

## ПРЕДСТАВЛЕНИЕ МОДЕЛИ УЧЕБНОГО КОНТЕНТА В СИСТЕМАХ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

**Купневич Ю.Н., Фонов А.М.**

Донецкий национальный технический университет

Кафедра автоматизированных систем управления

E-mail: [yuliya\\_kupnevich@mail.ru](mailto:yuliya_kupnevich@mail.ru)

### *Аннотация*

*Купневич Ю.Н., Фонов А.М. Представление модели учебного контента в системах дистанционного обучения. В статье рассмотрены основные модели данных, выделена иерархическая сетевая модель учебного Web-контента Tree-Net как основа для формализации и структуризации информации для образовательных порталов. Предложена модификация выбранной модели с помощью теории нечетких множеств.*

### **Общая постановка проблемы**

Система дистанционного обучения (СДО) — новое средство организации образовательного процесса, базирующееся на принципе самостоятельного обучения студента. Основной сущностью, материалом, которым манипулируют СДО, является контент. Под контентом (англ. content) принято понимать любое содержательное наполнение информационного ресурса — тексты, графика, мультимедиа. В Web-сайтах для конечного пользователя контент организуется в виде страниц средствами гипертекстовой разметки. Учебный Web-контент — это контент образовательных сайтов, порталов дистанционного обучения и других Интернет-систем, использующиеся для передачи знаний пользователям.

Актуальность проблемы заключается в том, что классические системы дистанционного обучения, такие как Blackboard, LearningSpace, WebCT, Moodle и др., не способны обеспечить адаптивность процесса обучения, который является одним из ключевых требований непрерывного образования [4]. В связи с этим необходимо разработать модель контента, которая станет основой для построения адаптивной системы непрерывного обучения. Возникает вопрос с выбором модели представления данных в таких системах.

Рассмотрим модели представления данных. Модель данных представляет собой множество структур данных и взаимосвязи между ними. Различают иерархическую, сетевую и реляционную модели данных [1].

В иерархической модели данные представляются в виде древовидной (иерархической) структуры. Дерево представляет собой иерархию элементов, называемых узлами. Под элементами понимается совокупность атрибутов, описывающих объекты. В модели имеется корневой узел (корень дерева), который находится на самом верхнем уровне и не имеет узлов, стоящих выше него. К достоинствам иерархической модели данных относятся эффективное использование памяти ЭВМ и неплохие показатели времени выполнения операций над данными. Недостатком иерархической модели является ее громоздкость для обработки информации с достаточно сложными логическими связями [2]. Непосредственный доступ возможен лишь к объекту самого высокого уровня, а к другим объектам доступ осуществляется только по связям от объекта на вершине модели [1].

Сетевая модель (или семантическая сеть) в инженерии знаний представляется направленным графом, узлы которого соответствуют понятиям и объектам, а дуги — отношениям между ними. В сетевых моделях непосредственный доступ обеспечивается к любому объекту независимо от уровня его расположения в модели, а также по связям к

другим объектам. Основное достоинство семантической сети — это универсальность и удобство представления как декларативных, так и процедурных знаний. Имеют место и два недостатка:

- громоздкость и сложность построения и изменения большой сети;
- потребность в значительном количестве и разнообразии процедур обработки, связанная с различными типами дуг и вершин.

Несмотря на присущие этой модели недостатки, она является одной из наиболее эффективных моделей представления знаний [1].

Реляционная модель ориентирована на организацию данных в виде двумерных таблиц. Любая таблица реляционной базы данных состоит из строк (называемых также записями) и столбцов (называемых также полями). Достоинство реляционной модели данных заключается в простоте, понятности и удобстве физической реализации на ЭВМ. К основным недостаткам реляционной модели относятся отсутствие стандартных средств идентификации отдельных записей и сложность описания иерархических и сетевых связей [2].

### **Постановка задачи**

Задача: разработка модели Web-контента, который станет основой для построения адаптивной системы непрерывного обучения через Интернет в контексте управления знаниями.

