



Università di Parma

Dipartimento di Ingegneria e Architettura

Introduzione all'Intelligenza Artificiale

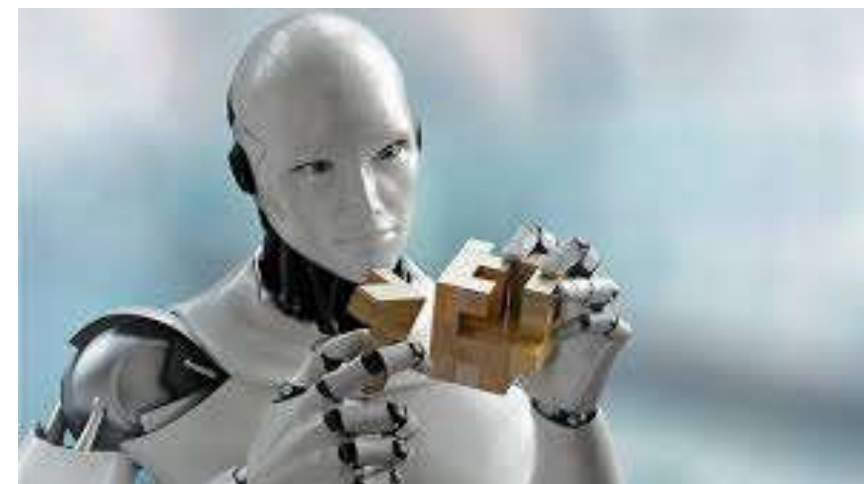
A.A. 2022/2023

Big Data & Business Intelligence

Corso di «Introduzione all'Intelligenza Artificiale» Corso di «Big Data & Business Intelligence»

Agenti Intelligenti

Monica Mordonini (monica.mordonini@unipr.it)



AGENTI INTELLIGENTI

Agenti Intelligenti

- “Un sistema è intelligente se è in grado di risolvere problemi per affrontare i quali l’uomo deve usare intelligenza”
 - **M. Minsky** (MIT-consulente scientifico in «2001: Odissea nello spazio»-1968)
- “Un sistema è intelligente se riesce a svolgere compiti che richiedono attività di tipo cognitivo, nelle quali in questo momento l’uomo è superiore” (A.P. Sage)
- Agente razionale: fa la cosa giusta per quel contesto.

Agenti Intelligenti

- ❑ L'agire razionale rispetto alla scopo è un **agire orientato sulla base della valutazione dei mezzi più adeguati per raggiungere un certo scopo.**
- ❑ Agente razionale usa l'intelligenza come capacità di interagire con un ambiente
- ❑ E, più in generale, come capacità sociali, di comunicazione e coordinamento

Agenti Intelligenti

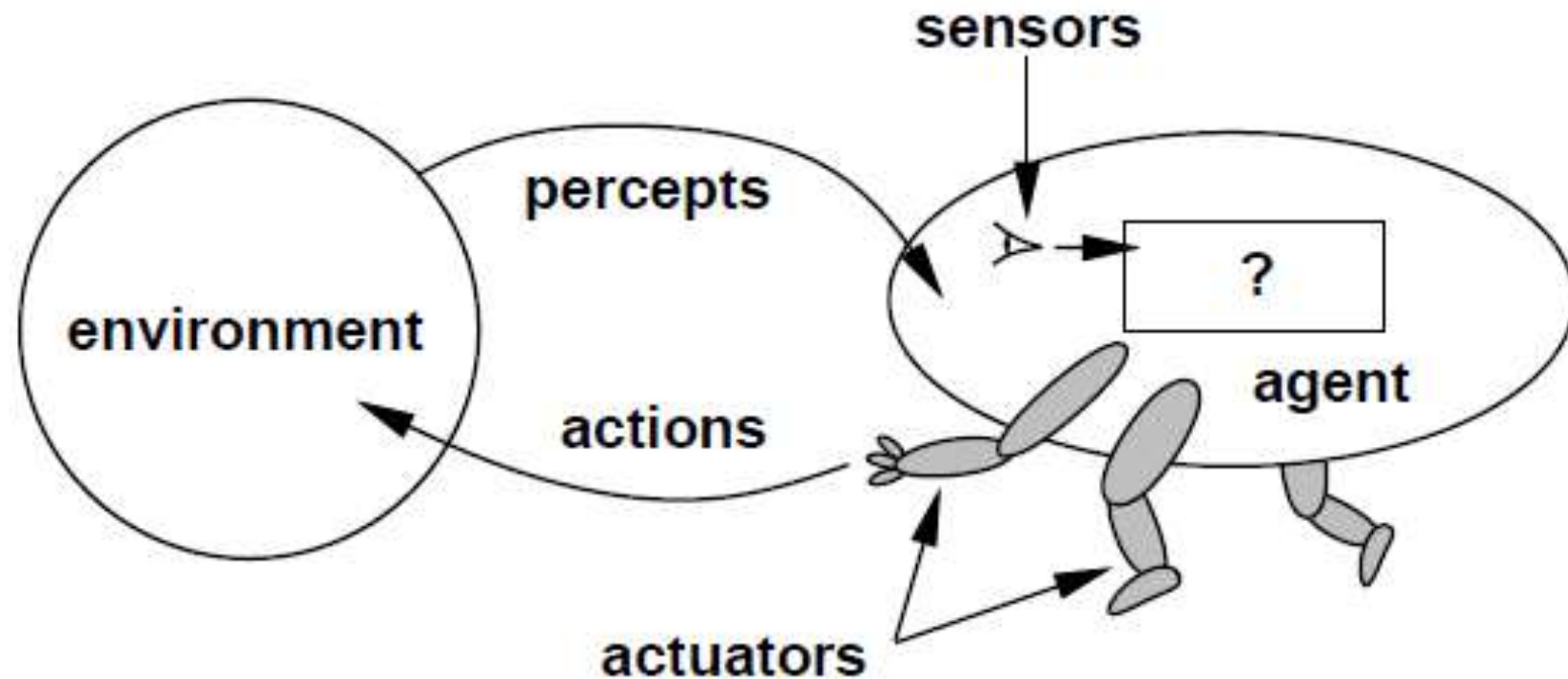
- ❑ **Caratteristiche degli agenti**
- ❑ Gli agenti sono **situati (contestualizzati)**:
 - ricevono percezioni da un ambiente
 - agiscono sull'ambiente mediante **azioni** (attuatori)
- ❑ Gli agenti hanno **abilità sociale** :
 - sono capaci di comunicare, collaborare, difendersi da altri agenti
- ❑ Gli agenti hanno **credenze, obiettivi, intenzioni...**
 - modello BDI beliefs, desires, intentions
- ❑ Gli agenti sono **embodied**:
 - Sono limitati da un **corpo** e potrebbero essere soggetti anche a delle emozioni

Agenti Intelligenti e ambiente

- ❑ L'osservazione che alcuni agenti si comportano meglio di altri porta naturalmente all'idea di un agente razionale, uno che si comporti nel miglior modo possibile.
- ❑ Quanto bene un agente può comportarsi dipende dalla natura dell'ambiente;
- ❑ alcuni ambienti sono più difficili di altri

Agenti Intelligenti e ambiente

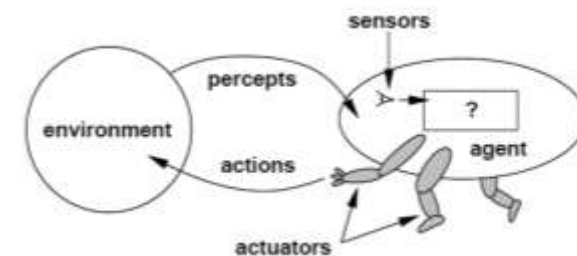
Un agente percepisce il proprio ambiente attraverso sensori e agisce su quell'ambiente attraverso attuatori



Agenti Intelligenti



- ❑ **Percezione:** input da sensori
- ❑ **Sequenza percettiva:** storia completa delle percezioni
- ✓ *La scelta dell'azione è funzione unicamente della sequenza percettiva*



