

Chương 9

Nén ảnh tĩnh

Dung lượng thông tin và vấn đề nén dữ liệu

Ví dụ về dung lượng thông tin đa phương tiện

- Một trang văn bản (text) : 2 Kbytes
- Một ảnh màu (800 x 600 x 24 bits) : 1,4 Mbytes
- 30 minutes video (800x600 x24 bits, 25 ảnh/s): 64,8 Gbytes
Tốc độ dòng bit video : 275 Mbit/s
- 30 phút âm thanh thoại số (8kHz, 8 bits) : 14 Mbytes
- 30 minutes audio CD (44.1kHz, 16 bits, stereo) : 316 Mbytes
- 30 minutes audio (48kHz, 20 bits, stereo) : 432 Mbyte.

Nén ?

Giới thiệu chung về nén ảnh

Một số khái niệm

- **Nén dữ liệu ảnh** : biến đổi dòng thông tin ảnh thành từ mã nhằm giảm độ dư thừa thông tin
 - Các độ dư thừa thông tin : Dư thừa thông tin về không gian, về thời gian, độ dư thừa phổ và dư thừa do độ cảm thụ.
 - **Phân loại ảnh theo thời gian**
 - **Ảnh tĩnh (Still Image)** : ảnh tự nhiên thu nhận (chụp), ảnh đồ họa (vẽ), có dư thừa không gian và độ dư thừa về cảm thụ.
 - **Ảnh động (Motion Image)** gồm ảnh video, ảnh động chuyên dụng, hoạt hình, biến thiên theo thời gian; Có các loại dư thừa về không gian, thời gian, phổ và dư thừa do độ cảm thụ.
- Dung lượng thông tin : lưu trữ, truyền (tốc độ dòng bit)

Các tham số chất lượng nén ảnh

- **Tỷ số nén :**

- Tỷ số :
$$C_R = \frac{\text{Kích thước dữ liệu ban đầu}}{\text{Kích thước dữ liệu sau nén}} ; (\text{ví dụ } 40:1)$$

- Tỷ số bit :
$$N_b = \frac{\text{Số bit sau khi nén}}{\text{Tổng số điểm ảnh}} \quad (\text{bpp})$$

- Tốc độ dòng bit (đối với ảnh động) : bit/s

- **Chất lượng nén**

- Nén có mất mát thông tin (*lossless*)
 - Nén không mất mát thông tin (*lossy*) : *MSE, SNR*

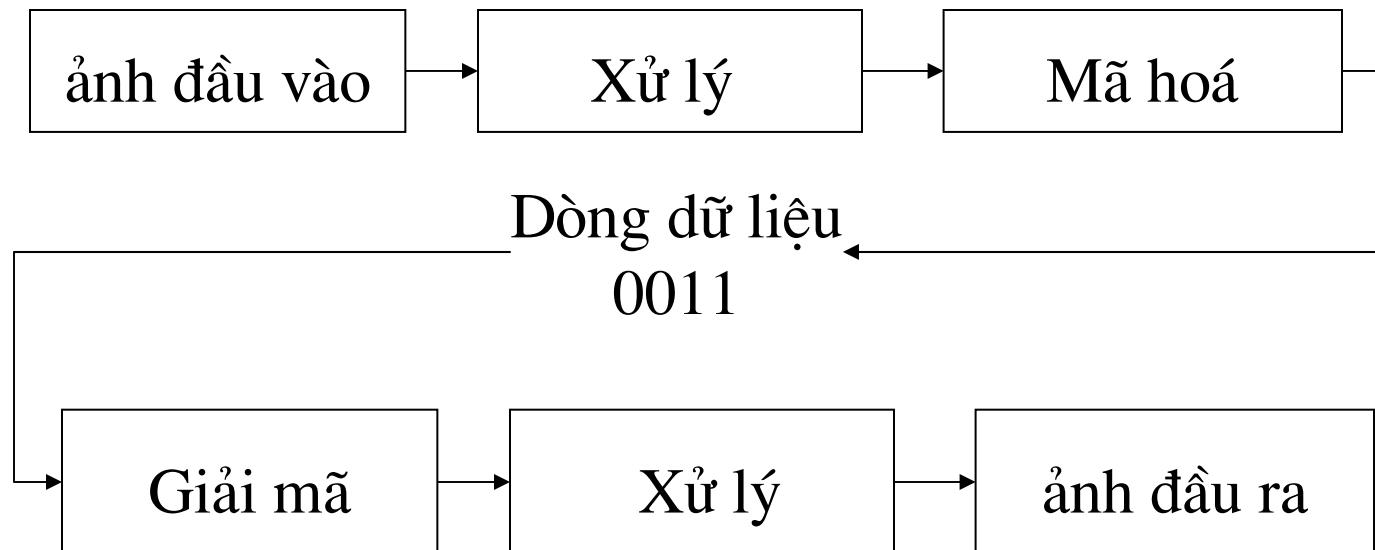
- **Độ phức tạp**

- Về thời gian nén : Nén thời gian thực/ không thời gian thực.
 - Về không gian, bộ nhớ

