

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина»

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

*Электронный курс лекций
для магистрантов специальности 1-31 81 06
«Веб-программирование и интернет-технологии»*

Брест
БрГУ имени А.С. Пушкина
2017



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 1 из 135

Назад

На весь экран

Авторы:

Крощенко Александр Александрович – преподаватель кафедры прикладной математики и информатики УО «Брестский государственный университет им. А.С. Пушкина»

Рецензенты:

Безобразов Сергей Валерьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры интеллектуальных информационных технологий УО Брестский государственный технический университет

Грицук Дмитрий Владимирович – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры алгебры, геометрии и математического моделирования УО «Брестский государственный университет им. А.С. Пушкина»

Электронный курс лекций ставит своей целью облегчить самостоятельную работу магистрантов с теоретическим материалом при подготовке к лекциям и практическим занятиям.

Предназначен для магистрантов специальности 1-31 81 06 «Веб-программирование и интернет-технологии».



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 2 из 135

Назад

На весь экран

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	6
Лекция 1 История предмета, его место среди других дисциплин информатики и естествознания	7
1.1 Связь искусственного интеллекта и других наук	8
1.2 Этапы развития ИИ	10
Вопросы и задания для самоконтроля	23
Лекция 2 Подходы к пониманию ИИ	24
2.1 Подход, основанный на использовании теста Тьюринга	24
2.2 Подход, основанный на когнитивном моделировании	27
2.3 Подход, основанный на использовании «законов мышления»	28
2.4 Подход, основанный на использовании рационального агента	30
Вопросы и задания для самоконтроля	33
Лекция 3 Интеллектуальные информационные системы. Классификация и применение	35
3.1 Классификация ИИС	36
3.2 Применение ИИС	45
Вопросы и задания для самоконтроля	49
Лекция 4 Теория дескрипций Рассела. Треугольник Фреге	50



Кафедра
прикладной
математики
и
информатики

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 3 из 135

Назад

На весь экран

4.1 Теория дескрипций Рассела	50
4.2 Знак. Треугольник Фреге	53
Вопросы и задания для самоконтроля	61
Лекция 5 Данные и знания	62
Вопросы и задания для самоконтроля	73
Лекция 6 Представление знаний	74
6.1 Представление знаний продукционными правилами	74
6.2 Представление знаний фреймами	79
Вопросы и задания для самоконтроля	90
Лекция 7 Экспертные системы	91
7.1 Понятие экспертной системы	91
7.2 Структура ЭС	92
7.3 Задачи, решаемые ЭС	97
7.4 Основные этапы разработки ЭС	102
Вопросы и задания для самоконтроля	107
Лекция 8 Понятие документальной информационно-поисковой системы. Классификация ДИПС	108
Вопросы и задания для самоконтроля	121



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 4 из 135

Назад

На весь экран

Лекция 9 Автоматизация индексирования документов	122
Вопросы и задания для самоконтроля	132
Тесты для самостоятельной работы	133
Литература	134



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 5 из 135

Назад

На весь экран

Предисловие

Данный курс лекций предназначен для магистрантов специальности 1-31 81 06 «Веб-программирование и интернет-технологии».

В электронном издании излагается теоретический материал, содержащий вопросы: история предмета «Искусственный интеллект», его место среди других дисциплин, подходы к пониманию искусственного интеллекта, основные приложения ИИ, понятие и классификация интеллектуальных информационных систем, теория дескрипций Рассела, треугольник Фреге, данные и знания, представление знаний, экспертные системы и их разработка. Курс лекций ставит своей целью облегчить самостоятельную работу магистрантов с теоретическим материалом при подготовке к лекциям и практическим занятиям.



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 6 из 135

Назад

На весь экран

ЛЕКЦИЯ 1

История предмета, его место среди других дисциплин информатики и естествознания

Люди называют себя *Homo sapiens* (человек разумный), поскольку для них мыслительные способности имеют очень важное значение. В течение тысяч лет человек пытается понять, как он думает, т.е. разобраться в том, как именно ему, сравнительно небольшому материальному объекту, удастся ощущать, понимать, предсказывать и управлять миром, намного более значительным по своим размерам и гораздо более сложным по сравнению с ним. В области искусственного интеллекта (ИИ) решается еще более ответственная задача: специалисты в этой области пытаются не только понять природу интеллекта, но и создать интеллектуальные сущности.

Искусственный интеллект – это одна из новейших областей науки. Первые работы в этой области начались вскоре после Второй мировой войны, а само ее название было предложено в 1956 году.

В настоящее время тематика искусственного интеллекта охватывает огромный перечень научных направлений, начиная с таких задач общего характера, как обучение и восприятие, и заканчивая такими специальными задачами, как игра в шахматы, доказательство математических теорем, сочинение поэтических произведений и диагностика заболеваний. В искусственном интеллекте систематизируются и автома-



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка

◀ ▶

◀◀ ▶▶

Страница 7 из 135

Назад

На весь экран

тизируются интеллектуальные задачи и поэтому эта область касается любой сферы интеллектуальной деятельности человека. В этом смысле искусственный интеллект является поистине универсальной научной областью.

1.1 Связь искусственного интеллекта и других наук

Искусственный интеллект – наука, появившаяся и развивающаяся на стыке других наук. Перечислим основные науки и их достижения, повлиявшие на становление этой области:

1. Философия (период с 428 года до н.э. по настоящее время)

Философы (начиная с 400 года до н.э.) заложили основы искусственного интеллекта, сформулировав идеи, что мозг в определенных отношениях напоминает машину, что он оперирует знаниями, закодированными на каком-то внутреннем языке, и что мышление может использоваться для выбора наилучших предпринимаемых действий.

2. Математика (период примерно с 800 года по настоящее время)

Математики предоставили инструментальные средства для манипулирования высказываниями, обладающими логической достоверностью, а также недостоверными вероятностными высказываниями.



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 8 из 135

Назад

На весь экран

Кроме того, они заложили основу не только понимания того, что представляют собой вычисления, но и формирования рассуждений об алгоритмах.

3. Экономика (период с 1776 года по настоящее время)

Экономисты формализовали проблему принятия решений, максимизирующих ожидаемый выигрыш для лица, принимающего решение.

4. Неврология (период с 1861 года по настоящее время)

5. Психология (период с 1879 года по настоящее время)

Психологи подтвердили идею, что люди и животные могут рассматриваться как машины обработки информации.

6. Вычислительная техника (период с 1940 года по настоящее время)

Компьютерные инженеры предоставили артефакты, благодаря которым стало возможным создание приложений искусственного интеллекта. Обычно программы искусственного интеллекта имеют большие размеры, и не могли бы работать без тех значительных достижений в повышении быстродействия и объема памяти, которые были достигнуты в компьютерной индустрии.

7. Теория управления и кибернетика (период с 1948 года по настоящее время)



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 9 из 135

Назад

На весь экран

Теория управления посвящена проектированию устройств, которые действуют оптимально на основе обратной связи со средой. Первоначально математические инструментальные средства теории управления весьма отличались от применяемых в искусственном интеллекте, но эти научные области все больше сближаются.

8. Лингвистика (период с 1957 года по настоящее время) Лингвисты показали, что процессы использования естественного языка укладываются в эту модель.

1.2 Этапы развития ИИ

Можно условно выделить несколько этапов развития ИИ:

1. Появление предпосылок искусственного интеллекта (период с 1943 года по 1955 год)

Первая работа, которая теперь по общему признанию считается относящейся к искусственному интеллекту, была выполнена Уорреном Мак-Каллоком и Уолтером Питтсом. Мак-Каллок и Питтс предложили модель, состоящую из искусственных нейронов, в которой каждый нейрон характеризовался как находящийся во «включенном» или «выключенном» состоянии, а переход во «включенное» состояние происходил в ответ на стимуляцию достаточного количества соседних нейронов. Работы этих ученых показали, например, что любая вычислимая функция



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 10 из 135

Назад

На весь экран

может быть вычислена с помощью некоторой сети из соединенных нейронов и что все логические связки («И», «ИЛИ», «НЕ» и т.д.) могут быть реализованы с помощью простых сетевых структур. Кроме того, Мак-Каллок и Питтс выдвинули предположение, что сети, структурированные соответствующим образом, способны к обучению. Дональд Хебб продемонстрировал простое правило обновления для модификации количества соединений между нейронами. Предложенное им правило, называемое теперь правилом хеббовского обучения, продолжает служить основой для моделей, широко используемых и в наши дни.

Два аспиранта факультета математики Принстонского университета, Марвин Минский и Дин Эдмондс, в 1951 году создали первый сетевой компьютер на основе нейронной сети. В дальнейшем Минский доказал очень важные теоремы, показывающие, с какими ограничениями должны столкнуться исследования в области нейронных сетей.

Кроме того, можно привести большое количество примеров других ранних работ, которые можно охарактеризовать как относящиеся к искусственному интеллекту, но именно Алан Тьюринг впервые выразил полное представление об искусственном интеллекте в своей статье *Computing Machinery and Intelligence*, которая была опубликована в 1950 году. В этой статье он описал тест Тьюринга, принципы машинного обучения, генетические алгоритмы и обучение с подкреплением.

2. Рождение искусственного интеллекта (1956 год)

В Дартмуте летом 1956 года прошел семинар по проблемам ИИ.



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 11 из 135

Назад

На весь экран

На этом семинаре Аллен Ньюэлл и Герберт Саймон продемонстрировали программу, проводящую рассуждения, Logic Theorist (LT). Вскоре после этого семинара программа показала свою способность доказать большинство теорем из главы 2 труда Рассела и Уайтхеда Principia Mathematica.

Именно на этом семинаре было принято соглашение о новом названии для рассматриваемой области, предложенное Джоном Маккарти, — искусственный интеллект.

3. Период больших ожиданий (1952 - 1969 гг)

За первыми успешными разработками Ньюэлла и Саймона последовало создание программы общего решателя задач (General Problem Solver— GPS). В отличие от программы Logic Theorist, эта программа с самого начала была предназначена для моделирования процедуры решения задач человеком. Как оказалось, в пределах того ограниченного класса головоломок, которые была способна решать эта программа, порядок, в котором она рассматривала подцели и возможные действия, был аналогичен тому подходу, который применяется людьми для решения таких же проблем. Поэтому программа GPS была, по-видимому, самой первой программой, в которой был воплощен подход к «организации мышления по такому же принципу, как и у человека».

Работая в компании IBM, Натаниэль Рочестер и его коллеги создали некоторые из самых первых программ искусственного интеллекта. Герберт Гелернтер сконструировал программу Geometry Theorem Prover

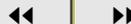
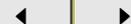


*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 12 из 135

Назад

На весь экран

(программа автоматического доказательства геометрических теорем), которая была способна доказывать такие теоремы, которые показались бы весьма сложными многим студентам-математикам. Начиная с 1952 года Артур Самюэл написал ряд программ для игры в шашки, которые в конечном итоге научились играть на уровне хорошо подготовленного любителя.

Джон Маккарти в течение 1958 года внес три крайне важных вклада в развитие искусственного интеллекта. В документе MIT AI Lab Memo No. 1 Джон Маккарти привел определение нового языка высокого уровня Lisp, которому суждено было стать доминирующим языком программирования для искусственного интеллекта (в США). Вторым достижением стало изобретение режима разделения времени. В том же 1958 году Маккарти опубликовал статью под названием Programs with Common Sense, в которой он описал гипотетическую программу Advice Taker, которая может рассматриваться как первая полная система искусственного интеллекта.

Марвин Минский руководил работой ряда студентов, выбравших для себя задачи ограниченных масштабов, для решения которых, как в то время казалось, требовалась интеллектуальность. Эти ограниченные проблемные области получили название микромиров.

Наиболее известным примером микромира был мир блоков, состоящий из множества цельных блоков, размещенных на поверхности стола (или, что более часто, на имитации стола). Типичной задачей в этом



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 13 из 135

Назад

На весь экран

мире является изменение расположения блоков определенным образом с использованием манипулятора робота, который может захватывать по одному блоку одновременно.

Бурно продвигались также исследования, основанные на ранних работах по созданию нейронных сетей Мак-Каллока и Питтса. Методы обучения Хебба были усовершенствованы в работах Берни Видроу, который называл свои сети адалинами, а также Френка Розенблатта, создателя перцептронов.

4. Столкновение с реальностью (период с 1966 года по 1973 год)

Чрезмерный оптимизм исследователей был обусловлен тем, что первые системы искусственного интеллекта демонстрировали многообещающую производительность, хотя и на простых примерах. Но почти во всех случаях эти ранние системы терпели сокрушительное поражение, сталкиваясь с более широким кругом проблем или с более трудными проблемами.

Сложности первого рода были связаны с тем, что основная часть ранних программ не содержала знаний или имела лишь небольшой объем знаний о своей предметной области; их временные успехи достигались за счет простых синтаксических манипуляций. Типичный пример – организация машинного перевода. Вначале считалось, что для сохранения точного смысла предложений достаточно провести простые синтаксические преобразования, основанные на грамматиках двух языков, и замену слов с использованием электронного словаря. Но дело в том, что для устра-



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка

◀ ▶

◀◀ ▶▶

Страница 14 из 135

Назад

На весь экран

нения неоднозначности и определения смысла предложения в процессе перевода необходимо обладать общими знаниями о предметной области.

Сложности второго рода были связаны с неразрешимостью многих проблем, решение которых пытались найти с помощью искусственного интеллекта. Выяснилось, что из того, что программа может найти решение в принципе, не означает, что эта программа действительно содержит все механизмы, позволяющие найти данное решение на практике.

Сложности третьего рода возникли в связи с некоторыми фундаментальными ограничениями базовых структур, которые использовались для выработки интеллектуального поведения. Например, в книге Минского и Пейперта *Perceptrons* было доказано, что перцептроны (простая форма нейронной сети) могут продемонстрировать способность изучить все, что возможно представить с их помощью, но, к сожалению, они позволяют представить лишь очень немногое.

5. Системы, основанные на знаниях (период с 1969 года по 1979 год)

Основной подход к решению задач, сформированный в течение первого десятилетия исследований в области искусственного интеллекта, представлял собой механизм поиска общего назначения, с помощью которого предпринимались попытки связать в единую цепочку элементарные этапы проведения рассуждений для формирования полных решений. Подобные подходы получили название слабых методов, поскольку они не позволяли увеличить масштабы своего применения до уровня более крупных или более сложных экземпляров задач, несмотря на то, что



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 15 из 135

Назад

На весь экран

были общими. Альтернативным по сравнению со слабыми методами стал подход, предусматривающий использование более содержательных знаний, относящихся к проблемной области, который позволяет создавать более длинные цепочки шагов логического вывода и дает возможность проще справиться с теми проблемными ситуациями, которые обычно возникают в специализированных областях знаний. Как известно, чтобы решить достаточно сложную задачу, необходимо уже почти полностью знать ответ.

Одним из первых примеров реализации такого подхода была программа Dendral (Эд Фейгенбаум, Брюс Бьюкенен и Джошуа Ледерберг).

Значение программы Dendral состояло в том, что это была первая успешно созданная экспертная система, основанная на широком использовании знаний: ее способность справляться с поставленными задачами была обусловлена применением большого количества правил специального назначения. В более поздних системах также широко применялся основной принцип подхода, реализованного Маккарти в программе Advice Taker, – четкое отделение знаний (в форме правил) от компонента, обеспечивающего проведение рассуждений.

Фейгенбаум, Бьюкенен и доктор Эдвард Шортлифф разработали программу Mycin для диагностики инфекционных заболеваний кровеносной системы. После ввода в нее примерно 450 правил программа Mycin приобрела способность работать на уровне некоторых экспертов, а также показала значительно более лучшие результаты по сравнению с врача-



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка

◀ ▶

◀▶

Страница 16 из 135

Назад

На весь экран

ми, имеющими не такой большой стаж.

В связи с широким ростом количества приложений, предназначенных для решения проблем реального мира, столь же широко возрастали потребности в создании работоспособных схем представления знаний. Было разработано большое количество различных языков для представления знаний и проведения рассуждений. Некоторые из них были основаны на логике, например, в Европе получил распространение язык Prolog, а в Соединенных Штатах широко применялось семейство языков Planner. В других языках, основанных на выдвинутой Минским идее фреймов, был принят более структурированный подход, предусматривающий сбор фактов о конкретных типах объектов и событий, а также упорядочение этих типов в виде крупной таксономической иерархии, аналогичной биологической таксономии.

6. Превращение искусственного интеллекта в индустрию (период с 1980 года по настоящее время)

Первая успешно действующая коммерческая экспертная система, R1, появилась в компании DEC (Digital Equipment Corporation). Эта программа помогала составлять конфигурации для выполнения заказов на новые компьютерные системы; к 1986 году она позволяла компании DEC экономить примерно 40 миллионов долларов в год. В компании Du Pont применялось 100 систем, в разработке находилось еще 500, а достигнутая экономия составляла примерно 10 миллионов долларов в год. Почти в каждой крупной корпорации США была создана собственная группа ис-



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 17 из 135

Назад

На весь экран

кусственного интеллекта и либо применялись экспертные системы, либо проводились их исследования.

В 1981 году в Японии было объявлено о развертывании проекта создания компьютера «пятого поколения» – 10-летнего плана по разработке интеллектуальных компьютеров, работающих под управлением языка Prolog. В ответ на это в Соединенных Штатах была сформирована корпорация Microelectronics and Computer Technology Corporation (МСС) как научно-исследовательский консорциум, предназначенный для обеспечения конкурентоспособности американской промышленности. И в том и в другом случае искусственный интеллект стал частью общего плана, включая его применение для проектирования микросхем и проведения исследований в области человеко-машинного интерфейса. Но амбициозные цели, поставленные перед специалистами в области искусственного интеллекта в проектах МСС и компьютеров пятого поколения, так и не были достигнуты.

В целом в индустрии искусственного интеллекта произошел бурный рост, начиная с нескольких миллионов долларов в 1980 году и заканчивая миллиардами долларов в 1988 году. Однако вскоре после этого наступил период, получивший название «зимы искусственного интеллекта», в течение которого пострадали многие компании, поскольку не сумели выполнить своих заманчивых обещаний.

7. Возвращение к нейронным сетям (период с 1986 года по настоящее время)



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка

◀ | ▶

◀◀ | ▶▶

Страница 18 из 135

Назад

На весь экран

Хотя основная часть специалистов по компьютерным наукам прекратила исследования в области нейронных сетей в конце 1970-х годов, работы в этой области продолжили специалисты из других научных направлений. Настоящий прорыв произошел в середине 1980-х годов, когда по меньшей мере четыре разные группы снова открыли алгоритм обучения путем обратного распространения, впервые предложенный в 1969 году Брайсоном и Хо. Этот алгоритм был применен для решения многих проблем обучения в компьютерных науках и психологии, а после публикации результатов его использования в сборнике статей *Parallel Distributed Processing* всеобщее внимание привлек тот факт, насколько разнообразными оказались области его применения.

Эти так называемые коннекционистские (основанные на соединениях) модели интеллектуальных систем многими рассматривались как непосредственно конкурирующие и с символическими моделями, разрабатываемыми Ньюэллом и Саймоном, и с логицистским подходом, предложенным Маккарти и другими. Вопрос остается открытым, но современный взгляд на эту проблему состоит в том, что коннекционистский и символический подходы являются взаимодополняющими, а не конкурирующими.

