dr inż. Piotr Odya
dr inż. Piotr Suchomski

ELEMENTY GRAFIKI KOMPUTEROWEJ

1

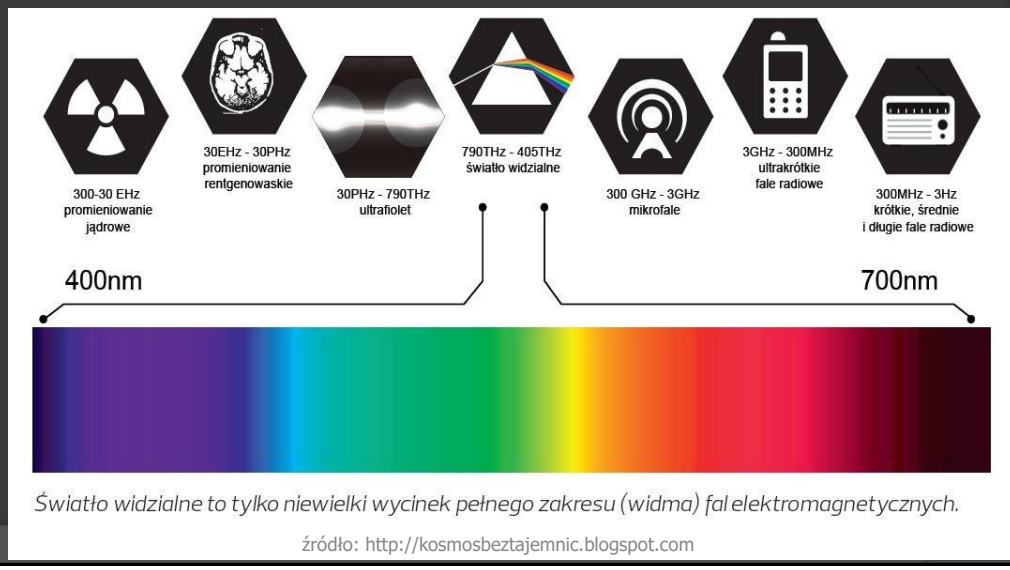
Zastosowania grafiki komputerowej

- Interfejsy użytkownika;
- Graficzna prezentacja danych;
- Kartografia;
- Obrazy medyczne;
- Kreślenie i projektowanie wspomagane komputerowo (programy CAD/CAM);
- Systemy multimedialne;
- Animacje i wideo.

2

Światło widzialne

- wycinek szerokiego widma fal elektromagnetycznych



Światło widzialne to tylko niewielki wycinek pełnego zakresu (widma) fal elektromagnetycznych.

