

Politecnico di Milano
Facoltà di Ingegneria dell'Informazione



Corso di Laurea in Ingegneria Informatica

**PROGETTO ED IMPLEMENTAZIONE DI UN
MOTORE PER WIKI SEMANTICI
CON UNA SPERIMENTAZIONE NELL'AMBITO DELLE
ENERGIE RINNOVABILI**

Elaborato di Laurea di:

Thomas MARCHI
Matricola n. 663043

Fabio PANOZZO
Matricola n. 662907

Relatore: Prof. Marco COLOMBETTI
Correlatore: Ing. Davide EYNARD

Anno Accademico 2006-2007

*Alla mia famiglia
e a tutte le persone
che mi hanno sostenuto in questi anni.*

Grazie

Thomas

*A don Carlo Motta,
che mi fece trovare la determinazione
per rifiutare il voto del mio primo esame.*

Grazie di cuore

Fabio



Indice

Elenco delle figure	vii
Introduzione	1
1 Conoscenza, semantica e Semantic Web	5
1.1 La conoscenza	5
1.2 La semantica ed il Web: il Semantic Web	6
1.2.1 I linguaggi per il Semantic Web	8
2 Dai Wiki ai Wiki Semantici	13
2.1 Wiki	13
2.1.1 Etimologia	13
2.1.2 Pronuncia	14
2.1.3 Storia	14
2.1.4 Che cos'è un wiki	15
2.1.5 Caratteristiche principali	15
2.1.6 Pagine wiki	16
2.1.7 Link, creazione di pagine e navigazione	17
2.2 I wiki semantici	18
2.2.1 Importanza della notazione formale	18
2.2.2 Esempio: la pagina della “mela”	18
2.2.3 Utilizzo del gestore della conoscenza	19
2.2.4 Problematiche	20

2.2.5	Caratteristiche comuni	21
2.3	Un esempio di Wiki Semantico: Portale delle Energie Rinnovabili	23
2.3.1	Navigabilità	24
2.3.2	Strutturazione	25
3	Specifiche ed ambiente di sviluppo	27
3.1	Tools	27
3.1.1	Protégé	27
3.1.2	GrOWL	29
3.1.3	SPARQL	30
3.1.4	Jena	31
3.2	JSPWiki	32
3.2.1	Storia	32
3.2.2	Differenze dagli altri motori wiki	32
3.2.3	Caratteristiche	33
4	Implementazione e realizzazione	35
4.1	Ontologia	35
4.1.1	Creazione	35
4.1.2	Interrogazione	35
4.2	Motore JSPWiki	37
4.2.1	Classi di JSPWiki	37
4.2.2	Ontology.java	39
5	Ontologia di dominio: le energie rinnovabili	41
5.1	Fonti di energia	41
5.2	Energia	42
5.2.1	Energie rinnovabili	44
5.2.2	Energia chimica e fisica	46
5.3	Principi fisici e chimici	47
5.4	Tecnologie	47
6	Sviluppi futuri	57
	Bibliografia	59

A Software	61
A.1 Software utilizzato per sviluppare l'applicazione	61
A.2 Software utilizzato per la stesura dell'elaborato	61

INDICE



Elenco delle figure

1	Schema del World Wide Web proposto da Tim Berners-Lee al CERN	2
1.1	Triangolo di Odgen e Richards	7
2.1	Home page di Wikipedia [Wika]	15
2.2	Esempio di pagina wiki appena creata, senza contenuti, ma con già i link presenti	24
2.3	Esempio di pagina wiki appena creata, senza contenuti e con link che puntano a pagine inesistenti	25
3.1	Schermata delle classi di un'ontologia in Protégé	28
3.2	Schermata delle proprietà di un'ontologia in Protégé	29
3.3	Schermata di GrOWL	30
5.1	Tassonomia delle fonti di energia	42
5.2	Relazione tra fonte di energia ed energie rinnovabili	43
5.3	Organizzazione dell'energia	43
5.4	Classificazione delle energie rinnovabili	45
5.5	Relazioni delle energie rinnovabili	46
5.6	Tassonomia e relazioni dei principi fisici e chimici	48
5.7	Centrale nucleare di Cofrentes (Spagna)	49
5.8	Impianto eolico in Danimarca	49
5.9	Centrale termoelettrica a carbone tedesca	50
5.10	Un impianto fotovoltaico di circa 5 kWp di potenza nominale	51

ELENCO DELLE FIGURE

5.11 Diga ad arco utilizzata per produrre corrente elettrica	53
5.12 Relazioni di tecnologia	54
5.13 Tassonomia delle tecnologie	55
5.14 Relazioni dell'ontologia di dominio	56



Introduzione

“Ho fatto un sogno [...] il Web diventa un mezzo di gran lunga più potente per favorire la collaborazione tra i popoli [...] nella seconda parte del sogno, la collaborazione si allarga ai computer [...] le macchine diventano capaci di analizzare tutti i dati sul Web, il contenuto, i link [...] questo Web comprensibile alle macchine si concretizzerà introducendo una serie di progressi tecnici e di adeguamenti sociali attualmente in fase di sviluppo.”

Tim Berners Lee

Ormai è storia. Tim Berners-Lee, tra il 1989 e il 1991, lavorando presso il CERN di Ginevra creò il Web. Prima del suo lavoro il web non esisteva. Nei quasi venti anni successivi il Web si è evoluto, arrivando alle nuove frontiere di oggi: Web 2.0, Social Networking, AJAX, mashup di contenuti e browser inteso non più come strumento di navigazione, ma come piattaforma che in alcuni contesti renderà il sistema operativo una pura formalità.

La Figura 1 riporta la rappresentazione grafica della proposta originale di Berners-Lee al CERN nel 1989. [Bri] Analizzando lo schema, è possibile notare come il diagramma espone concetti quali: “Tim ha scritto questo documento (wrote)” oppure “Questo documento descrive... (describes)” o ancora “includes”; il diagramma racchiude sia le associazioni tra le singole pagine statiche (refers to), sia la definizione di meta-informazioni semantiche delle relazioni e dei contenuti.

ELENCO DELLE FIGURE

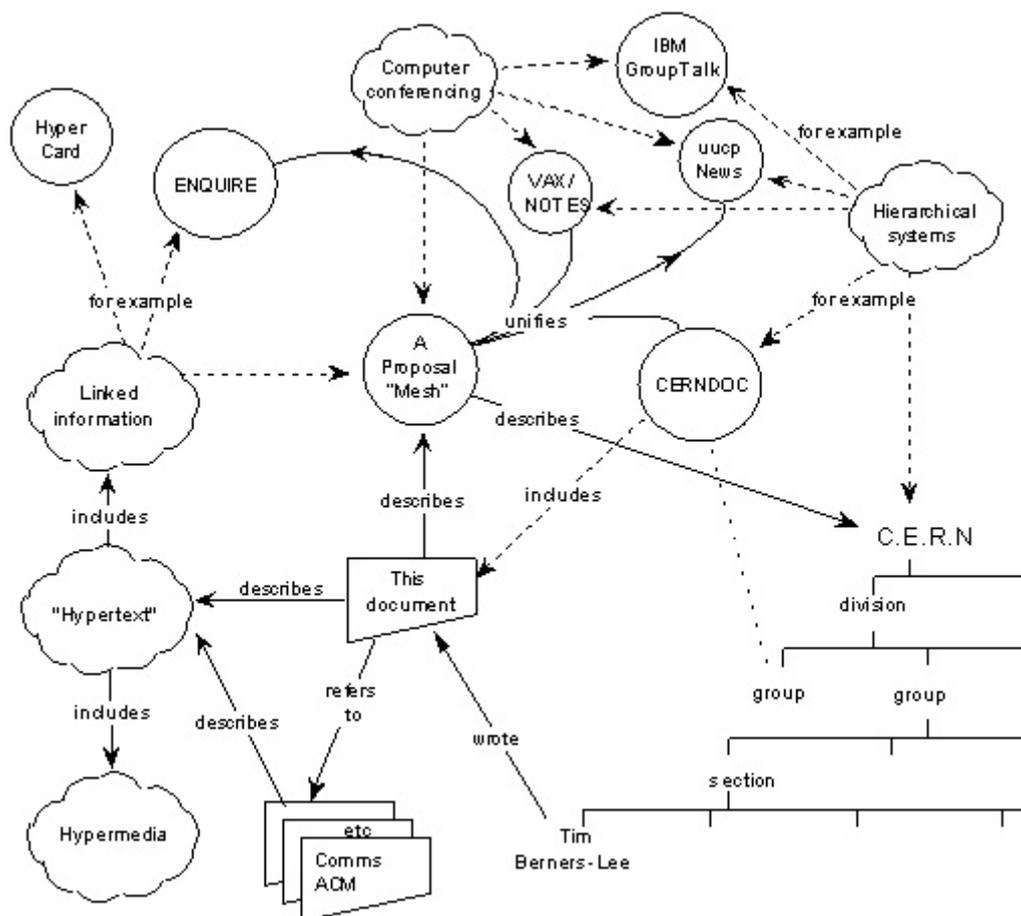


Figura 1: Schema del World Wide Web proposto da Tim Berners-Lee al CERN

Le associazioni statiche, oltre al linguaggio ipertestuale, sono la parte del web utilizzata ad oggi. E la parte semantica? Semplicemente, in questi anni, non è (ancora) stata implementata. Questo non vuol dire però che sia stata abbandonata: il lavoro svolto da Tim Berners-Lee e dal W3C (fondato dallo stesso Berners-Lee nel 1994) è indirizzato, da sempre, verso questo obiettivo: XML, WSDL, XML Schema, XPath, RDF, OWL, SPARQL sono tutte Recommendation (standard) e/o Working Draft del W3C, sulla roadmap del Semantic Web.

Stabilito che il Web è stato ideato con un'intrinseca struttura semantica e che il W3C ha lavorato per più di dieci anni per definire gli standard a supporto di questo paradigma, a questo punto viene naturale porsi una domanda: che cosa è e a cosa serve il Semantic Web?

Il Semantic Web è un insieme di tecnologie che hanno l'obiettivo di rendere le informazioni comprensibili ed elaborabili da parte di programmi, in modo

da creare nuova conoscenza, in una serie di computazioni finite, a partire dalle informazioni iniziali e dalle loro relazioni: lo scopo è quindi quello di permettere a “macchine” (intese come infrastrutture, applicazioni software) di creare nuova conoscenza traendo delle conclusioni a partire dalla base di conoscenza iniziale. Con le tecnologie del Semantic Web sarà possibile definire una base cognitiva distribuita che va oltre il singolo dato, aggregando le fonti informative in un’unica entità di conoscenza strutturata, interrogabile da agenti di ricerca basati su criteri semantici.

Proprio nel contesto dello sviluppo del Web Semantico si inserisce il presente lavoro di tesi che si prefigge l’obiettivo di implementare un motore per la creazione di pagine html semantiche mediante tecnologia Wiki.

Il presente elaborato è diviso in sei capitoli, così strutturati:

Capitolo uno: introduce in linea generale i concetti di conoscenza e semantica, nonché gli attuali standard tecnologici di implementazione del Semantic Web.

Capitolo due: a partire dal concetto di Wiki come strumento di condivisione libera della conoscenza introduce quello di Wiki Semantico con particolare attenzione ai vantaggi che quest’ultimo offre.

Capitolo tre: descrive i tools e gli ambienti di sviluppo utilizzati per la progettazione e l’implementazione del Wiki Semantico oggetto della tesi.

Capitolo quattro: presenta sequenzialmente le fasi che hanno caratterizzato il processo di implementazione.

Capitolo cinque: offre una panoramica dettagliata dell’ontologia di dominio relativa alle energie rinnovabili, argomento del wiki.

Capitolo sei: fornisce una valutazione degli obiettivi perseguiti nel presente elaborato e accenna a possibili sviluppi futuri dello stesso.

ELENCO DELLE FIGURE

Capitolo 1

Conoscenza, semantica e Semantic Web

Questo capitolo è dedicato alla descrizione dei concetti e delle tecnologie su cui si basa e grazie alle quali è stato realizzato il presente elaborato di tesi.

Dopo aver dato definizione dei concetti di conoscenza e semantica, vengono introdotti il Semantic Web e le tecnologie con le quali attualmente si opera.

1.1 La conoscenza

In prima approssimazione la conoscenza può essere definita come “*informazione disponibile per l'azione*” (Dretske¹, 1981).

È solo grazie alle loro conoscenze che gli esseri umani possono agire, e in particolare agire in modo **razionale**, ovvero basando le loro azioni su **ragionamenti**.

Vari sono i tipi di conoscenze: una prima distinzione può essere effettuata tra:

- conoscenza dichiarativa (*knowing that, conoscere*)
- conoscenza procedurale (*knowing how, saper fare*²)

Si conoscono le regole della dama e si sa giocare a scacchi.

In inglese la distinzione viene rimarcata utilizzando due verbi differenti: *to know* e *to can*, rispettivamente *conoscere* e *essere in grado di*.

¹**Fred Dretske** (1932-) è un filosofo noto per il suo contributo in *epistemologia* e *filosofia della mente*. È stato insignito del premio **Jean Nicod** nel 1994.

²Questa distinzione è stata presentata per la prima volta nel 1940 da Gilbert Ryle.

A sua volta, il *knowing that* può essere classificato in tre tipi di conoscenze:

- **conoscenze terminologiche (o analitiche)**: conoscenze legate al lessico di una lingua. Ad esempio, la parola “dizionario” significa “collezione di parole in ordine alfabetico corredate della loro corretta grafia, etimologia e del loro significato”.
- **conoscenze nomologiche**: sono conoscenze di regolarità, legate a leggi generali che governano il mondo. Sono conoscenze sempre valide (“la Terra è un pianeta”) o riconosciute valide nella maggior parte dei casi (“l’acqua bolle a cento gradi”).
- **conoscenze fattuali**: conoscenza di fatti particolari, non legati a conoscenze nomologiche o terminologiche (“Silvia gioca a pallavolo”) [Col06].

1.2 La semantica ed il Web: il Semantic Web

La semantica è quella parte della linguistica che studia il significato delle parole (semantica lessicale), degli insiemi delle parole, delle frasi (semantica frasale) e dei testi [Wikb].

Lo studio della semantica interessa l’umanità ormai da millenni: uno tra i più grandi studiosi fu Aristotele, al quale si fanno risalire alcune intuizioni in questo campo, come i triangoli aristotelici (mente - linguaggio - realtà e concetto - termine - insieme).

