

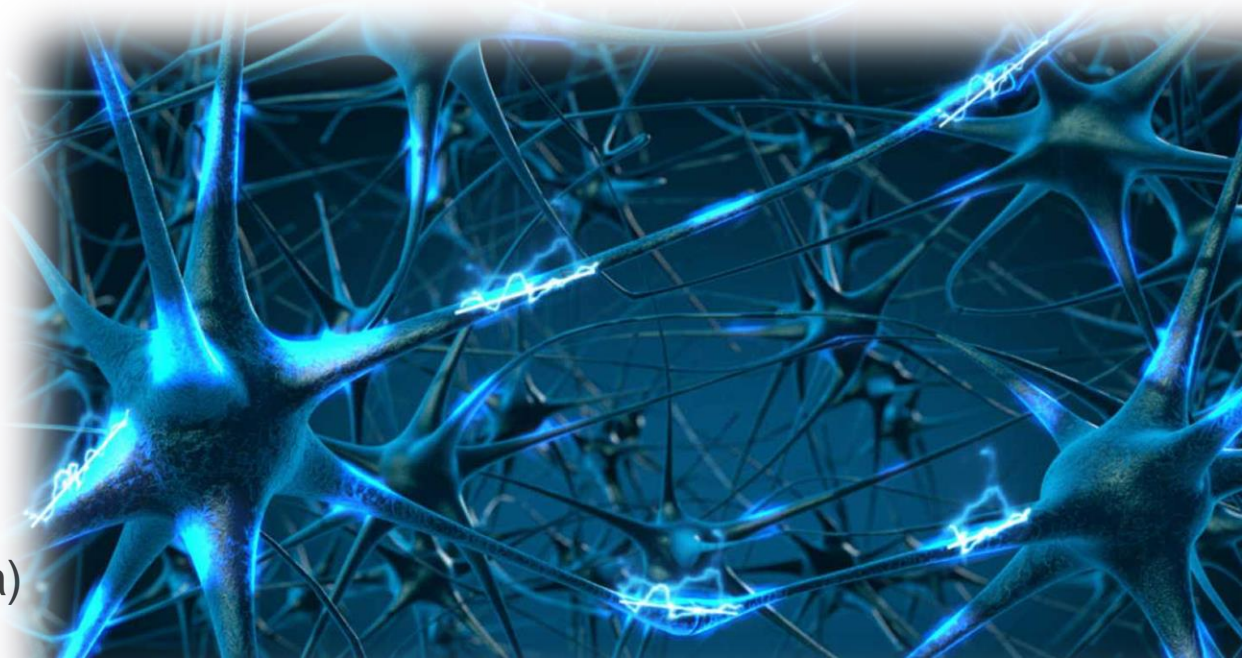
INTELLIGENZA ARTIFICIALE

KR: LOGICA E RAPPRESENTAZIONE DELLA CONOSCENZA ()*

Corsi di Laurea in Informatica, Ing. Gestionale, Ing. Informatica,
Ing. di Internet
(a.a. 2023-2024)

Roberto Basili

(*) alcune *slides* sono di
Maria Simi (Univ. Pisa)



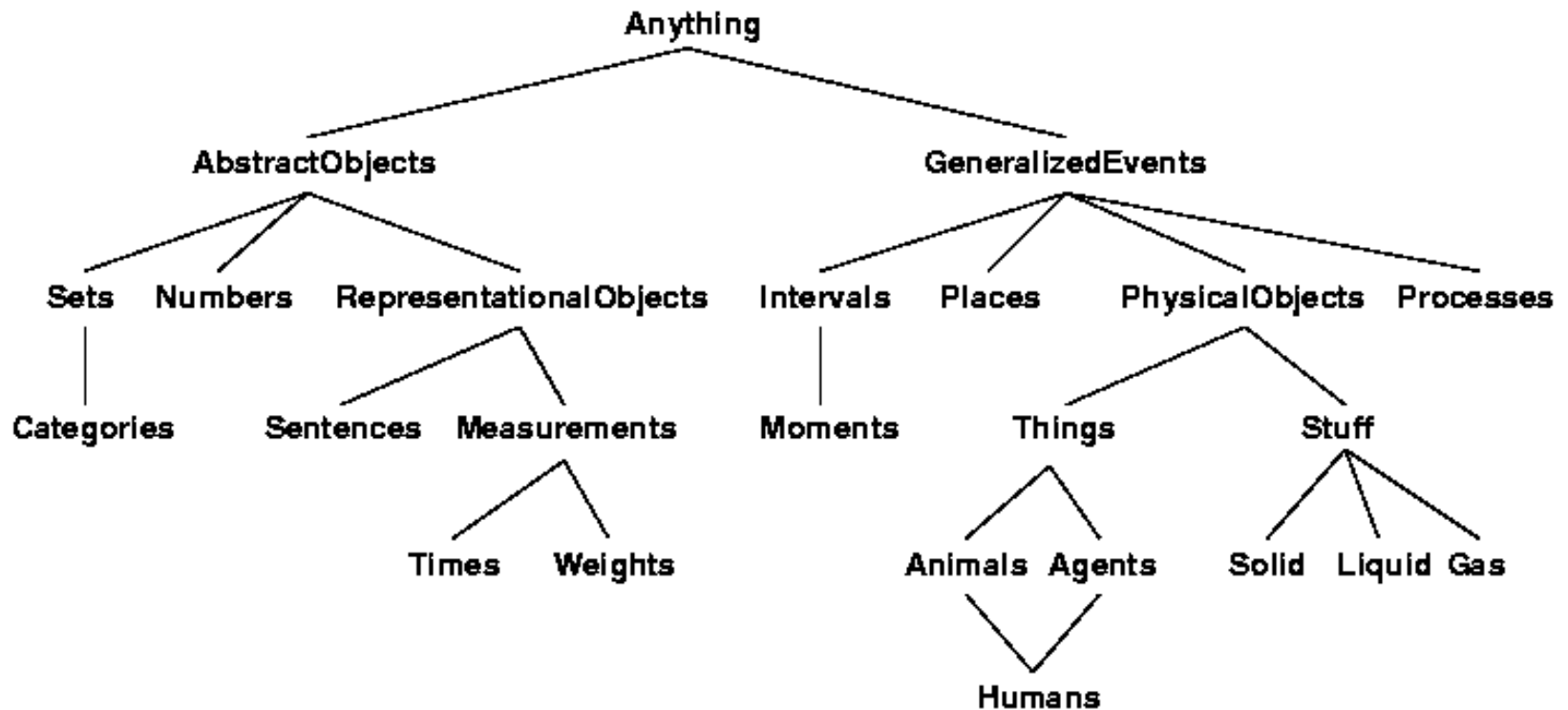
Overview

- Ruolo del dominio:
 - Dal modello del mondo alla conoscenza
- Inferenza e conoscenza
 - Ontologia e Decision-making
- Reti semantiche
 - Esempi e formalismi grafici
 - Semantica
- Esempi di reti semantiche derivate da teorie semantiche e lessicali:
 - Wordnet
 - Framenet

Ingegneria della conoscenza

- Tra i vari problemi di rappresentazione
 - le ontologie generali e le categorie
 - oggetti fisici e sostanze
 - azioni e cambiamento
 - eventi, tempo
 - conoscenze, credenze ... attitudini mentali
 - il ragionamento non monotono, incerto, probabilistico ..
 - ... ci vorrebbe un corso intero
- Ne vediamo alcuni specifici:
 - Il ragionamento su categorie (ontologie e reti semantiche),
 - *I frame*
 - Le risorse enciclopediche come esempi di KB e Lessici
 - Il calcolo di situazioni, strumentale per la pianificazione

Ontologia generale o superiore



Approccio psicologico-linguistico alla R.C.

- L'approccio *logico*: per formalizzare il ragionamento valido
 - nato per la matematica e poi esteso al ragionamento di "senso comune".
- L'approccio *cognitivo-linguistico*: pone l'enfasi sui meccanismi per l'acquisizione, strutturazione ed uso della conoscenza
- Forti sinergie con:
 - Studi di psicologia cognitiva
 - Studi sul linguaggio naturale

Rappresentazioni a grafo

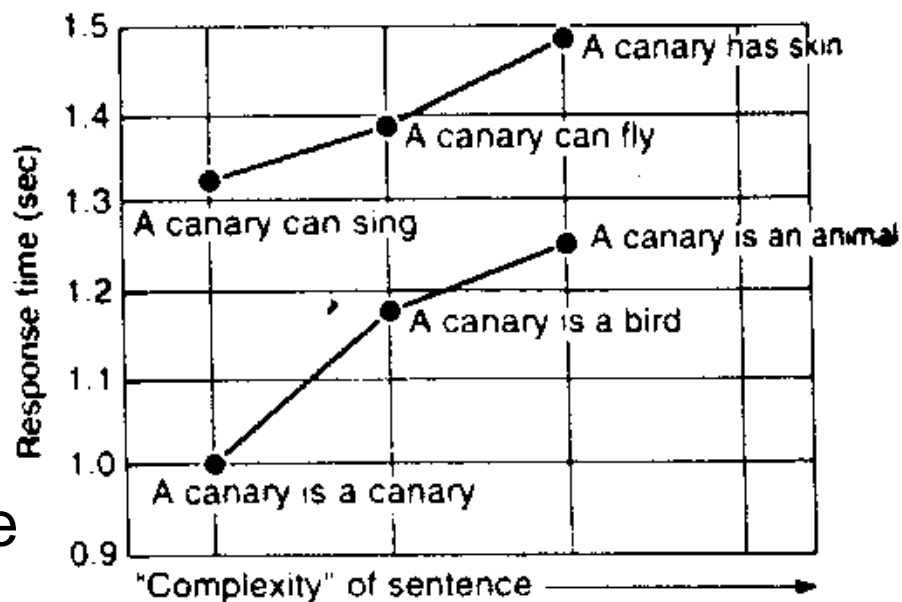
- Precursore: grafi esistenziali di Charles Pierce (1909)
- In logica i simboli sono manipolati sintatticamente a prescindere dal loro significato
 - $\forall x \text{ Fragola}(x) \Rightarrow \text{Rossa}(x)$
- La verità di una formula dipende unicamente dalla verità delle sue sotto-formule ma non dal significato dei simboli né dalle relazioni semantiche tra i simboli

