

Ontologie

e

rappresentazione della conoscenza

Overview

- Come nascono le ontologie
- Motivazioni per il loro uso
- Definizioni di ontologie
- Ontologie e concettualizzazioni
- Tipi di ontologie
- Proprietà delle ontologie
- Linguaggi per le ontologie
- Tools per le ontologie

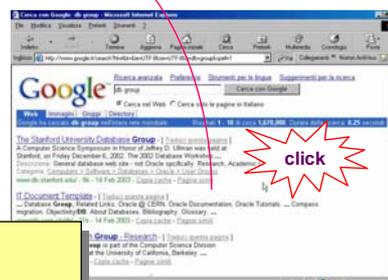


Il Web oggi

La ricerca di informazioni in rete...

Conoscenze di base e conoscenza specifica del dominio

(interpretazione)



Osservazioni

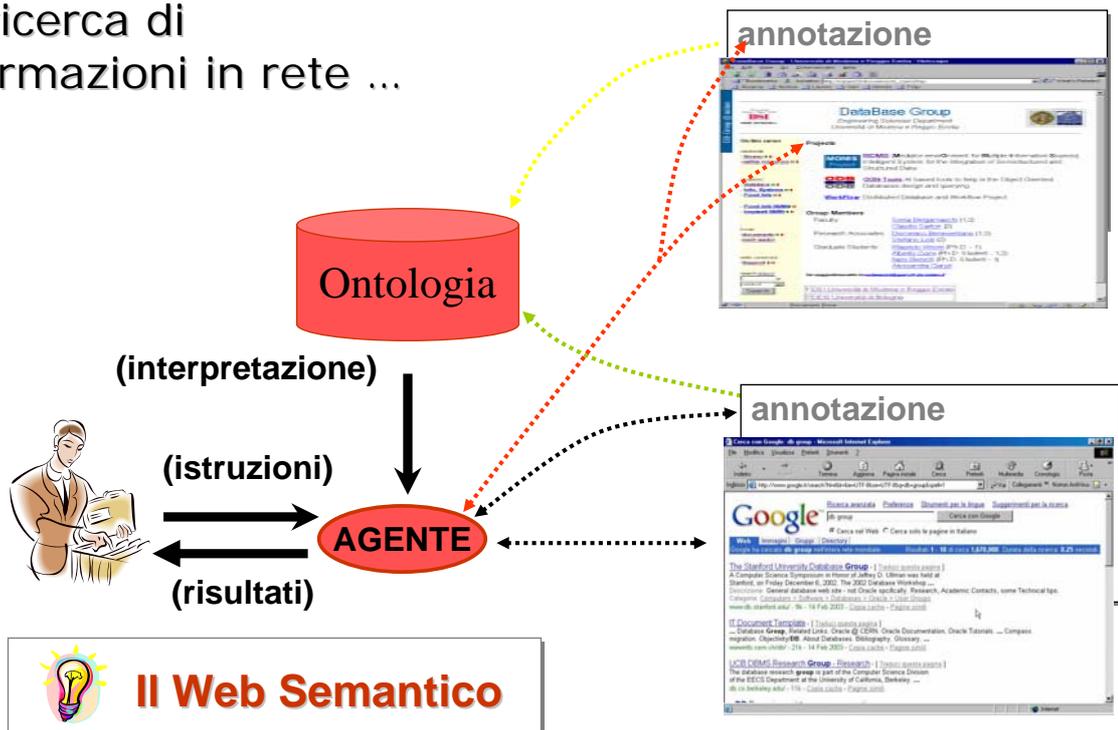
- ✓ Grande quantità di informazioni
- ✓ Difficoltà nel selezionare le informazioni interessanti
- ✓ Uso di HTML non comprensibile dai calcolatori

Limiti del Web attuale

- Problemi del linguaggio naturale:
 - Polisemia
termini con più significati
 - Sinonimia
diversi termini con lo stesso significato
- Integrazione di informazioni provenienti da più sorgenti
- Esecuzione di task che integrano servizi provenienti da più sorgenti
- Macchine intelligenti: che capiscano le informazioni strutturate in maniera differente e siano in grado di ragionarci sopra

Il Web domani

La ricerca di informazioni in rete ...



