

Лекция. Системы знаний

Вопросы:

1. Данные и знания. Понятие и основные определения.
Переход от базы данных к базе знаний.
2. Виды знаний.
3. Модели представления знаний.
4. Системы знаний. Требования к системам знаний.

1. Данные и знания. Понятие и основные определения. Переход от базы данных к базе знаний.

Данные - это совокупность сведений, зафиксированных на определенном носителе в форме, пригодной для постоянного хранения, передачи и обработки. Преобразование и обработка данных позволяет получить *информацию*.

Способы описания данных:

- в виде векторов;
- в виде матриц;
- списочные структуры;
- иерархические структуры.

База данных - хранилище больших объемов информации

Система управления базами данных (СУБД) – набор специальных средств, позволяющих эффективно манипулировать с данными, при необходимости извлекать их из базы данных и записывать их в нужном порядке в базу.

- **Знания** – это зафиксированная и проверенная практикой обработанная информация, которая использовалась и может многократно использоваться для принятия решений.
- **Знания** – это вид информации, которая хранится в базе знаний и отображает знания специалиста в конкретной предметной области.

Форма отображения знаний:

- в виде формул;
- в виде текста;
- в виде файлов;
- в виде информационных массивов и т.п.

В системах ИИ знания являются основным объектом формирования, обработки и исследования.

База знаний, наравне с базой данных, - необходимая составляющая программного комплекса ИИ.

Раздел теории ИИ, связанный с построением экспертных систем, - *инженерией знаний*.

Принятия решений осуществляются на основе полученной информации и имеющихся знаний.

Переход от базы данных к базе знаний.

Особенности знаний:

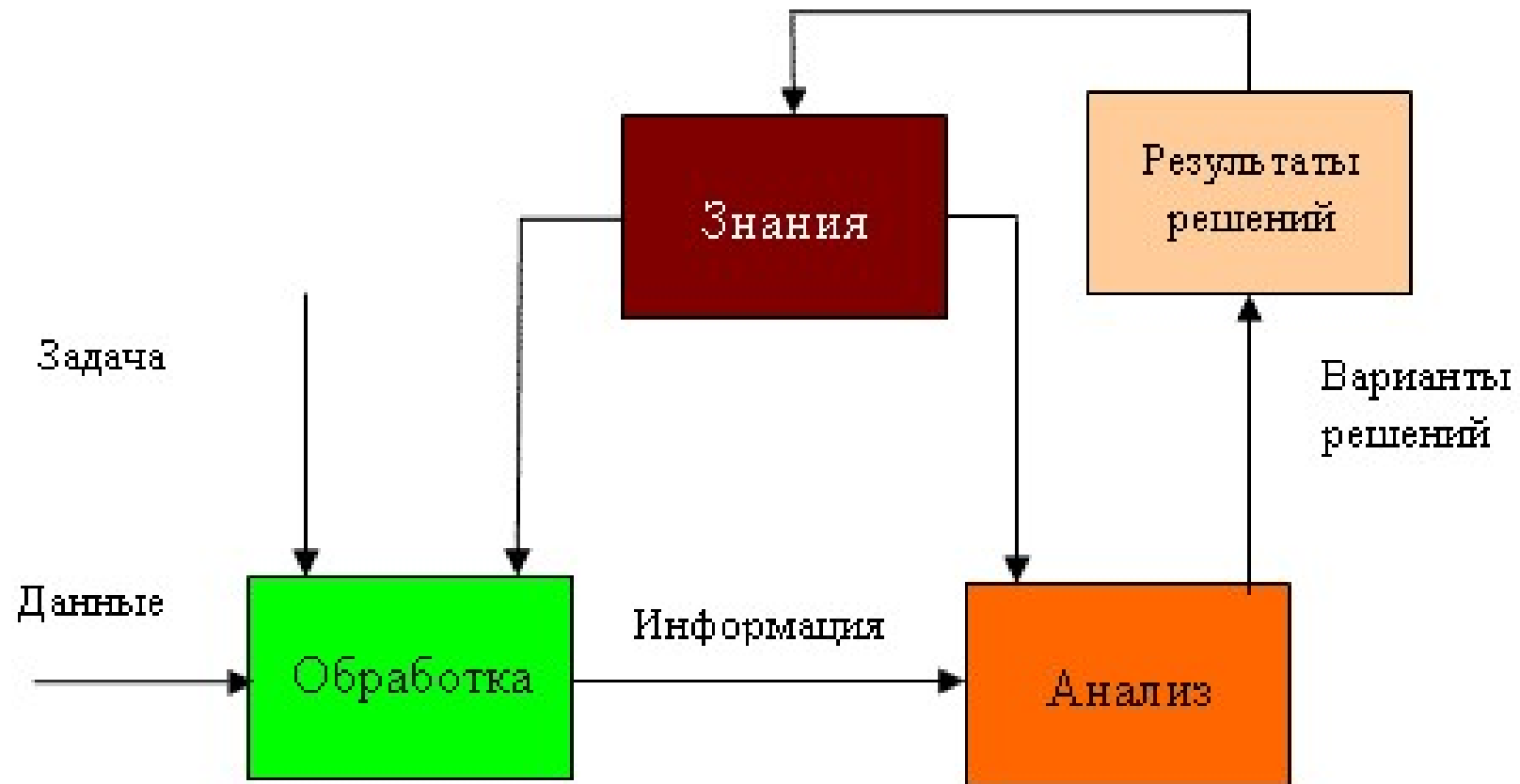
1. *Внутренняя интерпретируемость.* Каждая информационная единица должна иметь уникальное имя, по которому ИС находит ее, а также отвечает на запросы, в которых это имя упомянуто.
2. *Структурированность.* Информационные единицы должны обладать гибкой структурой. Для них должен выполняться "принцип матрешки", т.е. рекурсивная вложенность одних информационных единиц в другие.
3. *Связность.* В информационной базе между информационными единицами должна быть предусмотрена возможность установления связей различного типа.

