

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG

LÊ TỰ QUỐC

WAVELET VÀ NÉN TÍN HIỆU ẢNH

Chuyên ngành: KHOA HỌC MÁY TÍNH
Mã số: 60.48.01

TÓM TẮT LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

Đà Nẵng - Năm 2011

Công trình được hoàn thành tại
ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG

Người hướng dẫn khoa học: **PGS. TS. Lê Văn Sơn**

Phản biện 1: **TS. Nguyễn Tấn Khôi**

Phản biện 2: **PGS.TS. Lê Mạnh Thạnh**

Luận văn được bảo vệ trước Hội đồng chấm Luận văn tốt nghiệp thạc sĩ kỹ thuật họp tại Đại học Đà Nẵng vào ngày 11 tháng 9 năm 2011.

** Có thể tìm hiểu luận văn tại:*

- Trung tâm Thông tin - Học liệu, Đại học Đà Nẵng.
- Trung tâm Học liệu, Đại học Đà Nẵng.

MỞ ĐẦU

1. Lý do chọn đề tài

Hiện nay, việc truyền tín hiệu đa phương tiện trên mạng toàn cầu đã trở thành một nhu cầu không thể thiếu được. Các tín hiệu đa phương tiện bao gồm âm thanh, hình ảnh và các đoạn phim video đều mang đặc điểm chung là kích thước lớn trong việc lưu trữ và truyền tin. Nhu cầu nén tín hiệu trước khi truyền qua mạng và giải nén ở máy trạm (nơi nhận) trở nên cấp thiết vì nó tiết kiệm đáng kể chi phí việc truyền tải. Các giải thuật nén cho các tín hiệu đa phương tiện đã và đang được phát triển với nhiều kết quả khả quan. Các giải thuật này đều là các giải thuật nén mất thông tin để có thể nén với tỷ số nén cao. Tuy nhiên các giải thuật nén mất thông tin đều rất nhạy cảm với sai sót trên đường truyền. Chỉ cần sai một vài bit thì kết quả giải nén của một ảnh có thể bị sai biệt hoàn toàn. Xuất phát từ những nhu cầu như vậy tôi đã chọn đề tài “*Wavelet và nén tín hiệu ảnh*”. Trong đề tài này tôi chỉ tập trung nghiên cứu về việc nén hình ảnh bằng cách mã hóa tín hiệu hình ảnh bằng giải thuật nén mất thông tin, nhưng sẽ chấp nhận giảm bớt tỷ lệ nén để tín hiệu ảnh trở nên rõ ràng và mạnh mẽ hơn, nghĩa là cho phép tín hiệu bị mất mát một phần thông tin trong quá trình truyền trên đường truyền, nhưng vẫn khôi phục lại được hầu hết thông tin của một bức ảnh.

2. Mục đích nghiên cứu

Xây dựng giải pháp để thực hiện việc nén hình ảnh sao cho tín hiệu hình ảnh có thể được khôi phục gần đúng khi bị mất mát một số gói tin trong quá trình truyền trên đường truyền và hình ảnh sau khi nhận được sẽ đạt chất lượng tốt nhất có thể.

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Trong khuôn khổ của luận văn thuộc loại nghiên cứu và ứng dụng, tôi chỉ giới hạn nghiên cứu:

- Lý thuyết về nén hình ảnh.
- Giải thuật nén hình ảnh.

4. Phương pháp nghiên cứu

- Nghiên cứu lý thuyết và một số thuật toán nén ảnh.
- Nghiên cứu, triển khai và xây dựng các giải pháp để nén hình ảnh sao cho hình ảnh ít mất mát thông tin nhất trong quá trình truyền trên đường truyền và hình ảnh sau khi nhận được đạt chất lượng tốt nhất giống như ảnh gốc ban đầu.

5. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài

Sau khi thực hiện và nghiên cứu phép biến đổi Wavelet dùng trong việc nén tín hiệu hình ảnh giúp cho chúng ta tiết kiệm được thời gian truyền ảnh qua mạng và mục đích là làm thế nào để lưu trữ bức ảnh dưới dạng có kích thước nhỏ hơn hay dưới dạng biểu diễn mà chỉ yêu cầu số bit mã hoá ít hơn so với bức ảnh gốc. Nén ảnh thực hiện được là do một thực tế: thông tin trong bức ảnh không phải là ngẫu nhiên mà có trật tự, có tổ chức. Vì thế nếu bóc tách được tính trật tự, cấu trúc đó thì sẽ biết được phần thông tin nào quan trọng nhất trong bức ảnh để biểu diễn và truyền đi với số lượng bit ít hơn so với ảnh gốc mà vẫn đảm bảo tính đầy đủ thông tin. Ở phía thu (nơi tiếp nhận), quá trình giải mã sẽ được tổ chức, sắp xếp lại được bức ảnh xấp xỉ gần chính xác so với ảnh gốc ban đầu nhưng vẫn thoả mãn được chất lượng yêu cầu, đảm bảo đủ thông tin cần thiết của 1 bức ảnh.

