
LỜI CẢM ƠN

Trước hết em xin bày tỏ tình cảm và lòng biết ơn đối với cô giáo hướng dẫn Tiến sĩ Hồ Thị Hương Thơm – Khoa Công[HTHT1] nghệ Thông tin – Trường Đại học Dân Lập Hải Phòng, người đã dành cho em rất nhiều thời gian quý báu, trực tiếp hướng dẫn tận tình giúp đỡ, chỉ bảo em trong suốt quá trình làm đồ án tốt nghiệp.

Em xin chân thành cảm ơn tất cả các thầy cô giáo trong khoa Công nghệ Thông tin - Trường ĐHDL Hải Phòng, chân thành cảm ơn các thầy giáo, cô giáo tham gia giảng dạy và truyền đạt những kiến thức quý báu trong suốt thời gian em học tập tại trường, đã đọc và phản biện đồ án của em giúp em hiểu rõ hơn các vấn đề mình nghiên cứu, để em có thể hoàn thành đồ án này.

Cuối cùng em xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới những người thân trong gia đình đã luôn tạo điều kiện và động viên em trong thời gian làm tốt nghiệp.

Vì thời gian có hạn, hiểu biết bản thân còn hạn chế nên không thể tránh khỏi những thiếu sót, em rất mong được sự góp ý quý báu của tất cả các thầy giáo, cô giáo cũng như tất cả các bạn để kết quả của em được hoàn thiện hơn.

Em xin chân thành cảm ơn!

Hải Phòng, ngày 25 tháng 6 năm 2014

Sinh viên

Nguyễn Việt Hưng

MỞ ĐẦU

Ngày nay, trong sự phát triển rộng rãi của công nghệ thông tin nói chung, mạng máy tính nói riêng, nhu cầu trao đổi thông tin ngày càng lớn. Tuy nhiên, lượng thông tin truyền thông càng nhiều thì nguy cơ truy nhập trái phép đến dữ liệu trong quá trình phân phối càng cao.

Vấn đề an toàn cho thông tin trong quá trình trao đổi và phân phối được xem xét theo hai khía cạnh: bảo vệ những thông tin bí mật và bảo vệ những thông tin rõ như văn bản, bức ảnh, đoạn phim...

Đảm bảo bí mật cho một thông điệp truyền đi người ta thường tiến hành mã hóa thông điệp bằng một quy tắc nào đó đã được thỏa thuận trước giữa người gửi và người nhận. Theo hướng này, các kỹ thuật mã hóa dữ liệu sử dụng hệ mã hóa công khai đã được hình thành và phát triển mạnh từ những năm 70 của thế kỉ XX. Ngày nay, kĩ thuật này vẫn tiếp tục được nghiên cứu và phát triển. Tuy nhiên, phương thức này thể hiện rõ thông điệp đã được mã hóa trong quá trình trao đổi nên thường gây sự chú ý của những người lạ về tầm quan trọng của nó.

Theo nhiều nghiên cứu, một trong phương pháp được sử dụng và tỏ ra có hiệu quả cho việc bảo đảm bí mật với những thông điệp cần trao đổi là giấu thông điệp vào những phương tiện chứa khác nhau, có thể kết hợp với các phương pháp mã hóa truyền thống, rồi truyền các phương tiện chứa bao gồm cả thông điệp. Phía người nhận thực hiện quá trình tách và giải mã để lấy lại thông điệp bí mật. Phương tiện chứa được dùng phổ biến là các bức ảnh. Vấn đề đặt ra khi giấu thông điệp vào các bức ảnh là làm thế nào để các bức ảnh sau khi chứa thông điệp giấu không có những điểm bất thường gây sự chú ý của những người ngoài cuộc. Nghiên cứu đưa ra các kỹ thuật giấu thông tin mật trong ảnh sao cho vẫn giữ được chất lượng ảnh sau khi đã giấu thông tin và đảm bảo an toàn cho thông tin giấu là một lĩnh vực có ý nghĩa và cần được tiếp tục nghiên cứu.

Chính vì những lý do trên, em đã chọn đề tài: “Kết hợp hai phương pháp biến đổi sóng nhỏ DWT/IWT và phương pháp trộn có trộn lọc cho phương pháp giấu ảnh trong ảnh”. Đồ án bao gồm 3 chương: Chương 1: giới thiệu tổng quan về giấu tin trong ảnh và các khái niệm liên quan. Chương 2: Trình bày về phương pháp

giấu tin sử dụng biến đổi DWT/ IWT cho ảnh gốc và ảnh mật sau đó kết hợp trộn có chọn lọc để được ảnh giấu tin giống ảnh gốc ban đầu. [Chương 3](#): xây dựng chương trình và thử nghiệm đánh giá.

MỤC LỤC

LỜI CẢM ƠN	1
MỞ ĐẦU.....	2
MỤC LỤC.....	4
DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT VÀ GIẢI NGHĨA	6
DANH MỤC HÌNH	7
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ GIẤU TIN.....	8
1.1 KHÁI NIỆM VỀ GIẤU TIN	8
1.1.1 Định nghĩa giấu tin	8
1.1.2 Một số thuật ngữ được dùng trong giấu tin:.....	8
1.1.3. Sơ đồ tổng quát về giấu tin và tách tin	8
1.1.3.1 Sơ đồ tổng quát về giấu tin.....	8
1.1.3.2 Sơ đồ tổng quát về tách tin	9
1.1.4. Sơ đồ phân loại phương pháp giấu tin.....	10
1.2 MÔI TRƯỜNG GIẤU TIN	11
1.2.1 Giấu tin trong văn bản	11
1.2.2 Giấu tin trong ảnh.....	12
1.2.3 Giấu tin trong audio.....	13
1.2.4 Giấu tin trong video.....	14
1.3 ỨNG DỤNG CỦA GIẤU TIN.....	14
1.4 PHƯƠNG PHÁP GIẤU TIN PHỔ BIẾN	15
1.4.1 Giấu tin trên miền không gian.....	15
1.4.2 Giấu tin trên miền tần số cosin rời rạc	16
1.4.3 Giấu tin trên miền tần số sóng nhỏ (Wavelet) rời rạc	17
1.5 PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG ẢNH SAU KHI GIẤU TIN (PSNR).....	18
1.6. TÍNH CHẤT, ĐẶC TRƯNG CỦA GIẤU TIN TRONG ẢNH	19
1.6.1 Phương tiện chứa có dữ liệu tri giác tĩnh	19
1.6.2 Giấu tin phụ thuộc ảnh	19
1.6.3 Giấu tin lợi dụng khả năng thị giác con người	20
1.6.4 Giấu tin không làm thay đổi kích thước ảnh.....	20

1.6.5 Đảm bảo chất lượng ảnh sau khi giấu tin	20
CHƯƠNG 2: PHƯƠNG PHÁP GIẤU TIN SỬ DỤNG BIẾN ĐỔI SỐNG NHỎ VÀ TRỘN CÓ CHỌN LỌC	20
2.1. GIỚI THIỆU TỔNG QUAN VỀ PHƯƠNG PHÁP	20
2.2. ĐIỀU CHỈNH GIÁ TRỊ ĐIỂM ẢNH PVA (PIXEL VALUE ADJUSTMENT)	21
CHƯƠNG 3: CÀI ĐẶT VÀ THỬ NGHIỆM	35
3.1 MÔI TRƯỜNG CÀI ĐẶT	35
3.2 GIAO DIỆN CHƯƠNG TRÌNH	35
3.2.1 Giao diện chương trình chính	35
3.2.2 Giao diện chức năng giấu tin	36
3.2.3 Giao diện chức năng giấu tách tin	41
3.2.4 Giao diện chức năng đánh giá PSNR	46
3.3 THỬ NGHIỆM VÀ NHẬN XÉT	49
3.3.1 Tập ảnh thử nghiệm	49
3.3.2. Thử nghiệm và đánh giá bằng PSNR	51

DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT VÀ GIẢI NGHĨA

Từ viết tắt	Giải nghĩa
2D	Two Dimension – Hai chiều
ASSI	Arnold Scrambled Secret Image
CI	Cover Image - Ảnh gốc
dB	Decibel – đơn vị hàm loga
DCT	Discrete Cosine Transform – phương pháp biến đổi cô sin rời rạc
DWT	Discrete Wavelet Transform – phương pháp biến đổi sóng nhỏ rời rạc
IWT	Integer Wavelet Transform – phương pháp biến đổi sóng nhỏ nguyên
JPEG2000	Joint Photographic Experts Group
LSB	Least Significant Bit – các bit ít quan trọng
MSE	Mean Square Error – Sai số bình phương trung bình
PVA	Pixel Value Adjustment – Điều chỉnh giá trị điểm ảnh
PSNR	Peak Signal to Noise Ratio – Hệ số tỉ lệ tín hiệu trên tín hiệu nhiễu
SEI	Secret Image - Ảnh mật
SI	Stego Image - Ảnh giấu tin
SW	Simple Watermarking – Thủy vân đơn giản

DANH MỤC HÌNH

Hình 1.2: Sơ đồ tổng quát về tách tin -----	9
Hình 1.3: Sơ đồ phân loại phương pháp giấu tin. -----	10
Hình 1.4: Sự khác nhau giữa sóng (a) và sóng nhỏ (b). -----	18
Hình 2.1: Ảnh trước (trái) và sau (phải) khi thực hiện điều chỉnh giá trị điểm ảnh.	21
Hình 2.2: Ảnh sau khi biến đổi Haar-DWT -----	23
Hình 2.3: Biến đổi sóng nhỏ IWT. -----	24
Hình 2.4: Ảnh trước (trái) và sau (phải) sau khi biến đổi Arnold. -----	27
Hình 2.5: Ảnh nền trước (trái), ảnh nền sau (giữa), ảnh sau trộn Alpha (phải). ----	28
Hình 2.6: Lược đồ giấu tin -----	31
Hình 2.7: ảnh gốc (a), ảnh gốc qua biến đổi wavelet (b), ảnh mật (c), ảnh mật qua biến đổi Arnold (d), ảnh mật tiếp tục biến đổi wavelet (e), ảnh giấu tin (f). -----	32
Hình 2.8: Lược đồ tách tin-----	33
Hình 2.9: Ảnh gốc (a), ảnh gốc biến đổi wavelet (b), ảnh giấu tin (c), ảnh giấu tin wavelet (d), ảnh mật arnold (e), ảnh mật (f).-----	34
Hình 3.1: Giao diện chính của chương trình. -----	35
Hình 3.2 Giao diện chức năng giấu tin.-----	36
Hình 3.3: Hộp thoại chọn ảnh gốc. -----	37
Hình 3.4: Hộp thoại chọn ảnh mật.-----	38
Hình 3.5: Giao diện chương trình giấu tin.-----	39
Hình 3.6: Hộp thoại lưu ảnh giấu tin-----	40
Hình 3.7: Giao diện chương trình tách tin. -----	41
Hình 3.8: Hộp thoại chọn ảnh đã giấu tin.-----	42
Hình 3.9: Hộp thoại chọn ảnh gốc để thực hiện quá trình tách tin. -----	43
Hình 3.10: Hộp thoại để lưu ảnh mật.-----	44
Hình 3.11: Giao diện sau khi tách tin. -----	45
Hình 3.12: Giao diện chính chức năng đánh giá PSNR -----	46
Hình: 3.13 Hộp thoại chọn ảnh gốc để đánh giá-----	47
Hình 3.14: Hộp thoại chọn ảnh giấu tin để đánh giá-----	48
Hình 3.15: Giao diện sau khi đánh giá PSNR và kết quả.-----	49
Hình 3.16: Tập 10 ảnh gốc chuẩn -----	50
Hình 3.17: Tập 20 ảnh gốc bất kỳ trước khi giấu tin.-----	50
Hình 3.18: Tập 10 ảnh mật. -----	51

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ GIẤU TIN

1.1 KHÁI NIỆM VỀ GIẤU TIN

1.1.1 Định nghĩa giấu tin

Giấu thông tin là thuật ngữ chung để chỉ các phương pháp hay kỹ thuật che giấu và gắn thông tin vào các phương tiện chứa như hình ảnh, sách báo, tập tin phim ảnh hay tập tin âm thanh... Thông tin được giấu rất đa dạng: số, chuỗi ký tự, văn bản text hay ảnh số. Giấu thông tin được chia làm hai hướng chính là steganography và watermarking. Mục đích của steganography là giấu thông tin quan trọng vào trong một phương tiện chứa nhằm bảo vệ thông tin mật đó, còn mục đích của watermarking là bảo vệ chính đối tượng được giấu thông tin.

1.1.2 Một số thuật ngữ được dùng trong giấu tin:

Thông điệp (Message): là thuật ngữ dùng để chỉ các thông tin ~~được~~ được giấu trong các phương tiện chứa để chuyển đi. Thông điệp có thể có nhiều dạng như dạng văn bản hoặc hình ảnh. . .

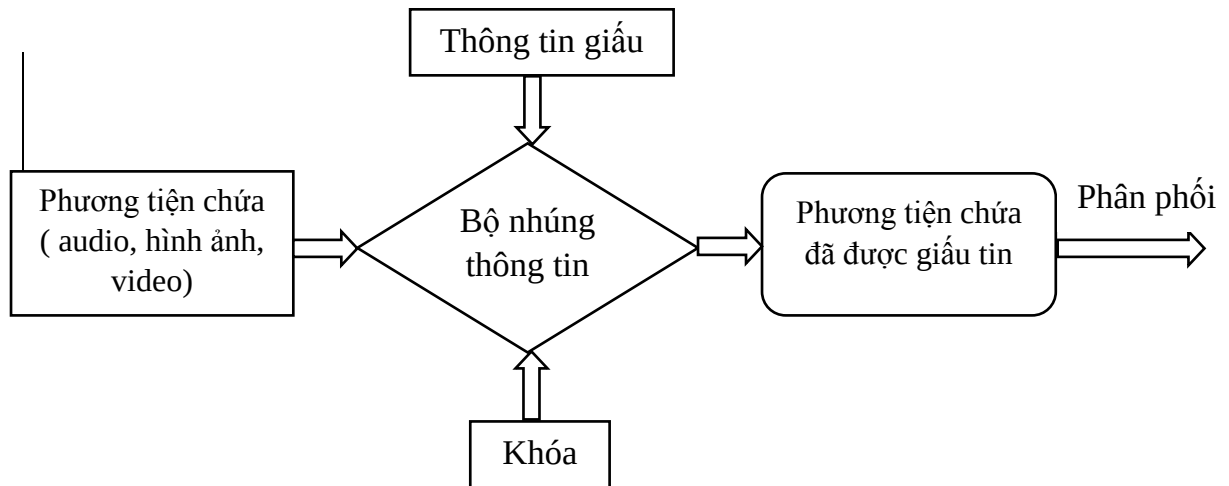
Phương tiện chứa gốc: là phương tiện để chứa thông điệp mật. Đối tượng này được gọi là Cover – <datatype>. Tùy thuộc vào loại dữ liệu mà nó có các tên khác nhau. Ví dụ: cover image, cover audio, cover text,...

Phương tiện chứa sau khi đã giấu tin: là phương tiện sau khi nhúng thông tin mật, còn được gọi là Stego – <datatype>. Ví dụ nếu đối tượng bao tin là cover image thì đối tượng đã nhúng là stego image.

Khóa mật: là khóa tham gia vào quá trình nhúng. Tùy vào từng thuật toán mà ta có sử dụng khóa này hay không. Khóa này còn có tên gọi là stego key.

1.1.3. Sơ đồ tổng quát về giấu tin và tách tin

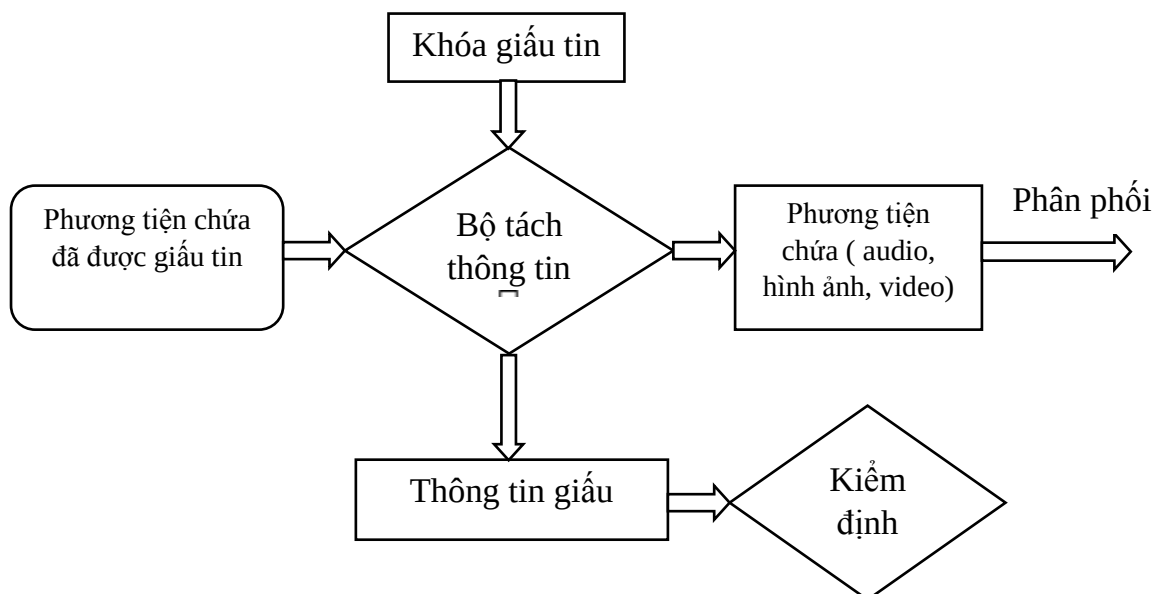
1.1.3.1 Sơ đồ tổng quát về giấu tin



Hình 1.1. biểu diễn mô hình giấu tin cơ bản.

