

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра информатики и программирования

**НЕЙРОННЫЕ СЕТИ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ АДАПТИВНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ**

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 2 курса 273 группы

направления Прикладная математика и информатика

факультета компьютерных наук и информационных технологий

Макаровой Ксении Игоревны

Научный руководитель

Доцент

Е.В. Кудрина

Зав. кафедрой

к.ф.-м.н.

М.В. Огнева

Саратов 2017

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Развитие тестирования как метода психолого-педагогической диагностики началось в 19 веке. В настоящее время тестирование интенсивно применяется в педагогических целях, в том числе и для диагностики результатов учебной деятельности студентов вузов [1].

Одной из проблем в развитии тестирования является недостаточная надёжность оценок, получаемых с помощью распространённых моделей тестирования знаний. Решить эту проблему позволяет использование адаптивного тестирования

Адаптивное тестирование (АТ) – разновидность тестирования, при котором порядок предъявления заданий (или трудность заданий) зависит от ответов испытуемого на предыдущие задания. Адаптивное тестирование позволяет повысить эффективность контрольно-оценочных процедур за счет индивидуализации процедуры тестирования, что, в свою очередь, приведет к точности измерения, минимизации числа заданий и времени на контроль.

Возможность применения АТ на практике связана с необходимостью разработки математических моделей и алгоритмов автоматизированного адаптивного тестирования, а также их реализаций средствами современных информационных технологий.

Вышесказанное определило **цель магистерской работы:** исследовать возможности применения нейронных сетей для реализации адаптивного тестирования.

Поставленная цель определила следующие **задачи:**

1. Познакомиться с основными понятиями и положениями теории адаптивного тестирования.
2. Изучить основные понятия и положения теории нейронных сетей.
3. Рассмотреть возможность применения нейросетевых методов реализации адаптивного тестирования.

4. Изучить инструментальные средства для реализации нейронных сетей на языке программирования С#, а также обосновать выбор средства для реализации адаптивного тестирования.
5. Разработать и реализовать модель приложения, позволяющего применить нейронные сети для реализации адаптивного тестирования.
6. Проанализировать данные, полученные в ходе использования приложения на практике, сделать выводы.

Методологические основы адаптивного тестирования представлены в работах Е. Рябенко [3], А.Г. Иванова [4], П.Ф. Меренды [6], Е.И. Горюшкина [7], Х.Ф. Данга [8]; методологические основы теории нейронных сетей представлены в работах Е.Н. Горбачевской [11], Г. Яхьяевой [12], Е.Ю. Савченко [14], Ю. Черкасова [25].

Теоретическая значимость магистерской работы заключается в том, что тема исследования находится на стыке нескольких областей знаний: биологии, математики, информатики и педагогики.

Практическая значимость магистерской работы. В ходе выполнения практической части магистерской работы было разработано web-приложение, позволяющее провести адаптивное тестирование по теме «Элементы математической логики». Данное приложение может быть использовано для контроля знаний школьников и студентов.

Структура и объём работы. Магистерская работа состоит из введения, 2-ух разделов, заключения, списка использованных источников и 2-ух приложений. Общий объём работы – 86 страниц, из них 54 страницы – основное содержание, включая 30 рисунков и 1 таблицу, цифровой носитель в качестве приложения, список использованных источников информации – 25 наименований.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Первый раздел «Теоретические основы использования нейронных сетей для реализации адаптивного тестирования» посвящен знакомству с основными понятиями теории адаптивного тестирования, теории нейронных сетей, а также обзору инструментальных средств реализации нейронных сетей. Раздел содержит несколько подразделов.

«Основные понятия и положения теории адаптивного тестирования» включает в себя описание процесса адаптивного тестирования в целом, достоинств такого вида тестирования и обзор компонент, необходимых для организации тестирования [2-8].

