

# Agenti e Sistemi a multi-agente

Borgo, Guarino

Laboratory for Applied Ontology, ISTC-CNR, [www.loa-cnr.it](http://www.loa-cnr.it)

Corso AI, Univ. di Trento 2007

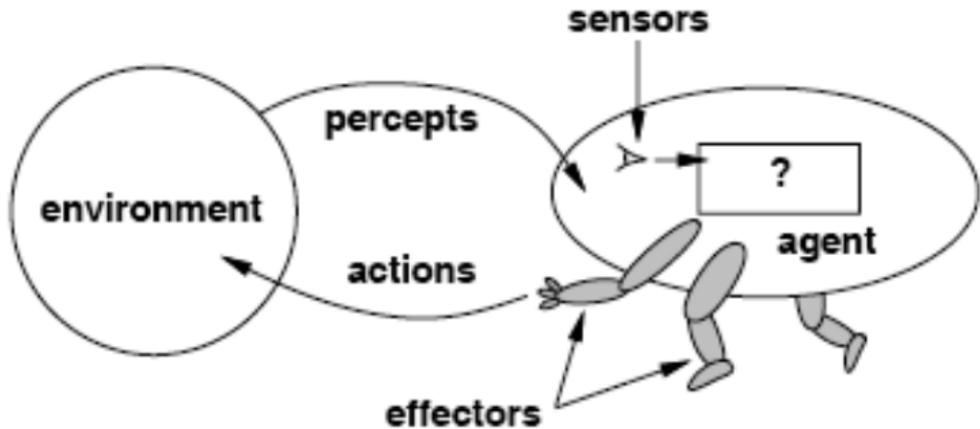
# Argomenti per oggi

---

- ▷ Agente e ambiente
- ▷ Specifica dell'agente
- ▷ Specifica dell'ambiente
- ▷ Tipi di ambiente
- ▷ Tipi di agente
- ▷ Ricerca sugli agenti e sui sistemi a multi-agente

# Agente e Ambiente

---



Paradigma dell'IA:

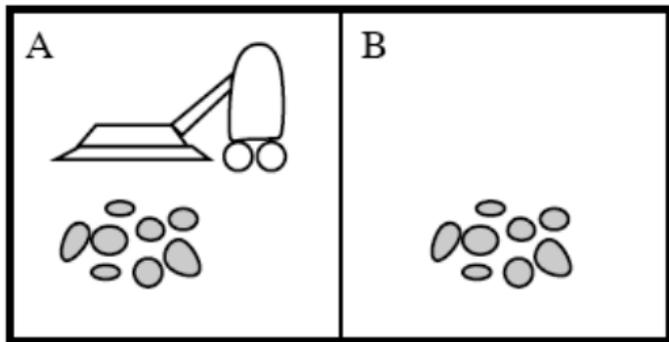
**Agente, Ambiente; Percezione, Ragionamento, Azione**

Corso Intelligenza Artificiale, S. Borgo e N. Guarino '07

## Pulito o Non pulito ?

---

Un esempio è fornito dall'aspirapolvere di Russell & Norvig.  
L'agente percepisce la sua posizione e la presenza di sporco.  
Le azioni dell'aspirapolvere sono: Destra, Sinistra, Pulisci, Nulla.



# Verso l'agente razionale – 1

---

Idea: interpretiamo “razionale” come “fare la cosa giusta” nella situazione in cui ci si trova.

Questo è intuitivamente accettabile, ma come valutare ciò che è ‘giusto’ fare?

Risposta: fare la cosa giusta significa agire in modo da ottenere il massimo successo.

Non ci resta che trovare il modo di misurare il successo!

## Verso l'agente razionale – 2

---

L'evoluzione (la storia) dell'ambiente è legata alle azioni dell'agente.  
Quindi

1. Inizialmente si deve definire lo scopo dell'agente
2. Poi, si può definire come misurare il successo  
(cioè misurare il raggiungimento dello scopo)
3. Infine si può valutare il comportamento dell'agente

La misura della prestazione dell'agente (la misura del raggiungimento dello scopo) dà il criterio per stabilire il successo dell'agente (o la razionalità del suo *comportamento* in un certo ambiente).

