



# **NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG ẢNH**

---

IMAGE ENHANCEMENT



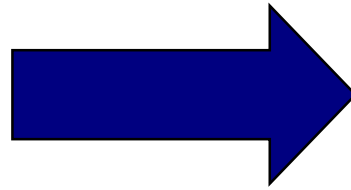
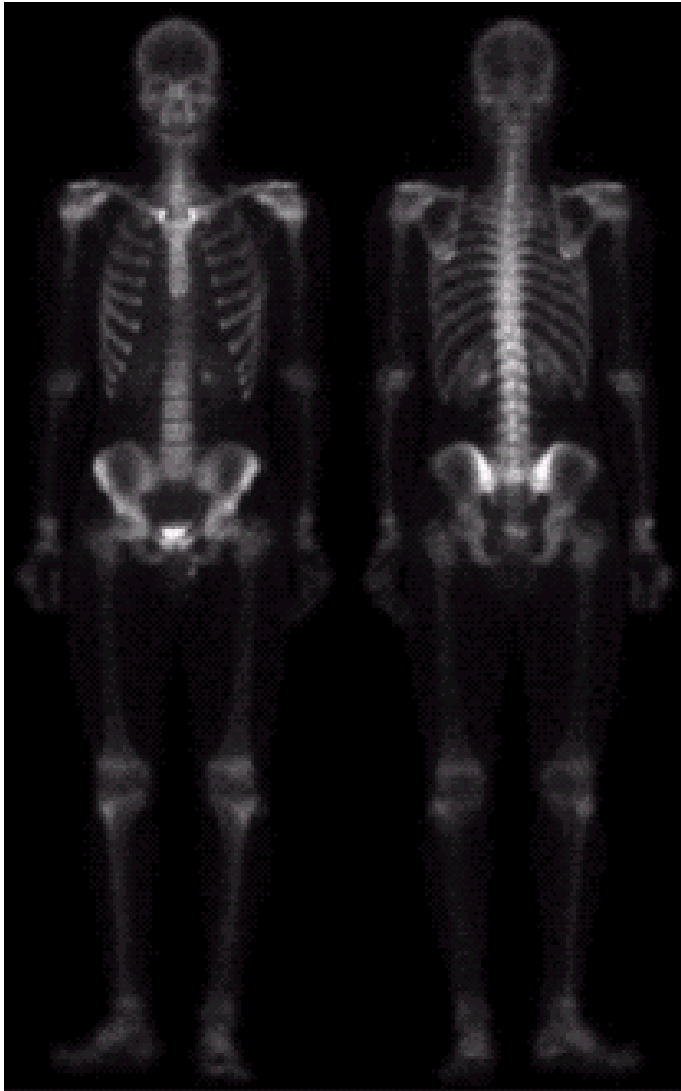
# Nâng cao chất lượng ảnh



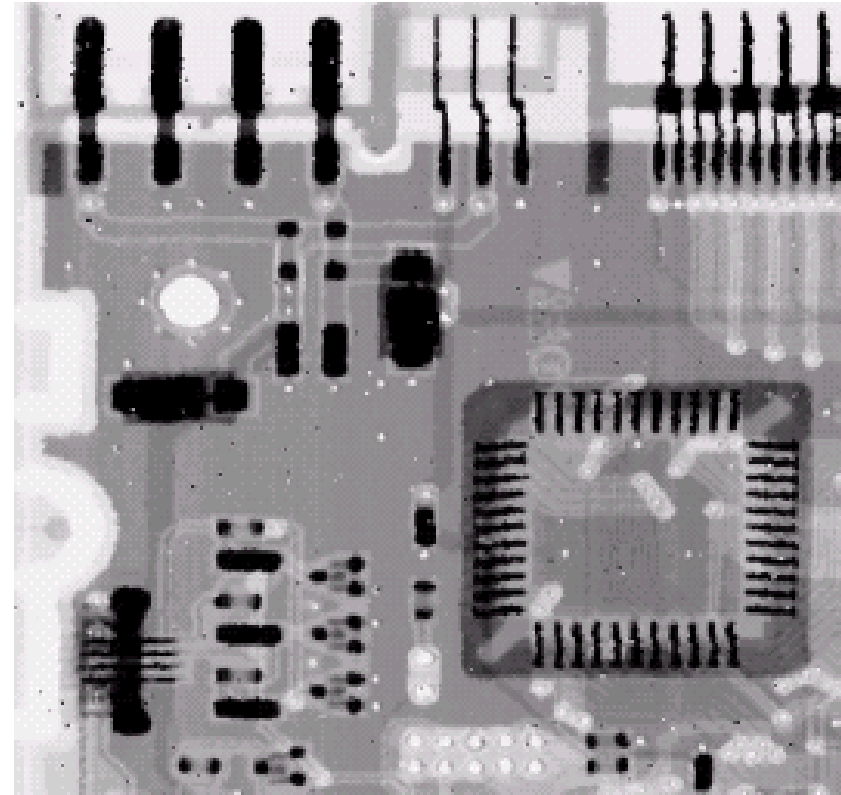
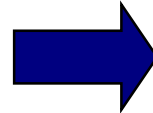
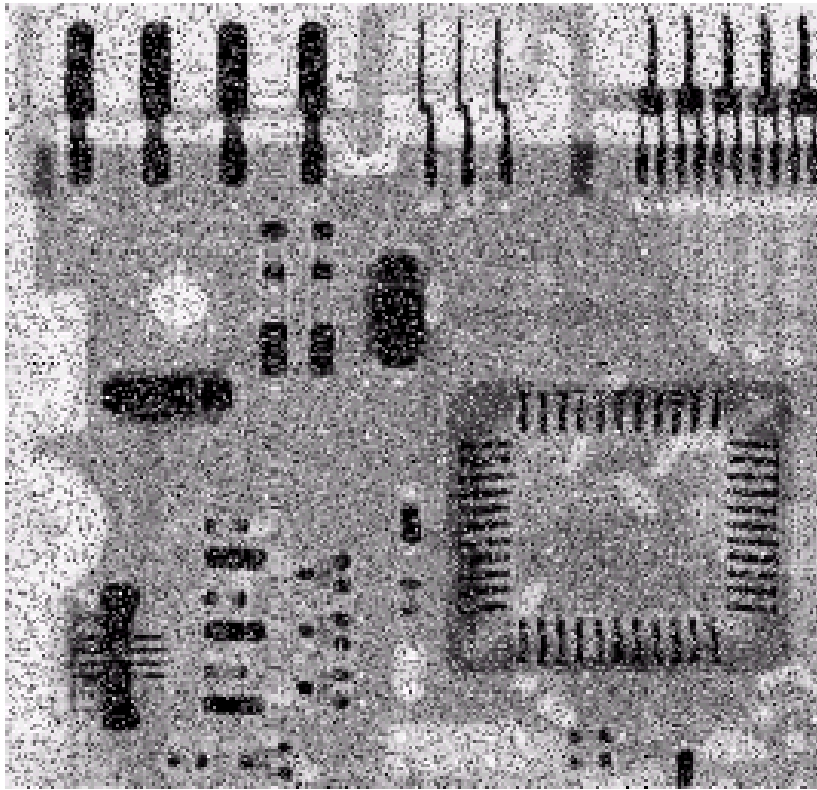
Nâng cao chất lượng



