

Spracovanie farebného obrazu

Farby a farebné modely

18.3.2014

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 RGB a RGBA?

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

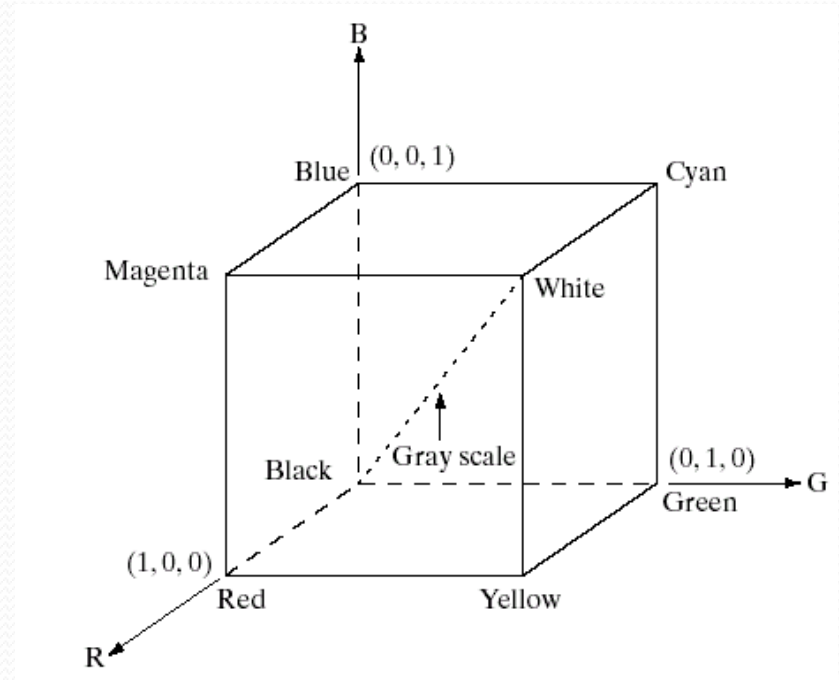
- najznámejší model
- aditívne skladanie farieb
- Aké farby sú vo vrcholoch kocky?

RGB

- najznámejší model
- aditívne skladanie farieb

- RGB kocka
- hodnoty $r, g, b \in \langle 0, 1 \rangle$
- http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/31233-rgb-cube/all_files

- Kde v RGB sa nachádzajú farby zodpovedajúce odtieňom šedej?



