

Представление знаний



Задача представления знаний

- Главная задача — научиться хранить знания таким образом, чтобы программы могли осмысленно обрабатывать их и достигнуть тем подобия человеческого интеллекта.
- Под термином «представление знаний» чаще всего подразумеваются способы представления знаний, ориентированные на автоматическую обработку, и, в частности, представления, состоящие из явных объектов и из суждений или утверждений о них. Представление знаний в подобной явной форме позволяет компьютерам делать дедуктивные выводы из ранее сохранённого знания.

Механизмы

- Продукционные правила
 - Фреймы
 - Семантические сети
 - Концептуальные графы
 - Онтологии
- 

Продукционные правила

- модель основанная на правилах, позволяет представить знание в виде предложений типа «Если (условие), то (действие)».
 - Продукционная модель — фрагменты Семантической сети, основанные на временных отношениях между состояниями объектов.
 - Продукционная модель обладает тем недостатком, что при накоплении достаточно большого числа (порядка нескольких сотен) продукций они начинают противоречить друг другу.
- 

Общий случай продукции

$$i = \langle S; L; A \rightarrow B; Q \rangle$$

- S — описание класса ситуаций;
- L — условие, при котором продукция активизируется;
- $A \rightarrow B$ — ядро продукции;
- Q — постусловие продукционного правила.

Дополнения

- ▣ Продукционная модель часто дополняется определённым порядком, вводимым на множестве продукций, что упрощает механизм логического вывода. Порядок может выражаться в том, что отдельная следующая по порядку продукция может применяться только после попыток применения предшествующих ей продукций. Примерно похожее влияние на продукционную модель может оказать использование приоритетов продукций, означающее, что в первую очередь должна применяться продукция, имеющая наивысший приоритет.

- Рост противоречивости продукционной модели может быть ограничен путём введения механизмов исключений и возвратов. Механизм исключений означает, что вводятся специальные правила-исключения. Их отличает большая конкретность в сравнении с обобщёнными правилами. При наличии исключения основное правило не применяется. Механизм возвратов же означает, что логический вывод может продолжаться в том случае, если на каком-то этапе вывод привёл к противоречию. Просто необходимо отказаться от одного из принятых ранее утверждений и осуществить возврат к предыдущему состоянию.

Фреймы

- ▣ Представляет собой схему действий в реальной ситуации
 - ▣ Фрейм — это модель абстрактного образа, минимально возможное описание сущности какого-либо объекта, явления, события, ситуации, процесса.
 - ▣ Система связанных фреймов может образовывать семантическую сеть.
- 

Виды фреймов

- фреймы-образцы
 - фреймы-экземпляры
 - фреймы-структуры
 - фреймы-роли
 - фреймы-сценарии
 - фреймы-ситуации
- 

Структура фрейма

- Под структурой фрейма понимается способ использования схемы, типичной последовательности действий, ситуативная модификация фрейма. Фрейм, кроме всего прочего, включает определённое знание по умолчанию, которое называется презумпцией.
- Фрейм состоит из имени и отдельных единиц, называемых слотами. Он имеет однородную структуру:
 - ИМЯ ФРЕЙМА
 - Имя 1-го слота: значение 1-го слота
 - Имя 2-го слота: значение 2-го слота
 -
 - Имя N-го слота: значение N-го слота.

- В качестве значения слота может выступать имя другого фрейма. Таким образом фреймы объединяются в сеть. Свойства фреймов наследуются сверху вниз, т.е. от вышестоящих к нижестоящим через АКО-связи. Слот с именем АКО указывает на имя фрейма более высокого уровня иерархии.
- Незаполненный фрейм называется протофреймом, а заполненный — экзофреймом. Роль протофрейма как оболочки в экзофрейме весьма важна. Эта оболочка позволяет осуществлять процедуру внутренней интерпретации, благодаря которой данные в памяти системы не безлики, а имеют вполне определенный, известный системе смысл.

- Слот может содержать не только конкретное значение, но и имя процедуры, позволяющей вычислить его по заданному алгоритму, а также одну или несколько продукций (эвристик), с помощью которых это значение определяется. В слот может входить не одно, а несколько значений. Иногда этот слот включает компонент, называемый фасетом, который задает диапазон или перечень его возможных значений. Фасет указывает также граничные значения заполнителя слота.
- Помимо конкретного значения в слоте могут храниться процедуры и правила, которые вызываются при необходимости вычисления этого значения. Среди них выделяют процедуры-демоны и процедуры-слуги. Первые запускаются автоматически при выполнении некоторого условия, а вторые активизируются только по специальному запросу.

