

Ontologia del dominio turistico

Claudia Pandolfo, Francesco Torelli

Abstract

Nel documento viene descritta un'ontologia per il dominio turistico, con lo scopo di facilitare la descrizione di servizi turistici offerti sottoforma di web-service. I concetti che si è scelto di prendere in considerazione sono scaturiti da un'analisi delle nozioni coinvolte nei servizi turistici attualmente offerti su web ma sono stati inseriti anche concetti più generali che hanno la funzione di catturare porzioni di significato comuni fra i diversi concetti di dominio.

Data	dd/11/yyyy
Tipo prodotto	Rapporto
Stato	Bozza
Unità responsabile	Engineering
Unità coinvolte	Engineering
Autore da contattare	claudia.pandolfo@eng.it
Versione	2.0

Executive Summary

Sintetica presentazione del documento

Il presente documento costituisce parte del contributo di Engineering al rapporto R8.2.4 “Specifiche dei dimostratori”.

Questa versione dell'ontologia è stata formalizzata in OWL. Unitamente a questo documento viene pertanto distribuito il file `MAIS_TourismOntology_v1.0.owl`, in cui viene riportata l'ontologia vera e propria.

Modifiche apportate al documento

Modifiche della versione 2.0:

La seconda versione dell'ontologia viene rilasciata in forma di file OWL. A differenza della versione precedente, questo documento non contiene alcuna rappresentazione in UML ma solo la parte introduttiva, in cui vengono spiegate le scelte fatte e i costrutti utilizzati, e viene presentata la gerarchia dei concetti dell'ontologia.

- Ai concetti dell'ontologia vengono assegnati nomi in lingua inglese. Quando possibile, anche le loro definizioni sono state riportate in inglese.
- La formalizzazione dei concetti viene fatta in OWL DL.
- Il vocabolario dei termini è sostituito dal file OWL, riportando nei commenti la definizione dei termini utilizzati nell'ontologia.
- Ai concetti propri del dominio turistico sono stati aggiunti dei concetti generali, che costituiscono una top-ontology. I concetti della top-ontology qui utilizzata sono stati scelti dopo aver esaminato alcune ontologie esistenti in letteratura.
- Sono stati introdotti nuovi concetti del dominio turistico, al fine di descrivere i servizi turistici, riportati nel documento "Esempi di servizi turistici esistenti".

Autore delle modifiche: Claudia Pandolfo, Francesco Torelli

Data Modifiche: 1/7/2004

Indice

ONTOLOGIA DEL DOMINIO TURISTICO	1
<i>Abstract</i>	1
1. BREVE INTRODUZIONE ALLE ONTOLOGIE.....	5
2. ONTOLOGIA DEL DOMINIO TURISTICO.....	7
3. TOP-ONTOLOGY DI RIFERIMENTO.....	9
3.1. DOLCE (DESCRIPTIVE ONTOLOGY FOR LINGUISTIC AND COGNITIVE ENGINEERING).....	9
3.2. ONTOLOGIA DI OPENCYC.....	10
3.3. ONTOLOGIA DI RUSSEL E NORVIG.....	12
3.4. SUMO (SUGGESTED UPPER MERGED ONTOLOGY).....	14
3.5. CONCETTI TOP DELL'ONTOLOGIA DEL TURISMO.....	15
4. CRITERI GENERALI PER LA FORMALIZZAZIONE IN OWL-DL.....	19
5. GERARCHIA DEI CONCETTI PRESENTI NELL'ONTOLOGIA.....	20
6. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	30
7. ALTRI SITI WEB DI RIFERIMENTO.....	32

1. Breve introduzione alle ontologie

Il presente documento descrive un'ontologia per il dominio turistico.

Il significato storico della parola ontologia risale ad Aristotele ed è "Scienza dell'essere" cioè scienza di ciò che esiste. L'ontologia come disciplina filosofica tenta di rispondere a domande come: "Che cosa è l'esistenza?" o "Quali caratteristiche sono comuni a tutti gli esseri?".

Negli ultimi anni, grazie allo sviluppo della comunicazione in rete, gli aspetti ontologici dell'informazione hanno acquisito un valore strategico. La standardizzazione dei contenuti dell'informazione risulta oggi cruciale nella prospettiva delle aziende integrate e del commercio elettronico ed è indispensabile per semplificare i processi di comunicazione. L'ontologia cerca di eliminare, o almeno ridurre, le confusioni concettuali e terminologiche, in modo da avere un'interpretazione condivisa.

Nel contesto informatico una definizione del termine "ontologia" largamente adottata è la seguente:

Un'ontologia è una specifica esplicita e formale di una concettualizzazione condivisa [Gruber, 1993]

La *concettualizzazione* fa riferimento ad un modello astratto di qualche fenomeno, avendone identificato i tipi di entità coinvolte (concetti). Il compito principale di un'ontologia è proprio quello di rappresentare in maniera formale¹ i concetti ascrivibili al dominio applicativo (cioè la porzione di realtà) in esame - l'esistente o, meglio, la conoscenza che si ha dell'esistente. Specificare la concettualizzazione vuol dire attribuire un significato non ambiguo ai termini² che definiscono la conoscenza in un preciso dominio. La parola *condivisa* riflette il fatto che l'ontologia cattura la conoscenza consensuale, ovvero accettata da un gruppo. Ogni ontologia non rappresenta mai una conoscenza oggettiva del mondo, ma rappresenta un punto di vista condiviso da un gruppo.

In genere un'ontologia consiste di:

Concetti:

- Concetti generici, che esprimono le categorie principali in cui è organizzato il mondo, che costituiscono il livello più alto di una possibile ontologia del mondo³. I concetti generici dovrebbero essere largamente indipendenti dal dominio;
- Concetti particolari che descrivono un dominio di applicazione specifico, come quello turistico, oggetto del presente documento (ontologie di dominio).

Definizioni dei concetti (attraverso un linguaggio formale o in linguaggio naturale);

Relazioni tra i concetti espresse attraverso un linguaggio formale. Le relazioni possono essere di vario tipo:

¹ Si veda ad esempio [Guarino 1998] per una precisazione di cosa debba intendersi per formale.

² In questo documento, quando si parla di "termine" si vuole far riferimento al nome di un concetto o di una relazione tra concetti.

³ Un'ontologia generale dovrebbe essere più o meno applicabile a qualsiasi dominio specifico, con l'aggiunta di concetti specifici del dominio in esame .

- Tassonomie (IS_A)
- Meronimie (PART_OF)
- Associazioni, ecc.

Un'ontologia può presentarsi in varie forme e avere vari livelli di formalizzazione [Welty 2000], ma include sempre un vocabolario di termini con la descrizione del loro significato.

2. Ontologia del dominio turistico

L'ontologia presentata in questo documento vuole descrivere concetti afferenti al dominio del turismo. Ovviamente tale dominio è molto esteso e dai limiti non ben delimitati. Per ragioni pratiche è quindi necessario introdurre dei criteri per limitare il numero dei concetti. Lo scopo della presente ontologia è agevolare la descrizione di servizi turistici offerti sottoforma di web-service. Pertanto i concetti che si è scelto di prendere in considerazione sono principalmente scaturiti da un'analisi delle nozioni coinvolte nei servizi turistici attualmente offerti su web (i siti principali sono riportati in bibliografia). In particolare servizi di ricerca e prenotazione di alberghi, viaggi e prestazioni varie legate all'organizzazione di una vacanza. Per la scelta dei nomi da assegnare ai diversi concetti ci si è rifatti principalmente al significato che i termini corrispondenti hanno nella lingua inglese [Web Wordnet, Merriam-Webster], cercando per quanto possibile di scegliere nomi che in inglese esprimessero in maniera naturale il significato assegnato ai concetti che si è inteso denotare.

