

No. 668, February 1985 (Translated from Japanese by Takako Bundgaard, edited by M.S. Chislett for Danish Maritime Institute, 1986).

[3] International Towing Tank Conference, "7.5-02-06-02 Procedure for Captive model test", website [http://ittc.sname.org/2006\\_recomm\\_proc/7.5-02-06-02.pdf](http://ittc.sname.org/2006_recomm_proc/7.5-02-06-02.pdf), 2005.

**Phản biện: TS. Phạm Văn Thuận**

---

## MỘT SỐ VẤN ĐỀ TRONG PHÁT HIỆN ẢNH CÓ GIẤU TIN SOME PROBLEMS IN IMAGE STEGANALYSIS

ThS. NGUYỄN HẠNH PHÚC; ThS. NGUYỄN VĂN THỦY; ThS. NGUYỄN THẾ CƯỜNG  
*Khoa Công nghệ Thông tin, Trường ĐHHH*

### **Tóm tắt**

*Trong bài báo trước đây, tác giả đã trình bày sơ lược về kỹ thuật giấu tin trong ảnh số và ứng dụng. Bài viết này trình bày một số kỹ thuật, thuật toán phát hiện ảnh có giấu tin.*

### **Abstract**

*In the previous article, the authors presented a overview on data hiding in general and data hiding in digital images. This article is about some techniques, algorithms in steganalysis.*

## **1. Tổng quan về kỹ thuật phát hiện ảnh có giấu tin (Steganalysis)**

### **1.1. Khái niệm**

Steganalysis là kỹ thuật phát hiện sự tồn tại của thông tin ẩn giấu trong multimedia. Giống như thám mã, mục đích của Steganalysis là phát hiện ra thông tin ẩn và phá vỡ tính bí mật của vật mang tin ẩn.

Tuỳ vào bài toán cụ thể, thành công của kỹ thuật phát hiện sự tồn tại của thông tin ẩn giấu được đánh giá khác nhau. Một số bài toán chỉ cần phát hiện có hay không tin ẩn giấu trong vật mang tin. Một số bài toán yêu cầu sửa đổi hay phá hủy tin ẩn giấu trong vật mang tin.

### **1.2. Phân tích tin ẩn giấu thường dựa vào các yếu tố sau:**

- Phân tích dựa vào các đối tượng đã mang tin.
- Phân tích bằng so sánh đặc trưng: So sánh vật mang tin chưa được giấu tin với vật mang tin đã được giấu tin, đưa ra sự khác biệt giữa chúng.
- Phân tích dựa vào thông điệp cần giấu để dò tìm.
- Phân tích dựa vào các thuật toán giấu tin và các đối tượng giấu đã biết: Kiểu phân tích này phải quyết định các đặc trưng của đối tượng giấu tin, chỉ ra công cụ giấu tin (thuật toán) đã sử dụng.
- Phân tích dựa vào thuật toán giấu tin, đối tượng gốc và đối tượng sau khi giấu tin.

### **1.3. Các phương pháp phân tích ảnh có giấu tin**

- Phân tích trực quan: Thường dựa vào quan sát hoặc dùng biểu đồ histogram giữa ảnh gốc và ảnh chưa giấu tin để phát hiện ra sự khác biệt giữa hai ảnh căn cứ đưa ra vấn đề nghi vấn. Với phương pháp phân tích này thường khó phát hiện với ảnh có độ nhiễu cao và kích cỡ lớn.

- Phân tích theo dạng ảnh: Phương pháp này thường dựa vào các dạng ảnh bitmap hay là ảnh nén để đoán nhận kỹ thuật giấu hay sử dụng như các ảnh bitmap thường hay sử dụng giấu trên miền LSB, ảnh nén thường sử dụng kỹ thuật giấu trên các hệ số biến đổi như DCT, DWT, DFT.