Модель должна удовлетворять следующим требованиям:

- иерархическое и многоуровневое представление больших объемов контента по разным предметным областям;
- поддержка межпредметных и разнообразных внутрисубъектных связей;
- наличие широких возможностей в тематическом и ассоциативном группировке и сортировке контента;
- поддержка эволюционного развития образовательного портала как необходимая составляющая в условиях «информационного взрыва», доступность функциональности даже при условии неполного описания;
- повторное использование контента и организация новых учебных курсов на основе существующей информации;
- поддержка процесса управления знаниями в процессе непрерывного обучения.

### **Решение задачи и результаты исследований**

Исходя из постановки задачи, а также учитывая тот факт, что СДО включает данные различных типов, возникает необходимость совмещения моделей представления знаний различных концепций, так как основные модели данных, в силу своих ограничений, не в полной мере удовлетворяют выдвинутым требованиям.

В ходе исследований была рассмотрена статья [3], предлагающая модель учебного контента Tree-Net как альтернативное решение существующей проблемы.

Tree-Net — иерархически сетевая модель данных, которая является основой для формализации и структурирования информации образовательных порталов для поддержки непрерывного обучения, представляет собой совокупность двух иерархических структур - дерева элементов контента и дерева тематических групп (рис. 1,2).

Структура Tree-net с одной стороны является иерархической, а с другой имеет черты семантической сети. Между элементами контента могут устанавливаться бинарные связи, что позволяет, кроме иерархии, связать контент в сеть на основе ассоциативности.

Дерево контента указывает на физическое расположение контента, это основная навигационная модель контента сайта. Задача дерева тематических групп — подать иерархию тем предметных областей. Элементы контента могут быть отнесены к одной или более тематическим группам. Таким образом, Tree-Net обеспечивает как общее

структурирование Web-контента образовательного портала, так и представление его семантики, благодаря моделированию предметных областей [3].

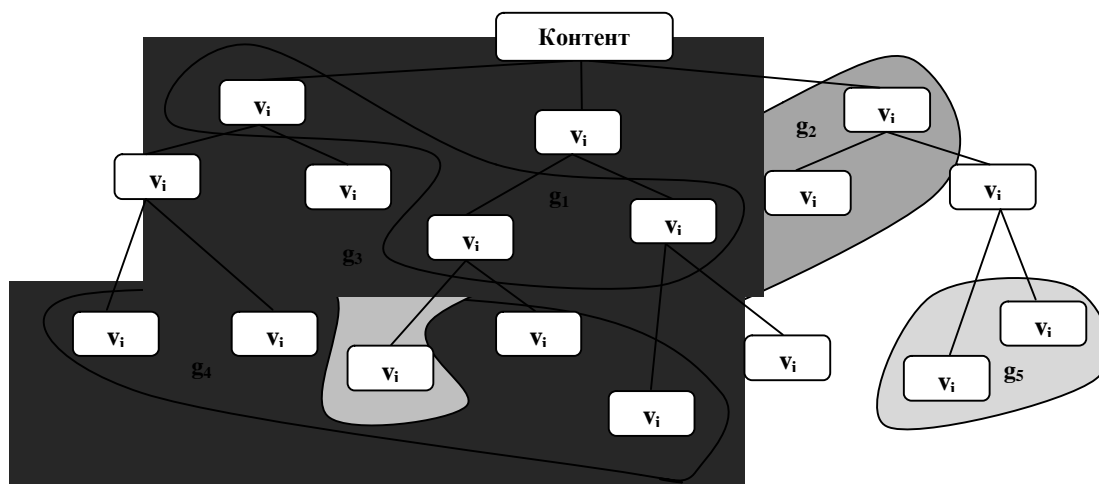


Рисунок 1. - Схематическое изображение Tree-Net модели: дерево контента.

