XỬ LÝ ẢNH

Nguyễn Linh Giang
Bộ môn Truyền thông và Mạng máy tính

Nội dung

- Nhập môn
- Hệ thống xử lý tín hiệu hai chiều
- Cảm nhận ảnh
- Số hóa ảnh
- Các phép biến đổi ảnh
- Cải thiện chất lượng ảnh
- Phục hồi ảnh
- Phân tích ảnh
- Nén ảnh

Chương II

Hệ thống xử lý tín hiệu hai chiều

Hệ thống xử lý tín hiệu hai chiều

- 2.1 Một số tínhiệu hai chiều cơ bản
- 2.2 Hệ thống tuyến tính bất biến dịch
- 2.3 Biến đổi Fourier hai chiều
- 2.4 Biến đổi Z hai chiều

2.1 Một số tín hiệu hai chiều cơ bản

- Tín hiệu hai chiều
  - Liên tục và rời rạc
    - s(x, y), miền xác định và miền giá trị liên tục
    - s(m, n), miền xác định và miền giá trị rời rạc
  - Tín hiệu phân tách được
    - $s(x, y) = s_1(x) \times s_2(y)$
    - Khi tín hiệu là phân tách được, các phép xử lý trong trường hợp hai chiều có thể đưa về các phép xử lý trong trường hợp một chiều

2.1 Một số tín hiệu hai chiều cơ bản

- Tín hiệu xung Dirac hai chiều
  - Trường hợp liên tục

$$\delta(x,y)=\begin{cases}\infty & x=0, y=0\\ 0 & x\neq 0; y\neq 0\end{cases}$$

$$s(x,y)=\int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty} s(u,v)\delta(x-u,y-v)dudv$$

$$\lim_{\varepsilon\to 0}\int_{-\varepsilon}^{\varepsilon}\int_{-\varepsilon}^{\varepsilon}\delta(x,y)dxdy=1$$

2.1 Một số tín hiệu hai chiều cơ bản

- Trường hợp rời rạc

$$\delta(m,n) = \begin{cases} 1 & m = 0, n = 0 \\ 0 & m \neq 0; n \neq 0 \end{cases}$$

$$s(m,n) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \sum_{l=-\infty}^{\infty} s(k,l)\delta(m-k, n-l)$$

$$\sum_{m=-\infty}^{\infty} \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta(m,n) = 1$$

2.1 Một số tín hiệu hai chiều cơ bản

- Tín hiệu đơn vị hai chiều
  - Trường hợp liên tục

$$u(x,y)=\begin{cases}1 & x\geq 0, y\geq 0\\ 0 & x<0; y<0\end{cases}$$

  - Trường hợp rời rạc

$$u(m,n)=\begin{cases}1 & m\geq 0, n\geq 0\\ 0 & m<0; n<0\end{cases}$$

2.1 Một số tín hiệu hai chiều cơ bản

- Tín hiệu điều hòa phức
  - Trường hợp liên tục

$$s(x, y) = e^{j(ux+vy)}$$

- Tính chất
  - Tính tuần hoàn
  - Dải tần số: -∞ -> +∞
  - Các tần số u, v nhận mọi giá trị trong miền liên tục
  - Tính phân tách được: làm cho các bài toán hai chiều có thể phân tích thành các bài toán trong trường hợp một chiều.

2.1 Một số tín hiệu hai chiều cơ bản

- Trường hợp rời rạc
  - Trường hợp miền không gian rời rạc, miền tần số liên tục

$$s(m,n) = e^{j(\alpha m+\beta n)}$$

- Tính chất:
  - Sự tồn tại của tính tuần hoàn phụ thuộc vào tần số không gian α, β
  - Miền xác định của các tần số không gian: -π -> π
  - Miền tần số tuần hoàn
  - Tín hiệu phân tách được

2.1 Một số tín hiệu hai chiều cơ bản

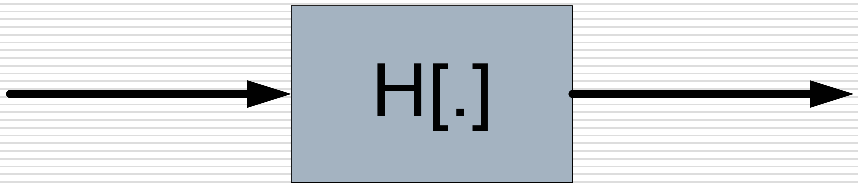
- Trường hợp miền tần số rời rạc

$$s_{k,l}(m,n) = e^{j\left(\frac{2k\pi m}{M} + \frac{2l\pi n}{N}\right)}$$

- Tính chất:
  - Là tín hiệu tuần hoàn trên miền không gian
  - Các tần số không gian: k: 0..M; l: 0..N
  - Tín hiệu phân tách được

