

СПОСОБЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ДАННЫХ В ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМАХ

В.А. Маренко

The typical models of knowledge representation in expert systems are considered in the present article. The description of symantic nets is given in terms of fuzzy sets.

Для реализации полезной системы, основанной на знаниях, необходимо соответствующее их представление. Сложная интеллектуальная система, способная делать логические выводы на основании знаний в конкретной предметной области и обеспечивающая решение специфических задач, – это экспертная система. Ее необходимо наделить функциями, позволяющими решать задачи, которые в отсутствие эксперта – специалиста в конкретной предметной области невозможно правильно решить. Требования к экспертным системам таковы:

- ориентация на решение реальных и достаточно сложных задач;
- использование знаний, связанных с конкретной предметной областью;
- приобретение знаний от эксперта, то есть обучаемость системы;
- надделение системы способностями эксперта.

В экспертных системах знания о предметной области отделены от других типов знаний, таких как общие знания о том, как решать задачи, или знания о том, как взаимодействовать с пользователем. На рисунке 1 показана базовая структура экспертной системы и ее основные элементы [1]:

- Механизм представления знаний в конкретной предметной области и управления ими – база знаний.
- Механизм, который на основании знаний, имеющихся в базе знаний, способен делать логические выводы – механизм логических выводов.
- Важнейшим структурным элементом является механизм получения знаний от эксперта – модуль приобретения знаний, который служит для поддержки базы знаний и ее пополнения.
- Механизм, который не только способен давать заключение, но и представлять различные комментарии, прилагаемые к этому заключению, объяснять его мотивы – модуль советов и объяснений.
- Пользовательский интерфейс необходим для правильной передачи ответов пользователю.

© 2001 В.А. Маренко

E-mail: marenko@iitam.omsk.net.ru

Омский филиал Института математики им. Соболева СО РАН

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (код проекта 01-01-00303).

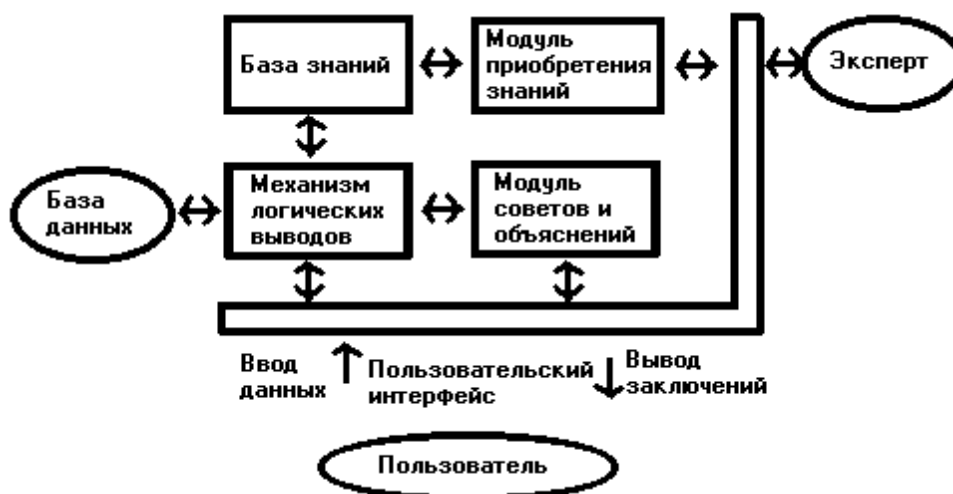


Рис. 1. Пример структуры экспертной системы

В реальных экспертных системах функции отдельных структурных элементов могут быть усилены или расширены. Важную роль играет механизм объяснений — и не только для пользователя системы, но и для эксперта, предоставляющего знания в конкретной предметной области. С его помощью эксперт определяет, как работает система, и может точно выяснить, как используются представленные им знания.

В системах, основанных на концепциях искусственного интеллекта, знания представлены в конкретной форме, имеющаяся база знаний позволяет их легко определять, модифицировать и пополнять. Категория знаний, основанных на собственном опыте специалиста в данной предметной области, накопленных в результате многолетней практики, играет решающую роль в повышении эффективности экспертных систем.

Типичные модели представления знаний:

- логическая модель;
- продукционная модель;
- модель, основанная на использовании фреймов;
- модель семантической сети.

Отличительными чертами логических моделей являются единственность решения и возможность реализации формально точных определений и выводов.

В продукционных системах знания представлены отдельными фрагментами-продукциями, которые можно представить в виде $A \rightarrow B$, где A — условие, B — следствие. Связь продукций во время работы обеспечивается динамически функционирующими логическими цепочками, и каждое полученное следствие может стать новым условием. Продукции используются для представления слабо связанных и слабо структурированных данных.

Фреймовая модель представляет собой систематизированную в виде единой теории психологическую модель памяти человека и его сознания [2]. Фрейм (рамка) — это единица представления знаний, детали которой при необходи-

мости могут быть изменены согласно текущей ситуации. В этой иерархической структуре можно выделить: уникальное имя для класса объектов; имена компонентов данного объекта; имена отношений, связывающие объект и компоненты; значения компонентов, которые могут различаться у объектов, описываемых данным фреймом. Во время работы системы при обмене сообщениями между различными фреймами осуществляется или межфреймовый обмен информацией или передача управления другому фрейму.

