

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора технических наук, доцента Вохминцева Александра Владиславовича 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

Задачи, связанные с обработкой информации на сложноструктурных изображениях (то есть, содержащих в себе числовые, текстовые и другие объекты), в настоящее время являются одними из самых актуальных, так как затрагивают самые различные сферы человеческой деятельности. Большинство современных методов по обработке изображений (и, в том числе, их оцифровке) опирается на применение отдельных методов машинного обучения, либо на использование искусственных нейронных сетей. При этом, зачастую, делается упор на их универсальность и максимальный охват области применения, что приводит к завышенным вычислительным и аппаратным требованиям их конкретных реализаций. Соответственно, в своей диссертационной работе Дмитриев Н.В. провел анализ данной предметной области и пришел к необходимости совершенствования алгоритмов обработки изображений, которые позволяли бы снизить вычислительные затраты используемых методов при одновременном повышении их точности. Таким образом, можно заключить, что диссертация Дмитриева Н.В. выполнена на актуальную тему.

2. Научная новизна полученных результатов

В диссертационной работе получены следующие новые научные:

1. На основе проведенного анализа современного состояния и развития подходов обработки цифровых изображений, предложена классификация сложноструктурных изображений, отличающихся использованием явных и неявных правил отображения распределённых образов различной размерности, и методика построения алгоритмического и программного обеспечения анализа и обработки таких изображений (соответствует п. 7 паспорта специальности).

2. Разработаны алгоритмы сегментации, локализации, распознавания и группировки точечных, линейных и площадных объектов на сложноструктурных изображениях, основанные на комплексном использовании известных методов анализа и обработки изображений (соответствует пунктам 4, 5 и 12 паспорта специальности).

3. Разработан алгоритм комплексного анализа распознанных числовых отметок высот и горизонталей цифровых топографических карт, отличающийся представлением контурной карты в виде орграфа и способный устранять ошибки предшествующего этапа распознавания (соответствует пунктам 4, 5 и 12 паспорта специальности).

Результат анализа содержания диссертационной работы и публикаций автора подтверждает обоснованность научной новизны представленных положений.

3. Обоснованность и достоверность научных положений, сформулированных в диссертации

Достоверность полученных результатов, научных положений и выводов, изложенных в работе, подтверждается использованием известных математических методов, адекватной постановке цели и задач исследования, а также их согласованностью с результатами, полученными другими авторами. Автором изучены и проанализированы достижения ученых, опубликованных в работах различных изданий, представлено состояние предметной области и сравнения достоинств и недостатков существующих методов. Список использованных источников состоит из 275 наименований.

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 наукометрической базе данных Scopus. Основные результаты диссертации докладывались и обсуждались на конференциях и семинарах различного уровня.

Корректность работы разработанного автором программного комплекса подтверждается использованием современных методов и средств при проектировании, разработке и тестировании программного комплекса. Автором работы получено 2 свидетельства о регистрации программы для ЭВМ.

4. Практическая значимость результатов диссертации

Практическая значимость подтверждена внедрением полученных результатов в деятельность АО «Урало-Сибирская Гео-Информационная компания» и ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет путей сообщения».

Дмитриевым Н.В. был разработан программный комплекс для преобразования сканированных изображений топографических карт в цифровую модель рельефа, в котором реализованы созданные алгоритмы обработки объектов сложноструктурных изображений различных размерностей.

5. Оценка содержания диссертации и её оформления

Диссертационная работа содержит 200 страниц основного текста (всего 222 с.), 35 рисунков и 40 таблиц. Работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка сокращений и обозначений, списка литературы, 3 приложений.

Во **введении** приведены актуальность темы исследования, состояние предметной области исследования, цели и задачи работы, сформулированы положения, выносимые на защиту, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы.

В **первой главе** анализируется современное состояние предметной области. Автором вводятся основные термины и определения, используемые на протяжении всего диссертационного исследования. Рассматриваются различные алгоритмы распознавания объектов на изображениях и проводится их авторская оценка. По результатам своего анализа автор ставит перед собой цель повышения точности и уменьшения вычислительных затрат алгоритмов анализа и обработки сложноструктурных изображений на основе комбинации отдельных подходов с учетом обоснованного выбора их параметров.

