НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

ИНСТИТУТ АВТОМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Диссертационный совет **Д.05.11.030**

На правах рукописи

УДК 004.89

САВЧЕНКО ЕЛЕНА ЮРЬЕВНА

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ЗАДАЧ АДАПТИВНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ

Специальность: 05.13.01

Системный анализ, управление и обработка информации

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Бишкек – 2011

Работа выполнена в УНПК «Международный университет Кыргызстана»

|  |  |
| --- | --- |
| Научный руководитель: | доктор технических наук, доцент  Миркин Евгений Леонидович |
|  |  |
| Официальные оппоненты: | доктор технических наук, профессор  Исмаилов Бактыбек Искакович |
|  |  |
|  | кандидат технических наук, доцент  Бочкарев Александр Иванович |
|  |  |
| Ведущая организация: | Кыргызско-Российский Славянский университет имени Б.Н. Ельцина |

Защита состоится «10 февраля 2012г.» в 10.00 на заседании Диссертационного совета **Д.05.11.030** при Институте автоматики и информационных технологий Национальной академии наук Кыргызской Республики по адресу: 720071, г. Бишкек, пр. Чуй, 265, ауд. 118

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Национальной академии наук Кыргызской Республики

Автореферат разослан «30 декабря 2011г.»



Ученый секретарь

Диссертационного совета

к.т.н. И.В. Брякин

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Актуальность темы. Последнее десятилетие характеризуется повышенным интересом исследователей к нейросетевым методам обработки информации. Все чаще искусственные нейронные сети используются для моделирования социальных, технических, экономических, экологических процессов. О чем свидетельствует рост количества публикаций в этой области, создаются программные имитаторы нейросетей, расширяются и сферы применения нейросистем. Перечень часто встречающихся задач, где используются нейронные сети:

* задачи управления в реальном времени технологическими процессами непрерывного производства;
* задачи распознавания образов: распознавание графических образов, медицинская диагностика (распознавание болезни по симптомам); распознавание физических образов с использованием радиочастотных и ультрозвуковых методов; идентификация личности по биопараметрическим данным; геологические задачи распознавания;
* задачи предсказания, прогноза: погоды, предсказание цен на фондовых биржах, политические предсказания и другие экономические прогнозы;
* различные задачи обработки сигналов при наличии больших шумов;
* задачи кластеризации и категоризации данных.

Теория нейронных сетей начала зарождаться в сороковых годах прошлого века в среде ученых, изучавших принципы организации и функционирования биологических нейронных сетей. Основные результаты, полученные в этой области, связаны с именами исследователей У. Маккалоха, Д. Хебба, Ф. Розенблатта, М. Минского, Дж. Хопфилда и др. Под нейронными сетями подразумеваются вычислительные структуры, которые моделируют простые биологические процессы, обычно ассоциируемые с процессами человеческого мозга. Важные теоретические и прикладные результаты по проблеме обучения и построения нейронных сетей представлены в работах В.П. Дьяконова, В.В. Круглова, Д. Рутковской, М. Пилиньского, Л. Рунковского, Саймон Хайкина, Сигеру Омату, Марзуки Халид, Рубия Юсоф. К настоящему времени предложено и изучено большое количество моделей нейроподобных элементов и нейронных сетей.

Нейронные сети являются универсальным механизмом обработки информации, одно и то же проектное решение нейронной сети может использоваться во многих предметных областях.

Нейронные сети, по сравнению с традиционными схемами решений подобных задач, имеют ряд преимуществ:

* позволяют решать задачи, которые трудно или невозможно решить традиционными методами в силу отсутствия формализованных математических описаний процессов функционирования;
* накапливают информацию, повышая эффективность их работы во времени;
* использование обучаемых нейронных сетей позволяют сделать диагностический контроль объективным и расширить его применение.

Самым важным свойством нейронных сетей является их способность обучению на основе данных окружающей среды, в результате обучения повышать свою производительность.

Обучение нейронной сети происходит посредством интерактивного процесса корректировки синаптических весов. Обучение нейронной сети – является основной задачей в построении нейросетевых моделей. Выбор эффективного и скоростного алгоритма обучения нейронной сети является проблемной задачей, решение которой является весьма актуальной.

Однако столь широкое применение нейросетевых технологий в различных прикладных задачах только начинает задействовать такую важную сферу их потенциального использования, как область образования, в частности применение нейронных сетей в процессе оценки и адаптивного тестирования знаний. Адаптивное тестирование является одним из перспективнейших направлений в формах оценки знаний. Большой вклад в разработку принципов работы адаптивного тестирования внесли такие ученые как: В.С. Аванесов, М.Б. Челышкова, J.A. Arter, R.K. Hambleton, А.Н. Майорова. На сегодняшний день адаптивное тестирование, как одна из наиболее технологичных и объективных форм контроля, повсеместно используется во многих странах мира, в том числе, и в Кыргызстане [10]. Методика адаптивного тестирования позволяет:

* повысить точность оценивания знаний обучающегося;
* уменьшить вероятность возникновения ошибок при подсчете результатов тестирования и выведения итоговой оценки;
* способствует сокращению трудоемкости работы по обработке результатов тестирования;
* обеспечить индивидуальный подход к обучающимся в процессе оценки знаний.

В результате поведенных исследований можно сделать вывод об актуальности работ, направленных на разработку и исследование алгоритмов обучения нейронных сетей для задач адаптивного тестирования.

Цели и задачи исследования.

