

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОПОНЕНТА

на диссертационную работу Каташевцева Михаила Дмитриевича «Математическое моделирование контурных изображений и вычислительная сложность их анализа», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Актуальность темы

Диссертационная работа М. Д. Каташевцева посвящена разработке эффективных способов представления и методов решения некоторых задач анализа плоских контурных изображений, что относится к достаточно актуальной проблематике современных информационных технологий.

В работе рассматриваются вопросы преобразования растровых изображений в специализированное графовое представление, которое, в свою очередь, может быть описано в виде многоосновной алгебраической системы. Разработаны процедуры сжатия изображений в данном представлении на основе применения масштабных рядов, получены оценки алгоритмической сложности проверки изоморфных вложений заданных образцов для различных типов изображений (для сжатых изображений и образцов, для изображений с наложениями, для изображений с метрикой), реализованы процедуры проверки таких вложений в виде программного комплекса. Продемонстрировано применение разработанного обеспечения для решения прикладных задач.

Следует отметить также актуальность и практическую значимость решаемых с помощью разработанного в диссертации алгоритмического и программного инструментария прикладных задач оценки устойчивости битумных эмульсий и автоматизации составления проектов организации дорожного движения.

Постановка цели и задач исследования

В диссертационной работе сформулирована её цель: «построение моделей контурных изображений, которые, хотя и имеют более сложную организацию данных, чем таблицы реляционных БД, но позволяют получить почти аналогичные результаты по вычислительной сложности анализа контурных изображений, включая поиск изоморфных вложений образцов в анализируемое изображение».

Для достижения этой цели в диссертационной работе М. Д. Каташевцева предполагается решение ряда задач:

1. Разработать преобразование раstra контурного изображения в нагруженный граф специального вида.
2. Разработать преобразование нагруженных графов специального вида в математические модели, представленные многоосновными алгебраическими системами, где контурные изображения сведены к ориентированным дугам, связям дуг и их численным характеристикам в градусном измерении и относительных размеров длины дуг.
3. Исследовать алгоритмическую сложность анализа контурных изображений, включая проверку изоморфных вложений образцов в анализируемое изображение, где контурные изображения сведены к ориентированным дугам, связям дуг и их численным характеристикам в градусном измерении и относительных размеров длины дуг.
4. Разработать масштабные ряды контурных изображений и процедуры сжатия на основе относительных размеров дуг.
5. Исследовать возможность использования изоморфного вложения сжатого образца в сжатое изображение для уменьшения алгоритмической сложности построения изоморфного вложения исходного образца в исходное изображение.
6. Исследовать анализ плоских контурных изображений, представляющих объекты с наложениями.
7. Исследовать возможность использования полученных математических методов, математических моделей представления данных, алгоритмов и комплексов программ для решения прикладных задач.

Общая характеристика работы

Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, списков рисунков и таблиц диссертации, списка использованных источников и двух приложений. Общий объем диссертации составляет 100 страниц, включая 29 рисунков, 7 таблиц.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, определены объект и предмет исследования, цели исследования, задачи и методы их решения, приведены основные положения, выносимые на защиту, краткое содержание диссертации по главам.

В первой главе осуществляется попытка обзора современного состояния теории распознавания образов, работы поисковых систем, а также описание основных используемых методов и технологий. Приводится классическая постановка задачи распознавания, приводится описание некоторых отдельных подходов, используемых для решения задачи распознавания рукописного текста, их достоинства и недостатки сведены в единую таблицу. В последнем разделе главы перечисляются некоторые существующие поисковые системы и кратко описывается СУБД "Big Table".

Вторая глава посвящена методам решения задачи распознавания контурных изображений в различных вариациях и содержит описание формализованного представления – математической модели – изображений в виде алгебраических структур.

Глава разбита на пять разделов. Первые два раздела содержат базовые понятия и определения, используемые в дальнейшем. В третьем разделе описан алгоритм волновой скелетизации. Присутствует доказательство утверждения о сходимости разработанного алгоритма. Четвертый раздел содержит базовую авторскую постановку задачи распознавания. Для данной задачи представлен алгоритм решения и доказана верхняя оценка алгоритмической сложности задачи. Пятый раздел содержит расширение базовой постановки задачи. В нем представлены постановки задачи распознавания контурных изображений в различных вариациях. Для каждого из рассмотренных вариантов приводятся полученные автором верхние оценки алгоритмической сложности.

Третья глава состоит из трех разделов и посвящена применению разработанного алгоритмического и программного обеспечения для решения прикладных задач.

В первом разделе представлено описание программной системы для тестирования алгоритмов. Система состоит из трех модулей: конвертера растровых изображений (используется для наполнения базы данных тестовыми образцами), интерпретатора (для тестирования алгоритмов) и браузера базы данных.

Второй раздел содержит описание программного комплекса разработанного для оценки устойчивости битумных эмульсий. В разделе описывается применение разработанной системы оценки морфологических характеристик частиц в битумных эмульсиях, а также построения распределений по этим данным.

Третий раздел третьей главы посвящен применению методов интерпретации для задачи автоматизации составления проекта организации дорожного движения: описывается реализация надстройки над базой данных, позволяющей проверять выполнение набора ограничений расположения объекта на линейном графике.

В заключении сформулированы основные результаты работы:

1. На основе анализа плоских контурных изображений разработана формализация, представленная ориентированными дугами, связями дуг и их численными характеристиками в градусном измерении и относительными размерами длины дуг.
2. Исследования показали, что вычислительная сложность анализа плоских контурных изображений, представленных ориентированными дугами, связями дуг и их численными характеристиками в градусном измерении и относительными размерами длины дуг, почти не зависит от количества образцов.
3. Для подтверждения теоретических результатов на практике было созданы комплексы программ для решения задач.