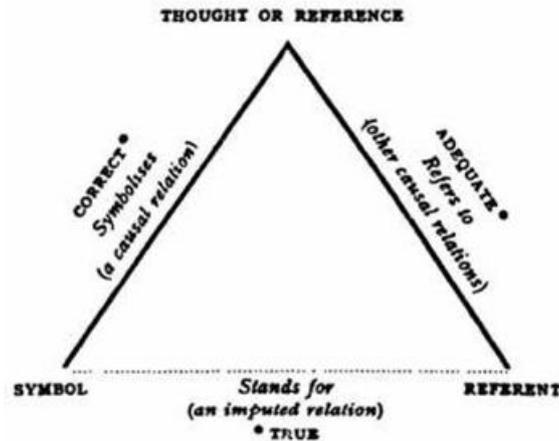
Questo studio è di interesse attuale, tanto che ad inizio secolo, due inglesi, Ogden³ e Richards⁴ hanno ripreso le idee aristoteliche in uno dei loro più famosi elaborati [Ogd23].

Nel “triangolo⁵ di Ogden e Richards” Figura 1.1, che viene rappresentato con la linea tratteggiata in basso, il rapporto tra il *significante* (sedia ad esempio) e il *referente*, cioè l’elemento non linguistico (l’oggetto “sedia”) non è diretto ma è mediato dal *significato* (la nozione di sedia).

³**Charles Kay Ogden** (1 Giugno 1889 Fleetwood, Lancashire - 21 Marzo 1957 Londra) fu un linguista, filosofo e scrittore inglese.

⁴**Ivor Armstrong Richards** (26 Febbraio 1893 in Sandbach, Cheshire - 7 Settembre 1979 in Cambridge) fu un influente critico di letteratura e retorica.

⁵In semantica e linguistica il triangolo semiotico è la figura che viene usata per spiegare le relazioni tra i concetti, i simboli e gli oggetti. Viene anche chiamato triangolo semantico.

Figura 1.1: *Triangolo di Odgen e Richards*

Numerosi linguisti hanno studiato i significati nei loro rapporti reciproci sviluppando numerose teorie tra le quali citiamo per la sua importanza quella della concezione del campo linguistico sostenuta dal tedesco Jos Trier, autore del saggio *Il lessico tedesco dell'ambito dell'intelletto* (1931).

Secondo Trier tutti quei vocaboli che nel tedesco antico si riferiscono al mondo del pensiero, formano un insieme unitario, cioè un campo, nel cui interno il significato di ciascun vocabolo dipende dai significati dei vocaboli presenti nel campo.

Se in un punto del campo avviene una perdita o l'acquisto di un vocabolo, tutto il campo ne risente perché esso risente di una gerarchia di valori ben definiti. Pertanto, nel corso della storia, il significato e l'uso dei vocaboli riguardanti le qualità intellettive dell'uomo cambiano in rapporto all'evolversi dell'ideologia e della cultura.

La semantica, oltre che fonte di studio, è anche stata fonte di applicazione in notevoli contesti; tra questi, uno dei più importanti è il *World Wide Web*⁶, dal

⁶Il **World Wide Web** (*Web*) è una rete di risorse di informazioni, basata sull'infrastruttura di Internet. Il World Wide Web si basa su tre meccanismi per rendere queste risorse prontamente disponibili al più vasto insieme possibile di utenti:

- Uno schema di denominazione uniforme per localizzare le risorse sul Web (ad es., gli URL).
- Protocolli, per accedere alle risorse denominate sul Web (ad es., HTTP).
- Iper testo, per una facile navigazione tra le risorse (ad es., HTML).

quale deriva il *Semantic Web*. Con il termine **Web Semantico** si intende la trasformazione del WWW in un ambiente dove i documenti pubblicati (pagine HTML, file, immagini...) siano associati ad informazioni e dati (metadati) che ne specifichino il contesto semantico in un formato adatto all'interrogazione, all'interpretazione e, più in generale, all'elaborazione automatica da parte di un elaboratore elettronico.

Con l'interpretazione del contenuto dei documenti che il Web Semantico propugna, saranno possibili ricerche molto più evolute delle attuali, basate sulla presenza nel documento di parole chiave, ed altre operazioni specialistiche come la costruzione di reti di relazioni e connessioni tra documenti secondo logiche più elaborate del semplice link ipertestuale.

1.2.1 I linguaggi per il Semantic Web

Per la costruzione/definizione del Semantic Web 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 criteri specifici, riformulazione più o meno parziale, visualizzazione in funzione delle capacità del terminale.

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

In altre parole, sebbene in un documento (ad es. una pagina HTML) sia possibile parlare di un "Signor Ciampi" ed esprimere semanticamente questo con opportuni tag, è poi difficile capire se due documenti che parlano entrambi di un "Signor Ciampi" si riferiscano alla stessa persona con conseguente scarsa qualità dei risultati restituiti dai motori di ricerca.

Nella migliore delle ipotesi sarebbe possibile dedurlo se, tra gli altri, vi

fossero dati anagrafici semanticamente definiti e sufficientemente precisi (ad es. 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 quali l'indirizzo postale o la data di nascita finiscono per essere espresse in modo dissimile e non uniforme: in un caso l'indirizzo può essere semplicemente racchiuso dal tag <indirizzo>, in altri da <address> o <adresse>.

RDF

Per ovviare a questo problema il W3C⁷, nel febbraio 2004, ha rilasciato le specifiche dello standard RDF (*Resource Description Framework*), un particolare framework XML che standardizza la definizione di metadati relativi alle risorse ispirandosi ai principi della logica predicativa del primo ordine (FOL, *First Order Logic*) ricorrendo agli strumenti tipici del Web (ad es. URI) e dell'XML (namespace).

Secondo la logica dei predicati, le informazioni sono esprimibili con **asserzioni** (*statement*) costituite da triple formate da soggetto, predicato e valore (rispettivamente *subject*, *verb* e *object*).

Ad esempio, la seguente affermazione relativa all' ex-Presidente della Repubblica:

Carlo Azeglio Ciampi ha codice fiscale CMPCLZ20T09E625V

può essere così schematizzata:

⁷Nell'ottobre del 1994 Tim Berners Lee, considerato padre del Web, fondò al MIT (Massachusetts Institute of Technology), in collaborazione con il CERN (il laboratorio dal quale proveniva), un'associazione di nome World Wide Web Consortium (abbreviato W3C), con lo scopo di migliorare gli esistenti protocolli e linguaggi per il WWW e di aiutare il Web a sviluppare tutte le sue potenzialità.

	Asserzione
Soggetto:	Carlo Azeglio Ciampi
Predicato:	ha codice fiscale
Valore:	CMPCLZ20T09E625V

Per alcuni di questi elementi è possibile reperire arbitrariamente sul Web URI (risorse) che li identificano univocamente quali:

Carlo Azeglio Ciampi:

http://www.quirinale.it/ex_presidenti/Ciampi/ciampi.htm

ha codice fiscale:

http://it.wikipedia.org/wiki/codice_fiscale

dove per:

- Carlo Azeglio Ciampi si è scelto di referenziare la relativa biografia disponibile sul sito ufficiale del Quirinale
- ha codice fiscale si è scelto di referenziare la definizione di codice fiscale disponibile su wikipedia

Nella sua forma canonica una possibile formalizzazione in RDF della precedente frase é:

```
<?xml version="1.0"?>
  <rdf:RDF
    xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
    xmlns:wikipedia="http://it.wikipedia.org/wiki/"
    xmlns:wikidizionario="http://it.wiktory.org/wiki/>

    <rdf:Description
      rdf:about="http://www.quirinale.it/presidente/ciampi.htm">
      <wikipedia:codice_fiscale> CMPCLZ20T09E625V </wikipedia:codice_fiscale>
    </rdf:Description>

  </rdf:RDF>
```

RDF[S]

Per descrivere le classi e le relazioni utilizzate per costruire un particolare modello RDF si utilizza ancora RDF.

Il particolare vocabolario impiegato a tal fine è definito secondo gli standard

W3C dall’RDF Vocabulary Description Language, altrimenti noto come RDF-*Schema* (*RDF/S*).

RDF[S] nasce quindi come metalinguaggio per definire uno schema RDF, definendo un meccanismo per specificare classi e proprietà e per costruire lo specifico vocabolario.

RDF[S] fornisce un sistema di tipi (semantici) per RDF: ogni classe RDF[S] rappresenta un tipo di risorsa su cui si costruisce il modello RDF.

Le classi sono aggregate in individui: ogni classe è una risorsa in relazione `rdf:type` con la risorsa `rdfs:Class`.

Oltre a descrivere le classi a cui appartengono gli oggetti del modello, RDF[S] permette di descrivere specifiche proprietà: ogni proprietà RDF è istanza della classe predefinita `rdfs:Property`.

OWL

La logica predicativa del primo ordine risulta estremamente complessa nella sua totalità ed RDF riesce ad esprimerne una porzione assai ristretta.

Peraltro la procedura di deduzione della logica predicativa del primo ordine non è una procedura di decisione, ma soltanto di semidecisione: in questo senso presa complessivamente questa logica non è computabile. Possono tuttavia essere computabili delle logiche costituite da sottoinsiemi degli operatori della logica del primo ordine. Questi sottoinsiemi della logica formale sono studiati dalle Logiche descrittive (*Description Logics*) ed una di queste è stata adottata per la formulazione di un nuovo standard, più ricco ed espressivo di RDF: OWL (*Web Ontology Language*). OWL offre numerosi nuovi costrutti, due dei quali risultano di notevole importanza: l’equivalenza tra risorse e la relazione inversa.

Per equivalenza tra risorse si intende la possibilità di affermare che due o più URI rappresentano lo stesso elemento; per inversa si intende la possibilità di dire che se è vero (soggetto, predicato, oggetto), allora è anche vero (oggetto, predicato_inverso, soggetto).

Questi costrutti, insieme ad altri, sono stati introdotti per primi da linguaggi precedenti o contemporanei ad RDF quali DAML (definito dall’americana DARPA) ed OIL (sponsorizzata dall’Unione Europea nell’ambito del programma IST), successivamente confluiti in DAML+OIL. Su questa base il W3C ha

definito OWL.

OWL esiste in tre forme, caratterizzate da diversi gradi di complessità e, conseguentemente, di computabilità. **OWL-Light** è computabile (ossia è possibile trovare tutte le soluzioni in un tempo finito), ma poco espressivo; tuttavia OWL-Light viene poco usato, poiché esiste **OWL-DL**, che è ugualmente computabile ma più ricco. Infine esiste **OWL-Full**, che copre tutta la ricchezza della logica predicativa, ma non è computabile e non è quindi adatto al ragionamento automatico.

Con OWL è possibile scrivere delle ontologie che descrivono la conoscenza che abbiamo di un certo dominio, tramite classi, relazioni fra classi e individui appartenenti a classi. La conoscenza così formalizzata è processabile automaticamente da un calcolatore, tramite un ragionatore automatico che implementa i processi inferenziali e deduttivi.

Capitolo 2

Dai Wiki ai Wiki Semantici

Il secondo capitolo del presente elaborato si propone di fornire al lettore, in un primo tempo, i concetti fondamentali relativi al mondo del wiki, così da permettergli di inquadrare il background nel quale si inserisce il presente lavoro di tesi, e in un secondo tempo di motivare il perché del presente progetto, alla luce dei vantaggi che esso dovrebbe portare alla comunità degli utenti di wiki.

Dopo una breve introduzione relativa all'etimologia del termine wiki e al percorso storico che ha portato questo strumento tecnologico ad una sempre più vasta diffusione nel mondo del web, l'attenzione verrà dunque focalizzata sulle caratteristiche strutturali di un wiki, quali la velocità di creazione di pagine ipertestuali e la rapidità di ricerca e scambio di contenuti, per poi soffermarsi sul processo di navigazione e sui miglioramenti apportati in questo senso dall'implementazione nel wiki di un motore semantico, oggetto del presente lavoro di tesi.

2.1 Wiki

2.1.1 Etimologia

La parola wiki deriva da un termine in lingua hawaiana che significa “rapido”, “molto veloce”.

“Wiki wiki” fu la prima parola che Ward Cunningham, il padre del primo wiki, apprese durante la sua prima visita alle isole Hawaii, quando un addetto lo

invitò ad utilizzare un “wiki wiki bus” operante tra i vari terminal dell’aeroporto di Honolulu.

Cunningham stesso, cercando di spiegare la scelta del nome Wiki per il suo Portland Pattern Repository, il progetto di documentazione per cui fu usato il primo software wiki mai esistito, Wiki Base, afferma: “Ho scelto wiki-wiki come sostituto allitterativo di veloce, evitando quindi di chiamare questa cosa quick-web.”

Wiki (con la “W” maiuscola) e WikiWikiWeb sono termini usati indistintamente per riferirsi in maniera specifica al Portland Pattern Repository: da qui la scelta di usare una ‘w’ minuscola per indicare i wiki in generale.

Talvolta poi, per retroformazione, viene usato anche come acronimo (più precisamente backronym) dell’espressione inglese “What I know is”, che descrive la sua funzione di condivisione di conoscenza oltre che di scambio e di immagazzinamento di informazioni.

2.1.2 Pronuncia

Seguendo la pronuncia inglese, il termine wiki si dovrebbe pronunciare “ui-ki”; tuttavia, essendo una parola di origine hawaiana, sarebbe maggiormente corretto pronunciarlo “viki”, come accade nell’idioma parlato in tali isole.

2.1.3 Storia

I wiki presentano una storia piuttosto recente: il primo wiki, il Portland Pattern Repository creato da Cunningham, fece la sua prima comparsa sul web il 25 marzo 1995. A Cunningham va il merito di aver inventato il concetto di wiki e il nome e di aver realizzato la prima implementazione di un motore wiki.

Nel quinquennio successivo i wiki furono considerati come una strada promettente per sviluppare le basi di una conoscenza pubblica e privata: fu proprio questo potenziale ad ispirare nel marzo 2000 i fondatori del progetto di enciclopedia online Nupedia, Jimbo Wales e Larry Sanger. A distanza di meno di un anno, nel 2001, venne lanciata Wikipedia, l’enciclopedia online pubblicata in circa 250 lingue differenti, a contenuto libero e redatta in modo collaborativo da volontari, oggi uno dei dieci siti web più visitati al mondo.

