

# **Dal *Thesaurus* di BIA alle ontologie di BIA-Net**

## **Prospettive di sviluppo e integrazione con altre basi di conoscenze**

Marco Giunti  
(Università degli Studi di Cagliari, Italia)

**Abstract** In the first part of this paper, we will describe the essential lines of an ontology (implemented in OWL) for the three archives of the *Bibliotheca Iuris Antiqui* (BIA). Namely, we will briefly outline the classes and the relations of this ontology and will give a graphic representation of its conceptual structure. In the second part, we will discuss the perspectives of development that the ontological form of a knowledge basis opens up. It is pointed out that, on the one hand, the ontological form allows the development of radically new forms of information search and retrieval and, on the other one, it allows to link and integrate in a natural way different knowledge bases, each one characterised by specific criteria of internal organisation. In this regard, the essential steps that need to be taken to bring about such an integration, and the possible benefits that will ensue, will be analysed.

**Sommario** 1 Introduzione. – 2 Un'ontologia per i tre archivi di BIA. – 2.1 Schema ontologico del *Thesaurus*. – 2.2 Schema ontologico di *Opera*. – 2.3 Schema ontologico di *Fontes*. – 2.4 Relazioni fra *Thesaurus*, *Opera* e *Fontes*. – 3 Prospettive di sviluppo. – 3.1 La ricerca semantica e il paradosso di Menone. – 3.2 Connessione e integrazione con altre basi di conoscenza: Linked Open Data e Semantic Web.

**Keywords** Semantic Web. Linked Open Data. RDF. OWL. Semantic search. Meno's Paradox.

## **1 Introduzione**

Il progetto BIA-Net è nato dall'esigenza di rendere accessibile sul web la base di conoscenze della *Bibliotheca Iuris Antiqui* (BIA). Quest'ultimo è un sistema informativo integrato sui diritti dell'antichità, già in precedenza digitalizzato, ma finora accessibile solo mediante CD-ROM (Palazzolo 2002). Il progetto, finanziato nell'ambito del PRIN 2009, ha visto la partecipazione di cinque unità (Università degli Studi di Catania, Università degli Studi di Perugia, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Università 'Magna Graecia' di Catanzaro, Università degli Studi di Cagliari) e si è concluso nell'ottobre 2013 con l'implementazione di una prima versione di biblioteca digitale in rete, BIA-Net, che utilizza tecno-

logie open source e standard internazionali per la gestione degli archivi e dell'interfaccia web.

La base di conoscenze BIA è composta da tre parti fondamentali: *Opera*, un archivio bibliografico di oltre 50.000 opere che trattano il diritto romano e, più in generale, i diritti dell'antichità; *Thesaurus*, un sistema di classificazione dei documenti presenti in *Opera*, costituito da una gerarchia di alcune centinaia di classi e da circa 10.000 concetti che descrivono tali classi; e infine *Fontes*, l'archivio digitalizzato delle fonti dei diritti dell'antichità.

Nel quadro degli obiettivi generali del progetto, l'unità di Cagliari ha offerto il proprio supporto teorico a una revisione del *Thesaurus* di BIA (Palazzolo 1995), finalizzata anche allo studio di un sistema di reperimento automatico dell'informazione secondo rapporti di rilevanza. In questa prospettiva, è stato fondamentale esplicitare e definire l'ontologia sottostante non solo al *Thesaurus*, ma anche agli altri due archivi, *Opera* e *Fontes*, di cui BIA è composta. L'ontologia è stata implementata in *Web Ontology Language Description Logic* - OWL DL (W3C 2004a).

Nella prima parte di questo lavoro vengono descritte le linee essenziali di tale ontologia per i tre archivi di BIA. In particolare, ne sono brevemente descritte le classi e le relazioni e viene data una rappresentazione grafica della sua struttura concettuale.<sup>1</sup> Nella seconda parte, sono invece discusse le prospettive generali di sviluppo che si aprono una volta che una base di conoscenze sia posta in forma ontologica. In particolare, si pone in evidenza come la forma ontologica permetta, da un lato, di sviluppare modalità radicalmente nuove di ricerca e reperimento dell'informazione e, dall'altro, di collegare e integrare in modo naturale basi di conoscenze diverse e con specifici criteri di organizzazione interna. A questo proposito, sono chiariti quali siano i passi essenziali da compiere nella prospettiva di tale integrazione e i vantaggi che se ne potrebbero ricavare.