- Phân tích theo thống kê: Đây là phương pháp sử dụng các lý thuyết thống kê và thống kê toán sau khi đã xác định được nghi vấn đặc trưng. Phương pháp này thường đưa ra độ tin cậy cao hơn và đặc biệt là cho các ảnh dữ liệu lớn.

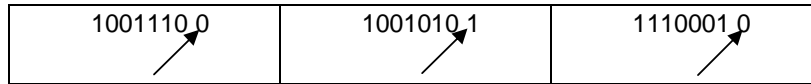
## **2. Kỹ thuật giấu tin dựa vào lược đồ thủy vân RCM (REVERSIBLE CONTRAST MAPPING)**

Kỹ thuật giấu tin sử dụng kỹ thuật giấu RCM [7] do Coltuc và các đồng nghiệp đưa ra vào tháng 4 năm 2007. Kỹ thuật giấu này nhanh và giấu được lượng thông tin lớn. Nó chỉ giấu thông

tin trong những cặp điểm ảnh của ảnh thuộc miền RCM, do đó cung cấp khả năng khôi phục lại ảnh gốc một cách hoàn hảo.

Là bit có ảnh hưởng ít nhất tới việc quyết định tới màu sắc của mỗi điểm ảnh, vì vậy khi ta thay đổi bit ít quan trọng của một điểm ảnh thì màu sắc của mỗi điểm ảnh mới sẽ tương đối gần với điểm ảnh cũ. Ví dụ với ảnh 256 màu thì bit cuối cùng trong 8 bit biểu diễn một điểm ảnh được coi là bit ít quan trọng nhất, nghĩa là nếu thay đổi bit này thì ảnh hưởng ít nhất đến cảm nhận của mắt người về điểm ảnh. Hay đối với ảnh 16 bit thì 15 bit là biểu diễn 3 màu RGB của điểm ảnh còn bit cuối cùng không dùng đến thì ta sẽ tách bit này ra ở mỗi điểm ảnh để giấu tin... Như vậy kỹ thuật tách bit trong xử lý ảnh được sử dụng rất nhiều trong qui trình giấu tin.

Ví dụ: Tách bit cuối cùng trong 8 bit biểu diễn mỗi điểm ảnh của ảnh 256 màu



**Hình 2.1** Mỗi điểm ảnh biểu diễn bởi 8 bit, bit cuối cùng được coi là bit ít quan trọng nhất tức là bit bên phải nhất

Trong phép tách này ta coi bit cuối cùng là bit ít quan trọng nhất, hay đổi giá trị của bit này thì sẽ thay đổi giá trị của điểm ảnh lên hoặc xuống đúng một đơn vị, ví dụ như giá trị điểm ảnh là 234 thì khi thay đổi bit cuối cùng nó có thể mang giá trị mới là 235 nếu đổi bit cuối cùng từ 0 thành 1. Với sự thay đổi nhỏ đó ta hi vọng là cấp độ màu của điểm ảnh sẽ không bị thay đổi nhiều

Việc xác định LSB của mỗi điểm ảnh trong một bức ảnh phụ thuộc vào định dạng của ảnh và số bit màu dành cho mỗi điểm của ảnh đó

### 2.1. Phép biến đổi RCM

Cho 1 ảnh có t-bit và (a, b) là 1 cặp điểm ảnh. Phép biến đổi RCM được định nghĩa như sau:

$$\begin{cases} a' = 2a - b \\ b' = 2b - a \end{cases} \quad (2.1)$$

Cặp điểm ảnh (a,b) thuộc miền RCM ((a, b) ∈ RCM) nếu:

$$\begin{cases} 0 \leq a' \leq 2^t - 1 \\ 0 \leq b' \leq 2^t - 1 \end{cases} \quad (2.2)$$

### 2.2 Thuật toán RCM

#### 2.2.1. Ý tưởng thuật toán

- Cho thông điệp nhúng W. W có thể là:
  - o Một chuỗi bit thông điệp (vd: W = [0 0 1 1 0 1 0 1 1 1 1 0 0 1]).
  - o Một chuỗi các kí tự (vd: W = Viet Nam → phải đổi W sang hệ nhị phân).
  - o Ảnh nhị phân.
- Tính độ dài  $L_W$  của thông điệp W, đổi  $L_W$  ra hệ nhị phân sau đó nối vào trước W để có được thông điệp nhúng cuối cùng (thông\_điệp) nhúng vào ảnh.
- Giấu thông\_điệp vào tất cả các cặp điểm ảnh (a, b) thuộc miền RCM.