6. Cấu trúc của luận văn

Bố cục của luận văn được tổ chức thành 3 chương, có nội dung như sau:

Chương 1: Trình bày các khái niệm về các kiểu nén ảnh, các chuẩn liên quan đến việc nén ảnh sao cho đạt chất lượng ảnh tối ưu nhất và các hàm toán học liên quan đến việc nén ảnh để làm cơ sở tiền đề để sử dụng phép biến đổi Wavelet trong việc nén tín hiệu ảnh.

Chương 2: Đi sâu vào việc trình bày các họ hàm liên quan đến phép biến đổi Wavelet và vận dụng phép biến đổi Wavelet để triển khai việc nén tín hiệu ảnh.

Chương 3: Đưa ra giải pháp để cải tiến giải thuật mã hóa cây triệt tiêu để các cây có thể mã hóa nằm lọt hoàn toàn vào các gói tin. Các gói tin này có thể được giải mã độc lập. Vì vậy, mỗi gói tin bị mất sẽ chỉ ảnh hưởng đến một vùng nhỏ của ảnh. Từ đó làm cho chất lượng hình ảnh được rõ nét và đạt được kết quả tốt hơn.

Chương 1. TỔNG QUAN VỀ NÉN TÍN HIỆU ẢNH

1.1. TỔNG QUAN VỀ NÉN TÍN HIỆU ẢNH

Trong chương này, tôi sẽ trình bày các nguyên lý của nén tín hiệu ảnh, bao gồm nén ảnh không mất thông tin và nén ảnh mất thông tin. Phần nén ảnh mất thông tin sẽ giới thiệu phương pháp nén số học sẽ được dùng trong phần cài đặt ở bước mã hóa Entropy của quy trình nén ảnh mất thông tin.

1.2. CÁC KIỂU NÉN

Một tính chất chung nhất của tất cả các ảnh đó là tương quan giữa các pixel ở cạnh nhau lớn, điều này dẫn đến dư thừa thông tin để biểu diễn ảnh. Dư thừa thông tin sẽ làm cho việc mã hoá không tối ưu. Do đó công việc cần làm để nén ảnh là phải tìm được các cách biểu diễn ảnh với tương quan nhỏ nhất để giảm thiểu độ dư thừa thông tin của ảnh. Thực tế, có hai kiểu dư thừa thông tin được phân loại như sau:

- *Dư thừa trong miền không gian*: tương quan giữa các giá trị pixel của ảnh, điều này có nghĩa rằng các pixel lân cận của ảnh có giá trị gần giống nhau (trừ những pixel ở giáp đường biên ảnh).

- *Dư thừa trong miền tần số*: Tương quan giữa các mặt phẳng màu hoặc dải phổ khác nhau.

Trọng tâm của các nghiên cứu về nén ảnh là tìm cách giảm số bit cần thiết để biểu diễn ảnh bằng việc loại bỏ dư thừa trong miền không gian và miền tần số càng nhiều càng tốt.

Nén tín hiệu ảnh là làm giảm số lượng các bit cần thiết để biểu diễn một ảnh cho trước. Mục đích của việc nén tín hiệu ảnh là để dễ dàng lưu trữ và truyền tải dữ liệu. Để nén tín hiệu ảnh người ta sử dụng một dãy các phép biến đổi dữ liệu mà khi biến đổi ngược lại

có thể khôi phục lại hoàn toàn chính xác ảnh gốc hoặc xấp xỉ gần giống như ảnh gốc ban đầu. Điều đó có nghĩa là nén tín hiệu ảnh được chia làm hai loại:

- Loại nén ảnh không mất thông tin (có thể khôi phục lại hoàn toàn ảnh gốc).
- Loại nén ảnh mất thông tin (có thể khôi phục lại xấp xỉ với ảnh gốc ban đầu).

Cả hai loại trên đều được sử dụng rộng rãi và tùy vào mỗi ứng dụng cụ thể mà sử dụng loại nào cho tối ưu hơn và thích hợp hơn. Mã hóa không mất thông tin không đòi hỏi chất lượng của dữ liệu và ứng dụng của nó bị giới hạn kết quả đạt được khá khiêm tốn.

Nén ảnh không mất thông tin thường được dùng cho ảnh trong y học và trong khoa học không gian, do vấn đề pháp lý và tính duy nhất của dữ liệu. Một lĩnh vực đáng chú ý trong lĩnh vực này liên quan đến những vấn đề cốt tử, chẳng hạn tòa án Hoa Kỳ lưu trữ những ảnh vân tay được số hóa không mất thông tin, tuy nhiên cũng đã chuyển sang nén mất thông tin do cần thiết.

