

ТЕМА

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЗНАНИЙ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

ОСНОВНЫЕ РАЗДЕЛЫ ТЕМЫ

- 1. Формализация знаний в интеллектуальных системах.*
- 2. Количественная спецификация ЕЯ систем.*
- 3. Логико-статистические методы извлечения знаний.*
- 4. Формально-логические модели .*
- 5. Продукционные модели .*
- 6. Сетевые модели*

4. ФОРМАЛЬНО-ЛОГИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ

- Модели представления знаний
- Формально-логические системы
- Логика высказываний
- Логика предикатов
- Псевдофизические логики

МОДЕЛИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ

Предметная область - сфера деятельности человека, выделенная и описанная в соответствии с некоторыми целями.

Предметная область описывает:

- ☐ Предметы
- ☐ Отношения между выделенными предметами и/или их частями
- ☐ Взаимодействия между предметами, их частями и отношения, возникшие в результате осуществления деятельности человека

Предметные области могут быть независимыми, пересекаться, включаться или рекурсивно выражаться друг в друга

МОДЕЛИ СТРУКТУРИРОВАННЫХ И НЕСТРУКТУРИРОВАННЫХ ДАННЫХ

Модели или языки представления знаний (ЯПЗ):

- Модели структурированных данных
- Модели неструктурированных данных

Основные отличия:

- содержание тех знаний, которые предстоит формализовать
- последующее использование формализованных знаний или специфика интеллектуальной системы, частью которой они являются
- технология формализации

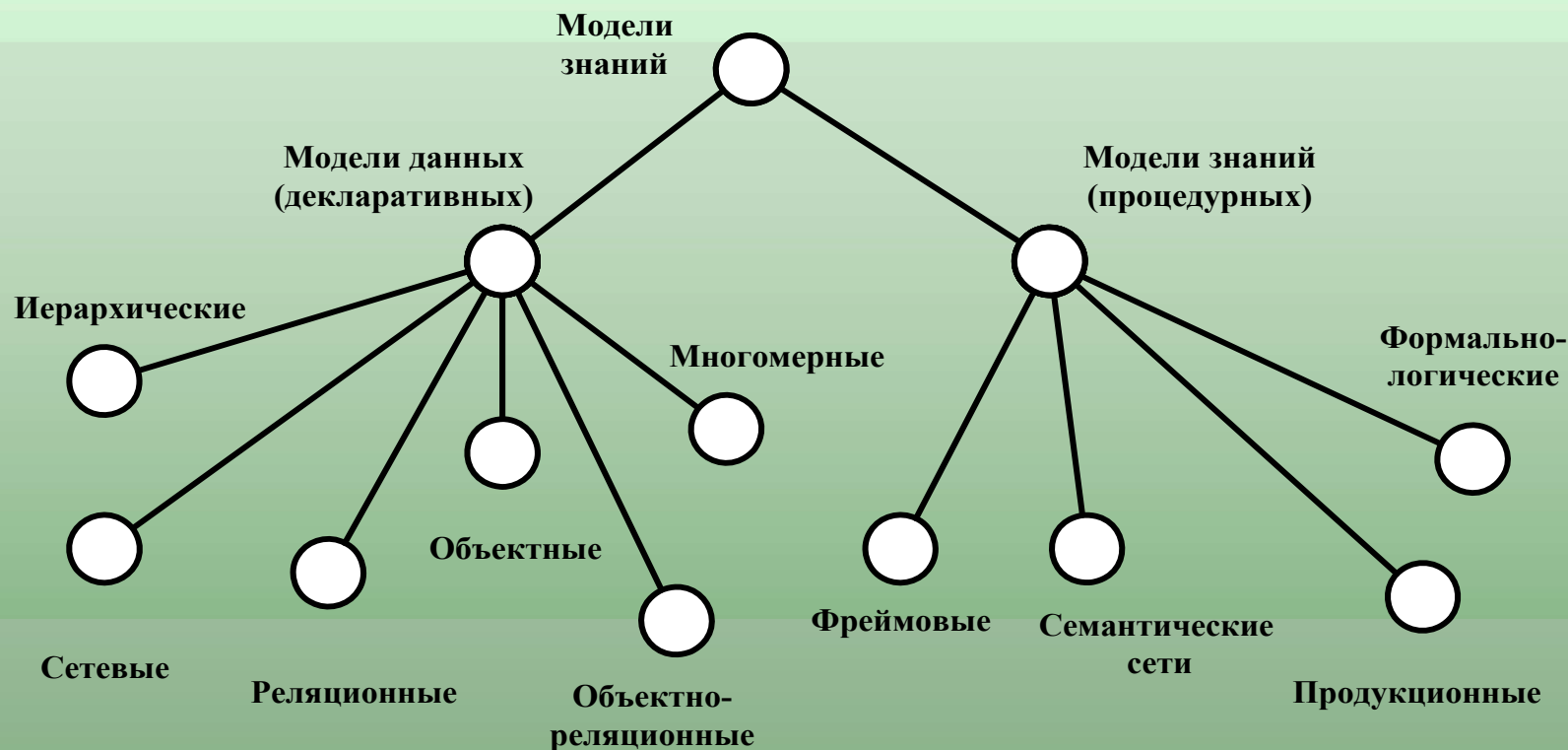
Модели неструктурируемых данных:

