

Rappresentazioni strutturate della conoscenza

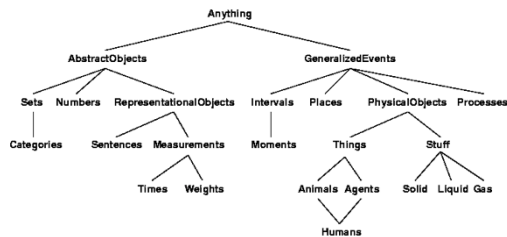
Reti semantiche e *frame*

M. Simi, 2012-2013

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 due specifici:
 - Il ragionamento su categorie (reti semantiche, *frame*, LT, o descrittive)
 - Il calcolo di situazioni, strumentale per la pianificazione

Ontologia generale o superiore



Approccio psicologico-linguistico alla R.C.

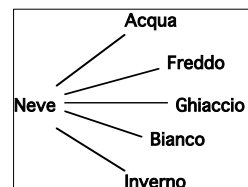
- L'approccio *logico*: per formalizzare il ragionamento valido
 - nato per la matematica e poi esteso al ragionamento di "senso comune".
- L'approccio *cognitivo-linguistico*: pone l'enfasi sui meccanismi per l'acquisizione, strutturazione ed uso della conoscenza
- Forti sinergie con:
 - Studi di psicologia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

Rappresentazioni a grafo

- Precursore: grafi esistenziali di Charles Peirce (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

Teorie associazioniste

Le teorie *associazioniste* si occupano delle relazioni tra simboli e dal significato che scaturisce da tali associazioni



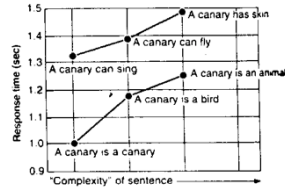
Organizzazione gerarchica dei concetti: esperimenti (Collins, Quillian, 1969)

- Domande:
 - "Un canarino è un uccello?"
 - "Un canarino vola?"
 - "Un canarino respira?"
- Tempi di risposta:

$T1 < T2 < T3$
- Eccezioni

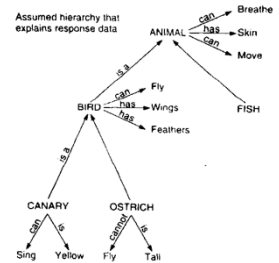
"Uno struzzo vola?"

Risposta immediata



Organizzazione gerarchica dei concetti: interpretazione

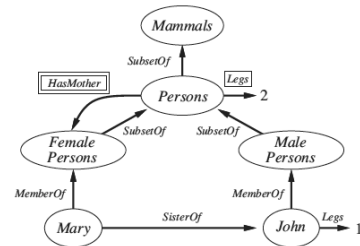
- Le proprietà sono "attaccate" al concetto più generale a cui si applicano
- Trattamento eccezioni
 - Le eccezioni sono memorizzate direttamente con l'oggetto
- Successo della strutturazione gerarchica dei concetti in informatica ed ingegneria dei SW



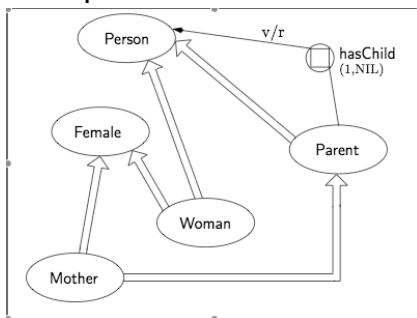
Definizione di rete semantica

- 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

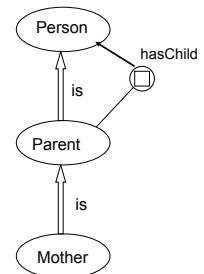


Un esempio di rete



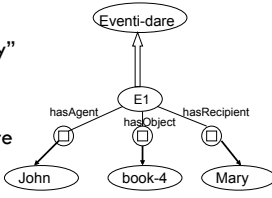
Ereditarietà nelle reti semantiche

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

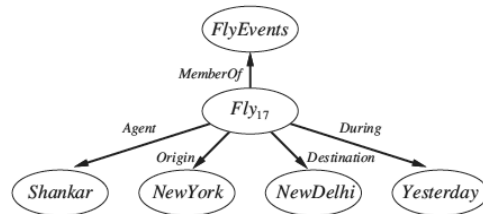


Relazioni n-arie (n > 2)

- Da(John, Mary, book)
"John da un libro a Mary"
- Questa tecnica viene chiamata 'rappresentazione tramite struttura di casi' (case structure representation)

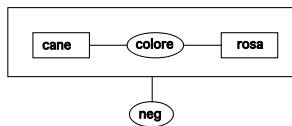


Rappresentazione per casi: esempio



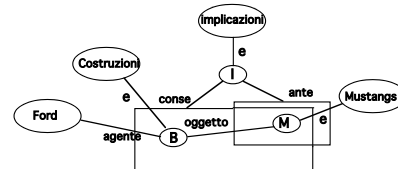
Espressività delle reti semantiche

- Limitato potere espressivo: $\wedge, \vee, \Rightarrow$... non direttamente esprimibili
- Nodi proposizionali nei grafi concettuali di Sowa
Es. "Non ci sono cani rosa"
 $\forall y \neg(\text{cane}(x) \wedge \text{colore}(x,y) \wedge \text{rosa}(y))$