# Nâng cao chất lượng ảnh



# Nâng cao chất lượng ảnh



# Nâng cao chất lượng ảnh

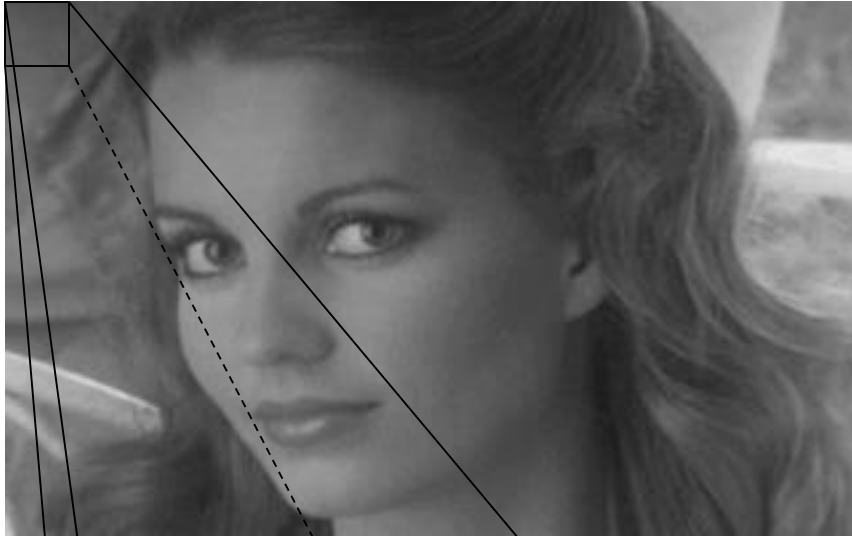


# Các phép biến đổi điểm

---

POINT OPERATIONS

# Các phép biến đổi điểm



122	132	231	232
134	232	134	193
156	172	135	198
111	237	94	154


# Nội dung

1. Khái niệm về phép biến đổi điểm
2. Các phép biến đổi điểm cơ bản:
  - 2.1 Phép lấy ngưỡng
  - 2.2 Nâng cao độ sáng
  - 2.3 Nâng cao độ tương phản
  - 2.4 Phép invert
  - 2.5 Điều chỉnh Gamma
  - 2.6 Các phép toán giữa 2 ảnh
  - 2.7 Histogram và ứng dụng

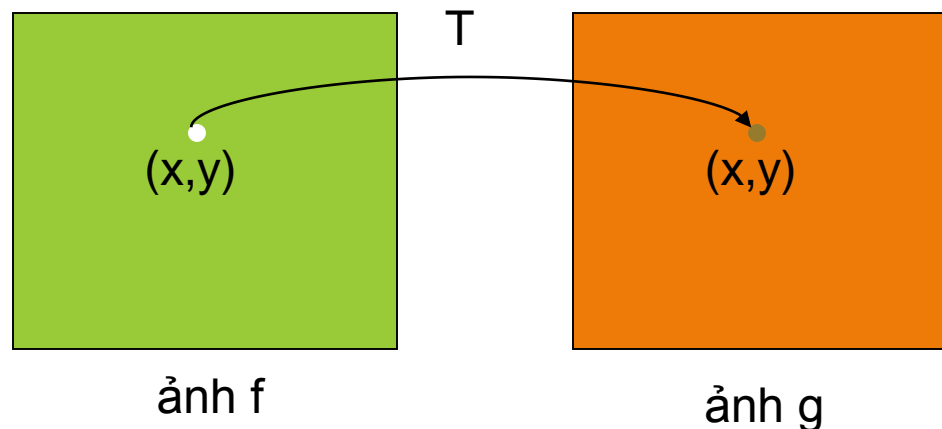


# 1. Khái niệm về phép biến đổi điểm

Giá trị của pixel tại vị trí  $(x,y)$  trong ảnh kết quả  $g$  chỉ phụ thuộc vào giá trị của pixel tại vị trí  $(x,y)$  trong ảnh nguồn  $f$

$$g(x,y) = T(f(x,y))$$

Ảnh kết quả  $g$  có cùng kích thước với ảnh nguồn  $f$



# 1.Khái niệm về phép biến đổi điểm

- Không thêm thông tin mới
- Nhưng có thể nâng cao chất lượng ảnh về thị giác (visual) hoặc giúp quá trình xác định các đặc trưng được dễ dàng hơn.

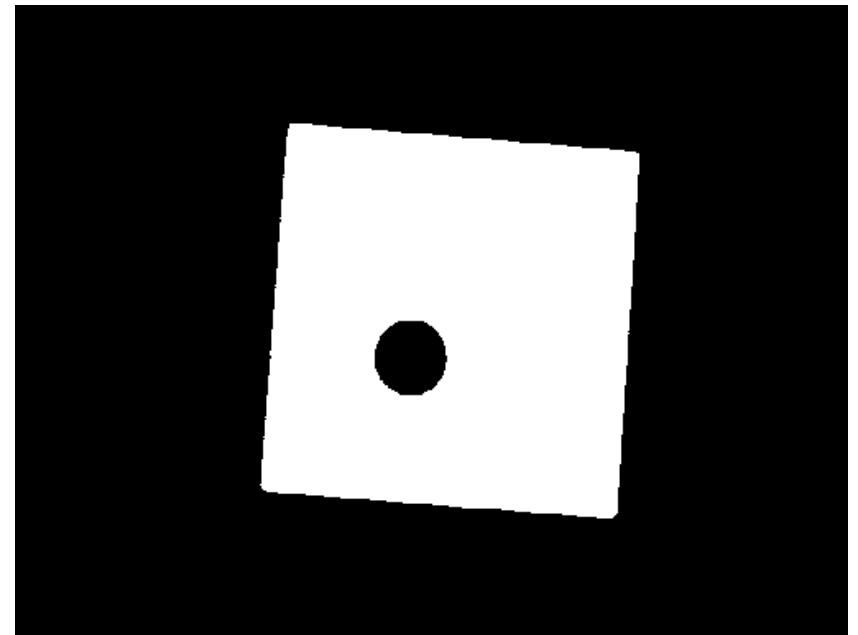
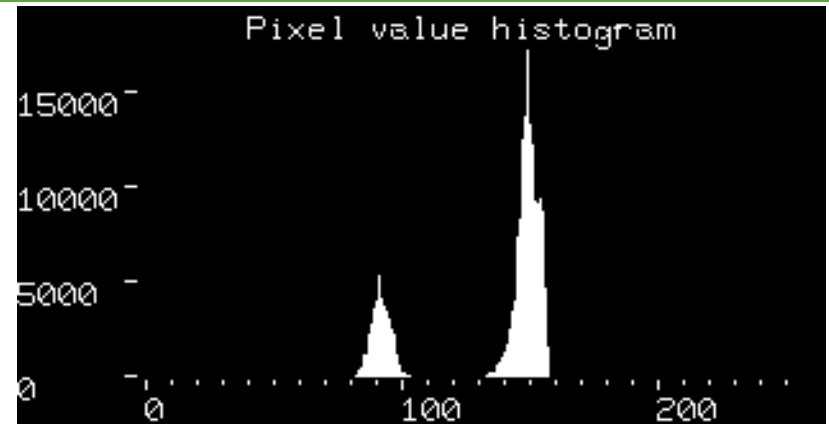
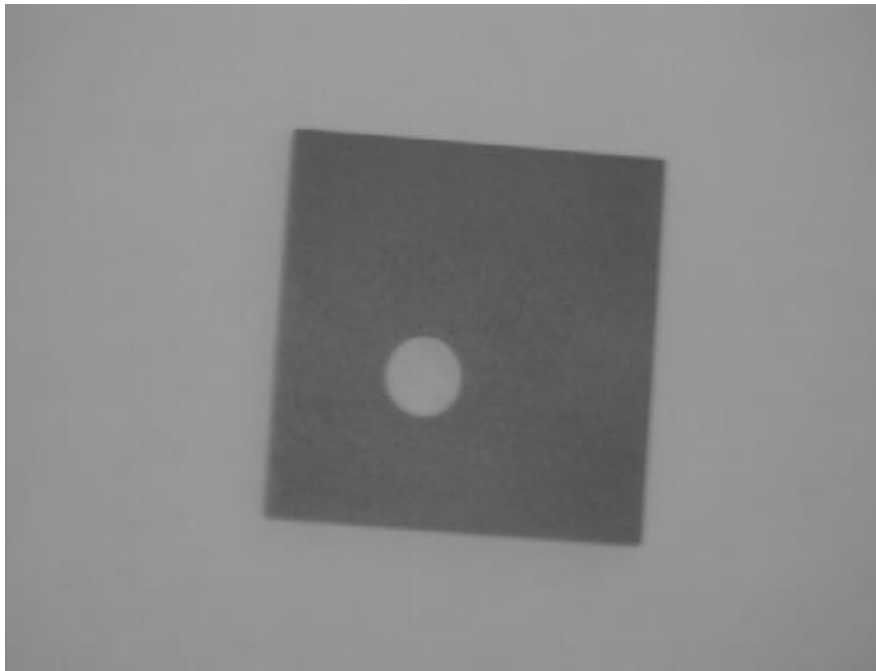
## 2.1 Phép lấy ngưỡng