8. Превращение искусственного интеллекта в науку (период с 1987 года по настоящее время)

С точки зрения методологии искусственный интеллект наконец-то твердо перешел на научные методы. Теперь, для того чтобы быть приня-



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 19 из 135

Назад

На весь экран

тыми, гипотезы должны подвергаться проверке в строгих практических экспериментах, а значимость результатов должна подтверждаться данными статистического анализа. Кроме того, в настоящее время имеется возможность воспроизводить эксперименты с помощью Internet, а также совместно используемых репозитариев тестовых данных и кода.

Именно по этому принципу развивается область распознавания речи. В последние годы доминирующее положение в этой области заняли подходы, основанные на использовании скрытых марковских моделей (Hidden Markov Model – НММ). Описанное выше современное состояние искусственного интеллекта подтверждается двумя особенностями моделей НММ. Во-первых, они основаны на строгой математической теории. Это позволяет исследователям речи использовать в своей работе математические результаты, накопленные в других областях за несколько десятилетий. Во-вторых, они получены в процессе обучения программ на крупном массиве реальных речевых данных. Это гарантирует обеспечение надежных показателей производительности, а в строгих слепых испытаниях модели НММ неизменно улучшают свои показатели. Технология распознавания речи и связанная с ней область распознавания рукописных символов уже совершают переход к созданию широко применяемых индустриальных и потребительских приложений.

Нейронные сети также следуют этой тенденции. В результате использования усовершенствованной методологии и теоретических основ исследователи в этой области достигли такого уровня понимания, что теперь



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 20 из 135

Назад

На весь экран

нейронные сети стали сопоставимыми с соответствующими технологиями из области статистики, распознавания образов и машинного обучения, а наиболее перспективная методология может быть применена к каждому из этих приложений. В результате этих разработок была создана так называемая технология анализа скрытых закономерностей в данных (data mining), которая легла в основу новой, быстро растущей отрасли информационной индустрии.

В работах Джуди Перла, а также Эрика Горвица и Дэвида Хекермана, была развита идея нормативных экспертных систем. Таковыми являются системы, которые действуют рационально, в соответствии с законами теории решений, а не пытаются имитировать мыслительные этапы в работе людей-экспертов. Операционная система Windows™ включает несколько нормативных диагностических экспертных систем, применяемых для устранения нарушений в работе. Аналогичные бескровные революции произошли в области робототехники, компьютерного зрения и представления знаний. Благодаря лучшему пониманию исследовательских задач и свойств, обуславливающих их сложность, в сочетании с всевозрастающим усложнением математического аппарата, удалось добиться формирования реальных планов научных исследований и перейти к использованию более надежных методов.

9. Появление подхода, основанного на использовании интеллектуальных агентов (период с 1995 года по настоящее время)

Вдохновленные успехами в решении указанных проблем искусствен-



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 21 из 135

Назад

На весь экран

ного интеллекта, исследователи также вновь приступили к решению проблемы «целостного агента». Наиболее широко известным примером создания полной архитектуры агента является работа Аллена Ньюэлла, Джона Лэрда и Пола Розенблума над проектом Soar. Для того чтобы проще было разобраться в работе агентов, внедренных в реальную среду с непрерывным потоком сенсорных входных данных, были применены так называемые ситуационные движения. Одним из наиболее важных примеров среды для интеллектуальных агентов может служить Internet. Системы искусственного интеллекта стали настолько распространенными в приложениях для Web, что суффикс «-бот» (сокращение от робот) вошел в повседневный язык. Более того, технологии искусственного интеллекта легли в основу многих инструментальных средств Internet, таких как машины поиска, системы, предназначенные для выработки рекомендаций, и системы создания Web-узлов.

Одним из следствий попыток создания полных агентов стало понимание того, что ранее изолированные подобласти искусственного интеллекта могут потребовать определенной реорганизации, когда возникнет необходимость снова связать воедино накопленные в них результаты.

Вторым важным следствием изменения взглядов на роль агентов является то, что исследования в области искусственного интеллекта теперь необходимо проводить в более тесном контакте с другими областями, такими как теория управления и экономика, которые также имеют дело с агентами.



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 22 из 135

Назад

На весь экран

Вопросы для самоконтроля

1. Какая задача стоит перед специалистами в области искусственного интеллекта?
2. На стыке каких наук развивается искусственный интеллект?
3. Расскажите об основных этапах становления науки. Какие сложности возникали в процессе?
4. Чем была вызвана потеря интереса исследователей к искусственным нейронным сетям и почему произошел возврат их изучению позже?



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 23 из 135

Назад

На весь экран

ЛЕКЦИЯ 2

Подходы к пониманию ИИ

История развития искусственного интеллекта показывает, что интенсивные исследования проводились по четырем направлениям в понимании ИИ. Вполне можно предположить, что между теми учеными, которые в основном исходят из способностей людей, и теми, кто занимается главным образом решением проблемы рациональности, существуют определенные разногласия.

2.1 Подход, основанный на использовании теста Тьюринга

Проверка того, способен ли компьютер действовать подобно человеку Тест Тьюринга, предложенный Аланом Тьюрингом, был разработан в качестве удовлетворительного функционального определения интеллекта. Тьюринг решил, что нет смысла разрабатывать обширный список требований, необходимых для создания искусственного интеллекта, который к тому же может оказаться противоречивым, и предложил тест, основанный на том, что поведение объекта, обладающего искусственным интеллектом, в конечном итоге нельзя будет отличить от поведения таких бесспорно интеллектуальных существ, как человеческие существа. Компьютер успешно пройдет этот тест, если человек-экспериментатор, задавший ему в письменном виде определенные во-



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 24 из 135

Назад

На весь экран

просы, не сможет определить, получены ли письменные ответы от другого человека или от некоторого устройства.

Запрограммированный таким образом компьютер должен обладать перечисленными ниже возможностями.

- Средства обработки текстов на естественных языках (Natural Language Processing – NLP), позволяющие успешно общаться с компьютером, скажем на английском языке.
- Средства представления знаний, с помощью которых компьютер может записать в память то, что он узнает или читает.
- Средства автоматического формирования логических выводов, обеспечивающие возможность использовать хранимую информацию для поиска ответов на вопросы и вывода новых заключений.
- Средства машинного обучения, которые позволяют приспосабливаться к новым обстоятельствам, а также обнаруживать и экстраполировать признаки стандартных ситуаций.

В тесте Тьюринга сознательно исключено непосредственное физическое взаимодействие экспериментатора и компьютера, поскольку для создания искусственного интеллекта не требуется физическая имитация человека. Но в так называемом полном тесте Тьюринга предусмотрено



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 25 из 135

Назад

На весь экран

использование видеосигнала для того, чтобы экспериментатор мог проверить способности испытуемого объекта к восприятию, а также имел возможность представить физические объекты «в неполном виде» (пропустить их «через штриховку»). Чтобы пройти полный тест Тьюринга, компьютер должен обладать перечисленными ниже способностями.

- Машинное зрение для восприятия объектов.
- Средства робототехники для манипулирования объектами и перемещения в пространстве.

Шесть направлений исследований, перечисленных в данном разделе, составляют основную часть искусственного интеллекта, а Тьюринг заслуживает нашей благодарности за то, что предложил такой тест, который не потерял своей значимости и через 50 лет. Тем не менее исследователи искусственного интеллекта практически не занимаются решением задачи прохождения теста Тьюринга, считая, что гораздо важнее изучить основополагающие принципы интеллекта, чем продублировать одного из носителей естественного интеллекта. В частности, проблему «искусственного полета» удалось успешно решить лишь после того, как братья Райт и другие исследователи перестали имитировать птиц и приступили к изучению аэродинамики. В научных и технических работах по воздухоплаванию цель этой области знаний не определяется как «создание машин, которые в своем полете настолько напоминают голубей, что даже могут обмануть настоящих птиц».



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 26 из 135

Назад

На весь экран

2.2 Подход, основанный на когнитивном моделировании

Прежде чем утверждать, что какая-то конкретная программа мыслит, как человек, требуется иметь некоторый способ определения того, как же мыслят люди. Необходимо проникнуть в сам фактически происходящий процесс работы человеческого разума. Для этого могут использоваться два способа: интроспекция (попытка проследить за ходом собственных мыслей) и психологические эксперименты. Только после создания достаточно точной теории мышления появится возможность представить формулы этой теории в виде компьютерной программы. И если входные и выходные данные программы, а также распределение выполняемых ею действий во времени будут точно соответствовать поведению человека, это может свидетельствовать о том, что некоторые механизмы данной программы могут также действовать в человеческом мозгу. Аллен Ньюэлл (Allen Newell) и Герберт Саймон (Herbert Simon), которые разработали программу GPS («General Problem Solver» – универсальный решатель задач), не стремились лишь к тому, чтобы эта программа правильно решала поставленные задачи. Их в большей степени заботило, чтобы запись этапов проводимых ею рассуждений совпала с регистрацией рассуждений людей, решающих такие же задачи. В междисциплинарной области когнитологии совместно используются компьютерные модели, взятые из искусственного интеллекта, и экспериментальные методы, взятые из психологии, для разработки точных и



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 27 из 135

Назад

На весь экран

обоснованных теорий работы человеческого мозга.

На начальных стадиях развития искусственного интеллекта часто возникала путаница между описанными выше подходами, например, иногда приходилось сталкиваться с такими утверждениями некоторых авторов, что предложенный ими алгоритм хорошо справляется с определенной задачей и поэтому является хорошей моделью способностей человека, или наоборот. Современные авторы излагают результаты своих исследований в этих двух областях отдельно; такое разделение позволяет развиваться быстрее как искусственному интеллекту, так и когнитологии. Но эти две научные области продолжают обогащать друг друга, особенно в таких направлениях, как зрительное восприятие и понимание естественного языка. В последнее время особенно значительные успехи достигнуты в области зрительного восприятия благодаря использованию интегрированного подхода, в котором применяются и нейрофизиологические экспериментальные данные, и вычислительные модели.

2.3 Подход, основанный на использовании «законов мышления»

Греческий философ Аристотель был одним из первых, кто попытался определить законы «правильного мышления», т.е. процессы формирования неопровержимых рассуждений. Его силлогизмы стали образцом для



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 28 из 135

Назад

На весь экран

создания процедур доказательства, которые всегда позволяют прийти к правильным заключениям, если даны правильные предпосылки, например «Сократ – человек; все люди смертны; следовательно, Сократ смертен». В основе этих исследований лежало предположение, что такие законы мышления управляют работой ума; на их основе развилось научное направление, получившее название логика.

В XIX столетии ученые, работавшие в области логики, создали точную систему логических обозначений для утверждений о предметах любого рода, которые встречаются в мире, и об отношениях между ними. (Сравните ее с обычной системой арифметических обозначений, которая предназначена в основном для формирования утверждений о равенстве и неравенстве чисел.) К 1965 году были уже разработаны программы, которые могли в принципе решить любую разрешимую проблему, описанную в системе логических обозначений. Исследователи в области искусственного интеллекта, придерживающиеся так называемых традиций логицизма, надеются, что им удастся создать интеллектуальные системы на основе подобных программ.

Но при осуществлении указанного подхода возникают два серьезных препятствия. Во-первых, довольно сложно взять любые неформальные знания и выразить их в формальных терминах, требуемых для системы логических обозначений, особенно если эти знания не являются полностью достоверными. Во-вторых, возможность сравнительно легко решить проблему «в принципе» отнюдь не означает, что это действительно



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 29 из 135

Назад

На весь экран

удастся сделать на практике. Даже такие задачи, в основе которых лежит несколько десятков фактов, могут исчерпать вычислительные ресурсы любого компьютера, если не используются определенные методы управления тем, какие этапы проведения рассуждений должны быть опробованы в первую очередь. Хотя с обоими этими препятствиями приходится сталкиваться при любой попытке создания вычислительных систем для автоматизации процесса проведения рассуждений, они были впервые обнаружены в рамках традиций логицизма.

2.4 Подход, основанный на использовании рационального агента

Агентом считается все, что действует (слово агент произошло от латинского слова *agere* – действовать). Но предполагается, что компьютерные агенты обладают некоторыми другими атрибутами, которые отличают их от обычных «программ», такими как способность функционировать под автономным управлением, воспринимать свою среду, существовать в течение продолжительного периода времени, адаптироваться к изменениям и обладать способностью взять на себя достижение целей, поставленных другими. Рациональным агентом называется агент, который действует таким образом, чтобы можно было достичь наилучшего результата или, в условиях неопределенности, наилучшего ожидаемого результата.



Кафедра
прикладной
математики
и
информатики

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 30 из 135

Назад

На весь экран

В подходе к созданию искусственного интеллекта на основе «законов мышления» акцент был сделан на формировании правильных логических выводов. Безусловно, иногда формирование правильных логических выводов становится и частью функционирования рационального агента, поскольку один из способов рациональной организации своих действий состоит в том, чтобы логическим путем прийти к заключению, что данное конкретное действие позволяет достичь указанных целей, а затем действовать в соответствии с принятым решением. С другой стороны, правильный логический вывод не исчерпывает понятия рациональности, поскольку часто возникают ситуации, в которых невозможно однозначно выбрать какие-либо правильные действия, но все равно надо что-то делать. Кроме того, существуют способы рациональной организации действий, в отношении которых нельзя утверждать, что в них используется логический вывод. Например, отдергивание пальца от горячей печи – это рефлексорное действие, которое обычно является более успешным по сравнению с более медленным движением, сделанным после тщательного обдумывания всех обстоятельств.

Таким образом, все навыки, требуемые для прохождения теста Тьюринга, позволяют также осуществлять рациональные действия. Итак, прежде всего необходимо иметь возможность представлять знания и проводить на основании них рассуждения, поскольку это позволяет вырабатывать приемлемые решения в самых различных ситуациях. Необходимо обладать способностью формировать понятные предложения на

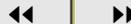
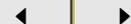


*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 31 из 135

Назад

На весь экран

естественном языке, поскольку в сложный социум принимают только тех, кто способен правильно высказывать свои мысли. Необходимо учиться не только ради приобретения эрудиции, но и в связи с тем, что лучшее представление о том, как устроен мир, позволяет вырабатывать более эффективные стратегии действий в этом мире. Нужно обладать способностью к зрительному восприятию не только потому, что процесс визуального наблюдения позволяет получать удовольствие, но и потому, что зрение подсказывает, чего можно достичь с помощью определенного действия, например тот, кто сумеет быстрее всех разглядеть лакомый кусочек, получит шанс подобраться к нему раньше других.

По этим причинам подход к исследованию искусственного интеллекта как области проектирования рациональных агентов имеет, по меньшей мере, два преимущества. Во-первых, этот подход является более общим по сравнению с подходом, основанном на использовании «законов мышления», поскольку правильный логический вывод — это просто один из нескольких возможных механизмов достижения рациональности. Во-вторых, он является более перспективным для научной разработки по сравнению с подходами, основанными на изучении человеческого поведения или человеческого мышления, поскольку стандарт рациональности четко определен и полностью обобщен. Человеческое поведение, с другой стороны, хорошо приспособлено лишь для одной определенной среды и отчасти является продуктом сложного и в основном неизученного эволюционного процесса, который, как оказалось, отнюдь не поз-



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 32 из 135

Назад

На весь экран

воляет формировать существа, идеальные во всех отношениях. Из изложенного в ней станет очевидно, что несмотря на кажущуюся простоту формулировки этой проблемы, при попытке ее решения возникает невероятное количество трудностей.

Следует всегда учитывать одно важное замечание: нужно неизменно исходить из того, что в сложной среде задача достижения идеальной рациональности, при которой всегда выполняются правильные действия, не осуществима. Дело в том, что при этом предъявляются слишком высокие требования к вычислительным ресурсам. Но в основной части данной книги применяется рабочая гипотеза, согласно которой идеальная рациональность является хорошей отправной точкой для анализа. Такой подход позволяет упростить задачу создания рационального агента и предоставляет подходящую основу для описания большей части теоретического материала в этой области.

Вопросы для самоконтроля

1. Опишите подход, основанный на использовании теста Тьюринга.
2. Опишите подход, основанный на когнитивном моделировании.
3. Опишите подход, основанный на использовании «законов мышления».



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 33 из 135

Назад

На весь экран

4. Опишите подход, основанный на использовании рационального агента.
5. Какой из перечисленных в этой главе подходов на ваш взгляд является более перспективным?



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 34 из 135

Назад

На весь экран

ЛЕКЦИЯ 3

Интеллектуальные информационные системы. Классификация и применение

Автоматизированная информационная система (АИС) – совокупность программно-аппаратных средств, предназначенных для автоматизации деятельности, связанной с хранением, передачей и обработкой информации.

Интеллектуальная информационная система (ИИС) или система, основанная на знаниях – разновидность автоматизированной информационной системы, представляющей из себя комплекс программных, лингвистических и логико-математических средств для осуществления поддержки деятельности человека и поиска информации в режиме продвинутого диалога на естественном языке.

Искусственный интеллект (ИИ) – это область информатики, которая занимается разработкой интеллектуальных компьютерных систем, т.е. систем, обладающих возможностями, которые мы традиционно связываем с человеческим разумом, – понимание языка, обучение, способность рассуждать, решать проблемы и т.д.

Слабоструктурированные предметные области – области, алгоритм действия в которых заранее неизвестен. Для таких областей характерна неясность и нечеткость во входных данных, наличие различного рода шумов. Вместе с тем решения требуется принимать однозначные, чет-

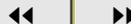
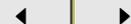


*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 35 из 135

Назад

На весь экран

кие и ясные, желательно также иметь возможность предсказать эффективность этих решений. К таким областям относятся: медицина, экономический менеджмент, управление сложными техническими объектами, психология, лингвистика и еще много других.

Разработка ИИС или систем основанных на знаниях – это одно из главных направлений ИИ. Основной целью построения таких систем являются выявление, исследование и применение знаний высококвалифицированных экспертов для решения сложных задач, возникающих на практике. При построении систем, основанных на знаниях (СОЗ), используются знания, накопленные экспертами в виде конкретных правил решения тех или иных задач. Это направление преследует цель имитации человеческого искусства анализа неструктурированных и слабо структурированных проблем. В данной области исследований осуществляется разработка моделей представления, извлечения и структурирования знаний, а также изучаются проблемы создания баз знаний (БЗ), образующих ядро СОЗ. Частным случаем СОЗ являются экспертные системы (ЭС).

3.1 Классификация ИИС

Интеллектуальная информационная система основана на концепции использования базы знаний для генерации алгоритмов решения прикладных задач различных классов в зависимости от конкретных ин-



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 36 из 135

Назад

На весь экран

формационных потребностей пользователей.

Для ИИС характерны следующие признаки:

- развитые коммуникативные способности;
- умение решать сложные плохо формализуемые задачи;
- способность к самообучению;
- адаптивность.

Каждому из перечисленных признаков условно соответствует свой класс ИИС. Различные системы могут обладать одним или несколькими признаками интеллектуальности с различной степенью проявления.

