

УДК 004.891

И.В. ШОСТАК, А.С. НОСИКОВ*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина*

СИСТЕМНАЯ МОДЕЛЬ АДАПТИВНОГО КОНТРОЛЯ УЧЕБНО-ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМАХ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

В статье описана системная модель контроля учебно-познавательной деятельности, разработанная на основе модели учебного процесса Растригина, в отличие от которой данная модель имеет в своем составе механизм обеспечивающий непосредственную связь модели обучаемого с процедурами контроля усвоения учебного материала. Это обеспечивает адаптивность процесса контроля и как следствие возможность получения комплексной объективной оценки. Предложенный механизм рассчитан на функционирование в режиме реального времени. Применение на практике данных средств даст возможность повысить эффективность процессов компьютерного дистанционного обучения в целом.

Ключевые слова: контроль знаний, методы, модели, адаптация, классификация, дистанционное обучение, модель студента, учебный процесс.

Введение

В последнее время одним из наиболее перспективных направлений развития компьютерных систем обучения и контроля знаний, которые могут динамически настраиваться под индивидуальные потребности пользователей – это разработка адаптивных обучающих систем. Этим вопросам посвящены работы С. Хагуэ, М.Г. Мора, К.Г. Кречетникова, Л.А. Растригина [1] и других.

Необходимо также отметить, что в последние годы в нашей стране активно формируется законодательная база, регламентирующая использование информационных технологий в образовании, активно развивается система дистанционного обучения. На основании анализа законодательных актов и общегосударственных образовательных стандартов сформулирована актуальная научная задача – разработка моделей и методов компьютерного контроля знаний, умений и навыков обучающихся за счет широкого применения информационных технологий.

Вместе с тем до настоящего момента не создана модель обучаемого, которая была бы способна адекватно отразить все важные аспекты связанные с организацией дистанционного обучения. Одним из наиболее важных аспектов данного процесса является обеспечение в реальном времени является учет индивидуальных характеристик обучаемого при оценке его учебно-познавательной деятельности.

Цель статьи состоит в описании системной модели контроля учебно-познавательной деятельности в которой модель обучаемого непосредственно связана в реальном времени с процедурами контроля усвоения учебного материала.

1. Характеристика проблемы

Из всех известных на данный момент моделей учебного процесса наиболее полно особенности организации учебного процесса отражены в модели Растригина. Данная модель содержит пул тестовых заданий, в ней реализован метод подсчета результатов ответов обучаемых на тестовые задания, метод выбора тестовых заданий для предоставления обучаемому, а также модель студента.

Вместе с тем, данная модель не в состоянии обеспечить выполнение таких важных функций как параметризация тестовых заданий, определение начального уровня подготовленности испытуемого, в ней отсутствует критерий завершения теста. Эти недостатки проявляются в недостаточной эффективности механизмов взаимосвязи модели обучаемого с процедурами контроля усвоения учебного материала.

Таким образом, для повышения эффективности процессов контроля в СДО (что означает на практике и повышение эффективности таких систем в целом) необходимо усовершенствование модели учебного процесса Растригина путем ее дополнения средствами учета релевантных характеристик обучаемых.

2. Модель учебного процесса

Учебный процесс может быть рассмотрен как процесс управления сложной технической системой [1], в которой объектом управления является студент. Для его отображения используется модель Растригина, показанная на рис. 1.

В начале обучения студент находится в состоянии Y_1 . На основе информации, хранящейся в базе знаний и данных, а также модели студента, формируются кадры учебного материала. В ходе изучения предоставленной информации обучаемый получает новые знания и переходит в состояние Y_2 . Для проверки усвоения материала и выработки умений генерируются вопросы и задачи, выполняя которые студент переходит в состояние Y_3 . В базе данных хранится общая информация о студентах, учебных курсах и др. База знаний включает набор моделей (например, предмета, диалога).

Алгоритм обучения состоит из 2 частей — модуля анализа ответов и модуля управления, кото-

рый обеспечивает управление процессом обучения с учетом информации из базы знаний и данных, цели обучения Z , ресурсов R и модели студента.