In pratica, questa misura associa un *valore numerico* ad ogni possibile evoluzione dell'ambiente.

# L'azione razionale

---

*Azione razionale*: una qualunque azione che massimizza il valore atteso della misura di prestazione data la sequenza di percezioni fino al momento corrente.

(Domanda: perché si parla di ‘sequenza di percezioni’?)

- ▷ Razionale  $\neq$  onnisciente
- ▷ Razionale  $\neq$  preveggenete
- ▷ Razionale  $\neq$  di successo

In generale, è meglio concentrarsi sugli *effetti* sull'ambiente che sul *comportamento* dell'agente.

# L'agente razionale

---

*Fattori di razionalità dell'agente:*

- ▷ misura di prestazione (definisce il criterio di successo)
- ▷ conoscenza dell'ambiente
- ▷ azioni possibili
- ▷ sequenza di percezioni fino a questo momento

Finalmente possiamo stabilire un principio generale:

*Un agente è razionale se per ogni sequenza di percezioni, considerando la sua conoscenza pregressa, sceglie un'azione che massimizza la sua misura di prestazione attesa (il suo criterio di successo)*

# L'agente ideale

---

- ▷ è intelligente
- ▷ è razionale
- ▷ è reattivo
- ▷ è proattivo
- ▷ è adattativo
- ▷ è flessibile
- ▷ è autonomo
- ▷ è comunicativo
- ▷ impara
- ▷ riconosce
- ▷ prende decisioni
- ▷ prevede
- ▷ pianifica
- ▷ ...

# L'ambiente

---

Capire e descrivere in modo soddisfacente l'ambiente in cui l'agente deve muoversi è fondamentale per l'attività e il successo dell'agente stesso.

*L'ambiente influenza la progettazione dell'agente!*

Sia negli strumenti (sensori, attuatori) sia nelle misure di prestazioni e nella specifica dell'agente

**PEAS** sta per Performance, Environment, Actuators, Sensors.

# L'autista automatico di taxi: desiderata

---

*che cosa inseriamo come misura di prestazione?*

- ▷ arrivare alla giusta destinazione
- ▷ minimizzare carburante, usura
- ▷ minimizzare durata del viaggio e/o il costo
- ▷ minimizzare le violazioni del codice stradale e il disturbo agli altri guidatori
- ▷ massimizzare la sicurezza e comfort dei passeggeri
- ▷ massimizzare il profitto

per evitare incompatibilità, dobbiamo trovare dei compromessi...

# L'autista automatico di taxi: ambiente e azioni

---

*quali sono le caratteristiche del luogo di attività?*

- ▷ varietà di strade (urbane, autostrade, sentieri non asfaltati)
- ▷ presenza di veicoli, pedoni, animali, aree di lavoro, pozzanghere
- ▷ varietà di luce (giorno, notte), di tempo (pioggia, sole, neve), di temperatura

*quali sono le azioni che può fare?*

- ▷ guidare a destra, guidare a sinistra
- ▷ sterzare a destra, a sinistra, accelerare, frenare... (attivare le luci, suonare, cambiare marcia, aprire/chiudere i finestrini, aprire/chiudere le porte, caricare/scaricare il bagaglio...)
- ▷ interagire con i clienti

# L'autista automatico di taxi: attuatori e sensori

---

*quali sono le caratteristiche dell'agente?*

- ▷ acceleratore, sterzo, freno, cambio
- ▷ microfono, diffusore sonoro
- ▷ radio, telecamera (per il posizionamento), tachimetro, contachilometri, accelerometro, sensori per valutare lo stato dell'auto, apertura porte, finestrini etc.

# Ambienti

---

Gli ambienti (reali o artificiali) possono presentare una serie di proprietà utili:

- ▷ completamente/parzialmente osservabile (dati utili e sensori)
- ▷ deterministico/stocastico/strategico (evoluzione futura dell'ambiente)
- ▷ episodico/sequenziale (dipendenza dal passato)
- ▷ statico/dinamico/semidinamico (tempo a disposizione)
- ▷ discreto/continuo (riferito a tempo, percezioni, azioni)
- ▷ agente singolo/multi-agente (competizione, cooperazione, collaborazione)

# Il mondo dell'aspirapolvere (un po' più ricco)

---

- ▷ Percezioni: urto, sporco, box
- ▷ Azioni: spegnersi, avanti, aspirare, girare a dx, girare a sin
- ▷ Obiettivi (misura di prestazioni)
  - +100 per ogni sporcizia aspirata
  - 1 per ogni azione
  - 100 per spegnersi in posizione diversa dal box
- ▷ Ambiente:
  - griglie di quadrati con pareti/ostacoli
  - creazione e distribuzione della sporcizia

Discutere le proprietà dell'ambiente per questo agente:  
osservabile? deterministico? episodico? statico? discreto? agenti?

