

Tecnologie del Web Semantico per le Digital Libraries

Oreste Signore, <oreste@w3c.it>

Responsabile Ufficio Italiano W3C

Area della Ricerca CNR - via Moruzzi, 1 - 56124 Pisa

[Cultura Senza Barriere](#)

Università degli Studi di Padova

Padova, 18-20 febbraio 2010

Slides: <http://www.w3c.it/talks/2010/csb2010-swdl/slides.html>

Versione pdf: [[pagina singola](#)] [[due pagine](#)]



Ringraziamenti

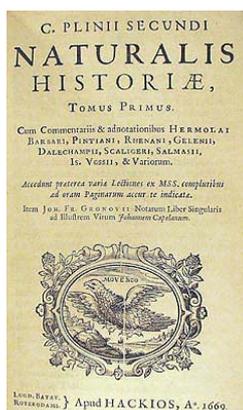
- Questa presentazione è basata in gran parte sul materiale di presentazioni tenute da [Ivan Herman](#), W3C Semantic Web Activity Lead
- Il materiale di questa presentazione può essere riutilizzato nel rispetto delle leggi sul copyright e delle regole del W3C
- Un particolare ringraziamento agli organizzatori di [Cultura Senza Barriere 2010](#) per avermi offerto la possibilità di tenere questo seminario

Contenuto

- Text retrieval e interoperabilità semantica
- Il Web Semantico: principi e tecnologie
 - *Searching the Web...*
 - *Semantic Web: RDF, RDFS, ontologie, OWL*
 - *Thesauri e SKOS*

3 of 62

Il text retrieval



- La *Naturalis Historia* di Plinio il Vecchio
- In 37 libri
- Pubblicata nel 77 d.C.
- Il primo libro, pubblicato nel 79 d.C. dal nipote Plinio il Giovane, contiene il *sommario dei libri successivi* ed un *elenco delle fonti* per ciascun libro
- *I primi metadati?*



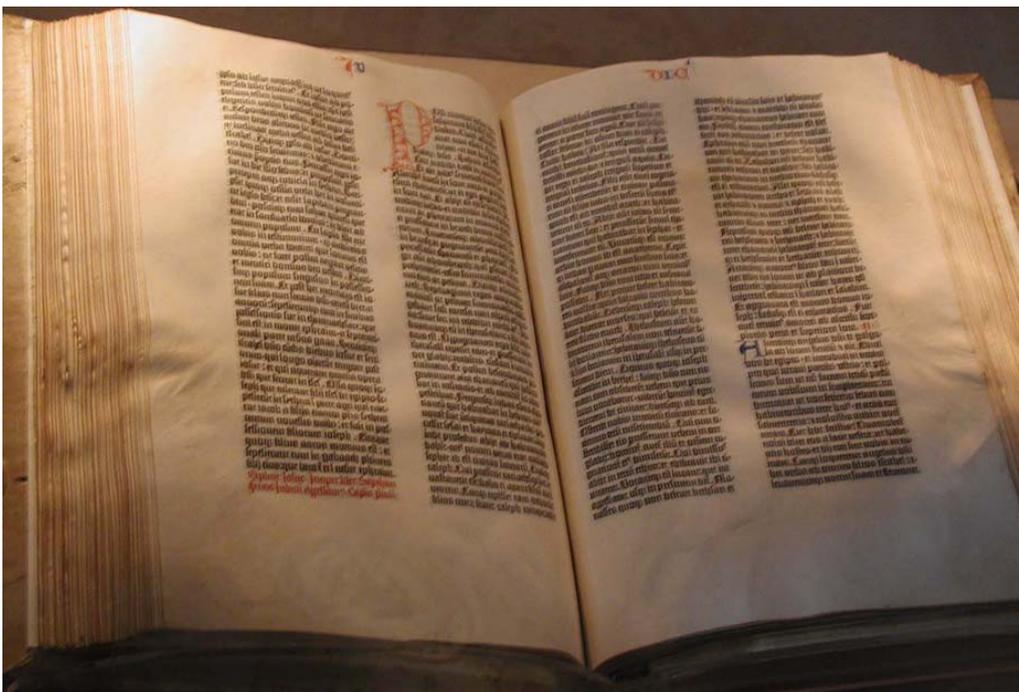
4 of 62

In principio fu lo scriptorium...



stat rosa pristina nomine, nomina nuda tenemus

...poi venne Gutenberg...

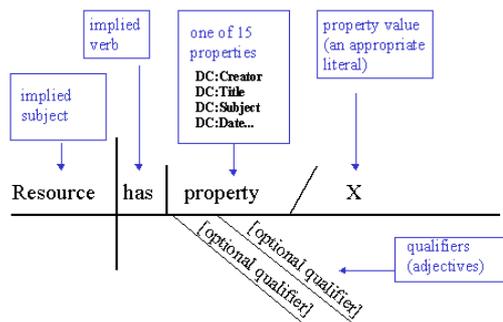


(http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b0/Gutenberg_Bible.jpg)

...e infine i calcolatori

- Anni 1960: i grandi servizi di Information Retrieval
 - organizzazione dei dati diversa
 - interfacce diverse
- Anni 1970: Euronet Diane e il CCL
 - un protocollo di comunicazione unico
 - Common Command Language: un insieme definito e comune di campi informativi (AU, TI, ...) e di comandi (FIND, SHOW, ...)
- Il protocollo Z39.50
 - lavori iniziati negli anni 1970, con successive variazioni nel 1988, 1992, e 1995
 - protocollo client-server
 - il profilo [bib-1](#)
- 1985: [Dublin Core](#)
 - 15 "Property"
 - "qualifiers" (es. tipo e formato della data, vocabolario utilizzato)

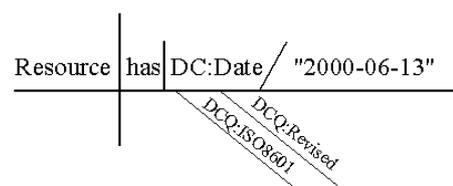
Dublin Core: la grammatica



Dublin Core: due esempi

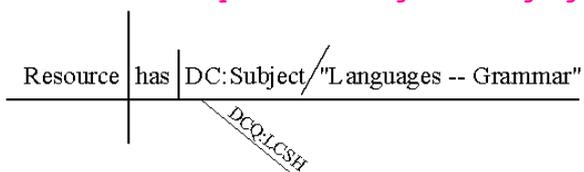
- Specifica del *tipo di data* (revised) e del *formato* (iso8601)

Resource has dcq:iso8601 dcq:revised dc:date '200-06-13'



- Specifica del *vocabolario* controllato utilizzato (Library of Congress Subject Headings)

Resource has dcq:lcsch dc:subject 'Languages -- Grammar'



Lo cerco sul Web...

