

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

кандидата технических наук, научного сотрудника

Федерального государственного бюджетного учреждения науки

Института системного программирования им. В. П. Иванникова

Российской академии наук

Малых Валентина Андреевича на диссертационную работу Давыдова

Никиты Сергеевича «Анализ одного класса последовательностей

биомедицинских изображений с доменной адаптацией нейросетевых

моделей и обучением на основе условно-реальных данных»,

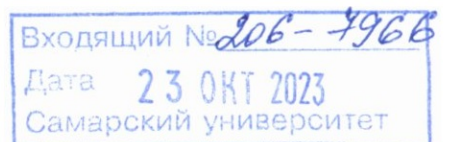
представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук

по специальности 1.2.1 – Искусственный интеллект и машинное обучение

Актуальность темы диссертации

Исследования человеческого мозга, постановка диагноза при различного рода заболеваниях, реабилитация после инсульта – это те сферы, которые очень активно используют процедуру сканирования с помощью функционального МРТ. Однако на процесс сканирования могут повлиять как физиологические, так и аппаратные факторы. Из-за чего качество полученных данных упадёт и потребуются повтор процедуры.

Современные информационные технологии позволяют анализировать и оценивать качество получаемых данных как после процедуры, так и в режиме реального времени. Диссертационная работа Давыдова Никиты Сергеевича посвящена разработке информационной технологии и методов анализа качества фМРТ процедуры в режиме реального времени с применением доменной адаптации на основе крупношагового метаобучения нейросетевых моделей и использованием рекурсивных методов расчёта характеристик качества получаемых данных. Необходимость решения задачи по анализу качества процедуры в процессе фМРТ сканирования для уменьшения доли искажённых данных и



повышения эффективности постановки диагноза и проведения экспериментов определяет актуальность рассматриваемой диссертационной работы.

Новизна проведённых исследований и полученных результатов

Научная новизна диссертационной работы связана с постановкой задачи исследования, содержит научные результаты в области машинного обучения, искусственного интеллекта и анализа данных и включает следующие положения:

1. Метод доменной адаптации нейросетевых моделей обнаружения аномалий на основе одношагового метаобучения с обучением на условно-реальных данных.

2. Новая свёрточно-рекуррентная нейросетевая архитектура для обнаружения ступенчатых аномалий в данных движения головы в сеансе фМРТ сканирования.

3. Алгоритм синтеза условно-реальных данных с переносом статистических характеристик шума с реальных данных движения головы в сеансе фМРТ сканирования.

4. Информационная технология анализа качества фМРТ данных в режиме реального времени, впервые привлекающая рекурсивные оценки отношений сигнал-шум и контраст-шум, оценку количества пиков в сигнале, оценку отфильтрованного шума, оценку линейного тренда и оценку отношения сигнал-шум для сигнала с исключенной компонентой задания, а также результат нейросетевого обнаружения ступенчатых аномалий в движениях головы.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов, сформулированных в диссертации

Достоверность и обоснованность выводов и рекомендаций, представленных в диссертации, подтверждены теоретическими и практическими результатами внедрения разработанной информационной технологии.

Теоретические исследования базируются на обширном списке литературных источников, а также подтверждаются практическим применением. Выводы, изложенные в диссертационной работе, основаны на обработке достоверной исходной информации и подтверждаются проверкой выдвинутых положений на практике.

Обоснованность и достоверность научных результатов и выводов, полученных в диссертационной работе, обеспечивается корректной постановкой задачи доменной адаптации нейросетевых моделей и анализа качества в режиме реального времени, совпадением результатов расчёта кумулятивных и рекурсивных методов и их согласование с результатами, полученных в других исследованиях по аналогичной тематике.

Результаты исследований докладывались и были одобрены на научно-практических конференциях, опубликованы в научных изданиях, рекомендованных ВАК и индексируемых базой данных Scopus.

Научная ценность работы заключается в совершенствовании подходов машинного обучения к анализу качества данных в режиме реального времени и развитию информационной системы контроля качества.

Практическая значимость работы определяется интегрированной в программный комплекс OpenNFT информационной технологией, своевременно предоставляющей информацию оператору сканера в процессе процедуры.

Оценка содержания диссертационной работы и её оформления

Диссертационная работа состоит из введения, трёх глав основного текста, заключения, списка литературы и одного приложения. Общий объём диссертации 118 страниц, включая 21 рисунок, 12 таблиц и списка литературы из 104 наименований.