Trong đó, phương tiện chứa có thể là audio, văn bản, hình ảnh, video... Thông tin giấu tùy theo mục đích của người sử dụng, nó có thể là thông tin mật (với các tin bí mật), hay các logo cũng như hình ảnh bản quyền. Bộ nhúng thông tin là những chương trình thực hiện việc giấu tin theo thuật toán với một khóa bí mật. Phương tiện chứa đã được giấu tin chính là kết quả đầu ra của quá trình giấu tin khi những thông tin giấu đã được nhúng vào trong phương tiện chứa đầu vào.

1.1.3.2 Sơ đồ tổng quát về tách tin



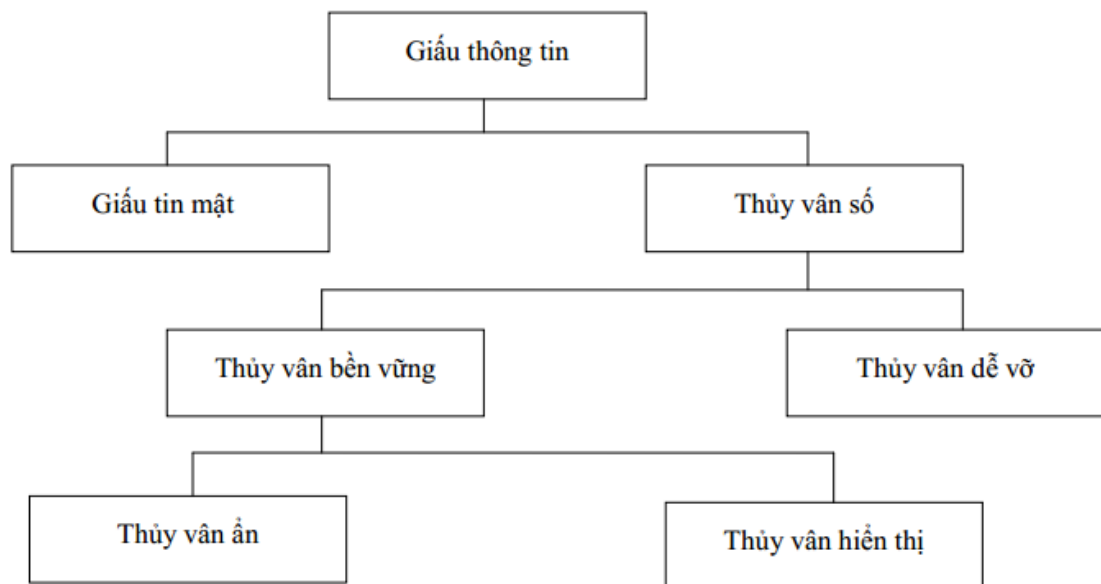
Hình 1.1: Sơ đồ tổng quát về tách tin

Hình 1.2 là quá trình giải mã thông tin đã giấu. Sau khi nhận được đầu vào là phương tiện chứa có giấu thông tin và khóa qua bộ giải mã để thực hiện việc giải mã thông tin. Đầu ra của quá trình giải mã là phương tiện chứa gốc và thông tin giấu. Sau đó thông tin giấu sẽ qua bước kiểm định và so sánh với thông tin ban đầu.

1.1.4. Sơ đồ phân loại phương pháp giấu tin

Kỹ thuật giấu thông tin nhằm mục đích đảm bảo an toàn và bảo mật thông tin ở cả hai khía cạnh. Một là bảo mật cho dữ liệu được đem giấu, hai là bảo mật cho chính đối tượng được dùng để giấu tin. Điều này dẫn đến hai khuynh hướng chủ yếu của giấu tin:

- Khuynh hướng thứ nhất là giấu tin mật (steganography).
- Khuynh hướng thứ hai là thủy vân số (watermarking).



Hình 1.3: Sơ đồ phân loại phương pháp giấu tin.

Kỹ thuật giấu thông tin bí mật (*Steganography*): với mục đích đảm bảo an toàn và bảo mật thông tin tập trung vào các kỹ thuật giấu tin để có thể giấu được nhiều thông tin nhất. Thông tin mật được giấu một cách vô hình trong một đối tượng khác sao cho người khác khó phát hiện được.

Kỹ thuật giấu thông tin theo kiểu đánh dấu – thủy vân (*watermarking*) với mục đích để bảo vệ bản quyền chính đối tượng dùng để chứa thông tin, thường tập

trung đảm bảo một số các yêu cầu như đảm bảo tính bền vững... Đây là ứng dụng cơ bản nhất của kỹ thuật thủy văn số.

Bảng 1. 1. So sánh giữa giấu tin mật và thủy văn số

Giấu tin mật	Thủy văn số
- Tập trung vào việc giấu được càng nhiều tin càng tốt, ứng dụng trong truyền dữ liệu mật. - Cố gắng làm ảnh hưởng ít nhất đến chất lượng của đối tượng gốc để không bị chú ý đến dữ liệu đã được giấu trong đó. - Thay đổi đối tượng gốc cũng làm cho dữ liệu giấu bị sai lệch (ứng dụng trong xác thực thông tin). - Bảo mật cho dữ liệu cần giấu. Khía cạnh này tập trung vào kỹ thuật giấu tin mật, tức là giấu tin sao cho giấu được nhiều và người khác khó phát hiện ra thông tin được giấu trong đó.	- Không cần giấu nhiều thông tin, chỉ cần lượng thông tin nhỏ đặc trưng cho bản quyền của người sở hữu. - Trong trường hợp thủy văn nhìn thấy thì thủy văn sẽ hiện ra. - Thủy văn phải bền vững với mọi tấn công có chủ đích hoặc không có chủ đích vào sản phẩm. - Thủy văn số đánh dấu vào chính đối tượng, nhằm khẳng định bản quyền sở hữu hay phát hiện xuyên tạc thông tin.

1.2 MÔI TRƯỜNG GIẤU TIN

Môi trường giấu tin chiếm tỉ lệ chủ yếu trong kỹ thuật giấu tin hiện nay chính là dữ liệu đa phương tiện (văn bản, hình ảnh, âm thanh, phim), hiện nay một vài môi trường dữ liệu khác cũng được áp dụng như sản phẩm phần mềm và lĩnh vực cơ sở dữ liệu quan hệ.

1.2.1 Giấu tin trong văn bản

Hiện nay việc trao đổi thông tin qua hệ thống máy tính, văn bản chiếm một tỉ lệ rất lớn so với các loại phương tiện khác. Tuy nhiên, giấu thông tin trong văn bản dạng text lại chưa được quan tâm nghiên cứu đúng mức bởi khó thực hiện hơn do có ít các thông tin dư thừa, để làm được điều này người ta phải khéo léo khai thác

các dư thừa tự nhiên của ngôn ngữ. Hiện nay có hai hướng chính là sử dụng các khoảng trắng giữa các chữ để giấu tin và sử dụng các kiểu định dạng để giấu tin. Hướng thứ hai chính là những văn bản được chụp lại và lưu trữ trên máy tính như ảnh nhị phân, từ đó các kĩ thuật được áp dụng như giấu tin trong ảnh.

1.2.2 Giấu tin trong ảnh

Hiện nay, giấu thông tin trong ảnh là một bộ phận chiếm tỉ lệ lớn nhất trong các chương trình ứng dụng, các phần mềm, hệ thống giấu tin trong dữ liệu đa phương tiện bởi lượng thông tin trao đổi bằng hình ảnh là rất lớn. Hơn nữa, giấu thông tin trong ảnh cũng đóng vai trò hết sức quan trọng trong hầu hết các ứng dụng bảo vệ an toàn thông tin như: nhận thức thông tin, xác định xuyên tạc thông tin, bảo vệ bản quyền tác giả, điều khiển truy cập, giấu thông tin mật,... Vì thế mà vấn đề này đã nhận được sự quan tâm rất lớn của các cá nhân, tổ chức, trường đại học, và các viện nghiên cứu trên thế giới.

Thông tin sẽ được giấu cùng với dữ liệu ảnh nhưng chất lượng ảnh ít thay đổi và ít ai biết được bên trong bức ảnh đó mang những thông tin có ý nghĩa khác. Và ngày nay, khi ảnh số đã được sử dụng rất phổ biến, giấu thông tin trong ảnh đã đem lại rất nhiều những ứng dụng quan trọng trên nhiều lĩnh vực trong đời sống xã hội. Ví dụ tại các nước phát triển, chữ ký tay đã được số hóa và lưu trữ sử dụng như là hồ sơ cá nhân của các dịch vụ ngân hàng và tài chính, nó được dùng để nhận thức trong các thẻ tín dụng của người tiêu dùng. Thêm vào đó, lại có rất nhiều loại thông tin quan trọng cần được bảo mật, chúng rất dễ bị lấy cắp và bị thay đổi bởi các phần mềm chuyên dụng. Việc nhận thức chúng cũng như phát hiện thông tin xuyên tạc đã trở nên vô cùng quan trọng và cấp thiết. Một đặc điểm của giấu thông tin trong ảnh đó là thông tin được giấu trong ảnh một cách vô hình, nó như là một cách truyền thông tin mật cho nhau mà người khác không thể biết được bởi sau khi giấu thông tin thì chất lượng ảnh gần như không thay đổi, đặc biệt đối với ảnh màu hay ảnh đa mức xám.

Kỹ thuật giấu thông tin trong ảnh phụ thuộc vào hệ thống thị giác của con người. Các kỹ thuật giấu tin trong ảnh hiện nay đều thuộc vào một trong 3 nhóm:

Giấu tin trong miền quan sát-

Các phương pháp dựa vào kỹ thuật biến đổi ảnh-

Các phương pháp sử dụng mặt nạ giác quan-

Đặc điểm của giấu tin trong ảnh đó là thông tin được giấu một cách vô hình, nó như là cách truyền thông tin mật cho nhau mà người khác không thể biết được bởi sau khi giấu thông tin chất lượng ảnh gần như không đổi đặc biệt đối với ảnh màu hay ảnh xám.

1.2.3 Giấu tin trong audio

Đặc điểm của giấu tin trong audio khác với trong ảnh là phụ thuộc vào hệ thống thính giác của con người. Dựa vào yếu tố là thính giác của con người khó phân biệt được sự khác biệt giữa các dải tần và công suất, có nghĩa là các âm thanh to, cao tần có thể che giấu đi được các âm thanh nhỏ, thấp một cách dễ dàng.

Việc giấu tin trong audio đặt ra yêu cầu rất cao về tính đồng bộ và an toàn thông tin, nên kênh truyền tin là yếu tố rất được quan tâm khi mà kênh truyền hay băng thông chậm sẽ ảnh hưởng rất nhiều đến chất lượng thông tin sau khi giấu.

Mã hóa bit thấp: Cũng như các file ảnh, phương pháp chèn vào vào các bit ít quan trọng cũng lưu trữ dữ liệu giấu vào trong các bit ít trọng của file audio. Phương pháp mã hóa LSB là cách đơn giản nhất để nhúng thông tin vào trong dữ liệu audio. Phương pháp này sẽ thay thế bit ít quan trọng nhất (thường là bit cuối) của mỗi mẫu dữ liệu bằng bit thông tin giấu.

Mã hóa pha là kỹ thuật thực hiện việc giấu tin trong audio thông qua việc thay thế của một segment audio ban đầu bằng một pha tham chiếu (referency phase) thể hiện dữ liệu. Pha của các segment tiếp theo sẽ được điều chỉnh sao cho duy trì mối quan hệ giữa các đoạn.

Kỹ thuật giấu dựa vào tiếng vang thực hiện giấu tin bằng cách thêm vào tiếng vang trong tín hiệu gốc. Dữ liệu nhúng được giấu bằng cách thay đổi 3 tham số của tiếng vang: biên độ ban đầu, tỉ lệ phân rã và độ trễ. Khi thời gian giữa tín hiệu gốc và tiếng vang giảm xuống, hai tín hiệu có thể trộn lẫn và người nghe khó có thể phân biệt giữa hai tín hiệu. Số lượng tin giấu có liên quan đến thời gian trễ của tiếng vang và biên độ của nó.

1.2.4 *Giấu tin trong video*

Tương tự như giấu tin trong ảnh hay audio, giấu tin trong video được quan tâm và phát triển mạnh mẽ cho nhiều ứng dụng như điều khiển truy cập thông tin, xác thực thông tin và bảo vệ bản quyền tác giả. Một phương pháp giấu thông tin trong video được đưa ra bởi Cox là phương pháp phân bố đều. Ý tưởng cơ bản của phương pháp là phân phối thông tin giấu dần trải theo tần số của dữ liệu gốc.

Hiện nay Youtube được coi là trang xem video trực tuyến lớn nhất và cũng là trang bị coi là vi phạm bản quyền nhiều nhất, nhưng khi Youtube và các nhà sản xuất áp dụng việc phát hiện giấu tin trong video họ đã loại bỏ được những video vi phạm bản quyền được tải lên bởi người dùng một cách nhanh chóng.

1.3 ỨNG DỤNG CỦA GIẤU TIN

Dưới đây là một số ứng dụng của giấu tin:

Bảo vệ bản quyền tác giả: Đây là ứng dụng cơ bản nhất của kỹ thuật thủy văn số. Một thông tin mang ý nghĩa quyền sở hữu tác giả gọi là thủy văn sẽ được nhúng vào trong các sản phẩm, thủy văn đó chỉ là một minh chứng cho bản quyền sản phẩm. yêu cầu kỹ thuật đối với ứng dụng này là thủy văn phải tồn tại bền vững cùng sản phẩm, muốn bỏ thủy văn này không được phép của người chủ sở hữu thì chỉ có cách phá hủy sản phẩm.

Xác thực thông tin hay phát hiện giả mạo: Một tập các thông tin sẽ được giấu trong phương tiện chứa sau đó sử dụng để nhận biết xem dữ liệu trên phương tiện gốc đó có bị thay đổi hay không. Các thủy văn nên được ẩn để tránh sự tò mò của kẻ thù và hơn thế nữa là gây khó khăn cho việc làm giả các thủy văn hợp lệ hay xuyên tạc thông tin nguồn. Yêu cầu chung đối với ứng dụng này là khả năng giấu tin cao và thủy văn bền vững.

Giấu vân tay hay dán nhãn: Thủy văn trong những ứng dụng này được sử dụng để nhận diện người gửi hay người nhận của một thông tin nào đó. Với ứng dụng này thì yêu cầu là đảm bảo độ an toàn cao cho các thủy văn tránh sự mất mát thông tin trong khi phân phối.

Kiểm soát sao chép: Các thủy vân trong trường hợp này được sử dụng để kiểm soát sao chép đối với các thông tin. Các thiết bị phát hiện ra thủy vân thường được gắn sẵn vào trong các hệ thống đọc/ghi. Các ứng dụng loại này cũng yêu cầu thủy vân phải được đảm bảo an toàn và cũng sử dụng phương pháp phát hiện thủy vân đã giấu mà không cần thông tin gốc.

Giấu tin mật: Các thông tin giấu được trong trường hợp này càng nhiều càng tốt, việc giải mã để nhận được thông tin cũng không không cần phương tiện chứa ban đầu. Các yêu cầu mạnh về chống tấn công của kẻ thù không cần thiết lắm thay vào đó là thông tin giấu phải đảm bảo tính không thể phát hiện.

1.4 PHƯƠNG PHÁP GIẤU TIN PHỔ BIẾN

1.4.1 *Giấu tin trên miền không gian*

Các thuật toán giấu tin trong miền không gian tập trung vào việc thay đổi trực tiếp trong miền điểm ảnh. Thế mạnh của phương thức giấu tin trong miền điểm ảnh là đơn giản và có độ phức tạp tính toán thấp. Tuy nhiên, kỹ thuật này chỉ đảm bảo thuộc tính ẩn mà không có tính bền vững. Vì vậy, các thuật toán này được cài đặt cho ứng dụng xác thực thông tin của ảnh số.

Ý tưởng cơ bản của thuật toán trong kỹ thuật này là chia một ảnh gốc thành các khối nhỏ, số lượng bit giấu trong mỗi khối tùy thuộc vào từng thuật toán. Thuật toán này dùng cho cả ảnh màu, ảnh đa mức xám và ảnh đen trắng nhưng để dễ trình bày thuật toán chúng ta sẽ sử dụng ảnh đen trắng.

