

Lezione 4

RRS (cap. 2 libro) e Logica Proporzionale (richiami)

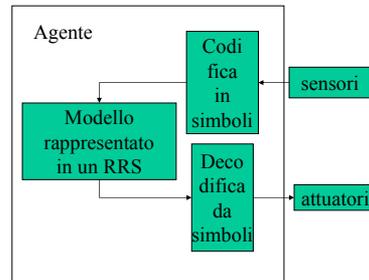
4.1. Dove siamo

- Lezioni 1,2,3: cosa si intende per Intelligenza Artificiale?
 - Articolo McCarthy: diremo che *un'entità è intelligente*
 - se ha un'adeguato *modello del mondo*,
 - è in grado di rispondere ad una *ampia varietà di questioni* sulla base di tale modello
 - è in grado di *ottenere informazioni dal mondo esterno* quando necessario, *utilizzando i sensori di cui dispone*
 - può *agire sul mondo esterno* per raggiungere i propri *scopi*, *utilizzando le capacità fisiche di cui dispone*

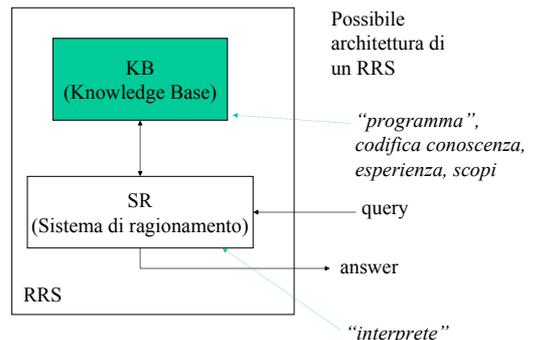
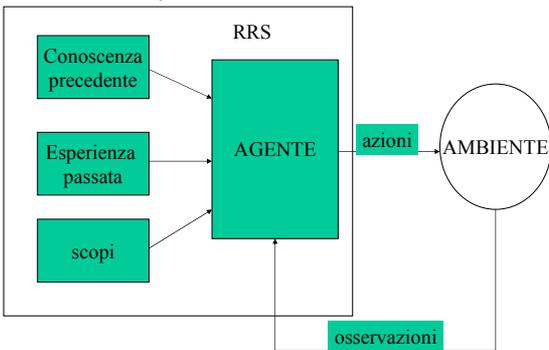
- l'intelligenza ha due parti:
 - epistemologica (epistemologia: studio della conoscenza)
 - rappresentazione della conoscenza
 - euristica
 - strategie e modi o leggi di ragionamento o inferenza
- sono i punti trattati negli RRS (Representation and Reasoning Systems).
- NOTA: agire autonomo, capacità di adattare il proprio comportamento al mutare del contesto esterno.*

4.2. RRS: generalità

Uso di un RRS in una semplice architettura:



DAL LIBRO (ASTRAUENDO DAL TIPO DI INTERAZIONE CON L'AMBIENTE):



4.2.1. KB: sintassi e semantica

- Ricordiamo che si assume una rappresentazione simbolica del mondo; un RRS ha un **linguaggio di rappresentazione della conoscenza**, con:
 - **SINTASSI**:
 - con quale linguaggio rappresentiamo conoscenza (KB), domande (query) e risposte (answer)?
 - **SEMANTICA**
 - che legame esiste fra i simboli e il loro significato

26/03/2003

7

Nota: significato interno ed esterno

- Dal momento che un RRS è una costruzione astratta, è bene distinguere fra:
 - Significato interno o astratto dei simboli: **modelli interni**
 - legame fra i simboli e le entità e proprietà del mondo che essi rappresentano : mondo reale, mente dell'utente, ecc.

