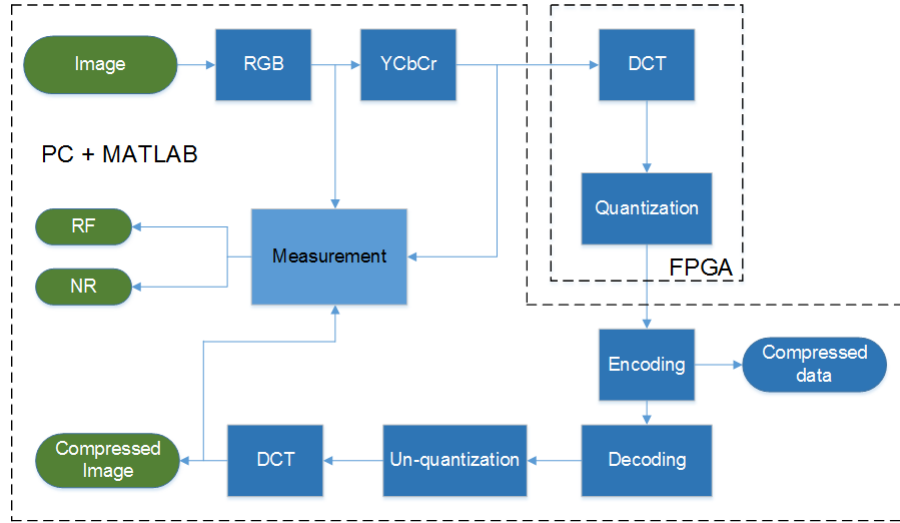


# Báo cáo số 02

Xuân Trường

22/03/2018

# 1 Sơ đồ hệ thống

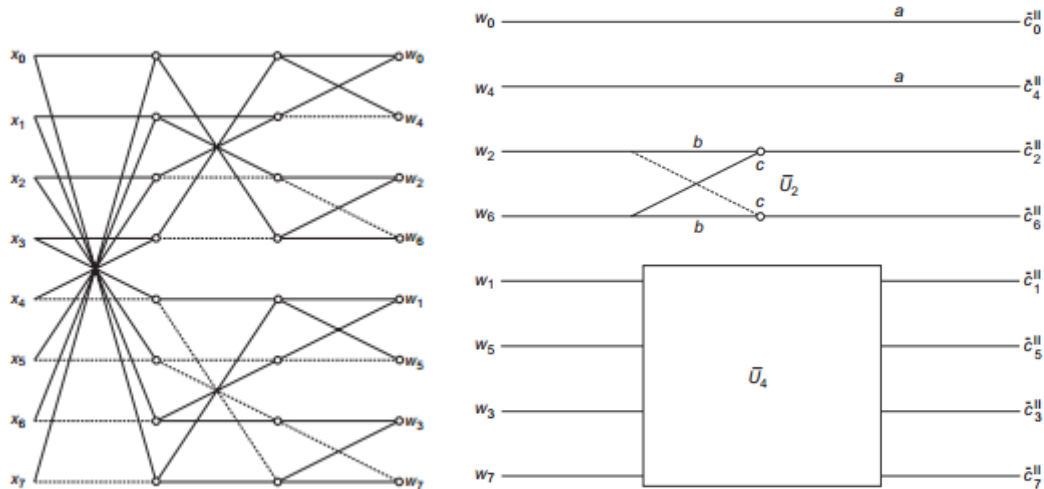


Hình 1: Sơ đồ hệ thống

Thông tin nhận được trước khi biến đổi DCT biểu thị ở tọa độ YCbCr gồm 3 chiều Y, Cb, Cr và có chuẩn hóa (trừ đi 128).

Khối DCT thực hiện biến đổi DCT-II. Nhìn chung thuật toán tính nhanh DCT được dựa trên phương pháp biến đổi về những thuật toán đã biết (FFT, CMT,...) hoặc tính trực tiếp. Cụ thể, những thuật toán đó được phân thành các loại: radix-2, split-radix, mixed-radix, odd-length, composite-length and prime-factor algorithms. [Discrete cosine transform general property, fast algorithms and integer approximations]

- thuật toán 1: tính dựa trên Walsh-Hadamard transform (WHT) [page 163]



**Table 5.2.** The computational complexity of fast CMT<sub>8</sub> ( $a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k$ ).

