
Ontologie per l'Informazione Geografica: prospettive e implementazione

*Conferenza AM-FM
Roma, 21-22 settembre 2006*

*Roberto Fresco
Roberto della Maggiore*



Indice

GIS sul Web: problematiche

Semantic Web in a “nutshell”

Ontologie

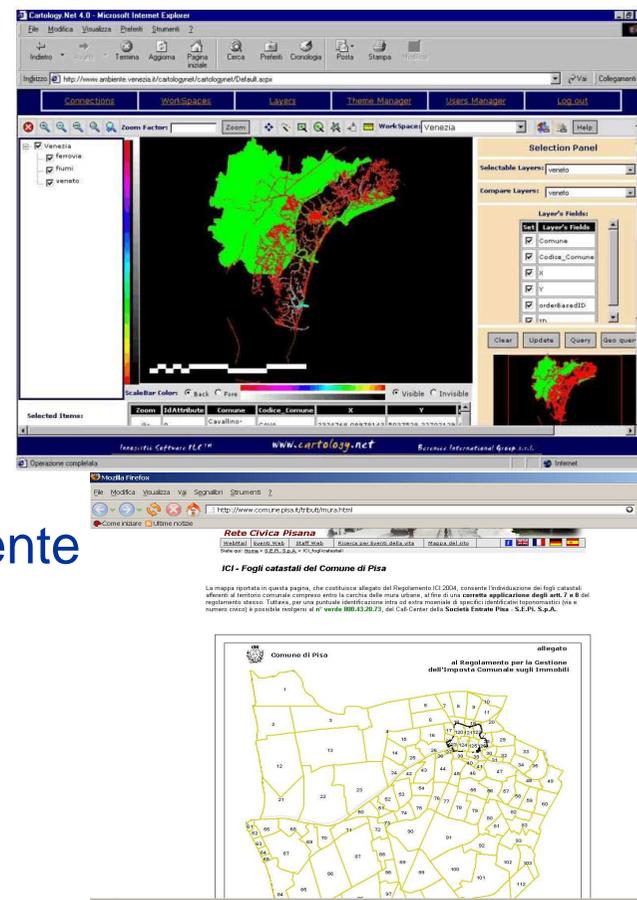
Caso di studio

Implicazioni sulle Spatial Data Infrastructures (SDI)



Internet e l'Informazione Geografica

- L'Informazione Geografica è presente sul Web con diverse modalità di fruizione:
 - siti web caratterizzati con servizi di selezione di dati geografici e produzione di mappe online e risultati di analisi spaziale
 - Dati di Remote sensing, dati GPS
 - Servizi di localizzazione (location-based services)
- Interazione di tipo client/server:
 - Diversi sistemi di map server proprietari
 - Diversi schemi di codifica dati spaziali e diversi formati di restituzione
 - Staticità delle interfacce di utilizzo
- Interazione ed effettiva fruizione da parte dell'utente mediata da scelte e conversioni di formati dati



Internet e GIS

- L'Informazione Geografica sul Web si riferisce a diverse situazioni del mondo reale
- Le organizzazioni distribuiscono su Internet i loro dataset e predispongono i loro servizi GIS
- La filosofia Internet è basata sul consenso e su sforzi indipendenti di pubblicazione delle informazioni con obiettivi di :
 - Interoperabilità ed interattività
 - Evoluzione e condivisione delle tecnologie
 - Coesione di intenti e di informazione

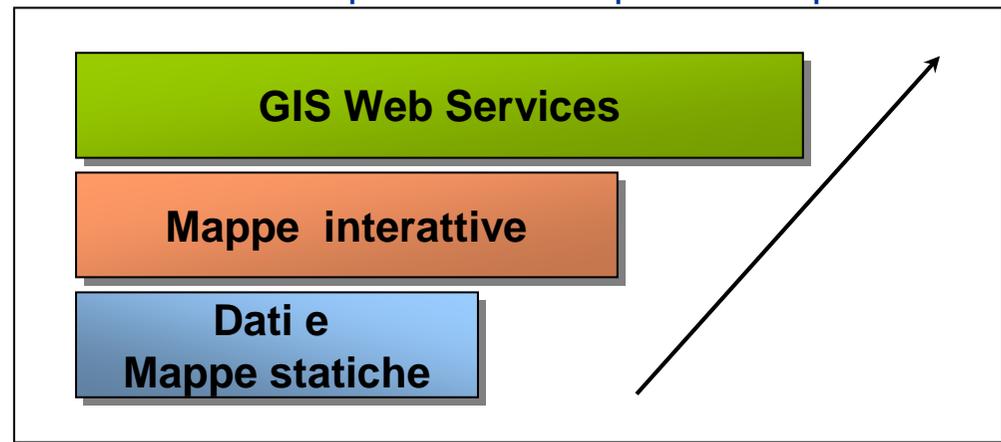
➡ L'Informazione Geografica sul Web deve andare oltre i limiti di ciò che può fornire la singola organizzazione

➡ Si assiste ad una ricerca di meccanismi efficienti di condivisione e cooperazione delle organizzazioni che fanno uso di tecnologia GIS



Sistemi GIS distribuiti

- Integrazione di Internet e Informazione Geografica:
 - Mappe
 - Immagini
 - Dataset
 - Analisi spaziale
 - Report
- GIS distribuito con modalità diverse di accesso:
 - Internet GIS: uso di Internet per consentire l'accesso ad informazione geografica in modalità remota con evoluzione:
 - Mobile GIS: diversi dispositivi client (es. desktop computers, laptop computers, PDA, GPS e cellulari per garantire accesso senza limiti di spazio e di tempo a dati spaziali e tools disponibili su GIS server)



