
ANNO ACCADEMICO 2024/2025

Intelligenza Artificiale e Laboratorio

Teoria

Altair's Notes



DIPARTIMENTO DI INFORMATICA

CAPITOLO 1	INTRODUZIONE	PAGINA 5
-------------------	---------------------	-----------------

1.1	Il Corso in Breve... Motivazioni — 5	5
-----	---	---

CAPITOLO 2	IL PROLOG	PAGINA 8
-------------------	------------------	-----------------

2.1	Le Basi Liste — 10	8
2.2	Interprete PROLOG Breve Ripasso di Logica — 11	10

Premessa

Licenza

Questi appunti sono rilasciati sotto licenza Creative Commons Attribuzione 4.0 Internazionale (per maggiori informazioni consultare il link: <https://creativecommons.org/version4/>).



Formato utilizzato

Box di "Concetto sbagliato":

Concetto sbagliato 0.1: Testo del concetto sbagliato

Testo contenente il concetto giusto.

Box di "Corollario":

Corollario 0.0.1 Nome del corollario

Testo del corollario. Per corollario si intende una definizione minore, legata a un'altra definizione.

Box di "Definizione":

Definizione 0.0.1: Nome delle definizioni

Testo della definizione.

Box di "Domanda":

Domanda 0.1

Testo della domanda. Le domande sono spesso utilizzate per far riflettere sulle definizioni o sui concetti.

Box di "Esempio":

Esempio 0.0.1 (Nome dell'esempio)

Testo dell'esempio. Gli esempi sono tratti dalle slides del corso.

Box di "Note":

Note:-

Testo della nota. Le note sono spesso utilizzate per chiarire concetti o per dare informazioni aggiuntive.

Box di "Osservazioni":

Osservazioni 0.0.1

Testo delle osservazioni. Le osservazioni sono spesso utilizzate per chiarire concetti o per dare informazioni aggiuntive. A differenza delle note le osservazioni sono più specifiche.

1

Introduzione

1.1 Il Corso in Breve...

1.1.1 Motivazioni

Definizione 1.1.1: Intelligenza Artificiale

L'intelligenza artificiale (o IA, dalle iniziali delle due parole, in italiano) è una disciplina appartenente all'informatica che studia i fondamenti teorici, le metodologie e le tecniche che consentono la progettazione di sistemi hardware e sistemi di programmi software capaci di fornire all'elaboratore elettronico prestazioni che, a un osservatore comune, sembrerebbero essere di pertinenza esclusiva dell'intelligenza umana.

Note:-

Meh, in realtà l'IA è una disciplina di confine. Però le tematiche sono prettamente informatiche.

IA In breve:

- Area di ricerca dell'informatica.
- Si occupa di tutto ciò che serve per rendere un computer intelligente come un essere umano.
- Interessata a problemi *intelligenti*: problemi per cui non esiste/non è noto un algoritmo di risoluzione¹.

Note:-

Il cubo di Rubik non è un gioco intelligente >:(

Ci sono tante sotto-aree di ricerca:

- Rappresentazione della conoscenza e ragionamento.
- Interpretazione/sintesi del linguaggio naturale.
- Apprendimento automatico.
- Pianificazione.
- Robotica.

¹Tris, il labirinto, etc.

Si collega a tante discipline, oltre all'informatica:

- Filosofia.
- Fisica.
- Psicologia.

Questo insegnamento ha l'obiettivo di approfondire le conoscenze di Intelligenza Artificiale con particolare riguardo alle capacità di un agente intelligente di fare *inferenze* sulla base di una *rappresentazione esplicita della conoscenza* sul dominio. In questo corso si faranno anche sperimentazione di metodi di ragionamento basati sul paradigma della *programmazione logica*, sull'uso di *formalismi a regole* (CLIPS) e su *reti bayesiane* (ragionamento probabilistico²).

Programma:

- Dal punto di vista metodologico saranno a rontate problematiche relative a:
 - Meccanismi di ragionamento per calcolo dei predicati del primo ordine.
 - Programmazione logica.
 - Ragionamento non monotono.
 - Answer set programming.
- Queste metodologie verranno a rontate dal punto di vista sperimentale con l'introduzione dei principali costrutti del *Prolog*, lo sviluppo di strategie di ricerca in Prolog e l'utilizzo dell'ambiente *CLINGO* nella risoluzione di problemi in cui sia necessaria l'applicazione di meccanismi di ragionamento non monotono e del paradigma dell'Answer Set Programming.

Domanda 1.1

E le novità dell'AI che vanno di moda?

Risposta: vengono trattate in altri corsi (TLN, RNDL, AAUT, ELIVA, AGINT).

²Odio la probabilità con tutto il mio cuore <3

2

Il PROLOG

Definizione 2.0.1: PROLOG

PROLOG (Programming Logic) è un *linguaggio dichiarativo* basato sul *paradigma logico*:

- Non si descrive cosa fare per risolvere un problema.
- Si descrive la situazione reale con *fatti* e *regole* e si chiede all'interprete di verificare se un *goal* segue oppure no secondo una logica classica.

Note:-

Il PROLOG è equivalente alla logica dei predicati del primordine.

2.1 Le Basi

Definizione 2.1.1: Fatti

Si rappresenta con dei *fatti* un dominio di interesse.

Esempio 2.1.1 (Fatto)

Fatto per descrivere che un alimento contiene più calorie di un altro:

- piuCalorico(wurstel, banana).
- Rappresenta il fatto che il würstel è un alimento maggiormente calorico rispetto alla banana.

Definizione 2.1.2: Regole

Si rappresentano le possibili inferenze con delle *regole*:

`head := subgoal1, subgoal2, ..., subgoaln`

Esempio 2.1.2 (Regola)

`felino(X) := gatto(X)`

Rappresenta la regola che permette di concludere che i gatti sono felini.

