

Интеллектуальная составляющая автоматизированной системы обучения CATS

Попова Юлия Борисовна
доцент, канд. техн. наук, доцент кафедры «Программное обеспечение
информационных систем и технологий»
Белорусский национальный технический университет
пр. Независимости, 65, г. Минск, Беларусь, 220013, + 375(17)293-95-64
julia_popova@mail.ru

Аннотация

В данной работе рассматривается новая автоматизированная система обучения, получившая название CATS (Care About The Students). Предлагаемая система покрывает все составляющие компоненты учебного процесса, позволяет наблюдать за успеваемостью и процессом изучения учебного материала студентами, проверять выполненные задания на плагиат. Система CATS внедрена в учебный процесс на кафедре ПОИСиТ БНТУ и активно используется для подготовки инженеров-программистов. Интеллектуальная составляющая в обучающей системе CATS позволит создавать уникальную программу обучения, которая будет отталкиваться от имеющихся знаний и уровня восприятия учебного материала обучающимся. В качестве математических методов предлагается использовать анализ экспертных систем, а также искусственные нейронные сети. Формализовав интеллектуальные процессы, которые осуществляют как преподаватель, так и обучающийся, можно автоматизировать определенную часть функций преподавателя, сократить затраты на ручной труд, что позволит более просто осуществлять контроль за учебным процессом, а также сделать процесс обучения более эффективным.

This paper discusses a new automated learning management system, called CATS (Care About The Students). The proposed system covers all the components of the educational process, allows you to monitor the performance and the process of studying the educational material by students, to check the completed tasks for plagiarism. The CATS system has been introduced into the educational process at the department of Information Systems Software and Technology of the BNTU and is actively used to train software engineers. The intellectual component in the CATS training system will allow you to create a unique training program that will build on existing knowledge and level of perception of educational material by students. As a mathematical method, it is proposed to use the analysis of expert systems, as well as artificial neural networks. By formalizing the intellectual processes that both the teacher and the student carry out, it is possible to automate a certain part of the teacher's functions, reduce the cost of manual labor, which will make it easier to monitor the learning process, and also make the learning process more efficient.

Ключевые слова

LMS, автоматизированная система обучения, интеллектуальная обучающая система, обучающая система CATS, автоматизация обучения
LMS, automated learning system, intelligent learning system, CATS learning system, learning automation

Введение

На сегодняшний день электронное обучение используется повсеместно, реализуя технологию непрерывного образования. Наличие спроса на системы управления обучением (англ. Learning Management System, LMS), естественно, рождает множество предложений, создавая проблему выбора наилучшей. Классификация таких систем, а также их сравнительный анализ приведены в [1]. По данным команды Edutechnica [2], самыми распространенными в мире являются Blackboard, Moodle и Canvas. Вследствие специфики системы образования, отличающегося от более индивидуального западного, а также по стоимостным характеристикам, в высших учебных заведениях Республики Беларусь наибольшее распространение получили системы Moodle, Прометей, e-University (нынешнее название e-Uni) и SharePointLMS. Системы Прометей, e-University и SharePointLMS являются платными разработками и обладают одинаковыми недостатками: высокой стоимостью и отсутствием гибкости, т.е. купленный продукт является «вещью в себе» и не подлежит модификации, а лишь за дополнительную плату. Принимая во внимание недостатки имеющихся платных и бесплатных систем управления обучением, а также желая учесть собственную специфику, многие учебные заведения прибегают к их самостоятельной разработке либо делают индивидуальные заказы. Так поступили в Harvard University и Massachusetts Institute of Technology (США), в Российском экономическом университете им. Г.В. Плеханова, в Высшей школе экономики (НИУ ВШЭ, Россия), в Санкт-Петербургском государственном медицинском университете им. акад. И.П. Павлова и во многих других. Можно отметить, что в последнее время наметилась тенденция на такие заказы, поскольку готовые системы, хотя и претендуют на термин «универсальность», однако не всегда его реализуют.

Одной из основных тенденций в разработке автоматизированных обучающих систем является их интеллектуализация, т.е. способность системы адаптировать уровень представления учебного материала к индивидуальным способностям и возможностям обучаемого. В связи с этим актуальной является задача выявления основных составляющих интеллектуальных обучающих систем и их дальнейшая программная реализация.

Руководствуясь преимуществами электронного обучения и наметившимися направлениями в нем, на кафедре программного обеспечения информационных систем и технологий (ПОИСиТ) факультета информационных технологий и робототехники (ФИТР) Белорусского национального технического университета (БНТУ) разработана, используется и постоянно совершенствуется собственная система управления обучением [3-6]. В настоящее время актуальна уже третья версия системы, размещенная в сети Интернет по адресу [<http://educats.by>]. Данная версия системы получила название CATS (англ., Care About The Students) по результатам проведенного среди студентов кафедры конкурса на лучшее название.