Một số thuật toán:

- ❖ **Thuật toán SW (Simple Watermarking)** : cho một file ảnh bitmap đen trắng F , dữ liệu thủy vân d được biểu diễn dưới dạng nhị phân (dãy bit 0/1). Các bit 1 gọi là điểm đen, bit 0 gọi là điểm trắng. Ý tưởng cơ bản của thuật toán này là chia một ảnh gốc thành các khối nhỏ, trong mỗi khối nhỏ sẽ giấu không quá một bit thông tin.
- ❖ **Thuật toán Wu-Lee** của hai tác giả M.Y. Wu và J.H.Lee đưa ra cải tiến hơn thuật toán SW bằng việc đưa thêm khóa K sử dụng trong quá trình nhúng và tách thủy vân đồng thời đưa thêm các điều kiện đảo bit trong mỗi khối. Với thuật toán này, có thể nhúng một bit vào mỗi khối bằng cách hiệu chỉnh

nhiều nhất 1 bit của khối. Kỹ thuật này có khả năng làm tăng dữ liệu có thể nhúng. Xét ảnh gốc F , khóa bí mật K và một số dữ liệu được nhúng vào F . Khóa bí mật là một ma trận cỡ kích thước $m \times n$. Để đơn giản ta giả sử kích thước của ảnh gốc F là bội số của $m \times n$. Quá trình nhúng thu được ảnh F có một số bit đã bị hiệu chỉnh.

- ❖ **Thuật toán PCT** được đưa ra bởi ba tác giả Hsiang-Kuang Pan, Yu-Yuan Chen, Yu-Chee Tseng. Thuật toán cho phép nhúng nhiều bit vào một khối bằng cách có thể đảo 2 bit trong 1 khối. Trong thuật toán có sử dụng khóa K và ma trận trọng số W nhằm đảm bảo an toàn cho thủy văn được nhúng.
- ❖ **Thuật toán LSB**(Least Significant Bit) là thuật toán giấu tin dựa vào các bit ít quan trọng. Các loại ảnh màu và đa mức xám có giá trị của mỗi điểm ảnh được biểu diễn bằng dãy nhiều bit. Trong dãy các bit này có một bit được gọi là bit ít quan trọng nhất. Bit ít quan trọng nhất là bit mà khi ta đảo giá trị của nó thì điểm ảnh bị thay đổi ít nhất.

1.4.2 Giấu tin trên miền tần số cosin rời rạc

Các thuật toán này sử dụng phương pháp biến đổi cosine rời rạc DCT (Discrete Cosine Transform) để chuyển từng khối ảnh từ miền không gian ảnh sang miền tần số. Sau đó sẽ được nhúng trong miền không gian tần số của ảnh theo kỹ thuật trải phổ trong truyền thông. Đây là kỹ thuật phổ biến nhất với nhiều thuật toán và là phương pháp có thể đảm bảo tính mạnh mẽ và chính xác của thủy văn sau khi nhúng.

Thuật toán DCT 1 được nhóm tác giả Nguyễn Xuân Huy và Trần Quốc Dũng đưa ra trên bài báo: “Một thuật toán thủy văn ảnh trên miền DCT – An Image Watermarking Algorithm Using DCT Domain”. Nội dung bài viết này đề xuất một thuật toán nhúng thủy văn vào trong ảnh sao cho thỏa mãn các tính chất và yêu cầu của một hệ thủy văn trên ảnh số. Thuật toán trong bài viết tập trung vào kỹ thuật chọn miền tần số để giấu tin nhằm nâng cao tính bền vững của thủy văn.

Mô tả thuật toán:

- Đầu vào: Một chuỗi các bit thể hiện bản quyền, một ảnh
- Đầu ra: một ảnh sau khi thủy văn, khóa để giải mã

Thuật toán DCT 2: tác giả Chris Shoemaker đã sử dụng phép biến đổi DCT để phân tích khối được chọn từ ảnh gốc thành các miền tần số, rồi chọn một cặp hệ số trong miền tần số giữa để thực hiện quá trình nhúng một bit thủy vân. Quá trình nhúng luôn đảm bảo sau khi nhúng bit thủy vân thì khoảng cách về giá trị giữa hai hệ số được chọn có giá trị lớn hơn hoặc bằng k cho trước.

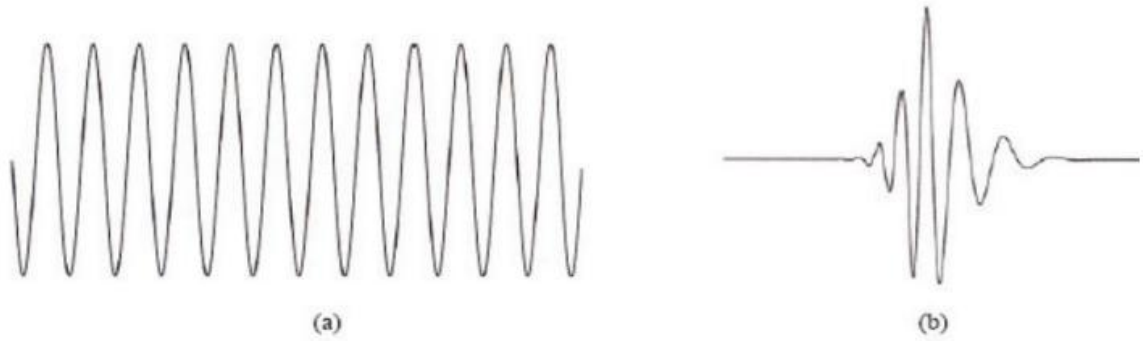
Thuật toán DCT 3: trong thuật toán này tác giả Benham lựa chọn vị trí nhúng tin có sự loại bỏ các khối không phù hợp. Các khối bị loại bỏ là các khối nhẵn hoặc khối sắc không cao. Các khối được chọn nhúng thủy vân là các khối sắc lớn.

- ❖ Khối nhẵn: chúng ta có thể phát hiện ra các khối này bằng cách đếm số lượng hệ số cao tần có giá trị là “0”. Nếu tất cả các hệ số này hay chỉ còn tồn tại ít nhất 1 hệ số ở nửa trên của đường zig-zắc bằng “0” thì khối đó được xem là khối nhẵn.
- ❖ Khối sắc: được phát hiện bằng cách tìm giá trị tuyệt đối lớn nhất của hệ số AC tần số thấp. Ngưỡng được sử dụng là 100. Thuật toán sử dụng 3 hệ số để nhúng 1 bit.

1.4.3 Giấu tin trên miền tần số sóng nhỏ (Wavelet) rời rạc

Các thuật toán này sử dụng phương pháp biến đổi sóng nhỏ rời rạc DWT (Discrete Wavelet Transform) để chuyển miền không gian ảnh sang miền đa phân giải. Tính đa phân giải của sóng nhỏ hữu ích trong việc phân phối thông tin vào đối tượng bao phủ trong khi vẫn đảm bảo tính chất bền vững và chất lượng hiển thị. DWT được dùng như một chuẩn trong nén JPEG2000. Trong nhiều ứng dụng, DWT tỏ ra ưu thế hơn so với DCT do đặc tính đa phân giải.

Phép biến đổi DWT, trước hết ta cần phải biết rằng biến đổi tín hiệu chỉ là dạng biểu diễn khác của tín hiệu. Nó không làm thay đổi nội dung thông tin của tín hiệu. Thông thường, mỗi sóng là một hàm dao động của thời gian hoặc không gian và tuần hoàn. Sóng nhỏ là sóng cục bộ, chúng có năng lượng tập trung ở thời gian hoặc không gian và thích hợp để phân tích tín hiệu tạm thời. DWT sử dụng sóng nhỏ của năng lượng hữu hạn



Hình 1.4: Sự khác nhau giữa sóng (a) và sóng nhỏ (b).

Trong phân tích sóng nhỏ, tín hiệu được phân tích nhiều lần với hàm sóng nhỏ và sự biến đổi được tính toán với mỗi phần được tạo ra. Với tần số cao, biến đổi sóng nhỏ cho độ phân dải rất tốt về thời gian và độ phân dải không tốt về tần số. Với tần số thấp, biến đổi sóng nhỏ cho độ phân dải tốt về tần số và độ phân dải không tốt về thời gian.

Các thuật toán thủy văn trên miền DWT:

Thuật toán DWT-1: Dựa trên kỹ thuật biến đổi sóng nhỏ hai tác giả Raval Mehul và rege Priti đã đề xuất kỹ thuật thủy văn sử dụng phép biến đổi sóng nhỏ hai chiều để phân tích ảnh gốc thành bốn băng LL, HL, LH và HH rồi nhúng tín hiệu thủy văn thứ nhất vào băng LL, nhúng một thủy văn khác vào băng HH. Kết quả thử nghiệm cho thấy thủy văn bền vững trước một số phép xử lý ảnh thông thường.

Thuật toán DWT-2: ở thuật toán DWT-1 sử dụng phép biến đổi sóng nhỏ hai chiều để phân tích ảnh gốc thành các băng tần khác nhau, rồi nhúng tín hiệu thủy văn vào một số các băng tần. Theo cách đó, thủy văn có thể bền vững trước một số tấn công nhưng lại kém bền vững với một nhóm tấn công khác. Khắc phục yếu điểm trên, trong thuật toán này, các tác giả Peining Tao và Ahmet M. Eskicioglu đã nhúng tín hiệu thủy văn vào cả bốn băng tần trong phép phân tích sóng nhỏ, mỗi băng tần có thể sử dụng các hệ số khác nhau.

1.5 PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG ẢNH SAU KHI GIẤU TIN (PSNR).

Để đánh giá chất lượng của bức ảnh (hay khung ảnh video) ở đầu ra của bộ mã hoá, người ta thường sử dụng hai tham số: Sai số bình phương trung bình – MSE

(*Mean Square Error*) và phương pháp đề xuất với hệ số tỷ lệ tín hiệu / tín hiệu nhiễu PSNR (*Peak Signal to Noise Ratio*).

MSE giữa ảnh gốc và ảnh khôi phục được tính như sau:

$$MSE = \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (x_{ij} - y_{ij})^2$$

Ở đây:

x_{ij} biểu thị giá trị điểm ảnh gốc y_{ij} biểu thị giá trị điểm ảnh đã được biến đổi m và n lần lượt là chiều rộng và chiều cao của ảnh.

PSNR, đơn vị: *deciben* (dB), thường được sử dụng trong nghiên cứu xử lý hình ảnh:

$$PSNR = 10 \log_{10} \left(\frac{255^2}{MSE} \right)$$

Thông thường, nếu $PSNR > 35\text{dB}$ thì hệ thống mắt người gần như không phân biệt được giữa ảnh gốc và ảnh khôi phục. PSNR càng cao thì chất lượng ảnh khôi phục càng tốt. Khi hai hình ảnh giống hệt nhau, MSE sẽ bằng 0 và PSNR đi đến vô hạn. Giá trị thông thường của PSNR trong ảnh và nén video nằm từ 30 đến 50 dB, giá trị càng cao thì càng tốt. Giá trị có thể chấp nhận được khi truyền tín hiệu không dây có tổn thất khoảng từ 20 đến 25 dB.

1.6. TÍNH CHẤT, ĐẶC TRƯNG CỦA GIẤU TIN TRONG ẢNH

1.6.1 Phương tiện chứa có dữ liệu tri giác tĩnh

Dữ liệu gốc ở đây là dữ liệu ảnh tĩnh, dù đã giấu thông tin vào trong ảnh hay chưa, thì khi người xem ảnh bằng thị giác, dữ liệu ảnh không thay đổi theo thời gian. Khác với dữ liệu audio hay video, khi xem hay nghe, thì dữ liệu gốc sẽ thay đổi liên tục với tri giác của con người theo các đoạn hay các bài, các ảnh,...

1.6.2 Giấu tin phụ thuộc ảnh

Kỹ thuật giấu tin phụ thuộc vào các loại ảnh khác nhau. Chẳng hạn đối với ảnh đen trắng, ảnh xám hay ảnh màu, ta có những kỹ thuật riêng do các loại ảnh với

đặc trưng khác nhau. Ảnh nén và ảnh không nén cũng áp dụng những kỹ thuật giấu tin khác nhau, vì ảnh nén có thể làm mất thông tin khi nén ảnh

1.6.3 Giấu tin lợi dụng khả năng thị giác con người

Giấu tin trong ảnh cũng gây ra những thay đổi trên dữ liệu ảnh gốc. Dữ liệu ảnh được quan sát bằng hệ thống thị giác con người, nên các kỹ thuật giấu tin phải đảm bảo yêu cầu gây ra những thay đổi trên ảnh phải rất nhỏ, sao cho bằng mắt thường không thể nhận ra được sự thay đổi đó, vì có như thế thì mới đảm bảo được độ an toàn cho thông tin giấu.

1.6.4 Giấu tin không làm thay đổi kích thước ảnh

Các phép toán giấu tin sẽ được thực hiện trên dữ liệu của ảnh. Dữ liệu ảnh bao gồm cả phần header (là nơi lưu thông tin về tệp, kích thước, và địa chỉ offset về vùng dữ liệu), bảng màu (có thể có) và dữ liệu ảnh. Khi giấu tin, các phương pháp giấu đều biến đổi giá trị của các bit trong dữ liệu ảnh trước hay sau khi giấu tin, là như nhau

1.6.5 Đảm bảo chất lượng ảnh sau khi giấu tin

Đây là yêu cầu quan trọng đối với giấu tin trong ảnh. Sau khi giấu tin bên trong, ảnh phải đảm bảo yêu cầu không bị biến đổi, để có thể không bị phát hiện dễ dàng so với ảnh gốc.

CHƯƠNG 2: PHƯƠNG PHÁP GIẤU TIN SỬ DỤNG BIẾN ĐỔI SỐNG NHỎ VÀ TRỘN CÓ CHỌN LỌC

2.1. GIỚI THIỆU TỔNG QUAN VỀ PHƯƠNG PHÁP

Phương pháp giấu tin sử dụng biến đổi sóng nhỏ và trộn có chọn lọc được hai tác giả Prabakaran Ganesan và R. Bhavani thuộc khoa Công nghệ thông tin, trường đại học Annamalai, bang Tamilnadu, Ấn Độ đưa ra ngày 1 tháng 3 năm 2013[5].

Đây là phương pháp giấu tin thực hiện giấu một ảnh vào phương tiện chứa là ảnh khác bằng cách kết hợp hai phương pháp là biến đổi sóng nhỏ rời rạc DWT (Discrete Wavelet Transform) và biến đổi sóng nhỏ nguyên IWT (Integer Wavelet Transform). Điều chỉnh giá trị điểm ảnh PVA sẽ được áp dụng trên phương tiện chứa. Còn giá trị của ảnh được giấu được biến đổi bằng phương pháp Arnold. Ảnh mật và ảnh chứa đều được áp dụng cả hai phương pháp biến đổi sóng nhỏ là DWT/IWT. Quá trình trộn áp dụng cho tất cả các ảnh và tính toán ngược DWT/IWT để được ảnh giấu tin. Quá trình tách tin ngược lại với quá trình nhúng tin mật. Sự kết hợp của hai phương pháp biến đổi sóng nhỏ DWT/IWT làm cho việc giấu ảnh mật trên ảnh chứa đạt được độ an toàn và tính bền vững cao. Kết quả thực nghiệm và nghiên cứu cho thấy các ảnh gốc chứa ảnh mật đảm bảo tính vô hình, tính bảo mật và độ bền vững cao.

~~**Giới thiệu tóm lược phương pháp này được thực hiện như thế nào, trong phương pháp này có sử dụng các kỹ thuật nào?**~~

~~(em dịch phần ABSTRACT trong bài gốc để đưa vào đây)~~

2.2. ĐIỀU CHỈNH GIÁ TRỊ ĐIỂM ẢNH PVA (PIXEL VALUE ADJUSTMENT)

Ảnh gốc và ảnh cần nhúng (giấu) có giá trị từ 0 đến 255. Trong quá trình nhúng giá trị của điểm ảnh gốc có thể vượt quámiền giới hạn này và do đó có thể khó khăn trong việc lấy lại điểm ảnh đã nhúng. Do đó giá trị điểm ảnh gốc sẽ được điều chỉnh có giới hạn thấp hơn 15 và trên 240 thay vì từ 0 và 255.



Hình 2.1: Ảnh trước (trái) và sau (phải) khi thực hiện điều chỉnh giá trị điểm ảnh.

2.3. PHƯƠNG PHÁP BIẾN ĐỔI HAAR-DWT

Hiện nay có rất nhiều nghiên cứu toán học và thử nghiệm thực tế được công bố [NVH2] hàng tháng có liên quan đến biến đổi miền tần số sóng nhỏ. Sóng nhỏ được sử dụng có hiệu quả như một công cụ mạnh mẽ trong nhiều lĩnh vực như lý thuyết xấp xỉ, xử lý tín hiệu, vật lý, thiên văn học và xử lý ảnh.

