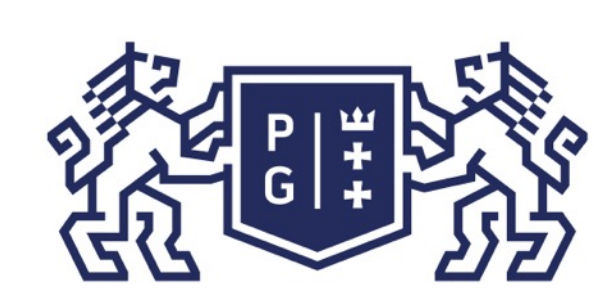




Świat obrazów cyfrowych

Jacek Rumiński, Mariusz Kaczmarek



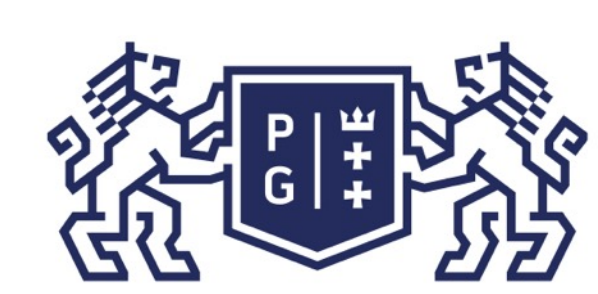
Świat obrazów cyfrowych

Jacek Rumiński



Mariusz Kaczmarek

Katedra Inżynierii Biomedycznej,
Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki
Politechnika Gdańska



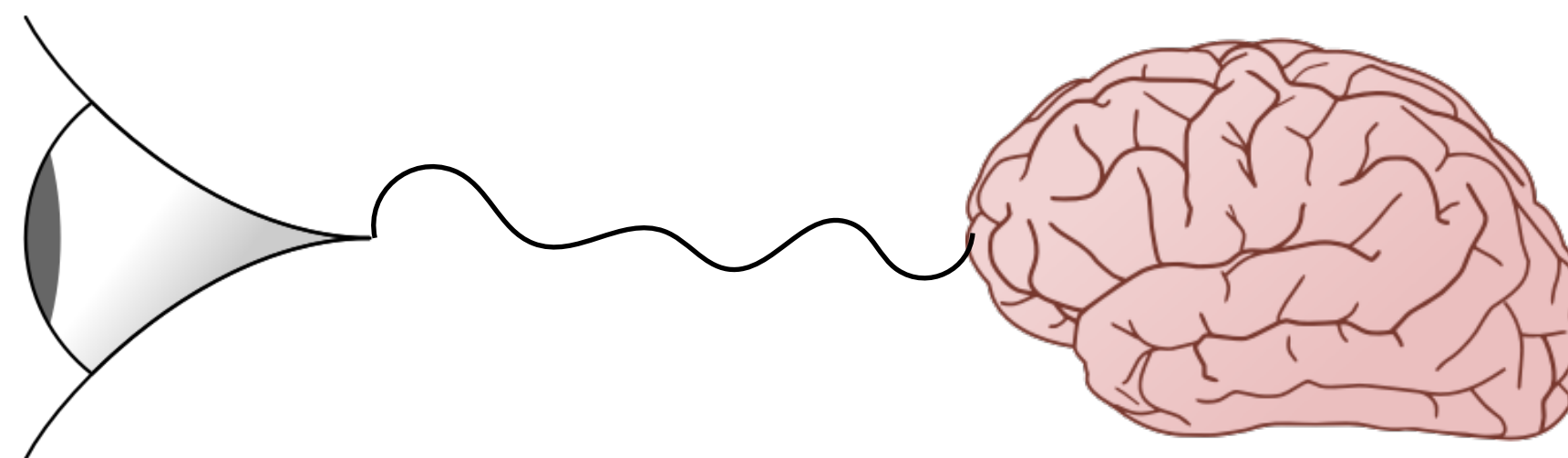
Plan prezentacji

1. Co to jest obraz cyfrowy?
2. Reprezentacja obrazów cyfrowych
3. Rodzaje operacji na obrazach
4. Po co przetwarzać obrazy?

Słowo „obraz” najczęściej kojarzy nam się z obiektem, który wisi na ścianie i coś przedstawia. To „coś” jest jakąś formą zapisu otaczającego nas świata, pewną abstrakcją graficzną, itp.

Taki zapis może być statyczny (np. akwarela, zdjęcie) lub dynamiczny (np. animacja, film). Istotą tego zapisu jest jednak wytworzenie u odbiorcy (człowieka) określonego wrażenia „widzenia” przedstawianych treści.

Zatem „obraz” to właściwie wrażenie zmysłowe wywoływane bezpośrednio (np. przez otoczenie) lub pośrednio (np. przez zdjęcie), a odbierane przez układ wzrokowy i interpretowane przez mózg.