Interoperabilità

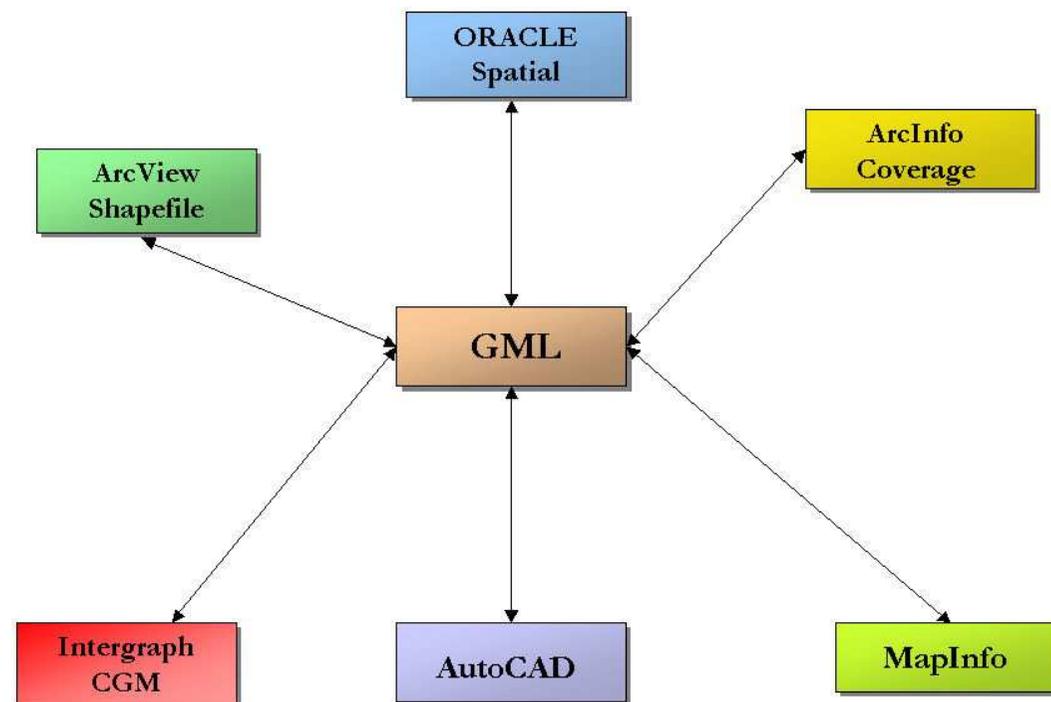
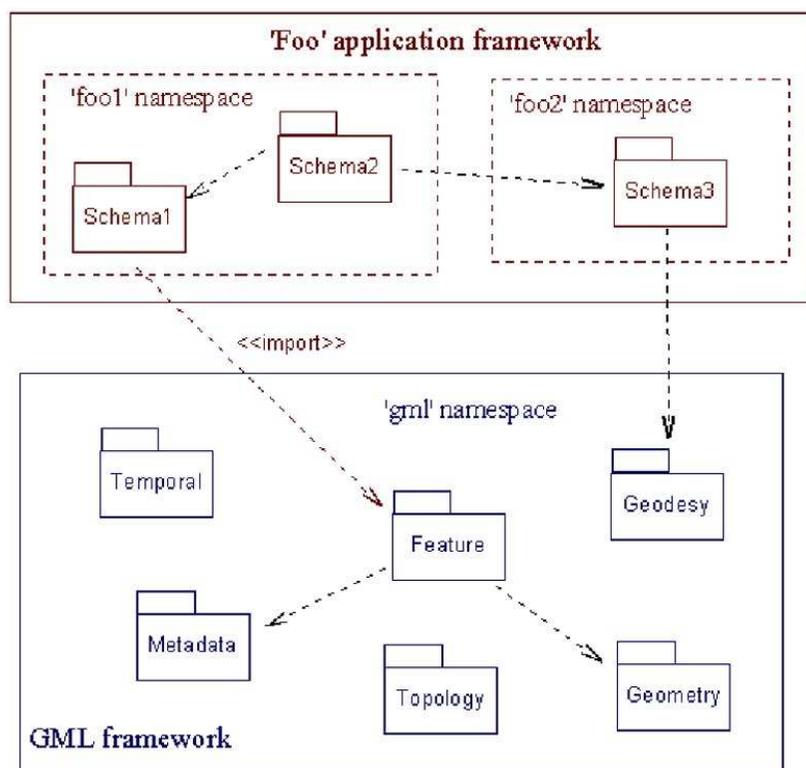
- Interoperabilità: interazione ed integrazione di applicazioni e sistemi eterogenei:
 - Combinazione di applicazioni preesistenti
 - Progettazione di specifica interazione → approccio Web
- Obiettivi → avere dati geografici aggiornati e coerenti; ridurre la duplicazione di dati e gli sforzi delle diverse organizzazioni per la gestione dell'informazione geografica condividendo le concettualizzazioni delle features spaziali (*sharing of agreement*)
- Due forme: Sintattica e semantica:

“*Syntactical interoperability* assures that there is a technical connection, i.e., that the data can be transferred between systems. *Semantic interoperability* assures that the content is understood in the same way in both systems, including by those humans interacting with the systems in a given context.” (OpenGIS Service Architecture - topic 12, 2001)
- Standardizzazione come un possibile mezzo per l'interoperabilità



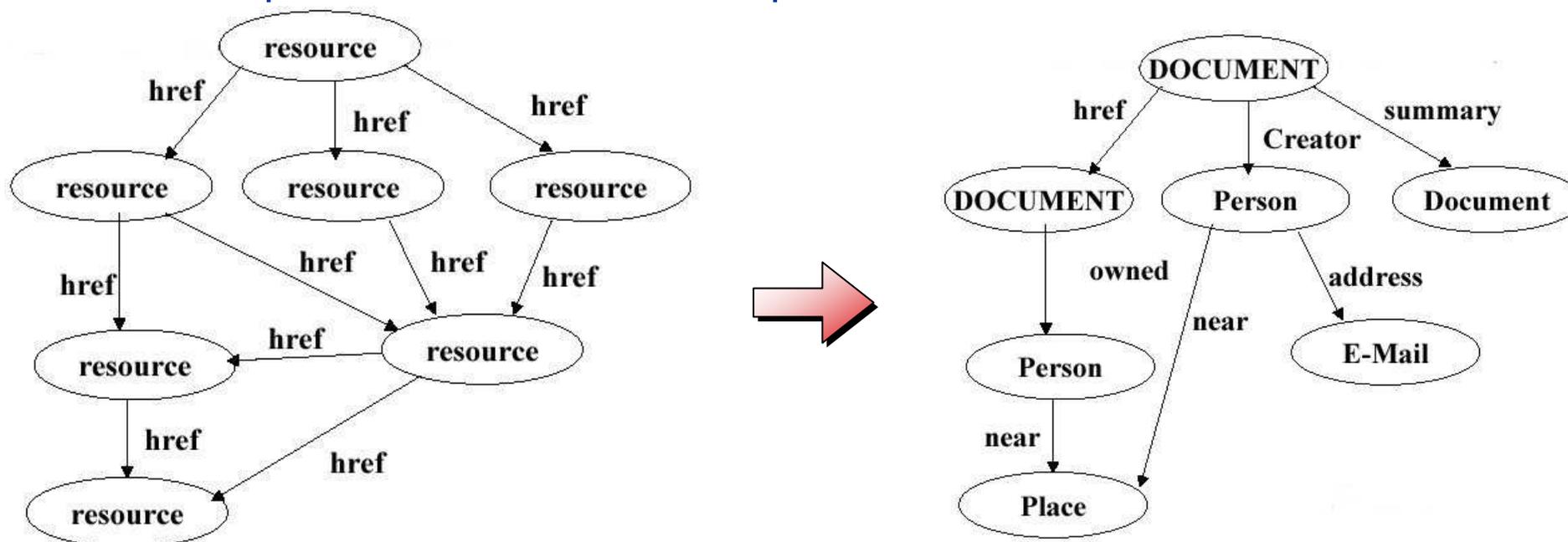
Geographic Markup Language

- GML: appartiene alla famiglia di linguaggi XML ed è una specifica dell'OpenGIS Consortium
 - Contenuto (proprietà e geometrie delle feature spaziali) vs rappresentazione di dati geografici (rappresentazione grafica e simbolica)
 - Piattaforma neutrale per lo scambio e trasformazione dei vari formati proprietari (interoperabilità sintattica)



