

XỬ LÝ ẢNH

cuu duong than cong . com

Nguyễn Linh Giang

Bộ môn Truyền thông và Mạng máy tính

cuu duong than cong . com

Nội dung

- ☐ Nhập môn
 - ☐ Hệ thống xử lý tín hiệu hai chiều
 - ☐ **Cảm nhận ảnh**
 - ☐ Số hóa ảnh
 - ☐ Các phép biến đổi ảnh
 - ☐ Cải thiện chất lượng ảnh
 - ☐ Phục hồi ảnh
 - ☐ Phân tích ảnh
 - ☐ Nén ảnh
-

Chương III

Cảm nhận ảnh

cuu duong than cong . com

III. Cảm nhận ảnh

- ❑ 3.1. Sóng điện từ, ánh sáng và các dạng ảnh
- ❑ 3.2. Hệ thống thị giác
- ❑ 3.3. Một số hiệu ứng thị giác
- ❑ 3.4. Cảm nhận và biểu diễn màu sắc

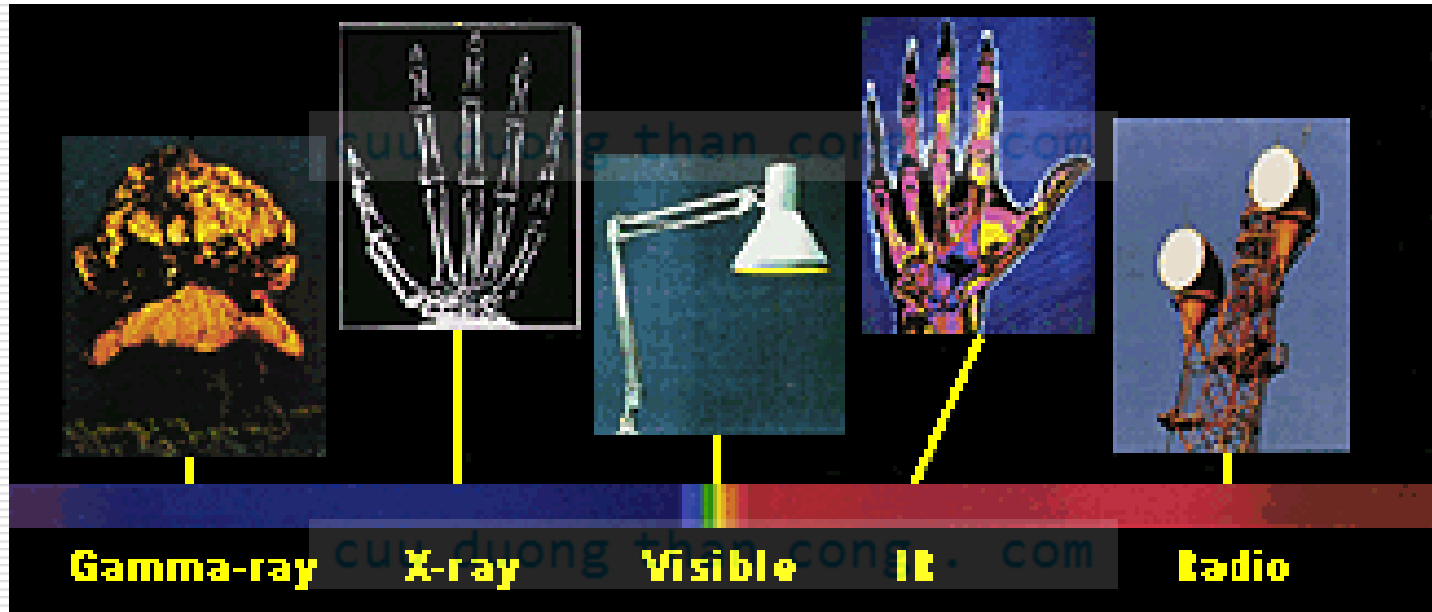
3.1 Sóng điện từ, ánh sáng và các dạng ảnh

□ Các dạng ảnh

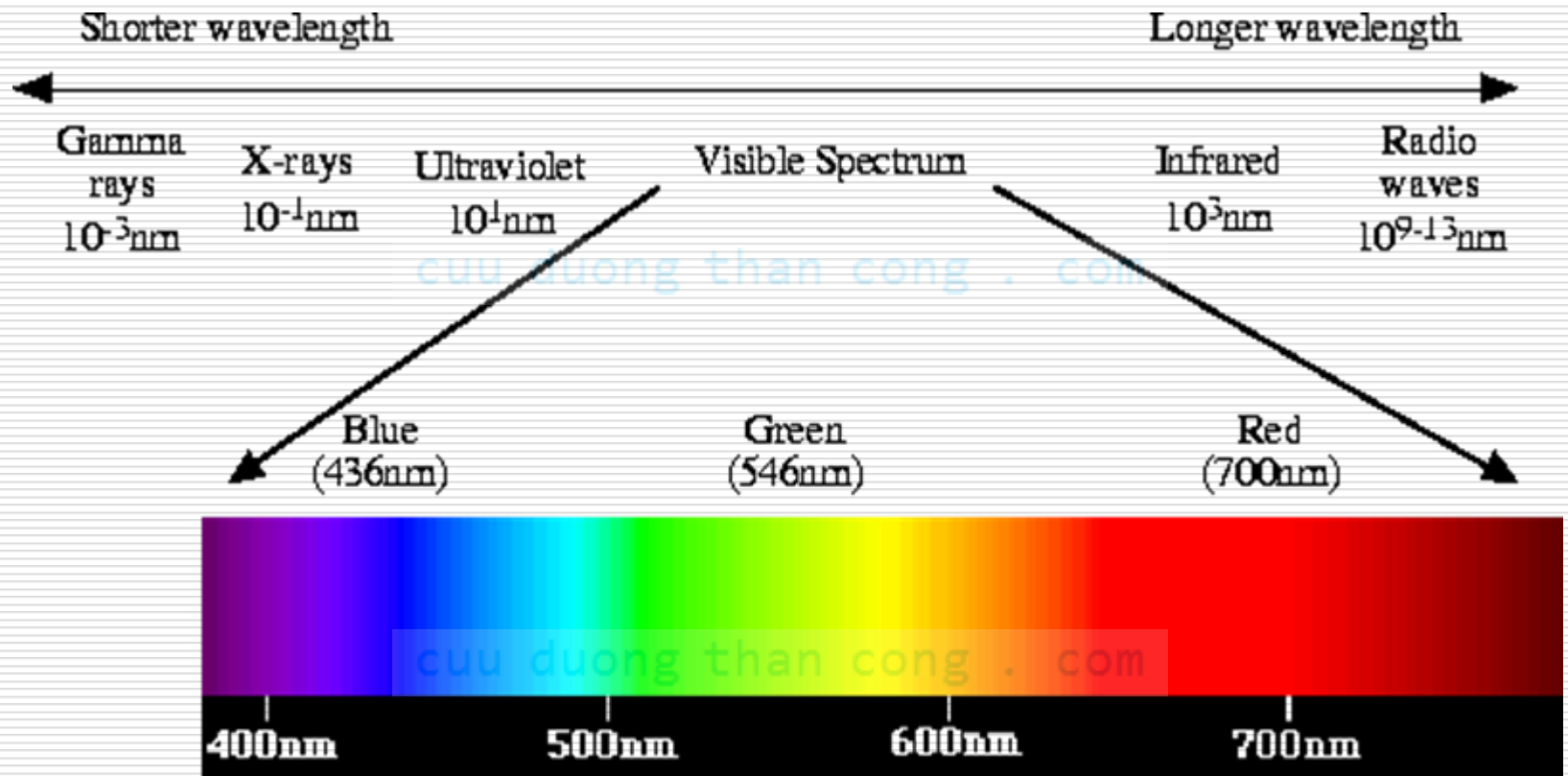
- Ảnh hồng ngoại
- Ảnh cực tím
- Ảnh sóng vô tuyến
- Ánh sáng nhìn thấy
- Sóng rada
- Ảnh Rơn-ghen
- Ảnh sóng âm
- Ảnh điện tử
- Ảnh quét positron
- Ảnh cộng hưởng từ
-