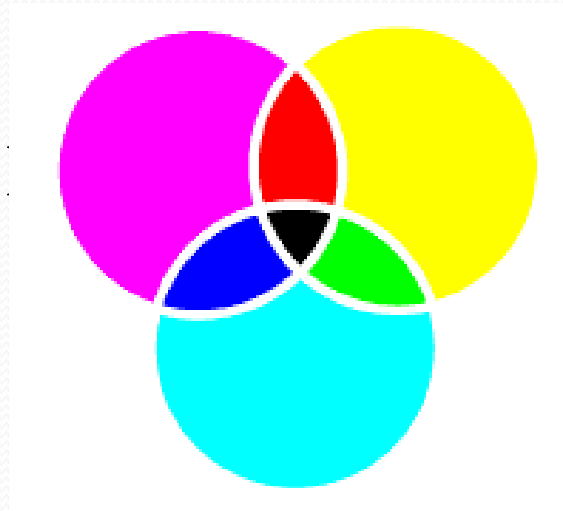
```
image = imread('peppers.png');  
R = image(:,:,1); G = image(:,:,2); B = image(:,:,3);  
F1 = cat(3, G,R,B);  
F2 = cat(3, B,R,G);  
F3 = cat(3, B,G,R);  
figure();  
subplot(2,2,1); imshow(image) ; title('original RGB');  
subplot(2,2,2); imshow(F1,[ ]); title('GRB');  
subplot(2,2,3); imshow(F2,[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



Užívateľsky orientované modely

- analógia s maliarskym pohľadom
 - Prečo?

Užívateľsky orientované modely

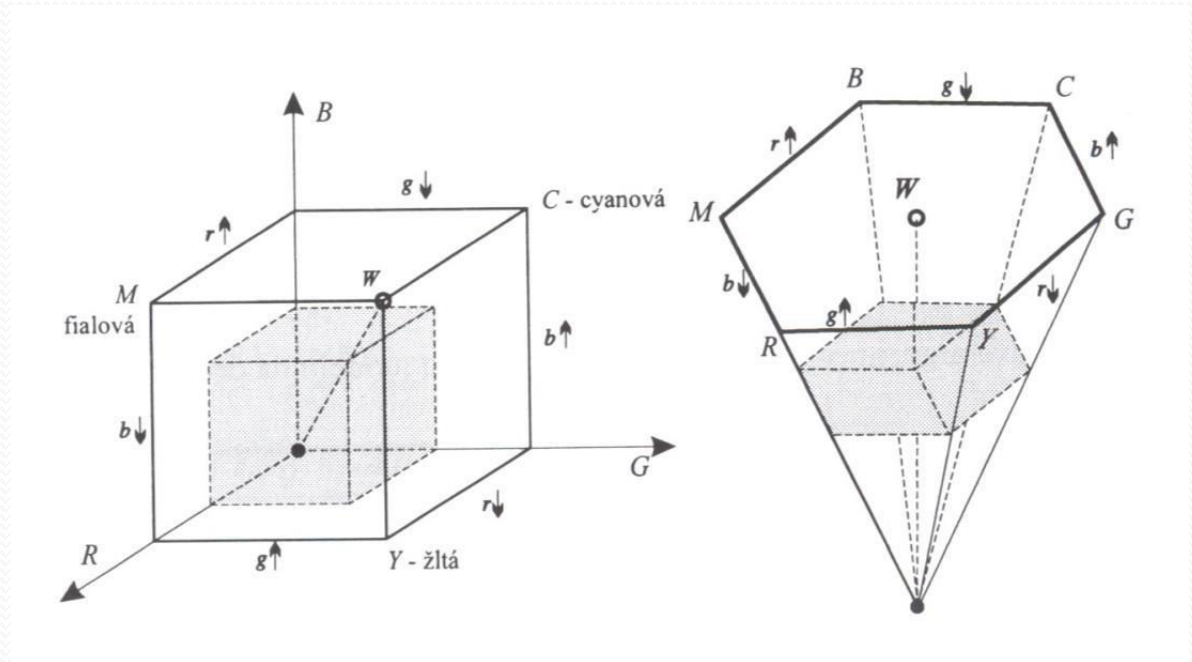
- analógia s maliarskym pohľadom
 - (odtieň, sýtosť, jas)
- nelineárny prevod z/do RGB
- tvar: kužeľ (aj dvojitý), ihlan, niekedy valec
 - HLS, HSV, HSI

HSV

- Definuje farby pre človeka prirodzeným spôsobom

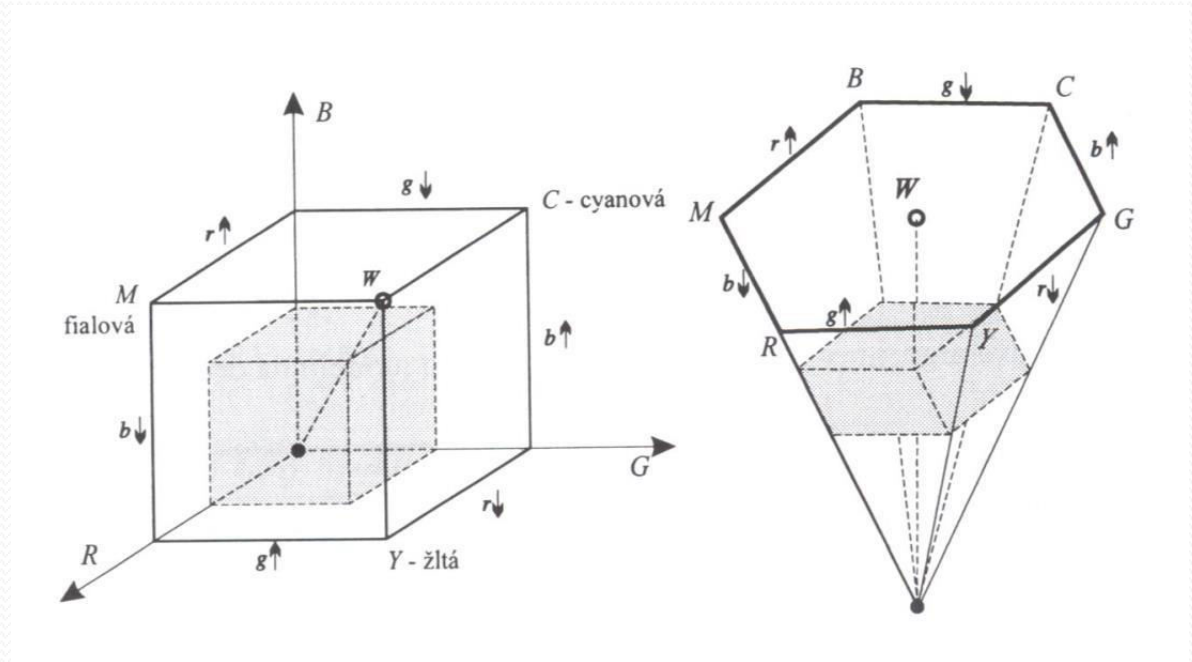
HSV

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



HSV

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



Modely triedy Y

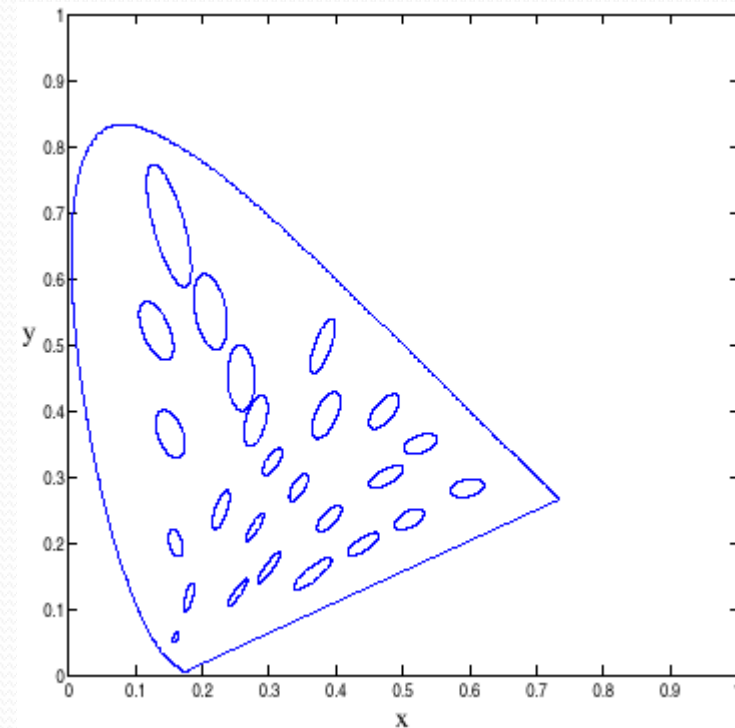
- modely pre televíziu a video techniku
 - YUV, YIQ, YCbCr, YCC
- Y – jasová zložka
