

## Lezione 2

### RRS (cap. 2 libro) e Logica Proposizionale (richiami)

08/03/2006

1

## 2.1. L'approccio simbolico all' IA

- Cosa intendiamo per intelligenza artificiale?
  - agenti “intelligenti” simulano comportamenti “intelligenti”
    - modello di agente
    - AUTONOMIA
  - non vogliamo però simulare il comportamento né il cervello umano, ma
    - dal libro: “intelligenza computazionale”

08/03/2006

2

## “Intelligenza” e “autonomia”

- Craik (psicologo inglese, 1943): ecco i tre processi essenziali del pensiero:
  - traduzione del processo esterno in parole, numeri o altri simboli
  - passaggio ad altri simboli attraverso un processo di “ragionamento” ....
    - ... usando un modello del mondo ....
  - ritraduzione di questi simboli in processi esterni ....
- McCarthy & Hayes, 1969:
  - per agire intelligentemente nel mondo, un agente deve mantenere una *rappresentazione interna* del mondo con cui filtrare l'input

08/03/2006

3

- Capacità “razionali”. L'agente è intelligente perché *comprende* l'input attraverso la *rappresentazione interna del mondo*
  - autonomia (1)
    - adeguato *modello del mondo* -> capacità di rispondere ad una *ampia varietà di questioni* sulla base di tale modello
  - autonomia (2)
    - la rappresentazione è contingente/soggetta a revisione
  - se input e rappresentazione sono entrambi dati come formule logiche, la comprensione si *riduce* a manipolazione simbolica (deduzione automatica)

08/03/2006

4

- Capacità “fisiche” (l'hardware) di un agente:
  - 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 gli attuatori di cui dispone*

08/03/2006

5

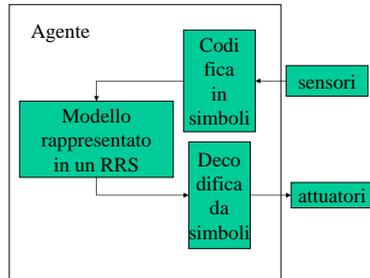
- ..... l'intelligenza ha due parti:
  - epistemologica (epistemologia: studio della conoscenza)
    - rappresentazione della conoscenza
  - euristica
    - strategie e modi o leggi di ragionamento o inferenza
- sono i punti trattati negli RRS (Representation and Reasoning Systems).
- *NOTA: agire autonomo,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

08/03/2006

6

## 2.2. Representation and Reasoning Systems (RRS): generalità

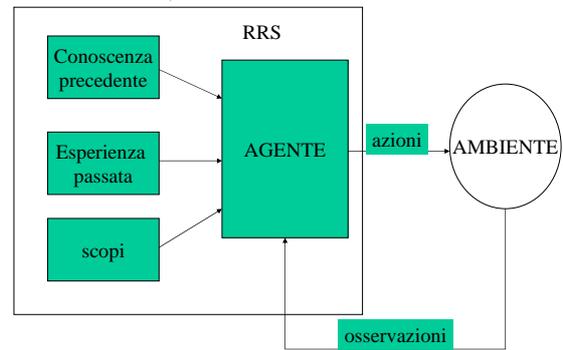
Uso di un RRS in una semplice architettura:



08/03/2006

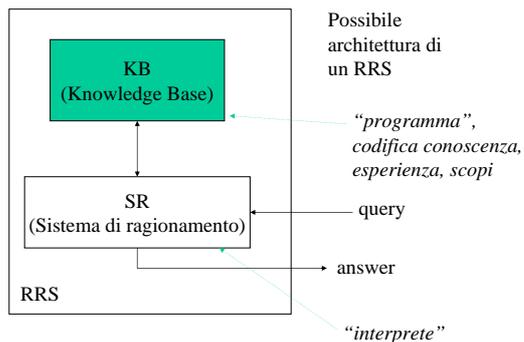
7

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



08/03/2006

8



08/03/2006

9

### 2.2.1. 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

08/03/2006

10

Nota: significato interno ed esterno

- E' 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.

08/03/2006

11

### 2.2.2. 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

08/03/2006

12

### 2.2.3. 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

08/03/2006

13

### 2.2.4. 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

08/03/2006

14

- Per costruire una rappresentazione (in un RRS) bisogna:
  - caratterizzare il dominio del problema ed individuare le proprietà rilevanti rispetto allo scopo, ....
- Si tratta di un tipico *processo di astrazione*: focalizzare l'attenzione sugli aspetti rilevanti rispetto allo scopo e trascurare quelli irrilevanti
- Le astrazioni dipendono
  - *dal problema* e dallo *scopo*
  - *dallo strumento di rappresentazione* di cui disponiamo
- Procederemo analizzando gradualmente varie astrazioni basate sulla logica, a partire dai tipi di logica più elementari

