

Lezione 4

LP e DataLog

- LP (Logica Proporzionale)
 - Abbiamo dato sintassi e semantica delle **formule** di LP
 - Oggi vediamo
 - KB: rappresentazione di conoscenze in LP
 - SR: sistema di ragionamento per LP

4.1. LP: teorie (KB) e modelli

- **Una teoria** KB è un insieme di formule
 - le teorie fanno parte della sintassi: sono la sintassi in cui esprimere una base di conoscenza KB
 - le formula di KB sono dette assiomi della teoria
- Un **modello** di KB è un'interpretazione I tale che $I \models F$ per ogni F appartenente a KB
 - I modelli fanno parte della semantica: corrispondono alle realtà rappresentate dalla teoria

Notazione: $I(A) = \mathbf{v}$ si scrive $I \models A$

Esercizio

- $KB1 = \{\text{nuvolo, ventoso, in_barca}\}$
- $KB2 = \{\text{nuvolo, ventoso, ventoso} \wedge \neg \text{temporale} \rightarrow \text{in_barca}\}$
- $I = \{\text{nuvolo, ventoso, in_barca}\}$ è modello di KB1 e di KB2?
- Dare una I che non sia modello di KB1 ma sia modello di KB2.
- KB1 ha I come (unico) **modello minimo. (EC)**
Modello minimo: **assunzione mondo chiuso**
- Se l'agente deve simulare un patito della barca a vela, quale delle due KB è più "intelligente"?

4.1.1. Conseguenze logiche e dimostrazioni

- Una formula F è **conseguenza logica** di KB: $KB \models F$ sse, per ogni modello I di KB, $I \models F$
 - la nozione di conseguenza logica fa parte della semantica; riguarda le proprietà vere in tutte le situazioni modellate da KB
- Un calcolo è un insieme di regole di dimostrazione. Una **dimostrazione** è una successione di passaggi certificabili in base alle **regole del calcolo**, che porta dagli **assiomi** di KB ad un **teorema** F:
 - $KB \vdash F$ (da KB si dimostra F) sse esiste una dimostrazione del teorema F che usa gli assiomi di KB;

4.1.2. Calcoli = sistemi di ragionamento per LP

TEOREMI (ripasso da logica)

- **Validità:** $KB \vdash F \rightarrow KB \models F$
- **Completezza:** $KB \models F \rightarrow KB \vdash F$
- Per i teoremi di validità e completezza, un **calcolo** per la logica proposizionale classica è un **SR** (Sistema di Ragionamento) per LP:
 - **Domande:** F ? (cioè $KB \models F?$)
 - **Risposte:** SI / NO
- **FATTO:** in LP $KB \models F$ è decidibile con complessità esponenziale (se KB è finita).

Dove siamo: concetti, notazioni e teoremi da conoscere

- **Interpretazione** $I : P \rightarrow \{\mathbf{v}, \mathbf{f}\}$ o $I \subseteq P$
- **Verità** di una formula F in I: $I \models F$
- Interpretazione I **modello** di una teoria KB: $I \models KB$
- Modelli (e interpretazioni) di Herbrand
- Formula F **conseguenza logica** di una teoria KB: $KB \models F$
- **Dimostrazione**: successione di passaggi certificabili in base alle **regole di un calcolo**, che porta dagli **assiomi** di KB ad un **teorema** F:
 $KB \models F$ sse esiste una dimostrazione di F
- **Validità**: $KB \models F \implies KB \models F$
- **Completezza**: $KB \models F \implies KB \models F$
- **Domande**: F?
- **Risposte**: SI/NO

4.2. DataLog Proporzionale (DLP)

- Sottosistema di LP, primo passo verso DataLog
- Il calcolo per DLP verrà esteso a DataLog e Prolog
 - Sinonimi di “calcolo”:
 - Sistema di ragionamento (SR)
 - “motore inferenziale”
 - ...

La sintassi di DLP

- **Atomi**: atomiche (simboli proposizionali P)
- **Corpo** (Body): congiunzione di **atomi** $B1 \wedge \dots \wedge Bn$
 Es. sereno \wedge ventoso
- **Clausola Definita**:
 - **Fatto**: *Atomo*
 Es: soleggiato.
 - **Regola**: *Atomo* \leftarrow *Corpo*
 Es. $in_mare \leftarrow sereno \wedge ventoso.$
Atomo: **TESTA** (Head) della clausola.

- **Base Conoscenza (o Programma)**: insieme di **Clausole Definite**

ES:
 soleggiato \leftarrow sereno.
 soleggiato \leftarrow nubi_passeggiere.
 fresco \leftarrow nubi_passeggiere.
 fresco \leftarrow ventoso.
 benessere \leftarrow fresco \wedge soleggiato.
 ventoso.
 nubi_passeggiere.

4.2.1. SR: sistema di ragionamento

Regola di ragionamento basata su Modus Ponens

$$\frac{B1, \dots, Bn \quad A \leftarrow B1 \wedge \dots \wedge Bn}{A}$$

Validità della regola: in ogni interpretazione I, se le premesse (sopra la riga) sono vere in I, allora la conseguenza è vera in I

IL CALCOLO: LE SUE PROVE

KB = 1. Clausola₁, n. Clausola_n.

Base

$$\frac{}{A} \quad i \quad i. A \quad \text{fatto di KB}$$

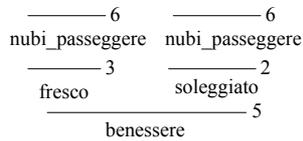
Passo

$$\frac{\begin{array}{c} \nabla \\ B1 \end{array} \quad \begin{array}{c} \nabla \\ Bn \end{array}}{A} \quad k \quad k. A \leftarrow B1 \wedge \dots \wedge Bn \quad \text{regola di KB}$$

ricorsivamente, prove

Esempio di prova

1. soleggiato \leftarrow sereno.
2. soleggiato \leftarrow nubi_passeggiere.
3. fresco \leftarrow nubi_passeggiere.
4. fresco \leftarrow ventoso
5. benessere \leftarrow fresco \wedge soleggiato.
6. nubi_passeggiere.



08/03/2005

13

Validità e completezza

- DEF. $KB \vdash A$ sse esiste un albero di prova con radice A.
- Validità: $KB \vdash A \Rightarrow KB \models A$
 - Dim. Per induzione sulla profondità della prova (lavagna)
- Completezza: $KB \models A \Rightarrow KB \vdash A$
 - Dim. Vedremo.

08/03/2005

14

4.2.2. Motore inferenziale. Procedura non deterministica Top Down (o Goal-Oriented o backward)

Ingresso: **KB** + **Goal: atomo A da dimostrare.**

- Albero Parziale AP := A?
- Fino a che AP contiene un F? e nessun F?FAIL:
 - **scegli** un F?
 - Se esiste una clausola con testa F
 - prendi** $k. F \leftarrow B1 \wedge \dots \wedge Bn$
 - e applica la regola k all'indietro (vedi esempio)
 - altrimenti
 - marca F? con FAIL (cioè F?FAIL)

08/03/2005

15

Non determinismo

- **Scegli:** don't-care
 - Fair selection rule (evitare starvation)
- **Prendi**
 - Non determinismo don't-know (un oracolo può fare le scelte giuste)
 - Procedendo deterministicamente: necessità di BACKTRAKING (alberi di ricerca)
- **THEO.** La ricerca di una prova ha “non-deterministicamente successo” se e solo se la prova esiste

08/03/2005

16