Khái quát về phương pháp nén ảnh tĩnh

Phân loại phương pháp nén ảnh

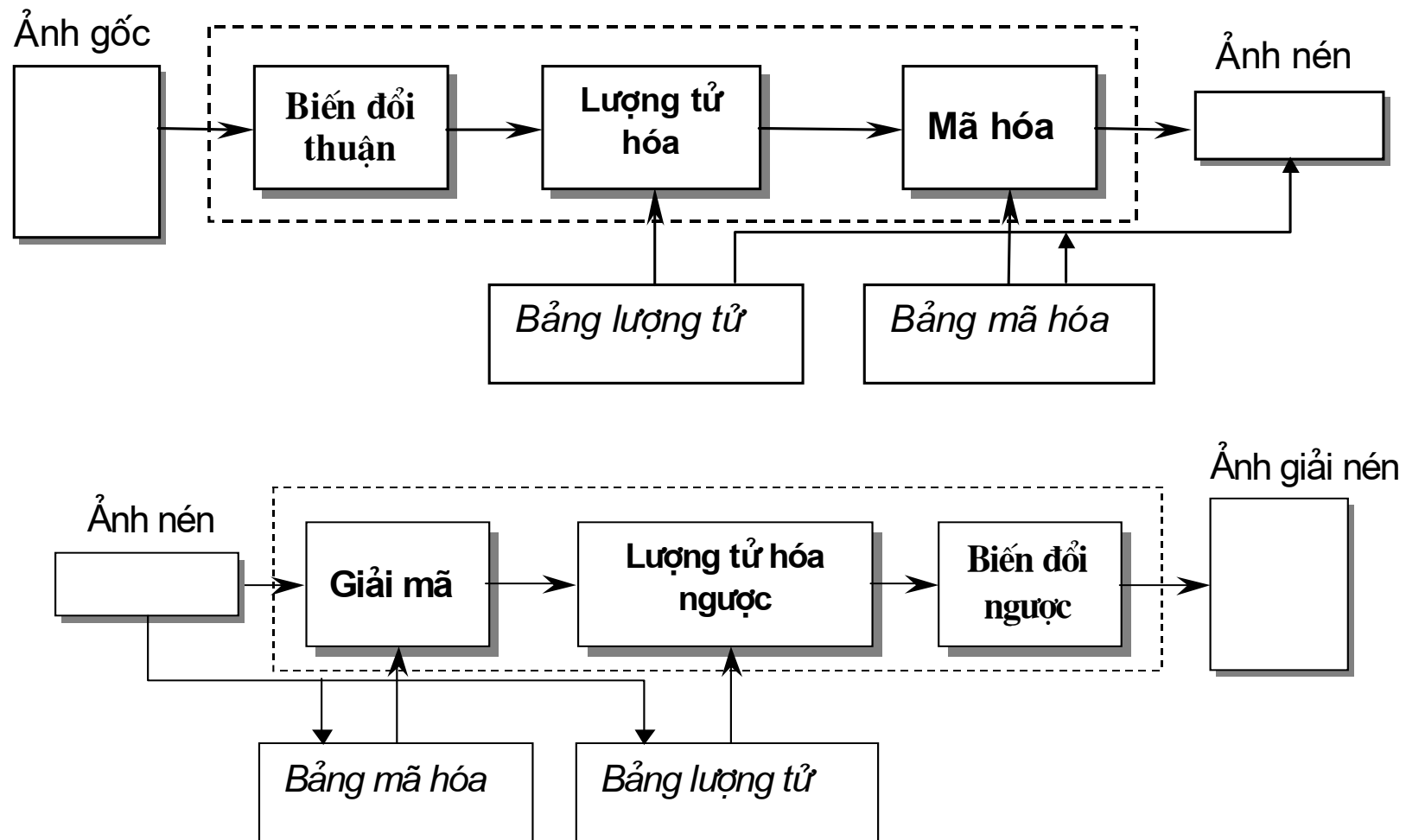
- **Nén không mất mát thông tin:** các phương pháp mã hoá dữ liệu
- **Nén có mất mát thông tin:** phương pháp nén dựa trên phép biến đổi ảnh