Средства ИИ могут использоваться для реализации различных функций, выполняемых ИИС. На рис. 3.1. приведена классификация ИИС, признаками которой являются следующие интеллектуальные функции:

- коммуникативные способности характеризуют способ взаимодействия (интерфейс) конечного пользователя с системой, в частности, возможность формулирования произвольного запроса в диалоге с ИИС на языке, максимально приближенного к естественному языку;
- решение сложных плохо формализуемых задач, которые требуют построения оригинального алгоритма решения в зависимости от конкретной ситуации, для которой могут быть характерны неопределенность и динамичность исходных данных и знаний;



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 37 из 135

Назад

На весь экран

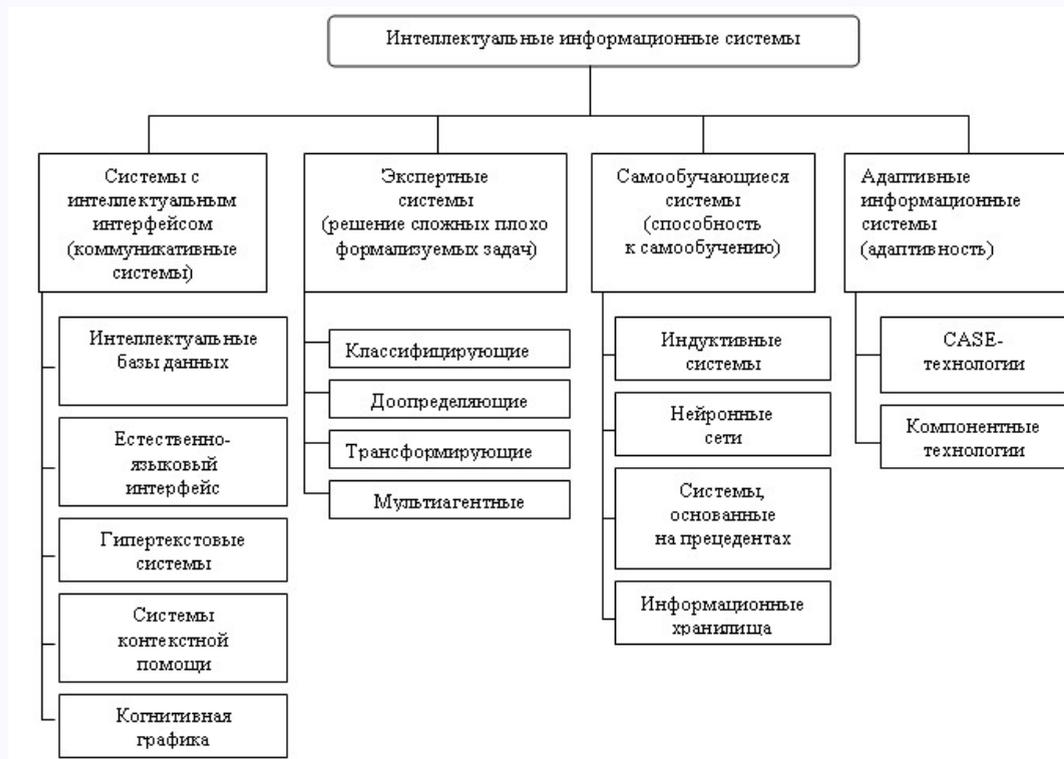


Рис. 3.1: Классификация ИИС

- способность к самообучению – возможность системы автоматически извлекать знания из накопленного опыта конкретных ситуаций и применять их для решения задач;
- адаптивность – способность системы к развитию в соответствии с объективными изменениями области знаний.

Системы с интеллектуальным интерфейсом

1. Интеллектуальные базы данных позволяют в отличие от традиционных БД обеспечивать выборку необходимой информации, не присутствующей в явном виде, а выводимой из совокупности хранимых данных.
2. Естественно-языковой (ЕЯ) интерфейс применяется для доступа к интеллектуальным базам данных, контекстного поиска документальной текстовой информации, голосового ввода команд в системах управления, машинного перевода с иностранных языков. Для реализации ЕЯ – интерфейса необходимо решить проблемы морфологического, синтаксического и семантического анализа, а также задачу синтеза высказываний на естественном языке.
3. Гипертекстовые системы используются для реализации поиска по ключевым словам в базах данных с текстовой информацией. Для более полного отражения различных смысловых отношений терминов требуется сложная семантическая организация ключевых слов.



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 39 из 135

Назад

На весь экран

4. Системы контекстной помощи – частный случай гипертекстовых и ЕЯ-систем. В них пользователь описывает проблему, а система на основе дополнительного диалога конкретизирует ее и выполняет поиск относящихся к ситуации рекомендаций.
5. Системы когнитивной графики ориентированы на общение с пользователем ИИС посредством графических образов, которые генерируются в соответствии с изменениями параметров моделируемых или наблюдаемых процессов.

Когнитивная графика – это совокупность приемов и методов образного представления условий задачи, которое позволяет либо сразу увидеть решение, либо получить подсказку для его нахождения.

Экспертные системы. Экспертная система – это ИИС, которая оперирует со знаниями в определенной предметной области с целью выработки рекомендаций или решения проблем.

ЭС применяются для решения неформализованных проблем, к которым относят задачи, обладающие одной (или несколькими) из следующих характеристик:

- задачи не могут быть представлены в числовой форме;
- исходные данные и знания о предметной области обладают неоднозначностью, неточностью, противоречивостью;



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 40 из 135

Назад

На весь экран

- цели нельзя выразить с помощью четко определенной целевой функции;
- не существует однозначного алгоритмического решения задачи;
- алгоритмическое решение существует, но его нельзя использовать по причине большой размерности пространства решений и ограничений на ресурсы (времени, памяти).

Главное отличие ЭС и систем искусственного интеллекта от систем обработки данных состоит в том, что в них используется символьный, а не числовой способ представления данных, а в качестве методов обработки информации применяются процедуры логического вывода и эвристического поиска решений.

Для классификации ЭС используются следующие признаки:

- способ формирования решения;
- способ учета временного признака;
- вид используемых данных и знаний;
- число используемых источников знаний.

По способу формирования решения ЭС можно разделить на анализирующие и синтезирующие. В системах первого типа осуществляется выбор решения из множества известных решений на основе анализа



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 41 из 135

Назад

На весь экран

знаний, в системах второго типа решение синтезируется из отдельных фрагментов знаний.

В зависимости от способа учета временного признака ЭС делят на статические и динамические. Статические ЭС предназначены для решения задач с неизменяемыми в процессе решения данными и знаниями, а динамические ЭС допускают такие изменения.

По видам используемых данных и знаний различают ЭС с детерминированными и неопределенными знаниями. Под неопределенностью знаний и данных понимаются их неполнота, ненадежность, нечеткость.

ЭС могут создаваться с использованием одного или нескольких источников знаний.

В соответствии с перечисленными признаками можно выделить четыре основных класса ЭС (рис. 3.2): классифицирующие, доопределяющие, трансформирующие и мультиагентные.

Классифицирующие ЭС решают задачи распознавания ситуаций. Основным методом формирования решений в таких системах является дедуктивный логический вывод.

Доопределяющие ЭС используются для решения задач с не полностью определенными данными и знаниями. В таких ЭС возникают задачи интерпретации нечетких знаний и выбора альтернативных направлений поиска в пространстве возможных решений.

Трансформирующие ЭС относятся к синтезирующим динамическим экспертным системам, в которых предполагается повторяющееся преоб-



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка

◀ ▶

◀◀ ▶▶

Страница 42 из 135

Назад

На весь экран

	Анализ	Синтез	
Детерминированность знаний	Классифицирующие	Трансформирующие	Один источник
Неопределённость знаний	Доопределяющие	Мультиагентные	Несколько источников знаний
	Статика	Динамика	

Рис. 3.2: Классы ЭС

разование знаний в процессе решения задач.

Мультиагентные системы - это динамические ЭС, основанные на интеграции нескольких разнородных источников знаний. Эти источники обмениваются между собой получаемыми результатами в ходе решения задач.

Самообучающиеся системы. Самообучающиеся интеллектуальные системы основаны на методах автоматической классификации ситуаций из реальной практики, или на методах обучения на примерах. Примеры реальных ситуаций составляют так называемую обучающую выборку, которая формируется в течение определенного исторического периода. Элементы обучающей выборки описываются множеством классификационных признаков. Стратегия «обучения с учителем» предполагает задание специалистом для каждого примера значений признаков, показывающих его принадлежность к определенному классу ситуаций. При



Кафедра
прикладной
математики
и
информатики

Начало

Содержание

Ваша кнопка

◀ ▶

◀▶

Страница 43 из 135

Назад

На весь экран

обучении «без учителя» система должна самостоятельно выделять классы ситуаций по степени близости значений классификационных признаков. В процессе обучения проводится автоматическое построение обобщающих правил или функций, описывающих принадлежность ситуаций к классам, которыми система впоследствии будет пользоваться при интерпретации незнакомых ситуаций. Из обобщающих правил, в свою очередь, автоматически формируется база знаний, которая периодически корректируется по мере накопления информации об анализируемых ситуациях.

Нейронные сети представляют собой классический пример технологии, основанной на примерах. Нейронные сети - обобщенное название группы математических алгоритмов, обладающих способностью обучаться на примерах, «узнавая» впоследствии черты встреченных образцов и ситуаций. Благодаря этой способности нейронные сети используются при решении задач обработки сигналов и изображений, распознавания образов, а также для прогнозирования.

Нейронная сеть - это кибернетическая модель нервной системы, которая представляет собой совокупность большого числа сравнительно простых элементов – нейронов, топология соединения которых зависит от типа сети. Чтобы создать нейронную сеть для решения какой-либо конкретной задачи, следует выбрать способ соединения нейронов друг с другом и подобрать значения параметров межнейронных соединений.

Адаптивные ИИС. Потребность в адаптивных информационных си-

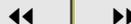
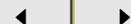


*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 44 из 135

Назад

На весь экран

стемах возникает в тех случаях, когда поддерживаемые ими проблемные области постоянно развиваются. В связи с этим адаптивные системы должны удовлетворять ряду специфических требований, а именно:

- адекватно отражать знания проблемной области в каждый момент времени;
- быть пригодными для легкой и быстрой реконструкции при изменении проблемной среды.

3.2 Применение ИИС

Какие возможности предоставляет искусственный интеллект в наши дни? Краткий ответ на этот вопрос сформулировать сложно, поскольку в этом научном направлении существует слишком много подобластей, в которых выполняется очень много исследований. Ниже в качестве примеров перечислено лишь несколько приложений.

- Автономное планирование и составление расписаний. Работающая на удалении в сотни миллионов километров от Земли программа Remote Agent агентства NASA стала первой бортовой автономной программой планирования, предназначенной для управления процессами составления расписания операций для космического аппарата. Программа Remote Agent вырабатывала планы на основе целей высокого уровня, задаваемых с Земли, а также контролировала



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 45 из 135

Назад

На весь экран

работу космического аппарата в ходе выполнения планов: обнаруживала, диагностировала и устраняла неполадки по мере их возникновения.

- Ведение игр. Программа Deep Blue компании IBM стала первой компьютерной программой, которой удалось победить чемпиона мира в шахматном матче, после того как она обыграла Гарри Каспарова со счетом 3,5:2,5 в показательном матче. Каспаров заявил, что ощущал напротив себя за шахматной доской присутствие «интеллекта нового типа». Журнал Newsweek описал этот матч под заголовком «Последний оборонительный рубеж мозга». Стоимость акций IBM выросла на 18 миллиардов долларов.
- Автономное управление. Система компьютерного зрения Alvinn была обучена вождению автомобиля, придерживаясь определенной полосы движения. В университете CMU эта система была размещена в микроавтобусе, управляемом компьютером NavLab, и использовалось для проезда по Соединенным Штатам; на протяжении 2850 миль (4586,6 км) система обеспечивала рулевое управление автомобилем в течение 98% времени. Человек брал на себя управление лишь в течение остальных 2%, главным образом на выездных пандусах. Компьютер NavLab был оборудован видеокамерами, которые передавали изображения дороги в систему Alvinн, а затем эта система вычисляла наилучшее направление движения, основываясь



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 46 из 135

Назад

На весь экран

на опыте, полученном в предыдущих учебных пробегах.

- **Диагностика.** Медицинские диагностические программы, основанные на вероятностном анализе, сумели достичь уровня опытного врача в нескольких областях медицины. Хекерман описал случай, когда ведущий специалист в области патологии лимфатических узлов не согласился с диагнозом программы в особо сложном случае. Создатели программы предложили, чтобы этот врач запросил у компьютера пояснения по поводу данного диагноза. Машина указала основные факторы, повлиявшие на ее решение, и объяснила нюансы взаимодействия нескольких симптомов, наблюдавшихся в данном случае. В конечном итоге эксперт согласился с решением программы.
- **Планирование снабжения.** Во время кризиса в Персидском заливе в 1991 году в армии США была развернута система DART (Dynamic Analysis and Replanning) для обеспечения автоматизированного планирования поставок и составления графиков перевозок. Работа этой системы охватывала одновременно до 50 000 автомобилей, единиц груза и людей; в ней приходилось учитывать пункты отправления и назначения, маршруты, а также устранять конфликты между всеми параметрами. Методы планирования на основе искусственного интеллекта позволяли вырабатывать в течение считанных часов такие планы, для составления которых старыми методами по-



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 47 из 135

Назад

На весь экран

требовались бы недели. Представители агентства DARPA (Defense Advanced Research Project Agency – Управление перспективных исследовательских программ) заявили, что одно лишь это приложение сторизей окупило тридцатилетние инвестиции в искусственный интеллект, сделанные этим агентством.

- Робототехника. Многие хирурги теперь используют роботов-ассистентов в микрохирургии. Например, HipNav – это система, в которой используются методы компьютерного зрения для создания трехмерной модели анатомии внутренних органов пациента, а затем применяется робототехническое управление для руководства процессом вставки протеза, заменяющего тазобедренный сустав.
- Понимание естественного языка и решение задач. Программа Proverb – это компьютерная программа, которая решает кроссворды намного лучше, чем большинство людей; в ней используются ограничения, определяющие состав возможных заполнителей слов, большая база с данными о встречающихся ранее кроссвордах, а также множество различных источников информации, включая словари и оперативные базы данных, таких как списки кинофильмов и актеров, которые играли в этих фильмах. Например, эта программа способна определить, что одним из решений, подходящих для ключа «Nice Story», является слово «ETAGE», поскольку ее база данных содержит пару ключ-решение «Story in France/ETAGE», а сама про-



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 48 из 135

Назад

На весь экран

грамма распознает, что шаблоны «Nice x» и «x in France» часто имеют одно и то же решение. Программа не знает, что Nice (Ницца) – город во Франции, но способна разгадать эту головоломку.

Вопросы для самоконтроля

1. Какая предметная область называется слабоструктурированной?
2. Приведите основные признаки интеллектуальных информационных систем.
3. Какая система называется экспертной?
4. Приведите характеристики задач, для решения которых применяются экспертные системы.
5. Что такое искусственная нейронная сеть?
6. Назовите основные области применения искусственного интеллекта, которые вам известны. Какие из них, на ваш взгляд, являются наиболее важными?



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 49 из 135

Назад

На весь экран

ЛЕКЦИЯ 4

Теория дескрипций Рассела. Треугольник Фреге

4.1 Теория дескрипций Рассела

Теория дескрипций Рассела была призвана рассеять одно распространенное в логике и в философии недоразумение. Оно состояло в отождествлении имен и описаний и приписывании существования всему тому, к чему они относятся. Логика, замечает Рассел, всегда считали, что если два словесных выражения обозначают один и тот же объект, то предложение, содержащее одно выражение, всегда может быть заменено другим без того, чтобы предложение перестало быть истинным или ложным (если оно было тем или другим).

Однако возьмем такое предложение: «Скотт есть автор «Веверлея»». Это предложение выражает тождество, но отнюдь не тавтологию. Это видно из того, что король Георг IV хотел узнать, был ли Скотт автором «Веверлея», но он, конечно, не хотел узнать, был ли Скотт Скоттом. Это значит, что мы можем превратить истинное утверждение в ложное, заменив «автор «Веверлея»» «Скоттом». Отсюда следует, что надо делать различие между именем и описанием (дескрипцией). «Скотт» – это имя, но «автор «Веверлея»» – это дескрипция.

«Скотт» в качестве собственного имени является тем, что Рассел называет «простым символом». Он относится к индивиду прямо, непосред-



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка

◀ ▶

◀◀ ▶▶

Страница 50 из 135

Назад

На весь экран

ственно обозначая его. При этом данный индивид выступает как значение имени Скотт. Это имя обладает значением и сохраняет его вне всякой зависимости от других слов предложения, в которое оно входит. Напротив, «автор «Веверлея»» в качестве дескрипции не имеет собственного значения вне того контекста, в котором это выражение употребляется. Поэтому Рассел его называет «неполным символом».

«Автор «Веверлея»» сам ни к кому определенному не относится, так как в принципе им может быть кто угодно. Недаром ведь король Георг IV хотел узнать, кто именно был автором «Веверлея».

Только в сочетании с другими символами «неполный символ» может получить значение.

Далее, теория дескрипции была призвана разрешить и другую трудность. Возьмем такое предложение: «Золотая гора не существует». В этом предложении ясно утверждается, что не существует золотой горы. Но о чем идет речь? Что именно не существует? Очевидно, золотая гора. Субъектом этого отрицательного предложения является «золотая гора». Значит, в каком-то смысле она существует, иначе, о чем бы мы тогда говорили? Значит, то, что не существует, все-таки существует!

Или – «круглый квадрат невозможен». Что невозможно? Круглый квадрат. Значит, он субъект высказывания, значит, это о нем мы говорим, что он невозможен. Значит, опять-таки, в каком-то смысле он возможен, ибо в противном случае о нем бы не могло идти речи.

Это старая логическая трудность, знакомая еще грекам – вспомним



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 51 из 135

Назад

На весь экран

проблему отношения бытия и небытия, которую активно обсуждали древние философы. Элеаты учили, что небытия нет, его даже помыслить нельзя. Все есть бытие и есть только бытие, Демокрит же был уверен, что небытие существует ничуть не менее чем бытие. Платон в «Софисте» тоже полагал, что небытие как-то существует.

Во всех этих случаях нас подводит язык. И здесь теория дескрипции предлагает выход: ту же мысль можно выразить по-другому. Вместо: «золотая гора не существует», надо сказать: «Нет такого x , который одновременно был бы горой и золотым». Или так: пропозициональная функция « x есть гора и золотой» ложно для всех значений x ».

Здесь существование золотой горы не предполагается, так как вместо одного предмета – существования золотой горы – речь идет о другом предмете – совместимости двух предикатов: «быть горой» и «быть золотым».

В своей фундаментальной работе (написанной вместе с Уайтхедом) «Principia Mathematica» Рассел попытался разработать такую логику, а следовательно, и такой язык, которые не только полностью исключали бы возможность парадокса, но отвечали бы требованиям самой строгой точности. По замыслу Рассела, это была бы такая логика, из которой можно было бы вывести всю математику и которая могла бы быть логической структурой языка всей науки, то есть языка, на котором можно было бы выразить все, что может быть вообще сказано о мире. Рассел был убежден в том, что «все достижимое знание должно быть получено



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка

«

Страница 52 из 135

Назад

На весь экран

научными методами, и того, что наука не может открыть, человечество не может узнать».