2.2 Hệ thống tuyến tính, bất biến hai chiều

- Đáp ứng của hệ thống xử lý tín hiệu



- Hệ thống tuyến tính
  - Nguyên lý chồng chất
  - Tính tỷ lệ

$$H[a_1 s_1(m, n) + a_2 s_2(m, n)] = a_1 H[s_1(m, n)] + a_2 H[s_2(m, n)]$$
$$= a_1 g_1(m, n) + a_2 g_2(m, n)$$

2.2 Hệ thống tuyến tính, bất biến hai chiều

- Đáp ứng xung
  - Hệ liên tục

    $$h(x, y; x_0, y_0) = H[\delta(x - x_0, y - y_0)]$$

  - Hệ rời rạc:

    $$h(m, n; k, l) = H[\delta(m-k, n-l)]$$

- Hàm trải ảnh(PSF–point spread function): khi đầu vào và đầu ra nhận những giá trị dương như: cường độ sáng của hệ thống nhận ảnh
- FIR –hệ thống có đáp ứng xung hữu hạn
- IIR –hệ thống có đáp ứng xung vô hạn

2.2 Hệ thống tuyến tính, bất biến hai chiều

- Đáp ứng của hệ thống tuyến tính
  - Hệ thống liên tục

$$g(x,y)=\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}s(u,v)h(x,y;u,v)\,du\,dv$$

  - Hệ thống rời rạc

$$g(m,n)=\sum_{k=-\infty}^{\infty}\sum_{l=-\infty}^{\infty}s(k,l)h(m,n;k,l)$$

2.2 Hệ thống tuyến tính, bất biến hai chiều

- Hệ thống bất biến dịch rời rạc
  - Tại tọa độ (0,0)

$$H[\delta(m, n)] = h(m, n; 0, 0)$$

  - Tại tọa độ (k, l)

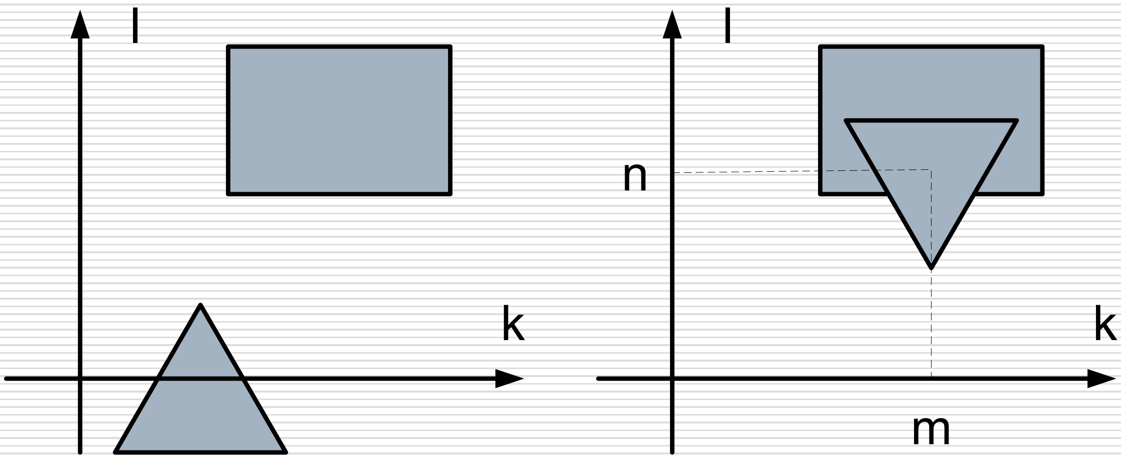
$$h(m, n; k, l) = H[\delta(m-k, n-l)] =$$
$$h(m-k, n-l; 0, 0) = h(m-k, n-l)$$