Come nascono le ontologie

Semantic Web

Il Web Semantico [Berners-Lee et al. 2001] rappresenta l'evoluzione di Internet da semplice sistema di comunicazione e recupero di documenti, ad un sistema "intelligente" in cui l'informazione sarà compresa da specifici software in grado di cooperare e assistere l'utente in complicati task.

OBIETTIVO

ELEMENTI CHIAVE:

- Rappresentazione della conoscenza
- Agenti
- Ontologie

una conoscenza riutilizzabile, accessibile e condivisibile

Concetti fondamentali del Semantic Web: Condivisione e riuso

Condivisione: differenti applicazioni usano le stesse risorse

Riuso: componenti già esistenti vengono impiegate per costruire nuove applicazioni



Aree di applicazione:

- Software
- Conoscenza
- Comunicazione
- Interfacce
- ...



Vantaggi: risparmio di denaro, risparmio di tempo, risparmio di risorse impiegate

Linguaggi del Semantic Web

•Xml:

Crea una struttura che rispetta il dominio semantico dell'informazione tramite marcatori (tag).

Non ha alcun modo per esprimere la semantica delle relazioni tra concetti

•Rdf

Esplicita le relazioni tra i meta-dati: aggiunge l'aspetto relazionale

Non ha alcun modo di operare inferenze e deduzioni

• Ontologie (OWL)

Associa i concetti a regole logiche

Perché costruire un'ontologia?

- Per condividere una conoscenza comune delle strutture di informazione
 - Tra persone
 - Tra agenti software
- Per permettere il riuso di domini di conoscenza
 - Per evitare di “re-inventare la ruota”
 - Per introdurre standard che garantiscano l'interoperabilità
- Per fare assunzioni esplicite sul dominio
 - Facilitare i cambiamenti sulle assunzioni di dominio (considerando una base di conoscenza genetica)
 - Facilitare la comprensione e l'aggiornamento dei dati esistenti

Differenti definizioni di ontologia

An Ontology is an explicit specification of a conceptualisation.

Gruber, T.R.: A translation approach to portable ontology specifications. *Knowledge Acquisition*, 5, pp. 199-220, 1993

An Ontology defines the basic terms and relations comprising the vocabulary of a topic area, as well as the rules for combining terms and relations to define extensions to the vocabulary.

Neches, R., Fikes, R.E., Finin, T., Gruber, T.R., Patil, R., Senator, T., and Swartout, W.R.: Enabling technologies for knowledge sharing. *AI Magazine*, 12, 3, pp. 36-56, 1991

An Ontology provides the means for describing explicitly the conceptualisation behind the knowledge represented in a knowledge base.

Bernaras, A., Laresgoiti, I., and Corera, J.: Building and reusing ontologies for electrical network application. *Proceedings of the 12th ECAI*, pp. 298-302, 1996

An Ontology is a logical theory accounting for the intended meaning of a formal vocabulary, i.e., its ontological commitment to a particular conceptualisation of the world. The intended models of a logical language using such vocabulary are constrained by its ontological commitment. An ontology indirectly reflects this commitment (and the underlying conceptualisation) by approximating these intended models.

Guarino, N.: Formal ontologies in information systems. *Proceedings of Formal Ontology and Information Systems*, 1998

Proposito ontologico

Accordo sul significato del vocabolario utilizzato per la conoscenza condivisa



WordNet

WordNet è una risorsa linguistica, che organizza, definisce, descrive i concetti rilevanti della lingua inglese; raggruppandoli per iper/iponimia, mereonimia, ruolo, polisemia, ecc.

The screenshot shows the WordNet 2.1 Browser window. The search bar contains the word "pipe". Below the search bar, there are tabs for "Noun" and "Verb". The results are displayed in a list format, showing the number of senses and their descriptions.

The noun pipe has 6 senses (first 2 from tagged texts)

1. (6) **pipe**, tobacco pipe -- (a tube with a small bowl at one end; used for smoking tobacco)
2. (4) **pipe**, pipeage, piping -- (a long tube made of metal or plastic that is used to carry water or oil or gas etc.)
3. **pipe**, tube -- (a hollow cylindrical shape)
4. **pipe**, labor pipe -- (a small fipple flute that is played with the left hand while the right hand is free to beat a labor)
5. organ pipe, **pipe**, pipework -- (the flues and stops on a pipe organ)
6. bagpipe, **pipe** -- (a wind instrument; the player blows air into a bag and squeezes it out through the instrument)

