УДК 681.32

Чубей О.О. [1]***, Котик Д.М.*** [2]

[1]*Галицький коледж ім. В. Чорновола*

[2]*Тернопільський національний економічний університет*

ВИЯВЛЕННЯ LSB-ЗАМІЩЕННЯ В ГРАФІЧНИХ КОНТЕЙНЕРАХ

Вступ. У статті запропоновано метод виявлення розміру і розташування стеганографічної вставки типу LSB-заміщення. Запропонований метод заснований на аналізі нульового шару бітів, про якого йдеться в алгоритм таксономії. Метод дозволяє ефективно виявляти вставки на штучних зображеннях. Для фотографічних об'єктів проводиться попередня обробка, заснована на кластеризації зображення. До кожного кластеру застосовується лінійне перетворення, коефіцієнти якого обчислюються з параметрів кластера.

Мета: Дослідження алгоритму виявлення LSB-заміщення.

1. Постановка завдання

Найбільш відомим методом вбудовування стеганографічних вставок на сьогоднішній день є підміна найменш значущих біт (LSB-заміщення) [1]. Даний метод заснований на тому, що заміна від одного до чотирьох молодших біт в байтах колірного уявлення пікселів зображення залишається практично непомітним для людського ока. Найбільшою можливістю для приховування інформації має синя компонента, що обумовлено будовою сітківки ока. На сьогоднішній день розроблено досить багато алгоритмів вбудовування інформації в зображення, аудіо- та відеопотоки, однак метод LSB-заміщення, будучи історично першим, має широке поширення. Всі методи приховування інформації орієнтовані на таке перетворення зображення, яке не видно візуально. У зв'язку з цим актуальною є задача побудови алгоритмів аналізу зображень на наявність стеганографічних вставок.

На сьогоднішній день всі існуючі алгоритми орієнтовані на визначення самого факту присутності або відсутності стеганографічної вставки в зображенні. В роботах [2, 3] наведено метод статистичного аналізу Хі-квадрат, заснований на припущенні про випадковий розподіл молодших бітів колірних байтів зображення. Даний метод дає хороші результати при рівномірному заповненні контейнера і слабо застосуємо при випадковому виборі пікселів для заміни молодших бітів. У статті [4] стеганоаналіз проводиться на основі порівняння молодших бітів в сусідніх байтах з використанням формалізму ланцюгів Маркова. У статті [5] запропонований метод виявлення стеганографічної вставки на основі використання штучних нейронних мереж. Показано, що при достатньо великому обсязі навчальної вибірки нейронна мережа здатна визначати наявність вставки з помилкою не перевищує 15%. Усе відомі на сьогоднішній день методи стегоаналіза методу LSB-заміщення ефективні при заповненні стегоконтейнер не менше ніж на 50% [6]. У статті [7] запропонований метод виявлення вбудованої інформації, заснований на алгоритмах стиснення інформації. Основна ідея методу полягає в тому, що випадкові дані стискаються слабкіше, ніж впорядковані. Даний підхід дозволяє з високою точністю визначати наявність стеганографічної вставки при заповненні контейнера від 40%. Даний метод отримав розвиток в роботі [8] на основі використання попередньої обробки зображення, що дозволило застосовувати його при значно менших заповненнях контейнера [9].

Слід зазначити, що на сьогоднішній день відсутні алгоритми, що визначають в байти, в яких сталася підміна молодшого біта. За постановці дана задача близька до проблеми виявлення пікселів, пошкоджених імпульсним шумом. Для імпульсного шуму характерна зміна кольору довільно обраного байта на випадково обрану величину. Однак завдання пошуку вбудованого повідомлення є складнішою так як величина зміни складає всього один біт. На сьогоднішній день існує кілька методів виявлення пошкоджених пікселів. Перш за все необхідно виділити метод SDROM [9], який, будучи історично першим, послужив основою для ряду алгоритмів [10, 11]. Також існують інші походи, засновані на пошуку асоціативних правил [12, 13], методі кластеризації [14] і методі аналізу ієрархій.

Запропоновано алгоритм виявлення пікселів зображення, в яких зроблена підміна найменш значущого біта при стеганографічному вбудовуванні повідомлення, на основі автоматичного аналізу нульового шару.

2 Алгоритм виділення області вбудовування

Для виділення області вбудовування використовуємо алгоритм, побудований на основі алгоритму таксономії FOREL [14]. У своєму класичному вигляді FOREL об'єднує точки в таксони, що лежать всередині кола.

У нашому випадку ми будемо будувати таксони прямокутної форми.

Введемо показник щільності одиничних значень p. Якщо в деякій області зображення міститься N пікселів і $N1$ з них має одиничне значення, показник щільності одиничних значень $p = N1 / N$.

Будемо шукати прямокутні області, які мають щільність одиничних значень заданої величини p0. Також в якості вхідного параметра алгоритму задамо параметр R0, що визначає початковий розмір таксона. Алгоритм складається з наступних кроків:

Крок 1. Вибираємо початкове значення розміру таксона $R = R0$.

