ОТЗЫВ

официального оппонента

кандидата технических наук, доцента
Никифорова Михаила Борисовича
на диссертацию Сайфудинова Ильдара Рифатовича на тему
«Модель, численный метод и комплекс программ выделения
информативных областей на изображениях
с использованием сети значимости»,
представленную на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности
05.13.18 «Математическое моделирование,
численные методы и комплексы программ»

Актуальность темы диссертации. Диссертация Сайфудинова И.Р. посвящена решению актуальной научной задачи - разработке математического и программного обеспечения для повышения эффективности решения задачи предобработки изображений поступающих на вход классификатора с целью отсеивания незначимой информации, основанного на графовом представлении и динамическом программировании.

В настоящее время в системах видео-аналитики изображения обрабатываются на серверах, способных производить мощные вычисления, либо в самих устройствах регистрации изображений, либо их комбинацией, когда устройство считывания регистрирует изображение, обрабатывает и отправляет по сетям связи для дальнейшего анализа. В первом случае, проблемой становится загруженность канала связи. Во втором случае, требуются вычислительные методы и алгоритмы, рассчитанные для работы на системах с ограниченными вычислительными ресурсами, так как не существует единого алгоритма для выделения всех объектов в изображении, нагромождение таких методов было бы вычислительно громоздким. В третьем случае, могут возникать ситуации и загруженности каналов связи и вычислительно-громоздких методов. Наличие указанных факторов снижает эффективность предобработки изображений, что актуализирует тему выбранного Сайфудиновым И.Р. диссертационного исследования.

Автор, в отличие от известных методов контурного выделения, предлагает метод на основе модели выделения информационных областей, включающей сеть значимости и метод группирования контуров. Такой подход позволяет предста-

вх. 470
14 02 18

вить исходное изображение в виде изображения с подчеркиванием перцептивно значимых мест. Формируемые моделью изображения являются менее ресурсоемкими как для отправки по каналам связи, так и для входных данных для алгоритмов классификации.

Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения, списка источников литературы из 119 наименований и 3 приложений. Работа изложена на 185 страницах, из них 163 страницы основного текста, включающего 58 рисунков и 11 таблиц. Приложения, занимающие 6 страниц диссертации, содержат дополнительные сведения о разработке, регистрации, внедрении и использовании материалов и результатов диссертационного исследования.

Во **введении** обоснована актуальность темы диссертации, сформулирована цель и решаемые в работе задачи, приведены научная новизна, теоретическая значимость и практическая ценность диссертационного исследования.

Первая глава носит обзорный характер. В ней проведен анализ исследуемой предметной области: описана обобщенная система видео-аналитики, проведен анализ задач, выполняемых в системе, рассмотрена схема обработки визуальных данных, сформулирована проблема сегментации изображений, произведена постановка и формализация задачи предобработки изображений. Для решения поставленной задачи произведен анализ графовых методов и методов и динамического программирования. В результате проведенного анализа автор заключает, что для повышения эффективности предобработки изображений в системе видеоаналитики необходима разработка системы предобработки изображений на основе модели выделения информативных областей, включающей сеть значимости и метод группирования контуров. В конце главы автор формулирует выводы и ставит задачи, определяющие направление диссертационного исследования.

Вторая глава является центральной и посвящена разработке математического обеспечения для предобработки изображений в системах видео-аналитики. Автор описывает разработанное математическое обеспечение: параметрическую модель выделения информативных областей, методику формирования сети значимости, метод группирования контуров. В последнем разделе главы формули-

руются свойства сети значимости в разработанной математической модели выделения информативных областей.

Третья глава диссертации посвящена исследованию сети значимости. Автор описывает критерии оценки, а также приводит результаты выполненных исследований. На базе программного комплекса автор производит экспериментальную оценку модели выделения информативных областей на основе разработанного метода, а также выполняет сравнение ложно-положительного обнаружения модели с ложно-положительным обнаружением других методов выделения контуров.

Четвертая глава диссертации посвящена разработанному программному комплексу. Автор описывает назначение, структуру программного комплекса, а также приводит результаты выполненных использований. Описывается программный комплекс учета и контроля спецтехники как прикладная подсистема автоматизированной системы видео-аналитики отдела дорожно-строительного предприятия. Предлагается схема предобработки изображений, а также алгоритм практического использования программного комплекса. По результатам анализа нагрузки на человека, составляющего учет рейсов, оценки скорости обработки изображений классификатором на основе модели выделения информативных областей автор делает вывод об эффективности разработанного в диссертации математического и программного обеспечения.

