

УТВЕРЖДАЮ

Ректор ФГБОУ ВПО «Иркутский государственный университет»

д.т.н., проф.

  Е.М. Черепанов

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Черепанова Федора Михайловича «Методы повышения эффективности нейросетевых рекомендательных систем в условиях ограниченных объемов выборок со сложными корреляционными связями (на примере диагностики и прогнозирования сердечно-сосудистых заболеваний человека)» по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (технические и информационные системы)

Актуальность темы работы

Нейросетевые технологии приобретают всё большую популярность и становятся основным инструментом решения многих интеллектуальных задач. Диссертационная работа Черепанова Ф.М. направлена на решение проблем, возникающих при применении методологии нейросетевого моделирования в ситуации, когда необходимо смоделировать процесс, имеющий сложную структуру, при том, что объем данных для анализа ограничен каким-либо фактором. Успешное разрешение данных проблем ещё более расширит возможности применения нейросетевых технологий в науке, технике и повседневной жизни.

Взятая в качестве примера проблема диагностики заболеваний сердечно-сосудистой системы (ССС) человека также является актуальной в связи с большим процентом случаев смертности, связанных именно с данным классом патологий. Благодаря снижению погрешности при диагностировании и прогнозировании развития заболеваний внедрение полученных в работе результатов в практику делает возможным разработку

информационных систем, помогающих выполнять персонифицированную диагностику и заблаговременную профилактику указанных заболеваний.

Значимость полученных результатов

Теоретическая значимость диссертационной работы результатов заключается в следующих полученных научных результатах:

1. Методы анализа множества эмпирических данных: метод обнаружения аномальных наблюдений и метод вычисления информативности входных параметров нейросетевой модели.
2. Метод настройки алгоритмов обучения нейронных сетей для получения моделей с заданным уровнем ошибок первого и второго родов.
3. Методы повышения точности прогнозов, получаемых с использованием нейронных сетей.

Практическая значимость работы заключается в:

1. Реализации предложенных методов в виде алгоритмов и программных модулей.
2. Апробации и сравнительном анализе эффективности разработанных методов по сравнению с аналогами.
3. Разработке нейросетевой системы диагностики и прогнозирования развития заболеваний ССС человека.

Совокупная значимость полученных Черепановым Ф.М. результатов, в первую очередь, определяется развитием методологии нейросетевого моделирования, заключающемся в повышении точности моделирования сложных процессов или объектов при ограниченном наборе наблюдений. Теоретические результаты были применены на практике при решении актуальной задачи диагностирования заболеваний ССС, однако могут быть использованы и в других областях.

Новизна, обоснованность и достоверность научных положений, выводов и заключения

Метод выявления аномальных наблюдений с использованием нейросетевой модели

Обоснованность метода определяется широким обзором существующих методов выявления аномалий, анализом их достоинств и недостатков. В основе метода используется предположение об изменении итоговых ошибок процесса обучения или тестирования нейронной сети при наличии аномальных наблюдений в выборке. Данное предположение вытекает из процедуры вычисления соответствующих ошибок и свойств обученной нейросетевой модели.

Новизна метода заключается в способе применения нейросетевой модели для выявления аномальных наблюдений, которая состоит в анализе ошибок обучения или обобщения на всём множестве или на отдельном наблюдении при поочередном исключении наблюдений из обучающего множества. Предложен обобщенный метод и две конкретные процедуры выявления аномалий с применением данного метода.

Достоверность подтверждается результатами успешной апробации данного метода на тестовом наборе данных, результатами сравнения предложенного метода с другими методами выявления аномальных данных, а также тестированием данного метода в составе нейросетевой системы диагностики и прогнозирования заболеваний ССС человека.

Соответствие паспорту специальности 05.13.01: соответствует п. 4 «Разработка методов и алгоритмов решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации» и п. 12 «Визуализация, трансформация и анализ информации на основе компьютерных методов обработки информации».

Метод вычисления информативности входных параметров

Обоснованность метода подтверждается положениями из теории информации, а также анализом большого числа методов вычисления информативности параметров, в том числе специально разработанных для применения при нейросетевом моделировании. Анализ показал, что наиболее точные результаты были получены при применении методов, схожих с методом предложенном в рамках данной диссертационной работы.

