

УДК 681.335:004.891

Т.Л. Мазурок

НЕЙРОСЕТЕВОЙ ПОДХОД К ИНТЕГРАЦИИ ИЕРАРХИЧЕСКИХ СТРУКТУР

Введение

Современный этап развития науки характеризуется всё возрастающим проявлением интеграционных процессов. Универсальный и всеобщий характер интеграции в процессах развития современной науки играет ведущую роль, превращаясь в средство получения новых знаний [1].

Дидактический принцип научности определяет необходимость отражения интеграционных процессов, характерных для развития современного научного знания, в совершенствовании образования на интеграционной основе.

Одним из эффективных способов решения этой проблемы является использование межпредметных связей [2]. Связь между учебными дисциплинами является отражением связей между соответствующими науками, каждая из которых изучает единый объективно существующий материальный мир. Осуществление межпредметных связей способствует формированию целостного представления обучаемых об окружающем мире, способствует углублению знаний, повышает практическую направленность обучения.

К основным факторам, определяющим успешность реализации межпредметных связей, является их организация и подготовка. На сегодняшний день осуществление межпредметных связей происходит бессистемно, эпизодически, определяется, в основном, умениями и энтузиазмом преподавателя. Автоматизация процесса формирования структуры интегрированного обучения возможна на основе использования современных интеллектуальных технологий, как средства управления интеграционными процессами.

Постановка проблемы

Одной из актуальных проблем развития и совершенствования управления процессом автоматизированного обучения с учётом

дидактических требований является моделирование процесса формирования структуры интегрированных курсов в виде иерархической системы учебных элементов на основе системы межпредметных связей, полученных от экспертов. Актуальность данной проблемы определяется противоречием между возрастанием необходимости интегрирования контентов монопредметных учебных дисциплин и отсутствием моделей управления процессом интеграции иерархических структур.

Анализ публикаций по теме исследования

Проблема поиска прогрессивных математических методов анализа и проектирования образовательных сред как сложных систем постоянно актуальна. Особый вклад в эту область внесли работы Глушкова В.М., Гриценко В.И., Ивахненко А.Г., Манак А.Ф., Тимченко А.А. Дидактические требования к автоматизированному обучению сформулированы в работах Башмакова А.И., Беспалько В.П., Козлаковой Г.А., Маслова С.И., Талызиной Н.Ф. Исследование иерархических структур управления начато в работах Месаровича М., Саати Т., продолжено в работах Згуровского М.З., Опариной Е.Л. Однако, анализ публикаций по данной проблеме, а также анализ практического опыта использования автоматизированных обучающих систем показывает, что методы системного анализа применимы к внутрисистемному взаимодействию, а дидактические требования определяют необходимость формирования систем обучения, в том числе интегрированного, на уровне межсистемного взаимодействия.

Формулировка целей статьи

В связи с отсутствием общесистемных методов интеграции структур, рассмотрим управление процессом интегрирования содержания обучения. Так как модель монопредметной дисциплины представима в виде иерархии «курс-раздел-тема-учебный элемент (УЭ)», то объектом интеграции является иерархическая структура. Особенность процесса обучения, как нелинейного, слабоформализованного процесса, определила в качестве средства интеллектуальной поддержки интегрирования использование нейросетевого подхода. Поэтому целью данной статьи является исследование особенностей применения нейросетевого подхода к

интегрированию иерархических структур в рамках целенаправленного процесса формирования должностных компетенций.

Модель интеграции иерархических структур

Рассмотрим процесс интеграции двух систем, имеющих иерархическую структуру. В общем виде каждая из иерархических структур имеет вид графа [3].

Одним из основных отношений в структуре учебного курса является «часть - целое», которое можно представить теоретико-множественной операцией объединения $A = \bigcup_{i \in I} A_i$, где i пробегает

индексное множество I , представляющее совокупности объединяемых частей A_i в целое A . При многократном вложении операций объединения модель монопредметного учебного курса представляется графом $L_1 = (X_1, U_1, P_1)$, в котором множества вершин $X_1 \neq \emptyset$ и ребёр U_1 , $U_1 \cap X_1 \neq \emptyset$ отражают структуру объединения, а инцидентор P определяет упорядочение троек элементов x_1, y_1, u_1 , $x_1, y_1 \in X_1, u_1 \in U_1$. Так, для структур L_1 и L_2 (рис.1):

$$\forall u_1 \exists x_1, y_1 \{ P(x_1, u_1, y_1) \wedge \forall x'_1, y'_1 [P(x'_1, u_1, y'_1) \Rightarrow (x_1 = x'_1, y_1 = y'_1)] \}; \quad (1)$$

$$\exists x_1, y_1 \{ x_1 \neq y_1 \wedge P(x_1, u_1, y_1) \wedge \neg P(y_1, u_1, x_1) \} \quad (2)$$

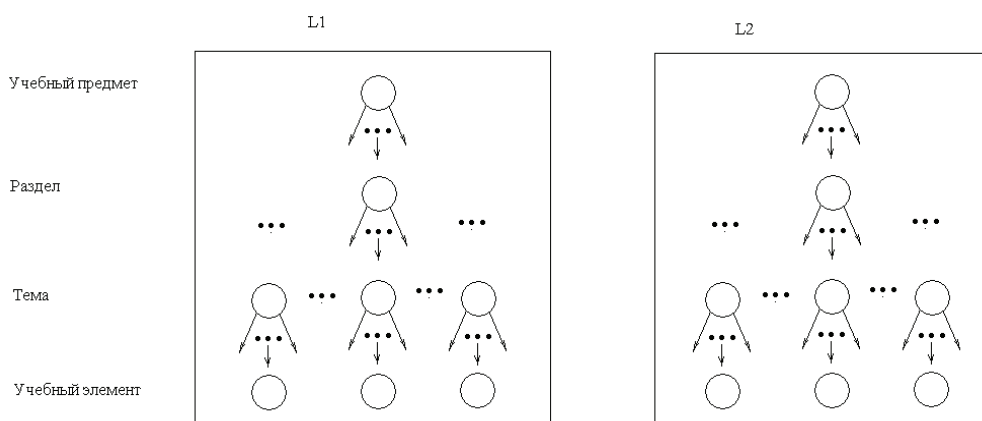


Рисунок 1 - Схема интегрируемых иерархических структур

Система межпредметных связей описывается с помощью нечёткого бинарного отношения $R: L_1 \times L_2$. Данное отношение представимо в виде:

$$R = \sum_{L_1 \times L_2} \frac{\mu_R(L_1, L_2)}{(L_1, L_2)} \quad (3)$$

Модель интеграции, как управляемого процесса, можно определить в виде зависимости:

$$L_3 = F(L_1, L_2, R: L_1 \times L_2, P), \quad (4)$$

где P - правила интегрирования, зависящие от ступени иерархии интегрируемых элементов.

Таким образом, задача управления интеграцией иерархических структур L_1 и L_2 сводится к определению элементов L_3 в зависимости от системы межпредметных связей R на основе базы правил, содержащих экспертную информацию о целесообразности включения взаимосвязей для формирования межпредметных компетенций.

Формирование управляющих воздействий

Для использования предложенной модели наилучшим образом подходит пакет Fuzzy Logic Toolbox системы Matlab [4], т.к. он обладает возможностью построения адаптивных нечётких нейронных сетей. Полученные результаты значений функции принадлежности используются на этапе применения нейронной сети в качестве весовых коэффициентов, отражающих степень взаимосвязи между УЭ интегрируемых курсов. В результате обучения, данные для которого подготавливаются экспертами – преподавателями-предметниками на основе заполнения попарно предъявляемых УЭ, представляют собой значения лингвистической переменной. Функция принадлежности для данной лингвистической переменной имеет вид Гауссовой функции, является обработкой результатов, полученных от экспертов. В качестве термов были использованы следующие значения: $T_{\varepsilon} = \{ \text{«отсутствует»}, \text{«скорее всего целесообразна»}, \text{«определённо целесообразна»} \}$. В результате применения нейро-нечёткой системы получаем структуру интегрированного контента с заданной степенью интеграции.

Так как мнения экспертов, на основе которых сформулированы правила, не могут быть выражены точными числовыми значениями, то они образуют систему нечётких правил. Для определения управляющего воздействия, выражающегося в инициализации очередного УЭ, основанным является выбор нейро-нечёткой сети [5]. К очевидным достоинствам такого подхода относится заимствованная от нейронных сетей способность к обучению совместно с возможностью модификации нечётких правил принятия решений.

Кроме того, синтез указанных интеллектуальных средств позволяет выполнить первоначальное проектирование нейронной сети на основе экспертных оценок с последующим оцениванием корректности функционирования такой системы. В случае неудовлетворительных значений степени интеграции системы L_3 , правила могут быть уточнены.

Разработанная нейро-нечёткая модель служит основой для генерации последовательности изучения УЭ интегрированного курса. Таким образом, возможна автоматизация весьма сложного и трудоёмкого процесса по формированию структуры интегрированного курса.

Практическая реализация

Для реализации информационной подсистемы, выполняющей интеграцию последовательности УЭ, использован пакет Fuzzy Logic Toolbox, входящий в состав системы Matlab. С помощью редактора нечётких нейронных систем ANFIS Editor осуществляется создание структуры нечёткой нейронной сети, просмотр структуры, настройка её параметров, проверка качества функционирования сети.

На рис. 2 показана структура «обученной» нейро-нечёткой сети, с помощью которой по входным переменным – элементам L_1 и L_2 на основе базы нечётких правил определяется вхождение УЭ в L_3 .

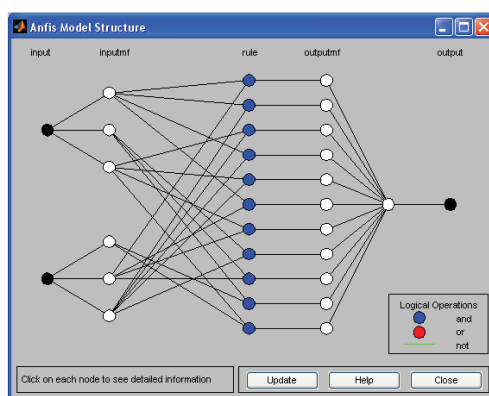


Рисунок 2 - Структура «обученной» нейросети

Выводы и перспективы дальнейших исследований

На примере интеграции структур монопредметных учебных курсов показана возможность применения нейро-нечёткого управления процессом интегрирования иерархических структур с использованием экспертной информации в виде нечётких правил, что

позволит создать интеллектуальную поддержку преподавателю по формированию структуры интегрированных курсов. Дальнейшие исследования направлены на увеличение количества интегрируемых структур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Клепко С.Ф. Интегративна освіта і поліморфізм знання. – Харків, 1988. – 762 с.
2. Месарович М, Мако Д., Такахара И. Теория иерархических многоуровневых систем. – М.: Мир, 1973. – 342 с.
3. Мазурок Т.Л., Тодорцев Ю.К. Актуальные направления интеллектуализации системы управления процессом обучения //Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы. – 2007. - №1. – с.93-97.
4. Леоненков А.В. Нечёткое моделирование в среде Matlab и fuzzyTEACH. – СПб.: БХВ – Петербург, 2003. – 736 с.
5. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечёткие системы. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 452 с.

Получено 07.03.2008 г.