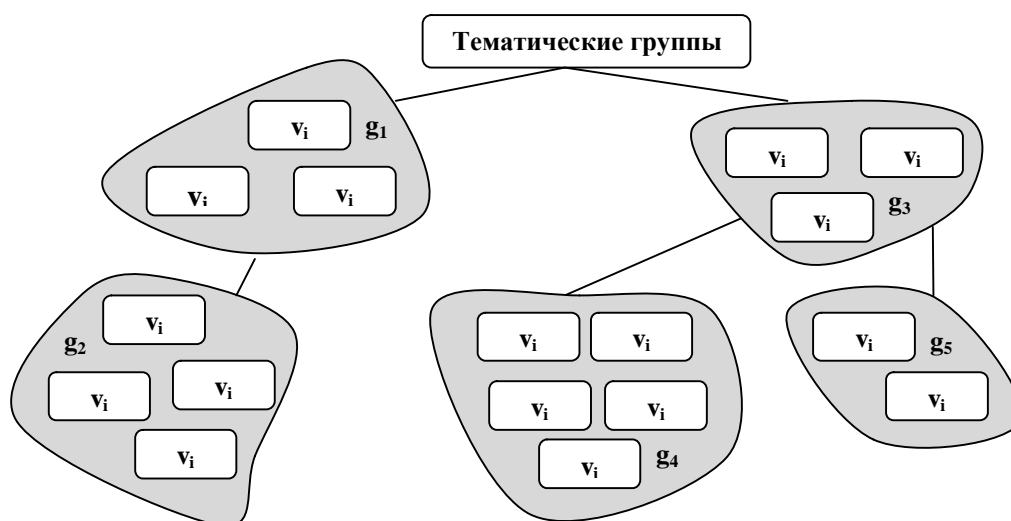


Рисунок 2. - Схематическое изображение Tree-Net модели: дерево тематических групп.

В рассмотренной модели существует недостаток, заключающийся в жесткой семантике в пределах одной предметной области. Для решения данной проблемы с помощью теории нечетких множеств существует возможность отнесения элемента контента к той или иной тематической группе с определенной долей вероятности. Для этого подробнее рассмотрим понятие «тематической группы» и способ представления контента с использованием теории нечетких множеств.

Тематические группы предназначены для организации разнообразных межпредметных и внутрипредметных связей между элементами контента. Тематические группы используются для моделирования предметных областей, каталогизации, группировки и выборки ассоциативного контента. Организация тематических групп происходит в иерархической структуре. Это позволяет выстраивать таксономии предметных областей. Каждый элемент контента может принимать участие в произвольном количестве тематических групп, на основе которых определяются связи ассоциативности между

элементами контента [3]. Множество  $G$  указывает на тематические или ассоциативные группы, в которых могут участвовать элементы контента.

$$G = \{g_1, \dots, g_{nG}\} \quad (1)$$

где  $nG$  — количество тематических групп контента.

Простейшим элементом контента является представление ( $v_i$ ), которое соответствует одной Web-странице сайта. Заметим, что задачей Web-страницы является представление логически завершенной порции контента с точки зрения ее сущности, тогда как основные настройки визуального оформления задаются централизованно для всего портала с помощью соответствующих Web-технологий. Множество всех элементов контента

$$V = \{v_i\}, \text{ где } i = 1 \dots n_v \quad (2)$$

Каждый элемент контента может принимать участие в произвольном количестве тематических групп с вероятностью попадания элемента в ту или иную тематическую группу. Применим теорию нечетких множеств для представления множества  $G$  тематических групп:

$$G = \{(g_i, v_j, \mu_{gv}(g_i, v_j))\}, \quad (3)$$

где  $\mu_{gv}(g_i, v_j)$  — функция принадлежности, которая ставит в соответствие каждому элементу контента  $v_j$ , принимающему участие в тематической группе  $g_i$ , некоторое действительное число из  $[0, 1]$ .

Матрица  $GV\mu_{gv} = \|\| gv\mu_{ij} \|\|$  задает это отношение, вместе с тем сохраняя степень соответствия или релевантности данного элемента группе. Так, столбцы матрицы  $\|\| gv\mu_{ij} \|\|$  соответствуют элементам контента  $v_1, v_2, \dots, v_n$ , а строки — группам  $g_1, g_2, \dots, g_m$ . Таким образом для каждого элемента  $v_j$  задается множество групп  $\{g_i\}$ , в которых данный элемент участвует, при этом ненулевые элементы матрицы  $gv\mu_{ij}$  указывают на степень соответствия элемента группе с некоторой вероятностью.

Организация тематических групп происходит в иерархической структуре. Иерархия групп определяется отражением, которое ставит в соответствие каждой группе  $g_i$  множество ее дочерних элементов. Заметим, что каждая тематическая группа может иметь только одну родительскую группу.