## 2 Un'ontologia per i tre archivi di BIA

BIA è una base di conoscenze costituita da tre parti interconnesse: *Opera*, *Thesaurus* e *Fontes*. *Opera* è un archivio bibliografico di oltre 50.000 opere che trattano del diritto romano e, più in generale, dei diritti dell'antichità. Nel *Thesaurus* si trovano delle classi (alcune centinaia) che permettono di classificare i contenuti dei documenti presenti in *Opera*, e dei concetti (circa 10.000) che descrivono tali classi. *Fontes* è l'archivio delle fonti dei diritti dell'antichità. Si dà sotto una sommaria descrizione delle classi e

---

<sup>1</sup> Una descrizione più dettagliata dello schema ontologico di BIA si trova in Giunti, Sergioli, Vivinet 2014.

della relazioni che costituiscono l'ontologia o, più propriamente, lo schema ontologico, di ciascuno dei tre archivi.<sup>2</sup>

Si tenga presente che una qualsiasi relazione il cui nome è del tipo 'X1aaaaX2... Xn' è stata implementata come una *object property* di OWL, e dunque ha la relazione inversa. Tuttavia, per semplicità, l'inversa non è indicata nei diagrammi. Tutte le altre relazioni sono *datatype properties* di OWL; i loro valori sono dunque letterali e nessuna di tali relazioni ha la relazione inversa.

## 2.1 Schema ontologico del *Thesaurus*

Il *Thesaurus* si presenta in due forme diverse ma completamente equivalenti: classificato o alfabetico. Facendo riferimento alla forma classificata, ciascuna classe del *Thesaurus* è identificata da un codice numerico. A ciascuna classe corrisponde una vedetta che può essere espressa in cinque lingue (italiano, inglese, tedesco, francese, spagnolo), oppure solo in latino. Per esempio, la vedetta della classe con codice '1' è espressa dai cinque termini: 'FONTI', 'SOURCES', 'QUELLEN', 'SOURCES', 'FUENTES', mentre la classe il cui codice è la stringa '1.1.1.1.1' ha la vedetta espressa dal solo termine latino 'LEGES'. Si noti che a classi diverse può corrispondere la stessa vedetta. Per esempio, le classi 1.1.1.1.1 e 1.1.2.5.1 hanno la stessa vedetta, LEGES.

Ciascun codice rappresenta biunivocamente una classe del *Thesaurus*. Le classi possono essere fra loro nella relazione di sottoclasse (in questo caso i relativi codici sono del tipo: '1'; '1.1'; '1.1.1'). Classi appartenenti allo stesso livello gerarchico hanno codici del tipo '1.1'; '1.2'; '1.3', e così via.

Inoltre, ciascuna classe può avere associati dei descrittori, che sono concetti semanticamente pertinenti alla stessa. Essi sono indicati nel *Thesaurus* classificato mediante termini latini. Per esempio, i descrittori della classe 1.1.1.3 (fig. 1) sono i dieci concetti corrispondenti ai seguenti termini latini o latinizzati: 'basilica', 'de actionibus', 'ecloga', 'epanagoge aucta', 'manuale legum', 'prochiron', 'synopsys basilicorum', 'synopsis minor', 'Theophili paraphrasis', 'Tipucitus'. Si noti che lo stesso concetto può essere descrittore di più classi. Per esempio, il concetto 'aurum' è descrittore di ambedue le classi 3.2.2 e 5.7.

A ciascun descrittore di una data classe può risultare associato un gruppo di altri concetti, espressi da termini latini. Essi, al solo fine della descrizione della classe in questione, sono sussunti sotto il relativo descrittore. Per esempio, i concetti *libri basilicorum* e *scholia basilicorum* sono sus-

<sup>2</sup> Le classi dell'ontologia non devono essere confuse con le classi del *Thesaurus* di BIA. In effetti, dal punto di vista dell'ontologia, le classi del *Thesaurus* sono a tutti gli effetti individui (istanze) dell'ontologia stessa.

sunti sotto il descrittore *basilica* della classe 1.1.1.3 (fig. 1). Il rapporto tra ciascuno di tali concetti, il descrittore a cui esso è associato e la classe descritta determina quindi una relazione ternaria, che nell'ontologia è denominata 'X1èSussuntoInX2èDescrittoreDiX3'.

