

# 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 IV

## Số hóa ảnh

---

# VI. Số hóa ảnh

---

- 4.1. Lấy mẫu ảnh
  - 4.2. Lượng tử hóa ảnh
-

## 4.1 Lấy mẫu ảnh

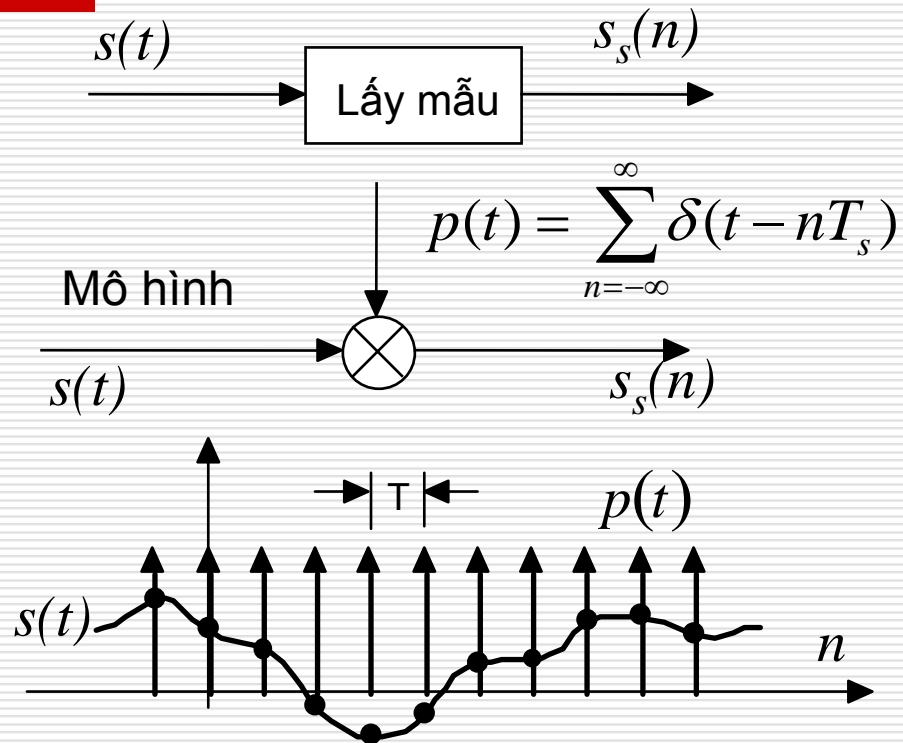
---

- 4.1.1. Lấy mẫu tín hiệu một chiều
  - 4.1.2. Lấy mẫu tín hiệu hai chiều
-

## 4.1.1. Lấy mẫu tín hiệu một chiều

### □ Phép lấy mẫu

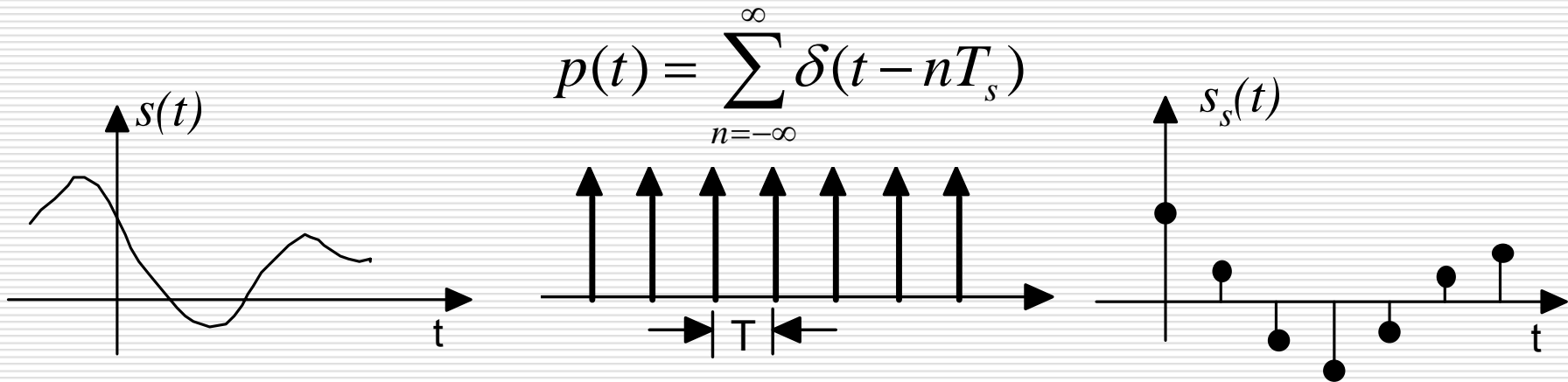
- Lấy mẫu đều: đo giá trị tín hiệu tại những thời điểm thời gian cách đều
- $s(n) = s(t)|_{t=nT_s}$   
 $T_s$  – chu kỳ lấy mẫu



