

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ АДАПТИВНОЙ МОДЕЛИ ОБУЧЕНИЯ

(Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант 07-07-00084)

С.К. Дулин, А.В. Репьев

Моделирование обучаемого является развивающимся направлением искусственного интеллекта в обучении, под которым понимают новую методологию психологических, дидактических и педагогических исследований по моделированию поведения человека в процессе обучения, опирающуюся на методы инженерии знаний.

Модель обучаемого – одно из центральных понятий современной дидактики. Потребность в ее введении была вызвана необходимостью формализовать представления об обучаемом. В широком смысле под моделью обучаемого понимают знания об обучаемом, используемые для организации процесса обучения. Это множество точно представленных фактов об обучаемом, которые описывают различные стороны его состояния: знания, личностные характеристики, профессиональные качества и др.

Адаптивная обучающая система (АОС) – система, отражающая некоторые характеристики обучаемого в модели обучаемого и применяющая данную модель для адаптации различных аспектов программированного обучения и контроля знаний.

АОС можно классифицировать с точки зрения *ресурса адаптации* и *предмета адаптации*.

Подавляющее большинство приемов адаптивного представления уровня знаний обучаемого в системе используют знания обучаемого как источник адаптации. Уровень знаний является переменной величиной для каждого обучаемого. Это, в свою очередь, означает, что АОС, анализируя знания обучаемого, должна фиксировать изменения уровня этих знаний и соответствующим образом модифицировать его модель.

При построении АОС, описанной в данной работе, использован модифицированный механизм стереотипной оверлейной структуры для представления знаний обучаемого.

Адаптивная модель обучения

Процесс обучения предполагает наличие процедуры определения или проверки уровня знаний

обучаемого. Наиболее распространенным способом проверки является тест. При наличии адаптации к уровню знания обучаемого процесс взаимодействия с обучаемым выглядит следующим образом. Пусть имеется множество заданий T_i по некоторой предметной области ($i=1, \dots, N$). Каждое задание имеет определенный уровень сложности p_i . Тестирование обычно начинается с задания средней сложности. Если обучаемый правильно отвечает на тестовое задание, сложность следующего задания повышается, если неправильно – понижается. Тестирование заканчивается, когда обучаемый выходит на некоторый постоянный уровень сложности, например, отвечает на некоторое критическое количество вопросов одного уровня сложности.

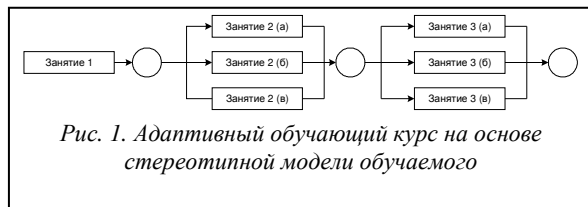
Адаптивная модель позволяет более гибко и точно измерять знания обучаемых, используя меньшее количество заданий, чем в классической модели. Надежность результатов тестирования в данной модели очень высокая, так как осуществляется адаптация под уровень знаний конкретного обучаемого. Однако эта модель, как и классические модели, исключает из рассмотрения те вопросы, на которые был дан неправильный ответ, что ограничивает рамки ее применения тестами достижений.

Стереотипная модель обучаемого различает несколько типичных, или «стереотипных» обучаемых. Для каждого направления моделирования обучаемого система может иметь набор возможных стереотипов, или шаблонов. За основу шаблонов пользователей принят уровень знаний обучаемого. Механизм построения моделей обучаемых должен фиксировать изменения уровней этих знаний и соответствующим образом модифицировать их модели.

Стереотипная модель обучаемого также может быть представлена как набор пар «стереотип-значение», где значение может быть не только «истина» или «ложь» (как показатель того, что обучаемый принадлежит или не принадлежит к

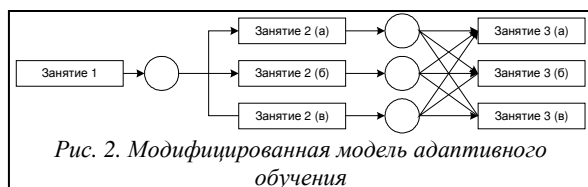
данному стереотипу), но также может быть представлено некоторой вероятностной величиной (отражающей вероятность того факта, что обучаемый принадлежит данному стереотипу).

