

# Xử lý ảnh

## Chương 2: Cơ bản về Xử lý ảnh số

Biên soạn: Phạm Văn Sư

Bộ môn Xử lý tín hiệu và Truyền thông  
Khoa Kỹ thuật Điện tử |  
Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông

ver.17a



# Chương 2: Cơ bản về Xử lý ảnh số

## Nội dung chính

- Ánh sáng và phổ sóng điện từ



# Chương 2: Cơ bản về Xử lý ảnh số

## Nội dung chính

- Ánh sáng và phổ sóng điện từ
- Hệ thống thị giác của con người



# Chương 2: Cơ bản về Xử lý ảnh số

## Nội dung chính

- Ánh sáng và phổ sóng điện từ
- Hệ thống thị giác của con người
- Biểu diễn ảnh



# Chương 2: Cơ bản về Xử lý ảnh số

## Nội dung chính

- Ánh sáng và phổ sóng điện từ
- Hệ thống thị giác của con người
- Biểu diễn ảnh
- Cảm biến và thu nhận ảnh



# Chương 2: Cơ bản về Xử lý ảnh số

## Nội dung chính

- Ánh sáng và phổ sóng điện từ
- Hệ thống thị giác của con người
- Biểu diễn ảnh
- Cảm biến và thu nhận ảnh
- Quá trình số hóa ảnh



# Chương 2: Cơ bản về Xử lý ảnh số

## Nội dung chính

- ① Ánh sáng và phổ sóng điện từ
- ② Hệ thống thị giác của con người
- ③ Cảm biến và thu nhận ảnh
- ④ Quá trình số hóa ảnh
- ⑤ Biểu diễn ảnh
- ⑥ Mô hình màu
- ⑦ Kỹ thuật in ảnh
- ⑧ Một số khái niệm cơ bản
- ⑨ Phụ lục
  - Hệ thống thị giác
  - Mô hình biểu diễn ảnh
  - Mô hình màu
  - Kỹ thuật in ảnh

# Ánh sáng và phô<sup>2</sup> sóng điện từ

Năng lượng, bước sóng, tần số, vận tốc

- Ánh sáng là một loại sóng điện từ:



# Ánh sáng và phô<sup>2</sup> sóng điện từ

Năng lượng, bước sóng, tần số, vận tốc

- Ánh sáng là một loại sóng điện từ: vừa có tính sóng, vừa có tính hạt.



# Ánh sáng và phô<sup>2</sup> sóng điện từ

Năng lượng, bước sóng, tần số, vận tốc

- Ánh sáng là một loại sóng điện từ: vừa có tính sóng, vừa có tính hạt.
  - ▶ Tần số  $f$ , bước sóng  $\lambda$  thỏa mãn:  $c = \lambda f$



# Ánh sáng và phô<sup>2</sup> sóng điện từ

Năng lượng, bước sóng, tần số, vận tốc

- Ánh sáng là một loại sóng điện từ: vừa có tính sóng, vừa có tính hạt.
  - ▶ Tần số  $f$ , bước sóng  $\lambda$  thỏa mãn:  $c = \lambda f$ 
    - ★  $c \approx 3 \times 10^8$  (m/s): vận tốc lan truyền ánh sáng trong môi trường chân không.



# Ánh sáng và phổ sóng điện từ

Năng lượng, bước sóng, tần số, vận tốc

- Ánh sáng là một loại sóng điện từ: vừa có tính sóng, vừa có tính hạt.
  - ▶ Tần số  $f$ , bước sóng  $\lambda$  thỏa mãn:  $c = \lambda f$ 
    - ★  $c \approx 3 \times 10^8$  (m/s): vận tốc lan truyền ánh sáng trong môi trường chân không.
  - ▶ Năng lượng của phổ điện từ:



# Ánh sáng và phổ sóng điện từ

Năng lượng, bước sóng, tần số, vận tốc

- Ánh sáng là một loại sóng điện từ: vừa có tính sóng, vừa có tính hạt.
  - ▶ Tần số  $f$ , bước sóng  $\lambda$  thỏa mãn:  $c = \lambda f$ 
    - ★  $c \approx 3 \times 10^8$  (m/s): vận tốc lan truyền ánh sáng trong môi trường chân không.
  - ▶ Năng lượng của phổ điện từ:  $E = h \times f$



# Ánh sáng và phổ sóng điện từ

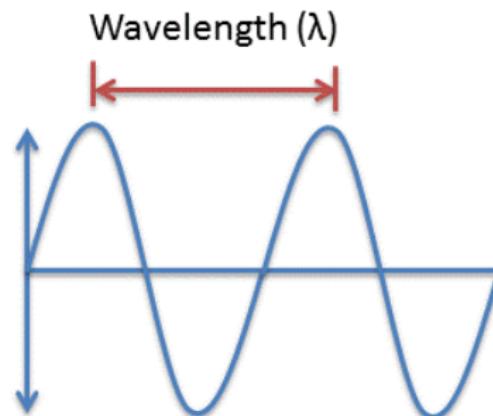
Năng lượng, bước sóng, tần số, vận tốc

- Ánh sáng là một loại sóng điện từ: vừa có tính sóng, vừa có tính hạt.
  - ▶ Tần số  $f$ , bước sóng  $\lambda$  thỏa mãn:  $c = \lambda f$ 
    - ★  $c \approx 3 \times 10^8$  (m/s): vận tốc lan truyền ánh sáng trong môi trường chân không.
  - ▶ Năng lượng của phổ điện từ:  $E = h \times f$ 
    - ★  $h \approx 6.626 \times 10^{-34}$  (J.s): hằng số Planck

# Ánh sáng và phổ sóng điện từ

Năng lượng, bước sóng, tần số, vận tốc

- Ánh sáng là một loại sóng điện từ: vừa có tính sóng, vừa có tính hạt.
  - ▶ Tần số  $f$ , bước sóng  $\lambda$  thỏa mãn:  $c = \lambda f$ 
    - ★  $c \approx 3 \times 10^8$  (m/s): vận tốc lan truyền ánh sáng trong môi trường chân không.
  - ▶ Năng lượng của phổ điện từ:  $E = h \times f$ 
    - ★  $h \approx 6.626 \times 10^{-34}$  (J.s): hằng số Planck



# Ánh sáng và phổ sóng điện từ

## Vùng phổ sóng điện từ

- Ánh sáng là một phần đặc biệt của sóng điện từ:



# Ánh sáng và phổ sóng điện từ

## Vùng phổ sóng điện từ

- Ánh sáng là một phần đặc biệt của sóng điện từ: mắt người có thể cảm nhận được



# Ánh sáng và phổ sóng điện từ

## Vùng phổ sóng điện từ

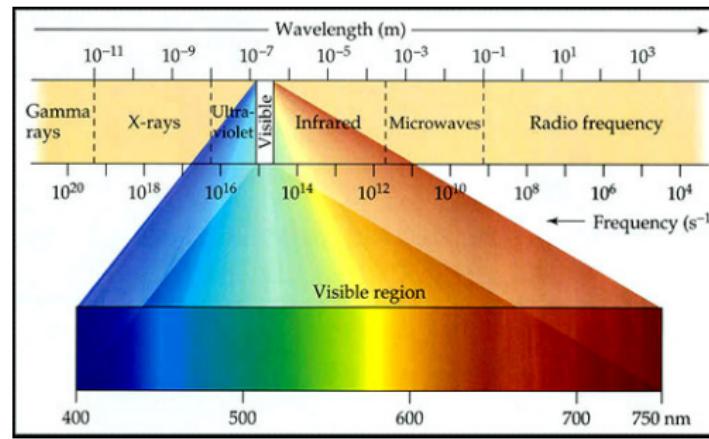
- Ánh sáng là một phần đặc biệt của sóng điện từ: mắt người có thể cảm nhận được
- Phổ sóng điện từ được phân thành các vùng theo bước sóng/tần số/năng lượng



# Ánh sáng và phổ sóng điện từ

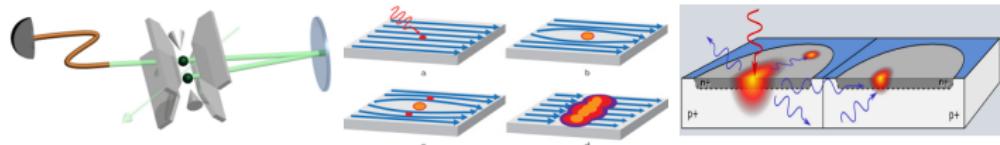
## Vùng phổ sóng điện từ

- Ánh sáng là một phần đặc biệt của sóng điện từ: mắt người có thể cảm nhận được
- Phổ sóng điện từ được phân thành các vùng theo bước sóng/tần số/năng lượng



# Ánh sáng và phổ sóng điện từ

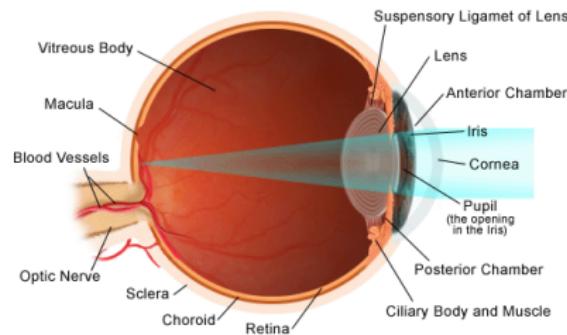
## Cảm nhận ánh sáng



(a) Bức xạ

(b) Va chạm photon

(c) Va chạm photon



(d) Ánh sáng đến mắt

# Ánh sáng và phổ sóng điện từ

Ánh sáng trắng, ánh sáng màu, ánh sáng đơn sắc

- Ánh sáng mà bao gồm tương đối đầy đủ và cân bằng các bước sóng trong vùng ánh sáng nhìn thấy: ánh sáng trắng



# Ánh sáng và phổ sóng điện từ

Ánh sáng trắng, ánh sáng màu, ánh sáng đơn sắc

- Ánh sáng mà bao gồm tương đối đầy đủ và cân bằng các bước sóng trong vùng ánh sáng nhìn thấy: ánh sáng trắng
- Ánh sáng không màu: ánh sáng không/tiêu sắc



# Ánh sáng và phổ sóng điện từ

Ánh sáng trắng, ánh sáng màu, ánh sáng đơn sắc

- Ánh sáng mà bao gồm tương đối đầy đủ và cân bằng các bước sóng trong vùng ánh sáng nhìn thấy: ánh sáng trắng
- Ánh sáng không màu: ánh sáng không/tiêu sắc
  - ▶ Thuộc tính duy nhất của ánh sáng đơn sắc: cường độ sáng (intensify) ≡ mức xám (gray level)



# Ánh sáng và phổ sóng điện từ

Ánh sáng trắng, ánh sáng màu, ánh sáng đơn sắc

- Ánh sáng mà bao gồm tương đối đầy đủ và cân bằng các bước sóng trong vùng ánh sáng nhìn thấy: ánh sáng trắng
- Ánh sáng không màu: ánh sáng không/tiêu sắc
  - ▶ Thuộc tính duy nhất của ánh sáng đơn sắc: cường độ sáng (intensify) ≡ mức xám (gray level)
  - ▶ Ảnh đơn sắc: Ảnh đa mức xám



# Ánh sáng và phổ sóng điện từ

Ánh sáng trắng, ánh sáng màu, ánh sáng đơn sắc

- Ánh sáng mà bao gồm tương đối đầy đủ và cân bằng các bước sóng trong vùng ánh sáng nhìn thấy: ánh sáng trắng
- Ánh sáng không màu: ánh sáng không/tiêu sắc
  - ▶ Thuộc tính duy nhất của ánh sáng đơn sắc: cường độ sáng (intensify) ≡ mức xám (gray level)
  - ▶ Ánh đơn sắc: Ánh đa mức xám
- Ánh sáng màu: có phổ năng lượng điện từ từ  $0.43 \div 0.79\mu m$



# Ánh sáng và phổ sóng điện từ

Ánh sáng trắng, ánh sáng màu, ánh sáng đơn sắc

- Ánh sáng mà bao gồm tương đối đầy đủ và cân bằng các bước sóng trong vùng ánh sáng nhìn thấy: ánh sáng trắng
- Ánh sáng không màu: ánh sáng không/tiêu sắc
  - ▶ Thuộc tính duy nhất của ánh sáng đơn sắc: cường độ sáng (intensify) ≡ mức xám (gray level)
  - ▶ Ánh đơn sắc: Ánh đa mức xám
- Ánh sáng màu: có phổ năng lượng điện từ từ  $0.43 \div 0.79\mu m$ 
  - ▶ Mô tả nguồn sáng màu: tần số ( $f$ ), độ chói (radiance), độ sáng (luminance), và mức độ sáng (brightness)



# Ánh sáng và phổ sóng điện từ

Ánh sáng trắng, ánh sáng màu, ánh sáng đơn sắc

- Ánh sáng mà bao gồm tương đối đầy đủ và cân bằng các bước sóng trong vùng ánh sáng nhìn thấy: ánh sáng trắng
- Ánh sáng không màu: ánh sáng không/tiêu sắc
  - ▶ Thuộc tính duy nhất của ánh sáng đơn sắc: cường độ sáng (intensify) ≡ mức xám (gray level)
  - ▶ Ánh đơn sắc: Ánh đa mức xám
- Ánh sáng màu: có phổ năng lượng điện từ từ  $0.43 \div 0.79\mu m$ 
  - ▶ Mô tả nguồn sáng màu: tần số ( $f$ ), độ chói (radiance), độ sáng (luminance), và mức độ sáng (brightness)
    - ★ Độ chói: tổng số năng lượng phát xạ từ nguồn, tính bằng Watt (W)



# Ánh sáng và phổ sóng điện từ

Ánh sáng trắng, ánh sáng màu, ánh sáng đơn sắc

- Ánh sáng mà bao gồm tương đối đầy đủ và cân bằng các bước sóng trong vùng ánh sáng nhìn thấy: ánh sáng trắng
- Ánh sáng không màu: ánh sáng không/tiêu sắc
  - ▶ Thuộc tính duy nhất của ánh sáng đơn sắc: cường độ sáng (intensify) ≡ mức xám (gray level)
  - ▶ Ánh đơn sắc: Ánh đa mức xám
- Ánh sáng màu: có phổ năng lượng điện từ từ  $0.43 \div 0.79\mu m$ 
  - ▶ Mô tả nguồn sáng màu: tần số ( $f$ ), độ chói (radiance), độ sáng (luminance), và mức độ sáng (brightness)
    - ★ Độ chói: tổng số năng lượng phát xạ từ nguồn, tính bằng Watt (W)
    - ★ Độ sáng: mức năng lượng mà người quan sát cảm nhận được từ nguồn sáng, tính bằng đơn vị lumen ( $lm$ )



# Ánh sáng và phổ sóng điện từ

Ánh sáng trắng, ánh sáng màu, ánh sáng đơn sắc

- Ánh sáng mà bao gồm tương đối đầy đủ và cân bằng các bước sóng trong vùng ánh sáng nhìn thấy: ánh sáng trắng
- Ánh sáng không màu: ánh sáng không/tiêu sắc
  - ▶ Thuộc tính duy nhất của ánh sáng đơn sắc: cường độ sáng (intensify) ≡ mức xám (gray level)
  - ▶ Ánh đơn sắc: Ánh đa mức xám
- Ánh sáng màu: có phổ năng lượng điện từ từ  $0.43 \div 0.79\mu m$ 
  - ▶ Mô tả nguồn sáng màu: tần số ( $f$ ), độ chói (radiance), độ sáng (luminance), và mức độ sáng (brightness)
    - ★ Độ chói: tổng số năng lượng phát xạ từ nguồn, tính bằng Watt (W)
    - ★ Độ sáng: mức năng lượng mà người quan sát cảm nhận được từ nguồn sáng, tính bằng đơn vị lumen ( $lm$ )
    - ★ Mức độ sáng: mô tả mang tính chủ quan của người quan sát cảm nhận về mức độ sáng của nguồn, khó đo lường được.

# Chương 2: Cơ bản về Xử lý ảnh số

## Nội dung chính

- 1 Ánh sáng và phổ sóng điện từ
- 2 Hệ thống thị giác của con người
- 3 Cảm biến và thu nhận ảnh
- 4 Quá trình số hóa ảnh
- 5 Biểu diễn ảnh
- 6 Mô hình màu
- 7 Kỹ thuật in ảnh
- 8 Một số khái niệm cơ bản
- 9 Phụ lục
  - Hệ thống thị giác
  - Mô hình biểu diễn ảnh
  - Mô hình màu
  - Kỹ thuật in ảnh



# Hệ thống thị giác của con người

## Tổng quan chung

- Hệ thống thị giác của con người gồm 3 phần:



# Hệ thống thị giác của con người

## Tổng quan chung

- Hệ thống thị giác của con người gồm 3 phần:
  - ▶ Mắt: giống như một camera, thực hiện thu nhận hình ảnh



# Hệ thống thị giác của con người

## Tổng quan chung

- Hệ thống thị giác của con người gồm 3 phần:
  - ▶ Mắt: giống như một camera, thực hiện thu nhận hình ảnh
  - ▶ Thần kinh thị giác: giống như đường truyền tín hiệu



# Hệ thống thị giác của con người

## Tổng quan chung

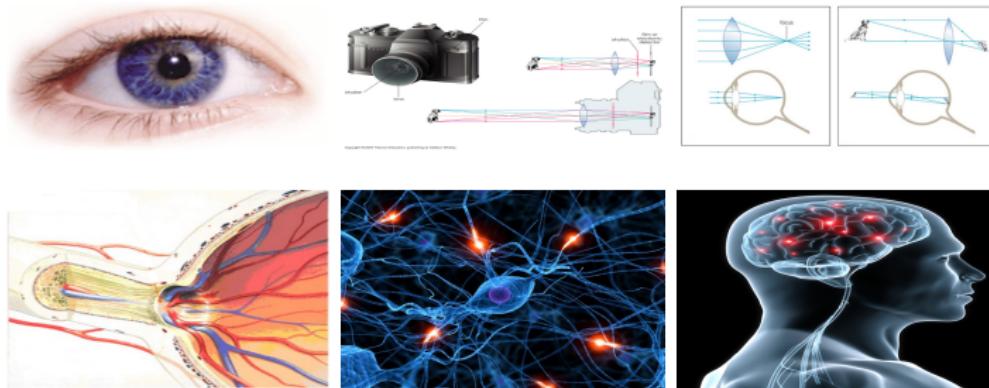
- Hệ thống thị giác của con người gồm 3 phần:
  - ▶ Mắt: giống như một camera, thực hiện thu nhận hình ảnh
  - ▶ Thần kinh thị giác: giống như đường truyền tín hiệu
  - ▶ Não: giống như bộ vi xử lý để xử lý tín hiệu hình ảnh



# Hệ thống thị giác của con người

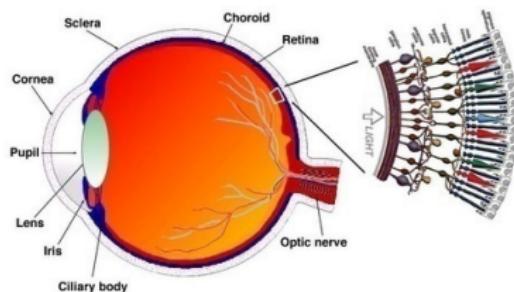
## Tổng quan chung

- Hệ thống thị giác của con người gồm 3 phần:
  - ▶ Mắt: giống như một camera, thực hiện thu nhận hình ảnh
  - ▶ Thần kinh thị giác: giống như đường truyền tín hiệu
  - ▶ Não: giống như bộ vi xử lý để xử lý tín hiệu hình ảnh



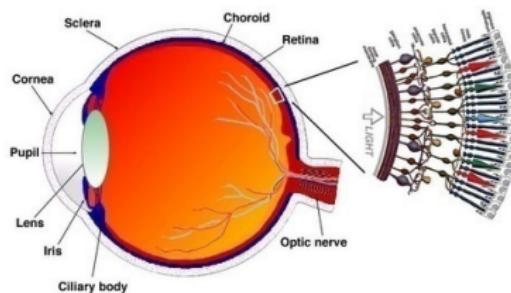
# Hệ thống thị giác của con người

## Cấu tạo của mắt



# Hệ thống thị giác của con người

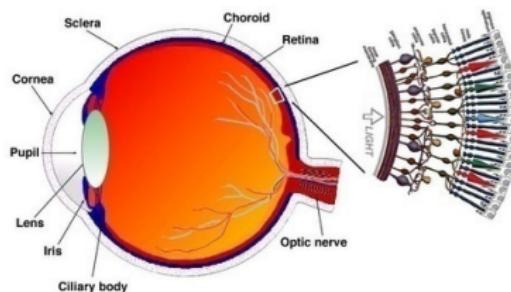
## Cấu tạo của mắt



- Đường kính nhẵn cầu ~ 20mm

# Hệ thống thị giác của con người

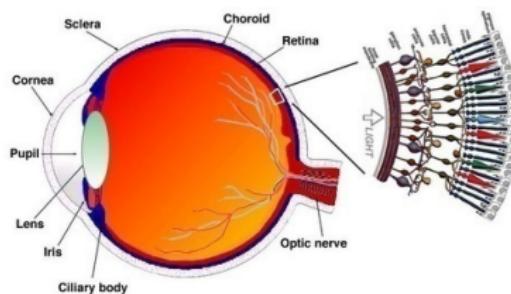
## Cấu tạo của mắt



- Đường kính nhẵn cầu ~ 20mm
- Giác mạc (cornea): màng trong suốt, dai; ở phía ngoài cùng, bao phủ phía trước mắt

# Hệ thống thị giác của con người

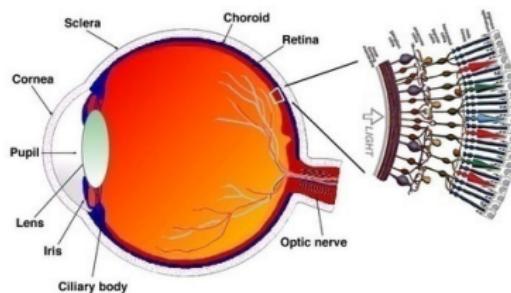
## Cấu tạo của mắt



- Đường kính nhăn cầu ~ 20mm
- Giác mạc (cornea): màng trong suốt, dai; ở phía ngoài cùng, bao phủ phía trước mắt
- Màng cứng (sclera): màng mờ, dai; ở phía ngoài cùng, bao phủ phía sau mắt

# Hệ thống thị giác của con người

## Cấu tạo của mắt

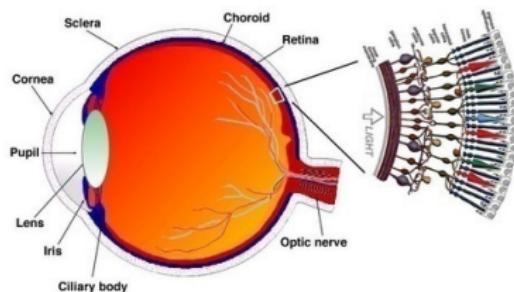


- Đường kính nhăn cầu ~ 20mm
- Giác mạc (cornea): màng trong suốt, dai; ở phía ngoài cùng, bao phủ phía trước mắt
- Màng cứng (sclera): màng mờ, dai; ở phía ngoài cùng, bao phủ phía sau mắt

- Màng bao (choroid): chứa các mạch máu cung cấp dinh dưỡng cho mắt, ngay phía trong màng cứng.

# Hệ thống thị giác của con người

## Cấu tạo của mắt

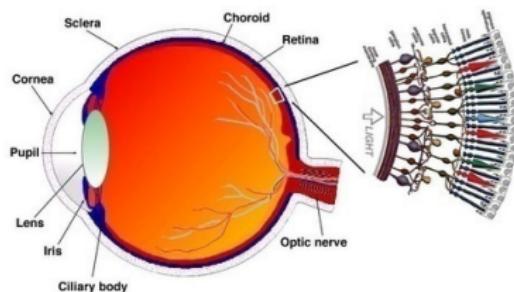


- Đường kính nhăn cầu ~ 20mm
- Giác mạc (cornea): màng trong suốt, dai; ở phía ngoài cùng, bao phủ phía trước mắt
- Màng cứng (sclera): màng mờ, dai; ở phía ngoài cùng, bao phủ phía sau mắt

- Màng bao (choroid): chứa các mạch máu cung cấp dinh dưỡng cho mắt, ngay phía trong màng cứng.
- Mống mắt (iris): phần phía trước của màng bao; có sắc tố quyết định màu mắt.

# Hệ thống thị giác của con người

## Cấu tạo của mắt

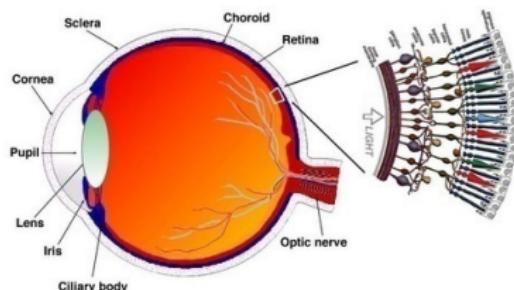


- Đường kính nhăn cầu ~ 20mm
- Giác mạc (cornea): màng trong suốt, dai; ở phía ngoài cùng, bao phủ phía trước mắt
- Màng cứng (sclera): màng mờ, dai; ở phía ngoài cùng, bao phủ phía sau mắt

- Màng bao (choroid): chứa các mạch máu cung cấp dinh dưỡng cho mắt, ngay phía trong màng cứng.
- Mống mắt (iris): phần phía trước của màng bao; có sắc tố quyết định màu mắt.
- Đồng tử (pupil): vùng mở giữa mống mắt; điều khiển số lượng ánh sáng lọt vào mắt

# Hệ thống thị giác của con người

## Cấu tạo của mắt



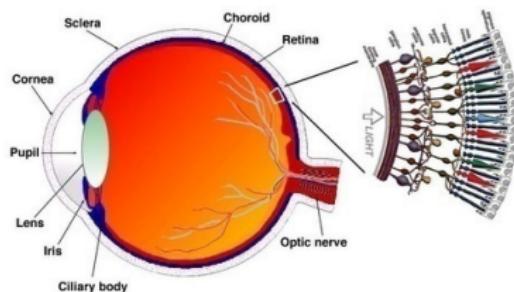
- Đường kính nhăn cầu ~ 20mm
- Giác mạc (cornea): màng trong suốt, dai; ở phía ngoài cùng, bao phủ phía trước mắt
- Màng cứng (sclera): màng mờ, dai; ở phía ngoài cùng, bao phủ phía sau mắt

- Màng bao (choroid): chứa các mạch máu cung cấp dinh dưỡng cho mắt, ngay phía trong màng cứng.
- Mống mắt (iris): phần phía trước của màng bao; có sắc tố quyết định màu mắt.
- Đồng tử (pupil): vùng mở giữa mống mắt; điều khiển số lượng ánh sáng lọt vào mắt
- Thủy tinh thể (lens): giống thấu kính; tạo từ các lớp đồng tâm gồm các tế bào sợi chứa ~ 60 – 70% nước

HOA KÝ THUẬT ĐIỆN TỬ  
AUX LY ANH SÓ

# Hệ thống thị giác của con người

## Cấu tạo của mắt



- Đường kính nhăn cầu ~ 20mm
- Giác mạc (cornea): màng trong suốt, dai; ở phía ngoài cùng, bao phủ phía trước mắt
- Màng cứng (sclera): màng mờ, dai; ở phía ngoài cùng, bao phủ phía sau mắt

- Màng bao (choroid): chứa các mạch máu cung cấp dinh dưỡng cho mắt, ngay phía trong màng cứng.
- Mống mắt (iris): phần phía trước của màng bao; có sắc tố quyết định màu mắt.
- Đồng tử (pupil): vùng mở giữa mống mắt; điều khiển số lượng ánh sáng lọt vào mắt
- Thủy tinh thể (lens): giống thấu kính; tạo từ các lớp đồng tâm gồm các tế bào sợi chứa ~ 60 – 70% nước
- Võng mạc (retina): màng tạo ảnh; gồm các tế bào (hình nón, hình que) cảm

# Hệ thống thị giác của con người

Cấu tạo của mắt: Vùng võng mạc

- Bên mạc vùng võng mạc gồm các tế bào cảm quang:



# Hệ thống thị giác của con người

Cấu tạo của mắt: Vùng võng mạc

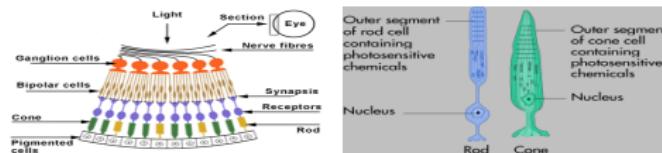
- Bên trong vùng võng mạc gồm các tế bào cảm quang:
  - ▶ Tế bào hình nón (cone), và tế bào hình que (rod)



# Hệ thống thị giác của con người

Cấu tạo của mắt: Vùng võng mạc

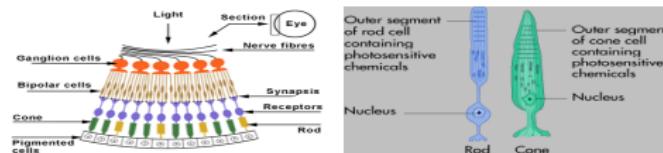
- Bên măc vùng võng mạc gồm các tế bào cảm quang:
  - ▶ Tế bào hình nón (cone), và tế bào hình que (rod)



# Hệ thống thị giác của con người

Cấu tạo của mắt: Vùng võng mạc

- Bên măc vùng võng mạc gồm các tế bào cảm quang:
  - ▶ Tế bào hình nón (cone), và tế bào hình que (rod)

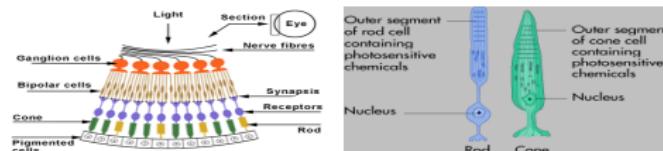


- Tế bào hình nón:

# Hệ thống thị giác của con người

Cấu tạo của mắt: Vùng võng mạc

- Bên mạc vùng võng mạc gồm các tế bào cảm quang:
  - ▶ Tế bào hình nón (cone), và tế bào hình que (rod)

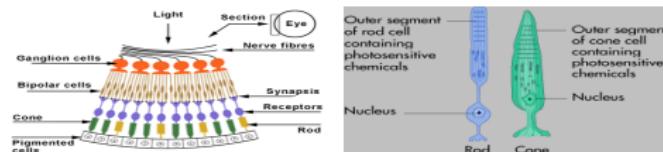


- Tế bào hình nón: ~ 6 – 7 triệu/mắt; tập trung chủ yếu tại một vùng nhỏ (gọi là điểm vàng: fovea); rất nhạy với màu sắc; khả năng quan sát chi tiết

# Hệ thống thị giác của con người

Cấu tạo của mắt: Vùng võng mạc

- Bên măc vùng võng mạc gồm các tế bào cảm quang:
  - ▶ Tế bào hình nón (cone), và tế bào hình que (rod)

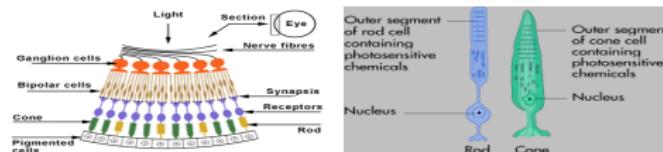


- Tế bào hình nón: ~ 6 – 7 triệu/mắt; tập trung chủ yếu tại một vùng nhỏ (gọi là điểm vàng: fovea); rất nhạy với màu sắc; khả năng quan sát chi tiết
- Tế bào hình que:

# Hệ thống thị giác của con người

Cấu tạo của mắt: Vùng võng mạc

- Bề mặt vùng võng mạc gồm các tế bào cảm quang:
  - Tế bào hình nón (cone), và tế bào hình que (rod)

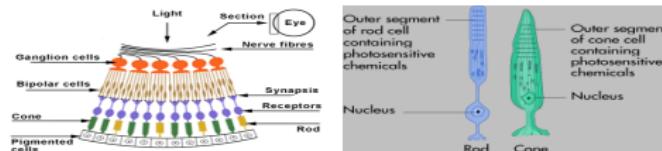


- Tế bào hình nón: ~ 6 – 7 triệu/mắt; tập trung chủ yếu tại một vùng nhỏ (gọi là điểm vàng: fovea); rất nhạy với màu sắc; khả năng quan sát chi tiết
- Tế bào hình que: ~ 75 – 150 triệu/mắt; phân bố khắp võng mạc; khả năng quan sát chung toàn bộ ảnh (không chi tiết); nhạy với hình ảnh có mức sáng thấp

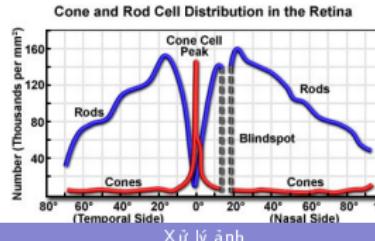
# Hệ thống thị giác của con người

## Cấu tạo của mắt: Vùng võng mạc

- Bề mặt vùng võng mạc gồm các tế bào cảm quang:
  - Tế bào hình nón (cone), và tế bào hình que (rod)



- Tế bào hình nón: ~ 6 – 7 triệu/mắt; tập trung chủ yếu tại một vùng nhỏ (gọi là điểm vàng: fovea); rất nhạy với màu sắc; khả năng quan sát chi tiết
- Tế bào hình que: ~ 75 – 150 triệu/mắt; phân bố khắp võng mạc; khả năng quan sát chung toàn bộ ảnh (không chi tiết); nhạy với hình ảnh có mức sáng thấp



# Hệ thống thị giác của con người

Cấu tạo của mắt: Điểm mù

- Vùng trên võng mạc không có sự có mặt của tế bào cảm quang



# Hệ thống thị giác của con người

Cấu tạo của mắt: Điểm mù

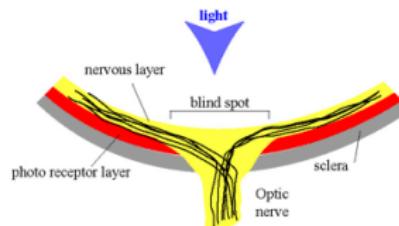
- Vùng trên võng mạc không có sự có mặt của tế bào cảm quang
  - ▶ Ảnh tạo trên vùng này sẽ không thể quan sát được



# Hệ thống thị giác của con người

## Cấu tạo của mắt: Điểm mù

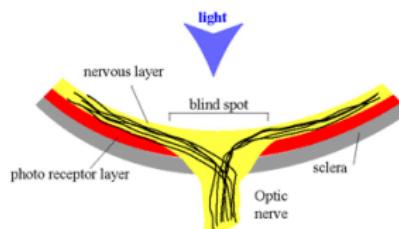
- Vùng trên võng mạc không có sự có mặt của tế bào cảm quang
  - ▶ Ảnh tạo trên vùng này sẽ không thể quan sát được



# Hệ thống thị giác của con người

## Cấu tạo của mắt: Điểm mù

- Vùng trên võng mạc không có sự có mặt của tế bào cảm quang
  - ▶ Ảnh tạo trên vùng này sẽ không thể quan sát được



## Thí nghiệm điểm mù

Vẽ hình như dưới đây trên một tờ giấy, sao cho dấu chấm và dấu chữ thập cách nhau khoảng 15cm.



Nhắm mắt phải, sử dụng mắt trái tập trung nhìn vào dấu chữ thập. Giữ tờ giấy ở khoảng cách khoảng 50cm, rồi từ từ dịch chuyển về phía mắt. Kết quả: dấu chấm sẽ biến mất.

# Hệ thống thị giác của con người

## Sự tạo ảnh trong mắt

- Thấu kính camera: tiêu cự cố định; để có ảnh rõ (focus) cần thay đổi khoảng cách giữa thấu kính và màn hứng ảnh (film, tệp bào thu nhận ảnh)



# Hệ thống thị giác của con người

## Sự tạo ảnh trong mắt

- Thấu kính camera: tiêu cự cố định; để có ảnh rõ (focus) cần thay đổi khoảng cách giữa thấu kính và màn hứng ảnh (film, tệp bào thu nhận ảnh)
- Mắt người: khoảng cách giữa thấu kính và màn hứng ảnh cố định; để có ảnh rõ cần điều tiết mắt (điều chỉnh hình dạng thủy tinh thể)



# Hệ thống thị giác của con người

## Sự tạo ảnh trong mắt

- Thấu kính camera: tiêu cự cố định; để có ảnh rõ (focus) cần thay đổi khoảng cách giữa thấu kính và màn hứng ảnh (film, tệp bào thu nhận ảnh)
- Mắt người: khoảng cách giữa thấu kính và màn hứng ảnh cố định; để có ảnh rõ cần điều tiết mắt (điều chỉnh hình dạng thủy tinh thể)
  - ▶ Khoảng cách giữa tâm thủy tinh thể đến võng mạc  $\sim 17\text{mm}$



# Hệ thống thị giác của con người

## Sự tạo ảnh trong mắt

- Thấu kính camera: tiêu cự cố định; để có ảnh rõ (focus) cần thay đổi khoảng cách giữa thấu kính và màn hứng ảnh (film, tệp bào thu nhận ảnh)
- Mắt người: khoảng cách giữa thấu kính và màn hứng ảnh cố định; để có ảnh rõ cần điều tiết mắt (điều chỉnh hình dạng thủy tinh thể)
  - ▶ Khoảng cách giữa tâm thủy tinh thể đến võng mạc  $\sim 17\text{mm}$
  - ▶ Khoảng tiêu cự của thủy tinh thể có thể thay đổi  $\sim 14 \div 17\text{mm}$



# Hệ thống thị giác của con người

## Sự tạo ảnh trong mắt

- Thấu kính camera: tiêu cự cố định; để có ảnh rõ (focus) cần thay đổi khoảng cách giữa thấu kính và màn hứng ảnh (film, tệp bào thu nhận ảnh)
- Mắt người: khoảng cách giữa thấu kính và màn hứng ảnh cố định; để có ảnh rõ cần điều tiết mắt (điều chỉnh hình dạng thủy tinh thể)
  - ▶ Khoảng cách giữa tâm thủy tinh thể đến võng mạc  $\sim 17\text{mm}$
  - ▶ Khoảng tiêu cự của thủy tinh thể có thể thay đổi  $\sim 14 \div 17\text{mm}$ 
    - ★ Tiêu cự  $\sim 17\text{mm}$  ứng với trạng thái mắt không điều tiết (relax)



# Hệ thống thị giác của con người

## Sự tạo ảnh trong mắt

- Thấu kính camera: tiêu cự cố định; để có ảnh rõ (focus) cần thay đổi khoảng cách giữa thấu kính và màn hứng ảnh (film, tệp bào thu nhận ảnh)
- Mắt người: khoảng cách giữa thấu kính và màn hứng ảnh cố định; để có ảnh rõ cần điều tiết mắt (điều chỉnh hình dạng thủy tinh thể)
  - ▶ Khoảng cách giữa tâm thủy tinh thể đến võng mạc  $\sim 17\text{mm}$
  - ▶ Khoảng tiêu cự của thủy tinh thể có thể thay đổi  $\sim 14 \div 17\text{mm}$ 
    - ★ Tiêu cự  $\sim 17\text{ mm}$  ứng với trạng thái mắt không điều tiết (relax)  $\rightarrow$  tương ứng với tiêu điểm ảnh  $\sim \geq 3\text{m}$



# Hệ thống thị giác của con người

## Sự tạo ảnh trong mắt

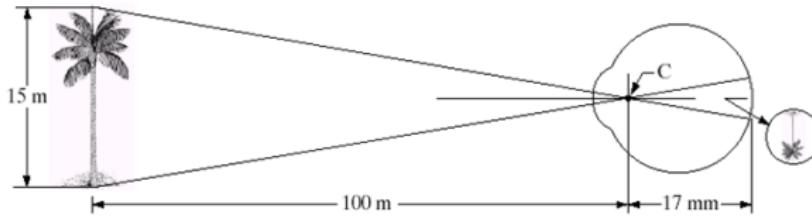
- Thấu kính camera: tiêu cự cố định; để có ảnh rõ (focus) cần thay đổi khoảng cách giữa thấu kính và màn hứng ảnh (film, tế bào thu nhận ảnh)
- Mắt người: khoảng cách giữa thấu kính và màn hứng ảnh cố định; để có ảnh rõ cần điều tiết mắt (điều chỉnh hình dạng thủy tinh thể)
  - ▶ Khoảng cách giữa tâm thủy tinh thể đến võng mạc  $\sim 17\text{mm}$
  - ▶ Khoảng tiêu cự của thủy tinh thể có thể thay đổi  $\sim 14 \div 17\text{mm}$ 
    - ★ Tiêu cự  $\sim 17\text{ mm}$  ứng với trạng thái mắt không điều tiết (relax)  $\rightarrow$  tương ứng với tiêu điểm ảnh  $\sim \geq 3\text{m}$
- Cảm nhận ảnh xảy ra khi ảnh tạo được từ vật nằm trên võng mạc; kích thích các tế bào cảm quang (tế bào hình nón, tế bào hình que); biến đổi năng lượng bức xạ thành xung điện; cuối cùng gửi đến não để giải mã.



