

Thuật toán đánh dấu hình ảnh mới dựa trên Chức năng di chuyển DWT và Pixel PMF

Razika Souadek và Naceur-Eddine Boukezzoula

Khoa Điện tử, Đại học Setif 1, Cộng hòa An-giê-ri

Tóm tắt: Trong bài báo này, chúng tôi đề xuất một thuật toán mới về thủy văn ảnh dựa trên Biến đổi Wavelet rời rạc (DWT) bao gồm chức năng di chuyển pixel. Thuật toán được đề xuất sử dụng DWT ở hai cấp độ để thu gọn năng lượng cao hơn trong thành phần LL1 và Hàm độ nhảy tương phản (CSF) để cải thiện khả năng tàng hình và độ bền, Chức năng chuyển động điểm ảnh (PMF) mới được áp dụng để tăng các thuộc tính bảo mật. Chức năng di chuyển pixel (PMF) là một chức năng của N lần lặp bên trong mỗi khối, chức năng này yêu cầu một khóa K có thể thay đổi được tính trong mỗi lần lặp N cho vị trí của mỗi khối. Các thí nghiệm số được thực hiện để chứng minh rằng phương pháp được đề xuất có thể cải thiện chất lượng thủy văn về tính không thể nhận thấy của thủy văn, khả năng chèn và độ bền chống lại các cuộc tấn công khác nhau như nén của Nhóm chuyên gia chụp ảnh chung (JPEG), bổ sung tiếng ồn và các cuộc tấn công hình học.

Từ khóa: Biến đổi wavelet, thủy văn ảnh, đánh giá chất lượng ảnh.

Nhận ngày 8 tháng 6 năm 2016; chấp nhận ngày 7 tháng 5
năm 2018 <https://doi.org/10.34028/iajit/17/1/1>

1. Giới thiệu

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 văn chiếm ưu thế.

Trong kỹ thuật tiêu chuẩn, ảnh thủy văn đề cập đến việc thêm một số pixel cố định vào pixel ảnh gốc, những pixel này tạo thành ảnh thủy văn, ảnh thu được là ảnh thủy văn [6, 5, 14, 22]. Tuy nhiên, trong quá trình trích xuất, thủy văn có thể được phát hiện thông qua ảnh gốc và thủy văn được bảo vệ sau cùng.

Mục tiêu chính của hình ảnh thủy văn là bảo vệ ảnh bìa thông qua thủy văn, và do đó dẫn đến không thể phát hiện và không thể xóa thông qua các cuộc tấn công có chủ ý hoặc không chủ ý [5].

Các nhà nghiên cứu xác định hai lĩnh vực thủy văn bao gồm thao tác chèn; một miền không gian dựa trên việc nhúng các pixel của ảnh bìa sau khi thay đổi cường độ và giá trị màu, ví dụ như chèn vào Bit quan trọng cuối cùng (LSB) của hình ảnh để có được chất lượng hình ảnh tốt. Tuy nhiên, kỹ thuật này không mạnh mẽ trước các cuộc tấn công khác nhau như nhiễu, lọc

và hình học bởi vì sau các cuộc tấn công, LSB chuyển sang 0 theo [17].

Việc chèn vào miền tần số đã tạo ra một sơ đồ thủy văn rất mạnh mẽ chống lại hầu hết các cuộc tấn công, bởi vì nó sử dụng nhiều phép biến đổi thuận nghịch khác nhau như Biến đổi Cosine rời rạc (DCT) [10, 19, 21], Biến đổi Wavelet rời rạc (DWT) [4, 9, 16] và Biến đổi Fourier rời rạc (DFT) [13]. Trong quá trình này, sau khi tính toán các hệ số biến đổi, thủy văn được nhúng vào các hệ số trọng số yếu, phép biến đổi ngược lại là cần thiết để thu được ảnh thủy văn [18]. Ngoài ra, kỹ thuật toán học như Singular Value Decomposition (SVD) nổi tiếng trong hình ảnh thủy văn, vì lợi thế về khả năng tàng hình và độ bền của hệ thống trước các cuộc tấn công khác nhau [8].

Gần đây, các nhà nghiên cứu đã kết hợp hai biến đổi trong một thuật toán đặt tên là hệ thống lai như DCT-DWT [1], DWT-SVD [2, 7, 15] và DCT SVD [3]; hệ thống hybrid đã bổ sung thêm tính bảo mật, độ bền và khả năng tàng hình.

Trong [12] nhóm tác giả đã đề xuất thuật toán đánh dấu ảnh thủy văn dựa trên phân rã tam giác trên và dư ới xoay một phần (PPLU) và tiến hóa vi phân (DE) sử dụng phép biến đổi DWT.

