

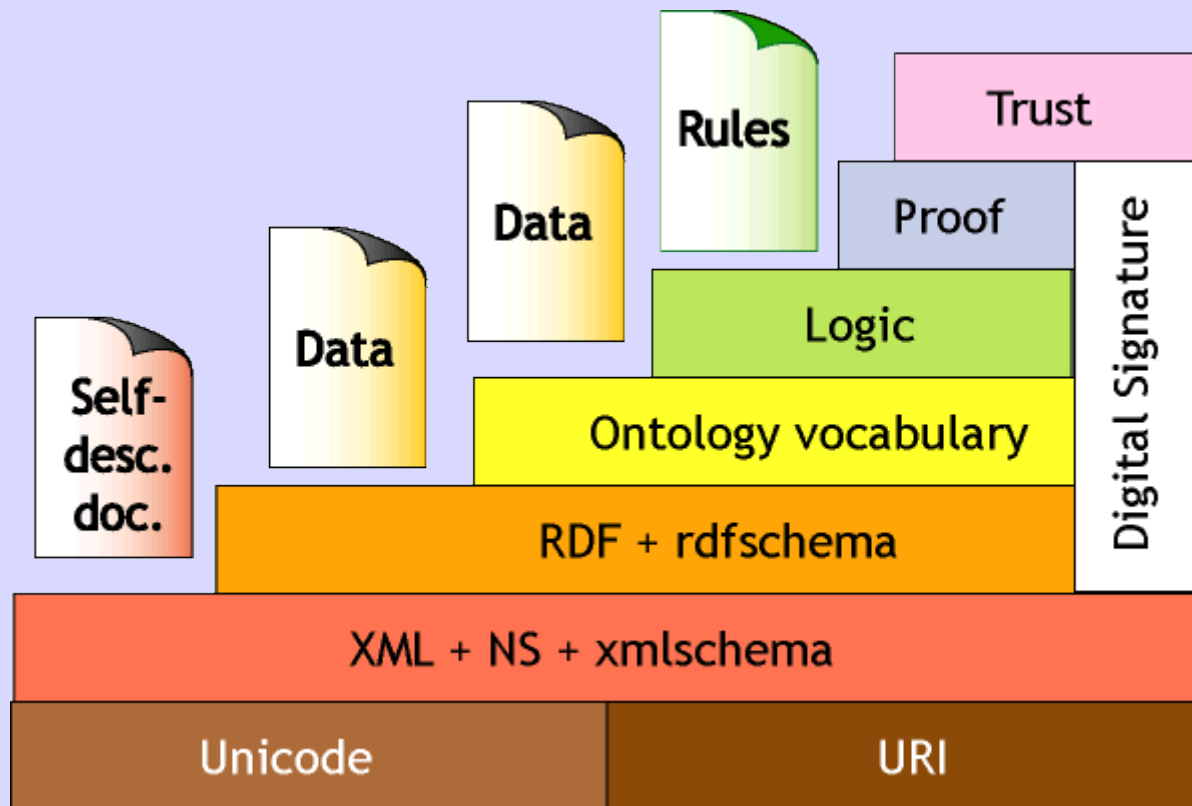
# Спецификации правил

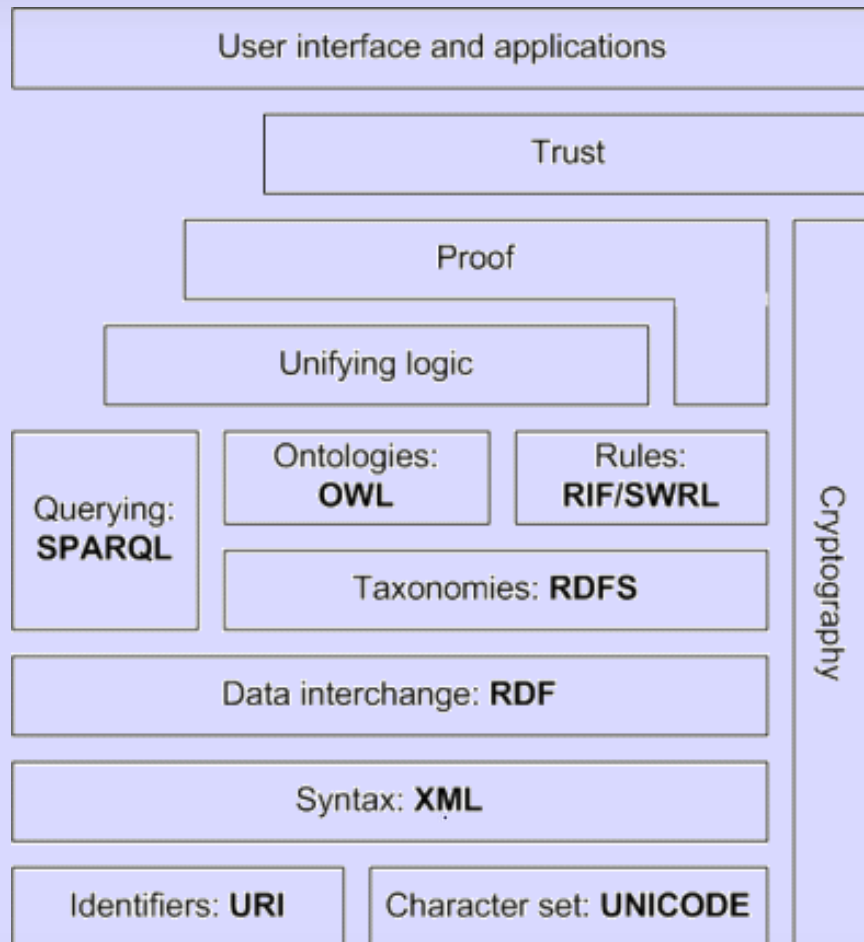
Курс: Концептуальное  
моделирование предметных  
областей