Cho  $T$  là một giá trị ngưỡng. Khi đó

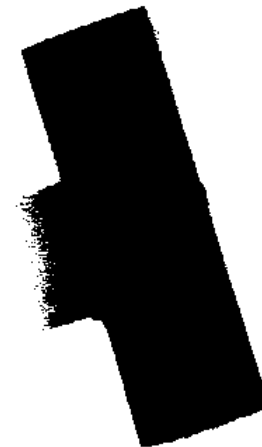
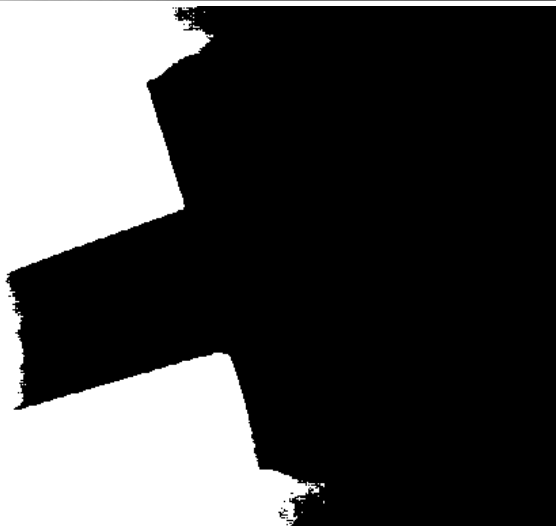
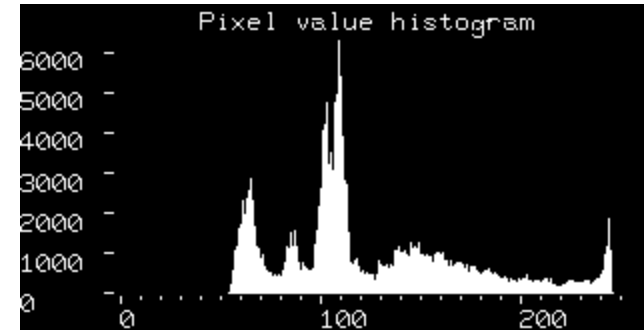
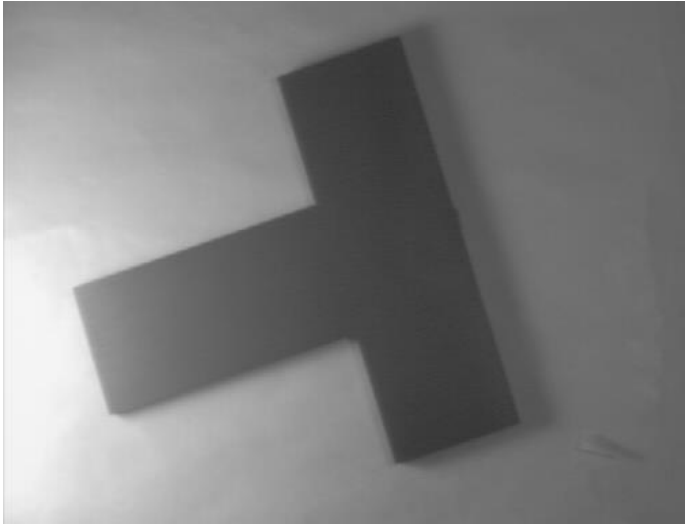
- $d = T(s) = 1$  nếu  $s > T$  (foreground )
- $d = T(s) = 0$  nếu  $s \leq T$  (background )

Dùng để xác định các thành phần chính cần quan tâm trong ảnh

## 2.1 Phép lấy ngưỡng

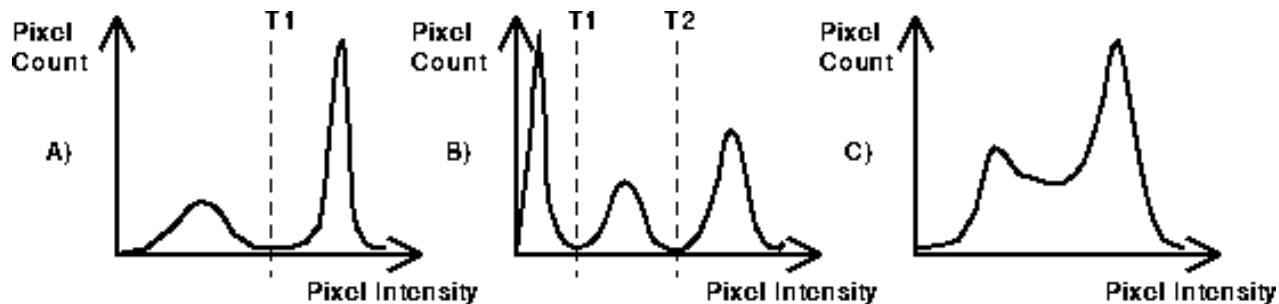


## 2.1 Phép lấy ngưỡng



## 2.1 Phép lấy ngưỡng

Chọn ngưỡng ?



- $T = \text{mean}$
- $T = \text{median}$
- $T = (\text{max} + \text{min}) / 2$
- .....

Ref: <http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/HIPR2/adpthrsh.htm>

## 2.2 Nâng cao độ sáng

$$g(x,y) = f(x,y) + \text{const}$$

Trong đó const :

- là một hằng số
- có thể mang giá trị âm (ảnh tối hơn) hoặc giá trị dương (ảnh sáng sáng)
- nếu const mang giá trị âm (dương) thì histogram của ảnh sẽ dịch chuyển về bên trái (phải)

## 2.2 Nâng cao độ sáng



$\text{const} > 0$



$\text{const} < 0$



## 2.3 Nâng cao độ tương phản

Thay đổi độ tương phản của ảnh, tương ứng với thao tác co hay giãn histogram của ảnh quanh điểm giữa.

$$g(x,y) = (f(x,y)-0.5)*\text{contrast} + 0.5$$

Giá trị contrast > 1.0 sẽ gia tăng độ tương phản do giá trị mức xám sáng hơn và ngược lại.



# Kết hợp nâng cao độ tương phản và độ sáng

Phép biến nâng cao độ sáng và độ tương phản là độc lập và có thể kết hợp chúng lại như sau:

$$g(x,y) = (f(x,y)-0.5)*\text{contrast} + 0.5 + \text{brightness}$$



## 2.4 Phép invert

Phép biến đổi invert dùng để tạo ra ảnh âm bản

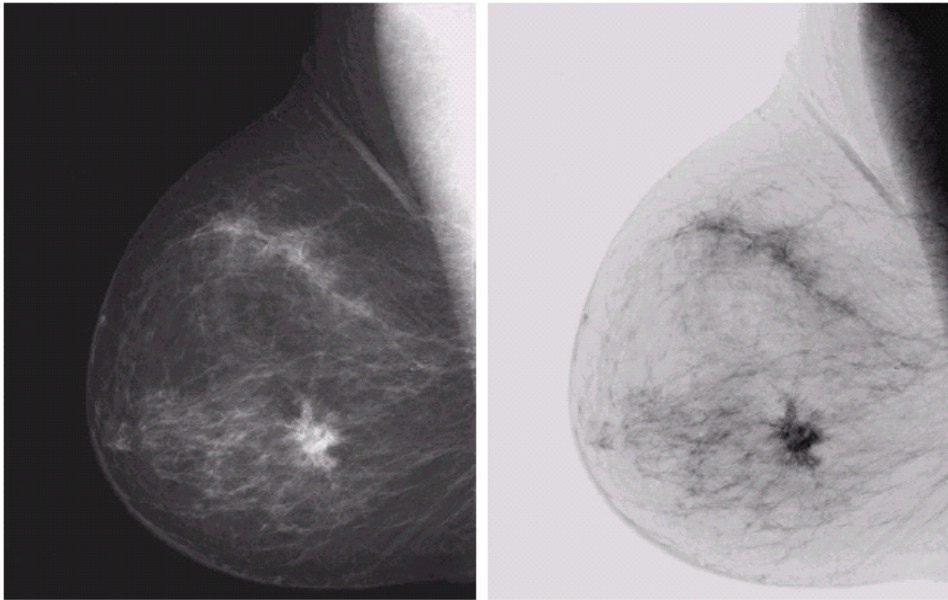
$$g(x,y)=L-1-f(x,y)$$

Trong đó, L là giá trị mức xám lớn nhất (256)

A negative color image: red areas appearing cyan, greens appearing magenta and blues appearing yellow.