## Esempi di ambienti

---

	Soli	Backgam	I-Shop	Taxi
<u>Osservabile??</u>	Si	Si	No	No
<u>Deterministico??</u>	Si	No	In parte	No
<u>Episodico??</u>	No	No	No	No
<u>Statico??</u>	Si	Semi	Semi	No
<u>Discreto??</u>	Si	Si	Si	No
<u>Singolo??</u>	Si	No	No	No

# L'agente in pratica

---

## *Specifica dell'agente*

Funzione che associa sequenze di percezioni ad azioni.

*Implementazione ideale*: tabella esaustiva

Nella pratica, si tratta di un programma che tiene traccia della sequenza di percezioni in input.

Se una architettura (computer, robot) dotata di sensori fisici e attuatori è stata fornita, *il compito dell'IA è di progettare il programma agente che implementa la funzione agente.*

agente = architettura + programma

# Il programmi agente

---

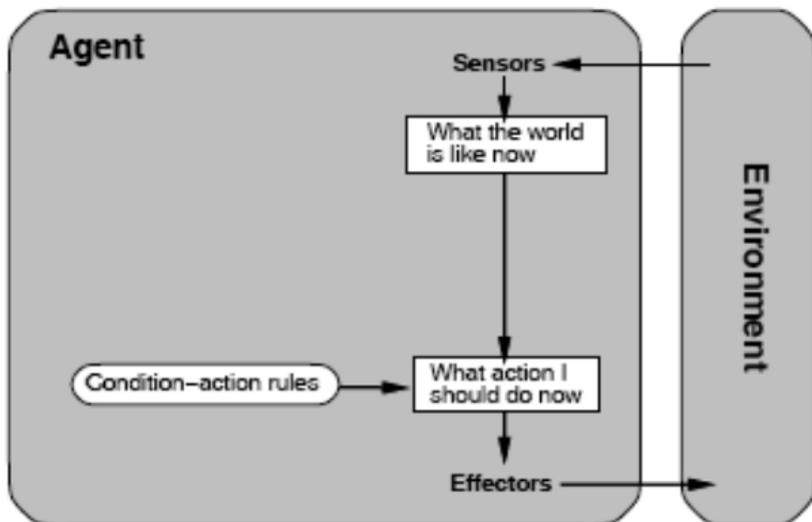
Ci sono quattro tipologie che elenchiamo in ordine crescente di generalità:

- ▷ agenti reattivi semplici
- ▷ agenti reattivi basati su modello
- ▷ agenti basati su obiettivi
- ▷ agenti basati sull'utilità

Queste tipologie si possono generalizzare ad agenti capaci di apprendere

# Agente reattivo semplice

---



# Agente reattivo semplice

---

Questi agenti considerano la sola percezione corrente.

Ad es. l'aspirapolvere iniziale:

considera se c'è sporco dove si trova, se si aspira lo sporco, se no si muove nell'altra posizione.