Una versione semplificata di una biblioteca (Dataset "A")

Tabella Book

ID	Author	Title	Publisher	Year
ISBN 0-00-651409-X	id_xyz	The Glass Palace	id_qpr	2000

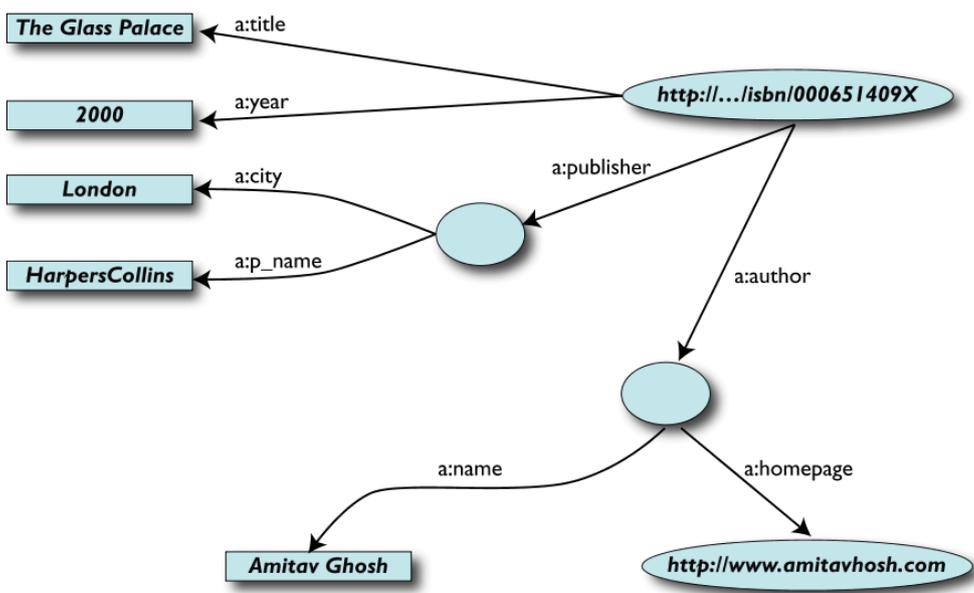
Tabella Author

ID	Name	Home page
id_xyz	Amitav Ghosh	http://www.amitavghosh.com/

Tabella Publisher

ID	Publisher Name	City
id_qpr	Harper Collins	London

Rappresentata come grafo ...



Alcune osservazioni sull' esportazione dei dati

- Le relazioni formano un *grafo*
 - *i nodi individuano dati "reali" o contengono caratteri ("literal")*
 - *è inessenziale il modo in cui i grafi sono rappresentati nella macchina*
- L' esportazione dei dati *non* comporta necessariamente una trasformazione fisica
 - *le relazioni possono essere generate dinamicamente al momento della richiesta*
 - con SQL "bridges"
 - scraping di pagine HTML
 - estrazione di dati da fogli Excel
 - etc.
- L' esportazione dei dati può essere *parziale*

Un' altra biblioteca (dataset "F")

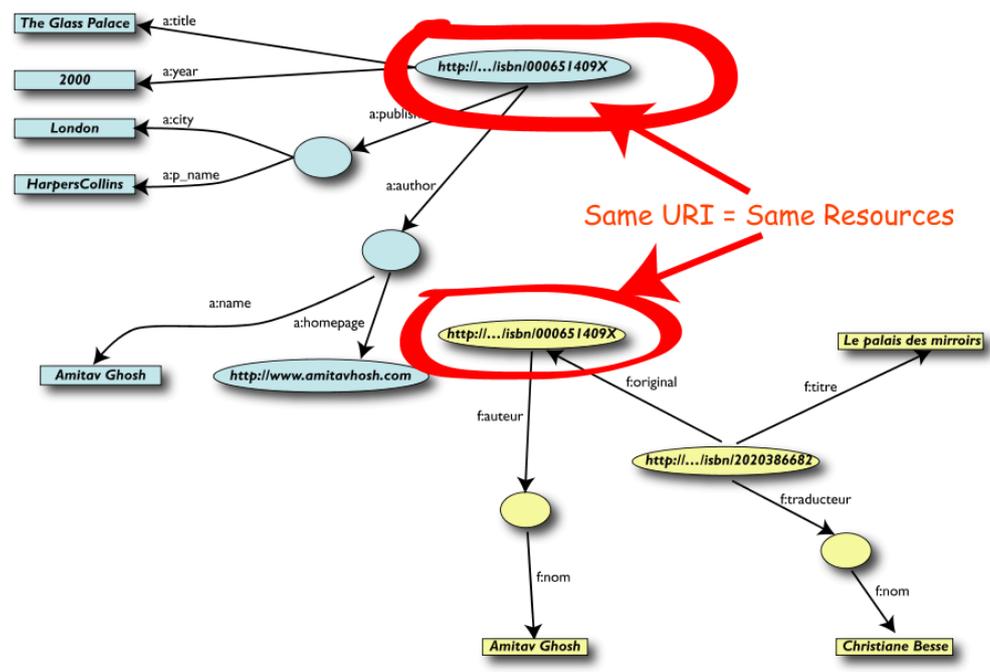
Tabella Livre

ID	Titre	Auteur	Traducteur	Original
ISBN 2020386682	Le Palais des miroirs	i_abc	i_qrs	ISBN 0-00-651409-X

