Spracovanie farebného obrazu

Farby a farebné modely

11.3.2015

Opakovanie

- Čo sa nachádza na Plankovej krivke?

Opakovanie

- Čo sa nachádza na Plankovej krivke?
- Na čo slúži referenčný biely bod?

Opakovanie

- Čo sa nachádza na Plankovej krivke?
- Na čo slúži referenčný biely bod?
- Čo predstavuje gamut farieb?

Opakovanie

- Čo sa nachádza na Plankovej krivke?
- Na čo slúži referenčný biely bod?
- Čo predstavuje gamut farieb?
- Čo je metamér?

Opakovanie

- Čo sa nachádza na Plankovej krivke?
- Na čo slúži referenčný biely bod?
- Čo predstavuje gamut farieb?
- Čo je metamér?
- Aký je rozdiel medzi CMY a CMYK?

Farebné modely

- HW orientované

Farebné modely

- HW orientované
  - RGB, CMY, CMYK, televízne normy
- užívateľsky orientované

Farebné modely

- HW orientované
  - RGB, CMY, CMYK, televízne normy
- užívateľsky orientované
  - HLS, HSV, HSI
- vnemovo rovnomerné (perceptually uniform)

Farebné modely

- HW orientované
  - RGB, CMY, CMYK, televízne normy
- užívateľsky orientované
  - HLS, HSV, HSI
- vnemovo rovnomerné (perceptually uniform)
  - CIE Lab, Luv, WUV
- iné

Farebné modely

- HW orientované
  - RGB, CMY, CMYK, televízne normy
- užívateľsky orientované
  - HLS, HSV, HSI
- vnemovo rovnomerné (perceptually uniform)
  - CIE Lab, Luv, WUV
- iné
  - XYZ, oponent, TSV, LUX, YES, ...

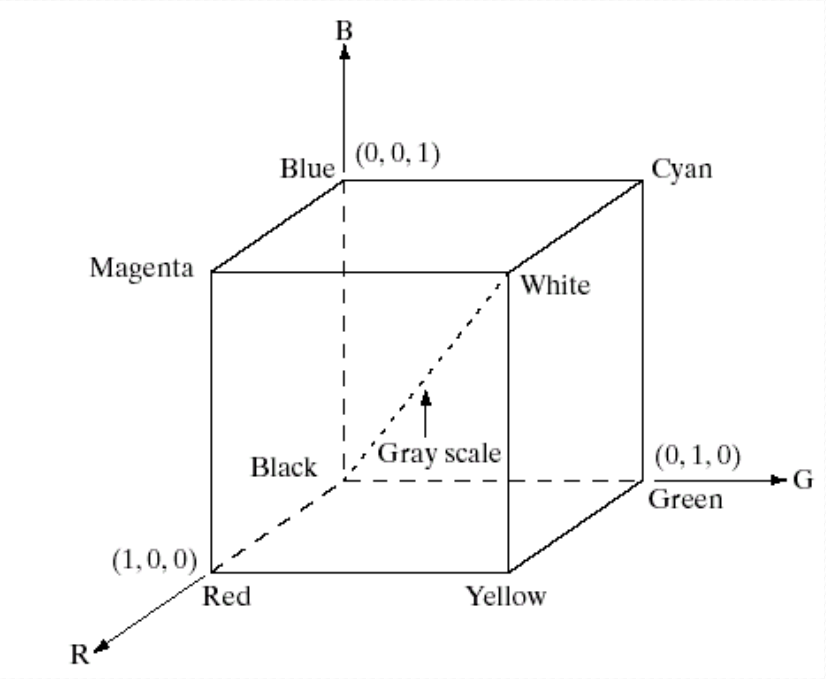
RGB

- najznámejší model
- aditívne skladanie farieb

- Aké farby sú vo vrcholoch kocky?

RGB

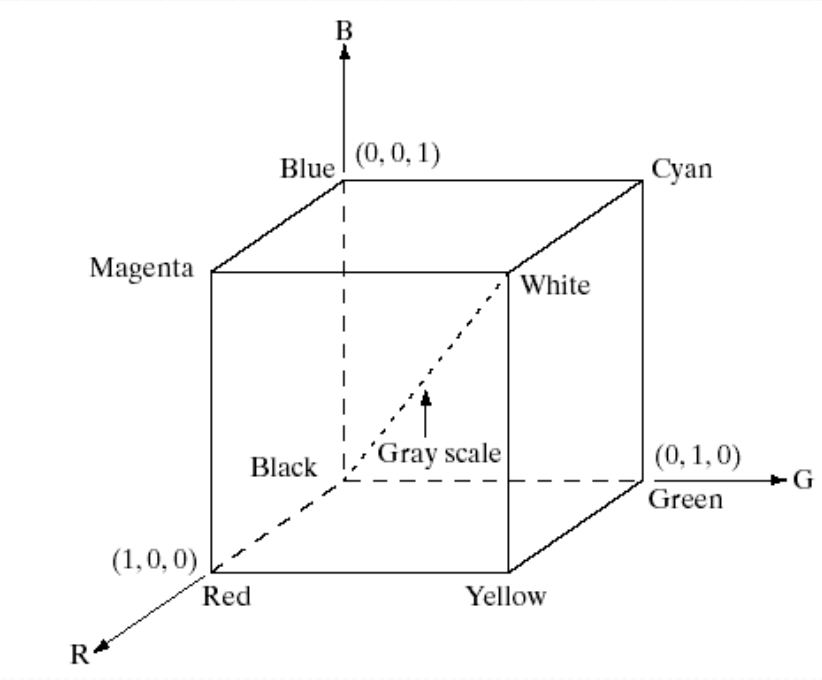
- najznámejší model
- aditívne skladanie farieb



- RGB kocka
- hodnoty r,g,b ϵ<0, 1>
- http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/31233-rgb-cube/all_files

RGB

- najznámejší model
- aditívne skladanie farieb



- RGB kocka
- hodnoty r,g,b ϵ<0, 1>
- http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/31233-rgb-cube/all_files

- Kde v RGB sa nachádzajú farby zodpovedajúce odtieňom šedej?

