

КОМП'ЮТЕРНІ ЗАСОБИ, МЕРЕЖІ ТА СИСТЕМИ

M.I. Khodakovskiy

RESEARCH OF PRINCIPLES USING OF INFORMATIONAL NANOTECHNOLOGIES AT THE BUILDING OF ONTOLOGY-DRIVEN LEARNING SYSTEMS

The specificity of functioning of molecular intelligence system allowing to reveal the probable mechanism of forming of the informational nanotechnologies for education systems. A new approach of the development of methods of education with using the ontological representation of knowledge is proposed.

Современный уровень исследований в области создания образовательных технологий показал перспективность использования информационных нанотехнологий и онтологий при конструировании обучающих систем и систем знаний в рамках корректного подхода к концептуальному описанию состава и структуры рассматриваемой области знаний и существующих внутри нее взаимосвязей.

© Н.И. Ходаковский, 2007

УДК 681.3

Н.И. ХОДАКОВСКИЙ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ НАНОТЕХНОЛОГИЙ ПРИ СОЗДАНИИ ОНТОЛОГО-УПРАВЛЯЕМЫХ ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМ

Введение. Кибернетические подходы к методам обучения позволили найти принципы использования информационных нанотехнологий в виде организации и функционирования молекулярной распределенной памяти в естественных интеллектуальных системах (ЕИС) обработки информации обучаемого. Краткая сущность таких принципов сводится к тому, что при использовании определенных правил подачи учебного материала, молекулярные структуры ЕИС, которые отвечают за ввод, хранение, переработку информации и принятие решений, наилучшим образом сами выполняют эту работу [1]. Существующие недостатки в получении субъектами обучения необходимых знаний и навыков в большей мере проявляются в невыполнении требований, заложенных в оптимальных условиях использования информационных нанотехнологий ЕИС. Исследование возможностей иерархически организованной молекулярной памяти подсистем ЕИС показало, что решение задач с использованием информационных нанотехнологий происходит по принципам, близким к управляемым онтологиям [2].

Поскольку онтологии представляют структурированную и частично формализованную основу для проведения системного анализа предметной области (ПО), то для интегрирования данных и знаний формируются ин-

формационные базы онтологий путем определения семантической эквивалентности одинаковых фактов и понятий, сформулированных в разных терминах.

При построения онтологии ПО используется система анализа учебного текста. Под системой анализа текста обычно понимается система, для которой определены следующие элементы: формализм для представления смысла текста; база лингвистических знаний (БЛЗ); отображение, переводящее текст в выбранный формализм; набор алгоритмов решения задач анализа текстов, использующих в качестве данных полученное семантическое представление.

Среди классических задач, на решение которых ориентированы такие системы, можно отметить создание обучающих систем, позволяющих выполнять классификацию текстов, реферирование, семантически ориентированный поиск текстов по заданным концептам и др. Достаточно широкое распространение получил подход к анализу текста, опирающийся на онтологию, как на формальную модель ПО. При этом система анализа текста проецирует онтологию на текст, выделяет в нем объекты из объема понятий ПО и связи между ними.

Постановка задачи. Для повышения эффективности создания онтологоуправляемых компьютерных обучающих систем исследуются возможности использования информационных нанотехнологий, содержащихся в иерархически организованной молекулярной памяти подсистем ЕИС. Также ставилась задача показать возможности использования информационных нанотехнологий при решении сложных задач с необходимыми этапами ввода, хранения и переработки информации на уровне онтологических систем.

Требования к онтологическим обучающим системам. Онтологии в представленной формализации при разработках требований к обучающим системам определяют способы и стратегии интерпретации и соответствующие им классы выражений концептуального языка с соответствующими способами интерпретации. В таком случае выбранная онтология предопределяет границы моделируемости. Это свойство непосредственно связывает формализацию с философским смыслом онтологии, поскольку используемая онтология определяет картину мира, т. е. принципы бытия, его структуру и закономерности в рамках класса конкретных ПО. Но роль онтологии этим не исчерпывается. В общем случае онтология задает не только классы выражений, но и способы конструирования классов, которые могут наследоваться концептуальным языком описания ПО. При таком описании могут задаваться способы связывания интерпретаций с классами выражений и способы поэтапного уточнения такого связывания. Онтология в такой трактовке также относится к конкретной системе концептуального моделирования, как система концептуального моделирования к модели конкретной ПО.

