|  |
| --- |
| BAN CƠ YẾU CHÍNH PHỦ  **HỌC VIỆN KỸ THUẬT MẬT MÃ**  Vector Logo] Học Viện Kỹ Thuật Mật Mã - ACTVN - Download Định Dạng EPS, SVG  Cho AI, Corel » Hải Triều  ĐỒ ÁN  **Thuật toán thủy vân dựa trên biến đổi DWT và hàm dịch chuyển điểm ảnh**  Ngành: An toàn thông tin  Mã số: 7.48.02.02  Sinh viên thực hiện:  **Nguyễn Công Thắng AT160252**  **Nguyễn Minh Đức AT160218**  **Bàn Văn Cường AT160210**  **Vũ Hồng Phúc AT160245**  **Đặng Vũ Hoàng Anh AT160204**  Giảng viên hướng dẫn:  **TS. Trần Thị Xuyên**  Khoa An toàn thông tin – Học viện Kỹ thuật mật mã    Hà Nội, 2023 |

MỤC LỤC

[MỤC LỤC 2](#_Toc130293458)

[DANH MỤC HÌNH ẢNH 4](#_Toc130293459)

[LỜI NÓI ĐẦU 5](#_Toc130293460)

[CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ KỸ THUẬT GIẤU TIN 6](#_Toc130293461)

[1.1 Vài nét về lịch sử giấu tin 6](#_Toc130293462)

[1.2 Khái niệm về kỹ thuật giấu tin 6](#_Toc130293463)

[1.3 Khái niệm về ẩn mã 7](#_Toc130293464)

[1.4 Khái niệm về thủy vân số 7](#_Toc130293465)

[1.4.1 So sánh ẩn mã với thủy vân số 7](#_Toc130293466)

[1.4.2 Mô hình giấu tin cơ bản 8](#_Toc130293467)

[1.5 Các yếu tố ảnh hưởng tới quá trình giấu tin 8](#_Toc130293468)

[CHƯƠNG 2. TỔNG QUAN VỀ THỦY VÂN SỐ 10](#_Toc130293469)

[2.1 Khái niệm thủy vân số 10](#_Toc130293470)

[2.2 Phân loại thủy vân 10](#_Toc130293471)

[2.2.1 Phân loại thủy vân theo miền nhúng: 11](#_Toc130293472)

[2.2.2 Phân loại theo đối tượng được nhúng thủy vân : 11](#_Toc130293473)

[2.2.3 Phân loại thủy vân theo cảm nhận của con người 12](#_Toc130293474)

[2.3 Mô hình thủy vân số 12](#_Toc130293475)

[2.3.1 . Tạo thủy vân số 13](#_Toc130293476)

[2.3.2 Quy trình nhúng thủy vân 13](#_Toc130293477)

[2.3.3 Trích xuất và tìm kiếm thủy vân 14](#_Toc130293478)

[2.4 Các ứng dụng của thủy vân 15](#_Toc130293479)

[2.4.1 Bảo vệ bản quyền ảnh số 15](#_Toc130293480)

[2.4.2 Xác thực thông tin và phát hiện xuyên tạc thông tin 16](#_Toc130293481)

[2.4.3 Dấu vân tay hay dán nhãn 16](#_Toc130293482)

[CHƯƠNG 3. THUẬT TOÁN THỦY VÂN DỰA TRÊN BIẾN ĐỔI DWT VÀ HÀM DỊCH CHUYỂN ĐIỂM ẢNH 1](#_Toc130293483)

[3.1 Biến đổi sóng nhỏ rời rạc (Discrete Wavelet Transform-DWT) 1](#_Toc130293484)

[3.2 Chức năng di chuyển pixel PMF 5](#_Toc130293485)

[3.3 Chức năng di chuyển pixel nghịch đảo IPMF 6](#_Toc130293486)

[3.4 Chức năng chuyển TF 7](#_Toc130293487)

[3.5 Thuật toán đề xuất 7](#_Toc130293488)

[3.5.1 Quá trình nhúng 8](#_Toc130293489)

[3.5.2 Quá trình trích xuất 10](#_Toc130293490)

[KẾT LUẬN 11](#_Toc130293491)

[TÀI LIỆU THAM KHẢO 12](#_Toc130293492)

DANH MỤC HÌNH ẢNH

[Hình 1.1 Sơ đồ tổng quan kỹ thuật giấu tin 6](#_Toc130307051)

[Hình 1.2 Mô hình giấu tin cơ bản 7](#_Toc130307052)

[Hình 1.3 Sử ảnh hưởng của số lượng dữ liệu nhứng tới quá trình giấu tin 8](#_Toc130307053)

[Hình 2.1 Phân loại thủy vân 10](https://actvneduvn-my.sharepoint.com/personal/at160252_actvn_edu_vn/Documents/Máy%20tính/Thuật%20toán%20thủy%20vân%20dựa%20trên%20biến%20đổi%20DWT%20và%20hàm%20dịch%20chuyển%20điểm%20ảnh.docx#_Toc130307054)

[Hình 2.2. Quy trình nhúng thủy vân. 12](#_Toc130307055)

[Hình 2.3. Quy trình trích xuất và tìm kiếm thủy vân. 13](#_Toc130307056)

[Hình 3.1 Lọc theo tần số thấp và cao 1](#_Toc130307057)

[Hình 3.2 Quá trình phân tích và tổng hợp tín hiệu 3](#_Toc130307058)

[Hình 3.3 *Phân tích DWT hai mức* 4](#_Toc130307059)

[Hình 3.4 *Công cụ phân tích và tổng hợp DWT của MATLAB* 5](#_Toc130307060)

[Hình 3.5 Dịch trái một pixel cho i=1 6](#_Toc130307061)

