

ОТЗЫВ

официального оппонента д.т.н., профессора Якименко Игоря Владимировича на диссертационную работу

Пронькина Антона Викторовича " Методы и алгоритмы с низкой вычислительной сложностью фильтрации шума и детектирования границ цифровых изображений ",

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.8. Информатика и информационные процессы

Актуальность темы. Диссертационная работа Пронькина А.В. посвящена тематике, имеющей достаточно большую историю. Предварительная обработка изображений, включающая фильтрацию различного рода шумов, детектирование границ перепада яркостей, является неотъемлемой частью любой системы технического зрения (СТЗ) и тем более СТЗ, работающей в режиме реального времени. В бортовых СТЗ реального времени особую значимость приобретает скорость обработки потока входной видеоинформации. Такая ситуация имеет место в СТЗ летательных аппаратов и наземных робототехнических комплексов.

Повышение скорости обработки входного потока может обеспечиваться как техническими средствами, так и разработкой более совершенного математического обеспечения. Минимизация времени решения задач предварительной обработки цифровых изображений в рамках СТЗ реального времени создает дополнительные возможности для решения задач более высокого уровня. В диссертации Пронькина А.В. реализуется второй подход – повышение скорости обработки изображения за счет разработки новых математических методов и алгоритмов с низкой вычислительной сложностью. Данная задача обладает несомненной актуальностью.

Оценка структуры и содержания работы. Диссертационная работа состоит из введения, трех разделов, заключения, списка литературы, содер-

жащего 99 наименований, и приложений. Текст диссертации изложен на 139 страницах.

Во введении приведены обоснование актуальности темы диссертационного исследования, цель и задачи исследования, научная новизна и положения, выносимые на защиту, практическая значимость полученных в диссертации результатов с указанием результатов внедрения, соответствие паспорту специальности.

В первом разделе диссертации приведен обзор отечественных и зарубежных источников по методам фильтрации дискретного белого шума, периодических помех, а также по методам детектирования границ перепада яркостей. На основании сравнительного анализа линейных и нелинейных фильтров дискретного шума делается вывод о целесообразности использования для фильтрации такого шума сигма-фильтра. Корректная работа сигма-фильтра предполагает знание оценки дисперсии шума в составе реального изображения. Исходя из этого, автором формулируется первая основная задача диссертационного исследования – задача оценивания дисперсии шума цифрового изображения.

В качестве второй основной задачи исследования автором формулируется задача построения такого варианта метода детектирования границ перепада яркостей, который имел бы качественные характеристики на уровне широко известного детектора границ Кенни, но при этом имел бы существенно меньшую вычислительную сложность.

Второй раздел диссертации посвящен изложению предлагаемых автором новых методов оценивания дисперсии дискретного белого шума. Предлагаемые методы основаны на применении разностных сглаживающих операторов одного класса с масками соседних размеров. Такая процедура приводит, с одной стороны, к аннулированию низкочастотной составляющей изображения, а с другой – к преобразованию шумовой составляющей в составе обрабатываемого изображения. Знание закона изменения весовых коэффици-

ентов разностного оператора позволяет пересчитать выборочную дисперсия преобразованной случайной составляющей в дисперсию дискретного белого шума в составе исходного изображения.

В диссертации приведены результаты обширных экспериментальных исследований, которые подтверждают более высокую по сравнению с аналогами точность оценок дисперсии шума и существенно меньшую вычислительную сложность метода по сравнению с аналогами.

В третьем разделе диссертации приведено изложение предлагаемого автором в качестве альтернативы методу Кенни нового метода детектирования границ перепада яркостей цифрового изображения. В предлагаемом методе в отличие от метода Кенни, во-первых, вычисляются сглаженные оценки частных производных и, во-вторых, применена оригинальная схема отбора пикселей, относящихся к граничным точкам. Такой подход позволил автору снизить в 2,5-3 раза вычислительную сложность алгоритма за счет отказа от предварительного сглаживания и существенно уменьшить число коротких неинформативных линий в составе финального контурного изображения.

В экспериментальной части третьего раздела приведена обширная подборка изображений, на которых демонстрируется применение разработанного метода детектирования границ. Подчеркнута возможность применения разработанного метода и реализующего его программного обеспечения для обработки других классов изображений (рентгеновских изображений).

В качестве еще одного приложения разработанного метода детектирования границ в последнем пункте третьего раздела рассматривается задача фильтрации периодического шума цифрового изображения. Периодическому шуму на амплитудном спектре отвечают локальные максимумы, вместе с некоторой окрестностью. Показано, что разработанный метод детектирования границ позволяет эффективно обнаруживать границы области в окрестности таких максимумов.

В заключении диссертации приведены основные выводы по работе. В приложении А приведены акты внедрения в производство и использования результатов в учебном процессе в технических вузах, а в приложении Б - свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Научная новизна и достоверность результатов диссертации.

