

BÁO CÁO KẾT QUẢ TIỂU LUẬN

Đề xuất phương pháp và mô hình mã hóa thông tin ảnh đơn giản sử dụng biến đổi DCT, Quantization, Huffman Coding, Zig-Zag Coding, DPCM Encoding Prediction.

Nguyễn Đình Dương

Trường Đại học Công Nghệ, Đại học Quốc Gia Hà Nội,

Email: 18020390@vnu.edu.vn

Tóm tắt: Bài báo cáo tiểu luận đưa ra một mô hình với phương pháp mã hóa thông tin ảnh (nén ảnh) cơ bản dựa vào các chuẩn nén ảnh thông dụng hiện nay, sử dụng các khối biến đổi DCT, Quantization, Zig-zag coding, Huffman Coding, khối dự đoán DPCM encoding prediction và đánh giá kết quả thu được dựa trên mô hình đó.

Keywords: DCT, Quantization, Huffman Coding, Zig-zag Coding, DPCM.

I, GIỚI THIỆU VÀ TỔNG QUAN VỀ MÔ HÌNH

A, Giới thiệu:

Ảnh: Thông tin về vật thể hay quang cảnh được chiếu sang mà con người quan sát và cảm nhận bằng mắt và hệ thần kinh.

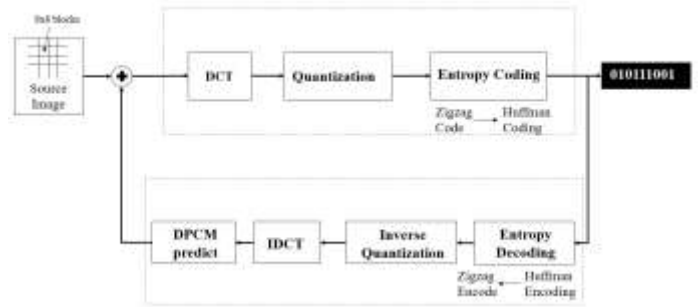
Ảnh số: là một mảng hai chiều gồm M hàng và N cột với $f(x,y)$ là giá trị mức xám tại tọa độ (x,y) .

Nén dữ liệu ảnh: Biến đổi dòng thông tin ảnh thành từ mã nhằm làm giảm độ dư thừa thông tin. Các phương pháp nén khác nhau do định nghĩa các kiểu dư thừa thông tin khác nhau.

Các kiểu dư thừa thông tin: gồm có dư thừa về thống kê (Statistical redundancy) và dư thừa về thị giác (Psychovisual redundancy). Cụ thể hơn: sự phân bố mức xám (Mã Huffman), sự lặp lại của các mức xám (RLC), những mẫu sử dụng tần xuất cao (LZW) hoặc độ dư thừa vị trí (mã hóa dự đoán).

B, Mô hình phương pháp:

Mô hình mã hóa thông tin ảnh (nén ảnh) được miêu tả bằng hình dưới đây với các khối cơ bản:



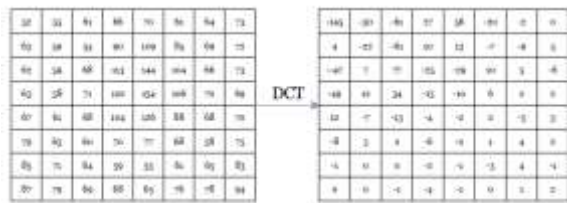
Hình 1: Mô hình mã hóa thông tin ảnh.