Biến đổi sóng nhỏ Haar trên dữ liệu là tính toán tổng giá trị và giá trị sai khác của các cặp điểm ảnh liền kề nhau. Mô hình 2 chiều Haar-DWT thực hiện trên các thành phần liền kề ngang và liền kề theo chiều dọc. Một ưu điểm của biến đổi sóng nhỏ Haar là biến đổi chính là nghịch đảo của nó. Phép biến đổi này bao gồm các bước:

Bước 1: Đầu tiên, quét các điểm ảnh từ trái sang phải theo chiều ngang. Sau đó, cộng và trừ các điểm ảnh lân cận với nhau (cặp giá trị lân cận – PoV (Pair of Value)). Lưu trữ giá trị tổng ở vùng bên trái và giá trị sai khác ở vùng bên phải. Lặp lại cho đến khi các hàng được xử lý hết. Tổng giá trị của các cặp điểm ảnh đại diện cho miền tần số thấp (ký hiệu là L - Low) trong khi miền sai khác của điểm ảnh đại diện cho miền tần số cao của ảnh gốc (ký hiệu là H - High).

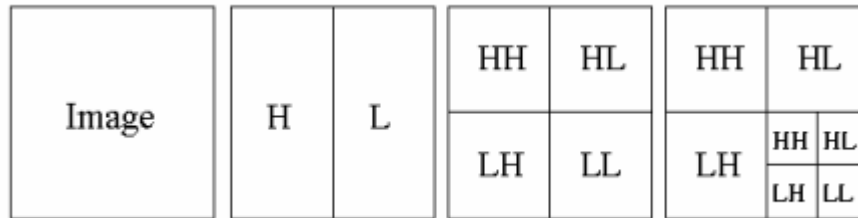
Bước 2: Tiếp theo, quét các điểm ảnh từ trên xuống theo chiều dọc. Thực hiện ~~thêm cộng~~ và ~~trừ bớt~~ tại các cặp điểm ảnh lân cận và lưu giá trị tổng ở phía trên ~~đỉnh~~ còn giá trị sai khác ở đáy phía dưới ~~như biểu đồ~~. Lặp lại cho đến khi các cột giá trị được xử lý hết. Cuối cùng chúng ta sẽ có 4 bảng con là LL, HL, LH, HH. Bảng LL là miền tần số thấp và rất giống với ảnh gốc (thu nhỏ). Quá trình mô tả thủ tục trên được gọi là biến đổi 2 chiều Haar-DWT ở mức thứ nhất theo mô phỏng trong hình 2.2.



Hình 2.2: Ảnh sau khi biến đổi Haar-DWT

2.4. PHƯƠNG PHÁP BIẾN ĐỔI SÓNG NHỎ NGUYÊN - IWT[HTHT3]

Biến đổi sóng nhỏ rời rạc một chiều là thuật toán với một ngân hàng bộ lọc được lặp đi lặp lại. Đầu vào là một bộ lọc thông cao và một bộ lọc thông thấp. Kết quả thu được sau quá trình chập là một phiên bản được làm mượt của giá trị đầu vào, phần tần số cao được chụp (captured) lại bởi lần chập đầu tiên. Việc tái cấu trúc liên quan đến một chập với các bộ lọc tổng hợp và kết quả của các các nếp cuộn được thêm vào. Còn với biến đổi hai chiều, thì tiến hành biến đổi 1 chiều tất cả các hàng, và tương tự với các cột. Tiếp theo, lấy các hệ số chính là kết quả của hàng và cột. Như trong hình là các bước để có được 4 hệ số: HH là hệ số đại diện cho thông số chéo của hình ảnh, trong khi đó HG và GH phản ánh thông tin theo chiều dọc và chiều ngang. Ở mức thấp nhất, lấy hệ số thấp qua LL. Chúng ta có thể tiếp tục phân rã trên góc $\frac{1}{4}$ từ LL đến $\log_2$ của giá trị nhỏ nhất (chiều cao, chiều rộng).



Hình 2.3: Biến đổi sóng nhỏ IWT.

Kể từ khi biến đổi sóng nhỏ rời rạc cho phép xử lý độc lập của các thành phần kết quả mà không có tương tác giữa chúng, do đó tính vô hình mang lại hiệu quả cao hơn trong quá trình nhúng. Tuy nhiên, việc sử dụng các bộ lọc sóng nhỏ có sử dụng hệ số có dấu phẩy động. Vì vậy khi chuỗi dữ liệu đầu vào bao gồm chuỗi các số nguyên (như trường hợp ở hình minh họa dưới), kết quả đầu ra được lọc không còn bao gồm các số nguyên, thì khả năng xây dựng lại hình ảnh không được như ban đầu. Tuy nhiên với sự ra đời của biến đổi sóng nhỏ nguyên, có thể mô tả các đầu ra hoàn toàn là các số nguyên.

Một ví dụ về biến đổi sóng nhỏ với bản đồ số nguyên là biến đổi S. Độ mượt (s) và chi tiết (d) cho một chỉ số n được ra trong (1a) và (1b). Các giá trị tổng và sai khác

$$s(n) = \left\lfloor \frac{x(2n) + x(2n+1)}{2} \right\rfloor \quad (1a)$$

$$d(n) = x(2n) - x(2n+1) \quad (1b)$$

$$x(2n) = s(n) + \left\lfloor \frac{d(n) + 1}{2} \right\rfloor \quad (2a)$$

$$x(2n+1) = s(n) - \left\lfloor \frac{d(n)}{2} \right\rfloor \quad (2b)$$

Tuy nhiên chúng ta cần phải xác định lại những công thức biến đổi hai chiều áp dụng cho hình ảnh và rất hữu ích trong phép biến đổi. Công thức này áp dụng cho việc xây dựng lại các biến đổi hai chiều. Giả sử rằng hình ảnh ban đầu là (I) với chiều rộng là y pixel và chiều cao x pixel. Biểu thị mức độ màu bóng của các điểm ảnh tại vị trí i và j là I_{ij} . Biến đổi hai chiều cho hình ảnh có thể được tính toán bằng công thức (3a) (3b) (3c) và (3d). Dĩ nhiên chúng ta có thể biến đổi ngược để có thể tách và khôi phục được chính xác ảnh gốc ban đầu từ các hệ số biến đổi có thể tính

toán được theo công thức (4a) (4b) (4c) và (4d). Kết quả hệ số của biến đổi ngược: A là hệ số thấp, H là hệ số cho thông số theo chiều ngang của ảnh, còn V và D phản ánh thông tin theo chiều dọc và đường chéo tương ứng. Trong khi thực hiện biến đổi bỏ qua bất kỳ điểm ảnh có giá trị lẻ trên đường biên.

$$A_{i,j} = \lfloor (I_{2i,2j} + I_{2i+1,2j}) / 2 \rfloor \quad (3a)$$

$$H_{i,j} = I_{2i,2j+1} - I_{2i,2j} \quad (3b)$$

$$V_{i,j} = I_{2i+1,2j} - I_{2i,2j} \quad (3c)$$

$$D_{i,j} = I_{2i+1,2j+1} - I_{2i,2j} \quad (3d)$$

$$I_{2i,2j} = A_{i,j} - \lfloor H_{i,j} / 2 \rfloor \quad (4a)$$

$$I_{2i,2j+1} = A_{i,j} + \lfloor (H_{i,j} + 1) / 2 \rfloor \quad (4b)$$

$$I_{2i+1,2j} = I_{2i,2j+1} + V_{i,j} - H_{i,j} \quad (4c)$$

$$I_{2i+1,2j+1} = I_{2i+1,2j} + D_{i,j} - V_{i,j} \quad (4d)$$

Với điều kiện $1 \leq i \leq x/2, 1 \leq j \leq y/2$

Vấn đề chọn vị trí nhúng (giấu) tin trên miền biến đổi:

Các băng tần số cao phản ánh: cạnh, viền còn các băng tần số thấp phản ánh: màu, nền. Để nhúng ở tần số cao: ta có được tính vô hình cao, còn tình bền vững thấp. Còn nhúng ở tần số thấp thì tính vô hình thấp nhưng độ bền vững cao. Để đạt được cả hai yếu tố tính vô hình và tình bền vững ta thực hiện biến đổi wavelet lần 2 với băng con LL1 ta thu được 4 băng con mới là LL2, HH2, LH2, HL2. Khi giấu ta chọn vùng LL2 có tần số thấp và HL2, LH2, HH2 có tần số trung bình để giấu tin.

2.5. PHƯƠNG PHÁP BIẾN ĐỔI ARNOLD

Biến đổi toán học Arnold được đưa ra lần đầu tiên bởi Arnold và Avez (1968). ~~Nó được cải thiện bản~~ Sau đó phương pháp này được cải tiến ~~đề ‘xáo trộn’~~ bởi Miisha (2012) và được áp dụng cho ảnh kỹ thuật số nhằm sắp xếp ngẫu nhiên các điểm ảnh của hình ảnh ban đầu làm cho chúng trở lên khó nhận thấy hoặc nhiễu. Tuy nhiên sau một chu kỳ p và p lặp lại thì hình ảnh gốc ban đầu xuất hiện trở lại.

Chúng ta ~~tôi đưa coi~~ ảnh số ~~kỹ thuật số~~ ~~đầu vào~~ như một ma trận và qua biến đổi Arnold chúng sẽ bị ‘xáo trộn’. ~~Kỹ thuật hình ảnh~~ Ảnh số kích cỡ $N \times N$, cách biến đổi Arnold được thực hiện theo công thức sau:

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \pmod{N}$$

Với:

$$x, y \in \{0, 1, 2, \dots, N-1\}$$

x, y : Toạ độ pixel trước khi xáo trộn Arnold

x', y' : Toạ độ pixel sau khi xáo trộn Arnold

Biến đổi trên là biến đổi 1-1, hình ảnh có thể lặp đi lặp lại, các con số lặp lại có thể dùng làm khóa để tách ảnh mật. Phương pháp biến đổi trên đảm bảo về tính bảo mật và tính bền vững cao hơn cho thuật toán ~~của chúng tôi~~.

Áp dụng thuật toán Arnold k lần với mục đích mã hóa ảnh mật. Cách khôi phục ảnh mật phụ thuộc vào việc lựa chọn k phù hợp.

Chọn k cần thỏa mãn điều kiện sau:

- $L = 3N$ nếu N có dạng 2×5^m với $m = 1, 2, \dots$
- $L = 2N$ nếu N có dạng 5^m hoặc 6×5^m với $m = 1, 2, \dots$
- $L \leq 12N/7$ nếu N có dạng khác

Hình 2.4 mô phỏng việc mã hóa ảnh mật kích cỡ 256×256 pixel với $k = 10$.



Hình 2.44: Ảnh trước (trái) và sau (phải) sau khi biến đổi Arnold.

2.6. PHƯƠNG PHÁP TRỘN ALPHA (ALPHA BLENDING)

(EM CHÈN THÊM PHẦN LÝ THUYẾT NÀY VÀO)

Phương pháp trộn Alpha là quá trình kết hợp của màu nền trước và màu nền sau để tạo ra một màu trộn mới. Độ trong suốt của màu nền trước có giá trị dao động từ trong suốt hoàn toàn đến có thể phát hiện thấy bằng mắt thường. Nếu màu nền trước hoàn toàn trong suốt thì màu sau trộn chính là màu nền sau. Còn trường hợp ngược lại thì màu sau trộn chính là màu nền trước. Trường hợp màu trộn có sự kết hợp của nền trước và nền sau thì mức độ mờ được lấy ở mức trung bình.

Giá trị alpha dao động từ 0 đến 1, mức 0 tương ứng với màu nền trong suốt, còn mức 1 là màu nền nhìn thấy rõ. Giá trị màu sắc sau trộn được tính toán theo công thức:

$$\begin{cases} out_A = src_A + dst_A(1 - src_A) \\ out_{RGB} = (src_{RGB}src_A + dst_{RGB}dst_A(1 - src_A)) \div out_A \\ out_A = 0 \Rightarrow out_{RGB} = 0 \end{cases}$$

Nếu giá trị $dst_A=1$ thì:

$$\begin{cases} out_A = 1 \\ out_{RGB} = src_{RGB}src_A + dst_{RGB}(1 - src_A) \end{cases}$$

Thành phần alpha có thể dùng để trộn với ba thành phần màu đỏ, màu xanh, màu xanh dương trong 24 bit màu RGB. Hoặc thành phần alpha sẽ có 3 giá trị qui định tương ứng với từng màu lọc quang phổ.

Dưới đây là ảnh trộn của bamboo.png và lena.png với $\alpha = 0.04$



Hình 2.5: Ảnh nền trước (trái), ảnh nền sau (giữa), ảnh sau trộn Alpha (phải).

2.75 PHƯƠNG PHÁP GIẤU TIN SỬ DỤNG BIẾN ĐỔI SỐNG NHỎ VÀ TRỘN CÓ CHỌN LỌC

Ý tưởng của phương pháp được tóm lược như sau:

+ ~~Giấu tin mật là khả năng che giấu thông tin trong phương tiện chứa mà không làm thay đổi phương tiện chứa so với ban đầu khi đã chứa thông tin mật. Có rất nhiều kỹ thuật để thực hiện che giấu thông tin trên các phương tiện truyền thông điện tử, nhiều nhất là các tệp audio và tệp hình ảnh.~~ Giấu tin mật là một ảnh xám (giả sử có kích thước 256x256 pixel) vào phương tiện chứa là ảnh xám (giả sử có kích thước 512x512 pixel). Áp dụng kết hợp hai phương pháp biến đổi sóng nhỏ rời rạc DWT (theo 2.3) và biến đổi sóng nhỏ nguyên IWT (theo 2.4).

+ Ảnh bao tin trước khi đem giấu sẽ được điều chỉnh giá trị điểm ảnh để tránh vượt ra ngoài ngưỡng giá trị của ảnh (theo 2.2).

+ Giá trị của ảnh mật được biến đổi bằng phương pháp Arnold (theo mục 2.5)

+ Ảnh mật và ảnh chứa đều áp dụng cả hai phương pháp biến đổi sóng nhỏ là DWT/IWT (theo 2.3 hoặc 2.4).

+ Quá trình trộn áp dụng cho cả hệ số của ảnh gốc và ảnh mật. Sau đó sử dụng biến đổi ngược DWT/IWT để được ảnh chứa tin mật.

Quá trình tách tin thì ngược lại với quá trình nhúng tin mật.

2.75.2 Thuật toán

2.75.2.1 Thuật toán giấu tin

Input: Ảnh gốc CI, ảnh mật SEI

Output: Ảnh đã giấu tin SI

Các bước thực hiện:

- Bước 1: Đọc ảnh gốc CI và ảnh mật SEI vào mảng 2 chiều
- Bước 2: Áp dụng thuật toán Điều chỉnh giá trị điểm ảnh PVA với ảnh gốc CI
- Bước 3: Biến đổi 2 chiều DWT hoặc IWT mức 1 của ảnh CI được 4 băng tần là: LL, LH, HL, HH.
- Bước 4: Tách lấy hệ số xấp xỉ của ma trận LL và hệ số chi tiết LH, HL, HH ở mức 1 của ảnh gốc CI.
- Bước 5: Áp dụng biến đổi Arnold cho ảnh SEI có sử dụng KHÓA để thu được ảnh bí mật ASSI.
- Bước 6: Tách các hệ số xấp xỉ của ma trận LL1 và hệ số chi tiết ma trận LH1, HL1, HH1 ở mức 1 của ảnh ASSI.
- Bước 7: Nếu $th < thset$ (th là giá trị ngưỡng, còn thset giá trị ngưỡng được thiết lập cho tất cả các hệ số) thì thực hiện trộn Alphacho ảnh CI và ASSI để thu được ảnh trộn BI (Blending Image). Ngược lại, giữ nguyên hệ số của điểm ảnh.
- Bước 8: Thực hiện phép biến đổi ngược DWT hoặc IWT trên BI để thu được ảnh đã giấu tin SI.

2.75.2.2 Thuật toán tách tin

Đầu vào: Ảnh đã giấu tin (SI – Stego Image)

Đầu ra: Ảnh gốc (CI), ảnh mật (SEI)

Các bước thực hiện:

- Bước 1: Nhận ảnh đã giấu tin SI
- Bước 2: Biến đổi sóng nhỏ 2 chiều mức 1 đối với ảnh SI ta được 4 băng tần :LL, LH, HL, HH.
- Bước 3: Tính giá trị ngưỡng nhỏ hơn giá trị ngưỡng thiết lập (cho các hệ số sóng nhỏ trên bốn băng tần LL, LH, HL, HH) được hệ số tách ASSI.
- Bước 4: Lấy biến đổi sóng nhỏ nghịch đảo được ASSI
- Bước 5: Nhận khóa bí mật và khôi phục ảnh (bằng biến đổi ngược Arnold) được ảnh mật SEI đã giấu.