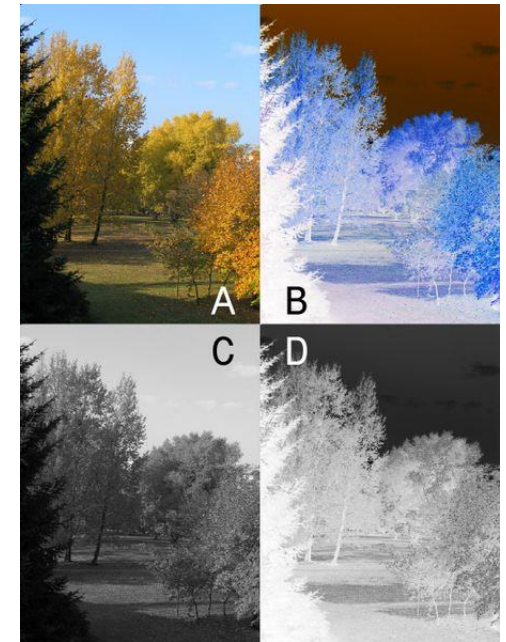
## 2.4 Phép invert



a b

**FIGURE 3.4**

(a) Original digital mammogram.  
(b) Negative image obtained using the negative transformation in Eq. (3.2-1).  
(Courtesy of G.E. Medical Systems.)

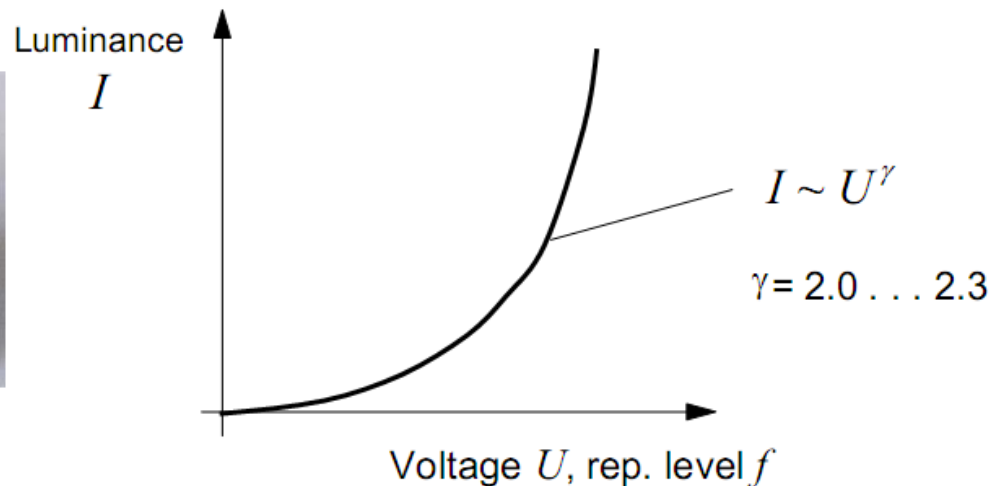
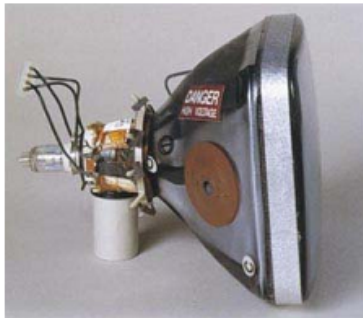


## 2.5 Điều chỉnh Gamma

### Gamma characteristic

Màn hình CRT(Cathode ray tubes) không tương ứng tuyến tính giữa hiệu điện thế  $U$  của súng điện tử và độ sáng được hiển thị.

Mối quan hệ này có thể được xấp xỉ bằng một hàm mũ.

