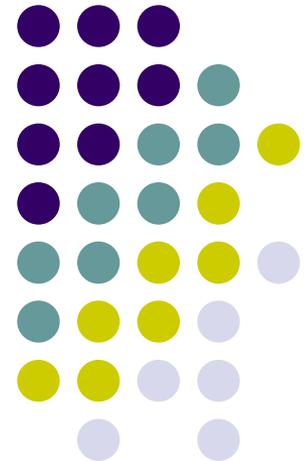
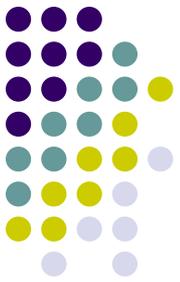


**ПРЕДСТАВЛЕНИЕ
ЗНАНИЙ:**

СЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ

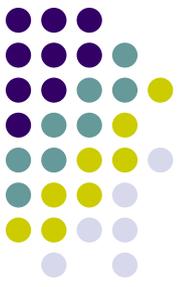


СОДЕРЖАНИЕ



1. Семантическая сеть: основные свойства
2. Выразительные возможности сем. сетей
3. Виды семантических связей и сетей
 - Сценарии
4. Типы сущностей и общелогические связи
5. Наследование и вывод в семантических сетях
6. Достоинства и недостатки сетевой модели
7. Другие семантические графовые представления
 - Концептуальные графы
 - ER-модель (Сущность-связь) в БД
8. Заключение и Домашнее задание

СЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ: ИСТОКИ



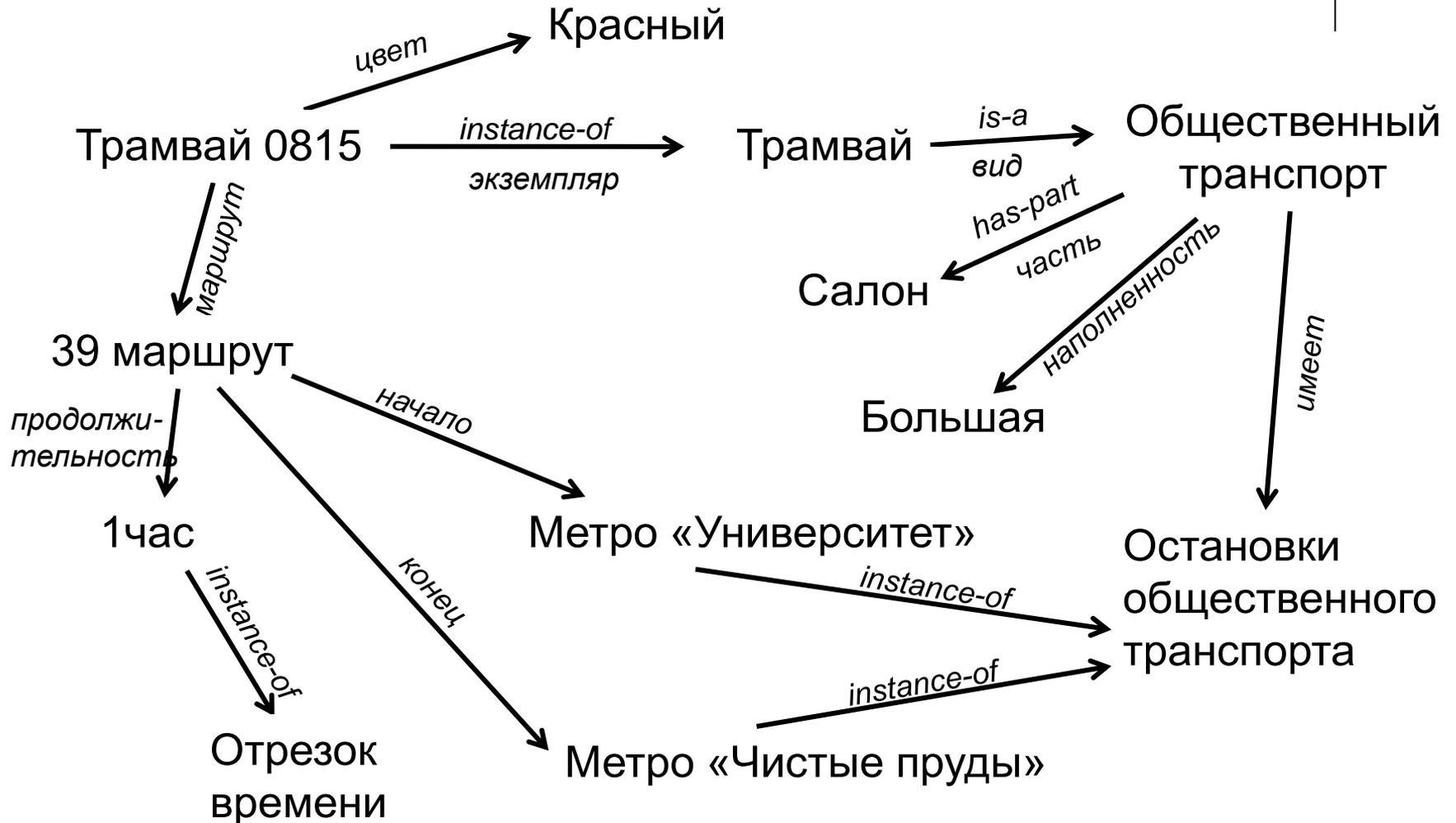
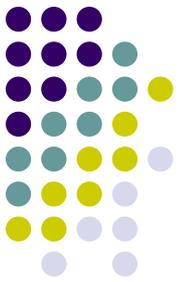
- Семантические сети – собирательное название целого класса представлений
- Когнитивная психология, с 60-х гг. : попытки создания модели долговременной памяти человека
- ИИ: *Quillian*, 1967 г. – модель семантической памяти
 - Узлами сети изображаются словесные понятия (термины)
 - Фиксируются ассоциативные связи с другими понятиями-терминами, которые фигурируют в их определениях
- Основная идея семантических сетей:
рассматривать ПО как набор **сущностей** (объектов, понятий) и **связей** между ними.
Вся совокупность знаний представляется в виде большой **ассоциативной сети** концептов (понятий).

