

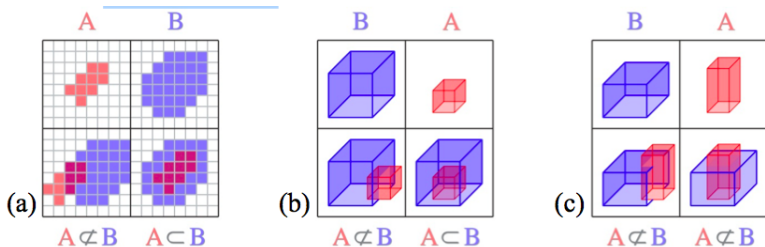
# Xử lý ảnh - Hình thái toán học: ảnh xám

Đỗ Thanh Hà

Bộ môn Tin học  
Khoa Toán - Cơ - Tin học  
Trường Đại học Khoa học Tự nhiên

# Hình thái mức xám

- là tổng quát cho trường hợp nhiều chiều của phép toán nhị phân
- hình thái ảnh xám cũng dựa trên tập các pixel như trong trường hợp nhị phân nhưng tập các pixel có chiều lớn hơn
- thành phần cấu trúc được định nghĩa là một khối 3D với trục thứ 3 là mật độ và *set-inclusion* là thể tích



(a): ảnh nhị phân; (b), (c): ảnh xám

Nếu cường độ của mỗi pixel được vẽ trên không gian support thì

$$\mathbf{I} = \{ [\mathbf{p}, I(\mathbf{p})] | \mathbf{p} \in \text{supp}(\mathbf{I}) \}$$

là một khối trong  $R^3$ .

# Ảnh xám



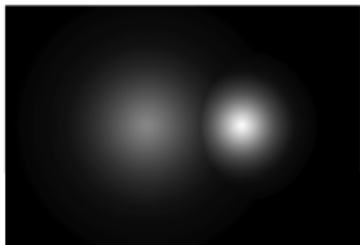
grayscale image



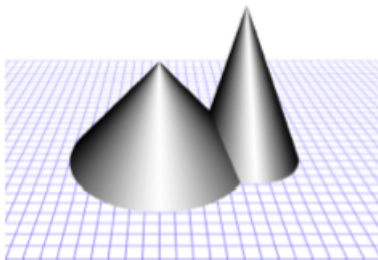
3D solid representation

Ảnh xám được xem như khối 3D trong không gian (*landscape*) với chiều cao tại một điểm trên bề mặt là tỉ lệ độ sáng của pixel tương ứng

# Biểu diễn của ảnh xám



image



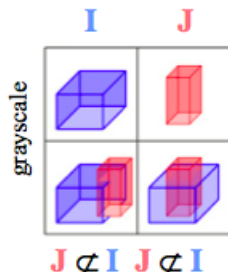
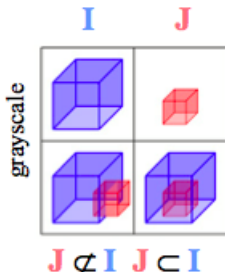
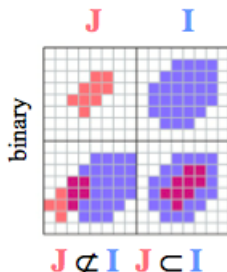
landscape

# Set-inclusion trong ảnh xám

Set-inclusion phụ thuộc vào cấu trúc 3D ẩn của ảnh 2D. Nếu **I** và **J** là các ảnh xám thì:

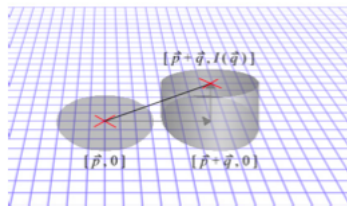
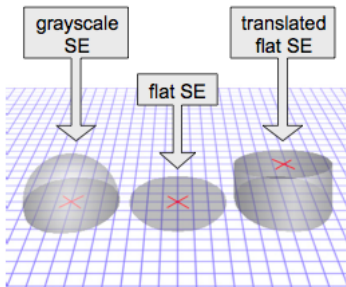
$$\mathbf{J} \subset \mathbf{I} \leftrightarrow \text{supp}(\mathbf{J}) \subseteq \text{supp}(\mathbf{I}) \text{ AND } \{ \mathbf{J}(\mathbf{p}) \leq \mathbf{I}(\mathbf{p}) | \mathbf{p} \in \text{supp}(\mathbf{J}) \}$$

Nghĩa là  $\mathbf{J} \subseteq \mathbf{I}$  khi và chỉ khi support của **J** chứa trong support của **I** và giá trị của **J** nhỏ hơn hoặc bằng giá trị của **I** trong support của **J**



