

POLITECNICO DI MILANO  
Corso di Laurea in Ingegneria Informatica  
Dipartimento di Elettronica e Informazione



## Strumento grafico per il grounding di ontologie basato su folksonomie

AI & R Lab  
Laboratorio di Intelligenza Artificiale  
e Robotica del Politecnico di Milano

Relatore: Prof. Marco Colombetti  
Correlatore: Ing. Davide Eynard

Tesi di Laurea di:  
Mattia Regazzoni, matricola 682020  
Emanuele Scapinello, matricola 681153

Anno Accademico 2006-2007

*Alle nostre famiglie*

# Sommario

L'oggetto di questa tesi rientra nel ramo dell'Ingegneria della Conoscenza che prende il nome di *Web Semantico*.

In particolare il nostro obiettivo è quello di migliorare i sistemi collaborativi attraverso l'uso di modelli e tecnologie proprie del Web Semantico. I vantaggi di una contaminazione tra i sistemi collaborativi e queste tecnologie sono duplici: da un lato la mole di informazione creata dalla partecipazione di molti utenti in un ambiente collaborativo può essere meglio sfruttata e ricercata con l'aggiunta di semantica; dall'altro la comunità del Web Semantico può trarre vantaggio dalla collaborazione spontanea degli utenti per aumentare la conoscenza descritta con rappresentazioni formali, rendendola disponibile per altre applicazioni.

Lo scopo della tesi è lo sviluppo di un sistema grafico in grado di poter effettuare il grounding di ontologie mediante folksonomie. Per la sua creazione sono state analizzate due diverse tecnologie per la classificazione delle informazioni: l'approccio gerarchico e strutturato delle ontologie e la struttura piana e informale delle folksonomie.

Notevole importanza è stata posta nel cercare di combinare le peculiarità di questi due modelli, introducendo e analizzando così una nuova tecnica: le folksologie.

I risultati ottenuti sono stati soddisfacenti sia in termini di prestazioni che di usabilità. Il software, chiamato FolksOnt dall'unione del nome delle due tecniche folksonomia e ontologia, è suddiviso in due sezioni: una collaborativa chiamata FolksOntCollab ed una grafica chiamata FolksOntGraph.

FolksOntCollab permette all'utente di creare e modificare un'ontologia attraverso un'interfaccia visuale user-friendly abbattendo così i principali problemi legati al loro utilizzo. Con FolksOntGraph, invece, è possibile navigare in forma grafica un'ontologia attraverso un albero visuale, ricercare un concetto di un'ontologia e associarlo a dei sistemi a tag realizzando così il processo di grounding.



# Ringraziamenti

Desideriamo innanzitutto ringraziare il nostro relatore, Prof. Marco Colombetti, per la sua pazienza e per gli utili consigli fornitici durante tutto lo svolgimento del lavoro di tesi.

Un doveroso e sentito grazie all'Ing. Davide Eynard, nostra guida in questi mesi. La sua disponibilità e i suoi suggerimenti sono stati indispensabili per dissipare ogni dubbio: è stato sempre presente con le sue preziose indicazioni, grazie alle quali siamo riusciti a portare a compimento questo lavoro.

*Emanuele:*

Nonostante questa sia l'ultima pagina ad essere completata, è stata sicuramente la prima che ho desiderato scrivere, fin dall'inizio dell'università. Pertanto non posso far altro che ringraziare tutti coloro che mi hanno sostenuto ed incoraggiato fino ad arrivare a questo obiettivo della mia vita.

In particolar modo desidero ringraziare i miei genitori, Angelo e Graziella, mia sorella e mio cognato, Valeria ed Ettore, per essermi stati vicini, per avermi sempre aiutato e per avermi dato la possibilità di rendere tutto ciò realtà e non solo un semplice traguardo irraggiungibile.

Un grandissimo ringraziamento va a Pamela, per avermi preparato ogni giorno *il miglior caffè della Valcuvia*, per essermi stata sempre vicina in questi anni, per aver sempre creduto in me, per avermi sempre sopportato anche nei momenti di grande difficoltà e soprattutto per avermi sempre dato una parola d'incoraggiamento.

Ringrazio anche il Nonno, Antonietta e Giovanna che, fin da piccolo, mi hanno seguito, aiutato e tifato per me; ringrazio Lorena, Mauro e la Chiaretta per l'ospitalità, la disponibilità e l'affetto che ogni giorno mi donano.

Un altro ringraziamento speciale va agli amici di sempre Ollu, Piddu, Teo, Enzo, Mariachiara, i due Cimini, Pino, il Gatta, Sara, Peja e il Pio Casoli, per essermi stati sempre vicini.

Un doveroso ringraziamento va a Sam, Mao, Adriano, Zio Brescia, Fede e a

tutti gli altri compagni di università; grazie a loro le ore sui libri non erano poi così pesanti e grazie soprattutto per le fantastiche cene valtellinesi di cui ora non riesco più a farne a meno.

Come non ringraziare Maurizio e tutti partecipanti della Protezione Civile per l'affetto e la stima che hanno sempre nei miei confronti, Gabriele per i tanti consigli di vita, ed in ultimo un grazie speciale a Don Marco e a tutti i partecipanti del tanto amato G.G.& G.

É giunto il momento di ringraziare il mio grande collega e soprattutto amico Mattia per tutto il tempo trascorso insieme durante questo lavoro di tesi dove non sono certo mancate le difficoltà, le incomprensioni ed i momenti difficili. Grazie a lui soprattutto per le fantastiche *Serate Pazze* trascorse insieme: semplicemente uniche!!!

In ultimo, non certo per importanza, ringrazio la mia tanto amata e mai dimenticata Nonna Giovanna che, insieme a tutta la mia famiglia, ha permesso che io diventassi ciò che sono oggi.

*Mattia:*

Questo lavoro di tesi rappresenta la fine di un lungo cammino, intrapreso cinque anni fa, fatto di sacrifici e difficoltà, ma anche di momenti piacevoli. Sembra ieri il giorno in cui, seduto tra i banchi dell'università, seguivo le prime lezioni di Analisi e Fisica e guardando in modo attonito i miei compagni pensavo: - Bei tempi alle superiori... adesso qua al Poli... .

Quelle stesse sensazioni credo le riproverò tra qualche tempo e allora, ricordando qualche episodio divertente durante il periodo universitario dirò: - Bei tempi al Poli... .

Cosa succederà domani non lo posso sapere, ma so per certo che questi momenti rimarranno con me per sempre.

E ora i miei ringraziamenti... .

Desidero in particolar modo esprimere la più profonda gratitudine ai miei genitori, per avermi sempre sostenuto e incoraggiato.

Un sentito grazie anche a mio fratello Luca e a mia sorella Germana, per l'affetto e la stima che sempre mi dimostrano.

Non posso non citare Diego e Guido, con i quali ho trascorso tutti gli anni di università a Milano: dalle prime volte in cui non sapevamo nemmeno cucinare un piatto di spaghetti alle cene a base di pizzoccheri, di tempo ne è passato!

Inoltre non posso tralasciare Roberto che ha avuto modo di conoscere e apprezzare "Viale Corsica".

Ringrazio poi gli amici di sempre con cui trascorro indimenticabili serate: Alex, Lorenzo, Ivan, Rinaldo; stavolta tocca a me pagare da bere!

Ricordo con affetto tutti i compagni di università, in particolare Samuele, Maurizio e Adriano: le lezioni universitarie non sarebbero state le stesse senza di voi!

Infine devo ringraziare Emanuele per avere accettato insieme a me questo lavoro di tesi e avermi sempre ascoltato con pazienza: in questi anni ho imparato a conoscerlo, apprezzarlo e stimarlo.





# Indice

<b>Sommario</b>	<b>I</b>
<b>Ringraziamenti</b>	<b>III</b>
<b>1 Introduzione</b>	<b>1</b>
1.1 Obiettivi e motivazioni . . . . .	2
1.2 Contenuti originali . . . . .	3
1.3 Struttura della tesi . . . . .	4
<b>2 Stato dell'arte</b>	<b>6</b>
2.1 Il Semantic Web . . . . .	6
2.1.1 L'architettura del Web Semantico . . . . .	8
2.2 Ontologie . . . . .	10
2.2.1 <i>SHIQ</i> e <i>SHOIN</i> ( $D_n$ ) . . . . .	11
2.2.2 Ontologie e Tassonomie . . . . .	12
2.2.3 Ontologie e Tesauri . . . . .	13
2.2.4 Resource Description Framework (RDF) . . . . .	14
2.2.5 Web Ontology Language (OWL) . . . . .	16
2.3 Il Web collaborativo . . . . .	20
2.3.1 Dal Web al Social Web . . . . .	21
2.3.2 Il Web 2.0 . . . . .	22
2.4 Folksonomie . . . . .	30
2.4.1 L'evoluzione dei sistemi a tag . . . . .	31
2.4.2 Benefici e limiti delle folksonomie . . . . .	32
<b>3 Impostazione del problema di ricerca</b>	<b>34</b>
3.1 Condividere e ricercare informazioni . . . . .	35
3.2 Le ontologie come strumento di ricerca . . . . .	35
3.2.1 La costruzione di un'ontologia . . . . .	36
3.2.2 L'efficacia delle ontologie . . . . .	36
3.3 Le folksonomie come strumento di ricerca . . . . .	37

3.3.1	Caratteristiche delle folksonomie . . . . .	37
3.3.2	Limiti delle folksonomie . . . . .	39
3.4	Differenze tra ontologie e folksonomie . . . . .	40
3.5	Folksologie . . . . .	41
3.5.1	Ontologie di dominio ricavate da sistemi a tag . . . . .	41
3.5.2	Ontologie che mappano folksonomie . . . . .	46
3.6	Un approccio alternativo . . . . .	50
3.6.1	La piattaforma collaborativa . . . . .	50
3.6.2	Navigazione e ricerca nell'ontologia . . . . .	51
3.6.3	Mappare l'ontologia con diverse folksonomie . . . . .	53
3.6.4	Il processo di grounding . . . . .	54
3.6.5	Confronto fra folksologie . . . . .	54
<b>4</b>	<b>Progetto logico e implementazione</b>	<b>58</b>
4.1	FolksOntCollab . . . . .	58
4.1.1	Architettura . . . . .	60
4.1.2	Creazione di un'ontologia . . . . .	64
4.1.3	Modifica di un'ontologia . . . . .	67
4.1.4	Visualizzazione di un'ontologia . . . . .	69
4.1.5	Ranking di un'ontologia . . . . .	70
4.2	FolksOntGraph . . . . .	72
4.2.1	Architettura . . . . .	72
4.2.2	Ricerca . . . . .	73
4.2.3	Navigazione . . . . .	74
4.2.4	Grounding . . . . .	76
4.2.5	Raffinamento della ricerca . . . . .	79
<b>5</b>	<b>Test e valutazione</b>	<b>80</b>
5.1	Test di Usabilità . . . . .	81
5.1.1	Definizione degli obiettivi . . . . .	81
5.1.2	Metodologia . . . . .	82
5.1.3	Questionario e intervista . . . . .	84
5.1.4	Raccolta di dati e analisi . . . . .	89
5.2	La ricerca dei tag . . . . .	93
5.2.1	Test 1 . . . . .	93
5.2.2	Test 2 . . . . .	95
5.2.3	Test 3 . . . . .	95
5.3	Conclusioni . . . . .	95
<b>6</b>	<b>Conclusioni</b>	<b>99</b>

<b>Bibliografia</b>	<b>102</b>
<b>A Guida all'installazione</b>	<b>107</b>
A.1 Requisiti . . . . .	107
A.2 Configurazione del database . . . . .	108
A.3 Eseguire l'applicazione . . . . .	109

# Capitolo 1

## Introduzione

*La disumanità del computer sta nel fatto che,  
una volta programmato e messo in funzione,  
si comporta in maniera perfettamente onesta.*

Isaac Asimov

Il lavoro svolto in questa tesi rientra nel ramo dell'Ingegneria della Conoscenza che prende il nome di *Web Semantico*.

Il Web Semantico è un'estensione evoluta del World Wide Web, in cui i contenuti possono essere espressi non solo nel linguaggio naturale, ma anche in un formato che possa essere usato da agenti software. Lo scopo è quello di fornire risorse Web comprensibili alle macchine: queste informazioni possono poi essere condivise e processate sia da strumenti automatici, come i motori di ricerca, sia da utenti umani.

Per realizzare tutto ciò è però necessaria una struttura interoperabile a strati che soltanto dei protocolli standard ben definiti possono fornire. In particolare lo strato base per la rappresentazione dei dati è standardizzato come Resource Description Framework (RDF), divenuto nel 1999 una raccomandazione del W3C. RDF è basato sugli standard XML, URI e Unicode.

Queste tecnologie coprono un ruolo rilevante nella visione del Web Semantico, in quanto permettono di fare fronte a rappresentazioni eterogenee di risorse Web, fornendo una comprensione comune di un dominio che possa poi essere condiviso tra agenti [1].

Se da un lato le tecnologie del Web Semantico richiedono una profonda conoscenza di queste strutture, dall'altro assistiamo alla costante crescita di contenuti, perlopiù *non strutturati*: il cosiddetto Web 2.0.

Questo termine è quindi l'espressione di molti dibattiti in merito alle nuove possibilità di condivisione del sapere e delle informazioni offerte nella Rete.

Queste considerazioni non vogliono rappresentare il culmine dell'evoluzione del mondo di Internet, bensì un punto di partenza per nuove metodologie e applicazioni software, all'insegna della condivisione e della collaborazione tra esseri umani. Il filo conduttore di questa nuova realtà tecnologica è l'interazione sociale, possibile grazie alla capacità di condivisione dei dati tra le diverse piattaforme tecnologiche sia hardware che software: dietro a queste evoluzioni troviamo tecnologie quali Web Services, API, XML, RSS, AJAX.

Il termine semantico assume sostanzialmente la valenza di *elaborabile dalla macchina*. La semantica dei dati consiste nelle informazioni utili perché la macchina possa utilizzarli nel modo corretto. Il Web Semantico potrà funzionare solo se le macchine potranno accedere ad un insieme strutturato di informazioni ed ad un insieme di regole da utilizzare per il ragionamento automatico. La sfida del Web Semantico, quindi, è fornire un linguaggio per esprimere dati e regole per poter ragionare sui dati.

## 1.1 Obiettivi e motivazioni

Il principale scopo del Web Semantico è quello di poter effettuare ricerche molto più evolute delle attuali, basate sulla presenza nel documento di parole chiave, ed altre operazioni più complesse per la costruzione di relazioni tra diverse risorse secondo logiche più elaborate del semplice link ipertestuale. Per fare ciò si possono utilizzare diversi approcci. Fra questi, un paio hanno avuto particolare successo: il primo basato sulle *Ontologie* e un secondo che sfrutta le *Folksonomie* e i nuovi sistemi del Social Web.

Un'ontologia è il tentativo di formulare uno schema concettuale esaustivo e rigoroso nell'ambito di un dato dominio; si tratta generalmente di una struttura dati gerarchica che contiene tutte le entità rilevanti, le relazioni esistenti fra di esse, le regole, gli assiomi, e i vincoli specifici del dominio. L'uso del termine *ontologia* nell'informatica è derivato dal precedente uso dello stesso termine in filosofia, dove ha il significato dello studio dell'essere o dell'esistere, così come dalla filosofia sono tratti i concetti fondamentali di categoria e di relazione<sup>1</sup>.

Operativamente possiamo sfruttare la definizione data da T.R. Gruber e definire le ontologie come *una specializzazione di una concettualizzazione*<sup>2</sup> che servirà a delineare le strade che collegano gli oggetti del dominio e come muoversi tra questi oggetti. Questa descrizione può apparire molto riduttiva,

<sup>1</sup> [http://it.wikipedia.org/wiki/Ontologia\\_\(informatica\)](http://it.wikipedia.org/wiki/Ontologia_(informatica))

<sup>2</sup> <http://www-ksl.stanford.edu/kst/what-is-an-ontology.html>

e può sollevare al lettore innumerevoli domande, che avranno però ampie risposte nei capitoli successivi.

Il secondo tipo di approccio è basato sulle *Folksonomie*, una tecnica recente e meno rigorosa delle ontologie, che descrive una categorizzazione collaborativa di informazioni mediante l'utilizzo di parole chiave, meglio note come *tag*, che possono essere scelte liberamente dagli utenti. Questo fenomeno, in contrasto con i metodi di classificazione formale, cresce soprattutto in comunità non gerarchiche legate ad applicazioni Web. Uno dei principali motivi che hanno permesso a questa tecnologia di avere un così grande successo è dovuto al fatto che le informazioni vengono gestite direttamente dagli utenti finali; le *Folksonomie* producono quindi risultati che riflettono in maniera più definita l'informazione secondo il modello concettuale della popolazione in cui il progetto viene realizzato.

Lo scopo della tesi è quello di trattare un caso particolare delle problematiche emerse con il crescente utilizzo di piattaforme basate sul *Web Semantico*. In particolare si andrà ad analizzare lo sviluppo di *Folksologie*, ossia sistemi in cui si ha l'integrazione tra *Ontologie* e *Folksonomie*.

## 1.2 Contenuti originali

In una folksologia gli utenti possono istanziare o modificare classi e proprietà di una ontologia e contemporaneamente gestire sistemi a tag.

Attraverso le folksologie si mira al superamento del dualismo tra ontologie e folksonomie: si tratta di consentire alla comunità di utenti non solo di classificare i contenuti secondo uno schema semantico dato (un'ontologia) ma di poter modificare le classi che costituiscono gli schemi in modo collaborativo. Il processo di sviluppo di queste nuove tecniche è tuttora in fase di studio; fino a questo momento, le ricerche effettuate si sono mosse verso una specifica direzione: partendo dalle folksonomie, si cerca di realizzare nuove ontologie grazie all'interazione sociale di svariati sistemi a tag.

Con questo lavoro, invece, presentiamo un approccio duale. Partendo da un'ontologia andiamo ad interagire con una o più folksonomie per poi realizzare il processo di grounding. Questo termine viene usato in letteratura per descrivere l'associazione tra i concetti e le relazioni di un'ontologia a delle risorse.

Nella nostra soluzione il grounding avviene tramite una fase intermedia, che consiste nell'associare i concetti ontologici alle risorse tramite l'impiego di una o più folksonomie.

Per concretizzare la soluzione al problema proposto, abbiamo realizzato uno strumento software, chiamato *FolksOnt* per sottolineare l'unione del-

le due tecniche utilizzate: folksonomie e ontologie. È suddiviso in due sezioni: una collaborativa chiamata FolksOntCollab ed una grafica chiamata FolksOntGraph.

### FolksOntCollab

FolksOntCollab è uno strumento di supporto che permette agli utenti di collaborare alla realizzazione e al mantenimento di un'ontologia. Questo processo è molto importante in quanto l'ontologia è la base per effettuare una ricerca mirata e soddisfacente.

Affinché le ontologie siano effettivamente utilizzate è necessario uno strumento che permetta un facile accesso alle informazioni presenti, indipendentemente dal linguaggio usato per la loro costruzione, e che garantisca supporto alla manutenzione di queste informazioni attraverso operazioni di inserimento, di rimozione e di actualización dei loro concetti.

Queste considerazioni hanno portato alla creazione di uno strumento grafico collaborativo che, grazie alla sua semplicità di utilizzo, permette a ogni utente di rappresentare un dominio di conoscenza.

### FolksOntGraph

Con FolksOntGraph l'utente ha la possibilità di navigare e ricercare le informazioni associate a un'ontologia. Questo approccio permette di realizzare un paradigma di ricerca visuale, dando l'idea di una vera e propria navigazione, sino alla realizzazione del processo di grounding.

La novità è rappresentata da un'interfaccia utente semplice e intuitiva che permette di associare i concetti di un'ontologia a differenti tag. Questi ultimi sono estrapolati tramite tecniche di scraping da tre differenti sistemi: Delicious<sup>3</sup>, Flickr<sup>4</sup> e YouTube<sup>5</sup>.

## 1.3 Struttura della tesi

La tesi è strutturata come segue: nel Capitolo 2 si espone quello che la letteratura offre sulle tematiche relative al Web Semantico e vengono introdotti i concetti di Web collaborativo e Social Network. Inoltre si definiscono la nozione di ontologia e di folksonomia e le architetture ad esse connesse.

---

<sup>3</sup> <http://del.icio.us/>

<sup>4</sup> <http://www.flickr.com/>

<sup>5</sup> <http://youtube.com/>

Nel Capitolo 3 descriviamo l'obiettivo della ricerca e le problematiche affrontate, delineando le motivazioni che ci hanno portato alla realizzazione della nostra applicazione.

Si introducono i concetti di folksologia e grounding, comparando quanto da noi realizzato con le soluzioni presenti in letteratura.

Nel Capitolo 4 è presente la descrizione dell'implementazione della nostra applicazione denominata FolksOnt. Lo scopo è spiegare nel dettaglio la parte collaborativa, FolksOntCollab e il motore grafico, FolksOntGraph.

In particolare descriveremo le scelte progettuali, le tecnologie utilizzate e i principali componenti che realizzano il sistema.

Il Capitolo 5 è dedicato ai test e all'analisi critica di quali siano i vantaggi apportati dall'utilizzo di FolksOnt. In particolare, in questa fase si mettono in risalto sia le opinioni dei partecipanti alla fase dei test sull'effettiva facilità di utilizzo e sull'usabilità sia le performance delle ricerche effettuate con la nostra applicazione.

Nel Capitolo 6 si espongono le valutazioni generali su quanto è stato svolto, con particolare riguardo a ciò che è rimasto incompiuto in modo da proporre possibili sviluppi futuri.



## Capitolo 2

# Stato dell'arte

*Ho sempre creduto nei numeri.  
Nelle equazioni e nella logica che conduce al ragionamento.  
Dopo una vita vissuta in questi studi,  
io mi chiedo: cos'è veramente la logica?  
Chi decide la ragione?*

A Beautiful Mind

In questi ultimi anni assistiamo all'emergere di nuove tecnologie sul Web. In particolare il Web Semantico, proposto dal W3C, si propone di rendere il Web processabile dalle macchine, definendo i contenuti attraverso un modello semantico [2].

Parallelamente nascono sempre maggiori applicazioni nel contesto del cosiddetto "Web 2.0", un termine reso popolare da O'Reilly Media [3]. Il Web 2.0 pone l'accento sulla collaborazione tra gli utenti e la condivisione di informazioni tra questi ultimi.

In questo capitolo analizzeremo in dettaglio queste tecnologie, concentrandoci sulle ontologie e le folksonomie.

### 2.1 Il Semantic Web

Per molte persone, il World Wide Web è diventato un indispensabile mezzo per ricercare ed ottenere informazioni. Gli attuali motori di ricerca forniscono una mole considerevole di risultati, molti dei quali spesso del tutto irrilevanti ed altri completamente ignorati. Una delle ragioni di questa insoddisfacente situazione deriva dal fatto che le risorse Web sono prettamente indirizzate ad un utente umano: il mark-up (HTML) fornisce solo una struttura per la realizzazione di contenuti grafici e testuali comprensibili solo dall'uomo.

Nella visione di Tim Berners-Lee, sarà il Semantic Web a porre le basi per il superamento di questi limiti. Lo scopo del Semantic Web, infatti, è quello di fornire risorse Web comprensibili dalle macchine, queste informazioni possono poi essere condivise e processate sia da strumenti automatici, come i motori di ricerca, che da utenti umani.

Questa condivisione di informazioni tra agenti<sup>1</sup> richiede un *mark-up semantico*, cioè un'annotazione delle pagine Web con informazioni sul loro contenuto che sia comprensibile da agenti che navigano sul Web. Queste annotazioni devono essere fornite in un linguaggio standardizzato e sufficientemente espressivo che faccia uso di termini specifici.

Per la costruzione e la definizione delle annotazioni si utilizza l'XML, un linguaggio che consente di descrivere semanticamente (e con il dettaglio desiderato) le diverse parti di un documento. Un documento così descritto può poi essere elaborato per usi diversi: estrazione di informazioni secondo specifici criteri, riformulazione più o meno parziale per l'adattamento ad altri formati, visualizzazione in funzione delle capacità del terminale.

Sebbene un documento espresso in formato XML sia un buon modo per specificare informazioni è poco adatto al Web che per sua natura è distribuito e decentralizzato e, quindi, informazioni su una particolare entità possono essere localizzate ovunque. Infatti, con XML è possibile descrivere adeguatamente i contenuti di un documento ma la sintassi XML non definisce alcun meccanismo esplicito per qualificare le relazioni tra documenti. In questo non è di aiuto neppure il meccanismo dei collegamenti ipertestuali reso popolare dall'HTML perché non prevede la possibilità di descrivere il legame definito.

In altre parole, sebbene in un documento (ad esempio una pagina HTML) sia possibile parlare di un "Signor Verdi" ed esprimere semanticamente questo con opportuni tag XML, è poi difficile capire se due documenti che parlano di un Signor Verdi si riferiscano alla stessa persona; questo comporta scarsa qualità nei risultati restituiti dai motori di ricerca. Nella migliore delle ipotesi sarebbe possibile dedurre la correlazione tra i due documenti se, tra gli altri, vi fossero dati anagrafici semanticamente definiti e sufficientemente precisi (ad esempio il Codice Fiscale) o collegamenti ipertestuali debitamente descritti che li colleghino.

Poiché, però, i diversi documenti sono redatti per scopi differenti, indipendentemente gli uni dagli altri e normalmente senza condividere un comune formato XML, informazioni utili quali l'indirizzo postale o la data di nascita

---

<sup>1</sup> Di seguito per "agente", se non diversamente specificato, intenderemo sia una persona fisica che un qualsiasi strumento automatico che fruisca dei contenuti del Web.

finiscono per essere espresse in modo dissimile e non uniforme. L'indirizzo in un caso può essere semplicemente racchiuso dal tag <indirizzo>, in altri da <indirizzopostale>, <direction>, <address> o <adresse>, e poi è da considerare la possibilità di avere esplicitamente identificati <via>, <numerocivico>, rendendo ardua e non priva di rischi ogni deduzione automatica.

Per essere sicuri che differenti agenti abbiano una comprensione comune di questi termini abbiamo bisogno di una *ontologia*.

### 2.1.1 L'architettura del Web Semantico

Il Web Semantico nasce estendendo l'idea di utilizzare schemi per descrivere domini di informazione. Ogni dominio necessita di metadati, ossia informazioni comprensibili da una macchina e relativi a una risorsa Web che possono essere estratti o trasferiti da altre risorse e devono mappare i dati rispetto a classi, o concetti, di questo schema di dominio. In questo modo si hanno strutture in grado di descrivere e automatizzare i collegamenti esistenti fra i dati.

Il Web Semantico è, come l'XML, un ambiente dichiarativo, in cui si specifica il significato dei dati, e non il modo in cui si intende utilizzarli. La semantica dei dati consiste nel dare alla macchina delle informazioni utili in modo che essa possa utilizzare i dati nel modo corretto.

Riassumendo, il Web Semantico si compone di tre livelli fondamentali:

- **dati;**
- **schema;**
- **classi di dati.**

Guardiamo ora più in profondità la struttura alla base della visione del Web Semantico.

Faremo riferimento al diagramma piramidale<sup>2</sup> mostrato in Figura 2.1:

Il Web Semantico ha un'architettura a livelli, che però non è stata ancora sviluppata completamente; questo avverrà nei prossimi anni. Vediamo ora il diagramma più nel dettaglio:

1. *il Web semantico* si basa sullo standard URI (*Uniform Resource Identifier*) [4], per la definizione univoca di indirizzi Internet;

---

<sup>2</sup> <http://www.w3.org/2000/Talks/1206-xml2k-tbl/>



nuova conoscenza. Tuttavia, i sistemi deduttivi non sono normalmente interoperabili, per cui invece di progettare un unico sistema onnicomprensivo per supportare il ragionamento, si potrebbe pensare di definire un linguaggio universale per rappresentare le dimostrazioni. I sistemi potrebbero quindi autenticare con la firma digitale queste dimostrazioni ed esportarle ad altri sistemi che le potrebbero incorporare nel Web Semantico.

## 2.2 Ontologie

Un'ontologia può essere vista come una formale, condivisa, esplicita ma parziale specifica di un accordo comune circa il significato di una concettualizzazione [1]; si tratta generalmente di una struttura dati gerarchica che contiene tutte le entità rilevanti, le relazioni esistenti fra di esse, le regole, gli assiomi ed i vincoli specifici del dominio.

In maniera semplificata, potremmo affermare che un'ontologia è come un dizionario con significati non ambigui che definiscono dei termini collegati con molte relazioni formali. Questo vocabolario comune definito dall'ontologia viene utilizzato da agenti che necessitano di condividere informazioni su uno specifico dominio.

L'uso del termine ontologia nell'informatica<sup>3</sup> è derivato dal precedente uso dello stesso termine in filosofia, dove ha il significato dello studio dell'essere o dell'esistere, così come dalla filosofia sono tratti i concetti fondamentali di categoria e di relazione.

La funzione di un'ontologia è definire le relazioni di equivalenza e sussunzione che esistono tra un certo numero di termini. In particolare le ontologie assegnano un significato non ambiguo a termini atomici, in base al significato di altri termini<sup>4</sup>. Spesso, infatti, un termine atomico viene definito in funzione di altri termini, i quali a loro volta acquistano un significato grazie ad ulteriori definizioni terminologiche, e così via.

Riferendoci al Web Semantico, le ontologie permettono dunque di far fronte a rappresentazioni eterogenee di risorse Web, fornendo una comprensione comune circa un dominio che può essere condiviso da persone e strumenti software. Tuttavia il processo di creazione di un'ontologia è tipicamente effettuato da un singolo individuo o da un piccolo gruppo di esperti, vincolando gli utenti Web ad un ruolo del tutto passivo. Purtroppo questo

<sup>3</sup> [http://it.wikipedia.org/wiki/Ontologia\\_\(informatica\)](http://it.wikipedia.org/wiki/Ontologia_(informatica))

<sup>4</sup> Un'ontologia non è altro, quindi, che una teoria del primo ordine esprimibile in una logica descrittiva (DL).

approccio elitario nella costruzione di una ontologia contrasta con l'obiettivo di creare una conoscenza condivisa su larga scala. Oltre ad esserci difficoltà per gli utenti verso una partecipazione attiva a causa di strumenti poco intuitivi, il tradizionale approccio top down nella realizzazione di una ontologia forza questi ultimi a doversi uniformare ad un modello rigoroso per la rappresentazione della conoscenza.

L'approccio top down inoltre non consente alle ontologie di rispondere alle esigenze dinamiche degli utenti che ne fanno uso. La conoscenza infatti cambia con il passare del tempo, la comunità originaria può evolversi (entrano nuovi membri, ne escono altri) e gli obiettivi mutare, quindi la conoscenza codificata nelle ontologie può lentamente diventare obsoleta. L'operazione di aggiornamento di un'ontologia è però un processo che richiede molto tempo e risorse umane, deve essere graduale e coinvolgere ogni volta quelle organizzazioni e persone che rappresentano un punto di riferimento per ciascun dominio di conoscenza.

Questa poca flessibilità strutturale delle ontologie risulta essere uno dei più grandi limiti a cui cercano di porre rimedio approcci come quello delle folksonomie e dei sistemi di tagging.

### 2.2.1 *SHIQ* e *SHOIN*( $D_n$ )

Come precedentemente affermato, un'ontologia descrive le parole comuni e i concetti (significati) usati per descrivere e rappresentare un'area di conoscenza (dominio). Un'ontologia può essere usata da persone, applicazioni, database etc. per condividere una conoscenza comune riguardo ad un certo dominio (educazione, medicina, cucina etc.). L'ontologia include le definizioni dei concetti del dominio e delle loro relazioni in un modo usabile dal computer e comprensibile dagli utenti. Cercheremo ora di definire meglio con quale espressività potremo fare tutto ciò.

Un'ontologia altro non è che un insieme finito di assiomi terminologici. Questi assiomi sono definibili attraverso le logiche descrittive<sup>5</sup>: tra queste, le più utilizzate sono *SHIQ* e *SHOIN*( $D_n$ ). Analizzando questi acronimi andremo implicitamente a definire l'espressività di un'ontologia:

- la lettera  $\mathcal{S}$  indica la possibilità di definire enunciati di sussunzione ( $\sqsubseteq$ ) e di equivalenza ( $\equiv$ ) utilizzando i termini  $\top$  (universo),  $\perp$  (vuoto),  $\neg\mathcal{C}$ ,

<sup>5</sup> Nelle logiche descrittive è d'uso indicare generici termini atomici con le lettere  $\mathcal{A}$  e  $\mathcal{B}$ , mentre generici termini arbitrari (ad esempio atomici o complessi) con le lettere  $\mathcal{C}$  e  $\mathcal{D}$ . Inoltre i termini sono spesso chiamati *concetti* (perchè descrivono concetti) o *classi* (perchè denotano insiemi di oggetti della realtà).