RGB

- Načítajte obraz peppers.png
- Vytvorte 3 matice, kde každá bude obsahovať jeden farebný kanál
- Použitím `cat` vyvorte 3 nové obtázky, so zoradením farebných kanálov: GRB, BRG, BGR
- Výsledné mapy zobrazte v jednej `figure` použitím `subplot`

```
image = imread('peppers.png');
R = image(:,:,1); G = image(:,:,2); B =
  image(:,:,3);
F1 = cat(3, G,R,B);
F2 = cat(3, B,R,G);
F3 = cat(3, B,G,R);
figure();
subplot(2,2,1); imshow(image) ; title('original
  RGB');
subplot(2,2,2); imshow(F1,[ ]); title('GRB');
subplot(2,2,3); imshow(F2,[ ]); title('BRG');
subplot(2,2,4); imshow(F3,[ ]); title('BGR');
```

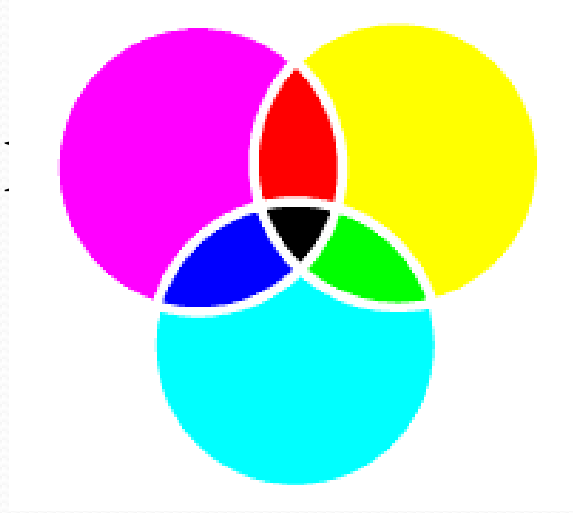
```
image = imread('peppers.png');
R = image(:,:,1); G = image(:,:,2); B =
  image(:,:,3);
F1 = cat(3, G,R,B);
F2 = cat(3, B,R,G);
F3 = cat(3, B,G,R);
figure();
subplot(2,2,1); imshow(image) ;
  title('original RGB');
subplot(2,2,2); imshow(F1); title('GRB');
subplot(2,2,3); imshow(F2); title('BRG');
subplot(2,2,4); imshow(F3); title('BGR');
```

CMY

- tlačiarne
- subtraktívne skladanie farieb
  - M+Y =
  - C+Y =
  - C+M =

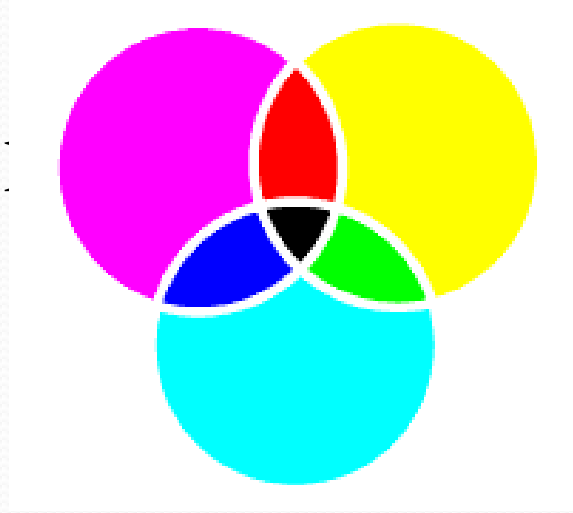
CMY

- tlačiarne
- subtraktívne skladanie farieb
  - M+Y = R
  - C+Y = G
  - C+M = B
- komplementárny model



CMY

- tlačiarne
- subtraktívne skladanie farieb
  - M+Y = R
  - C+Y = G
  - C+M = B
- komplementárny model
- C = 1 – R
- M = 1 - G
- Y = 1 - B



Užívateľsky orientované modely

- analógia s maliarskym pohľadom
  - Prečo?

Užívateľsky orientované modely

- analógia s maliarskym pohľadom
  - (odtieň, sýtosť, jas)
- nelineárny prevod z/do RGB
- tvar: kužeľ (aj dvojitý), ihlan, niekedy valec
  - HLS, HSV, HSI