Можно выделить следующие основные научные результаты:

- 1) метод оценки дисперсии дискретного белого шума на основе векторных масок, превосходящий аналоги по точности (на 8–10%) и скорости (в 5–12 раз).
- 2) алгоритм сигма-фильтра, модифицированный с учетом апостериорной оценки дисперсии, получаемой в соответствии с алгоритмом п.1);
- 3) градиентный метод детектирования границ, позволяющий ускорить обработку в 2,5–3 раза и сократить число неинформативных линий в 10–50 раз по сравнению с методом Кенни;
- 4) алгоритм фильтрации периодического шума с применением предложенного детектора границ, реализуемый в автоматическом режиме.

Достоверность результатов диссертации подтверждается экспериментально, а также свидетельством о государственной регистрации программ и публикациями в журналах ВАК (6 статей), Scopus и Web of Science (5 статей), участием в написании монографии. Корректность методов и обоснованность выводов подтверждается формулами, таблицами и графиками.

Практическая ценность и внедрение. Результаты диссертации внедрены в ООО «Квантрон Групп» для дефектоскопии РЕТ-префор и в АО «РИФ» при создании оптико-электронных систем военного назначения. Подтверждено соответствующими актами использование результатов диссертационного исследования в учебном процессе в РГРТУ (г. Рязань) и КНИТУ-КАИ (г. Казань).

Изложение диссертации логичное, технически грамотное. Каждый раздел диссертации завершается выводами. Заключение отражает общие итоги и результаты исследований.

Аннотация соответствует содержанию диссертации. В ней сформулированы цели и задачи диссертационного исследования, приведены научная новизна и практическая значимость полученных результатов, изложены основные результаты исследований по каждому разделу диссертации.

Соответствие паспорту специальности. Диссертация соответствует пунктам 1, 4, 17 паспорта специальности 2.3.8. Информатика и информационные процессы:

Пункт 1. Разработка компьютерных методов и моделей описания, оценки и оптимизации информационных процессов и ресурсов, а также средств анализа и выявления закономерностей на основе обмена информацией пользователями и возможностей используемого программно-аппаратного обеспечения.

Пункт 4. Разработка методов и технологий цифровой обработки аудиовизуальной информации с целью обнаружения закономерностей в данных, включая обработку текстовых и иных изображений, видео контента. Разработка методов и моделей распознавания, понимания и синтеза речи, принципов и методов извлечения требуемой информации из текстов.

Пункт 17. Разработка методов обеспечения надежной обработки информации и обеспечения помехоустойчивости информационных коммуникаций для целей передачи, хранения и защиты информации; разработка основ теории надежности и безопасности использования информационных технологий.

Общие замечания. В качестве недостатков диссертационной работы считаю необходимым отметить следующее:

1. Сравнение предложенного автором метода детектирования границ перепада яркостей проведено лишь с методом Кенни. Известно, что есть бо-

лее простые в вычислительном отношении методы. Целесообразно было провести сравнение и с такими методами.

2. В работе описаны преимущества предлагаемых методов и реализующих их алгоритмов, но не указаны ограничения, налагаемые на обрабатываемые изображения в зависимости от типа и уровня шума.

3. Второй и третий разделы диссертации получились достаточно объемными. Целесообразно было выделить задачи оценивания дисперсии дискретного белого шума и детектирования границ в отдельный четвертый раздел с более подробным анализом результатов экспериментальных исследований предлагаемых модификаций.

4. В автореферате приведено достаточно много формул. Однако нумерация формул отсутствует за исключением одной формулы. Отсутствие нумерации формул затрудняет чтение материала.

5. В работе не уделено внимание оценки эффективности метода по качеству формирования контурного изображения мелкомасштабных объектов, занимающих малое количество пикселей 2-3 пикселя.

Указанные замечания не снижают в целом научной значимости результатов, полученных Пронькиным А.В. в диссертационной работе.

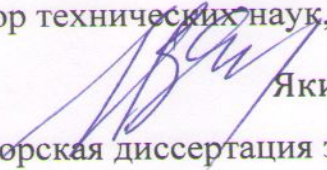
Заключение

Диссертационная работа Пронькина А.В. является завершенной научно-квалификационной работой, соответствующей специальности 2.3.8. Информатика и информационные процессы, в которой решена важная научная задача снижения вычислительной сложности предложенной им группы методов предварительной обработки изображений, не уступающей по основным параметрам лучшим из известных аналогов.

Считаю, что представленная к защите диссертационная работа полностью соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кан-

дидата наук, а ее автор, Пронькин Антон Викторович, достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.8. Информатика и информационные процессы.

Официальный оппонент, Заведующий кафедрой электроники и микропроцессорной техники Смоленского филиала федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Национальный исследовательский университет "МЭИ" в г. Смоленске доктор технических наук, профессор

 Якименко Игорь Владимирович

Докторская диссертация защищена по специальности 20.02.25 «Военная электроника, аппаратура комплексов военного назначения».

Подпись д.т.н., проф. Якименко Игоря Владимировича удостоверяю: Ученый секретарь Ученого совета филиала федерального бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Смоленске

д.э.н., доцент

«17» 11 2025 МП

Е.А. Кириллова

Федеральное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Смоленске
214013, Смоленск, Энергетический проезд, д.1,
Тел. 7(4812) 65-14-61, E-mail: mail@sbmpei.ru

С отзывом ознакомлен 21.11.2025 