Nén ảnh mất thông tin có thể cung cấp tỷ lệ nén cao hơn rất nhiều lần so với nén ảnh không mất thông tin, tùy thuộc vào kiểu dữ liệu và mức độ mất thông tin mà chúng ta có thể chấp nhận được. Nén ảnh mất thông tin được sử dụng trong việc truyền và duyệt Internet, những ứng dụng thương mại, những hội nghị trực tuyến qua video. Các máy quay video thông thường trong gia đình thường áp dụng nén ảnh mất thông tin để dễ dàng lưu trữ dữ liệu video phức tạp, nhưng lại tái hiện hình ảnh với mức độ trung thực chấp nhận được cho việc sử dụng trong gia đình.

Nhiều ý tưởng và cách tiếp cận đã được đưa ra để đạt được việc nén ảnh mất thông tin và không mất thông tin theo những triết lý riêng biệt và theo từng bài toán. Kết quả đạt được bởi nhóm những giải thuật dẫn đầu trong mỗi loại không sai biệt nhau nhiều, điều đó chỉ ra rằng có những nguyên lý cơ bản nằm dưới tất cả các giải thuật đó.

Thực tế thì tất cả các kỹ thuật nén ảnh là dựa trên sự hiện hữu của hai đặc tính trong dữ liệu để đạt được việc giảm thiểu có lợi: sự dư thừa và sự không thích hợp.

Một ví dụ tầm thường của sự dư thừa dữ liệu là một chuỗi nhị phân gồm toàn các số zero (số 0) hay là toàn số 1, nó không chứa đựng thông tin và có thể được mã hóa bởi chỉ một bit và chiều dài của chuỗi để giải mã một cách chính xác. Một ví dụ quan trọng của dữ liệu không thích hợp xuất hiện trong ảnh độ xám với quá nhiều mức xám, ví dụ như là 12 bit hay nhiều hơn 12 bit. Kinh nghiệm thực tế cho thấy ảnh đơn sắc 6 đến 8 bit là giới hạn của độ nhạy thị giác. Bất cứ bit thêm vào nào cũng đều không làm tăng thêm khả năng quan sát (không làm thấy rõ hơn) và có thể loại bỏ.

Số lượng lớn các giải thuật nén chủ yếu khác nhau trong cách tiếp cận để rút ra và tận dụng hai đặc tính dư thừa và không thích hợp này. Quan điểm trên cho thấy một sự khác biệt giữa mã hóa mất thông tin và mã hóa không mất thông tin.

- Mã hóa không mất thông tin chỉ dựa vào đặc tính dư thừa của dữ liệu, tận dụng những khả năng có thể xảy ra ký hiệu không giống nhau và khả năng đoán trước ký hiệu. Nói một cách khác chuỗi các ký hiệu càng nhiều thông tin, càng xuất hiện ngẫu nhiên nhiều thì càng khó để mã hóa mà không mất thông tin. Thông tin trừ

mật, có ít sự dư thừa và khả năng mã hóa không mất thông tin là những khái niệm gần như đồng nhất.

- Mã hóa mất thông tin dựa trên một đặc tính khác của dữ liệu: sự không thích hợp. Trong bất kỳ hệ thống xử lý ảnh nào, nếu các yêu cầu thực hiện không cần mức độ chính xác (độ phân giải không gian-thời gian hay khoảng biểu diễn) của dữ liệu, sự chính xác quá đáng có thể được loại bỏ mà không làm mất đi sự thể hiện. Ví dụ ảnh mức xám, khoảng biểu diễn dùng 8 bit là đủ. Như sẽ thấy sau này, sau khi áp dụng những phép biến đổi chọn lọc một cách khéo léo, ngay cả những ảnh 8 bit cũng có thể cho phép loại bỏ một ít dữ liệu cũng không làm giảm đến chất lượng của ảnh.

Phương pháp mã hóa mất thông tin sử dụng phép biến đổi Wavelet để tách phần thích hợp với phần không thích hợp là chủ đề chính của đề tài.

1.3. NÉN ẢNH KHÔNG MẤT THÔNG TIN

Nén ảnh không mất thông tin là một nhánh của lý thuyết thông tin do *Claude Shannon* đề xuất trong một lý thuyết toán học về truyền tin. Về cơ bản, một kênh truyền tin được mô hình hóa như là sự truyền của một chuỗi vô tận các ký hiệu, mỗi một ký hiệu được rút ra từ một bộ chữ cái (alphabet) xác định. Những ký hiệu có thể xuất hiện theo một quy luật xác suất nào đó và kênh truyền tin có thể bị “nhiều”. Việc sử dụng hiệu quả kênh truyền tin như vậy để truyền tin đặt ra: $0 \leq H \leq \log_2 N = L$

Trong đó:

- $H = 0$ khi và chỉ khi tất cả ký hiệu (ngoại trừ 1) có xác suất = 0 và ký hiệu còn lại có xác suất đơn vị.

- $H = \text{Log}_2 N = L$ khi và chỉ khi tất cả các ký hiệu có cùng xác suất, trong trường hợp này là $\frac{1}{N}$.