- Совокупность фреймов, моделирующая какую-либо предметную область, представляет собой иерархическую структуру, в которую фреймы собираются с помощью родовидовых связей. На верхнем уровне иерархии находится фрейм, содержащий наиболее общую информацию, истинную для всех остальных фреймов. Фреймы обладают способностью наследовать значения характеристик своих родителей, находящихся на более высоком уровне иерархии. Эти значения могут передаваться по умолчанию фреймам, находящимся ниже них в иерархии, но если последние содержат собственные значения данных характеристик, то в качестве истинных принимаются именно они. Это обстоятельство позволяет без затруднений учитывать во фреймовых системах различного рода исключения.

- Различают статические и динамические системы фреймов. В системах первого типа фреймы не могут быть изменены в процессе решения задачи, а в системах второго типа это допустимо.
- Применяются также в объектно-ориентированных системах. Каждый фрейм соответствует некоторому объекту предметной области, а слоты содержат описывающие этот объект данные, то есть в слотах находятся значения признаков объектов.

Семантическая сеть

- информационная модель предметной области, имеющая вид ориентированного графа, вершины которого соответствуют объектам предметной области, а дуги (рёбра) задают отношения между ними. Объектами могут быть понятия, события, свойства, процессы
- семантическая сеть отражает семантику предметной области в виде понятий и отношений.

Пример сети



Формы записи

- В математике граф представляется множеством вершин V и множеством отношений между ними E . Используя аппарат математической логики, приходим к выводу, что каждая вершина соответствует элементу предметного множества, а дуга — предикату.
- В лингвистике отношения фиксируются в словарях и в тезаурусах. В словарях в определениях через род и видовое отличие родовое понятие занимает определённое место. В тезаурусах в статье каждого термина могут быть указаны все возможные его связи с другими родственными по теме терминами. От таких тезаурусов необходимо отличать тезаурусы информационно-поисковые с перечнями ключевых слов в статьях, которые предназначены для работы дескрипторных поисковых систем.

Классификация

- По количеству типов отношений, сети могут быть однородными и неоднородными.
 - Однородные сети обладают только одним типом отношений (стрелок), например, таковой является вышеупомянутая классификация биологических видов (с единственным отношением АКО).
 - В неоднородных сетях количество типов отношений больше двух. Классические иллюстрации данной модели представления знаний представляют именно такие сети. Неоднородные сети представляют большой интерес для практических целей, но и большую сложность для исследования. Неоднородные сети можно представлять как переплетение древовидных многослойных структур.

□ По арности:

- типичными являются сети с бинарными отношениями (связывающими ровно два понятия). Бинарные отношения очень просты и удобно изображаются на графе в виде стрелки между двух концептов. Кроме того, они играют исключительную роль в математике.
- На практике, однако, могут понадобиться отношения, связывающие более двух объектов — N -арные. При этом возникает сложность — как изобразить подобную связь на графе, чтобы не запутаться. Концептуальные графы снимают это затруднение, представляя каждое отношение в виде отдельного узла.

Семантические отношения

- ▣ Количество типов отношений в семантической сети определяется её создателем, исходя из конкретных целей. В реальном мире их число стремится к бесконечности. Каждое отношение является, по сути, предикатом, простым или составным. Скорость работы с базой знаний зависит от того, насколько эффективно реализованы программы обработки нужных отношений.

Иерархические отношения

- Наиболее часто возникает потребность в описании отношений между элементами, множествами и частями объектов. Отношение между объектом и множеством, обозначающим, что объект принадлежит этому множеству, называется отношением классификации (ISA). Говорят, что множество (класс) классифицирует свои экземпляры.
- это отношение именуют также MemberOf, InstanceOf или подобным образом. Связь ISA предполагает, что свойства объекта наследуются от множества. Обратное к ISA отношение используется для обозначения примеров, поэтому так и называется — «Example».

