

### 1. MODEL - **RGB**

- dużo kolorów - 16.7 mln
- Model RGB stosuje się do opisu obrazu wyświetlanego na monitorach CRT, LCD, ekranach smartfonów, tabletów itp.
- Model RGB można przedstawić za pomocą sześcianu (współrzędne kartezjańskie), z wersorami R, G oraz B.

### 2. MODEL - **CMY**

- dogodny dla poligrafii
- kolory wyblakłe w porównaniu do RGB
- Model CMY można przedstawić za pomocą sześcianu (współrzędne kartezjańskie), z wersorami C, M, Y.

Wzory do konwersji:

RGB do CMY

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix}$$

CMY do RGB

$$\begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

Składowe wynoszą:

$$R=255$$

$$G=255$$

$$B=255$$

$$R'=255/255=1$$

$$G'=255/255=1$$

$$B'=255/255=1$$

Dokonujemy konwersji:

$$\begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1-1 \\ 1-1 \\ 1-1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$C=0, M=0, Y=0.$$

Kolor biały w CMY kodowany jest jako (0,0,0).

### 3. MODEL **CMY(K)**

- Model CMY(K) jest modyfikacją CMY dokonaną ze względów praktycznych.
- Drukowanie z użyciem mieszania jest kosztowne, a triada C+M+Y pozwala uzyskać w praktyce brudny brąz a nie czerń,
- Dodanie dodatkowej komponenty czerni (K) powoduje, że jest ona bardziej nasycona i zapewnia lepszy kontrast.

Wzory do konwersji:

CMY(K) do RGB

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 255(1-C)(1-K) \\ 255(1-M)(1-K) \\ 255(1-Y)(1-K) \end{bmatrix}$$

## RGB do CMY(K)

Składowe wynoszą:

RGB (27,90,104)

R=27 G=90 B=104

Dokonujemy konwersji:

$R' = R/255 = 27/255$

$G' = G/255 = 90/255$

$B' = B/255 = 104/255$

$K = 1 - \max(R', G', B') = 0.592$

$$\begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \\ K \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1-R'-K}{1-K} \\ \frac{1-G'-K}{1-K} \\ \frac{1-B'-K}{1-K} \\ 1-K \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.740 \\ 0.134 \\ 0 \\ 0.592 \end{bmatrix}$$

## 4. Modele zależne od urządzenia :

RGB, CMY, CMYK, HSL, HSV, HSB

## 5. Model HSL

Wzory do konwersji:

RGB do HSL

$M = \max(R, G, B)$

$m = \min(R, G, B)$

$c = M - m$

$$L = \frac{M+m}{2}$$
$$H = \begin{cases} \left( \frac{G-B}{c} \bmod 6 \right) \cdot 60^\circ & R = M, c \neq 0 \\ \left( \frac{B-R}{c} + 2 \right) \cdot 60^\circ & G = M, c \neq 0 \\ \left( \frac{R-G}{c} + 4 \right) \cdot 60^\circ & B = M, c \neq 0 \\ 0 & c = 0 \end{cases}$$
$$S = \begin{cases} 0 & c = 0 \\ \frac{c}{1 - |2L - 1|} & c \neq 0 \end{cases}$$

HSL do RGB

RGB (27,90,104)

R=27 G=90 B=104

Dokonujemy konwersji:

$R' = R/255 = 27/255$

$G' = G/255 = 90/255$

$B' = B/255 = 104/255$

$M = \max(R', G', B') = 0.407 = B'$

$m = \min(R', G', B') = 0.105$

$c = M - m = 77/255 = 0.301 > 0$

$L = (M+m)/2 = 0.512/2 = 0.256$

Ponieważ  $M=B'$  oraz  $c>0$  wybieramy trzeci wariant wzoru

$$H = \left( \frac{27-90}{77} + 4 \right) \cdot 60^\circ = 191^\circ$$

$$L = 0.256 \cdot 100\% = 25.6\%$$

$$S = \frac{c}{1 - |2L - 1|} = 0.587 \cdot 100\% = 58.7\%$$

$$c = (1 - |2L - 1|) \cdot S$$

$$m = L - c/2$$

$$x = c \left( 1 - \left| \frac{H}{60^\circ} \bmod 2 - 1 \right| \right)$$

$$(R, G, B) = \begin{cases} (c+m, x+m, m) & H \in [0^\circ, 60^\circ) \\ (x+m, c+m, m) & H \in [60^\circ, 120^\circ) \\ (m, c+m, x+m) & H \in [120^\circ, 180^\circ) \\ (m, x+m, c+m) & H \in [180^\circ, 240^\circ) \\ (x+m, m, c+m) & H \in [240^\circ, 300^\circ) \\ (c+m, m, x+m) & H \in [300^\circ, 360^\circ) \end{cases}$$

$$M = \max(R, G, B)$$

$$m = \min(R, G, B)$$

$$c = M - m$$

$$V = M$$

$$S = \frac{c}{V}$$

$$H = \begin{cases} \left( \frac{G-B}{c} \bmod 6 \right) \cdot 60^\circ & R = M, c \neq 0 \\ \left( \frac{B-R}{c} + 2 \right) \cdot 60^\circ & G = M, c \neq 0 \\ \left( \frac{R-G}{c} + 4 \right) \cdot 60^\circ & B = M, c \neq 0 \\ 0 & c = 0 \end{cases}$$

