

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Исхакова Алмаза Раилевича

«Методы математического моделирования обработки и анализа изображений в модифицированных дескриптивных алгебрах изображений», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 - математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Диссертационная работа А.Р. Исхакова посвящена построению функциональных математических моделей процессов обработки и анализа изображений в системах технического зрения. Применение математического аппарата модифицированных дескриптивных алгебр изображений позволяет унифицировать процессы анализа и обработки, представляя их как суперпозиции (композиции) элементарных операций из множества допустимых. Реализованная в диссертации оптимизация параметров (измеримых признаков) математических моделей строится на численных реализациях генетических алгоритмов поиска экстремали многомерного целевого функционала.

1. Актуальность темы исследований

Важными составляющими широко внедряемых в практику различных областей роботизированных комплексов являются системы технического зрения, в которых после захвата изображения (как правило нечеткого) следуют операции по его обработке, анализу и распознаванию объектов, вычислению измеримых характеристик объектов.

Целью диссертационного исследования является разработка методов математического моделирования обработки и анализа изображений в оптическом диапазоне электромагнитных волн.

Рассмотренные в работе задачи представляют научный теоретический и прикладной интерес. Тема исследования, несомненно, является **актуальной**.

2. Научная новизна исследований и основных результатов

К научным результатам, обладающих новизной и являющихся заслугой автора диссертационной работы, можно отнести:

- математический аппарат модифицированных дескриптивных алгебр изображений;
- разработанный способ построения функциональных математических моделей обработки и анализа изображений в дискретном пространстве состояний изображений, позволяющий получить метод обработки и анализа изображений в математической формулировке;
- важные для отбора начальных изображений требуемого качества полученные числовые вероятностные оценки воронки дискретного пространства состояний изображений;
- постановки и решения задач измерения признаков наблюдаемых объектов на изображении как задач минимизации нелинейной многопараметрической целевой функции с линейными ограничениями;
- применение генетических алгоритмов и разработанного комплекса программ для нахождения параметров, обеспечивающих экстремум измерительной функции.

3. Степень обоснованности и достоверности основных положений и выводов

Степень обоснованности изложенных в работе результатов обеспечивается строгими математическими обоснованиями всех утверждений, приведенных в диссертации.

Достоверность научных положений подтверждается корректной постановкой комбинаторных и оптимизационных задач, строгими математическими доказательствами формулируемых утверждений, анализом результатов проведенных вычислительных экспериментов.

4. Значимость для науки и практики выводов и рекомендаций диссертанта

Научная теоретическая значимость результатов диссертации заключается в построении модифицированной дескриптивной алгебры изображений, в описании и исследовании пространства состояний изображений, в разработке алгоритма построения функциональных математических моделей обработки и анализа

изображений в терминах допустимых операций над элементами базового алгебраического множества.

Практическая значимость полученных результатов демонстрируется решением практических задач измерения характеристик физических объектов (на примере измерения площади и количества водных природных объектов) на размытых аэрокосмических фотографических изображениях, осуществляемых путем оптимизации нелинейной многопараметрической целевой функции с линейными ограничениями.

Разработанные автором численные алгоритмы решения задач по оценке начальных изображений и измерению количественных характеристик нечетких объектов изображений ориентированы на решение практических задач анализа и распознавания в системах технического зрения.

Результаты работы могут найти применение в теоретических и практических изысканиях университетов и научно-исследовательских организациях, специализирующихся в области обработки, анализа и распознавания изображений, таких как: Московский ГУ им. М.В. Ломоносова, Московский ГТУ им. Н.Э.Баумана, Санкт-Петербургский ГУ, Новосибирский ГУ, Томский ГУ, Томский ГТУ, Самарский ГАУ им. С.П.Королёва; Башкирский ГУ, Южно-Уральский ГУ, Институт динамики систем и теории управления им. В.М. Матросова СО РАН и других.

5. Достоинства и недостатки по содержанию и оформлению диссертации

Диссертация А.Р. Исхакова является законченной научно-исследовательской работой, выполненной на актуальную тему, в которой содержится решение задачи, имеющей существенное практическое значение при разработке систем технического зрения.

Основные результаты выполненной работы нашли отражение в 18 публикациях автора в открытой печати, из которых: 4 – статьи в журналах, рекомендованных ВАК, 1 – свидетельство государственной регистрации программного комплекса для ЭВМ.

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложения. Объем диссертационной работы составляет 164 страниц. Библиография содержит 152 наименования.

Во введении обосновывается актуальность, научная новизна и практическая значимость работы. Формулируется цель, ставятся задачи исследования.

В первой главе рассмотрена историография вопроса в российских и зарубежных работах по методологии алгебраического подхода к обработке, анализу и распознаванию изображений, а также по теории дескриптивных алгебр изображений. Материалы главы нашли свое отражение в обосновании актуальности темы исследования, позволили сформулировать требования к планируемому результату исследования.