Целью работы является разработка алгоритмов обучения нейронных сетей для задач адаптивного тестирования. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

* анализ основных алгоритмов обучения нейронных сетей;
* анализ особенностей поведения сигмоидальных функций, используемых в активационных функциях при обучении нейронных сетей;
* разработка метода настройки сигмоидальных функций активаций в алгоритме обратного распространения ошибки;
* разработка метода настройки сигмоидальных функций активаций в алгоритме наискорейшего спуска;
* анализ принципов построения адаптивных тестирующих систем;
* разработка нейросетевого конфигуратора, обеспечивающего управление процессом принятия решений при адаптивном тестировании;
* применение полученных методов настройки сигмоидальных функций активации в процессе обучения нейронной сети для обеспечения работы нейросетевого конфигуратора;
* разработка комплекса программ, реализующего алгоритмы адаптивного нейросетевого тестирования для прикладных задач.

Научная новизна работы заключается в:

* разработке новых методов настройки сигмоидальных функций активаций в алгоритмах обучения нейронных сетей;
* разработке нейросетевого конфигуратора, обеспечивающего управление процессом принятия решений при адаптивном тестировании;
* применение полученных методов настройки сигмоидальных функций активации в процессе обучения нейронной сети, для обеспечения работы нейросетевого конфигуратора.

Практическая значимость полученных результатов.

* Разработанная адаптивная тестирующая система с применением нейросетевых технологий используется в Кыргызско-Казахско-Американском совместном предприятии ОсОО «Булгаары» и в учебном процессе в Международном университете Кыргызстана, КРСУ кафедра «Математических методов в экономике», что подтверждено актами о внедрении в эксплуатацию.
* Разработанные методы настройки сигмоидальных функций активации в алгоритмах обучения нейронных сетей являются инструментом повышения эффективности обучения нейронных сетей и могут быть использованы для различных прикладных задач.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту.

* Метод настройки сигмоидальных функций активаций в алгоритме обратного распространения ошибки.
* Метод настройки сигмоидальных функций активаций в алгоритме наискорейшего спуска.
* Результаты анализа принципов построения адаптивных тестирующих систем.
* Нейросетевой конфигуратор, обеспечивающий управление процессом принятия решений при адаптивном тестировании.
* Применение полученных методов настройки сигмоидальных функций активации в процессе обучения нейронной сети для обеспечения работы нейросетевого конфигуратора.
* Комплекс программ, реализующий алгоритмы адаптивного нейросетевого тестирования для прикладных задач.

Личный вклад соискателя.

Все результаты, представленные в диссертационной работе и имеющие научную новизну, получены автором лично и под руководством научного руководителя.

В работе [1] Миркину Е.Л. принадлежит постановка задачи метода настройки сигмоидальных функций активации в нейронных сетях.

В работе [7] Мусакуловой Ж.А. принадлежит программная реализация отдельных модулей полученного метода настройки сигмоидальных функций активации в алгоритме обратного распространения ошибки.

Апробация результатов диссертации.

Результаты диссертационной работы были представлены на юбилейной международной научно-практической конференции «Инновационное развитие Высшей школы в контексте глобализации» (МУК, Бишкек, 2008 г.), на 2-ой международной научно-технической конференции «Проблемы автоматизации, управления, экономики и подготовки кадров для современных производств» (БГТУ «ВОЕНМЕХ», Россия, Санкт-Петербург, 2008 г.), на 10-й всероссийской научно-технической конференции «Теоретические и прикладные вопросы современных информационных технологий» (ТИПВСИТ, Россия, Улан-Удэ, 2009 г.), на 2-ой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Тестирование в сфере образования: проблемы и перспективы развития» (Институт дополнительного профессионального образования, повышения квалификации и переподготовки специалистов. Сибирский государственный технологический университет, Россия, Красноярск, 2009 г.), на международной конференции «Проблемы управления и информационных технологий». (НАН КР, Институт автоматики и информационных технологий, Кыргызстан, 2010 г.), на 9-ой научно-практической конференция КРСУ «Применение математических методов и интернет технологий в экономике» (Кыргызстан, 2010 г.), на конференции «EDucamp-2010: высшее образование будущего» (Кыргызстан, 2010 г.).

Публикации.

Основные научные результаты, полученные в диссертации опубликованы в 13-ти печатных работах, в том числе 2 статьи в соавторстве.

Структура и объем работы.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения – всего 127 страниц, а также списка литературы и приложения.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновывается актуальность темы диссертационной работы, сформулированы ее цели и задачи, научная новизна, практическая значимость полученных результатов, сформулированы основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе «Анализ основных этапов развития нейросетевых алгоритмов» приведен аналитический обзор основных этапов развития нейронных сетей; описаны основные алгоритмы обучения нейронных сетей; выявлены вычислительные проблемы, возникающие при синтезе алгоритма обратного распространения ошибки; обозначены перспективные направления исследований в этой области.

Во второй главе «Синтез алгоритмов настройки сигмоидальных функций активаций с адаптацией сигмоид» проводиться анализ особенностей сигмоидальных функций активаций в нейронных сетях. Проанализирована одна из наиболее распространенных в нейронных сетях нелинейная функция с насыщением логистическая функция или сигмоид рис. 1 функция S-образного вида:

, (1)

где - параметр наклона сигмоидальной функции активации.