# Hệ thống thị giác của con người

## Sự tạo ảnh trong mắt

- Thấu kính camera: tiêu cự cố định; để có ảnh rõ (focus) cần thay đổi khoảng cách giữa thấu kính và màn hứng ảnh (film, tế bào thu nhận ảnh)
- Mắt người: khoảng cách giữa thấu kính và màn hứng ảnh cố định; để có ảnh rõ cần điều tiết mắt (điều chỉnh hình dạng thủy tinh thể)
  - Khoảng cách giữa tâm thủy tinh thể đến võng mạc  $\sim 17\text{ mm}$
  - Khoảng tiêu cự của thủy tinh thể có thể thay đổi  $\sim 14 \div 17\text{ mm}$ 
    - Tiêu cự  $\sim 17\text{ mm}$  ứng với trạng thái mắt không điều tiết (relax)  $\rightarrow$  tương ứng với tiêu điểm ảnh  $\sim \geq 3\text{ m}$
- Cảm nhận ảnh xảy ra khi ảnh tạo được từ vật nằm trên võng mạc; kích thích các tế bào cảm quang (tế bào hình nón, tế bào hình que); biến đổi năng lượng bức xạ thành xung điện; cuối cùng gửi đến não để giải mã.



# Hệ thống thị giác của con người

## Sự thích ứng độ sáng của mắt

- Hệ thống thị giác của người có khả năng cảm nhận một dải các mức độ sáng rất rộng:  $10^{-6} \div 10^4$  (lux)



# Hệ thống thị giác của con người

## Sự thích ứng độ sáng của mắt

- Hệ thống thị giác của người có khả năng cảm nhận một dải các mức độ sáng rất rộng:  $10^{-6} \div 10^4$  (lux)
  - ▶ Tuy nhiên mắt không thể cảm nhận đồng thời được hết các mức sáng trong toàn dải mà tại mỗi thời điểm chỉ thích ứng với một dải cường độ sáng nhỏ hơn.  $\Rightarrow$  Sự thích ứng độ sáng của mắt.

# Hệ thống thị giác của con người

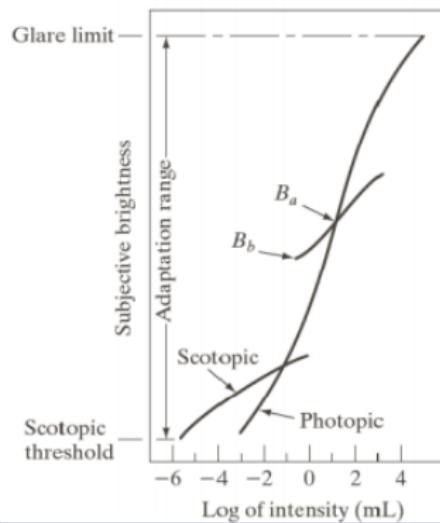
## Sự thích ứng độ sáng của mắt

- Hệ thống thị giác của người có khả năng cảm nhận một dải các mức độ sáng rất rộng:  $10^{-6} \div 10^4$  (lux)
  - ▶ Tuy nhiên mắt không thể cảm nhận đồng thời được hết các mức sáng trong toàn dải mà tại mỗi thời điểm chỉ thích ứng với một dải cường độ sáng nhỏ hơn.  $\Rightarrow$  Sự thích ứng độ sáng của mắt.
  - ▶ Quan hệ giữa cường độ sáng thực tế và cường độ sáng mà mắt cảm nhận được là hàm logarithm

# Hệ thống thị giác của con người

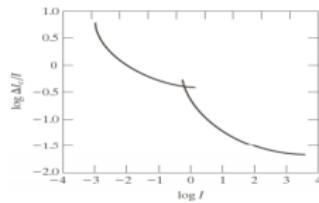
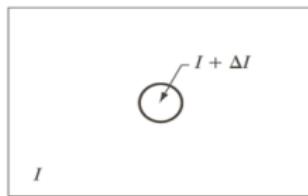
## Sự thích ứng độ sáng của mắt

- Hệ thống thị giác của người có khả năng cảm nhận một dải các mức độ sáng rất rộng:  $10^{-6} \div 10^4$  (lux)
  - ▶ Tuy nhiên mắt không thể cảm nhận đồng thời được hết các mức sáng trong toàn dải mà tại mỗi thời điểm chỉ thích ứng với một dải cường độ sáng nhỏ hơn.  $\Rightarrow$  Sự thích ứng độ sáng của mắt.
  - ▶ Quan hệ giữa cường độ sáng thực tế và cường độ sáng mà mắt cảm nhận được là hàm logarithm



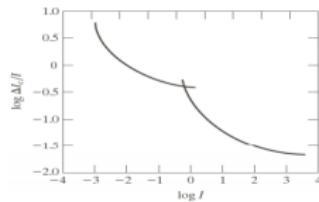
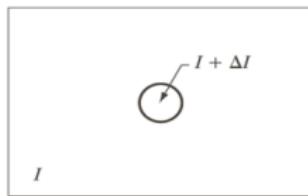
# Hệ thống thị giác của con người

Sự phân biệt độ sáng của mắt



# Hệ thống thị giác của con người

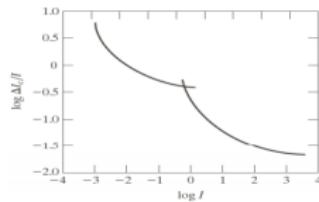
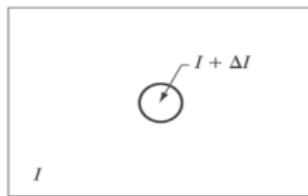
Sự phân biệt độ sáng của mắt



- Tỷ lệ Weber:  $\Delta I_c/I$

# Hệ thống thị giác của con người

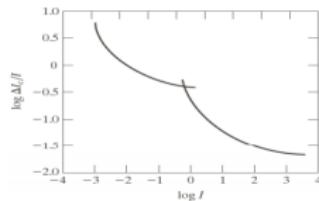
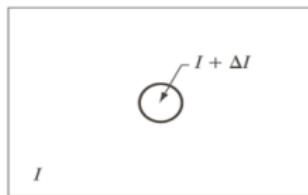
Sự phân biệt độ sáng của mắt



- Tỷ lệ Weber:  $\Delta I_c/I$ 
  - ▶  $I$ : mức cường độ sáng của nền

# Hệ thống thị giác của con người

## Sự phân biệt độ sáng của mắt

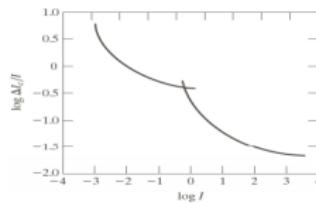
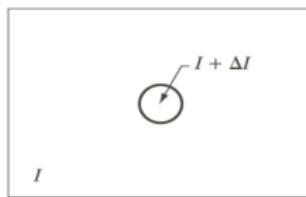


- Tỷ lệ Weber:  $\Delta I_c/I$

- ▶  $I$ : mức cường độ sáng của nền
- ▶  $\Delta I_c$ : mức tăng cường độ sáng mà tỷ lệ phân biệt được 50%

# Hệ thống thị giác của con người

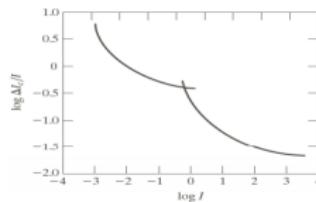
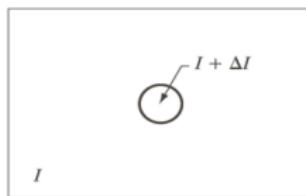
## Sự phân biệt độ sáng của mắt



- Tỷ lệ Weber:  $\Delta I_c/I$ 
  - ▶  $I$ : mức cường độ sáng của nền
  - ▶  $\Delta I_c$ : mức tăng cường độ sáng mà tỷ lệ phân biệt được 50%
- Tỷ lệ Weber nhỏ: sự phân biệt mức độ sáng tốt

# Hệ thống thị giác của con người

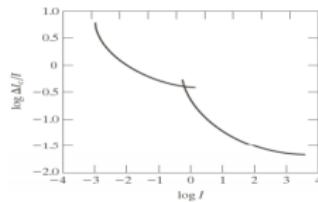
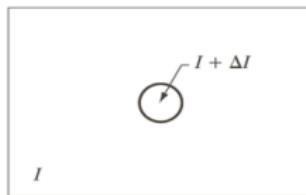
## Sự phân biệt độ sáng của mắt



- Tỷ lệ Weber:  $\Delta I_c/I$ 
  - ▶  $I$ : mức cường độ sáng của nền
  - ▶  $\Delta I_c$ : mức tăng cường độ sáng mà tỷ lệ phân biệt được 50%
- Tỷ lệ Weber nhỏ: sự phân biệt mức độ sáng tốt
- Tỷ lệ Weber lớn: sự phân biệt mức độ sáng kém.

# Hệ thống thị giác của con người

## Sự phân biệt độ sáng của mắt



- Tỷ lệ Weber:  $\Delta I_c/I$ 
  - ▶  $I$ : mức cường độ sáng của nền
  - ▶  $\Delta I_c$ : mức tăng cường độ sáng mà tỷ lệ phân biệt được 50%
- Tỷ lệ Weber nhỏ: sự phân biệt mức độ sáng tốt
- Tỷ lệ Weber lớn: sự phân biệt mức độ sáng kém.
- Sự phân biệt mức độ sáng kém ( $\Delta I_c/I$  lớn) khi mức sáng thấp ( $I$  nhỏ); Sự phân biệt mức độ sáng được cải thiện ( $\Delta I_c$  nhỏ) khi mức sáng của nền tăng ( $I$  lớn).

# Hệ thống thị giác của con người

Ảo giác quan học: Hiệu ứng dải Mach

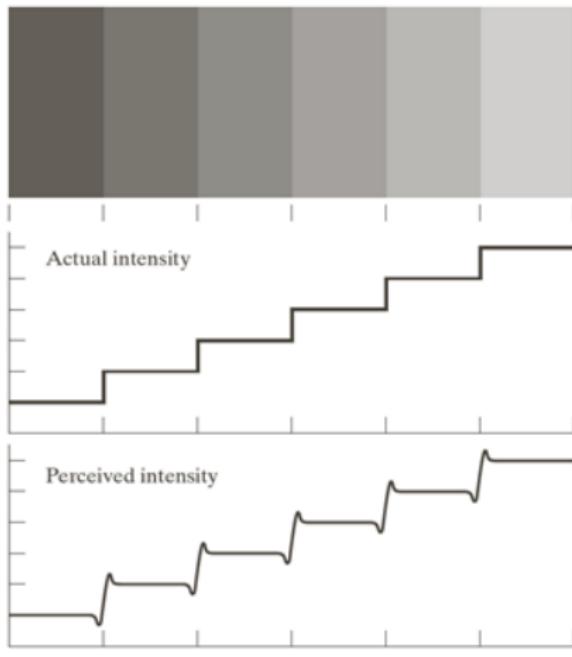
- Mắt người có xu thế phóng đại (già tăng) hoặc làm giảm nhỏ quanh những vùng có cường độ sáng khác biệt



# Hệ thống thị giác của con người

## Ảo giác quan học: Hiệu ứng dải Mach

- Mắt người có xu thế phóng đại (già tăng) hoặc làm giảm nhỏ quanh những vùng có cường độ sáng khác biệt



# Hệ thống thị giác của con người

Ảo giác quan học: Hiện tượng tương phản đồng thời

- Sự cảm nhận cường độ sáng của một vùng có liên quan đến các cường độ sáng của các vùng lân cận



# Hệ thống thị giác của con người

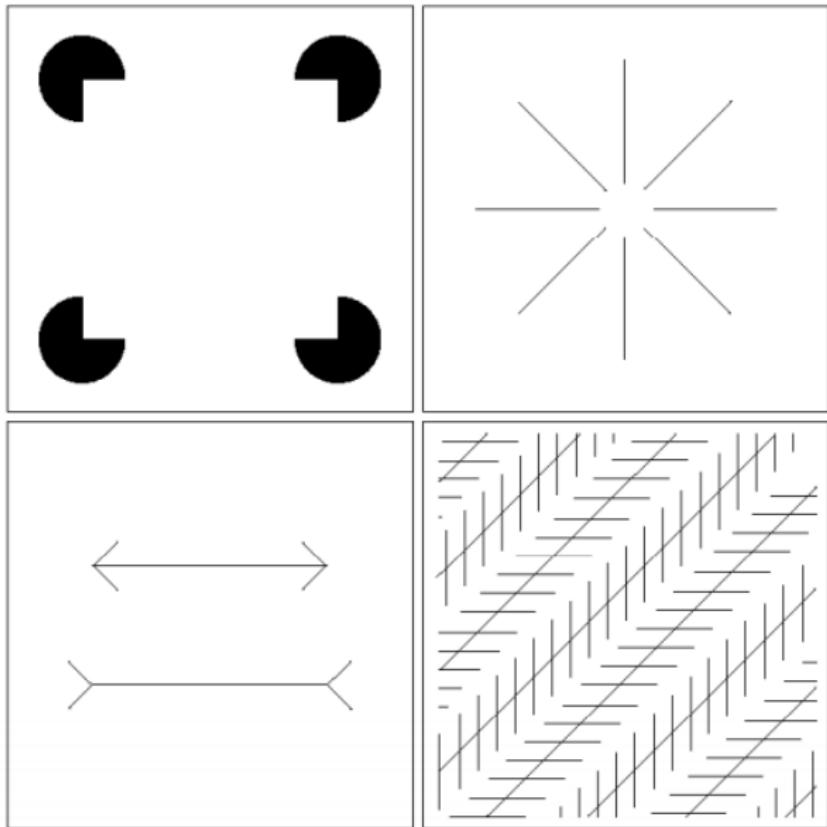
Ảo giác quan học: Hiện tượng tương phản đồng thời

- Sự cảm nhận cường độ sáng của một vùng có liên quan đến các cường độ sáng của các vùng lân cận



# Hệ thống thị giác của con người

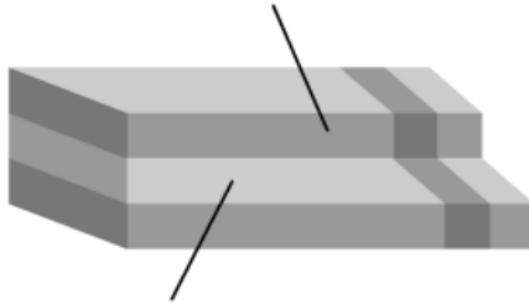
Ảo giác quan học: Diễn giải sai, Diễn thông tin không có (1)



# Hệ thống thị giác của con người

Ảo giác quan học: Diễn giải sai, Diễn thông tin không có (2)

This side looks like steps with shading.



This side looks like a flat surface, with strips of paint.



# Hệ thống thị giác của con người

Ảo giác quan học: Diễn giải sai, Diễn thông tin không có (3)

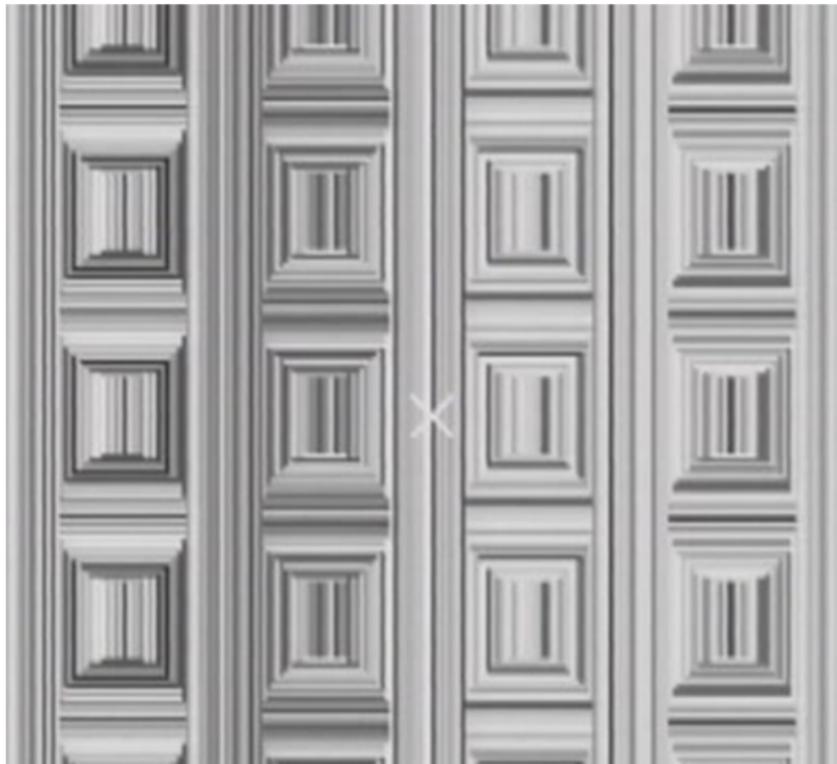
- Tập trung nhìn vào dấu chéo ở giữa bức ảnh và nghĩ đến đường tròn.



# Hệ thống thị giác của con người

Ảo giác quan học: Diễn giải sai, Diễn thông tin không có (3)

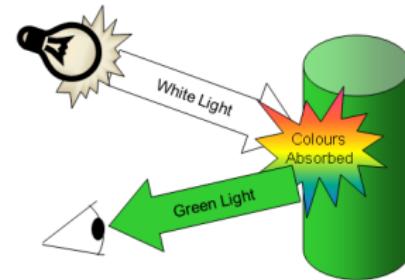
- Tập trung nhìn vào dấu chéo ở giữa bức ảnh và nghĩ đến đường tròn.



# Hệ thống thị giác của con người

## Cảm nhận màu của mắt

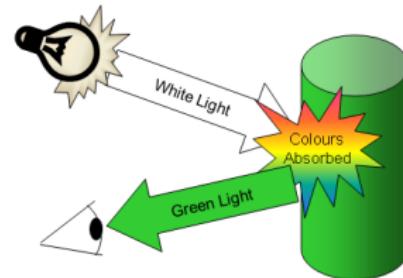
- Màu sắc của vật mà mắt người cảm nhận được được quyết định bởi bản chất của ánh sáng phản xạ từ vật



# Hệ thống thị giác của con người

## Cảm nhận màu của mắt

- Màu sắc của vật mà mắt người cảm nhận được được quyết định bởi bản chất của ánh sáng phản xạ từ vật
  - Một vật phản xạ cân bằng hầu hết các bước sóng trong vùng ánh sáng nhìn thấy sẽ cho người cảm nhận có màu trắng.

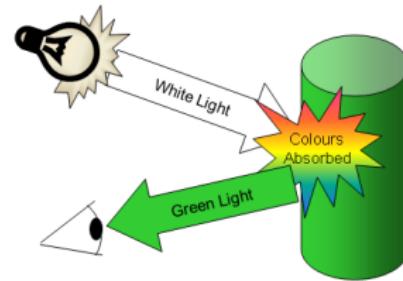


# Hệ thống thị giác của con người

## Cảm nhận màu của mắt

- Màu sắc của vật mà mắt người cảm nhận được được quyết định bởi bản chất của ánh sáng phản xạ từ vật
  - Một vật phản xạ cân bằng hầu hết các bước sóng trong vùng ánh sáng nhìn thấy sẽ cho người cảm nhận có màu trắng.

Khi chiếu ánh sáng trắng vào một đối tượng màu xanh lá cây, hầu hết các bước sóng bị hấp thu, trong khi đó chỉ có ánh sáng màu xanh lá cây phản xạ từ vật. ⇒ Cảm nhận được vật màu xanh lá cây.



# Chương 2: Cơ bản về Xử lý ảnh số

## Nội dung chính

- 1 Ánh sáng và phổ sóng điện từ
- 2 Hệ thống thị giác của con người
- 3 Cảm biến và thu nhận ảnh
- 4 Quá trình số hóa ảnh
- 5 Biểu diễn ảnh
- 6 Mô hình màu
- 7 Kỹ thuật in ảnh
- 8 Một số khái niệm cơ bản
- 9 Phụ lục
  - Hệ thống thị giác
  - Mô hình biểu diễn ảnh
  - Mô hình màu
  - Kỹ thuật in ảnh



AÜLÝ ANHSO

# Cảm biến và thu nhận ảnh

## Cảm biến

- Hầu hết ảnh mà chúng ta quan tâm được tạo bằng việc chiếu sáng một cảnh và hấp thụ năng lượng của phản xạ từ cảnh nên màn tạo ảnh.



# Cảm biến và thu nhận ảnh

## Cảm biến

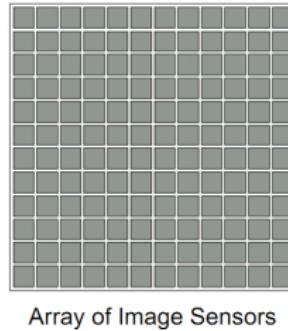
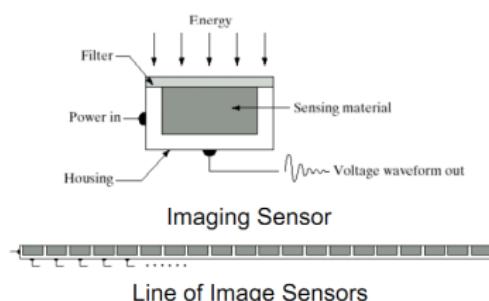
- Hầu hết ảnh mà chúng ta quan tâm được tạo bằng việc chiếu sáng một cảnh và hấp thụ năng lượng của phản xạ từ cảnh nên màn tạo ảnh.
- Năng lượng ánh sáng (hoặc tổng quát là sóng điện từ) đến cảm biến, năng lượng ánh sáng (sóng điện từ) → năng lượng điện → biến đổi thành thông tin ảnh.



# Cảm biến và thu nhận ảnh

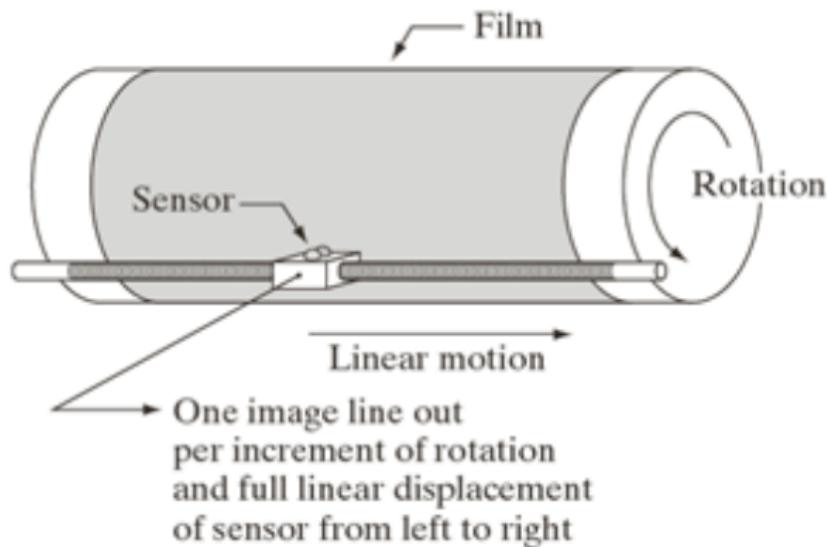
## Cảm biến

- Hầu hết ảnh mà chúng ta quan tâm được tạo bằng việc chiếu sáng một cảnh và hấp thụ năng lượng của phản xạ từ cảnh nên màn tạo ảnh.
- Năng lượng ánh sáng (hoặc tổng quát là sóng điện từ) đến cảm biến, năng lượng ánh sáng (sóng điện từ) → năng lượng điện → biến đổi thành thông tin ảnh.



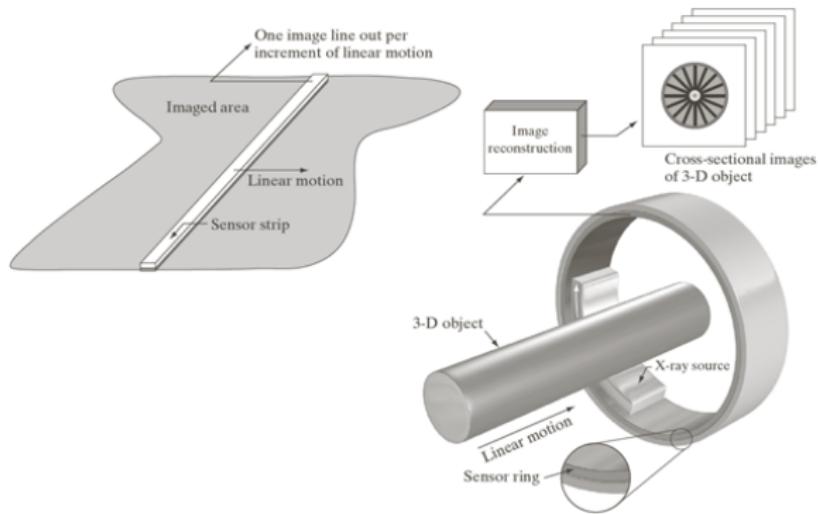
# Cảm biến và thu nhận ảnh

Thu nhận ảnh: Sử dụng một sensor đơn lẻ



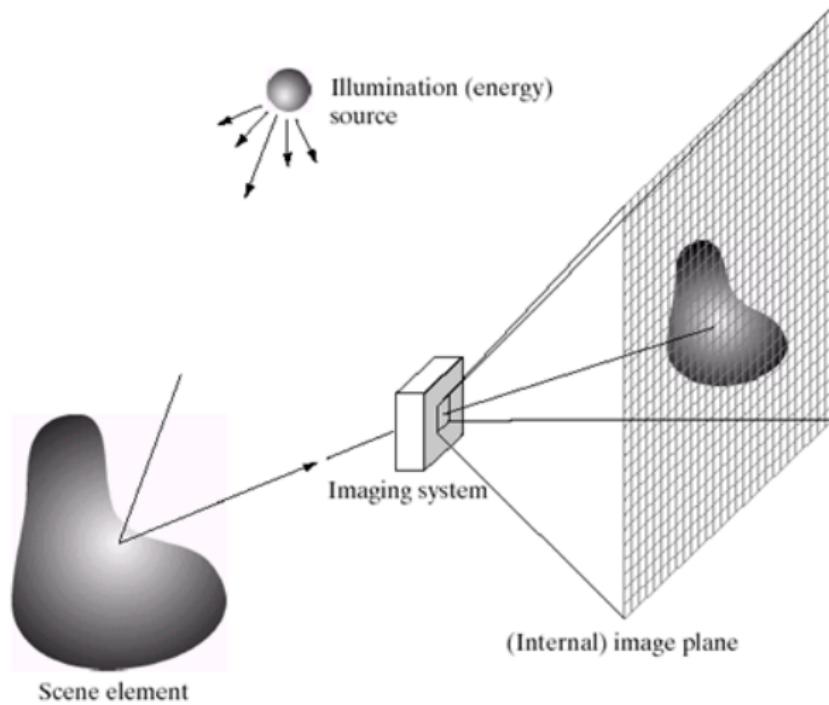
# Cảm biến và thu nhận ảnh

## Thu nhận ảnh: Sử dụng dãy sensor (2)



# Cảm biến và thu nhận ảnh

Thu nhận ảnh: Sử dụng ma trận sensor



# Cảm biến và thu nhận ảnh

## Mô hình tạo ảnh đơn giản

- Ảnh số  $f(x, y)$ :  $0 < f(x, y) < \infty$



# Cảm biến và thu nhận ảnh

## Mô hình tạo ảnh đơn giản

- Ảnh số  $f(x, y)$ :  $0 < f(x, y) < \infty$

- ▶ Ý nghĩa vật lý của giá trị  $f(x, y)$  phụ thuộc vào nguồn ảnh



# Cảm biến và thu nhận ảnh

## Mô hình tạo ảnh đơn giản

- Ảnh số  $f(x, y)$ :  $0 < f(x, y) < \infty$ 
  - ▶ Ý nghĩa vật lý của giá trị  $f(x, y)$  phụ thuộc vào nguồn ảnh
- Có thể mô tả bởi hai thành phần:  $f(x, y) = i(x, y)r(x, y)$



# Cảm biến và thu nhận ảnh

## Mô hình tạo ảnh đơn giản

- Ảnh số  $f(x, y)$ :  $0 < f(x, y) < \infty$ 
  - ▶ Ý nghĩa vật lý của giá trị  $f(x, y)$  phụ thuộc vào nguồn ảnh
- Có thể mô tả bởi hai thành phần:  $f(x, y) = i(x, y)r(x, y)$ 
  - ▶ Lượng sáng từ nguồn sáng chiếu tới đối tượng cần thu nhận ảnh  $i(x, y)$ : phụ thuộc nguồn sáng;  $0 < i(x, y) < \infty$



# Cảm biến và thu nhận ảnh

## Mô hình tạo ảnh đơn giản

- Ảnh số  $f(x, y)$ :  $0 < f(x, y) < \infty$ 
  - ▶ Ý nghĩa vật lý của giá trị  $f(x, y)$  phụ thuộc vào nguồn ảnh
- Có thể mô tả bởi hai thành phần:  $f(x, y) = i(x, y)r(x, y)$ 
  - ▶ Lượng sáng từ nguồn sáng chiếu tới đối tượng cần thu nhận ảnh  $i(x, y)$ : phụ thuộc nguồn sáng;  $0 < i(x, y) < \infty$
  - ▶ Lượng sáng phản xạ từ đối tượng cần thu nhận ảnh  $r(x, y)$ : phụ thuộc vào đặc tính của đối tượng cần thu nhận ảnh;  $0 \leq r(x, y) \leq 1$



# Cảm biến và thu nhận ảnh

## Mô hình tạo ảnh đơn giản

- Ảnh số  $f(x, y)$ :  $0 < f(x, y) < \infty$ 
  - ▶ Ý nghĩa vật lý của giá trị  $f(x, y)$  phụ thuộc vào nguồn ảnh
- Có thể mô tả bởi hai thành phần:  $f(x, y) = i(x, y)r(x, y)$ 
  - ▶ Lượng sáng từ nguồn sáng chiếu tới đối tượng cần thu nhận ảnh  $i(x, y)$ : phụ thuộc nguồn sáng;  $0 < i(x, y) < \infty$
  - ▶ Lượng sáng phản xạ từ đối tượng cần thu nhận ảnh  $r(x, y)$ : phụ thuộc vào đặc tính của đối tượng cần thu nhận ảnh;  $0 \leq r(x, y) \leq 1$ 
    - ★  $r(x, y) = 0$ : đối tượng hấp thụ hoàn toàn;  $r(x, y) = 1$ : đối tượng phản xạ hoàn toàn



# Cảm biến và thu nhận ảnh

## Mô hình tạo ảnh đơn giản

- Ảnh số  $f(x, y)$ :  $0 < f(x, y) < \infty$ 
  - ▶ Ý nghĩa vật lý của giá trị  $f(x, y)$  phụ thuộc vào nguồn ảnh
- Có thể mô tả bởi hai thành phần:  $f(x, y) = i(x, y)r(x, y)$ 
  - ▶ Lượng sáng từ nguồn sáng chiếu tới đối tượng cần thu nhận ảnh  $i(x, y)$ : phụ thuộc nguồn sáng;  $0 < i(x, y) < \infty$
  - ▶ Lượng sáng phản xạ từ đối tượng cần thu nhận ảnh  $r(x, y)$ : phụ thuộc vào đặc tính của đối tượng cần thu nhận ảnh;  $0 \leq r(x, y) \leq 1$ 
    - ★  $r(x, y) = 0$ : đối tượng hấp thụ hoàn toàn;  $r(x, y) = 1$ : đối tượng phản xạ hoàn toàn
- Ảnh đơn sắc có mức xám (cường độ sáng) tại  $(x_0, y_0)$ :  $I = f(x_0, y_0)$



# Cảm biến và thu nhận ảnh

## Mô hình tạo ảnh đơn giản

- Ảnh số  $f(x, y)$ :  $0 < f(x, y) < \infty$ 
  - ▶ Ý nghĩa vật lý của giá trị  $f(x, y)$  phụ thuộc vào nguồn ảnh
- Có thể mô tả bởi hai thành phần:  $f(x, y) = i(x, y)r(x, y)$ 
  - ▶ Lượng sáng từ nguồn sáng chiếu tới đối tượng cần thu nhận ảnh  $i(x, y)$ : phụ thuộc nguồn sáng;  $0 < i(x, y) < \infty$
  - ▶ Lượng sáng phản xạ từ đối tượng cần thu nhận ảnh  $r(x, y)$ : phụ thuộc vào đặc tính của đối tượng cần thu nhận ảnh;  $0 \leq r(x, y) \leq 1$ 
    - ★  $r(x, y) = 0$ : đối tượng hấp thụ hoàn toàn;  $r(x, y) = 1$ : đối tượng phản xạ hoàn toàn
- Ảnh đơn sắc có mức xám (cường độ sáng) tại  $(x_0, y_0)$ :  $I = f(x_0, y_0)$ 
  - ▶  $L_{min} \leq I \leq L_{max}$



# Cảm biến và thu nhận ảnh

## Mô hình tạo ảnh đơn giản

- Ảnh số  $f(x, y)$ :  $0 < f(x, y) < \infty$ 
  - ▶ Ý nghĩa vật lý của giá trị  $f(x, y)$  phụ thuộc vào nguồn ảnh
- Có thể mô tả bởi hai thành phần:  $f(x, y) = i(x, y)r(x, y)$ 
  - ▶ Lượng sáng từ nguồn sáng chiếu tới đối tượng cần thu nhận ảnh  $i(x, y)$ : phụ thuộc nguồn sáng;  $0 < i(x, y) < \infty$
  - ▶ Lượng sáng phản xạ từ đối tượng cần thu nhận ảnh  $r(x, y)$ : phụ thuộc vào đặc tính của đối tượng cần thu nhận ảnh;  $0 \leq r(x, y) \leq 1$ 
    - ★  $r(x, y) = 0$ : đối tượng hấp thụ hoàn toàn;  $r(x, y) = 1$ : đối tượng phản xạ hoàn toàn
- Ảnh đơn sắc có mức xám (cường độ sáng) tại  $(x_0, y_0)$ :  $I = f(x_0, y_0)$ 
  - ▶  $L_{min} \leq I \leq L_{max}$ 
    - ★  $L_{min} = i_{min}r_{min}$  ( $\sim 10$  trong môi trường trong nhà)



# Cảm biến và thu nhận ảnh

## Mô hình tạo ảnh đơn giản

- Ảnh số  $f(x, y)$ :  $0 < f(x, y) < \infty$ 
  - ▶ Ý nghĩa vật lý của giá trị  $f(x, y)$  phụ thuộc vào nguồn ảnh
- Có thể mô tả bởi hai thành phần:  $f(x, y) = i(x, y)r(x, y)$ 
  - ▶ Lượng sáng từ nguồn sáng chiếu tới đối tượng cần thu nhận ảnh  $i(x, y)$ : phụ thuộc nguồn sáng;  $0 < i(x, y) < \infty$
  - ▶ Lượng sáng phản xạ từ đối tượng cần thu nhận ảnh  $r(x, y)$ : phụ thuộc vào đặc tính của đối tượng cần thu nhận ảnh;  $0 \leq r(x, y) \leq 1$ 
    - ★  $r(x, y) = 0$ : đối tượng hấp thụ hoàn toàn;  $r(x, y) = 1$ : đối tượng phản xạ hoàn toàn
- Ảnh đơn sắc có mức xám (cường độ sáng) tại  $(x_0, y_0)$ :  $I = f(x_0, y_0)$ 
  - ▶  $L_{min} \leq I \leq L_{max}$ 
    - ★  $L_{min} = i_{min}r_{min}$  ( $\sim 10$  trong môi trường trong nhà)
    - ★  $L_{max} = i_{max}r_{max}$  ( $\sim 1000$  trong môi trường trong nhà)



# Cảm biến và thu nhận ảnh

## Mô hình tạo ảnh đơn giản

- Ảnh số  $f(x, y)$ :  $0 < f(x, y) < \infty$ 
  - ▶ Ý nghĩa vật lý của giá trị  $f(x, y)$  phụ thuộc vào nguồn ảnh
- Có thể mô tả bởi hai thành phần:  $f(x, y) = i(x, y)r(x, y)$ 
  - ▶ Lượng sáng từ nguồn sáng chiếu tới đối tượng cần thu nhận ảnh  $i(x, y)$ : phụ thuộc nguồn sáng;  $0 < i(x, y) < \infty$
  - ▶ Lượng sáng phản xạ từ đối tượng cần thu nhận ảnh  $r(x, y)$ : phụ thuộc vào đặc tính của đối tượng cần thu nhận ảnh;  $0 \leq r(x, y) \leq 1$ 
    - ★  $r(x, y) = 0$ : đối tượng hấp thụ hoàn toàn;  $r(x, y) = 1$ : đối tượng phản xạ hoàn toàn
- Ảnh đơn sắc có mức xám (cường độ sáng) tại  $(x_0, y_0)$ :  $I = f(x_0, y_0)$ 
  - ▶  $L_{min} \leq I \leq L_{max}$ 
    - ★  $L_{min} = i_{min}r_{min}$  ( $\sim 10$  trong môi trường trong nhà)
    - ★  $L_{max} = i_{max}r_{max}$  ( $\sim 1000$  trong môi trường trong nhà)
    - ★  $[L_{min}, L_{max}]$ : thang mức xám; thường  $[0, L - 1]$  (0: đen; 1(255): trắng)



# Chương 2: Cơ bản về Xử lý ảnh số

## Nội dung chính

- 1 Ánh sáng và phổ sóng điện từ
- 2 Hệ thống thị giác của con người
- 3 Cảm biến và thu nhận ảnh
- 4 Quá trình số hóa ảnh
- 5 Biểu diễn ảnh
- 6 Mô hình màu
- 7 Kỹ thuật in ảnh
- 8 Một số khái niệm cơ bản
- 9 Phụ lục
  - Hệ thống thị giác
  - Mô hình biểu diễn ảnh
  - Mô hình màu
  - Kỹ thuật in ảnh

# Quá trình số hóa ảnh

## Khái niệm cơ bản trong lây mẫu và lượng tử hóa ảnh (1)

- Cảm biến ảnh số chỉ có thể đo lường một số lượng hạn chế các mẫu với các giá trị thuộc một tập rời rạc các mức năng lượng



# Quá trình số hóa ảnh

## Khái niệm cơ bản trong lấy mẫu và lượng tử hóa ảnh (1)

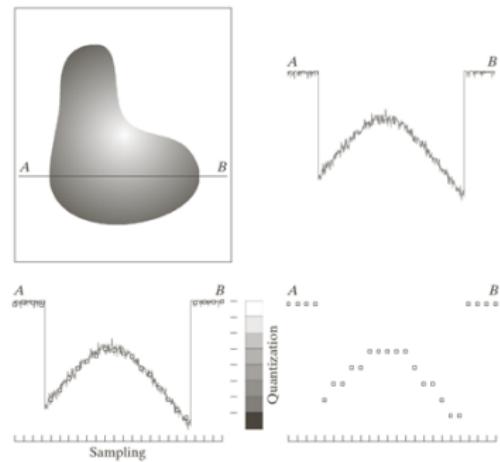
- Cảm biến ảnh số chỉ có thể đo lường một số lượng hạn chế các mẫu với các giá trị thuộc một tập rời rạc các mức năng lượng
- Cần lấy mẫu (theo không gian) và lượng tử hóa (giá trị cường độ sáng tại mỗi điểm)



# Quá trình số hóa ảnh

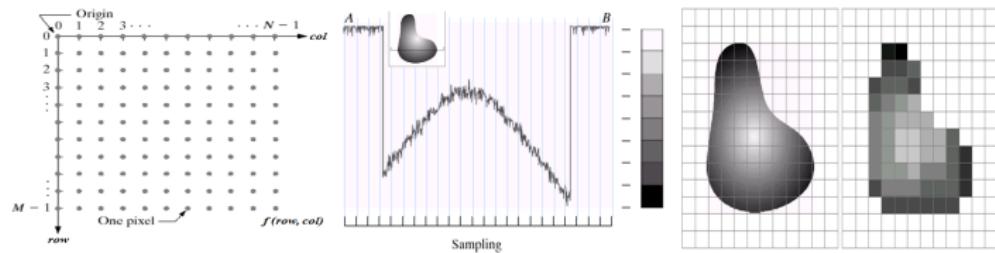
## Khái niệm cơ bản trong lấy mẫu và lượng tử hóa ảnh (1)

- Cảm biến ảnh số chỉ có thể đo lường một số lượng hạn chế các mẫu với các giá trị thuộc một tập rời rạc các mức năng lượng
- Cần lấy mẫu (theo không gian) và lượng tử hóa (giá trị cường độ sáng tại mỗi điểm)



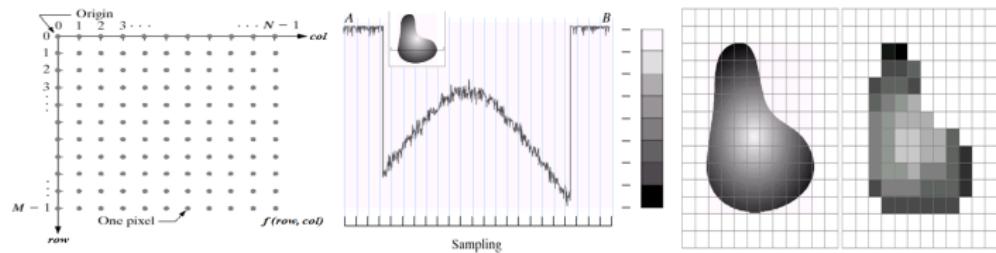
# Quá trình số hóa ảnh

## Khái niệm cơ bản trong lấy mẫu và lượng tử hóa ảnh (2)



# Quá trình số hóa ảnh

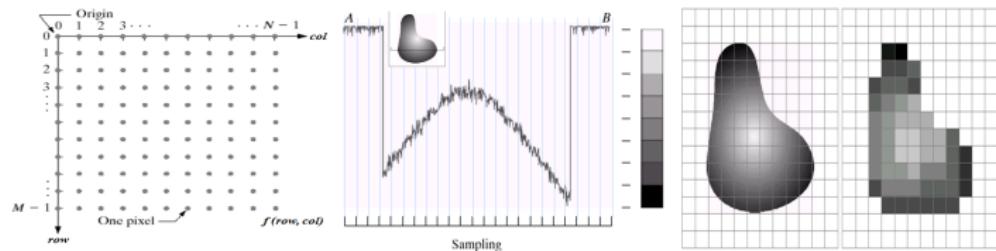
Khái niệm cơ bản trong lấy mẫu và lượng tử hóa ảnh (2)



