

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертацию *Иванова Ильи Андреевича*

**«Проектирование нейросетевых систем глубинного
обучения эволюционными алгоритмами для задачи
человеко-машинного взаимодействия»,**

представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук
по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка
информации (космические и информационные технологии)»

1. АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На сегодняшний день решение большинства практических задач неразрывно связано с автоматизированным анализом данных исследуемой предметной области. Особое место занимают задачи, связанные с анализом изображений и звука. Решению подобных задач посвящено большое количество научных работ как в России, так и за рубежом. Перспективным направлением в этой области является проектирование и исследование эффективности методов и моделей человеко-машинного взаимодействия. Данная задача актуальна и представляет интерес как с теоретической, так и с практической точки зрения. В работе Иванова И.А. решается задача распознавания эмоций человека на видеозаписи. Возможность автоматического определения эмоций может быть полезна как в системах безопасности, так и для улучшения качества человеко-машинного взаимодействия. Данная информация позволяет диалоговой системе получить больше сведений, а, следовательно, более подходящим образом выстроить диалог с пользователем. Выбранная задача является актуальной в рамках глобальной задачи человеко-машинного взаимодействия, что подтверждается наличием в международной научной среде большого количества публикаций по данной тематике.

Решение поставленной задачи основывается Ивановым И.А. на применении нейронных сетей – инструмента, зарекомендовавшего себя при решении задач классификации и распознавания объектов на изображениях. Помимо традиционных нейронных сетей прямого распространения, автор также использует сверточные нейронные сети, которые являются сетями глубинного обучения. На сегодняшний день глубинное обучение является одной из самых перспективных и быстро развивающихся областей искусственного интеллекта, поэтому исследование выбранных Ивановым И.А. инструментов решения практической задачи также представляют собой актуальную научно-техническую задачу.

Одной из существенных проблем, возникающих при обучении нейронных сетей, является настройка их конфигурации и параметров в рамках решаемой задачи. Перспективным направлением является использование эволюционных алгоритмов оптимизации для настройки параметров нейронных сетей, в которых оптимизируемым критерием эффективности является точность классификации. Однако не менее важным критерием при проектировании нейронной сети является компактность её модели, так как более компактная модель ввиду меньшего количества настраиваемых параметров обладает большей скоростью обучения и распознавания. Для учета данного критерия Ивановым И.А. было предложено использовать для настройки параметров нейронных сетей эволюционные алгоритмы многокритериальной оптимизации, где в качестве критериев выступают точность классификации нейронной сети и компактность её структуры. Так как результатом процедуры многокритериальной оптимизации является некоторый набор нейронных сетей с субоптимальными параметрами, с целью получения единого выходного значения Ивановым И.А. были предложены несколько вариантов объединения данных нейронных сетей в ансамбль.

Вышеуказанные проблемы широко освещались в научной литературе последних лет, однако до сих пор не было предложено реализации для решения конкретной задачи.

Таким образом, с учетом вышесказанного можно сделать вывод об актуальности темы рассматриваемой диссертационной работы, связанной с проектированием нейросетевых систем глубинного обучения для задачи человеко-машинного взаимодействия.

2. СТЕПЕНЬ ОБОСНОВАННОСТИ НАУЧНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ, ВЫВОДОВ И РЕКОМЕНДАЦИЙ, СФОРМУЛИРОВАННЫХ В ДИССЕРТАЦИИ

Целью диссертационной работы является совершенствование методов проектирования нейросетевых систем глубинного машинного обучения.

Для достижения этой цели в диссертационной работе выполнен обширный анализ имеющихся на сегодняшний день подходов к решению задач оптимизации и классификации в целом, а также к проектированию и настройке параметров нейронных сетей прямого распространения и сверточных нейронных сетей глубинного обучения.

Предлагаемые автором подходы обоснованы, что подтверждается глубоким анализом состояния исследований в данной области, а также представленными результатами численных экспериментов и апробации на репрезентативном множестве практических задач. По результатам исследований разработан самонастраиваемый коэволюционный

генетический алгоритм многокритериальной оптимизации, многокритериальный подход к отбору информативных признаков и проектированию ансамбля нейронных сетей, гибридный алгоритм обучения сверточной нейронной сети и обобщенный метод решения задачи классификации, включающих использование гетерогенных аудио-видео данных.

Выдвигаемые автором защищаемые положения и практические выводы статистически обоснованы результатами сравнительного анализа разработанных алгоритмов с имеющимися аналогами, в том числе с классическими алгоритмами машинного обучения.

Результаты исследования многократно представлялись на научно-практических конференциях, а также опубликованы в ведущих рецензируемых научных журналах, в том числе 5 статей в журналах из Перечня ВАК РФ, 3 статьи в сборниках конференций, индексируемых в международных базах Scopus и Web of Science.

Достоверность защищаемых положений, теоретических и практических выводов обеспечена корректным применением методов машинного обучения, оптимизации, статистической обработки данных, апробацией полученных результатов в рамках работы над научно-исследовательскими проектами.

3. НАУЧНАЯ НОВИЗНА

В работе получены следующие научно-исследовательские результаты, обладающие научной новизной:

1. Предложен новый коэволюционный алгоритм многокритериальной оптимизации, отличающийся от известных методов оценкой эффективности работы входящих в него коэволюционирующих алгоритмов-компонент.

2. Разработан новый многокритериальный подход к отбору информативных признаков и проектированию ансамбля нейросетевых классификаторов, отличающийся от известных подходов алгоритмом слияния классификаторов в ансамбль.

3. Разработан новый гибридный алгоритм обучения конволюционной нейронной сети, сочетающий в себе эволюционный алгоритм оптимизации и алгоритм обратного распространения ошибки, отличающийся от известных использованием F-меры в качестве оптимизируемого критерия для эволюционного алгоритма.