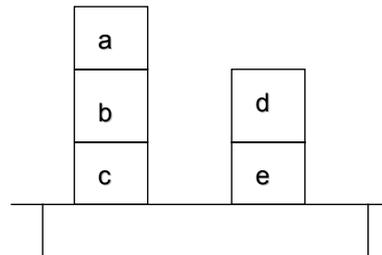
The verb pipe has 4 senses (first 1 from tagged texts)

1. (1) shriek, shrill, pipe up, **pipe** -- (utter a shrill cry)
2. **pipe** -- (transport by pipeline; "pipe oil, water, and gas into the desert")
3. **pipe** -- (play on a pipe; "pipe a tune")
4. **pipe** -- (trim with piping; "pipe the skirt")

Concettualizzazione

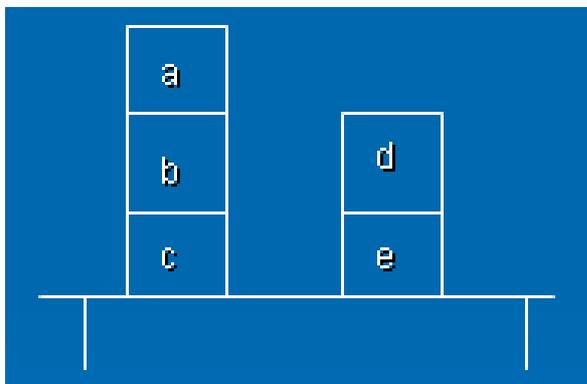
$\langle U, F, R \rangle$

- U = universo del discorso;
- F = insieme delle funzioni di base
- R = insieme delle relazioni di base

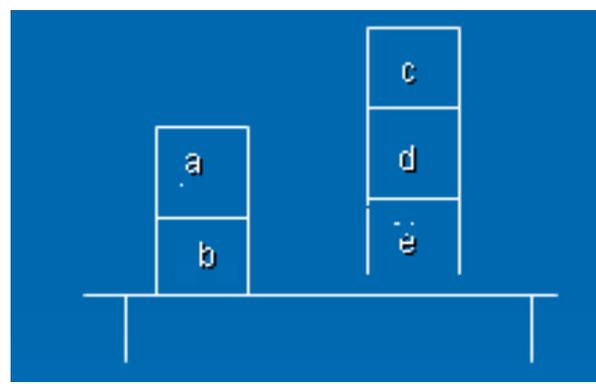


$\langle \{a, b, c, d, e\}, \{\text{hat}\}, \{\text{on, above, clear, table}\} \rangle$

Concettualizzazione



Scena1: blocchi sul tavolo

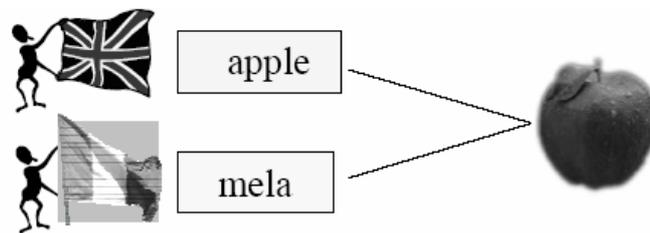


Scena2: differente disposizione dei blocchi sul tavolo

Stessa concettualizzazione?

Cosa significa concettualizzazione

- rappresentazione formale della realtà come percepita e organizzata da un agente, indipendentemente dal:
 - *Vocabolario* utilizzato (i.e., la lingua usata)
 - L'occorrenza di una specifica *situazione*
- differenti situazioni che coinvolgono gli stessi oggetti, descritti da differenti vocabolari, devono condividere la stessa concettualizzazione



Una ontologia è:

Una specifica esplicita, formale di una concettualizzazione condivisa

Vengono definiti in
maniera esplicita
sia i concetti che i
vincoli sul loro uso

Deve poter essere
compresa da una
macchina

Una ontologia cattura
conoscenze
consensuali (non
private, ma accettate
da gruppi di individui)

Un modello astratto
che descrive i
concetti rilevanti di
alcuni fenomeni del
mondo reale

