
МЕТОДЫ ИНТЕГРАЦИИ УЧЕБНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Игорь Шубин, Ярослав Святки, Ирина Белоус

Abstract: The process of training is the most difficult for effective realization through information technologies. Is suggested the methods for the most complete implementation of original techniques of material description, ensuring versatility of development environment and functioning of interactive systems of training process. The given technology requires as the exact description of teaching model, as application of modern methods of development intelligent skills.

Keywords: Distance Learning, Computer Based Learning System, Fuzzy Logics, Fuzzy Nondetermined Automat.

ACM Classification Keywords: K.3.1 Computer Uses in Education

Введение

Наиболее часто встречающейся проблемой, которая стоит перед авторами учебных курсов при компьютерном (дистанционном) обучении, является интеграция разнородных учебно-методических материалов в единый курс обучения. Актуальной является задача создания инструментальных систем поддержки интеграции учебно-методических материалов, к которым предъявляются жесткие требования, так как эффективность обучения существенно зависит от формы и качества предоставления учебных материалов. В основу подобных систем закладывается распределенная модель хранения информации.

Основу содержания современных учебных курсов должны составлять осваиваемые способы деятельности, а не конкретное предметное содержание. С точки зрения сетевых технологий, инструментальная система поддержки интеграции учебно-методических материалов должна выполняться на специально выделенном сервере обучения. Также необходимо отметить, что вся инструментальная система в целом и серверная часть в частности, должны отвечать минимальным требованиям безопасности, не допуская вмешательства обучаемых в процесс квазислучайной выдачи контрольных заданий и оценивания результатов его выполнения. Данное обстоятельство обуславливает необходимость многопоточной серверной реализации тех функций системы, которые связаны с проверкой ответов обучаемых и предоставлением доступа к системе и к базам данных учебных курсов.

Формализация структуры учебных курсов

Учебный курс представляется в виде направленного графа, в котором узлами служат документы специального вида – слайды, а ребрами – переходы между ними. Из каждого узла обучаемый может попасть в один из нескольких других узлов, непосредственно связанных с ним ребрами. Какой переход будет выбран, решает система на основе данных об обучаемом и текущего состояния учебного процесса. В первую очередь при решении используются протокол работы и модель обучаемого. Протокол представляет собой файл, в который автоматически заносится информация о всех действиях, которые обучаемый выполнял за терминалом компьютера. На основе анализа протокола, при необходимости, можно скорректировать модель обучаемого. Модель обучаемого должна содержать ответы на вопросы не только о том, что знает и умеет делать конкретный обучаемый, но и о том, к какому психологическому типу он относится и чего достиг за время обучения.

Некоторые узлы курса могут быть помечены как обязательные для посещения. Стартовый узел выбирается на основе уровня подготовки обучаемого, выявленного с помощью блока вступительного тестирования. Выбор конкретного перехода (направления дальнейшего развития учебного процесса) осуществляется на основе правил, связанных с каждым из ребер перехода.

Причем инструментальная система позволяет разработчикам вносить коррективы в эти правила с помощью средств визуального редактирования без необходимости ввода текста правил вручную.

Таким образом, универсальная КПУН, входящая в состав инструментальной системы поддержки интеграции учебно-методических материалов является интеллектуальной компьютерной обучающей системой (ИКОС) с накоплением информации, управляемой правилами. Обновление базы знаний КПУН производится с помощью инструментальной системы по мере надобности, в том числе и по результатам апостериорной статистической обработки матрицы результатов измерения знаний достаточно большого количества обучаемых. Использование такого подхода к проектированию инструментальных систем интеграции различных материалов в учебный курс позволяет достичь следующих целей:

- реализовать индивидуальный подход к объекту обучения. ИКОС являются особым классом обучающих систем, в структуру которых закладываются механизмы адаптации к конкретному объекту обучения. В состав ИКОС включаются вычислительные, классифицирующие, контрольно-диагностирующие средства, позволяющие оценивать параметры объекта обучения и вырабатывать оптимальную стратегию и тактику обучения на каждом этапе.
- проводить обучение в режиме реального времени. Процедуры адаптации должны выполняться с высокой скоростью, поскольку любые технологические задержки в работе системы можно рассматривать как возмущающие воздействия, влекущие за собой отклонения процесса обучения от оптимального.