 - oddelená od farebných
- časť informácie môže byť vynechaná z dôvodu redukcie prenášaných údajov
- 4:4:4, 4:2:2, ...

Vnemovo rovnomerné modely

- CIE UVW
 - CIE $Y_u'v'$
 - CIE $L^*u^*v^*$
 - CIE L^*a^*b
-
- McAdamove elipsy v xy

Vnemovalo rovnomerné modely

- CIE UVW
- CIE $Y u' v'$
- CIE $L^* u^* v^*$
- CIE $L^* a^* b^*$
- McAdamove elipsy v xy
 - pre pozorovateľa nerozlíšiteľné farby

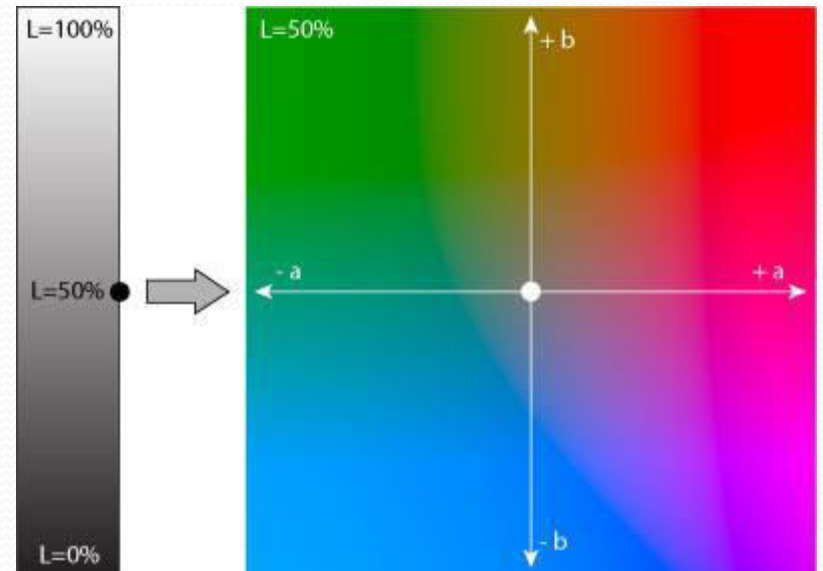


$L * a * b$

- 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
- X_w, Y_w, Z_w – 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

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

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

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

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

- H – normalizácia do $\langle 0, 1 \rangle$: $H / 360^\circ$

RGB -> HSI

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

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

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

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