- Место правил в Semantic Web
- Виды правил
- Диалекты RIF







# Правила логического программирования

- *Логические программы*
  - *Клауза*  
*if B1 and ... and Bn then H*
  - *Vi условия (литералы)*
  - *H следствие (атомарная формула)*
  - *Факты – без условий и переменных*
  - *Правила – с условиями*
- *Prolog – язык программирования*  
*H :- B1, ..., Bn.*
- *Datalog – дедуктивные базы данных*
  - *Ограничения относительно Prolog, делающие язык полностью декларативным*
  - *результат не зависит от порядка в программе*
- *Хорновские клаузы*
  - *Не более одного атома в H*



# SWRL

- Semantic Web Rule Language
- Аналог Datalog
- Хорновские правила над онтологиями на языке OWL DL или Lite
- Элементы правил
  - $C(x)$  – истинен, если  $x$  входит в класс  $C$  языка OWL DL
  - $x, y$  – переменные или OWL-индивиды
  - $D(z)$  – истинен, если  $z$  является значением из области данных  $D$
  - $z$  – переменные или литералы из области данных
  - $P(x, y)$  – истинен, если  $x$  и  $y$  связаны отношением  $P$
  - $Q(x, z)$  – истинен, если имеет место отношение между индивидами и элементами типов данных
  - $sameAs(x, y)$ ,  $differentFrom(x, y)$  – эквивалентность и различие индивидов
  - $builtIn(b, z_1, \dots, z_n)$  – встроенный предикат  $b$  истинен на наборе аргументов
  - Правила «безопасны» – все переменные, в голове есть в теле

$hasParent(?x1, ?x2) \wedge hasBrother(?x2, ?x3) \Rightarrow hasUncle(?x1, ?x3)$



# Семантика отрицания

- Классическое (сильное) отрицание
  - $\neg G$
  - Правда, если известно, что нет  $G$
  - Предположение закрытого мира (CWA)
- Отрицание как сбой
  - not G*
  - Правда, если нет известных  $G$
  - Предположение открытого мира (OWA), немонотонная логика
- Различные семантики отрицания
  - Стратифицированная семантика
  - Хорошо обоснованная семантика
  - Семантика стабильных моделей
  - другие



# Стратифицированная семантика

- Prolog
  - Отрицание как сбой
  - Проблема в случае рекурсии при наличии циклических зависимостей атомов в теле клауз
- Стратифицированная семантика - устанавливает порядок вычисления правил программы, при котором значения атомов с отрицанием могут быть предопределены

$$Q_1 \wedge \dots \wedge Q_n \wedge \neg Q_{n+1} \wedge \dots \wedge \neg Q_{n+m} \rightarrow P$$





# Семантика стабильных моделей

- Множества всех стабильных моделей

$\text{man}(\text{petrov})$ .

$\text{single}(X) :- \text{man}(X), \text{not husband}(X)$ .

$\text{husband}(X) :- \text{man}(X), \text{not single}(X)$ .

Стабильные модели:

$M1 = \{\text{man}(\text{petrov}), \text{single}(\text{petrov})\}$ ,

$M2 = \{\text{man}(\text{petrov}), \text{husband}(\text{petrov})\}$ .