4. Предложен новый подход к слиянию аудиоинформации с видеоинформацией применительно к задаче распознавания эмоций, отличающийся от известных тем, что в нем осуществляется слияние информации как на уровне данных, так и на уровне нейросетевых классификаторов.

5. Впервые предложен обобщенный метод для решения задач классификации, включающих использование гетерогенных аудио-видеоданных, на основе многокритериального подхода к отбору информативных признаков и проектированию ансамбля нейросетевых классификаторов, а также конволюционной нейронной сети с гибридным алгоритмом обучения, отличающийся от известных совместным применением количественных аудио-видео признаков и цифровых изображений в качестве входных данных.

4. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ

Теоретическая значимость диссертации заключается в следующем: разработан новый коэволюционный алгоритм многокритериальной оптимизации; получены новые знания о способах многокритериального отбора признаков и настройки параметров нейронных сетей в задачах машинного обучения; разработан гибридный алгоритм обучения сверточной нейронной сети; предложен обобщенный метод решения задач классификации, включающий анализ гетерогенных аудио-видео данных.

Предложенные алгоритмы и методы расширяют имеющиеся в исследуемой области результаты. В частности, результаты, полученные в ходе экспериментов с многокритериальной оптимизацией параметров нейронных сетей, позволили получить новые знания об эффективности данного подхода в целом. Тестирование гибридного алгоритма обучения сверточной нейронной сети позволило получить знания об эффективности применения эволюционных алгоритмов оптимизации применительно к обучению сетей глубинного обучения.

5. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ

Практическая ценность диссертации состоит в создании программных систем на основе предложенных в работе алгоритмов и методов, которые могут быть использованы как для исследования эффективности методов, так и при решении прикладных задач: коэволюционный алгоритм многокритериальной оптимизации, многокритериальный отбор признаков и оптимизация параметров нейронных сетей, гибридный алгоритм обучения сверточной нейронной сети, обобщенный метод решения задач классификации, включающий анализ гетерогенных аудио-видео данных. По результатам практической реализации данных программных систем были получены 4 свидетельства о регистрации программных средств для ЭВМ.

Разработанные программные системы были использованы в рамках выполнения НИР по следующим проектам – грант Президента РФ № МК-3285.2015.9 «Самоконфигурируемая метаэвристика решения задач

нестационарной оптимизации стохастическими поисковыми алгоритмами», грант программы «У.М.Н.И.К.» по НИР «Интеллектуальная система распознавания эмоций в человеко-машинном интерфейсе с применением технологий слияния данных и отбора информативных признаков «Emobase», проект «Разработка эффективного алгоритмического обеспечения для автоматизированного проектирования распределенных мультилингвистических систем поддержки электронного документооборота на облачных вычислениях», проектная часть государственного задания «Разработка и исследование самоконфигурируемых гиперэвристических решения сложных задач нестационарной мультимодальной оптимизации бионическими алгоритмами».

Разработанные Ивановым И.А. программные системы также могут быть использованы для организации лабораторного практикума в рамках учебного процесса СибГУ по дисциплинам «Методы оптимизации», «Методы интеллектуального анализа данных».

6. КРИТИЧЕСКИЕ ЗАМЕЧАНИЯ

По результатам рассмотрения диссертационной работы были вынесены следующие замечания:

1. Главы 1-4 содержат теоретический обзор, лучше бы было сконцентрировать его только в 1 главе.
2. Желательно использовать русскоязычные термины, а не транслитерацию английских терминов. Это касается терминов свёрточные нейронные сети, рандомизированные параметры коэволюционирующие алгоритмы и др.
3. Отсутствует анализ (или он минимален) и обсуждение приведенных графиков и таблиц, в главе 3.
4. Для наглядности лучше приводить графики с результатами, полученными другими авторами, совместно с результатами диссертационной работы, а не отдельно от них.
5. Автор оценивает по критерию F-меры не все разработанные им алгоритмы классификации.
6. В тексте диссертации имеются орфографические, пунктуационные ошибки, а также ошибки в оформлении блок-схем алгоритмов.

Однако указанные недостатки не снижают ценности полученных в диссертации результатов и общей положительной оценки.

7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленная к защите диссертация Иванова И.А. обладает целостностью, последовательностью изложения, написана строгим научно-техническим языком. В работе используются наглядные и емкие способы изложения материала, способствующие лучшему пониманию и возможности воспроизведения полученных в диссертации результатов.

Диссертация содержит научно обоснованные защищаемые положения и научную новизну, необходимую для ее выдвижения на защиту.

Основные результаты исследований автора отражены в опубликованных им научных работах в рецензируемых журналах и сборниках трудов международных конференций по тематике исследования. Разработанные программные системы прошли государственную регистрацию.

Аннотация диссертации полностью отражает ее общую идею, содержит краткое описание отдельных результатов, полученных автором в ходе выполнения работы. Все требуемые разделы аннотации присутствуют и представлены в необходимом объеме.

Представленная работа соответствует всем требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а ее автор, Иванов Илья Андреевич, достоин присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (космические и информационные технологии)».

Официальный оппонент:

кандидат технических наук,

доцент кафедры информационных систем и технологий

ФГАОУ ВО «Национальный Исследовательский

Томский политехнический университет»

Болотова Ю.А.

«23» 11 2017 г.

Адрес места работы:

Г. Томск, 634050, пр. Ленина, д. 30

<https://www.tpu.ru>

Тел.: (3822) 60-63-33

E-mail: tpu@tpu.ru

Подпись Болотовой Юлии Александровны заверяю.

Ученый секретарь

Национального исследовательского

Томского политехнического университета

/ О.А. Ананьева