Модель студента является одной из базовых компонент интеллектуальных компьютерных систем обучения. Она содержит достаточно полную информацию об обучаемом: уровень его знаний, умений и навыков, способность к обучению, способность выполнения заданий (умеет ли он использовать полученную информацию), личностные характеристики (тип, ориентация) и другие параметры. Модель студента динамична, т.е. изменяется в процессе прохождения курса, в ходе работы с системой.

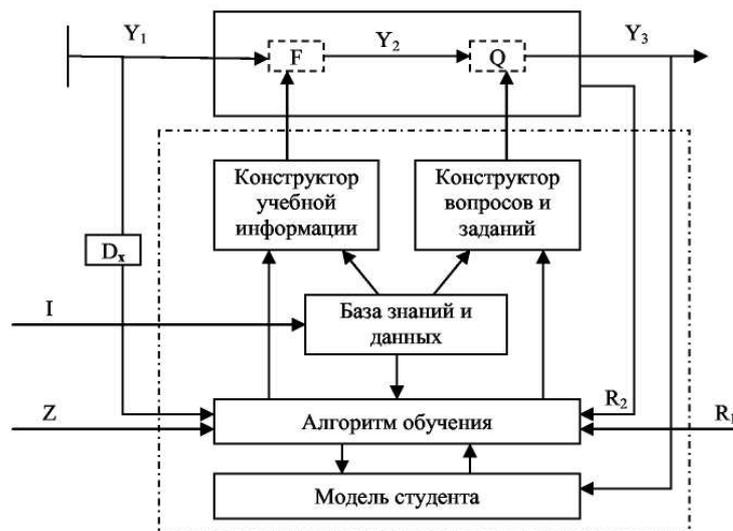


Рис. 1. Модель учебного процесса по Растригину

3. Модели студента в компьютерных системах обучения

Модели студента могут быть разделены на две основные группы: фиксирующие и имитационные. Фиксирующие, в свою очередь, включают скалярные, оверлейные (векторные и сетевые) и генетические графы. К имитационным можно отнести модели ограничений, ошибок и фальшправил [2].

Таким образом, для отображения информации об обучаемом используются различные возможности, например, такие, как граф знаний, база знаний, сети Байеса и другие. Во время исследований было изучено порядка 100 компьютерных обучающих систем, но модели студента использованы лишь примерно в 50. Далее рассмотрены некоторые из них.

Обучающая среда на базе гипермедиа (HBLE, Hypermedia-Based Learning Environment) основана на графовой модели, в вершинах которой находится отметка студента за определенную тему [3].

Экспертная оценка в реальном времени (OLAE,

Online Assessment of Expertise) использует сети Байеса и определяет, что студент знает в отличие от остальных систем, которые определяют то, сколько студент знает [3].

Адаптивная тренировочная система (ATS, Adaptive Training System) отображает положения знаний студента и его переход в положение эксперта, в то же время предлагая адаптивное обучение в зависимости от его стиля [3].

Система Eop использует покрывающую модель для отображения знаний студента по каждому разделу изучаемой темы. Модель студента Eop также может быть использована как «библиотека ошибок», т.к. возможно определение того, что студент не понял в необходимой мере [3].

Подход к моделированию студента для отзывчивого обучения (SMART, Student Modeling Approach for Responsive Tutoring) учитывает уровень знаний, умений и навыков. Изменение значения модели зависит от выполнения задания.

Система KBS Hyperbook основана на определении целей обучаемого для выбора проектов,

а также отображения начальных знаний, умений и навыков [3].

Система IDEAL использует сети доверия Байеса, с помощью которых отображаются навыки студента в виде распределения на уровни (новичок, средний, эксперт и др.).

Интернет-среда удаленного обучения (IDLE, Internet Distance Learning Environment) основана на парадигме гипертекста/гипермедиа. Эта среда использует направленный граф и учитывает уровень знаний студента [4].

Система Sydney принимает во внимание результаты психологического теста для определения последовательности обучения [3].

