

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Хомякова Олега Олеговича «Модель, метод, алгоритм и вычислительный модуль обработки изображений символьной маркировки», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.2. Вычислительные системы и их элементы

В настоящее время накоплен значительный опыт разработки методов, алгоритмов и вычислительных систем для автоматического анализа изображений, включая распознавание их структурных и символьных характеристик. Одной из ключевых задач в этой области является обработка изображений символьной маркировки, которая требует точного распознавания текста и классификации характеристик объектов.

В своей работе Хомяков О.О. сосредоточился на создании модели, метода, алгоритма и вычислительного модуля, обеспечивающих эффективную обработку изображений, содержащих символьную маркировку. Для повышения производительности предлагается аппаратная поддержка параллельного выполнения вычислительно трудоемких операций, что позволяет существенно увеличить производительность вычислительных систем для обработки изображений.

Автором разработаны математическая модель, метод и алгоритм изображений, содержащих символьную информацию, а также вычислительный модуль, реализующий предложенные подходы. Эти решения ориентированы на использование современных технологий, включая нейронные сети и конвейерно-параллельную архитектуру, что обеспечивает их высокую точность и производительность.

Предложенные разработки отличаются оригинальностью и применимы в вычислительных системах технического зрения, автоматизированного контроля качества продукции, логистики и других областях, где требуется надежная идентификация объектов на основе символьной маркировки.

В качестве замечания по диссертационной работе можно отметить следующее:

- из автореферата неясно, на какое количество параллельных блоков рассчитана реализация разработанного алгоритма и есть ли ограничения на их число.

Тем не менее, автором решена важная научно-техническая задача, диссертационная работа соответствует критериям Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемых к кандидатским диссертациям, паспорту специальности 2.3.2. Вычислительные системы и их элементы, а Хомяков Олег Олегович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

и.о. Заведующего базовой кафедры
«Цифровое телевидение», доцент кафедры
«Телевидения и управления», ТУСУР,
к.т.н. по специальности 05.12.04

А.В. Каменский

04.12.2024

Организация: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники»

Адрес: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 40

Тел.: (3822) 53-01-46

Email: br@tusur.ru

Подпись *Жолженковой А.В.*

УДОСТОВЕРЯЮ

Ученый секретарь

Е.В. Прокопчук



ОТЗЫВ

На автореферат диссертации Хомякова Олега Олеговича «Модель, метод, алгоритм и вычислительный модуль обработки изображений символьной маркировки», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.2. Вычислительные системы и их элементы

Диссертационная работа посвящена решению задачи повышения комплексной характеристики «точность × пропускная способность» обработки изображений символьной маркировки, путем разработки методов и аппаратных средств распознавания и классификации маркировки символьной продукции в условиях неопределённости (несколько алфавитов) и искажений/зашумлений изображений. Для решения поставленной научно-технической задачи автор разрабатывает модель, метод и алгоритм обработки изображений, для выполнения на их основе распознавания символьной маркировки, а также структурную организацию специализированного вычислительного модуля для обработки символьной информации.

Основными результатами, полученными в ходе проведенных диссертационных исследований, являются: математическая модель обработки изображения, метод обработки изображений, содержащих символьную информацию, конвейерно-параллельный алгоритм обработки изображений, содержащих символьную информацию, структурная организация вычислительного модуля обработки символьной информации.

Достоверность полученных результатов подтверждается проведенными экспериментальными исследованиями и внедрение результатов диссертации в ООО «Ценозавр» и использование в образовательном процессе кафедры вычислительной техники Юго-Западного государственного университета (г. Курск) при проведении занятий по дисциплинам «Цифровая обработка и анализ изображений» и «Архитектура систем обработки, анализа и интерпретации данных» направления подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника. Основные положения диссертационной работы обсуждались и докладывались на международных, всероссийских и региональных научно-технических конференциях, по теме диссертации опубликовано достаточное количество печатных работ, в том числе 3 статьи в рецензируемых научных журналах, получено решение о выдаче патента.