[Hình 3.6 Dịch chuyển dọc của một pixel cho j=1 6](https://actvneduvn-my.sharepoint.com/personal/at160252_actvn_edu_vn/Documents/Máy%20tính/Thuật%20toán%20thủy%20vân%20dựa%20trên%20biến%20đổi%20DWT%20và%20hàm%20dịch%20chuyển%20điểm%20ảnh.docx#_Toc130307062)

[Hình 3.7 Quá trình nhúng thủy vân 8](https://actvneduvn-my.sharepoint.com/personal/at160252_actvn_edu_vn/Documents/Máy%20tính/Thuật%20toán%20thủy%20vân%20dựa%20trên%20biến%20đổi%20DWT%20và%20hàm%20dịch%20chuyển%20điểm%20ảnh.docx#_Toc130307063)

[Hình 3.8 Quá trình trích xuất thủy vân 8](https://actvneduvn-my.sharepoint.com/personal/at160252_actvn_edu_vn/Documents/Máy%20tính/Thuật%20toán%20thủy%20vân%20dựa%20trên%20biến%20đổi%20DWT%20và%20hàm%20dịch%20chuyển%20điểm%20ảnh.docx#_Toc130307064)

LỜI NÓI ĐẦU

Với sự phát triển vượt bậc trong lĩnh vực điện tử và xử lý dữ liệu đi kèm với sự phát triển mạnh mẽ trong truyền thông đa phương tiện như phát video, mạng và hình ảnh độ phân giải cao (HD). Thông tin liên lạc giữa mọi người trở nên trong thời gian thực và họ có thể trao đổi các sản phẩm đa phương tiện một cách dễ dàng trong thời gian rất ngắn, điều này thật tuyệt vời. Tuy nhiên, sự phát triển này mang lại một loạt vấn đề như bảo mật và bản quyền tác giả trong lĩnh vực khoa học. Vì vậy, để hạn chế về bảo mật và để bảo vệ quyền lợi của tác giả, các nhà nghiên cứu đã tạo ra một số kỹ thuật trong các lĩnh vực khác nhau để bảo mật thông tin, trong đó kỹ thuật thủy vân chiếm ưu thế. Bởi những ứng dụng quan trọng đó nhóm chúng em quyết định nghiên cứu về thuật toán thủy vân dựa trên biến đổi DWT và hàm dịch chuyển điểm ảnh

# TỔNG QUAN VỀ KỸ THUẬT GIẤU TIN

## Vài nét về lịch sử giấu tin

Từ Steganography bắt nguồn từ Hy Lạp và được sử dụng tới ngày nay, nó có nghĩa là tìa liệu được phủ (covered writing). Có nhiều câu chuyện lịch sử xoay quanh kĩ thuật giấu tin được lưu truyền. Có lẽ những ghi chép sớm nhất về kĩ thuật giấu tin thuộc về sử gia Hy Lạp Herodotus. Khi bạo chúa Hi Lạp Histiaeus bị vua Darius bắt giữ ở Susa vào thế kỉ thứ năm trước Công Nguyên, ông ta đã gửi một thông báo bí mật cho con rể của mình là Aristagoras ở Miletus. Histiaeus đã cạo trọc đầu của một nô lệ tin cậy và xăm một thông báo trên da đầu của người nô lệ ấy. Khi tóc của người nô lệ đủ dài người nô lệ ấy được gửi tới Miletus.

Một câu chuyện khác về thời Hi Lạp cổ đại cũng do Herotodus ghi lại. Demeratus, một người Hi Lạp, cần thông báo cho Sparta rằng Xerxes định xâm chiếm Hi Lạp. Để tránh bị phát hiện, anh ta đã bóc lớp sáp ra khỏi các viên thuốc và khắc thông báo lên bề mặt các viên thuốc này, sau đó bọc lại viên thuốc bằng một lớp sáp mới.

Ý tưởng về che giấu thông tin đã có hàng ngàn năm về trước nhưng kỹ thuật này được dùng chủ yếu trong quân đội và trong các cơ quan tình báo. Ngày nay kỹ thuật giấu tin được nghiên cứu để phục vụ các mục đích khác nhau như bảo vệ bản quyền, hay giấu một tin mật về quân sự và kinh tế.

## Khái niệm về kỹ thuật giấu tin

Giấu tin:

- Là nghệ thuật “nhúng” một mẩu tin vào một vật mang tin khác.

Giấu tin số:

- Là kĩ thuật nhúng một lượng thông tin số vào trong

một đối tượng dữ liệu số khác

Mục đích giấu tin:

- Bảo mật cho dữ liệu được đem giấu

- Bảo vệ cho chính đối tượng mang tin giấu

Diagram

Description automatically generated

Hình 1.1 Sơ đồ tổng quan kỹ thuật giấu tin

## Khái niệm về ẩn mã

Ẩn mã học là một nghệ thuật và khoa học của việc truyền thông tin bí mật theo cách không phát hiện ra chính sự tồn tại của thông tin bí mật đó

Đối tượng được dùng để ẩn mã (cover object) gọi là môi trường chứa, vật chứa, vật phủ, vật gốc, …

□ Thường dùng ảnh số, âm thanh số, văn bản, kênh liên lạc số hóa

■ Vật sau khi được ẩn mã gọi là vật mang tin hay vật ẩn mã, … (stego object)

□ Vật phủ và vật ẩn mã có bề ngoài không khác nhau

## Khái niệm về thủy vân số

Thủy vân số là quá trình sử dụng các thông tin (ảnh, chuỗi bít, chuỗi số) nhúng một cách tinh vi vào dữ liệu số (ảnh số, audio, video hay text) nhằm xác định thông tin bản quyền của tác phẩm đó. Mục đích của thủy vân số là bảo vệ bản quyền cho phương tiện dữ liệu số mang thông tin thủy vân.

