УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО «Поволжский
государственный университет
телекоммуникаций и информатики»
д.т.н, профессор

О.В. Горячкин

«_4_» _04_ 2025

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ
на диссертационную работу Кривошеева Аркадия Владимировича на тему «Математическое и программное обеспечение системы мультиагентного ансамблирования интеллектуальных компонентов распознавания образов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.5. Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей (технические науки)

1 Актуальность темы исследования

Развитие современных технологий компьютерного зрения связано с разработкой новых алгоритмов распознавания образов, в том числе с использованием искусственного интеллекта. В основном в современных приложениях для решения этих задачи широко используются искусственные нейронные сети. Вместе с тем, сложной остается проблема адаптации и внедрения технологий компьютерного зрения для решения конкретных практических задач, так как она связана с трудоемким и длительным сбором данных для обучения нейронных сетей, а также настройкой алгоритмов с учетом специфики предметной области.

Таким образом, тема диссертационного исследования, посвященного комплексированию искусственных нейронных сетей в интеллектуальной системе распознавания образов, способной адаптироваться к меняющимся внешним условиям эксплуатации, представляется актуальной. Основная идея диссертационного исследования состоит в применении мультиагентной архитектуры программного обеспечения системы распознавания образов, способной комбинировать разные нейронные сети в рамках решаемой задачи.

Применение мультиагентных технологий построения программного обеспечения также является перспективным и достаточно распространенным средством построения систем искусственного интеллекта. В этой области известны работы отечественных и зарубежных ученых и инженеров. Также известны отдельные случаи комбинирования искусственных нейронных сетей в

парадигме их автономного взаимодействия. Однако архитектурное решение по мультиагентному ансамблированию нейронных сетей в распределенной системе искусственного интеллекта в настоящее время отсутствует. Это также подтверждает актуальность диссертационной работы.

Целью диссертации является совершенствование программной архитектуры адаптивной системы распознавания образов путем реализации моделей и алгоритмов сочетания интеллектуальных компонентов с автономным поведением. Такое исследование относится к области интересов научной специальности «2.3.5. Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей» и представляет интерес для современной науки и техники.

2 Структура и общая характеристика диссертационной работы

Диссертационная работа содержит 155 страниц, состоит из введения, четырех глав, заключения, библиографического списка из 109 наименований.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационного исследования, определена цель и задачи работы, определены предмет, объект и методы исследования, отражена научная новизна и практическая значимость, сформированы положения, выносимые на защиту.

В первой главе рассмотрены существующие методы и технологии распознавания образов, построенные на основе нейронных сетей, баз знаний и мультиагентных систем. На основе достаточно широкого обзора научных трудов показано, что современные разработки в области искусственного интеллекта предоставляют широкие возможности в различных сферах человеческой деятельности, однако проблема динамического ансамблирования нейронных сетей в распределенной системе искусственного интеллекта в настоящее время не решена.

Во второй главе предложен метод мультиагентного ансамблирования интеллектуальных компонентов адаптивной системы распознавания образов, отличающийся от аналогов реализацией динамического комплексирования автономных искусственных нейронных сетей, позволяющий обеспечить адаптивность системы в условиях изменяющейся обстановки без переобучения интеллектуальных компонентов.

Специфика мультиагентного ансамблирования интеллектуальных компонентов распределенной системы распознавания образов состоит в обеспечении автономного активного поведения отдельных программных агентов, нацеленных на идентификацию и классификацию встречающихся объектов.

В третьей главе представлена архитектура мультиагентной системы распознавания образов на базе предиктивного оркестратора и мультиагентный алгоритм распределения задач, отличающийся от аналогов возможностью динамического изменения критериев выбора интеллектуальных агентов при корректировке условий задачи.