$\mathcal{C} \sqcap \mathcal{D}$ ,  $\mathcal{C} \sqcup \mathcal{D}$ ,  $\forall \mathcal{R}.\mathcal{C}$ ,  $\exists \mathcal{R}.\mathcal{C}$  ed inoltre assiomi di transitività dei ruoli,  $Tr(\mathcal{R})$ ;

- la lettera  $\mathcal{H}$  (da *role hierarchy*) indica la possibilità di definire relazioni di inclusione fra ruoli,  $\mathcal{R} \sqsubseteq \mathcal{S}$ ;
- la lettera  $\mathcal{O}$  (da *one of*) indica la possibilità di definire termini per enumerazione,  $\{a_1, \dots, a_n\}$ ;
- la lettera  $\mathcal{I}$  indica la possibilità di definire il ruolo inverso,  $\mathcal{R}^-$ ;
- la lettera  $\mathcal{N}$  indica la possibilità di definire cardinalità non qualificate, come  $\leq n\mathcal{R}$ ,  $\geq n\mathcal{R}$  e  $=n\mathcal{R}$ ;
- la lettera  $\mathcal{Q}$  indica la possibilità di definire cardinalità qualificate, come  $\leq n\mathcal{R}.\mathcal{C}$ ,  $\geq n\mathcal{R}.\mathcal{C}$  e  $=n\mathcal{R}.\mathcal{C}$ ;
- infine la lettera  $D_n$  indica la possibilità di utilizzare domini concreti.

### 2.2.2 Ontologie e Tassonomie

Una tassonomia rappresenta la classificazione di entità di informazione in forma di gerarchia in accordo con le relazioni presunte tra le entità del mondo reale che esse rappresentano.

Una tassonomia è spesso rappresentata come un albero. Ogni nodo, inclusa la radice, è un'entità di informazione che rappresenta un'entità del mondo reale. In particolare ogni nodo rappresenta una classe e i nodi sono legati dalla relazione “è sottoclasse di” o “is a” (queste relazioni sono spesso definite come relazioni padre-figlio). La radice della tassonomia rappresenta la classe più generale. Scendendo si passa a classi più specializzate, fino ad arrivare alle foglie dell'albero.

Da un punto di vista algebrico, una tassonomia è una classificazione in cui ogni classe o è considerata come un tutto unico, o è decomposta in un numero finito di classi a due a due disgiunte. Definendo partizione di una classe l'unione di un numero finito di sottoclassi disgiunte fra loro, avremo:

$$\mathcal{A} \equiv \mathcal{B}_1 \sqcup \dots \sqcup \mathcal{B}_n$$

$$\mathcal{B}_i \sqcap \mathcal{B}_j \equiv \perp \text{ per } 1 \leq i \leq j \leq n$$

Diciamo allora che una tassonomia è un'insieme di partizioni che inizia da un'unica classe, detta radice della tassonomia, e prosegue poi per livelli.

Una tassonomia è dunque la forma più semplice che un'ontologia possa assumere e consiste nella semplice classificazione gerarchica delle entità di un campo applicativo.

Un esempio di tassonomia usata per classificare i libri nelle biblioteche è il sistema decimale Dewey. Questo sistema è costituito da 10 classi principali. Ogni classe è poi divisa in 10 sottoclassi. Ciascuna di queste è ancora divisa in 10 sottoclassi più specifiche (Tabella 2.1).

Dewey classe 000	Generalità
Dewey classe 100	Filosofia
Dewey classe 200	Religione
Dewey classe 300	Scienze sociali
Dewey classe 400	Linguaggio
Dewey classe 500	Scienze naturali e matematiche
Dewey classe 600	Tecnologia (scienze applicate)
Dewey classe 700	Belle arti e arti decorative
Dewey classe 800	Letteratura
Dewey classe 900	Geografia – Storia

**Tabella 2.1:** Le dieci classi del sistema di classificazione decimale Dewey.

### 2.2.3 Ontologie e Tesauri

I tesauri sono dizionari che descrivono relazioni semantiche fra le parole di una lingua. Se nelle tassonomie abbiamo solo la relazione di sottoclasse, nei tesauri abbiamo dei vocabolari controllati di termini fra cui possono esistere più relazioni. Questo significa che un tesoro utilizza relazioni associative oltre alle relazioni padre-figlio.

Tutte le relazioni semantiche presenti in un tesoro possono essere dedotte da un'ontologia, pur di associare alle parole i concetti che ad esse corrispondono. Più precisamente, assumendo che a ogni parola sia associato un concetto, e supponendo che alle due parole  $p_1$  e  $p_2$  corrispondano rispettivamente i concetti  $\mathcal{C}_1$  e  $\mathcal{C}_2$ , avremo le seguenti relazioni:

- se  $\mathcal{C}_1 \equiv \mathcal{C}_2$  allora  $p_1$  e  $p_2$  si dicono *sinònimi*;
- se  $\mathcal{C}_1 \sqsubseteq \mathcal{C}_2$  allora  $p_1$  si dice *ipònimo* di  $p_2$  e  $p_2$  si dice *iperònimo* di  $p_1$ ;
- se  $\mathcal{C}_1 \equiv c$  e  $\mathcal{C}_2 \equiv \mathcal{C} \sqcap \neg \mathcal{D}$  allora  $p_1$  e  $p_2$  si dicono *antònimi*;
- se  $\mathcal{C}_1 \sqsubseteq \text{Parte}.\mathcal{C}_2$  allora  $p_1$  si dice *olònimo* di  $p_2$  e  $p_2$  si dice *merònimo* di  $p_1$ .

I tesauri sono molto utili per indicizzare e recuperare le risorse nel Web Semantico, ma spesso non si hanno a disposizione i dati in forma RDF/OWL.



È possibile però convertire i tesauri in RDF per poterli usare in applicazioni semantiche.

Tesauri come MeSH<sup>6</sup> e The Art and Architecture Thesaurus<sup>7</sup> sono vocabolari controllati sviluppati da specifiche comunità, spesso con lo scopo di indicizzare e cercare le risorse, siano esse immagini, documenti testuali, pagine Web, video, etc. Ognuno di questi concetti verrà indicizzato, in seguito potrà essere sfruttato per la ricerca di informazioni.

Il più diffuso tesoro *computer readable* per la lingua inglese è WordNet<sup>8</sup>, in cui ogni parola può avere uno o più significati<sup>9</sup> (detti word senses o SynSets). I SynSets sono legati dalle relazioni sopracitate. Tutte queste relazioni possono essere dedotte da un'ontologia, pur di associare alle parole i concetti che ad esse corrispondono.

#### 2.2.4 Resource Description Framework (RDF)

Il Resource Description Framework (RDF) è un framework per la descrizione della conoscenza nel Web. Esso è stato specificatamente creato, secondo una raccomandazione del W3C<sup>10</sup>, per la descrizione dei metadati relativi alle risorse. Ognuna di queste risorse è identificata da un URI (*Universal Resource Identifier*), ossia da un identificatore univoco di risorse che può essere un URL (*Universal Resource Locator*) oppure un URN (*Universal Resource Name*).

Il modello di dati RDF è formato da risorse, proprietà e valori; le proprietà sono delle relazioni che legano tra loro risorse e valori, e sono anch'esse identificate da URI. Un valore, invece, o è una risorsa o è un tipo di dato primitivo.

Generalmente, una risorsa viene rappresentata in RDF utilizzando una tripla chiamata *Statement*; più precisamente è una tripla realizzata in questo modo: *Soggetto - Predicato - Oggetto* dove il soggetto è una risorsa, il predicato è una proprietà e l'oggetto è un valore. Un modello RDF può essere rappresentato da un grafo orientato sui cui nodi ci sono risorse o tipi primitivi e i cui archi rappresentano le proprietà.

---

<sup>6</sup> <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez?db=mesh>

<sup>7</sup> [http://www.getty.edu/research/conducting\\_research/vocabularies/aat/](http://www.getty.edu/research/conducting_research/vocabularies/aat/)

<sup>8</sup> <http://wordnet.princeton.edu/>

<sup>9</sup> Il fatto che una parola possa avere più significati viene chiamato *polisemia*.

<sup>10</sup> <http://www.w3.org/>

Tra le principali rappresentazioni del modello RDF troviamo:

- **XML:** l'RDF è in formato XML

```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
xmlns:terms = "http://www.elet.polimi.it/terms/"
xmlns:bib = "http://www.elet.polimi.it/bib/"
xmlns:people="http://www.elet.polimi.it/people/">
<rdf:Description rdf:about="http://www.elet.polimi.it/bib/book0001">
<terms:author>Marco Colombetti</terms:author>
</rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

**Tabella 2.2:** Esempio di rappresentazione XML

- **N-TRIPLE:** l'RDF è espresso in triple Soggetto - Predicato - Oggetto

Soggetto	http://www.elet.polimi.it/bib/book0001
Predicato	http://www.elet.polimi.it/terms/author
Oggetto	Marco Colombetti

**Tabella 2.3:** Esempio di rappresentazione N-TRIPLE

- **N3:** si descrive una per volta risorse e proprietà

