

ОТЗЫВ **официального оппонента**

на диссертацию Становова Владимира Вадимовича «Самонастраивающиеся эволюционные алгоритмы формирования систем на нечеткой логике», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации»

Актуальность темы диссертации

На сегодняшний день развитие информационных технологий и, в частности, алгоритмов машинного обучения, позволило решить множество задач во всех областях человеческой деятельности – от техники до медицины и социологии. Тем не менее, значительное число нетривиальных задач анализа данных, не поддающихся математическому описанию, остаются нерешенными. Одним из подходов к решению подобных задач является применение адаптивных и самонастраивающихся алгоритмов интеллектуального анализа данных.

Диссертация Становова В.В. посвящена актуальной проблеме автоматизации формирования систем на нечеткой логике. Во времена появления первых работ в данной области в конце 80-х годов главной целью, преследуемой исследователями, являлось формирование интерпретируемых и легко понятных нечетких систем. Однако в последующем, в 90-е годы, акцент сместился в сторону более точных нечетких систем, интерпретировать которые, однако, не всегда удавалось. В последние десятилетия основная тенденция заключается в построении алгоритмов, способных формировать одновременно точные и легко интерпретируемые нечеткие базы правил. Основным способом построения таких систем является использование специализированных эволюционных алгоритмов, в которых учитывается специфика задачи. Немаловажным аспектом таких алгоритмов также является корректный подбор параметров эволюционного алгоритма, так как они существенно влияют на качество получаемых решений. Одним из путей решения данной проблемы является использование методов самонастройки, изменяющих вероятности применения операторов селекции, скрещивания и мутации в процессе работы алгоритма.

Задача классификации является одной из самых распространенных задач анализа данных и классической задачей обучения с учителем. Наряду с наиболее распространенными методами, такими как нейронные сети или машины опорных векторов, также используются и системы на нечеткой логике, ввиду того, что они обладают возможностью строить прозрачные процедуры вывода, т.е. они являются моделями «белого ящика».

Несмотря на существующие успехи в формировании баз нечетких правил при помощи эволюционных алгоритмов, на сегодняшний день данная задача не получила окончательного решения.

Таким образом, можно сделать обоснованный вывод об актуальности темы рассматриваемой диссертационной работы, направленной на разработку новых методов построения баз нечетких правил для задач классификации.

Научная новизна полученных результатов

Научная новизна диссертационной работы Становова В.В. заключается в следующем:

- Разработан новый самонастраивающийся эволюционный алгоритм для построения баз нечетких правил для задач классификации, в котором базы правил представлены в виде матриц переменной размерности, отличающийся использованием оценки достоверности правил по выборке при назначении весов правил и за счет этого превосходящий другие методы формирования баз нечетких правил эволюционными алгоритмами по эффективности;
- Разработан новый метод гибридизации Питтсбургского и Мичиганского подходов при формировании нечетких систем с помощью эволюционного алгоритма, отличающийся от известных использованием вероятностной процедуры выбора релевантных правил на этапе инициализации и в Мичиганской части и позволяющий существенно повысить точность классификации на первых поколениях работы эволюционного алгоритма;
- Разработан новый метод селекции обучающих примеров, использующий, в отличие от известных аналогов, адаптивную вероятностную процедуру формирования подвыборок и назначения весов, и позволяющий не только снизить объем вычислительных ресурсов, требуемых для обучения, но и повысить точность классификации;
- Разработан новый метод самонастройки эволюционных алгоритмов, отличающийся от известных схемой оценки успешности операторов, применяемых несколько раз к каждому индивиду, и позволяющий настраивать вероятности применения эвристик в Мичиганской части алгоритма.

Обоснованность и достоверность результатов и выводов диссертации

Цель диссертационной работы состоит в повышении качества и интерпретируемости баз нечетких правил для задачи классификации, а также снижении вычислительных затрат на их формирование.

Для достижения данной цели в диссертационной работе проведен анализ существующих методов формирования баз нечетких правил эволюционными алгоритмами, и реализовано несколько способов построения баз правил. В частности были разработаны методы кодирования базы правил в бинарную строку и метод настройки положений и форм нечетких термов с использованием сигмоидальных функций. По результатам исследования работы данных методов, предложен новый самонастраивающийся гибридный эволюционный алгоритм, использующий Питтсбургский и Мичиганский

подходы. Помимо этого, автором предложен и реализован метод селекции обучающих примеров, реализующий балансирующую стратегию для эффективной классификации несбалансированных данных и позволяющий существенно снизить объем ресурсов, требуемый для достижения той же точности.

Результаты проведенных исследований были широко представлены на всероссийских, международных и зарубежных конференциях, а также опубликованы в ведущих журналах, в том числе опубликовано 8 статей в журналах из перечня ВАК РФ, 9 статей в изданиях, индексируемых в международных базах Web of Science и Scopus.

Достоверность научных результатов подтверждается корректным применением методов оптимизации, теории вероятности и эволюционных вычислений, системного анализа, теории нечетких множеств и доказательством статистических гипотез, а также апробацией на конференциях различного уровня и участием в реализации международных и отечественных научных проектов.