4. Сравнительный анализ моделей студента

Во время исследований было рассмотрено порядка 50 различных моделей студента с целью определения их типов и выявления самых распространенных из них, а также параметров, влияющих на результат и качество обучения. В результате было установлено, что в настоящее время наиболее часто встречаются векторные и сетевые модели — 45% и 48% соответственно (рис. 2). В сетевых моделях информация о студенте отображается, как правило, с помощью графа знаний, вершины которого соответствуют квантам учебной информации, а дуги показывают отношения между ними.

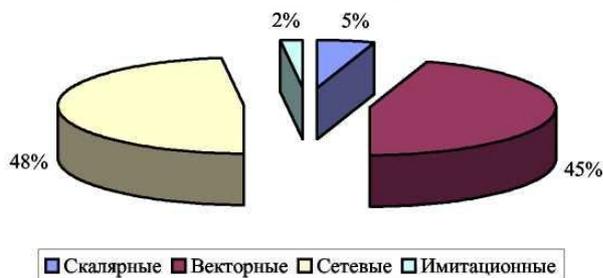


Рис. 2. Распространенность разработанных моделей студента

Анализ моделей также проводился с точки зрения параметров, которые используются для отображения информации об обучаемом. Самыми распространенными, учитываемыми в моделях студента, являются следующие:

- 1) уровень знаний;
- 2) психологические;
- 3) скорость/стиль обучения (усвоения);
- 4) выполнение заданий;
- 5) способность к обучению (очень внимательный, средне, мало);
- 6) уровень умений и навыков;
- 7) метод/стратегия обучения;
- 8) структура курса.

Результаты исследований показаны на рис. 3 (столбцы соответствуют ранее перечисленным параметрам).

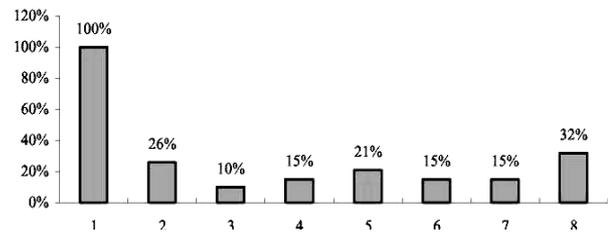


Рис. 3. Использование параметров в модели студента

Исследования показывают, что на результат учебного процесса влияют различные характеристики, при этом некоторые из них отображаются при помощи нескольких составляющих (например, уровень знаний можно разбить по дисциплинам, а также на начальные и текущие знания). По этой причине структура модели студента не является однотипной, а будет содержать такие виды, как:

- вектор (опыт работы с компьютерами и компьютерными системами обучения, психологические характеристики, текущая работа с курсом, общий уровень подготовки);
- взвешенный граф (предыстория обучения);
- скаляр (стратегия, метод обучения, специальность).

5. Модель адаптивного контроля учебно-познавательной деятельности

Модель адаптивного контроля знаний можно разделить на такие блоки (рис. 4).

Блок «Алгоритм контроля» выполняет следующие функции:

- анализ деятельности студента (проверка правильности его ответов и выполняемых действий);
- управление процессом контроля знаний на основе выбранного метода;
- определение результатов контроля, которое обычно сводится к выставлению оценки студенту.

На основе анализа ответа студента, целей контроля Z и используемого метода проведения контроля, учитывая внешние ресурсы $R1$ (например, возможности системы контроля) и внутренние ресурсы студента $R2$ (например, время контроля) посредством модели параметризации тестовых заданий определяет параметры задания P и передает инструкции блоку «Формировщик вопросов и задач». В случае если достигнут критерий завершения K , останавливает процесс тестирования.

Блок «Банк заданий» (БД тестовых заданий) включает наборы тестовых вопросов и задач, предназначенных для проверки знаний студента и/или данные для формирования заданий.