Organizzazione gerarchica dei concetti: esperimenti (Collins, Quillian, 1969)

- Date le seguenti domande:
 1. “Un canarino è un uccello?”
 2. “Un canarino vola?”
 3. “Un canarino respira?”
- Si osserva che i tempi di risposta T_i sono:
$$T_1 < T_2 < T_3$$
- Eccezioni a questa situazione sono risposte a domande quali:

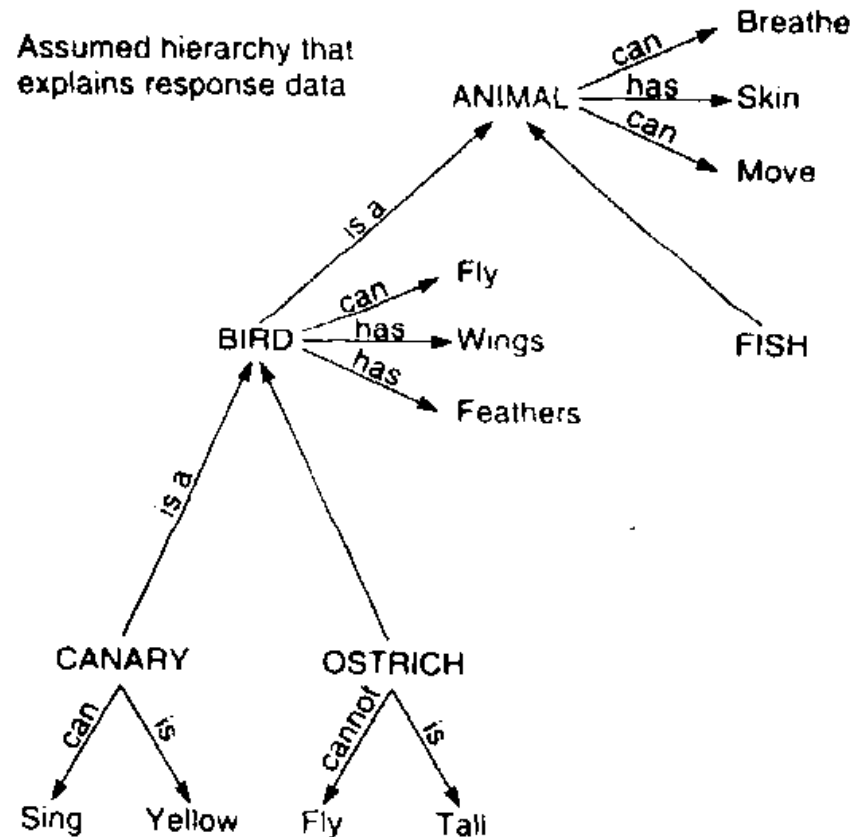
“Uno struzzo vola?”

In cui la risposta è immediata



Organizzazione gerarchica dei concetti: interpretazione

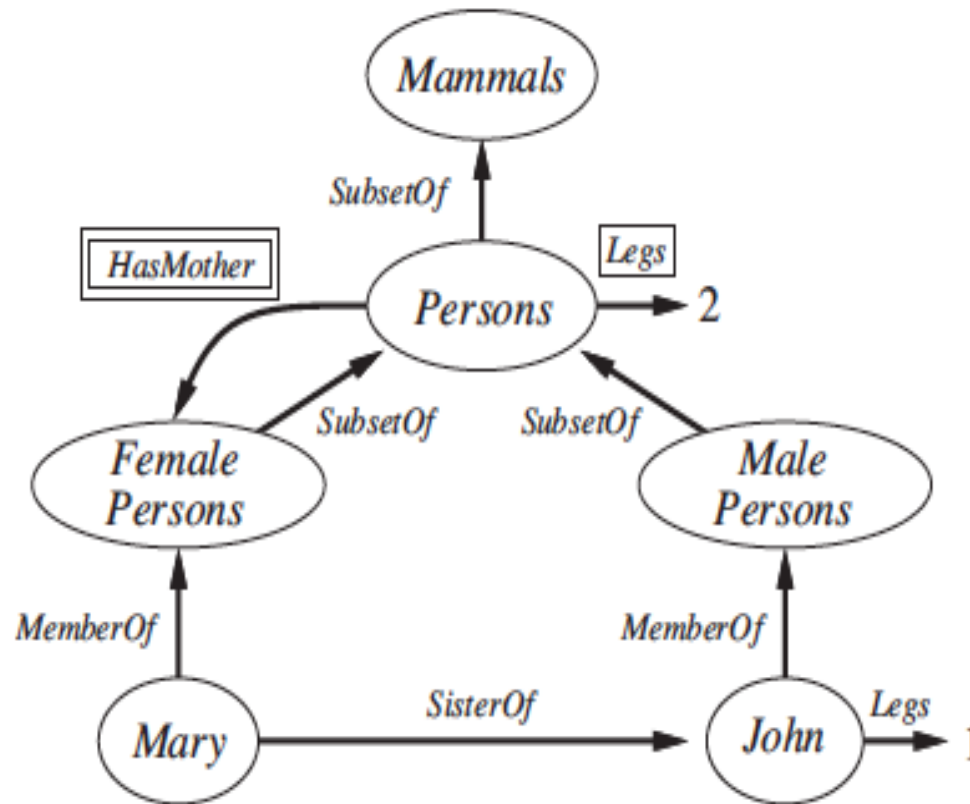
- Le proprietà sono "legate" al concetto più generale a cui si applicano
- Trattamento eccezioni
 - Le eccezioni sono memorizzate direttamente con l'oggetto
- Il successo della strutturazione gerarchica è anche confermato dalle tecniche di progettazione ad oggetti largamente influenti oggi nell'ingegneria del SW



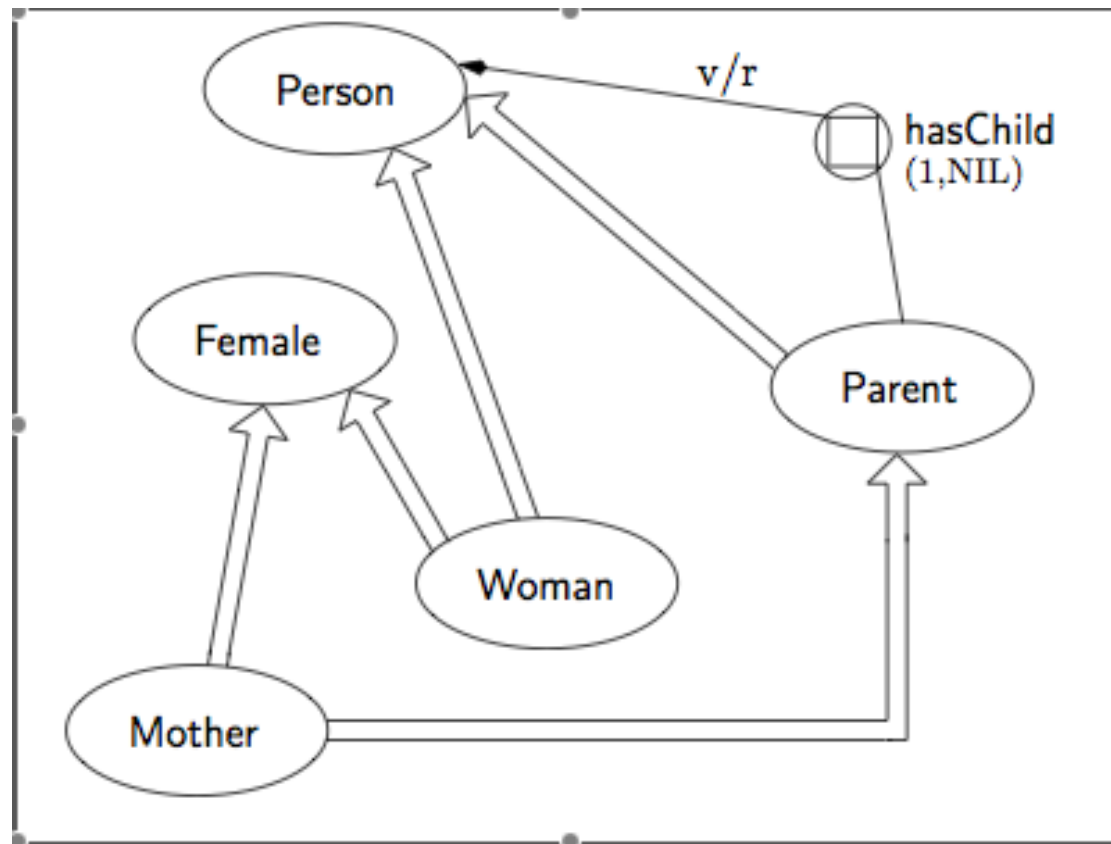
Definizione di rete semantica

- Le reti semantiche sono una grande famiglia di schemi di rappresentazione "a grafo".
- Una rete semantica è un grafo in cui:
 - I **nodi**, etichettati, corrispondono a **concetti** (individui o classi)
 - Gli **archi**, etichettati e orientati, a relazioni binarie tra concetti (dette anche **ruoli**).
- Due particolari relazioni "primitive" sono sempre presenti:
 - IS, relazione di sotto-classe (\subseteq)
 - IS-A, relazione di appartenenza (\in)