Семантическая сеть — это один из наиболее удобных способов представления знаний, так как обеспечивает стабильный метод анализа смысла предложений и указывает сходства в смысле предложений, тесно связанных, но обладающих разной структурой. Семантические сети [3] состоят из точек, называемых узлами, и связывающих их дуг, описывающих отношения между ними. Узлы в семантической сети соответствуют объектам, концепциям или событиям. Подобная ассоциативная структура называется плоскостью, описываемые узлы — вершинами типа, а связанные с ними соответствующие отдельные слова, определяющие время, место, качество и т. д., — вершинами лексем. Заменяв вершину типа на элемент, а вершину лексемы — на свойство, данные, основанные на фактах, можно представить с помощью структур трех типов: элементы, свойства и указатели.

При построении семантической сети отсутствуют ограничения на сложность сети и число связей элементов и свойств. Поэтому функции, обозначенные указателями, можно упорядочить с помощью теории множеств. Суть порождающего метода состоит в том, что сначала задается небольшое множество, затем на основе этого множества порождается новое множество. Для такого порождения задаются определенные способы, которые обычно аксиоматизируются. В терминах теории обработки информации правила порождения, создающие новое множество из уже известного, есть элементы структуризации данных. Определенное таким образом и аксиоматизированное множество будет теперь достаточно широким для полного математического описания системы. Следовательно, использование в качестве механизма структуризации данных порождающих правил позволяет построить систему обработки информации с четким теоретическим фундаментом. Одним из методов изучения множеств без уточнения их границ является теория нечетких множеств, которая успешно применяется ныне для описания моделей представления знаний.

Рассмотрим более подробно представление знаний с помощью семантических сетей [4]: семантическая сеть, соответствующая модели конкретной предметной области, может быть представлена двойкой следующего вида:

$$S = \{D, U\},$$

где D — множество документов, U — множество дуг, связывающих документы.

Каждая дуга показывает связь двух документов. Документ D_i семантической сети представляется следующим образом:

$$D_i = \{I, P, U_{D_i}\},$$

где I – содержание документа, P – множество понятий, описываемых документом, U_{D_i} – множество отношений между понятиями и содержанием документа определяется множеством двоек вида:

$$U_{D_i} = \{T, U_{IP}^d\},$$

где T – тип отношения для понятия и информационной части документа, определяющий два вида зависимости: t_1 – понятие является входным для документа – и t_2 – понятие является выходным для документа. U_{IP}^d – нечеткое подмножество, которое показывает степень зависимости информационной части документа и понятия.

$$U_{IP}^d = \left(\mu_{\tilde{U}_{IP}^d}(P_j, I) \mid P_j \in D_i, I \in D_i \right),$$

$j = 1, \dots, n$, где $\mu_A(x)$ – значение функции принадлежности элемента x из универсума X нечеткому подмножеству \tilde{A} множества X ; P_j – понятие, принадлежащее документу D_i ; n – количество понятий в документе.

Документ D_i соответствует объекту \tilde{D}_i с неопределенными и фиксированными атрибутами:

$$\tilde{D}_i = \{I_i, P_1, \dots, P_n, t_p, \{\mu_{\tilde{D}_i}(I_i, P_1), \dots, \mu_{\tilde{D}_i}(I_i, P_n)\}\},$$

где I_i – информационная часть i -го документа, P_1, \dots, P_n – понятия, принадлежащие i -му документу, t_p – тип отношения для понятий, $\mu_{\tilde{D}_i}(I_i, P_i)$ – отношение близости понятия P_i и информационной части I_i .

Зависимость между узлами семантической сети строится на основе взаимосвязи между понятиями документа, поэтому вводится нечеткое отношение, определяющее близость понятий:

$$U_{P_i, j} = \mu_s(P_i, P_j),$$

где s принадлежит S , и на этой основе формируется нечеткое подмножество:

$$U_p = \{P_i, P_j, \mu_s(P_i, P_j) \mid P_i \in P, P_j \in P, i, j = 1, \dots, N\},$$

где N – количество понятий в базе знаний.

Структура семантической сети показана на примере модели предметной области, которая описывает электромагнитную совместимость радиоэлектронных средств.