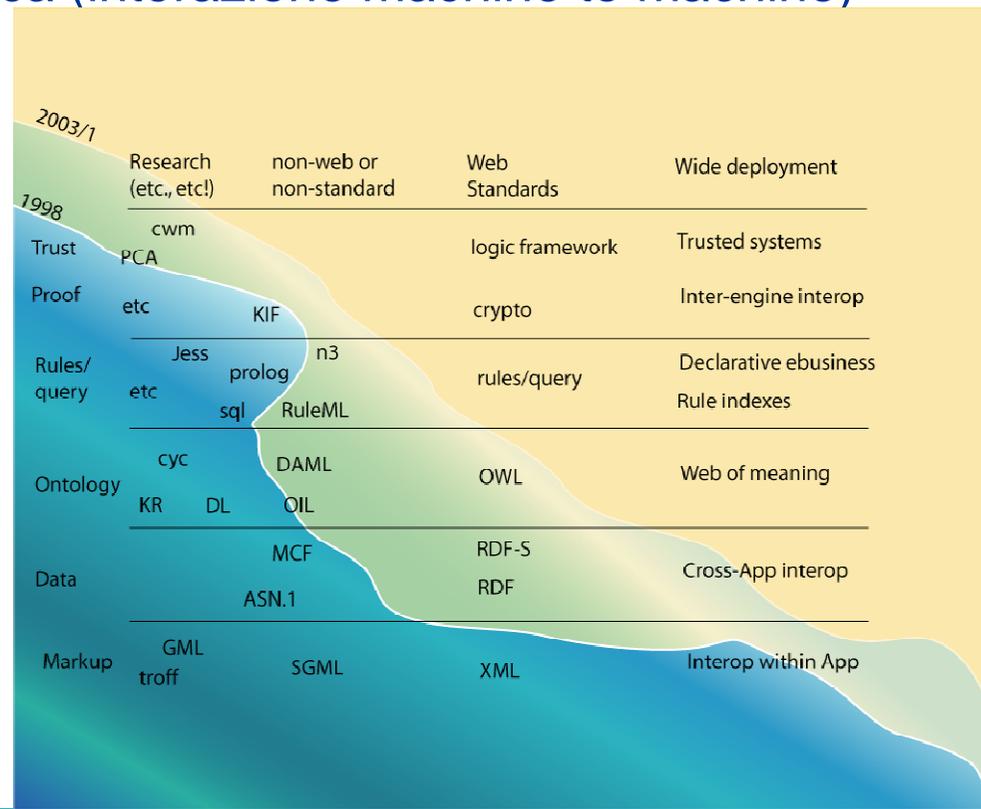
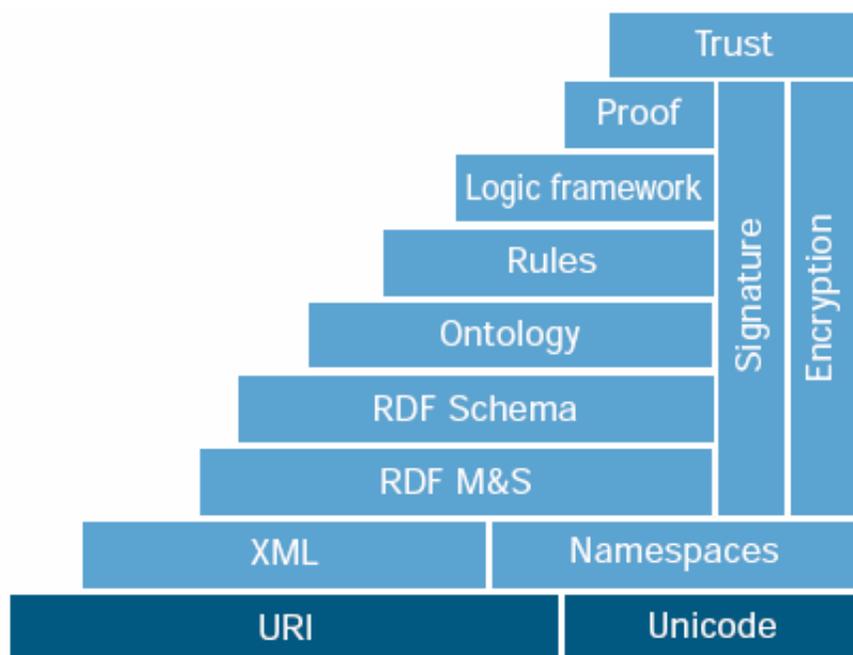
Interoperabilità semantica

- Interazione di sistemi via Web mediato dall'intervento umano che agisce in due fasi:
 - Decodifica la rappresentazione sintattica
 - Applica regole semantiche e cognitive per l'interpretazione del significato dei dati
- I Sistemi e le applicazioni decodificano le informazioni soltanto a livello sintattico (machine-readable data)
- Machine-processable data → interoperabilità semantica