Trong thực tế ta luôn mã hóa những chuỗi ký hiệu hữu hạn. Tuy nhiên, độ đo Entropy nói trên được dùng như là tỷ lệ chuẩn cần đạt đến trong lĩnh vực này và hoàn toàn có giá trị. Kỹ thuật mã hóa không mất thông tin cố gắng làm giảm một dòng dữ liệu đến mức Entropy của nó.

Một cách tự nhiên, dòng dữ liệu càng dài và con số thống kê của dữ liệu càng ổn định thì những kỹ thuật này càng thành công trong việc tiếp cận đến mức Entropy. Sau đây là một số kỹ thuật mã hóa.

1.3.1. Điều xung mã vi sai (DPCM-Differential Pulse Coded Modulation)

1.3.2. Mã hóa Huffman

1.3.3. Mã hóa số học

1.4. LƯỢNG TỬ HÓA

1.5. NÉN ẢNH MẤT THÔNG TIN

Giải thuật nén ảnh mất thông tin rất đa dạng, chúng ta chỉ giới hạn sự quan tâm đến các cách mã hóa dùng phép biến đổi. Mã hóa mất thông tin bao gồm ba khối là:

- Biến đổi.
- Lượng tử hóa.
- Mã hóa Entropy.

Phép biến đổi làm giảm tương quan và thu gọn vùng dữ liệu, lượng tử hóa cấp phát số bit cần thiết trên mỗi ký hiệu với độ chính xác tối đa như mong muốn. Bộ mã hóa biến đổi dữ liệu đã được

lượng tử hóa thành những ký hiệu gồm hai chữ số là 0 và 1 theo một cách lợi dụng được những sự khác nhau trong xác suất xuất hiện của những giá trị đã lượng tử hóa. Ở đây ta chỉ quan tâm đặc biệt đến những ứng dụng có độ nén cao trong đó số 0 là giá trị sẽ được lượng tử hóa phổ biến nhất, mã hóa loại dài (*RLC-Run-length Coding*) được áp dụng trước tiên vào việc mã hóa để làm cho những dữ liệu đã lượng tử hóa ngay lập tức.

1.5.1. Chuẩn JPEG

1.5.2. So sánh chuẩn nén ảnh JPEG2000 với chuẩn nén ảnh JPEG và các chuẩn nén ảnh khác

1.6. WAVELET

1.6.1. Khái quát về Wavelet

Wavelet, hay tổng quát hơn là tiếp cận băng con, là sự cố gắng để đạt được sự biến đổi hợp nhất của dữ liệu, bảo toàn mẫu. Hoạt động trong không gian hai chiều dẫn đến phép chia bức ảnh các phần tử tại mỗi bước. Ngoài việc bảo toàn các mẫu quan trọng, thì toàn bộ cách tiếp cận này đưa đến sự đơn giản hóa ấn tượng khi thống kê mẫu trong các băng thông cao, tất cả ngoài trừ băng thông đều có con số thống kê tương đương như giá trị trung bình bằng không, biểu đồ tương tự như nhau.

Cơ sở của lý thuyết Wavelet như một phương tiện tạo cơ sở trực chuẩn để khai triển tín hiệu thay cho cơ sở trực chuẩn cổ điển dùng các hàm tuần hoàn. Cơ sở trực chuẩn này được sinh từ một hàm nhân tử lệ duy nhất hoặc một hàm Wavelet duy nhất cho phép biểu diễn tín hiệu, tín hiệu có khả năng địa phương hóa tốt cho cả hai yếu tố là: thời gian và tần số, như vậy khắc phục được nhược điểm lớn

nhất của biến đổi Fourier. Phần đầu trình bày một số khái niệm trong xử lý tín hiệu làm cơ sở cho lý thuyết Wavelet ở các phần tiếp theo.

1.6.2. Một số ứng dụng nổi bật của Wavelet

1.6.2.1. Nén tín hiệu

1.6.2.2. Khử nhiễu

1.6.2.3. Mã hóa nguồn và mã hóa kênh

1.6.3. Cơ sở toán học

1.6.3.1. Khai triển trực chuẩn

1.6.3.2. Tích chập

1.6.3.3. Tính lọc

1.6.3.4. Biến đổi Fourier

1.6.3.5. Chuỗi Fourier

1.6.3.6. Biến đổi Fourier rời rạc

1.6.3.7. Chuỗi Fourier rời rạc

1.6.3.8. Lấy mẫu lên và lấy mẫu xuống

1.7. TỔNG KẾT CHƯƠNG 1

Chương 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT BIẾN ĐỔI WAVELET

2.1. GIỚI THIỆU TỔNG QUAN

Giải thuật mã hóa bằng cây triệt tiêu (*Zerotree Coding*) do *Shapiro* đề xuất là một giải thuật đơn giản cho phép nén ảnh hiệu quả, có đặc tính các bit được phát sinh và mã hóa theo thứ tự của tầm quan trọng, nhờ vậy hoạt động theo nguyên tắc mã hóa liên tiến (*progressive coding*) hay còn gọi là mã hóa nhúng (*embedded coding*).