W praktyce, w odniesieniu do obrazu ważne będą następujące pojęcia:

- reprezentacja obrazu
- prezentacja obrazu

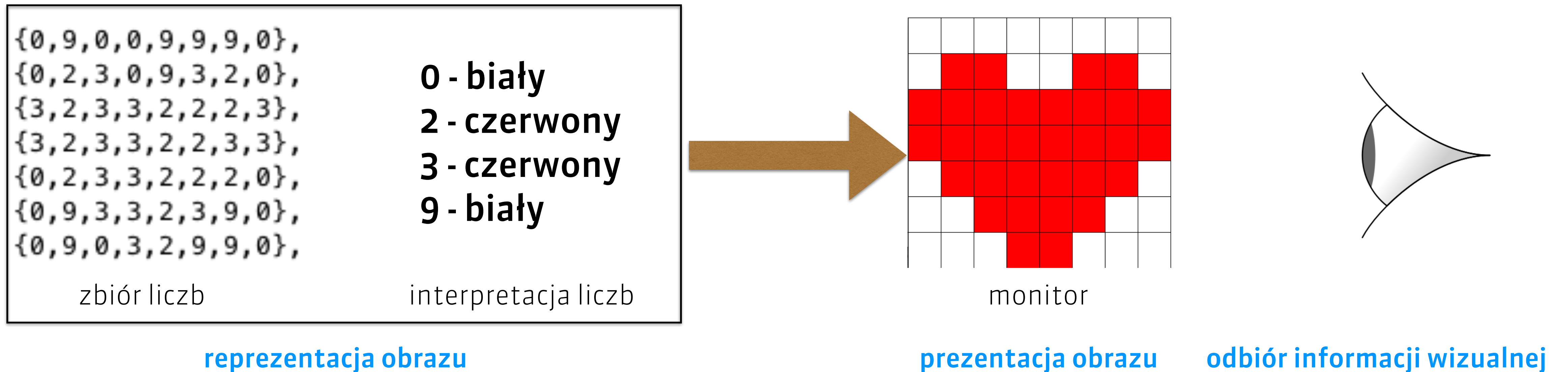
Reprezentacja obrazu oznaczać będzie sposób utrwalenia i przenoszenia informacji, która może być wykorzystana do wywołania odpowiedniego wrażenia wizualnego u odbiorcy. Przykłady: papierowe zdjęcie, cyfrowe zdjęcie jako plik ze zbiorem liczb, akwarela na płótnie.

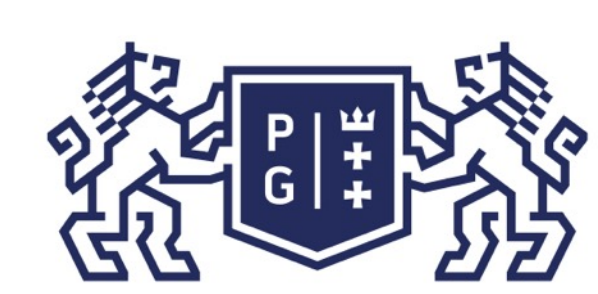
Prezentacja obrazu natomiast związana będzie ze sposobami przekazu utrwalonej informacji w celu wywołania odpowiedniego wrażenia wizualnego u odbiorcy. Przykłady: prezentacja cyfrowego zdjęcia na ekranie monitora lub poprzez projektor.

Czy jest zatem obraz cyfrowy?

1. Jest to sposób utrwalenia i przenoszenia informacji wizualnej **w formie cyfrowej**
2. Jest to sposób przekazu utrwalonej cyfrowo informacji odbiorcy z wykorzystaniem określonych technik (najczęściej też cyfrowych).

Oznacza to, że „obraz cyfrowy” odnosi się do obu pojęć: reprezentacji i prezentacji obrazu.





Plan prezentacji

1. Co to jest obraz cyfrowy?
2. Reprezentacja obrazów cyfrowych
3. Rodzaje operacji na obrazach
4. Po co przetwarzać obrazy?

Reprezentacja dwuwymiarowego obrazu cyfrowego obejmuje

- zapis informacji wizualnej w formie uporządkowanych liczb
- zapis sposobu interpretacji tych liczb

Uporządkowanie liczb realizowane dla obrazów cyfrowych z zastosowaniem **macierzy** lub **wektorów**.