- H – normalizácia do $\langle 0, 1 \rangle$: $H / 360^\circ$
- ak $R = G = B$

RGB -> HSI

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

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

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

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

- H – normalizácia do $\langle 0, 1 \rangle$: $H / 360^\circ$
- ak $R = G = B$, H nie je definovaná
- ak $I = 0$

RGB -> HSI

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

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

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

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

- H – normalizácia do $<0,1>$: $H / 360^\circ$
- 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

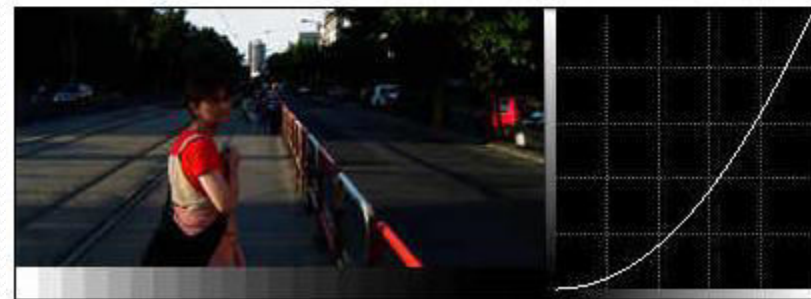
```
RGB = imread('peppers.png');  
HSV = rgb2hsv(RGB);  
RGB=reshape(ones(64,1)*reshape(jet(64),1,192),[64,64,3]);  
HSV=rgb2hsv(RGB);  
H=HSV(:,:,1); S=HSV(:,:,2); V=HSV(:,:,3);  
subplot(2,2,1), imshow(H)  
subplot(2,2,2), imshow(S)  
subplot(2,2,3), imshow(V)  
