

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора технических наук, доцента Митрохина Максима Александровича на диссертационную работу Дмитриева Никиты Владимировича на тему «Повышение точности и производительности алгоритмов анализа и обработки сложноструктурных изображений», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

1. Актуальность темы исследования

Развитие и удешевление аппаратной базы получения и обработки изображений, наблюдаемое в последние годы открывает массу перспектив использования визуальной информации в различных сферах экономической и социальной деятельности людей. Наиболее актуальные применения связаны с автоматизацией процессов различного рода и связаны с обработкой изображений сложных сцен, состоящих из большого количества разнородных объектов. Также автоматизация часто связана с созданием встраиваемых систем, на которые, как правило, накладываются ограничения по быстродействию и/или вычислительной мощности. В частности, несмотря на развитие математического и методического аппарата обработки изображений остается актуальной задача снижения вычислительных затрат, так как во многом от них зависят комплексные показатели эффективности решения задач автоматизации. Анализ современного состояния и развития предметной области привел автора диссертационного исследования к необходимости поиска новых подходов к построению алгоритмического и программного обеспечения анализа и обработки сложноструктурированных изображений, создания новых алгоритмов их обработки, что, безусловно, является сложной научной задачей. В диссертационной работе Дмитриев Н.В. сосредоточился на повышении точности и производительности обработки изображений. Предлагаемые в диссертации алгоритмы позволяют обрабатывать сложноструктурированные изображения с повышенной точностью при снижении вычислительных затрат. Таким образом, можно заключить, что диссертационное исследование Дмитриева Н.В. выполнено на актуальную тему.

2. Научная новизна полученных результатов

Научная новизна диссертации Дмитриева Н.В. заключается в разработке производительных алгоритмов обработки сложноструктурированных, решающих частные задачи и создании методики объединения таких алгоритмов в единую последовательность, решающую задачу предметной области.

При этом в качестве новых научных результатов, изложенных в диссертации Дмитриева Н.В. можно отметить следующие:

– классификация сложноструктурных изображений и методика построения алгоритмического и программного обеспечения анализа и обработки таких изображений, которые позволяют решить задачу автоматизации анализа и обработки комплексно, учитывая все особенности конкретного типа изображений в конкретной задаче;

– алгоритмы сегментации, локализации, распознавания и группировки точечных, линейных и площадных объектов на сложноструктурных изображениях, покрывающие все частные задачи обработки изображений и выстраивающиеся в комплексный конвейер анализа и обработки;

– алгоритм комплексного анализа распознанных числовых отметок высот и горизонталей цифровых топографических карт, который при использовании в составе конвейера алгоритмов способен корректировать ошибки предшествующего алгоритма распознавания числовых меток.

3. Обоснованность и достоверность научных положений, сформулированных в диссертации

Достоверность полученных результатов, научных положений и выводов, изложенных в работе, подтверждается корректным использованием известных математических методов, глубоким анализом достижений других авторов, согласованностью результатов с результатами, полученными другими авторами.

По теме диссертации опубликовано 17 работ, из них 5 статей опубликованы в рецензируемых научных изданиях, определенных ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ, включая 1 статью в издании, индексируемом в международной базе научных изданий *Scopus*. Основные результаты диссертации докладывались на международных конференциях, представлялись на конкурсах научных работ.

Анализ содержания диссертационной работы и публикаций Дмитриева Н.В. по теме исследования позволяет сделать вывод об обоснованности научных положений и выводов, представленных в диссертации.

4. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Теоретическая значимость результатов диссертационной работы Дмитриева Н.В. заключается в развитии подходов комплексной обработки изображений, позволяющей повысить эффективность за счет использования особенностей решения частных задач (распознавание, сегментация, локализация) в рамках решения задачи предметной области.

Результаты, полученные Дмитриевым Н.В. в рамках диссертационного исследования обладают практической значимостью. Разработанные алгоритмы и методика

построения программного обеспечения позволяют сократить время решения задач в рамках предметной области, в частности, в обработке картографической информации. Практическая значимость результатов исследования подтверждена актами внедрения в деятельность АО «Урало-Сибирская Гео-Информационная компания» и ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет путей сообщения».

С использованием разработанных алгоритмов Дмитриевым Н.В. был разработан программный комплекс для преобразования сканированных изображений топографических карт в цифровую модель рельефа. На программный комплекс получены 2 свидетельства о регистрации программы для ЭВМ.

5. Оценка содержания диссертации и её оформления

Диссертационная работа содержит 230 страниц, состоит из введения, четырех глав, заключения, списка сокращений и обозначений, списка используемой литературы и приложений.

В первой главе автором исследуется современное состояние предметной области. На основании анализа результатов исследований отечественных и зарубежных учёных автором определяются основные недостатки существующих подходов к обработке сложноструктурированных изображений, вводится определение указанного понятия и классификация подобных изображений в зависимости от природы их получения.

