

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ МОДЕЛИ ЗНАНИЙ СТУДЕНТА

©Автор: Н. А. Борисов

Источник: [http://www.unn.ru/pages/e-library/vestnik/99999999_West_2012_5\(2\)/42.pdf](http://www.unn.ru/pages/e-library/vestnik/99999999_West_2012_5(2)/42.pdf)

Поступила в редакцию 10.09.2012

Рассмотрены вопросы поддержки процесса обучения в системах дистанционного обучения на основе использования модели обучаемого. Модель обучаемого строится в виде нечеткого недетерминированного автомата. При построении модели используются как предпочтения обучаемого, так и экспертные оценки. Поддержка процесса обучения рассматривается как возможность выбора стратегии и тактики обучения при назначении обучающих материалов.

Ключевые слова: системы дистанционного обучения (СДО), модель обучаемого, нечеткая логика, недетерминированный автомат.

Введение

В настоящее время развитие систем дистанционного обучения (СДО) характеризуется переходом на платформы, хорошо зарекомендовавшие себя в качестве основы для разработки корпоративных информационных систем и порталов. В первую очередь к таким системам можно отнести MS Sharepoint, обеспечивающий разработчику богатые функциональные возможности по созданию инфраструктуры в виде иерархии сайтов, управлению обучающим контентом, а также по организации совместной работы обучаемых [1, 2].

Для повышения эффективности разработки средств обучения на платформе MS Sharepoint существуют специальные инструментальные средства, например, Sharepoint Learning Kit (SLK), который облегчает создание обучающих систем за счет [3]:

- широких возможностей управления учебными материалами;
- предоставления средств для организации процесса тестирования знаний обучаемых;
- обеспечения генерации отчетов о прохождении студентами учебных материалов и о результатах тестирования.

Тем не менее, использование для организации дистанционного обучения платформ, разработанных для обеспечения решения других задач, выдвигает ряд дополнительных проблем. Предлагаемые в SLK и аналогичных надстройках средства планирования процесса обучения ориентированы на «среднего» студента и не предоставляют возможности учета его личностных качеств и индивидуальных особенностей.

Поэтому процесс дистанционного обучения до сих пор принципиально отличается от общения с преподавателем, который имеет возможность адекватно корректировать процесс обучения, изменяя форму и содержание материала, тактику и стратегию обучения, а иногда и методологию преподавания.

Преподаватель для управления учебным процессом использует неформализованную, но субъективно осознанную модель обучаемого – его знаний и предпочтений по формам обучения и способам подачи учебного материала. При дистанционном обучении функцию построения такой (но уже формализованной) модели должна взять на себя система дистанционного обучения.

Формализация модели обучаемого

Различные подходы, используемые для построения моделей обучаемого в СДО [4, 5], в основном базируются на методах искусственного интеллекта и реализуют разнообразные способы извлечения знаний о состоянии обучаемого и их дальнейшего использования для повышения эффективности функционирования СДО. Большинство подходов предполагает использование результатов тестирования знаний студентов, которое проводится после изучения каждой темы или раздела учебного курса. В данной работе используется построение модели обучаемого в виде нечеткого недетерминированного автомата вида [6]:

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

где $U = \{U_1, U_2, \dots, U_m\}$ – конечное множество входов, $X = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ – конечное множест-

во состояний, $Y = \{Y_1, Y_2, \dots, Y_p\}$ – конечное множество выходов, $\sigma: X \times U \times X \rightarrow [0, 1]$ – функция переходов, $\sigma: X \times Y \rightarrow L$ – функция выходов, s_0 – начальное состояние.

В данном определении функция δ порождает множество нечетких матриц перехода

$$T_U = \{\delta_{X_i, X_j}(U)\}, 1 \leq i \leq j \leq n,$$

а функция σ порождает нечеткую матрицу выхода

$$\sigma = \{\sigma_{X_i, X_j}\}, 1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq p.$$

Среди множества состояний автомата нужно выделить множество финальных (заключительных) состояний X_n . Для целей автоматизации обучения наибольший интерес представляет такой тип автомата, для которого каждое состояние

$$X_i, i \in I = \{1, K, n\}$$

зависит от предыдущего состояния X_{i-1} . Данный вид зависимости обусловлен приоритетом реализации целей обучения, последовательностью изучения различных тем и разделов курса и т.п. Такой автомат можно описать нечетким графом

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

где M – множество принадлежностей элементов $X_{i-1} \times X_i$.

При таком рассмотрении цель обучения декомпозируется на i последовательных (по времени освоения материала) подзадач. Будем интерпретировать X_i как множество результатов i -го теста, $Y_j, j \in J = \{1, K, p\}$ как множество интервалов времени на обучение, L – множество доходов, связанных с реализацией выбранного способа обучения (освоения материала) $u \in U$ на интервале времени Y_j . Очевидно, что в рассматриваемом типе автомата $m = n$ и может трактоваться как число последовательных этапов (шагов) достижения цели.

Решения по выбору необходимых учебных воздействий и состояния обучаемого, изменяющиеся во времени, будем трактовать, как нечеткие события на интервале $Y_k, 1 \leq k \leq p$. В этом случае функция переходов может задаваться экспертным путем и отражать уже имеющийся опыт обучения, исходя из практического опыта преподавателей преподавания 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 [7]:

$$\frac{\mu(X_i)}{U_i} = \frac{\mu(X_{i-1})}{U_{i-1}} \circ \frac{\delta(X_{i-1}, X_i)}{U_i}, \quad (2)$$

$$\mu(U_i) = \mu(X_{i-1}) \circ \delta(X_{i-1}, X_i),$$

где « \circ » – знак операции «композиция»; $\mu(X_i)/U_i, \mu(X_{i-1})/U_{i-1}$ – нечеткие оценки возможности процесса обучения находится в состояниях X_i и X_{i-1} при применении способов освоения учебного материала U_i 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: $\mu(U_i) \leq \mu(X_i)/U_i$. 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 оцениваемой обучаемым, в зависимости, например, от времени или сложности освоения учебного материала.