Ảnh liên tục  $f(s, t) \rightarrow$  ảnh số  $f(x, y)$  ( $x, y \in Z^+$ )

# Quá trình số hóa ảnh

## Khái niệm cơ bản trong lấy mẫu và lượng tử hóa ảnh (2)

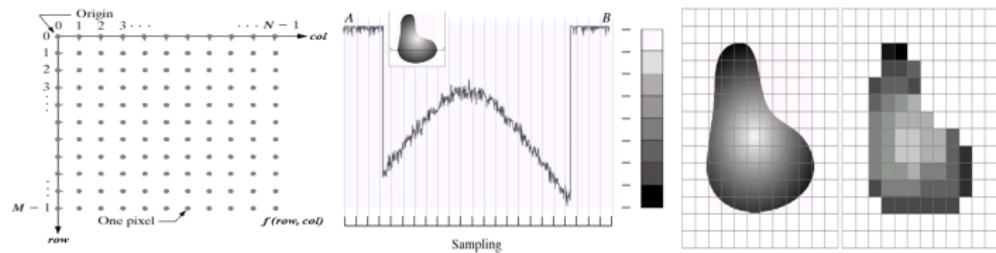


Ảnh liên tục  $f(s, t) \rightarrow$  ảnh số  $f(x, y)$  ( $x, y \in Z^+$ )

- $\Delta x \equiv$  bước rời rạc hóa theo trục  $x$ ;  $\Delta y \equiv$  bước rời rạc hóa theo trục  $y$

# Quá trình số hóa ảnh

## Khái niệm cơ bản trong lấy mẫu và lượng tử hóa ảnh (2)

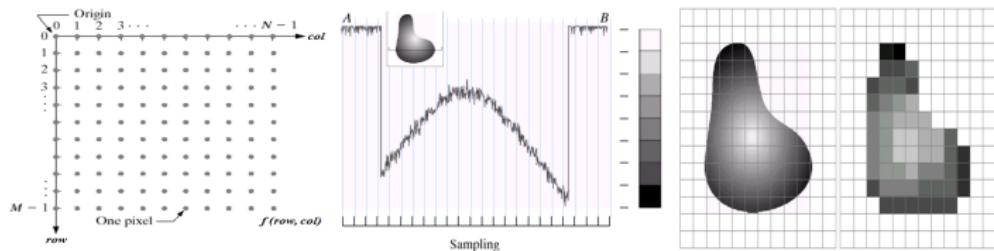


Ảnh liên tục  $f(s, t) \rightarrow$  ảnh số  $f(x, y)$  ( $x, y \in Z^+$ )

- $\Delta x \equiv$  bước rời rạc hóa theo trục  $x$ ;  $\Delta y \equiv$  bước rời rạc hóa theo trục  $y$
- $\Rightarrow f_x = \frac{1}{\Delta x}$ : tần số lấy mẫu theo trục  $x$ ;  $f_y = \frac{1}{\Delta y}$ : tần số lấy mẫu theo trục  $y$

# Quá trình số hóa ảnh

## Khái niệm cơ bản trong lấy mẫu và lượng tử hóa ảnh (2)

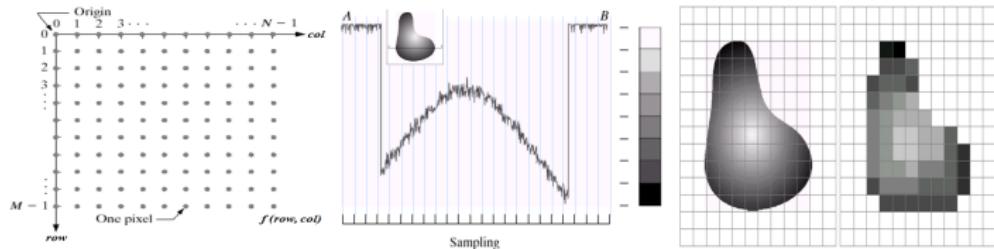


Ảnh liên tục  $f(s, t) \rightarrow$  ảnh số  $f(x, y)$  ( $x, y \in Z^+$ )

- $\Delta x \equiv$  bước rời rạc hóa theo trục  $x$ ;  $\Delta y \equiv$  bước rời rạc hóa theo trục  $y$
- $\Rightarrow f_x = \frac{1}{\Delta x}$ : tần số lấy mẫu theo trục  $x$ ;  $f_y = \frac{1}{\Delta y}$ : tần số lấy mẫu theo trục  $y$ 
  - ▶  $f_x \geq 2f_{xmax}$ ,  $f_y \geq 2f_{ymax}$  (Định lý lấy mẫu Shannon;  $f_{xmax}$ ,  $f_{ymax}$ : tần số cực đại theo trục  $x$  và trục  $y$ )

# Quá trình số hóa ảnh

Khái niệm cơ bản trong lấy mẫu và lượng tử hóa ảnh (2)

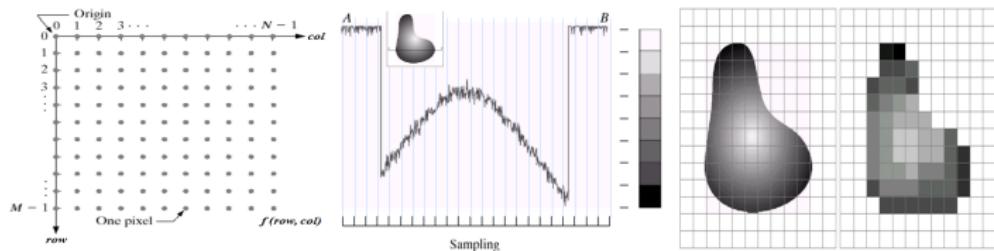


Ảnh liên tục  $f(s, t) \rightarrow$  ảnh số  $f(x, y)$  ( $x, y \in Z^+$ )

- $\Delta x \equiv$  bước rời rạc hóa theo trục  $x$ ;  $\Delta y \equiv$  bước rời rạc hóa theo trục  $y$
- $\Rightarrow f_x = \frac{1}{\Delta x}$ : tần số lấy mẫu theo trục  $x$ ;  $f_y = \frac{1}{\Delta y}$ : tần số lấy mẫu theo trục  $y$ 
  - ▶  $f_x \geq 2f_{xmax}$ ,  $f_y \geq 2f_{ymax}$  (Định lý lấy mẫu Shannon;  $f_{xmax}$ ,  $f_{ymax}$ : tần số cực đại theo trục  $x$  và trục  $y$ )
- Giá trị  $\hat{f}(x\Delta x, y\Delta y) \rightarrow f(x, y)$  giá trị nguyên  $\in [0, L - 1]$

# Quá trình số hóa ảnh

## Khái niệm cơ bản trong lấy mẫu và lượng tử hóa ảnh (2)



Ảnh liên tục  $f(s, t) \rightarrow$  ảnh số  $f(x, y)$  ( $x, y \in Z^+$ )

- $\Delta x \equiv$  bước rời rạc hóa theo trục  $x$ ;  $\Delta y \equiv$  bước rời rạc hóa theo trục  $y$
- $\Rightarrow f_x = \frac{1}{\Delta x}$ : tần số lấy mẫu theo trục  $x$ ;  $f_y = \frac{1}{\Delta y}$ : tần số lấy mẫu theo trục  $y$ 
  - ▶  $f_x \geq 2f_{xmax}$ ,  $f_y \geq 2f_{ymax}$  (Định lý lấy mẫu Shannon;  $f_{xmax}$ ,  $f_{ymax}$ : tần số cực đại theo trục  $x$  và trục  $y$ )
- Giá trị  $\hat{f}(x\Delta x, y\Delta y) \rightarrow f(x, y)$  giá trị nguyên  $\in [0, L - 1]$ 
  - ▶  $L = 2^k$ :  $k$  số bít dùng để biểu diễn.

# Chương 2: Cơ bản về Xử lý ảnh số

## Nội dung chính

- 1 Ánh sáng và phổ sóng điện từ
- 2 Hệ thống thị giác của con người
- 3 Cảm biến và thu nhận ảnh
- 4 Quá trình số hóa ảnh
- 5 **Biểu diễn ảnh**
- 6 Mô hình màu
- 7 Kỹ thuật in ảnh
- 8 Một số khái niệm cơ bản
- 9 Phụ lục
  - Hệ thống thị giác
  - Mô hình biểu diễn ảnh
  - Mô hình màu
  - Kỹ thuật in ảnh



XỬ LÝ ẢNH SỐ

# Biểu diễn ảnh

Mô hình biểu diễn: Mô hình Raster

- Mô hình biểu diễn thông dụng nhất



# Biểu diễn ảnh

Mô hình biểu diễn: Mô hình Raster

- Mô hình biểu diễn thông dụng nhất
- Ảnh số được biểu diễn thông qua một ma trận các điểm ảnh



# Biểu diễn ảnh

Mô hình biểu diễn: Mô hình Raster

- Mô hình biểu diễn thông dụng nhất
- Ảnh số được biểu diễn thông qua một ma trận các điểm ảnh
  - ▶ Ví dụ: Ảnh thu nhận từ các camera kỹ thuật số, máy scanner, ...



# Biểu diễn ảnh

Mô hình biểu diễn: Mô hình Raster

- Mô hình biểu diễn thông dụng nhất
- Ảnh số được biểu diễn thông qua một ma trận các điểm ảnh
  - ▶ Ví dụ: Ảnh thu nhận từ các camera kỹ thuật số, máy scanner, ...
- Thuận lợi cho việc in ấn, hiển thị, và xử lý



# Biểu diễn ảnh

Mô hình biểu diễn: Mô hình Raster

- Mô hình biểu diễn thông dụng nhất
- Ảnh số được biểu diễn thông qua một ma trận các điểm ảnh
  - ▶ Ví dụ: Ảnh thu nhận từ các camera kỹ thuật số, máy scanner, ...
- Thuận lợi cho việc in ấn, hiển thị, và xử lý
- Đơn giản về khái niệm; **dung lượng file phụ thuộc kích thước ảnh**



# Biểu diễn ảnh

Mô hình biểu diễn: Mô hình Raster

- Mô hình biểu diễn thông dụng nhất
- Ảnh số được biểu diễn thông qua một ma trận các điểm ảnh
  - ▶ Ví dụ: Ảnh thu nhận từ các camera kỹ thuật số, máy scanner, ...
- Thuận lợi cho việc in ấn, hiển thị, và xử lý
- Đơn giản về khái niệm; **dung lượng file phụ thuộc kích thước ảnh**
- Rất nhiều kỹ thuật, thành tựu công nghệ xử lý ảnh đã phát triển trên mô hình này



# Biểu diễn ảnh

Mô hình biểu diễn: Mô hình Raster

- Mô hình biểu diễn thông dụng nhất
- Ảnh số được biểu diễn thông qua một ma trận các điểm ảnh
  - ▶ Ví dụ: Ảnh thu nhận từ các camera kỹ thuật số, máy scanner, ...
- Thuận lợi cho việc in ấn, hiển thị, và xử lý
- Đơn giản về khái niệm; **dung lượng file phụ thuộc kích thước ảnh**
- Rất nhiều kỹ thuật, thành tựu công nghệ xử lý ảnh đã phát triển trên mô hình này
  - ▶ Ví dụ các công nghệ phần cứng tận hiến cho việc truy xuất, hiển thị nhanh và chất lượng; Các kỹ thuật nén ảnh; ...



# Biểu diễn ảnh

Mô hình biểu diễn: Mô hình Raster

$$f(x, y) = \begin{bmatrix} f(0, 0) & f(0, 1) & \cdots & f(0, N - 1) \\ f(1, 0) & f(1, 1) & \cdots & f(1, N - 1) \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ f(M - 1, 0) & f(M - 1, 1) & \cdots & f(M - 1, N - 1) \end{bmatrix}$$



# Biểu diễn ảnh

Mô hình biểu diễn: Mô hình Raster

$$f(x, y) = \begin{bmatrix} f(0, 0) & f(0, 1) & \cdots & f(0, N - 1) \\ f(1, 0) & f(1, 1) & \cdots & f(1, N - 1) \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ f(M - 1, 0) & f(M - 1, 1) & \cdots & f(M - 1, N - 1) \end{bmatrix}$$

- $x = 0, 1, 2, \dots, M - 1; y = 0, 1, 2, \dots, N - 1$

# Biểu diễn ảnh

Mô hình biểu diễn: Mô hình Raster

$$f(x, y) = \begin{bmatrix} f(0, 0) & f(0, 1) & \cdots & f(0, N - 1) \\ f(1, 0) & f(1, 1) & \cdots & f(1, N - 1) \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ f(M - 1, 0) & f(M - 1, 1) & \cdots & f(M - 1, N - 1) \end{bmatrix}$$

- $x = 0, 1, 2, \dots, M - 1; y = 0, 1, 2, \dots, N - 1$
- $M \times N$ : kích thước ảnh (theo điểm)

# Biểu diễn ảnh

Mô hình biểu diễn: Mô hình Vector

- Sử dụng các đối tượng hình học cơ bản (các điểm, các đường thẳng, các đường cong, các khối, các đa giác, ...) mà các đối tượng này được định nghĩa dựa trên mô tả (biểu diễn) toán học.



# Biểu diễn ảnh

## Mô hình biểu diễn: Mô hình Vector

- Sử dụng các đối tượng hình học cơ bản (các điểm, các đường thẳng, các đường cong, các khối, các đa giác, ...) mà các đối tượng này được định nghĩa dựa trên mô tả (biểu diễn) toán học.
  - ▶ Thu nhận từ những thiết bị chuyên dụng (chẳng hạn như digitalizer), hoặc các chương trình số hóa chuyển từ mô hình Raster.



# Biểu diễn ảnh

## Mô hình biểu diễn: Mô hình Vector

- Sử dụng các đối tượng hình học cơ bản (các điểm, các đường thẳng, các đường cong, các khối, các đa giác, ...) mà các đối tượng này được định nghĩa dựa trên mô tả (biểu diễn) toán học.
  - ▶ Thu nhận từ những thiết bị chuyên dụng (chẳng hạn như digitalizer), hoặc các chương trình số hóa chuyển từ mô hình Raster.
- Thuận lợi cho việc lựa chọn, sửa đổi, sao chép, di chuyển, tìm kiếm



# Biểu diễn ảnh

## Mô hình biểu diễn: Mô hình Vector

- Sử dụng các đối tượng hình học cơ bản (các điểm, các đường thẳng, các đường cong, các khối, các đa giác, ...) mà các đối tượng này được định nghĩa dựa trên mô tả (biểu diễn) toán học.
  - ▶ Thu nhận từ những thiết bị chuyên dụng (chẳng hạn như digitalizer), hoặc các chương trình số hóa chuyển từ mô hình Raster.
- Thuận lợi cho việc lựa chọn, sửa đổi, sao chép, di chuyển, tìm kiếm
- Tuy nhiên chưa phổ biến:



# Biểu diễn ảnh

## Mô hình biểu diễn: Mô hình Vector

- Sử dụng các đối tượng hình học cơ bản (các điểm, các đường thẳng, các đường cong, các khối, các đa giác, ...) mà các đối tượng này được định nghĩa dựa trên mô tả (biểu diễn) toán học.
  - ▶ Thu nhận từ những thiết bị chuyên dụng (chẳng hạn như digitalizer), hoặc các chương trình số hóa chuyển từ mô hình Raster.
- Thuận lợi cho việc lựa chọn, sửa đổi, sao chép, di chuyển, tìm kiếm
- Tuy nhiên chưa phổ biến:
  - ▶ Phức tạp với các ảnh thực tế; dung lượng file không phụ thuộc vào kích thước ảnh.



# Biểu diễn ảnh

## Mô hình biểu diễn: Mô hình Vector

- Sử dụng các đối tượng hình học cơ bản (các điểm, các đường thẳng, các đường cong, các khối, các đa giác, ...) mà các đối tượng này được định nghĩa dựa trên mô tả (biểu diễn) toán học.
  - ▶ Thu nhận từ những thiết bị chuyên dụng (chẳng hạn như digitalizer), hoặc các chương trình số hóa chuyển từ mô hình Raster.
- Thuận lợi cho việc lựa chọn, sửa đổi, sao chép, di chuyển, tìm kiếm
- Tuy nhiên chưa phổ biến:
  - ▶ Phức tạp với các ảnh thực tế; dung lượng file không phụ thuộc vào kích thước ảnh.
  - ▶ Các thiết bị phần cứng hiện chưa hỗ trợ một cách rộng rãi



# Biểu diễn ảnh

## Mô hình biểu diễn: Mô hình Vector

- Sử dụng các đối tượng hình học cơ bản (các điểm, các đường thẳng, các đường cong, các khối, các đa giác, ...) mà các đối tượng này được định nghĩa dựa trên mô tả (biểu diễn) toán học.
  - ▶ Thu nhận từ những thiết bị chuyên dụng (chẳng hạn như digitalizer), hoặc các chương trình số hóa chuyển từ mô hình Raster.
- Thuận lợi cho việc lựa chọn, sửa đổi, sao chép, di chuyển, tìm kiếm
- Tuy nhiên chưa phổ biến:
  - ▶ Phức tạp với các ảnh thực tế; dung lượng file không phụ thuộc vào kích thước ảnh.
  - ▶ Các thiết bị phần cứng hiện chưa hỗ trợ một cách rộng rãi

```
<rect width="120" height="80" fill="rgb(255,51,0)"  
stroke="rgb(0,0,204)" stroke-width="4" />
```

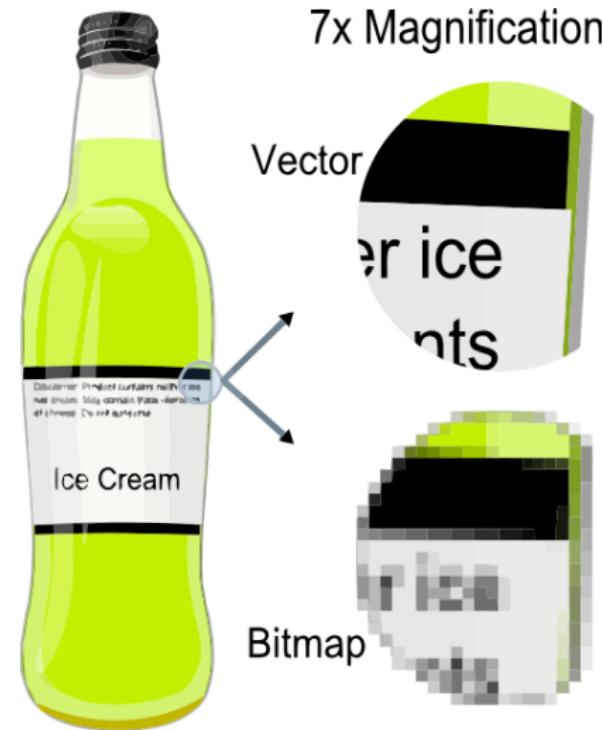


```
<rect width="1200" height="800" fill="rgb(255,51,0)"  
stroke="rgb(0,0,204)" stroke-width="40" />
```



# Biểu diễn ảnh

Mô hình biểu diễn: Minh họa sự khác biệt giữa mô hình Raster và Vector



# Biểu diễn ảnh

## Độ phân giải ảnh: Độ phân giải không gian (1)

- Độ phân giải không gian (spatial resolution) của ảnh số là số lượng điểm ảnh (pixel) dùng để tập hợp biểu diễn ảnh.



# Biểu diễn ảnh

## Độ phân giải ảnh: Độ phân giải không gian (1)

- Độ phân giải không gian (spatial resolution) của ảnh số là số lượng điểm ảnh (pixel) dùng để tập hợp biểu diễn ảnh.
  - ▶ ≡ Cho biết chi tiết nhỏ nhất vẫn có thể phân biệt được trên một ảnh



# Biểu diễn ảnh

## Độ phân giải ảnh: Độ phân giải không gian (1)

- Độ phân giải không gian (spatial resolution) của ảnh số là số lượng điểm ảnh (pixel) dùng để tập hợp biểu diễn ảnh.
  - ▶ ≡ Cho biết chi tiết nhỏ nhất vẫn có thể phân biệt được trên một ảnh
  - ▶ Được quyết định từ quá trình lấy mẫu



# Biểu diễn ảnh

## Độ phân giải ảnh: Độ phân giải không gian (1)

- Độ phân giải không gian (spatial resolution) của ảnh số là số lượng điểm ảnh (pixel) dùng để tập hợp biểu diễn ảnh.
  - ▶ ≡ Cho biết chi tiết nhỏ nhất vẫn có thể phân biệt được trên một ảnh
  - ▶ Được quyết định từ quá trình lấy mẫu
  - ▶ Độ phân giải càng cao → ảnh càng đẹp, càng mịn, càng thể hiện rõ chi tiết.



# Biểu diễn ảnh

## Độ phân giải ảnh: Độ phân giải không gian (1)

- Độ phân giải không gian (spatial resolution) của ảnh số là số lượng điểm ảnh (pixel) dùng để tập hợp biểu diễn ảnh.
  - ▶ ≡ Cho biết chi tiết nhỏ nhất vẫn có thể phân biệt được trên một ảnh
  - ▶ Được quyết định từ quá trình lấy mẫu
  - ▶ Độ phân giải càng cao → ảnh càng đẹp, càng mịn, càng thể hiện rõ chi tiết.
- Có 3 cách biểu diễn độ phân giải không gian:



# Biểu diễn ảnh

## Độ phân giải ảnh: Độ phân giải không gian (1)

- Độ phân giải không gian (spatial resolution) của ảnh số là số lượng điểm ảnh (pixel) dùng để tập hợp biểu diễn ảnh.
  - ▶ ≡ Cho biết chi tiết nhỏ nhất vẫn có thể phân biệt được trên một ảnh
  - ▶ Được quyết định từ quá trình lấy mẫu
  - ▶ Độ phân giải càng cao → ảnh càng đẹp, càng mịn, càng thể hiện rõ chi tiết.
- Có 3 cách biểu diễn độ phân giải không gian:
  - ▶ Số điểm ảnh theo chiều dọc và chiều ngang ảnh (ví dụ:  $1024 \times 1024$ )



# Biểu diễn ảnh

## Độ phân giải ảnh: Độ phân giải không gian (1)

- Độ phân giải không gian (spatial resolution) của ảnh số là số lượng điểm ảnh (pixel) dùng để tập hợp biểu diễn ảnh.
  - ▶ ≡ Cho biết chi tiết nhỏ nhất vẫn có thể phân biệt được trên một ảnh
  - ▶ Được quyết định từ quá trình lấy mẫu
  - ▶ Độ phân giải càng cao → ảnh càng đẹp, càng mịn, càng thể hiện rõ chi tiết.
- Có 3 cách biểu diễn độ phân giải không gian:
  - ▶ Số điểm ảnh theo chiều dọc và chiều ngang ảnh (ví dụ:  $1024 \times 1024$ )
  - ▶ Tổng số điểm ảnh biểu diễn một bức ảnh (ví dụ 1,024,000 pixel)



# Biểu diễn ảnh

## Độ phân giải ảnh: Độ phân giải không gian (1)

- Độ phân giải không gian (spatial resolution) của ảnh số là số lượng điểm ảnh (pixel) dùng để tập hợp biểu diễn ảnh.
  - ▶ ≡ Cho biết chi tiết nhỏ nhất vẫn có thể phân biệt được trên một ảnh
  - ▶ Được quyết định từ quá trình lấy mẫu
  - ▶ Độ phân giải càng cao → ảnh càng đẹp, càng mịn, càng thể hiện rõ chi tiết.
- Có 3 cách biểu diễn độ phân giải không gian:
  - ▶ Số điểm ảnh theo chiều dọc và chiều ngang ảnh (ví dụ:  $1024 \times 1024$ )
  - ▶ Tổng số điểm ảnh biểu diễn một bức ảnh (ví dụ 1,024,000 pixel)
  - ▶ Số lượng điểm ảnh trên một đơn vị diện tích 1 inch ảnh (còn gọi là ppi - pixel per inch) hoặc số lượng chấm biểu diễn trên một đơn vị diện tích 1 inch (còn gọi là dpi - dot per inch)



# Biểu diễn ảnh

Độ phân giải ảnh: Độ phân giải không gian (2-1)



# Biểu diễn ảnh

Độ phân giải ảnh: Độ phân giải không gian (2-2)



(a) 1024



(b) 512



(c) 256



(d) 128



(e) 64



(f) 32

# Biểu diễn ảnh

Độ phân giải ảnh: Độ phân giải không gian (2-2)



(a) 1024



(b) 512



(c) 256



(d) 128



(e) 64



(f) 32

- ⇒ Phụ thuộc vào số lượng điểm ảnh và kích thước ảnh

# Biểu diễn ảnh

Độ phân giải ảnh: Độ phân giải cường độ sáng (1)

- Là số mức cường độ sáng (số mức xám) được sử dụng để hiển thị ảnh



# Biểu diễn ảnh

Độ phân giải ảnh: Độ phân giải cường độ sáng (1)

- Là số mức cường độ sáng (số mức xám) được sử dụng để hiển thị ảnh
  - ▶ Cho biết sự thay đổi mức cường độ sáng nhỏ nhất có thể phân biệt được.



# Biểu diễn ảnh

## Độ phân giải ảnh: Độ phân giải cường độ sáng (1)

- Là số mức cường độ sáng (số mức xám) được sử dụng để hiển thị ảnh
  - ▶ Cho biết sự thay đổi mức cường độ sáng nhỏ nhất có thể phân biệt được.
  - ▶ Sử dụng càng nhiều mức, mức thay đổi có thể phân biệt được của các chi tiết trong ảnh càng mịn



# Biểu diễn ảnh

## Độ phân giải ảnh: Độ phân giải cường độ sáng (1)

- Là số mức cường độ sáng (số mức xám) được sử dụng để hiển thị ảnh
  - ▶ Cho biết sự thay đổi mức cường độ sáng nhỏ nhất có thể phân biệt được.
  - ▶ Sử dụng càng nhiều mức, mức thay đổi có thể phân biệt được của các chi tiết trong ảnh càng mịn
- Quy về số bít sử dụng để biểu diễn mức cường độ sáng



# Biểu diễn ảnh

## Độ phân giải ảnh: Độ phân giải cường độ sáng (1)

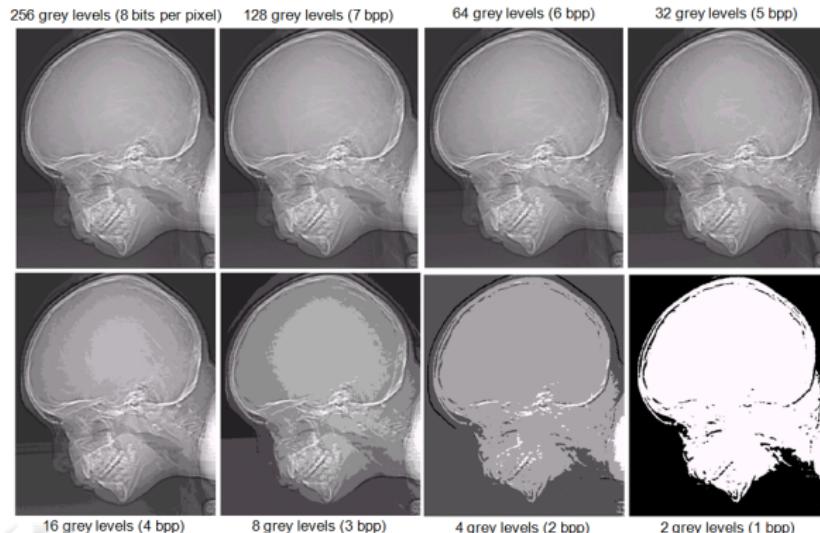
- Là số mức cường độ sáng (số mức xám) được sử dụng để hiển thị ảnh
  - ▶ Cho biết sự thay đổi mức cường độ sáng nhỏ nhất có thể phân biệt được.
  - ▶ Sử dụng càng nhiều mức, mức thay đổi có thể phân biệt được của các chi tiết trong ảnh càng mịn
- Quy về số bít sử dụng để biểu diễn mức cường độ sáng

Number of Bits	Number of Intensity Levels	Examples
1	2	0, 1
2	4	00, 01, 10, 11
4	16	0000, 0101, 1111
8	256	00110011, 01010101
16	65,536	1010101010101010



# Biểu diễn ảnh

## Độ phân giải ảnh: Độ phân giải cường độ sáng (2)



# Biểu diễn ảnh

Độ phân giải ảnh: Thể nào là thích hợp? (1)

Độ phân giải bao nhiêu là đủ?



# Biểu diễn ảnh

Độ phân giải ảnh: Thể nào là thích hợp? (1)

Độ phân giải bao nhiêu là đủ?

- Câu trả lời phụ thuộc vào những yếu tố có trong ảnh và điều mà chúng ta muốn làm với bức ảnh đó.



# Biểu diễn ảnh

Độ phân giải ảnh: Thể nào là thích hợp? (1)

Độ phân giải bao nhiêu là đủ?

- Câu trả lời phụ thuộc vào những yếu tố có trong ảnh và điều mà chúng ta muốn làm với bức ảnh đó.
  - ▶ Bức ảnh có đạt được yếu tố thẩm mỹ không?



# Biểu diễn ảnh

Độ phân giải ảnh: Thể nào là thích hợp? (1)

Độ phân giải bao nhiêu là đủ?

- Câu trả lời phụ thuộc vào những yếu tố có trong ảnh và điều mà chúng ta muốn làm với bức ảnh đó.
  - ▶ Bức ảnh có đạt được yếu tố thẩm mỹ không?
  - ▶ Những điều chúng ta muốn thấy từ bức ảnh có hay không?



# Biểu diễn ảnh

Độ phân giải ảnh: Thể nào là thích hợp? (1)

Độ phân giải bao nhiêu là đủ?

- Câu trả lời phụ thuộc vào những yếu tố có trong ảnh và điều mà chúng ta muốn làm với bức ảnh đó.
  - ▶ Bức ảnh có đạt được yếu tố thẩm mỹ không?
  - ▶ Những điều chúng ta muốn thấy từ bức ảnh có hay không?



# Biểu diễn ảnh

Độ phân giải ảnh: Thế nào là thích hợp? (1)

Độ phân giải bao nhiêu là đủ?

- Câu trả lời phụ thuộc vào những yêu tố có trong ảnh và điều mà chúng ta muốn làm với bức ảnh đó.
  - ▶ Bức ảnh có đạt được yêu tố thẩm mỹ không?
  - ▶ Những điều chúng ta muốn thấy từ bức ảnh có hay không?



- Nếu ứng dụng mục đích chỉ để đếm số lượng xe: Ảnh bên phải là đủ

# Biểu diễn ảnh

Độ phân giải ảnh: Thế nào là thích hợp? (1)

Độ phân giải bao nhiêu là đủ?

- Câu trả lời phụ thuộc vào những yêu tố có trong ảnh và điều mà chúng ta muốn làm với bức ảnh đó.
  - ▶ Bức ảnh có đạt được yêu tố thẩm mỹ không?
  - ▶ Những điều chúng ta muốn thấy từ bức ảnh có hay không?



- Nếu ứng dụng mục đích chỉ để đếm số lượng xe: Ảnh bên phải là đủ
- Nếu ứng dụng mục đích để tự động đọc biển số xe: Ảnh bên phải quá tồi (không đủ)

KHOA KỸ THUẬT DỊCH TỰ  
IPTIT  
XỬ LÝ ẢNH SỐ

# Biểu diễn ảnh

Độ phân giải ảnh: Thể nào là thích hợp? (2)

- Việc thay đổi kích thước (độ phân giải không gian) và số bít biểu diễn (độ phân giải cường độ sáng) đồng thời có ảnh hưởng như thế nào đến chất lượng cảm nhận ảnh?



# Biểu diễn ảnh

Độ phân giải ảnh: Thế nào là thích hợp? (2)

- Việc thay đổi kích thước (độ phân giải không gian) và số bít biểu diễn (độ phân giải cường độ sáng) đồng thời có ảnh hưởng như thế nào đến chất lượng cảm nhận ảnh?



Low Detail



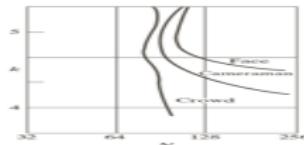
Medium Detail



High Detail

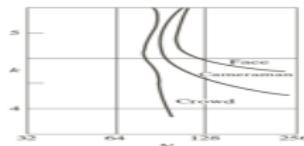
# Biểu diễn ảnh

Độ phân giải ảnh: Thể nào là thích hợp? (3)



# Biểu diễn ảnh

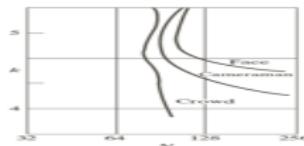
Độ phân giải ảnh: Thể nào là thích hợp? (3)



- $N$ : kích thước ảnh (số điểm ảnh, độ phân giải không gian);  $k$ : số bít biểu diễn (độ phân giải cường độ sáng)

# Biểu diễn ảnh

Độ phân giải ảnh: Thể nào là thích hợp? (3)

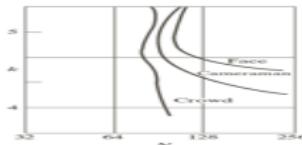


- $N$ : kích thước ảnh (số điểm ảnh, độ phân giải không gian);  $k$ : số bít biểu diễn (độ phân giải cường độ sáng)

Đường cong isopreference:

# Biểu diễn ảnh

Độ phân giải ảnh: Thể nào là thích hợp? (3)



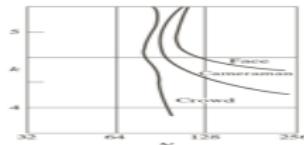
- $N$ : kích thước ảnh (số điểm ảnh, độ phân giải không gian);  $k$ : số bít biểu diễn (độ phân giải cường độ sáng)

Đường cong isopreference:

- Các điểm trên cùng một đường biểu diễn mức độ cảm nhận chủ quan về chất lượng ảnh là như nhau

# Biểu diễn ảnh

Độ phân giải ảnh: Thể nào là thích hợp? (3)



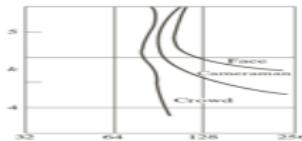
- $N$ : kích thước ảnh (số điểm ảnh, độ phân giải không gian);  $k$ : số bít biểu diễn (độ phân giải cường độ sáng)

Đường cong isopreference:

- Các điểm trên cùng một đường biểu diễn mức độ cảm nhận chủ quan về chất lượng ảnh là như nhau
- Các đường cong isopreference có xu thế dịch phải và lên trên:

# Biểu diễn ảnh

Độ phân giải ảnh: Thể nào là thích hợp? (3)



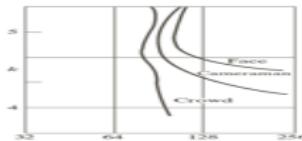
- $N$ : kích thước ảnh (số điểm ảnh, độ phân giải không gian);  $k$ : số bít biểu diễn (độ phân giải cường độ sáng)

Đường cong isopreference:

- Các điểm trên cùng một đường biểu diễn mức độ cảm nhận chủ quan về chất lượng ảnh là như nhau
- Các đường cong isopreference có xu thế dịch phải và lên trên:  $\equiv$  xu thế tăng độ phân giải không gian (sang phải) và tăng độ phân giải mức cường độ sáng (lên trên)

# Biểu diễn ảnh

Độ phân giải ảnh: Thể nào là thích hợp? (3)



- $N$ : kích thước ảnh (số điểm ảnh, độ phân giải không gian);  $k$ : số bít biểu diễn (độ phân giải cường độ sáng)

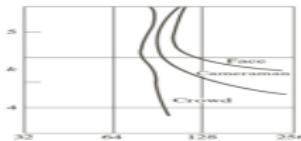
Đường cong isopreference:

- Các điểm trên cùng một đường biểu diễn mức độ cảm nhận chủ quan về chất lượng ảnh là như nhau
- Các đường cong isopreference có xu thế dịch phải và lên trên:  $\equiv$  xu thế tăng độ phân giải không gian (sang phải) và tăng độ phân giải mức cường độ sáng (lên trên)
- Các đường cong isopreference có xu thế dốc đứng khi ảnh có độ chi tiết lớn (ảnh đám đông)

KỸ THUẬT  
DIỄN TỬ  
AUX LÝ ẢNH SỐ

# Biểu diễn ảnh

Độ phân giải ảnh: Thể nào là thích hợp? (3)



- $N$ : kích thước ảnh (số điểm ảnh, độ phân giải không gian);  $k$ : số bít biểu diễn (độ phân giải cường độ sáng)

Đường cong isopreference:

- Các điểm trên cùng một đường biểu diễn mức độ cảm nhận chủ quan về chất lượng ảnh là như nhau
- Các đường cong isopreference có xu thế dịch phải và lên trên:  $\equiv$  xu thế tăng độ phân giải không gian (sang phải) và tăng độ phân giải mức cường độ sáng (lên trên)
- Các đường cong isopreference có xu thế dốc đứng khi ảnh có độ chi tiết lớn (ảnh đám đông)
  - ▶  $\Rightarrow$  Với các ảnh có nhiều chi tiết, chỉ cần số lượng mức cường độ xám ít

KỸ THUẬT  
DIỄN TƯƠI  
XỬ LÝ ẢNH SỐ

# Biểu diễn ảnh

Một số định dạng file ảnh cơ bản

- ≥ 50 định dạng



# Biểu diễn ảnh

Một số định dạng file ảnh cơ bản

- $\geq 50$  định dạng
  - ▶ Mô hình Raster:



# Biểu diễn ảnh

Một số định dạng file ảnh cơ bản

- ≥ 50 định dạng
  - ▶ Mô hình Raster:
    - ★ .IMG, .PCX, .TIFF, .BMP, ....



# Biểu diễn ảnh

Một số định dạng file ảnh cơ bản

- ≥ 50 định dạng

- ▶ Mô hình Raster:
  - ★ .IMG, .PCX, .TIFF, .BMP, ....
- ▶ Mô hình Vector:



# Biểu diễn ảnh

Một số định dạng file ảnh cơ bản

- ≥ 50 định dạng
  - ▶ Mô hình Raster:
    - ★ .IMG, .PCX, .TIFF, .BMP, ....
  - ▶ Mô hình Vector:
    - ★ .CGM, .SVG, .AI, .CDR, ....



# Biểu diễn ảnh

Một số định dạng file ảnh cơ bản

- ≥ 50 định dạng

- ▶ Mô hình Raster:
  - ★ .IMG, .PCX, .TIFF, .BMP, ....
- ▶ Mô hình Vector:
  - ★ .CGM, .SVG, .AI, .CDR, ....
- ▶ Mô hình hỗn hợp:



# Biểu diễn ảnh

Một số định dạng file ảnh cơ bản

- ≥ 50 định dạng

- ▶ Mô hình Raster:
  - ★ .IMG, .PCX, .TIFF, .BMP, ....
- ▶ Mô hình Vector:
  - ★ .CGM, .SVG, .AI, .CDR, ....
- ▶ Mô hình hỗn hợp:
  - ★ .EPS, .PS, .PDF, .SWF, ....



# Chương 2: Cơ bản về Xử lý ảnh số

## Nội dung chính

- 1 Ánh sáng và phổ sóng điện từ
- 2 Hệ thống thị giác của con người
- 3 Cảm biến và thu nhận ảnh
- 4 Quá trình số hóa ảnh
- 5 Biểu diễn ảnh
- 6 Mô hình màu
- 7 Kỹ thuật in ảnh
- 8 Một số khái niệm cơ bản
- 9 Phụ lục
  - Hệ thống thị giác
  - Mô hình biểu diễn ảnh
  - Mô hình màu
  - Kỹ thuật in ảnh

# Mô hình màu

Ảnh đen trắng, Ảnh màu

- Ảnh đen trắng:



# Mô hình màu

## Ảnh đen trắng, Ảnh màu

- **Ảnh đen trắng:**

- ▶ Mỗi điểm ảnh là một giá trị chứa thông tin về cường độ sáng.