Логический анализ показал себя превосходным инструментом для распутывания логических парадоксов и преодоления трудностей, казавшихся неразрешимыми. Источником их было – как старался показать Рассел – неправильное пользование языком. Вызвано же оно было несовершенством обыденного языка. И вот парадоксы были устранены, или казалось, что они устранены, чисто логическими средствами, изменением правил пользования языком, или созданием более совершенного (идеального) языка. Таким языком был для Рассела язык «Principia Mathematica».

4.2 Знак. Треугольник Фреге

Определение знака вытекает из определения знаковой системы: если знаковая система есть материальный посредник между двумя другими материальными системами (I, II), то таков же и знак в простейшем случае (рис. 4.1)

Однако в развитых знаковых системах – языках – знак имеет более сложное устройство. Усложнение заключается в том, что те части обеих систем, которые непосредственно контактируют со знаком, в свою очередь контактируют друг с другом (рис. 4.2)

и все три системы образуют своеобразное триединство, треугольник.



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 53 из 135

Назад

На весь экран



Рис. 4.1: Определение знака

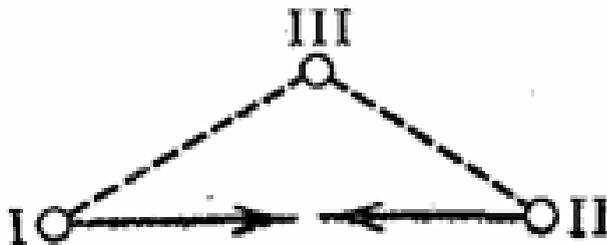


Рис. 4.2: Взаимодействие частей систем



Кафедра
прикладной
математики
и
информатики

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 54 из 135

Назад

На весь экран

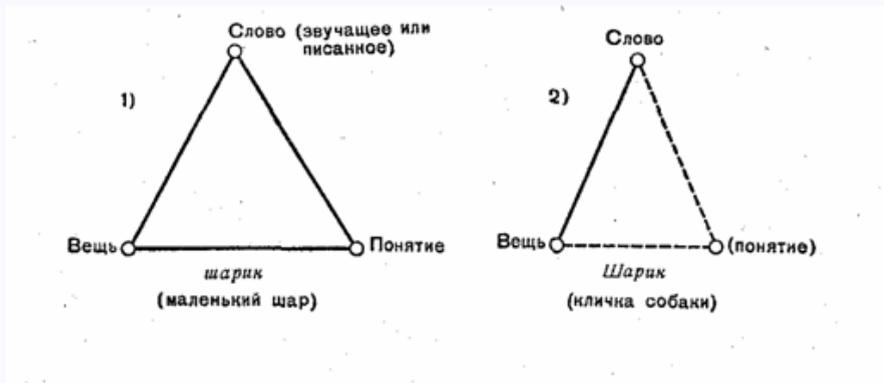


Рис. 4.3: Треугольник Фреге – частные случаи

Это определение принадлежит известному немецкому логик и математику Готтлобу Фреге.

Рассмотрим два частных случая треугольника Фреге (по А. А. Реформатскому) – рис. 4.3.

В первом случае звучащее или писаное слово связано и с вещью – любой вещью, сферичной и небольшой, и с понятием о такой вещи, в котором существенны именно эти два признака – сферичность и небольшой размер, прочие же признаки (какого цвета, из какого материала и т. п.) неважны. Во втором случае, став собственным именем, кличкой собаки, слово утратило связь с прежним понятием, но не приобрело и связи с новым понятием «собака», поскольку оно не нарицательное, а лишь собственное имя. В более общем случае треугольник Фреге схема-



Кафедра
прикладной
математики
и
информатики

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 55 из 135

Назад

На весь экран

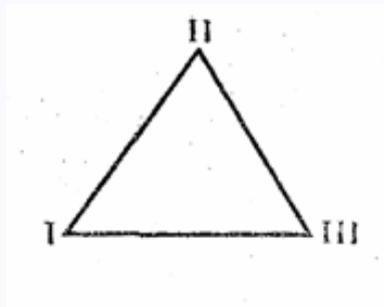


Рис. 4.4: Треугольник Фреге – общий случай

тизируется так (рис. 4.4)

Строение знака – треугольник Фреге

I. Предмет, вещь, явление действительности, в математике – число и т. д. Иное название – денотат, иногда этой вершиной треугольника обозначают не саму вещь, а ее восприятие или представление о ней, словом ее отражение в сознании человека, называя это сигнификат. Сущность схемы-треугольника от этого не изменится.

II. Знак: в лингвистике, например, фонетическое слово или написанное слово; в математике – математический символ; иное название, принятое особенно в философии и математической логике, – имя.

III. Понятие о предмете, вещи. Иные названия: в лингвистике – десигнат, в математике – смысл имени, или концепт денотата.

Эта схема, однако, определяет такой общий случай, когда свойства знака представлены с максимальной полнотой, а вместе с тем и жестко



Кафедра
прикладной
математики
и
информатики

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 56 из 135

Назад

На весь экран

фиксированы, как это и имеет место в хорошо развитых естественных и искусственных языках. Следовательно, для общей семиотики это не достаточно общий случай, и его требуется еще обобщить, что мы сделаем следующим образом.

Между элементами, обозначенными цифрами I–II–III, имеют место следующие отношения: отношение II–I, т. е. знака к предмету, или денотату, называется словом «обозначать», или, в частных случаях, словами «называть», «именовать»: знак обозначает предмет; отношение II–III, знака к понятию, или десигнату, называется словосочетанием «иметь десигнат» или словом «выражать», последний частный случай имеет место в особенности в математике, там выражаются так: «знак выражает смысл»; отношение I–III не имеет общего обозначения, в частном случае, в математике, говорят так: «концепт денотата определяет денотат».

Мы видим, что отношения между указанными тремя элементами I–II–III рассматриваются в каждой отдельной области знания несколько различно, в лингвистике не совсем так, как в математике, в обычной жизни не так, как в лингвистике, и обозначаются эти отношения разными словами и терминами. Кроме того, эти отношения рассматриваются и в разном направлении: от II к I, от I к III, от II к III.

Семиотика же, будучи общей теорией знаковых систем, должна снять все эти ограничения и рассматривать треугольник Фреге в любом направлении. Прежде всего для этой цели необходимо найти общий термин, по отношению к которому слова «называет», «выражает» и т. д.,



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка

◀ ▶

◀◀ ▶▶

Страница 57 из 135

Назад

На весь экран

приведенные выше, были бы частными случаями. Если не гнаться – в данном случае – за стилистической красотой, помня, что речь идет о техническом, семиотическом термине, то таким общим термином может быть слово «иметь». С помощью этого термина мы можем рассматривать треугольник Фреге в любом направлении и выразаться так: от II к III – знак имеет понятие, или смысл, или десигнат; от III к II – понятие, или смысл, или десигнат, имеет (свой) знак; от II к I – знак имеет предмет, или денотат; от I к II – предмет имеет знак; от I к III – предмет имеет понятие, или смысл, или концепт; от III к I – понятие имеет предмет. Конечно, во всех этих выражениях, в особенности последних, которые могут показаться непривычными, если не иметь постоянно в виду терминологический смысл глагола «иметь», нужно помнить ограничительный смысл: «в теории знаковых систем».

Для краткости, хотя это, может быть, и чересчур образно, назовем это обобщение так: «обобщение треугольника Фреге путем вращения» (в самом деле, на схеме мы как бы вращаем треугольник с закрепленными в вершинах сущностями, оставляя неподвижными семиотические названия вершин (язык–предмет–десигнат)).

Получив возможность выразаться таким образом в общей форме, мы можем теперь сказать, что нет никаких теоретических препятствий к тому, чтобы в той или иной ситуации посредником стал любой из трех элементов: не только знак между предметом и смыслом, но и смысл между предметом и знаком (например, с этим частным случаем мы сталкиваем-



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 58 из 135

Назад

На весь экран

ся тогда, когда, идя от смысла, руководствуясь им как знаком, подыскиваем нужное слово, внешний знак, в идеографическом словаре для описания какого-либо предмета) и предмет между знаком и смыслом. В одной из современных книг по семиотике рассматривается такая ситуация: звонит звонок, собака, приученная к этому звонку как сигналу, идет и берет мясо. В связи с этой ситуацией часто ставятся такие, например, вопросы: останется ли звонок знаком при отсутствии воспринимающей его собаки и т. п. Гораздо интереснее, однако, не этот вопрос, а парадокс самой ситуации. В самом деле, если следовать принятому нами определению знаковой системы как системы-посредника между двумя другими материальными системами, то посредником (знаком или знаковой системой) оказывается в данном случае не звонок, а собака: ведь именно собака связывает звонок и мясо как разные концы одной цепи. Этот вывод не покажется теперь, после обобщения треугольника Фреге, таким уж парадоксальным. Вполне реальный смысл знака в этой ситуации собака может иметь также, например, для внешнего наблюдателя всей системы, скажем, для экспериментатора, сидящего за звуконепропускаемой перегородкой, когда, не слыша звонка и не видя мяса, но видя, что собака поднялась и делает определенные движения, он заключает, что прозвенел звонок и мясо подано, или для служителя, который не услышал звонка руководителя эксперимента, но по движениям собаки понял, что пора подавать мясо.

Треугольник Фреге можно обобщить еще и в другом отношении: при-



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка

◀ ▶

◀◀ ▶▶

Страница 59 из 135

Назад

На весь экран

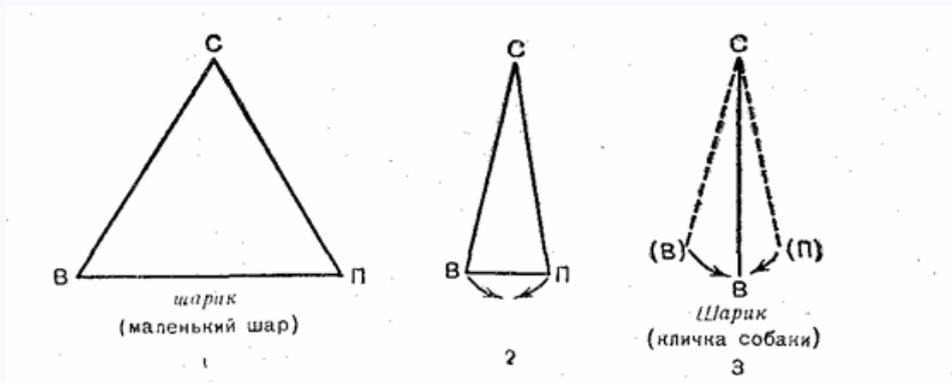


Рис. 4.5: Пример треугольника Фреге

дав подвижность его ребрам, позволив им сходиться. В самом деле, вернувшись к примеру со словом «Шарик» как кличкой собаки, мы можем представить себе схему этого случая как предел сближения стороны СВ («слово»–«вещь») и стороны СП («слово»–«понятие») – рис. 4.5.

Итак, подводя итог вышесказанному, знаком «З» будем называть всякий элемент знаковой системы, структура которого есть треугольник Фреге с возможными изменениями ее по одному из двух типов: а) «обобщение треугольника Фреге путем вращения», б) «обобщение треугольника Фреге путем сближения сторон» или по обоим типам одновременно.



Кафедра
прикладной
математики
и
информатики

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 60 из 135

Назад

На весь экран

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое «простое слово» и «дескрипция»? Приведите примеры.
2. Как вы относитесь к замыслу Рассела разработать логику, из которой возможно было бы вывести любое знание в мире? Возможно ли это на ваш взгляд?
3. Что такое знак?
4. Опишите каждую из составляющих треугольника Фреге.
5. Перечислите способы обобщения треугольника Фреге и кратко охарактеризуйте их.



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 61 из 135

Назад

На весь экран

ЛЕКЦИЯ 5

Данные и знания

Приведем определения основных понятий и рассмотрим различие между понятиями «данные» и «знания».

Информация – совокупность сведений, воспринимаемых из окружающей среды, выдаваемых в окружающую среду либо сохраняемых внутри информационной системы.

Данные – представленная в формализованном виде конкретная информация об объектах предметной области, их свойствах и взаимосвязях, отражающая события и ситуации в этой области.

Данные представляются в виде, позволяющем автоматизировать их сбор, хранение и дальнейшую обработку человеком или информационным средством. Данные – это запись в соответствующем коде наблюдения, акта, объекта, песни, текста и т.д., пригодная для коммуникации, интерпретации, передачи, обработки и получения новой информации.

Информация получается из данных в результате решения некоторой задачи. Однако большая часть информации не может быть выведена из данных. Так, практически еще невозможен автоматический перевод художественных произведений с одного языка на другой. Трудно рассчитывать и на то, что в ближайшем будущем компьютер-переводчик сможет донести до нас тонкие оттенки юмора, чувства т.п.

Информация, с которой имеет дело ЭВМ, разделяется на процедур-



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 62 из 135

Назад

На весь экран

ную и декларативную. Процедурная информация представляется программами, которые выполняются в процессе решения задач, а декларативная – данными, которые обрабатывают эти программы.

Стандартной формой представления данных в ЭВМ является машинное слово, состоящее из определенного для данного типа ЭВМ числа разрядов – битов. Для представления данных и команд программы может использоваться некоторое количество машинных слов. Однако основной единицей данных считается машинное слово, так как каждое слово хранится в стандартной ячейке памяти с определенным адресом. Имеется возможность представлять данные в виде векторов, матриц, списков, логических записей, файлов, иерархических и сетевых: структур и т.п.

Необходимость практического использования и совершенствования систем обработки данных привела к появлению баз данных (БД), позволяющих хранить большие объемы информации. Для обработки декларативной информации в БД используются системы управления базами данных.

Обычно как человек, так и информационная система имеют дело с данными и знаниями из некоторой предметной области, например, математики, медицины, экономики и пр. Под предметной областью понимают информацию об объектах и связях между ними из некоторой области знаний.

Знание – это обобщенная и формализованная информация о свойствах и законах предметной области, с помощью которой реализуются



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка

◀ ▶

◀◀ ▶▶

Страница 63 из 135

Назад

На весь экран

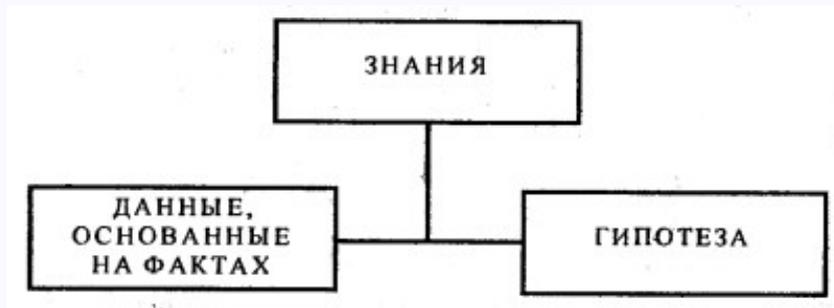


Рис. 5.1: Модель процесса решения задачи

процессы решения задач, преобразования данных и самих знаний, и которая используется в процессе логического вывода.

Логический вывод – это генерирование новых утверждений (суждений) на основе исходных фактов, аксиом и правил вывода.

Процесс решения задачи с использованием данных и знаний можно представить простейшей моделью на рис. 5.1.

В данном случае знания – это либо информация, на которую ссылаются, либо программа, обрабатывающая данные, т.е. реализующая вывод с целью получения некоторой гипотезы.

Знания с точки зрения решения задач в некоторой предметной области удобно разделить на две большие категории – факты и эвристики. Под фактами обычно понимают общеизвестные в данной предметной области истины, обстоятельства. Эвристики- это эмпирические алгоритмы, основанные на неформальных соображениях, которые огра-



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка

« « » »

Страница 64 из 135

Назад

На весь экран

ничивают разнообразие и обеспечивают целенаправленность поведения решающей системы, не гарантируя, однако, получения наилучшего решения. Такие знания основываются на опыте специалиста (эксперта) в данной предметной области, например, о родственных связях, используя средства языка Пролог. Объектами этой предметной области являются понятия: мать, отец, дочь, мужчина, женщина и т.п. Пусть известны следующие факты:

Виктор является отцом Тани.

Владимир является отцом Виктора.

На языке Пролог эти факты описываются следующим образом:

отец(виктор, тania).

отец(Владимир, виктор).

Здесь «отец» является именем отношения или предикатом, а «виктор», «таня» и «Владимир» – константами.

Пусть X , Y , Z – переменные.

Используя переменные X и Z , можно в общем случае записать отношение X является отцом Z на языке Пролог:

отец(X , Z).

Используя предикат «отец» и переменные X , Y , Z , сформулируем новое отношение «дед», а именно:

Если X является отцом Z и

Z является отцом Y

То X является дедом Y .



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка

◀ ▶

◀◀ ▶▶

Страница 65 из 135

Назад

На весь экран

Такая форма записи отношения «Если...То» называется продукционным правилом, продукцией или просто правилом. На языке Пролог отношение "дед" записывается следующим образом:

дед (X,Y) :- отец (X,Z), отец (Z,Y),

Символ «:-» интерпретируется как «Если». В Прологе вместо этого символа можно писать слово IF. Запятая, разделяющая предикаты «отец», означает логическую операцию И. Аргументами предикатов здесь являются переменные X,Y,Z, и константы «виктор», «таня», «Владимир», которые записываются в скобках и разделяются запятыми. На примере отношения «дед» мы видим, что сформулирована общая закономерность определения понятия «дед» через понятие «отец». Имя «Владимир», взятое вне зависимости от отношения, ни о чем не свидетельствует. Возможно это имя человека (сына, отца, деда и т.п.) или наименование города. Точно так же рассматриваются числовые или другие данные, например, в файле данных. Данное, взятое вместе с отношением, определяет некоторый смысл и таким образом представляет собой знание.

Рассмотрим особенности знаний, в которых заключается их отличие от данных.

1. Интерпретация. Данные, хранимые в памяти ЭВМ, могут интерпретироваться только соответствующей программой. Данные без программы не несут никакой информации, в то время как знания име-



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка

◀ ▶

◀◀ ▶▶

Страница 66 из 135

Назад

На весь экран

ют интерпретацию, поскольку они содержат одновременно и данные, и соответствующие им имена, описания.

2. Структурированность. Данные должны обладать гибкой структурой. Для них должен выполняться «принцип матрешки», то есть рекурсивная вложенность одних информационных единиц в другие. Каждая информационная единица может быть включена в состав любой другой, и из каждой такой единицы можно выделить составляющие ее элементы. Например, в программах требуется описывать свойства как множества в целом, так и отдельных его элементов. Между определенными единицами знаний можно установить такие отношения, как «элемент-множество», «тип-подтип», «ситуация-подситуация», отражающие характер их взаимосвязи. Это позволяет в одном экземпляре хранить информацию, одинаковую для элементов множества. При необходимости одни единицы знаний могут наследовать свойства других единиц.

