

# Xử lý ảnh

## Chương 6: Nén ảnh số

Biên soạn: Phạm Văn Sự

Bộ môn Xử lý tín hiệu và Truyền thông  
Khoa Kỹ thuật Điện tử I  
Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông

ver.19a



# Chương 6: Nén ảnh số

## Nội dung chính

### 1 Tổng quan về nén ảnh số

- Tại sao phải nén ảnh số?
- Một số khái niệm cơ bản
- Phân loại và mô hình hệ thống nén ảnh
- Một số chuẩn nén cơ bản

### 2 Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

- Mã hóa Huffman
- RLE
- Mã hóa từ điển LZW
- Mã hóa biến đổi DCT



# Chương 6: Nén ảnh số

## Nội dung chính

### 1 Tổng quan về nén ảnh số

- Tại sao phải nén ảnh số?
- Một số khái niệm cơ bản
- Phân loại và mô hình hệ thống nén ảnh
- Một số chuẩn nén cơ bản

### 2 Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

- Mã hóa Huffman
- RLE
- Mã hóa từ điển LZW
- Mã hóa biến đổi DCT



# Tổng quan về nén ảnh số

Tại sao phải nén ảnh số?

Xem xét lượng dữ liệu cần thiết để biểu diễn một bộ phim tiêu chuẩn SD với khung hình có kích thước  $720 \times 480$ , mỗi điểm ảnh được biểu diễn bằng 24 bit, tốc độ khung hình là 30 fps.



# Tổng quan về nén ảnh số

Tại sao phải nén ảnh số?

Xem xét lượng dữ liệu cần thiết để biểu diễn một bộ phim tiêu chuẩn SD với khung hình có kích thước  $720 \times 480$ , mỗi điểm ảnh được biểu diễn bằng 24 bit, tốc độ khung hình là 30 fps.

- Dữ liệu video trên phải truy cập với tốc độ:



# Tổng quan về nén ảnh số

Tại sao phải nén ảnh số?

Xem xét lượng dữ liệu cần thiết để biểu diễn một bộ phim tiêu chuẩn SD với khung hình có kích thước  $720 \times 480$ , mỗi điểm ảnh được biểu diễn bằng 24 bit, tốc độ khung hình là 30 fps.

- Dữ liệu video trên phải truy cập với tốc độ:

$$\blacktriangleright (720 \times 480) \frac{\text{pixel}}{\text{frame}} \times 3 \frac{\text{bytes}}{\text{pixel}} \times 30 \frac{\text{frame}}{\text{sec}}$$



# Tổng quan về nén ảnh số

Tại sao phải nén ảnh số?

Xem xét lượng dữ liệu cần thiết để biểu diễn một bộ phim tiêu chuẩn SD với khung hình có kích thước  $720 \times 480$ , mỗi điểm ảnh được biểu diễn bằng 24 bit, tốc độ khung hình là 30 fps.

- Dữ liệu video trên phải truy cập với tốc độ:

$$\blacktriangleright (720 \times 480) \frac{\text{pixel}}{\text{frame}} \times 3 \frac{\text{bytes}}{\text{pixel}} \times 30 \frac{\text{frame}}{\text{sec}} = 31,104,000 \text{ [bytes/sec]}$$



# Tổng quan về nén ảnh số

Tại sao phải nén ảnh số?

Xem xét lượng dữ liệu cần thiết để biểu diễn một bộ phim tiêu chuẩn SD với khung hình có kích thước  $720 \times 480$ , mỗi điểm ảnh được biểu diễn bằng 24 bit, tốc độ khung hình là 30 fps.

- Dữ liệu video trên phải truy cập với tốc độ:
  - ▶  $(720 \times 480) \frac{\text{pixel}}{\text{frame}} \times 3 \frac{\text{bytes}}{\text{pixel}} \times 30 \frac{\text{frame}}{\text{sec}} = 31,104,000 \text{ [bytes/sec]}$
- Hai giờ video sẽ có dung lượng:





# Tổng quan về nén ảnh số

Tại sao phải nén ảnh số?

Xem xét lượng dữ liệu cần thiết để biểu diễn một bộ phim tiêu chuẩn SD với khung hình có kích thước  $720 \times 480$ , mỗi điểm ảnh được biểu diễn bằng 24 bit, tốc độ khung hình là 30 fps.

- Dữ liệu video trên phải truy cập với tốc độ:
  - ▶  $(720 \times 480) \frac{\text{pixel}}{\text{frame}} \times 3 \frac{\text{bytes}}{\text{pixel}} \times 30 \frac{\text{frame}}{\text{sec}} = 31,104,000 \text{ [bytes/sec]}$
- Hai giờ video sẽ có dung lượng:
  - ▶  $31,104,000 \frac{\text{bytes}}{\text{sec}} \times 60^2 \frac{\text{sec}}{\text{hr}} \times 2\text{hr}$



# Tổng quan về nén ảnh số

Tại sao phải nén ảnh số?

Xem xét lượng dữ liệu cần thiết để biểu diễn một bộ phim tiêu chuẩn SD với khung hình có kích thước  $720 \times 480$ , mỗi điểm ảnh được biểu diễn bằng 24 bit, tốc độ khung hình là 30 fps.

- Dữ liệu video trên phải truy cập với tốc độ:
  - ▶  $(720 \times 480) \frac{\text{pixel}}{\text{frame}} \times 3 \frac{\text{bytes}}{\text{pixel}} \times 30 \frac{\text{frame}}{\text{sec}} = 31,104,000 \text{ [bytes/sec]}$
- Hai giờ video sẽ có dung lượng:
  - ▶  $31,104,000 \frac{\text{bytes}}{\text{sec}} \times 60^2 \frac{\text{sec}}{\text{hr}} \times 2\text{hr} \approx 2.24 \times 10^{11} \text{ [bytes]}$



# Tổng quan về nén ảnh số

Tại sao phải nén ảnh số?

Xem xét lượng dữ liệu cần thiết để biểu diễn một bộ phim tiêu chuẩn SD với khung hình có kích thước  $720 \times 480$ , mỗi điểm ảnh được biểu diễn bằng 24 bit, tốc độ khung hình là 30 fps.

- Dữ liệu video trên phải truy cập với tốc độ:
  - ▶  $(720 \times 480) \frac{\text{pixel}}{\text{frame}} \times 3 \frac{\text{bytes}}{\text{pixel}} \times 30 \frac{\text{frame}}{\text{sec}} = 31,104,000 \text{ [bytes/sec]}$
- Hai giờ video sẽ có dung lượng:
  - ▶  $31,104,000 \frac{\text{bytes}}{\text{sec}} \times 60^2 \frac{\text{sec}}{\text{hr}} \times 2\text{hr} \approx 2.24 \times 10^{11} \text{ [bytes]} \approx 224 \text{ [GB]}$



# Tổng quan về nén ảnh số

Tại sao phải nén ảnh số?

Xem xét lượng dữ liệu cần thiết để biểu diễn một bộ phim tiêu chuẩn SD với khung hình có kích thước  $720 \times 480$ , mỗi điểm ảnh được biểu diễn bằng 24 bit, tốc độ khung hình là 30 fps.

- Dữ liệu video trên phải truy cập với tốc độ:
  - ▶  $(720 \times 480) \frac{\text{pixel}}{\text{frame}} \times 3 \frac{\text{bytes}}{\text{pixel}} \times 30 \frac{\text{frame}}{\text{sec}} = 31,104,000 \text{ [bytes/sec]}$
- Hai giờ video sẽ có dung lượng:
  - ▶  $31,104,000 \frac{\text{bytes}}{\text{sec}} \times 60^2 \frac{\text{sec}}{\text{hr}} \times 2\text{hr} \approx 2.24 \times 10^{11} \text{ [bytes]} \approx 224 \text{ [GB]}$ 
    - ★  $\Rightarrow$  Cần 27 đĩa DVD dual-layer dung lượng 8.5GB



# Tổng quan về nén ảnh số

## Tại sao phải nén ảnh số?

Xem xét lượng dữ liệu cần thiết để biểu diễn một bộ phim tiêu chuẩn SD với khung hình có kích thước  $720 \times 480$ , mỗi điểm ảnh được biểu diễn bằng 24 bit, tốc độ khung hình là 30 fps.

- Dữ liệu video trên phải truy cập với tốc độ:
  - ▶  $(720 \times 480) \frac{\text{pixel}}{\text{frame}} \times 3 \frac{\text{bytes}}{\text{pixel}} \times 30 \frac{\text{frame}}{\text{sec}} = 31,104,000 \text{ [bytes/sec]}$
- Hai giờ video sẽ có dung lượng:
  - ▶  $31,104,000 \frac{\text{bytes}}{\text{sec}} \times 60^2 \frac{\text{sec}}{\text{hr}} \times 2\text{hr} \approx 2.24 \times 10^{11} \text{ [bytes]} \approx 224 \text{ [GB]}$ 
    - ★  $\Rightarrow$  Cần 27 đĩa DVD dual-layer dung lượng 8.5GB
    - ★ Để lưu trong một đĩa DVD DVD dual-layer dung lượng 8.5GB duy nhất  $\rightarrow$  cần nén với tỷ lệ  $\approx 26.3 : 1$



# Tổng quan về nén ảnh số

## Tại sao phải nén ảnh số?

Xem xét lượng dữ liệu cần thiết để biểu diễn một bộ phim tiêu chuẩn SD với khung hình có kích thước  $720 \times 480$ , mỗi điểm ảnh được biểu diễn bằng 24 bit, tốc độ khung hình là 30 fps.

- Dữ liệu video trên phải truy cập với tốc độ:

- ▶  $(720 \times 480) \frac{\text{pixel}}{\text{frame}} \times 3 \frac{\text{bytes}}{\text{pixel}} \times 30 \frac{\text{frame}}{\text{sec}} = 31,104,000 \text{ [bytes/sec]}$

- Hai giờ video sẽ có dung lượng:

- ▶  $31,104,000 \frac{\text{bytes}}{\text{sec}} \times 60^2 \frac{\text{sec}}{\text{hr}} \times 2\text{hr} \approx 2.24 \times 10^{11} \text{ [bytes]} \approx 224 \text{ [GB]}$

- ★  $\Rightarrow$  Cần 27 đĩa DVD dual-layer dung lượng 8.5GB

- ★ Để lưu trong một đĩa DVD DVD dual-layer dung lượng 8.5GB duy nhất  $\rightarrow$  cần nén với tỷ lệ  $\approx 26.3 : 1$

- Tỷ lệ nén phải cao hơn nữa với chuẩn HD



# Tổng quan về nén ảnh số

Tại sao phải nén ảnh số?

Một camera loại 6Mpixel với độ phân giải bit bằng 3.



# Tổng quan về nén ảnh số

Tại sao phải nén ảnh số?

Một camera loại 6Mpixel với độ phân giải bit bằng 3.

- Giả sử camera có độ phân giải  $3,000 \times 2,000$





# Tổng quan về nén ảnh số

Tại sao phải nén ảnh số?

Một camera loại 6Mpixel với độ phân giải bit bằng 3.

- Giả sử camera có độ phân giải  $3,000 \times 2,000$
- $\Rightarrow$  Mỗi ảnh có dung lượng:  $\approx 18$  [MB]



# Tổng quan về nén ảnh số

Tại sao phải nén ảnh số?

Một camera loại 6Mpixel với độ phân giải bit bằng 3.

- Giả sử camera có độ phân giải  $3,000 \times 2,000$
- $\Rightarrow$  Mỗi ảnh có dung lượng:  $\approx 18$  [MB]
- $\Rightarrow$  Với khoảng 56 ảnh thì dung lượng  $\approx 1\text{GB}$



# Tổng quan về nén ảnh số

Tại sao phải nén ảnh số?

Sử dụng dịch vụ 3G của một nhà cung cấp với mức cước 46,000 [VNĐ/MB] cho dịch vụ xem video trực tuyến với thông số  $352 \times 240$ , RGB 8 [bit/màu], 15fps.



# Tổng quan về nén ảnh số

Tại sao phải nén ảnh số?

Sử dụng dịch vụ 3G của một nhà cung cấp với mức cước 46,000 [VNĐ/MB] cho dịch vụ xem video trực tuyến với thông số  $352 \times 240$ , RGB 8 [bit/màu], 15fps.

- Tốc độ dữ liệu tải xuống  $\approx 3.8$  [MB/sec]



# Tổng quan về nén ảnh số

Tại sao phải nén ảnh số?

Sử dụng dịch vụ 3G của một nhà cung cấp với mức cước 46,000 [VNĐ/MB] cho dịch vụ xem video trực tuyến với thông số  $352 \times 240$ , RGB 8 [bit/màu], 15fps.

- Tốc độ dữ liệu tải xuống  $\approx 3.8$  [MB/sec]
- Mỗi giây tiêu tốn khoảng 174,000 VNĐ



# Tổng quan về nén ảnh số

Tại sao phải nén ảnh số?

- Cần thiết cho: Lưu trữ; Truyền tải



# Tổng quan về nén ảnh số

Tại sao phải nén ảnh số?

- Cần thiết cho: Lưu trữ; Truyền tải

Nén dữ liệu ảnh là tìm kiếm phương pháp nhằm biểu diễn thông tin ảnh với một lượng dữ liệu nhỏ nhất



# Tổng quan về nén ảnh số

Tại sao phải nén ảnh số?

- Cần thiết cho: Lưu trữ; Truyền tải

Nén dữ liệu ảnh là tìm kiếm phương pháp nhằm biểu diễn thông tin ảnh với một lượng dữ liệu nhỏ nhất

## Định lý mã hóa thứ nhất của Shannon

Với một nguồn rời rạc không nhớ  $\mathbf{X}$ , độ dài trung bình từ mã  $\bar{l}$  của bất cứ bộ mã nào là kết quả của phép mã hóa không tổn hao không thể nhỏ hơn entropy của nguồn. Nói cách khác

$$\bar{l} \geq H(X)$$





# Tổng quan về nén ảnh số

Tại sao phải nén ảnh số?

- Cần thiết cho: Lưu trữ; Truyền tải

Nén dữ liệu ảnh là tìm kiếm phương pháp nhằm biểu diễn thông tin ảnh với một lượng dữ liệu nhỏ nhất

## Định lý mã hóa thứ nhất của Shannon

Với một nguồn rời rạc không nhớ  $\mathbf{X}$ , độ dài trung bình từ mã  $\bar{l}$  của bất cứ bộ mã nào là kết quả của phép mã hóa không tổn hao không thể nhỏ hơn entropy của nguồn. Nói cách khác

$$\bar{l} \geq H(X)$$

## Định lý mã hóa thứ hai của Shannon

Nếu tốc độ dữ liệu  $R$  không vượt quá khả năng thông qua của kênh  $C'$  thì có thể xây dựng được phép mã hóa cho phép truyền tin một cách tin cậy qua kênh có nhiễu. Nói cách khác:

$$\text{Nếu } R \leq C' \text{ thì } \exists \mathcal{C} : p_e \rightarrow 0 \text{ khi } l \rightarrow \infty$$

# Chương 6: Nén ảnh số

## Nội dung chính

### 1 Tổng quan về nén ảnh số

- Tại sao phải nén ảnh số?
- Một số khái niệm cơ bản
- Phân loại và mô hình hệ thống nén ảnh
- Một số chuẩn nén cơ bản

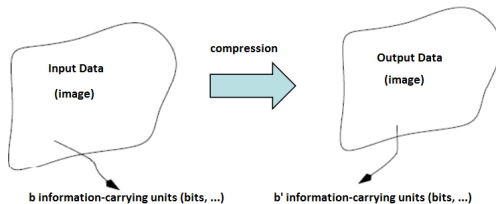
### 2 Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

- Mã hóa Huffman
- RLE
- Mã hóa từ điển LZW
- Mã hóa biến đổi DCT



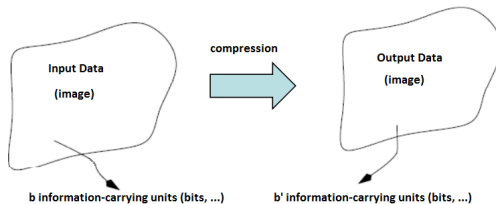
# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Tỷ số nén, Độ dư thừa dữ liệu tương đối



# Tổng quan về nén ảnh số

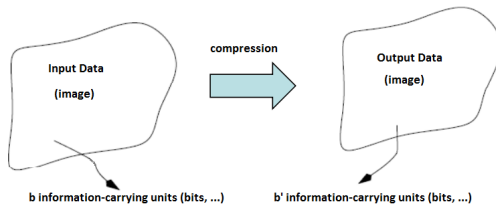
Một số khái niệm cơ bản: Tỷ số nén, Độ dư thừa dữ liệu tương đối



- Tỷ số nén dữ liệu  $C_R = \frac{b}{b'}$

# Tổng quan về nén ảnh số

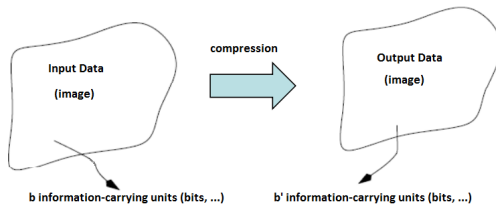
Một số khái niệm cơ bản: Tỷ số nén, Độ dư thừa dữ liệu tương đối



- Tỷ số nén dữ liệu  $C_R = \frac{b}{b'}$ 
  - ▶ Thường viết  $C : 1$

# Tổng quan về nén ảnh số

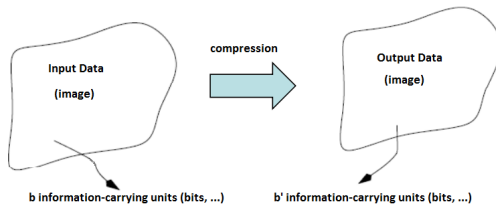
Một số khái niệm cơ bản: Tỷ số nén, Độ dư thừa dữ liệu tương đối



- Tỷ số nén dữ liệu  $C_R = \frac{b}{b'}$ 
  - ▶ Thường viết  $C : 1$
- Độ dư thừa dữ liệu tương đối  $R_D = 1 - \frac{1}{C_R}$

# Tổng quan về nén ảnh số

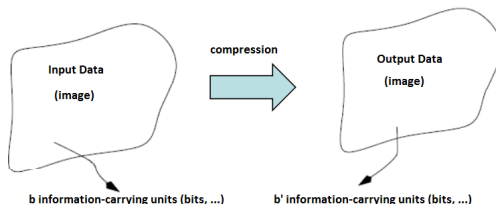
Một số khái niệm cơ bản: Tỷ số nén, Độ dư thừa dữ liệu tương đối



- Tỷ số nén dữ liệu  $C_R = \frac{b}{b'}$ 
  - ▶ Thường viết  $C : 1$
- Độ dư thừa dữ liệu tương đối  $R_D = 1 - \frac{1}{C_R}$ 
  - ▶ Đôi khi viết  $R_D \times 100\%$

# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Tỷ số nén, Độ dư thừa dữ liệu tương đối

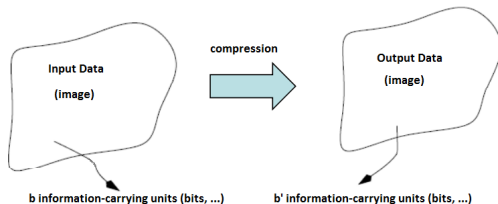


- Tỷ số nén dữ liệu  $C_R = \frac{b}{b'}$ 
  - ▶ Thường viết  $C : 1$
- Độ dư thừa dữ liệu tương đối  $R_D = 1 - \frac{1}{C_R}$ 
  - ▶ Đôi khi viết  $R_D \times 100\%$
- Một hệ thống nén ảnh đạt được tỷ số nén  $C_R = 10$  (giả sử nén bảo toàn thông tin)
  - ▶ Tỷ số nén có thể viết:  $10 : 1 \Rightarrow$  cùng một lượng thông tin, biểu diễn trước khi nén dùng 10 bit để biểu diễn; biểu diễn sau khi nén chỉ dùng 1 bit để biểu diễn
  - ▶  $\Rightarrow R_D = 0.9 \Rightarrow 90\%$  dữ liệu trong biểu diễn trước khi nén là dữ liệu dư thừa



# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Tỷ số nén, Độ dư thừa dữ liệu tương đối



- Tỷ số nén dữ liệu  $C_R = \frac{b}{b'}$ 
  - ▶ Thường viết  $C : 1$
- Độ dư thừa dữ liệu tương đối  $R_D = 1 - \frac{1}{C_R}$ 
  - ▶ Đôi khi viết  $R_D \times 100\%$
- Nếu  $b = b' \Rightarrow$  Lượng dữ liệu biểu diễn giữ nguyên:  $C_R = 1, R_D = 0$
- Nếu  $b \ll b' \Rightarrow$  Lượng dữ liệu biểu diễn được mở rộng (chèn thêm dữ liệu):  
 $C_R \rightarrow 0, R_D \rightarrow \infty$
- Nếu  $b \gg b' \Rightarrow$  Lượng dữ liệu biểu diễn được giảm nhỏ:  $C_R \rightarrow \infty, R_D \rightarrow 0$

# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Các loại dữ liệu dư thừa trong ảnh số

- Ba loại dư thừa dữ liệu chính trong ảnh số:



# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Các loại dữ liệu dư thừa trong ảnh số

- Ba loại dư thừa dữ liệu chính trong ảnh số:
  - ▶ Dư thừa mã hóa



# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Các loại dữ liệu dư thừa trong ảnh số

- Ba loại dư thừa dữ liệu chính trong ảnh số:
  - ▶ Dư thừa mã hóa
  - ▶ Dư thừa không gian, thời gian



# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Các loại dữ liệu dư thừa trong ảnh số

- Ba loại dư thừa dữ liệu chính trong ảnh số:
  - ▶ Dư thừa mã hóa
  - ▶ Dư thừa không gian, thời gian
  - ▶ Những thông tin không thích hợp



# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Các loại dữ liệu dư thừa trong ảnh số

- Ba loại dư thừa dữ liệu chính trong ảnh số:
  - ▶ **Dư thừa mã hóa**
  - ▶ Dư thừa không gian, thời gian
  - ▶ Những thông tin không thích hợp



# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Các loại dữ liệu dư thừa trong ảnh số

- Ba loại dư thừa dữ liệu chính trong ảnh số:
  - ▶ **Dư thừa mã hóa**
  - ▶ Dư thừa không gian, thời gian
  - ▶ Những thông tin không thích hợp



# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Các loại dữ liệu dư thừa trong ảnh số

- Ba loại dư thừa dữ liệu chính trong ảnh số:

- ▶ **Dư thừa mã hóa**
- ▶ Dư thừa không gian, thời gian
- ▶ Những thông tin không thích hợp



- Xác suất một điểm ảnh có giá trị mức xám  $r_k \in [0, L - 1]$  trong ảnh  $I$  ( $M \times N$ ):  $p(r_k) = \frac{n_k}{MN}$

- ▶  $n_k$ : số mức xám có giá trị  $r_k$

- Độ dài từ mã biểu diễn mức xám  $r_k$ :  $l(r_k) = l_k$  [bit]

- ▶ Độ dài trung bình từ mã:

$$L_{avg} = \bar{l} = \sum_{k=0}^{L-1} p(r_k) l_k$$

- ★ Nếu sử dụng mã đều độ dài  $m$   
 $\Rightarrow L_{avg} = \bar{l} = m$

- ▶  $\equiv$  Số bit trung bình được dùng để biểu diễn mỗi giá trị mức xám trong ảnh