## Regole di condizione-azione

*sporco*  $\mapsto$  *aspira*

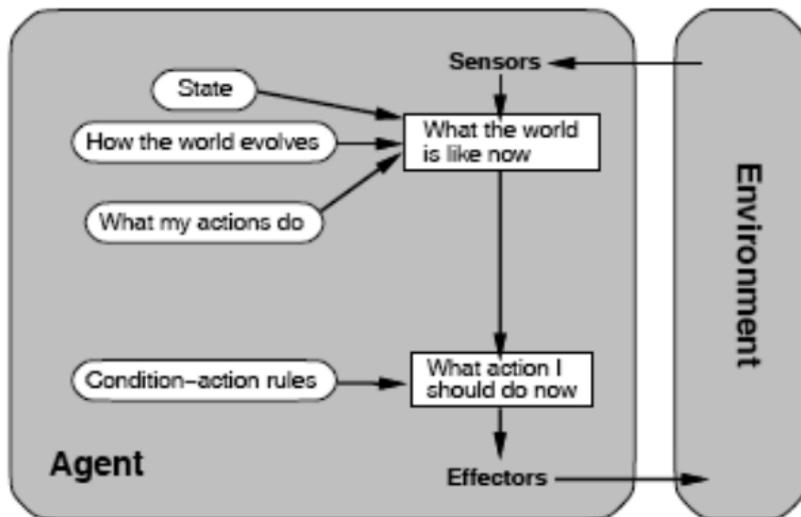
*non sporco e in posizione A*  $\mapsto$  *vai in posizione B*

*non sporco e in posizione B*  $\mapsto$  *vai in posizione A*

**Limitazioni:** l'ambiente deve essere completamente osservabile (pericolo loops), tutti i casi devono essere elencabili (pericolo situazioni imprevedibili)...

# Agente reattivo basato su modello

---



## Agente reattivo basato su modello

---

L'agente ha un modello interno del mondo che viene aggiornato con nuovi dati registrati dai sensori. Quindi ha un'opinione sul mondo anche relativamente a quegli aspetti che non può 'vedere' in questo momento.

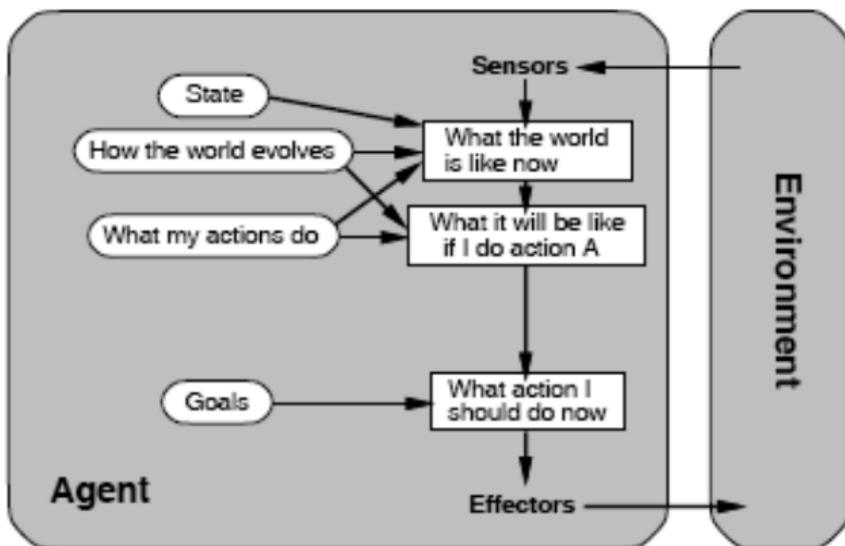
Per poter aggiornare il modello interno del mondo, l'agente deve riconoscere sia l'evoluzione del mondo indipendente dalle sue azioni sia l'evoluzione dovuta alle sue azioni.

Questo modello del mondo è il risultato della *conoscenza sul funzionamento del mondo* che ha l'agente.

**Limitazioni:** capacità del modello, velocità di aggiornamento, capacità di risalire alle cause di un cambiamento, flessibilità...

# Agente basato su obiettivi

---



## Agente basato su obiettivi

---

Si tratta di un agente reattivo basato su modello che ha ulteriori informazioni relative al suo obiettivo (goal). Queste informazioni descrivono situazioni desiderabili. L'agente può valutare così il risultato che danno le diverse azioni che può fare e stabilire qual è la migliore per il suo obiettivo.