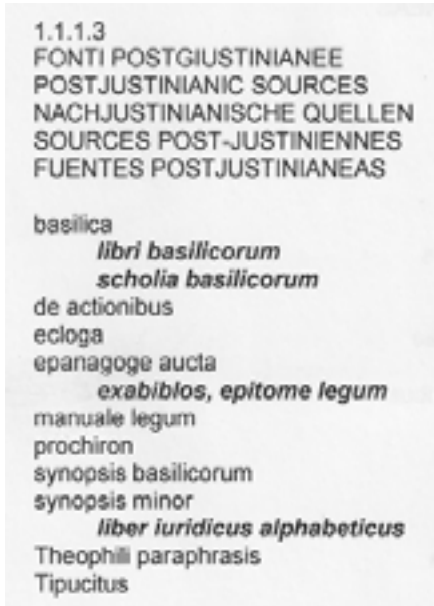


Figura 1. La classe 1.1.1.3 come appare nel *Thesaurus* classificato di BIA

Tra i concetti sussunti sotto un dato descrittore di una data classe può sussistere una relazione di equivalenza,<sup>3</sup> che può esprimere sinonimie, varianti ortografiche, o simili. Tale equivalenza non è da intendersi in modo assoluto, ma soltanto relativamente al particolare descrittore sotto il quale i concetti sono sussunti e alla particolare classe che tale descrittore descrive. Per esempio, i concetti 'exabiblos' ed 'epitome legum' sono equivalenti relativamente a 'epanagoge aucta', che li sussume e che, a sua volta, è descrittore della classe 1.1.1.3 (Figura 1). Il rapporto tra i due concetti equivalenti, il descrittore che li sussume e la classe descritta determina quindi una relazione quaternaria,<sup>4</sup> che nell'ontologia è denomi-

3 Nel *Thesaurus* classificato l'equivalenza fra due concetti è indicata da una virgola che separa i termini corrispondenti, scritti sulla stessa riga. Si vedano, per esempio, i termini 'exabiblos' e 'epitome legum' in figura 1.

4 Come noto, l'introduzione di relazioni a più di due posti in linguaggi quali RDF, RDFS (W3C 2004b) e OWL (W3C 2004a) non è possibile in modo diretto, in quanto tali linguaggi ammettono soltanto relazioni binarie (Corcho, Gómez-Pérez 2002). Questa limitazione è usualmente superata adottando particolari pattern ontologici (Gangemi, Presutti, 2009),

nata 'X1equivalenteX2èSussuntoInX3èDescrittoreDiX4'. Analoga relazione di equivalenza può sussistere anche tra un concetto e un descrittore di una classe. In tal caso, il rapporto tra il concetto equivalente, il descrittore e la classe descritta determina una relazione ternaria, che è denominata 'X1equivalenteX2èDescrittoreDiX3'. Tutte le classi e relazioni che costituiscono lo schema ontologico del *Thesaurus* sono mostrate nella figura 2.

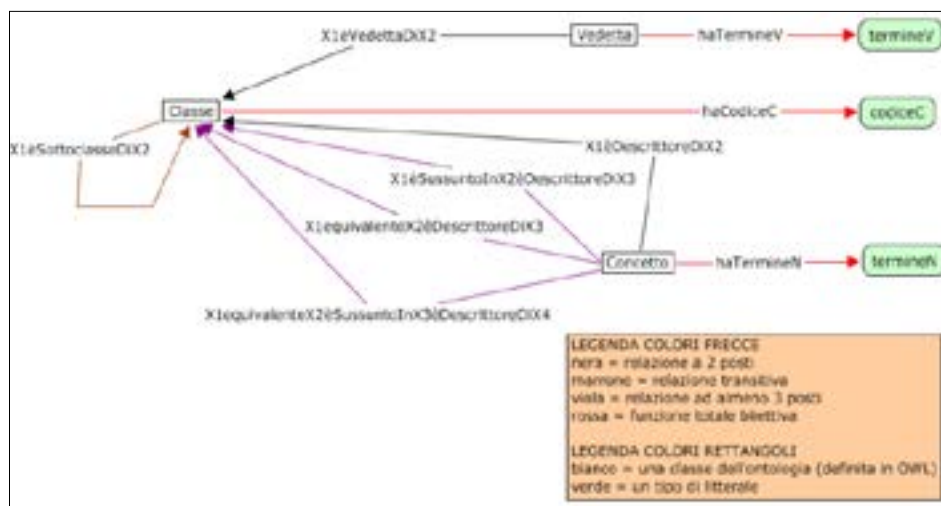


Figura 2. Schema dell'ontologia del *Thesaurus*

## 2.2 Schema ontologico di *Opera*

Per ogni opera, la relativa scheda bibliografica indica il titolo, l'autore, la pubblicazione (rivista, editore, atti di, ecc.), il numero delle pagine (per i libri) o i numeri della prima e ultima pagina (per gli articoli), l'anno di pubblicazione e, infine, il testo (che può essere o l'abstract dell'opera, se l'opera è un articolo, o l'indice, se l'opera è un libro). Le classi e relazioni dello schema ontologico di *Opera* sono mostrate nella figura 3.

che permettono di rappresentare una relazione n-aria ( $n > 2$ ) mediante opportune relazioni binarie (W3C 2006). Il pattern ontologico utilizzato per la rappresentazione in OWL delle relazioni a tre e quattro posti del *Thesaurus* di BIA è particolarmente adeguato per tener conto dei rapporti di rilevanza semantica (Giunti 2010) tra le diverse entità presenti nell'ontologia. Tale pattern è oggetto di un lavoro attualmente sottoposto a revisione: Giunti, Marco; Sergioli, Giuseppe; Vivanet, Giuliano (2017). *La rappresentazione delle relazioni n-arie nel Semantic Web*.