- Интерпретация отрицания на основе логики по умолчанию
  - А обычно есть В: Если х есть А, и непротиворечиво предположение, что х есть В, то х есть В



# Answer Set Programming (ASP)

- Генерирует множество стабильных моделей для программы
- Можно использовать и сильные и слабые отрицания
- *Дизъюнкции в голове*  
 $female(X) \vee male(X) :- person(X).$   
 $ok(C) \vee \neg ok(C) :- component(C).$
- *Дизъюнктивный факт*  
 $broken(left\_hand, tom) \vee broken(right\_hand, tom).$
- Ограничения (без головы)
- Простое расширение позволяет использовать в программах ограничения – правила, в которых отсутствует голова:  
 $:- B_1, \dots, B_m, not C_1, \dots, not C_n.$
- DLV



# Хорошо обоснованная семантика (WFS)

- Возможность выбора модели среди возможных
- Трёхзначная логика

Объект А – это ночная бабочка, если А не летает днем.

Если не известно, летает ли А днем, то «объект А – это ночная бабочка» имеет значение "неизвестно"

$p :- \text{not } q$

$q :- \text{not } p$

$r :- p$

$r :- q$

Стабильные модели: M1: (r, p), M2: (r, q)

Однако:  $r :- \text{"неизвестно"}$

- XSB, Ontobroker, SILK



# Продукционные правила

- Правила вида if-then
  - Логические условия
  - Действия с операционной семантикой
- Операции
  - Добавление фактов
  - Удаление фактов
  - Изменение фактов
  - и другие
- Не обладает логической семантикой
- Не отвечают декларативности



# Фреймовая логика

- Схема (сигнатурные формулы)  
 $person[spouse \{0:1\} \Rightarrow person, name \{0:1\} \Rightarrow string, child \Rightarrow person]$
- Определение объектов  
 $o_{mj} : person[name \rightarrow 'Matthias Jarke', affil(1976) \rightarrow o_{rwt}]$ .
- Запросы  
 $?- student[?M \Rightarrow person]$
- F-Logic, HiLog, Flora-2



# RIF

- Rule Interchange Format
- Диалекты правил
  - Правила, основанные на логике
    - логика первого порядка, логика Хорна, логики в основе языков логического программирования (например, хорошо обоснованной или стабильной семантике) и другие
  - Правила с действиями
    - продукционные правила, реактивные правила (событие – условие – действие)
- RIF, RDF и OWL
  - Правила RIF-документа, в головах которых стоят предикаты из RDF-графа, позволяют расширять определения этих предикатов, добавляя к ним выводимые с помощью правил факты (триплеты)



# Каркас логических диалектов (RIF-FLD)

- Константы, переменные, позиционные термы (с функциональным термом)  
 $?Z(?V \text{ "33" } ^\wedge x s : integer)$
- Аргументы, фреймы  
 $t[p_1 \rightarrow v_1 \dots p_n \rightarrow v_n]$
- *Агрегатные термы*  
 $sym\{?V [?X_1 \dots ?X_n] | t\}$
- Конъюнкция, дизъюнкция, отрицание (сильное, слабое)  
 $And(f_1 \dots f_n), Or(f_1 \dots f_n), Neg f, Naf f$
- Равенство, импликация  
 $f :- p$
- *Кванторы*  
 $Forall ?X_1 \dots ?X_n (f)$
- Классификации  
 $John \# Student, Student \### Person$



# Принятые диалекты RIF

- Диалект-ядро (RIF-Core) – логика Хорна без функциональных символов (Datalog)
- Базовый логический диалект (RIF-BLD) – правила Хорна с семантикой FOL, фреймы, предикаты с поименованными аргументами, типы данных, внешне определенные предикаты (системы логического вывода)
- Каркас для расширения (RIF-FLD) – каркас синтаксических и семантических конструкций для определения новых логических диалектов
- Диалект продукционных правил (RIF-PRD)
- Диалект с семантикой ASP (RIF CASPD)
- Диалект с хорошо обоснованной семантикой (RIF CLPWD)
- Диалект правил с неопределенностью (RIF ULD)
- Диалект логики умолчания (RIF DLD)





- *J. Minker.* Logic and databases: a 20 year retrospective. LNCS 1154. Springer-Verlag, 1996.



- *Не затрагивали на лекции*
  - *Абдукция* – принятие правдоподобных объяснительных гипотез
  - *Индукция* – эмпирическое тестирование выдвинутых гипотез
  - *Дедукция* – выводятся следствия из принятых гипотез
  - RIF-FLD