ОТЗЫВ

официального оппонента

Горбаченко Владимира Ивановича, доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Компьютерные технологии» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Пензенский государственный университет» по диссертации

Кожемякина Леонида Валерьевича

на тему «Методы и алгоритмы предобработки ограниченных данных и оценки качества неполносвязных нейронных сетей при их построении на основе корней принятия решений», предоставленную на соискание учёной степени кандидата технических наук

по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика

Актуальность темы исследования

Высокий темп развития интеллектуальных систем обработки информации в нестоящее время не вызывают сомнений в актуальности выбора объекта и предмета исследования. Искусственные нейронные сети доказали эффективность своего практического применения в большинстве прикладных задачах обработки информации. В диссертационной работе соискателем отмечено, что существуют предметные области, в которых не всегда удается собрать необходимый набор исследуемых данных, а объем выборки, в этой связи, напрямую влияет на качество обучения и тестирования искусственных нейронных сетей. В этой связи актуальным представляется разработка новых методов и алгоритмов предварительной обработки данных, которые показали бы себя эффективно в работе с искусственными нейронными сетями на ограниченных выборках. Существующие проблемы обучения нейронных сетей далеко не всегда решаются с помощью регуляризации. Несмотря на большую разновидность искусственных нейронных сетей, интересным видится исследование специфического вида нейронных сетей – неполносвязных нейронных сетей, основанных на корнях принятия решений.

Оценка содержания исследования

Диссертационная работа содержит введение, четыре главы и заключение. Работа изложена на 160 страницах машинописного текста. *Введение* содержит описание актуальности диссертации, степень разработанности поставленной проблемы, объект, предмет, цель, задачи, приведены три положения научной новизны, соответствующие паспорту специальности, сформулирована теоретическая и практическая значимость

исследования, приведена методология и методы исследования, показана степень достоверности и апробация результатов и др. В *первой главе* представлен обзор существующих методов предварительной обработки информации в условиях ограниченного набора данных. *Вторая глава* посвящена истории развития методов нейросетевых технологий. *Третья глава* содержит описание информационных систем, позволяющих обрабатывать информацию, с помощью предложенных автором методов. Приводится описание разработанного соискателем программного модуля проектирования и обучения нейронных сетей, основанных на корнях принятия решений класса DRB NN. *Четвертая глава* посвящена апробации результатов, полученных в диссертационной работе. На примере медицинских данных были проверены методы и алгоритмы предварительной обработки данных, получена обученная и протестированная неполносвязная нейронная сеть на основе корня принятия решений. *В заключении* представлены основные выводы диссертационного исследования. Библиографический список состоит из 187 источников, что подтверждает тщательную проработку научной базы.

Научная новизна, достоверность и обоснованность положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Работа посвящена исследованию специфического вида нейронных сетей. Основные результаты достигнуты в практической области, в частности, в разработке программного модуля проектирования и обучения нейронных сетей, основанных на корнях принятия решений, и в диагностике болезни Альцгеймера.

Из числа положений, выносимых на защиту, обладающих научной новизной, следует выделить следующие результаты диссертационного исследования:

Предложена совокупность методов обработки ограниченных данных, которые позволяют определить структуру неполносвязных нейронных сетей, без итерационного поиска нужной структуры, тем самым позволяя сократить поиск архитектуры нейронной сети для её последующего обучения на ограниченном исходном наборе данных.

Разработано алгоритмическое обеспечение информационной системы проектирования и обучения искусственных нейронных сетей, сохраняя ее неполносвязность во всех узлах её структуры.

Многократные вычислительные эксперименты по анализу устойчивости результатов обучения нейронных сетей, основанных на корнях принятия решения, в том числе с помощью кросс-валидации, показали

преимущество неполносвязных нейронных сетей над полносвязными по большинству метрик, используемых для оценки качества нейронных сетей.

Общая совокупность достижений, полученных соискателем в ходе исследования, позволяет использовать данные результаты в условиях малой выборки достаточно эффективно, что, несомненно, является значимым вкладом в развитие современных информационных технологий, в частности, интеллектуальных систем обработки информации.

Теоретическая ценность и практическая значимость результатов

Теоретической ценностью исследования является сочетание статистических методов и классического машинного обучения с нейронными сетями.

Разработанные методы и алгоритмы предобработки ограниченных данных являются заделом в их применении при создании систем поддержки принятия врачебных решений, поскольку зависимости состояния здоровья от медицинских показателей в виде корня принятия решений могут быть основой для построения наглядных диагностических карт, доступных для восприятия.

Кожемякиным Леонидом Валерьевичем приводится справка об использовании результатов диссертации при выполнении фундаментальных научных исследований по Техническому проекту «Инновационные химические, медицинские и фармацевтические технологии», по подпроекту «Новые материалы и технологии для медицины», что также подтверждает практическую значимость результатов.

Апробация работы и публикации по теме исследования

Апробация полученных результатов в рамках диссертационной работы была проведена на международных и всероссийских конференциях. По теме диссертации опубликовано 12 научных и приравненных к ним работ, в том числе получено 3 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ, получен 1 патент на изобретение.

Замечания по диссертации

Вместе описанными выше достоинствами работы имеются рекомендации, вопросы и замечания, которые требуют уточнения.