3. Связность. В БД между информационными единицами устанавливаются связи различного типа, характеризующие отношения между объектами, явлениями и т.п. Совместимость отдельных событий или фактов в некоторой ситуации определяется этими связями, а также такими отношениями, как одновременность, расположение в одной области пространства и т.д. Связи позволяют строить процедуры анализа знаний на совместимость, противоречивость и другие, ко-



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 67 из 135

Назад

На весь экран

торые трудно реализовать при хранении традиционных массивов данных.

4. Семантическая метрика. На множестве информационных единиц в некоторых случаях полезно задавать отношения, характеризующие ситуационную близость этих единиц. Это отношение релевантности информационных единиц, которое позволяет находить знания, близкие к имеющимся.

Различают две формы представления знаний: декларативную и процедурную. Декларативные знания не содержат в явной форме процедур, которые нужно выполнить, Такие знания представляются множеством утверждений, не зависящих от того, где они применяются. Их использование предполагает полное описание пространства состояний моделируемого объекта, которое носит синтаксический характер. Вывод и поиск решений базируется на процедурах поиска в пространстве состояний. Эти процедуры учитывают специфику конкретной предметной области, т.е. ее семантику. Следовательно, при декларативной форме представления семантические и синтаксические знания, в определенной мере отделены друг от друга, что придает названной форме большую по сравнению с другими формами универсальность и общность.

Процедурные знания содержат в явном виде описание некоторых процедур. Состояние объекта представляется в виде набора про-



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка

◀ ▶

◀◀ ▶▶

Страница 68 из 135

Назад

На весь экран

цедур, с помощью которых обрабатывается определенный участок базы знаний (БЗ). В этом случае не требуется хранения описаний всех возможных состояний объекта, так как их можно сгенерировать с помощью процедур, используя некоторое начальное множество состояний. При процедурном представлении знаний семантика объекта включается в описания элементов базы знаний, что позволяет применять более эффективные процедуры поиска решений с тем, чтобы исключить необходимость обработки полных описаний. Процедурные знания обеспечивают более быстрый поиск решения по сравнению с декларативными, однако уступают им в возможности накопления и актуализации знаний.

5. Активность. Разделение информационных единиц на данные и программы (команды) привело к тому, что данные пассивны, а команды активны. Для ИИС знания иницируют действия. Появление в информационной базе новых фактов, установление связей может стать источником активности системы.

Перечисленные пять особенностей определяют ту грань, за которой данные превращаются в знания, а БД – в базы знаний. Совокупность средств, обеспечивающих работу со знаниями, образует систему управления базой знаний (СУБЗ). Основным направлением, реализующим идеи ИИ, является разработка систем, основанных на знаниях. Центральным объектом изучения ИИ – знания могут быть представлены в



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 69 из 135

Назад

На весь экран

виде некоторой совокупности сведений (фактов, правил), процессов, явлений, а также способов решения задач данной предметной области. Специалисты, занимающиеся извлечением; знаний, их формализацией и структурированием для обработки в компьютерных системах, называются инженерами по знаниям или инженерами знаний.

Структура систем, основанных на знаниях, может иметь следующий вид:

- извлечение знаний из различных источников;
- формирование качественных знаний;
- интеграция знаний;
- приобретение знаний от профессионалов;
- организация работы с экспертами;
- оценка и формализация знаний;
- модели знаний;
- логические системы;
- продукции;
- семантические сети;



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 70 из 135

Назад

На весь экран

- фреймы;
- системы представления знаний;
- базы знаний;
- манипулирование знаниями;
- пополнение знаний;
- классификация знаний;
- обобщение знаний;
- вывод на знаниях;
- методы резолюций;
- квазиаксиоматические системы;
- системы правдоподобного вывода;
- рассуждения с помощью знаний;
- объяснения на знаниях.

Для формализации знаний, представленных в текстовом, графическом виде, в виде документов и т.д., требуется наличие или, возможно,



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 71 из 135

Назад

На весь экран

разработка методов, позволяющих преобразовать исходные знания к виду, пригодному для обработки в ИИС. Знания, полученные из различных источников, требуется интегрировать в связную и непротиворечивую систему.

Полученные от экспертов знания нужно оценить с точки зрения уже имеющихся в системе знаний, согласовать с последующими и выделить несовместные или противоречивые знания.

Для представления знаний используются логические модели, продукционные правила, таблицы принятия решений, семантические сети, фреймы и др. Для ввода, хранения, обработки, вывода знаний разработаны системы управления базами знаний, которые включают языки описания и манипулирования знаниями, а также программные процедуры.

Особое место в манипулировании знаниями занимает вывод на знаниях, заключающийся в получении новых знаний на основе уже имеющихся в системе. Это одно из наиболее проблематичных с точки зрения реализации направлений в ИИС. Большой интерес в выводе знаний представляет манипулирование человеческими рассуждениями: аргументация на основе имеющихся знаний, рассуждения по аналогии и многое другое, чем люди пользуются в своей практике.

Объяснение полученных результатов на основе знаний существенно отличает ИИС от других компьютерных систем.



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 72 из 135

Назад

На весь экран

Вопросы для самоконтроля

1. Что называется данными, а что знаниями? Какое принципиальное различие между ними на ваш взгляд?
2. Что такое логический вывод?
3. Что называется продукционным правилом? Приведите примеры продукционных правил.
4. Перечислите основные характеристики знаний.
5. Что такое система управления базами знаний и в чем ее отличие от систем управления базами данных?



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 73 из 135

Назад

На весь экран

ЛЕКЦИЯ 6

Представление знаний

Представление знаний – это формализация истинных убеждений посредством схем, записей или языков. Представлению знаний присущ пассивный аспект, например, книга, таблица. Однако нас в искусственном интеллекте интересует активный аспект представления знаний: знать в нашем понимании - это операция, позволяющая не только запоминать, но и извлекать (представленные) знания для выполнения умозаключений на их основе.

Проблема представления знаний является ключевой во всех направлениях исследований по искусственному интеллекту, начиная от задач распознавания образов и до задачи понимания естественного языка. Первопричина сложности создания машинной модели мира кроется в многообразии этого мира.

На рис. 6.1 представлены основные модели представления знаний.

6.1 Представление знаний продукционными правилами

Наиболее распространенным методом представления знаний являются правила продукций или продукционные правила. Идея этого метода принадлежит Э.Посту (1943 г.). Этот метод широко используется в разработке информационных систем.



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка

◀ ▶

◀◀ ▶▶

Страница 74 из 135

Назад

На весь экран



Рис. 6.1: Модели представления знаний

Вначале правила продукций имели вид:

ЕСЛИ<условия>ТО<действие>.

Слова в угловых скобках являются посылками или утверждениями.

В дальнейшем они приобрели более общую форму.

Наряду с написанной используются следующие формы:

ЕСЛИ<предшествующий>ТО<последующий>

ЕСЛИ<основание>ТО<гипотеза>

Под условием понимается некоторое предложение-образец, по которому осуществляется поиск в базе знаний, а под действием – действия, выполняемые при успешном исходе поиска (они могут быть промежуточными, выступающими далее как условия, и целевыми (терминаль-



Кафедра
прикладной
математики
и
информатики

Начало

Содержание

Ваша кнопка

◀ ▶

◀◀ ▶▶

Страница 75 из 135

Назад

На весь экран

ными), завершающими работу системы). Постусловие описывает действия и процедуры, которые необходимо выполнить после реализации действия. Например, после покупки некоторой вещи в магазине необходимо в описи товаров уменьшить количество вещей такого типа на 1.

Примером правила продукции может служить следующее:

ЕСЛИ клиент работает на одном месте более двух лет
ТО клиент имеет постоянную работу.

В этом примере, если клиент имеет возраст, равный или выше 18 лет, то мы имеем право заключить, что клиент имеет право претендовать на получение кредита.

Гипотетический силлогизм означает, что когда заключение одного правила является посылкой другого правила, то можно установить третье правило с посылкой из первого правила и заключением из второго. Другими словами:

условие ЕСЛИ X ТО Y
условие ЕСЛИ Y ТО Z
заключение ЕСЛИ X ТО Z.

Например, на основании двух следующих правил

ЕСЛИ клиент женат
ТО имущество является совместной собственностью
и
ЕСЛИ имущество является совместным



Кафедра
прикладной
математики
и
информатики

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 76 из 135

Назад

На весь экран

ТО закладная на кредит может быть подписана,
мы можем заключить, что

ЕСЛИ клиент женат

ТО закладная на кредит может быть подписана.

Продукционная система, таким образом, представляет собой базу знаний (правил продукций) и машину вывода – специальную программу «сопоставления по образцу». В зависимости от того, какие использованы продукции и каковы правила вывода, получаются различные продукционные системы.

Ядра продукций можно классифицировать по различным основаниям. Прежде всего различают детерминированные и недетерминированные ядра. При актуализации детерминированного ядра и выполнимости условия правая часть (действие) выполняется с неизбежностью (и степенью уверенности), в недетерминированных – с вероятностью.

Продукции также могут быть однозначными и альтернативными. Для альтернативных правил в правой части ядра указываются «альтернативные возможности выбора», которые оцениваются «весами выбора – $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ ».

В качестве $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ используются вероятностные оценки, лингвистические оценки, экспертные оценки и т. п.

Отдельно выделяют прогнозирующие продукции, в которых описываются последствия, ожидаемые при актуализации А, например: если А, то с вероятностью р можно ожидать В.



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 77 из 135

Назад

На весь экран

Продукционная база знаний (БЗ) состоит из набора фактов и правил. Программа, управляющая перебором правил, называется машиной вывода. Чаще всего вывод бывает прямой (от данных к поиску цели) или обратный (от цели для ее подтверждения — к данным).

Данные – это исходные факты, на основании которых запускается машина вывода, т. е. программа, перебирающая правила из базы.

Популярность продукционных правил объясняются несколькими причинами.

1. Большинство человеческих знаний можно представить в виде правил продукций.
2. Модульность продукции позволяет добавлять в систему новые продукции без изменения прежних.
3. Продукции могут реализовать любые алгоритмы и, следовательно, любые процедурные знания.
4. Параллелизм и асинхронность продукций делают их удобной моделью вычислений, отвечающей подобным требованиям новых поколений ЭВМ.

Продукционная модель (все еще) чаще других применяется в промышленных экспертных системах. Она привлекает разработчиков своей наглядностью, высокой модульностью, легкостью внесения дополнений и изменений и простотой механизма логического вывода.



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 78 из 135

Назад

На весь экран

Имеется большое число программных средств, позволяющих реализовать производственный подход:

- языки Prolog, Lisp14, LOGO15, OPS;
- «оболочки» или «пустые» ЭС, а именно EMYCIN, EXSYS, ESISP, ЭКСПЕРТ;
- инструментальные системы ПИЭС, СПЭИС и др.

Производственные модели имеют, по крайней мере, два серьезных недостатка. При большом числе продукций становится сложной проверка непротиворечивости системы продукций. Это заставляет при добавлении новых продукций тратить много времени на проверку.

Системе присуща недетерминированность (неоднозначность выбора выполняемой продукции из фронта активизируемых продукций), возникают принципиальные трудности при проверке корректности работы системы. Считается, что если в ИС число продукций достигнет тысячи (по другим источникам, полутора тысяч), то мало шансов, что система продукций во всех случаях будет правильно функционировать.

6.2 Представление знаний фреймами

Одну из наиболее психологически обоснованных и практически ценных моделей представления предложил Марвин Мински. В 1974 г. вы-



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 79 из 135

Назад

На весь экран

шла его книга «Фреймы для представления знаний», ставшая в определенном смысле «подведением черты» под работами практиков и крупных теоретиков как в области психологии, так и компьютерного моделирования психики.

В отличие от семантических сетей, разработанных первоначально для узкой задачи анализа текстов и потому охватывающих только отдельные этапы психической деятельности, теория фреймов является достаточно полной. В ней рассматриваются не только процессы мышления (их также рассматривают силлогистика Аристотеля, семантические сети), но и восприятие, распознавание, мышление и воображение (как одна из высочайших форм мышления).

Современный тезис о параллельности мышления («природной» параллельности процессов в мозге человека в силу огромного числа нейронов) в понимании М. Мински не является однозначным. Он признает параллельность за процессами высокого уровня (очень общего, и потому неприменимого к реальности без детализации), оперирующими некоторыми «глубинными структурами». К таким процессам он относит процесс воображения. Мышление и распознавание считает процессами по своей природе последовательными, оговаривая, впрочем, ряд исключений. Логический подход к представлению знаний считает априорно ограниченным и применимым только к учебным задачам.

В основе теории фреймов лежит восприятие фактов посредством полученной извне информации о некотором явлении с уже имеющимися



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 80 из 135

Назад

На весь экран

данными, накопленными опытным путем или полученными в результате вычислений. Когда человек попадает в новую ситуацию, он вызывает из своей памяти основную структуру, называемую фреймом. Фрейм (рамка) -это единица представления знаний, запомненная в прошлом, детали которой могут быть изменены согласно текущей ситуации. Класс некоторых объектов (процессов) может определяться одним типичным (базовым) объектом, который включает наиболее существенные характеристики объектов данного класса. Так некоторую характеристику объекта можно представить тройкой (Объект, атрибут_i, значение_i).

Собрав все тройки, касающиеся данного объекта, получим объектное представление области рассуждений, относительно данного объекта. Общая форма этого представления такова:

Объект(атрибут_i, значение_i), $i=1, \dots, m$.

Таким образом, вместо построения различных независимых формул строим более крупную структуру полной информации об объекте, которую называют фреймом. Если требуется информация о некотором объекте, то обращаются к соответствующему фрейму, внутри которого находятся свойства и факты относительно рассматриваемого объекта. Заметим, что объектное представление можно получить как из логического, так и из других представлений знаний.

Пример. Рассмотрим семантическую сеть (рис. 6.2):

Фрейм, соответствующий понятию поставка(Интеграл,Луч,Схема_14) имеет следующий вид: ФРЕЙМ (объект) Поставка Интеграл (Слот-



Кафедра
прикладной
математики
и
информатики

Начало

Содержание

Ваша кнопка

« « « «

Страница 81 из 135

Назад

На весь экран



Рис. 6.2: Семантическая сеть

1) Потребитель Луч (Слот-2) Товар Схема_ 14 (Слот-3) атрибуты значение имена слотов

Здесь каждая пара (атрибут, значение) является слотом. Нетрудно заметить, что фрейм содержит различные (наиболее важные) слоты, характеризующие данный объект "поставка".

Фрейм содержит как информационные, так и процедурные элементы, которые обеспечивают преобразование информации внутри фрейма и связи его с другими фреймами. Элементами фрейма являются так называемые слоты (от англ. slot-щель), которые могут быть пустыми и заполняться в процессе активизации фрейма в соответствии с определенными условиями. Таким образом, фреймы представляют собой декларативно- процедурные структуры, т.е. совокупность описаний и (возможно) связанных с ними процедур, доступ к которым выполняется прямо из фрейма.



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 82 из 135

Назад

На весь экран

Фрейм состоит из произвольного числа слотов, среди которых имеются системные слоты и слоты, определяемые пользователем. Каждый слот характеризуется определенной структурой и уникальным именем внутри данного фрейма. В качестве системных могут, например, быть определены следующие слоты: указатель фрейма-родителя, указатель прямого дочернего фрейма, пользователь фрейма, дата определения фрейма и его последней модификации, а также некоторые другие. Системные слоты используются при редактировании БД и управлении выводом.

Понятие «наследование свойств» позволяет фреймам заимствовать свойства, которые имеют другие фреймы. **УКАЗАТЕЛИ НАСЛЕДОВАНИЯ** касаются только фреймовых систем иерархического типа, основанных на отношениях «абстрактное – конкретное». Они показывают, какую информацию об атрибутах слотов во фрейме верхнего уровня наследуют слоты с такими же именами во фрейме нижнего уровня.

Структура данных фрейма. Фрейм можно представить в виде таблицы (отношения), строки которой соответствуют слотам фрейма, а столбцы - атрибутам (характеристикам) объекта. Имя таблицы является именем фрейма, и оно уникально. Каждый слот содержит следующие атрибуты: имя слота, указатель наследования, тип данных, значение слота, демон.

ТИП ДАННЫХ определяет, что слот либо имеет численное значение, либо является именем другого фрейма. К типам данных относятся: **FRAME** (указатель); **INTEGER** (целый); **REAL** (действительный);



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка

◀ | ▶

◀◀ | ▶▶

Страница 83 из 135

Назад

На весь экран

BOOL (булев); LISP (присоединенная процедура); TEXT (текст); LIST (список); TABLE (таблица); EXPRESSION (выражение) и др.

ЗНАЧЕНИЕ СЛОТА соответствует указанному типу данных этого слота; кроме того, должно выполняться условие наследования. Значениями слотов могут быть имена других фреймов, что обеспечивает связь (вложенность) между фреймами.

ДЕМОН - автоматически запускаемая процедура при обращении к слоту и выполнении некоторого условия. Например, демон типа IF-NEEDED запускается, если в момент обращения к слоту его значение не было установлено; IF-ADDED запускается при подстановке в слот значения, IF-REMOVED - при стирании значения слота.

Присоединенная процедура может использоваться в качестве значения слота и запускаться по сообщению, переданному из другого фрейма. Когда мы говорим, что фреймы, как модели представления знаний, объединяют декларативные и процедурные знания, то считаем демоны и присоединенные процедуры процедурными знаниями.

Рассмотрим основные свойства фреймов.

1. Базовый тип. Базовые фреймы используются для указания наиболее важных объектов, позволяют добиться быстрого понимания сущности данного предмета. На основании базовых фреймов строятся фреймы для новых состояний. При этом каждый фрейм содержит слот-указатель подструктуры, что позволяет различным фрей-



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка

◀ ▶

◀◀ ▶▶

Страница 84 из 135

Назад

На весь экран

мам совместно использовать одинаковые части.

2. Процесс сопоставления. Во фреймовой системе осуществляется поиск фрейма, который соответствует (релевантен) цели (данной ситуации). Другими словами, сопоставляются значения (ограничения) слота фрейма во фреймовой системе со значениями атрибутов цели. Процесс сопоставления осуществляется следующим образом;

- (a) Сначала с помощью предложения и интуиции выбирается некоторый базовый фрейм с учетом выявленных особенностей, релевантности, т.е. посредством подфреймов, данный фрейм подтверждает или нет свою релевантность. При этом в соответствии с текущей целью определяется какое ограничение слота следует использовать при сопоставлении. Если фрейм подходит, то процесс сопоставления завершается, в противном случае выполняется пункт (b).
- (b) Если в данном фрейме имеется слот, значение которого отрицательно влияет на сопоставление, то нужно присвоить слоту надлежащее значение.
- (c) Если два предыдущих шага не дают результата, то управление передается другому надлежащему фрейму этой или другой фреймовой системы. Если последнее сопоставление заканчивается безрезультатно, то задача не имеет решения.