| CMT <sub>8</sub> ( $a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k$ )     | Mults/adds | Adds/shifts |
|--|------------|-------------|
| CMT <sub>8</sub> (13, 12, 5, 12, 0, 0, 12, 4, 3, 3, 4)     | 18/34      | 50/26       |
| CMT <sub>8</sub> (34, 30, 16, 31, 1, 7, 25, 13, 5, 19, 11) | 20/38      | 64/32       |
| CMT <sub>8</sub> (39, 36, 15, 35, 2, 8, 30, 16, 6, 19, 14) | 22/38      | 54/30       |

$$C_8^{\text{CMT}} = \frac{1}{\sqrt{8}} \frac{1}{13} \begin{pmatrix} 13 & 13 & 13 & 13 & 13 & 13 & 13 & 13 \\ 19 & 13 & 11 & 5 & -5 & -11 & -13 & -19 \\ 17 & 7 & -7 & -17 & -17 & -7 & 7 & 17 \\ 11 & 5 & -19 & -13 & 13 & 19 & -5 & -11 \\ 13 & -13 & -13 & 13 & 13 & -13 & -13 & 13 \\ 13 & -19 & -5 & 11 & -11 & 5 & 19 & -13 \\ 7 & -17 & 17 & -7 & -7 & 17 & -17 & 7 \\ 5 & -11 & 13 & -19 & 19 & -13 & 11 & -5 \end{pmatrix}.$$

- thuật toán 2: dựa trên sự xấp xỉ của định nghĩa DCT [page 172]
- thuật toán 3: Generalized Chen transform
- thuật toán 4: BinDCT/BinDST and IntDCT/IntDST

Dữ liệu sau xử lý DCT được lượng tử để loại bỏ những thành phần không thiết yếu trong bức ảnh bằng bảng lượng tử theo chuẩn JPEG. Theo đó bảng Y, Cb, Cr loại bỏ nhiều thành phần ở tần số cao.

| Luminance Quantization Table |    |    |    |     |     |     |     | Chrominance Quantization Table |    |    |    |    |    |    |    |
|------------------------------|----|----|----|-----|-----|-----|-----|--------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|
| 16                           | 11 | 10 | 16 | 24  | 40  | 51  | 61  | 17                             | 18 | 24 | 47 | 99 | 99 | 99 | 99 |
| 12                           | 12 | 14 | 19 | 26  | 58  | 60  | 55  | 18                             | 21 | 26 | 66 | 99 | 99 | 99 | 99 |
| 14                           | 13 | 16 | 24 | 40  | 57  | 69  | 56  | 24                             | 26 | 56 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 |
| 14                           | 17 | 22 | 29 | 51  | 87  | 80  | 62  | 47                             | 66 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 |
| 18                           | 22 | 37 | 56 | 68  | 109 | 103 | 77  | 99                             | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 |
| 24                           | 35 | 55 | 64 | 81  | 104 | 113 | 92  | 99                             | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 |
| 49                           | 64 | 78 | 87 | 103 | 121 | 120 | 101 | 99                             | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 |
| 72                           | 92 | 95 | 98 | 112 | 100 | 103 | 99  | 99                             | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 |

Hình 2: Bảng lượng tử chuẩn JPEG

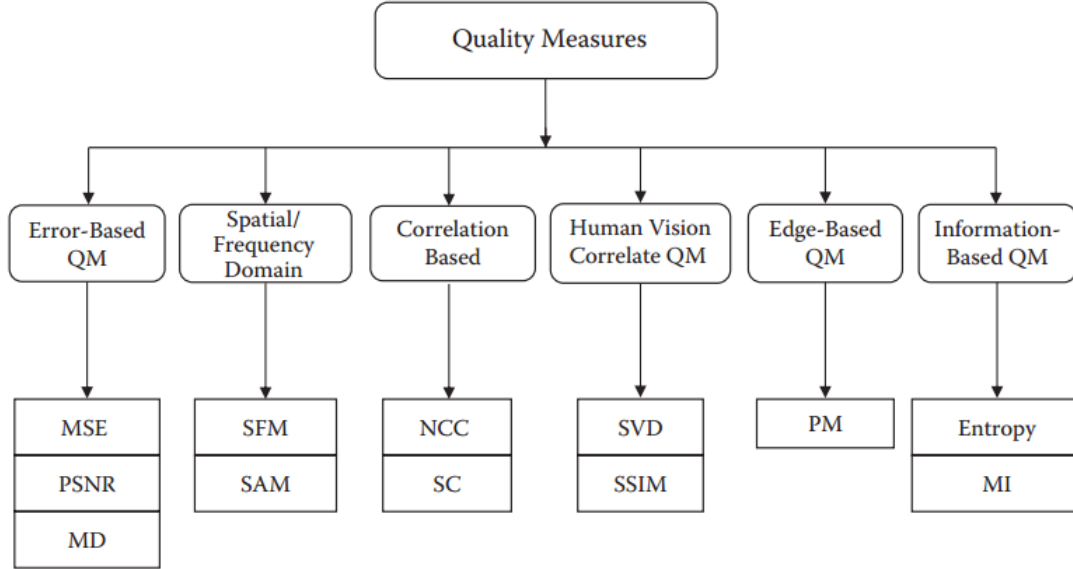
Sử dụng thuật toán Huffman để mã hóa dữ liệu sau lượng tử