- ❑ **Funzione agente:**

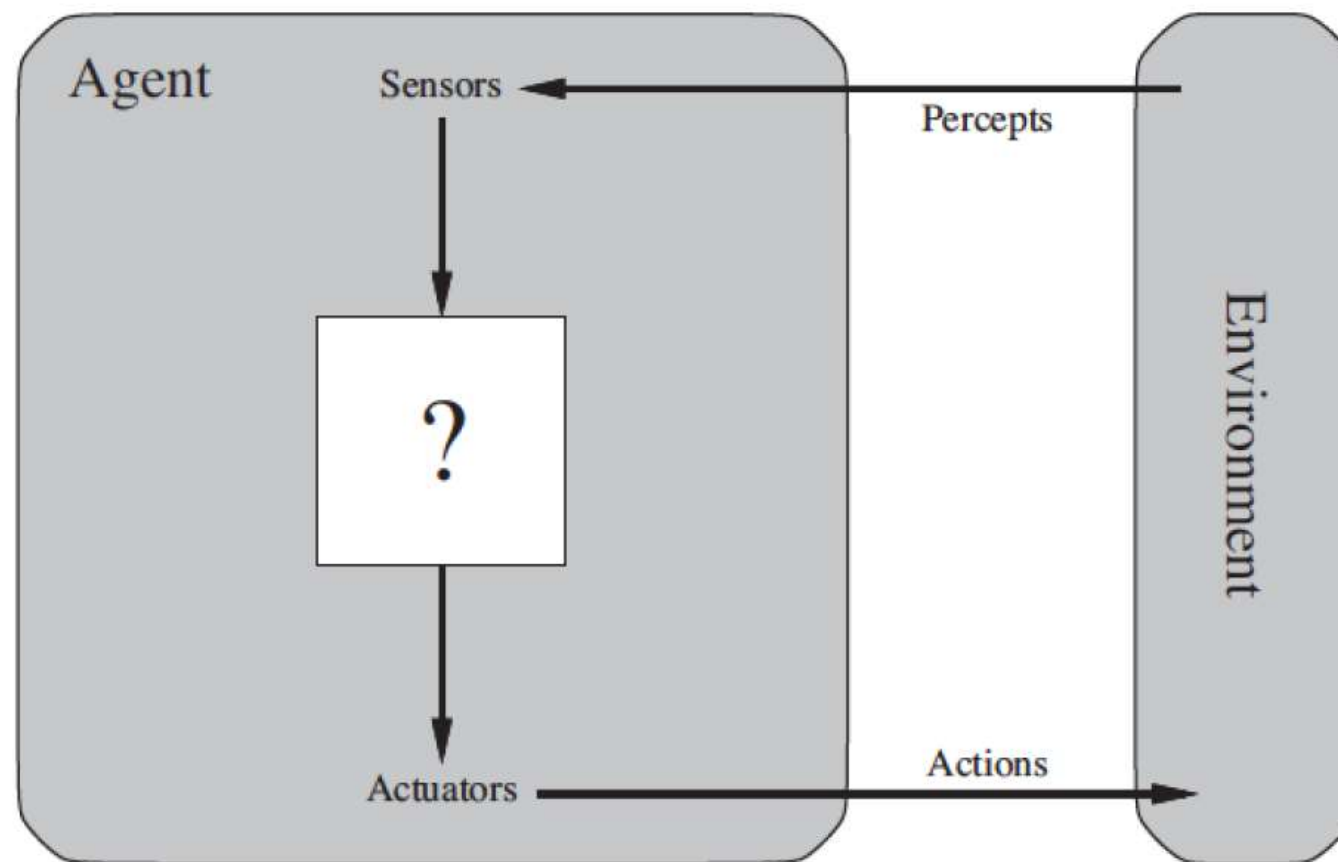
- definisce l'azione da compiere per ogni sequenza percettiva (descrive completamente l'agente).

Sequenza percettiva \xrightarrow{f} **Azione**

- Implementata da un programma agente
- ❑ **Compito (IA):** progettare il programma agente