Построение нечеткого автомата

Для построения автомата можно использовать подход, предложенный в [8]. Из исходного состояния проводятся дуги в состояния, соответствующие первому шагу принятия решений. Эти дуги маркируются теми способами освоения учебного материала, использование которых обучаемым, в соответствии с прогнозом, позволяет добиться наилучших результатов промежуточного тестирования на первом этапе обучения. В зависимости от маркировки этих дуг и на основе сформированных пар «способ освоения материала» – «результаты тестирова-

ния» проводятся аналогичные 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 интерес представляет тот класс, стратегии которого позволяют достичь цели обучения и характеризуются максимальными оценками связей между результатами тестов. Для выделения таких стратегий на множестве финальных результатов 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

$$\alpha(U_{n-1}) = \max_{Y_{n-1}} (\min(\mu(U_{n-1}), \sigma_{X_{n-1}, U_{n-1}})).$$

Подобная процедура осуществляется для каждого шага решения, вплоть до состояния s_0 . Использование данной 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 вида

$$S_q = (s_0, U_0, X_1^{r_1}, U_1, K, X_{n-1}^{r_{n-1}}, U_{n-1}, X_n^{r_n}),$$

где $r_w, w = \overline{1, n}$, – число результатов w -го теста. Элементы (результаты итогового тестирования) множества X_n могут представлять для обучаемого различную ценность, что отражается заданием на X_n нечеткой цели с функцией принадлежности $\mu(g) = \{\mu(X_n^1, K, X_n^h)\}$, где h – размерность множества X_n ; $\mu(X_n^*); \pi = \overline{1, h}$ – функция принадлежности результата тестирования X_n^* нечеткой цели g . В этом случае каждую стратегию из класса π можно оценить следующим образом:

$$\beta(S_q^*) = \min(\alpha(U_0), \alpha(U_1), K, \alpha(U_n)\mu(X_n^*)).$$

Очевидно, что стратегия, имеющая оценку $\max_q(\beta(S_q^*))$, наиболее соответствует индивидуальному стилю приобретения знаний обучаемого, но не всегда может соответствовать максимальной функции принадлежности результа-

та тестирования, относительно цели g . Полученное противоречие 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 по критерию $\max_q(\beta(S_q^*))$ в стратегию из другого класса, исходя из критерия $\max_x(\mu(X_n^*))$ [8].

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 вводится понятие коэффициента свободы выбора обучаемого ($K_{\text{СВО}}$), под которым будем понимать отношение числа допустимых стратегий из класса S_q^* , для которых выполняется условие

$\beta(S_q^*) \geq \varepsilon$, к общему числу стратегий из этого же класса. Здесь ε означает порог возможностей обучаемого в достижении поставленной им цели, используя индивидуальный стиль освоения учебного материала. Чем меньше значение $K_{\text{СВО}}$, тем меньше у обучаемого вариантов в достижении поставленной цели без изменения индивидуальной стратегии. Поэтому, информационная 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 $K_{\text{СВО}}$ равным или близким нулю;
- в случае невозможности выполнения предыдущего пункта трансформировать индивидуальную стратегию обучаемого, переходя на смешанную стратегию обучения. Такая страте-

гия обучения будет иметь меньшие возможности в реализации индивидуального стиля, но оставаться 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.

Направления использования разработанной модели

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 дистанционного обучения. Данная модель при реализации в среде MS Sharepoint позволит индивидуализировать процесс обучения студентов, что в итоге может способствовать повышению эффективности обучающей системы в целом.

Список литературы

1. Microsoft SharePoint 2010 – Домашняя страница [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://sharepoint.microsoft.com/ru-ru/product/capabilities/Pages/default.aspx>.
2. Ноэл М., Спейс К.. Microsoft Sharepoint 2010. Полное руководство. Вильямс, 2011. 880 с.
3. SharePoint Learning Kit [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.microsoft.com/rus/education/slk/default.aspx>.
4. Brusilovsky P. Intelligent tutoring systems for World-Wide Web. In: R. Holzapfel (ed.) // Proceedings of Third International WWW Conf. Darmstadt, April 10–14, 1995, Fraunhofer Institute for Computer Graphics. P. 42–45.
5. Борисов Н.А., Борисов А.А. Иерархия моделей базы знаний обучающей системы // Компьютерные технологии в управлении, медицине, образовании: сб. науч. трудов. Тверь: ТГТУ, 2006. С. 54–59.
6. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / Под ред. Д.А. Поспелова. М.: Наука, 1986. 312 с.
7. Астанин С.В. Нечеткая автоматная модель стратегического управления // Изв. ТРТУ. Интеллектуальные САПР. Таганрог: Изд-во ТРТУ, 1997.
8. Astanin S. The behavior model of strategic controlling // 5th European Congress on Intelligent Techniques & Soft Computing, Aachen, Germany September. 8.11.1997. V. 1.

EDUCATIONAL PROCESS ORGANIZATION BASED ON THE FUZZY MODEL OF A STUDENT'S KNOWLEDGE

N.A. Borisov

Some problems of educational process support in distance learning systems are considered on the basis of the student's knowledge model in the form of a nondeterministic fuzzy automaton. The model is constructed using both the learner's preferences and expert judgments. The educational process support is considered as a possibility to choose learning tactics and strategies in the assignment of learning materials.

Keywords: distance learning systems, learner model, fuzzy logic, nondeterministic automaton.