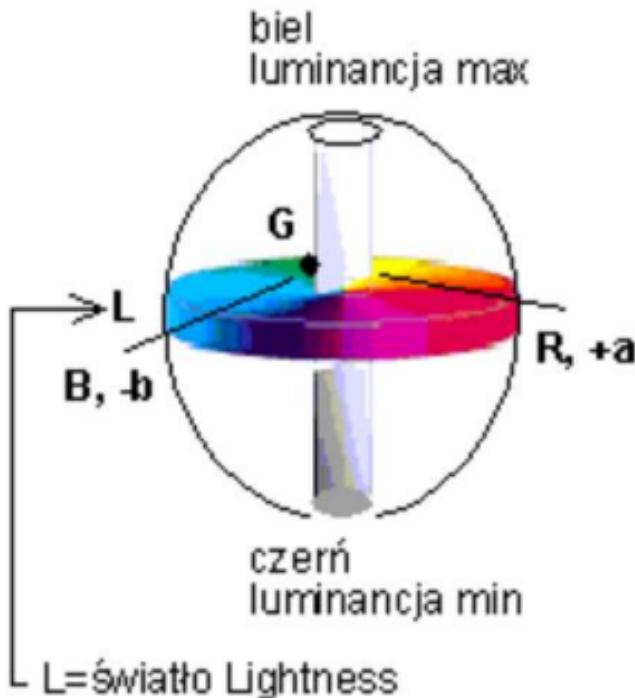
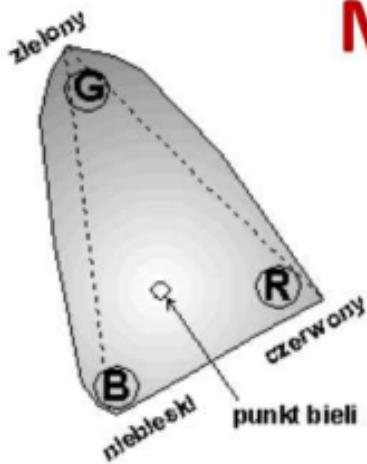
Do wyświetlenia na monitorze barw zdefiniowanych w HSV potrzebne są współrzędne RGB

Dlatego stosuje się:

Algorytm transformacji (przekształcenia) modelu HSV na model RGB



# Model CIELAB



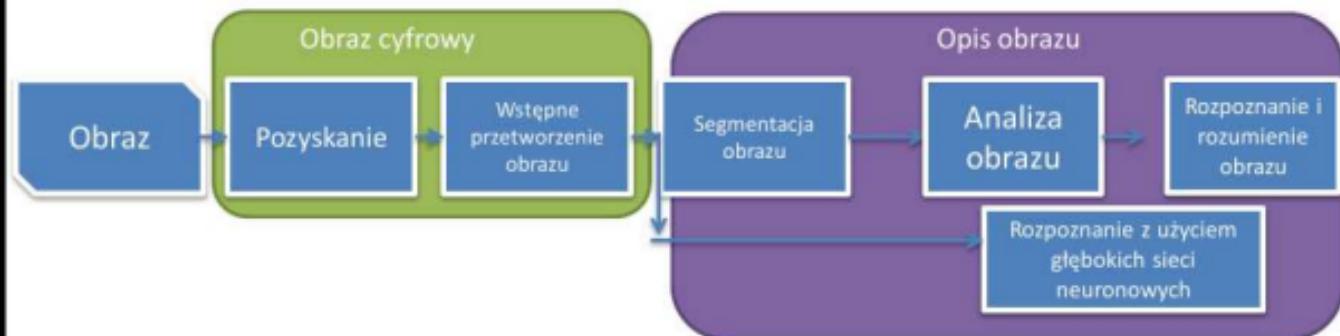
# **Etapy proces przetwarzania i rozpoznawania**

# Komputerowa analiza obrazów

Podejście klasyczne

- Segmentacji obrazu
- Pomiaru i lokalizacji obiektów na obrazie
- Zrozumienia treści niesionych przez obraz w sensie np. klasyfikacji obiektów, policzenia ich liczby lub określenia ich wzajemnych relacji

Podejście z użyciem głębokich sieci neuronowych



## Cel segmentacji

Przygotowanie obrazu do etapu właściwego rozpoznawania obiektów, określenia relacji przestrzennych pomiędzy nimi.

Segmentacja stanowi poziom pośredni pomiędzy poziomem *wstępnego przetwarzania* a poziomem *analizy obrazu*.

# Segmentacja

- Segmentacja to podział obrazu na **rozłączne** (nienakładające się) fragmenty.
- Segmentacja jest **powiązana z semantyką** (znaczeniem i rozumieniem) obrazu.

bywa rozumiana dwojako:

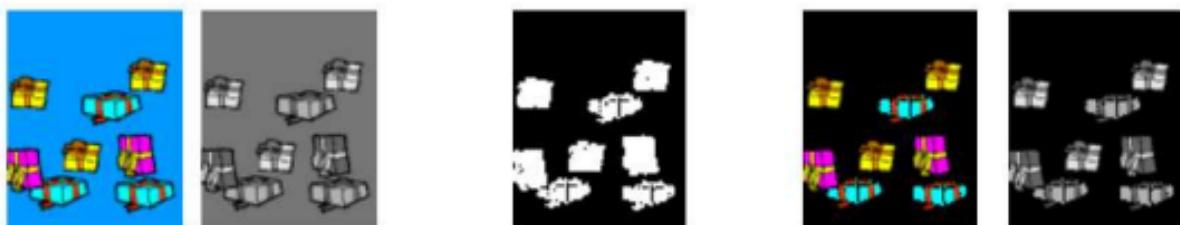
- Jako podział na jednorodne rejony, które składają się na znaną hierarchię lub strukturę
- Jako podział na to, co nas interesuje z punktu widzenia celu przetwarzania, pozostałe nieinteresujące obiekty i tło



# Segmentacja

Wyodrębnienie spośród wybranych fragmentów tych, które stanowią obiekt zainteresowania ze względu na cel analizy obrazu.