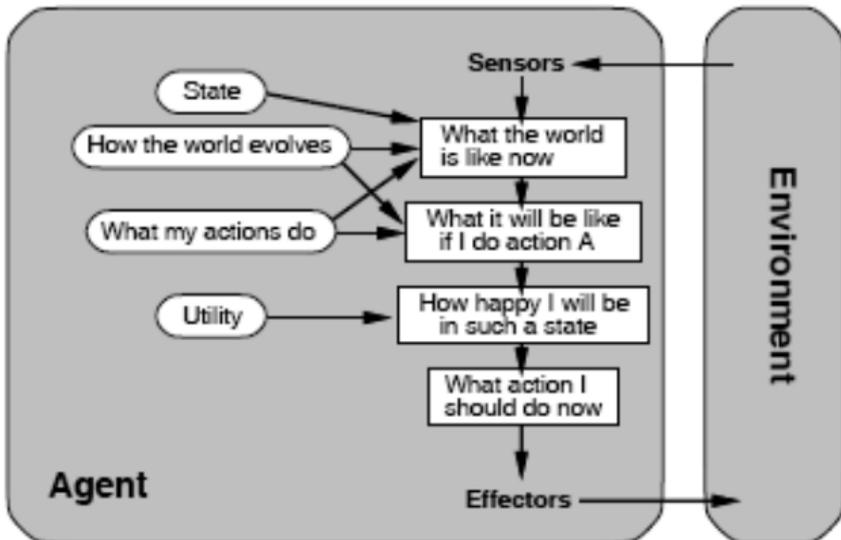
Questo agente può *ricercare* una sequenza di azioni per raggiungere l'obiettivo e *pianificare* la sua esecuzione.

Nota: non ci sono più le semplici regole di condizione-azione. Ogni decisione è il risultato di un'analisi di cause e conseguenze.

**Limitazioni:** velocità di analisi e decisionale, capacità di determinare la strategia migliore...

# Agente basato su utilità

---



## Agente basato su utilità

---

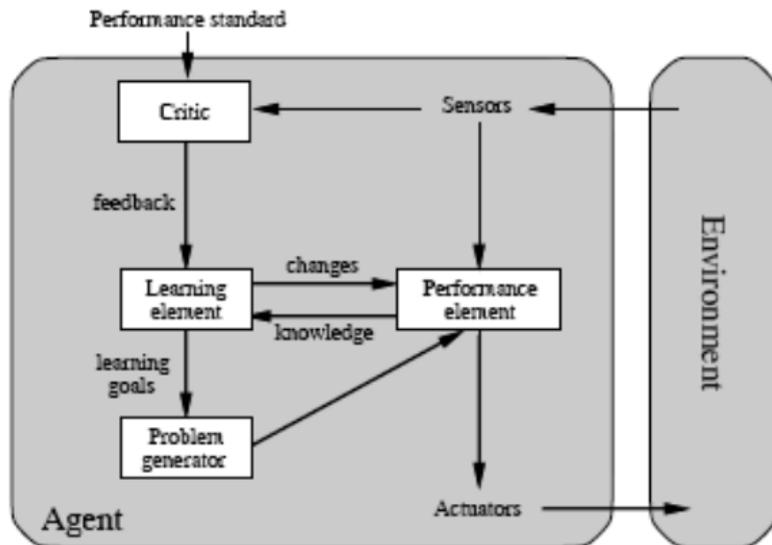
L'agente basato su obiettivi ha ora la capacità di distinguere tra le sequenze di azioni in base a qualche altro criterio (ad es. velocità, affidabilità, economicità etc.) Per questo scopo, si usa una **funzione di utilità** che assegna un numero ad uno stato (o a una sequenza di stati) ad indicare quanto positivo è per l'agente che il mondo sia in quello stato. In questo modo, l'agente può determinare cosa fare anche quando:

- ci sono più obiettivi ma non tutti sono raggiungibili (ad es. perchè incompatibili come velocità e sicurezza),
- ci sono varie sequenze di azioni per ottenerli,
- non c'è certezza di raggiungere gli obiettivi (quindi valutare la probabilità di successo e l'importanza relativa degli obiettivi)

**Limitazioni:** velocità di analisi e decisionale, complessità dell'agente...

# Agente che apprende

---



# Ricerca su agenti e sistemi a multi-agente

---

- ▷ credenza, desideri e intenzioni
- ▷ cooperazione e coordinamento
- ▷ organizzazione
- ▷ comunicazione
- ▷ negoziazione
- ▷ soluzione distribuita di problemi
- ▷ apprendimento in sistemi di agenti
- ▷ dipendenza e tolleranza di errori