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 85 из 135

Назад

На весь экран

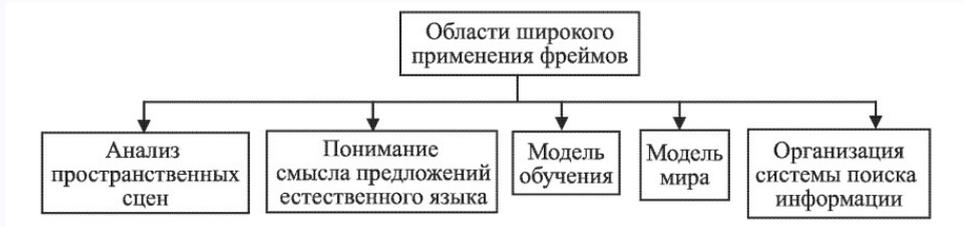


Рис. 6.3: Применение фреймовых моделей

3. Иерархическая структура. Фрейм обычно соответствует некоторой иерархической структуре, особенность которой состоит в том, что значения атрибутов фрейма верхнего уровня совместно используются всеми фреймами нижних уровней, связанных с верхними. Такая структура позволяет удобно систематизировать и записать схожие понятия, добавлять новые понятия или знания в соответствующие позиции иерархии, упрощает обнаружение противоречий в знаниях, просмотр знаний и делает фреймовую систему более гибкой.

На практике наибольшее распространение модель, основанная на фреймах, получила в объектно-ориентированном программировании и теории объектных баз данных. Современное понятие объекта языка программирования довольно точно соответствует классическому понятию фрейма. Основными свойствами фреймов, используемыми в современных языках, являются: инкапсуляция, наследование и полиморфизм объектов.



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка

◀ ▶

◀◀ ▶▶

Страница 86 из 135

Назад

На весь экран

Инкапсуляция — единство данных и методов в рамках объекта.

Наследование — способность объекта пользоваться методами и данными, определенными в рамках одного из его предков.

Полиморфизм — способность объекта в разные моменты времени вести себя по-разному, то как объект своего типа, то как объект типа любого из предков.

Различают фреймы-образцы (прототипы, абстрактные классы), хранящиеся в базе знаний, и фреймы-экземпляры (объекты), которые создаются для отображения реальных ситуаций на основе поступающих данных. Для простоты поиска нужного фрейма их типизируют:

- фреймы-структуры (матрица сканера, конструкция дома);
- фреймы-роли (операционист, покупатель, директор);
- фреймы-сценарии (поход в ресторан, день рождения).

Записывают фреймы в виде таблиц.

Пример.

В сети фреймов понятие «абстрактный легковой автомобиль» наследует свойства фреймов «абстрактный технический объект» и «абстрактный автомобиль», которые находятся на более высоком уровне иерархии. На вопрос: «Способен ли автомобиль перемещаться в пространстве?» следует ответ: «Да», так как этим свойством обладает класс-предок. Наследование свойств может быть частичным, как свойство «назначение».



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка

◀ ▶

◀◀ ▶▶

Страница 87 из 135

Назад

На весь экран



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Имя фрейма: абстрактный технический объект			
Имя слота	Значение слота	Присоединенная процедура	Тип слота
Тип объекта	Технический	Нет	АКО
Положение	$X = 20; Y = 20; Z = 50$	Двигаться	То же
Назначение	Перемещение массы в пространстве	Нет	То же

Имя фрейма: абстрактный автомобиль			
Имя слота	Значение слота	Присоединенная процедура	Тип слота
Предок	Абстрактный технический объект	Нет	АКО
Положение	$X = 20; Y = 20; Z = 50$	Ездить	То же
Назначение	Перемещение массы в пространстве	Нет	То же
Ограничение скорости	120 км/час	Нет	То же

Начало

Содержание

Ваша кнопка

◀ ▶

◀◀ ▶▶

Страница 88 из 135

Назад

На весь экран

Имя фрейма: абстрактный легковой автомобиль			
Имя слота	Значение слота	Присоединенная процедура	Тип слота
Предок	Абстрактный автомобиль	Нет	АКО
Положение	$X = 20; Y = 20; Z = 50$	Ездить	То же
Назначение	Перемещение пассажиров	Грузить	То же
Ограничение скорости	120 км/час	Нет	То же

Фреймовая модель имеет ряд безусловных достоинств. В первую очередь следует сказать, что это едва ли не единственная глубинная модель, хорошо обоснованная теоретически. Ее практическая реализация — построение микромиров — позволяет сосредоточиться на свойствах и поведении участников микромира, предоставив им самим организовать свое взаимодействие на основе правил, привычек, сценариев и просто случайностей. Благодаря этим замечательным свойствам, фреймовая модель позволяет значительно отодвинуть тот предел применимости по размерности системы, который имеет каждая модель (см., например, правила продукции).

Фреймовая модель позволяет хорошо систематизировать иерархию объектов реального мира, справляясь даже с задачами численной таксономии, за счет введения абстрактных классов. Модель реализована во многих языках программирования и специальных языках представления



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка

◀ ▶

◀◀ ▶▶

Страница 89 из 135

Назад

На весь экран

знаний (FRL – Frame Representation Language), успешно использована в ряде известных экспертных систем: ANALYST, МОДИС и др.

К недостаткам модели следует отнести, по-видимому, некоторые затруднения, возникающие при обмене большими порциями данных между двумя объектами. Собственно, фрейм в классическом виде, описанный М. Мински, вообще не предполагает никакого обмена.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое представление знаний? Какие способы представления знаний вы знаете?
2. Как осуществляется представление знаний с помощью продукционных правил и чем объясняется популярность такого представления?
3. Что такое фрейм? Опишите основные структурные части фрейма.
4. Перечислите основные свойства фреймов.
5. Какие свойства фреймов используются в современных языках программирования?
6. Перечислите достоинства фреймовой модели и ее недостатки.



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 90 из 135

Назад

На весь экран

ЛЕКЦИЯ 7

Экспертные системы

7.1 Понятие экспертной системы

Широкую практическую известность методы ИИ получили при создании особого класса программ, называемых «Экспертными системами».

Первые такие программы появились в конце 60-х гг. прошлого века и предназначались для создания искусственного «сверхразума» в некоторой предметной области. Например, программа MYCIN мыслилась как «сверхдоктор» в области гематологии, CASNET — в области глазных болезней; различные модификации программы ELIZA претендовали на роль «суперпсихолога» и т. д.

В 60-70-х гг. большинство ЭС мыслились как некоторый программный механизм, позволяющий аккумулировать опыт лучших людей-экспертов (в некоторой предметной области), а затем консультировать менее опытных пользователей. Классические базы данных (основная теория которых к этому моменту уже сформировалась) не подходили на эту роль, потому что их язык запросов не являлся достаточно гибким, чтобы описать все многообразие запросов реального языка (мира); кроме того языки запросов к БД не допускали рекурсивности, т. е. возможности вызова запросом самого себя. В рамках такого подхода сформировались основ-



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка

«

Страница 91 из 135

Назад

На весь экран

ные черты современной технологии применения и построения ЭС.

В современном понимании экспертная система – это узкоспециализированный программный комплекс, позволяющий либо очень быстро принимать стандартные решения (чаще всего по управлению техническими объектами), либо на основе длительного диалога с пользователем помогать в выборе некоторого решения (путем оценки вариантов, предлагаемых пользователем, и их коррекции с учетом множества факторов, возможно неизвестных пользователю, а также предложения собственных вариантов решения и их коррекции в соответствии с целями пользователя (см. рисунок 7.1).

7.2 Структура ЭС

На рис. 7.2 приведена очень общая структура абстрактной экспертной системы. Скорее всего не существует реальных экспертных систем, полностью соответствующих приведенной структуре. Реальные ЭС содержат большое количество дополнительных блоков, специфичных для каждой предметной области.

Главным структурным отличием ЭС от всех других типов программ является наличие базы знаний и, как следствие, способность к обучению и самообучению. Ее конкретный вид сильно зависит от избранной модели представления знаний, но в наиболее общем виде она всегда будет содержать фактуальную и алгоритмическую части.



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 92 из 135

Назад

На весь экран



Рис. 7.1: Технологии взаимодействия предметного специалиста с ЭВМ с использованием ЭС и традиционная



Кафедра
прикладной
математики
и
информатики

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 93 из 135

Назад

На весь экран

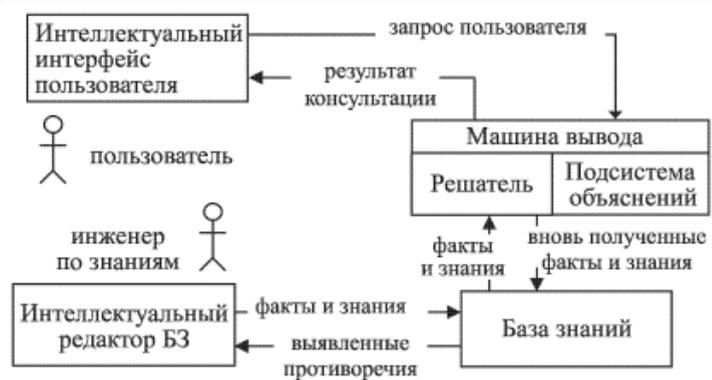


Рис. 7.2: Общая структура экспертной системы

Машина вывода – это программа, ответственная за порядок и способ актуализации алгоритмической части БЗЗ. Для разных МПЗ она, естественно, различна.

Подсистема объяснений – это один из важнейших элементов ЭС, который в значительной мере определяет эффективность ее практического использования. Практическая реализация подсистемы объяснений часто использует те же процедуры, что и решатель, только в другом порядке. Поэтому часто можно считать, что машина вывода состоит из решателя и подсистемы объяснений. Специфика задач, решаемых интеллектуальными системами, такова, что очень часто ценность имеет не само решение, полученное человеком или машиной, а процесс – ход решения, полученного человеком в диалоге с машиной.



Кафедра
прикладной
математики
и
информатики

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 94 из 135

Назад

На весь экран

Подсистема объяснений – это программный механизм получения ответа на вопрос «А почему так?» или «А почему так, а не так?» относительно решения в целом и его элементов (шагов) в отдельности.

Не все интеллектуальные системы обладают такой способностью (имеют подсистему объяснений). Ее отсутствие может быть связано с трудностью программирования, но чаще с недостатками самой модели ПЗ. В классическом смысле подсистема объяснений существует только у систем, основанных на правилах продукций и семантических сетях.

Интеллектуальный редактор БЗ – это программа, позволяющая добавлять, удалять, модифицировать факты и правила, содержащиеся в БЗ. Определение «интеллектуальный» применительно к редактору БЗ стало активно использоваться в конце XX в. Под «интеллектом» применительно к данному классу программ понимается способность обеспечить целостность, корректность и непротиворечивость БЗ. Аналогичная проблема в теории баз данных решается при помощи ключей и нормализации, однако для концепции знаний такое решение не подходит. Основная причина состоит в том, что знания представляют собой нечто единое, целое и многозначное.

Отдельно вырванный из контекста элемент знаний не имеет смысла, поэтому, чтобы осуществить любую операцию над БЗ (добавление, удаление, модификация записи), необходимо проверить соблюдение целостности, корректности и непротиворечивости всей БЗ, причем на некоторую заданную глубину.



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка

◀ ▶

◀◀ ▶▶

Страница 95 из 135

Назад

На весь экран

Рассмотрим подробнее, что означает «некоторая заданная глубина». Дело в том, что знания по своей природе обладают рекурсивностью – «вложенностью». Находясь в хранилище (в БЗ), элементы знаний образуют причудливые и часто трудно понимаемые человеком смысловые цепочки. Любой новый добавленный элемент становится как бы «мостом» между ними, что приводит к образованию новых, более крупных цепочек. На конце каждой такой цепочки – некоторый новый вывод относительно предметной области. Этот новый вывод вполне может прийти в противоречие с тем, что уже содержалось в базе ранее. Такие противоречия не только не исключение, а основной режим работы интеллектуальной системы, поскольку их появления заставят проверить и уточнить факты и правила, а также критически оценить правильность и точность того нового знания (моста), которое только что было внесено в систему. Пример. Предположим, в системе содержатся записи:

«Джон отец Мэри»;

«Мэри мать Билла».

Вы пытаетесь внести запись: «Билл внук Тома». Система обнаруживает противоречие на глубине 2, т. к. согласно имеющимся сведениям «Билл внук Джона»! Система требует уточнить, «точно ли это один и тот же Билл», и если выясняется, что разные, то модифицирует базу знаний:

«Джон отец Мэри»;

«Мэри мать Билла Джоскинза»;



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 96 из 135

Назад

На весь экран

«Билл О’Нил внук Тома».

Или исправляет ошибку:

«Том отец Мэри»;

«Мэри мать Билла»;

«Билл внук Тома».

Интеллектуальный интерфейс пользователя – это программа, ответственная за организацию такого диалога с пользователем, который оптимальным образом приводит к достижению цели общения человека с ЭС. Так же как и в случае с редактором БЗ, определение «интеллектуальный» стало активно применять в конце XX в.

«Интеллектуальность» интерфейса заключается в том, что в ходе диалога система помогает пользователю уточнить или совсем переформулировать цель его консультации с экспертной системой. Такая необходимость действительно имеет место быть, поскольку современные объекты, процессы, явления, моделируемые при помощи ЭС, настолько большие и сложные, что конечный пользователь не может помнить (а иногда и знать вообще) даже их имена (названия) и, следовательно, просто не способен грамотно сформулировать запрос и получить ответ.

7.3 Задачи, решаемые ЭС

1. Интерпретация данных. Это одна из традиционных задач для экспертных систем. Под интерпретацией понимается процесс опреде-



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 97 из 135

Назад

На весь экран

ления смысла данных, результаты которого должны быть согласованными и корректными. Обычно предусматривается многовариантный анализ данных. Примеры: обнаружение и идентификация различных типов океанских судов по результатам аэрокосмического сканирования – SIAP, определение основных свойств личности по результатам психодиагностического тестирования в системах АВ-ТАНТЕСТ и МИКРОЛЮШЕР и др.

2. Диагностика. Под диагностикой понимается процесс соотнесения объекта с некоторым классом объектов и/или обнаружение неисправности в некоторой системе. Неисправность — это отклонение от нормы. Такая трактовка позволяет с единых теоретических позиций рассматривать и неисправность оборудования в технических системах, и заболевания живых организмов, и всевозможные природные аномалии. Важной спецификой является здесь необходимость понимания функциональной структуры («анатомии») диагностирующей системы. Примеры: диагностика и терапия сужения коронарных сосудов – ANGY, диагностика ошибок в аппаратуре и математическом обеспечении ЭВМ – система CRIB и др.

3. Мониторинг. Основная задача мониторинга – непрерывная интерпретация данных в реальном масштабе времени и сигнализация о выходе тех или иных параметров за допустимые пределы. Главные проблемы — «пропуск» тревожной ситуации и инверсная за-



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 98 из 135

Назад

На весь экран

дача «ложного» срабатывания. Сложность этих проблем в размытости симптомов тревожных ситуаций и необходимость учета временного контекста. Примеры: контроль за работой электростанций СПРИНТ, помощь диспетчерам атомного реактора – REACTOR, контроль аварийных датчиков на химическом заводе – FALCON и др.

4. Проектирование. Проектирование состоит в подготовке спецификаций на создание «объектов» с заранее определенными свойствами. Под спецификацией понимается весь набор необходимых документов – чертёж, пояснительная записка и т. д. Основные проблемы здесь – получение четкого структурного описания знаний об объекте и проблема «следа». Для организации эффективного проектирования и в еще большей степени перепроектирования необходимо формировать не только сами проектные решения, но и мотивы их принятия. Таким образом, в задачах проектирования тесно связываются два основных процесса, выполняемых в рамках соответствующей ЭС: процесс вывода решения и процесс объяснения. Примеры: проектирование конфигураций ЭВМ VAX – 11/780 в системе XCON (или R1), проектирование БИС – CADHELP, синтез электрических цепей – SYN и др.

5. Прогнозирование. Прогнозирование позволяет предсказывать последствия некоторых событий или явлений на основании анализа



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 99 из 135

Назад

На весь экран

имеющихся данных. Прогнозирующие системы логически выводят вероятные следствия из заданных ситуаций. В прогнозирующей системе обычно используется параметрическая динамическая модель, в которой значения параметров «подгоняются» под заданную ситуацию. Выводимые из этой модели следствия составляют основу для прогнозов с вероятностными оценками. Примеры: предсказание погоды – система WILLARD, оценки будущего урожая – PLANT, прогнозы в экономике – ECON и др.

6. Планирование. Под планированием понимается нахождение планов действий, относящихся к объектам, способным выполнять некоторые функции. В таких ЭС используются модели поведения реальных объектов с тем, чтобы логически вывести последствия планируемой деятельности. Примеры: планирование поведения робота – STRIPS, планирование промышленных заказов – ISIS, планирование эксперимента – MOLGEN и др.
7. Обучение. Под обучением понимается использование компьютера для обучения какой-то дисциплине или предмету. Системы обучения диагностируют ошибки при изучении какой-либо дисциплины с помощью ЭВМ и подсказывают правильные решения. Они аккумулируют знания о гипотетическом «ученике» и его характерных ошибках, затем в работе они способны диагностировать слабости в познаниях обучаемых и находить соответствующие средства для их



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 100 из 135

Назад

На весь экран

ликвидации. Кроме того, они планируют акт общения с учеником в зависимости от успехов ученика с целью передачи знаний. Примеры: обучение языку программирования ЛИСП в системе «Учитель ЛИСПа», система PROUST – обучение языку Паскаль и др.

8. Управление. Под управлением понимается функция организованной системы, поддерживающая определенный режим деятельности. Такого рода ЭС осуществляют управление поведением сложных систем в соответствии с заданными спецификациями. Примеры: помощь в управлении газовой котельной – GAS, управление системой календарного планирования Project Assistant и др.

9. Поддержка принятия решений. Поддержка принятия решения – это совокупность процедур, обеспечивающая лицо, принимающее решение, необходимой информацией и рекомендациями, облегчающими процесс принятия решения. Эти ЭС помогают специалистам выбрать и/или сформировать нужную альтернативу среди множества выборов при принятии ответственных решений. Примеры: выбор стратегии выхода фирмы из кризисной ситуации – CRYISIS, помощь в выборе страховой компании или инвестора – CHOICE и др.



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 101 из 135

Назад

На весь экран

7.4 Основные этапы разработки ЭС

Технология создания традиционных типов ПО предполагает следующие этапы: анализ требований, проектирование, программирование и отладка, тестирование.

Технология создания интеллектуальных систем имеет ряд особенностей в их реализации (7.3).

Как Вы видите, появляется ряд новых стадий. Рассмотрим некоторые стадии подробнее.