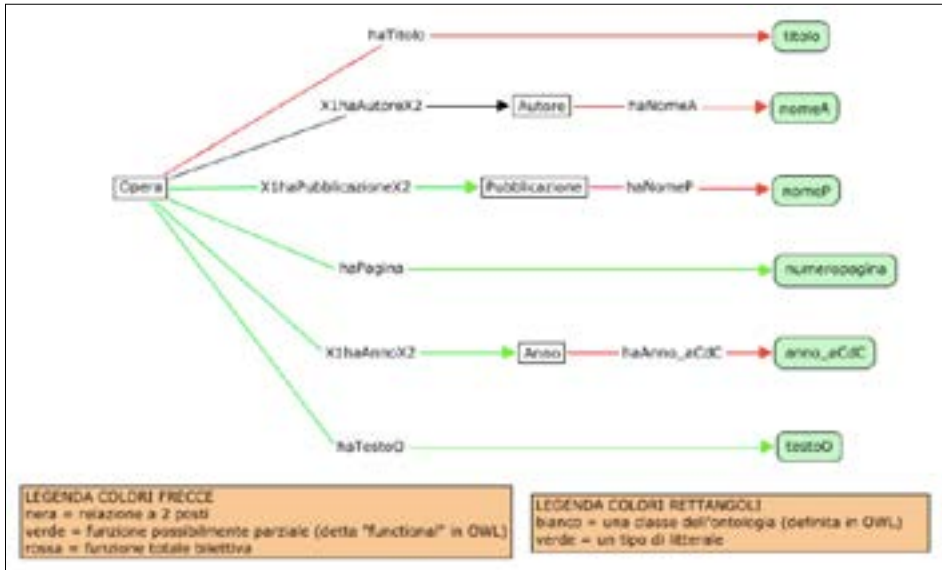
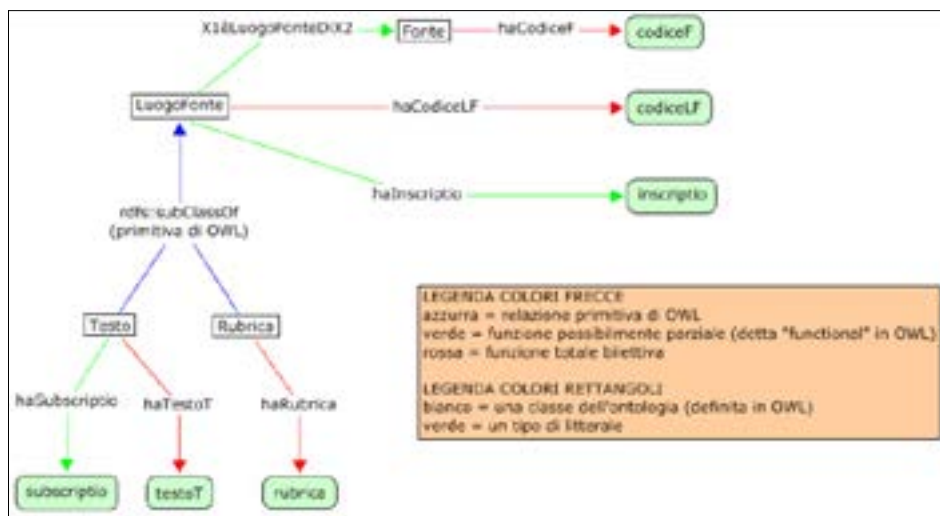


Figura 3. Schema dell'ontologia di *Opera*

### 2.3 Schema ontologico di *Fontes*

Ciascuna fonte è univocamente identificata da un codice. Inoltre, ciascuna fonte è suddivisa in parti elementari, dette luoghi fonte, che sono anch'essi univocamente identificati da codici. I luoghi fonte possono essere o di tipo testo (in tal caso potremmo trovare, oltre al testo vero e proprio, anche una *subscriptio*), o di tipo rubrica (in tal caso avremo il testo della rubrica). Inoltre, alcuni luoghi fonte (sia di tipo testo sia di tipo rubrica) possono contenere una *inscriptio*. Le classi e relazioni dello schema ontologico di *Fontes* sono mostrate nella fig. 4.