```
<http://www.elet.polimi.it/bib/book0001>
<http://www.elet.polimi.it/terms/author>
"Marco Colombetti"
```

**Tabella 2.4:** Esempio di rappresentazione N3

Il data model RDF permette di definire un modello semplice per descrivere le relazioni tra le risorse in termini di proprietà identificate da un nome e relativi valori. Tuttavia, RDF data model non fornisce nessun meccanismo per dichiarare queste proprietà, né per definire le relazioni tra queste proprietà ed altre risorse. Per poter realizzare tutto ciò è necessario definire classi e proprietà in un RDF-Schema.

Attraverso RDF-Schema (RDFS) si ha la possibilità di definire dei vocabolari: l'insieme delle proprietà semantiche individuate da una particolare comunità. RDF-Schema consente di definire il significato, le caratteristiche e le relazioni di un insieme di proprietà, compresi eventuali vincoli sui domini e sui valori delle singole proprietà. Inoltre, implementando il concetto (transitivo) di classe e sottoclasse, consente di definire gerarchie di classi, con il conseguente vantaggio che agenti software possano utilizzare queste relazioni per svolgere i loro compiti. I principali costrutti che fanno parte di RDFS sono Class (*rdfs:Class*), SubClass (*rdfs:SubClassOf*), Domain e Range di una proprietà (*rdfs:Domain*, *rdfs:Range*).

### 2.2.5 Web Ontology Language (OWL)

OWL *Web Ontology Language* è lo standard attualmente proposto dal W3C per la definizione di ontologie per il Web Semantico. Il linguaggio OWL è stato sviluppato a partire da DAML+OIL, un linguaggio con logica *SHIQ*, a sua volta basato sui linguaggi OIL e DAML-ONT.

Questo linguaggio estende le funzionalità offerte da RDF-Schema e ne ridefinisce alcuni concetti allo scopo di fornire un livello di espressività più elevato. Di notevole importanza è l'assunzione di mondo aperto (*OWA - Open World Assumption*), ovvero la descrizione delle risorse non è confinata ad un unico file o ad un unico obiettivo. Sebbene una data classe  $\mathcal{C}_1$  sia definita originariamente in un'ontologia  $\mathcal{O}_1$ , questa può essere estesa anche in altre ontologie. Le conseguenze di queste nuove asserzioni circa la classe  $\mathcal{C}_1$  sono *monotone*, ovvero le nuove informazioni non possono ritrattare le informazioni precedenti; possono essere contraddittorie, ma possono solo aggiungere fatti e conseguenze e mai cancellarle.

#### I costrutti del linguaggio

I costrutti base del linguaggio OWL sono mutuati da RDF-Schema. In particolare si notano le definizioni di classe e proprietà, e gli operatori che permettono la creazione di gerarchie delle stesse. Infine, usabili nelle definizioni delle proprietà, gli operatori *Domain* e *Range* descritti nel Paragrafo 2.2.4. Le proprietà che OWL eredita da RDFS sono:

- Class (Thing, Nothing)
- *rdfs:subClassOf*
- *rdfs:Property*
- *rdfs:subPropertyOf*

- rdfs:domain
- rdfs:range
- Individual

### Caratteristiche delle proprietà

La prima distinzione tra le proprietà è fra le *ObjectProperty* e le *DatatypeProperty*, dove le prime sono associazioni tra istanze di classe, mentre le *DatatypeProperty* sono associazioni tra un'istanza di classe e un'istanza di *Literal*. I rimanenti costrutti sono legati alla visione di una proprietà come di una funzione, che quindi può essere transitiva, simmetrica o ammettere un'inversa. Una *FunctionalProperty* invece è una proprietà con cardinalità massima pari ad uno.

- ObjectProperty
- DatatypeProperty
- inverseOf
- TransitiveProperty
- SymmetricProperty
- FunctionalProperty
- InverseFunctionalProperty

### Restrizioni alle proprietà

Questa classe di costrutti ha la funzione di delineare con precisione i limiti di applicabilità di una proprietà per una data classe. La limitazione *allValuesFrom* viene dichiarata su una proprietà con riferimento ad una classe. Ciò significa che i valori ammissibili per questa proprietà sono vincolati ad essere delle istanze di una particolare classe. Questo però non è equivalente ad una dichiarazione di *Range*, poichè mentre una tale dichiarazione ha valore come descrizione di una proprietà, questa limitazione ha portata locale, applicandosi solo alla classe entro cui questa dichiarazione compare. Un vincolo più debole è rappresentato da *someValuesFrom*, che invece vincola solo alcuni valori della proprietà ad essere istanze di una particolare classe. Gli operatori di cardinalità (*minCardinality* e *maxCardinality*) vincolano, come possibile immaginare, la cardinalità minima e massima delle istanze di una data proprietà applicata alla singola istanza di classe.

- Restriction
- onProperty
- allValuesFrom
- someValuesFrom
- minCardinality
- maxCardinality

### Informazioni dell'header

Le informazioni contenute nell'intestazione dell'ontologia permettono di assegnarle un nome e, cosa senza dubbio più importante, di importare definizioni e relazioni definite in altre ontologie.

- Ontology
- imports

### Datatypes

È possibile vincolare il valore di un Literal, utilizzando i tipi di dato semplici definiti dal linguaggio XML Schema o delle restrizioni su tali tipi di dato.

- xsd:datatypes

### Algebra booleana

Questi costrutti permettono combinazioni booleane arbitrarie di classi e limitazioni.

- unionOf
- complementOf
- intersubsectionOf

### Filler Information

Una restrizione di questo tipo in una definizione di classe applicata ad una data proprietà forza le istanze della classe ad avere come oggetto della proprietà l'individuo indicato.

- hasValue

### Equivalenza

Fanno parte di questa categoria gli operatori di uguaglianza, di definizione per enumerazione e per asserzione di disgiunzione.

- `equivalentClass`: due classi possono essere dichiarate equivalenti, pertanto gli individui della prima classe saranno istanze anche della seconda. L'uguaglianza può essere usata per creare classi sinonime.
- `equivalentProperty`: due proprietà possono essere dichiarate come equivalenti, con la conseguenza che due individui legati dalla prima proprietà risultano legati anche dalla seconda.
- `sameAs`: questo operatore viene usato su istanze di classe, asserendone l'equivalenza e creando quindi un sinonimo.
- `disjointWith`: duale rispetto all'equivalenza, attraverso questo operatore si asserisce che un'istanza della prima classe non potrà mai essere istanza anche della seconda.
- `differentFrom`: operatore inverso rispetto a `sameAs`, permette di asserire che due individui siano distinti.
- `allDifferent`: come l'operatore `differentFrom`, ma si applica ad insiemi di individui.
- `distinctMembers`: si utilizza in combinazione con `allDifferent` per distinguere gli individui in un insieme.
- `oneOf`: delle classi possono essere descritte grazie all'enumerazione degli individui che costituiscono la classe. Questo operatore asserisce che le istanze di queste classi possono essere una tra quelle enumerate.

### Livelli di espressività

Il linguaggio OWL prevede tre livelli di complessità crescente:

- *OWL Lite*, semplice da usare ed implementare ma scarsamente espressivo;
- *OWL DL*, implementa la logica descrittiva  $\mathcal{SHOIN}(D_n)$ , abbastanza espressivo, ma comunque decidibile e dotato di procedure di ragionamento di complessità nota, il nome OWL DL vuole evidenziare la corrispondenza con la logica descrittiva (DL);

- *OWL Full*, consente di definire rappresentazioni che superano la logica predicativa del primo ordine (FOL), molto espressivo ma non deducibile e quindi difficilmente si potrà avere una procedura di ragionamento completa.

La Tabella 2.5 mostra un confronto tra alcuni dei costrutti elencati precedentemente e la loro rappresentazione in DL.

Costrutti OWL	Logica descrittiva
owl:Thing	$\top$
owl:Nothing	$\perp$
owl:FunctionalProperty	$\leq 1\mathcal{R}$
owl:equivalentClass	$\mathcal{A} \equiv \mathcal{B}$
owl:TransitiveProperty	$Tr(\mathcal{R})$
owl:InverseProperty	$\mathcal{S} \equiv \mathcal{R}^-$
owl:SymmetricProperty	$\mathcal{R}^- \sqsubseteq \mathcal{R}$
owl:subPropertyOf	$\mathcal{S} \sqsubseteq \mathcal{R}$
owl:min/max/Cardinality	$\leq n\mathcal{R} / \geq n\mathcal{R} / =n\mathcal{R}$
owl:oneOf	$\{a_1, \dots, a_n\}$
owl:intersectionOf	$\mathcal{C}_1 \sqcap \mathcal{C}_2$
owl:disjointWith	$\mathcal{C}_1 \sqsubseteq \neg\mathcal{C}_2 / \mathcal{C}_1 \sqcap \mathcal{C}_2 \equiv \perp$
owl:diferentFrom	$\{a_1\} \sqsubseteq \neg\{a_2\}$

**Tabella 2.5:** Equivalenza tra alcuni costrutti OWL e la logica descrittiva.

## 2.3 Il Web collaborativo

Internet non si può più considerare una semplice “rete di reti”, né un agglomerato di siti Web isolati e indipendenti tra loro, bensì l’insieme delle capacità tecnologiche raggiunte dall’uomo nell’ambito della diffusione dell’informazione e della condivisione del sapere. Sono passati più di quindici anni da quando il Web è entrato nelle nostre case; recentemente questo strumento si è però evoluto e ha cambiato forma.

Prima dell’avvento del Web collaborativo, Internet era considerato dai navigatori come un enorme contenitore di informazioni. I portali generalisti e i siti aziendali erano infatti orientati alla produzione di contenuti, seguendo gli schemi tipici delle redazioni di giornali e media tradizionali. Il Web collaborativo, meglio noto anche come Web 2.0, ha rivoluzionato questo approccio “dall’alto” della pubblicazione: il navigatore, finora lettore passivo,

diventa autore di blog, podcast o filmati. La crescente complessità delle informazioni generate dagli utenti è governata efficacemente attraverso motori di ricerca come Google<sup>11</sup> o progetti quali del.icio.us<sup>12</sup> e Digg<sup>13</sup>. Il concetto di Web 2.0 pone l'accento sulle capacità di condivisione dei dati tra le diverse piattaforme tecnologiche, sia hardware che software. Dietro a queste evoluzioni troviamo tecnologie quali: Web Services, API, XML, RSS, AJAX. Il filo conduttore è una nuova filosofia all'insegna della collaborazione. Questo è il Web collaborativo: interazione sociale realizzata grazie alla tecnologia.

### 2.3.1 Dal Web al Social Web

Con il termine Social Web si intende una rete globale distribuita e aperta di condivisione di dati, simile all'odierno World Wide Web, dove non vengono collegati semplici documenti bensì persone, organizzazioni e concetti. Questo termine fu utilizzato per la prima volta nel luglio del 2004 quando venne pubblicato il paper *The Social Web: Building an Open Social Network with XDI*<sup>14</sup> dai membri della *OASIS XDI Technical Committee* ma in realtà, già nel 2003 si incominciò a parlare di Social Network alla *Planetwork Conference*<sup>15</sup>. In quella circostanza, Ken Jordan, Jan Hauser, and Steven Foster parlarono di ASN (*Augmented Social Network*) [5]. Il paper mette in evidenza come Internet può essere visto come una società civile in cui gli utenti rappresentano i cittadini. ASN è descritto come un sistema in grado di formare una rete sociale molto efficiente dove un qualsiasi utente può trovare altri utenti che hanno interessi comuni ai suoi in un contesto sicuro. Alla stessa conferenza l'anno successivo, questi argomenti vennero ripresi ed ampliati dando vita al Social Web. In questo nuovo paper venne spiegato come l'introduzione di un nuovo protocollo per gestire i dati condivisi in modo distribuito e sincronizzato (XDI) ha permesso uno scambio di dati tra applicazioni in maniera del tutto sicura.

Le tecnologie della rete, a 15 anni dalla nascita del Web, si sono evolute radicalmente e da qualche tempo ci si è accorti del valore di informazione e conoscenza; in particolare si è notato che i dati che si trovano su Internet non vengono inseriti solo dai media, ma che, al contrario, la gran parte delle pagine Web è stata creata da utenti comuni in maniera del tutto spontanea. Sono questi i primi passi della nascita di comunità virtuali basate sul Web Semantico che prendono esempio da vere e proprie applicazioni rea-

---

<sup>11</sup> <http://www.google.com>

<sup>12</sup> <http://del.icio.us/>

<sup>13</sup> <http://www.digg.com/>

<sup>14</sup> <http://journal.planetwork.net/article.php?lab=reed0704&page=1>

<sup>15</sup> <http://www.planetwork.net/>



li. Le applicazioni del Web collaborativo come blog e wiki sono diventate molto popolari e hanno creato un proprio spazio informatico (la cosiddetta *blogosfera*).

Allo stesso tempo c'è la necessità di rendere più semplice la gestione della mole di informazioni generate da fonti eterogenee. Un tentativo di organizzare questa conoscenza è ad esempio quello delle folksonomie, che possono essere un primo livello di mark-up semantico. L'aspetto positivo a questo problema di gestione di grandi informazioni è dovuto principalmente al fatto che il Web Semantico è stato sviluppato con tecnologie e standard aperti in modo tale che tutti possono partecipare alla risoluzione di questi problemi. Nascono così appositi programmi chiamati *social software*, ovvero strumenti che servono a migliorare e far evolvere la gestione della conoscenza (knowledge management) incentrata sulle persone. Il termine software sociale sottolinea la dimensione di interazione sociale sviluppata in rete mediante appositi strumenti software e comprende sia i media tradizionali, come le mailing list o Usenet<sup>16</sup>, sia le più recenti e innovative applicazioni software, come i blog o i wiki. Alcuni affermano che il software sociale è riferito non ad un unico tipo di software, bensì ai più numerosi modelli di interazione offerti dalla comunicazione mediata dal computer ed implementati per la formazione di community. Secondo tale prospettiva gli utenti possono formare comunità on-line usufruendo dei seguenti modelli di comunicazione, differenti per tipo di software adottato: “uno-a-uno” (e-mail o instant messaging), “uno-a-molti” (blog) e “molti-a-molti” (wiki). Il più specifico termine software collaborativo riguarda, invece, i sistemi di lavoro basati sulla cooperazione.

Il software sociale, quindi, è strettamente connesso al mondo delle community e al loro processo di creazione ed è basato su un modello bottom up, in cui gli obiettivi e l'organizzazione dei contenuti sono stabiliti dagli stessi membri della comunità, contrapposto a quello top down, in cui i ruoli degli utenti sono rigidamente determinati da un'autorità esterna e circoscritti da specifici meccanismi software. Il termine non ha solo connotazione tecnica, ma anche ideologica, poiché si contrappone alla chiusura della produzione della conoscenza e dello sviluppo di interazioni, per abbracciare i concetti dell'intelligenza sociale.

### 2.3.2 Il Web 2.0

La transazione dal classico Web al Web di nuova generazione non è tuttavia una vera e propria rivoluzione: infatti, considerando il Web 2.0, possiamo

---

<sup>16</sup> <http://www.usenet.com>

parlare di un'evoluzione dei metodi di accesso e di uso delle risorse sulla rete. Le modalità di fruizione di contenuti Web si sono sempre più diversificate: se prima l'accesso a Internet avveniva solamente dal pc di casa o dall'ufficio ora, grazie all'avvento di nuove tecnologie, è possibile navigare anche con telefonini o palmari. Inoltre la presenza di un numero sempre maggiore di strumenti per la realizzazione e la gestione di pagine personali (ad esempio blog e wiki) permette all'utente di pubblicare pensieri, opinioni, fotografie etc. in maniera semplice e intuitiva, senza la necessità di avere un background informatico.

Per fare chiarezza su concetti talvolta troppo astratti, utilizziamo come esempio il servizio offerto da Housing Maps<sup>17</sup> che sfrutta due distinte risorse: Craigslist<sup>18</sup> e Google Maps<sup>19</sup>, per offrire un servizio di ricerca di annunci immobiliari sul territorio americano. La particolarità di questo servizio sta nel visualizzare gli annunci direttamente sulla cartina stradale o satellitare, permettendo di avere subito il dettaglio dell'immobile, con le foto e le informazioni collegate. Le mappe sono caricate sfruttando le API del servizio Google Maps, mentre i dati relativi agli annunci sono estrapolati dal database di inserzioni Craigslist.

Craigslist si può considerare a pieno titolo un'applicazione Web 2.0 in virtù del metodo di categorizzazione basato sulle folksonomie. Infatti, quando una persona vuole aggiungere un contenuto, non decide in quale categoria inserirlo, ma da una o più parole chiave, utili a descriverlo per le future ricerche degli altri utenti. La ricerca avviene scorrendo liste incrociate di link, generate in base alle scelte e agli interventi dei singoli utenti.

Le applicazioni più diffuse del Web 2.0 sono blog, wiki, Social Network, podcasting, vodcast. Tutte permettono la partecipazione nonché la diffusione di ciò che viene prodotto all'interno delle comunità interattive di fruitori/autori di contenuti. Le materie e gli argomenti trattati spaziano lungo tutti i campi del sapere, rendendo ogni informazione immediatamente visibile e rielaborabile per qualsiasi medium. Può capitare che un articolo apparso su un quotidiano online sia commentato su un blog, per poi essere arricchito dall'aggiunta di contenuti audio e video, essere condiviso all'interno di una comunità, diventando ad ogni passaggio sempre più approfondito e "popolare".

I wiki, invece, sono strumenti online che favoriscono la creazione di contenuti condivisi, Wikipedia<sup>20</sup> ne è l'esempio più significativo. Oltre a tutto ciò,

---

<sup>17</sup> <http://www.housingmaps.com/>

<sup>18</sup> <http://www.craigslist.org/>

<sup>19</sup> <http://maps.google.com/>

<sup>20</sup> <http://en.wikipedia.org/>

ricordiamo anche i Social Network alla MySpace<sup>21</sup>, in cui utenti da tutto il mondo condividono la propria vita quotidiana. Tutte le nuove attività degli utenti sono rese possibili anche da nuovi software, progettati e sviluppati interamente sul Web grazie all'uso di protocolli e linguaggi moderni, come ad esempio AJAX. Nel Web 2.0 le applicazioni si usano come se fossero servizi di un sito: digitando un indirizzo e registrandosi. Con Zoho<sup>22</sup>, ad esempio, è possibile usare fogli di calcolo, editor di videoscrittura, database, sistemi CRM senza installare nulla e con il vantaggio di avere tutto sempre disponibile a portata di browser.

Le applicazioni Web non sono solo più semplici da usare e disponibili ovunque ma sono anche più aperte. Attraverso l'uso di formati basati su XML, come ad esempio RSS per i contenuti o iCal per i calendari online, è possibile condividere i dati tra diverse applicazioni. Grazie al diffuso uso delle API, le istruzioni che permettono di accedere alle funzioni di un programma, è possibile creare i cosiddetti mashup, ossia nuovi servizi nati dall'unione di funzioni di una o più applicazioni.

Il cuore del Web 2.0 è il contenuto, fruibile in tutte le sue applicazioni multimediali, prodotto dall'interazione delle persone tramite piattaforme ad hoc. Le applicazioni sono le più disparate, da quelle a scopo commerciale come Amazon<sup>23</sup> a quelle votate alla libera circolazione del pensiero.

### Blog e Wiki

Blog e wiki sono due strumenti di editoria personale sul Web che possono essere descritti insieme, hanno dato un forte impulso allo sviluppo della comunicazione in rete e possono essere utilizzati anche nell'ambito della formazione collaborativa.

In informatica, e più propriamente nel gergo di Internet, un blog è un diario in rete. Il termine blog è la contrazione di Web log, ovvero "traccia su rete". Definire un blog è semplice e allo stesso tempo complesso, perchè questo strumento, caratterizzato dall'immediatezza e la facilità d'uso, si presta a molteplici utilizzi, tutti più o meno legittimi, ma nessuno esclusivo. Vi sono caratteristiche formali che aiutano ad identificare un blog, le principali sono queste:

- *facilità d'uso*: basta una registrazione con un nickname ed una password e di solito si può già diventare editori a tutti gli effetti;

---

<sup>21</sup> <http://www.myspace.com/>

<sup>22</sup> <http://www.zoho.com/>

<sup>23</sup> <http://www.amazon.com>

- *la richiesta di poche conoscenze tecnologiche*: di fatto l'uso del browser è sufficiente per pubblicare online le proprie produzioni letterarie, le proprie poesie, o le proprie considerazioni politiche;
- *la quasi totale gratuità dell'accesso allo strumento*, messo a disposizione sempre più spesso da motori di ricerca, piattaforme varie, giornali, portali, etc.;
- *la scansione dei post in ordine cronologico inverso*, che fa apparire l'ultimo messaggio sempre in cima alla pagina;
- *la presenza di molti collegamenti ad altri blog* di argomento affine o congeniale.

Dal punto di vista implementativo, la struttura di un blog è costituita, solitamente, da un software di pubblicazione guidata che consente di creare automaticamente una pagina Web, anche senza conoscere necessariamente il linguaggio HTML; questa struttura può essere personalizzata con dei template, ossia delle vere e proprie vesti grafiche.

Il blog permette a chiunque sia in possesso di una connessione Internet di creare facilmente un sito in cui pubblicare storie, informazioni e opinioni in completa autonomia. Ogni articolo è generalmente legato a un thread, in cui i lettori possono scrivere i loro commenti e lasciare messaggi all'autore. Tramite il blog si viene in contatto con persone lontane fisicamente ma spesso vicine alle proprie idee e ai propri punti di vista. Con esse si condividono i pensieri, le riflessioni su diverse situazioni poichè raramente si tratta di siti monotematici. Si può esprimere la propria creatività liberamente, interagendo in modo diretto con gli altri blogger.

Un blogger è colui che scrive e gestisce un blog, mentre l'insieme di tutti i blog viene detto blogosfera o blogosfera (in inglese, *blogsphere*). All'interno del blog ogni articolo viene numerato e può essere indicato univocamente attraverso un *permalink*, ovvero un link che punta direttamente a quell'articolo. Dal 2001 ad oggi sono nati molti servizi in italiano che permettono di gestire un blog gratuitamente. Tra i più utilizzati citiamo: Blogger<sup>24</sup>, Splinder<sup>25</sup>, Clarence<sup>26</sup>, Blogsome<sup>27</sup>, Windows Live Spaces<sup>28</sup>, MySpace. Esistono poi alcuni network autogestiti.

Un secondo tipo di strumento che è nato con il Social Web è il wiki.

---

<sup>24</sup> <http://www.blogger.com/>

<sup>25</sup> <http://www.splinder.com/>

<sup>26</sup> <http://clarence.dada.net/>

<sup>27</sup> <http://www.blogsome.com/>

<sup>28</sup> <http://home.services.spaces.live.com/>

Un wiki è un sito Web (o comunque una collezione di documenti ipertestuali) che permette a ciascuno dei suoi utilizzatori di aggiungere contenuti, come in un forum, ma anche di modificare i contenuti esistenti inseriti da altri utilizzatori.

Un wiki permette di scrivere collettivamente dei documenti in un semplice linguaggio di markup usando un browser. Una caratteristica distintiva della tecnologia wiki è la facilità con cui le pagine possono essere create e aggiornate. Generalmente, non esiste una verifica preventiva sulle modifiche, e la maggior parte dei wiki è aperta a tutti gli utenti, o almeno a tutti quelli che hanno accesso al server wiki. In effetti, perfino la registrazione di un account utente non è sempre richiesta.

Nei wiki tradizionali, ci sono tre rappresentazioni per ogni pagina: (1) il codice HTML, (2) la pagina che risulta dalla visione di quel codice con un browser, (3) il codice sorgente modificabile dagli utenti, dal quale il server produce l'HTML. Quest'ultimo formato, noto come "wikitext", è scritto in un linguaggio di markup semplificato il cui stile e la cui sintassi variano tra le implementazioni.

Il motivo dietro questo design è che l'HTML, con la sua grande libreria di tag, è troppo complicato per permettere modifiche rapide, e distrae dai contenuti veri e propri delle pagine. Talvolta è anche considerato un vantaggio il fatto che gli utenti non possano usare tutte le funzionalità permesse dall'HTML, come JavaScript e i CSS, perchè in questo modo si può imporre una maggiore uniformità di aspetto. Alcuni wiki recenti usano un metodo differente: forniscono strumenti di modifica WYSIWYG, solitamente tramite dei controlli ActiveX o dei plugin che traducono istruzioni di formattazione inserite graficamente, come grassetto e corsivo nei tag HTML corrispondenti. In queste implementazioni, salvare una modifica corrisponde all'invio di una nuova pagina HTML sul server, sebbene l'utente non si accorga dei dettagli tecnici e il markup sia generato in modo a lui trasparente. Gli utenti privi del plugin relativo possono solitamente modificare la pagina modificandone direttamente il codice HTML.

I wiki sono un mezzo completamente ipertestuale, con una struttura di navigazione non lineare. Tipicamente ogni pagina contiene un gran numero di link ad altre pagine. Nei wiki di dimensioni notevoli esiste comunque una navigazione gerarchica, ma non deve essere necessariamente usata. I collegamenti vengono creati usando una sintassi particolare, la cosiddetta "link pattern".

La maggior parte dei wiki usa il modello CamelCase per la nomenclatura dei link, che viene prodotta mettendo in maiuscolo la lettera iniziale di ogni parola contenuta in una frase ed eliminando gli spazi (il termine CamelCase

è esso stesso un esempio di CamelCase). Solitamente in un wiki le nuove pagine sono create semplicemente inserendo il link appropriato partendo da una pagina che tratta un argomento correlato. Se il link non esiste, è normalmente evidenziato come link rotto. Seguendo quel link viene aperta una finestra di modifica, che permette all'utente di inserire il testo della nuova pagina. Questo meccanismo assicura che le pagine cosiddette "orfane" (cioè che non hanno link che puntano ad esse) siano create raramente, mantenendo generalmente un alto livello di connessione. I wiki generalmente seguono la filosofia di rendere facile la correzione di eventuali errori, piuttosto che rendere difficile commettere un errore. Così, i wiki oltre ad essere completamente aperti, forniscono anche vari modi per verificare la validità di aggiornamenti recenti al contenuto delle pagine. La maggior parte dei wiki offre almeno una ricerca per titolo, e spesso è presente una ricerca full text che analizza anche i contenuti. La scalabilità della ricerca dipende dall'utilizzo o meno di un database; un accesso a un database indicizzato è indispensabile per ottenere ricerche rapide su Wiki di grandi dimensioni. Data la relativa semplicità del concetto di wiki, sono state sviluppate un gran numero di implementazioni, nei più svariati linguaggi di programmazione; esse vanno da semplici hack, che hanno solo le funzioni di base, fino a sistemi di amministrazione del contenuto (Content Management System) molto sofisticati.

Ognuno può creare il proprio wiki: ci sono molte *wiki farm* disponibili, qualcuna delle quali gestisce anche wiki privati, protetti da password. La wiki farm più famosa è Wikia<sup>29</sup>, fondata nel 2004 da Jimmy Wales.

### Le Social Network

Fino a pochi anni fa le uniche interazioni sociali possibili in rete avvenivano grazie a chat, forum e sistemi di messaggistica istantanea. Con l'evoluzione subita dal Web, anche l'utente ha mutato le sue abitudini assumendo sempre più importanza e diventando il vero e proprio protagonista di nuove realtà chiamate Social Network. L'obiettivo principale di queste nuove tecnologie consiste nel voler mettere in comunicazione svariati utenti, formando gruppi di persone con interessi e finalità condivise, all'interno dei quali possono nascere legami sia virtuali che reali; ne sono un esempio sistemi come LinkedIn<sup>30</sup>, FaceBook<sup>31</sup>, Orkut<sup>32</sup>, LastFm<sup>33</sup> o MySpace.

<sup>29</sup> <http://www.wikia.com/wiki/Wikia>

<sup>30</sup> <http://www.linkedin.com/>

<sup>31</sup> <http://www.facebook.com/>

<sup>32</sup> <http://www.orkut.com/>

<sup>33</sup> <http://www.lastfm.it/>

La possibilità di realizzare un sistema semplice ed intuitivo, in grado di sfruttare interessi comuni a più persone, favorisce lo sviluppo di una comunità di appassionati, pronti ad interagire tra loro, a scambiarsi consigli e a far nascere nuove amicizie. È il caso degli utenti di LastFM, in cui l'interesse comune è la musica, mentre FaceBook mette in comunicazione i compagni di scuola e LinkedIn chi ha esperienze professionali e competenze affini.

Per raggruppare gli utenti si utilizza un sistema chiamato profilazione in cui gli utenti stessi vengono inseriti in diversi gruppi di interesse in base alle proprie caratteristiche. Esistono due modi per effettuare una profilazione: automaticamente o manualmente. Con il metodo automatico è la Social Network che si preoccupa di mettere in relazione utenti grazie a degli algoritmi che prendono il nome di “*algoritmi di affinità*” mentre con il metodo manuale, la stesura del profilo avviene compilando dei moduli elettronici. Un esempio di profilazione completamente automatica è dato da LastFM, che, riuscendo a tracciare gli MP3 ascoltati sul proprio computer, propone ad ogni utente solo la musica che più gradisce. In più offre algoritmi molto evoluti per trovare persone con gusti musicali affini, ma anche un sistema di generazione di contenuti da parte degli iscritti, trasformandolo in una sorta di magazine aggiornatissimo. LinkedIn invece, oltre a tecniche di profilazione automatica, dà la possibilità ad ogni utente di raccomandare o farsi raccomandare da altri iscritti, creando così un sistema di creazione del profilo manuale, che, in aggiunta a quello automatico crea un servizio molto accurato.

La nascita delle Social Network porta così all'avvento di motori di ricerca che, come Spock<sup>34</sup>, si occupano di rendere reperibili non più solo le informazioni, ma le persone stesse presenti nei diversi Social Network.

### I sistemi collaborativi

I sistemi collaborativi sono progettati per aiutare persone coinvolte in un compito comune a raggiungere i propri obiettivi. In base al livello di collaborazione che offrono agli utenti, possono variare da semplici tool di comunicazione sino a sistemi in grado di gestire compiti complessi e coordinare differenti attività. Con questa ampia interpretazione, tuttavia, troppi strumenti dovrebbero essere considerati “collaborativi”, partendo dalla semplice e-mail e i client di messaggistica sino ad arrivare ai forum e i sistemi di social software.

Usando questo termine, al contrario, ci riferiamo solamente ad una particolare classe di sistemi: quelli che non solo permettono ma anche promuovono

---

<sup>34</sup> <http://www.spock.com/>

la collaborazione in termini di partecipazione spontanea. Per questo motivo definiamo (informalmente) questi sistemi come *partecipativi*.

Esistono numerosi esempi di questi applicativi, usati per classificare e condividere differenti risorse, come immagini (Flickr), link (Delicious), video (YouTube). Nuovi siti partecipativi come Digg<sup>35</sup> e Reddit<sup>36</sup> offrono agli utenti la possibilità di proporre e promuovere notizie, facendo emergere quelle più interessanti. Anche le mappe geografiche stanno diventando collaborative: Google Maps permette di aggiungere metadati creati dagli utenti oltre alle informazioni che già offre.

Il crescente utilizzo di questi sistemi da parte degli utenti deriva da diversi fattori sociali. È stato riscontrato come un numero di persone che condivide una passione, riesca a migliorare quanto già conosce interagendo con regolarità con altri che hanno interessi simili [6]. Altra caratteristica importante è la gratificazione istantanea che si riceve nel contribuire al sistema (ad esempio una maggiore popolarità tra gli utenti).

Date queste caratteristiche, i sistemi collaborativi devono:

- essere semplici da usare;
- fornire un riscontro immediato (ricompensa);
- svolgere la maggior parte del lavoro complesso in modo automatico e trasparente.