Maska/Mapa



Najbardziej skomplikowane algorytmy

# Klasyfikacja metod segmentacji

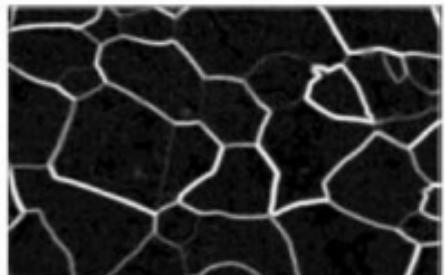
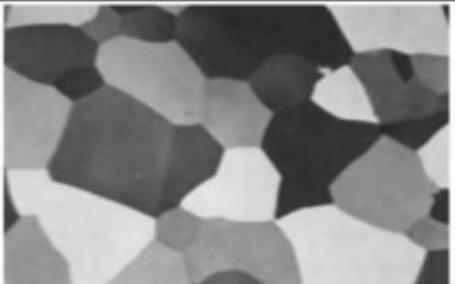
Segmentacja może być zarówno operacją kontekstową jak i niekontekstową (punktową), ale najczęściej jest kombinacją metod kontekstowych i punktowych.

Jeśli metoda:

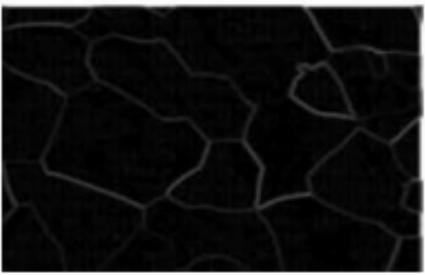
- Ignoruje zależności między pikslami i klasyfikuje je na podstawie globalnej cechy, np. wartości poziomu szarości – progowania, to jest metodą punktową niekontekstową
- Wykorzystuje zależności między pikslami, np.: podobieństwo wartości poziomu szarości – „dziel i łącz”, to jest metodą kontekstową



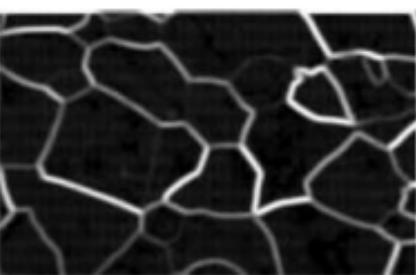
# Etapy procesu segmentacji



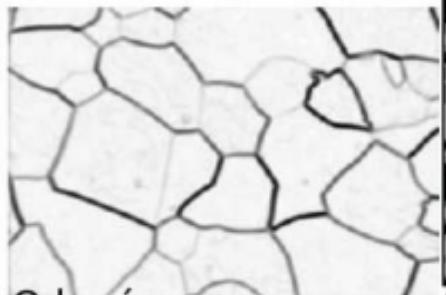
Operator Sobela



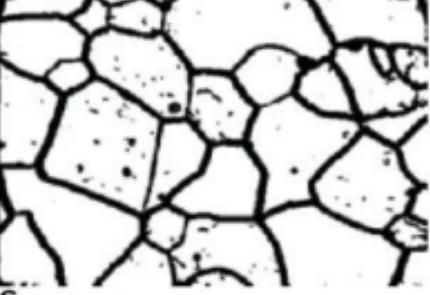
Operator Robertsa



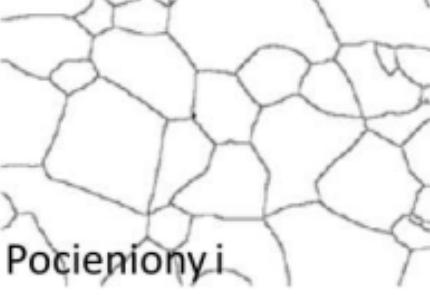
Wariancja 5x5



Odwrócony  
operator Sobela



Sprobowany  
odwrócony  
operator Sobela



Pocięciony i  
oczyszczony sprobowany  
odwrócony operator Sobela

# Rodzaje segmentacji

(około 1000 algorytmów segmentacji)

- Poszukiwanie nieciągłości czyli poszukiwanie krawędzi, a w konsekwencji wskazanie wnętrza obiektu (np. z wykorzystaniem histogramu dwuwymiarowego),
- Maksymalne obszary wykazujące podobieństwo w kolorze, odcieniu szarości, tekście (*k-means* lub *graph-cut*)
- Wododziały (ang. *watershed transform*),
- Podziały przeszukujące obszar (*drzewa czwórkowe*, *split and merge –region*)
- Dopasowywanie konturów np. metoda aktywnego konturu, (ang. *Active contour*).

## Uwaga

W wyniku stosowania obszarowych metod segmentacji uzyskuje się **zawsze** obszary zamknięte (granice obszarów są ciągłe). Jest to zaleta w porównaniu np. z metodami *detekcji krawędzi*, które na ogół **nie zapewniają** ciągłości wykrytych krawędzi.

# Techniki segmentacji

## Progowanie

Warunki na dobre wyniki segmentacji :

- istnieje rozdzielność poziomów szarości lub kolorów obiektu i tła
- gdy wartość minimum lokalnego w histogramie jest jak najmniejsza (ang. *valley method* )

## Podobieństwo tekstury

Tekstura reprezentuje, pewną relatywną jednorodność/jednolitość, odczuwaną wzrokowo przez odbiorcę lub udowadnianą jako matematyczna regularność dzięki analizie sygnału.

# Progowanie - najprostszy algorytm segmentacji

- Progowanie z pojedynczym progiem segmentacji

$$q = \begin{cases} L_{\min} & \text{dla } p \leq p_1 \\ L_{\max} & \text{dla } p > p_1 \end{cases}$$

- Progowanie przedziałami

$$q = \begin{cases} L_{\max} & \text{dla } p_1 \leq p \leq p_2 \\ L_{\min} & \text{dla } p < p_1 \text{ lub } p > p_2 \end{cases}$$

- Progowanie z warunkiem spójności  
lub warunkiem nałożonym na wielkość obiektu

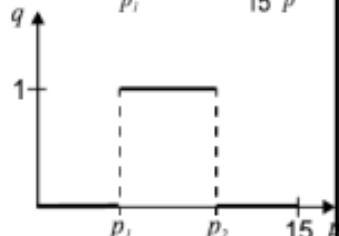
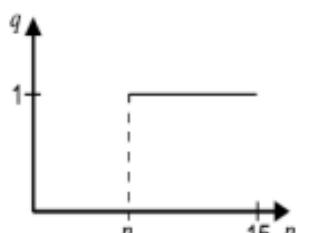
- Progowanie adaptacyjne**