RGB (27,90,104)

R=27 G=90 B=104

Dokonujemy konwersji:

$$R' = R/255 = 27/255$$

$$G' = G/255 = 90/255$$

$$B' = B/255 = 104/255$$

$$M = \max(R', G', B') = 0.407 = B'$$

$$m = \min(R', G', B') = 0.105$$

$$c = M - m = 77/255 = 0.301 > 0$$

inne

Ponieważ  $M = B'$  oraz  $c > 0$  wybieramy trzeci wariant wzoru

$$H = \left( \frac{27-90}{77} + 4 \right) \cdot 60^\circ = 191^\circ$$

$$V = M = \frac{104}{255} \cdot 100\% = 41\%$$

$$S = \frac{c}{V} = \frac{77}{104} \cdot 100\% = 74\%$$

## 6. Model HSV

RGB do HSV

HSV do RGB

$$c = V \cdot s$$

$$m = V - c$$

$$x = c \left( 1 - \left| \frac{H}{60} \bmod 2 - 1 \right| \right)$$

$$(R, G, B) = \begin{cases} (c+m, x+m, m) & H \in [0^\circ, 60^\circ) \\ (x+m, c+m, m) & H \in [60^\circ, 120^\circ) \\ (m, c+m, x+m) & H \in [120^\circ, 180^\circ) \\ (m, x+m, c+m) & H \in [180^\circ, 240^\circ) \\ (x+m, m, c+m) & H \in [240^\circ, 300^\circ) \\ (c+m, m, x+m) & H \in [300^\circ, 360^\circ) \\ (m, m, m) & \text{inne} \end{cases}$$

## 7. Modele CIE Lab

CIE XYZ do CIE Lab

$$L = \begin{cases} 116f\left(\frac{Y}{Y_0}\right) - 16 & \frac{Y}{Y_0} > 0.008856 \\ 903.3\left(\frac{Y}{Y_0}\right) & \frac{Y}{Y_0} \leq 0.008856 \end{cases}$$

$$a = 500 \left[ f\left(\frac{X}{X_0}\right) - f\left(\frac{Y}{Y_0}\right) \right]$$

$$a = 200 \left[ f\left(\frac{Y}{Y_0}\right) - f\left(\frac{Z}{Z_0}\right) \right]$$

$$f(t) = \begin{cases} t^{1/3} & t > 0.008856 \\ 7.787t + 16/116 & t \leq 0.008856 \end{cases}$$

$$X_0 = 94.81$$

$$Y_0 = 100.0$$

$$Z_0 = 107.3$$

CIE Lab do CIE XYZ

$$X = X_0 f^{-1} \left( \frac{L + 16}{116} + \frac{a}{500} \right)$$

$$Y = Y_0 f^{-1} \left( \frac{L + 16}{116} \right)$$

$$Z = Z_0 f^{-1} \left( \frac{L + 16}{116} - \frac{b}{200} \right)$$

$$f^{-1}(t) = \begin{cases} t^3 & t > 6/29 \\ 7.787(t - 4/29) & t \leq 6/29 \end{cases}$$

## RGB do CIE XYZ

RGB (27,90,104)

R=27 G=90 B=104

R'=0.10588 G'=0.35294 B'=0.40784

Formalnie poprawna konwersja:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.412453 & 0.357580 & 0.180423 \\ 0.212671 & 0.71516 & 0.072169 \\ 0.019334 & 0.119193 & 0.950227 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.10588 \\ 0.35294 \\ 0.40784 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.24346 \\ 0.36673 \\ 0.48114 \end{bmatrix}$$

daje rezultat odbiegający od oczekiwań pod względem percepcyjnym.