Attualmente la Wikipedia inglese è il più grande wiki seguito dalla Wikipedia

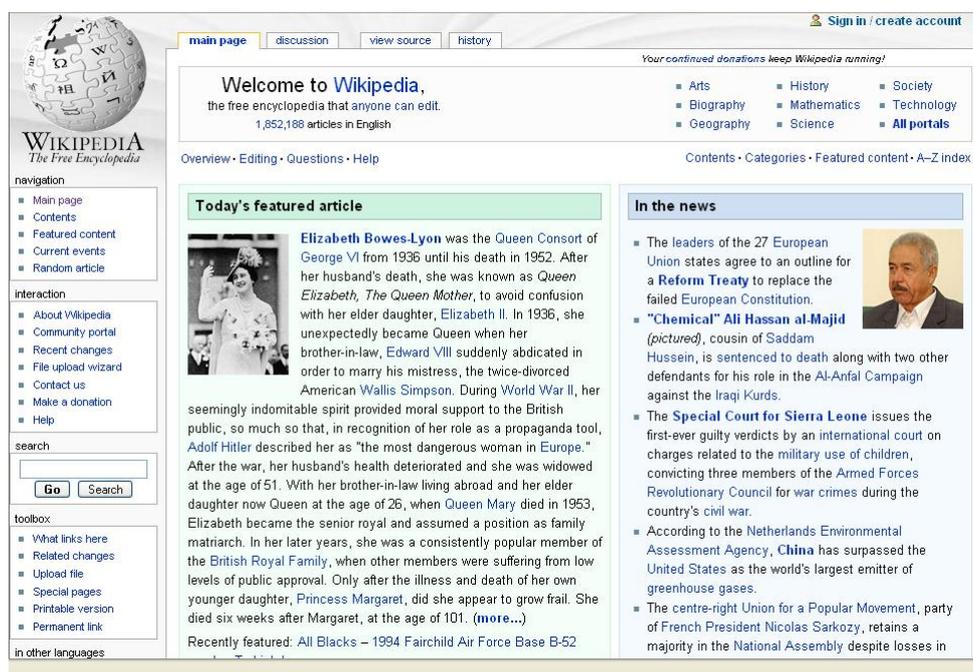


Figura 2.1: Home page di Wikipedia [Wika]

tedesca. Il quarto più ampio wiki è Susning.nu, un “language knowledge base” svedese.

2.1.4 Che cos'è un wiki

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 utenti. Il termine wiki viene oggi impiegato in modo estensivo anche per riferirsi al software collaborativo utilizzato per creare un sito web.

2.1.5 Caratteristiche principali

Un wiki permette di scrivere collettivamente dei documenti in un semplice linguaggio di markup usando un web browser. Una singola pagina in un wiki è chiamata “pagina wiki”, mentre l'insieme delle pagine interconnesse tra loro mediante collegamenti ipertestuali, è chiamato “il wiki”.

Una caratteristica distintiva della tecnologia wiki è la facilità con cui le pagine possono essere create e aggiornate. Generalmente, non esiste una verifica pre-

ventiva sulle modifiche, e la maggior parte dei wiki è aperta a tutti gli utenti, o quantomeno a tutti quelli che hanno accesso al server wiki. In effetti, perfino la registrazione di un account utente non è sempre richiesta.

2.1.6 Pagine wiki

Nei wiki tradizionali, ogni pagina presenta tre livelli di rappresentazione: il codice html, la pagina che risulta dall'interpretazione del codice html mediante un browser web e il codice sorgente modificabile dagli utenti, a partire dal quale il server produce il codice html.

Quest'ultimo formato di rappresentazione delle pagine, noto come "wikitext", è scritto in un linguaggio di markup semplificato il cui stile e la cui sintassi variano a seconda delle implementazioni del motore wiki.

La scelta dell'implementazione di un wikitest per la generazione a livello utente delle pagine wiki, è dettata dal fatto che l'HTML, con la sue numerose librerie di tag, risulta troppo articolato e complesso per permettere modifiche rapide, e distrae dai contenuti veri e propri delle pagine. Il fatto poi che gli utenti non possano aver accesso al codice html delle pagine e quindi a tutte le funzionalità che il linguaggio implementa, come i JavaScript e gli Style Sheet (i CSS), viene considerato un ulteriore vantaggio, in quanto permette di imporre una maggiore uniformità di aspetto ai contenuti.

Alcuni wiki recenti, per ovviare alle difficoltà che l'utente può incontrare nell'approccio ad un linguaggio di markup, pur semplificato, hanno implementato ulteriori strumenti di modifica del tipo "WYSIWYG" (What You See Is What You Get), solitamente tramite controlli ActiveX o 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 al server: l'utente non si deve preoccupare dei dettagli tecnici e il markup viene generato in modo a lui trasparente.

Le istruzioni di formattazione permesse da un wiki variano comunque considerevolmente a seconda del motore usato; wiki semplici permettono solo formattazioni elementari, wiki più complessi supportano tabelle, immagini, formule o anche elementi interattivi come sondaggi e giochi. A tal fine è in corso un tentativo di definire un Wiki Markup Standard.

2.1.7 Link, creazione di pagine e navigazione

I Wiki sono uno strumento completamente ipertestuale, con una struttura di navigazione non lineare. Tipicamente ogni pagina contiene numerosi link ad altre pagine. Nei wiki di dimensioni notevoli esiste comunque una navigazione gerarchica, che tuttavia non deve essere necessariamente usata. I collegamenti (link) 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). CamelCase oltre a facilitare i collegamenti, induce la scrittura dei link ad una forma che devia dallo spelling standard. I wiki basati sul CamelCase sono subito riconoscibili da link con nomi come `IndiceGenerale` e `DomandeIniziali`. Il termine CamelCase (letteralmente “carattere a cammello”) nasce dai “salti” grafici dovuti alle lettere maiuscole all’interno di una parola, che fanno venire in mente le gobbe di un cammello.

Il modello CamelCase ha sollevato però anche numerose critiche, e gli sviluppatori di wiki hanno cercato soluzioni alternative. Il primo a introdurre i “free links” (link liberi) mediante il simbolo `_` (underscore) è stato Cliqui. Numerosi wiki engine usano parentesi singole, parentesi graffe, sottolineature, barre o altri caratteri come modello di link.

Solitamente in un wiki le nuove pagine vengono create semplicemente inserendo il link appropriato partendo da una pagina che tratta un argomento correlato. Se il link non esiste, viene normalmente evidenziato come link rotto (broken link). Seguendo quel link viene aperta una finestra di modifica, che permette all’utente di inserire il testo della nuova pagina.

Questo meccanismo assicura che raramente vengano create pagine “orfane” (cosiddette perché non hanno link che puntano ad esse), mantenendo generalmente un alto livello di connessione.

2.2 I wiki semantici

Un Wiki Semantico (*Semantic Wiki*) è un wiki integrato con una base di conoscenze¹ che ha per dominio il tema oggetto del wiki. Mentre un wiki standard è costituito da semplici pagine testuali collegate tra loro mediante link, un wiki semantico è in grado di generare relazioni tra le pagine interrogando la base di conoscenze sottostante il wiki.

2.2.1 Importanza della notazione formale

Il modello di conoscenza che si trova in un wiki semantico è tipicamente disponibile in un linguaggio formale, così che i calcolatori possano processarlo secondo uno schema entità-relazione oppure in una base di dati relazionale.

La notazione formale che permette il ragionamento, può essere inclusa direttamente nelle pagine dagli utenti, come nel caso di Semantic MediaWiki, oppure, è possibile derivarla dalle pagine o dal loro nome o dal significato dei loro link. Per esempio, usando un nome alternativo per la pagina si potrebbe indicare che è stato creato un tipo specifico di collegamento. Ciò è particolarmente comune nei wiki dedicati ai progetti di codice. Quando la notazione convenzionale non è scritta dagli esseri umani informati, dovrebbe essere facile da esaminare e riparare.

In un caso o nell'altro, fornire le informazioni attraverso una notazione convenzionale permette alle macchine di calcolare i nuovi fatti (per esempio rapporti fra le pagine) dai fatti rappresentati nel modello di conoscenza.

2.2.2 Esempio: la pagina della “mela”

Immaginate un wiki semantico dedicato solamente agli alimenti. La pagina per una *mela* conterrebbe, oltre che le informazioni standard del testo, dati semantici macchina-leggibili o almeno dati macchina-intuibili. Il tipo di dato più importante sarebbe che una mela è un genere di frutta - conosciuto come rapporto di eredità. Il wiki potrebbe così compilare automaticamente una lista dei frutti, semplicemente elencando tutte le pagine che sono etichettate

¹Una **base di conoscenze** (*knowledge base* o *knowledgebase*; abbreviato *KB* o *kb*) è uno speciale tipo di base di dati per la gestione della conoscenza. Fornisce i mezzi per rappresentare le collezioni e le organizzazioni [Wika].

come tipo “frutta”. Ulteriori etichette semantiche nella pagina “della mela” potrebbero indicare altri dati circa le mele, compresi i loro colori e formati possibili, suggerimenti nutrizionali e qualunque altro dato che sia considerato importante. Queste informazioni potrebbero essere derivate dal testo, ma, a causa di una certa probabilità di errore, dovrebbero essere presentate insieme ai dati.

Se il wiki esporta tutti questi dati in RDF o in un formato simile, può allora essere interrogato come se fosse una base di dati - in modo che un utente, per esempio, che abbia chiesto una lista di tutti i frutti rossi oppure di tutti i frutti che possono essere ingredienti di una torta, riceva come risposta una lista di questi elementi.

2.2.3 Utilizzo del gestore della conoscenza

Come i wiki sostituiscono i vecchi CMS² o gli applicativi per la gestione della conoscenza, i wiki semantici provano ad offrire funzioni simili: permettono agli utenti di rendere la loro conoscenza più esplicita e formale, così che le informazioni in un wiki possano essere cercate in modi migliori delle semplici parole-chiave, offrendo funzionalità e modalità di interrogazione simili a quelle delle basi di dati strutturate.

Alcuni sistemi sono finalizzati alla gestione delle informazioni personali, altri alla gestione di informazioni utili alla comunità. Le modalità per gestire il formalismo e le informazioni da un punto di vista semantico sono innumerevoli. Esistono infatti sistemi orientati al contenuto (content-oriented, come *Semantic MediaWiki*) dove le informazioni semantiche vengono gestite mediante l’inserimento di collegamenti ipertestuali, sistemi che integrano le informazioni semantiche con il contenuto testuale (come *WikSAR*); sistemi orientati al contenuto che presentano un forte formalismo sintattico; esistono infine sistemi dove la conoscenza formale assume il ruolo principale (come *Platypus Wiki*) e dove le informazioni semantiche vengono gestite mediante espliciti campi adibiti a tal fine.

Inoltre, i wiki semantici differiscono per il livello di ontologia che essi sup-

²Un **Content Management System (CMS)** è un sistema software utilizzato per la gestione dei contenuti. Esso contiene file, immagini, audio, documenti elettronici e contenuti web.

portano. Mentre la maggior parte dei sistemi esportano i loro dati come RDF, altri supportano vari livelli di ragionamento sull'ontologia.

2.2.4 Problematiche

Così come il concetto di Web Semantico risulta ancora relativamente nuovo per il grande pubblico, anche la tecnologia dei Wiki Semantici è ancora agli albori nell'immaginario collettivo. La recente introduzione della semantica nel panorama dei wiki porta con sé problematiche di varia natura non ancora del tutto risolte.

Classificazione

Una di queste problematiche è certamente il proliferare all'interno del testo di link che rischiano di diventare ingestibili da un punto di vista numerico e da un punto di vista qualitativo.

Il sistema Cyc³ ha oltre 15.000 diversi tipi di link. Con lo scopo di creare il giusto tipo di link, un insieme di domande di solito viene usato per creare i link corretti: regole che possono anche essere aggiunte per controllare che le pagine di destinazione siano appropriate per quel tipo di link. Ad esempio, il link "capitale_di" potrebbe essere appropriato quando lega una città con una regione od uno stato.

Discussione

Le più recenti tecnologie basate sui wiki, in modo particolare gIBIS e NoteCards⁴, le quali hanno un supporto diretto per le decisioni on-line, di solito includono strutture per l'argomentazione come alberi logici o più elaborate strutture che sono piuttosto flessibili per permettere gli incontri e le discussioni on-line.

³Cyc è un progetto di *intelligenza artificiale* (IA) che tenta di assemblare una vasta ontologia ed una base di dati contenente le conoscenze del senso comune quotidiano, con lo scopo di creare applicazioni di IA somiglianti al ragionamento umano.

⁴NoteCards era un sistema per ipertesti sviluppato alla Xerox PARC da Randall Trigg, Frank Halasz e Thomas Moran in 1984. NoteCards è uno dei più conosciuti progetti di ipertesto della ricerca mondiale grazie alla sua progettazione ben documentata.

In questi campi applicativi i tipi di link sono volutamente ridotti per semplificare l'utilizzo e per evitare possibili battibecchi tra gli utenti su quale tipi di link siano più importanti di altri.

Un problema è che gli utenti hanno una naturale tendenza a sottovalutare o sotto-rappresentare quelle posizioni o argomentazioni su cui non sono d'accordo, e ad evidenziare e rendere più importanti le affermazioni con le quali essi sono in accordo, ed ad accusare gli altri editori sia di ipocrita sincerità che di mancanza di integrità.

Introducendo nuovi tools il rischio è quello di avvallare questo tipo di inutili e sterili dibattiti e crearne addirittura di nuovi.

Azione

La rappresentazione delle azioni, al contrario di quella della conoscenza, è sempre stata relativamente difficile ed è per questo che la filosofia delle azioni è in un certo qual modo immatura e non ha prodotto una semplice notazione. Non ci sono buone rappresentazioni così largamente condivise come quelle per gli oggetti. Certi tipi di relazioni (acts-on, carries-out, ...) potrebbero essere definiti ma sono parecchi gli inconvenienti che questo causerebbe, nella misura in cui si tratta di relazioni non oggettive.

Comunque, alcuni wiki semantici con domini limitati, ad esempio esperimenti in alcuni specifici campi scientifici, sono in grado di utilizzare semplici grammatiche che correttamente descrivono l'intervallo delle azioni che gli utenti possono utilizzare nel wiki.

Come in Wikipedia, il limitato potere di azione di un editore è codificato in una serie di etichette che suggeriscono all'utente le istruzioni delle sue azioni.

2.2.5 Caratteristiche comuni

Formalizzazione

I wiki semantici sono diversi nei loro gradi di formalizzazione. La semantica può essere separata o inclusa nei wiki markup. Gli utenti finali possono essere supportati quando aggiungono concetti, o con semplici guide ed autocomposizioni, oppure con più complessi generatori proposizionali e controllori della consistenza. Il linguaggio di rappresentazione può essere RDF, OWL o tratto

da alcune basi di dati direttamente implementate da programmi applicativi che estraggono la semantica dai dati contenuti. Alcune versioni supportano e correggono l'editing con lo scopo di formalizzare i contenuti.

Ciò che può essere formalizzato in un wiki semantico è molto vario. Si potrebbero formalizzare il tipo delle pagine, le categorie, i paragrafi o le frasi (quest'ultima caratteristica era molto comune nei vecchi sistemi); i link, ad esempio, sono solitamente tipizzati.

Riflessività

Anche la riflessività può variare da wiki a wiki. Molte interfacce utente riflessive forniscono un supporto forte all'ontologia dall'interno del wiki, la quale può essere caricata, salvata, creata e cambiata.