26/03/2003

8

4.2.2. SR: sistema di ragionamento

- Un RRS ha un **sistema di ragionamento**:
 - regole che consentono di **derivare** fatti non esplicitamente contenuti nella base di conoscenza e **rispondere** così' ad **un'ampia varietà di domande** (query)
 - NB: ampia, necessario perché l'agente abbia un sufficiente grado di AUTONOMIA

26/03/2003

9

4.2.3. RRS: implementazione

- L'implementazione di un RRS contiene:
 - Un parser del linguaggio per definire le KB, e una trasformazione delle espressioni in un formato interno manipolabile dalla macchina
 - un'implementazione del SR, che consente di accettare le domande e manipolare le espressioni in formato interno al fine di ottenere le risposte

26/03/2003

10

4.2.4. RRS: utilizzo e limiti

- Utilizzo: **metodologie di rappresentazione o "modellazione"**
 - modellazione: tipica della Computer Science
- Non un RRS universale, cioè adeguato a modellare qualsiasi ambito di problemi
- Ma gli RRS adatti ad ambiti di problemi in cui certe forme di ragionamento, nate nell'IA **basata sulla logica** (in senso lato), sono adeguate.
 - una misura dell'adeguatezza è l'AUTONOMIA
- Partiremo dagli RRS più elementari e procederemo gradualmente.

26/03/2003

11

4.3. Un primo esempio di RRS: LP (logica proposizionale)

- Per costruire una rappresentazione (in un RRS) bisogna:
 - caratterizzare il dominio del problema ed individuare le proprietà rilevanti,
- Si tratta di un tipico **processo di astrazione**: focalizzare l'attenzione sugli aspetti rilevanti rispetto al problema e trascurare quelli irrilevanti
- Le astrazioni dipendono
 - **dal problema** e dai nostri scopi
 - **dallo strumento di rappresentazione** di cui disponiamo
- Vediamo il tipo di astrazione imposto da LP

26/03/2003

12

4.3.1. Astrazione in LP

- La logica tratta delle proprietà valide in tutti i contesti; dunque si ha una varietà di contesti (o modelli di mondi).
- In LP le proprietà dei mondi sono esprimibili come proposizioni (affermazioni) su di essi.
- Astrazione da usare: **una proposizione è una affermazione che può risultare vera o falsa, a seconda del contesto al quale è riferita.**

Esercizio

- I mondi di Barbablù:
- Barbablù ha una casa; le stanze sono collegate fra loro da porte; le porte di una stanza (con le mogli uccise) sono chiuse a chiave.
- Si tratta di determinare i percorsi possibili nella casa di Barbablù.
- Esercizio: come **rappresentare** il problema in LP?

4.3.2. Sintassi di LP

- Simboli proposizionali: insieme P di simboli
- Espressioni del linguaggio:
 - *atomica*: simbolo proposizionale
 - *formula*:
 - *atomica*
 - $(\neg \text{formula})$ non
 - $(\text{formula} \wedge \text{formula})$ e
 - $(\text{formula} \vee \text{formula})$ o (vel)
 - $(\text{formula} \leftarrow \text{formula})$ se
 - $(\text{formula} \rightarrow \text{formula})$ solo se, implica
 - $(\text{formula} \leftrightarrow \text{formula})$ se e solo se, sse

Esempi

- $(\text{sereno} \rightarrow (\neg \text{piove}))$
- con le precedenze 1) \neg ; 2) \wedge ; 3) \vee ; 4) \leftarrow , \rightarrow , \leftrightarrow ; si scrive
- $\text{sereno} \rightarrow \neg \text{piove}$
- $2 > 3 \wedge 3 > 4 \rightarrow 2 > 4$
- $2 > 3 \vee 3 > 2 \leftrightarrow \neg 2 = 3$

4.3.2. Semantica di LP: interpretazioni o modelli (interni)

- Interpretazione (o modello): associa ad ogni simbolo proposizionale un significato in un contesto; internamente a LP ciò si traduce nell'assegnare ad ogni simbolo proposizionale (atomica) un valore di verità:

$$I : P \rightarrow \{\mathbf{v}, \mathbf{f}\}$$

- ESERCIZIO: avendo rappresentato in LP uno specifico problema di Barbablù, cioè una specifica casa, dare la corrispondente interpretazione.