СЕМАНТИЧЕСКАЯ СЕТЬ: ОПРЕДЕЛЕНИЕ

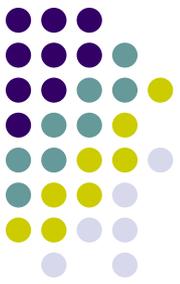


- **Сущности** – это реальные и мнимые объекты ПО: индивиды/экземпляры, понятия, свойства, явления, события, процессы, ситуации – находятся в определенных **отношениях** друг с другом
- *Семантическая сеть* – ориентированный связный граф из поименованных вершин и ребер
 - Вершины – представляемые сущности
 - Ребра (дуги) – семантические связи вершин-сущностей
- Вершины и ребра помечены, а ребра – направлены
- Обычно имена, приписываемые вершинам и ребрам, совпадают с названиями соответствующих сущностей и отношений ПО; тем самым: семантика ПО

СЕМАНТИЧЕСКАЯ СЕТЬ: ПРИМЕР

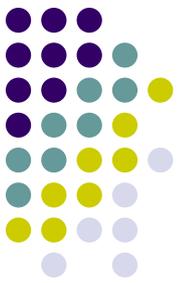


СЕМАНТИЧЕСКАЯ СЕТЬ: ОСОБЕННОСТИ



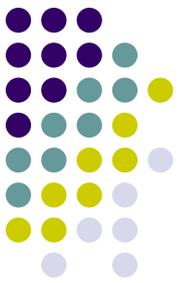
- Важно: каждая сущность представляется в сети ровно одной вершиной, поэтому все вершины имеют разные имена (для дуг это не так)
- **Свойство ассоциативности:** любая сущность в сети представлена вершиной, из которой непосредственно доступна вся связанная с ней информация (ее смысл определяется через связанные вершины)
- Это позволяет быстрее находить информацию о сущности (чем в логической модели)
- Ассоциативность – основополагающее свойство человеческого мышления (модель: ассоциативная сеть)
- Минимальная значимая информация в семантической сети – ребро и две связываемые им вершины

ВЫРАЗИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СЕМАНТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ



- Единица знания – ребро R и связанные им вершины v_1 и v_2 – эквивалентны бинарному предикату $R(v_1, v_2)$
- Семантическая сеть разложима на множество бинарных отношений (предикатов) между вершинами, причем вершины суть константы ПО (предметные постоянные)
- Тем самым семантическая сеть может рассматриваться как эквивалент набора утверждений ИП без переменных (т.е. фактов), представленных ребрами этой сети
- Сравнение с логической моделью: семантические сети не имеют средств для представления
 - ✓ переменных и кванторов
 - ✓ функциональных символов
 - ✓ логических связок за исключением конъюнкции
 - ✓ унарных и n -арных (многоместных) предикатов ($n \geq 1, n \neq 2$)

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ В СЕТЯХ МНОГОМЕСТНЫХ ОТНОШЕНИЙ



- В целом выразительные средства семантической сети слабее, чем языка предикатов первого порядка, однако:
- При необходимости переменная может быть представлена вершиной с её именем
 - Любое n -арное отношение ($n \geq 3$) можно заменить на эквивалентный набор из $n+1$ взаимосвязанных бинарных отношений, используя :
 - **Правило замены n -арной ($n \geq 3$) связи (факта) $P(a_1, \dots, a_n)$ на $n+1$ бинарное отношение**
 a_i – аргументы (предметные константы), а q_i – их роли
 - Например, замена факта вида *Передать(Тина, Глеб, Диск)* имеется *событие* – назовём его E –
которое заключается в действии передачи
от источника (q_1) *Тины* адресату (q_2) *Глебу* объекта (q_3)

ПРАВИЛО ЗАМЕНЫ БИНАРНЫМИ ОТНОШЕНИЯМИ



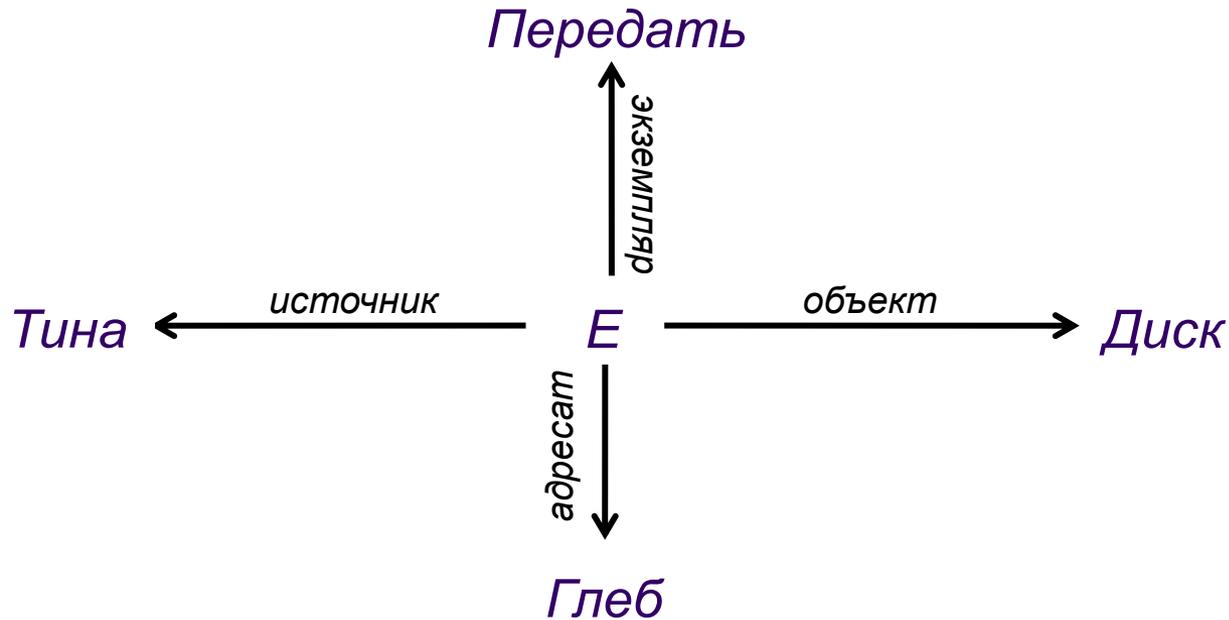
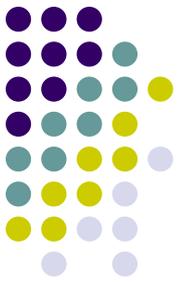
Для отношения $P(a_1, \dots, a_n)$ дополнительно вводим:

- Предметную константу E , соответствующую конкретному факту передачи (уникальную метку факта)
- n бинарных предикатов, соответствующих ролям q_i аргументов исходной связи P
- Предметную константу P – *Передать*, обозначающую весь класс событий (ситуаций) «Передать»
- Специальный предикат *Экземпляр*, обозначающий принадлежность классу /множеству ($x \in M$).