Анализ состояния вопроса

В [8] обучающие программы предлагается считать интеллектуальными, если они способны:

- генерировать учебные задачи;
- решать задачи, предъявляемые обучаемому, используя методы представления знаний об изучаемой дисциплине;
- определять стратегию и тактику ведения диалога;
- моделировать состояние знаний обучаемого;
- самообучаться на основе анализа результатов взаимодействия с обучаемыми.

Описанию, анализу и классификации интеллектуальных обучающих систем (ИОС) посвящено множество отечественных и зарубежных исследований [8-16]. Одна

из классификаций систем в соответствии с их типом и назначением приведена в табл. 1.

Таблица 1

Типология интеллектуальных обучающих систем [8].

Тип ИОС	Состав	Назначение
Консультационная	Учебная среда Объяснение	Консультации при решении задач и поиске учебной информации
Диагностирующая	Решатель задач Диагностика Модель учащегося	Диагностика ошибок при решении задач
Управляющая	Решатель задач Диагностика Управление обучением Модель обучаемого	Обучение понятиям и умениям (навыкам) на основе моделирования знаний обучаемого
Сопровождающая	Инструментальная система Диагностика Управление обучением Модель пользователя	Слежение за поведением пользователя и помощь при ошибочных или нерациональных действиях

Как следует из таблицы выше, каждый последующий вид интеллектуальной обучающей системы является расширением предыдущего. Например, диагностирующая ИОС улучшила интерфейс средствами, позволяющими учащемуся использовать компьютер для самостоятельного решения задач, применяет модель обучаемого, фиксирующую его знания и умения при решении задач данного типа, реализует методы диагностики ошибок учащегося в виде экспертной системы. Управляющая система является расширением диагностирующей ИОС знаниями о целях функционирования системы и стратегиях обучения. Сопровождающая система предназначена для слежения за деятельностью пользователя и оказания ему помощи при обнаружении ошибочных или нерациональных действий.

В [17] ИОС рассматриваются как системы, которые состоят из четырех основных блоков:

- эксперт по предметной области;
- анализатор действий обучающегося;
- педагог;
- интерфейс.

Исходя из модели обучаемого, педагог определяет текущую цель обучения, наблюдает за действиями обучаемого, используя модуль интерфейса. Далее анализатор действий обучаемого уточняет модель обучаемого и выполняется следующий цикл работы. Примеры таких систем приведены в [11].

В [9] приведены основные качества, которыми обладают ИОС нового поколения:

1. Создание ИОС позволяет осуществить переход от обучения, управляемого только системой, к обучению, управляемому как системой, так и обучаемым.

2. Система становится способной самостоятельно решать те задачи (отвечать на те вопросы), решению которых она должна научить обучаемого. Благодаря этому появляется возможность более качественного консультирования и более глубокого анализа ответов обучаемого при тестировании и существенного упрощения подготовки тестовых задач.

3. В ИОС появляется возможность более полного анализа усвоения материала и психофизического состояния обучаемого и, как следствие, более адекватной реакции системы.

4. В системах данного класса более полно используется арсенал современной дидактики, т.е. более эффективно осуществляется процесс управления обучением.

5. В ИОС нового поколения повышается уровень интерфейса, происходит приближение его к естественному языку, что значительно облегчает для пользователя процесс диалога с системой.

В [15] определено, что современные интеллектуальные обучающие системы позволяют реализовать процесс обучения с помощью, динамически развивающейся базы знаний, с учетом оптимального варианта обучения для каждого обучаемого, при наличии автоматизированного учета и анализа получаемой информации, поступающей в базу данных. В большинстве своем ИОС – это высокоструктурированные системы для обучения, в которых определяется программным образом формат обучения, возможности и формы деятельности обучаемого, реализуется постепенное приближение к поставленной цели обучения. В [16] к основным этапам работы ИОС относят построение курса обучения и поддержку в решении задач.

Целью этапа построения курса обучения является предоставление обучаемому наиболее подходящей для него, унифицированной последовательности блоков знаний для изучения, а также последовательности заданий (примеров, вопросов, задач и т. д.) для практических занятий. Различают следующие виды построения последовательностей: активные и пассивные [16]. Активное построение последовательности предусматривает наличие активной цели обучения, т.е. наличие определенного подмножества понятий для овладения. Подобные системы с активной последовательностью могут создать наиболее приемлемый индивидуальный путь для достижения целей обучения. Пассивная последовательность не требует активной цели и включается в процесс, когда пользователь не способен решить поставленную задачу или ответить на вопрос корректно.