Figura 4. Schema dell'ontologia di *Fontes*

#### 2.4 Relazioni fra *Thesaurus*, *Opera* e *Fontes*

Oltre alle relazioni interne a ciascuno dei tre archivi *Thesaurus*, *Opera* e *Fontes*, sono presenti anche relazioni che li interconnettono. Le relazioni fra *Thesaurus* e *Opera* sono due. La scheda bibliografica di una qualsiasi opera, infatti, indica una o più classi del *Thesaurus* a cui quell'opera appartiene e, di solito, indica anche uno o più descrittori di tali classi. Nel primo caso, si dirà che l'opera è classificata in una certa classe; nel secondo, che essa ha come termine controllato un certo concetto (ovvero, il descrittore indicato).

Fra *Opera* e *Fontes* c'è una sola relazione, anch'essa desumibile dalla schede bibliografiche. La scheda di un'opera, infatti, molto spesso indica uno o più luoghi fonte che sono analizzati o discussi nell'opera stessa.

Infine, non ci sono relazioni dirette fra *Thesaurus* e *Fontes* ma, ovviamente, ce ne sono due indirette: fra le classi o i concetti del *Thesaurus* e i luoghi fonte di *Fontes*, attraverso le opere di *Opera*. Tutte le relazioni fra i tre schemi ontologici sono mostrate nella fig. 5.



Figura 5. Relazioni fra i tre archivi di BIA

### 3 Prospettive di sviluppo

Per il momento abbiamo considerato soltanto lo schema dell'ontologia di BIA, cioè le classi e le relazioni che permettono di esprimere tutte le informazioni contenute nei tre archivi *Thesaurus*, *Opera* e *Fontes* nella forma di asserzioni (o triple) RDF. Per completare l'ontologia di BIA è quindi necessario procedere al suo popolamento, ovvero alla specificazione di tutte le istanze di ciascuna classe e all'asserzione delle relazioni in cui tali istanze si trovano. In questo modo, la base di conoscenze dei diritti dell'antichità, attualmente organizzata in forma tradizionale nei tre archivi distinti di BIA, sarà infine trasformata in un'unica rete semantica espressa nella forma di un grafo RDF.

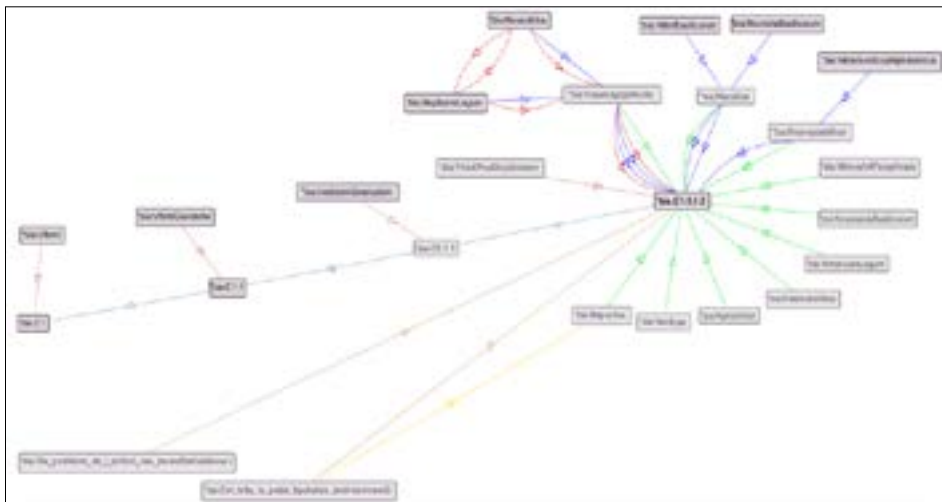


Figura 6. Le informazioni riguardanti la classe 1.1.1.3 espresse in forma ontologica



Per avere un'idea di che cosa significhi passare da una forma tradizionale di rappresentazione della conoscenza a quella ontologica, nella forma di grafo RDF, si confronti la fig. 1 con la fig. 6. Il grafo di quest'ultima esprime tutte le informazioni che, nella fig. 1, sono espresse in forma scritta. Ciò che appare subito evidente è che la forma ontologica esplicita le relazioni che sussistono fra le istanze di cui si tratta.<sup>5</sup> Tali relazioni sono invece implicite, e quindi non immediatamente utilizzabili, nella rappresentazione tradizionale.