Вопрос о возможностях ЕИС, содержащих индивидуальные характеристики обучаемого, может быть поставлен в рамках возможного процесса программирования обработки знаковой и образной информации в нейронных сетях ЕИС обучаемого. В таком контексте на первый план выступает проблема ограниченности объема оперативной памяти, которую система переработки информации

человека компенсирует путем использования явления визуальной модальности психики в стратегиях интеллектуальной деятельности в сфере обучения [3–5].

Пути создания понятийной среды для определения класса задач. На основе использования психофизиологических особенностей понятийного мышления обучаемого можно предложить использовать концепцию визуальной страницы представления информации. Данная концепция позволяет обращаться к понятию коэффициента концептуальной трудности, на основании которого оценивается трудность учебной задачи. При этом возможна корреляция трудности задачи со сложностью дерева ее решения, что может быть использовано при систематизации учебных задач.

Использование шкалы трудности задачи посредством введения коэффициента концептуальной трудности обуславливает связи с глубиной эвристического поиска. Дальнейшее развитие этапов понимания этого процесса может быть полезным при обосновании основ теории интеллектуальной деятельности. При этом необходимо показать, что обучаемым присущи обширные связи в сфере визуальной модальности (ВМ) психики, выраженной в работе визуального блока (ВБ) системы обработки информации человека (СОИЧ). Основным элементом ВБ является образная карта (ОК). Важным звеном при функционировании ОК является структура, отвечающая за подключение непосредственно ОК к СОИЧ при эвристическом поиске с соответствующим уровнем наглядности рассуждений данного обучаемого [4].

Проблематика представления знаний, например, в виде стратегий решений задач для ЕИС во многом определяется ограничениями объема памяти, в результате которых ЕИС снижает существенно работы с собственной базой знаний. В работе [6] используется разделение стратегий интеллектуального поиска путей решения задач на переборные и выделенные. С увеличением трудности задач выделенные стратегии оказываются в 2 – 3 раза более эффективными. Как указывается в [6], выделенные стратегии связаны преимущественно с ВМ психики, в то время как стратегии перебора – с аудиальной модальностью (АМ) психики. Согласно концепции нейролингвистического программирования [7], успех или неуспех в обучении, зависит от того, насколько своевременно обучаемые используют в процессах интеллектуальной деятельности свою ОК. ОК в большей степени связана с эффективными методами интеллектуального поиска и более склонна к креативному мышлению, при этом сознание и вербальный интеллект связаны преимущественно с АМ.

Необходимо подчеркнуть, что реализация особенностей ОК напрямую связано с расширением функций подсознания и креативности. Эффективность работы ЕИС зависит от скорости вычислений в ОК.

Пространство задачи включает несколько видов семантик и трудность задачи связана с отсутствием навыка их эффективного использования. При наличии такого навыка операции приобретают свернутый характер, что приводит к уменьшению количества операций, поскольку ЕИС в таком случае осуществляет операции над операциями. Механизмы таких действий носят визуальный харак-

тер, что отображается в литературе в понятиях наглядно-образного мышления, развитие которого составляет во многом смысл и содержание педагогики.

Решение вопросов систематизации учебных задач. Для проектирования дидактических систем в первую очередь необходимо уметь определять сложность структур решений, а затем, на втором этапе, необходим учет степени воздействия визуального блока ЕИС и его развития как цели обучения, основанного на соответствующей развивающей парадигме. Такая концепция лежит в русле понятия коэффициента концептуальной трудности для шага решения. При проектировании развивающих дидактических систем нужно учитывать стратегии интеллектуальной деятельности учащихся, которые имеют различную эффективность при решении задач тем или иным способом. Поскольку сложность структур индивидуальных решений данной задачи отражает используемые алгоритмы, в качестве параметра можно было бы ввести степень превышения показателя сложности над его минимальным значением [8]. Однако нами выбран другой способ оценки трудности, основанный на концепции ОК.

