

Б. Н. СУДАКОВ, канд. техн. наук, профессор, НТУ «ХПИ»;

Н. А. ПАНТЕЛЕЕВА, магистр, НТУ «ХПИ»

МОДЕЛИ ФОРМАЛЬНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ

В статье рассматривается проблема правильного и наиболее полного представления знаний конкретной предметной области и способы ее решения. Для решения данной проблемы в области систем искусственного интеллекта используются четыре модели представления знаний. Статья предоставляет детальный обзор этих моделей, их достоинств и недостатков. Определена и обоснована необходимость использования нескольких моделей для более точной формализации и более полного представления предметной области.

Ключевые слова: предметная область, модели представления знаний, логическая модель, продукционная модель, семантические сети, фреймы.

Анализ литературы и постановка проблемы. Представление знаний в системах искусственного интеллекта (СИИ) – это не только фундаментальное понятие, но и решающий аспект их разработки. Выбор модели представления знаний (МПЗ) очень сложен ввиду их многообразия и размытости критериев выбора и важен, ибо он оказывает огромное влияние на любую часть СИИ и предопределяет их возможности (свойства и характеристики). Последствия неудачного решения проблемы представления знаний могут быть катастрофическими. Кроме того, используемый в СИИ формализм представления знаний определяет характер их получения и накопления, в результате которого создается база знаний (БЗ), ориентированная на определенную структуру представления, а не на сущность самих знаний. Выбор модели, не адекватной типам знаний, приводит к потере многих существенных деталей прикладной задачи и порождает тривиальный интеллект.

Проблемы представления знаний в компьютерных системах решаются на трех уровнях:

– техническом(физическом) – реализация сложных представлений знаний, требующая электронной вычислительной техники с чрезвычайно сложной функциональной архитектурой, обеспечивающей параллельные вычисления и гарантирующей протекание процесса представления знания в режиме реального времени, а также мощными запоминающими устройствами (представление администратора);

– программном (логическом) – создание программ, которые обеспечивают выполнение всех алгоритмов, необходимых для представления знаний (представление программиста);

– концептуальном – выработка концепций, моделей, образующих методологию искусственного интеллекта (представление аналитика).

Под представлением знаний подразумевают соглашение о том, как описывать реальную предметную область (ПО) – ее понятия и отношения. Иногда такое соглашение называют нотацией. Каждая модель знаний определяет форму представления знаний и является формализмом, призванным отобразить объекты, связи между ними и отношения, иерархию понятий ПО и изменение отношений между объектами.

Цель статьи. Рассмотреть и проанализировать модели представления знаний и научиться выбирать подходящую модель для представления конкретной предметной области.

Основная часть. Для решения проблемы представления знаний разработаны разнообразные модели представления знаний (МПЗ). В системах искусственного интеллекта используются в основном четыре типа МПЗ: логические, продукционные, семантические сети и фреймы.

Логические модели представляют знания в виде формул, которые состоят из констант, переменных, функций, предикатов, логических связей и кванторов. Каждая логическая формула дает частичное описание состояния предметной области.

Отношения, которые существуют между единицами знаний, можно описывать только с помощью синтаксических правил, допустимых в рамках этой теории.

Формальная система задается всегда четверкой символов

$$S = \langle B, F, A, R \rangle,$$

где B – конечное множество базовых символов, иначе – алфавит системы S ; F – подмножество выражений системы S , называемых формулами системы. Это множество синтаксических правил, позволяющих строить синтаксически правильные выражения из B ; A – выделенное множество правил, называемых аксиомами системы, то есть множество априорно истинных формул; R – конечное множество отношений $\{r_1, r_2, \dots, r_n\}$ между формулами, называемыми правилами вывода и позволяющие расширять множество аксиом.

Среди реализаций логических моделей представления знаний различают системы дедуктивного типа (имеют фиксированную систему правил вывода) и индуктивного типа (правила вывода порождаются системой на основе конечного числа обучающих примеров).

В логических моделях синтаксис задается набором правил построения правильных синтаксических выражений, а семантика – набором правил преобразования выражений и разрешающей процедурой, позволяющей однозначным образом и за конечное число шагов определить, является ли данное выражение семантически правильным.

Преимуществами логических схем представления знаний являются: высокий уровень модульности знаний, лаконичность представления.