Biến đổi Cosin rời rạc (DCT): DCT biến đổi tín hiệu ảnh từ miền không gian pixel sang miền tần số. Năng lượng ảnh tập trung chủ yếu ở các thành phần tần số thấp, nằm góc trên cùng bên trái của DCT. Các thành phần tần số cao thường có giá trị thấp trong biến đổi DCT nên có thể loại bỏ để tăng hiệu quả của quá trình nén và mã hóa thông tin.

$$F(u,v) = \frac{4C_u C_v}{MN} \sum_{k=0}^{M-1} \sum_{l=0}^{N-1} f(x,y) \cos\left(\frac{\pi(2k+1)u}{2M}\right) \cos\left(\frac{\pi(2l+1)v}{2N}\right)$$

$$C_k = \begin{cases} 1/\sqrt{2} & \text{If } k=0 \\ 1 & \text{Otherwise} \end{cases} \quad C_l = \begin{cases} 1/\sqrt{2} & \text{If } l=0 \\ 1 & \text{Otherwise} \end{cases}$$

Minh họa của biến đổi DCT:



Hình 2: Minh họa biến đổi DCT

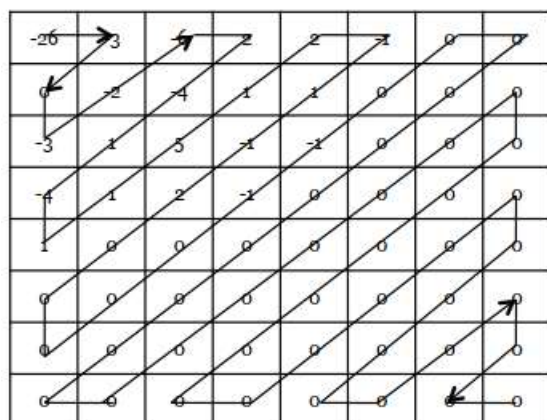
Lượng tử hóa (Quantization): Lượng tử hóa loại bỏ những thông tin thừa. Do việc chia ảnh đầu vào thành các khối block 8x8 và vẫn cần có 1 hệ số lượng tử để đánh giá sự khác nhau giữa các hình ảnh mới sau khi nén và hình ảnh ban đầu. Mô hình đơn giản này sử dụng ma trận lượng tử dưới đây:

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

Hình 3: Ma trận lượng tử

Mã hóa Entropy: Là dạng đặc biệt của nén không mất mát thông tin. Mã hóa Entropy gồm các bước sau: (1) sắp xếp các thành phần ảnh theo đường zig zag; (2) mã hóa các thành phần ảnh bằng mã loại dài (RLC) và Huffman.

Đường ZigZag (ZigZag Coding): Thuật toán được xác định bằng cách phân vùng các dữ liệu đầu vào. Tất cả các hệ số đều nằm trên đường zig zag. Các thành phần tần số thấp (thường khác 0) được xếp trước các thành phần tần số cao.

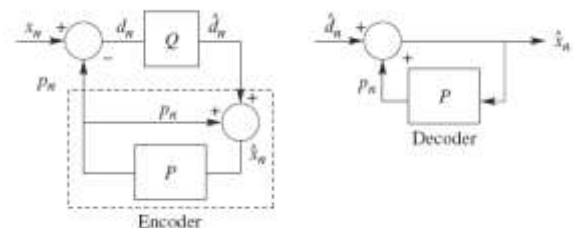


Hình 4: Thuật toán Zig-zag

Mã Huffman(Huffman coding): Phương pháp nén dựa trên mô hình thống kê xem xét xác suất phân bố của ký tự. Mã Huffman thực hiện tang hiệu quả nén bằng việc thay thế những chuỗi ký tự dài bằng những từ mã ngắn. Độ dài của mỗi từ mã được xác định dựa trên tần suất xuất hiện của các ký tự.

IDCT, Inverse Quantization, ZigZag Decoding: là các phép biến đổi ngược để tạo lại ảnh sau khi nén.

DPCM encoder prediction (Differential Pulse-Code Modulation): DPCM là tên viết tắt của điều chế mã hóa dự đoán vi sai, và là một hệ thống mã hóa dự đoán điển hình. Trong hệ thống DPCM, cần lưu ý rằng đầu vào của bộ dự đoán là các mẫu đã được giải mã. Sở dĩ các mẫu ban đầu không được dùng để dự đoán là vì bên giải mã không lấy được các mẫu ban đầu, chỉ lấy được các mẫu có sai số. Do đó, một bộ giải mã thực sự được nhúng vào bộ mã hóa DPCM, như được hiển thị trong hộp có dấu chấm trong bộ mã hóa.