# Mô hình màu

## Ảnh đen trắng, Ảnh màu

- **Ảnh đen trắng:**

- ▶ Mỗi điểm ảnh là một giá trị chứa thông tin về cường độ sáng.
- ▶ ≡ Mỗi điểm ảnh biểu diễn bởi 1 mẫu (sample)



# Mô hình màu

## Ảnh đen trắng, Ảnh màu

- **Ảnh đen trắng:**

- ▶ Mỗi điểm ảnh là một giá trị chứa thông tin về cường độ sáng.
- ▶ ≡ Mỗi điểm ảnh biểu diễn bởi 1 mẫu (sample)
  - ★ Giá trị chỉ gồm 2 mức (Đen, Trắng) ⇒ Ảnh nhị phân

# Mô hình màu

## Ảnh đen trắng, Ảnh màu

- **Ảnh đen trắng:**

- ▶ Mỗi điểm ảnh là một giá trị chứa thông tin về cường độ sáng.
- ▶ ≡ Mỗi điểm ảnh biểu diễn bởi 1 mẫu (sample)
  - ★ Giá trị chỉ gồm 2 mức (Đen, Trắng)  $\Rightarrow$  Ảnh nhị phân
  - ★ Giá trị gồm  $N > 2$  mức  $\Rightarrow$  Ảnh đa mức xám

# Mô hình màu

## Ảnh đen trắng, Ảnh màu

- **Ảnh đen trắng:**

- ▶ Mỗi điểm ảnh là một giá trị chứa thông tin về cường độ sáng.
- ▶ ≡ Mỗi điểm ảnh biểu diễn bởi 1 mẫu (sample)
  - ★ Giá trị chỉ gồm 2 mức (Đen, Trắng)  $\Rightarrow$  Ảnh nhị phân
  - ★ Giá trị gồm  $N > 2$  mức  $\Rightarrow$  Ảnh đa mức xám

- Mỗi điểm ảnh được biểu diễn bởi một vector (cấu trúc) gồm 3 thành phần (trường) chứa thông tin về 3 màu cơ bản Đỏ (R), Xanh lá cây (G), Xanh da trời (B)

# Mô hình màu

## Ảnh đen trắng, Ảnh màu

- **Ảnh đen trắng:**
  - ▶ Mỗi điểm ảnh là một giá trị chứa thông tin về cường độ sáng.
  - ▶ ≡ Mỗi điểm ảnh biểu diễn bởi 1 mẫu (sample)
    - ★ Giá trị chỉ gồm 2 mức (Đen, Trắng)  $\Rightarrow$  Ảnh nhị phân
    - ★ Giá trị gồm  $N > 2$  mức  $\Rightarrow$  Ảnh đa mức xám
- Mỗi điểm ảnh được biểu diễn bởi một vector (cấu trúc) gồm 3 thành phần (trường) chứa thông tin về 3 màu cơ bản Đỏ (R), Xanh lá cây (G), Xanh da trời (B)
- ≡ Mỗi điểm ảnh biểu diễn bởi 3 mẫu, mỗi mẫu ứng với một màu cơ bản.



# Mô hình màu

## Ảnh đen trắng, Ảnh màu

- **Ảnh đen trắng:**
  - ▶ Mỗi điểm ảnh là một giá trị chứa thông tin về cường độ sáng.
  - ▶ ≡ Mỗi điểm ảnh biểu diễn bởi 1 mẫu (sample)
    - ★ Giá trị chỉ gồm 2 mức (Đen, Trắng)  $\Rightarrow$  Ảnh nhị phân
    - ★ Giá trị gồm  $N > 2$  mức  $\Rightarrow$  Ảnh đa mức xám
- Mỗi điểm ảnh được biểu diễn bởi một vector (cấu trúc) gồm 3 thành phần (trường) chứa thông tin về 3 màu cơ bản Đỏ (R), Xanh lá cây (G), Xanh da trời (B)
- ≡ Mỗi điểm ảnh biểu diễn bởi 3 mẫu, mỗi mẫu ứng với một màu cơ bản.
  - ▶ Màu của điểm ảnh được xác định là tổng hợp của 3 màu thành phần biểu diễn điểm ảnh đó.



# Mô hình màu

## Màu sắc

- Màu là một mô tả powerful cho ảnh; Con người có thể phân biệt được hàng nghìn sắc thái màu và mức cường độ sáng, tuy nhiên chỉ có thể phân biệt được cỡ vài chục sắc thái xám.



# Mô hình màu

## Màu sắc

- Màu là một mô tả powerful cho ảnh; Con người có thể phân biệt được hàng nghìn sắc thái màu và mức cường độ sáng, tuy nhiên chỉ có thể phân biệt được cỡ vài chục sắc thái xám.
- Màu được cảm nhận thông qua tế bào hình nón.



# Mô hình màu

## Màu sắc

- Màu là một mô tả powerful cho ảnh; Con người có thể phân biệt được hàng nghìn sắc thái màu và mức cường độ sáng, tuy nhiên chỉ có thể phân biệt được cỡ vài chục sắc thái xám.
- Màu được cảm nhận thông qua tế bào hình nón.
  - ▶ ~ 65% nhạy cảm với ánh sáng đỏ; ~ 33% nhạy cảm với ánh sáng xanh lá cây;  
~ 2% nhạy cảm với ánh sáng xanh da trời.



# Mô hình màu

## Màu sắc

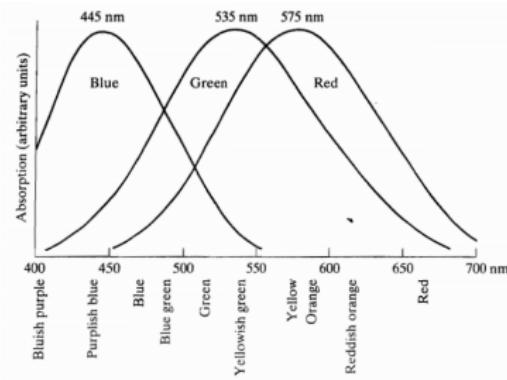
- Màu là một mô tả powerful cho ảnh; Con người có thể phân biệt được hàng nghìn sắc thái màu và mức cường độ sáng, tuy nhiên chỉ có thể phân biệt được cỡ vài chục sắc thái xám.
- Màu được cảm nhận thông qua tế bào hình nón.
  - ▶ ~ 65% nhạy cảm với ánh sáng đỏ; ~ 33% nhạy cảm với ánh sáng xanh lá cây;  
~ 2% nhạy cảm với ánh sáng xanh da trời.
  - ▶ ⇒ Màu đỏ (R), màu xanh lá cây (G), và màu xanh da trời (B): các màu cơ bản (của ánh sáng)



# Mô hình màu

## Màu sắc

- Màu là một mô tả powerful cho ảnh; Con người có thể phân biệt được hàng nghìn sắc thái màu và mức cường độ sáng, tuy nhiên chỉ có thể phân biệt được cỡ vài chục sắc thái xám.
- Màu được cảm nhận thông qua tế bào hình nón.
  - ▶ ~ 65% nhạy cảm với ánh sáng đỏ; ~ 33% nhạy cảm với ánh sáng xanh lá cây; ~ 2% nhạy cảm với ánh sáng xanh da trời.
  - ▶ ⇒ Màu đỏ (R), màu xanh lá cây (G), và màu xanh da trời (B): các màu cơ bản (của ánh sáng)



# Mô hình màu

## Màu sắc: Phối màu cộng

Phối màu cộng là việc tạo nên các màu sắc ánh sáng bằng cách chồng (hay còn gọi là "cộng") các ánh sáng màu khác nhau.



# Mô hình màu

## Màu sắc: Phối màu cộng

Phối màu cộng là việc tạo nên các màu sắc ánh sáng bằng cách chồng (hay còn gọi là "cộng") các ánh sáng màu khác nhau.

- Màu được tạo ra được gọi là màu cộng (hay màu có tính cộng, additive color)



# Mô hình màu

## Màu sắc: Phối màu cộng

Phối màu cộng là việc tạo nên các màu sắc ánh sáng bằng cách chồng (hay còn gọi là "cộng") các ánh sáng màu khác nhau.

- Màu được tạo ra được gọi là màu cộng (hay màu có tính cộng, additive color)
- Các màu cơ bản (còn gọi là màu gốc): Đỏ (R), Xanh lá cây (G), và Xanh da trời (B)



# Mô hình màu

## Màu sắc: Phối màu cộng

Phối màu cộng là việc tạo nên các màu sắc ánh sáng bằng cách chồng (hay còn gọi là "cộng") các ánh sáng màu khác nhau.

- Màu được tạo ra được gọi là màu cộng (hay màu có tính cộng, additive color)
- Các màu cơ bản (còn gọi là màu gốc): Đỏ (R), Xanh lá cây (G), và Xanh da trời (B)
- Các màu thứ cấp: Tím (M, Hồng thẫm), Lục Lam (C, Xanh nhạt), và Vàng (Y)



# Mô hình màu

## Màu sắc: Phối màu cộng

Phối màu cộng là việc tạo nên các màu sắc ánh sáng bằng cách chồng (hay còn gọi là "cộng") các ánh sáng màu khác nhau.

- Màu được tạo ra được gọi là màu cộng (hay màu có tính cộng, additive color)
- Các màu cơ bản (còn gọi là màu gốc): Đỏ (R), Xanh lá cây (G), và Xanh da trời (B)
- Các màu thứ cấp: Tím (M, Hồng thẫm), Lục Lam (C, Xanh nhạt), và Vàng (Y)
- Các màu cơ bản có thể được "phối màu cộng" để tạo ra các màu phụ.



# Mô hình màu

## Màu sắc: Phối màu cộng

Phối màu cộng là việc tạo nên các màu sắc ánh sáng bằng cách chồng (hay còn gọi là "cộng") các ánh sáng màu khác nhau.

- Màu được tạo ra được gọi là màu cộng (hay màu có tính cộng, additive color)
  - Các màu cơ bản (còn gọi là màu gốc): Đỏ (R), Xanh lá cây (G), và Xanh da trời (B)
  - Các màu thứ cấp: Tím (M, Hồng thẫm), Lục Lam (C, Xanh nhạt), và Vàng (Y)
- 
- Các màu cơ bản có thể được "phối màu cộng" để tạo ra các màu phụ.
  - Kết hợp các màu cộng  $\Rightarrow$  Màu sáng hơn (gần với màu trắng hơn)



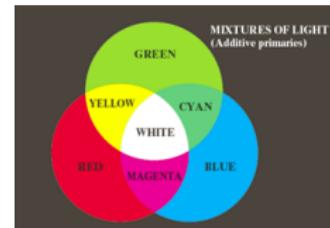
# Mô hình màu

## Màu sắc: Phối màu cộng

Phối màu cộng là việc tạo nên các màu sắc ánh sáng bằng cách chồng (hay còn gọi là "cộng") các ánh sáng màu khác nhau.

- Màu được tạo ra được gọi là màu cộng (hay màu có tính cộng, additive color)
- Các màu cơ bản (còn gọi là màu gốc): Đỏ (R), Xanh lá cây (G), và Xanh da trời (B)
- Các màu thứ cấp: Tím (M, Hồng thẫm), Lục Lam (C, Xanh nhạt), và Vàng (Y)

- Các màu cơ bản có thể được "phối màu cộng" để tạo ra các màu phụ.
- Kết hợp các màu cộng  $\Rightarrow$  Màu sáng hơn (gần với màu trắng hơn)



# Mô hình màu

## Màu sắc: Phối màu cộng

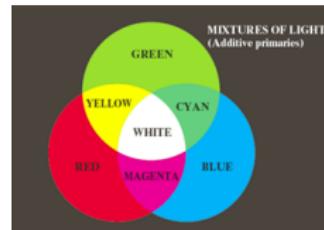
Phối màu cộng là việc tạo nên các màu sắc ánh sáng bằng cách chồng (hay còn gọi là "cộng") các ánh sáng màu khác nhau.

- Màu được tạo ra được gọi là màu cộng (hay màu có tính cộng, additive color)
- Các màu cơ bản (còn gọi là màu gốc): Đỏ (R), Xanh lá cây (G), và Xanh da trời (B)
- Các màu thứ cấp: Tím (M, Hồng thẫm), Lục Lam (C, Xanh nhạt), và Vàng (Y)

- Các màu cơ bản có thể được "phối màu cộng" để tạo ra các màu phụ.

- Kết hợp các màu cộng  $\Rightarrow$  Màu sáng hơn (gần với màu trắng hơn)

- Phối hợp 3 màu cơ bản hoặc phối hợp một màu thứ cấp với màu sơ cấp đối ngược nó với các cường độ sáng thích hợp  $\Rightarrow$  ánh sáng trắng.



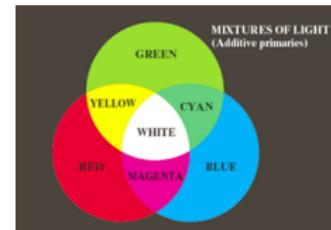
# Mô hình màu

## Màu sắc: Phối màu cộng

Phối màu cộng là việc tạo nên các màu sắc ánh sáng bằng cách chồng (hay còn gọi là "cộng") các ánh sáng màu khác nhau.

- Màu được tạo ra được gọi là màu cộng (hay màu có tính cộng, additive color)
- Các màu cơ bản (còn gọi là màu gốc): Đỏ (R), Xanh lá cây (G), và Xanh da trời (B)
- Các màu thứ cấp: Tím (M, Hồng thẫm), Lục Lam (C, Xanh nhạt), và Vàng (Y)

- Các màu cơ bản có thể được "phối màu cộng" để tạo ra các màu phụ.
- Kết hợp các màu cộng  $\Rightarrow$  Màu sáng hơn (gần với màu trắng hơn)



- Phối hợp 3 màu cơ bản hoặc phối hợp một màu thứ cấp với màu sơ cấp đổi ngược nó với các cường độ sáng thích hợp  $\Rightarrow$  ánh sáng trắng.
- Phối hợp 3 màu cơ bản với các cường độ sáng thay đổi  $\Rightarrow$  Hầu hết các màu.

KỸ THUẬT  
DIỄN TỬ  
PTIT  
AULÝ ANH SƠ

# Mô hình màu

Màu sắc: Phối màu trừ

- Màu cơ bản của ánh sáng  $\neq$  màu cơ bản của chất màu/sắc tố



# Mô hình màu

Màu sắc: Phối màu trừ

- **Màu cơ bản của ánh sáng  $\neq$  màu cơ bản của chất màu/sắc tố**

- ▶ Màu cơ bản của chất màu  $\equiv$  màu là kết quả của một màu cơ bản của ánh sáng bị trừ đi (bị hấp thụ) và phản xạ hay truyền hai màu cơ bản còn lại của ánh sáng.



# Mô hình màu

Màu sắc: Phối màu trừ

- **Màu cơ bản của ánh sáng  $\neq$  màu cơ bản của chất màu/sắc tố**

- ▶ Màu cơ bản của chất màu  $\equiv$  màu là kết quả của một màu cơ bản của ánh sáng bị trừ đi (bị hấp thụ) và phản xạ hay truyền hai màu cơ bản còn lại của ánh sáng.



# Mô hình màu

Màu sắc: Phối màu trừ

- **Màu cơ bản của ánh sáng  $\neq$  màu cơ bản của chất màu/sắc tố**

- ▶ Màu cơ bản của chất màu  $\equiv$  màu là kết quả của một màu cơ bản của ánh sáng bị trừ đi (bị hấp thụ) và phản xạ hay truyền hai màu cơ bản còn lại của ánh sáng.



Phối màu trừ là việc tạo nên màu sắc do việc ánh sáng phản xạ tại bề mặt hoặc được lọc qua.

# Mô hình màu

Màu sắc: Phối màu trừ

- **Màu cơ bản của ánh sáng  $\neq$  màu cơ bản của chất màu/sắc tố**
  - ▶ Màu cơ bản của chất màu  $\equiv$  màu là kết quả của một màu cơ bản của ánh sáng bị trừ đi (bị hấp thụ) và phản xạ hay truyền hai màu cơ bản còn lại của ánh sáng.



Phối màu trừ là việc tạo nên màu sắc do việc ánh sáng phản xạ tại bề mặt hoặc được lọc qua.

- Màu được tạo ra được gọi là màu trừ (hay màu có tính trừ, subtractive color)

# Mô hình màu

Màu sắc: Phối màu trừ

- **Màu cơ bản của ánh sáng  $\neq$  màu cơ bản của chất màu/sắc tố**

- ▶ Màu cơ bản của chất màu  $\equiv$  màu là kết quả của một màu cơ bản của ánh sáng bị trừ đi (bị hấp thụ) và phản xạ hay truyền hai màu cơ bản còn lại của ánh sáng.



Phối màu trừ là việc tạo nên màu sắc do việc ánh sáng phản xạ tại bề mặt hoặc được lọc qua.

- Màu được tạo ra được gọi là màu trừ (hay màu có tính trừ, subtractive color)
- $\Rightarrow$  Màu cơ bản của chất màu: Tím (M, Hồng thẫm), Lục lam (C, Xanh nhạt), và Vàng (Y)

# Mô hình màu

Màu sắc: Phối màu trừ

- **Màu cơ bản của ánh sáng  $\neq$  màu cơ bản của chất màu/sắc tố**

- ▶ Màu cơ bản của chất màu  $\equiv$  màu là kết quả của một màu cơ bản của ánh sáng bị trừ đi (bị hấp thụ) và phản xạ hay truyền hai màu cơ bản còn lại của ánh sáng.



Phối màu trừ là việc tạo nên màu sắc do việc ánh sáng phản xạ tại bề mặt hoặc được lọc qua.

- Màu được tạo ra được gọi là màu trừ (hay màu có tính trừ, subtractive color)
- $\Rightarrow$  Màu cơ bản của chất màu: Tím (M, Hồng thẫm), Lục lam (C, Xanh nhạt), và Vàng (Y)
- $\Rightarrow$  Màu thứ cấp của chất màu: Đỏ (R), Xanh lá cây (G), và Xanh da trời (B)

# Mô hình màu

Màu sắc: Phối màu trừ

- **Màu cơ bản của ánh sáng  $\neq$  màu cơ bản của chất màu/sắc tố**

- ▶ Màu cơ bản của chất màu  $\equiv$  màu là kết quả của một màu cơ bản của ánh sáng bị trừ đi (bị hấp thụ) và phản xạ hay truyền hai màu cơ bản còn lại của ánh sáng.



Phối màu trừ là việc tạo nên màu sắc do việc ánh sáng phản xạ tại bề mặt hoặc được lọc qua.

- Màu được tạo ra được gọi là màu trừ (hay màu có tính trừ, subtractive color)
- $\Rightarrow$  Màu cơ bản của chất màu: Tím (M, Hồng thẫm), Lục lam (C, Xanh nhạt), và Vàng (Y)
- $\Rightarrow$  Màu thứ cấp của chất màu: Đỏ (R), Xanh lá cây (G), và Xanh da trời (B)
- Kết hợp các màu trừ  $\Rightarrow$  Màu tối hơn (gần với màu đen hơn)

# Mô hình màu

Màu sắc: Phối màu trừ

- **Màu cơ bản của ánh sáng  $\neq$  màu cơ bản của chất màu/sắc tố**

- ▶ Màu cơ bản của chất màu  $\equiv$  màu là kết quả của một màu cơ bản của ánh sáng bị trừ đi (bị hấp thụ) và phản xạ hay truyền hai màu cơ bản còn lại của ánh sáng.



Phối màu trừ là việc tạo nên màu sắc do việc ánh sáng phản xạ tại bề mặt hoặc được lọc qua.

- Màu được tạo ra được gọi là màu trừ (hay màu có tính trừ, subtractive color)
- $\Rightarrow$  Màu cơ bản của chất màu: Tím (M, Hồng thẫm), Lục lam (C, Xanh nhạt), và Vàng (Y)
- $\Rightarrow$  Màu thứ cấp của chất màu: Đỏ (R), Xanh lá cây (G), và Xanh da trời (B)
- Kết hợp các màu trừ  $\Rightarrow$  Màu tối hơn (gần với màu đen hơn)
- Phối hợp 3 màu cơ bản hoặc phối

# Mô hình màu

Màu sắc: Phối màu trừ

- **Màu cơ bản của ánh sáng  $\neq$  màu cơ bản của chất màu/sắc tố**

- ▶ Màu cơ bản của chất màu  $\equiv$  màu là kết quả của một màu cơ bản của ánh sáng bị trừ đi (bị hấp thụ) và phản xạ hay truyền hai màu cơ bản còn lại của ánh sáng.



Phối màu trừ là việc tạo nên màu sắc do việc ánh sáng phản xạ tại bề mặt hoặc được lọc qua.

- Màu được tạo ra được gọi là màu trừ (hay màu có tính trừ, subtractive color)
- $\Rightarrow$  Màu cơ bản của chất màu: Tím (M, Hồng thẫm), Lục lam (C, Xanh nhạt), và Vàng (Y)
- $\Rightarrow$  Màu thứ cấp của chất màu: Đỏ (R), Xanh lá cây (G), và Xanh da trời (B)
- Kết hợp các màu trừ  $\Rightarrow$  Màu tối hơn (gần với màu đen hơn)
- Phối hợp 3 màu cơ bản hoặc phối



# Mô hình màu

Màu sắc: So sánh phôi màu cộng và phôi màu trừ

## Phôi màu cộng:

- Phôi hợp màu của ánh sáng (nguồn sáng): chồng các ánh sáng màu  $\Rightarrow$  cộng phổi



# Mô hình màu

Màu sắc: So sánh phôi màu cộng và phôi màu trừ

## Phôi màu cộng:

- Phôi hợp màu của ánh sáng (nguồn sáng): chồng các ánh sáng màu  $\Rightarrow$  cộng phổi
- Bắt đầu bằng màu đen (nền đen, không có ánh sáng)

# Mô hình màu

Màu sắc: So sánh phôi màu cộng và phôi màu trừ

## Phôi màu cộng:

- Phôi hợp màu của ánh sáng (nguồn sáng): chồng các ánh sáng màu  $\Rightarrow$  cộng phổi
- Bắt đầu bằng màu đen (nền đen, không có ánh sáng)
- Tạo hầu hết các màu hiển thị

# Mô hình màu

Màu sắc: So sánh phôi màu cộng và phôi màu trừ

## Phôi màu cộng:

- Phôi hợp màu của ánh sáng (nguồn sáng): chồng các ánh sáng màu  $\Rightarrow$  cộng phổi
- Bắt đầu bằng màu đen (nền đen, không có ánh sáng)
- Tạo hầu hết các màu hiển thị
  - ▶ Màn hình CRT (Máy tính, TV), LCDs



# Mô hình màu

Màu sắc: So sánh phôi màu cộng và phôi màu trừ

## Phôi màu cộng:

- Phôi hợp màu của ánh sáng (nguồn sáng): chồng các ánh sáng màu  $\Rightarrow$  cộng phổi
- Bắt đầu bằng màu đen (nền đen, không có ánh sáng)
- Tạo hầu hết các màu hiển thị
  - ▶ Màn hình CRT (Máy tính, TV), LCDs

## Phôi màu trừ:

# Mô hình màu

Màu sắc: So sánh phôi màu cộng và phôi màu trừ

## Phôi màu cộng:

- Phôi hợp màu của ánh sáng (nguồn sáng): chồng các ánh sáng màu  $\Rightarrow$  cộng phổi
- Bắt đầu bằng màu đen (nền đen, không có ánh sáng)
- Tạo hầu hết các màu hiển thị
  - ▶ Màn hình CRT (Máy tính, TV), LCDs

## Phôi màu trừ:

- Điều khiển màu phản xạ đến mắt: chồng các lọc màu  $\Rightarrow$  nhân phổi



# Mô hình màu

Màu sắc: So sánh phôi màu cộng và phôi màu trừ

## Phôi màu cộng:

- Phôi hợp màu của ánh sáng (nguồn sáng): chồng các ánh sáng màu  $\Rightarrow$  cộng phổi
- Bắt đầu bằng màu đen (nền đen, không có ánh sáng)
- Tạo hầu hết các màu hiển thị
  - ▶ Màn hình CRT (Máy tính, TV), LCDs

## Phôi màu trừ:

- Điều khiển màu phản xạ đến mắt: chồng các lọc màu  $\Rightarrow$  nhân phổi
- Bắt đầu bằng màu trắng (ánh sáng trắng, không có chất màu)

# Mô hình màu

Màu sắc: So sánh phôi màu cộng và phôi màu trừ

## Phôi màu cộng:

- Phôi hợp màu của ánh sáng (nguồn sáng): chồng các ánh sáng màu  $\Rightarrow$  cộng phổi
- Bắt đầu bằng màu đen (nền đen, không có ánh sáng)
- Tạo hầu hết các màu hiển thị
  - ▶ Màn hình CRT (Máy tính, TV), LCDs

## Phôi màu trừ:

- Điều khiển màu phản xạ đến mắt: chồng các lọc màu  $\Rightarrow$  nhân phổi
- Bắt đầu bằng màu trắng (ánh sáng trắng, không có chất màu)
- Tạo hầu hết các màu in ấn



# Mô hình màu

Màu sắc: So sánh phôi màu cộng và phôi màu trừ

## Phôi màu cộng:

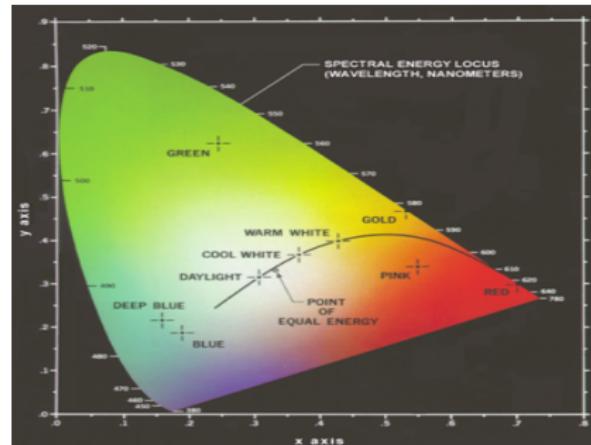
- Phôi hợp màu của ánh sáng (nguồn sáng): chồng các ánh sáng màu  $\Rightarrow$  cộng phổi
- Bắt đầu bằng màu đen (nền đen, không có ánh sáng)
- Tạo hầu hết các màu hiển thị
  - ▶ Màn hình CRT (Máy tính, TV), LCDs

## Phôi màu trừ:

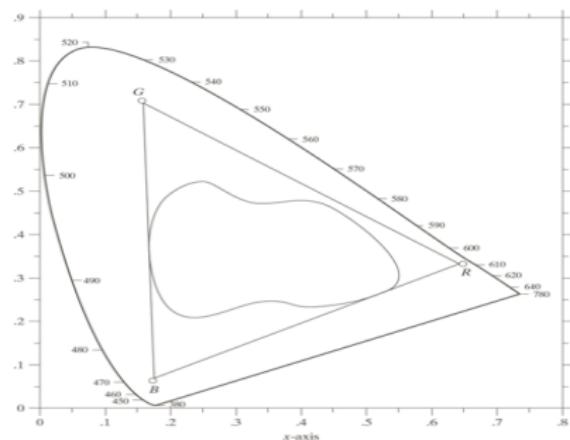
- Điều khiển màu phản xạ đến mắt: chồng các lọc màu  $\Rightarrow$  nhân phổi
- Bắt đầu bằng màu trắng (ánh sáng trắng, không có chất màu)
- Tạo hầu hết các màu in ấn
  - ▶ Máy in màu, hội họa

# Mô hình màu

Màu sắc: Lược đồ màu, Gam màu



(a) Giản đồ màu CIE



(b) Gam màu

# Mô hình màu

Màu sắc: Đặc trưng của màu

- Các đặc trưng để phân biệt một màu với một màu khác: Độ sáng (Brightness), Sắc thái màu (Hue), và Độ bão hòa (Saturation)



# Mô hình màu

Màu sắc: Đặc trưng của màu

- Các đặc trưng để phân biệt một màu với một màu khác: Độ sáng (Brightness), Sắc thái màu (Hue), và Độ bão hòa (Saturation)
  - ▶ Độ sáng biểu hiện cường độ sáng (Intensity, độ chói)



# Mô hình màu

Màu sắc: Đặc trưng của màu

- Các đặc trưng để phân biệt một màu với một màu khác: Độ sáng (Brightness), Sắc thái màu (Hue), và Độ bão hòa (Saturation)
  - ▶ Độ sáng biểu hiện cường độ sáng (Intensity, độ chói)
  - ▶ Sắc thái màu là thuộc tính được quyết định bởi thành phần phổ chủ yếu trong ánh sáng mà mắt ta cảm nhận.

# Mô hình màu

Màu sắc: Đặc trưng của màu

- Các đặc trưng để phân biệt một màu với một màu khác: Độ sáng (Brightness), Sắc thái màu (Hue), và Độ bão hòa (Saturation)
  - ▶ Độ sáng biểu hiện cường độ sáng (Intensity, độ chói)
  - ▶ Sắc thái màu là thuộc tính được quyết định bởi thành phần phổ chủ yếu trong ánh sáng màu mà mắt ta cảm nhận.
  - ▶ Độ bão hòa là tính đơn sắc (pure) của sắc thái màu.



# Mô hình màu

## Màu sắc: Đặc trưng của màu

- Các đặc trưng để phân biệt một màu với một màu khác: Độ sáng (Brightness), Sắc thái màu (Hue), và Độ bão hòa (Saturation)
  - ▶ Độ sáng biểu hiện cường độ sáng (Intensity, độ chói)
  - ▶ Sắc thái màu là thuộc tính được quyết định bởi thành phần phổ chủ yếu trong ánh sáng màu mà mắt ta cảm nhận.
  - ▶ Độ bão hòa là tính đơn sắc (pure) của sắc thái màu.
    - ★ Ánh sáng đơn sắc là ánh sáng có độ bão hòa cao nhất



# Mô hình màu

## Màu sắc: Đặc trưng của màu

- Các đặc trưng để phân biệt một màu với một màu khác: Độ sáng (Brightness), Sắc thái màu (Hue), và Độ bão hòa (Saturation)
  - ▶ Độ sáng biểu hiện cường độ sáng (Intensity, độ chói)
  - ▶ Sắc thái màu là thuộc tính được quyết định bởi thành phần phổ chủ yếu trong ánh sáng màu mà mắt ta cảm nhận.
  - ▶ Độ bão hòa là tính đơn sắc (pure) của sắc thái màu.
    - ★ Ánh sáng đơn sắc là ánh sáng có độ bão hòa cao nhất
    - ★ Độ bão hòa của ánh sáng màu tỷ lệ nghịch với lượng ánh sáng trắng được thêm vào ánh sáng màu đang quan sát



# Mô hình màu

## Màu sắc: Đặc trưng của màu

- Các đặc trưng để phân biệt một màu với một màu khác: Độ sáng (Brightness), Sắc thái màu (Hue), và Độ bão hòa (Saturation)
  - ▶ Độ sáng biểu hiện cường độ sáng (Intensity, độ chói)
  - ▶ Sắc thái màu là thuộc tính được quyết định bởi thành phần phổ chủ yếu trong ánh sáng màu mà mắt ta cảm nhận.
  - ▶ Độ bão hòa là tính đơn sắc (pure) của sắc thái màu.
    - ★ Ánh sáng đơn sắc là ánh sáng có độ bão hòa cao nhất
    - ★ Độ bão hòa của ánh sáng màu tỷ lệ nghịch với lượng ánh sáng trắng được thêm vào ánh sáng màu đang quan sát
  - ▶ Sắc thái màu + Độ bão hòa: Màu (chromaticity)

# Mô hình màu

## Màu sắc: Đặc trưng của màu

- Các đặc trưng để phân biệt một màu với một màu khác: Độ sáng (Brightness), Sắc thái màu (Hue), và Độ bão hòa (Saturation)
  - ▶ Độ sáng biểu hiện cường độ sáng (Intensity, độ chói)
  - ▶ Sắc thái màu là thuộc tính được quyết định bởi thành phần phổ chủ yếu trong ánh sáng màu mà mắt ta cảm nhận.
  - ▶ Độ bão hòa là tính đơn sắc (pure) của sắc thái màu.
    - ★ Ánh sáng đơn sắc là ánh sáng có độ bão hòa cao nhất
    - ★ Độ bão hòa của ánh sáng màu tỷ lệ nghịch với lượng ánh sáng trắng được thêm vào ánh sáng màu đang quan sát
  - ▶ Sắc thái màu + Độ bão hòa: Màu (chromaticity)
- Lượng màu R, G,B cần để tạo một màu xác định: bộ ba kích thích (tristimulus), ( $R_x$ ,  $G_y$ ,  $B_z$ )



# Mô hình màu

## Màu sắc: Đặc trưng của màu

- Các đặc trưng để phân biệt một màu với một màu khác: Độ sáng (Brightness), Sắc thái màu (Hue), và Độ bão hòa (Saturation)
  - ▶ Độ sáng biểu hiện cường độ sáng (Intensity, độ chói)
  - ▶ Sắc thái màu là thuộc tính được quyết định bởi thành phần phổ chủ yếu trong ánh sáng màu mà mắt ta cảm nhận.
  - ▶ Độ bão hòa là tính đơn sắc (pure) của sắc thái màu.
    - ★ Ánh sáng đơn sắc là ánh sáng có độ bão hòa cao nhất
    - ★ Độ bão hòa của ánh sáng màu tỷ lệ nghịch với lượng ánh sáng trắng được thêm vào ánh sáng màu đang quan sát
  - ▶ Sắc thái màu + Độ bão hòa: Màu (chromaticity)
- Lượng màu R, G,B cần để tạo một màu xác định: bộ ba kích thích (tristimulus),  $(R_x, G_y, B_z)$
- $\Rightarrow$  Màu được xác định bởi bộ ba hệ số màu  $(R, G, B)$ :  
 $R = R_x / (R_x + G_y + B_z)$ ,  $G = G_y / (R_x + G_y + B_z)$ ,  $B = B_z / (R_x + G_y + B_z)$

# Mô hình màu

## Màu sắc: Đặc trưng của màu

- Các đặc trưng để phân biệt một màu với một màu khác: Độ sáng (Brightness), Sắc thái màu (Hue), và Độ bão hòa (Saturation)
  - ▶ Độ sáng biểu hiện cường độ sáng (Intensity, độ chói)
  - ▶ Sắc thái màu là thuộc tính được quyết định bởi thành phần phổ chủ yếu trong ánh sáng màu mà mắt ta cảm nhận.
  - ▶ Độ bão hòa là tính đơn sắc (pure) của sắc thái màu.
    - ★ Ánh sáng đơn sắc là ánh sáng có độ bão hòa cao nhất
    - ★ Độ bão hòa của ánh sáng màu tỷ lệ nghịch với lượng ánh sáng trắng được thêm vào ánh sáng màu đang quan sát
  - ▶ Sắc thái màu + Độ bão hòa: Màu (chromaticity)
- Lượng màu R, G,B cần để tạo một màu xác định: bộ ba kích thích (tristimulus),  $(R_x, G_y, B_z)$
- $\Rightarrow$  Màu được xác định bởi bộ ba hệ số màu  $(R, G, B)$ :  
 $R = R_x / (R_x + G_y + B_z)$ ,  $G = G_y / (R_x + G_y + B_z)$ ,  $B = B_z / (R_x + G_y + B_z)$ 
  - ▶  $R + G + B = 1$



# Mô hình màu

## Mô hình màu

- Mục đích của mô hình màu (còn được gọi là không gian màu hay hệ thống màu) là nhằm tạo thuận tiện cho việc chỉ rõ các màu theo một cách tiêu chuẩn và được chấp nhận rộng rãi.



# Mô hình màu

## Mô hình màu

- Mục đích của mô hình màu (còn được gọi là không gian màu hay hệ thống màu) là nhằm tạo thuận tiện cho việc chỉ rõ các màu theo một cách tiêu chuẩn và được chấp nhận rộng rãi.
- Một mô hình màu là một sự định rõ của một hệ tọa độ hoặc một không gian con trong đó mỗi màu được biểu diễn bởi một điểm.



# Mô hình màu

## Mô hình màu

- Mục đích của mô hình màu (còn được gọi là không gian màu hay hệ thống màu) là nhằm tạo thuận tiện cho việc chỉ rõ các màu theo một cách tiêu chuẩn và được chấp nhận rộng rãi.
- Một mô hình màu là một sự định rõ của một hệ tọa độ hoặc một không gian con trong đó mỗi màu được biểu diễn bởi một điểm.
  - ▶ Mô hình màu cho phép biểu diễn một phần các màu nhìn thấy được bằng các quy ước



# Mô hình màu

## Mô hình màu

- Mục đích của mô hình màu (còn được gọi là không gian màu hay hệ thống màu) là nhằm tạo thuận tiện cho việc chỉ rõ các màu theo một cách tiêu chuẩn và được chấp nhận rộng rãi.
- Một mô hình màu là một sự định rõ của một hệ tọa độ hoặc một không gian con trong đó mỗi màu được biểu diễn bởi một điểm.
  - ▶ Mô hình màu cho phép biểu diễn một phần các màu nhìn thấy được bằng các quy ước

## Mô hình hướng tới phần cứng (hardware-oriented):



# Mô hình màu

## Mô hình màu

- Mục đích của mô hình màu (còn được gọi là không gian màu hay hệ thống màu) là nhằm tạo thuận tiện cho việc chỉ rõ các màu theo một cách tiêu chuẩn và được chấp nhận rộng rãi.
- Một mô hình màu là một sự định rõ của một hệ tọa độ hoặc một không gian con trong đó mỗi màu được biểu diễn bởi một điểm.
  - ▶ Mô hình màu cho phép biểu diễn một phần các màu nhìn thấy được bằng các quy ước

## Mô hình hướng tới phần cứng (hardware-oriented):

- RGB: sử dụng với màn hình màu CRT



# Mô hình màu

## Mô hình màu

- Mục đích của mô hình màu (còn được gọi là không gian màu hay hệ thống màu) là nhằm tạo thuận tiện cho việc chỉ rõ các màu theo một cách tiêu chuẩn và được chấp nhận rộng rãi.
- Một mô hình màu là một sự định rõ của một hệ tọa độ hoặc một không gian con trong đó mỗi màu được biểu diễn bởi một điểm.
  - ▶ Mô hình màu cho phép biểu diễn một phần các màu nhìn thấy được bằng các quy ước

## Mô hình hướng tới phần cứng (hardware-oriented):

- RGB: sử dụng với màn hình màu CRT
- CMY(K): sử dụng trong in ấn



# Mô hình màu

## Mô hình màu

- Mục đích của mô hình màu (còn được gọi là không gian màu hay hệ thống màu) là nhằm tạo thuận tiện cho việc chỉ rõ các màu theo một cách tiêu chuẩn và được chấp nhận rộng rãi.
- Một mô hình màu là một sự định rõ của một hệ tọa độ hoặc một không gian con trong đó mỗi màu được biểu diễn bởi một điểm.
  - ▶ Mô hình màu cho phép biểu diễn một phần các màu nhìn thấy được bằng các quy ước

## Mô hình hướng tới phần cứng (hardware-oriented):

- RGB: sử dụng với màn hình màu CRT
- CMY(K): sử dụng trong in ấn
- YIQ: sử dụng trong hệ thống phát hình màu



# Mô hình màu

## Mô hình màu

- Mục đích của mô hình màu (còn được gọi là không gian màu hay hệ thống màu) là nhằm tạo thuận tiện cho việc chỉ rõ các màu theo một cách tiêu chuẩn và được chấp nhận rộng rãi.
- Một mô hình màu là một sự định rõ của một hệ tọa độ hoặc một không gian con trong đó mỗi màu được biểu diễn bởi một điểm.
  - ▶ Mô hình màu cho phép biểu diễn một phần các màu nhìn thấy được bằng các quy ước

## Mô hình hướng tới phần cứng (hardware-oriented):

- RGB: sử dụng với màn hình màu CRT
- CMY(K): sử dụng trong in ấn
- YIQ: sử dụng trong hệ thống phát hình màu
- ...



# Mô hình màu

## Mô hình màu

- Mục đích của mô hình màu (còn được gọi là không gian màu hay hệ thống màu) là nhằm tạo thuận tiện cho việc chỉ rõ các màu theo một cách tiêu chuẩn và được chấp nhận rộng rãi.
- Một mô hình màu là một sự định rõ của một hệ tọa độ hoặc một không gian con trong đó mỗi màu được biểu diễn bởi một điểm.
  - ▶ Mô hình màu cho phép biểu diễn một phần các màu nhìn thấy được bằng các quy ước

## Mô hình hướng tới phần cứng

(hardware-oriented):

- RGB: sử dụng với màn hình màu CRT
- CMY(K): sử dụng trong in ấn
- YIQ: sử dụng trong hệ thống phát hình màu
- ...

## Mô hình hướng tới người sử dụng (user-oriented):



# Mô hình màu

## Mô hình màu

- Mục đích của mô hình màu (còn được gọi là không gian màu hay hệ thống màu) là nhằm tạo thuận tiện cho việc chỉ rõ các màu theo một cách tiêu chuẩn và được chấp nhận rộng rãi.
- Một mô hình màu là một sự định rõ của một hệ tọa độ hoặc một không gian con trong đó mỗi màu được biểu diễn bởi một điểm.
  - ▶ Mô hình màu cho phép biểu diễn một phần các màu nhìn thấy được bằng các quy ước

## Mô hình hướng tới phần cứng (hardware-oriented):

- RGB: sử dụng với màn hình màu CRT
- CMY(K): sử dụng trong in ấn
- YIQ: sử dụng trong hệ thống phát hình màu
- ...

## Mô hình hướng tới người sử dụng (user-oriented):

- HSV ( $\equiv$  HSB)



# Mô hình màu

## Mô hình màu

- Mục đích của mô hình màu (còn được gọi là không gian màu hay hệ thống màu) là nhằm tạo thuận tiện cho việc chỉ rõ các màu theo một cách tiêu chuẩn và được chấp nhận rộng rãi.
- Một mô hình màu là một sự định rõ của một hệ tọa độ hoặc một không gian con trong đó mỗi màu được biểu diễn bởi một điểm.
  - ▶ Mô hình màu cho phép biểu diễn một phần các màu nhìn thấy được bằng các quy ước

## Mô hình hướng tới phần cứng (hardware-oriented):

- RGB: sử dụng với màn hình màu CRT
- CMY(K): sử dụng trong in ấn
- YIQ: sử dụng trong hệ thống phát hình màu
- ...

## Mô hình hướng tới người sử dụng (user-oriented):

- HSV ( $\equiv$  HSB)
- HSL



# Mô hình màu

## Mô hình màu

- Mục đích của mô hình màu (còn được gọi là không gian màu hay hệ thống màu) là nhằm tạo thuận tiện cho việc chỉ rõ các màu theo một cách tiêu chuẩn và được chấp nhận rộng rãi.
- Một mô hình màu là một sự định rõ của một hệ tọa độ hoặc một không gian con trong đó mỗi màu được biểu diễn bởi một điểm.
  - ▶ Mô hình màu cho phép biểu diễn một phần các màu nhìn thấy được bằng các quy ước

## Mô hình hướng tới phần cứng (hardware-oriented):

- RGB: sử dụng với màn hình màu CRT
- CMY(K): sử dụng trong in ấn
- YIQ: sử dụng trong hệ thống phát hình màu
- ...