Тогда факт *Передать*(*Тина*, *Глеб*, *Диск*) , хотя напрямую не выразим в сети, но эквивалентен конъюнкции

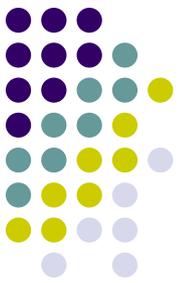
$\text{Экземпляр}(E, \text{Передать}) \wedge$
 $\text{Источник}(E, \text{Тина}) \wedge \text{Адресат}(E, \text{Глеб}) \wedge \text{Объект}(E, \text{Диск})$

ЭКВИВАЛЕНТНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ: ПРИМЕР



Представление полученной конъюнкции:
вместо одного трёхместного предиката и 3 констант
имеем 4 бинарных предиката и 5 констант
(исходный предикат расщеплен на 2 константы и
связывающее их отношение, добавлены предикаты,
явно называющие роли его аргументов)

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ УНАРНЫХ ОТНОШЕНИЙ



Приведение унарного предиката к эквивалентному по смыслу бинарному : *Красный(Мяч) Кот(Мурзик) T(a)*

- **Способ I** (формальный)

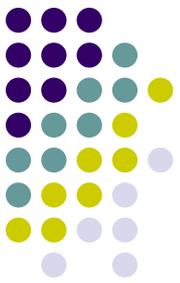
Введение специального предиката *Экземпляр*, обозначающего принадлежность классу /множеству ($x \in M$), а также предметной постоянной *T*, обозначающей класс/тип : *Экземпляр(a, T)* , например:

- вместо *Кот(Мурзик)* – *Экземпляр (Мурзик, Кот)*
- однако *Экземпляр (Мяч, Красный)* – неестественно

- **Способ II** (менее формальный):

Красный – значение свойства/атрибута *цвет*,
Вводится более общее (объемлющее) понятие – *Цвет*
и соответствующий предикат: *Цвет(Мяч, Красный)*

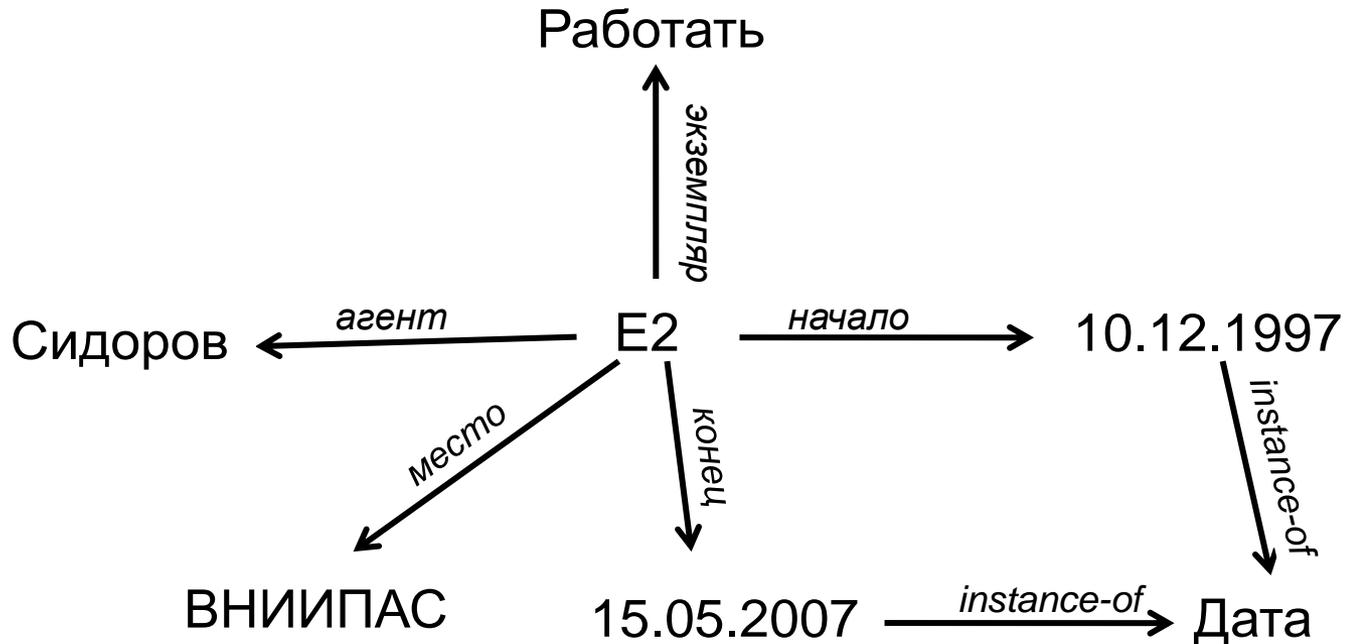
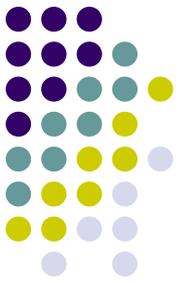
ВИДЫ СЕМАНТИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ



В семантических сетях представимы различные по смыслу отношения сущностей:

- Общелогические (Род–Вид, Часть–Целое
Класс–Экземпляр)
- Пространственные (прямые/относительные)
- Временные: указание
 - следования во времени или
 - времени событий/процессов (интервал или точка)
- Причинно-следственные
- Атрибутивные (цвет: желтый, память: объем)
- Узко-предметные (специфические для ПО)
- Количественные (больше, меньше и др.)
- Функциональные