Nghiên cứu trường hợp

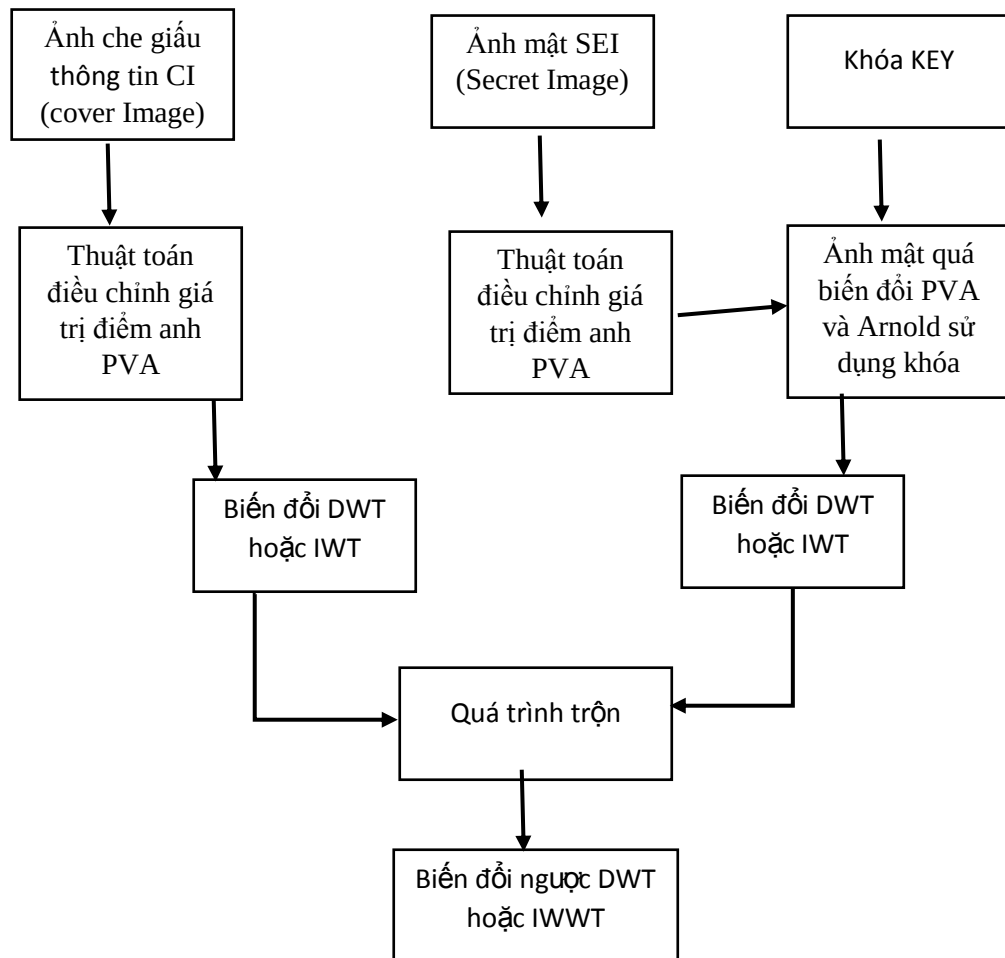
Khi thử nghiệm chúng ta có thể kết hợp các phép biến đổi sóng nhỏ theo các trường hợp sau:

- ❖ Áp dụng biến đổi IWT cho cả ảnh gốc và ảnh mật.
- ❖ Áp dụng biến đổi IWT cho ảnh gốc và DWT cho ảnh mật.
- ❖ Áp dụng biến đổi DWT cho ảnh gốc và IWT cho ảnh mật.

Áp dụng biến đổi DWT cho cả ảnh gốc và ảnh mật.

2.7.5.3 Lược đồ giấu tin và tách tin

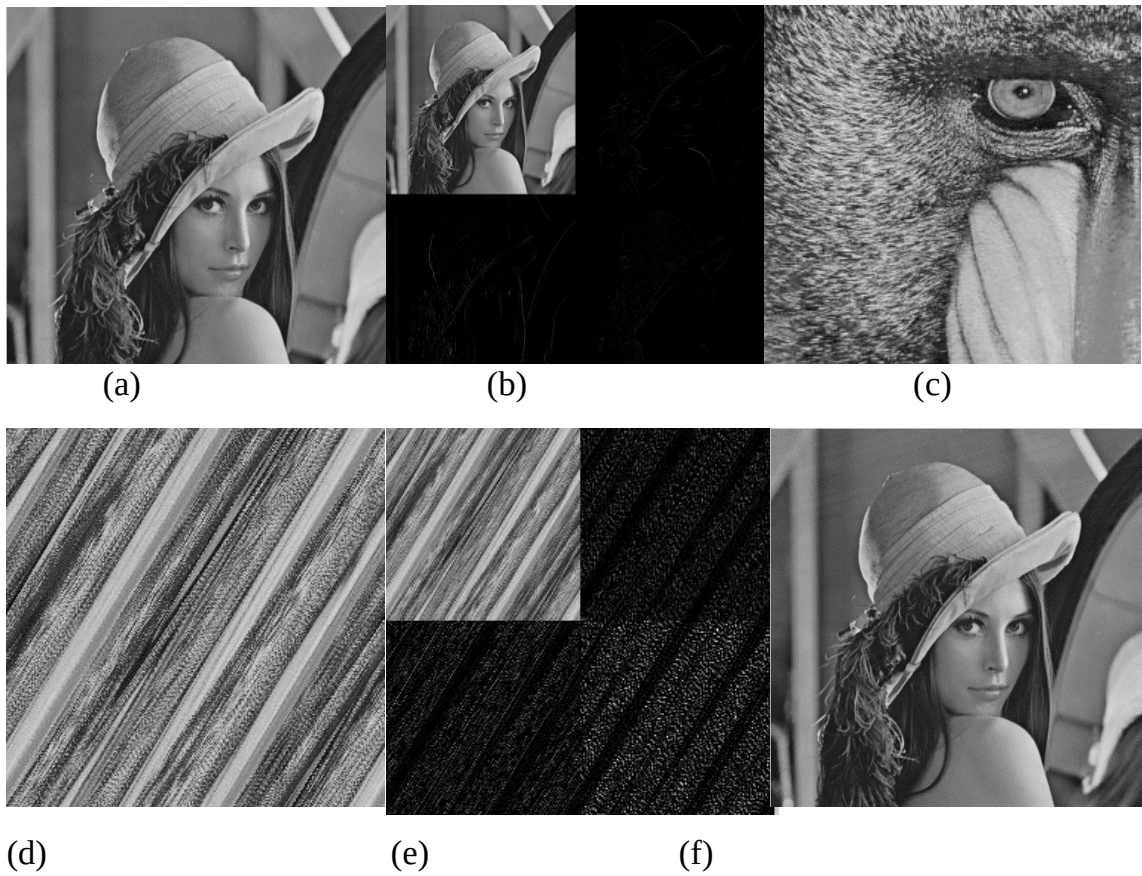
2.7.5.3.1 Lược đồ giấu tin



Hình 2.6: Lược đồ giấu tin

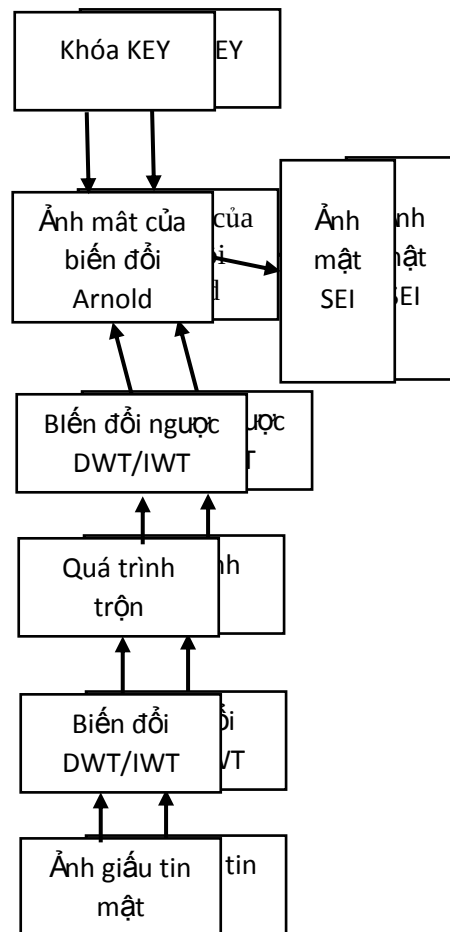
Ví dụ minh họa

Sử dụng ảnh gốc là ảnh lena.png, kích cỡ 512x512 pixel hình 2.7 (a). Thực hiện biến đổi IWT mức 1 với ảnh gốc hình 2.7 (b). Ảnh mật là ảnh baboon.png, kích cỡ 256x256 pixel hình 2.7 (c), thực hiện biến đổi Arnold (với số lặp $k=2$) ta được ảnh hình 2.7 (d), tiếp tục biến đổi IWT mức 1 ta được ảnh hình 2.7 (e). Tiến hành trộn với $\alpha = 0.05$ và biến đổi ngược sóng nhỏ ta được ảnh hình 2.7 (f).



Hình 2.7: ảnh gốc (a), ảnh gốc qua biến đổi wavelet (b), ảnh mật (c), ảnh mật qua biến đổi Arnold (d), ảnh mật tiếp tục biến đổi wavelet (e), ảnh giấu tin (f).

2.7.3.2 Lược đồ tách tin



Hình 2.8: Lược đồ tách tin

Ví dụ minh họa:

Sử dụng ảnh giấu tin là ảnh kq_giau.png, kích cỡ 512x512 pixel (hình 2.9 a). Thực hiện biến đổi IWT với ảnh giấu tin (hình 2.9b). Ảnh gốc là ảnh lena.png, kích cỡ 512x512 pixel (hình 2.9c), thực hiện biến đổi IWT ta được ảnh (hình 2.9d), tiếp tục biến đổi Arnold ta được ảnh (hình 2.9e). Tiến hành trộn và biến đổi ngược ta được ảnh (hình 2.9f).



Hình 2.9: Ảnh gốc (a), ảnh gốc biến đổi wavelet (b), ảnh giấu tin (c), ảnh giấu tin wavelet (d), ảnh mật arnold (e), ảnh mật (f).

CHƯƠNG 3: CÀI ĐẶT VÀ THỬ NGHIỆM.

3.1 MÔI TRƯỜNG CÀI ĐẶT

- Ngôn ngữ cài đặt, môi trường soạn thảo và chạy chương trình được thực hiện trên ngôn ngữ lập trình Matlab 7.7 (R2008b).
- Hệ điều hành Windows 8.1

3.2 GIAO DIỆN CHƯƠNG TRÌNH

3.2.1 Giao diện chương trình chính

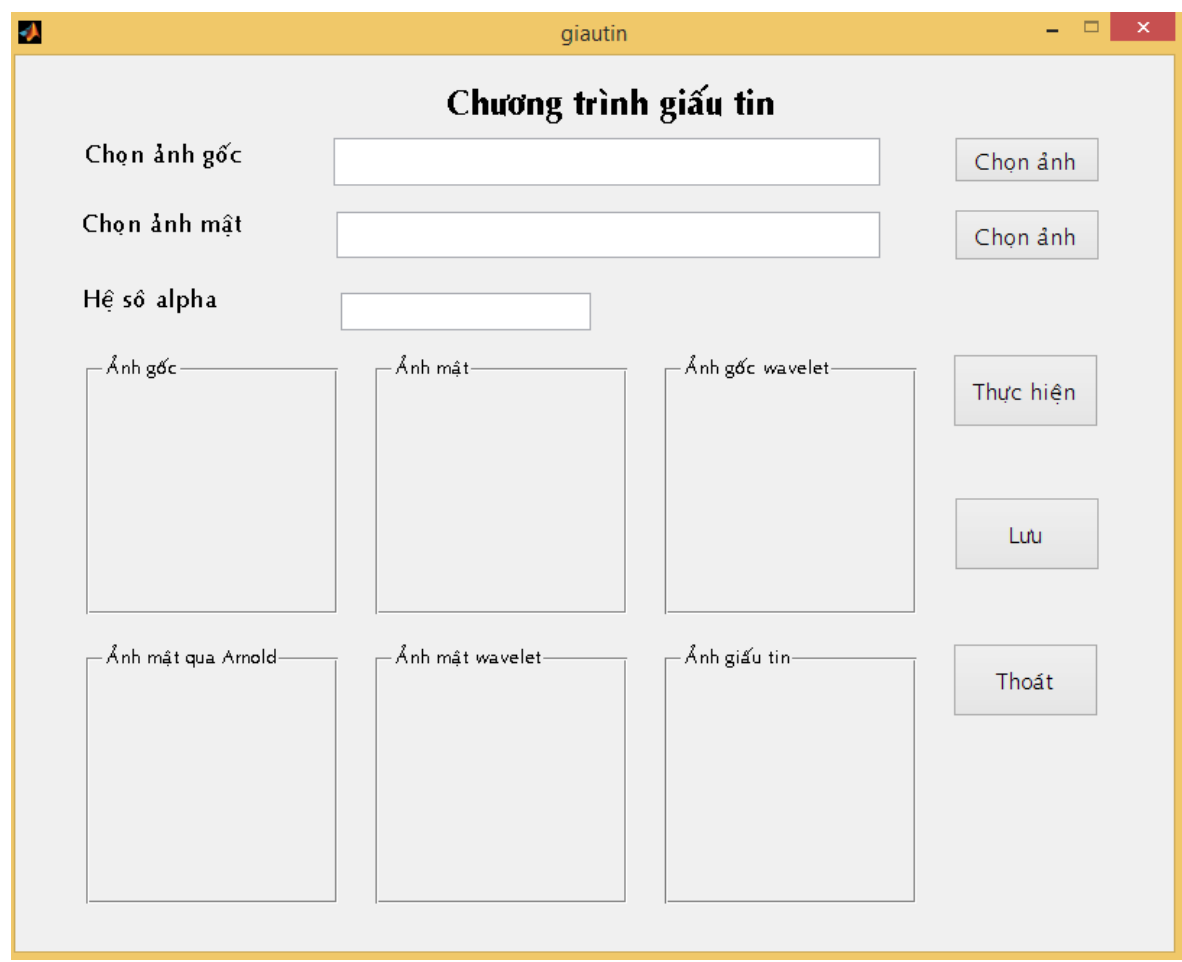
Sau đây là một số giao diện chính của chương trình



Hình 3.1: Giao diện chính của chương trình.

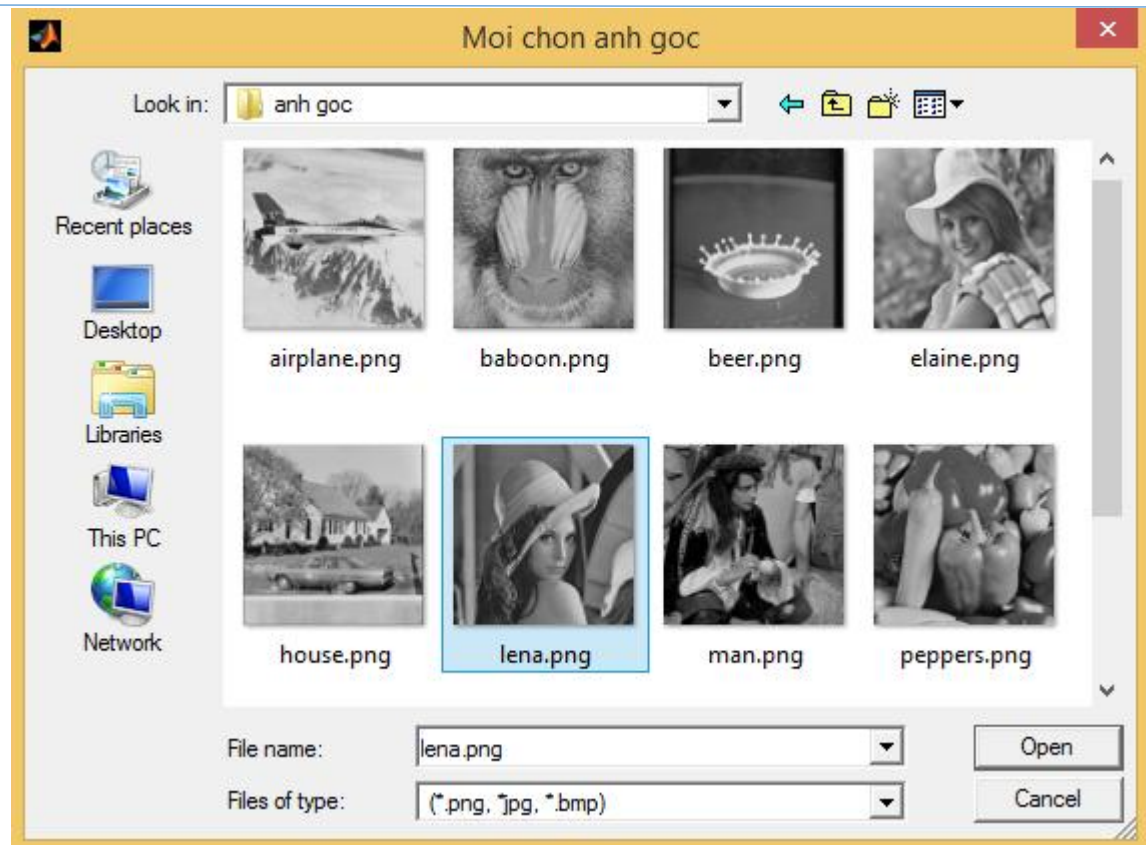
Đây là giao diện chính của chương trình, từ đây ta có thể gọi các chức năng khác thông qua các menu.