Наиболее известными средствами задания онтологии в этом смысле являются языки OWL (Web Ontology Language) и RDF (Resource Description Framework), хотя существуют и другие подходы (Ontologic, ALC, KIF, KL-One, XSB, Flora, OIL). Анализ выразительных возможностей и средств поддержки этих языков позволяет отнести к их достоинствам использование формата представления данных XML, что позволяет использовать при анализе и интерпретации онтологий стандартных средств обработки XML. Следует отметить, что формат XML предполагает иерархическую организацию данных, что может вызывать проблемы при согласовании с наиболее обоснованной реляционной идеологией построения систем обработки данных. Одним из недостатков указанных подходов является недостаточная выразительная мощность семантических средств описания семантики и средств ее настройки.

Поскольку онтологии обеспечивают понятийную основу для определения, обсуждения и конструирования семантических средств для класса концептуальных моделей и одновременно для проведения систематического конструирования средств концептуального моделирования с заданной семантикой, то их можно рассматривать в качестве проблемно-ориентированной концептуальной модели, которая обеспечивает как итеративную процедуру проектирования с возможностью сквозного уточнения на каждом шаге процесса, так и проведение семантического реинжиниринга обучающих систем.

Предлагаемый подход к определению онтологий и их использованию при построении концептуальной модели ПО позволяет рассчитывать на получение моделей, обеспечивающих выбор семантики данных и метаданных, соответствующих их интерпретации в конкретной ПО, поиск семантики в рамках пространства поиска, заданного условиями на интерпретацию конструкций модели в рамках онтологии и синтез семантики путем принятия проблемно-ориентированных аксиом.

Техники описания методов манипулирования семантиками позволят обеспечить процедуру поэтапного уточнения модели ПО как в ходе ее итеративной

разработки, так и при изменении классов семантик средств концептуального моделирования. Дальнейшая разработка средств онтологического описания позволит уточнить методы описания семантик и техники их применения при разработке прикладных систем в виде онтологических компьютерных обучающих систем (ОКОС).

Для создания ОКОС можно использовать языки программирования высокого уровня, но более целесообразно применение для этой цели типовых автоматизированных обучающих систем (АОС) – программных оболочек, позволяющих самостоятельно разрабатывать и вводить материал для обучения.

Требования к оболочкам АОС: гибкость, позволяющая системе обеспечивать различные способы организации обучения (линейной или разветвляющейся последовательности, модульного принципа построения и т.п.); разнообразие методик обучения (система не должна ограничивать автора при выборе конкретной методики обучения); минимизация используемой автором памяти (необходимо предусмотреть возможность сохранения всех авторских записей и протоколов); обеспечение второстепенных функций (регистрация обучаемого, создание протокола обучения и др.); обеспечение контроля времени обучения с учетом индивидуальных особенностей; обеспечение средств отладки; обеспечение разноуровневой помощи обучаемому по его запросу; открытость системы (возможность ее корректировки и доработки); системная целостность (система не должна разрушаться из-за непредвиденной последовательности срабатывания отдельных ее модулей и предусматривать возможность "откатки" на несколько шагов в ту или иную сторону).

Главным действующим лицом при разработке системы является преподаватель, поскольку, чем точнее описаны содержание и процесс обучения, тем легче избежать ситуаций, требующих пересмотра конструкторских решений и затрат. Программист в соответствии с постановкой задачи подбирает программные средства для ее реализации.

Обоснование целевых установок при создании базы учебных задач. Цель обучения имеет определяющее значение и ее необходимо формулировать в явном виде. Важно четко определить, что должен знать и уметь обучаемый. Цель может быть включена в систему и показана обучаемому. Анализ цели обучения предполагает выделение подцелей, соответствующих различным этапам учебного процесса, для этого конкретизируются те понятия, которые вошли в формулировку цели данной онтологической обучающей системы. Определяется, какие задачи необходимо решить для достижения указанных целей.