# Thành phần cấu trúc xám

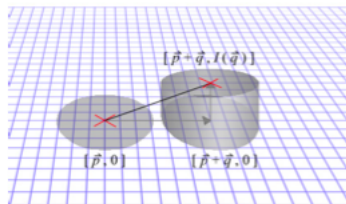
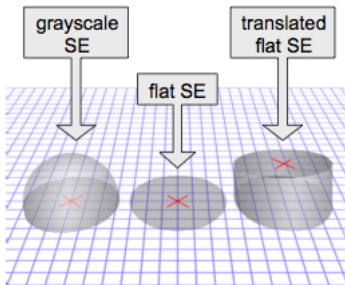
là một ảnh nhỏ mà phác hoạ khối lượng tại vị trí pixel  $[p, I(p)]$  thông qua khối lượng ảnh



dịch chuyển của thành phần cấu trúc SE  
trên không gian support và trong giá trị xám

Dịch chuyển thành phần cấu trúc:  $\times$  đánh dấu vị trí tâm của SE

# Thành phần cấu trúc xám



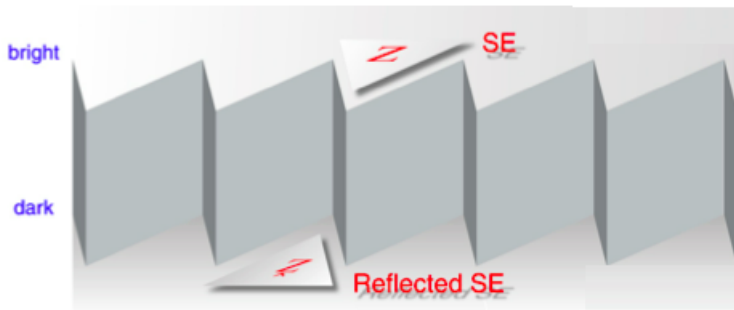
dịch chuyển của thành phần cấu trúc SE

trên không gian support và trong giá trị xám

Nếu  $\mathbf{Z} = [\mathbf{p}, \mathbf{Z}(\mathbf{p})]$  là một SE và nếu  $\mathbf{q} = [\mathbf{q}_s, q_g]$  là một pixel [vị trí, giá trị] thì  $\mathbf{Z} + \mathbf{p} = [\mathbf{p} + \mathbf{q}_s, \mathbf{Z}(\mathbf{p}) + q_g]$  với mọi  $\mathbf{p} \in \text{supp}\{\mathbf{Z}\}$



# Thành phần cấu trúc phản chiếu



# Hình thái mức xám: Các phép toán cơ bản

- Phép giãn nở
- Phép co
- Phép đóng
- Phép mở

# Phép giãn nở: định nghĩa

Phép giãn nở của ảnh  $\mathbf{I}$  và thành phần cấu trúc  $\mathbf{Z}$  tại điểm  $\mathbf{p} \in R^n$  được định nghĩa bởi

$$[\mathbf{I} \oplus \mathbf{Z}](\mathbf{p}) = \max_{\mathbf{q} \in \text{supp}(\check{\mathbf{Z}} + \mathbf{p})} \{ \mathbf{I}(\mathbf{p}) + \mathbf{Z}(\mathbf{p} - \mathbf{q}) \} = \max_{\mathbf{q} \in \text{supp}(\check{\mathbf{Z}} + \mathbf{p})} \{ \mathbf{I}(\mathbf{p}) - \check{\mathbf{Z}}(\mathbf{q} - \mathbf{p}) \}$$

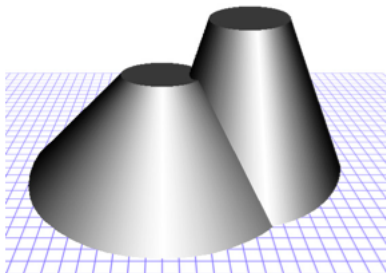
Điều này có thể được tính như sau:

1. Dịch chuyển  $\check{\mathbf{Z}}$  tới  $\mathbf{p}$
2. Xác định hàng xóm  $\check{\mathbf{Z}}$  của  $\mathbf{I}$  tại  $\mathbf{p}$
3. Gọi  $\mathbf{p}$  là tâm tạm thời của  $\mathbf{I}$  trong quá trình tính toán
4. Tính tập các số

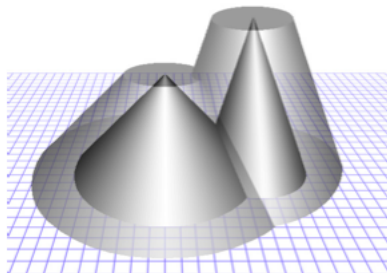
$$D = \{ \mathbf{I}(\mathbf{q}) + \mathbf{Z}(-\mathbf{q}) \mid \mathbf{q} \in \text{supp}(\check{\mathbf{Z}}) \} = \{ \mathbf{I}(\mathbf{q}) - \check{\mathbf{Z}}(\mathbf{q}) \mid \mathbf{q} \in \text{supp}(\check{\mathbf{Z}}) \}$$