Стандартный механизм построения адаптивного обучающего курса на основе стереотипной оверлейной структуры представлен на рисунке 1.



При этом использован следующий принцип построения обучающих материалов: первоначально обучаемые получают вводные материалы по курсу (занятие 1). После этого все они проходят тестирование. В зависимости от результатов тестирования их следующее задание будет либо повышенной сложности (занятие 2(а)), либо максимально упрощенным (занятие (в)). Далее опять проводится общее тестирование, определяется уровень усвоения материала и проводится выбор следующего учебного материала.

В этом варианте модели есть существенный недостаток: обучаемый, получивший занятие 2 (а), мог усвоить только материалы, адекватные заданию 2 (в), но при этом тестирование не смогло бы адекватно определить его уровень знаний за счет унификации тестов для всех групп обучаемых. Данного недостатка лишена модифицированная модель, представленная на рисунке 2.



Обучаемый после каждой лекции проходит индивидуальное тестирование и в зависимости от полученного материала и в соответствии с его усвояемостью либо остается на определенном уровне, либо переходит на более высокий уровень, либо на более низкий.

Формирование структуры обучающих материалов

Основная задача формирования структуры обучающих материалов – обеспечение валидности контроля знаний. Часто классическая схема тестирования не является презентабельной по отношению к модели знаний обучаемого, поскольку обучаемый, не знающий одну из нескольких тем, имеет шанс не получить ни одного вопроса из указанной темы, либо получить один вопрос, неправильно ответить на него, но все равно получить

положительную оценку. Если электронный обучающий курс используется как дополнительный материал, этот недостаток будет устранен преподавателем, поскольку при собеседовании незнание обучаемым ряда тем все равно будет выявлено. Но при организации дистанционного обучения это является серьезным недостатком, поскольку преподаватель только курирует курс и не общается с обучаемыми.

Для создания адаптивного обучающего курса необходимы следующие взаимодействующие между собой компоненты: **электронные учебные материалы**, подразумевающие под собой электронный текст материалов по теме обучения и **материалы для контроля знаний**, позволяющие корректировать модель обучаемого и в соответствии с этим модифицировать учебные концепты.

При разработке электронных учебных курсов и обучающих систем в целом возможны два подхода – *тематический* и *задачный*.

Суть тематического подхода заключается в том, что учебная деятельность подчиняется логике развития определенной темы. Обучаемый вначале работает с теоретическим материалом, а затем использует его при выполнении различных упражнений. Роль упражнений могут играть как вопросы теста, так и определенный набор задач, при решении которых осваивается способ действий.

Тематический подход предполагает, что весь планируемый для изучения учебный материал разбивается на отдельные учебные элементы – страницы курса, совокупность которых представляется в виде структурированной схемы – древовидного графа (графа содержания учебного материала).

Задачный подход основан на решении одного, отдельного задания, которое и составляет содержание электронного учебного курса. Задание, используемое в качестве основы электронного учебного курса, представляет собой глобальную задачу повышенной сложности, которая в процессе деятельности расчленяется на ряд подзадач (операционный способ структурирования деятельности). Теоретический материал для решения данной задачи предъявляется только в необходимых случаях, по запросу обучаемого.

При разработке теста преподаватель создает не единый монолит вопросов различных типов (идентификация, выбор, кросс-выбор и т.д.), а несколько множеств вопросов, каждое из которых относится к определенной тематике. Если обучаемый неправильно ответил на вопрос, то появляется возможность определить, знает он тему в целом или же его пробел в знаниях касается только одного сегмента тематики, путем формирования дополнительных вопросов по той же тематике. Кроме того, формирование вопросов осуществляется не случайным образом по всему множеству вопросов теста, а из каждого множества, относящегося к определенной тематике. Это позволяет из-

бежать того, что одна или несколько тем могли быть не охвачены тестом.

Предлагаемый механизм полностью структурно совместим с классическим линейным тестом (в этом случае считается, что каждый вопрос является представителем отдельного концепта и они равнозначны с точностью до сложности вопроса). Необходимо отметить, что иерархическая модель контроля знаний (каждый вопрос имеет подмножество дополнительных вопросов, и если обучаемый ответил неправильно на поставленный вопрос, то дополнительные вопросы задаются из соответствующего подмножества) требует значительно больших затрат по времени для создания полноценного теста.