Рекомендации:

1. Неполносвязные нейронные сети, основанные на корнях принятия решений, являются достаточно специфическим видом нейронных сетей, хотелось бы видеть во введении более подробное обоснование их перспективности и областей применения.

2. Следовало бы в начале первой главы показать, какие методы предварительной обработки информации предполагается применить для

неполносвязных нейронных сетей, основанных на корнях принятия решений. Без этого непонятно, почему предназначенные для анализа данных система «Эйдос-Xpro» и деревья решений рассматриваются в главе, посвященной методам предварительной обработки данных. Только на С. 60 сказано: «Предварительная обработка исходных данных заключается в определении наиболее значимых факторов, интервальном кодировании исходных данных и поиске МКО (корня принятия решений)».

3. При описании метрик качества (С.45 и далее), следовало бы разделить метрики, применяемые при решении задач классификации и регрессии.

4. Рассмотрены только градиентные алгоритмы обучения первого порядка, использующие градиент функционала ошибки, хотя для полносвязных сетей можно успешно применять квазиньютоновские алгоритмы второго порядка, использующие аппроксимацию матрицы Гессе. В частности, для работы с полносвязными нейронными сетями популярен Алгоритм Бройдена-Флетчера-Гольдфарба-Шанно (BFGS).

5. Зачем описывается история нейронных сетей с момента их возникновения? Достаточно рассмотреть особенности нейронных сетей для решаемой задачи.

6. Зачем приведен краткий анализ свёрточных нейронных сетей и нейро-нечётких сетей? Автор пытался отразить всё многообразие нейронных сетей? Тогда, где рекуррентные сети, трансформеры и др. Лучше было бы рассмотреть сети для решения определенного класса задач и обосновать выбор типа сети для дальнейшего исследования.

Вопросы:

1. На С. 53–54: «Анализ нейросетевых технологий показал, что необходимость адаптации ИНС к каждой из исследуемых задач и совершенствование нейросетевых технологий привели к появлению новых видов ИНС и алгоритмов оптимизации, использующих различные подходы для обновления параметров модели с целью подбора оптимальных синаптических весов». Новые виды ИНС рассматриваются в работе. Алгоритмы оптимизации не рассматриваются?

2. Почему отличаются результаты экспериментов с полносвязными сетями, полученные с помощью «Нейросимулятор 5.0» и Keras-TensorFlow. При одинаковой архитектуре сетей различие может возникнуть только из-за разных условий проведения эксперимента и из-за случайного характера инициализации сетей. При использовании «Нейросимулятор 5.0» и Keras-TensorFlow достигалось одинаковое значение функции потерь? Или

задавалось количество эпох, как принято в Keras? Тогда в Keras-TensorFlow за счет более быстрых оптимизаторов достигаются лучшие показатели качества сети.

Замечания:

1. Теоретическая значимость работы не показана. В качестве теоретической значимости указана экспериментально выполненная оценка качества искусственных нейронных сетей, основанных на корнях принятия решений в условиях ограниченного набора исходных данных. Использование разработанных методов на занятиях является одной из форм внедрения результатов, но не теоретической значимостью.
2. На С. 40 повторено распространенное ошибочное утверждение о том, что персептрон Розенблата имел один слой. На самом деле персептрон Розенблата имел три слоя. В настоящее время персептроном (перцептроном) называют однослойную сеть.
3. Цель работы сформулирована неточно: «Цель диссертационного исследования – оценка качества неполносвязных нейронных сетей .... с помощью методов и алгоритмов предобработки данных». С помощью предварительной обработки можно улучшить показатели качества работы сети, но не проводить определение показателей качества работы сети.
4. Пункт 3 положений, выносимых на защиту: «Предложен метод оценки качества обучения нейронной сети в условиях ограниченных данных, отличающийся от известных тем, что результаты многократного обучения нейронной сети без предобработки данных сравниваются с результатами, полученными на основе предобработки, путём поиска неполносвязной нейронной сети», является тривиальным – сравнение предлагаемых подходов с известными.
5. На С. 44 введены понятия обучающего (Train), тестирующего (Test) и подтверждающего (Validation), но не показана их роль в обучении сетей и предотвращении переобучения.
6. Ничего не сказано о функционалах ошибок, минимизируемых в процессе обучения нейронных сетей (профессионалы, обычно, называют их функциями потерь).
7. Рисунок 2.5. — на блок-схеме необходим блок ветвления.
8. Досадная опечатка на С. 53: Владимир **Иванович** Арнольд.

Изложенные выше замечания не снижают ценность научных результатов, большинство из них связано с неточностями формулировок.

Заключение

Диссертационная работа Кожемякина Леонида Валерьевича на тему «Методы и алгоритмы предобработки ограниченных данных и оценки качества неполносвязных нейронных сетей при их построении на основе корней принятия решений» представляет собой научно-квалификационную работу, имеющую значительный вклад в область системного анализа и обработки информации, а также имеет ценность для практической деятельности.

Диссертация соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, и соответствует паспорту специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика. Подтверждаю, что соискатель Кожемякин Леонид Валерьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент
доктор технических наук,
профессор, заведующий кафедрой
«Компьютерные технологии»,
Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Пензенский государственный
университет»,
440026, г. Пенза, ул. Красная, 40,
корпус 7, аудитория 7а-510
Раб. тел.: +7 (841-2) 66-65-60
Эл. почта: ct@pnzgu.ru

Горбаченко Владимир Иванович