

М.С. КИПРИЧ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗНАНИЙ ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМ

Среди современных методов и средств повышения эффективности обучения наиболее перспективным является использование в учебном процессе обучающих систем на базе ЭВМ [1,6,7]. Существующие обучающие системы чрезвычайно многообразны, что позволяет классифицировать по множеству различных признаков [6]. Отсутствие строго формализованного подхода к представлению знаний приводит к неполноте излагаемого материала и снижению адаптивности системы, и, как следствие, — к ее узкой специализации. Одно из решений этой проблемы — информационные модели предметной области в виде когнитивных концептуальных структур, что позволяет существенно повысить качество обучения благодаря мощным базам знаний (БЗ), отражающим реальные связи между объектами проблемной области [1,3,7].

Отсутствие строгих методов моделирования знаний ставит задачу разработки процедуры наполнения базы знаний обучающей системы и использования БЗ при обучении с введением дополнительных средств контроля. При построении обучающих систем необходимо учитывать психологические особенности организации человеческой памяти для лучшего усвоения материала, поэтому структура базы знаний должна отражать когнитивные особенности представления знаний, т.е. быть иерархической. Входными данными являются знания, которые необходимо формализовать для БЗ обучающей системы. Результат использования данной процедуры, — иерархическая БЗ интеллектуальной обучающей системы.

Когнитивный подход к моделированию обучения подразумевает разработку методов и моделей знаний, аналогичных имеющимся в человеческом восприятии [1]. Обучение — это сложный и многогранный процесс, который исследуют философы, психологи, педагоги, когнитологи. По мнению психологов для обучения важна способность человека анализировать окружающий мир и свою деятельность, воспринимая их как набор отдельных элементов и связей между ними [1, 2]; воспринимать и запоминать понятия об объектах окружающего мира, их свойствах (в первую очередь существенных, т.е. функциональных) и их взаимосвязях. Психологи считают, что понятийные знания — основа абстрактного мышления [2] (Под понятийными знаниями будем понимать «абстрактные образы классов объектов и связей между ними, в которых отра-

жаются наиболее существенные свойства этих классов объектов и связей реальной действительности” [3].)

Приобретение понятий и расстановка связей между ними называется когнитивным моделированием [1]. Обучаясь, человек строит концептуальную модель проблемной области. Исследование и разработка принципов моделирования произвольной предметной области показывают возможность, необходимость и достаточность моделирования системы понятий как основы базовой концептуальной модели предметной области любой дисциплины, в виде иерархической (в первую очередь родо-видовой) классификации понятий [2,3,4]. Классификации позволяют моделировать понятийные знания различных, в том числе слабоструктурированных, предметных областей, что дает возможность использовать классификации для эффективного представления знаний. Немаловажным аргументом в пользу применения классификаций для обучения основам любой дисциплины является то, что знания человека (по данным психологов) организованы иерархически, то есть такая модель знаний наиболее приемлема для человека.

Одним из методов обучения с использованием интеллектуальных обучающих систем с базами знаний, основанными на концептуальных классификационных сетевых структурах, является ознакомление обучаемого с классификациями, подготовленными и введенными в систему, а затем проведение контроля знаний обучаемого с помощью тех же классификаций с последующими индивидуальными и общими рекомендациями по продолжению обучения.

Можно выделить такие основные режимы работы обучающей системы:

1. Заполнение базы знаний экспертом-преподавателем. Необходимо определить, какими существенными свойствами обладают ее объекты и построить классификации всех объектов и их свойств учебной дисциплины. При этом следует учесть, что рассмотрение ситуационных свойств может привести к появлению “неестественности” в построении многоаспектной классификации.

2. Обучение и контроль усвоения учебного материала: ознакомление обучаемого с классификациями, заложенными в базу знаний обучающей системы с использованием нескольких ракурсов рассмотрения (подробнее об этом см. ниже). При контроле от обучаемого требуется воспроизведение знаний в виде фрагментов изученных классификаций, а “близость” между классификациями обучаемого и исходными классификациями определяет правильность усвоения информации.