Per quanto riguarda il reperimento del materiale da utilizzare per identificare i concetti dell'ontologia del dominio turistico, si è cercato, per quanto possibile, di analizzare tutte le fasi del ciclo di vita di un viaggio e di considerare tutte le esigenze di un turista. Per questo motivo sono stati analizzati servizi "primari" di prenotazione di mezzi di trasporto e di strutture ricettive in cui alloggiare, ma anche servizi "secondari", ovvero di utilità generale, come servizi di previsioni meteorologiche, di calcolo itinerari, di informazioni su paesi e città ed altri. Spesso ci si è trovati di fronte ad alcune difficoltà, poiché alcune nozioni del dominio turistico non sono ben definite; ad esempio, per quanto riguarda le strutture ricettive, in Italia non esiste una legislazione nazionale, ma piuttosto delle norme regionali. Per risolvere queste difficoltà si è cercato per quanto possibile di consultare le fonti più autorevoli oppure, laddove ne esistessero molte di pari credibilità, di tentare di estrarre i concetti comuni a queste. L'elenco delle fonti utilizzate è riportato nelle sezioni 6 e 7 del presente documento.

Durante la fase di identificazione ed analisi dei concetti coinvolti nel dominio turistico ci si è presto resi conto che non è possibile isolare tali concetti da altri concernenti le cosiddette nozioni di "senso comune" e che sono indipendenti dal particolare dominio in esame, come ad esempio concetti legati al tempo (giorno, data), alla collocazione spaziale (luogo, indirizzo ecc.), alla vita sociale (persone, documenti, il denaro, misure ecc.).

Tali nozioni generali, sebbene di significato intuitivamente chiaro, possono in realtà essere concepite e relate in maniera diversa. Se si vanno ad analizzare i vari significati dei termini che si usano nella lingua inglese per designare tali concetti si scopre che un termine che intuitivamente sembrerebbe descrivere un solo significato designa in realtà varie nozioni leggermente diverse l'una dall'altra. Si è dovuto quindi operare delle scelte, cercando di identificare fra le diverse interpretazioni quelle che fossero più utili per il dominio turistico.

Il significato dei concetti è stato principalmente espresso attraverso le definizioni in linguaggio naturale incluse nei commenti associati ai concetti, ma proprio per superare i problemi di ambiguità del linguaggio naturale a cui abbiamo accennato è utile per quanto possibile cercare di esplicitare in un linguaggio formale alcune delle condizioni che i diversi concetti devono soddisfare. A questo scopo è stato utilizzato il linguaggio OWL. In particolare si è scelto OWL-DL, la versione di questo linguaggio direttamente traducibile nelle cosiddette Description Logic, una famiglia di formalismi logici per i quali esistono attualmente diversi motori di inferenza che possono essere utilizzati, ad esempio, per confrontare diverse descrizioni di servizi operate usando questi formalismi. Attraverso tale linguaggio è possibile esprimere delle condizioni che concernono le relazioni esistenti fra i diversi concetti. Alcune comunanze di significato fra diversi concetti si riescono però ad esprimere solo introducendo dei concetti più generali che appunto esprimono la parte di significato comune. Per questo motivo si sono introdotti una serie di concetti che rappresentano generalizzazioni dei concetti più specifici afferenti al dominio turistico o dei concetti di senso comune. Tali concetti costituiscono una cosiddetta top-ontology.

L'uso di una top-ontology, specie se questa non fa un largo uso di ereditarietà multipla, ha anche il vantaggio di facilitare una navigazione manuale dell'ontologia e quindi di semplificare il reperimento dei concetti che possono servire per una particolare descrizione. Infatti, in generale i concetti al top sono in numero minore rispetto a quelli più legati al dominio, per cui il processo di ricerca di ricerca risulta più efficace in quanto la struttura risulta molto simile a quella di un albero.

La costruzione di una top-ontology è un compito ancora più delicato di quello della scelta dei concetti di dominio, in quanto implica scelte di carattere filosofico sulle quali ci sono attualmente ancora molti dibattiti. Per questo motivo se è cercato di rifarsi ad alcune delle top-ontology più accreditate e diffuse e che quindi dovrebbero esprimere dei punti di vista condivisi da comunità di studiosi piuttosto ampie. Nel prossimo paragrafo descriviamo brevemente le top-ontology a cui ci siamo riferiti e le corrispondenze con i concetti introdotti nella presente ontologia.

3. Top-ontology di riferimento

3.1.DOLCE (Descriptive Ontology for Linguistic and Cognitive Engineering)

DOLCE (Descriptive Ontology for Linguistic and Cognitive Engineering) è il risultato dell'attività svolta sulle ontologie presso l'Istituto per le Scienze e le Tecnologie Cognitive del CNR (Trento e Roma).

DOLCE non si propone come candidata per un'ontologia universale (non tenta di essere completa o adottabile in ogni dominio), ma come un punto di partenza per confrontare e chiarire la relazioni esistenti tra diverse ontologie di dominio (moduli ontologici) e per rendere esplicite le assunzioni presenti nelle ontologie preesistenti.

DOLCE ha un orientamento cognitivo, nel senso che tende ad esprimere le categorie ontologiche alla base del linguaggio naturale e del senso comune umano.

La tassonomia dei concetti della top-ontology di DOLCE è riportata in Figura 1.

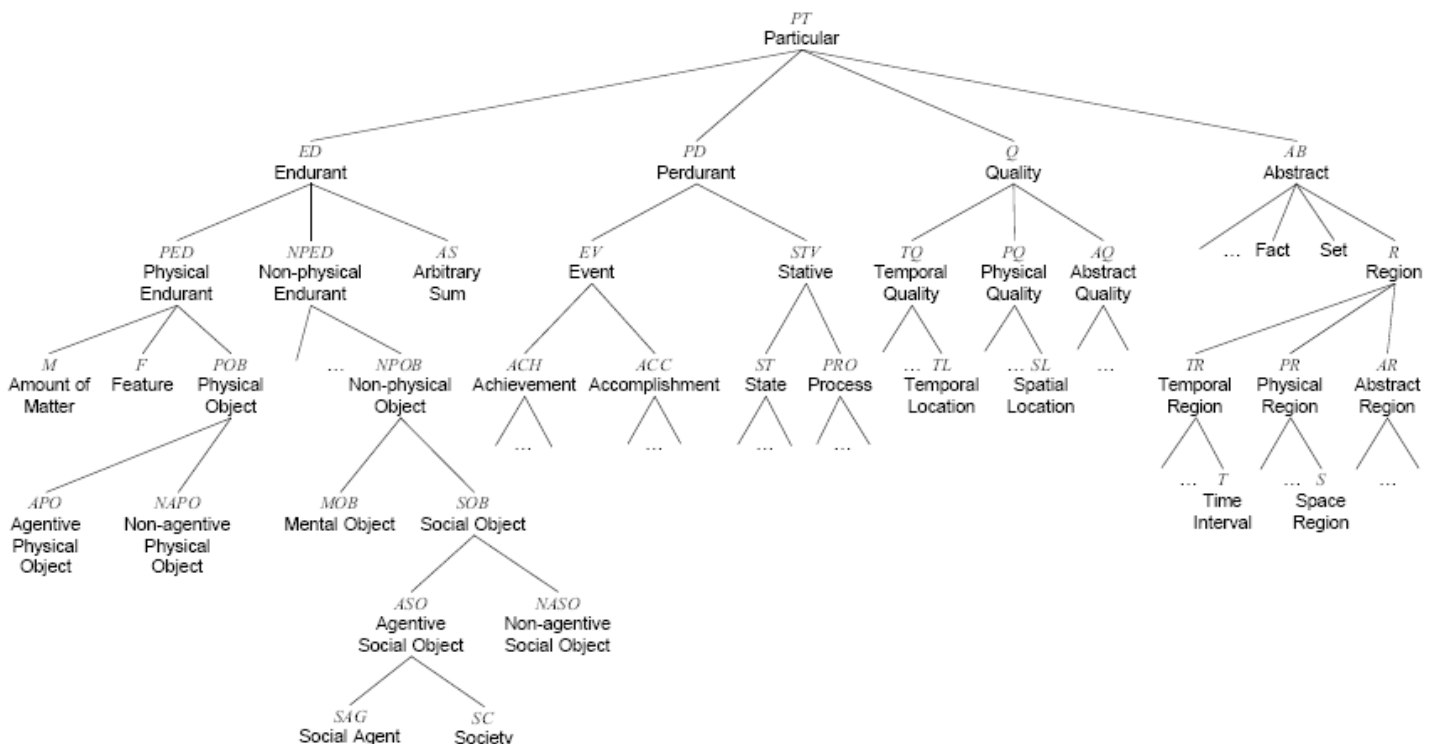


Figura 1: Tassonomia dei concetti della top-ontology di DOLCE.