3.1 Sóng điện từ, ánh sáng và các dạng ảnh

□ Dải phổ sóng điện từ



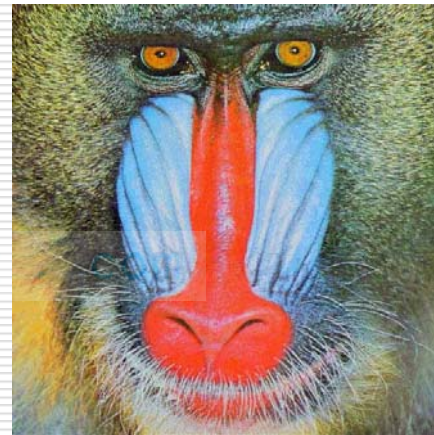
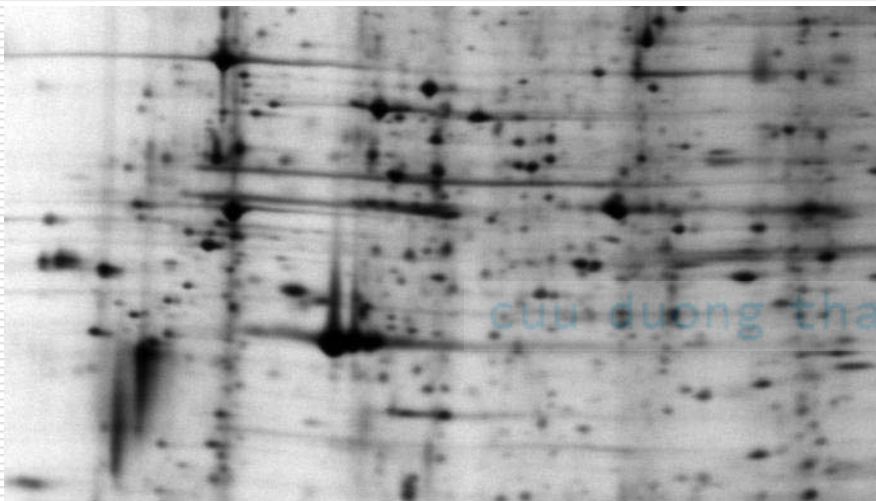
3.1 Sóng điện từ, ánh sáng và các dạng ảnh



3.1 Sóng điện từ, ánh sáng và các dạng ảnh

□ Ví dụ về các loại ảnh

- Ảnh theo độ chói (cường độ sáng)
- Ảnh màu
- Ảnh thiên văn



3.1 Sóng điện từ, ánh sáng và các dạng ảnh

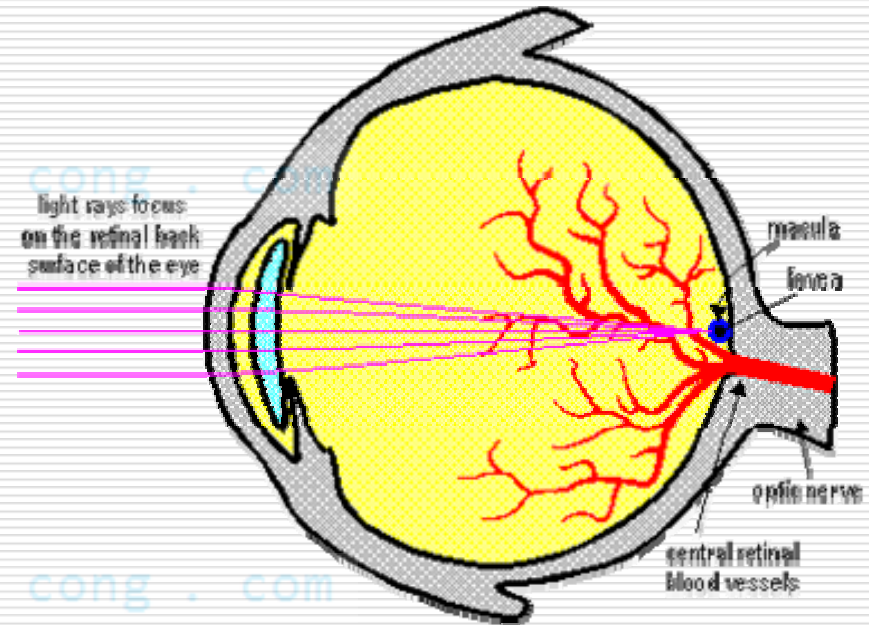
- Biểu diễn ánh sáng qua phổ phân bố năng lượng theo bước sóng $I(\lambda)$

[cuu duong than cong . com](http://cuuduongthancong.com)

[cuu duong than cong . com](http://cuuduongthancong.com)

3.2. Hệ thống thị giác

- Tầm quan trọng nghiên cứu về hệ thống thị giác
 - Trong mã hóa ảnh: những thông tin không cảm nhận được sẽ không cần thiết lưu trữ
- Cấu tạo sơ lược
 - Cầu mắt
 - Giác mạc
 - Thủy tinh thể
 - Dịch kính
 - Võng mạc
 - Tế bào que
 - Tế bào nón
 - Điểm vàng
 - Điểm mù
 - Cơ chế điều chỉnh thị giác



3.2. Hệ thống thị giác

□ Tế bào que

- Có từ 75-150 triệu
 - Rất nhạy cảm với ánh sáng
 - Cảm nhận trên dải rộng
 - Ánh sáng ban ngày và đêm
 - Cung cấp khả năng nhìn đêm
 - Cảm nhận độ chói (cường độ sáng)
 - Độ phân giải cao
-