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ СОБЫТИЯ: ПРИМЕР



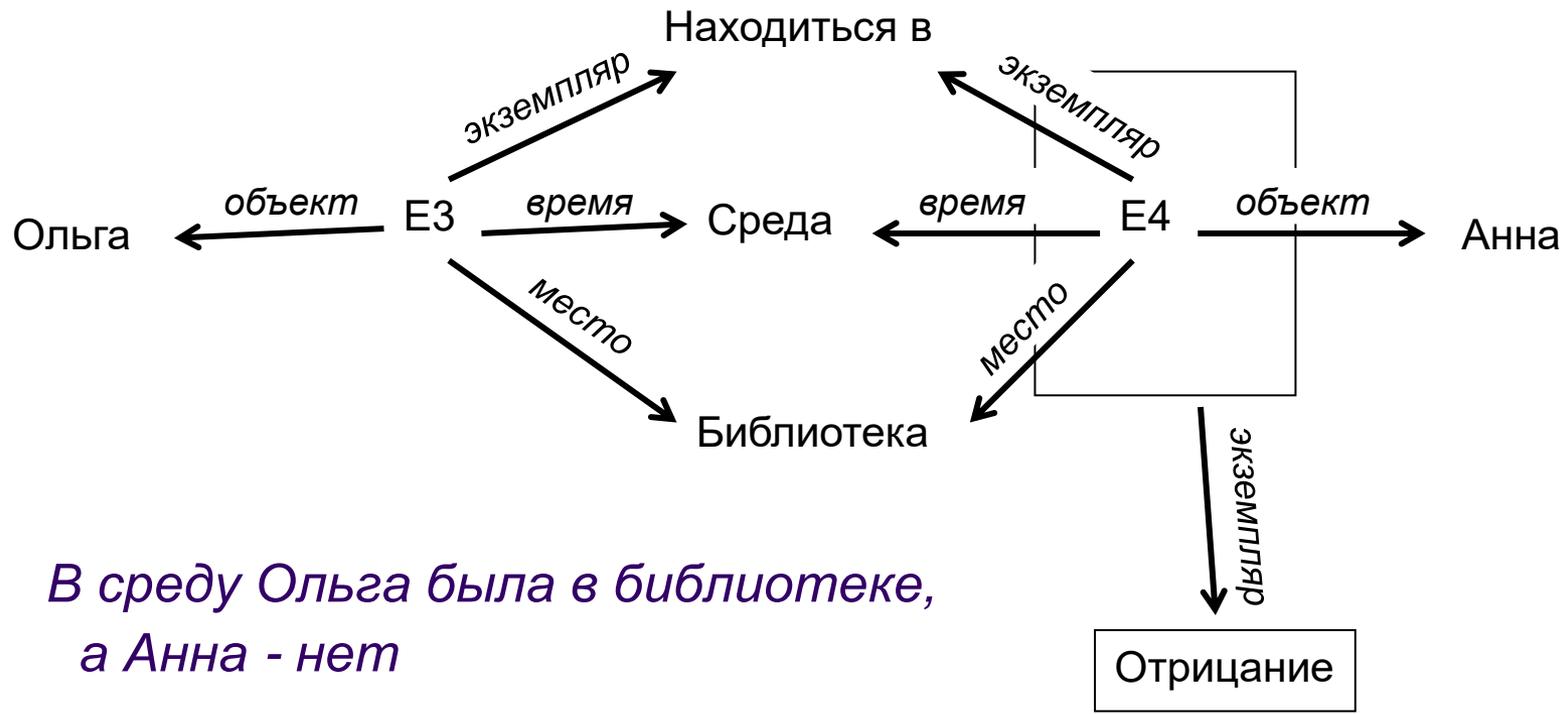
= *Работать(Сидоров, ВНИИПАС, 10.12.1997, 15.05.2007)*

Датами помечен интервал: начало и конец события



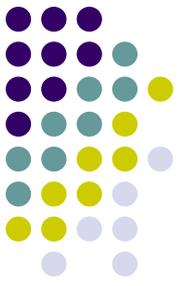
ВИДЫ СЕМАНТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

- Однородные и Неоднородные – один и тот же либо разный вид семантической связи вершин сети
- Простые и Иерархические, в которых каждая вершина раскрывается своей сетью
- Сети с пространствами: можно представить любые логические связки и кванторы (сеть усложняется)



*В среду Ольга была в библиотеке,
а Анна - нет*

СЦЕНАРИИ



- **Сценарии** – однородные сети, единственное отношение в которых:
 - причинно-следственное (*каузальные сценарии*)
 - временное следование (*операциональные*)
 - отношение цель/подцель (*целевые*).
- Вершины сценария обычно: факты/ситуации/события
- Свойство сценариев: если между вершинами X и Y в СС существует множество путей $\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_n$ и верны оба факта, отвечающие вершинам X и Y , то имеет место, по крайней мере, совокупность фактов, соответствующих вершинам на одном из путей из X в Y .
- Каузальные сценарии: прямое движение по сети позволяет получить следствия, а обратное движение – причины.
- Операциональные сценарии позволяют пополнить знания о предшествующих или последующих событиях.

ПРИМЕР СЦЕНАРИЯ



Посещение ресторана (стереотипная
последовательность событий)