PPLU chỉ liên quan đến ma trận tam giác dư ới và trên của hình ảnh thủy văn, ma trận hoán vị P_w được sử dụng làm khóa bí mật. Kỹ thuật SVD được sử dụng để tính toán w thể hiện phép nhân của U_{wk} và S_{wk} và w

được thêm vào các giá trị số ít của các thành phần LL và HH để thu được Sp_k và Sp_k tương ứng, sau đó cũng lấy thủy văn

hình ảnh. Phương pháp này mạnh mẽ chống lại nhiều cuộc tấn công như hình học, lọc và nhiễu. Lưu ý rằng, hai hình ảnh thủy vân nhúng đã nâng cao độ bền của hệ thống. Phương pháp được đề xuất trong [20] đã khẳng định tính mạnh mẽ bằng cách nhúng hai hình ảnh thủy vân vào các khối khác nhau và đã bảo toàn chất lượng hình ảnh của hình ảnh thủy vân bằng cách sử dụng ma trận Slant Let Transform (SLT) trước khi nhúng thủy vân.

Trong bài báo này, chúng tôi trình bày thuật toán tạo thủy vân dựa trên hàm dịch chuyển pixel áp dụng trước khi chèn thủy vân, nguyên lý của phương pháp này là thay đổi vị trí các pixel của khối ảnh gốc để đảm bảo an toàn nên hacker không thể trích xuất thủy vân. Hơn nữa, việc bổ sung hàm truyền, một Hàm độ nhạy tương ứng phần đã sửa đổi để đánh giá chất lượng suy giảm hình ảnh sau khi nhúng hình mờ cho phép củng cố thuật toán chống lại các cuộc tấn công khác nhau.

Bài viết này được tổ chức trong năm phần. Sau khi giới thiệu bài toán, chúng tôi trình bày phép biến đổi và các công cụ trong phần hai, thuật toán watermarking được trình bày chi tiết trong phần ba. Kết quả và thảo luận được đưa ra trong phần bốn, và kết thúc bằng phần kết luận và quan điểm.

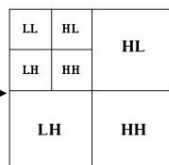
2. Chuyển đổi tên miền và công cụ

2.1. Biến đổi wavelet rời rạc

Hầu hết các nhà nghiên cứu thích sử dụng biến đổi wavelet rời rạc vì ảnh hưởng tích cực của chúng đối với chất lượng hình ảnh và vì nhiều đặc điểm thú vị. DWT sử dụng ngân hàng bộ lọc để phân tách hình ảnh đầu vào thành bốn dải con; Băng con LL, HL, LH và The LL là kết quả của quá trình lọc thông thấp của miền thời gian, nó chứa thông tin ảnh bìa chính. Trong khi đó, thành phần băng tần HHsub là kết quả của quá trình lọc thông cao trong miền thời gian, nó chứa tần số cao dọc theo các đường chéo. HL và LH của ảnh là kết quả của quá trình lọc thông thấp và lọc thông cao theo chiều dọc hoặc ngang theo một hướng, hai dải con cuối cùng này thể hiện các chi tiết của ảnh [2] (Hình 1). Ta có thể áp dụng DWT nhiều lần cho nhiều mức cho cùng một ảnh để khai thác được nhiều hơn các đặc tính tần số của ảnh.



a) Ảnh gốc Lena.



b) Biến đổi wavelet rời rạc hai mức.

Hình 1. Biến đổi wavelet rời rạc (DWT).

2.2. 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 N lần lặp.

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

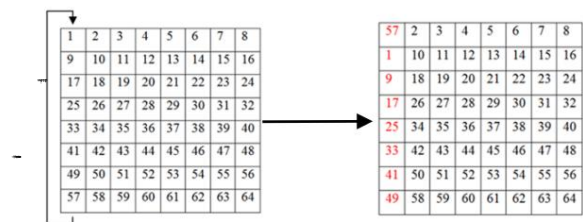
$$1_i y_{fjyij}^{-}(1,) \quad (1)$$

Trong đó $j=1, 2, \dots, n$ và j là các số lẻ từ 1 đến n .

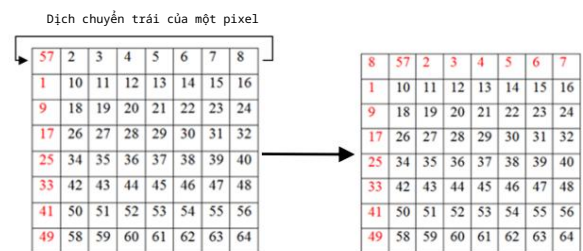
Sự dịch chuyển trái của các dòng lẻ (Hình 3) được xác định bởi phương trình (2).

$$1), (x_{ij})_{ij} \quad (2)$$

Trong đó $j=1, 2, \dots, n$ và i là các số lẻ từ 1 đến n .



Hình 2. Dịch chuyển dọc của một pixel cho $j=1$.



Hình 3. Dịch trái một pixel cho $i=1$.

2.3. 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).

$$X_i X(1, i) j_{ij} \quad (3)$$

Trong đó $j=1, 2, \dots, n$ và i là số lẻ từ 1 đến n .

$$T_1 y_{fjyij}^{-}(1,) \quad (4)$$

Trong đó $i=1, 2, \dots, n$ và j là các số lẻ từ 1 đến n .