Differenti livelli di definizione

Ontologia come

1. disciplina filosofica
 2. specifica di una concettualizzazione
 3. sistema concettuale informale
 4. descrizione semantica formale
 5. Rappresentazione di un sistema concettuale attraverso una teoria logica
 6. Vocabolario utilizzato da una teoria logica
 7. specifica (meta-livello) di una teoria logica
- Fornisce utili linee guida
- Knowledge Level
- Symbolic Level
-

Differenti tipi di ontologie

- **Top-level ontologies**

Concetti molto generali o comune senso di conoscenza. Indipendenti dal dominio

- **Domain ontologies**

Vocabolario relativo ad un generico dominio

Esempio: medicina, fisica

- **Task ontologies**

Vocabolario relativo ad un generico task o attività

Esempio: diagnostica, vendite

- **Application ontologies**

Conoscenza proveniente da domain e task ontologies.

È generalmente la specializzazione di domain e task ontologies

Grado di formalismo nella rappresentazione delle ontologie

- **Highly informal**

Espressa in linguaggio naturale

- **Semi-informal**

Espressa in una forma ristretta e strutturata del linguaggio naturale

- **Semi-formal**

Espressa in un linguaggio artificiale formalmente definito

- **Rigorously formal**

Termini precisamente definiti con semantica formale, teoremi e verifica delle proprietà desiderate.

Quindi, cosa è un'ontologia

Definizione formale di un dominio di conoscenza



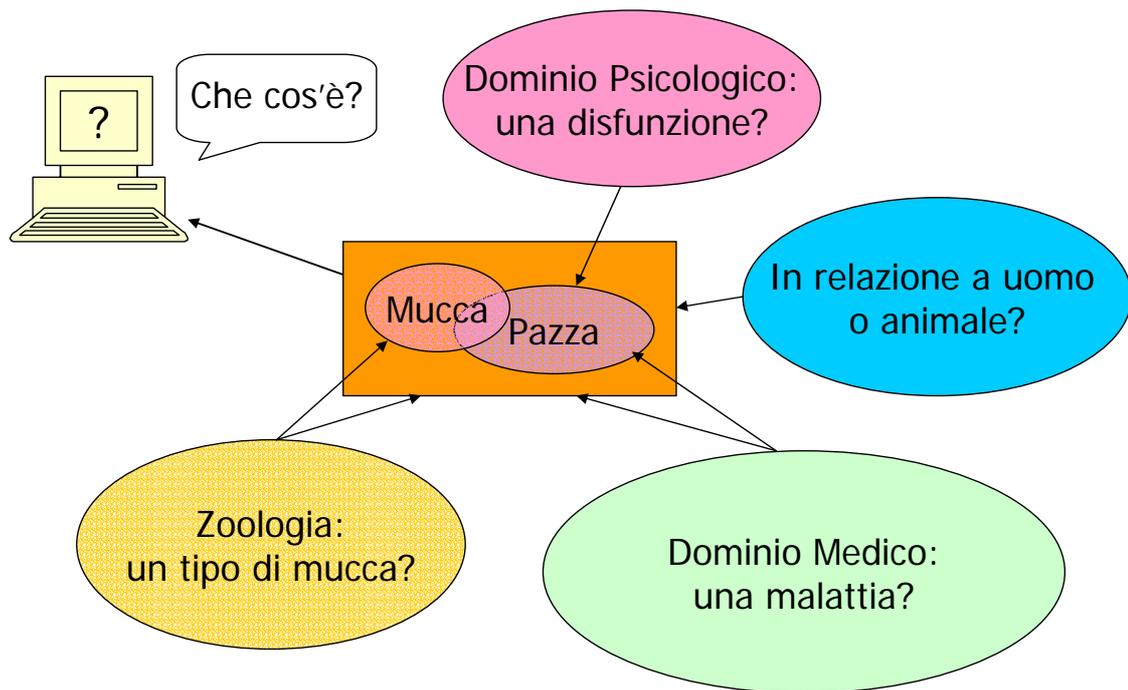
Isolare una parte del mondo e i suoi concetti fondamentali

Enumerare e definire (in modo più o meno formale) i concetti e le relazioni che tra essi sussistono:
→ classi, proprietà, assiomi, individui



Una descrizione strutturata gerarchicamente dei concetti importanti e delle loro proprietà che trovi il consenso di diversi attori interessati a condividerla e utilizzarla.