## Mô hình hướng tới người sử dụng (user-oriented):

- HSV ( $\equiv$  HSB)
- HSL
- HSI



# Mô hình màu

## Mô hình màu

- Mục đích của mô hình màu (còn được gọi là không gian màu hay hệ thống màu) là nhằm tạo thuận tiện cho việc chỉ rõ các màu theo một cách tiêu chuẩn và được chấp nhận rộng rãi.
- Một mô hình màu là một sự định rõ của một hệ tọa độ hoặc một không gian con trong đó mỗi màu được biểu diễn bởi một điểm.
  - ▶ Mô hình màu cho phép biểu diễn một phần các màu nhìn thấy được bằng các quy ước

## Mô hình hướng tới phần cứng

(hardware-oriented):

- RGB: sử dụng với màn hình màu CRT
- CMY(K): sử dụng trong in ấn
- YIQ: sử dụng trong hệ thống phát hình màu
- ...

## Mô hình hướng tới người sử dụng (user-oriented):

- HSV ( $\equiv$  HSB)
- HSL
- HSI
- ...



# Mô hình màu

Mô hình màu: RGB

- Dựa trên lý thuyết 3 màu của Young-Helmholtz (đầu thế kỷ 19)

# Mô hình màu

## Mô hình màu: RGB

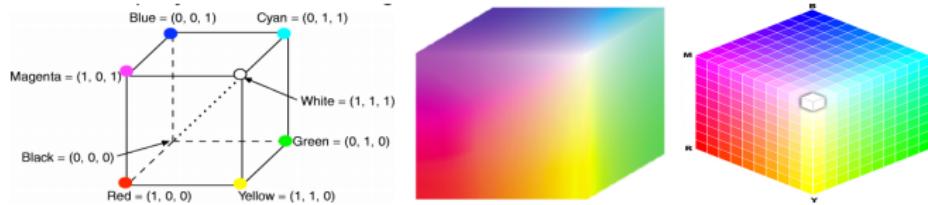
- Dựa trên lý thuyết 3 màu của Young-Helmholtz (đầu thế kỷ 19)
- Là một mô hình màu cộng (dựa trên phương pháp phối màu cộng)



# Mô hình màu

## Mô hình màu: RGB

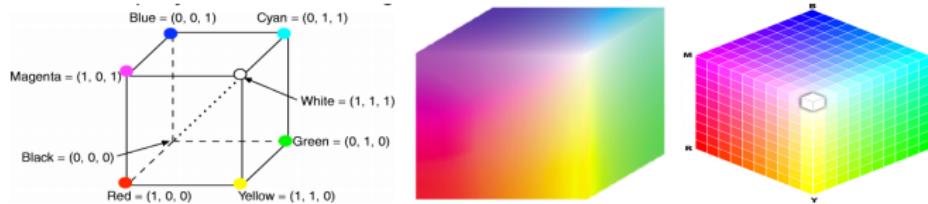
- Dựa trên lý thuyết 3 màu của Young-Helmholtz (đầu thế kỷ 19)
- Là một mô hình màu cộng (dựa trên phương pháp phối màu cộng)



# Mô hình màu

## Mô hình màu: RGB

- Dựa trên lý thuyết 3 màu của Young-Helmholtz (đầu thế kỷ 19)
- Là một mô hình màu cộng (dựa trên phương pháp phối màu cộng)

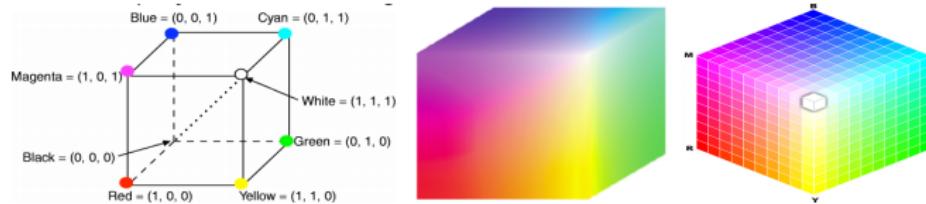


- Dựa trên một hệ tọa độ vuông góc: Màu cơ bản của ánh sáng (R,G,B) nằm trên 3 trục cơ sở, màu thứ cấp (C,M.K) nằm trên các góc; màu đen tại gốc (0,0,0); màu trắng tại đỉnh xa nhất (1,1,1)

# Mô hình màu

## Mô hình màu: RGB

- Dựa trên lý thuyết 3 màu của Young-Helmholtz (đầu thế kỷ 19)
- Là một mô hình màu cộng (dựa trên phương pháp phối màu cộng)

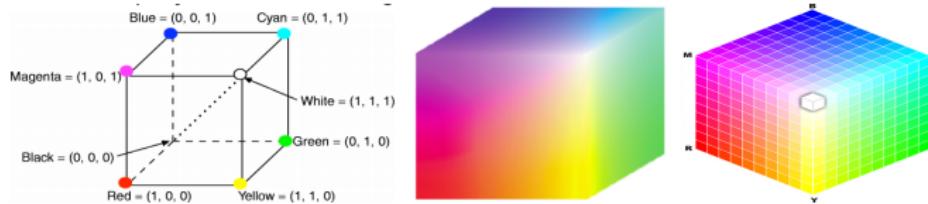


- Dựa trên một hệ tọa độ vuông góc: Màu cơ bản của ánh sáng (R,G,B) nằm trên 3 trục cơ sở, màu thứ cấp (C,M.K) nằm trên các góc; màu đen tại gốc (0,0,0); màu trắng tại đỉnh xa nhất (1,1,1)
- Mức xám thay đổi từ gốc (màu đen) → đỉnh xa nhất (màu trắng) theo đường chéo

# Mô hình màu

## Mô hình màu: RGB

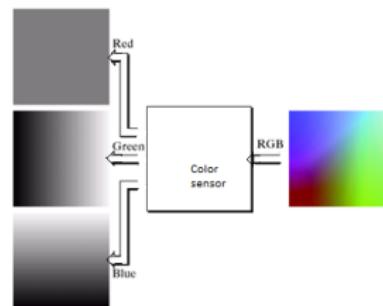
- Dựa trên lý thuyết 3 màu của Young-Helmholtz (đầu thế kỷ 19)
- Là một mô hình màu cộng (dựa trên phương pháp phối màu cộng)



- Dựa trên một hệ tọa độ vuông góc: Màu cơ bản của ánh sáng (R,G,B) nằm trên 3 trục cơ sở, màu thứ cấp (C,M.K) nằm trên các góc; màu đen tại gốc (0,0,0); màu trắng tại đỉnh xa nhất (1,1,1)
- Mức xám thay đổi từ gốc (màu đen) → đỉnh xa nhất (màu trắng) theo đường chéo
- Các màu khác là các điểm nằm trên hoặc trong hình lập phương

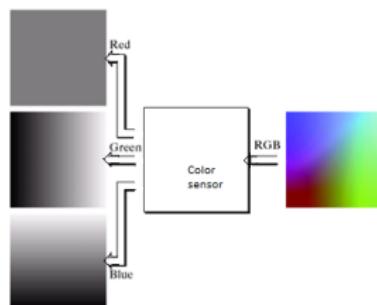
# Mô hình màu

Mô hình màu: RGB - Thu nhận ảnh màu



# Mô hình màu

Mô hình màu: RGB - Thu nhận ảnh màu



(a) R



(b) G



(c) B



(d) RGB

# Mô hình màu

Mô hình màu: RGB - Thu nhận ảnh màu: Lọc Bayer

- Sử dụng nhiều trong các máy ảnh



# Mô hình màu

Mô hình màu: RGB - Thu nhận ảnh màu: Lọc Bayer

- Sử dụng nhiều trong các máy ảnh
- Mỗi cảm biến sử dụng một lớp lọc Bayer đơn sắc



# Mô hình màu

Mô hình màu: RGB - Thu nhận ảnh màu: Lọc Bayer

- Sử dụng nhiều trong các máy ảnh
- Mỗi cảm biến sử dụng một lớp lọc Bayer đơn sắc  $\Rightarrow$  Mỗi cảm biến chỉ cảm nhận được cường độ sáng của một loại màu



# Mô hình màu

Mô hình màu: RGB - Thu nhận ảnh màu: Lọc Bayer

- Sử dụng nhiều trong các máy ảnh
- Mỗi cảm biến sử dụng một lớp lọc Bayer đơn sắc  $\Rightarrow$  Mỗi cảm biến chỉ cảm nhận được cường độ sáng của một loại màu
- $\Rightarrow$  Tại mỗi điểm ảnh chỉ có thông tin về một màu.



# Mô hình màu

Mô hình màu: RGB - Thu nhận ảnh màu: Lọc Bayer

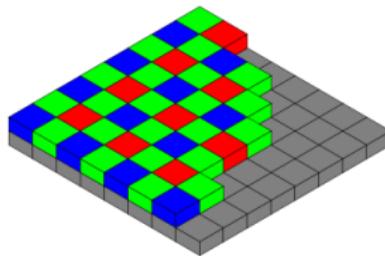
- Sử dụng nhiều trong các máy ảnh
- Mỗi cảm biến sử dụng một lớp lọc Bayer đơn sắc  $\Rightarrow$  Mỗi cảm biến chỉ cảm nhận được cường độ sáng của một loại màu
- $\Rightarrow$  Tại mỗi điểm ảnh chỉ có thông tin về một màu.
- Thông tin đầy đủ về màu được khôi phục bằng một số thuật toán nội suy  $\Rightarrow$  Dễ sai số, nhiễu



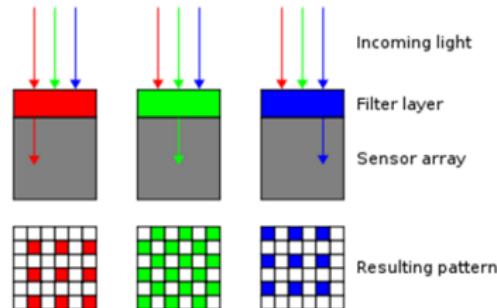
# Mô hình màu

Mô hình màu: RGB - Thu nhận ảnh màu: Lọc Bayer

- Sử dụng nhiều trong các máy ảnh
- Mỗi cảm biến sử dụng một lớp lọc Bayer đơn sắc  $\Rightarrow$  Mỗi cảm biến chỉ cảm nhận được cường độ sáng của một loại màu
- $\Rightarrow$  Tại mỗi điểm ảnh chỉ có thông tin về một màu.
- Thông tin đầy đủ về màu được khôi phục bằng một số thuật toán nội suy  $\Rightarrow$  Dễ sai số, nhiễu



(a) Ma trận sensor



(b) Lọc màu

# Mô hình màu

Mô hình màu: RGB - Thu nhận ảnh màu: Three-CCD

- Sử dụng nhiều trong các máy quay chuyên nghiệp



# Mô hình màu

Mô hình màu: RGB - Thu nhận ảnh màu: Three-CCD

- Sử dụng nhiều trong các máy quay chuyên nghiệp
- Một lăng kính 3 màu (trichroic) kết hợp với 3 cảm biến CCD



# Mô hình màu

Mô hình màu: RGB - Thu nhận ảnh màu: Three-CCD

- Sử dụng nhiều trong các máy quay chuyên nghiệp
- Một lăng kính 3 màu (trichroic) kết hợp với 3 cảm biến CCD  $\Rightarrow$  Cảm nhận được đồng thời 3 màu



# Mô hình màu

Mô hình màu: RGB - Thu nhận ảnh màu: Three-CCD

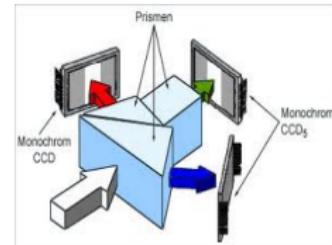
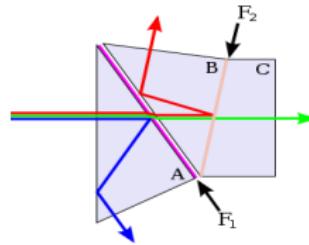
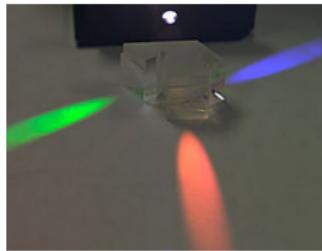
- Sử dụng nhiều trong các máy quay chuyên nghiệp
- Một lăng kính 3 màu (trichroic) kết hợp với 3 cảm biến CCD  $\Rightarrow$  Cảm nhận được đồng thời 3 màu
- $\Rightarrow$  Tại mỗi điểm ảnh có đầy đủ thông tin về ba màu cơ bản  $\Rightarrow$  Nét hơn, giảm nhiễu



# Mô hình màu

Mô hình màu: RGB - Thu nhận ảnh màu: Three-CCD

- Sử dụng nhiều trong các máy quay chuyên nghiệp
- Một lăng kính 3 màu (trichroic) kết hợp với 3 cảm biến CCD  $\Rightarrow$  Cảm nhận được đồng thời 3 màu
- $\Rightarrow$  Tại mỗi điểm ảnh có đầy đủ thông tin về ba màu cơ bản  $\Rightarrow$  Nét hơn, giảm nhiễu



# Mô hình màu

## Mô hình màu: RGB - Tập màu an toàn

- Tập con của các màu mà có thể tái tạo một cách trung thực, độc lập với khả năng hiển thị của phần cứng mà người sử dụng dùng.



# Mô hình màu

## Mô hình màu: RGB - Tập màu an toàn

- Tập con của các màu mà có thể tái tạo một cách trung thực, độc lập với khả năng hiển thị của phần cứng mà người sử dụng dùng.
  - ▶ Với ứng dụng Internet: Tập các màu an toàn cho Web hay trình duyệt



# Mô hình màu

## Mô hình màu: RGB - Tập màu an toàn

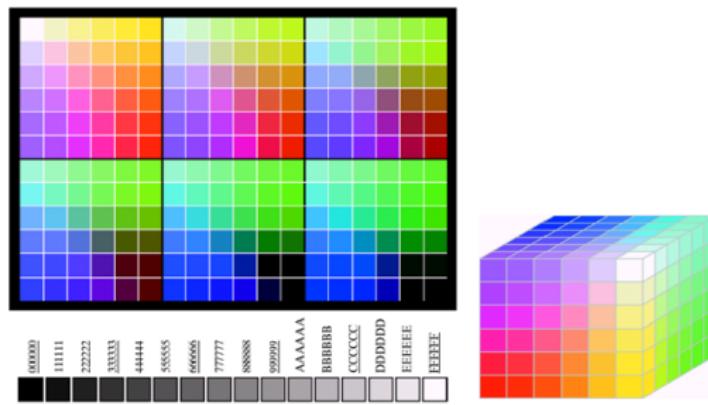
- Tập con của các màu mà có thể tái tạo một cách trung thực, độc lập với khả năng hiển thị của phần cứng mà người sử dụng dùng.
  - ▶ Với ứng dụng Internet: Tập các màu an toàn cho Web hay trình duyệt
- Có khoảng 216 màu, mỗi màu là một bộ  $(R_x, G_y, B_z)$  trong đó mỗi thành phần chỉ có thể lấy các giá trị 0, 51, 102, 153, 204 hoặc 255 (Hệ Hexa: 00, 33, 66, 99, CC, FF).



# Mô hình màu

## Mô hình màu: RGB - Tập màu an toàn

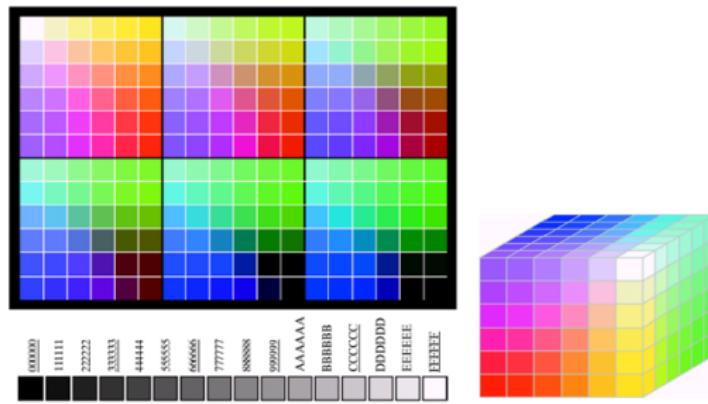
- Tập con của các màu mà có thể tái tạo một cách trung thực, độc lập với khả năng hiển thị của phần cứng mà người sử dụng dùng.
  - ▶ Với ứng dụng Internet: Tập các màu an toàn cho Web hay trình duyệt
- Có khoảng 216 màu, mỗi màu là một bộ  $(R_x, G_y, B_z)$  trong đó mỗi thành phần chỉ có thể lấy các giá trị 0, 51, 102, 153, 204 hoặc 255 (Hệ Hexa: 00, 33, 66, 99, CC, FF).



# Mô hình màu

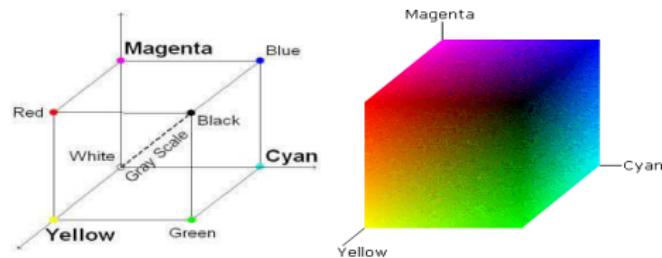
## Mô hình màu: RGB - Tập màu an toàn

- Tập con của các màu mà có thể tái tạo một cách trung thực, độc lập với khả năng hiển thị của phần cứng mà người sử dụng dùng.
  - ▶ Với ứng dụng Internet: Tập các màu an toàn cho Web hay trình duyệt
- Có khoảng 216 màu, mỗi màu là một bộ  $(R_x, G_y, B_z)$  trong đó mỗi thành phần chỉ có thể lấy các giá trị 0, 51, 102, 153, 204 hoặc 255 (Hệ Hexa: 00, 33, 66, 99, CC, FF).



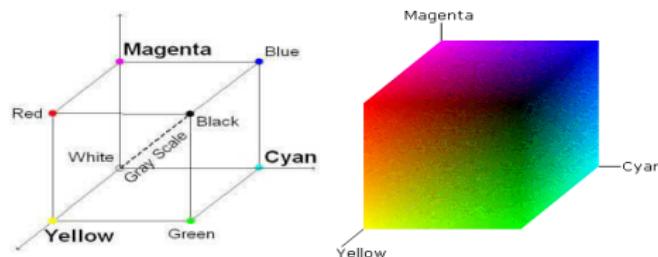
# Mô hình màu

## Mô hình màu: CMY (CMYK) (1)



# Mô hình màu

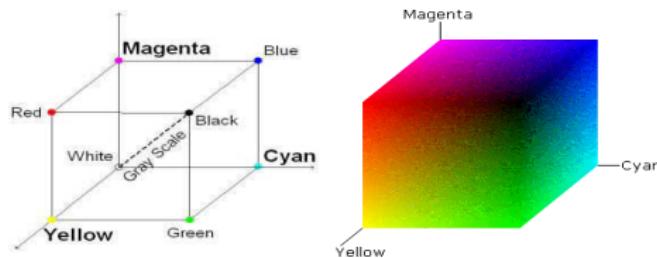
## Mô hình màu: CMY (CMYK) (1)



- Cũng dựa trên một hệ tọa độ vuông góc: Màu cơ bản của chất màu (C,M,Y) nằm trên 3 trục cơ sở, màu thứ cấp (R,G,B) nằm trên các góc; màu trắng tại gốc (0,0,0); màu đen tại đỉnh xa nhất (1,1,1)

# Mô hình màu

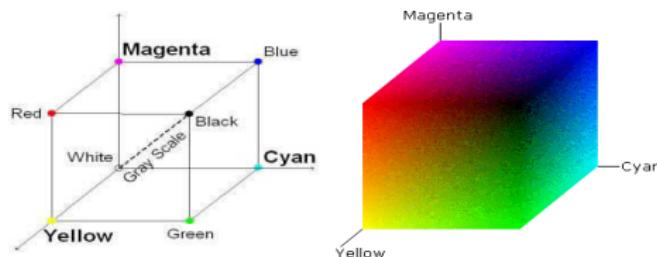
## Mô hình màu: CMY (CMYK) (1)



- Cũng dựa trên một hệ tọa độ vuông góc: Màu cơ bản của chất màu (C,M,Y) nằm trên 3 trục cơ sở, màu thứ cấp (R,G,B) nằm trên các góc; màu trắng tại gốc (0,0,0); màu đen tại đỉnh xa nhất (1,1,1)
- Mức xám thay đổi từ gốc (màu trắng) → đỉnh xa nhất (màu đen) theo đường chéo

# Mô hình màu

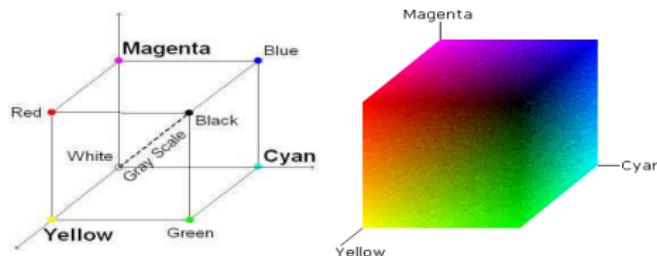
## Mô hình màu: CMY (CMYK) (1)



- Cũng dựa trên một hệ tọa độ vuông góc: Màu cơ bản của chất màu (C,M,Y) nằm trên 3 trục cơ sở, màu thứ cấp (R,G,B) nằm trên các góc; màu trắng tại gốc (0,0,0); màu đen tại đỉnh xa nhất (1,1,1)
- Mức xám thay đổi từ gốc (màu trắng) → đỉnh xa nhất (màu đen) theo đường chéo
- Các màu khác là các điểm nằm trên hoặc trong hình lập phương

# Mô hình màu

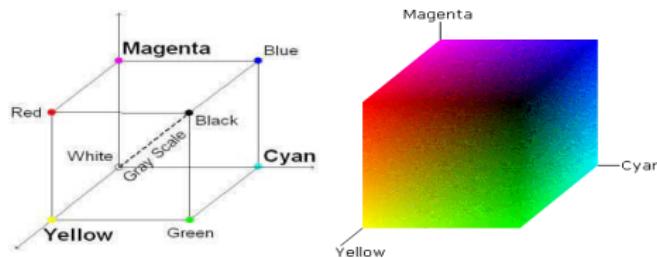
## Mô hình màu: CMY (CMYK) (1)



- Cũng dựa trên một hệ tọa độ vuông góc: Màu cơ bản của chất màu (C,M,Y) nằm trên 3 trục cơ sở, màu thứ cấp (R,G,B) nằm trên các góc; màu trắng tại gốc (0,0,0); màu đen tại đỉnh xa nhất (1,1,1)
- Mức xám thay đổi từ gốc (màu trắng) → đỉnh xa nhất (màu đen) theo đường chéo
- Các màu khác là các điểm nằm trên hoặc trong hình lập phương
- Là mô hình màu trừ (dựa trên phương pháp phối màu trừ)

# Mô hình màu

## Mô hình màu: CMY (CMYK) (1)

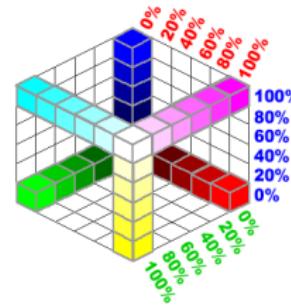


- Cũng dựa trên một hệ tọa độ vuông góc: Màu cơ bản của chất màu (C,M,Y) nằm trên 3 trục cơ sở, màu thứ cấp (R,G,B) nằm trên các góc; màu trắng tại gốc (0,0,0); màu đen tại đỉnh xa nhất (1,1,1)
- Mức xám thay đổi từ gốc (màu trắng) → đỉnh xa nhất (màu đen) theo đường chéo
- Các màu khác là các điểm nằm trên hoặc trong hình lập phương
- Là mô hình màu trừ (dựa trên phương pháp phối màu trừ)
- Sử dụng chủ yếu trong in ấn

# Mô hình màu

Mô hình màu: CMY (CMYK) (2)

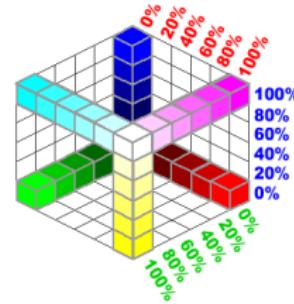
$$\begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$



# Mô hình màu

Mô hình màu: CMY (CMYK) (2)

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

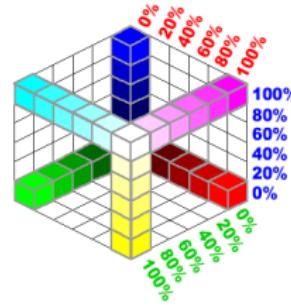


- Phối hợp ba chất màu cơ bản với tỷ lệ hợp lý  $\Rightarrow$  Màu đen

# Mô hình màu

Mô hình màu: CMY (CMYK) (2)

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

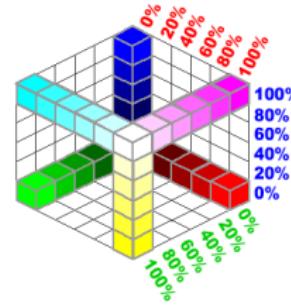


- Phối hợp ba chất màu cơ bản với tỷ lệ hợp lý  $\Rightarrow$  Màu đen
  - ▶ Thực tế khi in ấn cho ta kết quả là màu đen bùn (không thực sự đen)

# Mô hình màu

Mô hình màu: CMY (CMYK) (2)

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



- Phối hợp ba chất màu cơ bản với tỷ lệ hợp lý  $\Rightarrow$  Màu đen
  - ▶ Thực tế khi in ấn cho ta kết quả là màu đen bùn (không thực sự đen)
  - ▶  $\Rightarrow$  Thêm một chất màu đen (K)  $\Rightarrow$  Mô hình CMYK

# Mô hình màu

Mô hình màu: CMY (CMYK) (3)



# Mô hình màu

## Mô hình màu: HSV (1)

- Do Alvi Ray Smith mô tả năm 1978



# Mô hình màu

## Mô hình màu: HSV (1)

- Do Alvi Ray Smith mô tả năm 1978
- $H \equiv$  Hue (Sắc thái màu);  $S \equiv$  Saturation (Độ bão hòa của màu);  $V \equiv$  Value (Độ sáng)



# Mô hình màu

## Mô hình màu: HSV (1)

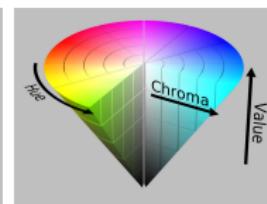
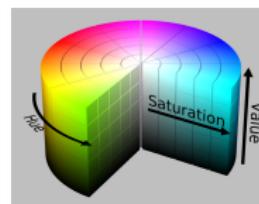
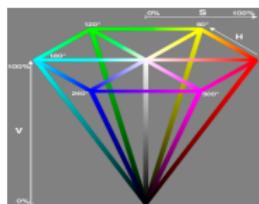
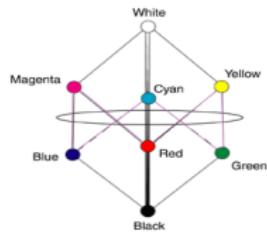
- Do Alvi Ray Smith mô tả năm 1978
- $H \equiv$  Hue (Sắc thái màu);  $S \equiv$  Saturation (Độ bão hòa của màu);  $V \equiv$  Value (Độ sáng)
- $\equiv$  HSB (B  $\equiv$  Brightness)



# Mô hình màu

## Mô hình màu: HSV (1)

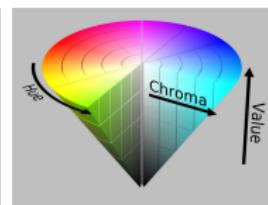
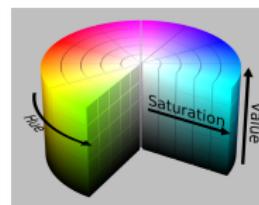
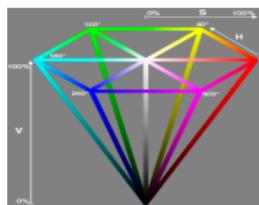
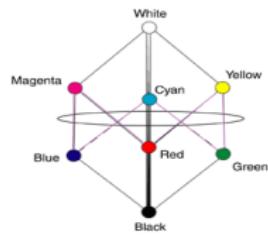
- Do Alvin Ray Smith mô tả năm 1978
- $H \equiv$  Hue (Sắc thái màu);  $S \equiv$  Saturation (Độ bão hòa của màu);  $V \equiv$  Value (Độ sáng)
- $\equiv$  HSB (B  $\equiv$  Brightness)



# Mô hình màu

## Mô hình màu: HSV (1)

- Do Alvin Ray Smith mô tả năm 1978
- $H \equiv$  Hue (Sắc thái màu);  $S \equiv$  Saturation (Độ bão hòa của màu);  $V \equiv$  Value (Độ sáng)
- $\equiv$  HSB (B  $\equiv$  Brightness)

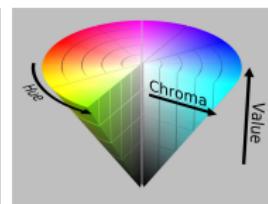
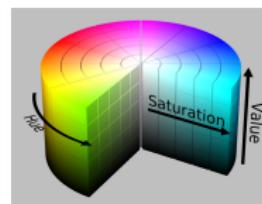
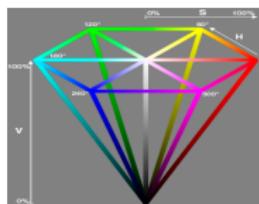
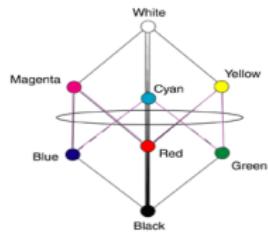


- $H \equiv$  góc quay quanh trục;  $S \equiv$  khoảng cách so với trục;  $V \equiv$  chiều cao

# Mô hình màu

## Mô hình màu: HSV (1)

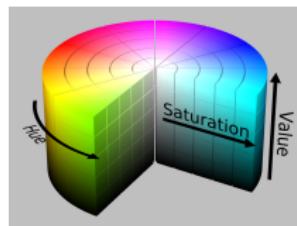
- Do Alvin Ray Smith mô tả năm 1978
- $H \equiv$  Hue (Sắc thái màu);  $S \equiv$  Saturation (Độ bão hòa của màu);  $V \equiv$  Value (Độ sáng)
- $\equiv$  HSB ( $B \equiv$  Brightness)



- $H \equiv$  góc quay quanh trục;  $S \equiv$  khoảng cách so với trục;  $V \equiv$  chiều cao
- Trục  $\equiv$  Màu trung tính (không màu, đường mức xám)

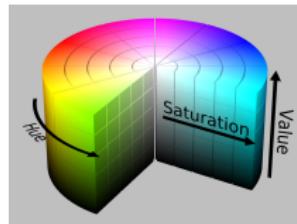
# Mô hình màu

Mô hình màu: HSV (2)



# Mô hình màu

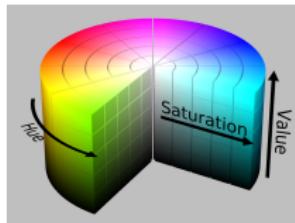
## Mô hình màu: HSV (2)



- (H):  $0^\circ$  (R); các màu gốc hoặc màu thứ cấp cách nhau  $120^\circ$ ; các màu bù nằm đối xứng tâm

# Mô hình màu

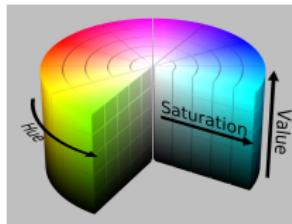
## Mô hình màu: HSV (2)



- (H):  $0^\circ$  (R); các màu gốc hoặc màu thứ cấp cách nhau  $120^\circ$ ; các màu bù nằm đối xứng tâm
- (S): 0 (tại tâm), 1 (tại biên); S  $\equiv$  Chroma (mô hình nón ngược)

# Mô hình màu

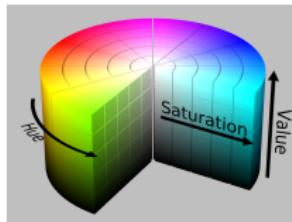
## Mô hình màu: HSV (2)



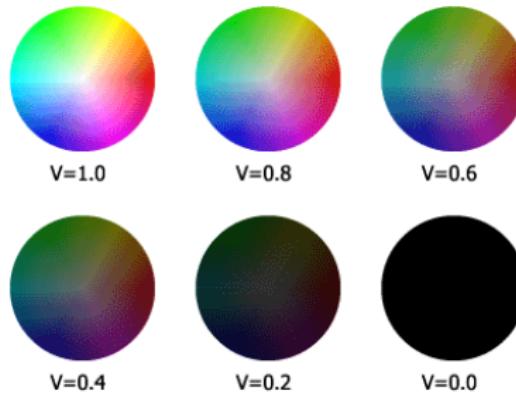
- (H):  $0^\circ$  (R); các màu gốc hoặc màu thứ cấp cách nhau  $120^\circ$ ; các màu bù nằm đối xứng tâm
- (S): 0 (tại tâm), 1 (tại biên); S  $\equiv$  Chroma (mô hình nón ngược)
- (V): 0 (đỉnh nón, màu đen), 1 (đáy nón, độ sáng tối đa)

# Mô hình màu

## Mô hình màu: HSV (2)

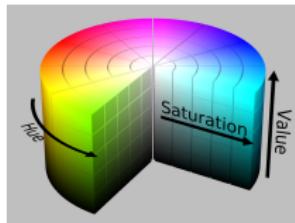


- (H):  $0^\circ$  (R); các màu gốc hoặc màu thứ cấp cách nhau  $120^\circ$ ; các màu bù nằm đối xứng tâm
- (S): 0 (tại tâm), 1 (tại biên); S  $\equiv$  Chroma (mô hình nón ngược)
- (V): 0 (đỉnh nón, màu đen), 1 (đáy nón, độ sáng tối đa)

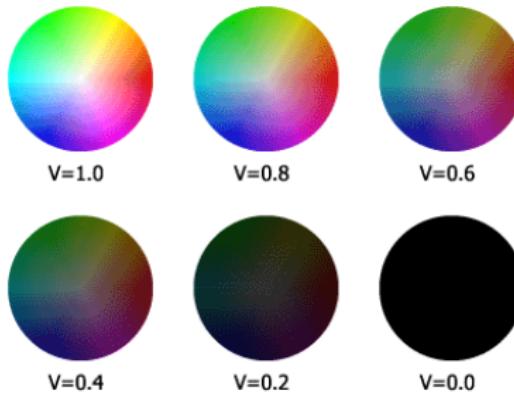


# Mô hình màu

## Mô hình màu: HSV (2)



- (H):  $0^\circ$  (R); các màu gốc hoặc màu thứ cấp cách nhau  $120^\circ$ ; các màu bù nằm đối xứng tâm
- (S): 0 (tại tâm), 1 (tại biên); S  $\equiv$  Chroma (mô hình nón ngược)
- (V): 0 (đỉnh nón, màu đen), 1 (đáy nón, độ sáng tối đa)



- Màu đơn sắc là biên đường tròn tại  $V = 1$

# Mô hình màu

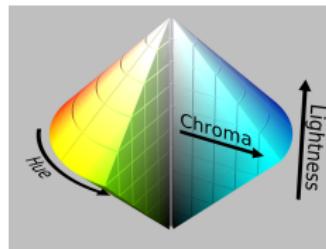
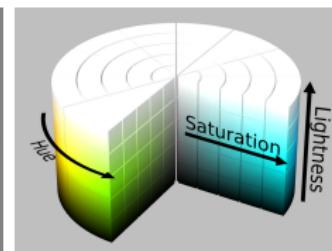
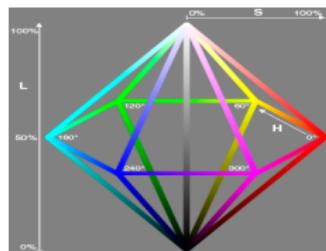
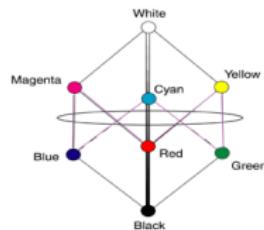
## Mô hình màu: HSL (1)

- $H \equiv$  Hue (Sắc thái màu);  $S \equiv$  Saturation (Độ bão hòa của màu);  $L \equiv$  Lightness (Độ sáng)

# Mô hình màu

## Mô hình màu: HSL (1)

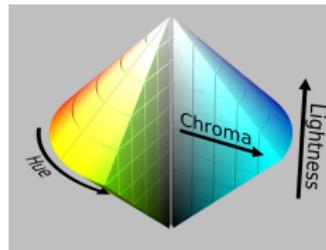
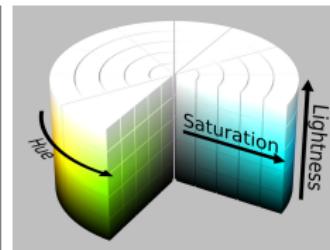
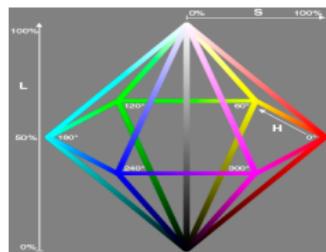
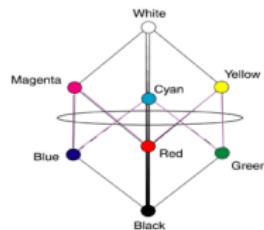
- $H \equiv$  Hue (Sắc thái màu);  $S \equiv$  Saturation (Độ bão hòa của màu);  $L \equiv$  Lightness (Độ sáng)



# Mô hình màu

## Mô hình màu: HSL (1)

- $H \equiv$  Hue (Sắc thái màu);  $S \equiv$  Saturation (Độ bão hòa của màu);  $L \equiv$  Lightness (Độ sáng)

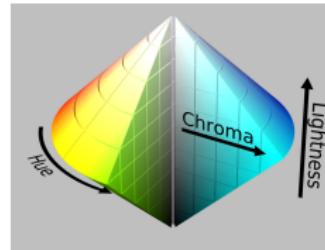
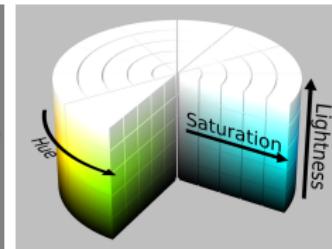
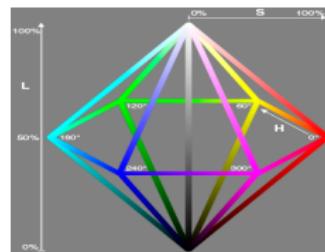
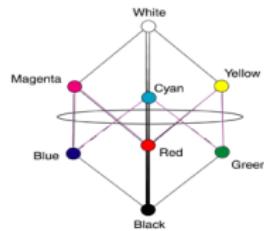


- $H \equiv$  góc quay quanh trục;  $S \equiv$  khoảng cách so với trục;  $L \equiv$  chiều cao

# Mô hình màu

## Mô hình màu: HSL (1)

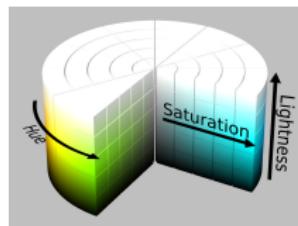
- $H \equiv$  Hue (Sắc thái màu);  $S \equiv$  Saturation (Độ bão hòa của màu);  $L \equiv$  Lightness (Độ sáng)



- $H \equiv$  góc quay quanh trục;  $S \equiv$  khoảng cách so với trục;  $L \equiv$  chiều cao
- Trục  $\equiv$  Màu trung tính (không màu, đường mức xám)

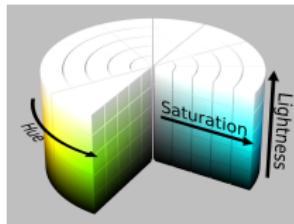
# Mô hình màu

## Mô hình màu: HSL (2)



# Mô hình màu

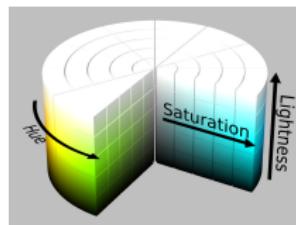
## Mô hình màu: HSL (2)



- (H):  $0^\circ$  (R); các màu gốc hoặc màu thứ cấp cách nhau  $120^\circ$ ; các màu bù nằm đối xứng tâm

# Mô hình màu

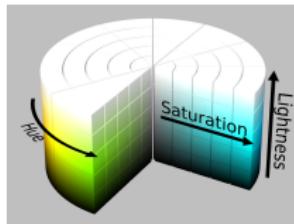
## Mô hình màu: HSL (2)



- (H):  $0^\circ$  (R); các màu gốc hoặc màu thứ cấp cách nhau  $120^\circ$ ; các màu bù nằm đối xứng tâm
- (S): 0 (tại tâm), 1 (tại biên); S  $\equiv$  Chroma (mô hình nón kép)