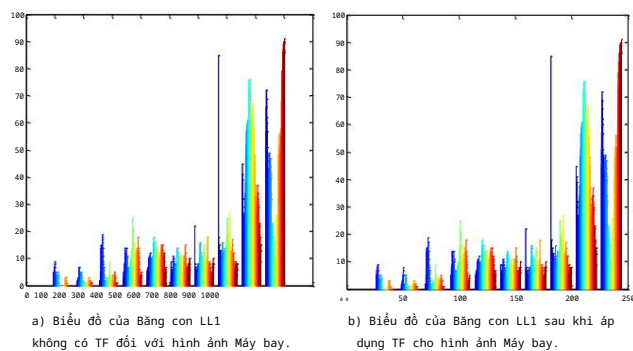
2.4. Chức năng chuyển TF

Hàm truyền (TF) có nguồn gốc từ Hàm độ nhạy tương ứng phần của hệ thống thị giác con người (HVS) [11]. Hàm truyền đang áp dụng băng con LL1 như được đưa ra trong Công thức (5), hàm mũ tuyến tính làm giảm giá trị của các pixel trong các thành phần LL1, vì lý do này, hình mờ được trích xuất không thực sự bị ảnh hưởng bởi các cuộc tấn công khác nhau, vì vậy chúng tôi có thể nhận được kết quả tốt hơn cho thủy vân. Hàm truyền được xác định bởi phương trình (5).

$$H_{TF} L_L \text{ pbc } (L_e 1) \quad (c)^e \quad (5)$$

Trong đó a, b, c là các số thực được chọn ngẫu nhiên.

Trong đó f_e là một số thực được chọn ngẫu nhiên.



Hình 4. Ảnh hưởng của chức năng TF trên Băng con LL1.

Biểu đồ trong Hình 4 chứng minh rằng trước và sau khi áp dụng TF, giá trị pixel đã giảm đi 3/4. Trong phần (a) trước khi áp dụng hàm truyền biểu thị các giá trị pixel hội tụ thành 900 và với hàm truyền, các giá trị pixel giảm xuống 250 được hiển thị trong (b). Để bảo vệ thông tin và tăng cường sức mạnh chống lại các cuộc tấn công.

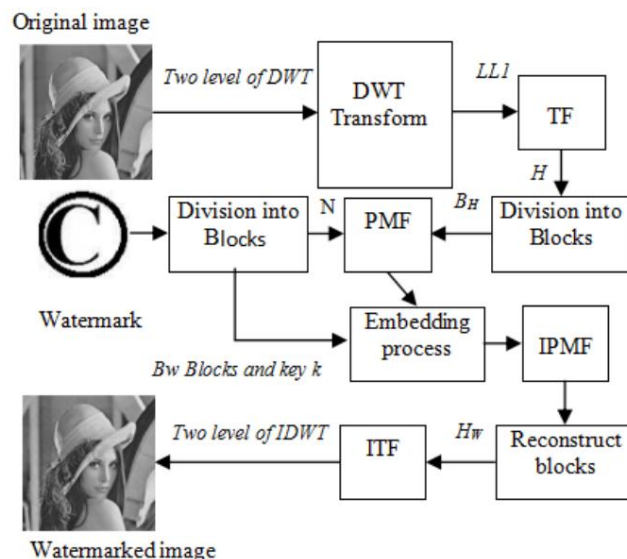
3. Thuật toán được đề xuất

Thuật toán được đề xuất trong bài viết 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 của chúng tôi. Sơ đồ trong Hình 5 và 6 đang giải thích từng bước các thuật toán chèn và trích xuất. Để đánh giá hiệu suất của thuật toán, chúng tôi phải kiểm tra nó theo Tỷ lệ tín hiệu cực đại trên tạp âm (PSNR) được đưa ra trong Công thức 6 và theo hệ số tương tự Phức hợp trình Tự động quan chuẩn hóa (NC) (7).

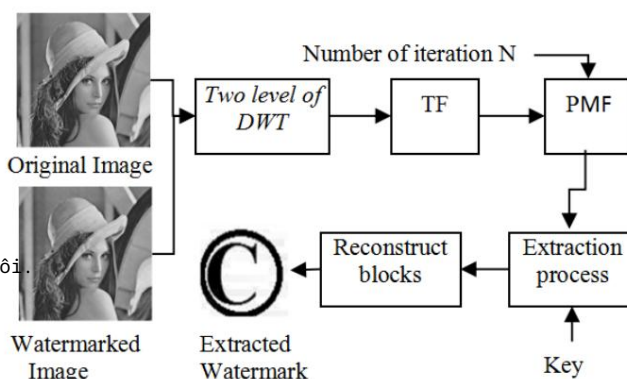
$$PSNR = 10 \log_{10} \left(\frac{(T_{\text{orig}})^2}{(T_{\text{orig}} - T_{\text{watermarked}})^2} \right) \quad (6)$$

$$NC = \frac{\sum_{i,j} w_{ij} w_{ij}^*}{\sqrt{\sum_{i,j} w_{ij}^2} \sqrt{\sum_{i,j} (w_{ij}^*)^2}} \quad (7)$$

Trong đó T_{orig} lần lượt là thử nghiệm ảnh gốc và ảnh có thủy vân, và w_{ij} lần lượt là ảnh gốc và thủy vân được trích



Hình 5. Sơ đồ khối của quá trình nhúng.



