

УДК 681.335:004.891

# ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА ФОРМИРОВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ СТРАТЕГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Т.Л. Мазурок

Одесский национальный политехнический университет

e-mail: mazurok62@mail.ru

Совершенствование системы образования связано с достижением реальной персонификации, которая может снять парадоксы содержания образования. К таким парадоксам относятся: необоснованная перегруженность обучаемых учебным материалом, имеющая стойкую тенденцию к возрастанию; несогласованность материала отдельных учебных предметов [1]. Широкое использование средств информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в обучении, внедрение различных видов электронного обучения носит экстенсивный характер, не изменяя традиционной дидактической системы, с присущими ей недостатками. Поэтому необходима разработка адаптивных средств управления маршрутом движения обучаемых с целью преобразования хаотичного нагромождения учебных предметов в их системное и целенаправленное построение для персонализированного обучения. Развитие систем управления обучением привело к появлению отдельного класса систем, реализующих управление учебным контентом (Learning Content Management System, LCMS) [2], что свидетельствует об *актуальности* совершенствования средств отбора учебного материала в соответствии с персональной системой предпочтений. Как правило, в индивидуальной системе предпочтений должны быть отражены сведения о способностях, мотивах, позиции, цели обучения и профессиональной ориентации индивида. Требования учёта большого количества разнородных факторов, имеющих, в основном, нечёткое описание, определяет необходимость интеллектуализации поддержки принятия решений педагогом–тьютором в автоматизированной системе обучения.

Задача исследования состоит в разработке модели интеллектуальной поддержки принятия решений в автоматизированной системе адаптивного управления обучением.

Для решения поставленной задачи необходимо решение следующих вопросов: сформировать схему управления контентом в автоматизированных обучающих системах (АОС); определить модель монопредметной учебной области; построить модель системы межпредметных связей; построить модель формирования очередного учебного воздействия с учётом системы индивидуальных предпочтений обучаемого.

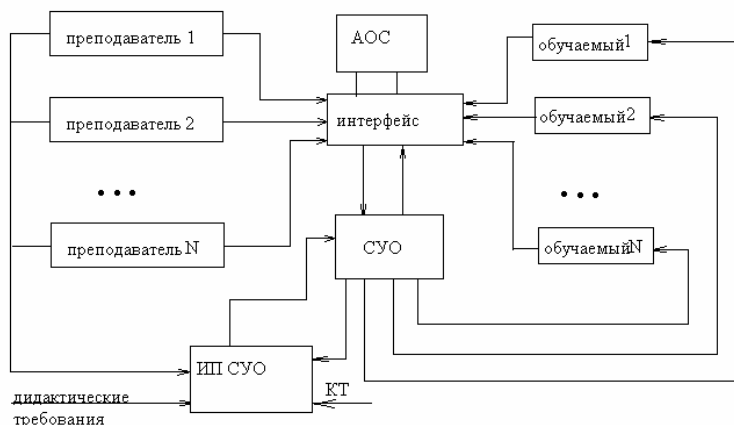


Рис. 1 Обобщённая схема управления в АОС

Здесь по сравнению с традиционными схемами введены дополнительно два элемента:

СУО – система управления обучением;

ИП СУО – интеллектуальная поддержка СУО.

Основная цель функционирования блока интеллектуальной поддержки состоит в формировании индивидуальной стратегии обучения. Исходными данными для этого процесса являются: структуры предметных областей, полученные от преподавателей - представленные в виде соответствующих баз знаний; квалификационные требования к формируемым знаниям, умениям, навыкам и соответствующий им показатель степени интеграции монопредметных областей; дидактические требования, полученные от экспертов-специалистов по методике обучения, дидактике; модели обучаемых.

Таким образом, формирование управляющих воздействий выполняется СУО на основе интеллектуальной обработки информации об изучении монопредметных учебных дисциплин, полученной от преподавателей; системы дидактических требований; квалификационных требований; атрибутов модели обучаемых.

Анализ существующих подходов к моделированию предметной области отражает общую тенденцию к созданию иерархических моделей, элементами которой являются соответствующие учебные элементы. Вершиной иерархии является курс, нижней ступенью – отдельное понятие темы. Принцип унификации учебного элемента определяет наиболее значимым последний уровень иерархии – отдельное понятие темы.