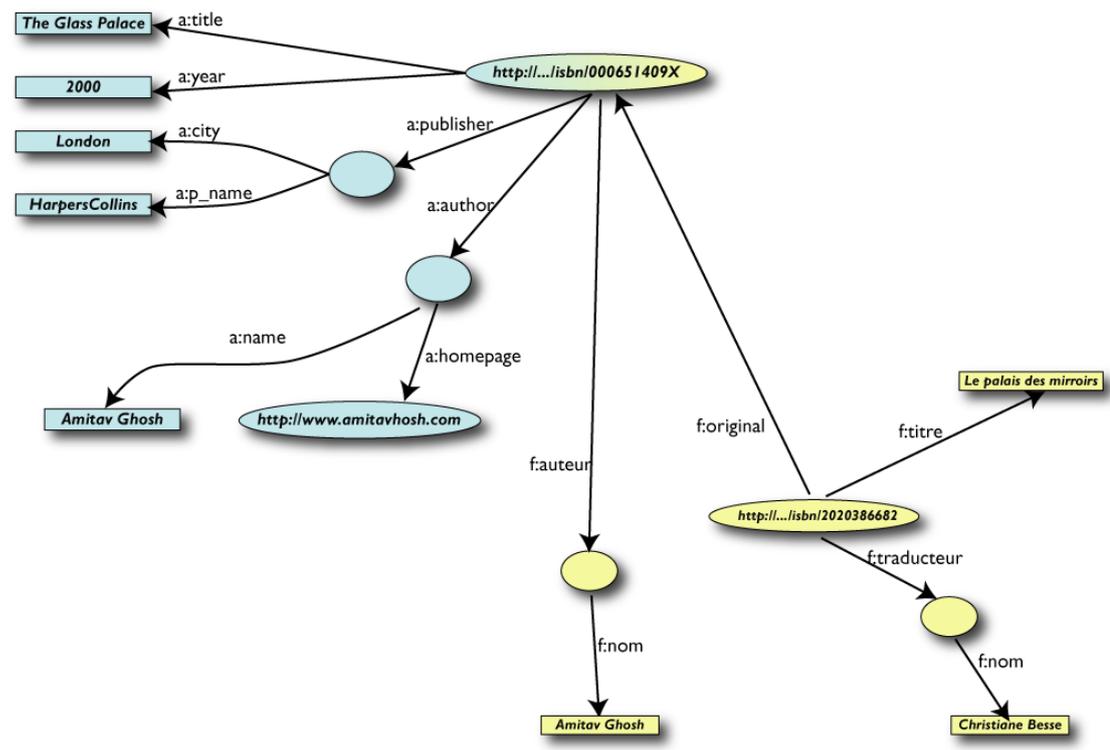
Tabella Auteur

ID	Nom
i_abc	Amitav Ghosh
i_qrs	Christiane Besse

Terzo passo: Merging dei dati (cont.)

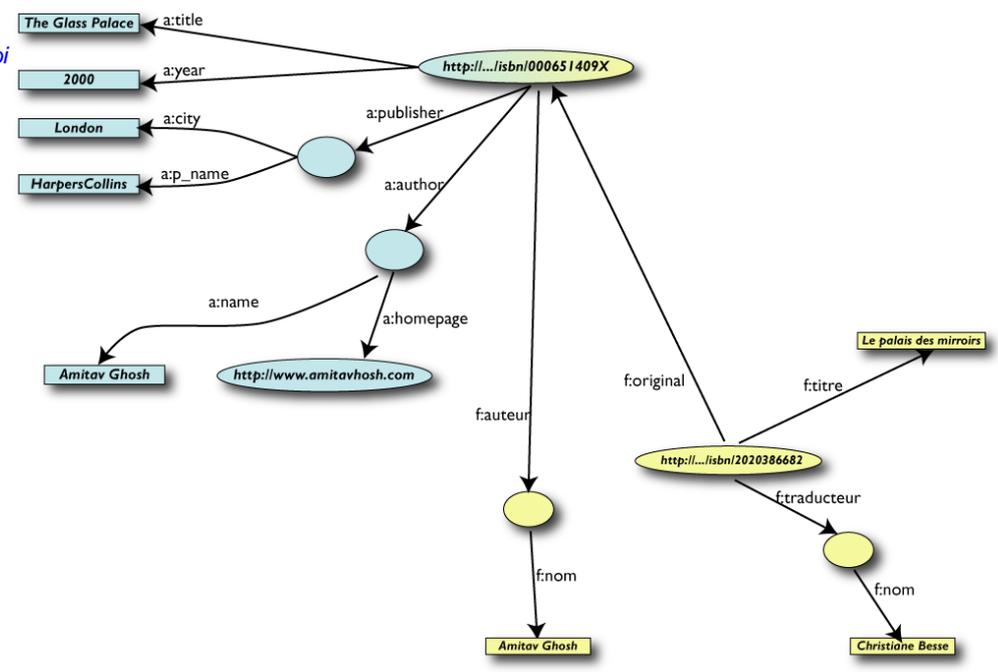


Merging delle risorse identiche



Le Query più semplici...

- L'utente dei dati "F" può ora formulare query del tipo: "*donnes-moi le titre de l'original*" o "*give me the title of the original*"
- Questa informazione non è nel dataset "F"...
- ...ma può essere ritrovata grazie al merging con il dataset "A"!



Sorpresi?

- Forse, ma in realtà no
- È esattamente quanto avviene normalmente a tutti gli utenti del Web (ma in questo caso grazie a un processo *automatico*)
- La *differenza*: è necessario un po' più di rigore (per es. *dare un nome* alle associazioni) perché le macchine possano riuscirci.
- ...e si può avere ancora molto di più

In realtà cosa abbiamo fatto?

- Abbiamo combinato dataset diversi
 - ognuno di essi può provenire da un *qualunque sito web*
 - possono avere originariamente *formati differenti* (MySQL, fogli excel, XHTML, etc)
 - possono avere *nomi diversi per le relazioni* (multilinguismo)
- Li abbiamo potuti combinare perché avevano *lo stesso URI* (l' ISBN nell' esempio)
- Possiamo aggiungere *conoscenza addizionale*, utilizzando terminologie comuni definite dalle varie comunità
- Di conseguenza, è stato possibile identificare e utilizzare *nuove relazioni*

E il Semantic Web?

- *Il Semantic Web fornisce le tecnologie per rendere possibile questa integrazione*
- (il quadro dovrebbe essere chiaro alla fine di questo tutorial)

L' architettura del Semantic Web

Il Semantic Web ...