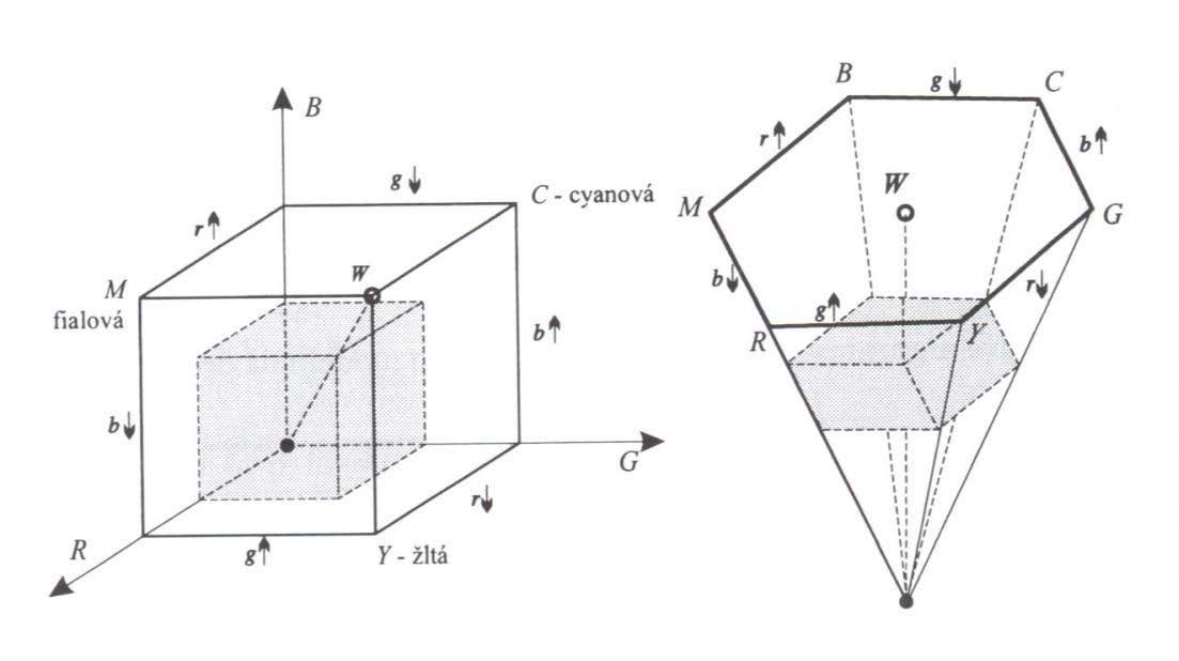
HSV

- Definuje farby pre človeka prirodzeným spôsobom

HSV

- Definuje farby pre človeka prirodzeným spôsobom
  - hue 0-360° (0° 120° 240°)
  - saturation
  - value

- problém?

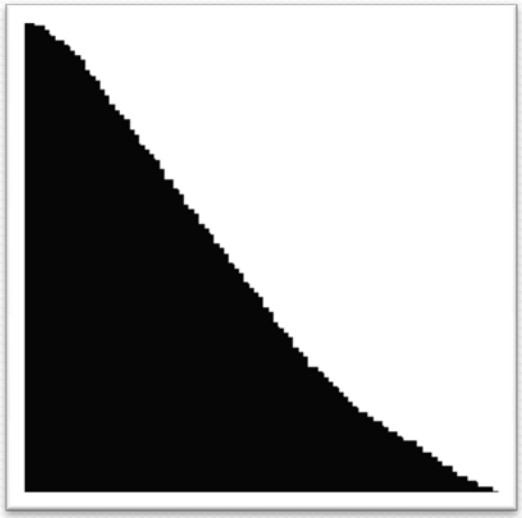


HSV

- Definuje farby pre človeka prirodzeným spôsobom
  - hue 0-360° (0° 120° 240°)
  - saturation
  - value
- problém?

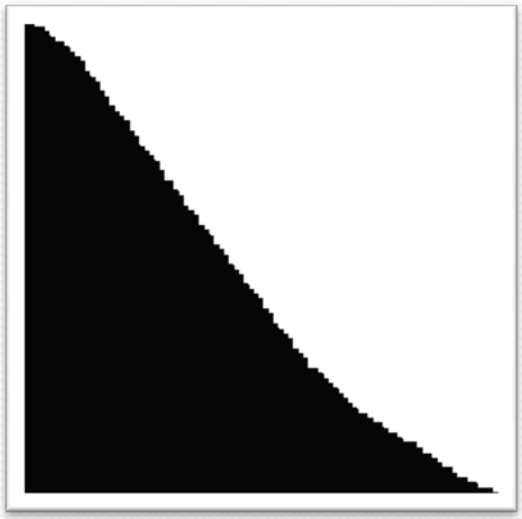
HSV

- Definuje farby pre človeka prirodzeným spôsobom
  - hue 0-360° (0° 120° 240°)
  - saturation
  - value
- problém?



HSV

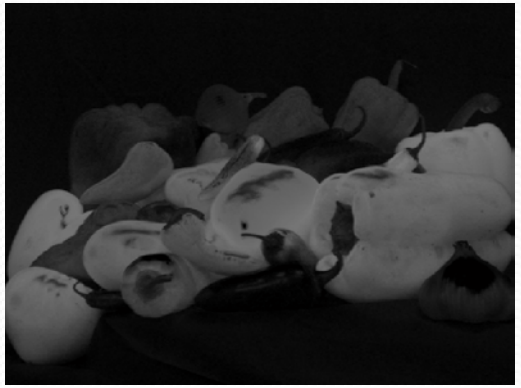
- Definuje farby pre človeka prirodzeným spôsobom
  - hue 0-360° (0° 120° 240°)
  - saturation
  - value
- problém?



H= 1°, H = 359°

Modely triedy Y

- modely pre televíziu a video techniku
  - YUV, YIQ, YCbCr, YCC
- Y – jasová zložka
  - oddelená od farebných
- časť informácie môže byť vynechaná z dôvodu redukcie prenášaných údajov
- 4:4:4, 4:2:2, ...