Новизна предложенного метода по сравнению с аналогичными состоит в применении иного способа замены значений входных параметров, который заключается перестановке значений параметра в случайном порядке.

Достоверность предложенного метода подтверждена результатами тестирования на искусственных наборах данных с заранее заданной информативностью. Также предложенный метод прошел проверку на реальном наборе данных, наряду с другими методами вычисления информативности. Сравнение показало более высокую точность вычисления информативности по сравнению с другими рассмотренными техниками.

Соответствие паспорту специальности 05.13.01: соответствует п. 5 «Разработка специального математического и алгоритмического

обеспечения систем анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации» и п. 12 «Визуализация, трансформация и анализ информации на основе компьютерных методов обработки информации».

Метод настройки чувствительности алгоритмов обучения нейронных сетей к ошибкам первого и второго рода

Обоснованность метода вытекает из математических формул и принципов функционирования алгоритмов обучения нейронных сетей на основе обратного распространения ошибки.

Новизна предложенного метода настройки заключается в использовании параметризованной функции потерь для получения возможности настройки процесса обучения нейронной сети. Данный подход применим к алгоритмам обучения, которые производят корректировку весовых коэффициентов на основе ошибки обучения.

Достоверность подтверждена результатами численного эксперимента, подтверждающего работоспособность данного метода. Кроме того, показано снижение суммарной погрешности, достигаемой на двух классах ошибок при подстройке специфичности нейросетевой модели по сравнению с методом изменения границы классификации.

Соответствие паспорту специальности 05.13.01: соответствует п. 5 «Разработка специального математического и алгоритмического обеспечения систем анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации».

Метод экспертной коррекции прогноза нейронной сети

Обоснованность данного метода основана на предположении о возможности объединения метода сценарного прогнозирования при помощи нейросетевой модели, с прогнозом на основе экспертных знаний. В работе в качестве примера экспертных знаний используется данные Европейской шкалы Score.

Новизна заключается в идее объединения результатов сценарного нейросетевого моделирования и экспертных знаний для получения более точных прогнозов. Отмечается, что повышение точности прогнозов достигается за счет того, что нейросетевая модель учитывает индивидуальные особенности моделируемого объекта, тогда как экспертные знания о развитии моделируемого типа процессов используются для коррекции полученных результатов.

Достоверность подтверждается результатами сравнения погрешности прогнозирования, полученной при применении предложенного метода с погрешностью при изменении временного параметра нейросетевой модели. Также достоверность подтверждается несколькими публикациями результатов прогнозирования заболеваний данным методом, и их обсуждение с практикующими врачами, в журналах рекомендуемых ВАК РФ, а также входящих в базу цитирования Scopus.

Соответствие паспорту специальности 05.13.01: соответствует п. 5 «Разработка специального математического и алгоритмического обеспечения систем анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации».

Метод скользящего окна повышения точности прогноза нейронной сети

Обоснованность данного метода базируется на применении широко распространенного метода нейросетевого моделирования совместно со специальной процедурой подготовки обучающего множества с применением метода скользящего окна на основании истории наблюдений за множеством объектов. В работе приводится пример успешного применения подобного подхода для прогнозирования сложного одномерного процесса (скорость ветра) и для большого количества наблюдений, которое составило 8760 записей.

Новизна метода состоит в процедуре формирования обучающего множества необходимого для тренировки нейросетевой модели диагностирования заболеваний ССС. Продемонстрирована применимость подхода для многомерных данных на основании серий наблюдений за множеством отдельных объектов (пациентов). Также предложена процедура формирования обучающего множества пригодного для обучения нейросетевой модели пригодной для формирования рекомендаций.

Достоверность продемонстрирована на примере прогнозирования развития заболевания «Стенокардия нестабильная». При этом полученные результаты сравниваются с действительными значениями развития заболевания через указанный промежуток времени (1 год). Погрешность прогнозирования в конечном варианте составила примерно 19,5 %, что является приемлемым результатом, при том, что данное заболевание является одним из наиболее сложно диагностируемых, что указано в работе.

Соответствие паспорту специальности 05.13.01: соответствует п. 12 «Визуализация, трансформация и анализ информации на основе компьютерных методов обработки информации».

