

УДК 004.81:004.822:37.018.43

Модели знаний в системах дистанционного обучения

Часть III. Когнитивный прототип — естественный паттерн структуризации и представления декларативных знаний

А. А. Рыжов, А. Н. Попов

Запорожский государственный медицинский университет, Украина

Резюме

В работе на основе анализа эмпирической структуризации знаний в учебно-методических материалах, показана инвариантность используемых паттернов, которые соответствуют когнитивным прототипам. Разработана универсальная модель представления знаний для интеллектуальных систем дистанционного обучения.

Ключевые слова: дистанционное обучение, когнитивная наука, когнитивный прототип, когнитивная структура, структуризация знаний, учебная онтология.

Клин. информат. и Телемед.
2012. Т.8. Вып.9. с.133–137

Вступление

Вопросы представления знаний начали широко обсуждать в 60-х гг. XX столетия и традиционно относились к области искусственного интеллекта (ИИ). При этом, мыслительная деятельность человека рассматривалась как «черный ящик» и разработанные модели представления знаний (продукционные, сетевые, фреймовые) решали определённый узкий круг задач в рамках конкретной экспертной системы искусственного интеллекта (ИИ). При таком подходе не ставится вопрос об адекватности используемых моделей и представлении знаний в моделях, которыми пользуется в аналогичных ситуациях человек, а рассматривается лишь конечный результат решения конкретных задач, в число которых входят и образовательные задачи. Использование технологий и методов ИИ в системах дистанционного обучения связано с понятием *учебной онтологии* и форматами описаний онтологий *OWL*, *RDF* и пр. [1]. Базы знаний, основанные на онтологиях, сегодня применяются в инновационных интеллектуальных системах дистанционного обучения (ИСДО). Разрабатывая современные системы трансфера знаний, исследователи, в большинстве случаев, не учитывают особенности организации и формирования когнитивных структур в сознании человека. В связи с этим возникают вопросы структуризации и структурированного представления знаний. Предположение о том, что

процессы человеческого мышления базируются на хранящихся в его памяти ментальных структурированных образованиях — фреймах было высказано М. Минским. Теория фреймов Минского может получить новый виток своего развития в контексте современных когнитивных представлений и развития семантического Web в системах дистанционного обучения.

Цель работы: анализ эмпирического опыта структурирования учебного материала с биологическо-ориентированным контентом, выделение и формализация паттернов, а также разработка когнитивной знание-ориентированной модели базы данных ИСДО.

Основная часть

Современные исследования в области когнитивных наук, таких как когнитивная психология и лингвистика дают определение *когнитивных структур личности* как ментальных образований в мозге человека, на основе которых происходит структуризация, усвоение и переработка информации человеком [2, 3, 4]. При этом, согласно выводам, сделанным когнитологами, знание, как результат работы мышления упорядочиваются сознанием, организуются в когнитивные (познавательные) структуры, которые могут храниться в памяти человека. В данной работе авторами предпринята попытка выделить инвариантные когнитивные структуры хранения знаний в сознании человека и формализовать

зывать ее, введя понятие *КОГНИТИВНОГО прототипа*, как структуры для представления знаний в базах ИСДО. В рамках когнитивной лингвистики, когнитивной психологии и когнитивного направления эпистемологии исследователи выделяют ряд когнитивных структур, таких как концепт, понятие, фрейм, схема, сценарий и пр. На основе этих структур происходит усвоение новой информации, её обработка и хранение в сознании человека [2, 5, 7]. Следует отметить, что при представлении знаний в различных предметных областях педагоги на эмпирическом уровне используют множество дидактических приёмов для улучшения наглядности и понятности учебного материала: изображение схем, графиков, рисунков. Авторы методических материалов, представленных в формате рабочих тетрадей, опорных конспектов и пр., руководствуются эмпирическим опытом при выборе средств наглядной структурированной визуализации учебного материала. Анализ литературы по данной теме показал отсутствие единой методологии визуализации отношений и связей между понятиями, описывающими предмет изучения при разработке учебно-методических материалов. Результаты исследований в области когнитивных наук позволяют нам предположить то, что авторы рабочих тетрадей подсознательно используют когнитивные структуры при составлении методических разработок. С целью поиска инвариантных паттернов были проанализированы рабочие тетради различных авторов по биологическим дисциплинам [6]. Интерпретация результатов создания учебно-методических материалов можно пояснить с помощью схемы представленной на рис. 1.