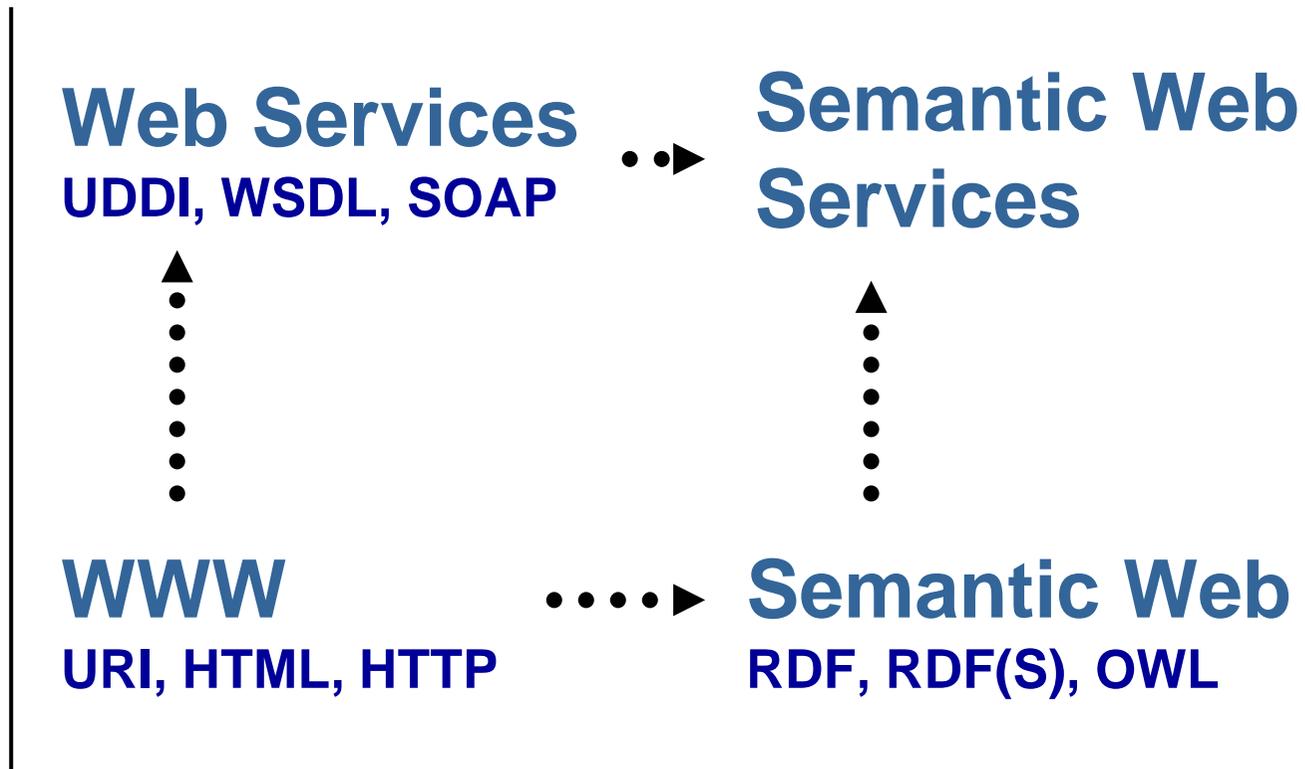


Semantic Web “Wave”

- Estendere il Web con formalizzazioni e linguaggi per esplicitare la semantica dell’informazione, secondo lo schema di un’architettura a strati costruita per passi successivi
- Rappresentazione della conoscenza condivisa per produrre ed inferire informazione in maniera automatica (interazione machine to machine)



Servizi su Web e Semantic Web



Rappresentazione della semantica

- Linguaggi e standard W3C per la rappresentazione della Semantica basati sulla struttura di XML
- "Instanziazione" dello stack basata sul concetto di ontologia condivisa: una tupla $\langle C, R, I, A \rangle$ dove C è un insieme di concetti, R è un insieme di relazioni, I è un insieme di istanze e A è un insieme di assiomi
- L'Informazione Geografica presenta aspetti cognitivi complessi (eterogeneità di geometrie e di concetti tra due o più organizzazioni)

Semantic Web Services •••▶

OWL-S

OWL (Ontology Web Language)

RDFS (RDF Schema)

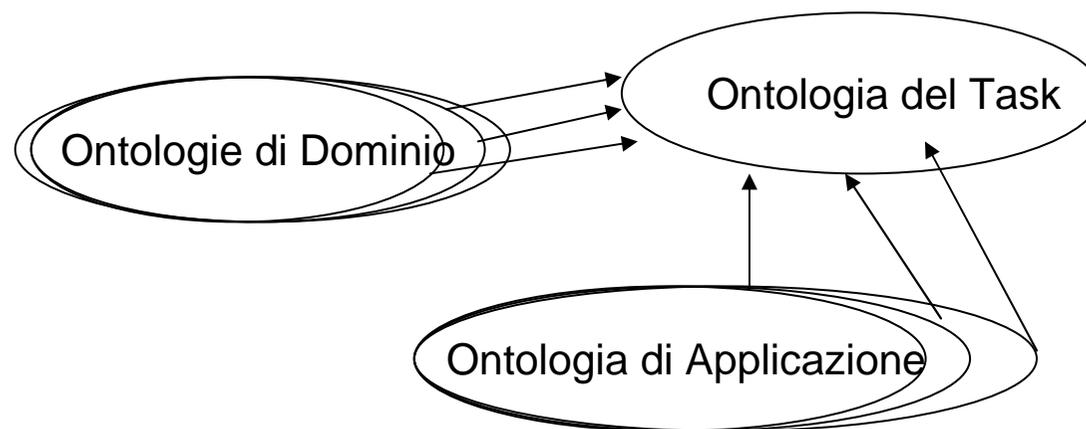
RDF (Resource Description Framework)

XML (Extensible Markup Language)



Diversi tipi di ontologie

Per un certo Task l'ontologia può riusare una o più ontologie di dominio



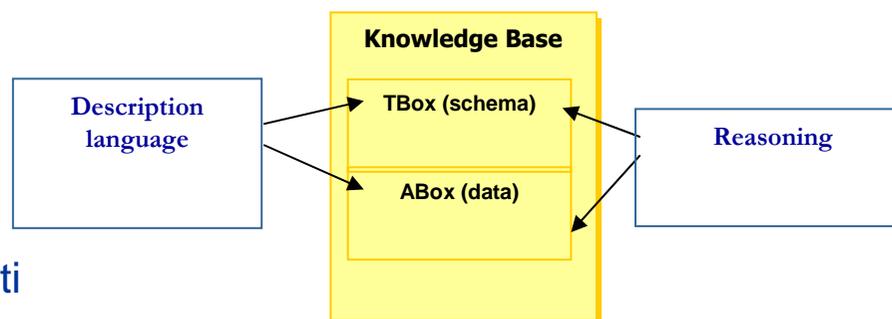
Dominio	Una formalizzazione della conoscenza in uno specifico dominio di interesse come la topografia, le coordinate spaziali, i modelli di trasporto ecc.
Task	Una formalizzazione della conoscenza necessaria a risolvere uno specifico problema (o task) ad un certo livello di astrazione (es. eseguire il task di trovare tutti gli indirizzi di una città)
Applicazione	Contiene conoscenza per una specifica applicazione per il completamento di un task in un specifico contesto organizzativo o situazione e realizzata ad hoc



Modellazione di ontologie

- Può essere svolta partendo da schemi UML per una pre-formalizzazione dei concetti essenziali, servendosi di standard predefiniti
- Description Logic (DL): definisce concetti (terminologia) e proprietà tra concetti ed oggetti

- Concetti unari e binari
- Gerarchia di concetti
- Intersezione ed unione di concetti
- Equivalenza e sussuzione tra concetti



- OWL linguaggio standard del W3C basato su DL
- Fasi per la creazione di un ontologia (task ontology):
 - Identificare i concetti, le loro relazioni ed attributi
 - Organizzare i concetti (es. tassonomia) usando ontologie di dominio o applicative
 - Dettagliare i concetti con vincoli e restrizioni e proprietà offerte da un linguaggio di modellazione
 - Instanziare i concetti dell'ontologia e dare valori ai corrispondenti attributi



Tecnologia per la definizione dell'ontologia

Abbiamo bisogno di:

- **Linguaggi ontologici:**
 - Espressività
 - Supporto a forme di *reasoning*
 - Rappresentazione per il Web
- **Meccanismi di Reasoning:**
 - Controllo di consistenza
 - Fault-tolerance
 - Meccanismi di inferenza di conoscenza da una ontologia
- **Tecniche di Ontology Management :**
 - Editing e browsing
 - Memorizzazione e retrieval
 - Supporto al versioning e alle modifiche
- **Tecniche di integrazione di Ontologie:**
 - Allineamento di concetti e termini semanticamente equivalenti
 - Integrazione e fusione di ontologie



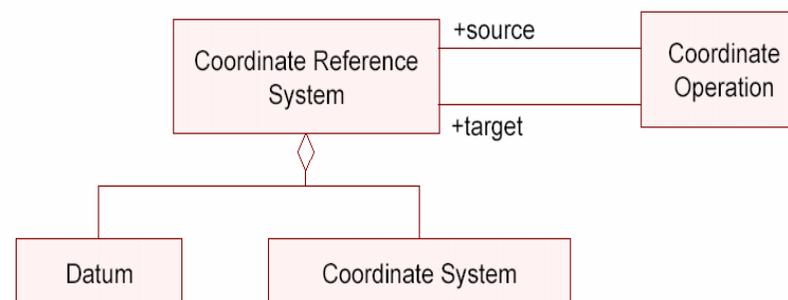
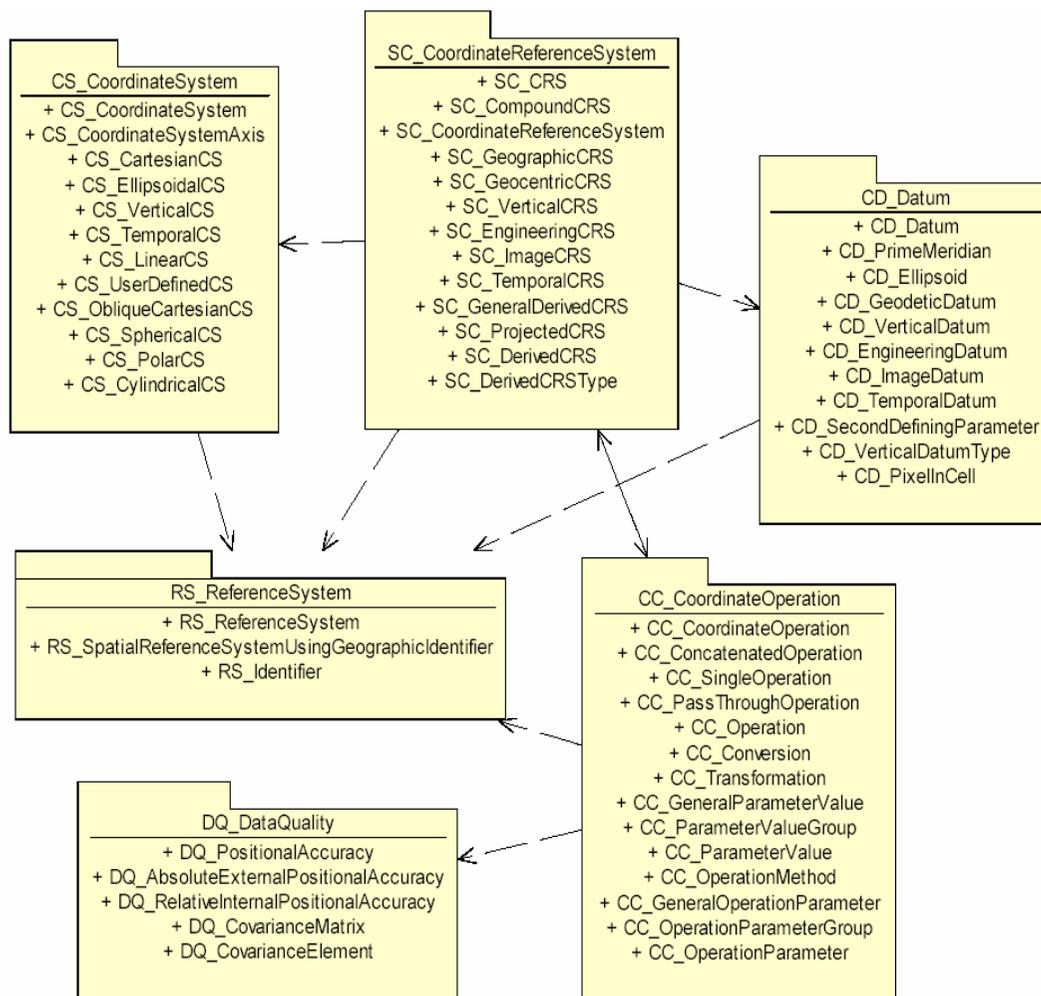
Caso di studio

- L'ottenimento degli indirizzi associati ad un certo codice postale
- Occorre definire un'ontologia per il task:
 - Ontologia di dominio basata sulla specifica standard dell'OpenGIS Consortium sui sistemi di riferimento di coordinate spaziali
 - Formulazione di un'ontologia di Applicazione con concetti di numero civico, via, zipcode, stato, città
 - Linguaggio OWL ed ambiente visuale di progettazione
 - Utilizzo di un'ontologia di servizi per descrivere il task in termini di un servizio web semantico (basato sulle ontologie): OWL-S
- Definizione di alcune operazioni per ottenere informazioni sugli indirizzi ed interagire con la conoscenza espressa nell'ontologia
 - Si usa un WSDL di un web service disponibile e tradotto in OWL-S
- Interrogazione del servizio