#### 2.2.2. Thuật toán giấu tin gồm có 2 bước:

- + Bước 1: Chia dữ liệu ảnh thành các cặp theo chiều quét tùy ý (trên hàng, trên cột)
- + Bước 2: Đối với mỗi cặp (a, b):
  - Nếu (a, b) ∈ RCM, và LSB của chúng không phải là (1,1) (nghĩa là LSB của chúng thuộc {(0,1), (1,0),(0,0)}) biến đổi cặp này sử dụng công thức (3.1) ta được (a', b'), đặt LSB của a' là "1", và đặt bit thông điệp vào LSB của b'.
  - Nếu (a,b) ∈ RCM và LSB của chúng là (1,1), đặt LSB của a là "0" và đặt bit thông điệp vào LSB của b.

- Nếu (a, b) không thuộc RCM, đặt LSB của a là "0", LSB ban đầu của a được coi như là bit thông điệp và nhúng vào trong ảnh (nghĩa là bit này sẽ được nối vào chuỗi thông điệp để nhúng tiếp vào ảnh).

### 2.2.3. Thuật toán tách thông điệp và khôi phục ảnh gốc

#### Ý tưởng thuật toán

- Chia dữ liệu ảnh thành các cặp theo chiều quét tùy ý (trên hàng, trên cột).
- Tách tất cả các bit LSB của các cặp điểm ảnh theo chiều quét.
- Từ chuỗi bit LSB tách được, tiến hành tách lấy độ dài của thông điệp (24 bit đầu tiên).
- Có được độ dài thông điệp, ta tiến hành tách lấy thông điệp gốc và khôi phục ảnh gốc.

#### Thuật toán tách và khôi phục ảnh gốc

+ Bước 1: Chia dữ liệu ảnh thành các cặp theo chiều quét tùy ý (trên hàng, trên cột).

+ Bước 2: Đối với mỗi cặp (a', b'):

- Nếu  $LSB(a') = 1$ , trích LSB của b' và lưu trữ. Thiết lập  $LSB(a') = 0$  và  $LSB(b') = 0$  sau đó khôi phục cặp điểm ảnh gốc (a, b) theo công thức:

$$\begin{cases} a = \left[ \frac{2}{3} a' + \frac{1}{3} b' \right] \\ b = \left[ \frac{1}{3} a' + \frac{2}{3} b' \right] \end{cases} \quad (2.3)$$

- Nếu  $LSB(a') = 0$  và LSB của a', b' sau khi thiết lập bằng 1 mà thuộc miền RCM thì trích  $LSB(b')$ , lưu trữ và khôi phục cặp điểm ảnh gốc (a, b) chính là (a', b') sau khi LSB của chúng được thiết lập bằng 1.

- Nếu  $LSB(a') = 0$  và LSB của a', b' sau khi thiết lập bằng 1 mà không thuộc miền RCM, cặp điểm ảnh gốc sẽ được khôi phục bằng cách thay thế  $LSB(a')$  với giá trị thực được trích từ thủy vân.

### 3. Kỹ thuật phát hiện ảnh có giấu tin sử dụng kỹ thuật giấu RCM

Kỹ thuật phát hiện ảnh có giấu tin sử dụng kỹ thuật giấu RCM [7] do Coltue và các đồng nghiệp đưa ra. Ý tưởng của kỹ thuật này dựa vào xác suất xuất hiện của các bit ít đặc trưng nhất (bit LSB).