Macierz to w matematyce układ liczb zapisany w prostokątnej (dwuwymiarowej) tablicy. Macierz o wymiarach 2 na 3 oznacza układ tablicy zawierający 2 wiersze i 3 kolumny:

Macierz $A = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 9 \\ 2 & 4 & 8 \end{bmatrix}$

wiersz

kolumna

$$A_{01}=3;$$

$$A = \{ \{1, 3, 9\}, \{2, 4, 8\} \};$$

popularny zapis w językach programowania

$$A[0][1]=3;$$

Wektor to w matematyce układ liczb zapisany w jednowymiarowej tablicy. Wektor stanowić może zatem wiersz lub kolumnę macierzy.

Wektory

$$B = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 4 \end{bmatrix}$$
$$C = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix}$$

$$B_1=3;$$

$$B=\{1, 3, 9\};$$
$$C=\{1, 2\};$$

popularny zapis
w językach
programowania

$$B[1]=3;$$

Macierz

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 9 \\ 2 & 4 & 8 \end{bmatrix}$$

wektor

wektor

$$A=\{$$
$$\{1, 3, 9\},$$
$$\{2, 4, 8\}$$
$$\};$$

$$A[0]=\{1,3,9\};$$
$$A[1]=\{2,4,8\};$$

wektory

Jeśli obraz cyfrowy jest reprezentowany z użyciem wektora wówczas informacja dwuwymiarowa zapisywana jest wiersz po wierszu (lub kolumna po kolumnie).

Przykładowo:

$A = \{$
 {1, 3, 9},
 {2, 4, 8}
 $\};$

$W = \{$
 1, 3, 9,
 2, 4, 8
 $\};$

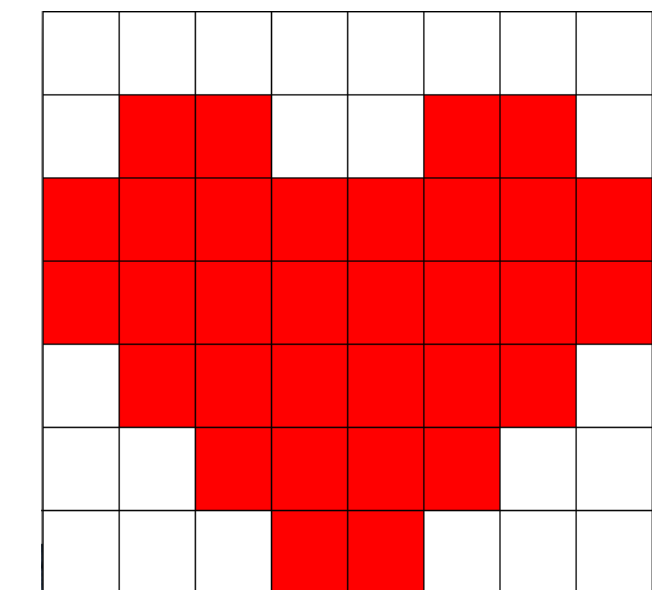
musimy pamiętać o:
- liczbie wierszy
- liczbie kolumn

```
int [][]mac={  
    {0,9,0,0,9,9,9,0},  
    {0,2,3,0,9,3,2,0},  
    {3,2,3,3,2,2,2,3},  
    {3,2,3,3,2,2,3,3},  
    {0,2,3,3,2,2,2,0},  
    {0,9,3,3,2,3,9,0},  
    {0,9,0,3,2,9,9,0},  
};
```

macierz

```
int []wek={  
    0,9,0,0,9,9,9,0,  
    0,2,3,0,9,3,2,0,  
    3,2,3,3,2,2,2,3,  
    3,2,3,3,2,2,3,3,  
    0,2,3,3,2,2,2,0,  
    0,9,3,3,2,3,9,0,  
    0,9,0,3,2,9,9,0,  
};
```

wektor



Jak pamiętamy reprezentacja dwuwymiarowego obrazu cyfrowego obejmuje również

- zapis sposobu interpretacji przechowywanych liczb.

W najprostszym podejściu możemy zdefiniować wektor, który na kolejnych pozycjach (indeksach) będzie miał definicję koloru jaki należy użyć dla danej liczby (indeksu):

0 - biały
2 - czerwony
3 - czerwony
9 - biały

Kolor [] k={

biały,
biały,
czerwony,
czerwony,
biały,
biały,
biały,
biały,
biały,
biały

};

k[0]=biały

k[2]=czerwony

k[3]=czerwony

k[9]=biały

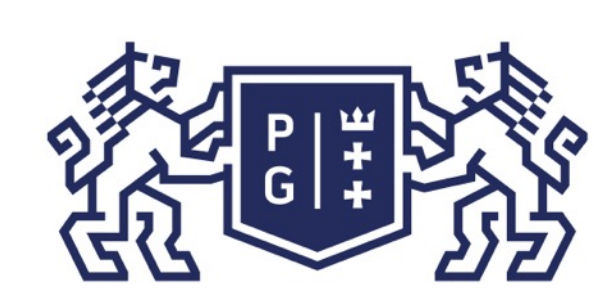
Color [] k={

Color.white,
Color.white,
Color.red,
Color.red,
Color.white,
Color.white,
Color.white,
Color.white,
Color.white,
Color.white

};

Zwróćmy uwagę na fakt, że dla tej samej macierzy danych obrazu można zmienić wektor kolorów uzyskując w efekcie inną prezentację obrazu!

