

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Экспертной комиссии диссертационного совета ДС.ТПУ.15 на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» по предварительному рассмотрению диссертации Нгуен Ань Ту «Алгоритмическое обеспечение нейронной сети с полиномиальными кусочно-непрерывными функциями активации для обнаружения закономерностей в данных», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (научные исследования).

«08» октября 2019 г.

Комиссия диссертационного совета ДС.ТПУ.15 в составе:

- председатель – д.т.н., профессор ОАР ИШИТР ТПУ Муравьев С.В.;
- член комиссии – д.т.н., профессор ОИТ ИШИТР ТПУ Спицын В.Г.;
- член комиссии – д.т.н., доцент ОИТ ИШИТР ТПУ Гергет О.М.;
- член комиссии – д.т.н., профессор каф. ПМ ИПМКН ТГУ Смагин В.И.;
- член комиссии – к.т.н., начальник ОО ИШИТР ТПУ Пак А.Я.

рассмотрела диссертационную работу Нгуен Ань Ту на тему «Алгоритмическое обеспечение нейронной сети с полиномиальными кусочно-непрерывными функциями активации для обнаружения закономерностей в данных», выполненную в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальном исследовательском Томском политехническом университете» (ФГАОУ ВО НИ ТПУ) и в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» (ФГБОУ ВО «ТУСУР»).

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка используемой литературы из 118 наименований. Объем диссертации

составляет 112 страниц, включая 39 рисунков, 5 таблиц и список литературы из 118 наименований.

Комиссия провела проверку и установила идентичность текста диссертации, представленной в диссертационный совет на бумажном носителе, тексту диссертации в электронном варианте в формате *.pdf. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты.

Комиссия, предварительно рассмотрев диссертацию Нгуен Ань Ту на тему: «Алгоритмическое обеспечение нейронной сети с полиномиальными кусочно-непрерывными функциями активации для обнаружения закономерностей в данных», пришла к выводу о соответствии указанной диссертации требованиям п.п. 8-12 «Порядок присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском Томском политехническом университете», утвержденного приказом ФГАОУ ВО НИ ТПУ от 6 декабря 2018 г. № 93/од.

1. Соответствие темы и содержания диссертации научной специальности и отрасли науки

В диссертационной работе рассматривается важная для науки и практики задача автоматического обнаружения скрытых закономерностей в наборах данных, необходимых для принятия решений в разнообразных сферах человеческой деятельности. Существует множество методов, в той или иной мере решающих эти задачи. Эти методы известны под общим названием Data Mining. Существует множество программных систем, поддерживающих данные методы. Однако имеющихся решений оказывается недостаточно для решения неформализуемых задач, к числу которых относятся и задачи обнаружения закономерностей в наборах данных. В диссертации подобные задачи решаются путем разработки и исследования нейронных сетей (НС) нового типа с новыми полиномиальными кусочно-непрерывными функциями активации, модификации алгоритмов обучения и программных средств для создания новых нечетких НС для решения типовых задач обнаружения закономерностей в наборах данных: прогнозирование временных рядов, определение амплитуды детерминированного сигнала на

фоне белого шума, классификация интенсивности марковского случайного потока событий и классификация объектов и их состояний. Такие задачи относятся к неформализуемым задачам искусственного интеллекта (ИИ) и находят широкое практическое применение при автоматизации и роботизации технологических процессов и производств, проектирования информационно-вычислительных систем, телекоммуникационных и компьютерных сетей и т.д. Однако решение таких задач осложняется различными видами НЕ-факторов знаний: неопределенность, нечеткость, неточность, недоопределенность и неполнота знаний эксперта о свойствах проблемной области. Преодоление трудностей решения подобных задач возможно на пути развития теории и практики НС, что подтверждает актуальность темы диссертационной работы Нгуен Ань Ту.

Целью работы является разработка и исследование нейронных сетей нового типа с полиномиальными кусочно-непрерывными функциями активации для обнаружения закономерностей в наборах данных, алгоритмов обучения и программных средств создания нечетких нейронных сетей для решения типовых задач обнаружения закономерностей в наборах данных.

Для достижения намеченной цели были решены следующие задачи:

1. Анализ существующих полиномиальных кусочно-непрерывных функций принадлежности в теории нечетких систем с целью их использования в качестве функции активации нечетких нейронных сетей.

2. Разработка тестовых наборов данных для типовых задач обнаружения закономерностей в данных.

3. Построение моделей нечетких нейронных сетей для тестовых задач обнаружения закономерностей в данных:

- прогнозирование временных рядов со стохастическим трендом;
- определение параметров детерминированного сигнала на фоне белого шума;
- классификация интенсивности марковского случайного потока событий;
- классификация объектов и их состояний.

4. Разработка алгоритмов обучения нечетких нейронных сетей для выше перечисленных тестовых задач обнаружения закономерностей в данных.

