

Laboratorio 3 - MATLAB

Lanzarotti Raffaella

Modello colore

- Un *modello di colore* (o spazio di colore o sistema di colore) è uno strumento con il quale si può specificare, creare e visualizzare un colore
- I modelli di colore sono quindi necessari per definire un colore senza ambiguità

Modello colore



Tiziano: Flora (1515) Firenze, Uffizi

- Esempio tratto dal dizionario Webster:
Rosso Tiziano: “Un arancione tendente al bruno che appare un po' più giallo e chiaro del marrone spezia, come pure del marrone prateria e del marrone di Windsor, ma un po' più rosso e scuro del colore ambra o del fagiano dorato”
(segnalato da A. Frova in “Luce colore visione”, Editori Riuniti)
- **Descrizione accettabile ?**

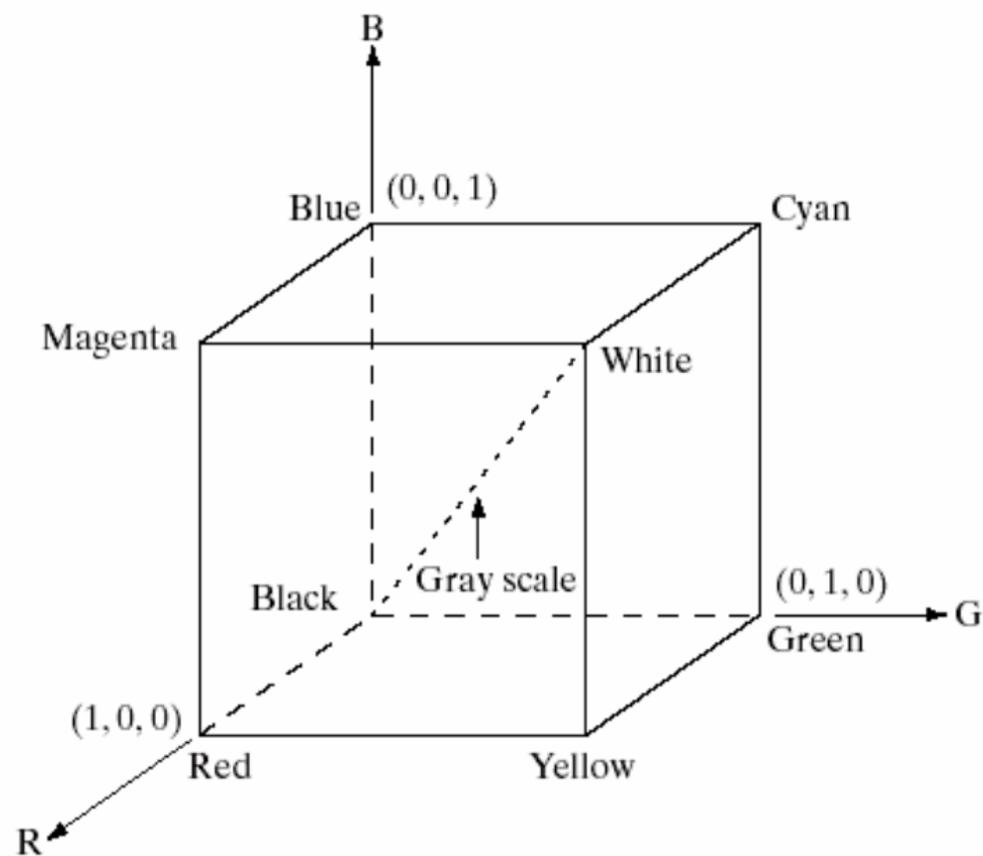
Modello colore

- In sostanza, un modello di colore è una specificazione di un sistema di coordinate e di un sottospazio al suo interno, dove ogni colore è rappresentato da un singolo punto
- I modelli di colore in uso oggi sono orientati verso
 - Hardware di acquisizione (RGB) e di restituzione (CMY, CMYK)
 - Elaborazione ed analisi di immagini (RGB, HSI, HSV , Luv, Lab)
 - Trasmissione (YUV, YIQ)

Modello RGB

- Nel modello RGB ogni colore è rappresentato dalle sue componenti spettrali di rosso, verde e blu.
- Il modello è basato su un sistema di coordinate cartesiane, mentre il sottospazio di interesse è un cubo di spigolo unitario sui cui vertici sono disposti i colori primari, quelli secondari, il bianco $(1,1,1)$ ed il nero $(0,0,0)$. I livelli di grigio sono disposti sul segmento che congiunge $(0,0,0)$ con $(1,1,1)$.