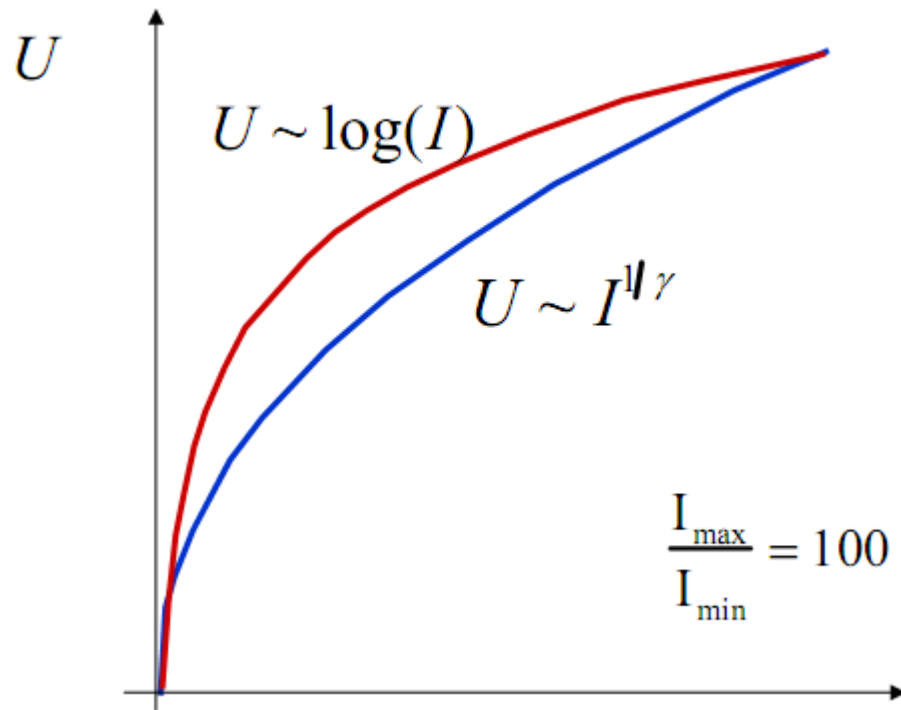


Cameras contain  $\gamma$ -predistortion circuit

$$U \sim I^{1/\gamma}$$

## 2.5 Điều chỉnh Gamma

log vs.  $\gamma$ -predistortion



Similar enough for most practical applications

## 2.5 Điều chỉnh Gamma

**FIGURE 3.3** Some basic gray-level transformation functions used for image enhancement.

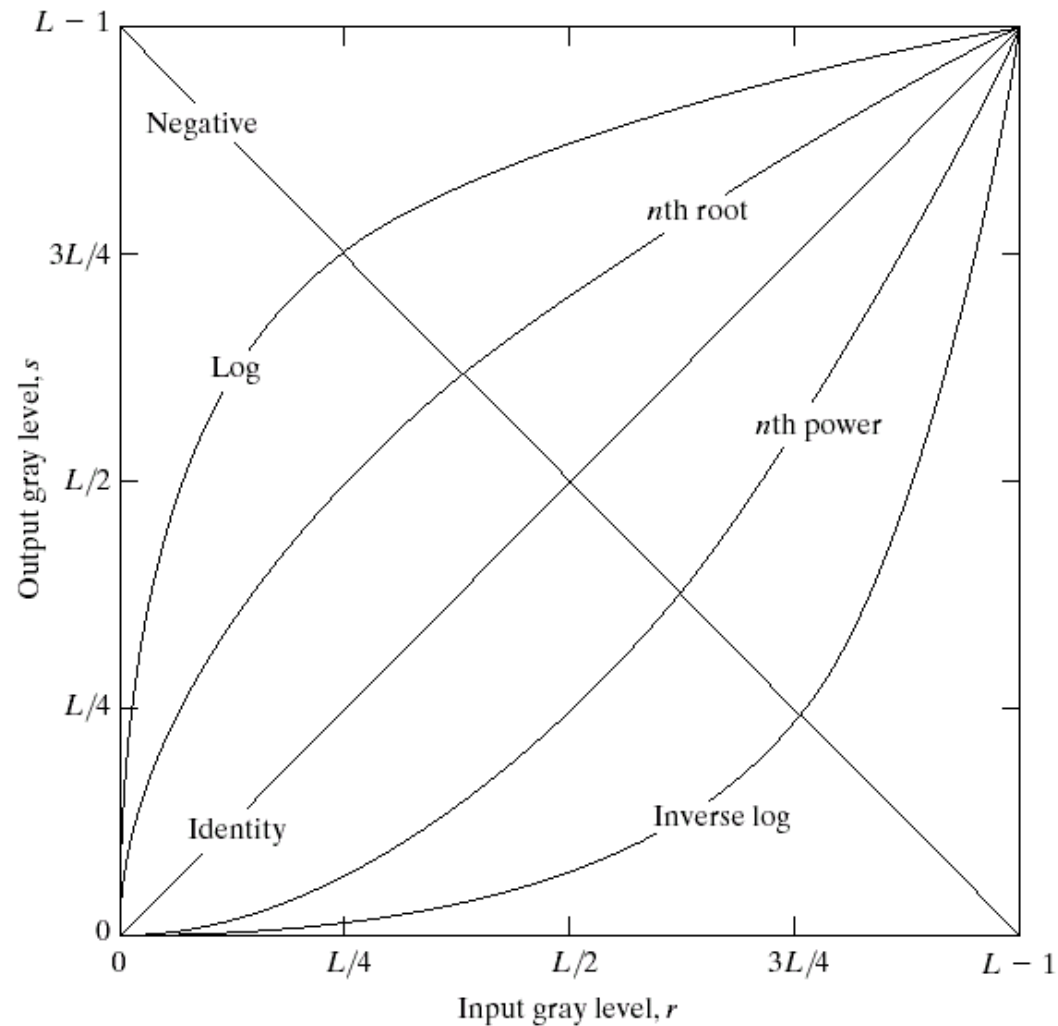
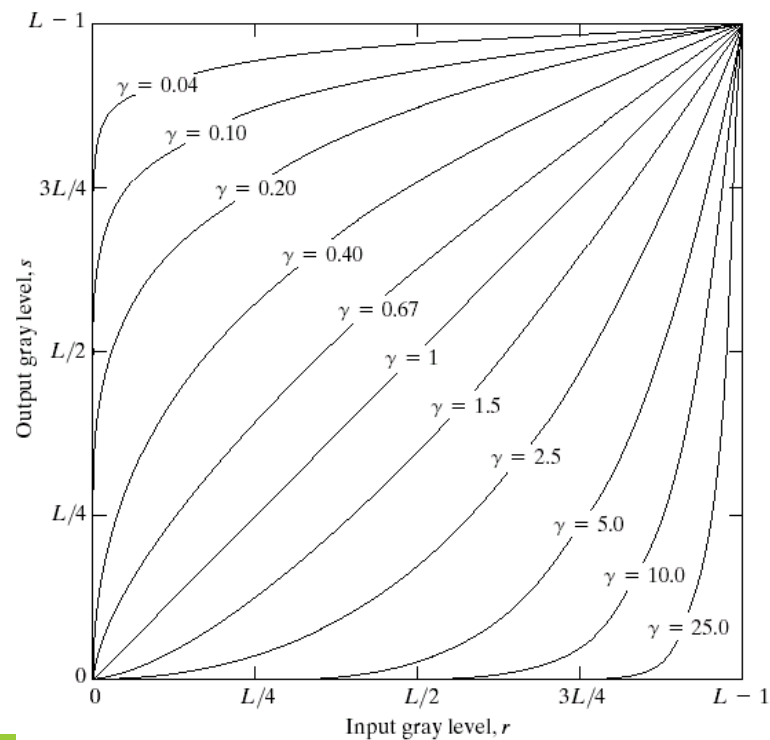


Figure is from slides at Gonzalez/ Woods DIP book website (Chapter 3)



## 2.5 Điều chỉnh Gamma

$$g(x,y) = f(x,y)^\gamma$$

Original image



$$f(x,y)$$

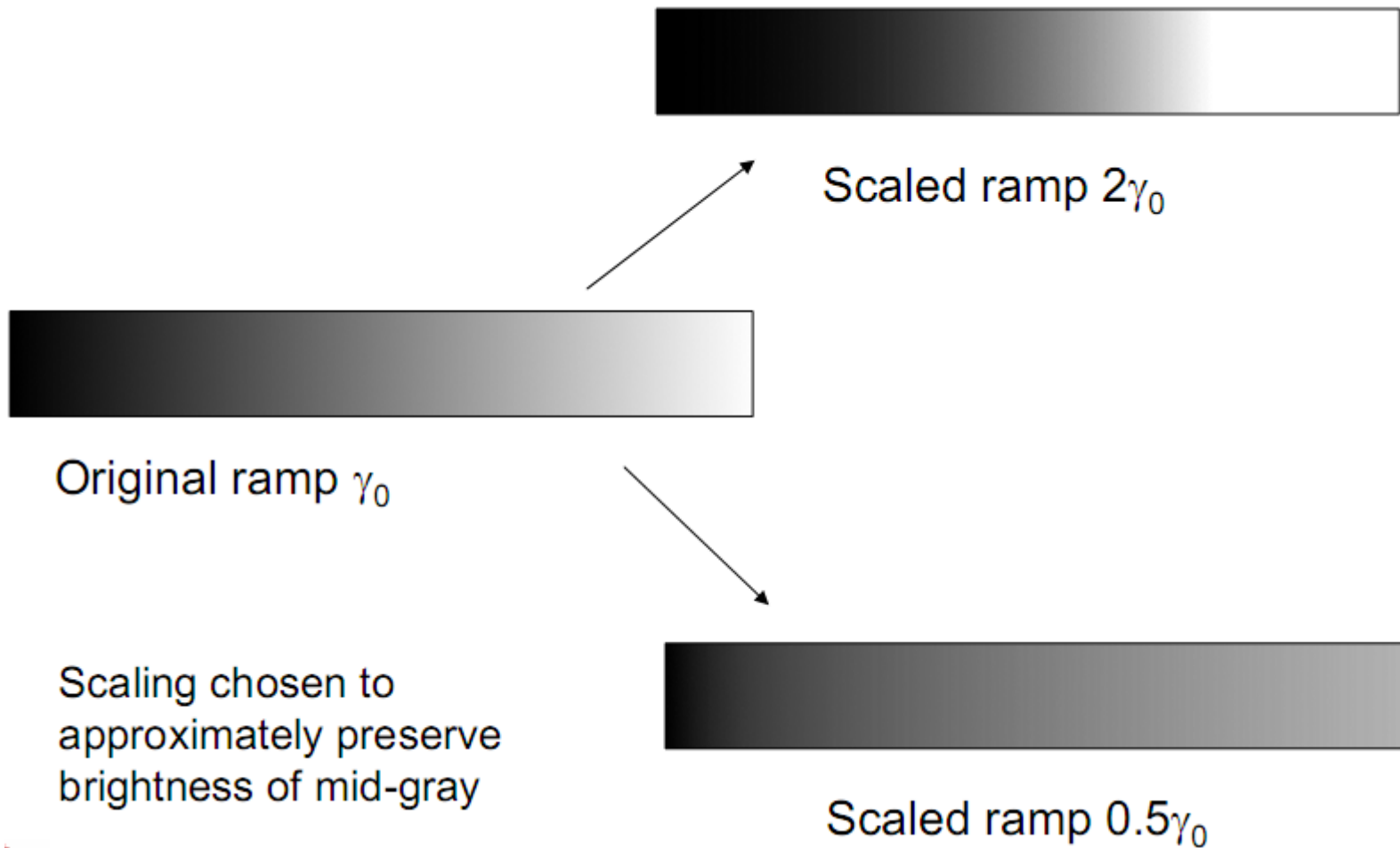
$\gamma$  increased by 50%



$$a \cdot (f(x,y))^\gamma \text{ with } \gamma = 1.5$$



## 2.5 Điều chỉnh Gamma





- gamma



- brightness



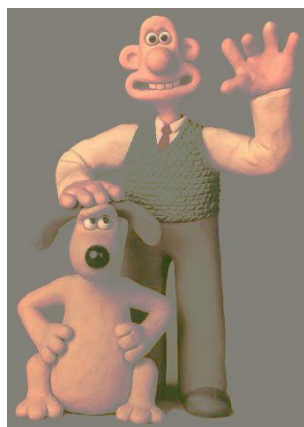
original



+ brightness



+ gamma



histogram mod



- contrast



original



+ contrast



histogram EQ

## 2.6 Các phép toán giữa 2 ảnh

2.6.1 Các phép toán số học

2.6.2 Các phép toán tập hợp và logic

2.6.3 Phép lấy trung bình để giảm nhiễu.

2.6.4 High-dynamic range imaging

2.6.5 Image subtraction for change detection

## 2.6.1 Các phép toán số học

The four arithmetic operations are denoted as

$$s(x, y) = f(x, y) + g(x, y)$$

$$d(x, y) = f(x, y) - g(x, y)$$

$$p(x, y) = f(x, y) \times g(x, y)$$

$$v(x, y) = f(x, y) \div g(x, y)$$

where, as usual,  $M$  and  $N$  are the row and column sizes of the images.