5. Математическое моделирование нечетких нейронных сетей для выше перечисленных тестовых задач обнаружения закономерностей в данных.

В диссертации изложены новые научно обоснованные технические решения, имеющие существенное значение для теории и практики системного анализа, принятия решений и обработки информации в сложных системах. Основными научными результатами Нгуен Ань Ту являются:

1. Новые функции активации нейронных сетей, основанные на функциях принадлежности LR-типа теории нечетких систем, и разработанные на этой основе нейронные сети нового типа.

2. Модификация алгоритмов обучения нейронных сетей для типовых задач обнаружения закономерностей в наборах данных для повышения эффективности систем обработки информации в сложных системах.

3. Модели нейронных сетей нового типа для решения типовых задач обнаружения закономерностей в наборах данных: прогнозирование временных рядов, определение амплитуды детерминированного сигнала на фоне белого шума, классификация интенсивности марковского случайного потока событий и классификация объектов и их состояний.

Достоверность полученных результатов обеспечивается обоснованностью принятых допущений, проверкой статистическими методами, корреляцией теоретических результатов и результатов моделирования, а также соответствием полученных результатов результатам других исследователей.

Научная новизна диссертации заключается в следующем:

1. Разработаны новые функции активации для нейронных сетей, которые основаны на функциях принадлежности теории нечетких систем и теории надежности, и на их базе разработаны новые нейронные сети.

2. Модифицированы алгоритмы обучения нейронных сетей для типовых задач обнаружения закономерностей в наборах данных. Усовершенствованы метод Левенберга – Марквардта, алгоритм кластеризации K - средних, вычисление весов выходного слоя нечетких нейронных сетей с использованием псевдообратного метода, алгоритм масштабированного сопряженного градиента.

3. Созданы модели новых нейронных сетей для типовых задач обнаружения закономерностей в наборах данных: прогнозирование временных рядов, определение амплитуды детерминированного полезного сигнала на фоне белого шума, классификация интенсивности марковского случайного потока событий и классификация объектов и их состояний.

Объектом исследования являются нейронные сети с новыми функциями активации, разработанными как функции принадлежности в теории нечетких систем.

Предметом исследования является моделирование и применение новых нейронных сетей для решения типовых задач обнаружения закономерностей в наборах данных: прогнозирования временных рядов, определение амплитуды детерминированного сигнала на фоне белого шума, классификации интенсивности марковского случайного потока событий и классификации объектов и их состояний.

2. Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем ученой степени и выполнение требований к публикации основных научных результатов диссертации, предусмотренных пунктами 10 и 11 Порядка присуждения ученых степеней в НИ ТПУ

Основные материалы диссертации опубликованы в 12 печатных работах, в том числе 5 статей в журналах, рекомендованных ВАК, и 3 статьи в журналах, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus.

По представленному библиографическому списку и перечню собственных публикаций автора можно сделать заключение о том, что основные положения диссертации достаточно полно изложены в опубликованных соискателем работах и апробированы на научных конференциях. Требования к публикации основных научных результатов диссертации выполнены полностью.

3. Выполнение соискателем пункта 12 Порядка присуждения ученых степеней в НИ ТПУ

Анализ текстов диссертации, публикаций соискателя и списка использованных источников позволяет сделать вывод, что в диссертации

заимствованные материалы и отдельные результаты приводятся со ссылками на источники заимствования или их авторов.

Заимствованными блоками текста преимущественно являются позиции списка ссылок на библиографические сведения в количестве 17,08%, заимствованные блоки основного текста диссертации оформлены в качестве цитат на опубликованные ранее работы, в том числе и самого автора, например в сборнике конференции «Молодежь и современные информационные технологии 2017».

Ссылки на библиографические источники, включая собственные публикации автора, оформлены в соответствии с требованиями стандарта, а библиографический список характеризует серьезную глубину изучения автором рассматриваемого в работе научного направления.

4. Основные публикации, раскрывающие положения, выносимые на защиту

В журналах, рекомендованных ВАК России:

1. Нгуен, А.Т. Компьютерное моделирование показателей нечеткой надежности / А.Т. Нгуен, А.А. Ефремов // Доклады ТУСУРа. – 2016. – Т. 19, № 1. – С. 57–62. DOI: 10.21293/1818-0442-2016-19-1-57-62.
2. Нгуен, А.Т. Модель нейронной сети с нечеткими функциями активации для прогнозирования временного ряда / А.Т. Нгуен, А.М. Кориков // Доклады ТУСУРа. – 2016. – Т. 19, № 4. – С. 49–51. DOI: 10.21293/1818-0442-2016-19-4-49-51.
3. Нгуен, А.Т. Нечеткая нейросетевая классификация интенсивности марковского случайного потока событий / А.М. Кориков, А.Т. Нгуен // Доклады ТУСУРа. – 2017. – Т. 20, № 2. – С. 79–83. DOI: 10.21293/1818-0442-2017-20-2-79-83.
4. Нгуен, А.Т. Нейро-нечеткая классификация объектов и их состояний / А.М. Кориков, А.Т. Нгуен // Научный вестник НГТУ. – 2018. – № 3 (72). – С. 73–86. – doi: 10.17212/1814-1196-2018-3-73-86.
5. Нгуен, А.Т. Нейронные сети с полиномиальными кусочно-непрерывными функциями активации для поиска закономерностей в данных / А.Т. Нгуен, А.М. Кориков // Доклады ТУСУРа. – 2019. – Т. 22, № 1.