Un esempio di rete semantica

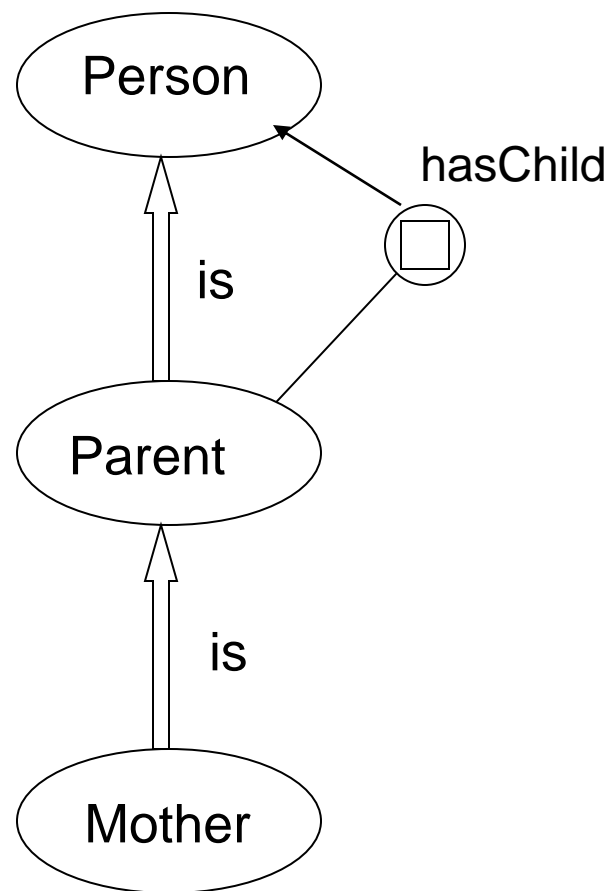


Un esempio di rete



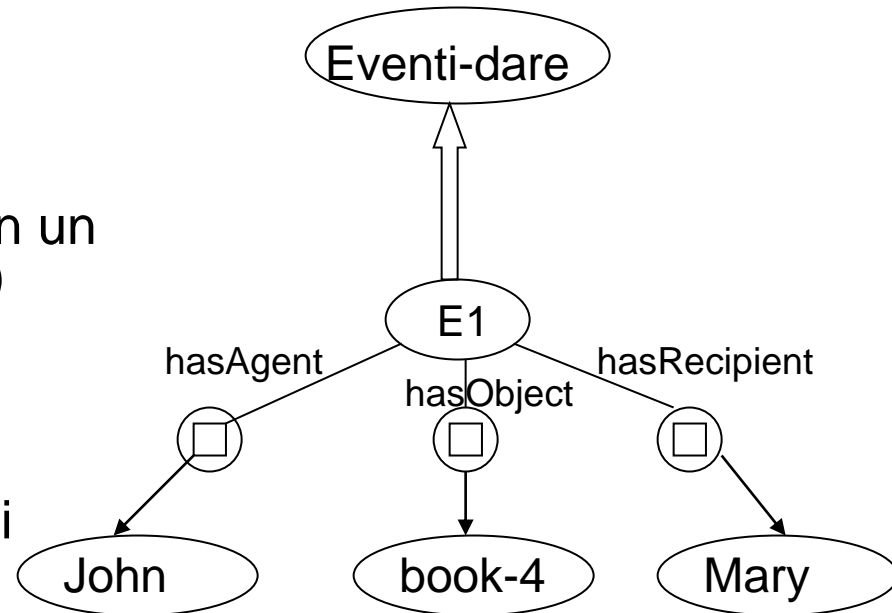
Ereditarietà nelle reti semantiche

- *Ereditarietà* come una particolare inferenza legata alla transitività di IS
- Facilmente implementabile come *link traversal*
- Ereditarietà multipla



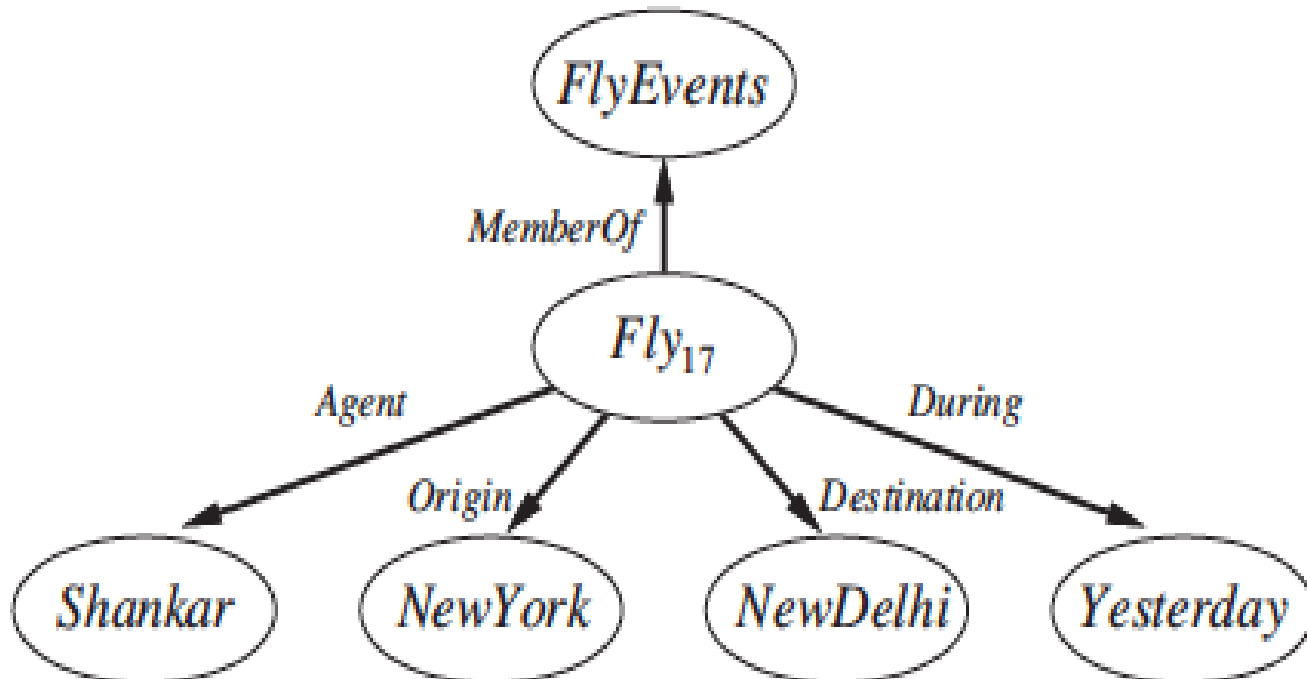
Gestione relazioni n -arie ($n > 2$)

- `dare(John, Mary, book)`
“*John da un libro a Mary*”
- Viene reificata la azione/situazione in un istanza di una classe (`Eventi-dare`)
- Questa tecnica viene denominata ‘rappresentazione tramite struttura di casi’ (*case structure representation*)
 - i ruoli dei partecipanti agli eventi vengono (implicitamente) tipizzati dalle posizioni nella struttura
 - Quindi ad. esempio `Agent` o `Object`) per gli `Eventi-dare` corrispondono alle posizioni 1 e 2 rispettivamente)



Rappresentazione per casi: un esempio applicativo

Use Case: La concettualizzazione del processo di prenotazione dei voli



Dov'è la “semantica” nelle reti sematiche?

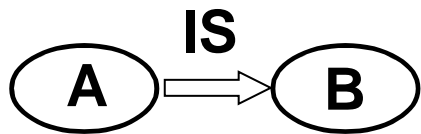
- Woods [75] e altri mettono in luce ambiguità e incongruenze nell'uso di nodi e archi, ... ovvero la *mancanza di semantica*
- La semantica talvolta non è chiara o è unicamente ricavabile (come conseguenza) delle assunzioni che fanno i programmi che usano le reti
- Esempi di confusione
 - Stessa relazione per appartenenza e per sotto-insieme
 - Istanza canonica o un classe di oggetti?
 - Significato diverso delle relazioni (tra classi, tra classi e oggetti, tra oggetti)

Reti semantiche e logica

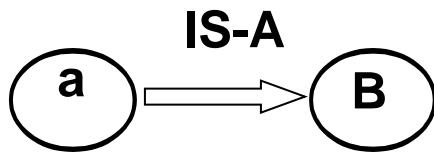
- Le reti semantiche costituiscono una *notazione conveniente* per una parte del FOL, ma sono pur sempre riconducibili ad un formalismo logico
- Alcuni aspetti però sono complessi da trasformare in una pura forma logica, poichè dipendono da aspetti extra-logici o costituiscono informazioni procedurali

Traduzione in logica

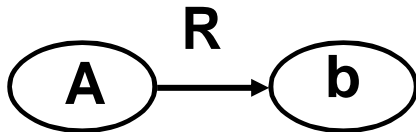
NOTA: In maiuscolo le classi,
in minuscolo gli individui



