

ВЫСОЦКИЙ С.Ю.

магистрант

ГОНТОВОЙ С. В.

кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой

специализированных компьютерных систем

ГОУ ВПО ЛНР «Донбасский государственный технический университет»

в г. Алчевск

г. Алчевск, Луганская народная республика

АЛГОРИТМ СТЕГАНОГРАФИЧЕСКОГО КОДИРОВАНИЯ АВТОРСКОЙ ИНФОРМАЦИИ В ВИДЕОФАЙЛАХ

В статье представлен алгоритм стеганографического кодирования авторской информации в кадрах видеопоследовательности, на основе коэффициентов дискретного косинусного преобразования. Приводится схема алгоритма скрытия информации в видео и анализ полученных результатов.

Ключевые слова: *авторская информация; видеофайл; стеганография; цифровые водяные знаки; дискретное косинусное преобразование.*

При выпуске мультимедийной продукции актуальной задачей является защита авторских прав. Произведения мультимедиа являются результатом интеллектуальной деятельности, исходя из этого, при выпуске продукции необходимо учитывать права всех авторов, интеллектуальные труды которых используются в системе.

Распространенной является ситуация, когда в интернете размещаются объекты авторского права без согласия автора. Для предотвращения таких случаев продукты интеллектуальной собственности необходимо обеспечить средствами защиты авторских прав перед их использованием в Интернете или в других сетях передачи данных.

Для того чтобы обеспечить информационную безопасность в области цифровых данных применяются различные способы защиты информации, одним из наиболее перспективных и развивающихся направлений является компьютерная стеганография.

Для защиты подлинности данных принято использовать электронные цифровые подписи, в которых находится зашифрованная информация. Недостатком электронных цифровых подписей является то, что при изменении, удалении, ключевых знаков невозможно пройти проверку подлинности [1, с. 54]. Для устранения данного недостатка необходимо внедрять цифровую подпись непосредственно в файл-контейнер с данными.

Для встраивания авторской информации в файл с данными необходимо использовать цифровые водяные знаки (ЦВЗ), что позволит обеспечить более высокий контроль над незаконным копированием цифровой информации [1, 5].

В качестве файла-контейнера в данной работе рассматривается видеофайл, это обусловлено практической значимостью задачи защиты графической информации от незаконного копирования и распространения, а также существующей проблемы потери или сильного искажения авторской информации в видеофайлах при естественных преобразованиях.

Алгоритм встраивания ЦВЗ в цветное изображение должен соответствовать требованиям устойчивости к естественным

преобразованиям файла-контейнера, встраиваемая информация должна быть невидима для зрительной системы человека.

В данной статье предложен алгоритм, который позволит автору произведения встраивать цифровые водяные знаки в файл-контейнер, что позволит обеспечить защиту авторских прав на данные файлы и однозначно идентифицировать каждую копию файла.

Ниже приведены основные функции ЦВЗ:

- идентификация владельца;
- доказательство права собственности;
- отслеживание взаимодействий;
- контроль незаконного копирования.

Для решения проблемы избыточности и устойчивости информации, которая возникает при встраивании стеганографической информации в файл-контейнер, необходимо определять, какие из кадров будут преобразованы или удалены при использовании естественных алгоритмов сжатия, для этого необходимо разделить все кадры на 3 группы [2, 5]. На рисунке 1 представлена стандартная последовательность кадров, на которой отмечены следующие группы кадров:

1) Опорные кадры (I – кадры) – содержат основную информацию о хранимом изображении, при сжатии данной группы кадров происходит устранение пространственной избыточности, что приводит к уменьшению количества пикселей, но количество различных состояний не изменяется.

2) Формируемые кадры (P – кадры) – изображение в данной группе кадров формируется за счёт информации от последнего I или P кадра в существующей последовательности. Для хранения информации о кадрах необходимо хранить только разностную информацию о соседних кадрах. При сжатии кадров данной группы происходит устранение пространственной и временной избыточности.

