

Представление знаний в интеллектуальных системах.

Лекция 6.

Специальность : 230105

Представление знаний как направление исследований по ИИ.

В рамках данного направления решаются задачи, связанные с формализацией и представлением знаний в памяти Интеллектуальной Системы (ИС).

Существует две группы определений понятия “знание”, даваемого толковыми словарями. Первая – ставит в основу научный подход и характеризует знание как “результат познания”. Вторая – ставит в основу логическую последовательность суждений и рассматривает знание как основанную на объективной закономерности систему суждений с принципиальной и единой организацией.

С точки зрения ИИ и инженерии знаний знания следовало бы определить как представляемую в определенной форме информацию, ссылаясь на которую делают различные заключения на основании имеющихся данных с помощью логических выводов.

С точки зрения решения задач в некоторой предметной области знания следует разделять на факты и эвристику. Посредством фактов описываются хорошо известные в данной предметной области обстоятельства, эвристика основана на собственном опыте человека-эксперта. Существует также классификация с разделением знаний на факты, правила (знания “ЕСЛИ-ТО”) и метазнания – знания о способах использования знаний и свойствах самих знаний.

Данные и знания. Основные определения.

Обрабатываемую на ЭВМ информацию следует разделять на процедурную и декларативную. Процедурную информацию составляют программы для решения тех или иных задач, декларативную – данные, с которыми эти программы работают. Стандартной формой представления информации в памяти ЭВМ является, как правило, машинное слово. В современных ЭВМ для представления данных и команд используются одинаковые по числу разрядов машинные слова. Одинаковое число разрядов в машинном слове для команд и для данных позволяет рассматривать их в ЭВМ в качестве одинаковых информационных единиц и выполнять сходные операции над ними. Содержимое памяти образует информационную базу.

Развитие информационных структур для представления данных происходило параллельно с совершенствованием ЭВМ. Современные языки программирования высокого уровня позволяют программисту задавать абстрактные типы данных, определяемые спецификой задачи.

Концепция знаний как представляемой для обработки на ЭВМ информации сформировалась по мере развития исследований в области интеллектуальных систем. Знания как информация объединяют в себе многие черты процедурной и декларативной информации.

Особенности знаний.

Внутренняя интерпретируемость. При переходе от данным к знаниям вводится в обращение особая информация, которая описывает некоторую используемую в программе протоструктуру информационных единиц. В простейшем случае при представлении отдельной порции декларативной информации машинным словом эту информацию можно представить посредством специального машинного слова, в котором указывается, какой разряд соответствует той или иной информационной единице. Каждой информационной единице задается уникальное имя, которое позволяет вести поиск.

Структурированность означает возможность произвольного установления между отдельными информационными единицами отношений типа “часть-целое”, “род-вид” или “элемент-класс”. Иными словами, должна быть обеспечена рекурсивная вложимость одних информационных единиц в другие.

Связность предполагает возможность установления связей различного типа между информационными единицами. Прежде всего эти связи могут характеризовать отношения между информационными единицами. Семантика отношений может носить декларативный (задание иерархии информационных единиц, причинно-следственных связей) или процедурный (отношение “аргумент-функция”) характер. Отношения структуризации определяют иерархические связи.

Релевантность и активность.

Перечисленные три особенности знаний позволяют ввести семантическую сеть как модель представления знаний в виде иерархической сети, в вершинах которой находятся информационные единицы.

В некоторых случаях на множестве информационных единиц полезно задавать отношение, характеризующее ситуационную близость информационных единиц (силу ассоциативной связи между ними) – отношение релевантности. При работе с информационными единицами отношение релевантности (введение семантической меры) позволяет находить знания, близкие к уже найденным, находить в информационной базе типовые ситуации (купля-продажа, аренда, заем).

Поскольку актуализации тех или иных действий в интеллектуальной системе способствуют именно знания, имеющиеся в системе, а выполнение программ должно инициироваться текущим состоянием информационной базы, то отличительной особенностью знаний является активность не только процедурной, но и декларативной составляющей.

Перечисленные пять особенностей знаний как таковых позволяют определить грань, за которой данные превращаются в знания, а БД – в Базы Знаний. Систему управления базой знаний образует совокупность средств, обеспечивающих работу со знаниями.

Модели данных. Основные определения.

В 1970-е годы с развитием теории баз данных происходит формирование основных моделей представления данных : сетевой, иерархической и реляционной. В рамках следующего поколения моделей данных происходит постепенное слияние данных и знаний. В современных развитых моделях представления данных выделяют интенциональные и экстенциональные представления.

В экстенциональную часть входят конкретные факты, касающиеся предметной области. В интенциональную часть входят схемы связей между атрибутами.