- Dung lượng ảnh:  $MNL_{avg}$



# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Các loại dữ liệu dư thừa trong ảnh số

- Ba loại dư thừa dữ liệu chính trong ảnh số:
  - ▶ **Dư thừa mã hóa**
  - ▶ Dư thừa không gian, thời gian
  - ▶ Những thông tin không thích hợp



$r_k$	$p_i(r_k)$	Code 1	$l_1(r_k)$	Code 2	$l_2(r_k)$
$r_{87} = 87$	0.25	01010111	8	01	2
$r_{128} = 128$	0.47	10000000	8	1	1
$r_{186} = 186$	0.25	11000100	8	000	3
$r_{255} = 255$	0.03	11111111	8	001	3
$r_k$ for $k \neq 87, 128, 186, 255$	0	—	8	—	0

# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Các loại dữ liệu dư thừa trong ảnh số

- Ba loại dư thừa dữ liệu chính trong ảnh số:
  - ▶ **Dư thừa mã hóa**
  - ▶ Dư thừa không gian, thời gian
  - ▶ Những thông tin không thích hợp



$r_k$	$p_c(r_k)$	Code 1	$l_1(r_k)$	Code 2	$l_2(r_k)$
$r_{87} = 87$	0.25	01010111	8	01	2
$r_{128} = 128$	0.47	10000000	8	1	1
$r_{186} = 186$	0.25	11000100	8	000	3
$r_{255} = 255$	0.03	11111111	8	001	3
$r_k$ for $k \neq 87, 128, 186, 255$	0	—	8	—	0

- Bộ mã số 1:

- Bộ mã số 2:

# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Các loại dữ liệu dư thừa trong ảnh số

- Ba loại dư thừa dữ liệu chính trong ảnh số:
  - ▶ **Dư thừa mã hóa**
  - ▶ Dư thừa không gian, thời gian
  - ▶ Những thông tin không thích hợp



$r_k$	$p(r_k)$	Code 1	$l_1(r_k)$	Code 2	$l_2(r_k)$
$r_{87} = 87$	0.25	01010111	8	01	2
$r_{128} = 128$	0.47	10000000	8	1	1
$r_{186} = 186$	0.25	11000100	8	000	3
$r_{255} = 255$	0.03	11111111	8	001	3
$r_k$ for $k \neq 87, 128, 186, 255$	0	—	8	—	0

- Bộ mã số 1:

- ▶  $L_{avg} = \bar{l} = 8$  [bit]

- Bộ mã số 2:

- ▶  $L_{avg} = \bar{l} = \sum_{k=1}^4 p(r_k) l_k = 1.81$  [bit]

# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Các loại dữ liệu dư thừa trong ảnh số

- Ba loại dư thừa dữ liệu chính trong ảnh số:
  - ▶ **Dư thừa mã hóa**
  - ▶ Dư thừa không gian, thời gian
  - ▶ Những thông tin không thích hợp



$r_k$	$p_i(r_k)$	Code 1	$l_i(r_k)$	Code 2	$l_2(r_k)$
$r_{87} = 87$	0.25	01010111	8	01	2
$r_{128} = 128$	0.47	10000000	8	1	1
$r_{186} = 186$	0.25	11000100	8	000	3
$r_{255} = 255$	0.03	11111111	8	001	3
$r_k$ for $k \neq 87, 128, 186, 255$	0	—	8	—	0

- Bộ mã số 1:

- ▶  $L_{avg} = \bar{l} = 8$  [bit]
- ▶ Dung lượng file:  $256 \times 256 \times 8$  [bit]

- Bộ mã số 2:

- ▶  $L_{avg} = \bar{l} = \sum_{k=1}^4 p(r_k) l_k = 1.81$  [bit]
- ▶ Dung lượng file:  $256 \times 256 \times 1.81$  [bit]



# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Các loại dữ liệu dư thừa trong ảnh số

- Ba loại dư thừa dữ liệu chính trong ảnh số:
  - ▶ **Dư thừa mã hóa**
  - ▶ Dư thừa không gian, thời gian
  - ▶ Những thông tin không thích hợp



$r_k$	$p(r_k)$	Code 1	$l_1(r_k)$	Code 2	$l_2(r_k)$
$r_{87} = 87$	0.25	01010111	8	01	2
$r_{128} = 128$	0.47	10000000	8	1	1
$r_{186} = 186$	0.25	11000100	8	000	3
$r_{255} = 255$	0.03	11111111	8	001	3
$r_k$ for $k \neq 87, 128, 186, 255$	0	—	8	—	0

- Bộ mã số 1:

- ▶  $L_{avg} = \bar{l} = 8$  [bit]
- ▶ Dung lượng file:  $256 \times 256 \times 8$  [bit]

- Bộ mã số 2:

- ▶  $L_{avg} = \bar{l} = \sum_{k=1}^4 p(r_k) l_k = 1.81$  [bit]
- ▶ Dung lượng file:  $256 \times 256 \times 1.81$  [bit]

- Tỷ số nén giữa bộ mã số 1 và 2:  $C_R = \frac{256 \times 256 \times 8}{256 \times 256 \times 1.81} = \frac{8}{1.81} \approx 4.42$



# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Các loại dữ liệu dư thừa trong ảnh số

- Ba loại dư thừa dữ liệu chính trong ảnh số:
  - ▶ **Dư thừa mã hóa**
  - ▶ Dư thừa không gian, thời gian
  - ▶ Những thông tin không thích hợp



$r_k$	$p(r_k)$	Code 1	$l_1(r_k)$	Code 2	$l_2(r_k)$
$r_{87} = 87$	0.25	01010111	8	01	2
$r_{128} = 128$	0.47	10000000	8	1	1
$r_{186} = 186$	0.25	11000100	8	000	3
$r_{255} = 255$	0.03	11111111	8	001	3
$r_k$ for $k \neq 87, 128, 186, 255$	0	—	8	—	0

- Bộ mã số 1:

- ▶  $L_{avg} = \bar{l} = 8$  [bit]
- ▶ Dung lượng file:  $256 \times 256 \times 8$  [bit]

- Bộ mã số 2:

- ▶  $L_{avg} = \bar{l} = \sum_{k=1}^4 p(r_k) l_k = 1.81$  [bit]
- ▶ Dung lượng file:  $256 \times 256 \times 1.81$  [bit]

- Tỷ số nén giữa bộ mã số 1 và 2:  $C_R = \frac{256 \times 256 \times 8}{256 \times 256 \times 1.81} = \frac{8}{1.81} \approx 4.42$

- Độ dư thừa dữ liệu tương đối giữa bộ mã số 1 và 2:  $R_D = 1 - \frac{1}{C_R} = 0.774$



# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Các loại dữ liệu dư thừa trong ảnh số

- Ba loại dư thừa dữ liệu chính trong ảnh số:
  - ▶ **Dư thừa mã hóa**
  - ▶ Dư thừa không gian, thời gian
  - ▶ Những thông tin không thích hợp



$r_k$	$p(r_k)$	Code 1	$l_1(r_k)$	Code 2	$l_2(r_k)$
$r_{87} = 87$	0.25	01010111	8	01	2
$r_{128} = 128$	0.47	10000000	8	1	1
$r_{186} = 186$	0.25	11000100	8	000	3
$r_{255} = 255$	0.03	11111111	8	001	3
$r_k$ for $k \neq 87, 128, 186, 255$	0	—	8	—	0

- Bộ mã số 1:

- ▶  $L_{avg} = \bar{l} = 8$  [bit]
- ▶ Dung lượng file:  $256 \times 256 \times 8$  [bit]

- Bộ mã số 2:

- ▶  $L_{avg} = \bar{l} = \sum_{k=1}^4 p(r_k) l_k = 1.81$  [bit]
- ▶ Dung lượng file:  $256 \times 256 \times 1.81$  [bit]

- Tỷ số nén giữa bộ mã số 1 và 2:  $C_R = \frac{256 \times 256 \times 8}{256 \times 256 \times 1.81} = \frac{8}{1.81} \approx 4.42$

- Độ dư thừa dữ liệu tương đối giữa bộ mã số 1 và 2:  $R_D = 1 - \frac{1}{C_R} = 0.774$

→ 77.4% dữ liệu trong biểu diễn bởi bộ mã số 1 là dư thừa



# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Các loại dữ liệu dư thừa trong ảnh số

- Ba loại dư thừa dữ liệu chính trong ảnh số:
  - ▶ Dư thừa mã hóa
  - ▶ **Dư thừa không gian**, thời gian
  - ▶ Những thông tin không thích hợp





# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Các loại dữ liệu dư thừa trong ảnh số

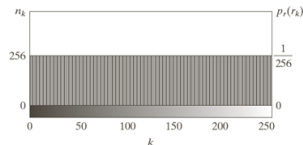
- Ba loại dư thừa dữ liệu chính trong ảnh số:
  - ▶ Dư thừa mã hóa
  - ▶ **Dư thừa không gian**, thời gian
  - ▶ Những thông tin không thích hợp



# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Các loại dữ liệu dư thừa trong ảnh số

- Ba loại dư thừa dữ liệu chính trong ảnh số:
  - ▶ Dư thừa mã hóa
  - ▶ **Dư thừa không gian**, thời gian
  - ▶ Những thông tin không thích hợp



# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Các loại dữ liệu dư thừa trong ảnh số

- Ba loại dư thừa dữ liệu chính trong ảnh số:
  - ▶ Dư thừa mã hóa
  - ▶ **Dư thừa không gian**, thời gian
  - ▶ Những thông tin không thích hợp



- Tất cả 256 mức xám đồng xác suất
  - ▶ Các điểm ảnh độc lập theo phương thẳng đứng
  - ▶ Các điểm ảnh giống hệt nhau theo phương ngang

# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Các loại dữ liệu dư thừa trong ảnh số

- Ba loại dư thừa dữ liệu chính trong ảnh số:

- ▶ Dư thừa mã hóa
- ▶ **Dư thừa không gian**, thời gian
- ▶ Những thông tin không thích hợp



- Ảnh không thể đơn thuần được nén bằng cách sử dụng mã tối ưu
- Ảnh có một sự dư thừa không gian khá lớn
  - ▶ Sử dụng cặp mã dài chạy: xác định vị trí bắt đầu và số lượng các điểm ảnh liên tiếp có cùng mức xám

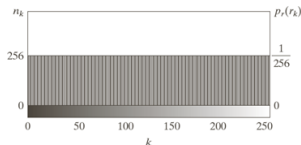
# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Các loại dữ liệu dư thừa trong ảnh số

- Ba loại dư thừa dữ liệu chính trong ảnh số:
  - ▶ Dư thừa mã hóa
  - ▶ **Dư thừa không gian**, thời gian
  - ▶ Những thông tin không thích hợp



- Dùng mã đều 8-bit:

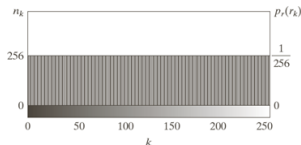


- Dùng cặp mã dài chạy:

# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Các loại dữ liệu dư thừa trong ảnh số

- Ba loại dư thừa dữ liệu chính trong ảnh số:
  - ▶ Dư thừa mã hóa
  - ▶ **Dư thừa không gian**, thời gian
  - ▶ Những thông tin không thích hợp



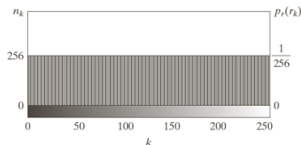
- Dùng mã đều 8-bit:
  - ▶ Dung lượng file:  $256 \times 256 \times 8$

- Dùng cặp mã dài chạy:
  - ▶ Dung lượng file:  $(256 + 256) \times 8$

# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Các loại dữ liệu dư thừa trong ảnh số

- Ba loại dư thừa dữ liệu chính trong ảnh số:
  - ▶ Dư thừa mã hóa
  - ▶ **Dư thừa không gian**, thời gian
  - ▶ Những thông tin không thích hợp

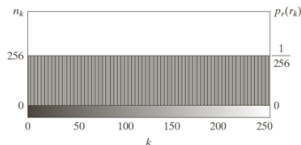


- Dùng mã đều 8-bit:
  - ▶ Dung lượng file:  $256 \times 256 \times 8$
- Dùng cặp mã dài chạy:
  - ▶ Dung lượng file:  $(256 + 256) \times 8$
- Tỷ số nén giữa phương pháp 1 và 2:  $C_R = \frac{256 \times 256 \times 8}{(256 + 256) \times 8} = 128$  hay  $128 : 1$

# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Các loại dữ liệu dư thừa trong ảnh số

- Ba loại dư thừa dữ liệu chính trong ảnh số:
  - ▶ Dư thừa mã hóa
  - ▶ **Dư thừa không gian**, thời gian
  - ▶ Những thông tin không thích hợp



- Dùng mã đều 8-bit:
  - ▶ Dung lượng file:  $256 \times 256 \times 8$
- Dùng cặp mã dài chạy:
  - ▶ Dung lượng file:  $(256 + 256) \times 8$
- Tỷ số nén giữa phương pháp 1 và 2:  $C_R = \frac{256 \times 256 \times 8}{(256 + 256) \times 8} = 128$  hay  $128 : 1$
- Độ dư thừa dữ liệu tương đối giữa hai phương pháp:  $R_D = 1 - \frac{1}{C_R} = 0.992$

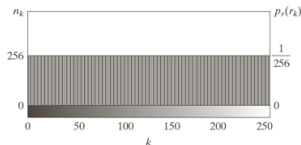




# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Các loại dữ liệu dư thừa trong ảnh số

- Ba loại dư thừa dữ liệu chính trong ảnh số:
  - ▶ Dư thừa mã hóa
  - ▶ **Dư thừa không gian**, thời gian
  - ▶ Những thông tin không thích hợp



- Dùng mã đều 8-bit:
  - ▶ Dung lượng file:  $256 \times 256 \times 8$
- Dùng cặp mã dài chạy:
  - ▶ Dung lượng file:  $(256 + 256) \times 8$
- Tỷ số nén giữa phương pháp 1 và 2:  $C_R = \frac{256 \times 256 \times 8}{(256 + 256) \times 8} = 128$  hay  $128 : 1$
- Độ dư thừa dữ liệu tương đối giữa hai phương pháp:  $R_D = 1 - \frac{1}{C_R} = 0.992$ 
  - ▶  $\Rightarrow 99.2\%$  dữ liệu trong biểu diễn bởi phương pháp 1 là dư thừa

TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ THÔNG TIN  
HỌC KỲ 2019-2020  
MÔN HỌC: XỬ LÝ ẢNH SỐ

# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Các loại dữ liệu dư thừa trong ảnh số

- Ba loại dư thừa dữ liệu chính trong ảnh số:
  - ▶ Dư thừa mã hóa
  - ▶ **Dư thừa không gian, thời gian**
  - ▶ Những thông tin không thích hợp



# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Các loại dữ liệu dư thừa trong ảnh số

- Ba loại dư thừa dữ liệu chính trong ảnh số:
  - ▶ Dư thừa mã hóa
  - ▶ **Dư thừa không gian, thời gian**
  - ▶ Những thông tin không thích hợp



# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Các loại dữ liệu dư thừa trong ảnh số

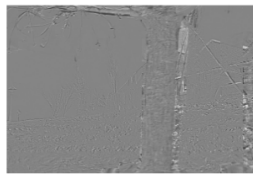
- Ba loại dư thừa dữ liệu chính trong ảnh số:
  - ▶ Dư thừa mã hóa
  - ▶ **Dư thừa không gian, thời gian**
  - ▶ Những thông tin không thích hợp



# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Các loại dữ liệu dư thừa trong ảnh số

- Ba loại dư thừa dữ liệu chính trong ảnh số:
  - ▶ Dư thừa mã hóa
  - ▶ **Dư thừa không gian, thời gian**
  - ▶ Những thông tin không thích hợp



# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Các loại dữ liệu dư thừa trong ảnh số

- Ba loại dư thừa dữ liệu chính trong ảnh số:
  - ▶ Dư thừa mã hóa
  - ▶ Dư thừa không gian, thời gian
  - ▶ **Những thông tin không thích hợp**



# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Các loại dữ liệu dư thừa trong ảnh số

- Ba loại dư thừa dữ liệu chính trong ảnh số:
  - ▶ Dư thừa mã hóa
  - ▶ Dư thừa không gian, thời gian
  - ▶ **Những thông tin không thích hợp**



# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Các loại dữ liệu dư thừa trong ảnh số

- Ba loại dư thừa dữ liệu chính trong ảnh số:
  - ▶ Dư thừa mã hóa
  - ▶ Dư thừa không gian, thời gian
  - ▶ **Những thông tin không thích hợp**



- Ảnh dường như là một vùng có mức xám đồng nhất
- $\Rightarrow$  Có thể biểu diễn bởi một giá trị mức xám duy nhất



# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Các loại dữ liệu dư thừa trong ảnh số

- Ba loại dư thừa dữ liệu chính trong ảnh số:

- ▶ Dư thừa mã hóa
- ▶ Dư thừa không gian, thời gian
- ▶ **Những thông tin không thích hợp**

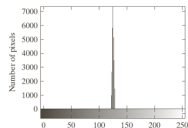


- Dung lượng ảnh gốc:  $256 \times 256 \times 8$
- Dung lượng ảnh nếu biểu diễn bằng một giá trị mức xám 8-bit duy nhất:  $8 + 8 + 8$
- $\Rightarrow$  Tỷ lệ nén  $C_R \approx 21,836.8$ ; Độ dư thừa dữ liệu tương đối  $R_D = 99.99\%$

# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Các loại dữ liệu dư thừa trong ảnh số

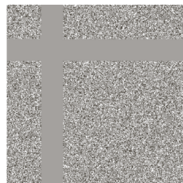
- Ba loại dư thừa dữ liệu chính trong ảnh số:
  - ▶ Dư thừa mã hóa
  - ▶ Dư thừa không gian, thời gian
  - ▶ **Những thông tin không thích hợp**



# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Các loại dữ liệu dư thừa trong ảnh số

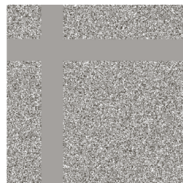
- Ba loại dư thừa dữ liệu chính trong ảnh số:
  - ▶ Dư thừa mã hóa
  - ▶ Dư thừa không gian, thời gian
  - ▶ **Những thông tin không thích hợp**



# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Các loại dữ liệu dư thừa trong ảnh số

- Ba loại dư thừa dữ liệu chính trong ảnh số:
  - ▶ Dư thừa mã hóa
  - ▶ Dư thừa không gian, thời gian
  - ▶ **Những thông tin không thích hợp**



- Khai thác các đặc tính sinh lý của hệ thống thị giác cho phép tăng cường hiệu ứng nén ảnh

# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Đo lường thông tin ảnh

- Một sự kiện  $x$  xuất hiện với xác suất  $p(x)$ , lượng tin mà nó mang (lượng tin mà sự kiện này mang lại khi biết nó xảy ra):  $I(x) = -\log(p(x))$



# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Đo lường thông tin ảnh

- Một sự kiện  $x$  xuất hiện với xác suất  $p(x)$ , lượng tin mà nó mang (lượng tin mà sự kiện này mang lại khi biết nó xảy ra):  $I(x) = -\log(p(x))$ 
  - ▶  $p(x) = 1 - x$  là sự kiện tất nhiên (chắc chắn)  $\Rightarrow I(x) = 0$ : việc biết  $x$  xảy ra không mang lại một lượng tin nào mới



# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Đo lường thông tin ảnh

- Một sự kiện  $x$  xuất hiện với xác suất  $p(x)$ , lượng tin mà nó mang (lượng tin mà sự kiện này mang lại khi biết nó xảy ra):  $I(x) = -\log(p(x))$ 
  - ▶  $p(x) = 1 - x$  là sự kiện tất nhiên (chắc chắn)  $\Rightarrow I(x) = 0$ : việc biết  $x$  xảy ra không mang lại một lượng tin nào mới
  - ▶ Cơ số hàm  $\log$  sẽ quyết định đơn vị của lượng thông tin (2 - [bit], e - [nat], 10 - [hartley], m - [m-array]); Mặc định sử dụng cơ số 2



# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Đo lường thông tin ảnh

- Một sự kiện  $x$  xuất hiện với xác suất  $p(x)$ , lượng tin mà nó mang (lượng tin mà sự kiện này mang lại khi biết nó xảy ra):  $I(x) = -\log(p(x))$ 
  - ▶  $p(x) = 1 - x$  là sự kiện tất nhiên (chắc chắn)  $\Rightarrow I(x) = 0$ : việc biết  $x$  xảy ra không mang lại một lượng tin nào mới
  - ▶ Cơ số hàm  $\log$  sẽ quyết định đơn vị của lượng thông tin (2 - [bit], e - [nat], 10 - [hartley], m - [m-array]); Mặc định sử dụng cơ số 2
- Một nguồn rời rạc không nhớ (DMS) - nguồn gồm các sự kiện ngẫu nhiên độc lập thống kê - gồm các sự kiện  $\{x_1, x_2, \dots, x_N\}$  với các xác suất xuất hiện tương ứng  $\{p(x_1), p(x_2), \dots, p(x_N)\}$





# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Đo lường thông tin ảnh

- Một sự kiện  $x$  xuất hiện với xác suất  $p(x)$ , lượng tin mà nó mang (lượng tin mà sự kiện này mang lại khi biết nó xảy ra):  $I(x) = -\log(p(x))$ 
  - ▶  $p(x) = 1 - x$  là sự kiện tất nhiên (chắc chắn)  $\Rightarrow I(x) = 0$ : việc biết  $x$  xảy ra không mang lại một lượng tin nào mới
  - ▶ Cơ số hàm  $\log$  sẽ quyết định đơn vị của lượng thông tin (2 - [bit], e - [nat], 10 - [hartley], m - [m-array]); Mặc định sử dụng cơ số 2
- Một nguồn rời rạc không nhớ (DMS) - nguồn gồm các sự kiện ngẫu nhiên độc lập thống kê - gồm các sự kiện  $\{x_1, x_2, \dots, x_N\}$  với các xác suất xuất hiện tương ứng  $\{p(x_1), p(x_2), \dots, p(x_N)\}$ 
  - ▶  $x_k$  ( $k = 1, 2, \dots, N$ ): các ký hiệu nguồn



# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Đo lường thông tin ảnh

- Một sự kiện  $x$  xuất hiện với xác suất  $p(x)$ , lượng tin mà nó mang (lượng tin mà sự kiện này mang lại khi biết nó xảy ra):  $I(x) = -\log(p(x))$ 
  - ▶  $p(x) = 1 - x$  là sự kiện tất nhiên (chắc chắn)  $\Rightarrow I(x) = 0$ : việc biết  $x$  xảy ra không mang lại một lượng tin nào mới
  - ▶ Cơ số hàm  $\log$  sẽ quyết định đơn vị của lượng thông tin (2 - [bit], e - [nat], 10 - [hartley], m - [m-array]); Mặc định sử dụng cơ số 2
- Một nguồn rời rạc không nhớ (DMS) - nguồn gồm các sự kiện ngẫu nhiên độc lập thống kê - gồm các sự kiện  $\{x_1, x_2, \dots, x_N\}$  với các xác suất xuất hiện tương ứng  $\{p(x_1), p(x_2), \dots, p(x_N)\}$ 
  - ▶  $x_k$  ( $k = 1, 2, \dots, N$ ): các ký hiệu nguồn
  - ▶ Lượng tin trung bình thống kê với mỗi sự kiện (tin, ký hiệu nguồn)  $\triangleq$  Entropy của nguồn:  $H(X) = -\sum_{k=1}^N p(x_k) \log(p(x_k))$



# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Đo lường thông tin ảnh

- Một sự kiện  $x$  xuất hiện với xác suất  $p(x)$ , lượng tin mà nó mang (lượng tin mà sự kiện này mang lại khi biết nó xảy ra):  $I(x) = -\log(p(x))$ 
  - ▶  $p(x) = 1 - x$  là sự kiện tất nhiên (chắc chắn)  $\Rightarrow I(x) = 0$ : việc biết  $x$  xảy ra không mang lại một lượng tin nào mới
  - ▶ Cơ số hàm  $\log$  sẽ quyết định đơn vị của lượng thông tin (2 - [bit], e - [nat], 10 - [hartley], m - [m-array]); Mặc định sử dụng cơ số 2
- Một nguồn rời rạc không nhớ (DMS) - nguồn gồm các sự kiện ngẫu nhiên độc lập thống kê - gồm các sự kiện  $\{x_1, x_2, \dots, x_N\}$  với các xác suất xuất hiện tương ứng  $\{p(x_1), p(x_2), \dots, p(x_N)\}$ 
  - ▶  $x_k$  ( $k = 1, 2, \dots, N$ ): các ký hiệu nguồn
  - ▶ Lượng tin trung bình thống kê với mỗi sự kiện (tin, ký hiệu nguồn)  $\triangleq$  Entropy của nguồn:  $H(X) = -\sum_{k=1}^N p(x_k) \log(p(x_k))$ 
    - ★  $0 \stackrel{(1)}{\leq} H(X) \stackrel{(2)}{\leq} \log(|X|)$



# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Đo lường thông tin ảnh

- Một sự kiện  $x$  xuất hiện với xác suất  $p(x)$ , lượng tin mà nó mang (lượng tin mà sự kiện này mang lại khi biết nó xảy ra):  $I(x) = -\log(p(x))$ 
  - ▶  $p(x) = 1 - x$  là sự kiện tất nhiên (chắc chắn)  $\Rightarrow I(x) = 0$ : việc biết  $x$  xảy ra không mang lại một lượng tin nào mới
  - ▶ Cơ số hàm  $\log$  sẽ quyết định đơn vị của lượng thông tin (2 - [bit], e - [nat], 10 - [hartley], m - [m-array]); Mặc định sử dụng cơ số 2
- Một nguồn rời rạc không nhớ (DMS) - nguồn gồm các sự kiện ngẫu nhiên độc lập thống kê - gồm các sự kiện  $\{x_1, x_2, \dots, x_N\}$  với các xác suất xuất hiện tương ứng  $\{p(x_1), p(x_2), \dots, p(x_N)\}$ 
  - ▶  $x_k$  ( $k = 1, 2, \dots, N$ ): các ký hiệu nguồn
  - ▶ Lượng tin trung bình thống kê với mỗi sự kiện (tin, ký hiệu nguồn)  $\triangleq$  Entropy của nguồn:  $H(X) = -\sum_{k=1}^N p(x_k) \log(p(x_k))$ 
    - ★  $0 \leq H(X) \leq \log(|X|)$  : (1) " $=$ " iff  $p(x_k) = 1$  và  $p(x_n) = 0 \forall n \neq k$ ; (2) " $=$ " iff  $p(x_k) = \frac{1}{|X|} \forall k$



# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Đo lường thông tin ảnh

- Một sự kiện  $x$  xuất hiện với xác suất  $p(x)$ , lượng tin mà nó mang (lượng tin mà sự kiện này mang lại khi biết nó xảy ra):  $I(x) = -\log(p(x))$ 
  - ▶  $p(x) = 1 - x$  là sự kiện tất nhiên (chắc chắn)  $\Rightarrow I(x) = 0$ : việc biết  $x$  xảy ra không mang lại một lượng tin nào mới
  - ▶ Cơ số hàm  $\log$  sẽ quyết định đơn vị của lượng thông tin (2 - [bit], e - [nat], 10 - [hartley], m - [m-array]); Mặc định sử dụng cơ số 2
- Một nguồn rời rạc không nhớ (DMS) - nguồn gồm các sự kiện ngẫu nhiên độc lập thống kê - gồm các sự kiện  $\{x_1, x_2, \dots, x_N\}$  với các xác suất xuất hiện tương ứng  $\{p(x_1), p(x_2), \dots, p(x_N)\}$ 
  - ▶  $x_k$  ( $k = 1, 2, \dots, N$ ): các ký hiệu nguồn
  - ▶ Lượng tin trung bình thống kê với mỗi sự kiện (tin, ký hiệu nguồn)  $\triangleq$  Entropy của nguồn:  $H(X) = -\sum_{k=1}^N p(x_k) \log(p(x_k))$ 
    - ★  $0 \leq H(X) \stackrel{(1)}{\leq} \stackrel{(2)}{\leq} \log(|X|)$  : (1) " = " iff  $p(x_k) = 1$  và  $p(x_n) = 0 \forall n \neq k$ ; (2) " = " iff  $p(x_k) = \frac{1}{|X|} \forall k$
    - ★  $H(X) = H(p) = f(p)$



# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Đo lường thông tin ảnh

- Một sự kiện  $x$  xuất hiện với xác suất  $p(x)$ , lượng tin mà nó mang (lượng tin mà sự kiện này mang lại khi biết nó xảy ra):  $I(x) = -\log(p(x))$ 
  - ▶  $p(x) = 1 - x$  là sự kiện tất nhiên (chắc chắn)  $\Rightarrow I(x) = 0$ : việc biết  $x$  xảy ra không mang lại một lượng tin nào mới
  - ▶ Cơ sở hàm  $\log$  sẽ quyết định đơn vị của lượng thông tin (2 - [bit], e - [nat], 10 - [hartley], m - [m-array]); Mặc định sử dụng cơ sở 2
- Một nguồn rời rạc không nhớ (DMS) - nguồn gồm các sự kiện ngẫu nhiên độc lập thống kê - gồm các sự kiện  $\{x_1, x_2, \dots, x_N\}$  với các xác suất xuất hiện tương ứng  $\{p(x_1), p(x_2), \dots, p(x_N)\}$ 
  - ▶  $x_k$  ( $k = 1, 2, \dots, N$ ): các ký hiệu nguồn
  - ▶ Lượng tin trung bình thống kê với mỗi sự kiện (tin, ký hiệu nguồn)  $\triangleq$  Entropy của nguồn:  $H(X) = -\sum_{k=1}^N p(x_k) \log(p(x_k))$ 
    - ★  $0 \leq H(X) \leq \log(|X|)$  : (1) " $=$ " iff  $p(x_k) = 1$  và  $p(x_n) = 0 \forall n \neq k$ ; (2) " $=$ " iff  $p(x_k) = \frac{1}{|X|} \forall k$
    - ★  $H(X) = H(p) = f(p)$
- Một ảnh  $I$  có thể coi là một DMS của các giá trị mức xám  $\{r_0, r_1, \dots, r_{L-1}\}$  có các xác suất tương ứng là lược đồ xám chuẩn hóa  $p(r_k) = \frac{n_k}{MN}$



# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Đo lường thông tin ảnh

- Một sự kiện  $x$  xuất hiện với xác suất  $p(x)$ , lượng tin mà nó mang (lượng tin mà sự kiện này mang lại khi biết nó xảy ra):  $I(x) = -\log(p(x))$ 
  - ▶  $p(x) = 1 - x$  là sự kiện tất nhiên (chắc chắn)  $\Rightarrow I(x) = 0$ : việc biết  $x$  xảy ra không mang lại một lượng tin nào mới
  - ▶ Cơ sở hàm  $\log$  sẽ quyết định đơn vị của lượng thông tin (2 - [bit], e - [nat], 10 - [hartley], m - [m-array]); Mặc định sử dụng cơ sở 2
- Một nguồn rời rạc không nhớ (DMS) - nguồn gồm các sự kiện ngẫu nhiên độc lập thống kê - gồm các sự kiện  $\{x_1, x_2, \dots, x_N\}$  với các xác suất xuất hiện tương ứng  $\{p(x_1), p(x_2), \dots, p(x_N)\}$ 
  - ▶  $x_k$  ( $k = 1, 2, \dots, N$ ): các ký hiệu nguồn
  - ▶ Lượng tin trung bình thống kê với mỗi sự kiện (tin, ký hiệu nguồn)  $\triangleq$  Entropy của nguồn:  $H(X) = -\sum_{k=1}^N p(x_k) \log(p(x_k))$ 
    - ★  $0 \leq H(X) \leq \log(|X|)$  : (1) " $=$ " iff  $p(x_k) = 1$  và  $p(x_n) = 0 \forall n \neq k$ ; (2) " $=$ " iff  $p(x_k) = \frac{1}{|X|} \forall k$
    - ★  $H(X) = H(p) = f(p)$
- Một ảnh  $I$  có thể coi là một DMS của các giá trị mức xám  $\{r_0, r_1, \dots, r_{L-1}\}$  có các xác suất tương ứng là lược đồ xám chuẩn hóa  $p(r_k) = \frac{n_k}{MN}$ 
  - ▶ Lượng tin chứa trong mỗi mức xám  $r_k$ :  $I(r_k) = -\log(p(r_k))$



# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Đo lường thông tin ảnh

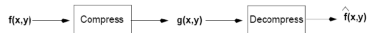
- Một sự kiện  $x$  xuất hiện với xác suất  $p(x)$ , lượng tin mà nó mang (lượng tin mà sự kiện này mang lại khi biết nó xảy ra):  $I(x) = -\log(p(x))$ 
  - ▶  $p(x) = 1 - x$  là sự kiện tất nhiên (chắc chắn)  $\Rightarrow I(x) = 0$ : việc biết  $x$  xảy ra không mang lại một lượng tin nào mới
  - ▶ Cơ sở hàm  $\log$  sẽ quyết định đơn vị của lượng thông tin (2 - [bit], e - [nat], 10 - [hartley], m - [m-array]); Mặc định sử dụng cơ sở 2
- Một nguồn rời rạc không nhớ (DMS) - nguồn gồm các sự kiện ngẫu nhiên độc lập thống kê - gồm các sự kiện  $\{x_1, x_2, \dots, x_N\}$  với các xác suất xuất hiện tương ứng  $\{p(x_1), p(x_2), \dots, p(x_N)\}$ 
  - ▶  $x_k$  ( $k = 1, 2, \dots, N$ ): các ký hiệu nguồn
  - ▶ Lượng tin trung bình thống kê với mỗi sự kiện (tin, ký hiệu nguồn)  $\triangleq$  Entropy của nguồn:  $H(X) = -\sum_{k=1}^N p(x_k) \log(p(x_k))$ 
    - ★  $0 \leq H(X) \leq \log(|X|)$  : (1) " $=$ " iff  $p(x_k) = 1$  và  $p(x_n) = 0 \forall n \neq k$ ; (2) " $=$ " iff  $p(x_k) = \frac{1}{|X|} \forall k$
    - ★  $H(X) = H(p) = f(p)$
- Một ảnh  $I$  có thể coi là một DMS của các giá trị mức xám  $\{r_0, r_1, \dots, r_{L-1}\}$  có các xác suất tương ứng là lược đồ xám chuẩn hóa  $p(r_k) = \frac{n_k}{MN}$ 
  - ▶ Lượng tin chứa trong mỗi mức xám  $r_k$ :  $I(r_k) = -\log(p(r_k))$
  - ▶ Entropy của nguồn các giá trị mức xám (của ảnh):





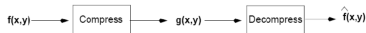
# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Các tiêu chí đánh giá chất lượng



# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Các tiêu chí đánh giá chất lượng

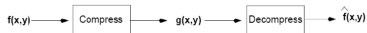


- Quá trình nén cần quan tâm: tỷ số nén, chất lượng ảnh khôi phục sau nén
- Đánh giá chất lượng ảnh đầu ra: so sánh ảnh khôi phục  $\hat{f}(x,y)$  với ảnh gốc  $f(x,y)$   
( $\hat{f}(x,y,t)$ ) với ảnh gốc  $f(x,y)$   
( $f(x,y,t)$ )
- Các tiêu chí đánh giá khách quan
  - Hai loại tiêu chí đánh giá:
    - ▶ Các tiêu chí đánh giá khách quan
    - ▶ Các tiêu chí đánh giá chủ quan



# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Các tiêu chí đánh giá chất lượng



- Các tiêu chí đánh giá khách quan

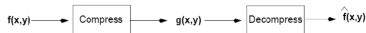
- ▶ Sai số giữa ảnh gốc và ảnh khôi phục tại điểm  $(x, y)$ :

$$e(x, y) = \hat{f}(x, y) - f(x, y)$$



# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Các tiêu chí đánh giá chất lượng



- Các tiêu chí đánh giá khách quan

- ▶ Sai số giữa ảnh gốc và ảnh khôi phục tại điểm  $(x, y)$ :

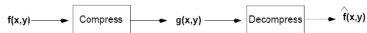
$$e(x, y) = \hat{f}(x, y) - f(x, y)$$

★  $e(x, y) = 0 \quad \forall x, y \Rightarrow$  nén không tổn hao



# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Các tiêu chí đánh giá chất lượng



- Các tiêu chí đánh giá khách quan

- ▶ Sai số giữa ảnh gốc và ảnh khôi phục tại điểm  $(x, y)$ :

$$e(x, y) = \hat{f}(x, y) - f(x, y)$$

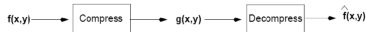
★  $e(x, y) = 0 \quad \forall x, y \Rightarrow$  nén không tổn hao

- ▶ Tổng sai số giữa ảnh gốc và ảnh khôi phục:  $\sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} |\hat{f}(x, y) - f(x, y)|$



# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Các tiêu chí đánh giá chất lượng



- Các tiêu chí đánh giá khách quan

- ▶ Sai số giữa ảnh gốc và ảnh khôi phục tại điểm  $(x, y)$ :

$$e(x, y) = \hat{f}(x, y) - f(x, y)$$

★  $e(x, y) = 0 \quad \forall x, y \Rightarrow$  nén không tổn hao

- ▶ Tổng sai số giữa ảnh gốc và ảnh khôi phục:  $\sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} |\hat{f}(x, y) - f(x, y)|$

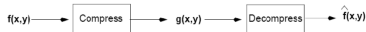
- ▶ Sai số trung bình quân phương giữa ảnh gốc và ảnh khôi phục:

$$e_{rms} = \sqrt{\frac{1}{NM} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} |\hat{f}(x, y) - f(x, y)|^2}$$



# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Các tiêu chí đánh giá chất lượng



- Các tiêu chí đánh giá khách quan

- ▶ Sai số giữa ảnh gốc và ảnh khôi phục tại điểm  $(x, y)$ :

$$e(x, y) = \hat{f}(x, y) - f(x, y)$$

★  $e(x, y) = 0 \quad \forall x, y \Rightarrow$  nén không tổn hao

- ▶ Tổng sai số giữa ảnh gốc và ảnh khôi phục:  $\sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} |\hat{f}(x, y) - f(x, y)|$

- ▶ Sai số trung bình quân phương giữa ảnh gốc và ảnh khôi phục:

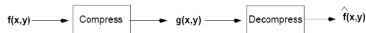
$$e_{rms} = \sqrt{\frac{1}{NM} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} |\hat{f}(x, y) - f(x, y)|^2}$$

- ▶  $SNR_{ms} = \frac{\sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} \hat{f}^2(x, y)}{\sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} [\hat{f}(x, y) - f(x, y)]^2}$



# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Các tiêu chí đánh giá chất lượng



- Các tiêu chí đánh giá khách quan

- ▶ Sai số giữa ảnh gốc và ảnh khôi phục tại điểm  $(x, y)$ :

$$e(x, y) = \hat{f}(x, y) - f(x, y)$$

★  $e(x, y) = 0 \quad \forall x, y \Rightarrow$  nén không tổn hao

- ▶ Tổng sai số giữa ảnh gốc và ảnh khôi phục:  $\sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} |\hat{f}(x, y) - f(x, y)|$

- ▶ Sai số trung bình quân phương giữa ảnh gốc và ảnh khôi phục:

$$e_{rms} = \sqrt{\frac{1}{NM} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} |\hat{f}(x, y) - f(x, y)|^2}$$

- ▶  $SNR_{ms} = \frac{\sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} \hat{f}^2(x, y)}{\sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} [\hat{f}(x, y) - f(x, y)]^2}$

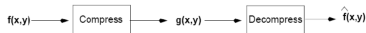
- Các tiêu chí đánh giá chủ quan





# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Các tiêu chí đánh giá chất lượng



- Các tiêu chí đánh giá khách quan

- ▶ Sai số giữa ảnh gốc và ảnh khôi phục tại điểm  $(x, y)$ :

$$e(x, y) = \hat{f}(x, y) - f(x, y)$$

★  $e(x, y) = 0 \quad \forall x, y \Rightarrow$  nén không tổn hao

- ▶ Tổng sai số giữa ảnh gốc và ảnh khôi phục:  $\sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} |\hat{f}(x, y) - f(x, y)|$

- ▶ Sai số trung bình quân phương giữa ảnh gốc và ảnh khôi phục:

$$e_{rms} = \sqrt{\frac{1}{NM} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} |\hat{f}(x, y) - f(x, y)|^2}$$

- ▶  $SNR_{ms} = \frac{\sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} \hat{f}^2(x, y)}{\sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} [\hat{f}(x, y) - f(x, y)]^2}$

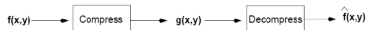
- Các tiêu chí đánh giá chủ quan

- ▶ MOS:  $\{-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3\}$  tương ứng { rất tồi, tồi, hơi tồi, không thay đổi, hơi tốt hơn, tốt hơn, rất tốt hơn }



# Tổng quan về nén ảnh số

Một số khái niệm cơ bản: Các tiêu chí đánh giá chất lượng



- Các tiêu chí đánh giá khách quan

- ▶ Sai số giữa ảnh gốc và ảnh khôi phục tại điểm  $(x, y)$ :

$$e(x, y) = \hat{f}(x, y) - f(x, y)$$

★  $e(x, y) = 0 \quad \forall x, y \Rightarrow$  nén không tổn hao

- ▶ Tổng sai số giữa ảnh gốc và ảnh khôi phục:  $\sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} |\hat{f}(x, y) - f(x, y)|$

- ▶ Sai số trung bình quân phương giữa ảnh gốc và ảnh khôi phục:

$$e_{rms} = \sqrt{\frac{1}{NM} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} |\hat{f}(x, y) - f(x, y)|^2}$$

- ▶  $SNR_{ms} = \frac{\sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} \hat{f}^2(x, y)}{\sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} [\hat{f}(x, y) - f(x, y)]^2}$

- Các tiêu chí đánh giá chủ quan

- ▶ MOS:  $\{-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3\}$  tương ứng { rất tồi, tồi, hơi tồi, không thay đổi, hơi tốt hơn, tốt hơn, rất tốt hơn }

Value	Rating	Description
1	Excellent	An image of extremely high quality, as good as you could desire.
2	Fine	An image of high quality, providing enjoyable viewing. Interference is not objectionable.
3	Passable	An image of acceptable quality. Interference is not objectionable.



# Chương 6: Nén ảnh số

## Nội dung chính

### 1 Tổng quan về nén ảnh số

- Tại sao phải nén ảnh số?
- Một số khái niệm cơ bản
- **Phân loại và mô hình hệ thống nén ảnh**
- Một số chuẩn nén cơ bản

### 2 Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

- Mã hóa Huffman
- RLE
- Mã hóa từ điển LZW
- Mã hóa biến đổi DCT



# Tổng quan về nén ảnh số

Phân loại và mô hình hệ thống nén ảnh: Phân loại

- Theo quan điểm bảo toàn thông tin:



# Tổng quan về nén ảnh số

Phân loại và mô hình hệ thống nén ảnh: Phân loại

- Theo quan điểm bảo toàn thông tin:
  - ▶ Nén không tổn hao (lossless data compression)



# Tổng quan về nén ảnh số

Phân loại và mô hình hệ thống nén ảnh: Phân loại

- Theo quan điểm bảo toàn thông tin:
  - ▶ Nén không tổn hao (lossless data compression)
  - ▶ Nén có tổn hao (lossy data compression)



# Tổng quan về nén ảnh số

Phân loại và mô hình hệ thống nén ảnh: Phân loại

- Theo quan điểm bảo toàn thông tin:
  - ▶ Nén không tổn hao (lossless data compression)
  - ▶ Nén có tổn hao (lossy data compression)
- Theo đặc tính thay đổi:



# Tổng quan về nén ảnh số

Phân loại và mô hình hệ thống nén ảnh: Phân loại

- Theo quan điểm bảo toàn thông tin:
  - ▶ Nén không tổn hao (lossless data compression)
  - ▶ Nén có tổn hao (lossy data compression)
- Theo đặc tính thay đổi:
  - ▶ Mã thích nghi (adaptive)





# Tổng quan về nén ảnh số

Phân loại và mô hình hệ thống nén ảnh: Phân loại

- Theo quan điểm bảo toàn thông tin:
  - ▶ Nén không tổn hao (lossless data compression)
  - ▶ Nén có tổn hao (lossy data compression)
- Theo đặc tính thay đổi:
  - ▶ Mã thích nghi (adaptive)
  - ▶ Mã không thích nghi (nonadaptive)



# Tổng quan về nén ảnh số

Phân loại và mô hình hệ thống nén ảnh: Phân loại

- Theo quan điểm bảo toàn thông tin:
  - ▶ Nén không tổn hao (lossless data compression)
  - ▶ Nén có tổn hao (lossy data compression)
- Theo đặc tính thay đổi:
  - ▶ Mã thích nghi (adaptive)
  - ▶ Mã không thích nghi (nonadaptive)
- Theo không gian dữ liệu sử dụng:



# Tổng quan về nén ảnh số

Phân loại và mô hình hệ thống nén ảnh: Phân loại

- Theo quan điểm bảo toàn thông tin:
  - ▶ Nén không tổn hao (lossless data compression)
  - ▶ Nén có tổn hao (lossy data compression)
- Theo đặc tính thay đổi:
  - ▶ Mã thích nghi (adaptive)
  - ▶ Mã không thích nghi (nonadaptive)
- Theo không gian dữ liệu sử dụng:
  - ▶ Nén trong miền không gian ảnh



# Tổng quan về nén ảnh số

Phân loại và mô hình hệ thống nén ảnh: Phân loại

- Theo quan điểm bảo toàn thông tin:
  - ▶ Nén không tổn hao (lossless data compression)
  - ▶ Nén có tổn hao (lossy data compression)
- Theo đặc tính thay đổi:
  - ▶ Mã thích nghi (adaptive)
  - ▶ Mã không thích nghi (nonadaptive)
- Theo không gian dữ liệu sử dụng:
  - ▶ Nén trong miền không gian ảnh
  - ▶ Nén trong miền chuyển đổi (tần số, ...)



# Tổng quan về nén ảnh số

Phân loại và mô hình hệ thống nén ảnh: Phân loại

- Theo quan điểm bảo toàn thông tin:
  - ▶ Nén không tổn hao (lossless data compression)
  - ▶ Nén có tổn hao (lossy data compression)
- Theo phương pháp:
- Theo đặc tính thay đổi:
  - ▶ Mã thích nghi (adaptive)
  - ▶ Mã không thích nghi (nonadaptive)
- Theo không gian dữ liệu sử dụng:
  - ▶ Nén trong miền không gian ảnh
  - ▶ Nén trong miền chuyển đổi (tần số, ...)



