

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Финогеева Алексея Германовича

на диссертационную работу Кривошеева Аркадия Владимировича

«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 диссертационной работы

Диссертационная работа Кривошеева Аркадия Владимировича посвящена вопросам создания математического и программного обеспечения адаптивной системы распознавания образов путем реализации моделей и алгоритмов сочетания ее интеллектуальных компонентов с автономным поведением. Подобные интеллектуальные технологии компьютерного зрения широко используются в промышленности для решения широкого круга задач обнаружения, классификации и отслеживания объектов. При их разработке и практическом внедрении особая роль отводится адаптации и настройке алгоритмов распознавания образов, в особенности с использованием искусственных нейронных сетей. Таким образом, поставленные в диссертации задачи создания интеллектуальных систем компьютерного зрения имеют актуальную и наукоемкую составляющую. В настоящее время при расширении спектра научных и практических задач, возникают новые требования в отношении снижения трудоемкости и сложности синтеза систем компьютерного зрения при условии повышения надежности и результативности их внедрения. От современных систем распознавания образов на высоком технологическом уровне требуется универсальность при решении различных задач и адаптивность к изменяющимся условиям эксплуатации. Это достигается усложнением алгоритмов, например, в случае роста сложности моделей нейронных сетей и объемов обучающих выборок, либо добавлением блоков дополнительной настройки в виде новых слоев, обучаемых дополнительно для учета особенностей предметной области.

Несмотря на существенное продвижение в данной области знаний, системное решение проблемы синтеза универсальных нейронных сетей в системе распознавания образов, способных адаптироваться к меняющимся условиям эксплуатации, в настоящее время отсутствует. В связи с этим, тема диссертационного исследования Кривошеева А.В., посвященного совершенствованию программной архитектуры адаптивной системы распознавания образов путем создания и реализации моделей и алгоритмов сочетания интеллектуальных компонентов с автономным поведением, является актуальной.

2. Новизна и достоверность научных положений, выводов и результатов

Диссертация соответствует поставленной цели, задачам по ее достижению, а также полученным результатам и выводам. Степень научной новизны диссертации достаточна для кандидатской диссертации и относится ко многим ее аспектам. Новизна диссертационного исследования состоит в решении научно-технической задачи комплексирования автономных нейронных сетей в интеллектуальной системе распознавания образов, способной адаптироваться к меняющимся условиям эксплуатации. Данный подход обеспечивает совершенствование программной архитектуры адаптивной системы компьютерного зрения путем реализации моделей и алгоритмов сочетания ее компонентов.

К основным элементам научной новизны предлагаемого подхода относятся:

1. Метод мультиагентного ансамблирования интеллектуальных компонентов адаптивной системы распознавания образов, отличающийся способом комплексирования автономных нейронных сетей и позволяющий обеспечить адаптивность системы в условиях изменения условий эксплуатации без переобучения.

2. Архитектура мультиагентной системы распознавания образов, отличающаяся реализацией предиктивного оркестратора для согласования работы интеллектуальных агентов и позволяющая сократить время распознавания за счет более эффективного их выбора.

3. Мультиагентный алгоритм распределения задач в системе распознавания образов, отличающийся возможностью динамического изменения критериев выбора агентов при корректировке условий задачи распознавания образов и позволяющий повысить производительность по сравнению с классическими методами комбинирования агентов.

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

Научная новизна диссертации обусловлена совместным применением технологий искусственных нейронных сетей и мультиагентных технологий в единой архитектуре системы распознавания образов с элементами искусственного интеллекта.

Достоверность положений диссертации, теоретических выводов и полученных результатов подтверждается корректным применением теоретических методов нейронных сетей, имитационного моделирования, поддержки принятия решений и мультиагентных систем, аргументированностью научных положений и выводов, соответствием положений диссертационной работы научным результатам других авторов, характеризующим современное состояние исследуемой предметной области, сравнением экспериментальных данных с результатами выполнения реальных проектов, внедрением предложенных разработок. Выводы диссертационного исследования согласуются с основным содержанием работы и основными публикациями по данной проблематике.