## RSS e ATOM

L’RSS, termine che può assumere diversi significati, rappresenta un formato di dati appositamente studiato per la diffusione di contenuti sul Web da parte di portali, siti Internet e blog. Il canale RSS aiuta gli utenti fornendo loro un potentissimo mezzo per seguire, quasi in tempo reale, gli aggiornamenti del sito riducendo drasticamente i tempi di accesso ai siti e verifica delle ultime pubblicazioni. Una volta iscritti al feed RSS/Atom dei vostri siti preferiti è possibile controllare velocemente le modifiche recenti ed essere notificati ogni qual volta nuovi contenuti sono pubblicati.

Per la distribuzione dei contenuti è necessario realizzare un apposito file contenente le informazioni relative ai rispettivi aggiornamenti. Questo file prende il nome di *feed* o eventualmente *newsfeed*, proprio per la sua caratteristica di fornitore di notizie. Ciascun feed rappresenta un canale al quale è possibile iscriversi.

---

<sup>35</sup> <http://digg.com/>

<sup>36</sup> <http://reddit.com/>



## 2.4 Folksonomie

Folksonomia è un neologismo derivato dal termine di lingua inglese *folksonomy* che descrive una categorizzazione collaborativa di informazioni mediante l'utilizzo di parole chiave (dette anche *tag*) scelte liberamente. L'origine dell'unione delle parole *folk* (o *folks*) e *sonomy* (contrazione di tassonomia) è stata attribuita a Thomas Vander Wal [7].

In maniera più semplice e concreta, folksonomia si riferisce alla metodologia utilizzata da gruppi di persone che collaborano spontaneamente per organizzare in categorie le informazioni disponibili attraverso Internet.

Questo fenomeno, in contrasto con i metodi di classificazione formale (in particolare con la tassonomia classica), cresce soprattutto in comunità non gerarchiche legate ad applicazioni Web, attraverso le quali vengono diffusi contenuti testuali e/o multimediali. Considerato che gli organizzatori dell'informazione sono di solito gli utenti finali, la folksonomia produce risultati che riflettono in maniera più definita l'informazione secondo il modello concettuale della popolazione in cui il progetto viene realizzato.

In accordo con quanto detto da Vander Wal, le folksonomie sono il risultato di una collaborazione tra utenti che utilizzano opportuni metadati chiamati *tag* e rappresentano il libero etichettare delle informazioni e degli oggetti (per esempio gli URL) che gli utenti possiedono ed utilizzano spesso.

Etichettare le risorse<sup>37</sup> è una tecnica sviluppata in un ambiente sociale condiviso e aperto agli altri. Il Web si è evoluto diventando una piattaforma collaborativa grazie a forum, blog, wiki e gli utenti che utilizzano questi servizi non si limitano ad accedere ai contenuti ma li pubblicano e li modificano in maniera molto semplice. Una naturale conseguenza di quanto appena detto è l'aumento radicale della quantità di informazione pubblicata sul Web che porta ad un problema di gestione ed organizzazione della stessa: in particolare bisogna cercare di trovare rapidamente i dati quando un utente li ha bisogno.

Al contrario delle tassonomie, le folksonomie stanno riscuotendo un notevole successo<sup>38</sup> perchè utilizzano un approccio bottom up, ovvero, partendo dal basso e sviluppandosi verso l'alto, non richiedono la presenza di esperti per catalogare, ma chiunque può eseguire questa operazione. Le tassonomie e le ontologie invece utilizzano la strategia opposta, ossia un approccio top down che risulta particolarmente preciso nel dominio utilizzato ma scarsamente utilizzabile per il problema della catalogazione delle informazioni

---

<sup>37</sup> Da questo punto in poi chiameremo questa tecnica "tagging".

<sup>38</sup> <http://deli.ckoma.net/stats>

perchè restringe il campo d'azione ad un dominio specifico e vincola l'utilizzo dell'intero sistema solo agli esperti informatici.

### 2.4.1 L'evoluzione dei sistemi a tag

Molto tempo prima che le folksonomie ricevessero l'attenzione della comunità scientifica, numerose persone iniziarono a parlarne nei blog, descrivendone le caratteristiche e le dinamiche di utilizzo [8, 9, 10]. Parallelamente, il successo del primo sistema collaborativo basato sull'impiego dei tag ne ha incoraggiato la nascita di altri [11, 12].

Data il loro ampio utilizzo, i sistemi di tagging collaborativo hanno attirato l'attenzione di numerosi ed eterogenei gruppi di ricerca. Le scienze sociali studiano le implicazioni relative alla collaborazione tra utenti, cercando di spiegare come questi sistemi privi di vincoli funzionino. Per descrivere queste dinamiche James Surowiecki esprime la teoria della "Saggezza della folla" (*Wisdom of Crowds* [13]). Applicato al Web, il processo di democratizzazione ha avuto un certo successo, ma non senza conseguenze [14]: il problema principale è che le valutazioni degli utenti non sono imparziali, ma spesso dipendono da precedenti valutazioni di cui si fidano incondizionatamente (questo tipo di "fiducia cieca" è ben descritta da Jaron Lanier in [15]); la conseguenza è che a volte le decisioni di pochi individui, a causa di un effetto a catena, hanno uno sproporzionato impatto sul comportamento di un intero gruppo (come Malcolm Gladwell ha descritto in [16]).

Le scienze cognitive sono interessate ad un'altra spiegazione per la popolarità dei sistemi a tag, sia in termini di processi cognitivi [17] che comportamentali [18]. In quest'ultimo caso, il concetto di *rinforzo* è piuttosto importante: gli utenti continuano a taggare perchè ricevono una gratificazione istantanea quando lo fanno, avendo accesso a più informazioni di quante hanno taggato si vedono in qualche modo interconnessi con una comunità (il concetto di gratificazione istantanea come uno dei principali incentivi all'interno di un sistema collaborativo è ben descritto in [19, 20, 21, 22]). Infine c'è chi, come Peter Merholz [23], fa un'analogia tra l'uso dei tag all'interno di una folksonomia e la nascita di un sentiero in un paesaggio urbano dovuta al continuo passaggio a piedi: entrambi descrivono come gli utenti scelgano di muoversi *prima* che un percorso sia stato creato.

Più recentemente, sono stati pubblicati articoli scientifici che descrivono la struttura, le dinamiche e la semantica dei sistemi di tagging collaborativo. In particolare è stato proposto un *modello di grafo tripartito* per le folksonomie, il quale permette di comprendere maggiormente e studiare le relazioni tra gli utenti, i tag e le risorse ([24, 25]).

### 2.4.2 Benefici e limiti delle folksonomie

Uno dei principali punti di forza delle folksonomie è legato al concetto di riutilizzo del tag ossia un tag può essere utilizzato più volte per catalogare una o più risorse, fornendo così informazioni riguardo la popolarità del tag stesso e l'area di interesse dell'utente. Spesso si parla anche di multidimensionalità dei tag proprio perchè ogni utente può utilizzare un grande numero di etichette per esprimere un concetto e può, allo stesso tempo, combinarle tra loro per rendere più precisa la catalogazione.

Quando si crea un nuovo tag non vi sono particolari restrizioni, si può decidere di utilizzare la propria lingua madre oppure uniformare il tag in lingua inglese. Le folksonomie non esprimono alcun vincolo proprio perchè il tag è una etichetta che l'utente usa per poter catalogare un concetto che conosce, la scelta non avviene a caso, ma cade su una o più parole che permettono all'utente che ha condiviso la risorsa di ricercarla ed accedervi rapidamente. Generalmente, un utente è portato ad utilizzare come tag le parole più importanti del documento, o più in particolare del concetto che vuole esprimere; i tag permettono quindi di sottolineare quali sono i concetti fondamentali che si possono ritrovare all'interno della risorsa.

Come detto in precedenza, ad ogni singolo concetto possono essere assegnati uno o più tag e, in molti sistemi di condivisione, ad ognuna di queste etichette è associata una collezione di oggetti. In Flickr, ad ogni tag è associata una collezione di fotografie; ognuna di queste contiene le foto di diversi avvenimenti quali un compleanno, le vacanze, un matrimonio etc.; creando delle piccole collezioni all'interno della principale ed utilizzando dei tag specifici per catalogare ogni sotto collezione possiamo migliorare il metodo di ricerca, e partendo dal tag riusciamo a risalire rapidamente alle fotografie che più ci interessano.

Tutti questi fattori positivi hanno portato i sistemi a tag a ricoprire un ruolo importante nel Web collaborativo contribuendo sempre più ad arricchire la conoscenza globale e favorendo lo sviluppo di comunità cresciute attorno ad interessi comuni. Nasce proprio dagli utenti l'idea di sviluppare convenzioni personali che nascono e si mantengono grazie al consenso della comunità: l'utente valuterà i tag e i contenuti delle risorse e tenderà ad utilizzare un tag esistente per poter sfruttare collegamenti utili già creati in precedenza da altri.

È evidente come molte delle caratteristiche delle folksonomie sopracitate possano sicuramente rappresentare un beneficio per la comunità, ma allo stesso tempo possano portare a problemi di efficacia nella classificazione e nella gestione delle informazioni. Innanzi tutto la semplicità e la facilità di

utilizzo dei tag può causare scelte sbagliate durante il processi di classificazione: bisognerebbe pensare quindi a delle semplici regole di interpretazione ed utilizzo dei tag stessi.

I tag inoltre non tengono conto di problemi come la polisemia, la sinonimia o l'omonimia e possono essere utilizzati con diversi livelli di specificità da uno o più utenti. Ogni utente è libero di taggare le proprie risorse con ogni tipo di stringa: termini differenti possono essere usati per lo stesso concetto, oppure un unico termine può definire concetti eterogenei. Ad esempio potremmo ritrovare la parola 'jaguar' in un contesto di animali oppure in un contesto informatico.

Il problema dell'ambiguità lessicale è ereditato dalle lingue stesse: numerose parole hanno molteplici significati. A tal proposito arrivano in soccorso strumenti come i vocabolari, costruiti per specifiche comunità in un contesto ben definito.

Inoltre i sistemi di social tagging sono vulnerabili allo spam e a pratiche che possiamo definire "maliziose": se qualcuno volesse inserire volutamente dei tag fuorvianti, è libero di farlo perchè non è definito nessun controllo nè sui tag nè sulle risorse. Per questo motivo, le folksonomie sono caratterizzate da una mancanza di precisione quando gli utenti usano impropriamente i tag.

Folksonomie come Delicious funzionano bene perchè attraggono sotto-comunità di utenti interessati agli stessi argomenti. Allo stesso tempo però queste comunità sono molto piccole in confronto all'intera popolazione del Web, così come le pagine taggate sono solo una frazione di tutte le pagine esistenti. Oltre ai limiti strutturali bisogna anche considerare anche alcuni limiti implementativi: i risultati di una ricerca di un tag all'interno di Delicious sono limitati a 10000 risultati.

## Capitolo 3

# Impostazione del problema di ricerca

*“Houston abbiamo un problema”  
“... ci sono 642 cose che devono accadere in sequenza  
noi siamo solo alla numero 8”.*

Apollo 13

Obiettivo di questo lavoro di tesi è quello di migliorare i sistemi collaborativi attraverso l'uso di modelli e tecnologie proprie del Web Semantico. I vantaggi di una contaminazione tra questi sistemi e le tecnologie del Web Semantico sono duplici: da un lato la mole di informazione creata dalla partecipazione di molti utenti in un ambiente collaborativo può essere meglio sfruttata e ricercata con l'aggiunta di semantica; dall'altro la comunità del Web Semantico può trarre vantaggio dalla collaborazione spontanea degli utenti per aumentare la conoscenza descritta con rappresentazioni formali, rendendola disponibile per altre applicazioni.

Le problematiche affrontate in questo lavoro di tesi sono recenti: per questo motivo vengono presentate e criticate differenti alternative prima di fornire una dettagliata descrizione del nostro contributo.

### 3.1 Condividere e ricercare informazioni

Come affermato nel Capitolo 2, le ontologie coprono un ruolo rilevante nella visione del Web Semantico, in quanto permettono di fare fronte a rappresentazioni eterogenee di risorse Web, fornendo una comprensione comune di un dominio che possa poi essere condiviso tra agenti [1].

Tuttavia il processo di sviluppo di un'ontologia è tipicamente guidato da una singola persona o da piccoli gruppi di esperti, relegando gli utenti ad un ruolo meramente passivo. Questo approccio elitario nella costruzione delle ontologie frena lo scopo primario che è la condivisione di conoscenza su larga scala.

Il raggiungimento di un'ampia partecipazione nel processo di sviluppo di ontologie è ostacolato anche dall'assenza di strumenti semplici e *user-friendly*. Queste premesse frenano la condivisione di informazioni e prospettano un limitato impiego delle ontologie.

Parallelamente a queste tematiche, assistiamo anche alla costante crescita di contenuti, *non strutturati*, sul Web. Tanto più le informazioni disponibili sul Web crescono ogni giorno in modo costante, quanto più il compito di *classificazione* è critico. I tradizionali approcci top down si stanno rendendo inadeguati e nuovi sistemi collaborativi come le *folksonomie* stanno emergendo. Lo stesso paradigma usato nella ricerca di informazioni sta gradualmente mutando.

Fatte queste considerazioni, in questo capitolo presentiamo il contributo apportato dal nostro lavoro di tesi, che può essere riassunto nei seguenti punti: (1) permettere agli utenti di organizzare le proprie informazioni, partendo da una struttura di conoscenza prearrangiata, (2) avvantaggiarsi del contributo degli utenti per riflettere in maniera più adeguata l'evoluzione collaborativa di una struttura di conoscenza; infine (3) unire questi sforzi per integrare un'ontologia con una folksonomia, creando cioè una folksologia, migliorando le possibilità di ricerca e navigazione.

### 3.2 Le ontologie come strumento di ricerca

Come ricordato nei capitoli precedenti, un'ontologia definisce un vocabolario comune per chiunque voglia condividere informazioni su un dominio. Inoltre ogni ontologia incorpora la definizione dei concetti del dominio che descrive e la relazione tra di essi; caratteristica fondamentale è che queste informazioni sono interpretabili dalle macchine. Lo sviluppo ed il mantenimento di una ontologia è dunque un processo utile se non indispensabile in determinati

ambiti; in particolare, i vantaggi nell'utilizzo di un'ontologia si hanno quando si ha la necessità di:

- *condividere una comprensione comune circa la struttura delle informazioni tra persone o agenti software*: supponiamo che differenti siti Web contengano informazioni mediche e forniscano servizi di e-commerce. Se questi siti condividessero e pubblicassero la stessa struttura ontologica dei termini usati, allora sistemi informatici ad hoc potrebbero estrarre ed aggregare informazioni da questi siti. Sarebbe poi possibile, tramite queste informazioni, rispondere a specifiche richieste dell'utente.
- *permettere il riuso di domini di conoscenza*: spesso è utile, invece che partire da zero, integrare ontologie di dominio già esistenti e adattarle alle proprie necessità. Ad esempio in molti ambiti è necessaria la rappresentazione del concetto di *tempo*; questa rappresentazione include il concetto di intervallo di tempo, istanti di tempo, misure relative etc. Se un gruppo di ricercatori sviluppasse un'ontologia su queste tematiche, altri la potrebbero riusare. Altrimenti, se dovessimo costruire un'ontologia molto ampia, potremmo integrare ontologie già esistenti che descrivono porzioni del nostro dominio di interesse. Potremmo anche riusare un'ontologia generalista, come UNSPSC<sup>1</sup> ed estenderla per descrivere il nostro dominio.

### 3.2.1 La costruzione di un'ontologia

Durante il processo di realizzazione/mantenimento di un'ontologia è importante ricordare che:

- non esiste un modo corretto per definire un dominio: ci sono sempre alternative possibili, la migliore soluzione dipende dall'applicazione che si considera e quali estensioni andranno anticipate;
- lo sviluppo di un'ontologia è necessariamente un processo iterativo;
- i concetti all'interno dell'ontologia dovrebbero corrispondere a oggetti (fisici o logici) del mondo che si descrive, così come le relazioni a verbi o parole significative.

### 3.2.2 L'efficacia delle ontologie

Schematicamente, le ontologie presentano le seguenti caratteristiche:

---

<sup>1</sup> <http://www.unspsc.org/>

- forniscono un vocabolario di termini;
- nuovi termini possono essere formati aggiungendo relazioni tra termini già specificati;
- il significato (semantica) di ogni termine è specificato in maniera formale;
- si possono definire relazioni tra termini in differenti ontologie.

Il processo di ricerca di informazioni può ricevere una spinta propulsiva dall'impiego delle ontologie: infatti, previa conoscenza del dominio di interesse da parte dell'utente, si possono fornire una serie di risultati qualitativamente migliori, in quanto l'area di ricerca si colloca in una struttura gerarchica ben definita.

Il concetto stesso di struttura gerarchica fa emergere un'ulteriore caratteristica delle ontologie: per poter sfruttare appieno l'interconnessione tra i concetti dell'ontologia bisogna fornire all'utente uno strumento grafico intuitivo e navigabile.

### 3.3 Le folksonomie come strumento di ricerca

Il successo delle folksonomie è sotto gli occhi di tutti: siti come Delicious e Flickr registrano un costante aumento di utenti e parallelamente di contenuti taggati ogni giorno<sup>2</sup>. Il costo totale per gli utenti di questi sistemi in termini di tempo e sforzo è nettamente minore rispetto a quello necessario per il corretto utilizzo di sistemi che si basano su complesse classificazioni gerarchiche e schemi di categorizzazione. Inoltre il contesto d'uso di questi sistemi ha una forte connotazione sociale, dato che il numero di utenti coinvolti quotidianamente è di diverse migliaia.

Ognuno può partecipare alla realizzazione di una folksonomia: i costi in termini di tempi di apprendimento sono bassissimi. Si ha poi un riscontro immediato di quanto fatto: appena una risorsa è stata taggata può essere ricercata ed apparirà insieme alle altre risorse a cui è stato applicato quello stesso tag.

#### 3.3.1 Caratteristiche delle folksonomie

Sinteticamente, le folksonomie presentano le seguenti caratteristiche:

---

<sup>2</sup> <http://deli.ckoma.net/stats>



- sono basate su un sistema bottom up: l'utente utilizza il sistema senza seguire regole rigorose;
- non esiste un vocabolario prefissato di tag: ogni utente è libero di etichettare le risorse come preferisce;
- il significato (semantica) di ogni termine non è definito: il tag in sé è una semplice stringa di testo;
- nessuna struttura: non è presente alcuna gerarchia;
- nessuna relazione tra i diversi tag: ogni tag è indipendente dagli altri;
- nessuna autorità: ogni utente partecipa in modo autonomo;
- sono distribuite;
- sono collaborative.

Tra i principali aspetti innovativi che troviamo nelle folksonomie vi è la possibilità di associare tag a contenuti di altri utenti ricevendo un riscontro immediato. Nelle folksonomie si ha immediatezza nel feedback in quanto ogni utente ha la possibilità di vedere tutte le risorse a cui è assegnato lo stesso tag e viceversa vedere tutti i tag associati alla medesima risorsa.

Muta anche il modo di comunicare tra gli utenti: non vi sono regole ben precise sulla creazione di tag ma vi è una sorta di negoziazione del significato dei tag: un utente avrà la possibilità di cambiare o aggiungere un nuovo tag senza mai essere forzato nelle proprie decisioni.

Tra i pregi delle folksonomie annoveriamo infine la semplicità di utilizzo, i costi limitati e la facilità di adattamento alle necessità degli utenti. Infine non sono un vocabolario predefinito ma riflettono il vocabolario degli utenti e favoriscono la creazione di comunità on line.

Anche gli aspetti prettamente sociali nell'uso di sistemi collaborativi non vanno sottovalutati. Si assiste sovente alla nascita di acronimi che non hanno alcun significato al di fuori della comunità in cui vengono utilizzati. In Flickr il tag 'sometait hurts' ("so meta it hurts") è associato ad una collezione di immagini riguardanti Flickr e le persone che usano questo sistema. Questo è un classico esempio in cui un tag è utilizzato come strumento comunicativo. Solamente taggando le proprie fotografie con 'sometait hurts' un utente si può unire alla discussione fotografica.

### 3.3.2 Limiti delle folksonomie

Nonostante gli aspetti positivi, precedentemente evidenziati, le folksonomie presentano ancora limiti e problemi aperti. In particolare ci sono due problematiche: una è prettamente semantica, mentre l'altra è più legata ad aspetti sociali.

La limitazione relativa alla semantica è che, allo stato attuale, il significato associato ad ogni tag è in qualche modo poco chiaro, soprattutto se si considerano aspetti quali *polisemia*, *sinonimia* e cambiamenti minimi quali singolari/plurali [26] nei tag; quanto è stato finora fatto all'interno della comunità scientifica consiste nell'estrapolare il significato di un tag attraverso tecniche statistiche o di clustering.

Altri problemi sono invece relativi al fatto che in alcuni sistemi collaborativi gli utenti contribuiscono valutando e commentando le risorse taggate (che possono essere notizie, link o altro). È dunque lecito chiedersi quanto queste valutazioni possano essere fidate, considerando che non tutti coloro che partecipano sono esperti di un settore.

Nel seguito cercheremo di definire meglio queste problematiche.

#### Ambiguità

Senza utilizzare un vocabolario controllato che sia condiviso all'interno di un sistema i termini utilizzati in una folksonomia sono intrinsecamente ambigui dato che gli utenti assegnano i tag a risorse in modo differente. Inoltre non ci sono esplicite linee guida nell'utilizzo dei termini: per questo motivo ad esempio la ricerca del tag 'jaguar', non essendo definito in un particolare dominio, porta a risultati relativi a vetture, computer o animali.

#### Spazi e parole multiple

Sia Delicious che Flickr sono progettati per gestire singole parole. Delicious non permette di utilizzare spazi nei nomi dei tag, mentre Flickr sì. In alcuni casi, parole multiple sono usate insieme per definire un tag, senza gli spazi. Questo potrebbe riflettere il desiderio degli utenti di definire una gerarchia attraverso l'uso di un singolo tag, oppure identificare una categoria che abbia molteplici termini (ad esempio 'design/css').

#### Sinonimi

Nei sistemi a tag non esiste alcun controllo dei sinonimi. Ciò porta a tag che hanno significati comuni (ad esempio 'mac', 'macintosh') ma che non sono in alcun modo intrinsecamente legati tra loro. Molto presenti sono

inoltre parole singolari e plurali. Questi problemi sono la ragione per cui i vocabolari controllati sarebbero una soluzione per queste problematiche. Tuttavia, l'impiego di vocabolari controllati appare impossibile da attuare in sistemi come Delicious e Flickr.

### Il contributo degli utenti

Spesso nei sistemi collaborativi il contributo degli utenti è influenzato da valutazioni di altri utenti di cui si fidano incondizionatamente. Questo tipo di “fiducia cieca”, ben descritta da Jaron Lanier in [15], ha come conseguenza che spesso la decisione di pochi individui, con un effetto a catena, influenza in modo sproporzionato il comportamento di un intero gruppo.

## 3.4 Differenze tra ontologie e folksonomie

Presentiamo ora in modo schematico le caratteristiche delle due tecnologie descritte nei paragrafi precedenti.

<b>Caratteristiche</b>	<i>Ontologie</i>	<i>Folksonomie</i>
Struttura	Limitata	Non strutturate
Categorie	Formali	Informali
Entità	Stabili e ristrette	Instabili e non ristrette
<b>Partecipanti</b>	<i>Ontologie</i>	<i>Folksonomie</i>
Utenti	Coordinati ed esperti	Non coordinati e non esperti
Autorità	Fonti autoritative	Nessuna figura autoritativa
Catalogazioni	Esperte	Non esperte

**Tabella 3.1:** Differenze tra ontologie e folksonomie

Un'ontologia è uno schema che permette di organizzare oggetti e idee in base al loro significato semantico. Una folksonomia non è uno schema, ma piuttosto una pseudo-organizzazione di oggetti che cresce attorno al tagging sociale. Le ontologie sono difficilmente modificabili a causa di un approccio top down, mentre le folksonomie si auto-aggiornano ma non hanno una struttura ben definita. Attualmente le folksonomie e quindi i sistemi a tag sono molto utili per ricercare qualcosa che è stato taggato precedentemente, non vanno però bene per sistemi formali, rigidi e gerarchici. In sostanza possiamo dire che le folksonomie sono utili quando c'è la necessità di collegare utenti a risorse e ciò lo si può fare per mezzo dei tag. Al contrario le ontologie vengono usate per sistemi in cui le informazioni devono essere rigidamente organizzate in gerarchie.

## 3.5 Folksologie

Immaginiamo di poter combinare in una unica applicazione i benefici delle folksonomie con quelli delle ontologie: nasce un nuovo tipo di sistema di condivisione della conoscenza chiamato folksologia.

“Folksologia” è un neologismo coniato da Stefano Mazzocchi [27] in analogia con al termine “folksonomia” creato da Thomas Vander Wal. In una folksologia gli utenti possono istanziare o modificare classi e proprietà di una ontologia e contemporaneamente gestire sistemi a tag. In realtà dobbiamo dire che questa tecnica non ha uno schema ben definito come può essere per le folksonomie ma annovera al suo interno diversi modelli in cui si è cercato di combinare i due principali sistemi di condivisione della conoscenza.

Nelle folksologie abbiamo una caratterizzazione prettamente sociale che punta al superamento del dualismo tra ontologie e folksonomie: si tratta di consentire alla comunità di utenti non solo di classificare i contenuti secondo uno schema semantico dato (una ontologia) ma di poter modificare le classi che costituiscono gli schemi premiando o punendo con un sistema di credito/discredito le classificazioni più o meno utilizzate dalla comunità.

Il processo di sviluppo di queste nuove tecniche è tuttora in fase di studio da parte di numerosi gruppi di ricerca; fino a questo momento, le ricerche effettuate si sono mosse verso una specifica direzione: partendo dalle folksonomie, si cerca di realizzare nuove ontologie grazie all’interazione sociale di svariati sistemi a tag. In questa prospettiva possiamo definire due diversi approcci: il primo si preoccupa di realizzare una ontologia che descriva il sistema a tag, il secondo invece mette in relazione un sistema a tag con un’ontologia.

### 3.5.1 Ontologie di dominio ricavate da sistemi a tag

Come già descritto ampiamente nel capitolo precedente, i sistemi a tag permettono agli utenti di collaborare su vasta scala attraverso l’utilizzo di semplici tag. Questi sistemi danno la possibilità di associare ad ogni metadato uno o più oggetti, andando così a contrapporsi a tecnologie più rigorose dove ogni risorsa ha esattamente un indice assegnato in base ai propri contenuti. È facilmente intuibile che gli utenti di un sistema a tag possano taggare velocemente un grande numero di risorse; queste etichette però sono semplici stringhe di testo che non contengono al loro interno della semantica, ovvero non hanno né le informazioni aggiuntive sulla risorsa appena taggata, né sul concetto che si vuole rappresentare.

Questa mancanza di informazione nei tag riduce la facilità di navigazione;

al momento un utente può visionare gli oggetti appartenenti ad un sistema a tag muovendosi su tre strade differenti: (1) attraverso una lista di tutte le risorse che sono taggate con il tag in esame, (2) attraverso una lista dei tag più popolari del sistema, (3) attraverso una lista dei tag che sono in relazione con il tag in esame.

Tuttavia, queste limitazioni rendono difficile la possibilità di dedurre eventuali relazioni tra risorse. Per ovviare a questo problema si è cercato di creare delle applicazioni in grado di costruire automaticamente un sistema gerarchico dei tag. Questa tecnica, descritta ampiamente da Sanderson e Croft [28], permette di capire come è possibile ottenere una classificazione gerarchica di concetti (tassonomia) partendo da un insieme di documenti senza usare tecniche di *training dei dati* o tecniche standard di *clustering*. In altre parole, il testo estratto dai documenti viene classificato sfruttando sussunzioni, particolari relazioni di specializzazione tra concetti.

L'obiettivo principale di questa tecnica di recupero delle informazioni è quello di riuscire a organizzare i contenuti di più documenti in una struttura gerarchica che deve essere il più possibile simile ad una tassonomia costruita ad hoc. L'unica differenza che deve esserci tra la tecnica automatica e quella manuale riguarda la creazione delle categorie di concetti: nel primo caso sarà una creazione dinamica, personalizzata sulla base degli argomenti trattati all'interno dei documenti, nel secondo caso, invece, una costruzione statica, essendo la struttura stata decisa a priori dal creatore. Per esempio, da una collezione di articoli sugli sport, la categoria *Sport di squadra* potrebbe apparire nel livello superiore della nostra classificazione; un gradino più in basso, si potrebbe trovare la categoria *Basket*, un sottotipo di *Sport di Squadra*, e più sotto ancora la categoria *Giocatori e Giocatrici*, ossia un aspetto rilevante di *Basket*. È facile da notare che la disposizione delle categorie all'interno della struttura è assolutamente dinamica e fornisce una panoramica delle tematiche trattate all'interno dei documenti testuali.

Il metodo classico usato ormai da molti anni a questa parte per associare documenti è chiamato *polythetic clustering* [29] in cui ogni *cluster* è un gruppo costituito da un insieme di parole o frasi correlate tra loro. L'adesione di un documento ad un cluster è basata sul possesso di una frazione di termini sufficientemente grande che sono definiti all'interno del cluster. Un esempio di questa tecnica è mostrato in *Reexamining the Cluster Hypothesis: Scatter/Gather on Retrieval Results* [30].

Una tassonomia realizzata con il metodo *polythetic cluster* è abbastanza differente da una classificazione costruita ad hoc. Ritornando all'esempio fatto in precedenza, si può notare come ogni nodo è definito come una singola caratteristica indipendente dalle altre: sport di squadra, basket, etc. Queste

singole categorie vengono chiamate *monothetic cluster*: cluster in cui la partecipazione è basata su una sola funzionalità.

Questo nuovo tipo di clustering presenta due sostanziali vantaggi rispetto al modello descritto in precedenza: il primo è la relativa facilità con cui ogni utente può capire l'argomento trattato all'interno del cluster; il secondo è quello di garantire che un documento appartenente al cluster tratterà sicuramente delle tematiche descritte all'interno del cluster stesso.

Attualmente le forme comuni di tassonomie realizzate con la tecnica *monothetic* sono ben note ed utilizzate nei sistemi di categorizzazione automatica come in Yahoo<sup>3</sup>.

Molte attività di ricerca hanno condotto alla costruzione automatica di una gerarchia di concetti; l'obiettivo di questa tecnica è quello di automatizzare la costruzione gerarchica di termini. Inizialmente questa tecnica è stata impiegata per estrarre parole da documenti di testo. Nulla vieta di applicare queste tecniche a sistemi a tag, dato che i tag sono semplici stringhe di testo. A tal proposito sono state realizzate cinque regole principali da seguire:

- i termini devono riguardare gli stessi argomenti descritti dalla gerarchia;
- ogni classificazione deve essere fatta in modo che un termine padre tratti un concetto più generale dei suoi figli, il che significa che il concetto dei figli è sussunzione del concetto del padre;
- i figli devono coprire un sottoargomento del padre;
- creando una gerarchia stretta, dove ogni figlio ha un solo padre, non è importante che la struttura sia un insieme di grafi aciclici;
- per i termini ambigui devono essere previste diverse voci nella classificazione, uno per ogni significato diverso del termine che troviamo nei documenti.