# Tổng quan về nén ảnh số

Phân loại và mô hình hệ thống nén ảnh: Phân loại

- Theo quan điểm bảo toàn thông tin:
  - ▶ Nén không tổn hao (lossless data compression)
  - ▶ Nén có tổn hao (lossy data compression)
- Theo đặc tính thay đổi:
  - ▶ Mã thích nghi (adaptive)
  - ▶ Mã không thích nghi (nonadaptive)
- Theo không gian dữ liệu sử dụng:
  - ▶ Nén trong miền không gian ảnh
  - ▶ Nén trong miền chuyển đổi (tần số, ...)
- Theo phương pháp:
  - ▶ RLE (run length encoding)



# Tổng quan về nén ảnh số

Phân loại và mô hình hệ thống nén ảnh: Phân loại

- Theo quan điểm bảo toàn thông tin:
  - ▶ Nén không tổn hao (lossless data compression)
  - ▶ Nén có tổn hao (lossy data compression)
- Theo đặc tính thay đổi:
  - ▶ Mã thích nghi (adaptive)
  - ▶ Mã không thích nghi (nonadaptive)
- Theo không gian dữ liệu sử dụng:
  - ▶ Nén trong miền không gian ảnh
  - ▶ Nén trong miền chuyển đổi (tần số, ...)
- Theo phương pháp:
  - ▶ RLE (run length encoding)
  - ▶ Mã hóa thống kê



# Tổng quan về nén ảnh số

Phân loại và mô hình hệ thống nén ảnh: Phân loại

- Theo quan điểm bảo toàn thông tin:
  - ▶ Nén không tổn hao (lossless data compression)
  - ▶ Nén có tổn hao (lossy data compression)
- Theo đặc tính thay đổi:
  - ▶ Mã thích nghi (adaptive)
  - ▶ Mã không thích nghi (nonadaptive)
- Theo không gian dữ liệu sử dụng:
  - ▶ Nén trong miền không gian ảnh
  - ▶ Nén trong miền chuyển đổi (tần số, ...)
- Theo phương pháp:
  - ▶ RLE (run length encoding)
  - ▶ Mã hóa thống kê
  - ▶ Mã hóa từ điển





# Tổng quan về nén ảnh số

Phân loại và mô hình hệ thống nén ảnh: Phân loại

- Theo quan điểm bảo toàn thông tin:
  - ▶ Nén không tổn hao (lossless data compression)
  - ▶ Nén có tổn hao (lossy data compression)
- Theo đặc tính thay đổi:
  - ▶ Mã thích nghi (adaptive)
  - ▶ Mã không thích nghi (nonadaptive)
- Theo không gian dữ liệu sử dụng:
  - ▶ Nén trong miền không gian ảnh
  - ▶ Nén trong miền chuyển đổi (tần số, ...)
- Theo phương pháp:
  - ▶ RLE (run length encoding)
  - ▶ Mã hóa thống kê
  - ▶ Mã hóa từ điển
  - ▶ Mã hóa chuyển đổi



# Tổng quan về nén ảnh số

Phân loại và mô hình hệ thống nén ảnh: Phân loại

- Theo quan điểm bảo toàn thông tin:
  - ▶ Nén không tổn hao (lossless data compression)
  - ▶ Nén có tổn hao (lossy data compression)
- Theo đặc tính thay đổi:
  - ▶ Mã thích nghi (adaptive)
  - ▶ Mã không thích nghi (nonadaptive)
- Theo không gian dữ liệu sử dụng:
  - ▶ Nén trong miền không gian ảnh
  - ▶ Nén trong miền chuyển đổi (tần số, ...)
- Theo phương pháp:
  - ▶ RLE (run length encoding)
  - ▶ Mã hóa thống kê
  - ▶ Mã hóa từ điển
  - ▶ Mã hóa chuyển đổi
- Theo mô hình n-user:



# Tổng quan về nén ảnh số

Phân loại và mô hình hệ thống nén ảnh: Phân loại

- Theo quan điểm bảo toàn thông tin:
  - ▶ Nén không tổn hao (lossless data compression)
  - ▶ Nén có tổn hao (lossy data compression)
- Theo đặc tính thay đổi:
  - ▶ Mã thích nghi (adaptive)
  - ▶ Mã không thích nghi (nonadaptive)
- Theo không gian dữ liệu sử dụng:
  - ▶ Nén trong miền không gian ảnh
  - ▶ Nén trong miền chuyển đổi (tần số, ...)
- Theo phương pháp:
  - ▶ RLE (run length encoding)
  - ▶ Mã hóa thống kê
  - ▶ Mã hóa từ điển
  - ▶ Mã hóa chuyển đổi
- Theo mô hình n-user:
  - ▶ Tập trung



# Tổng quan về nén ảnh số

Phân loại và mô hình hệ thống nén ảnh: Phân loại

- Theo quan điểm bảo toàn thông tin:
  - ▶ Nén không tổn hao (lossless data compression)
  - ▶ Nén có tổn hao (lossy data compression)
- Theo đặc tính thay đổi:
  - ▶ Mã thích nghi (adaptive)
  - ▶ Mã không thích nghi (nonadaptive)
- Theo không gian dữ liệu sử dụng:
  - ▶ Nén trong miền không gian ảnh
  - ▶ Nén trong miền chuyển đổi (tần số, ...)
- Theo phương pháp:
  - ▶ RLE (run length encoding)
  - ▶ Mã hóa thống kê
  - ▶ Mã hóa từ điển
  - ▶ Mã hóa chuyển đổi
- Theo mô hình n-user:
  - ▶ Tập trung
  - ▶ Phân tán



# Tổng quan về nén ảnh số

Phân loại và mô hình hệ thống nén ảnh: Phân loại

- Theo quan điểm bảo toàn thông tin:
  - ▶ Nén không tổn hao (lossless data compression)
  - ▶ Nén có tổn hao (lossy data compression)
- Theo đặc tính thay đổi:
  - ▶ Mã thích nghi (adaptive)
  - ▶ Mã không thích nghi (nonadaptive)
- Theo không gian dữ liệu sử dụng:
  - ▶ Nén trong miền không gian ảnh
  - ▶ Nén trong miền chuyển đổi (tần số, ...)
- Theo phương pháp:
  - ▶ RLE (run length encoding)
  - ▶ Mã hóa thống kê
  - ▶ Mã hóa từ điển
  - ▶ Mã hóa chuyển đổi
- Theo mô hình n-user:
  - ▶ Tập trung
  - ▶ Phân tán
- Theo sự phát triển của lý thuyết:



# Tổng quan về nén ảnh số

Phân loại và mô hình hệ thống nén ảnh: Phân loại

- Theo quan điểm bảo toàn thông tin:
  - ▶ Nén không tổn hao (lossless data compression)
  - ▶ Nén có tổn hao (lossy data compression)
- Theo đặc tính thay đổi:
  - ▶ Mã thích nghi (adaptive)
  - ▶ Mã không thích nghi (nonadaptive)
- Theo không gian dữ liệu sử dụng:
  - ▶ Nén trong miền không gian ảnh
  - ▶ Nén trong miền chuyển đổi (tần số, ...)
- Theo phương pháp:
  - ▶ RLE (run length encoding)
  - ▶ Mã hóa thống kê
  - ▶ Mã hóa từ điển
  - ▶ Mã hóa chuyển đổi
- Theo mô hình n-user:
  - ▶ Tập trung
  - ▶ Phân tán
- Theo sự phát triển của lý thuyết:
  - ▶ Phương pháp nén thế hệ thứ nhất



# Tổng quan về nén ảnh số

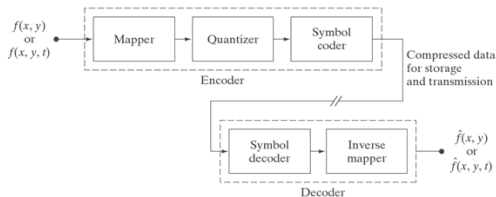
Phân loại và mô hình hệ thống nén ảnh: Phân loại

- Theo quan điểm bảo toàn thông tin:
  - ▶ Nén không tổn hao (lossless data compression)
  - ▶ Nén có tổn hao (lossy data compression)
- Theo đặc tính thay đổi:
  - ▶ Mã thích nghi (adaptive)
  - ▶ Mã không thích nghi (nonadaptive)
- Theo không gian dữ liệu sử dụng:
  - ▶ Nén trong miền không gian ảnh
  - ▶ Nén trong miền chuyển đổi (tần số, ...)
- Theo phương pháp:
  - ▶ RLE (run length encoding)
  - ▶ Mã hóa thống kê
  - ▶ Mã hóa từ điển
  - ▶ Mã hóa chuyển đổi
- Theo mô hình n-user:
  - ▶ Tập trung
  - ▶ Phân tán
- Theo sự phát triển của lý thuyết:
  - ▶ Phương pháp nén thế hệ thứ nhất
  - ▶ Phương pháp nén thế hệ thứ hai



# Tổng quan về nén ảnh số

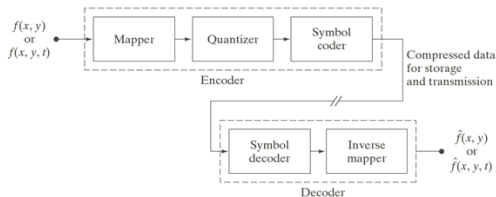
Phân loại và mô hình hệ thống nén ảnh: Mô hình hệ thống nén ảnh - Mã hóa





# Tổng quan về nén ảnh số

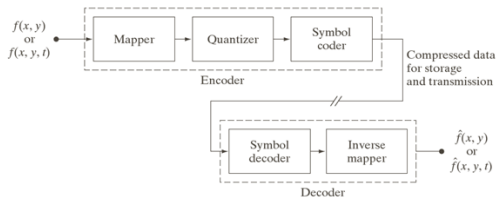
Phân loại và mô hình hệ thống nén ảnh: Mô hình hệ thống nén ảnh - Mã hóa



- Mã hóa:

# Tổng quan về nén ảnh số

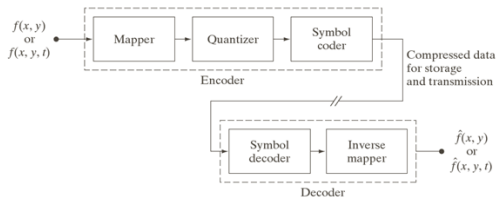
Phân loại và mô hình hệ thống nén ảnh: Mô hình hệ thống nén ảnh - Mã hóa



- Mã hóa: thực hiện nén dữ liệu ảnh

# Tổng quan về nén ảnh số

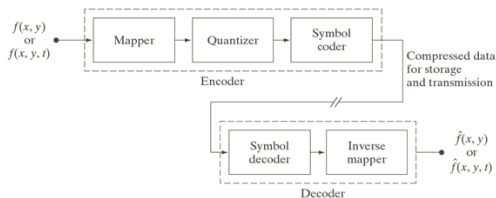
Phân loại và mô hình hệ thống nén ảnh: Mô hình hệ thống nén ảnh - Mã hóa



- Mã hóa: thực hiện nén dữ liệu ảnh
  - 1 Khôi ánh xạ (mapper):

# Tổng quan về nén ảnh số

Phân loại và mô hình hệ thống nén ảnh: Mô hình hệ thống nén ảnh - Mã hóa

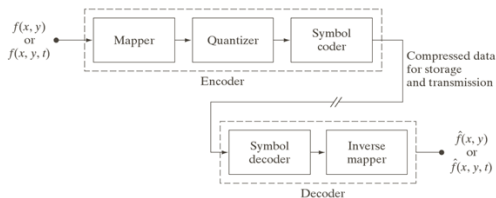


- Mã hóa: thực hiện nén dữ liệu ảnh

- 1 Khôi ánh xạ (mapper): biến đổi ảnh thành một định dạng được thiết kế để giảm độ dư thừa không gian và thời gian của ảnh

# Tổng quan về nén ảnh số

Phân loại và mô hình hệ thống nén ảnh: Mô hình hệ thống nén ảnh - Mã hóa

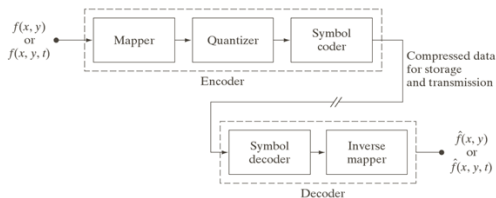


- Mã hóa: thực hiện nén dữ liệu ảnh

- 1 Khôi ánh xạ (mapper): biến đổi ảnh thành một định dạng được thiết kế để giảm độ dư thừa không gian và thời gian của ảnh
  - ★ Phép thuận nghịch (reversible)

# Tổng quan về nén ảnh số

## Phân loại và mô hình hệ thống nén ảnh: Mô hình hệ thống nén ảnh - Mã hóa

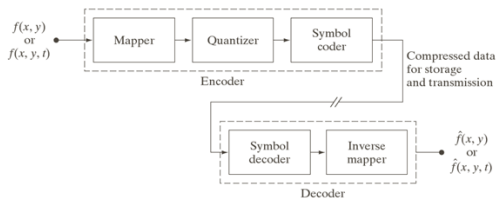


- Mã hóa: thực hiện nén dữ liệu ảnh

- 1 Khối ánh xạ (mapper): biến đổi ảnh thành một định dạng được thiết kế để giảm độ dư thừa không gian và thời gian của ảnh
  - ★ Phép thuận nghịch (reversible)
- 2 Khối lượng tử hóa (quantizer):

# Tổng quan về nén ảnh số

## Phân loại và mô hình hệ thống nén ảnh: Mô hình hệ thống nén ảnh - Mã hóa

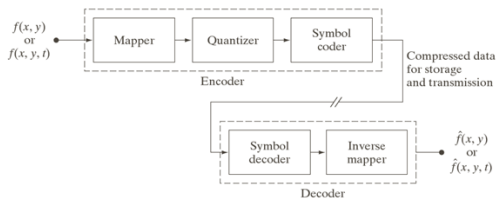


- Mã hóa: thực hiện nén dữ liệu ảnh

- 1 Khối ánh xạ (mapper): biến đổi ảnh thành một định dạng được thiết kế để giảm độ dư thừa không gian và thời gian của ảnh
  - ★ Phép thuận nghịch (reversible)
- 2 Khối lượng tử hóa (quantizer): tăng/giảm số mức biểu diễn của các giá trị đầu ra bộ ánh xạ theo một số tiêu chí chất lượng định trước

# Tổng quan về nén ảnh số

## Phân loại và mô hình hệ thống nén ảnh: Mô hình hệ thống nén ảnh - Mã hóa



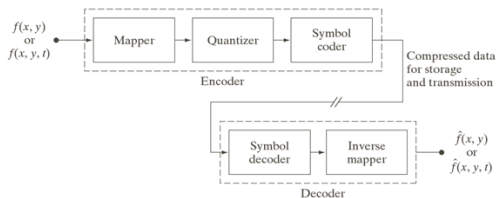
- Mã hóa: thực hiện nén dữ liệu ảnh

- 1 Khối ánh xạ (mapper): biến đổi ảnh thành một định dạng được thiết kế để giảm độ dư thừa không gian và thời gian của ảnh
  - ★ Phép thuận nghịch (reversible)
- 2 Khối lượng tử hóa (quantizer): tăng/giảm số mức biểu diễn của các giá trị đầu ra bộ ánh xạ theo một số tiêu chí chất lượng định trước
  - ★ Phép không thuận nghịch (irreversible)  $\Rightarrow$  Không có mặt trong các hệ thống nén không tổn hao



# Tổng quan về nén ảnh số

## Phân loại và mô hình hệ thống nén ảnh: Mô hình hệ thống nén ảnh - Mã hóa

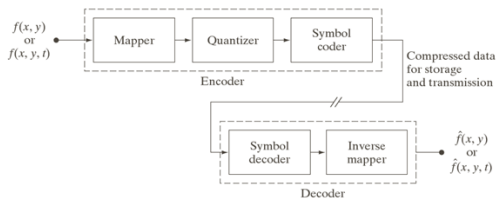


- Mã hóa: thực hiện nén dữ liệu ảnh

- 1 Khối ánh xạ (mapper): biến đổi ảnh thành một định dạng được thiết kế để giảm độ dư thừa không gian và thời gian của ảnh
  - ★ Phép thuận nghịch (reversible)
- 2 Khối lượng tử hóa (quantizer): tăng/giảm số mức biểu diễn của các giá trị đầu ra bộ ánh xạ theo một số tiêu chí chất lượng định trước
  - ★ Phép không thuận nghịch (irreversible)  $\Rightarrow$  Không có mặt trong các hệ thống nén không tổn hao
- 3 Khối mã hóa ký hiệu (symbol coder):

# Tổng quan về nén ảnh số

## Phân loại và mô hình hệ thống nén ảnh: Mô hình hệ thống nén ảnh - Mã hóa

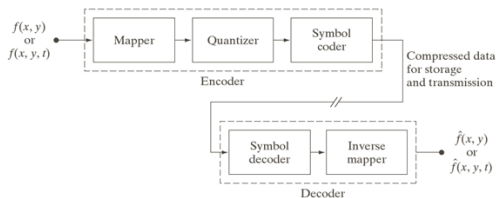


### • Mã hóa: thực hiện nén dữ liệu ảnh

- 1 Khối ánh xạ (mapper): biến đổi ảnh thành một định dạng được thiết kế để giảm độ dư thừa không gian và thời gian của ảnh
  - ★ Phép thuận nghịch (reversible)
- 2 Khối lượng tử hóa (quantizer): tăng/giảm số mức biểu diễn của các giá trị đầu ra bộ ánh xạ theo một số tiêu chí chất lượng định trước
  - ★ Phép không thuận nghịch (irreversible)  $\Rightarrow$  Không có mặt trong các hệ thống nén không tổn hao
- 3 Khối mã hóa ký hiệu (symbol coder): tạo ra các từ mã (đều/không đều) và ánh xạ chúng cho các giá trị đầu ra của khối lượng tử hóa

# Tổng quan về nén ảnh số

## Phân loại và mô hình hệ thống nén ảnh: Mô hình hệ thống nén ảnh - Mã hóa

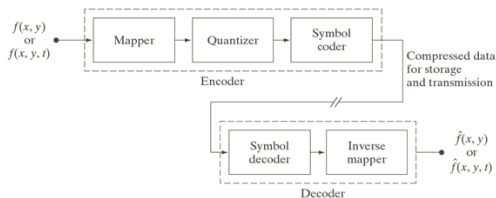


- Mã hóa: thực hiện nén dữ liệu ảnh

- 1 Khối ánh xạ (mapper): biến đổi ảnh thành một định dạng được thiết kế để giảm độ dư thừa không gian và thời gian của ảnh
  - ★ Phép thuận nghịch (reversible)
- 2 Khối lượng tử hóa (quantizer): tăng/giảm số mức biểu diễn của các giá trị đầu ra bộ ánh xạ theo một số tiêu chí chất lượng định trước
  - ★ Phép không thuận nghịch (irreversible)  $\Rightarrow$  Không có mặt trong các hệ thống nén không tổn hao
- 3 Khối mã hóa ký hiệu (symbol coder): tạo ra các từ mã (đều/không đều) và ánh xạ chúng cho các giá trị đầu ra của khối lượng tử hóa
  - ★ Phép thuận nghịch

# Tổng quan về nén ảnh số

## Phân loại và mô hình hệ thống nén ảnh: Mô hình hệ thống nén ảnh - Mã hóa



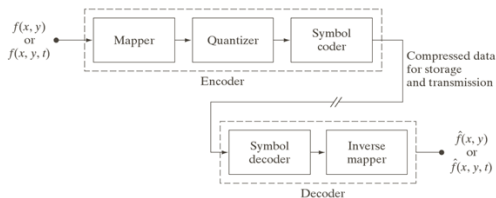
### • Mã hóa: thực hiện nén dữ liệu ảnh

- 1 **Khối ánh xạ (mapper):** biến đổi ảnh thành một định dạng được thiết kế để giảm độ dư thừa không gian và thời gian của ảnh
  - ★ Phép thuận nghịch (reversible)
- 2 **Khối lượng tử hóa (quantizer):** tăng/giảm số mức biểu diễn của các giá trị đầu ra bộ ánh xạ theo một số tiêu chí chất lượng định trước
  - ★ Phép không thuận nghịch (irreversible)  $\Rightarrow$  Không có mặt trong các hệ thống nén không tổn hao
- 3 **Khối mã hóa ký hiệu (symbol coder):** tạo ra các từ mã (đều/không đều) và ánh xạ chúng cho các giá trị đầu ra của khối lượng tử hóa
  - ★ Phép thuận nghịch
  - ★ Thường sử dụng các bộ mã không đều và gán theo nguyên tắc mã hóa tối ưu để giảm nhỏ độ dư thừa mã hóa



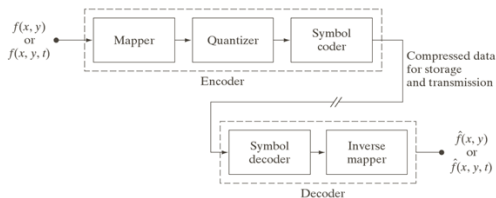
# Tổng quan về nén ảnh số

Phân loại và mô hình hệ thống nén ảnh: Mô hình hệ thống nén ảnh - Giải mã



# Tổng quan về nén ảnh số

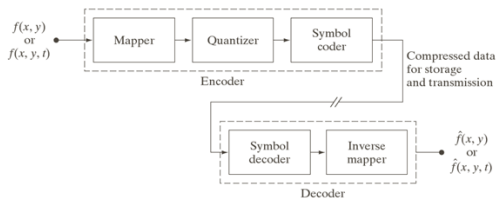
Phân loại và mô hình hệ thống nén ảnh: Mô hình hệ thống nén ảnh - Giải mã



- Giải mã:

# Tổng quan về nén ảnh số

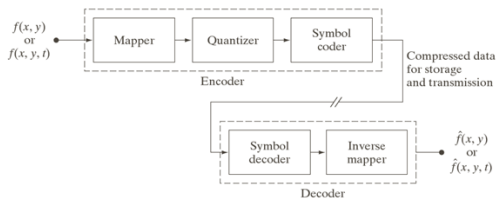
Phân loại và mô hình hệ thống nén ảnh: Mô hình hệ thống nén ảnh - Giải mã



- Giải mã: thực hiện giải nén dữ liệu ảnh

# Tổng quan về nén ảnh số

Phân loại và mô hình hệ thống nén ảnh: Mô hình hệ thống nén ảnh - Giải mã

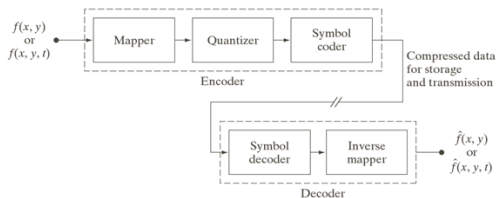


- Giải mã: thực hiện giải nén dữ liệu ảnh
  - ▶ Thực hiện các thao tác ngược lại của phía mã hóa



# Tổng quan về nén ảnh số

Phân loại và mô hình hệ thống nén ảnh: Mô hình hệ thống nén ảnh - Giải mã



- Giải mã: thực hiện giải nén dữ liệu ảnh

- ▶ Thực hiện các thao tác ngược lại của phía mã hóa
- ▶ Khối giải lượng tử là thao tác không thuận nghịch nên trong trường hợp tổng quát không được trình bày

# Chương 6: Nén ảnh số

## Nội dung chính

### 1 Tổng quan về nén ảnh số

- Tại sao phải nén ảnh số?
- Một số khái niệm cơ bản
- Phân loại và mô hình hệ thống nén ảnh
- Một số chuẩn nén cơ bản

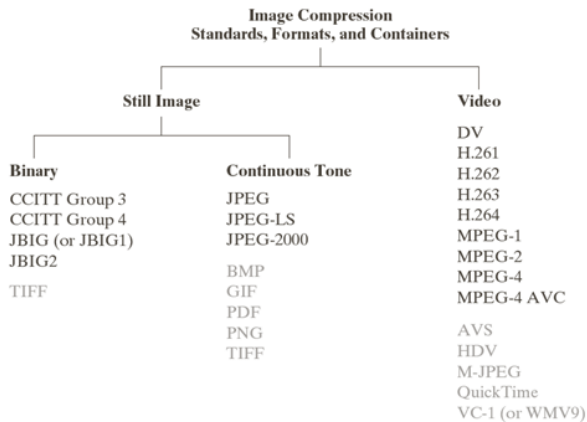
### 2 Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

- Mã hóa Huffman
- RLE
- Mã hóa từ điển LZW
- Mã hóa biến đổi DCT



# Tổng quan về nén ảnh số

Một số chuẩn nén cơ bản



# Chương 6: Nén ảnh số

## Nội dung chính

### 1 Tổng quan về nén ảnh số

- Tại sao phải nén ảnh số?
- Một số khái niệm cơ bản
- Phân loại và mô hình hệ thống nén ảnh
- Một số chuẩn nén cơ bản

### 2 Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

- Mã hóa Huffman
- RLE
- Mã hóa từ điển LZW
- Mã hóa biến đổi DCT



# Chương 6: Nén ảnh số

## Nội dung chính

### 1 Tổng quan về nén ảnh số

- Tại sao phải nén ảnh số?
- Một số khái niệm cơ bản
- Phân loại và mô hình hệ thống nén ảnh
- Một số chuẩn nén cơ bản

### 2 Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

- Mã hóa Huffman
- RLE
- Mã hóa từ điển LZW
- Mã hóa biến đổi DCT



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

## Mã hóa Huffman: Tổng quan

- Thuộc lớp mã hóa Entropy, mã hóa nén dữ liệu không tổn hao (lossless data compression)



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

## Mã hóa Huffman: Tổng quan

- Thuộc lớp mã hóa Entropy, mã hóa nén dữ liệu không tổn hao (lossless data compression)
- Là lớp mã với độ dài từ mã thay đổi (variable-length code)



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

## Mã hóa Huffman: Tổng quan

- Thuộc lớp mã hóa Entropy, mã hóa nén dữ liệu không tổn hao (lossless data compression)
- Là lớp mã với độ dài từ mã thay đổi (variable-length code)
- Bộ mã thu được là bộ mã có tính prefix.





# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

## Mã hóa Huffman: Tổng quan

- Thuộc lớp mã hóa Entropy, mã hóa nén dữ liệu không tổn hao (lossless data compression)
- Là lớp mã với độ dài từ mã thay đổi (variable-length code)
- Bộ mã thu được là bộ mã có tính prefix.
- Yêu cầu phân bố của nguồn phải biết trước.



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

## Mã hóa Huffman: Tổng quan

- Thuộc lớp mã hóa Entropy, mã hóa nén dữ liệu không tổn hao (lossless data compression)
- Là lớp mã với độ dài từ mã thay đổi (variable-length code)
- Bộ mã thu được là bộ mã có tính prefix.
- Yêu cầu phân bố của nguồn phải biết trước.
- Thuộc dạng thuật toán "Greedy".



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

## Mã hóa Huffman: Tổng quan

- Thuộc lớp mã hóa Entropy, mã hóa nén dữ liệu không tổn hao (lossless data compression)
- Là lớp mã với độ dài từ mã thay đổi (variable-length code)
- Bộ mã thu được là bộ mã có tính prefix.
- Yêu cầu phân bố của nguồn phải biết trước.
- Thuộc dạng thuật toán "Greedy".
- Là thuật toán mã hóa tối ưu.



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

## Mã hóa Huffman: Tổng quan

- Thuộc lớp mã hóa Entropy, mã hóa nén dữ liệu không tổn hao (lossless data compression)
- Là lớp mã với độ dài từ mã thay đổi (variable-length code)
- Bộ mã thu được là bộ mã có tính prefix.
- Yêu cầu phân bố của nguồn phải biết trước.
- Thuộc dạng thuật toán "Greedy".
- Là thuật toán mã hóa tối ưu.

## Định lý

*Mã hóa Huffman là mã hóa tối ưu. Nói cách khác, gọi  $\bar{l}_H$  là độ dài trung bình từ mã của bộ mã Huffman cho nguồn rời rạc  $X$ ,  $\bar{l}$  là độ dài trung bình từ mã của bộ mã tạo được bởi một phương pháp nào đó, khi đó chúng ta có:*

# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

## Mã hóa Huffman: Tổng quan

- Thuộc lớp mã hóa Entropy, mã hóa nén dữ liệu không tổn hao (lossless data compression)
- Là lớp mã với độ dài từ mã thay đổi (variable-length code)
- Bộ mã thu được là bộ mã có tính prefix.
- Yêu cầu phân bố của nguồn phải biết trước.
- Thuộc dạng thuật toán "Greedy".
- Là thuật toán mã hóa tối ưu.

## Định lý

Mã hóa Huffman là mã hóa tối ưu. Nói cách khác, gọi  $\bar{l}_H$  là độ dài trung bình từ mã của bộ mã Huffman cho nguồn rời rạc  $X$ ,  $\bar{l}$  là độ dài trung bình từ mã của bộ mã tạo được bởi một phương pháp nào đó, khi đó chúng ta có:

$$\bar{l}_{Huffman} \leq \bar{l}$$

# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa Huffman: Mã hóa

**Input:**  $X = \{x_k\}$  với các xác suất phân bố  $p(x_k)$  tương ứng.

$$X = \{x_k\} = \begin{pmatrix} x_1 & x_2 & \dots & x_N \\ p(x_1) & p(x_2) & \dots & p(x_n) \end{pmatrix}$$

**Output:** Các từ mã nhị phân  $m_k^{l_k}$  tương ứng với tin  $x_k$

# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa Huffman: Mã hóa

**Input:**  $X = \{x_k\}$  với các xác suất phân bố  $p(x_k)$  tương ứng.

$$X = \{x_k\} = \begin{pmatrix} x_1 & x_2 & \dots & x_N \\ p(x_1) & p(x_2) & \dots & p(x_n) \end{pmatrix}$$

**Output:** Các từ mã nhị phân  $m_k^{l_k}$  tương ứng với tin  $x_k$

- 1 Khởi động danh sách cây nhị phân có một nút, trọng số các nút là xác suất tương ứng của các tin  $x_k$ , sắp xếp danh sách theo một trật tự tăng dần của trọng số

# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa Huffman: Mã hóa

**Input:**  $X = \{x_k\}$  với các xác suất phân bố  $p(x_k)$  tương ứng.

$$X = \{x_k\} = \begin{pmatrix} x_1 & x_2 & \dots & x_N \\ p(x_1) & p(x_2) & \dots & p(x_n) \end{pmatrix}$$

**Output:** Các từ mã nhị phân  $m_k^l$  tương ứng với tin  $x_k$

- 1 Khởi động danh sách cây nhị phân có một nút, trọng số các nút là xác suất tương ứng của các tin  $x_k$ , sắp xếp danh sách theo một trật tự tăng dần của trọng số
- 2 Thực hiện lặp các bước sau đến khi thu được một nút duy nhất.



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa Huffman: Mã hóa

**Input:**  $X = \{x_k\}$  với các xác suất phân bố  $p(x_k)$  tương ứng.

$$X = \{x_k\} = \begin{pmatrix} x_1 & x_2 & \dots & x_N \\ p(x_1) & p(x_2) & \dots & p(x_n) \end{pmatrix}$$

**Output:** Các từ mã nhị phân  $m_k^l$  tương ứng với tin  $x_k$

- ❶ Khởi động danh sách cây nhị phân có một nút, trọng số các nút là xác suất tương ứng của các tin  $x_k$ , sắp xếp danh sách theo một trật tự tăng dần của trọng số
- ❷ Thực hiện lặp các bước sau đến khi thu được một nút duy nhất.
  - ❶ Tìm hai cây  $T'$  và  $T''$  trong danh sách các nút gốc có trọng số tối thiểu  $p'$  và  $p''$ . Thay thế chúng bằng một cây có nút gốc có trọng bằng  $p' + p''$  và các cây con là  $T'$  và  $T''$ .

# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa Huffman: Mã hóa

**Input:**  $X = \{x_k\}$  với các xác suất phân bố  $p(x_k)$  tương ứng.

$$X = \{x_k\} = \begin{pmatrix} x_1 & x_2 & \dots & x_N \\ p(x_1) & p(x_2) & \dots & p(x_n) \end{pmatrix}$$

**Output:** Các từ mã nhị phân  $m_k^l$  tương ứng với tin  $x_k$

- ❶ Khởi động danh sách cây nhị phân có một nút, trọng số các nút là xác suất tương ứng của các tin  $x_k$ , sắp xếp danh sách theo một trật tự tăng dần của trọng số
- ❷ Thực hiện lặp các bước sau đến khi thu được một nút duy nhất.
  - ❶ Tìm hai cây  $T'$  và  $T''$  trong danh sách các nút gốc có trọng số tối thiểu  $p'$  và  $p''$ . Thay thế chúng bằng một cây có nút gốc có trọng bằng  $p' + p''$  và các cây con là  $T'$  và  $T''$ .
  - ❷ Gán nhãn 0 và 1 trên các nhánh từ gốc mới đến các cây  $T'$  và  $T''$ .

# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa Huffman: Mã hóa

**Input:**  $X = \{x_k\}$  với các xác suất phân bố  $p(x_k)$  tương ứng.

$$X = \{x_k\} = \begin{pmatrix} x_1 & x_2 & \dots & x_N \\ p(x_1) & p(x_2) & \dots & p(x_n) \end{pmatrix}$$

**Output:** Các từ mã nhị phân  $m_k^l$  tương ứng với tin  $x_k$

- ❶ Khởi động danh sách cây nhị phân có một nút, trọng số các nút là xác suất tương ứng của các tin  $x_k$ , sắp xếp danh sách theo một trật tự tăng dần của trọng số
- ❷ Thực hiện lặp các bước sau đến khi thu được một nút duy nhất.
  - ❶ Tìm hai cây  $T'$  và  $T''$  trong danh sách các nút gốc có trọng số tối thiểu  $p'$  và  $p''$ . Thay thế chúng bằng một cây có nút gốc có trọng bằng  $p' + p''$  và các cây con là  $T'$  và  $T''$ .
  - ❷ Gán nhãn 0 và 1 trên các nhánh từ gốc mới đến các cây  $T'$  và  $T''$ .
  - ❸ Sắp xếp danh sách các nút gốc theo thứ tự tăng dần của trọng xác suất.

# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa Huffman: Mã hóa

**Input:**  $X = \{x_k\}$  với các xác suất phân bố  $p(x_k)$  tương ứng.

$$X = \{x_k\} = \begin{pmatrix} x_1 & x_2 & \dots & x_N \\ p(x_1) & p(x_2) & \dots & p(x_n) \end{pmatrix}$$

**Output:** Các từ mã nhị phân  $m_k^{l_k}$  tương ứng với tin  $x_k$

- ❶ Khởi động danh sách cây nhị phân có một nút, trọng số các nút là xác suất tương ứng của các tin  $x_k$ , sắp xếp danh sách theo một trật tự tăng dần của trọng số
- ❷ Thực hiện lặp các bước sau đến khi thu được một nút duy nhất.
  - ❶ Tìm hai cây  $T'$  và  $T''$  trong danh sách các nút gốc có trọng số tối thiểu  $p'$  và  $p''$ . Thay thế chúng bằng một cây có nút gốc có trọng bằng  $p' + p''$  và các cây con là  $T'$  và  $T''$ .
  - ❷ Gán nhãn 0 và 1 trên các nhánh từ gốc mới đến các cây  $T'$  và  $T''$ .
  - ❸ Sắp xếp danh sách các nút gốc theo thứ tự tăng dần của trọng xác suất.
- ❸ Duyệt từ gốc cuối cùng đến nút lá: tổ hợp các bit nhãn trên đường duyệt là các từ mã tương ứng với các tin.

# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa Huffman: Giải mã

**Input:** Chuỗi mã hóa

**Output:** Tím dãy tin tương ứng



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa Huffman: Giải mã

**Input:** Chuỗi mã hóa

**Output:** Tìm dãy tin tương ứng

- 1 Khởi động, đặt con trỏ  $P$  chỉ đến gốc (root) của cây mã hóa Huffman. Gán con trỏ bit  $b$  rỗng.



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa Huffman: Giải mã

**Input:** Chuỗi mã hóa

**Output:** Tìm dãy tin tương ứng

- 1 Khởi động, đặt con trỏ  $P$  chỉ đến gốc (root) của cây mã hóa Huffman. Gán con trỏ bit  $b$  rỗng.
- 2 Lặp các bước sau đến khi giải mã hết chuỗi mã hóa:



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa Huffman: Giải mã

**Input:** Chuỗi mã hóa

**Output:** Tím dãy tin tương ứng

- ❶ Khởi động, đặt con trỏ  $P$  chỉ đến gốc (root) của cây mã hóa Huffman. Gán con trỏ bit  $b$  rỗng.
- ❷ Lặp các bước sau đến khi giải mã hết chuỗi mã hóa:
  - ❶ Gán  $b$  bằng bit tiếp theo của chuỗi mã.





# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa Huffman: Giải mã

**Input:** Chuỗi mã hóa

**Output:** Tím dãy tin tương ứng

- ❶ Khởi động, đặt con trỏ  $P$  chỉ đến gốc (root) của cây mã hóa Huffman. Gán con trỏ bit  $b$  rỗng.
- ❷ Lặp các bước sau đến khi giải mã hết chuỗi mã hóa:
  - ❶ Gán  $b$  bằng bit tiếp theo của chuỗi mã.
    - ★ Nếu  $b = 0$  dịch con trỏ  $P$  theo nhánh có nhãn 0, nếu ngược lại, dịch con trỏ  $P$  theo nhánh có nhãn 1.



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa Huffman: Giải mã

**Input:** Chuỗi mã hóa

**Output:** Tìm dãy tin tương ứng

- ❶ Khởi động, đặt con trỏ  $P$  chỉ đến gốc (root) của cây mã hóa Huffman. Gán con trỏ bit  $b$  rỗng.
- ❷ Lặp các bước sau đến khi giải mã hết chuỗi mã hóa:
  - ❶ Gán  $b$  bằng bit tiếp theo của chuỗi mã.
    - ★ Nếu  $b = 0$  dịch con trỏ  $P$  theo nhánh có nhãn 0, nếu ngược lại, dịch con trỏ  $P$  theo nhánh có nhãn 1.
  - ❷ Nếu  $P$  đã chỉ đến nút lá thì ghi ra tin tương ứng với từ cụm mã. Khởi động lại các con trỏ ( $P$  chỉ đến gốc,  $b$  bằng rỗng)



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa Huffman: Ví dụ minh họa

Một ảnh  $I$  ( $256 \times 256$ ) có các mức xám  $a_1, a_2, \dots, a_5$  với xác suất cho trong bảng:

Original source	
Symbol	Probability
$a_2$	0.4
$a_6$	0.3
$a_1$	0.1
$a_4$	0.1
$a_3$	0.06
$a_5$	0.04

- Xây dựng bộ mã nhị phân biểu diễn các mức xám của ảnh  $I$  theo phương pháp mã hóa Huffman
- Tính độ dài trung bình từ mã của bộ mã xây dựng được. Bộ mã xây dựng được có tối ưu không? Vì sao?
- Thực hiện giải mã cho dãy mã 010100111100
- Dung lượng ảnh khi sử dụng bộ mã hóa xây dựng được trên bằng bao nhiêu?
- Tính tỉ số nén thu được khi sử dụng bộ mã xây dựng được ở trên so với việc sử dụng bộ mã đều 8-bit



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa Huffman: Ví dụ minh họa

Original source		Source reduction				
Symbol	Probability	1	2	3	4	5
$a_2$	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0
$a_6$	0.3	0.3	0.3	0.3		
$a_1$	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	1
$a_4$	0.1	0.1				
$a_3$	0.06	0.1	0.1	0.1	0.3	1
$a_5$	0.04					

# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa Huffman: Ví dụ minh họa

Original source		Source reduction				
Symbol	Probability	1	2	3	4	5
$a_2$	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	1
$a_6$	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	
$a_1$	0.1	0.1	0.2	0.3		
$a_4$	0.1	0.1	0.1			
$a_3$	0.06	0.1				
$a_5$	0.04					

# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa Huffman: Ví dụ minh họa

Symbol	Probability	Code word	Length of code word
$a_2$	0.4	1	1
$a_6$	0.3	00	2
$a_1$	0.1	011	3
$a_4$	0.1	0100	4
$a_3$	0.06	01010	5
$a_3$	0.04	01011	5

- Độ dài trung bình từ mã của bộ mã  $L_{avg} = \bar{l} = \sum_{k=1}^6 p(a_k)l_k = 2.2$  [bit]
- Dễ thấy bộ mã thu được không phải tối ưu. Vì  $L_{avg} > H(I)$



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa Huffman: Ví dụ minh họa

Symbol	Probability	Code word	Length of code word
$a_2$	0.4	1	1
$a_6$	0.3	00	2
$a_1$	0.1	011	3
$a_4$	0.1	0100	4
$a_3$	0.06	01010	5
$a_3$	0.04	01011	5

- Dãy mã 010100111100  $\Rightarrow$   $\underset{a_3}{01010}/\underset{a_1}{011}/\underset{a_2}{1}/\underset{a_2}{1}/\underset{a_6}{00}$



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa Huffman: Ví dụ minh họa

- Dung lượng ảnh sau khi sử dụng bộ mã hóa:  $256 \times 256 \times 2.2$  [bit]





# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa Huffman: Ví dụ minh họa

- Tỷ số nén thu được khi sử dụng mã hóa Huffman so với sử dụng mã đều

$$\text{8-bit: } C_R = \frac{256 \times 256 \times 8}{256 \times 256 \times 2.2} = \frac{8}{2.2} \approx 3.64$$



# Chương 6: Nén ảnh số

## Nội dung chính

### 1 Tổng quan về nén ảnh số

- Tại sao phải nén ảnh số?
- Một số khái niệm cơ bản
- Phân loại và mô hình hệ thống nén ảnh
- Một số chuẩn nén cơ bản

### 2 Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

- Mã hóa Huffman
- RLE
- Mã hóa từ điển LZW
- Mã hóa biến đổi DCT



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa độ dài chạy: Tổng quan

- ≡ Mã hóa loạt dài chạy, RLE (Run-length Encoding)



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa độ dài chạy: Tổng quan

- $\equiv$  Mã hóa loạt dài chạy, RLE (Run-length Encoding)
- Được phát triển vào những năm 1950



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa độ dài chạy: Tổng quan

- $\equiv$  Mã hóa loạt dài chạy, RLE (Run-length Encoding)
- Được phát triển vào những năm 1950
  - ▶ Trở thành tiêu chuẩn nén cho mã truyền tải FAX



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa độ dài chạy: Tổng quan

- $\equiv$  Mã hóa loạt dài chạy, RLE (Run-length Encoding)
- Được phát triển vào những năm 1950
  - ▶ Trở thành tiêu chuẩn nén cho mã truyền tải FAX
- Thực hiện đơn giản, thực thi mã hóa nhanh



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa độ dài chạy: Tổng quan

- $\equiv$  Mã hóa loạt dài chạy, RLE (Run-length Encoding)
- Được phát triển vào những năm 1950
  - ▶ Trở thành tiêu chuẩn nén cho mã truyền tải FAX
- Thực hiện đơn giản, thực thi mã hóa nhanh
  - ▶ Được hỗ trợ bởi hầu hết các định dạng file ảnh nhị phân như BMP, TIFF, PCX, ...