Информация в узлах курса обучения должна быть разбита на небольшие смысловые части – слайды. Слайды могут быть двух типов: интерактивные и информационные. Информационные слайды состоят только из объектов отображения текстовой и графической информации, воспроизведения аудио- и видеофрагментов и кнопок управления ходом учебного процесса. Интерактивные слайды, кроме перечисленных объектов, могут также содержать объекты, реализующие различные виды тестовых заданий для организации обратной связи с обучаемым и оперативного контроля усвоения знаний, а также для приобретения обучаемым необходимых навыков. В текущей версии данной инструментальной системы применительно к интерактивным слайдам используется биномиальная модель педагогического теста. В рамках этой модели результат выполнения каждого задания оценивается по бинарной шкале: 1, если испытуемый успешно выполнил задание, содержащиеся в данном интерактивном слайде; 0 – в противном случае. Таким образом, в учебном курсе каждый интерактивный слайд имеет как минимум два исходящих ребра: одно соответствует успешному выполнению тестового задания, второе – неправильному решению задания. При таком подходе, количество интерактивных слайдов в блоке интерактивного обучения, а также количество вопросов в блоке заключительного тестирования определяется следующими параметрами: N – искомое количество интерактивных слайдов; p – вероятность успешного выполнения тестового задания (истинный балл обучаемого, характеризующий истинный уровень обученности); d – надежность определения параметра p ; Φ_0 – интеграл вероятностей (функция Лапласа); ϵ – точность определения истинного балла обучаемого p .

Задавая значения величин точности (ϵ), надежности (d) и, учитывая текущий уровень обученности (p), с помощью формул можно определить требуемое количество интерактивных слайдов в подготавливаемом курсе обучения. В случае возникновения необходимости проведения комплексной объективной аттестации с высокой степенью точности ($\epsilon = 0,05$) и надежности ($d = 0,9$), для испытуемых с истинным уровнем обученности $p = 0,7$ потребуется подготовить $N = 228$ интерактивных слайдов. Заметим, что

объективные зарубежные тесты для профессиональной аттестации (для адвокатов, врачей, бухгалтеров и др.) содержат, как правило, от 220 до 250 тестовых заданий, при p в диапазоне от 0,7 до 0,75. Однако для определения качества усвоения материалов учебного курса не требуется чрезвычайно высокая точность педагогического измерения. Для этой цели вполне подойдет средняя точность и надежность, поэтому величины ε и d можно положить равными 0,1 и 0,8 соответственно. В этом случае, для определения истинного балла $p = 0,6$ достаточно подготовить 40 интерактивных слайдов.

Нечеткая модель обучаемого

При личных контактах со студентом преподаватель имеет большую возможность определить личностные качества и индивидуальные особенности обучаемого. Это позволяет ему адекватно корректировать процесс обучения, изменяя форму и содержание материала, тактику и стратегию обучения, а иногда и методологию преподавания. Для этого преподаватель использует субъективно осознанную модель обучаемого. В случае компьютерного (дистанционного) обучения такой возможности у преподавателя практически нет.

Подобную форму обучения вполне логично рассматривать как человеко-машинную систему, в которой обучаемый и преподаватель выступают в роли человека-оператора. Если обучаемый управляет системой приобретения знаний, то преподаватель опосредованно управляет процессом обучения. Как и при проектировании человеко-машинной системы при создании ИСПКОС следует решать вопросы перераспределения функций между человеком и вычислительными средствами.

С этой целью предлагается использовать в процессе обучения индивидуальную модель обучаемого, которая строится на основе экспертных оценок [1]. При этом предполагается, что процесс обучения представляет собой последовательную совокупность освоения отдельных разделов учебного материала. Каждый этап обучения заканчивается тестированием. Обучаемый может управлять процессом своего обучения посредством выбора способов освоения учебного материала.

