

МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ УЧЕБНОГО КУРСА ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ТРАЕКТОРИЙ ЕГО ПРОХОЖДЕНИЯ

© 2013

И.А. Маркова, кандидат педагогических наук, доцент кафедры прикладной математики и информатики
Международный университет природы, общества и человека «Дубна», Дубна (Россия)

Ключевые слова: индивидуализация процесса обучения; разработка математических методов и моделей; системы электронного обучения; дифференцированная траектория прохождения (курса); ориентированный граф; модель содержания; модель навигации.

Аннотация: Индивидуализация процесса обучения – необходимое требование к современному образованию. Необходима разработка математических методов и моделей, применение которых в системах электронного обучения позволит автоматизировать процесс формирования структуры учебного курса и дифференцированных траекторий его прохождения. Для индивидуализации процесса обучения структура учебного курса должна предоставлять возможность его прохождения несколькими различными способами. Структуру таких курсов представляют в виде ориентированного графа. В работе предлагается рассматривать отдельно правила формирования структуры учебного курса (модель содержания) и построения индивидуальных траекторий его прохождения (модель навигации).

Для современного общества характерно широкое применение информационных технологий во всех сферах человеческой деятельности, в том числе в образовании. Информатизация образования прошла путь от электронных учебников и систем тестирования до полноценных автоматизированных систем электронного обучения.

Первоначально наиболее широкое распространение системы электронного обучения (СЭО) получили в дистанционном образовании. В настоящее время многие отечественные вузы предпринимают попытки использования СЭО в заочном и традиционном очном обучении. Преимуществом таких систем является автоматизация сбора, хранения и передачи учебных материалов. Применение возможностей СЭО на практике позволяет индивидуализировать процесс обучения [1], что является необходимым требованием к современному образованию.

Основной проблемой применения СЭО, как отмечено в работе [2], является недостаточная проработка методологии создания учебных курсов, поскольку простой перенос информации с бумажных носителей в электронную среду не позволяет ни индивидуализировать обучение, ни повысить его качество. Данная проблема усугубляется тем, что для индивидуализации учебного процесса предполагается разработка и применение не статичных, а динамических вариативных учебных курсов. Поэтому необходима разработка математических методов и моделей, применение которых в СЭО позволит автоматизировать процесс формирования структуры учебного курса и дифференцированных траекторий его прохождения.

Проектирование любого электронного курса следует начинать со структурирования учебного материала. Предположим, что учебный курс состоит из совокупности модулей (учебных объектов). Учебный объект (Learning Object) – блок учебного материала, предназначенный для многократного использования [3]. Учебный объект будем называть элементарным, если он неделим на данном этапе разработки учебного курса, т.е. не имеет в своём составе других учебных объектов.

Результат освоения материала обучаемым каждого учебного объекта электронного курса должен быть оценён. Если учебный объект представляет собой сово-

купность практических или тестовых заданий, то его оценка не вызывает затруднений. Иначе обстоит дело с объектами, включающими только теоретический материал. В традиционной системе обучения при сдаче такого материала обучаемому обычно предлагается ответить на дополнительные вопросы. Поэтому полагаем, что в каждый учебный объект, материал которого носит теоретический характер, включён набор заданий в тестовой форме. Будем считать, что обучаемый завершил изучение такого объекта, если он правильно выполнил эти задания [4, 5].

Пусть учебный курс состоит из N элементарных учебных объектов L_1, L_2, \dots, L_N . Каждому объекту сопоставляется уникальный идентификатор и множество связей W_k . Под связями учебного объекта понимается множество идентификаторов учебных объектов, изучение которых должно предварять изучение данного учебного объекта W_k . Если множество связей учебного объекта пусто, то такой объект называется независимым.

Предположим, для курса строго определена последовательность прохождения всех его учебных объектов, при этом изучение материалов всех объектов обязательно для всех обучаемых. Описанная структура учебного курса называется линейной, она характерна для большинства традиционных учебных курсов:

$$L_1 \rightarrow L_2 \rightarrow \dots \rightarrow L_N.$$

Множества связей $W_k, k = 2, \dots, N$ объектов такого курса представляет собой одноэлементные множества, содержащие идентификатор предыдущего модуля; $W_1 = \emptyset$, следовательно, L_1 является независимым учебным объектом.

Для индивидуализации процесса обучения структура учебного курса должна предоставлять возможность его прохождения несколькими различными способами. Структуру таких курсов принято представлять в виде ориентированного графа.

В работе [1] предлагается рассматривать отдельно правила формирования структуры учебного курса (модель содержания) и построения индивидуальных траекторий его прохождения (модель навигации).

МОДЕЛЬ СОДЕРЖАНИЯ

Совокупность учебных объектов, относящихся к одной теме курса, и связей между ними образуют граф содержания древовидной структуры.