Hình 6. Sơ đồ khối của hình ảnh thủy vân được trích xuất.

3.1. Quá trình nhúng Các

bước khác nhau của thuật toán thủy vân đã phát triển được giải thích bên dưới: Lấy ảnh gốc I có kích thước 512×512 pixel, phép biến đổi wavelet rời rạc hai cấp được áp dụng để lấy $\{LL1, HL1, LH1, HH1, HL, LH, HH\}$, băng con LL1 được chọn để nhúng hình mờ, sau đó áp dụng hàm truyền TF cho băng con LL1 như sau: $H = TF(LL1)$, sau bước này, dấu được nhúng theo phương pháp sau:

- Chia thành phần H thành các khối con B_H có kích thước 8×8 pixel, sau đó chèn hình mờ w có kích thước 72×70 pixel và chia thành các khối con B_w , trong đó mỗi khối chứa 20 pixel.
- Tính toán và sắp xếp giá trị trung bình của từng phụ khối B_w trong một vectơ có tên là 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 di chuyển các pixel bằng PMF của các khối con BH cho N lần lặp (mỗi khối có N lần lặp khác với các khối còn lại), sau đó nhúng ảnh thủy vân vào vị trí chính của từng khối thành phần H bằng một khóa k; khóa k được tính như đã cho trong phương trình (8).

$$k = \sqrt{NB_{emb}} \quad N \quad (số 8)$$

NBemb: chính là vị trí của khối con BH.

Đối với mỗi khối con BH, hình mờ được chèn dưới dạng sau:

$$\overline{B_{Hw}} \quad PMF(B_H) \quad k \quad bw \quad (9)$$

- Sau khi chèn hình mờ, chức năng di chuyển pixel nghịch đảo được áp dụng cho từng khối con của mỗi B_{Hw}.

$$B_{Hw} \quad IPMF \quad N \quad \overline{B_{Hw}} \quad (10)$$

- Xây dựng lại các khối con B_{Hw} để khôi phục lại trạng thái ban đầu của các pixel nhằm thu được thành phần thủy vân H_w, sau đó áp dụng hàm truyền nghịch đảo cho H_w như sau:

$$LL_{1w} \quad ITF \quad (H_w) \quad (11)$$

Cuối cùng, áp dụng biến đổi wavelet rời rạc nghịch đảo hai mức trên các thành phần {LL1w, HL1, LH1, HH1, HL, LH, HH} để tìm ảnh thủy vân I_w.

3.2. Quy trình khai thác

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 thủy vân I_w có kích thước 512×512 pixel.

- Áp dụng biến đổi wavelet rời rạc của hai (mức) cho ảnh gốc và ảnh thủy vân 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 hàm truyền TF cho LL1 và LL1w

để nhận H=TF(LL1) và H_w=TF(LL1w).

Thực hiện các chuyển động của khối con BH và khối con \hat{B}_{Hw} của thành phần cấu phần H

H_w cho phép lặp N, bằng chức năng di chuyển pixel PMF.

- Trích xuất hình mờ vào vị trí chính của từng khối con của thành phần H_w bằng một khóa k như đã cho trong phương trình (12);

$$b \quad PMF(B_H) \quad PMF(B_{Hw}) \quad NH \quad (k) \quad (12)$$

Xây dựng lại các khối con B_w để thu được hình ảnh thủy vân được trích xuất.

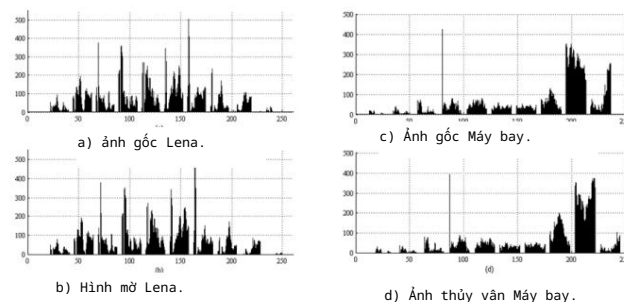
4. Kết quả và thảo luận

Thuật toán thủy vân phát triển được trình bày trong tác phẩm này được thực hiện trong Matlab. Chúng tôi đã tính toán các tham số chất lượng của thuật toán là; tỷ lệ tín hiệu cực đại trên nhiễu và tư duy quan chuẩn hóa. Ảnh được chọn cho công việc này là ảnh Lena kích thước 512×512 pixel và ảnh Máy bay kích thước 512×512 pixel làm ảnh thử nghiệm và ảnh bản quyền kích thước 72×70 pixel làm ảnh thủy ấn (Hình 7).