Si può notare l'assenza completa di ereditarietà multipla. Essa discende dalla decisione di considerare diversi aspetti di un oggetto come entità distinte. Ad esempio, una stazione ferroviaria intesa come

oggetto fisico (*PhysicalObject*) è distinta dalla stazione intesa come luogo (*SpatialLocation*) e dalla regione di spazio da essa occupata (*SpaceRegion*).

DOLCE è stata sviluppata ed è a sua volta alla base di una metodologia generale per lo sviluppo di ontologie, chiamata OntoClean. Tale metodologia richiede un'analisi accurata di ogni concetto, al fine di rispondere ad una serie di domande di natura ontologica prestabilite. La risposta a questi interrogativi permette di verificare la correttezza dell'ontologia. In teoria lo sviluppo di ontologie di dominio basate su un'estensione di DOLCE richiederebbe l'adozione della medesima metodologia.

DOLCE compie delle scelte ontologiche fondate su nozioni ampiamente analizzate nell'ambito della letteratura filosofica, pertanto piuttosto autorevoli. Tuttavia, non sempre le scelte compiute sono largamente condivise. Ad esempio, è adottata la teoria dei tropi, che considera le qualità degli oggetti come delle entità aventi una propria identità, distinta da quella dell'oggetto cui si riferiscono; vale a dire il colore di due capi di abbigliamento identici è un'entità diversa a seconda del capo considerato, anche se essi emanano esattamente le stesse frequenze elettromagnetiche.

Il linguaggio di rappresentazione della conoscenza utilizzato in DOLCE è KIF.

Vantaggi:

- Basi solide per valutare le scelte ontologiche (quali concetti e quali relazioni tra essi);
- Evita l'ereditarietà multipla.

Svantaggi:

- Il suo utilizzo è basato su una metodologia che richiede un lavoro manuale non indifferente;
- Fa riferimento a teorie filosofiche ancora dibattute.

3.2. Ontologia di OpenCyc

OpenCyc è un'ontologia pubblica sviluppata nell'ambito del progetto Cyc. Cyc è un sistema alquanto complesso, che include sia una parte di rappresentazione della conoscenza, sia un motore inferenziale molto sofisticato.

Il progetto Cyc (da enCYClopedia) nasce nel 1984 ed è ancora in corso (si veda il sito <http://www.opencyc.org/>).

Cyc è un sistema proprietario prodotto dalla Cycorp Inc. che include un'ontologia di base e diverse ontologie specializzate per dominio (chiamate "microteorie"). Un sottoinsieme di queste ontologie è stato rilasciato per uso libero col nome di OpenCyc.

In tali ontologie è stata codificata la conoscenza di senso comune; attualmente, Cyc include oltre un milione di concetti, mentre la versione pubblica OpenCyc comprende circa 6.000 concetti e 60.000 relazioni tra di essi. I concetti del top-level di Cyc sono riportati in Figura 2.

A differenza delle altre top-ontology considerate, il criterio principale adottato da OpenCyc per la scelta dei concetti da includere nell'ontologia è quello di rendere il più possibile disgiunte le proprietà che afferiscono ad ogni tipo di concetto. Ciò ha come conseguenza la presenza di molte relazioni di ereditarietà multipla. Altre ontologie invece sono realizzate con il preciso scopo di evitare che un oggetto possa essere istanza di più concetti posizionati a livello più alto, pertanto riducono notevolmente l'uso di ereditarietà multipla.



Figura 2: Concetti di livello più alto di OpenCyc. Le linee rappresentano relazioni IS_A (sottoinsieme) con i concetti più generali posti più in alto di quelli meno generali.

Cyc ha il suo linguaggio per la rappresentazione della conoscenza, chiamato [Cycl](#). Cycl è un linguaggio formale la cui sintassi deriva dal calcolo dei predicati del primo ordine e dal Lisp. Tuttavia, al fine di poter esprimere la conoscenza di senso comune, Cycl ha un'espressività molto più ricca di quella della logica del primo ordine.

Vantaggi:

- Grande numero di concetti;
- Non legata a teorie filosofiche poco note;
- Supportata da un potente motore inferenziale.

Svantaggi:

- Troppo complessa da gestire a causa delle sue dimensioni e del largo uso di ereditarietà multipla;
- Non chiare le scelte ontologiche.

3.3. Ontologia di Russel e Norvig

La top ontology di Russel e Norvig è stata proposta nel 1995 nella prima edizione di "Artificial Intelligence: a Modern Approach" [Russel, Norvig 2003].

Caratteristica più rilevante di tale ontologia, rappresentata in Figura 3, è l'aver scelto di considerare gli individui concreti del mondo (oggetti fisici) come oggetti multidimensionali, che hanno cioè un'estensione sia nel tempo che nello spazio (ontologia di tipo 4D). Conseguenza di tale scelta è che tali oggetti fisici possono essere considerati particolari tipi di eventi generalizzati. Quella di evento generalizzato (in inglese *GeneralizedEvent*) introdotta nell'ontologia di Russel e Norvig è probabilmente la nozione più peculiare utilizzata da tali autori. Un evento generalizzato rappresenta sostanzialmente una porzione di mondo multidimensionale. Esso è un ente che include porzioni, ristrette a determinati intervalli di tempo, di diversi oggetti fisici fra loro variamente relati.

Come accennato gli oggetti sono particolari eventi. Similmente sono considerati eventi gli intervalli di tempo (porzioni di mondo che includono tutte le porzioni di oggetti limitate ad un certo tempo), i luoghi o posti (porzioni di mondo che includono tutte le porzioni di oggetti limitate ad un certo spazio), le azioni ed i processi in genere, come rappresentato nell'esempio schematizzato in .

Per rappresentare formalmente le relazioni tra i concetti presenti nell'ontologia vengono utilizzate solo relazioni IS_A (sottoinsieme).