źródło: http://kosmosbeztajemnic.blogspot.com

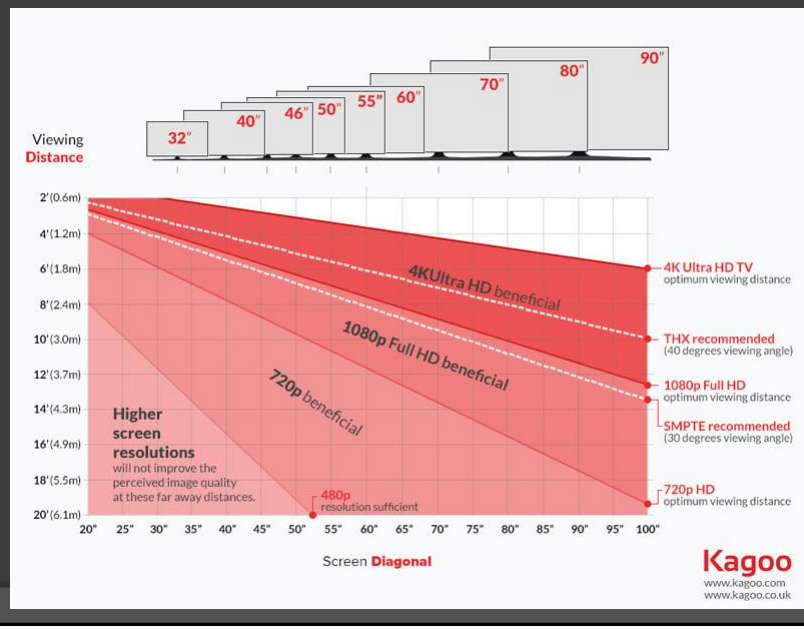
3

Fizjologia narządu wzroku

- oko jest bardziej wrażliwe na zmiany luminancji niż chrominancji;
  - pręciki (100 mln) dla detekcji składowych luminancji
  - 3 rodzaje czopków (9 mln) do detekcji koloru
- bezwładność wzroku ludzkiego
  - czas przetworzenia pojedynczego obrazu, powstałego na siatkówce wynosi
    ok. 0,15-0,30 s;
- zdolność całkująca wzroku ludzkiego
  - liczba dostrzeganych szczegółów zależna od odległości oka od obserwowanego obiektu
  - przyjmuje się rozdzielczość kątową równą 1 minucie (1/60 stopnia)

4

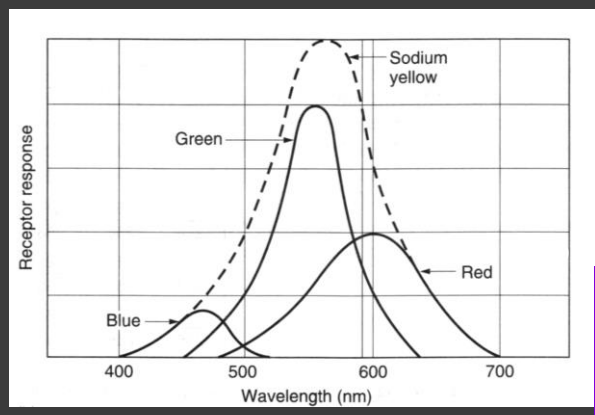
Zdolność całkująca w praktyce

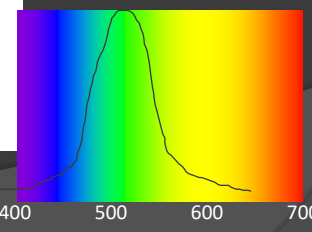


5

Fizjologia narządu wzroku

- oko jest najbardziej wrażliwe na długości fal odpowiadające kolorowi zielonemu





6

Ćwiczenie

7

8

9

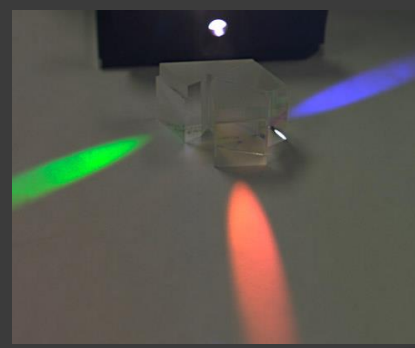
10

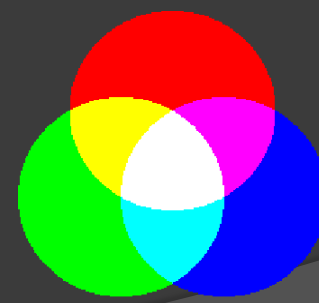
Jak „tworzyć” kolory?

11

Metoda addytywna - RGB

- zachodzi m.in. w aparatach fotograficznych, kamerach, monitorach w wyniku kombinacji 3 kolorów podstawowych – czerwonego, zielonego i niebieskiego

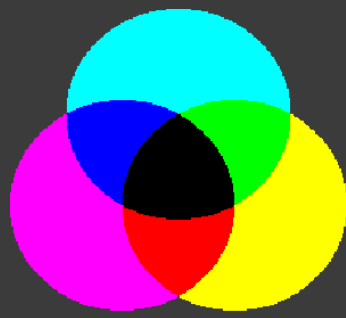


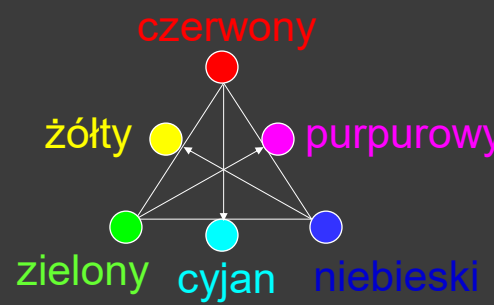


12

Metoda subtraktywna - CMY(K)