Các phương pháp mã hoá cơ bản không mất mát thông tin

- ◆ Mã loạt dài (RLE) : Dùng số đếm để thay thế các điểm giống nhau lặp lại.
- ◆ Mã Shannon- Fano : Dùng các cụm bit có độ dài thay đổi để mã hoá.
- ◆ Mã Huffman : Sử dụng đặc điểm mã hoá của Shannon- Fano với ý tưởng : kí hiệu có khả năng xuất hiện nhiều có từ mã ngắn.
- ◆ Mã Lemple- Ziv : Dựa trên việc xây dựng và tra từ điển.
- ◆ Mã dự đoán (prediction) : Dựa trên quá trình tạo điểm tuần tự và luật dự đoán.

Nén ảnh tĩnh dựa trên phép biến đổi ảnh



Các phép biến đổi áp dụng trong nén ảnh

- ◆ Phép biến đổi Cosin rời rạc (DCT): biểu diễn các giá trị điểm ảnh trên miền tần số, tập trung năng lượng vào một số hệ số, DCT áp dụng trong các chuẩn JPEG và MPEG.
- ◆ Phép biến đổi Wavelet rời rạc (DWT): Sử dụng các bộ lọc thông dải xử lý phân tích đa phân giải trong phép DWT.
- ◆ Phép biến đổi dựa trên hình học Fractal (phép biến đổi Fractal): Sử dụng các phép biến đổi hình học.

Phương pháp nén ảnh theo chuẩn JPEG

- ◆ Chuẩn JPEG: Joint Photographic Experts Group.
- ◆ Chuẩn JPEG: chuẩn quốc tế về nén ảnh tĩnh.
- ◆ Trình tự công nghệ nén ảnh JPEG : phép biến đổi Cosin DCT rời rạc, sắp xếp zigzag, lượng tử hoá, mã hoá dữ liệu.
- ◆ Giải thuật cơ bản của chuẩn JPEG là phép biến đổi Cosin rời rạc DCT và mã hoá
 - ◆ Phương thức thực hiện mã hoá :
 - Mã tuần tự (Sequential DCT)
 - Mã lũy tiến (Progressive DCT)
 - Mã không mất mát thông tin (Sequential lossless)
 - Mã phân cấp (Hierarchical progressive)

Phép biến đổi DCT

- **Phép biến đổi Cosin rời rạc DCT hai chiều :**

$$X[u, v] = \frac{4\varepsilon_k \varepsilon_l}{M \cdot N} \sum_{k=0}^{M-1} \sum_{l=0}^{N-1} x(k, l) \cos\left(\frac{\pi(2k+1)u}{2M}\right) \cos\left(\frac{\pi(2l+1)v}{2N}\right)$$

Với $x(k, l)$ là ma trận các khối điểm ảnh có kích thước 8×8 ,
Phép biến đổi cosin hai chiều được thực hiện lần lượt theo hàng sau đó theo cột, đều là các phép biến đổi một chiều.