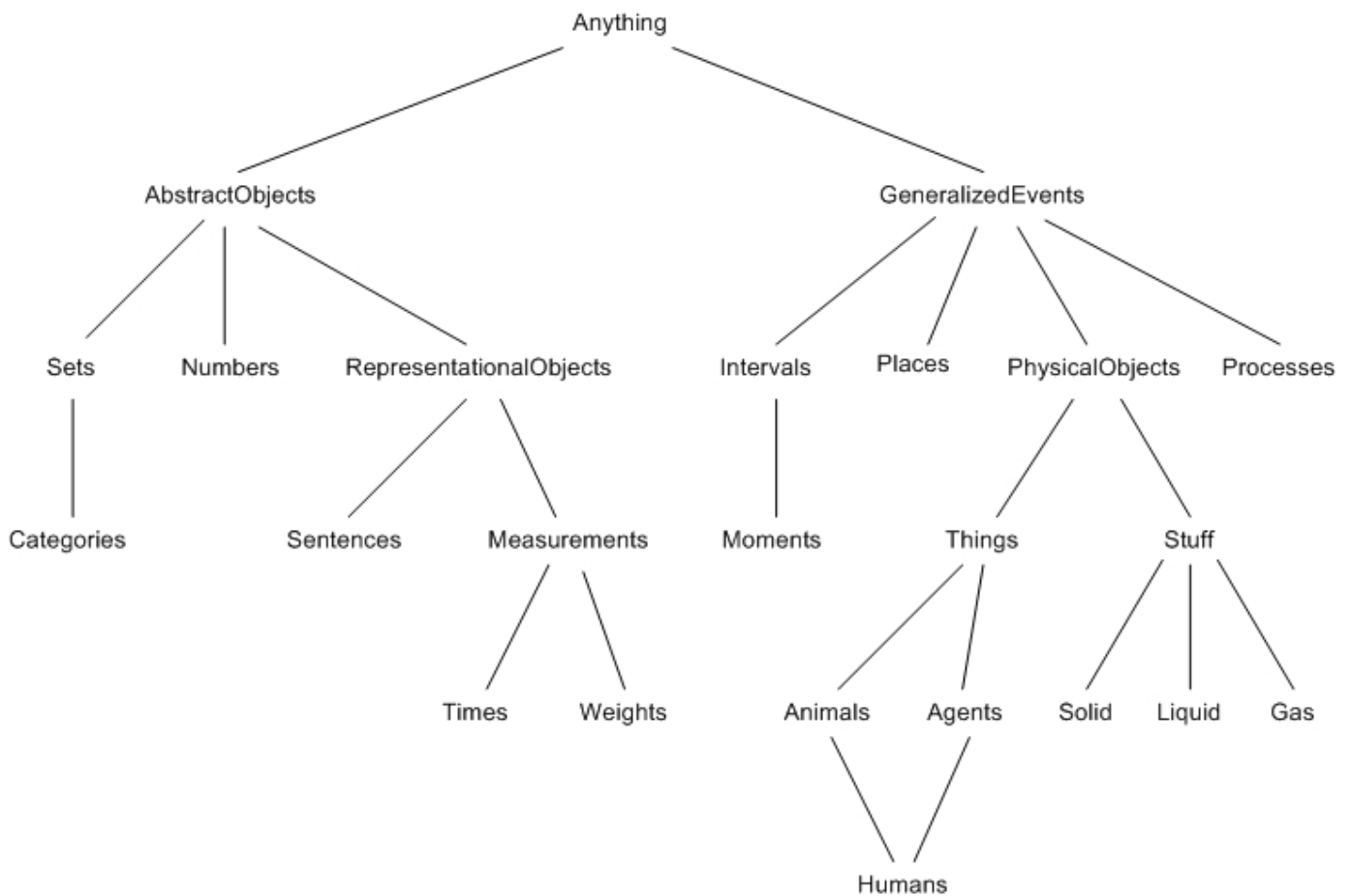


Figura 3: Livello più alto dell'ontologia generale di Russel e Norvig [Russel, Norvig 2003]. Le linee rappresentano relazioni IS_A (sottoinsieme) con i concetti più generali posti più in alto di quelli meno generali.

Vantaggi:

- Larga diffusione;
- Evita l'ereditarietà multipla;
- Semplicità.

Svantaggi:

- Molto ridotta;
- Non molto intuitiva, a causa della scelta di trattare gli oggetti fisici come eventi.

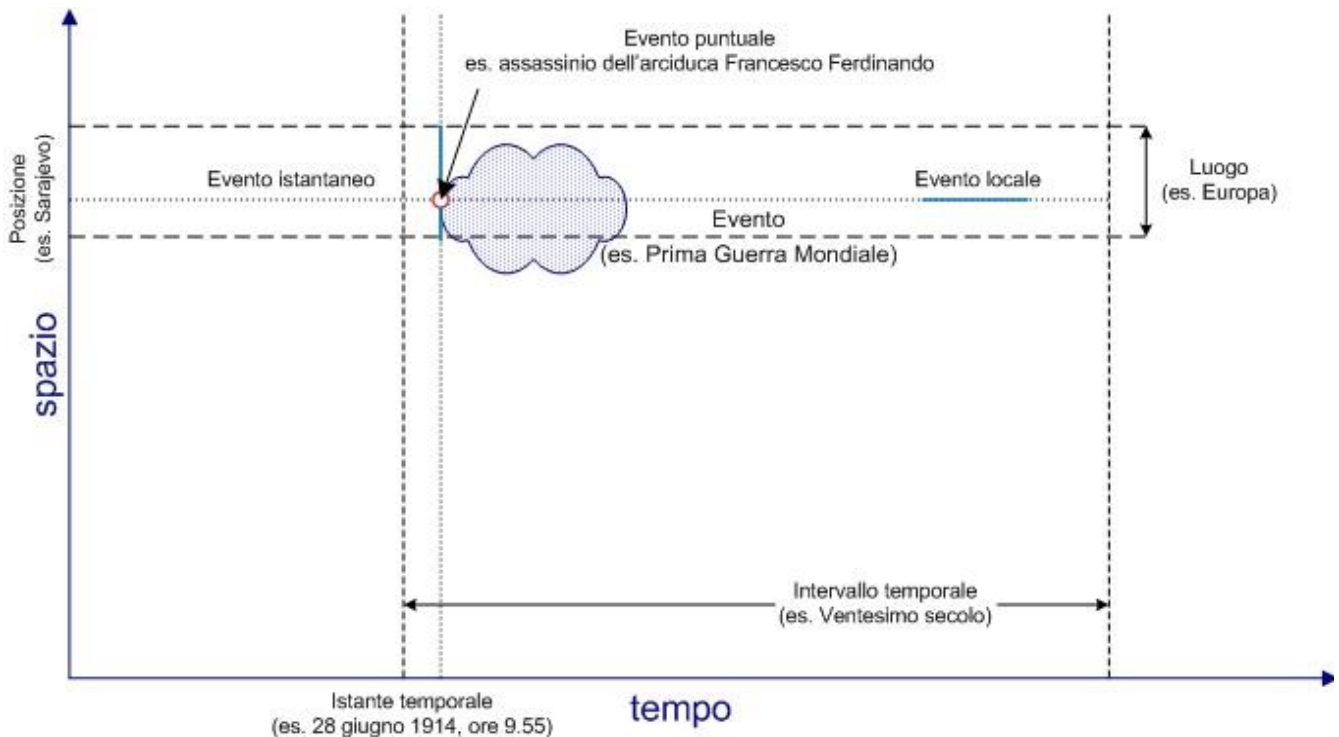


Figura 4: Esempi di eventi. Se si rappresenta su un piano l'universo spazio-temporale (con il tempo sulle ascisse e lo spazio sulle ordinate), si può pensare ad un evento (ad esempio, Prima Guerra Mondiale) come una porzione di tale piano. Un evento istantaneo (evento che si svolge completamente in un unico istante temporale) sarà rappresentato da un segmento verticale, mentre un evento locale (evento che si svolge completamente in un'unica posizione) sarà raffigurato da un segmento orizzontale. Un luogo (porzione di spazio, considerata indipendentemente dal tempo) sarà rappresentato da una striscia orizzontale; analogamente un intervallo temporale sarà raffigurato da una striscia verticale. Infine, un evento puntuale (accadimento confinato sia nel tempo che nello spazio) sarà mostrato come un punto.

3.4.SUMO (Suggested Upper Merged Ontology)

SUMO (Suggested Upper Merged Ontology) è il risultato di uno sforzo dell'IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineering), iniziato verso la metà degli anni '90. Per ottenere informazioni su SUMO si può accedere al sito del gruppo di lavoro SUO (Standard Upper Ontology) <http://suo.ieee.org/>; è inoltre possibile navigare l'ontologia online [SUMO].

Lo scopo di questo standard è di specificare una "upper ontology" che i computer potranno utilizzare per applicazioni quali l'interoperabilità dei dati, la ricerca e il reperimento di informazioni, il ragionamento automatico e l'elaborazione del linguaggio naturale. I concetti relativi ai domini specifici non sono inclusi, ma SUMO fornisce una struttura e un insieme di concetti generali sulla base dei quali potranno essere costruite le ontologie di dominio. In viene riportata la tassonomia dei concetti top di SUMO.