5. Ảnh đầu ra  $[\mathbf{I} \oplus \mathbf{Z}](\mathbf{p})$  là giá trị lớn nhất trong tập  $D$

# Hình thái mức xám: giãn nở

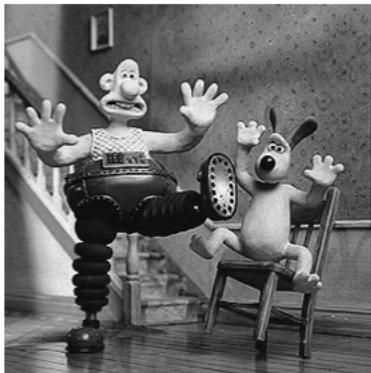


dilation



dilation over original

# Hình thái mức xám: giãn nở



Thành phần cấu trúc SE là một đĩa phẳng

# Phép co: định nghĩa

Phép co của ảnh  $\mathbf{I}$  và thành phần cấu trúc  $\mathbf{Z}$  tại điểm  $\mathbf{p} \in R^n$  được định nghĩa bởi

$$[\mathbf{I} \ominus \mathbf{Z}](\mathbf{p}) = \min_{\mathbf{q} \in \text{supp}(\mathbf{Z} + \mathbf{p})} \{ \mathbf{I}(\mathbf{p}) - \mathbf{Z}(\mathbf{p} - \mathbf{q}) \}$$

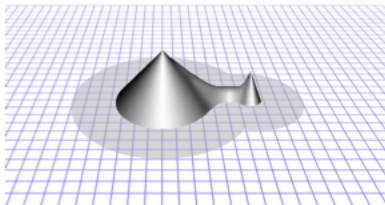
Điều này có thể được tính như sau:

1. Dịch chuyển  $\mathbf{Z}$  tới  $\mathbf{p}$
2. Xác định hàng xóm  $\mathbf{Z}$  của  $\mathbf{I}$  tại  $\mathbf{p}$
3. Gọi  $\mathbf{p}$  là tâm tạm thời của  $\mathbf{I}$  trong quá trình tính toán
4. Tính tập các số

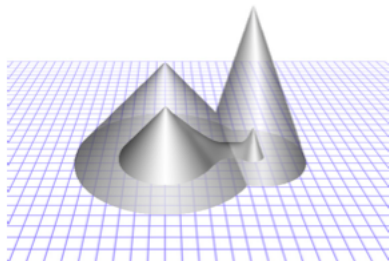
$$E = \{ \mathbf{I}(\mathbf{q}) - \mathbf{Z}(\mathbf{q}) | \mathbf{q} \in \text{supp}(\mathbf{Z}) \}$$

5. Ảnh đầu ra  $[\mathbf{I} \ominus \mathbf{Z}](\mathbf{p})$  là giá trị nhỏ nhất trong tập  $E$

# Hình thái mức xám: phép co

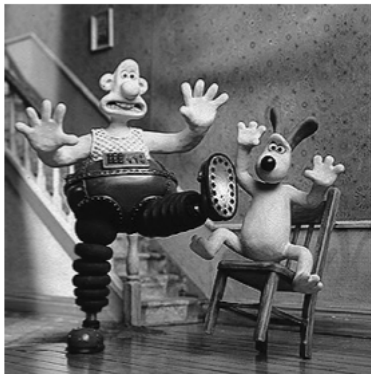


erosion



erosion under original

# Hình thái mức xám: phép co



Thành phần cấu trúc SE là một đĩa phẳng



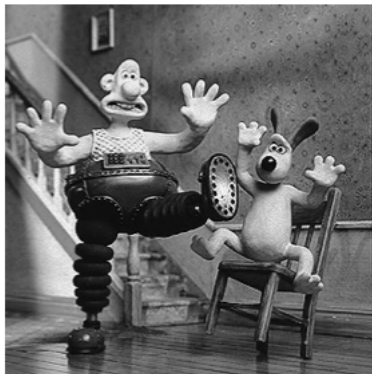
- Phép mở

$$I \circ Z = (I \ominus Z) \oplus Z$$

- Phép đóng

$$I \bullet Z = (I \oplus \check{Z}) \ominus \check{Z}$$

# Hình thái mức xám: phép mở



Thành phần cấu trúc SE là một đĩa phẳng

## Hình thái mức xám: phép đóng



Thành phần cấu trúc SE là một đĩa phẳng