3. Степень обоснованности научных положений, выводов и результатов диссертации.

Диссертационное исследование выполнено на достаточно высоком научно-техническом уровне. В работе корректно описывается объект и предмет исследования, грамотно сформулированы цель и задачи исследования. Автор, не претендуя на новизну постановки задачи, сосредоточился на исследовании новых результатов, полученных с целью совершенствования архитектуры адаптивной системы распознавания образов путем реализации моделей и алгоритмов сочетания интеллектуальных компонентов с автономным поведением. Для достижения данной цели исследования, решены ряд задач, а именно:

- разработан метод организации взаимодействия автономных интеллектуальных компонентов программного обеспечения для распознавания образов,
- разработана архитектура мультиагентной программной системы, реализующей взаимодействия компонентов искусственного интеллекта,
- разработаны алгоритмы распознавания образов в ансамбле агентов на основе искусственных нейронных сетей,
- проведены исследования программного обеспечения мультиагентного ансамблирования интеллектуальных компонентов адаптивной системы распознавания образов,
- выполнена апробация программного обеспечения на примерах распознавания образов в системах компьютерного зрения.

Для решения поставленных задач автор в процессе исследований использовал методы теории искусственных нейронных сетей, имитационного моделирования, поддержки принятия решений и мультиагентных систем. Положения диссертационного исследования основаны

ваются на достижениях прикладных научных дисциплин, изучении научных трудов и разработок других ученых, а также на результатах, полученных в процессе работы над диссертацией лично автором или с его непосредственным участием.

Обоснованность сформулированных в диссертации научных положений, выводов и результатов подтверждается:

- изучением предмета исследования посредством анализа научной литературы, выбором корректных исходных данных, использованием современного математического аппарата, обобщением исследований отечественных и зарубежных ученых по тематике диссертационных исследований в области мультиагентных систем и нейронных сетей.

- результатами экспериментального исследования и апробации предложенных методов и алгоритмов, используемых в процессе синтеза архитектуры распределенной системы компьютерного зрения на базе мультиагентного ансамблирования интеллектуальных компонентов распознавания образов.

Все научные положения, выводы и рекомендации логически связаны, целостны, подкреплены экспериментами и практическим применением результатов работы, что подтверждено актами внедрения. С учетом вышесказанного, научные положения и выводы диссертационной работы следует считать научно-обоснованными, цель диссертационных исследований достигнутой, а поставленные задачи решенными.

4. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертационного 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.

Результаты и выводы диссертации имеют высокую практическую значимость, поскольку содержат конкретные рекомендации по совершенствованию математического и программного обеспечения систем распознавания образов путем совместного применения современного стека информационных и интеллектуальных технологий. Наибольшую практическую значимость представляют:

- предложенная архитектура мультиагентной системы распознавания образов на базе предиктивного оркестратора, позволяющая сократить время распознавания за счет более эффективного выбора агентов;

- структура распределенной системы компьютерного зрения на базе мультиагентного ансамблирования интеллектуальных компонентов адаптивной системы распознавания образов, обеспечивающая адаптивность к меняющимся условиям эксплуатации.

Практическая значимость подтверждается результатами внедрения предложенных метода и алгоритма взаимодействия интеллектуальных компонентов программного обеспечения распознавания образов, а также программной архитектуры, которые использованы в системе компьютерного зрения на примере автоматизированной фиксации показателей электросчетчиков и при создании библиотеки автоматизированного текстовопонимания и текстогенерации, что позволило расширить возможности их функциональность с учетом изменений условий эксплуатации.

