



Кафедра «КРЭМС»

Дисциплина: Экспертные системы

Зырянов

Юрий Трифонович

доктор технических наук

профессор



Кафедра «КРЭМС»

Лекция 2-3: Модели и методы решения задач



Кафедра «КРЭМС»

Лекция 2-3.

Вопросы:

1. Классификация представления задач.
2. Интеллектуальный интерфейс
3. Методы решения задач.

1 Основная литература

- 1. Основы искусственного интеллекта [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е. В. Боровская, Н. А. Давыдова. — 3-е изд. (эл.). — Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 130 с.). — М. : Лаборатория знаний, 2016. — Режим доступа:
<http://files.pilotlz.ru/pdf/cE421-8-ch.pdf> — Загл. с экрана.
- 2. Информационные технологии : учебник / Ю. Ю. Громов, И. В. Дидрих, О. Г. Иванова, М. А. Ивановский, В. Г. Однолюк. [Электронный ресурс]: Учебные пособия – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. – 260 с. – Режим доступа: <http://www.tstu.ru/book/elib/pdf/2015/gromo> – Загл. с экрана.

2 Дополнительная литература

- 1. Гаскаров, Д.В. Интеллектуальные информационные системы: учебник для вузов / Д.В. Гаскаров. М.: Высш. шк., 2003. – 431 с. ил.
- 2. Коробова, Б.Л. Принятие решений в системах, основанных на знаниях: учеб. пособие / Б.Л. Коробова, Г.В. Артёмов. Тамбов: ТГТУ, 2005. – 80 с.
- 3. Коробова, И.Л. Методы представления знаний: метод. указания / И.Л. Коробова. Тамбов: ТГТУ, 2003. – 24 с.

3 Периодическая литература

- 1. РАДИОТЕХНИКА: науч.-технический журн. / Изд-во «Радиотехника». – Издаётся с 1937 г. – 12 раз в год.
- 2. ЭЛЕКТРОНИКА: науч.-технический журн. / Изд-во «Техносфера». – Издаётся с 1996 г. – 8 раз в год.
- 3. МИКРОЭЛЕКТРОНИКА: науч.-технический журн. / Изд-во «Наука». – Издаётся с 1972 г. – 6 раз в год.
- 4. ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ: науч.-технический журн. / Изд-во «Институт системного анализа РАН». – Издаётся с 2008 г. – 4 раза в год.

4 Интернет - ресурсы: выделенные ресурсы представлены ниже.

- 1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам window.edu.ru
- 2. Научная электронная библиотека www.elibrary.ru

1. Классификация представления задач

1.1 Логические модели

Все предметы и события, которые составляют основу общего понимания необходимой для решения задачи информации, называются предметной областью.

Мысленно предметная область представляется состоящей из реальных или абстрактных объектов, называемых сущностями.

Между сущностями наблюдаются различные отношения подобия. Совокупность подобных сущностей составляет класс сущностей, являющийся новой сущностью предметной области.

Суждение-это мысленно возможная ситуация, которая может иметь место для предъявляемых сущностей или не иметь места. В языке (формальном или естественном) суждениям отвечают предложения.

Языки, предназначенные для описания предметных областей, называются языками представления знаний.

Для представления математического знания в математической логике давно пользуются логическими формализмами - главным образом исчислением предикатов, которое имеет ясную формальную семантику и операционную поддержку в том смысле, что для него разработаны механизмы вывода.

Описания предметных областей, выполненные в логических языках, называются (формальными) логическими моделями.

1.2 Сетевые модели

Разделение на два типа сущностей позволяет использовать в сетевых моделях идеи, впервые сформулированные в теории семиотических моделей и основанном на них ситуационном управлении. Под семиотическими моделями проблемных областей будет пониматься комплекс процедур, позволяющих отображать в базе знаний П-сущности и их связи, фиксируемые в проблемной области инженером по знаниям, в совокупность связанных между собой М-сущностей. Способ интерпретации взаимосвязанных П-сущностей будет называться денотативной семантикой, а способ интерпретации взаимосвязанных М-сущностей - коннотативной семантикой.