Modello RGB



Modello RGB

- Le immagini rappresentate nel modello RGB consistono di tre immagini componenti, una per ogni colore primario.



RED



BLUE



GREEN



Modello CMY

- Il modello CMY assume come colori primari il ciano, il magenta ed il giallo.
- Questi sono i colori primari impiegati in sintesi sottrattiva.
- Il modello CMY è quindi orientato ai dispositivi hardware di restituzione di colore che depositano su carta pigmenti colorati (stampanti ink-jet e laser)

Modello CMY

- La conversione tra RGB e CMY è molto semplice:
 $C = 1-R$
 $M = 1-G$
 $Y = 1-B$
- In effetti, il modello CMY non è molto usato perché è difficile produrre un nero di qualità sufficiente come sovrapposizione dei tre pigmenti.

Modello CMYK

- Si considera quindi un modello quadricromatico CMYK che assume il nero (K) come quarto colore primario
- La conversione tra CMY e CMYK è data da:

CMY → CMYK

$$K = \min(C, M, Y)$$

$$C = (C - K) / (1 - K)$$

$$M = (M - K) / (1 - K)$$

$$Y = (Y - K) / (1 - K)$$

CMYK → CMY

$$C = \min(1, C * (1 - K) + K)$$

$$M = \min(1, M * (1 - K) + K)$$

$$Y = \min(1, Y * (1 - K) + K)$$

Modelli HS*

- I modelli RGB e CMY sono orientati alla descrizione di colori per dispositivi hardware
- Hanno però dei problemi:
 - Non corrispondono alla tipologia di descrizione dei colori propria degli esseri umani
 - Rispetto a caratteristiche di interesse (quali la luminosità) le singole componenti risultano essere correlate

Modello HS*

- Esistono perciò dei modelli di colore basati sulle caratteristiche con cui un essere umano usualmente definisce un colore:
 - Tinta
 - Saturazione
 - Luminosità
- Un vantaggio di tali modelli è che permettono all'utente di specificare i colori in modo intuitivo. Per questo motivo sono molto usati nell'interfacce di applicativi dedicati alla gestione del colore
- Esistono diversi modelli di questo tipo che si differenziano semplicemente per le regole di conversione da/verso il modello RGB

Modello HS*

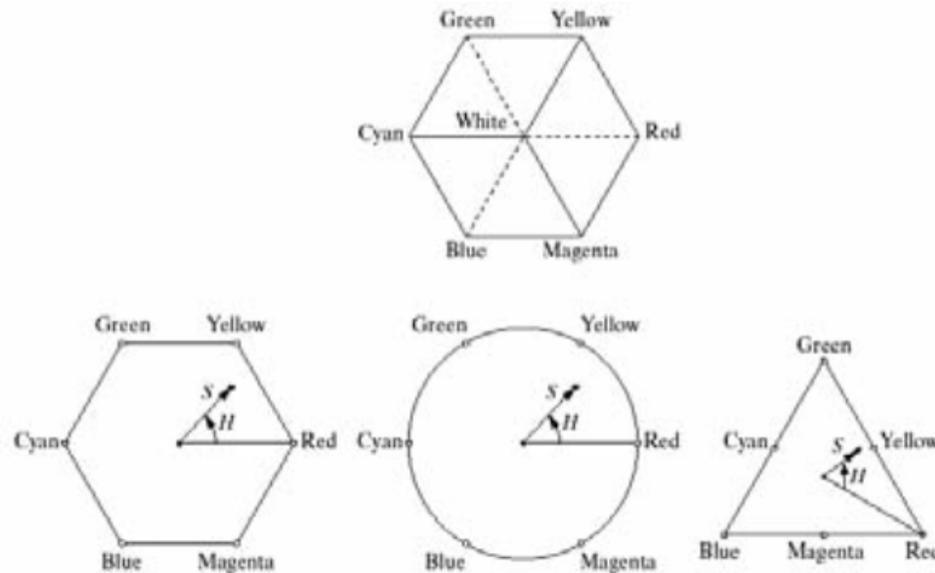
- Alcune caratteristiche descrittive del colore frequentemente utilizzate sono:
 - **Luminosità** (brightness): attributo che si riferisce alla quantità di luce presente
 - **Tinta** (hue): attributo legato alla lunghezza d'onda dominante. Rappresenta ciò che un osservatore definisce "il colore dominante"
 - **Saturazione** (saturation): attributo che si riferisce alla purezza della tinta; si ha una bassa saturazione quando nel colore è presente un'elevata quantità di luce bianca mescolata alla tinta
- L'insieme della tinta e della saturazione definiscono la **cromaticità**, ovvero ciò che caratterizza il colore indipendentemente dalla intensità luminosa presente

