

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

**«Сибирский государственный
аэрокосмический университет
имени академика М.Ф. Решетнева»
(СибГАУ)**

проспект им. газеты «Красноярский рабочий», 31
г. Красноярск, 660037

тел.: +7 (391) 264-00-14 факс: +7 (391) 264-47-09

<http://www.sibsau.ru> e-mail: info@sibsau.ru

ОКПО 02069734, ОГРН 1022402056038

ИНН/КПП 2462003320/246201001

10 ДЕК 2015 №

49/3218

На № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ

Ректор Федерального
государственного бюджетного
образовательного учреждения
высшего образования «Сибирский
государственный аэрокосмический
университет имени академика
М.Ф. Решетнева»

Игорь Владимирович
Ковалев



10 декабря 2015 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Друки Алексея Алексеевича «Алгоритмы нейросетевого детектирования и распознавания символов на сложном фоне», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (в отраслях информатики, вычислительной техники и автоматизации).

Актуальность темы диссертационной работы

В настоящее время решение задач распознавания образов, в частности задач распознавания символов на изображениях со сложным фоном, является одним из самых широко исследуемых и развивающихся направлений в области обработки изображений. Решение данной задачи имеет большое значение в различных сферах деятельности, таких как транспортные системы, управление технологическими процессами, системы безопасности, и т.д.

Существует ряд аппаратных систем и программных средств, применяемых для решения задачи распознавания символов на сложном фоне. Большинство из них являются коммерческими и закрытыми, поэтому применяемые в них алгоритмы известны только разработчикам. Кроме того, большинство из существующих систем обладают недостаточной точностью и надежностью в сложной реальной обстановке, которая характеризуется присутствием различных искажений, шумов и наличием сложной фоновой структуры на изображениях.

В этой связи разработка новых алгоритмов распознавания символов на сложном фоне, подверженных шумовым, аффинным и проекционным

искажениям, которой посвящена диссертационная работа, является актуальной и практически значимой задачей.

Характеристика содержания диссертационной работы

Диссертация А.А. Друки содержит введение, четыре главы, заключение, список литературы из 194 наименований и приложения. Общий объем диссертации составляет 216 страниц, 84 рисунка и 52 таблицы.

Во **введении** представлена актуальность темы, сформулирована цель и задачи диссертационного исследования. Обоснована научная новизна и практическая значимость работы.

В **первой главе** проведен аналитический обзор методов и алгоритмов, применяемых на различных стадиях процесса распознавания символов на изображениях со сложной фоновой структурой, изучены их достоинства и недостатки. Представлен также анализ технических характеристик систем, предназначенных для распознавания автомобильных номерных знаков, на основании которого сформулированы основные технические и функциональные требования к разрабатываемым алгоритмам и их программной реализации.

Во **второй главе** приводится описание предложенных алгоритмов на примере их применения для решения задачи распознавания автомобильных номерных знаков. Представлен алгоритм детектирования области расположения символов на изображениях со сложной фоновой структурой. Алгоритм представляет собой алгоритмическую композицию, состоящую из двух сверточных нейронных сетей, которые имеют оригинальную архитектуру и работают по принципу последовательной классификации. Представлен алгоритм нормализации изображений, основанный на построении гистограмм средней интенсивности пикселей. Для распознавания символов предложен алгоритм, основанный на сверточной нейронной сети с оригинальной архитектурой и конфигурацией. Подробно описана архитектура разработанных сверточных нейронных сетей и принцип их функционирования.

Третья глава посвящена разработке программного обеспечения, на основе предложенных алгоритмов. Сформулированы основные требования к библиотекам, реализующим предложенные алгоритмы. Изложено описание основных библиотек классов, реализующих главные модули программной системы. Представлены логические схемы разработанных алгоритмов и пользовательский интерфейс разработанной программной системы.

В **четвертой главе** приведены результаты численных экспериментов по обучению и тестированию разработанных сверточных нейронных сетей. Представлены результаты апробации разработанных алгоритмов на тестовых задачах распознавания автомобильных номерных знаков при различных условиях освещения и углах регистрации. Проведено сравнение результатов работы предложенных алгоритмов с результатами работы существующих программных систем, которые используются для решения данной задачи.

В **заключении** подводятся итоги проведенным исследованиям, отражены основные выводы и результаты диссертационной работы. В **приложениях** представлены копии актов внедрения работы.

Научная новизна полученных результатов

Предложен новый алгоритм детектирования символов на изображениях со сложной фоновой структурой. Алгоритм отличается от аналогов применением двух сверточных нейронных сетей с оригинальной архитектурой, которые работают по принципу последовательной двухэтапной классификации. Данный подход обеспечивает высокую точность классификации и повышенную устойчивость к шумовым, аффинным и проекционным искажениям входных данных.