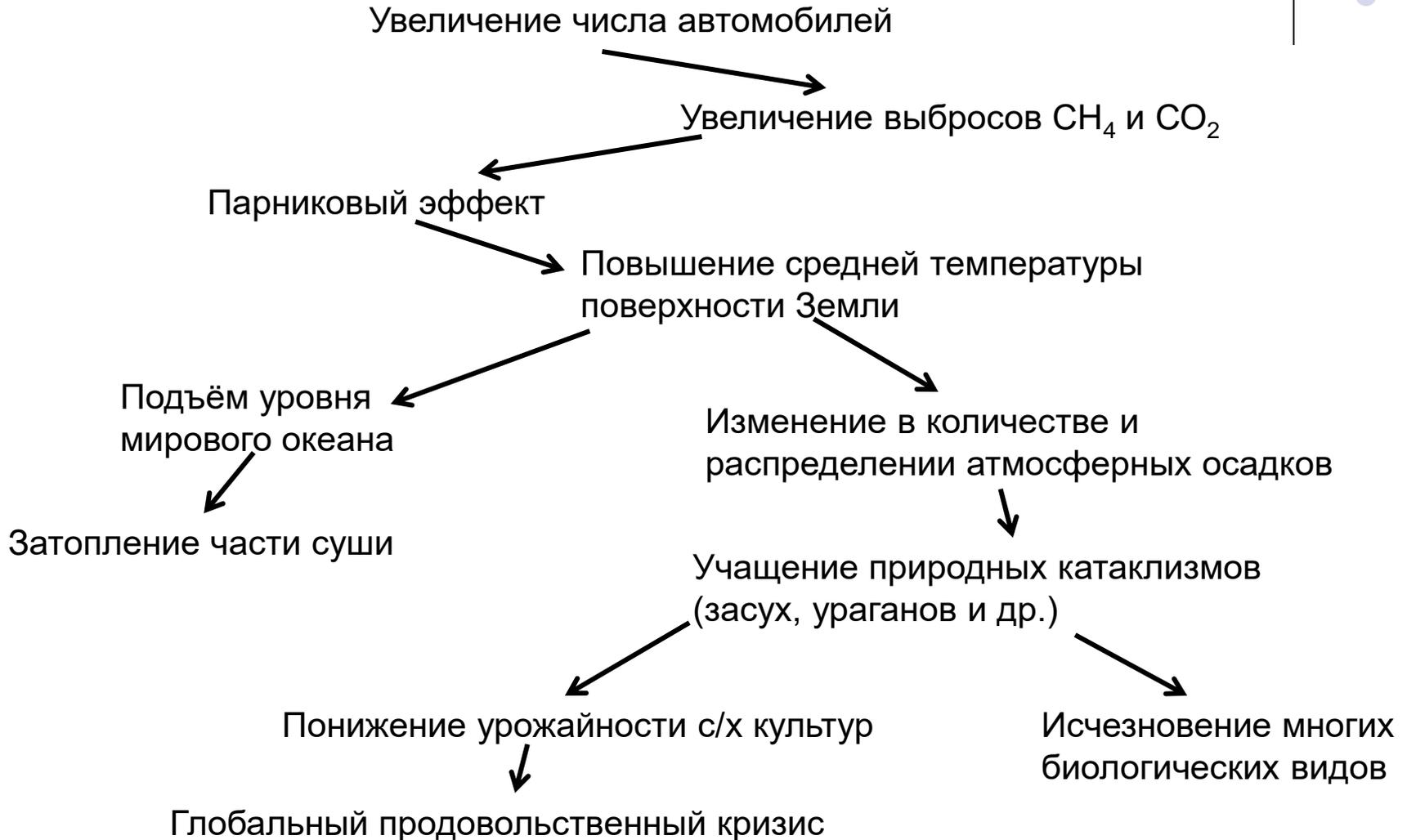
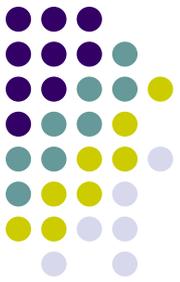


- ✓ Операциональный сценарий
- ✓ Отличается от сценария посещения ресторана «быстрого обслуживания»

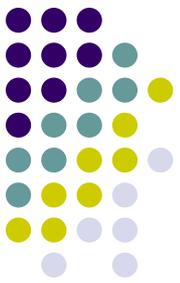
Семантика связи вершин?

- Применение сценариев: интерпретация текстов ЕЯ (новостных сообщений, сводок)

СЦЕНАРИЙ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ



ТИПЫ СУЩНОСТЕЙ



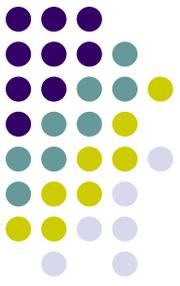
В семантических сетях бывают представлены:

- *Обобщённые сущности* (понятия) соответствуют некоторому классу объектов ПО.
Например: *планета, вещество, животное*
- *Конкретные сущности* (индивидуальные, экземпляры) обычно соответствуют конкретным объектам ПО
Например: *Венера, хлор, лев*
- *Агрегатные сущности* (композиционные) представляют объекты ПО, имеющие составные части
Например: *автомобиль, планета, стадо*

Выделение обобщённых, конкретных и агрегатных понятий в определённой мере условно: зависит от рассматриваемой ПО и решаемых в ней задач

кот Мурзик, спаниель, компьютер

ОБЩЕЛОГИЧЕСКИЕ СВЯЗИ В СЕМАНТИЧЕСКИХ СЕТЯХ



Фундаментальные отношения сущностей:

Род–Вид, Экземпляр (Пример), Часть–Целое

Родо-видовое отношение (Род–Вид, Класс–Подкласс)

- Связь между двумя обобщёнными сущностями:

C is-a B, C a-kind-of B, C вид B

C – вид для *B*, а *B* – родовое понятие (род) для *C*

- Например: птица и животное, самолёт и транспорт
- Подразумевает $C \subset B$ (включение классов-множеств)
- Иногда разделяют: родовая и видовая (взаимнообратны)
- Основа построения так называемой *таксономии* – *классификационной иерархии (taxonomic hierarchy)*.
- Важность связи: классификация (*категоризация*) наблюдаемых явлений – один из приёмов мышления