3.2.2 Giao diện chức năng giấu tin.



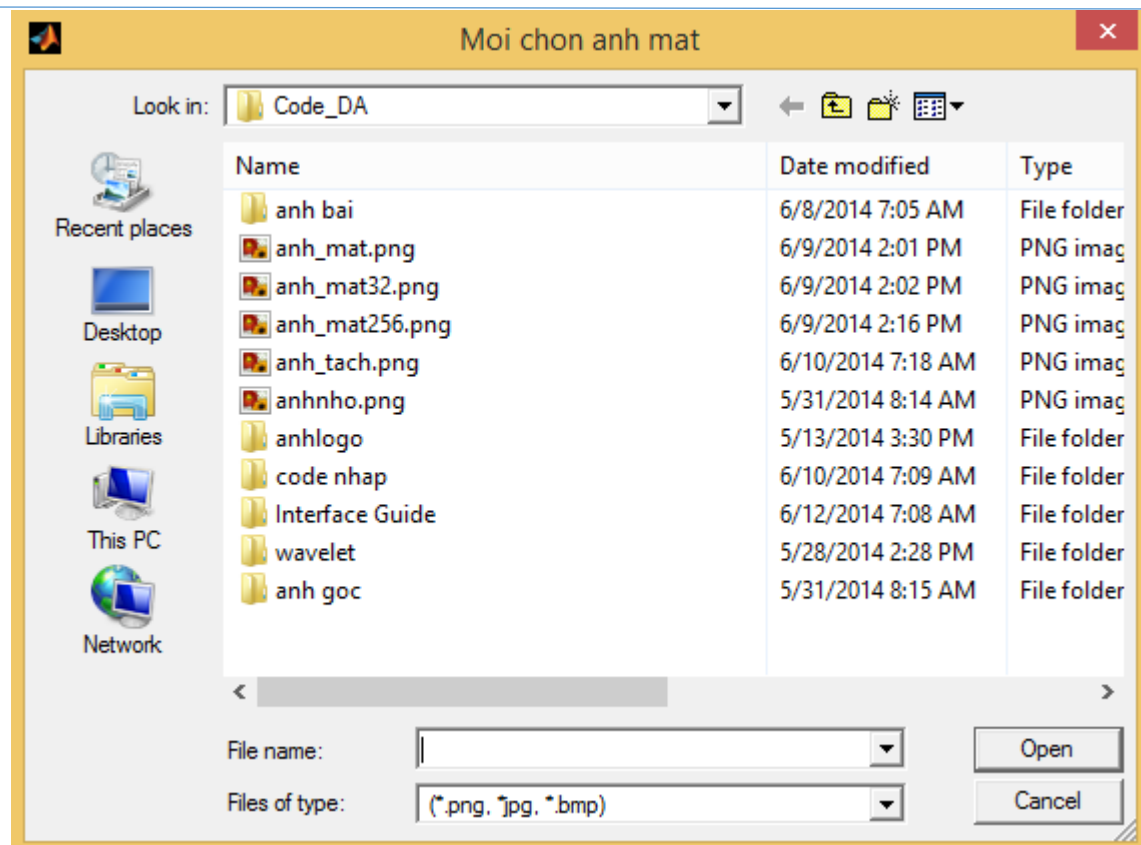
Hình 3.2 Giao diện chức năng giấu tin.

Từ giao diện chính của chương trình chúng ta chọn ảnh cần giấu tin bằng cách nhấn vào nút ‘chọn ảnh’ đầu tiên. Khi đó chương trình sẽ mở ra hộp thoại duyệt ảnh.



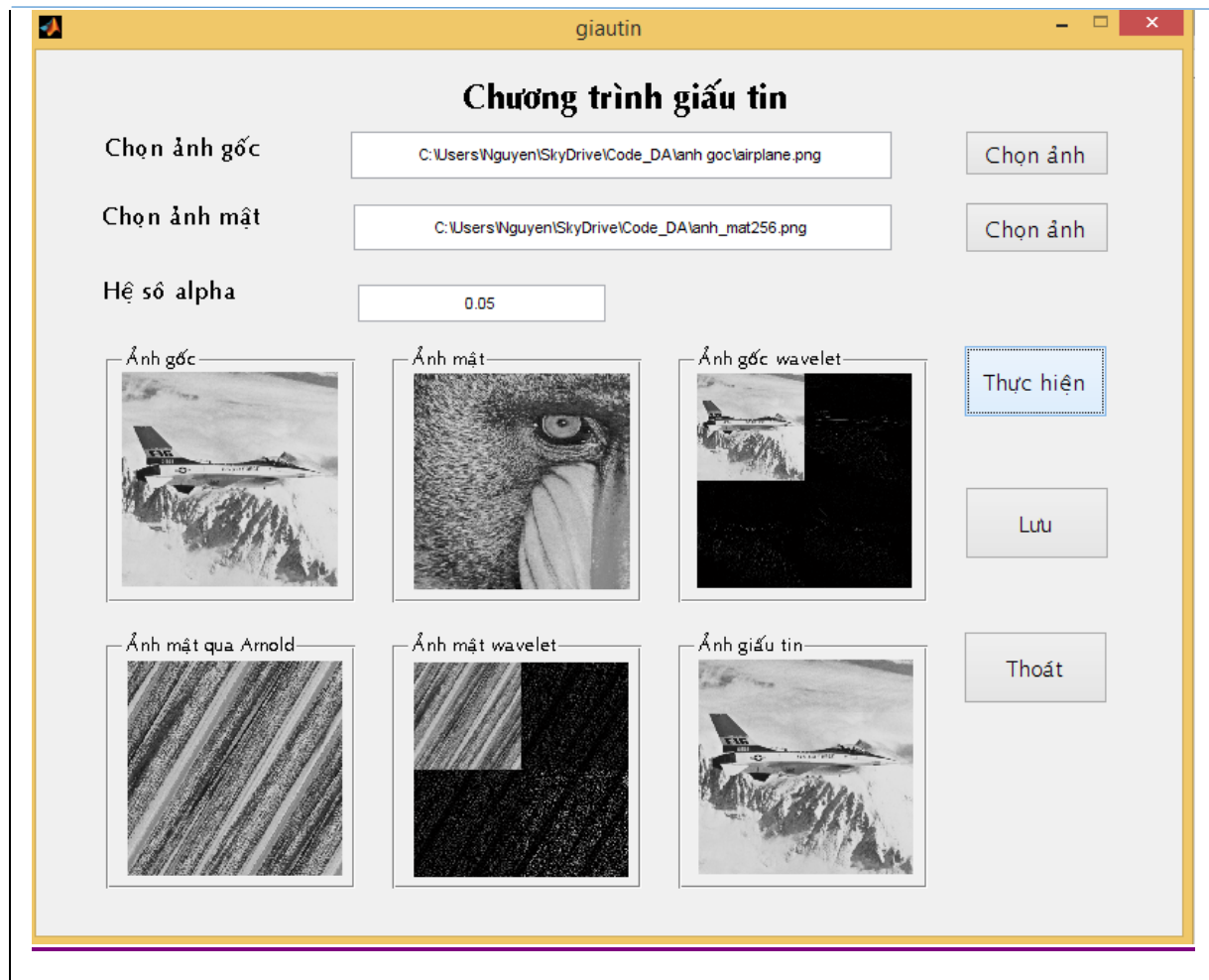
Hình 3.3: Hộp thoại chọn ảnh gốc.

Chúng ta sẽ chọn ảnh gốc cần giấu tin bất kì để thực hiện giấu tin vào ảnh đó. Sau khi chọn xong ảnh gốc, tiếp tục nhấn nút ‘chọn ảnh’ thứ hai để chọn ảnh mật, hộp thoại để chọn ảnh mật hiện ra.



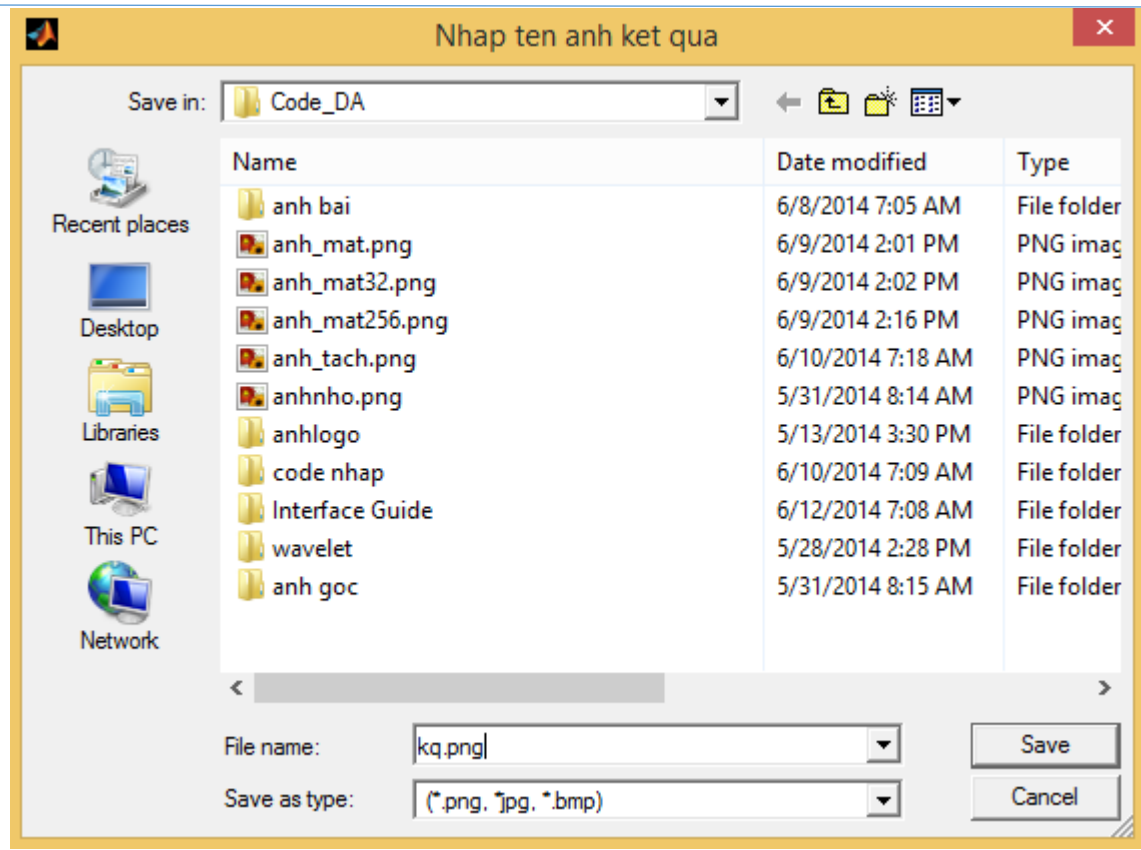
Hình 3.4: Hộp thoại chọn ảnh mật.

Sau khi chọn ảnh mật xong, ta tiến hành nhập hệ số alpha, sau đó nhấn nút 'Thực hiện' để tiến hành giấu tin.



Hình 3.5: Giao diện chương trình giấu tin.

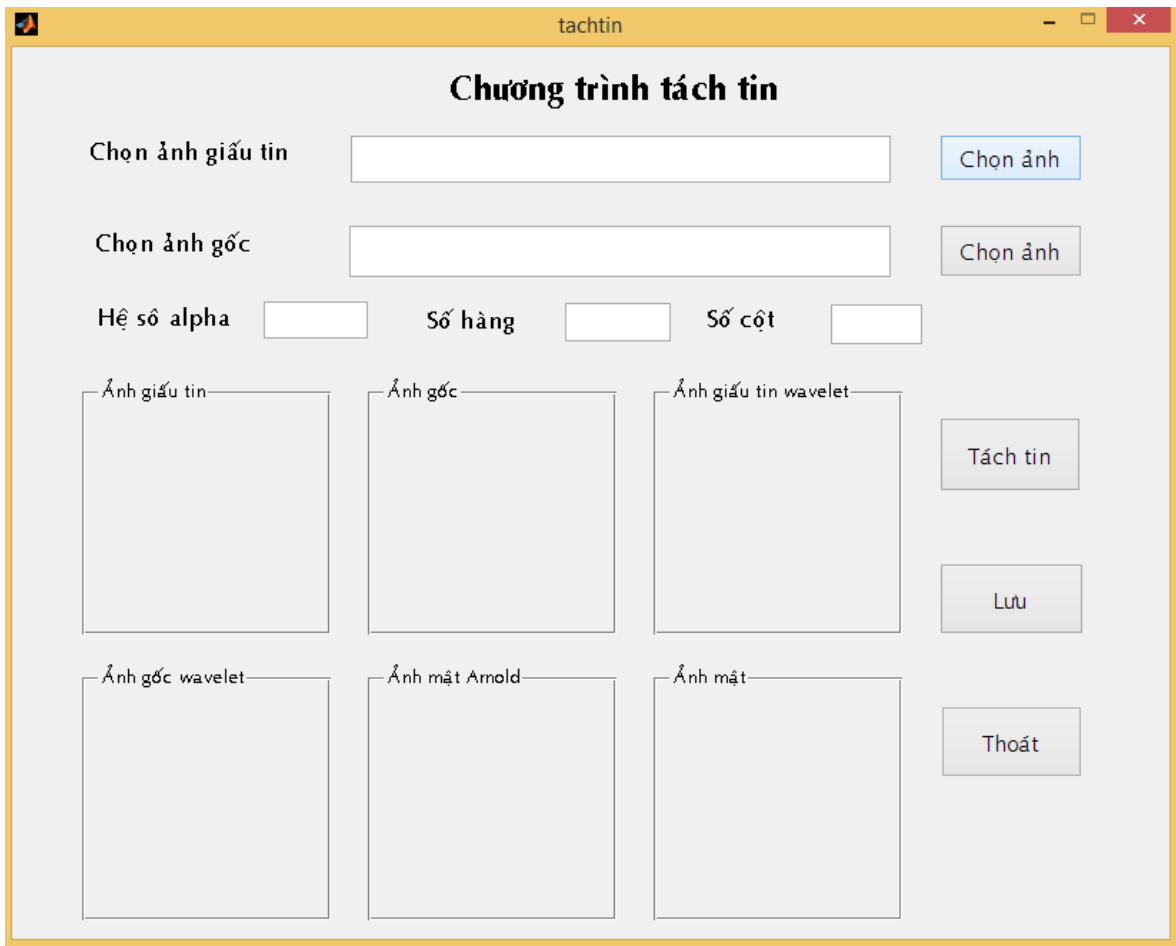
Giao diện chương trình sẽ hiển thị các ảnh kết quả của từng quá trình như hình 3.5, sau đó ta nhấn nút ‘Lưu’ để tiến hành lưu ảnh giấu tin, hộp thoại chọn nơi lưu ảnh giấu tin xuất hiện.



Hình 3.6: Hộp thoại lưu ảnh giấu tin

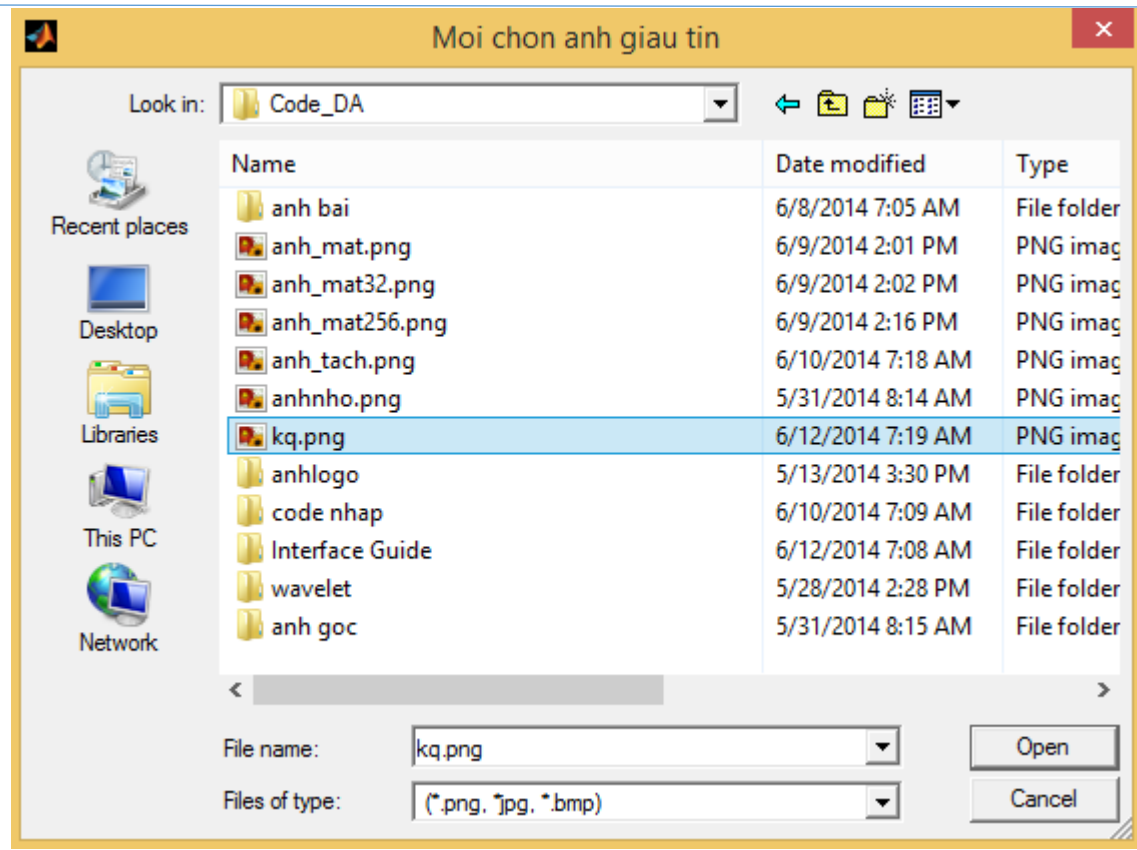
Chọn vị trí lưu ảnh và nhập tên để chương trình thực hiện việc giấu tin. Sau đó một thông báo ‘ đã lưu ảnh giấu tin thành công’ xuất hiện, nhấn OK và nhấn tiếp nút ‘ THOÁT ‘ để thoát khỏi giao diện chương trình giấu tin.