- pozwala na uzyskanie kolorów przy wydruku





13

RGB a CMYK

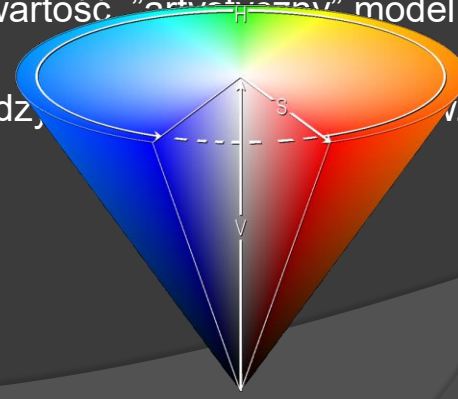
14

RGB a CMYK

15

Modele barw

- RGB (monitory, telewizory);
- CMY (drukarki, plotery, **poligrafia** itp.);
- YUV (telewizja kolorowa);
- HSV (odcień barwy, nasycenie, wartość, "artystyczny" model barw, tinty, cienie, tony);
- Istnieje możliwość konwersji między

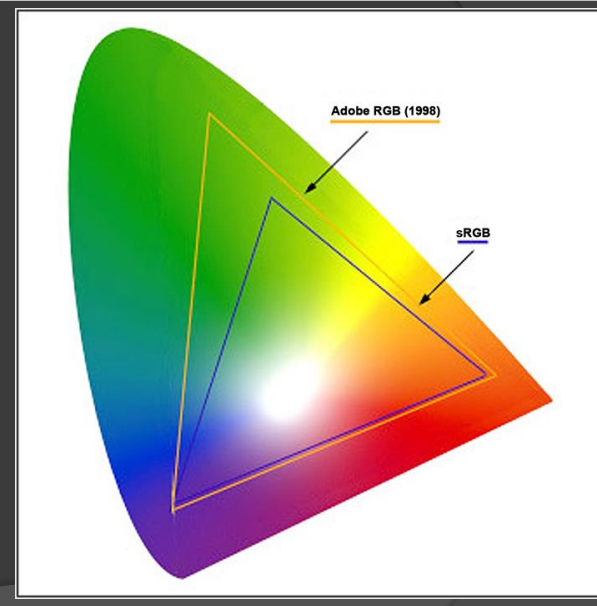


źródło: www.cs.cornell.edu

16

Przestrzenie barwne

- sRGB czy Adobe RGB?
  - sRGB – 35%
  - AdobeRGB – 50%
- Standard: sRGB
- Zaawansowane: AdobeRGB