Sociosemantica

Il grado di sostegno alle caratteristiche socio-semantiche di un wiki può essere diversificato. Alcuni ereditano le loro ontologie da una pre-esistente ontologia estesa come Cyc e non hanno spazi per gli utenti per dibattere, argomentare o variare i contenuti. Dall'altra si trovano le ontologie "viventi" che si fidano totalmente dei loro utenti, sebbene regolati da un rigido insieme di regole che proibiscono certi tipi di interferenza attraverso gli altri utenti oppure dall'amministratore stesso [for].

Categorizzazione e integrazione delle etichette

Convenzionalmente i wiki hanno diversi modi per far esprimere agli utenti i metadati; tipicamente sono messi a disposizione la categorizzazione, l'etichettatura (*tagging*) e l'utilizzo di namespaces⁵. Le caratteristiche di sociosemantica integrano questi con altre dichiarazioni semantiche, solitamente per limitare il loro utilizzo. Nelle ontologie viventi, ad esempio, le categorizzazioni servono come filtro mentre i namespaces forniscono dei punti di vista.

⁵**Namespace**, in italiano spazio dei nomi, è una collezione di nomi di entità, definite dal programmatore, omogeneamente usate in uno o più file sorgente. Lo scopo dei namespace è quello di evitare confusione ed equivoci nel caso siano necessarie molte entità con nomi simili, fornendo il modo di raggruppare i nomi per categorie.

2.3. UN ESEMPIO DI WIKI SEMANTICO: PORTALE DELLE ENERGIE RINNOVABILI

Le categorizzazioni sono così un sottoinsieme delle etichette, mentre i namespaces sono ortogonali ad essi, perchè lo scopo di una categorizzazione è di modellare il linguaggio della gente in tassonomie, mentre il fine dei namespaces è di differenziare chi o cosa sta discutendo o editando.

Ragionamento

Alcuni wiki semantici forniscono un supporto per il ragionamento utilizzando appositi motori. Alcune proprietà possono essere limitate o rese inaccessibili. I limiti dei ragionamenti possono imporre che tutti i dati siano conformi all'ontologia sottostante.

Interrogazione

Molti wiki hanno un semplice supporto all'interrogazione (cercare tra le triple quelle con un determinato soggetto, predicato, oggetto), ma il grado di supporto di interrogazioni avanzate è variabile. Anche le interfacce utente per costruire queste interrogazioni varia.

2.3 Un esempio di Wiki Semantico: Portale delle Energie Rinnovabili

Il presente lavoro di tesi nasce dall'idea di creare un prototipo di Wiki Semantico a partire da un argomento fissato: nello specifico si è scelto di affrontare il tema delle energie rinnovabili.

Essendo uno dei primi progetti in questo ambito svolti dal Politecnico di Milano, si è deciso di creare un Wiki Semantico nella forma più "standard" del suo significato.

Il Portale delle Energie Rinnovabili, all'apparenza un normale Wiki, offre agli utenti diverse funzionalità che permettono di migliorare la navigabilità, la ricerca e la creazione di pagine concettualmente "strutturate" tra di loro.

2.3.1 Navigabilità

La navigabilità del Wiki Semantico è migliorata rispetto a quelle di un semplice Wiki per via dei numerosi link testuali che compaiono in coda ad ogni pagina, sotto la voce “**Voci correlate**”.

Questa serie di link nasce dalla possibilità del motore JSPWiki di utilizzare le conoscenze contenute nell’ontologia di dominio (Capitolo 5) precedente creata. Grazie a queste conoscenze, il motore Wiki, all’atto di creazione delle pagine, controlla l’ontologia e facendo un matching tra il nome della pagina creata ed i concetti dell’ontologia, è in grado di ragionare sui contenuti del Wiki e di conseguenza trarre delle conclusioni, nella fattispecie, la stampa di link a video.

Tutto questo è stato permesso dalle librerie Jena inserite nel motore JSPWiki e dalle interrogazioni scritte in linguaggio SPARQL. I link che vengono visualizzati a video, oltre che essere un semplice elenco, sono anche suddivisi in classi di appartenenza: sotto la voce “Voci correlate” si possono trovare “Concetti complementari”, “Concetti correlati”, “Tipo di appartenenza”, ecc...

In questo modo l’utente, probabilmente ignaro della semantica sottostante al Wiki, può usufruire di una serie di collegamenti “gratuiti” che possono aiutarlo nella ricerca di concetti correlati e nella navigabilità degli argomenti del Wiki.

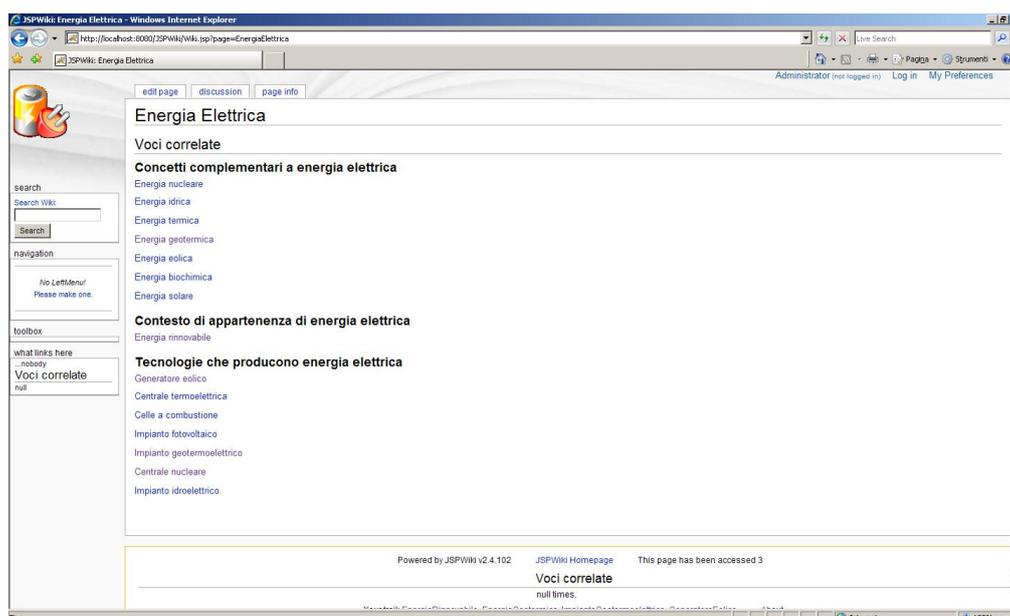


Figura 2.2: Esempio di pagina wiki appena creata, senza contenuti, ma con già i link presenti

2.3.2 Strutturazione

Oltre che migliorare la navigabilità, cioè la consultazione delle informazioni una volta inserite, il Wiki Semantico da un'impronta strutturata nell'inserimento di concetti, contenuti e pagine.

Come in ogni Wiki, sia esso semantico oppure tradizionale, nelle diverse pagine esistono due diversi tipi di link testuali: link che puntano a pagine esistenti e link che puntano a pagine da creare. Questo permette, grazie alla creazioni di diversi link in modo automatizzato, di indurre l'utente a creare delle pagine secondo una "struttura mentale" ben organizzata, grazie all'ontologia sottostante. Creata una pagina, qualsiasi essa sia, appariranno una serie di link che portano ai concetti correlati a tale pagina. Se non esistono molte pagine, ad esempio perchè il Wiki è appena stato pubblicato, l'utente che crea la prima pagina avrà tutti i collegamenti delle voci correlate che puntano a pagine non create; ragionevolmente potremmo supporre che, invece di creare pagine senza un filo logico, sarà tentato a creare dapprima le pagine che sono già puntate dalla prima pagina.

Attraverso questa semplice metodologia si riesce a dare una struttura, quanto meno concettuale, al Wiki Semantico.

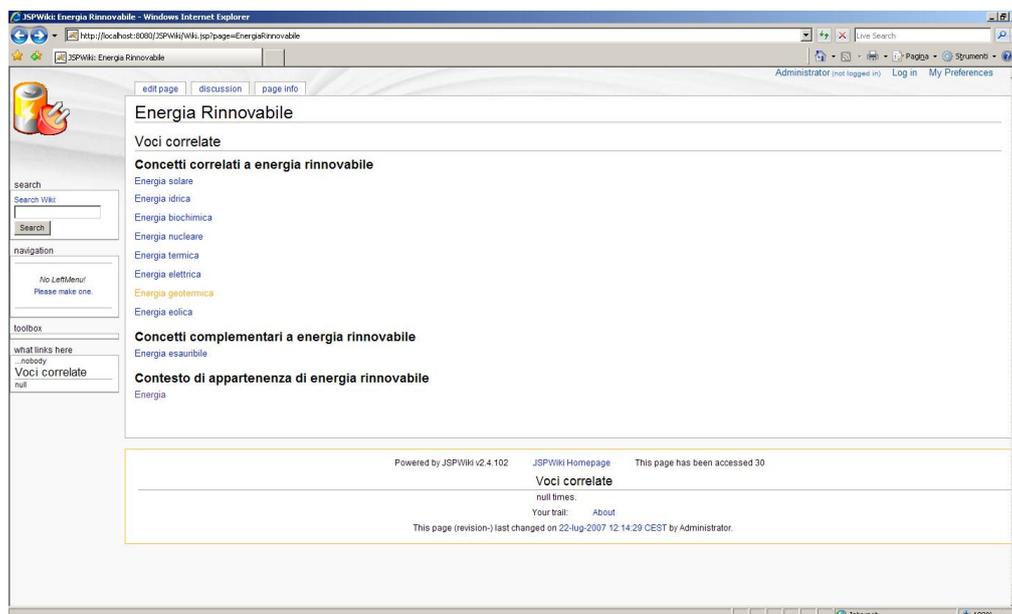


Figura 2.3: Esempio di pagina wiki appena creata, senza contenuti e con link che puntano a pagine inesistenti

Capitolo 3

Specifiche ed ambiente di sviluppo

Il presente capitolo è suddiviso in due sezioni: la prima nella quale vengono presentati i tools di sviluppo dell'ontologia e dell'implementazione del motore semantico nel Wiki; nella seconda sezione viene poi presentato il software Wiki utilizzato per la creazione del Portale dell'Energia Rinnovabile: JSPWiki.

3.1 Tools

3.1.1 Protégé

Protégé è un'applicazione open source per visualizzare, creare e modificare modelli, tra cui ontologie.

La schermata delle classi di Protégé è riportata in Figura 3.1 ed è così composta:

1. **Asserted Hierarchy**: tassonomia delle classi dell'ontologia;
2. **Annotation**: annotazioni relative ad una selezionata classe;
3. **Asserted Condition**: assiomi restrittivi di T-Box¹;

¹Le ontologie sono generalmente divise in *Assertion box* (A-Box) e *Terminological box* (T-Box).

L'A-box rende disponibile e accessibile la rappresentazione formale del modello **concreto** di un frammento di realtà, mentre la T-box rende disponibile e accessibile la rappresentazione formale del modello **concettuale** della realtà in considerazione.

4. **Disjoint**: classi mutualmente disgiunte da una classe selezionata.

In questa schermata è possibile avere la visione complessiva della realtà d'esame e gestire il modello creato su tale realtà: è possibile creare e cancellare classi, rinominarle, aggiungere regole di inferenza e apporre annotazioni sulle classi.

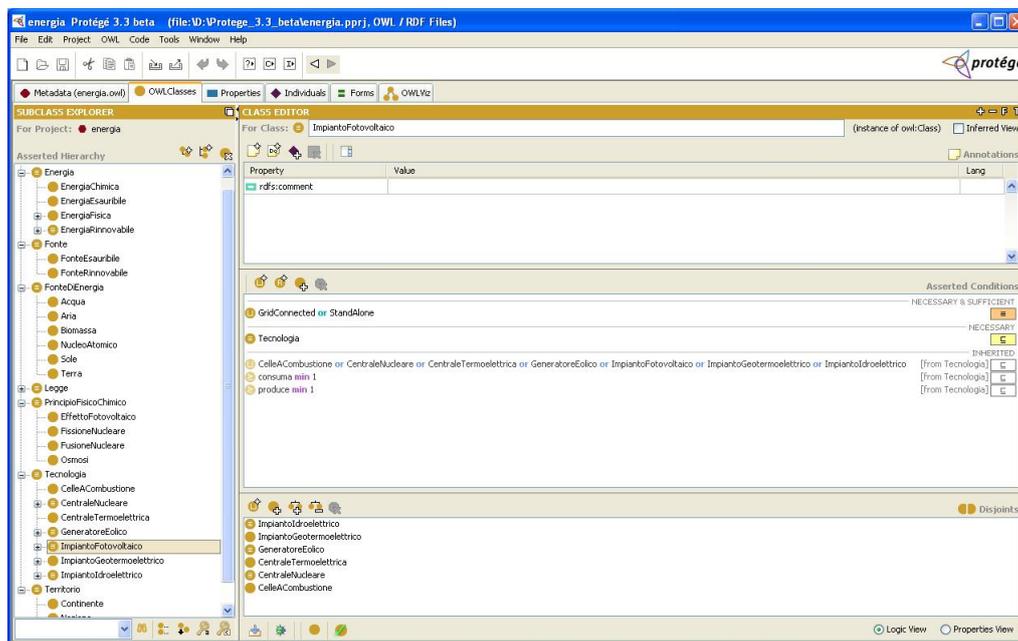


Figura 3.1: Schermata delle classi di un'ontologia in Protégé

La schermata della Figura 3.2 rappresenta le proprietà dell'ontologia. Le proprietà sono le relazioni che legano le varie classi della realtà rappresentata e sono l'elemento fondamentale per navigare all'interno dell'ontologia e poter formulare delle interrogazioni alla base di conoscenze.

La schermata è così composta:

1. **Object properties**: tassonomia delle relazioni dell'ontologia;
2. **Annotation**: annotazioni relative ad una selezionata proprietà;
3. **Domain**: dominio della relazione;
4. **Range**: codominio della relazione.

Qui si creano le relazioni tra le classi, si specificano dominio e codominio; si aggiungono particolari proprietà alle relazioni, come quella di simmetria, di

transitività e di ruolo inverso.

Con le relazioni create è possibile interrogare, navigare ed utilizzare la base di conoscenze.