2.2 Hệ thống tuyến tính, bất biến hai chiều

- Đáp ứng của hệ thống tuyến tính bất biến dịch

$$g(m,n) = s(m,n) * h(m,n) =$$

$$= \sum_{k=-\infty}^{\infty} \sum_{l=-\infty}^{\infty} s(k,l)h(m-k,n-l)$$



2.2 Hệ thống tuyến tính, bất biến hai chiều

- Tính nhân quả và ổn định
  - Nhân quả

    H(x, y)=0 khi x<0; y<0
  - Ổn định vào ra: tác động hữu hạn sinh ra đáp ứng hữu hạn và ngược lại.

$$\sum_{m=-\infty}^{\infty}\sum_{n=-\infty}^{\infty}\left|h(m,n)\right| < \infty$$

2.3 Phép biến đổi Fourier hai chiều

- Biến đổi Fourier của tín hiệu liên tục

$$S(u,v)=\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}s(x,y)e^{-j(ux+vy)}dxdy$$

$$s(x,y)=\frac{1}{4\pi^2}\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}S(u,v)e^{j(ux+vy)}dudv$$

2.3 Phép biến đổi Fourier hai chiều

- Biến đổi Fourier của tín hiệu rời rạc

$$S(\alpha,\beta)=\sum_{m=-\infty}^{\infty}\sum_{n=-\infty}^{\infty}s(m,n)e^{-j(\alpha m+\beta n)}$$

$$s(m,n)=\frac{1}{4\pi^2}\int_{-\pi}^{\pi}\int_{-\pi}^{\pi}S(\alpha,\beta)e^{j(\alpha m+\beta n)}d\alpha d\beta$$

2.3 Phép biến đổi Fourier hai chiều

- Tính chất phép biến đổi Fourier
  - Tính tuyến tính

$$s_1(x,y) \xrightarrow{F} S_1(u,v);\, s_2(x,y) \xrightarrow{F} S_2(u,v)$$

$$a, b - \text{constant}$$

$$as_1(x,y) + bs_2(x,y) \xrightarrow{F} aS_1(u,v) + bS_2(u,v)$$

  - Tính phân tách
    - Nếu s(x, y) hoặc s(m, n) là hàm phân tách thì S(u, v) hoặc S(α, β) cũng là hàm phân tách

2.3 Phép biến đổi Fourier hai chiều

- Phép dịch trong không gian

$$s(x,y) \xrightarrow{F} S(u,v)$$

$$s(x-x_0, y-y_0) \xrightarrow{F} e^{-j(ux_0+vy_0)} S(u,v)$$

- Tính tỷ lệ

$$s(x,y) \xrightarrow{F} S(u,v)$$

$$s(ax,by) \xrightarrow{F} \frac{1}{|ab|} S(\frac{u}{a},\frac{v}{b})$$

2.3 Phép biến đổi Fourier hai chiều

- Tích chập

$$s(x,y) \xrightarrow{F} S(u,v); h(x,y) \xrightarrow{F} H(u,v)$$

$$s(x,y) * h(x,y) \xrightarrow{F} S(u,v)H(u,v)$$

- Đẳng thức Parseval

$$\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty} |s(x,y)|^2 dxdy = \frac{1}{4\pi^2}\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty} |S(u,v)|^2 dudv$$

2.3 Phép biến đổi Fourier hai chiều

- Định lý tự tương quan

$$F\left(\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty} s(\eta,v)s^*(\eta-x,v-y)d\eta dv\right)=\left|S(u,v)\right|^2$$

- Đối xứng giữa miền không gian và tần số không gian

$$s(x,y)\xrightarrow{F}S(u,v)$$

$$S(x,y)\xrightarrow{F}4\pi^2 s(-u,-v)$$

2.4 Phép biến đổi Z hai chiều

- Biến đổi Z hai chiều

$$s(m,n) \xrightarrow{Z} S(z_1, z_2) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} \sum_{n=-\infty}^{\infty} s(m,n) z_1^{-m} z_2^{-n}$$

- Miền hội tụ của biến đổi Z

  ROC = $\{(z_1, z_2) | S(z_1, z_2) < \infty$

2.4 Phép biến đổi Z hai chiều

- Tính chất
  - Tính tuyến tính
  - Dịch tín hiệu trong miền không gian
  - Tính tỷ lệ
  - Biến đổi Z của tích chập