Vnemovo rovnomerné modely

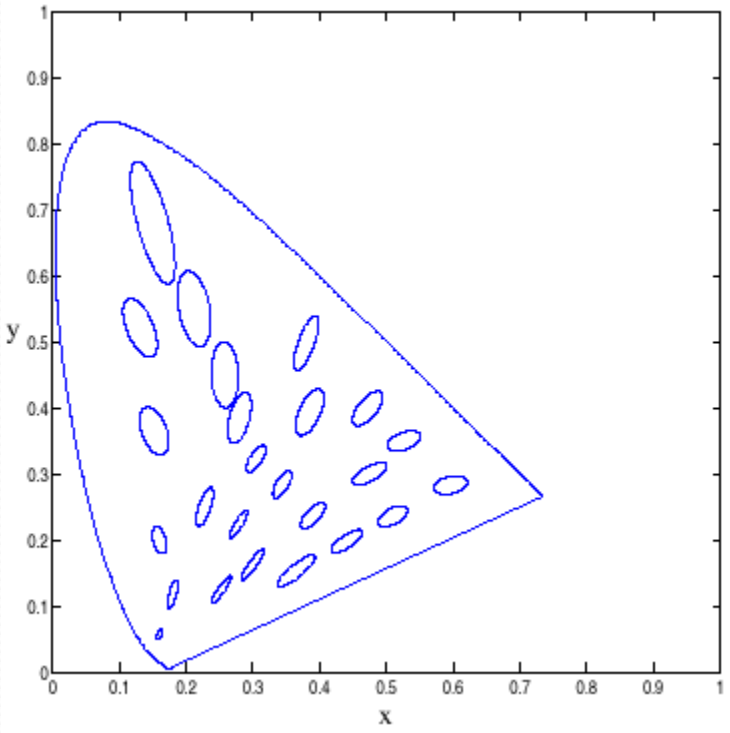
- CIE UVW
- CIE Yu`v`
- CIE L*u*v*
- CIE L*a*b

- McAdamove elipsy v xy

Vnemovo rovnomerné modely

- CIE UVW
- CIE Yu`v`
- CIE L*u*v*
- CIE L*a*b

- McAdamove elipsy v xy
  - pre pozorovateľa nerozlíšiteľné farby

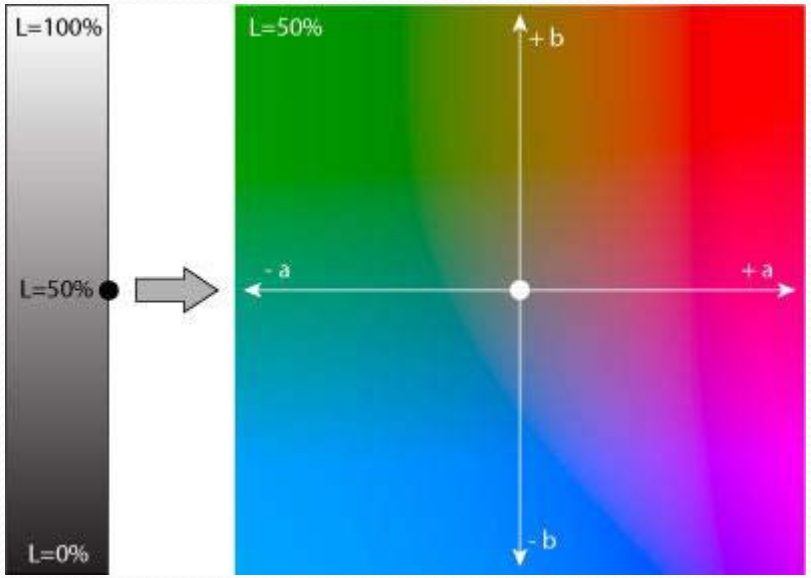


L*a*b

- úplne nezávislý model, nezávislosť na zariadení
- a
- b
- L

L*a*b

- úplne nezávislý model, nezávislosť na zariadení
- a: od zeleno-modrej po červeno-purpurovú
- b: od modro-purpurovej po zeleno-žlto-červenú
- L svetlosť (Lightness): 0-100
  - úplne oddelená od farebnej zložky



Konverzie medzi farebnými modelmi RGB -> XYZ

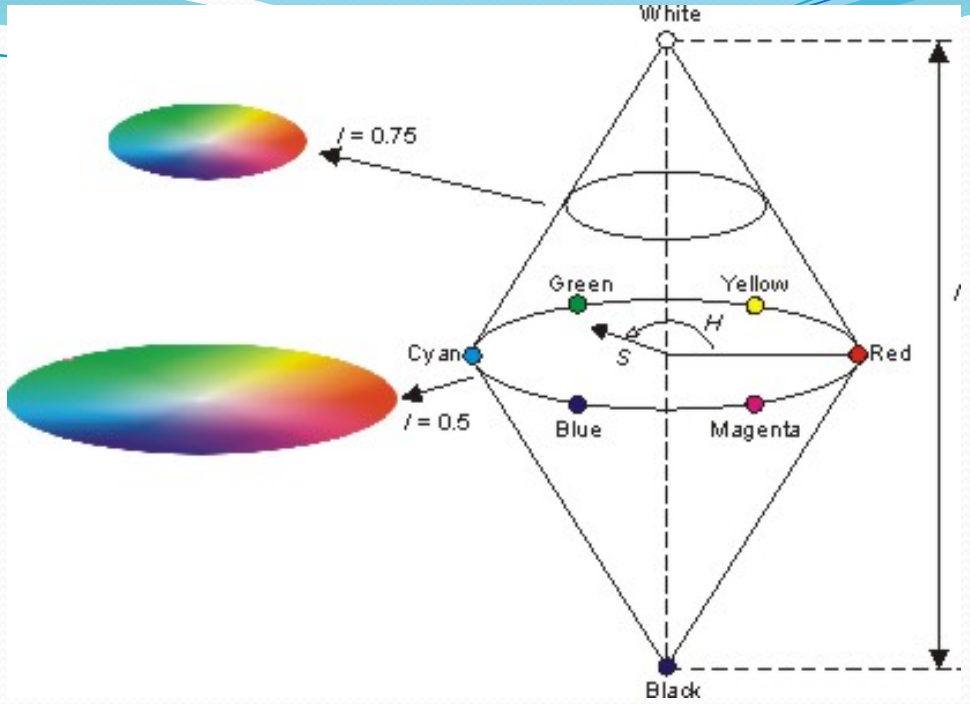
- Lineárna transformácia
- Xw,Yw,Zw – súradnice bieleho bodu