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa độ dài chạy: Tổng quan

- $\equiv$  Mã hóa loạt dài chạy, RLE (Run-length Encoding)
- Được phát triển vào những năm 1950
  - ▶ Trở thành tiêu chuẩn nén cho mã truyền tải FAX
- Thực hiện đơn giản, thực thi mã hóa nhanh
  - ▶ Được hỗ trợ bởi hầu hết các định dạng file ảnh nhị phân như BMP, TIFF, PCX, ...
- Đạt được hiệu quả nén bằng cách loại bỏ dạng dư thừa dữ liệu không gian đơn giản





# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa độ dài chạy: Tổng quan

- $\equiv$  Mã hóa loạt dài chạy, RLE (Run-length Encoding)
- Được phát triển vào những năm 1950
  - ▶ Trở thành tiêu chuẩn nén cho mã truyền tải FAX
- Thực hiện đơn giản, thực thi mã hóa nhanh
  - ▶ Được hỗ trợ bởi hầu hết các định dạng file ảnh nhị phân như BMP, TIFF, PCX, ...
- Đạt được hiệu quả nén bằng cách loại bỏ dạng dư thừa dữ liệu không gian đơn giản
  - ▶ Mã hóa một nhóm các điểm ảnh liên tiếp có cùng giá trị mức xám  $\rightarrow$  thường thành 2 bytes: 1 byte đếm, 1 bytes giá trị



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa độ dài chạy: Tổng quan

- $\equiv$  Mã hóa loạt dài chạy, RLE (Run-length Encoding)
- Được phát triển vào những năm 1950
  - ▶ Trở thành tiêu chuẩn nén cho mã truyền tải FAX
- Thực hiện đơn giản, thực thi mã hóa nhanh
  - ▶ Được hỗ trợ bởi hầu hết các định dạng file ảnh nhị phân như BMP, TIFF, PCX, ...
- Đạt được hiệu quả nén bằng cách loại bỏ dạng dư thừa dữ liệu không gian đơn giản
  - ▶ Mã hóa một nhóm các điểm ảnh liên tiếp có cùng giá trị mức xám  $\rightarrow$  thường thành 2 bytes: 1 byte đếm, 1 bytes giá trị
    - ★ Một nhóm các điểm ảnh liên tiếp có cùng giá trị mức xám được gọi là một loạt dài chạy



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa độ dài chạy: Tổng quan

- $\equiv$  Mã hóa loạt dài chạy, RLE (Run-length Encoding)
- Được phát triển vào những năm 1950
  - ▶ Trở thành tiêu chuẩn nén cho mã truyền tải FAX
- Thực hiện đơn giản, thực thi mã hóa nhanh
  - ▶ Được hỗ trợ bởi hầu hết các định dạng file ảnh nhị phân như BMP, TIFF, PCX, ...
- Đạt được hiệu quả nén bằng cách loại bỏ dạng dư thừa dữ liệu không gian đơn giản
  - ▶ Mã hóa một nhóm các điểm ảnh liên tiếp có cùng giá trị mức xám  $\rightarrow$  thường thành 2 bytes: 1 byte đếm, 1 byte giá trị
    - ★ Một nhóm các điểm ảnh liên tiếp có cùng giá trị mức xám được gọi là một loạt dài chạy
  - ▶  $\Rightarrow$  Không đạt được hiệu quả nén, thậm chí có sự mở rộng (tăng lên) về dữ liệu nếu có quá ít hoặc không có những nhóm điểm ảnh có giá trị mức xám lặp giống nhau



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa độ dài chạy: Tổng quan

- $\equiv$  Mã hóa loạt dài chạy, RLE (Run-length Encoding)
- Được phát triển vào những năm 1950
  - ▶ Trở thành tiêu chuẩn nén cho mã truyền tải FAX
- Thực hiện đơn giản, thực thi mã hóa nhanh
  - ▶ Được hỗ trợ bởi hầu hết các định dạng file ảnh nhị phân như BMP, TIFF, PCX, ...
- Đạt được hiệu quả nén bằng cách loại bỏ dạng dư thừa dữ liệu không gian đơn giản
  - ▶ Mã hóa một nhóm các điểm ảnh liên tiếp có cùng giá trị mức xám  $\rightarrow$  thường thành 2 bytes: 1 byte đếm, 1 bytes giá trị
    - ★ Một nhóm các điểm ảnh liên tiếp có cùng giá trị mức xám được gọi là một loạt dài chạy
  - ▶  $\Rightarrow$  Không đạt được hiệu quả nén, thậm chí có sự mở rộng (tăng lên) về dữ liệu nếu có quá ít hoặc không có những nhóm điểm ảnh có giá trị mức xám lặp giống nhau
- Không đạt được hiệu quả nén cao như các phương pháp nén khác



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa độ dài chạy: Minh họa

Một ảnh nhị phân có các giá trị mức xám trắng (W) và đen (B) được duyệt theo thứ tự từng hàng từ trên xuống zig-zag, trên một hàng từ trái sang phải có kết quả như sau: "WWWWWWWWWWWWWWBWWWWWWWWWWWWWWWWB-  
WWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWB-  
WWWWWWWWWWWWWWWWWWWW" Thực hiện mã hóa ảnh đã cho bằng phương pháp RLE



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa độ dài chạy: Minh họa

Một ảnh nhị phân có các giá trị mức xám trắng (W) và đen (B) được duyệt theo thứ tự từng hàng từ trên xuống zig-zag, trên một hàng từ trái sang phải có kết quả như sau: "WWWWWWWWWWWWWWWWBWWWWWWWWWWWWWWWWBBB-  
WWB-  
WW" Thực hiện mã hóa ảnh đã cho bằng phương pháp RLE

- Thực hiện duyệt dãy ký tự chúng ta có các phân đoạn (loạt dài chạy):

WWWWWWWWWWWWWWWWWW / B / WWWWWWWWWWWWWWWWWW / BBB /  
(1) (2) (3) (4)  
WW / B /  
(5) (6)  
WW  
(7)



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa độ dài chạy: Minh họa

Một ảnh nhị phân có các giá trị mức xám trắng (W) và đen (B) được duyệt theo thứ tự từng hàng từ trên xuống zig-zag, trên một hàng từ trái sang phải có kết quả như sau: "WWWWWWWWWWWWWWWWBWWWWWWWWWWWWWWWWBBB-  
WWB-  
WW" Thực hiện mã hóa ảnh đã cho bằng phương pháp RLE

- Thực hiện duyệt dãy ký tự chúng ta có các phân đoạn (loạt dài chạy):

WWWWWWWWWWWWWWWWWW / B / WWWWWWWWWWWWWWWWWW / BBB /  
(1) (2) (3) (4)  
WW / B /  
(5) (6)  
WWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWW  
(7)

- ⇒ 12W-1B-12W-3B-24W-1B-14W



# Chương 6: Nén ảnh số

## Nội dung chính

### 1 Tổng quan về nén ảnh số

- Tại sao phải nén ảnh số?
- Một số khái niệm cơ bản
- Phân loại và mô hình hệ thống nén ảnh
- Một số chuẩn nén cơ bản

### 2 Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

- Mã hóa Huffman
- RLE
- Mã hóa từ điển LZW
- Mã hóa biến đổi DCT





# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Tổng quan

- Được Abraham Lempel, Jacob Ziv phát triển và được cải tiến bởi Terry Welch năm 1984



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Tổng quan

- Được Abraham Lempel, Jacob Ziv phát triển và được cải tiến bởi Terry Welch năm 1984
  - ▶ Được gọi là phương pháp mã hóa từ điển LZW



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Tổng quan

- Được Abraham Lempel, Jacob Ziv phát triển và được cải tiến bởi Terry Welch năm 1984
  - ▶ Được gọi là phương pháp mã hóa từ điển LZW
- Thuộc lớp mã hóa không tổn hao



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Tổng quan

- Được Abraham Lempel, Jacob Ziv phát triển và được cải tiến bởi Terry Welch năm 1984
  - ▶ Được gọi là phương pháp mã hóa từ điển LZW
- Thuộc lớp mã hóa không tổn hao
- Thuộc lớp mã hóa thuật toán từ điển



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Tổng quan

- Được Abraham Lempel, Jacob Ziv phát triển và được cải tiến bởi Terry Welch năm 1984
  - ▶ Được gọi là phương pháp mã hóa từ điển LZW
- Thuộc lớp mã hóa không tổn hao
- Thuộc lớp mã hóa thuật toán từ điển
  - ▶ Khai thác đặc tính dư thừa không gian của ảnh để đạt hiệu quả nén



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Tổng quan

- Được Abraham Lempel, Jacob Ziv phát triển và được cải tiến bởi Terry Welch năm 1984
  - ▶ Được gọi là phương pháp mã hóa từ điển LZW
- Thuộc lớp mã hóa không tổn hao
- Thuộc lớp mã hóa thuật toán từ điển
  - ▶ Khai thác đặc tính dư thừa không gian của ảnh để đạt hiệu quả nén
  - ▶ Có khả năng tổ chức từ điển để đạt hiệu quả cao



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Tổng quan

- Được Abraham Lempel, Jacob Ziv phát triển và được cải tiến bởi Terry Welch năm 1984
  - ▶ Được gọi là phương pháp mã hóa từ điển LZW
- Thuộc lớp mã hóa không tổn hao
- Thuộc lớp mã hóa thuật toán từ điển
  - ▶ Khai thác đặc tính dư thừa không gian của ảnh để đạt hiệu quả nén
  - ▶ Có khả năng tổ chức từ điển để đạt hiệu quả cao
- Không yêu cầu phải biết trước phân bố của nguồn, thuật toán thích nghi



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Tổng quan

- Được Abraham Lempel, Jacob Ziv phát triển và được cải tiến bởi Terry Welch năm 1984
  - ▶ Được gọi là phương pháp mã hóa từ điển LZW
- Thuộc lớp mã hóa không tổn hao
- Thuộc lớp mã hóa thuật toán từ điển
  - ▶ Khai thác đặc tính dư thừa không gian của ảnh để đạt hiệu quả nén
  - ▶ Có khả năng tổ chức từ điển để đạt hiệu quả cao
- Không yêu cầu phải biết trước phân bố của nguồn, thuật toán thích nghi
- Ứng dụng rộng rãi trong thực tế, là cơ sở của nhiều trình tiện ích nén dữ liệu thương mại





# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Thuật toán

## Thuật toán mã hóa LZW

**Input:** Cho trước chuỗi ký tự nguồn  $\mathcal{X} = x_1x_2 \dots x_n$  (n rất lớn)

**Output:** Bảng từ điển cơ bản và dãy mã của chuỗi ký tự nguồn đã cho

# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Thuật toán

## Thuật toán mã hóa LZW

**Input:** Cho trước chuỗi ký tự nguồn  $\mathcal{X} = x_1x_2 \dots x_n$  (n rất lớn)

**Output:** Bảng từ điển cơ bản và dãy mã của chuỗi ký tự nguồn đã cho

- 1 Khởi động bảng từ mã cơ bản khởi đầu

# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Thuật toán

## Thuật toán mã hóa LZW

**Input:** Cho trước chuỗi ký tự nguồn  $\mathcal{X} = x_1x_2 \dots x_n$  ( $n$  rất lớn)

**Output:** Bảng từ điển cơ bản và dãy mã của chuỗi ký tự nguồn đã cho

- 1 Khởi động bảng từ mã cơ bản khởi đầu
- 2 Lặp cho đến khi toàn bộ ký tự trong chuỗi nguồn được duyệt hết:

# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Thuật toán

## Thuật toán mã hóa LZW

**Input:** Cho trước chuỗi ký tự nguồn  $\mathcal{X} = x_1x_2 \dots x_n$  ( $n$  rất lớn)

**Output:** Bảng từ điển cơ bản và dãy mã của chuỗi ký tự nguồn đã cho

- ❶ Khởi động bảng từ mã cơ bản khởi đầu
- ❷ Lặp cho đến khi toàn bộ ký tự trong chuỗi nguồn được duyệt hết:
  - ❶ Tìm kiếm trong chuỗi ký tự nguồn đã cho cụm ký tự tiền tố dài nhất  $w$  đã có mặt trong bảng từ điển mã. Nói cách khác, tìm kiếm cụm ký tự tiền tố  $w$  dài nhất mà  $\mathcal{X} = (w, \mathcal{X}')$

# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Thuật toán

## Thuật toán mã hóa LZW

**Input:** Cho trước chuỗi ký tự nguồn  $\mathcal{X} = x_1x_2 \dots x_n$  ( $n$  rất lớn)

**Output:** Bảng từ điển cơ bản và dãy mã của chuỗi ký tự nguồn đã cho

- ❶ Khởi động bảng từ mã cơ bản khởi đầu
- ❷ Lặp cho đến khi toàn bộ ký tự trong chuỗi nguồn được duyệt hết:
  - ❶ Tìm kiếm trong chuỗi ký tự nguồn đã cho cụm ký tự tiền tố dài nhất  $w$  đã có mặt trong bảng từ điển mã. Nói cách khác, tìm kiếm cụm ký tự tiền tố  $w$  dài nhất mà  $\mathcal{X} = (w, \mathcal{X}')$
  - ❷ Viết từ mã tương ứng với  $w$  vào dãy từ mã

# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Thuật toán

## Thuật toán mã hóa LZW

**Input:** Cho trước chuỗi ký tự nguồn  $\mathcal{X} = x_1x_2 \dots x_n$  ( $n$  rất lớn)

**Output:** Bảng từ điển cơ bản và dãy mã của chuỗi ký tự nguồn đã cho

- ❶ Khởi động bảng từ mã cơ bản khởi đầu
- ❷ Lặp cho đến khi toàn bộ ký tự trong chuỗi nguồn được duyệt hết:
  - ❶ Tìm kiếm trong chuỗi ký tự nguồn đã cho cụm ký tự tiền tố dài nhất  $w$  đã có mặt trong bảng từ điển mã. Nói cách khác, tìm kiếm cụm ký tự tiền tố  $w$  dài nhất mà  $\mathcal{X} = (w, \mathcal{X}')$
  - ❷ Viết từ mã tương ứng với  $w$  vào dãy từ mã
  - ❸ Cập nhật bảng mã với từ mã mới được tạo thành từ cụm ký tự  $(w, x_k)$ , với  $x_k$  là ký tự ngay tiếp theo cụm  $w$  trong chuỗi ký tự nguồn

# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Thuật toán

## Thuật toán mã hóa LZW

**Input:** Cho trước chuỗi ký tự nguồn  $\mathcal{X} = x_1x_2 \dots x_n$  ( $n$  rất lớn)

**Output:** Bảng từ điển cơ bản và dãy mã của chuỗi ký tự nguồn đã cho

- ❶ Khởi động bảng từ mã cơ bản khởi đầu
- ❷ Lặp cho đến khi toàn bộ ký tự trong chuỗi nguồn được duyệt hết:
  - ❶ Tìm kiếm trong chuỗi ký tự nguồn đã cho cụm ký tự tiền tố dài nhất  $w$  đã có mặt trong bảng từ điển mã. Nói cách khác, tìm kiếm cụm ký tự tiền tố  $w$  dài nhất mà  $\mathcal{X} = (w, \mathcal{X}')$
  - ❷ Viết từ mã tương ứng với  $w$  vào dãy từ mã
  - ❸ Cập nhật bảng mã với từ mã mới được tạo thành từ cụm ký tự  $(w, x_k)$ , với  $x_k$  là ký tự ngay tiếp theo cụm  $w$  trong chuỗi ký tự nguồn
  - ❹ Cập nhật  $\mathcal{X} = \mathcal{X}'$

# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Xây dựng từ điển

- Bảng từ điển cơ bản:





# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Xây dựng từ điển

- Bảng từ điển cơ bản:
  - ▶ Độ lớn phụ thuộc vào kích thước ký tự cơ bản của nguồn cần mã hóa



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Xây dựng từ điển

- Bảng từ điển cơ bản:

- ▶ Độ lớn phụ thuộc vào kích thước ký tự cơ bản của nguồn cần mã hóa
  - ★ Khi bị tràn → Phải khởi động lại và tăng kích thước



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Xây dựng từ điển

- Bảng từ điển cơ bản:

- ▶ Độ lớn phụ thuộc vào kích thước ký tự cơ bản của nguồn cần mã hóa
  - ★ Khi bị tràn → Phải khởi động lại và tăng kích thước
  - ★ Là một tham số quan trọng của hệ thống: Quá nhỏ → Ít có khả năng phát hiện các dãy lặp; Quá lớn ⇒ Ảnh hưởng đến hiệu quả nén



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Xây dựng từ điển

- Bảng từ điển cơ bản:

- ▶ Độ lớn phụ thuộc vào kích thước ký tự cơ bản của nguồn cần mã hóa
  - ★ Khi bị tràn → Phải khởi động lại và tăng kích thước
  - ★ Là một tham số quan trọng của hệ thống: Quá nhỏ → Ít có khả năng phát hiện các dãy lặp; Quá lớn ⇒ Ảnh hưởng đến hiệu quả nén
- ▶ Phía giải mã chỉ cần thông tin của bảng từ điển này



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Xây dựng từ điển

- Bảng từ điển cơ bản:

- ▶ Độ lớn phụ thuộc vào kích thước ký tự cơ bản của nguồn cần mã hóa
  - ★ Khi bị tràn → Phải khởi động lại và tăng kích thước
  - ★ Là một tham số quan trọng của hệ thống: Quá nhỏ → Ít có khả năng phát hiện các dãy lặp; Quá lớn ⇒ Ảnh hưởng đến hiệu quả nén
- ▶ Phía giải mã chỉ cần thông tin của bảng từ điển này
- ▶ Có thể thêm một số mã đặc biệt: CC (Clear Code), EOI (End of Information), ...



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Xây dựng từ điển

- Bảng từ điển cơ bản:

- ▶ Độ lớn phụ thuộc vào kích thước ký tự cơ bản của nguồn cần mã hóa
  - ★ Khi bị tràn → Phải khởi động lại và tăng kích thước
  - ★ Là một tham số quan trọng của hệ thống: Quá nhỏ → Ít có khả năng phát hiện các dãy lặp; Quá lớn ⇒ Ảnh hưởng đến hiệu quả nén
- ▶ Phía giải mã chỉ cần thông tin của bảng từ điển này
- ▶ Có thể thêm một số mã đặc biệt: CC (Clear Code), EOI (End of Information), ...

- Bảng từ điển mã hóa, giải mã:



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Xây dựng từ điển

- Bảng từ điển cơ bản:

- ▶ Độ lớn phụ thuộc vào kích thước ký tự cơ bản của nguồn cần mã hóa
  - ★ Khi bị tràn → Phải khởi động lại và tăng kích thước
  - ★ Là một tham số quan trọng của hệ thống: Quá nhỏ → Ít có khả năng phát hiện các dãy lặp; Quá lớn ⇒ Ảnh hưởng đến hiệu quả nén
- ▶ Phía giải mã chỉ cần thông tin của bảng từ điển này
- ▶ Có thể thêm một số mã đặc biệt: CC (Clear Code), EOI (End of Information), ...

- Bảng từ điển mã hóa, giải mã:

- ▶ Được xây dựng và cập nhật từ bảng mã cơ bản trong quá trình mã hóa, giải mã



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Xây dựng từ điển

- Bảng từ điển cơ bản:

- ▶ Độ lớn phụ thuộc vào kích thước ký tự cơ bản của nguồn cần mã hóa
  - ★ Khi bị tràn → Phải khởi động lại và tăng kích thước
  - ★ Là một tham số quan trọng của hệ thống: Quá nhỏ → Ít có khả năng phát hiện các dãy lặp; Quá lớn ⇒ Ảnh hưởng đến hiệu quả nén
- ▶ Phía giải mã chỉ cần thông tin của bảng từ điển này
- ▶ Có thể thêm một số mã đặc biệt: CC (Clear Code), EOI (End of Information), ...

- Bảng từ điển mã hóa, giải mã:

- ▶ Được xây dựng và cập nhật từ bảng mã cơ bản trong quá trình mã hóa, giải mã
  - ★ Cụm ký tự nguồn chưa có mặt trong từ điển được đặt vào từ điển tại vị trí được xác định bằng thuật toán





# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 1 (1/2)

Cho chuỗi ký tự nguồn  $\mathcal{X} = aaabaabaaba$ . Hãy mã hóa chuỗi ký tự đã bằng thuật toán LZW



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 1 (1/2)

**Bước 1:** Khởi động bảng từ điển cơ bản



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 1 (1/2)

**Bước 1:** Khởi động bảng từ điển cơ bản

Cụm nguồn	Từ mã



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 1 (1/2)

**Bước 1:** Khởi động bảng từ điển cơ bản

Cụm nguồn	Từ mã
a	1=(0000...00)
b	2=(0000...01)



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 1 (1/2)

**Bước 1:** Khởi động bảng từ điển cơ bản

Cụm nguồn	Từ mã
a	1=(0000...00)
b	2=(0000...01)

**Bước 2-1:** Thực hiện mã hóa



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 1 (1/2)

**Bước 1:** Khởi động bảng từ điển cơ bản

Cụm nguồn	Từ mã
a	1=(0000...00)
b	2=(0000...01)

**Bước 2-1:** Thực hiện mã hóa



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 1 (1/2)

**Bước 1:** Khởi động bảng từ điển cơ bản

Cụm nguồn	Từ mã
a	1=(0000...00)
b	2=(0000...01)

**Bước 2-1:** Thực hiện mã hóa

- aabaabaaba.



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 1 (1/2)

**Bước 1:** Khởi động bảng từ điển cơ bản

Cụm nguồn	Từ mã
a	1=(0000...00)
b	2=(0000...01)

**Bước 2-1:** Thực hiện mã hóa

- **a**aabaabaaba.
- **1**aaabaabaaba.





# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 1 (1/2)

**Bước 1:** Khởi động bảng từ điển cơ bản

Cụm nguồn	Từ mã
a	1=(0000...00)
b	2=(0000...01)

**Bước 2-1:** Thực hiện mã hóa

- **a**aabaabaaba.
- **1**aabaabaaba.
- Cập nhật từ mã mới ứng với **a**a



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 1 (1/2)

**Bước 1:** Khởi động bảng từ điển cơ bản

Cụm nguồn	Từ mã
a	1=(0000...00)
b	2=(0000...01)

**Bước 2-1:** Thực hiện mã hóa

- **a**aabaabaaba.
- **1**aaabaabaaba.
- Cập nhật từ mã mới ứng với **aa**

Cụm nguồn	Từ mã
a	1=(0000...00)
b	2=(0000...01)



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 1 (1/2)

**Bước 1:** Khởi động bảng từ điển cơ bản

Cụm nguồn	Từ mã
a	1=(0000...00)
b	2=(0000...01)

**Bước 2-1:** Thực hiện mã hóa

- **a**aabaabaaba.
- **1**aabaabaaba.
- Cập nhật từ mã mới ứng với **aa**

Cụm nguồn	Từ mã
a	1=(0000...00)
b	2=(0000...01)
aa	3=(0000...10)



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 1 (1/2)

**Bước 1:** Khởi động bảng từ điển cơ bản    **Bước 2-2:** Tiếp tục thực hiện mã hóa

Cụm nguồn	Từ mã
a	1=(0000...00)
b	2=(0000...01)

**Bước 2-1:** Thực hiện mã hóa

- **a**aabaabaaba.
- **1**aabaabaaba.
- Cập nhật từ mã mới ứng với **aa**

Cụm nguồn	Từ mã
a	1=(0000...00)
b	2=(0000...01)
aa	3=(0000...10)



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 1 (1/2)

- Bước 1:** Khởi động bảng từ điển cơ bản
- Bước 2-2:** Tiếp tục thực hiện mã hóa
- (1)**aa**baabaaba.

Cụm nguồn	Từ mã
a	1=(0000...00)
b	2=(0000...01)

## Bước 2-1: Thực hiện mã hóa

- **a**aabaabaaba.
- **1**aabaabaaba.
- Cập nhật từ mã mới ứng với **aa**

Cụm nguồn	Từ mã
a	1=(0000...00)
b	2=(0000...01)
aa	3=(0000...10)



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 1 (1/2)

**Bước 1:** Khởi động bảng từ điển cơ bản

Cụm nguồn	Từ mã
a	1=(0000...00)
b	2=(0000...01)

**Bước 2-2:** Tiếp tục thực hiện mã hóa

- (1)**aa**baabaaba.
- (1)**3**abaabaaba.

**Bước 2-1:** Thực hiện mã hóa

- **a**aabaabaaba.
- **1**aaabaabaaba.
- Cập nhật từ mã mới ứng với **aa**

Cụm nguồn	Từ mã
a	1=(0000...00)
b	2=(0000...01)
aa	3=(0000...10)



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 1 (1/2)

**Bước 1:** Khởi động bảng từ điển cơ bản

Cụm nguồn	Từ mã
a	1=(0000...00)
b	2=(0000...01)

**Bước 2-2:** Tiếp tục thực hiện mã hóa

- (1)**aa**baabaaba.
- (1)**3**abaabaaba.
- Cập nhật từ mã mới ứng với **aa**

**Bước 2-1:** Thực hiện mã hóa

- **a**aabaabaaba.
- **1**aaabaabaaba.
- Cập nhật từ mã mới ứng với **aa**

Cụm nguồn	Từ mã
a	1=(0000...00)
b	2=(0000...01)
aa	3=(0000...10)



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 1 (1/2)

**Bước 1:** Khởi động bảng từ điển cơ bản

Cụm nguồn	Từ mã
a	1=(0000...00)
b	2=(0000...01)

**Bước 2-1:** Thực hiện mã hóa

- aabaabaaba.
- 1aabaabaaba.
- Cập nhật từ mã mới ứng với aa

Cụm nguồn	Từ mã
a	1=(0000...00)
b	2=(0000...01)
aa	3=(0000...10)

**Bước 2-2:** Tiếp tục thực hiện mã hóa

- (1) aabaabaaba.
- (1) 3aabaaba.
- Cập nhật từ mã mới ứng với aab

Cụm nguồn	Từ mã
a	1=(0000...00)
b	2=(0000...01)
aa	3=(0000...10)





# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 1 (1/2)

**Bước 1:** Khởi động bảng từ điển cơ bản

Cụm nguồn	Từ mã
a	1=(0000...00)
b	2=(0000...01)

**Bước 2-1:** Thực hiện mã hóa

- **a**aabaabaaba.
- **1**aabaabaaba.
- Cập nhật từ mã mới ứng với **a**a

Cụm nguồn	Từ mã
a	1=(0000...00)
b	2=(0000...01)
aa	3=(0000...10)

**Bước 2-2:** Tiếp tục thực hiện mã hóa

- (1)**a**aabaabaaba.
- (1)**3**aabaabaaba.
- Cập nhật từ mã mới ứng với **aab**

Cụm nguồn	Từ mã
a	1=(0000...00)
b	2=(0000...01)
aa	3=(0000...10)
aab	4=(0000...11)



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 1 (2/2)

**Bước 2-3:** Tiếp tục thực hiện mã hóa



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 1 (2/2)

## Bước 2-3: Tiếp tục thực hiện mã hóa

- (13)baabaaba.