По результатам проверки работоспособности и сравнения эффективности разработанных методов, как по отдельности, так и в составе действующей нейросетевой диагностико-рекомендательной системы, делаются выводы об успешном решении поставленной задачи повышения эффективности нейросетевых рекомендательных систем в условиях ограниченных объемов выборок со сложными корреляционными связями.

По теме диссертационной работы опубликовано 22 печатных работ. Основные научные положения опубликованы в 6 журналах, входящих в перечень рекомендованных ВАК РФ, что также подтверждает достоверность полученных в ходе выполнения работы результатов.

Достоинства и недостатки по содержанию и оформлению диссертации

К достоинствам диссертационной работы стоит отнести:

1. Качественно выполненный аналитический обзор, включающий как общеизвестные методы решения проблем, сформулированных во введении, так и более специфичные подходы, опубликованные в работах отечественных и зарубежных исследователей.
2. В результате работы получено несколько научных положений, направленных на решение различных проблем, объединенных, однако, общей целью – повышением эффективности применения нейросетевых моделей при моделировании сложных процессов при ограниченном объеме наблюдений.
3. Результаты работы нашли широкое практическое применение, что подтверждается пятью свидетельствами о государственной регистрации программы для ЭВМ, двумя актами о внедрении в учебный процесс и актом о внедрении действующей системы в медицинском учреждении.
4. Работа хорошо структурирована и грамотно оформлена.

Выявленные недостатки:

1. В формулировке второго пункта научной новизны (стр. 8) используются медицинские термины «специфичность» и «чувствительность», хотя метод применим в более общем случае, а не только в медицине.
2. В работе приведен излишне детализированный обзор клинических методов медицинской диагностики, который следовало бы

сократить, оставив список важных диагностических признаков и общего описания недостатков.

3. Тестирование метода настройки специфичности и чувствительности (стр. 95) напротив стоило расписать более подробно, в частности рассмотреть случай с фиксированным уровнем чувствительности или тестирование метода для других нозологических форм.

Выявленные недостатки не снижают научной или практической ценности полученных результатов.

Мнение о научной работе соискателя в целом

В целом диссертационная работа Черепанова Ф.М. носит законченный характер, изложение материала логично. Выносимые на защиту положения обладают научной новизной, обоснованы, достоверны и имеют практическое значение для развития систем, основанных на нейронных сетях. В автореферате в краткой форме изложено основное содержание работы и выводы. Работа выполнена самостоятельно, что подтверждается проверкой в системе «АНТИПЛАГИАТ».

Диссертационная работа «Методы повышения эффективности нейросетевых рекомендательных систем в условиях ограниченных объемов выборок со сложными корреляционными связями (на примере диагностики и прогнозирования сердечно-сосудистых заболеваний человека)» соответствует требованиям, предъявляемым к работам на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор Черепанов Федор Михайлович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (технические и информационные системы).

Отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры «Биомедицинская инженерия» ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», протокол № 01 от 30 августа.2019г. На заседании присутствовало 14 человек, в том числе, четыре доктора технических, один доктор медицинских наук и пять кандидатов технических наук.

Отзыв подготовили:

Заведующий кафедрой «Биомедицинская инженерия», доктор технических наук, профессор Кореневский Николай Алексеевич, научная специальность: 05.13.09 – Управление в биологических и медицинских системах. Адрес: 305004, г. Курск, ул. Челюскинцев, д.19, аудитория 104, тел.: 8 (4712) 22-26-61, e-mail: kstu-bmi@yandex.ru

Профессор кафедры «Биомедицинская инженерия», доктор технических наук, профессор Филист Сергей Алексеевич, научная специальность: 05.13.10 – Управление в социальных и экономических системах. Адрес: 305004, г. Курск, ул. Челюскинцев, д.19, аудитория 100а, тел.: 8 (4712) 22-26-60, e-mail: kstu-bmi@yandex.ru

Заведующий кафедрой

«Биомедицинская инженерия»,

д.т.н., профессор

Корневский Н.А.

Профессор кафедры

«Биомедицинская инженерия»,

д.т.н., профессор

Филист С.А.



Подпись
судостоярю
Специалист по кадрам

Н.А. Корневский

С.А. Филист

Н.А. Корневский