3) Двухнаправленные кадры (BI – кадры) – кадры данной группы хранят информацию о соседних I и P кадрах. BI – кадры обладают наибольшей степенью сжатия, но для их корректного отображения необходимы соседние кадры последовательности.

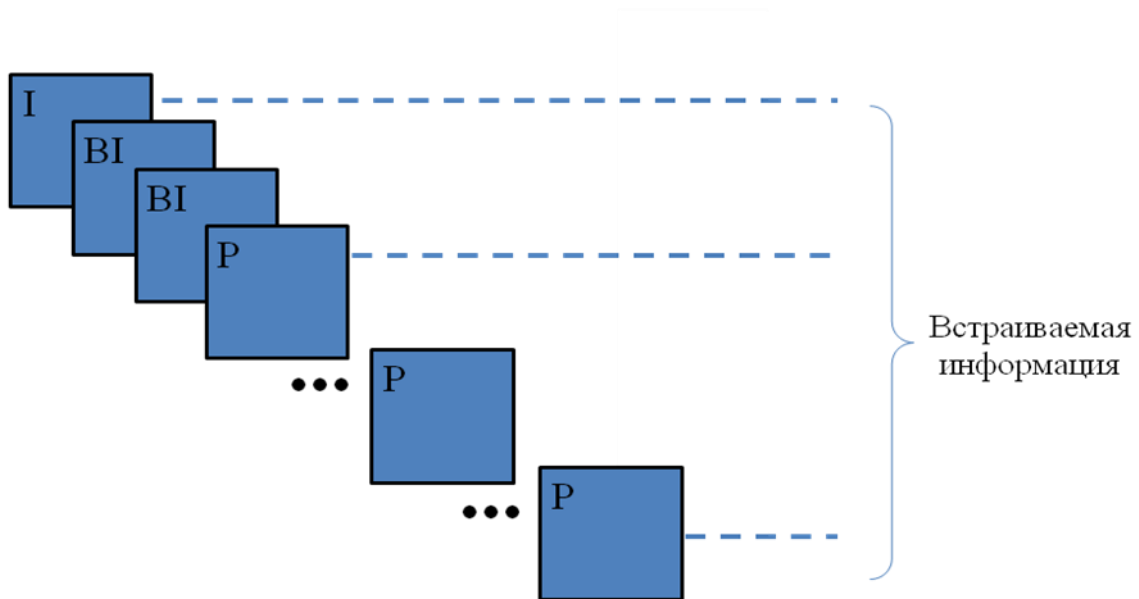


Рисунок 1 – Стандартная последовательность кадров

Стандартной для видеопоследовательности является ситуация, когда между соседними кадрами изменяется только небольшая часть изображения, или кадры являются идентичными [3, 4]. Для того чтобы избавиться от избыточности хранимой информации, информация сохраняется полностью только для опорных кадров. Для кадров других групп хранится только разностная информация, которая описывает изменения между соседними кадрами (движение объекта на кадре, появление новых элементов).

Структура видеопотока описывается в виде дроби $\frac{M}{N}$, где M – общее число кадров, а N – каким по счету будет очередной P кадр после предыдущего.

Поток данных в видео состоит из следующих иерархических уровней [2, с. 214]:

1) блок – хранит информацию о компонентах цвета и яркости пикселей для заданного участка изображения. Чаще всего при сжатии изображения размер блока соответствует 8x8 пикселей.

2) макроблок – включает в себя объединение соседних блоков.

3) слой – включает в себя объединение соседних макроблоков.

4) кадр – включает в себя объединение соседних слоев. В зависимости от содержимого кадр может относиться к кадрам I, P или B группы.

5) группа изображений – включает в себя объединение кадров, которые начинаются с опорного кадра.

6) видеопоследовательность – включает в себя одну или несколько групп изображений, а также служебные заголовки, необходимые для корректного отображения группы кадров.