При построении графа содержания следует придерживаться следующих правил [1]:

a) граф содержания может иметь только одну корневую вершину (соответствующую названию структурируемой темы);

b) отсутствуют вершины, которые не связаны с учебными объектами предыдущего уровня (за исключением корня);

c) каждая вершина должна быть связана не менее чем с двумя вершинами следующего уровня, иначе вершина следующего уровня объединяется с данной вершиной;

d) группировка вершин на одном уровне осуществляется по какому-либо общему признаку (общему основанию);

e) связь (ориентация рёбер) осуществляется только в направлении от корня (сверху – вниз);

f) в вершину может входить только одно ребро.

Граф содержания можно представить с помощью матрицы смежности. Элемент матрицы, стоящий на пересечении i -й строки и j -го столбца равен единице, если вершины с номерами i и j являются смежными (следует учитывать то, что граф ориентированный), и нулю в противном случае [6, 7].

МОДЕЛЬ НАВИГАЦИИ

Пусть на основе рассмотренной модели определена структура учебного курса с нужной степенью детализации. Рассмотрим ориентированный граф, вершины которого получены с помощью модели содержания, а рёбра определяют возможные направления перехода между вершинами.

Поскольку множество вершин графа формировалось на основе модели содержания, для него справедливы правила *a–d*. Правило *e* для модели навигации будет некорректно, так как необходимо обеспечить возможность возврата к предыдущему учебному объекту. Таким образом, связи между учебными объектами будут двусторонними.

Правило *f* также не будет выполняться, так как в одну вершину может входить несколько рёбер. Такая ситуация может возникнуть, поскольку в модели навигации рёбра графа определяют не иерархическую вложенность учебных объектов, а последовательность перехода между ними.

Матрица смежности графа навигации будет симметричной относительно главной диагонали, но для удобства построения индивидуальных траекторий прохождения учебного курса и оценки корректности его структуры в данной матрице (и в самом графе) будем отображать только направления прямого перехода между объектами курса.

Будем считать, что каждая тема (раздел) учебного курса имеет единственную точку входа и единственную точку выхода. Данное предположение можно ввести, поскольку в любом разделе дисциплины можно выделить учебный объект, содержащий вводные замечания или основные понятия и определения (точка входа)

и выводы по материалам раздела, вопросы для самоконтроля и тому подобное (точка выхода). Аналогичную структуру имеет сам учебный курс, кроме того, любой учебный объект при дальнейшей детализации может быть представлен в таком виде.

Индивидуализация обучения подразумевает наличие большого количества учебных объектов различного содержания (теоретический материал, практические задания, лабораторные работы, тесты). Каждый учебный объект должен быть оценён в выбранной преподавателем шкале. В настоящее время (в связи с внедрением рейтинговой системы оценки знаний) наиболее часто используется 100-балльная шкала. При значительном количестве объектов в учебном курсе достаточно сложно сопоставить каждому объекту определённое количество баллов в соответствии с уровнем сложности материала, тем самым определив набор возможных траекторий прохождения учебного курса. При этом в любом учебном курсе имеется набор модулей, материалы которых должны быть изучены всеми обучаемыми, что также затрудняет расстановку баллов. С одной стороны, совокупность баллов, назначенных за данные объекты, не должна превышать количество баллов, определяющих минимальную положительную оценку; с другой стороны, изучение неполного набора таких объектов должно повлечь значительное снижение баллов (так, чтобы обучаемый не мог получить положительную оценку).

Для решения данной проблемы предлагается ввести понятия обязательного и рейтингового учебного объекта. Материалы обязательных объектов должны быть освоены всеми обучаемыми, независимо от оценки, на которую они претендуют. Обозначим через Q множество обязательных объектов учебного курса. Данные объекты оцениваются с помощью функции:

$$f(L_i) = \begin{cases} 1, & \text{если обучаемый освоил материал учебного объекта,} \\ 0, & \text{иначе.} \end{cases}$$

$$\forall L_i \in Q$$

Рейтинговым учебным объектам сопоставляется определённое количество баллов, руководствуясь которым обучаемый может выбрать тот или иной объект для изучения. Множество рейтинговых объектов обозначим R . Количество баллов, назначенных за изучение i -го учебного объекта, обозначим $r(L_i)$.

Каждому обязательному объекту сопоставляется максимальное количество баллов M , которое может набрать обучаемый при освоении рейтинговых объектов, связанных с ним. Множество рейтинговых объектов, связанных с обязательным объектом L_i , обозначим \dots .

Всем учебным объектам (как обязательным, так и рейтинговым) ставится в соответствие пороговое значение p (минимальное количество баллов, которое должен набрать обучаемый, чтобы получить доступ к данному объекту). Пороговые значения p учебных объектов определяются на этапе разработки курса.