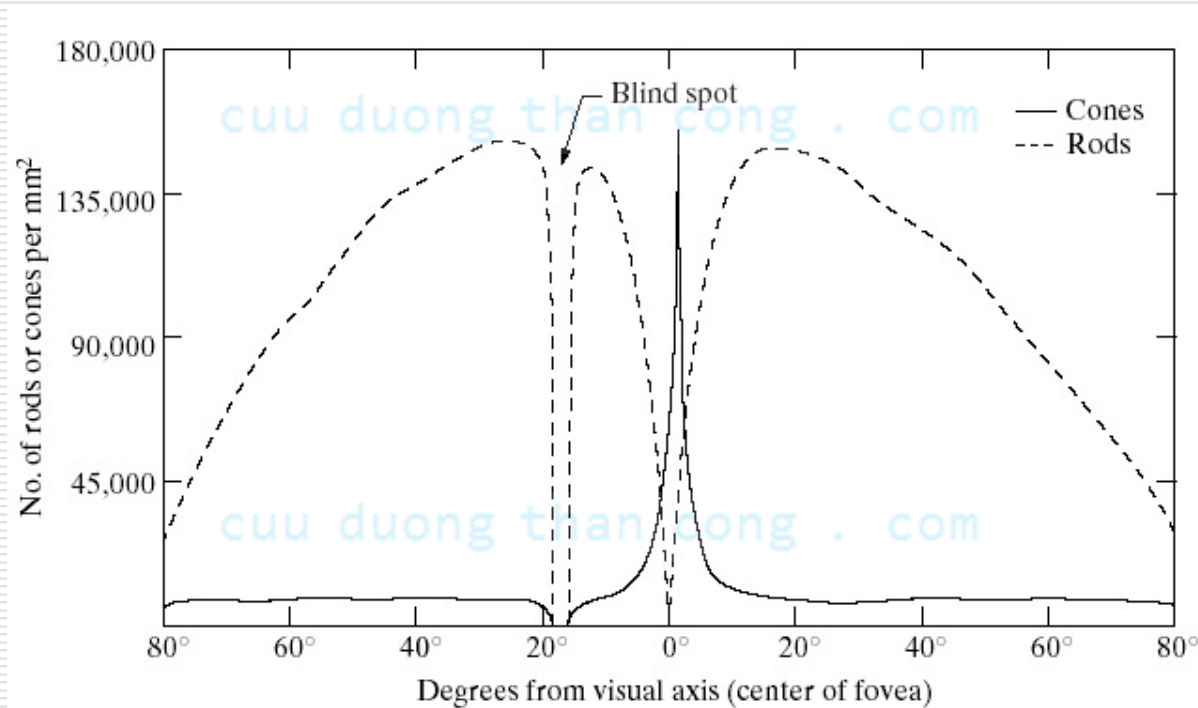
3.2. Hệ thống thị giác

☐ Tế bào nón

- Có từ 6-7 triệu
 - Tập trung chủ yếu tại điểm vàng tại trung tâm võng mạc
 - Cảm nhận trên dải hẹp
 - Độ phân giải thấp
 - Có 3 loại tế bào nón cảm nhận các tần số: cảm nhận màu sắc
 - ☐ 460 nm (xanh lam), 575 nm (xanh lục), 625 nm (đỏ)
 - Khả năng nhìn ban ngày
-

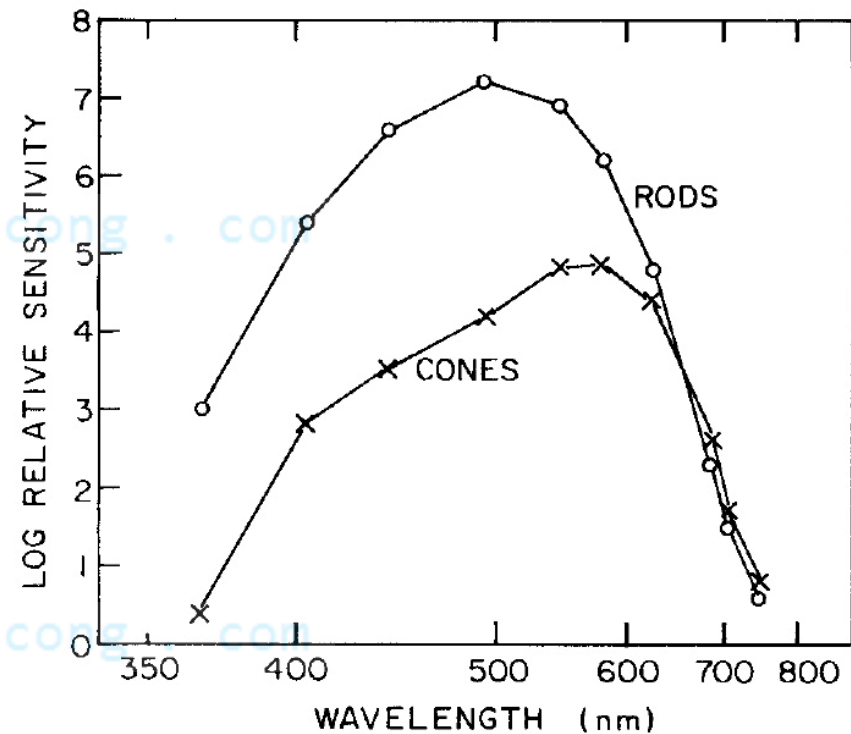
3.2. Hệ thống thị giác

- Phân bố các tế bào que và tế bào nón trong võng mạc



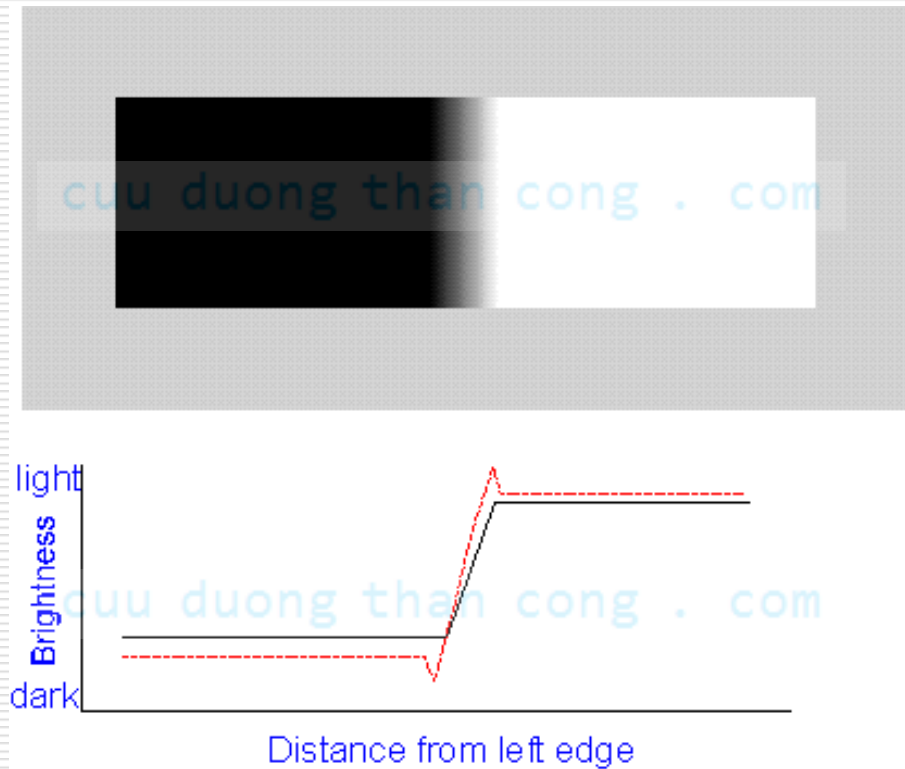
3.2. Hệ thống thị giác

- Độ nhạy sáng của tế bào que và tế bào nón
- Hệ thống thị giác cho phép cảm nhận 10 bậc chênh lệch về cường độ trong dải chiếu sáng