Các bit được mã hóa liên tiến để từ ảnh rỗng ban đầu có được nén phác họa rồi đến các chi tiết được thêm vào. Dùng giải thuật mã hóa liên tiến, bộ mã hóa liên tiến, bộ mã hóa có thể ngưng tại bất kỳ thời điểm nào khi đã được số bit trên mỗi pixel (*BPP-Bit Per Pixel*) mong muốn hoặc đạt được độ méo dạng trong phạm vi chấp nhận cho trước. Đảo lại, khi có trước các bit đã được mã hóa, bộ giải mã có thể ngưng tại bất kỳ thời điểm nào để cho ảnh có thể được phục hồi từ thô đến mịn dần khi thực hiện cho đến khi cùng dòng bit đã được mã hóa, ảnh sẽ được khôi phục sẽ có đầy đủ chi tiết mà bộ mã hóa đã được thực hiện. Nếu bộ mã hóa thực hiện việc mã hóa không mất thông tin thì sẽ khôi phục được ảnh không mất thông tin.

Do đặc tính liên kết kể trên, mã hóa bằng cây triệt tiêu có thể được áp dụng cho việc truyền ảnh trên mạng khi đường truyền không tốt, người sử dụng có thể ngưng tại một thời điểm bất kỳ trong quá trình giải mã nhưng vẫn có được phác họa được ảnh như mong muốn, tuy không đầy đủ chi tiết so với trường hợp toàn bộ ảnh được giải mã (nhưng thời gian chờ có thể rất lâu).

Giải thuật cây triệt tiêu được thực hiện dựa trên biến đổi Wavelet và dựa trên sự tương quan giữa các điểm ảnh trong ma trận

biến đổi ở các băng thông con khác nhau nhưng tương ứng với cùng một vị trí về mặt không gian trên ảnh gốc. Giải thuật cây triệt tiêu tìm cách khai thác sự tương tự này.

Với các đặc tính như trên, phương pháp mã hóa cây triệt tiêu giải quyết được hai vấn đề:

1. Cho trước một tỷ lệ nén mong muốn với bitrate mong muốn (tỷ lệ bit trên mỗi pixel), sẽ được ảnh có chất lượng tốt nhất.
2. Ảnh được mã hóa theo nghĩa liên tiến hay nhúng (*embedded coding*), nghĩa là kết quả mã hóa của cùng một ảnh ở tỷ lệ bit/pixel thấp trùng với phần đầu của kết quả mã hóa ở tỷ lệ bit/pixel cao hơn. Ví dụ nén một ảnh ở tỷ lệ 0.5 bpp (số bit trên 1 pixel) là 16384 bytes thì ảnh này sẽ trùng với 16384 bytes đầu tiên của ảnh 26216 bytes. Ngược lại nếu giải mã 16384 bytes đầu tiên của ảnh 26216 bytes được ảnh có chất lượng như giải mã đầy đủ ảnh 16384 bytes.

Các đặc tính trên có nhiều ứng dụng như truyền ảnh theo nghĩa liên tiến, duyệt ảnh nhanh (xem trước, chỉ cần đọc và giải mã phần đầu của ảnh để có được nét phác họa của ảnh), nó cũng có ứng dụng trong việc truyền tin qua các kênh hay bị nhiễu vì thứ tự các bit thường tương ứng với thứ tự quan trọng nên tự nhiên được bảo vệ với độ ưu tiên cao.

2.2. GIỚI THIỆU MỘT SỐ HỌ CỦA WAVELET

2.2.1. Hàm Wavelet sinh

2.2.2. Hàm nhân tử lệ

2.2.3. Phân tích đa phân giải

2.2.4. Hàm Wavelet

2.2.5. Biến đổi Wavelet rời rạc

2.2.6. Phân tích từ mịn đến thô

2.2.7. Tổng hợp từ thô đến mịn

2.2.8. Khai triển Wavelet cho tín hiệu rời rạc

2.2.9. Biến đổi Wavelet cho ảnh

2.2.10. Mã hóa nhúng (Embedded coding)

2.2.11. Cây triệt tiêu các hệ số Wavelet

Mã hóa cây triệt tiêu là mã hóa vị trí của các hệ số. Để có thể mã hóa hiệu quả các hệ số có ý nghĩa, Shipiro đưa ra khái niệm cây triệt tiêu (zerotree).