5. Апробация работы и публикации основных результатов диссертации

Диссертационная работа прошла всестороннюю апробацию на всероссийских и международных научных и научно-технических конференциях. 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. Также

следует отметить наличие патента на изобретение «Способ текстогенерации на основе машинного обучения» (RU 2821835 C1). Результаты, выводы и рекомендации, сформулированные в работе, в основном отражены в публикациях автора по теме диссертации.

6. Оценка изложения диссертации и автореферата

Диссертация содержит 155 страницы машинописного текста формата А4 с рисунками, таблицами и приложениями, состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников и приложения, содержащего копии актов внедрения результатов работы, свидетельств о регистрации программ для ЭВМ и патента, полученного диссертантом в соавторстве. Список использованных источников включает 109 наименований.

В целом, диссертация содержит все необходимые разделы, позволяющие сформулировать заключение о характере проделанной работы, ее содержании, теоретической и практической значимости и обоснованности полученных выводов и результатов. Содержание диссертации соответствует работам, опубликованным по ее тематике. На чужие материалы, использованные в диссертации, имеются ссылки.

Работа выполнена на научно-техническом уровне достаточном для кандидатских диссертаций и оформлена в соответствии с требованиями, предъявляемыми ВАК РФ к диссертациям технического направления. Диссертация и автореферат грамотно структурированы, изложены четко и понятно. По отдельным главам и в целом по работе приведены соответствующие выводы, отражающие теоретические и практические результаты. К достоинствам работы следует отнести оценку полученных результатов, глубину проработки предметной области. Работа отредактирована, текстовая часть поясняется рисунками, графиками и таблицами. Приведены научные положения, методы и алгоритмы, подтверждающие соответствие материалов диссертационной работы паспорту научной специальности.

Краткое содержание глав диссертационной работы, основные выводы и результаты представлены в автореферате диссертации. Автореферат соответствует содержанию диссертации, отражает актуальность, цели и задачи работы, научную новизну, теоретическую и практическую значимость результатов.

7. Замечания по диссертационной работе

При изучении материалов диссертации отмечены следующие замечания:

1. В тексте диссертации встречаются стилистические ошибки. Встречаются неправильные окончания слов (пример на стр. 21 – «... вычисление выход каждого нейрона...»), пропущенные слова (пример на стр. 108 – «Распознавание показаний жидкокристаллических производились...»). Полностью отсутствует нумерация формул в первой и четвертой главах диссертации (стр. 18, 19, 21, 106 и т.д.), а во второй, третьей и четвертой главах нумерация отсутствует у части формул (пример на стр. 65, 72, 77, 92 и т.д.). В некоторых предложениях отсутствуют или неправильно поставлены знаки препинания (пример на стр. 108 – «... модели из предыдущего пункта, т.е. путем сравнения ...») и т.д.

2. Первая обзорная глава диссертационной работы на наш взгляд имеет слишком избыточный объем по отношению к остальным разделам (49 страниц) и составляет более 30 процентов основного текста диссертации. Некоторые материалы и разделы главы могли быть без ущерба для всей работы исключены, например, текст раздела 1.3 Распознавание образов с помощью баз знаний, который в целом не имеет отношения к основным результатам.

3. В диссертации не представлен подробный анализ аналогичных научных работ в области синтеза и применения ансамблей моделей нейронных сетей, хотя исследования в области ансамблирования нейронных сетей, в частности, применения ансамблей сверточных

и рекуррентных сетей для распознавания и текстогенерации, проводятся достаточно активно в последние годы. В работе также отсутствует сравнительный анализ предложенного метода мультиагентного ансамблирования с другими возможными способами комбинации мультиагентных и нейросетевых технологий в одном решении.