## 2 Tiêu chí đánh giá

Để đánh giá sự hiệu quả của các phương pháp nén ảnh cũng như hiệu quả của hệ thống so với những hệ thống khác người ta sử dụng các phương pháp đánh giá mang tính chủ quan và khách quan. Phương pháp đánh giá chủ quan dựa vào ý kiến của người quan sát do đó ít tốn kém, nhưng có kết quả chậm. Trong khi đó, phương pháp khách quan đòi hỏi tính toán hơn nhưng cho kết quả đánh giá nhanh hơn và thường được ứng dụng trong thực tế nghiên cứu. Phương pháp đánh giá chủ quan bao gồm: Full reference (FR), No reference (NR), Reduced reference (RR).

## 2.1 Full reference (FR)

Phương pháp này sử dụng ảnh sau khi xử lý nén so sánh với ảnh trước khi xử lý. Tuy nhiên phương pháp này đôi khi cho kết quả không phù hợp với ảnh quan sát thực tế. Hình 1 cho biết các chuẩn (metric) được phân loại theo từng nhóm.



Hình 3: Group of quality measures for image compression [Image and video compression for multimedia engineering fundamentals, algorithms, and standards-CRC Press (2008) [(Image Processing Series) Yun Q. Shi, Huifang Sun]]

- Mean Square Error(MSE)

$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N (x(m, n) - \hat{x}(m, n))^2$$

Trong đó MN là kích cỡ của image,  $x(m, n)$  là giá trị ảnh gốc,  $\hat{x}(m, n)$  là giá trị ảnh sau xử lý (cả hai cùng ở thang đo).

- Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR): PSNR thường có giá trị từ 25 to 45 dB, PSNR càng cao thì bức ảnh càng tốt.

$$PSNR = 10 \log \frac{L^2}{MSE}$$

- Maximum Difference (MD): được xác định bởi biểu thức:

$$MD = \text{Max}(|x(m, n) - \hat{x}(m, n)|)$$

MD phù hợp cho sự đánh giá có tham chiếu (full-reference IQA) do dễ tính

toán. MD càng lớn thì chất lượng ảnh càng giảm. Nhìn chung, cả ba phương pháp trên cũng khá dễ thực hiện, trong đó ta thấy biểu thức MSE liên quan đến năng lượng của tín hiệu và được bảo tồn sau khi áp dụng phép biến đổi nên nó được sử dụng rộng rãi.

Tuy nhiên, trong một số trường hợp, ba phương pháp trên lại không chính xác để đánh giá. Chẳng hạn những bức ảnh có chứa nhiễu mờ thì hầu như MSE thể hiện giá trị giống như ảnh không có. Tương tự cho PSNR và MD. Trong trường hợp một số hàng và cột bị mất đi, ảnh tái tạo bằng cách dịch các cột hàng cho ảnh nhìn có vẻ không đổi nhưng PSNR lại thay đổi đáng kể. Những trường hợp mà chất lượng hình ảnh tốt nhưng PSNR thấp, ảnh thường đo bởi thông số HVS (Human Visual System model) như contrast, luminance và structural information.