Поддержка и помощь в решении задач обычно рассматривается как основная характеристика систем ИОС. Как правило, выделяют три способа поддержки в решении задач: интеллектуальный анализ решений обучаемого, интерактивная поддержка в решении задач и поддержка в решении задач на примерах [16]. Эти способы предназначены для того, чтобы помочь студенту в процессе решения поставленной задачи, однако их реализация происходит по-разному.

Интеллектуальный анализ решений обучаемого работает с итоговыми ответами на задачи. В процессе анализа решенной задачи система должна оценить верность и корректность решения и по возможности определить, какие пробелы в знаниях повлекли за собой ошибку, и как эти пробелы можно закрыть. Интеллектуальные анализаторы решений могут предоставлять обучаемым обратную связь и обновлять модель обучаемого.

Интерактивная поддержка в решении задач предоставляет при необходимости интеллектуальную помощь обучаемому в процессе решения задачи. Уровень поддержки может отличаться в зависимости от сложности задания и модели обучаемого. Системы, в которых используется подобный способ, наблюдают за действиями обучаемых, анализируют их и используют полученные данные для принятия решения о необходимости помощи такими способами, как, например, советы, подсказки или сообщения о неверно сделанном в процессе решения шаге.

Поддержка в решении задач на примерах предоставляет возможность обучаемым решать задачи без акцентирования внимания на их ошибках, предлагая примеры схожих задач, успешно решенных ими ранее.

Таким образом, интеллектуальные обучающие системы реализуют адаптивность к модели обучаемого, а также к образовательному контенту.

Математические методы, применяемые в интеллектуальных обучающих системах

При реализации процесса адаптации в интеллектуальных обучающих системах одним из важнейших моментов является выбор математических методов. Анализ литературных источников позволил выделить 4 категории методов, применяемых в ИОС.

Первая категория включает методы, основанные на теории экспертных систем и реализующие построение хода курса обучения наряду с интеллектуальным анализом результата опроса обучаемого [18]. Плюсом использования таких методов при разработке ИОС является предоставление большого круга способов анализа действий, осуществляемых экспертными системами. К минусам можно отнести сложность наполнения базы знаний и регулировки параметров экспертной системы.

Вторая категория представляет собой математические методы, использующие теорию нечетких множеств и нечеткой логики [19]. ИОС, в которых применяются такие методы, зачастую реализуют технологию построения последовательности курса обучения. Основной особенностью таких ИОС является адаптивность процесса построения курса обучения с учетом неопределенности уровня знаний обучаемого. К недостаткам таких систем можно отнести сложность в выборе параметров алгоритмов нечеткой логики.

К третьей категории были отнесены методы на основе статистических подходов для решения задачи классификации, например, разбиение обучающихся на кластеры в зависимости от уровня предварительной подготовки [20].

Четвертая категория объединяет методы, основанные на теории эволюционных алгоритмов (генетические алгоритмы, искусственные нейронные сети и т.д.). Основной используемой технологией здесь является интеллектуальный анализ ответов обучаемого. К особенностям таких систем относят их широкое применение в задачах адаптивного контроля знаний [21]. В качестве недостатка выступает отсутствие единого способа обоснования принимаемых решений в искусственных нейронных сетях, и проблема сходимости генетических алгоритмов.

В данной работе приведем описание методов первой и четвертой категорий, указанных выше, для интеллектуализации обучающей системы CATS [3-6].

Описание функциональных возможностей обучающей системы CATS

Автоматизированная система обучения CATS реализована в виде веб-приложения с клиент-серверной архитектурой с использованием паттерна MVC (англ., Model – View – Controller) и стеком технологий AngularJS, ASP.NET, MS SQL Server. С точки зрения функциональных возможностей предлагаемая система поддерживает работу в 4 ролях: администратор, преподаватель, студент и наблюдатель. Рассмотрим более подробно возможности работы в каждой роли, принимая во внимание, что первые три подлежат аутентификации.

Для администратора системы доступны следующие функциональные возможности:

- создание\редактирование\удаление студенческих групп, преподавателей, студентов;
- сброс пароля пользователям (данная функциональность необходима для случаев, когда пользователь системы забыл свой пароль доступа);
- обмен сообщениями с пользователями;
- поиск, сортировка пользователей;

- просмотр статистики посещения системы пользователями (данная функциональность позволяет отслеживать дату и время аутентификации в систему студентами и преподавателями).