2.2.11.1. Định nghĩa 1

2.2.11.2. Định nghĩa 2

2.2.11.3. Định nghĩa 3

2.2.11.4. Giải thuật

2.2.11.5. Ví dụ thực hiện việc mã hóa

2.2.11.6. Giải thuật mã hóa cây triệt tiêu có thể tóm tắt theo dạng mã giải như sau

2.2.11.7. Sơ đồ mã hóa một hệ số trong ma trận Wavelet như sau

2.3. TỔNG KẾT CHƯƠNG 2

Chương 3. THỰC NGHIỆM ĐÁNH GIÁ VIỆC NÉN TÍN HIỆU ẢNH

3.1. GIỚI THIỆU TỔNG QUAN

Các phương pháp nén tín hiệu ảnh thông dụng là sử dụng phương pháp nén bằng cây triết tiêu các phương pháp này đều có chung một nhược điểm là phụ thuộc nghiêm ngặt vào hệ thống trong quá trình giải mã, do đó rất nhạy cảm với những sai sót dữ liệu. Dù chỉ một bit không chính xác trong dòng bit của nhập liệu cũng có thể làm đảo lộn mọi hoạt động của bộ giải mã. Nếu ảnh đã mã hóa bằng các giải thuật trên được chia trực tiếp thành nhiều gói tin và một hoặc nhiều gói tin bị mất trên đường truyền (do nhiễu, chất lượng đường truyền... nhưng có thể phát hiện bằng một giải thuật phát hiện sai nào đó) thì có thể dẫn đến việc giải mã bị đảo lộn không kiểm soát được và ảnh hưởng nghiêm trọng đến chất lượng hình ảnh.

Có nhiều phương pháp được đưa ra để khắc phục các lỗi trên. Nghi thức truyền lại có thể cho phép bộ giải mã yêu cầu bộ mã hóa truyền lại gói tin bị mất. Kỹ thuật sửa lỗi trước (FEC-Forward Error Correction) cho phép sửa chữa một số lỗi sai trong quá trình truyền bằng cách truyền dư một số bit (ví dụ dùng mã sửa sai Hamming). Cả hai phương pháp trên đều có nhược điểm, phương pháp truyền lại làm chậm hoạt động của hệ thống. Gói tin cần truyền lại có thể đến quá chậm có thể ảnh hưởng đến các hệ thống thời gian thực. Phương pháp sửa chữa lỗi đòi hỏi đưa thêm thông tin sửa chữa làm giảm hiệu quả nén. Hơn nữa, nếu sai sót vượt quá khả năng sửa chữa thì chất lượng ảnh sẽ bị giảm nghiêm trọng.

Về nguyên tắc, bản thân giải thuật nén ảnh đã là mất mát thông tin, nên nếu có mất mát thêm một ít ta vẫn có thể tổ chức để khôi phục được ảnh với chất lượng bị giảm bớt.

Trong chương này ta sẽ cải tiến giải thuật mã hóa cây triệt tiêu để các cây có thể mã hóa nằm lọt hoàn toàn vào các gói tin. Các gói tin này có thể được giải mã độc lập. Vì vậy, mỗi gói tin bị mất sẽ chỉ ảnh hưởng đến một vùng nhỏ của ảnh.

3.2. MÃ HÓA CÂY TRIỆT TIÊU VÀO CÁC GÓI TIN

3.3. CÁC CẢI TIẾN

3.4. MÃ HÓA ẢNH MÀU

3.4.1. Tổng quan về màu

Nén tin hiệu ảnh bằng cây triệt tiêu dựa trên phép biến đổi Wavelet đạt được kết quả tốt là nhờ lợi dụng đặc tính của ảnh thông thường có năng lượng tập trung ở băng con thấp nhất, điều đó có được là do sự tương quan giữa các pixel gần nhau. Vì vậy, phương pháp nén ở trên chỉ tốt cho các loại ảnh đen trắng với nhiều mức xám khác nhau. Đối với ảnh màu, 2 pixel có giá trị gần nhau có thể ứng với 2 màu khác hẳn nhau do đó ta biến đổi Wavelet nhằm loại bỏ tương quan giữa các pixel kề nhau trở nên vô nghĩa. Để có thể sử dụng phép biến đổi cho ảnh màu, ta tách ảnh màu thành các phần màu có ý nghĩa độ xám bằng cách biến đổi sang các không gian màu khác. Sau đó áp dụng giải thuật nén cho từng thành phần màu.

Màu đen và màu trắng thường không được xem là màu nhưng thực chất chúng là màu. Màu trắng tương ứng với *độ rọi* thuần túy không bao hàm sắc màu. Ta dùng thuật ngữ *sắc màu* để phân biệt sự khác nhau giữa màu đỏ, màu lam, màu tím,... màu đen tương ứng với độ rọi bằng 0. Sự thay đổi cường độ ánh sáng chỉ bao gồm

độ rọi mà không có sắc màu được gọi là *màu với độ xám*. Màu với độ xám có thể được diễn tả bằng 1 giá trị duy nhất biểu diễn cường độ ánh sáng.