Основной особенностью АТ является то, что тестовая последовательность формируется в процессе тестирования в соответствии с уровнем достижений каждого конкретного индивида, динамически оцениваемого в процессе, а не по окончании тестирования. В результате можно говорить о том, что:

- каждый конкретный тест уникален и не был ранее опубликован, что также повышает его секретность (и надежность);
- эффективность АТ выше обычного компьютерного тестирования, так как трудность предъявляемых заданий стремится соответствовать уровню достижений тестируемого, следовательно, повышается информативность теста и быстрее достигается заданная точность оценивания результата, что также может сократить длительность теста;
- АТ позволяет распознавать не только испытуемых со средним уровнем достижений, но и дает возможность выявить наиболее ярких, выдающихся личностей.

Для организации адаптивного тестирования необходимо разработать следующие компоненты [8]:

- цели тестирования;
- способы построения набора заданий тестирования;

- методы проведения тестирования;
- методы проверки результатов тестирования;
- методы оценивания результатов тестирования;
- правила окончания тестирования.

«Основные понятия и положения теории нейронных сетей» – подраздел посвящен знакомству с основными понятиями теории нейронных сетей, особое внимание уделено возможности использования нейронных сетей для реализации адаптивного тестирования [9-14].

«Инструментальные средства для реализации нейронных сетей» – в этом подразделе приведен обзор библиотек, предоставляющих возможность реализовать нейронную сеть, а также их сравнительный анализ и выбор библиотеки для конечного приложения [15-19].

Рассмотренные библиотеки: ALGLIB; FANN C#; Neural Networks on C#. Был осуществлён сравнительный анализ библиотек на основе следующих критериев:

- скорость работы;
- простота применения;
- наглядность представляемой информации;
- возможность использовать различные структуры;
- наличие документации.

В работе [19] были представлены результаты сравнительного анализа трех рассмотренных библиотек. На основе полученных данных было принято решение об использовании библиотеки FANN C# для реализации приложения адаптивного тестирования в силу того, что библиотека Neural Networks on C# имеет много сходств с FANN C#, но уступает ей по количеству документации, а библиотека ALGLIB уступает библиотеке FANN C# в возможности настраивания.

Второй раздел «Разработка и реализация адаптивного тестирования с использованием нейронных сетей» посвящен реализации

собственного web-приложения для адаптивного тестирования по теме «Элементы математической логики» с использованием библиотеки FANN C#. Раздел содержит несколько подразделов.

«Модель приложения, позволяющего реализовать адаптивное тестирование по теме “Элементы математической логики”» включает в себя полное описание модели разрабатываемого приложения, а также подробное описание необходимого для разработки приложения функционала библиотеки FANN C# [20-22].

Приложение представляет собой одностраничное веб-приложение, реализующее адаптивное тестирование по теме «Элементы математической логики». Тестовые вопросы – вопросы закрытой формы, в котором среди предложенных ответов лишь один правильный. Каждому пользователю при входе предлагается авторизоваться посредством ввода логина и пароля, после чего осуществляется переход к основной части – вопросам теста. Тема «Элементы математической логики» разделена на 5 основных разделов:

1. базовые операции;
2. законы алгебры логики;
3. построение таблиц истинности;
4. диаграммы Эйлера;
5. другое.

Внутри каждого раздела вопросы разделены на три категории по уровням сложности:

- лёгкие;
- средней сложности;
- повышенной сложности.

Количество вопросов в каждом разделе темы одинаково – 20, из которых 7 лёгких, 8 средней сложности и 5 повышенной сложности.

В подразделе «Влияние способа обучения нейронной сети на эффективность адаптивного тестирования по теме “Элементы математической логики”» [23-25] приведен ряд экспериментов:

- Эксперименты по использованию алгоритмов обучения сети – алгоритмы обратного распространения ошибки с пакетным градиентным спуском и стохастическим градиентным спуском. Анализ полученных данных показал, что для реализации адаптивного следует использовать стохастический градиентный спуск.
- Эксперименты по количеству нейронов промежуточного слоя. Анализ полученных данных показал, что для промежуточного слоя следует использовать 5 нейронов.

«Демонстрация работы приложения, реализующего адаптивное тестирование» – подраздел включает в себя несколько вариантов построения траектории тестирования с описанием шагов и скриншотами реального приложения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения магистерской работы были решены все поставленные задачи, что позволило достигнуть заявленной цели – исследовать возможность применения нейронных сетей для реализации адаптивного тестирования, а также применить полученные знания на практике, реализовав приложение, позволяющее проверить знания и умения обучающихся по теме «Элементы математической логики». Несомненным достоинством разработанного приложения является то, что оно получилось шаблонным и его можно применять для проведения адаптивного тестирования и по другим темам. Для этого необходимо обновить список вопросов в базе данных.