3.2.3 Giao diện chức năng giấu tách tin



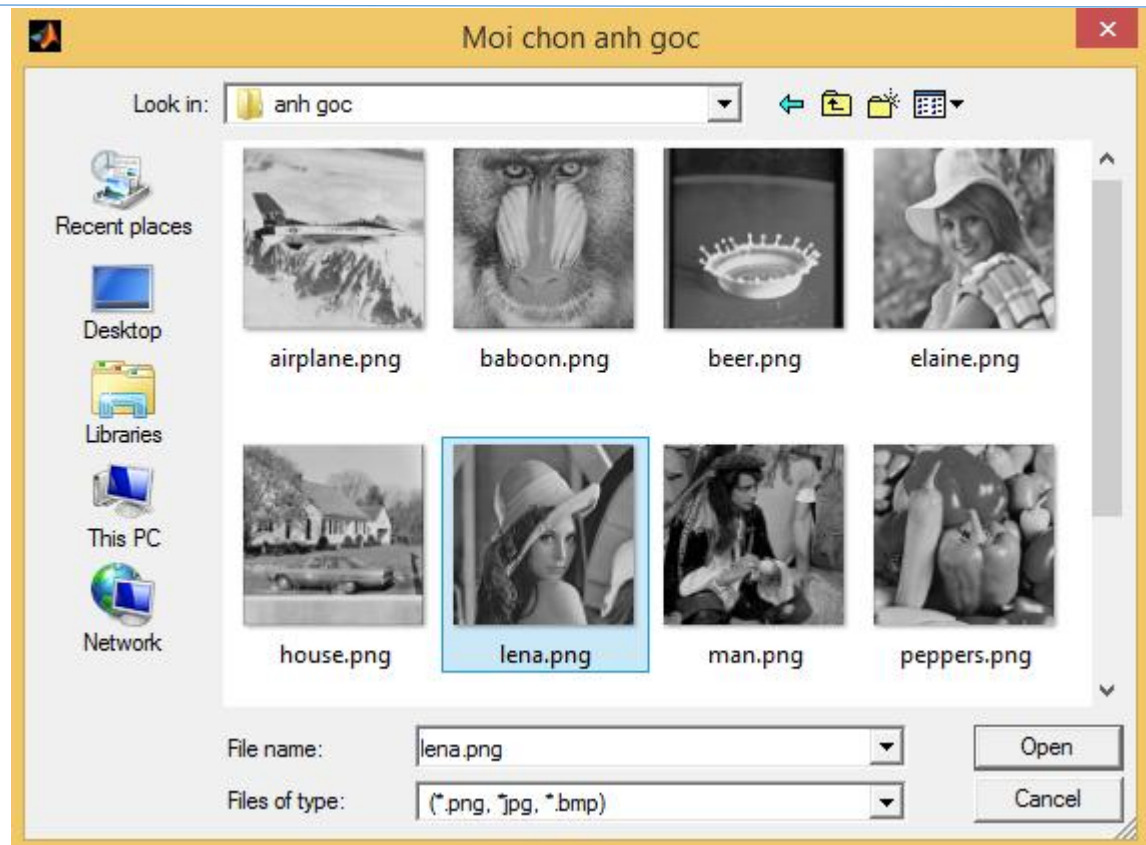
Hình 3.7: Giao diện chương trình tách tin.

Từ giao diện chính của chương trình chúng ta chọn ảnh cần giấu tin bằng cách nhấn vào nút ‘Chọn ảnh’. Khi đó chương trình sẽ mở ra hộp thoại duyệt ảnh.



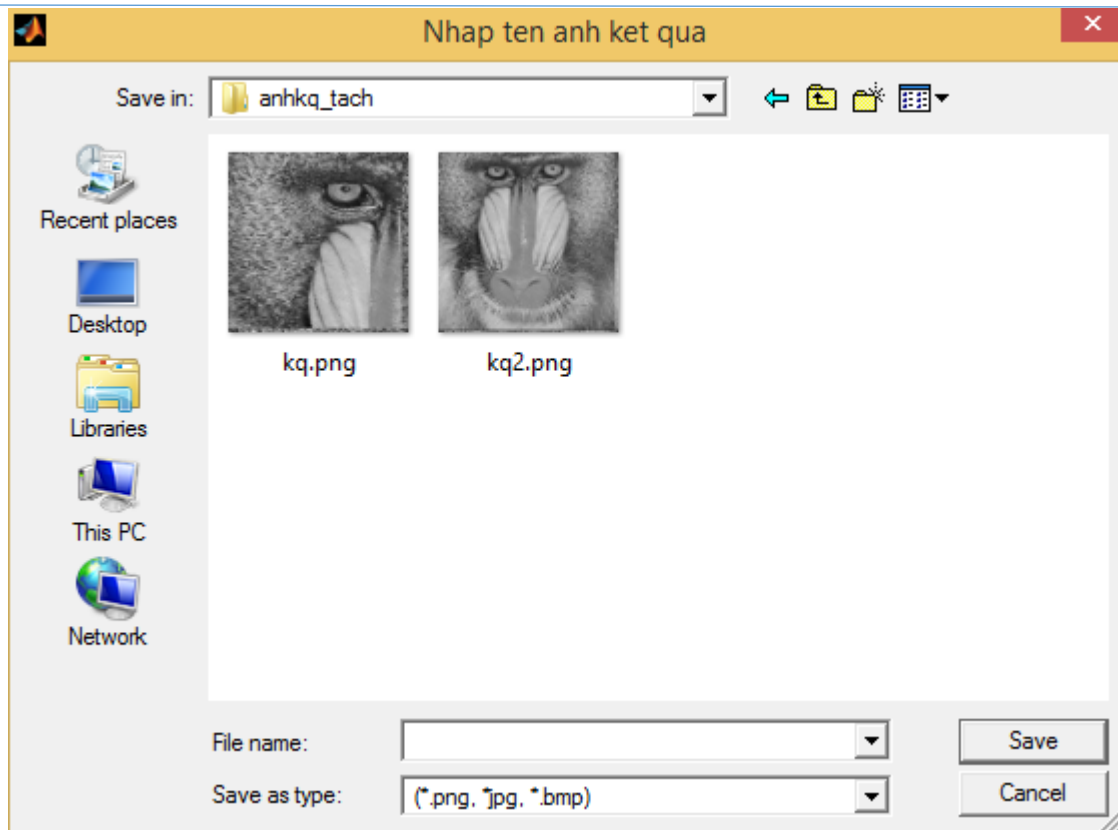
Hình 3.8: Hộp thoại chọn ảnh đã giấu tin.

Chúng ta sẽ chọn ảnh giấu tin được tạo ra ở chức năng giấu tin trước đó để thực hiện việc tách tin trong ảnh đó. Sau khi chọn ảnh cần tách xong ta tiếp tục nhấn nút 'Chọn ảnh' thứ hai để chọn ảnh gốc ban đầu, hộp thoại duyệt ảnh xuất hiện.



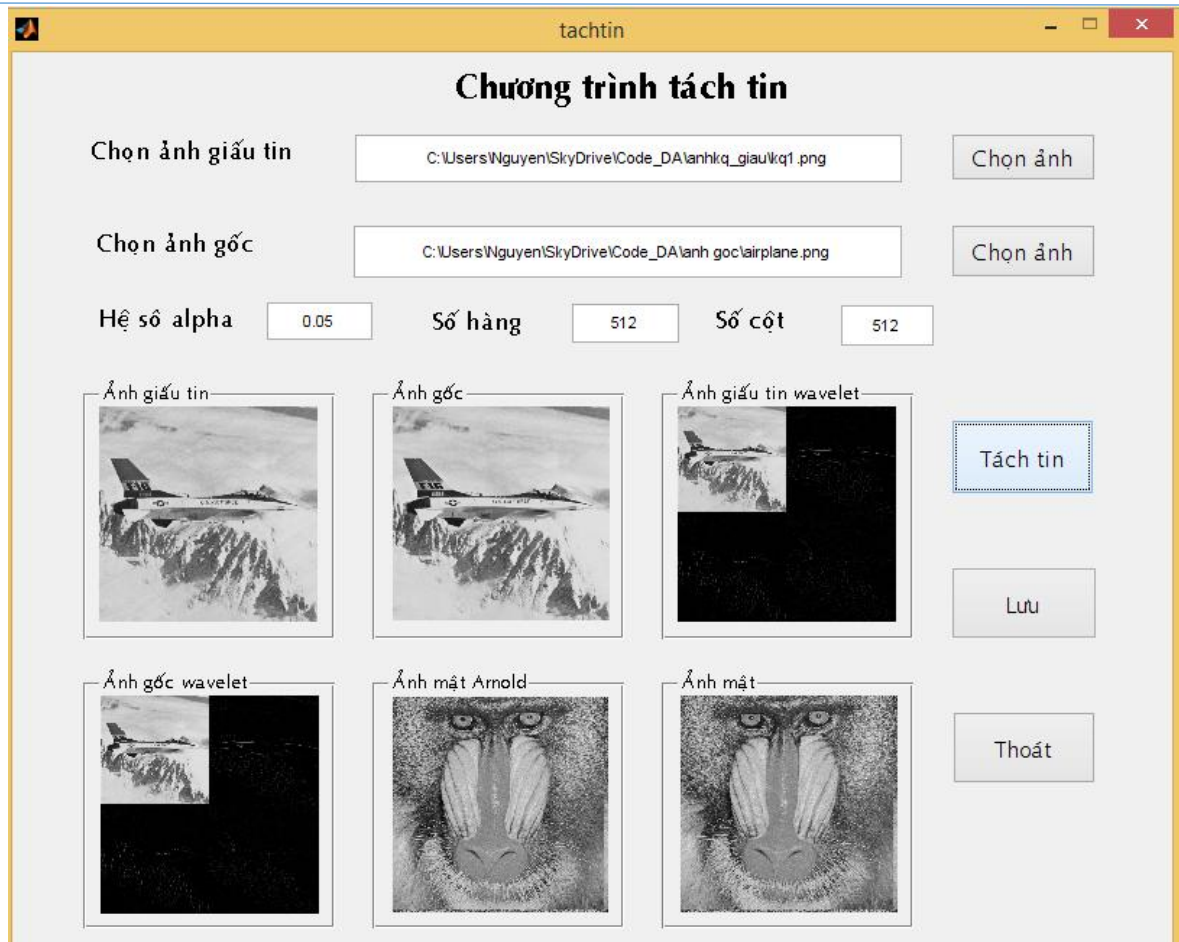
Hình 3.9: Hộp thoại chọn ảnh gốc để thực hiện quá trình tách tin.

Sau khi chọn ảnh gốc xong, ta tiến hành nhập hệ số alpha tương ứng với quá trình giấu tin, nhập số hàng – số cột chính là kích thước của ảnh mật. Tiếp theo nhấn nút ‘Tách tin’ để chương trình thực hiện quá trình tách tin, khôi phục ảnh mật đã giấu ban đầu.



Hình 3.10: Hộp thoại để lưu ảnh mật.

Ta nhấn nút ‘Lưu’ để lưu ảnh mật được khôi phục. Sau khi chọn vị trí và nhập tên, thì một thông báo ‘đã lưu ảnh mật thành công’. Cuối cùng ta nhấn nút ‘Thoát’ để thoát khỏi giao diện chương trình tách tin.



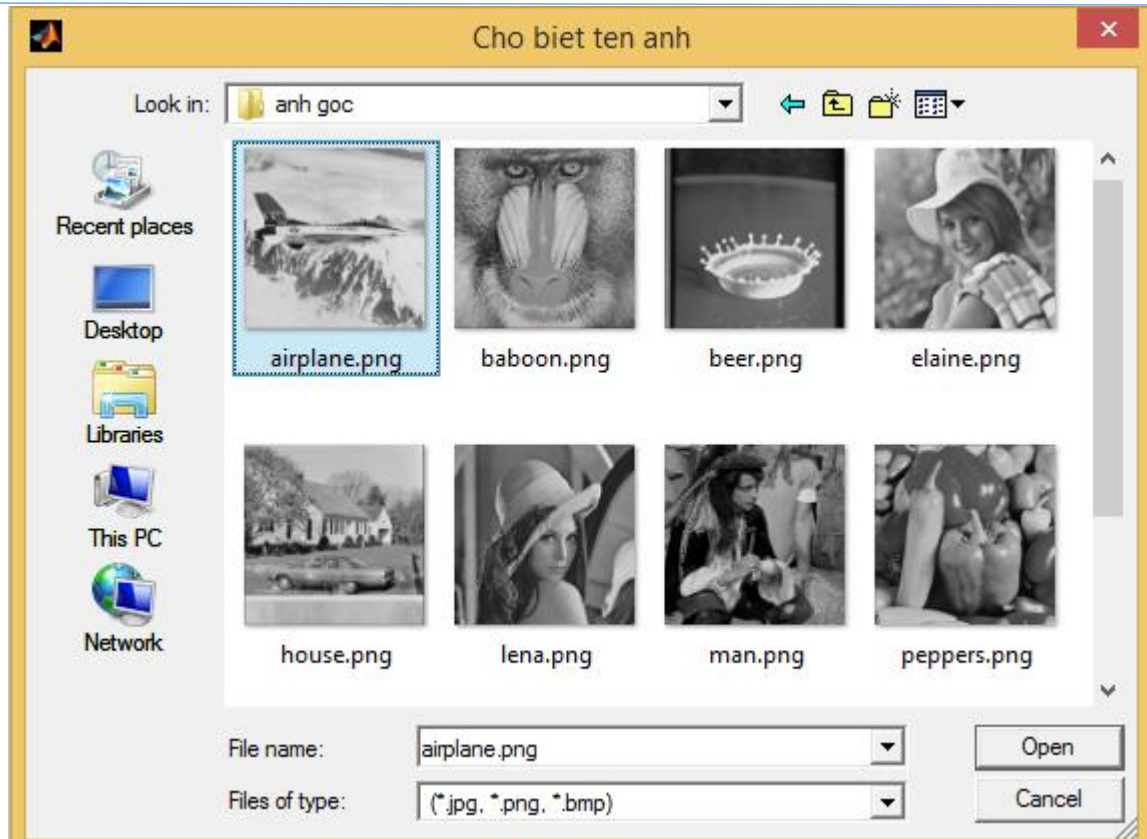
Hình 3.11: Giao diện sau khi tách tin.

3.2.4 Giao diện chức năng đánh giá PSNR



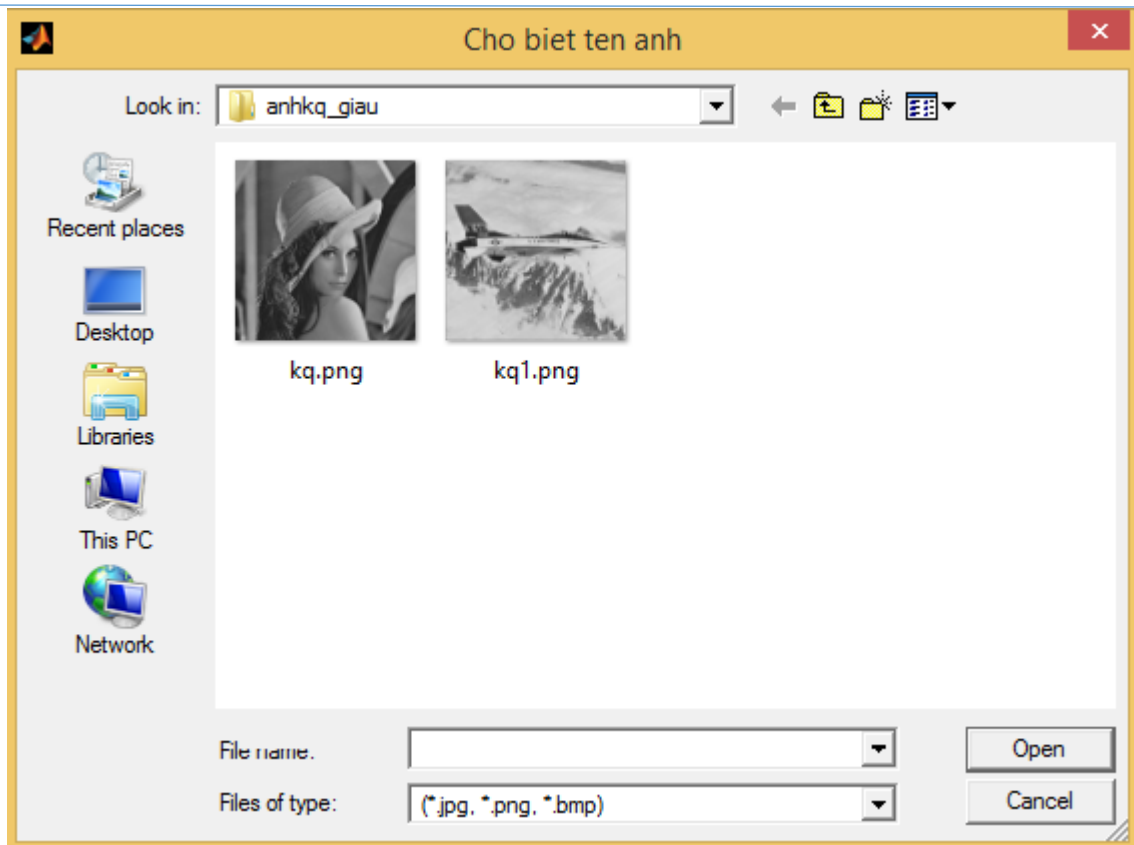
Hình 3.12: Giao diện chính chức năng đánh giá PSNR

Từ giao diện chính của chương trình chúng ta chọn ảnh cần kiểm tra bằng cách nhấn vào nút ‘Chọn’. Khi đó chương trình sẽ mở ra hộp thoại duyệt ảnh.