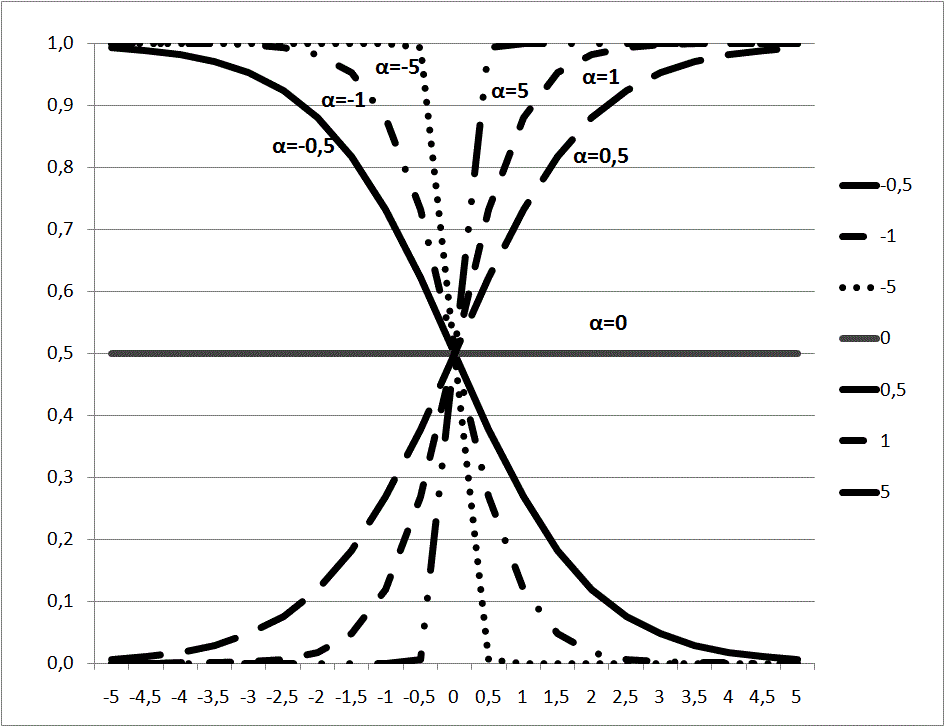
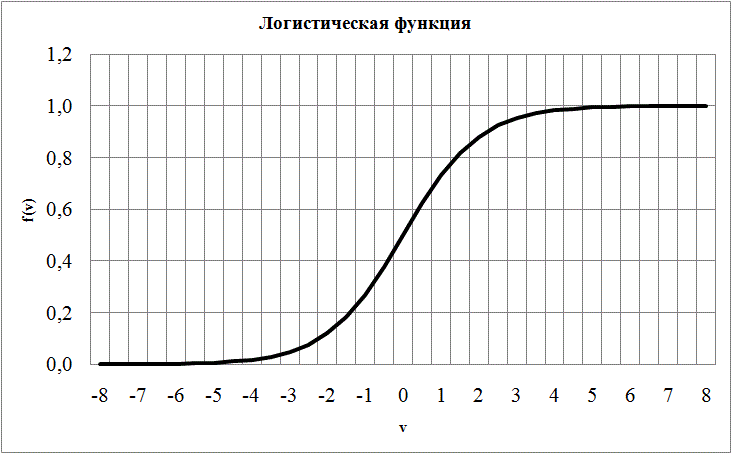


Рис. 1. Сигмод–логистическая функция Рис. 2. Сигмоидальная функция для

различных значений параметра .

На рис. 2 приведено семейство сигмоидальных функций активаций для различного значения параметра. Как видно на рис. 2 при уменьшении сигмоид становится более пологим, при вырождается в горизонтальную линию на уровне 0.5, при увеличении сигмоид приближается по внешнему виду к функции единичного скачка. Таким образом, выбор конкретного значения параметра полностью определяет вид сигмоидальной функции активации и обеспечивает, наряду с фиксированной топологией нейронной сети, ее конфигурацию.

Рассматривается алгоритм настройки сигмоидальной функции активации в алгоритме обратного распространения ошибки. Рассмотрим известный алгоритм обратного распространения ошибки. На рис. 3 изображен нейрон  на который поступает поток сигналов.

|  |
| --- |
| Рис. 3. Граф передачи сигнала в пределах некоторого нейрона |

Коррекция, применяемая к синаптическому весу, соединяющему нейроны  и , определяется следующим дельта – правилом:

, (2)

где - коррекция веса, - параметр скорости обучения, - локальный градиент, -входной сигнал нейрона . Значение локального градиента зависит от положения нейрона в сети:

* если нейрон - выходной, то градиент равен произведению производной на сигнал ошибки для нейрона.
* если нейрон - скрытый, то градиент равен произведению производной на взвешенную сумму градиентов, вычисленных для нейронов следующего скрытого или выходного, которые непосредственно связаны с данным нейроном .

Вычисление локального градиента для каждого нейрона многослойного персептрона требует знания производной функции активации , связанной с этим нейроном. Непрерывно дифференцируемой нелинейной функции активации, которая часто используется в многослойных персептронах, является сигмоидальная логистическая функция:

 , (3)

где - индуцированное локальное поле нейрона. Дифференцируя (3) по - получим:

 . (4)

Так как , то выражение (4) можно преобразовать к следующему виду:

, (5)

для нейрона , расположенного в выходном слое,. Отсюда локальный градиент нейрона можно выразить следующим образом:

, (6)

где - функциональный сигнал на выходе нейрона ,  - его желаемый сигнал. На рис. 4 показана передача сигнала, детально отражающий связь выходного нейрона со скрытым нейроном .

Для скрытого нейрона локальный градиент можно выразить:

 , (7)

где - количество нейронов в выходном слое.