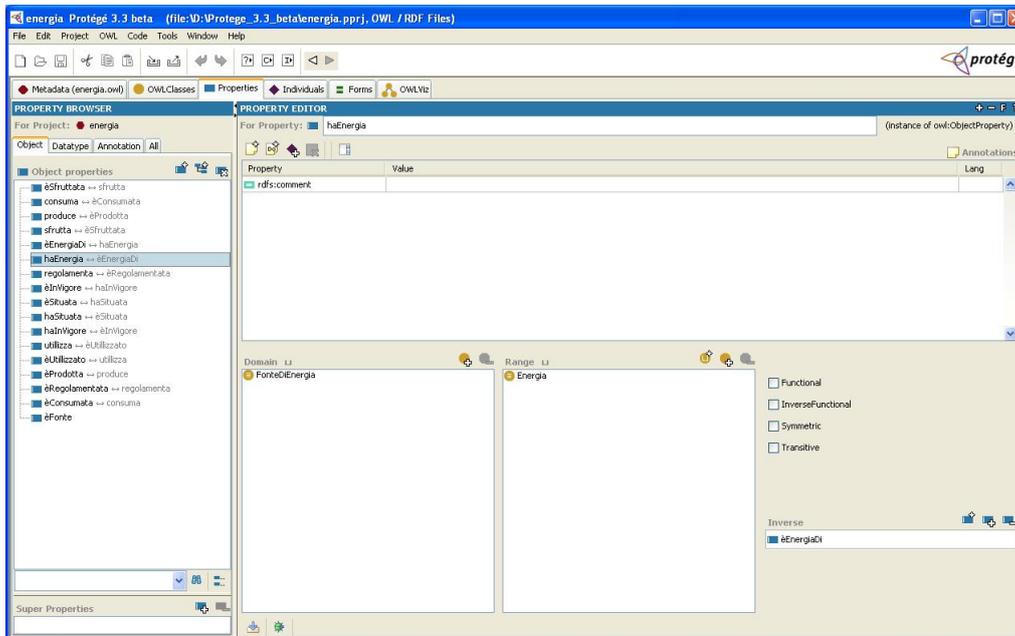


Figura 3.2: Schermata delle proprietà di un'ontologia in Protégé

Il software appena presentato ha contribuito ad una realizzazione completa dell'ontologia di dominio del Wiki.

L'ontologia sarà ampiamente descritta nel Capitolo 5.

3.1.2 GrOWL

La realizzazione di un'ontologia, utilizzando il linguaggio OWL, può risultare alquanto laboriosa e presentare alcune difficoltà, sia per chi è alle prime armi, sia per chi maggiormente esperto.

Quando un'ontologia assume dimensioni elevate può essere difficile gestirla in modo preciso senza l'aiuto di grafici appositi che aiutano la progettazione; infatti basti pensare ad alcuni dei maggiori rami della progettazione: il software utilizza diagrammi UML e le basi di dati utilizzano modelli E-R.

È qui che si inserisce GrOWL (Graphic OWL), applicativo realizzato dall'ing. Mario Arrigoni Neri presso il Politecnico di Milano: questo semplice, quanto funzionale software, permette di realizzare ontologie in linguaggio OWL-DL in modo rapido e dettagliato.

Nell'applicativo sono state implementate le funzionalità per poter rappresentare graficamente i concetti di OWL (classi, proprietà, individui...).

Il software è stato sviluppato nell'ambiente di programmazione Java con l'ausilio delle librerie di Jena (Paragrafo 3.1.4) per la gestione dell'ontologia. Nel lavoro

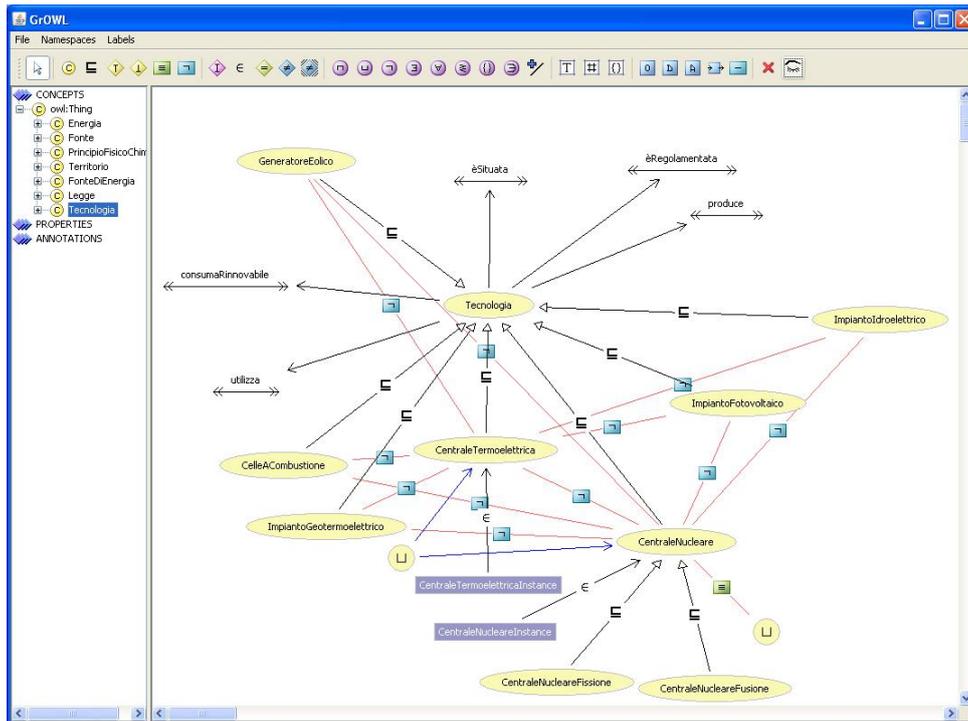


Figura 3.3: Schermata di GrOWL

di progetto, l'applicativo è risultato indispensabile per la facile comprensione e descrizione dell'ontologia; in sede di stesura di questo elaborato, la totalità delle figure dell'ontologia di dominio (Capitolo 5) sono state realizzate con GrOWL.

3.1.3 SPARQL

SPARQL (pronunciato “sparkle”) è un linguaggio di interrogazione per RDF; il suo nome è un acronimo ricorsivo che significa *SPARQL Protocol and RDF Query Language*. È attualmente in fase di standardizzazione dall'*RDF Data Access Working Group* (DAWG) del Consorzio del World Wide Web.

Le query SPARQL adottano la sintassi Turtle e si basano sul meccanismo di “pattern matching” e in particolare su un costrutto, il “triple pattern”, che

ricalca la configurazione a triple delle asserzioni RDF fornendo un modello flessibile per la ricerca di corrispondenze.

Ecco un esempio di un'interrogazione in SPARQL che ritorna tutte le sottoclassi di Energia:

```

PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
SELECT ?subclass
WHERE {
    ?subclass rdfs:subClassOf ?class.
    ?class rdfs:label 'Energia'
}

```

Le variabili sono prefisse dal simbolo “?” (è anche possibile “\$”). La variabile `?subclass` è ciò che viene restituito. Il processo di interrogazione di SPARQL cercherà tutte le istanze che soddisfano le due triple RDF. Per mantenere un buon grado di leggibilità si tende ad utilizzare i namespaces (es. `rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>`) in modo da scrivere nelle query solo la parte antecedente i “:”, cioè `rdfs`.

3.1.4 Jena

Jena è un framework Java open source (sviluppato dal Semantic Web Research Bristol Lab della HP) per lo sviluppo di applicazioni orientate al Web Semantico [Jen]. Esso fornisce le API per la creazione, interrogazione e gestione in modo programmatico di RDF.

Attraverso il framework Jena si possono utilizzare classi, metodi e letterali che semplificano notevolmente la gestione di un modello RDF.

Jena consente di gestire contemporaneamente più ontologie e di effettuare operazioni tra di esse, quali ad esempio, l'unione di due modelli, la rimozione di un modello da un altro, l'importazione di un modello; importazione ed unione differiscono in quanto un modello importato non può essere modificato.

Altra caratteristica di spicco è la possibilità di effettuare reasoning in quanto viene fornita la possibilità di integrare reasoner esterni (tra i più noti ricordiamo Pellet, Racer e Fact). Jena offre inoltre il supporto per SPARQL, il linguaggio candidato dal W3C come standard per la generazione di query per modelli RDF.

3.2 JSPWiki

JSPWiki è un software wiki scritto in Java secondo lo standard J2EE. Come dice il nome stesso, JSPWiki, è realizzato con tecnologia JSP (Java Server Package). JSPWiki è stato scritto da Janne Jalakanen e rilasciato sotto la licenza LGPL. I server Sun Microsystems includono JSPWiki come una delle loro core applications.

JSPWiki ha trovato largo impiego nelle intranet aziendali e ha visto crescere nel tempo un'attiva comunità di sviluppatori interessati al progetto. Tra di esse si ricorda in particolare l'i3G Institute dell'università di Heilbronn.

3.2.1 Storia

Janne Jalakanen incominciò a sviluppare JSPWiki nel 2001. Questo software è utilizzato da molteplici differenti aziende ed università, principalmente come motore wiki o come Knowledge Management Application. Sun Microsystems ha integrato JSPWiki all'interno dei suoi server come portale di accesso. Grazie alla sua facilità di installazione, molte persone hanno scelto JSPWiki anche per uso privato, per organizzare le proprie informazioni personali (ad es. come Pim, *Personal Information Manager*).

JSPWiki può anche essere impiegato per creare blog, grazie al plug-in integrato ed al supporto per RSS.

3.2.2 Differenze dagli altri motori wiki

JSPWiki integra ed estende tutte le funzioni di PHP Wiki. A partire dalla versione 2.3, JSPWiki permette di integrare l'uso di CSS usando i tags `%%`. Per esempio un testo può essere visualizzato in rosso usando il seguente markup: `%%(color:red) RED TEXT %%`. Una delle caratteristiche che ha visto JSPWiki vincere il confronto con altri motori wiki, come ad esempio Mediawiki e TWiki è stata la sua sintassi utente estremamente intuitiva. JSPWiki permette inoltre di allegare file alle proprie pagine. Ogni pagina inoltre genera autonomamente i propri feed RSS dei cambiamenti.

3.2.3 Caratteristiche

Di seguito alcune delle caratteristiche più importanti di JSPWiki:

- **internazionalità:** JSPWiki usa il sistema unicode UTF-8 come sistema standard di codifica, permettendo quindi l'utilizzo di lingue come il Thai e l'Ebraico;
- **plug-ins:** JSPWiki fornisce una semplice interfaccia per l'integrazione di plug-in, così da permettere agli utenti più esigenti di estendere le funzionalità del Wiki usando Java. Molti plug-in sono disponibili gratuitamente; persino la funzione dei cambiamenti recenti è un plug-in;
- **interfaccia:** JSPWiki permette di personalizzare la grafica e l'interfaccia utente del wiki usando templates; numerosi template sviluppati dagli utenti sono disponibili gratuitamente per il download nel Web, a dimostrazione della notevole diffusione di questo motore wiki; tra questi uno ricalca la grafica di Wikipedia;
- **aggiornamento delle pagine e ricerca:** JSPWiki mantiene in memoria delle pagine precedenti alle loro modifiche e fornisce una funzione per mostrare le differenze tra le varie versioni delle pagine (a tutti gli utenti) e per cancellare pagine riservate solo agli amministratori; la ricerca all'interno di JSPWiki è realizzata mediante Lucene, il sistema di librerie di ricerca integrate nel motore di Mediawiki;
- **gestione dei file:** i file possono essere allegati direttamente alle pagine del Wiki: JSPWiki si basa sulla filosofia che un Wiki dovrebbe essere facile da utilizzare quanto una mail; la versione dei file può essere verificata così come quella delle pagine;
- **RSS:** i cambiamenti recenti possono essere visti mediante feed RSS. JSPWiki usa un'interfaccia XML-RPC per le chiamate esterne;
- **controllo di accesso:** a partire dalla versione 2.4, in JSPWiki è stato implementato un sistema di accesso del tipo JAAS (*Java Authentication and Authorization Service*): questo permette all'amministratore di fornire l'accesso a determinate pagine a determinati utenti;

- **salvataggio:** attraverso il meccanismo di PageProvider il metodo di salvataggio del Wiki può essere modificato. I Wiki, sviluppati in JSPWiki possono essere salvati sia come *plain text* sia sottoforma di database. Di default JSPWiki salva secondo la prima opzione. Tutto questo permette un processo di installazione semplice accessibile anche ad utenti alle prime armi;
- **filtri:** JSPWiki implementa un insieme di filtri, come quello antispam e come quello per le emoticon, che trasforma le emoticon in immagini conservando le rispettive espressioni facciali;
- **WebDAV:** JSPWiki supporta il protocollo WebDAV per l'accesso alle pagine; questo sistema permette di utilizzare il file manager del sistema operativo, su cui è montato JSPWiki, per allegare file;
- **LeftMenù:** uno dei vantaggi principali di JSPWiki è la possibilità di configurare una pagina speciale, chiamata *LeftMenù*, per creare un menù di navigazione modificabile, ripetuto in ogni pagina.

Capitolo 4

Implementazione e realizzazione

Questo capitolo si prefigge l'obiettivo di illustrare al lettore tutti i passi svolti per la realizzazione del Wiki Semantico.

Dapprima si illustreranno, sotto due filoni separati, la creazione e successiva interrogazione dell'ontologia da una parte; dall'altra lo studio e le modifiche apportate al motore JSPWiki per poter gestire la semantica dell'ontologia.

Infine le due parti si uniranno?... *(vorrei dire, per dar vita al Wiki semantico, ma non proprio così; intendo che la prima parte insieme alla seconda, costituisce l'implementazione completa del Wiki Semantico).*

4.1 Ontologia

4.1.1 Creazione

La creazione dell'ontologia di dominio (Capitolo 5) è stata sviluppata con Protégé (Capitolo 3.1.1). Dopo uno studio a 360° dei concetti di energia, energia rinnovabile, tecnologie associate, ecc... si è deciso di dare un taglio al Wiki Semantico principalmente riguardo alle energie rinnovabili ed alle tecnologie che utilizzano e producono tali energie.

4.1.2 Interrogazione

Dopo aver dato una struttura alla moltitudine di concetti legati a questo tema, è nata l'esigenza di verificare l'integrità della base di conoscenze e la sua ca-

pacità di estrarre risultati coerenti alle interrogazioni fattele.

L'integrità della base è derivata da una buona progettazione e strutturazione dei concetti; l'interrogazione ad essa ha dato modo di scrivere due tipologie di query: interrogazioni domain independent e interrogazioni domain dependent.

Query domain independent

Delle query sviluppate per l'interrogazione dell'ontologia delle energie, si hanno interrogazioni che possono essere definite come "interrogazioni alla struttura dell'ontologia", che risultano essere indipendenti dal contenuto.

Queste sono le più semplici da realizzare e soprattutto, hanno il vantaggio della portabilità. Creando interrogazioni che danno come risposta sottoclassi, domini, codomini, sovraclassi, ecc... ciò che si fa all'interno dell'ontologia è muoversi sull'albero gerarchico.

