

# XỬ LÝ ẢNH SỐ:

## CHƯƠNG 2. CƠ BẢN VỀ XỬ LÝ ẢNH SỐ



- Hệ thống thị giác của người
- Ánh sáng và phổ điện từ
- Biểu diễn ảnh
- Cảm biến và thu nhận ảnh
- Lấy mẫu, lượng tử hóa và độ phân giải

# CẤU TẠO MẮT NGƯỜI

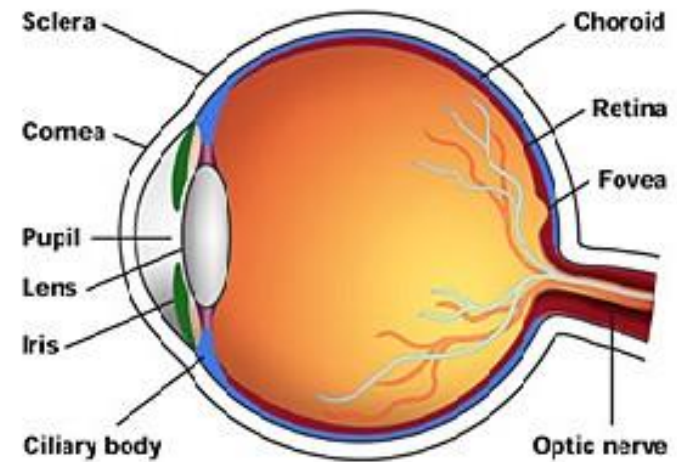
# Hệ thống thị giác của người

Hệ thống thị giác của con người gồm 3 phần:

- ✓ Mắt: Giống như camera để 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.

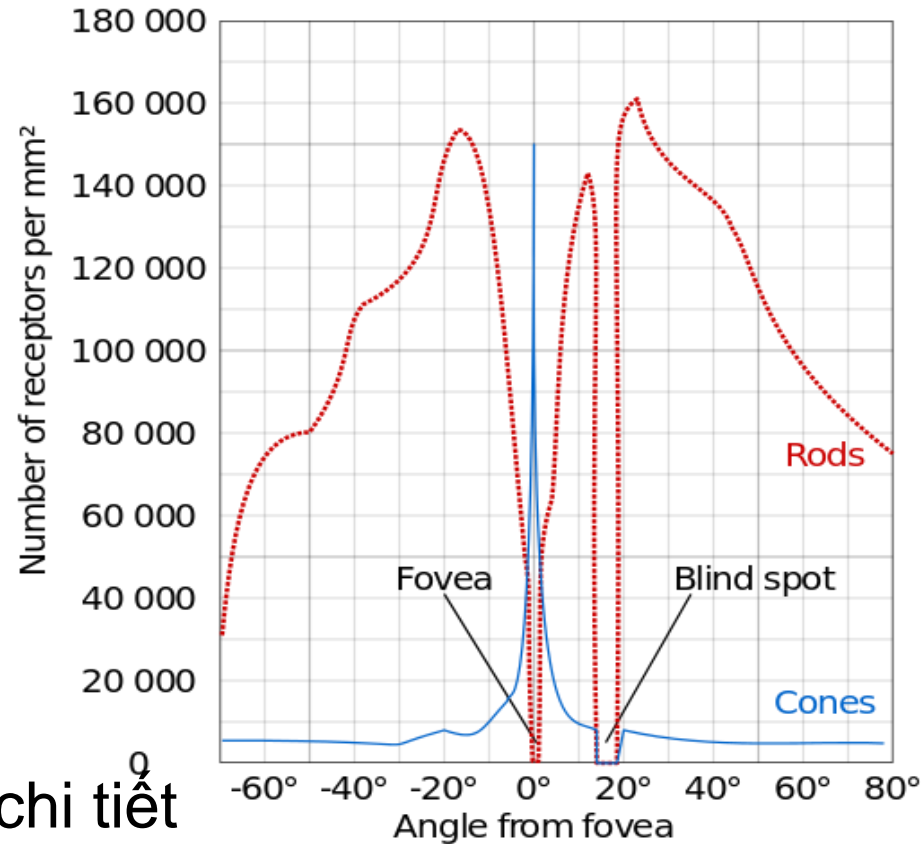
# Cấu tạo mắt người (1)

- ✓ Đường kính nhãn cầu khoảng 20mm
- ✓ Giác mạc (cornea): màng trong suốt và dai ở phía ngoài cùng, bao phủ bề mặt phía trước
- ✓ Màng cứng (sclera): Màng mờ và dai ở phía ngoài cùng, bao phủ phần còn lại của quả cầu thị giác
- ✓ Màng trạch (choroid): Chứa các mạch máu, cung cấp dinh dưỡng
- ✓ Mống mắt (iris): ở phần phía trước của choroid, quyết định màu mắt
- ✓ Đồng tử (pupil): Vùng mở giữa của mống mắt, điều khiển lượng ánh sáng đến mắt (2 mm – 8mm)
- ✓ Thủy tinh thể (lens): được 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 cảm quang



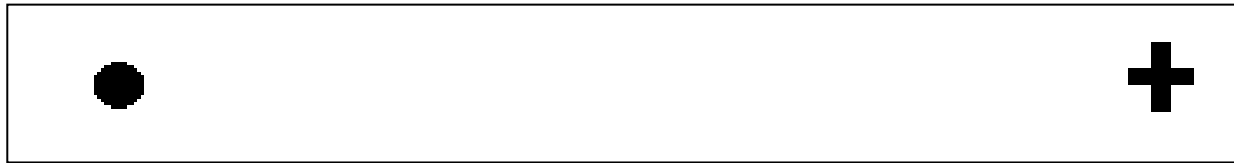
# Cấu tạo mắt người (2)

- ✓ Võng mạc được bao phủ với các cơ quan nhận cảm ánh sáng được gọi là tế bào hình nón (6-7 triệu) và tế bào hình que (75-150 triệu)
- ✓ Tế bào hình nón được tập trung tại một vùng nhỏ gọi là hoàng điểm (fovea) và rất nhạy cảm với màu sắc, các hình ảnh chi tiết
- ✓ Tế bào hình que được trải rộng hơn và nhạy cảm với mức sáng thấp



# Thí nghiệm điểm mù

➡ Vẽ hình dưới đây trên một tờ giấy (dấu chấm và dấu thập cách nhau khoảng 15 cm)



➡ Nhắm mắt trái và tập trung mắt phải vào dấu chấm

➡ Giữ tờ giấy cách mặt khoảng 50 cm và dịch chuyển từ từ về phía bạn.

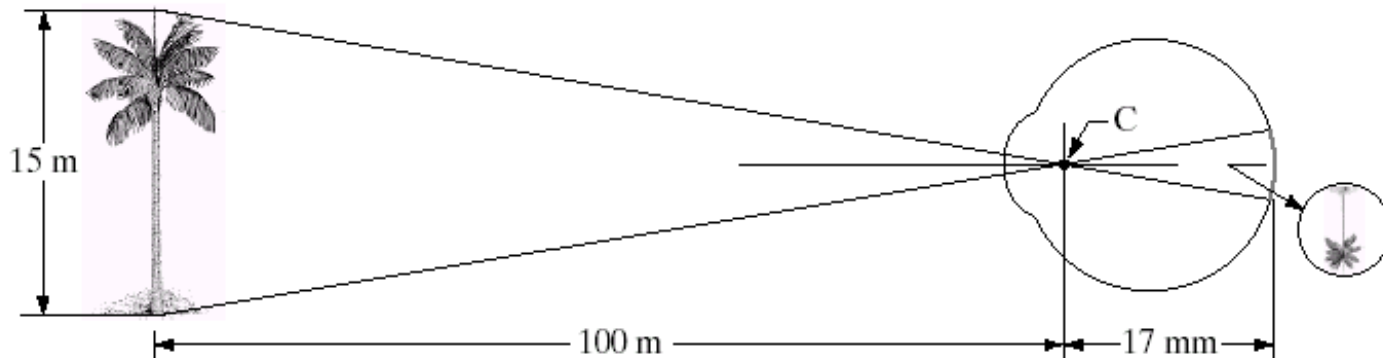
**Kết quả là: Dấu chữ thập sẽ biến mất!**