В международных базах научного цитирования Scopus и WoS:

6. Nguyen, A.T. Models of neural networks with fuzzy activation functions / A.T. Nguyen, A.M. Korikov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2017. Vol. 177, 012031 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/177/1/012031>, свободный (дата обращения: 01.03.2017). DOI:10.1088/1757-899X/177/1/012031.
7. Nguyen, A.Tu. Application of Artificial Neural Networks to Predict Dynamic Responses of Wing Structures due to Atmospheric Turbulence / A.Tuan Nguyen, J.H. Han, A.Tu Nguyen // International Journal of Aeronautical and Space Sciences, Vol.18, No.3, pp. 474–484, September, 2017. DOI: 10.5139/IJASS.2017.18.3.474.
8. Nguyen, A. Tu. Fuzzy Neural Network Technology Support Decision-Making / A.Tu Nguyen, A.M. Korikov, A.Tuan Nguyen // Advances in Computer Science Research. — 2017. — Vol. 72: 4th International Scientific Research Conference on Information technologies in Science, Management, Social sphere and Medicine (ITSMSSM 2017). — pp. 128–131. DOI: <https://doi.org/10.2991/itsmssm-17.2017.27>.

Публикации в других изданиях:

9. Нгуен, А.Т. Методы описания блок-схем надежности систем / В.Т. Динь, А.Т. Нгуен // Сборник трудов XI Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Молодёжь и современные информационные технологии». – 2013. – Томск: Издательство ТПУ. – С. 56–58.
10. Нгуен, А.Т. Способ описания структуры резервирования технических систем / В.Т. Динь, А.Т. Нгуен // Сборник трудов XII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Технологии Microsoft в теории и практике программирования». – 2015. – Томск: Издательство ТПУ. – С. 63–66.
11. Нгуен, А.Т. Задачи обучения нечетких нейронных сетей / А.Т. Нгуен, А.М. Корилов // Сборник материалов международной научно-практической конференции «Электронные средства и системы управления». – Томск: В-Спектр, 2017. – Номер: 1-2, С. 65–67.
12. Нгуен, А.Т. Нечеткая нейросетевая кластеризация интенсивности МС - потоков событий / А.Т. Нгуен, А.М. Корилов, А.Туан Нгуен // Сборник

материалов международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и современные информационные технологии». – 11.2017. – С. 53–54.

Заключение

Тема и содержания диссертационной работы Нгуен Ань Ту на тему «Алгоритмическое обеспечение нейронной сети с полиномиальными кусочно-непрерывными функциями активации для обнаружения закономерностей в данных» соответствуют научной специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (научные исследования). Материалы диссертации в полной мере изложены в работах, опубликованных соискателем ученой степени. Выполнены требования к публикациям основных научных результатов диссертационной работы, предусмотренные пунктами 10 и 11 Порядка присуждения ученых степеней, утвержденного приказом Национального исследовательского Томского политехнического университета от 6 декабря 2018 г. № 93/од. В диссертации отсутствуют материалы, заимствованные без ссылки на авторов и источники заимствования, результаты научных работ, выполненных соискателем ученой степени в соавторстве, без ссылок на соавторов.

На основании вышеизложенного комиссия считает возможным принять диссертацию Нгуен Ань Ту «Алгоритмическое обеспечение нейронной сети с полиномиальными кусочно-непрерывными функциями активации для обнаружения закономерностей в данных» к защите в совете ДС.ТПУ.15 на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (научные исследования).

Председатель комиссии
Профессор Отделения
автоматизации и робототехники
Инженерной школы информационных
технологий и робототехники
Национального исследовательского
Томского политехнического университета,

 С.В. Муравьев

Член комиссии:

Профессор Отделения
информационных технологий
Инженерной школы информационных
технологий и робототехники
Национального исследовательского
Томского политехнического университета,
д.т.н.

В.Г. Спицын

Член комиссии:

Доцент Отделения
информационных технологий
Инженерной школы информационных
технологий и робототехники
Национального исследовательского
Томского политехнического университета,
д.т.н.

О.М. Гергет

Член комиссии:

Профессор кафедры
прикладной математики
Института прикладной математики
и компьютерных наук
Национального исследовательского
Томского государственного университета,
д.т.н.

В.И. Смагин

Начальник организационного отдела
Инженерной школы информационных
технологий и робототехники
Национального исследовательского
Томского политехнического университета,
к.т.н.

А.Я. Пак