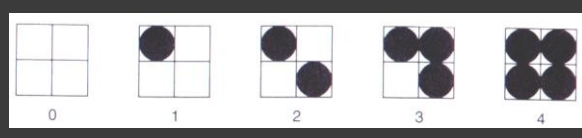


źródło: https://cdn.fstoppers.com/wp-content/uploads/2013/02/ColorRange.jpg

17

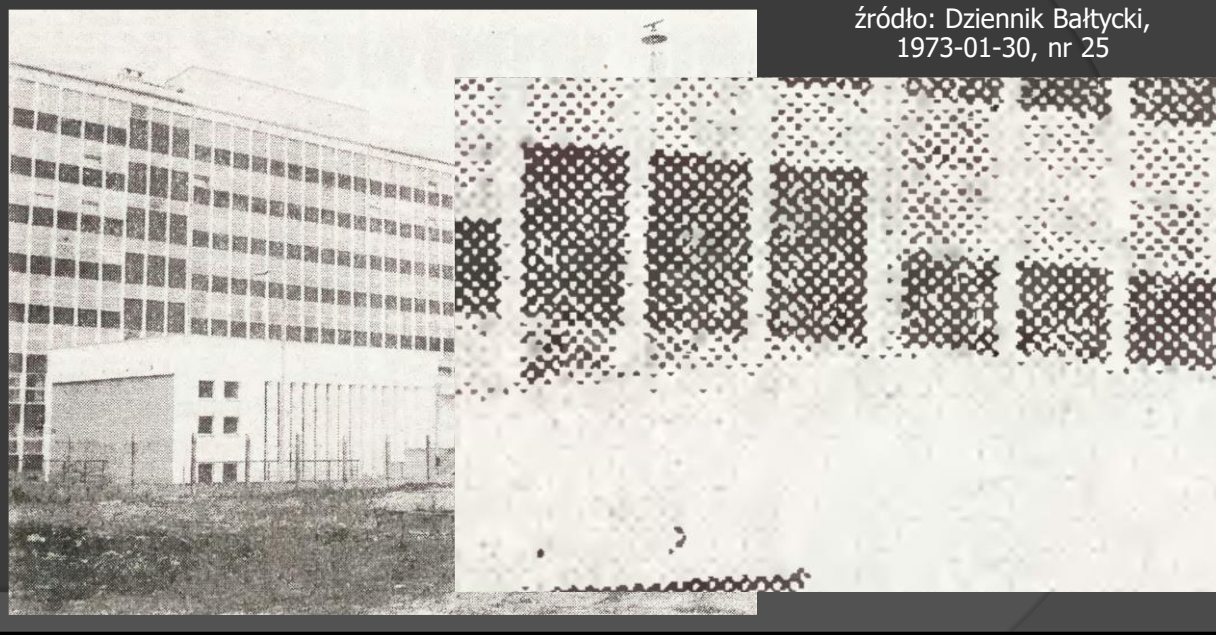
Prezentacja obrazu

- Monitor - punkty o składowych RGB
- Drukarka - nakładanie kolejnych warstw farby według metody subtraktywnej;
- Obrazy czarno-białe - wydruk techniką mikrowzorów, półtony.



18

Prezentacja obrazu



źródło: Dziennik Bałtycki, 1973-01-30, nr 25

19

Podział grafiki

- wektorowa;
  - matematyczny opis rysunku;
  - małe wymagania pamięciowe (i obliczeniowe);
  - rasteryzacja – konwersja do postaci rastrowej;
- rastrowa;
  - tablica punktów;
  - duże wymagania pamięciowe;
  - wektoryzacja – konwersja do postaci wektorowej;

20

Obrazy wektorowe (*vector graphic*)

- opis w postaci zbioru prostych obiektów („prymitywów”) – proste, krzywe, figury płaskie, itp.
- mały rozmiar opisu, zależny od ilości obiektów
- łatwość skalowania i przekształcania
- konieczność matematycznego odtworzenia przy wyświetlaniu na urządzeniu wyjściowym
- obecnie niezbyt popularne dla grafiki 2D
- najpopularniejsze w dziedzinie 3D

21

Obrazy wektorowe

- przykładowe formaty: EPS, WMF, CDR (*Corel*) oraz
  - SVG (*Scalable Vector Graphics*) – zdefiniowany przez W3C format zalecany do wykorzystania na stronach WWW
    - bazuje na XML-u
    - pochodna PostScriptu
  - SWF (*Flash*) – stworzony do wektorowej animacji