Несмотря на положительные свойства представленной работы, необходимо отметить следующие недостатки в автореферате:

1. В дополнение к оценке характеристик разработанного модуля, при различных уровнях шума, следовало бы представить более развернутую

оценку характеристик разработанного модуля в сравнении с существующими решениями в различных условиях освещения.

2. В автореферате стоило бы подробнее раскрыть аспекты энергоэффективности предлагаемого вычислительного модуля, так как современные производственные системы ориентированы не только на высокую производительность, но и на минимизацию энергозатрат.

В целом диссертационная работа Хомякова О.О. «Модель, метод, алгоритм и вычислительный модуль обработки изображений символьной маркировки» является законченным научным исследованием, актуальна, содержит новые результаты, реализованные на практике. Автореферат и опубликованные работы отражают ее основное содержание. Диссертационная работа соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертациям, представленным на соискание ученой степени кандидата технических наук, паспорту специальности 2.3.2. Вычислительные системы и их элементы, а её автор, Хомяков Олег Олегович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Заведующий кафедрой
«Вычислительная техника»
ФГБОУ ВО «Тульский государственный
университет», доктор технических наук,
профессор

Ивутин Алексей Николаевич

300012, г. Тула, пр. Ленина, 92
ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»
Телефон: +7 (4872) 35-34-44
e-mail: info@tsu.tula.ru
Сайт организации: https://tulsu.ru

Докторская диссертация защищена по специальности 20.02.14

*Старший Ивутин АН завершено
Иванов Александр Сергеевич (М. П. Иванова)*



ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации Хомякова Олега Олеговича
на тему «Модель, метод, алгоритм и вычислительный модуль обработки
изображений символьной маркировки»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.3.2. Вычислительные системы и их элементы**

Диссертационное исследование посвящено проблемам разработки и исследования подходов к обработке изображений символьной маркировки. Соискателем проведено экспериментальное исследование разработанных алгоритма и вычислительного модуля, показывающих значение характеристики «точность × пропускная способность» обработки от 26.6 крк/с до 32.3 крк/с при различных уровнях шума, что позволяет повысить данную характеристику на 39%-57% в сравнении с известными реализациями. Автором разработаны математическая модель обработки изображения, отличающаяся использованием последовательности разработанных частных математических моделей для выделения объекта, предобработки изображения объекта, распознавания текста и классификации характеристик объекта; метод обработки изображений, содержащих символьную информацию, отличающийся применением двумерных дескрипторов и выделения объекта на основе комбинации методов Канни и Рамера-Дугласа-Пекера, а также применением рекуррентной сверточной нейронной сети.

Конвейерно-параллельный алгоритм обработки изображений, осуществляющий распознавание символьной маркировки продукции, отличается распараллеливанием процесса обработки и настройкой к различным видам характеристик и устойчивостью к искажениям.

Структурная организация вычислительного модуля обработки символьной информации применяет конвейерно-параллельную обработку и позволяет повысить комплексный показатель «точность × пропускная способность».

Упомянутые результаты, несомненно, имеют научную новизну.

Основные научные результаты диссертации в достаточной степени опубликованы в рецензируемых научных журналах и изданиях.

По содержанию автореферата имеются следующие замечания:

1. В работе не приведены характеристики распознаваемых шрифтов для разных типов символьных изображений (начертания, размеры и цвета).

2. В тексте желательно было бы подробнее рассмотреть аспекты надёжности и отказоустойчивости разработанного модуля, особенно в условиях интенсивного и непрерывного использования на производственных линиях и в других объектах, где возможны различные воздействия.

3. Рис. 1,2 по ГОСТ 19.701-90 называются «Схема алгоритма».

На основании анализа автореферата диссертационной работы «Модель, метод, алгоритм и вычислительный модуль обработки изображений символьной маркировки» и ряда опубликованных соискателем работ можно сказать, что исследование Хомякова О.О. является завершенной научно-квалификационной работой, содержащей решение задачи и имеющей значение для развития интеллектуальных вычислительных систем. Автореферат обладает внутренним единством; содержательная часть дает полное представление о выполненном исследовании, его апробации и внедрении.

Указанные недостатки не отражаются на положительной оценке работы.