Để biểu diễn được màu sắc của ánh sáng, ta cần lưu trữ nhiều hơn trường màu với độ xám. Về mặt vật lý, ánh sáng được hình thành từ một dãy phổ liên tục các tần số, nhưng ta không cần phải lưu trữ cách biểu diễn liên tục như vậy. Người ta chứng minh được rằng với bốn màu bất kỳ, thì 1 trong số các màu đó có thể biểu diễn bằng tổ hợp tuyến tính của 3 thành phần màu còn lại. Điều đó có nghĩa là không gian các màu là không gian vector ba chiều. Ta có thể biểu diễn không gian màu bằng cơ sở của nó. Tất cả mọi mô hình màu dùng một số tối thiểu 3 giá trị để biểu diễn một màu riêng biệt. Ý nghĩa của 3 giá trị này tùy thuộc vào mô hình màu được dùng.

Mắt người chỉ có thể cảm nhận được màu sắc khi ánh sáng thấy được ở 1 bước sóng nào đó tác động vào võng mạc. Người quan sát có thể cảm nhận cùng 1 màu sắc từ tổ hợp khác nhau của những ánh sáng có những bước sóng khác nhau. Tổ hợp các ánh sáng với độ dài sóng khác nhau là vô hạn, nhưng chỉ có một số hữu hạn màu sắc nào đó mà mắt bình thường của con người mới có thể cảm nhận được. Người ta dùng “mô hình màu sắc” để nhận diện một màu sắc mà con người có thể cảm nhận được bằng một mã duy nhất. Nói cách khác, một mô hình màu ánh xạ một màu thấy được bằng một mã (thường là số nguyên hay số thực) và ánh xạ là khả đảo. Các mô hình màu sau đây được dùng thông dụng để tạo ra các hình ảnh. Cụ thể bao gồm các mô hình sau:

- Mô hình RGB (*Red-Green-Blue*). Mô hình này thường được dùng trong các hệ thống phát sáng như: tivi và màn hình máy tính.
- Mô hình CMY (*Cyan-Magenta-Yellow*). Mô hình này thường được dùng trong các hệ thống hấp thụ màu sắc như: máy in.
- Mô hình RYB (*Red-Yellow-Blue*). Mô hình này thường được dùng để trộn màu trong các tác phẩm nghệ thuật.
- Mô hình YCBCr (*Black/White, Yellow/Purple và Red/Green*). Mô hình này thường được dùng để nén tín hiệu ảnh vì nó loại bỏ được sự tương quan giữa các thành phần màu so với mô hình RGB.

3.4.2. Biểu diễn màu cho ảnh

3.4.3. Biến đổi Wavelet cho ảnh màu

3.4.4. Mã hóa ảnh màu vào các gói tin

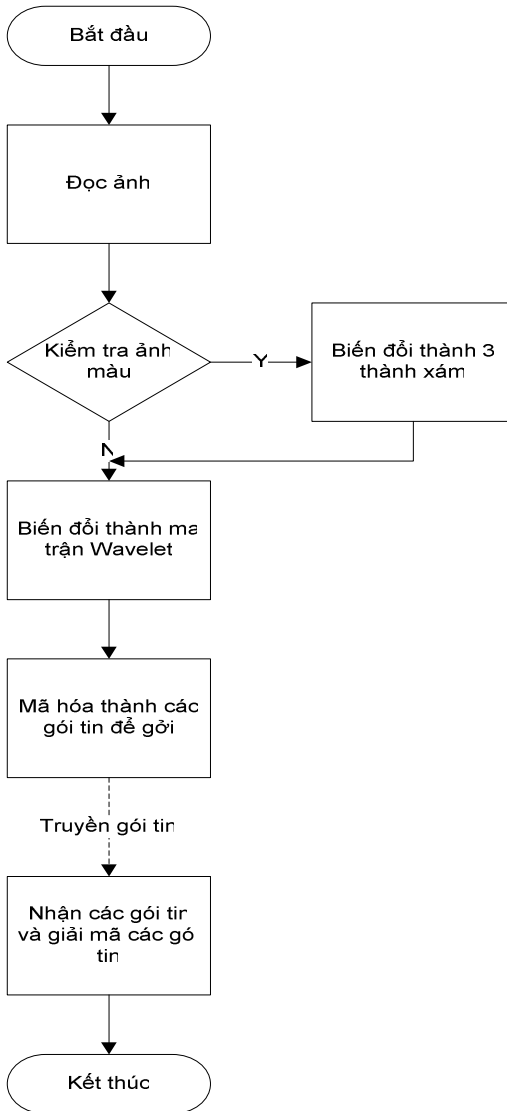
Quá trình mã hóa ảnh màu các gói tin cũng tương tự như mã hóa ảnh mức xám. Trước hết ta chuyển ảnh màu qua không gian màu YCbCr để được ba thành phần mức xám. Sau đó biến đổi 3 thành phần mức xám này thành các ma trận Wavelet. Cuối cùng, từng ma trận một được mã hóa thành các gói tin. Tuy nhiên, ở giai đoạn giải mã, vì các gói tin có thể bị mất trên đường truyền nên ta không thể xác định được gói tin đang giải mã là gói tin thuộc thành phần màu nào. Ví dụ, nếu gói tin cuối cùng của thành phần Y bị mất thì không xác định được gói tin kế tiếp là thuộc thành phần màu Cb. Vì vậy, khi mã hóa ta cần thêm vào mỗi gói tin thông tin cho biết đang mã hóa thành phần màu nào (cần thêm 2 bit). Việc giải mã như vậy có thể được