Предложена модификация алгоритма нормализации изображений символов, основанная на построении гистограмм распределения яркости пикселей. Данный подход обеспечивает обнаружение точных границ строки символов, расположенной под различными углами наклона и отличается от аналогов меньшей вычислительной сложностью и более высокой скоростью работы.

Разработан новый алгоритм распознавания символов на изображениях, основанный на применении сверточной нейронной сети с оригинальной архитектурой и конфигурацией. Алгоритм отличается от аналогов тем, что позволяет распознавать символы, не используя процесс их сегментации. Данный подход обеспечивает высокую скорость работы и повышенную устойчивость к шумовым, аффинным и проекционным искажениям символов на изображениях.

Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая значимость работы состоит в разработке и анализе трехуровневой алгоритмической схемы распознавания символов на изображениях со сложным фоном. Первый уровень включает обнаружение и выделение области расположения символов на сложном фоне. На втором уровне осуществляется предобработка и нормализация изображения символов. На третьем уровне выполняется распознавание символов.

Практическая значимость предложенных алгоритмов заключается в возможности их применения в системах безопасности и видеонаблюдения правоохранительными органами и другими организациями для решения задачи распознавания автомобильных номерных знаков, маркировок различных объектов и т.д.

Диссертационная работа А.А. Друки выполнялась в рамках проекта по гранту РФФИ № 09-08-00309 «Создание программного комплекса автоматизированной обработки изображений и распознавания образов на основе применения искусственных нейронных сетей, регуляторных сетей и эволюционных алгоритмов» (2009–2011 гг.); при выполнении проекта «Создание комплексных технологий распознавания объектов на изображениях на основе применения моделей зрительного восприятия и методов

вычислительного интеллекта», поддержанного грантом РФФИ № 12-08-00296 (2012–2014 гг.); при выполнении проекта от 05.06.2014 г. № 14.578.21.0032 «Разработка экспериментального образца аппаратно-программного комплекса для неинвазивной регистрации микропотенциалов сердца в широкой полосе частот без фильтрации и усреднения в реальном времени с целью раннего выявления признаков внезапной сердечной смерти», в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы».

Обоснованность и достоверность полученных результатов

Обоснованность и достоверность полученных результатов, подтверждена корректностью применения методик исследования, проведения расчетов, численными экспериментами на различных тестовых задачах и согласованностью результатов диссертационной работы с результатами, полученными другими авторами.

Полнота опубликования результатов

Результаты диссертации достаточно полно отражены в работах, опубликованных в открытой научной печати. Всего по теме диссертации опубликовано 22 работы; из которых 5 статей в рецензируемых научных журналах, включенных в Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук; 3 публикации в научных изданиях, индексируемых в базе данных Scopus; 12 докладов на всероссийских и международных конференциях.

Автореферат полностью соответствует основному содержанию диссертации.

Замечания по работе

1) В диссертации не достаточно подробно обоснован выбор методов предобработки изображений. Проводились ли эксперименты по применению других методов предобработки?

2) В диссертации не исследуется случай распознавания символов, которых нет в обучающей выборке.

3) В четвертой главе не приведены формулы для расчета ошибок первого и второго рода.

4) В диссертации имеются стилистические и синтаксические ошибки.

Отмеченные недостатки не снижают общий уровень научной работы и значимость полученных в ней результатов.

Заключение

В целом диссертация выполнена на высоком уровне и представляет собой самостоятельную законченную научно-исследовательскую работу, которая

имеет важное научное и практическое значение в области распознавания образов и компьютерного зрения.

Основные результаты диссертационной работы А.А. Друки достоверны, строго обоснованы, являются новыми и получены автором самостоятельно. Автореферат достаточно полно и правильно отражает содержание диссертации.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что диссертация А.А. Друки полностью удовлетворяет требованиям Положения о присуждении ученых степеней, предъявленным к кандидатским диссертациям, а ее автор Друки Алексей Алексеевич заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (в отраслях информатики, вычислительной техники и автоматизации).

Отзыв на диссертацию обсужден на заседании кафедры системного анализа и исследования операций Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева», протокол № 4 от 3 декабря 2015 года.

Отзыв составил:

Профессор кафедры системного анализа и исследования операций
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева»,
доктор технических наук,
профессор



Антамошкин
Александр Николаевич

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева», 660037, Россия, г. Красноярск, просп. им. газеты «Красноярский рабочий», 31, тел. (391) 264-00-14, info@sibsau.ru, http://www.sibsau.ru