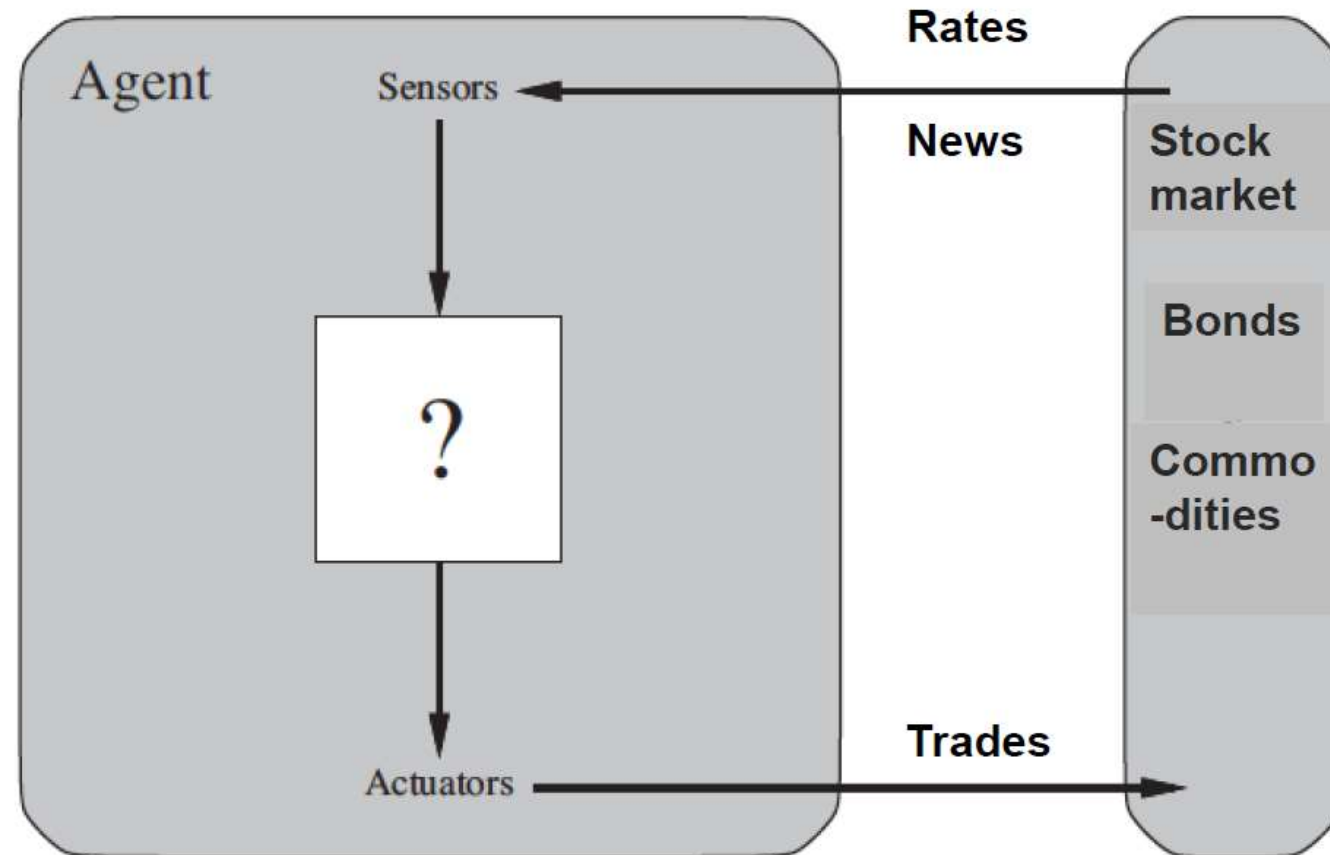
Agenti Intelligenti e ambiente

- ❑ Schema astratto



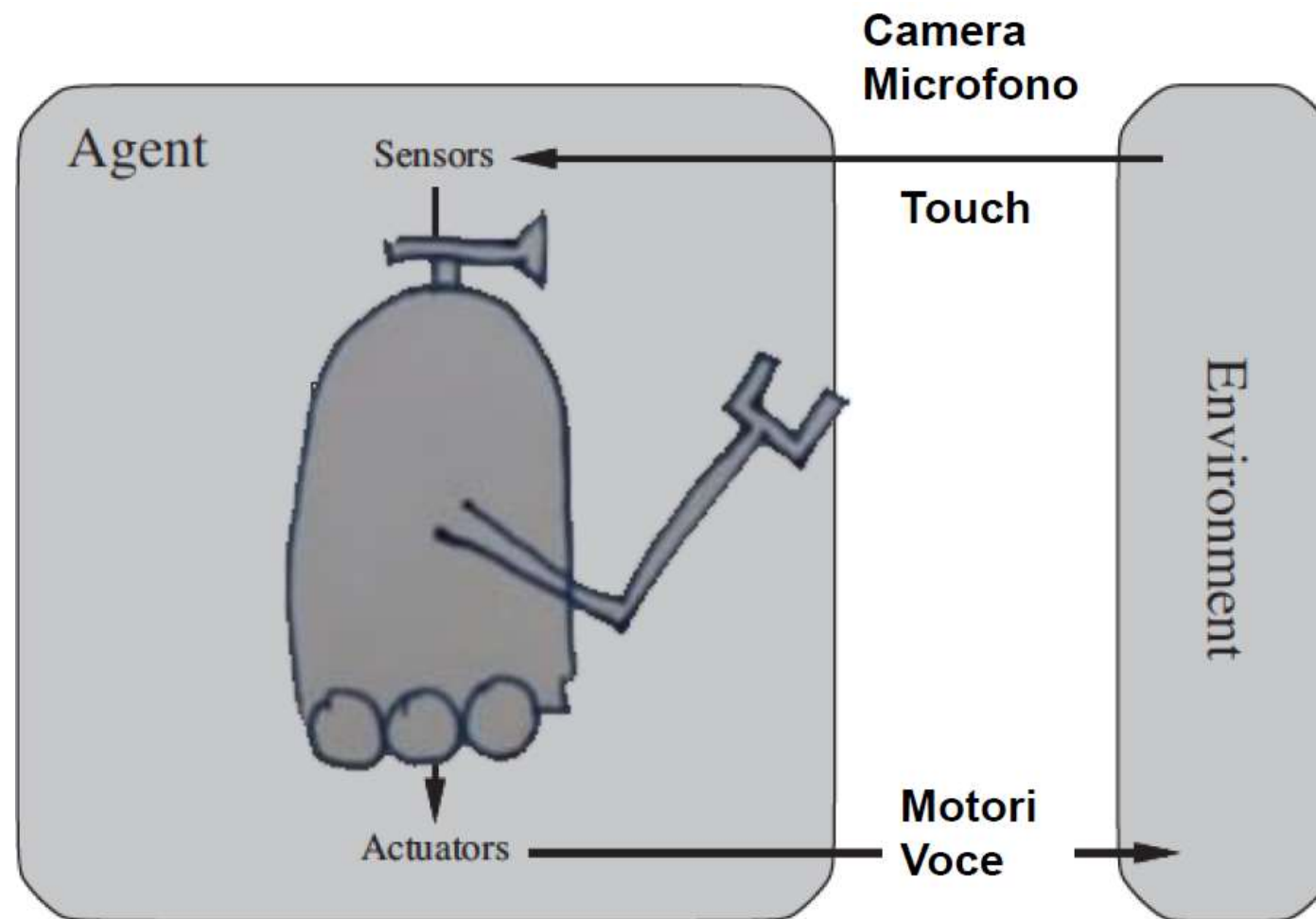
Agenti Intelligenti e ambiente

- Agente finanziario (trading agent)