Modello HSI

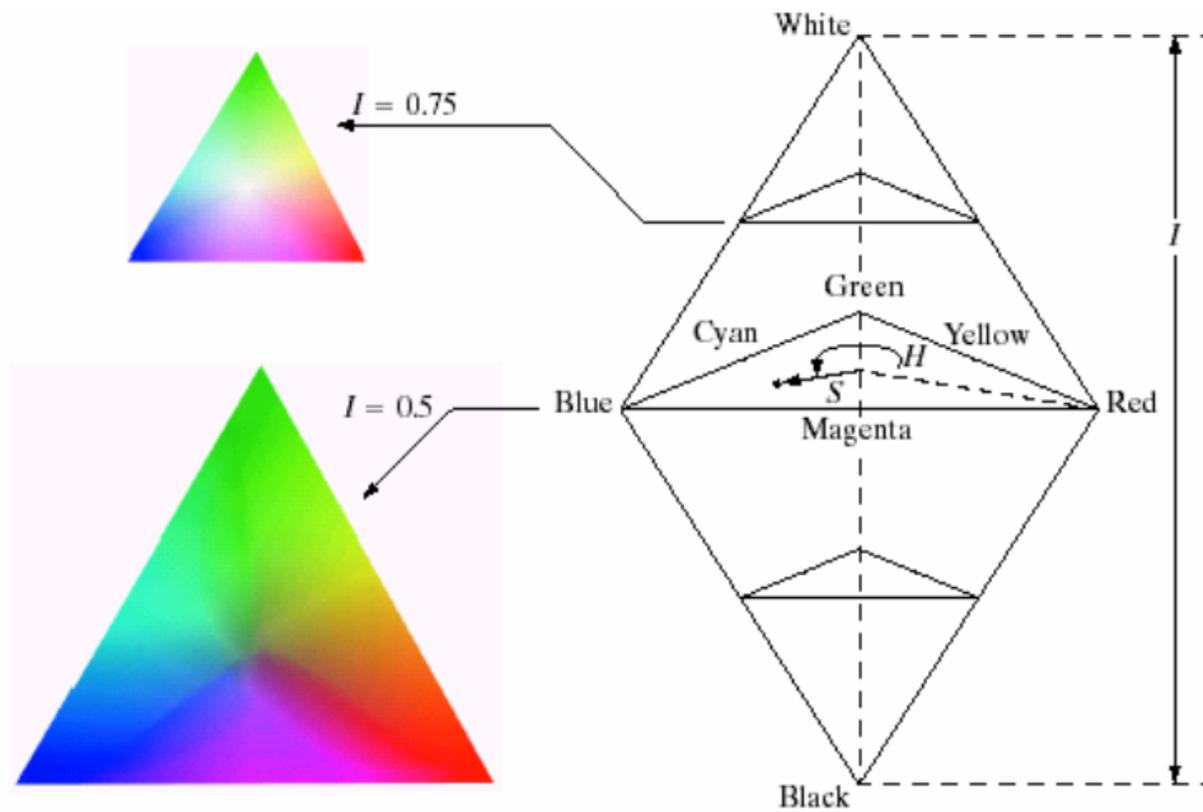
- Le tre coordinate del modello sono:
 - Hue
 - Saturation
 - Intensity
- Il modello può essere descritto da una piramide a base triangolare o da un cono