Наиболее распространенным является кодирование, согласно которому каждый макроблок представлен в виде набора блоков 8x8 пикселей — каждый блок несет информацию или о яркости, или о цвете [2, 4].

Служебный заголовок в видеопоследовательности необходим для того, чтобы обеспечить произвольный доступ к содержащимся кадрам.

Основное сжатие в кадрах происходит за счёт того, что подбираются различные наборы фильтров для уменьшения размера основной, цветовой информации за счёт удаления неиспользуемой служебной информации и неиспользуемых цветов [3, с. 86].

Исходя из приведенной информации, для достижения максимальной устойчивости встраиваемой авторской информации к естественным преобразованиям, необходимо определять, какие кадры несут наибольшую информативность и какие с наименьшей вероятностью будут преобразованы при естественных сжатиях.

Для достижения этой цели был реализован алгоритм, который основан на выделении коэффициентов дискретного косинусного преобразования (ДКП).

Дискретное косинусное преобразование является частным случаем преобразования Фурье. Для перехода к спектральному представлению кадра необходимо сопоставить ширину и высоту изображения осям X и Y , а по оси Z отобразить цветовые составляющие изображения.

Использование коэффициентов ДКП позволяет выполнить обратное преобразование.

В итоговой матрице коэффициенты матрицы ДКП получаются упорядоченными по частоте. Сначала следуют низкочастотные коэффициенты, затем среднечастотные и высокочастотные. Низкочастотные коэффициенты содержат самую важную информацию для восстановления исходных данных, и их изменение приведёт к сильному искажению данных после применения обратного преобразования. Высокочастотные коэффициенты можно использовать без существенного воздействия на исходные данные. Блок-схема алгоритма работы программы представлена на рисунке 2.

Основная идея алгоритма заключается в выделении из видео тех кадров, которые обладают наименьшей избыточностью информации и,

следовательно, с наименьшей вероятностью будут изменены или удалены при естественных сжатиях видеофайла. Тип кадра определяется исходя из сравнения вычисленных значений коэффициентов ДКП с коэффициентами ДКП соседних кадров, что позволяет выделить опорные кадры видеопоследовательности и определить максимальный размер встраиваемой авторской информации.

В качестве тестового примера был проанализирован набор кадров видеoinформации, для каждого из которых были определены и сопоставлены коэффициенты из несжатой последовательности кадров и последовательности сжатой с потерями информации и без потери информации. Критериями анализа выступали: исходный размер кадра видео, размер кадра видео с встроенной информацией, формат кадра, значения коэффициентов ДКП исходного кадра, значения коэффициентов ДКП кадра с встроенной информацией, параметры ширины и высоты кадра.

Алгоритм применялся для кадров различных форматов (PNG, JPG), так как они имеют различные алгоритмы сжатия. В качестве тестовой информации встраивался файл, содержащий текстовое описание авторской информации.

Полученный файл с встроенной авторской информацией незначительно отличается по размеру от исходного файла, так как в итоговой матрице коэффициенты матрицы ДКП структурированы по частоте и изменение высокочастотных коэффициентов не влияет на внешний вид и размер кадра, но позволяет внедрить авторскую информацию.

Для проверки встроенной информации на устойчивость к естественным преобразованиям, полученный файл был сжат с потерей информации, после чего встраиваемая информация была успешно считана.

Результат работы описанного алгоритма приведен в таблице 1.