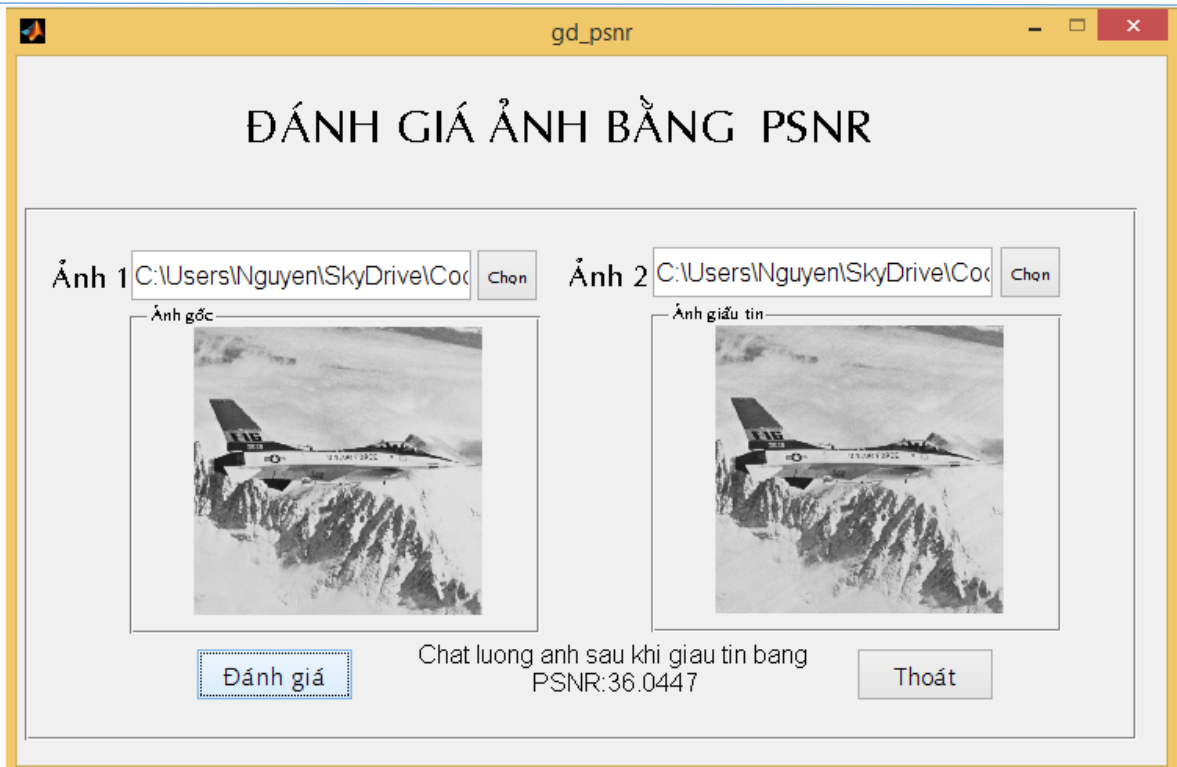
Hình: 3.13 Hộp thoại chọn ảnh gốc để đánh giá

Tiếp tục nhấn nút 'Chọn' để chọn ảnh giấu tin, hộp thoại chọn ảnh xuất hiện



Hình 3.14: Hộp thoại chọn ảnh giấu tin để đánh giá

Sau khi chọn xong hai ảnh để đánh giá, nhấn nút ‘Đánh giá’ để chương trình thực hiện.



Hình 3.15: Giao diện sau khi đánh giá PSNR và kết quả.

Kết quả đánh giá PSNR được hiển thị ngay sau đó, để thoát khỏi chương trình ta chọn nút ‘Thoát’.

3.3 THỬ NGHIỆM VÀ NHẬN XÉT

3.3.1 Tập ảnh thử nghiệm

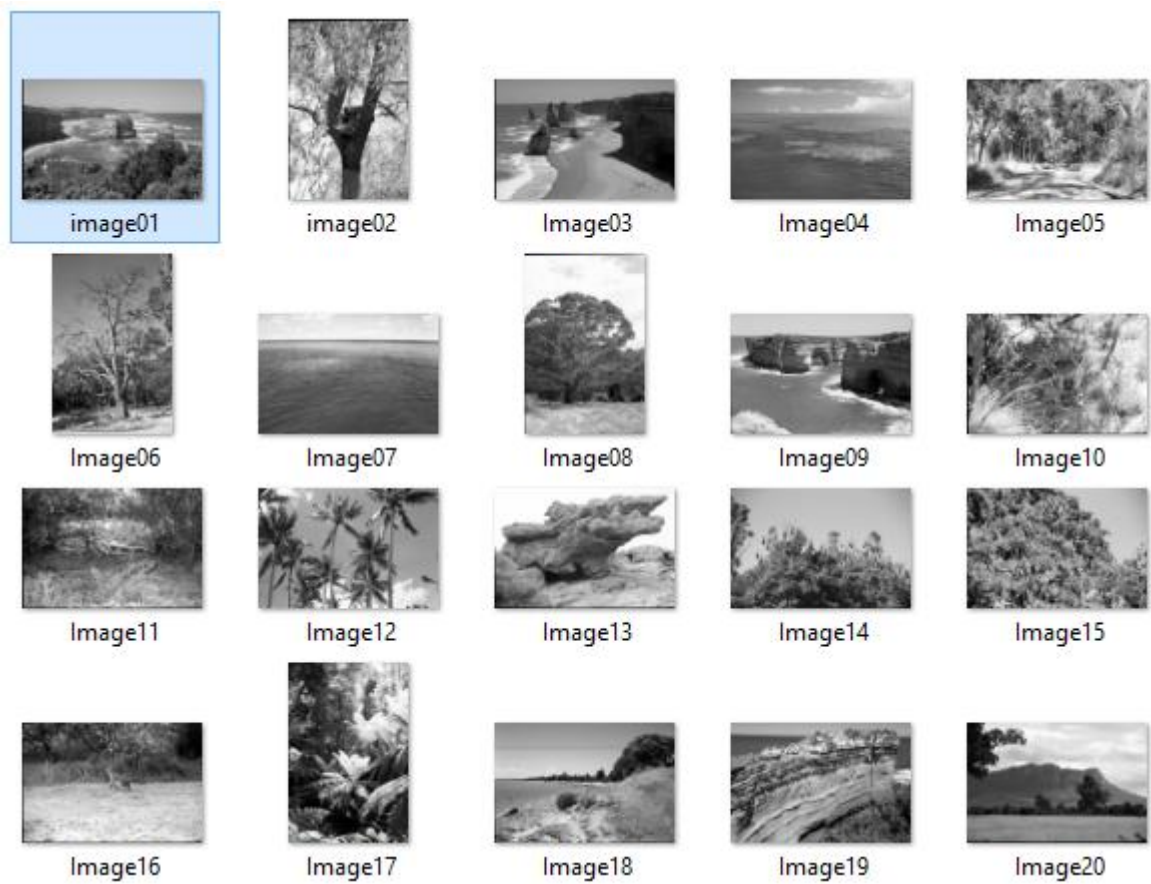
Thực nghiệm này sẽ đưa ra khả năng giấu tin khi sử dụng kỹ thuật kết hợp hai phương pháp biến đổi sóng nhỏ DWT/IWT và phương pháp trộn có trộn lọc cho phương pháp giấu ảnh trong ảnh.

Tập ảnh gốc thử nghiệm bao gồm 10 ảnh chuẩn tải về từ thư viện ảnh [2] và 20 ảnh bất kỳ tải về từ [7]. Nội dung ảnh trình bày trong hình 3.16 và hình 3.17.

Tập ảnh mật giấu tin bao gồm 10 ảnh với kích thước khác nhau. Nội dung trình bày trong hình 3.18.



Hình 3.16: Tập 10 ảnh gốc chuẩn



Hình 3.17: Tập 20 ảnh gốc bất kỳ trước khi giấu tin.



Hình 3.18: Tập 10 ảnh mật.

3.3.2. Thử nghiệm và đánh giá bằng PSNR

Đầu tiên chúng ta chọn một ảnh mật trong 10 ảnh mật để giấu vào tập 10 ảnh chuẩn và 20 ảnh bất kỳ bằng thuật toán trình bày trong chương 2 với các thông số sau:

- + Biến đổi sóng nhỏ mức 1 với cả ảnh gốc và ảnh mật
- + Biến đổi Arnold với $k=2$
- + Thực hiện trộn Anpha với hệ số anpha = 0.05.

Sau khi giấu tin ta sử dụng PSNR để đánh giá chất lượng của ảnh trước và sau khi giấu được bảng 3.1 (cho 10 ảnh chuẩn) và bảng 3.2 (cho 20 ảnh bất kỳ).

Tên ảnh (kích cỡ ảnh)	Đánh giá PSNR (dB)
1.png	35.2957
2.png	37.7708
3.png	36.6226
4.png	37.78
5.png	37.1803
6.png	38.1901
7.png	33.536

8.png	37.1586
9.png	36.5021
10.png	30.4925
Kết quả trung bình	36.0529

Bảng 3.1: Đánh giá PSNR giữa ảnh gốc và ảnh giấu tin.

Tên ảnh	Kết quả
image01.png	37.2414
image02.png	34.9931
image03.png	37.4386
image04.png	39.174
image05.png	37.3851
image06.png	39.4666
image07.png	35.8853
image08.png	29.5684
image09.png	36.8886
image10.png	35.5554
image11.png	37.1215
image12.png	37.3903
image13.png	28.7733

image14.png	37.4773
image15.png	37.6789
image16.png	36.5169
image17.png	33.3834
image18.png	37.0613
image19.png	37.7214
image20.png	33.7398
Trung bình	36.023

Bảng 3.2: Đánh giá PSNR giữa ảnh gốc (20 ảnh bất kì) và ảnh giấu tin.

Đánh giá chất lượng ảnh mật sau khi tách:

Kết quả sau khi đánh giá PSNR đối với ảnh mật ban đầu và sau khi tách cho kết quả là 15.6853 dB đạt ở mức bình thường. Do thực hiện trộn anpha quá nhỏ lên giá trị tách ra chỉ có thể đánh giá bằng trực quan của con người về mặt nội dung ảnh, còn chất lượng ảnh tách được thấp

3.3.3 Nhận xét

Với kết quả thử nghiệm thu được, nếu quan sát bằng mắt thường thì có thể phân biệt được đâu là ảnh đã giấu tin và chưa giấu tin. Giá trị PSNR trung bình đạt được là bình thường.

Kết quả thử nghiệm trong bảng 3.1 và 3.2 cho thấy khả năng giấu tin của mỗi ảnh khác nhau là khác nhau. Những ảnh cùng kích cỡ khả năng giấu của những ảnh đó nằm trong một khoảng giá trị và xấp xỉ bằng nhau. Điều đó chứng tỏ khả năng giấu phụ thuộc vào giá trị điểm ảnh của ảnh.

Qua thử nghiệm em nhận thấy kỹ thuật giấu tin bằng cách giấu tin bằng phương pháp IWT cho cả ảnh gốc và ảnh mật và phương pháp trộn có tron lọc cho phương pháp giấu ảnh trong ảnh

- Ưu điểm:

- + Khả năng bảo mật cao.
- + Không thay ảnh hưởng nhiều đến nội dung của ảnh.
- Nhược điểm:
 - + Ảnh sau khi tách không còn được như ảnh ban đầu nhưng cảm nhận trực quan ta vẫn có thể chấp nhận được.
 - + Hệ số alpha càng lớn thì càng ảnh hưởng đến chất lượng ảnh sau khi giấu tin nhưng chất lượng của ảnh mật sau khi tách rất cao.
 - + Còn phụ thuộc vào ảnh gốc để tách ảnh mật đã giấu.

KẾT LUẬN

Kỹ thuật giấu thông tin trong ảnh là hướng nghiên cứu chính của thuật toán giấu thông tin hiện nay và đã đạt được những kết quả khả quan. Đồ án đã trình bày một số khái niệm liên quan đến việc che giấu thông tin trong ảnh số cũng như trình bày kỹ thuật giấu ảnh trong ảnh .

Với kỹ thuật giấu tin kết hợp hai phương pháp biến đổi sóng nhỏ DWT/IWT và phương pháp trộn có trộn lọc cho phương pháp giấu ảnh trong ảnh thì tính vô hình và bền vững của thông tin sau khi giấu được đảm bảo. Về mặt lý thuyết thì sau khi đã có lượng thông tin được giấu vào trong ảnh gốc, nó sẽ để lại dù nhiều, dù ít những dấu vết khác với ảnh gốc ban đầu. Tuy nhiên sau khi thực hiện kỹ thuật giấu tin, quan sát bằng mắt thường thì khó có thể phân biệt đâu là ảnh gốc đâu là ảnh mang tin. Dùng phương pháp đánh giá PSNR để đánh giá chất lượng ảnh trước và sau khi giấu tin kết quả PSNR đạt được là có thể chấp nhận được, điều đó cho thấy sự biến dạng của ảnh hầu như không có. Như vậy kỹ thuật giấu tin đã cho những kết quả rất triển vọng.

Tuy nhiên, giấu tin mật là vấn đề phức tạp, cộng với khả năng và kinh nghiệm còn hạn chế nên em còn gặp một số khó khăn trong việc tìm hiểu nghiên cứu các kỹ thuật giấu tin trên biên của ảnh nhị phân.

Vì vậy em rất mong nhận được sự đóng góp ý kiến quý báu của các thầy cô giáo cũng như bạn bè để báo của em được hoàn thiện hơn.

Em xin chân thành cảm ơn!

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] A. R. Calderbank, Ingrid Daubechies, Win Sweldens, Boon-Lock Yeo, Wavelet Tranforms That Map Integers to Integers, Applied and Computational Harmonic Analysis 5, 232-369 (1998).
- [2] CBIR image database, University of Washington, available at: <http://www.cs.washington.edu/research/imagedatabase/groundtruth/>
- [3] Hemalatha S., U Dinesh Acharya, Renuka A. and Priya R.Kamath, An Integer Wavelet Transform Based Steganography Technique for Color Images, Internation Journal of Information & Computation Technology. ISSN 0974-2239 Volume 3, Number 1 (2013), pp. 13-24.
- [4] Ingemar Cox, Jeffrey Bloom, Mathew Miller, Ton Kaller, Jessica Fridrich, Digital Watermarking and Steganography, Morgan Kaufmann, 2008.
- [5] M. F. Tolba, M. A. Ghonemy, I. A. Taha, and A. S. Khalifa, Using Integer Wavelet Transforms In Colored Image-Steganography, IJICIS Vol. 4 No. 2, July 2004
- [6] Prabakan Ganesan and R. Bhavani, A high secure and robust image steganography using dual wavelet and blending model, Journal of Computer Science, 9 (3):277-284, 2013.
- [7]. USC-SIPI Image Database, <http://sipi.usc.edu/services/database/Database.html>.
- [8] Nguyễn Xuân Huy, Trần Quốc Dũng, Giáo trình giấu tin và thủy vân ảnh, Trung tâm thông tin tư liệu, TTKHTN – CN 2003.
- [9] Nguyễn Anh Quyền, CT1301, Kỹ thuật giấu tin thuận nghịch trên miền biến đổi sóng nhỏ cho ảnh chất lượng cao, Đồ án tốt nghiệp, 2013.
- [10] Phạm Công Hòa, Tìm hiểu phương pháp thủy vân số thuận nghịch và xây dựng ứng dụng, 2012.
- [11] Wikipedia – Alpha Compositing
http://en.wikipedia.org/wiki/Alpha_compositing