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 1 (2/2)

## Bước 2-3: Tiếp tục thực hiện mã hóa

- (13)**b**aabaaba.
- (13)**2**aaabaaba.



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 1 (2/2)

## Bước 2-3: Tiếp tục thực hiện mã hóa

- (13)**b**aabaaba.
- (13)**2**aabaaba.
- Cập nhật từ mã mới ứng với **b**a



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 1 (2/2)

**Bước 2-3:** Tiếp tục thực hiện mã hóa

- (13)**b**aabaaba.
- (13)**2**aaabaaba.
- Cập nhật từ mã mới ứng với **b**a

Cụm nguồn	Từ mã
a	1=(0000...00)
b	2=(0000...01)
aa	3=(0000...10)
aab	4=(0000...11)



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 1 (2/2)

## Bước 2-3: Tiếp tục thực hiện mã hóa

- (13)**b**aabaaba.
- (13)**2**aaabaaba.
- Cập nhật từ mã mới ứng với **ba**

Cụm nguồn	Từ mã
a	1=(0000...00)
b	2=(0000...01)
aa	3=(0000...10)
aab	4=(0000...11)
ba	5=(0000...00)



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 1 (2/2)

## Bước 2-3: Tiếp tục thực hiện mã hóa

- (13)**b**aabaaba.
- (13)**2**aabaaba.
- Cập nhật từ mã mới ứng với **ba** ...

Cụm nguồn	Từ mã
a	1=(0000...00)
b	2=(0000...01)
aa	3=(0000...10)
aab	4=(0000...11)
ba	5=(0000...00)





# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 1 (2/2)

## Bước 2-3: Tiếp tục thực hiện mã hóa

- (13)**b**aabaaba.
- (13)**2**aabaaba.
- Cập nhật từ mã mới ứng với **ba**

Cụm nguồn	Từ mã
a	1=(0000...00)
b	2=(0000...01)
aa	3=(0000...10)
aab	4=(0000...11)
ba	5=(0000...00)

...

## Kết quả

Chuỗi đã cho tương ứng với chuỗi từ mã  
13246



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 1 (2/2)

## Bước 2-3: Tiếp tục thực hiện mã hóa

- (13)**b**aabaaba.
- (13)**2**aabaaba.
- Cập nhật từ mã mới ứng với **ba**

Cụm nguồn	Từ mã
a	1=(0000...00)
b	2=(0000...01)
aa	3=(0000...10)
aab	4=(0000...11)
ba	5=(0000...00)

...

## Kết quả

Chuỗi đã cho tương ứng với chuỗi từ mã  
13246

- Dãy nguồn mã hóa cơ bản cần 10 từ mã



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 1 (2/2)

## Bước 2-3: Tiếp tục thực hiện mã hóa

- (13)**b**aabaaba.
- (13)**2**aabaaba.
- Cập nhật từ mã mới ứng với **ba**

Cụm nguồn	Từ mã
a	1=(0000...00)
b	2=(0000...01)
aa	3=(0000...10)
aab	4=(0000...11)
ba	5=(0000...00)

...

## Kết quả

Chuỗi đã cho tương ứng với chuỗi từ mã  
13246

- Dãy nguồn mã hóa cơ bản cần 10 từ mã
- Dãy mã hóa cần 5 từ mã



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 2 (1/2)

Xem xét một ảnh (khối ảnh) gốc  $I$  ( $4 \times 4$ ) mỗi giá trị điểm ảnh được biểu diễn bằng 8 bit của một đoạn biên ảnh thẳng đứng như sau:

$$I = \begin{bmatrix} 39 & 39 & 126 & 126 \\ 39 & 39 & 126 & 126 \\ 39 & 39 & 126 & 126 \\ 39 & 39 & 126 & 126 \end{bmatrix}$$

Ảnh được duyệt theo từng điểm theo thứ tự: từng hàng từ trên xuống, trên mỗi hàng duyệt từ trái sang phải. Giả sử sử dụng bảng từ điển có kích thước 512 từ mã, hãy thực hiện mã hóa ảnh gốc theo thuật toán mã hóa LZW



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 2 (1/2)

## Bước 1: Khởi động bảng từ điển cơ bản

- Ảnh 8-bit nên có 256 giá trị mức xám có thể
  - ⇒ 256 từ mã đầu tiên được gán cho các giá trị mức xám có thể ( $0 \div 255$ )
  - ⇒ các từ mã từ vị trí  $256 \div 511$  chưa được sử dụng



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 2 (1/2)

## Bước 1: Khởi động bảng từ điển cơ bản

- Ảnh 8-bit nên có 256 giá trị mức xám có thể
  - ⇒ 256 từ mã đầu tiên được gán cho các giá trị mức xám có thể ( $0 \div 255$ )
  - ⇒ các từ mã từ vị trí 256 ÷ 511 chưa được sử dụng

Giá trị mức xám	Từ mã
0	0
1	1
...	...
255	255
256	-
...	...
511	-



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 2 (2/2)

**Bước 2:** Thực hiện mã hóa và tạo bảng từ điển



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 2 (2/2)

Nhận diện cụm tiền tố	Từ mã tương ứng	Cập nhật cụm : từ mã





# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 2 (2/2)

Nhận diện cụm tiền tố	Từ mã tương ứng	Cập nhật cụm : từ mã
39		



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 2 (2/2)

Nhận diện cụm tiền tố	Từ mã tương ứng	Cập nhật cụm : từ mã
39	39	



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 2 (2/2)

Nhận diện cụm tiền tố	Từ mã tương ứng	Cập nhật cụm : từ mã
39	39	39-39: 256



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 2 (2/2)

Nhận diện cụm tiền tố	Từ mã tương ứng	Cập nhật cụm : từ mã
39	39	39-39: 256
39		



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 2 (2/2)

Nhận diện cụm tiền tố	Từ mã tương ứng	Cập nhật cụm : từ mã
39	39	39-39: 256
39	39	



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 2 (2/2)

Nhận diện cụm tiền tố	Từ mã tương ứng	Cập nhật cụm : từ mã
39	39	39-39: 256
39	39	39-126: 257



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 2 (2/2)

Nhận diện cụm tiền tố	Từ mã tương ứng	Cập nhật cụm : từ mã
39	39	39-39: 256
39	39	39-126: 257
126		



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 2 (2/2)

Nhận diện cụm tiền tố	Từ mã tương ứng	Cập nhật cụm : từ mã
39	39	39-39: 256
39	39	39-126: 257
126	126	





# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 2 (2/2)

Nhận diện cụm tiền tố	Từ mã tương ứng	Cập nhật cụm : từ mã
39	39	39-39: 256
39	39	39-126: 257
126	126	126-126: 258

# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 2 (2/2)

Nhận diện cụm tiền tố	Từ mã tương ứng	Cập nhật cụm : từ mã
39	39	39-39: 256
39	39	39-126: 257
126	126	126-126: 258
126		



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 2 (2/2)

Nhận diện cụm tiền tố	Từ mã tương ứng	Cập nhật cụm : từ mã
39	39	39-39: 256
39	39	39-126: 257
126	126	126-126: 258
126	39	



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 2 (2/2)

Nhận diện cụm tiền tố	Từ mã tương ứng	Cập nhật cụm : từ mã
39	39	39-39: 256
39	39	39-126: 257
126	126	126-126: 258
126	39	126-39: 259



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 2 (2/2)

Nhận diện cụm tiền tố	Từ mã tương ứng	Cập nhật cụm : từ mã
39	39	39-39: 256
39	39	39-126: 257
126	126	126-126: 258
126	39	126-39: 259
39-39		



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 2 (2/2)

Nhận diện cụm tiền tố	Từ mã tương ứng	Cập nhật cụm : từ mã
39	39	39-39: 256
39	39	39-126: 257
126	126	126-126: 258
126	39	126-39: 259
39-39	256	



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 2 (2/2)

Nhận diện cụm tiền tố	Từ mã tương ứng	Cập nhật cụm : từ mã
39	39	39-39: 256
39	39	39-126: 257
126	126	126-126: 258
126	39	126-39: 259
39-39	256	39-39-126: 260



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 2 (2/2)

Nhận diện cụm tiền tố	Từ mã tương ứng	Cập nhật cụm : từ mã
39	39	39-39: 256
39	39	39-126: 257
126	126	126-126: 258
126	39	126-39: 259
39-39	256	39-39-126: 260
126-126		





# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 2 (2/2)

Nhận diện cụm tiền tố	Từ mã tương ứng	Cập nhật cụm : từ mã
39	39	39-39: 256
39	39	39-126: 257
126	126	126-126: 258
126	39	126-39: 259
39-39	256	39-39-126: 260
126-126	258	



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 2 (2/2)

Nhận diện cụm tiền tố	Từ mã tương ứng	Cập nhật cụm : từ mã
39	39	39-39: 256
39	39	39-126: 257
126	126	126-126: 258
126	39	126-39: 259
39-39	256	39-39-126: 260
126-126	258	126-126-39: 261

# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 2 (2/2)

Nhận diện cụm tiền tố	Từ mã tương ứng	Cập nhật cụm : từ mã
39	39	39-39: 256
39	39	39-126: 257
126	126	126-126: 258
126	39	126-39: 259
39-39	256	39-39-126: 260
126-126	258	126-126-39: 261
39-39-126		



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 2 (2/2)

Nhận diện cụm tiền tố	Từ mã tương ứng	Cập nhật cụm : từ mã
39	39	39-39: 256
39	39	39-126: 257
126	126	126-126: 258
126	39	126-39: 259
39-39	256	39-39-126: 260
126-126	258	126-126-39: 261
39-39-126	260	



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 2 (2/2)

Nhận diện cụm tiền tố	Từ mã tương ứng	Cập nhật cụm : từ mã
39	39	39-39: 256
39	39	39-126: 257
126	126	126-126: 258
126	39	126-39: 259
39-39	256	39-39-126: 260
126-126	258	126-126-39: 261
39-39-126	260	39-39-126-126: 262



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 2 (2/2)

Nhận diện cụm tiền tố	Từ mã tương ứng	Cập nhật cụm : từ mã
39	39	39-39: 256
39	39	39-126: 257
126	126	126-126: 258
126	39	126-39: 259
39-39	256	39-39-126: 260
126-126	258	126-126-39: 261
39-39-126	260	39-39-126-126: 262
126-39		



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 2 (2/2)

Nhận diện cụm tiền tố	Từ mã tương ứng	Cập nhật cụm : từ mã
39	39	39-39: 256
39	39	39-126: 257
126	126	126-126: 258
126	39	126-39: 259
39-39	256	39-39-126: 260
126-126	258	126-126-39: 261
39-39-126	260	39-39-126-126: 262
126-39	259	



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 2 (2/2)

Nhận diện cụm tiền tố	Từ mã tương ứng	Cập nhật cụm : từ mã
39	39	39-39: 256
39	39	39-126: 257
126	126	126-126: 258
126	39	126-39: 259
39-39	256	39-39-126: 260
126-126	258	126-126-39: 261
39-39-126	260	39-39-126-126: 262
126-39	259	126-39-39: 263





# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 2 (2/2)

Nhận diện cụm tiền tố	Từ mã tương ứng	Cập nhật cụm : từ mã
39	39	39-39: 256
39	39	39-126: 257
126	126	126-126: 258
126	39	126-39: 259
39-39	256	39-39-126: 260
126-126	258	126-126-39: 261
39-39-126	260	39-39-126-126: 262
126-39	259	126-39-39: 263
39-126		



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 2 (2/2)

Nhận diện cụm tiền tố	Từ mã tương ứng	Cập nhật cụm : từ mã
39	39	39-39: 256
39	39	39-126: 257
126	126	126-126: 258
126	39	126-39: 259
39-39	256	39-39-126: 260
126-126	258	126-126-39: 261
39-39-126	260	39-39-126-126: 262
126-39	259	126-39-39: 263
39-126	257	



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 2 (2/2)

Nhận diện cụm tiền tố	Từ mã tương ứng	Cập nhật cụm : từ mã
39	39	39-39: 256
39	39	39-126: 257
126	126	126-126: 258
126	39	126-39: 259
39-39	256	39-39-126: 260
126-126	258	126-126-39: 261
39-39-126	260	39-39-126-126: 262
126-39	259	126-39-39: 263
39-126	257	39-126-126: 264



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 2 (2/2)

Nhận diện cụm tiền tố	Từ mã tương ứng	Cập nhật cụm : từ mã
39	39	39-39: 256
39	39	39-126: 257
126	126	126-126: 258
126	39	126-39: 259
39-39	256	39-39-126: 260
126-126	258	126-126-39: 261
39-39-126	260	39-39-126-126: 262
126-39	259	126-39-39: 263
39-126	257	39-126-126: 264
126		



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 2 (2/2)

Nhận diện cụm tiền tố	Từ mã tương ứng	Cập nhật cụm : từ mã
39	39	39-39: 256
39	39	39-126: 257
126	126	126-126: 258
126	39	126-39: 259
39-39	256	39-39-126: 260
126-126	258	126-126-39: 261
39-39-126	260	39-39-126-126: 262
126-39	259	126-39-39: 263
39-126	257	39-126-126: 264
126	126(EOF)	

# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 2 (2/2)

Nhận diện cụm tiền tố	Từ mã tương ứng	Cập nhật cụm : từ mã
39	39	39-39: 256
39	39	39-126: 257
126	126	126-126: 258
126	39	126-39: 259
39-39	256	39-39-126: 260
126-126	258	126-126-39: 261
39-39-126	260	39-39-126-126: 262
126-39	259	126-39-39: 263
39-126	257	39-126-126: 264
126	126(EOF)	

- Kết thúc quá trình mã hóa có 265 từ mã



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 2 (2/2)

Nhận diện cụm tiền tố	Từ mã tương ứng	Cập nhật cụm : từ mã
39	39	39-39: 256
39	39	39-126: 257
126	126	126-126: 258
126	39	126-39: 259
39-39	256	39-39-126: 260
126-126	258	126-126-39: 261
39-39-126	260	39-39-126-126: 262
126-39	259	126-39-39: 263
39-126	257	39-126-126: 264
126	126(EOF)	

- Kết thúc quá trình mã hóa có 265 từ mã
- Thuật toán LZW phát hiện được một số cấu trúc lặp (dư thừa không gian)



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 2 (2/2)

Nhận diện cụm tiền tố	Từ mã tương ứng	Cập nhật cụm : từ mã
39	39	39-39: 256
39	39	39-126: 257
126	126	126-126: 258
126	39	126-39: 259
39-39	256	39-39-126: 260
126-126	258	126-126-39: 261
39-39-126	260	39-39-126-126: 262
126-39	259	126-39-39: 263
39-126	257	39-126-126: 264
126	126(EOF)	

- Kết thúc quá trình mã hóa có 265 từ mã
- Thuật toán LZW phát hiện được một số cấu trúc lặp (dư thừa không gian)
- $\downarrow 4 \times 4 \times 8(\text{bit}) = 128(\text{bit}) \rightarrow 10(\text{ từ mã }) \times 9(\text{bit}) = 90(\text{bit}) \Rightarrow$





# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 3 (1/2)

Biết 13246 là dãy mã kết quả của phép mã hóa LZW với bảng từ điển cơ bản:

Cụm nguồn	Từ mã
a	$1 = (0000...00)$
b	$2 = (0000...01)$

Hãy thực hiện giải mã dãy mã đã cho



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 3 (1/2)

**Dãy mã:**  
13246

**Bảng từ điển:**

Từ mã	Cụm nguồn
1	a
2	b



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 3 (1/2)

**Dãy mã:**

**1**3246

a/

**Bảng từ điển:**

Từ mã	Cụm nguồn
1	a
2	b
3	a?



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 3 (1/2)

**Dãy mã:**

1**3**246

a/

**Bảng từ điển:**

Từ mã	Cụm nguồn
1	a
2	b
3	aa



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 3 (1/2)

**Dãy mã:**

1**3**246

a/aa/

**Bảng từ điển:**

Từ mã	Cụm nguồn
1	a
2	b
3	aa
4	aa?



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 3 (1/2)

**Dãy mã:**

13**2**46

a/aa/

**Bảng từ điển:**

Từ mã	Cụm nguồn
1	a
2	b
3	aa
4	aab



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 3 (1/2)

**Dãy mã:**

13**2**46

a/aa/b/

**Bảng từ điển:**

Từ mã	Cụm nguồn
1	a
2	b
3	aa
4	aab
5	b?



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 3 (1/2)

**Dãy mã:**

132**4**6

a/aa/b/

**Bảng từ điển:**

Từ mã	Cụm nguồn
1	a
2	b
3	aa
4	aab
5	ba





# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 3 (1/2)

**Dãy mã:**

132**4**6

a/aa/b/aab/

**Bảng từ điển:**

Từ mã	Cụm nguồn
1	a
2	b
3	aa
4	aab
5	ba
6	aab?



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 3 (1/2)

**Dãy mã:**

1324**6**

a/aa/b/aab/

**Bảng từ điển:**

Từ mã	Cụm nguồn
1	a
2	b
3	aa
4	aab
5	ba
6	aaba



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa từ điển LZW - Minh họa 3 (1/2)

**Dãy mã:**

1324**6**

a/aa/b/aab/aaba

**Bảng từ điển:**

Từ mã	Cụm nguồn
1	a
2	b
3	aa
4	aab
5	ba
6	aaba



# Chương 6: Nén ảnh số

## Nội dung chính

### 1 Tổng quan về nén ảnh số

- Tại sao phải nén ảnh số?
- Một số khái niệm cơ bản
- Phân loại và mô hình hệ thống nén ảnh
- Một số chuẩn nén cơ bản

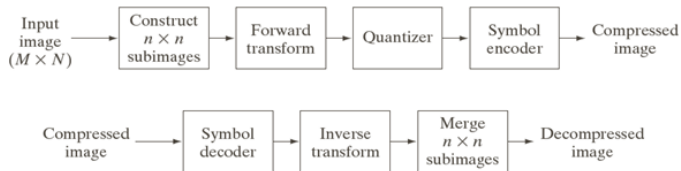
### 2 Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

- Mã hóa Huffman
- RLE
- Mã hóa từ điển LZW
- Mã hóa biến đổi DCT



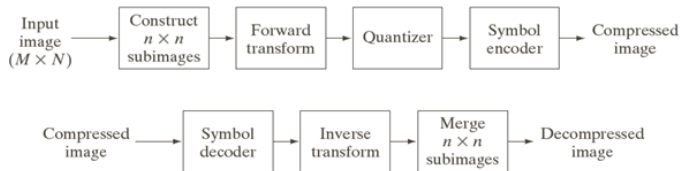
# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa biến đổi DCT: Hệ thống



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

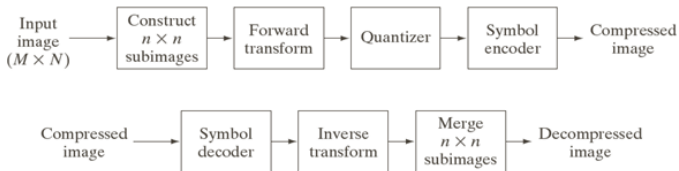
Mã hóa biến đổi DCT: Hệ thống



- Mã hóa:

# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa biến đổi DCT: Hệ thống

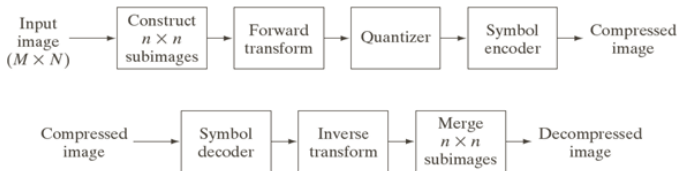


- Mã hóa:

- ▶ Chia ảnh kích thước  $M \times N \rightarrow$  vùng ảnh (khối ảnh) kích thước  $n \times n$

# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa biến đổi DCT: Hệ thống



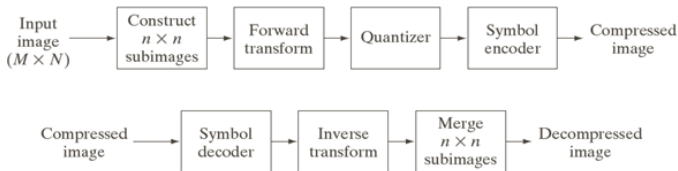
- Mã hóa:

- ▶ Chia ảnh kích thước  $M \times N \rightarrow$  vùng ảnh (khối ảnh) kích thước  $n \times n$
- ▶ Thực hiện phép biến đổi trên các vùng ảnh (khối ảnh)



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa biến đổi DCT: Hệ thống

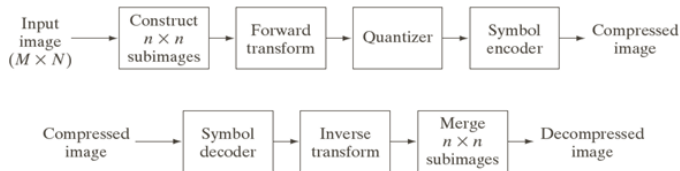


- Mã hóa:

- ▶ Chia ảnh kích thước  $M \times N \rightarrow$  vùng ảnh (khối ảnh) kích thước  $n \times n$
- ▶ Thực hiện phép biến đổi trên các vùng ảnh (khối ảnh)
  - ★  $\Rightarrow$  Giải tương quan giữa các điểm ảnh; "Đóng gói" thông tin ảnh nhiều nhất vào số lượng ít nhất các hệ số biến đổi

# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa biến đổi DCT: Hệ thống

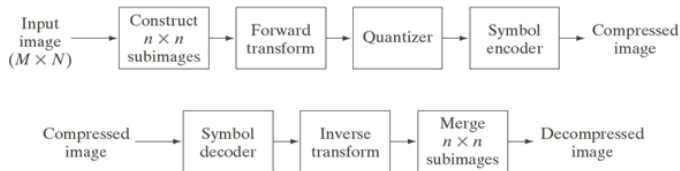


- Mã hóa:

- ▶ Chia ảnh kích thước  $M \times N \rightarrow$  vùng ảnh (khối ảnh) kích thước  $n \times n$
- ▶ Thực hiện phép biến đổi trên các vùng ảnh (khối ảnh)
  - ★  $\Rightarrow$  Giải tương quan giữa các điểm ảnh; "Đóng gói" thông tin ảnh nhiều nhất vào số lượng ít nhất các hệ số biến đổi
- ▶ Lượng tử hóa để loại bỏ (giảm nhỏ) các hệ số không quan trọng (mang ít thông tin về ảnh)

# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa biến đổi DCT: Hệ thống

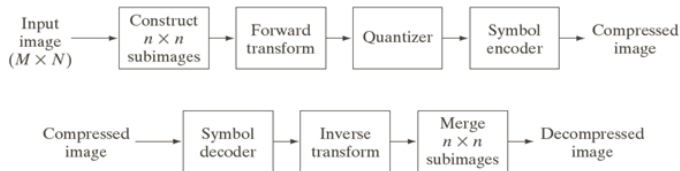


- Mã hóa:

- ▶ Chia ảnh kích thước  $M \times N \rightarrow$  vùng ảnh (khối ảnh) kích thước  $n \times n$
- ▶ Thực hiện phép biến đổi trên các vùng ảnh (khối ảnh)
  - ★  $\Rightarrow$  Giải tương quan giữa các điểm ảnh; "Đóng gói" thông tin ảnh nhiều nhất vào số lượng ít nhất các hệ số biến đổi
- ▶ Lượng tử hóa để loại bỏ (giảm nhỏ) các hệ số không quan trọng (mang ít thông tin về ảnh)
  - ★ Đây là khâu tạo ra hiệu ứng nén

# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa biến đổi DCT: Hệ thống



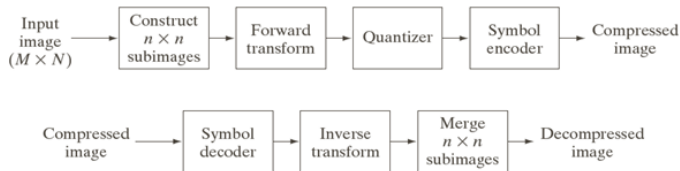
- Mã hóa:

- ▶ Chia ảnh kích thước  $M \times N \rightarrow$  vùng ảnh (khối ảnh) kích thước  $n \times n$
- ▶ Thực hiện phép biến đổi trên các vùng ảnh (khối ảnh)
  - ★  $\Rightarrow$  Giải tương quan giữa các điểm ảnh; "Đóng gói" thông tin ảnh nhiều nhất vào số lượng ít nhất các hệ số biến đổi
- ▶ Lượng tử hóa để loại bỏ (giảm nhỏ) các hệ số không quan trọng (mang ít thông tin về ảnh)
  - ★ Đây là khâu tạo ra hiệu ứng nén

- Giải mã:

# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

## Mã hóa biến đổi DCT: Hệ thống



- Mã hóa:

- ▶ Chia ảnh kích thước  $M \times N \rightarrow$  vùng ảnh (khối ảnh) kích thước  $n \times n$
- ▶ Thực hiện phép biến đổi trên các vùng ảnh (khối ảnh)
  - ★  $\Rightarrow$  Giải tương quan giữa các điểm ảnh; "Đóng gói" thông tin ảnh nhiều nhất vào số lượng ít nhất các hệ số biến đổi
- ▶ Lượng tử hóa để loại bỏ (giảm nhỏ) các hệ số không quan trọng (mang ít thông tin về ảnh)
  - ★ Đây là khâu tạo ra hiệu ứng nén

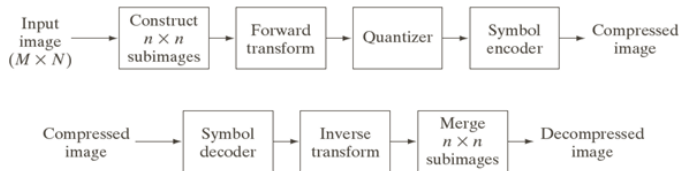
- Giải mã:

- ▶ Là quá trình ngược lại của quá trình mã hóa (ngoại trừ khối lượng tử hóa)



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

## Mã hóa biến đổi DCT: Hệ thống



- Mã hóa:

- ▶ Chia ảnh kích thước  $M \times N \rightarrow$  vùng ảnh (khối ảnh) kích thước  $n \times n$
- ▶ Thực hiện phép biến đổi trên các vùng ảnh (khối ảnh)
  - ★  $\Rightarrow$  Giải tương quan giữa các điểm ảnh; "Đóng gói" thông tin ảnh nhiều nhất vào số lượng ít nhất các hệ số biến đổi
- ▶ Lượng tử hóa để loại bỏ (giảm nhỏ) các hệ số không quan trọng (mang ít thông tin về ảnh)
  - ★ Đây là khâu tạo ra hiệu ứng nén

- Giải mã:

- ▶ Là quá trình ngược lại của quá trình mã hóa (ngoại trừ khối lượng tử hóa)



Mã hóa biến đổi DCT là hệ thống mã hóa biến đổi khối trong đó phép biến đổi DCT được lựa chọn

# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa biến đổi DCT: Hàm biến đổi

## Cặp biến đổi DCT-IDCT

Một khối ảnh  $f(x, y)$  ( $n \times n$ ),  $F(u, v) = DCT\{f(x, y)\}$  được xác định:

$$F(u, v) = \sum_{x=0}^{n-1} \sum_{y=0}^{n-1} f(x, y) \alpha(u) \alpha(v) \cos\left(\frac{(2x+1)u\pi}{2n}\right) \cos\left(\frac{(2y+1)v\pi}{2n}\right)$$

trong đó  $\alpha(u) = \begin{cases} \sqrt{\frac{1}{n}} & \text{với } u = 0 \\ \sqrt{\frac{2}{n}} & \text{với } u = 1, 2, \dots, n-1 \end{cases}$  và

$$\alpha(v) = \begin{cases} \sqrt{\frac{1}{n}} & \text{với } v = 0 \\ \sqrt{\frac{2}{n}} & \text{với } v = 1, 2, \dots, n-1 \end{cases}$$

Và khối ảnh  $f(x, y)$  có thể được khôi phục từ  $F(u, v)$  thông qua phép biến đổi ngược,  $f(x, y) = IDCT\{F(u, v)\}$ , được xác định:

$$f(x, y) = \sum_{u=0}^{n-1} \sum_{v=0}^{n-1} F(u, v) \alpha(u) \alpha(v) \cos\left(\frac{(2x+1)u\pi}{2n}\right) \cos\left(\frac{(2y+1)v\pi}{2n}\right)$$

# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa biến đổi DCT: Hàm biến đổi

## Cặp biến đổi DCT-IDCT

Một khối ảnh  $f(x, y)$  ( $n \times n$ ),  $F(u, v) = DCT\{f(x, y)\}$  được xác định:

$$F(u, v) = \sum_{x=0}^{n-1} \sum_{y=0}^{n-1} f(x, y) \alpha(u) \alpha(v) \cos\left(\frac{(2x+1)u\pi}{2n}\right) \cos\left(\frac{(2y+1)v\pi}{2n}\right)$$

trong đó  $\alpha(u) = \begin{cases} \sqrt{\frac{1}{n}} & \text{với } u = 0 \\ \sqrt{\frac{2}{n}} & \text{với } u = 1, 2, \dots, n-1 \end{cases}$  và

$$\alpha(v) = \begin{cases} \sqrt{\frac{1}{n}} & \text{với } v = 0 \\ \sqrt{\frac{2}{n}} & \text{với } v = 1, 2, \dots, n-1 \end{cases}$$

Và khối ảnh  $f(x, y)$  có thể được khôi phục từ  $F(u, v)$  thông qua phép biến đổi ngược,  $f(x, y) = IDCT\{F(u, v)\}$ , được xác định:

$$f(x, y) = \sum_{u=0}^{n-1} \sum_{v=0}^{n-1} F(u, v) \alpha(u) \alpha(v) \cos\left(\frac{(2x+1)u\pi}{2n}\right) \cos\left(\frac{(2y+1)v\pi}{2n}\right)$$



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa biến đổi DCT: Hàm biến đổi

## Cặp biến đổi DCT-IDCT

Một khối ảnh  $f(x, y)$  ( $n \times n$ ),  $F(u, v) = DCT\{f(x, y)\}$  được xác định:

$$F(u, v) = \sum_{x=0}^{n-1} \sum_{y=0}^{n-1} f(x, y) \alpha(u) \alpha(v) \cos\left(\frac{(2x+1)u\pi}{2n}\right) \cos\left(\frac{(2y+1)v\pi}{2n}\right)$$

trong đó  $\alpha(u) = \begin{cases} \sqrt{\frac{1}{n}} & \text{với } u = 0 \\ \sqrt{\frac{2}{n}} & \text{với } u = 1, 2, \dots, n-1 \end{cases}$  và

$$\alpha(v) = \begin{cases} \sqrt{\frac{1}{n}} & \text{với } v = 0 \\ \sqrt{\frac{2}{n}} & \text{với } v = 1, 2, \dots, n-1 \end{cases}$$

Và khối ảnh  $f(x, y)$  có thể được khôi phục từ  $F(u, v)$  thông qua phép biến đổi ngược,  $f(x, y) = IDCT\{F(u, v)\}$ , được xác định:

$$f(x, y) = \sum_{u=0}^{n-1} \sum_{v=0}^{n-1} F(u, v) \alpha(u) \alpha(v) \cos\left(\frac{(2x+1)u\pi}{2n}\right) \cos\left(\frac{(2y+1)v\pi}{2n}\right)$$

# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa biến đổi DCT: Hàm biến đổi

## Cặp biến đổi DCT-IDCT

Một khối ảnh  $f(x, y)$  ( $n \times n$ ),  $F(u, v) = DCT\{f(x, y)\}$  được xác định:

$$F(u, v) = \sum_{x=0}^{n-1} \sum_{y=0}^{n-1} f(x, y) \alpha(u) \alpha(v) \cos\left(\frac{(2x+1)u\pi}{2n}\right) \cos\left(\frac{(2y+1)v\pi}{2n}\right)$$

trong đó  $\alpha(u) = \begin{cases} \sqrt{\frac{1}{n}} & \text{với } u = 0 \\ \sqrt{\frac{2}{n}} & \text{với } u = 1, 2, \dots, n-1 \end{cases}$  và

$$\alpha(v) = \begin{cases} \sqrt{\frac{1}{n}} & \text{với } v = 0 \\ \sqrt{\frac{2}{n}} & \text{với } v = 1, 2, \dots, n-1 \end{cases}$$

Và khối ảnh  $f(x, y)$  có thể được khôi phục từ  $F(u, v)$  thông qua phép biến đổi ngược,  $f(x, y) = IDCT\{F(u, v)\}$ , được xác định:

$$f(x, y) = \sum_{u=0}^{n-1} \sum_{v=0}^{n-1} F(u, v) \alpha(u) \alpha(v) \cos\left(\frac{(2x+1)u\pi}{2n}\right) \cos\left(\frac{(2y+1)v\pi}{2n}\right)$$

# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa biến đổi DCT: Hàm biến đổi

## Cặp biến đổi DCT-IDCT

Một khối ảnh  $f(x, y)$  ( $n \times n$ ),  $F(u, v) = DCT\{f(x, y)\}$  được xác định:

$$F(u, v) = \sum_{x=0}^{n-1} \sum_{y=0}^{n-1} f(x, y) \alpha(u) \alpha(v) \cos\left(\frac{(2x+1)u\pi}{2n}\right) \cos\left(\frac{(2y+1)v\pi}{2n}\right)$$

trong đó  $\alpha(u) = \begin{cases} \sqrt{\frac{1}{n}} & \text{với } u = 0 \\ \sqrt{\frac{2}{n}} & \text{với } u = 1, 2, \dots, n-1 \end{cases}$  và

$$\alpha(v) = \begin{cases} \sqrt{\frac{1}{n}} & \text{với } v = 0 \\ \sqrt{\frac{2}{n}} & \text{với } v = 1, 2, \dots, n-1 \end{cases}$$

Và khối ảnh  $f(x, y)$  có thể được khôi phục từ  $F(u, v)$  thông qua phép biến đổi ngược,  $f(x, y) = IDCT\{F(u, v)\}$ , được xác định:

$$f(x, y) = \sum_{u=0}^{n-1} \sum_{v=0}^{n-1} F(u, v) \alpha(u) \alpha(v) \cos\left(\frac{(2x+1)u\pi}{2n}\right) \cos\left(\frac{(2y+1)v\pi}{2n}\right)$$

# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa biến đổi DCT: Hàm biến đổi

## Cặp biến đổi DCT-IDCT

Một khối ảnh  $f(x, y)$  ( $n \times n$ ),  $F(u, v) = DCT\{f(x, y)\}$  được xác định:

$$F(u, v) = \sum_{x=0}^{n-1} \sum_{y=0}^{n-1} f(x, y) \alpha(u) \alpha(v) \cos\left(\frac{(2x+1)u\pi}{2n}\right) \cos\left(\frac{(2y+1)v\pi}{2n}\right)$$

trong đó  $\alpha(u) = \begin{cases} \sqrt{\frac{1}{n}} & \text{với } u = 0 \\ \sqrt{\frac{2}{n}} & \text{với } u = 1, 2, \dots, n-1 \end{cases}$  và

$$\alpha(v) = \begin{cases} \sqrt{\frac{1}{n}} & \text{với } v = 0 \\ \sqrt{\frac{2}{n}} & \text{với } v = 1, 2, \dots, n-1 \end{cases}$$

Và khối ảnh  $f(x, y)$  có thể được khôi phục từ  $F(u, v)$  thông qua phép biến đổi ngược,  $f(x, y) = IDCT\{F(u, v)\}$ , được xác định:

$$f(x, y) = \sum_{u=0}^{n-1} \sum_{v=0}^{n-1} F(u, v) \alpha(u) \alpha(v) \cos\left(\frac{(2x+1)u\pi}{2n}\right) \cos\left(\frac{(2y+1)v\pi}{2n}\right)$$

# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa biến đổi DCT: Lượng tử hóa

- Có 3 cách cơ bản phân ngưỡng:

**Kết hợp giữa phân ngưỡng và lượng tử hóa:**  $\hat{F}(u, v) = \text{round}\left(\frac{F(u, v)}{Z(u, v)}\right)$



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa biến đổi DCT: Lượng tử hóa

- Có 3 cách cơ bản phân ngưỡng:
  - ▶ Sử dụng một ngưỡng toàn cục

**Kết hợp giữa phân ngưỡng và lượng tử hóa:**  $\hat{F}(u, v) = \text{round}\left(\frac{F(u, v)}{Z(u, v)}\right)$



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa biến đổi DCT: Lượng tử hóa

- Có 3 cách cơ bản phân ngưỡng:
  - ▶ Sử dụng một ngưỡng toàn cục
  - ▶ Mỗi khối ảnh một ngưỡng xác định

**Kết hợp giữa phân ngưỡng và lượng tử hóa:**  $\hat{F}(u, v) = \text{round}\left(\frac{F(u, v)}{Z(u, v)}\right)$



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa biến đổi DCT: Lượng tử hóa

- Có 3 cách cơ bản phân ngưỡng:

- ▶ Sử dụng một ngưỡng toàn cục
- ▶ Mỗi khối ảnh một ngưỡng xác định
- ▶ Ngưỡng thay đổi theo vị trí các hệ số trong khối ảnh

**Kết hợp giữa phân ngưỡng và lượng tử hóa:**  $\hat{F}(u, v) = \text{round}\left(\frac{F(u, v)}{Z(u, v)}\right)$





# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa biến đổi DCT: Lượng tử hóa

- Có 3 cách cơ bản phân ngưỡng:
  - ▶ Sử dụng một ngưỡng toàn cục
  - ▶ Mỗi khối ảnh một ngưỡng xác định
  - ▶ Ngưỡng thay đổi theo vị trí các hệ số trong khối ảnh

**Kết hợp giữa phân ngưỡng và lượng tử hóa:**  $\hat{F}(u, v) = \text{round}\left(\frac{F(u, v)}{Z(u, v)}\right)$

- $Z(u, v)$  phần tử của ma trận chuẩn hóa biến đổi (còn gọi là ma trận lượng tử hóa)



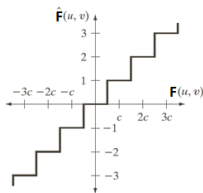
# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa biến đổi DCT: Lượng tử hóa

- Có 3 cách cơ bản phân ngưỡng:
  - ▶ Sử dụng một ngưỡng toàn cục
  - ▶ Mỗi khối ảnh một ngưỡng xác định
  - ▶ Ngưỡng thay đổi theo vị trí các hệ số trong khối ảnh

**Kết hợp giữa phân ngưỡng và lượng tử hóa:**  $\hat{F}(u, v) = \text{round}\left(\frac{F(u, v)}{Z(u, v)}\right)$

- $Z(u, v)$  phần tử của ma trận chuẩn hóa biến đổi (còn gọi là ma trận lượng tử hóa)



16	11	10	16	24	40	51	61
12	12	14	19	26	58	60	55
14	13	16	24	40	57	69	56
14	17	22	29	51	87	80	62
18	22	37	56	68	109	103	77
24	35	55	64	81	104	113	92
49	64	78	87	103	121	120	101
72	92	95	98	112	100	103	99

# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa biến đổi DCT: Chuẩn nén JPEG - Tổng quan

- JPEG (Joint Photographic Expert Group) là một định dạng nén ảnh chuẩn Quốc tế được công nhận năm 1990



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa biến đổi DCT: Chuẩn nén JPEG - Tổng quan

- JPEG (Joint Photographic Expert Group) là một định dạng nén ảnh chuẩn Quốc tế được công nhận năm 1990
  - ▶ Chủ yếu dùng cho ảnh đa mức xám, hoặc ảnh màu



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa biến đổi DCT: Chuẩn nén JPEG - Tổng quan

- JPEG (Joint Photographic Expert Group) là một định dạng nén ảnh chuẩn Quốc tế được công nhận năm 1990
  - ▶ Chủ yếu dùng cho ảnh đa mức xám, hoặc ảnh màu
- JPEG kết hợp cả kỹ thuật nén tổn hao và nén không tổn hao



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa biến đổi DCT: Chuẩn nén JPEG - Tổng quan

- JPEG (Joint Photographic Expert Group) là một định dạng nén ảnh chuẩn Quốc tế được công nhận năm 1990
  - ▶ Chủ yếu dùng cho ảnh đa mức xám, hoặc ảnh màu
- JPEG kết hợp cả kỹ thuật nén tổn hao và nén không tổn hao
  - ▶ Đạt hiệu quả nén tốt với ảnh kỹ thuật số thông thường



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa biến đổi DCT: Chuẩn nén JPEG - Tổng quan

- JPEG (Joint Photographic Expert Group) là một định dạng nén ảnh chuẩn Quốc tế được công nhận năm 1990
  - ▶ Chủ yếu dùng cho ảnh đa mức xám, hoặc ảnh màu
- JPEG kết hợp cả kỹ thuật nén tổn hao và nén không tổn hao
  - ▶ Đạt hiệu quả nén tốt với ảnh kỹ thuật số thông thường
- Duyệt mã hóa theo đường zig-zag



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa biến đổi DCT: Chuẩn nén JPEG - Tổng quan

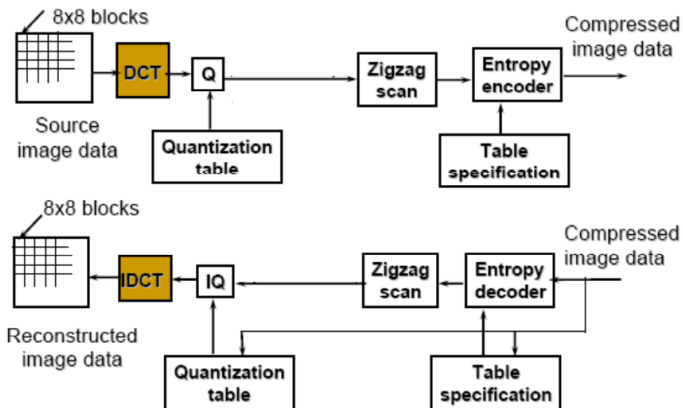
- JPEG (Joint Photographic Expert Group) là một định dạng nén ảnh chuẩn Quốc tế được công nhận năm 1990
  - ▶ Chủ yếu dùng cho ảnh đa mức xám, hoặc ảnh màu
- JPEG kết hợp cả kỹ thuật nén tổn hao và nén không tổn hao
  - ▶ Đạt hiệu quả nén tốt với ảnh kỹ thuật số thông thường
- Duyệt mã hóa theo đường zig-zag
  - ▶ Sắp xếp các thành phần tần số tăng dần





# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa biến đổi DCT: Chuẩn nén JPEG



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa biến đổi DCT: Chuẩn nén JPEG - Minh họa

Một khối ảnh  $8 \times 8$  như sau:

52	55	61	66	70	61	64	73
63	59	66	90	109	85	69	72
62	59	68	113	144	104	66	73
63	58	71	122	154	106	70	69
67	61	68	104	126	88	68	70
79	65	60	70	77	63	58	75
85	71	64	59	55	61	65	83
87	79	69	68	65	76	78	94

# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa biến đổi DCT: Chuẩn nén JPEG - Minh họa

**Dịch mức:** Thực hiện dịch mức các giá trị mức xám  $-2^{8-1} = -128$

-76	-73	-67	-62	-58	-67	-64	-55
-65	-69	-62	-38	-19	-43	-59	-56
-66	-69	-60	-15	16	-24	-62	-55
-65	-70	-57	-6	26	-22	-58	-59
-61	-67	-60	-24	-2	-40	-60	-58
-49	-63	-68	-58	-51	-65	-70	-53
-43	-57	-64	-69	-73	-67	-63	-45
-41	-49	-59	-60	-63	-52	-50	-34



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa biến đổi DCT: Chuẩn nén JPEG - Minh họa

**DCT:** Thực hiện biến đổi DCT với  $n = 8$

-415	-29	-62	25	55	-20	-1	3
7	-21	-62	9	11	-7	-6	6
-46	8	77	-25	-30	10	7	-5
-50	13	35	-15	-9	6	0	3
11	-8	-13	-2	-1	1	-4	1
-10	1	3	-3	-1	0	2	-1
-4	-1	2	-1	2	-3	1	-2
-1	-1	-1	-2	-1	-1	0	-1



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa biến đổi DCT: Chuẩn nén JPEG - Minh họa

**Lượng tử hóa:** Sử dụng bảng lượng tử hóa

16	11	10	16	24	40	51	61
12	12	14	19	26	58	60	55
14	13	16	24	40	57	69	56
14	17	22	29	51	87	80	62
18	22	37	56	68	109	103	77
24	35	55	64	81	104	113	92
49	64	78	87	103	121	120	101
72	92	95	98	112	100	103	99

# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa biến đổi DCT: Chuẩn nén JPEG - Minh họa

**Lượng tử hóa:** Sử dụng bảng lượng tử hóa

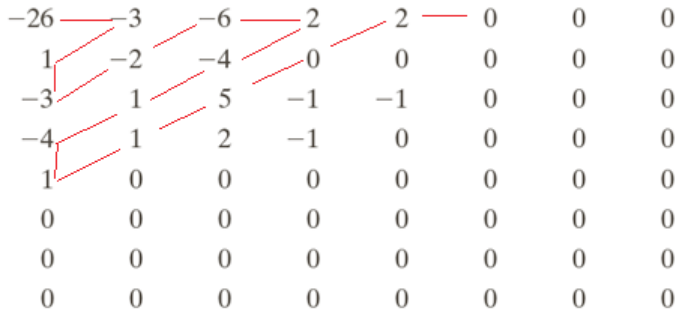
-26	-3	-6	2	2	0	0	0
1	-2	-4	0	0	0	0	0
-3	1	5	-1	-1	0	0	0
-4	1	2	-1	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa biến đổi DCT: Chuẩn nén JPEG - Minh họa

**Mã hóa:** Thực hiện quét zig-zag



# Một số phương pháp nén ảnh cơ bản

Mã hóa biến đổi DCT: Chuẩn nén JPEG - Minh họa

- Dãy hệ số:  $-26, -3, +1, -3, -2, -6, +2, -4, +1, -4, +1, +1, +5, +0, +2, +0, +0, -1, +2, +0, +0, +0, +0, +0, -1, -1, EOB$
- Dãy hệ số tiếp tục được mã hóa bằng các kỹ thuật mã hóa  $\Rightarrow$  khối ảnh mã hóa

