

ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата технических наук, доцента Шлеймовича Михаила Петровича на диссертационную работу Сурина Владимира Анатольевича на тему «Математическое моделирование фильтрации контрастных изображений на основе обобщенного метода наименьших модулей», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

1. Актуальность темы диссертации

В настоящее время широко используются системы, основанные на применении технологий компьютерной обработки изображений, например системы технического зрения в автоматизации процессов, повышения качества изображений, повышения контраста рентгеновских и аэрофотоснимков и др.

В таких системах осуществляется решение задач обработки и анализа изображений, одной из которых является задача подавления шумовой составляющей. Проблема шумоподавления в цифровых изображениях является актуальной уже более пятидесяти лет, а в последнее время, с тенденцией к увеличению количества светочувствительных сенсоров на матрице при сохранении тех же физических размеров матрицы, необходимость в решении этой задачи возросла.

При этом подавление шумовой составляющей сопровождается размытием контрастных границ в изображении, а для многих задач анализа изображений важно сохранять контраст на границах.

Таким образом, тема диссертационного исследования является актуальной.

2. Научная новизна исследований и основных результатов

Автором получен ряд новых научных результатов, представляющих научный и практический интерес. Наиболее значимыми из них, по нашему мнению, являются следующие:

1. Разработана система компьютерного моделирования нелинейной фильтрации контрастных изображений на основе модификации обобщенного метода наименьших модулей, позволяющая учитывать негауссовость распределения шума и характеристики изображения в каждой его отдельной точке, такие как степень контрастности яркостного перепада и уровень шума. Проведенная сравнительная

оценка среднего линейного отклонения яркости отфильтрованных зашумлённых изображений с идеальными показала преимущества разработанного метода при фильтрации цифровых контрастных изображений относительно линейных и медианных методов фильтрации.

2. Разработан оптимизационный алгоритм нахождения параметров модели нелинейной фильтрации, позволивший учитывать закономерности изменения текущих характеристик цифрового изображения. На основе имитационного моделирования он позволяет находить параметры для любой функции потерь, которая может быть использована в предложенном методе нелинейной фильтрации.

3. Разработан программный комплекс, реализующий предложенные алгоритмы и позволяющий исследовать их эффективность при подавлении шума в цифровых контрастных изображениях. Программный комплекс также позволяет использовать различные виды и размеры апертур и функций потерь при фильтрации изображений.

3. Степень обоснованности и достоверности основных положений и выводов

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе, определяется тем, что они получены строго с использованием корректных математических методов и моделей. Достоверность результатов подтверждается строгой постановкой задач, обоснованными допущениями и ограничениями при постановке задач, их соответствием общим физическим закономерностям. Результаты вычислительных экспериментов иллюстрируют и теоретические выводы, и эффективность разработанных методов.

4. Вклад автора и апробация

Полученные результаты диссертационного исследования представлены на научных конференциях всероссийского и международного уровня. Основные результаты работы опубликованы в 15 научных работах, из них 4 – в ведущих рецензируемых отечественных научных изданиях, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и 3 статьи – в рецензируемых изданиях, проиндексировано международными базами Scopus и Web of Science; получены 3 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ.

5. Структура и содержание диссертации

Диссертационная работа Сурина В.А. состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и двух приложений. Общий объем рукописи составляет 150 страниц и включает 88 рисунков и 17 таблиц. Список литературы изложен на 13 страницах и содержит 129 наименований.

Автореферат Сурина В.А. занимает 16 страниц текста. Содержание автореферата соответствует диссертации. Оформление диссертации и автореферата соответствует требованиям ГОСТ 7.01-2011.

Диссертационная работа состоит из четырех глав, введения, заключения, списка литературы и двух приложений.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, представлена степень разработанности выбранной темы исследования, определены цели и задачи, показана научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, перечислены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе рассмотрены различные методы фильтрации цифровых изображений с акцентом на контрастных изображениях. Автор объясняет математическую модель цифрового изображения и причины возникновения шума при его оцифровке. Описывается негативное влияние шума на визуальное восприятие и задачи обработки цифровых изображений, представлено описание математической модели сглаживания изображений и обзор существующих методов. Для подавления шума в контрастных изображениях автор предлагает использование обобщенного метода наименьших модулей (ОМНМ). Использование выпукло-вогнутых функций потерь при изменении характеристик изображения позволяет эффективно подавлять шум и контролировать фильтрацию изображения.

Во второй главе проведено исследование свойств шума в цифровых контрастных изображениях. Приведено исследование свойств шума на основе натурального эксперимента, по результатам которого дополнена модель шумообразования. Представлена математическая модель фильтрации изображения на основе ОМНМ и функция потерь с параметрами для этой модели. С помощью оптимизационного алгоритма нахождения параметров функции потерь найдены функции для вычисления параметров функции потерь на основе характеристик обрабатываемого изображения.