В целом диссертационная работа Хомякова О.О. «Модель, метод, алгоритм и вычислительный модуль обработки изображений символьной маркировки» является законченным научным исследованием, актуальна, содержит новые результаты, реализованные на практике. Автореферат и опубликованные работы отражают ее основное содержание.

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 2.3.2. Вычислительные системы и их элементы и удовлетворяет требованиям Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор – Хомяков Олег Олегович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Доктор технических наук, доцент,
профессор кафедры «Автоматика и телемеханика»
Пермского национального исследовательского
политехнического университета

« 09 » 12 2024 г.

 / В.И. Фрейман /

Фрейман Владимир Исаакович

Докторская диссертация защищена по специальности 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления.

E-mail: VIFREJMAN@pstu.ru

ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» (ПНИПУ)


614990, Россия, Пермский край, г. Пермь, Комсомольский проспект, д. 29.

Рабочий тел.: +7 (342) 239-18-16.

Подпись Фреймана В.И. заверяю

Ученый секретарь Ученого совета ПНИПУ, к.т.н.

« 09 » 12 2024

 Макаревич В.И.



ОТЗЫВ
на автореферат диссертации Хомякова Олега Олеговича «Модель, метод, алгоритм и вычислительный модуль обработки изображений символьной маркировки», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.2. Вычислительные системы и их элементы

Современное развитие вычислительных систем и методов машинного зрения позволяет автоматизировать многие задачи, традиционно выполняемые человеком, включая обработку и распознавание символьной информации. Процесс распознавания текста на изображениях является ключевым направлением в вычислительных системах компьютерного зрения и востребован в различных отраслях. На сегодняшний день сформировались базовые подходы к построению систем распознавания, однако их дальнейшая оптимизация остается актуальной задачей.

Автором представлены модель, метод, алгоритм и вычислительный модуль, позволяющие эффективно решать задачи обработки, распознавания и классификации символьной маркировки. Предложенные решения применимы для обработки символьной информации в конвейерно-параллельном режиме, что делает их актуальными для решения задач идентификации объектов и обработки больших объемов данных в составе вычислительных систем.

Разработанные автором подходы ориентированы на увеличение точности распознавания и повышение скорости обработки, что достигается за счет использования специализированной аппаратной поддержки и современных алгоритмов. Практическая значимость работы заключается в ее применимости для создания вычислительных систем технического зрения, адаптированных к условиям реального времени, в различных отраслях промышленности.

Автореферат грамотно структурирован и хорошо оформлен, содержит в сжатой форме основные идеи, научные положения и результаты исследования. Научные результаты, достигнутые в ходе исследования, представлены в достаточном количестве научных журналов и изданий, в том числе входящих в перечень ВАК при Минобрнауки России.

Замечания по автореферату:

- В автореферате недостаточно проанализированы «узкие» места в параллельном алгоритме.
- Не указаны изображения каких типов обрабатываются устройством.

Отмеченные недостатки не являются существенными, в связи с чем считаю, что диссертационная работа отвечает критериям Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемых к кандидатским диссертациям, а ее автор – Хомяков Олег Олегович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.2. Вычислительные системы и их элементы.

Заведующий кафедрой электроэнергетики Политехнического института Сибирского федерального университета, д-р техн. наук (05.09.03 – электротехнические комплексы и системы), профессор
Василий Иванович Пантелеев

9.12.2024 г.

660074, г. Красноярск, ул. акад. Киренского, 26
Тел.: 8(391)2912063
E-mail: vpantelev@sfu-kras.ru



ФГАОУ ВО СФУ
Подпись Пантелеев В.И. Заверяю
Делопроизводитель
«09» 12 2024

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Хомякова Олега Олеговича «Модель, метод, алгоритм и вычислительный модуль обработки изображений символьной маркировки», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.2. Вычислительные системы и их элементы

Актуальность темы диссертации обусловлена растущей потребностью в высокоточных и высокопроизводительных методах распознавания символьной информации, особенно в условиях сложных помех, искажений и структурной неопределенности. Развитие технологий компьютерного зрения требует создания эффективных моделей, методов, вычислительных систем и их элементов, обеспечивающих обработку символьных данных в реальном времени. Таким образом, предложенная Хомяковым О.О. работа отвечает потребностям в улучшении характеристик специализированных вычислительных систем обработки и распознавания изображений и является востребованной для различных отраслей промышленности.