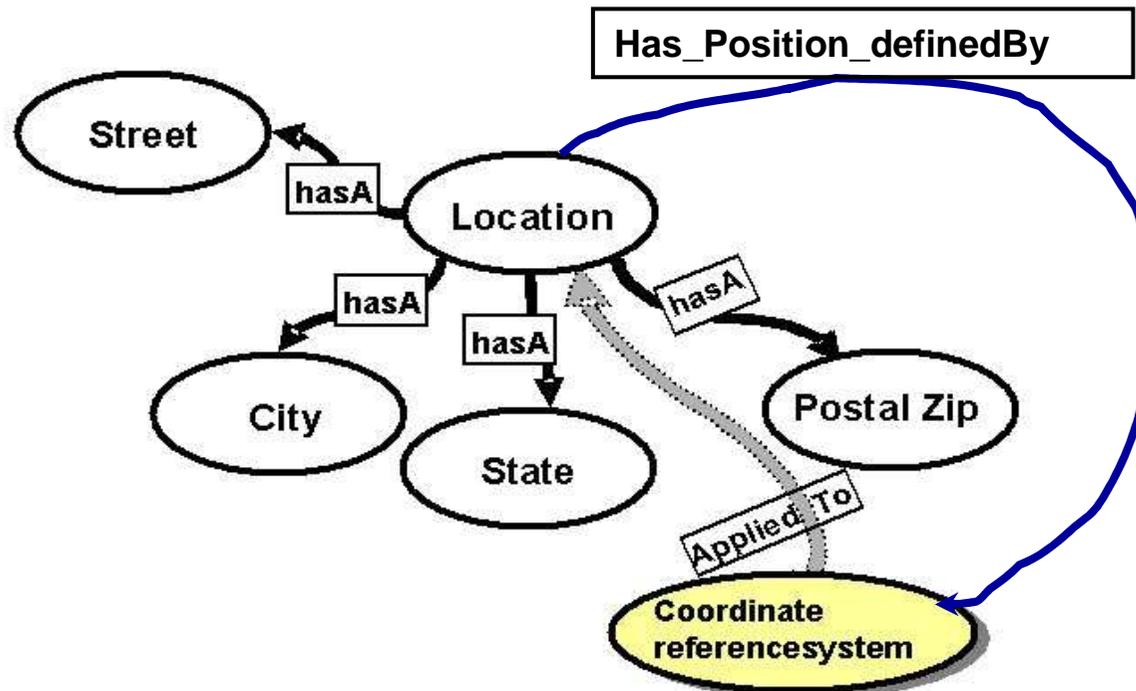
Ontologia di dominio

- Formalizzazione della specifica OpenGIS Consortium Spatial referencing by coordinates, Project Document 04-046r3 2004-08-16 in linguaggio OWL



Ontologia di applicazione

- Concetto di Location e
- Proprietà “Applied_To” di integrazione per l’ontologia di dominio
- Proprietà inversa Has_Position_definedBy



Sviluppo dell'ontologia

object1 Protégé 3.1.1 (file:\E:\Documents%20and%20Settings\Administrator.CASA-LKPRFU98TM\Desktop\phdthesis\object1.pprj, OWL Files (.owl or .rdf))

File Edit Project OWL Code Window Tools Help

protégé

OWLClasses Properties Forms Individuals Metadata OWLViz Ontoviz

SUBCLAS

For Project

Asserted Model Inferred Model

CLASS BROWSER

For Project object1

Asserted Hierarchy

- OGC-CS:SC_DerivedCRS
 - OGC-CS:SC_ProjectedCRS
 - OGC-CS:SC_GeocentricCRS
 - OGC-CS:SC_GeographicalCRS
 - OGC-CS:SC_ImageCRS
 - OGC-CS:SC_TemporalCRS
 - OGC-CS:SC_VerticalCRS
- OGC-CS:SC_DerivedCRSType
- OGC-CS:Scale
- OGC-CS:UIGM1Transformation
- OGC-CS:UnitOfMeasure
- SpatialThing
 - Address
 - City
 - Location

OGC-CS:SC_CoordinateReferenceSystem

OGC-CS:SC_GeocentricCRS

OGC-CS:SC_GeographicalCRS

OGC-CS:SC_EngineeringCRS

OGC-CS:SC_GeneralDerivedCRS

OGC-CS:SC_ImageCRS

OGC-CS:SC_VerticalCRS

OGC-CS:SC_TemporalCRS

SpatialThing

State

StreetAddress

Location

SpatialThing

3 HasCity City

3 HasState State

3 HasStreet StreetAddress

3 HasZip PostalZip

NECESSARY & SUFFICIENT

NECESSARY

E

E

E

E

E

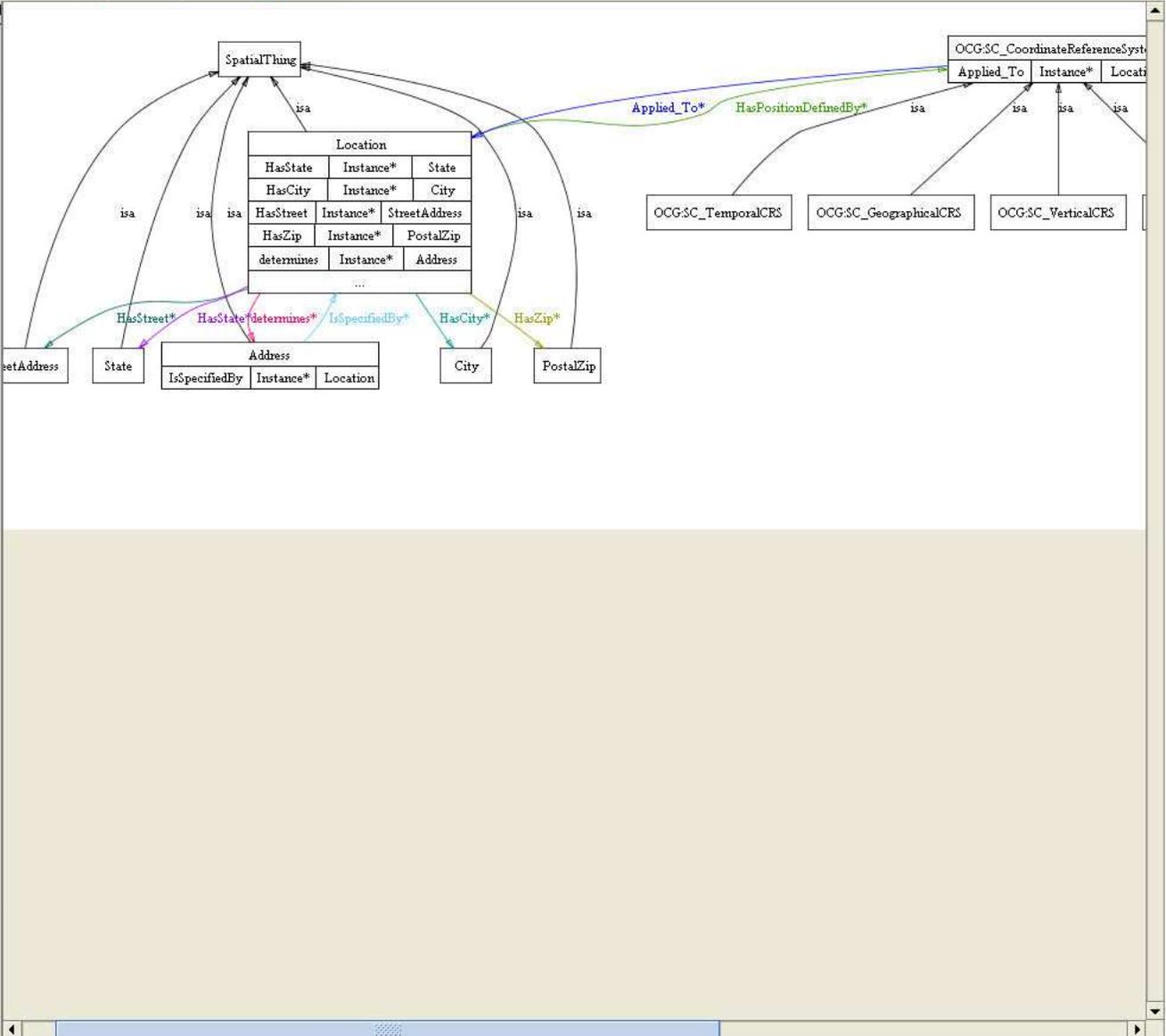


Config

frame	sub	sup	slx	isx	sit	sle	ins	sys
owl:Thing	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CG:SC_Coo...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
patialThing	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Classes