В роли преподавателя возможны следующие функциональности:

- создание\редактирование\удаление предметов;
- формирование предмета из предлагаемых блоков: новости, лекции, практические занятия, лабораторные работы, хранилище файлов с учебными материалами для скачивания, курсовые проекты, тестирование знаний, электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК);

- прикрепление групп к предметам, разделение студентов на подгруппы (если требуется для лабораторных работ);

- организация проведения лекционных и практических занятий с прикреплением заданий и требуемых материалов, ведением электронного журнала, формированием графика защиты работ, расчета рейтинговой оценки по предмету;

- проверка присланных работ на плагиат, вследствие сравнения их с работами, хранящимися в архиве текущего и прошлых семестров [4]. Поиск заимствованных работ реализован как для каждой отдельной присланной работы обучающегося, так и для всей группы сразу посредством применения кластерного анализа текстовой информации;

- формирование тестов для контроля и самоконтроля знаний студентов (предусмотрены вопросы, имеющие один правильный вариант ответа, несколько правильных вариантов ответа, вопросы на последовательность и ввод правильного ответа с клавиатуры), организация проведения автоматизированного тестирования, ведение статистики результатов пройденных тестов;

- организация курсового и дипломного проектирования, назначение\подтверждение тем проектов, автоматическая генерация листов заданий к проектам с последующим экспортом в редактор MS Word, формирование графиков консультаций и процентов выполнения;

- использование SCO- и Tin Can-объектов, созданных по технологиям SCORM и Tin Can Api в других системах управления обучением [5, 22];

- создание ЭУМК с автоматическим формированием учебной карты и возможностью вставки графической информации, аудио, видео, анимации, а также со встроенным модулем для мониторинга процесса изучения предлагаемого материала студентами;

- обмен сообщениями с пользователями системы (администратором, преподавателями и студентами);

В роли студента доступен следующий набор функциональности:

- просмотр\скачивание всей предоставленной информации (расписания занятий, новостей и заданий по учебным дисциплинам);

- изучение учебно-методических материалов в ЭУМК, включая режим самообучения;

- прохождение тестов для контроля знаний и самообучения;

- отправление отчетов по лабораторным и практическим работам на защиту;

- выбор тем для курсового и дипломного проектирования, отслеживание процентов выполнения проектов;

- просмотр SCO- и Tin Can-объектов, прохождение встроенных в них тестов;

- обмен сообщениями с преподавателями и администратором;

В роли наблюдателя реализована, так называемая, функциональность «родительский контроль», позволяющая родителям студентов, работникам деканата и кафедры посмотреть интересующую их информацию о результативности учебного процесса: количество пропущенных занятий студентами, количество защищенных работ, оценки за тесты, рейтинговые оценки студентов и др. Для этого не надо проходить авторизацию в системе, а лишь ввести номер интересующей группы.

Интеллектуальное обучение в автоматизированной системе CATS взаимодействует с двумя программными модулями: электронный учебно-методический комплекс и модуль для тестирования знаний. В ЭУМК можно создавать электронный учебник, разбивая его на отдельные темы для изучения, добавляя файлы формата PDF, видео- и аудиозаписи. В модуле для тестирования знаний создаются тесты, вопросы которых связываются с темами из ЭУМК. Данные для обучения хранятся в базе данных (БД) и приведены на рис. 1.



Рис. 1. Физическая модель базы данных обучающей части системы CATS

База данных, приведенная выше, состоит из следующих таблиц:

- Answers содержит поле-идентификатор ответа на вопрос, идентификатор вопроса, идентификатор верного ответа, а также содержимое ответа, если его необходимо вводить с клавиатуры;
- Tests содержит поле-идентификатор теста, его название, описание, время на выполнение, идентификатор учебного предмета, для которого составлен тест, количество ответов в тесте, тип теста (для контроля знаний или для самообучения);
- Subjects содержит поле-идентификатор учебного предмета, его название, аббревиатуру, возможность для архивации и цвет;
- AnswerOnTestQuestions содержит поля с данными об ответах студента на вопросы теста;

- Questions содержит вопросы для теста: идентификатор вопроса, идентификатор теста, текст вопроса, задание к вопросу, сложность вопроса, тип вопроса;
- Concept содержит данные об учебных материалах: идентификатор концепта, его название, вложенность, идентификатор ЭУМК, указание на следующий и предыдущие концепты, идентификатор предмета, указание на доступность и опубликованность, идентификатор автора-создателя, идентификаторы для связи с практическими и лабораторными работами;
- TestPassResults хранит результаты прохождения тестов студентами;
- Users хранит данные о пользователях системы;
- Students хранит данные о студентах.

Варианты интеллектуализации обучающей системы CATS

Для реализации идеи интеллектуальной составляющей автоматизированной системы CATS было апробировано 2 алгоритма, относящихся к первой и четвертой категориям математических методов, описанных выше.