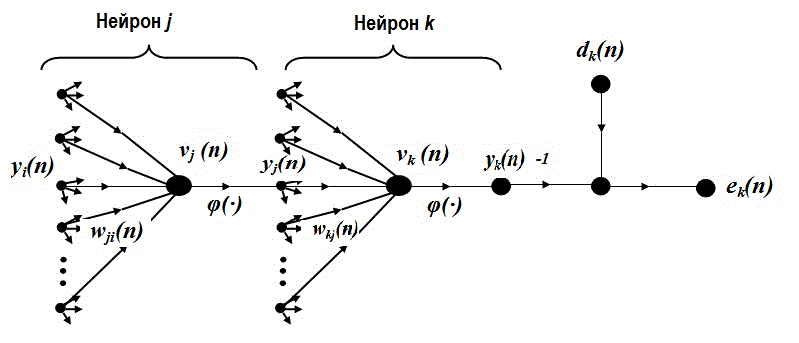


Рис. 4. Граф передачи сигнала от одного нейрона к другому нейрону

В работе предлагается настраивать параметр сигмоидальной функции активации для обучения алгоритмом обратного распространения.

Для этого рассмотрим сигмоидальную логистическую функцию активации, изменяемую по двум параметрам и . Будем считать, что параметр изменяется для каждого нейрона . Коррекция , применяемая к параметру сигмоидальной функции активации, соединяющему нейроны  и , будет определятся следующим дельта - правилом:

(8)

где - коррекция веса, - параметр скорости обучения, - локальный градиент, - входной сигнал нейрона . Значение локального градиента зависит от положения нейрона в сети

Тогда (3) примет следующий вид:

 , (9)

Дифференцируя (9) по , получим:

 , (10)

Так как , то выражение (10) можно преобразовать к следующему виду:

 , (11)

для нейрона , расположенного в выходном слое, . Отсюда локальный градиент нейрона можно выразить следующим образом:

 , (12)

где - функциональный сигнал на выходе нейрона , - его желаемый сигнал. Для скрытого нейрона локальный градиент можно выразить:

 (13)

где - количество нейронов в выходном слое.

В работе приводится пример, показывающий эффективность предлагаемого метода в сравнении с традиционным алгоритмом. Данный метод настройки параметра сигмоидальных функций активаций в алгоритме обратного распространения использовался для многих прикладных задач и показал существенное уменьшение времени обучения нейронной сети по сравнению с традиционной схемой.

Также в данной главе предлагается алгоритм настройки сигмоидальной функции активации в схеме наискорейшего спуска.

На рис. 5 нейрон работает под управлением вектора сигнала , производимого одним или несколькими скрытыми слоями нейронов, которые получают информацию из входного вектора, передаваемого начальными узлами нейронной сети. Под понимается номер шага итерационного процесса настройки синаптических весов нейрона . Выходной сигнал нейрона обозначается . Этот сигнал является единственным выходом нейронной сети. Он будет сравниваться с желаемым выходом . В результате получим сигнал ошибки . Граф, передачи сигнала выходного нейрона показан на рис.5.

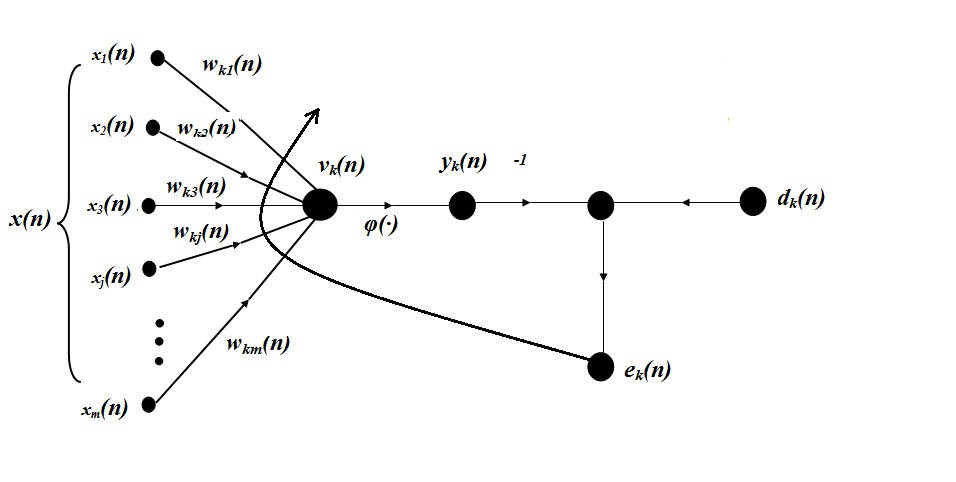


Рис. 5. Обучение, основанное на коррекции ошибок

(14)

Сигнал ошибки инициализирует механизм управления, цель которого заключается в применении последовательности корректировок к синаптическим весам нейрона Эти изменения нацелены на пошаговое приближение выходного сигнала к желаемому . Эта цель достигается за счет минимизации функции стоимости , определяемой следующим образом:

 , (15)

где, - текущее значение энергии ошибки. Пошаговая корректировка синаптических весов нейрона продолжается до тех пор, пока система не достигнет устойчивого состояния. В этой точке процесс обучения останавливается.

В работе предлагается настраивать параметр сигмодальной функции активации в алгоритме наискорейшего спуска. Предлагается корректировать данным методом не только весовые коэффициенты , но и параметр наклона сигмоидальных функций активаций нейронов. Введем обозначения:

 , (16)

Где блочный вектор, состоящий из двух векторов:- вектора весовых коэффициентов нейронной сети (его размер определяется топологией нейронной сети), - вектор коэффициентов наклона сигмоидальных функций активаций (его размер определяется количеством нейронов заданной топологии).



(17)



(18)

 (19)

Формально алгоритм наискорейшего спуска можно записать в следующем виде:

 , (20)

где *η* — положительная константа, параметр скорости обучения; — вектор градиента, вычисляемый в точке .