Ecco un'esempio di una query che ritorna tutti le classi dello stesso livello della classe energia:

```
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
SELECT ?object
WHERE {
    ?subject owl:disjointWith ?object.
    ?subject rdfs:label 'Energia'
}
```

Si intuisce facilmente che il muoversi attraverso un albero gerarchico è indipendente dal contenuto dei nodi, di conseguenza, queste query, possono essere trasportate in altre ontologie e fornire risultati corretti senza variazioni.

Query domain dependent

In antitesi con le query precedentemente introdotte si trovano le query domain dependent: tutte quelle query che permettono di ragionare sull'ontologia in funzione dei concetti espressi all'interno di essa.

La costruzione di query dipendenti dal dominio ha sicuramente dei vantaggi e dei svantaggi: se da una parte queste query sono più potenti ed efficaci, in quanto permettono di muoversi nell'ontologia con interrogazioni precise, puntuali e di buon livello di ragionamento, dall'altra sono sicuramente più complicate da formulare.

Qui ora è riportato un esempio di query domain dependent che restituisce tutte le energie utilizzate da un impianto idroelettrico.

```
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
SELECT ?answer
WHERE {
    ?classe rdfs:label 'ImpiantoIdroelettrico'.
    ?classe rdfs:subClassOf ?sovraclasses.
    ?funzione rdfs:domain ?sovraclasses.
    ?sottofunzione rdfs:subPropertyOf ?funzione.
    ?istanza rdf:type ?classe.
    ?istanza ?sottofunzione ?newistanza.
    ?newistanza rdf:type ?answer.
    ?funzione rdfs:label 'consumaRinnovabile'
}
```

Purtroppo una delle limitazione di queste interrogazioni è quella di dover essere riformulate ad hoc per ogni dominio diverso di ogni ontologia.

4.2 Motore JSPWiki

Il lavoro di modifica del motore JPSWiki, con lo scopo di aumentare le sue potenzialità da quelle di semplice motore per la costruzione di Wiki a motore per la realizzazione di Wiki Semantici, è iniziato con un'operato di *reverse engineering*.

4.2.1 Classi di JSPWiki

Il lavoro è iniziato con lo studio della costruzione delle pagine nel motore JSPWiki. Si è capito che le classi interessate alla stampa e realizzazione delle pagine erano, sostanzialmente, tre: *WikiEngine*, *WikiContext*, *WikiPage*. Dato che il risultato del lavoro di tesi consisteva nella stampa a video, per ogni pagina del Wiki, di link testuali, era fondamentale trovare la metodologia con la quale il motore effettuava questo passaggio.

Dopo questo passaggio ed aver preso familiarità con il motore, si è passati a modificare la classe che direttamente permette di fare le stampe a video: *InsertPageTag*.

WikiEngine

Questa è la classe principale del motore JSPWiki.

Il processo di editing delle pagine del Wiki inizia proprio così: istanziano un oggetto di nome `wiki` di tipo `WikiEngine`. Attraverso questo oggetto, essendo la classe statica in Java, possono essere richiamate tutte le funzioni e procedure scritte nelle restanti classi che compongono il motore.

WikiContext

`WikiContext` è la classe che viene richiamata per la gestione e creazione delle informazioni di ogni pagina.

Questa classe contiene tutti i metodi per la memorizzazione e manipolazione degli attributi che daranno la possibilità di eseguire ricerche, creare link, fornire contesti ad ogni pagina del Wiki.

Essa fornisce anche un contesto all'interno del quale poter inserire il contenuto delle pagine che andranno realizzate.

WikiPage

Una volta terminata la creazione di una pagina, le informazioni degli attributi contenuti in `WikiContent`, vengono passate per la memorizzazione in `WikiPage`.

Da qui, fin che le pagine del Wiki esisteranno, i dati relativi a nome, modifiche, ecc... resteranno memorizzati in questa classe.

InsertPageTag

Questa classe è effettivamente ciò che è stato modificato del motore JSPWiki. `InsertPageTag` è formata da un insieme di metodi che vanno a svolgere le stampe a video di ogni nuova pagina creata; in particolare, essa possiede un metodo `doWikiStartTag()` che viene invocato per stampare le parole inserite dall'utente in formato html.

Qui è stata aggiunta la chiamata al metodo `doSemanticTag(String Page-name)` il quale, dato il nome della pagina, crea tutta una serie di link testuali di natura semantica, grazie ai risultati forniti dalle interrogazioni all'ontologia.

Il metodo si occupa di dare una visualizzazione grafica chiara e comprensibile, attraverso la buona impaginazione, dei link ottenuti interrogando la base di conoscenze; esso invoca la classe `Ontology.java` creata ed inserita nel motore appositamente per offrire un supporto semantico all'utente.

4.2.2 `Ontology.java`

La classe `Ontology.java` è la parte che dà la possibilità di gestire informazioni semantiche al motore Wiki.

Essa si compone di diversi metodi; il principale è `queries` il quale si occupa di gestire la parte di importazione del modello (il file `Energy.owl`) creazione delle query e selezione delle interrogazioni da applicare.

`Ontology.java` contiene, inoltre, un insieme di metodi, ognuno dei quali corrisponde ad una possibile query cui sottoporre l'ontologia. Da sottolineare il fatto che, avendo creato query domain dependent e query domain independent, non tutte possono essere applicate ad ogni pagina, ma bisogna selezionare quelle che darebbero un risultato interessante per la navigazione dell'utente.

Come discriminante di tale scelta, si è deciso di utilizzare il nome della pagina: esso viene passato come parametro alla funzione `doSemanticTag(String Pagename)` e conseguentemente disponibile per tutte i metodi da qui invocati; questo permette di poter applicare solo un sottoinsieme di tutte le interrogazioni presenti nella classe.

Capitolo 5

Ontologia di dominio: le energie rinnovabili

Il presente capitolo è interamente dedicato alla descrizione dell'ontologia di dominio relativa al tema delle energie rinnovabili, parte integrante del motore semantico del wiki realizzato.

Obiettivo dei prossimi paragrafi è dunque quello di descrivere, quanto più dettagliatamente possibile, i concetti strettamente legati alla tema in esame.

Con l'espressione "energie rinnovabili" si identificano tutte quelle forme di energia generate da fonti che per natura si rigenerano o quantomeno non si esauriscono in tempi dell'ordine di grandezza di quello della vita umana.

5.1 Fonti di energia

Le fonti di energia, secondo una definizione più o meno condivisa, rappresentano ciò che la natura mette a disposizione dell'uomo e che è dunque possibile utilizzare (direttamente o attraverso una trasformazione) al fine di estrarre energia per ottenere lavoro. La tassonomia delle fonti di energia, Figura 5.1, rappresenta una classificazione, dal punto di vista fisico-energetico, degli elementi naturali presenti sulla Terra:

- **Acqua:** appartengono a questa categoria tutti i flussi d'acqua (fiumi, cascate, ecc...) e tutte le riserve d'acqua (mari, dighe, laghi, ecc...);
- **Aria:** fluidi aeriformi in movimento (ad es. vento);

- **Biomassa:** sostanza di origine animale e vegetale, non fossile, che può essere usata come combustibili per la produzione di energia;
- **Nucleo Atomico:** si intende la parte centrale, densa, di un atomo, costituita da protoni che possiedono carica positiva e neutroni di carica nulla, la quale può sprigionare immense energie attraverso apposite trasformazioni fisiche e chimiche;
- **Terra:** energia immagazzinata nella massa della Terra sotto forma di calore
- **Sole:** stella che irradia il pianeta; in particolare, di questa fonte si considerano le radiazioni emesse che precipitano sul Terra.

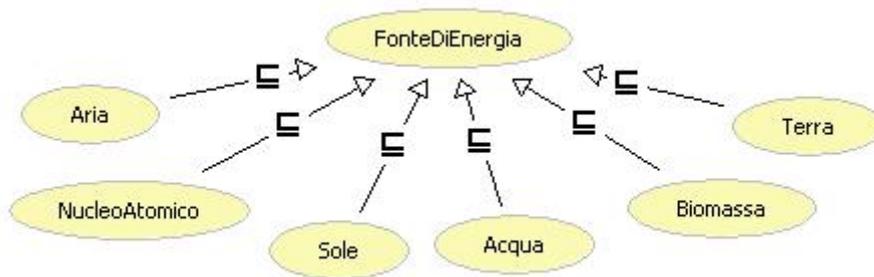


Figura 5.1: *Tassonomia delle fonti di energia*

Ogni fonte di energia è legata alla rispettiva tipologia di energia prodotta mediante la relazione *haEnergia*. Si riporta in Figura 5.2 la rappresentazione grafica della relazione *haEnergia*.

5.2 Energia

Si definisce energia la capacità di un corpo o di un sistema di compiere lavoro.

L'unità di misura derivata del Sistema Internazionale, per l'energia è il joule (simbolo: J), chiamata così in onore di James Prescott Joule¹ e dei suoi esperimenti sull'equivalente meccanico del calore.

Nell'ontologia in esame le sottoclassi della classe Energia sono quattro: energia rinnovabile, energia esauribile, energia chimica ed energia fisica; risulta

¹**James Prescott Joule** (Salford, 24 dicembre 1818 - Sale, 11 ottobre 1889) è stato un fisico inglese.

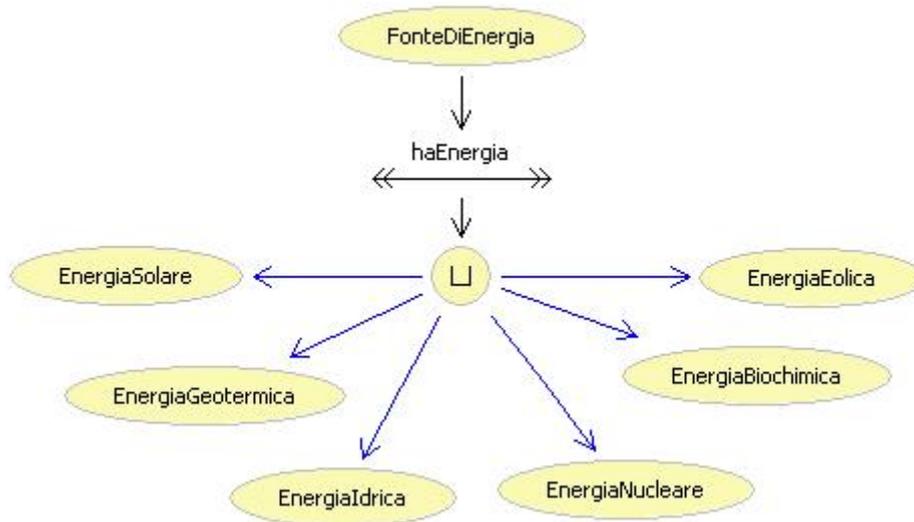


Figura 5.2: *Relazione tra fonte di energia ed energie rinnovabili*

evidente come i concetti descritti siano collegabili due a due: energia rinnovabile con energia esauribile, energia fisica con energia chimica. La prima distinzione riguarda la disponibilità delle risorse: nella sottoclasse “energie rinnovabili” si identificano tutte quelle energie che, in relazione ai tempi umani, possano considerarsi “illimitate” (si precisa però che, per quanto presente in misura elevata, nessuna risorsa è illimitata), mentre in quella “energie esauribili” rientrano le restanti.

Doverosa è poi la distinzione tra energia fisica ed energia chimica: ogni energia, sia essa rinnovabile o esauribile, si presenta infatti o sotto specie fisica o sotto specie chimica; è importante sottolineare come l’energia possa infatti essere sviluppata fisicamente o chimicamente.

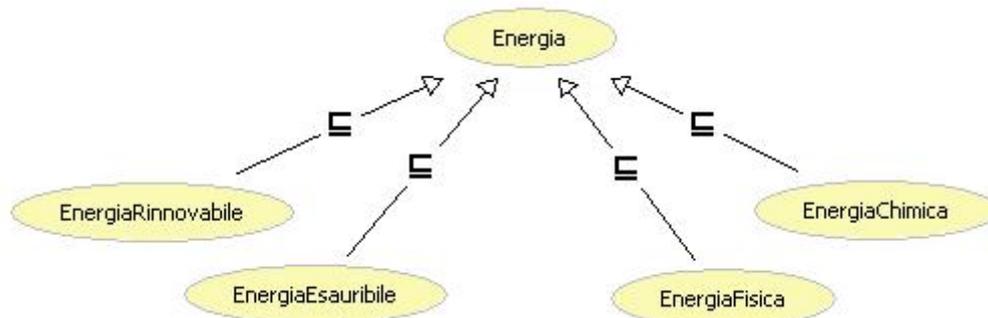


Figura 5.3: *Organizzazione dell’energia*

5.2.1 Energie rinnovabili

Le energie rinnovabili, insieme alle tecnologie (Paragrafo 5.4), sono il cuore del dominio del wiki semantico. In Figura 5.4 è riportata la classificazione di tali energie:

- **Energia biochimica:** è l'energia prodotta dalle sostanze di origine animale e vegetale, non fossili, che possono essere usate come combustibili;
- **Energia elettrica:** è una forma di energia legata a forze e campi di origine elettrica, ovvero che coinvolge il movimento di cariche elettriche;
- **Energia eolica:** è il prodotto della conversione dell'energia cinetica del vento in altre forme di energia;
- **Energia geotermica:** è l'energia generata per mezzo di fonti geologiche di calore;
- **Energia idrica:** si intende quel tipo di energia che sfrutta il movimento di masse di acqua per produrre energia cinetica, l'energia posseduta staticamente, di solito, è energia potenziale legata all'altitudine della massa d'acqua;
- **Energia nucleare:** si intendono tutti quei fenomeni in cui si ha la produzione di energia in seguito a trasformazioni nei nuclei atomici;
- **Energia solare:** si intende l'energia, termica o elettrica, prodotta sfruttando direttamente l'energia irraggiata dal Sole verso la Terra;
- **Energia termica:** è l'energia derivata da una qualsiasi fonte di calore; l'energia termica di un sistema rappresenta l'energia cinetica media E_c^2 delle particelle del sistema, che tiene conto dei movimenti di traslazione, di rotazione e di vibrazione delle particelle.

Le energie rinnovabili sono inserite nel contesto dell'ontologia attraverso quattro relazioni, Figura 5.5:

² $E_c = \frac{3}{2}kT$ dove $k = 1.3806505 \cdot 10^{-23} J/K$ è la costante di Boltzmann e T è la temperatura assoluta.