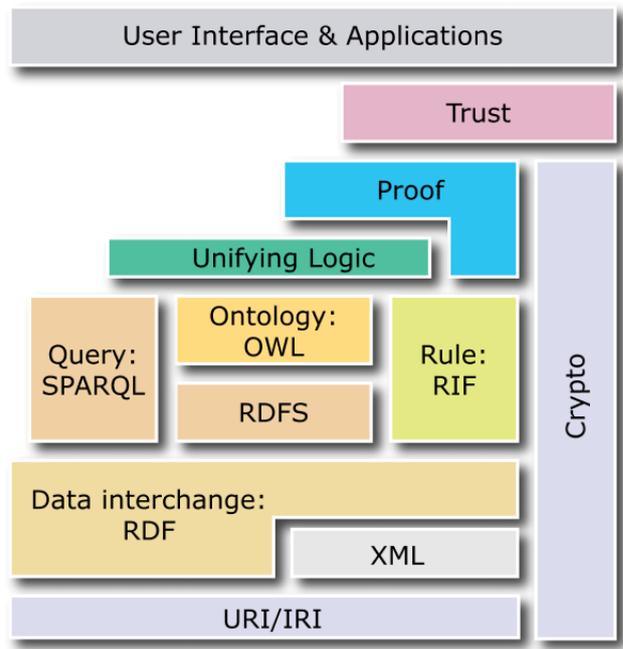
- è un' infrastruttura basata su metadati per poter svolgere *ragionamenti* sul Web
- *estende*, non sostituisce il web attuale

I metadati sono:

- Informazioni, elaborabili automaticamente (*machine understandable*)
- *vocabolari (ontologie)* condivisi
- un *data model* condiviso

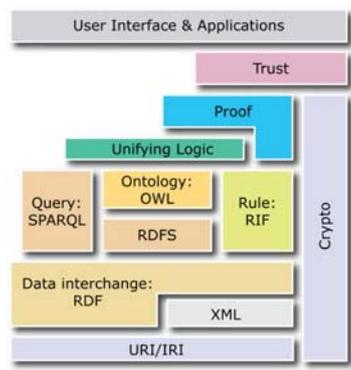
Gli standard tecnologici

- RDF, OWL, SKOS,...
- ...solo un aspetto tecnico*



Elementi di RDF

Resource Description Framework (RDF) è per il Semantic Web quello che HTML è stato per il Web



Triple RDF

- Proviamo a formalizzare!
 - abbiamo "collegato" i dati
 - ma non basta collegare due informazioni, occorre dare un nome al collegamento
 - quindi le triple RDF sono: un *un collegamento etichettato (labelled connection) tra due risorse*

Triple RDF (cont.)

- Una tripla RDF (s,p,o) è definita in modo che:
 - "s", "p" sono URI, cioè risorse sul Web; "o" è un URI o un "literal"
 - dal punto di vista concettuale: "p" collega, o mette in relazione "s" e "o"
 - si noti che vengono utilizzati URI per denotare i nomi: per esempio, possiamo utilizzare <http://www.example.org/original>
 - ecco la codifica completa della tripla:

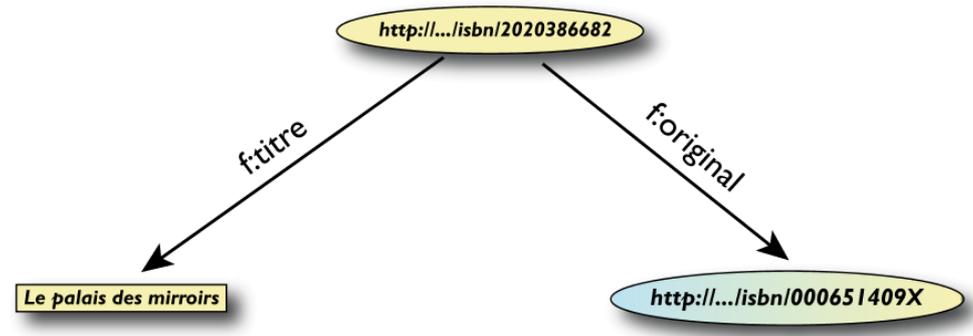
```
(<http://...isbn 6682>, <http://.../original>, <http://...isbn 409X>)
```

- RDF è un modello generale per queste triple (con un formato machine readable come RDF/XML, Turtle, n3, RXR)
- ed è tutto qui! (semplice, dopo tutto 😊)

Triple RDF (cont.)

- Le triple RDF sono anche dette "triplets", o "statement"
- Le risorse **s**, **p**, **o** vengono anche dette:
 - "subject", "predicate", "object",
 - oppure
 - "subject", "property", "object"
- Le risorse possono usare *un qualunque* URI. Per esempio, possono denotare un elemento *interno* a un file XML sul Web, non solo una risorsa "completa":
 - `http://www.example.org/file.xml#xpointer(id('home'))`
 - `http://www.example.org/file.html#home`
- Le triple RDF formano un *grafo orientato etichettato*, o "directed, labelled graph" (è questo il modo migliore per considerarle!)

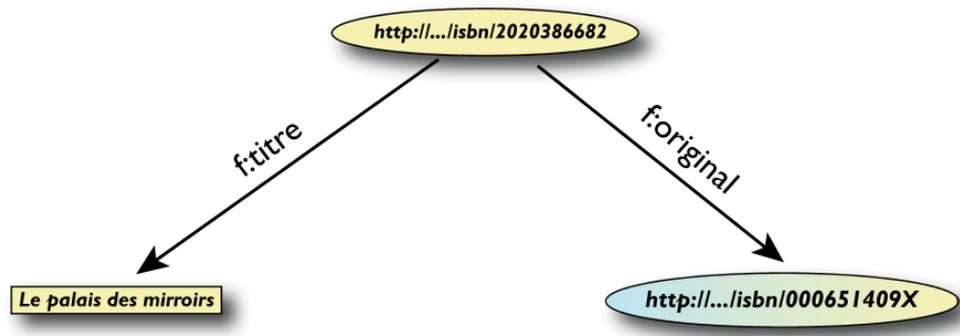
Un esempio semplice di RDF (in RDF/XML)



```
<rdf:Description rdf:about="http://.../isbn/2020386682">
  <f:titre xml:lang="fr">Le palais des miroirs</f:titre>
  <f:original rdf:resource="http://.../isbn/000651409X"/>
</rdf:Description>
```

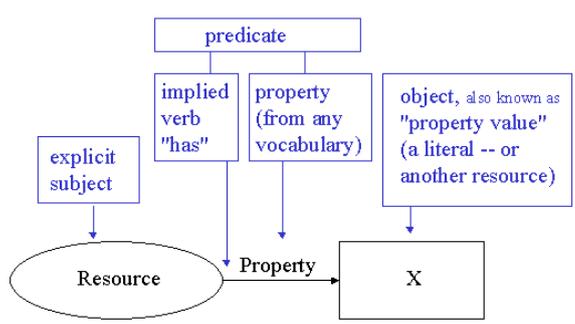
(Nota: per semplificare gli URI sono stati usati i namespace)

Un esempio semplice di RDF (in Turtle)



```
<http://.../isbn/2020386682>  
  f:titre "Le palais des miroirs"@fr;  
  f:original <http://.../isbn/000651409X>.
```

Dublin Core in RDF

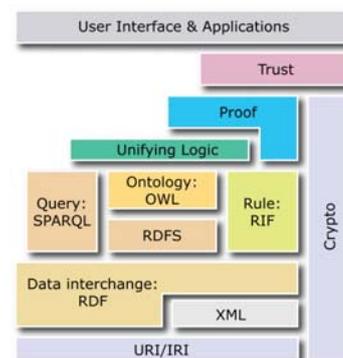


Quale sintassi?