Come citato nei paragrafi precedenti, per creare una gerarchia di concetti si è deciso di utilizzare le nozioni di sussunzione, definendo la seguente regola da seguire per due termini generici,  $x$  e  $y$ , in cui assumiamo che  $y$  è sussunto da  $x$ :

$$P(x|y) = 1, P(y|x) < 1$$

In altre parole la probabilità di ottenere  $x$  dato il termine  $y$  è pari ad uno perchè  $x$  è un concetto più generale rispetto ad  $y$  e sicuramente sarà possibile individuare l'argomento globale della classificazione partendo dal concetto

---

<sup>3</sup> <http://www.yahoo.com>

più specifico; di conseguenza possiamo fare anche la considerazione inversa e dire che la probabilità di derivare  $y$  partendo da  $x$  è sicuramente inferiore ad uno. Queste considerazioni ci portano a dire che  $y$  è sussunto da  $x$  e siccome ci troviamo in una gerarchia, sulla base delle cinque regole citate in precedenza, possiamo dire che  $x$  è padre di  $y$ .

Sebbene un buon numero di coppie di termini rispecchi questa condizione, si è notato che alcune di queste vengono scartate perchè non si riesce a dedurre il termine  $x$  partendo da  $y$ : essendo questa proprietà bayesiana troppo restrittiva, si è pensato di ridefinire la condizione in questo modo:

$$P(x|y) \geq 0.8, P(y|x) < 1$$

dove il valore 0.8 è stato scelto empiricamente effettuando un'analisi informale sulle sussunzioni tra le coppie. Queste relazioni si limitano a legare concetti tra loro ma di contro non tengono in considerazione il fatto che i figli possono avere più di un padre.

L'ultima delle cinque regole espresse in precedenza metteva in evidenza un problema molto complesso: l'ambiguità di un concetto. Per ogni termine che viene estratto e poi inserito nella nostra classificazione, è necessario conoscerne il significato. Anche se molte attività di ricerca sono state impiegate per migliorare la disambiguazione automatica [31, 32], la poca accuratezza e lo scarso utilizzo di questi strumenti hanno effettivamente precluso la possibilità di disambiguare testi. Tuttavia, nella maggior parte delle volte si decide di aggirare questo problema andando a scegliere uno solo dei tanti significati che la parola può assumere verificando che il significato sia congruente con l'argomento trattato nella classificazione in esame.

Concludendo, grazie ad uno studio su piccola scala, possiamo affermare che i concetti generati automaticamente emulano le proprietà delle gerarchie realizzate da tecnici manualmente.

### **Esempi di impiego di questa tecnica**

La tecnica di Sanderson e Croft appena descritta può essere ripresa ed adattata per i sistemi a tag: al posto di estrarre parole o frasi da documenti si possono estrarre tag che, come noto, sono semplici stringhe di testo. Il caso di studio che prenderemo ora in esame è ampiamente trattato in *Inducing Ontology from Flickr Tags* [33] e si basa sull'idea generale di folksologia: un utente non dovrebbe scegliere tra un modello basato sui tag o un modello basato sulle tassonomie.

Questo progetto si basa su un sistema flessibile che permetta di sfruttare le

prerogative dei sistemi a tag aggiungendo però i benefici di una ontologia in cui cercare ed esplorare concetti.

Grazie alle idee descritte nel semplice modello statistico basato sul concetto di sussunzione, Clough ed il suo gruppo di ricerca riuscirono a classificare fotografie di una collezione storica. La tassonomia risultante, in realtà, non è perfetta ma al suo interno si possono trovare dei termini non corretti, il cosiddetto “rumore”.

Molti altri esperimenti hanno portato ad indurre ontologie usando tecniche statistiche NLP, inclusi Hearst [34, 35] e altri che dipendono dalla grammatica del linguaggio naturale. Sono stati fatti anche ulteriori esperimenti utilizzando WordNet. Non sono mancati però i problemi: proprio WordNet infatti è basato su un vocabolario inglese standard che è difficile da adattare a modelli dinamici [36].

Partendo dall’analisi statistica di un termine qualsiasi  $x$  si vede se è in relazione con un altro termine  $y$  in base ai criteri di somiglianza presentati precedentemente. La presenza di un numero elevato di termini porta alla costruzione di un albero spesso sbilanciato e non privo di errori.

Un altro esempio molto simile nel quale si possono riscontrare le stesse problematiche riguarda la costruzione di un algoritmo per la realizzazione di ontologie volte a descrivere un sistema a tag [37]. Questo sfrutta le nozioni di somiglianza che sono rappresentate implicitamente nei dati generati dagli utenti quando taggano risorse. Questo algoritmo porta alla realizzazione di un sistema a tag chiuso in grado però di consentire agli utenti di utilizzare le convenzioni naturali del loro linguaggio. L’esempio che andremo a descrivere riguarda la comunità CSCW (*Computer-Supported Cooperative Work*)<sup>4</sup> e si preoccupa di studiare i metadati, capire quale è il modo migliore per effettuare una categorizzazione e cercare di creare una conoscenza comune attorno ad un determinato oggetto.

Recenti lavori hanno mostrato che metadati estratti da una collezione di documenti posseggono interessanti caratteristiche sociali e contestuali; particolarmente interessante è capire come è possibile creare astrazioni condivise partendo dai dati di singoli utenti.

La creazione della conoscenza in una via indiretta porta a generare una tassonomia da dei dati non strutturati che presenta numerosi problemi già nella fase immediatamente successiva alla realizzazione; la mancanza di struttura, l’ambiguità lessicale, problemi di vocabolario (sinonimi), l’incapacità dell’utente di esprimere un concetto con parole corrette e tutti i limiti relativi alle folksonomie portano ad avere come risultato una valanga di tag fuorvianti.

---

<sup>4</sup> <http://www.cscw2008.org/>



Entrando nel dettaglio, l'algoritmo sfrutta la teoria dei grafi e in particolare associa un concetto generale ad un singolo nodo di un albero che diventa il nodo radice. Successivamente, viene analizzato un tag alla volta, controllata la somiglianza e l'appartenenza all'argomento, il tag in esame diventa figlio del nodo radice e quindi aggiunto in ordine decrescente alla tassonomia. Secondo quanto citato nei paragrafi precedenti, tutti i figli quindi saranno legati tra loro attraverso una relazione di somiglianza. Nel caso in cui un tag non sia figlio di nessuno, ossia non sia simile con nessun altro concetto, viene aggiunto nel grafo all'altezza della radice.

Dai test effettuati si è potuto notare come funzioni molto bene per grossi volumi di dati. In realtà, per il corretto funzionamento devono essere fatte delle premesse iniziali: (1) bisogna ipotizzare che la rappresentazione degli archi è una rappresentazione gerarchica delle somiglianze, (2) indipendentemente dai dati che si utilizzeranno ci saranno sempre delle connessioni di disturbo dovute al rumore.

Senza queste assunzioni, non c'è modo di individuare una gerarchia usando i criteri di somiglianza. Vi è inoltre da fare un'ultima considerazione dovuta all'utilizzo di questi criteri: per sistemi automatici basati sulla statistica è molto più facile valutare la somiglianza tra concetti generali piuttosto che tra termini specifici; capire che *cat* e *dog* possono rispecchiare un criterio di somiglianza è più semplice rispetto a *siamese* e *poodle*.

### 3.5.2 Ontologie che mappano folksonomie

Dopo aver descritto come una ontologia possa descrivere un intero sistema a tag, andremo ora ad analizzare un secondo approccio, noto in letteratura come *Ontology matching*.

È risaputo come una delle cause del mancato utilizzo delle ontologie da parte di utenti generici è dovuto principalmente al fatto che sono di difficile interpretazione e al contempo utilizzabili solo in domini specifici. Questa carenza di diffusione è dovuta principalmente all'elevata barriera che si pone davanti all'utente quando decide di rappresentare dei concetti. Proviamo a descrivere quanto appena citato con un esempio pratico: nel linguaggio naturale ogni qualvolta si crea un neologismo, questo viene subito utilizzato nelle conversazioni e, solo nel momento in cui prende piede e diventa una parola di uso comune, viene inserito nelle nuove edizioni dei vocabolari. Per le ontologie avviene esattamente l'approccio inverso, un concetto potrà essere utilizzato solo se è già contenuto all'interno dell'ontologia stessa: è facilmente intuibile che solo un gruppo ristretto di esperti di questa ontologia potranno decidere quali termini usare.

In più, le ontologie sono espresse in un linguaggio formale potenzialmente difficile da capire ed interpretare. Infatti se un utente generico utilizza una determinata ontologia non è così ovvio che l'interpretazione del codice della stessa sia capibile da una qualsiasi persona; verrà però sicuramente interpretato in maniera corretta da strumenti automatici in grado di comprendere il linguaggio RDF/OWL. C'è una grossa differenza tra l'usabilità dell'ontologia e la sua creazione ed il suo mantenimento.

Con i tag invece si descrivono risorse attraverso semplici parole chiave. La scelta di un tag può essere soggettiva, può essere utilizzata in più contesti e può avere più rappresentazioni. Per essere chiari taggando si genera una vasta mole di dati che non sono solo legati ai semplici tag. Quando si utilizza un sito Web che ha al suo interno un sistema a tag possiamo individuare quattro entità: (1) i tag, (2) gli oggetti come ad esempio immagini o riferimenti bibliografici, (3) attori, (4) il sito Web contenente la folksonomia. Tempo addietro ci sono stati diversi studi per cercare di arricchire i tag con delle relazioni gerarchiche cercando di riuscire a creare ontologie grazie all'uso di risorse e tag. Tuttavia, le informazioni non sono solo ed unicamente legate ai tag ma sono relazionate in una dimensione sociale che comprende attori e oggetti come spiega bene il grafo tripartito [24].

Cercando un approccio del tutto alternativo, analizziamo una Social Network realizzata senza l'ausilio del grafo tripartito. Supponiamo che gli attori siano indirettamente collegati tra loro condividendo gli stessi tag o gli stessi oggetti.

La Figura 3.1 mostra un esempio di questo approccio: un attore  $A$  e un attore  $B$  sono collegati a  $tag3$  e gli attori  $B$  e  $C$  sono in relazione perché entrambi collegati con la risorsa  $oggetto5$ . Nel primo caso,  $A$  e  $B$ , avendo usato lo stesso linguaggio, sono tra loro in relazione, nel secondo caso lo sono anche  $B$  e  $C$  dato che si riferiscono alla stessa risorsa. Analizzando come i dati potrebbero assumere rilevanti relazioni, ne nascono di significative tra, ad esempio,  $oggetto1$  taggato dall'attore  $A$  e  $oggetto5$ , etichettato dall'attore  $B$ ; non è detto che però ci sia un legame, tutto dipende dall'interpretazione che è stata data a  $tag3$  nel momento in cui si ha taggato  $oggetto1$  e  $oggetto5$ ; se il significato è il medesimo, allora i due oggetti saranno simili, altrimenti no. Lo stesso ragionamento lo possiamo anche applicare quando dobbiamo valutare la relazione tra  $tag3$  e l'insieme di tag  $tag4$ ,  $tag5$ ,  $tag6$  dato che sono stati tutti usati per taggare la risorsa  $oggetto5$ . Comparando la tecnica usata in questo modello con quella descritta dal grafo tripartito, notiamo che questa è poco rigorosa: quello che noi abbiamo definito approccio alternativo non ci permette di dire con certezza se le risorse sono in relazione tra loro, lo stesso vale per gli attori ed i tag.

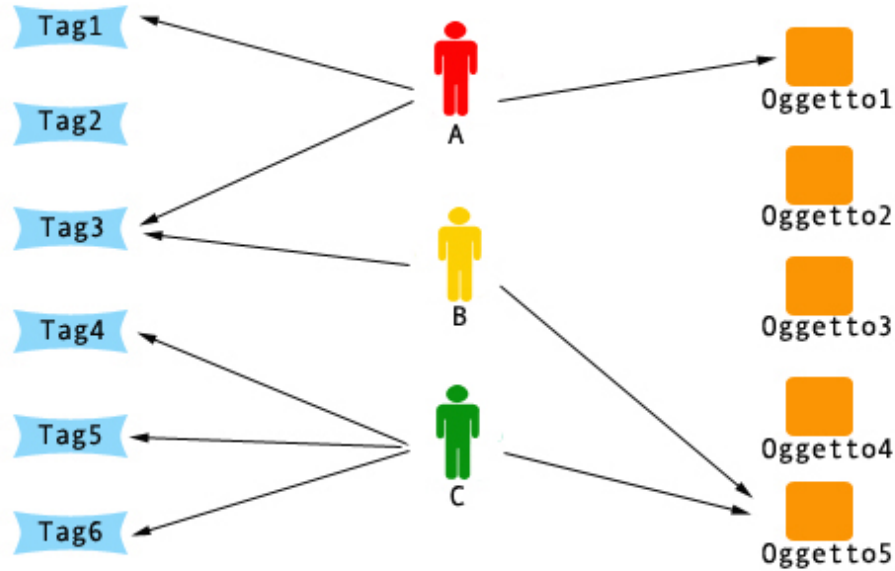


Figura 3.1: Rappresentazione della fase di tagging

Per ovviare a questo problema si utilizza il cosiddetto *Ontology matching*: trovare relazioni semantiche tra due ontologie. Nel processo di matching si ricevono in ingresso due ontologie, ognuna caratterizzata da un insieme di entità (classi, proprietà, ruoli, predicati) e in uscita si ottengono le relazioni (ad es. sussunzione, equivalenza) che esistono tra queste entità [38]. Le varie entità delle ontologie sono messe in corrispondenza tra di loro attraverso opportune metriche di *mapping* [39].

Vari esperimenti di matching sono stati effettuati recentemente, un esempio è descritto in *Towards a Theory of Formal Classification* [40]. in cui si propone una teoria di una classificazione formale, dove le etichette delle risorse ontologiche diventano veri e propri concetti. Ad ogni nodo è associata una formula normale che descrive i contenuti del nodo stesso. In *Semantic Matching* [41] si descrive un approccio utile per recuperare la conoscenza implicita contenuta all'interno di semplici tassonomie andando a focalizzarsi su un grafo di rappresentazione delle ontologie, rendendo difficile l'applicazione dello stesso in un sistema a tag. In *Ontology Merging for Federated Ontologies on the Semantic Web* [42] si descrive un metodo in cui, partendo da un insieme di documenti contenenti alcuni concetti e da una ontologia, si cerca di unire entrambi utilizzando il linguaggio naturale. Questi documenti devono essere rappresentativi nel dominio in questione e devono essere in

relazione all'ontologia.

### Esempi di impiego di questa tecnica

Dopo aver definito cosa si intende per *Ontology matching* ed aver citato alcuni esempi, andiamo ora a descrivere un approccio a questa tecnica che ai nostri occhi è risultato molto intuitivo ed allo stesso molto efficace. Parleremo ora di *FolksOntology* [43], un approccio ideato da Van Damme, Hepp e Siorpaes che mira ad utilizzare le risorse invocabili sul Web per costruire un'ontologia nata dalle interazioni sociali che si svolgono nel Web stesso. Questa tecnica si svolge in più passaggi: si da per scontato che gli algoritmi di analisi statistica ricevano in ingresso un insieme di tag che siano tutti uniformi tra loro. Bisognerà quindi fissare delle semplici regole di tagging da rispettare, come ad esempio tutte le etichette al singolare, o tutte al plurale, tutti i verbi all'infinito e così via. Logicamente, i tag di una folksonomia non sono tutti in questo modo, anche perchè è l'utente che decide chi e cosa taggare: di conseguenza, la prima operazione da svolgere consiste nell'uniformare ogni tag alle regole fissate. Più questa fase verrà curata, più l'algoritmo di analisi statistica sarà performante.

Queste analisi statistiche sono ulteriormente divise in sei passi:

1. Si determinano tutte le coppie di tag che sono in relazione con la stessa risorsa.
2. Si creano delle relazioni gerarchiche tra tag.
3. Si crea il grafo Attore-Tag in cui il peso dei tag è calcolato sulla base del numero di volte che l'attore ha usato il tag. In questa fase vengono anche usate le tecniche di clustering per determinare i sinonimi di uno specifico tag.
4. Si determina sempre attraverso il clustering l'insieme di attori appartenenti al sistema che hanno taggato risorse simili.
5. Si analizza la Social Network per vedere quanti e quali attori hanno usato lo stesso tag.
6. Si analizzano sempre attraverso le tecniche di clustering i gruppi simili tra loro.

Dopo la fase dedicata all'analisi statistica, si va a verificare che tutti i tag siano corretti. Si possono usare quattro risorse lessicali: Leo Dictionary<sup>5</sup>,

---

<sup>5</sup> <http://dict.leo.org/>

WordNet, Google e Wikipedia. Nel caso in cui un tag non è in relazione con nessuna risorsa, si controlla la frequenza di utilizzo di questo tag: una bassa frequenza indica che il tag potrebbe essere scritto in maniera non corretta mentre un valore alto sta a significare che il tag in esame è una nuova parola molto usata all'interno della comunità e che quindi potrebbe essere aggiunta nella lista delle parole nuove che verranno successivamente esaminate ed utilizzate dalla comunità stessa. Il passo successivo è il fulcro di tutta questa tecnica dove cioè si cerca di mappare l'insieme di tag acquisiti in precedenza con gli elementi di un'ontologia esistente. Una relazione dell'ontologia potrebbe essere riutilizzata più volte per mettere in relazione più termini. Il meccanismo è semi-automatico: si utilizzano risorse software, ma una prerogativa di fondo è il buon senso e l'intelligenza degli utenti.

I risultati trovati precedentemente devono essere confermati dalla comunità che trae numerose informazioni non solo dalle risorse ma anche dalle relazioni tra tag. Per questo, è stato introdotto un meccanismo di voto per le scelte compiute da ogni utente.

Questo approccio mira ad integrare le folksonomie al Web Semantico e si estende per mappare risorse e tag con concetti, proprietà e istanze all'interno di ontologie esistenti determinando così una relazione tra tag utile a tutta la comunità.

### 3.6 Un approccio alternativo

È evidente come le soluzioni precedentemente proposte abbiano la medesima direzione: partire da una folksonomia per derivare un'ontologia. In questo lavoro, invece, presentiamo un approccio duale. Partendo da un'ontologia andiamo ad interagire con una o più folksonomie.

Sinteticamente, il nostro sistema permette di:

- realizzare e mantenere ontologie attraverso una piattaforma Web user-friendly;
- ricercare informazioni all'interno di un'ontologia (e.g. concetti, relazioni, istanze);
- accrescere il campo di ricerca mappando all'ontologia una o più folksonomie.

#### 3.6.1 La piattaforma collaborativa

L'ontologia rappresenta il fulcro dell'applicazione. Per questo motivo si è realizzato uno strumento di supporto per permettere agli utenti di collabora-

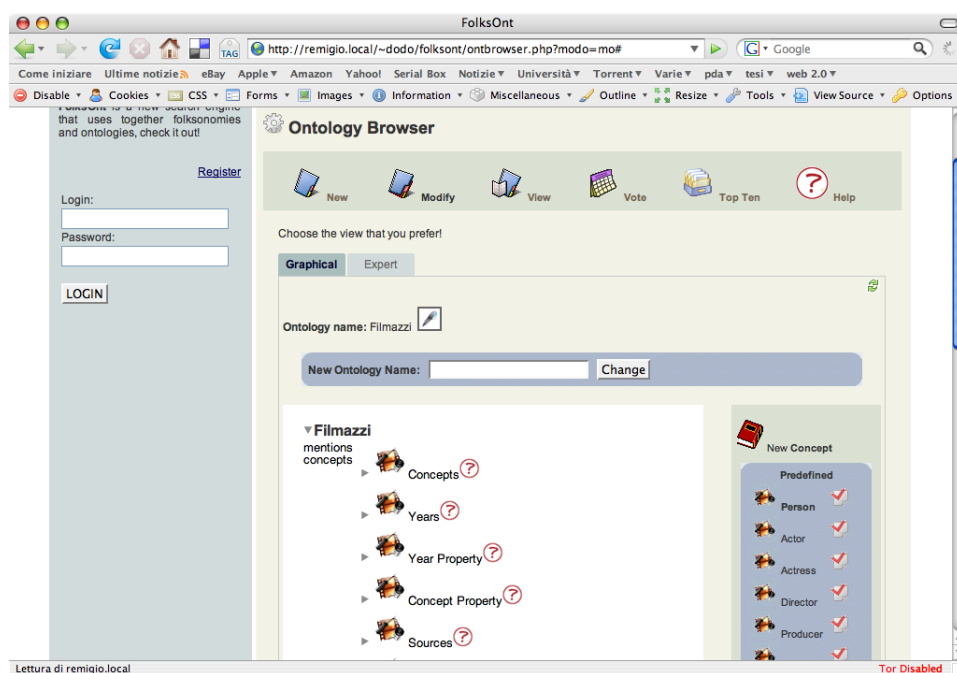


Figura 3.2: La piattaforma di editing collaborativo

re alla realizzazione e al mantenimento di un'ontologia (Figura 3.2). Questo processo è molto importante, in quanto l'ontologia è la base per effettuare una ricerca mirata e soddisfacente. I dettagli implementativi saranno discussi nel Capitolo 4.

L'ontologia rappresenta il dominio in cui l'utente vuole effettuare la ricerca; ad esempio, un appassionato di nuoto molto probabilmente utilizzerà un'ontologia relativa agli sport per avere una maggiore aderenza ai contenuti che desidera. Ovviamente la qualità dell'ontologia realizzata andrà ad influenzare l'accuratezza della ricerca, ma crediamo che il processo collaborativo possa portare a buoni risultati, permettendo di raffinare quanto realizzato. È stato inoltre realizzato un sistema di votazione, in cui le ontologie migliori possano facilmente distinguersi dalle altre.

Questa prima fase è molto importante, perchè pone le basi per definire i confini entro cui l'utente dovrà muoversi.

### 3.6.2 Navigazione e ricerca nell'ontologia

Una volta discriminata la base di conoscenza da cui partire, l'utente può iniziare a ricercare informazioni. Il vincolo del dominio permette di restringere drasticamente il campo di ricerca entro cui l'utente potrà muoversi,

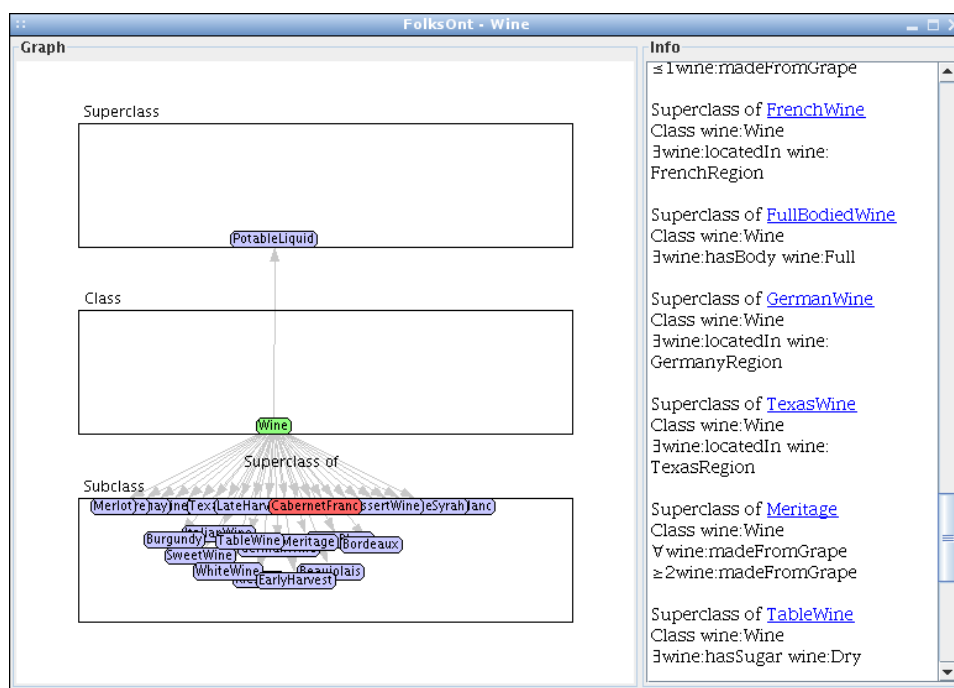


Figura 3.3: La piattaforma di navigazione

favorendo una pertinenza di contenuti decisamente più elevata.

Una volta immessa la parola chiave, quest'ultima viene ricercata all'interno dell'ontologia e, nel caso di esito positivo, si ha una visualizzazione grafica dell'ontologia, utile nel caso in cui fosse necessario un affinamento nella ricerca. Questo approccio da un lato avvicina anche un utente poco esperto alle ontologie, dall'altro permette di realizzare un paradigma di ricerca visuale, dando l'idea di una vera e propria navigazione, sino al raggiungimento di quanto desiderato (Figura 3.3). La presenza di una base di conoscenza navigabile in modo semplice ed intuitivo permette di definire sempre meglio quanto l'utente richiede. Riprendendo l'esempio precedente, l'utente interessato alle gare di nuoto, potrebbe benissimo navigare all'interno dell'ontologia dello sport sino a giungere alla sottoclasse 'stile libero'. Ora potrà far partire la ricerca, che ritornerà un insieme di tag, ricevuti da vari sistemi, per catalogare le risorse.

Il sistema è stato realizzato con l'apposita specifica di offrire all'utente i tag più significativi relativi alla keyword cercata, permettendo anche di compiere operazioni di filtraggio per restringere i risultati ottenuti. Per una descrizione dettagliata di questi aspetti si rimanda al Capitolo 4.

Altra interessante considerazione riguarda il fatto che l'associazione della

base di conoscenza con i sistemi a tag offre anche una serie di parole alternative ai termini presenti nell'ontologia, permettendo di utilizzare keyword specifiche (anche neologismi).

### 3.6.3 Mappare l'ontologia con diverse folksonomie

L'ultima fase, ovvero l'associazione della base di conoscenza con i sistemi a tag, consiste nel mappare i diversi concetti dell'ontologia con una serie di folksonomie derivanti da più fonti Web. In questo modo l'utente ottiene una serie di tag relativi al termine ricercato all'interno dell'ontologia. Viene dunque fornito un legame tra un concetto (o un individuo) all'interno dell'ontologia ed un insieme di tag relative a quel termine. L'utente è però in grado di definire il termine in maniera non più piatta, ma attraverso relazioni di superclasse e/o sottoclasse. In questo modo vengono risolte alcune criticità: (1) l'utilizzo di un'ontologia porta ad una struttura gerarchica del dominio di conoscenza ma la carenza di neologismi o sinonimi offre poche alternative quando si cerca un termine, (2) le folksonomie, come più volte ricordato, hanno un'organizzazione piatta, i vari tag non hanno alcuna intrinseca relazione tra di loro.

Spesso trascurata, ma di notevole importanza, è la presenza di neologismi o contrazioni di parole all'interno di un sistema di tagging collaborativo. Inoltre la condivisione di risorse favorisce la nascita di gruppi settoriali, in cui un insieme di persone con la stessa passione taggano e rendono disponibili risorse quali fotografie o risorse Web. Questi gruppi possono taggare le proprie risorse con un alcuni termini che, all'infuori di quell'ambiente, non hanno alcun significato. Nel nostro sistema questi termini, se hanno un utilizzo elevato, possono indirizzare la ricerca dell'utente. Difatti il legame tra i termini all'interno dell'ontologia e i sistemi a tag non avviene attraverso un confronto sintattico, bensì sfruttando l'associazione che esiste tra uno o più termini all'interno della base di conoscenza con differenti risorse Web ed il modo in cui queste risorse Web sono taggate. Ovvio che, molto spesso, tag simili vengono impiegati per descrivere contenuti simili. Nel capitolo successivo descriveremo come avviene tutto ciò.

Durante questo processo di associazione si è comunque lasciata ampia scelta all'utente. In particolare si è scelto di non discriminare alcun tag rilevante durante la prima fase di mappaggio. In questo modo, se un utente dovesse cercare la parola 'jaguar' all'interno di un'ontologia di automobili, avrà come corrispondenza anche il tag 'macintosh', anche se molto probabilmente non avrà alcuna rilevanza per la propria ricerca.

Successivamente l'utente potrà comunque andare a raffinare la ricerca o in



maniera automatica o in modo semi-manuale. Nell'esempio precedentemente citato, attraverso il raffinamento automatico, il sistema è in grado di riconoscere il dominio di appartenenza del termine ed è in grado di eliminare i tag irrilevanti. Se in un primo momento, dunque, i tag associati alla parola 'jaguar' potevano appartenere anche a domini differenti come quello dell'informatica o degli animali, con il filtraggio automatico e l'uso di un'ontologia delle auto solamente i tag associati al dominio delle autovetture verranno visualizzati.

### 3.6.4 Il processo di grounding

Come si può facilmente intuire, il nostro tool aiuta, tramite un'interfaccia utente, a scegliere la migliore combinazione di tag che si potrebbe associare a un concetto, partendo dall'ontologia e dalle tag messe a disposizione da un servizio online. Questo processo avviene essenzialmente in due fasi:

1. un concetto dell'ontologia viene associato a un tag o a un insieme di tag;
2. ogni tag o ogni insieme di tag è associato a una collezione di risorse (eventualmente di un solo elemento).

Solitamente il *grounding* consiste nell'associare i concetti e relazioni di un'ontologia a delle risorse. In questo lavoro di tesi il grounding avviene tramite una fase intermedia, che è l'associazione dei concetti dell'ontologia alle risorse tramite l'impiego di una o più folksonomie (come descritto in Figura 3.4). Non si tratta dunque di un grounding formale [44], tuttavia nel Capitolo 5, in cui sono riportati i test effettuati, mostreremo quanto i risultati ottenuti possano essere correlati con i concetti di partenza all'interno dell'ontologia.

### 3.6.5 Confronto fra folkologie

La nascita delle folkologie porta a racchiudere in un unico sistema ontologie e folksonomie acquisendone quelli che sono i pregi e i difetti di una e dell'altra. Purtroppo il sistema perfetto che risolve la totalità dei problemi riscontrati da entrambe le tecnologie al momento non esiste; esistono però vari prototipi citati nei paragrafi precedenti che mirano a risolvere solo alcuni dei principali difetti. In questa sezione andremo ad analizzare come viene affrontata ogni criticità in sistemi che descrivono e mappano ontologie e nella soluzione proposta nel nostro lavoro di tesi.

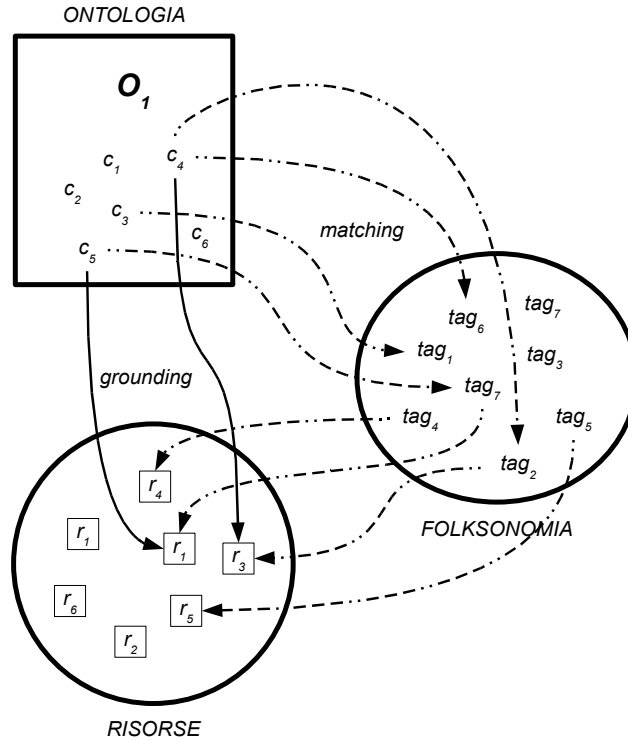


Figura 3.4: Il grounding di un'ontologia tramite una folksonomia

### Ambiguità lessicale

L'ambiguità lessicale è un problema congenito del linguaggio naturale che si ripercuote nelle folksonomie; è legato al significato delle parole, in particolare al senso che ogni parola può assumere in un determinato contesto. È risaputo come un tag, non contenendo semantica, possa essere utilizzato in più domini, a seconda del significato che gli si vuole attribuire. Per riuscire a risolvere questo problema, bisogna cercare di dare una maggiore rigidità al sistema introducendo uno strumento rigoroso, come ad esempio una tassonomia. In questo modo è possibile definire il dominio in cui potrà essere collocato il tag.

Questa è una delle operazioni cardine effettuate negli approcci precedentemente citati, sia quelli che si occupano di descrivere un'ontologia, sia quelli che mettono in relazione un'ontologia con una folksonomia. Andando a controllare ogni tag e applicando i criteri di somiglianza descritti nei precedenti paragrafi, è possibile allocare ogni tag in un albero che mette in relazione

tutte le etichette aventi uno stesso significato. Risulta quindi evidente che all'interno di una tassonomia si può incontrare più volte lo stesso tag: uno per ogni significato. Per esempio, in un'ipotetica folksonomia abbiamo il tag 'jaguar' che è utilizzato sia per rappresentare risorse che trattano di felini, sia per risorse che descrivono automobili. A questo punto tramite criteri di somiglianza si cercherà di popolare l'ontologia risultante con il concetto 'jaguar'.

All'interno dell'ontologia creata per descrivere il sistema a tag troveremo due diverse istanze dello stesso tag: una all'interno della macrocategoria degli animali, l'altra all'interno delle automobili.

Anche nel nostro approccio, abbiamo a che fare con l'ambiguità lessicale. Pur definendo subito un dominio specifico in base all'ontologia, riscontriamo questo problema nella fase di ricerca, nel momento in cui si mette in relazione un concetto espresso all'interno dell'ontologia con i vari tag delle folksonomie. La soluzione da noi proposta non vuole però escludere a priori nessun tag; all'utente deve essere lasciata la libertà di vedere come il concetto ontologico da lui selezionato viene rappresentato nei vari sistemi, e solo successivamente, se non soddisfatto dei risultati ottenuti, potrà decidere di raffinare la ricerca. Questo perché l'utente è in primo luogo il creatore e il manutentore della propria ontologia; andando ad osservare come un concetto è mappato all'interno di altri sistemi a tag, può trarre spunto da questi ultimi e modificare successivamente la sua rappresentazione della conoscenza. Se però usassimo fin da subito un filtro automatico per qualsiasi tag, anche per quelli che non hanno ambiguità lessicale, c'è il rischio che alcuni di essi, potenzialmente utili all'utente, vengano segnalati dal sistema come ambigui ed erroneamente non mostrati, precludendo così alcune possibilità all'utente stesso. Per queste ragioni l'utente potrà decidere di raffinare la propria ricerca solo in un secondo momento attraverso un opportuno filtro che può essere completamente automatico oppure utilizzato in modalità manuale secondo gli interessi dell'utente stesso.

### **Sinonimi e acronimi**

Un secondo punto critico sollevato dalle folkosonomie è la gestione dei sinonimi e degli acronimi. Come per l'ambiguità, anche questo problema non è di facile interpretazione e ha bisogno di un supporto ontologico per essere risolto. L'utente, al momento del tagging di una risorsa, è portato ad inserire uno o più tag simili per descrivere il medesimo concetto. Da un primo punto di vista, l'utilizzo di più tag per uno stesso oggetto può essere visto come un fattore positivo in quanto permette alla risorsa stessa di essere trovata più

velocemente. Di contro però all'interno di una folksonomia troviamo spesso moltissime risorse replicate senza un effettivo controllo su di esse.

Gli approcci già esistenti non risolvono questo problema o, meglio, lo aggirano. Come visto in precedenza tag simili vengono racchiusi in un unico gruppo appartenente alla tassonomia e rappresentati sotto forma di sottoalbero. Tutti i tag sono semplici nodi che si troveranno allo stesso livello di questa gerarchia. In realtà, l'analisi statistica e successivamente la divisione in categorie viene effettuata sull'analisi lessicale della parola, dimenticandosi totalmente della risorsa collegata ad esso. All'interno dell'ontologia quindi, si troveranno concetti simili trattati come oggetti completamente distinti. Nel nostro approccio, i sinonimi e gli acronimi non sono un problema. L'utente sfrutta le folksonomie per realizzare il *grounding* tra i concetti dell'ontologia e le risorse taggate dagli utenti. Maggiore è il numero di tag che sono in relazione a un determinato concetto, maggiore è la consapevolezza da parte dell'utente che la risorsa trovata sia pertinente.

### Limiti ontologici

È ormai chiaro come il vincolo maggiore di sistemi ontologici sia la creazione e la manutenzione delle ontologie stesse. Questo processo non è assolutamente semplice ma generalmente realizzabile solo da chi ha conoscenze informatiche in materia. Per di più, come descritto in precedenza, una volta creata l'ontologia è difficile da mantenere e aggiornare. Attraverso il nostro approccio risolviamo questi problemi all'origine, creando un sistema user-friendly in grado di assistere ed aiutare l'utente in qualsiasi processo riguardante l'ontologia. In pochi semplici passaggi chiunque, esperto o non, potrà creare, modificare e visualizzare la propria ontologia senza conoscere alcun linguaggio di programmazione. La rappresentazione della conoscenza avviene tutta a livello grafico, come verrà spiegato in dettaglio nel capitolo successivo. Il nostro applicativo, in primo luogo, si preoccupa di risolvere questi problemi, che ai nostri occhi risultano molto importanti dato che comunque l'ontologia rappresenta il fulcro del nostro sistema.

Criticità di questo genere, nei sistemi già esistenti, risultano meno importanti dato che l'ontologia rappresenta il risultato di una classificazione di un sistema a tag e non il punto centrale di tutto il sistema.

## Capitolo 4

# Progetto logico e implementazione

*“Nessun calcolatore 9000 ha mai commesso un errore o alterato un'informazione. Noi siamo senza possibili eccezioni di sorta a prova di errore, incapaci di sbagliare”*

2001 Odissea nello spazio

Le problematiche teoriche evidenziate nel capitolo precedente saranno ora trattate all'interno del progetto logico che accompagna questo lavoro di tesi. L'applicazione realizzata prende il nome di FolksOnt e consta di due parti distinte: la prima è rappresentata dalla piattaforma collaborativa (chiamata FolksOntCollab), realizzata sotto forma di Web application, mentre la seconda è un programma scritto utilizzando il linguaggio Java (chiamato FolksOntGraph).