Interpretazioni di Herbrandt

- I può essere rappresentata come l'insieme dei simboli veri in I
 - cioè $I \subseteq P$;
 - $I \subseteq P$ sarà detta un'interpretazione di Herbrandt

Esercizio

Si considerino i simboli:

- a11, a12, a13, a14, a21, a22, a23, a24, a31, a32, a33, a34, a41, a42, a43, a44
p11, p12, p13, p14, p21, p22, p23, p24, p31, p32, p33, p34, p41, p42, p43, p44
v11, v12, v13, v14, v21, v22, v23, v24, v31, v32, v33, v34, v41, v42, v43, v44
- **Significato esterno:**
 - $a_{ij} = c$ è una porta aperta, che si apre spingendo da i a j
 - p_{ij} = passo da i a j attraverso una porta aperta;
 - v_{ij} = vado da i a j senza arrivare due volte in una stanza

Si consideri l'interpretazione (**modello interno**):

- $I = \{a12, a23, p12, p21, p23, p32, v13, v31\}$

Disegnare due case di Barbablù diverse nella realtà, **ma corrispondenti allo stesso modello interno I**; discutere sui processi di **astrazione**.

26/03/2003

19

4.3.2. Semantica di LP - verità di una formula

$I(F)$, per una formula F non atomica, si calcola con le tavole di verità:

$I(A)$	$I(B)$	$I(\neg A)$	$I(A \wedge B)$	$I(A \vee B)$
f	f	v	f	f
f	v	v	f	v
v	f	f	f	v
v	v	f	v	v

- ESERCIZIO:

- dare le tavole di verità di \leftarrow , \rightarrow , \leftrightarrow , sapendo che sono definibili con
 - $A \leftarrow B =_{\text{def}} A \vee \neg B$
 - $A \rightarrow B =_{\text{def}} \neg A \vee B$
 - $A \leftrightarrow B =_{\text{def}} (A \rightarrow B) \wedge (A \leftarrow B)$

26/03/2003

20

Esercizio

Si consideri l'interpretazione:

- $I = \{a12, a23, p12, p21, p23, p32, v13, v31\}$
completare

- $I(p12 \leftrightarrow p21) =$
- $I(v13 \leftarrow p12 \wedge p23) =$
- $I(v14 \leftarrow p13 \wedge p34) =$
- $I(v14 \leftarrow p12 \wedge p23) =$
- $I(v14 \vee \neg v14) =$
- $I(p12 \wedge \neg p12) =$

26/03/2003

21

NOTAZIONE

$I(A) = v$ si scrive $I \models A$

- Esempio: sia $I = \{p12, p21, v12\}$
 $I \models p12 \leftrightarrow p21$
cioè $I(p12 \leftrightarrow p21) = v$

26/03/2003

22

4.4. 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 formule 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

26/03/2003

23

Esercizio

Si considerino i soliti simboli proposizionali e le teorie:

- $KB1 = \{a12, a23, p12, p21, p23, p32, v13, v31\}$
- $KB2 = \{a12, a23\} \cup \{p_{ij} \leftarrow a_{ji} \vee a_{ji} \mid i \neq j\} \cup \{v_{ik} \leftarrow p_{ij} \wedge p_{jk} \mid i \neq j \neq k\}$
- $I = \{a12, a23, p12, p21, p23, p32, v13, v31\}$ è modello di KB1?
- E di KB2?
- E' vero che ogni modello di KB1 è anche modello di KB2?
- E' vero che ogni modello di KB2 è anche modello di KB1?
- Si osservi che KB1, KB2 hanno I come (unico) **modello minimo**.
A quale principio non logico visto nelle prime lezioni corrisponde il considerare solo il modello minimo?

26/03/2003

24

4.5. 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 ;

26/03/2003

25

4.5.1 Calcoli = sistemi di ragionamento per LP

TEOREMI

- **Validità:** $KB \vdash F \implies KB \models F$
- **Completezza:** $KB \models F \implies KB \vdash F$
- 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:** $KB \models F$ è decidibile con complessità esponenziale se KB è finita.

26/03/2003

26

Esercizio

Si considerino le teorie già viste

- $KB1 = \{a12, a23, p12, p21, p23, p32, v13, v31\}$
- $KB2 = \{a12, a23\} \cup$
 $\{p_{ij} \leftarrow a_{ji} \vee a_{ji} \mid i \neq j\} \cup$
 $\{v_{ik} \leftarrow p_{ij} \wedge p_{jk} \mid i \neq j \neq k\}$

con modello minimo $I = \{a12, a23, p12, p21, p23, p32, v13, v31\}$.

- Qual è la risposta a $v13$?
- E a $v14$?
- Quale delle due teorie è più "intelligente" come KB ?

26/03/2003

27