$$s_s(t) = s(t) \cdot \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta(t - nT_s) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} s(nT_s) \delta(t - nT_s)$$

## 4.1.1. Lấy mẫu tín hiệu một chiều

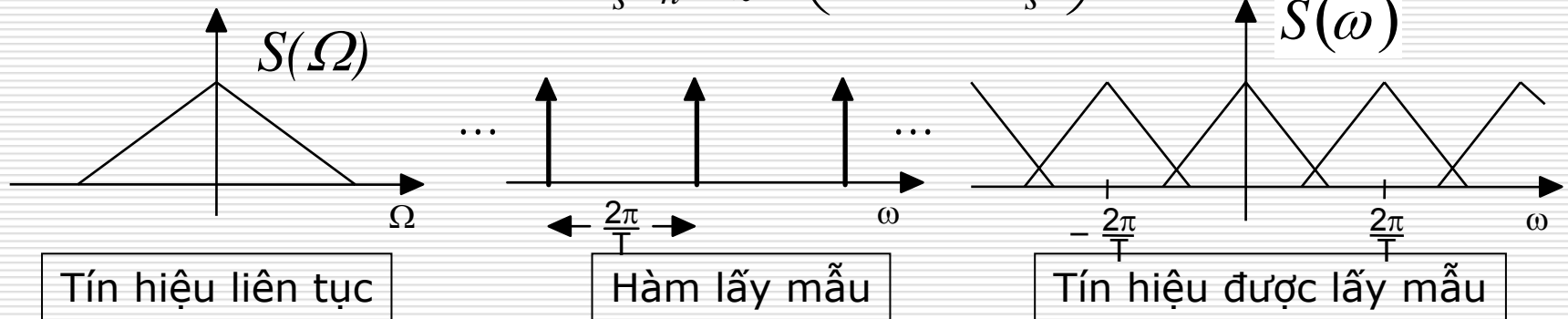
- Khảo sát tín hiệu trong miền thời gian và miền tần số
  - Miền thời gian