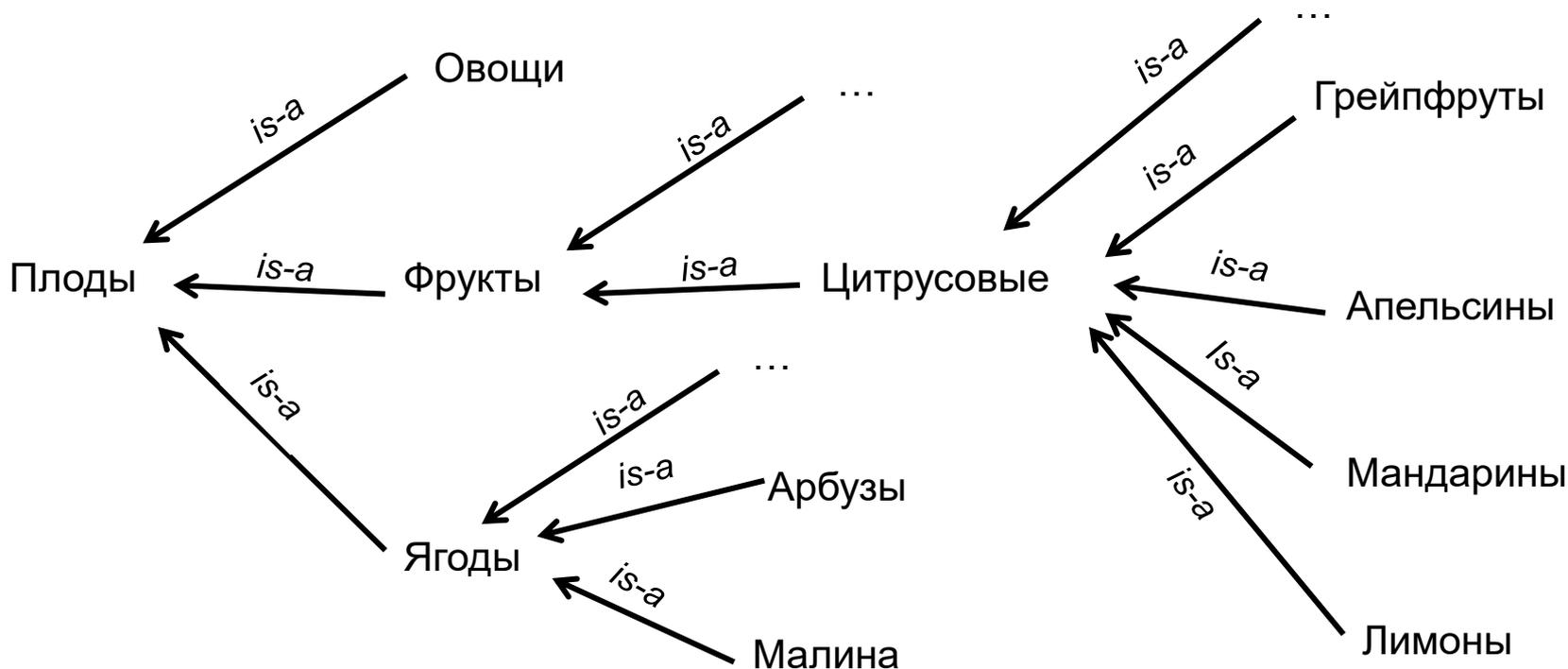
ТАКСОНОМИЯ: ПРИМЕР



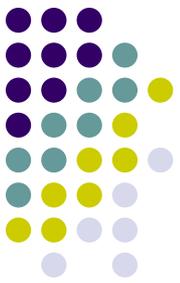
Соотнесение понятий по связи Род–Вид

Классификацией такое иерархическое дерево является только тогда, когда любой класс-понятие разбивается на непересекающиеся подмножества-подпонятия

(последняя связь в цепочке м.б. связью *instance-of*)

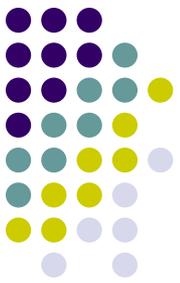


ОБЩЕЛОГИЧЕСКИЕ СВЯЗИ: ЭКЗЕМПЛЯР , ЧАСТЬ-ЦЕЛОЕ



- Отношение *Быть экземпляром/представителем* между конкретным и обобщённым понятиями
B instance-of A, B экземпляр A ($B \in A$, Экземпляр–Класс)
Конкретный (индивидуальный) объект *B* принадлежит к классу *A*
Например: *Хлор instance-of Вещество*,
Марс instance-of Планета, *Соловей instance-of Птица* ?
- Отношение *Быть частью* (Часть–Целое) между обобщённой агрегатной и другой обобщённой сущностью **или** конкретной агрегатной и другой конкретной сущностью
A part-of B, A часть B или: *B has-part A*
Например: *автомобиль и карбюратор*, *кисть и палец*,
спикер и парламент
- ❖ Выделяют несколько разновидностей этой связи, в зависимости от этого – ее свойства

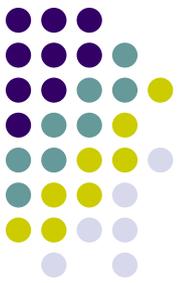
СЕМАНТИЧЕСКАЯ СЕТЬ: НАСЛЕДОВАНИЕ



Учёт семантики отношений:

- Транзитивность отношения Род-Вид: $x^{\circ}y \wedge y^{\circ}z \Rightarrow x^{\circ}z$
- C *is-a* B – Включение $C \subset B$ классов-множеств соответствующих объектов подразумевает, что C обычно наследует все свойства B (наследование подклассами)
- Отношение Экземпляр–Класс: обычно C как Экземпляр (представитель) класса B также наследует его свойства
- Наследование позволяет отображать в БЗ не все свойства объектов и понятий, а лишь их часть
- Свойства записываются для наиболее общих классов, а свойства их подклассов могут быть получены из представленных в БЗ с помощью специального *механизма наследования*, по цепочке наследования. Этот прием уменьшает размер БЗ («сжатие» БЗ)

НАСЛЕДОВАНИЕ: ПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ



Когнитивная психология: эксперименты 1985 г.

- Изучение времени реакции человека на вопросы:
Может ли канарейка петь?
Может ли канарейка летать?
Может ли канарейка дышать?

В среднем время ответа увеличивалось

- Люди запоминают информацию на самом абстрактном уровне. Более общие свойства запоминаются на уровне концепта *Животное*, и попытка их вспомнить занимает больше времени
- Способность **вывода** информации (наследование) позволяет нам запоминать информацию экономно, на самом высоком уровне абстракции

ВЫВОД В СЕМАНТИЧЕСКИХ СЕТЯХ



Операции со знаниями в сетевой модели?

Каковы задачи обработки знаний?

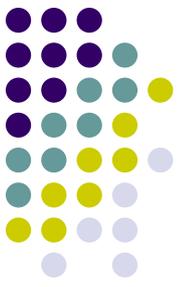
- СС использовались в качестве БЗ в некоторых ранних **вопросно-ответных** системах ИИ, для которых были созданы специальные процедуры интерпретации сети
- Основная задача – поиск фрагмента сети, содержащего нужную информацию

Пример запроса для СС со слайда 13:

Когда Сидоров начал работать во ВНИИПАС?