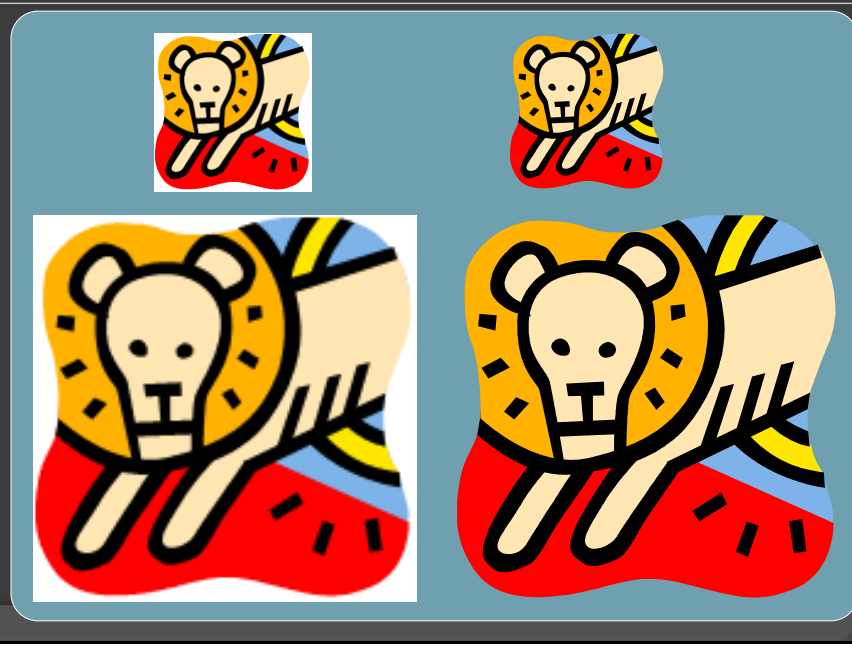
22

Obrazy rastrowe (*bitmap graphic*)

- reprezentacja obrazu w pamięci w postaci zbioru punktów ekranu (pikseli) o określonym kolorze
- duży rozmiar opisu, zalecana kompresja
- łatwość odtwarzania na urządzeniu wyjściowym (ustawianie kolorów pikseli)
- zniekształcenia przy skalowaniu
- przykładowe formaty: BMP, GIF, JPEG, PNG, TIFF

23

Skalowanie



24

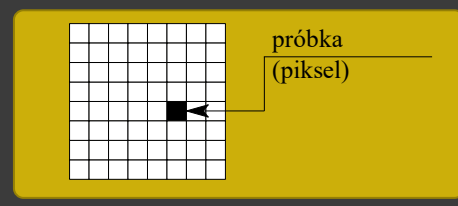
Zastosowania

- Wektorowa:
  - logotypy
  - szablony (takie do wycinania)
  - proste banery
  - ?...
- Rastrowa:
  - plakaty
  - ulotki
  - fototapety
  - i wiele innych…

25

Formaty obrazu cyfrowego

- obraz cyfrowy jest reprezentowany przez dwuwymiarową tablicę próbek, gdzie każda próbka nazywana jest **pikselem**



- precyzja określa, ile informacji przypada na jedną próbkę i jest wyrażana jako liczba bitów na próbkę [bit/próbka]
  - obrazy binarne - są reprezentowane przez 1 bit/próbkę, np. w przypadku biało-czarnych fotografii
  - grafika komputerowa (o niskiej precyzji) - jest reprezentowana przez 4 bity/próbkę
  - obrazy ze stopniami szarości - są reprezentowane przez 8 bitów/próbkę
  - obrazy kolorowe - są reprezentowane przez 24 lub więcej bitów/próbkę (RGB)

26

Formaty obrazu - YUV

- luminancja **Y**, dwa różnicowe sygnały chrominancji **U** i **V**
- konwersja z formatu RGB na YUV wg standardu CCIR 601

$$\begin{cases} Y = 0{,}299R + 0{,}587G + 0{,}114B \\ U = 0{,}564(B - Y) \\ V = 0{,}713(R - Y) \end{cases}$$

