

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Исхакова Алмаза Раилевича «Методы математического моделирования обработки и анализа изображений в модифицированных дескриптивных алгебрах изображений», представленную в диссертационный совет при ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет» (НИУ) на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

В теории фильтрации сигналов, цифровой обработки изображений, разработки информационно-измерительных систем оптического диапазона электромагнитного спектра (в том числе и систем технического зрения) и др. возникают важные прикладные задачи. Поэтому актуальными являются задачи математического моделирования обработки и анализа изображений системами технического зрения и их исследование с целью улучшения качества измерений. Изучению именно такого рода математических моделей посвящена диссертационная работа А.Р. Исхакова. Поэтому актуальность избранной темы исследования не вызывает никаких сомнений. Диссертация, помимо введения, заключения, приложения и списка литературы, содержит четыре главы.

В первой главе А.Р. Исхаковым сделан достаточно широкий обзор научных и инженерных работ, включая разработки систем технического зрения в СССР и современной России, разработки научно-исследовательских учреждений и отдельных авторов. Особое внимание нужно обратить на глубокое изучение научных работ по дескриптивным алгебрам изображений, проводимых в Вычислительном центре им. А.А. Дородницына Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» РАН под руководством академика Ю.И. Журавлева.

Вторая глава посвящена основным объектам, которые используются в диссертационной работе в дальнейшем. Обосновываются и корректно определяются модели изображений (реализация изображений), дополнительная информация об изображении в виде ориентированного графа, фигура в изображении, дескриптивная модель изображения. Наиболее интересным является классификация методов цифровой обработки и анализа изображений на два класса и их формализованное определение. Методы обработки и анализа изображений этих классов определяются в виде параметрических функций матричного аргумента.

В третьей главе диссертационной работы изучаются универсальные алгебры с матричными элементами. Матрицы в роли главных элементов алгебр являются моделями изображений. Согласно определению реализации изображения во множестве всех универсальных алгебр от матричных элементов выделяются три класса модифицированных дескриптивных алгебр изображений, содержащих бинарные, полутоновые и цветные изображения. В качестве главных операций над матрицами универсальных алгебр выбраны логические операции над их элементами. Таким образом, определение реализации изображения играет системообразующую роль. Автор использует принцип последовательной специализации универсальных алгебр, который заключается в выявлении и изучении свойств главных операций алгебр. Для выбранной упорядоченной пары множеств элементов и операций доказываемость замкнутости операций на множестве элементов, что приводит к появлению универсальной алгебры. Дальнейшая специализация универсальной алгебры

связана с доказательством проявления свойства ассоциативности главных операций для выявления полугрупп, выделением нейтрального элемента на множестве главных элементов полугруппы для образования моноида, выделением симметричного элемента в моноиде для образования абелевой группы. Другим важным результатом третьей главы является объединение модифицированных дескриптивных алгебр бинарных, полутоновых и цветных изображений в пространство обработки и анализа изображений. Согласно мнению автора диссертационной работы, в этом пространстве может быть описан процесс обработки изображений любой сложности. Измерение параметров объекта наблюдения (признаков) называется анализом изображения, что не противоречит теории дескриптивных алгебр изображений. Пространство и методы математического моделирования определены корректно. Исхаковым А.Р. выведены основные формулы оценивания размерности пространства и его пространственного образования – воронки пространства обработки и анализа изображений.

Четвертая глава диссертационной работы носит прикладной характер. В этой главе используются результаты всех предыдущих глав. Начальные изображения выбираются согласно проведенной оценке воронки пространства обработки и анализа изображений. Далее разрабатывается функция измерения системы технического зрения для площади природного водоема на изображении согласно результатам исследований из второй главы. Как показывает опыт, результаты измерений можно уточнить путем варьирования параметров измерительной функции системы технического зрения, а поиск таких значений параметров является актуальной задачей. Для решения задачи поиска автором предлагается методика оптимизации целевой функции, в составе которой используется измерительная функция системы технического зрения. Таким образом, в диссертационной работе задача нахождения множества подходящих значений варьируемых параметров решается оптимизацией нелинейной двухпараметрической целевой функции с линейными ограничениями. Для ее решения привлекается генетический алгоритм, который относится к классу численных методов. Разработан программный комплекс для оценки вероятности выбора начальных изображений.