Attraverso la piattaforma collaborativa l'utente effettua il mantenimento e la creazione di una o più ontologie, interagendo con altri utenti per evolvere quanto fatto. Con un sistema di votazione si ha poi la possibilità di valutare le varie ontologie favorendone il riuso.

L'applicativo di ricerca e navigazione permette invece al singolo utente di selezionare la propria ontologia di interesse per effettuare successivamente ricerca e grounding.

### 4.1 FolksOntCollab

In questa sezione mostremo la prima delle due strutture cardine di FolksOnt: *FolksOntCollab*. Questo strumento non è altro che un Ontology Browser nato per rispondere all'esigenza di poter creare, modificare e rappresentare

un'ontologia. Nei capitoli precedenti sono stati ampiamente discussi i limiti di utilizzo delle ontologie; limiti che cercheremo di superare con questo semplice tool grafico. Prima di addentrarci in una spiegazione tecnica su come effettivamente è stato realizzato questo software, spiegheremo le motivazioni che ci hanno spinto verso questa direzione.

Le ontologie sono generalmente riconosciute come parte essenziale per supportare una rappresentazione comune della conoscenza di un dominio di interesse. Il riconoscimento del ruolo chiave che le ontologie avranno nella Internet del futuro ha fatto sviluppare dei linguaggi di individuazione in modo da facilitare le descrizioni di contenuto e lo sviluppo di ontologie per il Web. Purtroppo, linguaggi ad hoc come RDF e OWL citati nei precedenti capitoli sono spesso incomprensibili all'utente base<sup>1</sup>.

OWL utilizza gli URI per nominare concetti e proprietà e sfrutta RDF (su cui è basato) per aggiungere alcune capacità alle ontologie come una maggiore abilità nella distribuzione tra più sistemi, scalabilità per le necessità del Web, compatibilità per quanto riguarda l'internazionalizzazione e accessibilità del Web, apertura ed estensibilità.

Affinché le ontologie siano effettivamente utilizzate è necessario che questi sistemi dispongano di un insieme di strumenti che permettano un facile accesso alle informazioni presenti nelle ontologie, indipendentemente dal linguaggio usato per la loro costruzione, e che garantiscano supporto alla manutenzione di queste informazioni attraverso operazioni di inserimento, di rimozione e di attualizzazione dei loro concetti. Proprio per questo motivo, abbiamo deciso di creare uno strumento grafico che, grazie alla sua semplicità di utilizzo, permettesse all'utente di riuscire facilmente a rappresentare un proprio modello mentale.

Tutti i siti Web e in particolare quelli che cercano di mettere in condivisione la conoscenza, per essere funzionali dovrebbero ridurre al minimo la distanza esistente tra il modello concettuale del progettista con quello dell'utente [45]. Questo avviene quando l'utilizzo di questi strumenti è intuitivo e non richiede spiegazioni né manuali d'uso. Il nostro lavoro vuole fare un ulteriore passo avanti: l'utente diviene il progettista della propria conoscenza; con una visualizzazione semplice, iconografica ed intuitiva, vogliamo invogliarlo a utilizzare e rappresentare uno strumento alquanto complesso, come può essere l'ontologia, senza dovergli impartire nozioni complicate e di difficile apprendimento.

Nel nostro sistema, l'utente non è così importante come lo è la comunità,

---

<sup>1</sup> Con questo termine indichiamo una persona che sappia navigare sul Web con disinvoltura senza avere però nozioni di programmazione

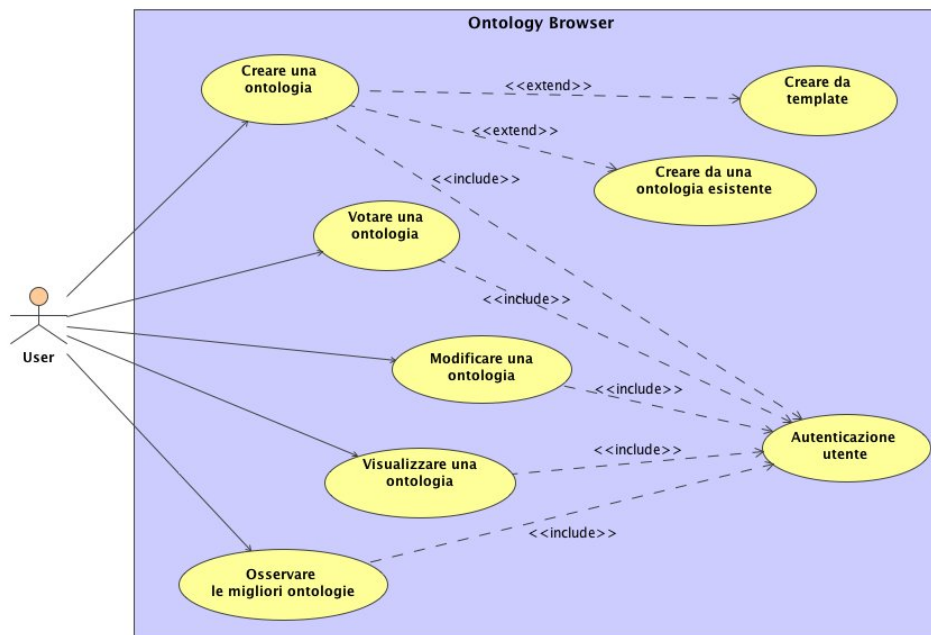


Figura 4.1: Use Case di FolksOntCollab

difatti il concetto di insieme di persone che si uniscono e si ritrovano per condividere la propria conoscenza rappresenta il fulcro di tutte le nostre considerazioni.

Come descritto nel Capitolo 2, queste comunità, raccogliendo trasversalmente persone con interessi simili, permettono a individui isolati di entrare in contatto con altre persone sviluppando forme di socialità on-line in modo molto rapido, a prescindere dalle distanze geografiche o dai gap di età.

Nei successivi paragrafi descriveremo l'aspetto tecnologico legato a FolksOntCollab e le sue principali funzionalità (vedi Figura 4.1): la creazione, la modifica, la visualizzazione e il ranking di un'ontologia.

#### 4.1.1 Architettura

Dal punto di vista architeturale, FolksOntCollab si fa notare per le innovazioni tecnologiche utilizzate. Possiamo dividere la nostra applicazione in tre grosse sezioni, come mostrato in Figura 4.2: una prima macroparte relativa all'architettura di *front end* volta all'interazione con l'utente, una seconda parte di *back end* che si preoccupa dell'elaborazione dei dati ed una terza parte che si preoccupa della gestione dei database.

Entreremo ora nel dettaglio e analizzeremo ogni singola macroarea.



**Figura 4.2:** Architettura dell'Ontology Browser

### Front End

Il front end, nella sua accezione più generale, è responsabile per l'acquisizione dei dati di ingresso e per la loro elaborazione con modalità conformi a specifiche predefinite e invarianti, tali da renderli utilizzabili dal back end. Questa parte dell'applicativo ha come obiettivo l'interazione con l'utente. A tal proposito, ci siamo serviti di nuove tecnologie quali Javascript ed AJAX per poter rendere il più chiaro ed intuitivo possibile l'uso di questo software. Per la realizzazione del nostro browser grafico abbiamo preso spunto da un progetto assai complesso chiamato Tabulator<sup>2</sup> sviluppato dal Decentralized Information Group del MIT.

Da questo progetto il nostro applicativo eredita anche il fatto di essere legato al browser Firefox, in quanto Tabulator stesso è stato concepito come una sua estensione.

A sua volta il front end viene suddiviso in due parti: una prettamente legata alla visualizzazione dell'ontologia, l'altra invece volta all'interazione con l'utente.

In Tabulator sono presenti alcune funzioni JavaScript che permettono di interpretare il codice RDF/OWL di un'ontologia. Questo avviene tramite un parser che si occupa di recuperare l'ontologia e presentare all'applicazione un'interfaccia di alto livello. Esistono due tipologie di parser: una ad eventi e l'altra a modello. Nella prima il parser scandisce l'intero file e per ogni elemento informa l'applicazione tramite la tecnica del *callback*. Nella seconda il parser costruisce una struttura ad albero che rappresenta l'intero documento e fornisce all'applicazione delle API per navigarlo. La soluzione che utilizza un parser ad eventi porta ad una costruzione dinamica dell'al-

<sup>2</sup> <http://dig.csail.mit.edu/2007/tab/>



	<b>Approccio ad eventi</b>	<b>Approccio del modello</b>
<b>Pro</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• È molto leggero</li> <li>• Il programmatore può implementare solo le funzionalità necessarie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fornisce all'applicazione un modello ricco del documento</li> <li>• Mantiene una rappresentazione completa e durevole in memoria</li> </ul>
<b>Contro</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interfaccia troppo semplice</li> <li>• Nessun supporto per operare sul documento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Richiede un'occupazione di memoria per tutto il documento</li> </ul>

**Tabella 4.1:** Pro e contro delle due tipologie di parser

bero; al contrario, l'approccio a modello è più statico. I pregi e i difetti dei due approcci sono mostrati in Tabella 4.1. La scelta è ricaduta sull'approccio dinamico: avendo a che fare con svariati tipi di ontologie, infatti, può capitare che alcune di queste siano molto grandi e l'operazione iniziale di costruzione dell'albero potrebbe richiedere un tempo oneroso. Per di più, generalmente l'utente non naviga su tutta l'ontologia, ma solo sulla parte che più gli interessa: da qui l'idea di utilizzare l'approccio ad eventi.

Come accennato in precedenza, oltre alla visualizzazione delle ontologie, il front end si occupa anche della realizzazione dei menu che verranno riproposti ogniqualvolta l'utente cercherà di accedere ad una funzione di FolksOntCollab. Diversamente da prima, non si effettua alcuna elaborazione, ma ci si limita a sfruttare la tecnologia AJAX per richiamare intere pagine che si trovano lato server.

AJAX è l'acronimo di *Asynchronous JavaScript And XML*, ed è stato usato per la prima volta da Jesse James Garrett all'interno del suo blog<sup>3</sup> [46]. È una tecnologia utilizzata per sviluppare applicativi avanzati e particolari quali Gmail, Google Maps o Google Suggest.

La particolare innovazione è tutta posta nell'utilizzo asincrono di JavaScript che attraverso l'interfacciamento con XML può permettere a un client di richiamare informazioni lato server in modo veloce e trasparente, allargando gli orizzonti delle *rich internet applications*. Queste applicazioni fino a poco tempo fa erano legate principalmente alle tecnologie Adobe-Macromedia Flash o alle applet di Java. Entrambe purtroppo non sono sempre interpretabili dai client degli utenti e troppo spesso vengono usate a sproposito

<sup>3</sup> <http://blog.jjg.net>

con il solo scopo di stupire. Con AJAX si hanno invece due fondamentali benefici: (1) velocità e invisibilità e (2) maggiore scalabilità.

### Back End

La parte di back end, come dice la parola stessa, costituisce il nucleo primario delle informazioni non direttamente accessibili all'utente, ed è la zona in cui avvengono tutte le elaborazioni dei dati. Il nostro sistema di back end è composto esclusivamente da pagine PHP che acquisiscono i dati dai database di FolksOnt, li elaborano e li passano al livello di front end che si preoccuperà di mostrarli all'utente. Nel sistema sono presenti due sezioni ben contraddistinte: una che si occupa della gestione degli utenti e delle ontologie che questi creano e l'altra invece che si occupa di mappare il contenuto delle ontologie all'interno del database. La prima sezione utilizza un database, chiamato userdb, di cui parleremo nel prossimo paragrafo. Viceversa per il salvataggio dell'ontologia utilizziamo un database chiamato mapdb. Mapdb viene sfruttato principalmente durante la fase di modifica dell'ontologia attraverso l'interazione con un toolkit PHP chiamato RAP<sup>4</sup> (*RDF API*).

RAP è un progetto open source della Freie Universität di Berlino che offre due metodi differenti per manipolare un file RDF: uno attraverso *Model API*, che si occupa di manipolare un grafo RDF come un insieme di triple, e l'altro invece, più concentrato sulle risorse, che sfrutta un altro tipo di API chiamate *ResModel API*.

Con Model API è possibile aggiungere, cancellare e sostituire le triple all'interno di un modello. Queste API hanno quattro differenti configurazioni:

- *MemModel* in cui il grafo RDF viene salvato in memoria;
- *DbModel* in cui il modello è salvato in un database relazionale;
- *InfModelIF* in cui viene fatta inferenza e le triple vengono salvate in memoria;
- *InfModelB* dove si fa inferenza inversa sulle triple che vengono salvate in memoria.

Faremo uso delle classi DbStore e DbModel, le quali si appoggiano a un database relazionale ed offrono le funzioni di base per la gestione dei file RDF/OWL.

---

<sup>4</sup> <http://www4.wiwiss.fuberlin.de/bizer/rdfapi/tutorial/introductionToRAP.htm>

### Database

FolksOnt, come accennato nel paragrafo precedente, è composto da due database differenti: *userdb* e *mapdb*. Il primo gestisce tutti i dati riguardanti la comunità, come ad esempio i dati personali dell'utente, le ontologie da lui create, le categorie dei domini presenti in FolksOntCollab e così via. Nella Tabella 4.2 è mostrato il modello logico del database *userdb*:

CATEGORIA	( <i>id</i> , nome)
ONTOLOGIA	( <i>nome</i> , <i>categoria</i> , file, voti)
ONTOLOGIAUTENTE	( <i>ontologia</i> , <i>categoria</i> , <i>utente</i> )
UTENTE	( <i>nickname</i> , nome, cognome, indirizzo, città email, password, dataregistr, feedback, ontovotate)

**Tabella 4.2:** Userdb database

Mapdb invece è utilizzato da RAP per salvare i contenuti dell'ontologia. Questo database è formato da tre tabelle che vengono utilizzate per salvare rispettivamente i modelli, i namespace delle ontologie e gli statement, come mostra la Tabella 4.3.

MODELS	( <i>modelID</i> , modelURI, basedURI)
NAMESPACES	( <i>modelID</i> , <i>namespace</i> , prefix)
STATEMENTS	( <i>id</i> , modelID, subject, predicate, object, l.language, l.datatype, subject_is, object_is)

**Tabella 4.3:** Mapdb database

Osservando nel dettaglio il database *mapdb* si nota che ogni riga della tabella *Models* avrà memorizzato sia il percorso dell'ontologia (ModelURI) che il suo namespace (basedURI).

All'interno della tabella *Namespaces* verranno salvati tutti i namespace presenti nelle ontologie con i relativi prefissi; l'ultima tabella di questo database, *statement*, contiene invece le triple soggetto - predicato - oggetto; ogni elemento della tripla è un concetto dell'ontologia a cui è associato un URI.

#### 4.1.2 Creazione di un'ontologia

In questa sezione, descriveremo la prima funzionalità di questo browser grafico. Creare un file OWL è alquanto complicato e sicuramente di difficile realizzazione per un non addetto ai lavori. Con FolksOntCollab, viene abbattuta questa barriera: si è creato un sistema in grado di realizzare un'ontologia in pochi click. L'utente, in realtà, non crea un'ontologia partendo

da zero, ma potrà realizzarne una prendendo spunto da un template o da un'ontologia esistente nel sistema.

Nel caso in cui si parta da un template, abbiamo messo a disposizione delle ontologie base con già rappresentati i concetti e le proprietà ovvie per domini prefissati. Per iniziare abbiamo creato il dominio delle auto, quello dei film, della musica e dei vini, ma sicuramente nessuno vieterà di aggiungere in futuro nuove aree di interesse. È comunque possibile utilizzare anche altre ontologie già esistenti, cercandole su Internet (ad esempio con Swoogle<sup>5</sup>) e importarle nell'applicazione. L'utente, una volta scelto un dominio e il nome dell'ontologia, potrà visionare il template prima di renderlo definitivamente suo. La Figura 4.3 mostra tutti i passaggi che l'utente deve effettuare per poter creare una ontologia partendo da un template. Il secondo caso,

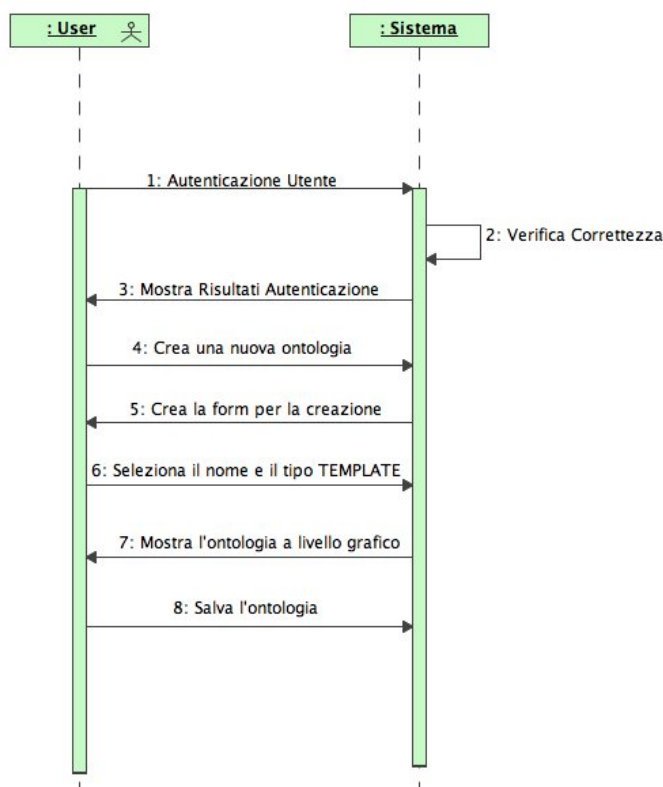


Figura 4.3: Creazione di un'ontologia partendo da un template

invece, rappresenta una funzionalità assai innovativa: l'utente, navigando in FolksOntCollab, può visionare le ontologie create da altri e, nel caso ne

<sup>5</sup> <http://swoogle.umbc.edu/>

trovi una di suo gradimento, potrà decidere di clonare quell'ontologia per renderla sua; quest'ultima diventerà la conoscenza di base dell'utente. Con questo meccanismo chiunque, anche senza deciderlo esplicitamente, mette in condivisione il proprio sapere. Ad esempio, se un nuovo membro della community decide di voler creare la propria ontologia ma non ha le idee molto chiare su come rappresentarla, potrà prendere spunto dalle ontologie presenti in FolksOntCollab e riuscire comunque a creare la propria ontologia.

Con questo passaggio l'ontologia appena creata diventa una copia autentica del tutto indipendente: l'utente che l'ha clonata potrà decidere di modificare la sua copia a suo piacimento e lo stesso potrà fare l'autore originario con la sua ontologia; il tutto in maniera del tutto indipendente. La Figura 4.4 mostra tutte le operazioni da seguire per creare una nuova ontologia partendo da una esistente. Da un punto di vista implementativo, il sistema

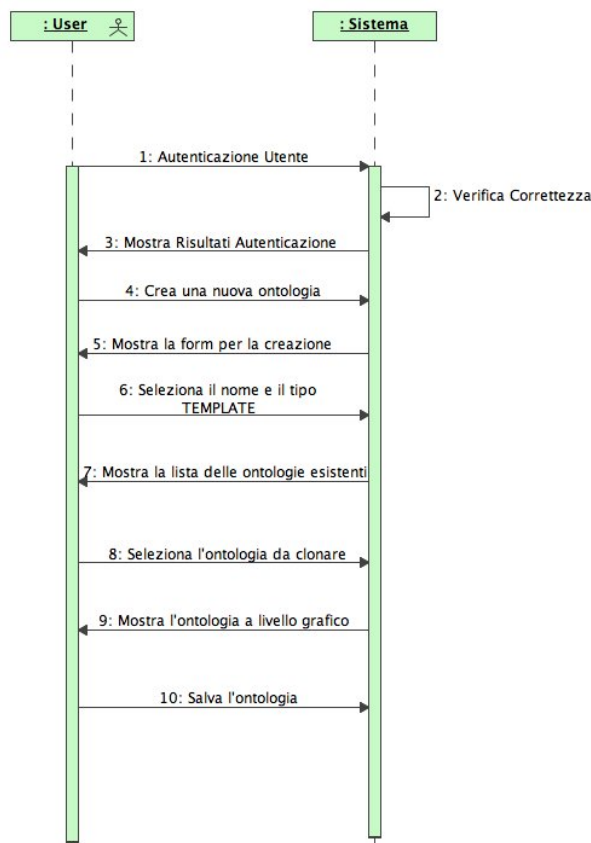


Figura 4.4: Creazione di un'ontologia partendo da un'ontologia esistente

controllerà ogni scelta effettuata dall'utente; inizialmente andrà a vedere se il nome scelto è già presente all'interno del database di FolksOntCollab e solo in caso affermativo potrà proseguire nel processo di creazione. In questo caso, il sistema scaricherà direttamente dal server il template o l'ontologia esistente scelta che tramite il tool grafico si potrà visionare e navigare. Solo dopo aver ricevuto la conferma da parte dell'utente si andrà a creare il nuovo file OWL e a scrivere sul database le nuove informazioni.

### 4.1.3 Modifica di un'ontologia

La modifica delle classi e delle proprietà di un'ontologia è da sempre un'operazione delicata. Per poter modificare un'ontologia bisogna avere buone conoscenze del dominio in cui questa opera e soprattutto bisogna capire il modello concettuale usato dal progettista per realizzare l'ontologia. Se queste premesse non sono verificate è pressochè impossibile compiere questa operazione. Non a caso, la modifica di un'ontologia è un processo poco usato dai programmatori, spesso si preferisce trovare strade alternative come creare una nuova ontologia o più banalmente evitare di effettuare aggiornamenti all'ontologia stessa.

Per ovviare a questo problema, abbiamo costruito il nostro browser in modo tale che l'utente possa essere assistito in ogni fase del processo di modifica. L'obiettivo che abbiamo mantenuto in tutta la fase di sviluppo è la semplicità di utilizzo. Proprio per questo, abbiamo realizzato un'interfaccia grafica differente per ogni dominio ontologico in cui sarà possibile aggiungere nuovi concetti (classi), nuovi esempi (istanze del concetto) e nuove proprietà attraverso degli appositi menu come mostra la Figura 4.5. In questo modo, per esempio, l'utente generico che crea la propria ontologia delle automobili, potrà visualizzarla e decidere di integrarla a suo piacimento. L'operazione è molto semplice: il sistema propone un insieme di possibili classi e proprietà predefinite pronte per essere inserite nell'ontologia. Il semplice click da parte dell'utente permette l'inserimento di un nuovo concetto o di una nuova proprietà all'interno dell'ontologia stessa. Ritornando all'esempio precedente, l'utente potrà decidere di inserire un nuovo concetto del dominio automobilistico; il sistema ne propone alcuni standard (per esempio Citroen, Renault, Fiat, etc.) oppure da la possibilità di inserire una nuova classe personalizzata. La Figura 4.6 mostra proprio alcune delle scelte a disposizione dell'utente nel dominio delle automobili. Abbiamo optato per questa tecnica implementativa per cercare di ridurre al minimo la possibilità di errore da parte degli utenti della comunità. Proponendo infatti delle possibili scelte che sono consone al dominio cerchiamo di ridurre la possibilità di trovare

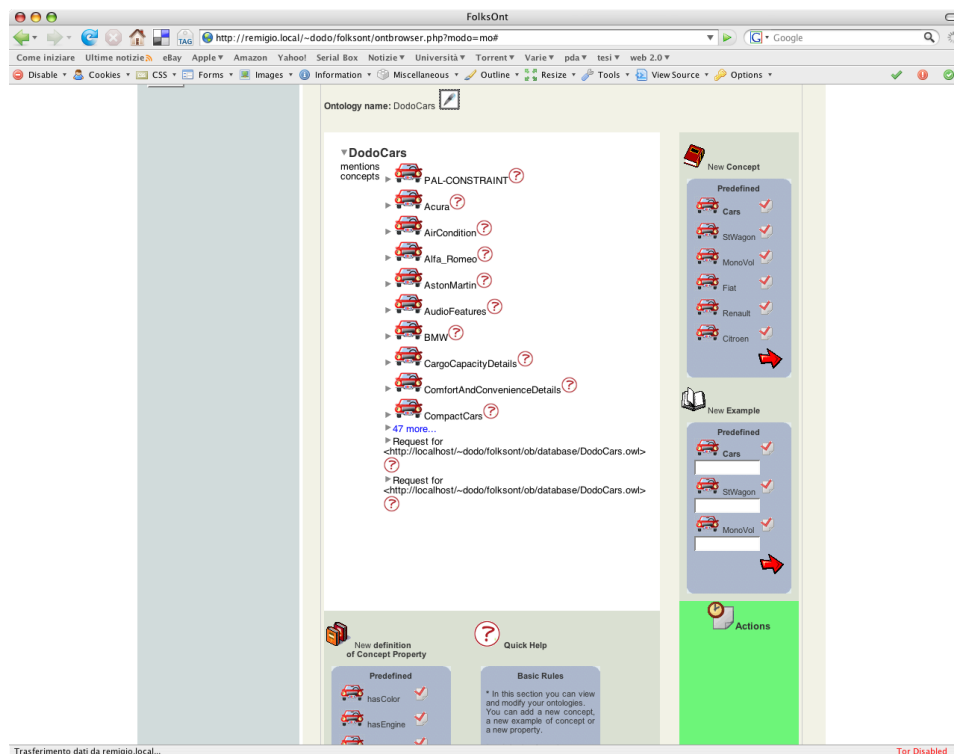
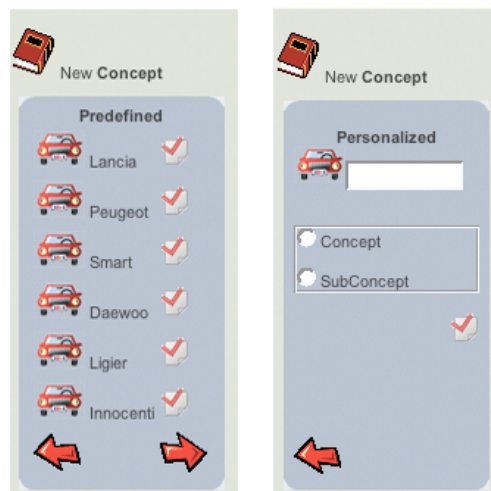


Figura 4.5: Modifica di un'ontologia

concetti ambigui o fuorvianti. Un utente malintenzionato potrà comunque inserire valori errati all'interno della propria ontologia, ma crediamo che il processo di autoregolazione della comunità possa debellare questi problemi. Grazie infatti al sistema di votazione che descriveremo più avanti, la community potrà controllare la bontà dell'ontologia e votare di conseguenza; in questo modo le ontologie ben fatte o quelle su cui, in generale, c'è maggior consenso saranno sicuramente referenziate dagli altri membri e altrettanto sicuramente più visibili rispetto a quelle contenenti errori.

Le modifiche effettuate sull'ontologia non hanno effetto immediato; l'utente potrà vedere graficamente come muta la sua ontologia in base alle proprie scelte e solo se sono di suo gradimento potrà renderle effettive. Questo accade per evitare che utenti poco pratici nel modificare ontologie possano sbagliare frequentemente andando a compromettere tutta la loro rappresentazione. In realtà, alle spalle, c'è anche un discorso prettamente tecnico. Ogni concetto o proprietà ontologica viene rappresentata attraverso una tripla *soggetto, predicato, oggetto* che viene estrapolata e salvata in un database. Noi, in realtà, non modifichiamo dinamicamente il file OWL, ma



**Figura 4.6:** Inserimento di un concetto predefinito o personalizzato

semplicemente il database: solo al termine effettivo della modifica si andrà a sovrascrivere il file OWL.

Per cercare di agevolare non solo l'utente poco pratico ma anche l'utente esperto, abbiamo creato un secondo tipo di visualizzazione che prende appunto il nome di *Expert View*. In questo caso l'ontologia non viene rappresentata a livello grafico ma attraverso la struttura a triple *soggetto, predicato, oggetto*. I principi di funzionamento però sono gli stessi della modifica a livello grafico: la prima volta che si accede a questa sezione verrà caricata l'ontologia nel database di *mapdb*, successivamente attraverso un opportuno popup sarà possibile aggiungere nuovi concetti, istanze e proprietà; solo quando si è soddisfatti del lavoro effettuato, si sovrascriverà il file OWL.

#### 4.1.4 Visualizzazione di un'ontologia

Questa operazione è alla base di tutte le altre svolte da FolksOntCollab. In ogni altro processo compare infatti questa funzionalità. All'utente viene mostrato un menu in cui oltre al nome e alla categoria dell'ontologia, viene data un'indicazione di come è stata valutata precedentemente l'ontologia dagli altri membri della community. La Figura 4.7 mostra come avviene la fase di visualizzazione; l'utente ha a disposizione un menu che mette in evidenza tutte le ontologie presenti nel database di FolksOntCollab: basterà cliccare su una di esse per poterla visualizzare.



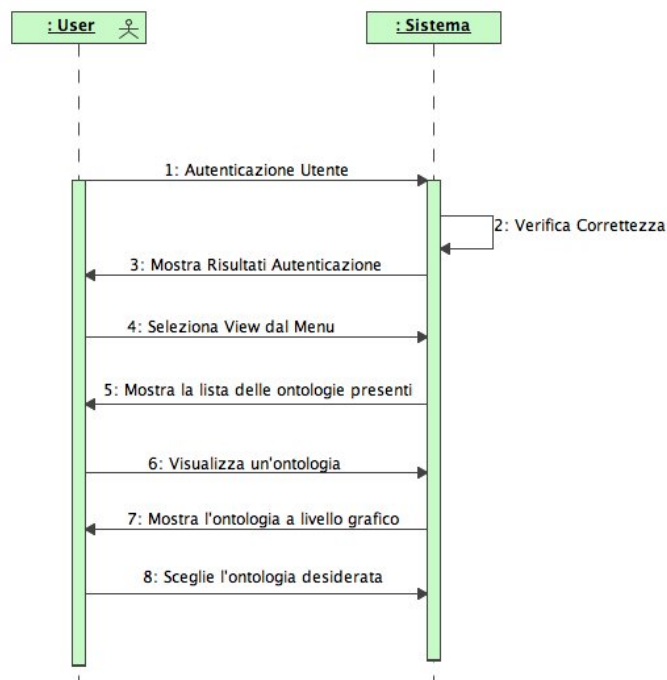


Figura 4.7: Visualizzazione di un'ontologia

#### 4.1.5 Ranking di un'ontologia

Questa sezione assume un particolare interesse dal punto di vista collaborativo; come già accennato in precedenza, la votazione serve per poter discriminare le ontologie in base alla loro bontà. Sostanzialmente, il ranking è il metro di giudizio che permette ad un utente qualsiasi, magari poco esperto nell'ingegnerizzazione della conoscenza, di capire se la rappresentazione che sta osservando può essere valida oppure no. Chiunque è registrato a FolksOnt può votare un'ontologia propria o di un altro membro della community come mostra la Figura 4.8. La votazione si avvale di due semplici metriche: una per calcolare il *FeedBack dell'utente*, l'altra per il *voto dell'ontologia*. Il FeedBack è un parametro indispensabile, cresce proporzionalmente con il crescere del numero di votazioni effettuate dall'utente. Ciò avviene per poter discriminare non solo l'ontologia ma anche l'utente; in questo modo ogni membro ha interesse ad essere parte attiva della comunità: più vota più sarà un utente quotato. Le metriche utilizzate non sono state pensate ad hoc ma furono usate in precedenti ricerche per valutare la bontà delle modifiche dei documenti effettuate in Wikipedia [47]; facendo le opportune considerazioni, le abbiamo adattate per poterle utilizzare nel nostro sistema.

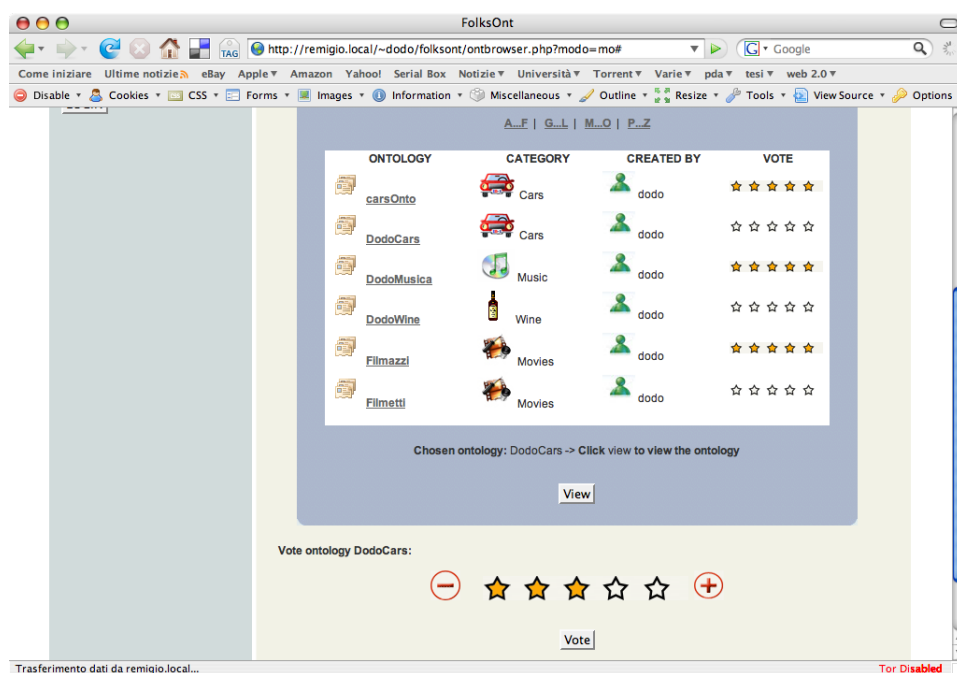


Figura 4.8: Votazione di un'ontologia

Entrando nel dettaglio possiamo calcolare il Feedback in questo modo:

$$\text{Feedback} = \frac{\text{Num\_Ontologie\_Votate}}{\text{Num\_Totale\_Ontologie}}$$

dove Num\_Ontologie\_Votate è il numero di ontologie che l'utente ha votato e Num\_Totale\_Ontologie è il numero complessivo di ontologie presenti nel sistema.

Il Feedback influisce anche sul calcolo del punteggio dato all'ontologia, proprio come mostra questa formula:

$$\text{VotoOntologia} = \text{VotoUtente} \times \text{Feedback}$$

Come si evince dalla formula, il voto effettivo che l'utente dà all'ontologia (VotoOntologia) è il risultato del prodotto tra il voto dato all'ontologia ed il Feedback dell'utente stesso: più quest'ultimo sarà alto più il suo voto influirà sul voto complessivo dell'ontologia.

Il voto totale dell'ontologia è dato dalla sommatoria dei voti presi da ciascun utente, proprio come mostra la formula:

$$\text{VotoTotale} = \sum \text{VotoOntologia}$$

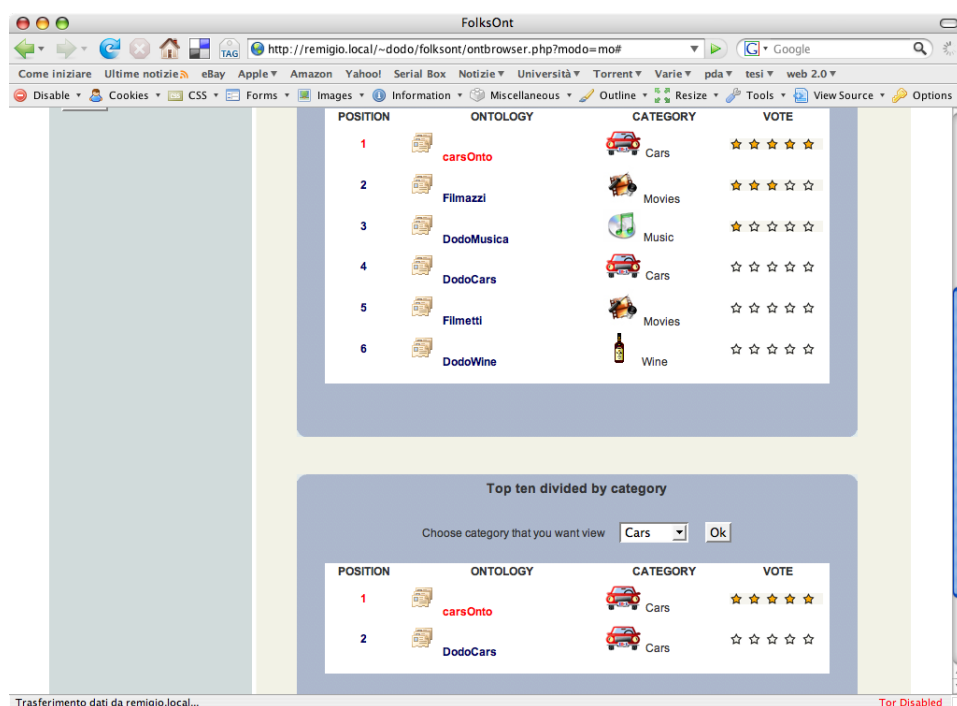


Figura 4.9: Top Ten di FolksOnt

Con FolksOntCollab è possibile anche avere un riscontro immediato della classifica ontologie più votate: esiste una sezione in cui è possibile visualizzare una Top Ten assoluta e una relativa alla categoria in esame come mostra la Figura 4.9. Le Top Ten vengono aggiornate dinamicamente ogni qualvolta si accede a quella pagina.

## 4.2 FolksOntGraph

FolksOntGraph è un applicativo di ricerca e navigazione visuale che permette al singolo utente di selezionare la propria ontologia di interesse per effettuare successivamente ricerca e grounding. In Figura 4.10 si mostra l'architettura del sistema, che verrà descritta in dettaglio nel paragrafo successivo.

### 4.2.1 Architettura

L'architettura di questa applicazione è stata sviluppata rendendola facilmente estendibile per implementare nuove caratteristiche. Considerando

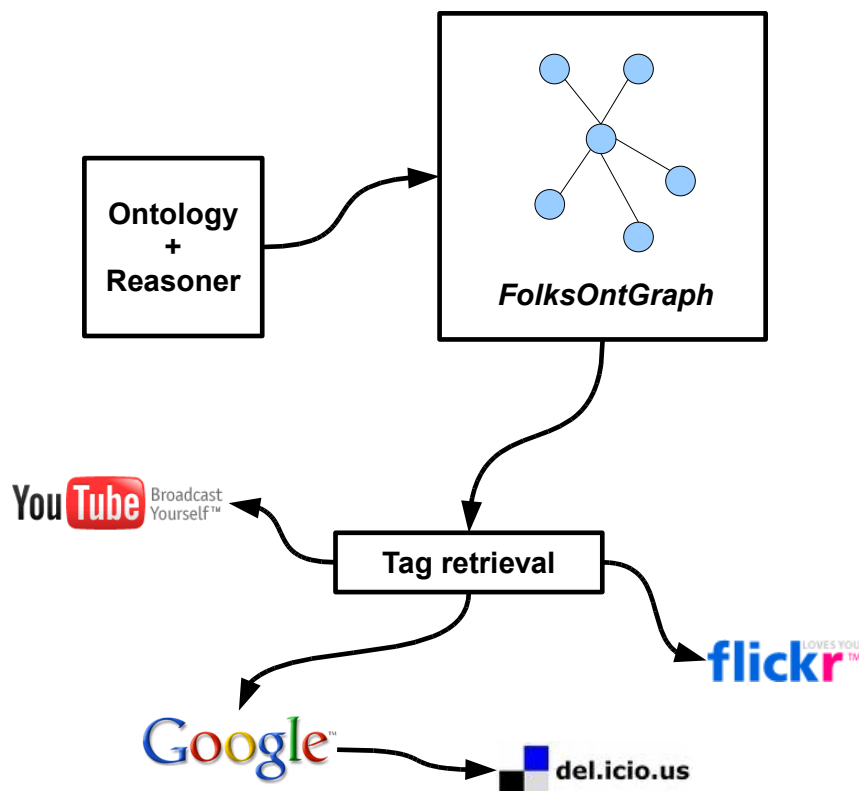


Figura 4.10: Struttura dell'applicazione FolksOntGraph

un maggior livello di astrazione, FolksOntGraph presenta tre componenti principali: ricerca, navigazione e grounding.

#### 4.2.2 Ricerca

Come sottolineato nel Capitolo 3, adottiamo il presupposto che l'utente sappia in quale macroarea di interesse debba ricercare informazioni. Questo si concretizza nella semplice scelta di un'ontologia di partenza, che verrà utilizzata durante tutte le fasi successive.

La scelta della libreria utilizzata per gestire e manipolare la base di conoscenza è caduta su Jena<sup>6</sup>, una API Java per il linguaggio RDF. Questa libreria

<sup>6</sup> <http://jena.sourceforge.net/>

permette di rappresentare in maniera dettagliata la struttura dell'ontologia. In particolare viene messa a disposizione una classe, `Model`, la quale permette di accedere alle triple (soggetto, predicato, oggetto) in una collezione di dati RDF. Nel nostro modello si sfrutta un'estensione di questa classe, `OntModel`, la quale aggiunge pieno supporto agli oggetti che ci si aspetta siano in una ontologia: le classi, le proprietà e gli individui.

Una volta inserita la parola da ricercare, il sistema mostra le associazioni trovate: un esempio è mostrato in Figura 4.11. La ricerca viene effettuata tra tutte le classi e tutti gli individui all'interno dell'ontologia. Successivamente l'utente potrà selezionare il risultato desiderato e iniziare la navigazione dell'ontologia.

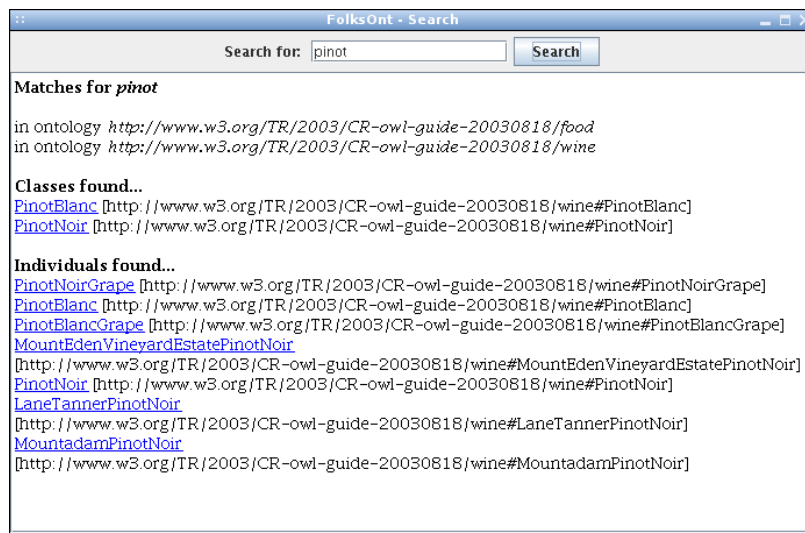
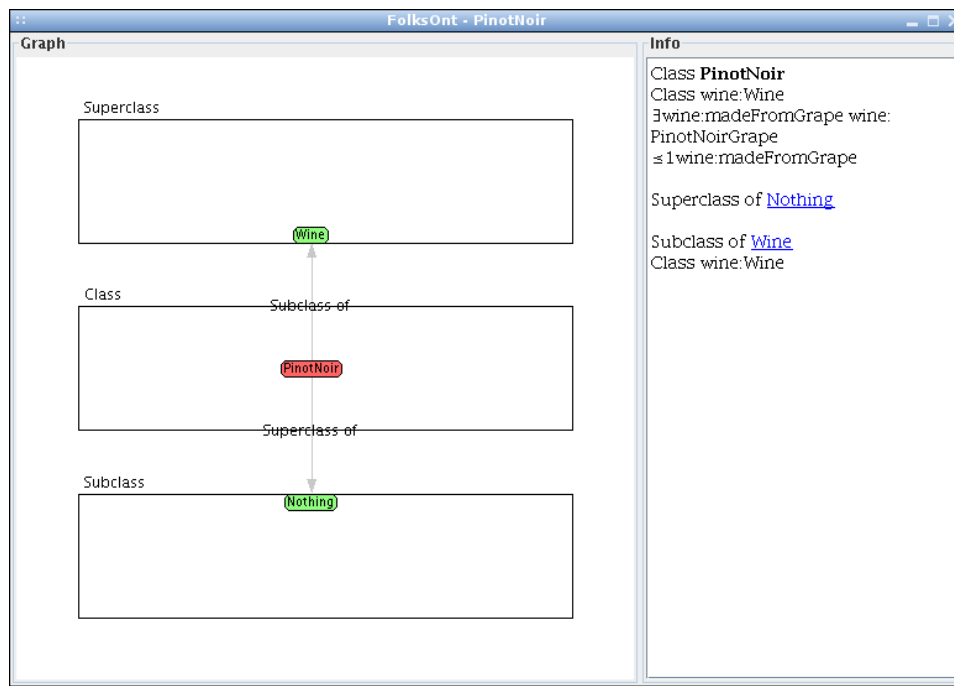


Figura 4.11: Un esempio di ricerca all'interno di FolksOntGraph

### 4.2.3 Navigazione

Affinchè anche l'utente meno esperto possa sfruttare appieno la base di conoscenza per effettuare le proprie ricerche, è necessario che la complessità dell'applicazione sia in qualche modo nascosta. Per questo motivo, l'ontologia è presentata all'utente sotto forma di grafo navigabile.

L'applicazione è formata da vari pannelli, ognuno con una specifica funzione. Per facilitare la navigazione, il concetto ricercato è posizionato sotto forma di nodo nella parte centrale, mentre nella zona superiore e inferiore si hanno rispettivamente le superclassi e le sottoclassi (un esempio in Figura 4.12). Ognuno di questi nodi è navigabile: l'utente semplicemente facendo doppio



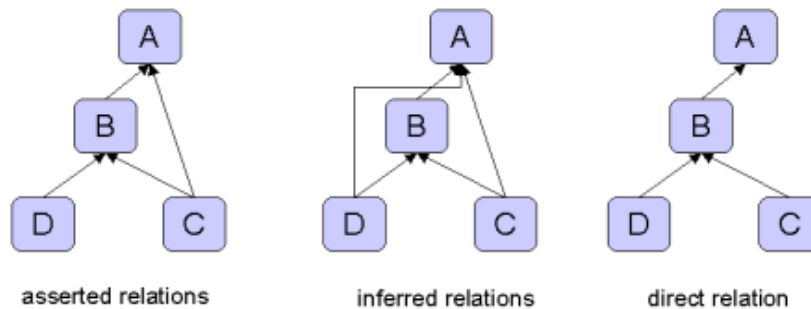
**Figura 4.12:** Un esempio di navigazione: il concetto al centro e le relazioni nel pannello superiore e inferiore

click su uno dei concetti visualizzati potrà navigare l'ontologia, andando a indagare le relazioni e le proprietà.

Oltre alle informazioni che possono essere dedotte implicitamente dal grafo mostrato dall'applicazione, vi è anche un pannello laterale con alcune informazioni più dettagliate riguardanti il concetto centrale, derivate dall'interrogazione del motore di inferenza presente in Jena (`OWL_MEM_MICRO_RULE_INF`), con cui è possibile effettuare:

- *validazione*: attraverso RDF/OWL è possibile esprimere determinati vincoli all'interno dell'ontologia; effettuando una validazione si identificano eventuali violazioni;
- *relazioni dirette e indirette*: si possono trovare relazioni che a livello di tripla non possono essere rese esplicite; un caso significativo si ha indagando ad esempio una proprietà transitiva, come `rdfs:subClassOf`, come mostrato in Figura 4.13;
- *derivazioni*: si ha la possibilità di tracciare tutte le triple ricavate tramite inferenza.

Nulla vieta comunque di utilizzare altri motori di inferenza, quali Pellet<sup>7</sup> oppure OWL API<sup>8</sup>. Ovviamente, presentando all'utente un semplice pan-



**Figura 4.13:** Relazioni dirette e indirette ricavabili tramite un motore di inferenza

nello laterale in cui viene descritta in modo dettagliato e navigabile la classe in oggetto, tutti questi dettagli implementativi vengono nascosti. È bene ricordare comunque come solamente attraverso l'utilizzo di un reasoner si possa sfruttare appieno la semantica di RDF/OWL.

All'utente è inoltre data la possibilità di visualizzare le proprietà associate al concetto, ovvero, vengono presentate le proprietà di cui il concetto è Co-dominio (`rdfs:Range`) o Dominio (`rdfs:Domain`).

La visualizzazione del concetto ricercato e le relazioni all'interno dell'ontologia vengono intuitivamente mostrate dall'alto verso il basso per i *sovraconcetti/sottoconcetti* e da destra a sinistra per le *proprietà* in cui il concetto è coinvolto; questo permette all'utente meno esperto di comprendere facilmente le caratteristiche di una gerarchia e di poterla facilmente navigare per ricercare relazioni più generali/specifiche (Figura 4.14).

#### 4.2.4 Grounding

Il processo di grounding consiste nell'associare un concetto dell'ontologia con uno o più tag; ogni tag è poi associato ad una collezione di risorse. I sistemi collaborativi su cui viene effettuata la ricerca dei tag sono tre: Delicious, Flickr e YouTube.

Per interrogare i vari sistemi è stato necessario l'utilizzo di un client HTTP. La scelta è ricaduta su HttpClient<sup>9</sup>, una libreria sviluppata da Jakarta Com-

<sup>7</sup> <http://pellet.owldl.com/>

<sup>8</sup> <http://sourceforge.net/projects/owlapi>

<sup>9</sup> <http://jakarta.apache.org/httpcomponents/httpclient-3.x/>

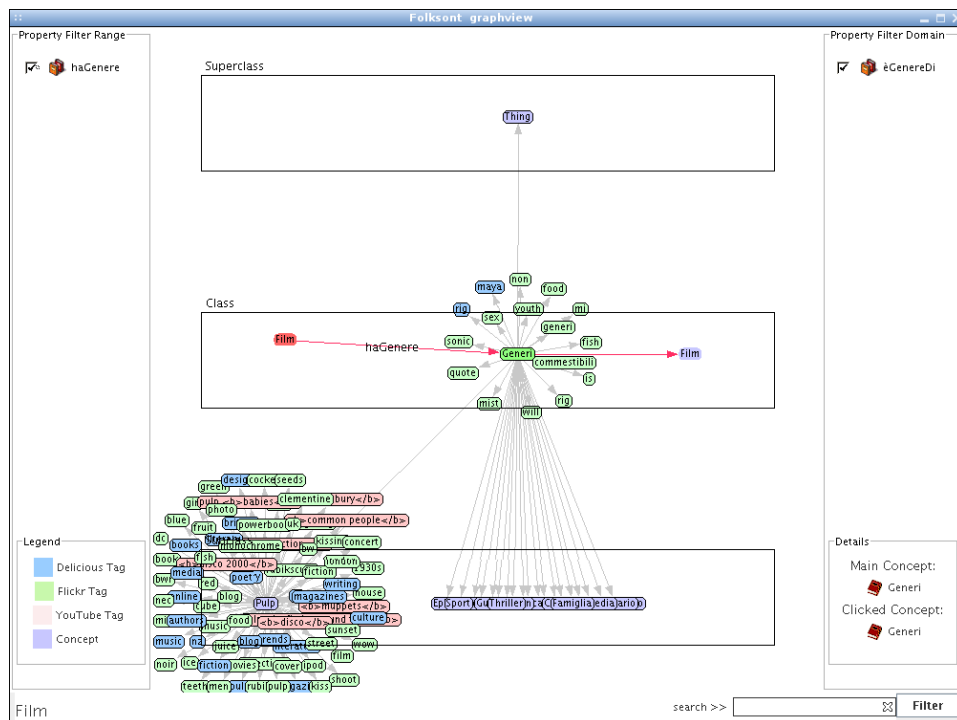


Figura 4.14: Relazioni dirette e indirette, sovraclassi/sottoclassi e associazione con i tag

mons. Per rendere maggiormente efficiente la richiesta di informazioni dai tre sistemi precedentemente menzionati, si è fatto uso dei thread della libreria Java standard. In particolare si è bilanciato il carico di lavoro nel seguente modo:

- *GoogleThread*: questo thread si occupa di ricercare il nome del concetto dell'ontologia all'interno di Google, la prima pagina restituita viene ispezionata, attraverso le regular expression, per individuare i collegamenti ipertestuali restituiti;
- *DeliciousThread*: i collegamenti ipertestuali ricavati da GoogleThread tramite scraping vengono processati ognuno da un nuovo thread, chiamato *DeliciousThread*, che si occupa di ricercare il collegamento, cifrato con la funzione MD5, su Delicious;
- *FlickrThread*: questo thread si occupa di ricercare il nome del concetto dell'ontologia all'interno di Flickr;
- *YouTubeThread*: questo thread si occupa di ricercare il nome del concetto dell'ontologia all'interno di Youtube.



Per ricavare i tag attraverso Delicious viene sfruttata la possibilità di ricevere una risposta JSON<sup>10</sup> da parte del sito. Tale risposta contiene una serie di tag (con associata la frequenza d'uso) relativi ad una determinata risorsa, come mostrato in Tabella 4.4. Per quanto riguarda invece Flickr e

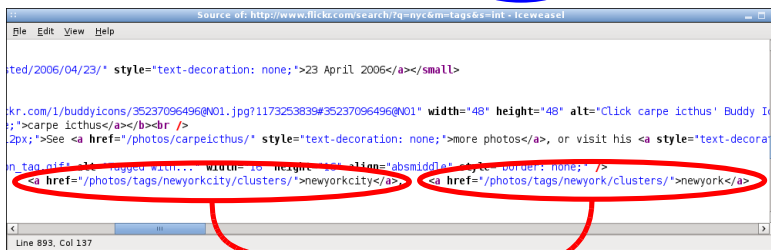
```
[{"hash": "46efc577b7ddef30d1c6fd13311b371e", "top_tags"
{"social": 2031, "bookmarking": 412, "delicious": 1631, "web": 763,
"web2.0": 2080, "community": 411, "bookmark": 1800, "bookmarks": 2986,
"del.icio.us": 3354, "links": 714, "imported": 911},
"url": "http://del.icio.us/", "total_posts": 19206}]
```

Tabella 4.4: Esempio di risposta JSON da Delicious

YouTube, i tag vengono ricavati tramite l'uso di tecniche di scraping: un esempio è mostrato nella Figura 4.15, in cui è presente uno stralcio di regular expression impiegata. Tutti i thread coinvolti in questo processo salvano