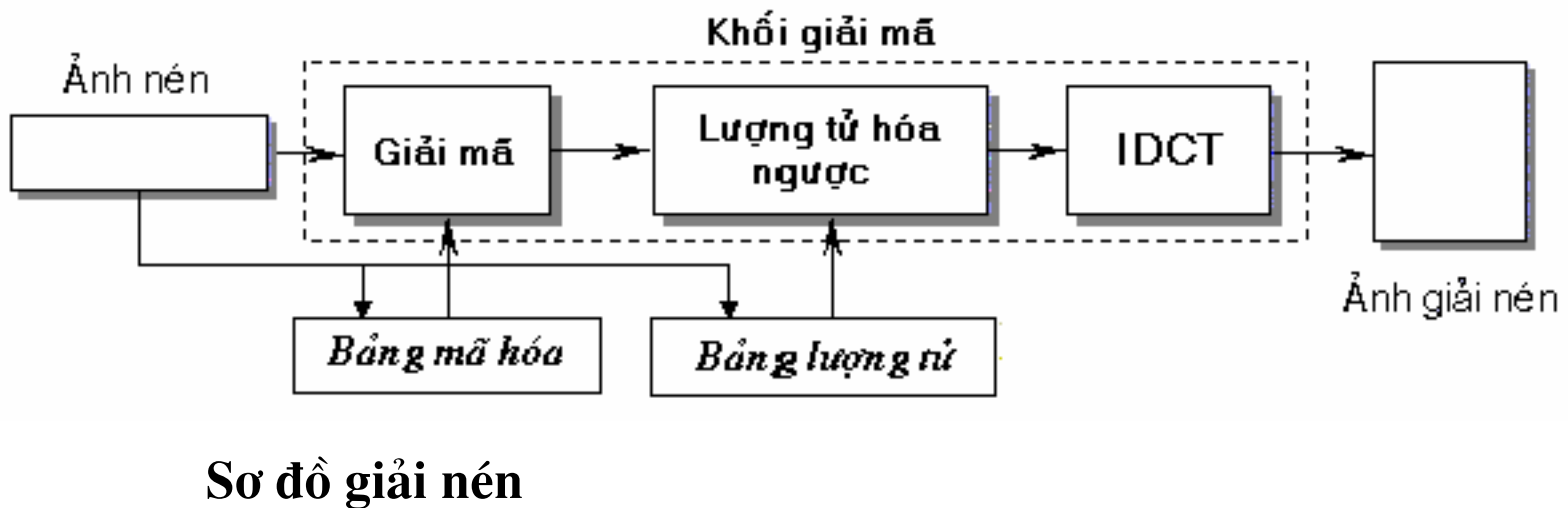
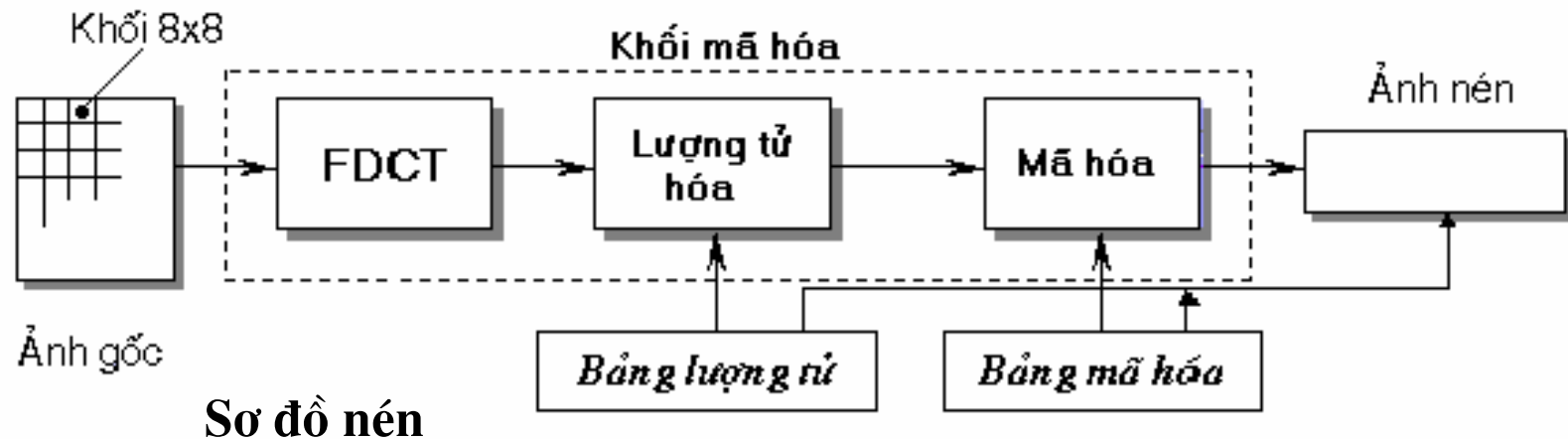
- **Công thức DCT một chiều :**

$$X(u) = \frac{2\varepsilon_l}{M} \sum_{k=0}^{M-1} x(k) \cos\left(\frac{\pi(2k+1)u}{2M}\right) \quad \begin{array}{l} \varepsilon_k = 1/\sqrt{2} \text{ khi } k = 0 \\ \varepsilon_k = 1 \text{ Với } k \text{ còn lại} \end{array}$$