- Progowanie rekurencyjne

- Progowanie hierarchiczne (piramidowe, skalowalne)

Progowania dokonujemy na obrazie szarościowym lub pojedynczej składowej koloru lub na kanale wspólnym, np. luminancji

Operacja punktowa,  
bezkontekstowa

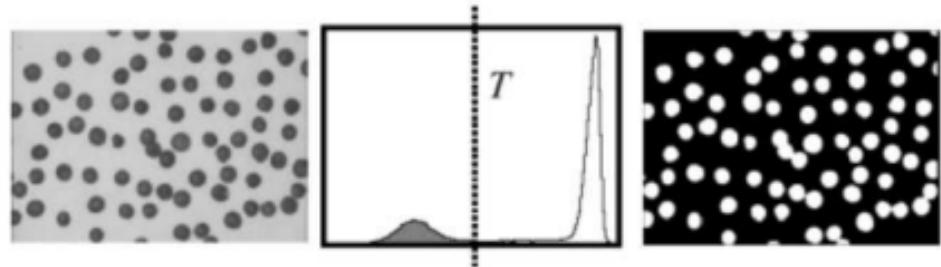
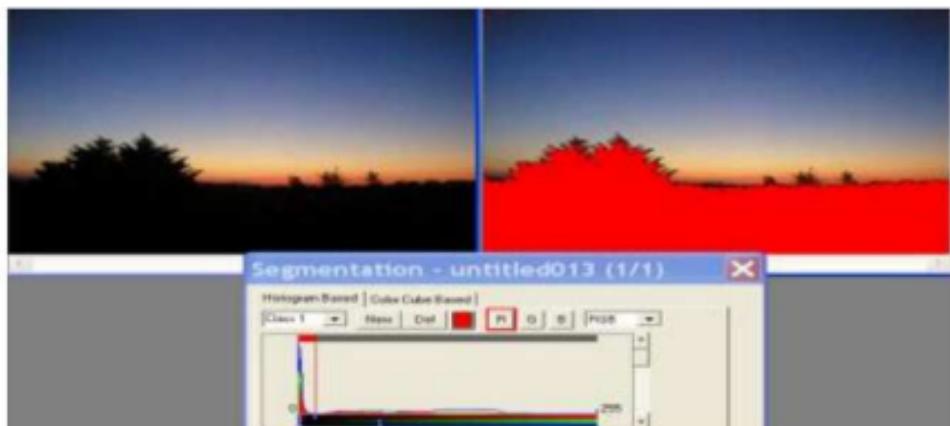


# Przykład progowania

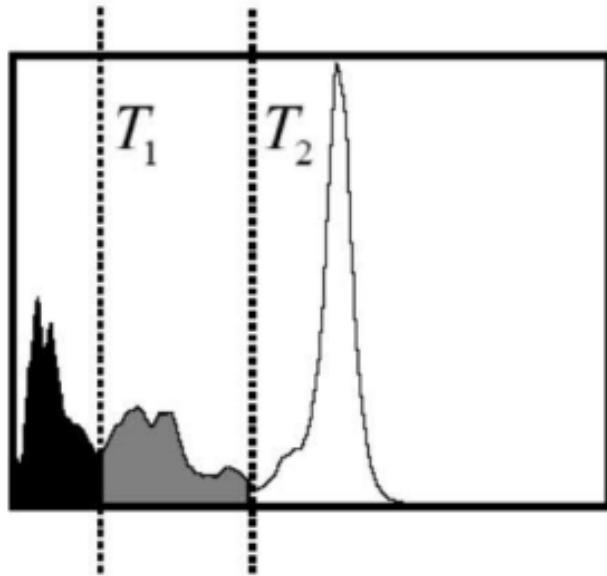
Progowanie dobrze segmentuje tylko wtedy, gdy:

- istnieje rozdzielność poziomów szarości lub kolorów obiektu i tła

- gdy „dolina” progu jest głęboka (najlepiej zerowa)



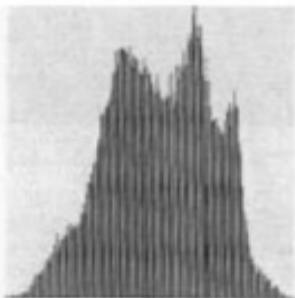
# Progowanie przedziałami



# Progowanie adaptacyjne



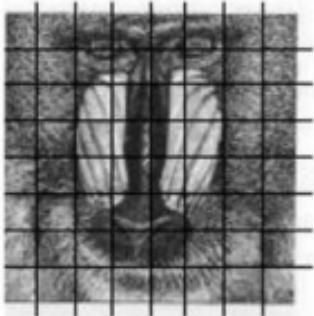
(A)



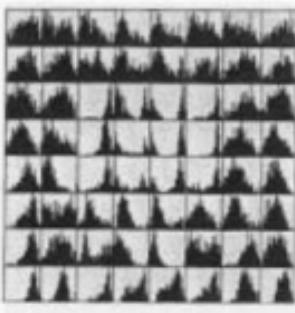
(C)



(E)



(B)

