

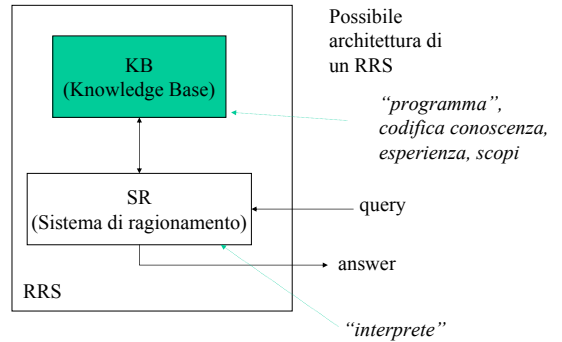
Lezione 5

Verso DataLog

14/03/2003

1

1. Dove siamo: RRS



14/03/2003

2

Primo RRS: LP

- LP (Logica Proposizionale):
 - KB: rappresentata nella logica proposizionale
 - Abbiamo dato la sintassi delle *formule* di LP
 - SR: sistema di ragionamento rappresentato da un *calcolo logico* per la logica proposizionale
 - Non l’abbiamo visto, ma abbiamo introdotto la *dimostrabilità*: $KB \vdash A$

14/03/2003

3

Concetti, notazioni e teoremi da conoscere

- **Interpretazione** $I : P \rightarrow \{v, f\}$ o $I \subseteq P$
- **Verità** di una formula F in I : $I \models F$
- Interpretazione I **modello** di una teoria KB : $I \models KB$
- 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 :
 $KB \vdash F$ se esiste una dimostrazione di F
- **Validità**: $KB \vdash F \implies KB \models F$
- **Completezza**: $KB \models F \implies KB \vdash F$
- **Domande**: F ?
- **Risposte**: SI/NO

14/03/2003

4

Vediamo un primo RS: datalog proposizionale

- Non diamo un calcolo per LP, ma per un suo frammento: datalog proposizionale

14/03/2003

5

2. DataLog Proposizionale (DLP)

- È un sottosistema di LP
- Primo passo verso DataLog
- Il calcolo per DLP verrà esteso in quelli per DataLog e Prolog
 - Sinonimi di “calcolo”:
 - Sistema di ragionamento (SR)
 - “motore inferenziale”
 - ...

14/03/2003

6

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_barca_a_vela $\leftarrow$ sereno $\wedge$ ventoso.
Atomo: **TESTA** (Head) della clausola.

14/03/2003

7

- **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.

14/03/2003

8

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

14/03/2003

9

IL CALCOLO: LE SUE PROVE

KB = 1. Clausola₁, n. Clausola_n.

Base

$\frac{}{A} i$

i. A fatto di KB

Passo

$\frac{B1 \quad Bn}{A} k$

k. $A \leftarrow B1 \wedge \dots \wedge Bn$
regola di KB

$\frac{B1 \quad Bn}{A}$

ricorsivamente,
prove

14/03/2003

10

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.

$\frac{\frac{\frac{}{nubi_passeggiere} 6}{fresco} 3}{benessere} 5$

14/03/2003

11

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. Tralasciata

14/03/2003

12

2.2. Motore inferenziale. Procedura non deterministica Goal-Oriented (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)

14/03/2003

13

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

14/03/2003

14

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.

Prendo 5

benessere?

14/03/2003

15

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.

Scelgo soleggiato?
Prendo 2.
(e se prendessi 3?)

fresco? soleggiato?
_____ 5
benessere

14/03/2003

16

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.

Scelgo fresco?
Prendo 3
(se prendessi 4?)

nubi_passeggiere?
_____ 2
fresco? soleggiato
_____ 5
benessere

14/03/2003

17

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.

