

предложенного метода для одномерной и двумерной декомпозиции сеточной области. Было произведено сравнение производительности на этом же устройстве с тривиальным алгоритмом, производящим пересылку на каждом слое. Наилучшее быстродействие было достигнуто при одномерной декомпозиции. В ходе вычислительных экспериментов было установлено восьмикратное преимущество в производительности перед тривиальным алгоритмом. Теоретические оценки быстродействия подтверждены с точностью 5-7%.

Приведенный метод актуален и для решения других дифференциальных уравнений, в частности, возможно его применение для метода FDTD для задач электродинамики.

УДК 004.932.2

### **ОБНАРУЖЕНИЕ НА ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ ОБЛАСТЕЙ, ПОДВЕРГАВШИХСЯ ИСКУССТВЕННОМУ ИЗМЕНЕНИЮ**

Кузнецов А.В.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П.Королёва  
(национальный исследовательский университет), г. Самара

Искусственное изменение локальных областей на изображении фактически является его фальсификацией, производимой в политических, рекламных, зачастую попросту корыстных целях. Так, например, фальсификацию можно использовать для сокрытия информации на космическом снимке. На рис. 1 а, б приведен пример фальсификации изображения – исходный космический снимок земной поверхности и измененный со встроением изображением облака.

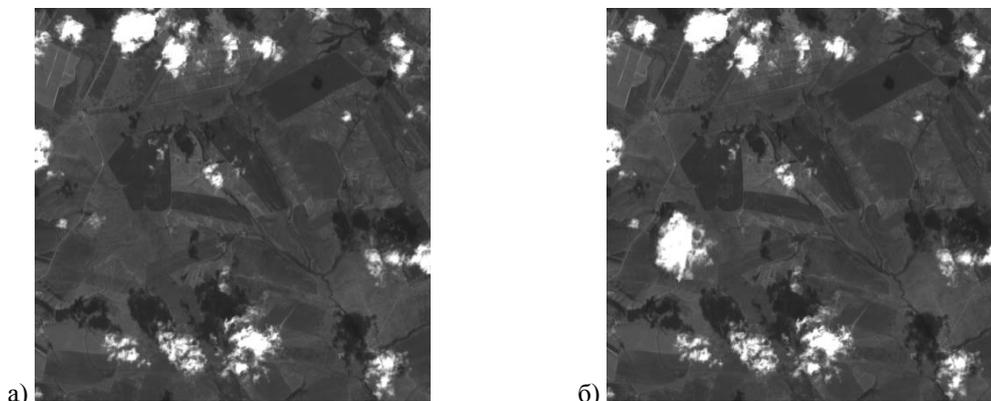


Рисунок 1. Пример фальсификации фотографии

С появлением цифровых технологий обработки изображений возможности для создания фальсифицированных изображений значительно расширились. Не представляет трудности изменить часть изображения с помощью современных редакторов цифровых изображений (например, Adobe Photoshop). Применение таких алгоритмов обработки как сглаживание границ, размытие области, увеличение и уменьшение контраста приводит к тому, что даже опытный взгляд не распознает подделку.

Распространение таких фальсифицированных изображений может нанести значительный ущерб политическим, экономическим, научным интересам общества. В связи с этим является актуальной задача разработки методов и алгоритмов выявления искусственных локальных изменений на изображениях. Именно цифровые алгоритмы

анализа позволяют определить наличие изменений на изображении, локализовать их, определить (при необходимости) параметры примененных при фальсификации алгоритмов.

При фальсификации изображения ключевым моментом является замена части (фрагмента произвольной формы) исходного изображения, т.е. локальное встраивание нового фрагмента. В качестве нового фрагмента могут использоваться как участки исходного изображения (например, фона или некоторой текстуры, как на рис. 1), так и фрагмент совершенно другого изображения. В соответствии с этими способами встраивания разрабатываются алгоритмы выявления изменений. В первом случае, алгоритмы направлены на выявление дублирующихся областей (дубликатов) на изображении (возможно с небольшими изменениями яркости, геометрии), а во втором, алгоритмы направлены на выявление отличающихся свойств исходного изображения и встроеного фрагмента. К таким свойствам относятся характеристики примененных к изображениям алгоритмов преобразований – ресэмплирование, JPEG-сжатие, цветовое преобразование.

Существующие методы выявления изменений, как правило, предназначены для анализа изображений небольшого размера и применяются исключительно для сравнения различных изображений между собой, но не для поиска локальных встраиваний. Ввиду этого при обработке используется больше системных ресурсов, что накладывает дополнительные ограничения на обработку. Такой подход не годится при анализе крупноразмерных изображений, размер которых многократно превышает размер измененной локальной области.

В данной работе разработаны и исследованы алгоритмы выявления локальных изменений, реализуемые в режиме скользящего окна, что позволяет применить алгоритмы для анализа на крупноразмерных изображениях. Также преимуществом разработанных алгоритмов является то, что для их работы не требуется вмешательства оператора.

В последние годы появился ряд работ по теме обнаружения искусственных изменений фотографий, в которых определены основные свойства изображений, на основе анализа которых можно выделить произведенные изменения на изображении. Однако известные методы пока не удовлетворяют в полной мере требованиям по оценке достоверности фотографий ни по надежности, ни по вычислительной сложности. В данной работе решалась задача развития этих методов, улучшения их характеристик с целью возможного применения для обнаружения локальных искусственных изменений на крупноразмерных изображениях. Применение рекурсивных методов обработки в скользящем окне позволило значительно ускорить обработку изображений, а применение новых признаков при анализе повысить надежность выделения изменений, а также устойчивость алгоритмов к искажениям изображений.

Кроме рассмотренных в статье локальных свойств изображений (дубликаты, ресэмплирование, JPEG-свойства) для анализа могут быть использованы и другие. Например, такие свойства, обусловленные системой формирования изображения, как характеристики шума, размытия. Кроме того, могут быть выделены "следы" других алгоритмов обработки, например, цветового преобразования компонент цветного изображения. В результате встраивания в изображение инородных фрагментов изменятся локальные характеристики, по которым можно судить о фальсификации изображения. Разработка и исследование алгоритмов анализа этих характеристик является предметом дальнейших исследований.