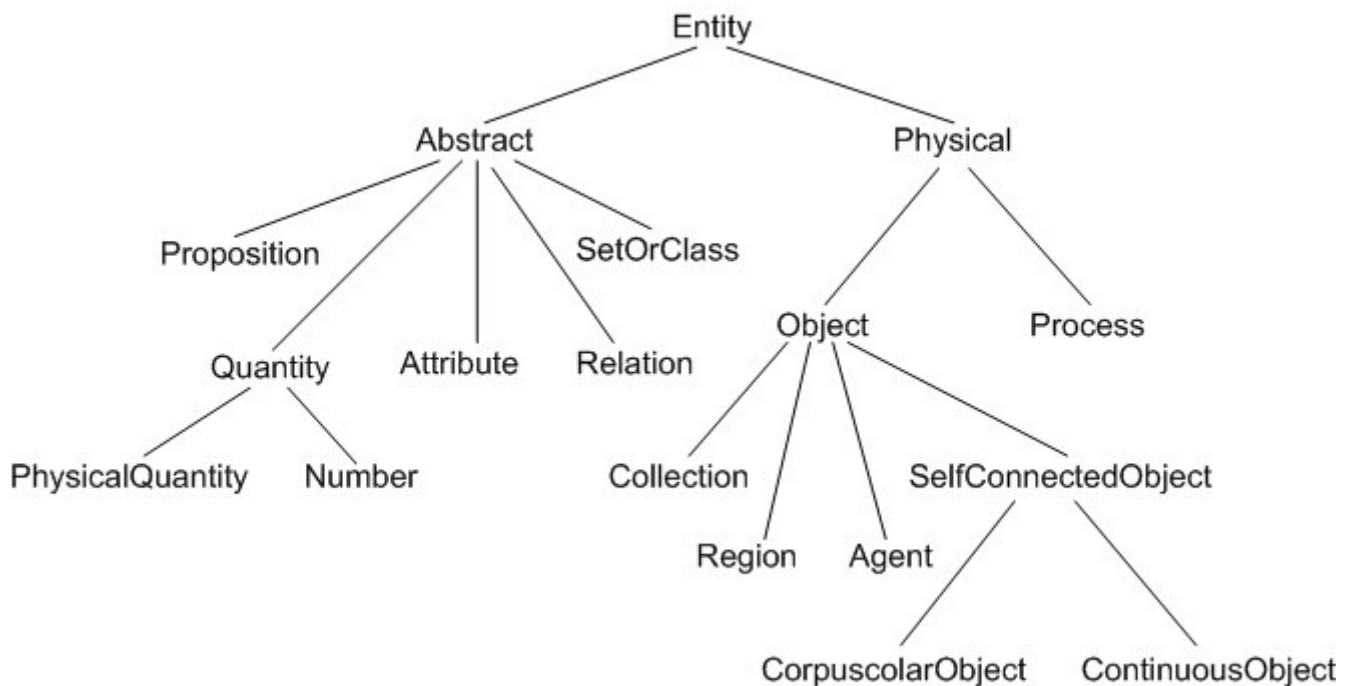


Figura 5: Tassonomia dei concetti della top-ontology di SUMO.

SUMO è un'ontologia 3D (gli oggetti hanno solo estensione spaziale e non temporale) ottenuta dalla fusione di varie ontologie pubbliche preesistenti. In essa sono infatti incluse le ontologie presenti sul server Ontolingua, il top level dell'ontologia di John Sowa, le ontologie sviluppate da ITBM-CNR e altre teorie mereotopologiche. Attualmente in SUMO sono presenti 949 concetti e 926 assiomi.

Il linguaggio di rappresentazione della conoscenza utilizzato in SUMO è una versione semplificata di KIF (Knowledge Interchange Format), chiamata SUO-KIF⁴, ed è esso che si occupa della parte inferenziale.

Vantaggi:

- Ontologia piuttosto ampia;
- Integrazione di conoscenza da fonti diverse.

Svantaggi:

- Scelte ontologiche più chiare di Cyc, ma ancora dubbie;
- L'insieme degli assiomi è piuttosto limitato rispetto a Cyc.

3.5. Concetti top dell'ontologia del turismo

Noi non abbiamo scelto alcuna delle top-ontology esposte in precedenza, perché nessuna si adattava in maniera naturale ai concetti scelti per il dominio turistico:

SUMO: non considera alcuni concetti necessari per l'ontologia del turismo (ad esempio, i mezzi di trasporto)

⁴ Per informazioni dettagliate vedere <http://suo.ieee.org/SUO/KIF/index.html>

DOLCE: per l'adozione di teorie filosofiche ancora dibattute e perché eccessivamente complessa rispetto agli obiettivi della presente ontologia.

Russell e Norvig: troppo contro-intuitiva, per l'adozione di un punto di vista 4D e comunque molto ridotta

Cyc: per un uso eccessivo di ereditarietà multipla e anch'essa troppo ricca per i nostri scopi (i concetti di dominio risulterebbero molto esigui rispetto ai concetti top e si farebbe fatica a ritrovarli rendendo l'ontologia del turismo difficile da sfruttare e non aggiungendo sostanzialmente nulla ai possibili ragionamenti) viene illustrata la tassonomia dei concetti top dell'ontologia del turismo.

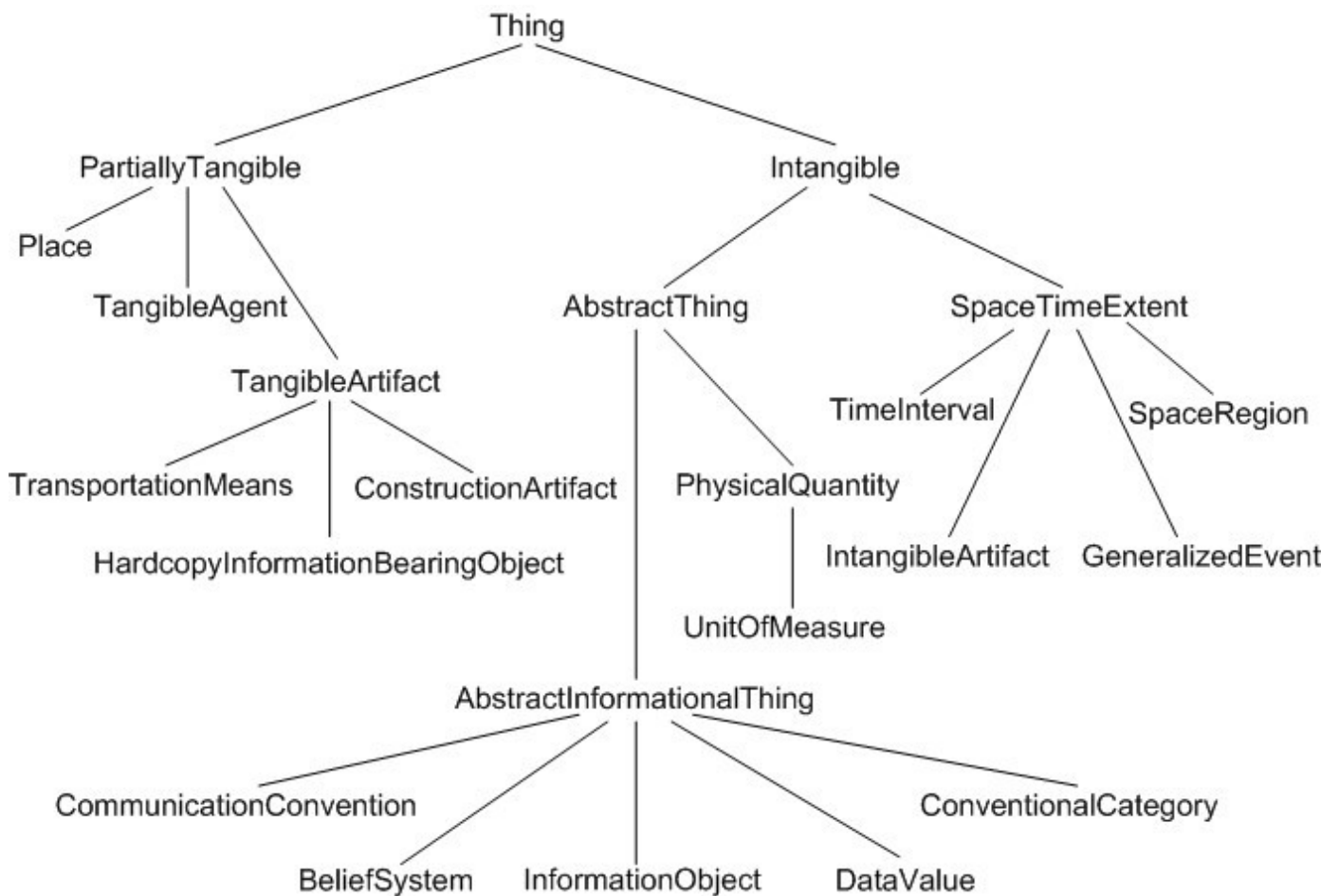


Figura 6: Tassonomia dei concetti top dell'ontologia del turismo.