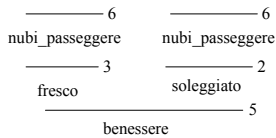
Andate avanti voi, si
Arriva a

nubi_passeggiere? nubi_passeggiere?
_____ 3 _____ 2
fresco soleggiato
_____ 5
benessere

14/03/2003

18

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



3. Procedura Bottom-Up e modelli minimi

- La procedura Bottom-Up genera dal basso tutti i fatti deducibili per **Modus Ponens**:

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

A **conseguenza immediata** di $B1, \dots, Bn$
per la regola $A \leftarrow B1 \wedge \dots \wedge Bn$

Conseguenza immediata e procedura bottom-up

- Operatore di conseguenza immediata
Data KB e un modello $I \subseteq \mathcal{P}$:
– $T_{KB}(I) = I \cup \{H \mid H \notin I \text{ e } (H \text{ è un fatto di KB} \text{ o una conseguenza immediata di } I \text{ in KB})\}$

PROCEDURA

$I := \{\};$
while $T_{KB}(I) \neq I$ **do** $I := T_{KB}(I).$

Esempio. Sia:

soleggiato $\leftarrow$ sereno.
soleggiato $\leftarrow$ nubi_passeggiare.
fresco $\leftarrow$ nubi_passeggiare.
fresco $\leftarrow$ ventoso.
benessere $\leftarrow$ fresco $\wedge$ soleggiato.
ventoso.
nubi_passeggiare

$TKB(\{\}) = I0 = \{\text{ventoso, nubi_passeggiare}\}$
 $TKB(I0) = I1 = \{\text{ventoso, nubi_passeggiare, soleggiato, fresco}\}$
 $TKB(I1) = I2 = \{\text{ventoso, nubi_passeggiare, soleggiato, fresco, benessere}\}$
 $TKB(I2) = I2$, STOP

Dimostrabilità bottom-up: proprietà

Il risultato della procedura si indica con KB^* : $KB^* = I$ finale

Theo. Validità: $A \in KB^* \rightarrow KB \models A$

Theo. Completezza: $KB \models A \rightarrow A \in KB^*$

Theo. Esiste una prova di A, cioè $KB \vdash A$, sse $A \in KB^*$

- Complessità:** lineare nella dimensione di KB
 - ogni clausola è usata al più una volta per aggiungere un atomo (si veda la versione del libro, dove ciò è più immediato)
- Minimo punto fisso e minimo modello:**
 - KB^* è un punto fisso di T: $T(KB^*) = KB^*$
 - KB^* è il minimo punto fisso
 - KB^* è il modello minimo di KB.
- NOTA. La completezza si dimostra partendo dal fatto che KB^* è un modello ed è il minimo punto fisso
- NOTA: ricordate l'assunzione del mondo chiuso? Ha a che fare?

4. Estensione a DATALOG

- Tutte le proprietà viste e quanto detto sulle procedure bottom up e top down si estende pari pari a DATALOG

4.1. DataLog: assunzioni

- IR (Individui e Relazioni): la conoscenza di un agente è descrivibile in termini di individui e relazioni
- DK (Definite Knowledge): la conoscenza di un agente è fornita da proposizioni definite e positive
 - Definite: non vaghe, escludo la disgiunzione
 - positive: escludo la negazione
- SE (Static Environment): l'ambiente non cambia (non c'è il tempo)
- FD (Finite Domain): l'universo di cui si parla è costituito da un insieme finito di individui.

Esercizio

- Ambito di problema:
Un robot si muove in un ambiente formato da stanze in comunicazione fra loro e, tutte le sere, deve rimettere al loro posto gli oggetti che sono stati spostati durante il giorno. Conta gli spostamenti effettuati e li segna su file, che serve da archivio storico.
- Date le assunzioni di DataLog, individuare cosa si può modellare.
- Dare almeno un aspetto non modellabile usando DataLog, indicando quale delle assunzioni lo impedisce.

4.2 DataLog: la sintassi

- *Costante*: formata da lettere o cifre, inizia con una lettera minuscola o è numerica
- *Variabile*: formata da lettere, cifre, _; inizia con una maiuscola o con _
- *Simbolo di Predicato*: stessa sintassi delle costanti non numeriche
- *Termine*: *costante* o *variabile*
- *Atomo*: $p(t_1, \dots, t_n)$, con p *predicato* e $t_1, \dots, t_n$ *termini*
 - esempio: padre(mario, X)
- *Body*, *Clausola definita*, *testa*, *KB*: come nel caso proposizionale