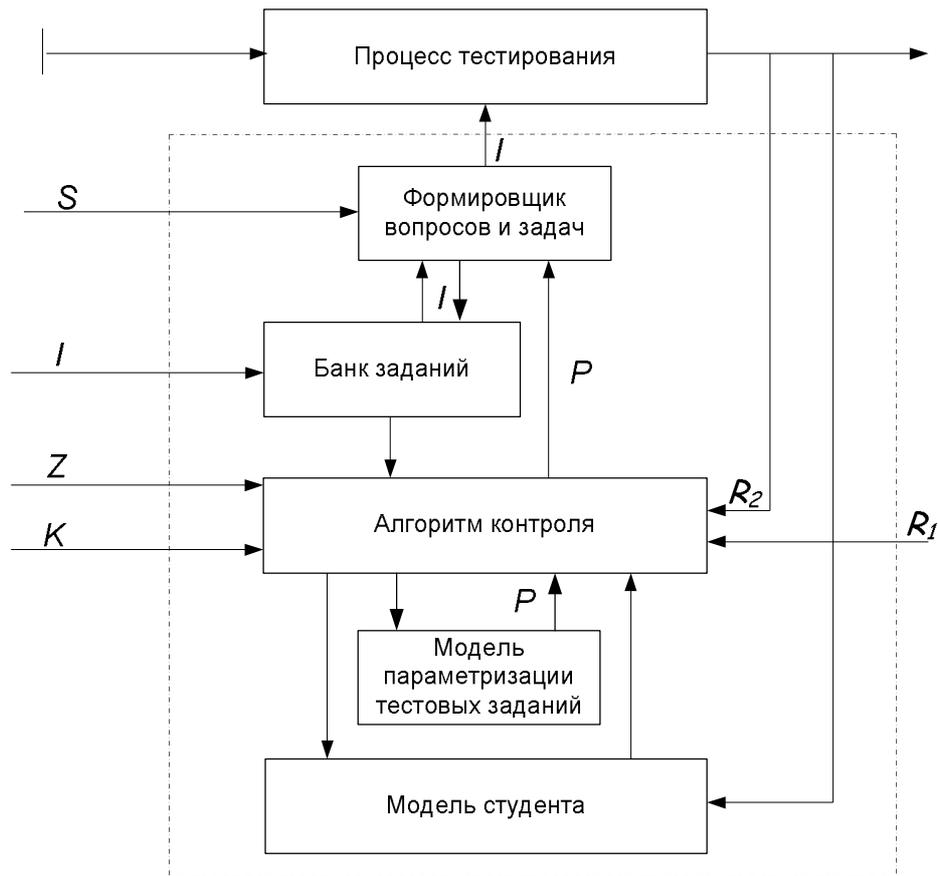


Рис. 4. Модель адаптивного контроля учебно-познавательной деятельности

Тестовые задания динамически выбираются при определенном ответе на задание. Банк заданий совместно с моделью студента образуют репозиторий системы контроля.

«Модель студента» включает разнообразную информацию о студенте: предыстория обучения; результаты текущей работы (тип выполненных заданий, время выполнения заданий, число обращений за помощью и т.д.); личностные психологические характеристики (тип и направленность личности, репрезентативная система, способность к обучению, уровень беспокойства-тревоги, особенности памяти и др.)

Блок «Формировщик вопросов и задач» используется для формирования и выдачи студенту очередного тестового задания.

Контроль знаний осуществляется следующим образом: студент выполняет задание, и результат его работы помещается в модель студента.

Формировщик вопросов и задач, получив данные о параметрах следующего задания от блока «Алгоритм контроля» или от начального уровня S в случае первого вопроса, выбирает из блока «Банк заданий» необходимую информацию I , формирует текст задания и выдает его студенту. В простейшем случае работа этого блока сводится к выбору нужного вопроса или задачи из блока «Банк заданий». При некоторых видах контроля

(например, при текущем КЗ или самопроверке) может быть предусмотрена обратная связь, которая состоит в выдаче комментария на ответ студента.

Модель параметризации тестовых заданий основана на теории параметризации тестовых заданий, известной в англоязычной литературе как Item Response Theory (IRT)

Основным в IRT является предположение о существовании связи между наблюдаемыми результатами теста и латентными качествами испытуемых, которые обычно трактуются как способности испытуемых, или их уровень подготовки K наиболее значимым преимуществам IRT обычно относят следующие:

Устойчивость и объективность оценок параметра, характеризующего уровень подготовки испытуемых. Источником этой устойчивости является относительная устойчивость оценок способностей (знаний) испытуемых от трудности заданий теста.