В работе рассматривается пример обучения многослойного персептрона двумя методами с настройкой сигмоидальной функции активации и традиционным способом на примере решения задачи логистической системы сложения «И», и было выявлено, что метод настройки сигмоидальной функции активации является механизмом, позволяющим повысить скорость обучения нейронной сети. Данный метод настройки параметра сигмоидальных функций активаций в алгоритме наискорейшего спуска использовался для многих прикладных задач и показал существенное уменьшение времени обучения нейронной сети по сравнению с традиционной схемой.

Таким образом, настройка сигмоидальной функции активации является инструментом повышения эффективности обучения нейронной сети при фиксированной ее топологии.

В третьей главе «Разработка адаптивной тестирующей системы с применением нейросетевых технологий» проанализированы принципы построения адаптивных тестирующих систем, взята за основу многошаговая стратегия проведения адаптивного тестирования рис. 6.

задание 1

задание 2(А)

задание 2(Б)

задание 2(В)

задание 3(А)

задание 3(Б)

Задание3(В)

Рис. 6. Многошаговая стратегия адаптивного тестирования (А-первый уровень сложности, Б-второй уровень сложности В-третий уровень сложности)

В главе рассматривается принцип работы нейросетевого конфигуратора, с детальным описанием процесса формирования тестового множества для обучения нейронной сети. Тестовое множество формирует один или группа экспертов, опыт которых желательно учесть при выявлении уровня испытуемого.

В результате разработанного алгоритма адаптивного тестирования и сформулированного принципа действия нейросетевого конфигуратора спроектирована система адаптивного тестирования.

В главе дано описание принципов работы алгоритма адаптивного тестирования знаний. Предлагается следующий алгоритм адаптивного тестирования.

1 шаг. Инициализация основных параметров тестирования:

* + определение количество этапов тестирования от 1до N;
  + определение количества вопросов в тесте на каждом этапе тестирования;
  + определение уровней сложности вопросов в тесте от 1до М.

2 шаг. Начальный этап тестирования. Из базы данных тестов формируется тест с вопросами; испытуемый отвечает на вопросы.

3 шаг. Полученные ответы сравниваются с эталонами в модуле оценки результатов тестирования.

4 шаг. Полученные результаты передаются в нейросетевой конфигуратор – модуль принятия решений о дальнейшем выборе уровня тестирования.

5 шаг. Второй и последующие этапы тестирования производятся по шагам 2-4.

6 шаг. Процесс тестирования завершается по прохождению испытуемым всех этапов тестирования.

7 шаг. Итоговой оценкой является результат последнего этапа тестирования.

На рис. 7 представлена общая структурная схема процесса адаптивного тестирования.

Процесс тестирования можно описать следующим образом. На начальной фазе тестирования испытуемому предлагается пройти первый этап. Вопросы данного этапа отражают фундаментальные знания по дисциплине, целью является выявление уровня подготовленности испытуемого. На вход нейронной сети подаются данные , результатом работы сети является предложение о повышении или понижении уровня сложности вопроса на следующем этапе. В процессе тестирования система переводит испытуемого с учетом его подготовленности с одного этапа тестирования на другой, повышая или понижая уровень сложности вопросов в тесте. Процесс тестирования завершается по прохождению испытуемым всех запланированных в тестировании этапов и подведением итоговой оценки.

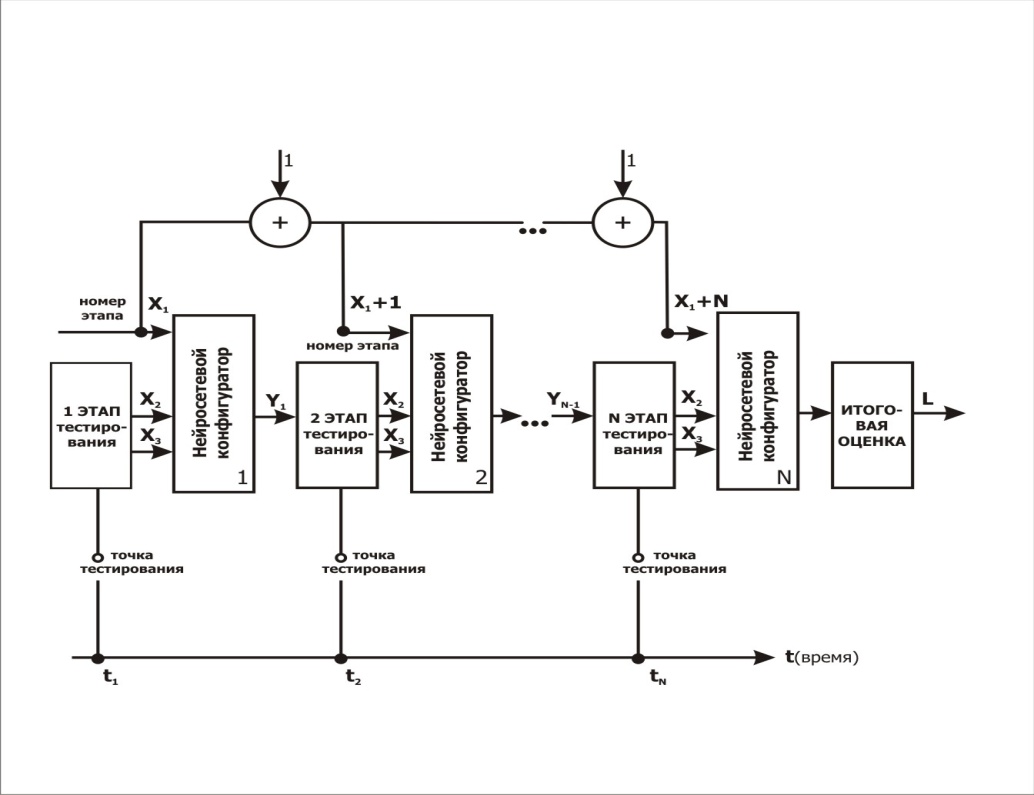


Рис. 7. Структурная схема процесса тестирования

( - номер этапа тестирования, -уровень сложности вопроса в тесте;- количество правильных ответов, набранных испытуемым после одного этапа тестирования; - выход нейронной сети с данными о повышении или понижении уровня сложности вопроса на следующем этапе тестирования испытуемого;- количество этапов тестирования в тесте; *L*-итоговая оценка испытуемого)