Применение методов системного анализа позволяет осуществить декомпозицию структуры и функций изучаемых объектов предметной области (ПрО), отношений между объектами и процессов формального подхода в создании учебно-методических материалов для СРС через выявление паттернов и формализацию знаний на основе этих паттернов, что должно быть использовано в ИСДО.

Анализ рабочих тетрадей, проведённый в работе [6], показал, что значительная часть задач, представленных в них, может быть формализована на основе паттернов конкретной структуры. При выделении паттернов принимались во внимание следующие факторы:

- возможность представления с их помощью когнитивных структур, на основе которых организованы декларативные знания в сознании человека;
- возможность формального описания для использования в ИСДО;

- максимально возможная простота реализации (минимум усилий от обучаемого для понимания сути задач) без значительного искажения смысла учебного материала;

Перечисленные требования к паттернам привели авторов к триаде следующего типа:

$$CP = \langle Object, Link, Cognitive_SubGroup \rangle$$

где *Object* – конкретный объект предметной области, *Cognitive_SubGroup* – список дочерних объектов, свойств или характеристик так или иначе связанных с *Object* и *Link* – тип семантических отношений между *Object* и *Cognitive_SubGroup*.

При этом фрагмент предметной области можно упрощённо представить в виде совокупности элементарных структурных единиц, названных нами *когнитивными прототипами (КП)*. Схематически структура КП изображена на рис. 2.

При проведении анализа учебно-методических материалов различных дисциплин было выделено 5 основных

(базовых) семантических отношений (табл. 1.), которые активно используются при визуализации структуры учебных элементов: род-вид/критерий, объект/качественно-количественный состав, объект-свойство/значение, объект/функции, объект/состояние (как набор пар свойство-значение). Знания ПрО можно схематически изобразить, как показано на рис. 3.

$$Модель\ ПрО = (\sum_k КПК; \sum_l КПС; \sum_n КПСв; \sum_m КПФ; \sum_y КПСт)$$

Количество используемых когнитивных прототипов при описании темы учебного курса зависит от желаемой степени детализации для конкретного контингента студентов. При этом частичная неполнота описания знаний в таком виде может компенсироваться возможностью повторного использования учебных элементов в базах знаний ИСДО. Одни и те же объекты или понятия могут участвовать в построение различных прототипов, однако содержание нового прототипа не должно пересекаться с уже существующим прототипом в базе

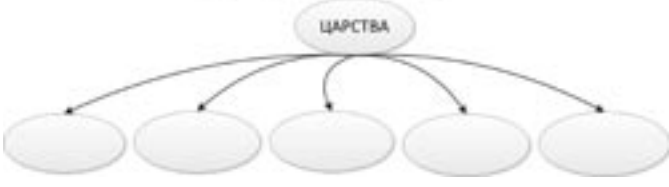
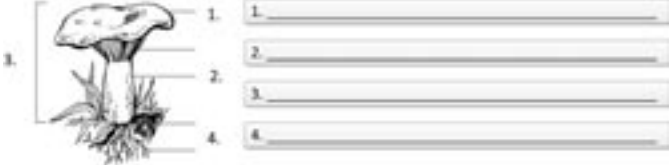




Рис. 1. Схема структуризации знаний предметной области при создании учебно-методических материалов на основе: эмпирического анализа (I); методов системного анализа (II).



Рис. 2. Схематическое изображение когнитивного прототипа.

Табл. 1. Характерные задачи из рабочих тетрадей и их формальное описание.