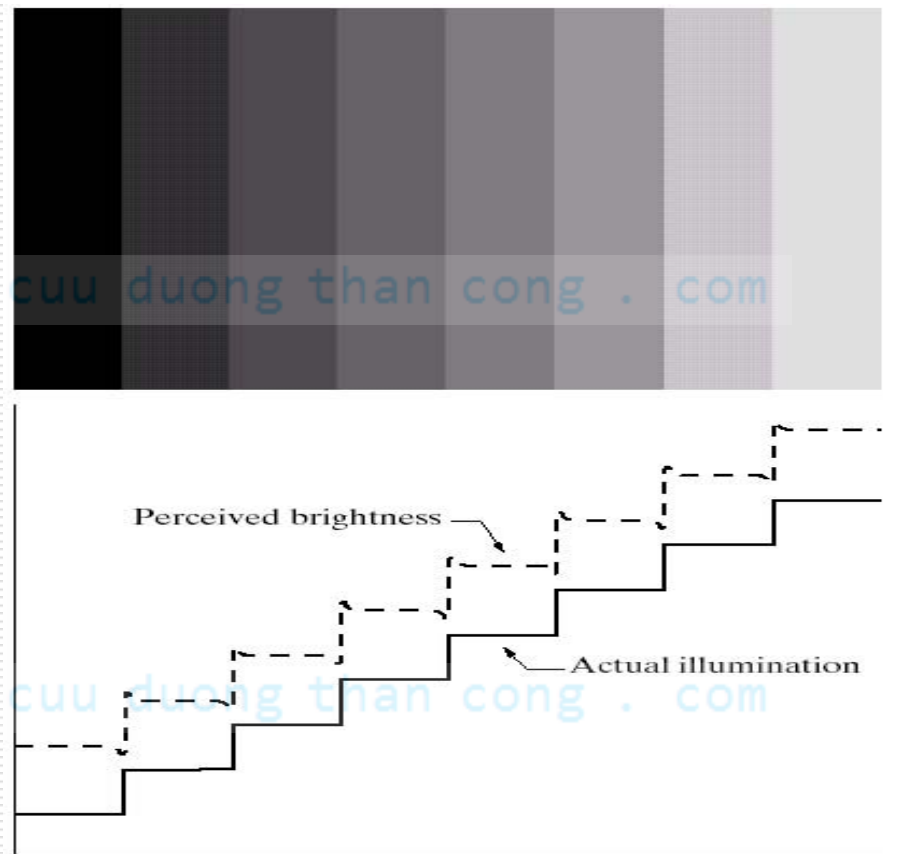


3.3 Một số hiệu ứng thị giác

□ Các vạch Mach – cảm nhận độ sáng

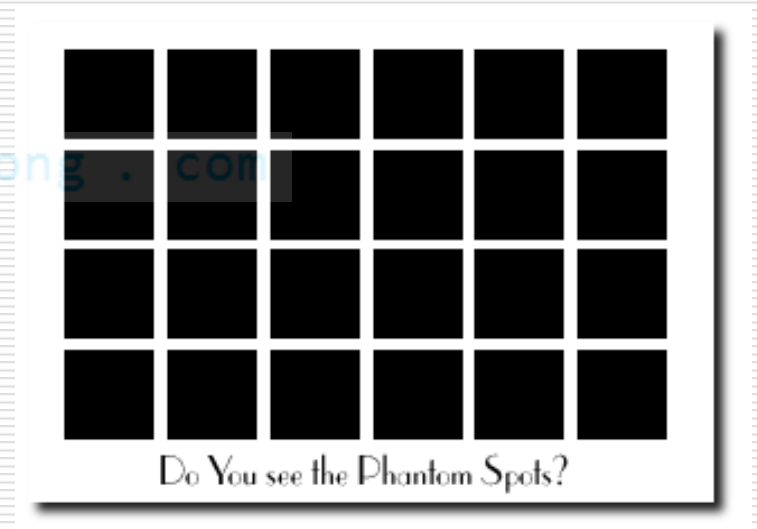
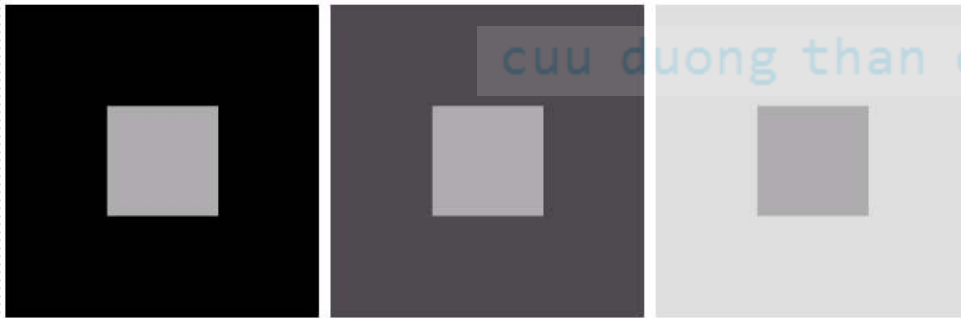