### So sánh ẩn mã với thủy vân số

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Ẩn mã | Thủy vân số |
| Mục đích | Bảo vệ thông tin | Bảo vệ môi trường giấu tin |
| Dung lượng nhúng | Càng nhiều càng tốt | Đủ để đặc trưng cho bản quyền của chủ sở hữu |
| Độ trong suốt | Phải ẩn | Tùy vào hệ thống |
| Chỉ tiêu quan trọng nhất | Dung lượng nhúng | Tính bền vững |

### Mô hình giấu tin cơ bản

Diagram

Description automatically generated

Hình 1.2 Mô hình giấu tin cơ bản

## Các yếu tố ảnh hưởng tới quá trình giấu tin

Sự thay đổi trên đối tượng chứa

* Là tối thiểu
  + Không thể bị suy biến
  + Đảm bảo chất lượng
  + Nếu là truyền thông mật thì sự thay đổi phải rất
  + nhỏ
  + Không có sự thay đổi về dung lượng

Mức độ tránh các thao tác biến đổi trên đối tượng chứa

* Một số các thao tác trên đối tượng chứa:
  + Văn bản: dịch chuyển từ, chia lại khoảng cách giữa các từ.
  + Ảnh tĩnh: các phép biến đổi affine, nhiễu, các phép biến đổi phi hình học, lọc nhiễu,…
  + Mô hình ba chiều: các phép biến đổi affine, biến đổi hình học, biến đổi phi hình học, sắp xếp lại lưới đa giác,…
  + Âm thanh: lọc nhiễu….

Số lượng dữ liệu nhúng

Shape

Description automatically generated

Hình 1.3 Sử ảnh hưởng của số lượng dữ liệu nhứng tới quá trình giấu tin

Sự khó phát hiện bởi tri giác con người tỉ lệ nghịch với dung lượng nhúng và tính bền vững

# TỔNG QUAN VỀ THỦY VÂN SỐ

## Khái niệm thủy vân số

Kỹ thuật thủy vân trên giấy xuất hiện trong các tác phẩm nghệ thuật làm giấy thủ công cách đây khoảng 700 năm. Loại giấy có thủy vân cổ nhất được tìm thấy vào những năm 1929 và nguyên bản của nó bắt nguồn từ thị trấn Fabriano ở Ý đã đóng góp một vai trò rất lớn đối với sự tiến hóa của công nghiệp sản xuất giấy. Vào thời điểm này, kỹ thuật thủy vân được xem là phương pháp hữu hiệu để xác định nguồn gốc sản phẩm, giúp người dung lựa chọn đúng hãng sản xuất giấy mà mình muốn mua.

Thuật ngữ watermark bắt nguồn từ một loại mực vô hình được viết trên giấy và chỉ hiển thị khi nhúng giấy đó vào nước. Thuật ngữ Thủy vân số được cộng đồng thế giới chấp nhận rộng rãi vào đầu thập niên 1990. Khoảng năm 1995, sự quan tâm đến thủy vân số bắt đầu phát triển nhanh.

**Thủy vân số** *là quá trình sử dụng các thông tin (ảnh, chuỗi bít, chuỗi số) nhúng một cách tinh vi vào dữ liệu số (ảnh số, audio, video hay text) nhằm xác định thông tin bản quyền của tác phẩm đó*. Mục đích của thủy vân số là bảo vệ bản quyền cho phương tiện dữ liệu số mang thông tin thủy vân.

Thao tác đưa thủy vân vào một môi trường số được gọi là thủy vân số. Thủy vân số được xem như là một hình thức ẩn giấu tin. Theo sơ đồ phân loại kỹ thuật giấu tin của A.P. Pentitcolas 1999 theo hai hướng nghiên cứu chính là giấu tin mật và thủy vân số. Có thể xem watermarking là thao tác mà nhúng tin mà trong đó người dùng đầu cuối không cần quan tâm tới thông tin được giấu bên trong đối tượng chứa tin.

Như vậy, Thủy vân số là quá trình nhúng những dữ liệu vào một đối tượng đa phương tiện theo một phương pháp nào đó, để sau đó có thể phát hiện hoặc trích xuất thủy vân cho mục đích xác thực nguồn gốc của sản phẩm. Thủy vân là một phần đặc trưng của thông tin nhúng vào dữ liệu cần bảo vệ. Một yêu cầu quan trọng đối với thủy vân là rất khó để trích xuất hoặc gỡ bỏ được nó từ đối tượng được nhúng thủy vân mà không biết được chìa khóa bí mật.

## Phân loại thủy vân

Diagram

Description automatically generatedThủy vân và kỹ thuật thủy vân tùy theo từng tiêu chí phân loại mà có thể được chia thành nhiều loại khác nhau :

Hình . Phân loại thủy vân

### Phân loại thủy vân theo miền nhúng:

Một trong những tiêu chí để phân loại là “miền nhúng ” là nơi chứa thủy vân. Ví dụ, thủy vân có thể được thực hiện trong “miền không gian”. Một khả năng khác là thủy vân trong miền tần số.

### Phân loại theo đối tượng được nhúng thủy vân :

Kỹ thuật thủy vân có thể được phân loại theo đối tượng đa phương tiện cần nhúng thủy vân như sau:

+ Thủy vân trên ảnh

+ Thủy vân trên video

+ Thủy vân trên âm thanh

+ Thủy vân trên văn bản

### Phân loại thủy vân theo cảm nhận của con người

Tùy theo cảm nhận của con người, thủy vân có thể được chia ba loại khác nhau

+ Thủy vân hiện: hiển thị cho người xem thông tin về sản phẩm dưới dạng các hình mờ.