Алгоритм 1. В начале работы с ЭУМК студенту предлагается пройти предтест, вопросы которого связаны с концептами, подразделами и разделами этого учебно-методического комплекса. После окончания теста система анализирует вопросы, отвеченные студентом неверно, и предлагает ему один из материалов для изучения, по которому имеются пробелы в знаниях. Затем предлагается пройти тест по этой теме. При успешном прохождении теста система предлагает следующий неизученный материал и тест по нему, в противном случае материал предлагается прочитать еще раз. Так происходит до тех пор, пока студент не изучит все требующиеся темы и не ответит правильно на все вопросы тестов.

Алгоритм 2. Здесь идея интеллектуальной составляющей автоматизированной системы CATS состоит в применении искусственной нейронной сети (ИНС) к конкретному учебному материалу, чтобы по окончании изучения курса или его отдельной темы обучающийся мог без участия преподавателя определить не только свой уровень знаний, проходя тесты, но и получить определенные рекомендации, какой материал необходимо изучить дополнительно вследствие конкретных пробелов в изучаемых вопросах. Для решения описанной задачи была выбрана автоматически генерируемая искусственная нейронная сеть. Количество входов зависит от количества вопросов, на которые должен ответить обучающийся. Количество выходов зависит от количества тем, к которым относятся вопросы выбранного для прохождения теста. Внутренний (скрытый) слой искусственной нейронной сети определяется количеством входных нейронов, разделенным на 2. Количество скрытых слоев зависит от количества входов (рис. 2). Чем больше скрытых слоев в ИНС, тем лучше может быть обучена искусственная нейронная сеть, тем распределение данных будет равномернее. Таким образом, все вопросы теста являются обучающей выборкой, генерация которой происходит после нажатия преподавателем на соответствующую кнопку. Обучающая выборка отправляется на обработку в блок создания и обучения искусственной нейронной сети определенного размера в зависимости от исходных данных.

Обучение искусственной нейронной сети происходит методом обратного распространения ошибки [23]. На первоначальном этапе идет настройка системы, определение количества итераций обучения и значений ошибки. Поэтому обучение, как правило, проводится несколько раз с корректировкой этих параметров.

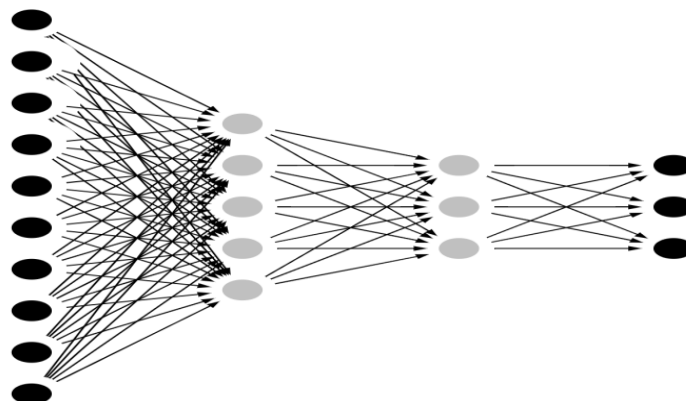


Рис. 2. Графическое изображение искусственной нейронной сети для 10 вопросов по 3 темам изучаемого курса

На следующем этапе происходит проход сети с использованием входных данных для обучения. Результатом прохода являются выходные данные, на основе которых будет происходить дальнейшая корректировка весов. Затем начинается проход ИНС в обратном направлении и расчет ошибки, на основе которой происходит корректировка весов. Алгоритм работает до тех пор, пока не будет достигнут приемлемый уровень ошибки, либо не закончены все итерации.

Анализ и оценка разработки

Апробация программной реализации первого алгоритма проходила для четырех тем учебной дисциплины «Тестирование и отладка программного обеспечения», для которой был создан предтест с вопросами, связанными с темами ЭУМК, а также четыре теста для проверки знаний по каждой отдельной теме (рис. 3).

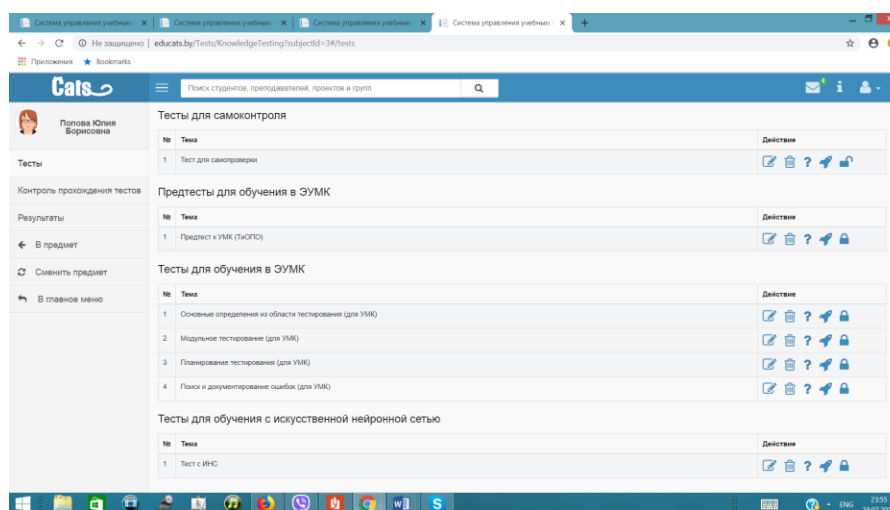


Рис. 3. Копия экрана тестов по учебной дисциплине «Тестирование и отладка программного обеспечения»