#### 3.1. Phân tích vấn đề an toàn của kỹ thuật RCM

Cho 1 ảnh O, chia dữ liệu ảnh thành các cặp điểm ảnh (x, y). Theo phép biến đổi RCM (Chương 3, phần 3.1.2), chúng ta chia cặp điểm ảnh của O thành hai bộ là:

- Bộ  $S_{RCM}$  gồm tất cả các cặp điểm ảnh thuộc miền RCM.
- Bộ  $S_{\overline{RCM}}$  chứa các cặp điểm ảnh không thuộc miền RCM.

Chúng ta tiến hành kiểm tra sự thay đổi của biểu đồ LSB của lược đồ thủy vân RCM. Không làm mất tính tổng quát, cho (x, y) và  $(\overline{x}, \overline{y})$  lần lượt tương ứng với cặp điểm ảnh trong ảnh gốc và ảnh sau khi giấu tin. Chúng ta phải chú ý đến ba quy tắc đánh dấu của lược đồ thủy vân RCM.

Trong cách chọn đánh dấu thứ nhất, (x, y) thuộc  $S_{RCM}$  và LSB của (x, y) là một trong các giá trị  $\{(0, 0), (0, 1), (1, 0)\}$ . Cho thấy dữ liệu LSB của ảnh gốc là được phân bố một cách ngẫu nhiên, ba giá trị được đề cập ở trên sẽ xảy ra với xác suất giống nhau. Rất dễ để tính toán được xác suất của bit 0 và 1 lần lượt là 2/3 và 1/3. Trong trường hợp này, LSB của  $(\overline{x}, \overline{y})$  là (1, 0) hoặc (1, 1) và xác suất xuất hiện của chúng là giống nhau. Hiển nhiên, xác suất của bit 0 và 1 lần lượt là 1/4 và 3/4.

Trong cách chọn thứ hai, (x, y) thuộc  $S_{RCM}$  và LSB của (x, y) là (1, 1). Xác suất của bit 0 và 1 lần lượt là 0.0 và 1.0. Trong trường hợp này, LSB của  $(\overline{x}, \overline{y})$  là (0, 0) hoặc (0, 1) và xác suất xuất hiện của chúng là giống nhau. Xác suất bit 0 và 1 của  $(\overline{x}, \overline{y})$  lần lượt là 3/4 và 1/4.

Trong cách chọn thứ ba,  $(x, y)$  thuộc  $S_{RCM}$  và LSB của  $(x, y)$  là 1 trong các giá trị  $\{(0, 0), (0, 1), (1, 0), (1, 1)\}$ . Trong trường hợp này, xác suất bit 0 và 1 của  $(x, y)$  lần lượt là  $1/2$  và  $1/2$ . Giống với trường hợp hai, LSB của  $(\bar{x}, \bar{y})$  là  $(0, 0)$  hoặc  $(0, 1)$ . Xác suất bit 0 và 1 của  $(\bar{x}, \bar{y})$  lần lượt là  $3/4$  và  $1/4$ .

Dựa vào sự bàn luận ở trên, xác suất của bit 0 và 1 trong LSB của lược đồ thủy vân RCM của ảnh sau khi giấu tin có thể được tính toán. Giả sử xác suất của cặp điểm ảnh thuộc RCM và xác suất của cặp điểm ảnh không thuộc RCM lần lượt là  $P_{RCM}$  và  $P_{\overline{RCM}}$ ,  $P_E$  là tỉ lệ nhúng. Xác suất LSB của bit  $b=\{0, 1\}$  của ảnh sau khi giấu tin có thể được tính toán nhờ sử dụng công thức  $E_q$  sau:

$$P_{LSB}(b) = \begin{cases} P_E \times (0.375 \times P_{RCM} + 0.75 \times P_{\overline{RCM}}) + P_{\overline{E}} \times 0.5, & \text{if } b = 0, \\ P_E \times (0.625 \times P_{RCM} + 0.25 \times P_{\overline{RCM}}) + P_{\overline{E}} \times 0.5, & \text{if } b = 1. \end{cases} \quad (3.1)$$