Представленная архитектура мультиагентной системы распознавания образов, основанная на реализации предиктивного оркестратора IMatcher или RMatcher позволяет реализовать сочетание интеллектуальных компонентов с автономным поведением. Использование нейронной сети в основе предиктивного оркестратора RMatcher позволяет выявлять скрытые закономерности во входящих данных и производить выбор агентов более эффективно, в отличие от классической модели IMatcher на основе условий ветвлений. Представленный мультиагентный алгоритм распределения задач в адаптивной системе распознавания образов предоставляет возможность динамического изменения критериев выбора интеллектуальных агентов при корректировке условий задачи распознавания образов и позволяет повысить качество распознавания.

В четвертой главе приведены результаты реализации распределенной системы компьютерного зрения на базе мультиагентного ансамблирования интеллектуальных компонентов адаптивной системы распознавания образов.

Реализация распределенной системы компьютерного зрения на базе мультиагентного ансамблирования интеллектуальных компонентов адаптивной системы распознавания образов позволяет сократить на 25% время распознавания при автоматизированной фиксации показателей электросчетчиков. Применение ансамблирования интеллектуальных компонентов в рамках динамической диспетчеризации позволяет повысить производительность программного обеспечения библиотеки автоматизированного текстопонимания и текстогенерации в 2,5 раза по сравнению с классическими методами комбинирования нейронных сетей.

В заключении сделаны выводы по диссертационной работе; приведены основные количественные показатели, отражающие повышение эффективности после внедрения предложенных в диссертации научно-технических решений.

В автореферате достаточно подробно отражены основные результаты диссертационного исследования, отсутствуют противоречия межу данными автореферата и диссертации.

3 Научная новизна проведенных исследований и полученных результатов

Основная идея научно исследования базируется на сочетании методов и средств теории искусственных нейронных сетей и теории мультиагентных технологий. Реализация предложенного подхода позволяет по-новому рассмотреть процедуру постановки задачи и подбора обучающих наборов данных. В работе предложено несколько вариантов оригинальной архитектуры системы распознавания образов, реализующих концепцию предиктивного оркестратора.

Благодаря выбранному подходу в диссертации были предложены следующие новые научные результаты, отличающиеся реализацией оригинальной архитектуры и методикой ансамблирования искусственных нейронных сетей в системе компьютерного зрения:

1. Метод мультиагентного ансамблирования интеллектуальных компонентов адаптивной системы распознавания образов, отличающийся реализацией динамического комплексирования автономных искусственных нейронных сетей, позволяющий обеспечить адаптивность системы в условиях изменяющейся обстановки без переобучения интеллектуальных компонентов.

2. Архитектура мультиагентной системы распознавания образов, отличающаяся реализацией предиктивного оркестратора для согласования работы нескольких интеллектуальных агентов и позволяющая сократить время распознавания на 25% за счет более эффективного выбора агентов в отличие от классических моделей на основе ветвлений.

3. Мультиагентный алгоритм распределения задач в адаптивной системе распознавания образов, отличающийся возможностью динамического изменения критериев выбора интеллектуальных агентов при корректировке условий задачи распознавания образов и позволяющий повысить производительность в 2,5 раза по сравнению с классическими методами комбинирования агентов на основе нейронных сетей.

4. Структура распределенной системы компьютерного зрения на базе мультиагентного ансамблирования интеллектуальных компонентов адаптивной системы распознавания образов, отличающаяся комбинированным применением искусственных нейронных сетей, предназначенных для решения частных задач и обеспечивающая адаптивность к меняющимся условиям эксплуатации без перенастройки алгоритмов распознавания.

4 Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций диссертации

Обоснованность и достоверность положений, выносимых на защиту, подтверждаются результатами экспериментальных исследований и имитационного моделирования. В работе использовать общепризнанные законы и положения, а полученные результаты не противоречат исследованиям других научных школ. Выводы и результаты диссертации в достаточной степени обоснованы, проиллюстрированы и аргументированы в тексте работы.

5 Теоретическая и практическая значимость результатов исследования

Теоретическая значимость работы заключается в расширении области применения технологий распознавания образов на базе искусственного интеллекта путем реализации их совместного и комплексного использования в рамках мультиагентной архитектуры специализированного программного обеспечения.