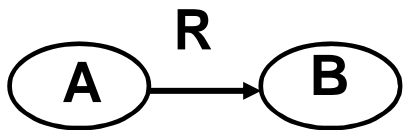
$$\forall x A(x) \Rightarrow B(x)$$



$$B(a)$$

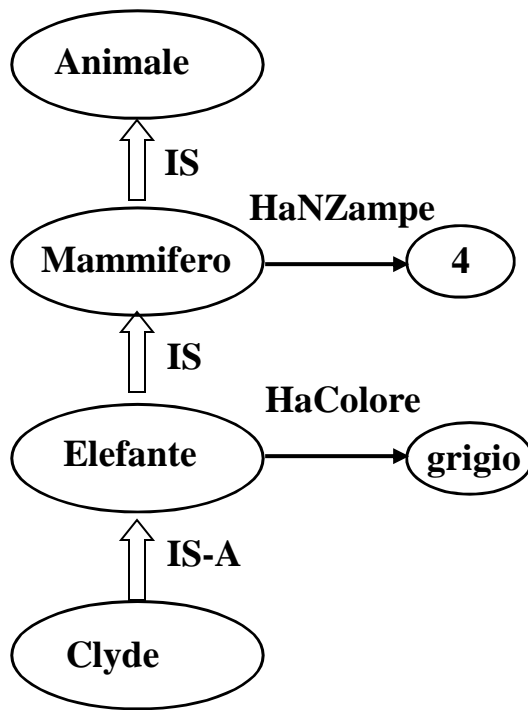


$$\forall x x \in A \Rightarrow R(x, b)$$



$$\forall x x \in A \Rightarrow \exists y y \in B \wedge R(x, y)$$

Un esempio di traduzione



$\forall x \text{ Mammifero}(x) \Rightarrow \text{Animale}(x)$

$\forall x \text{ Mammifero}(x) \Rightarrow \text{HaNZampe}(x, 4)$

$\forall x \text{ Elefante}(x) \Rightarrow \text{Mammifero}(x)$

$\forall x \text{ Elefante}(x) \Rightarrow \text{HaColore}(x, \text{grigio})$
 $\text{Elefante}(\text{Clyde})$

È possibile dedurre:

$\text{Animale}(\text{Clyde})$

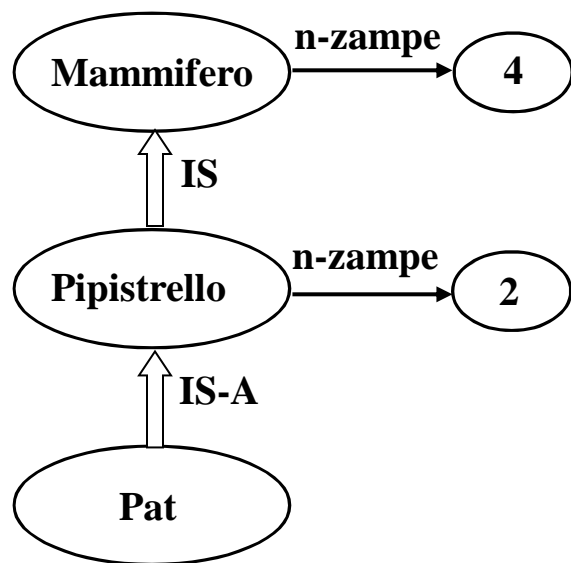
$\text{Mammifero}(\text{Clyde})$

$\text{HaNZampe}(\text{Clyde}, 4)$

$\text{HaColore}(\text{Clyde}, \text{grigio})$

L'*ereditarietà* scaturisce dalla semantica del quantificatore $\forall E$, del MP e dalla transitività della relazione \Rightarrow

... e le eccezioni?



$\forall x \text{ Mammifero}(x) \Rightarrow \text{NZampe}(x, 4)$

$\forall x \text{ Pipistrello}(x) \Rightarrow \text{Mammifero}(x)$

$\forall x \text{ Pipistrello}(x) \Rightarrow \text{NZampe}(x, 2)$

$\text{Pipistrello}(\text{Pat})$

Si deduce:

$\text{NZampe}(\text{Pat}, 2)$

... ma anche

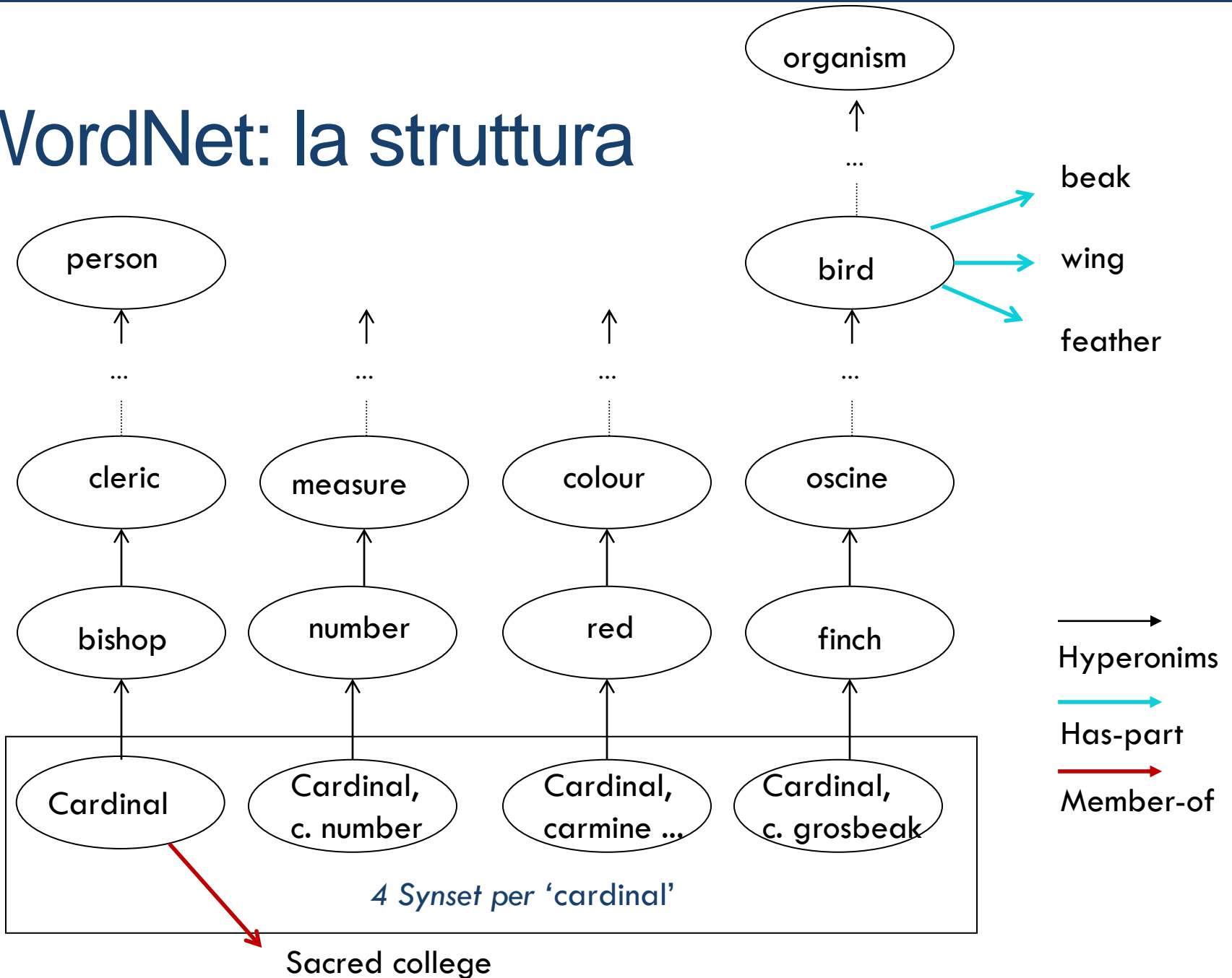
$\text{NZampe}(\text{Pat}, 4) ???$

- Modellare ragionamento default richiede logiche non monotone

WordNet [Miller]

- Grossa risorsa lessicale organizzata a rete semantica (122.000 termini)
 - i nomi, i verbi, gli aggettivi, gli avverbi sono organizzati in insiemi di sinonimi (*synset*) che rappresentano un concetto (117.000 *synset*);
- Ad una parola è tipicamente associato un insieme di *synset*: i sensi della parola
- <http://wordnet.princeton.edu/>

WordNet: la struttura



WordNet

- Home page:
 - <http://wordnetweb.princeton.edu/perl/webwn>

WordNet Search - 3.1

- [WordNet home page](#) - [Glossary](#) - [Help](#)

Word to search for:

Display Options:

Key: "S:" = Show Synset (semantic) relations, "W:" = Show Word (lexical) relations

Display options for sense: (gloss) "an example sentence"

Noun

- **S: (n) meaning, [significance](#), [signification](#), [import](#)** (the message that is intended or expressed or signified) *"what is the meaning of this sentence"; "the significance of a red traffic light"; "the signification of Chinese characters"; "the import of his announcement was ambiguous"*
 - [direct hyponym](#) / [full hyponym](#)
 - [direct hypernym](#) / [inherited hypernym](#) / [sister term](#)
 - [derivationally related form](#)
- **S: (n) meaning, [substance](#)** (the idea that is intended) *"What is the meaning of this proverb?"*

Verb

- **S: (v) [mean](#), [intend](#)** (mean or intend to express or convey) *"You never understand what I mean!"; "what do his words intend?"*