В третьей главе приводится описание аппаратно-программного обеспечения для анализа свойств шума в цифровых изображениях. Представлена структура и описан комплекс проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительных экспериментов. Описаны алгоритмы и программы, используемые для цифровой фильтрации контрастных изображений. Проведено исследование эффективности ОМНМ-фильтрации с использованием разработанных систем компьютерного и имитационного моделирования, которое позволило выявить область эффективной применимости разработанного метода фильтрации при подавлении шума в цифровых контрастных изображениях.

В четвертой главе решены практические задачи с использованием разработанного метода. Описаны вычислительные эксперименты по фильтрации смоделированных и реальных изображений. Приведено сравнение эффективности подавления шумовой составляющей разработанным методом с другими методами подавления шума в изображениях. Решены прикладные задачи подавления шума, повышения контраста, уточнения границ на изображениях из области медицины и компьютерного зрения.

Выводы в работе обобщают полученные результаты в работе и соответствуют поставленным во введении целям.

6. Замечания по диссертационной работе

1. В работе представлен адаптивный алгоритм подавления шума в цифровом изображении, однако сравнивается он с неадаптивным алгоритмом медианной фильтрации. Было бы уместно сравнение с каким-либо существующим адаптивным алгоритмом медианной фильтрации.

2. Используемый в работе метод оценки уровня шума в пункте 2.2.3 не во всех случаях даст приемлемый результат и будет зависеть от количества контрастных границ в изображении.

3. Имеется ссылка на работу Р. Гонсалеса и Р. Вудса [19] относительно линейных алгоритмов. Однако в этой работе авторы описывают также более сложные методы, например, винеровскую фильтрацию и фильтрацию по Тихонову. Сравнение предлагаемого метода фильтрации на основе обобщенного метода наименьших модулей с указанными методами представляется более корректным.

4. В качестве функции потерь используется (2.1) поскольку «Значения оценок математического ожидания для данной функции потерь оказались одними из самых низких, а сложность вычисления арктангенса ниже, чем степенной функции». Однако не приведены численные результаты применения других функций потерь.

5. Насколько обоснован выбор одновременно языков программирования VBA и Python?

6. Имеются опечатки и неточности, носящие технический характер, например использование обозначения n для различных величин (стр.48, стр. 60), нумерованный список из одного пункта (стр. 69), точка после названия рисунка (стр. 71), различное количество индексов при обозначении \hat{u} (стр. 48, стр. 60).

7. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней

Диссертация Сурина В.А. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой содержится решение важной задачи, имеющей существенное значение для технического зрения в плане разработки и исследования новых методов, методик и алгоритмов применения фильтрации изображений.

Автореферат в достаточной степени отражает содержание диссертации. В нем изложены основные идеи и выводы по работе, представлены степень научной новизны, теоретическая и практическая значимость и показан вклад соискателя в проведенные исследования.

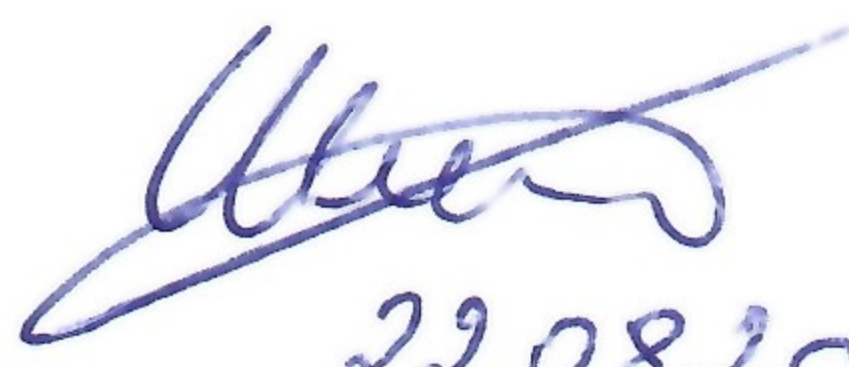
Работа соответствует критериям, установленным положением о присуждении ученых степеней для кандидатских диссертаций, и паспорту научной специальности 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, а именно «Разработка, обоснование и тестирование эффективных вычислительных методов с применением современных компьютерных технологий», «Реализация эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента» и «Разработка систем компьютерного и имитационного моделирования, алгоритмов и методов имитационного моделирования на основе анализа математических моделей».

Диссертационная работа «Математическое моделирование фильтрации контрастных изображений на основе обобщенного метода наименьших модулей» удовлетворяет требованиям пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых

степеней», предъявленным к кандидатским диссертациям, а ее автор, Сурин Владимир Анатольевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Официальный оппонент:

Заведующий кафедрой автоматизированных систем обработки информации и управления, ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ», кандидат технических наук, доцент



22.08.2023

Шлеймович Михаил Петрович

Кандидатская диссертация защищена по специальности 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления.

Адрес: 420111, г. Казань, ул. К. Маркса, д. 10, кафедра АСОИУ

Телефон: +7 (843) 2310028.

E-mail: MShleymovich@kai.ru

Веб-сайт: <https://kai.ru/>

Подпись Шлеймовича М.П.
заверяю. Начальник управления
делопроизводства и контроля