27

Formaty obrazu cyfrowego - YUV/YCbCr

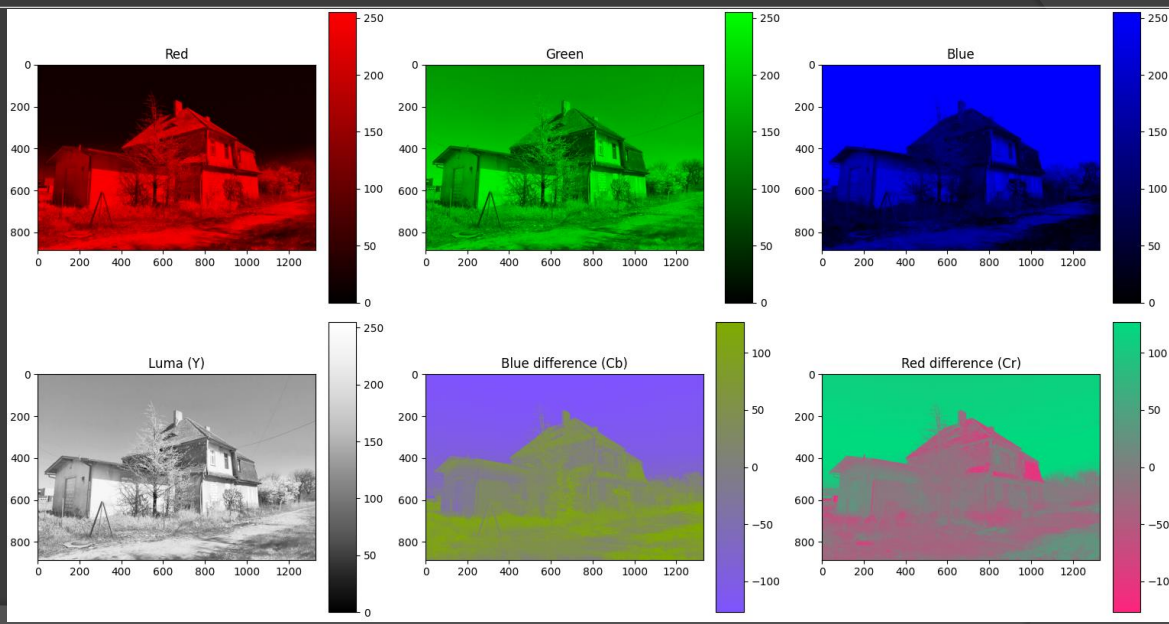
- właściwości różnicowych sygnałów chrominancji U i V:
  - nie przenoszą informacji o luminancji sygnału,
  - są równe zeru dla barwy białej,
  - z dwóch sygnałów U i V oraz sygnału luminancji Y można uzyskać trzeci sygnał różnicowy G-Y oraz trzy sygnały RGB,
  - amplitudy maksymalne sygnałów różnicowych B-Y oraz R-Y są większe niż G-Y,
  - mogą przybierać zarówno dodatnie jak i ujemne wartości
- w dziedzinie cyfrowej przechodzi się na format Y C_B C_R
  - wartości składowych chrominancji C_B i C_R są zawsze w przedziale [0,1]

28

RGB a YCbCr

29

RGB a YCbCr



Na podstawie: https://polprog.net/blog/ycc/

30

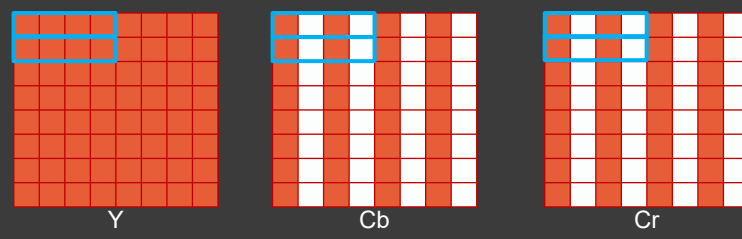
Podpróbkowanie obrazu

- Format próbkowania obrazu zdefiniowany jako **J**:**a**:**b**
- Opisuje liczbę próbek luminancji i chrominancji w koncepcyjnym obszarze o szerokości **J** próbek oraz wysokości 2 próbek
- **J** – wartość odniesienie poziomej częstotliwości próbkowania (szerokość obszaru koncepcyjnego); zwykle wynosi 4
- **a** – ilość próbek chrominancji (C_r, C_b) w pierwszym wierszu obszaru koncepcyjnego.
- **b** – ilość (dodatkowych) próbek chrominancji (C_r, C_b) w drugim wierszu obszaru koncepcyjnego

