



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
И ОПЫТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ ИНСТИТУТ
РОБОТОТЕХНИКИ И ТЕХНИЧЕСКОЙ КИБЕРНЕТИКИ»
(ЦНИИ РТК)

Тихорецкий пр., 21, Санкт-Петербург, Россия, 194064
Телефон: +7(812)552-7405, 552-0110, Факс: 8(812)556-3692
e-mail: rtc@rtc.ru http://www.rtc.ru
ОКПО 02070097, ОГРН 1027802484852, ИНН 7804023410, КПП 780401001
от 01.06.2026 № 913-1239
На № _____ от _____

Утверждаю
Директор-главный конструктор
ЦНИИ РТК
доктор технических наук,
профессор

Дополнительно
Александр
Витальевич

« 01 »



2026 г.

ОТЗЫВ ведущей организации

федерального государственного автономного научного учреждения
«Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский
институт робототехники и технической кибернетики» (ЦНИИ РТК)
на диссертационную работу Ковальчука Андрея Викторовича на тему
«Разработка нейроморфных алгоритмов принятия решений в задачах
распознавания объектов на изображении», представленную на соискание
учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности
5.12.4 – «Когнитивное моделирование»

Актуальность темы исследования

Диссертационная работа А. В. Ковальчука посвящена разработке нейроморфных алгоритмов принятия решений в задачах распознавания объектов на изображении. Актуальность исследования обусловлена тем, что классические алгоритмы распознавания и статистические методы обучения недостаточно устойчивы при работе с изменчивыми и неполными данными, при сдвиге распределений и ограниченности обучающих выборок.

Предложенный в диссертации подход объединяет несколько актуальных для когнитивного моделирования направлений: динамическую обработку изображений в нейроноподобных средах, выбор алгоритмов по внутренним показателям качества, коллективное распознавание с областью компетенции и коррекцию ошибок базовых распознающих систем. Комплексный характер

исследования отвечает современным запросам как фундаментальной науки, так и прикладных задач технического зрения, биометрии и интеллектуальных систем принятия решений.

Цель, задачи, объект, предмет и методы исследования

Заявленной целью работы является разработка и исследование элементов нейроморфной системы, реализующих адаптивный выбор алгоритмов обработки и коррекцию решений на основе внутренней динамики и тернарного коллективного распознавания. Для достижения поставленной цели автором были решены задачи: разработки рекуррентных алгоритмов выделения информативных признаков; введения критерия невязки в цикле «кодирование–восстановление»; построения алгоритмов тернарной классификации; разработки методов коррекции решений каскадных детекторов при малом числе примеров; экспериментальной проверки эффективности предложенных подходов на реальных биометрических базах данных.

Объектом исследования являются нейроподобные системы для распознавания визуальных образов и принятия решений. Предмет исследования – методы оценки качества данных, динамический выбор алгоритма обработки и корректировка решений в нейроморфных системах коллективного распознавания. В работе использован комплекс методов когнитивного, математического и численного моделирования, ориентированный на построение и исследование нейроморфных алгоритмов принятия решений в задачах распознавания изображений.

Научная новизна

К числу наиболее существенных научных результатов, обладающих новизной, относятся следующие положения:

1. Показано, что расширение признакового пространства с помощью динамики однородной нейроподобной среды позволяет повысить качество алгоритмов принятия решений в задаче классификации лиц.

2. Впервые предложен критерий оценки качества изображения на основе динамики невязки в процессе «кодирование–восстановление» и показана эффективность адаптивного выбора алгоритма бинаризации по этому критерию для распознавания отпечатков пальцев.

3. Разработаны алгоритмы построения тернарных классификаторов (экспертов), обеспечивающих корректное распознавание в условиях неопределенности, а также дообучение.

4. Реализован алгоритм корректировки решений каскадного детектора объектов на изображениях, использующий внутренние состояния и признаки для повышения точности.

5. Разработана методика тестирования алгоритмов корректировки решений каскадных детекторов на размеченных базах данных изображений.

Совокупность указанных результатов свидетельствует о самостоятельном вкладе автора в развитие методов когнитивного моделирования и нейроморфного распознавания образов.