3.3 Một số hiệu ứng thị giác



3.3 Một số hiệu ứng thị giác

- ❑ Các điểm kì dị - cảm nhận độ tương phản

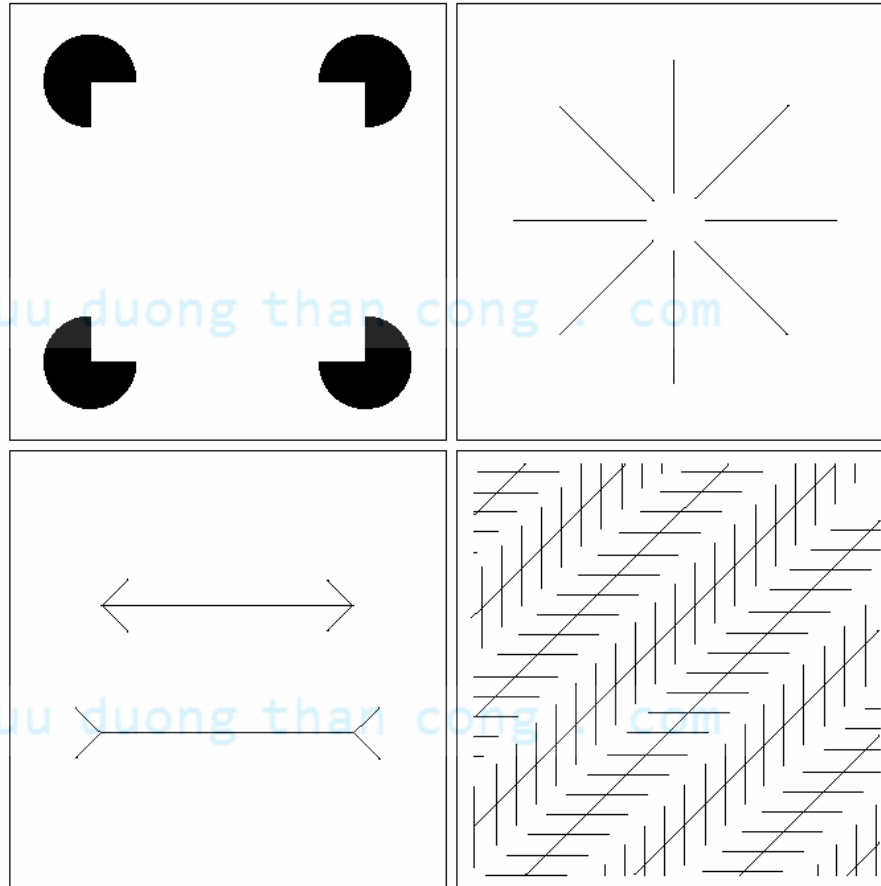


cuuduongthancong.com

3.3 Một số hiệu ứng thị giác

a b
c d

FIGURE 2.9 Some well-known optical illusions.



3.4. Cảm nhận và biểu diễn màu sắc

□ Các thuộc tính ánh sáng

■ Độ chói(Radiance – watt)

- Tổng năng lượng của chùm tia từ nguồn

■ Độ rọi (Luminance - lumens, lm)

- Độ đo năng lượng ánh sáng thu nhận được từ nguồn sáng.
- Biến thiên theo khoảng cách từ nguồn sáng, bước sóng, ...
- Không phụ thuộc vào môi trường;

$$L(x, y) = \int_0^{\infty} I(x, y, \lambda) V(\lambda) d\lambda$$

- $I(x, y, \lambda)$ – phân bố ánh sáng trong không gian
 - $V(\lambda)$ – hàm hiệu suất cảm độ rọi tương đối của hệ thống thị giác (hàm dạng chuông)
-

3.4. Cảm nhận và biểu diễn màu sắc

- Độ sáng (Brightness)
 - Là thuộc tính chủ quan, đặc trưng cho khả năng cảm nhận độ rọi
 - Phụ thuộc vào độ rọi của môi trường xung quanh
- Độ tương phản tức thời
 - Cảm nhận của hệ thống thị giác nhạy cảm hơn với độ tương phản độ rọi hơn là độ rọi tuyệt đối;
 - $|L_s - L_0|/L_0 = \text{const}$
 - Đối với độ rọi tương đối nhận biết được ΔL
 - $\Delta L / L \sim d(\log L) \sim 0.02 \text{ (const)}$
 - Các mô hình độ rọi – độ tương phản
 - Giả thiết: $L \in [1..100], c \in [1..100]$
 - $C = 50 \log_{10} L$
 - $C = 21.9 L^{1/3}$

3.4. Cảm nhận và biểu diễn màu sắc

- Mô hình cảm nhận đơn sắc
 - Hàm truyền đạt điều biến (MTF)
 - Được xác định qua thực nghiệm với những hàm đánh giá hình sin với độ tương phản khác nhau
 - Tương tự bộ lọc thông dải
 - Nhạy cảm với những tần số trung bình
 - Kém nhạy với những tần số cao
 - Phụ thuộc vào hướng đánh giá
 - Nhạy cảm hơn với hướng nằm ngang và thẳng đứng
 - Nhìn chung về cảm nhận đơn sắc
 - Thể hiện khả năng ánh sáng được mắt chuyển đổi thành những thông tin về độ sáng
-

3.4. Cảm nhận và biểu diễn màu sắc

- Tiêu chuẩn đánh giá độ trung thực ảnh
 - Các độ đo chủ quan (định tính)
 - Đánh giá theo cảm nhận của thị giác:
 - Thang tốt-xấu: tuyệt vời, tốt, khá tốt, kém, không đáp ứng
 - Các độ đo đối sánh
 - Đối sánh với những ảnh khác, nhóm ảnh khác
 - Các độ đo khách quan (định lượng)
 - Sai số trung bình bình phương và các biến thể
 - Ưu điểm
 - Đơn giản, phong phụ thuộc vào chủ quan
 - Đơn giản về mặt tính toán toán học
 - Nhược điểm
 - Không phải lúc nào cũng phản ánh được cảm nhận thị giác

3.4. Cảm nhận và biểu diễn màu sắc

- Tiêu chuẩn trung bình bình phương
 - Trung bình (hoặc tổng) của bình phương sai phân độ rọi của điểm sáng giữa hai ảnh

cuu duong than cong . com

$$\varepsilon_1 = E(|l - l'|^2) - \text{mean square error}$$

$$\varepsilon_2 = \frac{1}{MN} \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N |l(m, n) - l'(m, n)|^2 - \text{average square error}$$

$$\varepsilon_3 = \frac{1}{MN} \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N E(|l(m, n) - l'(m, n)|^2) - \text{average mean square error}$$

cuu duong than cong . com

3.4. Cảm nhận và biểu diễn màu sắc

- Tỷ lệ tín hiệu – và nhiễu (SNR)

$$SNR = 10 \log_{10} \left(\sigma_s^2 / \sigma_e^2 \right) \text{ (Db)}$$

$$PSNR = 10 \log_{10} \left(A^2 / \sigma_e^2 \right)$$

- A – đặc trưng cho giá trị đỉnh- đỉnh (peak – to – peak value)
- PSNR thường cao hơn SNR khoảng 12 – 15 Db

3.4. Cảm nhận và biểu diễn màu sắc

□ Màu sắc

- Cảm nhận màu sắc phụ thuộc vào phổ của ánh sáng
- Màu của phổ: ánh sáng nhìn thấy với dải phổ rất hẹp
- Ánh sáng với tất cả các thành phần phổ nhìn thấy có năng lượng bằng nhau sẽ được cảm nhận là ánh sáng trắng

3.4. Cảm nhận và biểu diễn màu sắc

☐ Các thuộc tính mô tả màu sắc

- Các màu được phân biệt dựa theo các thuộc tính: độ sáng, sắc độ, và độ bão hòa màu

- Độ sáng: đặc trưng cho độ rọi cảm nhận

- Đặc trưng màu (Chrominance)

☐ Sắc độ (Hue)

- Là thuộc tính liên quan tới bước sóng chủ yếu trong hỗn hợp các bước sóng ánh sáng.
- Đặc trưng cho màu sắc chủ đạo được người quan sát cảm nhận