Hình 5: DPCM Encoding Prediction

Như trong hình, x_n là giá trị sai số dự đoán, p_n là giá trị tái tạo.

II, MÔ PHỎNG VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ ĐẠT ĐƯỢC:

A. Điều kiện mô phỏng, đánh giá:

Để đánh giá hiệu quả của phương pháp và mô hình đề xuất, tôi sử dụng ảnh có độ phân giải 512x512 để áp dụng cho mô hình.

Ảnh (512x512)	Peppers
Hệ số lượng tử (Q)	$N = \{1, 3, 5, 10, 20\}$

Bảng 1: Điều kiện chạy kiểm thử

Bộ vi xử lý	Intel® Core™ i7-1065G7 @1.30GHz 3.90GHz
-------------	--

RAM	8GB
System	Win10, 64bit
Môi trường kiểm thử	MATLAB R2019a

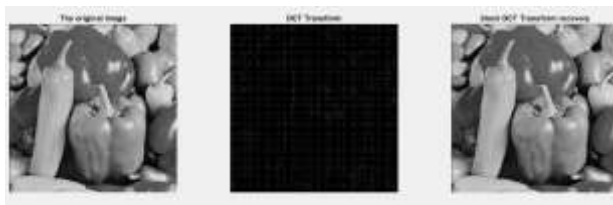
Bảng 2: Cấu hình phần cứng

B, Đánh giá kết quả đạt được:

Ảnh	Q				TB
	3	5	10	20	
Pepper	10.55	11.07	11.38	12.2	11.3

Bảng 3: Thời gian nén ảnh

Kết quả sau khi biến đổi DCT



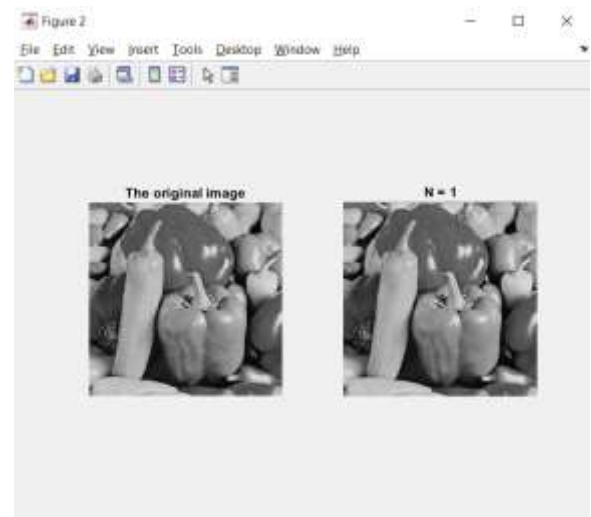
Hình 6: Quá trình biến đổi DCT.

Ảnh 1 là ảnh gốc trước khi biến đổi DCT, ảnh 2 là khối ảnh biến đổi DCT, ảnh 3 là ảnh tái tạo bằng biến đổi IDCT

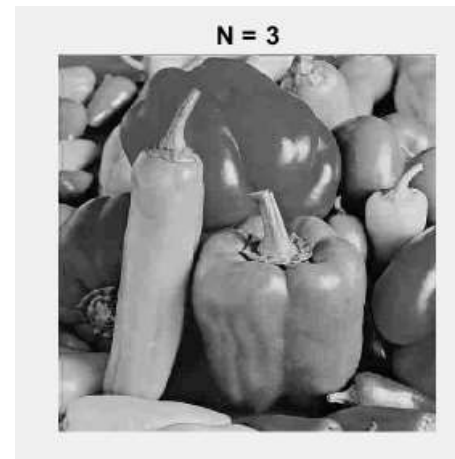


Hình 7: Ảnh biến đổi DCT

Kết quả sau khi nén ảnh và giải ngược:

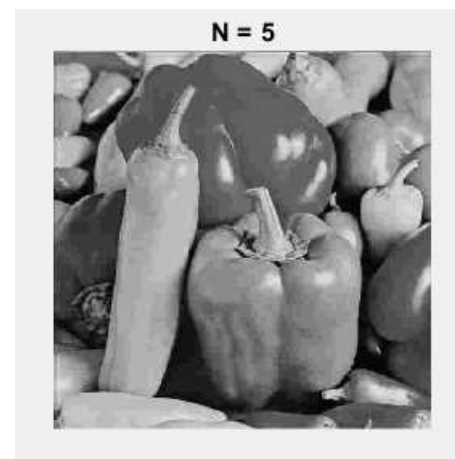


Hình 8: Nén với hệ số lượng tử $N = 1$



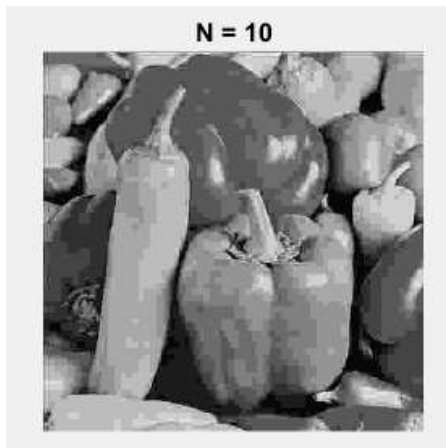
Hình 9:

Nén với hệ số lượng tử $N = 3$



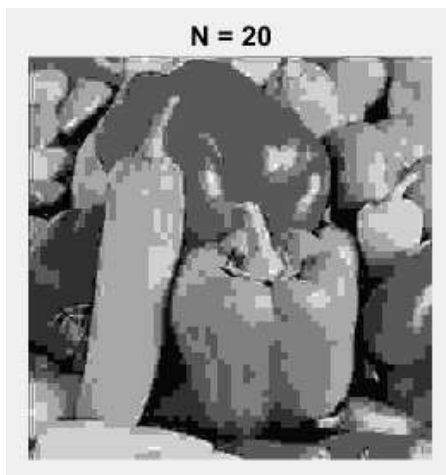
Hình 10:

Nén với hệ số lượng tử $N = 5$



Hình 11:

Nén với hệ số lượng tử $N = 10$



Hình 12:

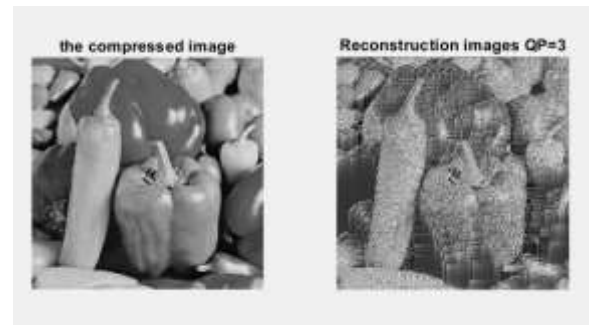
Nén với hệ số lượng tử $N = 20$

Kết quả ảnh sau khi nén và tái tạo cùng với dự đoán DPCM qua sai khác:



Hình 13:

Ảnh sau khi nén và ảnh tái tạo dựa trên sai số so với ảnh ban đầu. (Hệ số lượng tử là 1)



Hình 14:

Ảnh sau khi nén và ảnh tái tạo dựa trên sai số so với ảnh ban đầu. (Hệ số lượng tử là 3)



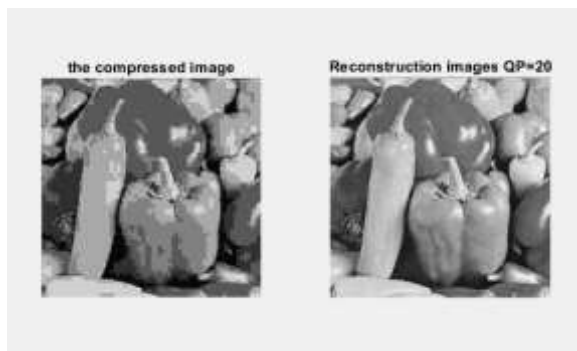
Hình 15:

Ảnh sau khi nén và ảnh tái tạo dựa trên sai số so với ảnh ban đầu. (Hệ số lượng tử là 5)



Hình 16:

Ảnh sau khi nén và ảnh tái tạo dựa trên sai số so với ảnh ban đầu. (Hệ số lượng tử là 10)



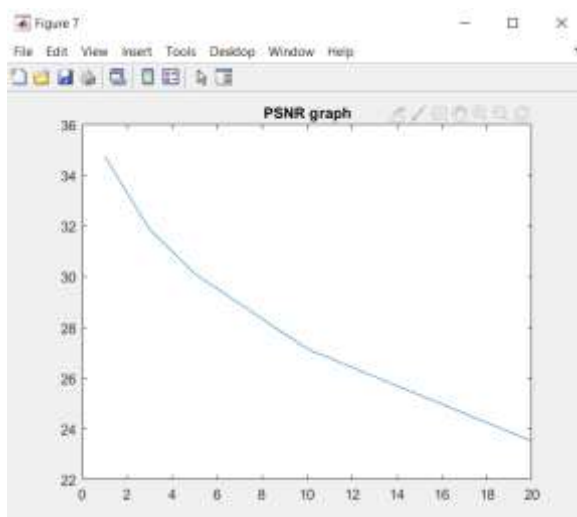
Hình 17:

Ảnh sau khi nén và ảnh tái tạo dựa trên sai số so với ảnh ban đầu. (Hệ số lượng tử là 20)

Đánh giá quá trình mã hóa:

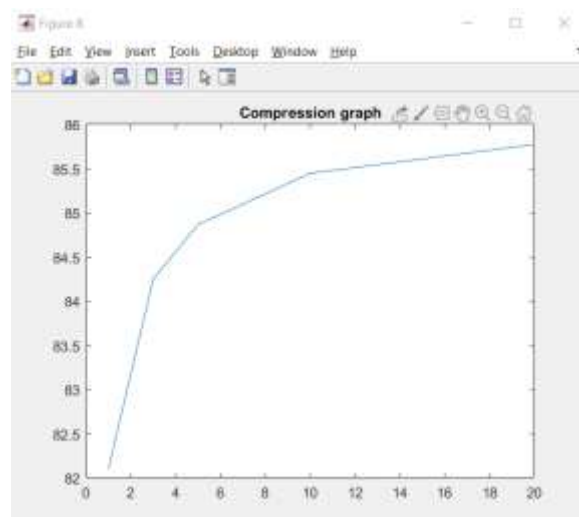
Công thức tính PSNR:

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{M^2}{MSE}$$



Hình 18:

Đồ thị PSNR tại các hệ số lượng tử khác nhau



Hình 19:

Đồ thị tỷ số nén ảnh.

N (Q)	PSNR	Compression Ratio
1	34.7562	82.1033
3	31.8669	84.2529
5	30.1297	84.866
10	27.1599	85.4469
20	23.5162	85.7719

Bảng 4: Kết quả PSNR và Compression Ratio của mô hình.

1. KẾT LUẬN:

Trong bài báo cáo này, tôi đã đề xuất ra 1 mô hình đơn giản với các phương pháp để mã hóa thông tin ảnh (nén ảnh). Quá trình nén ảnh thực hiện được với các khối cơ bản và cho ra ảnh sau khi nén đạt được từ 82% đến 86% so với ảnh gốc, với PSNR trong khoảng từ 23 đến 35 DB. Thời gian nén ảnh còn khá chậm với thời gian trung bình là 11.3s.

Do đó, hướng tiếp theo của mô hình sẽ là giảm thời gian mã hóa thông tin ảnh và tăng hiệu suất phục hồi ảnh sau khi nén.