Agenti Intelligenti e ambiente

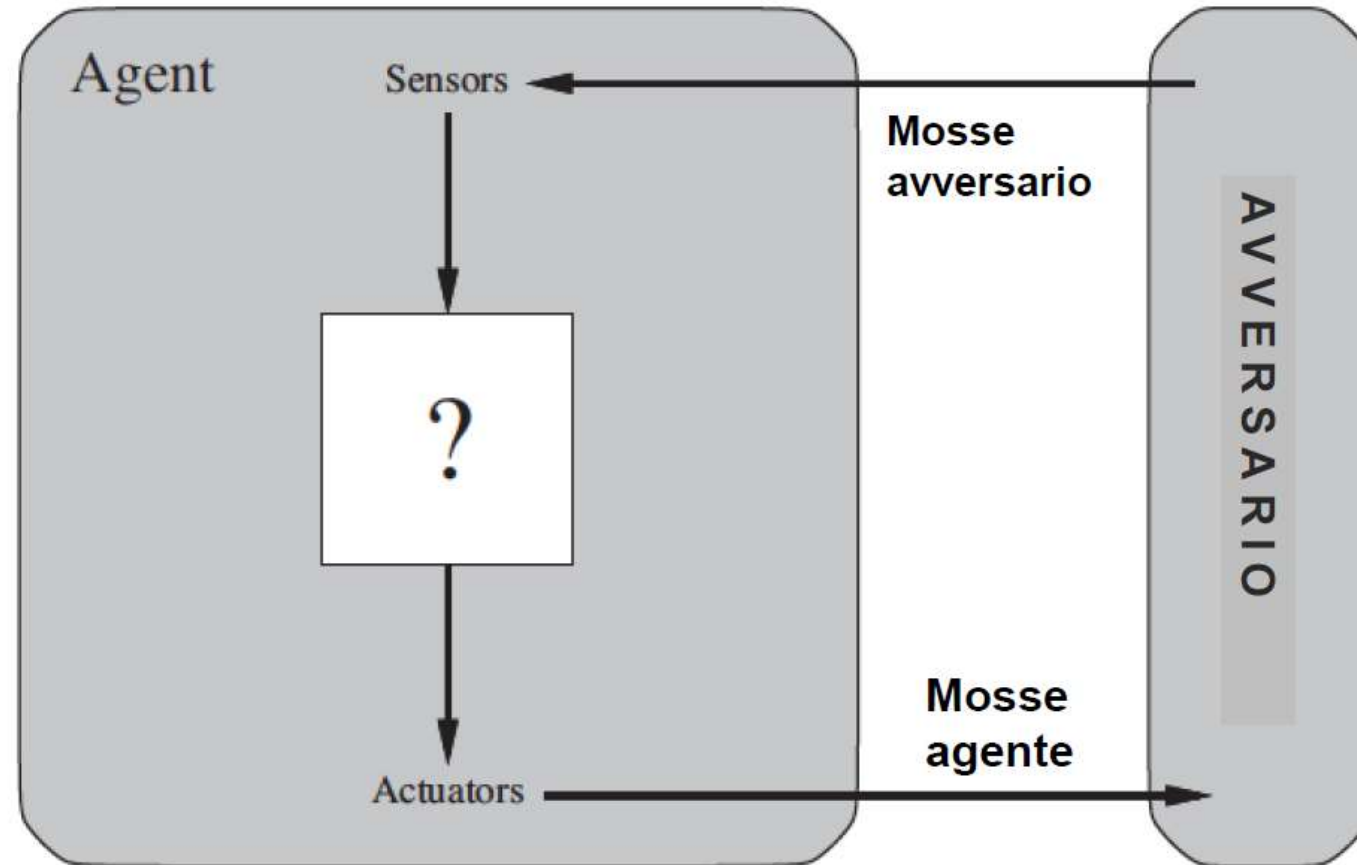
- Agente robotico



Agenti Intelligenti e ambiente

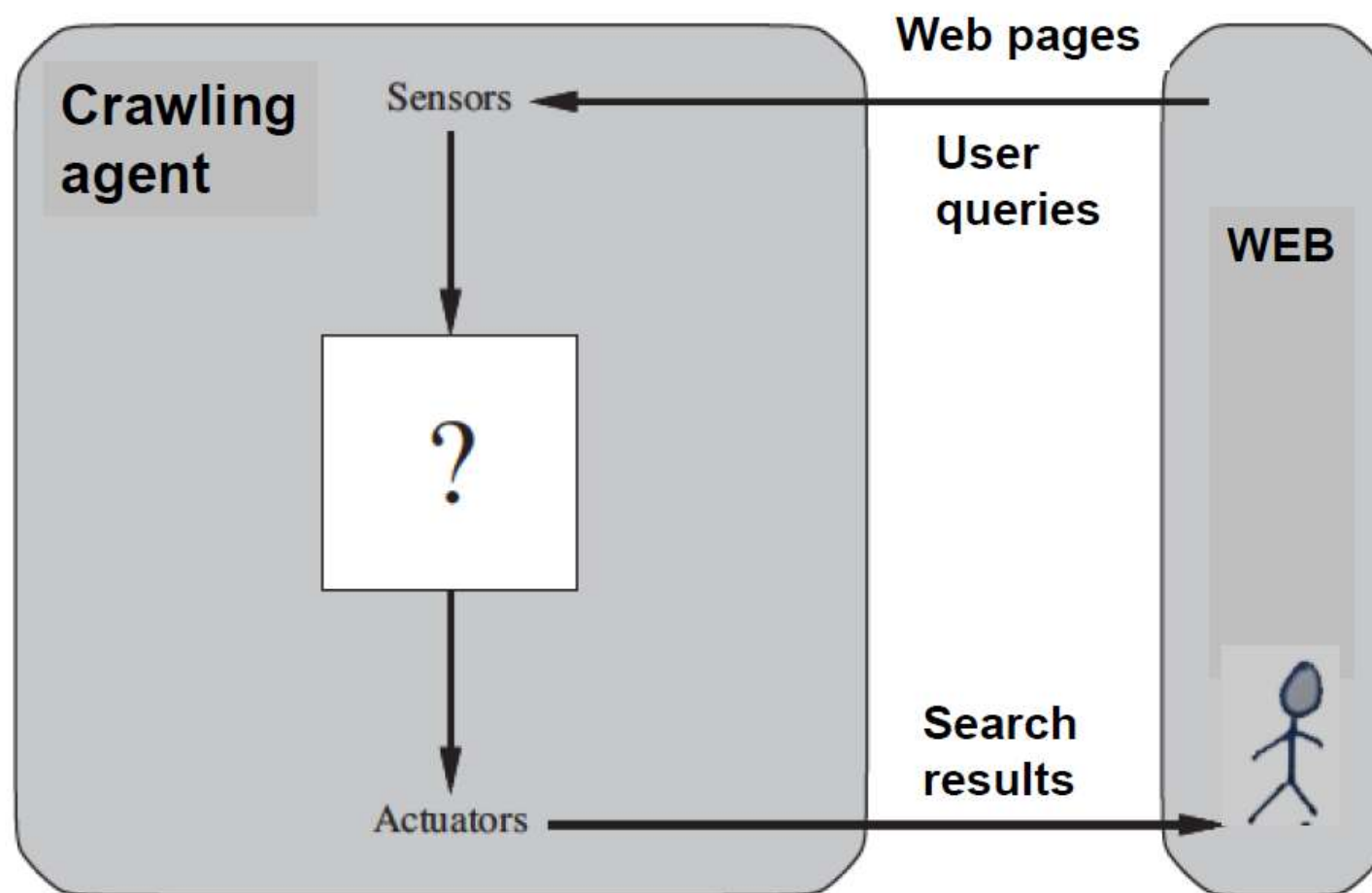


□ Game agent



Agenti Intelligenti e ambiente

- IA e web:
motore di ricerca



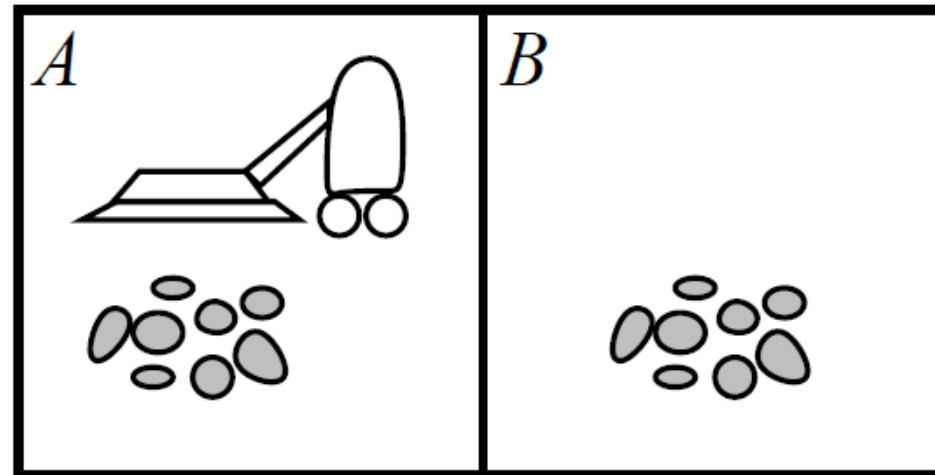
Agenti Intelligenti

- ❑ Un agente razionale interagisce con il suo ambiente in maniera “efficace” (fa la cosa “*giusta*”).
- ❑ Serve un criterio di valutazione oggettivo dell’effetto delle azioni dell’agente (della sequenza di stati dell’ambiente)
- ❑ Misura di prestazione
 - Esterna (come vogliamo che il mondo evolva?)
 - Scelta dal progettista a seconda del problema considerando l’effetto desiderato sull’ambiente
 - (possibile) Valutazione su ambienti diversi

Agenti Intelligenti e ambiente

- ❑ Cosa vuol dire fare la cosa giusta?
- ❑ Un esempio

Vacuum-cleaner world



Percepts: location and contents, e.g., [*A*, *Dirty*]

Actions: *Left*, *Right*, *Suck*, *NoOp*

Agenti Intelligenti e ambiente

- ❑ Quale è la cosa giusta?
- ❑ Possiamo incorporarlo in un programma?

Percept sequence	Action
$[A, Clean]$	<i>Right</i>
$[A, Dirty]$	<i>Suck</i>
$[B, Clean]$	<i>Left</i>
$[B, Dirty]$	<i>Suck</i>
$[A, Clean], [A, Clean]$	<i>Right</i>
$[A, Clean], [A, Dirty]$	<i>Suck</i>
\vdots	\vdots

```

function REFLEX-VACUUM-AGENT( $[location, status]$ ) returns an action
  if  $status = Dirty$  then return Suck
  else if  $location = A$  then return Right
  else if  $location = B$  then return Left
  
```


Agenti Intelligenti

Fissata la misura delle **performance** possiamo valutare come opera nel tempo sull'ambiente

- ❑ un punto per quadrato ripulito nel tempo T ?
- ❑ un punto per quadrato pulito per passo temporale, meno uno per mossa?
- ❑ penalizzare per $> k$ quadrati sporchi??

Agenti Intelligenti /razionale

Così possiamo dire che la razionalità è relativa a:

- ❑ la misura di prestazioni
- ❑ le conoscenze pregressa dell'ambiente
- ❑ le percezioni presenti e passate (seq. percettiva)
- ❑ le capacità dell'agente (azioni possibili)

Agente razionale: per ogni sequenza di percezioni compie l'azione che massimizza il valore *atteso* della misura delle prestazioni, considerando le sue percezioni passate e la sua conoscenza pregressa.

Agenti Intelligenti /razionale

Razionalità non onniscienza

- ❑ Non si pretendono perfezione e conoscenza del “futuro”, ma massimizzare il risultato atteso
- ❑ Ma potrebbe essere necessarie azioni di acquisizione di informazioni o esplorative

Razionalità non onnipotenza

- ❑ Le capacità dell'agente sono limitate

Razionalità e apprendimento

- ❑ Raramente tutta la conoscenza sull'ambiente può essere fornita “a priori” (dal programmatore).

Agenti Intelligenti /razionale

Razionalità e apprendimento

- ❑ Raramente tutta la conoscenza sull'ambiente può essere fornita “a priori” (dal programmatore).
- ❑ L'agente razionale deve essere in grado di modificare il proprio comportamento con l'esperienza (le percezioni passate).
- ❑ Può migliorare esplorando, apprendendo, aumentando autonomia per operare in ambienti differenti o mutevoli

Agenti Intelligenti /razionale: l'ambiente

Definire un problema per un agente significa caratterizzare l'ambiente in cui l'agente opera (ambiente operativo)

✓ Agente razionale=soluzione

- ❑ Descrizione PEAS dei problemi
- ❑ **P** erformance | prestazione
- ❑ **E** nvironment | ambiente
- ❑ **A** ctuators | attuatori
- ❑ **S** ensors | sensori

Agenti Intelligenti /razionale: l'ambiente

Definire un problema per un agente significa caratterizzare l'ambiente in cui l'agente opera (ambiente operativo)

✓ Agente razionale=soluzione

- ❑ Descrizione PEAS dei problemi
- ❑ **P** erformance | prestazione
- ❑ **E** nvironment | ambiente
- ❑ **A** ctuators | attuatori
- ❑ **S** ensors | sensori

Agenti Intelligenti e ambiente

□ Agente guidatore di taxi

Prestazione	Ambiente	Attuatori	Sensori
Arrivare alla destinazione, sicuro, veloce, ligio alla legge, viaggio confortevole, minimo consumo di benzina, profitti massimi	Strada, altri veicoli, pedoni, clienti	Sterzo, acceleratore, freni, frecce, clacson, schermo di interfaccia o sintesi vocale	Telecamere, sensori a infrarossi e sonar, tachimetro, GPS, contachilometri, accelerometro, sensori sullo stato del motore, tastiera o microfono

Agenti Intelligenti e ambiente

□ Agente guidatore di taxi

Prestazione	Ambiente	Attuatori	Sensori
Arrivare alla destinazione, sicuro, veloce, ligio alla legge, viaggio confortevole, minimo consumo di benzina, profitti massimi	Strada, altri veicoli, pedoni, clienti	Sterzo, acceleratore, freni, frecce, clacson, schermo di interfaccia o sintesi vocale	Telecamere, sensori a infrarossi e sonar, tachimetro, GPS, contachilometri, accelerometro, sensori sullo stato del motore, tastiera o microfono

Agenti Intelligenti e ambiente

□ Altri esempi

Problema	P	E	A	S
Diagnosi medica	Diagnosi corretta	Pazienti, ospedale	Domande, suggerimenti test, diagnosi	Sintomi, Test clinici, risposte paziente
Analisi immagini	% img/zone correttamente classificate	Collezione di fotografie	Etichettatore di zone nell'immagine	Array di pixel
Robot "selezionatore"	% delle parti correttamente classificate	Nastro trasportatore	Raccogliere le parti e metterle nei cestini	Telecamera (pixel di varia intensità)
Giocatore di calcio	Fare più goal dell'avversario	Altri giocatori, campo di calcio, porte	Dare calci al pallone, correre	Locazione pallone altri giocatori, porte

Agenti Intelligenti e ambiente

Proprietà dell'ambiente-problema

- ❑ Completamente/parzialmente osservabile
- ❑ Agente singolo/multi-agente
- ❑ Deterministico/stocastico/non deterministico
- ❑ Episodico/sequenziale
- ❑ Statico/dinamico
- ❑ Discreto/continuo

Il tipo di ambiente determina in gran parte la progettazione dell'agente

Agenti Intelligenti e ambiente

Ambiente completamente osservabile

- ❑ L'apparato percettivo è in grado di dare una conoscenza completa dell'ambiente o almeno tutto quello che serve a decidere l'azione
- ❑ Non c'è bisogno di mantenere uno stato del mondo (esterno)

Ambiente parzialmente osservabile

- ❑ Sono presenti limiti o inaccuratezze dell'apparato sensoriale.

Agenti Intelligenti e ambiente

Ambiente singolo/multiagente

- Distinzione agente/non agente

Il mondo può anche cambiare per eventi, non necessariamente per azioni di agenti.