$$\begin{bmatrix} a(1) \\ a(2) \\ a(3) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_R & x_G & x_B \\ y_R & y_G & y_B \\ z_R & z_G & z_B \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} x_W / y_w \\ 1 \\ z_w / y_w \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} M_{1,1} & M_{1,2} & M_{1,3} \\ M_{2,1} & M_{2,2} & M_{2,3} \\ M_{3,1} & M_{3,2} & M_{3,3} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_R & x_G & x_B \\ y_R & y_G & y_B \\ z_R & z_G & z_B \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a(1) & 0 & 0 \\ 0 & a(2) & 0 \\ 0 & 0 & a(3) \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} M_{1,1} & M_{1,2} & M_{1,3} \\ M_{2,1} & M_{2,2} & M_{2,3} \\ M_{3,1} & M_{3,2} & M_{3,3} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

RGB -> HSI



$$H = \begin{cases} \theta, & \text{for } B > G \\ 360 - \theta, & \text{otherwise} \end{cases}$$

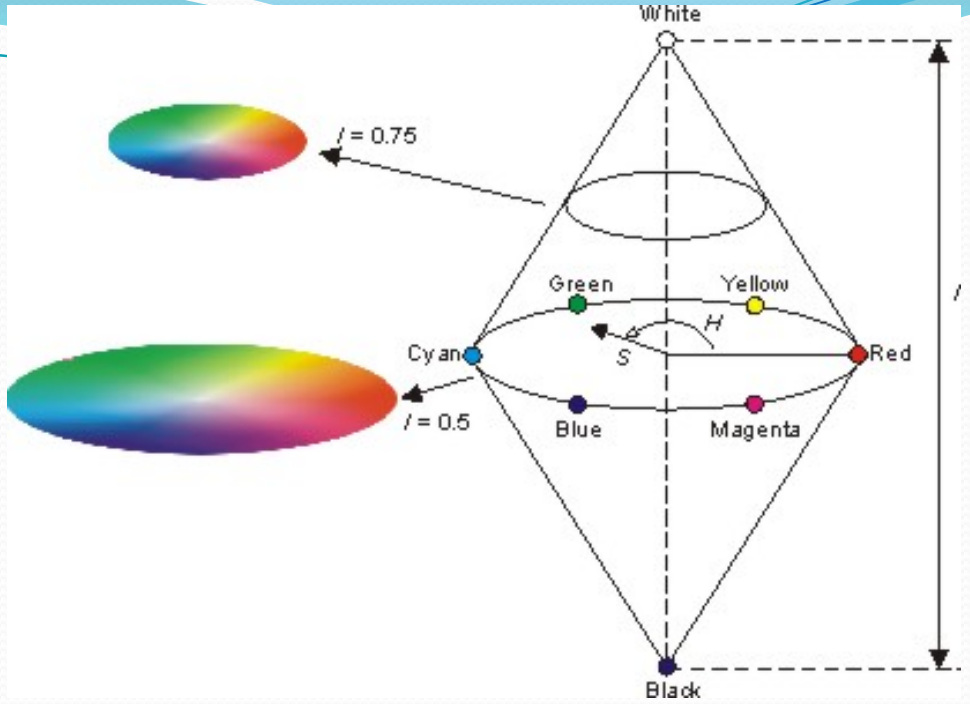
$$S = 1 - \frac{3}{(R+G+B)} \times \min(R,G,B)$$

$$I = \frac{1}{3}(R+G+B)$$

$$\theta = \cos^{-1}\left\{ \frac{[(R-G)+(R-B)]/2}{\left[(R-G)^2+(R-B)(G-B)\right]^{1/2}} \right\}$$

- H – normalizácia do <0,1>: H / 360°
- ak R = G = B?

RGB -> HSI



$$H = \begin{cases} \theta, & \text{for } B > G \\ 360 - \theta, & \text{otherwise} \end{cases}$$