# **SỰ HÌNH THÀNH HÌNH ẢNH TRONG MẮT NGƯỜI**



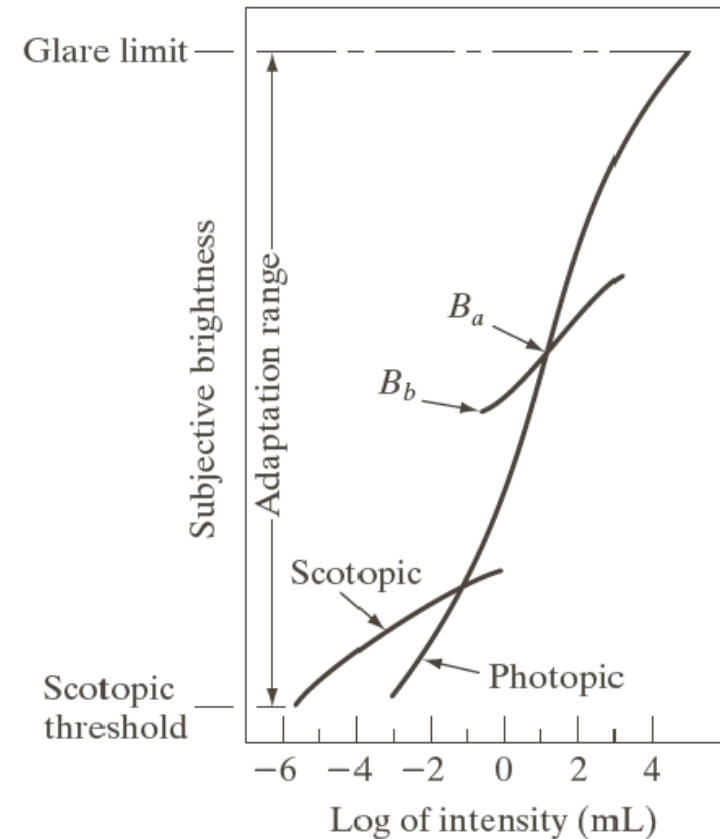
# Tạo ảnh trong mắt

- ✓ Các cơ bên trong mắt có thể được sử dụng để thay đổi hình dạng của ống kính cho phép chúng ta tập trung vào đối tượng ở gần hay xa.
- ✓ Một hình ảnh được tập trung lên võng mạc làm cho tế bào hình que và hình nón bị kích thích và cuối cùng gửi tín hiệu đến não



# Thích nghi độ sáng

- ✓ Thích nghi độ sáng: là mức độ quen với ánh sáng khi có sự thay đổi đột ngột.
- ✓ Hệ thống thị giác của mắt có thể cảm nhận được cường độ sáng trong dải từ  $10^{-6} \sim 10^4$  Lux
- ✓ Quan hệ giữa cường độ sáng thực tế và cường độ sáng mắt cảm nhận được (độ sáng chủ quan) là hàm log.
- ✓ Mắt không thể cảm nhận được hết các mức trong dải đồng thời mà tại một thời điểm chỉ thích ứng với một dải cường độ sáng.

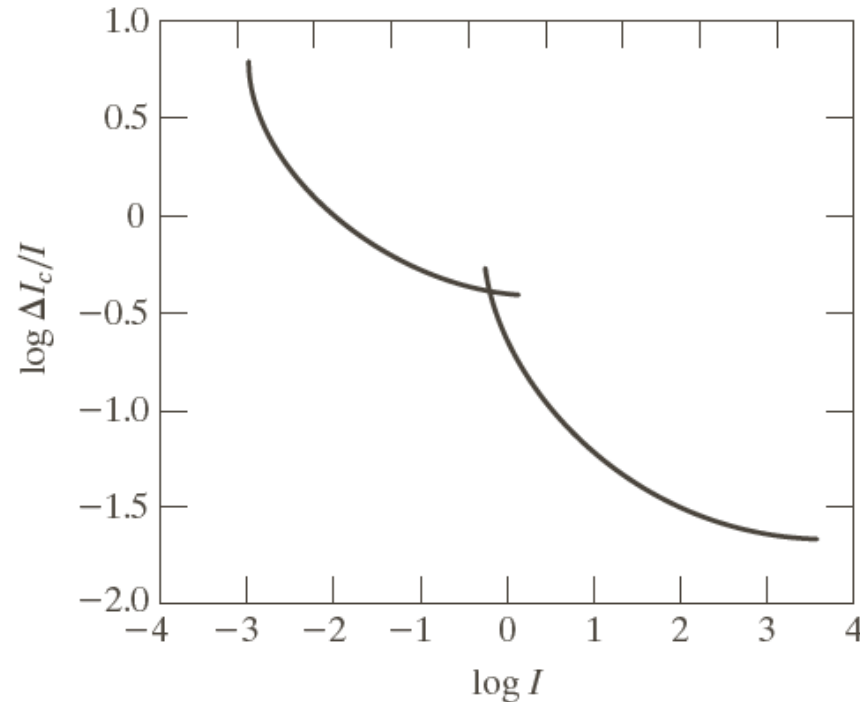


**Scotopic:** liên quan đến thị giác khi sáng kém

**Photopic:** liên quan đến thị giác khi đủ sáng

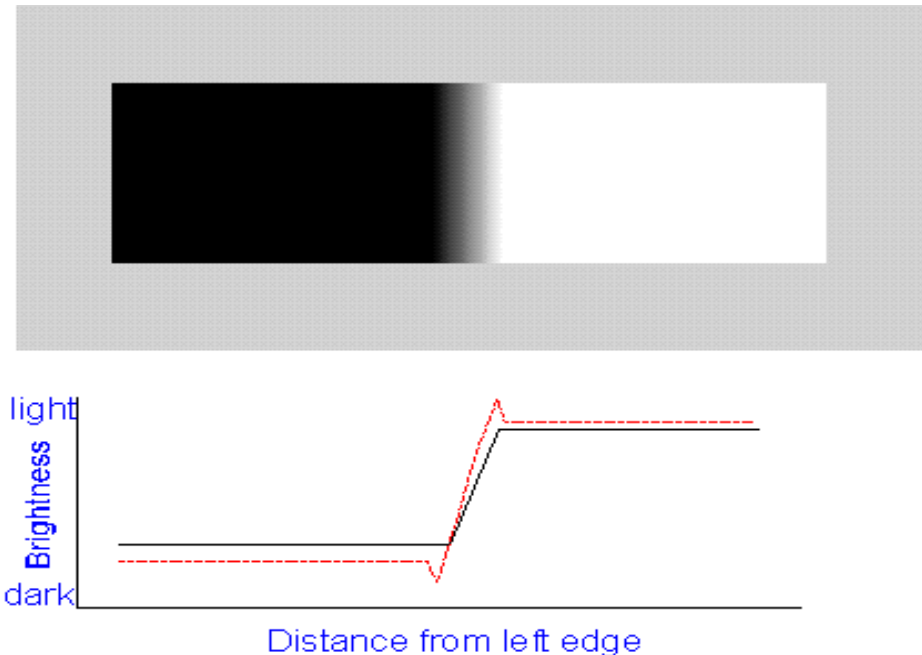
# Khả năng phân biệt cường độ sáng

- ✓ Tỷ lệ Weber:  $\Delta I_c / I$ 
  - $I$ : Cường độ ánh sáng nền
  - $\Delta I_c$ : mức độ tăng của cường độ sáng mà mắt cảm nhận được
- ✓ Tỷ lệ Weber nhỏ: Khả năng phân biệt tốt
- ✓ Tỷ lệ Weber lớn: Khả năng phân biệt kém
- ✓ Từ hình vẽ ta thấy, nếu ánh sáng nền kém thì khả năng phân biệt độ sáng kém và ngược lại.