4. *Семантическая метрика*. На множестве информационных единиц в некоторых случаях полезно задавать отношение, характеризующее ситуационную близость информационных единиц, т.е. силу ассоциативной связи между информационными единицами. Его можно было бы назвать *отношением релевантности* для информационных единиц.

5. *Активность*. С момента появления ЭВМ и разделения используемых в ней информационных единиц на данные и команды создавалась ситуация, при которой данные пассивны, а команды активны.

Перечисленные пять особенностей информационных единиц определяют ту грань, за которой данные превращаются в знания, а базы данных перерастают в *базы знаний* (БЗ). Совокупность средств, обеспечивающих работу с знаниями, образует *систему управления базой знаний* (СУБЗ). В настоящее время не существует баз знаний, в которых в полной мере были бы реализованы внутренняя интерпретируемость, структуризация, связность, введена семантическая мера и обеспечена активность знаний.

Взаимосвязь данных, информации и знаний в процессе принятия решений



2. Виды знаний.

Знания можно разделить на три принципиально разных вида (согласно С. С. Лаврову):

- *понятийные, концептуальные знания.* К этой группе относятся понятия и взаимосвязи между ними, например правила, законы, инвариантные соотношения, а также *эвристические знания* — неформальные правила рассуждений, отражающие практический опыт решения задач в проблемной области;
- *процедурные, алгоритмические знания.* Сюда можно отнести различные умения, технологии, процедуры, алгоритмы, их программные реализации и типовые процедуры решения задач, т.е. те формы знаний, которые фактически всегда явно используются для компьютерного решения любой задачи;
- *фактографические знания.* Это самые разнообразные количественные и качественные характеристики конкретных объектов, т.е. факты. Например, различные данные в базах данных, константы в программах и т.д.

