

Sistemi di Elaborazione dell'informazione II

Corso di Laurea Specialistica in Ingegneria Telematica

II anno – 4 CFU

Università Kore – Enna – A.A. 2008-2009

Alessandro Longheu

<http://www.diit.unict.it/users/alongheu>

alessandro.longheu@diit.unict.it

Dati Semistutturati: Logica e Proof

A. Longheu – Sistemi di Elaborazione delle Informazioni II

Intelligenza artificiale e knowledge representation

- Il settore dell'AI, conosciuto anche come rappresentazione della conoscenza (KR), ebbe origine nella seconda metà degli anni sessanta. L'obiettivo era quello di sviluppare dei formalismi atti alla rappresentazione della conoscenza nei sistemi di AI. Un sistema di KR deve possedere:
 - un linguaggio di rappresentazione, ossia un insieme di strutture sintattiche adatte a codificare le informazioni che si devono rappresentare;
 - un insieme di regole che consentano di manipolare le strutture sintattiche ed ottenere le inferenze desiderate; le regole devono poter essere formulate sotto forma di procedure implementabili.
- Tali requisiti risultano essere soddisfatti dai sistemi formali sviluppati in **logica matematica**. Alcuni ricercatori di IA hanno tuttavia ritenuto che la logica non fosse adatta ed hanno proposto formalismi di rappresentazione alternativi quali reti semantiche, frame, sistemi a regole di produzione.

Intelligenza artificiale e knowledge representation

- Oggetto di studio della **logica** (disciplina assai più antica dell'AI e nata con intenti da essa indipendenti) sono i nessi inferenziali tra enunciati. Col termine enunciato, o proposizione, ci si riferisce a "qualunque espressione linguistica che possa essere vera oppure falsa"; un'inferenza è un processo che, a partire da alcuni enunciati di partenza - le premesse -, consente di asserire un altro enunciato - la conclusione -. Tradizionalmente la logica si occupa solo di inferenze deduttivamente valide. In logica, lo studio delle inferenze valide si basa su di un processo di formalizzazione il quale si poggia su di:
 - un **linguaggio formale** in cui esprimere come formule premesse e conclusioni;
 - delle **regole di inferenza** che, operando sulle formule, consentano di derivare delle conclusioni dalle premesse.

3

Intelligenza artificiale e knowledge representation

- La logica proposizionale cattura le forme più semplici di inferenza logica, ossia quelle della cui validità si può render conto senza prendere in considerazione la struttura interna delle proposizioni, supposte come atomiche
 - Le proposizioni atomiche possono essere combinate per creare delle proposizioni complesse. Il linguaggio formale della logica proposizionale consente di rappresentare le proposizioni composte sfruttando dei **connettivi proposizionali** (negazione, congiunzione, disgiunzione, condizionale materiale). Il significato dei connettivi può essere schematizzato attraverso le **tavole di verità** (nelle quali è possibile vedere come al variare del valore di verità delle formule A e B, varia il valore di verità delle formule ottenute utilizzando i diversi connettivi).

4

Intelligenza artificiale e knowledge representation

- Non tutte le inferenze valide possono essere formalizzate con gli strumenti della logica proposizionale. È necessario talvolta "smontare" le proposizioni atomiche e considerare la loro struttura interna. Per poter fare ciò occorre una logica maggiormente espressiva quale ad esempio la **logica dei predicati del primo ordine** che risulta essere caratterizzata da:
 - un alfabeto di simboli;
 - un insieme di termini (che dovrebbero denotare gli "oggetti" dell'insieme che si sta considerando);
 - un insieme di formule cioè un insieme di stringhe composte di simboli dell'alfabeto che vengono considerate sintatticamente corrette.

5

Intelligenza artificiale e knowledge representation

- La logica dei predicati del primo ordine è una estensione della logica proposizionale. La differenza risiede nel fatto che il linguaggio consente di rappresentare la struttura interna delle proposizioni atomiche e che le regole di inferenza tengono conto di tale struttura. Inoltre per potenziare la capacità rappresentativa della logica dei predicati è necessario introdurre altri due elementi:
 - variabili individuali che consentono di rappresentare individui generici del dominio;
 - quantificatori: espressioni come "qualcosa" (quantificatore esistenziale) e "ogni cosa" (quantificatore universale).