Più in dettaglio, le diverse relazioni sono rappresentate nel grafo in fig. 6 da frecce di diversi colori:  $X1 \text{ èDescrittoreDi} X2$ —verde;  $X1 \text{ èSussuntoIn} X2 \text{ èDescrittoreDi} X3$ —blu;  $X1 \text{ equivalente} X2 \text{ èSussuntoIn} X3 \text{ èDescrittoreDi} X4$ —rosso;  $X1 \text{ èVedettaDi} X2$ —ocra. Queste sono le relazioni necessarie per esplicitare tutta l'informazione relativa alla classe 1.1.1.3, come appare in forma scritta nel Thesaurus classificato (fig. 1).

È importante notare che nel grafo sono inoltre rappresentate anche altre informazioni presenti in BIA. Tali informazioni utilizzano le tre ulteriori relazioni:  $X1 \text{ èSottoclasseDi} X2$ —celeste;  $X1 \text{ èClassificatoIn} X2$ —marrone;  $X1 \text{ haTermineControllato} X2$ —giallo. I due nodi (rettangoli) del grafo in basso a sinistra rappresentano due opere e non sono quindi istanze del *Thesaurus* ma piuttosto di *Opera*. Esse sono però connesse al *Thesaurus* in quanto la scheda bibliografica dell'opera più a sinistra specifica che è classificata in 1.1.1.3, mentre la scheda dell'altra opera indica che, oltre a essere classificata in 1.1.1.3, ha anche il termine controllato 'Tipucitus'. Infine, i quattro nodi collegati da frecce celesti rappresentano classi del *Thesaurus*, con le relative vedette (collegate a esse da frecce ocra). La classe più a destra è la 1.1.1.3; successivamente, da destra a sinistra, si trovano le classi 1.1.1, 1.1 e 1. Ciascuna di queste quattro classi è sottoclasse (freccia celeste) della successiva.

### 3.1 La ricerca semantica e il paradosso di Menone

Una volta completato il popolamento dell'ontologia, la struttura reticolare delle informazioni risulterà esplicita. Più precisamente, nella rete saranno contenuti due tipi di informazioni: (i) le istanze dell'ontologia, rappresentate dai nodi della rete e (ii) le relazioni asserite (o i fatti) relative a queste istanze, rappresentate da particolari percorsi della rete.

Siccome le informazioni saranno inserite in una rete, esse saranno utilizzabili da opportune applicazioni semantiche. Infatti, in primo luogo, è possibile definire una misura generale della rilevanza di un'informazione i rispetto a

<sup>5</sup> Nell'esempio in questione (fig. 6) le istanze sono: la classe 1.1.1.3, tutti i concetti che la descrivono e la sua vedetta. Tali istanze sono rappresentate dai nodi del grafo (rettangoli) con appropriate etichette.

un'informazione data *c* (Giunti 2010, 242). Intuitivamente, ciò significa che l'informazione *i* è tanto più rilevante per *c*, quanto più il nodo o percorso che rappresenta *i* è più vicino al nodo o percorso che rappresenta *c*.

Avendo ridotto la rilevanza a vicinanza fra le porzioni significanti (nodi o percorsi) di una rete, potremo poi sviluppare applicazioni che reperiscano automaticamente le informazioni più rilevanti per un'informazione data *c*. Tali applicazioni, a seconda di come interpreteremo l'informazione di partenza *c*, risulteranno essenzialmente di due grandi tipi. Se l'informazione iniziale *c* sarà intesa come la chiave per una richiesta, otterremo un motore di ricerca semantico. Se invece *c* sarà intesa come il punto di partenza di un viaggio nella rete, avremo un browser semantico.

Per avere un'idea di quali possano essere gli scenari futuri, assolutamente rivoluzionari, aperti dalla possibilità di effettuare vere e proprie ricerche semantiche, è opportuno confrontare questo tipo di ricerche, basate sulla rilevanza dell'informazione, con quelle usuali, che possiamo effettuare con un qualsiasi motore di ricerca tradizionale.

Come ben noto, per effettuare una qualsiasi ricerca con un motore tradizionale è necessario avere almeno un'idea di che cosa stiamo cercando. In altri termini, abbiamo bisogno almeno di una descrizione parziale (che può anche ridursi a una sola parola) dell'informazione cercata. Questa descrizione costituirà la chiave che forniremo al motore di ricerca e, tanto più dettagliata e precisa sarà la descrizione, tanto più sarà probabile che i risultati proposti siano ragionevolmente pochi e rilevanti. Inversamente, tanto più generica e vaga la descrizione, tanto più probabile che i risultati siano molti e irrilevanti.