Основными структурными элементами многоаспектных естественных классификаций будем считать понятия, их свойства (функциональные, т.к. построение естественных классификаций основывается на принципе функциональности объектов) и отношения “род-вид”, “объект-свойство”, “свойство-объект”. Эксперт-преподаватель наполняет базу знаний обучающей системы по

се структурным элементам: понятие; род понятия; свойства понятия; плоскости классификации понятия (или основания деления понятия на виды); виды понятия по каждому из оснований деления; видовое отличие понятия, причем сначала нужно указать предметную область, модель которой будет отражена в базе знаний.

На основании вышесказанного алгоритм наполнения базы знаний можно свести к определению последовательности заполнения элементов выбранной структуры знаний. Учитывая перечисленные проблемы, предложим такие этапы моделирования системы понятий:

- выделение в исследуемой предметной области понятий об объектах, понятий об отношениях между объектами, свойствах объектов и отношений и др.;
- построение взаимосвязанных классификаций понятий и определение способа представления составных понятий;
- составление полного описания элементов модели и механизма присоединения блока логического вывода, основанного на правилах отражения предметной области.

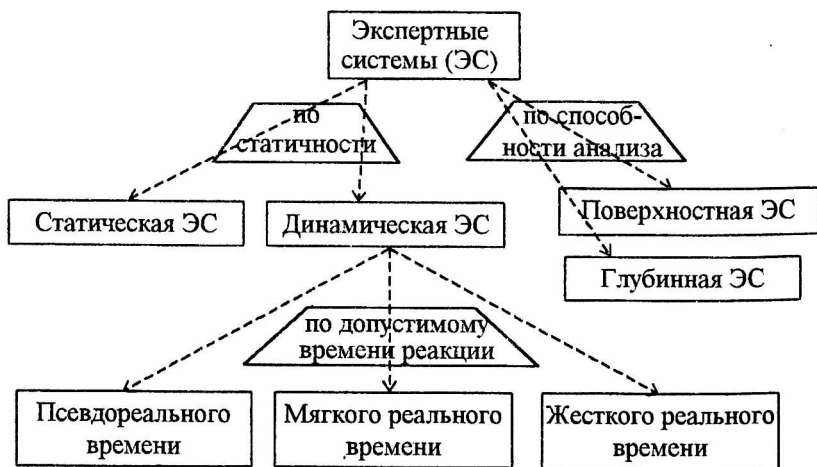
Подробно рассмотрим построение взаимосвязанных классификаций. Первый этап заключается во введении новых — исходных — понятий заданной области знаний с помощью указания их имен и определений [5]. Первым к исходным понятиям причисляется основное понятие, классификация которого занимает центр области знаний (дисциплины). Наименование этого понятия может совпадать с названием области знаний. Записывает понятия в класс исходных эксперт как в начале работы, так и по мере их появления в процессе работы как результат определения свойств классифицируемых понятий. Необходимо учесть, что исходным не является понятие, которое может быть получено из уже имеющихся. Например, при построении модели области “Экспертные системы”, исходным будет понятие “Экспертные системы”. Исходные понятия — вершины классификаций, связь между которыми устанавливается при пополнении базы знаний системы. Для фрагмента классификации “Экспертные системы” (ЭС) введем следующие понятия: “Статические ЭС”, “Динамические ЭС”. Далее выбираем текущее понятие (“Динамическая ЭС”) и определяем его свойства, которые могут отражать особенности внутренней структуры, особенности функционирования и т.д. Функциональным свойством для выбранного понятия является “работающая в динамической проблемной области, т.е. в динамической предметной области или решающая динамические задачи”.