Автореферат диссертации полностью соответствует ее содержанию.

Значимость для науки и практики

Теоретическая значимость результатов диссертационного исследования заключается в разработке метода автоматизированного проектирования нечетких классификаторов на основе самонастраивающегося эволюционного алгоритма и активной селекции обучающих примеров, позволяющего получать компактные и точные базы правил.

Предложенные в диссертационной работе решения вносят существенный вклад в теорию и практику системного анализа и обработки информации, т.к. позволяют расширить круг исследователей, применяющих нечеткие классификаторы, за счет автоматизации генерирования точных и легко интерпретируемых баз нечетких правил.

Практическая ценность диссертационной работы состоит в разработке ряда программных систем, для которых получены 3 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ. Разработанная программная система формирования самонастраивающихся гибридных эволюционных алгоритмов прошла успешное тестирование на ряде задач с репозиториях машинного обучения, результаты которого приведены в диссертационной работе.

Программная система позволяет существенно ускорить процесс построения базы правил для задач классификации за счет использования алгоритмов самонастройки и гибридизации Питтсбургского и Мичиганского подхода. Ввиду успешного тестирования программной системы, можно сделать вывод о её перспективности при решении реальных задач.

Разработанные в диссертационной работе алгоритмы и подходы были использованы в ходе выполнения исследований в рамках международных и российских проектов. Среди них: два российско-германских проекта (совместно с университетом г. Ульм), выполненных в рамках Федеральных

целевых программ – «Распределенные интеллектуальные информационные системы обработки и анализа мультILINGвистической информации в диалоговых информационно-коммуникационных системах» (ФЦП ИР, ГК №11.519.11.4002) и «Математическое и алгоритмическое обеспечение автоматизированного проектирования аппаратно-программных комплексов интеллектуальной обработки мультILINGвистической информации в распределенных высокопроизводительных системах космического назначения» (ФЦП НПК, ГК № 16.740.11.0742), российско-словенский проект (совместно с университетом г. Марибор) «Manpower control strategy determination with self-adapted evolutionary and biologically inspired algorithms» (ARRS Project BI-RU/14-15-047), а также проект №8.5541.2011 «Развитие теоретических основ автоматизации математического моделирования физических систем на основе экспериментальных данных» и проект №140/14 «Разработка теоретических основ эволюционного проектирования интеллектуальных информационных технологий анализа данных» тематического плана ЕЗН СибГАУ. Доказательством перспективности проведенных исследований является и ценности для практики является то, что работа была поддержана Фондом содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере по программе «У.М.Н.И.К.» («Участник молодежного научно-инновационного конкурса») в рамках НИОКР «Разработка программного обеспечения интеллектуального анализа данных "FuzzyMiner"» на 2014-2016 гг., а также Российским фондом фундаментальных исследований в рамках проекта № 16-31-00349 «Разработка алгоритмов и подходов к повышению качества и скорости формирования технологий интеллектуального анализа данных посредством снижения размерности данных» на 2016-2017 гг.

Выполненные автором разработки также востребованы в учебном процессе Института информатики и телекоммуникаций СибГАУ при выполнении курсовых и лабораторных работ.

Замечания по работе

Изучение материалов диссертационной работы выявило следующие присущие ей недостатки:

1. В работе рассматриваются базы нечетких правил, классифицирующие объекты по четким входам, и не рассмотрена возможность использования нечетких входов.
2. В качестве примеров решаемых задач в работе использовались только задачи с репозиториями, которые были успешно решены другими методами.
3. Автор использует понятия «метод», «алгоритм» и «подход» в качестве эквивалентных, несмотря на то, что они таковыми не являются.
4. Сравнение по времени работы алгоритмов в 4 главе, по всей видимости, производилось на разных ЭВМ, и потому корректность полученных результатов вызывает сомнения.

5. Приложения к работе, в виде дополнительных подтверждающих результаты материалов, отсутствуют.

Однако приведенные недостатки не снижают общей положительной оценки работы.

Оценка диссертационной работы в целом

Представленная к защите диссертационная работа Становова В.В. является завершенным научным исследованием, изложена корректным научным языком, выполнена на актуальную тему, является целостной и содержит новые научные результаты и положения, а также рекомендации по их использованию на практике. В работе разработаны подходы к формированию баз нечетких правил для задач классификации, а также предложен эффективный метод селекции обучающих примеров, позволяющий существенно снизить затраты вычислительных ресурсов и повысить качество классификации.

Результаты диссертационного исследования опубликованы в более чем 35 научных работах, в том числе 8 из них в изданиях из Перечня ВАК, 9 в изданиях, индексируемых в международных базах Scopus и Web of Science. Помимо этого, получены 3 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ.

Представленная работа соответствует всем требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а её автор, Становов Владимир Вадимович, достоин присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (космические и информационные технологии)».

Официальный оппонент

Доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры «Автоматизированные
и вычислительные системы» ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный технический
университет»

Кравец Олег Яковлевич

01.12.2016

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»
Кафедра «Автоматизированные и вычислительные системы»
394026 г.Воронеж, Московский проспект, 14
Тел. 473 2437718
E-mail csit@bk.ru