# 4.1.1. Lấy mẫu tín hiệu một chiều

- Miền tần số
  - Tín hiệu có dải phổ hữu hạn
  - Phổ tuần hoàn

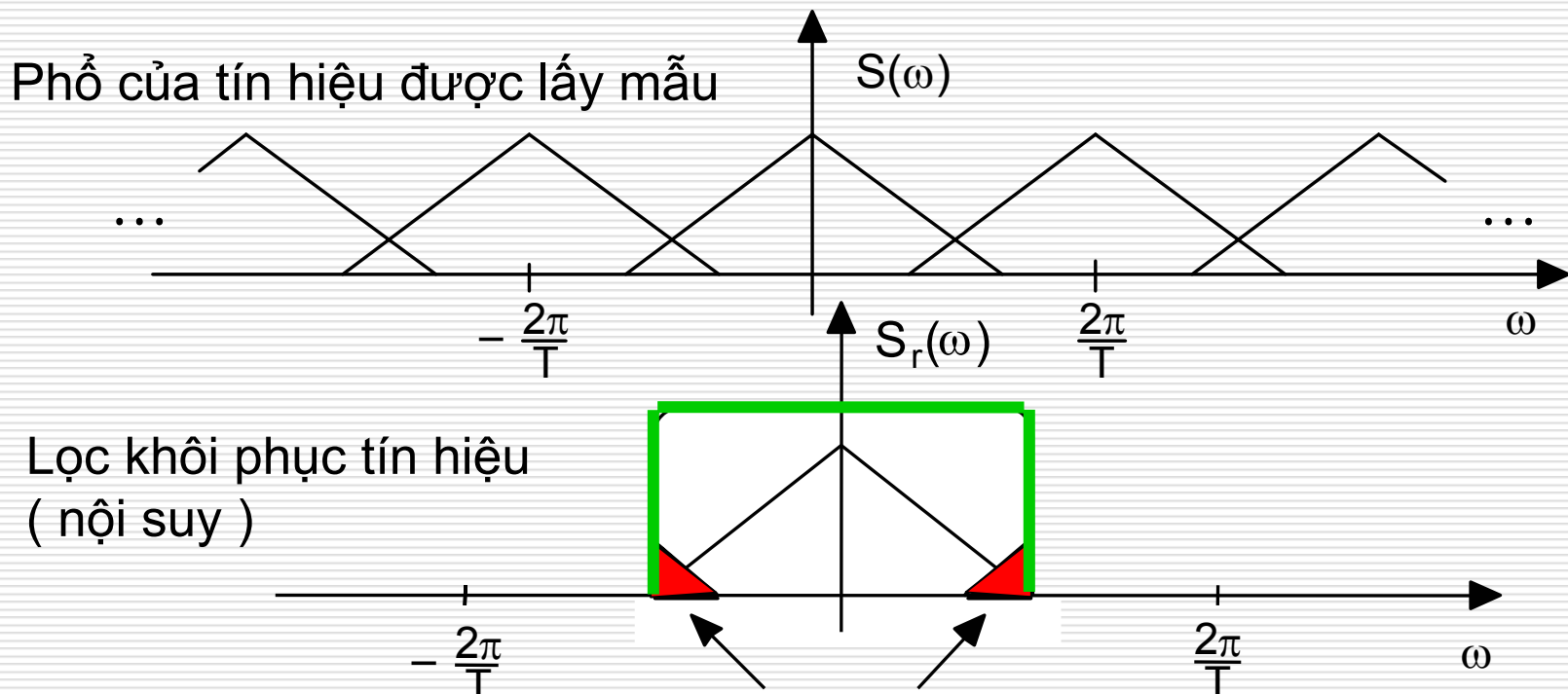
$$P(\omega) = \frac{2\pi}{T_s} \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta\left(\omega - n \frac{2\pi}{T_s}\right)$$





## 4.1.1 Lấy mẫu tín hiệu một chiều

### □ Khôi phục tín hiệu từ các mẫu



**Hiện tượng trùm phổ ( Aliasing )**

## 4.1.1. Lấy mẫu tín hiệu một chiều

---

### □ Định lý lấy mẫu một chiều

- Nếu tín hiệu một chiều được lấy mẫu với tần số đủ lớn, sao cho các bản sao của phổ không chồng lấp, tín hiệu sẽ được khôi phục hoàn toàn bằng bộ lọc tuyến tính bất biến