По тематике магистерской работы были представлены доклады:

- 1) «Нейросетевые методы реализации адаптивного тестирования» на VIII Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум 2016». С докладом можно ознакомиться по ссылке:

<http://www.scienceforum.ru/2016/1437/22131>

Тезисы доклада опубликованы в «Международном студенческом научном вестнике» (2016, выпуск 3, часть 1).

- 2) «Исследование программных средств реализации нейронных сетей» на IX Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум 2017». С докладом можно ознакомиться по ссылке:
<http://www.scienceforum.ru/2017/2228/29212>

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Балакирева, Е. И. Использование Moodle для дистанционного тестирования учебных достижений студентов вузов / Е. И. Балакирева, Е. В. Кудрина // Материалы Международной научной конференции, посвящённой 100-летию СГУ «Компьютерные науки и информационные технологии». – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2009. - С. 19-22.
2. Забродин, Ю. М. Психодиагностика / Ю. М. Забродин, В. Э. Пахальян. – М.: Эксмо, 2010. 448 с.
3. Рябенко, Е. Прикладная статистика. Последовательный анализ Вальда [Электронный ресурс]. URL: <http://www.machinelearning.ru/wiki/images/b/b2/Lec5.pdf> (дата обращения: 15.04.2016). Загл. с экрана. Яз. рус.
4. Иванов, А. Г. Компьютерный адаптивный тестовый контроль: качественные характеристики и пути совершенствования [Электронный ресурс] // КиберЛенинка [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompyuternyy-adaptivnyy-testovyy-kontrol-kachestvennyye-harakteristiki-i-puti-sovershenstvovaniya> (дата обращения: 19.06.2017). Загл. с экрана. Яз. рус. Имеется печатный аналог.
5. Wise, S. L. Practical Issues in Developing and Maintaining a Computerized Adaptive Testing Program [Электронный ресурс]. / S. L. Wise, G. Kingsbury // *Psicologica* [Электронный ресурс]: journal of The Spanish Society of Experimental Psychology. URL:

<http://www.uv.es/revispsi/articulos1y2.00/wise.pdf> (дата обращения: 16.04.2016). Загл. с экрана. Яз. англ.

6. Меренда, П. Ф. Компьютеризованное адаптивное тестирование [Электронный ресурс] // Академик [Электронный ресурс]: психологическая энциклопедия. URL: http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_psychology/379/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B5 (дата обращения: 18.12.2015). Загл. с экрана. Яз. рус.

7. Горюшкин, Е. И. Использование нейросетевых технологий в адаптивном тестировании по информатике в вузе: автореф. дис. ... канд. пед. Наук / Е.И. Горюшкин. Москва, 2009. 23 с.

8. Данг, Х. Ф. Метод разработки алгоритмов адаптивного тестирования [Электронный ресурс] / Х. Ф. Данг, В. А. Камаев, О. А. Шабалина // КиберЛенинка [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/metod-razrabotki-algoritmov-adaptivnogo-testirovaniya> (дата обращения: 19.06.2017). Загл. с экрана. Яз. рус. Имеется печатный аналог.

9. Карпенко, А. П. Модельное обеспечение автоматизированных обучающих систем [Электронный ресурс] / А. П. Карпенко, А. А. Добряков // Наука и образование [Электронный ресурс]: научное издание МГТУ им. Н. Э. Баумана. URL: <http://technomag.bmstu.ru/doc/193116.html> (дата обращения: 02.04.2016). Загл. с экрана. Яз. рус. Имеется печатный аналог.

10. Круг, П. Г. Нейронные сети и нейрокомпьютеры / П. Г. Круг. – М.: МЭИ, 2002. 177 с.

11. Горбачевская, Е. Н. История развития нейронных сетей [Электронный ресурс] / Е. Н. Горбачевская, С. С. Краснов // КиберЛенинка [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/istoriya-razvitiya-neyronnyh-setey> (дата обращения: 19.06.2017). Загл. с экрана. Яз. рус. Имеется печатный аналог.