- Отношение между надмножеством и подмножеством называется АКО — «A Kind Of» («разновидность»). Элемент подмножества называется гипонимом, а надмножества — гиперонимом, а само отношение называется отношением гипонимии. Альтернативные названия — «SubsetOf» и «Подмножество». Это отношение определяет, что каждый элемент первого множества входит и во второе (выполняется ISA для каждого элемента), а также логическую связь между самими подмножествами: что первое не больше второго и свойства первого множества наследуются вторым.

- Важным отношением является HasPart, описывающее части/целые объекты (отношение меронимии). Мероним — это объект, являющийся частью для другого. Холоним — это объект, который включает в себя другое. Мероним и холоним — противоположные понятия. В этом случае свойства первого множества не наследуются вторым.
- Часто в семантических сетях требуется определить отношения синонимии и антонимии. Эти связи либо дублируются явно в самой сети, либо в алгоритмической составляющей.

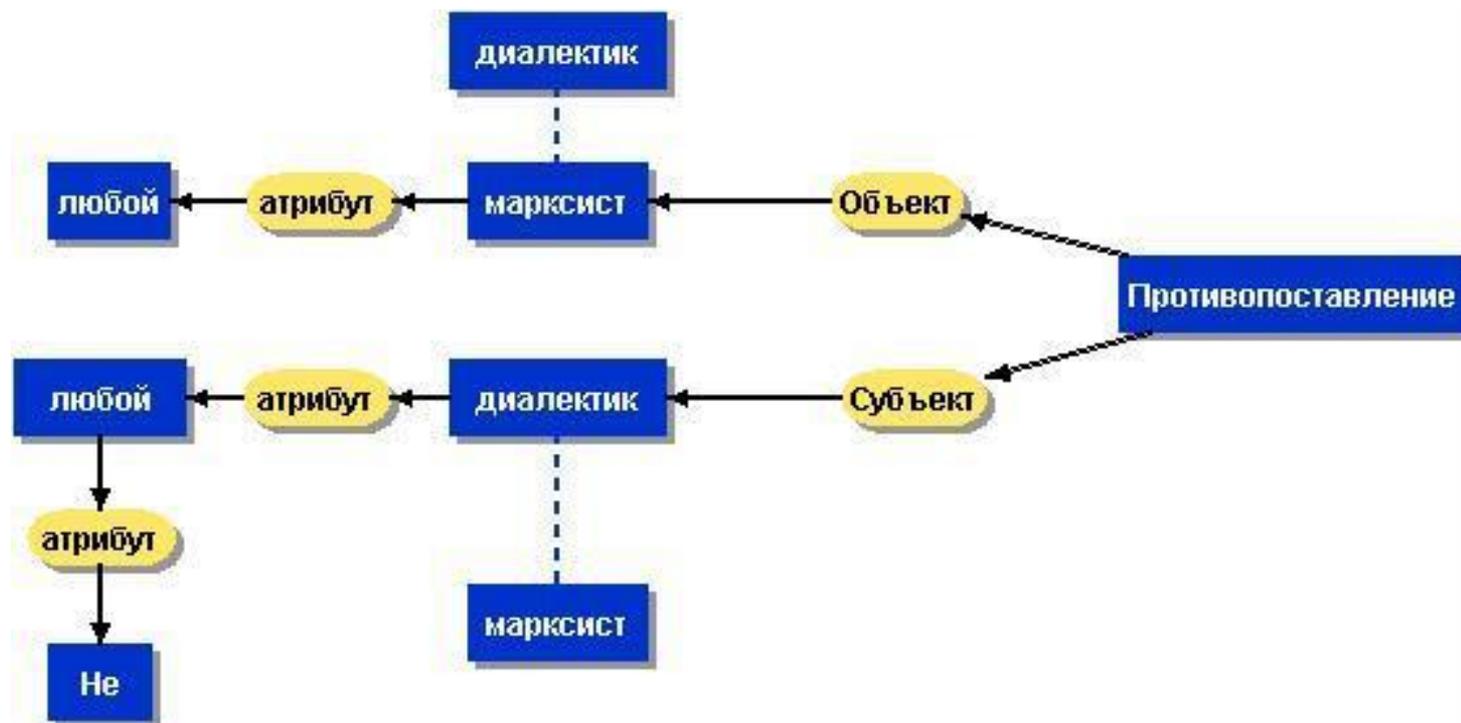
Вспомогательные отношения

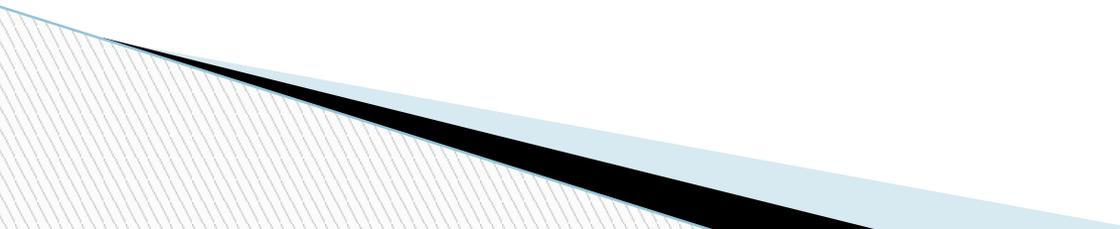
- функциональные связи (определяемые обычно глаголами «производит», «влияет»...);
 - количественные (больше меньше, равно...);
 - пространственные (далеко от, близко от, за, под, над...);
 - временные (раньше, позже, в течение...);
 - атрибутивные (иметь свойство, иметь значение);
 - логические (И, ИЛИ, НЕ);
 - лингвистические.
- 

Концептуальные графы

- Разновидность семантических сетей.
- Концептуальный граф - это двудольный направленный граф, состоящий из двух типов узлов: концептов и концептуальных отношений, или просто отношений.