- La sintassi (RDF/XML, Turtle) è semplicemente *sintassi*
- La cosa importante sono il *modello* sottostante e i *concetti*
- Non tratteremo in dettaglio gli aspetti sintattici (abbiamo comunque già visto alcuni esempi in Turtle e in RDF/XML)
 - *si tratta di trasformazioni meccaniche, ben documentate e supportate da molti tool*

31 of 62

RDFSchema



32 of 62

Perché RDF Schema?

- RDF è un linguaggio universale per descrivere le risorse usando il proprio vocabolario
- È possibile scrivere statement (triple s-p-o) RDF sintatticamente corretti, che possono essere sensati:

Leonardo Cimabue	autoreDi maestroDi	Gioconda Giotto
---------------------	-----------------------	--------------------

o privi di senso

Michelangelo	autoreDi	Leonardo
--------------	----------	----------

Perché RDF Schema?

- Alcune cose essenziali per descrivere la nostra "*conoscenza addizionale*":
 - *definire* le "cose" che vogliamo descrivere (*istanze e classi*)
 - *definire* le eventuali *restrizioni* (es. dominio e codominio)
 - *relazioni addizionali* (e sottoproprietà)
- Questo è il ruolo di *RDF Schema*
 - ufficialmente: "*RDF Vocabulary Description Language*"
 - il termine "*Schema*" sopravvive per ragioni storiche...

Classi, Risorse, ...

- Consideriamo un esempio classico delle ontologie:
 - prendiamo il termine "cane"
 - "ogni cane è un mammifero"
 - "«Attila» è un cane"
 - etc.
- RDFS definisce *risorse* e *classi*:
 - qualunque cosa in RDF è una "risorsa"
 - le "classi" sono risorse, ma...
 - ...sono anche collezione di possibili risorse (quindi "individuals")
 - "mammifero", "cane", ...



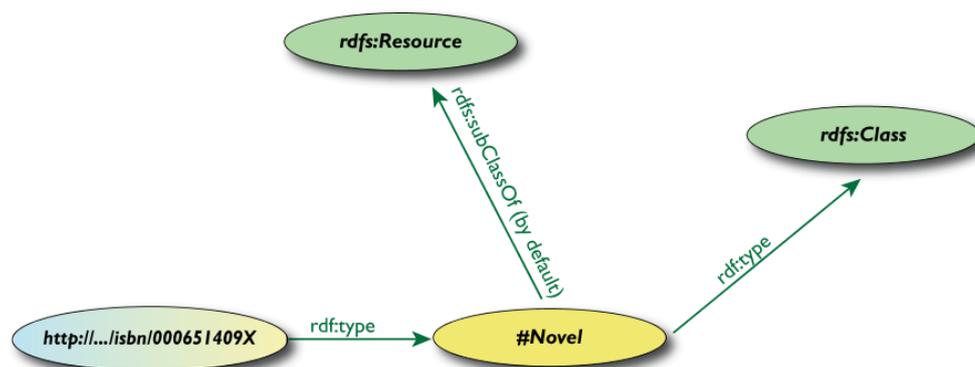
35 of 62

Classi, Risorse, ... (cont.)

- Le relazioni sono definite tra classi/risorse:
 - "typing": un individuo appartiene a una specifica classe ("«Attila» è un cane")
 - per essere più precisi: "`«anag:96RCI» is-an-instance-of cane`"
 - "subclassing": le istanze di una classe sono anche istanze dell'altra ("ogni cane è un mammifero")
- RDFS formalizza queste relazioni in RDF

36 of 62

Classi, Risorse in RDF(S)



- RDFS definisce **rdfs:Resource**, **rdfs:Class** come nodi; **rdf:type**, **rdfs:subClassOf** come proprietà
 - (sono tutti URI speciali, usiamo il namespace per semplicità)
- **rdfs:Class** è la “*classe di tutte le classi*” cioè qualunque classe è un' istanza di **rdfs:Class**

37 of 62

Un esempio di RDFS in RDF/XML

- La parte dello schema:

```
<rdf:Description rdf:ID="Novel">
  <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Class"/>
</rdf:Description>
```

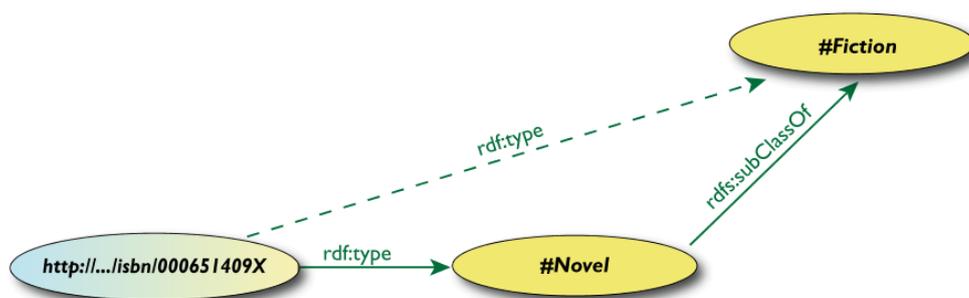
- I dati RDF per una specifica istanza:

```
<rdf:Description rdf:about="http://.../isbn/000651409X">
  <rdf:type rdf:resource="http://.../bookSchema.rdf#Novel"/>
</rdf:Description>
```

- Nel KR tradizionale questi due componenti sono spesso identificati come: "*Terminological axioms*" and "*Assertions*" (**T-box** e **A-box**)