1. Анализ требований предполагает выявление основных сущностей, с которыми должна оперировать ЭС, а также возможных типов взаимосвязей между этими сущностями. На этом этапе оговариваются типичные запросы, на которые должна уметь отвечать система, а также границы применимости этих запросов. Например, ЭС анализа родственных связей на основе базы данных паспортного стола должна уметь выявлять «сводных братьев».
2. Анализ предметной области предполагает рассмотрение всех возможных сущностей и отношений между ними, ограничение самой предметной области и математическое описание возможных и допустимых типов сущностей и отношений. Например, для БД паспортного стола возможными сущностями будут: «мужчина», «женщина», «дом», «квартира», «улица». Отношениями: «муж», «жена»,



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка

◀ ▶

◀◀ ▶▶

Страница 102 из 135

Назад

На весь экран

Этапы разработки ЭС

Наименование этапа	Решаемые задачи	Сроки
1. Анализ требований	Выбор проблемы; определение режимов работы будущей ЭС; определение требований к адекватности и точности результатов работы будущей ЭС	2–4 недели
2. Анализ предметной области	Выделение сущностей в предметной области, непосредственно относящихся к решаемой задаче; предварительное выделение фактов и правил, непосредственно относящихся к решаемой задаче	До полугода
3. Проектирование: 3.1. разработка прототипа; 3.2. оценка	Предварительный выбор МПЗ; предварительная разработка логической структуры; предварительная разработка программной структуры; предварительное кодирование и испытания на возможно большем материале (в короткие сроки); возврат к проектированию или анализу требований	4–8 недель
4. Программирование и отладка: 4.1. кодирование; 4.2. доработка до промышленной; 4.3. стыковка ЭС	Выбор языка программирования; кодирование, создание интерфейса, службы помощи и документации; интеграция ЭС в технологический процесс предприятия; предварительное обучение путем заполнения баз знаний результатами работы других ЭС	4–8 недель
5. Обучение	Работа ЭС в режиме решения реальных задач под присмотром инженера по знаниям (редактирует БЗ)	До полугода
6. Сверка с эталоном	Проведение показательных экспериментов и определение степени достижения целей проекта по созданию ЭС	1 неделя
7. Поддержка ЭС	Поиск логических и программных ошибок, выпуск новых версий, адаптация к изменившимся условиям эксплуатации	До 5 лет

Рис. 7.3: Этапы разработки ИС



Кафедра
прикладной
математики
и
информатики

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 103 из 135

Назад

На весь экран

«дочь», «сын», «брат», «зять», «сводный брат» и т. д. Степень детализации как раз и определит возможности ЭС.

3. Проектирование ЭС предполагает создание структуры ЭС. Существенной особенностью проектирования ЭС является зависимость структуры от избранной модели представления знаний. Так, например, выбор в качестве базовой продукционной модели автоматически означает использование редактора правил; выбор фреймовой модели – редактора объектов; выбор вероятностной модели – редактора вероятностей. Вы заметили, что во всех трех случаях необходим редактор базы знаний, что позволяет изобразить некоторую абстрактную структуру ЭС, которой удовлетворяет почти любая реальная система (рис. 7.4).

Таким образом, механизм работы ЭС можно описать следующими шагами:

1. инженер по знаниям наполнил БЗ (обучил ЭС);
2. пользователь задал системе запрос;
3. интеллектуальный интерфейс уточнил запрос и сформулировал цель для машины вывода;
4. машина вывода попыталась достичь заданную цель на основе знаний, полученных из БЗ;



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 104 из 135

Назад

На весь экран

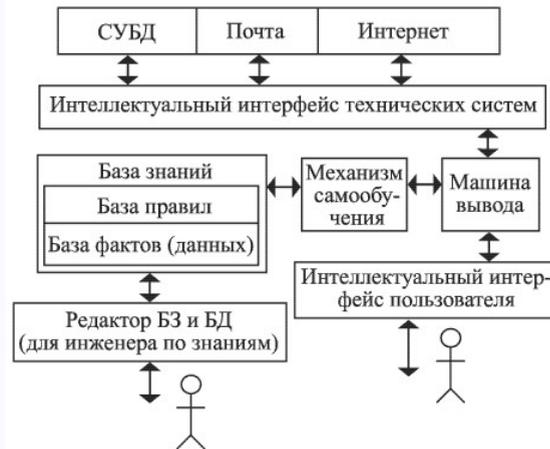


Рис. 7.4: Уточненная схема ЭС

5. цель не была достигнута из-за недостатка данных;
6. интеллектуальный интерфейс технических систем связался с соответствующими источниками данных;
7. машина вывода вновь попыталась достичь цель;
8. цель не была достигнута из-за получения противоречивых выводов;
9. для разрешения возникших противоречий запустился механизм самообучения, который попытался разрешить возникшие противоречия на основе заложенных в него правил;



Кафедра
прикладной
математики
и
информатики

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 105 из 135

Назад

На весь экран

10. новые знания, полученные в ходе работы механизма самообучения, поступили в редактор БЗ;
11. инженер по знаниям принял или отверг новые знания и факты;
12. новые знания и факты занесены в БД и БЗ;
13. возврат к п. 4.

Главное отличие ЭС от других программных средств – это наличие базы знаний, в которой знания хранятся в виде совокупности записей на некотором языке представления знаний (ЯПЗ), который позволяет легко изменять и дополнять базу знаний в форме, понятной специалистам – разработчикам экспертной системы. До последнего времени именно различные ЯПЗ были центральной проблемой при разработке ЭС. Сейчас существуют десятки языков или моделей представления знаний. Наибольшее распространение получили следующие модели: продукции, семантические сети, фреймы, исчисление предикатов 1-го порядка, объектно-ориентированные языки и др. Для этих моделей существует соответствующая математическая нотация, разработаны системы программирования, реализующие эти ЯПЗ, и имеется большое число реальных коммерческих ЭС.

Выбор той или иной модели определяется структурой знаний в конкретной предметной области. Выявление структуры предшествует выбору ЯПЗ и разработке базы знаний. Обоснование и конкретизация эле-

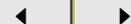


*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 106 из 135

Назад

На весь экран

ментов знаний и их взаимосвязей происходят чаще всего в непосредственном контакте со специалистами предметной области – экспертами. Этот процесс называется извлечением знаний. Разработчики экспертных систем, занимающиеся извлечением и структурированием знаний, называются инженерами по знаниям.

Вопросы для самоконтроля

1. Что называется экспертной системой? Приведите примеры современных экспертных систем.
2. Расскажите о структуре экспертной системы.
3. Являются ли появляющиеся противоречия в экспертной системе нарушением ее работы? Приведите примеры подобных ситуаций.
4. Перечислите задачи, решаемые экспертными системами, дайте их краткую характеристику.
5. Перечислите основные этапы разработки экспертных систем.
6. Какие проблемы возникают при разработке экспертных систем?
7. Кто такой инженер по знаниям и каковы его основные функции?



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 107 из 135

Назад

На весь экран

ЛЕКЦИЯ 8

Понятие документальной информационно-поисковой системы. Классификация ДИПС

В развитии программного обеспечения СУБД в 70-е—80-е годы преваляло направление, связанное с фактографическими информационными системами, т. е. с системами, ориентированными на работу со структурированными данными. Были разработаны основы и модели организации фактографических данных, отработаны программно-технические решения по накоплению и физическому хранению таких данных, реализованы специальные языки запросов к базам данных и решен целый ряд других задач по эффективному управлению большими объемами структурированной информации. В результате основу информационного обеспечения деятельности предприятий и организаций к началу 90-х годов составили фактографические информационные системы, вобравшие в себя в совокупности колоссальный объем структурированных данных.

Вместе с тем создание и эксплуатация фактографических информационных систем требует либо изначально структурированных данных, таких, например, как отчеты датчиков в АСУ ТП, финансовые массивы бухгалтерских АИС и т. д., либо предварительной структуризации данных, как, например, в информационной системе кадрового подразделения, где все данные по сотрудникам структурируются по ряду формализованных позиций. При этом зачастую структуризация данных требует



Кафедра
прикладной
математики
и
информатики

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 108 из 135

Назад

На весь экран

больших накладных, в том числе и организационных расходов, что, в конечном счете, приводит к материальным издержкам информатизации.

Кроме того, входные информационные потоки в целом ряде организационно-технологических и управленческих сфер представлены неструктурированными данными в виде служебных документов и иных текстовых источников. Извлечение из текстов данных по формализованным позициям для ввода в фактографические системы может приводить к ошибкам и потере части информации, которая в исходных источниках имеется, но в силу отсутствия в схеме базы данных адекватных элементов не может быть отражена в банке данных фактографических АИС.

В результате, несмотря на интенсивное развитие и распространение фактографических информационных систем, огромная часть неструктурированных данных, необходимых для информационного обеспечения деятельности различных предприятий и организаций, остается в неавтоматизированном или слабо автоматизированном виде. К таким данным относятся огромные массивы различной периодики, нормативно-правовая база, массивы служебных документов делопроизводства и документооборота.

Потребности в системах, ориентированных на накопление и эффективную обработку неструктурированной или слабоструктурированной информации привели к возникновению еще в 70-х годах отдельной ветви программного обеспечения систем управления базами данных, на основе которых создаются документальные информационные системы.



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 109 из 135

Назад

На весь экран

Однако теоретические исследования вопросов автоматизированного информационного поиска документов, начавшись еще в 50-х—60-х годах, к сожалению, не получили такой строгой, полной и в то же время технически реализуемой модели представления и обработки данных, как реляционная модель в фактографических системах. Не получили также стандартизации (как язык SQL) и многочисленные попытки создания универсальных так называемых информационно-поисковых языков, предназначенных для формализованного описания смыслового содержания документов и запросов по ним. В итоге, несмотря на то, что первые системы автоматизированного информационного поиска документов появились еще в 60-х годах, развитые коммерческие информационно-поисковые системы, ориентированные на накопление и обработку текстовых документов, получили распространение лишь в конце 80-х — начале 90-х годов.

Напомним, что в фактографических информационных системах единственным элементом данных, имеющим отдельное смысловое значение, является запись, образуемая конечной совокупностью полей-атрибутов. Иначе говоря, информация о предметной области представлена набором одного или нескольких типов, структурированных на отдельные поля, записей.

В отличие от фактографических информационных систем, единственным элементом данных в документальных информационных системах является неструктурированный на более мелкие элементы документ. В

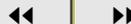
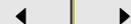


*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 110 из 135

Назад

На весь экран

качестве неструктурированных документов в подавляющем большинстве случаев выступают, прежде всего, текстовые документы, представленные в виде текстовых файлов, хотя к классу неструктурированных документированных данных могут также относиться звуковые и графические файлы.

Основной задачей документальных информационных систем является накопление и предоставление пользователю документов, содержание, тематика, реквизиты и т. п. которых адекватны его информационным потребностям. Поэтому можно дать следующее определение документальной информационной системы — единое хранилище документов с инструментарием поиска и отбора необходимых документов. Поисковый характер документальных информационных систем исторически определил еще одно их название — информационно-поисковые системы (ИПС), хотя этот термин не совсем полно отражает специфику документальных ИС. Соответствие найденных документов информационным потребностям пользователя называется пертинентностью. В силу теоретических и практических сложностей с формализацией смыслового содержания документов пертинентность относится скорее к качественным понятиям, хотя, как будет рассмотрено ниже, может выражаться определенными количественными показателями.

В зависимости от особенностей реализации хранилища документов и механизмов поиска документальные ИПС можно разделить на две группы:



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 111 из 135

Назад

На весь экран

- системы на основе индексирования;
- семантически-навигационные системы.

В семантически-навигационных системах документы, помещаемые в хранилище (в базу) документов, оснащаются специальными навигационными конструкциями, соответствующими смысловым связям (отсылкам) между различными документами или отдельными фрагментами одного документа. Такие конструкции реализуют некоторую семантическую (смысловую) сеть в базе документов. Способ и механизм выражения информационных потребностей в подобных системах заключаются в явной навигации пользователя по смысловым отсылкам между документами. В настоящее время такой подход реализуется в гипертекстовых ИПС.

В системах на основе индексирования исходные документы помещаются в базу без какого-либо дополнительного преобразования, но при этом смысловое содержание каждого документа отображается в некоторое поисковое пространство. Процесс отображения документа в поисковое пространство называется индексированием и заключается в присвоении каждому документу некоторого индекса-координаты в поисковом пространстве. Формализованное представление (описание) индекса документа называется поисковым образом документа (ПОД). Пользователь выражает свои информационные потребности средствами и языком поискового пространства, формируя поисковый образ запроса (ПОЗ) к



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 112 из 135

Назад

На весь экран

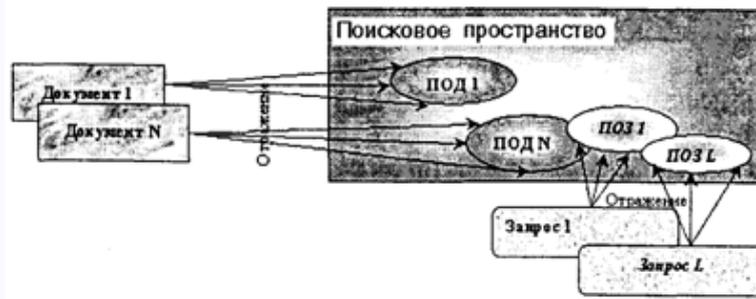


Рис. 8.1: Общий принцип устройства и функционирования документальных ИПС на основе индексирования

базе документов. Система на основе определенных критериев и способов ищет документы, поисковые образы которых соответствуют или близки поисковым образам запроса пользователя, и выдает соответствующие документы. Соответствие найденных документов запросу пользователя называется релевантностью. Схематично общий принцип устройства и функционирования документальных ИПС на основе индексирования иллюстрируется на рис. 8.1.

Особенностью документальных ИПС является также то, что в их функции, как правило, включаются и задачи информационного оповещения пользователей по всем новым поступающим в систему документам, соответствующим заранее определенным информационным потребностям пользователя. Принцип решения задач информационного оповещения в документальных ИПС на основе индексирования аналогичен



Кафедра
прикладной
математики
и
информатики

Начало

Содержание

Ваша кнопка

« « « «

Страница 113 из 135

Назад

На весь экран

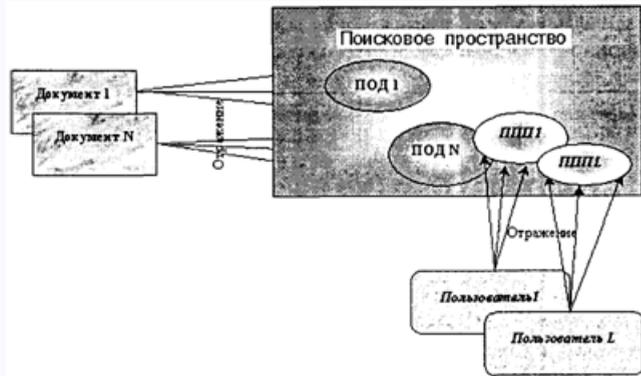


Рис. 8.2: Принцип решения задач информационного оповещения в документальных ИПС на основе индексирования

принципу решения задач поиска документов по запросам и основан на отображении в поисковое пространство информационных потребностей пользователя в виде так называемых поисковых профилей пользователей (ППП). Информационно-поисковая система по мере поступления и индексирования новых документов сравнивает их образы с поисковыми профилями пользователей и принимает решение о соответствующем оповещении. Принцип решения задач информационного оповещения схематично иллюстрируется на рис. 8.2.

Поисковое пространство, отображающее поисковые образы документов и реализующее механизмы информационного поиска документов так же, как и в СУБД фактографических систем, строится на основе языков



Кафедра
прикладной
математики
и
информатики

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 114 из 135

Назад

На весь экран

документальных баз данных, называемых информационно-поисковыми языками (ИПЯ). Информационно-поисковый язык представляет собой некоторую формализованную семантическую систему, предназначенную для выражения содержания документа и запросов по поиску необходимых документов. По аналогии с языками баз данных фактографических систем ИПЯ можно разделить на структурную и манипуляционную составляющие.

Структурная составляющая ИПЯ (поискового пространства) документальных ИПС на основе индексирования реализуется индексными указателями в форме информационно-поисковых каталогов, тезаурусов и генеральных указателей.

Информационно-поисковые каталоги являются традиционными технологиями организации информационного поиска в документальных фондах библиотек, архивов и представляют собой классификационную систему знаний по определенной предметной области. Смысловое содержание документа в информационно-поисковых каталогах отображается тем или иным классом каталога, а индексирование документов заключается в присвоении каждому документу специального кода (индекса), соответствующего по содержанию класса (классов) каталога и создания на этой основе специального индексного указателя.

Тезаурус представляет собой специальным образом организованную совокупность основных лексических единиц (понятий) предметной области (словарь терминов) и описание парадигматических отношений



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 115 из 135

Назад

На весь экран

между ними. Парадигматические отношения выражаются семантическими отношениями между элементами словаря, не зависящими от любого контекста. Независимость от контекста означает обобщенность (абстрагированность) смысловых отношений, например отношения «род-вид», «предмет-целое», «субъект-объект-средство-место-время действия». Так же, как и в информационно-поисковых каталогах, в системах на основе тезаурусов в информационно-поисковое пространство отображается не весь текст документа, а только лишь выраженное средствами тезауруса смысловое содержание документа.

Генеральный указатель (глобальный словарь-индекс) в общем виде представляет собой перечисление всех слов (словоформ), имеющих в документах хранилища, с указанием (отсылками) координатного местонахождения каждого слова (№ документа — № абзаца — № предложения — № слова). Индексирование нового документа в таких системах производится через дополнение координатных отсылок тех словоформ генерального указателя, которые присутствуют в новом документе. Так как поисковое пространство в таких системах отражает полностью весь текст документа (все слова документа), а не только его смысловое содержание, то такие системы получили название полнотекстовых ИПС.

Структурная составляющая ИПЯ семантически-навигационных систем реализуется в виде техники смысловых отсылок в текстах документов и специальном навигационном интерфейсе по ним и в настоящее время представлена гипертекстовыми технологиями.



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 116 из 135

Назад

На весь экран

Поисковая (манипуляционная) составляющая ИПЯ реализуется дескрипторными и семантическими языками запросов.

В дескрипторных языках документы и запросы представляются наборами некоторых лексических единиц (слов, словосочетаний, терминов) — дескрипторов, не имеющих между собой связей, или, как еще говорят, не имеющих грамматики. Таким образом, каждый документ или запрос ассоциируется или, лучше сказать, представлен некоторым набором дескрипторов. Поиск осуществляется через поиск документов с подходящим набором дескрипторов. В качестве элементов-дескрипторов выступают либо элементы словаря ключевых терминов, либо элементы генерального указателя (глобального словаря всех словоформ). В силу отсутствия связей между дескрипторами, набор которых для конкретного документа и конкретного запроса выражает, соответственно, поисковый образ документа — ПОД или поисковый образ запроса ПОЗ, такие языки применяются, прежде всего, в полнотекстовых системах.

Семантические языки содержат грамматические и семантические конструкции для выражения (описания) смыслового содержания документов и запросов. Все многообразие семантических языков подразделяется на две большие группы:

- предикатные языки;
- реляционные языки.



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 117 из 135

Назад

На весь экран

В предикатных языках в качестве элементарной осмысленной конструкции высказывания выступает предикат, который представляет собой *многоместное отношение* некоторой совокупности грамматических элементов. Многоместность отношения означает, что каждый элемент предиката играет определенную роль для группы лексических элементов в целом, но не имеет конкретных отношений с каждым элементом этой группы в отдельности. Аналогом предикатного высказывания в естественном языке выступает предложение, констатирующее определенный факт или описывающее определенное событие.