CZAS NA
DEMONSTRACJĘ



The screenshot shows the NetBeans IDE interface. The main editor window displays the following Java code:

```
78         Color.white,  
79         Color.white  
80     };  
81  
82     Color [] clut4={  
83         Color.green,  
84         Color.magenta,  
85         Color.blue,  
86         Color.cyan,  
87         Color.green,  
88         Color.yellow,  
89         Color.orange,  
90         Color.pink,  
91         Color.red,  
92         Color.white  
93     };  
94  
95  
96  
97     int [][] mac={  
98         {0,9,0,0,9,9,9,0},  
99         {0,2,3,0,9,3,2,0},  
100        {3,2,3,3,2,2,2,3},  
101        {3,2,3,3,2,2,3,3},  
102        {0,2,3,3,2,2,2,0},  
103        {0,9,3,3,2,3,9,0},  
104        {0,9,0,3,2,9,9,0},  
105    };  
106  
107  
108  
109     Kwadraciki kw = new Kwadraciki(mac, clut2, "Obraz",0);  
110     kw.init();  
111 }  
112 }  
113 }  
114  
115  
116  
117  
118 class KPanel extends JPanel{  
119     int [][] macierz;
```

The interface also shows a project tree on the left with the 'Kwadraciki' package expanded, and a 'main - Navigator' window at the bottom showing the class structure.

W czasie demonstracji używaliśmy różnych wektorów kolorów otrzymujące różne obrazy prezentowane na ekranie monitora.

W świecie obrazów cyfrowych takie wektory kolorów nazywane są **tablicami kolorów** (lub tablice indeksowanych kolorów) ze względu na sposób ich wykorzystania - odczyt koloru po podaniu indeksu stanowiącego liczbę zapisaną w macierzy obrazu.

W języku angielskim używa się często pojęcia Color LookUp Table (CLUT).

Proces, w którym liczbom z macierzy danych obrazu przypisuje się kolory z wybranej tablicy kolorów nazywa czasami się pseudo-kolorowaniem.

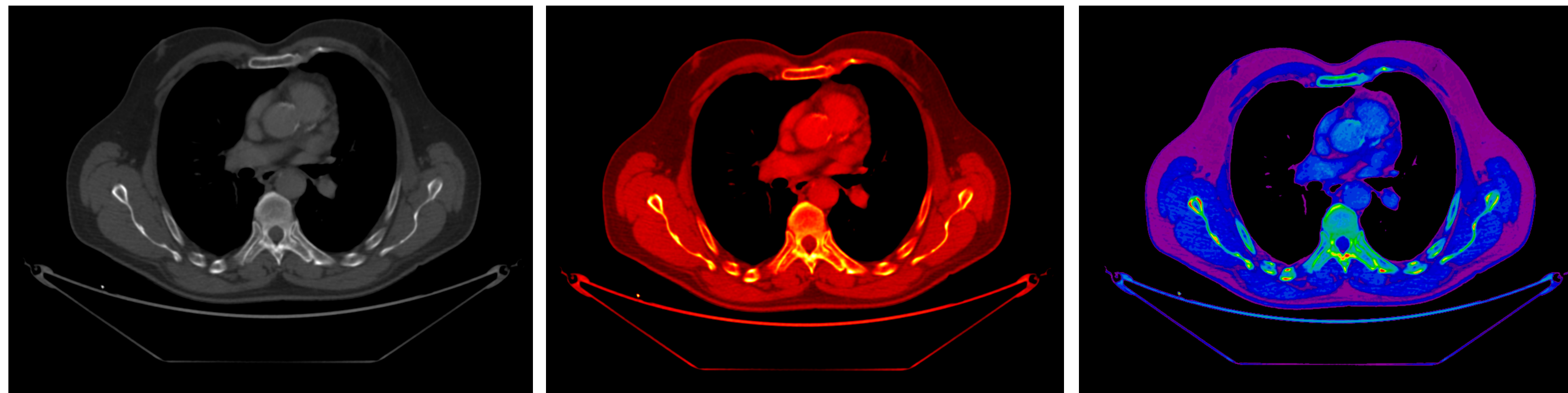
Związane jest to z tym, że uzyskiwany obraz może zawierać kolory zupełnie nie związane z tym, jak człowiek widziałby określone obiekty w rzeczywistości.