Ciò significa che una ricerca tradizionale funziona tanto meglio quanto più conosciamo già ciò che cerchiamo; ma allora, essa è inutile in ambedue le situazioni limite - conoscenza massima o ignoranza massima dell'oggetto cercato. Questo problema, connaturato a ogni tipo di ricerca tradizionale, è ben conosciuto fin dall'antichità. Platone, nel *Menone*, ne dà una formulazione estremamente chiara, nella forma di un paradosso:

**MENONE** E in quale maniera ricercherai, o Socrate, questa che tu non sai affatto che cosa sia? E quale delle cose che non conosci ti proporrai di indagare? O, se anche tu ti dovessi imbattere proprio in essa, come farai a sapere che è quella, dal momento che non la conoscevi?

**SOCRATE** Capisco che cosa intendi dire, o Menone. Guarda che argomento eristico adduci: che non è possibile per l'uomo ricercare né ciò che sa né ciò che non sa! Infatti, né potrebbe cercare ciò che sa, perché lo sa già, e intorno a ciò non occorre ricercare, né ciò che non sa, perché, in tal caso, non sa che cosa ricercare. (Reale 2000, 80d-e)

In una ricerca semantica, l'informazione iniziale (chiave) che dobbiamo fornire al motore di ricerca non consiste in una descrizione, più o meno

dettagliata, di ciò che cerchiamo. Essa, al contrario, è una descrizione di ciò che noi già conosciamo su un argomento di nostro interesse. In altre parole, essa è una descrizione, più o meno dettagliata, del nostro stato conoscitivo. Ciò che noi, come soggetti individuali, sappiamo è in generale soltanto una piccola porzione della rete (un nodo e pochi nodi limitrofi ad esso collegati) di cui il motore di ricerca dispone. Una volta che forniamo al motore di ricerca il nostro stato conoscitivo, esso non farà altro che immergere questa piccola porzione nel contesto più ampio di tutta la rete, trovando le connessioni mancanti e quindi indicandoci le informazioni più rilevanti.

In altri termini, invece di dire al motore di ricerca 'trova questo e quello' potremo dire: 'su questo argomento io so questo e quello. Che cos'altro è rilevante e dovrei sapere?' Un motore di ricerca semantico sarà in grado di indicarci proprio ciò che ignoriamo assolutamente, ma esiste nella rete, ed è rilevante per ciò che già sappiamo.

### 3.2 Connessione e integrazione con altre basi di conoscenza: Linked Open Data e Semantic Web

Abbiamo visto come una base di conoscenze, espressa in forma ontologica, renda possibile lo sviluppo di applicazioni semantiche, che segneranno un vero e proprio salto di qualità nella ricerca e nel reperimento di informazioni. Naturalmente, il discorso fatto fin qui rispetto al caso specifico di BIA è generalizzabile ad altre basi di conoscenze, relative ad altri saperi specifici.

In generale, possiamo affermare che un'applicazione semantica sarà tanto più utile e potente quanto più la rete di conoscenze su cui opera sarà estesa e interconnessa e, soprattutto, conterrà informazioni di elevata qualità sul maggior numero possibile di domini specifici. In questa prospettiva, diventa quindi fondamentale creare le condizioni perché basi di conoscenze diverse, e di alta qualità, possano connettersi e integrarsi in modo naturale.

Tornando di nuovo, per concretezza, al caso di BIA, chiediamoci in che modo è possibile ipotizzare una connessione e integrazione di BIA con altre basi di conoscenze. A questo proposito, ricordiamo che l'ontologia di BIA è stata implementata in OWL (W3C 2004), un linguaggio ontologico che fa parte delle tecnologie del Semantic Web (Berners-Lee, Hendler, Lassila 2001; Grigoris, van Harmelen 2008). Ciò implica che, quando il popolamento dell'ontologia di BIA sarà completato, tutti i suoi dati saranno nella forma di triple RDF e quindi potranno essere resi disponibili sul web come Linked Open Data (Berners-Lee 2006, 2009).

Più in dettaglio, ciò significa anche che BIA potrà interconnettersi con qualsiasi altra base di conoscenze che sia disponibile sul web sotto forma

di Linked Open Data. Concretamente, affinché la connessione fra due basi di conoscenze si verifichi, è sufficiente che sia formalmente esplicitata almeno una relazione che colleghi le due basi. Questo processo è esattamente lo stesso di quello che ha permesso di connettere i tre schemi ontologici di BIA (par. 2.4) e quindi produrre una base di conoscenze unitaria nella forma di un grafo RDF interconnesso.