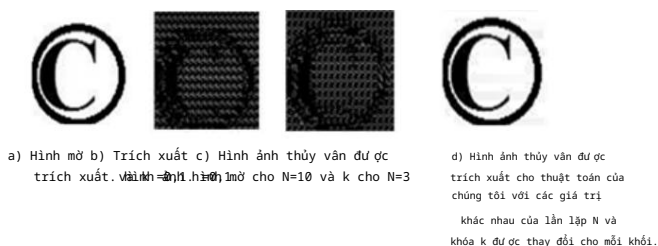
Hình 7. Hiệu suất của thuật toán được đề xuất.

Hình 8 trình bày biểu đồ của ảnh gốc và hình mờ của ảnh Lena và Máy bay, nó cho thấy rõ ràng sự khác biệt giữa biểu đồ trong các dải nhất định. Trong các dải từ 200 đến 220 pixel của Lena và Máy bay đối với hình ảnh gốc và hình mờ, biểu đồ thể hiện sự thay đổi đáng chú ý về giá trị pixel. Sử dụng chức năng truyền giúp giảm nhiễu ở tần số cao, giúp nâng cao chất lượng hình ảnh thủy ấn.



Hình 8. Biểu đồ của ảnh gốc và hình mờ thử nghiệm.

Trong trường hợp tấn công có chủ đích, thuật toán đang kiểm tra khóa k có giá trị cố định (k=0,1) cho các lần lặp khác nhau (N=3, N=10), kết quả được minh họa trong Hình 9:



Hình 9. Ảnh hưởng của khóa và lần lặp N đối với hình mờ được trích xuất.

Số lần lặp N và khóa k có ảnh hưởng quan trọng đến chất lượng hình ảnh của hình mờ được trích xuất và cả các đặc tính bảo mật; không có khóa k và số lần lặp N là bí mật (N và k gắn với hình mờ được chèn) bạn không thể trích xuất hình mờ, khi bạn không có hình mờ, bạn không thể kiểm tra khóa k và lặp lại N ở phía bên kia.

Các cuộc tấn công đã xóa hoàn toàn hình mờ do đó buộc phải kiểm tra thuật toán chống lại các cuộc tấn công không chủ ý. Do đó, chúng tôi đã xác nhận các hình ảnh thủy ấn Lena và Máy bay bởi (WIL) và (WIA), và đối với Thủy vân được trích xuất bởi EW, biểu hiện của các cuộc tấn công như sau: nhiễu với 0,001(SP) và nhiễu Gaussian với 0,001 Gaussian Noise (GN). Quá trình kiểm tra chống lại các cuộc tấn công lọc bao gồm Bộ lọc trung bình của Bộ lọc trung bình 3x3 (MF), Bộ lọc trung bình của Bộ lọc trung bình 3x3 (AF), Bộ lọc làm sắc nét (SH) và bộ lọc Gaussian của Bộ lọc Gaussian 3x3 (GF). Tiếp theo, hệ thống đã kiểm tra các cuộc tấn công hình học như thay đổi tỷ lệ 512 thành 256 thành 512 Thay đổi kích thước hình ảnh (RS), cuối cùng, chúng tôi áp dụng cuộc tấn công nén 50% của Nhóm chuyên gia chụp ảnh chung (JPEG).






















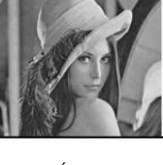


Sau đó, Hình 10 trình bày hai hình ảnh thử nghiệm Lena và Airplane với các cuộc tấn công không chủ ý khác nhau, kết quả nhận thấy chất lượng hiển thị tốt của thủy vân được trích xuất với hệ số tương tự tiến tới 1 (0,9000 NC 0,9999).

Hình 11 biểu thị các giá trị của Tương quan chuẩn hóa giữa hình ảnh thủy vân được trích xuất và hình ảnh thủy vân ban đầu liên quan đến hệ số nén JPEG. Kết quả chứng minh chất lượng tốt của thủy vân khai thác.

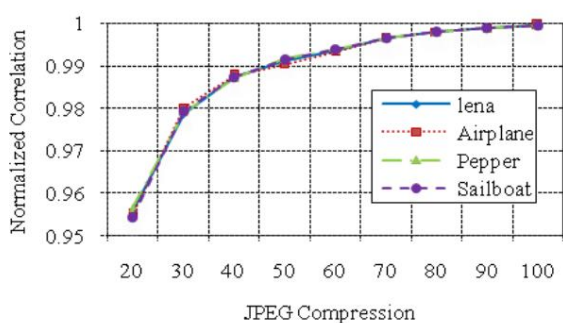
Các hình sau đây trình bày các giá trị của tương quan chuẩn hóa theo chức năng của; phần trăm nhiễu Salt and Pepper (Hình 12), kích thước của bộ lọc Gaussian (Hình 13), đáng chú ý là thuật toán này rất mạnh mẽ trước các cuộc tấn công lớn.

Bảng sau (Bảng 1) tóm tắt lại tác động của các cuộc tấn công ở các mức độ khác nhau (mức độ tấn công) và các giá trị tương ứng của chúng về tương quan chuẩn hóa và tỷ lệ tín hiệu cực đại trên nhiễu cho hình mờ được trích xuất. Những kết quả này được sử dụng để xác nhận tính mạnh mẽ và nhận thức của thuật toán của chúng tôi.