Под моделью обучаемого будем понимать нечеткий недетерминированный автомат вида:

$$A = \langle U, X, Y, s_0, \delta, \sigma \rangle, \quad (1)$$

где $U = \{U_1, U_2, \dots, U_m\}$ — конечное множество входов;

$X = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ — конечное множество состояний;

$Y = \{Y_1, Y_2, \dots, Y_p\}$ — конечное множество выходов;

$\delta: X \times U \times X \rightarrow [0, 1]$ — функция переходов;

$\sigma: X \times Y \rightarrow L$ — функция выходов;

s_0 — начальное состояние.

Функция δ порождает множество нечетких матриц перехода:

$$T = \{\delta_{X_i, X_j}(U)\}, 1 \leq i \leq j \leq n; \quad (2)$$

функция порождает нечеткую матрицу выхода. Среди множества состояний автомата выделяется множество финальных (заключительных) состояний X_n . Нас будет интересовать такой тип автомата, для которого каждое состояние X_i , $i \in I = \{1, \dots, n\}$ зависит от предыдущего состояния X_{i-1} . Подобная зависимость может определяться последовательностью реализации подцелей, приоритетом выполнения и т.п.

В этом случае автомат можно задать как нечеткий граф:

$$G = \{\mu_G(X_{i-1}, X_i) \in M\}, \quad (3)$$

где M — множество принадлежностей элементов $X_{i-1} \times X$. При подобном рассмотрении цель обучения декомпозируется на i последовательных (по времени освоения материала) подзадач. Будем интерпретировать X_i как множество результатов i -го теста, Y_j , $j \in J = \{1, \dots, p\}$ — как множество интервалов

времени на обучение, L — как множество доходов, связанных с реализацией выбранного способа обучения (освоения материала) $u \in U$ на интервале времени Y_j . Очевидно, что в рассматриваемом типе автомата $m=p$ и может трактоваться как число последовательных этапов (шагов) достижения цели.

Управляющие решения и состояния подзадач, протекающие во времени, будем трактовать как нечеткие события на интервале Y_k , $1 \leq k \leq p$. При таком подходе функция переходов может задаваться экспертным путем и отражать уже имеющийся опыт обучения, исходя из практического опыта преподнесения учебного материала. При этом, естественно, не учитывается результат обучения в зависимости от времени его реализации, а также личностные особенности приобретения знаний конкретным индивидом. Для учета данного обстоятельства необходимо построить индивидуализированную функцию переходов. С этой целью используется исходная информация от обучаемого, которая включает прогноз применения того или иного способа освоения материала в зависимости от возможных результатов тестирования в виде функции $\mu: X_i, \times U_1 \rightarrow [0,1]$, а также прогноз перехода управляемого процесса обучения из исходного состояния S_0 на первом шаге решения в зависимости от ограничений на имеющиеся ресурсы. На основе этой информации программируется автоматная модель. Для этого на каждом шаге решается система композиционных уравнений вида [3]:

$$\left. \begin{aligned} \mu(X_i)/U_1 &= \mu(X_{i-1})/U_{i-1} \circ \delta(X_{i-1}, X_i)/U_1, \\ \mu(U_i) &= \mu(X_{i-1}) \circ \mu(X_{i-1}, X_i)/U_1 \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

где "o"- знак операции «композиция»;

$\mu(X_i)/U_1, \mu(X_{i-1})/U_{i-1}$ - нечеткие оценки возможности управляемого процесса находится в состояниях X_i, X_{i-1} , при применении способов освоения учебного материала U_1 и U_{i-1} , соответственно;

$\mu(U_i)$ - нечеткая оценка выбора обучаемым способа освоения материала U_i .