# Mô hình màu

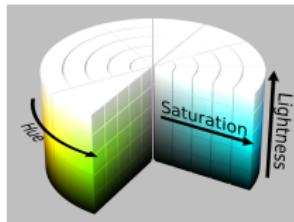
## Mô hình màu: HSL (2)



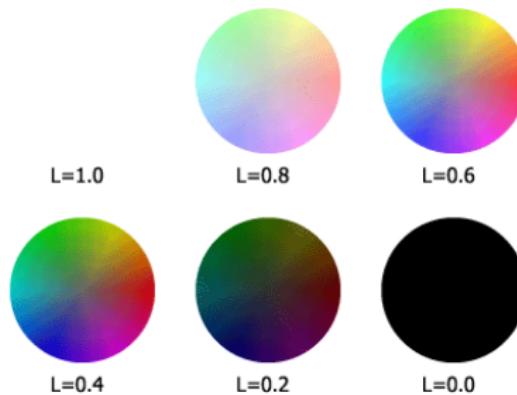
- (H):  $0^\circ$  (R); các màu gốc hoặc màu thứ cấp cách nhau  $120^\circ$ ; các màu bù nằm đối xứng tâm
- (S): 0 (tại tâm), 1 (tại biên); S  $\equiv$  Chroma (mô hình nón kép)
- (V): 0 (đỉnh dưới, màu đen), 1 (đỉnh trên, màu sáng trắng)

# Mô hình màu

## Mô hình màu: HSL (2)

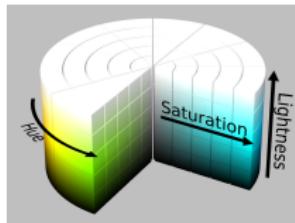


- (H):  $0^\circ$  (R); các màu gốc hoặc màu thứ cấp cách nhau  $120^\circ$ ; các màu bù nằm đối xứng tâm
- (S): 0 (tại tâm), 1 (tại biên); S $\equiv$  Chroma (mô hình nón kép)
- (V): 0 (đỉnh dưới, màu đen), 1 (đỉnh trên, màu sáng trắng)

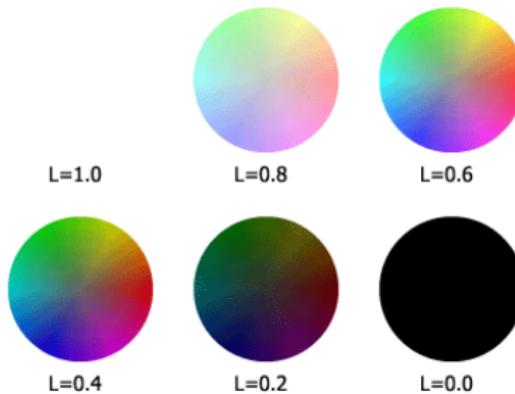


# Mô hình màu

## Mô hình màu: HSL (2)



- (H):  $0^\circ$  (R); các màu gốc hoặc màu thứ cấp cách nhau  $120^\circ$ ; các màu bù nằm đối xứng tâm
- (S): 0 (tại tâm), 1 (tại biên); S  $\equiv$  Chroma (mô hình nón kép)
- (V): 0 (đỉnh dưới, màu đen), 1 (đỉnh trên, màu sáng trắng)



- Màu đơn sắc là biên đường tròn tại  $L = 1/2$

# Mô hình màu

Mô hình màu: HSI

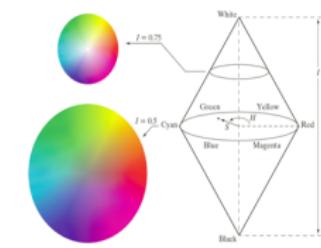
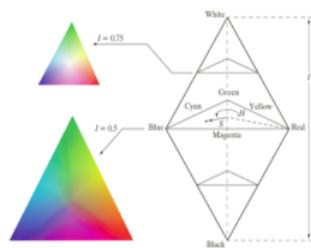
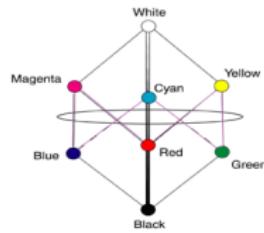
- $H \equiv$  Hue (Sắc thái màu);  $S \equiv$  Saturation (Độ bão hòa của màu);  $I \equiv$  Intensity (Cường độ sáng)



# Mô hình màu

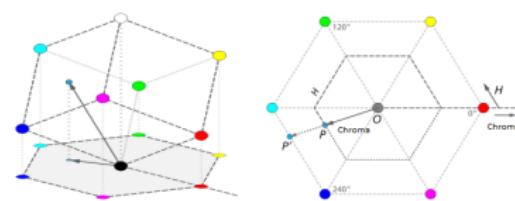
Mô hình màu: HSI

- $H \equiv$  Hue (Sắc thái màu);  $S \equiv$  Saturation (Độ bão hòa của màu);  $I \equiv$  Intensity (Cường độ sáng)



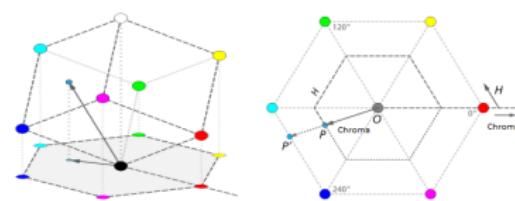
# Mô hình màu

Mô hình màu: Chuyển đổi RGB → HSV



# Mô hình màu

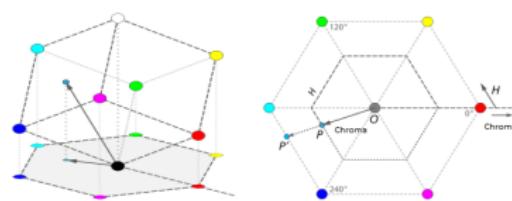
Mô hình màu: Chuyển đổi RGB → HSV



- $\hat{M} \triangleq \max(R, G, B)$ ,  $\hat{m} \triangleq \min(R, G, B) \Rightarrow Chroma = \hat{M} - \hat{m}$

# Mô hình màu

Mô hình màu: Chuyển đổi RGB → HSV

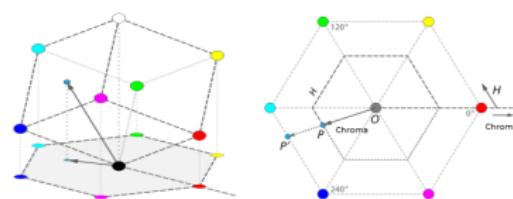


- $\hat{M} \triangleq \max(R, G, B)$ ,  $\hat{m} \triangleq \min(R, G, B) \Rightarrow Chroma = \hat{M} - \hat{m}$

$$H' = \begin{cases} NaN & \text{nếu } Chroma = 0 \\ \frac{G-B}{Chroma} \bmod 6 & \text{nếu } \hat{M} = R \\ \frac{B-R}{Chroma} + 2 & \text{nếu } \hat{M} = G \\ \frac{R-G}{Chroma} + 4 & \text{nếu } \hat{M} = B \end{cases}$$

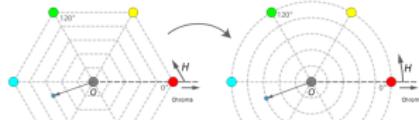
# Mô hình màu

Mô hình màu: Chuyển đổi RGB → HSV



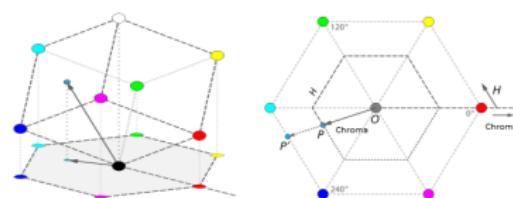
- $\hat{M} \triangleq \max(R, G, B)$ ,  $\hat{m} \triangleq \min(R, G, B) \Rightarrow Chroma = \hat{M} - \hat{m}$

$$H' = \begin{cases} NaN & \text{nếu } Chroma = 0 \\ \frac{G-B}{Chroma} \bmod 6 & \text{nếu } \hat{M} = R \\ \frac{B-R}{Chroma} + 2 & \text{nếu } \hat{M} = G \\ \frac{R-G}{Chroma} + 4 & \text{nếu } \hat{M} = B \end{cases}$$



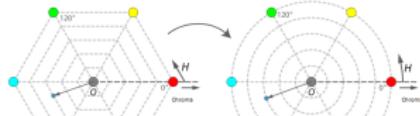
# Mô hình màu

Mô hình màu: Chuyển đổi RGB → HSV



- $\hat{M} \triangleq \max(R, G, B)$ ,  $\hat{m} \triangleq \min(R, G, B) \Rightarrow Chroma = \hat{M} - \hat{m}$

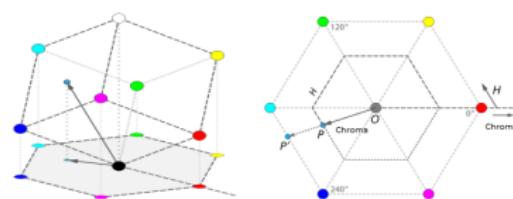
$$H' = \begin{cases} NaN & \text{nếu } Chroma = 0 \\ \frac{G-B}{Chroma} \bmod 6 & \text{nếu } \hat{M} = R \\ \frac{B-R}{Chroma} + 2 & \text{nếu } \hat{M} = G \\ \frac{R-G}{Chroma} + 4 & \text{nếu } \hat{M} = B \end{cases}$$



- $H = 60^\circ \times H'$

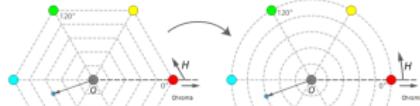
# Mô hình màu

Mô hình màu: Chuyển đổi RGB → HSV



- $\hat{M} \triangleq \max(R, G, B)$ ,  $\hat{m} \triangleq \min(R, G, B) \Rightarrow Chroma = \hat{M} - \hat{m}$

$$H' = \begin{cases} NaN & \text{nếu } Chroma = 0 \\ \frac{G-B}{Chroma} \bmod 6 & \text{nếu } \hat{M} = R \\ \frac{B-R}{Chroma} + 2 & \text{nếu } \hat{M} = G \\ \frac{R-G}{Chroma} + 4 & \text{nếu } \hat{M} = B \end{cases}$$



- $H = 60^\circ \times H'$

- $V = \hat{M} = \max(R, G, B)$ ; Nếu  $V = 0$  thì  $S = 0$ , còn không  $S = \frac{Chroma}{V}$

# Mô hình màu

Mô hình màu: Chuyển đổi RGB  $\leftarrow$  HSV

Cho  $H \in [0^\circ, 360^\circ]$ ,  $S \in [0, 1]$  và  $V \in [0, 1] \Rightarrow (R, G, B)$



# Mô hình màu

Mô hình màu: Chuyển đổi RGB  $\leftarrow$  HSV

Cho  $H \in [0^\circ, 360^\circ]$ ,  $S \in [0, 1]$  và  $V \in [0, 1] \Rightarrow (R, G, B)$

- Chroma =  $V \times S$

# Mô hình màu

Mô hình màu: Chuyển đổi RGB  $\leftarrow$  HSV

Cho  $H \in [0^\circ, 360^\circ]$ ,  $S \in [0, 1]$  và  $V \in [0, 1] \Rightarrow (R, G, B)$

- Chroma =  $V \times S$
- $H' = H/60^\circ$



# Mô hình màu

Mô hình màu: Chuyển đổi RGB  $\leftarrow$  HSV

Cho  $H \in [0^\circ, 360^\circ]$ ,  $S \in [0, 1]$  và  $V \in [0, 1] \Rightarrow (R, G, B)$

- $Chroma = V \times S$
- $H' = H/60^\circ$
- $\hat{m} = V - Chroma$



# Mô hình màu

Mô hình màu: Chuyển đổi RGB  $\leftarrow$  HSV

Cho  $H \in [0^\circ, 360^\circ)$ ,  $S \in [0, 1]$  và  $V \in [0, 1] \Rightarrow (R, G, B)$

- $Chroma = V \times S$
- $H' = H/60^\circ$
- $\hat{m} = V - Chroma$
- Tính biên trung gian:  
$$X = Chroma \times (1 - |(H' \bmod 2) - 1|)$$



# Mô hình màu

Mô hình màu: Chuyển đổi RGB  $\leftarrow$  HSV

Cho  $H \in [0^\circ, 360^\circ]$ ,  $S \in [0, 1]$  và  $V \in [0, 1] \Rightarrow (R, G, B)$

Điểm trung gian  $(R_1, G_1, B_1)$ :

- $Chroma = V \times S$
- $H' = H/60^\circ$
- $\hat{m} = V - Chroma$
- Tính biên trung gian:  
 $X = Chroma \times (1 - |(H' \bmod 2) - 1|)$

$$(R_1, G_1, B_1) = \begin{cases} (0, 0, 0) & \text{nếu } H' = NaN \\ (Chroma, X, 0) & \text{nếu } 0 \leq H' < 1 \\ (X, Chroma, 0) & \text{nếu } 1 \leq H' < 2 \\ (0, Chroma, X) & \text{nếu } 2 \leq H' < 3 \\ (0, X, Chroma) & \text{nếu } 3 \leq H' < 4 \\ (X, 0, Chroma) & \text{nếu } 4 \leq H' < 5 \\ (Chroma, 0, X) & \text{nếu } 5 \leq H' < 6 \end{cases}$$



# Mô hình màu

Mô hình màu: Chuyển đổi RGB  $\leftarrow$  HSV

Cho  $H \in [0^\circ, 360^\circ)$ ,  $S \in [0, 1]$  và  $V \in [0, 1] \Rightarrow (R, G, B)$

Điểm trung gian  $(R_1, G_1, B_1)$ :

- $Chroma = V \times S$

- $H' = H/60^\circ$

- $\hat{m} = V - Chroma$

- Tính biên trung gian:  
 $X = Chroma \times (1 - |(H' \bmod 2) - 1|)$

$$(R_1, G_1, B_1) = \begin{cases} (0, 0, 0) & \text{nếu } H' = NaN \\ (Chroma, X, 0) & \text{nếu } 0 \leq H' < 1 \\ (X, Chroma, 0) & \text{nếu } 1 \leq H' < 2 \\ (0, Chroma, X) & \text{nếu } 2 \leq H' < 3 \\ (0, X, Chroma) & \text{nếu } 3 \leq H' < 4 \\ (X, 0, Chroma) & \text{nếu } 4 \leq H' < 5 \\ (Chroma, 0, X) & \text{nếu } 5 \leq H' < 6 \end{cases}$$

- $(R, G, B) = (R_1 + m, G_1 + m, B_1 + m)$



# Mô hình màu

Mô hình màu: Chuyển đổi RGB → HSL

- $\hat{M} \triangleq \max(R, G, B)$ ,  $\hat{m} \triangleq \min(R, G, B) \Rightarrow Chroma = \hat{M} - \hat{m}$

# Mô hình màu

Mô hình màu: Chuyển đổi RGB → HSL

- $\hat{M} \triangleq \max(R, G, B)$ ,  $\hat{m} \triangleq \min(R, G, B) \Rightarrow Chroma = \hat{M} - \hat{m}$

$$H' = \begin{cases} NaN & \text{nếu } Chroma = 0 \\ \frac{G-B}{Chroma} \bmod 6 & \text{nếu } \hat{M} = R \\ \frac{B-R}{Chroma} + 2 & \text{nếu } \hat{M} = G \\ \frac{R-G}{Chroma} + 4 & \text{nếu } \hat{M} = B \end{cases}$$

# Mô hình màu

Mô hình màu: Chuyển đổi RGB → HSL

- $\hat{M} \triangleq \max(R, G, B)$ ,  $\hat{m} \triangleq \min(R, G, B) \Rightarrow Chroma = \hat{M} - \hat{m}$

- $H = 60^\circ \times H'$

$$H' = \begin{cases} NaN & \text{nếu } Chroma = 0 \\ \frac{G-B}{Chroma} \bmod 6 & \text{nếu } \hat{M} = R \\ \frac{B-R}{Chroma} + 2 & \text{nếu } \hat{M} = G \\ \frac{R-G}{Chroma} + 4 & \text{nếu } \hat{M} = B \end{cases}$$

# Mô hình màu

Mô hình màu: Chuyển đổi RGB → HSL

- $\hat{M} \triangleq \max(R, G, B)$ ,  $\hat{m} \triangleq \min(R, G, B) \Rightarrow Chroma = \hat{M} - \hat{m}$

$$H' = \begin{cases} NaN & \text{nếu } Chroma = 0 \\ \frac{G-B}{Chroma} \bmod 6 & \text{nếu } \hat{M} = R \\ \frac{B-R}{Chroma} + 2 & \text{nếu } \hat{M} = G \\ \frac{R-G}{Chroma} + 4 & \text{nếu } \hat{M} = B \end{cases}$$

- $H = 60^\circ \times H'$
- $L = (\hat{M} + \hat{m})/2 = 0.5 \times \max(R, G, B) + 0.5 \times \min(R, G, B)$

# Mô hình màu

Mô hình màu: Chuyển đổi RGB → HSL

- $\hat{M} \triangleq \max(R, G, B)$ ,  $\hat{m} \triangleq \min(R, G, B) \Rightarrow Chroma = \hat{M} - \hat{m}$

$$H' = \begin{cases} NaN & \text{nếu } Chroma = 0 \\ \frac{G-B}{Chroma} \bmod 6 & \text{nếu } \hat{M} = R \\ \frac{B-R}{Chroma} + 2 & \text{nếu } \hat{M} = G \\ \frac{R-G}{Chroma} + 4 & \text{nếu } \hat{M} = B \end{cases}$$

- $H = 60^\circ \times H'$
- $L = (\hat{M} + \hat{m})/2 = 0.5 \times \max(R, G, B) + 0.5 \times \min(R, G, B)$
- Nếu  $L \in \{0, 1\}$  thì  $S = 0$ , nếu không  $S = \frac{Chroma}{1 - |2L - 1|}$

# Mô hình màu

Mô hình màu: Chuyển đổi RGB  $\leftarrow$  HSL

Cho  $H \in [0^\circ, 360^\circ]$ ,  $S \in [0, 1]$  và  $L \in [0, 1] \Rightarrow (R, G, B)$



# Mô hình màu

Mô hình màu: Chuyển đổi RGB  $\leftarrow$  HSL

Cho  $H \in [0^\circ, 360^\circ]$ ,  $S \in [0, 1]$  và  $L \in [0, 1] \Rightarrow (R, G, B)$

- $Chroma = (1 - |2L - 1|) \times S$

# Mô hình màu

Mô hình màu: Chuyển đổi RGB  $\leftarrow$  HSL

Cho  $H \in [0^\circ, 360^\circ]$ ,  $S \in [0, 1]$  và  $L \in [0, 1] \Rightarrow (R, G, B)$

- Chroma =  
$$(1 - |2L - 1|) \times S$$
- $H' = H/60^\circ$

# Mô hình màu

Mô hình màu: Chuyển đổi RGB  $\leftarrow$  HSL

Cho  $H \in [0^\circ, 360^\circ]$ ,  $S \in [0, 1]$  và  $L \in [0, 1] \Rightarrow (R, G, B)$

- Chroma =  
$$(1 - |2L - 1|) \times S$$
- $H' = H/60^\circ$
- $\hat{m} = L - \frac{1}{2} Chroma$



# Mô hình màu

Mô hình màu: Chuyển đổi RGB  $\leftarrow$  HSL

Cho  $H \in [0^\circ, 360^\circ]$ ,  $S \in [0, 1]$  và  $L \in [0, 1] \Rightarrow (R, G, B)$

- $Chroma = (1 - |2L - 1|) \times S$
- $H' = H/60^\circ$
- $\hat{m} = L - \frac{1}{2} Chroma$
- Tính biên trung gian:  
 $X = Chroma \times (1 - |(H' \bmod 2) - 1|)$



# Mô hình màu

Mô hình màu: Chuyển đổi RGB  $\leftarrow$  HSL

Cho  $H \in [0^\circ, 360^\circ]$ ,  $S \in [0, 1]$  và  $L \in [0, 1] \Rightarrow (R, G, B)$

Điểm trung gian  $(R_1, G_1, B_1)$ :

- Chroma =  $(1 - |2L - 1|) \times S$
- $H' = H/60^\circ$
- $\hat{m} = L - \frac{1}{2} Chroma$
- Tính biến trung gian:  
 $X = Chroma \times (1 - |(H' \bmod 2) - 1|)$

$$(R_1, G_1, B_1) = \begin{cases} (0, 0, 0) & \text{nếu } H' = NaN \\ (Chroma, X, 0) & \text{nếu } 0 \leq H' < 1 \\ (X, Chroma, 0) & \text{nếu } 1 \leq H' < 2 \\ (0, Chroma, X) & \text{nếu } 2 \leq H' < 3 \\ (0, X, Chroma) & \text{nếu } 3 \leq H' < 4 \\ (X, 0, Chroma) & \text{nếu } 4 \leq H' < 5 \\ (Chroma, 0, X) & \text{nếu } 5 \leq H' < 6 \end{cases}$$



# Mô hình màu

Mô hình màu: Chuyển đổi RGB  $\leftarrow$  HSL

Cho  $H \in [0^\circ, 360^\circ]$ ,  $S \in [0, 1]$  và  $L \in [0, 1] \Rightarrow (R, G, B)$

Điểm trung gian  $(R_1, G_1, B_1)$ :

- Chroma =  $(1 - |2L - 1|) \times S$
- $H' = H/60^\circ$
- $\hat{m} = L - \frac{1}{2} Chroma$
- Tính biến trung gian:  
 $X = Chroma \times (1 - |(H' \bmod 2) - 1|)$
- $(R, G, B) = (R_1 + m, G_1 + m, B_1 + m)$

$$(R_1, G_1, B_1) = \begin{cases} (0, 0, 0) & \text{nếu } H' = NaN \\ (Chroma, X, 0) & \text{nếu } 0 \leq H' < 1 \\ (X, Chroma, 0) & \text{nếu } 1 \leq H' < 2 \\ (0, Chroma, X) & \text{nếu } 2 \leq H' < 3 \\ (0, X, Chroma) & \text{nếu } 3 \leq H' < 4 \\ (X, 0, Chroma) & \text{nếu } 4 \leq H' < 5 \\ (Chroma, 0, X) & \text{nếu } 5 \leq H' < 6 \end{cases}$$



# Chương 2: Cơ bản về Xử lý ảnh số

## Nội dung chính

- 1 Ánh sáng và phổ sóng điện từ
- 2 Hệ thống thị giác của con người
- 3 Cảm biến và thu nhận ảnh
- 4 Quá trình số hóa ảnh
- 5 Biểu diễn ảnh
- 6 Mô hình màu
- 7 Kỹ thuật in ảnh
- 8 Một số khái niệm cơ bản
- 9 Phụ lục
  - Hệ thống thị giác
  - Mô hình biểu diễn ảnh
  - Mô hình màu
  - Kỹ thuật in ảnh

# Kỹ thuật in ảnh

## Digital Halftoning: Tổng quan

Kỹ thuật nửa cường độ (Halftone) là kỹ thuật tái tạo ảnh (reprographic) mô phỏng ảnh thực bằng việc sử dụng các điểm.



# Kỹ thuật in ảnh

## Digital Halftoning: Tổng quan

Kỹ thuật nửa cường độ (Halftone) là kỹ thuật tái tạo ảnh (reprographic) mô phỏng ảnh thực bằng việc sử dụng các điểm.

- Thay đổi kích thước, hoặc/và khoảng cách các điểm sẽ tạo hiệu ứng thay đổi gradient.



# Kỹ thuật in ảnh

## Digital Halftoning: Tổng quan

Kỹ thuật nửa cường độ (Halftone) là kỹ thuật tái tạo ảnh (reprographic) mô phỏng ảnh thực bằng việc sử dụng các điểm.

- Thay đổi kích thước, hoặc/ và khoảng cách các điểm sẽ tạo hiệu ứng thay đổi gradient.
- Với hiện tượng ảo giác quang học ⇒ Con người quan sát được ảnh liên tục



# Kỹ thuật in ảnh

## Digital Halftoning: Tổng quan

Kỹ thuật nửa cường độ (Halftone) là kỹ thuật tái tạo ảnh (reprographic) mô phỏng ảnh thực bằng việc sử dụng các điểm.

- Thay đổi kích thước, hoặc/và khoảng cách các điểm sẽ tạo hiệu ứng thay đổi gradient.
- Với hiện tượng ảo giác quang học ⇒ Con người quan sát được ảnh liên tục
- Sử dụng trong công nghiệp in ấn (sách, báo, tạp chí, ...)

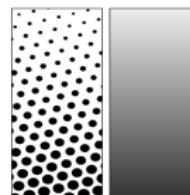


# Kỹ thuật in ảnh

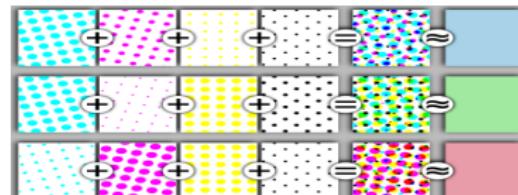
## Digital Halftoning: Tổng quan

Kỹ thuật nửa cường độ (Halftone) là kỹ thuật tái tạo ảnh (reprographic) mô phỏng ảnh thực bằng việc sử dụng các điểm.

- Thay đổi kích thước, hoặc/và khoảng cách các điểm sẽ tạo hiệu ứng thay đổi gradient.
- Với hiện tượng ảo giác quang học  $\Rightarrow$  Con người quan sát được ảnh liên tục
- Sử dụng trong công nghiệp in ấn (sách, báo, tạp chí, ...)



(a) Gray scale



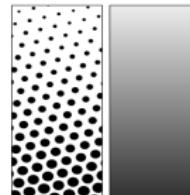
(b) CMYK

# Kỹ thuật in ảnh

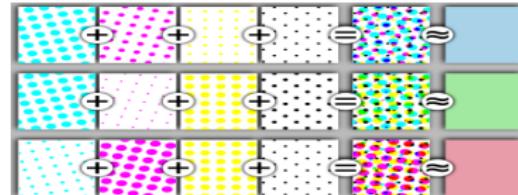
## Digital Halftoning: Tổng quan

Kỹ thuật nửa cường độ (Halftone) là kỹ thuật tái tạo ảnh (reprographic) mô phỏng ảnh thực bằng việc sử dụng các điểm.

- Thay đổi kích thước, hoặc/và khoảng cách các điểm sẽ tạo hiệu ứng thay đổi gradient.
- Với hiện tượng ảo giác quang học  $\Rightarrow$  Con người quan sát được ảnh liên tục
- Sử dụng trong công nghiệp in ấn (sách, báo, tạp chí, ...)



(a) Gray scale



(b) CMYK

- Các kỹ thuật nửa cường độ kỹ thuật số (Digital Halftoning): Phân ngưỡng (Thresholding), Chọn mẫu (Patterning), Dithering, Khuếch tán lỗi (Error Diffusion)



# Kỹ thuật in ảnh

## Digital Halftoning: Độ phân giải

- Độ phân giải trong kỹ thuật in ảnh nửa cường độ (Halftone): lpi (line per inch)
  - số dòng điểm trên 1 inch



# Kỹ thuật in ảnh

## Digital Halftoning: Độ phân giải

- Độ phân giải trong kỹ thuật in ảnh nửa cường độ (Halftone): lpi (line per in)
  - số dòng điểm trên 1 inch
    - ▶ Báo thường (85 lpi), Tạp chí (135 ÷ 150 lpi), Máy in laser (65 ÷ 105 lpi)



# Kỹ thuật in ảnh

## Digital Halftoning: Độ phân giải

- Độ phân giải trong kỹ thuật in ảnh nửa cường độ (Halftone): lpi (line per inch)
  - số dòng điểm trên 1 inch
    - ▶ Báo thường (85 lpi), Tạp chí (135 ÷ 150 lpi), Máy in laser (65 ÷ 105 lpi)
- Độ phân giải ảnh gốc càng cao, ảnh in nửa cường độ càng có khả năng tái tạo chi tiết rõ ràng.



# Kỹ thuật in ảnh

## Digital Halftoning: Độ phân giải

- Độ phân giải trong kỹ thuật in ảnh nửa cường độ (Halftone): lpi (line per in)
  - số dòng điểm trên 1 inch
    - ▶ Báo thường (85 lpi), Tạp chí (135 ÷ 150 lpi), Máy in laser (65 ÷ 105 lpi)
- Độ phân giải ảnh gốc càng cao, ảnh in nửa cường độ càng có khả năng tái tạo chi tiết rõ ràng.
  - ▶ Độ phân giải ảnh gốc  $\geq 1.5 \times$  Độ phân giải ảnh in nửa cường độ



# Kỹ thuật in ảnh

Digital Halftoning: Hình dạng điểm

- Hình dạng điểm phụ thuộc vào phương pháp in và đặc tính ảnh



# Kỹ thuật in ảnh

## Digital Halftoning: Hình dạng điểm

- Hình dạng điểm phụ thuộc vào phương pháp in và đặc tính ảnh
  - ▶ Điểm hình tròn: phổ biến nhất, phù hợp với các ảnh có độ sáng (chẳng hạn màu da), phù hợp ~ 70%



# Kỹ thuật in ảnh

## Digital Halftoning: Hình dạng điểm

- Hình dạng điểm phụ thuộc vào phương pháp in và đặc tính ảnh
  - ▶ Điểm hình tròn: phổ biến nhất, phù hợp với các ảnh có độ sáng (chẳng hạn màu da), phù hợp ~ 70%
  - ▶ Điểm hình ê-líp: thích hợp cho ảnh có nhiều đối tượng, phù hợp ~ 40 ÷ 60%  
⇒ có thể phá vỡ cấu trúc



# Kỹ thuật in ảnh

## Digital Halftoning: Hình dạng điểm

- Hình dạng điểm phụ thuộc vào phương pháp in và đặc tính ảnh
  - ▶ Điểm hình tròn: phổ biến nhất, phù hợp với các ảnh có độ sáng (chẳng hạn màu da), phù hợp ~ 70%
  - ▶ Điểm hình ê-líp: thích hợp cho ảnh có nhiều đối tượng, phù hợp ~ 40 ÷ 60%  
⇒ có thể phá vỡ cấu trúc
  - ▶ Điểm hình vuông: phù hợp nhất cho ảnh có độ chi tiết cao, phù hợp ~ 50%  
⇒ đôi khi có thể phát hiện bằng mắt thường



# Kỹ thuật in ảnh

## Digital Halftoning: Hình dạng điểm

- Hình dạng điểm phụ thuộc vào phương pháp in và đặc tính ảnh
  - ▶ Điểm hình tròn: phổ biến nhất, phù hợp với các ảnh có độ sáng (chẳng hạn màu da), phù hợp ~ 70%
  - ▶ Điểm hình ê-líp: thích hợp cho ảnh có nhiều đối tượng, phù hợp ~ 40 ÷ 60%  
⇒ có thể phá vỡ cấu trúc
  - ▶ Điểm hình vuông: phù hợp nhất cho ảnh có độ chi tiết cao, phù hợp ~ 50%  
⇒ đôi khi có thể phát hiện bằng mắt thường
  - ▶ ...



# Kỹ thuật in ảnh

## Digital Halftoning: Hình dạng điểm

- Hình dạng điểm phụ thuộc vào phương pháp in và đặc tính ảnh
  - ▶ Điểm hình tròn: phổ biến nhất, phù hợp với các ảnh có độ sáng (chẳng hạn màu da), phù hợp ~ 70%
  - ▶ Điểm hình ê-líp: thích hợp cho ảnh có nhiều đối tượng, phù hợp ~ 40 ÷ 60%  
⇒ có thể phá vỡ cấu trúc
  - ▶ Điểm hình vuông: phù hợp nhất cho ảnh có độ chi tiết cao, phù hợp ~ 50%  
⇒ đôi khi có thể phát hiện bằng mắt thường
  - ▶ ...
- Trong kỹ thuật nửa cường độ số (Digital Halftoning), các điểm trở thành các ô (cell): tô hoặc không tô



# Kỹ thuật in ảnh

## Digital Halftoning: Hình dạng điểm

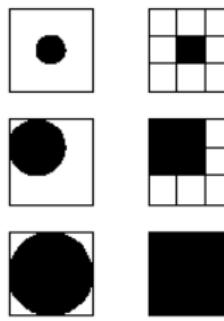
- Hình dạng điểm phụ thuộc vào phương pháp in và đặc tính ảnh
  - ▶ Điểm hình tròn: phổ biến nhất, phù hợp với các ảnh có độ sáng (chẳng hạn màu da), phù hợp ~ 70%
  - ▶ Điểm hình ê-líp: thích hợp cho ảnh có nhiều đối tượng, phù hợp ~ 40 ÷ 60%  
⇒ có thể phá vỡ cấu trúc
  - ▶ Điểm hình vuông: phù hợp nhất cho ảnh có độ chi tiết cao, phù hợp ~ 50%  
⇒ đôi khi có thể phát hiện bằng mắt thường
  - ▶ ...
- Trong kỹ thuật nửa cường độ số (Digital Halftoning), các điểm trở thành các ô (cell): tô hoặc không tô
  - ▶ Các ô nhỏ (micro cell)



# Kỹ thuật in ảnh

## Digital Halftoning: Hình dạng điểm

- Hình dạng điểm phụ thuộc vào phương pháp in và đặc tính ảnh
  - ▶ Điểm hình tròn: phổ biến nhất, phù hợp với các ảnh có độ sáng (chẳng hạn màu da), phù hợp ~ 70%
  - ▶ Điểm hình ê-líp: thích hợp cho ảnh có nhiều đối tượng, phù hợp ~ 40 ÷ 60%  
⇒ có thể phá vỡ cấu trúc
  - ▶ Điểm hình vuông: phù hợp nhất cho ảnh có độ chi tiết cao, phù hợp ~ 50%  
⇒ đôi khi có thể phát hiện bằng mắt thường
  - ▶ ...
- Trong kỹ thuật nửa cường độ số (Digital Halftoning), các điểm trở thành các ô (cell): tô hoặc không tô
  - ▶ Các ô nhỏ (micro cell)



Halftoning

Digital  
halftoning

# Kỹ thuật in ảnh

## Digital Halftoning: Kỹ thuật phân ngưỡng (Thresholding)

- Giá trị của các điểm ảnh được so sánh với ngưỡng để quyết định điểm ảnh đó có được hiển thị hay không



# Kỹ thuật in ảnh

## Digital Halftoning: Kỹ thuật phân ngưỡng (Thresholding)

- Giá trị của các điểm ảnh được so sánh với ngưỡng để quyết định điểm ảnh đó có được hiển thị hay không
  - ⇒ Dễ mất độ chi tiết của ảnh gốc, mất đi độ liên tục của ảnh gốc



# Kỹ thuật in ảnh

## Digital Halftoning: Kỹ thuật phân ngưỡng (Thresholding)

- Giá trị của các điểm ảnh được so sánh với ngưỡng để quyết định điểm ảnh đó có được hiển thị hay không
  - ⇒ Để mật độ chi tiết của ảnh gốc, mật độ liên tục của ảnh gốc

Ảnh hai màu:

$$g(x, y) = \begin{cases} 1(255) & \text{nếu } f(x, y) > T(x, y) \\ 0 & \text{trường hợp khác} \end{cases}$$



# Kỹ thuật in ảnh

Digital Halftoning: Kỹ thuật phân ngưỡng (Thresholding)

- Giá trị của các điểm ảnh được so sánh với ngưỡng để quyết định điểm ảnh đó có được hiển thị hay không
  - ⇒ Để mật độ chi tiết của ảnh gốc, mật độ liên tục của ảnh gốc

Ảnh hai màu:

$$g(x, y) = \begin{cases} 1(255) & \text{nếu } f(x, y) > T(x, y) \\ 0 & \text{trường hợp khác} \end{cases}$$

- Ngưỡng  $T(x, y)$  (ví dụ  
 $= 127$ )



# Kỹ thuật in ảnh

## Digital Halftoning: Kỹ thuật phân ngưỡng (Thresholding)

- Giá trị của các điểm ảnh được so sánh với ngưỡng để quyết định điểm ảnh đó có được hiển thị hay không
  - ⇒ Dễ mất độ chi tiết của ảnh gốc, mất đi độ liên tục của ảnh gốc

Ảnh hai màu:

$$g(x, y) = \begin{cases} 1(255) & \text{nếu } f(x, y) > T(x, y) \\ 0 & \text{trường hợp khác} \end{cases}$$



- Ngưỡng  $T(x, y)$  (ví dụ = 127)

# Kỹ thuật in ảnh

## Digital Halftoning: Kỹ thuật chọn mẫu (Patterning)

- Sử dụng nhóm phần tử (mẫu) để biểu diễn điểm ảnh tương ứng của ảnh nguồn.



# Kỹ thuật in ảnh

## Digital Halftoning: Kỹ thuật chọn mẫu (Patterning)

- Sử dụng nhóm phần tử (mẫu) để biểu diễn điểm ảnh tương ứng của ảnh nguồn.
- Khi độ phân giải không gian của thiết bị lớn hơn độ phân giải không gian của ảnh gốc



# Kỹ thuật in ảnh

## Digital Halftoning: Kỹ thuật chọn mẫu (Patterning)

- Sử dụng nhóm phần tử (mẫu) để biểu diễn điểm ảnh tương ứng của ảnh nguồn.
- Khi độ phân giải không gian của thiết bị lớn hơn độ phân giải không gian của ảnh gốc
  - ▶ ⇒ Độ mịn của ảnh bị giảm đáng kể



# Kỹ thuật in ảnh

## Digital Halftoning: Kỹ thuật chọn mẫu (Patterning)

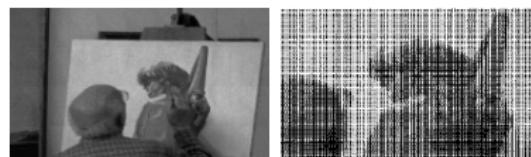
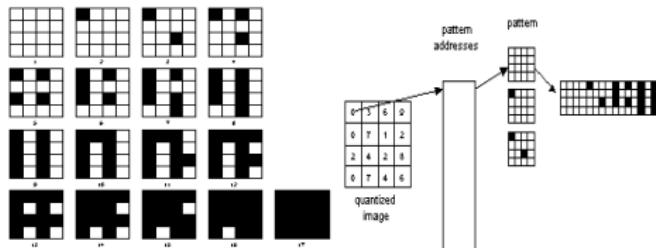
- Sử dụng nhóm phần tử (mẫu) để biểu diễn điểm ảnh tương ứng của ảnh nguồn.
- Khi độ phân giải không gian của thiết bị lớn hơn độ phân giải không gian của ảnh gốc
  - ▶ ⇒ Độ mịn của ảnh bị giảm đáng kể
- Đọc ảnh đa mức xám → Lượng tử → Thiết kế bảng các mẫu → Ánh xạ điểm ảnh tới mẫu tương ứng.



# Kỹ thuật in ảnh

## Digital Halftoning: Kỹ thuật chọn mẫu (Patterning)

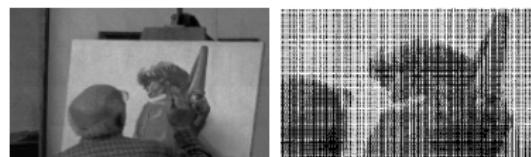
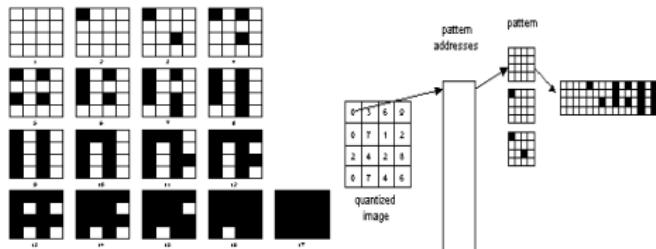
- Sử dụng nhóm phần tử (mẫu) để biểu diễn điểm ảnh tương ứng của ảnh nguồn.
- Khi độ phân giải không gian của thiết bị lớn hơn độ phân giải không gian của ảnh gốc
  - ▶ ⇒ Độ mịn của ảnh bị giảm đáng kể
- Đọc ảnh đa mức xám → Lượng tử → Thiết kế bảng các mẫu → Ánh xạ điểm ảnh tới mẫu tương ứng.



# Kỹ thuật in ảnh

## Digital Halftoning: Kỹ thuật chọn mẫu (Patterning)

- Sử dụng nhóm phần tử (mẫu) để biểu diễn điểm ảnh tương ứng của ảnh nguồn.
- Khi độ phân giải không gian của thiết bị lớn hơn độ phân giải không gian của ảnh gốc
  - ▶  $\Rightarrow$  Độ mịn của ảnh bị giảm đáng kể
- Đọc ảnh đa mức xám  $\rightarrow$  Lượng tử  $\rightarrow$  Thiết kế bảng các mẫu  $\rightarrow$  Ánh xạ điểm ảnh tới mẫu tương ứng.