Таким образом, основные новые результаты содержатся в третьей и четвертой главах диссертационной работы, играющих ключевую роль в данном исследовании. Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, содержащихся в диссертации Исхакова А.Р., определяется применением указанных выше принципов и методов исследования, а также использованием в качестве теоретической и практической основы диссертации фундаментальных исследований и прикладных работ ведущих ученых в области математического моделирования обработки и анализа изображений системами технического зрения.

К основным положениям научной новизны представленной диссертационной работы следует отнести:

В области математического моделирования - разработка математического аппарата МДАИ, представляющего специализацию дескриптивных алгебр изображений на случай универсальных алгебр; определение и исследование пространства обработки и анализа изображений; проведение комбинаторной оценки воронки этого пространства с целью выбора начальных данных; разработка алгоритма построения методов математического моделирования обработки и анализа изображений в данном пространстве.

В области численных методов - использование генетического алгоритма для многопараметрической оптимизации параметров математической модели обработки и анализа изображений; решение задачи вычисления площади и количества природных водоемов на размытых изображениях, как задачи минимизации нелинейной многопараметрической целевой функции с линейными ограничениями.

В области комплексов программ - разработка программного комплекса для MATLAB, позволяющего получить комбинаторную оценку воронки пространства обработки и анализа изображений.

Достоверность теоретических выводов вытекает из строгих, логически и математически обоснованных доказательств. Основные результаты диссертации опубликованы в 18 научных работах, из которых 4 статьи – в ведущих российских рецензируемых научных изданиях и журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, и 1 свидетельство о государственной регистрации комплекса программ для ЭВМ. Результаты научно-исследовательской работы прошли апробацию на различных семинарах и конференциях.

В качестве несущественных замечаний, не влияющих на высокую общую оценку работы, можно отметить следующие.

1. В определениях 3 и 4 автореферата индекс k принимает значения из разных множеств. Соответствующих определений Т-ДАСПИ и Р-ДАСПИ нет в третьей главе диссертационной работы.
2. В следующих теоретических конструкциях диссертационной работы не напечатаны символы: лемма 1 (стр. 37), в тексте (стр. 56-58), в тексте (стр. 75), в тексте (стр. 98).
3. В третьей главе сформулировано и доказано большое число утверждений об универсальных алгебрах с матричными элементами, называемых модифицированными дескриптивными алгебрами изображений. Однако в диссертационной работе не проведено исследование взаимосвязей элементов этих алгебр через главные операции. Было бы интересно узнать о возможности проведения такого исследования.
4. В формализованных записях алгоритмов (73)-(76) используется преобразование множеств B или C во множество цепных кодов $\{q_1, \dots, q_m\}$. Если в предыдущих действиях этих алгоритмов вполне ясно, как осуществляются эти преобразования, то последнее действие требует его уточнения.
5. Пространство обработки и анализа изображений согласно (98) содержит только операции конвертирования, хотя согласно (101) утверждения 21, эта универсальная алгебра может содержать и другие операции обработки изображений. Допущена ли в таком случае в (98) простая опечатка или автор рассматривает частный случай пространства, в котором $F_{bm} \cup F_{gray} \cup F_{color} = \emptyset$?

Как уже отмечалось, сформулированные замечания не влияют на значимость научных результатов, полученных в диссертации, и не меняют ее общей высокой оценки. Диссертация является законченным научным исследованием, отражающим достижения автора в области теоретического и практического изучения математических моделей обработки и анализа изображений в системах технического зрения и содержащим новые интересные результаты.

Автореферат диссертации, составленный с соблюдением установленных требований, дает полное представление о научной работе.

В целом, считаю, что диссертационная работа А.Р. Исхакова «Методы математического моделирования обработки и анализа изображений в модифицированных дескриптивных алгебрах изображений» является научной квалификационной работой, в которой решены задачи, имеющие существенное научное значение для специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ. Она в полной мере отвечает требованиям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученой степени», утвержденного постановлением правительства РФ от 24.09.2013 №842, а ее автор, Исхаков Алмаз Раилевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Заведующий кафедрой алгебры и геометрии
ФГБОУ ВО «Новгородский государственный
университет им. Ярослава Мудрого»,
доктор физико-математических наук,
профессор

Сукачева
Тамара Геннадьевна

Сукачева Тамара Геннадьевна, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого 173003, г. Великий Новгород, ул. Большая Санкт-Петербургская, д. 41, тел. (8162) 97-42-64, e-mail: tamara.sukacheva@novsu.ru.



22 мая 2017 г.