Формирование структуры ОКОС ведется в соответствии с двумя аспектами. Содержательная структура формируется по аналогии с традиционным учебником: определяются разделы и темы учебника, обосновывается целесообразность их включения. Функциональная структура системы формируется на основе иерархии целей. Для каждой цели указываются те функции, которые необходимы для ее достижения (предоставление учебного материала, отработка практических навыков и т. п.). После формирования функциональной структуры выбираются способы реализации функций обучения.

Апробация системы проводится для того, чтобы убедиться в правильности выбранной технологии обучения, обеспечении достижения поставленных целей, а также коррекции отдельных фрагментов онтолого-управляемой системы. Для этого необходимо, чтобы в онтологию входило описание способов реализации понятий и отношений ПО в текстах. Основной задачей системы анализа текстов при построении онтологии видится как раз автоматизация формирования проекции онтологии на ЕЯ тексты. Исходя из этого, к БЛЗ предъявляются такие требования:

1. На начальном этапе БЛЗ должна представлять собой зачаток системы онтологий, необходимый для начала функционирования системы. Этот зачаток вносится экспертом.

2. В системе должны быть реализованы механизмы развития БЛЗ в ходе анализа потока текстов ПО, а также возможность контроля этого развития экспертом. На каждом этапе развития БЛЗ должна являться некоторым приближением к окончательной системе онтологий, на основе которой можно решать задачи анализа текста.

3. Структура и содержание БЛЗ системы должны быть удобны как при построении семантических представлений текстов, так и при дальнейшем анализе этих представлений.

Система анализа текста и набор критичных фрагментов могут использоваться и для поддержки существующей онтологии. Соотношение потока семантических портретов новых текстов с базой значимых фрагментов осуществляет наполнение элементов онтологии ссылками на текстовые документы. По степени формирования системы эксперт может принимать решение о распределении ее элементов.

Системы автоматизированного построения онтологий для ОКЭС. Структура системы автоматизированного построения онтологий [9] должна отражать специфику трех типов ее клиентов: Эксперт, Пользователь и Администратор [9]. С точки зрения представления, создаваемая онтология - это комплект документов определённой структуры. Процесс построения онтологии состоит из итераций по дополнению и изменению этого комплекта документов. По результатам проведения ряда итераций администратор принимает решение о завершении очередного этапа процесса построения онтологии и публикации ее очередной стабильной версии.

Требования к системе, поддерживающей создание и обработку документов онтологии в распределенном режиме, определяются коллективной работой разрозненных коллективов экспертов. Адекватную основу для построения систем, удовлетворяющих таким требованиям, предоставляют GRID-технологии [10], из которых наиболее интересной представляется архитектура OGSA (Open Grid Services Architecture), основанная на концепции веб-сервисов. Для представления структуры онтологии был принят стандарт OWL [9], разработанный и рекомендованный консорциумом W3C. Язык OWL предназначен для представления информации, которая содержит знания, а не только представление, и предназначена для автоматической обработки компьютерными программами [11], в про-

тивоположность использованию знаний непосредственно человеком. OWL обладает большей выразительной силой, чем такие структурные языки как XML, RDF и RDF-S, и может быть представлен в их форме. OWL-документ позволяет, используя лежащую в основе OWL дескриптивную логику, выводить такие факты о сущностях предметной области, которые не содержатся непосредственно в этом документе.

Для упрощения разработки новых онтологий удобно создавать шаблоны онтологий различных групп предметных областей. Наиболее распространены методы построения шаблонов онтологий научно-технических предметных областей, связанных с процессами анализа, синтеза и преобразования информации о произвольных фрагментах реального мира [12]. К числу таких процессов относятся измерение и накопление данных, обнаружение закономерностей (знаний), хранение, обработка и передача данных и знаний, использование знаний для прогнозирования и синтеза.

