

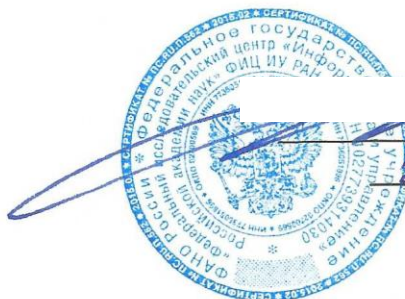
«Утверждаю»

директор

~~ФИЦ ИУ РАН~~

Соколов И.А.

21 11 2017 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Хритоненко Дмитрия Ивановича «Адаптивные коллективные нейро-эволюционные алгоритмы интеллектуального анализа данных», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (космические и информационные технологии)».

Актуальность темы. Работа посвящена решению актуальной задачи автоматического формирования искусственных нейронных сетей и их коллективов для решения задач интеллектуального анализа данных. В настоящее время существует большое количество алгоритмов, в том числе эволюционных, используемых для формирования искусственных нейронных сетей. Их использование подразумевает настройку исследователем большого числа параметров таких алгоритмов, что является весьма трудоемкой задачей. Несмотря на существование различных методов самонастройки, эффект от их совместного применения для настройки различных параметров зачастую является непредсказуемым и требует тщательного исследования. Дополнительные сложности моделирования возникают при решении задач и класса «*Big data*».

Соискателем предлагаются новые методы адаптации вероятности мутации и размера популяции, исследуется влияние совместного использования разработанных подходов на эффективность различных эволюционных алгоритмов. В диссертационной работе представлены варианты совместного использования авторских методов с подходами, разработанными другими авторами, что позволяет существенно увеличить точность получаемых моделей и снизить время их формирования.

Учитывая вышесказанное, можно уверенно констатировать, что тема диссертации является актуальной.

Основные научные результаты и их значимость для науки и производства.

В представленной работе для решения задачи автоматического формирования коллективов искусственных нейронных сетей (ИНС) предлагается использовать разработанный диссертантом адаптивный эволюционный алгоритм оптимизации, эффективно сочетающий методы самоконфигурирования и адаптации размера популяции и уровня мутации. В процессе обучения ИНС применяется метод селекции обучающих примеров, который позволяет существенно сократить вычислительные ресурсы без потери качества получаемых моделей.

Эффективность разработанных подходов адаптации проверяется на наборе тестовых задач оптимизации, классификации и символьной регрессии. Показана практическая полезность использования разработанных адаптивных эволюционных алгоритмов для проектирования искусственных нейронных сетей и их коллективов. В работе решены реальные практические задачи классификации и прогнозирования.

Предметом исследования диссертационной работы является адаптивный коллективный эволюционный алгоритм формирования нейросетевых моделей решения задач интеллектуального анализа данных.

Цель диссертационной работы заключается в повышении качества получаемых нейросетевых моделей, а также снижении объема вычислительных ресурсов, затрачиваемых на их формирование, за счет использования адаптивных эволюционных алгоритмов с селекцией обучающих примеров.

Научная новизна диссертационной работы состоит в разработанных соискателем новых адаптивных эволюционных алгоритмах формирования коллективных нейросетевых моделей интеллектуального анализа данных.

Теоретическая значимость работы заключается в разработке новых подходов к адаптации параметров эволюционных алгоритмов, их комбинированном использовании с методом самоконфигурирования и селекции обучающих примеров, а также в исследовании эффективности реализованных эволюционных алгоритмов на множестве тестовых и реальных задач.

Практическая значимость работы заключается в следующем:

- Разработанные алгоритмы реализованы в виде программных систем и могут быть использованы для решения задач оптимизации, прогнозирования, восстановления регрессии в различных областях науки и техники;
- Разработанные алгоритмы адаптации снижают требования к квалификации пользователя в области эволюционного моделирования, что упрощает процедуру внедрения нейро-эволюционных методов в повседневную практику;
- Программная система протестирована на ряде задач классификации из области техники, медицинской диагностики, распознавания изображений, банковского скоринга, и др.

Публикации. Основные положения исследования отражены в 25 публикациях автора, из которых 3 работы, опубликованы в журналах из перечня ВАК РФ, 2 – в изданиях, индексируемых в международной базе научного цитирования Scopus.

Апробация результатов. Результаты диссертационной работы докладывались на 11 Всероссийских и Международных научных конференциях, среди которых:

- Пятая Международная конференция «Системный анализ и информационные технологии» САИТ-2013 (Красноярск, 2013);
- 2nd, 4th and 5th International Workshops on Mathematical Models and their Applications (Красноярск, 2013, 2015, 2016),
- Четырнадцатая Национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием (КИИ, Казань, 2014);
- Всероссийская научно-практическая конференция «Информационно-телекоммуникационные системы и технологии» (ИТСиТ, Кемерово, 2014, 2015);
- Международная научно-практическая конференция «Решетневские чтения» (Красноярск, 2014, 2015);
- International Conference on Environmental Engineering and Computer Application (ICEECA, Hong Kong, China, 2014),
- Восьмой Всероссийский форум студентов, аспирантов и молодых ученых (Санкт-Петербург, 2014).