Полученные оценки группируются попарно, исходя из следующего условия:

$$\mu(U_i) \leq \mu(X_i)/U_1 \quad (5)$$

Формирование пар по такому принципу согласуется с реальным выбором решения: результату теста с максимальной оценкой возможности должен соответствовать способ освоения учебного материала также с максимальной оценкой применения его обучаемым. Выделение пар позволяет выявить наиболее возможные связи по способам освоения материала между результатами тестирования каждого этапа обучения. При этом каждый способ освоения, маркирующий связь, характеризуется нечеткой оценкой использования его обучаемым и нечеткой оценкой цены обучения (нормированный доход), субъективно осознаваемой обучаемым, в зависимости, например, от времени или сложности освоения учебного материала.

Построение автомата осуществляется следующим образом [3]. Из исходного состояния в состоянии первого шага принятия решений проводятся дуги, маркированные теми способами освоения учебного материала, использование которых, в соответствии с прогнозом, позволяет добиться результатов промежуточного тестирования на первом этапе обучения, характеризующихся наибольшей оценкой. В зависимости от означивания этих дуг и на основе сформированных пар «способ освоения материала» — «результаты тестирования» проводятся означенные дуги от первого до n -го этапа обучения.

В результате построений получаем нечеткий недетерминированный автомат, моделирующий поведение обучаемого при различных результатах промежуточного тестирования. Применяя подход, используемый в динамическом программировании, можно выделить классы стратегий обучаемого. В первую очередь нас будет интересовать тот класс, стратегии которого позволяют достичь цели обучения и характеризуются максимальными оценками связей между результатами тестов. Для выделения таких стратегий на множестве финальных результатов тестирования определяются результаты, соответствующие цели обучения. Далее выделяются результаты тестирования на $(n-1)$ -м шаге, переход из которых в целевые состояния n -го шага характеризуется способами освоения учебного материала с оценкой, равной

$$\alpha(U_{n-1}) = \max(\min(\mu U_{n-1}, \sigma_{X_{n-1}, U_{n-1}})) Y_{n-1} \quad (6)$$

Подобная процедура осуществляется для каждого шага решения, вплоть до состояния S_0 . Использование процедуры позволяет выделить возможные стратегии обучения, представляющие собой взвешенные пути на графе от вершины S_0 до вершин из множества X_n . Каждый q -й путь представляет собой взвешенную относительно способов освоения учебного материала последовательность.

Элементы (результаты итогового тестирования) множества X_n могут представлять для обучаемого различную ценность, что отражается заданием на X_n нечеткой цели с функцией принадлежности:

Очевидно, что стратегия, имеющая максимальную оценку наиболее соответствует индивидуальному стилю приобретения знаний обучаемым, но не всегда может соответствовать максимальной функции принадлежности результата тестирования относительно цели g . Полученного противоречия при построении модели обучения можно избежать, используя следующие способы:

- изменение предпочтений обучаемого;
- изменение исходных матриц переходов и выходов;
- использование такой организации сопровождения обучения, которая бы учитывала только конечную цель, т.е. состояние нечеткой цели с максимальной функцией принадлежности.

В последнем случае следует использовать смешанные стратегии, образованные частями стратегий из классов π . Необходимость в формировании смешанной стратегии определяет трансформацию стратегии из некоторого класса, выбранную, исходя из критерия максимальности в стратегию из другого класса.

Очевидно, что необходимость в трансформации возникает в тех случаях, когда выбранная исходная стратегия перестает быть эффективной по отношению к нечетко заданной цели. При этом важно определить те пространственно-временные точки графа (вершины), где подобная трансформация возможна. С этой целью введем понятие коэффициента свободы выбора обучаемого, под которым будем понимать отношение числа допустимых стратегий к общему числу стратегий из этого же класса. Здесь ε означает порог возможностей обучаемого в достижении поставленной им цели, при использовании индивидуального стиля освоения учебного материала. Чем меньше значение такого коэффициента, тем меньше у обучаемого вариантов в достижении поставленной цели без изменения индивидуальной стратегии. Поэтому обучающая система, построенная на основе модели поведения обучаемого, должна:

- рекомендовать после получения каждого результата тестирования те способы освоения материала, которые являются составными частями допустимых стратегий и не делают значение КСВ равным или близким нулю;
- в случае невозможности выполнения предыдущего пункта трансформировать индивидуальную стратегию обучаемого, переходя на смешанную стратегию обучения. Такая стратегия обучения будет иметь меньшие возможности в реализации индивидуального стиля, но останется допустимой по отношению к достижению поставленной цели;
- перепрограммировать модель обучения в ситуациях перехода от одного результата тестирования к другому в пределах одного и того же этапа обучения.

В последнем случае необходимость в перепрограммировании модели обучения определяется изменением функции доходов. Использование рассмотренной модели позволяет наметить пути автоматической коррекции индивидуальных стратегий обучаемого. Особенность предлагаемого подхода состоит в возможности перенесения модели обучаемого, сформированной преподавателем при личных контактах, в образовательную среду компьютерного (дистанционного) обучения.

Выводы

На данном этапе встает вопрос о соотношении в курсе обучения информационных и интерактивных слайдов. Исходя из современных положений о структуре учебного курса, рекомендуется количество интерактивных слайдов выбирать в диапазоне 0,3 ... 0,5 от количества информационных слайдов. Узлы, как и ребра, могут создаваться, модифицироваться и уничтожаться. При создании узла автор учебного курса имеет возможность непосредственно указывать файлы, находящиеся на локальном диске. Именно для обеспечения этой возможности инструментальная система должна функционировать непосредственно на сервере, поскольку все остальные функции программы могут выполняться и удаленно, через Интернет или локальную сеть. Более того, данный подход позволяет одновременно использовать инструментальную систему в процессе совместной работы над одним учебным курсом коллективу таких специалистов, как преподаватель, ведущий аналогичный курс, психолог, дизайнер, редактор и т.д.

Использование инструментальной системы поддержки интеграции учебно-методических материалов позволит не только существенно сократить время создания курсов компьютерного (дистанционного) обучения, но и в дальнейшем позволит оперативно обновлять материалы курсов. Внедрение таких систем позволит обеспечить более быстрый переход на единые форматы передачи информации сети INTERNET, что, в свою очередь, будет способствовать расширению сферы применения данной инструментальной системы.

В последнем случае необходимость в перепрограммировании модели обучения определяется изменением функции доходов. Использование рассмотренной модели позволяет наметить пути автоматической коррекции индивидуальных стратегий обучаемого. Особенность предлагаемого подхода состоит в возможности перенесения модели обучаемого, сформированной преподавателем при личных контактах, в образовательную среду компьютерного (дистанционного) обучения.

Библиография

1. Rashid El Baji, Olexandr Vyrodov, Igor Shubin. Adaptive Hypermedia Methods and Student Models for Computer Based Didactic Systems – The 5th International Conference «Internet. Education. Science (IES-2006) », Ukraine, Vinnitsia, 2006
2. Nataliya Bilous, Mikhail Bondarenko, Olexandr Vyrodov, Igor Shubin. The Web-Based Software Implementation of Learning Course Model – The Third International Conference on Advanced Engineering Design, Czech Republic, Prague, 2003
3. Nataliya Bilous, Mikhail Bondarenko, Igor Shubin. The Ukrainian e-Learning Region; In Proceedings of 10-th International LInE Conference New Partnerships and Lifelong Learning, Helsinki, Finland, 2008.

Информация об авторах

Igor Shubin – Professor of software Department, Kharkov National University of Radioelectronics, Lenin ave., 14, Kharkov, 61166, Ukraine; e-mail shubin@kture.kharkov.ua

Yaroslav Svyatkin – researcher of software Department, Kharkov National University of Radioelectronics, Lenin ave., 14, Kharkov, 61166, Ukraine

Iryna Bilous – researcher of Kharkov National Economical University, Lenin ave., 9-a, Kharkov, 61166, Ukraine