+ Thủy vân ẩn bền vững: được nhúng bằng cách thay đổi trên điểm ảnh sao cho hệ thống cảm giác của con người không thể nhận thấy và phải chịu được các thông tác xử lý tín hiệu thông thường “tấn công” và nó chỉ có thể được phục hồi với cơ chế giải mã thích hợp mà thôi. Xét theo tính bí mật của thủy vân bền vững được phân loại nhỏ hơn như sau :

*-Lược đồ “thủy vân” bí mật* : Cần tới ảnh gốc để trích xuất thủy vân. Có 2 loại lược đồ thủy vân bí mật :

Loại 1: yêu cầu cả ảnh bị biến đổi và ảnh gốc khi trích xuất thủy vân. Ảnh gốc được sử dụng để tìm kiếm vị trí thủy vân trong bức ảnh bị biển đối.

Loại 2: trong đó yêu cầu một bản sao của thủy vân trong quá trình trích xuất và kiểm tra mới có thể biết được thủy vân tcos ở trong bức ảnh cần kiểm tra hay không

Trong hai loại trên khi trích xuất thủy vân cần đòi hỏi có chìa khóa bí mật. Đối với loại thứ nhất thì chìa khóa bí mật ở đây là ảnh gốc, còn đối với loại chìa khóa thứ 2 thì chìa khóa bí mật là dữ liệu bí mật được sử dụng để nhúng vào bức ảnh (hay nói cách khác là thủy vân )

**Lược đồ thủy vân nửa bí mật**

Không sử dụng ảnh gốc trong quá trình xác định thủy vân. Tuy nhiên, lược đồ này chỉ đưa ra thông tin có sự hiện diện của thủy vân hay không .

**Lược đồ thủy vân mù**

Trong lược đồ này, không yêu cầu ảnh gốc lẫn thủy vân được nhúng trong quá trình trích thủy vân

**Lược đồ thủy vân khóa công khai**

Còn được gọi là thủy vân bất đối xứng. Trong lược đồ này, chìa khóa để tìm kiếm và trích xuất thủy vân được công khai với mọi người trái ngược với thủy vân bí mật chìa khóa để tìm kiếm và trích xuất thủy vân là chìa khóa bí mật. Biết được khóa công khai “khó ” mà tính được khóa bí mật và khóa bí mật được sử dụng để nhúng và loại bỏ thủy vân.

## Mô hình thủy vân số

### . Tạo thủy vân số

Thủy vân có thể là một hình ảnh dạng logo hay văn bản với độ dài cho trước. Thủy vân dạng hình ảnh có khả năng chống chịu trước các phép xử lý ảnh tốt hơn nhiều só với dạng thủy vân dạng ký tự. Thủy vân có thể được biến đổi (bằng mã hóa, chuyển đổi định dạng), trước khi giấu vào ảnh. Các thuật toán nhúng thủy vân dạng logo được gọi là thuật toán thủy vân hợp nhất ảnh. Thủy vân dạng ảnh có lợi ích là dễ dàng nhận biết về mặt trực giác và đưa ra một chứng minh đúng đắn về quyền sở hữu ảnh. Bình thường sẽ có một khóa bí mật K dùng để tang tính bảo mật cho dữ liệu được nhúng. Do tính bền vững được đảm bảo hơn nên thủy vân dạng ảnh được sử dụng nhiều hơn.

Để tăng thêm tính an toàn và dung lượng thì thủy vân trước khi nhúng vào ảnh mang có thể được mã hóa hay nén lại. Theo cơ chế này, đầu tiên thủy vân số sẽ được nén lại để lượng dữ liệu thủy vân có thể tăng lên, sau đó được mã hóa để tăng tính bảo mật cho thông tin trước khi được giấu vào ảnh mang. Tuy nhiên, giải pháp này làm tăng độ phức tạp của bài toán về phát hiện thủy vân.

### Quy trình nhúng thủy vân

Giai đoạn này gồm thông tin khóa thủy vân, thủy vân, dữ liệu chứa và bộ nhúng thủy vân. Dữ liệu chứa bao gồm các đối tượng như văn bản, audio, video, ảnh…. dạng số, được dùng làm môi trường để giấu tin.

Bộ nhúng thủy vân là chương trình được cài đặt những thuật toán thủy vân và được thực hiện với một khóa bí mật

Thủy vân sẽ được nhúng vào trong dữ liệu chứa nhờ một bộ nhúng thủy vân. Kết quả quá trình này là được dữ liệu chứa đã nhúng thủy vân được gọi là dữ liệu có bản quyền và phân phối trên các môi trường khác nhau. Trên đường phân phối có nhiễu và sự tấn công từ bên ngoài. Do đó, yêu cầu các kỹ thuật thủy vân số phải bền vững với cả nhiễu và sự tấn công trên.

Diagram

Description automatically generated

Hình 2.2. Quy trình nhúng thủy vân.

Hình 2.2 trình bày và giải thích quá trình nhúng thủy vân cho ảnh tĩnh. Trong đó, Ảnh gốc được kí hiệu bằng I, “thủy vân” được kí hiệu bở W, hình ảnh chứa “thủy vân” là I w và K là khóa nhúng. Hàm nhúng EMB có đầu vào là ảnh gốc I, “thủy vân” W và khóa K và tạo ra một ảnh mới có chứa thủy vân mới thể hiện bằng Iw.

Khóa nhúng K là thực sự cần thiết cho việc nâng cao khả năng bảo mật của hệ thống “thủy vân”. Trước quá trình nhúng, hình ảnh gốc có thể được chuyển đổi sang miền tần số hoặc nhúng có thể được thực hiện biến đổi sang miền không gian. Miền được chọn phụ thuộc vào việc lựa chọn kỹ thuật “thủy vân”. Nếu quá trình nhúng được thực hiện trong miền tần số, biến đổi nghịch đảo được áp dụng để thu được hình ảnh chứa “thủy vân”. Biểu thức toán học cho hàm nhúng có thể được thể hiện như sau :

Đối với kỹ thuật biến đổi theo miền không gian :

**Emb (I, W, K) = I w**

Đối với kỹ thuật biến đổi theo miền tần số :

**Emb (f, W, K) = I w**

Trong đó f là vecto hệ số cho phép biến đổi.