- Ambiente multi-agente competitivo (schacchi)

Comportamento randomizzato (è razionale)

- Ambiente multi-agente cooperativo (o benigno)

Stesso obiettivo

Comunicazione

Agenti Intelligenti e ambiente

Predicibilità dell'ambiente

- Deterministico

Se lo stato successivo è completamente determinato dallo stato corrente e dall'azione. Esempio: scacchi

- Stocastico

Esistono elementi di incertezza con associata probabilità. Esempi: guida, tiro in porta

- Non deterministico

Si tiene traccia di più stati possibili risultato dell'azione (ma non in base ad una probabilità)

Agenti Intelligenti e ambiente

Ambiente statico/dinamico

- Statico

Il mondo non cambia mentre l' agente decide l'azione

- Dinamico

Cambia nel tempo, va osservata la contingenza

Tardare equivale a non agire

- Semi-dinamico

L'ambiente non cambia ma la valutazione dell'agente sì.

Esempio: Scacchi con timer.

Agenti Intelligenti e ambiente

Ambiente statico/dinamico

- Statico

Il mondo non cambia mentre l' agente decide l'azione

- Dinamico

Cambia nel tempo, va osservata la contingenza

Tardare equivale a non agire

- Semi-dinamico

L'ambiente non cambia ma la valutazione dell'agente sì.

Esempio: Scacchi con timer.

Agenti Intelligenti e ambiente

Discreto/continuo

Possono assumere valori discreti o continui

- ❑ lo stato: solo un numero finito di stati
 - ❑ il tempo
 - ❑ le percezioni
 - ❑ le azioni
-
- ❑ Si può cercare di astrarre e lavorare in stati discreti anche se nella realtà non è così

Esempio guida del taxi è un problema con stato e tempo continui ... ma noi possiamo vederli per punti chiave della strada.

Agenti Intelligenti e ambiente

Noto/ignoto

- ❑ Distinzione riferita allo stato di conoscenza dell'agente
- ❑ L'agente conosce l'ambiente oppure deve compiere azioni esplorative?
- ❑ Noto diverso da osservabile (e.g. carte coperte, regole note)

Ambienti reali: parzialmente osservabili, stocastici, sequenziali, dinamici, continui, multi-agente, ignoti

Agenti Intelligenti e ambiente

	Solitaire	Backgammon	Internet shopping	Taxi
<u>Observable??</u>	Yes	Yes	No	No
<u>Deterministic??</u>	Yes	No	Partly	No
<u>Episodic??</u>	No	No	No	No
<u>Static??</u>	Yes	Semi	Semi	No
<u>Discrete??</u>	Yes	Yes	Yes	No
<u>Single-agent??</u>	Yes	No	Yes (except auctions)	No

Ambienti reali: parzialmente osservabili, stocastici, sequenziali, dinamici, continui, multi-agente, ignoti

Agenti Intelligenti : struttura

Quattro tipi fondamentali in ordine di generalità crescente:

- ❑ semplici agenti riflessi
- ❑ agenti riflessi con stato
- ❑ agenti basati su obiettivi
- ❑ agenti basati sull'utilità

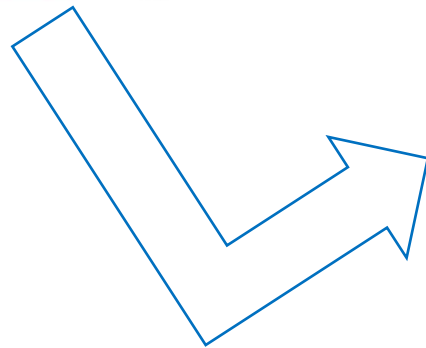
Tutti questi possono essere trasformati in agenti che apprendimento (learning agents)

Agenti Intelligenti : struttura

Agente = Architettura + Programma

Ag: P → Az
percezioni azioni

Il programma dell'agente implementa la funzione Ag



function Skeleton-Agent (percept) **returns** action
static: *memory*, the agent's memory of the world
memory ← UpdateMemory(*memory*, *percept*)
action ← Choose-Best-Action(*memory*)
memory ← UpdateMemory(*memory*, *action*)
return action

Agenti Intelligenti : struttura

Agente basato su tabella

La scelta dell'azione è un accesso a una tabella che associa un'azione ad ogni possibile sequenza di percezioni.

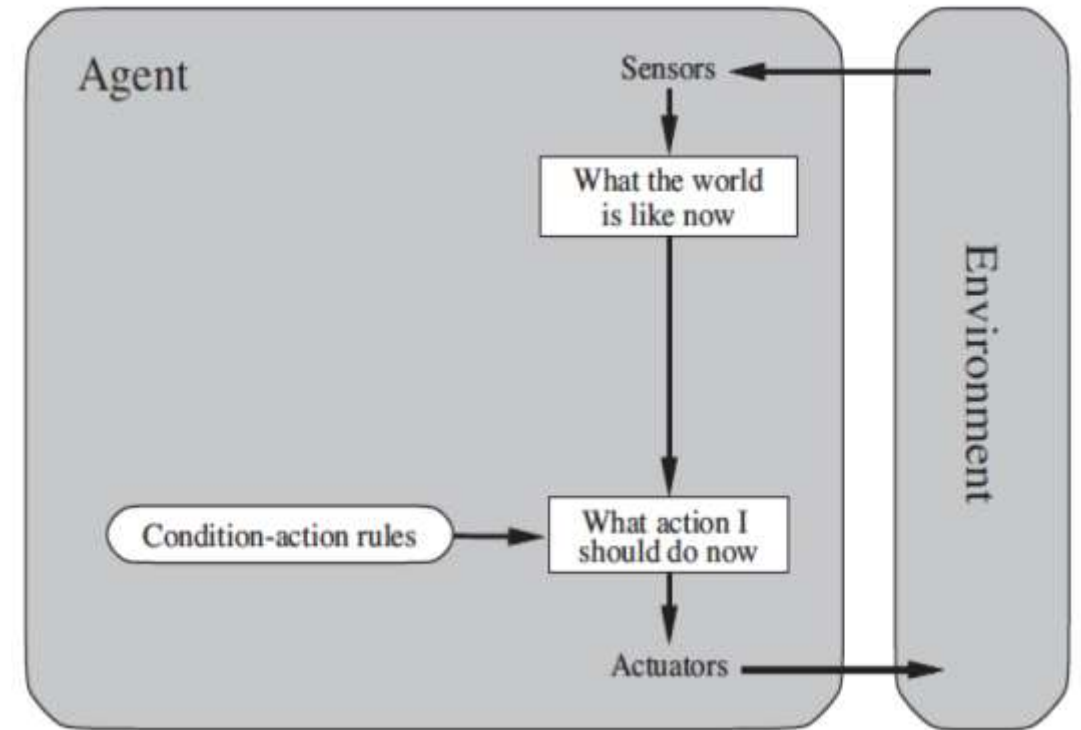
Problemi:

1. Dimensione: Per giocare a scacchi tabella con un numero di righe $>> 1080$ numero di atomi nell'universo!!! => ingestibile
2. Difficile da costruire
3. Nessuna autonomia
4. Di difficile aggiornamento, apprendimento complesso.

Agenti Intelligenti : struttura

Agenti reattivi semplici

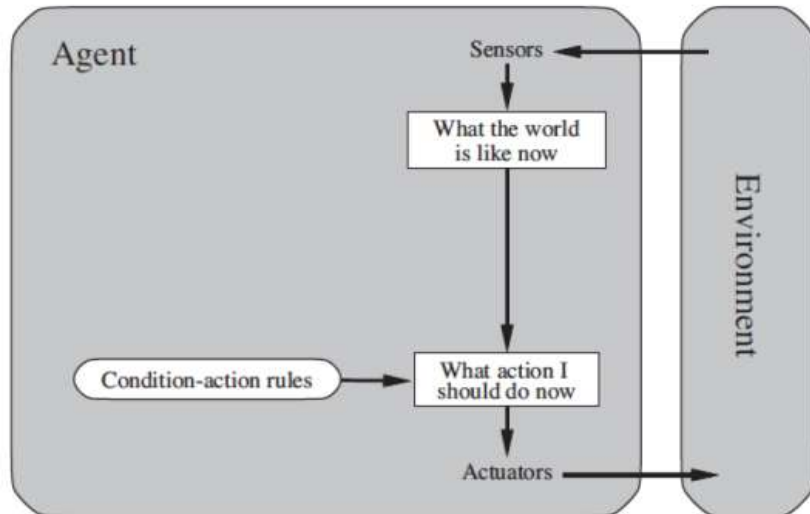
- ❑ Questi agenti selezionano le azioni sulla base della percezione *corrente*, ignorando il resto della cronologia della percezione.
- ❑ Simple reflex behaviors occur even in more complex environments.
- ❑ Esempio: un taxi automatizzato. Se l'auto davanti frena e le sue luci di stop si accendono, il taxi dovrebbe notarlo e iniziare a frenare. Chiamiamo tale connessione una regola di **condizione-azione** (*condition-action rule*)