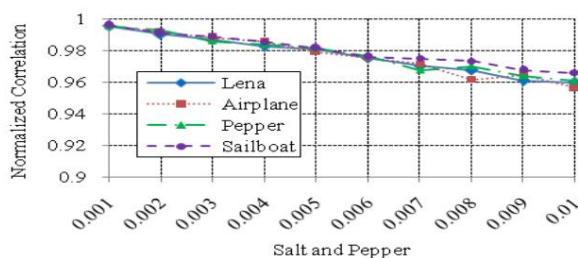
So với các thuật toán khác, chúng tôi lưu ý trong Hình 14 rằng thuật toán cung cấp đã chứng tỏ độ bền trước các cuộc tấn công khác nhau.

Tấn công SE	EW	WIA	EW
SP	 0,9946	 0,9958	
GN	 0,9793	 0,9799	
MF	 0,9846	 0,9824	
AF	 0,9729	 0,9692	
SH	 0,9703	 0,9660	
bản gốc	 0,9811	 0,9785	
RS	 0,9919	 0,9895	
jpeg	 0,9910	 0,9903	

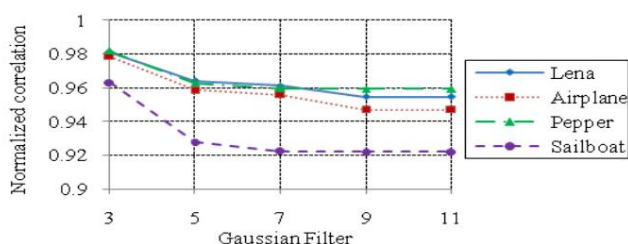
Hình 10. Làm biến dạng các hình ảnh thủy ấn Lena, Máy bay và các thủy vân được trích xuất tương ứng của chúng sau các cuộc tấn công chỉ ra các giá trị NC (SP) Muối và Hạt tiêu với 0,001, (GN) nhiễu Gaussian với 0,001, (MF) Bộ lọc trung bình 3x3, (AF) Bộ lọc trung bình của 3x3, (SH) Bộ lọc làm sắc nét, (GF) Bộ lọc Gaussian của 3x3, (RS) thay đổi tỷ lệ 512 thành 256 thành 512, (JPEG C)Nén JPEG với 50%.



Hình 11. Độ bền của thuật toán thủy vân đối với nén JPEG đối với ảnh lena, máy bay, hạt tiêu và thuyền buồm.



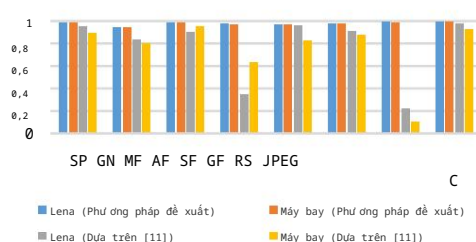
Hình 12. Độ bền của thuật toán thủy vân đối với nhiễu Muối và Hạt tiêu đối với ảnh lena, máy bay, hạt tiêu và thuyền buồm.



Hình 13. Độ bền của thuật toán thủy vân đối với các bộ lọc gaussian cho ảnh lena và máy bay.

Bảng 1. Giá trị NC và PSNR sau các lần tấn công khác nhau cho ảnh lena, máy bay, hạt tiêu và thuyền buồm.

tấn công		hình ảnh Lena		hình ảnh máy bay		hình ảnh hạt tiêu		hình ảnh thuyền buồm		
		NC	PSNR	NC	PSNR	NC	PSNR	0.1%	0.9955	40.70
SP	0.9959	40.58	0.9956	40.62	0.9965	40.60	0.2%	0.9905	39.70	
	0.9920	39.61	0.9928	39.80	0.9934	39.67	0.3%	0.9866	38.94	
	0.9882	38.79	0.9900	39.06	0.9907	38.80	0.1%	0.9797	38.68	
GN	0.9794	38.70	0.9781	38.71	0.9786	38.70	0.2%	0.9621	37.38	
	0.9616	37.36	0.9563	37.38	0.9569	37.38	0.3%	0.9444	36.54	
	0.9477	36.57	0.9410	36.57	0.9360	36.57	3×3	0.9846	41.19	
MF	0.9824	40.64	0.9858	41.57	0.9544	39.45	5×5	0.9320	39.55	
	0.9300	38.66	0.9294	40.34	0.8558	37.57	7×7	0.8504	38.53	
	0.8382	37.44	0.8269	39.38	0.7492	36.49	3 × 3	0.9729		
AF	40,71	0.9692	39,69	0.9726	40,29	0.9457	38,99	5 × 5		
	0.8994	38.85	0.8925	37.3	0.8870	38.75	0.8259			
SF	0.9	0.9703	35.86	0.9660	35.35	0.9750	36.44	0.9507	34.86	
	3×3	0.9811	41.22	0.9785	40.32	0.9817	40.86	0.9631	39.63	
	5×5	0.9640	40.55	0.9587	39.59	0.9627	40.33	0.9275	38.91	
bạn gái	7×7	0.9611	40.48	0.9556	39.52	0.9595	40.28	0.9223	38.85	
	RS To	256	0.9919	40.72	0.9895	39.37	0.9916	39.95	0.9841	38.90
	JPE	30%	0.9819	40.74	0.9829	40.56	0.9791	40.74	0.9793	39.69
GC	60%	0.9936	42.00	0.9933	41.93	0.9937	41.97	0.9938	41.39	
	90%	0.9988	42.71	0.9988	42.70	0.9988	42.71	0.9988	42.65	
Without attack		0.9995	42.77	0.9995	42.77	0.9995	42.77	0.9995	42.77	