Modello HSI

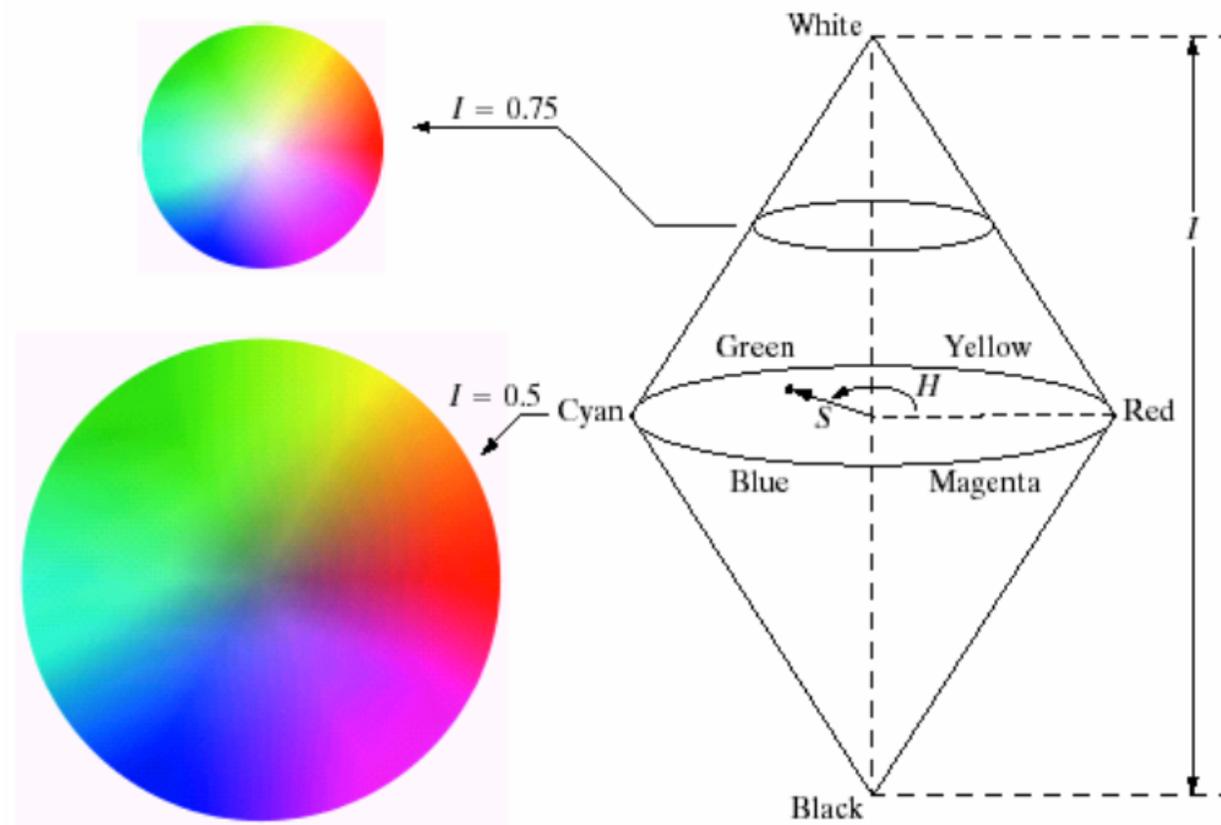
- Se consideriamo una proiezione del cubo RGB su un piano ortogonale all'asse dei livelli di grigio, otteniamo una forma triangolare o esagonale, i cui punti corrispondono a colori che hanno la stessa intensità.
- A volte si fa riferimento ad una sezione circolare



Modello HSI



Modello HSI



Conversione RGB -> HSI

$$H = \begin{cases} \theta & \text{if } B \leq G \\ 360 - \theta & \text{if } B > G \end{cases}$$

$$\theta = \cos^{-1} \left\{ \frac{0.5[(R-G) + (R-B)]}{\left[(R-G)^2 + (R-B)(G-B) \right]^{1/2}} \right\}$$