thực hiện độc lập, gói tin nhận được có thông tin về thành phần màu nên ta có thể giải mã vào đúng thành phần màu đó. Ví dụ nếu giá trị thành phần màu là 0, ta giải mã vào thành phần Y, nếu là 1, ta giải mã thành phần Cb, 2 giải mã vào thành phần Cr. Với cách tổ chức như vậy, ta có thể mã hóa xen kẽ các thành phần màu bằng một trong 2 cách sau:

- Mã hóa một số cây ở thành phần Y vào một gói, sau đó mã hóa một số cây ở thành phần Cb vào gói kế tiếp, rồi đến các cây ở thành phần Cr vào gói thứ ba. Trở lại mã hóa các cây kế tiếp ở thành phần Y vào gói thứ tư vào tiếp tục quá trình.
- Mã hóa xen kẽ các cây thuộc thành phần Y,Cb,Cr vào cùng một gói tin.

Việc mã hóa xen kẽ như trên sẽ làm cho ảnh hưởng của việc mất một số gói tin không tập trung vào một thành phần màu riêng biệt nào. Và cũng không ảnh hưởng nhiều đến các thành phần màu như (Cb,Cr) khi ta quyết định ngưng việc giải mã giữa chừng.

3.5. THIẾT KẾ GIẢI THUẬT



Hình 3.1 Giải thuật nén ảnh bằng Wavelet

3.6. TỔ CHỨC CÀI ĐẶT

3.7. TỔNG KẾT CHƯƠNG 3

Trong chương này tôi đã đưa ra giải pháp để cải tiến giải thuật mã hóa cây triệt tiêu để các cây có thể mã hóa nằm lọt hoàn toàn vào các gói tin. Các gói tin này có thể được giải mã độc lập. Vì vậy, mỗi gói tin bị mất sẽ chỉ ảnh hưởng đến một vùng nhỏ của ảnh. Từ đó làm cho chất lượng hình ảnh được rõ nét và đạt được kết quả tốt hơn.

3.8. KẾT QUẢ

3.8.1. Kết quả nén bằng cây triệt tiêu với các ngưỡng khác nhau

3.8.2. Ảnh nén bằng cây triệt tiêu với các ngưỡng khác nhau

3.8.3. Kết quả mã hóa ảnh mức xám phục vụ truyền tin

3.9. BÀN LUẬN

KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN CỦA ĐỀ TÀI

1. Kết luận

Luận văn được trình bày các kỹ thuật nén ảnh, các nguyên lý nén và một số khái niệm quan trọng trong lĩnh vực xử lý ảnh. Tác giả cũng tập trung trình bày các nguyên lý nén có tổn hao điển hình đang là các kỹ thuật cốt lõi của các chuẩn nén (JPEG, JPEG2000....).

Với mục đích của luận văn là nghiên cứu về kỹ thuật nén ảnh bằng cách sử dụng phép biến đổi Wavelet, nên tác giả cũng đã đi sâu vào việc nghiên cứu cơ sở của phép biến đổi này đồng thời cũng giới thiệu chuẩn nén ảnh JPEG2000 là chuẩn nén phổ biến dựa trên phép biến đổi Wavelet. Hơn nữa chuẩn này cũng sẽ là một lựa chọn hiệu quả bổ sung cho chuẩn JPEG

Luận văn cũng đã giới thiệu một thuật toán nén ảnh bằng Wavelet hiệu năng không chỉ cho hiệu suất nén ảnh cao, chất lượng ảnh truyền đảm bảo do ưu điểm của Wavelet, mà trên hết tiết kiệm được năng lượng xử lý ảnh.

2. Hướng phát triển của đề tài

Đề tài có thể được mở rộng và phát triển theo các hướng sau:

- Giải quyết trường hợp đặc biệt khi có một cây có chiều dài của dòng bit mã hóa dài hơn chiều dài cho phép của một gói tin, trong trường hợp này ta sẽ cắt bớt và khi giải mã thì chỉ giải mã đến hết gói tin.
- Giải quyết trường hợp mã hóa ảnh với tỷ lệ bit/pixel rất thấp, khi đó số cây nằm lọt trong một gói tin có thể nhiều hơn khả năng đếm của số bit đếm dành cho nó.

- Cho phép lựa chọn mã hóa một vùng quan trọng trong ảnh với ngưỡng tối thiểu nhỏ hơn các vùng khác để có được ảnh có vùng quan trọng có chất lượng cao hơn các vùng khác.