# Kỹ thuật in ảnh

Digital Halftoning: Kỹ thuật Dithering

- ≡ Phân ngưỡng với ma trận ngưỡng là ma trận Dither



# Kỹ thuật in ảnh

## Digital Halftoning: Kỹ thuật Dithering

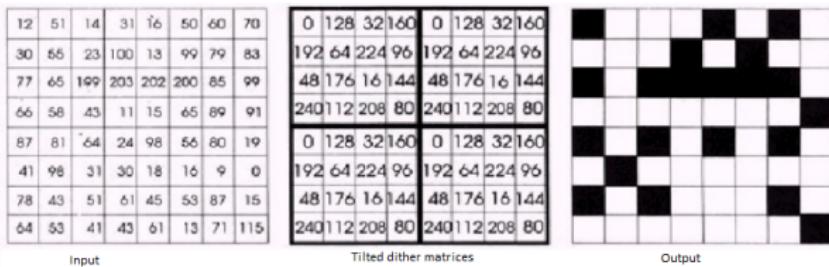
- ≡ Phân ngưỡng với ma trận ngưỡng là ma trận Dither
  - ▶ Độ phân giải không gian không đổi



# Kỹ thuật in ảnh

## Digital Halftoning: Kỹ thuật Dithering

- ≡ Phân ngưỡng với ma trận ngưỡng là ma trận Dither
  - Độ phân giải không gian không đổi



# Kỹ thuật in ảnh

Digital Halftoning: Kỹ thuật khuếch tán lỗi (Error Diffusion)

- Được phát triển bởi Richard Howland Ranger: sử dụng cho hệ thống gửi ảnh qua mạng điện thoại và điện báo



# Kỹ thuật in ảnh

Digital Halftoning: Kỹ thuật khuếch tán lỗi (Error Diffusion)

- Được phát triển bởi Richard Howland Ranger: sử dụng cho hệ thống gửi ảnh qua mạng điện thoại và điện báo
- Giảm thiểu mức độ mất chi tiết của ảnh gốc khi thực hiện tách ngưỡng bằng các khuếch tán sai số lượng tử ra các điểm ảnh xung quanh



# Kỹ thuật in ảnh

## Digital Halftoning: Kỹ thuật khuếch tán lỗi (Error Diffusion)

- Được phát triển bởi Richard Howland Ranger: sử dụng cho hệ thống gửi ảnh qua mạng điện thoại và điện báo
- Giảm thiểu mức độ mất chi tiết của ảnh gốc khi thực hiện tách ngưỡng bằng các khuếch tán sai số lượng tử ra các điểm ảnh xung quanh
  - ▶ Tổng giá trị điểm ảnh trong một vùng nhỏ được giữ tương đối gần với giá trị trên ảnh gốc



# Kỹ thuật in ảnh

## Digital Halftoning: Kỹ thuật khuếch tán lỗi (Error Diffusion)

- Được phát triển bởi Richard Howland Ranger: sử dụng cho hệ thống gửi ảnh qua mạng điện thoại và điện báo
- Giảm thiểu mức độ mất chi tiết của ảnh gốc khi thực hiện tách ngưỡng bằng các khuếch tán sai số lượng tử ra các điểm ảnh xung quanh
  - ▶ Tổng giá trị điểm ảnh trong một vùng nhỏ được giữ tương đối gần với giá trị trên ảnh gốc
- Có xu thế làm tăng (gia tăng) biên ảnh  $\Rightarrow$  Chữ trong ảnh dễ đọc hơn



# Kỹ thuật in ảnh

## Digital Halftoning: Kỹ thuật khuếch tán lỗi (Error Diffusion)

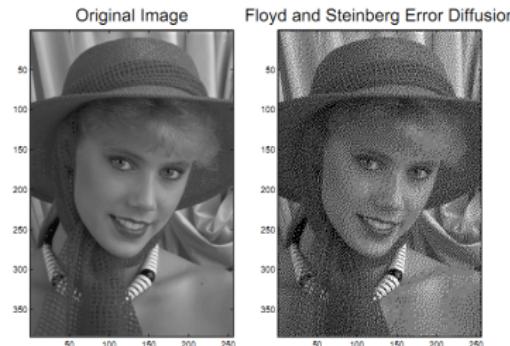
- Được phát triển bởi Richard Howland Ranger: sử dụng cho hệ thống gửi ảnh qua mạng điện thoại và điện báo
- Giảm thiểu mức độ mất chi tiết của ảnh gốc khi thực hiện tách ngưỡng bằng các khuếch tán sai số lượng tử ra các điểm ảnh xung quanh
  - ▶ Tổng giá trị điểm ảnh trong một vùng nhỏ được giữ tương đối gần với giá trị trên ảnh gốc
- Có xu thế làm tăng (gia tăng) biên ảnh  $\Rightarrow$  Chữ trong ảnh dễ đọc hơn



# Kỹ thuật in ảnh

## Digital Halftoning: Kỹ thuật khuếch tán lỗi (Error Diffusion)

- Được phát triển bởi Richard Howland Ranger: sử dụng cho hệ thống gửi ảnh qua mạng điện thoại và điện báo
- Giảm thiểu mức độ mất chi tiết của ảnh gốc khi thực hiện tách ngưỡng bằng các khuếch tán sai số lượng tử ra các điểm ảnh xung quanh
  - ▶ Tổng giá trị điểm ảnh trong một vùng nhỏ được giữ tương đối gần với giá trị trên ảnh gốc
- Có xu thế làm tăng (gia tăng) biên ảnh  $\Rightarrow$  Chữ trong ảnh dễ đọc hơn



- Khuếch tán lỗi: 1 chiều, 2 chiều, ...

# Kỹ thuật in ảnh

Digital Halftoning: Kỹ thuật khuếch tán lỗi (Error Diffusion) - Một chiều

- Lỗi chỉ phân tán sang điểm lân cận (chưa xử lý) trên cùng một dòng



# Kỹ thuật in ảnh

Digital Halftoning: Kỹ thuật khuếch tán lỗi (Error Diffusion) - Một chiều

- Lỗi chỉ phân tán sang điểm lân cận (chưa xử lý) trên cùng một dòng
  - ▶ Đơn giản; có thể xuất hiện các đường sọc không mong muốn



# Kỹ thuật in ảnh

Digital Halftoning: Kỹ thuật khuếch tán lỗi (Error Diffusion) - Một chiều

- Lỗi chỉ phân tán sang điểm lân cận (chưa xử lý) trên cùng một dòng
  - ▶ Đơn giản; có thể xuất hiện các đường sọc không mong muốn

## Khuếch tán lỗi 1 chiều

# Kỹ thuật in ảnh

Digital Halftoning: Kỹ thuật khuếch tán lỗi (Error Diffusion) - Một chiều

- Lỗi chỉ phân tán sang điểm lân cận (chưa xử lý) trên cùng một dòng
  - ▶ Đơn giản; có thể xuất hiện các đường sọc không mong muốn

## Khuếch tán lỗi 1 chiều

- Ảnh được duyệt từng hàng từ trên xuống, trên mỗi hàng theo từng điểm từ trái → phải

# Kỹ thuật in ảnh

Digital Halftoning: Kỹ thuật khuếch tán lỗi (Error Diffusion) - Một chiều

- Lỗi chỉ phân tán sang điểm lân cận (chưa xử lý) trên cùng một dòng
  - ▶ Đơn giản; có thể xuất hiện các đường sọc không mong muốn

## Khuếch tán lỗi 1 chiều

- Ảnh được duyệt từng hàng từ trên xuống, trên mỗi hàng theo từng điểm từ trái → phải
- Tại mỗi điểm ảnh, so sánh giá trị mức xám với mức ngưỡng  $T$ :

# Kỹ thuật in ảnh

Digital Halftoning: Kỹ thuật khuếch tán lỗi (Error Diffusion) - Một chiều

- Lỗi chỉ phân tán sang điểm lân cận (chưa xử lý) trên cùng một dòng
  - ▶ Đơn giản; có thể xuất hiện các đường sọc không mong muốn

## Khuếch tán lỗi 1 chiều

- Ảnh được duyệt từng hàng từ trên xuống, trên mỗi hàng theo từng điểm từ trái → phải
- Tại mỗi điểm ảnh, so sánh giá trị mức xám với mức ngưỡng  $T$ :
  - ▶ Nếu giá trị mức xám lớn hơn  $T$  thì điểm ảnh được thay bằng điểm ảnh màu trắng; ngược lại thì được thay bằng điểm ảnh màu đen.

# Kỹ thuật in ảnh

Digital Halftoning: Kỹ thuật khuếch tán lỗi (Error Diffusion) - Một chiều

- Lỗi chỉ phân tán sang điểm lân cận (chưa xử lý) trên cùng một dòng
  - ▶ Đơn giản; có thể xuất hiện các đường sọc không mong muốn

## Khuếch tán lỗi 1 chiều

- Ảnh được duyệt từng hàng từ trên xuống, trên mỗi hàng theo từng điểm từ trái → phải
- Tại mỗi điểm ảnh, so sánh giá trị mức xám với mức ngưỡng  $T$ :
  - ▶ Nếu giá trị mức xám lớn hơn  $T$  thì điểm ảnh được thay bằng điểm ảnh màu trắng; ngược lại thì được thay bằng điểm ảnh màu đen.
- Sai số lượng tử (phần dư) tại điểm ảnh vừa thay thế được chuyển sang điểm tiếp theo trên cùng một dòng. Nếu là điểm cuối của dòng thì sai số đó được loại bỏ (Raster) hoặc chuyển xuống hàng tiếp (Serpentine scan)

# Kỹ thuật in ảnh

Digital Halftoning: Kỹ thuật khuếch tán lỗi (Error Diffusion) - Một chiều

- Lỗi chỉ phân tán sang điểm lân cận (chưa xử lý) trên cùng một dòng
  - ▶ Đơn giản; có thể xuất hiện các đường sọc không mong muốn

## Khuếch tán lỗi 1 chiều

- Ảnh được duyệt từng hàng từ trên xuống, trên mỗi hàng theo từng điểm từ trái → phải
- Tại mỗi điểm ảnh, so sánh giá trị mức xám với mức ngưỡng  $T$ :
  - ▶ Nếu giá trị mức xám lớn hơn  $T$  thì điểm ảnh được thay bằng điểm ảnh màu trắng; ngược lại thì được thay bằng điểm ảnh màu đen.
- Sai số lượng tử (phần dư) tại điểm ảnh vừa thay thế được chuyển sang điểm tiếp theo trên cùng một dòng. Nếu là điểm cuối của dòng thì sai số đó được loại bỏ (Raster) hoặc chuyển xuống hàng tiếp (Serpentine scan)
- Lặp lại quá trình trên cho các hàng còn lại

# Kỹ thuật in ảnh

Digital Halftoning: Kỹ thuật khuếch tán lỗi (Error Diffusion) - Hai chiều

- Tương tự như khuếch tán lỗi một chiều, tuy nhiên lỗi được khuếch tán ra các điểm xung quanh (cả cùng dòng, và dòng kế tiếp) theo tỷ lệ xác định bởi ma trận khuếch tán



# Kỹ thuật in ảnh

Digital Halftoning: Kỹ thuật khuếch tán lỗi (Error Diffusion) - Hai chiều

- Tương tự như khuếch tán lỗi một chiều, tuy nhiên lỗi được khuếch tán ra các điểm xung quanh (cả cùng dòng, và dòng kế tiếp) theo tỷ lệ xác định bởi ma trận khuếch tán
  - ▶ Khắc phục được hiện tượng xuất hiện các đường kẻ dọc không mong muốn trong khuếch tán lỗi một chiều



# Kỹ thuật in ảnh

Digital Halftoning: Kỹ thuật khuếch tán lỗi (Error Diffusion) - Hai chiều

- Tương tự như khuếch tán lỗi một chiều, tuy nhiên lỗi được khuếch tán ra các điểm xung quanh (cả cùng dòng, và dòng kế tiếp) theo tỷ lệ xác định bởi ma trận khuếch tán
  - ▶ Khắc phục được hiện tượng xuất hiện các đường kẻ dọc không mong muốn trong khuếch tán lỗi một chiều

Một số ma trận khuếch tán lỗi điển hình



# Kỹ thuật in ảnh

Digital Halftoning: Kỹ thuật khuếch tán lỗi (Error Diffusion) - Hai chiều

- Tương tự như khuếch tán lỗi một chiều, tuy nhiên lỗi được khuếch tán ra các điểm xung quanh (cả cùng dòng, và dòng kế tiếp) theo tỷ lệ xác định bởi ma trận khuếch tán
  - ▶ Khắc phục được hiện tượng xuất hiện các đường kẻ dọc không mong muốn trong khuếch tán lỗi một chiều

Một số ma trận khuếch tán lỗi điển hình

$$\frac{1}{16} \times \begin{matrix} & & 7 \\ 3 & 5 & 1 \end{matrix}$$

Floyd & Steinberg

$$\frac{1}{48} \times \begin{matrix} & & 7 & 5 \\ 3 & 5 & 7 & 5 & 3 \\ 1 & 3 & 5 & 3 & 1 \end{matrix}$$

Jarvis, Judice & Ninke

$$\frac{1}{42} \times \begin{matrix} & & 8 & 4 \\ 2 & 4 & 8 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 4 & 2 & 1 \end{matrix}$$

Stucki



# Kỹ thuật in ảnh

Digital Halftoning: Kỹ thuật khuếch tán lỗi (Error Diffusion) - Ảnh màu, nhiều mức xám

- Các kỹ thuật đã nêu hoàn toàn có thể áp dụng cho ảnh màu, ảnh ra đa mức xám



# Kỹ thuật in ảnh

Digital Halftoning: Kỹ thuật khuếch tán lỗi (Error Diffusion) - Ảnh màu, nhiều mức xám

- Các kỹ thuật đã nêu hoàn toàn có thể áp dụng cho ảnh màu, ảnh ra đa mức xám
- Ảnh màu:



# Kỹ thuật in ảnh

Digital Halftoning: Kỹ thuật khuếch tán lỗi (Error Diffusion) - Ảnh màu, nhiều mức xám

- Các kỹ thuật đã nêu hoàn toàn có thể áp dụng cho ảnh màu, ảnh ra đa mức xám
- Ảnh màu:
  - ▶ Các thuật toán có thể áp dụng cho từng kênh màu riêng biệt



# Kỹ thuật in ảnh

Digital Halftoning: Kỹ thuật khuếch tán lỗi (Error Diffusion) - Ảnh màu, nhiều mức xám

- Các kỹ thuật đã nêu hoàn toàn có thể áp dụng cho ảnh màu, ảnh ra đa mức xám
- Ảnh màu:
  - ▶ Các thuật toán có thể áp dụng cho từng kênh màu riêng biệt
  - ▶ Nên chuyển qua mô hình HSV hoặc HSL và làm việc trên các mô hình này



# Kỹ thuật in ảnh

Digital Halftoning: Kỹ thuật khuếch tán lỗi (Error Diffusion) - Ảnh màu, nhiều mức xám

- Các kỹ thuật đã nêu hoàn toàn có thể áp dụng cho ảnh màu, ảnh ra đa mức xám
- Ảnh màu:
  - ▶ Các thuật toán có thể áp dụng cho từng kênh màu riêng biệt
  - ▶ Nên chuyển qua mô hình HSV hoặc HSL và làm việc trên các mô hình này
    - ★ ?



# Kỹ thuật in ảnh

Digital Halftoning: Kỹ thuật khuếch tán lỗi (Error Diffusion) - Ảnh màu, nhiều mức xám

- Các kỹ thuật đã nêu hoàn toàn có thể áp dụng cho ảnh màu, ảnh ra đa mức xám
- Ảnh màu:
  - ▶ Các thuật toán có thể áp dụng cho từng kênh màu riêng biệt
  - ▶ Nên chuyển qua mô hình HSV hoặc HSL và làm việc trên các mô hình này
    - ★ ? Mắt người dễ dàng phát hiện sự khác biệt độ sáng (V,L,I)  $\Rightarrow$  Nên thực hiện khuếch tán lỗi dựa trên độ sáng (thay vì sắc thái màu, hay độ bão hòa)



# Kỹ thuật in ảnh

Digital Halftoning: Kỹ thuật khuếch tán lỗi (Error Diffusion) - Ảnh màu, nhiều mức xám

- Các kỹ thuật đã nêu hoàn toàn có thể áp dụng cho ảnh màu, ảnh ra đa mức xám
- Ảnh màu:
  - ▶ Các thuật toán có thể áp dụng cho từng kênh màu riêng biệt
  - ▶ Nên chuyển qua mô hình HSV hoặc HSL và làm việc trên các mô hình này
    - ★ ? Mắt người dễ dàng phát hiện sự khác biệt độ sáng (V,L,I)  $\Rightarrow$  Nên thực hiện khuếch tán lỗi dựa trên độ sáng (thay vị sắc thái màu, hay độ bão hòa)
    - ★ !



# Kỹ thuật in ảnh

Digital Halftoning: Kỹ thuật khuếch tán lỗi (Error Diffusion) - Ảnh màu, nhiều mức xám

- Các kỹ thuật đã nêu hoàn toàn có thể áp dụng cho ảnh màu, ảnh ra đa mức xám
- Ảnh màu:
  - ▶ Các thuật toán có thể áp dụng cho từng kênh màu riêng biệt
  - ▶ Nên chuyển qua mô hình HSV hoặc HSL và làm việc trên các mô hình này
    - ★ ? Mắt người dễ dàng phát hiện sự khác biệt độ sáng ( $V, L, I$ )  $\Rightarrow$  Nên thực hiện khuếch tán lỗi dựa trên độ sáng (thay vì sắc thái màu, hay độ bão hòa)
    - ★ ! Để tăng chất lượng: cần xem xét sai số lượng tử trong quá trình chuyển màu



# Kỹ thuật in ảnh

Digital Halftoning: Kỹ thuật khuếch tán lỗi (Error Diffusion) - Ảnh màu, nhiều mức xám

- Các kỹ thuật đã nêu hoàn toàn có thể áp dụng cho ảnh màu, ảnh ra đa mức xám
- Ảnh màu:
  - ▶ Các thuật toán có thể áp dụng cho từng kênh màu riêng biệt
  - ▶ Nên chuyển qua mô hình HSV hoặc HSL và làm việc trên các mô hình này
    - ★ ? Mắt người dễ dàng phát hiện sự khác biệt độ sáng (V,L,I)  $\Rightarrow$  Nên thực hiện khuếch tán lỗi dựa trên độ sáng (thay vì sắc thái màu, hay độ bão hòa)
    - ★ ! Để tăng chất lượng: cần xem xét sai số lượng tử trong quá trình chuyển màu
- Ảnh ra đa mức xám:



# Kỹ thuật in ảnh

Digital Halftoning: Kỹ thuật khuếch tán lỗi (Error Diffusion) - Ảnh màu, nhiều mức xám

- Các kỹ thuật đã nêu hoàn toàn có thể áp dụng cho ảnh màu, ảnh ra đa mức xám
- Ảnh màu:
  - ▶ Các thuật toán có thể áp dụng cho từng kênh màu riêng biệt
  - ▶ Nên chuyển qua mô hình HSV hoặc HSL và làm việc trên các mô hình này
    - ★ ? Mắt người dễ dàng phát hiện sự khác biệt độ sáng (V,L,I)  $\Rightarrow$  Nên thực hiện khuếch tán lỗi dựa trên độ sáng (thay vì sắc thái màu, hay độ bão hòa)
    - ★ ! Để tăng chất lượng: cần xem xét sai số lượng tử trong quá trình chuyển màu
- Ảnh ra đa mức xám:
  - ▶ Sử dụng một dải ngưỡng (nhiều ngưỡng) thay vì sử dụng một.



# Kỹ thuật in ảnh

Digital Halftoning: Kỹ thuật khuếch tán lỗi (Error Diffusion) - Ảnh màu, nhiều mức xám

- Các kỹ thuật đã nêu hoàn toàn có thể áp dụng cho ảnh màu, ảnh ra đa mức xám
- Ảnh màu:
  - ▶ Các thuật toán có thể áp dụng cho từng kênh màu riêng biệt
  - ▶ Nên chuyển qua mô hình HSV hoặc HSL và làm việc trên các mô hình này
    - ★ ? Mắt người dễ dàng phát hiện sự khác biệt độ sáng (V,L,I)  $\Rightarrow$  Nên thực hiện khuếch tán lỗi dựa trên độ sáng (thay vì sắc thái màu, hay độ bão hòa)
    - ★ ! Để tăng chất lượng: cần xem xét sai số lượng tử trong quá trình chuyển màu
- Ảnh ra đa mức xám:
  - ▶ Sử dụng một dải ngưỡng (nhiều ngưỡng) thay vì sử dụng một.
    - ★ Giá trị được so sánh và lượng tử đến mức ngưỡng gần nhất.



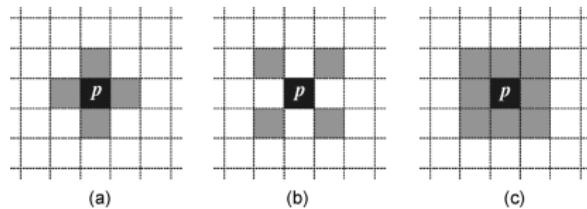
# Chương 2: Cơ bản về Xử lý ảnh số

## Nội dung chính

- 1 Ánh sáng và phổ sóng điện từ
- 2 Hệ thống thị giác của con người
- 3 Cảm biến và thu nhận ảnh
- 4 Quá trình số hóa ảnh
- 5 Biểu diễn ảnh
- 6 Mô hình màu
- 7 Kỹ thuật in ảnh
- 8 Một số khái niệm cơ bản
- 9 Phụ lục
  - Hệ thống thị giác
  - Mô hình biểu diễn ảnh
  - Mô hình màu
  - Kỹ thuật in ảnh

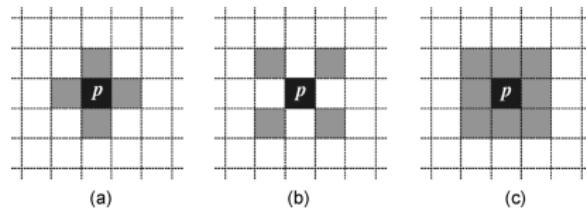
# Một số khái niệm cơ bản

Một số mối quan hệ giữa các điểm ảnh: Quan hệ láng giềng



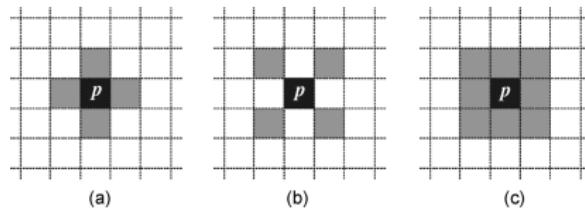
# Một số khái niệm cơ bản

Một số mối quan hệ giữa các điểm ảnh: Quan hệ láng giềng



# Một số khái niệm cơ bản

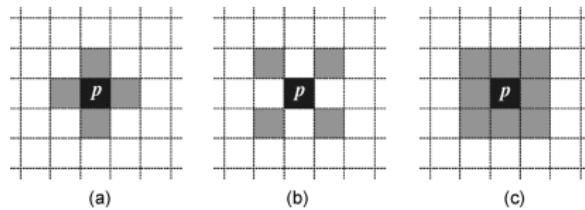
Một số mối quan hệ giữa các điểm ảnh: Quan hệ láng giềng



- $N_4(p)$ : tập gồm 4 (điểm ảnh) láng giềng của  $p$

# Một số khái niệm cơ bản

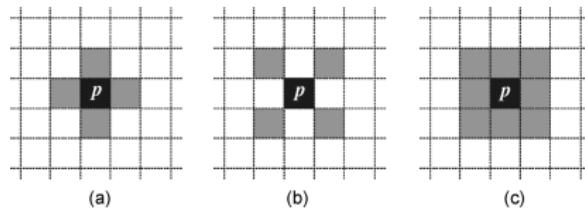
Một số mối quan hệ giữa các điểm ảnh: Quan hệ láng giềng



- $N_4(p)$ : tập gồm 4 (điểm ảnh) láng giềng của  $p$ 
  - ▶  $p(x, y)$ :  $N_4(p) = \{(x + 1, y), (x - 1, y), (x, y + 1), (x, y - 1)\}$

# Một số khái niệm cơ bản

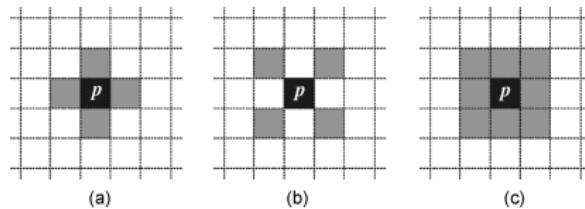
Một số mối quan hệ giữa các điểm ảnh: Quan hệ láng giềng



- $N_4(p)$ : tập gồm 4 (điểm ảnh) láng giềng của  $p$ 
  - ▶  $p(x, y)$ :  $N_4(p) = \{(x + 1, y), (x - 1, y), (x, y + 1), (x, y - 1)\}$
- $N_D(p)$ : tập gồm 4 (điểm ảnh) láng giềng theo đường chéo của  $p$

# Một số khái niệm cơ bản

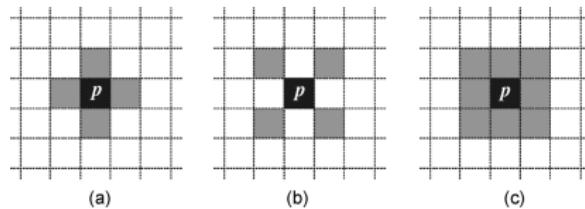
Một số mối quan hệ giữa các điểm ảnh: Quan hệ láng giềng



- $N_4(p)$ : tập gồm 4 (điểm ảnh) láng giềng của  $p$ 
  - ▶  $p(x, y)$ :  $N_4(p) = \{(x + 1, y), (x - 1, y), (x, y + 1), (x, y - 1)\}$
- $N_D(p)$ : tập gồm 4 (điểm ảnh) láng giềng theo đường chéo của  $p$ 
  - ▶  $p(x, y)$ :  $N_D(p) = \{(x + 1, y + 1), (x + 1, y - 1), (x - 1, y - 1), (x - 1, y + 1)\}$

# Một số khái niệm cơ bản

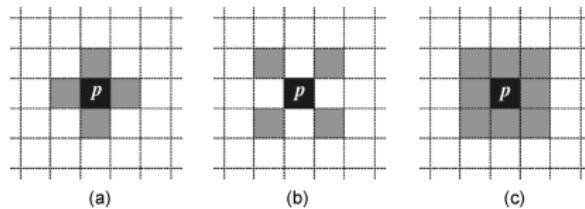
Một số mối quan hệ giữa các điểm ảnh: Quan hệ láng giềng



- $N_4(p)$ : tập gồm 4 (điểm ảnh) láng giềng của  $p$ 
  - ▶  $p(x, y)$ :  $N_4(p) = \{(x+1, y), (x-1, y), (x, y+1), (x, y-1)\}$
- $N_D(p)$ : tập gồm 4 (điểm ảnh) láng giềng theo đường chéo của  $p$ 
  - ▶  $p(x, y)$ :  $N_D(p) = \{(x+1, y+1), (x+1, y-1), (x-1, y-1), (x-1, y+1)\}$
- $N_8(p)$ : tập gồm 8 (điểm ảnh) láng giềng của  $p$

# Một số khái niệm cơ bản

Một số mối quan hệ giữa các điểm ảnh: Quan hệ láng giềng



- $N_4(p)$ : tập gồm 4 (điểm ảnh) láng giềng của  $p$ 
  - ▶  $p(x, y)$ :  $N_4(p) = \{(x + 1, y), (x - 1, y), (x, y + 1), (x, y - 1)\}$
- $N_D(p)$ : tập gồm 4 (điểm ảnh) láng giềng theo đường chéo của  $p$ 
  - ▶  $p(x, y)$ :  $N_D(p) = \{(x + 1, y + 1), (x + 1, y - 1), (x - 1, y - 1), (x - 1, y + 1)\}$
- $N_8(p)$ : tập gồm 8 (điểm ảnh) láng giềng của  $p$ 
  - ▶  $p(x, y)$ :  $N_8(p) = N_4(p)$  và  $N_D(p)$

# Một số khái niệm cơ bản

Một số mối quan hệ giữa các điểm ảnh: Liên kề

$V \equiv$  tập các giá trị cường độ sáng (mức xám) dùng để định nghĩa liền kề



# Một số khái niệm cơ bản

Một số mối quan hệ giữa các điểm ảnh: Liên kết

$V \equiv$  tập các giá trị cường độ sáng (mức xám) dùng để định nghĩa liền kề

- Ảnh nhị phân:  $V = \{1\}$ ; Ảnh đa mức xám:  $V = \{0, 1, 2, \dots, 255\}$



# Một số khái niệm cơ bản

Một số mối quan hệ giữa các điểm ảnh: Liên kết

$V \equiv$  tập các giá trị cường độ sáng (mức xám) dùng để định nghĩa liền kề

- Ảnh nhị phân:  $V = \{1\}$ ; Ảnh đa mức xám:  $V = \{0, 1, 2, \dots, 255\}$



# Một số khái niệm cơ bản

Một số mối quan hệ giữa các điểm ảnh: Liên kề

$V \equiv$  tập các giá trị cường độ sáng (mức xám) dùng để định nghĩa liền kề

- Ảnh nhị phân:  $V = \{1\}$ ; Ảnh đa mức xám:  $V = \{0, 1, 2, \dots, 255\}$
- Liên kề 4 (4-adjacency):  $p, q (\in V)$  là liền kề 4 nếu  $q \in N_4(p)$

# Một số khái niệm cơ bản

Một số mối quan hệ giữa các điểm ảnh: Liên kè

$V \equiv$  tập các giá trị cường độ sáng (mức xám) dùng để định nghĩa liền kề

- Ảnh nhị phân:  $V = \{1\}$ ; Ảnh đa mức xám:  $V = \{0, 1, 2, \dots, 255\}$
- Liên kè 4 (4-adjacency):  $p, q (\in V)$  là liền kề 4 nếu  $q \in N_4(p)$
- Liên kè 8 (8-adjacency):  $p, q (\in V)$  là liền kề 8 nếu  $q \in N_8(p)$



# Một số khái niệm cơ bản

Một số mối quan hệ giữa các điểm ảnh: Liên kè

$V \equiv$  tập các giá trị cường độ sáng (mức xám) dùng để định nghĩa liền kề

- Ảnh nhị phân:  $V = \{1\}$ ; Ảnh đa mức xám:  $V = \{0, 1, 2, \dots, 255\}$

- Liên kè 4 (4-adjacency):  $p, q(\in V)$  là liền kề 4 nếu  $q \in N_4(p)$
- Liên kè 8 (8-adjacency):  $p, q(\in V)$  là liền kề 8 nếu  $q \in N_8(p)$
- Liên kè  $m$  (mixed adjacency):  $p, q(\in V)$  là liền kề  $m$  nếu:



# Một số khái niệm cơ bản

Một số mối quan hệ giữa các điểm ảnh: Liên kè

$V \equiv$  tập các giá trị cường độ sáng (mức xám) dùng để định nghĩa liền kề

- Ảnh nhị phân:  $V = \{1\}$ ; Ảnh đa mức xám:  $V = \{0, 1, 2, \dots, 255\}$

- Liên kè 4 (4-adjacency):  $p, q(\in V)$  là liền kề 4 nếu  $q \in N_4(p)$
- Liên kè 8 (8-adjacency):  $p, q(\in V)$  là liền kề 8 nếu  $q \in N_8(p)$
- Liên kè  $m$  (mixed adjacency):  $p, q(\in V)$  là liền kề  $m$  nếu:
  - ▶  $q \in N_4(p)$  HOẶC



# Một số khái niệm cơ bản

Một số mối quan hệ giữa các điểm ảnh: Liên kè

$V \equiv$  tập các giá trị cường độ sáng (mức xám) dùng để định nghĩa liền kề

- Ảnh nhị phân:  $V = \{1\}$ ; Ảnh đa mức xám:  $V = \{0, 1, 2, \dots, 255\}$

- Liên kè 4 (4-adjacency):  $p, q (\in V)$  là liền kề 4 nếu  $q \in N_4(p)$
- Liên kè 8 (8-adjacency):  $p, q (\in V)$  là liền kề 8 nếu  $q \in N_8(p)$
- Liên kè  $m$  (mixed adjacency):  $p, q (\in V)$  là liền kề  $m$  nếu:
  - ▶  $q \in N_4(p)$  HOẶC
  - ▶  $q \in N_D(p)$  và  $N_4(p) \cap N_4(q) \notin V$

# Một số khái niệm cơ bản

Một số mối quan hệ giữa các điểm ảnh: Liên kè

$V \equiv$  tập các giá trị cường độ sáng (mức xám) dùng để định nghĩa liền kề

- Ảnh nhị phân:  $V = \{1\}$ ; Ảnh đa mức xám:  $V = \{0, 1, 2, \dots, 255\}$

- Liền kề 4 (4-adjacency):  $p, q(\in V)$  là liền kề 4 nếu  $q \in N_4(p)$

- Liền kề 8 (8-adjacency):  $p, q(\in V)$  là liền kề 8 nếu  $q \in N_8(p)$

- Liền kề  $m$  (mixed adjacency):  $p, q(\in V)$  là liền kề  $m$  nếu:

- ▶  $q \in N_4(p)$  HOẶC

- ▶  $q \in N_D(p)$  và  $N_4(p) \cap N_4(q) \notin V$

- Liền kề  $m$  là một phiên bản sửa đổi của Liền kề 8: cho phép loại bỏ những không rõ ràng thường xảy ra trong Liền kề 8



# Một số khái niệm cơ bản

Một số mối quan hệ giữa các điểm ảnh: Kết nối

- Một đường (digital path) từ điểm  $p(x_0, y_0) \rightarrow q(x_n, y_n)$  là một dãy những điểm phân biệt:  $(x_0, y_0), (x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$



# Một số khái niệm cơ bản

Một số mối quan hệ giữa các điểm ảnh: Kết nối

- Một đường (digital path) từ điểm  $p(x_0, y_0) \rightarrow q(x_n, y_n)$  là một dãy những điểm phân biệt:  $(x_0, y_0), (x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$ 
  - ▶  $(x_i, y_i)$  và  $(x_{i-1}, y_{i-1})$  là các điểm liền kề với ( $1 \leq i \leq n$ )



# Một số khái niệm cơ bản

Một số mối quan hệ giữa các điểm ảnh: Kết nối

- Một đường (digital path) từ điểm  $p(x_0, y_0) \rightarrow q(x_n, y_n)$  là một dãy những điểm phân biệt:  $(x_0, y_0), (x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$ 
  - ▶  $(x_i, y_i)$  và  $(x_{i-1}, y_{i-1})$  là các điểm liền kề với ( $1 \leq i \leq n$ )
    - ★ Tương ứng là đường 4, hoặc 8, hoặc  $m$  nếu là liền kề 4, hoặc 8, hoặc  $m$



# Một số khái niệm cơ bản

Một số mối quan hệ giữa các điểm ảnh: Kết nối

- Một đường (digital path) từ điểm  $p(x_0, y_0) \rightarrow q(x_n, y_n)$  là một dãy những điểm phân biệt:  $(x_0, y_0), (x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$ 
  - ▶  $(x_i, y_i)$  và  $(x_{i-1}, y_{i-1})$  là các điểm liền kề với ( $1 \leq i \leq n$ )
    - ★ Tương ứng là đường 4, hoặc 8, hoặc  $m$  nếu là liền kề 4, hoặc 8, hoặc  $m$
  - ▶  $n$ : độ dài của đường



# Một số khái niệm cơ bản

Một số mối quan hệ giữa các điểm ảnh: Kết nối

- Một đường (digital path) từ điểm  $p(x_0, y_0) \rightarrow q(x_n, y_n)$  là một dãy những điểm phân biệt:  $(x_0, y_0), (x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$ 
  - ▶  $(x_i, y_i)$  và  $(x_{i-1}, y_{i-1})$  là các điểm liền kề với ( $1 \leq i \leq n$ )
    - ★ Tương ứng là đường 4, hoặc 8, hoặc  $m$  nếu là liền kề 4, hoặc 8, hoặc  $m$
  - ▶  $n$ : độ dài của đường
  - ▶ Nếu  $(x_0, y_0) \equiv (x_n, y_n)$ : đường đóng



# Một số khái niệm cơ bản

Một số mối quan hệ giữa các điểm ảnh: Kết nối

- Một đường (digital path) từ điểm  $p(x_0, y_0) \rightarrow q(x_n, y_n)$  là một dãy những điểm phân biệt:  $(x_0, y_0), (x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$ 
  - ▶  $(x_i, y_i)$  và  $(x_{i-1}, y_{i-1})$  là các điểm liền kề với ( $1 \leq i \leq n$ )
    - ★ Tương ứng là đường 4, hoặc 8, hoặc  $m$  nếu là liền kề 4, hoặc 8, hoặc  $m$
  - ▶  $n$ : độ dài của đường
  - ▶ Nếu  $(x_0, y_0) \equiv (x_n, y_n)$ : đường đóng
- $S$  là một tập con các điểm trong một ảnh:



# Một số khái niệm cơ bản

Một số mối quan hệ giữa các điểm ảnh: Kết nối

- Một đường (digital path) từ điểm  $p(x_0, y_0) \rightarrow q(x_n, y_n)$  là một dãy những điểm phân biệt:  $(x_0, y_0), (x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$ 
  - ▶  $(x_i, y_i)$  và  $(x_{i-1}, y_{i-1})$  là các điểm liền kề với ( $1 \leq i \leq n$ )
    - ★ Tương ứng là đường 4, hoặc 8, hoặc  $m$  nếu là liền kề 4, hoặc 8, hoặc  $m$
  - ▶  $n$ : độ dài của đường
  - ▶ Nếu  $(x_0, y_0) \equiv (x_n, y_n)$ : đường đóng
- $S$  là một tập con các điểm trong một ảnh:
  - ▶  $p, q (\in S)$  được kết nối trong  $S$  nếu tồn tại một đường giữa chúng chứa tất cả các điểm trong  $S$



# Một số khái niệm cơ bản

Một số mối quan hệ giữa các điểm ảnh: Kết nối

- Một đường (digital path) từ điểm  $p(x_0, y_0) \rightarrow q(x_n, y_n)$  là một dãy những điểm phân biệt:  $(x_0, y_0), (x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$ 
  - ▶  $(x_i, y_i)$  và  $(x_{i-1}, y_{i-1})$  là các điểm liền kề với ( $1 \leq i \leq n$ )
    - ★ Tương ứng là đường 4, hoặc 8, hoặc  $m$  nếu là liền kề 4, hoặc 8, hoặc  $m$
  - ▶  $n$ : độ dài của đường
  - ▶ Nếu  $(x_0, y_0) \equiv (x_n, y_n)$ : đường đóng
- $S$  là một tập con các điểm trong một ảnh:
  - ▶  $p, q (\in S)$  được kết nối trong  $S$  nếu tồn tại một đường giữa chúng chứa tất cả các điểm trong  $S$
  - ▶ Với bất cứ điểm  $p \in S$ , tập các điểm được kết nối tới  $p$  trong  $S$  được gọi là thành phần kết nối của  $S$



# Một số khái niệm cơ bản

Một số mối quan hệ giữa các điểm ảnh: Kết nối

- Một đường (digital path) từ điểm  $p(x_0, y_0) \rightarrow q(x_n, y_n)$  là một dãy những điểm phân biệt:  $(x_0, y_0), (x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$ 
  - ▶  $(x_i, y_i)$  và  $(x_{i-1}, y_{i-1})$  là các điểm liền kề với ( $1 \leq i \leq n$ )
    - ★ Tương ứng là đường 4, hoặc 8, hoặc  $m$  nếu là liền kề 4, hoặc 8, hoặc  $m$
  - ▶  $n$ : độ dài của đường
  - ▶ Nếu  $(x_0, y_0) \equiv (x_n, y_n)$ : đường đóng
- $S$  là một tập con các điểm trong một ảnh:
  - ▶  $p, q (\in S)$  được kết nối trong  $S$  nếu tồn tại một đường giữa chúng chứa tất cả các điểm trong  $S$
  - ▶ Với bất cứ điểm  $p \in S$ , tập các điểm được kết nối tới  $p$  trong  $S$  được gọi là thành phần kết nối của  $S$ 
    - ★ Nếu  $S$  chỉ có duy nhất một thành phần kết nối  $\Rightarrow S$  là tập kết nối



# Một số khái niệm cơ bản

Một số mối quan hệ giữa các điểm ảnh: Vùng

- $R$  là một tập con các điểm trong một ảnh:



# Một số khái niệm cơ bản

Một số mối quan hệ giữa các điểm ảnh: Vùng

- $R$  là một tập con các điểm trong một ảnh:
  - ▶  $R$  là một vùng của ảnh nếu  $R$  là một tập kết nối



# Một số khái niệm cơ bản

Một số mối quan hệ giữa các điểm ảnh: Vùng

- $R$  là một tập con các điểm trong một ảnh:
  - ▶  $R$  là một vùng của ảnh nếu  $R$  là một tập kết nối
- Hai vùng  $R_i$  và  $R_j$ :



# Một số khái niệm cơ bản

Một số mối quan hệ giữa các điểm ảnh: Vùng

- $R$  là một tập con các điểm trong một ảnh:
  - ▶  $R$  là một vùng của ảnh nếu  $R$  là một tập kết nối
- Hai vùng  $R_i$  và  $R_j$ :
  - ▶ là liền kề nếu  $R_i \cup R_j$  tạo thành một tập kết nối



# Một số khái niệm cơ bản

Một số mối quan hệ giữa các điểm ảnh: Vùng

- $R$  là một tập con các điểm trong một ảnh:
  - ▶  $R$  là một vùng của ảnh nếu  $R$  là một tập kết nối
- Hai vùng  $R_i$  và  $R_j$ :
  - ▶ là liền kề nếu  $R_i \cup R_j$  tạo thành một tập kết nối
  - ★ Liền kề gắn với loại liền kề cụ thể (liền kề 4, liền kề 8)



# Một số khái niệm cơ bản

Một số mối quan hệ giữa các điểm ảnh: Vùng

- $R$  là một tập con các điểm trong một ảnh:
  - ▶  $R$  là một vùng của ảnh nếu  $R$  là một tập kết nối
- Hai vùng  $R_i$  và  $R_j$ :
  - ▶ là liền kề nếu  $R_i \cup R_j$  tạo thành một tập kết nối
    - ★ Liền kề gắn với loại liền kề cụ thể (liền kề 4, liền kề 8)
  - ▶ không liền kề  $\equiv$  không giao nhau



# Một số khái niệm cơ bản

Một số mối quan hệ giữa các điểm ảnh: Biên

- Một ảnh gồm  $K$  vùng không giao nhau:  $R_k$  ( $k = 1, 2, \dots, K$ )



# Một số khái niệm cơ bản

Một số mối quan hệ giữa các điểm ảnh: Biên

- Một ảnh gồm  $K$  vùng không giao nhau:  $R_k$  ( $k = 1, 2, \dots, K$ )
  - ▶  $R_u = \bigcup_{k=1}^K R_k$ ;  $R_u^c$ : phần bù của  $R_u$



# Một số khái niệm cơ bản

Một số mối quan hệ giữa các điểm ảnh: Biên

- Một ảnh gồm  $K$  vùng không giao nhau:  $R_k$  ( $k = 1, 2, \dots, K$ )
  - ▶  $R_u = \bigcup_{k=1}^K R_k$ ;  $R_u^c$ : phần bù của  $R_u$ 
    - ★ Các điểm ảnh trong  $R_u$ : foreground; Các điểm ảnh trong  $R_u^c$ : background

# Một số khái niệm cơ bản

Một số mối quan hệ giữa các điểm ảnh: Biên

- Một ảnh gồm  $K$  vùng không giao nhau:  $R_k$  ( $k = 1, 2, \dots, K$ )
  - ▶  $R_u = \bigcup_{k=1}^K R_k$ ;  $R_u^c$ : phần bù của  $R_u$ 
    - ★ Các điểm ảnh trong  $R_u$ : foreground; Các điểm ảnh trong  $R_u^c$ : background
- Ranh giới (đường biên, đường viền) của một vùng  $R$  là tập điểm liền kề với các điểm trong phần bù của  $R$

# Một số khái niệm cơ bản

Một số mối quan hệ giữa các điểm ảnh: Biên

- Một ảnh gồm  $K$  vùng không giao nhau:  $R_k$  ( $k = 1, 2, \dots, K$ )
  - ▶  $R_u = \bigcup_{k=1}^K R_k$ ;  $R_u^c$ : phần bù của  $R_u$ 
    - ★ Các điểm ảnh trong  $R_u$ : foreground; Các điểm ảnh trong  $R_u^c$ : background
- Ranh giới (đường biên, đường viền) của một vùng  $R$  là tập điểm liền kề với các điểm trong phần bù của  $R$ 
  - ▶ Có ít nhất một lág giềng thuộc background



# Một số khái niệm cơ bản

Một số mối quan hệ giữa các điểm ảnh: Biên

- Một ảnh gồm  $K$  vùng không giao nhau:  $R_k$  ( $k = 1, 2, \dots, K$ )
  - ▶  $R_u = \bigcup_{k=1}^K R_k$ ;  $R_u^c$ : phần bù của  $R_u$ 
    - ★ Các điểm ảnh trong  $R_u$ : foreground; Các điểm ảnh trong  $R_u^c$ : background
- Ranh giới (đường biên, đường viền) của một vùng  $R$  là tập điểm liền kề với các điểm trong phần bù của  $R$ 
  - ▶ Có ít nhất một lảng giềng thuộc background
  - ▶ Cần chỉ rõ loại liền kề



# Một số khái niệm cơ bản

Một số mối quan hệ giữa các điểm ảnh: Biên

- Một ảnh gồm  $K$  vùng không giao nhau:  $R_k$  ( $k = 1, 2, \dots, K$ )
  - ▶  $R_u = \bigcup_{k=1}^K R_k$ ;  $R_u^c$ : phần bù của  $R_u$ 
    - ★ Các điểm ảnh trong  $R_u$ : foreground; Các điểm ảnh trong  $R_u^c$ : background
- Ranh giới (đường biên, đường viền) của một vùng  $R$  là tập điểm liền kề với các điểm trong phần bù của  $R$ 
  - ▶ Có ít nhất một láng giềng thuộc background
  - ▶ Cần chỉ rõ loại liền kề
  - ▶ Còn được gọi là biên trong (inner border)



# Một số khái niệm cơ bản

Một số mối quan hệ giữa các điểm ảnh: Biên

- Một ảnh gồm  $K$  vùng không giao nhau:  $R_k$  ( $k = 1, 2, \dots, K$ )
  - ▶  $R_u = \bigcup_{k=1}^K R_k$ ;  $R_u^c$ : phần bù của  $R_u$ 
    - ★ Các điểm ảnh trong  $R_u$ : foreground; Các điểm ảnh trong  $R_u^c$ : background
- Ranh giới (đường biên, đường viền) của một vùng  $R$  là tập điểm liền kề với các điểm trong phần bù của  $R$ 
  - ▶ Có ít nhất một lảng giềng thuộc background
  - ▶ Cần chỉ rõ loại liền kề
  - ▶ Còn được gọi là biên trong (inner border)
    - ★ Biên ngoài (outer border): biên thuộc background



# Một số khái niệm cơ bản

Một số mối quan hệ giữa các điểm ảnh: Biên

- Một ảnh gồm  $K$  vùng không giao nhau:  $R_k$  ( $k = 1, 2, \dots, K$ )
  - ▶  $R_u = \bigcup_{k=1}^K R_k$ ;  $R_u^c$ : phần bù của  $R_u$ 
    - ★ Các điểm ảnh trong  $R_u$ : foreground; Các điểm ảnh trong  $R_u^c$ : background
- Ranh giới (đường biên, đường viền) của một vùng  $R$  là tập điểm liền kề với các điểm trong phần bù của  $R$ 
  - ▶ Có ít nhất một lảng giềng thuộc background
  - ▶ Cần chỉ rõ loại liền kề
  - ▶ Còn được gọi là biên trong (inner border)
    - ★ Biên ngoài (outer border): biên thuộc background
  - ▶ Nếu  $R$  là toàn bộ ảnh  $\Rightarrow$  Biên là tập các điểm ảnh ở hàng và cột đầu tiên và cuối cùng.