Oznacza to, że **możemy utworzyć obraz praktycznie z dowolnego zbioru danych!**

Człowiek (średni obserwator) za pomocą receptorów oka (siatkówka) rejestruje rozkład promieniowania elektromagnetycznego w zakresie widzialnym (380nm-720nm).

Korzystając z różnych układów pomiarowych potrafimy rejestrować promieniowanie w innych zakresach (np. podczerwień, promieniowanie rentgenowskie). W efekcie możemy tworzyć regularne zbiory danych (macierze) zawierające liczby reprezentujące np. natężenie promieniowania rentgenowskiego lub wartości temperatur.

Przypisując takim macierzom tablice kolorów uzyskamy obrazy!



CZAS NA DEMONSTRACJĘ

The screenshot displays a medical software interface for viewing CT scans. The main window shows a transverse CT scan of the chest, labeled 'Perfusion 370 - 45ml-4ccsec (3)'. The image is centered on the screen, showing the lungs, heart, and spine. A green scale bar is visible on the left side of the image, and the letter 'R' is positioned to its left. The interface includes a menu bar at the top with options like 'OsiriX Lite', 'Plik', 'Sieć', 'Edycja', 'Format', 'Widok 2D', 'Widok 3D', 'ROI', 'Wtyczki', 'Ostatnie badania', 'Okno', and 'Pomoc'. Below the menu bar is a toolbar with various icons for navigation and image manipulation. On the left side, there is a sidebar with a list of scan series. The first series is highlighted in yellow and labeled '1 CT', with details: 'Perfuzja Pluca', '11.05.2009, 12:39', '1 serie', and 'Ukryj serie'. Below it is a series labeled '2 CT', also with 'Perfuzja Pluca', '11.05.2009, 12:39', '1 serie', and 'Ukryj serie'. At the bottom of the sidebar, there is a series labeled 'Perfusion 370 - 45ml-4ccsec', '11.05.2009, 12:39', '89 Obrazy(ów)'. The main window also shows technical details for the selected image: '1 Rozmiar obrazu: 512 x 512' and 'WL: 132 WW: 1253'. The top right corner of the main window shows 'WL/WW: Inne', 'CLUT: Brak CLUT', and 'Gęstość: Tablica liniowa'.

Możemy utworzyć obraz praktycznie z dowolnego zbioru danych.

Rozpatrzmy prosty przykład. Litery w komputerze są reprezentowane przez liczby oraz metodę odwzorowania liczb na litery.

W jednym z najstarszych sposobów (ciągle wykorzystywanym) tzw. kodowaniu ASCII (<https://pl.wikipedia.org/wiki/ASCII>) wielkie litery od A do Z (bez polskich znaków) są reprezentowane przez liczby od 65 do 90. Jeśli założymy, że macierz obrazu przechowuje wartości od 65-90 i określimy tablicę kolorów odwzorowującą kody liter (liczby 65-90) na kolory to możemy stworzyć obrazy z ukrytą informacją tekstową.

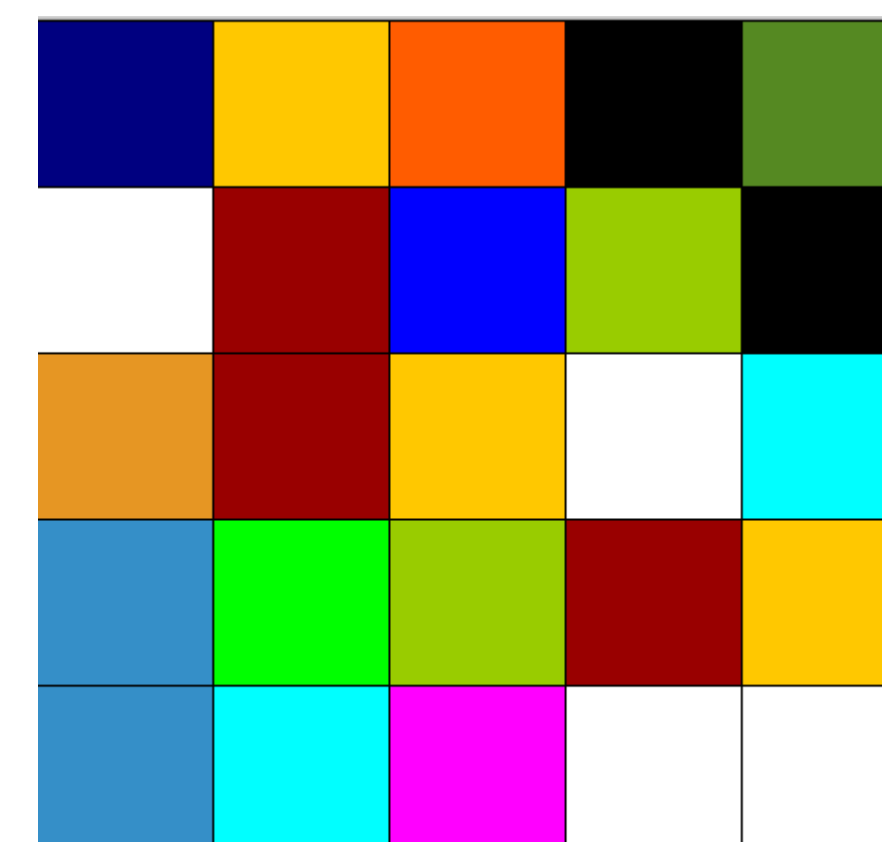
65	66	67	68	69	70	71	72
73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88
89	90	91					