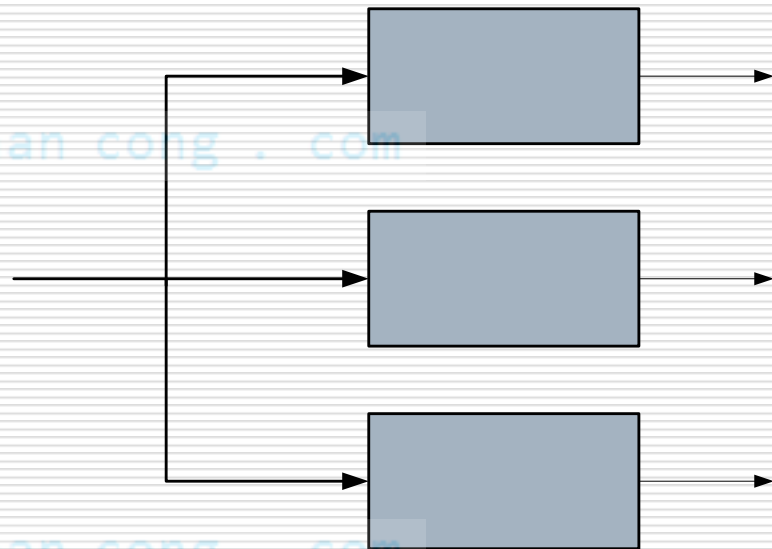
☐ Độ bão hòa (Saturation)

- Đặc trưng cho độ thuần khiết tương đối
- Phụ thuộc vào độ rộng của phổ ánh sáng
- Thể hiện lượng màu trắng được trộn với sắc độ

- ☐ Hue và độ bão hòa gọi là đặc trưng màu(chromaticity)
-

3.4. Cảm nhận và biểu diễn màu sắc

- Biểu diễn màu bằng 3 màu cơ bản
 - Một màu bất kỳ có thể được tạo nên bằng cách trộn 3 màu cơ bản
 - 3 dạng tế bào nón cảm nhận màu sắc
 - Đỏ, Lục, Lam
 - Cảm nhận màu được mô tả bằng đáp ứng phổ $\alpha_i(C)$
 - Các màu được cảm nhận như nhau nếu $\alpha_i(C_1) = \alpha_i(C_2)$



3.4. Cảm nhận và biểu diễn màu sắc

- Các màu cơ bản: các tế bào nón hấp thụ các phổ $S_i(\lambda)$ có đỉnh tại các bước sóng

- Màu đỏ (700 nm)

- 65% tế bào nón nhạy cảm với ánh sáng đỏ (650nm)

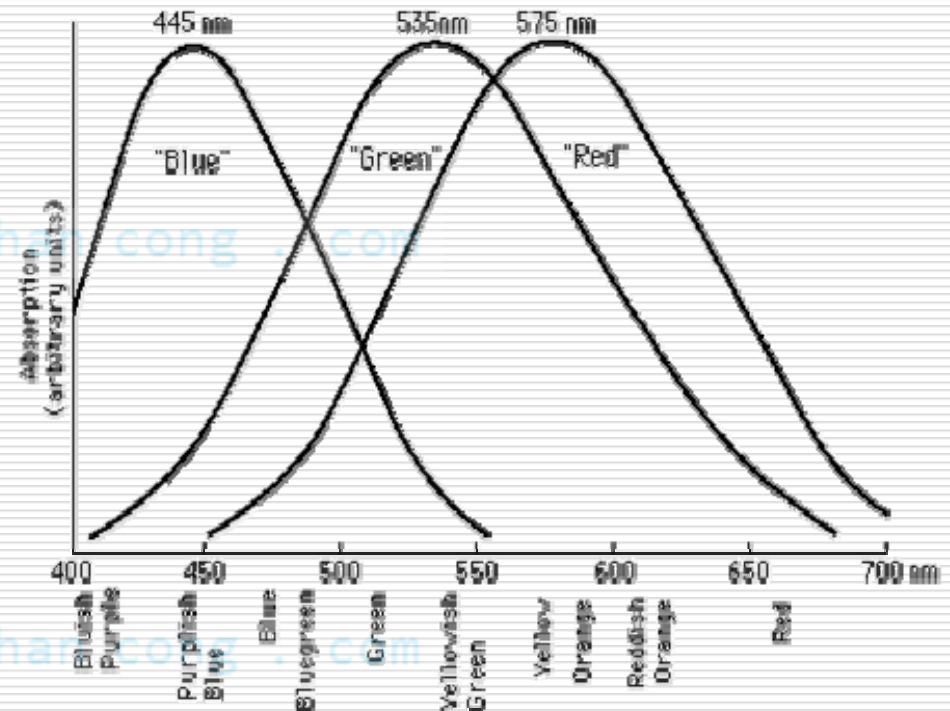
- Xanh lục (550nm)

- 33% tế bào nón nhạy cảm với ánh sáng lục

- Xanh lam (450nm)

- 2% tế bào nón nhạy cảm với ánh sáng lam

- Pha trộn các màu R,G,B không thể biểu diễn tất cả các màu



3.4. Cảm nhận và biểu diễn màu sắc

□ Đối sánh và tái tạo màu sắc

- Hỗn hợp của 3 thành phần: $C = \sum_k (\beta_k P_k(\lambda))$

- Đối sánh với một màu cho trước C_1

- Tăng β_k sao cho $\alpha_i(C_1) = \alpha_i(C), i = 1, 2, 3$

- Các giá trị ba kích thích: $T_k(C)$

- $T_k(C) = \beta_k / w_k$

- w_k – định lượng của thành phần cơ bản thứ k để đối sánh với màu trắng tham chiếu;

- Độ màu (chromaticity)

- $t_k = T_k / (T_1 + T_2 + T_3)$

- $t_1 + t_2 + t_3 = 1$

- Biểu đồ biểu diễn t_1, t_2 gọi là biểu đồ màu (chromaticity diagram)

- Những giá trị âm có thể có, nhưng không thể tạo được từ những màu cơ bản.

3.4. Cảm nhận và biểu diễn màu sắc

□ Biểu đồ đặc trưng màu

■ Các hệ số 3 màu

- X, Y, Z : các giá trị kích thích màu, biểu diễn lượng màu Đỏ, Lục, Lam cần thiết để tạo nên một màu bất kỳ