В структуре учебного курса одним из основных отношений является «часть-целое», которое можно описать теоретико-множественной операцией объединения  $N = \bigcup_{i \in I} N_i$ , где  $i$  – пробегает индексное множество  $I$ , представляющее совокупности объединяемых частей  $N_i$  в целое -  $N$ .

При многократном вложении операций объединения структурную модель монопредметного курса удобно представить в виде графа  $L = (X, U, P)$ , в котором множество вершин  $X \neq \emptyset$  и рёбер  $U$ ,  $U \cap X \neq \emptyset$ , отображают структуру объединения, а инцидентор  $P$  будет определять упорядочение троек элементов  $x, y, u$ ,  $x, y \in X, u \in U$ . Для иерархичного дерева предметной области  $\forall u \exists x$ ,

$$\begin{aligned} & y \{ P(x, y, u) \wedge \forall x', y', [P(x', u, y') \Rightarrow (x = x', y = y')] \}; \\ & \exists x, y \{ x \neq y \wedge P(x, y, u) \wedge \neg P(y, u, x) \}. \end{aligned} \quad (1)$$

Инцидентность дуг  $u$  вершине  $x$  определяется двухместными предикатами:

$$\begin{aligned} & \text{a. Для дуги } u, \text{ исходящей из вершины } x: \\ & I^+(x, u) \Leftrightarrow I_i^+(x, u) \Leftrightarrow \exists z P(x, u, z); \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} & \text{b. Для дуги, входящей в вершину } x: \\ & I^-(x, u) \Leftrightarrow I_i^-(x, u) \Leftrightarrow \exists z P(z, u, x). \end{aligned} \quad (3)$$

Описанный граф является основой для построения структурной модели монопредметного курса. Но структурное описание не является исчерпывающим, так как параметры учебных элементов различны.

При параметрическом наполнении моделей монопредметной области необходимо отразить возможные и целесообразные взаимосвязи между учебными элементами интегрированного курса. Моделирование наличия, вида, направления межпредметной связи – задача слабо структурированная и плохо формализованная. Получение содержательной информации от экспертов в виде правил с последующей реализацией логического вывода приводит к задаче поиска путём сопоставления. Однако, используя модель ассоциативного мышления [3], можно автоматизировать процесс нахождения структур многопредметных связей, определять набор весовых коэффициентов для

найденного образа, что позволит в дальнейшем управлять системой интегративных функций.

Модель, описывающая процесс ассоциативного мышления, может служить связующим звеном между логическими моделями и моделями нейронных сетей, что соответствует тенденции в развитии систем искусственного интеллекта к построению гибридных систем. Ассоциативный механизм подобен процессу установления межпредметных связей. Главное отличие результата состоит в высоком уровне субъективизма и фрагментарности при установлении связей «вручную» - педагогом-предметником. Применение логического подхода уменьшает долю субъективизма за счёт формирования правил на основе извлечения знаний от экспертов, однако не решает вопроса воссоздания целостности структуры межпредметных связей.

Структура связей отражает иерархическую структуру содержания обучения, образуя слои в соответствии с уровнями иерархии «курс – раздел – подраздел – тема - понятие». Таким образом, получаем многослойную сеть со скрытыми слоями, т.к. в качестве внешней среды выступают данные, полученные из соответствующих баз знаний монопредметных курсов, в качестве выходных данных, отправляемых из конфигулятора на блок сравнения, выступает коэффициент интеграции.

Обучение производится с помощью задания преподавателем синаптических весов нейронов в виде весовых коэффициентов, отражающих степень взаимосвязи учебных элементов. Т.к. весовые коэффициенты задаются с помощью лингвистических переменных, а правила формирования последовательностей учебных элементов являются нечёткими, то модель основывается на нейро-нечётком подходе. Для объединения сигналов  $x_i$  и весов  $w_i$  применяется t-норма, а выход образуется с применением t-конормы.

Поиск цепочки активизированных нейронов осуществляется на основе совокупности учебных элементов (УЭ) и ассоциативных связей между ними. Ассоциативная связь выражается с помощью нечётких множеств (НМ), представляет собой вектор  $\langle i, j, w, t \rangle$ , где  $i$  – УЭ, от которого исходит ассоциативная связь,  $j$  – УЭ, к которому направлена ассоциативная связь,  $w$  – сила ассоциации (на основе предварительной экспертной оценки преподавателей-предметников),  $t$  – тип ассоциаций (внутрипредметные и межпредметные).

