УДК 004.056:004.932

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ МАТРИЧНОГО КОДУВАННЯ ПРИ СТЕГАНОГРАФІЧНОМУ ВБУДОВУВАННІ ДАНИХ В ЗОБРАЖЕННЯ

Федоров О.В.[1], Удалов Д.В.[2], Кузьоменський В.Р.[1], Іваненко С.А.[1]
e-mail: {oleksii.fedorov, vladyslav.kuzomenskyi, stanislav.ivanenko}@nure.ua
[1]Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ІМІ
[2] Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", каф. Систем інформації імені В.О. Кравця
м. Харків, Україна

When it comes to practical application of image steganography methods it is common to observe distortions which appear due to the fact that the required amount of information to embed (i.e. payload) does not agree with the actual capacity of the stego-container or due to the need of providing a higher embedding threshold for accurate (error-free) decoding of steganographically embedded information on the receiving side. The distortions of the stego-container caused by embedding can be significantly reduced by employing methods of adaptive embedding. This paper analyses the feasibility of matrix encoding as one of the methods to perform adaptive stego embedding.

В роботі розглядаються питання забезпечення конфіденційності даних, що передаються в телекомунікаційних мережах, за рахунок застосування стаганографічних алгоритмів. На відміну від криптографічних, стенографічні методи дають змогу приховати сам факт передавання даних завдяки внесенню надлишкової інформації, що підлягає прихованому передаванню, в об'єкт-контейнер, який утворює стеганографічний канал.

При практичному використанні стеганографічних методів часто виникають спотворення контейнера, внаслідок неузгодженості пропускної спроможності стегоканалу з наявним обсягом вбудовуваної інформації, або через необхідність забезпечення значного порогу вбудовування для безпомилкового декодування стеганографічно вбудовуваної інформації на приймальній стороні. Спотворення стегоконтейнера, викликані вбудовуванням, вдається істотно знизити, застосовуючи методи адаптивного вбудовування, наприклад, за допомогою матричного кодування вбудованих даних, запропонованого Крендаллом [1].

У роботі [2] дана класична формула для визначення пропускної здатності прихованого каналу :

$$C_h = \log_2(1+(\sigma_I^2+\sigma_P^2)^{-1}\cdot 255^2\cdot 10^{-PSNR/10})/2 \text{ біт/піксел}, \quad (1)$$

де $PSNR = 10 \cdot \lg(255^2 / MSE)$ $PSNR = \frac{10 \lg 255^2}{MSE}$ — пікове відношення сигнал/шум, MSE MSE — середній квадрат помилки (mean squared error), що вноситься в зображення-контейнер вбудовуванням; σ_I^2 — еквівалентна дисперсія шуму, створюваного зображенням, а σ_P^2 — дисперсія шуму перетворення (компресії).

Формула (1) є адаптацією формули Шеннона для пропускної здатності каналу з шумом. Рамкумар пропонує використовувати $\sigma_I = 46$ в формулі (1), крім того, в [2] вказується, що JPEG компресія з якістю 50% дає $\sigma_P \approx 6{,}7$. Задавшись $PSNR = 40$ дБ знаходимо $C_h \approx 0{,}0021674$ бит/пиксел.

Вбудовування за алгоритмом Коха і Жао [3] передбачає внесення змін в обрану пару ДКП коефіцієнтів блоку 8х8 пікселів. Фактично це призводить до того, що тією чи іншою мірою спотвореними виявляться всі 64 пікселі блоку зображення-контейнера. Тому фактична швидкість вбудовування (embedding rate) дорівнює $C_h^* = 64 \cdot C_h \approx 0{,}13871$ біт/піксель або близько 14% від загального числа пікселів зображення-контейнера.

Знання пропускної здатності, проте, не дає нам уявлення про відповідне значення рівня порога вбудовування даних. Однак, очевидно, що величина порога вбудовування впливатиме на величину фінальних спотворень зображення-контейнера, викликаних вбудовуванням. Іншими словами, рівень результуючих спотворень є функцією порога вбудовування.

Виконані експериментальні дослідження показали, що під час вибору порога вбудовування, здатного забезпечити стійкість до JPEG компресії з 50% якістю, результуючі спотворення, що виникають під час вбудовування такої кількості біт, яка розраховується за формулою (1), призводять до спотворень, за яких PSNR виявляється істотно меншим від 40 дБ. Це говорить про те, що необхідно провести уточнення значень, які фігурують у формулі (1). Для цього слід відтворити перетворення, передбачені алгоритмом JPEG для різних тестових зображень. І проаналізувати отриманий результат.

Список використаних джерел:

1. Crandall R. Some Notes on Stegnography: Steganography Mailing List, 1998. Режим доступа: http://os.inf.tu-dresden.de/westfeld/crandall.pdf.

2. Ramkumar M., Akansu A. N. Capacity estimates for data hiding in compressed images // IEEE Transactions on Image Processing. 2001. Vol. 10, no. 8. PP. 1252–1263.

3. Zhao J. and Koch E. Embedding robust labels into images for copyright protection // Proceedings of the Conference on Intellectual Property Rights and

New Technologies, ser. KnowRight ’95. Munich, Germany, Germany: R. Oldenbourg Verlag GmbH, 1995. PP. 242–251.