- формальные языки индексирования

Модели структурированных данных:

- формально-логические,
- продукционные,
- фреймовые,
- семантических сетей и др.

СХЕМА МОДЕЛИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ



Большинство моделей, которые позволяют получить новые знания на основе существующих, можно свести к продукционному ЯПЗ

МОДЕЛИ ДАННЫХ

В зависимости от типа знаковой системы данные могут быть представлены в виде:

- Естественно- или искусственно-языковых
- Графических
- Речевых
- Жестомимических образов
- Других форм

Формализацией данных - представление или описание предметной области с использованием знаковых систем

Описание предметной области реального мира в виде естественно-языковых данных является конечным результатом процесса формализации знаний о нем

ФОРМАЛЬНЫЕ ЯЗЫКИ – ИСКУССТВЕННЫЕ ЗНАКОВЫЕ СИСТЕМЫ

Описание знаний в виде формальных моделей осуществляется с помощью абстрактных языковых конструкций, которым ставятся в соответствие объекты и процессы реального мира

Для отличия данных о реальном мире от организованных данных применяется термин формализованные знания (знания)

Критерии организованности данных:

- Классифицирующая связанность
- Интерпретируемость
- Сложность структуры
- Ситуативность

СВОЙСТВА ЗНАНИЙ

Формы знаний:

- Декларативная
- Процедуральная (процедурная)

Рекурсивность знаний - возможность рассматривать явное описание системы, лежащей в основе формализации, как данные для следующего этапа формализации с помощью другой системы

Базе Знаний (БЗ) - для данных существуют единые методы описания, хранения и преобразования, а также взаимодействия с ними пользователей и других баз знаний

ФОРМАЛЬНО-ЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Определение формальной системы:

$$M = \langle T, A, P, F \rangle$$

T — множество базовых элементов

A — множество априорно-истинных конструкций (правил)

P — множество синтаксических правил

F — семантические правила вывода

Две группы моделей логики:

- Индуктивные (формальные системы имитации рассуждений с правилами правдоподобного вывода)
- Дедуктивные (используются для разрешения проблем, которые записываются в виде утверждения некоторой формальной системы)

ДЕДУКТИВНЫЕ МОДЕЛИ

Дедуктивные модели используются для разрешения проблем, которые записываются в виде утверждения некоторой формальной системы.

Цель решения проблемы также записывается в виде утверждения, справедливость которого следует установить или опровергнуть на основании аксиом и правил вывода формальной системы, в качестве которой обычно используют исчисление предикатов.