Иерархически сетевая модель данных Tree-Net является основой формализации и структуризации информации Интернет-систем, в том числе для образовательных порталов. Опишем иерархическую составляющую структуры контента Tree-Net-модели.

Иерархическая структура контента определяется тем, что каждый элемент может иметь дочерние элементы, которые, в свою очередь, также могут иметь дочерние элементы, и так далее.

$$Ch : V \rightarrow 2^V \quad (4)$$

Множество непосредственных дочерних элементов для данного элемента контента  $a$  обозначается

$$Ch(a), a \in V \quad (5)$$

Сетевая структура контента состоит в том, что каждый элемент, кроме связей иерархии, может иметь дополнительные связи с другими элементами. Семантическая роль таких сетевых связей — отношение ассоциативности. Таким образом, каждый элемент имеет совокупность связанных с ним элементов. Такая сетевая структура задается отношением

$$N \subseteq V \times V \quad (6)$$

Данное отношение задается квадратной ( $n_v \times n_v$ ) матрицей  $N\mu = \|\| n\mu_{ij} \|\|$ , строки и столбцы которой, соответствуют элементам контента. Элемент матрицы  $n\mu_{ij}$  — числовое

выражение связи элементов  $v_i$  и  $v_j$ . Если  $n\mu_{ij} = 0$ , считаем, что связь между  $v_i$  с  $v_j$  отсутствует, а  $(v_i, v_j) \notin N$ .

$$\begin{array}{cccc}
 & v_1 & v_2 & v_j \\
 v_1 & - & n\mu_{12} & n\mu_{1j} \\
 v_2 & n\mu_{21} & - & n\mu_{2j} \\
 v_i & n\mu_{i1} & n\mu_{i2} & -
 \end{array} \quad (7)$$

Элемент  $v$  может иметь прямые, обратные и взаимные связи с другими элементами. При этом взаимосвязь может быть симметричной. Прямая связь элементов  $v_k$  и  $v_l$  существует, если  $(v_k, v_l) \in N$ . Обратная связь этих элементов существует, если  $(v_l, v_k) \in N$ . Взаимосвязь элементов  $v_k$  и  $v_l$  существует, если  $(v_k, v_l) \in N$  &  $(v_l, v_k) \in N$ . Взаимосвязь этих элементов является симметричной, если элементы  $n\mu_{kl} = n\mu_{lk}$  матрицы  $\| n\mu_{ij} \|$  равны.

### Выводы

В статье рассмотрены модели данных для организации СДО, выделены основные их преимущества и недостатки. На основе модели учебного Web-контента Tree-Net, которая совмещает в себе свойства иерархической и сетевой моделей данных, предложена модификация метода разбиения контента на тематические множества. Предложенная модель позволит комплексно подойти к решению задач обучения и управления знаниями в организациях и учреждениях различного характера. Семантическая составляющая и дерево тематических групп дает возможность построения иерархии предметных областей.

Иерархические, бинарные и групповые связи между элементами контента соответствующим образом отражаются на элементах навигации. Таким образом, пользователь получает широкие возможности для ориентации и поиска необходимой ему учебной информации и объяснений.

Выбранная модель может стать основой для разработки методов генерации персональной обучающей среды.

### Литература

1. Модели решения функциональных и вычислительных задач / Интернет-ресурс. - Режим доступа: www/ URL: <http://www.scriu.com/14/27/22766286737.php>. - Загл. с экрана.
2. Модели представления данных. Иерархическая, сетевая, реляционная модели данных. / Интернет-ресурс. - Режим доступа: www/ URL: <http://www.dmtsoft.ru/bn/105/as/onearticleshablon>. - Загл. с экрана.
3. Титенко С.В., Гагарін О.О. Формування навчального контенту на основі моделі даних Tree-Net // Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції "Комп'ютерна математика в інженерії, науці та освіті" (СМSEE-2007), м. Полтава, 28-30 листопада 2007 р. - Полтава: Вид-во ПолНТУ, 2007 - 42с.
4. Гагарін О.О., Титенко С.В. Дослідження і аналіз методів та моделей інтелектуальних систем безперервного навчання // Наукові вісті НТУУ "КПІ". - 2007. - № 6(56). - С. 37-48