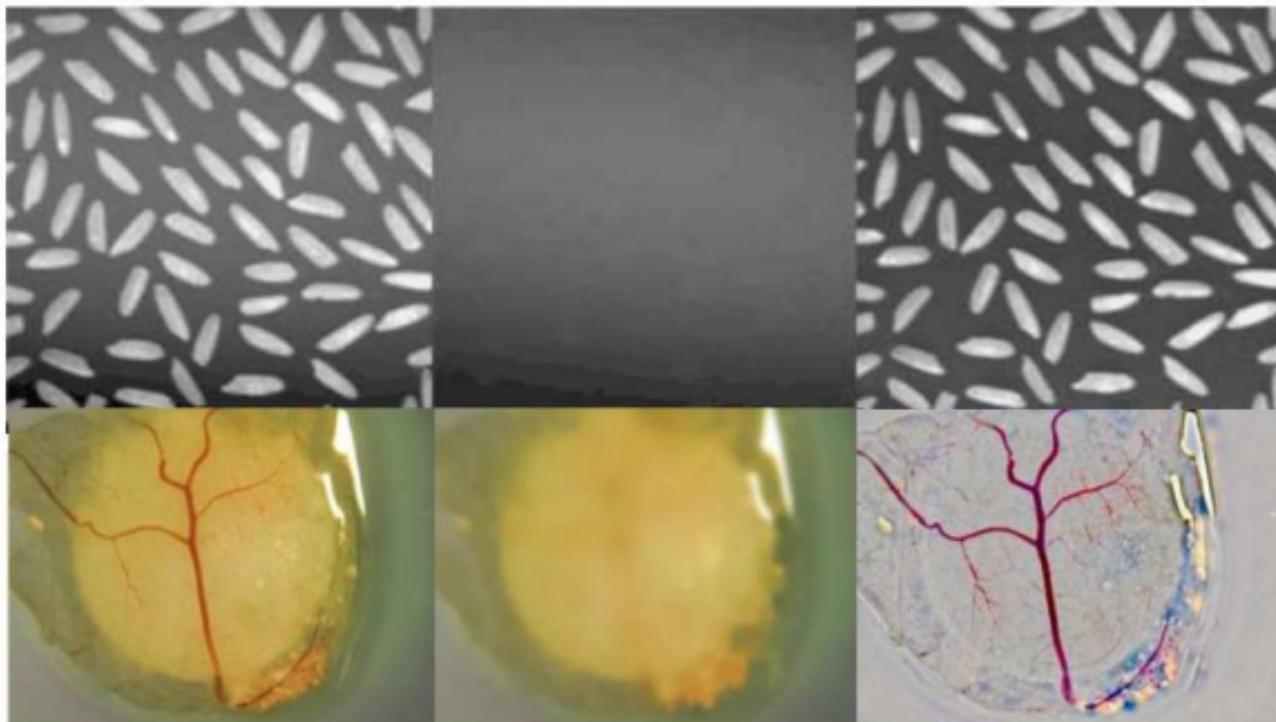


(D)



(F)

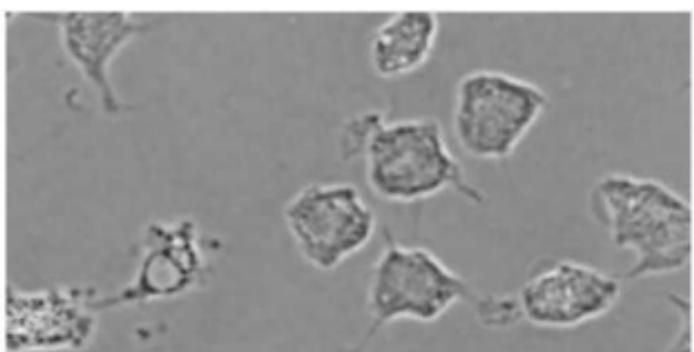
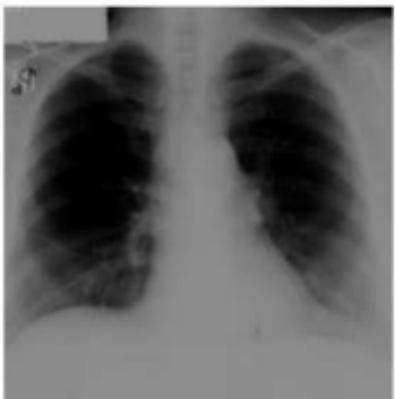
## Wyrównanie nierównomierności tła



# Progowanie

- Zalety
  - Prosta procedura zaimplementowana w każdym oprogramowaniu do manipulacji obrazami
  - Szybka realizacja algorytmu
- Wady
  - Trudności dla obrazów o niskim kontraście
  - Trudności przy nierównomiernym oświetleniu
  - Niejednoznaczności wynikające z braku rozdzielności poziomów szarości lub kolorów, występujących w tle i obiekcie

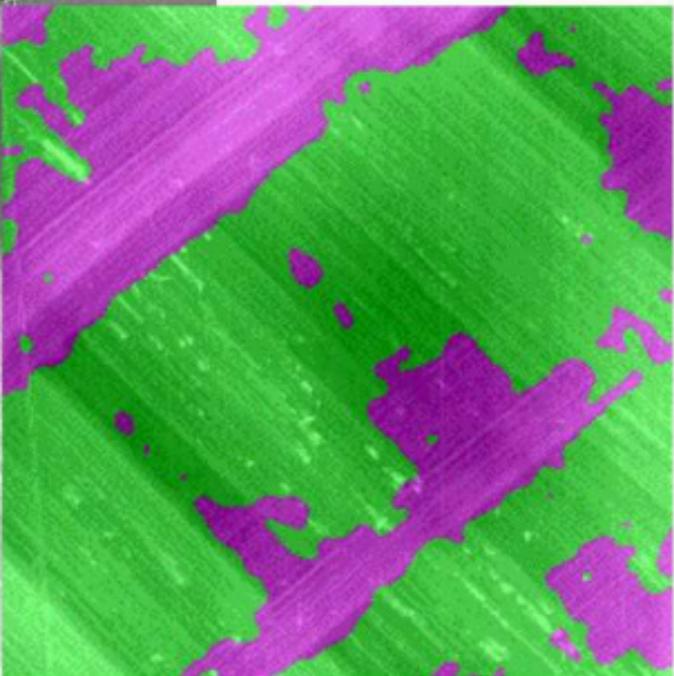
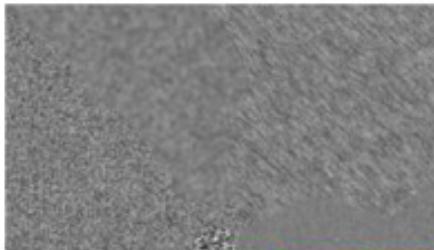
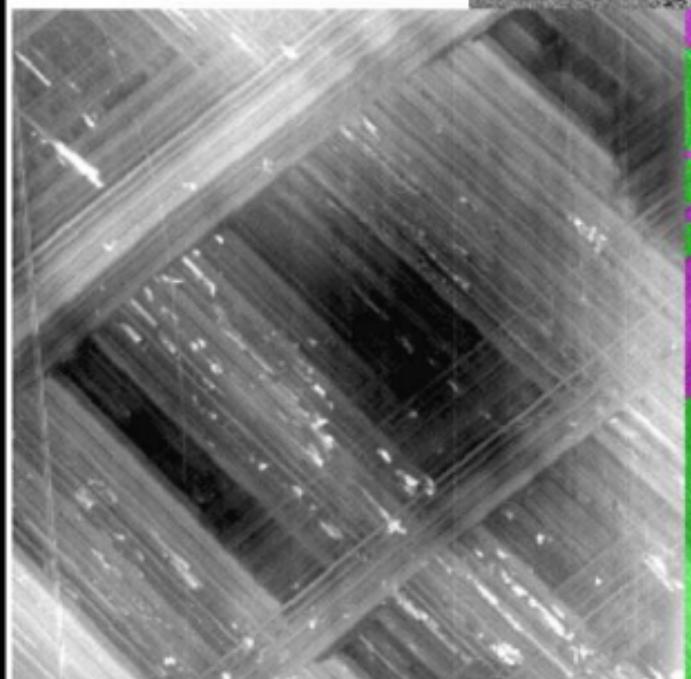
# Tekstura