- Концептуальные графы применяются в задачах анализа текстовой информации, относящихся к направлению, обозначаемому термином Text Mining.
- Формально семантика концептуальных графов задается логическими выражениями, формируемыми на графе. Соответственно, логика предикатов первого порядка остается к настоящему времени основным математическим аппаратом исследования концептуальных графов.
- Концептуальный граф как модель сложнее, чем набор ключевых слов, но компактнее, чем, например, вектор, построенный на тексте в методах латентно - семантического анализа.

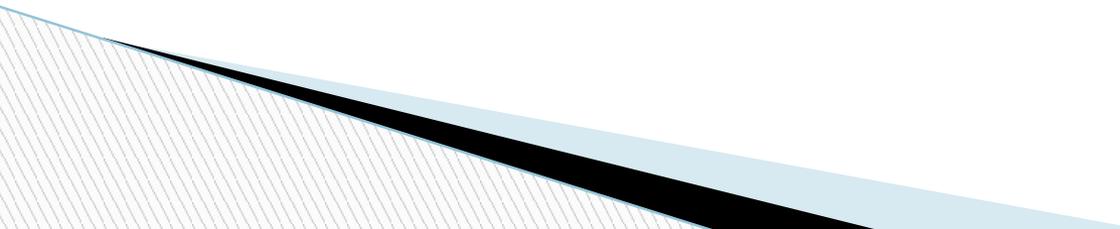
Пример графа



- Существует несколько подходов к построению концептуальных графов.
 - Согласно вербоцентрическому подходу, в каждом предложении фиксируется центральный концепт – глагол, задающий главный смысл предложения; детализация смысла задается другими концептами и отношениями. При этом необходимо обеспечить корректную работу алгоритма в достаточно сложных случаях - в предложениях без глаголов или имеющих сложные глагольные формы.
 - Другим важным известным решением является применение семантических ролей для построения отношений.
- 

Семантические роли

- Семантической ролью называется совокупность черт, общих для одинаково кодируемых элементов предложения. Сложность разметки семантических ролей обусловлена тем, что роль может не совпадать с элементом предложения и определяться не одним, а несколькими элементами. Разметка семантических ролей требует не только синтаксического, но и морфологического анализа текста.