- Structural Similarity(SSIM): Với x và y là hai hàm phân phối

$$SSIM = \frac{(2\sigma_{xy}^2 + C_2)(2\bar{x}\bar{y} + C_1)}{(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + C_2)(\bar{x}^2 + \bar{y}^2 + C_1)}$$

Trong đó  $\sigma_{xy}^2$  là phương sai giữa x và y,  $\sigma_x$  và  $\sigma_y$  là độ lệch chuẩn của x và y,  $\bar{x}$  và  $\bar{y}$  là trung bình của x, y.  $C_1$ ,  $C_2$  là hàm theo khoảng động của ảnh (L)  $(K_1L)^2$  và  $(K_2L)^2$  ( $K_1, K_2 \ll 1$ ). Theo [Z. Wang, A.C. Bovik, H.R. Sheikh, and E.P. Simoncelli. Image quality assessment: from error visibility to structural similarity. IEEE Trans. Image Process., 13(4):600–612, Mar. 2004.] thì  $K_1 = 0.01, K_2 = 0.03$

- Spectral Activity Measure and Spatial Frequency Measure (SFM)  
SFM chỉ ra mức độ hoạt động tổng thể của hình ảnh xác định bởi R (row frequency) và C (column frequency): Theo công thức trên, SFM chỉ ra sự khác

$$SFM = \sqrt{(R^2 + C^2)}$$

$$R = \sqrt{\frac{1}{MN} \sum_{m=1}^M \sum_{n=2}^N [x(m, n) - x(m, n-1)]^2}$$

$$C = \sqrt{\frac{1}{MN} \sum_{m=1}^M \sum_{n=2}^N [x(m, n) - x(m-1, n)]^2}$$

biệt giữa những pixels gần kề. SFM càng lớn cho thấy ảnh có nhiều tần số cao.

Ở miền phổ spectral activity measure (SAM) như là metric of image predictability. Sự tính toán với hệ số DFT của ảnh, khoảng giá trị của SAM từ 1 đến vô cực, SAM càng lớn thì khả năng đoán trước càng cao.

$$SAM = \frac{\frac{1}{MN} \sum_{m=1}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} |X(m, n)|^2}{\prod_{m=0}^{M-1} \prod_{n=0}^{N-1} X(m, n)^2}^{1/MN}$$

Trong đó X(m,n) biến đổi Fourier rời rạc của ảnh.

- Normalized Cross-Correlation Measure:  
Khoảng giá trị của cường độ thay đổi bởi sự chuẩn hóa, còn được gọi là dynamic range compression. Mức độ tương đồng giữa hai ảnh thường tính bởi sự tương quan chéo giữa hai bức ảnh (cross-correlation) được biểu thị qua công thức sau:

$$NCC = \frac{\sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N (x(m,n) * \hat{x}(m,n))}{\sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N [x(m,n)]^2}$$

Khi hai ảnh càng tương đồng nhau, NCC càng gần 1.

- Structural Content and Image Fidelity: Phương pháp này so sánh cấu trúc của hình ảnh
- Mean Structural Similarity Index
- Singular Value Decomposition Measure
- Edge-Based Pratt Measure
- Entropy
- Mutual Information

## 2.2 No Reference Image Quality Assessment

- Blur and Ringing Metrics
- JPEG Quality Metric (JPQM)

## 2.3 Reduced-Reference Image Quality Assessment

## 2.4 Measure of Colourfulness: Colourfulness metric (CM)

Phương pháp này đo sự đa dạng và độ tương phản của màu ở miền RGB được tính bởi:

$$CM = \sqrt{\sigma_\alpha^2 + \sigma_\beta^2} + 0.3\sqrt{\mu_\alpha^2 + \mu_\beta^2}$$

Trong đó,  $\alpha = R - G$  và  $\beta = \frac{R+G}{2} - B$ .  $\sigma_\alpha$  và  $\mu_\alpha$  lần lượt là độ lệch chuẩn và trung bình của  $\alpha$  và tương tự cho  $\beta$ . Phương pháp này cũng có thể chuyển thành full-reference bởi [J. Mukherjee and S.K. Mitra. Enhancement of color images by scaling the dct coefficients. IEEE Trans. Image Process., 17(10):1783–1794, 2008]

## 2.5 Compression ratio

Tỉ lệ kích thước giữa ảnh gốc và ảnh sau nén.

### **3 Công việc tuần sau (22/3/2018-01/04/2018)**

- Thiết kế bộ lượng tử sử dụng bảng JPEG.
- Thiết kế trên verilog bộ biến đổi DCT sử dụng thuật toán trên.