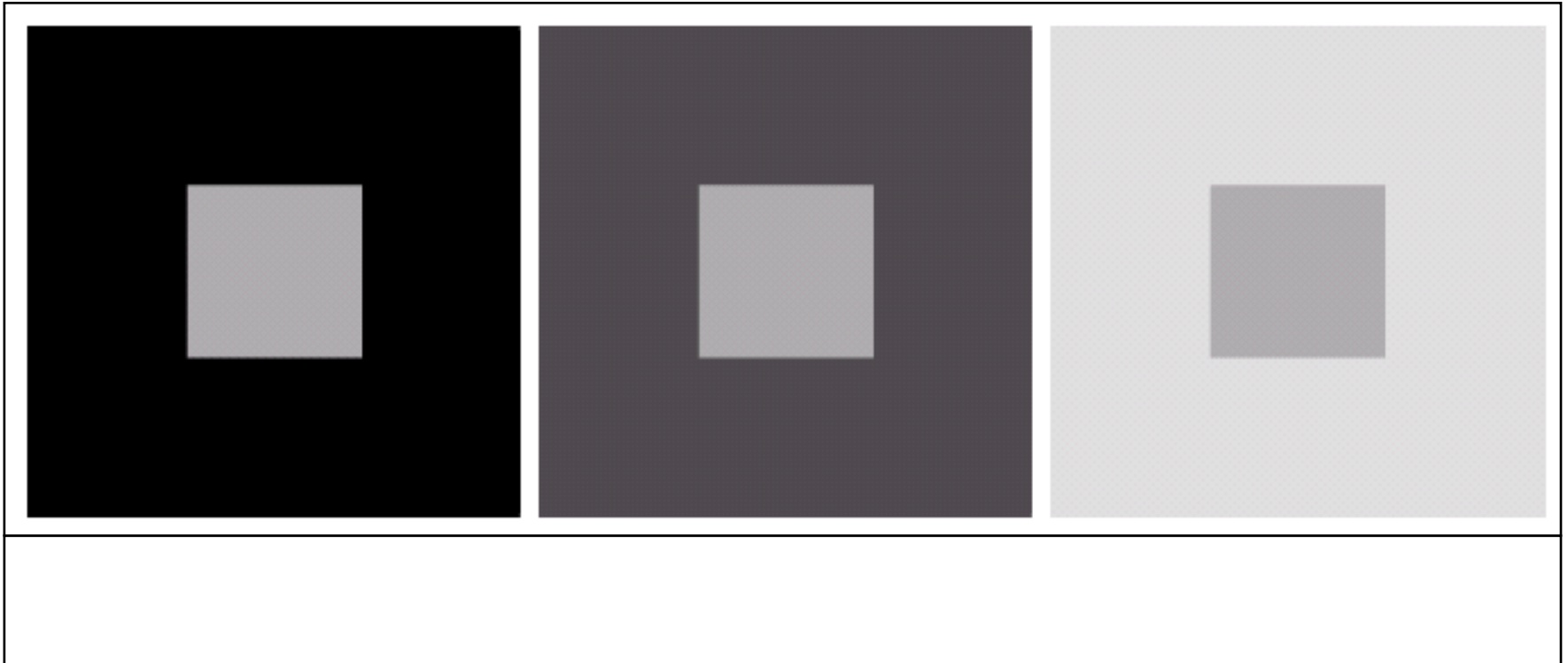
# Khả năng phân biệt cường độ sáng

- Thực tế, độ sáng cảm nhận từ mắt người không chỉ phụ thuộc vào cường độ của đối tượng mà còn phụ thuộc vào không gian và biên của đối tượng.
- Cảm nhận cường độ sáng của mắt có xu hướng tăng hoặc giảm quanh vùng có cường độ sáng thay đổi



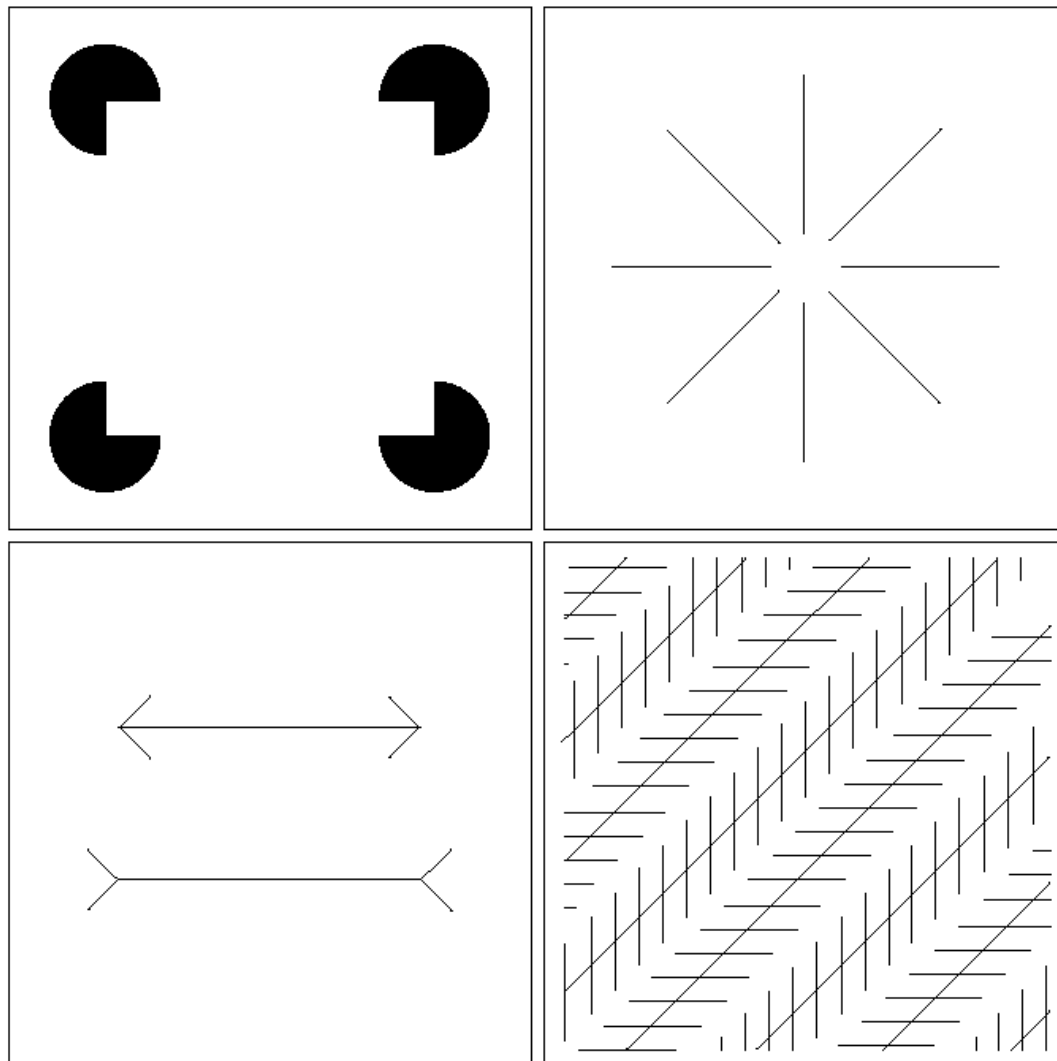
# Khả năng phân biệt cường độ sáng

- ✓ Ánh sáng mắt cảm nhận không chỉ phụ thuộc vào cường độ sáng của vật mà còn phụ thuộc vào cường độ sáng của các vật xung quanh