Фактически экстенциональные представления описывают конкретные объекты, события, процессы и явления для рассматриваемой предметной области. Интенциональные представления фиксируют закономерности и связи, которым эти конкретные объекты, события, процессы и явления обязаны в данной проблемной области удовлетворять.

Экстенциональные представления относятся к данным. Относительно интенциональных представлений говорят либо как о схемах баз данных, либо как о знаниях о проблемной области.

Табличное представление данных.

Схема базы данных состоит из описаний отношений $Q(A_1, A_2, \dots, A_n)$, где Q – некоторое n -местное отношение над множеством атрибутов A_1, A_2, \dots, A_n . Модели (представления) данных различают в зависимости от допустимых в схемах баз данных отношений Q .

Определение. Элементами домена D_i для некоторого атрибута A_i будем считать все конкретные факты в экстенциональном представлении, которые соответствуют этому атрибуту. Домены, относящиеся к различным атрибутам, могут иметь пустое либо непустое пересечение, включаться друг в друга (в предельном случае - полностью совпадать).

Определение. Экстенциональное отношение есть определенным образом выделенное подмножество декартова произведения доменов. Пример : содержимое таблицы данных о сотрудниках предприятия есть подмножество декартова произведения доменов, соответствующих атрибутам “Табельный номер”, “ФИО”, “Подразделение”, “Должность”, “Дата приема на работу” и т.п. Из всех здесь возможных кортежей в экстенциональное отношение войдут лишь те, которые отражают реальных людей. В схеме баз данных экстенциональному отношению будет соответствовать интенциональное отношение $R(A_1, A_2, \dots, A_m)$, его имя совпадает с именем экстенционального отношения, а в качестве его аргументов выступают атрибуты, домены которых использовались для образования соответствующего экстенционального отношения.

В табличной модели протоструктура данных определяется экстенциональными отношениями, а схема базы данных – интенциональными отношениями. Данная модель характерна для реляционных баз данных.

Языки описания и манипулирования данными.

Средства Языка Описания Данных (ЯОД) ориентированы, с одной стороны, на то, каким образом на физическом уровне в ЭВМ будут представляться данные, интенциональные и экстенциональные отношения, а с другой стороны, на семантику проблемной области. В состав средств ЯОД входят операции по классификации, обобщению и агрегированию экстенциональных и интенциональных представлений. Средства ЯОД позволяют вводить обобщенные атрибуты и записи, устанавливать новые схемы отношений на интенциональном уровне и строить многоуровневые иерархии на множествах обобщенных атрибутов. ЯОД позволяет реализовывать в БД такие особенности знаний как структурированность и связность.

Язык Манипулирования Данными (ЯМД) содержит ряд операций, необходимых непосредственно при работе с базами данных : поиске ответов на запросы пользователей, пополнении содержимого экстенционального или интенционального компонентов.

В ряде работ по основам баз данных база данных определяется как совокупность ЯОД и ЯМД, что сближает их с понятиями алгебры и универсальной алгебраической системы.

Модели представления знаний в ИС.

- Логические модели;**
- Сетевые модели;**
- Продукционные модели;**
- Фреймовые модели.**

Логические модели.

В основе логической модели лежит формальная система, задаваемая четверкой вида : $M = \langle T, P, A, B \rangle$.

Здесь T есть множество базовых элементов (пример – множество элементов терминального словаря). Причем существует некоторая процедура $P(T)$, которая за конечное число шагов дает ответ на вопрос о принадлежности произвольного элемента x множеству T .

P – множество синтаксических правил. С их помощью из элементов множества T образуются синтаксически правильные совокупности. Декларируется существование процедуры $P(P)$, с помощью которой за конечное число шагов можно ответить на вопрос, является ли совокупность $X = \{x\}$: $\forall x \in X$ синтаксически правильной.

A – множество аксиом, является подмножеством множества синтаксически правильных совокупностей вида $\{x\}$. Процедура $P(A)$ позволяет для любой синтаксически правильной совокупности получить вопрос о принадлежности ее к множеству A . Применительно к БЗ множество A составляют введенные извне информационные единицы.

B – множество правил вывода. Применяя их к элементам из A , можно получать новые синтаксически правильные совокупности, к которым снова можно применять правила из B . С помощью B формируется множество выводимых совокупностей. Если имеется процедура $P(B)$, которая позволяет определить выводимость любой синтаксически правильной совокупности, то соответствующая формальная система называется разрешимой.

Сетевые модели.

Сетевая модель формально задается системой составляющих вида :

$$H = \langle I, C_1, C_2, \dots, C_n, \Gamma \rangle$$

Здесь I есть множество информационных единиц, C_1, C_2, \dots, C_n – множество типов связей между информационными единицами. Γ есть отображение, которое задает связи из набора C_1, C_2, \dots, C_n между входящими в множество I информационными единицами.