Перечень терминальных объектов, которые могут образовывать классы или типы, задается при проектировании ИС. Ими могут быть целые вещественные числа, идентификаторы, строки, списки и т. п. Семантика терминальных объектов определяется набором допустимых процедур, оперирующих с ними, например: арифметические действия над числами, сравнение между собой строк или идентификаторов, операции ввода-вывода, включающие необходимые трансформации представлений, и т. д.

1.3 Продукционные модели

В общем виде под продукцией понимается выражение следующего вида:

(i); Q; P; A=>B; N.

Здесь i-имя продукции, с помощью которого данная продукция выделяется из всего множества продукций.

Элемент Q характеризует сферу применения продукции.

Основным элементом продукции является ее ядро: A=>B. Интерпретация ядра продукции может быть различной и зависит от того, что стоит слева и справа от знака секвенции =>.

Элемент P есть условие применимости ядра продукции.

Элемент N описывает постусловия продукции.

Если в памяти системы хранится некоторый набор продукций, то они образуют систему продукций. В системе продукций должны быть заданы специальные процедуры управления продукциями, с помощью которых происходит актуализация продукций и выбор для выполнения той или иной продукции из числа актуализированных.

1.4 Сценарии

Для описания стереотипного знания используются различные модели. Среди них наиболее распространенными являются сценарии. Сценарием называется формализованное описание стандартной последовательности взаимосвязанных фактов, определяющих типичную ситуацию предметной области. Это могут быть последовательности действий или процедур, описывающие способы достижения целей действующих лиц сценария (например, обед в ресторане, командировка, полет самолета, поступление в вуз). В ИС сценарии используются в процедурах понимания естественно-языковых текстов, планирования поведения, обучения, принятия решений, управления изменениями среды и др.

2. Интеллектуальный интерфейс

Предположим, что на вход ИС поступает текст. Будем говорить, то ИС понимает текст, если она дает ответы, правильные с точки зрения человека, на любые вопросы, относящиеся к тому, о чем говорится в тексте. Под "человеком" понимается конкретный человек-эксперт, которому поручено оценить способности системы к пониманию. Это вносит долю субъективизма, ибо разные люди могут по-разному понимать одни и те же тексты.

2.1 Классификация уровней понимания

В существующих ИС можно выделить пять основных уровней понимания и два уровня мета понимания.

Первый уровень: характеризуется схемой, показывающей, что любые ответы на вопросы система формирует только на основе прямого содержания, введенного из текста. Второй уровень: На втором уровне добавляются средства логического вывода, основанные на информации, содержащейся в тексте. Третий уровень: К средствам второго уровня добавляются правила пополнения текста знаниями системы о среде. Эти знания в ИС, как правило, носят логический характер и фиксируются в виде сценариев или процедур иного типа. Четвертый уровень: Вместо текста в ней используется расширенный текст, который порождается лишь при наличии двух каналов получения информации. По одному в систему передается текст, по другому-дополнительная информация, отсутствующая в тексте. При человеческой коммуникации роль второго канала, как правило, играет зрение. Пятый уровень: Для ответа на этом уровне ИС кроме текста использует информацию о конкретном субъекте, являющемся источником текста, и хранящуюся в памяти системы общую информацию, относящуюся к коммуникации (знания об организации общения, о целях участников общения, о нормах участия в общении). Теория, соответствующая пятому уровню,-это так называемая теория речевых актов.



Первый метауровень: На этом уровне происходит изменение содержимого базы знаний. Она пополняется фактами, известными системе и содержащимися в тех текстах, которые в систему введены. Разные ИС отличаются друг от друга характером правил порождения фактов из знаний.

Второй метауровень: На этом уровне происходит порождение метафорического знания. Правила порождения знаний метафорического уровня, используемые для этих целей, представляют собой специальные процедуры, опирающиеся на вывод по аналогии и ассоциации. Известные в настоящее время схемы вывода по аналогии используют, как правило, диаграмму Лейбница, которая отражает лишь частный случай рассуждений по аналогии. Еще более бедны схемы ассоциативных рассуждений.

