

Chương 4

CÁC PHƯƠNG PHÁP CƠ SỞ XỬ LÝ SỐ HÌNH ẢNH

1. Giới thiệu chung về các phương pháp xử lý số hình ảnh

2. Các phép toán điểm ảnh (Points Operations)

- **Histogram** : Biểu đồ phân bố mức xám, biểu đồ cột xám : $h_i = \frac{ni}{MN}$ pour $0 \leq i \leq L$

- **Phép toán điểm ảnh**

- Công thức chung của các phép toán điểm ảnh :

$$Y(m,n) = f(X(m,n)), \forall m \in [1, M], n \in [1, N]$$

trong đó $f(X(m,n))$ là hàm toán học có thể là :

liên tục/ rời rạc, tuyến tính/ phi tuyến, hàm số, , hàm ngưỡng, hàm logic

- Kỹ thuật thực hiện các phép toán điểm ảnh : LUT (Look-Up-Table)

3. Các toán tử tuyến tính không gian, nhân chập và xếp chồng

Toán tử tuyến tính - Toán tử Kernel : $Y(k,l) = \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N X(m,n) \cdot \varphi(m,n;k,l), k \in [1, K], l \in [1, L]$

$\varphi(m,n;k,l)$ là các hệ số của toán tử Kernel phụ thuộc vào 4 biến $(m,n ; k, l)$.

- **Phép toán nhân chập hai chiều (Bi-dimension Convolution)**

- Định nghĩa phép nhân chập đối với 2 hàm hai biến liên tục :

$$g(x, y) = f(x, y) * h(x, y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(\alpha, \beta) h(x - \alpha, y - \beta) d\alpha d\beta$$

- Phép nhân chập đối với hàm rời rạc (tín hiệu số):

$$g(x, y) = f * h = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \sum_{l=-\infty}^{\infty} f(x - k, y - l) h(k, l)$$

$$g(x, y) = \sum_{k=-K}^K \sum_{l=-L}^L f(x - k, y - l) h(k, l)$$

- Các tính chất của phép nhân chập

- **Phép toán nhân chập áp dụng cho ảnh số :**

- **Công thức cơ bản :**

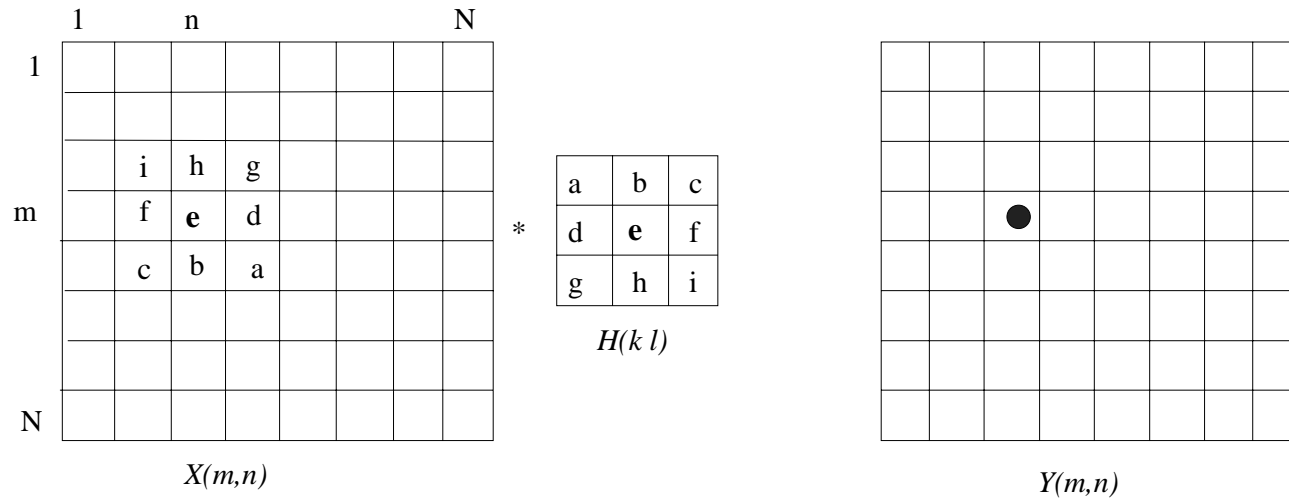
$$Y(m, n) = X(m, n) * H(k, l) = \sum_{k=0}^{L-1} \sum_{l=0}^{L-1} h(k, l) X(m - k, n - l)$$

Công thức thường dùng :

$$Y(m, n) = X(m, n) * H(k, l) = \sum_{k=-r}^r \sum_{l=-r}^r h(k, l) X(m - k, n - l)$$

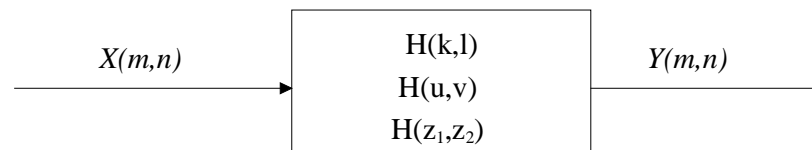
$X(m, n)$ là ảnh kích thước (M, N) và $H(k, l)$ est là ma trận hạt nhân hay còn gọi là mặt nạ $Y(m, n)$ là ảnh kết quả của phép nhân chập giữa ảnh X và H.