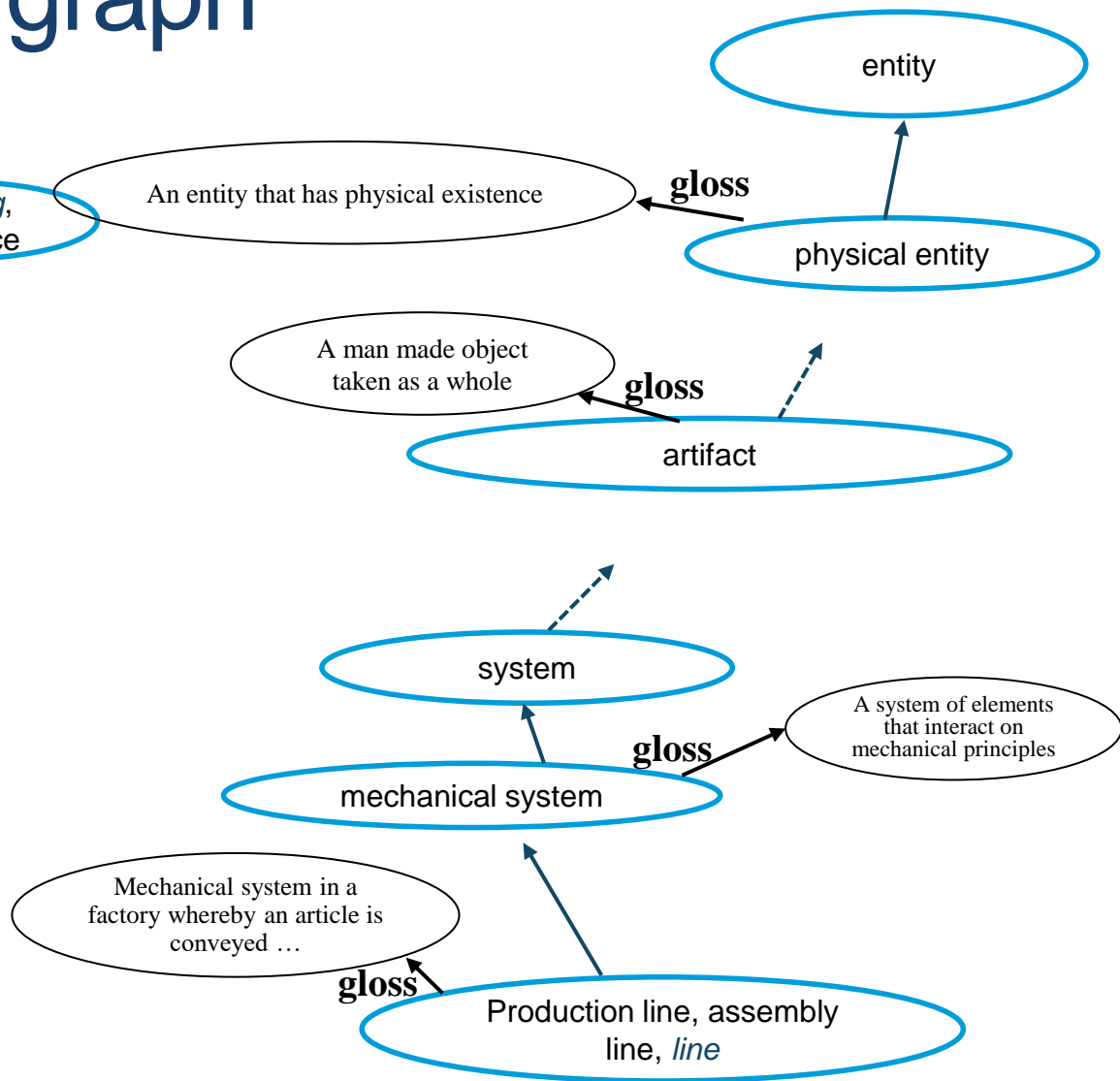
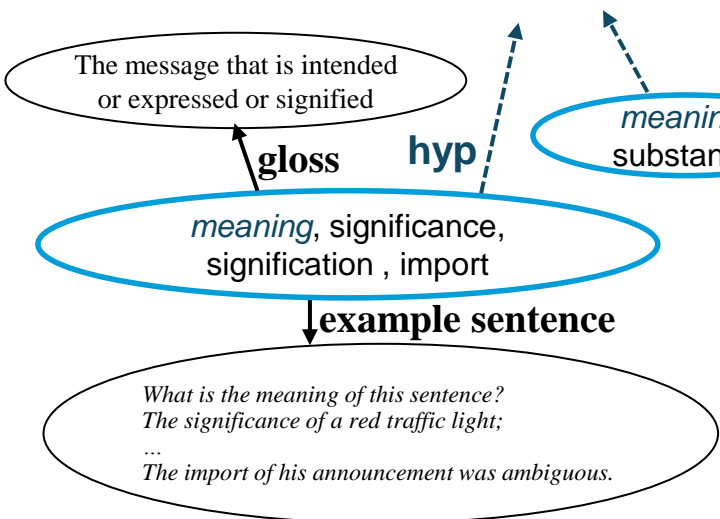
Wordnet: gerarchia ISA

(La relazione: *hyponymy*)

- **S: (n)** [production line](#), [assembly line](#), **line** (mechanical system in a factory whereby an article is conveyed through sites at which successive operations are performed on it)
 - [part meronym](#)
 - [direct hypernym](#) / [inherited hypernym](#) / [sister term](#)
- **S: (n)** [mechanical system](#) (a system of elements that interact on mechanical principles)
- **S: (n)** [system](#) (instrumentality that combines interrelated interacting artifacts designed to work as a coherent entity) *"he bought a new stereo system"; "the system consists of a motor and a small computer"*
- **S: (n)** [instrumentality](#), [instrumentation](#) (an artifact (or system of artifacts) that is instrumental in accomplishing some end)
- **S: (n)** [artifact](#), [artefact](#) (a man-made object taken as a whole)
- **S: (n)** [whole](#), [unit](#) (an assemblage of parts that is regarded as a single entity) *"how big is that part compared to the whole?"; "the team is a unit"*
- **S: (n)** [object](#), [physical object](#) (a tangible and visible entity; an entity that can cast a shadow) *"it was full of rackets, balls and other objects"*
- **S: (n)** [physical entity](#) (an entity that has physical existence)
- **S: (n)** [entity](#) (that which is perceived or known or inferred to have its own distinct existence (living or nonliving))

hyponymy arcs

Wordnet as a graph



WordNet Search - 3.1

- [WordNet home page](#) - [Glossary](#) - [Help](#)

Word to search for: Search WordNet

Display Options: (Select option to change) Change

Key: "S:" = Show Synset (semantic) relations, "W:" = Show Word (lexical) relations

Display options for sense: (gloss) "an example sentence"

Noun

- **S: (n)** [meaning](#), [significance](#), [signification](#), [import](#) (the message that is intended or expressed or signified) "what is the meaning of this sentence"; "the significance of a red traffic light"; "the signification of Chinese characters"; "the import of his announcement was ambiguous"
- **S: (n)** [meaning](#), [substance](#) (the idea that is intended) "What is the meaning of this proverb?"

Verb

- **S: (v)** [mean](#), [intend](#) (mean or intend to express or convey) "You never understand what I mean!"; "what do his words intend?"

WordNet: esempi di uso

- Espansione di interrogazioni con sinonimi o iperonimi nella ricerca basata su parole chiave (bisogna in primo luogo identificare il senso giusto)
- Distanza semantica tra parole
- Categoria semantica del termine o *supersense*:
 - persona, organizzazione, luogo, misura ...

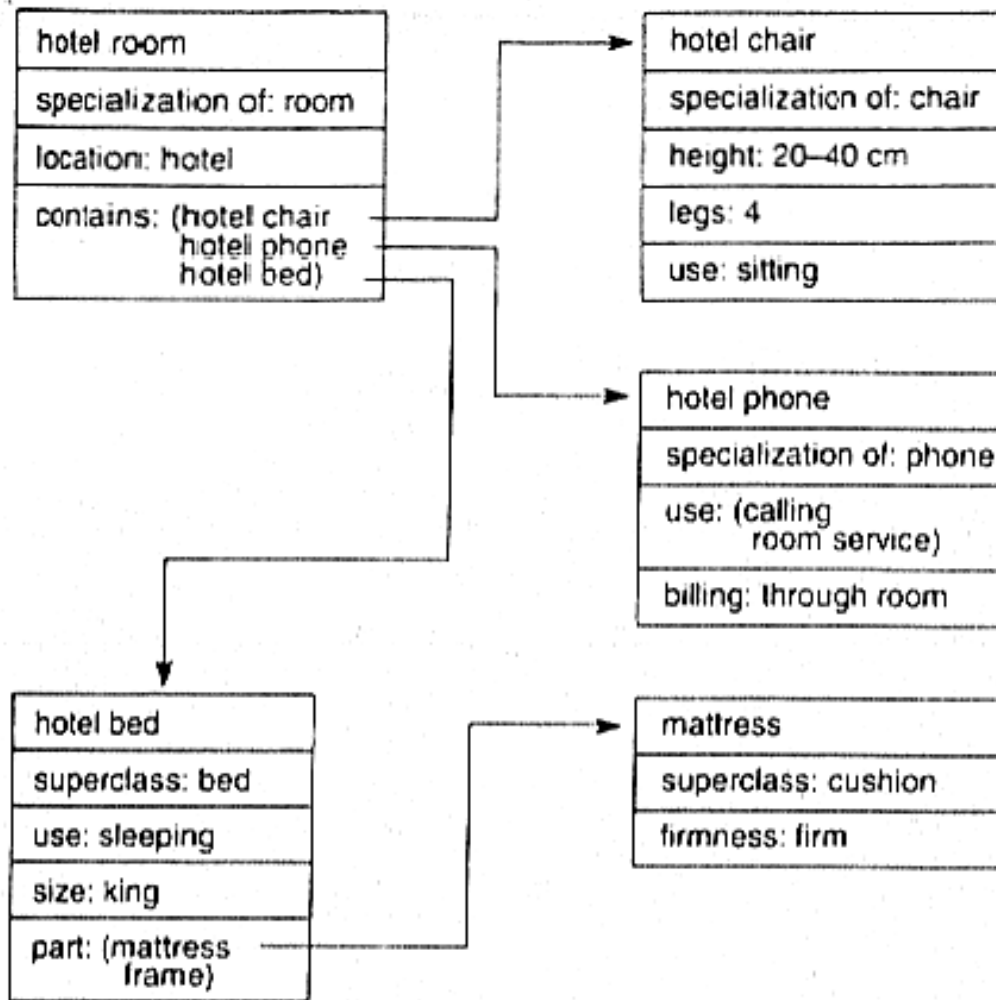
I “frame”

- La conoscenza è organizzata in strutture mentali complesse, i *frame* [Minsky, 1974].
- Essenza della teoria: *“Quando si incontra una situazione nuova, o imprevista, viene evocata dalla memoria una struttura mentale complessa, la quale, mediante un processo di istanziamento, viene adattata alla situazione specifica e fornisce una chiave di interpretazione per essa”*
- Struttura dati per rappresentare “stereotipi”, ruolo fondamentale dei *default*

I “frame” come struttura dati

- Condizioni per l'attivazione
- Collezione di coppie *slot-filler* (attributo-valore)
- I *filler* possono avere diversi aspetti (*facet*)
 - valore specifico
 - restrizione sul valore, riferimento ad altro *frame*
 - valore default
 - una procedura da attivare quando lo slot riceve un valore (*if-added*) o è richiesto il valore dello slot (*if-needed*) ⇒ *demoni* o *allegati procedurali*
- Slot particolari sono IS e IS-A per organizzazione gerarchica dei *frame* in sistemi di *frame*

Esempio: il frame di “una stanza d'albergo”



I *frame* e la logica

- I concetti naturali, a differenza dei concetti matematici, raramente ammettono definizioni del tipo necessario e sufficiente

Quadrilatero (x) \Leftrightarrow Poligono(x) \wedge N-lati(x,4)

Uccello(x) \Leftrightarrow Bipede(x) \wedge Pennuto(x) \wedge Vola(x) ... ?

