

УДК 004.056.53

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТЕПЕНИ СЖАТИЯ НА ДКП-КОЭФФИЦИЕНТЫ JPEG-ИЗОБРАЖЕНИЙ

Фролов А.В.

к.т.н., доцент каф. КИСС Защелкин К.В.

Одесский Национальный Политехнический Университет, УКРАИНА

**АННОТАЦИЯ.** Рассмотрена проблема искажения стего-сообщений, встраиваемых в JPEG-изображения. Выполнено экспериментальное исследование зависимости изменений ДКП-коэффициентов JPEG-изображений от степени сжатия. Описаны структурные особенности программного обеспечения, разработанного для проведения экспериментального исследования.

**Введение.** Одним из направлений защиты информации является цифровая стеганография [1]. В отличие от криптографии, стеганография скрывает сам факт передачи секретного сообщения. Наиболее часто скрытие достигается путем внедрения секретного сообщения в мультимедийный контейнер [2]: цифровое изображение или видео, оцифрованный звук. В результате такого внедрения отличить заполненный стего-сообщением контейнер от пустого контейнера не представляется возможным. Этим и достигается основана задача стеганографической защиты данных.

Наиболее используемым на текущий момент форматом графических файлов является формат JPEG и производные от него форматы. Однако из-за того, что метод JPEG выполняет сжатие с потерями информации, стего-сообщение, строенное в JPEG может быть искажено [3].

**Цель работы.** Цель данной работы состоит в экспериментальном исследовании JPEG-изображений для выявления характера изменений коэффициентов дискретно-косинусного преобразования (ДКП-коэффициентов) в зависимости от степени сжатия. Информация о влиянии степени сжатия на изменения ДКП-коэффициентов необходима для дальнейшего совершенствования стего-алгоритмов, которые выполняют внедрение секретных сообщений в JPEG-изображения.

**Основная часть работы.** Проведенное экспериментально исследование состояло в следующем. Исходными данными для выполнения экспериментов стали 20 несжатых растровых изображений  $I = \{i_1, i_2, \dots, i_{20}\}$ . Изображения отличались: размером; природой их получения (фотографии и синтетические изображения); наличием крупных заливок и плавных переходов, и наоборот, наличием большого количества мелких деталей. Для каждого изображения из множества  $I$  было получено множество из двенадцати изображений сжатых с разной степенью сжатия по стандартной шкале программного пакета Photoshop. Так для изображения  $i_1$  было получено множество его сжатых версий:

$$I_1^{JPEG} = \{i_1^{JPEG(1)}, i_1^{JPEG(2)}, \dots, i_1^{JPEG(12)}\},$$

где значения от 1 до 12 обозначают степень JPEG-сжатия по стандартной шкале. Аналогичные множества были получены для остальных исходных изображений  $i_2, \dots, i_{20}$ .

Экспериментальное исследование состояло из следующих этапов.

**Этап 1.** Каждое из изображений множества  $I = \{i_1, i_2, \dots, i_{20}\}$  разбивалось на одинаковые блоки 8x8 пикселей.

**Этап 2.** Каждый полученный блок подвергался дискретно-косинусному преобразованию. В результате формировался блок ДКП коэффициентов того же размера, что и исходный блок.

**Этап 3.** Далее все действия этапа 2 повторялись для изображений множеств  $I_1^{JPEG}, I_2^{JPEG}, \dots, I_{20}^{JPEG}$ . В итоге было получено множество блоков ДКП-коэффициентов исходного изображения и такое же количество блоков ДКП-коэффициентов каждого сжатого изображения.

*Этап 4.* После этого определялась величина различия между соответствующими ДКП-коэффициентами исходного изображения  $i_p$  и его сжатых версий из множества  $I_p^{JPEG}$ , где  $p = 1 \dots 20$ .

*Этап 5.* После этого усреднялась величина различий между соответствующими ДКП-коэффициентами на множестве блоков изображений с одинаковой степенью сжатия.

Для проведения эксперимента было разработано соответствующее программное обеспечение. Разработка выполнялась на языке C# в рамках программной платформы .Net. В процессе разработки программного обеспечения были созданы следующие его структурные элементы.

Разработан программный метод умножения двух матриц. В качестве параметров этот метод получает две матрицы размерностью  $8 \times 8$ . Результатом работы метода является матрица  $8 \times 8$ , содержащая результат умножения.

Для перевода изображения из цветовой модели RGB в модель YCbCr (чего требует метод JPEG) был разработан соответствующий программный метод. В качестве параметра этот метод получает строку, содержащую путь к изображению. Результатом работы метода являются отдельные составляющие Y, Cb, и Cr.

Для разбиения изображения на равные блоки  $8 \times 8$  был разработан программный метод, входным параметром которого является массив с составляющими Y, Cb, и Cr. Результатом работы этого метода является массив блоков изображения размером  $8 \times 8$  пикселей.

Исходя из первоначальных условий эксперимента, появилась необходимость в разработке функции для обработки блоков изображения при помощи дискретно косинусного преобразования. Для выполнения этого преобразования был разработан соответствующий метод. В качестве входного параметра этот метод получает матрицу значений цветовой компоненты изображения размером  $8 \times 8$ . Результатом работы метода является матрица размером  $8 \times 8$  с ДКП-коэффициентами.

Имея программный метод для дискретно косинусного преобразования, было необходимо разработать метод, выполняющий обратное преобразование. Этот метод принимает матрицу размером  $8 \times 8$  с ДКП коэффициентами в виде параметра. Результатом работы метода является блок изображения размером  $8 \times 8$ .

Также были разработаны программные методы для определения абсолютной и относительной разницы между ДКП коэффициентами. В виде входных параметров эти методы принимают массив блоков  $8 \times 8$  с ДКП коэффициентами исходного изображения и массив блоков  $8 \times 8$  с ДКП коэффициентами изображения, сжатого алгоритмом JPEG. Результатом работы этих методов является матрица, размером  $8 \times 8$ , с усредненными значениями разницы для каждого из 64 коэффициентов.

**Выводы.** Проведенное экспериментальное исследование дало возможность установить эмпирическую связь между изменениями ДКП-коэффициентов и степенью сжатия для изображений, представленных в формате JPEG. Полученные в результате эксперимента данные позволяют увидеть, какие из ДКП-коэффициентов в среднем подвержены большему, а какие меньшему изменению при изменении степени JPEG-сжатия. Эта информация позволяет отобрать множество ДКП-коэффициентов, которые более пригодны для использования в качестве объектов стеганографического внедрения битов секретного сообщения в изображения. В дальнейшем необходимо проведение подомного исследования на большей выборке изображений с целью получения более достоверных эмпирических данных.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Shih, F. Digital Watermarking and Steganography / F. Shih. – CRC Press, 2017. – 294 p.
2. Зашелкин, К.В. Усовершенствование метода стеганографического скрытия данных Куттера-Джордана-Боссена / К.В. Зашелкин, А.И. Иващенко, Е.Н. Иванова // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – Харків. – 2013. – № 5 (64). – С. 151-155.
3. Зашелкин, К.В. Повышение стойкости стеганографической системы к JPEG-атакам за счет устранения явления перерождения блоков стего-контейнера / К.В. Зашелкин, А.А. Ищенко, Е.Н. Иванова / Електротехнічні та комп'ютерні системи. – Київ. – 2014. – Вип. 14 (90). – С. 87-93.