Типы методов представления знаний

1. Формальные (логические).

Формальные знания могут быть в виде документов (стандартов, нормативов), регламентирующих принятие решений или учебников, инструкций с описанием решения задач.

В основе логических методов представления знаний лежит понятие формальной системы (теории).

2. Неформальные (эвристические).

Неформальные знания – это знания и опыт специалистов в определенной предметной области.

Неформальные (эвристические) методы имеют разнообразный набор средств, передающих специфические особенности той или иной проблемной области.

Формы представления знаний

1. Декларативное представление. Основано на предпосылке, что знание неких сущностей («ЗНАТЬ ЧТО») не имеет глубоких связей с процедурами, используемыми для обработки этих сущностей. Считается, что интеллектуальность базируется на некотором универсальном множестве процедур, обрабатывающих факты любого типа, и на множестве специфических фактов, описывающих частную область знаний.
2. Процедурное представление. Основано на предпосылке, что интеллектуальная деятельность есть значение проблемной области, вложенное в программы, т. е. знание о том, как можно использовать те или иные сущности («ЗНАТЬ КАК»).

Основное достоинство декларативного представления заключается в том, что нет необходимости указывать способ использования конкретных фрагментов знания. Простые утверждения могут использоваться несколькими способами, и может оказаться неудобным фиксировать эти способы заранее. Указанное свойство обеспечивает гибкость и экономичность. Позволяет по-разному использовать одни и те же факты.

3. Модели представления знаний.

- 1. Логические модели.*
- 2. Продукционные модели.*
- 3. Семантические (сетевые) модели.*
- 4. Фреймовые модели.*

Логические модели

В основе моделей такого типа лежит *формальная система*, задаваемая четверкой вида:

$$M = \langle T, P, A, B \rangle.$$

T – множество базовых элементов различной природы (слова из некоторого ограниченного словаря, деталей детского конструктора)

P – множество синтаксических правил для образования из элементов *T* синтаксически правильных совокупностей. Например, из слов ограниченного словаря строятся синтаксически правильные фразы, из деталей детского конструктора с помощью гаек и болтов собираются новые конструкции.

A – множество аксиом. Существует процедура $\Pi(A)$, с помощью которой для любой синтаксически правильной совокупности получается ответ на вопрос о принадлежности ее к множеству *A*.

B – множество правил вывода. Применяя *B* к элементам *A*, можно получать новые синтаксически правильные совокупности, к которым снова можно применять правила из *B*.

Для знаний, входящих в базу знаний, можно считать, что множество A образуют все информационные единицы, которые введены в базу знаний извне, а с помощью правил вывода из них выводятся новые производные знания. Другими словами формальная система представляет собой генератор порождения новых знаний, образующих множество выводимых в данной системе знаний. Это свойство логических моделей делает их притягательными для использования в базах знаний. Оно позволяет хранить в базе лишь те знания, которые образуют множество A , а все остальные знания получать из них по правилам вывода.

Продукционные модели.

Модель, основанная на правилах, позволяет представить знания в виде предложений типа «Если (условие), то (действие)», где условие — это образец, по которому осуществляется поиск в базе; действие — действия или операторы, выполняемые при успешном исходе поиска (могут быть промежуточными, выступающими далее как условия, и терминальными или целевыми, завершающими работу системы).

При использовании продукционной модели база знаний состоит из набора правил (*продукций*). 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 — программа, перебирающая правила из базы.

В продукционных моделях процедурная информация явно выделена и описывается иными средствами, чем декларативная информация. Вместо логического вывода, характерного для логических моделей, в продукционных моделях появляется *вывод на знаниях*.

Семантические (сетевые) модели.