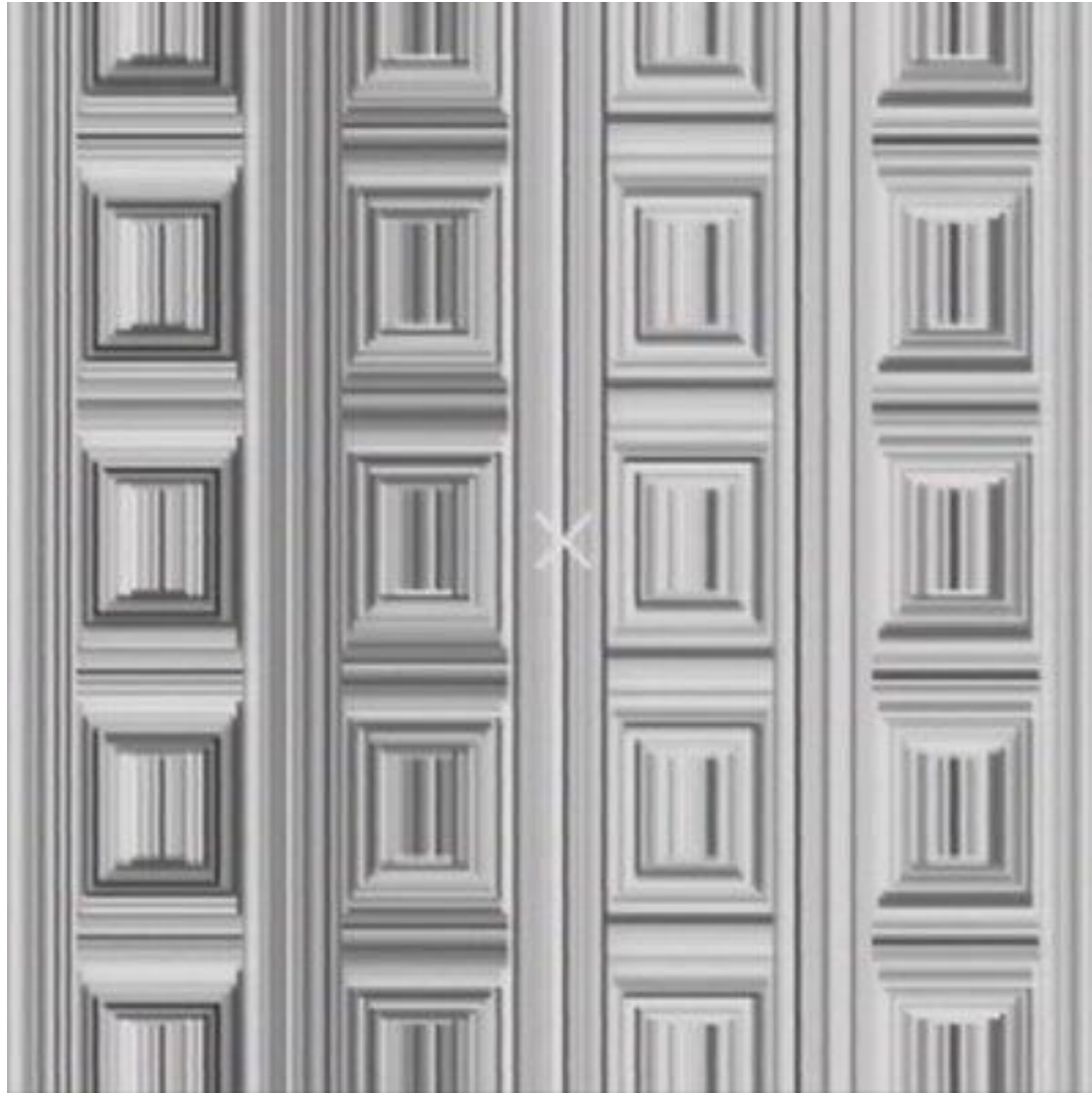


# Ảo giác quang học

- Đôi khi chúng ta bị đánh lừa bởi chính hệ thống thị giác của mình.
- Mắt người tự cảm nhận một đối tượng mà nó không hề tồn tại hoặc nhận thức sai hình dạng của đối tượng.



# Ảo giác quang học



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

# Ánh sáng và phổ điện từ

- ✓ Mọi liên quan giữa bước sóng của sóng điện từ  $\lambda$  và tần số  $f$ :

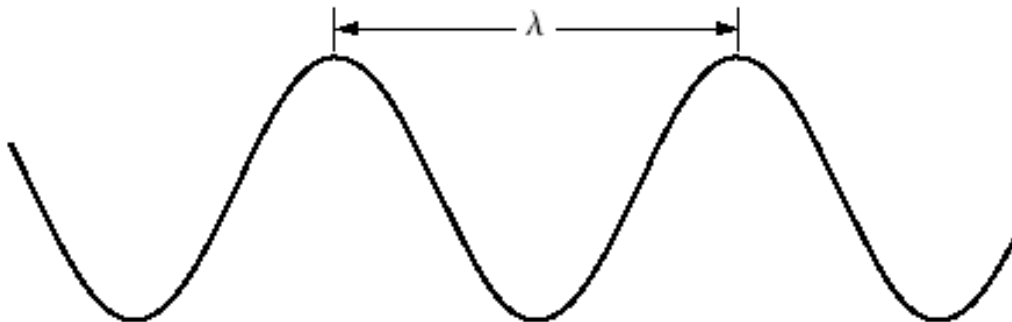
$$c = \lambda \cdot f = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s},$$

$c$  là vận tốc ánh sáng

- ✓ Năng lượng của phổ điện từ được tính như sau:

$$E = h \cdot f \text{ (eV)}$$

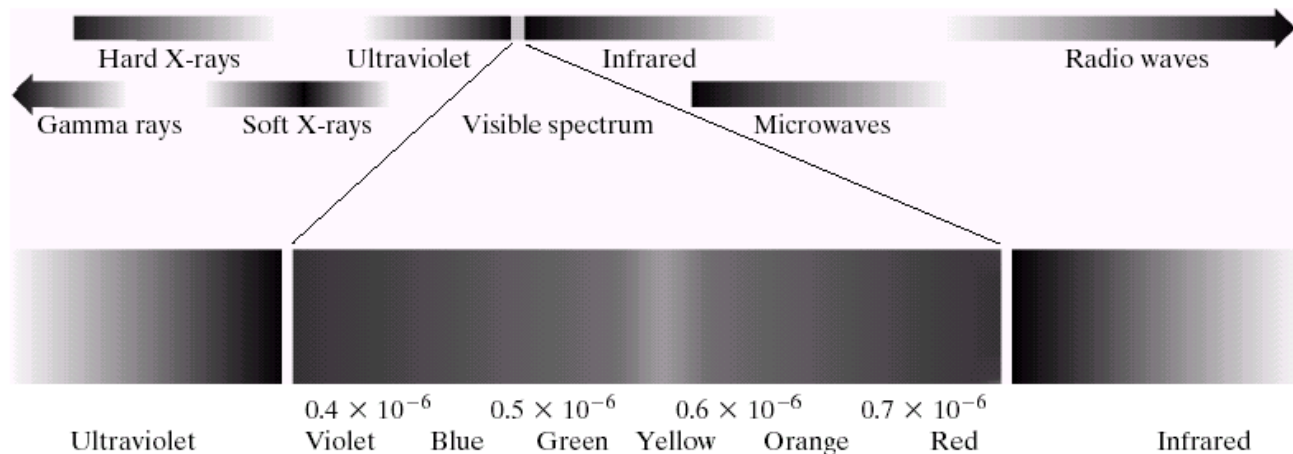
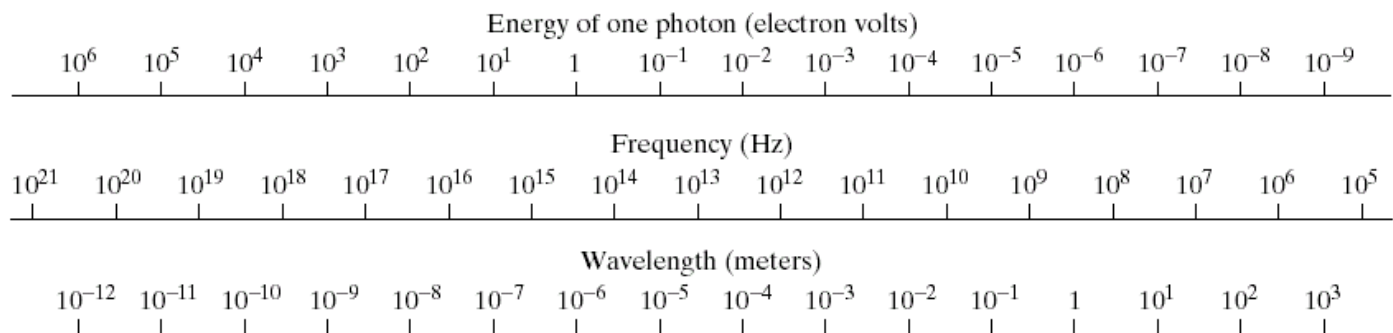
$h$  là hằng số Planck