Espressività delle reti semantiche

- Reti partizionate in K-net [Fikes-Hendrix]
"Tutte le Mustang sono costruite da Ford"
- $$\forall x x \in \text{Mustangs} \Rightarrow$$
- $$\exists y y \in \text{Costruzioni} \wedge \text{Oggetto}(y, x) \wedge \text{Agente}(y, \text{Ford})$$



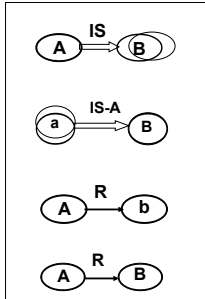
Mancanza di "semantica" delle reti semantiche

- 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 ricavabile solo dai programmi che usano le reti
- Esempi di confusione
 - Stessa relazione per appartenenza e per sotto-insieme
 - Istanza canonica o classe di oggetti?
 - Significato diverso delle relazioni (tra classi, tra classi e oggetti, tra oggetti)

Reti semantiche e logica

- Le reti semantiche una *notazione conveniente* per una parte del FOL, ma pur sempre riconducibili ad un formalismo logico
- Anche se non del tutto ...

Traduzione in logica



NOTA: In maiuscolo le classi, in minuscolo gli individui

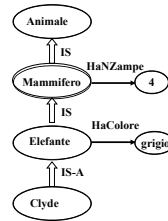
$$\forall x A(x) \Rightarrow B(x)$$

$$B(a)$$

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

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

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:

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

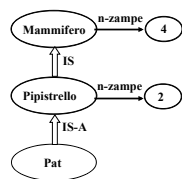
$$\text{Mammifero}(\text{Clyde})$$

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

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

Ereditarietà corrisponde a $\forall E, MP$ e transitività di \Rightarrow

... e le eccezioni?



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

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

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

Pipistrello(Pat)

Si deduce:

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

... ma anche

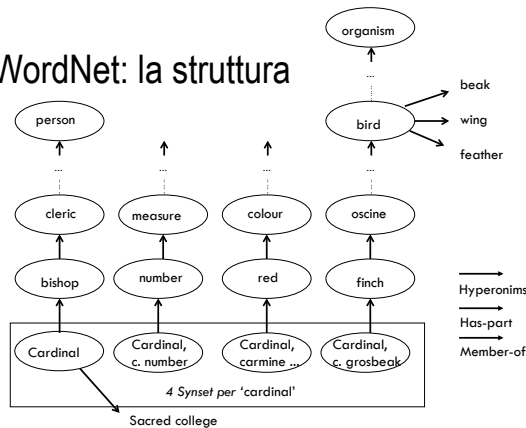
$$\text{NZampe}(\text{Pat}, 4)$$

- 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: 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 ...

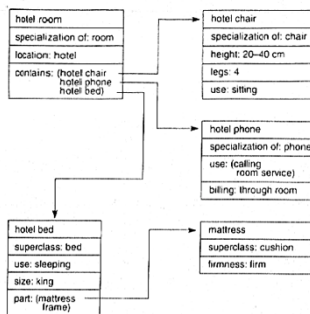
I "frame"

- 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 istanziazione, 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*) \Rightarrow *demoni* o *allegati procedurali*
- Slot particolari sono IS e IS-A per organizzazione gerarchica dei *frame* in sistemi di *frame*

Esempio: 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
- $\text{Quadrilatero}(x) \Leftrightarrow \text{Poligono}(x) \wedge \text{N-lati}(x,4)$
 $\text{Uccello}(x) \Leftrightarrow \text{Bipede}(x) \wedge \text{Pennuto}(x) \wedge \text{Vola}(x) \dots ?$

Definizioni di prototipi

- Quello che caratterizza tipicamente un concetto ...
 - Condizioni necessarie
 - $\text{Uccello}(x) \Rightarrow \text{Vertebrato}(x)$
 - $\text{Uccello}(x) \Rightarrow \text{Bipede}(x)$
 - Condizioni tipicamente necessarie (*default*)
 - $\text{Uccello}(x) \Rightarrow_{\text{tip}} \text{Vola}(x)$
 - $\text{Uccello}(x) \Rightarrow_{\text{tip}} \text{Pennuto}(x)$
 - Condizioni sufficienti (*criteria*)
 - $\text{Canarino}(x) \Rightarrow \text{Uccello}(x)$
 - $\text{Struzzo}(x) \Rightarrow \text{Uccello}(x)$
 - 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)

FE: COMMUNICATOR ...

FE: MESSAGE ...

FE: ADDRESSEE ...

FE: TOPIC ..

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].

I linguaggi a “frame” e le “shell”

- Potenti perché integrano conoscenza di tipo procedurale. Un esempio: KEE (Fikes-Kehler, 85)
- Per la costruzione di sistemi esperti si usano degli strumenti (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)