# Một số khái niệm cơ bản

Một số mối quan hệ giữa các điểm ảnh: Khoảng cách

Các điểm  $p(x_1, y_1)$ ,  $q(x_2, y_2)$  và  $z(x_3, y_3)$ ,  $D$  là hàm khoảng cách hay độ đo nếu:



# Một số khái niệm cơ bản

Một số mối quan hệ giữa các điểm ảnh: Khoảng cách

Các điểm  $p(x_1, y_1)$ ,  $q(x_2, y_2)$  và  $z(x_3, y_3)$ ,  $D$  là hàm khoảng cách hay độ đo nếu:

- $D(p, q) \geq 0$ ;  $D(p, q) = 0$  nếu và chỉ nếu  $p \equiv q$



# Một số khái niệm cơ bản

Một số mối quan hệ giữa các điểm ảnh: Khoảng cách

Các điểm  $p(x_1, y_1)$ ,  $q(x_2, y_2)$  và  $z(x_3, y_3)$ ,  $D$  là hàm khoảng cách hay độ đo nếu:

- $D(p, q) \geq 0$ ;  $D(p, q) = 0$  nếu và chỉ nếu  $p \equiv q$
- $D(p, q) = D(q, p)$ , và



# Một số khái niệm cơ bản

Một số mối quan hệ giữa các điểm ảnh: Khoảng cách

Các điểm  $p(x_1, y_1)$ ,  $q(x_2, y_2)$  và  $z(x_3, y_3)$ ,  $D$  là hàm khoảng cách hay độ đo nếu:

- $D(p, q) \geq 0$ ;  $D(p, q) = 0$  nếu và chỉ nếu  $p \equiv q$
- $D(p, q) = D(q, p)$ , và
- $D(p, q) + D(q, z) \geq D(p, z)$



# Một số khái niệm cơ bản

Một số mối quan hệ giữa các điểm ảnh: Khoảng cách

Các điểm  $p(x_1, y_1)$ ,  $q(x_2, y_2)$  và  $z(x_3, y_3)$ ,  $D$  là hàm khoảng cách hay độ đo nếu:

- $D(p, q) \geq 0$ ;  $D(p, q) = 0$  nếu và chỉ nếu  $p \equiv q$
  - $D(p, q) = D(q, p)$ , và
  - $D(p, q) + D(q, z) \geq D(p, z)$
- 
- Khoảng cách Euclidean:  $D_e(p, q) = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$



# Một số khái niệm cơ bản

Một số mối quan hệ giữa các điểm ảnh: Khoảng cách

Các điểm  $p(x_1, y_1)$ ,  $q(x_2, y_2)$  và  $z(x_3, y_3)$ ,  $D$  là hàm khoảng cách hay độ đo nếu:

- $D(p, q) \geq 0$ ;  $D(p, q) = 0$  nếu và chỉ nếu  $p \equiv q$
- $D(p, q) = D(q, p)$ , và
- $D(p, q) + D(q, z) \geq D(p, z)$

- Khoảng cách Euclidean:  $D_e(p, q) = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$
- Khoảng cách dãy (city-block distance):  $D_4(p, q) = |x_1 - x_2| + |y_1 - y_2|$



# Một số khái niệm cơ bản

Một số mối quan hệ giữa các điểm ảnh: Khoảng cách

Các điểm  $p(x_1, y_1)$ ,  $q(x_2, y_2)$  và  $z(x_3, y_3)$ ,  $D$  là hàm khoảng cách hay độ đo nếu:

- $D(p, q) \geq 0$ ;  $D(p, q) = 0$  nếu và chỉ nếu  $p \equiv q$
- $D(p, q) = D(q, p)$ , và
- $D(p, q) + D(q, z) \geq D(p, z)$

- Khoảng cách Euclidean:  $D_e(p, q) = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$
- Khoảng cách dãy (city-block distance):  $D_4(p, q) = |x_1 - x_2| + |y_1 - y_2|$ 
  - ▶ Các điểm  $q$  có  $D_4(p, q) = 1$  thì  $q \in N_4(p)$



# Một số khái niệm cơ bản

Một số mối quan hệ giữa các điểm ảnh: Khoảng cách

Các điểm  $p(x_1, y_1)$ ,  $q(x_2, y_2)$  và  $z(x_3, y_3)$ ,  $D$  là hàm khoảng cách hay độ đo nếu:

- $D(p, q) \geq 0$ ;  $D(p, q) = 0$  nếu và chỉ nếu  $p \equiv q$
- $D(p, q) = D(q, p)$ , và
- $D(p, q) + D(q, z) \geq D(p, z)$

- Khoảng cách Euclidean:  $D_e(p, q) = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$
- Khoảng cách dãy (city-block distance):  $D_4(p, q) = |x_1 - x_2| + |y_1 - y_2|$ 
  - ▶ Các điểm  $q$  có  $D_4(p, q) = 1$  thì  $q \in N_4(p)$
- Khoảng cách bàn cờ (chessboard distance):  
$$D_8(p, q) = \max(|x_1 - x_2|, |y_1 - y_2|)$$



# Một số khái niệm cơ bản

Một số mối quan hệ giữa các điểm ảnh: Khoảng cách

Các điểm  $p(x_1, y_1)$ ,  $q(x_2, y_2)$  và  $z(x_3, y_3)$ ,  $D$  là hàm khoảng cách hay độ đo nếu:

- $D(p, q) \geq 0$ ;  $D(p, q) = 0$  nếu và chỉ nếu  $p \equiv q$
- $D(p, q) = D(q, p)$ , và
- $D(p, q) + D(q, z) \geq D(p, z)$

- Khoảng cách Euclidean:  $D_e(p, q) = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$
- Khoảng cách dãy (city-block distance):  $D_4(p, q) = |x_1 - x_2| + |y_1 - y_2|$ 
  - ▶ Các điểm  $q$  có  $D_4(p, q) = 1$  thì  $q \in N_4(p)$
- Khoảng cách bàn cờ (chessboard distance):  
$$D_8(p, q) = \max(|x_1 - x_2|, |y_1 - y_2|)$$
  - ▶ Các điểm  $q$  có  $D_8(p, q) = 1$  thì  $q \in N_8(p)$

# Một số khái niệm cơ bản

Phép toán trong Xử lý ảnh số: Phép toán mảng theo từng phần tử (element-wise)

- Đa số các phép toán với mảng trong Xử lý ảnh số là các phép toán thực hiện theo từng phần tử.

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11}b_{11} & a_{12}b_{12} \\ a_{21}b_{21} & a_{22}b_{22} \end{bmatrix}$$



# Một số khái niệm cơ bản

Phép toán trong Xử lý ảnh số: Phép toán mảng theo từng phần tử (element-wise)

- Đa số các phép toán với mảng trong Xử lý ảnh số là các phép toán thực hiện theo từng phần tử.

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11}b_{11} & a_{12}b_{12} \\ a_{21}b_{21} & a_{22}b_{22} \end{bmatrix}$$

- ▶ Ứng với phép toán '.' trong Matlab



# Một số khái niệm cơ bản

Phép toán trong Xử lý ảnh số: Phép toán mảng theo từng phần tử (element-wise)

- Đa số các phép toán với mảng trong Xử lý ảnh số là các phép toán thực hiện theo từng phần tử.

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11}b_{11} & a_{12}b_{12} \\ a_{21}b_{21} & a_{22}b_{22} \end{bmatrix}$$

- ▶ Ứng với phép toán '.' trong Matlab
- Do đó  $f(x, y) + g(x, y)$ ,  $f(x, y) - g(x, y)$ ,  $f(x, y) \times g(x, y)$ ,  
 $f(x, y) \div g(x, y)$  mặc định được coi là thực hiện theo từng phần tử



# Một số khái niệm cơ bản

Phép toán trong Xử lý ảnh số: Phép toán mảng theo từng phần tử (element-wise)

- Đa số các phép toán với mảng trong Xử lý ảnh số là các phép toán thực hiện theo từng phần tử.

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11}b_{11} & a_{12}b_{12} \\ a_{21}b_{21} & a_{22}b_{22} \end{bmatrix}$$

- ▶ Ứng với phép toán '.' trong Matlab
- Do đó  $f(x, y) + g(x, y)$ ,  $f(x, y) - g(x, y)$ ,  $f(x, y) \times g(x, y)$ ,  
 $f(x, y) \div g(x, y)$  mặc định được coi là thực hiện theo từng phần tử
  - ▶  $f$  và  $g$ : cùng kích thước  $M \times N$



# Một số khái niệm cơ bản

## Phép toán trong Xử lý ảnh số: Phép toán tập hợp

$A, B$  là các tập gồm các cặp có thứ tự các số thực:

- $a = (a_1, a_2)$  là một phần tử thuộc  $A$ :  $a \in A$ ;  $a$  không phải là một phần tử thuộc  $A$ :  $a \notin A$



# Một số khái niệm cơ bản

Phép toán trong Xử lý ảnh số: Phép toán tập hợp

$A, B$  là các tập gồm các cặp có thứ tự các số thực:

- $a = (a_1, a_2)$  là một phần tử thuộc  $A$ :  $a \in A$ ;  $a$  không phải là một phần tử thuộc  $A$ :  $a \notin A$
- $|A|$  là số phần tử của  $A$ ; nếu  $|A| = 0 \Rightarrow A = \emptyset$  (rỗng)



# Một số khái niệm cơ bản

Phép toán trong Xử lý ảnh số: Phép toán tập hợp

$A, B$  là các tập gồm các cặp có thứ tự các số thực:

- $a = (a_1, a_2)$  là một phần tử thuộc  $A$ :  $a \in A$ ;  $a$  không phải là một phần tử thuộc  $A$ :  $a \notin A$
- $|A|$  là số phần tử của  $A$ ; nếu  $|A| = 0 \Rightarrow A = \emptyset$  (rỗng)
- Có thể mô tả một tập bằng nội dung trong {}



# Một số khái niệm cơ bản

Phép toán trong Xử lý ảnh số: Phép toán tập hợp

$A, B$  là các tập gồm các cặp có thứ tự các số thực:

- $a = (a_1, a_2)$  là một phần tử thuộc  $A$ :  $a \in A$ ;  $a$  không phải là một phần tử thuộc  $A$ :  $a \notin A$
- $|A|$  là số phần tử của  $A$ ; nếu  $|A| = 0 \Rightarrow A = \emptyset$  (rỗng)
- Có thể mô tả một tập bằng nội dung trong {}
  - ▶  $C = \{w | w = -d, d \in D\}$

# Một số khái niệm cơ bản

Phép toán trong Xử lý ảnh số: Phép toán tập hợp

$A, B$  là các tập gồm các cặp có thứ tự các số thực:

- $a = (a_1, a_2)$  là một phần tử thuộc  $A$ :  $a \in A$ ;  $a$  không phải là một phần tử thuộc  $A$ :  $a \notin A$
- $|A|$  là số phần tử của  $A$ ; nếu  $|A| = 0 \Rightarrow A = \emptyset$  (rỗng)
- Có thể mô tả một tập bằng nội dung trong {}
  - ▶  $C = \{w | w = -d, d \in D\}$
- $\forall a \in A$  cũng  $\in B$  thì  $A$  là tập con của  $B$ :  $A \subseteq B$



# Một số khái niệm cơ bản

Phép toán trong Xử lý ảnh số: Phép toán tập hợp

$A, B$  là các tập gồm các cặp có thứ tự các số thực:

- $a = (a_1, a_2)$  là một phần tử thuộc  $A$ :  $a \in A$ ;  $a$  không phải là một phần tử thuộc  $A$ :  $a \notin A$
- $|A|$  là số phần tử của  $A$ ; nếu  $|A| = 0 \Rightarrow A = \emptyset$  (rỗng)
- Có thể mô tả một tập bằng nội dung trong {}
  - ▶  $C = \{w | w = -d, d \in D\}$
- $\forall a \in A$  cũng  $\in B$  thì  $A$  là tập con của  $B$ :  $A \subseteq B$
- Hợp của  $A$  và  $B$  là  $C$ :  $C = A \cup B = \{w | w \in A \text{ hoặc } w \in B\}$



# Một số khái niệm cơ bản

Phép toán trong Xử lý ảnh số: Phép toán tập hợp

$A, B$  là các tập gồm các cặp có thứ tự các số thực:

- $a = (a_1, a_2)$  là một phần tử thuộc  $A$ :  $a \in A$ ;  $a$  không phải là một phần tử thuộc  $A$ :  $a \notin A$
- $|A|$  là số phần tử của  $A$ ; nếu  $|A| = 0 \Rightarrow A = \emptyset$  (rỗng)
- Có thể mô tả một tập bằng nội dung trong {}
  - ▶  $C = \{w | w = -d, d \in D\}$
- $\forall a \in A$  cũng  $\in B$  thì  $A$  là tập con của  $B$ :  $A \subseteq B$
- Hợp của  $A$  và  $B$  là  $C$ :  $C = A \cup B = \{w | w \in A \text{ hoặc } w \in B\}$
- Giao của  $A$  và  $B$  là  $C$ :  $C = A \cap B = \{w | w \in A \text{ và } w \in B\}$



# Một số khái niệm cơ bản

Phép toán trong Xử lý ảnh số: Phép toán tập hợp

$A, B$  là các tập gồm các cặp có thứ tự các số thực:

- $a = (a_1, a_2)$  là một phần tử thuộc  $A$ :  $a \in A$ ;  $a$  không phải là một phần tử thuộc  $A$ :  $a \notin A$
- $|A|$  là số phần tử của  $A$ ; nếu  $|A| = 0 \Rightarrow A = \emptyset$  (rỗng)
- Có thể mô tả một tập bằng nội dung trong {}
  - ▶  $C = \{w | w = -d, d \in D\}$
- $\forall a \in A$  cũng  $\in B$  thì  $A$  là tập con của  $B$ :  $A \subseteq B$
- Hợp của  $A$  và  $B$  là  $C$ :  $C = A \cup B = \{w | w \in A \text{ hoặc } w \in B\}$
- Giao của  $A$  và  $B$  là  $C$ :  $C = A \cap B = \{w | w \in A \text{ và } w \in B\}$ 
  - ▶ Nếu  $A \cap B = \emptyset$ :  $A$  và  $B$  không giao nhau (xung khắc)



# Một số khái niệm cơ bản

Phép toán trong Xử lý ảnh số: Phép toán tập hợp

$A, B$  là các tập gồm các cặp có thứ tự các số thực:

- $a = (a_1, a_2)$  là một phần tử thuộc  $A$ :  $a \in A$ ;  $a$  không phải là một phần tử thuộc  $A$ :  $a \notin A$
- $|A|$  là số phần tử của  $A$ ; nếu  $|A| = 0 \Rightarrow A = \emptyset$  (rỗng)
- Có thể mô tả một tập bằng nội dung trong {}
  - ▶  $C = \{w | w = -d, d \in D\}$
- $\forall a \in A$  cũng  $\in B$  thì  $A$  là tập con của  $B$ :  $A \subseteq B$
- Hợp của  $A$  và  $B$  là  $C$ :  $C = A \cup B = \{w | w \in A \text{ hoặc } w \in B\}$
- Giao của  $A$  và  $B$  là  $C$ :  $C = A \cap B = \{w | w \in A \text{ và } w \in B\}$ 
  - ▶ Nếu  $A \cap B = \emptyset$ :  $A$  và  $B$  không giao nhau (xung khắc)
- Tập bù của  $A$ :  $A^c = \{w | w \notin A\}$



# Một số khái niệm cơ bản

Phép toán trong Xử lý ảnh số: Phép toán tập hợp

$A, B$  là các tập gồm các cặp có thứ tự các số thực:

- $a = (a_1, a_2)$  là một phần tử thuộc  $A$ :  $a \in A$ ;  $a$  không phải là một phần tử thuộc  $A$ :  $a \notin A$
- $|A|$  là số phần tử của  $A$ ; nếu  $|A| = 0 \Rightarrow A = \emptyset$  (rỗng)
- Có thể mô tả một tập bằng nội dung trong {}
  - ▶  $C = \{w | w = -d, d \in D\}$
- $\forall a \in A$  cũng  $\in B$  thì  $A$  là tập con của  $B$ :  $A \subseteq B$
- Hợp của  $A$  và  $B$  là  $C$ :  $C = A \cup B = \{w | w \in A \text{ hoặc } w \in B\}$
- Giao của  $A$  và  $B$  là  $C$ :  $C = A \cap B = \{w | w \in A \text{ và } w \in B\}$ 
  - ▶ Nếu  $A \cap B = \emptyset$ :  $A$  và  $B$  không giao nhau (xung khắc)
- Tập bù của  $A$ :  $A^c = \{w | w \notin A\}$
- Phần khác biệt của hai tập  $A$  và  $B$ :  $A - B = \{w | w \in A, w \notin B\} = A \cap B^c$



# Một số khái niệm cơ bản

Phép toán trong Xử lý ảnh số: Phép toán tập hợp

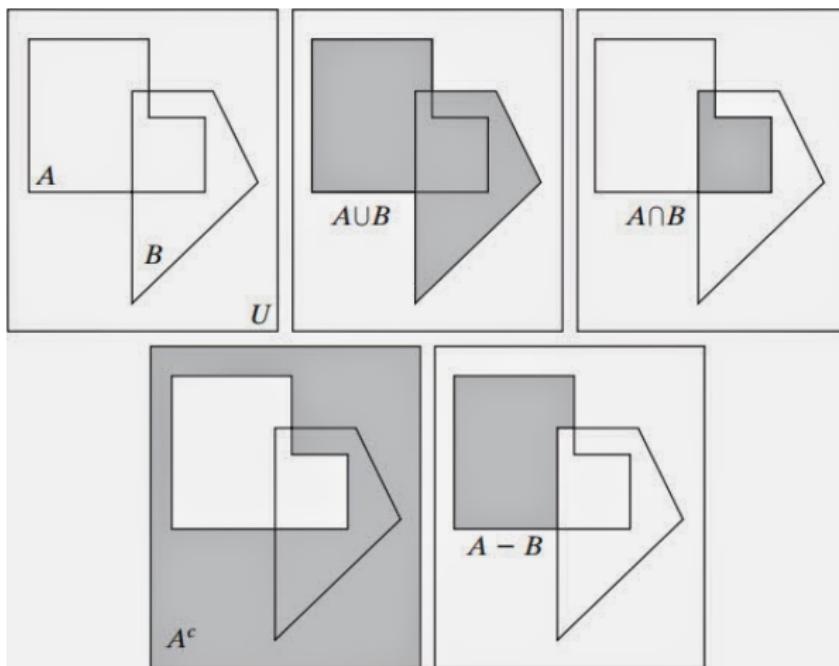
$A, B$  là các tập gồm các cặp có thứ tự các số thực:

- $a = (a_1, a_2)$  là một phần tử thuộc  $A$ :  $a \in A$ ;  $a$  không phải là một phần tử thuộc  $A$ :  $a \notin A$
- $|A|$  là số phần tử của  $A$ ; nếu  $|A| = 0 \Rightarrow A = \emptyset$  (rỗng)
- Có thể mô tả một tập bằng nội dung trong {}
  - ▶  $C = \{w | w = -d, d \in D\}$
- $\forall a \in A$  cũng  $\in B$  thì  $A$  là tập con của  $B$ :  $A \subseteq B$
- Hợp của  $A$  và  $B$  là  $C$ :  $C = A \cup B = \{w | w \in A \text{ hoặc } w \in B\}$
- Giao của  $A$  và  $B$  là  $C$ :  $C = A \cap B = \{w | w \in A \text{ và } w \in B\}$ 
  - ▶ Nếu  $A \cap B = \emptyset$ :  $A$  và  $B$  không giao nhau (xung khắc)
- Tập bù của  $A$ :  $A^c = \{w | w \notin A\}$
- Phần khác biệt của hai tập  $A$  và  $B$ :  $A - B = \{w | w \in A, w \notin B\} = A \cap B^c$ 
  - ▶  $\Rightarrow A^c = U - A$



# Một số khái niệm cơ bản

Phép toán trong Xử lý ảnh số: Phép toán tập hợp - Minh họa



# Một số khái niệm cơ bản

## Phép toán trong Xử lý ảnh số: Phép toán lô-gic

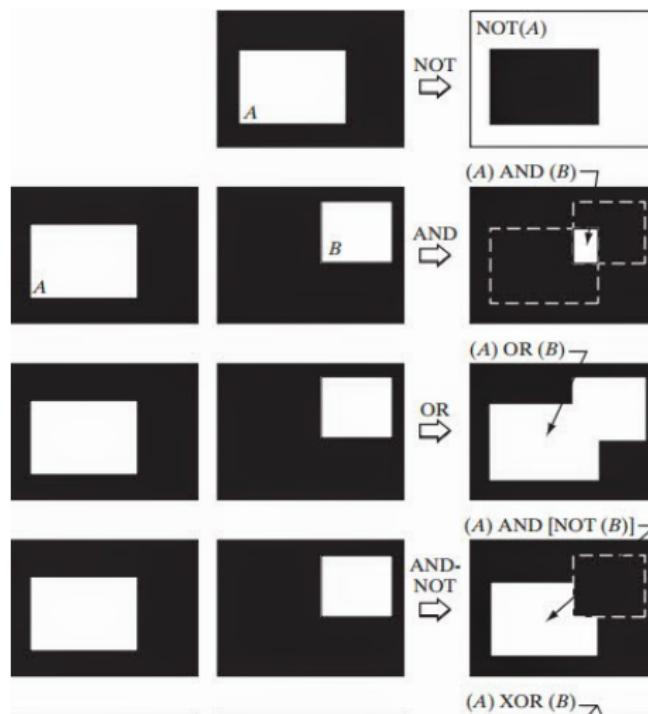
- Khi làm việc với các đối tượng/vùng trong ảnh (đặc biệt ảnh nhị phân) các phép toán tập hợp có thể xem như các phép toán lô-gic (OR, AND, NOT)



# Một số khái niệm cơ bản

Phép toán trong Xử lý ảnh số: Phép toán lô-gic

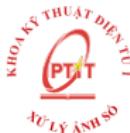
- Khi làm việc với các đối tượng/vùng trong ảnh (đặc biệt ảnh nhị phân) các phép toán tập hợp có thể xem như các phép toán lô-gic (OR, AND, NOT)



# Chương 2: Cơ bản về Xử lý ảnh số

## Nội dung chính

- 1 Ánh sáng và phổ sóng điện từ
- 2 Hệ thống thị giác của con người
- 3 Cảm biến và thu nhận ảnh
- 4 Quá trình số hóa ảnh
- 5 Biểu diễn ảnh
- 6 Mô hình màu
- 7 Kỹ thuật in ảnh
- 8 Một số khái niệm cơ bản
- 9 Phụ lục
  - Hệ thống thị giác
  - Mô hình biểu diễn ảnh
  - Mô hình màu
  - Kỹ thuật in ảnh



AÜLÝ ẢNH SỐ

# Chương 2: Cơ bản về Xử lý ảnh số

## Nội dung chính

- ① Ánh sáng và phổ sóng điện từ
- ② Hệ thống thị giác của con người
- ③ Cảm biến và thu nhận ảnh
- ④ Quá trình số hóa ảnh
- ⑤ Biểu diễn ảnh
- ⑥ Mô hình màu
- ⑦ Kỹ thuật in ảnh
- ⑧ Một số khái niệm cơ bản
- ⑨ Phụ lục
  - Hệ thống thị giác
  - Mô hình biểu diễn ảnh
  - Mô hình màu
  - Kỹ thuật in ảnh

# Phụ lục: Hệ thống thị giác của con người

Cấu tạo của mắt: Vùng võng mạc - Một số thông số

- Vùng điểm vàng có dạng hình tròn với đường kính  $\sim 1.5\text{mm}$



# Phụ lục: Hệ thống thị giác của con người

## Cấu tạo của mắt: Vùng võng mạc - Một số thông số

- Vùng điểm vàng có dạng hình tròn với đường kính  $\sim 1.5\text{mm}$ 
  - ▶ Có thể xấp xỉ bằng một hình vuông  $1.5\text{mm} \times 1.5\text{mm}$



# Phụ lục: Hệ thống thị giác của con người

Cấu tạo của mắt: Vùng võng mạc - Một số thông số

- Vùng điểm vàng có dạng hình tròn với đường kính  $\sim 1.5\text{mm}$ 
  - ▶ Có thể xấp xỉ bằng một hình vuông  $1.5\text{mm} \times 1.5\text{mm}$
- Mật độ tê bào hình nón tại vùng điểm vàng  $\sim 150,000\text{tê bào}/\text{mm}^2$



# Phụ lục: Hệ thống thị giác của con người

## Cấu tạo của mắt: Vùng võng mạc - Một số thông số

- Vùng điểm vàng có dạng hình tròn với đường kính  $\sim 1.5\text{mm}$ 
  - ▶ Có thể xấp xỉ bằng một hình vuông  $1.5\text{mm} \times 1.5\text{mm}$
- Mật độ tế bào hình nón tại vùng điểm vàng  $\sim 150,000\text{tế bào}/\text{mm}^2$ 
  - ▶ Vùng tập trung điểm vàng có  $\sim 337,000$  tế bào hình nón



# Phụ lục: Hệ thống thị giác của con người

## Cấu tạo của mắt: Vùng võng mạc - Một số thông số

- Vùng điểm vàng có dạng hình tròn với đường kính  $\sim 1.5\text{mm}$ 
  - ▶ Có thể xấp xỉ bằng một hình vuông  $1.5\text{mm} \times 1.5\text{mm}$
- Mật độ tế bào hình nón tại vùng điểm vàng  $\sim 150,000\text{tế bào}/\text{mm}^2$ 
  - ▶ Vùng tập trung điểm vàng có  $\sim 337,000$  tế bào hình nón
  - ▶ Để có số tế bào cảm biến tương tự, chíp CCD phải có kích thước  $5 \times 5\text{mm}$ .



# Phụ lục: Hệ thống thị giác của con người

## Sự tạo ảnh trong mắt: Ví dụ tính toán

Một người nhìn thấy một cây cao 15m ở khoảng cách 100m. Tính độ cao  $h$  của ảnh cây tạo trên võng mạc.



# Phụ lục: Hệ thống thị giác của con người

## Sự tạo ảnh trong mắt: Ví dụ tính toán

Một người nhìn thấy một cây cao 15m ở khoảng cách 100m. Tính độ cao  $h$  của ảnh cây tạo trên võng mạc.

Theo công thức cơ bản của thấu kính quang học  $\frac{15}{100} = \frac{h}{17} \Rightarrow h = 2.55\text{mm}$



# Phụ lục: Hệ thống thị giác của con người

## Sự tạo ảnh trong mắt: Ví dụ tính toán

Một người nhìn thấy một cây cao 15m ở khoảng cách 100m. Tính độ cao  $h$  của ảnh cây tạo trên võng mạc.

Theo công thức cơ bản của thấu kính quang học  $\frac{15}{100} = \frac{h}{17} \Rightarrow h = 2.55\text{mm}$

Tính đường kính tối thiểu của một chấm nhỏ đặt cách mắt 0.2m sao cho mắt vẫn có thể phân biệt được. Biết rằng mắt không thể phân biệt được ảnh nếu như kích thước ảnh trên võng mạc nhỏ hơn kích thước của tế bào hình nón.



# Phụ lục: Hệ thống thị giác của con người

## Sự tạo ảnh trong mắt: Ví dụ tính toán

Một người nhìn thấy một cây cao 15m ở khoảng cách 100m. Tính độ cao  $h$  của ảnh cây tạo trên võng mạc.

Theo công thức cơ bản của thấu kính quang học  $\frac{15}{100} = \frac{h}{17} \Rightarrow h = 2.55\text{mm}$

Tính đường kính tối thiểu của một chấm nhỏ đặt cách mắt 0.2m sao cho mắt vẫn có thể phân biệt được. Biết rằng mắt không thể phân biệt được ảnh nếu như kích thước ảnh trên võng mạc nhỏ hơn kích thước của tế bào hình nón.

Với thông tin trong slide về kích thước vùng điểm vàng và số tế bào hình nón trong vùng này:



# Phụ lục: Hệ thống thị giác của con người

## Sự tạo ảnh trong mắt: Ví dụ tính toán

Một người nhìn thấy một cây cao 15m ở khoảng cách 100m. Tính độ cao  $h$  của ảnh cây tạo trên võng mạc.

Theo công thức cơ bản của thấu kính quang học  $\frac{15}{100} = \frac{h}{17} \Rightarrow h = 2.55\text{mm}$

Tính đường kính tối thiểu của một chấm nhỏ đặt cách mắt 0.2m sao cho mắt vẫn có thể phân biệt được. Biết rằng mắt không thể phân biệt được ảnh nếu như kích thước ảnh trên võng mạc nhỏ hơn kích thước của tế bào hình nón.

Với thông tin trong slide về kích thước vùng điểm vàng và số tế bào hình nón trong vùng này:

- Kích thước hình vuông  $1.5\text{mm} \times 1.5\text{mm}$ ; số tế bào 337,000; coi là phân bố đều khắp vùng điểm vàng



# Phụ lục: Hệ thống thị giác của con người

## Sự tạo ảnh trong mắt: Ví dụ tính toán

Một người nhìn thấy một cây cao 15m ở khoảng cách 100m. Tính độ cao  $h$  của ảnh cây tạo trên võng mạc.

Theo công thức cơ bản của thấu kính quang học  $\frac{15}{100} = \frac{h}{\frac{1}{17}} \Rightarrow h = 2.55\text{mm}$

Tính đường kính tối thiểu của một chấm nhỏ đặt cách mắt 0.2m sao cho mắt vẫn có thể phân biệt được. Biết rằng mắt không thể phân biệt được ảnh nếu như kích thước ảnh trên võng mạc nhỏ hơn kích thước của tế bào hình nón.

Với thông tin trong slide về kích thước vùng điểm vàng và số tế bào hình nón trong vùng này:

- Kích thước hình vuông  $1.5\text{mm} \times 1.5\text{mm}$ ; số tế bào 337,000; coi là phân bố đều khắp vùng điểm vàng

Kích thước của một tế bào hình nón:  $s = 1.5\text{mm}/1,159$  Theo công thức thấu kính,  $d$  là đường kính của chấm nhỏ;  $x$  là đường kính của ảnh chấm nhỏ trên vùng điểm vàng,  $(d/2)/0.2 = (x/2)/0.014 \Rightarrow$  Đường kính tối thiểu:

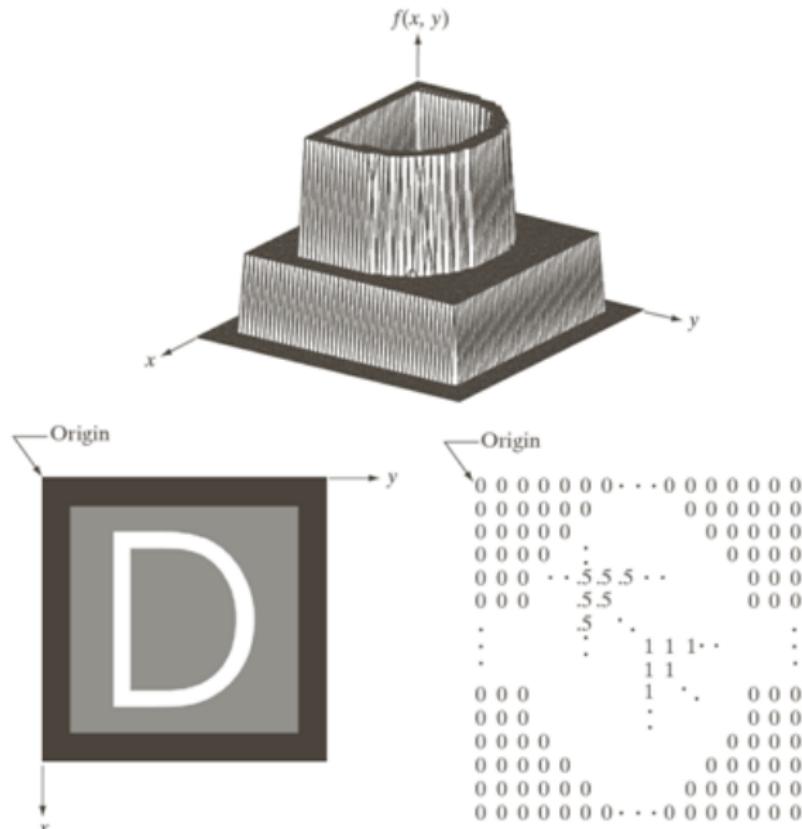
# Chương 2: Cơ bản về Xử lý ảnh số

## Nội dung chính

- ① Ánh sáng và phổ sóng điện từ
- ② Hệ thống thị giác của con người
- ③ Cảm biến và thu nhận ảnh
- ④ Quá trình số hóa ảnh
- ⑤ Biểu diễn ảnh
- ⑥ Mô hình màu
- ⑦ Kỹ thuật in ảnh
- ⑧ Một số khái niệm cơ bản
- ⑨ Phụ lục
  - Hệ thống thị giác
  - Mô hình biểu diễn ảnh
  - Mô hình màu
  - Kỹ thuật in ảnh

# Biểu diễn ảnh

Mô hình biểu diễn: Mô hình Raster - Minh họa



# Chương 2: Cơ bản về Xử lý ảnh số

## Nội dung chính

- ① Ánh sáng và phổ sóng điện từ
- ② Hệ thống thị giác của con người
- ③ Cảm biến và thu nhận ảnh
- ④ Quá trình số hóa ảnh
- ⑤ Biểu diễn ảnh
- ⑥ Mô hình màu
- ⑦ Kỹ thuật in ảnh
- ⑧ Một số khái niệm cơ bản
- ⑨ Phụ lục
  - Hệ thống thị giác
  - Mô hình biểu diễn ảnh
  - **Mô hình màu**
  - Kỹ thuật in ảnh

# Phụ lục

Ví dụ minh họa: Chuyển đổi RGB → HSV

Thực hiện tìm điểm màu tương ứng với ( $R = 1/5$ ,  $G = 3/5$ ,  $B = 4/5$ ) trong mô hình HSV

$$\hat{M} = \max(R, G, B) = B = 4/5; \hat{m} = \min(R, G, B) = R = 1/5 \Rightarrow$$

$$Chroma = \hat{M} - \hat{m} = B - R = 3/5 = 0.6$$

$$\text{Vì } \hat{M} = B \Rightarrow H' = \frac{R - G}{Chroma} + 4 = 4 - 2/3 = 10/3$$

$$\Rightarrow H = 60^\circ \times H' = 200^\circ$$

$$V = \max(R, G, B) = B = 4/5$$

$$\text{Do } V \neq 0 \Rightarrow S = V / Chroma = 4/3$$



# Phụ lục

Cài đặt chương trình Chuyển đổi RGB → HSV



# Phụ lục

Cài đặt chương trình Chuyển đổi RGB ↔ HSL



# Phụ lục

Cài đặt chương trình Chuyển đổi RGB ↔ HSI



# Chương 2: Cơ bản về Xử lý ảnh số

## Nội dung chính

- 1 Ánh sáng và phổ sóng điện từ
- 2 Hệ thống thị giác của con người
- 3 Cảm biến và thu nhận ảnh
- 4 Quá trình số hóa ảnh
- 5 Biểu diễn ảnh
- 6 Mô hình màu
- 7 Kỹ thuật in ảnh
- 8 Một số khái niệm cơ bản
- 9 Phụ lục
  - Hệ thống thị giác
  - Mô hình biểu diễn ảnh
  - Mô hình màu
  - Kỹ thuật in ảnh

# Kỹ thuật in ảnh

Digital Halftoning: Kỹ thuật khuếch tán lỗi (Error Diffusion) - Một chiều - Ví dụ



# Kỹ thuật in ảnh

Digital Halftoning: Kỹ thuật khuếch tán lỗi (Error Diffusion) - Hai chiều - Ví dụ