6

Intelligenza artificiale e knowledge representation

- La logica come strumento di knowledge representation è stata oggetto di varie critiche.
- Una prima obiezione è relativa al fatto che le rappresentazioni logiche sono poco strutturate, da ciò ne consegue che la conoscenza viene rappresentata mediante diversi enunciati tra loro indipendenti quindi le informazioni risultano sparpagliate.
- Inoltre esistono tipi di inferenza non riconducibili a inferenze deduttivamente valide
- Sono state quindi presentate altre proposte alternative

7

Intelligenza artificiale e knowledge representation

- Una delle principali alternative alla logica è rappresentata dalle **reti semantiche**.
- Le reti semantiche costituiscono una classe di sistemi di rappresentazione tipici dell'IA. L'idea che ne è alla base è quella di utilizzare come strumento di rappresentazione un grafo, in cui ad ogni nodo è associata un'entità concettuale e in cui le relazioni fra le entità concettuali sono rappresentate mediante archi che connettono i nodi.
- Se la struttura generale può essere descritta agevolmente in questo modo bisogna anche precisare che sono stati sviluppati nel tempo diversi tipi di reti semantiche.
- Rispetto ai modelli basati sulla logica, le reti semantiche dovrebbero consentire di rappresentare la conoscenza con delle strutture associative più simili a quella ipotizzata per la memoria umana.

8

Intelligenza artificiale e knowledge representation

- Nell'ambito dell'AI, le reti semantiche furono sviluppate a partire dal **modello computazionale di Quillian** (i cui interessi erano di tipo prevalentemente psicologico) sulla struttura della memoria e sulla rappresentazione della conoscenza lessicale.
- L'obiettivo di Quillian era quello di fornire un modello dell'organizzazione della memoria semantica di un essere umano (secondo il modello di Quillian, i concetti o significati delle parole nella mente sono interconnessi mediante una struttura reticolare).
- In tale modello erano presenti molte caratteristiche tipiche dei sistemi a rete semantica successivi: ad esempio gli archi che rappresentano relazioni di sottoclasse fra concetti diventeranno un costrutto fondamentale di quasi tutte le reti semantiche.

9

Intelligenza artificiale e knowledge representation

- Tali meccanismi evolveranno in seguito nel principio dell'**ereditarietà fra concetti**, in base a cui i concetti più specifici ereditano le caratteristiche dei loro superconcetti più generali.
- Collins e Quillian nel 1970 presentarono un tipo di rete che ebbe grande importanza per gli sviluppi successivi della ricerca:
 - privilegiando il ruolo degli archi del tipo **superset** i quali strutturano la rete come una gerarchia di concetti.
 - Le proprietà più generali venivano introdotte ai livelli più alti della tassonomia e diventava esplicito in tal modo il meccanismo dell'ereditarietà;
 - inoltre veniva esplicitato il meccanismo per cui proprietà definite a livelli più specifici potevano "cancellare" proprietà incompatibili derivanti dai livelli superiori.

10

Intelligenza artificiale e knowledge representation

- Importanti innovazioni furono successivamente introdotte da **Carbonell**, ossia la distinzione fra **concept units** e **example units** (nodi che rappresentano concetti generali e nodi che rappresentano istanze specifiche).
- Uno dei più noti formalismi a rete semantica è rappresentato dalla **teoria della dipendenza concettuale di R.Schank**. Quest'ultimo identifica un insieme di azioni primitive che, se opportunamente combinate, dovrebbero consentire di costruire la rappresentazione del significato di qualsiasi verbo. Inoltre in tale teoria viene definito un insieme di relazioni di dipendenza concettuale (relazioni concettuali fra azioni primitive e oggetti o situazioni del mondo).

11

Intelligenza artificiale e knowledge representation

- Un diverso tipo di sistema di rappresentazione della conoscenza fu proposto da **Minsky: i frames**.
- Minsky parte dal presupposto che molte teorie proposte sia in psicologia sia in IA prevedono rappresentazioni di tipo troppo locale e poco strutturato per risultare adeguate come rappresentazioni della conoscenza di senso comune e per servire da base alla simulazione di comportamenti intelligenti.
- I frame sono un tipo di rappresentazione più strutturato e complesso, basato sull'idea che la memoria umana sia strutturata in un insieme di schemi (rappresentazioni stereotipiche di oggetti e situazioni). Gli esseri umani, di fronte a delle situazioni nuove, identificano lo schema che meglio si applica ai dati disponibili e agiscono sulla base delle informazioni in esso disponibili.

12

Intelligenza artificiale e knowledge representation

- Un punto di svolta nella ricerca sulla rappresentazione della conoscenza è costituito dai lavori di W.Woods, secondo cui non esisteva alcuna teoria delle reti semantiche. Propose pertanto di introdurre nelle reti semantiche un formalismo rigoroso.
- Come risposta alla richiesta di rigore di Woods, R.Brachman propose una classe di formalismi detti **reti semantiche ad ereditarietà strutturata**.
- Verso la fine degli anni '70, seguendo i principi di queste ultime, Brachman sviluppò un sistema di rappresentazione della conoscenza, denominato **KL-ONE**, che ebbe grande influenza sugli sviluppi successivi della ricerca. Questo sistema può essere considerato il capostipite dei sistemi di rappresentazione della conoscenza basati sulle logiche descrittive.