Однако им свойственны и недостатки: чрезмерный уровень формализации знаний; слабая наглядность, трудность прочтения логических формул и

сложность их понимания; низкая производительность СИИ при обработке знаний и большая требуемая память; отсутствие выразительных средств для отражения особенностей ПО и структурирования знаний; громоздкость при описании больших объемов знаний; статичность логических методов.

Логические модели в силу присущих им недостатков самостоятельно применяются в СИИ крайне редко. Обычно они используются в сочетании с другими МПЗ.

К продукционным моделям относятся продукционные правила (продукции), задающиеся в виде выражений:

ЕСЛИ условие ТО действие;

ЕСЛИ причина ТО следствие;

ЕСЛИ ситуации ТО решение.

Суть этих выражений заключается в том, что если выполняется условие, то нужно произвести некоторое действие. Продукционные модели могут быть реализованы как процедурно, так и декларативно. В процедурных системах присутствуют три компонента: база данных, некоторое число продукционных правил, состоящих из условий и действий, а также интерпретатор, который последовательно определяет, какие продукции могут быть активированы в зависимости от содержащихся в них условий. В базе данных хранятся известные факты выбранной ПО.

Продукционные правила (продукции) содержат специфические знания предметной области о том, какие еще дополнительные факты могут быть учтены, есть ли специфические данные в базе данных. В системах искусственного интеллекта, построенных на использовании продукционных МПЗ, база данных представляет собой переменную часть, а правила и интерпретатор не изменяются. Благодаря свойству модульности, присущему продукционным МПЗ, можно добавлять и изменять знания (правила, факты). Поэтому продукционные МПЗ применяются в ПО, где нет четкой логики, и задачи решаются на основе независимых правил (эвристик). Правила продукции несут информацию о последовательности целенаправленных действий. Продукционные модели благодаря причинно-следственному характеру правил (продукций) хорошо отражают прагматическую составляющую знаний.

СИИ продукционного типа проявляют свои сильные стороны, если решается небольшая задача. При увеличении объема знаний эффективность СИИ падает.

Следующим шагом на пути выявления структуры, присущей знаниям, являются модели, в которых в явной форме выделяются все отношения, образующие эту структуру, с описанием их семантики.

Семантические сети основываются на результатах изучения организации долговременной памяти человека. Характерной особенностью для семантических сетей является то, что они для образования своей структуры используют два компонента – понятия и отношения. Вершинам сети соответствуют понятия (объекты, события, процессы, явления), а дугам, их соединяю-

щим, – отношения между понятиями.

В зависимости от структуры узлов и характера отношений между ними различают следующие сети: простые, иерархические, однородные и неоднородные. Последние делятся на функциональные сети, сценарии и семантические сети.

В семантических сетях знания представлены в терминах естественного языка и отношений между ними (элемент – класс; класс – подкласс; функциональные дуги).

Основные характеристики семантических сетей:

- объекты описываются на естественном языке;
- все знания накапливаются в относительно однородной структуре памяти;
- на сетях определяются унифицированные отношения между объектами, которым соответствуют унифицированные методы вывода;
- методы вывода в соответствии с запросами определяют участки семантического знания, имеющего отношение к поставленной задаче, формулируя акт понимания запроса и некоторую цепь выводов, соответствующих решению задачи.

Семантические сети обладают следующими признаками: повышенной гибкостью за счет наличия свойств ассоциативности и иерархичности; гармоничным и естественным сочетанием декларативного и процедурного, синтаксического и семантического знания; наглядностью отображения объектов, связей, отношений в силу присущей им возможности графической нотации; легкой читаемостью и понимаемостью знаний; высокой степенью структуризации знаний.

Среди недостатков сетевого представления выделяют: сложность и трудность разработки алгоритмов и их анализа ввиду нерегулярности структуры и большого количества дуг, несущих синтаксическую информацию; пассивность структуры сети, для обработки которой необходим сложный аппарат формального вывода и планирования; разнообразие типов вершин и связей, произвольность структуры, требующей большого разнообразия процедур обработки; трудность представления и обработки неточных и противоречивых знаний.

В связи с указанными недостатками предприняты попытки усовершенствования семантических сетей, которые в основном нацелены на организацию процессов обобщения в сети, решение проблемы поиска и повышения их изобразительных возможностей.