- owl:Thing (2)
- OCG:CD_Datum
- OCG:RS_ReferenceSystem
 - OCG:SC_CRS
 - OCG:SC_CompoundCRS
 - OCG:SC_CoordinateReferenceSystem
 - OCG:RS_SpatialReferenceSystemUsingGeo...
- OCG:DQ_PositionalAccuracy
- OCG:Length (4)
- OCG:CC_GeneralParameterValue
- OCG:CD_SecondDefiningParameter
- OCG:Scale
- OCG:CI_Citation
- OCG:UIGMI_Transformation
- OCG:CS_CoordinateSystem
- OCG:CC_CoordinateOperation
- OCG:RS_Identifier
- OCG:CD_Ellipsoid (1)
- OCG:CC_GeneralOperationParameter
- OCG:UnitOfMeasure
- OCG:SC_DerivedCRSType (5)
- OCG:EX_Extent
- OCG:CS_CoordinateSystemAxis
- OCG:Measure
- OCG:CD_PrimeMeridian (1)
- OCG:ParameterType (23)
- OCG:Angle (1)
- OCG:DQ_CovarianceElement
- OCG:CD_VerticalDatumType (4)
- OCG:CD_PixelinCell (2)
- SpatialThing**



OWL-S

- OWL-S è una ontologia per descrivere i Web Services
- Estende OWL per supportare:
 - discovery, composizione ed invocazione automatica dei web services
- OWL-S non sostituisce gli standard dei web services:
 - Aggiunge un layer semantico
 - Può usare WSDL per mappare i servizi secondo le componenti di OWL-S
 - OWL-S espande UDDI per il discovery di Web service (OWL-S/UDDI mapping)



OWL-S IDE

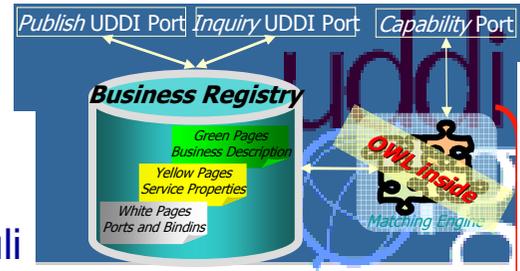
- Ambiente integrato per l'implementazione e deploying di Web Services secondo OWL-S
- Basato su Java ed Eclipse
- Utilizza descrizioni WSDL di un servizio oppure le crea a partire da codice Java
- Consente la (semi) generazione automatica delle descrizioni OWL-S
- Offre la pubblicazione automatica secondo UDDI
- Permette il discovery semantico in UDDI (attraverso algoritmi di calcolo del grado di matching tra concetti)



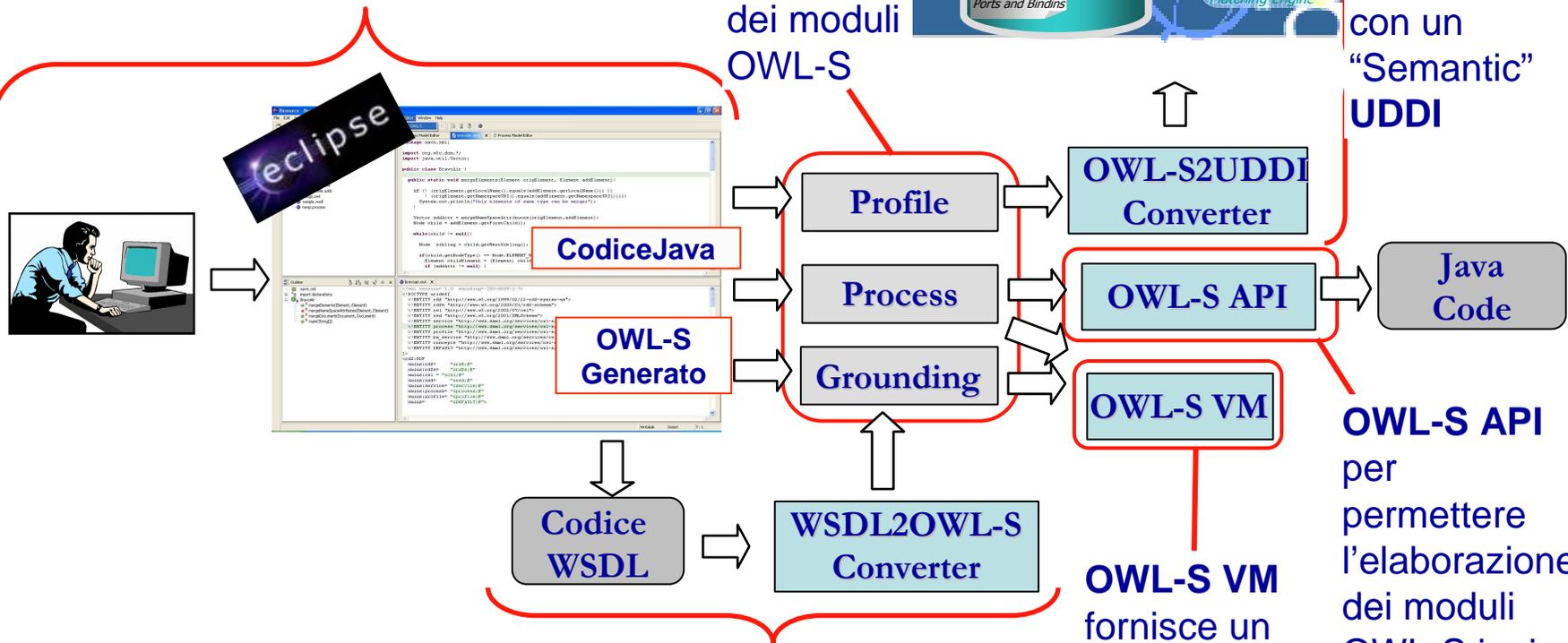
Architettura di OWL-S IDE

OWL-S Editor integrato con Eclipse

Editing integrato dei moduli OWL-S



Publicazione, interrogazione e discovery con un "Semantic" UDDI



Generazione di **WSDL** e (semi) generazione delle descrizioni **OWL-S** usando I tools Java2WSDL e WSDL2OWL-S

OWL-S VM fornisce un ambiente di esecuzione per I Web services OWL-S

OWL-S API per permettere l'elaborazione dei moduli OWL-S in in Java



Fasi del prototipo del caso di studio

- L'uso di un web service standard con descrizioni WSDL di operazioni riguardanti gli indirizzi (ZipCode dal sito www.xmethods.net)
- Le operazioni sono:
 - ZipCodeToLatitudeLongitude
 - ZipCodesFromCityState
 - ZipCodeToDetails
- La generazione di descrizioni OWL-S a partire dal WSDL del servizio e mapping dei concetti del servizio alle entità dell'ontologia sviluppata
- La predisposizione di un'interfaccia Web usando Tomcat Apache per interagire con il discovery dei servizi fornito dall'ambiente di OWL-S IDE
- Restituzione dei dati ottenuti (es. la lista di indirizzi relativi ad un certo zipcode) ad un sistema GIS che provvede alla creazione degli indirizzi su una mappa



The screenshot displays the Eclipse IDE with the OWL-S Process Editor dialog box open. The dialog box is titled "OWL-S Name and Location" and contains the following fields:

- WSDL URL or File :
- OWL-S Service Name:
- OWL-S Service URL:
- OWL-S Profile URL:
- OWL-S Process URL:
- OWL-S Grounding URL:
- OWL-S File Location:

The dialog box also features navigation buttons at the bottom: "< Back", "Next >", "Finish", and "Cancel".