Набор правил по активизации нейронов в общем случае имеет вид:

$$\text{Правило } k: \text{if } x_i \text{ AND } x_j \text{ then } F_k. \quad (4)$$

Для определения выходной переменной используется алгоритм Tsukamoto, в соответствии с которым подсчитываются значения истинности предпосылок для каждого правила. Обучение производится с помощью задания преподавателем синаптических весов нейронов в виде весовых коэффициентов, отражающих степень взаимосвязи учебных элементов. Т.к. весовые коэффициенты задаются с помощью лингвистических переменных, а правила формирования последовательностей учебных элементов являются нечёткими, то модель основывается на нейро-нечётком подходе. Основным методом формирования блоков нечёткого адаптивного управления выбрано предикатное управление.

Так как ассоциативный поиск представляет собой цепочку или дерево элементарных ассоциативных поисков, то весовые коэффициенты, выражающие степень взаимосвязи учебных элементов, могут применяться в качестве синаптических весов искусственного нейрона. Для определения функции активации, определяющей выходной сигнал, рассмотрим процедуру формирования интегральных характеристик учёта межпредметных связей в пределах одного уровня иерархии. Уровни иерархии структурной модели предметной области соответствуют слоям нейросети.

Основное назначение нейросети состоит в идентификации инициализируемой стратегии обучения требуемому уровню компетенции.

Выбор наиболее «полезной» межпредметной связи, а следовательно и связанного с ней следующего учебного элемента, может быть получено на основе реализации генетического алгоритма в следующей постановке. Требуется найти номер очередного учебного элемента  $i$  такой, при котором значение целевой функции  $f_i(x)$  обеспечит наименьшее расхождение с эталонным значением достижения заданной компетенции  $\delta f(i) = |f_i(x) - f_e(x)| \rightarrow \min$ , где вектор  $x = (x^{(1)}, \dots, x^{(n)})$  – многомерная переменная, характеризующая параметры  $i$ -го учебного элемента. К основным группам параметров учебного элемента относятся психолого-педагогические особенности обучаемого, уровень обученности, цель обучения.

Эталонные значения целевой функции определяются на основе применения нейросетевой модели системы межпредметных связей. Весовые коэффициенты определяются в результате опроса экспертов по поводу целесообразности межпредметных связей между соответствующими парами учебных элементов интегрируемых предметных областей, выражаются в виде нечётких значений. Структура нейронной сети соответствует структурной модели интегрированного учебного курса, имеет иерархическую структуру. Вывод выходного слоя сети соответствует эталонному значению целевой функции, характеризует «вклад» в формирование определённой компетенции.

Критерием выбора очередного учебного элемента в обучающей стратегии является степень близости к эталону соответствующего значения целевой функции. Определение значений весовых коэффициентов осуществляется на основе применения генетического алгоритма в виде кроссовера, где в качестве «родительских хромосом» используются учебные элементы интегрируемых монопредметных структур.

Мера близости двух точек  $n$ -мерного пространства определяется на основе вычисления евклидова расстояния между точками, соответствующими эталонному значению целевой функции и полученному в результате кроссовера:

$$d_{ei} = \sum_i^n (x_{ij} - x_{ej})^2 \quad (5)$$

В настоящее время проводятся компьютерные эксперименты по использованию сочетания эволюционных алгоритмов с нейросетевыми для адаптивного управления последовательностью учебных элементов для интегрированного курса «Автоматизированный перевод», преподаваемого автором в Южноукраинском государственном педагогическом университете им. К.Д. Ушинского. Для реализации генетического алгоритма используется программа SUGAL, для реализации вывода нейро-нечёткой сети используется пакет Fuzzy Logic Toolbox, входящий в систему Matlab.

Таким образом, предложен способ интеллектуальной поддержки процесса формирования адаптивных управляющих воздействий по генерации индивидуальных стратегий. Предложенный подход позволяет за счёт использования средств искусственного интеллекта учесть актуальные дидактические требования.

#### Список литературы

1. Беспалько В.П. Образование и обучение с участием компьютеров. – М.: МПСИ, 2002.
2. Content & Collaboration Strategies 2004/05 META Trends. META Group, January 2004.
3. Гаврилов А.В. Архитектура «двухполушарной» экспертной системы //Кибернетика и ВУЗ, 1994, вып.28.