Рассмотрим пример, иллюстрирующий необходимость введения ограничивающей величины M . Пусть с обязательным объектом L_i связано 10 рейтинговых объектов, представляющих собой однотипные практи-

ческие задания, каждое из которых оценено в 5 баллов. Чтобы набрать нужное количество баллов, позволяющее преодолеть порог для доступа к следующему объекту, обучаемому необходимо набрать 50 баллов (35 баллов с предыдущих объектов и 15 с объектов множества $R(L_i)$). Если обучаемый получил за предыдущие объекты минимально возможное количество баллов и при этом выполнил все задания из множества $R(L_i)$, он получит доступ к следующему объекту, не имея при этом достаточных знаний для его изучения. Поэтому следует ввести величину $M(L_i)$, определяющую максимальное количество баллов, которое обучаемый может получить при изучении объектов из множества $R(L_i)$.

Каждому обучаемому сопоставим следующий набор параметров:

- множество завершённых обязательных объектов U_Q ;
- множество завершённых рейтинговых объектов U_R ;
- текущий рейтинг обучаемого S .

Переход от учебного объекта L_m к объекту L_h осуществляется с помощью сравнения текущего рейтинга обучаемого с пороговым значением объекта L_h . Если $S \geq p(L_h)$, то обучаемый может приступить к освоению материалов объекта L_h . Если обучаемый завершил изучение объекта L_h , то его идентификатор добавляется к множеству U_Q или U_R (в зависимости от типа объекта L_h).

Рейтинг обучаемого должен пересчитываться при каждом переходе между учебными объектами. Пусть обучаемый должен осуществить переход от объекта L_m к объекту L_h . Φ_m – множество учебных объектов, изучение которых должно предшествовать изучению объекта L_k . Множество Φ_m в общем случае включает обязательные и рейтинговые объекты $\Phi_m = \Phi_{Q_m} \cup \Phi_{R_m}$. Тогда после завершения изучения объекта L_k рейтинг обучаемого можно рассчитать по формуле:

$$S = \prod_{L_i \in \Phi_{Q_m}} f(L_i) * \sum_{L_j \in \Phi_{Q_m}} \min \left(M(L_j), \sum_{L_k \in R(L_j)} r(L_k) \right),$$

$$\partial \partial e \cup R(L_j) = U_Q$$

Из последней формулы очевидно, что основное значение при изучении курса имеют обязательные объекты, так как если хотя бы одна функция $f(L_i)$, где $L_i \in \Phi_{Q_m}$, примет значение 0 (а это означает, что обязательный объект L_i не был изучен обучаемым), то текущий рейтинг обучаемого также будет равен 0.

При данном способе построения индивидуальной траектории её корректировка может проводиться не только при переходе между большими блоками материала, но и при переходе от одного учебного объекта к другому.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Телешева Т.П. Математическая модель индивидуализации контроля и оценки результатов обучения // Материалы всероссийской междисциплинарной конференции «Технологии индивидуализации обучения в вузе». – Москва, 2007.
2. Соловов А.В. Электронное обучение: проблематика, дидактика, технология. Самара: «Новая техника», 2006. – 464 с.
3. Соловов А.В. Технологические средства электронного обучения // Электронный сборник статей – М.: ГНИИ ИТТ «Информика», 2008. http://www.scinno.ru/articles/itcs/contest_its/?entry_id=62327
4. Моделирование образовательной модели it-профессионалов в современных условиях Дудина И.П., Ярыгин А.Н. Вектор науки Тольяттинского государственного университета. Серия: Педагогика, психология. 2012. № 3. С. 78–80.
5. Образовательная модель it-специалиста Дудина И.П., Ярыгин А.Н. Вектор науки Тольяттинского государственного университета. 2012. № 3. С. 231–234.
6. Дискретная математика как инструмент формирования интеллектуальной компетентности. Ярыгин А.Н., Ярыгин О.Н. Монография / Москва, 2011.
7. Влияние системы повышения квалификации на развитие ключевых компетенций специалистов Коростелев А.А., Ярыгин А.Н., Ярыгина Н.А. Вісник Черкаського Університету. Серія: Педагогічні науки. 2009. № 163. С. 20–26.

SIMULATION TRAINING COURSE STRUCTURE AND THE INDIVIDUAL TRAJECTORIES OF ITS PASSAGE

© 2013

I.A. Markova, candidate of pedagogical sciences, associate professor of the applied mathematics and informatics chair
International University of nature, society and human «Dubna», Dubna (Russia)

Keywords: education process individualization; mathematical methods and models elaboration; e-learning systems; differentiation trajectory of the passage; directed graph; the content model; the navigation model.

Annotation: Education process individualization is the necessary requirement to modern education. We must have mathematical methods and models elaboration that to permit automation forming process of education course structure and learning differentiation trajectory course in electron education systems. Education course structure must leave to learning by a few various ways for education process individualization. Education course structure is the orientation graph. We propose to consider separately the rules of forming education course structure (content model) and construction of learning individual trajectories (navigation model).