Теоретическая и практическая значимость

Теоретическая значимость диссертационной работы заключается в развитии научно-методического аппарата построения нейроморфных алгоритмов принятия решений в задачах распознавания изображений. В работе формализованы параметры латерально-ингибиторных функций связи типа латерального торможения, введено понятие динамики невязки как индикатора качества сигнала, разработаны положения теории тернарного классификатора. Предложены модификация алгоритма бустинга M-Adaboost, новая постановка потоковой машины опорных векторов OnSVM с максимизацией зазора, а также подход к коррекции ошибок детекторов на основе динамических сверток.

Практическая значимость диссертации определяется возможностью применения разработанных алгоритмов и методов при создании биометрических систем распознавания лиц и отпечатков пальцев, систем технического зрения, детекторов объектов на видеоданных, а также систем мониторинга и диагностики. Полученные результаты представляют интерес для разработки интеллектуальных модулей, функционирующих в условиях ограниченного объема обучающих данных. Прикладную ценность имеют предложенные решения для построения биометрических подсистем идентификации, корректоров ошибок каскадных детекторов, допускающих эффективную донастройку по малому числу примеров.

Степень обоснованности и достоверности результатов

По каждому разработанному в диссертации алгоритму приведены результаты вычислительных экспериментов на известных базах данных

MNIST, OptDigits, PenDigits, FERET, FG-NET+, а также на специально собранных датасетах изображений лиц, отпечатков пальцев, фрагментов фасадов домов и изображений лиц различной этнической принадлежности. Для верификации результатов использованы методы перекрестной проверки, многократной повторной выборки и сравнение с эталонными реализациями. Представленные в диссертации графики сходимости, карты невязок, ROC-кривые и сопоставление ошибок подтверждают корректность предложенных моделей и процедур обучения.

Реализация результатов работы и рекомендации по использованию

Алгоритмы и методы, разработанные в диссертации, использованы в НИОКТР «Автоматическая интеллектуальная система оценки биомеханики верхних и нижних конечностей», НИОКТР «Биоморфная система искусственного интеллекта для распознавания образов с коррекцией ошибок (БСИИРОКО)», а также в ряде грантовых и прикладных проектов; часть результатов зарегистрирована как программное обеспечение.

Результаты диссертации могут быть рекомендованы для практического использования в биометрических системах распознавания, интеллектуальных системах технического зрения и видеоаналитики, модулях адаптивной предобработки изображений, а также в задачах локальной коррекции решений каскадных детекторов. Представляется целесообразным их дальнейшее использование в научных коллективах и инженерных подразделениях, занимающихся когнитивным моделированием, компьютерным зрением, биометрией и построением отказоустойчивых ИИ-систем.

Апробация работы и публикации

Основные результаты диссертации прошли апробацию на международных и всероссийских научных конференциях по нейроинформатике, математическим методам распознавания образов, нелинейной динамике и нейротехнологиям в период с 2004 по 2023 год. По теме диссертации опубликовано 10 научных статей, из них 8 – в изданиях, индексируемых в Web of Science и Scopus, и 8 – в изданиях, индексируемых в РИНЦ.

Личный вклад автора

Из содержания диссертации, формулировок научной новизны, положений, выносимых на защиту, и описания экспериментальных

результатов следует, что автором лично выполнены постановка и разработка основных методов исследования, предложены новые алгоритмические решения, проведена программная реализация разработанных подходов, выполнены вычислительные эксперименты и дан анализ полученных результатов.

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, четырех глав основной части, выводов, заключения, списка использованных источников и приложений. Общий объем работы составляет 183 страницы машинописного текста; диссертация содержит 51 рисунок, 18 таблиц, 42 формулы, 2 приложения и 190 наименований в списке литературы.

Качество результатов работы автора

Результаты, полученные лично автором, обладают научной новизной и практической значимостью. Основные этапы исследования, выводы и результаты представлены в автореферате и публикациях автора. Автореферат полностью отражает основное содержание диссертации, отвечает требованиям ВАК РФ. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 5.12.4 - Когнитивное моделирование (физико-математические науки).

Принципиальных недостатков работы не выявлено, однако есть ряд вопросов и замечаний:

1. В работах, посвящённых нейроморфным решениям, при обсуждении актуальности обычно общим местом является энергоэффективность таких решений в случае их аппаратной реализации, что особенно актуально в контексте робототехники. В диссертационной работе Ковальчука А.В. вопрос энергоэффективности обойдён стороной, хотя было бы полезным иметь хотя бы качественную оценку возможности выигрыша в потреблении энергии предлагаемого решения по сравнению с классическими нейросетевыми решениями.