4. Во второй главе при постановке задачи синтеза метода мультиагентного ансамблирования, рассматриваются критерии минимизации ошибок первого и второго рода при поиске агентами объектов, а также требования по минимизации времени их работы. Таким образом, в рамках применения данного метода должна решаться задача многокритериальной оптимизации. Однако, в тексте диссертации не представлено непосредственное решение задачи оптимизации и не указаны методы ее решения. Вместо этого в разделе 2.4 приводится перечисление алгоритмов, которые обеспечивают сходимость мультиагентного метода. Однако, автором не представлен и не обоснован выбор алгоритма, который используется для достижения сходимости, а в выводах отмечается, что рассмотрены алгоритмы достижения сходимости каких-то моделей, но не данного метода.

5. В четвертой главе подробно представлено описание мобильного программного приложения для реализации предложенного мультиагентного метода и архитектуры для распознавания показаний электросчетчиков по их фотографиям. Однако, нет аналогичного описания мультиагентного программного решения и его реализации для системы текстопонимания и текстогенерации. Отметим также, что область использования мобильного приложения для распознавания фотографий, представлена без указания на ограничения конкретной реализации. Дело в том, что в современных системах учета в домах давно применяются счетчики с автоматическим сбором данных и передачей показаний с использованием технологий беспроводной передачи данных (GSM/GPRS/NB-IoT/WiFi/ZigBee/Bluetooth/LoRaWAN и т.п.), что не требует их фотографирования с последующим распознаванием, тем более что распознавание по фотографиям имеет погрешности в зависимости от результатов обучения нейронных сетей и качества изображений на фотографиях, в отличие от автоматического сбора и передачи данных.

6. В автореферате приведен список работ автора по тематике диссертации из 28 источников. Однако в тексте работы есть ссылки только на 2 статьи с участием автора, которые и приведены в списке литературы диссертации под номерами 91 и 92. Остальных источников с участием автора работы в списке литературы диссертации не представлено, поэтому не совсем ясно, как и в каких статьях с участием автора отражены материалы диссертации.

Отмеченные замечания в целом не снижают научную и практическую ценность диссертационных исследований и не оказывают существенного влияния на основные результаты работы.

8. Заключение

На основании анализа диссертации, автореферата и опубликованных автором работ можно сделать вывод о том, что диссертационная работа Кривошеева Аркадия Владимировича, является законченной научно-квалификационной работой, содержащей актуальные результаты исследований.

Диссертация выполнена на достаточном научно-техническом уровне, написана технически грамотно и оформлена в соответствии с требованиями ВАК РФ. Совокупность результатов, полученных лично автором, позволяет квалифицировать ее как кандидатскую диссертацию. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 2.3.5. – «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей». Результаты работы достоверны, выводы и заключения научно обоснованы. Отмечен-

ные замечания не влияют на положительную оценку работы. Научная новизна, теоретическая и практическая значимость, личный вклад автора не вызывает сомнений. Опубликованные работы и автореферат в целом отражают основное содержание диссертации.

Диссертация по научной новизне, уровню теоретической проработки, степени актуальности соответствует требованиям пунктов 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её 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)».

Официальный оппонент

 /Алексей Германович Финогеев/

« 21 » 04 2025г.

Профессор кафедры «Системы автоматизированного проектирования»
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Пензенский государственный университет»,
доктор технических наук, профессор
Телефон: моб. +79271899363, раб. +78412368247.
Адрес электронной почты: alexeyfinogeev@gmail.com
Специальности, по которым защищена докторская диссертация: 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации», 05.13.12 – «Системы автоматизации проектирования».

Наименование организации: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный университет»

Почтовый адрес: 440026, г. Пенза, ул. Красная, д.40.

Телефон организации: +7 (8412) 66-64-19, e-mail: cnit@pnzgu.ru, сайт: <https://www.pnzgu.ru>

Подпись д.т.н., профессора Финогеева Алексея Германовича заверяю:

Ученый Секретарь Ученого Совета
Пензенского Государственного Университета,
к.т.н., доцент



 /Ольга Станиславовна Дорофеева

« 21 » 04 2025г.

С огласов. ознакомлен  24.04.25 Кривошеев А. В.