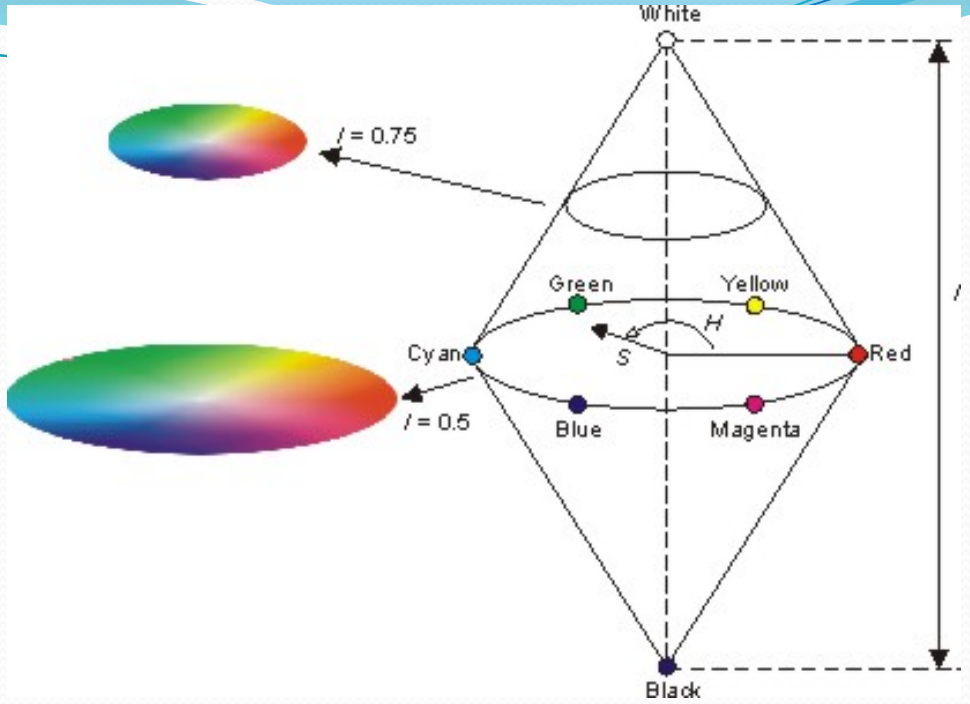
$$S = 1 - \frac{3}{(R+G+B)} \times \min(R,G,B)$$

$$I = \frac{1}{3}(R+G+B)$$

$$\theta = \cos^{-1}\left\{ \frac{[(R-G)+(R-B)]/2}{\left[(R-G)^2+(R-B)(G-B)\right]^{1/2}} \right\}$$

- H – normalizácia do <0,1>: H / 360°
- ak R = G = B, H nie je definovaná, prečo?

RGB -> HSI



$$H = \begin{cases} \theta, & \text{for } B > G \\ 360 - \theta, & \text{otherwise} \end{cases}$$

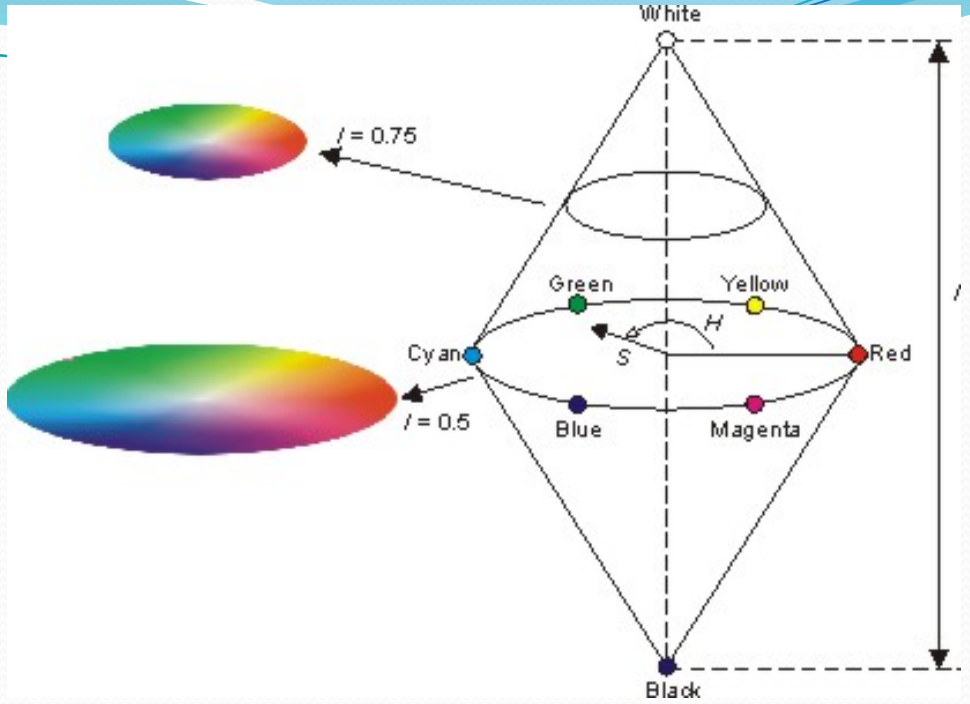
$$S = 1 - \frac{3}{(R+G+B)} \times \min(R,G,B)$$

$$I = \frac{1}{3}(R+G+B)$$

$$\theta = \cos^{-1}\left\{ \frac{[(R-G)+(R-B)]/2}{\left[(R-G)^2+(R-B)(G-B)\right]^{1/2}} \right\}$$

- H – normalizácia do <0,1>: H / 360°
- ak R = G = B, H nie je definovaná
- ak I = 0?

RGB -> HSI



$$H = \begin{cases} \theta, & \text{for } B > G \\ 360 - \theta, & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$S = 1 - \frac{3}{(R+G+B)} \times \min(R,G,B)$$

$$I = \frac{1}{3}(R+G+B)$$

$$\theta = \cos^{-1}\left\{ \frac{[(R-G)+(R-B)]/2}{\left[(R-G)^2+(R-B)(G-B)\right]^{1/2}} \right\}$$

- H – normalizácia do <0,1>: H / 360°
- ak R = G = B, H nie je definovaná
- ak I = 0, S nie je definovaná

RGB -> YUV

```
I= imread('peppers.png');
[i,j,k] = size(I);
CONVERTER = [0.299    0.587      0.114
             -0.14713   -0.28886   0.436
             0.615      -0.51498   -0.10001];
for row = 1:i
  for col = 1:j
      RGB = [ I(row, col, 1)
              I(row, col, 2)
              I(row, col, 3)];
      YUV = CONVERTER * double(RGB);
      O(row, col, :) = uint8(YUV);
  end
end
```