Во введении обоснована актуальности работы, определены цель и задачи исследования, описаны основные положения, выносимые на защиту, и пункты научной новизны работы.

Первая глава посвящена анализу области применения разработанных методов и информационной технологии. Описывается процедура построения нейробиологической обратной связи с применением функционального МРТ в режиме реального времени, то, как получают данные, с которым вследствие предстоит работать. Приводятся аналогичные способы с применением ЭЭГ и причина, по которой был выбран именно подход с применением фМРТ. Также приводятся особенности каждого типа нейробиологической связи, то, как они влияют на предоставляемые данные. Глава заканчивается описанием программного комплекса OpenNFT, его архитектуры, рабочего процесса и того, как он работает с данными. Предлагаются места внедрения разработок в выбранный программный комплекс.

Во второй главе диссертации приводится метод доменной адаптации нейросетевых моделей с обучением на условно-реальных данных для обнаружения аномалий в данных движения головы в сеансе фМРТ. В начале главы приводится общая схема доменной адаптации, которая описана достаточно подробно и позволяет в будущем реализовать подход не только для данных фМРТ. Далее предлагается алгоритм генерации синтетических данных, необходимых для обучения нейросетевой модели. Процесс получения данных описан подробно и обладает научной новизной. Представляется архитектура нейросетевой модели и данные, которые будут

использоваться для экспериментальных расчётов точности предлагаемой методики адаптации нейросетей. В завершении главы приводятся несколько таблиц с результатами и сравнение с иными методами адаптации и методами машинного обучения.

В третьей главе описываются классические методы оценки параметров качества данных и их рекурсивная реализация, необходимая для работы в режиме реального времени. Каждый из представленных методов представлен с подробной визуализацией как рекурсивного, так и кумулятивного расчёта. Все представленные методы объединены в единый программный модуль, архитектура и место внедрение которого также продемонстрированы в главе. Описывается библиотека, разработанная автором на основе уже существующего математического пакета. Глава завершается сравнением производительности двух реализаций программного модуля и сравнением улучшенного программного комплекса OpenNFT с аналогичными разработками в сфере.

В заключении представлены основные научно-практические результаты диссертационного исследования и перспектива дальнейшего развития работы. Оформление диссертации соответствует предъявляемым требованиям.

Оценка степени завершенности диссертации, соответствия публикаций, автореферата основным положениям диссертации

Представленная диссертационная работа Н. С. Давыдова является завершенной научно-квалификационной работой. Основные положения диссертационного исследования опубликованы в 9 научных статьях, из которых 2 статьи опубликованы в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, 5 статей – в научных изданиях, индексируемых базой Scopus. В опубликованных работах

изложены основные результаты теоретических и практических исследований.

Замечания по диссертации

1. В работе упоминается грант РФФИ 22-19-00364, из названия которого неочевидно, какое отношение он имеет к работе. Я считаю, что можно уточнить, какие работы были сделаны в рамках этого гранта, чтобы снять неопределенность.

2. Метод, предложенный в главе 2, основывается на использовании модельного гауссовского шума. Однако, в работе не приведено доказательства, что именно гауссовский шум является оптимальным для данной задачи.

3. В главе 3 предложены обоснование и реализация программного обеспечения, которое отвечает за выявление аномалий в реальных данных. Для этого используется линейный математический аппарат. Вероятно, его использование обосновано скоростью расчетов, что является одним из его достоинств. Однако, не менее интересно было бы использование метода из главы 2 в рамках описываемого ПО.

4. В заголовке секции 3.3.3 допущена опечатка «интересна», должно быть «интереса на».

Тем не менее, указанные замечания не снижают значимости рассматриваемой диссертации.

Заключение

Диссертация Н. С. Давыдова является завершённой научно-квалификационной работой, выполненной на высоком научном уровне. Полученные результаты соответствуют целям и задачам исследования.

Диссертационная работа «Анализ одного класса последовательностей биомедицинских изображений с доменной адаптацией нейросетевых

моделей и обучением на основе условно-реальных данных» отвечает требованиям Положения о присуждении учёных степеней утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24 сентября 2013 года, а, её автор, Давыдов Никита Сергеевич, заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.2.1 Искусственный интеллект и машинное обучение.

Малых В.А.

20.10.2023

Подпись Малых В.А. заверяю:
к. ф.-м. н., ученый секретарь ИСП РАН

О.И. Самоваров