Семантика отношений	Пример из рабочих тетрадей	Формальное описание																		
Род-вид	<p>На какие царства разделяют все живые организмы?</p> 	<p><u>Формальное описание:</u> {'царство'; 'род-вид/систематика'; 'животные, растения, грибы, бактерии, вирусы'}. Здесь изучаемым объектом является понятие 'царство' и раскрываются типы царств.</p>																		
Часть-целое	<p>Найдите основные части тела шляпочных грибов и подпишите их.</p> 	<p><u>Формальное описание:</u> {'шляпочный гриб'; 'часть-целое; шляпка, пенёк, плодовое тело, грибница'}. Здесь изучаемым объектом является 'шляпочный гриб' и раскрывается его структурный состав.</p>																		
Объект-признак (пара свойство-значение)	<p>Дайте общую характеристику двудольным и однодольным растениям.</p> <table border="1" data-bbox="419 1048 1038 1238"> <thead> <tr> <th>Признаки</th> <th>Класс двудольные</th> <th>Класс однодольные</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Число семядолей в зародыше.</td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>2. Корневая система.</td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>3. Наличие камбия.</td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>4. Листок.</td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>5. Жилкование листа.</td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> </tbody> </table>	Признаки	Класс двудольные	Класс однодольные	1. Число семядолей в зародыше.	<input type="text"/>	<input type="text"/>	2. Корневая система.	<input type="text"/>	<input type="text"/>	3. Наличие камбия.	<input type="text"/>	<input type="text"/>	4. Листок.	<input type="text"/>	<input type="text"/>	5. Жилкование листа.	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<p><u>Формальное описание:</u> {'однодольное растение'; 'объект-признак; 'семядоли (), корень (), камбий (да/нет), листок (), жилкование ()'}. Здесь изучаемым объектом является 'однодольные и двудольные растения и раскрываются их характерные признаки.</p>
Признаки	Класс двудольные	Класс однодольные																		
1. Число семядолей в зародыше.	<input type="text"/>	<input type="text"/>																		
2. Корневая система.	<input type="text"/>	<input type="text"/>																		
3. Наличие камбия.	<input type="text"/>	<input type="text"/>																		
4. Листок.	<input type="text"/>	<input type="text"/>																		
5. Жилкование листа.	<input type="text"/>	<input type="text"/>																		
Объект-функция	<p>Заполните схему.</p> 	<p><u>Формальное описание:</u> {'корень'; 'объект-функция; 'всасывание, запас, симбиоз, размножение, синтез'}. Здесь изучаемым объектом является 'корень' и декларируются его основные функции.</p>																		
Объект-состояние (фаза)	<p>Подпишите названия основных этапов деления клетки</p> 	<p><u>Формальное описание:</u> {'деление клетки'; 'объект-состояние; 'препрофаза, профаза, метафаза, анафаза, телофаза, интерфаза'}. Здесь изучаемым объектом является 'деление клетки' и декларируются его основные этапы.</p>																		

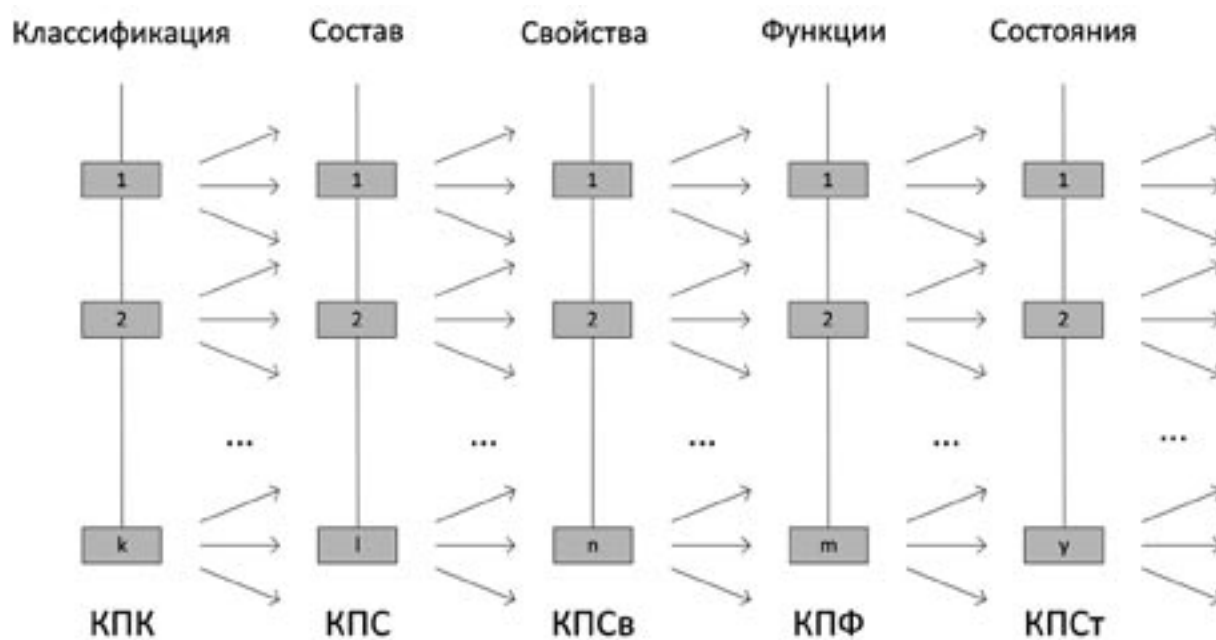


Рис. 3. Формальная структура знаний ПрО на основе когнитивных прототипов (КП).