```
Pattern.compile("(?i)<a href=\"/photos/tags/[\\S]+/clusters/\">([\\S]&&[^\</a>]]+</a>");
```

Source of: <http://www.flickr.com/search/?q=nyc&rn=tags&s=int>



**newyorkcity**  
**newyork**



Figura 4.15: Regular expression impiegata nello scraping di Flickr per il tag “nyc”

i tag ricavati dai vari sistemi in una Hashtable, che verrà poi visualizzata all'utente sotto forma di grafo radiale collegato al concetto selezionato.

<sup>10</sup> [www.json.org/](http://www.json.org/)

### 4.2.5 Raffinamento della ricerca

Come precisato nel capitolo precedente, durante la prima fase di associazione del concetto dell'ontologia con le folksonomie, si è scelto di non discriminare alcun tag rilevante. In questo modo all'utente sono presentati una serie di tag, molti dei quali probabilmente irrilevanti per la propria ricerca.

A questo punto l'utente potrà effettuare un raffinamento sui risultati ottenuti. Sono possibili due scelte: un raffinamento manuale ed un raffinamento automatico. Manualmente l'utente descrive con quale altro concetto da lui visualizzato è necessario applicare la ricerca, mentre nel modo automatico sarà compito del sistema filtrare i risultati tenendo conto anche delle associazioni tra sovraconcetti/sottoconcetti.

## Capitolo 5

# Test e valutazione

*“Io ne ho viste cose che voi umani non potreste immaginarvi. Navi da combattimento in fiamme al largo dei bastioni di Orione. E ho visto i raggi  $\beta$  balenare nel buio vicino alle porte di Tannhauser. E tutti quei... momenti andranno perduti... nel tempo... come... lacrime... nella pioggia. È tempo di morire.”*

Blade Runner

In questo capitolo vengono descritti i test effettuati per la valutazione del nostro lavoro di tesi, relativamente agli applicativi FolksOntCollab e FolksOntGraph, per cercare di individuare le eventuali criticità del sistema. Questi risultati permetteranno di definire alcune linee guida per poter successivamente migliorare la nostra applicazione, risolvendo aspetti implementativi o aggiungendo nuove funzioni.

Poichè i nostri applicativi si appoggiano alla partecipazione di una comunità di utenti, la loro valutazione è stata effettuata sotto due diversi profili: da un lato, si è cercato di verificare l'efficacia dei software, dall'altro si è tenuto conto della loro usabilità e del giudizio che gli utenti hanno espresso su di essi. Ad un gruppo eterogeneo di utenti è stato presentato un questionario. Le risposte avute sono poi state raffinate attraverso un'intervista. I risultati ottenuti sono serviti per la valutazione complessiva del sistema.

Infine, in modo del tutto automatico, si è valutata la bontà del filtro presente in FolksOntGraph. Questo filtro offre la possibilità di raffinare i tag associati ai concetti dell'ontologia. Va ricordato che la prima associazione tra concetti e tag avviene senza escludere alcun risultato. Successivamente l'utente ha la possibilità di filtrare i risultati.

## 5.1 Test di Usabilità

In questa sezione descriveremo il nostro metodo di valutazione, i partecipanti e i test effettuati su FolksOnt mettendo in evidenza le condizioni preliminari e i risultati ottenuti nei vari test.

Anzitutto è bene precisare che i test di usabilità sono un insieme di metodologie: soprattutto negli ultimi anni, con l'avvento del Web, è bene non pensare al test come ad una tecnica rigida e ben standardizzata per qualsiasi sito e qualsiasi contesto. Il compito dei test è studiare il comportamento degli utenti alle prese con siti reali o con loro prototipi, con due obiettivi:

- identificare criticità e colli di bottiglia dell'interfaccia, per poterli correggere con lo scopo di ottenere miglioramenti sull'applicativo;
- capire come l'utente si muove e ragiona e dunque quali sono le ragioni di eventuali difficoltà per cercare di migliorare il software in esame.

I test che abbiamo effettuato prevedono che ogni utente venga osservato individualmente, e non in situazioni di gruppo, e che i compiti siano gli stessi per ogni partecipante al test.

### 5.1.1 Definizione degli obiettivi

Per la procedura di test abbiamo seguito le linee guida presentate nel libro di Preece, Rogers e Sharp *Interaction Design*, testo consigliato nel corso di Human-Computer Interaction del Politecnico di Milano. Il primo passo da compiere per effettuare un test approfondito sul nostro prototipo è definire gli obiettivi base che vogliamo raggiungere in questa fase. Conoscere il software, gli utenti a cui è rivolto e gli obiettivi che si vogliono raggiungere costituisce infatti una premessa irrinunciabile per un esito proficuo della fase di valutazione e serve a identificare in maniera più efficace le caratteristiche specifiche da sottoporre al test.

Gli obiettivi del nostro test sono di due tipi:

- *Generali*  
Valutare la facilità d'uso, la soddisfazione e l'utilità percepita del servizio nel suo complesso (ad esempio per valorizzarne i contenuti o identificare nuovi bisogni informativi) attraverso la misurazione dei principali aspetti che caratterizzano l'usabilità dell'interazione (percezione, consistenza, gradevolezza, etc.).
- *Specifici*  
Valutare l'usabilità di un menu, di un sistema di labeling, la modifica di un'ontologia, i sistemi di ranking, etc.

La definizione degli obiettivi è necessaria per predisporre con cura gli strumenti di indagine.

### 5.1.2 Metodologia

Per effettuare i test, come spiega la regola di Nielsen<sup>1</sup> (vedi Figura 5.1), abbiamo reclutato un numero ristretto di persone con background differenti e abbiamo chiesto loro di provare a utilizzare il nostro software.

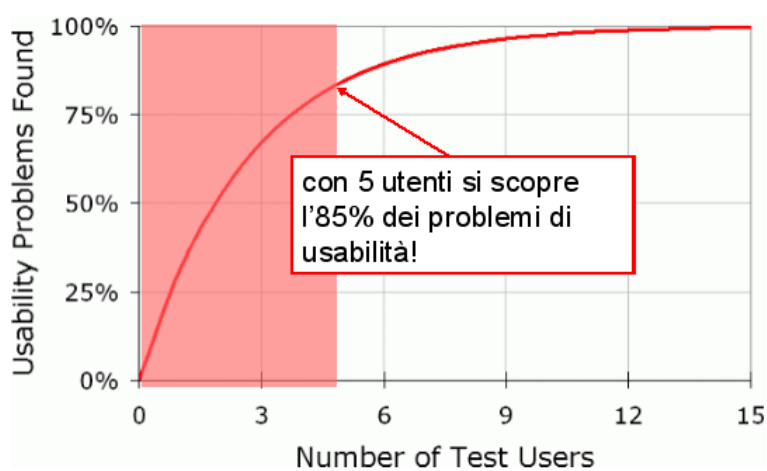


Figura 5.1: La “regola di Nielsen”

Possiamo suddividere la nostra fase di valutazione in quattro semplici passaggi:

1. *Introduzione*

Ad ognuno dei nostri tester abbiamo inizialmente dato qualche nozione preliminare che permettesse a tutti di capire in che ambito del Web si colloca il nostro applicativo. La descrizione era personalizzata a seconda del background informatico di ciascun utente. Le informazioni mostrate loro mettevano in risalto la definizione di Web Semantico, di sistema collaborativo e di rappresentazione della conoscenza.

2. *Descrizione*

In questa seconda parte, si è spiegato molto brevemente quali sono le funzionalità di FolksOnt. L'obiettivo principale di questa fase di test era capire se il software era usable; proprio per questo motivo non si è insistito molto sulla spiegazione ma si è pensato di dare poche semplici

<sup>1</sup> <http://www.useit.com/alertbox/20000319.html>

basi per capire quanto realmente il tool grafico risultasse intuitivo agli occhi di qualsiasi utente.

### 3. *Test di usabilità*

A questo punto si è fatto provare il sistema ad ogni utente. Durante questa fase, ogni tester doveva appuntarsi tutto ciò che risultava poco chiaro per discuterne nella fase successiva.

### 4. *Questionario e Intervista*

Abbiamo deciso di preparare un semplice questionario da far compilare agli utenti per capire quanto il nostro software sia semplice ed usabile. La fase successiva era composta da una piccola intervista dove si commentavano e si spiegavano in maniera più esaustiva le risposte date nel questionario.

## Selezione dei partecipanti

Tutti i partecipanti hanno esperienza nell'uso del Web, tre su sei sono laureati in Ingegneria Informatica (triennale o specialistica); due di questi durante il loro percorso di studi hanno seguito dei corsi di Ingegneria della Conoscenza e Intelligenza Artificiale e a parte questi due partecipanti, nessuno ha particolari conoscenze sulle ontologie e sulla loro costruzione. I partecipanti hanno effettuato il test in giorni differenti in modo che non ci fosse un confronto verbale sull'utilizzo del software. Nella Tabella 5.1 mostriamo l'elenco dei partecipanti alla fase di test.

	<b>GENERE</b>	<b>ETÁ</b>	<b>TITOLO DI STUDIO</b>
Utente n.1	Maschio	24	Studente di Ingegneria Informatica
Utente n.2	Maschio	24	Studente di Ingegneria Informatica
Utente n.3	Maschio	25	Laureato in Ingegneria Informatica
Utente n.4	Femmina	25	Laureata in Giurisprudenza
Utente n.5	Femmina	20	Studentessa di Scienze Politiche
Utente n.6	Maschio	23	Studente di Biotecnologie

**Tabella 5.1:** Partecipanti alla fase di test

## Preparazione dei compiti

I sette compiti che sono stati preparati per valutare le operazioni che si possono effettuare con FolksOnt sono i seguenti:

- *Compito 1:* registrarsi a FolksOnt ed effettuare l'autenticazione

- *Compito 2*: creare una nuova ontologia di un dominio prefissato partendo da un template
- *Compito 3*: creare una nuova ontologia di un dominio prefissato partendo da un'ontologia esistente
- *Compito 4*: modificare a piacimento un'ontologia utilizzando il tool grafico
- *Compito 5*: visualizzare, votare un'ontologia e controllare le classifiche
- *Compito 6*: ricercare dei concetti all'interno dell'ontologia precedentemente creata con FolksOntCollab e navigarne la struttura
- *Compito 7*: associare i concetti dell'ontologia con i sistemi a tag

L'efficacia di ciascun compito è stata giudicata grazie al feedback che l'utente dà attraverso il questionario e l'intervista.

### La procedura del test

La procedura prevedeva due documenti (introduzione e descrizione) preparati in anticipo, da somministrare agli utenti in modo che tutti i partecipanti avessero le stesse informazioni e fossero trattati allo stesso modo. In realtà, per il documento d'introduzione sono state preparate due versioni, una per gli utenti poco esperti, l'altra per quelli che hanno un ottimo background informatico. La Tabella 5.2 e la Tabella 5.3 mostrano i due documenti in esame: l'introduzione e la descrizione.

Agli utenti è stato chiesto di provare ad utilizzare il software e di appuntare ogni considerazione sul tool e sull'utilizzo dello stesso. Ciascun utente non aveva limiti di tempo e poteva provare liberamente il software; l'unico vincolo imposto era quello di svolgere i sette compiti assegnati e successivamente compilare il questionario.

### 5.1.3 Questionario e intervista

I test rappresentano un aspetto molto importante per la realizzazione del software; servono principalmente per le misurazioni delle performance di gruppi di utenti rappresentativi nell'esecuzione dei principali compiti in condizioni controllate. Lo scopo è ottenere dati oggettivi sulle prestazioni esibite che mostrino quanto il prodotto è usabile in termini di facilità d'uso, usabilità e apprendibilità. Lo scopo di un test è quello di dare risposta a delle domande o a delle ipotesi per creare una nuova conoscenza. Per questo motivo abbiamo utilizzato due tecniche già consolidate per raccogliere dati ed

### INTRODUZIONE ALLA FASE DI TEST

Grazie per aver accettato di partecipare a questo studio.

Lo scopo di questo progetto è valutare l'interfaccia di FolksOnt in termini di usabilità e facilità d'uso.

Ti verrà chiesto di usare FolksOnt per risolvere una serie di specifici compiti volti alla rappresentazione della tua conoscenza di un determinato argomento. Adesso ti daremo qualche breve informazione sul software e sul suo dominio di utilizzo. Durante la fase di test, ti chiediamo di scrivere tutte le operazioni che risultano poco chiare in modo tale da discuterne nell'intervista successiva.

L'argomentazione trattata in questo progetto rientra nel ramo dell'Ingegneria della Conoscenza che prende il nome di Web Semantico.

Il Web Semantico è un'estensione evoluta del World Wide Web, in cui i contenuti possono essere espressi non solo nel linguaggio naturale, ma anche in un formato che possa essere usato anche da strumenti software. Lo scopo del Web Semantico è quello di fornire risorse Web comprensibili dalle macchine, queste informazioni possono poi essere condivise e processate sia da strumenti automatici, come i motori di ricerca, che da utenti umani.

Il termine Web 2.0 è quindi l'espressione di molti dibattiti in merito alle nuove possibilità di condivisione e fruizione del sapere e delle informazioni offerte nella Rete. Queste considerazioni non vogliono rappresentare il culmine dell'evoluzione del mondo di Internet, bensì un punto di partenza per nuove metodologie e applicazioni software, all'insegna della condivisione e della collaborazione tra esseri umani. Il termine semantico assume sostanzialmente la valenza di elaborabile dalla macchina. La semantica dei dati consiste nelle informazioni utili perchè la macchina possa utilizzarli nel modo corretto. Il Web Semantico potrà funzionare solo se le macchine potranno accedere ad un insieme strutturato di informazioni e ad un insieme di regole da utilizzare per il ragionamento automatico. La sfida del Web Semantico, quindi, è fornire un linguaggio per esprimere dati e regole per poter ragionare sui dati.

Per fare ciò si possono utilizzare due possibili approcci: il primo è basato sulle *Ontologie*, mentre il secondo sfrutta le *Folksonomie* e i nuovi sistemi del Social Web. Un'ontologia è il tentativo di formulare uno schema concettuale esaustivo e rigoroso nell'ambito di un dato dominio; si tratta generalmente di una struttura dati gerarchica che contiene tutte le entità rilevanti, le relazioni esistenti fra di esse, le regole e i vincoli specifici dell'argomento trattato. Il secondo tipo di approccio è basato sulle *Folksonomie*, una tecnica recente e meno rigorosa delle ontologie, che descrive una categorizzazione collaborativa di informazioni mediante l'utilizzo di parole chiave, meglio note come *Tag*, che possono essere scelte liberamente dagli utenti.

**Tabella 5.2:** Esempio di introduzione alla fase di test



### DESCRIZIONE DELLA FASE DI TEST

Cominceremo con una rassegna generale di FolksOnt. Il suo scopo è quello di collegare la conoscenza degli utenti utilizzando una semplice interfaccia grafica.

Lo scopo del nostro lavoro di oggi è esplorare l'interfaccia di FolksOnt per identificare gli elementi che possono essere migliorati. Siamo anche interessati a sapere quali funzioni sono considerate particolarmente utili dagli utenti.

Fra pochi minuti avrai sette compiti da svolgere. Per ciascuno di essi dovrai utilizzare FolksOntCollab e FolksOntGraph per cercare di risolverli nel miglior modo possibile; mentre utilizzerai questo software ricorda che non sei tu il soggetto della valutazione ma l'applicativo stesso.

FolksOntCollab permette di creare e gestire semplici classificazioni del sapere che nello specifico prendono il nome di ontologie. I tuoi compiti sono i seguenti: (1) Registrarsi ed autenticarsi al sistema; (2) creare una ontologia partendo da un template del dominio dei film; (3) creare una ontologia partendo da un'ontologia del dominio dei film di un'altro utente; (4) modificare a tuo piacimento l'ontologia; (5) votare un'ontologia e visionare le classifiche.

I successivi due compiti riguardano la ricerca e questa avviene attraverso FolksOntGraph: attraverso questo applicativo potrai svolgere i seguenti compiti: (6) ricercare dei concetti all'interno dell'ontologia precedentemente creata con FolksOntCollab e navigarne la struttura; (7) associare i concetti dell'ontologia con i sistemi a tag.

Ti consigliamo, per non avere problemi, di svolgere i compiti nel modo in cui sono stati assegnati. Sentiti libero di lavorare su ciascun compito al ritmo che credi più opportuno. Mentre lavori ad un compito, ti chiediamo di immaginare che si tratti di qualcosa che hai bisogno di effettuare. Durante questa fase ti chiediamo di essere il più indipendente possibile e di appuntare qualsiasi cosa che risulti dubbia o poco chiara. Se non dovessi essere in grado di completare un compito comunicalo allo staff presente.

Sentiti libero di esplorare qualunque argomento che ti sembra interessante.

Buon lavoro!

**Tabella 5.3:** Descrizione della fase di test

opinioni degli utenti: il questionario e l'intervista. Il questionario è utile per avere una linea guida da seguire e per cominciare a capire quali sono le opinioni dell'utente; opinioni che verranno poi ribadite ed approfondite nell'intervista aperta.

### Il questionario

Il questionario è una sorta di intervista strutturata scritta in cui si possono trovare domande a risposta chiusa o aperta. È diviso in più sottosezioni, una prima parte riguarda i dati anagrafici dell'intervistato (età, sesso, etc.) e sui dettagli della sua esperienza di utente (numero di anni d'uso del computer, livello di competenza, abilità nel navigare su Internet, conoscenza dei sistemi a tag, etc.). Queste informazioni sono utili per inquadrare lo spettro in cui si colloca il campione. Ad esempio il segmento di utenti che ha usato un sistema a tag per la prima volta tenderà ad esprimere opinioni diverse da quelle di un segmento che utilizza le folksonomie da qualche anno.

Dopo le domande generali, abbiamo proposto una serie di domande che costituiscono il cuore dell'indagine. La Tabella 5.4 mostra il questionario presentato ai nostri tester.

Per agevolare la facilità di utilizzo e per misurare le opinioni, gli atteggiamenti e le credenze degli utenti abbiamo impostato le nostre domande in modo che l'utente possa rispondere attraverso la *Scala Likert*. Questo metodo ci porta ad avere delle risposte pressochè standardizzate. La scala, infatti, è formata da cinque valori: *Assolutamente soddisfatto - Soddisfatto - Ok - Poco Soddisfatto - Insoddisfatto*.

Queste informazioni sono molto utili perchè sono il punto di partenza per la fase successiva di intervista.

### L'intervista

Si può pensare alle interviste come a una *conversazione a scopo* [48]. Come una qualsiasi conversazione, l'intervista dipende dalle domande cui si deve rispondere e dal tipo di metodo utilizzato. Ne esistono quattro tipi principali: *aperte o non strutturate, strutturate, semi-strutturate* e di *gruppo* [49]. I primi tre derivano il loro nome dal grado di controllo che l'intervistatore impone sulla conversazione nel seguire un insieme predefinito di domande. Il quarto invece è una sorta di discussione aperta tra più persone con un moderatore che tira le fila del discorso.

Il metodo di conduzione di un'intervista dipende, fondamentalemente, dagli obiettivi della valutazione, delle domande a cui dare risposta e dal paradigma adottato. Nel nostro caso, ad esempio, l'intervista è il passo successivo al

**Questionario sull'utilizzo di FolksOnt**

*Informazioni personali*

Cognome: ..... Nome: .....

Sesso: M F Titolo di Studio: .....

*Informazioni generali*

**Quante volte utilizzi Internet nell'arco della giornata?**

Meno di un'ora                      Un'ora                      Più di un'ora

**Hai mai utilizzato un sistema a tag (ad esempio Delicious, Flickr, etc.)?**

Si                      No

**Quanti sistemi a tag frequenti?**

Nessuno              Uno              Due              Tre              Più di tre

**Se ne frequenti almeno uno, da quanto tempo?**

Meno di un anno                      Un anno                      Più di un anno

*Informazioni specifiche su FolksOnt*

**Ins.** = Insoddisfatto, **P.S.** = Poco Soddisfatto  
**So.** = Soddisfatto, **A.S.** = Assolutamente Soddisfatto

<i>Domanda</i>	<i>Ins</i>	<i>P.S.</i>	<i>Ok</i>	<i>So.</i>	<i>A.S.</i>
I menu del software sono risultati chiari?					
Come giudichi la visualizzazione grafica di un'ontologia?					
Il sito è disordinato o difficile da interpretare?					
Come giudichi la fase di creazione di un'ontologia?					
Come giudichi la fase di modifica di un'ontologia?					
Come giudichi la fase di visualizzazione di un'ontologia?					
Come giudichi la parte relativa a FolksOntGraph?					
In generale sei soddisfatto del software testato?					

**Tabella 5.4:** Questionario presentato all'utente dopo il test

questionario, in cui vengono approfondite in maniera molto informale le decisioni prese dall'utente durante la compilazione del questionario stesso. Proprio per questa ragione abbiamo deciso di realizzare un'intervista aperta, informale, che ricalchi le domande del questionario ma che dia all'utente la possibilità di motivare in maniera esaustiva le proprie scelte. In questa intervista non diamo nessuna regola al partecipante, l'intervistato è libero di rispondere dilungandosi quanto ritiene necessario.

Il vantaggio principale dell'utilizzo di questa tecnica riguarda la capacità di fornire contenuti molto ricchi. Gli intervistati spesso tirano fuori aspetti cui l'intervistatore non avrebbe mai pensato e che potrebbero poi essere analizzati in maggiore profondità.

#### 5.1.4 Raccolta di dati e analisi

Le domande effettuate nell'intervista erano strutturate in modo che si potesse da un lato capire quali erano le funzionalità di FolksOntCollab non chiare all'utente, dall'altro per cercare di raccogliere informazioni riguardo le performance degli utenti nei compiti previsti. Le misure che abbiamo tenuto in considerazione comprendono i tempi di risposta, le incomprensioni che ha avuto l'utente ed il completamento dei compiti.

#### Analisi dei Risultati

In questa fase andremo a visionare e commentare i risultati ottenuti nella fase di test; una prima analisi mette in evidenza la capacità dell'utente di portare a termine i task preassegnati (come mostra la Tabella 5.5), successivamente si analizzeranno le informazioni ottenute dai questionari e le considerazioni sorte dopo le interviste.

Guardando la tabella, si nota facilmente che agli occhi di un esperto informatico questi compiti non sono assolutamente complicati; i task assegnati sono stati portati a termine dalla quasi totalità del campione.

Per utenti inesperti e con poca attitudine all'utilizzo del Web, come ad esempio l'Utente n.5, la modifica e la ricerca all'interno dell'ontologia sono risultate delle operazioni abbastanza impegnative. Come spiegheremo più avanti in un'analisi più specifica, la vera difficoltà per questo tipo di utenti è capire che cos'è un'ontologia e a cosa serve.

Visti i risultati acquisiti con questa prima analisi, mostriamo ora i dati ottenuti dai questionari e le considerazioni effettuate nella fase di intervista suddividendo i partecipanti in tre categorie:

- **Utenti esperti di ontologie:** Utente n.1 e Utente n.2;

	task n.1	task n.2	task n.3	task n.4	task n.5	task n.6	task n.7
Utente n.1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Utente n.2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Utente n.3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Utente n.4	✓	✓	✓		✓	✓	✓
Utente n.5	✓	✓	✓		✓		✓
Utente n.6	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

**Tabella 5.5:** Compiti svolti dai partecipanti ai test

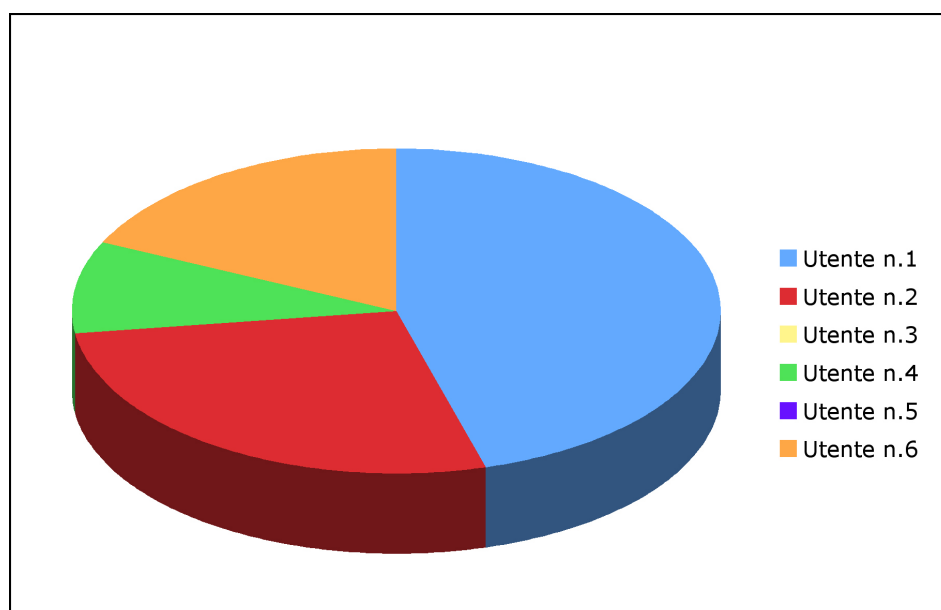
- **Utenti esperti informatici:** Utente n.3 e Utente n.6;
- **Utenti poco esperti:** Utente n.4, Utente n.5.

Dalle domande a carattere generale, è emerso che quasi tutti i partecipanti al test conoscono le Social Network e che circa il cinquanta per cento degli intervistati ne usa almeno una abitualmente, come mostra la Figura 5.2.

### Utenti esperti di ontologie

In questa categoria vengono raccolti i dati forniti dai due utenti esperti, cioè quei partecipanti che nel loro background culturale hanno una definizione precisa di ontologia e folksonomia e sono comunque in grado di realizzare una nuova ontologia manipolando il codice RDF/OWL. Entrambi conoscono bene i sistemi a tag e il loro funzionamento. In particolare, parlando con uno dei due abbiamo scoperto che per lui il Web 2.0 oltre a una tecnologia è un passatempo che impegna buona parte del suo tempo libero: collaborare e conoscere persone con interessi comuni, condividere pensieri, foto ed altro sono attività effettuate con frequenza.

Entrando nello specifico con le domande relative a FolksOnt, abbiamo scoperto che entrambi manifestano soddisfazione per il software appena testato; a loro avviso l'interfaccia grafica del sito è molto intuitiva e possiede una buona facilità d'uso. Anche la rappresentazione dell'ontologia, secondo loro,



**Figura 5.2:** Partecipazione degli utenti intervistati ai sistemi collaborativi

costituisce un punto di forza di questo sistema: la semplicità con cui ogni classe o relazione viene rappresentata, a loro avviso, permette ad ogni utente con qualsiasi background informatico di poter utilizzare il sistema. Uno di loro ha comunque espresso una perplessità al riguardo: secondo il suo parere, infatti, la rappresentazione grafica dell'ontologia, pur essendo molto intuitiva, può avere qualche problema di visualizzazione per alberi ontologici molto grandi.

Entrambi hanno espresso inoltre particolare soddisfazione per la modalità dedicata agli esperti nella fase di modifica: a loro parere, è un ottimo tool che permette a chi come loro sa quali sono i concetti tecnologici che ci sono dietro alle ontologie, di modificare classi e relazioni in un tempo brevissimo senza utilizzare codice RDF/OWL.

Continuando con l'intervista, sfruttando il loro background, abbiamo chiesto cosa vorrebbero migliorare e quali sono le funzionalità che vorrebbero aggiungere. Le risposte sono state molto simili: nel complesso possiamo dire che, secondo loro, FolksOnt è molto ricco di contenuti; entrambi, in un ipotetico sviluppo futuro, andrebbero a semplificare ancora la gestione della modifica, arricchendo il software con semplici messaggi di alert che darebbero all'utente la possibilità di capire cosa ha realmente fatto e cosa

no. Uno di loro, a tal proposito, citava un esempio che riportiamo: durante la modifica della sua ontologia dei film, senza accorgersi, ha aggiunto una classe che in realtà era già presente nell'ontologia. Il sistema si è accorto che questa classe c'era già e di conseguenza non l'ha inserita nuovamente, ma non lo ha comunicato all'utente. Un altro possibile sviluppo futuro suggeritoci è quello di dare la possibilità agli utenti di poter comunicare tra loro attraverso una chat o un forum in modo tale che ognuno possa esprimere le proprie opinioni riguardo al sistema e alle varie ontologie.