$s$ ,  $d$ ,  $p$ , and  $v$  are images of size  $M \times N$

## 2.6.2 Các phép toán tập hợp (Set) và Logic

Let  $A$  be a set composed of *ordered pairs* of real numbers. If  $a=(a_1, a_2)$  is an *element* of  $A$ , then we write:  $a \in A$

Similarly, if  $a$  is not an element of  $A$ , we write:  $a \notin A$

The set with no elements is called the *null* or *empty set* and is denoted by the symbol  $\emptyset$

A set is specified by the contents of two braces:  $\{\}$

*Subset*  $\subseteq$ , *union*  $\cup$ , *intersection*  $\cap$ , *complement*  $A^c$ , *difference*  $A - B = \{w \mid w \in A, w \notin B\} = A \cap B^c$

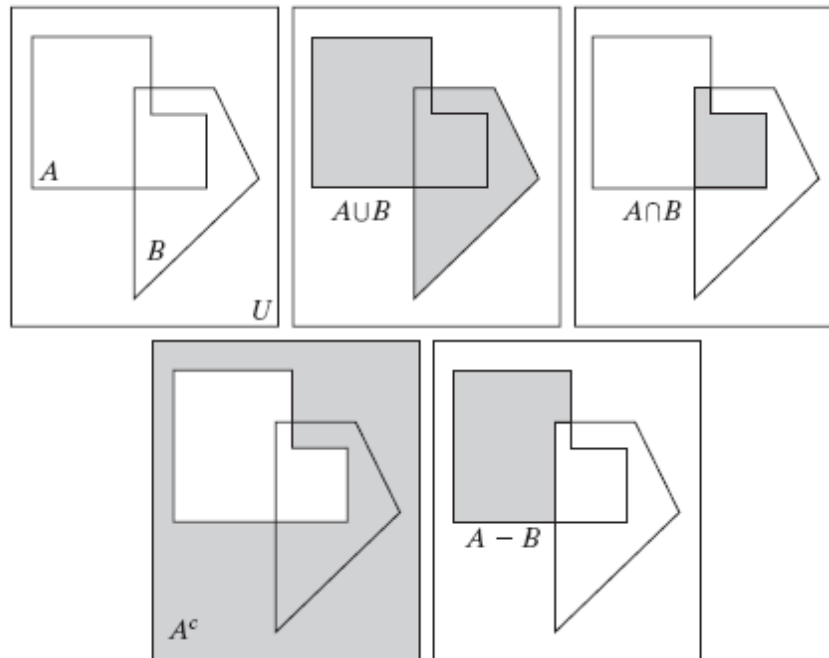
Two sets  $A$  and  $B$  are said to be *disjoint* or *mutually exclusive* if they have no common elements,

## 2.6.2 Các phép toán tập hợp (Set) và Logic

a b c  
d e

**FIGURE 2.31**

(a) Two sets of coordinates,  $A$  and  $B$ , in 2-D space. (b) The union of  $A$  and  $B$ . (c) The intersection of  $A$  and  $B$ . (d) The complement of  $A$ . (e) The difference between  $A$  and  $B$ . In (b)–(e) the shaded areas represent the members of the set operation indicated.

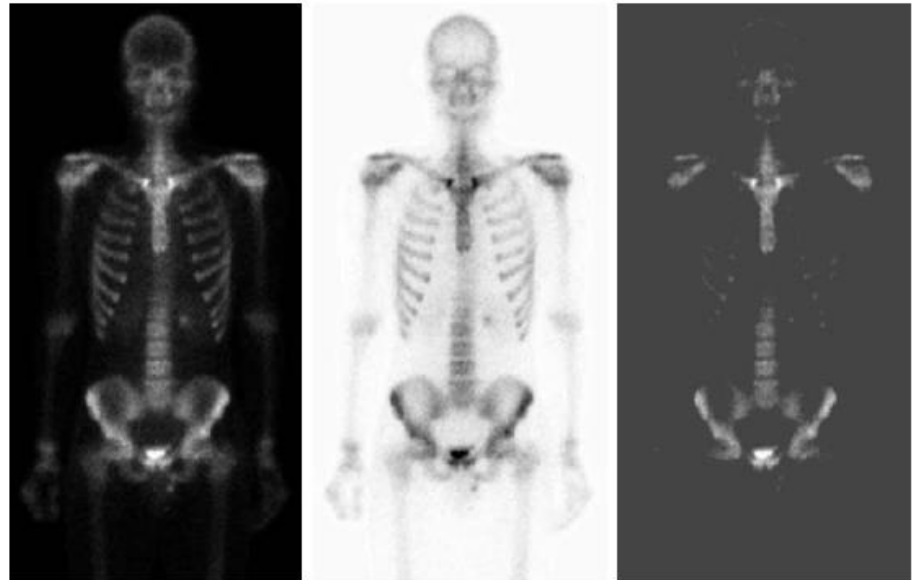


## 2.6.2 Các phép toán tập hợp (Set) và Logic

We simply form the set  $A_n = A^c = \{(x, y, 255 - z) \mid (x, y, z) \in A\}$

a b c

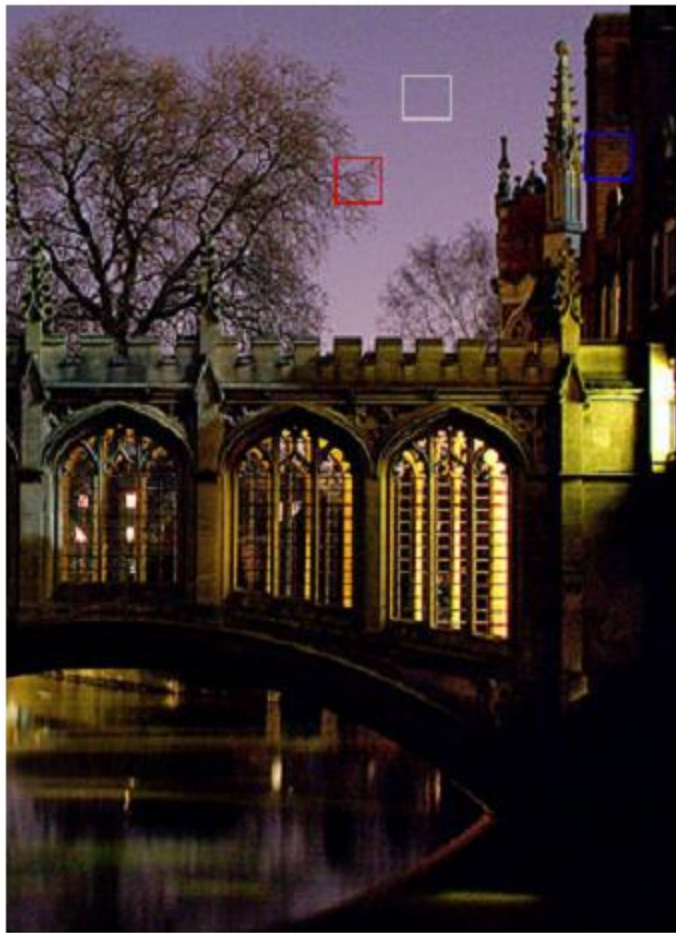
**FIGURE 2.32** Set operations involving gray-scale images. (a) Original image. (b) Image negative obtained using set complementation. (c) The union of (a) and a constant image. (Original image courtesy of G.E. Medical Systems.)