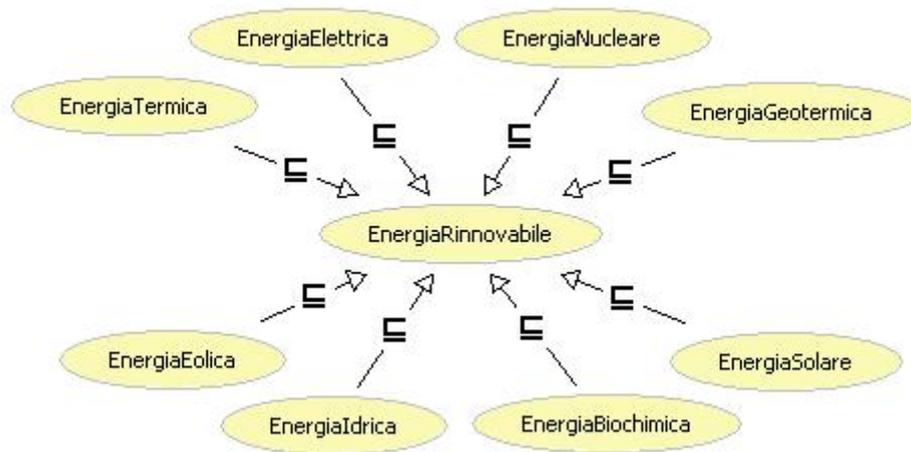


Figura 5.4: *Classificazione delle energie rinnovabili*

- *èProdotta*: questa relazione, il cui codominio è Tecnologia rappresenta la proprietà dell'energia rinnovabile di essere prodotta da una tecnologia; alcuni tipi di energie rinnovabili non sono presenti in natura, ma si possono utilizzare perchè vengono prodotte da impianti o centrali appositamente realizzati;
- *èConsumataRinnovabile*: è il complementare della relazione precedente; se da un lato le energie rinnovabili sono prodotte dalle tecnologie, dall'altra, in rispetto all'empirica legge "nulla si crea, nulla si distrugge", esse sono consumate nel processo di produzione; in sostanza, esse vengono trasformate;
- *èEnergiaDi*: sottolinea la proprietà di ogni fonte di energia (codominio della relazione è FonteDiEnergia) di possedere un tipo di energia rinnovabile che viene utilizzata nel processo produttivo di altre energie;
- *sfrutta*: in questa relazione il dominio è condiviso con le energie esauribili (EnergiaEsauribile) e chiarisce la natura intrinseca delle energie che vengono utilizzate; come già precedentemente descritto, si è voluto porre l'attenzione su come, nonostante vengano utilizzate energie rinnovabili, esse hanno una composizione fisica e chimica che viene sfruttata (EnergiaFisica \sqcup EnergiaChimica è il codominio di tale relazione).

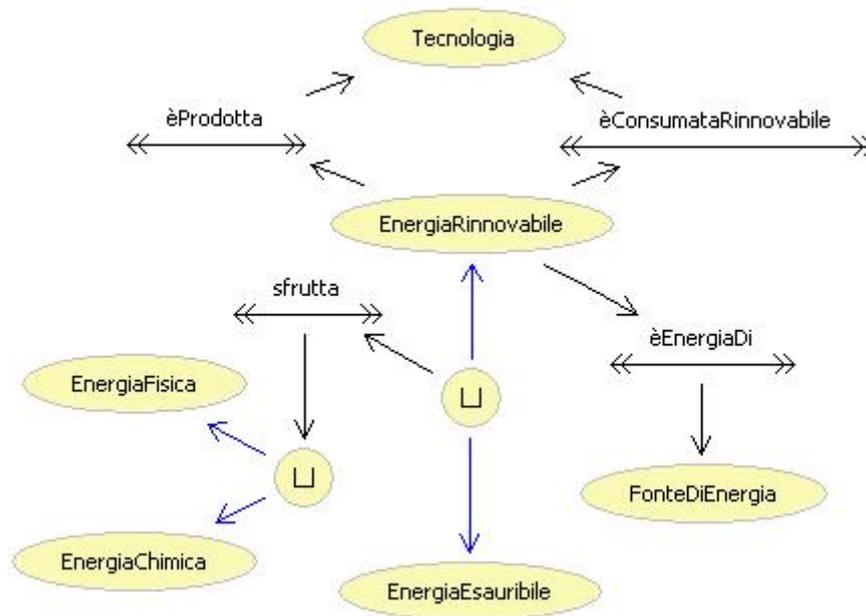


Figura 5.5: Relazioni delle energie rinnovabili

5.2.2 Energia chimica e fisica

L'*energia chimica* è l'energia che varia a causa della formazione o rottura di legami chimici di qualsiasi tipo. Essa è sostanzialmente riconducibile all'energia potenziale delle interazioni elettrostatiche delle cariche presenti nella materia ponderabile, più l'energia cinetica degli elettroni.

Per *energia fisica* si è intesa l'energia meccanica definita in fisica; in questa disciplina col termine energia meccanica³ si intende la somma di energia cinetica ed energia potenziale attinenti allo stesso sistema.

Energia Cinetica L'energia cinetica è l'energia che un corpo possiede come conseguenza del suo movimento. Tale concetto formalizza l'idea che un corpo in moto è in grado di compiere lavoro sull'ambiente circostante proprio in quanto esso è in moto.

Energia Potenziale L'energia potenziale di un corpo è una funzione scalare delle coordinate e rappresenta il livello di energia che il corpo possiede a causa della sua posizione all'interno di un particolare campo di forze conservative.

³**Energia meccanica:** $E_M = \frac{1}{2}mv^2 + mgh = K + U$; dove m è la massa, v è la velocità, g è la costante di accelerazione gravitazionale, h è l'altezza, K è l'energia cinetica e U è l'energia potenziale.

5.3 Principi fisici e chimici

Essi sono quattro:

- **Effetto fotovoltaico:** si realizza quando un elettrone presente nella banda di valenza di un materiale (generalmente semiconduttore) passa alla banda di conduzione a causa dell'assorbimento di un fotone sufficientemente energetico incidente sul materiale. Questo fenomeno viene usualmente utilizzato nella produzione elettrica nelle celle fotovoltaiche.
- **Fusione nucleare:** è il processo nucleare che alimenta il sole e le stelle consistente nell'unione di due atomi a basso numero atomico in uno più pesante. In questo tipo di reazione il nuovo nucleo costituito ha massa totale minore della somma delle masse reagenti con conseguente liberazione di alta energia che conferisce al processo caratteristiche fortemente esotermiche.
- **Fissione nucleare:** è una reazione nucleare in cui atomi di uranio 235, plutonio 239 o di altri elementi pesanti adatti vengono divisi in frammenti in un processo che libera energia. È la reazione nucleare più facile da ottenere, ed è comunemente utilizzata nei reattori nucleari e nei tipi più semplici di bombe atomiche, quali le bombe all'Uranio (come quella di Hiroshima) od al Plutonio (come quella che colpì Nagasaki).
- **Osmosi:** indica in chimica e in fisica il fenomeno consistente nel movimento di diffusione di due liquidi miscibili di diversa concentrazione, attraverso un setto poroso o una membrana, semipermeabile o permeabile ai due mezzi. È un fenomeno importante in biologia, in quanto implicato nel trasporto di membrana.

5.4 Tecnologie

In un campo di studio come quello delle energie rinnovabili, il contesto delle tecnologie applicate è in continua evoluzione.

Di seguito vengono descritte alcune delle tecnologie maggiormente diffuse per la produzione di energia a partire dalle diverse fonti.

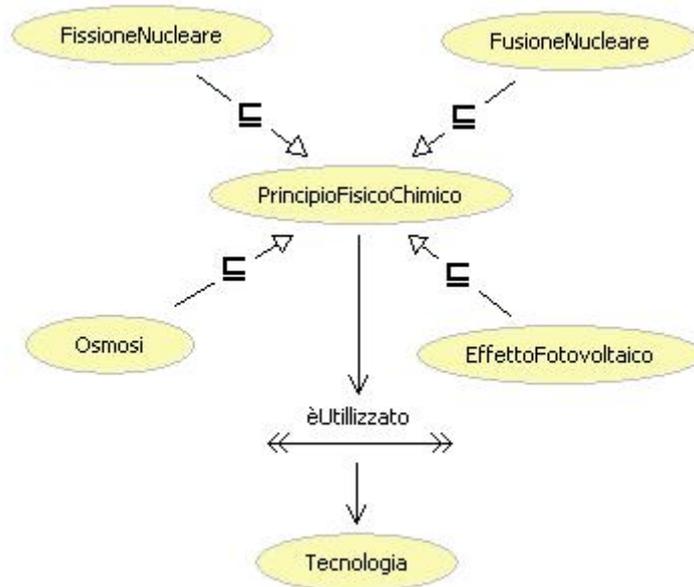


Figura 5.6: *Tassonomia e relazioni dei principi fisici e chimici*

- **Centrali nucleari:** si tratta di centrali termoelettriche che utilizzano reattori nucleari a fissione; la differenza sostanziale sta nel processo che viene utilizzato per fornire calore e formare il vapore da inviare alle turbine. Il termine potrebbe inoltre riferirsi anche a un centrale a fusione nucleare; la ricerca in questo ambito è tuttavia ancora in fase di studio e sono stati ottenuti solo degli abbozzi di fusione controllata. L'opinione degli esperti del settore è che non verranno costruite centrali a fusione prima del 2050.

- *Reattore nucleare a fissione:* è un sistema complesso in grado di gestire una reazione a catena in modo controllato e utilizzato come componente base nelle centrali nucleari che possono contenere più reattori nucleari nella stessa struttura.
- *Reattore nucleare a fusione:* è un ipotetico sistema in grado di gestire una reazione di fusione nucleare in modo controllato. Allo stato attuale non esistono reattori nucleari a fusione operativi per la produzione di energia elettrica: gli unici operativi sono impianti di ricerca in grado di sostenere la reazione di fusione nucleare per un tempo molto ridotto.

Essendo la fusione nucleare una forma di energia molto interessante



Figura 5.7: *Centrale nucleare di Cofrentes (Spagna)*

che potrebbe in teoria fornire energia all'umanità per un tempo illimitato si stanno effettuando ingenti investimenti in questo tipo di reattori anche se si ritiene che i primi impianti potranno essere operativi non prima di 40 anni.

- **Generatore eolico:** sono apparecchiature che trasformano l'energia eolica in energia elettrica; la trasformazione avviene per mezzo di pale che trasmettono il movimento ad una dinamo la quale produce energia elettrica.



Figura 5.8: *Impianto eolico in Danimarca*

– generatore eolico ad asse orizzontale (*HAWT - Horizontal Axis Wind*

Turbines): è formato da una torre in acciaio di altezze che si aggirano tra i 60 e i 100 metri sulla cui sommità si trova un involucro (gondola) che contiene un generatore elettrico azionato da un rotore a pale lunghe circa 20 metri (solitamente 2 o 3). Esso genera una potenza molto variabile: tipicamente 600 chilowatt che equivale al fabbisogno elettrico giornaliero di 500 famiglie.

- *generatore eolico ad asse verticale (VAWT - Vertical Axis Wind Turbines)*: è un tipo di macchina eolica contraddistinta da una ridotta quantità di parti mobili nella sua struttura, il che le conferisce un'alta resistenza alle forti raffiche di vento, e la possibilità di sfruttare qualsiasi direzione del vento senza doversi riorientare continuamente. È una macchina molto versatile, adatta all'uso domestico come alla produzione centralizzata di energia elettrica nell'ordine di Gigawatt.



Figura 5.9: *Centrale termoelettrica a carbone tedesca*

- **Centrale termoelettrica:** è un impianto per la produzione di energia elettrica tramite vapore. Essa è divisa in tre elementi essenziali: la caldaia, la turbina e l'alternatore.

Il ciclo delle centrali comincia dall'acqua. L'acqua che successivamente diverrà vapore in caldaia necessita di un trattamento chimico affinché possa diventare demineralizzata. La demineralizzazione è essenziale per

preservare il funzionamento e la durata nel tempo delle tubazioni, ma soprattutto delle palettate della turbina.

- **Impianto fotovoltaico:** è un impianto industriale che sfrutta l'energia solare per produrre energia elettrica mediante effetto fotovoltaico. Gli impianti fotovoltaici sono generalmente suddivisi in due grandi famiglie: impianti ad isola, o stand-alone, e impianti connessi alla rete, o grid-connected.



Figura 5.10: *Un impianto fotovoltaico di circa 5 kWp di potenza nominale*

- *Stand-alone:* questa famiglia identifica quelle utenze elettriche isolate da altre fonti energetiche, come la rete nazionale in AC⁴, che si riforniscono da un impianto fotovoltaico elettricamente isolato ed autosufficiente.

I principali componenti di un impianto fotovoltaico stand-alone sono generalmente:

- * Campo fotovoltaico, deputato a raccogliere energia mediante moduli fotovoltaici disposti opportunamente a favore del sole;
- * Regolatore di carica, deputato a stabilizzare l'energia raccolta e a gestirla all'interno del sistema;

⁴La **corrente alternata** (CA o AC) è caratterizzata da un flusso di corrente variabile nel tempo sia in intensità che in direzione ad intervalli più o meno regolari.

- * Batteria di accumulo, deputata a conservare l'energia raccolta in presenza di irraggiamento solare per permetterne un utilizzo differito da parte dei carichi elettrici.
- *Grid-connected*: questa famiglia identifica quelle utenze elettriche già servite dalla rete nazionale in AC, ma che iniettano in rete la produzione elettrica risultante dal loro impianto fotovoltaico, opportunamente convertita in corrente alternata e sincronizzata a quella della rete. Gli impianti di questo tipo sono di recente adozione, e sono comunemente anche chiamati “impianti in conto energia”, dalla normativa che attualmente li regola. Ciò nonostante, l'applicazione del conto energia a questi impianti ha conseguenze scarse se non nulle da un punto di vista tecnico. Si consideri infatti che vi sono attualmente moltissimi impianti grid-connected funzionanti perfettamente pur non applicandolo.

I principali componenti di un impianto fotovoltaico grid-connected sono:

- * Campo fotovoltaico, deputato a raccogliere energia mediante moduli fotovoltaici disposti opportunamente a favore del sole;
 - * Inverter, deputato a stabilizzare l'energia raccolta, a convertirla in corrente alternata e ad iniettarla in rete;
 - * Quadratica di protezione e controllo, da situare in base alle normative vigenti tra l'inverter e la rete che questo alimenta.
- **Impianto geotermoelettrico**: questi sistemi possono essere a vapore dominante, quando l'alta temperatura determina la formazione di accumuli di vapore, o ad acqua dominante, se l'acqua rimane allo stato liquido, Nel primo caso l'energia geotermica può essere utilizzata per produrre energia elettrica, inviando il vapore, attraverso dei vapordotti, a una turbina collegata a un generatore di corrente. Se il fluido non raggiunge una temperatura sufficientemente elevata, l'acqua calda potrà essere utilizzata per la produzione di calore.
 - **Impianto idroelettrico**: si intende la serie di impianti per la produzione di energia elettrica ricavata da masse di acqua in movimento. L'acqua viene convogliata su una o più turbine che ruotano grazie al-



Figura 5.11: *Diga ad arco utilizzata per produrre corrente elettrica*

la spinta dell'acqua. Ogni turbina è accoppiata a un alternatore che trasforma il movimento di rotazione in energia elettrica.