38 of 62

Inferenza delle proprietà

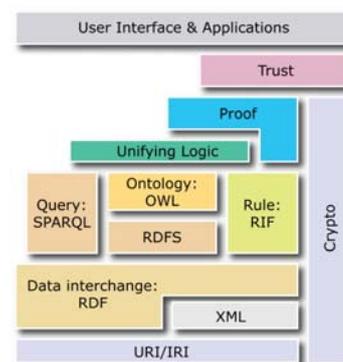


- `<http://.../isbn/000651409X> rdf:type #Fiction`
- *non* è nei dati RDF originali...
- ...ma può essere *dedotta* dalle regole RDFS
- I migliori ambienti RDF restituiscono anche questa tripla

Proprietà

- Property è una classe speciale: `rdf:Property`, che è la "classe di tutte le proprietà"
 - *le proprietà sono anch'esse risorse, identificate da URI*
- La proprietà hanno dei *vincoli* di *dominio* (*domain*) e *codominio* (*range*)
 - *quali elementi (individual) possono comparire come object o subject*
- È anche possibile definire delle "sub-property"
 - *tutte le risorse connesse da una sub-property sono anche connesse dalla property*
 - es: `creationDate subClassOf date`

Ontologie (OWL)



41 of 62

Ontologie

- RDFS è utile, ma non è in grado di soddisfare tutti i requisiti
- Applicazioni complesse hanno ulteriori necessità:
 - un programma può *ragionare* su alcuni termini? Per es.:
 - "if «Person» resources «A» e «B» hanno la stessa «foaf:email» property, then «A» e «B» sono identici"
 - se qualcun altro definisce un insieme di termini, possiamo sapere se sono gli stessi già noti?
 - *costruire* classi, non limitarsi a dar loro un nome
 - restringere il codominio (range) di una proprietà *quando usata per una specifica classe*
 - classi disgiunte o equivalenti
 - etc.
- Occorre il supporto di *ontologie* nel Semantic Web:

"definisce i concetti e le relazioni usate per descrivere e rappresentare un dominio di conoscenza"

- Occorre un *Web Ontology Language*

42 of 62

Cos'è un' ontologia?

Jim Hendler

A set of **knowledge terms**, including the vocabulary, the **semantic interconnections** and some **simple rules** of inference and logic for some particular topic

Studer et al. (1998)

An ontology is a formal, explicit specification of a shared conceptualisation.

A '**conceptualisation**' refers to an abstract model of some phenomenon in the world by having identified the relevant concepts of that phenomenon.

'**Explicit**' means that the type of concepts used, and the constraints on their use are explicitly defined. For example, in medical domains, the concepts are diseases and symptoms, the relations between them are causal and a constraint is that a disease cannot cause itself.

'**Formal**' refers to the fact that the ontology should be machine readable, which excludes natural language.

'**Shared**' reflects the notion that an ontology captures consensual knowledge, that is, it is not private to some individual, but accepted by a group.

43 of 62

Disaccordo o accordo?

- Definizioni **diverse**, ma **accordo** sul concetto
- Un' ontologia include:
 - *i termini che sono **esplicitamente** definiti*
 - *la **conoscenza** che ne può essere **derivata** mediante un processo di **inferenza***
- Un' ontologia cattura **conoscenza consensuale**

44 of 62

OWL: tre sottolinguaggi

OWL Lite

per rappresentare *classificazioni gerarchiche* e *vincoli semplici*. Permette una migrazione rapida per thesauri e altre tassonomie.

OWL DL

per utenti che desiderano la *massima potenza espressiva* garantendo comunque la *completezza computazionale* (tutte le conclusioni sono computabili) e la *decidibilità* (tutte le computazioni terminano in un tempo finito)

OWL Full

per utenti che desiderano la *massima potenza espressiva* e la libertà sintattica di RDF. Non fornisce garanzie sui tempi di computazione, e difficilmente sarà supportato nella sua interezza da software che implementano il ragionamento



Le classi in OWL

- In RDFS è possibile unicamente definire sottoclassi di classi esistenti
- In OWL si possono *costruire* classi a partire da quelle esistenti:
 - *enumerazione*
 - *intersezione, unione, complemento*
 - *mediante restrizioni delle proprietà (valori ammissibili, cardinalità, simmetria, transitività, dipendenza funzionale)*
- Per questo, OWL introduce i suoi elementi **Class** e **Thing** per distinguere le *classi* dalle *istanze*



Caratterizzazione delle proprietà

owl:minCardinality

owl:maxCardinality

owl:SymmetricProperty

owl:TransitiveProperty

owl:FunctionalProperty

- ha al massimo un valore per ogni oggetto (es. dataDiNascita, peso, nome)

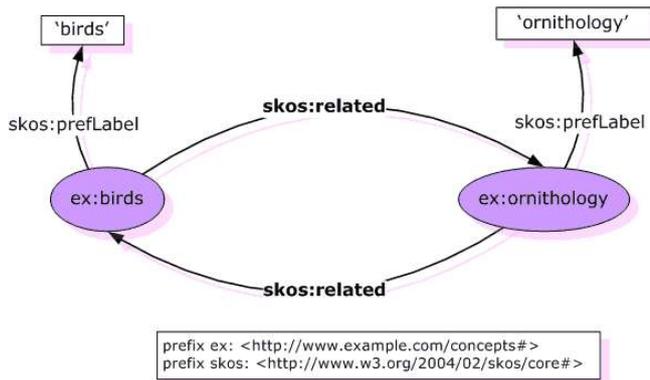
owl:InverseFunctionalProperty

- proprietà per cui due oggetti diversi non possono avere lo stesso valore (es. èCodiceFiscaleDi, èNumeroDiMatricolaDi, etc.)

47 of 62

Caratterizzazione delle proprietà: un esempio

- **skos:related** **rdf:type** **owl:SymmetricProperty**



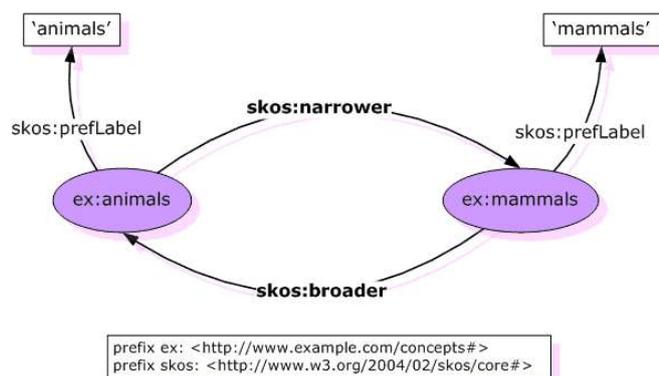
From: Antoine Isaac (with Guus Schreiber): Publishing Vocabularies on the Web. NETTAB 2007 workshop on A Semantic Web for Bioinformatics: Goals, Tools, Systems, Applications. Pisa, Italy, June 14, 2007.