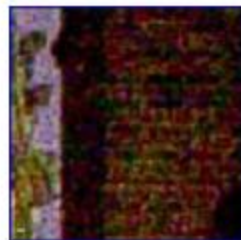
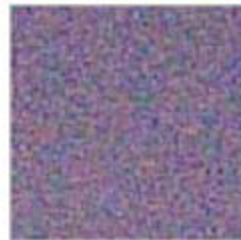
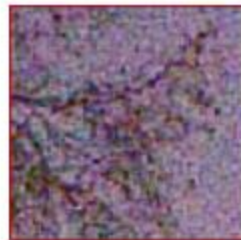
The union of two gray-scale sets  $A$  and  $B$  may be defined as the set

$$A \cup B = \left\{ \max_z(a, b) \mid a \in A, b \in B \right\}$$

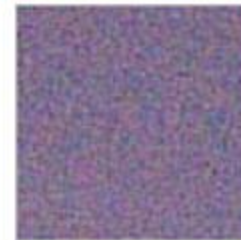
## 2.6.3 Phép lấy trung bình để giảm nhiễu



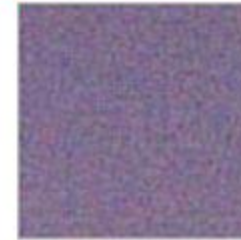
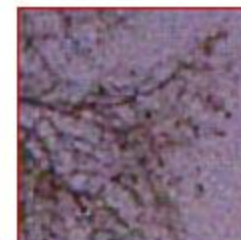
1 image



2 images



4 images





## 2.6.3 Phép lấy trung bình để giảm nhiễu

- Take N aligned images  $f_1(x, y), f_2(x, y), \dots, f_N(x, y)$

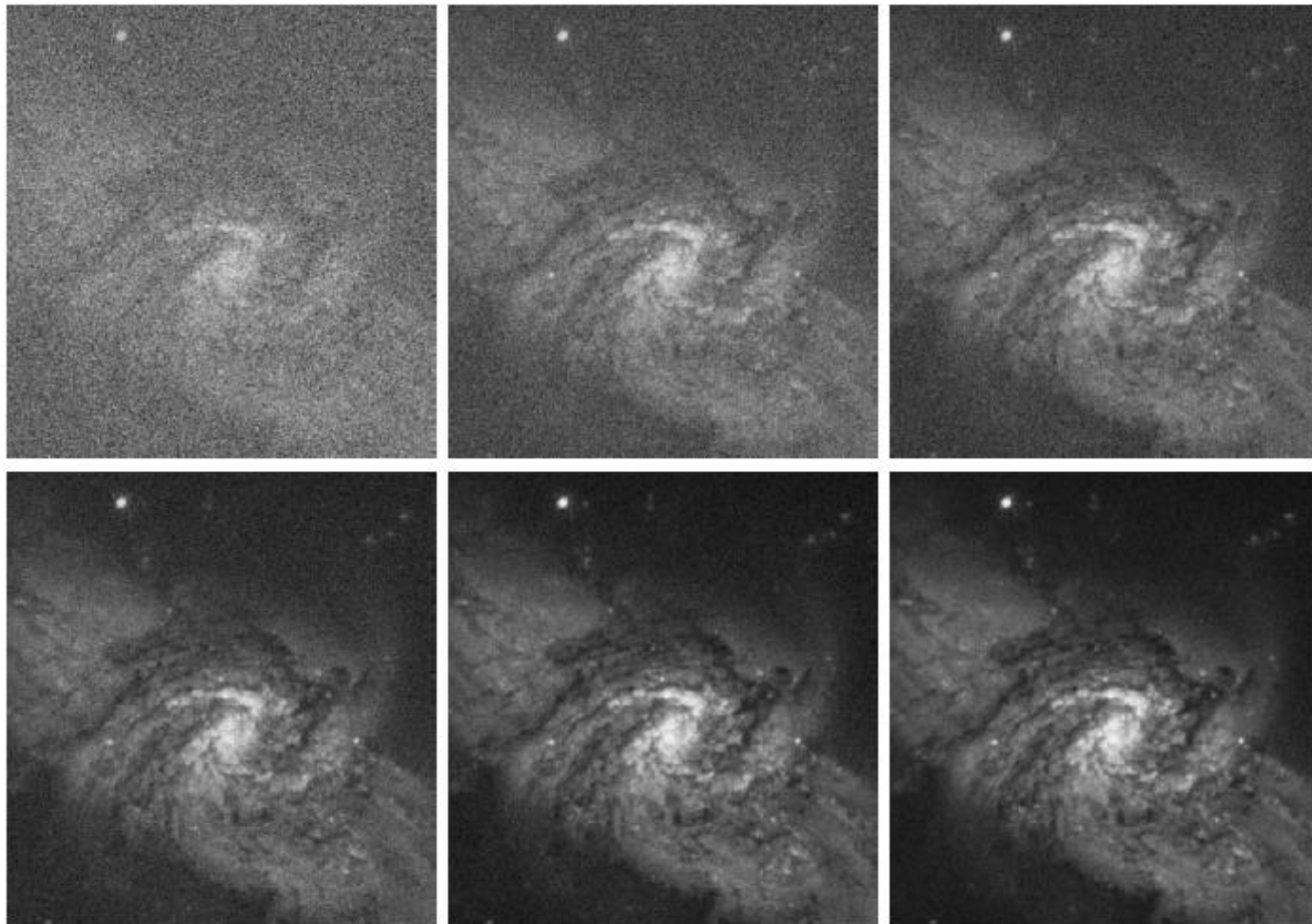
- Average image:  $\overline{f(x, y)} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N f_i(x, y)$

- Mean squared error vs. noise-free image  $g$

$$\begin{aligned} E\left\{\left(\overline{f} - g\right)^2\right\} &= E\left\{\left(\left(\frac{1}{N} \sum_i f_i\right) - g\right)^2\right\} = E\left\{\left(\left(\frac{1}{N} \sum_i (g + n_i)\right) - g\right)^2\right\} \\ &= E\left\{\left(\frac{1}{N} \sum_i n_i\right)^2\right\} = \frac{1}{N^2} \sum_i E\{n_i^2\} = \frac{1}{N} E\{n^2\} \end{aligned}$$

provided  $E\{n_i n_j\} = 0 \forall i, j$

$E\{n_i\} = E\{n\} \forall i$



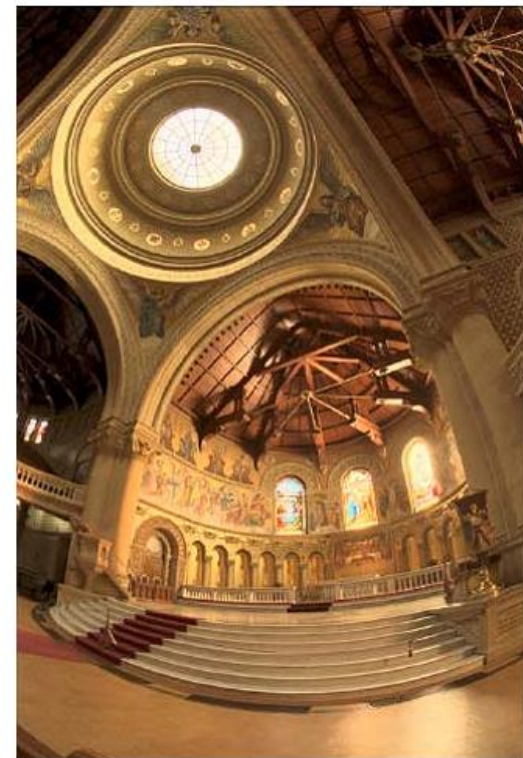
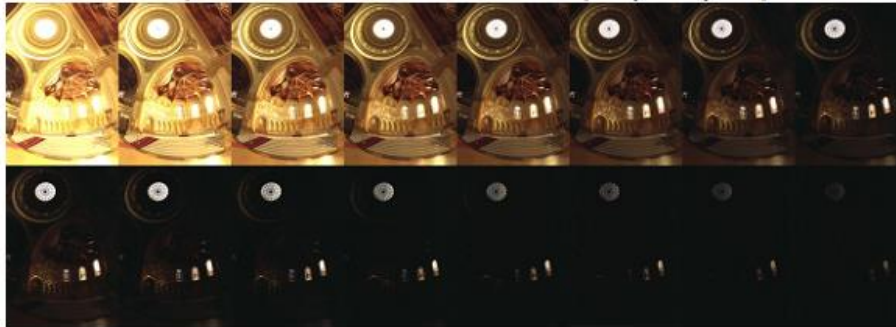
a	b	c
d	e	f

**FIGURE 2.26** (a) Image of Galaxy Pair NGC 3314 corrupted by additive Gaussian noise. (b)–(f) Results of averaging 5, 10, 20, 50, and 100 noisy images, respectively. (Original image courtesy of NASA.)