Список использованных источников состоит из 38 пунктов, 4 из которых на иностранных языках.

В приложениях к диссертации приводятся структура базы данных для хранения информации об образцах, применяемая для решения прикладной задачи распознавания рукописных символов (Приложение А), и акты внедрения результатов работы (Приложение Б).

Научная новизна

Новизна полученных результатов и их научная ценность заключается в построении математической модели контурных изображений, представленной ориентированными дугами, связям дуг и их численными характеристиками в градусном измерении, а также относительными размерами длин дуг.

Показано, что математические модели контурных изображений, хотя и имеют более сложную организацию данных, чем таблицы реляционных БД, при этом позволяют получить сравнимые по алгоритмической сложности процедуры для анализа контурных изображений, в частности для проверки изоморфных вложений образцов в анализируемое изображение.

Введено понятие масштабных рядов контурных изображений, а также определена процедура сжатия, упрощающие процедуру анализа исходных изображений.

Предложена методика работы с контурными изображениями, представляющих объекты с наложениями. Построены соответствующие оценки.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов, рекомендаций и заключений

Квалифицированное и строгое применение соискателем математического аппарата при проведении диссертационного исследования позволяет утверждать о том, что теоретические выводы и прикладные результаты обоснованы и достоверны. Кроме того, результаты находятся в соответствии с результатами полученными ранее другими авторами: Ю.Л. Ершовым, С.В. Яблонским, Д. Кнудом и др.

Работа прошла соответствующую апробацию, основные результаты отражены в 11 публикациях, среди которых 8 публикаций в изданиях, рекомендованных ВАК. Получено одно свидетельство государственной регистрации программ для ЭВМ.

Практическая значимость результатов диссертационной работы

Практическая значимость диссертационного исследования достаточно высока и состоит в возможности использования разработанных методов представления данных для решения конкретных прикладных задач распознавания образов, позволяющих выполнение описанного представления данных и применения разработанных алгоритмов их обработки.

В работе описываются результаты применения разработанного алгоритмического и программного обеспечения для оценки устойчивости битумных смесей (имеется справка о внедрении в технопарке ИРНИТУ) и автоматизации составления ПОДД (имеется справка о внедрении в ОГКУ «Дирекция автомобильных дорог» Администрации Иркутской области).

Результаты работы

Основные результаты и выводы работы достаточно полно и всесторонне обоснованы.

Результаты работы можно трактовать как новое решение научно-технической задачи, имеющей существенное значение для развития численных методов и математического моделирования. Автор грамотно подошел к построению новых математических алгоритмов и численных методов, успешно реализовал соответствующие алгоритмы в виде комплексов программ.

Научные положения, выводы и результаты диссертационной работы корректны и научно обоснованы.

Диссертация соответствует специальности 05.13.18 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (п.п. 1, 3, 4.).

Замечания по диссертационной работе

1. Не вполне корректно сформулированы задачи диссертации (стр. 6-7, задачи 3, 5-7 – вместо «исследовать...» необходимо было бы яснее обозначить решаемые для достижения поставленной цели задачи); формулировка задачи 4 отличается в автореферате («разработать представление масштабных рядов») и диссертации («разработать масштабные ряды»)
2. В заключении диссертации сформулированы 3 пункта результатов, в автореферате – 9. Также результаты отличаются по формулировкам, например, в автореферате на стр. 14, п. 7: «вычислительная сложность (...) **линейно зависит** от количества образцов», в заключении диссертации на стр. 87 п. 2. «вычислительная сложность (...) **почти не зависит** от количества образцов».
3. Непонятно, какие именно методы имеются в виду на стр.85 в подразделе 3.3.3 «(...) методы проверки ограничений, который подробно были рассмотрены в предыдущих работах [3]», в списке в качестве [3] указан «Беллман Р. Динамическое программирование».
4. Не описана явно связь задачи автоматизации распознавания ПОДД, которой посвящен раздел 3.3, и тематики диссертации.
5. Отсутствуют результаты тестирования на авторитетных бенчмарках (например, для распознавания рукописных символов можно было бы использовать базу данных MNIST, или ее аналоги), что не позволяет сравнить результаты с реально применяемым на практике инструментарием (в частности, с нейросетевыми алгоритмами).
6. При реализации программного комплекса не использованы возможности по параллелизации вычислений за счет CPU/GPU.
7. В диссертации и в автореферате обнаружено большое количество орфографических, пунктуационных, грамматических ошибок и опечаток, иногда затрудняющих восприятие текста.
8. Встречаются небрежно отформатированные формулы (например, 2.29 на стр. 62) и рисунки (например, в п. 2.3.2 на стр. 29 и 30 вставлены рисунки 2.3 и 2.4, разбивающие описание алгоритма, в п. 3.2.1 на стр. 72 и 73 вставлены рисунки 3.5 и 3.6, относящиеся к предыдущему разделу).

Несмотря на указанные недостатки, работа, в общем, не теряет своей ценности.

Общее заключение

Считаю, что диссертационная работа Каташевцева Михаила Дмитриевича «Математическое моделирование контурных изображений и вычислительная сложность их анализа» является завершенной научно-квалификационной работой. Полученные автором результаты являются новыми, обоснованными и достоверными. Автореферат в общем отражает содержание диссертации.

Работу можно считать отвечающей требованиям Положения ВАК о порядке присуждения ученых степеней, а ее автора, Каташевцева Михаила Дмитриевича, заслуживающим присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Официальный оппонент: кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры информационных технологий Института математики и информатики ФГБОУ ВО «Бурятский государственный университет», Хандаров Фёдор Владимирович. 670000, г. Улан-Удэ, ул. Смолина, 24а, тел.: +7 (3012) 219757, e-mail: fh@bsu.ru

