

УДК 004.056.53

МЕТОД ЛОКАЛИЗАЦИИ И ИДЕНТИФИКАЦИИ КОНТЕКСТНО-ЗАВИСИМОГО МАСШТАБИРОВАНИЯ В ЦИФРОВОМ ИЗОБРАЖЕНИИ

Е. А. Трифонова, А. Е. Килин

Одесский национальный политехнический университет
Украина, г. Одесса
katikkatik@gmail.com

На основании общего подхода, который предоставляет возможность для решения задачи обнаружения и идентификации нарушения целостности цифрового сигнала, предлагается новый метод локализации и идентификации контекстно-зависимого масштабирования в цифровом изображении.

Ключевые слова: нарушение целостности, интерполяция, сингулярные числа, контекстно-зависимое масштабирование.

Благодаря постоянному развитию цифровых и компьютерных технологий, стремительной модернизации и инновации инструментария графических редакторов достичь реалистичности графической фальсификации стало значительно проще. Соответственно, значительно усложнилась задача доказательства подлинности, локализации и идентификации нарушения целостности цифрового сигнала.

В связи с этим активно разрабатываются методы детектирования фальсификации цифровых сигналов, акцент в которых направлен на локализацию и идентификацию основных геометрических преобразований цифрового сигнала. Значительное внимание уделено кадрированию как наиболее простому и распространенному способу фальсификации. Следующим по распространенности использования среди нарушений геометрической целостности цифровых сигналов считается масштабирование. Методы детектирования данного типа нарушения целостности, которые находятся в открытом доступе, не лишены значительных недостатков. Метод, предложенный в [1], осуществляет диагностику исключительно масштабирования, которое было построено на основании линейной или кубической интерполяции, при этом примененное ко всему изображению целиком. В [2] проводится исследование нормализованной энергии цифрового сигнала для детектирования масштабирования аналогично предыдущему методу также на ограниченном наборе ядер интерполяции.

Масштабирование, в основе которого лежит предварительный анализ изображения [3], последнее время приобретающий все большее распространение, в открытой печати вообще обделен вниманием. Одним из таких контекстно-зависимых алгоритмов является Seam Carving [3]. Представленный алгоритм состоит из следующих основных шагов: определение энергии цифрового изображения; определение областей, цепочек пикселей, с наименьшей энергией и их удаление/добавление клонов в зависимости от поставленной задачи: уменьшение или увеличение цифрового изображения. Качество цифрового изображения, полученного в результате такого масштабирования, в значительной степени зависит от выбранной функции, которая была использована для определения энергии цифрового изображения.

В [4] на основе теории возмущений и матричного анализа был разработан общий подход, который предоставляет возможность для решения задачи доказательства подлинности цифрового сигнала на основе анализа сингулярных чисел (СНЧ) блоков соответствующей сигналу матрицы, в [5] был разработан практический метод для обнаружения и идентификации нарушения целостности, основанный на интерполяции исходных данных с целью изменения размеров цифрового сигнала.

Целью работы является разработка метода обнаружения и идентификации нарушения целостности цифрового сигнала возмущающим воздействием, полученным в результате применения контекстно-зависимого масштабирования.

На основании проведенных исследований [4] установлено, что количество нулевых СНЧ-блоков является свойством, которое локализует и сигнализирует о применении нарушения целостности цифрово-

го сигнала. Поэтому для достижения цели в работе проведен анализ математических параметров — СНЧ, соответствующих цифровому изображению до и после контекстно-зависимого масштабирования.

Для матрицы цифрового изображения была применена последовательно разбивка на блоки 8×8 , 16×16 , 32×32 , и построены соответствующие матрицы нулевых СНЧ (МНСЧБ), каждый элемент которых определялся как максимальное количество нулевых СНЧ блока на основании метода, полученного в [5].

Полученные МНСЧБ независимо от алгоритма интерполяции, коэффициента, применяемого при построении контекстно-зависимого масштабирования, и способа построения разбиения на блоки, характеризуются одинаковой информационной структурой. Элементы МНСЧБ последней и первой строчки, последнего и первого столбца всегда принимают значения большие, чем остальные элементы, образуя пограничный контур.

Таким образом, основные шаги метода обнаружения и идентификации нарушения целостности цифрового сигнала I возмущающим воздействием, полученным в результате применения контекстно-зависимого масштабирования, следующие.

1. Построение матрицы цифрового сигнала I .
2. Разбиение полученной матрицы I стандартным образом на блоки 8×8 .
3. Построение для I МНСЧБ M на основании метода определения максимального количества нулевых СНЧ.
4. Обнаружение: выделение в M прямоугольных областей, таких что:
 - a. O_1, O_2, \dots, O_m – большинство элементов которых имеют нулевое значение;
 - b. Z_1, Z_2, \dots, Z_p – большинство элементов которых имеют ненулевое значение.
5. Идентификация:
 - a. O_1, O_2, \dots, O_m – являются результатом «сорупасте» из цифрового сигнала;
 - b. области из Z_1, Z_2, \dots, Z_p – которые содержат пограничный контур, являются результатом нарушения целостности цифрового сигнала возмущающим воздействием, полученным в результате применения контекстно-зависимого масштабирования.

Для апробации разработанного метода в среде Matlab был проведен вычислительный эксперимент, в котором было задействовано 200 изображений. В качестве энергетической функции были исследованы функции пространственной и частотной области: фильтр Собела, фильтр на основе преобразования Фурье, энергетическая функция на основе градиента. Для уменьшения времени вычисления реализован параллельный вариант алгоритма контекстно-зависимого масштабирования. Вычислительный эксперимент показал высокую эффективность разработанного метода: ошибки первого рода составили 3,5%, второго рода – 7,2%.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Gallagher A.C. Detection of linear and cubic interpolation in JPEG compressed images //Canadian Conference on Computer and Robot Vision.— 2005.— P. 65—72.
2. Feng X. An energy-based method for the forensic detection of re-sampled images //IEEE Int'l Conference on Multimedia and EXPO.— 2011.— P.77—90.
3. Kotter T. Делаем Liquid Resize своими руками // Habradigest.— 2009.— № 7.— С. 6—12.
4. Кобозева А. А. Матричный анализ – основа общего подхода к обнаружению фальсификации цифрового сигнала // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. — 2008. — № 8(126), ч.1. — С. 62—71.
5. Трифонова К.О. Метод локализации и идентификации масштабирования в цифровом изображении // Інформатика та математичні методи в моделюванні.— 2013.— Т. 3, №1.— С. 22—34.
6. Гонзалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений.— Москва: Техно-сфера, 2005.
7. Смоленцев Н.К. Создание Windows-приложений с использованием математических процедур Matlab.— Москва: ДМК-Пресс, 2008.

Е. А. Trifonova, А. Е. Kilin

Method of location and identification of content-aware image resizing.

In this paper, a new method for localization and identification of content-aware resizing in a digital image is proposed. The method is based on a common approach, which provides an opportunity to address the problem of detection and identification of digital signal tampering.

Keywords: *tampering, interpolation, singular values, content-aware resizing.*