31

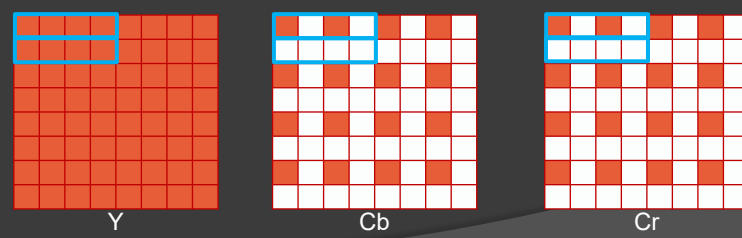
Podpróbkowanie obrazu

4:2:2



- rozdzielczość składowych chrominancji: 960x1080

4:2:0

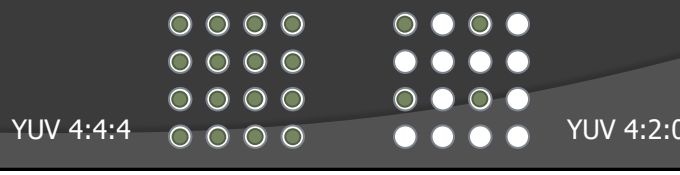


- rozdzielczość składowych chrominancji: 960x540

32

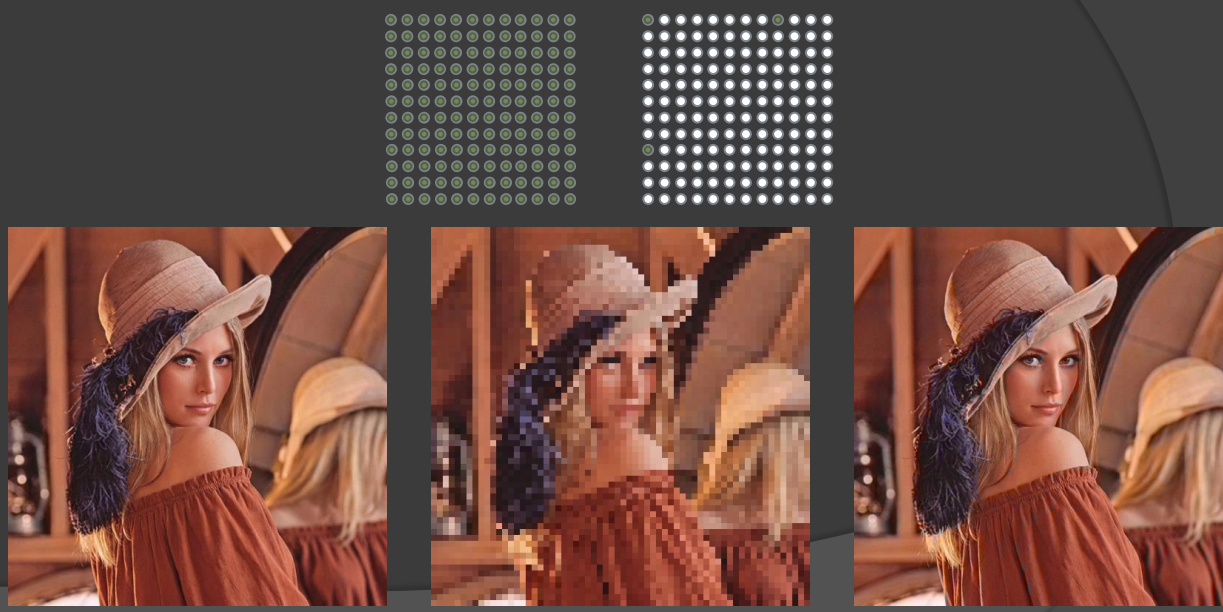
Parametry obrazu a wielkość pliku

- RGB lub YUV 4:4:4
  - 1920 [pikseli] x 1080 [pikseli] x 3 [skład.] x 8 [bitów] = = 49 766 400 [bitów]
- YUV 4:2:0
  - trzeba rozpatrywać bloki 2x2 piksela
  - 4 [piksele] x 8 [bitów] + 8 [bitów] + 8 [bitów] = = 48 [bitów] (na cztery piksele)
  - 1920 [pikseli] x 1080 [pikseli] x 48 [bitów] : 4 = = 24 883 200 [bitów]



33

Podpróbkowanie -przykłady



34

Dziękuję za uwagę

35