Однако возникают некоторые проблемы при оценке знаний: как определить условие выхода из множества вопросов и как корректно оценить результаты обучения.

Очевидно, что данные параметры должны настраиваться преподавателем для каждого теста персонально. Поэтому каждый урок должен иметь следующие настраиваемые параметры:

- **число задаваемых вопросов** – общее число вопросов, которое должно быть задано, не считая тех вопросов, которые будут заданы дополнительно;

- **уровень проверки знаний каждого концепта** (частный случай для линейного теста – 0), то есть какое число вопросов должно быть задано, чтобы определить знание или незнание концепта;

- **уровень подтверждения знаний по концепту** (на сколько вопросов должен ответить обучаемый, чтобы было признано, что он знает концепт даже при одном ошибочном ответе) в процентах дополнительных вопросов, заданных по концепту;

- **механизм результирующего оценивания** (производится оценивание по числу правильных ответов на вопрос (0), либо по числу концептов, знание по которым подтверждено (1)).

Предлагаемая структура теста обладает следующим свойством: пусть преподаватель ввел 10 множеств вопросов по 10 вопросов в каждом и указал число вопросов в уроке – 10. Тогда в идеальном варианте обучаемый будет отвечать на 10 вопросов. Если же он ответил хотя бы на один вопрос неправильно, то число вопросов (при нелинейном уроке) будет больше 10, в зависимости от конкретных настроек теста.

Механизмы формирования оценок электронного обучающего курса могут определяться на основе:

- **знаний концептов обучающего курса** (например, для получения положительной оценки обучаемый должен подтвердить свое знание 75 % концептов обучающего курса);

- **среднего балла всех контрольных тестов** (среднеарифметическое от всех результатов кон-

трольных тестов);

- **принципа накопления баллов** (создается виртуальный счет обучаемого; каждый контрольный тест добавляет на счет обучаемого некоторое количество баллов, а оценка определяется в зависимости от набранных баллов).

- **модельной оценки** (определяется модель обучаемого, в которой обучаемый провел максимальное время, и присваивается оценка, определенная в модели).

Любому элементу адаптивного обучающего курса (материалу контроля знаний, справочному материалу, лекционному) явным образом ставится в соответствие список шаблонов обучаемых (групп), которым данный материал доступен. При формировании отображения адаптивного обучающего курса программная система поэлементно обращается к каждому элементу курса и определяет его доступность в соответствии с имеющейся моделью обучаемого.

В случае использования метода дополнительных объяснений система определяет маркер в лекции, указывающий наличие дополнительного объяснения, определяет доступность данного объяснения для указанной группы обучаемого и в случае подтверждения доступности дополняет лекцию найденным дополнительным материалом.

Принцип определения принадлежности обучаемого к той или иной группе может выполняться следующими способами в зависимости от личных предпочтений преподавателя.

- Путем указания критических значений переходов на каждом контрольном тесте. В зависимости от числа набранных баллов, обучаемый относится к той или иной группе.

- Путем указания набора необходимых баллов на каждом этапе учебного курса. У каждого обучаемого есть виртуальный счет, при прохождении каждого теста на счет начисляется число баллов, адекватных числу правильных ответов. Каждый раз по завершении контроля знаний виртуальный счет оценивается, и в зависимости от его уровня определяется его отношение к той или иной группе обучаемых.

Реализация принципов адаптивного обучения в системе «Безопасность»

В рамках поставленных приоритетных задач по созданию технических решений, содействующих коренной модернизации инфраструктуры железных дорог, реализации новых подходов к обеспечению безопасности движения, постоянному контролю качества работы авторами была разработана система обучения «Безопасность», предназначенная для автоматизированного обучения и проверки знаний нормативных актов работниками станции. Отличительной особенностью данной системы является ее функционирование на основе адаптивных алгоритмов с использованием геонин-

формационных ресурсов широко известной ГИС «ObjectLand».