# Ánh sáng và phổ điện từ

Phổ điện từ có thể biểu diễn theo bước sóng, tần số hoặc năng lượng.

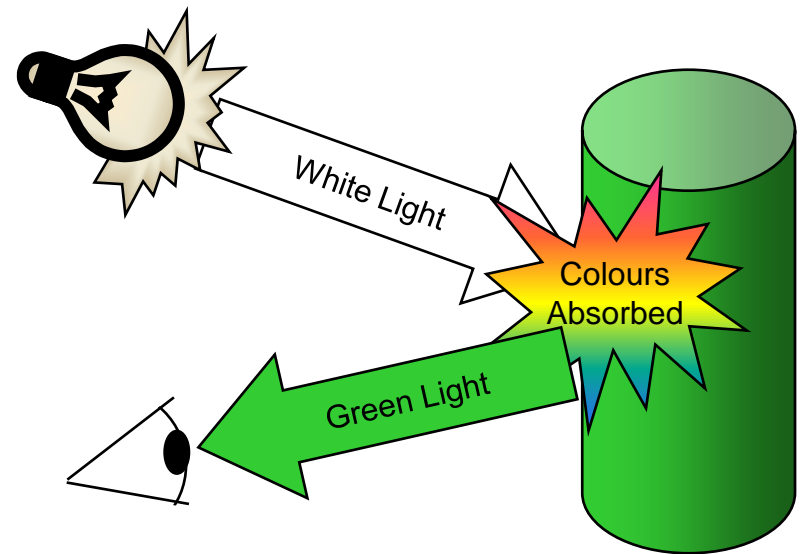


# Ánh sáng và phổ điện từ

- ✓ Ánh sáng không màu hay đơn sắc.
- ✓ Cường độ sáng của ánh sáng được biểu diễn bằng cấp độ xám. Màu trắng tương đương mức xám cao nhất và màu đen là mức xám thấp nhất.
- ✓ Có 3 thuộc tính dùng để mô tả nguồn sáng:
  - ✓ **Độ trưng (Radiance)**: Tổng năng lượng từ nguồn sáng, được tính bằng Watts (W)
  - ✓ **Độ chói (Luminance)**: Là cường độ sáng phát ra từ bề mặt nguồn sáng.
  - ✓ **Độ sáng (Brightness)**: Là khả năng nhận biết của thị giác người đối với một nguồn sáng.

# Ánh sáng phản xạ

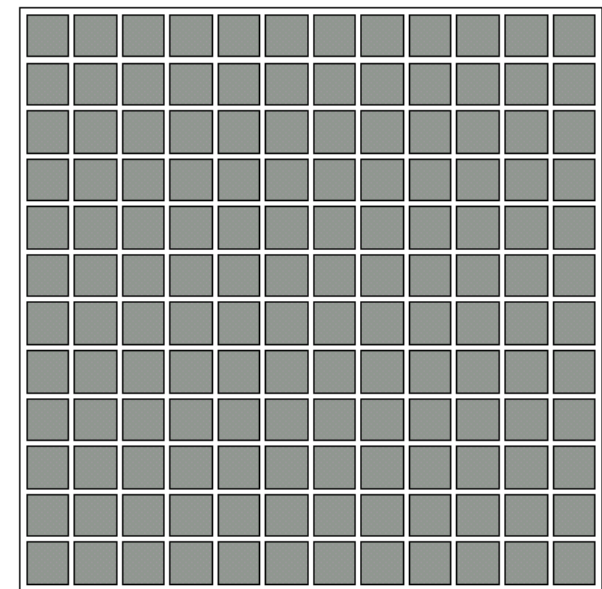
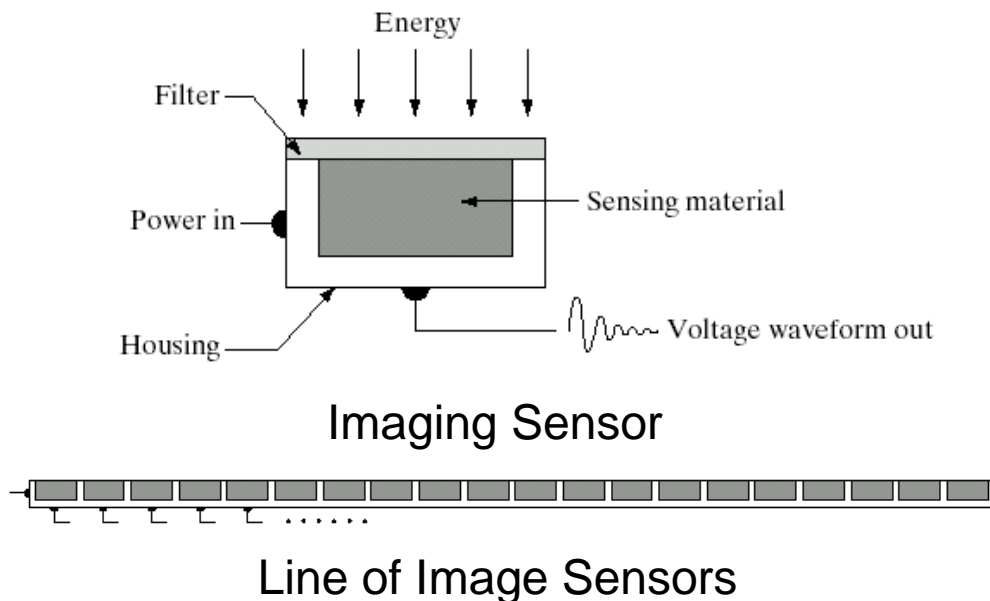
- ✓ Màu sắc mà chúng ta cảm nhận được phụ thuộc vào bản chất của ánh sáng được phản xạ từ một vật.
- ✓ Ví dụ, nếu ánh sáng trắng được chiếu vào một đối tượng màu xanh lá cây, hầu hết các bước sóng được hấp thụ, trong khi ánh sáng màu xanh lá cây bị phản xạ từ đối tượng đó.