Jednorodność jest oparta na powtarzalności konstrukcyjnego elementu, wewnątrz którego istnieje pewna nierównomierność poziomów szarości (relacja między podelementami elementu konstrukcyjnego, czyli połączonymi grupami sąsiadujących ze sobą pikseli, jest stała) lub organizację lub uporządkowanie elementów w przestrzeni.

# Analiza tekstury

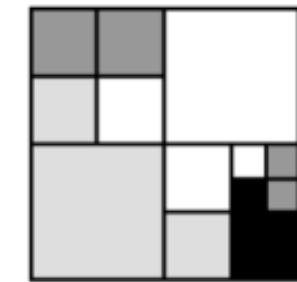
- oparta na regularności ocenianej metodami statystycznymi, na podstawie macierzy opisującej częstość występowania dwóch pikseli odległych od siebie o dystans  $d$  w kierunku  $\theta$  (po angielsku **cooccurrence matrix**), zdefiniowaną przez Haralicka  
Cechy: kierunkowość, ziarnistość, ...
- oparta na różnych zaawansowanych modelach matematycznej regularności (np. model powtarzalności/zależności poziomów szarości w różnych kierunkach obrazu, oparty na stochastycznych polach Markowa ang. **random Markov field** lub model fraktałny samopodobieństwa ang. **fractal model**)
- oparta na morfologii matematycznej, która używa różnych transformacji do porównywania struktur w obrazie do znanego elementu konstrukcyjnego tekstury



## Techniki obszarowe segmentacji

- segmentacja przez **podział obszaru** (*region - splitting*)
- segmentacja przez **rozrost obszaru** (*region - growing*)
- segmentacja dziel i łącz

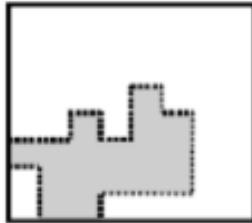
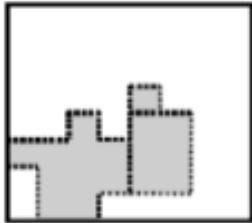
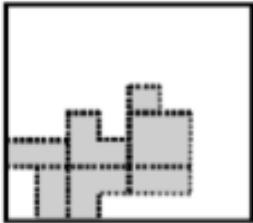
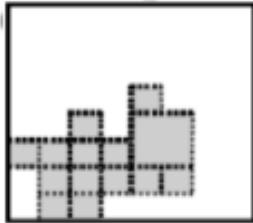
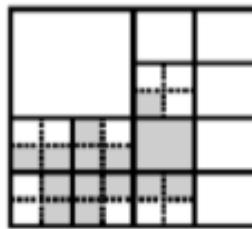
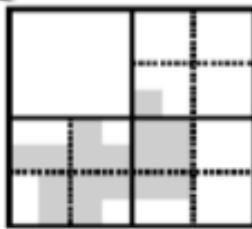
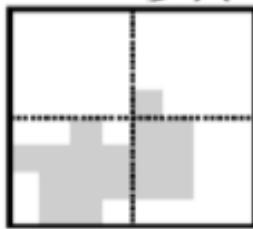
# Dziel i łącz



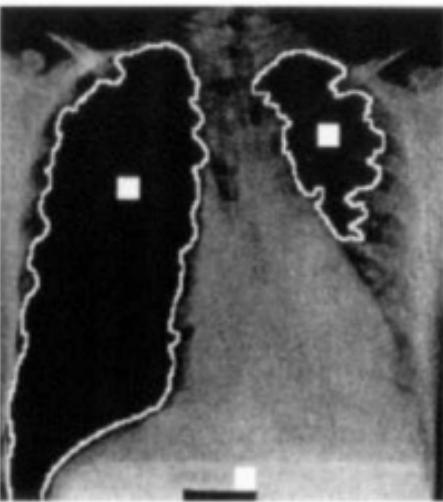
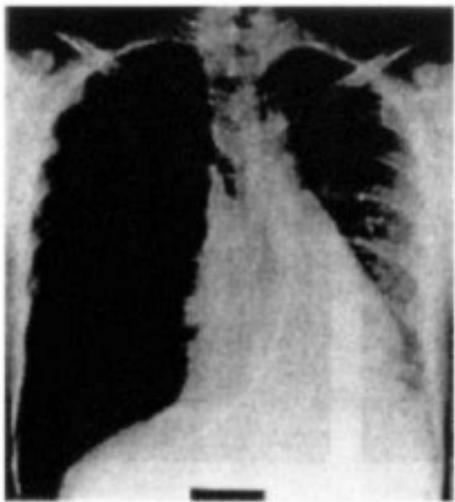
00	01	1	
02	03	2	
		30	31
32	33	32	33

