

УТВЕРЖДАЮ



Проректор
по научной работе, к.ф.- м.н.

Баган Виталий
Анатольевич

«13» декабря 2021 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)» (МФТИ)

Диссертация «Априорное распределение параметров в задачах выбора моделей глубокого обучения» выполнена на кафедре интеллектуальных систем федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

В период подготовки диссертации с 2021 г. по настоящее время соискатель **Грабовой Андрей Валериевич** работал в отделе исследований акционерного общества «Антиплагиат» в должности разработчика-исследователя.

В 2021 г. соискатель **Грабовой Андрей Валериевич** с отличием окончил федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)» по направлению подготовки 03.04.01 Прикладные математика и физика. В 2021 г. поступил в очную аспирантуру МФТИ. Справка об обучении в аспирантуре и сдаче кандидатских экзаменов выдана в 2021 г. в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)».

Научный руководитель – доктор физико-математических наук Стрижов Вадим Викторович. Основное место работы – Вычислительный центр им. А.А. Дородницына Российской академии наук Федерального исследовательского центра «Информатика и

управление» Российской академии наук, отдел интеллектуальных систем, ведущий научный сотрудник.

По итогам обсуждения диссертации «Априорное распределение параметров в задачах выбора моделей глубокого обучения» *принято следующее заключение.*

Тема диссертации является актуальной для развития методов выбора моделей глубокого обучения. В частности для развития методов по снижению размерности пространства параметров моделей глубокого обучения.

Цели и задачи диссертации:

1. Предложить байесовский метод выбора моделей с использованием модели учителя с привилегированной и накопленной информацией.
2. Предложить метод назначения априорного распределения параметров модели ученика с использованием апостериорного распределения параметров модели учителя.
3. Предложить вероятностную интерпретацию дистилляции моделей глубокого обучения.
4. Предложить метод использования экспертной информации об исследованной задаче при построении априорного распределения параметров.
5. Предложить метод назначения релевантности параметров моделей глубокого обучения.

Основные результаты диссертации:

1. Предложен байесовский метод выбора моделей с использованием модели учителя с привилегированной и накопленной информации.
2. Доказаны теоремы о свойствах дистилляции: теоремы об эквивалентности для дистилляции моделей в случае задачи регрессии и классификации; теоремы о виде априорного распределения параметров модели ученика в байесовской дистилляции.
3. Предложен метод выравнивания структур параметрических моделей.
4. Предложен метод выбора априорного распределения параметров модели ученика с использованием апостериорного распределения параметров модели учителя для случаев: различных размерностей пространств параметров отдельных слоев; различного числа слоев нескольких моделей.
5. Предложены методы задания порядка на множестве параметров моделей.
6. Предложена вероятностная интерпретация дистилляции моделей глубокого обучения. Исследованы свойства дистилляции моделей глубокого обучения.

Все *результаты диссертации получены лично соискателем* при научном руководстве д.ф.-м.н. Стрижова В.В.

Научная новизна работы заключается в том, что разработаны новые подходы к назначению априорного распределения параметров моделей. Предложен метод назначения априорного распределения используя экспертную информацию о задаче. Предложены методы задания порядка на множестве параметров нейросетевых моделей на основе анализа мультиколлинорности параметров и скорости их сходимости. Предложено вероятностное обобщение дистилляции моделей. Предложено байесовское обобщение дистилляции моделей глубокого обобщения.

Практическая ценность результатов диссертации заключается в том, что предложенные в работе методы предназначены для построения моделей глубокого обучения в прикладных задачах регрессии и классификации; снижения пространства параметров моделей глубокого обучения; использование экспертной информации для построения моделей; дистилляция параметрических моделей на основе выравнивания архитектур.

Обоснованность и достоверность результатов и выводов

Достоверность результатов подтверждена математическими доказательствами, экспериментальной проверкой полученных методов на реальных задачах; публикациями результатов исследования в рецензируемых научных изданиях, в том числе рекомендованных ВАК. Результаты работы докладывались и обсуждались на российских и международных научных конференциях по анализу данных и исследованию операций.

Материалы диссертации опубликованы автором достаточно полно в следующих работах:

1. Грабовой А.В., Бахтеев О.Ю., Стрижов В.В. Определение релевантности параметров нейросети. // Информатика и её применения. – 2019. – 13:2. – С.62-71.
2. Грабовой А.В., Стрижов В.В. Байесовская дистилляция моделей глубокого обучения. // Автоматика и телемеханика. – 2021. – 11 – С.16–29.
3. Grabovoy A., Strijov V. Prior Distribution Selection for a Mixture of Experts. // Comput. Math. and Math. Phys. – 2021. – 61 – С.1140–1152.
4. Grabovoy A., Strijov V. Quasi-periodic time series clustering for human activity recognition. // Lobachevskii Journal of Mathematics. – 2020. – 41 – С.333–339.
5. Грабовой А.В., Бахтеев О. Ю., Стрижов В.В. Введение отношения порядка на множестве параметров аппроксимирующих моделей. // Информатика и ее применения. – 2020. – 14:2. – С. 58–65.

Личный вклад соискателя в работах с соавторами заключается в следующем:

[1,3] – постановка задачи и подготовка теоретической части, проведение вычислительных экспериментов; [2,5] – постановка задачи и подготовка теоретической части, [4] – анализ и обработка результатов экспериментов.

Основные результаты работы докладывались на следующих научных конференциях и семинарах:


1. “Задача обучения с экспертом для построения интерпретируемых моделей машинного обучения”, Международная конференция «Интеллектуализация обработки информации», 2020.
2. “Привилегированная информация и дистилляция моделей”, Всероссийская конференция «63-я научная конференция МФТИ», 2020.
3. “Введение отношения порядка на множестве параметров нейронной сети”, Всероссийская конференция «Математические методы распознавания образов ММРО», 2010.
4. “Анализ априорных распределений в задаче смеси экспертов”, Всероссийская конференция «62-я научная конференция МФТИ», 2019.
5. “Поиск оптимальной модели при помощи алгоритмов прореживания”, Всероссийская конференция «61-я научная конференция МФТИ», 2018.
6. “Автоматическое определение релевантности параметров нейросети”, Международная конференция «Интеллектуализация обработки информации», 2018.

Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 05.13.17 – теоретические основы информатики, в частности, пунктам:

- п. 5 – Разработка и исследование моделей и алгоритмов анализа данных, обнаружения закономерностей в данных и их извлечения; разработка и исследование методов и алгоритмов анализа текста, устной речи и изображений.
- п. 6 – Разработка методов, языков и моделей человекомашинного общения; разработка методов и моделей распознавания, понимания и синтеза речи, принципов и методов извлечения данных из текстов на естественном языке.

Диссертация «Априорное распределение параметров в задачах выбора моделей глубокого обучения» **Грабового Андрея Валериевича** рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности *05.13.17 – теоретические основы информатики.*

Заключение принято на заседании Кафедры интеллектуальных систем МФТИ.
Присутствовало на заседании 13 человек. Результаты голосования: «за» – 13 чел., «против» –
нет, «воздержались» – нет. Протокол № 1 от 8 декабря 2021 года.



Воронцов Константин Вячеславович,
профессор РАН, д.ф.-м.н.,
заместитель заведующего Кафедрой
интеллектуальных систем МФТИ