### Trích xuất và tìm kiếm thủy vân

Quá trình tách thủy vân được thực hiện thông qua một bộ tách thủy vân tương ứng với bộ nhúng thủy vân cùng với khóa của quá trình nhúng. kết quả thu được là một thủy vân. thủy vân thu được có thể giống với thủy vân ban đầu hoặc sai khác do nhiễu và sự tấn công trên đường đi .

Diagram

Description automatically generated

Hình 2.3. Quy trình trích xuất và tìm kiếm thủy vân.

Hình 2.3 trình bày và giải thích quy trình trích xuất và tìm kiếm thủy vân ở trong ảnh tĩnh. Một hàm phát hiện D tc có đầu vào là hình ảnh I r có chức năng xác định quyền sở hữu sản phẩm. Các hình ảnh I r có thể chứa thủy vân hoặc không chứa thủy vân. Trong trường hợp tổng quát, hình ảnh có thể bị biến đổi. Hàm phát hiện có khả năng khôi phục thủy vân We từ bức ảnh hoặc kiểm tra sự hiện diện của thủy vân W trong bức ảnh đã cho I r hay không. Trong quá trình này hình ảnh gốc I cũng có thể yêu cầu, phụ thuộc vào lược đồ thủy vân được lựa chọn.

Biểu thức toán học cho thủ tục trích xuất mù (trích xuất không sử dụng ảnh gốc I) cụ thể như sau :

**Dtc (Ir ,K) = W**

Biểu thức toán học cho thủ tục trích xuất không mù (trích xuất có sử dụng ảnh gốc I) cụ thể như sau :

**Dtc (Ir ,I, K) = We**

Thuật toán phát hiện thủy vân mù có đầu ra là một giá trị nhi phân cho biết có sự hiện diện của thủy vân hay không. Bởi vậy, có thể giả sử:

1 Nếu có thủy vân

**Dtc (Ir ,K)**

0 Nếu không có thủy vân

Trong lược đồ tách thủy vân phải được trích xuất một cách chính xác, nguyên mẫu. Lược đồ trích xuất thủy vân có thể chúng mưng được quyền sở hữu, trong khi lược đồ phát hiện thủy vân có thể xác nhận có sự hiện diện của thủy vân hay không.

## Các ứng dụng của thủy vân

### Bảo vệ bản quyền ảnh số

Mặc dù đã có nhiều quy định về bảo vệ bản quyền và đã có những chuyển biến tích cự trong việc thực thi quyền tác giả, nhưng vẫn chưa đủ. Nhưng hành động xâm phạm bản quyền tác giả diễn ra tràn lan, tinh vi và công khai trước sự bất lực của chủ sở hữu. Đặc biệt với dữ liệu số như ảnh số với nhiều định dạng thì vấn đề bảo vệ bản quyền trở nên khó khăn hơn.

Trong việc mua bán và trao đổi các tác phẩm số này nảy sinh các vấn đề cụ thể như sau:

* Vấn đề thứ 1 là phải bảo đảm quyền tác giả.: Để bảo vệ được bản quyền của người sở hữu ảnh số thì ảnh số đó phải có những thông tin đặc biệt chứng minh nó là thuộc quyền sở hữu của minh.
* Vấn đề thứ 2 là đảm bảo thông tin sẵn sang cho người dùng hợp pháp và chống phân phối bất hợp pháp nội dung tác phẩm: mua bán,…
* Vấn đề thứ 3 lần vết thông tin phát hiện người phân phối sản phậm bất hợp pháp: khi vấn đề về vi phạm bản quyền xảy ra hoặc khi chủ sở hữu sản phẩm số nghi ngờ là có bản sao sản phẩm không hợp lệ.

Đây là ứng dụng cơ bản nhất của kỹ thuật thủy vân. Trong thực tế , nhiều tác phẩm đã có tác quyền nhưng vẫn bị sử dụng sai mục đích. Các thông báo tác quyền này thường được đặt ở một vị trí nào đó trên tác phẩm phân phối.

Do các dấu thủy vân có thể vừa không thể nhìn thấy vừa không thể tách rời tác phẩm chứa nó nên sẽ là giải pháp tốt nhất cho việc bảo vệ bản quyền tác giả. Dấu thủy vân (một thông tin nào đó mang ý nghĩa quyền sở hữu tác giả) sẽ được nhúng vào trong các sản phẩm, dấu thủy vân đó chỉ người chủ sở hữu hợp pháp các sản phẩm đó và được dùng làm minh chứng cho bản quyền sản phẩm.

### Xác thực thông tin và phát hiện xuyên tạc thông tin

Dấu thủy vân không chỉ được dùng để chỉ ra thông tin bản quyền tác giả mà còn được dùng để xác thực thông tin và phát hiện ra xuyên tạc thông tin. Dấu thủy vân sẽ được nhúng trong một tác phẩm sau đó được lấy ra và so sánh với dấu thủy vân ban đầu. Nếu có sự sai lệch chứng tỏ tác phẩm gốc đã bị tấn công và xuyên tạc. Các thủy vân nên được ẩn để tránh sự tò mò của đối phương, hơn nữa việc làm giả các thủy vân hợp lệ hay xuyên tạc thông tin nguồn cũng cần xét đến. Trong các ứng dụng thực tế, người ta mong muốn tìm được vị trí bị xuyên tạc cũng như phân biệt được các thay đổi (ví dụ như phân biệt một đối tượng đa phương tiện chứa thông tin giấu bị thay đổi, xuyên tạc nội dung hay chỉ bị nén mất dữ liệu). Yêu cầu chung đối với ứng dụng này la khả năng giấu thông tin cao và thủy vân không bền vững.