Esempio: “mucca pazza”



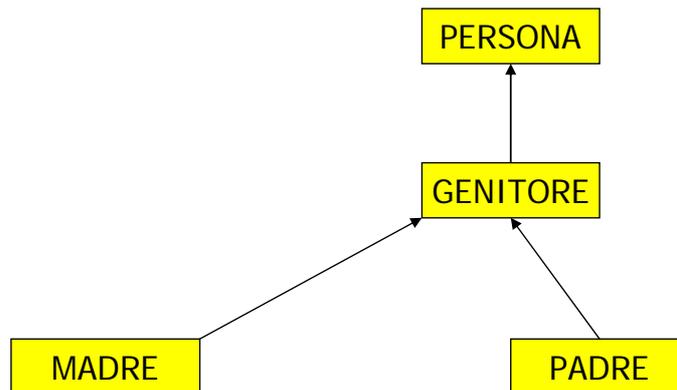
Componenti di una ontologia

$O = \{ C, R, F, I, A \}^+$ ontological commitment

- *Concetti*: insieme degli oggetti di cui vogliamo parlare **PERSONA**
- *Relazioni*: insieme delle relazioni che intercorrono tra tali oggetti **is_a**
- *Funzioni*: insieme delle funzioni definite in C
 $F: C_1 \times C_2 \times \dots \times C_{n-1} \times C_n \times C_{n+1} \times \dots \times C_m$
- *Assiomi*: proposizioni che sono sempre vere **⊘**
- *Istanze*: gli elementi del mondo reale **Luisa, Anna, Maria,...**

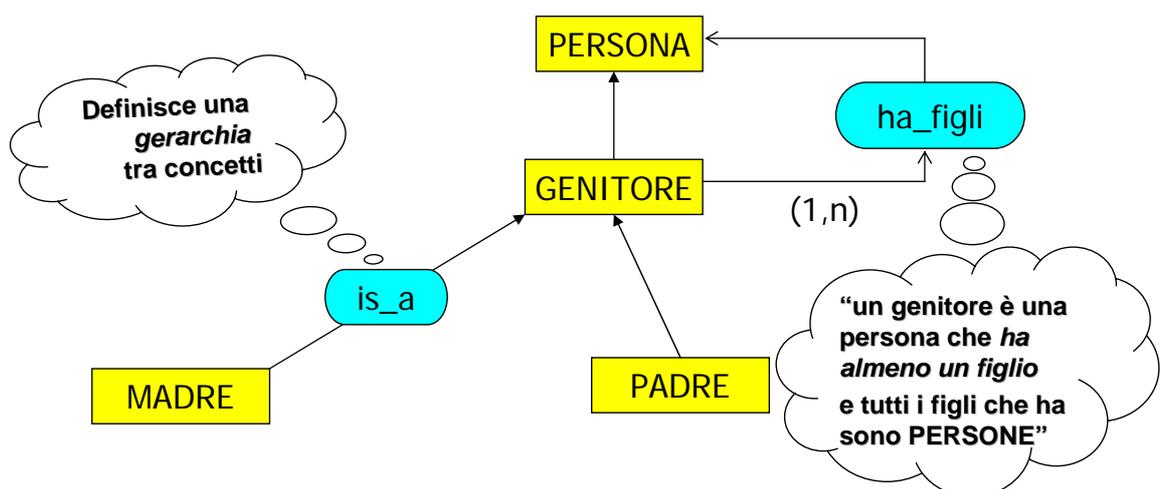
Elementi di un'ontologia: classi

Generalmente organizzati in tassonomie. La “classe” viene utilizzata in senso lato per descrivere i concetti (le classi di individui) che si vuole rappresentare (es. PERSONA, GENITORE, MADRE...)



Elementi di un'ontologia: proprietà e attributi

Rappresentano le relazioni esistenti tra le classi del dominio (es. “le MADRI sono GENITORI”, “i GENITORI hanno figli che sono PERSONE”...)

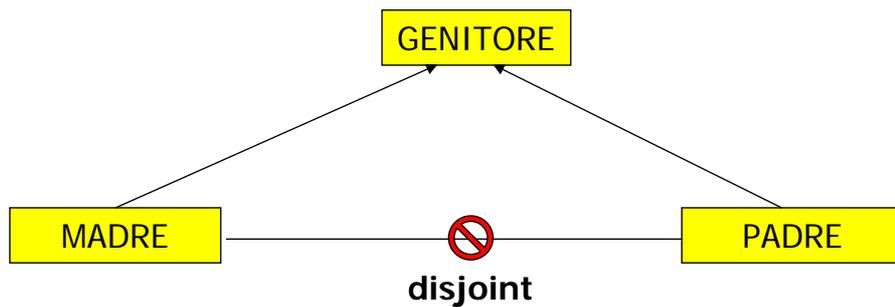


Elementi di un'ontologia: assiomi

- Modellano in maniera esplicita espressioni sempre vere.