Автореферат диссертации достаточно полно отражает ее содержание.

Научная новизна исследования и полученных результатов. Наиболее существенными новыми научными результатами являются следующие.

1. Разработана математическая модель выделения информативных областей в автоматизированных системах видео-аналитики, позволяющая обрабатывать изображения, поступающие на вход алгоритмам классификации объектов с целью отсеивания незначимой информации.

2. Разработан метод группирования контуров. Данный метод позволяет конфигурировать сеть значимости теми контурами объектов, которые вносят наибольший вклад в оценку друг друга.

3. Предложено два численных метода

- метод построения сети значимости, основанный на анализе таких свойств контуров как длина и кривизна;

- метод оценки адекватности модели, основанный на сравнении результатов ее работы с методами выделения контуров на шаблонах изображений.

Степень обоснованности и достоверности научных положений и выводов. Предложенные в диссертации оригинальные методы и алгоритмы теоретически обоснованы и не противоречат известным положениям других авторов. Достоверность полученных в работе результатов и выводов подтверждается использованием положений теории вычислительных систем, компьютерного зрения, математического моделирования, методов и алгоритмов цифровой обработки сигналов и изображений, объектно-ориентированного программирования. Кроме того, достоверность результатов обеспечена математически строгим выполнением расчетов, подтверждена вычислительными экспериментами и результатами практического использования.

Достоверность и обоснованность полученных в работе научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается 4 публикациями в российских рецензируемых научных журналах рекомендованных ВАК, 1 публикацией индексируемой в SCOPUS, а также апробацией на 6 научных конференциях.

Практическая и научная значимость выводов и результатов. К результатам и выводам диссертационного исследования, имеющим практическую и научную значимость, следует отнести:

- математическое обеспечение в виде математической модели, эффективных методов и алгоритма предобработки изображений в автоматизированных системах видео-аналитики;

- программный комплекс, реализующий предложенные методы построения и оценки математической модели, метод формирования сети значимости позволяющий производить экспериментальные исследования для оценки эффективности разработанного математического обеспечения.

Замечания.

1. В выводах по первой главе указывается тесная связь рассматриваемой проблемы с работой Лове, однако по главе данный автор не упоминается.

2. В работе имеется подробный обзор по проблеме сегментации в техническом зрении, отмечаются достоинства и недостатки методов применительно к различным типам изображений. Но в диссертации не хватает обзора по численным методам, применяемым для решения данного класса задач. Отсутствует обзорная часть про развитие методов контурного анализа. Отсутствие такого обзора затрудняет чтение диссертации и оценку вклада автора в развитие методов контурного анализа.

3. Соискатель применяет к изображению контурный оператор Собеля, а потом пытается восстановить контуры с помощью "сети значимости". На нескольких итерациях каждому контуру приписываются вес и направление, после чего контуры объединяются в составные. Термин "сеть значимости" следовало бы четко обозначить и охарактеризовать.

4. Местами опечатки, кое-где формулы не читаются, иногда формулы без достаточного пояснения.

5. Не полностью раскрыто, как принимается решение о направлении контура. В основном показано восстановление контуров окружностей. Следовало бы для примера продемонстрировать работу предложенного алгоритма на других контурах, лучше реальных и произвольных. Поэтому становится не ясно, работает ли хорошо метод на других объектах или только на окружностях. Также не ясно, как алгоритм восстановления контура без информации о текстуре вокруг оперирует предположениями о характере кривой (иначе как понять, какие границы объединять в контур, а какие игнорировать). В диссертации такие предложения не формулируются.

6. Иллюстрации на странице 121 (рисунок 3.16) - пример работы алгоритмов соискателя – выглядит не лучше, чем идущие непосредственно перед этим иллюстрации работы других алгоритмов. Ожидалось, что на рисунке 3.16, будет выделен только самосвал, но помимо него выделяется фоновая составляющая. К тому же, алгоритм сегментирования предложенный соискателем предполагает восстановление кривых - если посмотреть на крайнее левое изображение на рисунке 3.16, то становится совсем непонятно - какие конкретно контуры породили такую кривую.

7. В главе 3, на мой взгляд, следовало бы оставить только анализ сети значимости; рассмотрение существующих решений перенести в первую главу, а эксперимент со сравнением с существующими решениями - в четвертую.