### Dấu vân tay hay dán nhãn

Thủy vân trong những ứng dụng này được sử dụng để nhận diện người gửi hay người nhận một thông tin nào đó. Ví dụ các vân khác nhau sẽ được nhúng vào các bản copy khác nhau của thông tin gốc trước khi chuyển cho nhiều người.. Những ứng dụng này, yêu cầu là đảm bảo độ an toàn cao cho các thủy vân, tránh khả năng xóa dấu vết trong khi phân phối.

Điều khiển truy nhập**:** các thiết bị phát hiện thủy vân (ở đây sử dụng phương pháp phát hiện thủy vân đã giấu mà không cần thông tin gốc) được gắn sẵn vào trong các hệ thống đọc ghi, tùy thuộc vào việc có thủy vân hay không để điều khiển (cho phép/ cấm) truy cập. Ví dụ hệ thống quản lý sao chép DVD được ứng dụng ở

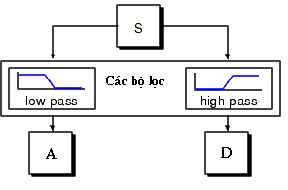
# THUẬT TOÁN THỦY VÂN DỰA TRÊN BIẾN ĐỔI DWT VÀ HÀM DỊCH CHUYỂN ĐIỂM ẢNH

## Biến đổi sóng nhỏ rời rạc (Discrete Wavelet Transform-DWT)

Đây là phép biến đổi mới nhất được áp dụng cho ảnh số. Ý tưởng của DWT cho tín hiệu một chiều như sau:

Tín hiệu được chia thành 2 phần, phần tần số cao và phần tần số thấp.Đối với nhiều tín hiệu, phần nội dung có tần số thấp chứa những thông tin quan trọng nhất - những đặc tính nhận dạng.Trái lại, phần nội dung có tần số cao chỉ mang sắc thái của tín hiệu.Bởi vậy, trong biến đổi sóng nhỏ, người ta thường nói về các phần gần đúng (approximations) và các phần tiểu tiết (details) của tín hiệu.Phần gần đúng là những thành phần có tỷ lệ cao (high-scale) nhưng có tần số thấp của tín hiệu.Phần tiểu tiết là những thành phần có tỷ lệ thấp nhưng có tần số cao của tín hiệu.

Để tách một tín hiệu thành hai phần như trên, người ta dùng hai bộ lọc bù nhau. Bộ lọc thứ nhất gọi là low-pass filter chỉ cho phép các thành phần có tần số thấp đi qua. Bộ lọc thứ hai gọi là high-pass filter chỉ cho phép các thành phần có tần số cao đi qua. Quá trình lọc ở mức cơ bản nhất có dạng như sau:



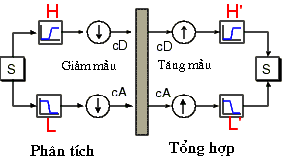
Hình 3.1 Lọc theo tần số thấp và cao

Tín hiệu gốc S qua hai phép lọc được phân tích thành hai tín hiệu, A và D. Có một điều cần lưu ý là, nếu chúng ta thực hiện quá trình này trên một tín hiệu số thực sự thì sẽ thu được một số lượng dữ liệu gấp đôi số lượng ban đầu. Ví dụ, giả sử tín hiệu gốc S gồm 1000 mẫu dữ liệu thì mỗi tín hiệu được lọc ra cũng sẽ gồm 1000 mẫu. Tổng cộng sẽ có 2000 mẫu. Nhưng để đảm bảo có thể tổng hợp lại tín hiệu ban đầu, chúng ta thực sự chỉ cần sử dụng một nửa số tín hiệu được lọc. Do đó, nên có một qui trình giảm bớt một nửa số mẫu của A và D. Qui trình này được gọi là *dowsampling*. Sau khi giảm đi một nửa, chúng ta sẽ có hai tín hiệu tương ứng là cA và cD.Các dữ liệu của cA và cD được gọi là các *hệ số sóng nhỏ*.

Toàn bộ hai quá trình trên đây, *lọc* và *cắt giảm mẫu* được gọi là *phân tích* các tín hiệu hoặc *biến đổi sóng nhỏ rời rạc* (DWT). Đó là quá trình xuôi, còn ngược lại phải làm như thế nào để có thể lắp ghép các tín hiệu thu được thành tín hiệu gốc mà không bị mất thông tin. Quá trình này được gọi là *tổng hợp* các tín hiệu hoặc *biến đổi sóng nhỏ rời rạc ngược* (IDWT).

Để tổng hợp tín hiệu, người ta sẽ tăng số mẫu lên gấp đôi, được gọi là *upsampling* và sau đó lọc ngược trở lại. Các bộ lọc phân tích (L và H) và các bộ lọc tổng hợp (L’ và H’) cần phải được chọn lựa để thoả mãn một số điều kiện đảm bảo cho quá trình phân tích và tổng hợp là đồng nhất.Các bộ lọc này được gọi là đối xứng gương trực giao (quadrature mirror filters).

Quá trình phân tích và tổng hợp một tín hiệu có thể được mô tả qua hình vẽ dưới đây:



Hình 3.2 Quá trình phân tích và tổng hợp tín hiệu

Trên đây chúng ta mới nói đến quá trình phân tích các tín hiệu thành hai tín hiệu xấp xỉ và chi tiết.Quá trình này được gọi là phân tích một mức.Có thể lặp lại quá trình này bằng cách tiếp tục phân tích tín hiệu xấp xỉ thành hai tín hiệu ở giải tần thấp hơn.Từ đây xuất hiện một khái niệm được gọi là phân tích nhiều mức.

Về mặt lý thuyết, quá trình này có thể lặp lại vô hạn.Tuy nhiên, trong thực tế, việc phân tích chỉ có thể tiếp diễn cho đến khi phần chi tiết chỉ còn một mẫu hay một điểm.Việc lựa chọn số mức phân tích hoàn toàn phụ thuộc vào bản chất của tín hiệu.