Zapis drzewa  
czwórkowy

310  
311  
312  
314



## „Rozrost ziarna”



## **Segmentacja w oparciu o kolor**



Obraz



a) Luminance



b) Saturation

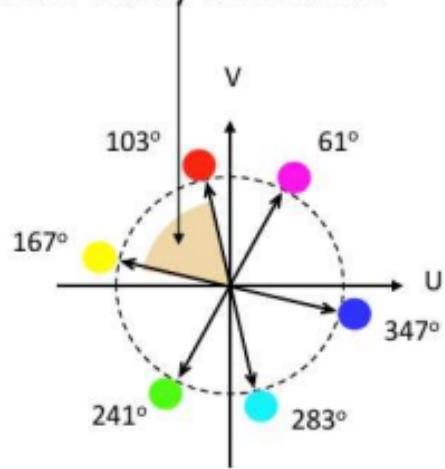


c) Hue



# Poszukiwanie ludzi na kolorowych obrazach

Kolor skóry człowieka



Chrominancje w modelu YUV

## **Segmentacja w oparciu o poszukiwanie krawędzi**

# Typy krawędzi

Skok – stopień



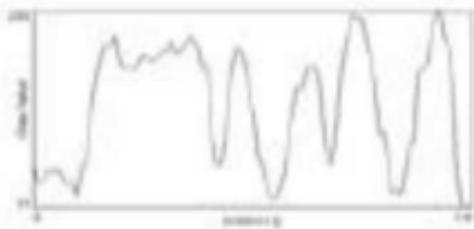
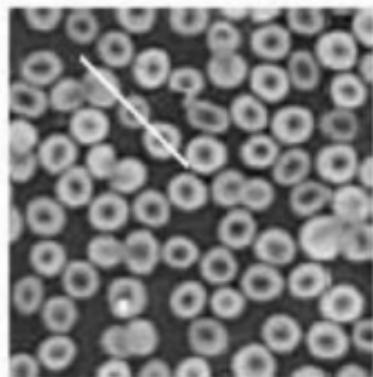
Rampa



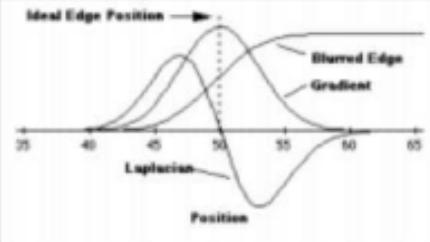
Dach



Linia



# Poszukiwanie krawędzi



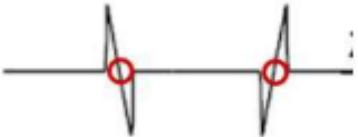
Krawędzie



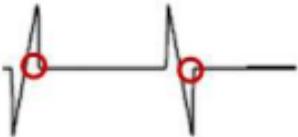
Pierwsza  
pochodna  
gradient



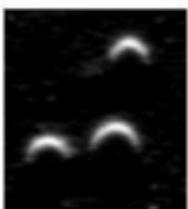
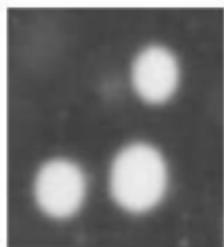
Druga  
pochodna



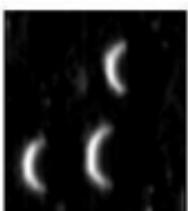
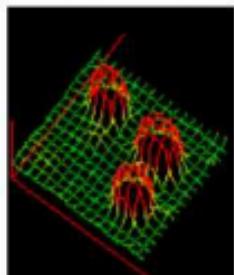
laplasjan



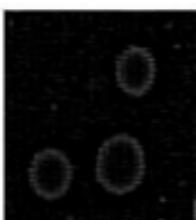
# Krawędziowanie



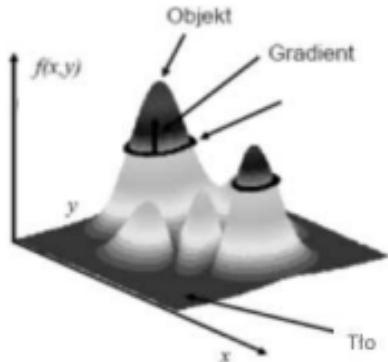
Gradient w  
kierunku  
poziomym



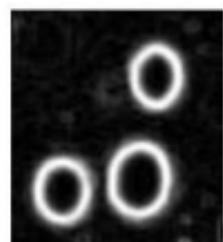
Gradient w  
kierunku  
pionowym



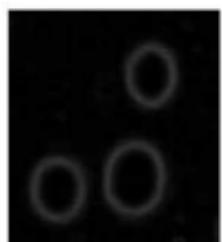
Laplasjan



Operator  
Sobela



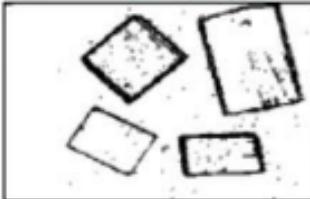
Operator  
Roberta



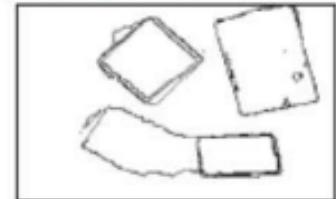
# Porównanie krawędzi segmentowanych na podstawie różnych kanałów koloru



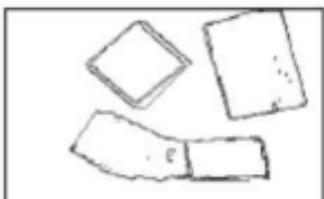
(a)



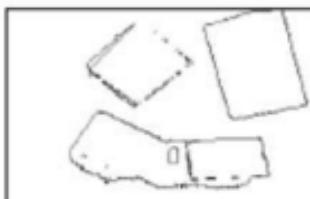
(b)



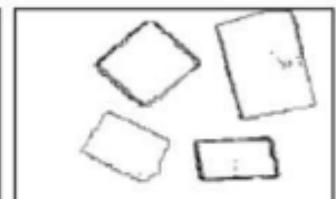
(c)



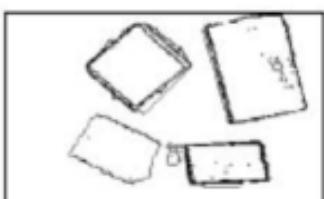
(d)



(e)



(f)