В зависимости от типов связей из множества C_1, C_2, \dots, C_n различают классифицирующие сети, функциональные сети и сценарии.

В классифицирующих сетях используются отношения структуризации, которые позволяют описывать различные виды иерархий между информационными единицами.

Функциональные сети (вычислительные модели) характеризуются наличием функциональных отношений, которые позволяют описывать процедуры “вычислений” одних информационных единиц через другие.

Сценарии характеризуются использованием в качестве C_1, C_2, \dots, C_n каузальных отношений, а также отношений типов “средство-результат”, “орудие-действие” и т.п.

Определение. Семантической сетью сетевая модель, в которой в качестве C_1, C_2, \dots, C_n допускаются связи различного типа.

Продукционные модели.

В моделях этого типа используются элементы логических и сетевых моделей.

Из логических моделей заимствована идея правил вывода – продукций.

Из сетевых моделей – представление знаний в виде семантической сети.

Продукционные системы : с прямым и обратным выводом. В системе продукций с обратными выводами с помощью правил строится дерево “И/ИЛИ”, связывающее в единое целое факты (посылки) и доказываемое (опровергаемое) утверждение; оценка этого дерева на основании фактов, имеющих в базе данных, и есть логический вывод. Оценка заключается в том, что необходимо найти ту посылку, наличие или отсутствие которой в наибольшей степени подтвердит или опровергнет рассматриваемое утверждение. Прямой вывод : известна посылка, нужно получить результат.

Основополагающими являются системы продукций с прямыми выводами. Состоят из Базы Правил (БП), включающей набор продукций (правил вывода), Базы Данных (БД), в которой содержится множество фактов и интерпретатора для получения логического вывода. БД и БП составляют базу знаний, а интерпретатор соответствует механизму логического вывода.

В результате применения правил вывода к фрагментам сетевого описания происходит трансформация семантической сети за счет смены ее фрагментов, наращивания сети и исключения из нее ненужных фрагментов.

Особенность : явное выделение процедурной информации, различие в средствах описания декларативной и процедурной информации. Вместо логического вывода, характерного для логических моделей, используется вывод на знаниях.

Достоинства и недостатки продукционной модели.

Сильные стороны :

- Простота создания и понимания отдельных правил;**
- Простота пополнения и модификации;**
- Простота механизма логического вывода.**

Слабые стороны :

- Отсутствие возможности описания взаимных отношений правил;**
- Сложность анализа целостного образа знаний;**
- Несоответствие структуры знаний системы структуре знаний человека. В частности, структура базы знаний продукционной системы не позволяет описывать метазнания и свойственную человеческому мышлению нечеткую логику.**

Фреймовая модель.

Основана на фреймовой теории, предложенной М.Минским в 1974 г. представляет собой систематизированную в виде единой теории психологическую модель памяти человека и его сознания.

Важным моментом во фреймовой теории является понятие фрейма – однажды определенной структуры данных для представления некоторого концептуального объекта. Информация, относящаяся к конкретному фрейму, содержится в слоте. Все фреймы объединяются в иерархическую структуру, интегрирующую в себе декларативные и процедурные знания. Данная структура отображает целостный образ знаний, которому свойственна иерархичность концептуального представления.

Каждый фрейм описывает один концептуальный объект, а конкретные свойства этого объекта – в слотах. В качестве слота может использоваться специфичная процедура вывода – присоединенная процедура. Фреймовую систему без механизма присоединенных процедур часто рассматривают как базу данных системы продукций.

Отличительной чертой фреймовой модели является возможность комбинации декларативных и процедурных знаний в одной единице представления знаний – фрейме, возможность иерархического построения базы знаний согласно степени абстракции понятия, а также возможность реализации любой системы вывода на основе обмена сообщениями – объектно-ориентированного метода управления выводом.

Резюме.

При проектировании модели представления знаний необходим учет факторов однородности представления и простоты понимания.

Однородность представления приводит к упрощению механизма управления логическим выводом упрощению управления знаниями.

Простота понимания означает то, что представление знаний должно быть понятным и экспертам, и пользователям системы.

Для решения практических задач в ряде случаев используется симбиоз различных моделей представления знаний.

Литература.

**Дейт К.Дж. Введение в системы баз данных :
Пер. с англ. – М.: Наука, 1980**

**Представление и использование знаний :
Пер. с япон. / Под ред. Х.Уэно, М.Исидзука. –
М.: Мир, 1989. С. 9-28.**

**Попов Э.В. и др. Искусственный интеллект. –
В 3-х кн. Кн. 2. Модели и методы. – М.: Радио
и связь, 1990. С. 7-13**