Hình 14. Các giá trị NC so sánh giữa các thuật toán với các cuộc tấn công khác nhau đối với ảnh lena và máy bay.

5. Kết Luận

Một phương pháp thủy vân mới đã được trình bày trong bài báo này, nó dựa trên chuyển động của pixel trong mỗi khối con kiểm tra hình ảnh để đảm bảo tính bảo mật. Hình mờ được nhúng sau khi các pixel di chuyển vào khối con trong nhiều lần lặp lại N , lần cuối cùng này được lấy từ giá trị trung bình của các khối con hình ảnh hình mờ, nó sử dụng để tính toán khóa k và vị trí khối con của nó. Về mặt bảo mật, sẽ không thể phát hiện thủy vân nếu không biết số lần lặp N và khóa k . Thuật toán thủy vân cung cấp 42,77 dB PSNR cho hình ảnh Lena, nó cho tương quan chuẩn hóa 0,9997 và PSNR 42,77 dB cho hình ảnh Máy bay, nó cho tương quan chuẩn hóa 0,9998. Các cuộc tấn công có chủ ý và không chủ ý đã chứng minh tính mạnh mẽ của hệ thống của chúng tôi, chúng tôi đã chỉ ra lưu ý đó sau các cuộc tấn công khác nhau mà thuật toán của chúng tôi đã chống lại, nó đã đưa ra một NC cao hơn 0,9. Thuật toán này cũng có thể được áp dụng cho ảnh màu. Theo quan điểm, việc triển khai Bộ xử lý tín hiệu số (DSP) cho phương pháp thủy vân của chúng tôi là cần thiết để chứng minh độ chính xác và nhanh chóng của hệ thống trong thời gian thực.

Chúng tôi đã chỉ ra lưu ý đó sau các cuộc tấn công khác nhau mà thuật toán của chúng tôi đã chống lại, nó đã đưa ra một NC cao hơn 0,9. Thuật toán này cũng có thể được áp dụng cho ảnh màu. Theo quan điểm, việc triển khai Bộ xử lý tín hiệu số (DSP) cho phương pháp thủy vân của chúng tôi là cần thiết để chứng minh độ chính xác và nhanh chóng của hệ thống trong thời gian thực.

Thẩm quyền giải quyết

- [1] Al-Haj A., "Dấu chìm hình ảnh kỹ thuật số DWT-DCT kết hợp," Tạp chí Khoa học Máy tính, tập. 3, không. 9, trang 740-746, 2007.
- [2] Ali M., Ahn C. và Pant M., "Kỹ thuật đánh dấu thủy vân được tối ưu hóa dựa trên DE trong miền DWT SVD," trong Kỷ yếu của Hội nghị chuyên đề IEEE về Tiến hóa khác biệt, Singapore, trang 99-104, 2013.
- [3] Ali M., Ahn C. và Pant M., "Kỹ thuật tạo thủy vân ảnh mạnh mẽ sử dụng SVD và tiến hóa vi sai trong miền DCT," Optik, tập. 125, trang 428-434, 2014.
- [4] Dawei Z., Guanrong C., và Wenbo L., "Thuật toán đánh dấu trên miền biến đổi wavelet," trong Kỷ yếu của Hội nghị chuyên đề IEEE về Tiến hóa khác biệt, Singapore, trang 99-104, 2013.
- [5] Hernández J. và Pérez-González F., "Phân tích hiệu suất của sơ đồ điều biến biên độ đa xung 2-D để ẩn dữ liệu và đánh dấu hình mờ của ảnh tĩnh," IEEE