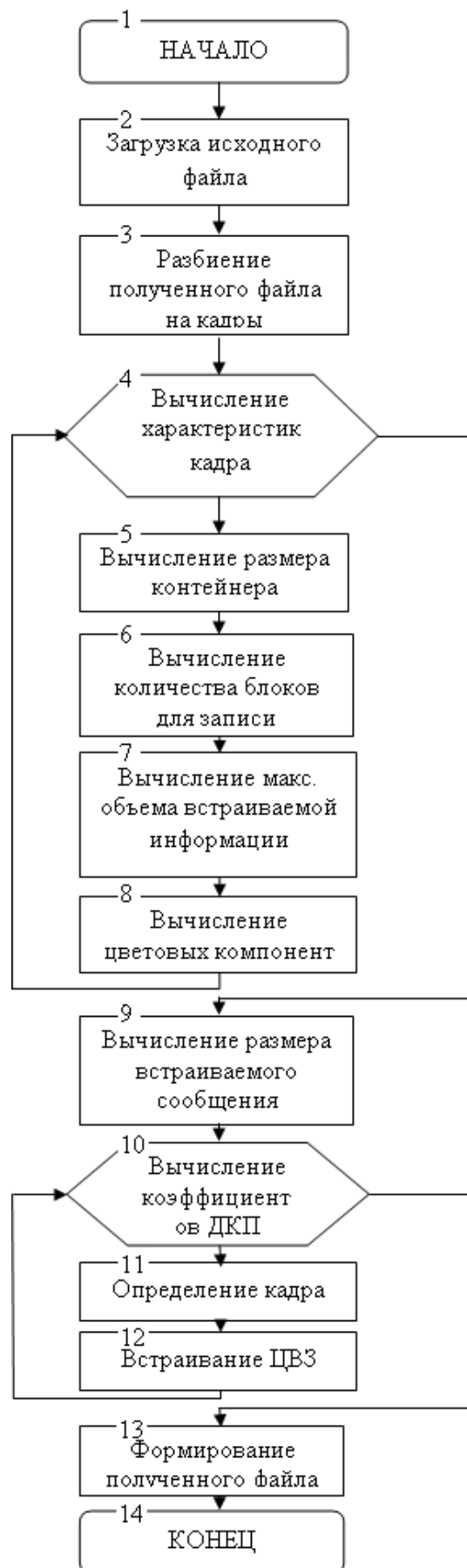


Рисунок 2 – Блок-схема алгоритма работы программы

Таблица 1 – Результат работы программы

Номер кадра	Формат файла	Исходный размер файла, КБ	Размер файла с встроенной информацией, КБ	Размер минимизированного файла с встроенной информацией, КБ	Разрешение кадра
1	PNG	2703	2705	1713	1920x1080
1 (сжатие без потерь)	PNG	1196	1197	1085	854x480
2	JPG	531	532	356	1920x1080
2 (сжатие с потерями)	JPG	144	146	92	854x480
3	PNG	5034	5035	1155	1920x1080
3 (сжатие с потерями)	PNG	1082	1083	1083	854x480

Выводы

Разработанный алгоритм позволяет встраивать авторскую информацию в кадры видеопоследовательности на основе коэффициентов дискретного косинусного преобразования. Использование коэффициентов дискретного косинусного преобразования позволяет встраивать информацию без изменения размера и характеристик исходного файла. Встраиваемая информация обладает устойчивостью к преобразованиям файла.

Литература

1. Аграновский А. В. Стеганография, цифровые водяные знаки и стегоанализ. / А. В. Аграновский, А. В. Балакин, В.Г. Грибунин. — М.: Вузовская книга, 2009. — 220 с.
2. Бугаев В.С., Петраков А.В. О взаимосвязи избыточности и скрытности в элементах стеганографии // Международная конференция "Телекоммуникационные и вычислительные системы" (МФИ 2008). — М.: Связьиздат, 2008. — С. 212-217.
3. Грибунин В. Г. Атаки на стегосистемы и противодействия им. / В. Г. Грибунин, И. Н. Оков, И. В. Туринцев. — М.: Солон-Пресс, 2002. — 272 с.
4. Елисеев А. С. Исследование и разработка методов и алгоритмов стеганографического анализа отдельных контейнеров и их связанных наборов: дис. канд. техн. наук. — Ростов-на-Дону, 2013. — с. 41— 47.
5. Зырянов А. В. Методы защиты авторских прав с использованием цифровых водяных знаков в видеоконтейнерах формата MPEG // Вестник Томского госуниверситета. Приложение. 2007. № 23. С. 142–156.