

УДК 004

## РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ДЛЯ АНАЛИЗА ЯРКОСТНОГО ИСКАЖЕНИЯ НА ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ

Иванов Д.Р., Середа А.В.

к.т.н. Григоренко С.Н.

Одесский Национальный Политехнический Университет, УКРАИНА

**АННОТАЦИЯ.** В статье предлагается алгоритм обработки цифровых изображений – локальное порядковое преобразование. На примере решения задачи поиска яркостно-искажённых клонов на цифровых изображениях демонстрируется целесообразность использования предложенного преобразования в задачах обработки и анализа цифровых сигналов и изображений.

**Введение.** Нелинейная обработка цифровых изображений включает в себя достаточно широкий класс преобразований различной математической природы: фильтры на основе порядковых статистик, полиномиальные фильтры, математическую морфологию, нейронные сети, нелинейные преобразования и т.д. Среди этих преобразований к наиболее исследованным и широко используемым относятся методы нелинейной обработки, связанные с порядковыми статистиками: L-фильтры, R-фильтры, сигма-фильтры, ранговые фильтры, эрозия и дилатация, адаптивные фильтры, использующие порядковые статистики и др.

**Цель работы.** Доказать свойства предложенного преобразования, продемонстрировать целесообразность и эффективность использования предложенного преобразования для решения задач обработки и анализа цифровых сигналов и изображений.

**Основная часть работы.** Предложенное локальное порядковое преобразование цифровых изображений, учитывая доказанные выше свойства инвариантности к глобальным и локальным преобразованиям определённого типа, имеет достаточно широкий спектр использования, который включает в себя:

- формирование инвариантных локальных описаний цифровых изображений с целью последующего анализа и/или распознавания;
- поиск аномалий на цифровых изображениях;
- поэлементную (тематическую) классификацию цифровых изображений и данных дистанционного зондирования Земли,
- нелинейную обработку,
- обнаружение фальсификаций на цифровых изображениях,
- другие методы и информационные технологии обработки и анализа изображений.

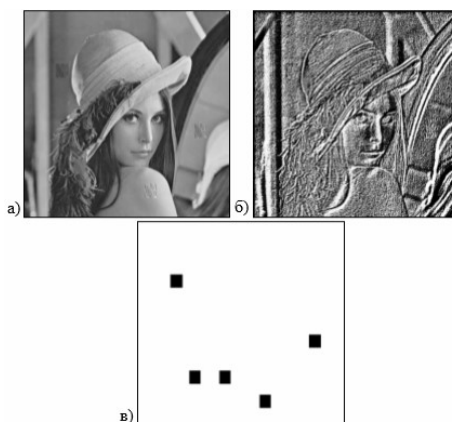


Рис. 1. Поиск яркостно-искажённых дубликатов с использованием локального порядкового преобразования: а) изображение с яркостно-искажёнными дубликатами; б) образ локального порядкового преобразования; в) результат обнаружения яркостно-искажённых дубликатов

В качестве иллюстрации эффективности предложенного преобразования в настоящей работе был поставлен вычислительный эксперимент, предусматривающий использование локального порядкового преобразования для решения задачи поиска яркостно искажённых дубликатов на изображении. Поскольку, как было показано в работах, для поиска неискажённых дубликатов на цифровых изображениях существуют вычислительно эффективные алгоритмы, поиск яркостно-искажённых дубликатов предлагается проводить в два этапа: преобразование исходного изображения в его образ локального порядкового преобразования; поиск неискажённых дубликатов на изображении-образе локального порядкового преобразования.

В силу свойств инвариантности первый этап позволяет получить изображение-образ, не зависящий от внесённых в анализируемое изображение глобальных и локальных искажений. Как следствие, на втором этапе достаточно на полученном изображении-образе определить фрагменты, совпадающие абсолютно точно, то есть выполнить поиск неискажённых дубликатов с использованием одного из известных алгоритмов.

В качестве показателя вычислительной эффективности выступало время (в секундах), требуемое для обработки цифровых изображений на первом и/или втором этапе. Результаты оценки среднего времени обработки (усреднение по 10 реализациям) были получены для изображений различных размеров и представлены ниже в табл. 1.

Табл. 1. Оценки среднего времени обработки

Размер изображения	Этап 1 ( $t_1$ ), с	Этап 2, ( $t_2$ ), с	$t_1 / t_2$	$t_1 / (t_1+t_2)$ , %
1000×1000	0,54	0,73	0,74	0,43
2000×2000	2,19	1,55	1,4129	0,59
4000×4000	8,78	4,85	1,8103	0,64

На рис. 1 представлена иллюстрация результатов работы предложенного решения. В частности, на рис. 1а показано исходное изображение, содержащее яркостно-искажённые дубликаты. Оригинальный (дублируемый) фрагмент имеет размер 32×30 и расположен по цифровым координатам (370, 200), где первая координата отвечает за вертикальную позицию фрагмента. На рис. 1б показан образ локального порядкового преобразования анализируемого изображения, а на рис. 1в – результат обнаружения дубликатов, где все обнаруженные программой дубликаты выделены чёрным цветом.

**Выводы.** В работе предложен алгоритм нелинейной обработки цифровых изображений – локальное порядковое преобразование. Доказаны свойства предложенного преобразования, продемонстрированы целесообразность и эффективность использования предложенного преобразования для решения задач обработки и анализа цифровых сигналов и изображений.

На основании полученных результатов (табл.1 и рис. 1) можно сделать вывод как о работоспособности предложенного решения, основанного на использовании локального порядкового преобразования, так и о его эффективности – само преобразование занимает не более 65 % от совокупного времени обработки.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Order Statistics in Digital Processing / Ioannis Pitas and Anastasios N. Venetsanopoulos // Proceedings of the IEEE. – 1992. – Vol. 80(12). – P. 1893-1921. – ISSN 0018-9219.
2. Astola, J. Fundamentals of Nonlinear Digital Filtering /J. Astola, P. Kuosmanen. – New York: CRC Press LLC, 1997. – 288 p.
3. Григоренко, С.Н. Количественный анализ различий оригинального цифрового изображения от изображения, подвергнутого клонированию, в условиях сохранения в формате с потерями / С.Н.Григоренко // Системы обработки информации. - 2016. - Вып.4 (141). - С.77-82.