- При выделении семантических ролей применяются четыре множества объектов:
 - множество атрибутов элементов предложения для русского языка,
 - множество шаблонов в виде правил,
 - множество атрибутов шаблонов и
 - множество семантических ролей.
- 

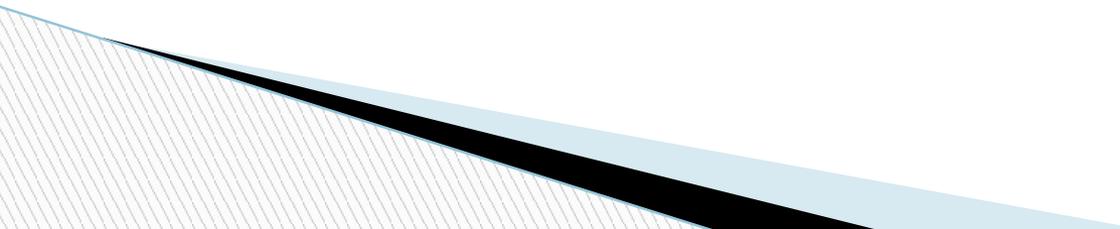
Онтологии

- попытка всеобъемлющей и детальной формализации некоторой области знаний с помощью концептуальной схемы. Обычно такая схема состоит из структуры данных, содержащей все релевантные классы объектов, их связи и правила (теоремы, ограничения), принятые в этой области.
- Основные сферы применения — моделирование бизнес-процессов, семантическая паутина (Semantic Web), искусственный интеллект.

Пример онтологии



Элементы онтологий

- ▣ Экземпляр
 - ▣ Понятие
 - ▣ Атрибут
 - ▣ Отношение
- 

Экземпляры

- ▣ Экземпляры (англ. instances) или индивиды (англ. individuals) — это основные, нижеуровневые компоненты онтологии. Экземпляры могут представлять собой как физические объекты (люди, дома, планеты), так и абстрактные (числа, слова). Строго говоря, онтология может обойтись и без конкретных объектов. Однако, одной из главных целей онтологии является классификация таких объектов, поэтому они также включаются.

Понятия

- ▣ Понятия (англ. concepts) (или классы (англ. classes)) — абстрактные группы, коллекции или наборы объектов. Они могут включать в себя экземпляры, другие классы, либо же сочетания и того, и другого. Пример:
- ▣ Понятие «люди», вложенное понятие «человек». Чем является «человек» — вложенным понятием, или экземпляром (индивидом) — зависит от онтологии.
- ▣ Понятие «индивиды», экземпляр «индивид».

Атрибуты

- ▣ Объекты в онтологии могут иметь атрибуты. Каждый атрибут имеет по крайней мере имя и значение, и используется для хранения информации, которая специфична для объекта и привязана к нему.
- ▣ Значение атрибута может быть сложным типом данных.
- ▣ Если вы не определяете атрибуты для концепций, вам придется определять либо таксономию (если между концепциями существует отношение включения (Гипоним, англ. *Hyponym*)), либо Управляемый Словарь (англ. *Controlled Vocabulary*). Они полезны, но не считаются настоящими онтологиями.

Отношения

- ▣ Важная роль атрибутов заключается в том, чтобы определять зависимости (отношения) между объектами онтологии. Обычно отношением является атрибут, значением которого является другой объект.

Специализированные и общие ОНТОЛОГИИ

- ▣ Специализированные (предметно-ориентированные) онтологии (онтологии предметных областей-ПрО) — это представление какой-либо области знаний или части реального мира. В такой онтологии содержатся специальные для этой области значения терминов.
- ▣ Общие онтологии используются для представления понятий, общих для большого числа областей. Такие онтологии содержат базовый набор терминов, глоссарий или тезаурус, используемый для описания терминов предметных областей.

- Если использующая специализированные онтологии система развивается, то может потребоваться их объединение. И для инженера по онтологиям это серьёзная задача. Подобные онтологии часто несовместимы друг с другом, хотя могут представлять близкие области. Разница может появляться из-за особенностей местной культуры, идеологии и т. п., или вследствие использования другого языка описания.
- Сегодня объединение онтологий приходится выполнять вручную, это трудоёмкий, медленный и дорогостоящий процесс. Использование базисной онтологии — единого глоссария — несколько упрощает эту работу. Есть научные работы по технологиям объединения, но они по большей части теоретические.

Языки описания онтологий

- ▣ OWL — ontology web language, стандарт W3C, язык для семантических утверждений, разработанный как расширение RDF и RDFS;
- ▣ KIF (Knowledge Interchange Format или формат обмена знаниями) — основанный на S-выражениях синтаксис для логики;
- ▣ СусL — онтологический язык, использующийся в проекте Сус, основан на исчислении предикатов с некоторыми расширениями более высокого порядка.
- ▣ DAML+OIL (FIPA)