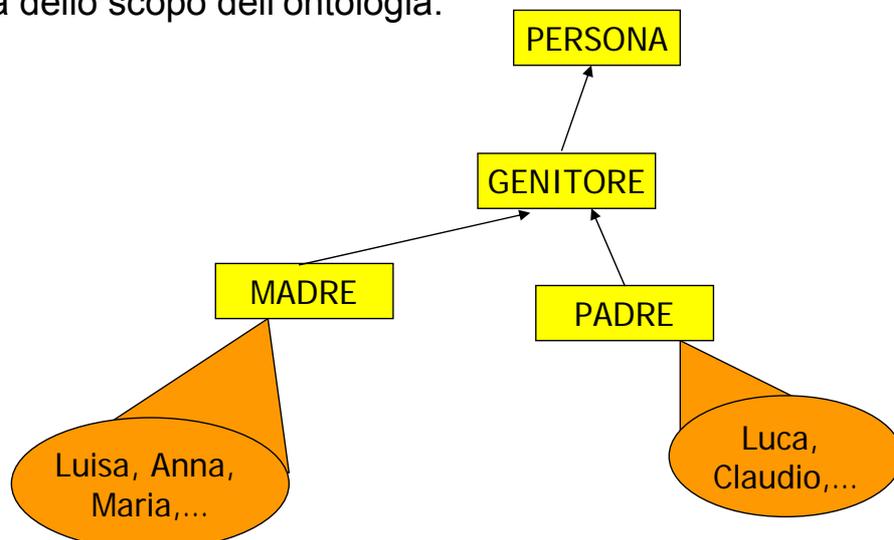
Utilizzati per:

- definire il significato dei vari componenti dell'ontologia,
- definire relazioni complesse,
- verificare la correttezza dell'informazione/dedurre nuova.



Elementi di un'ontologia: individui

Sono i singoli oggetti contenuti in una classe,
a vari livelli di generalità,
a seconda dello scopo dell'ontologia.



Strumenti per la gestione delle Ontologie

- Strumenti per lo sviluppo
 - OILED
 - OntoEdit
 - Protégé-2000
 - WebODE
- Strumenti per l'integrazione e la fusione
 - Chimaera
 - PROMPT
 - ODEMerge
 - FCA-Merge

Osservazioni

- Forniscono soluzioni parziali
- Hanno approcci diversi
- Hanno diverse funzionalità
- Hanno differenti capacità di aiutare l'utente

Source Code

```
xml:base="http://www.owl-ontologies.com/unnamed.owl">
<owl:Ontology rdf:about="" />
<owl:Class rdf:ID="Padre">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:ID="Genitore"/>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Madre">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:about="#Genitore"/>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Persona">
<owl:Class rdf:about="#Genitore">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Persona"/>
</owl:Class>
<owl:DatatypeProperty rdf:ID="ha_figli">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Persona"/>
  <rdfs:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#FunctionalProperty"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:InverseFunctionalProperty rdf:ID="is_a">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Madre"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
  <rdfs:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
</owl:InverseFunctionalProperty>
<Padre rdf:ID="Luca"/>
```

RDF

- Semantic Web Language
 - Encoded in XML
 - Machine-understandable information
 - RDF statements specify the properties and values of Web resources
 - Every RDF Statement := (predicate,subject,object)
- Predicate and Subject are resources (URI)
 - Object is either a resource or a literal
 - Object = Predicate(Subject)

Esempio di RDF Statement



Where:

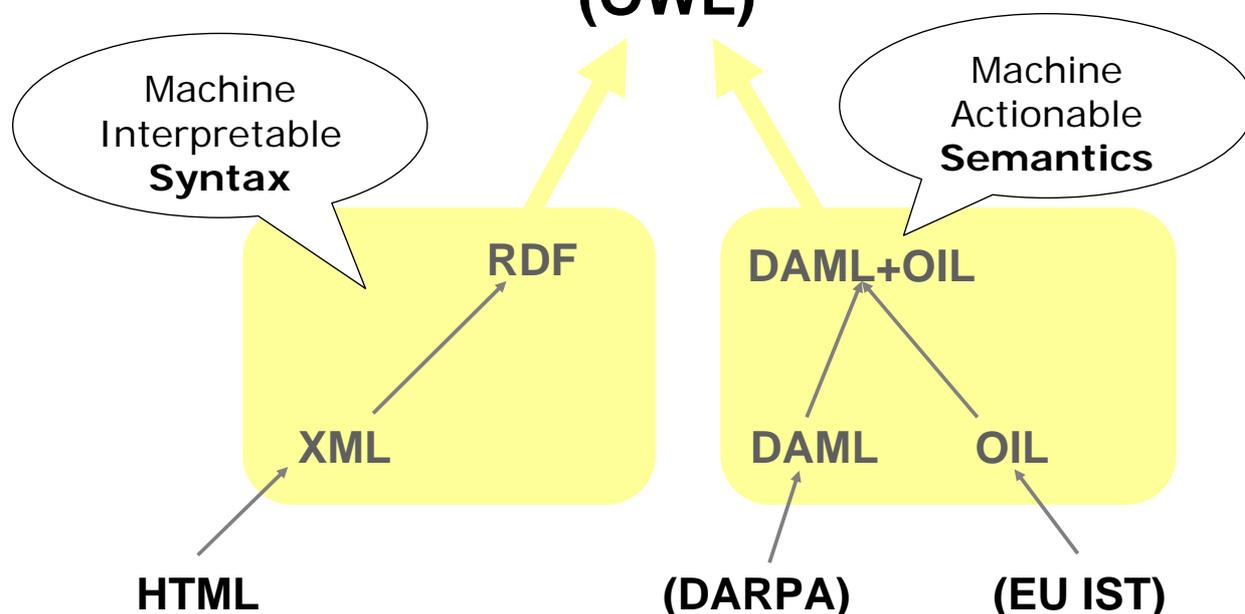
- *Person* is a **subject**
- *HasA* is a **predicate**
- *Cat* is an **object**

Esempio di RDF tags

- **<rdf:Description>** - consists description of resource
- **<rdf:type>** - provides type of resource
- **<rdf:Bag>** - an unordered collection that may have repeated members
- **<rdf:Seq>** - an ordered collection
- **<rdf:Alt>** - a collection of alternates

Genesi di OWL

Web Ontology Language (OWL)



OWL

- Ontology language
- Facilitate machine interpretability of Web content
- additional representational vocabulary along with a formal semantics
- adds vocabulary for describing:
 - relations between classes (e.g. disjointness)
 - cardinality (e.g. “exactly one”)
 - equality
 - richer typing of properties
 - characteristics of properties (e.g. symmetry)
 - enumerated classes

OWL sublanguages

- **OWL Lite**
 - “RDF-and-a-half”
 - Mainly intended for class hierarchies & simple
 - constraints (cardinality 0 or 1, equality, ...)
- **OWL DL**
 - Description Logic theoretical properties
 - Intended where completeness & decidability are an issue
- **OWL Full**
 - Max expressivity; no computational guarantees
 - Supports “Web-scale” & “Web-style” KR&R

Protégé 3.1.1

The screenshot displays the Protégé 3.1.1 CLASS EDITOR interface. The main window shows the XML code for the class hierarchy. The code defines the class `Dipartimento` and `corsi_in_aula`, with `corsi_in_aula` being a subclass of `Dipartimento`. It also defines the class `Staff` and `corsi_in_lab`, and the functional property `professore` with a domain of `corsi_in_aula` and `corsi_in_lab`. The interface also shows the 'Properties' panel with `nome_corso` (multiple xsd:string) and `professore` (single Professore). Red callouts highlight `nome_corso` as a 'Datatype property' and `professore` as an 'Object property'.

Principali riferimenti

- Protégé: <http://protege.stanford.edu/>
- WordNet: <http://wordnet.princeton.edu/>
(ver. it. On-line) <http://multiwordnet.itc.it/english/home.php>
- OWL (*Web Ontology Language*):
<http://www.w3.org/TR/owl-features/>
- RDF (*Resource description Framework*):
www.w3.org/RDF/