Точкой входа в систему «Безопасность» является web-сайт. Применение web-технологий позволяет обеспечить распределенную архитектуру программного комплекса, централизацию данных и доступ к информации с любых рабочих мест, подключенных к сети. Такой подход к построению системы позволяет упростить процесс установки, настройки, сопровождения и организовать эффективное использование системы в сети Интранет–Интернет.

Серверная часть программного комплекса включает в себя COM API ГИС «ObjectLand», картографический Интернет-сервер, подсистему ведения атрибутивной части единой ГБД и базу знаний о происшествиях, авариях. COM API «ObjectLand» представляет собой функциональное ядро ГИС «ObjectLand», используемое посредством технологии COM. В качестве картографического сервера используется «ObjectLand» Web Server – картографический Интернет-сервер, созданный для работы с ГИС «ObjectLand». «ObjectLand» Web Server реализован на платформе .NET Framework в виде web-сервиса, публикующего методы, реализующие функциональность ГИС, в Интранет.

Клиентские рабочие места реализованы в виде так называемых тонких клиентов. Пользователи получают доступ к серверу посредством HTML-страниц, вызываемых через стандартный web-браузер. Для обеспечения ГИС-функциональности на клиентских рабочих местах в HTML-страницы встраивается ActiveX-компонент «ObjectLand» Web Client, работающий с картографическим сервером. Данный компонент автоматически устанавливается на компьютер пользователя при первом обращении к серверу. Использование технологии ActiveX позволяет создать полнофункциональное приложение в рамках стандартных HTML-страниц.

Функционирование системы «Безопасность» поддерживается следующими этапами.

- **Создание электронного учебного курса.** Преподаватель создает базу электронных учебных материалов (тексто-графические учебные материалы, материалы контроля знаний) и обеспечивает последующую настройку их адаптивности.

- **Распространение электронного учебного курса** среди обучаемых после его подготовки осуществляется через СПД ОАО «РЖД» (сеть передачи данных) по технологии Интранет.

- **Процесс проведения технического обучения.** На этапе проведения обучения обеспечивается возможность навигации по электронным учебным материалам; обратная связь организуется за

счет взаимодействия с моделью обучаемого. На данном этапе выполняется автоматический контроль успеваемости.

- **Формирование итоговых отчетных материалов** об успеваемости обучаемых. На данном этапе производится заключительная оценка знаний обучаемого, формирование файла, содержащего материалы об успеваемости обучаемого, в течение всего курса.

Основной структурной единицей электронно-обучающих материалов является «Упражнение-урок» – совокупность графических заданий с вариантами ответа и пояснениями ошибочных действий обучаемого.

В уроках задается определенная ситуация, которая может возникнуть в процессе производственной деятельности работника, и последний должен принять решение, адекватное заданной ситуации в плане соответствия нормативным актам и обеспечения безопасности движения. Моделируются ситуации с отправлением, прохождением поездов на станции, ситуации взаимодействия с подчиненными структурами и исполнителями, ведения документации, подачи ручных аварийных сигналов. В случае принятия неправильного решения система выдает обучаемому поясняющий кадр, в котором есть полное разъяснение допущенной ошибки с рекомендациями, то есть наряду с тестированием осуществляется автоматизированное обучение работника.

Есть две основные цели для вовлечения работников станции в различные виды деятельности в обучающей системе. Первая цель – оценка. Вторая цель – самообучение. Через такие действия, как решение задач и исследование обучаемые могут прийти к пониманию предмета, сделать его своей интеллектуальной собственностью. В web-практике обучения есть ясное различие между двумя группами действий. Объективные действия-тесты (да/нет вопросы, вопросы с множественным выбором, вопросы с короткими ответами), созданы для проверки понимания обучаемого и предполагают минимальное творчество. Функциональные действия (или упражнения) вовлекают обучаемых в решение серьезных задач, разработку или исследование. Курс обучения подразделяется на уроки, содержащие до 10 кадров-заданий и необходимое количество обучающих кадров. Тестирование в большей степени направленно на оценку обучаемого, а уроки больше ориентированы на его обучение.

Приведенные результаты исследований были реализованы в виде системы «Безопасность», которая в настоящее время внедрена и успешно функционирует на Куйбышевской железной дороге.