Definizioni di prototipi

- Quello che caratterizza tipicamente un concetto ...
 - Condizioni necessarie (*per X è necessario che Y*)
 - $\text{Uccello}(x) \Rightarrow \text{Vertebrato}(x)$
 - $\text{Uccello}(x) \Rightarrow \text{Bipede}(x)$
 - Condizioni tipicamente necessarie (*default*)
 - $\text{Uccello}(x) \Rightarrow_{\text{Tip}} \text{Vola}(x)$
 - $\text{Uccello}(x) \Rightarrow_{\text{Tip}} \text{Pennuto}(x)$
 - Condizioni sufficienti (*criteriali*) (*Y è sufficiente a stabilire X*)
 - $\text{Canarino}(x) \Rightarrow \text{Uccello}(x)$
 - $\text{Struzzo}(x) \Rightarrow \text{Uccello}(x)$
 - Condizioni tipicamente sufficienti
 - $\text{Vola}(x) \wedge \text{Cinguetta}(x) \Rightarrow_{\text{Tip}} \text{Uccello}(x)$
 - $\text{Pennuto}(x) \Rightarrow_{\text{Tip}} \text{Uccello}(x)$
- Anche il ragionamento con prototipi è fonte di non monotonia

FrameNet (Lowe, Baker, Fillmore)

- Risorsa costituita da collezioni di frasi annotate sintatticamente e semanticamente, organizzata a *frame*.
- Semantica basata su *frame*: il significato delle parole scaturisce dal ruolo che esse hanno nella struttura concettuale delle frasi
- La conoscenza è strutturata in 16 domini generali: time, space, communications, cognition, health ...
- 6000 elementi lessicali; 130.000 frasi annotate
- <http://www.icsi.berkeley.edu/~framenet/>

FrameNet: un esempio

FRAME: COMMUNICATION

FRAME DESCRIPTION: A person (**COMMUNICATOR**) produces some linguistic object (**MESSAGE**) while addressing some other person (**ADDRESSEE**) on some topic (**TOPIC**)

Frame Element (FE): **COMMUNICATOR** ...

Frame Element (FE): **MESSAGE** ...

Frame Element (FE): **ADDRESSEE** ...

Frame Element (FE): **TOPIC** ...

Lexical Units: *communicate.v, share.v, indicate.v, say.v, share.v, communication.n, password.n, ...*

FrameNet: un esempio (cnt.)

- *Pat communicated the message to me.*
- *Management should develop and communicate to all employees a vision of where the organization is going.*
- *Videotapes of school activities are useful means of communicating about work undertaken at school.*

- *[Pat] communicated [the message] [to me].*
- *[Management] should develop and communicate [to all employees] [a vision of where the organization is going].*
- *Videotapes of school activities are useful means of communicating [about work undertaken at school].*

Frame Semantics

Frame: KILLING	
A KILLER or CAUSE causes the death of the VICTIM.	
Frame Elements	KILLER John <u>drowned</u> Martha.
	VICTIM John <u>drowned</u> Martha .
	MEANS The flood <u>exterminated</u> the rats by cutting off access to food .
	CAUSE The rockslide <u>killed</u> nearly half of the climbers.
	INSTRUMENT It's difficult to <u>suicide</u> with only a pocketknife .
Predicates	annihilate.v, annihilation.n, asphyxiate.v, assassin.n, assassinate.v, assassination.n, behead.v, beheading.n, blood-bath.n, butcher.v, butchery.n, carnage.n, crucifixion.n, crucify.v, deadly.a, decapitate.v, decapitation.n, destroy.v, dispatch.v, drown.v, eliminate.v, euthanasia.n, euthanize.v, ...

I linguaggi a “frame” e le “shell”

- Sono ambienti per la progettazione di sistemi intelligenti (un tempo detti sistemi esperti) con formalismi per la descrizione dei domini basata sui *frame*
- Potenti perché integrano logica e conoscenza di tipo procedurale. Un esempio: KEE (Fikes-Kehler, 85)
- Tali ambienti sono detti “*gusci*” – *shell* – perché sono sistemi esperti “svuotati” della conoscenza del dominio)
- Architettura tipica di un sistema “ibrido”:
 - Linguaggio a *frame* (o linguaggio ad oggetti)
 - Linguaggio a *regole* (o linguaggio di programmazione logica)

MODERN KNOWLEDGE REPRESENTATION FORMS

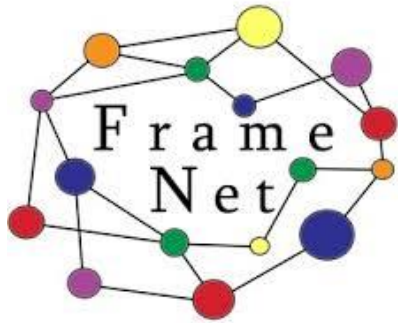
Dalla logica ai Knowledge Graphs

Esempi di Semantic Networks



ConceptNet5

Esempi di Frame Systems



Il Knowledge Graph di Google

- *“A huge knowledge graph of interconnected entities and their attributes”.*

Amit Singhal, Senior Vice President at Google

- *“A knowledge base used by Google to enhance its search engine’s results with semantic-search information gathered from a wide variety of sources”*

http://en.wikipedia.org/wiki/Knowledge_Graph



KG: Fonti

- Basato sulle informazioni derivati da molte fonti, incluse *Freebase*, *CIA World Factbook*, *Wikipedia*, ...
- Contenuto:
 - 570 milioni di oggetti
 - 18 miliardi di fatti e relazioni tra i diversi oggetti

Scopi di un KG (GKG)

Miglioramenti ai processi Web, ad es. Google Search, in 3 dimensioni:

- **Find the right thing**

- Gestire la ambiguità delle lingue (cosa indica il nome proprio Taj Mahal? Un monumento? Un musicista?)

The screenshot shows a Google search for "taj mahal". The search results are divided into two main sections: "Taj Mahal" (the monument) and "Taj Mahal (musician)".

Taj Mahal (Monument):

- Wikipedia: Taj Mahal - Wikipedia, the free encyclopedia. The Taj Mahal is a white marble mausoleum located in Agra, India. It was built by Mughal emperor Shah Jahan in memory of his third wife, Mumtaz Mahal.
- Location: Agra, Uttar Pradesh, India. Symbol of Day of Judgement, SH 62 282001. Phone: 0562 222 6431.
- Height: 561 feet (171 m). Opened: 1648.
- Address: Symbol of Day of Judgement, SH 62 282001, Agra, Uttar Pradesh, India.
- Architectural style: Mughal architecture.
- Phone: 0562 222 6431.
- Architect: Ustad Ahmad Lahauri.

Taj Mahal (Musician):

- Wikipedia: Taj Mahal (musician) - Wikipedia, the free encyclopedia. Henry Saint Clair Fredericks (born May 17, 1942), who uses the stage name **Taj Mahal**, is an American Grammy Award winning blues musician. He incorporates ...
- Atlantic City New Jersey Casino Hotels | Trump Taj Mahal, Atlantic ...
- Trump Taj Mahal Casino Hotel offers restaurants, nightlife and a casino floor you can't resist. Explore our Atlantic City ...
- Taj Mahal (www.tajmahal.gov.in). 262 Google reviews - Write a review.
- Taj Mahal - Welcome to tajblues.com HOME (www.tajblues.com). Official site includes news, tour schedule, discography, audio/video and pictures.
- The Taj Mahal, India (www.islamcity.com/culture/taj/default.htm). Taj Mahal is regarded as one of the eight wonders of the world, and some Western historians have noted that its architectural beauty has never been surpassed.
- Images for taj mahal - Report images.
- Taj Mahal (www.tajmahal.org.uk). Taj Mahal at Agra, India is one of the wonders of the world. Find information related to Taj Mahal travel and tourism in this article.
- Explore the Taj Mahal Virtual Tour - "5 STARS ... (www.taj-mahal.net). "WOW!...Thrilling...Exotic...Ravishing!" says The SundayTimes, London - 360"

Callout Box: See results about

- Taj Mahal Musician**
Henry Saint Clair Fredericks, who uses the stage name Taj Mahal, is an American Grammy Award winning blues
- Trump Taj Mahal Casino Resort**
The Trump Taj Mahal is a casino located at 1000 Boardwalk in Atlantic City, New Jersey, United States, in

Scopi di un KG (GKG)

- **Summaries**

- Sintetizzare in forma strutturata i contenuti delle pagine Web

The image shows a Google search for "Marie Curie". The search results include a Wikipedia snippet, a biography from Nobelprize.org, and a list of related images. A blue-bordered box highlights a structured summary of Marie Curie's life and work, including her birth and death dates, spouse, children, and education. Below the summary, there is a section for "People also search for" with portraits of Albert Einstein, Pierre Curie, Ernest Rutherford, Louis Pasteur, and John Dalton.