- Tín hiệu có dải phổ hữu hạn

$$S(\Omega) = 0, \Omega \geq \pi/T$$

- Tần số lấy mẫu:  $F_s \geq 1/T$

- Tần số góc lấy mẫu:  $\Omega_s = 2\pi/T$
-

## 4.1.2. Lấy mẫu tín hiệu hai chiều

### □ Phép lấy mẫu

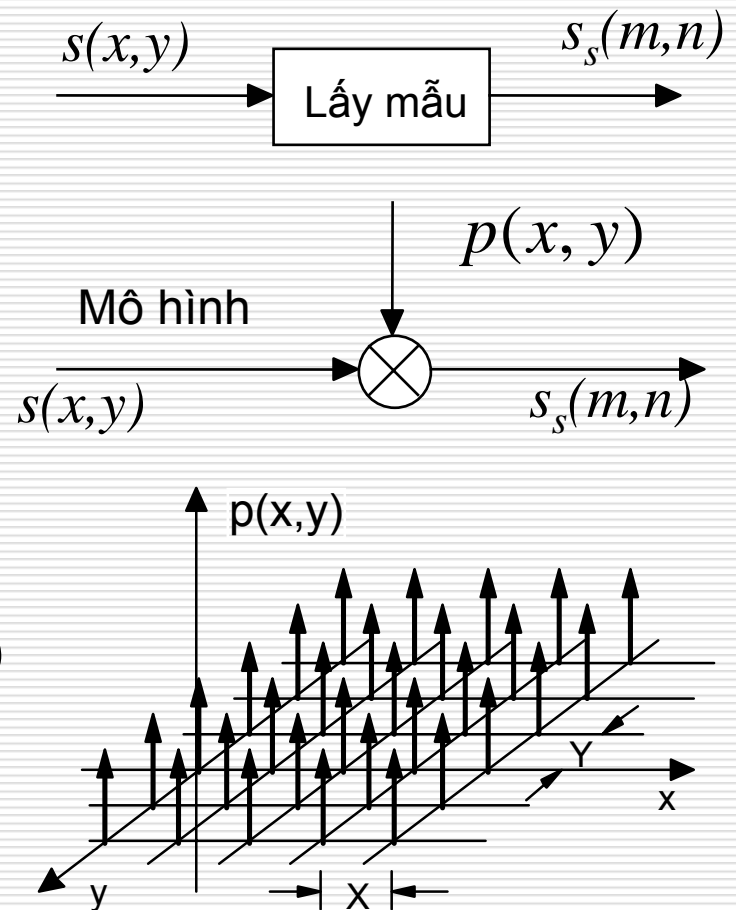
- Lấy mẫu trên hai chiều không gian

□ Trục x: chu kỳ X

□ Trục y: chu kỳ Y

□ Hàm lấy mẫu:  $p(x,y)$

$$p(x, y) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta(x - mX, y - nY)$$

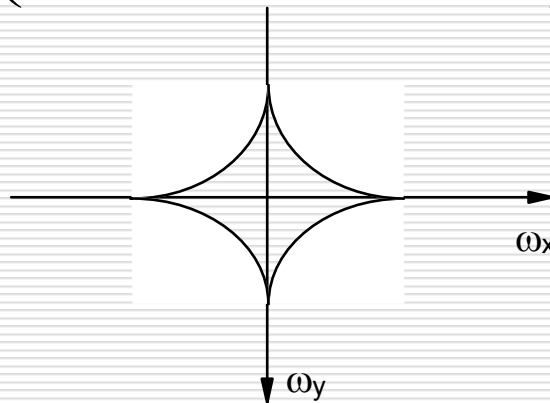
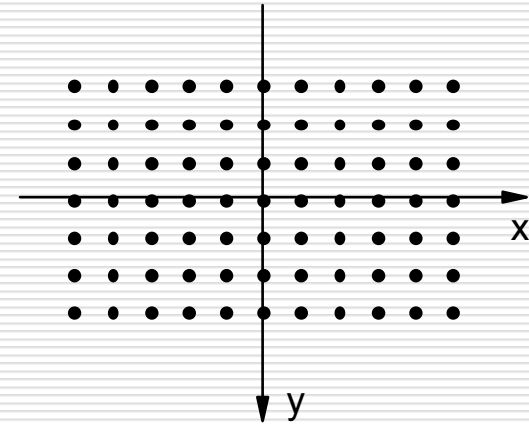
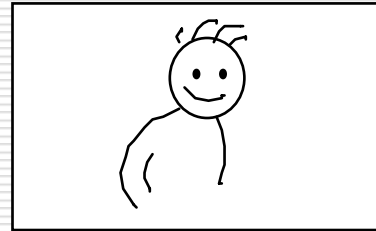


## 4.1.2. Lấy mẫu tín hiệu hai chiều

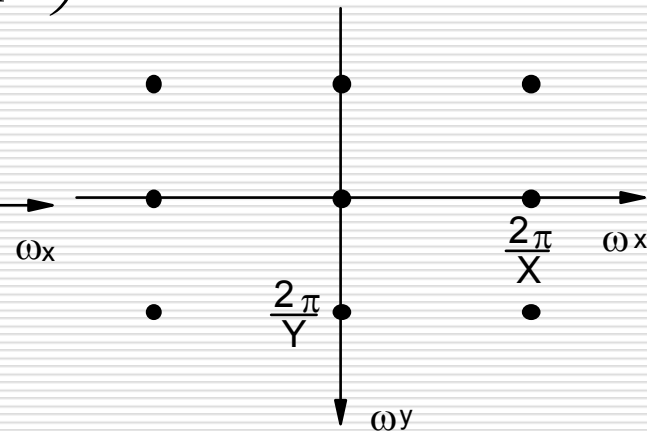
### □ Miền tần số

$$p(x, y) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta(x - mX, y - nY)$$

$$P(\alpha, \beta) = \frac{4\pi^2}{XY} \sum_{m=-\infty}^{\infty} \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta\left(\alpha - m\frac{2\pi}{X}, \beta - n\frac{2\pi}{Y}\right)$$