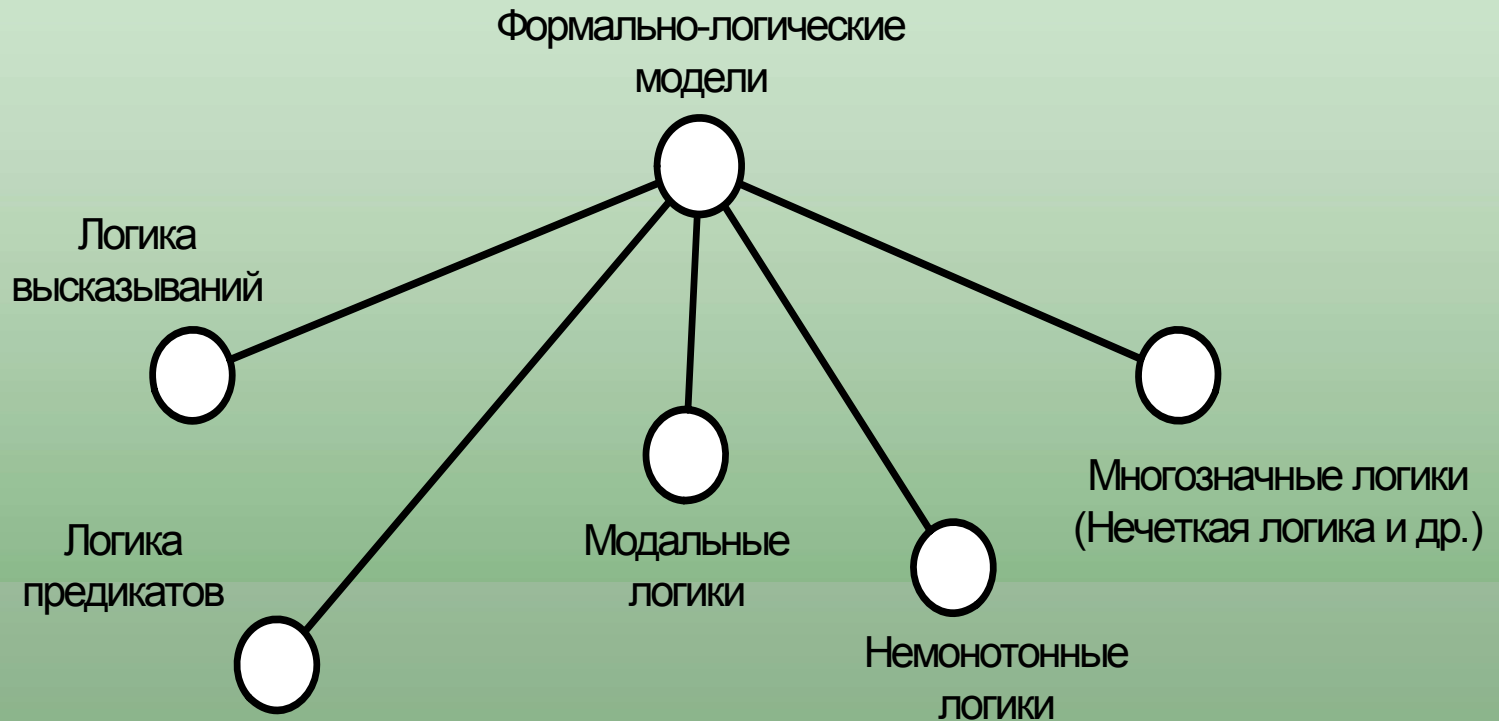
Основными черты дедуктивных моделей :

- универсальный характер процедур поиска решений;
- эвристическая направленность процедур оптимизации поиска гипотезы и ее проверки;
- полное описание состояния системы (например, в виде формул логики предикатов первого порядка);
- отделение синтаксического (структурного) знания от семантического;
- зависимость эффективности вывода от степени взаимодействия синтаксического и семантического знаний.