2. Многие формулы в тексте даны без расшифровки значений величин. Например, в формуле (1.1) на стр. 17 диссертации используются обозначения S_1 и F_1 , которые никак не поясняются, что затрудняет понимание математической модели.

3. В диссертации указано: «Алг. 4.1 описывает итоговый алгоритм обучения корректоров, а Алг. 4.2 - алгоритм их применения». Однако в тексте

диссертации нет ни псевдокода, ни словесного описания шагов, ни даже краткого перечисления действий данных алгоритмов.

4. В диссертации указано, что корректоры обучаются на «малом количестве примеров». Хотелось бы уточнить, исследовалась ли граница применимости метода: на сколько малым может быть количество примеров ошибок для сохранения эффективности коррекции.

5. Оформление диссертации местами выполнено небрежно. Например, сбито выравнивание текста; в качестве разделителя в десятичной дроби используется точка вместо запятой и т.д. Диссертация требует дополнительной вычитки с целью устранения указанных и иных проблем в оформлении, опечаток и т.п.

Отмеченные недостатки не влияют на положительную оценку диссертационной работы.

Заключение

Рассмотренная диссертация является завершенной научной работой, которая содержит новые решения в области когнитивного моделирования и нейроморфного распознавания образов. Предложенные автором подходы – от динамической фильтрации изображений и адаптивного выбора алгоритмов по критерию невязки до тернарной классификации и коррекции ошибок на малом числе примеров – имеют ясную теоретическую и экспериментальную основу. Работа вносит вклад в повышение устойчивости и интерпретируемости систем технического зрения, что подтверждается результатами на известных биометрических базах. Автореферат отражает основное содержание диссертации и дает целостное представление о проведенном исследовании.

Результаты диссертации **могут быть рекомендованы** для практического использования в системах технического зрения мобильных роботов, обеспечивая надежное распознавание объектов в зашумленных и изменчивых условиях, а также в автономных робототехнических комплексах, требующих дообучения и коррекции ошибок на борту по малому числу примеров без перезапуска всей модели.

Диссертационная работа Ковальчука Андрея Викторовича на тему «Разработка нейроморфных алгоритмов принятия решений в задачах распознавания объектов на изображении» полностью удовлетворяет критериям, установленным пунктами 9-10 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г., предъявляемым к диссертации на соискание ученой степени

кандидата наук, а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 5.12.4 - Когнитивное моделирование (физико-математические науки).

Отзыв подготовлен старшим научным сотрудником Научно-исследовательского центра «Мультидисциплинарных исследований и трансфера технологий», к.т.н. Корсаковым А. М.

Отзыв ведущей организации по диссертационной работе Ковальчука Андрея Викторовича был представлен и утвержден на заседании семинара Научно-исследовательского центра «Мультидисциплинарных исследований и трансфера технологий» ЦНИИ РТК «12» мая 2026 года, присутствовали 7 сотрудников, из них 4 кандидаты технических наук.

Отзыв ведущей организации утвержден на заседании секции № 1 Научно-технического совета ЦНИИ РТК «12» мая 2026 года (протокол № 1 от «12» мая 2026 года), присутствовали 7 сотрудников, из них 4 кандидаты технических наук.

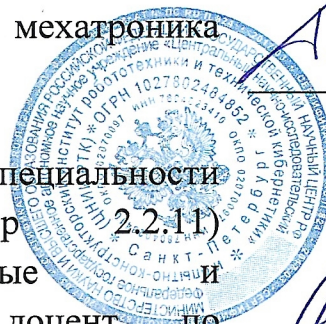
Отзыв составили:

Старший научный сотрудник
912 лаборатории «Технологий
искусственного интеллекта» ЦНИИ РТК,
к.т.н. по специальности 2.3.1. «Системный
анализ, управление и обработка информации,
статистика»



Корсаков
Антон
Михайлович

Заместитель директора по научной работе,
к.т.н. по специальности 05.02.05 (новый
шифр 2.5.4) «Роботы, мехатроника
и робототехнические системы»



Попов
Александр
Владимирович

Ученый секретарь, к.т.н. по специальности
05.11.16 (новый шифр 2.2.11)
«Информационно-измерительные и
управляющие системы», доцент по
специальности 2.5.4



Спасский
Борис
Андреевич