# THU NHẬN HÌNH ẢNH SỬ DỤNG CẢM QUANG VẬT LÝ

# Bộ cảm quang

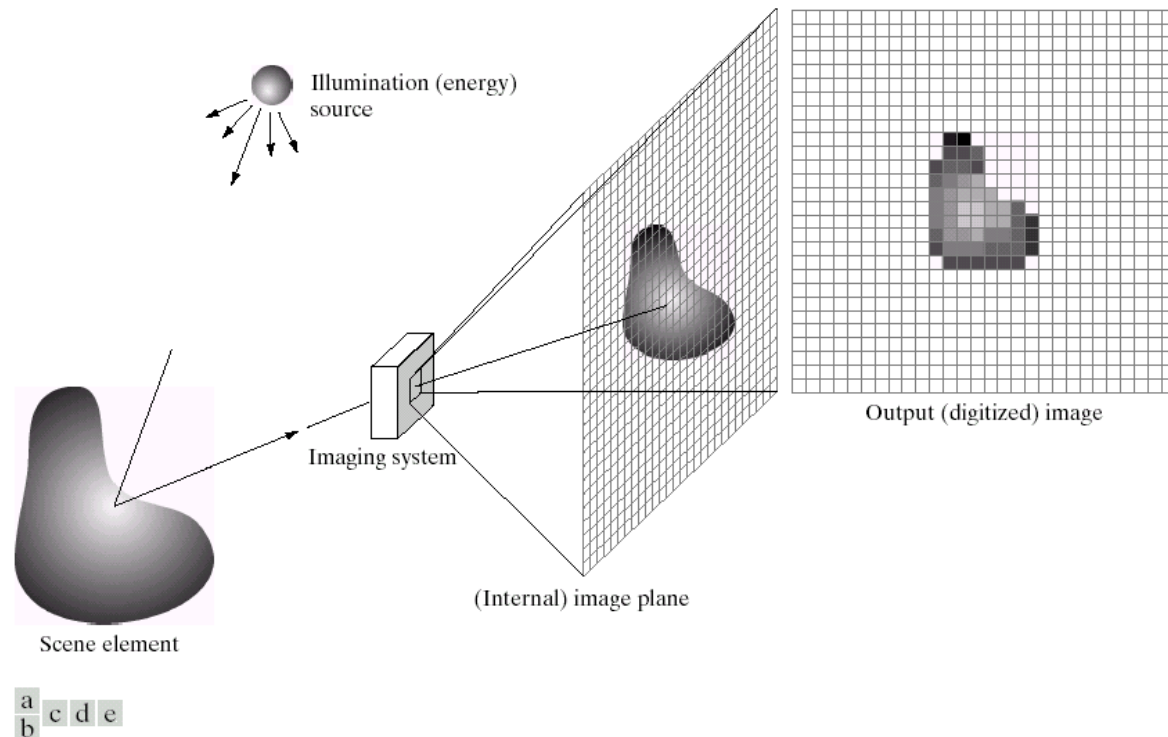
- ✓ Năng lượng từ nguồn sáng chiếu vào bề mặt bộ cảm quang làm thay đổi tính chất của cảm quang. Chất cảm quang tác động đến dòng điện từ nguồn điện vào làm thay đổi hiệu điện thế đầu ra.
- ✓ Tập hợp các cảm quang được sắp xếp để bắt giữ hình ảnh.



Array of Image Sensors

# Thu nhận ảnh

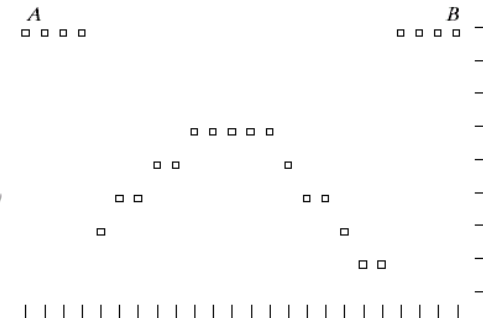
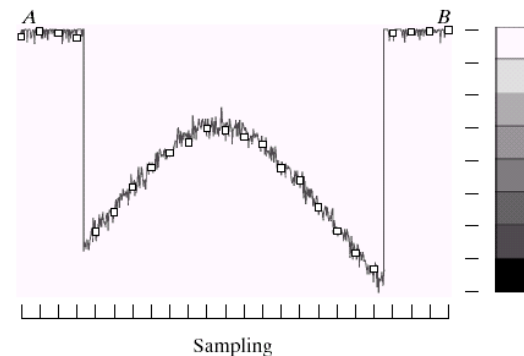
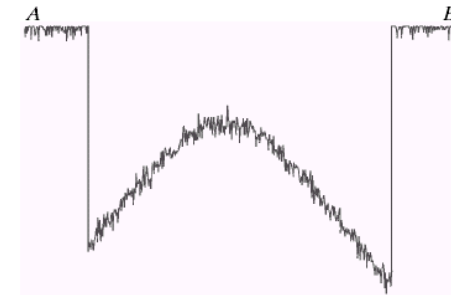
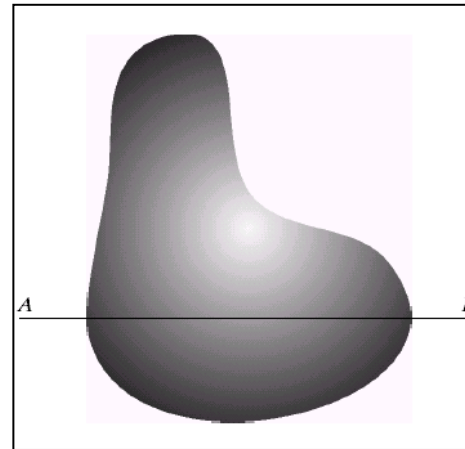
- ✓ Hình ảnh được tạo ra bằng cách chiếu sáng một cảnh và hấp thụ năng lượng phản xạ bởi các đối tượng trong cảnh đó.
- ✓ Với việc thu nhận ảnh bằng mảng sensor sẽ giảm thiểu được nhiều do việc phải di chuyển sensor



**FIGURE 2.15** An example of the digital image acquisition process. (a) Energy (“illumination”) source. (b) An element of a scene. (c) Imaging system. (d) Projection of the scene onto the image plane. (e) Digitized image.

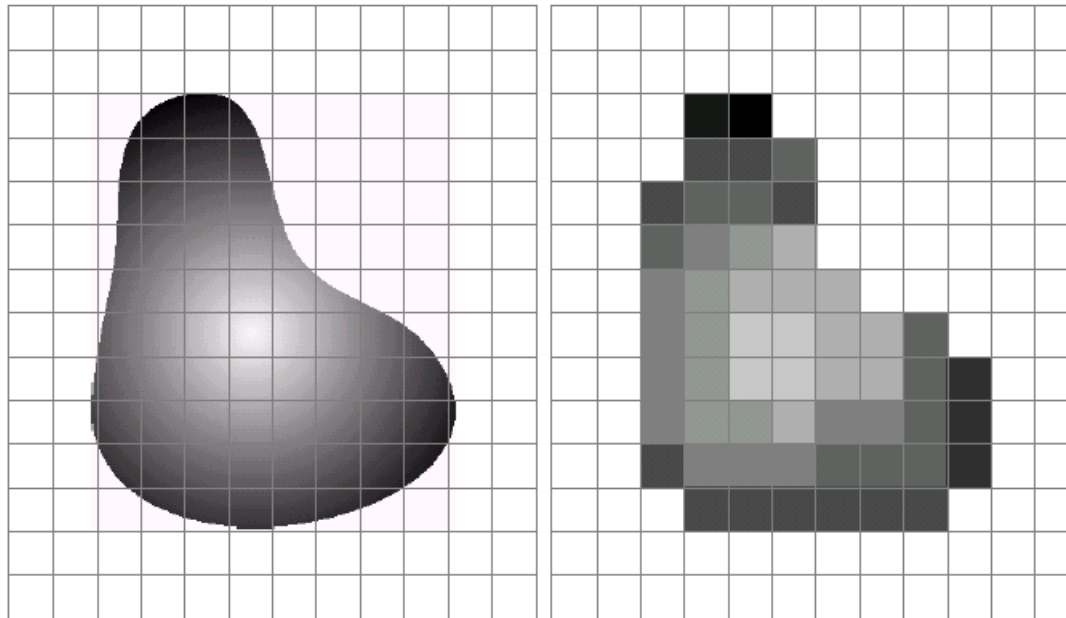
# Lấy mẫu và lượng tử hóa ảnh (1)

- ✓ Một bộ cảm biến kỹ thuật số chỉ có thể đo lường một số lượng hạn chế các **mẫu** với một tập **rời rạc** các mức năng lượng.
- ✓ *Lấy mẫu và lượng tử hóa* là quá trình chuyển đổi một tín hiệu liên tục tương tự thành biểu diễn số của tín hiệu này.