subplot(2,2,4), imshow(RGB)
```

Konverzie

- Farebné modely nezávislé na HW, ktoré podporuje IPT
- XYZ \rightarrow xyY, uvl, u'v'L, and L*a*b*
- xyY \rightarrow XYZ
- uvl \rightarrow XYZ
- u'v'L \rightarrow XYZ
- L*a*b* \rightarrow XYZ
- L*ch \rightarrow L*a*b*
- sRGB \rightarrow XYZ and L*a*b*

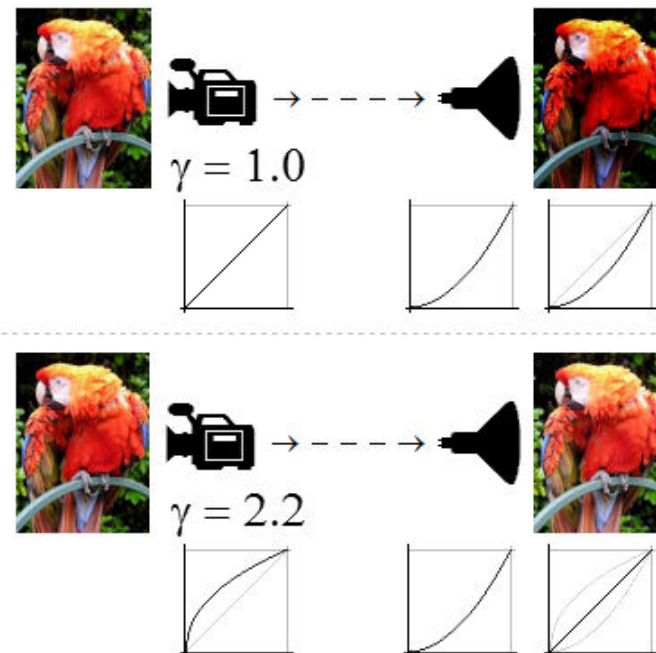
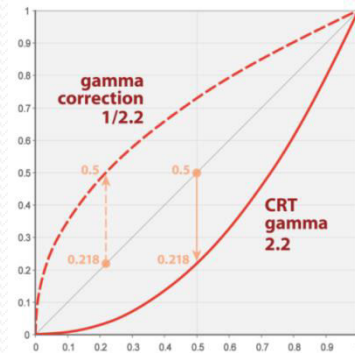
Gamma korekcia

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



Gamma korekcia na monitore

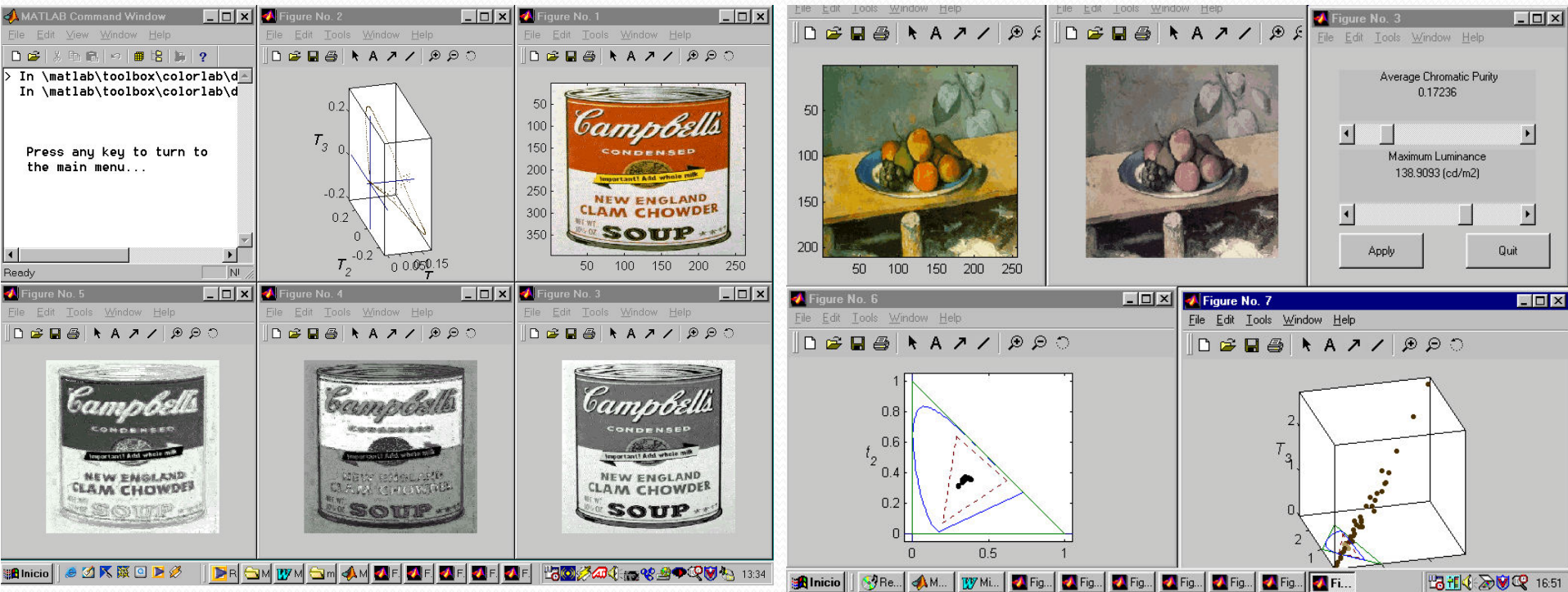
- odporúča sa 2,2
 - dôvod:
 - pre svetlejšie zobrazenie už monitor musí obraz výraznejšie upraviť. To môže viesť ku stratám v kvalite.
- ak je menšia:
 - obraz oveľa svetlejší a s jasnejšími tieňmi



- Display gamma estimation applet
 - <http://perso.telecom-paristech.fr/~brettel/TESTS/Gamma/Gamma.html>
- 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>



Úloha

- Zobrazte v RGB kocke
 - každú farbu obrázka image.jpg
- RADY
 - farby normalizujte na 0-1
 - R,G,B
 - súradnice jednotlivých farieb
 - farby jednotlivých bodov
 - scatter3

lorenz