È importante sottolineare che l'interconnessione di basi di conoscenze diverse è un processo del tutto naturale e, per così dire, 'incruento', perché non mette in alcun modo in discussione la struttura interna e la specifica organizzazione concettuale delle diverse basi. Essa, al contrario, valorizza le specificità di ciascuna base, in quanto le trasforma in risorse universalmente disponibili e interoperabili.

Come accennato sopra, l'interconnessione di basi di conoscenze diverse permetterà poi di sviluppare applicazioni semantiche che potranno operare indifferentemente su tutta la rete o soltanto su porzioni specifiche di essa. Solo quando tali applicazioni saranno sufficientemente sviluppate e diffuse potremo parlare di una vera e propria integrazione fra le diverse basi di conoscenze. Più la rete sarà integrata, più gli strumenti di ricerca semantica potranno suggerire prospettive e collegamenti interessanti e inaspettati, sia agli specialisti, sia ai novizi di una data disciplina.

## **Bibliografia**

- Berners-Lee, Tim (2006). «Linked Data» [online]. URL <http://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html> (2015-07-10).
- Berners-Lee, Tim (2009). «The Next Web of Open, Linked Data» [online]. *TED2009 Conference*. URL [http://www.ted.com/talks/tim\\_berners\\_lee\\_on\\_the\\_next\\_web?language=it](http://www.ted.com/talks/tim_berners_lee_on_the_next_web?language=it) (2015-07-10).
- Berners-Lee, Tim; Hendler, James; Lassila, Ora (2001). «The Semantic Web» [online]. *Scientific American*, May 17. URL <https://www.scientificamerican.com/author/tim-berners-lee-james-hendler-and-ora-lassila/> (2015-07-10).
- Burnet, John (1903). *Plato: Platonis Opera*. Edited by John Burnet. Oxford: Oxford University Press.
- Corcho, Oscar; Gómez-Pérez, Asuncion (2002). «Ontology Languages for the Semantic Web». *IEEE Intelligent Systems*, 17(1), 54-60.
- Gangemi, Aldo; Presutti, Valentina (2009). «Ontology Design Patterns». Staab, Steffen; Studer, Rudi (eds.), *Handbook of Ontologies*. 2a ed. Berlin: Springer, 221-43.
- Giunti, Marco (2010). «Grafici pesati e relazioni n-arie. Un approccio generale all'organizzazione automatica di dati secondo rapporti di rilevanza». Gola, Elisabetta; Storari, Pietro (a cura di), *Forme e formalizzazioni*. Cagliari: CUEC Editrice, 229-45.

- Giunti Marco; Sergioli, Giuseppe; Vivianet, Giuliano (2014). «L'ontologia BIA-Net. Una base per la ricerca di informazioni secondo rapporti di rilevanza nella Bibliotheca Iuris Antiqui» [online]. Ciotti, Fabio (a cura di), *Digital Humanities. Progetti italiani ed esperienze di convergenza multidisciplinare = Atti del convegno annuale AIUCD* (Firenze, 13-14 dicembre 2012). Roma: Sapienza Università Editrice, 263-78. URL [http://digilab2.let.uniroma1.it/ojs/index.php/Quaderni\\_DigiLab/issue/view/12](http://digilab2.let.uniroma1.it/ojs/index.php/Quaderni_DigiLab/issue/view/12) (2015-07-07).
- Grigoris, Antoniou; van Harmelen, Frank (2008). *A Semantic Web Primer*. 2a ed. Cambridge (MA): MIT Press.
- Palazzolo, Nicola (1995). «Un Thesaurus per la ricerca sui diritti dell'Antichità. Esperienze e problemi». *Informatica e diritto*, 2, 267-78.
- Palazzolo, Nicola (2002). *Bibliotheca Iuris Antiqui. Sistema informativo integrato sui diritti dell'Antichità*. Include CD-ROM. Catania: Editrice Torre.
- Reale, Giovanni (2000). *Platone: Menone*. Edizione italiana a cura di Giovanni Reale, basata sull'edizione a cura di John Burnet (1903). Milano: Bompiani.
- W3C (2004a). *OWL Web Ontology Language Overview. W3C Recommendation 10 February 2004* [online]. URL <http://www.w3.org/TR/owl-features/> (2015-07-07).
- W3C (2004b). *RDF Primer. W3C Recommendation 10 February 2004* [online]. URL <http://www.w3.org/TR/2004/REC-rdf-primer-20040210/> (2015-07-07).
- W3C (2006). *Defining N-ary Relations on the Semantic Web. W3C Working Group Note 12 April 2006* [online]. URL <http://www.w3.org/TR/2006/NOTE-swbp-n-aryRelations-20060412/> (2015-07-07).