12. Яхьяева, Г. Основы теории нейронных сетей [Электронный ресурс] // Интуит [Электронный ресурс]: национальный открытый университет. URL: <http://www.intuit.ru/studies/courses/88/88/info> (дата обращения: 02.12.2015). Загл. с экрана. Яз. рус.

13. Python и нейронные сети [Электронный ресурс]. URL: <http://proft.me/2010/12/8/python-i-nejronnye-seti/> (дата обращения: 03.04.2016). Загл. с экрана. Яз. рус.

14. Савченко, Е. Ю. Применение модифицированных алгоритмов обучения нейронных сетей в задачах адаптивного тестирования [Электронный ресурс] // Аспект [Электронный ресурс]: научно-издательский центр. URL: <http://na-journal.ru/4-2012-tehnicheskie-nauki/159-primeneniemodificirovannyh-algoritmov-obucheniija-nejronnyh-setej-v-zadachah-adaptivnogo-testirovaniija> (дата обращения: 06.12.2015). Загл. с экрана. Яз. рус. Имеется печатный аналог.

15. ALGLIB [Электронный ресурс]. URL: <http://alglib.sources.ru/dataanalysis/neuralnetworks.php> (дата обращения: 03.04.2016). Загл. с экрана. Яз. рус.

16. Kirillov, A. Neural Networks on C# [Электронный ресурс] // Code Project [Электронный ресурс]: [сайт]. URL: <http://www.codeproject.com/Articles/16447/Neural-Networks-on-C> (дата обращения: 09.04.2016). Загл. с экрана. Яз. англ.

17. Нейронные сети на C# [Электронный ресурс]. URL: <http://www.cyberguru.ru/algorithms/algorithms-theory/algorithms-neural-networks-written-on-csharp.html> (дата обращения: 11.04.2016). Загл. с экрана. Яз. рус.

18. Fast Artificial Neural Network Library [Электронный ресурс]. URL: <http://leenissen.dk/fann/wp/> (дата обращения: 03.05.17). Загл. с экрана. Яз. англ.

19. Макарова, К. И. Исследование программных средств реализации нейронных сетей [Электронный ресурс] // Материалы VIII Международной

студенческой электронной научной конференции «Студенческий научный форум» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.scienceforum.ru/2017/2228/29212> (дата обращения: 18.06.2017). Загл. с экрана. Яз. рус.

20. FANN C# NeuralNet Double [Электронный ресурс]. URL: <http://joelfself.github.io/FannCSharp/files/NeuralNetDouble-cs.html> (дата обращения: 05.05.17). Загл. с экрана. Яз. англ.

21. Mean Squared Error (MSE) [Электронный ресурс]. URL: https://www.probabilitycourse.com/chapter9/9_1_5_mean_squared_error_MSE.php (дата обращения: 07.05.17). Загл. с экрана. Яз. англ.

22. Яхьяева, Г. Метод обучения Уидроу-Хоффа [Электронный ресурс] // Интуит [Электронный ресурс]: национальный открытый университет. URL: <http://www.intuit.ru/studies/courses/88/88/lecture/20555?page=4> (дата обращения: 09.05.17). Загл. с экрана. Яз. рус.

23. Борисов, Е. С. Метод обратного распространения ошибки [Электронный ресурс]. URL: <http://mechanoid.kiev.ua/neural-net-backprop2.html> (дата обращения: 20.05.2017). Загл. с экрана. Яз. рус.

24. Ежов, А. Нейрокомпьютинг и его применения в экономике и бизнесе [Электронный ресурс] / А. Ежов, С. Шумский // Интуит [Электронный ресурс]: национальный открытый университет. URL: <http://www.intuit.ru/studies/courses/2255/139/info> (дата обращения: 02.05.2017). Загл. с экрана. Яз. рус.

25. Черкасов, Ю. Алгоритм обучения многослойной нейронной сети методом обратного распространения ошибки (Backpropagation) [Электронный ресурс]. URL: <https://habrahabr.ru/post/198268/> (дата обращения: 11.05.17). Загл. с экрана. Яз. рус.