- Tạp chí về các lĩnh vực được lựa chọn trong truyền thông, tập. 16, không. 4, trang 510-524, 1998.
- [6] Hussein J., "Lưu trữ đồ đánh dấu tên miền không gian cho hình ảnh màu dựa trên độ chói trung bình nhật ký," Tạp chí điện toán, tháng 1, tập. 2, không. 1, trang 100-103, 2010.
- [7] Imran M., Ghafoor A., và Riaz M., "Adaptive Watermarking Technique Based on Human Visual System and Fuzzy Inference System," trong Kỷ yếu của Hội nghị chuyên đề quốc tế IEEE về Mạch và Hệ thống, Bắc Kinh, trang 2816-2819, 2013.
- [8] Li G. và Wang Y., "Phương pháp phân loại bảo vệ quyền riêng tư dựa trên phân tách giá trị số ít," Tạp chí Công nghệ thông tin Ả Rập Quốc tế, tập. 9, không. 6, trang 529-534, 2012.
- [9] Li N., Zheng X., Zhao Y., Wu H., và Li S., "Thuật toán mạnh mẽ của đánh dấu hình ảnh kỹ thuật số dựa trên phép biến đổi bước sóng rời rạc," trong Kỷ yếu của Hội nghị chuyên đề quốc tế về Thương mại điện tử và an ninh, Quảng Châu Tp, tr 942-945, 2008.
- [10] Lin S., Shie S., và Guo J., "Cải thiện tính mạnh mẽ của hình ảnh dựa trên DCT chống lại nén JPEG," Tiêu chuẩn và giao diện máy tính, tập. 32, không. 1-2, trang 54-60, 2010.
- [11] Mannos J. và Sakrison D., "Tác động của tiêu chí độ trung thực trực quan đối với việc mã hóa hình ảnh," Giao dịch của IEEE về lý thuyết thông tin, tập. 20, không. 4, trang 525-536, 1974.
- [12] Muhammad N. và Bibi N., "Tạo hình mờ bằng hình ảnh kỹ thuật số bằng cách sử dụng phân tích hình tam giác trên và dư di chuyển một phần thành miền Wavelet," Xử lý hình ảnh IET, tập. 9, không. 9, trang 795-803, 2015.
- [13] Qi X. và Qi J., "Lưu trữ đồ đánh dấu hình ảnh kỹ thuật số dựa trên nội dung mạnh mẽ," Xử lý tín hiệu, tập. 87, không. 6, trang 1264-1280, 2007.
- [14] Radharan S. và Valarmathi M., "A Study on Watermarking Schemes for Image Authentication," Tạp chí Khoa học Máy tính và Công nghệ, tập. 24, không. 1, trang 1-10, 2010.
- [15] Rani A., Bhullar K., Dangwal D. và Kumar S., "A Zero-Watermarking Scheme sử dụng Biến đổi Wavelet rời rạc," Khoa học máy tính Procedia, tập. 70, trang 603-609, 2015.
- [16] Reddy A. và Chatterji B., "A New Wavelet Dựa Logo-Watermarking Scheme," Pattern Recognition Letters, vol. 26, trang 1019-1027, 2005.
- [17] Reddy P., Prasad M. và Rao D., "Tạo hình mờ kỹ thuật số mạnh mẽ cho hình ảnh bằng Wavelet," Tạp chí Quốc tế về Máy tính và Kỹ thuật Điện, tập. 1, không. 2, trang 111-116, 2009.
- [18] Seddik H. và Gupta M., Hình mờ, IntechOpen, 2012.
- [19] Tewari T. và Saxena V., "Lưu trữ đồ đánh dấu hình ảnh kỹ thuật số dựa trên DCT được cải tiến và mạnh mẽ," Tạp chí quốc tế về ứng dụng máy tính, tập. 3, không. 1, trang 28-32, 2010.
- [20] Thabit R. và Khoo B., "Dùng lưu trữ cải thiện hình ảnh IET, tập. 8, không. 11, trang 662-670, 2014.
- [21] Xu Z., Wang Z. và Lu Q., "Nghiên cứu về thuật toán đánh dấu thủy vân ảnh dựa trên DCT," Procedia Khoa học Môi trường, vol. 10, trang 1129-1135, 2011.
- [22] Ye J. và Tan G., "Một thuật toán đánh dấu kỹ thuật số cải tiến cho hình ảnh có ý nghĩa," trong Kỷ yếu Hội nghị Quốc tế về Khoa học Máy tính và Kỹ thuật Phần mềm, Hồ Bắc, trang 822-825, 2008.



Razika Souadek đã có bằng cấp về thiết bị điện tử, bằng thạc sĩ về hệ thống nhúng điện tử và nghiên cứu sinh tiến sĩ về công nghệ hệ thống nhúng của Khoa Điện tử Đại học Setif. Cô ấy là giáo viên tại trường đại học setif ở khoa Xã hội học trong hai năm. Hứng nghiên cứu chính của cô là về xử lý ảnh (Thủy ấn ảnh). Một thành viên của phòng thí nghiệm thiết bị khoa học.



Naceur-Eddine Boukezzoula đã có bằng Kỹ sư năm 1980 tại Đại học Oran USTO (Algeria) về Điện tử năm 1980, sau đó là bằng cao học về truyền thông của Đại học Setif (Algeria) năm 1989 và bằng Tiến sĩ của Đại học Setif năm 2006. Ông là giáo viên tại trường đại học setif tại Khoa Điện tử từ năm 1980. Ông là thành viên của tổ chức khoa học của khoa Công nghệ. Các nghiên cứu chính của anh là về Mạng nơ-ron, xử lý ảnh (Thủy ấn và Sinh trắc học).