Крок 2. Вибираємо випадковим чином крапку з координатами ($x1$, $y1$), яка грає центру таксона. Будуємо квадрат, лівий верхній кут якого має координати ($x1$ - R, $y1$ - R), а правий нижній кут координати ($x1 + R$, $y1 + R$).

Крок 3. Шукаємо координати центру мас точок, що лежать всередині побудованого квадрата ($x2$, $y2$).

Крок 4. Якщо точки ($x1$, $y1$) і ($x2$, $y2$) збігаються, то переходимо до кроку 5, інакше $x1 = x2$, $y1 = y2$ і переходимо до Кроку 2.

Крок 5. Обчислюємо показник щільності одиничних значень p.

Крок 6. Якщо $p > p0$, то $R := 1.1R$ і переходимо до кроку 3.

Крок 7. Якщо $p < p0$, то $R := 0.9R$ і переходимо до кроку 3.

Крок 8. Якщо $p = p0$, то переходимо до кроку 2.

Алгоритм виконується поки всі крапки нульового шару не будуть об'єднані в деякі таксони. Як областей, в які може бути вбудовано повідомлення, вибираємо таксони, розмір яких не менше, ніж 10% розмірів вихідного зображення.

В результаті роботи алгоритму на штучному зображенні з рівномірною заливкою область вбудовування визначається досить точно. Однак уже для штучних зображень з градієнтної заливкою виникають складності, так як безперервна зміна кольору зображення в цілому проявляється як смуги однакових значень на нульовому шарі. Дані смуги можуть бути усунені за допомогою попередньої обробки зображення.

Висновок. Комп'ютерний експеримент проводився для різних кольорових зображень, як штучних, так і фотографічних. Вбудоване повідомлення представляло собою текстовий рядок, представлений в вигляді послідовності бітів. Вбудовування вироблялося в синю компоненту, як найменш помітну людським оком. Вбудовувані біти заповнювали прямокутну область. Алгоритм тестувався на прямокутному штучному зображенні з градієнтною заливкою та показав високу ефективність в виявлені стегано повідомлень.

Перелік використаних джерел

1. E. Adelson. Digital Signal Encoding and Decoding Apparatus. U.S. Patent. No. 4,939515, 1990.

2. N. Provos, P. Honeyman. Detecting steganographic content on the internet. Technical Report CITI 01-1a, University of Michigan, 2001.

3. A. Westfeld, A. Pfitzmann. Attacks on Steganographic Systems: Breaking the Steganographic Utilities EzStego, Jsteg, Steganos and STools- and Some Lessons Learned. 3rd International Workshop on Information Hiding, 2000.

4. V.A. Golub, M.A. Dryuchenko. Steganographic information detection in JPEG files with the help of complex usage of several stego-attackes. Infocommunication Technologies, 7(1):44–50, 2009.

5. A.Zh. Abdenov, L.S. Leonov. Ispolzovaniye neyronnykh setey v slepykh metodakh obnaruzheniya vstroyennoy steganograficheskoy informatsii v tsifrovykh izobrazheniyakh. Polzunovsky vestnik, 2:221–225, 2010.

6. A. Westfeld, A. Pfitzmann. Attacks on Steganographic Systems. Breaking the Steganographic Utilities EzStego, Jsteg, Steganos and S-Tools - and Some Lessons Learned. Lecture Notes in Computer Science, 1768:61–75, 2000.

7. M.Yu. Zhilkin. Stegoanaliz graficheskikh dannykh v razlichnykh formatakh. Doklady TUSURa, 2(18):63–64, 2008.

8. V. A. Monarev. Sdvigovyy metod obnaruzheniya skrytoy informatsii. Vestnik SibGUTI, 4:62–68, 2012.

9. E. Abreu, M. Lightstone, S.K. Mitra, S.K. Arakawa. A new efficient approach for the removal of impulse noise from highly corrupted images. IEEE Transactions on Image Processing, IEEE Transactions on, 5:1012–1025, 1996.

10. R. Garnett, T. Huegerich, C. Chui, W. He. A Universal Noise Removal Algorithm with an Impulse Detector. IEEE Trans Image Proccess, 14(11):1747–1754, 2012.

11. S.V. Sorokin, M.A. Shcherbakov. Realizatsiya SD-ROM filtra na osnove kontseptsii nechetkoy logiki. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region, 3:56–65, 2007.

12. S.V. Belim, A.O. Mayorov-Zilbernagel. Algorithm for Searching the Broken Pixels and Eliminating Impulse Noise in Images Using a Method of Association Rules. Science and Education of the Bauman MSTU, 12:716– 737, 2014. URL: http://technomag.bmstu.ru/doc/744983.html.

13. S.V. Belim, A.O. Mayorov-Zilbernagel. Image Restoration With Static Gaps On The Basis Of Association Rules. Herald of computer and information technologies, 12:18–23, 2014.

14. S.V. Belim, P.E. Kutlunin. Impulse noise detection in image using a clustering algorithm. Herald of computer and information technologies, 3:3–10, 2016.