8. В главе 4 следовало бы больше добавить информацию о том, как разработанные алгоритмы реализованы программно и на какой архитектуре.

Указанные замечания носят рекомендательный характер и не являются определяющими при оценке диссертационного исследования.

Считаю, что диссертационная работа Сайфудинова Ильдара Рифатовича «Модель, численный метод и комплекс программ выделения информативных областей на изображениях с использованием сети значимости» удовлетворяет требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым ВАК РФ к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», и является завершенной научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная научная задача, имеющая важное хозяйственное значение для разработки и практического использования видеоаналитических систем обработки изображений. Автор диссертационного исследования, Сайфудинов Ильдар Рифатович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по заявленной специальности.

М.Б. Никифоров

«31» января 2019 г.

Сведения об оппоненте:

ФИО: Никифоров Михаил Борисович
Уч. степень, уч. звание: кандидат технических наук, доцент
Почтовый адрес: 390005, г. Рязань, ул. Гагарина, 59/1
Телефон: +7 (4912) 72-03-50
Адрес электронной почты: nikiforov.m.b@evm.rsreu.ru
Организация: ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет»
Должность: Заместитель заведующего кафедрой ЭВМ по научной работе.

Подпись Никифорова М.Б.
заверяю:
Ученый секретарь ученого совета РГРТУ,
к.т. н., доцент Пржегорлинский В.Н.
МП

Сведения об официальном оппоненте
по диссертационной работе
Сайфудинова Ильдара Рифатовича на тему:
«Модель, численный метод и комплекс программ выделения информативных областей на изображениях с использованием сети значимости», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Фамилия, Имя, Отчество оппонента	Никифоров Михаил Борисович
Шифр и наименование специальности, по которой защищена диссертация	05.13.05 Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления
Ученая степень и отрасль наук	Кандидат технических наук
Ученое звание	Доцент по кафедре «Электронные вычислительные машины»
Полное название организации, являющейся основным местом работы оппонента	ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет».
Почтовый индекс, адрес организации	290024, Рязань, ул. Гагарина, д. 59/1.
Занимаемая должность	Заместитель заведующего кафедрой «Электронные вычислительные машины»
Телефон	тел. Сл. 8-4912-720350, тел. Сот. 8-910-9077507
Адрес электронной почты	nikiforov.m.b@evm.rsreu.ru
Список основных публикаций оппонента по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет	1. Никифоров М.Б., Новиков А.И., Логинов А.А., Саблина В.А. Contour Analysis Application for Object Detection in Aerial Image Sequence // 3rd Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO) Proceedings, Budva, 2014.– С. 102-107. 2. Никифоров М.Б., Соколова А.В., Таганов А.И., Акинин М.В. Image segmentation algorithm based on self-organized Kohonen's neural maps and tree pyramidal segmenter // 4rd Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO-2015), Будва, 2015, 6с./1с. 3. Никифоров М.Б., Акинина Н.В., Соколова А.В., Колесенков А.Н., Акинин М.В. Методы и алгоритмы фильтрации разнородных помех с применением систем искусственного интеллекта в задачах обработки данных дистанционного зондирования Земли // Известия Тульского государственного университета. Технические науки, Тула, 2015. – С. 12-19. 4. Колодько Г. Н., Костяшкин Л.Н., Никифоров М.Б. и др. Обработка изображений в авиационных системах технического зрения [Монография] Под ред. Костяшкина Л.Н. и Никифорова М.Б. // Москва, Изд. ФИЗМАТЛИТ, 2016. –240 с. 5. Никифоров М.Б., Саблина В.А., Новиков А.И. Алгоритмы автоматической идентификации объектов на разнородных изображениях и совмещения

	изображений // СБОРНИК ТРУДОВ III международной конференции и молодежной школы «Информационные технологии и нанотехнологии» (ИТНТ-2017), Самара, 2017, – С. 599-607. 6. Никифоров М.Б., Гравшин Е.Б., Ефимов А.И., Логинов А.А., Новиков А.И. Визуализация и слияние графической информации в многоспектральных системах технического зрения // Известия Тульского государственного университета. Технические науки, Тула, 2017. – С. 58-67.

«__»_____ 2019 г. _____ Никифоров М.Б.

Подпись Никифорова М.Б.
заверяю:
Ученый секретарь ученого совета РГРТУ
к.т. н., доцент _____ Пржегорлинский В.Н.

МП