знаний. Важным смысловым элементом когнитивного прототипа является *тип связи*, который позволяет однозначно интерпретировать смысл взаимодействия входящих в его состав объектов. При этом можно изображать а) родовидовые отношения изучаемого объекта (ИО), связь типа род-вид; б) качественно-количественный состав ИО, связь типа часть-целое; в) характеристическое описание ИО, связь типа понятие-свойство; г) методы поведения ИО, тип связи понятие-сценарий; д) возможные состояния ИО, связь тип объект – состояние; е) примеры ИО конкретной группы, тип связи объект–экземпляр. Следует отметить, что при формировании учебной онтологии конкретной темы преподаватель может вводить свои собственные локальные типы семантических отношений, чтобы более детально описать изучаемые понятия и объекты. Для правильного понимания смысла нового семантического отношения, введённого преподавателем-разработчиком курса, студенты должны быть должным образом проинструктированы.

При анализе схем и структурированных объектов рабочих тетрадей, была выделена обобщенная структура когнитивного прототипа. Эта структура позволила адаптировать формальную модель универсального класса описания объектов [8] и предназначена для разработки онтологии ПрО учебной дисциплины. Модель онтологии базы знаний, построенной на основе когнитивных прототипов может быть представлена с помощью *UML-диаграммы классов* (рис. 4.).

За хранение контента когнитивного прототипа отвечает класс *Cognitive Prototype*, который играет роль интегратора лексем (класс *Lexeme*) и хранит только уникальные идентификаторы лексем. При этом конкретно взятый узел когнитивного прототипа хранит тип семантического отношения (*Semantic*), порядок следования когнитивной группы, который важен при описании таких структур, где имеет значение порядок следования элементов, перечисленных в *Semantic Node*. Параметр *Value* хранит значение свойства, которое как обозначено на рисунке, имеет тип данных *Object*, что подчёркивает тот факт, что свойство может иметь, как числовое значение, так и текстовое и любое другое вплоть до отдельного объекта. Важным компонентом модели является класс *Purpose*, который выполняет функцию фильтра для отбора учебной информации в зависимости от целей обучения. В соответствии с задачей обучения, набор когнитивной группы может иметь различное количество элементов, также как и объём когнитивных прототипов определённой темы курса может варьироваться, что отражено в классе *Case Studies*, в котором хранится онтология учебного курса как набор когнитивных прототипов, формируя концептосферу предметной области. Разработанная модель инвариантной структуры для представления элемента базы знаний позволяет приступить к разработке программной части инструментальной системы проектирования учебной онтологии, и подготовить новое исследование об эффективно-

сти учебных элементов, построенных на основе когнитивных прототипов в дистанционном обучении.

Выводы

Результаты работы позволяют сформулировать определение когнитивного прототипа как способа формализованного представления декларативных знаний программы учебной дисциплины в ИСДО, сформированной на основе положений когнитивного направления и практической педагогики. Когнитивный прототип как инвариантный паттерн представления учебного материала дисциплины может рассматриваться как инструмент структуризации знаний ПрО на основе методов системного анализа при подготовке учебно-методических материалов. Формализация учебного фрагмента ПрО на основе когнитивных прототипов и применение методов системного анализа к задачам структуризации содержания учебно-методических материалов позволит унифицировать процесс подготовки рабочих тетрадей и предоставит возможность использования таких материалов в дистанционных курсах. Индексация на понятийной основе формализованных учебных элементов базы знаний учебной дисциплины расширяет возможности их применения при создании учебных материалов по смежным предметам. Повторное использование существующих узлов ког-

