

ОПТИМИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА СТЕГАНОГРАФИЧЕСКОГО СКРЫТИЯ СЛУЖЕБНОЙ ИНФОРМАЦИИ В ПРОСТРАНСТВЕННОМ ПРЕДСТАВЛЕНИИ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Д.М. Заблоская, В.С. Садов

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь
E-mail: dasaz659@gmail.com

В данной работе рассматриваются вопросы стеганографического сокрытия служебной (закрытой) информации в цифровых картах (контейнерах), которые могут находиться в открытом доступе. Скрытие информации осуществляется на основе алгоритма Куттера-Джордана-Боссена дополненного блоком интеллектуального отбора пригодных для стеганографических модификаций пикселей контейнера, осуществляемого в соответствии с пространственным распределением яркостно-цветовой неоднородности его пикселей и объема встраиваемых данных.

Ключевые слова: цифровые картографические изображения; неоднородность изображений; стеганография.

Введение. Картографические изображения подразделяются на общедоступные и конфиденциальные, доступ к которым имеют определенный круг лиц. Стеганография предоставляет надежный и удобный для использования метод хранения и транспортировки таких карт, путем незаметного сокрытия секретных объектов на них в элементах цифрового представления общедоступных карт (контейнеров) [1].

Особенностью стеганографии является установления баланса между стеганографической емкостью контейнера (объемом встраиваемой информации) и незаметностью встраивания [2]. Эта задача требует, в первую очередь, анализа пространственной и яркостно-цветовой неоднородностей изображений-контейнеров. У неоднородных участков изображения выше стеганографическая емкость, в отличие от однородных, и выше незаметность встраивания. То есть для наилучшего встраивания больше подходят неоднородные участки контейнеров [1].

Стеганографический алгоритм, который представлен в данной работе, основан на методе Куттера-Джордана-Боссена. Бит секретного сообщения встраивается в канал синего цвета контейнера путем модификации яркости его пикселей на определенное значение, которое рассчитывается индивидуально для каждого пикселя с учетом объема скрываемых данных, требуемой степени незаметности их встраивания и яркостно-цветовой неоднородности контейнера.

Алгоритм встраивания информации. Алгоритм состоит их шагов:

- Построение карты неоднородности контейнера. Для этого изображение-контейнер сканируется окном (блоком) 5x5 пикселей с шагом 1 пиксель и определяются средние значения яркости пикселей в блоках в соответствии с выражением:

$$avg = (\sum_{i=1}^{25} x_i) / 25, \text{ где } x - i\text{-ый элемент блока.}$$

- Определяется разность по модулю между центральным пикселем блока и средним значением яркости пикселей в этом блоке:

$$diff = |c - avg|, \text{ где } c - \text{центральный элемент, } avg - \text{средняя яркость блока.}$$

- Если эта разность, которую назовем силой неоднородности, находится в заданном диапазоне значений, то координата данного пикселя и значение его яркости заносится в карту неоднородности контейнера.

- Оценивается полученная величина стеганографической емкости контейнера. Если она меньше объема скрываемых данных, то корректируется величина силы неоднородности в сторону уменьшения.

- кодирование бит сообщения:
 - если встраиваемый бит скрываемых данных - «0», то из значения яркости центрального пикселя вычитается разность $diff$. В случае, если центральный пиксель примет, при этом, отрицательное значение - приравниваем его к нулю.
 - если встраиваемый бит скрываемых данных - «1», то к значению яркости центрального пикселя прибавляется разность $diff$. При этом, максимальное значение центрального пикселя, ограничивается величиной - 255.

Результаты встраивания данных. В данном исследовании в качестве контейнера, используется изображение карты местности, размером 2369×2562 пикселей, представленное на рисунке 1.