Marie Curie

Marie Skłodowska-Curie was a French-Polish physicist and chemist famous for her pioneering research on radioactivity. She was the first person honored with two Nobel Prizes—in physics and chemistry.

Born: November 7, 1867, Warsaw
Died: July 4, 1934, Sancellemoz
Spouse: Pierre Curie (m. 1895–1906)
Children: Irène Joliot-Curie, Ève Curie
Discovered: Radium, Polonium
Education: École Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles de la Ville de Paris, University of Paris

People also search for

Albert Einstein, Pierre Curie, Ernest Rutherford, Louis Pasteur, John Dalton

[Report a problem](#)

Scopi di un KG (GKG)

- **Informazione più concettuale e più ampia**

- Suggestire nuovi fatti (derivati tramite inferenza)
- Anticipare le domande successive di un utente e fornire l'informazione in modo natural e tempestivo (sulla base della storia delle domande dell'utente e della storia delle domande di tutti gli altri utenti)

The screenshot shows a Google search for "matt groening". The search bar contains "matt groening" and the search button is highlighted. The search results show "Matt Groening - Wikipedia, the free encyclopedia" as the top result. The knowledge panel on the right provides biographical information: "Matthew Abram 'Matt' Groening is an American cartoonist, screenwriter, and producer. He is the creator of the comic strip Life in Hell as well as two successful television series, The Simpsons and ...". It also lists his birth date (February 15, 1954), education (Lincoln High School, The Evergreen State College), parents (Margaret Groening, Homer Groening), and siblings (Lisa Groening). A callout box highlights the parents and siblings information. The sidebar on the left shows navigation options like "Everything", "Images", "Maps", "Videos", "News", "Shopping", and "More".

Parents: Margaret Groening, Homer Groening
Siblings: Lisa Groening

GKG e Wikipedia

Molte delle query di search possono essere comprese e elaborate usando le SOLE prime frasi dei testi di Wikipedia



Dieter Fensel
Innsbruck



Dieter Fensel

Dieter Fensel is a researcher in the field of formal languages and the semantic web. He is University Professor at the University of Innsbruck, where he directs the Semantic Technologies Institute ...
Wikipedia



Born: October 10, 1960 (age 52), [Nuremberg](#)

Books: [The knowledge acquisition and representation language, KARL](#)

People also search for



Rudi Studer



Frank van Harmelen



James Hendler



Ian Horrocks



Deborah McGuinne...

GKG e Wikipedia

- Ma di quali pagine?



Tutti Notizie Immagini Maps Video Altro Strumenti

Circa 4.630.000.000 risultati (0,50 secondi)

Nazionale di calcio dell'Argentina

PARTITE NOTIZIE CLASSIFICA GIOCATORI

Coppa del Mondo FIFA 2022 · Ieri Terminata

	3	-	3	
Argentina		Rigori: 4-2		Francia
		Finale		

Lionel Messi 23' (R), 108'
Ángel Di María 36'

Kylian Mbappé 80' (R), 81', 118' (R)

HIGHLIGHTS
Sintesi della partita
RaiPlay

The Final Highlights
Sintesi della partita
FIFA+

GO
Tripletta e pareggio di
RaiPlay

Mostra di più

Feedback

Nazionale di calcio dell'Argentina

Squadra di calcio

La nazionale di calcio dell'Argentina è la squadra di calcio che rappresenta l'Argentina ed è posta sotto l'egida della Asociación del Fútbol Argentino.
[Wikipedia](#)

Allenatore: [Lionel Scaloni](#) *In risalto*

Località: [Argentina](#)

Soprannome: La Albiceleste (La [Biancoceleste](#)); La [Selección](#) (La Selezione)

Capocannoniere: [Lionel Messi](#) (98)

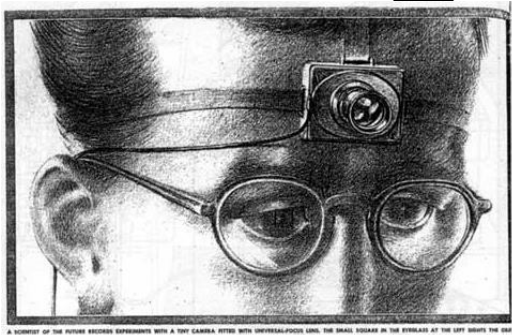
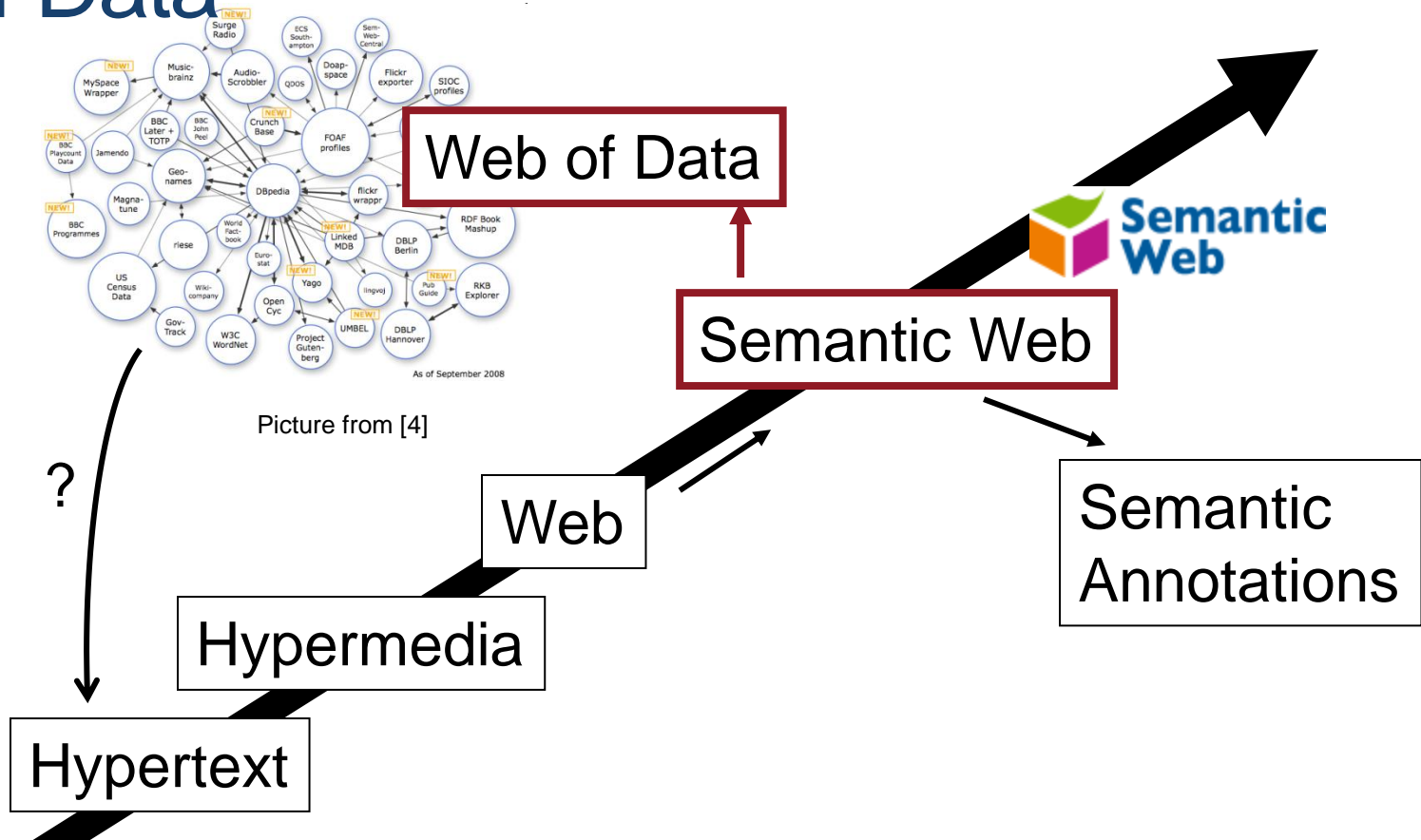
Campionati: [Campionato mondiale di calcio](#), [Coppa dei Campioni CONMEBOL-UEFA](#)

Campi/stadi: [Stadio monumentale Antonio Vespucio Libertri](#), [Estadio Mario Alberto Kempes](#)

