

УДК 004.056.5

АЛГОРИТМ ВЫЯВЛЕНИЯ НАРУШЕНИЯ ЦЕЛОСТНОСТИ ЦИФРОВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

И. И. Бобок, д. т. н. А. А. Кобозева

Одесский национальный политехнический университет

Украина, г. Одесса

alla_kobozeva@ukr.net

Представлена адаптация нового стеганоаналитического метода, основанного на теории возмущений и матричном анализе, для задачи детектирования нарушения целостности цифрового изображения. Под нарушением целостности понимается наложение шума, размытие изображения. Оценка эффективности проведенной адаптации производится при помощи ROC-анализа.

Ключевые слова: стеганоаналитический алгоритм, целостность, цифровое изображение, сингулярное число.

Стеганопреобразование цифрового изображения (ЦИ) является одним из способов нарушения его целостности. В силу этого стеганоаналитические методы (САМ) и алгоритмы принципиально возможно использовать для решения чрезвычайно актуальной на сегодняшний день задачи детектирования неавторизованных изменений ЦИ – их фальсификаций.

Одним из наиболее широко используемых стеганографических методов был и остается до настоящего момента метод модификации наименьшего значащего бита (LSB) [1]. В силу этого значительная часть стеганоаналитических исследований посвящена именно этому методу. На базе общего подхода к анализу состояния и технологии функционирования информационных систем (ОПАИС) [2] авторами настоящей работы был разработан принципиально новый САМ, получивший название *SAVV*, для детектирования результатов работы LSB-метода, основывающийся на выявлении малых возмущений матрицы контейнера, в качестве которого рассматривается ЦИ, хранимое в формате с потерями (ФСП), происходящими при стеганопреобразовании, за счет анализа скорости изменения наименьших сингулярных чисел (СНЧ) блоков матрицы, полученных при ее стандартном разбиении, дающий принципиальную возможность выявления наличия дополнительной (конфиденциальной) информации (ДИ) даже при малой скрытой пропускной способности [3].

Целью настоящей работы является эффективная адаптация разработанного САМ *SAVV* для решения задачи выявления нарушения целостности ЦИ.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи.

1. Анализ возможности применения *SAVV* для детектирования наложения различных шумов на ЦИ, хранимое в ФСП.

2. Адаптация разработанного САМ для решения задачи выявления нарушения целостности ЦИ, производимого с использованием одного из наиболее часто применяемых программных инструментов его постобработки — размытия.

3. Анализ эффективности проведенных адаптаций.

Для анализа эффективности работы *SAVV* выбран метод, основанный на анализе так называемых операционных характеристических кривых — ROC-анализе [4], позволяющий оценить эффективность анализируемого метода с учетом ошибок как I, так и II рода.

Проверка эффективности работы *SAVV* по выявлению наиболее часто используемых при моделировании различных возмущающих воздействий (ВВ), в том числе стеганопреобразования (СП) шумов проводилась в среде Matlab. В ходе эксперимента тестировалось 500 различных ЦИ из базы NRCS [5]. Параметры шума (D — дисперсия) выбирались с учетом сохранения надежности восприятия возмущенного ЦИ, которая устанавливалась путем субъективного ранжирования. Результаты эксперимента представлены в табл. 1.

Одним из наиболее часто используемых программных инструментов постобработки ЦИ при

его фальсификации является размытие изображения (РИ). Таким образом, наличие следов РИ указывает на возможную фальсификацию ЦИ. В работе проведена адаптация *SAVV*, позволяющая использовать его для выявления РИ. Для оценки эффективности проведенной адаптации в среде Matlab был проведен вычислительный эксперимент, в котором участвовало 500 ЦИ из базы NRCS в формате JPEG. В ходе эксперимента изображения в среде Adobe Photoshop подвергались размытию с радиусом $R = 2, 3, 4, 5$, результат которого обеспечивал сохранение надежности восприятия ЦИ, которая устанавливалась путем субъективного ранжирования. Результаты приведены в табл. 2.

Таблица 1

Результаты работы САМ *SAVV* при выявлении различных шумов

Тип шума		Ошибки I рода, %	Количество возмущенных пикселей матрицы ЦИ, %	Абсолютное значение максимального возмущения пикселей ЦИ
Гауссовский	$D = 0.0001$	0	15—41	4—11
	$D = 0.00001$	2	11—26	3—5
	$D = 0.0000015$	34,67	3.8—5.6	1—2
Мультипликативный	$D = 0.0001$	5,4	35—78	4
	$D = 0.00003$	8,5	15—61	2
	$D = 0.00001$	18	4—47	1
Пуассоновский		1,1	35—81	44—68

Таблица 2

Результаты работы *SAVV* по выявлению РИ в зависимости от радиуса размытия

Радиус размытия	2	3	4	5
Количество нераспознанных размытых ЦИ, %	2	1,5	1,5	0
Количество неразмытых ЦИ, принятых за размытые, %	6,8			

Таким образом, САМ *SAVV* обладает высокой эффективностью при детектировании наложения различных шумов на ЦИ, хранимое в ФСП. Важность полученного результата обусловлена использованием шума не только в процессе СП, но и при постобработке ЦИ после его неавторизованного изменения. Проведена эффективная адаптация САМ *SAVV* для решения задачи выявления результатов размытия ЦИ, являющегося указателем его возможной фальсификации: если радиус размытия не меньше 2, количество нераспознанных размытых ЦИ оказывается не больше 2%.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Аграновский А.В., Балакин А.В., Грибунин В.Г., Сапожников С.А. Стеганография, цифровые водяные знаки и стеганоанализ. – Москва: Вузовская книга, 2009.
2. Кобозева А.А., Хорошко В.А. Анализ информационной безопасности. – Киев: Изд.ГУИКТ, 2009.
3. Бобок И.И., Кобозева А.А. Стеганоанализ как частный случай анализа информационной системы // Сучасна спеціальна техніка. – 2011. - №2. – С. 21–34.
4. Файнзильберг Л.С., Жук Т.Н. Гарантированная оценка эффективности диагностических тестов на основе усиленного ROC-анализа // Управляющие системы и машины. – 2009. - №5. – С.3–13.
5. <http://photogallery.nrcs.usda.gov>

I. I. Bobok, A. A. Kobozeva

Algorithm for detection of integrity violation of digital images.

An adaptation of a new steganalysis method, based on perturbation theory and matrix analysis, for detection of integrity violation of digital images is presented. By integrity violation are meant noise masking and blur of digital images. Evaluation of proposed method is done by ROC-analysis.

Keywords: *steganalysis, digital images, integrity, ROC-analysis, blur.*