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

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

Conversione HSI -> RGB

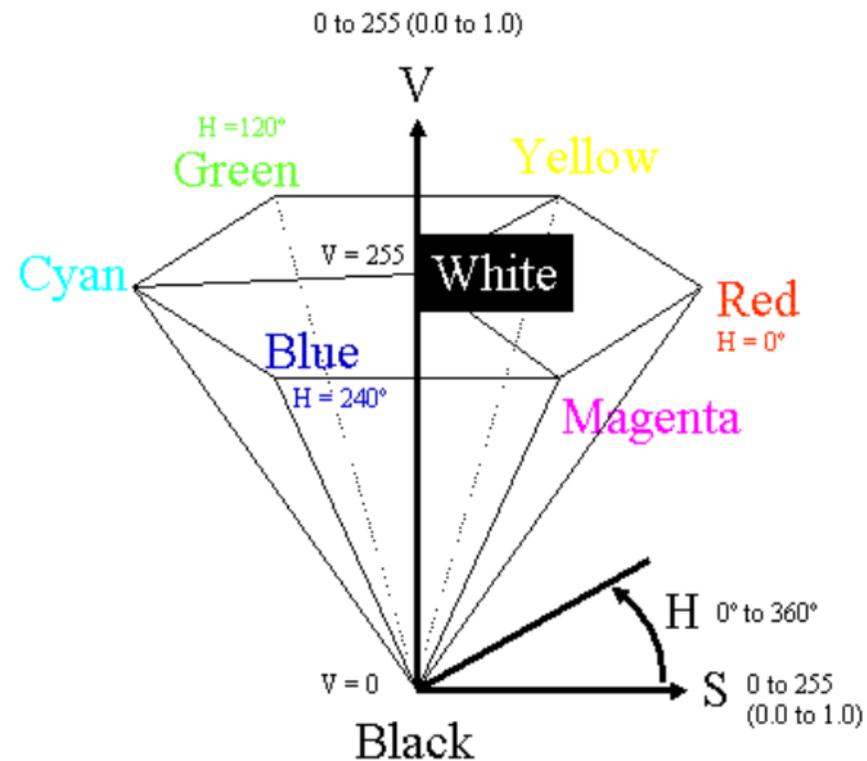
Settore RG ($0^\circ \leq H \leq 120^\circ$)	Settore GB ($120^\circ \leq H \leq 240^\circ$)	Settore GB ($240^\circ \leq H \leq 360^\circ$)
$B = I(1 - S)$	$R = I(1 - S)$	$G = I(1 - S)$
$R = I \left[1 + \frac{S \cos H}{\cos(60^\circ - H)} \right]$	$H' = H - 120^\circ$ $G = I \left[1 + \frac{S \cos(H')}{\cos(60^\circ - (H'))} \right]$	$H' = H - 240^\circ$ $B = I \left[1 + \frac{S \cos(H')}{\cos(60^\circ - (H'))} \right]$
$G = 3I - (R + B)$	$B = 3I - (R + G)$	$R = 3I - (B + G)$

Modello HSV

- E' simile al modello HSI, solo che, invece della intensità, utilizza il *valore* V della luminosità (brightness)
- Il modello è descritto da una piramide a base esagonale

Modello HSV

Hue-Saturation-Value Hexcone



Modello HSV

- Le immagini rappresentate nel modello HSV consistono di tre immagini componenti, una per ogni caratteristica.



HUE



SATURATION



VALUE



Tipi di img in MATLAB

- **Truecolor** (*RGB*)
 - $m \times n \times 3$
 - uint8, uint16, single, or double
 - Intensità in R,G,B
- **Indexed** (*pseudocolor*)
 - $m \times n$ (immagine); $k \times 3$ (mappa dei colori)
 - logical, uint8, uint16, single, o double (immagine); double (mappa dei colori)
- **Grayscale** (*intensity*)
 - $m \times n$
 - uint8, uint16, single, or double
 - intensità
- **Binary** (*bi-level*)
 - $m \times n$
 - logical
 - bianco/nero