Следующий шаг — это определение видов понятия (например, “Динамические ЭС”, которое можно назвать родовым понятием). “ЭС псевдо-реального времени”, “ЭС жесткого реального времени” и “ЭС мягкого реального времени” — виды понятия “Динамические ЭС”. Сначала необходимо четко

сформулировать основание деления понятия, а затем определять его разновидности на основании установленного принципа деления (плоскости классификации). В данном случае плоскостью классификации является деление “по допустимому времени реакции”.

Получены новые понятия — виды родового понятия. Теперь необходимо установить их видовые отличия, т.е. признаки, присущие классам объектов, отраженным в каждом из видов (или то, что отличает объекты, принадлежащие к данному классу, от объектов другого класса, полученных с использованием того же основания деления [3]). Определение видовых понятий создается с использованием рода и видового отличия (так получаем самые распространенные определения — через ближайший род и видовое отличие [5]). ЭС псевдореального времени — это динамическая ЭС (род понятия), в которой не устанавливается значение допустимого времени реакции на события (существенное свойство динамической ЭС) [8]. Далее выбираем понятие, которое становится текущим и определяем его виды и т.д. Отметим, что в процессе формулировки видовых отличий и свойств классифицируемых понятий может возникнуть необходимость связи их с другими понятиями, которые, в свою очередь, также могут быть раскрыты по указанному алгоритму.

Для построения взаимосвязанных многоаспектных классификаций необходимо выделить все возможные плоскости классифицирования исходного понятия и для каждой плоскости построить одноаспектную классификацию по алгоритму. Построим фрагмент классификации “Экспертные системы” с использованием лишь 2 плоскостей (всего их 11):



Составные понятия определяются путем указания родовых понятий по всем плоскостям. “Экспертная система SIMER+MIR” (единичное конкретное понятие) — поверхностная статическая ЭС прогнозирующего и диагностического типа.

Для построения взаимосвязанных классификаций необходимо учитывать природу проблемной области — является ли она областью естественного происхождения или областью так называемой “второй” природы, т.е. содержащей искусственно созданные области и принципы выделения существенных свойств. При построении классификаций понятий и их существенных свойств иерархии объектов (объектов-понятий и объектов-свойств) будут аналогичными, т.к. плоскости классификации будут общими. Полное описание элементов модели достигается введением (при наличии возможностей аппаратной поддержки для наглядности понимания) понятий, ассоциирующихся с имеющимися, в виде графических изображений или текстового описания. Механизм установления ассоциативных связей рассматриваться подробно не будет, т.к. задача данной работы — построение иерархической модели проблемной области.

Немаловажным является контроль корректности заполнения базы знаний, т.к. одна из основных проблем автоматизированного приобретения знаний — слабая структурированность большинства предметных областей. Разработчикам интеллектуальной системы необходимо найти способ вербализации интуитивных знаний человека, помочь эксперту структурировать свои знания, и в режиме диалога составить модель предметной области, по возможности точно отражающую его (эксперта) представления.

Сформулируем свойства структурных элементов и правила заполнения базы знаний интеллектуальной системы. Следует иметь в виду, что информативность модели прямо пропорциональна четкости формулировки правил ее построения. Так как исследуемая модель представления знаний основана на взаимосвязанных многоаспектных классификациях, выделим ее уровни (каждый последующий формируется путем объединения структур предыдущего на основе определенных правил): понятие и его вид; понятие и группа его видов, полученных в результате классифицирования по одному признаку (плоскость классификации); группа плоскостей классификации одного понятия; многоаспектная классификация одного понятия; сетевая модель знаний, в основе которой лежат взаимосвязанные многоаспектные классификации.

Преимущество такой системы заключается в возможности использования рекурсивного алгоритма: корректность каждого уровня определяется правильностью построения предыдущего и соблюдением условий построения данного. Таким образом, для того, чтобы модель предметной области в

базе знаний с максимальной точностью отражала реальные связи между объектами, при вводе каждого нового уровня классификации необходимо проверять его правильность с использованием следующих критериев: в одной плоскости классификации видовые различия понятий должны исключать друг друга; в одной плоскости классификации сумма объемов видов должна составлять объем рода, объемы видов не должны пересекаться; плоскость классификации должна быть четко определена и включать классификацию только по одному признаку. В этом состоит суть работы блока текущего контроля корректности заполнения базы знаний.