# Lấy mẫu và lượng tử hóa ảnh (4)

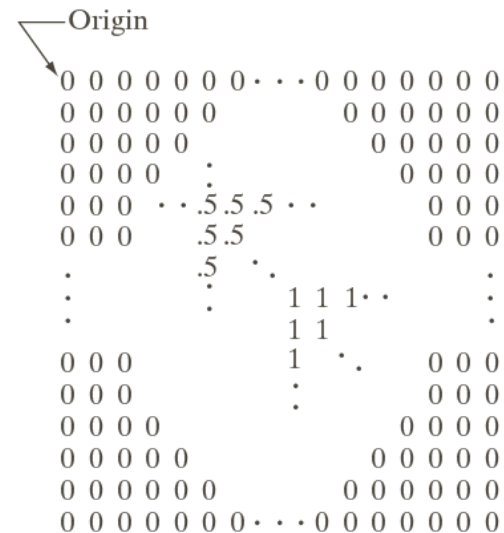
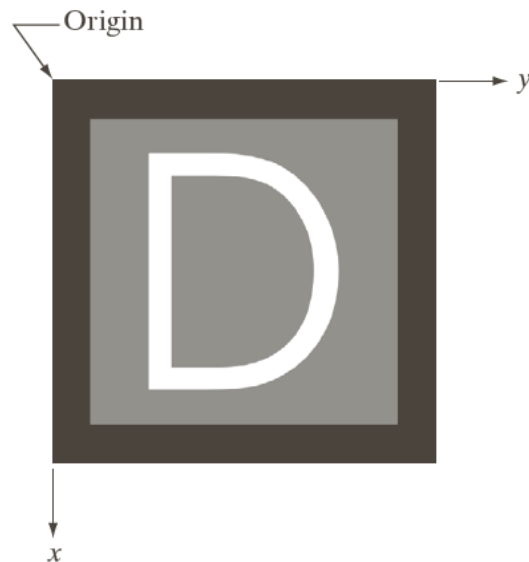
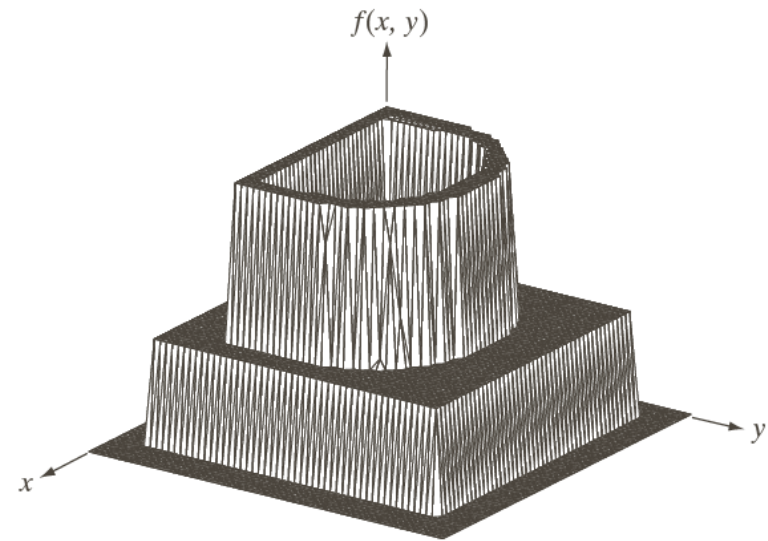
- ✓ Hãy nhớ rằng một hình ảnh kỹ thuật số luôn luôn chỉ là một **xấp xỉ** của một cảnh thế giới thực .





## Biểu diễn ảnh

- ✓ Hình 1 biểu diễn giá trị cường độ sáng tại mỗi điểm ảnh theo tọa độ không gian 3 chiều.
- ✓ Hình 2 biểu diễn trực quan cường độ sáng tại mỗi điểm ảnh theo tọa độ 2 chiều.
- ✓ Hình 3 biểu diễn giá trị cường độ dưới dạng ma trận.



# Độ phân giải không gian (1)

- ✓ **Độ phân giải không gian (spatial resolution)** của ảnh là số lượng điểm ảnh (pixel) dùng để tập hợp thành hình ảnh. Số lượng điểm ảnh càng nhiều và càng nhỏ thì độ nét và chi tiết ảnh sẽ càng cao.
- ✓ Có 3 cách để biểu thị độ phân giải ảnh:
  - ✓ Biểu thị bằng số lượng điểm ảnh theo chiều dọc và chiều ngang của ảnh (ví dụ: 1024 x 768)
  - ✓ Biểu thị bằng tổng số điểm ảnh trên 1 tấm ảnh (960.000 pixel)
  - ✓ Biểu thị bằng số lượng điểm ảnh có trên 1 inch (ppi) hoặc số chấm (dot) có trên 1 inch (dpi) (đối với máy in)

**DPI:** dots per inch ~ 2.54 cm (of a printer)

**PPI:** pixels per inch (think about a scanner)



# Ví dụ PPI và DPI

- Bức ảnh dưới đây là 1400 x 993 hay 1.3 mega pixel



# Ví dụ PPI và DPI

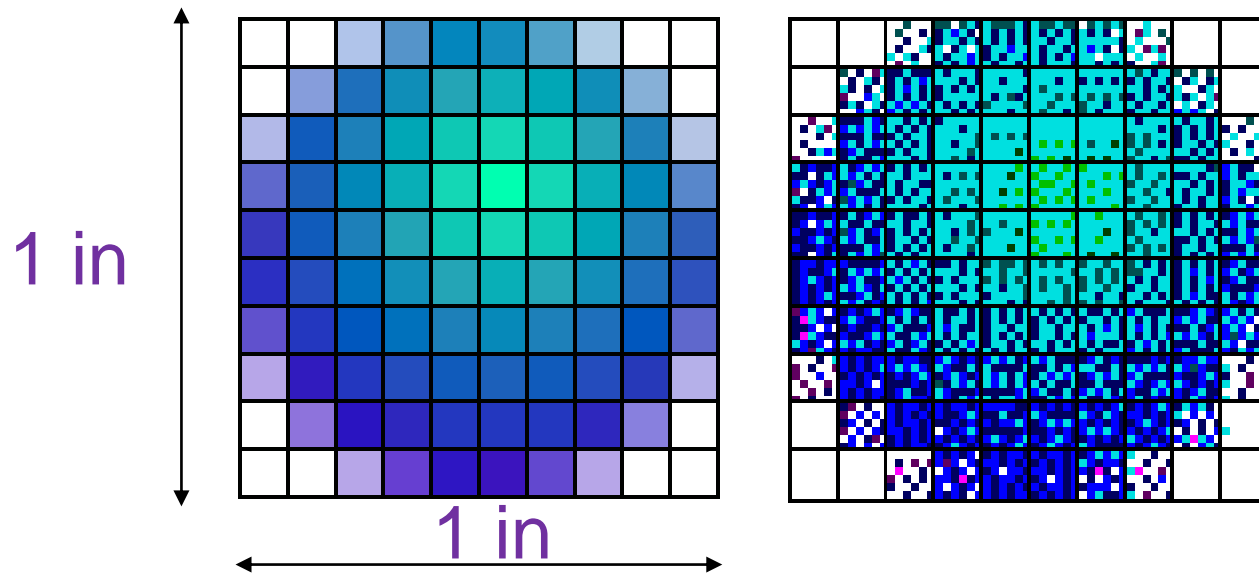
- Nếu in bức ảnh này ở kích thước 4 x 6 inch thì:  
Theo chiều rộng:  $1400/6 = 233$  pixel/inch  
Theo độ cao:  $993/4 = 248$  pixel/inch
- Nếu in bức ảnh này ở kích thước 16 x 20 inch thì:  
Theo chiều rộng:  $1400/20 = 70$  pixel/inch  
Theo độ cao:  $993/16 = 62$  pixel/inch