- Nhân chập và xếp chồng



4. Các phép lọc ảnh (Image Filtering)

- Khái quát về phép lọc ảnh : lọc tuyến tính (lọc số), lọc phi tuyến
- Các bộ lọc số (Digital Filters) đối với ảnh số
 - Mô hình chung - định nghĩa về các bộ lọc số : $Y(m, n) = X(m, n) * H(k, l)$



$H(k,l)$ là đáp ứng xung của bộ lọc

- Các dạng biểu diễn các bộ lọc số : $H(k, l)$, $H(u, v)$, $H(z_1, z_2)$
- Phân loại các bộ lọc số : phân loại theo đáp ứng xung, 2 loại : FIR và IIR
- Bộ lọc có đáp ứng xung hữu hạn FIR

$$H(z_1, z_2) = \sum_{k=0}^K \sum_{l=0}^L b_{kl} z_1^{-k} z_2^{-l}$$

$$Y(m, n) = X(m, n) * H(k, l) = \sum_{k=-r}^r \sum_{l=-r}^r h(k, l) X(m-k, n-l) \text{ avec } 2r+1 = L = K$$

$$H(k, l) = \frac{1}{10} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$H(k, l) = \frac{1}{16} \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

$$H(k, l) = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & -4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$H(k, l) = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -9 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

- Bộ lọc có đáp ứng xung vô hạn IIR

$$H(z_1, z_2) = \frac{\sum_{k=0}^K \sum_{l=0}^L b_{kl} z_1^{-k} z_2^{-l}}{\sum_{p=0}^P \sum_{q=0}^Q a_{pq} z_1^{-p} z_2^{-q} \quad p+q \neq 0}$$

$$Y(m, n) = \sum_{k=0}^K \sum_{l=0}^L b(k, l) \cdot X(m-k, n-l) - \sum_{p=0}^P \sum_{q=0}^Q a(p, q) \cdot Y(m-p, n-q) \quad p+q \neq 0$$

5. Các phép biến đổi ảnh (Image Transforms)

- **Các phép biến đổi tuyến tính đơn vị**

- Khái niệm về các phép biến đổi ảnh, phép biến đổi tuyến tính / phi tuyến
- Phép biến đổi đơn vị (unitary transform), ma trận của phép biến đổi, ma trận cơ sở
- Các phép biến đổi đơn vị : Phép biến đổi Fourier, phép biến đổi cosine, sine, Hartley, Hadamard, Haar, Slant, Karhunen Loeve (KL).
- Tính chất của các phép biến đổi đơn vị : bảo toàn năng lượng, tập trung năng lượng, giải tương quan

- **Phép biến đổi Fourier**

- Định nghĩa phép biến đổi Fourier và phép biến đổi Fourier rời rạc áp dụng cho ảnh (DFT)

$$X(u, v) = \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} X(m, n) \exp\left(-j2\pi\left(\frac{um}{M} + \frac{vn}{N}\right)\right)$$

$$X(m, n) = \frac{1}{MN} \sum_{u=0}^{M-1} \sum_{v=0}^{N-1} X(u, v) \exp\left(j2\pi\left(\frac{um}{M} + \frac{vn}{N}\right)\right)$$

- Tính chất của phép biến đổi Fourier
- Ý nghĩa phép biến đổi Fourier và phổ của ảnh : phổ biên độ, phổ năng lượng, phổ pha
- Biểu diễn phổ của ảnh và ý nghĩa của phổ trong xử lý ảnh
- Độ phức tạp của phép biến đổi Fourier DFT và thuật toán biến đổi Fourier nhanh FFT : Độ phức tạp $O(N^4)$. Phép đổi phân tách được. Điều kiện của FFT. Độ phức tạp của FFT.

Biểu đồ phân bố mức xám, biểu đồ cột xám (histogram)

9	7	1	1	1	2	2	1
8	9	9	7	1	1	1	1
7	8	9	7	1	2	1	1
8	9	9	9	9	1	1	2
8	9	9	7	7	2	1	3
9	9	9	9	8	2	2	1
9	9	8	8	7	1	2	1
8	9	8	6	5	1	1	3

$$h_i = \frac{n_i}{MN} \quad \text{voi} \quad 0 \leq i \leq L$$

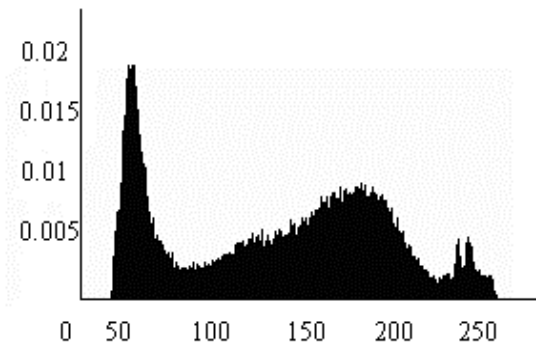
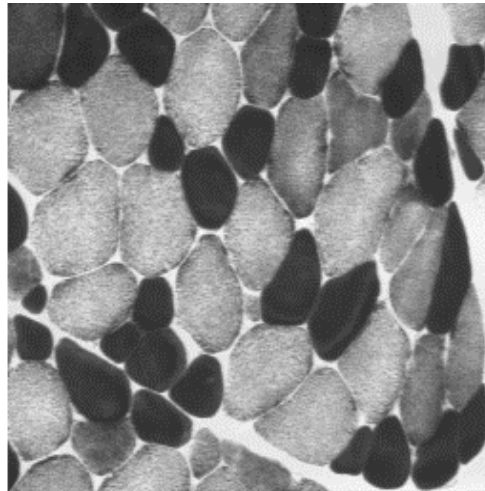


Image "muscle" et l'histogramme calculé sur toute l'image