В основе моделей этого типа лежит конструкция, названная семантической сетью. Сетевые модели формально можно задать в виде:

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

I – множество информационных единиц;

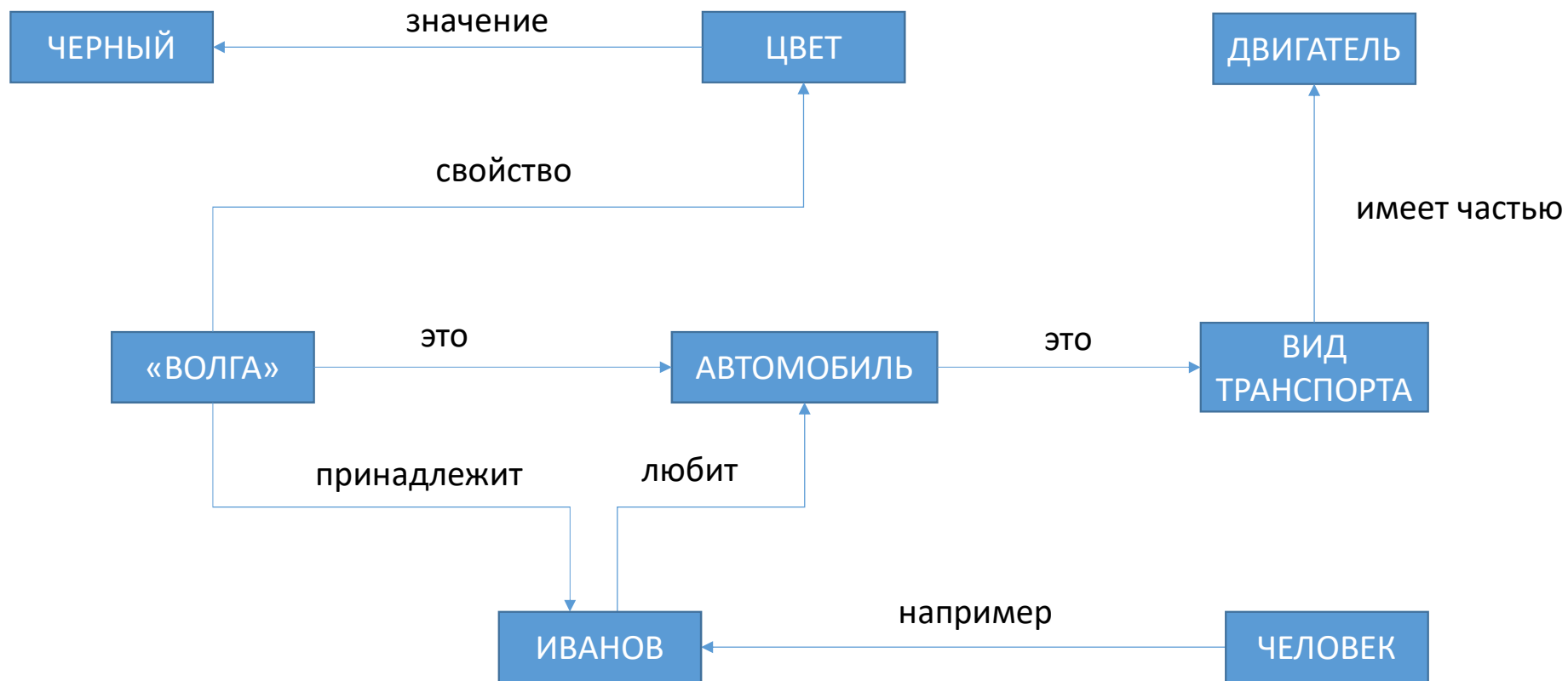
C_1, C_2, \dots, C_n - множество типов связей между информационными единицами.

Γ – отображение, которое задает между информационными единицами, входящими в I , связи из заданного набора типов связей.

В зависимости от типов связей, используемых в модели, различают:

- классифицирующие сети,
- функциональные сети,
- сценарии.