3. Методы решения задач

Функционирование многих ИС носит целенаправленный характер (примером могут служить автономные интеллектуальные роботы). Типичным актом такого функционирования является решение задачи планирования пути достижения нужной цели из некоторой фиксированной начальной ситуации. Результатом решения задачи должен быть план действий - частично-упорядоченная совокупность действий. Такой план напоминает сценарий, в котором в качестве отношения между вершинами выступают отношения типа: "цель-подцель" "цель-действие", "действие-результат" и т. п. Любой путь в этом сценарии, ведущий от вершины, соответствующей текущей ситуации, в любую из целевых вершин, определяет план действий.

3.1 Решение задач методом поиска в пространстве состояний

Представление задач в пространстве состояний предполагает задание ряда описаний: состояний, множества операторов и их воздействий на переходы между состояниями, целевых состояний. Описания состояний могут представлять собой строки символов, векторы, двумерные массивы, деревья, списки и т. п. Операторы переводят одно состояние в другое. Иногда они представляются в виде продукций $A \Rightarrow B$, означающих, что состояние A преобразуется в состояние B .

- Метод ветвей и границ. Из формирующихся в процессе поиска неоконченных путей выбирается самый короткий и продлевается на один шаг. Полученные новые неоконченные пути (их столько, сколько ветвей в данной вершине) рассматриваются наряду со старыми, и вновь продлевается на один шаг кратчайший из них. Процесс повторяется до первого достижения целевой вершины, решение запоминается.
- Алгоритм кратчайших путей Мура. Исходная вершина X_0 помечается числом 0. Пусть в ходе работы алгоритма на текущем шаге получено множество дочерних вершин $X(x_i)$ вершины x_i . Тогда из него вычеркиваются все ранее полученные вершины, оставшиеся помечаются меткой, увеличенной на единицу по сравнению с меткой вершины x_i , и от них проводятся указатели к X_i . Далее на множестве помеченных вершин, еще не фигурирующих в качестве адресов указателей, выбирается вершина с наименьшей меткой и для нее строятся дочерние вершины. Разметка вершин повторяется до тех пор, пока не будет получена целевая вершина.

- Алгоритм Дейкстры определения путей с минимальной стоимостью является обобщением алгоритма Мура за счет введения дуг переменной длины.
- Алгоритм Дорана и Мичи поиска с низкой стоимостью. Используется, когда стоимость поиска велика по сравнению со стоимостью оптимального решения. В этом случае вместо выбора вершин, наименее удаленных от начала, как в алгоритмах Мура и Дейкстры, выбирается вершина, для которой эвристическая оценка расстояния до цели наименьшая.
- Алгоритм Харта, Нильсона и Рафаэля. В алгоритме объединены оба критерия: стоимость пути до вершины $g(x)$ и стоимость пути от вершины $h(x)$ - в аддитивной оценочной функции $f(x) = g(x) + h(x)$. При условии $h(x) < h_p(x)$, где $h_p(x)$ - действительное расстояние до цели, алгоритм гарантирует нахождение оптимального пути.

3.2 Решение задач методом редукции

Этот метод приводит к хорошим результатам потому, что часто решение задач имеет иерархическую структуру. Однако не обязательно требовать, чтобы основная задача и все ее подзадачи решались одинаковыми методами. Редукция полезна для представления глобальных аспектов задачи, а при решении более специфичных задач предпочтителен метод планирования по состояниям. Метод планирования по состояниям можно рассматривать как частный случай метода планирования с помощью редукций, ибо каждое применение оператора в пространстве состояний означает сведение исходной задачи к двум более простым, из которых одна является элементарной. В общем случае редукция исходной задачи не сводится к формированию таких двух подзадач, из которых хотя бы одна была элементарной.