W praktyce wykonujemy konwersję gamma R'G'B' wszystkich współczynników

$$R'' = \left[ \frac{R' + 0,055}{1,055} \right]^{2.4} = 0.01095971$$

$$G'' = \left[ \frac{G' + 0,055}{1,055} \right]^{2.4} = 0.10224103$$

$$B'' = \left[ \frac{B' + 0,055}{1,055} \right]^{2.4} = 0.13842936$$

a dopiero potem wykorzystujemy macierz współczynników opisującą konwersję z przestrzeni sRGB do XYZ:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.412453 & 0.357580 & 0.180423 \\ 0.212671 & 0.71516 & 0.072169 \\ 0.019334 & 0.119193 & 0.950227 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.01095971 \\ 0.10224103 \\ 0.13842936 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.06606 \\ 0.08544 \\ 0.14395 \end{bmatrix}$$

## RGB do Lab

RGB (27,90,104)

po konwersji do CIE XYZ (Przykład 3) otrzymujemy:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.412453 & 0.357580 & 0.180423 \\ 0.212671 & 0.71516 & 0.072169 \\ 0.019334 & 0.119193 & 0.950227 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.01095971 \\ 0.10224103 \\ 0.13842936 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.06606 \\ 0.08544 \\ 0.14395 \end{bmatrix}$$

Następnie dokonujemy konwersji do CIE Lab zgodnie ze wzorami transformacyjnymi.

Przed wykonaniem operacji należy wartości X, Y, oraz Z zamienić na procent

X=6.606 Y=8.544 Z=14.395

$$L = \begin{cases} 116f\left(\frac{Y}{Y_0}\right) - 16 & \frac{Y}{Y_0} > 0.008856 \\ 903.3\left(\frac{Y}{Y_0}\right) & \frac{Y}{Y_0} \leq 0.008856 \end{cases}$$

$$a = 500 \left[ f\left(\frac{X}{X_0}\right) - f\left(\frac{Y}{Y_0}\right) \right]$$

$$b = 200 \left[ f\left(\frac{Y}{Y_0}\right) - f\left(\frac{Z}{Z_0}\right) \right]$$

$$f(t) = \begin{cases} t^{1/3} & t > 0.008856 \\ 7.787t + 16/116 & t \leq 0.008856 \end{cases}$$

$$X_0 = 94.81$$

$$Y_0 = 100.0$$

$$Z_0 = 107.3$$

$$\begin{bmatrix} L \\ a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 35.0927 \\ -14.646 \\ -13.796 \end{bmatrix}$$

## 9.Bitmap

### Kompresja bezstratna

- **PNG (Portable Network Graphics)** – popularny w www, obsługiwany przez większość przeglądarek, obsługuje kanał alfa,
- **GIF (Graphics Interchange Format)** – popularny w www, obsługuje przezroczystość, animacje,
- **TIFF**

### Kompresja stratna

- **JPEG (Joint Photographic Experts Group)** - używany zarówno w sieci www, w aparatach cyfrowych,
- **JPEG 2000** – nowsza wersja formatu JPEG, oferująca lepszą kompresję,
- **DjVu** – format stworzony do przechowywania zeskanowanych dokumentów,
- **TIFF (Tagged Image File Format)** – popularny w poligrai, udostępnia wiele poziomów kompresji (stratnej jak i bezstratnej) umożliwia przechowywanie kanału alfa.

Opcje	BMP	GIF	PNG	JPG /JPEG	TIF/TIFF	WEBP
głębia bitowa	24	8	48	24	16, 24 lub 32	32
przestrzeń barwna	RGB, RGBA	indeksowana	RGB, RGBA	RGB, CMYK	CMYK, CIE L*a*b*	RGB
przezroczystość	NIE	TAK (jest/nie ma)	TAK (256 stopni/piksel)	NIE	NIE	TAK
przeplot/progresja	NIE/NIE	TAK/NIE	TAK/TAK	NIE/TAK	NIE	
animacja	NIE (z wyjątkiem)	TAK	NIE	NIE	NIE	TAK
kompresja	NIE (ewentualnie bezstratna RLC)	TAK (bezstratna, LZW)	TAK (bezstratna, LZ77)	TAK (stratna!!!)	TAK (stratna JPG, bezstratna LZW)	TAK (bezstratna Huffman, LZ77) stratna (VP8)
rozmiar pliku	BARDZO DUŻY	ŚREDNI	MAŁY	BARDZO MAŁY	DUŻY	MAŁY
maksymalny rozmiar	32Kx32K oraz 2Gx2G	64Kx64K	2.5Gx2.5G	64Kx64K	2Gx2G	16Kx16K
typ mime (IANA) [RFC6838] [RFC4855]	image/bmp [RFC3555]	image/gif [RFC2045][RFC2046]	image/png [Glenn Randers Pehrson]	image/jpeg [RFC 1341]	image/tif [RFC 3302, RFC 3949, RFC 3950]	image/webp [RFC6838]
obszar zastosowań	zdjęcia do dalszej obróbki	obrazy z małą liczbą kolorów ozdobniki graficzne przyciski banery animacje	ozdobniki graficzne przyciski wykresy ilustracje diagramy	zdjęcia dla www i dtp	dtp grafika medyczna	www