Truecolor

- 3 piani R, G, B, con 3x8 bit per pixel



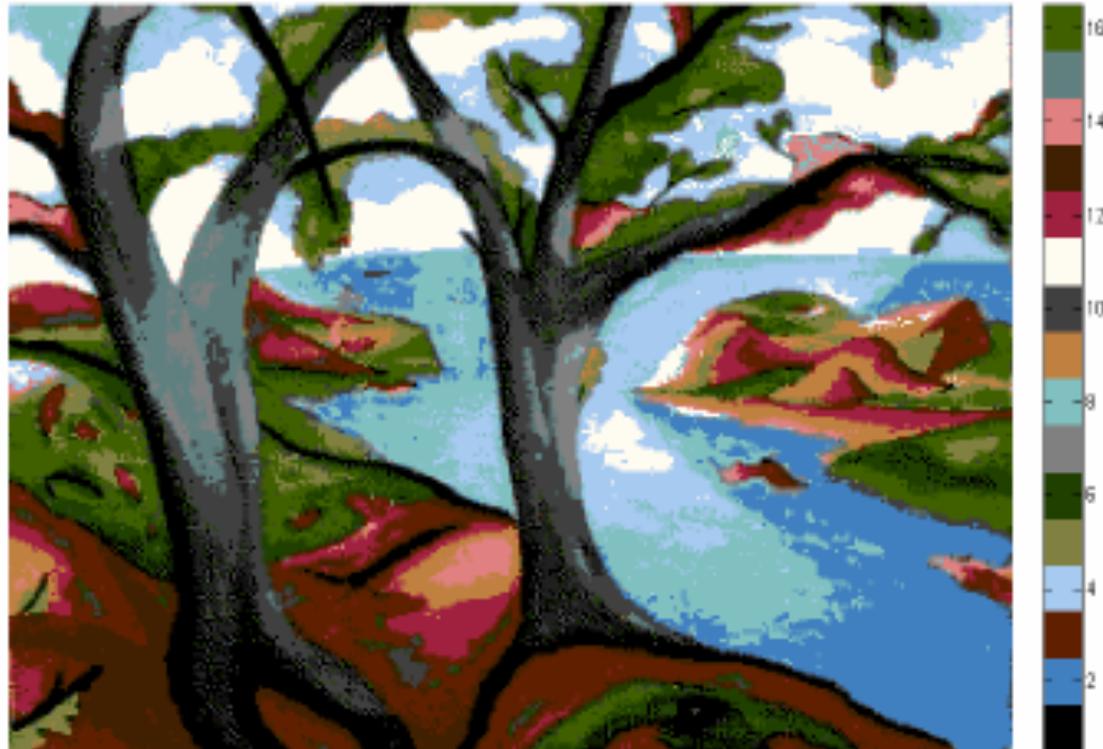
Piani colore:

- `r = rgb_image(:, :, 1);`
- `g = rgb_image(:, :, 2);`
- `b = rgb_image(:, :, 3);`

- `subplot(2, 2, 1);`
- `imshow(rgb_image);`
- `subplot(2, 2, 2); imshow(r);`
- `subplot(2, 2, 3); imshow(g);`
- `subplot(2, 2, 4); imshow(b);`

Indexed

- Es. di indexed con colormap a 16 colori



Conversione rgb - indexed

```
[X map] = rgb2ind(rgb_image, 16);
```

Per visualizzarla:

```
imshow(X, map);
```

Oppure:

```
imshow(X);
```

```
colormap(map);
```

L'inverso si ottiene con la f.:

```
rgb_image = ind2rgb(X, map);
```

Livelli di grigio (Grayscale)

- Es. di grayscale a 256 livelli di intensità



Conversione rgb \rightarrow l.d.g:

```
gray_image = rgb2gray(rgb_image);
```

Binaria

- Es. di binary (2 livelli di intensità: bianco/nero)



Conversione I.d.g. → binaria:

```
bw_image = im2bw(gray_image);
```

Ycbcr

- `ycbcr_image = rgb2ycbcr(rgb_image);`
- `rgb_image = ycbcr2rgb(ycbcr_image);`

$$\begin{bmatrix} Y \\ Cb \\ Cr \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 16 \\ 128 \\ 128 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 65.481 & 128.553 & 24.966 \\ -37.797 & -74.203 & 112.000 \\ 112.000 & -93.786 & -18.214 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

Altri spazi colore: HSV

- `hsv_image = rgb2hsv(rgb_image);`
- `rgb_image = hsv2rgb(hsv_image);`

Esercizio

- Implementare la conversione di colore YCbCr e HSI