- Алгоритм Ченга и Слейгла. Основан на преобразовании произвольного И/ИЛИ-графа в специальный ИЛИ-граф, каждая ИЛИ-ветвь которого имеет И-вершины только в конце. Преобразование использует представление произвольного И/ИЛИ-графа как произвольной формулы логики высказываний с дальнейшим преобразованием этой произвольной формулы в дизъюнктивную нормальную форму. Подобное преобразование позволяет далее использовать алгоритм Харта, Нильсона и Рафаэля.
- Метод ключевых операторов. Пусть задана задача $\langle A, B \rangle$ и известно, что оператор f обязательно должен входить в решение этой задачи. Такой оператор называется ключевым. Пусть для применения f необходимо состояние C , а результат его применения есть $I(c)$. Тогда И-вершина $\langle A, B \rangle$ порождает три дочерние вершины: $\langle A, C \rangle$, $\langle C, f\{c\} \rangle$ и $\langle f(c), B \rangle$, из которых средняя является элементарной задачей. К задачам $\langle A, C \rangle$ и $\langle f(c), B \rangle$ также подбираются ключевые операторы, и указанная процедура редуцирования повторяется до тех пор, пока это возможно. В итоге исходная задача $\langle A, B \rangle$ разбивается на упорядоченную совокупность подзадач, каждая из которых решается методом планирования в пространстве состояний.
- Метод планирования общего решателя задач (ОРЗ). ОРЗ явился первой наиболее известной моделью планировщика. Он использовался для решения задач интегрального исчисления, логического вывода, грамматического разбора и др.

- Дедуктивный метод планирования системы QA3, ОРЗ не оправдал возлагавшихся на него надежд в основном из-за неудовлетворительного представления задач. Попытка исправить положение привела к созданию вопросно-ответной системы QA3. Эксплуатация QA3 показала, что вывод в такой системе получается медленным, детальным, что несвойственно рассуждениям человека.
- Метод продукций системы STRIPS. В этом методе оператор представляет продукцию $P, A \Rightarrow B$, где P, A и B - множества ППФ исчисления предикатов первого порядка, P выражает условия применения ядра продукции $A \Rightarrow B$, где B содержит список добавляемых ППФ и список исключаемых ППФ, т. е. постуловия. Метод повторяет метод ОРЗ с тем отличием, что стандартные задачи определения различий и применения подходящих операторов решаются на основе принципа резолюций.
- Метод продукций, использующий макрооператоры. Макрооператоры это обобщенные решения задач, получаемые методом STRIPS. Применение макрооператоров позволяет сократить поиск решения, однако при этом возникает проблема упрощения применяемого макрооператора, суть которой заключается в выделении по заданному различию его требуемой части и исключении из последней ненужных операторов.

3.3 Решение задач дедуктивного выбор

В дедуктивных моделях представления и обработки знания решаемая проблема записывается в виде утверждения формальной системы, цель-в виде утверждения, справедливость которого следует установить или опровергнуть на основании аксиом (общих законов) и правил вывода формальной системы. В качестве формальной системы используют исчисление предикатов первого порядка.

В соответствии с правилами, установленными в формальной системе, заключительному утверждению-теореме, полученной из начальной системы утверждений (аксиом, посылок), приписывается значение ИСТИНА, если каждой посылке, аксиоме также приписано значение ИСТИНА.

Метод резолюции используется в качестве полноценного (формального) метода доказательства теорем.

Для применения этого метода исходную группу заданных логических формул требуется преобразовать в некоторую нормальную форму. Это преобразование проводится в несколько стадий, составляющих машину вывода.

3.4 Решение задач, использующие немонотонные логики, вероятностные логики

Данные и знания, с которыми приходится иметь дело в ИС, редко бывают абсолютно точными и достоверными. Присущая знаниям неопределенность может иметь разнообразный характер, и для ее описания используется широкий спектр формализмов.

Модель оперирования с неточными данными и знаниями включает две составляющие: язык представления неточности и механизм вывода на неточных знаниях. Для построения языка необходимо выбрать форму представления неточности (например, скаляр, интервал, распределение, лингвистическое выражение, множество) и предусмотреть возможность приписывания меры неточности всем высказываниям.

Вопросы следующей лекции:

1. Предисловие.
2. Данные и знания. Основные определения.
3. Особенности знаний. Переход от Базы Данных к Базе Знаний.
4. Модели представления знаний. Неформальные (семантические) модели.
5. Формальные модели представления знаний.