Выводы

1. Существующие на сегодняшний день модели учебного процесса не вполне пригодны для реализации в компьютерных системах дистанционного обучения.

2. Из всех известных на данный момент моделей учебного процесса наиболее полно особенности организации учебного процесса отражены в модели Растригина, в том числе за счет наличия в своем составе модели студента.

3. Большинство систем, которые основаны на моделях, реализованы на базе оверлейных — векторных и сетевых (графы знаний). Однако они не отображают всю необходимую информацию, а, как правило, включают только уровень знаний.

4. Дополнение модели Растригина такими функциями как параметризация тестовых заданий, определение начального уровня подготовленности испытуемого, критерий завершения теста, а также использования в ее составе модели студента сетевого типа позволяет повысить эффективность компьютерных систем дистанционного обучения в аспекте организации контроля учебно-познавательной деятельности.

Литература

1. Растрин Л.А. *Адаптивное обучение с моделью обучаемого: монография* / Л.А. Растрин, М.Х. Эренштейн. — Рига: Зинатне, 1988. — 160 с.

2. Атанов Г.А. *Обучение и искусственный интеллект, или Основы современной дидактики высшей школы: монография* / Г.А. Атанов, И.Н. Пустынникова. — Донецк: ДООУ, 2002. — 504 с.

3. Буль Е.Е. *Обзор моделей студента для компьютерных систем обучения [Электронный ресурс]* / Е.Е. Буль // *Educational Technology & Society*. — 2003, 6(4). — Режим доступа: WWW.URL: http://ifets.ieee.org/russian/depository/v7_i4/html/1.htm.

4. Удальцов С.В. *Среда разработки и поддержки систем дистанционного обучения IDLE: технологический аспект [Электронный ресурс]* / С.В. Удальцов. — Режим доступа: WWW.URL: <http://www.mesi.ru/joe/st011.html>.

Поступила в редакцию 7.06.2011

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.М. Вартамян, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.

СИСТЕМНА МОДЕЛЬ АДАПТИВНОГО КОНТРОЛЮ НАВЧАЛЬНО-ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ У КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ ДИСТАНЦІОННОГО НАВЧАННЯ

І.В. Шостак, О.С. Носиков

У статті описана системна модель контролю навчально-пізнавальної діяльності, розроблена на основі моделі навчального процесу Растрігіна, на відміну від якої дана модель має в своєму складі механізм забезпечує безпосередній зв'язок моделі учня з процедурами контролю засвоєння навчального матеріалу. Це забезпечує адаптивність процесу контролю і як наслідок можливість отримання комплексної об'єктивної оцінки. Запропонований механізм розрахований на функціонування в режимі реального часу. Застосування на практиці даних коштів дасть можливість підвищити ефективність процесів комп'ютерного дистанційного навчання в цілому.

Ключові слова: контроль знань, методи, моделі, адаптація, класифікація, дистанційне навчання, модель студента, учбовий процес.

SYSTEM MODEL OF ADAPTIVE CONTROL OF LEARNING AND COGNITIVE ACTIVITY IN A COMPUTER SYSTEM DISTANCE LEARNING

I.V. Shostak, A.S. Nosikov

The article describes the system model of learning and cognitive control activities based on proven models of educational process Rastrigin, in contrast to the model which incorporates a mechanism which provides a direct connection with the procedures of the student model control of learning. This provides the adaptability of the monitoring process and as a consequence of the possibility of obtaining a comprehensive objective assessment. The proposed mechanism is designed to run in real time. The practical application of these tools will enable more efficient processes for computer distance learning in general.

Key words: control of knowledges, methods, models, adaptation, classification, controlled from distance teaching, model of student, educational process.

Шостак Игорь Владимирович — д-р техн. наук, проф., проф. кафедры инженерии программного обеспечения Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина, e-mail: iv_shostak@rambler.ru.

Носиков Александр Сергеевич — заведующий лабораторией дистанционного обучения Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина, e-mail: a.nosikov@mail.ru.