Большая часть нашей повседневной деятельности относится к стереотипным ситуациям (путь на работу, еда, покупки и т.д.). Стереотипные ситуации имеют место в процессе функционирования сложных объектов, в том числе и производственных. Для представления и описания стереотипных объектов, событий или ситуаций были введены понятия "фреймы", которые являются сложными структурами данных.

Структура фрейма имеет вид:

$$\{FN, (SN, SV, CP), \dots, (SN, SV, CP)\},$$

где FN – имя фрейма; SN – имя слота; SV – значение слота; CP – имя присоединенной процедуры (необязательный параметр).

Слоты – это некоторые структурные элементы фрейма, заполнение которых приводит к тому, что фрейм ставится в соответствие некоторой ситуации, явлению, объекту или процессу. В качестве слота может быть указано имя другого фрейма. Значениями слота могут быть конкретные данные, процедуры и даже продукция. Слот может быть пустым (незаполненным).

Из всех ранее рассмотренных МПЗ только фреймам свойственны высокая структурируемость, внутренняя интерпретируемость посредством имен и значений и связность слотов и их значений. Кроме того, фреймы обладают высокой наглядностью и модульностью, объединяют достоинства декларативного и процедурного представления знаний. Однако фреймы наиболее эффективны при обработке семантической составляющей знаний. У фреймов, как и у семантических сетей, отсутствуют универсальные процедуры их обработки, что приводит к неэффективному использованию ресурсов вычислительной техники (памяти и быстродействия).

Выводы. Общими слабыми сторонами моделей представления знаний являются ограниченные выразительные возможности для описания экспертных знаний, невозможность описания знаний сложной структуры, недостаточная эффективность нотации (вычислительная эффективность).

Одной из попыток расширения возможностей СИИ является использование сочетания различных МПЗ: фреймов и продукций (продукционные правила в слотах фрейма являются формой присоединения к фрейму процедурных знаний); семантических сетей и логических моделей; семантических сетей и продукций. Однако простое объединение в одной базе знаний нескольких МПЗ, получивших название комбинированных или смешанных, как правило, малоэффективно. Различные МПЗ не обязательно несовместимы друг с другом, однако они отличаются по степени соответствия конкретным внутренним представлениям эксперта.

Список литературы: 1. Омар А.Х. Авалада, Першин А.В., Судаков Б.Н. О формализованной модели языка для взаимодействия пользователей с экспертной системой // Матеріали Міжнар. наук.-практич. конф. «Динаміка наукових досліджень». – Т. 1. – Дніпропетровськ: Наука і освіта. – 2002. 2. Анно Е.И. О выборе формальной модели для представления синтаксической структуры текстов на естественном языке // НТИ, сер. 2. – М.: Наука, 1980. 3. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. – СПб.: Питер, 2000. 4. Методы алгоритмизации и реализации решения интеллектуальных задач: Сб. науч. Тр./ АН СССР, науч. Совет по проблемам «Кибернетика». Ин-т кибернетики им. В.М. Глушкова. – К.: ИК, 1986. 5. Методы и системы принятия решений. Системы, основанные на знаниях: Сб. науч. тр. – Рига: РПИ, 1989.

Поступила в редколлегию 08.10.2012

Моделі формального представлення предметної області для експертних систем / Б. Н. Судаков, Н. А. Пантелеєва // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Техніка та електрофізика високих напруг. – Х.: НТУ «ХПІ», 2012. – № 52 (958). – С. 173-178. – Бібліогр.: 5 назв.

У статті розглядається проблема правильного і найбільш повного представлення знань конкретної предметної галузі й способи її вирішення. Для вирішення даної проблеми в галузі систем штучного інтелекту використовуються чотири моделі представлення знань. Стаття надає детальний огляд цих моделей, їх переваг та недоліків. Виявлена і обгрунтована необхідність спільного використання декількох моделей для більш точної формалізації та більш повного уявлення предметної галузі.

Ключові слова: предметна галузь, моделі представлення знань, логічна модель, продукційна модель, семантичні мережі, фрейми.

The paper under discussion covers the problem of correct and full presentation of the knowledge in a particular area. The approach to the problem is based on usage of models of knowledge representation. There are four models of knowledge representation used in artificial intelligence systems. The aim of the article is the introduction of these models and presentation of their drawbacks and benefits. After a closer investigation of the problem the following conclusion was made – in order to fully represent the area of knowledge it is required to use models of knowledge representation in complex.

Key words: particular area, models of knowledge representation, logical model, production model, semantic web, frames.