Пример результатов прохождения предтеста приведен на рис. 4, где видно, что на 50% вопросов отвечено неверно. Такой результат говорит о необходимости изучения всех тем, поэтому после нажатия на линк «Вернуться к ЭУМК» будут предложены материалы по первой теме и тест по ней. В случае верных ответов на все вопросы произойдет переход ко второй теме и т.д. В противном случае система предложит повторно изучить учебные материалы и еще раз пройти тест. Процесс будет продолжаться до получения верных ответов. Таким образом, верные ответы на все вопросы по изучаемым темам будут являться доказательством, что темы изучены.

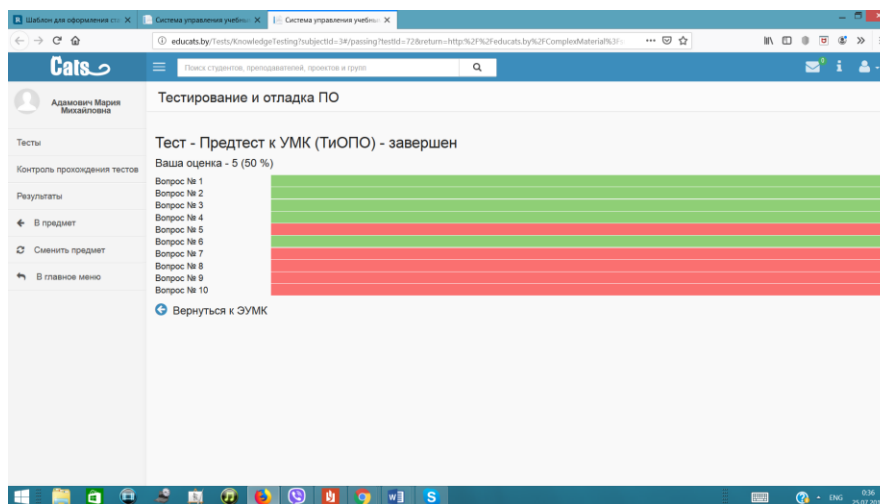


Рис. 4. Копия экрана результатов прохождения предтеста

Апробация программной реализации второго алгоритма, описанная в [23], имитировала следующие ситуации работы искусственной нейронной сети:

- на все вопросы теста отвечено верно – в этом случае система выдавала результат, что все темы ЭУМК изучены, ничего повторять не надо;
- на все вопросы теста отвечено неверно – в данном случае автоматизированная система CATS предлагала заново изучить все темы ЭУМК;
- только на часть вопросов получены верные ответы – в таком случае обучающая система выдавала результат в зависимости от правил обучающей выборки и сложности вопросов.

На рис. 5 приведен фрагмент теста для проверки знаний простейших арифметических операций, на котором пользователь отвечает на вопрос №8. Зелено-красная полоса внизу рисунка показывает, на какие вопросы были получены верные и неверные ответы до текущего момента. Для ответа обучающемуся необходимо выбрать один из предлагаемых вариантов и нажать кнопку «Ответить». Также имеется возможность пропустить вопрос, нажав на кнопку «Пропустить», и вернуться к нему позже.

После ответов на все вопросы открывается окно с результатами теста и работы искусственной нейронной сети. Для описываемого примера результаты приведены на рис. 6, где показано, что темы «Сложение» и «Вычитание» подлежат повторному изучению с оценкой сети около 0.99, а тема «Сложные арифметические операции» достаточно изучена, поскольку на вопросы этой темы были получены все правильные ответы.

Таким образом, разработанная ИНС позволила автоматически определять степень усвоения обучающимся той или иной темы учебного материала и выдавать рекомендации по повторному обучению, не прибегая к полному анализу результатов тестирования преподавателем вручную.