08/03/2006

15

## 2.3. Un primo esempio di RRS basato sulla logica: LP (logica proposizionale)

08/03/2006

16

### 2.3.1. Astrazione in LP

- Assunzione: le proprietà del mondo in cui l'agente opera, *rilevanti rispetto allo scopo*, sono rappresentabili come
  - *proposizioni* circa proprietà contingenti
  - le proposizioni possono risultare *vere* o *false*
- **Astrazione da usare: rappresentare il mondo con valori di verità di un alfabeto proposizionale**
  - interpretazione: assegna ad ogni simbolo dell'alfabeto proposizionale un valore di verità (e rappresenta uno stato del mondo)

08/03/2006

17

### Esempio: il mondo del tempo

- Un tipico esempio: le condizioni del tempo
  - piove, è nuvoloso, è sereno ....
- Lo scopo dell'agente: decidere se è una giornata adatta per uscire in mare con una barca a vela, andare a spasso o stare in casa
- Useremo *l'alfabeto proposizionale*
  - nuvoloso, coperto, sereno, soleggiato, ventoso, pioggia, temporale, neve, in\_mare, a\_casa, a\_spasso

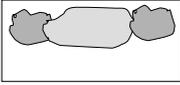
08/03/2006

18

Esempio

- **Significato interno/esterno**

nuvoloso = vero

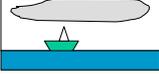


sereno = vero



08/03/2006 19

**Rappresentazione degli stati del modo: interpretazioni**

<p style="text-align: center;">Esterna</p>   <p style="text-align: center;">Sereno e pioggia??</p>	<p style="text-align: center;">Interna</p> <p>I1: {nuvoloso, ventoso, in_mare}</p> <p>I2: {nuvoloso, pioggia, ventoso, a_casa}</p> <p>I3: {sereno, pioggia, a_spasso} ??</p>
--	--

08/03/2006 20

### 2.3.2. Rappresentazione della conoscenza

- Si usano le formule logiche, per rappresentare:
  - leggi generali, valide in tutti gli stati possibili
    - Ad esempio, nella nostra esperienza sereno e pioggia non si verifica mai
  - proprietà contingenti
    - Adesso è nuvoloso. Ma il vento porta via le nuvole e da nuvoloso fra un'ora sarà sereno

08/03/2006 21

### Continuando l'esempio

- **Leggi** (nella nostra esperienza valgono sempre)
  - sereno **implica non** piove
  - non** (sereno e nuvoloso)
  - temporale **implica non** in\_mare
- **Fatti** contingenti di input (osservati o comunicati)
  - ventoso, sereno
- Fatti contingenti, derivati da input, leggi e regole con **ragionamento**
  - in\_mare, non piove

08/03/2006 22

### 2.3.3. Sintassi di LP

- Simboli proposizionali: insieme  $P$  di simboli
- Espressioni del linguaggio  $L(P)$ :
  - 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

08/03/2006 23

### Esempi

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

08/03/2006 24

### 2.3.4. Semantica di LP: interpretazioni o modelli (interni)

- Interpretazione (o modello) di  $L(P)$ :
  - interna: assegna ad ogni simbolo proposizionale (atomica) un valore di verità:
 
$$I : P \rightarrow \{v, f\}$$
  - esterna: ogni simbolo di  $P$  ha un significato nel contesto di problema
- *Esercizio 1: si immagini un contesto relativo al mondo del tempo e si dia la corrispondente interpretazione mediante una tabella*

08/03/2006

25

### Interpretazioni di "Herbrand"

- 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 2. Dare l'interpretazione dell'Esercizio 1 come interpretazione di Herbrandt*

08/03/2006

26

### 2.3.5. 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
    - $A \leftarrow B =_{\text{def}} A \vee \neg B$
    - $A \rightarrow B =_{\text{def}} \neg A \vee B$
    - $A \leftrightarrow B =_{\text{def}} (A \rightarrow B) \wedge (A \leftarrow B)$

08/03/2006

27

### Esercizio

Si considerino il linguaggio  $L(p, s, n, v, t, m, c, e)$  e l'interpretazione:

- $I = \{p, n, m\}$
- completare
  - $I(p \leftrightarrow v) =$
  - $I(p \leftarrow v) =$
  - $I(e \leftarrow c) =$
  - $I(v \leftarrow p \wedge s) =$
  - $I(v \leftarrow p \vee s) =$
  - $I(p \vee \neg v) =$
  - $I(p \wedge \neg v) =$

08/03/2006

28

### Esercizio: la casa di Barbablù

*Barbablù aveva una casa con 4 stanze; una di queste ...*

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  
c1, c2, c3, c4
- **Significato esterno:**
  - aij = c'è una porta aperta, che si apre spingendo da i a j
  - pij = si passa da i a j attraverso una porta aperta;
  - vij = esiste un percorso da i a j senza passare due volte per una stanza
  - cj = l'unica porta della stanza j è chiusa a chiave

08/03/2006

29

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**.

Si osservi che vi sono delle leggi generali; ad esempio, se c'è una porta da i a j, allora si può andare da i a j; oppure la stanza chiusa j è unica. Provare ad individuare ed esprimere nel linguaggio proposizionale le leggi valide in tutti i mondi di Barbablù e discutere della adeguatezza delle astrazioni consentite in LP da questo punto di vista.

08/03/2006

30