ИНДУКТИВНЫЕ МОДЕЛИ

- Под *индуктивными моделями* формализации знаний понимаются формальные системы имитации рассуждений с правилами правдоподобного вывода. Правдоподобными выводами называются заключения, полученные на основе истинных посылок, однако, не всегда являющиеся истинными высказываниями.
- Формальное описание правдоподобных выводов формальные описания различных типов рассуждений: дедуктивные выводы, эвристические соображения

КЛАССИФИКАЦИЯ ФОРМАЛЬНО-ЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ



Одним из ограничений классических логик является абсолютность оценок истинности утверждений (формула либо верна, либо неверна)

ЛОГИКА ВЫСКАЗЫВАНИЙ (1)

Для описания объектов предметной области используются константы и переменные, которые могут принимать только два значения: ИСТИНА (TRUE) и ЛОЖЬ (FALSE)

Алфавит логики высказываний:

- Двух констант ИСТИНА и ЛОЖЬ
- Логических переменных, записываемых буквами и цифрами
- Логических операторов
- Операторов очередности

Предложения строятся по правилам:

- любая логическая переменная или константа есть формула;
- если L есть формула, то (L) тоже есть формула;
- если L есть формула, то $\sim L$ тоже есть формула;
- если L_1 и L_2 являются формулами, то выражения $L_1 \& L_2$, $L_1 \mid L_2$ тоже есть формулы;
- если X есть переменная и L есть формула, то выражения $L \rightarrow X$ тоже есть формула.

ЛОГИКА ВЫСКАЗЫВАНИЙ (2)

Формула, которая не содержит логические связи, называется *атомарной*, а формула, истинная на всех наборах значений своих аргументов, — *общезначимой*

Законы в логике высказываний

- Коммутативности
- Дистрибутивности
- Ассоциативности
- двойного отрицания
- Де Моргана

Аксиомы

- $L1 \rightarrow (L2 \rightarrow L1)$
- $(L1 \& L2) \rightarrow L1$
- $(L1 \rightarrow L2) \rightarrow ((L1 \rightarrow (L2 \rightarrow L3)) \rightarrow (L1 \rightarrow L3))$
- $(L1 \rightarrow L3) \rightarrow ((L2 \rightarrow L3) \rightarrow ((L1 \mid L2) \rightarrow L3))$

ЛОГИКА ВЫСКАЗЫВАНИЙ (3)

Методы вывода

Модус поненс; Простая резолюция; Резолюция; Силлогизм;
Исключение конъюнкта; Введение дизъюнкции.

Исчисление высказываний - доказательства или опровержения теорем, под которыми понимается произвольная формула

Формальное доказательство - конечная последовательность формул $L_1, \dots, L_i, \dots, L_k$, такая, что каждая формула выводима посредством правил вывода из предыдущих формул:

$L_1 \Rightarrow L_2 \Rightarrow \dots L_i \dots \Rightarrow L_k$

ЛОГИКА ВЫСКАЗЫВАНИЙ (4)

Пример моделирования перемещений n интеллектуальных агентов (ИА) в здании, имеющим m помещений

Вводим в модель следующие формулы:

- $L11$ – ИА1 находится в помещении $X1$;
- $L12$ – ИА1 находится в помещении $X2$;
- ...
- $L1m$ – ИА1 находится в помещении Xm ;
- $L21$ – ИА2 находится в помещении $X1$;
- $L22$ – ИА2 находится в помещении $X2$;
- ...
- Lnm – ИА n находится в помещении Xm ;
- A – В здании пожар;
- $B1$ – ИА1 должен выйти из здания;
- ...
- Bn – ИА n должен выйти из здания;

«Если в здании пожар и ИА находится у выхода (помещение $X2$), то он должен выйти из здания»: $A \ \& \ L12 \rightarrow B1$; $A \ \& \ L22 \rightarrow B2 \dots A \ \& \ Ln2 \rightarrow Bn$

ЛОГИКА ПРЕДИКАТОВ (1)

Широкие возможности для представления и моделирования рассуждений в предметной области

- Переменные, которые могут принимать в качестве своих значений подобные идентификаторы (константы) называются лингвистическими (Например: Компьютер, Процессор, Оперативная_память и т.д.)
- Предикаты - логические функции от одной или нескольких переменных, выражающих существующие отношения и зависимости между объектами

Пример: Зададим переменные Событие, Агент, Помещение и соответствующие им значения (константы):

Событие, {Пожар_в_здании, ...}; Агент, {ИА1, ИА2, ... ИА_n};
Помещение, {Ауд. 1, Коридор_около_выхода, ... , Крыша}.