if car-in-front-is-braking then initiate-braking

Agenti Intelligenti : struttura

Agenti reattivi semplici

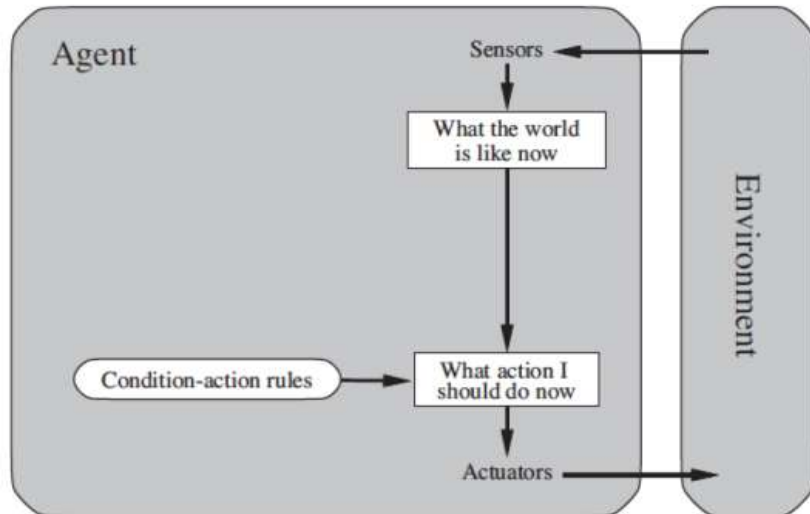


function Agente-Reattivo-Semplice (*percezione*)
returns *azione*
persistent: *regole*, un insieme di regole
condizione-azione (*if-then*)
stato \leftarrow Interpreta-Input(*percezione*)
regola \leftarrow Regola-Corrispondente(*stato*, *regole*)
azione \leftarrow *regola*.Azione
return *azione*

Anche gli uomini hanno molte regole reattive, alcune delle quali sono risposte apprese (come per la guida) e alcune delle quali sono riflessi innati (come battere le palpebre quando qualcosa si avvicina all'occhio)

Agenti Intelligenti : struttura

Agenti reattivi semplici



- *Gli agenti reattivi hanno la proprietà di essere semplici, ma sono anche di intelligenza limitata.*
- *L'agente funzionerà solo se la decisione corretta può essere presa solo sulla base della percezione corrente, cioè solo se l'ambiente è completamente osservabile. Anche un minimo di inosservabilità può causare seri problemi.*
- *Es., la regola della frenata presuppone che la condizione di vettura-di-fronte-sta-frenando possa essere determinata dalla percezione corrente: un singolo fotogramma di video. Funziona se l'auto davanti ha una luce di stop montata centralmente. Sfortunatamente, le vetture hanno configurazioni diverse...*

Agenti Intelligenti : struttura

Agenti reattivi semplici vs agenti con stato interno (modello)

- Il modo più efficace per gestire l'osservabilità parziale è che l'agente tenga traccia della parte del mondo che non può vedere ora. Cioè, l'agente dovrebbe mantenere una sorta di stato interno che dipende dalla storia della percezione e quindi riflette almeno alcuni degli aspetti non osservati dello stato attuale
- L'aggiornamento di queste informazioni sullo stato interno con il passare del tempo richiede due tipi di conoscenza da codificare nel programma dell'agente alcune informazioni su come il mondo si evolve
 1. alcune informazioni sul come evolve
 2. E come le azioni dell'agente influenzano il mondo

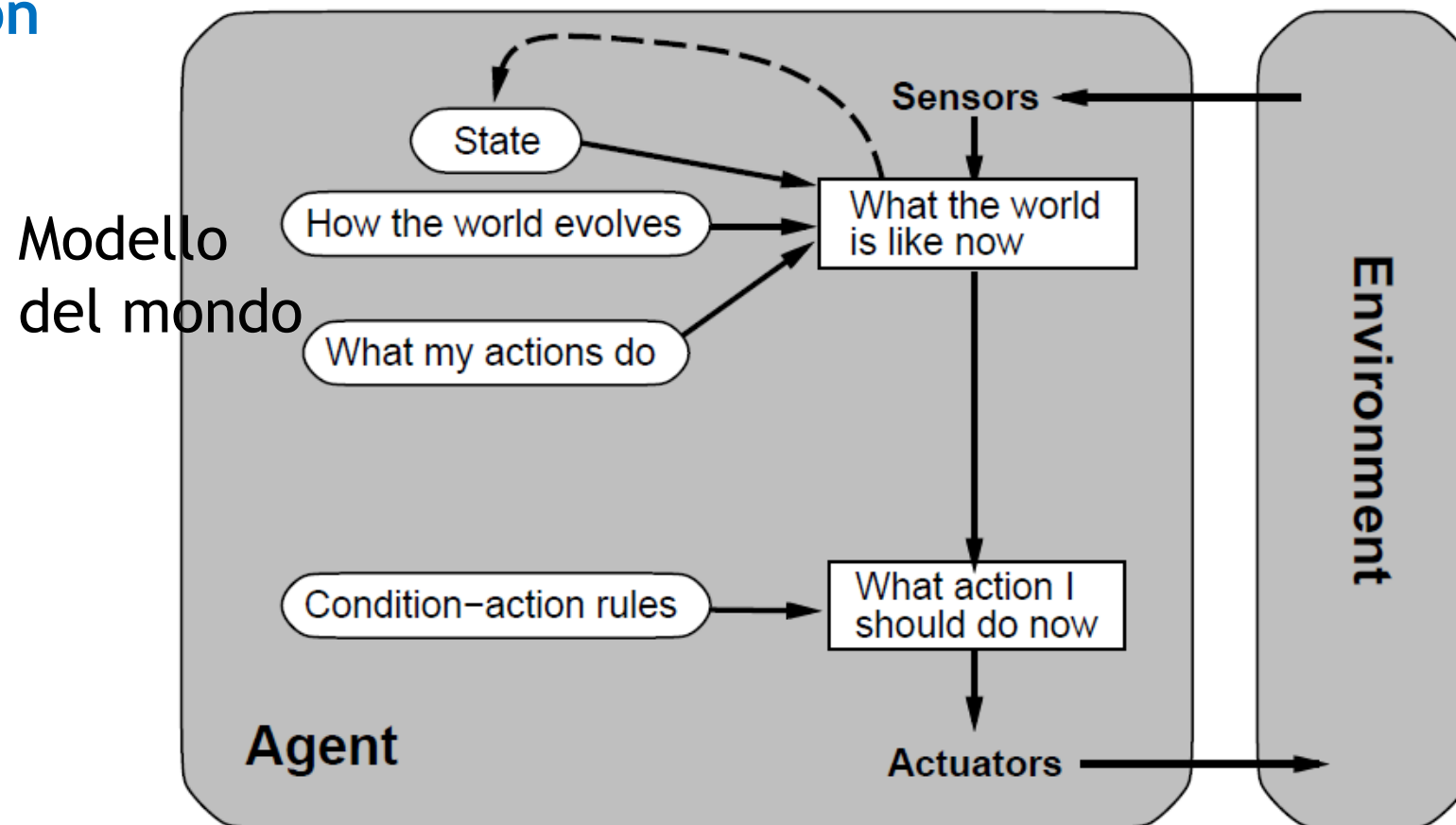
Agenti Intelligenti : struttura

Agenti reattivi semplici vs agenti con stato interno (modello)

- ❑ Questa conoscenza su "come funziona il mondo" - sia implementata in semplici circuiti booleani che in teorie scientifiche complete - è chiamata **modello del mondo**
- ❑ la percezione attuale viene combinata con il vecchio stato interno per generare la descrizione aggiornata dello stato attuale
- ❑ I dettagli su come vengono rappresentati i modelli e gli stati variano ampiamente a seconda del tipo di ambiente e della particolare tecnologia utilizzata nella progettazione dell'agente

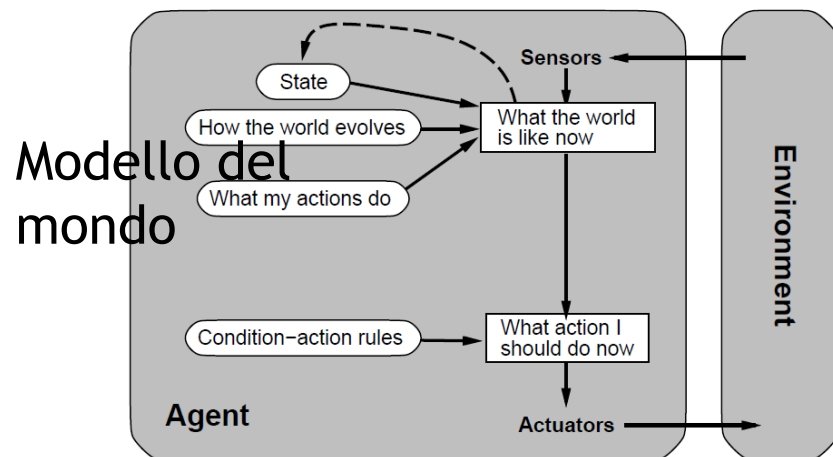
Agenti Intelligenti : struttura

Agenti reattivi con stato (basati su modello)