Molti fra i concetti più generali introdotti nella ontologia presente sono stati ripresi dall'Ontologia Cyc che, essendo l'ontologia più estesa, era spesso l'unica ad includere determinate concetti di alto livello utili per la classificazione dei concetti turistici. Si è cercato nel contempo di limitare l'uso dell'ereditarietà multipla, per cui si è evitato di introdurre concetti che erano presenti in Cyc, ma non erano di utilità per l'ontologia turistica ed introducevano ereditarietà multipla. In qualche caso è stato necessario introdurre concetti che non corrispondono direttamente a concetti di Cyc, ma ad una combinazione (per AND o OR) dei concetti di Cyc. Talvolta, per ridurre l'uso di ereditarietà multipla, si è preferito separare in entità diverse aspetti

distinti degli oggetti fisici, in maniera analoga a quanto fatto in DOLCE. Il risultato è un'ontologia ove molti concetti corrispondono direttamente a quelli di Cyc, ma organizzati in una struttura gerarchica più semplice e simile a quelle presentate in DOLCE, Russell e Norvig e SUMO.

In Tabella 1 sono riportate le corrispondenze tra i concetti top dell'ontologia del turismo e quelli delle ontologie fin qui esaminate. Tali corrispondenze sono state anche incluse nei commenti presenti nel file OWL.

Tabella 1: Corrispondenze tra i concetti top dell'ontologia del turismo ed i corrispettivi delle altre ontologie prese in esame. In alcuni casi è stata rilevata l'equivalenza tra concetti (equivalentTo), in altri casi una forte similarità (similarTo), nei rimanenti casi è stata individuato l'eventuale concetto padre (subClassOf).

Ontologia del turismo	SUMO	DOLCE	Russel-Norvig	Open-Cyc
AbstractInformationalThing	subClassOf Abstract	subClassOf Non-physicalObject	subClassOf Representational Objects	equivalentTo AbstractInformational Thing
AbstractThing	similarTo Abstract	equivalentTo Abstract	equivalentTo AbstractObjects	subClassOf Intangible
BeliefSystem	vedi Abstract Informational Thing	vedi Abstract Informational Thing	vedi Abstract Informational Thing	equivalentTo BeliefSystem
CommunicationConvention	similarTo Linguistic Expression	vedi Abstract Informational Thing	vedi Abstract Informational Thing	equivalentTo Communication Convention
ConstructionArtifact	vedi TangibleArtifact	vedi Tangibile Artifact	Vedi TangibleArtifact	equivalentTo ConstructionArtifact
ConventionalCategory	vedi Abstract Informational Thing	vedi Abstract Informational Thing	vedi Abstract Informational Thing	equivalentTo Conventional ClassificationType
DataValue	similarTo ContentBearing Object	vedi Abstract Informational Thing	vedi Abstract Informational Thing	subClassOf AbstractInformation Structure
GeneralizedEvent	equivalentTo Process	equivalentTo Perdurant	equivalentTo GeneralizedEvents	equivalentTo Situation-Temporal
HardcopyInformationBearingObject	equivalentTo ContentBearing Object	vedi Tangibile Artifact	Vedi TangibleArtifact	equivalentTo HardcopyInformation BearingObject
InformationObject	similarTo Proposition	similarTo Information Object ⁵	vedi Abstract Informational Thing	similarTo Propositional InformationThing
Intangible	similarTo Abstract	subClassOf Particular	subClassOf Anything	equivalentTo Intangible

⁵ Vedi [Gangemi, Mika 2003].

Ontologia del turismo	SUMO	DOLCE	Russel-Norvig	Open-Cyc
IntangibleArtifact	vedi Intangible	subClassOf Non-physical Object	subClassOf AbstractObjects	equivalentTo Artifact-Intangible
PartiallyTangible	equivalentTo Object	equivalentTo (Physical Endurant or ArbitrarySum)	similarTo PhysicalObjects	equivalentTo PartiallyTangible
PhysicalQuantity	equivalentTo PhysicalQuantity	similarTo PhysicalRegion	equivalentTo Measurements	equivalentTo PhysicalQuantity
Place	similarTo Region	subClassOf non-agentive Physical Object	similarTo Places	similarTo Place
SpaceRegion	vedi AbstractThing	similarTo SpaceRegion	similarTo Places	vedi AbstractThing
SpaceTimeExtent	equivalentTo Physical	subclassOf Particular	subclassOf Anything	equivalentTo ((TemporalThing or SpaceThing) and Intangible)
TangibleAgent	similarTo Agent	equivalentTo Agentive Physical Object	equivalentTo (Agents and PhysicalObject)	equivalentTo (PartiallyTangible and Agent-Generic)
TangibleArtifact	similarTo Artifact	subClassOf PhysicalObject	subClassOf PhysicalObjects	equivalentTo Artifact
Thing	equivalentTo Entity	equivalentTo Particular	equivalentTo Anything	equivalentTo Thing
TimeInterval	equivalentTo TimeInterval	equivalentTo TimeInterval	similarTo Interval	equivalentTo TimeInterval
TransportationMeans	equivalentTo Transportation Device	subclassOf ArbitrarySum	subclassOf Things	equivalentTo TransportationDevice

4. Criteri generali per la formalizzazione in OWL-DL

In questa sezione vengono illustrati i criteri generali su cui si è basata la formalizzazione dell'ontologia in OWL-DL:

I nomi dei concetti e, ove possibile, le definizioni sono in inglese

Le classi hanno nomi maiuscoli, le proprietà e gli individui hanno nomi minuscoli.

Le proprietà OWL rappresentano ruoli: sono stati scelti nomi per le proprietà che corrispondono anche a nomi di categorie. Ciò si rispecchia nel fatto che spesso il medesimo nome è utilizzato sia come nome di una categoria che di una relazione. In questi casi la classe corrisponde all'insieme dei valori della proprietà [Guarino 1992].

Le condizioni sulla cardinalità delle proprietà sono espresse come condizioni applicate alle classi dominio delle proprietà (ad esempio, *capital* è una proprietà con dominio *Nation* e range *NationalCapital*; la sua cardinalità è 1..1, poiché una nazione ha una ed una sola capitale), perché è il modo più diretto permesso da OWL e Protegè. Per maggiore chiarezza tali condizioni sono espresse comunque anche nel commento alla proprietà.

In maniera simile sono state espresse le restrizioni sul dominio delle proprietà quando applicate ad una determinata classe. Ad esempio, *arrivalPlace* è una proprietà con dominio *Itinerary* e range *Place*; quando *arrivalPlace* è applicata a *AirRoute*, sottoclasse di *Itinerary*, viene espressa una restrizione sul suo dominio, che in tal caso è *Airport*, in questo modo:

AirRoute v 8 *arrivalPlace*.*Airport*

A volte nei commenti sono espresse anche condizioni che non è possibile esprimere in maniera formale in OWL, ad esempio sui valori minimi e massimi di una proprietà numerica oppure il pattern rispettato da proprietà di tipo stringa.