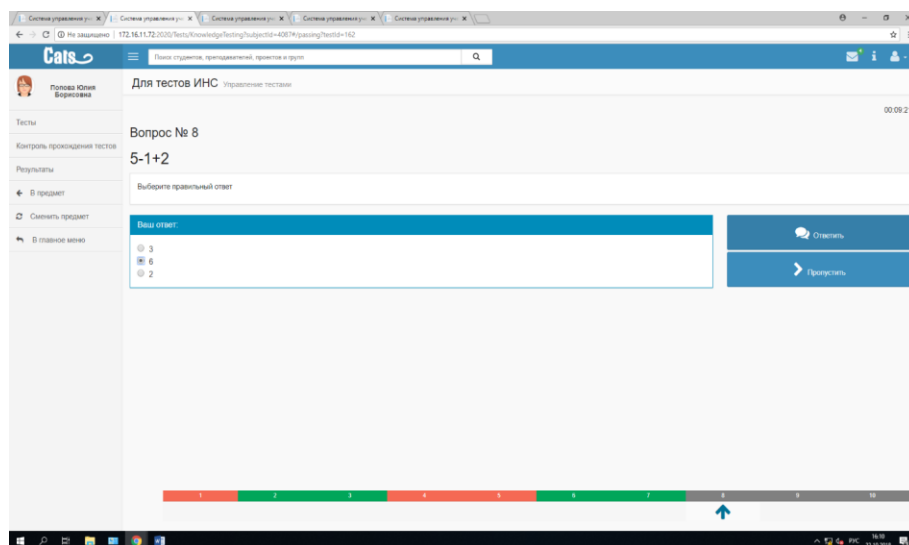


Рис. 5. Копия экрана вопросов и ответов теста в обучающей системе CATS



Рис. 6. Результаты тестирования и работы искусственной нейронной сети в обучающей системе CATS

Заключение

Имеющаяся ситуация в Республике Беларусь с недостаточным использованием систем управления обучением, с одной стороны, стремительное их развитие и огромные капиталовложения в западных странах в электронное обучение, с другой, создают перспективную среду для продвижения проекта CATS (Care About The Students), обладающего следующими особенностями:

- автоматизированная система CATS покрывает все составляющие компоненты учебного процесса, включая дипломное и курсовое проектирование, что отсутствует практически во всех аналогах;
- система CATS реализована в виде веб-приложения с использованием современных технологий и доступна как в локальной сети университета, так и в сети Интернет по адресу [<http://educats.by>];
- предлагаемая система протестирована ручным способом, а также с использованием инструмента автоматизированного тестирования Selenium WebDriver. Каждая новая версия системы подвергается регрессионному тестированию автоматизированными скриптами, а новые функциональности проверяются вручную;

- предлагаемая система постоянно совершенствуется, обновляется и является площадкой для внедрения новых идей и результатов научных исследований в области принятия решений и искусственного интеллекта. В настоящее время апробируется и внедряется программный модуль для адаптации системы к текущим знаниям обучающегося и его психофизиологическим способностям, что отсутствует почти во всех известных аналогах.

Интеллектуальная составляющая обучающей системы CATS позволит создавать уникальную программу обучения, которая будет отталкиваться от имеющихся знаний и уровня восприятия учебного материала обучающимся. Такой подход позволит построить индивидуальную траекторию обучения, учитывающую психофизические особенности обучаемого. Формализовав интеллектуальные процессы, которые осуществляют как преподаватель, так и обучающийся, можно автоматизировать определенную часть функций преподавателя, сократить затраты на ручной труд, что позволит более просто осуществлять контроль за учебным процессом, а также сделать процесс обучения более эффективным.

Разработанная искусственная нейронная сеть в обучающей системе CATS может быть применена для изучения любой учебной дисциплины с различным количеством тем и вопросов. В настоящее время под готовые электронные учебно-методические комплексы формируются наборы тестов, связанные с отдельными темами ЭУМК, по дисциплинам «Тестирование и отладка программного обеспечения», «Надежность программного обеспечения», «Модульное тестирование» для подготовки инженеров-программистов на факультете информационных технологий и робототехники в Белорусском национальном техническом университете. Применение описанного в данной работе подхода позволит значительно сократить время изучения данных учебных дисциплин.

В октябре 2015 года предлагаемая разработка была награждена дипломом «Доступное образование» конкурса App4Education, проведенного в честь 70-летия Организации Объединенных Наций. В декабре 2016 года обучающая система CATS стала финалистом Республиканского конкурса молодежных инновационных проектов «Информационные и мобильные технологии для образовательного процесса», проводимом Министерством образования РБ и компанией МТС. В апреле 2018 года программный модуль для тестирования знаний студентов был использован для проведения аккредитации некоторых специальностей в БНТУ.