Tương tự như các tín hiệu một chiều, các tín hiệu hai chiều (tức là các bức ảnh) cũng có thể được phân tích tương tự bằng DWT nhưng theo cả hai chiều dọc và ngang. Một bộ lọc tần số thấp và một bộ lọc tần số cao sẽ được sử dụng kết hợp để lọc các tín hiệu. Đầu tiên, ảnh gốc sẽ được lọc thấp theo chiều dọc. Sau đó, nếu lọc lại bằng chính bộ lọc này theo chiều ngang ta sẽ có băng LL và nếu lọc lại bằng bộ lọc cao ta sẽ có băng LH. Tiếp theo, ảnh gốc sẽ được lọc cao theo chiều dọc và sau đó sẽ được lọc lại theo chiều ngang bằng lọc thấp để có băng HL và bằng lọc cao để có băng HH.

Quá trình trên lại có thể tiếp tục đối với băng LL để tạo ra phép biến đổi DWT hai mức như minh hoạ trong hình dưới đây:

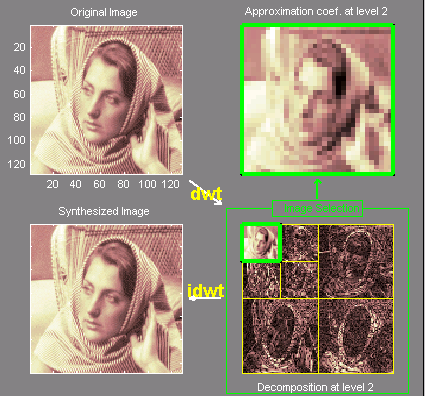
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| LL2 | HL2 | HL1 |
| LH2 | HH2 |
| LH1 | | HH1 |

Hình . *Phân tích DWT hai mức*

Quá trình tổng hợp ảnh gốc từ các bức ảnh xấp xỉ và chi tiết cũng được làm tương tự như tổng hợp tín hiệu một chiều.Quá trình này bao gồm hai phần, đầu tiên là tăng mẫu và sau đó lọc tổng hợp.Nếu ảnh được phân tích thành nhiều mức thì sẽ tổng hợp từ mức cao lên mức thấp hơn.

Đến đây chúng ta đã có thể thấy ứng dụng của DWT trong thuỷ vân số ở chỗ nào. Hầu hết các lược đồ thuỷ vân đều tìm cách thay đổi các hệ số của một hoặc một số trong bốn băng tần để nhúng thuỷ vân trước khi tổng hợp.

Qua những trình bày trên đây, chúng ta thấy phân tích và tổng hợp tín hiệu bằng DWT bao gồm nhiều công đoạn và đòi hỏi rất nhiều tính toán phức tạp. Nhưng cũng rất may cho các nhà nghiên cứu trong lĩnh vực nén và thuỷ vân ảnh là tất cả những phức tạp này đã được MATLAB giải quyết giúp. MATLAB cho phép thực hiện các biến đổi DWT bằng một họ các hàm sóng nhỏ bao gồm hàm Harr, các hàm Daubechies và các biorthogonal.Ngoài ra, MATLAB còn giúp kiểm tra rất nhanh và chính xác các thực nghiệm về độ bền vững và chất lượng của thuỷ vân trên ảnh.Hình 10 dưới đây là mô tả công cụ phân tích và tổng hợp DWT của MATLAB.



Hình . *Công cụ phân tích và tổng hợp DWT của MATLAB*

Biến đổi sóng có rất nhiều lợi thế so với các biến đổi khác, đó chính là:

* + Biến đổi sóng nhỏ là một mô tả đa độ phân giải của ảnh. Quá trình giải mã có thể được xử lý tuần tự từ độ phân giải thấp cho đến độ phân giải cao.
  + Biến đổi DWT gần gũi với hệ thống thị giác người hơn biến đổi DCT. Vì vậy, có thể nén với tỉ lệ cao bằng DWT mà sự biến đổi ảnh khó nhận thấy hơn nếu dùng DCT với tỉ lệ tương tự.

## Chức năng di chuyển pixel PMF

Chức năng di chuyển pixel (PMF) được triển khai bằng cách dịch chuyển một pixel trong cả hai cột lẻ và dòng lẻ của ma trận cho mỗi phép lặp

Sự dịch chuyển dọc của các cột lẻ (Hình 2) được xác định bởi phương trình (1).

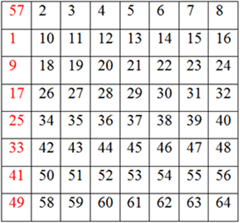
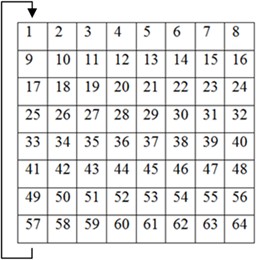
(1)

Khi i = 1,2,…n và j là các số lẻ từ 1 đến n

Sự dịch chuyển trái của các dòng lẻ (Hình 3) được dịch chuyển trái bởi các phương trình (2)

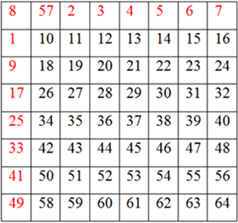
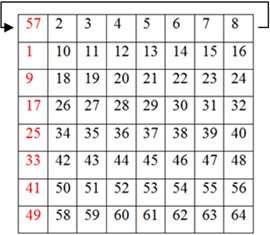
(2)

Khi j = 1,2,…N và i là các số lẻ từ 1 đến N



Hình . Dịch trái một pixel cho i=1

.



Hình . Dịch chuyển dọc của một pixel cho j=1

## Chức năng di chuyển pixel nghịch đảo IPMF

Bước này xác định thao tác quay lại trạng thái ban đầu sử dụng dịch chuyển ngược chiều trên các dòng và cột lẻ như trong công thức (3) và (4).