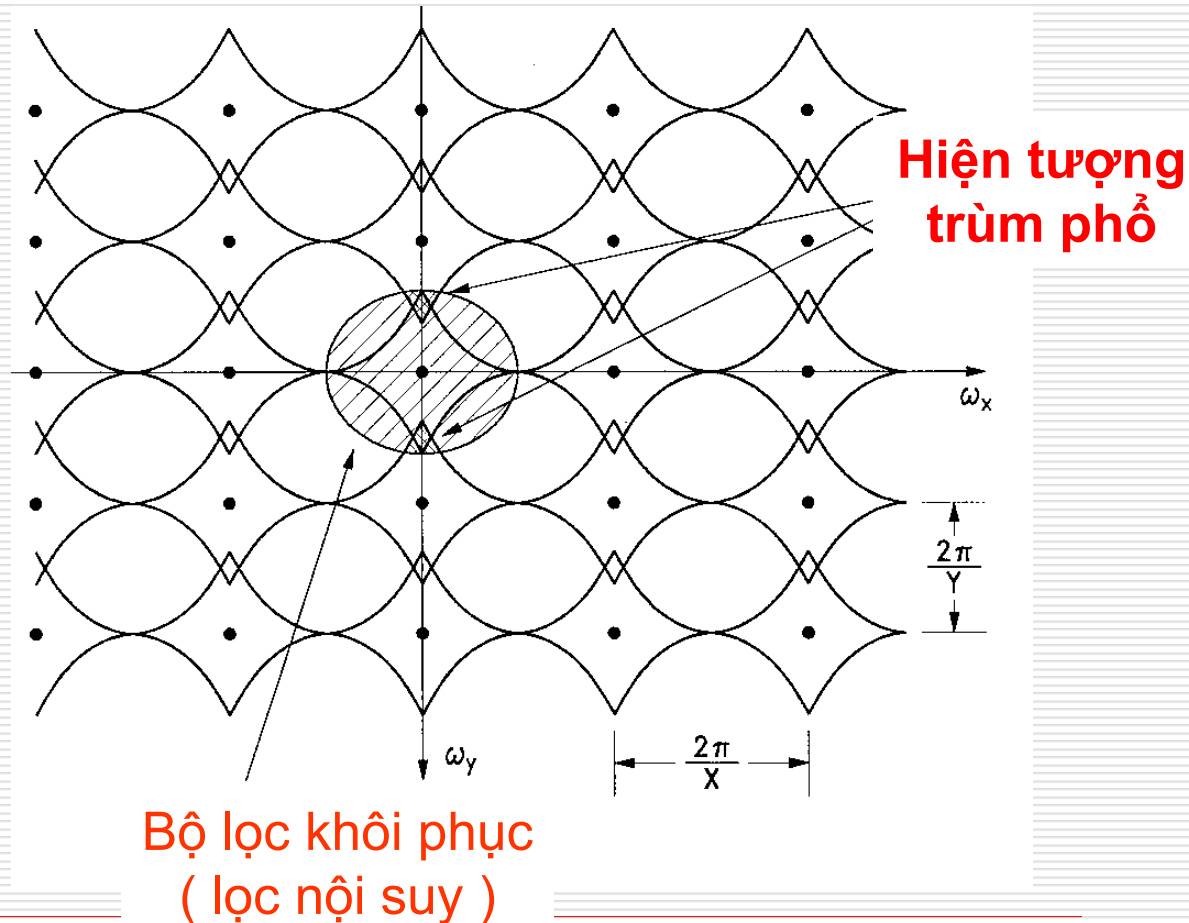
Tín hiệu liên tục



Tín hiệu lấy mẫu

## 4.1.2. Lấy mẫu tín hiệu hai chiều

- Khôi phục tín hiệu từ các mẫu - Hiện tượng trùm phổ



## 4.1.2. Lấy mẫu tín hiệu hai chiều

---

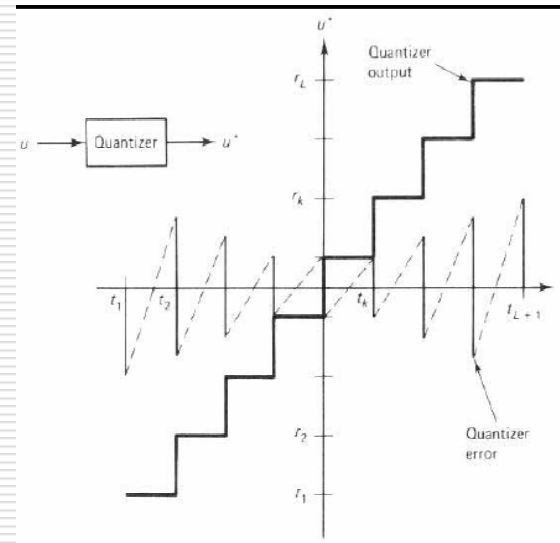
### □ Định lý lấy mẫu hai chiều

- Nếu tín hiệu hai chiều được lấy mẫu với lưới có mật độ đủ lớn sao cho các phiên bản phổ không chồng lấp, tín hiệu có thể được khôi phục bằng bộ lọc tuyến tính bất biến dịch.

## 4.2. Lượng tử hóa ảnh

- Bộ lượng tử hóa không nhớ cho từng mẫu
  - Quá trình mất mát thông tin không phục hồi
    - Ánh xạ nhiều – một
    - Vấn đề tối thiểu hóa sai số lượng tử
