

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета Позднякова Сергея Николаевича на диссертацию Ершова Василия Алексеевича на тему «Развивающиеся интеллектуальные системы», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.3.5.

Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей

В описании целей работы автор противопоставляет развивающиеся интеллектуальные системы стационарным, которые строятся один раз под заранее фиксированный набор требований пользователей и формализацию информационной задачи. Рассмотрение интеллектуальных систем как развивающихся является **актуальной проблемой** для систем искусственного интеллекта.

Развивающейся в работе называется такая система, которая регулярно обновляется и перестраивается с учетом изменений во внешнем мире и требованиях пользователей. Особенностью подхода, предложенного для исследования развивающихся интеллектуальных систем является совокупное рассмотрение программно-аппаратного комплекса и методов машинного обучения вместе с действиями специалистов и экспертов, занимающихся развитием и поддержкой комплекса. Предложена трехуровневая схема развивающейся интеллектуальной системы, нижний уровень которой связан с пользователями, взаимодействующими с системой, средний – с интеллектуальной системой и её эксплуатацией, верхний – с экспертами, анализирующими работу системы и модернизирующими её.

В первой главе представлены направления, по которым осуществлялось исследование.:

1. построение математических метрик для оценки качества интеллектуальных систем;
2. разработка технологий для автоматического анализа запросов пользователей и обновления данных для обучения моделей;
3. создание методов интерпретации поведения системы для пользователей и разработчиков;
4. нахождение разумного баланса между эффективностью систем и их стоимостью.

Во второй главе на примере распознавания речи рассматривается процесс построения системы оценки качества интеллектуальной системы. Ставится проблема улучшения системы распознавания речи за счет адаптации к специфике предметной области, в которой она используется. В работе представлена методология MERa (разработанная в соавторстве). В этой методологии метрика задается параметрическим семейством, в котором параметры (веса) подбираются так, чтобы минимизировать потерю смысла при распознавании для данных конкретной предметной области. Таким способом достигается возможность применения одной методологии для разных предметных областей. Особенностью предложенной методологии является то, что обратная связь пользователей собирается в едином для разных предметных областей формате, что позволяет ввести понятие качества работы системы, которое сравнимо между различными предметными областями. Методология MERa представляет **новый** подход к построению оценок качества интеллектуальных систем.

В третьей главе рассматривается эксплуатация интеллектуальных систем, использующих ансамбли деревьев решений в качестве решающих функций. Для этого класса систем в работе

предложены **новые** эффективные методы по оптимизации скорости применения моделей и методы интерпретации таких моделей. Автором разработана методология MonoForest, основанная на **новом** – полиномиальном – представлении деревьев решений. Такое представление позволяет проводить как теоретический анализ ансамблей деревьев решений, так и разрабатывать новые алгоритмы для решения различных практических задач.

В процессе решения поставленных задач автором сформулированы и доказаны две леммы, на основе которых находится градиент функции потерь для линейной модели MERa, и одна теорема об эквивалентности деревьев решений в их полиномиальном представлении, что составляет **теоретический** вклад диссертации.

Разработанная методология MERa проверена на задаче о распознавании речи на массивах данных из разных предметных областей. Получены статистические оценки и экспериментально обоснована эффективность разработанной методологии. Важным является и то, что фактор интерпретируемости результатов ставился автором выше других параметров, что говорит о нацеленности работы на **практическое** внедрение.

Для проверки эффективности методологии MonoForest была выбрана задача по определению бозонов хиггса в потоке данных. Применение разработанной методологии позволило получить ускорение на 40% без каких-либо потерь в качестве работы. Эти результаты говорят о **практической** значимости выполненной работы.

Диссертация хорошо структурирована, сопровождена примерами.

В то же время, есть ряд замечаний.

- 1) В разных местах работы MERa называется методологией, моделью, параметрическим семейством, метрикой. Было бы правильно уточнить использование одного термина в разных смыслах.
- 2) Рис. 23 на стр. 89 текст слишком мелок для прочтения обозначений данных, представленных графиками. Трудно понять к каким метрикам какие графики относятся.
- 3) На с. 92 подпись под рисунком 2.4 неполная, неясно чем отличается клиент А от клиента В. В тексте сначала появляются имена клиентов и только потом объясняется их различие.
- 4) На стр. 93 сказано “Разработанная методология дает возможность исследователям и разработчикам систем распознавания речи формулировать особенности конкретной предметной области в виде специально-подготовленной инструкции для экспертной оценки”. В работе не приведено примеров таких инструкций, поэтому читателю непонятно, являются ли невысокие результаты применения разработанной методологии к массиву аудиокниг, следствием широты предметной области или следствием неудачной инструкции. Вопрос по этому эксперименту: не объясняется ли маленькое улучшение эффективности слишком сильной предпосылкой о том, что потеря смысла происходит независимо по словам?
- 5) Автор не всегда заботится о читателе. Многие обозначения не вынесены в таблицу, некоторые, например, D_{ij} на стр. 67 не определены, на стр. 120 приведена фраза “на основе второго теоретического свойства”, однако это свойство явно не выделено и

находится на 20 страниц ранее этого упоминания (надо было сделать ссылку на пункт 3.3).

В целом работа написана ясным языком но с большим количеством грамматических небрежностей. Всего при чтении обнаружено 54 таких случая.

Сделанные замечания не относятся к содержательным аспектам выполненного исследования и не умаляют важности полученных результатов.

Диссертация Ершова Василия Алексеевича на тему «Развивающиеся интеллектуальные системы» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Ершов Василий Алексеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.3.5. Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей. Нарушения пунктов 9 и 11 указанного Порядка в диссертации не обнаружены.

Член диссертационного совета

Доктор педагогических наук, доцент

Зав. каф. алгоритмической математики Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» имени В. И. Ульянова (Ленина)



Поздняков С.Н.

15.05.2023