Giocatori

Lionel Messi	10
Attaccante	
Paulo Dybala	21

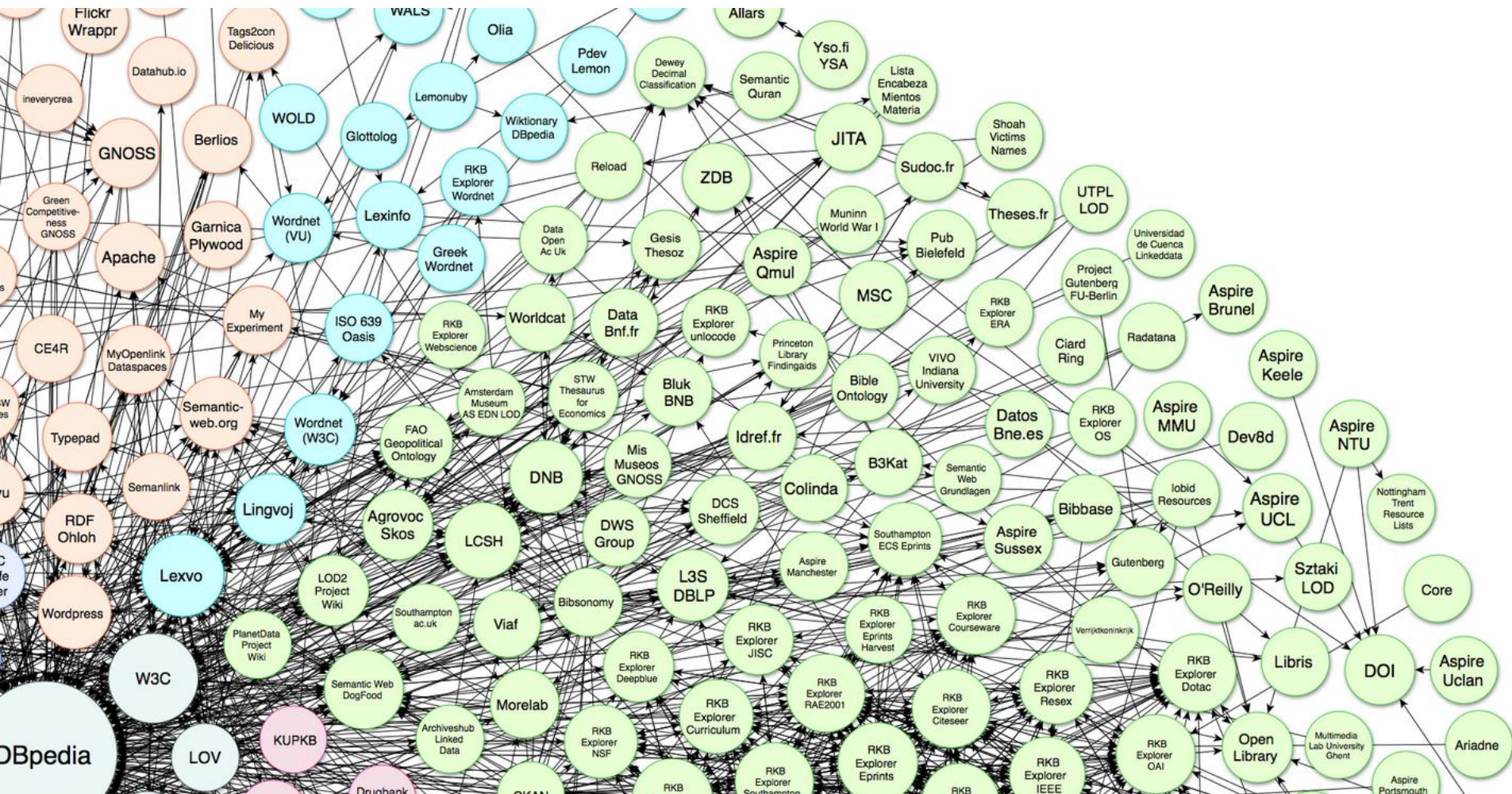
Web of Data



“As We May Think”, 1945

Picture from <http://www.theatlantic.com/doc/194507/bush>

Linked Open Data (<https://lod-cloud.net/#about>)



Sviluppo di Basi di Conoscenza

- Ci sono diversi modi di sviluppare le basi di conoscenza di larga scala
- I principali sono:
 - Il Crowdsourcing dagli esperti di dominio
 - openCyc, snomed
 - Crowdsourcing da Web surfer non specializzati
 - Freebase, wikidata
 - Uso di *Interactive game*
 - conceptNet
 - Sviluppo automatic da dati semi strutturati
 - Data Mining da basi di dati relazionali
 - Compilazione automatica da dati semi strutturati (fatti e db relazionali)
 - Google's knowledge graph, DBpedia
 - Sviluppo automatico Automated construction from unstructured data
 - Machine Learning su testi, immagini, video, e.g. Deepdive, openIE

Completamento di Basi di Conoscenza (Knowledge Base Completion)

- Le KB non sono certamente complete

La automazione dei compiti di estensione e popolamento di grandi basi di conoscenza è divenuto uno dei task dell'AI

Il ruolo delle Rappresentazioni Distribuite

- Rappresentazioni tradizionali (relazionali e discrete)
 - Beijing = [0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0]
 - China = [0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0]
 - $Sim(Beijing, China)=0$

- Rappresentazioni Distribuite (dense)
 - Beijing = [0,0,0,1,0,1,0,0,1,0,0]
 - China = [0,0,1,1,1,0,0,0,1,0,0]
 - $Sim(Beijing, China)=0.84$

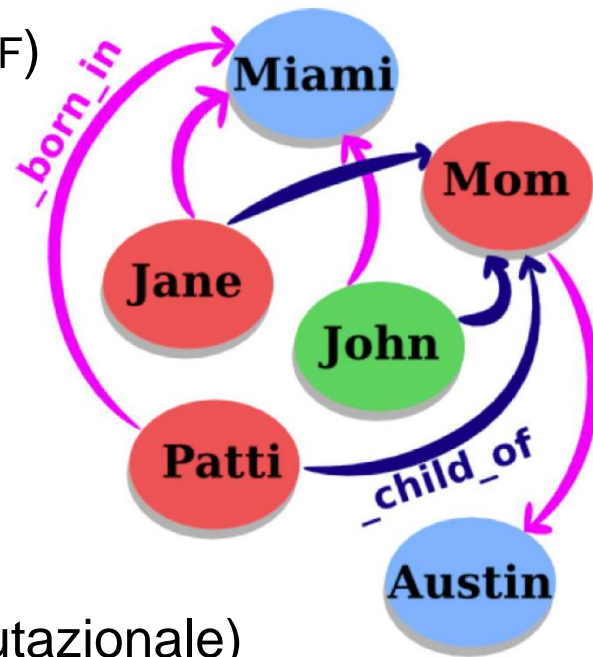
KG: triple (*Head, Relation, Tail*)

Conoscenza in grafi:

- Nodi \leftrightarrow entità (*Miami, Jane, ...*)
- Archi \leftrightarrow relazioni (`_BORN_IN`, `_CHILD_OF`)

Fatti: (*head, relation, tail*)

- head=subject entity
- relation=relation type
- tail=object entity



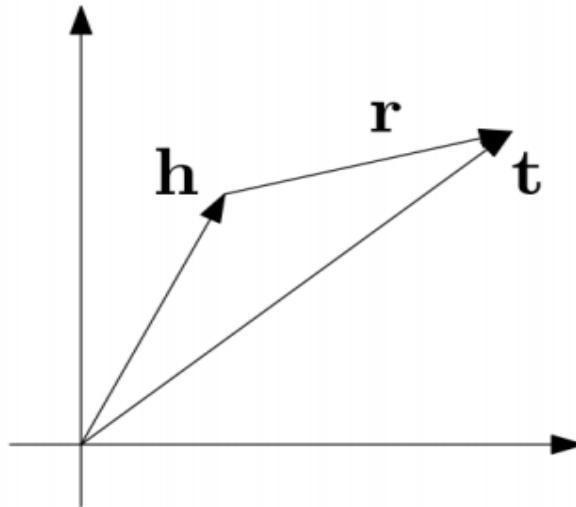
KG esistenti (esemplificativi):

- WordNet:Linguistic KG (lessico computazionale)
- WikiData (World DBs, URL:

https://www.wikidata.org/wiki/Wikidata:Main_Page)

Dalla logica alle rappresentazioni quantitative

Per ogni tripla (*head*, *relation*, *tail*), la relazione corrisponde ad una *mappatura* da una *head* alla corrispondente *tail*



L'obiettivo del learning nello sviluppo delle basi di conoscenza di larga scala è l'apprendimento della logica (vettoriale) delle relazioni *r* in modo che al variare di *h* e *t* si abbia sempre:

$$\underline{h} + \underline{r} = \underline{t}$$

SummarAlzing

- La logica consente un *approccio modulare alla rappresentazione della conoscenza*: all'aumentare degli ambienti (e mondi/domini) a cui un agente può essere applicato è possibile comporre basi di conoscenza logiche caratterizzanti i singoli ambienti in una KB complessiva che preserva globalmente le informazioni e le conoscenze locali
- Tali integrazione spinge a concentrarsi su aspetti generali (cioè riusabili) della conoscenza a formulare modelli portabili, le ontologie.
- Le *ontologie* si basano sul consenso trasversale a diversi domini e stabiliscono il *perimetro semantico delle applicazioni di AI*
 - Cioè che esiste e le sue proprietà, indipendentemente dalla/e applicazione/i sottostante

SummarAlzing

- Le *reti semantiche* sono formalismi agili per la rappresentazione della conoscenza che facilitano l'uso, la progettazione e la gestione di basi di conoscenza di grandi dimensioni
- Esse enfatizzano (e facilitano) alcune inferenze fondamentali (sussunzione e classificazione) per il ragionamento ed hanno una diretta interpretazione logica
- Le reti però sono anche caratterizzate da un uso spesso non proprio dal punto di vista logico che va gestito opportunamente
 - I programmi possono usare le reti in modo improprio confondendo la semantica di relazioni diverse (ad es. IS cioè \subseteq e IS-A, cioè \in)
 - Le eccezioni introducono aspetto di non monotonia nelle interpretazione logiche che vanno gestiti in modo puntuale (*default*)
- Una speciale famiglia di reti logiche sono costituite dai frame che colgono i vantaggi del ragionamento tassonomico e dei default.
- Due modelli semantici largamente usati nei sistemi di NLP (ad es. dialogo uomo-macchina come in Alexa di Amazon) sono
 - *Wordnet* un modello di lessico mentale per la descrizione dei sensi delle parole di una lingua
 - *Framenet*, un sistema lessicalizzato di situazioni (frame) progettato per rappresentare aspetti concettuali del lessico delle lingue