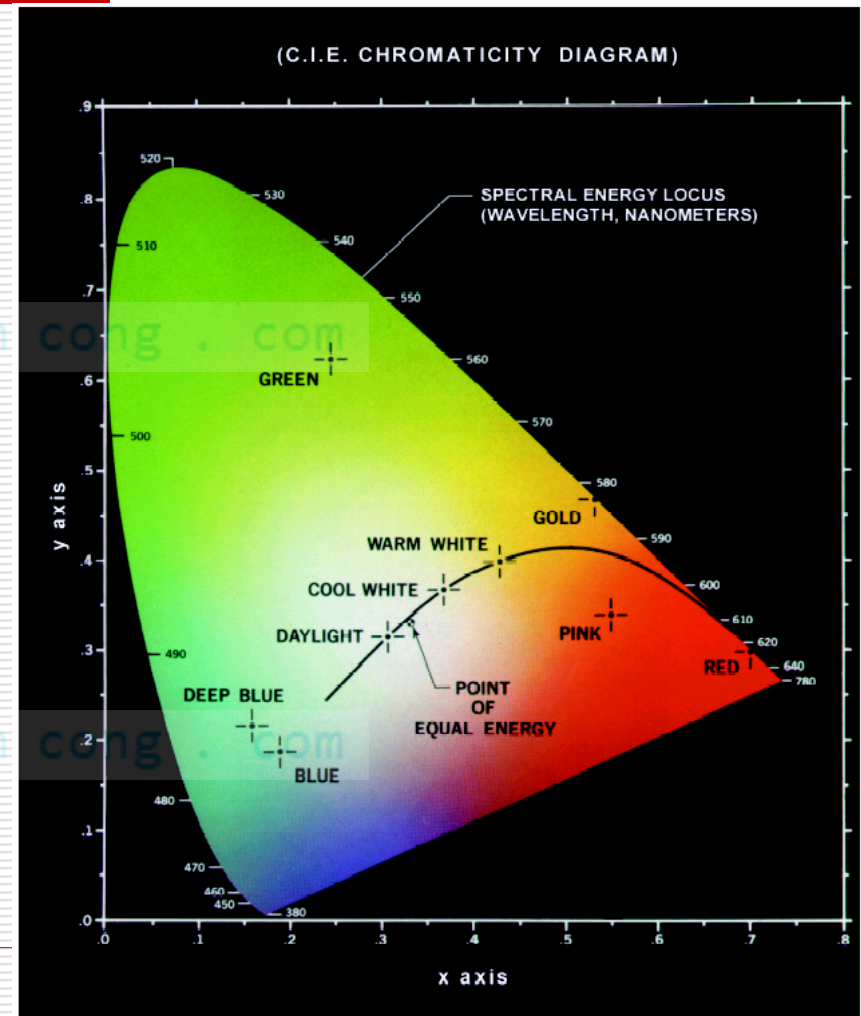
$$x = \frac{X}{X+Y+Z}, y = \frac{Y}{X+Y+Z},$$

$$z = \frac{Z}{X+Y+Z}$$

- Ta có, $x + y + z = 1$, x và y sẽ tạo nên biểu đồ đặc trưng màu

■ Biểu đồ đặc trưng màu CIE (Commission Internationale d'Eclairage)

- x : Đỏ, y : Lục
- Màu trên vùng biên được bão hòa hoàn toàn
- Độ bão hòa tại những điểm có năng lượng bằng nhau bằng zero



3.4. Cảm nhận và biểu diễn màu sắc

□ Gam màu (color gamut)

- Bất kỳ 3 điểm trong biểu đồ thuộc tính màu có thể tạo ra tất cả các màu trong tam giác này
- Dạng hình cong của biểu đồ cho thấy không có hỗn hợp của 3 màu nào có thể tạo nên tất cả các màu có thể

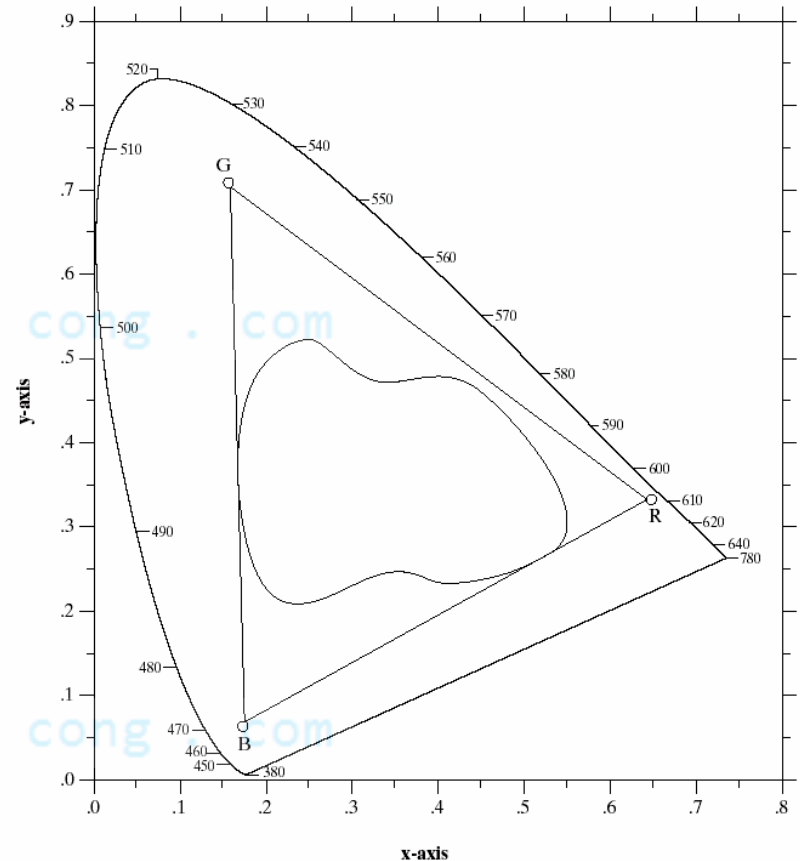


FIGURE 6.6 Typical color gamut of color monitors (triangle) and color printing devices (irregular region).

3.4. Cảm nhận và biểu diễn màu sắc

□ Các hệ biểu diễn màu

- Đỏ, Lục, Lam (RGB)
- Lục lam, Đỏ tươi, Vàng (Cyan Magenta Yellow - CMY)
- Sắc độ, Bảo hòa, Cường độ (Hue Saturation Intensity - HSI): gần với HVS
- Màu sắc = điểm giá trị màu trong không gian màu 3D

3.4. Cảm nhận và biểu diễn màu sắc

□ RGB và CMY

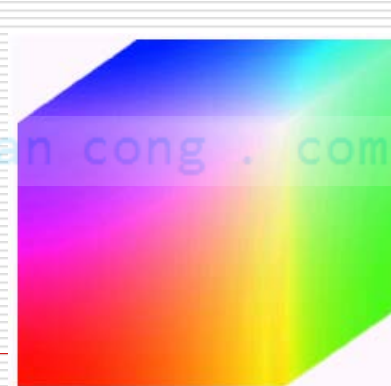
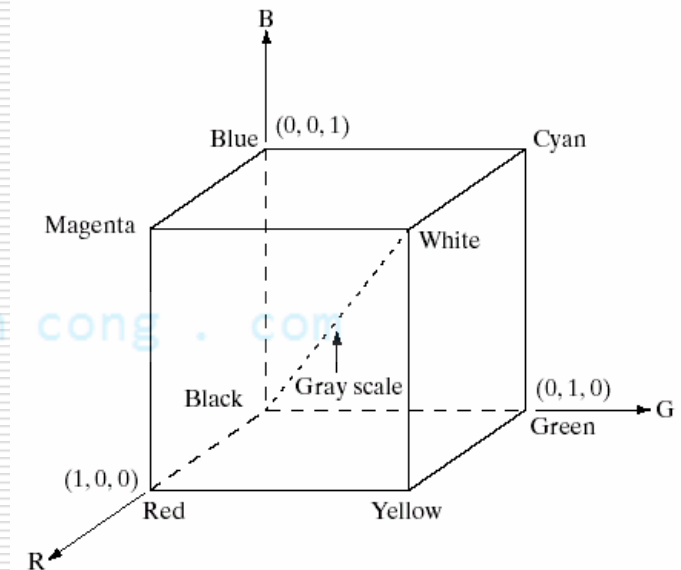
- RGB: màn hình, video
- CMY: công nghệ in