Обучение — ознакомление человека с взаимосвязанными классификациями. При этом обучаемый знакомится не только с набором понятий, но и с отношениями между понятиями. Перед ним постепенно в процессе обучения открывается основная классификация (изначально считаем ее полностью для него закрытой). Порядок отображения классификации может быть произвольным, т.е. определяться обучаемым. В конце обучения перед ним откроется полная классификация. При обучении система должна предоставить возможность ознакомления с моделью предметной области с использованием нескольких ракурсов рассмотрения. Система понятий представляема в следующих формах: в стандартной форме (текстовой), когда имеется полная информация о текущем понятии (род, определение, свойства, плоскости классификации, видовые понятия и их видовые отличия, а также взаимосвязи с другими понятиями); в виде понятийной классификации, что дает возможность охватить нисходящую структуру выбранного понятия, которую составляют плоскости классификации и видовые понятия низших уровней; в форме активного словаря, что способствует формированию представления о полном составе понятий предметной области, а также обеспечивает быстрый поиск информации о необходимых понятиях.

Обучение сопровождается текущим контролем усвоения учебного материала. Ориентируясь на введенные в процессе разработки метода контроля корректности заполнения базы знаний уровни, следует проверять: определения понятия (таким образом обеспечивается контроль знания рода и видового отличия); виды понятия по каждой из изученных плоскостей классификации; свойства понятия. Знание определения понятия является основополагающим, т.к. способствует пониманию смысла, заложенного в понятие. Наиболее целесообразно проведение контроля после изучения каждой из плоскостей классификации понятий, что не только обеспечит проверку знаний определений понятий, но и даст возможность закрепить знания о видовом составе родового понятия с учетом использованной плоскости классифицирования.

Исследования теоретических основ и принципов построения концептуальной модели предметной области показали возможность и достаточность моделирования системы понятий как основы базовой концептуальной модели предметной области любой дисциплины. В данной работе описана процедура представления знаний с использованием концептуальных классификационных структур для интеллектуальных обучающих систем. Представленный алгоритм (процедура) использовался при разработке обучающей системы по курсу “Базы данных, знаний и экспертные системы”, пригоден он и для других систем, основанных на знаниях.

Список литературы: 1. *Сельдмяз И.Я.* Знания (Когнитология). Таллинн: Эстираамат, 1987. 129 с. 2. *Соловьёва Е.А.* Теория понятийных знаний: Учеб. пособие. М.: УМК ВО, 1990. 80 с. 3. *Искусственный интеллект: В 3 кн. Кн.1.* Системы общения и экспертные системы: Справочник / Под ред. Э.В. Попова. М.: Радио и связь, 1990. 468 с. 4. *Шрейдер Ю.А., Шаров А.А.* Системы и модели. М.: Радио и связь, 1982. 152 с. 5. *Савельев А.Я., Новиков В.А., Лобанов Ю.И.* Подготовка информации для автоматизированных обучающих систем: Метод. пособие для преподавателей и студентов вузов / Под ред. А.Я. Савельева. М.: Высш. шк. 1986. 176 с. 6. *Обучающие машины, системы и комплексы: Справочник / Под общ. ред. д-ра техн. наук проф. А.Я. Савельева.* К.: Вища шк. Головное изд-во, 1986. 303 с. 7. *Гаврилова Т.А.* Состояние и перспективы разработки баз знаний интеллектуальных систем // *Новости искусственного интеллекта.* 1996. №1. 8. *Попов Э.В.* Экспертные системы: Решение неформализованных задач в диалоге с ЭВМ. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. 88 с. (Проблемы искусственного интеллекта).

Поступила в редколлегию 05.11.97