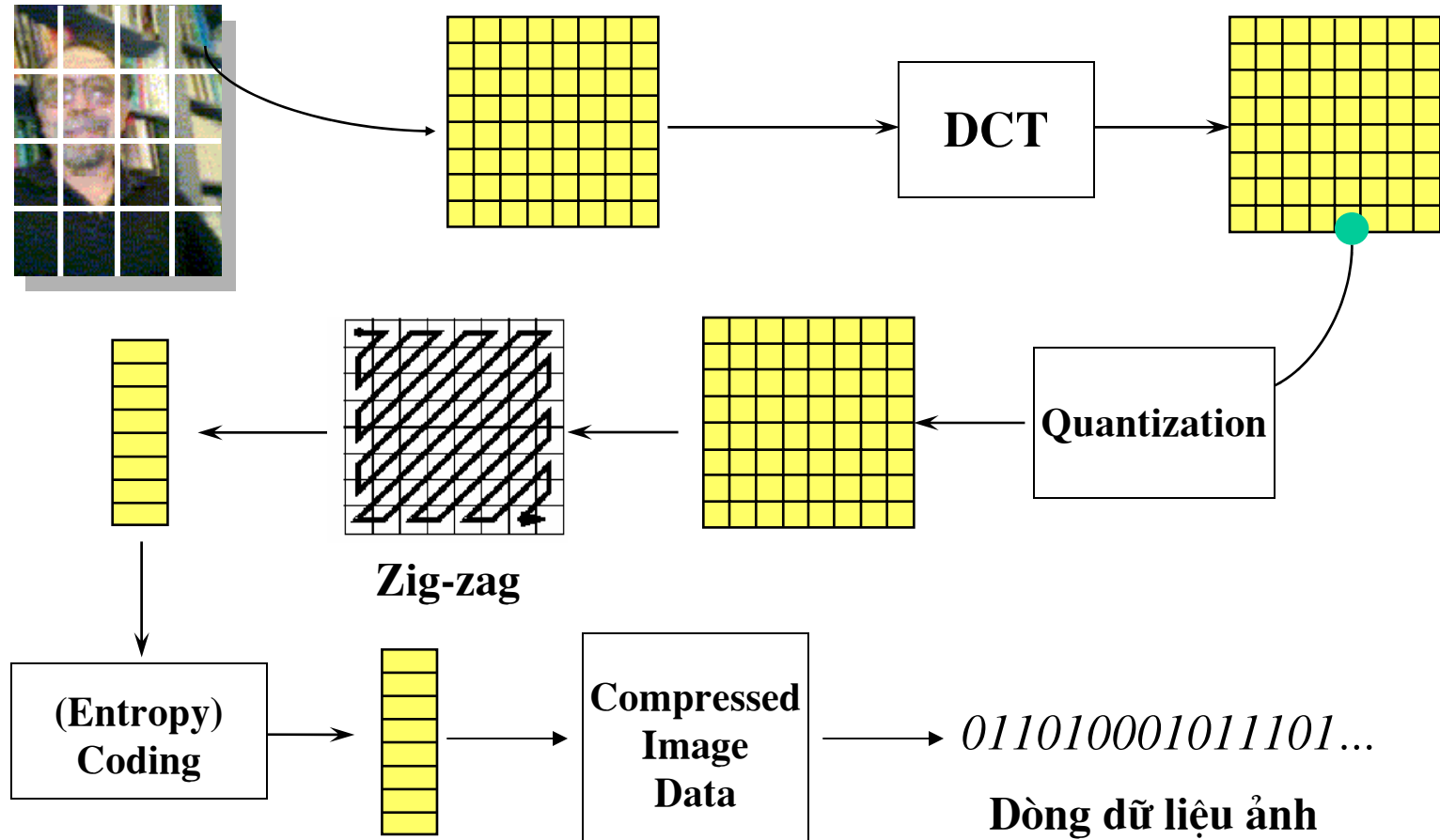
- **Entropy của thông điệp S :** $H(S) = \sum_i p_i \log_2 \frac{1}{p_i}$

Với p_i là xác suất xuất hiện của ký hiệu S_i trong S.

Sơ đồ nén và giải nén ảnh JPEG



Các công đoạn nén ảnh JPEG



Ví dụ nén ảnh JPEG



Original
(262 Kb)



Compressed
(22 Kb, 12:1)



Compressed
(6 Kb, 43:1)

Chất lượng ảnh JPEG và tỷ số nén :

0.25 - 0.5 bpp : Trung bình

0.5 - 0.75 bpp : Khá tốt

0.75 - 1.5 bpp : Tốt