Обзор диссертационной работы.

Во введении обоснована актуальность темы работы, сформулированы предмет, цель и задачи исследования, методы исследования, новизна научных результатов и их практическая значимость.

В первой главе диссертационной работы анализируется проблема выбора эффективной конфигурации и параметров эволюционных алгоритмов, возникающая при их использовании на практике. Приводятся результаты вычислительных экспериментов по моделированию и оптимизации на репрезентативном множестве тестовых задач, которые показывают существенную зависимость эффективности эволюционных алгоритмов от комбинации их настроек и параметров, размера популяции и уровня мутации. Приводится *NFL*-теорема и обсуждаются следствия из нее.

Во второй главе рассматриваются существующие модификации эволюционных алгоритмов, позволяющие решать проблемы, описанные в первой главе, а затем предлагаются новые алгоритмы адаптации величины мутации и размера популяции. В главе описываются полезные модификации эволюционных алгоритмов, используемые в ходе работы. Среди них методы самоконфигурирования эволюционных алгоритмов, а также подход к эффективной селекции обучающих примеров при проектировании технологий интеллектуального анализа данных. Эффективность предложенных методов и разработанных алгоритмов подтверждается результатами численных экспериментов.

В третьей главе разрабатывается и исследуется адаптивный эволюционный алгоритм для автоматического проектирования искусственных нейронных сетей. Предлагаются методы прямого кодирования искусственных нейронных сетей в генетическом алгоритме и алгоритме генетического программирования. Анализируются их основные особенности. В главе описываются и анализируются меры качества получаемых решений, используемые в задачах классификации, восстановления регрессии и прогнозирования, а именно – точность, полнота, F -мера, среднеквадратичная и среднеабсолютная ошибки аппроксимации. Приводится описание тестовых и реальных задач из репозитория машинного обучения KEEL и UCI, на которых проверялась эффективность разрабатываемого подхода. Исследование эффективности показало, что адаптивный эволюционный алгоритм автоматического генерирования искусственных нейронных сетей при сравнении со своей базовой версией и аналогами, известными из научной литературы, позволяет получать более точные модели, используемые для решения задач классификации и регрессии. Применение селекции обучающих примеров позволило снизить вычислительные затраты на формирование нейронных сетей.

В четвертой главе рассматриваются методы формирования коллективов. Предлагается подход для автоматического формирования коллективов нейросетевых технологий анализа данных на основе разработанного адаптивного алгоритма генетического программирования. Автором описывается метод отбора нейронных сетей в коллектив, основанный на максиминном критерии. Приводится и описывается блок-схема итоговой программной системы, разработанной в рамках диссертационного исследования. По результатам тестирования коллективного алгоритма делается вывод о его практической полезности и превосходстве над базовой моделью и аналогами.

Заключение диссертации содержит основные результаты и выводы.

Замечания. Диссертационная работа не лишена недостатков, наиболее существенные из которых:

1. Отсутствует сравнение с другими методами автоматического отбора ИНС в коллектив;
2. Не рассмотрен многокритериальный подход формирования нейронных сетей;
3. В приложениях не представлены в явном виде нейронные сети, полученные при решении практических задач;
4. Выбор аналогов, с которыми сравниваются реализованные соискателем алгоритмы, не обоснован строго;
5. Отсутствует формальная постановка задачи.

Заключение. Диссертационная работа Хритonenko Дмитрия Ивановича является завершённой научно-исследовательской работой, содержит новые научные результаты и выполнена на актуальную тему.

Указанные выше замечания не снижают научной значимости и практической ценности диссертационной работы.

Основные результаты диссертации докладывались на конференциях и научных семинарах различных уровней и опубликованы в 25 научных работах, три из которых - в изданиях, входящих в список, рекомендованный ВАК России.

Утверждения диссертации обоснованы корректным применением современного математического аппарата и подтверждены вычислительными экспериментами, а также сравнением с известными аналогами. Диссертация выполнена на высоком научном уровне, написана ясным языком, четко структурирована. Каждая глава содержит содержательные выводы, что облегчает понимание материала. Цель и задачи диссертации полностью соответствуют полученным результатам.

Автореферат правильно и полностью отражает содержание диссертации.

Диссертационная работа «Адаптивные коллективные нейро-эволюционные алгоритмы интеллектуального анализа данных» удовлетворяет требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (космические и информационные технологии)», а ее автор – Хритonenко Дмитрий Иванович – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по указанной специальности.

Диссертация и отзыв на нее заслушаны, обсуждены и одобрены на заседании научно-технического семинара сектора проблем кибернетики ФИЦ ИУ РАН.

На заседании присутствовало 11 человек. Результаты голосования: за – 11, против – 0, воздержавшихся – 0, протокол № 1 от «21» ноября 2017 г.

Председатель семинара,
заведующий сектором проблем
кибернетики ФИЦ ИУ РАН
д-р техн. наук, профессор

 А.И. Дивеев

Дивеев Асхат Ибрагимович
Почтовый адрес: Россия, 119333, г. Москва, ул. Вавилова, д. 42.
Телефон: +7 905 711 44 27
e-mail: aidiveev@mail.ru
Сайт: <http://frccsc.ru/>