Agenti Intelligenti : struttura

Agenti reattivi con stato (basati su modello)



function Agente-Basato-su-Modello (*percezione*)

returns azione

persistent: *stato*, una descrizione dello stato corrente
modello, conoscenza del mondo
regole, un insieme di regole condizione-azione
azione, l'azione più recente

stato ← **Aggiorna-Stato**(*stato*, *azione*, *percezione*,
modello)

regola ← Regola-Corrispondente(*stato*, *regole*)

azione ← *regola*.Azione

return azione

Agenti Intelligenti : struttura

Agenti con stato interno (modello)

- Indipendentemente dal tipo di rappresentazione utilizzata, è raramente possibile che l'agente determini esattamente lo stato attuale di un ambiente parzialmente osservabile.
- La casella etichettata "com'è il mondo adesso" rappresenta la "migliore ipotesi" dell'agente (o talvolta la migliore ipotesi).
- Es, il taxi automatizzato potrebbe non essere in grado di vedere intorno a un grosso camion...Pertanto, l'incertezza sullo stato attuale è inevitabile, ma l'agente deve lo stesso prendere una decisione

Agenti Intelligenti : struttura

Agenti con stato interno (modello)

- ❑ Un punto forse meno ovvio sullo "stato" interno mantenuto da un agente basato su modelli è che non è necessario descrivere "come è il mondo adesso" in senso letterale.
- ❑ Es, il taxi potrebbe tornare a casa e potrebbe avere una regola che gli dice di fare il pieno di benzina sulla strada di casa a meno che non abbia almeno mezzo serbatoio.
- ❑ Sebbene "tornare a casa" possa sembrare un aspetto dello stato del mondo, il fatto della destinazione del taxi è in realtà un aspetto dello stato interno dell'agente.
- ❑ Il taxi potrebbe trovarsi esattamente nello stesso posto alla stessa ora, ma con l'intenzione di raggiungere una destinazione diversa...

Agenti Intelligenti : struttura

Agenti con stato interno (modello) vs agenti con obiettivi

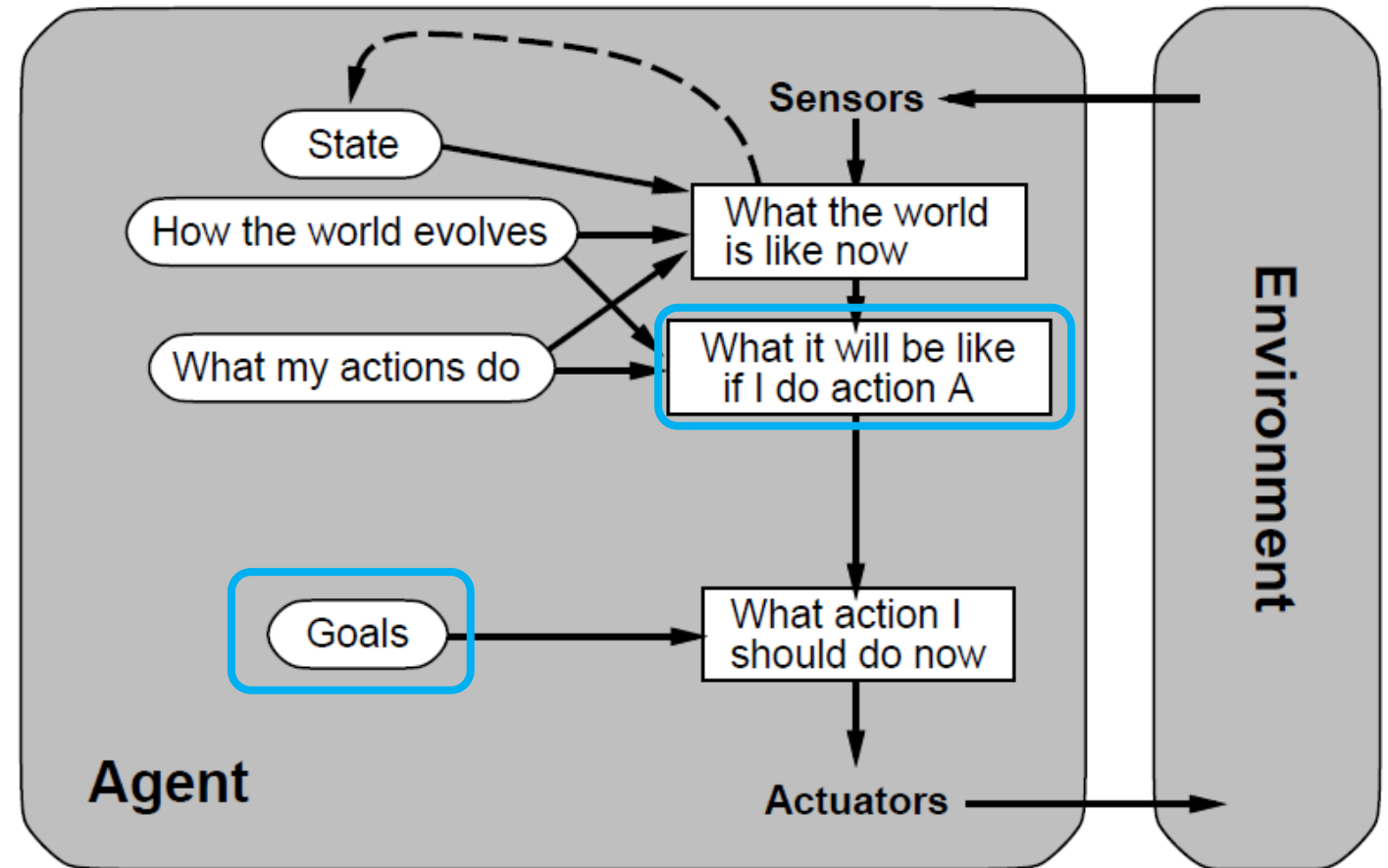
- ❑ Conoscere qualcosa sullo stato attuale dell'ambiente non è sempre sufficiente per decidere cosa fare.
- ❑ Ad esempio, a un incrocio stradale, il taxi può girare a sinistra, a destra o proseguire dritto. La decisione corretta dipende da dove sta cercando di arrivare il taxi (destinazione del passeggero).
- ❑ In altre parole, oltre a una descrizione dello stato attuale, l'agente ha bisogno di una sorta di informazione sull'obiettivo che descriva le situazioni desiderabili.
- ❑ Il programma agente può combinare questo con il modello (le stesse informazioni utilizzate nell'agente reattivo basato sul modello) per scegliere le azioni che raggiungono l'obiettivo

Agenti Intelligenti : struttura



Agenti con obiettivo

- Ove bisogna pianificare una sequenza di azioni per raggiungere l'obiettivo (goal)



Agenti Intelligenti : struttura



Agenti con obiettivi

- ❑ A volte la selezione dell'azione basata sull'obiettivo è semplice, es. quando si raggiunge l'obiettivo con una singola azione.
- ❑ A volte sarà più complicato, ad esempio, quando l'agente deve considerare lunghe sequenze di azioni per trovare un modo per raggiungere l'obiettivo.
- ❑ A volte sarà più complicato, ad esempio, quando l'agente deve considerare lunghe sequenze di colpi di scena per trovare un modo per raggiungere l'obiettivo.

Agenti Intelligenti : struttura

Agenti con obiettivi

- ❑ Un processo decisionale di questo tipo è fondamentalmente diverso dalle regole condizione-azione descritte in precedenza,
- ❑ in quanto implica la considerazione del futuro - "Cosa accadrà se faccio questo e quello?" e "Mi renderà felice?«
- ❑ Negli agenti reattivi, queste informazioni non sono rappresentate in modo esplicito, perché le regole integrate mappano direttamente le percezioni con le azioni.
- ❑ L'agente reattivo frena quando vede le luci dei freni. Un agente basato sull'obiettivo, in linea di principio, potrebbe pensare che se l'auto davanti ha le luci dei freni accese, rallenterà. Dato il modo in cui il mondo di solito si evolve, l'unica azione che raggiungerà l'obiettivo di non colpire altre auto è frenare.

Agenti Intelligenti : struttura

Agenti con obiettivi

- ❑ Sebbene l'agente basato sugli obiettivi appaia meno efficiente, è più flessibile perché la conoscenza che supporta le sue decisioni è rappresentata in modo esplicito e può essere modificata.
- ❑ Se inizia a piovere, l'agente può aggiornare le proprie conoscenze sull'efficacia del funzionamento dei suoi freni; ciò comporterà automaticamente la modifica di tutti i comportamenti rilevanti per adattarsi alle nuove condizioni.
- ❑ Per l'agente reattivo, invece, dovremmo riscrivere molte regole condizionamento.