inny znak
niż litera

tablica kolorów

SWIAT OBRAZOW CYFROWYCH
itd.
83, 87, 73, 65, 84, 32, 79, 66, 82, 65, 90, 79, 87, 32, 67, 89, 70, 82, 79, 87, 89, 67, 72

83, 87, 73, 65, 84,
32, 79, 66, 82, 65
90, 79, 87, 32, 67
89, 70, 82, 79, 87
89, 67, 72, 32, 32



Bin	Dec	Hex	Znak
0100 0000	64	40	@
0100 0001	65	41	A
0100 0010	66	42	B
0100 0011	67	43	C
0100 0100	68	44	D
0100 0101	69	45	E
0100 0110	70	46	F
0100 0111	71	47	G
0100 1000	72	48	H
0100 1001	73	49	I
0100 1010	74	4A	J
0100 1011	75	4B	K
0100 1100	76	4C	L
0100 1101	77	4D	M
0100 1110	78	4E	N
0100 1111	79	4F	O
0101 0000	80	50	P
0101 0001	81	51	Q
0101 0010	82	52	R
0101 0011	83	53	S
0101 0100	84	54	T
0101 0101	85	55	U
0101 0110	86	56	V
0101 0111	87	57	W
0101 1000	88	58	X
0101 1001	89	59	Y
0101 1010	90	5A	Z

ASCII

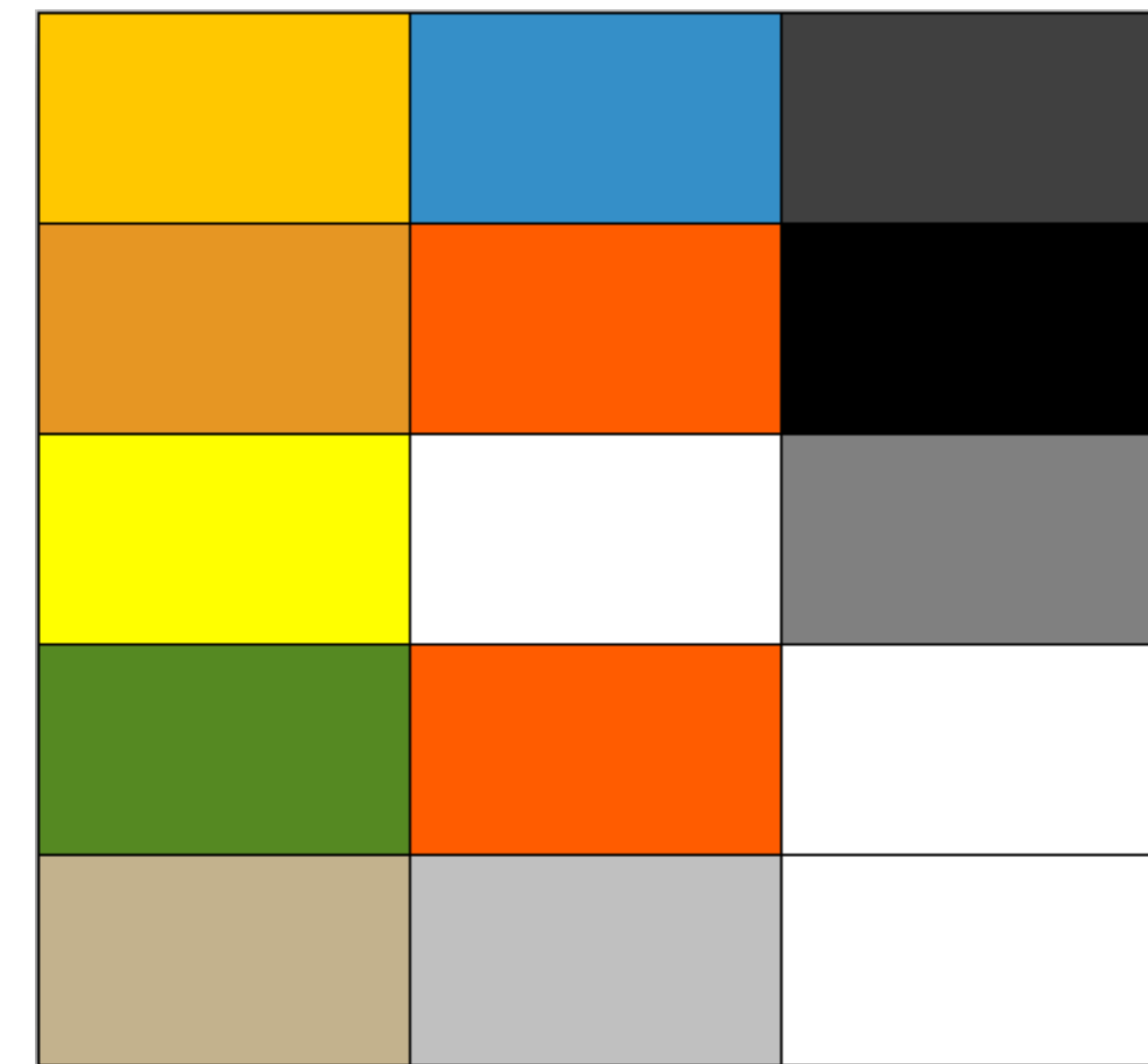
Zadanie domowe:

Wykorzystując daną tablicę kolorów (lewa strona) oraz kody ASCII znaleźć jaki tekst jest ukryty w obrazie przedstawionym po prawej stronie.

65	66	67	68	69	70	71	72
73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88
89	90	91					

inny znak
niż litera

tablica kolorów



UWAGA! Wynik należy przesłać na platformę kursu.

Powiedzieliśmy sobie do tej pory o takim sposobie reprezentowania obrazów, w którym wykorzystuje się macierze lub wektory do przechowywania informacji wizualnej. Ogólnie jednak, dane dwuwymiarowe mogą być reprezentowane w systemach komputerowych z wykorzystaniem dwóch podstawowych form:

- grafiki wektorowej,
- grafiki rastrowej.

Grafika wektorowa reprezentuje dane dwuwymiarowe w postaci zbioru elementów wektorowych (np. punkt, linia, krzywa) zdefiniowanych poprzez współrzędne ich punktów charakterystycznych oraz dodatkowych informacji (np. parametrów interpolacji krzywej) w danym układzie współrzędnych. Elementy te są zapisywane w pliku (poprzez identyfikatory, współrzędne). Dodatkowo przypisuje się im sposób ich prezentacji (np. grubość linii, kolor) dzięki czemu można je odpowiednio „wrysować” w dany obszar (np. do macierzy w modelu rastrowym).

Grafika rastrowa wykorzystuje pojęcie rastra lub regularnej siatki elementów. Raster reprezentowany jest z użyciem jednej lub większej liczby macierzy.

W modelu wektorowym elementy zapiszemy na przykład jako:

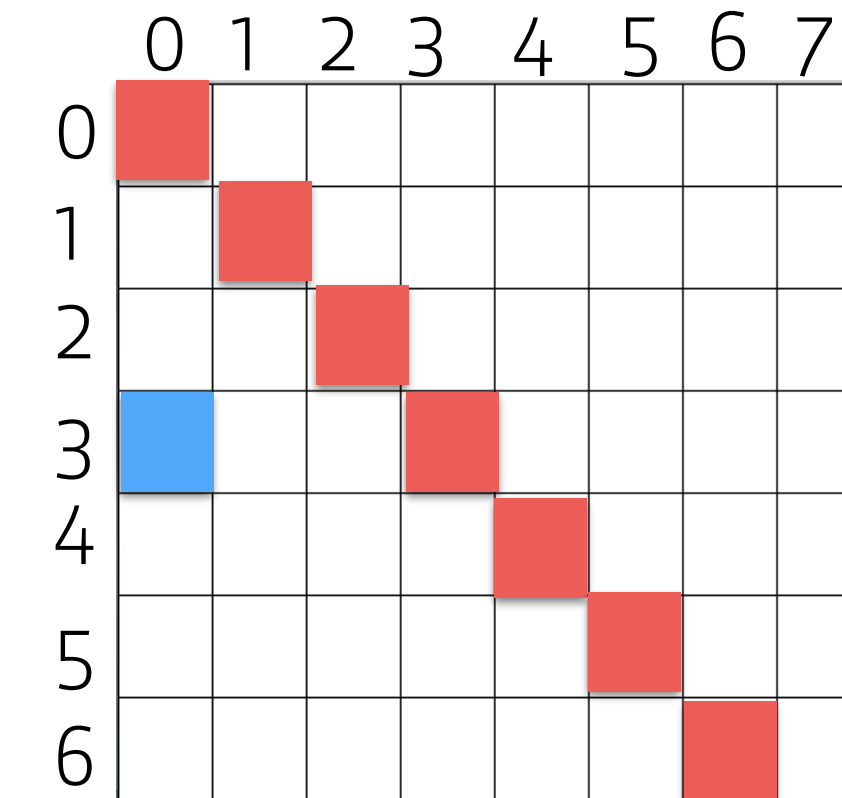
P1(0,3)