  - Sai số trung bình bình phương
    - Đại lượng ngẫu nhiên  $u$  với hàm mật độ phân bố xác suất  $p_u(x)$

$$\begin{aligned}\varepsilon &= E[(u - u')^2] = \int_{t_1}^{t_{L+1}} (x - u'(x))^2 p_u(x) dx = \\ &= \sum_{i=1}^L \int_{t_i}^{t_{i+1}} (x - r_i)^2 p_u(x) dx\end{aligned}$$



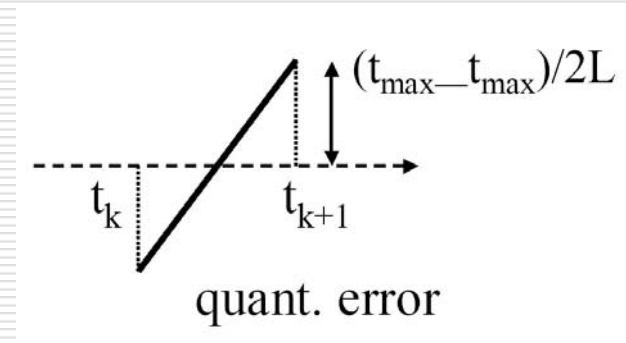
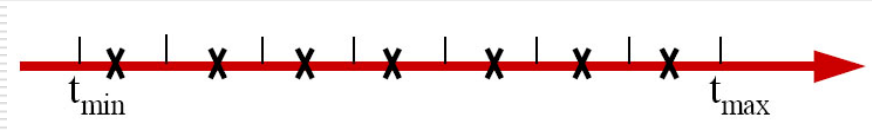
Đáp ứng  
vào-ra của  
bộ lượng tử  
hóa L mức

## 4.2. Lượng tử hóa ảnh

### □ Lượng tử hóa L mức

#### ■ Vấn đề:

- Tối thiểu hóa sai số cho quá trình mất thông tin;
- Lựa chọn L bằng bao nhiêu;
- Khoảng giá trị liên tục nào sẽ được ánh xạ vào giá trị L