- Запрос на ЕЯ переводился в некоторый небольшой фрагмент сети, и задача была в том, чтобы найти участок основной СС, сопоставимый (изоморфный) сети запроса
- При необходимости включалась процедура наследования для поиска свойств по цепочкам связей: *is-a* (+ заключит. *instance-of*), а в некоторых случаях и *part-of*

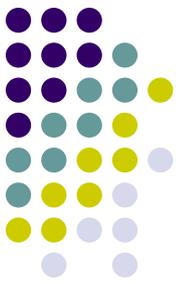
СЕВАЯ МОДЕЛЬ: БАЗА ЗНАНИЙ



Базу знаний образует вся семантическая сеть, которую можно условно разделить на 2 части (физически они не разделены):

- *Экстенциональная* часть (ЭК) – содержит знания о конкретных сущностях: фактах, объектах, явлениях, ситуациях и т.д.
- *Интенциональная* (концептуальная) часть включает знание об обобщенных сущностях и их связях
 - Используется для вывода новых знаний: ответов на вопросы и пополнения экстенциональной части
- ❖ Реальная сложность: Относительность выделения конкретных и обобщённых сущностей

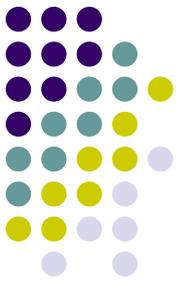
ПОСТРОЕНИЕ СЕМАНТИЧЕСКОЙ СЕТИ



Некоторые важные замечания: связность сети!

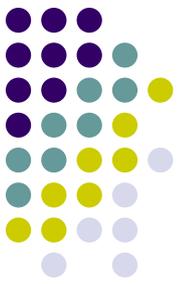
- Мысленно ПО представляется состоящей из сущностей, находящихся в определенных отношениях друг с другом
- Определение сущностей и связей, выбор их имен может быть сделан несколькими способами
- Одна и та же сущность может быть представлена либо вершиной, либо ребром (например: понятие *отец*)
- Названия вершин-классов лучше сделать либо все в единственном, либо во множеств. числе (*Птицы* / *Птица*)
- Для выявления отношения *C is-a B* используется критерий: каждый экземпляр *C* также является экземпляром *B*
- При представлении знаний, содержащихся в тексте:
 - Текст рассматривается в целом, а не по словам/предложениям
 - По построенной сети должен восстанавливаться смысл текста !

ДОСТОИНСТВА СЕТЕВОЙ МОДЕЛИ



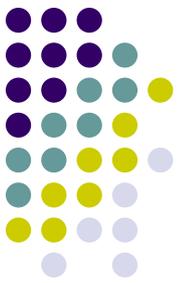
- Естественность и наглядность СС: визуальное отображение взаимосвязей между сущностями ПО
- Эвристическая модель, учитывающая некоторые закономерности ПЗ у человека, в частности, свойства ассоциативности и наследования
- Удобное представление декларативного знания
- Возможность представления как общелогических, так и узко-предметных связей понятий
- По сравнению с формальной логической моделью: б'ольшая эвристическая сила, но из этого проистекают и недостатки

НЕДОСТАТКИ СЕТЕВОЙ МОДЕЛИ



- Выразительная мощность (обычной) СС существенно слабее – по сравнению с логической моделью на основе языка предикатов
- Нет средств представления процедурных знаний
- «Мелкость» единицы знания, что усложняет поиск в СС
- Неэффективность поиска в СС (поиск изоморфного подграфа – NP-полная задача)
- Вывод в СС не может гарантировать достоверность результата, т.к не имеет строгого (логического) обоснования, возможность возникновения противоречий
- ❖ Семантические сети – общее название систем представления, основанных на графах, поэтому общие алгоритмы вывода для них не были определены (разрабатывались для каждой конкретной системы ИИ)

ГРАФОВЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ: КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ГРАФЫ

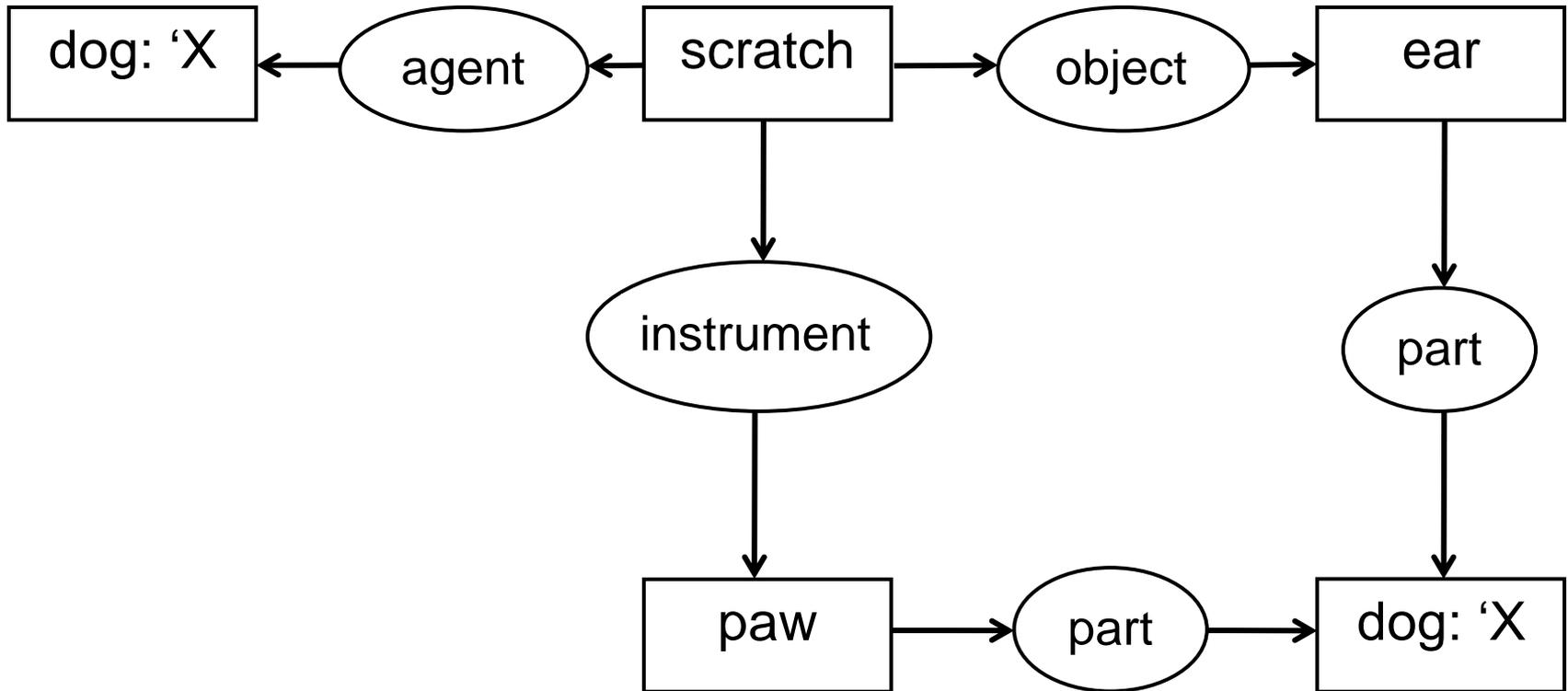
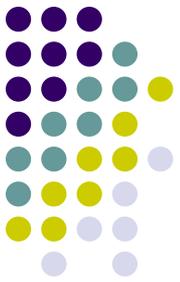