## 2.6.4 High-dynamic range imaging

Combination of different exposure for high-dynamic range imaging

16 exposures, one f-stop (2X) apart



Combined image



[Debevec, Malik, 1997]

## 2.6.5 Image subtraction for change detection

Find differences/changes between 2 mostly identical images

Example from IC manufacturing:

defect detection in photomasks by die-to-die comparison

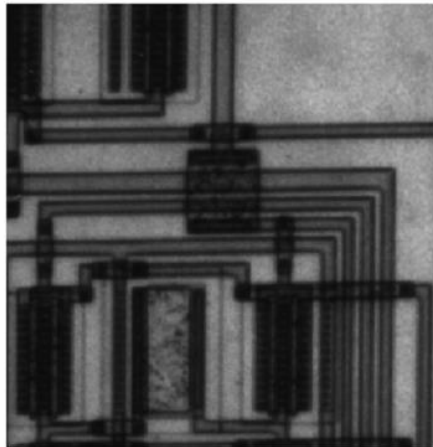


Image A (no defect)

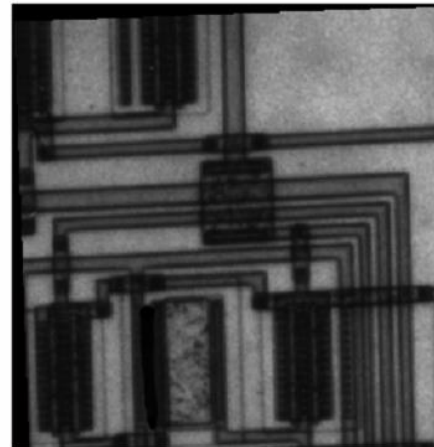
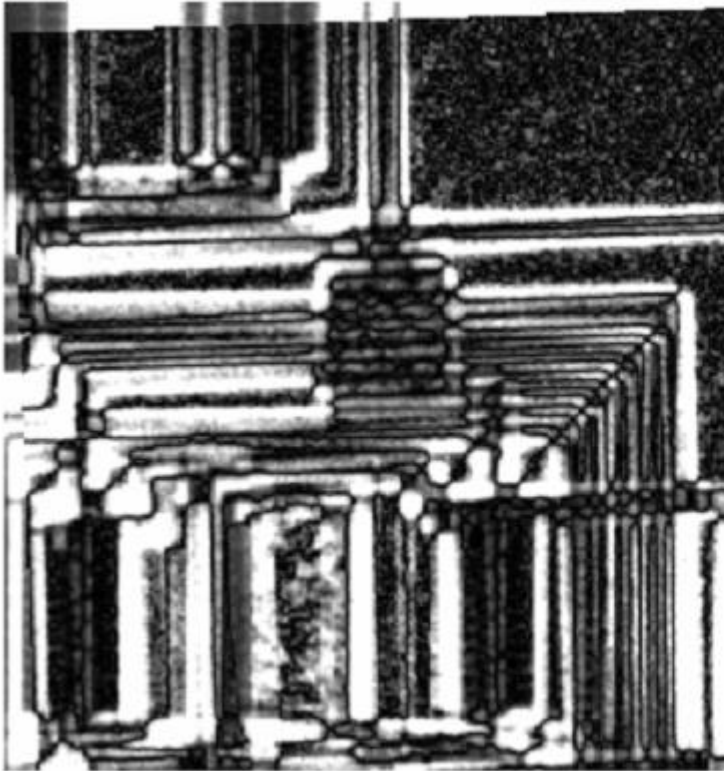


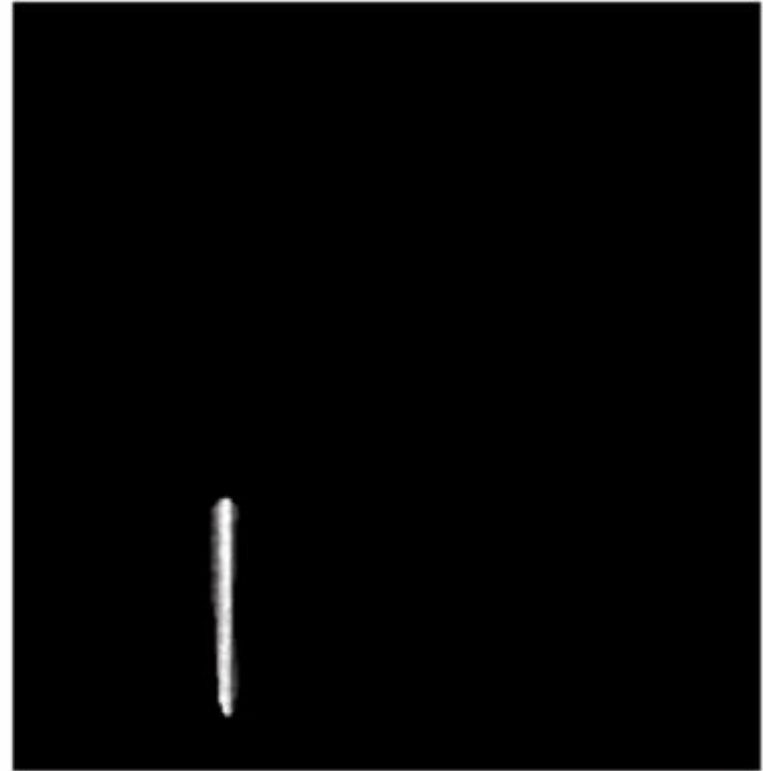
Image B (w/ defect)

## 2.6.5 Image subtraction for change detection

Absolute Difference Between Two Images



w/o alignment



w/ alignment

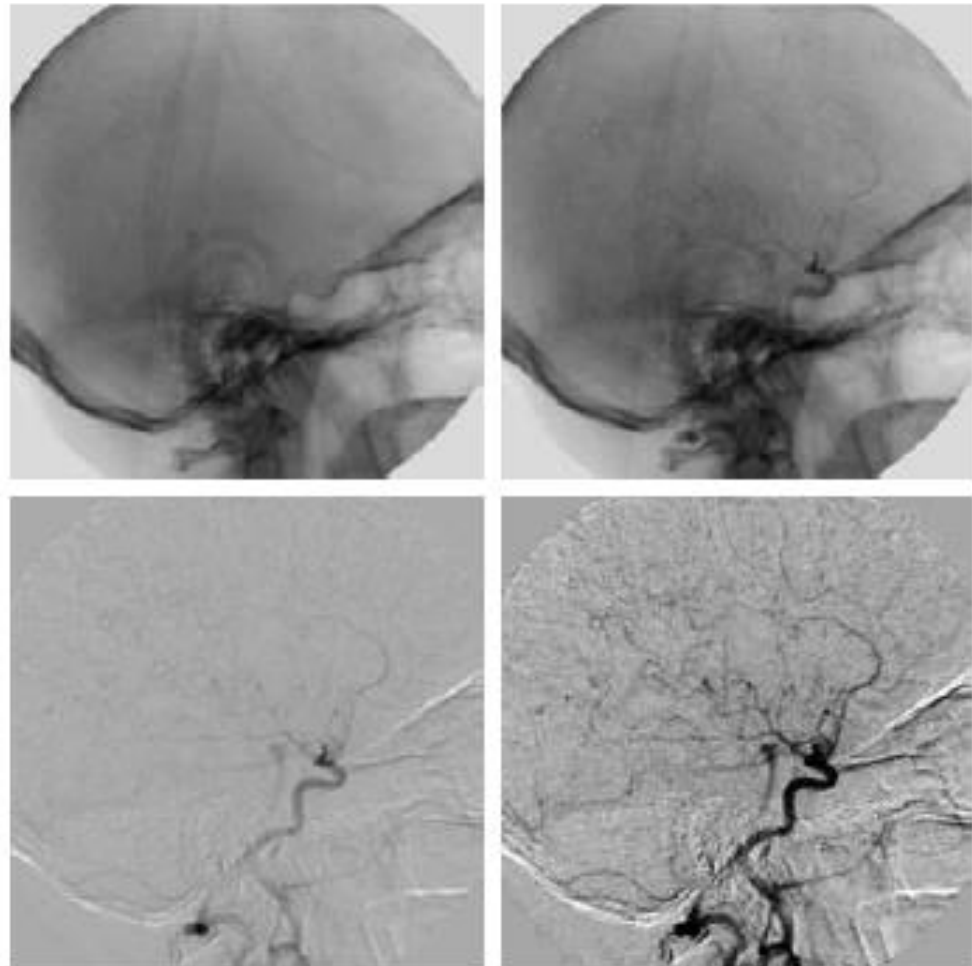


# Digital subtraction angiography

a	b
c	d

**FIGURE 2.28**

Digital subtraction angiography. (a) Mask image. (b) A live image. (c) Difference between (a) and (b). (d) Enhanced difference image. (Figures (a) and (b) courtesy of The Image Sciences Institute, University Medical Center, Utrecht, The Netherlands.)



# Tài liệu tham khảo