Научная новизна работы заключается в разработке комплексной математической модели, оригинальных метода и алгоритма для обработки и распознавания символьной информации. Хомяковым О.О. предложены новые решения, включающие адаптивные методы обработки изображений, алгоритмы предобработки и классификации объектов, а также внедрение нейросетевых подходов для распознавания текста. Это позволило создать вычислительный модуль, который сочетает параллельную и конвейерную архитектуры для повышения производительности системы и точности распознавания.

В работе использованы методы математического моделирования, методы цифровой обработки изображений, теории распознавания образов, теории алгоритмов, методы схемотехнического проектирования.

Автореферат хорошо структурирован и написан грамотным техническим языком.

В качестве замечаний по диссертационной работе можно отметить следующее:

- в описании математической модели прослеживается значительное количество символов, различающихся только нижним индексом, что приводит к избыточности обозначений, затрудняет восприятие модели, уменьшает её читаемость, усложняет анализ и интерпретацию выражений;

- в работе стоило бы предложить более детализированное описание возможностей адаптивной калибровки модуля под различные внешние

условия, такие как изменение яркости или контрастности изображения.

Тем не менее, отмеченные недостатки не являются существенными. Оценивая работу в целом, считаю, что в ней решена важная научно-техническая задача.

Считаю, что диссертационная работа отвечает критериям Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемых к кандидатским диссертациям, паспорту специальности 2.3.2. Вычислительные системы и их элементы, а ее автор – Хомяков Олег Олегович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Доктор технических наук, доцент,
профессор кафедры прикладной информатики и
информационных технологий
ФГАОУ ВО «Белгородский
государственный национальный
исследовательский университет»

Черноморец
Андрей Алексеевич

03.12.2024

Сведения о лице, подписавшем отзыв:

Черноморец Андрей Алексеевич

Шифр и специальность, по которой защищена докторская диссертация:

05.13.17 Теоретические основы информатики

ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный
исследовательский университет»

308015, РФ, г. Белгород, ул. Победы, 85,

Тел.: +7(4722) 30-12-94,

e-mail: chernomorets@bsuedu.ru

Личную подпись удостоверяю Специалист отдела кадрового обеспечения Департамента организационного развития и кадровой политики	
	 « 03 » 12 20 24 г.



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Хомякова Олега Олеговича «Модель, метод, алгоритм и вычислительный модуль обработки изображений символьной маркировки», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.2. Вычислительные системы и их элементы

В диссертационной работе Хомякова Олега Олеговича рассмотрены теоретические и практические вопросы обработки изображений. Существующие решения, как правило, ориентированы на традиционные вычислительными архитектуры последовательного типа, что ограничивает их скоростные характеристики и затрудняет использование в современных параллельных архитектурах. Таким образом, рассматриваемая работа, посвященная разработке эффективных методов и аппаратных средств распознавания и классификации маркировки символьной продукции в условиях неопределенности и искажений/зашумлений изображений символов, представляет собой исследование, выполненное на **актуальную тему**.

Научную новизну работы определяют предложенные соискателем оригинальные модель и метод обработки изображений, отличающиеся использованием частных математических моделей для выделения объекта, предобработки изображения объекта, распознавания текста и классификации характеристик объекта, и применением двумерных дескрипторов и выделения объекта на основе комбинации методов Канни и Рамера-Дугласа-Пекера, а также применением рекуррентной сверточной нейронной сети.

Практическая значимость диссертации обусловлена применением полученных теоретических результатов при разработке специализированного вычислительного модуля обработки изображений, отличающегося применением конвейерно-параллельной обработки.

Результаты диссертации достаточно полно отражены в 11 статьях, в том числе в 3 публикациях в научных изданиях из перечня ВАК, а также в достаточном объеме апробированы на всероссийских, международных и региональных научных конференциях.