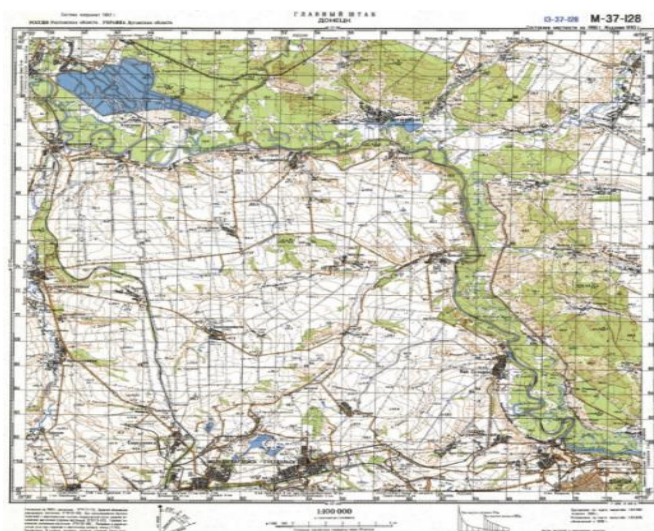


Рис. 1. Картографическое изображение.

Результаты оценки визуальных искажений контейнера по величине PSNR при встраивании графических данных приведены в табл. 1.

Таблица 1

Оценка по величине PSNR заполненных контейнеров

Диапазон неоднородностей используемых блоков	Пиковое отношение сигнал-шум при встраивании графических данных, дБ
0 – 10	57,8258
0 – 20	51,4697
0 – 30	47,5545
0 – 40	44,9591
0 – 50	42,8759
0 – 60	41,4128
0 – 70	39,6954
0 – 80	39,2893

Из табл. 1 видно, что приемлемое значение PSNR обеспечивается при силе неоднородности 10 – 60. Минимальное значение PSNR принимается равным 40 дБ.

Для извлечения информации из заполненного контейнера необходимо знание заданного диапазона силы неоднородности и длины встроенных данных в битах. По этим данным строится карта неоднородности полученного заполненного контейнера. Далее аналогично алгоритму встраивания выделяются на этой карте блоки 5х5 пикселей и для каждого блока по соотношению величины яркости его центрального пикселя и средней яркости всех пикселей в блоке делается вывод о значении информационного бита, встроенного в анализируемом блоке.

В силу того, что карта неоднородности заполненного контейнера строится по измененным в процессе встраивания пикселям, при извлечении встроенной информации возможно ложное распознавание значений встроенных бит (табл. 2).

Таблица 2

Ошибки извлечения текстовой информации

Диапазон неоднородностей используемых блоков	Процент ошибок извлечения текстовой информации
10 – 20	73,08%
20 – 30	10,09%
30 – 40	0%
40 – 50	0%
50 – 60	0%

Из табл. 2 видно, что наилучший, по минимуму ошибки, диапазон силы неоднородности блоков, используемых контейнеров, составляет 30 – 60.

Этот диапазон является оптимальным и для случая встраивания графической информации. Однако, встраиваемое изображение, при этом, не превысит размер – 177х177 пикселей. Более того, этот диапазон, можно расширить до значений 23 – 67, при этом ошибка извлечения данных не превысит 0,38%, а допустимый размер встраиваемых изображений составит 206х206 пикселей. При таком диапазоне неоднородностей блоков контейнера извлеченное сообщение будет выглядеть как показано на рис. 2.

Оригинальное изображение Восстановленное изображение



Рис. 2. Сравнение оригинала сообщения и извлеченного сообщения

Вывод. В стеганографии необходимо следить за балансом между незаметностью встраивания и стеганографической емкостью контейнера.

Для встраиваемых данных текстового вида лучше использовать блоки контейнера с силой неоднородности 30 – 60. При таком диапазоне удастся встроить примерно 19 страниц русского текста, при этом ошибок извлечения совсем не будет.

При встраивании изображений возможно использовать блоки контейнера с силой неоднородности 23 – 67. В таком случае становится возможным встроить изображение размером до 206×206 пикселей. Стеганографическую емкость контейнера можно увеличить практически в двое, либо втрое задействовав остальные цветовые каналы картографического контейнера.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Садов. В.С. Компьютерная стеганография: учеб. пособие / В.С. Садов. Минск: РИВШ, 2014. С. 172 с.: ил.
2. Конахович Г.Ф., Пузыренко А.Ю. Компьютерная стеганография. Теория и практика. Киев: МК Пресс. 2006.