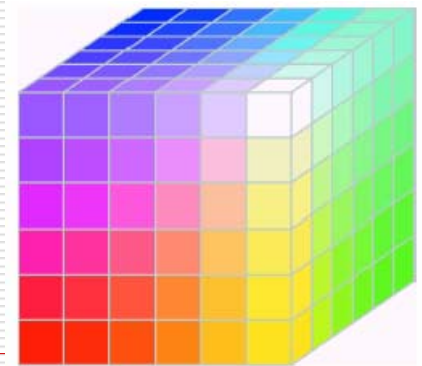
$$\begin{pmatrix} C \\ M \\ Y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix}.$$

3.4. Cảm nhận và biểu diễn màu sắc

- R, G, B tại 3 trục nhận giá trị [0 1]
- Thang mức xám dọc theo trục chính
- Nếu mỗi thành phần được lượng tử hóa 256 mức [0:255], số lượng màu: $(2^8)^3 = 2^{24} = 16,777,216$ màu
- RGB safe color:
 - Mỗi thành phần được lượng tử hóa thành 6 mức từ 0 đến 255



24-bit RGB color cube



RGB safe color cube

3.4. Cảm nhận và biểu diễn màu sắc

□ Mô hình màu HSI

■ Sắc độ

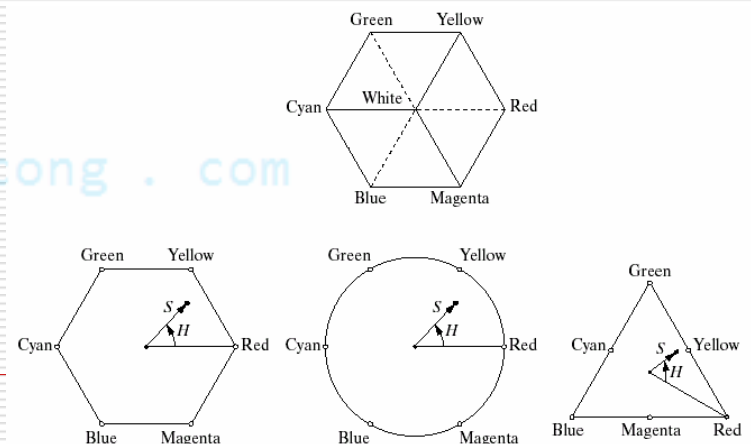
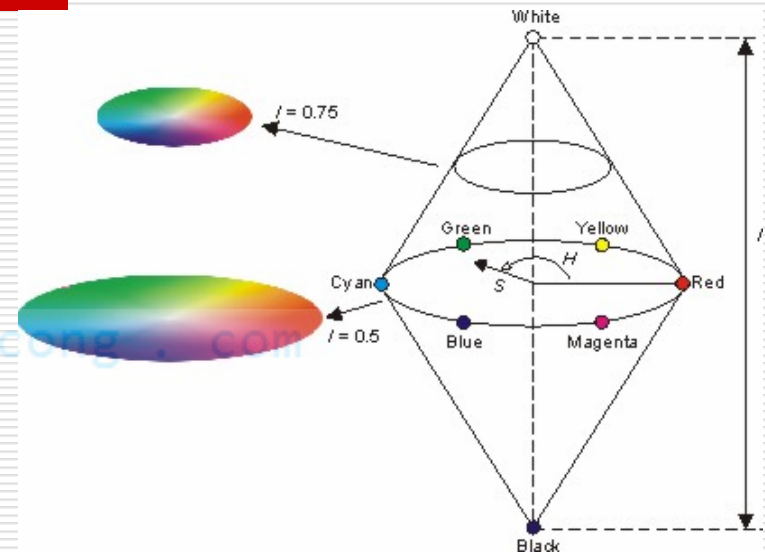
- Thuộc tính đặc trưng cho màu thuần $[0, 360]$

■ Độ bão hòa

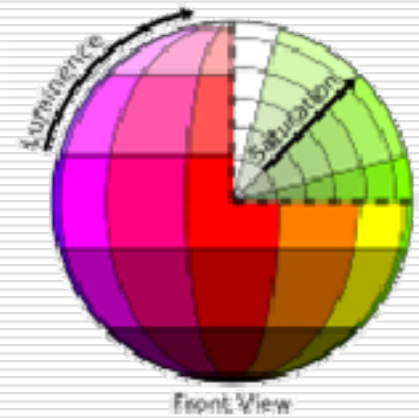
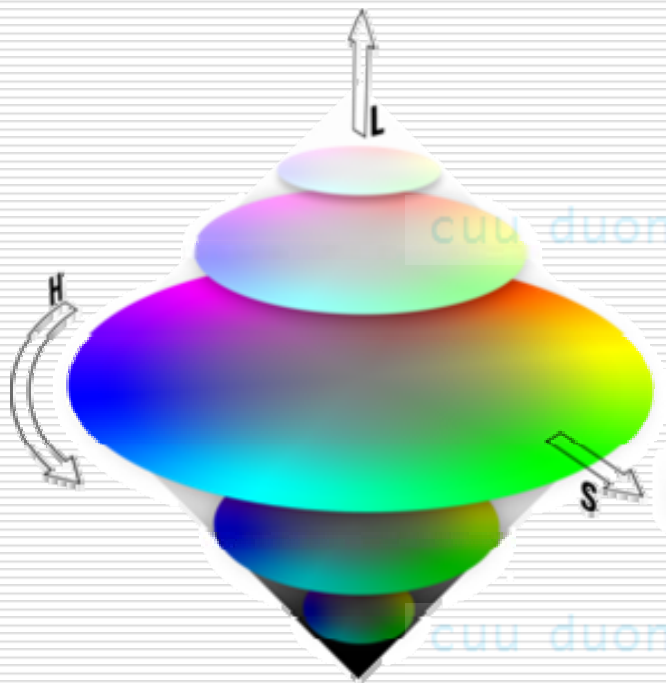
- Mức độ của màu thuần được trộn với màu trắng $[0, 1]$

■ Mô hình HSI

- Sắc độ và độ bão hòa nằm trong mặt phẳng vuông góc với trục cường độ sáng $[0, 1]$



3.4. Cảm nhận và biểu diễn màu sắc



3.4. Cảm nhận và biểu diễn màu sắc

□ Chuyển đổi giữa các hệ biểu diễn màu

■ RGB → CYM

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

■ HSI → RGB

$$0 \leq H \leq 120^\circ$$

$$B = I(1 - S)$$

$$R = I \cdot \left[1 + \frac{S \cdot \cos H}{\cos(60^\circ - H)} \right]$$

$$G = 1 - (R + B)$$

■ RGB → HIS

□ Cường độ = Độ rọi

□ Độ bão hòa = Cường độ màu

□ Sắc độ = Màu

□ HS = các tọa độ cực

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

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

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

$$I = (R + G + B) / 3$$