## 4.2. Lượng tử hóa ảnh

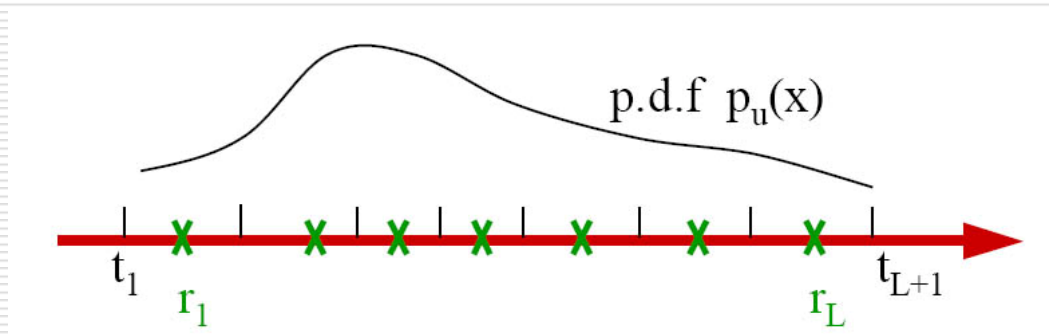
- Lượng tử hóa đều

- Sai số cực đại

- $E_{\max} = (t_{\max} - t_{\min})/2L = A/2L$

- A – dải động

- Vấn đề đặt ra nếu giá trị trong đoạn  $[a, b]$  xuất hiện thường xuyên hơn trong các khoảng khác ?



## 4.2. Lượng tử hóa ảnh

---

- Lượng tử hóa không đều
  - Nhiều mức lượng tử hơn trong khoảng có nhiều giá trị tập trung hơn
  - Tối thiểu hóa sai số theo nghĩa xác suất
    - Cực tiểu sai số trung bình bình phương

$$\varepsilon = E[(u - u')^2] = \int_{t_1}^{t_{L+1}} (x - u'(x))^2 p_u(x) dx = \sum_{i=1}^L \int_{t_i}^{t_{i+1}} (x - r_i)^2 p_u(x) dx$$

- Gán giá trị phạt đối với những sai số lớn
  - Thuận tiện trng tính toán với bình phương sai số
  - Bài toán tối ưu
    - $\{t_k\}$  và  $\{r_k\}$  bằng bao nhiêu !?
    - Điều kiện cần đạt cực trị: đạo hàm bằng 0
-

## 4.2. Lượng tử hóa ảnh

### ☐ Bộ lượng tử MMSE ( Lloyd – Max )

#### ■ Các mức quyết định:

- ☐  $t_k$  - trung điểm đoạn giữa các mức
- ☐  $r_k$  - kỳ vọng tương đối giữa các khoảng quyết định

#### ■ Thực hiện lặp tuần tự

- ☐ Khởi tạo  $\{t_k\}^{(0)}$ , tính  $\{r_k\}^{(0)}$
- ☐ Tính các giá trị mới  $\{t_k\}^{(1)}$ ,  $\{r_k\}^{(1)}$ , ...

#### ■ Với số mức lượng tử lớn

- ☐ Xấp xỉ phân bố hằng số trong khoảng  $[t_k, t_{k+1})$
- ☐ Kết quả được xấp xỉ

$$\left\{ \begin{array}{l} t_k = \frac{r_k + r_{k-1}}{2} \\ r_k = \frac{\int_{t_k}^{t_{k+1}} x p_u(x) dx}{\int_{t_k}^{t_{k+1}} p_u(x) dx} = E(u | u \in [t_k, t_{k+1})) \end{array} \right.$$

## 4.2. Lượng tử hóa ảnh

### □ Bộ lượng tử hóa đối với phân bố đều

#### ■ Lượng tử hóa đều

□ Tối ưu đối với biến ngẫu nhiên phân bố đều theo nghĩa MMSE

□ Sai số trung bình bình phương

□  $MSE = q^2/12$ ,  $q = A/L$

#### ■ SNR

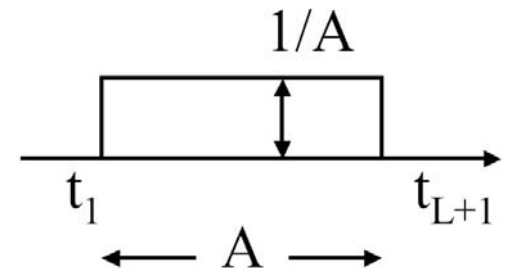
□ Độ lệch chuẩn cho biến phân bố đều:  $A^2/12$

□  $SNR = 20\log_{10}L = (20\log_{10}2)*B \approx 6*B$  ( Db), với  $L = 2^B$

■ Như vậy 1bit tương ứng với 6Db



p.d.f. of uniform distribution



## 4.2. Lượng tử hóa ảnh

---

- Hiệu ứng cảm nhận lượng tử hóa
  - Hiệu ứng đường bao
    - Xuất hiện các đường bao tại các miền chuyển biến trơn của độ rọi phân bố đều khi số bit ít hơn 5-6 bit/pixel
      - Như vậy mắt nhạy cảm với đường bao
    - Vấn đề: làm giảm hiệu ứng đường bao với số mức lượng tử thấp