Для создания комплекса программ системы адаптивного тестирования выделены цели и задачи системы*.*

Разработанная система адаптивного тестирования знаний позволяет:

* использовать опыт и знания высококвалифицированных специалистов в процессе оценивания знаний;
* сократить время проведения тестирования;
* обеспечить индивидуальный подход к обучающимся в процессе оценки знаний;
* снизить фактор случайного угадывания при ответах;
* повысить точность оценивания знаний обучающегося;
* уменьшить вероятность возникновения ошибок при подсчете результатов тестирования и выведения итоговой оценки;
* сократить трудоемкость работы по обработке результатов тестирования;
* адаптировать тестовые задания к конкретному уровню обучающегося.

Структурно, разработанная система делиться на две подсистемы:

1. подсистема настройки и обучения нейросетевого конфигуратора, управляющего процессом адаптивного тестирования знаний.
2. подсистема автоматизации процесса тестирования.

В главе приводятся описание функциональных возможностей подсистем.

Подсистема настройки и обучения нейросетевого конфигуратора, управляющего процессом адаптивного тестирования знаний, позволяет:

* формировать алгоритм проведения адаптивного тестирования на основе опыта и знаний высококвалифицированных специалистов, экспертов;
* обучить и настроить нейронную сеть заданному алгоритму проведения адаптивного тестирования;
* сформировать нейросетевой конфигуратор на основе данных, полученных от обученной нейронной сети.

Подсистема автоматизации процесса тестирования позволяет:

* создавать, добавлять, редактировать, хранить информацию в базе данных пользователей системы (испытуемые, преподаватели, администратор);
* создавать, добавлять, редактировать, хранить информацию в базе данных тестов, используемых в системе;
* взаимодействовать с нейросетевым конфигуратором в процессе автоматизации тестирования;
* формировать отчеты результатов тестирования;
* экспортировать данные в табличный редактор Excel;
* создавать резервную копию базы данных.

В главе приведено обоснование выбора средств разработки программного комплекса. В качестве СУБД системы выбрана *MySQL Server*, подсистема настройки и обучения нейросетевого конфигуратора разработана в среде *Microsoft Visual Basic*, подсистема автоматизации процесса тестирования разработана по технологии клиент-сервер, с применением языков программирования *PHP, HTML, Java Script*. При оформлении пользовательского интерфейса использовались каскадные таблицы стилей *CSS* для верстки *web*-страниц. В качестве операционной системы допускается использование *MS* *Windows*, с установленным *web*-сервером *Apache*.

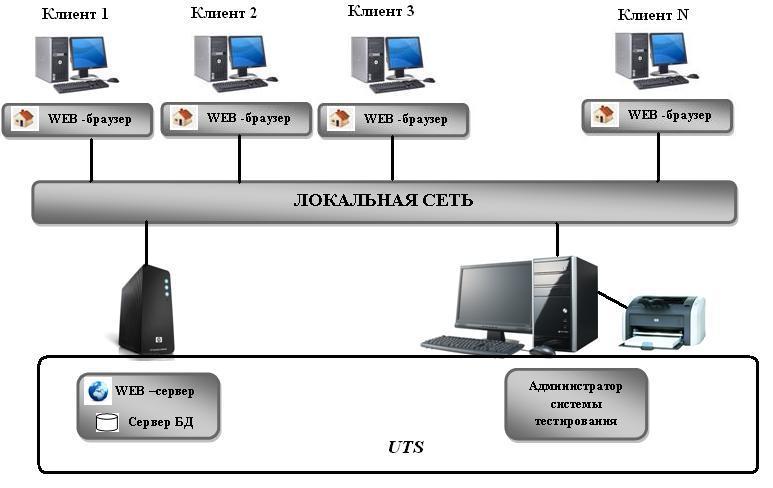


Рис. 8. Схема аппаратных средств

На рис. 8 приведено описание функциональной схемы взаимодействия аппаратных средств.

В четвертой главе «Применение разработанных моделей, алгоритмов и программного обеспечения для решения практических задач» излагается материал опытно-экспериментальной эксплуатации комплекса программ, описанного в предыдущей главе. Опытно-экспериментальная работа по использованию разработанного в рамках диссертационной работы программного обеспечения проводилась на базе кафедры «Компьютерные информационные системы и управление» Учебно-научного производственного комплекса «Международный университет Кыргызстана». В эксперименте приняли участие 70 студентов старших курсов, обучающихся по направлению 552800 «Информатика и Вычислительная техника», по дисциплине общеобразовательного блока «Банки данных».

В главе приведена методика проведения эксперимента. Знания испытуемых оценивались тремя различными способами:

1. сдача экзамена;
2. классическое тестирование;
3. адаптивное тестирование на базе нейросетевых технологий.

## Выделены следующие критерии оценивания действенности моделей проведения тестирования:

1. количество затраченного времени на проведение оценивания знаний испытуемых;
2. степень близости различных вариантов тестирования (классического и адаптивного) к эталонному результату, проведенного экспертом или группой экспертов классического экзамена.