Konverzie

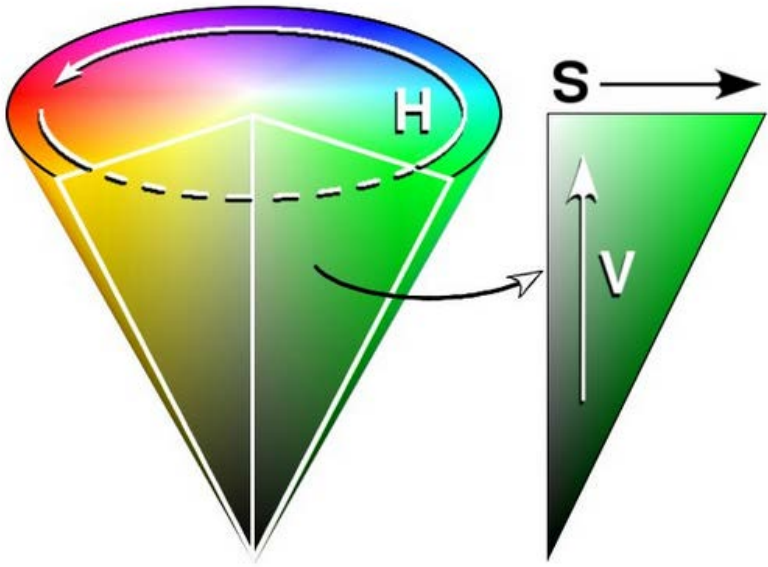
- farebné modely závislé na HW, ktoré podporuje IPT
  - YIQ
    - NTSC color space
    - luminance (Y), hue (I), and saturation (Q).
    - Y – šedotónová informácia

```
RGB = imread('peppers.png');
YIQ = rgb2ntsc(RGB);
RGB2 = ntsc2rgb(YIQ);
I = YIQ(:,:,1);
```

Konverzie

- YCbCr
  - digitálne video
  - Y – luminancia
  - chrominancia: Cb, Cr

```
RGB = imread('peppers.png');
YCBCR = rgb2ycbcr(RGB);
```



- HSV
  - Dobre popisuje, ako ľudia vnímajú farby

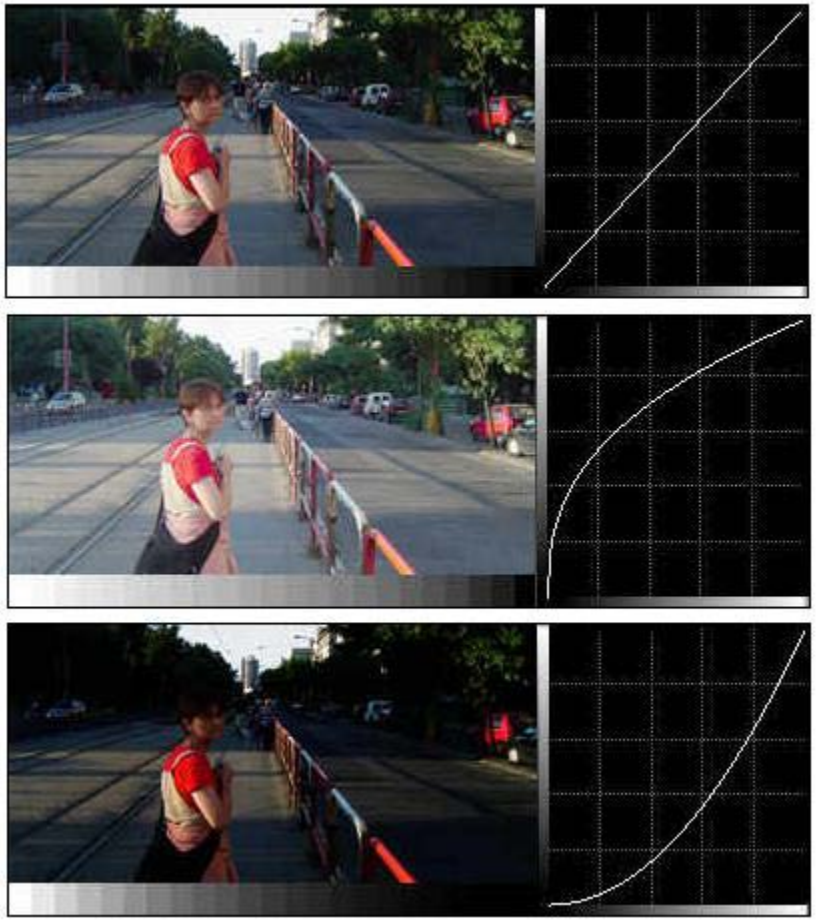
```
RGB=reshape(ones(64,1)*reshape(jet(64),1,192),[6
  4,64,3]);
HSV=rgb2hsv(RGB);
H=HSV(:,:,1); S=HSV(:,:,2); V=HSV(:,:,3);
figure,
subplot(2,2,1), imshow(H)
subplot(2,2,2), imshow(S)
subplot(2,2,3), imshow(V)
subplot(2,2,4), imshow(RGB)
```

Konverzie

- Farebné modely nezávislé na HW, ktoré podporuje IPT
- XYZ -> xyY, uvl, u′v′L, and L*a*b*
- xyY -> XYZ
- uvL -> XYZ
- u′v′L -> XYZ
- L*a*b* -> XYZ
- L*ch -> L*a*b*
- sRGB -> XYZ and L*a*b*