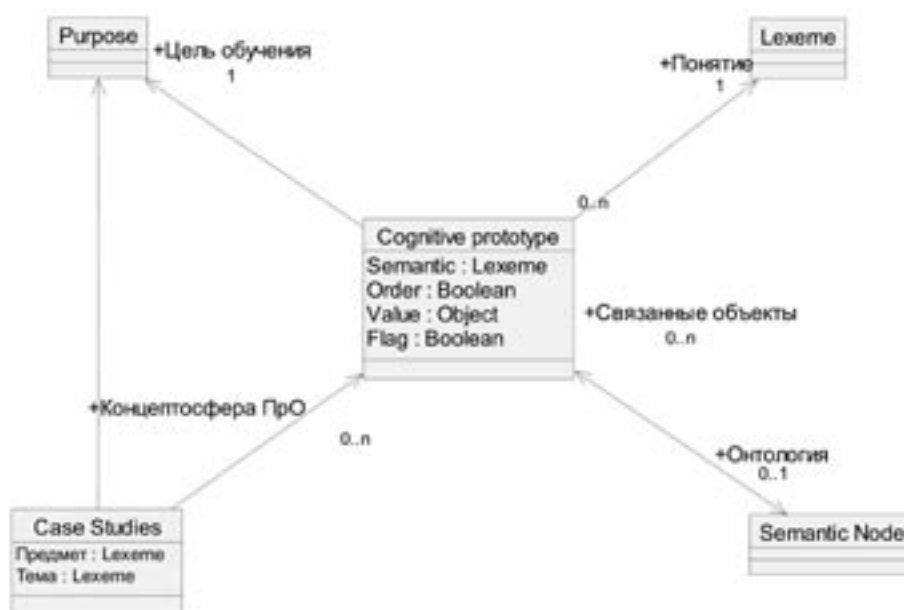


Рис. 4. UML-диаграмма базы данных учебной онтологии на основе когнитивных прототипов.

нитивных прототипов позволит сократить время преподавателя затраченное на подготовку учебного материала. Нужно учитывать, что представление материала в форме прототипов когнитивных структур соответствует дидактическим приёмам изложения учебного материала, которые используют большинство преподавателей и должно способствовать повышению показателей успеваемости студентов на этапе самостоятельной работы.

Литература

1. Башмаков А. И. Интеллектуальные информационные технологии: Учеб. пособие / А. И. Башмаков, И. А. Башмаков – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005. – 304 с.
2. Когнитивный подход. Научная монография. Под ред. Лекторский В. А. М.: «Канон +» РООИ «Реабилитация», 2008. – 464 с.
3. Попова З. Д. Когнитивная лингвистика / З. Д. Попова, И. А. Стернин. – Изд-во «Восток-Запад», АСТ, 2007. – 315 с.
4. Solso Robert L. Cognitive Psychology / Robert L. Solso, M. Kimberly MacLin, Otto H. MacLin. Pearson, 2008. – 592 p.
5. Stanford Encyclopedia of Philosophy <http://plato.stanford.edu/entries/cognitive-science/>.
6. Рыжов А. А. Анализ эмпирического опыта использования когнитивных структур в педагогической деятельности / А. А. Рыжов, А. Н. Попов // Вища освіта України – Додаток 4, том V (23), 2010. – Тематичний випуск «Вища освіта України у контексті

інтеграції до європейського освітнього простору». – С. 255–261.

7. Бершадский М. Е. Когнитивная технология обучения: теория и практика применения / М. Е. Бершадский. – М.: Изд-во «Сентябрь», 2011. – 256с.
8. Рыжов О. А. Инвариантная модель подання знань у системах дистанційного навчання на основі об'єктно орієнтованого підходу / О. А. Рыжов, А. М. Попов // Медична інформатика та інженерія. – 2010. №1. С. 100–109.

Model of knowledge in remote leaning systems Part III. Cognitive prototype – natural pattern of structuring and presentation of declarative knowledge

A. A. Ryzhov, A. N. Popov
Zaporozhye State Medical University
Ukraine

Abstract

Invariance of used patterns which fit to cognitive prototypes was shown in this work on basis of analysis of empirical structuring of knowledge in educational methodological materials. Universal model of knowledge presentation for intelligence systems of remote leaning was worked out. **Key words:** remote leaning, cognitive science, cognitive prototype, cognitive structure, knowledge structuring, educational ontology.

Моделі знань в системах дистанційного навчання Частина III. Когнітивний прототип – природний патерн структуризації і представлення декларативних знань

О. А. Рыжов, А. М. Попов
Запорізький державний медичний університет, Україна

Резюме

У роботі на основі аналізу емпіричної структуризації знань в навчально-методичних матеріалах, показана інваріантність використовуваних патернів, які відповідають когнітивним прототипам. Розроблено універсальну модель подання знань для інтелектуальних систем дистанційного навчання.

Ключові слова: дистанційне навчання, когнітивна наука, когнітивний прототип, когнітивна структура, структуризація знань, навчальна онтологія.

Переписка

д. фарм. н., професор **А. А. Рыжов**
Запорожский государственный
медицинский университет
пр. Маяковского, 26
Запорожье, 69035, Украина
тел.: +380 (61) 224 68 16
эл. почта: ryzhov.alexey@gmail.com