- *bacino idrico*: ha lo scopo di raccogliere in un bacino le acque di un fiume per poterne poi utilizzare l'energia potenziale per produrre energia elettrica. Il bacino idroelettrico è costituito da una diga che ha il doppio scopo di creare una riserva d'acqua e di creare un dislivello.
- *stazione di pompaggio idrica*: sono stazioni progettate per ottenere energia elettrica sfruttando l'energia potenziale intrinsecamente contenuta nelle masse d'acqua che vengono pompate e fatte discendere di quota.

La classe *Tecnologia* è legata agli altri concetti dell'ontologia attraverso cinque relazioni:

- *produce*: è la relazione inversa di *èProdotta* descritta nel Paragrafo 5.2.1;
- *consumaRinnovabile*: è l'inversa di *èConsumataRinnovabile* descritta nel Paragrafo 5.2.1;

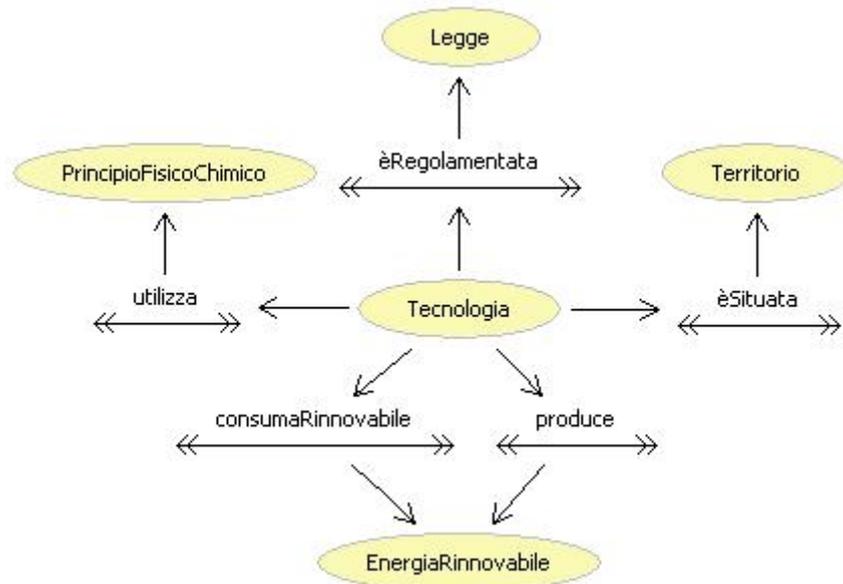


Figura 5.12: *Relazioni di tecnologia*

- *èSituata*: descrive il posizionamento geografico (continenti, nazioni e regioni) in cui sono situate le diverse tecnologie; il codominio della relazione è *Territorio*;
- *èRegolamentata*: lega ogni tecnologia all'insieme di legge che la regolamentano, oppure che regolamentano le energie che essa consuma e produce (codominio *Legge*);
- *utilizza*: assegna ad alcune tecnologie la capacità di usufruire nel processo produttivo di alcuni principi, siano essi fisici o chimici; questa relazione lega *Tecnologia* con *PrincipioFisicoChimico*.

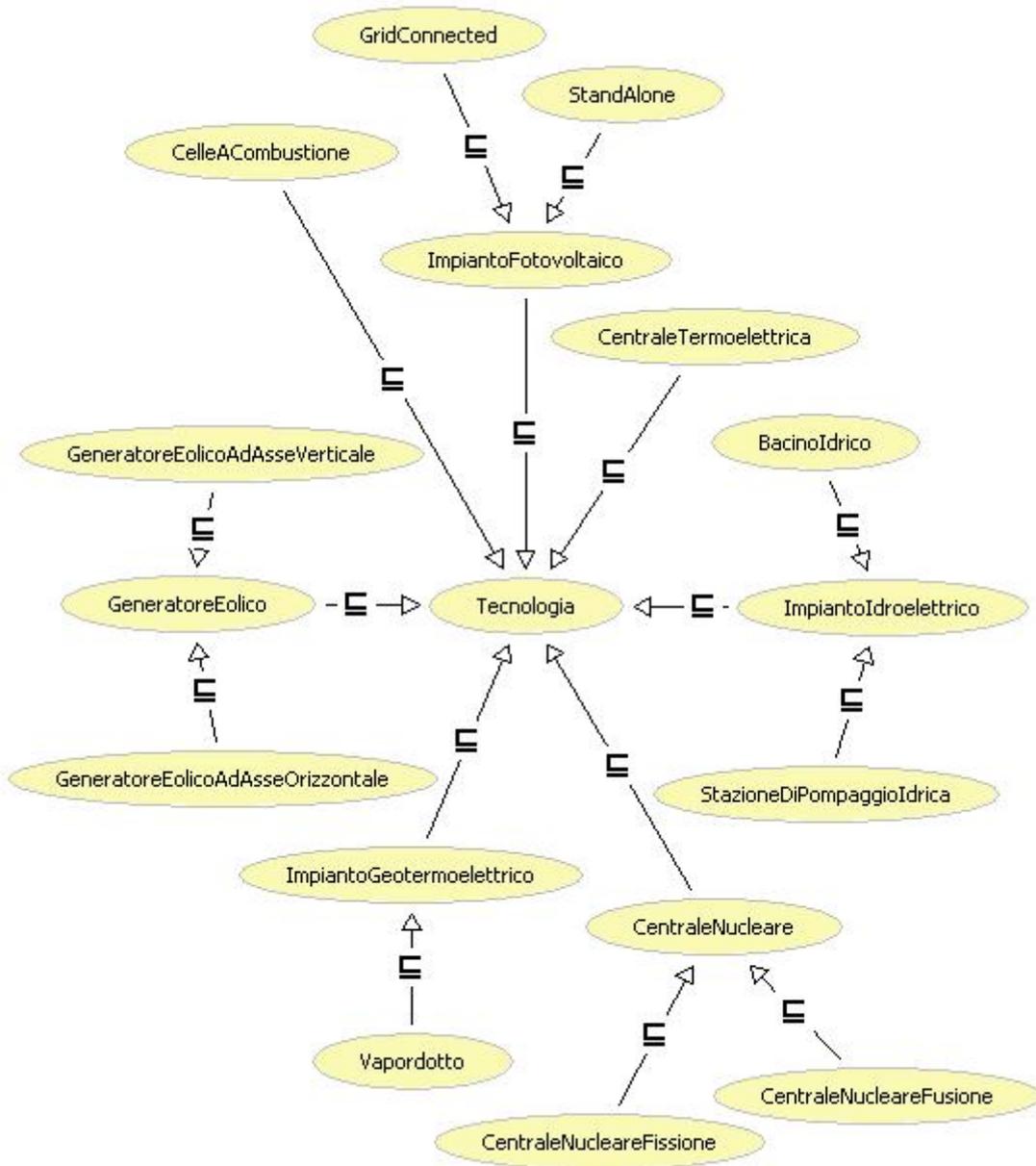


Figura 5.13: *Tassonomia delle tecnologie*

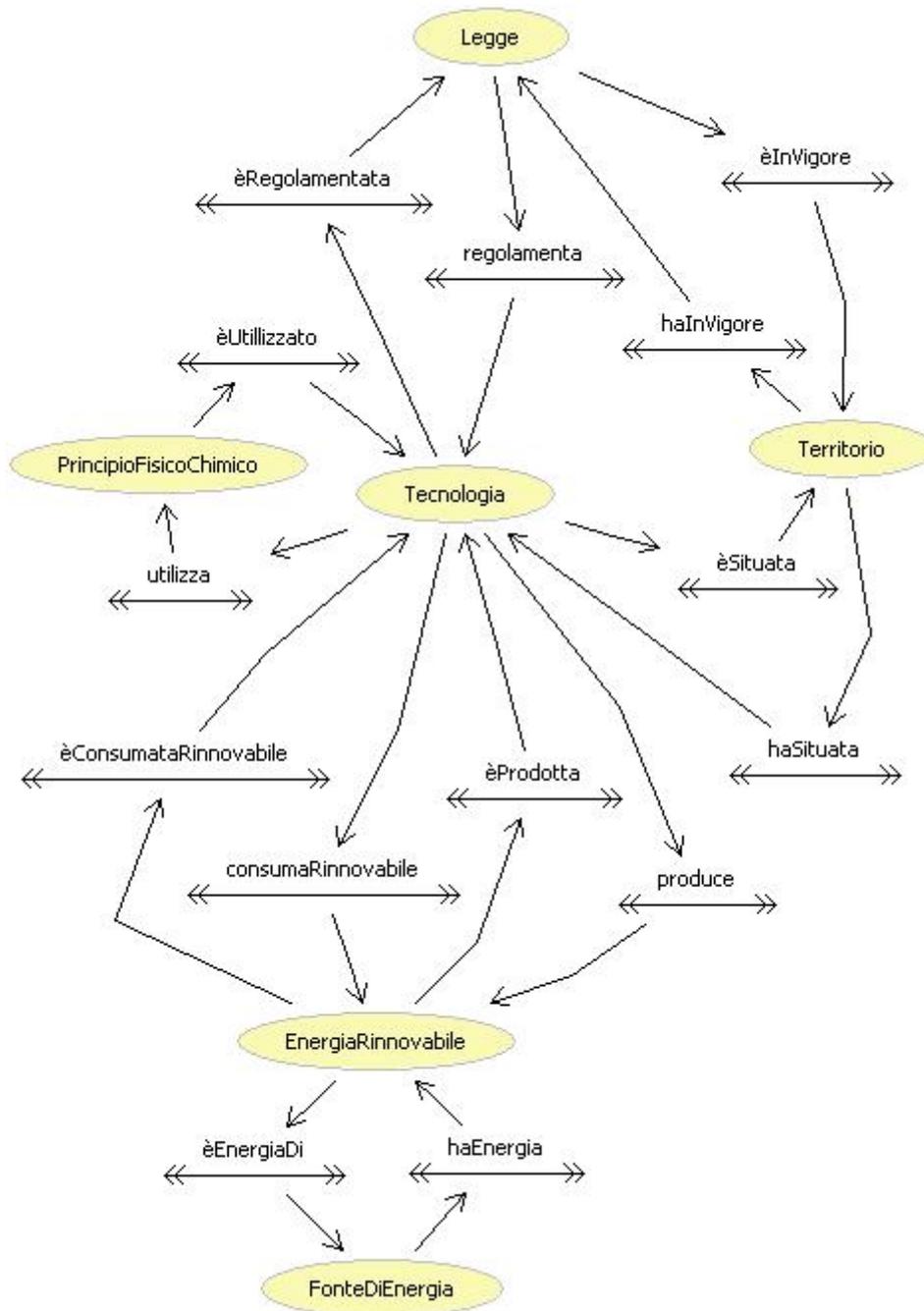


Figura 5.14: Relazioni dell'ontologia di dominio

Capitolo 6

Sviluppi futuri

Al termine della presente elaborato che descrive il lavoro di progetto svolto, è doveroso stilare un breve bilancio in cui si valutino l'efficacia, la completezza e i possibili sviluppi del lavoro in esame.

Per quanto riguarda il primo aspetto, l'efficacia, si può affermare senza dubbio che quanto realizzato si allinea perfettamente con gli obiettivi prefissati in fase di progettazione: il motore wiki realizzato può essere infatti considerato a tutti gli effetti semantico. Le pagine del wiki presentano, grazie all'implementazione dell'ontologia di dominio nel motore del wiki, una migliorata navigabilità che si concretizza nella possibilità per l'utente di accedere ai contenuti del wiki mediante link testuali generati automaticamente dal motore semantico, che collegano le pagine secondo una logica di tipo associativa.

Il motore semantico, generando link ai contenuti in modo logico e strutturato, migliora peraltro anche la fase di creazione di nuove pagine: l'utente si trova infatti guidato da un punto di vista logico e concettuale nell'inserimento di contenuti attinenti il tema oggetto di trattazione nel wiki, nello specifico quello delle energie alternative.

Per quanto riguarda il parametro della completezza il lavoro soddisfa gli obiettivi preposti anche se trattandosi di un primo abbozzo di wiki semantico, per potersi definire completo, dovrebbe implementare ulteriori funzioni: si ricorda tra queste la possibilità per l'utente di modificare dinamicamente e automaticamente l'ontologia in fase di creazione di nuove pagine, la possibilità da parte dell'utente di poter interrogare wiki ed ontologia mediante query

real-time formulate in linguaggio uomo, la possibilità per l'ontologia e il wiki di interagire con fonti di conoscenza esterne.

Il progetto potrebbe presentare dunque numerosi spunti per studi futuri.

Nella sua globalità comunque il wiki realizzato può essere considerato a tutti gli effetti un esempio di Web 2.0, di Semantic Web: la rete di conoscenze accessibili universalmente sembra ogni giorno più reale.



Bibliografia

- [Bri] D. Brickley. Semantic web history: Nodes and arcs 1989-1999. the www proposal and rdf. <http://www.w3.org/1999/11/11-WWWProposal/>.
- [Col06] M. Colombetti. Appunti delle lezioni di ingegneria della conoscenza. 2006.
- [for] O. politics in force. http://let.sysops.be/Open_politics_in_force.
- [Jen] Jena. <http://jena.sourceforge.net/>.
- [JSP] JSPWiki. <http://jspwiki.org/wiki/JSPWikiDocumentation>.
- [Ogd23] C. K. Ogden and I. A. Richards. *The Meaning of Meaning. A Study of the Influence of Language upon Thought and of the Science of Symbolism*. Magdalene College, University of Cambridge, 1923.
- [Rosa] S. Rossini. Il web 2.0 - parte 2: Wiki.
- [Rosb] S. Rossini and G. Morello. Il web 2.0 - parte 1: principi e tecnologie, una visione introduttiva.
- [Rosc] S. Rossini and A. Rocca. Semantic web - parte 1: Introduzione a rdf, principi e data model.
- [Web] Websemantico. <http://www.websemantico.org/>.

BIBLIOGRAFIA

[Wika] Wikipedia. http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page.

[Wikb] Wikipedia. <http://it.wikipedia.org/wiki/Semantica>.

Appendice A

Software

A.1 Software utilizzato per sviluppare l'applicazione

Eclipse. <http://www.eclipse.org/>

Jena. <http://jena.sourceforge.net/>

Protégé. <http://protege.stanford.edu/>

Racer.

OWLViz.

A.2 Software utilizzato per la stesura dell'elaborato

Latex. <http://www.latex-project.org/>

GrOWL. <http://www.eletpolimi.it/upload/arrigoni/GrOWL/>