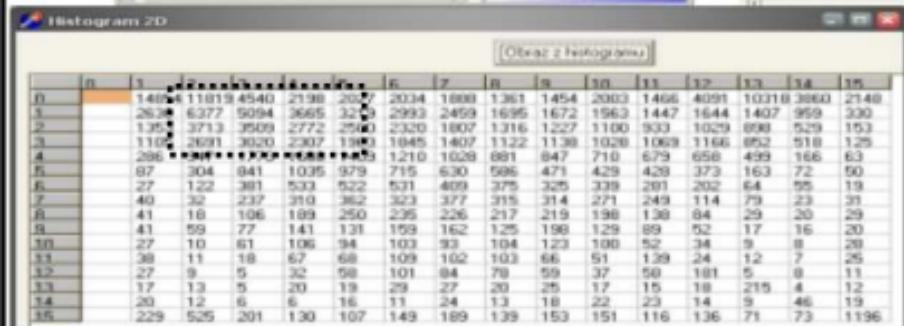
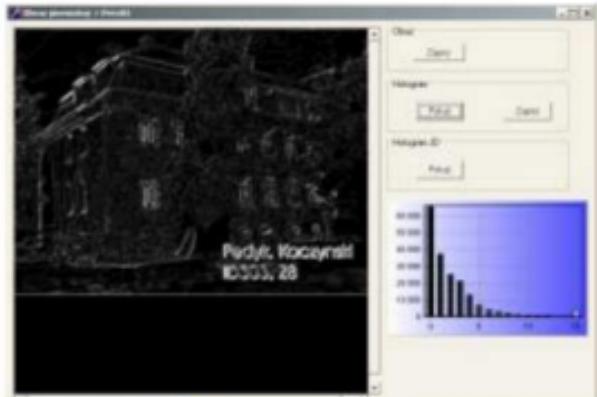


(g)

(a). Obraz; (b). Dla modelu RGB; (c). Dla kanałów U i V; (d). Dla modelu YUV; (e). Dla kanału I ; (f). Dla kanałów H i S ; (g). Dla modelu IHS

# Histogram 2D

# Wykorzystanie operacji krawędziujących do segmentacji



## Obraz pierwotny

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	2	2	2	1	2	2	2	1	0
0	2	2	2	1	1	2	2	4	0
0	1	2	2	7	6	6	2	1	0
0	1	2	7	6	5	6	2	2	0
0	1	7	6	5	5	6	1	2	0
0	1	7	7	6	6	6	2	2	0
0	1	2	1	1	2	2	1	5	0
0	1	2	1	1	1	2	2	3	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

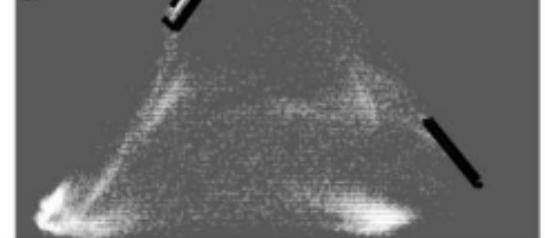
## Obraz wynikowy (metoda gradientowa Sobel'a)

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	2	2	2	1	1	2	2	3	0
0	2	0	1	4	5	3	1	2	0
0	2	2	5	5	4	4	3	2	0
0	3	6	4	0	1	4	4	2	0
0	6	7	1	1	0	4	4	1	0
0	6	6	5	4	4	4	4	2	0
0	3	4	6	6	5	3	1	1	0
0	2	1	1	1	2	2	2	3	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

7	0	0	0	0	0	0	0	1
6	0	4	1	0	0	0	0	1
5	0	1	2	0	0	0	0	2
4	0	2	2	0	0	0	7	1
3	0	3	3	1	0	0	0	0
2	0	4	12	0	1	0	0	0
1	0	4	5	0	0	3	1	0
0	36	0	1	0	0	1	1	0
	0	1	2	3	4	5	6	7



B Luminamcja  
a  
r  
w  
a



# Barwa



Luminancia

*Yellow*

*Orange*

*Blue*

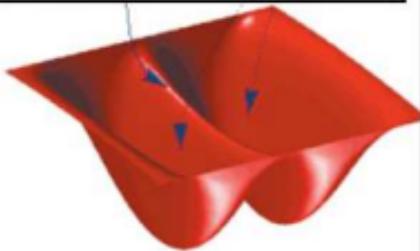
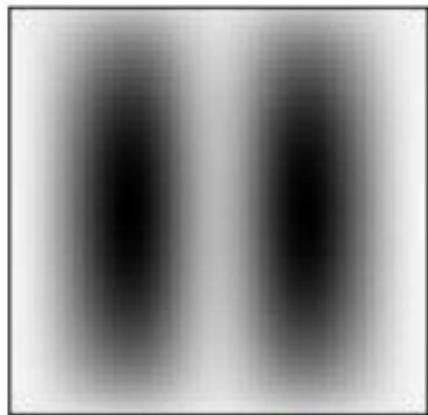
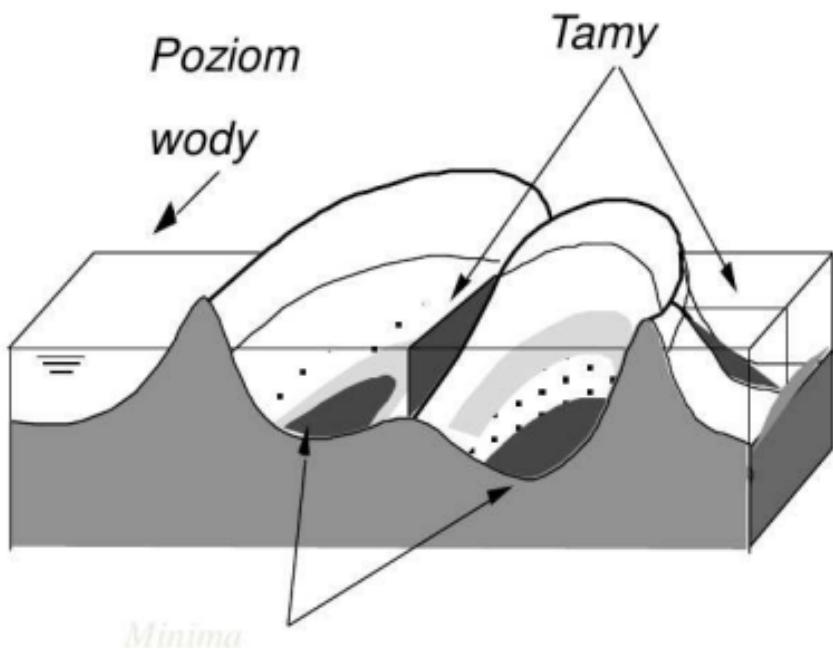
*Green*