Предложенный подход будет интересен специалистам в области практической разработки математического и программного обеспечения систем компьютерного зрения при обобщении класса решаемых задач и позволяет перейти к платформенной коммерческой разработке таких систем в продуктовой логике.

Метод и алгоритм организации взаимодействия автономных интеллектуальных компонентов программного обеспечения для распознавания образов и реализующая их архитектура программного обеспечения были использованы для реализации систем компьютерного зрения, текстопонимания и текстогенерации, что позволило расширить возможности их функционирования с учетом постоянных изменений условий эксплуатации.

6 Апробация и публикации

По результатам исследования опубликовано 28 работ, в том числе 6 статей в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 16 статей в изданиях, индексируемых в международных информационных базах WoS и Scopus, получено 2 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ и 1 патент. Ключевые результаты диссертации Кривошеева А.В. обсуждены на конференциях международного и всероссийского уровня.

Результаты исследования внедрены в ООО «Открытый код» и использованы в системе фотофиксации приборов учета для энергосбытовых компаний, системе контроля ручных операций по видеоизображению с рабочего места оператора сборочного производства, библиотеке подпрограмм текстопонимания и текстогенерации в составе системы документооборота и управления цифровым контентом организации. Также результаты работы внедрены в учебный процессе ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» на программах бакалавриата и магистратуры по направлению «Программная инженерия».

7 Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Результаты диссертации могут быть использованы в системах компьютерного зрения в энергетике и машиностроении, при разработке и внедрении роботизированных ассистентов оператора и в интеллектуальных системах поддержки принятия решений.

Результаты работы следует рекомендовать для применения в компаниях-операторах услуг по передаче электроэнергии (ПАО «Россети», «Россети Центр», «Россети Волга») и на научно-производственных предприятиях (АО «РКЦ Прогресс», АО «Вертолеты России»), а также на предприятиях, занимающихся разработкой специализированного программного обеспечения и систем документооборота (ООО «Открытый код», ООО «Хоулмонт» и др.).

8 Основные замечания по работе

1. Недостаточно описаны основные отличия и особенности предложенного комбинированного подхода от применяемых по-отдельности инструментов искусственных нейронных сетей и мультиагентных технологий.
2. Достаточно спорно выбран объект автоматизации: мобильное приложение для автоматизированной фиксации показателей электросчетчиков

и система текстопонимания и текстогенерации, что ограничивает область возможного применения предложенной архитектуры.

3. Формирование обучающих выборок производилось самостоятельно автором диссертации, что ставит под вопрос реальную эффективность предложенного подхода при работе в условиях неопределенности.

4. Отсутствует формальное описание методики практической реализации предложенных в диссертации метода и алгоритмов.

5. В диссертации присутствуют грамматические и стилистические ошибки.

9 Заключение

В целом диссертационная работа Кривошеева А.В. обладает актуальностью, научной новизной и практической значимостью и имеет завершенный характер.

В диссертации решена важная научно-техническая задача комплексирования автономных искусственных нейронных сетей в интеллектуальной системе распознавания образов, способной адаптироваться к меняющимся внешним условиям эксплуатации.

Диссертационная работа отвечает критериям «Положения о присуждении ученых степеней» и соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Кривошеев Аркадий Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.5. Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей (технические науки).

Отзыв ведущей организации обсуждён и утверждён на заседании кафедры «Информационные системы и технологии», протокол № 8 от «20» марта 2025 г.

Заведующий кафедрой «Информационные системы и технологии» ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики», доктор технических наук, доцент

Лиманова Наталия Игоревна

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики»
Адрес: 443010, Самарская обл., г. Самара, ул. Л.Толстого, д. 23
Телефон: +7 (846) 333 58 56, E-mail: info@psuti.ru, Сайт: https://www.psuti.ru

С отзывом ознакомлен 9.04.2025 Кривошеев А.В.