В реляционных языках лексические единицы высказываний могут вступать только в бинарные (друг с другом), но не в совместные, т. е. не многоместные отношения.

В качестве лексических единиц семантических языков выступают функциональные классы естественного языка, важнейшими из которых являются:

- *понятия-классы* (общее определение совокупности однородных элементов реального мира, обладающих некоторым характерным набором свойств, позволяющих одни понятия-классы отделять от других);
- *понятия-действия* (лексический элемент, выражающий динамику реального мира, содержит универсальный набор признаков, включающий субъект действия, объект действия, время действия, место



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 118 из 135

Назад

На весь экран

действия, инструмент действия, цель и т. д.);

- понятия-состояния (лексические элементы, фиксирующие состояния объектов);
- имена (лексические элементы, идентифицирующие понятия-классы);
- отношения (лексические элементы, служащие для установления связей на множестве понятий и имен);
- квантификаторы (всеобщности, существования и т. д.).

Семантические языки составляют языково-манипуляционную основу информационно-поисковых каталогов, тезаурусов и семантически-навигационных (гипертекстовых) ИПС, описывая своими средствами собственно сами каталоги, тезаурусы, семантические сети и выражая смысловое содержание документов и запросов.

В заключение общей характеристики документальных ИПС приведем основные показатели эффективности их функционирования. Такими показателями являются полнота и точность информационного поиска.

Полнота информационного поиска R определяется отношением числа найденных пертинентных документов A к общему числу пертинентных документов C , имеющих в системе или в исследуемой совокупности документов:



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 119 из 135

Назад

На весь экран

$$R = \frac{A}{C}$$

Точность информационного поиска P определяется отношением числа найденных пертинентных документов A к общему числу документов L , выданных на запрос пользователя:

$$P = \frac{A}{L}$$

Наличие среди отобранных на запрос пользователя нерелевантных документов называется информационным шумом системы. Коэффициент информационного шума k , соответственно, определяется отношением числа нерелевантных документов $(L-A)$, выданных в ответе пользователю к общему числу документов L , выданных на запрос пользователя:

$$k = \frac{L - A}{L}$$

В идеале полнота информационного поиска и точность информационного поиска должны приближаться к единице, хотя на практике их значения колеблются в пределах от 60 до 90%.



Кафедра
прикладной
математики
и
информатики

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 120 из 135

Назад

На весь экран

Вопросы для самоконтроля

1. Опишите основную задачу документальных информационных систем.
2. В чем отличие пертинентности от релевантности поиска?
3. Что называется поисковым образом документа? В какой категории документальных ИПС он применяется?
4. Что называется дескрипторным языком? В каких случаях он применяется?
5. Опишите основные метрики для оценки эффективности поиска.



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 121 из 135

Назад

На весь экран

ЛЕКЦИЯ 9

Автоматизация индексирования документов

Важным в практическом плане аспектом информационно-поисковых систем являются технологии, принципы и механизмы индексирования документов применительно к той или иной классификационной схеме.

Развитие теории информационного поиска документов, создание первых механизированных информационно-поисковых систем поначалу не предполагали какой-либо автоматизации (механизации) индексирования документов. Индексирование осуществлялось специально подготовленными специалистами-экспертами в предметной области ИПС, которые могли осуществлять многоаспектный и глубокий анализ смыслового содержания документа и относить его (индексировать) к тем или иным классам, рубрикам, ключевым терминам. Такой подход обуславливал высокие накладные расходы на создание и ведение документальных информационно-поисковых систем, так как требовал наличия в организационном штате высококвалифицированных специалистов-индексаторов. Кроме того, в процесс индексирования при этом вносился человеческий фактор (субъективность поисковых образов одного документа, проиндексированного разными специалистами и т. п.).

Поэтому в теории информационного поиска в 50-х-60-х годах выделилось отдельное направление исследований, связанное с вопросами автоматизации индексирования документов. Идеи и начало этих исследо-

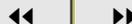


*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 122 из 135

Назад

На весь экран

ваний были инициированы появлением системы унитермов Тауба. Индексирование документов набором однословных дескрипторов-терминов (унитермов), имеющих в тексте документа, позволило снизить профессиональные требования к индексаторам и, фигурально выражаясь, механизировать процесс индексирования.

С применением и все более широким использованием вычислительной техники в информационно-поисковых документальных системах эти подходы трансформировались в задачи и технологии автоматического, т.е. без участия специалистов, индексирования документов.

Огромную роль в исследовании и последующем развитии теории информационного поиска документов сыграли результаты Кренфилдского (I и II) проекта, проводившегося в конце 50-х — начале 60-х годов Английской ассоциацией специальных библиотек и информационных бюро. В ходе экспериментальных исследований эффективности нескольких различных по типу информационно-поисковых систем (система на основе УДК, фасетная система, система унитермов и некоторые их разновидности), проведенных в ходе реализации Кренфилдского проекта, выявились факторы противоречивого влияния некоторых семантических показателей классификационных ИПС (глубина уровней классов при индексировании, объем словарной базы и др.) на полноту и точность информационного поиска. Выявилась общая принципиальная закономерность — при повышении полноты поиска на основе использования тех или иных семантических методов при индексировании происходит снижение

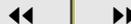
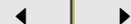


*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 123 из 135

Назад

На весь экран

точности поиска и наоборот. Еще одним «неожиданным» результатом явилось небольшое отличие в показателях эффективности поиска документов в системах с развитой семантикой индексирования и в системах на основе неконтролируемой лексики.

Последний результат активизировал в дальнейшем внимание к более простым и менее дорогим дескрипторным системам с неконтролируемой или слабоконтролируемой лексикой (унитермы, полнотекстовые системы), в которых на основе посткоординации при обработке запросов удается достичь вполне приемлемых показателей полноты и точности поиска. Этими же обстоятельствами был обусловлен импульс исследованиям технологий автоматического индексирования и уже на новом уровне возродилась идея полной механизации (точнее, уже автоматизации) индексирования документов.

Сформировалось два, хотя и близких, но различных по содержанию подхода автоматическому индексированию. Первый подход основан на использовании словаря ключевых слов (терминов) и применяется в системах на основе информационно-поисковых тезаурусов. Индексирование в таких системах осуществляется путем последовательного автоматического поиска в тексте документа каждого ключевого термина. На этой основе строится и поддерживается индекс системы, собственно и реализующий поисковое пространство документов.

Применяется два типа образования индекса — прямой и инвертированный (см. рис. 9.1).



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка

◀ ▶

◀◀ ▶▶

Страница 124 из 135

Назад

На весь экран

Номера (названия) документов	Термины				
	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5
α_1		x		x	
α_2	x	x	x		
α_3			x		x
α_4	x			x	x

Прямой тип организации индекса

Термины	Номера (названия) документов			
	α_1	α_2	α_3	α_4
c_1		x		x
c_2	x	x		
c_3		x	x	
c_4	x			x
c_5			x	x

Инвертированный тип организации индекса

Рис. 9.1: Прямой и инвертированный типы организации индекса

Прямой тип индекса строится по схеме «Документ-термины». Поисковое пространство в этом случае представлено в виде матрицы размерностью $N \times M$ (N — количество документов, M — количество ключевых терминов). Строки этой матрицы представляют поисковые образы документов.

Инвертированный тип индекса строится по обратной схеме— «Термин — документы». Поисковое пространство соответственно представлено аналогичной матрицей только в транспонированной форме. Поисковыми образами документов в этом случае являются столбцы матрицы.

На основе автоматического индексирования документов по ключевым терминам могут решаться также и задачи автоматической классификации документов, т. е. автоматического отнесения документов к тем или



Кафедра
прикладной
математики
и
информатики

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 125 из 135

Назад

На весь экран

иным классификационным рубрикам. Такие задачи особенно актуализировались в связи с интенсивным развитием в 90-х годах глобальных информационных сетей, появлением «электронной» периодики, книг и огромных массивов прочей неструктурированной текстовой информации в компьютерной форме. Автоматическое распознавание в больших объемах текстовой информации документов по определенной тематике позволяет существенно снизить затраты на предварительный отбор информации из внешних источников для пополнения базы документов ИПС по соответствующей предметной области. Принцип решения таких задач аналогичен решению задач информационного оповещения. Для конкретного класса документов (рубрики) строится поисковый образ, который в системах на основе индексирования по ключевым терминам может быть представлен набором определенных терминов или их сочетаний. Поисковые образы документов из внешних источников сравниваются по определенному критерию с поисковым образом рубрики, и на этой основе принимается решение о внесении документов в базу, т. е. об отнесении содержания документа к предметной области ИПС.

Второй подход к автоматическому индексированию применяется в полнотекстовых системах. В процессе индексирования «на учет», т. е. в индекс заносится информация обо всех словах текста документа (отсюда, как уже отмечалось, и название «полнотекстовые»).

Полнотекстовые ИПС строятся на основе информационно-поисковых языков дескрипторного типа. Их информационно-технологическая струк-



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 126 из 135

Назад

На весь экран

тура представлена на рис. 9.2 и включает следующие элементы:

- хранилище (базу) документов;
- глобальный словарь системы;
- индекс документов инвертированного типа;
- интерфейс ввода (постановки на учет) документов в систему;
- механизм (машину) индексирования;
- интерфейс запросов пользователя;
- механизм поиска документов (поисковую машину);
- механизм извлечения (доставки) найденных документов.

Хранилище документов может быть организовано как единая локально сосредоточенная информационная структура в виде специального файла (файлов) с текстами документов. Организация такого файла предусматривает указательную конструкцию на основе массива адресов размещения документов. Для компактного хранения документов они могут быть сжаты архиваторами.

Другой вариант не предусматривает создания локально сосредоточенного хранилища документов, а ограничивается лишь массивом адресов расположения документов в соответствующей компьютерной информационной инфраструктуре (структура дисков и каталогов отдельного



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 127 из 135

Назад

На весь экран

компьютера или локальной информационной сети, информационная инфраструктура глобальной информационной сети). Файлы текстовых документов распределены и размещаются в тех узлах и элементах информационной инфраструктуры, которые соответствуют технологии создания и обработки документов (документообороту). Вместе с тем все они учтены в полнотекстовой ИПС (т.е. проиндексированы по содержанию и зафиксированы по месторасположению) для эффективного поиска и доступа к ним. Такой подход более логичен с точки зрения технологий документооборота или распределенного характера систем (например, система WWW сети Интернет), но недостатком имеет необходимость постоянного отслеживания и учета возможных перемещений документов.

Одним из наиболее характерных элементов полнотекстовых ИПС является глобальный словарь системы. Глобальные словари могут быть статическими и динамическими.

Статические словари не зависят от содержания документов, вошедших в хранилище, а определены изначально в системе. В качестве таких статических словарей в том или ином виде, как правило, выступают словари основных словоформ соответствующего языка (русского, английского, немецкого и т. д.).

Динамические словари определяются набором словоформ, имеющих в накапливаемых в хранилище документах. Изначально такой словарь пуст, но с каждым новым документом в него помещаются новые словоформы, которых еще не было в ранее накопленных документах.

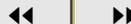


*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 128 из 135

Назад

На весь экран

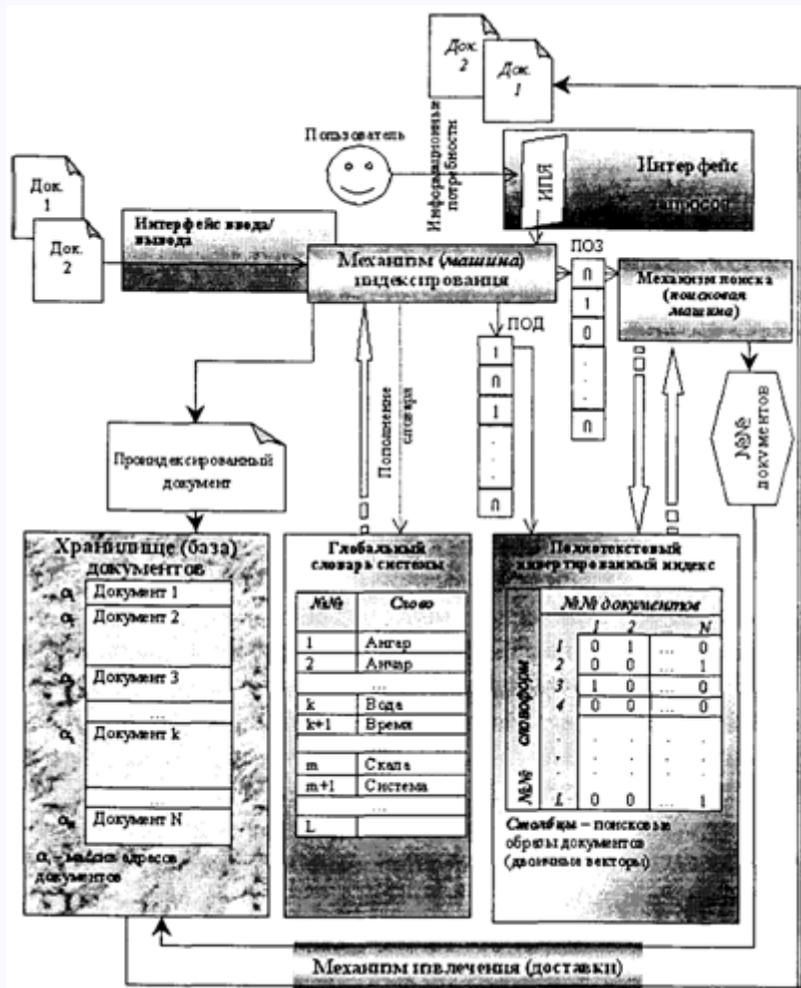


Рис. 9.2: Информационно-технологическая структура полнотекстовых ИПС

Такой подход более экономичен и обеспечивает некоторую настройку словарной базы на предметную область документов.

Элементы глобального словаря выступают в качестве дескрипторов ИПЯ системы. Поступающие через интерфейс ввода/вывода документы подвергаются операции индексирования по глобальному словарю. Механизм индексирования в полнотекстовых МПС полностью автоматизируется и заключается в создании специального двоичного вектора, компоненты которого показывают наличие или отсутствие в данном документе слова с соответствующим номером (позицией) из глобального словаря. В результате на «учет» в системе ставятся все слова текста документа, откуда, повторимся, происходит и название — «полнотекстовые ИПС».

Важной особенностью, оказывающей существенное влияние на эффективность полнотекстовых ИПС, является наличие либо отсутствие морфологического разбора при индексировании документов и запросов. Морфологический разбор позволяет распознавать как одну общую словоформу все однокоренные слова (вода, водный, водяной), а также лексемы, т. е. одни и те же слова, отличающиеся в тексте различными окончаниями, приставками и суффиксами (водный, водного, водному, воду, воде и т. п.). Такой процесс основывается на нормализации глобального словаря системы, объединяющей в одну словоформу (в одну позицию) все однокоренные слова и лексемы. Кроме того, при морфологическом разборе отбрасываются так называемые неинформативные слова (стоп-слова) — предлоги, союзы, восклицания, междометия и некоторые



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 130 из 135

Назад

На весь экран

другие грамматические категории. В большинстве случаев морфологический разбор осуществляется в системах со статическим глобальным словарем. Для русского языка в качестве такого нормализованного глобального словаря используется составленный в 1968 году академиком И. К. Зализняком морфологический словарь русского языка. Он позволяет распознать и соответственно нормализовать более 3 млн. словоформ.

В результате индексирования ПОД каждого нового документа представляется набором словоформ из глобального словаря, присутствующих в тексте документа, и поступает в виде соответствующего двоичного вектора для дополнения индекса системы. Индекс строится по инвертированной схеме и в двоичном виде отражает весь (полный) текст учтенных или накопленных документов.

При удалении документа из системы соответственно удаляется и поисковый образ документа, т. е. соответствующий столбец индекса.

Пользователь языком запросов ИПЯ полнотекстовой ИПС через соответствующий интерфейс запросов выражает свои информационные потребности по поиску документов, которые в общем плане, так же как и документы, индексируются и в виде двоичных векторов поисковых образов запросов поступают на поисковую машину. Механизм поиска основывается на тех или иных алгоритмах и критериях сравнения поискового образа запроса с поисковыми образами документов, образующими индекс системы. Результатом поиска является определение номеров документов, поисковые образы которых соответствуют или близки



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 131 из 135

Назад

На весь экран

поисковому образу запроса. Далее специальная подсистема на основе установленных в хранилище документов указательных конструкций извлекает и доставляет соответствующие документы пользователю.

Таким образом, программное обеспечение полнотекстовых ИПС обеспечивает полный технологический цикл ввода, обработки, поиска и получения документов. В практическом плане ИПС могут поставляться как готовый информационный продукт, т. е. с уже сформированной базой документов и интерфейсом поиска и доступа к ним. В других случаях поставляется программная среда, позволяющая такую базу создать и сформировать тем самым документальную информационно-поисковую систему. Такие программные средства иногда называют полнотекстовыми СУБД.

Вопросы для самоконтроля

1. Опишите подходы, применяемые к индексированию документов.
2. Какие ИПС называются полнотекстовыми? На основе каких языков они строятся?
3. Опишите структуру полнотекстовых ИПС.
4. Что такое глобальный словарь системы? Какие типы глобальных словарей вы знаете?



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 132 из 135

Назад

На весь экран

5. Какая особенность оказывает существенное влияние на эффективность полнотекстовых ИПС?

Тесты для самостоятельной работы

Тесты для самоконтроля



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 133 из 135

Назад

На весь экран

Литература

1. Рассел, С. Искусственный интеллект. Современный подход / С. Рассел. – М.: Вильямс, 2017. – 1408 с.
2. Пирогов, В. Ю. Информационные системы и базы данных: организация и проектирование: учеб. пособие / В.Ю. Пирогов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2009. – 528 с.
3. Гайдамакин, Н. А. Автоматизированные информационные системы, базы и банки данных. Вводный курс: Учебное пособие. – М.: Гелиос АРВ, 2002. – 368 с.
4. Смолин, Д.В. Введение в искусственный интеллект: конспект лекций / Д.В. Смолин. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 264 с.
5. Левин, Р. Практическое введение в технологию искусственного интеллекта и экспертных систем с иллюстрациями на бейсике : пер. с англ / Р. Левин, Д. Дранг, Б. Эделсон. – Москва: Финансы и статистика, 1991. – 240 с.
6. Степанов, Ю.С. Семиотика. Антология / Ю.С. Степанов. – М.: Академический Проект; Екатеринбург: Деловая книга, 2001. – 691 с.
7. Джарратано, Дж. Экспертные системы: принципы разработки и программирование / Дж. Джарратано, Г. Райли. – М.: Вильямс,



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 134 из 135

Назад

На весь экран

2007. – 1152 с.

8. Марков, В.Н. Современное логическое программирование на языке Visual Prolog 7.5. Учебник / В.Н. Марков. – СПб.: БХВ-Петербург, 2016. – 544 с.
9. Братко, И. Алгоритмы искусственного интеллекта на языке PROLOG / И. Братко. – М.: Вильямс, 2004. – 640 с.



*Кафедра
прикладной
математики
и
информатики*

Начало

Содержание

Ваша кнопка



Страница 135 из 135

Назад

На весь экран