[[Slides](#)]

48 of 62

Caratterizzazione delle proprietà: un altro esempio

- `skos:broader owl:inverseOf skos:narrower`

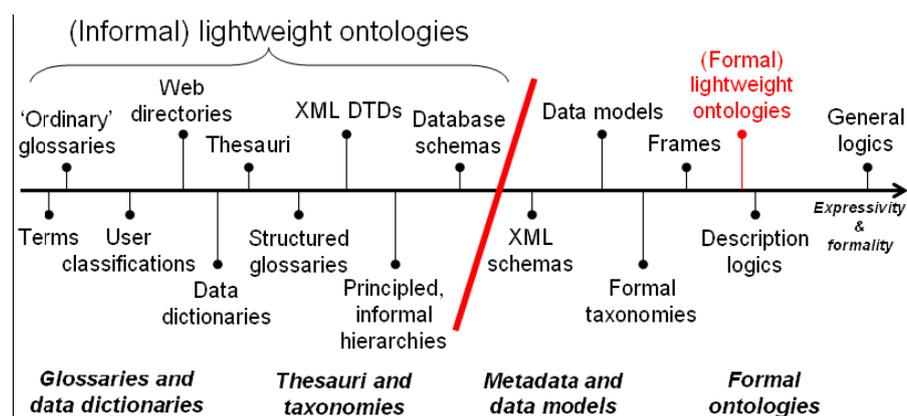


From: Antoine Isaac (with Guus Schreiber): Publishing Vocabularies on the Web. NETTAB 2007 workshop on A Semantic Web for Bioinformatics: Goals, Tools, Systems, Applications. Pisa, Italy, June 14, 2007.

[[Slides](#)]

Thesauri e SKOS

Thesauri e ontologie



(da: Fausto Giunchiglia and Ilya Zaihrayeu: LIGHTWEIGHT ONTOLOGIES - October 2007 - [Technical Report DIT-07-071](#))

Thesaurus

- può essere rappresentato come un *grafo*
- *nod*i = termini di thesaurus
- *arch*i = associazioni semantiche

Simple Knowledge Organization System (SKOS)

- Obiettivo: porting ("Webifying") thesauri: rappresentare e condividere classificazioni, glossari, thesauri etc. sviluppati nel settore della documentazione automatica. Per esempio:
 - [Dewey Decimal Classification](#), *Art and Architecture Thesaurus*, *ACM classification of keywords and terms*...
- SKOS è un *data model comune* per sistemi di organizzazione della conoscenza (thesauri, schemi di classificazione, subject heading systems e tassonomie)
- Il data model SKOS vede i sistemi di organizzazione della conoscenza come un *concept scheme* che comprende un insieme di *concetti*
- Gli elementi del data model di SKOS sono *classi* e *proprietà*
- Perché SKOS e OWL?
 - *La precisione di OWL potrebbe essere non necessaria o anche non adatta*

Dai thesauri alle ontologie

- I thesauri sono spesso progettati per una *maggiore efficacia nel retrieval*, invece che per una *rappresentazione formale della conoscenza*
- Un thesaurus *non è automaticamente* un'ontologia
- Attenzione ad alcuni errori comuni
 - `skos:broader` e `skos:narrower` *non sono* proprietà *transitive* e servono solo per *asserire una relazione gerarchica tra due concetti*
 - *ma*

<code>skos:broader</code>	<code>rdfs:subPropertyOf</code>	<code>skos:broaderTransitive</code>
<code>skos:narrower</code>	<code>rdfs:subPropertyOf</code>	<code>skos:narrowerTransitive</code>

con `skos:broaderTransitive` e `skos:narrowerTransitive` usate per inferenze

- `skos:related` è *simmetrica, non transitiva*

Un esempio di SKOS: Glossario (1)

“Assertion”

“(i) Any expression which is claimed to be true. (ii) The act of claiming something to be true.”

“Class”

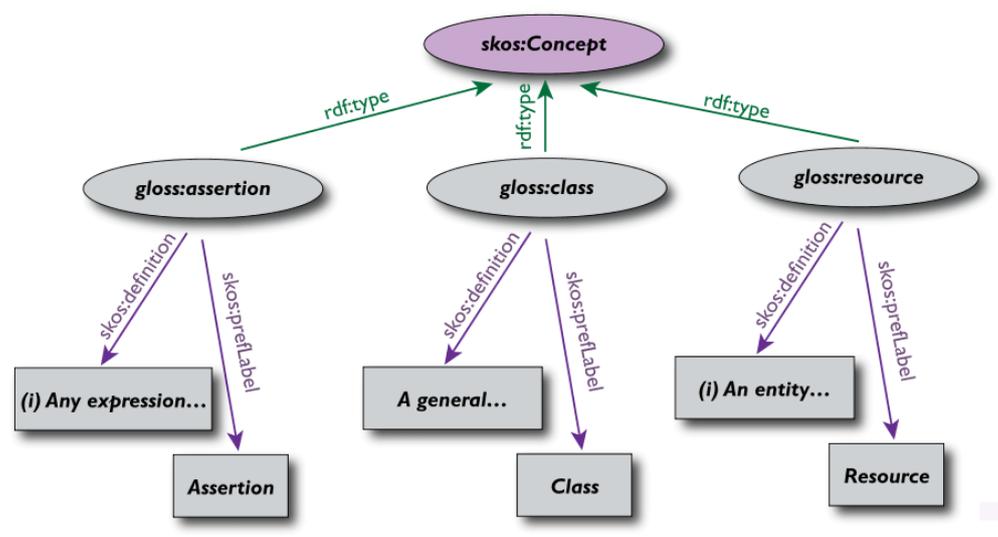
“A general concept, category or classification. Something used primarily to classify or categorize other things.”

“Resource”

“(i) An entity; anything in the universe. (ii) As a class name: the class of everything; the most inclusive category possible.”