Certi tipi di condizioni (ad esempio relazioni di sottoproprietà fra *objectProperty* e *dataProperty* o i vincoli di cardinalità sulle *dataProperty*) potrebbero essere espresse in OWL, ma non possono essere espresse in OWL-DL. Per questo motivo sono state espresse solo come commenti in linguaggio naturale.

Alcune classi dovrebbero avere per istanza altre classi. Ciò non è possibile in OWL-DL. In questi casi è stato introdotto sia una classe che un individuo omonimo. La comunanza di nomi vuole esprimere informalmente la comunanza di significato.

5. Gerarchia dei concetti presenti nell'ontologia

Di seguito viene riportata la gerarchia dei concetti presenti nell'ontologia del turismo (attualmente vi sono 388 concetti e 165 relazioni). I concetti top sono stati sottolineati.

Thing

PartiallyTangible

TangibleArtifact

ConstructionArtifact

 AccommodationStructureAmenity

 PathArtifact

 WayStretch

 OfficialWay

 Railway

 Roadway

 ExtraurbanRoad

 Motorway

 UrbanRoad

 RoomOrApartmentFitting

HardcopyInformationBearingObject

 TextualArtifact

 Document

 LegalDocument

 CommercialDocument

 CreditCard

 License

 DrivingLicense

 HuntingLicense

 Ticket

 EventTicket

 TheatreTicket

 TransportationTicket

 AirplaneTicket

 CityTransportationTicket

 DailyCityTransportationTicket

 SeasonCityTransportationTicket

 WeeklyCityTransportationTicket

 TrainTicket

 EuroDominoTicket

 InterRailTicket

 KilometricTrainTicket

 SeasonTrainTicket

 WatercraftTicket

 RiverTransportationTicket (segue...)

Thing (... segue)

PartiallyTangible

TangibleArtifact

HardcopyInformationBearingObject

TextualArtifact

Document

LegalDocument

CommercialDocument

Ticket

TransportationTicket

WatercraftTicket

SeaTransportationTicket

Voucher

IdentificationDocument

IdentityCard

Passport

GroupPassport

TenderArtifact

CreditCard

Moneys

VisualBearingObject

HardcopyPhoto

TransportationMeans

Aircraft

Airplane

Helicopter

RailwayTransportationMeans

Train

ExpressTrain

FastTrain

HighSpeedTrain

NightTrain

Tram

Underground

Watercraft

Boat

MotorBoat

SpeedBoat

RowingBoat

Gondola

SailingBoat

Ship

CruiseShip

FerryBoat

Hydrofoil

WheeledVehicle

AnimalDrawnVehicle

Cab (segue...)

Thing (... segue)

PartiallyTangible

TangibleArtifact

TransportationMeans

WheeledVehicle

AnimalDrawnVehicle

Sledge

PedalVehicle

Bicycle

Trailer

Caravan

WheeledMotorVehicle

FourWheeledMotorVehicle

Bus

Camper

Car

CarForRent

Taxi

Coach

TwoWheeledVehicle

Place

Apartment

FourRoomApartment

StudioRoomApartment

ThreeRoomApartment

TwoRoomApartment

EarthArea

AdministrativeDistrict

MunicipalDistrict

Town

NationalCapital

ProvincialCapital

Village

Nation

Province

Region

GeographicArea

Continent

PostalDeliveryArea

RuralArea

Countryside

FarmingArea

UninhabitedArea

Desert

Forest

UrbanArea

MunicipalDistrict

Town (segue...)

Thing (...segue)

PartiallyTangible

Place

EarthArea

GeographicArea

UrbanArea

MunicipalDistrict

Town

NationalCapital

ProvincialCapital

Village

UrbanRoad

PostalSubject

AccommodationStructure

HotelAccommodationStructure

ApartmentHotel

Hotel

HotelVillage

Motel

NonHotelAccommodationStructure

BedAndBreakfast

Campus

FarmHouse (segue...)

HolidayCamp

HolidayHouse

Hostel

MountainHut

OutdoorAccommodationStructure

Camp

HolidayVillage

PlaceOfBusiness

Office

BankBranch

CarRentalAgency

Shop

RestorativeStructure

FastFood

Restaurant

Room

DoubleOccupancyRoom

DoubleRoom

TwinRoom

MultipleOccupancyRoom

QuadrupleRoom

TripleRoom

SingleOccupancyRoom

DoubleSingleUseRoom

SingleRoom (segue...)

Thing (... segue)

PartiallyTangible

Place

Room

Suite

Station

Airport

BusStop

BusStation

MotorVehicleServiceArea

Port

RailwayStation

UndergroundStation

TaxiRank

TerminusStop

TollPlaza

TouristAttraction

CulturalHistoricAttraction

ArchaeologicalArea

Forum

Necropolis

Library

Monument

Amphitheatre

AncientAqueduct

AncientStadium

AncientVilla

Bridge

Castle

Fortress

Fountain

Gate

Hypogeum

Catacomb

Megalith

MonumentalStatue

Nymphaeum

Obelisk

Palace

RoyalPalace

Pyramid

RomanBaths

Sepulchre

Catacomb

Mausoleum

Temple

Tower

BellTower (segue...)

Thing (...segue)

PartiallyTangible

Place

TouristAttraction

CulturalHistoricAttraction

Monument

TriumphalArch

Museum

AnthropologicalMuseum

ArchaeologicalMuseum

ArtisticMuseum

Gallery

EthnographicMuseum

HistoricMuseum

MineralogicMuseum

NaturalisticMuseum

BotanicalGarden

ScienceMuseum

VaxMuseum

PlaceOfWorship

Abbey

Baptistery

Church

Basilica

Cathedral

Chapel

Mosque

Synagogue

Vivarium

Aquarium

Zoo

EnvironmentalAttraction

Park

ProtectedArea

NationalPark

Preserve

RegionalPark

WetZone

Waterfalls

SocialAttraction

AmusementPark

Auditorium

Casino

Circus

Stadium

Studios

Theatre

ThermalBaths (segue...)

Thing (...segue)

PartiallyTangible

Place

WayStretch

OfficialWay

Railway

Roadway

ExtraurbanRoad

Motorway

UrbanRoad

TangibleAgent

Animal

Person

AlpineGuide

Passenger

TourGuide

TangibleOrganization

Company

CallCentre

CarRentalCompany

TransportationCompany

Airline

LowCostAirline

NationalAirline

CityPublicTransportCompany

RailwayCompany

ShippingCompany

TravelAgency

VirtualTravelAgency

FinancialOrganization

Bank

Intangible

AbstractThing

AbstractInformationalThing

BeliefSystem

Religion

CommunicationConvention

Language

ArtificialLanguage

NaturalLanguage

ConventionalCategory

ServiceCategory

BoardAndLodgeServiceCategory

TravelCategory

FerryBoatTravelCategory

FlightCategory

TrainTravelCategory

DataValue (segue...)

Thing (...segue)

Intangible

AbstractThing

AbstractInformationalThing

DataValue

CharacterString

InformationObject

Address

ApartmentType

CreditCardType

Date

DayOfTheWeek

DiseaseType

InfectiousDisease

FlightCode

HotelClass

LocalTime

MealInfo

MonetaryValue

MonthOfTheYear

RoomType

ServiceType

AccommodationStructureServiceType

BoardAndLodgingServiceType

RoomOrApartmentServiceType

TelephoneNumber

TrainTravelCode

TrainType

TravelPlan

DailyTravelPlan

Weather

PhysicalQuantity

UnitOfMeasure

CurrencyType

SpaceTimeExtent

GeneralizedEvent

AgreementEvent

Booking

FlightBooking

RoomBooking

Buying

TicketBuying

FlightTicketBuying

CarRental

DayEvent

InstantaneousEvent

PunctualEvent

Meal (segue...)

