

La Rappresentazione della Conoscenza

Emiliano Giovannetti

memorie di una mente artificiale

Importanza della conoscenza

- per l'uomo
(se non sa come aprire il frigorifero resta a stomaco vuoto)
- per il calcolatore
(se non sa come sommare due interi sarà sostituito da una calcolatrice)

Definiamo la rappresentazione della conoscenza

E' lo studio di come sia possibile rappresentare la conoscenza del mondo e quali tipi di ragionamento possono essere fatti con tale conoscenza.



Conoscenza e intelligenza artificiale

Un sistema, per essere considerato "intelligente" deve poter:

- rappresentare ed elaborare conoscenza "sfumata" e "incompleta"
- risolvere problemi anche in presenza di informazioni frammentarie ed ambigue
- apprendere

La base di conoscenza

- contiene la conoscenza del sistema;
- a differenza di una base di dati:
 - può contenere informazioni parziali
 - può essere espressa in un linguaggio simbolico dichiarativo
 - permette l'inferenza di nuovi fatti a partire da quelli che vi sono contenuti

Vogliamo realizzare un sistema di IA: che fare?

E' necessario scegliere uno:

schema per la rappresentazione della conoscenza

Requisiti di uno schema (1)

- adeguatezza di rappresentazione
 - per rappresentare tutta la conoscenza del dominio
- adeguatezza inferenziale
 - per manipolare la conoscenza contenuta nel dominio e ricavare nuova conoscenza

Requisiti di uno schema (2)

- efficienza inferenziale
 - per guidare l'inferenza verso le soluzioni più promettenti
- efficienza di acquisizione
 - per acquisire facilmente nuova conoscenza

I formalismi classici

- formalismi procedurali
 - sistemi a regole
 - logica del primo ordine
- formalismi dichiarativi
 - reti semantiche
 - frame

Sistemi a regole

- rappresentazione -

Sono costituiti da tre moduli distinti:

1. un insieme di *regole di produzione*
2. una *memoria di lavoro*
3. un *motore inferenziale* (interprete)

Sistemi a regole

- ragionamento (1) -

Ogni regola di produzione è composta da:

- un **antecedente**, che esprime una situazione o premessa;
- un **conseguente**, che afferma la conclusione da trarre se la premessa è vera

Se **antecedente** allora **conseguente**

condizioni azioni

Sistemi a regole

- ragionamento (2) -

L'attivazione di una **regola** comporta una modifica della **memoria di lavoro** che costituisce la rappresentazione del mondo.

L'**interprete** ha il compito di riconoscere le premesse vere confrontandole con il contenuto della memoria di lavoro ed eseguire le azioni conseguenti all'attivazione delle regole. Se ci sono più regole attivabili deve **risolvere i conflitti**.

Sistemi a regole

- ragionamento (3) -

Possono generarsi **catene di inferenze** :

Due metodi per la generazione di catene:

- concatenamento in avanti (forward chaining)
si cerca di arrivare ad una soluzione a partire dai dati iniziali del problema e applicando le regole
- concatenamento all'indietro (backward chaining)
si parte da un obiettivo e si cerca di dimostrarne la coerenza con i dati iniziali applicando le regole all'indietro

Sistemi a regole

- esempio 1a -

Un esempio "astratto":

Insieme della regole :

Se

"x è una disciplina priva di solidi fondamenti teorici"
and

"x non fornisce prove empiriche"

Allora

"x non ha alcun fondamento scientifico"

Sistemi a regole

- esempio 1b -

Memoria di lavoro :

1. "L'astrologia è una disciplina priva di solidi fondamenti teorici"
2. "L'astrologia non fornisce prove empiriche"

Sistemi a regole

- esempio 1c -

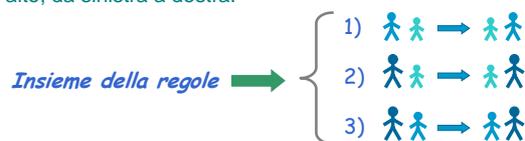
Il **motore inferenziale** fa il confronto tra "x" e "**astrologia**" e attiva la regola: nella memoria di lavoro sarà aggiunto il seguente fatto:

3. "L'**astrologia** non ha alcun fondamento scientifico."

Sistemi a regole

- esempio 2a -

Un esempio più concreto: ordinamento di persone (di 3 altezze diverse) per foto di gruppo, dal più basso al più alto, da sinistra a destra.



Strategia per la risoluzione dei conflitti:

- selezionare la prima regola

Sistemi a regole

- esempio 2b -

ciclo	memoria di lavoro	regole attivabili	regola selezionata
0		1, 2, 3	1
1		2	2
2		2, 3	2
3		1, 3	1
4		2	2
5		3	3
6		0	fine

Sistemi a regole

- vantaggi -

- semantica delle regole molto intuitiva
- si adattano a domini di ogni genere
- tramite **meta-regole** possono fornire spiegazioni per motivare l'attivazione delle regole

Sistemi a regole

- ... e limiti -

- mal si prestano a modifiche della base di conoscenza
- fase di confronto computazionalmente molto dispendiosa

Logica del primo ordine

- rappresentazione -

La conoscenza è rappresentata per mezzo di **predicati** :

— assume (Gabriele, vaccino)

Conoscenza iniziale: assiomi

Conoscenza nuova: teoremi

Logica del primo ordine

- ragionamento -

Per dedurre nuovi teoremi si usano *regole di inferenza* composte da:

- un insieme di premesse
- una conclusione

assume (Paolo, vaccino), omeopatico (vaccino)

⇒

prende (Paolo, influenza)

Logica del primo ordine

- vantaggi -

- rappresentazione intuitiva della conoscenza:

“Tutti i pianeti sono attratti dal Sole”
diventa

$\forall x: \text{pianeta}(x) \Rightarrow \text{attratto}(x, \text{Sole})$

- semantica chiara e definita:

ci sono metodi standardizzati per
determinare il significato di un'espressione

Logica del primo ordine

- ... e limiti -

- monotona:

l'aggiunta di un teorema non provoca la
cancellazione di un teorema precedente

- inefficiente:

la dimostrazione automatica coinvolge metodi
di ricerca di natura *esponenziale*

Reti semantiche

- rappresentazione (1) -

Una rete semantica è una struttura reticolare composta da nodi ed archi:

- i nodi rappresentano oggetti, concetti o eventi
- gli archi rappresentano relazioni di vario tipo tra i nodi

Reti semantiche

- un po' di storia -

- Nascono come modo di rappresentare il significato di parole del linguaggio naturale:

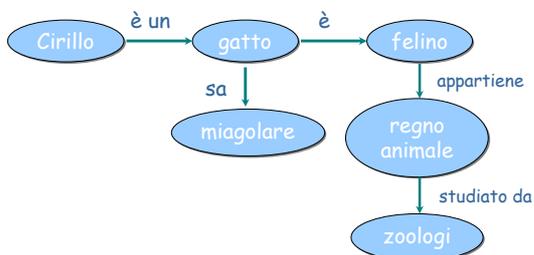
arco = predicato

nodo = soggetto, complemento, ecc.

- Vengono proposte come modello della memoria umana: strutture complesse in relazione tra loro per modellare dipendenza, tipicità, somiglianza, ecc

Reti semantiche

- rappresentazione (2) -



Reti semantiche

- rappresentazione (3) -

Gli archi "è" ed "è un" costruiscono gerarchie ereditarie e permettono di trarre le seguenti conclusioni:

- **Cirillo è un gatto** (vero)
- **Cirillo è un felino** (vero)
- **Un gatto è un felino** (vero)

Reti semantiche

- rappresentazione (4) -

Gli altri archi, etichettati come "sa", "appartiene" e "studiato da" forniscono, tra gli altri, i seguenti fatti:

- Cirillo sa miagolare (vero)
- Cirillo appartiene al regno animale (vero)
- Cirillo è studiato dagli zoologi (non necessariamente vero)

Reti semantiche

- ragionamento -

Le reti semantiche sono spesso utilizzate per:

- rappresentare la memoria di lavoro di un sistema a regole
- rappresentare la base di conoscenza di un sistema esperto

in entrambi i casi la componente inferenziale (esterna alla rete) interroga la rete stessa per estrarre la conoscenza

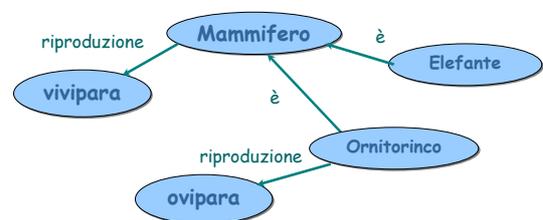
Reti semantiche

- vantaggi (1) -

- rappresentazione intuitiva e facilmente comprensibile della conoscenza
- sono in grado (diversamente dalla FOL) di gestire conoscenze di default ed eccezioni

Reti semantiche

- vantaggi (2) -



Reti semantiche

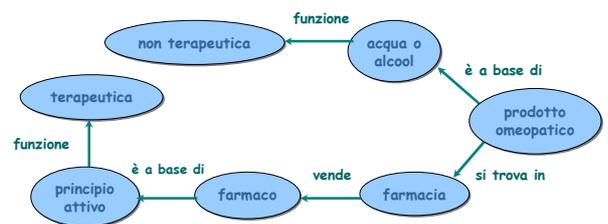
- ... e limiti (1) -

- sono poco espressive:
 - per rappresentare concetti semplici sono talvolta necessarie reti gigantesche (per questo sono stati introdotti i *frame*)
- non hanno una semantica formale standardizzata

Reti semantiche

- ... e limiti (2) -

- pongono problemi di eredità multipla:



Frame

- rappresentazione -

Un **frame** è una struttura dati formata da coppie:

attributo (slot) + valore (filler)

che descrive una entità del mondo.

- Un **filler** può essere
 - un valore specifico
 - un riferimento ad un altro frame
 - un valore di default
 - una procedura da attivare in certi casi (*demone*)

Frame

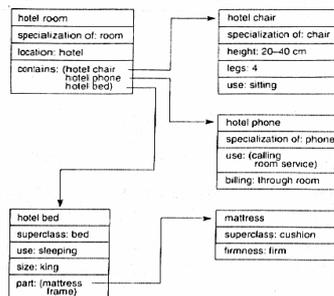
- ragionamento -

- Una caratteristica importante è l' **ereditarietà**:
- Un frame discendente di un altro frame eredita tutti gli slot e i rispettivi valori
- Sono come i nodi di una rete semantica ma arricchiti da una **struttura** che individua delle proprietà

Frame

- un esempio -

Il frame di una stanza d'albergo è visto come specializzazione del frame stanza.



Frame

- vantaggi -

- permettono rappresentazioni compatte anche di concetti complessi
- piuttosto efficienti da elaborare
- facile gestione dei *default*

Frame

- ... e limiti -

- non esiste una semantica formale universalmente accettata

La logica descrittiva

E' uno schema di rappresentazione *ibrido* che combina:

- l'espressività dei frame
- il rigore della logica

La logica descrittiva

è una *contrazione* della *logica del primo ordine* :

- perde : variabili, quantificatori, connettivi, ecc. → *espressività*
- guadagna : efficienza computazionale, intuitività dei frame