Во второй главе автор излагает результаты исследования по созданию методики построения алгоритмического и программного обеспечения анализа и обработки сложноструктурированных изображений, предлагает алгоритмы решения частных задач обработки изображений – классификации, распознавания объектов, сегментации изображений. Создание методики автором предлагается в рамках восходящего подхода, поэтому в основе методики лежит решение задачи сегментации с последующим разделением сегментов на типы объектов – точечные, линейные, площадные, и дальнейшей их обработки по типам. Также во второй главе представлен обширный материал по разработке гибридных алгоритмов решения частных задач обработки изображений с учетом типа обрабатываемого объекта. Гибридность алгоритмов автором определяется как сочетание нескольких подходов обработки изображений в одном алгоритме. Автором достаточно подробно описывается как общая идея каждого алгоритма, так и конкретная реализация с использованием среды *Matlab*, оценивается временная сложность алгоритмов и предлагаются пути ее уменьшения.

В третьей главе приведены результаты экспериментальных исследований разработанных алгоритмов. Автором подробно рассматриваются вопросы настройки параметров алгоритмов, приводящих к повышению качества и быстродействия их работы. В

качестве иллюстраций приводятся результаты работы алгоритмов для отдельных изображений, результаты оценки качества и быстродействия сведены в таблицы.

Четвертая глава посвящена апробации предложенной методики и разработанных алгоритмов на примере решения задачи автоматизированной обработки топографических карт, как типичного представителя сложноструктурных изображений. В этой главе автор показывает особенности топографических карт и сложности, возникающие при их обработке. Приводится пример использования разработанной в рамках исследования методики для случая анализа и обработки цифровых топографических карт, описывается процесс проектирования и тестирование программного обеспечения, реализующего предложенные алгоритмы применительно к задаче автоматизированной обработки топографических карт.

6. Замечания и вопросы по диссертации

1 Целью исследования заявлено «повышение точности и производительности алгоритмов анализа и обработки сложноструктурных изображений...», однако в основных результатах работы отсутствует информация об улучшении указанных характеристик.

2 Во второй главе диссертации при описании методики обработки сложноструктурированных изображений автором отмечается, что «Информацию в виде цифрового изображения можно представить в виде отображения $f: E \rightarrow P$ ». Однако далее данное отображение не используется при обосновании шагов методики или разработке алгоритмов. Логично было бы формализовать решаемую задачу предметной области в виде отображения множества пикселей в множество классов объектов и\или в семантическое описание. Такая формализация позволила бы автору обоснованно разделить задачу на подзадачи, связанные с отдельными шагами методики.

3 При описании алгоритма сегментации в п. 2.2 автор указывает, что «Квадратное окно выбрано исходя из возможности изображения объектов под любым углом». В данном случае неясно как пропорции скользящего окна связаны с ориентацией объектов на изображении и влияют ли указанные пропорции на качество сегментации. В обработке изображений известна концепция использования ориентированных ограничивающих рамок (oriented bounding box), которая, возможно, может быть обобщена на скользящие окна.

4 Также в п.2.2. указывается что «...выходной слой интеллектуальной модели должен быть функцией активации *softmax*». Не слишком ли жесткое ограничение для задачи определения принадлежности каждого пикселя к конкретному типу (количество которых счетно) объектов?

5 В третьей главе приведено описание оборудования, на котором проводилось экспериментальное исследование. Однако отсутствуют характеристики процессора, что не позволяет в полной мере оценить представленные результаты. Также указано, что

использовалась видеокарта AMD Radeon 530, но остается неясным позволило ли это ускорить вычисления.

Указанные замечания не снижают ценности представленных в работе результатов.

7. Общая характеристика работы

На основании анализа диссертации и автореферата можно сделать вывод, что исследования выполнены на актуальную тему, проведены в значительном объеме на высоком уровне. Материал диссертации логически выстроен, четко структурирован, включает как теоретические, так и экспериментальные аспекты исследования. Результаты исследования обладают научной новизной, теоретической и практической значимостью. Диссертация Дмитриева Никиты Владимировича соответствует требованиям, предъявляемым к научным работам, оформлена грамотно. Материал автореферата соответствует диссертации.

8. Заключение по работе

Диссертационная работа в полной мере отвечает требованиям по актуальности, научной новизне, практической значимости, личному вкладу автора, отражению результатов в публикациях, а также полностью соответствует п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ и специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика. Автор диссертации Дмитриев Никита Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Официальный оппонент:

Доктор технических наук, доцент

Заведующий кафедрой «Вычислительная техника»,

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный университет»,

Тел.: +7 (905) 366-49-63

e-mail: mmax83@mail.ru

Адрес: 440026, г. Пенза, ул. Красная, д. 40

Митрохин Максим Александрович

(подпись)

(дата)

15.01.25



Митрохин М. А.
заверяю

секретарь Ученого Совета

О.С. Дорофеева