### **Utenti esperti informatici**

Gli utenti appartenenti a questa categoria non riescono a dare una definizione rigorosa di ontologia e pur non sapendo costruirla da zero hanno ben chiaro come funziona e quali sono le sue funzionalità. I partecipanti che rientrano in questa categoria hanno una buona dimestichezza con le Social Network; uno dei due le usa abitualmente. Entrambi non hanno avuto problemi di utilizzo. A loro parere l'interfaccia grafica è molto leggera ed intuitiva; secondo loro l'unica prerogativa per utilizzare al meglio questo sistema è avere una certa dimestichezza con il Web. I compiti svolti sono stati effettuati senza troppi problemi; secondo loro la creazione dell'ontologia è ben fatta, l'utente non può perdersi o non capire cosa deve cliccare. Anche la parte di visualizzazione e di ranking è a prova d'inesperto. L'operazione di modifica invece è un po' più complicata; a loro parere non è così intuitivo capire come si aggiunge un nuovo concetto o una nuova proprietà; a tal proposito sono stati suggeriti dei possibili miglioramenti per cercare di ovviare al problema. Una prima aggiunta da fare consta in una serie di messaggi che diano dei suggerimenti sulle operazioni che l'utente può o deve svolgere e dei messaggi come feedback in caso di operazione svolta. Un'ulteriore miglioria può essere quella di inserire una breve demo volta a mostrare all'utente che si collega per la prima volta, come si effettuano le potenziali modifiche a un'ontologia in FolksOnt.

### **Utenti poco esperti**

Appartengono a questa categoria tutti quegli utenti che non hanno una grande propensione all'uso del Web e in particolare all'uso di sistemi collaborativi. Durante la fase di intervista con l'Utente n.5 abbiamo capito che il problema più grande che ha dovuto affrontare per svolgere questi test è stato capire cosa significasse in pratica "creare e modificare una propria ontologia". Continuando nella conversazione, infatti, abbiamo dedotto che riusciva a compiere i compiti richiesti senza però capire cosa realmente stava

facendo. È emerso che l'ontologia è uno strumento troppo astratto e non è così immediato capire che ogni concetto può essere rappresentato in un albero e che questo può essere legato con un altro concetto attraverso delle relazioni. Dal punto di vista di usabilità e facilità d'uso, l'utente ha mostrato una certa soddisfazione nell'utilizzo di questo applicativo trovandolo semplice da usare e assolutamente intuitivo. Ha avuto invece qualche perplessità sulla visualizzazione dell'ontologia; a suo parere, dopo un certo numero di iterazioni, l'albero era sbilanciato e diventava difficile da navigare.

### Conclusioni

Dalle informazioni raccolte con questo test possiamo affermare che il nostro sistema risulta tutto sommato facile da utilizzare e con un'interfaccia grafica semplice ed intuitiva. Tutte e tre le categorie di partecipanti hanno sollevato qualche perplessità sulla parte relativa alla modifica; perplessità che possono essere tranquillamente risolte grazie a piccoli miglioramenti. Ancor prima di svolgere i test, in fase di progettazione, pensavamo a come poter migliorare ed arricchire il nostro applicativo e alcune delle migliorie proposte dai partecipanti ai test erano già state pensate e pronte per essere inserite nella nuova release. Possiamo quindi dire che i risultati dei test sono stati più che soddisfacenti.

## 5.2 La ricerca dei tag

Parallelamente ai test presentati agli utenti per cercare di individuare le eventuali criticità del sistema, sono state effettuate una serie prove per valutare qualitativamente il meccanismo di associazione dei concetti dell'ontologia con i sistemi a tag. Come ampiamente descritto nel Capitolo 4, i sistemi collaborativi su cui viene effettuata la ricerca dei tag sono tre: Delicious, Flickr e YouTube. Il processo di associazione in Delicious necessita di una fase preliminare in cui il concetto dell'ontologia viene prima ricercato sul motore di ricerca Google. Per come è realizzato il sistema, consideriamo i risultati ottenuti da Delicious qualitativamente migliori degli altri. Di seguito sono presentati i risultati ottenuti.

### 5.2.1 Test 1

Per effettuare questo test si è utilizzata un'ontologia relativa ai sistemi operativi<sup>2</sup>. Si è cercato di disambiguare il concetto "Darwin", utilizzando even-

<sup>2</sup> <http://ssel.vub.ac.be/codamos/2005/01/operatingsystems.owl>



tuali sovraclassi e sottoclassi come supporto, come mostrato in Figura 5.3. Utilizzando FolksOntGraph è possibile individuare come, all'interno dell'ontologia scelta, il concetto "Darwin" abbia come sovraconcetto "BSD" e sottoconcetto "MacOSX", mentre una semplice associazione con i vari sistemi a tag porta a risultati poco soddisfacenti per il contesto in cui si opera (ad esempio sono presentati i tag 'philosophy' o 'evolution'). Questi risultati sono presentati in modo esaustivo nelle Tabelle 5.6, 5.7, 5.8.

<b>Delicious</b>	
Darwin	RLC110 (2), Beagle (2), philosophy (4), biology (158), beagle (2), traininglinksA (2), nyc (5), literature (38), biography (4), ebooks (25), system:import (2), People (2), reference (117), weird (62), funny (124), awards (57), entertainment (23), books (101), education (21), Darwin (11), darwin (382), humour (79), Evolution (31), evolution (248), Science (16), tutorial (3), museum (9), history (118), culture (2), Refr (2), stupidity (95), science (221), humor (224), wikipedia (3), travel (2), fun (114), photos (2)

**Tabella 5.6:** Risultati per la ricerca del concetto "Darwin" con Delicious, tra parentesi le occorrenze dei vari tag.

<b>Flickr</b>	
Darwin	diving, night, flowers, top20dogpix, windows, green, blue, 5bestdogs, photoshop, shoes, dog, project, puppy, wild, interestingness, people, cemetery, tulips, pet, cliff, fullmoon, world, uk, verde, sunset, sketch, sun

**Tabella 5.7:** Risultati per la ricerca del concetto "Darwin" con Flickr.

<b>YouTube</b>	
Darwin	charlie rose, la pesadilla de darwin, ciao darwin, bbc, darwin torres, darwin's nightmare, darwin dixit margalef, darwin awards

**Tabella 5.8:** Risultati per la ricerca del concetto "Darwin" con YouTube, tra parentesi le occorrenze dei vari tag.

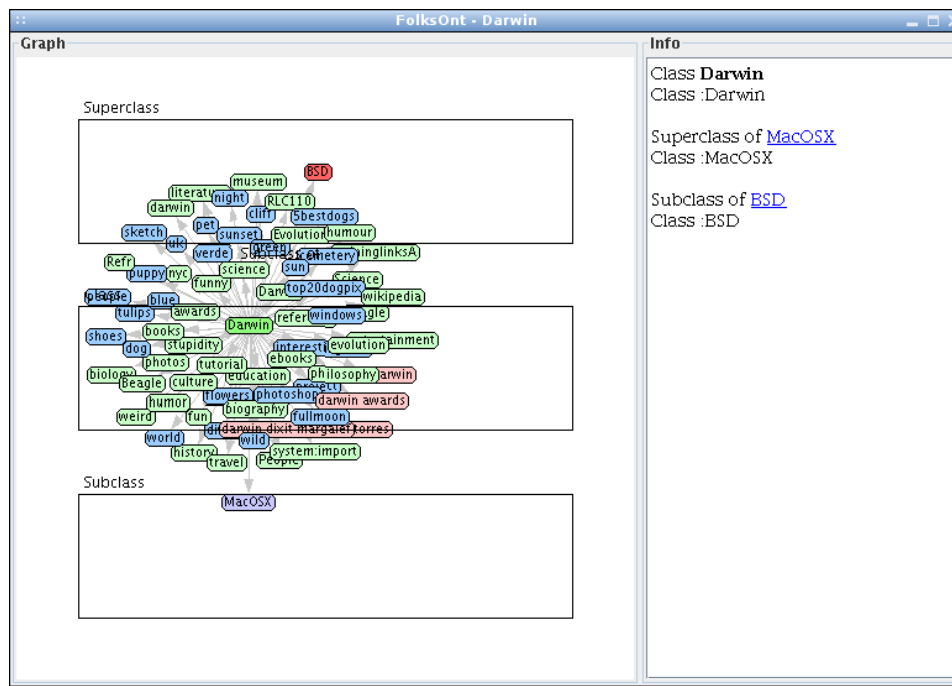


Figura 5.3: Come si presenta FolksOntGraph dopo aver ricercato il concetto “Darwin”.

### 5.2.2 Test 2

Questo test segue direttamente da quello precedente e mostra i miglioramenti che si possono ottenere se si impiegano le relazioni dell’ontologia per raffinare l’associazione tra il concetto desiderato e le varie folksonomie, come mostrato graficamente in Figura 5.4. I tag trovati, sicuramente più attinenti al dominio di interesse, sono elencati in Tabella 5.9.

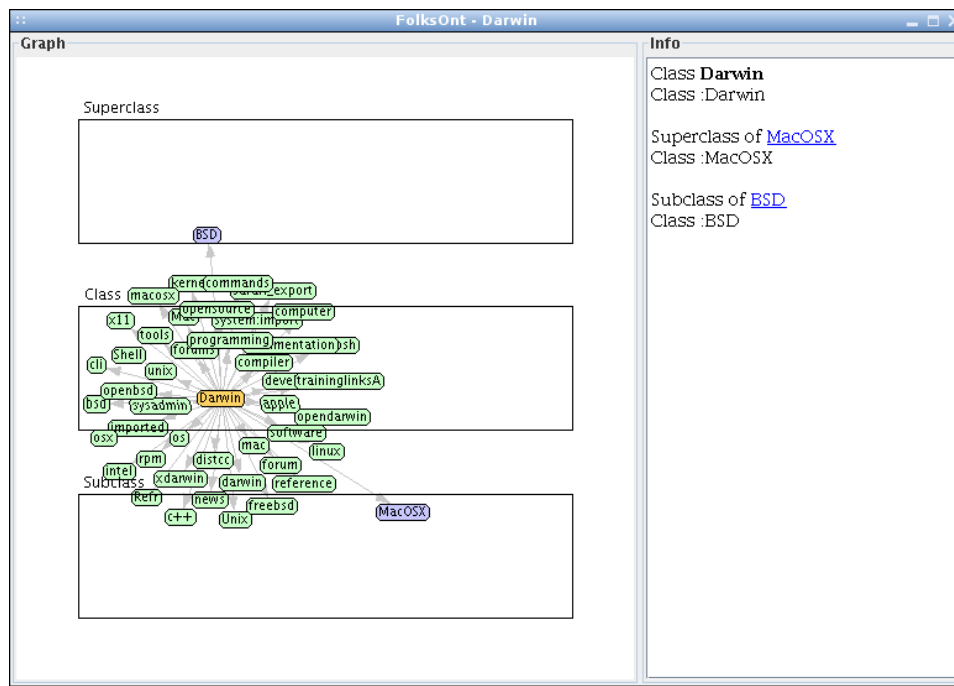
### 5.2.3 Test 3

In questo ultimo test si utilizza un’ontologia delle auto<sup>3</sup> per verificare come sia possibile reperire informazione relative al concetto “Jaguar”. I risultati sono mostrati nelle Figura 5.5 e nelle Tabelle 5.10, 5.11.

## 5.3 Conclusioni

I tre test effettuati rappresentano in modo semplice e intuitivo alcuni problemi pratici che potrebbero emergere nell’associazione di concetti dell’on-

<sup>3</sup> <http://faure.isti.cnr.it/~straccia/download/teaching/autos.owl>



**Figura 5.4:** Come si presenta FolksOntGraph dopo aver ricercato il concetto “Darwin” e “MacOSX”.

<b>Delicious</b>	
Darwin + MacOSX	sysadmin (2), development (9), kernel (12), macintosh (2), c++ (6), forum (26), imported (2), bsd (68), opendarwin (2), apple (88), darwin (182), os (10), rpm (5), traininglinksA (2), macosx (104), forums (21), cli (70), documentation (2), linux (37), software (16), news (15), programming (6), openbsd (11), osx (339), safari_export (8), Mac (31), Refr (2), tools (5), commands (32), reference (168), Unix (15), x11 (28), freebsd (33), xdarwin (4), system:import (2), mac (252), unix (278), distcc (8), intel (3), Shell (40), opensource (12), compiler (10), computer (7)

**Tabella 5.9:** Risultati per la ricerca del concetto “Darwin” e “MacOSX” con Delicious, tra parentesi le occorrenze dei vari tag.

tologia a sistemi a tag. Va comunque ricordato che questo processo avviene tramite tecniche di scraping, interrogando in real-time le varie piattaforme collaborative. È del tutto ovvio dunque come l'immediatezza delle informa-

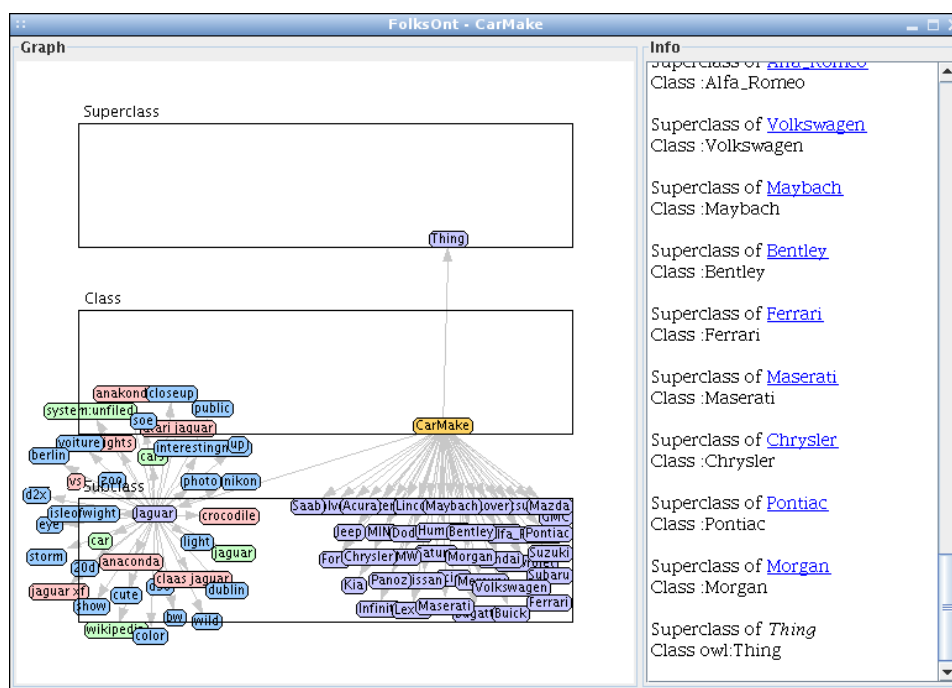


Figura 5.5: Come si presenta FolksOntGraph dopo aver ricercato il concetto “Jaguar”.

Flickr	
Jaguar	zoo, 20d, d50, public, eye, storm, cute, d2x, interestingness, isleafwight, photo, wild, up, nikon, bw, voitures, light, closeup, berlin, show, soe, color, dublin

Tabella 5.10: Risultati per la ricerca del concetto “Jaguar” con Flickr.

Delicious	
Jaguar	jag (2), car (2), system:unfiled (2), catalog (2), jaguar (10), parts (5), cars (9)

Tabella 5.11: Risultati per la ricerca del concetto “Darwin” e “Car-Make” con Delicious, tra parentesi le occorrenze dei vari tag.

zioni possa andare a discapito di una maggiore qualità delle associazioni fra tag: per migliorare sensibilmente il risultato sarebbe necessario un database in cui collezionare un notevole numero di tag che potrebbero poi essere classificati tramite qualche metrica. Tutto questo comunque esula dallo scopo per cui FolksOntGraph è stato concepito: ovvero uno strumento per una ra-

pida navigazione di un'ontologia con cui in pochi passi è possibile effettuare del grounding servendosi di folksonomie.

## Capitolo 6

# Conclusioni

*“È solo dopo aver perso tutto che siamo liberi di fare qualsiasi cosa”*

Fight Club

Ricerca e classificare efficacemente le informazioni presenti sul Web rappresenta tuttora un problema aperto, sia che si decida di affrontarlo attraverso l'impiego di ontologie che con l'uso delle folksonomie. Se da un lato le ontologie sono spesso uno strumento difficile da capire e utilizzato solamente da esperti, per problemi intrinseci legati alla rigidità nella rappresentazione e alla difficoltà nella creazione e nel mantenimento, dall'altro il crescente interesse nell'utilizzo di sistemi collaborativi ha avvicinato molti alla pratica di classificare mediante etichette (detta anche tag) risorse eterogenee, realizzando però un'ampia collezione di parole prive di semantica. Entrambi i due approcci hanno sia caratteristiche positive che negative. Per questo motivo, alcune recenti ricerche hanno tentato di unirne i pregi dando vita alle folksologie.

Tuttavia, tutti gli esperimenti che abbiamo avuto modo di analizzare si sono mossi in un'unica direzione: partire da una folksonomia e da questa cercare di creare un legame con un'ontologia. Le tecniche impiegate sono di due tipi: o si crea un'ontologia che rappresenti il sistema a tag o si mette in relazione il sistema a tag con i concetti di un'ontologia già esistente.

Nel nostro lavoro di tesi ci muoviamo invece in direzione opposta: partendo da un'ontologia andiamo ad interagire con i sistemi a tag. Il nostro obiettivo è infatti quello di effettuare il *grounding* dei concetti di un'ontologia: essi, cioè, vengono messi in relazione con delle risorse presenti sul Web, sfruttando delle associazioni già presenti all'interno dei sistemi a tag (per una spiegazione più accurata si rimanda al Capitolo 3).

Per valutare l'efficacia della nostra soluzione è stata realizzata un'applicazione software, chiamata FolksOnt, suddivisa in due parti: FolksOntCollab e FolksOntGraph.

FolksOntCollab è un semplice editor collaborativo di ontologie; il suo punto di forza è la semplicità con cui si può interagire con le ontologie stesse, andando così ad abbattere quelle barriere che non permettevano agli utenti poco esperti di poter creare la propria ontologia e modificarla a proprio piacimento. Dai test di usabilità effettuati e descritti ampiamente nel Capitolo 5 abbiamo visto che parte dei limiti ontologici sono stati risolti. In questo modo l'ontologia non è più uno strumento a sè stante e difficile da modificare: in pochi semplici click ora si può rappresentare la propria conoscenza. La vera difficoltà per gli utenti che non hanno un background informatico è capire il significato di ontologia e le regole logiche ad esso collegate.

La collaborazione tra utenti svolge in questo contesto un ruolo importantissimo: ognuno mette a disposizione il proprio dominio di conoscenza, favorendone la modifica o il riutilizzo e permettendo in questo modo un continuo miglioramento di quanto fatto.

FolksOntCollab, pur rispecchiando a pieno le specifiche, può essere soggetto a nuovi miglioramenti: abbiamo notato infatti che si potrebbe semplificare nuovamente l'interfaccia grafica per la modifica delle ontologie aggiungendo semplici messaggi di testo che guidano l'utente in ogni passaggio, dandogli così la consapevolezza di sapere le operazioni che sta effettuando. Un'ulteriore aggiunta riguarda la formazione dell'utente: si può andare ad arricchire il software con tutorial e demo che mostrino come si effettua la modifica in maniera pratica.

Per quanto riguarda invece FolksOntGraph, dall'analisi dei test effettuati esso è risultato, agli occhi degli utenti che l'hanno utilizzato, un ottimo strumento per la navigazione grafica di un'ontologia. Il successivo processo di grounding, descritto nel Capitolo 3, ha prodotto buoni risultati. Tuttavia, in future release, sarà necessario rendere più modulare questo applicativo, permettendo di andare a ricercare anche in sistemi diversi da Flickr, YouTube e Delicious. La mancanza però di API fornite da questi sistemi porta alla necessità di realizzare degli scraper ad hoc, compito complesso per un utente con poca dimestichezza con le regular expression. L'inclusione di nuove piattaforme collaborative permetterebbe inoltre di superare limitazioni legate alla qualità delle risorse trovate. Alcune folksonomie, infatti, sono per loro natura settoriali: Delicious ad esempio ha un taglio prettamente tecnico e i contenuti presenti sono quantitativamente numerosi se riguardano il campo dell'informatica ma rari altrove.

Si è deciso di distribuire il sistema con una licenza opensource, in particolare la GNU GPL<sup>1</sup>, in quanto confidiamo che attraverso la libera modifica e la redistribuzione del codice sorgente il nostro applicativo possa fornire una base di partenza per altri progetti e possa ricevere critiche costruttive da parte della comunità.

---

<sup>1</sup> <http://www.gnu.org/copyleft/gpl.html>



# Bibliografia

- [1] T. R. Gruber. Towards principles for the design of ontologies used for knowledge sharing. In N. Guarino and R. Poli, editors, *Formal Ontology in Conceptual Analysis and Knowledge Representation*, Deventer, The Netherlands, 1993. Kluwer Academic Publishers.
- [2] Grigoris Antoniou and Frank van Harmelen. *A Semantic Web Primer*. The MIT Press, Cambridge, MA, 2004.
- [3] Tim O'Reilly. What is web 2.0: Design patterns and business models for the next generation of software. *Web Article - O'Reilly Media, Inc*, 2005.
- [4] Tim Berners-Lee, R. Fielding, U.C. Irvine, and L. Masinter. Uniform Resource Identifiers (URI): Generic Syntax. rfc 2396, IETF, aug 1998. <http://www.ietf.org/rfc/rfc2396.txt>.
- [5] Ken Jordan, Jan Hauser, and Steven Foster. The augmented social network: Building identity and trust into the next-generation internet. *First Monday*, 8(8), 2003.
- [6] Etienne Wenger. *Communities of Practice. Learning, meaning, and identity*. Cambridge University Press, New York, Port Chester, Melbourne, Sydney, 1998.
- [7] Thomas Vander Wal. Folksonomy explanations, 2005. <http://www.vanderwal.net/random/entrysel.php?blog=1622>.
- [8] Ulises Ali Mejias. Tag literacy, April 2005. [http://ideant.typepad.com/ideant/2005/04/tag\\_literacy.html](http://ideant.typepad.com/ideant/2005/04/tag_literacy.html).
- [9] Ulises Ali Mejias. A del.icio.us study, December 2004. [http://ideant.typepad.com/ideant/2004/12/a\\_delicious\\_stu.html](http://ideant.typepad.com/ideant/2004/12/a_delicious_stu.html).

- 
- [10] Ellyssa Kroski. The hive mind: Folksonomies and user-based tagging, Dec 2005. <http://infotangle.blogspot.com/2005/12/07/the-hive-mind-folksonomies-and-user-based-tagging/>.
- [11] Tony Hammond, Timo Hannay, Ben Lund, and Joanna Scott. Social bookmarking tools (i): A general review. *D-Lib Magazine*, 11, Apr 2005.
- [12] Ben Lund, Tony Hammond, Martin Flack, and Timo Hannay. Social bookmarking tools (ii): A case study - connotea. *D-Lib Magazine*, 11, Apr 2005.
- [13] James Surowiecki. *The wisdom of crowds*. Random House, 2004.
- [14] Muhammad Saleem. Why the wisdom of crowds fails on digg, 2006. <http://themulife.com/?p=145>.
- [15] Jaron Lanier. Digital maoism: The hazards of the new online collectivism, 2006. [http://www.edge.org/3rd\\_culture/lanier06/lanier06\\_index.html](http://www.edge.org/3rd_culture/lanier06/lanier06_index.html).
- [16] Malcolm Gladwell. *The Tipping Point: How Little Things Can Make a Big Difference*. Back Bay Books, January 2002.
- [17] Rashmi Sinha. A cognitive analysis of tagging, September 2005. [http://www.rashmisinha.com/archives/05\\_09/tagging-cognitive.html](http://www.rashmisinha.com/archives/05_09/tagging-cognitive.html).
- [18] Rashmi Sinha. A social analysis of tagging, January 2006. [http://www.rashmisinha.com/archives/06\\_01/social-tagging.html](http://www.rashmisinha.com/archives/06_01/social-tagging.html).
- [19] Eyal Oren. Semperwiki: a semantic personal wiki. In Stefan Decker, Jack Park, Dennis Quan, and Leo Sauermann, editors, *Proceedings of the 1st Workshop on The Semantic Desktop at the ISWC 2005 Conference*, pages 107 – 122, Galway, Ireland, November 2005.
- [20] Dan Bricklin. The cornucopia of the commons: How to get volunteer labor, August 2000. <http://www.bricklin.com/cornucopia.htm>.
- [21] Aaron Swartz. Musicbrainz: A semantic web service. *IEEE Intelligent Systems*, 17(1):76–77, 2002.
- [22] Ericka Menchen. Feedback, motivation and collectivity in a social bookmarking system, 06 2005. <http://kairosnews.org/node/4338>.

- 
- [23] Peter Merholz. Metadata for the masses, oct 2004. <http://adaptivepath.com/publications/essays/archives/000361.php>.
- [24] P. Mika. Ontologies are us: A unified model of social networks and semantics. In *International Semantic Web Conference*, LNCS, pages 522–536. Springer, 2005.
- [25] Hana Shepard, Harry Halpin, and Valentin Robu. The dynamics and semantics of collaborative tagging. In *Proc. of the 1st Semantic Authoring and Annotation Workshop (SAAW2006)*, 2006.
- [26] Scott Golder and Bernardo A. Huberman. The structure of collaborative tagging systems. *Journal of Information Science*, 32(2):198–208, April 2006.
- [27] Stefano Mazzocchi. Folksologies: de-idealizing ontologies, April 2005. <http://www.betaversion.org/~stefano/linotype/news/85/>.
- [28] Mark Sanderson and William Bruce Croft. Deriving concept hierarchies from text. In *Proceedings of the 22nd Annual International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval, SIGIR'99*, pages 206–213, 1999.
- [29] C. J. Van Rijsbergen. *Information Retrieval, 2nd edition*. Dept. of Computer Science, University of Glasgow, 1979.
- [30] Marti A. Hearst and Jan O. Pedersen. Reexamining the cluster hypothesis: scatter/gather on retrieval results. In *SIGIR '96: Proceedings of the 19th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval*, pages 76–84, New York, NY, USA, 1996. ACM.
- [31] David Yarowsky. Unsupervised word sense disambiguation rivaling supervised methods. In *Proceedings of the 33rd Annual Meeting of the ACL*, pages 189–196, 1995.
- [32] Hwee Tou Ng and Hian Beng Lee. Integrating multiple knowledge sources to disambiguate word sense: An exemplar-based approach. *CoRR*, cmp-lg/9606032, 1996. informal publication.
- [33] Patrick Schmitz. Inducing ontology from flickr tags. In *Proceedings of the Workshop on Collaborative Tagging at WWW2006*, Edinburgh, Scotland, May 2006.

- 
- [34] Marti A. Hearst. Automatic Acquisition of Hyponyms from Large Text Corpora. In *Proc. of the Fourteenth Conference on Computational Linguistics, Nantes, France*, pages 539–545, Morristown, NJ, USA, July 23-28 1992. Association for Computational Linguistics.
- [35] Inderjeet Mani, Ken Samuel, Kris Concepcion, and David Vogel. Automatically inducing ontologies from corpora. In *Proceedings of the 3rd International Workshop on Computational Terminology*, Geneva, August 2004.
- [36] Ka P. Yee, Kirsten Swearingen, Kevin Li, and Marti Hearst. Faceted metadata for image search and browsing. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, 2003.
- [37] Paul Heymann and Hector Garcia-Molina. Collaborative creation of communal hierarchical taxonomies in social tagging systems. Technical report, Computer Science Department, Stanford University, April 2006.
- [38] Anna V. Zhdanova and Pavel Shvaiko. Community-driven ontology matching. In *ESWC*, pages 34–49, 2006.
- [39] Natalya F. Noy and Mark A. Musen. Evaluating ontology-mapping tools: Requirements and experience. In *OntoWeb-SIG3 Workshop at the 13th International Conference on Knowledge Engineering and Knowledge Management EKAW 2002: Siguenza, Spain: 2002, September, 30th*, 2002.
- [40] F. Giunchiglia, M. Marchese, and I. Zaihrayeu. Towards a theory of formal classification. Technical report, University of Trento, 2005.
- [41] F. Giunchiglia and P. Shvaiko. Semantic matching. *Knowledge engineering review*, 18(3):265–280, 2003.
- [42] G. Stumme and A. Maedche. Ontology merging for federated ontologies on the semantic web, 2001.
- [43] Céline Van Damme, Martin Hepp, and Katharina Siorpaes. Folksonology: An integrated approach for turning folksonomies into ontologies. In *Bridging the Gap between Semantic Web and Web 2.0 (SemNet 2007)*, pages 57–70, 2007.
- [44] Aleks Jakulin and Dunja Mladenić. Ontology grounding. 2005.

- 
- [45] D.A. Norman and S.W. Draper. *User Centered System Design: New Perspectives on Human-Computer Interaction*. Lawrence Erlbaum Associates, New Jersey, 1986.
- [46] Jesse James Garrett. Ajax: A new approach to web applications. <http://adaptivepath.com/ideas/essays/archives/000385.php>, February 2005. [Online; Stand 18.03.2008].
- [47] Deborah L. McGuinness, Honglei Zeng, Paulo Pinheiro da Silva, Li Ding, Dhyanesh Narayanan, and Mayukh Bhaowal. Investigations into trust for collaborative information repositories: A wikipedia case study. In Tim Finin, Lalana Kagal, and Daniel Olmedilla, editors, *MTW*, volume 190 of *CEUR Workshop Proceedings*. CEUR-WS.org, 2006.
- [48] R. L. Kahn, Robert Louis Kahn, and C. F. Cannell. The dynamics of interviewing, 1957.
- [49] A. Fontana and J. H. Frey. *Interviewing: The art of science*, 1994.

# Appendice A

## Guida all'installazione

### A.1 Requisiti

Per il corretto funzionamento di FolksOnt, sono necessari i seguenti pacchetti software:

- Apache Web Server
- MySQL Server 5.0 [<http://www.mysql.com>]
- MySQL Administrator [<http://www.mysql.com>]
- Java JRE 6 [<http://java.sun.com/javase/downloads/index.jsp>]
- Libreria Java Prefuse (release 2007.10.20)
- Libreria Java Jakarta HttpClient
- Libreria Java Jena (release 2.5.4)
- Libreria Java Pellet (release 1.5.1)

Tutte le librerie Java citate sono già contenute all'interno del progetto.

## A.2 Configurazione del database

Dopo aver installato il database server e MySQL Administrator, aprite quest'ultimo utilizzando l'utente root, come mostrato in Figura A.1.

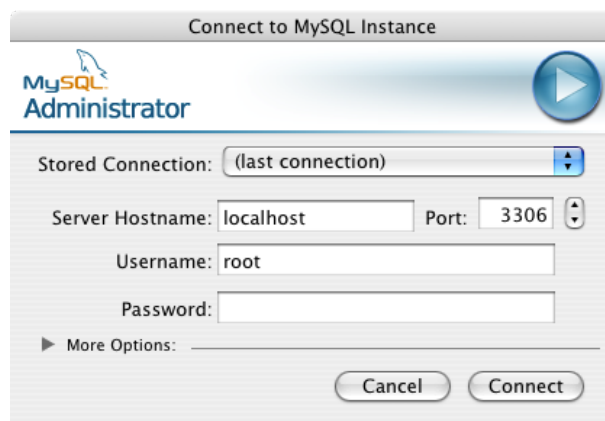


Figura A.1: Connessione al database

Scegliete *Restore* nel menu di MySQL Administrator e aprite i due file di backup che sono stati creati per i due database (Figura A.2): utilizzate *userdb.sql* per il database Userdb e il file *mapdb.sql* per il database Mapdb. Fate click su *Restore Backup* per ciascuno dei due file.

Scegliete *Accounts* ed aggiungete due nuovi utenti (Figura A.3):

- **dogez** con password dogez  
Questo utente serve per gestire il database **userdb**: assegnate all'utente tutti i privilegi per questo database
- **fouser** con password fopass  
Questo utente serve per gestire il database **mapdb**: assegnate all'utente tutti i privilegi per questo database

Questi due utenti sono già configurati all'interno dei file di configurazione **config.inc.php** e **db.inc.php** che si trovano all'interno della cartella folksont. Se volete creare nuovi utenti personalizzati su database dovete comunque modificare questi due file mettendo l'username e la password che avete scelto.

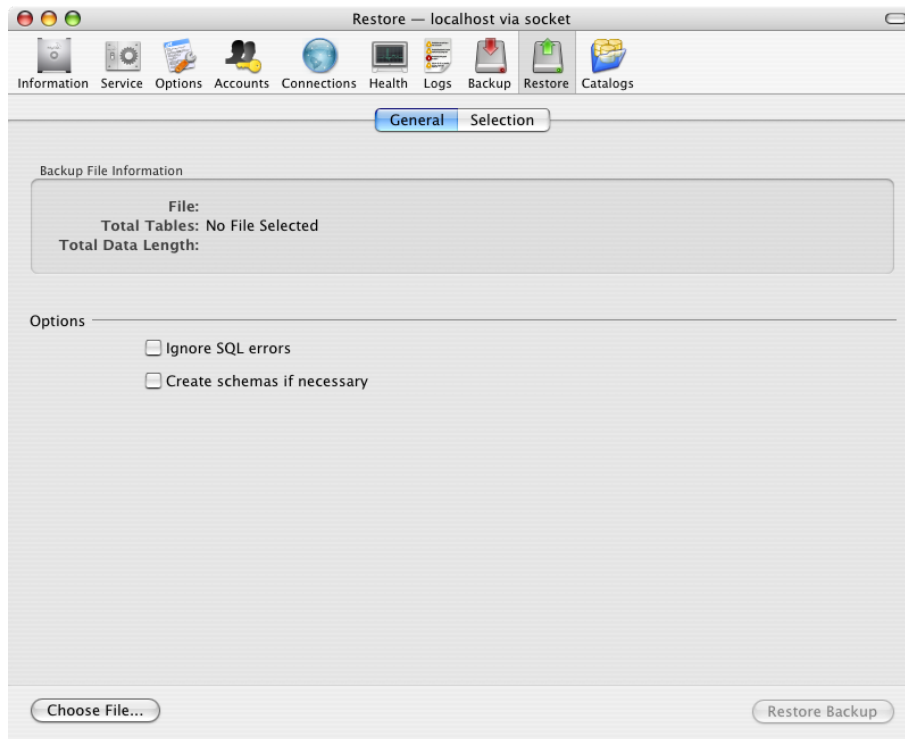


Figura A.2: Restore del database

### A.3 Eseguire l'applicazione

Per poter eseguire FolksOnt bisogna prima di tutto eseguire le operazioni preliminari descritte nei paragrafi precedenti di questa guida. Copiate la cartella Folksont nella cartella del proprio sistema operativo dedicata alla gestione del server Web locale (ad esempio `/home/NomeUser/Sites/`). Successivamente avviate il browser Firefox e digitate l'indirizzo locale `http://127.0.0.1`; sarà ora possibile accedere alla cartella di FolksOnt.

Cliccando sulla cartella, come mostrato in Figura A.4 si aprirà l'Home Page di FolksOnt che presenta due principali sezioni: una definita *Ontology Browser* per la gestione di FolksOntCollab e l'altra, *Graphical View* per la gestione di FolksOntGraph.

Per quanto riguarda il funzionamento di FolksOntGraph occorre aver installato sulla propria macchina la Java Virtual Machine JRE 6, disponibile gratuitamente al sito `http://java.sun.com/javase/downloads/index.jsp`. A breve il progetto sarà disponibile anche online all'indirizzo `http://www.dogez.org/`.



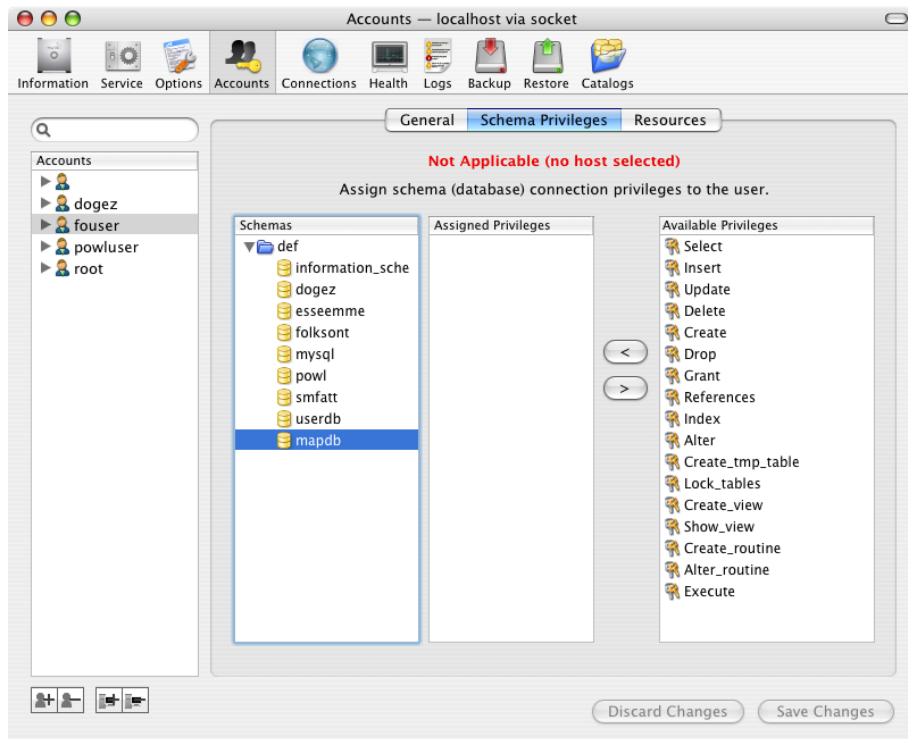


Figura A.3: Esempio di assegnamento dei privilegi agli utenti

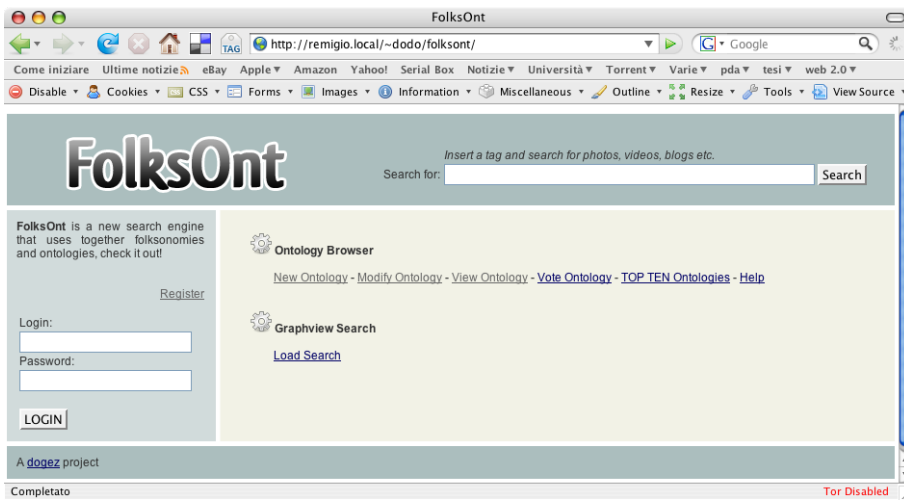


Figura A.4: Home page di FolksOnt