Вторая глава посвящена определению основных объектов на множестве реализаций изображений, установлению отношений между ними. Методы обработки изображений классифицированы в группы: конвертирование, препарирование, фильтрация, улучшение зрительных характеристик, морфологическая обработка. Рассматриваются процедурные и параметрические преобразования как суперпозиция (композиция) процедурных или параметрических методов обработки изображений. Для определения форм методов математического моделирования обработки и анализа изображений использован строго формализованный функциональный подход.

В третьей главе определяются и исследуются универсальные модифицированные дескриптивные алгебры изображений – алгебры, элементы которых являются изображениями. В качестве главных операций использованы логические операции и некоторые из методов цифровой обработки изображений. На основе этих алгебр определяется пространство обработки и анализа изображений (пространство состояний изображений). Сформулировано утверждение о пространстве обработки и анализа изображений, проведена оценка количества возможных состояний изображения в этом пространстве. Важным понятием, введенным в третьей главе является понятие воронки пространства состояний изображения. Проведена численная оценка геометрической

вероятности попадания цветного изображения в воронку пространства для измерения необходимого признака на изображениях с требуемой точностью. Задача измерения признака (анализ изображения) формулируется в виде оптимизации целевой функции с ограничениями.

Четвертая глава диссертации посвящена решению задачи измерения площади и количества природных водоемов на размытых изображениях со спутниковых или аэрофотографических систем. Измерительная функция системы технического зрения разработана согласно предложенному в третьей главе способу. Задачи измерения поставлены как задачи оптимизации двухпараметрической целевой функции с линейными ограничениями, в составе которой находится измерительная функция системы технического зрения. Для решения задач оптимизации использован генетически алгоритм. Разработан комплекс программ на встроенном языке пакета MatLab. Методом вычислительного эксперимента исследовано влияние параметров генетического алгоритма на результат решения задачи.

В заключении приводятся выводы по результатам исследований.

Автореферат полно и правильно отражает содержание диссертации.

Замечания.

1. В определении 1 (стр.36) диссертации реализации определены только для изображений трех видов – черно-белого, серого полутонового и цветного TrueColor RGB глубиной 8 бит на канал. Но в практике активно используются иные цветовые модели (например CMYK) и иные параметры глубины цвета (например DeepColor по 12 или 16 бит на канал), которые в диссертации не рассмотрены, но также могут быть формализованы и использованы.
2. Соискателем построена процедура вычисления геометрической вероятности попадания выбираемых цветных изображений в сечение воронки в пространстве состояния изображений (стр.115-118). Не ясно как определяется, что выбранные начальные изображения попадают в сечение воронки и могут быть использованы для измерения признака?

Используемый диссертантом подход – «проведение имитационного эксперимента» (см. стр. 124) – не проясняет ситуацию по отбору.

3. Отсутствует обоснование выбора в качестве метода оптимизации для задач (117) и (119) генетического алгоритма, в общем случае не гарантирующего нахождения требуемого глобального экстремума многомерной нелинейной целевой функции.
4. Результаты диссертационного исследования достаточно полно опубликованы в научных изданиях, но в списке литературы диссертационной работы отсутствуют научные труды соискателя по теме исследования (и, следовательно, ссылки на них в тексте), что в процессе экспертизы затруднило получение оценки о полноте опубликования результатов.
5. В задаче определения площади природного водоема четвертой главы диссертации, изображение водоема, представленное на рис. 4.2. (стр.122) диссертации отличается от изображения в автореферате (рис.2, стр.14).
6. В работе нет анализа временных затрат на вычисления и скоростных характеристик процессора ЭВМ, на которой проводились вычислительные эксперименты, важных для оценки применимости программного комплекса для систем технического зрения, работающих в режиме реального времени.
7. В работе содержится ряд неточностей и опечаток, например:
 - 1) на стр.56,57,58,75,98 в формулах содержатся неотобразившиеся знаки бинарных операций;
 - 2) в формуле (78) для суперпозиции пропущен параметр μ_2 ;и т.д.

Вместе с тем, указанные замечания не снижают научной и практической значимости исследований.

**6. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным
Положением о порядке присуждения научных степеней**

Диссертация А.Р. Исхакова является законченной научно-квалификационной работой, соответствует следующим пунктам паспорта специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ: (п. 1) разработка новых математических методов моделирования объектов и явлений; (п. 4) реализация эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента; (п. 5) проведение комплексных исследований научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента.

Учитывая вышеизложенное, считаю, что рецензируемая работа «Методы математического моделирования обработки и анализа изображений в модифицированных дескриптивных алгебрах изображений» удовлетворяет всем требованиям ВАК при Минобрнауки РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, а автор работы – Исхаков Алмаз Раилевич – заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

**Доктор физико-математических наук, профессор,
заместитель директора по научной работе и инновациям
Стерлитамакского филиала федерального
государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Башкирский государственный университет»
Министерства образования и науки России**

06.06.2017



В.Н. Кризский

Кризский Владимир Николаевич
453103, г. Стерлитамак, пр. Ленина, д. 49,
тел.: (3473) 43-25-80,
e-mail: Krizsky@rambler.ru

Подпись заверяю:
главный юрист отдела
правового и кадрового обеспечения



А.М.Хусаинова