P1 -> kolor: niebieski

L1(0,0;6,6)

L1 -> kolor: czerwony

Odwzoruj na obraz
o rozdzielczości 7x8

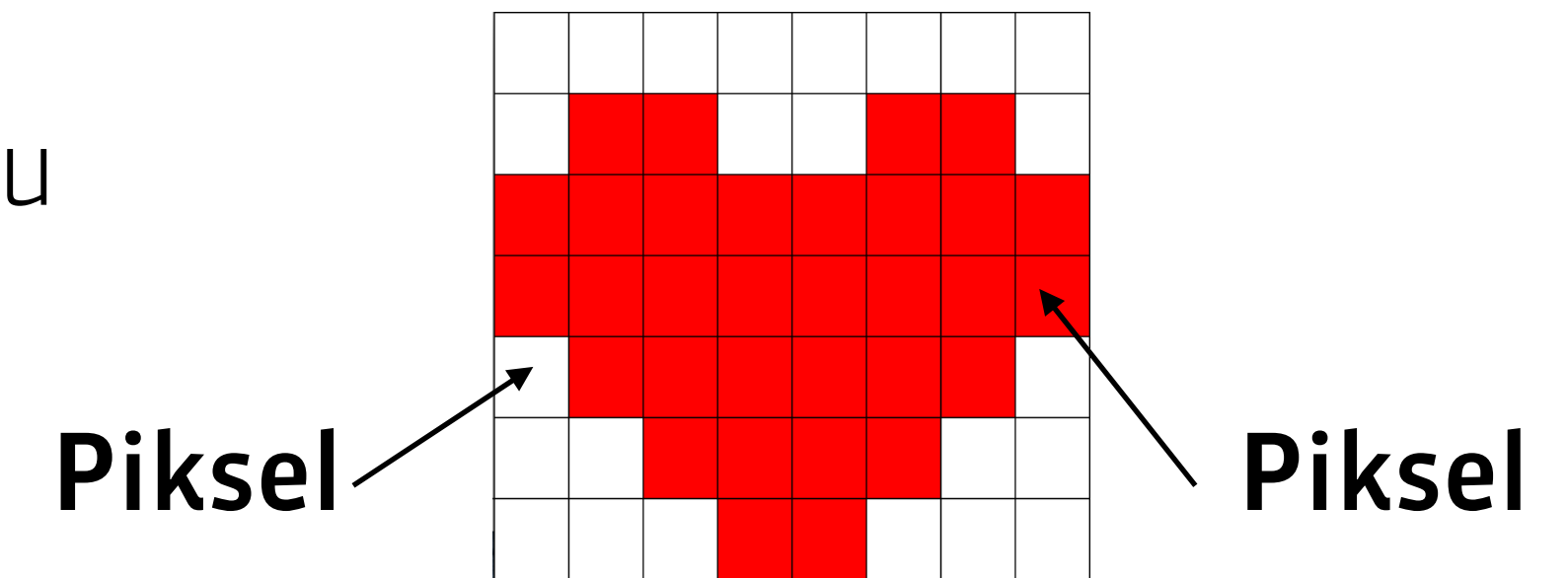


W grafice wektorowej zapisane elementy wektorowe (np. współrzędne) są skalowane do dostępnego zakresu (rozdzielczości) obrazu. Dlatego uzyskiwana jakość prezentacji zwykle nie zależy od skali.

W świecie obrazów cyfrowych wykorzystuje się jednak głównie model rastrowy.

I TYM BĘDZIEMY SIĘ DALEJ ZAJMOWAĆ!

Piksel (ang. pixel - picture element) - najmniejszy element obrazu



Rozdzielczość obrazu (ang. image resolution) - wymiar macierzy obrazu (liczba pikseli)

**Rozdzielczość:
7x8 (56pikseli)**

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

Tablica kolorów (ang. color table, lub Color LookUp Table) - wektor umożliwiający odwzorowanie pomiędzy liczbą zapisaną w macierzy danych obrazu, a kolorem wykorzystywanym do prezentacji obrazu (wartość koloru zapisano pod indeksem stanowiącym liczbę w macierzy danych)



Plan prezentacji

1. Co to jest obraz cyfrowy?
2. Reprezentacja obrazów cyfrowych
3. Rodzaje operacji na obrazach
4. Po co przetwarzać obrazy?