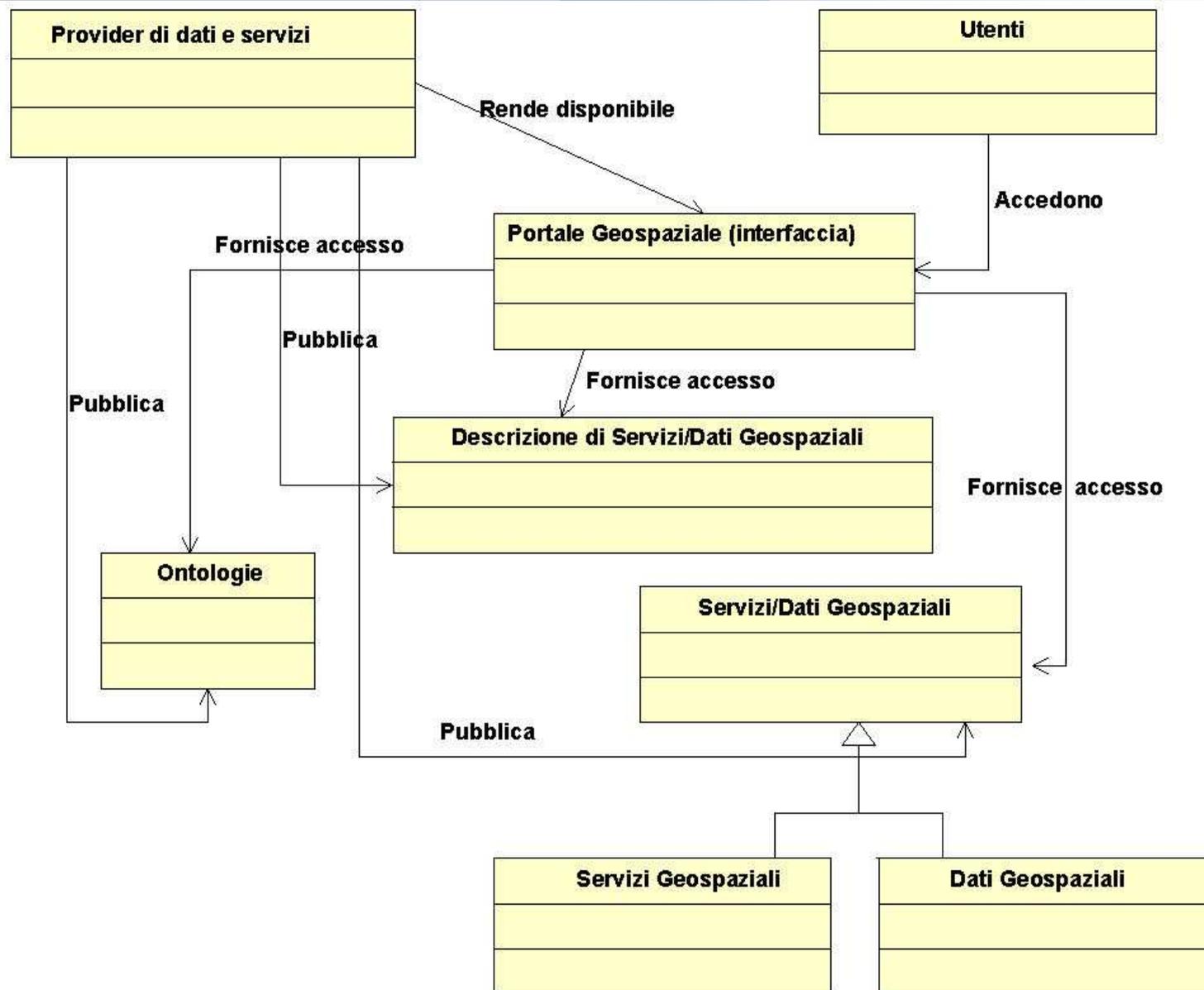


Semantica e Spatial Data Infrastructures (SDI)

- La Spatial Data Infrastructure (SDI) rappresenta il complesso di risorse istituzionali, organizzative, tecnologie, umane ed economiche interagenti tra loro per la gestione, condivisione ed uso di dati geospaziali
- Gerarchia di SDI interconnesse a livello locale, nazionale e globale
- Diverse fonti di dati ed informazioni spaziali
 - Necessità di aggregazione
 - Diverse concettualizzazioni e schemi di dati
 - Cataloghi di metadati (OGC Catalog services)
 - Infrastrutture di amministrazione di dati
- L'approccio semantico può portare a:
 - Uniformità di accesso ed elaborazione
 - Eliminazione di inconsistenze
 - Condivisione di conoscenza e utilizzo di processi automatici dei servizi WebGIS
- Sviluppo di un geo-portale basato sulle ontologie



Geoportale: visione ad alto livello di astrazione



Conclusioni

- Ontologie per la condivisione e riuso di conoscenza
- Approccio basato sul paradigma dei Web Services e sulle ontologie di servizi
- Metodologie per la definizione di ontologie per l'informazione geografica
- Tool di editing di ontologie e definizione di servizi via OWL-S
- Apporto per le SDI
- La sperimentazione effettuata mostra le potenzialità delle ontologie e dei linguaggi del Semantic Web per la specifica formale di semantica per l'informazione geografica



Bibliografia

- Fonseca, F., Egenhofer, M. (1999): Ontology-Driven Geographic Information Systems. in: C. B. Medeiros (Ed.), 7th ACM Symposium on Advances in Geographic Information Systems, Kansas City, MO, pp. 14-19
- OWL-S, 2004. “Semantic Markup for Web Services”, <http://www.daml.org/services/owl-s/1.1/overview/>
- Veltman, K. H. (2005): Syntactic and Semantic Interoperability: New Approaches to Knowledge and the Semantic Web, New Review of Information Networking, Vol. 7 (2001), pp. 159-184
- Srinivasan, N., Paolucci, M., Sycara, K. (2006): Semantic Web Service Discovery in the OWL-S IDE, Proceedings of the 39th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'06) Track 6