Документами в ней являются главы книги В. И. Владимирова и др. «Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем», информационными частями – тексты глав, а понятиями – ключевые слова. Модель предметной области S (рисунок 2) состоит из следующего: Документ D_1 . Информационная часть (I_1) – «Причины возникновения проблемы электромагнитной

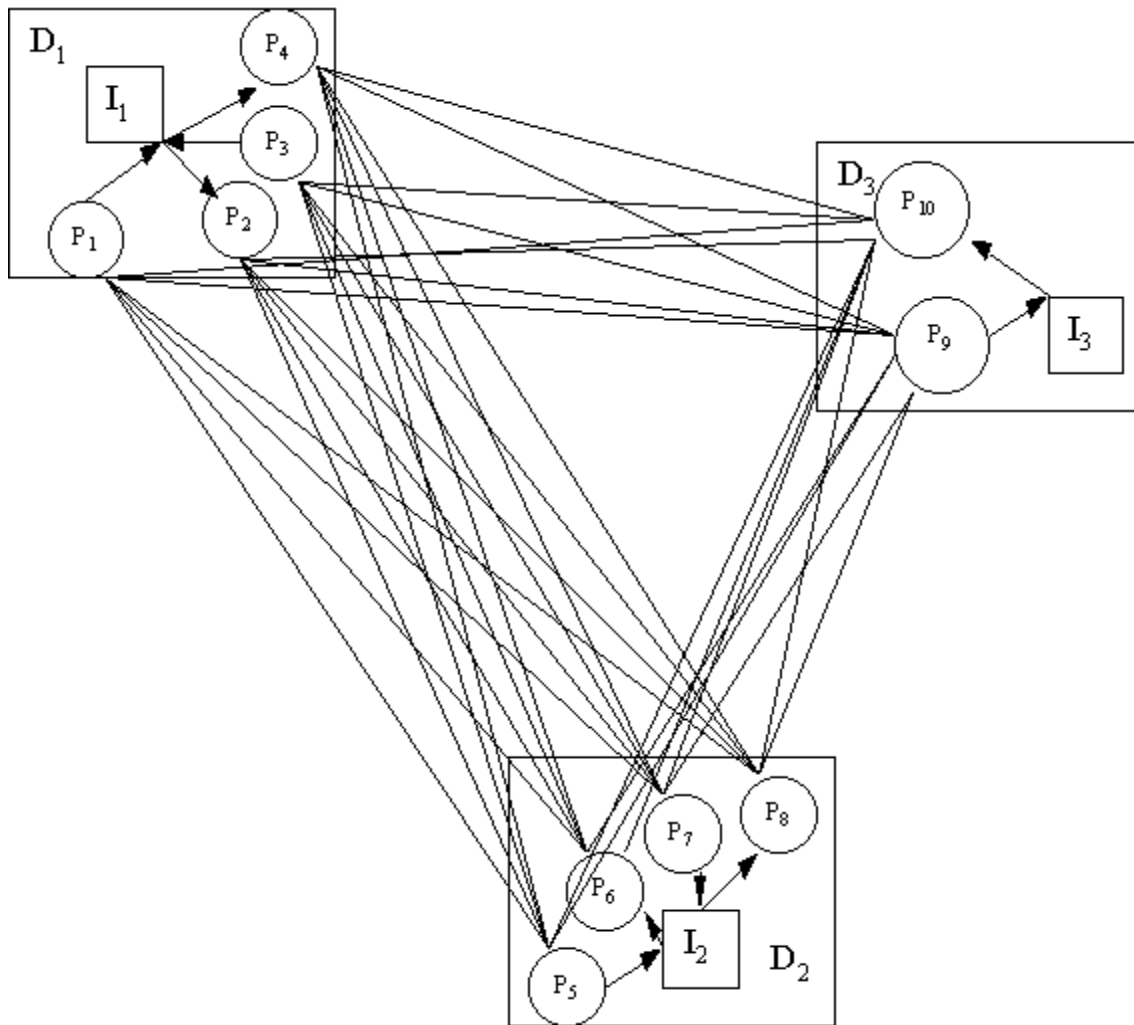


Рис. 2. Модель предметной области. Прямые линии показывают отношения (U_{ij}) между документами.

совместимости». Понятия $(P_1 - P_4)$: техническое средство, диапазон радиочастот, излучение, радиопомеха. Документ D_2 . Информационная часть I_2 – «Технические характеристики радиоэлектронных средств, влияющие на их электромагнитную совместимость». Понятия $(P_5 - P_8)$: рабочая частота, излучение, диаграмма направленности антенны, частотная избирательность. Документ D_3 . Информационная часть I_3 – «Основные пути обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем». Понятия (P_9, P_{10}) : техническое решение, стандарт.

Основным преимуществом представления базы знаний в виде семантических сетей является то, что семантические сети более других способов соответствуют современным представлениям об организации долговременной памяти человека. А их описание при помощи нечетких множеств позволяет при определении понятий учитывать субъективные мнения отдельных индивидуумов [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. Уэно Х. и др. *Представление и использование знаний*. М.: Мир, 1989. 220 с.
2. Осуга С. *Обработка знаний*. М.: Мир, 1989. – 293 с.
3. Уотермен Д. *Руководство по экспертным системам*. – М.: Мир, 1989. – 388 с.
4. Чапайкин А. О. *Использование нечеткой логики в описании предметной области* // Вычислительные машины, комплексы и сети: Межвуз. сб. научн. тр. Рязань: РГРТА, 1998. – С. 136–140.
5. Гаврилова Т. А., Хорошевский В. Ф. *Базы знаний интеллектуальных систем*. – СПб: Питер, 2000. - 384 с.