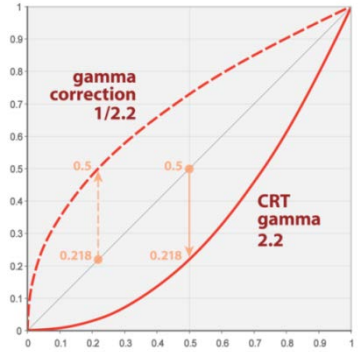
Gamma korekcia

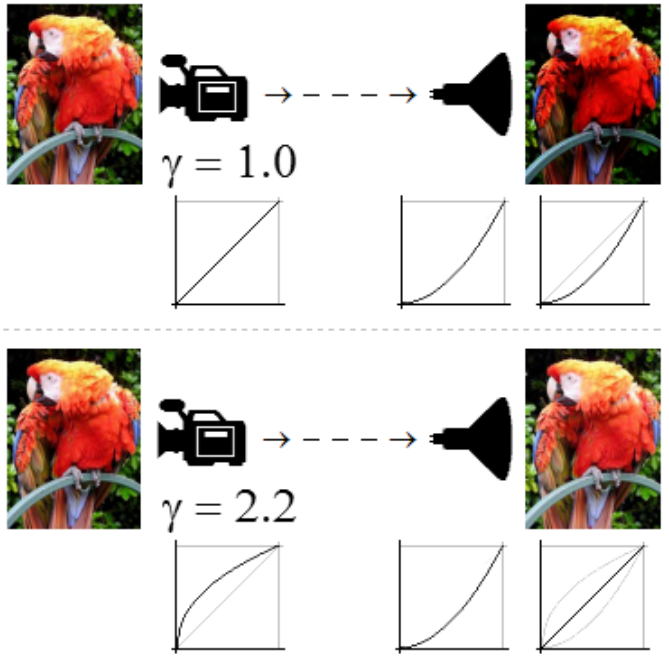
- vyjadruje sa číselne
- nelineárna operácia γ vyjadruje nelinearitu reprodukcie intenzity svetla
- Gamma bez korekcií:
  - 1, rovná čiara



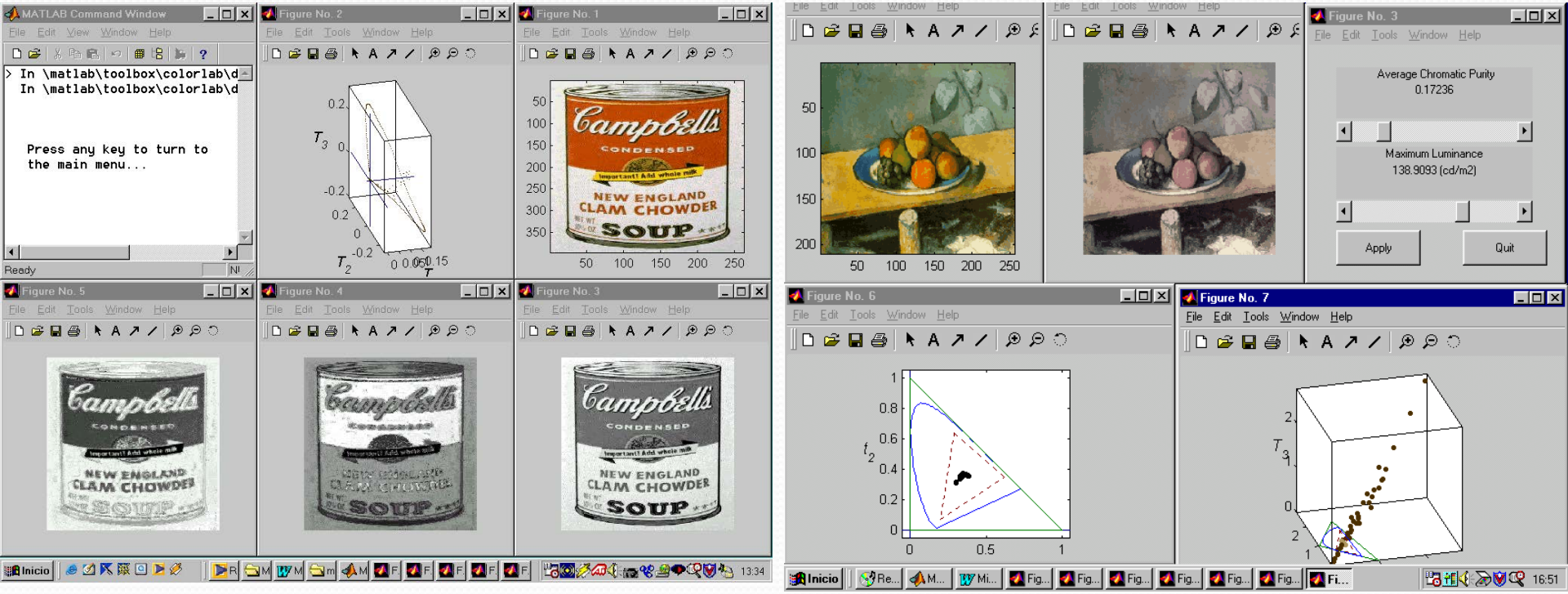
Gamma korekcia na monitore

- odporúča sa 2,2
  - dôvod:
    - pre svetlejšie zobrazenie už monitor musí obraz výraznejšie upraviť. To môže viesť ku stratám v kvalite.
- ak je menšia:
  - obraz oveľa svetlejší a s jasnejšími tieňmi





- Gamma correction
  - http://graphics.stanford.edu/courses/cs178/applets/gamma.html

Color Processing Toolbox Colorlab 1.0

- http://www.uv.es/vista/vistavalencia/software/colorlab.html