Idee di base del PROLOG:

- Regole ricorsive.
- L'interprete analizza i fatti e le regole nell'ordine in cui si trovano nel programma.
- Meccanismo di pattern matching per unificare variabili e termini.
- L'interprete, dato un programma, cerca di dimostrare un goal considerando fatti e applicando regole, nel secondo caso generando sotto-goal.

Definizione 2.1.3: Clausole

Le clausole sono i fatti o le regole. Contengono:

- Atomi:
 - Costanti.
 - Numeri.
- Variabili.
- Termini Composti, ottenuti applicando funtori a termini.

Note:-

Un programma PROLOG è un insieme di clausole.

Osservazioni 2.1.1

- L'estensione dei file PROLOG è 'pl'.
- In PROLOG le variabili hanno l'iniziale maiuscola.
- L'unica struttura dati nativa è la lista.
- Per eseguire swi: swipl.
- Per compilare: ['nomefile.pl'].
- Il comando ';' indica possibili alternative.
- Il comando 'trace.' consente un'esecuzione passo per passo.
- L'ordine è importante perché PROLOG "legge" dall'alto verso il basso.

Qualche predicato *built-in*:

- `var(X)`: indica se X è una variabile.
- `ground(X)`: indica se X è istanziata.
- `atom(X)`: indica se X è atomica.

2.1.1 Liste

Definizione 2.1.4: Lista

La *lista* è la struttura dati principale in PROLOG. Una lista è caratterizzata da una testa e da una coda:

- Testa: primo termine (a sinistra) della lista.
- Coda: la lista dei termini dal secondo (incluso) in poi.

Note:-

Rappresentata come [Head | Tail].

```
?- [1,2,3,4,5] = [Head | Tail].
Head = 1
Tail = [2,3,4,5] = [Head | Tail]
Yes

?- [a, ciao, [], 2, [1, saluti]] = [Head | Tail].
Head = a
Tail = [ciao, [], 2, [1, saluti]]
Yes
```

Figure 2.1: Le liste in PROLOG.

Predicati *built-in*:

- `length(Lista, N)`: ha successo se la *Lista* contiene *N* elementi.
- `member(Elemento, Lista)`: ha successo se la *Lista* contiene il termine *Elemento*.
- `select(Elemento, Lista, Rimanenti)`: rimuove *Elemento* da *Lista* e restituisce *Rimanenti*.

2.2 Interprete PROLOG

Domanda 2.1

Come avviene l'esecuzione di programmi PROLOG?

- Esecuzione mediante *backward chaining* in profondità.
- Si parte dal *goal* che si vuole derivare:
 - *Goal* = congiunzione di formule atomiche G_1, G_2, \dots, G_n .
 - Si vuole dimostrare, mediante risoluzione, che il goal segua logicamente dal programma.
- Una regola $A : -B_1, B_2, \dots, B_m$ è applicabile a G_i se:
 - Le variabili vengono rinominate.
 - A e G_i unificano.

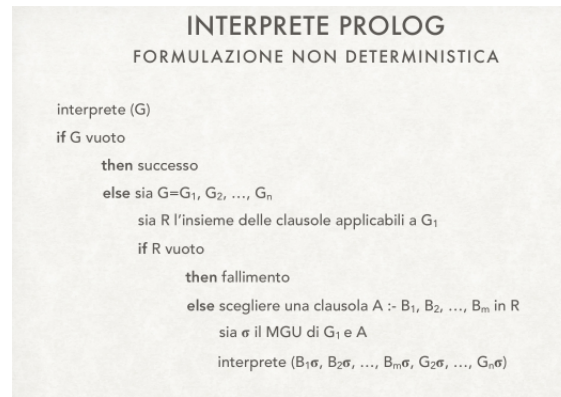


Figure 2.2: Una formulazione non deterministica di come funziona l'interprete PROLOG.

Note:-

MGU è il Most General Unifier: minimo sforzo per rendere uguali due variabili (il fatto e il goal).

- La computazione ha successo se esiste una computazione che termina con successo.
- Non determinismo: non è specificata la regola scelta in R.
- Ma l'interprete PROLOG si comporta in modo *deterministico*:
 - Le clausole vengono considerate nell'ordine in cui sono scritte nel programma.
 - Viene fatto backtracking all'ultimo punto di scelta ogni volta che la computazione fallisce.
- In caso di successo, l'interprete restituisce una sostituzione per le variabili che compaiono nel goal.

2.2.1 Breve Ripasso di Logica**Definizione 2.2.1: Logica Classica**

Conseguenza logica definita semanticamente: dato una teoria e una formula, diciamo che la formula segue dalla teoria se essa è vera in tutti i modelli della teoria.

Esempio 2.2.1 (Gatti)

- I gatti miagolano: $\text{gatto} \rightarrow \text{miagola}$.
- I persiani sono gatti: $\text{persiano} \rightarrow \text{gatto}$.
- Si vuole dimostrare che i persiani miagolano: $k \models \text{persiano} \rightarrow \text{miagola}$.

- Semantica: tavola di verità

$\text{gatto} \rightarrow \text{miagola}$			$\text{persiano} \rightarrow \text{gatto}$			$\text{persiano} \rightarrow \text{miagola}$			
0	1	0	1	0	1	0	0	1	0
0	1	1	1	0	1	0	0	1	1
0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
0	1	1	0	1	0	0	1	1	1
1	0	0	0	0	1	1	0	1	0
1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
1	0	0	0	1	1	1	1	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

$\text{gatto} \rightarrow \text{miagola} \wedge \text{persiano} \rightarrow \text{gatto}$