Литература

1. Попова Ю.Б. Классификация автоматизированных систем управления обучением // Системный анализ и прикладная информатика. – 2016. – №2. – С. 51–58.
2. LMS Data – Spring 2018 Updates [Электронный ресурс]: [сайт]. URL: <https://edutechnica.com/2018/03/04/lms-data-spring-2018-updates> (дата обращения: 16.07.2018).
3. Попова Ю.Б., Яцынович В.В. Автоматизированная система поддержки учебного процесса в вузе // Информатизация образования – 2010: педагогические аспекты создания информационно-образовательной среды (Минск, 27–30 окт. 2010г.): материалы. – Минск: Изд-во Бел. гос. ун-та, 2010. – С. 400–404.
4. Попова Ю.Б., Голобурда А.С. Алгоритмическая и программная реализация определения плагиата в системах управления обучением // Системный анализ и прикладная информатика. – 2017. – №1. – С. 71–78.
5. Попова Ю.Б., Яцынович С.В. Программная реализация миграции контента по стандарту SCORM в системе управления обучением // Системный анализ и прикладная информатика. – 2016. – №1. – С. 86–97.

6. Попова Ю.Б. Функциональные возможности автоматизированной системы управления обучением CATS (Care About The Students) // Информатизация образования и методика электронного обучения: материалы II Междунар. науч. конф. Красноярск, 25–28 сентября 2018г.: в 2 ч. Ч. 1 / под общ. ред. М.В. Носкова. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2018. – С. 232–236.
7. Башмаков А.И., Башмаков И.А. Разработка компьютерных учебников и обучающих систем. – М.: Филинь, 2003. – 430с.
8. Петрушин В.А. Интеллектуальные обучающие системы: архитектура и методы реализации (обзор) // Известия Академии наук. Техническая кибернетика. – 1993. – № 2. – С.164–189.
9. Интеллектуальные обучающие системы и виртуальные учебные организации: Монография / Голенков В.В. [и др.]. – Мн.: БГУИР, 2001. – 488с.
10. Домрачев В.Г., Ретинская И.В. О классификации компьютерных образовательных информационных технологий // Информационные технологии. 1996. № 2. С.10-14.
11. Брусиловский П.Л. Интеллектуальные обучающие системы // Информатика. Информационные технологии. Средства и системы. – 1990. – № 2. – С. 3–22.
12. Brusilovsky P. Adaptive and Intelligent Web-based Educational Systems // International Journal of Artificial Intelligence in Education – 2003. – №13 (2–4). – P. 159–172.
13. Брусиловский П.Л. Адаптивные и интеллектуальные технологии в сетевом обучении // Новости искусственного интеллекта. – 2002. – № 5. – С. 25–31.
14. Barla, M. On the impact of adaptive test question selection for learning efficiency / M. Barla, M. Bieliková, A. B. Ezzedinne, T. Kramár, M. Šimko, O Vozár // Computers & Education. – 2010. – №55 (2). – P. 846–857.
15. Семенова, Н.Г. База знаний интеллектуальной обучающей системы технической дисциплины / Н.Г. Семенова, А.М. Семенов, И.Б. Крылов // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2013. – № 9. – С. 44–54.
16. Пелюшенко А.В. Обучающие среды и интеллектуальные обучающие системы: возможности использования в образовательном процессе // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2006. – №3. – С. 48–50.
17. Стефаниук В.Л. Теоретические аспекты разработки компьютерных систем обучения: Учеб. пособие для студентов и аспирантов по специальности «Прикладная математика». – Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1995. – 36 с.
18. Стандарты в сфере дистанционного обучения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dist.by/distantsionnoe/16-standarty-v-sfere-distantsionnogo-obucheniya> – Дата доступа: 20.10.2018.
19. Попова Ю.Б., Бураковский А.И. Представление знаний в обучающих системах на основе теории нечетких множеств // Системный анализ и прикладная информатика. – 2016. – №2. – С. 58–65.
20. Информационно-коммуникационные технологии в образовании [Электронный ресурс]. – Современные тенденции в кластерном анализе. В.Б. Бериков, Г.С. Лбов. – Режим доступа: <http://www.ict.edu.ru/ft/005638/62315e1-st02.pdf> – Дата доступа: 09.11.2018.
21. Попова Ю.Б., Яцынович С.В. Обучение искусственных нейронных сетей методом обратного распространения ошибки. // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bntu.by/news/67-conference-mido/4860-2016-11-18-15-47-40.html> – Дата доступа: 01.10.2018.
22. Попова Ю.Б. Внедрение стандарта Tin Can Api в LMS CATS / Дистанционное обучение в высшем образовании: XII Всероссийская научно-практическая конференция. – Спб.: СПбГУП, 2019. – С. 166–168.

23. Попова Ю.Б., Яцынович С.В. Применение искусственной нейронной сети для определения степени усвоения учебного материала / Математические методы в технике и технологиях: сб. тр. междунар. науч. конф.: в 12 т. Т. 10 / под общ. ред. А.А. Большакова. – Спб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2018. – С. 89–92.