

УДК 681.327.12

ВЫДЕЛЕНИЕ ШУМА ЦИФРОВОГО ФОТОВИДЕОУСТРОЙСТВА НА ОСНОВЕ МАКСИМУМОВ ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

Д. т. н. О. В. Рыбальский¹, Е. В. к. т. н. Белозеров²

Национальная академия внутренних дел¹, г. Киев;
Востокукраинский национальный университет им. В. Даля², г. Северодонецк
Украина,
rybalsky_ol@mail.ru; belowzeroff@gmail.com

Предложена обобщенная модель описания шума цифрового фотовидеоустройства, которая позволила сформулировать принципы его идентификации на основе выделения информативных признаков. В основе предложенной модели лежит разложение сигнала фотовидеоустройства и формирование признаков на основе максимумов вейвлет-разложения. Полученные результаты позволяют усовершенствовать имеющиеся алгоритмы идентификации цифровых устройств.

Ключевые слова: идентификация, вейвлет-разложение, цифровой сигнал, фотография.

Совершенствование методов цифровой обработки сигналов и методов идентификации устройств формирования сигналов являются одной из важнейших задач криминалистики.

Использование методов цифровой обработки при модификации и подделке фотографий с учетом возможностей современных технологий представляет существенную угрозу информационной безопасности. Значительный научный интерес и практическое значение в этом случае представляет проблема построения систем, способных выделять характерные признаки, присущие фотовидеоустройству и дающие однозначные выводы относительно как отождествления фотографии устройству, так и выделения участков модификации фотографий. Нечеткость данных, так же как и их неполнота, требуют использования нетривиальных методов анализа сигнала.

Таким образом, выбор и правильность применения математического аппарата для выделения собственного шума цифрового фотовидеоустройства для отождествления ему фотографии, с учетом наличия неопределенности входных данных, актуальны.

Одной из наиболее важных и сложноразрешимых задач в аспекте оценки аутентичности медиаданных является идентификация источника формирования медиа-сигнала. Для решения данной проблемы существует несколько методов. В [1, 2], проблема идентификации источников была рассмотрена для группы изображений, полученных с нескольких камер в контролируемых условиях в условиях одной сцены. В [3] авторы предложили метод для идентификации отдельных датчиков изображения на основании аддитивного шума (PRNU). Куросава [4] предложил уникальный метод идентификации видеокамеры с помощью дефектных пикселей в CCD-сенсорах. В [5] задача идентификации источника камеры рассматривалась для двух разных камер с использованием дополнительных связей при переходах заряда для CMOS-сенсоров. Авторы сообщали, что их метод выявляет источник (камеры) с высокой точностью даже для изображений, снятых при очень низких и высоких условиях освещения. Однако необходимо отметить, что ни один из имеющихся методов не обладает достаточно высокой точностью идентификации для использования его в качестве доказательной базы.

Целью работы является представление разработанной системы, предназначенной для идентификации цифровых устройств записи, пригодной для проведения криминалистической экспертизы материалов и средств цифровой фото- и видеозаписи сигналов. Система основана на выделении шумовой составляющей, присущей фотовидеоустройству, позволяющей однозначно его идентифицировать по оставляемым им цифровым образам (фотографиям, видеозаписям).

Исходное двумерное представление сигнала представляет собой непрерывную функцию. В результате дискретизации непрерывного сигнала получается его некоторая оценка в форме двумерной дискретной поверхности, представленной в виде узлов сетки.

В общем случае анализируемый двумерный сигнал можно рассматривать как полиструктурный и полиматериальный пространственный объект, образованный комбинацией некоторого набора компонент естественной и искусственной природы со своими закономерностями и взаимосвязями.

Части сигнала подвергаются однородным воздействиям естественного и искусственного происхождения и поэтому носят один и тот же «отпечаток» такого воздействия. Характер связей различен – от фрактальных зависимостей повторяемости элементов сигнала, до распределения полиматериальной структуры вследствие искусственных и естественных воздействий или других подобных изменений. Выделение особых паттернов, присущих устройству записи, представляет собой процедуру фильтрации. Проведенное исследование показало, что фильтрация анализируемых сигналов в условиях неопределенности должна проходить по локальной схеме жесткого порогового отсечения с выделением адаптивных порогов, минимизирующих риск и потери качества сигналов по определенным критериям. Использование подобного подхода на основе адаптивной вейвлет-фильтрации высокочастотной компоненты сигнала позволяет решить поставленную задачу выявления образований, присущих устройству фотовидеозаписи.

При исследованиях проводилась экспериментальная оценка и анализ реакции стандартных процедур классификации на особенности представления данных в предложенной процедуре обнаружения, их зависимость от характеристик обрабатываемых сигналов, представленных в виде многомасштабных структур декомпозиции, и обработанных средствами вейвлет-анализа. Было проведено выделение аддитивного шума, характерного для ряда цифровых фотоаппаратов, на основе рассмотренного алгоритма. В результате получен набор графических паттернов, представляющих собой общее влияние оптической системы фотовидеоустройства.

Далее, используя предложенный алгоритм, проводилась повторная фильтрация с предварительной подготовкой входных данных, в результате которой получена карта особых точек для каждой серии графических сигналов с различных устройств формирования сигнала.

Таким образом, в работе на основе предложенного алгоритма были выделены идентификационные признаки цифрового фотовидеоустройства, основанные на максимумах вейвлет-преобразования, а также предложен целый ряд математических методов преобразования фотографии с целью последующей идентификации фотовидеоустройства. Проведенный экспериментальный анализ показал достаточно высокую точность идентификации с ошибкой, не превышающей 10%.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Kharrazi M., Sencar H., Memon N. Blind source camera identification // Proc. ICIP, International Conference on Image Processing.— 2004.— Vol. 1.— P. 709–712.
2. Bayram S., Sencar H. T., Memon N., Avcibas I. Source camera identification based on cfa interpolation // Proc. ICIP, International Conference on Image Processing.— 2005.— Vol. 3.— P. 69–72.
3. Chen M., Fridrich J., Goljan M., Lukac J. Source digital camcorder identification using sensor photo response non-uniformity // Proc. of SPIE Electronic Imaging.— 2007.— Vol. 6505.— P. 1G–1H.
4. Kurosawa K., Duroki K., Saitoh N. Ccd fingerprint method — identification of a video camera from videotaped images // Proc. of ICIP, International Conference on Image Processing,— 1999.— Vol. 1.— P. 537–540.
5. Xue X., Zhang S., Guo Y. An image identification system of seal with fingerprint based on cmos image sensor // Proc. of SPIE.— 2006.— Vol. 6027(3)A.— P. 1–8.

О. В. Рыбальский, Y. V. Bielozorov

Digital camera noise allocation based on wavelet transform maxima.

The authors have proposed a generalized model for describing the digital camera noise, which allowed formulating the principles for noise identification by selecting informative features. The proposed model uses the image decomposition and features formation based on wavelet decomposition peaks. The obtained results allow improving existing algorithms of digital devices identifying.

Keywords: *camera identification, digital signal, wavelet analysis, image.*