Sowa, 1984 : сетевой язык представления знаний,
по выразительной силе эквивалентен ИП

- Дуги не помечаются, отношения представляются узлами
- Графическое отличие двух типов вершин:
прямоугольники и эллипсы
- Различение обобщенных и конкретных понятий: метки в вершинах (маркер экземпляров)
- Операции над концептуальными графами для создания новых (путем специализации или обобщения):
копирование, ограничение, объединение, упрощение
- Возможность представления высказываний: пропозициональное понятие – отдельный выделенный граф

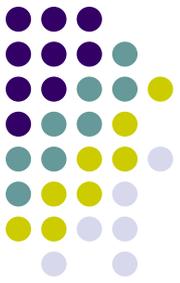
Язык применялся в нескольких исследовательских работах

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ГРАФЫ: ПРИМЕР



The dog scratches its ear with its paw

ГРАФОВЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ: ER-МОДЕЛЬ



P. Chen, 1976 г. : Модель сущность-связь ПО
ER-модель (Entity-Relationship Model)

- ER-модель используется при концептуальном проектировании Баз Данных
- Суть: Выделяются **ключевые сущности** и их **связи**, а также **атрибуты** (свойства) сущностей
- Выделенные связи анализируются (один к одному, один ко многим, многие ко многим)
- Строится *ER-диаграмма*
 - Отличие от Семант.сетей: связи не именованы
 - Возможны другие графич. представления ER-модели
- Затем происходит преобразование в конкретную схему БД (например, в реляционную)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ



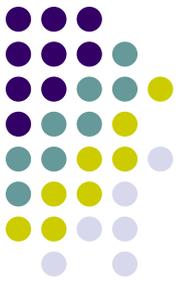
- Ключевые особенности сетевой модели ПЗ:
 - ✓ помеченные дуги и связи
 - ✓ ассоциативность
 - ✓ иерархическое наследование
 - ✓ вывод на основе ассоциативных связей
- Очевидна необходимость развития этой модели в направлении:
 - более крупной единицы ПЗ
 - возможности представления процедурного знания
 - конкретизации способов вывода в сетях

При сохранении эвристичности модели



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ № 2



Составить в виде однородной семантической сети сценарий, характерный для некоторой ПО.

Указать семантику связи узлов сети. (3 балла)

- Срок выполнения – 1 неделя (вплоть до 10 марта)
- Сдавать задание в письменном/распечатанном виде
- Возможные сценарии:
 - Образование грозы
 - Поступление в университет
 - Посещение столовой МГУ
 - Получение водительских прав
 - Снятие денег в банкомате
 - Получение визы
 - Поездка в электричке
 - Полет в самолете
 - Разборка автомата Калашникова
 - Режим дня 9-месячного ребенка

ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ № 3



Формализация и представление знаний ПО
в сетевой модели (см. слайд 26)

- Представить в виде семантической сети знания, содержащиеся в тексте ЕЯ из 5-10 предложений (примерно абзац) естественнонаучной, деловой или публицистической прозы. (5 баллов)
- Текст выбирается самостоятельно, индивидуально.
Примеры: отрывки из энциклопедий, книг,
газетных статей, интернет-новостей
В частности, удачно для ПЗ в сетевой модели:
географические знания
- Срок выполнения – 2 недели (вплоть до 17 марта).
- Сдавать задание в письменном/распечатанном виде, вместе и исходным текстом

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ № 1



Проектирование и разработка Базы Данных –
Практическое домашнее задание
(обязательно для допуска к экзамену)

- Свободный выбор варианта из числа еще не занятых (вариантов много, различаются по сложности)
- Постановка задачи и варианты высылаются по почте
- Срок выполнения – 3 недели (вплоть до 24 марта)
- Консультации и сдача – 10 и 17 марта
- Задание сдается преподавателю Баевой Н.В. с предварительной высылкой ей на почту

nbaeva@gmail.com

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ПРИМЕР: ПОСТРОЕНИЕ СЕТИ ПО ТЕКСТУ

Гитару Харрисона продали с аукциона

Гитара Gibson SG, на которой были записаны партии к двум альбомам группы Beatles, продана с аукциона Christie's. Окончательная цена лота составила 567,5 тысячи долларов.

С 1966 по 1969 год на Gibson SG играл Джорж Харрисон. В частности, на этом инструменте были записаны партии к альбому 1966 года Resolver. Кроме того, на этой же гитаре Харрисон играл во время записи альбома White Album, вышедшего в 1968 году.

Помимо гитары, на аукцион были выставлены еще несколько лотов в память о Beatles. В частности, с молотка ушли аудиокассеты с записью интервью, которое Леннон дал репортеру газеты Washington Star в 1975 году. Цена касс составила около 50 тысяч долларов.

На аукционе продали еще целый ряд уникальных лотов. В их числе – фотографии боксеров Мохаммеда Али и Джо Фрезера, сделанные Фрэнком Синатрой (цена лота составила около 15 тысяч долларов), и письмо лидера группы Nirvana Курта Кобейна своей жене Кортни Лав, в котором Кобейн описал свои галлюцинации после приема ДСД (цена лота составила около 20 тысяч долларов).