Вторая глава посвящена разработке методики анализа сложноструктурных изображений и реализации необходимых для нее алгоритмов с учетом их вычислительной сложности. Автор исходит из собственной классификации растровых изображений, которая приводит его к необходимости их обработки в несколько этапов – чтобы отделить саму сложную цифровую структуру от изображения. Поэтому предложенная методика содержит несколько этапов: предобработка, сегментация, локализация и структуризация объектов, семантический анализ и постобработка. Все они описаны достаточно подробно и грамотно в диссертации, приведены оценки их вычислительной сложности.

В **третьей главе** автор проводит экспериментальное исследование разработанных алгоритмов для задачи оцифровки объектов на изображениях. Для проверки алгоритмов обработки площадных объектов используются открытые данные. Но из-за отсутствия подходящего количества необходимых данных для проверки алгоритмов обработки точечных объектов на изображениях автор синтезирует собственный набор данных, что, вообще говоря, тоже является достаточно важным научным результатом.

В **четвертой главе** представлена задача создания цифровой модели рельефа на основе оцифровки изображений отдельных топографических карт, как пример реального практического применения разработанной методики и созданного программного обеспечения.

В **заключении** сделан вывод о достигнутых результатах, а также даются рекомендации и перспективы развития темы исследования.

6. Замечания и вопросы по диссертации

Вместе с этим следует отметить некоторые замечания и вопросы по содержанию диссертационной работы:

1. Предложенный автором алгоритм многометочной сегментации основан на использовании интеллектуальных моделей над скользящими окнами, что представляет собой классическую поточечную классификацию. В чём новизна разработанного автором алгоритма?

2. В чем отличие предложенного автором двухкаскадного алгоритма распознавания образов от процесса обработки данных в сверточных нейронных сетях?

3. Параграфе 2.4.2 "Алгоритмы для линейных объектов" не упомянуты метрики качества группировки линейных объектов. Группировка линейных объектов в разделе 4.5.4 с экспериментальной точки зрения также производится без использования автоматизации параметров.

4. При постановке вычислительных экспериментов в главе 3 и главе 4 не обоснован выбор используемого аппаратного обеспечения. Есть основания полагать, что выбранного обеспечения будет недостаточно для обработки большеформатных изображений. Почему не рассматривались более производительные архитектуры процессора и не рассмотрен вариант с обработкой данных в вычислительных кластерах?

5. В главе 4 не обоснован выбор конкретных топографических карт для обучения и тестирования. Можно ли использовать разработанное ПО для других типов топографических и географических карт?

7. Общая характеристика работы

Исследования проведены в значительном объеме, логически выстроены, включают как теоретические аспекты, так и экспериментальную проверку.

В целом диссертационная работа Дмитриева Никиты Владимировича хорошо и логично структурирована, соответствует требованиям, предъявляемым к научным работам. Иллюстрации выполнены на высоком научном и оформительском уровне. Автореферат соответствует диссертации.

8. Заключение по работе

Диссертационная работа посвящена решению важной научной задачи, связанной с повышением эффективности алгоритмов обработки сложно структурированных изображений, обладает научной новизной и имеет существенное теоретическое и практическое значение. Работа соответствует всем требованиям, предъявляемым в пунктах

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 учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Официальный оппонент:

Доктор технических наук, доцент

Заведующий научно-исследовательской лабораторией «Интеллектуальные информационные технологии и системы»,

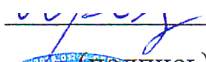
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет»

Тел.: +7 (351) 799-72-88

e-mail: vav@csu.ru

Адрес: 454001, г. Челябинск, ул. Братьев Кашириных, д. 129, каб. 330

Вохминцев Александр Владиславович



(подпись)

13.01.2025

(дата)



Подпись Вохминцева А.В.

подтверяю

*Вохминцев Александр Владиславович
заведующий кафедрой*