На рис. 9 приведено итоговое время, затраченное на оценивание знаний испытуемых на выборке 70 чел. различными методиками. Как видно из диаграммы, показатель затраченного времени на проведение адаптивного тестирования в три раза меньше, чем на проведение тестирования классическим методом и приблизительно в семь раз меньше, чем на проведение экзамена.

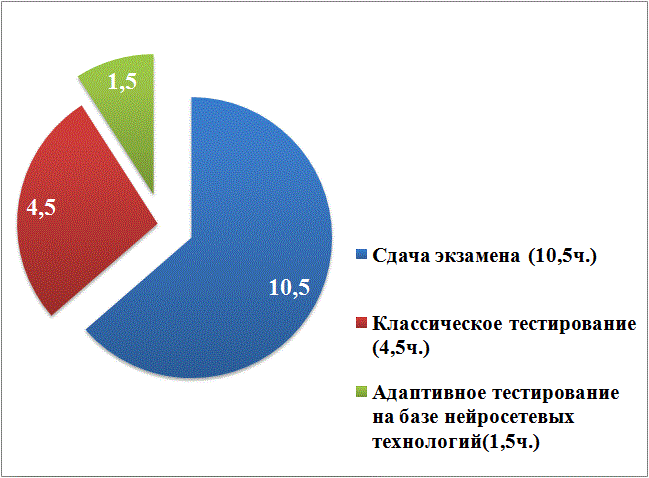


Рис. 9. Кумулятивное время затраченное на оцениваениезнаний испытуемых, различными способами на выборке 70 чел.

В работе был предложен критерий для оценки эффективности различных форм тестирования:

; (21)

. (22)

где , -количество испытуемых,- диапазон оценивания,, - средняя относительная ошибка классического тестирования, – средняя относительная ошибка адаптивного тестирования, - оценка эксперта *i*-му испытуемому, - оценка испытуемого при классическом тестировании, - оценка испытуемого при адаптивном тестировании.

В результате вычислений, средняя относительная ошибка адаптивного тестирования , а средняя относительная ошибка классического тестирования . Таким образом, анализируя соотношение можно сделать вывод, что второй критерий оценивания показал, что степень близости к эталонному результату, проведенного экспертом или группой экспертов классического экзамена, лучший результат у адаптивного тестирования.

В данной главе рассмотрены вопросы особенностей применения системы адаптивного тестирования знаний в ВУЗе и на производстве.

В приложении приведены акты практического внедрения данной системы.

ВЫВОДЫ

В результате проведенных научных исследований были получены следующие основные результаты:

1. Проанализированы особенности поведения сигмоидальных функций при обучении нейронных сетей. Выявлены дополнительные возможности влияния на механизм обучения нейронных сетей за счет адаптации сигмоид.
2. Разработаны методы настройки сигмоидальных функций активации для алгоритмов обратного распространения ошибки и наискорейшего спуска.
3. На основе проведенного анализа принципов построения тестирующих систем, разработан алгоритм проведения адаптивного тестирования знаний с использованием нейросетевого конфигуратора.
4. Предложена функциональная схема и определена архитектура системы адаптивного тестирования с применением нейросетевого конфигуратора. Выделены и описаны цели и задачи системы адаптивного тестирования знаний.
5. Разработан алгоритм функционирования нейросетевого конфигуратора, управляющий процессом адаптивного тестирования. Обучение нейронных сетей в архитектуре нейросетевого конфигуратора реализовано с помощью разработанных методов и алгоритмов.
6. Разработан комплекс программ адаптивного тестирования знаний. Предложенная система является универсальной и более эффективна по сравнению с традиционными схемами тестирования. Система позволяет использовать опыт и знания высококвалифицированных специалистов в процессе оценивания, а также позволяет адаптировать тестовые задания к конкретному уровню обучающегося.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Савченко, Е.Ю. Настройка сигмоидальных функций активаций в нейронных сетях [Teкст] / Е.Ю. Савченко, Е.Л. Миркин // Проблемы автоматики и управления. -2009.- №2.- С.74-80.
2. Савченко, Е.Ю. Актуальность выбора архитектуры нейронной сети для решения задачи адаптивного тестового контроля [Teкст] / Е.Ю. Савченко; КГТУ им. Разакова // Телекоммуникационные и информационные технологии. : состояние и перспективы развития : материалы междунар. конф. - Бишкек, 2008.- С.334-341.
3. Савченко, Е.Ю. Актуальность выбора архитектуры нейронной сети для решения задачи адаптивного тестового контроля [Teкст] / Е.Ю. Савченко //Вестник МУК.- 2008.- № 2(17).- С.85-90.
4. Савченко, Е.Ю. Аспекты разработки адаптивной тестирующей системы [Teкст] / Е.Ю. Савченко // Проблемы автоматизации, управления, экономики и подготовки кадров для современных производств: материалы междунар. конф.- СПб., 2008.-С. 171-174.
5. Савченко, Е.Ю. Инновационные подходы к использованию нейросетевых технологий для решения задач адаптивного тестового контроля знаний [Teкст] / Е.Ю.Савченко // Инновационная деятельность /Сарат. гос. техн. ун-т.- 2009.- №3(8).-С.61-67.
6. Савченко, Е.Ю. Использование технологий нейронных сетей для реализации алгоритма адаптивного тестирования [Teкст] / Е.Ю. Савченко //Материалы второй Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием «Тестирование в сфере образования: проблемы и перспективы развития» /Ин-т доп. проф. образования, повышения квалификации и переподг. спец. ; Ассоциация «Сиб. технол. ун-т» (Россия).- Красноярск, 2009.-С.192-195.
7. Савченко, Е.Ю. Настройка сигмоидальной логистической функции активации в алгоритме обратного распространения [Teкст] / Е.Ю. Савченко, Ж.А. Мусакулова // Проблемы автоматики и управления.-2010.- №1. Материалы междунар. конф. «Проблемы управления и информационных технологий».- С.241.-245.
8. Савченко, Е.Ю. Описание алгоритма обучения нейронной сети , реализованного средствами MICROSOFT VISUAL BASIC 6.0. [Teкст] / Е.Ю. Савченко // «Известия» / КГТУ им. Разакова. - 2008.- №14.-С.142-147.
9. Савченко, Е.Ю. Описание принципов построения адаптивных тестирующих систем [Teкст] / Е.Ю.Савченко // Высшее образование в Кыргызской Республике.-2009.- №3(5).- С.37-39.
10. Савченко, Е.Ю. Перспективы использования компьютерных адаптивных систем тестирования в образовательных учреждениях [Teкст] /Е.Ю.Савченко // Вестник МУК.- 2008.- № 1(16).- С.115-117.
11. Савченко, Е.Ю. Применение нейронных сетей для решения задач адаптивного тестового контроля знаний [Teкст] / Е.Ю. Савченко // Проблемы автоматики и управления / Ин-т автоматики НАН КР.- 2008.- С.210-216.
12. Савченко, Е.Ю. Разработка универсальной тестирующей оболочки для системы адаптивного тестирования [Teкст] / Е.Ю.Савченко // Проблемы автоматики и управления / Ин-т автоматики НАН КР.- 2008.- №2.- С.134-138.
13. Савченко, Е.Ю. Реализация алгоритма адаптивного тестирования с использованием технологии нейронных сетей [Teкст] / Е.Ю. Савченко //Материалы 10-ой Всерос. науч.-техн. конф. «Теоретические и прикладные вопросы современных информационных» (Россия) Улан-Удэ, 20-26 июля.- Улан-Удэ, 2009.-Ч.2.- С.392-396.