Предикаты связи, действия и события:

Находится (Агент, Помещение);

Выйти_из_здания (Агент);

Произошло_событие (Событие).

ЛОГИКА ПРЕДИКАТОВ (2)

Преимущество логики предикатов:

- Задание двуместных (бинарных) отношений
- Задание многоместных отношений

Выражения общих свойств группы объектов:

- Кванторы существования ($\exists$) означает справедливость формулы или терма для отдельного значения переменной
- Кванторы всеобщности ($\forall$) означает справедливость формулы или терма для всех возможных значений переменных

Кванторы можно комбинировать между собой

ПСЕВДОФИЗИЧЕСКИЕ ЛОГИКИ (1)

Особенности псевдофизических логик:

- переменные в моделях являются лингвистическими, т.е. имеют в качестве своих значений либо слова естественного языка, либо функции принадлежности, соответствующие этим словам;
- все переменные измеряются в порядковых шкалах с отношением строгого порядка (для лингвистических переменных используются порядковые шкалы, для нелингвистических — метрические);
- правила, используемые в псевдофизических логиках, учитывают порядковые или метрические шкалы и расположение на них фактов и событий.

Эти особенности позволяют эффективно имитировать нестрогие человеческие рассуждения и специфичные операторы, отражающие закономерности пространственно-временной и другой «физической природы» окружающего мира.

ПСЕВДОФИЗИЧЕСКИЕ ЛОГИКИ (2)

Рассмотрим фрагмент псевдофизического языка:

- $x < y$ (предмет x есть часть предмета y);
- $xy \sim (\exists z), (x < z \ \& \ y < z)$ (предмет x совместим с предметом y);
- $x \equiv y$ (предмет x тождественен предмете y);
- x/y (предмет x раньше предмета y);
- $x \rightarrow y$ (предмет x есть причина предмета y).

Модальные логики: вводятся специальные операторы, модифицирующие интерпретацию формул логической системы

Модифицируемые рассуждения немонотонные логики (логика умолчаний Рейтера, логики Мак-Дермотта и Дойла, автоэпистемические логики)

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ (1)

- Дайте определение понятиям «картина мира» и «предметная область».
- В каких формах может быть представлено знание?
- Что представляют собой данные и в какой форме они могут быть представлены?
- Какими свойствами обладают знания?
- Чем отличаются экстенциональные знания от интенциональных?
- Сформулируйте отличия между декларативными и процедурными знаниями.
- Назовите подходы к формализации данных.
- Каким образом формализуются неструктурированные данные?
- Какие формальные модели используются для представления декларативных и процедурных знаний?
- Какой ЯПЗ наиболее близок к объектно-ориентированным языкам?

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ (2)

- Дайте определение «формально-логической модели». Из каких компонент она может состоять?
- Сформулируйте отличия дедуктивных и индуктивных логик.
- Приведите примеры правдоподобного вывода.
- Дайте определение и приведите примеры модальных логик.
- Чем отличаются темпоральные логики от немонотонных?
- Назовите несколько многозначных логик.
- Для каких целей используются псевдофизические логики и онтологии?
- Перечислите достоинства и недостатки формально-логических моделей.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ (3)

- Перечислите основные операции и законы логики высказываний.
- Какие формулы называются общезначимыми?
- Чем отличаются операторы импликации ($\rightarrow$) и выводимости ($\Rightarrow$)?
- Приведите примеры выводов, часто используемых в логике высказываний.
- Какие преимущества имеет логика предикатов по сравнению с логикой высказываний?
- Приведите примеры одно-, двух-, трех- и четырехместного предикатов.
- Какие кванторы используются в логике предикатов первого порядка?
- Проиллюстрируйте преимущества, которые дает использование кванторов и лингвистических переменных