(3)

Khi j = 1,2,…n và i là các số lẻ từ 1 đến n

(4)

Khi i = 1,2,…N và j là các số lẻ từ 1 đến n

## Chức năng chuyển TF

Hàm truyền có thể được tính toán thông qua hàm phản hồi tần số (frequency response function) của hệ thống. Hàm phản hồi tần số là biểu diễn của hệ thống về mặt tần số và chỉ ra độ tương đương của tín hiệu đầu vào và đầu ra tại từng tần số khác nhau.

Hàm truyền có thể được sử dụng để mô tả các tính chất của hệ thống, bao gồm các tính chất như băng thông, độ nhạy, độ lọc, và độ chính xác của hệ thống. Nó cũng có thể được sử dụng để thiết kế các bộ lọc và các hệ thống xử lý tín hiệu khác.

Trong xử lý tín hiệu số và hình ảnh, hàm truyền có thể được sử dụng để lọc tín hiệu hoặc ảnh, loại bỏ các thành phần không mong muốn và giữ lại các thành phần tín hiệu quan trọng. Các kỹ thuật xử lý tín hiệu và hình ảnh thông dụng như lọc thông thấp, lọc thông cao, lọc thông dải, hay tăng cường độ tương phản dựa trên hàm truyền.

## Thuật toán đề xuất

Thuật toán này được đặc trưng bằng cách nhúng hình mờ trong băng con LL1 sau khi áp dụng TF và được thông qua bởi chức năng mới PMF . Sơ đồ trong Hình 5 và 6 giải thích từng bước các thuật toán chèn và trích xuất.

Diagram, schematic

Description automatically generated

Hình . Quá trình nhúng thủy vân

### Quá trình nhúng

Diagram

Description automatically generatedCác bước khác nhau của thuật toán thủy vân đã phát triển được trình bày dưới đây:

Hình . Quá trình trích xuất thủy vân

Lấy ảnh gốccó kích thước 512 × 512 pixel, áp dụng phép biến đổi wavelet rời rạc hai cấp để lấy {LL1,HL1,LH1,HH1,HL,LH,HH}, băng con *LL*1

được chọn để nhúng hình mờ, sau đó áp dụng hàm truyền TF cho *LL*1 băng con như sau*: H=TF(LL1)*, sau bước này, nhãn hiệu được nhúng theo phương pháp sau:

* Chia thành phần H thành các khối con *Bh* có kích thước 8×8 pixels, sau đó chèn hình mờ *w* có kích thước 72 × 70 pixel được chia thành các khối con *Bw*, trong đó mỗi cái chứa 20 pixel.
* Tính toán và sắp xếp giá trị trung bình của mỗi khối con *Bw* trong một vectơ có tên *M*.
* Chuyển đổi số thập phân thành số nhị phân trong vectơ trung bình *M*.
* Đếm các bit bằng 1 trong mỗi số nhị phân và chọn bit 1 bên cạnh bit MSB.
* Vị trí của bit này xác định số lần lặp *N*.
* Thực hiện chuyển động của pixel bằng PMF của các khối phụ *Bh* vì *N* lặp lại (mỗi khối có *N* lần lặp khác với các lần lặp khác), sau đó nhúng hình ảnh thủy vân vào vị trí chính của mỗi khối thành phần *H* bằng một khóa *k*; khóa k được tính như đã cho trong phương trình dưới
* Đối với mỗi tiểu khối *Bh*, hình mờ được chèn như sau:
* Sau khi chèn hình mờ, chức năng di chuyển pixel nghịch đảo được áp dụng cho từng khối con của
* Xậy dựng lại một khối con Bh để khôi phục trạng thái ban đầu của pixel để có được thành phần hình mờ Hw sau đó áp dụng chuyển đổi nghịch đảo chức năng để có Hw như sau:
* Cuối cùng áp dụng biến đổi wavelet rời rạc nghịch đảo hai cấp trên các thành phần {LL1w, HL1, LH1, HH1, HL, LH, HH} để tìm hình mờ Iw

### Quá trình trích xuất

Quá trình trích xuất thủy vân được xác định theo bước sau:

* Đầu tiên, lấy hình ảnh thử nghiệm**I**có kích thước 512 × 512 pixel và hình ảnh được nhúng hình mờ **Iw** có kích thước 512 × 512 pixel.
* Áp dụng biến đổi wavelet rời rạc của hai (mức) cho hình ảnh gốc và hình mờ để thu được {LL1,HL1,LH1,HH1,HL,LH,HH} và {LL1w,HL1,LH1,HH1,HL,LH,HH} tương ứng .
* Chọn các thành phần LL1 và LL1w để trích xuất thủy vân
* Áp dụng chức năng chuyển *TF* đến LL1 và LL1w để có được *H* = *TF*(*LL*1) và *Hw* = *TF*(*LL*1w).
* Thực hiện các chuyển động của khối con *B̂h* thành phần *H* và khối con *B̂Hw* thành phần từ Hw từ N lặp lại , bằng chức năng di chuyển pixel PMF
* Trích xuất hình mờ vào vị trí chính của mỗi khối con của thành phần *H*ˆ*w* bởi khóa k có trong phương trình dưới
* Cuối cùng là xây dựng lại các khối con để có được hình ảnh thủy vân được trích xuất

KẾT LUẬN

Trên đây nhóm chúng em đã trình bày một phương pháp thủy vân , nó dựa trên biến đổi DWT và chuyển động của pixel trong mỗi khối con. Hình mờ được nhúng sau khi các pixel di chuyển vào khối con trong nhiều lần lặp N, lần cuối cùng này được lấy từ giá trị trung bình của các khối con hình ảnh hình mờ, nó được sử dụng để tính toán khóa *k* và nó vị trí khối con. Về mặt bảo mật, sẽ không thể phát hiện thủy vân nếu không biết số lần lặp N và khóa *k.*

TÀI LIỆU THAM KHẢO