РЕЗЮМЕ

диссертации Савченко Елены Юрьевны на тему «Разработка и исследование алгоритмов обучения нейронных сетей для задач адаптивного тестирования» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации

Ключевые слова: нейронные сети, нейрон, весовые коэффициенты, сигмоидальная функция активации, адаптивное тестирование, тест, нейросетевой конфигуратор.

Цель работы. Заключается в разработке и исследовании алгоритмов обучения нейронных сетей для задач адаптивного тестирования.

Полученные результаты. Проведен анализ существующих алгоритмов обучения нейронных сетей, осуществлен анализ особенностей сигмоидальных функций активаций в нейронных сетях, разработаны новые методики настройки сигмоидальных функций активаций в алгоритмах обучения нейронных сетей, разработан алгоритм адаптивного тестирования на основе анализа принципов построения адаптивных тестирующих систем, разработан нейросетевой конфигуратор, управляющий процессом адаптивного тестирования знаний. Разработан комплекс программ, реализующий алгоритмы адаптивного нейросетевого тестирования для прикладных задач.

ANNOTATION

Savchenko Elena Yurievna on "Research and development of algorithms for training neural networks for adaptive testing tasks" for the degree of candidate of technical sciences, specialty 05.13.01-system analysis, management and information processing

Key words: neural networks, neuron weights sigmoid activation function, adaptive testing, test, neural network configurator.

Purpose. This consists of development and study of algorithms for training neural networks for adaptive testing tasks.

The results obtained. The analysis of existing learning algorithms of neural networks, made an analysis of the features of sigmoidal activation functions in neural networks, developed new methods of setting sigmoidal activation function in neural networks learning algorithms, the algorithm of adaptive testing based on an analysis of the principles of adaptive testing systems, is designed neural network configurator, managing the process adaptive testing knowledge. A set of programs that implements the algorithms of adaptive neural networks for testing applications.

РЕЗЮМЕСИ

Савченко Елена Юрьевнанын 05.13.01 Системалык анализ, башкаруу жана маалыматты иштетүү адитсиги боюнча: «Нейрон желелеринин алгоритмдерин окутууда адаптивдүү тестирлөө үчүн маселелерин иштеп чыгуу жана изилдөө» - деген темада техника илимдериринин кандидаты деген даражаны алуу үчүн талаптанууга болгон

Негизги сөздөр: нейрон желелери, нейрон, оордук коэфициенттери, активтештирүүнүн сигмоидалдуу функциясы, адаптивдүү тестирлөө, тест, нейрожеленин конфигуратору.

Иштин максаты: нейрон желелеринин окутуу алгоритмдеринин адаптивтүү тестирлөө маселелерин изилдө жана иштеп чыгуу.

Алынган жыйынтыктар: Мурда белгилүү болгон нейрон желелеринин окутуу алгоритмдеринин анализдөөсү жүргүзүлгөн, сигмоидалдык активация функциясынын өзгөчөлүктөрүнүн изилдөөсү жүргүзүлгөн, нейрон желелеринин окутуу алгоритмдеринин сигмоидалдык функциясынын күүгө келтирүүнүн жаӊы методикалары иштелип чыккан, адаптивтүү тестирлөө системаларынын принциптеринин анализдеринин негизинде, адаптивтүү тестирлөө алгоритмдери иштелип чыккан, билимдин адаптивтүү тестирлөө процессин башкаруу үчүн, нейрожеле конфигуратору иштелип чыккан. Адаптивтүү нейрожеле алгоритмдерин колдонмо маселелерди тестирлөөнү ишке ашыруу боюнча, комплекстүү программалар иштелип чыккан.

Подписано к печати: 21 декабря 2011 г. Формат 60 х 84 / 16

Бумага офс. Объем 1 п. л. Тираж 100 экз. Заказ 342

Издательство КРСУ: 720000, г. Бишкек, ул. Киевская, 44