Cho 1 ảnh môi trường, giả sử LSB được phân bố một cách ngẫu nhiên, sau đó coi  $P(0) = P(1)$ , ví dụ  $P_{LSB}(0) = P_{LSB}(1) = 0.5$ . Để ý ví dụ nhúng sau của thủy vân RCM. Giả sử xác suất nhúng của 1 ảnh là  $P_{RCM} = 0.9$  và một nửa của tổng số cặp điểm ảnh có thể giấu tin được sử dụng để nhúng thông điệp, cho tỉ lệ nhúng  $P_E = 0.9 \times 0.5 = 0.45$ . Từ  $E_q$  (3) chúng ta có:

$$P_{LSB}(0) = 0.45 \times (0.375 \times 0.9 + 0.75 \times 0.1) + 0.55 \times 0.5 = 0.460625$$

$$P_{LSB}(1) = 1 - 0.460625 = 0.539375.$$

Chúng ta có thể nhìn thấy sự xuất hiện khác nhau của bit 0 và 1 trong LSB của lược đồ thủy vân RCM của ảnh sau khi giấu tin đối với ảnh gốc. Dựa trên nhận xét này, quy tắc sau được đưa ra để phân biệt một ảnh sau khi giấu tin từ một ảnh môi trường.

$$W(O) = \begin{cases} true, & \text{if } |P_{LSB}(0) - P_{LSB}(1)| > \delta, \\ false, & \text{otherwise.} \end{cases} \quad (3.2)$$

Trong công thức (3.2), một ảnh được phát hiện là được đánh dấu bằng phương pháp thủy vân RCM nếu giá trị tuyệt đối  $|P_{LSB}(0) - P_{LSB}(1)| > \delta$  ( $0 \leq \delta \leq 1$ ),  $\delta$  là một ngưỡng được sử dụng để kiểm soát biên giới quyết định của ảnh môi trường và ảnh thủy vân. Giá trị của  $\delta$  có thể được đánh giá thông qua việc phân tích ảnh sau khi giấu tin và có thể được chọn để phù hợp yêu cầu cho từng ứng dụng cụ thể.

### 3.2. Kỹ thuật phát hiện ảnh có giấu tin sử dụng kỹ thuật giấu RCM

+ Đầu vào: cho một ảnh bất kỳ có kích cỡ  $(H \times W)$ .

+ Xử lý:

- o Tính tổng\_pixel\_cua\_ảnh =  $\lfloor (H * W) / 2 \rfloor$
- o B1: Tách toàn bộ LSB của ảnh.
- o B2: Đếm trên toàn bộ LSB của ảnh xem có bao nhiêu LSB = 0 gán vào biến Sum\_LSB\_0.
- o B3: Đếm trên toàn bộ LSB của ảnh xem có bao nhiêu LSB = 1 gán vào biến Sum\_LSB\_1.
- o B4: Tính xác suất xuất hiện của bit 0 là:  
 $P_0 = \text{Sum\_LSB\_0} / \text{tong\_pixel\_cua\_ảnh}$ .
- o B5: Tính xác suất xuất hiện của bit 1 là:  
 $P_1 = \text{Sum\_LSB\_1} / \text{tong\_pixel\_cua\_ảnh}$ .
- o B6: Tính  $\text{abs}(P_0 - P_1)$  và so sánh với  $\delta = 0.03$  (sử dụng công thức 4.2):  
Nếu  $\text{abs}(P_0 - P_1) \leq 0.03$ : ảnh không giấu tin.  
Ngược lại,  $\text{abs}(P_0 - P_1) > 0.03$ : ảnh có giấu tin.

+ Đầu ra: Kết luận ảnh có giấu tin hay không?