В *классифицирующих сетях* используются отношения структуризации. Такие сети позволяют в базах знаний вводить разные иерархические отношения между информационными единицами. *Функциональные сети* характеризуются наличием функциональных отношений. Их часто называют *вычислительными моделями*, т.к. они позволяют описывать процедуры "вычислений" одних информационных единиц через другие. В сценариях используются каузальные отношения, а также отношения типов "средство - результат", "орудие - действие" и т.п. Если в сетевой модели допускаются связи различного типа, то ее обычно называют *семантической сетью*.



Семантическая сеть

Фреймовые модели

В отличие от моделей других типов во фреймовых моделях фиксируется жесткая структура информационных единиц, которая называется *протофреймом*. В общем виде она выглядит следующим образом:

- (Имя фрейма:
- Имя слота 1(значение слота 1)
- Имя слота 2(значение слота 2)
-
- Имя слота K (значение слота K)).

Значением *слота* может быть практически что угодно (числа или математические соотношения, тексты на естественном языке или программы, правила вывода или ссылки на другие слоты данного фрейма или других фреймов). В качестве значения слота может выступать набор слотов более низкого уровня, что позволяет во фреймовых представлениях реализовать "принцип матрешки".

При конкретизации фрейма ему и слотам присваиваются конкретные имена и происходит заполнение слотов. Таким образом, из протофреймов получаются *фреймы - экземпляры*.

Фрейм может быть представлен в виде следующей конструкции:

$$f = [< r_1, v_1 >, < r_2, v_2 >, \dots, < r_n, v_n >],$$

где f — имя фрейма; r_i — имя слота; v_i — значение слота.

В качестве значений слотов могут выступать имена других фреймов, что обеспечивает связь между фреймами (так образуются сети фреймов).

Ту же запись можно представить в виде таблицы.

Имя фрейма			
Имя слота	Тип слота	Значение слота	Присоединенная процедура

4. Системы знаний. Требования к системам знаний.

Система знаний – система сбора, хранения и обработки знаний.

Требования к системам знаний:

- 1. Терпимость к противоречиям.**
- 2. Обеспечение вывода.**
- 3. Критичность к новой информации.**
- 4. Дробность БЗ.**
- 5. Обучаемость и способность к переструктурированию знаний.**

Терпимость к противоречиям. Это означает, что при появлении в системе знаний ошибок и противоречий можно допустить определенное снижение эффективности деятельности, но невозможно допустить полного прекращения этой деятельности. Необходимость терпимости к противоречиям вытекает из открытости внешнего мира и соответственно неполноты знаний о нем. Новая информация может содержать ошибку или не соответствовать информации, уже имеющейся в системе знаний.

Обеспечение вывода. Система знаний, не имеющая полной информации о мире, должна быть способна к логическому выводу как из уже имеющейся информации, так и из вновь поступающих сообщений.

Различают два типа вывода: свободный и направленный.

Направленный вывод запускается при поиске ответа на поступающий в систему знаний запрос; свободный осуществляется при поступлении в систему знаний новой информации.

Критичность к новой информации. Это способность проверить достоверность новой информации и согласовать ее с уже имеющимися знаниями.

Дробность системы знаний. При поступлении новых сообщений система знаний должна обладать способностью выделить некоторый фрагмент знаний, обеспечивающий эффективную обработку этих сообщений.

Обучаемость и способность к переструктурированию знаний. Совместно с механизмами критичности обучение должно противодействовать накоплению в системе знаний ошибок и противоречий. Обучаемость, а точнее самообучаемость, имеет первостепенную важность. В ходе функционирования системы знаний должна обеспечиваться такая перестройка структуры знаний, в результате которой улучшаются или поддерживаются на определенном объеме занимаемой ею памяти, скорость ответа на запрос и т. п. Способность к переструктурированию знаний, т.е. адаптивность системы знаний, весьма важна в тех случаях, когда имеются ограничения на физический объем или временные параметры функционирования системы знаний.