8 bits / pixel



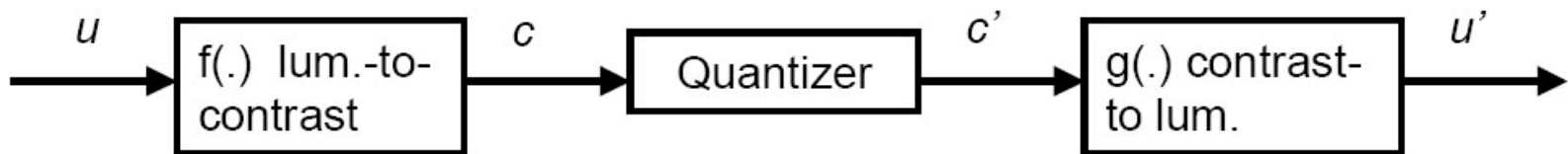
4 bits / pixel



2 bits / pixel

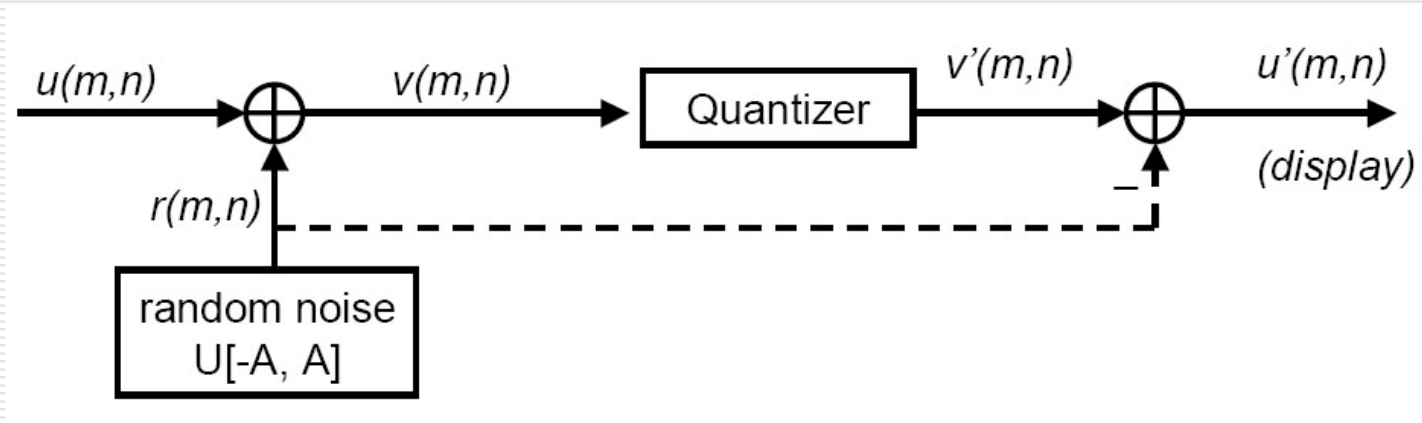
## 4.2. Lượng tử hóa ảnh

- Lượng tử hóa độ tương phản
  - Cảm nhận của thị giác
    - Cảm nhận với độ rọi phân bố không đều
    - Gần như đều tới cảm nhận được độ tương phản
      - $\Delta L/L \sim 0.02$
    - Cần 50 mức độ tương phản
      - 6bit với lượng tử hóa đều
      - 4-5 bit với lượng tử hóa không đều MMSE
  - Lượng tử hóa độ tương phản thay cho độ rọi



## 4.2. Lượng tử hóa ảnh

- Lượng tử hóa với nhiễu giả ngẫu nhiên
  - Thêm nhiễu phân bố đều giả ngẫu nhiên với giá trị trung bình zero trước khi lượng tử hóa
    - Điều này làm cho giá trị trung bình không đổi
  - Đạt được chất lượng chấp nhận được với lượng tử hóa 3bit



## 4.2. Lượng tử hóa ảnh

---