*Brown*

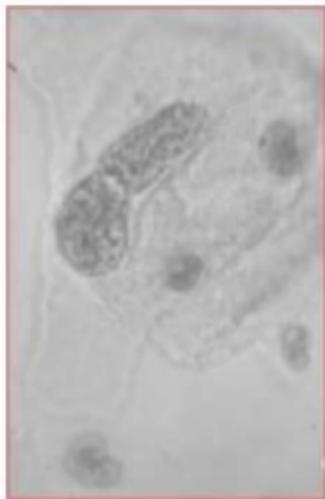
*Red*

## **Segmentacja metody zaawansowane**

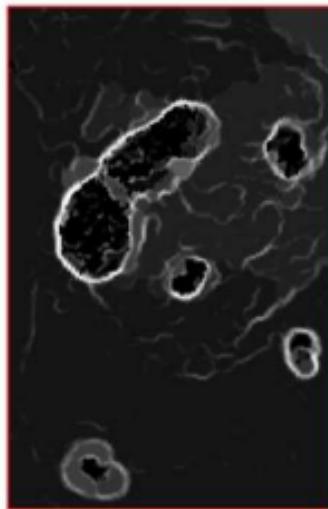
# Segmentacja przez wododział



# Wyniki wododziału na bazie gradientu Sobela



Obraz

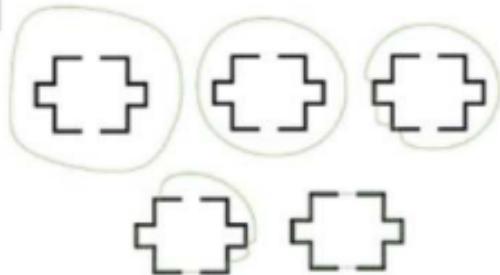


Jego gradient  
operator Sobela

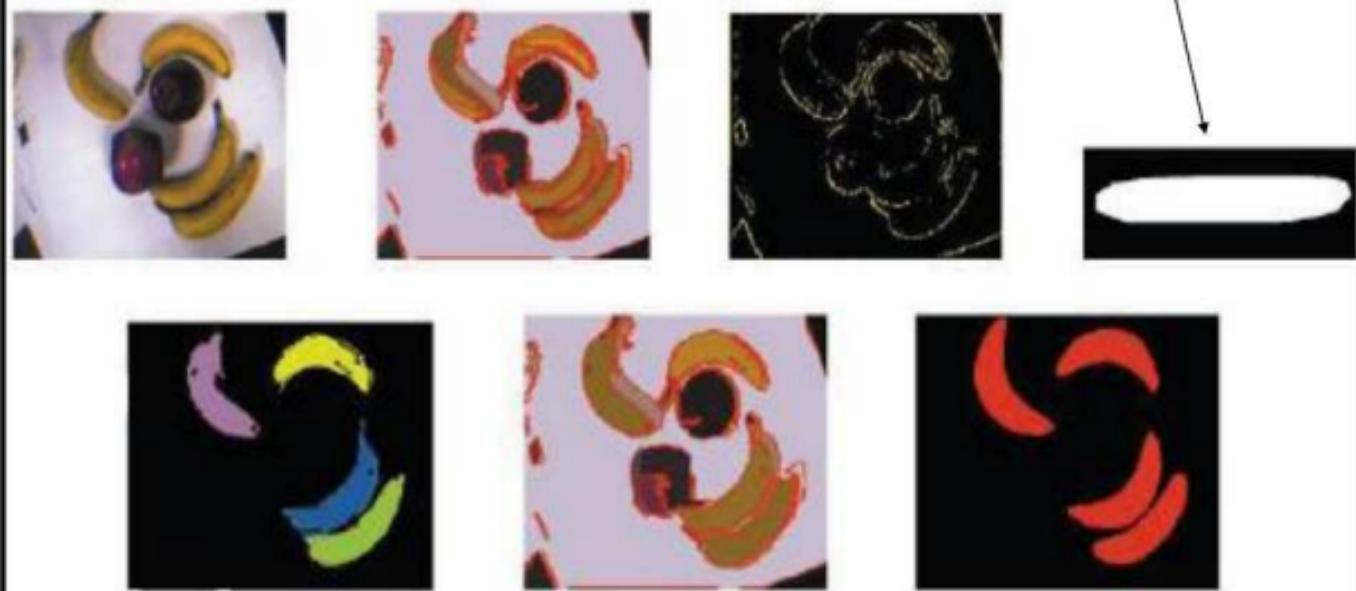


Wynik  
segmentacji  
przez wododział

# Segmentacja metodami aktywnych konturów



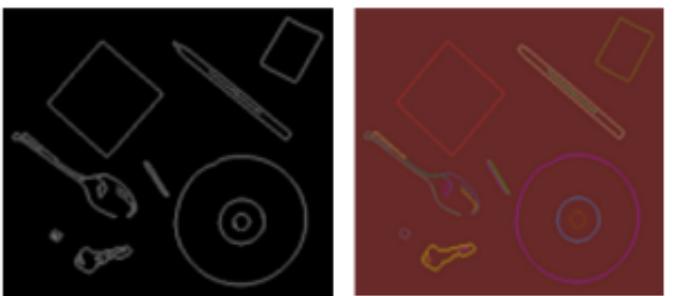
## Segmentacja według modelu



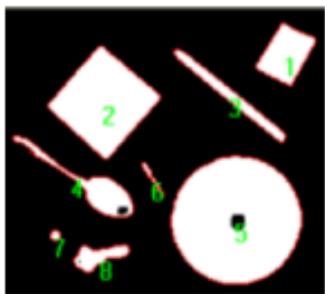
# Etykietowanie obiektów

Za pomocą:

- Koloru  
(pseudokoloru)



- Szarego odcienia



- Numeru