Заключение. Оценивая возможности иерархически организованной молекулярной памяти подсистем ЕИС, можно отметить, что решение сложных задач с необходимыми этапами ввода, хранения, переработки информации происходит очень своеобразно – на уровне, подобном управляемым онтологиям. Такие процессы эффективно реализуются не столько с помощью увеличения сложности алгоритма решения, а путем обработки информации в специальной проблемной среде – специфически организованной системе знаний. В подсистемах ЕИС используется система, подобная базе знаний (БЗ), которая отображает всю возможную на данный момент полноту разнообразия объектов – компонентов такой БЗ. В свою очередь компоненты БЗ содержат максимально возможное количество описаний, определений и других характеристик, а также инструкций по взаимодействию с последними, что позволяет принимать верные решения.

Построение онтолого-управляемых информационных систем является в настоящее время одним из центральных направлений их интеллектуализации. Современный уровень исследований в этой области показал перспективность использования онтологий при конструировании обучающих систем, в частном случае, и систем знаний, в целом в двух основных направлениях. В рамках первого направления онтологии обеспечивают задание корректного подхода к концептуальному описанию состава и структуры рассматриваемой области знаний и существующих внутри ее взаимосвязей. Второе направление связано с построением программных систем контроля знаний, опирающихся на классы концептуальных моделей предметной области, представленных онтологиями. Обучаемым предлагаются ситуации, в которых происходит обучение, построенные в рамках отдельных систем концептуального моделирования и моделей обучения на основе управления семантиками классов таких моделей. Такой подход согласуется с базовым определением онтологии и, как показали практические исследования, может поддерживаться на базе предложенной формализации. Представляется также возможность разработки систем, обеспечивающих моделирование знаний обучаемого, в том числе пробелов в этих знаниях, и осуществляющих целенаправленную ликвидацию выявленных недостатков.

1. *Ходаковський М.І.* Розробка навчальних комп'ютерних комплексів з використанням принципів когнітивної підтримки в умовах функціонування молекулярної розподіленої пам'яті людини // Комп'ютерні засоби, мережі та системи. – К.: Ін-т кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, 2004. – № 4. – С. 117–122.
2. *Еремеев А.П., Малиновский В.П.* Реализация онтологического подхода в обучающей экспертной системе для подготовки менеджеров проектов // Девятая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием: Труды конференции. – М., 2004. – Т. 2. – С. 824–832.
3. *Кузин Е.С.* Представление знаний и решение информационно-сложных задач в компьютерных системах // Информационные технологии. – 2004. – № 4. – Приложение. – 32 с.
4. *Исаев В.В.* Модель управления обучением в автоматизированной обучающей среде // Информационные технологии. – 2004. – № 2. – С. 53–59.
5. *Автоматический концептуальный анализ текстов* / Г.Г. Белоногов, И.И. Быстров, А.П. Новоселов и др // НТИ. Сер. 2. – 2002. – № 10. – С. 26–32.
6. *Брунер Дж.* Психология познания. – М.: Прогресс, 1977. – 416 с.
7. *Жигачева Н.А., Рыженко Н.Г.* Графовое моделирование структур решений сюжетных задач // Математические структуры и моделирование. – Омск: ОГУ, 1999. – Вып. 4. – С. 104–117.
8. *Орехов А.Н., Ильясов И.И.* О новом виде интуитивных мыслительных операций // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 14. Психология, – 1997. – № 2. – С. 3–11.
9. *Завертайлов А.В., Ковалев С.П.* Система поддержки деятельности распределенных экспертных групп по разработке онтологий предметных областей // Тр. Междунар. конф. по вычисл. математике. – Новосибирск: ИВМиМГ СО РАН, 2004. – С. 56–65.
10. *Smith M.K., Welty C., McGuinness D.L.* Grid Computing: Making the Global Infrastructure a Reality. – N. Y.: Wiley & Sons, 2003. – 316 p.
11. *Горелов И.Н.* Разговор с компьютером: Психолингвистический аспект проблемы. – М.: Наука, 1987. – 256 с.
12. *Нгуен–Ксуан А., Жинь Шао.* Умозаключения и стратегии решения задач // Вопросы психологии. – 1997. – № 1. – С. 82–98.

Получено 19.04.2007