(from the RDF Semantics Glossary)

Un esempio di SKOS: Glossario (2)

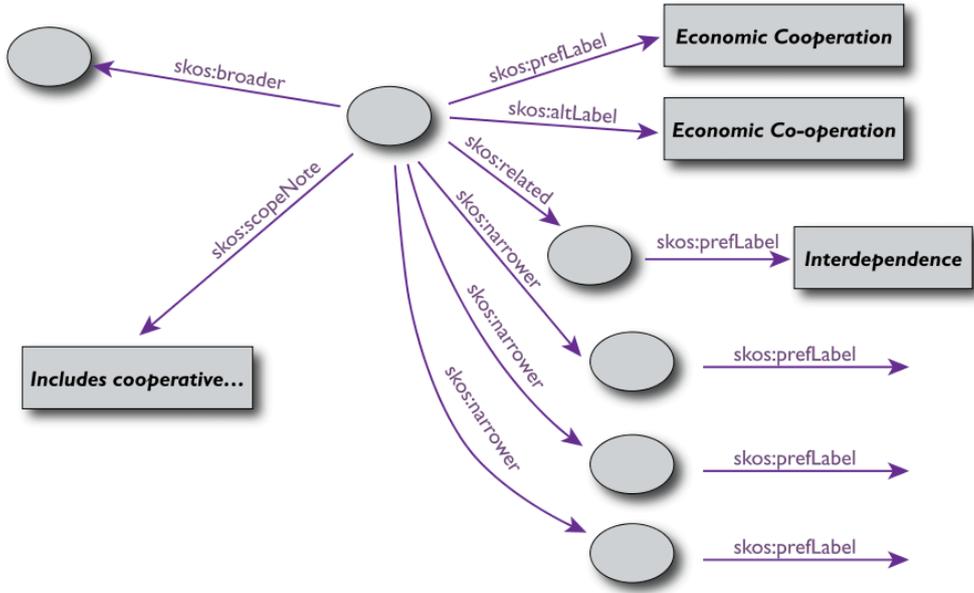


Un esempio di SKOS: Thesaurus (1)

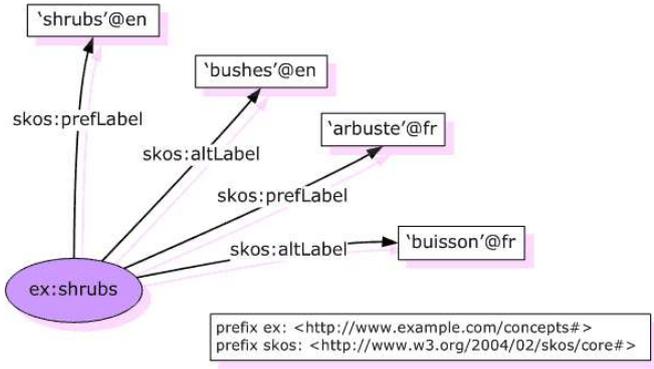
Term	Economic cooperation
Used For	Economic co-operation
Broader terms	Economic policy
Narrower terms	Economic integration, European economic cooperation, ...
Related terms	Interdependence
Scope Note	Includes cooperative measures in banking, trade, ...

(from UK Archival Thesaurus)

Un esempio di SKOS: Thesaurus (2)



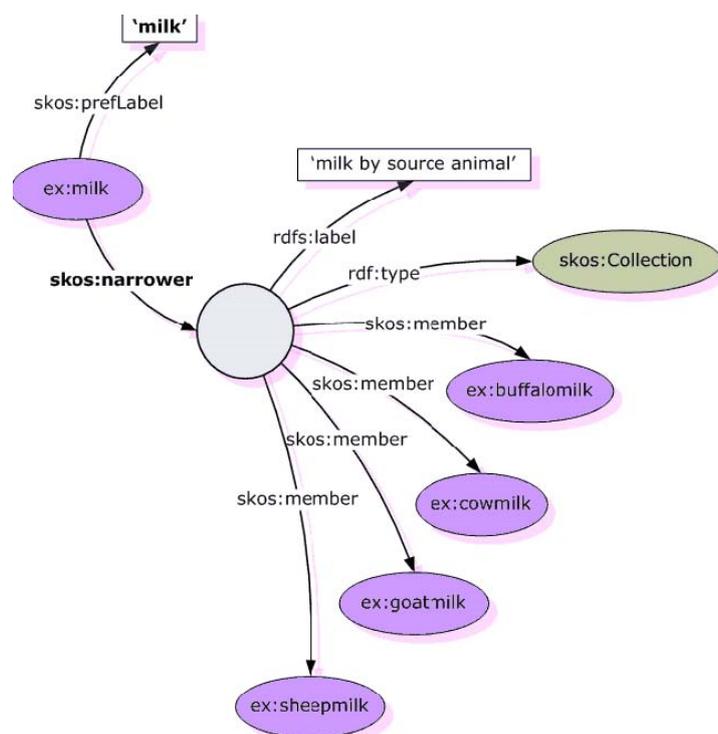
Un esempio di SKOS: etichette multilingua per i concetti



From: Antoine Isaac (with Guus Schreiber): Publishing Vocabularies on the Web. NETTAB 2007 workshop on A Semantic Web for Bioinformatics: Goals, Tools, Systems, Applications. Pisa, Italy, June 14, 2007.

[[Slides](#)]

Un esempio di SKOS: collezioni



From: Antoine Isaac (with Guus Schreiber): Publishing Vocabularies on the Web. NETTAB 2007 workshop on A Semantic Web for Bioinformatics: Goals, Tools, Systems, Applications. Pisa, Italy, June 14, 2007.

[[Slides](#)]

59 of 62

Conclusioni

- L'interoperabilità semantica tra le biblioteche è un problema molto antico
- Le *tecnologie del Semantic Web* (RDF, RDFS, OWL) consentono di *rappresentare*, *esportare* e *condividere* la conoscenza in maniera interoperabile
- [Associatevi al W3C](#) per essere competitivi e attori dello sviluppo

61 of 62

Grazie per l' attenzione

Domande?

... e [risposte](#)

Se non è sul Web non esiste ...

... troverete sul sito dell' Ufficio (<http://www.w3c.it/>)
le *slide* (<http://www.w3c.it/talks/2010/csb2010-swdl/>)
e un *documento*: <http://www.w3c.it/papers/wsb08.pdf> utile