### 3. Kết luận

Bài báo này mong muốn đưa đến cho độc giả những kiến thức về phát hiện tin được giấu trong vật mang tin nói chung, cũng như kỹ thuật phát hiện tin được giấu trong ảnh số nói riêng. Do khuôn khổ bài báo, tác giả chưa thể trình bày vấn đề một cách chi tiết, cũng như chưa thể trình bày một số thuật toán và phần cài đặt thử nghiệm liên quan. Mọi ý kiến đóng góp xin liên hệ với tác giả theo địa chỉ: [phucvima@gmail.com](mailto:phucvima@gmail.com)

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Xuân Huy, Trần Quốc Dũng, *Giáo trình giấu tin và thủy vân ảnh*.
- [2] Lương Mạnh Bá, Nguyễn Thanh Thủy, *Nhập môn xử lý ảnh số*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 1999
- [3] Ingemar Cox, Jeffrey Bloom, Matthew Miller, Ton Kalker, Jessica Fridrich, *Digital Watermarking and Steganography*, Morgan Kaufmann, 2008
- [4] Yeh-Shun Chen, Ran-Zan Wang, Yeuan-Kuen Lee, Shih-Yu Huang, Steganalysis [6] of Reversible Contrast Mapping Watermarking, proceedings of the world congress on engineering 2008 Vol I WCE 2008, London, UK.
- [5] Fabien A. P. Petitcolas, et al. "Information Hiding – A survey", Proceedings of the IEEE, 1999.
- [6] Fabien A. P. Petitcolas, "Introduction to Information Hiding", in Information techniques for Steganography and Digital Watermarking, S.C. Katzenbeisser et al., Eds. Northwood, MA: Artec House, 1999.
- [7] D.Cotuc and J. M. Chassery, "Very fast watermarking by reversible contrast mapping", IEEE Signal Processing Lett, 2007.
- [8] Codeproject.com

---

**Người phản biện: ThS. Phạm Tuấn Đạt**

---

## **TÍNH TOÁN VÀ ĐO NỒNG ĐỘ MUỘI TRONG KHÍ XẢ CỦA NỒI HƠI TRƯỚC VÀ SAU KHI XỬ LÝ BẰNG THÁP PHUN NƯỚC NẠP ĐIỆN** CALCULATING AND MEASURING PARTICULATE MATTER RATE FOUND IN EXHAUSTED GAS FROM BOILERS, PRE- AND POST ELECTROSTATIC WATER TREATMENT

**TS. TRẦN HỒNG HÀ**  
*Khoa Máy Tàu Biển, Trường ĐHHH*

### **Tóm tắt**

*Trong khí xả của nồi hơi tàu thủy có nhiều chất gây ô nhiễm không khí như muội, SOx, NOx, COx..vv. Các chất gây ô nhiễm này thông thường được hoà trộn với nhau trong khí xả. Trong đó các hạt muội với đường kính từ nhỏ hơn 2,5 µm có ảnh hưởng tới sức khoẻ của con người, nó là nguyên nhân gây ra bệnh ung thư phổi. Để xử lý muội trong khí xả, một tháp phun nước nạp điện được sử dụng. Hiệu suất xử lý muội của tháp nước được tính toán bằng lý thuyết, sau đó kết quả lý thuyết được so sánh với kết quả thực nghiệm. Kết quả tính toán tương đối gần đúng với kết quả thực nghiệm trong điều kiện phòng thí nghiệm. Hiệu suất xử lý các hạt muội trong khí xả của tháp nước cao hơn 98% đối với tất cả các kích thước của hạt muội.*

### **Abstract**

*Boiler exhaust gas consists of many components that cause air pollution, such as: particulate matter (PM), SOx, NOx, COx, etc. These pollutants normally are mixed. For PM2.5 they are hazardous human health, they cause lung cancer. To eliminate them, an electrostatic water spraying scrubber is used. This study presents computed and experimented results of PM collection efficiency in an electrostatic water spraying scrubber. Computed results are in good agreement with the experimental data obtained in the laboratory. Compared to inertial scrubbers, the electrostatic water spraying scrubbers can operate at lower flow rate, but total collection efficiency is over 98% of all PM sizes.*