*Vậy chất lượng khi in bức ảnh trên 2 kích cỡ khác nhau sẽ thế nào?*

- Bức ảnh thứ 2 sẽ có chất lượng tồi hơn.
- Bản thân pixel không có kích thước xác định, chúng sẽ mở rộng hoặc thu nhỏ theo kích thước in mà bạn thiết lập.
- Để in bức ảnh này ở kích thước 16 x 20, các pixel phải mở rộng.
- Đối với kích thước 4 x 6, các pixel sẽ co lại và trở nên nhỏ hơn cho chất lượng in tốt hơn và rõ hơn rất nhiều.

# Dots Per Inch (DPI)

- DPI là một đơn vị đo mật độ các giọt mực được in trên một inch của một máy in.
- DPI hoàn toàn khác với PPI.
- Máy in 1440 DPI sẽ không in bức ảnh có chất lượng 1440 PPI.







High Res Image 300dpi



Low Res Image 72dpi

# Độ phân giải không gian (2)



1024



512



256



128



64

32

- ✓ Độ phân giải phụ thuộc vào số lượng pixel và kích thước ảnh.



# Độ phân giải không gian (2)

- ✓ Độ phân giải phụ thuộc vào số lượng pixel và kích thước ảnh.



|   |   |
|---|---|
| a | b |
| c | d |

**FIGURE 2.20** Typical effects of reducing spatial resolution. Images shown at: (a) 1250 dpi, (b) 300 dpi, (c) 150 dpi, and (d) 72 dpi. The thin black borders were added for clarity. They are not part of the data.

# Độ phân giải cường độ sáng (1)

- ✓ Độ phân giải mức cường độ sáng quy chiếu đến số các mức cường độ sáng sử dụng để hiển thị ảnh.
  - ✓ Sử dụng càng nhiều mức cường độ sáng, mức độ phân biệt chi tiết trong bức ảnh càng rõ nét.
  - ✓ Độ phân giải mức cường độ sáng thường được quy về số bit sử dụng để lưu giữ mỗi mức cường độ sáng.

| Số các bit | Số các mức cường độ sáng | Ví dụ              |
|------------|--------------------------|--------------------|
| 1          | 2                        | 0, 1               |
| 2          | 4                        | 00, 01, 10, 11     |
| 4          | 16                       | 0000, 0101, 1111   |
| 8          | 256                      | 00110011, 01010101 |
| 16         | 65,536                   | 1010101010101010   |

# Độ phân giải mức cường độ sáng (2)

256 grey levels (8 bits per pixel)



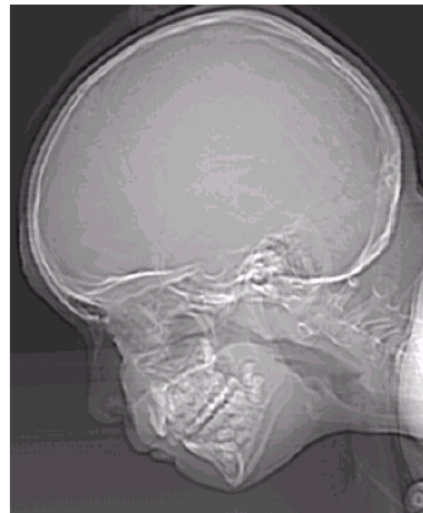
128 grey levels (7 bpp)



64 grey levels (6 bpp)



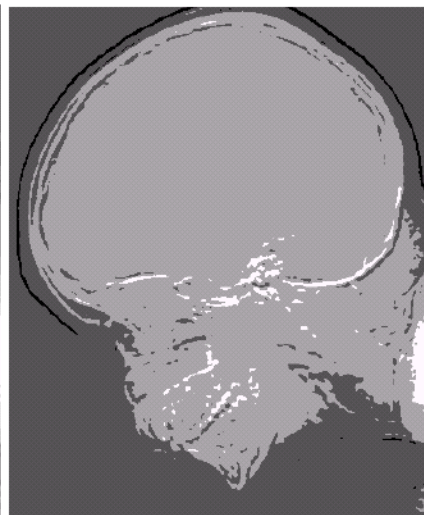
32 grey levels (5 bpp)



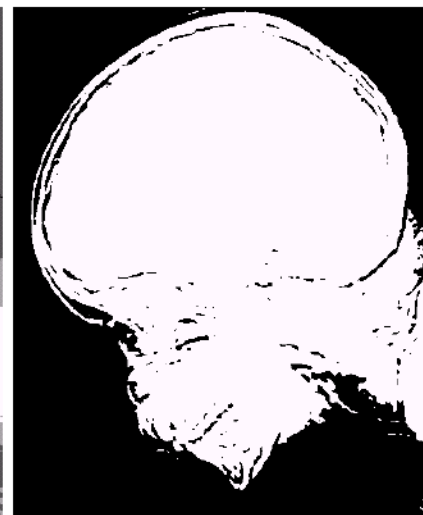
16 grey levels (4 bpp)



8 grey levels (3 bpp)



4 grey levels (2 bpp)



2 grey levels (1 bpp)

# Độ phân giải: Bao nhiêu là đủ? (1)

Câu hỏi lớn được đặt ra với độ phân giải là:  
*bao nhiêu là đủ?*

- Điều này tất cả phụ thuộc vào những gì có trong ảnh và những gì bạn muốn làm gì với nó.
- Các câu hỏi chính bao gồm:
  - Bức ảnh trông có thẩm mỹ không?
  - Bạn có thể nhìn thấy những gì bạn muốn nhìn trong bức ảnh không?

# Độ phân giải: Bao nhiêu là đủ? (2)



Để đếm số lượng xe thì sử dụng bức ảnh bên phải là đủ, tuy nhiên muốn đọc biển số xe thì chất lượng của nó lại quá tồi.



# Độ phân giải mức cường độ sáng (3)



Low level of detail



Medium level of detail



High level of detail

Chúng ta đã tìm hiểu sơ bộ về:

- ❖ Hệ thống thị giác của người
- ❖ Phổ ánh sáng và phổ điện từ
- ❖ Biểu diễn ảnh
- ❖ Cảm biến và thu nhận ảnh
- ❖ Lấy mẫu, lượng tử hóa và độ phân giải

Phần tiếp theo chúng ta sẽ tìm hiểu các kỹ thuật để tăng cường ảnh.

1. Tại sao khi tập trung nhìn một đối tượng, con người thường hướng mắt chính diện đến đối tượng đó?
2. Tại sao mắt người cảm nhận độ sáng tốt hơn màu sắc? Nếu một vật thể có màu đỏ khi để trong môi trường ánh sáng kém ánh sáng, tại sao màu sắc của vật thể trở nên nhợt nhạt trong khi ta vẫn có thể phân biệt được hình dạng của chúng?
3. Khi mới bước vào rạp chiếu phim tối từ bên ngoài trời sáng, bạn sẽ khó để tìm được ghế ngồi của mình ngay lập tức. Hãy giải thích tại sao? Quá trình nào trong thị giác người gây ra hiện tượng này?
4. Các cách để biểu thị độ phân giải ảnh?