В качестве **замечаний** по автореферату можно отметить следующее:

1. Из автореферата неясно, использовались ли автором самостоятельные реализации описанных нейронных сетей, или реализации на основе существующих библиотек либо программных пакетов.

2. Было бы целесообразно указать, какие средства разработки применялись при создании вычислительного программного модуля, а также какие предполагаются механизмы его интеграции в информационные системы.

Данные замечания не оказывают существенного влияния на общую положительную оценку полученных научных результатов и практической ценности представленной работы.

В целом, диссертационная работа является законченным научным исследованием, соответствующим паспорту заявленной специальности и удовлетворяющим требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК при Минобрнауки РФ, а автор диссертации, Хомяков О.О., заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.2 — «Вычислительные системы и их элементы».

На включение персональных данных, содержащихся в отзыве, в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку согласен.

Леонов Дмитрий Геннадьевич,
профессор кафедры автоматизированных систем управления
РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина,
доктор технических наук (специальность 05.13.11 «Математическое
и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и
компьютерных сетей»), доцент



6 декабря 2024 г.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Российский государственный университет нефти и
газа (национальный исследовательский университет) имени И. М. Губкина».
119991, Москва, Ленинский проспект, дом 65
Телефон: +7 (499) 507-8523
E-mail: dl@asugubkin.ru



ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации Хомякова Олега Олеговича
на тему «Модель, метод, алгоритм и вычислительный модуль
обработки изображений символьной маркировки»,
представленной на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности 2.3.2. «Вычислительные
системы и их элементы»**

Развитие методов компьютерного зрения и, в частности, методов распознавания текста в настоящее время является актуальной исследовательской задачей. Особенно методы распознавания текста в связи с резким увеличением количества прикладных задач.

В представленной диссертационной работе Хомякова О.О. предлагается математическая модель обработки изображения, отличающаяся использованием последовательности разработанных частных математических моделей для выделения, предобработки изображения объекта, классификации характеристик и распознавания текста. Для решения поставленной научной задачи автор предлагает использовать объединение множества частных моделей обработки изображений в единую систему и аппаратной поддержки вычислительно трудоемких функций.

Практическая и теоретическая значимость работы состоит в разработке конвейерно-параллельного алгоритма и вычислительного модуля обработки символьной информации анализа текстур на изображении.

Данное направление исследований является весьма перспективным, а полученные результаты могут быть в дальнейшем применены на широком спектре прикладных задач.

Достоверность и значимость полученных результатов подтверждена применением современных научных методов, обсуждением результатов научных и научно-технических конференциях, а также внедрением результатов работы.

В ходе изучения автореферата обнаружены следующие недостатки. В автореферате не приведены сравнительные результаты тестирования конвейерно-параллельного алгоритма и количественные оценки ускорения (на основании результатов экспериментов) при его применении в сравнении с последовательной версией. При сравнительном анализе (таблицы №3 и №4) не ясно, какие именно архитектуры глубоких нейронных сетей и с какими гиперпараметрами используются в других решениях.

Наличие указанных недостатков не снижает научную и практическую ценность работы.

На основании изучения автореферата можно заключить, что представленная диссертация является законченной научно-квалификационной работой, удовлетворяющей требованиям ВАК Российской Федерации, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук. Автор диссертации Хомяков Олег Олегович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.2. «Вычислительные системы и их элементы».

18.11.2024

Подпись



к.т.н. Курочкин Илья Ильич,
руководитель лаборатории Ц-1, с.н.с.,
ИППИ РАН

Подпись заверяю



Сведения о лице, подписавшем отзыв:

ФИО: Курочкин Илья Ильич

Специальность: 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации»

Организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича Российской академии наук (ИППИ РАН)

Сайт организации: <http://iitp.ru>

Должность: руководитель лаборатории Ц-1 «Моделирование и анализ телекоммуникационных систем», с.н.с.

Почтовый адрес организации: 127051, г.Москва, Большой каретный переулок, д.19, стр.1.

E-mail: kurochkin@iitp.ru