Thing (...segue)

Intangible

SpaceTimeExtent

GeneralizedEvent

DayEvent

Meal

GlutenFreeMeal

LowCalorieMeal

VegetarianMeal

LocalEvent

Meal

GlutenFreeMeal

LowCalorieMeal

VegetarianMeal

PunctualEvent

TravelStop

Search

AccommodationStructureSearch

TransportationMeansSearch

TouristicEvent

Travel

FerryBoatTravel

Flight

TrainTravel

Vaccination

YellowFeverVaccination

IntangibleArtifact

Agreement

Permission

Visa

ImmigrantVisa

NonImmigrantVisa

BusinessVisa

MedicalTreatmentVisa

StudentVisa

TemporaryWorkVisa

TourismVisa

TransitVisa

WorkVisa

SpaceRegion

Itinerary

Route

AirRoute

BusLine

RailwayLine

UndergroundLine

ShipCourse

SpatialPoint (segue...)

Thing (...segue)

Intangible

SpaceTimeExtent

TimeInterval

Day

Friday

Monday

Saturday

Sunday

Thursday

Tuesday

Wednesday

Month

April

August

December

February

January

July

June

May

March

November

October

September

TemporalInstant

6. Riferimenti bibliografici

[Gangemi, Mika 2003] A. Gangemi, P. Mika (2003). "Understanding the Semantic Web through Descriptions and Situations", *Proceedings of the DOA/CoopIS/ODBASE*, Springer Verlag, Heidelberg.

[Garzanti Linguistica] *Dizionario Garzanti On-Line*, UTET Diffusione-Garzanti Linguistica.
Sito Web: <http://www.garzantilinguistica.it/>

[Guarino 1992] N. Guarino (1992). "Concepts, attributes and arbitrary relations: some linguistic and ontological criteria for structuring knowledge bases", *Data & Knowledge Engineering* **8(3)**, 249-261.

[Guarino 1998] N. Guarino (1998). "Formal Ontology in Information Systems" in Nicola Guarino (ed.) *Formal Ontology in Information Systems. Proceedings of FOIS'98*, Trento, Italia, 6-8 June 1998, IOS Press, Amsterdam: 3-15.

[Guarino, Welty 2000] N. Guarino, C. Welty (2000). "A formal Ontology of Properties", *Proceedings of 12th Int. Conf. on Knowledge Engineering and Knowledge Management*, Lecture Notes on Computer Science, © SpringerVerlag 2000.

Si noti che alcune nozioni in introdotte in tale articolo sono aggiornate in [Guarino, Welty 2001].

[Guarino, Welty 2001] N. Guarino, C. Welty (2001). "Identity and Subsumption". *LADSEB-CNR Internal Report 01/2001, Final version*, 7 Agosto, 2001.

[Gruber 1993] T. R. Gruber (1993). "A translation approach to portable ontology specifications". *Knowledge Acquisition* **5(2)**, 199-220, 1993.

[Handbook 2004] S. Staab, R. Studer (Edd.) (2004). *Handbook on Ontologies*. International Handbooks on Information Systems. Springer-Verlag. 2004.

[Merriam-Webster] *Merriam-Webster On-Line Dictionary*, Merriam-Webster, Incorporated.
Sito Web: <http://www.m-w.com/dictionary.htm>

[Niles, Pease 2001] I. Niles, A. Pease (2001). "Towards a Standard Upper Ontology" in *Proceedings of the international conference on Formal Ontology in Information Systems*, Ogunquit, Maine, USA, 2-9.

[Russel, Norvig 2003] S. J. Russel, P. Norvig (Edd.) (2003). "Knowledge representation" in *Artificial Intelligence. A Modern Approach*, Cap. 10, Prentice Hall International, Seconda edizione (Prima edizione 1995).

[Steimann, 2000-a] F. Steimann (2000). "On the representation of roles in object-oriented and conceptual modeling", *Data & Knowledge Engineering* **35(1)**, 83-106.

[Steimann, 2000-b] F. Steimann (2000). "A radical revision of UML's role concept" in: Evans A., Kent S., Selic B. (Edd.) *UML 2000 Proceedings of the 3rd International Conference*, Springer-Verlag, 194-209.

[SUMO] Suggested Upper Merged Ontology (SUMO) KIF Browser.
Sito web: <http://virtual.cvut.cz/kifb/en/>.

[UML 1.5] Object Management Group (2003). *Unified Modeling Language Specification Version 1.5*, marzo 2003. Sito web: <http://www.omg.org>.

[UML 2.0] Object Management Group (2004). *UML 2.0 Superstructure FTF Interim Report*, ptc/04-01-11, gennaio 2004. Sito web: <http://www.omg.org>.

[Welty 2000] C. Welty (2000). "Towards a Semantics for the Web", Invited presentation at the Dagstuhl Symposium on Semantics for the Web, Dagstuhl, Germany, Maggio 2000.

[Wordnet 2.0] Web Wordnet, Wordnet 2.0 Search.
Sito web: <http://www.cogsci.princeton.edu/cgi-bin/webwn>

7. Altri siti web di riferimento

Alitalia. Sito web: <http://www.alitalia.it/>

Autonoleggio Auto Europa. Sito web: <http://www.sbc.it/it/prenotazioni/index.asp>

Calcolo percorsi di Libero Città. Sito web: <http://mappe.libero.it/mappe/index.jsp>

Classificazione dei parchi di divertimento. Sito web del Corriere della Sera.

Sito web: <http://www.corriere.it/speciali/parchidivertimento/classificazioneparchi.shtml>

ENIT: Ente Nazionale Italiano per il Turismo. Sito web: <http://www.enit.it/default.asp?Lang=IT>

Expedia. Sito web: <http://www.expedia.com/>

Getty Thesaurus of Geographic Names On Line.

Sito web: http://www.getty.edu/research/conducting_research/vocabularies/tgn/

Giuseppe Milazzo. Orientamento e formazione: il turismo.

Sito web: <http://www.giuseppemilazzo.it/default.asp?corpo=turismo>

Hotel Reservation Service. Sito web: <http://www.hrs.com/>

Il Corpo forestale e le aree protette. Sito web del Corpo Forestale dello Stato:
<http://www.corpoforestale.it/Areeprotette/index.html>

Informazioni sanitarie di Europ Assistance.

Sito web: <http://www.europassistance.it/euraweb/informazionisanitarie.asp>

Ministero per i Beni e le Attività Culturali. Sito web: <http://www.beniculturali.it/>

Regolamento di attuazione dell'articolo 16 della Legge regionale 17 ottobre 1994, n. 76 "Disciplina delle attività agrituristiche". Criteri generali e procedure per la classificazione delle strutture ricettive agrituristiche in Toscana, 2000.

Sito web: http://www.rete.toscana.it/sett/agric/agriturismo/reg_reg7.doc

Sito web del Ministero degli Affari Esteri: <http://www.esteri.it/>

Sito web della regione Liguria. Sezione dedicata alle strutture ricettive:
[http://www.regione.liguria.it/MenuSezione.asp?Parametri=2_8_10_4_\\$2_8_10_4_\\$Turismo\\$2_8_10_4_-1\\$tip01.htm\\$](http://www.regione.liguria.it/MenuSezione.asp?Parametri=2_8_10_4_$2_8_10_4_$Turismo$2_8_10_4_-1$tip01.htm$)

Sovrintendenza dei Beni Culturali del Comune di Roma.

Sito web: <http://www.comune.roma.it/sovrintendenza/default.asp>

Touring Club Italiano. Sito web: <http://www.touringclub.it/>

Traghetti Service. Sito web: <http://www.traghettservice.com/>

Travelprice. Sito web: http://www.travelprice.com/IT_IT/

Trenitalia. Sito web: <http://www.trenitalia.com/>

U.S. Citizenship and Immigration Services. Sito web: <http://uscis.gov>

Venere. Sito web: <http://www.venere.com/>

Worldguide di Lonely Planet. Sito web: <http://www.lonelyplanet.com/destinations/>