Agenti Intelligenti : struttura

Agenti con obiettivi

- ❑ Sono guidati da un obiettivo nella scelta dell'azione (è fornito un goal esplicito)
- ❑ A volte l'azione migliore dipende da qual è l'obiettivo da raggiungere (es. da che parte devo girare?).
- ❑ Devono pianificare una sequenza di azioni per raggiungere l'obiettivo.
- ❑ Meno efficienti ma più flessibili di un agente reattivo (obiettivo può cambiare, non è già codificato nelle regole)
- ❑ Es. Ricerca di seq. di azioni (cammino) per una destinazione x

Agenti Intelligenti : struttura

Agenti con obiettivi vs agenti con funzione d utilità

- ❑ Gli obiettivi da soli non sono sufficienti per generare un comportamento di alta qualità nella maggior parte degli ambienti.
- ❑ Ad esempio, molte sequenze d'azione porteranno il taxi a destinazione (raggiungendo così l'obiettivo), ma alcune sono più veloci, più sicure, più affidabili o più economiche di altre.

Agenti Intelligenti : struttura

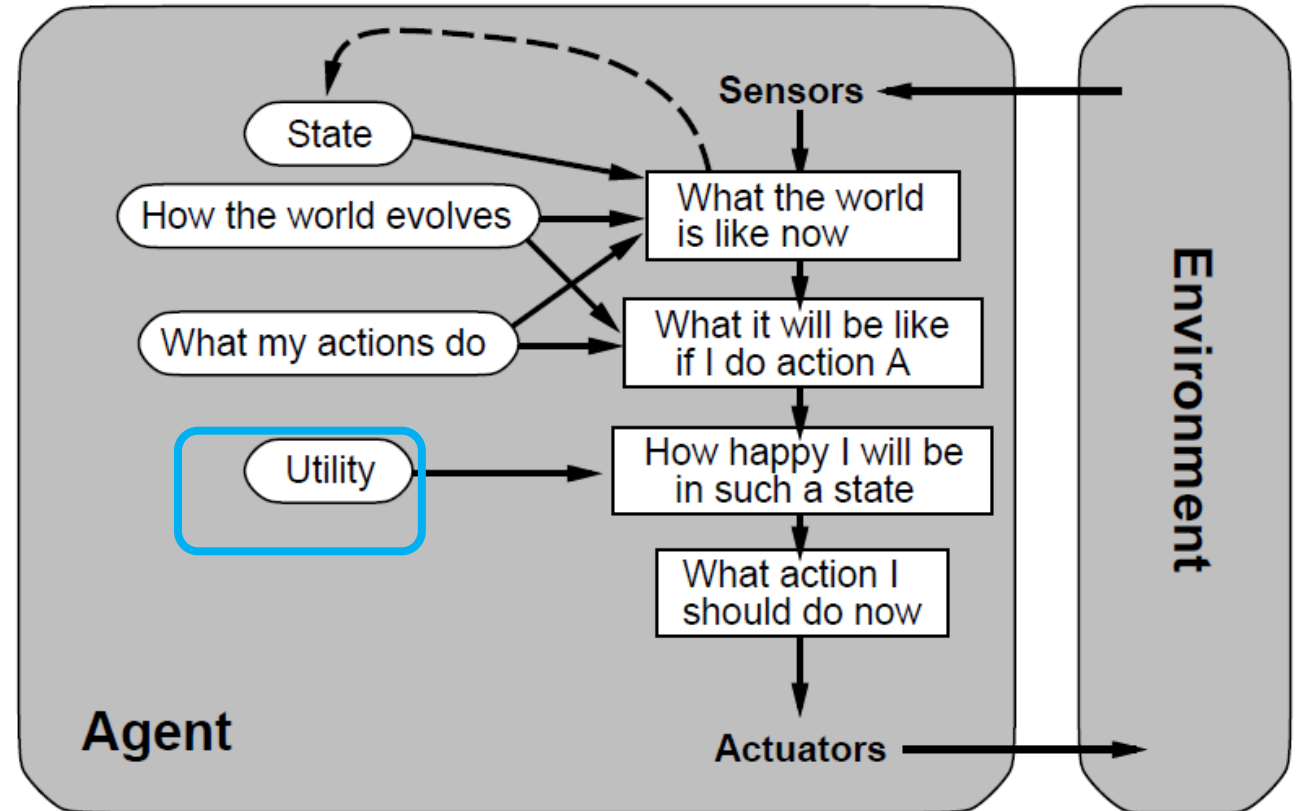
Agenti con funzione d utilità

- ❑ Obiettivi alternativi (o più modi per raggiungerlo)
 - l'agente deve decidere verso quali di questi muoversi.
 - necessaria una funzione di **utilità** (che associa ad uno stato obiettivo un numero reale).
- ❑ Obiettivi più facilmente raggiungibili di altri
 - la funzione di utilità tiene conto anche della probabilità di successo (e/o di ciascun risultato): **utilità attesa** (o in media)

Agenti Intelligenti : struttura

Agenti con funzione di utilità

- ❑ La funzione di utilità è essenzialmente un'interiorizzazione della misura della performance.
- ❑ Se la funzione di utilità interna e la misura della prestazione esterna sono in accordo, allora un agente che sceglie le azioni per massimizzare la propria utilità sarà razionale in base alla misura della prestazione esterna



Agenti Intelligenti : struttura

Agenti con funzione di utilità

- ❑ “È così semplice? Costruiamo solo agenti che massimizzano l'utilità attesa e il gioco è fatto?” È vero che tali agenti sarebbero intelligenti, ma non è semplice.
- ❑ Un agente basato sull'utilità deve modellare e tenere traccia del suo ambiente, compiti che hanno comportato una grande quantità di ricerca sulla percezione, rappresentazione, ragionamento e apprendimento.
- ❑ Anche la scelta della linea d'azione che massimizza l'utilità è un compito difficile e di solito è irraggiungibile nella pratica a causa della complessità computazionale

Agenti Intelligenti : struttura

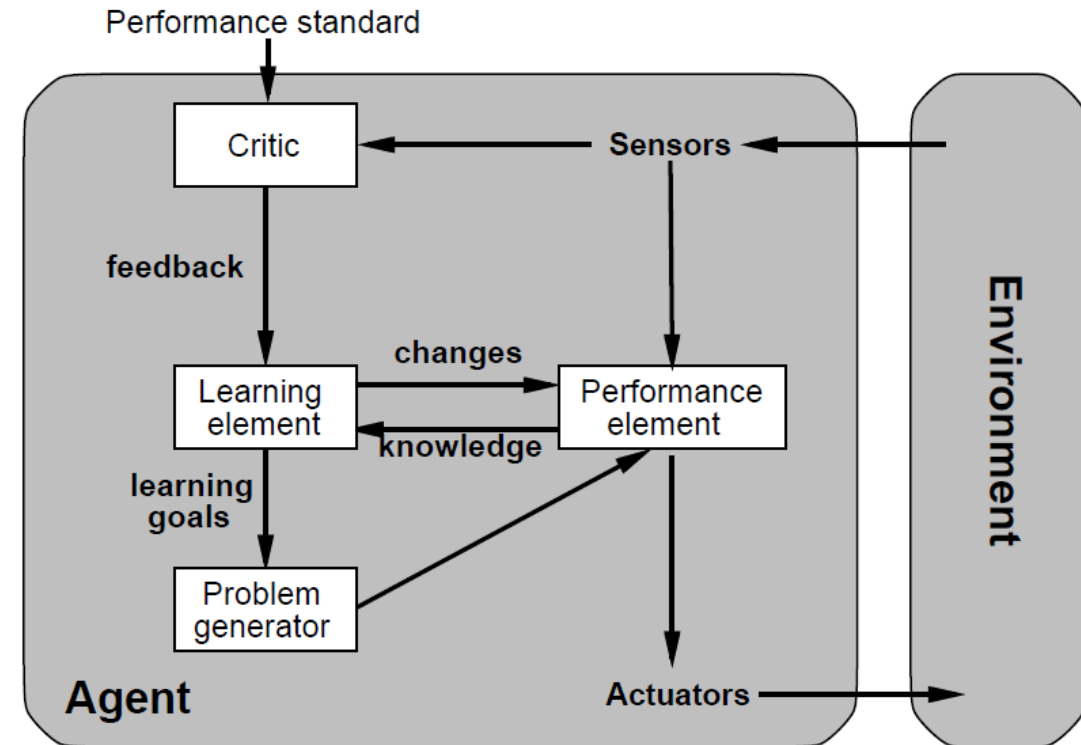
Agenti con funzione di utilità

- ❑ In un suo famoso primo articolo, Turing (1950) considera l'idea di programmare effettivamente a mano le sue macchine intelligenti.
- ❑ Stima quanto lavoro potrebbe richiedere e conclude "Sembra auspicabile un metodo più rapido".
- ❑ Il metodo che propone è costruire macchine che apprendono e poi istruirle
- ❑ In molte aree dell'IA, questo è ora il metodo preferito per creare sistemi all'avanguardia.
- ❑ L'apprendimento ha un altro vantaggio, come abbiamo notato in precedenza: consente all'agente di operare in ambienti inizialmente sconosciuti e di diventare più competente di quanto la sua sola conoscenza iniziale potrebbe consentire.

Agenti Intelligenti : struttura

Agenti che apprendono (learning agent)

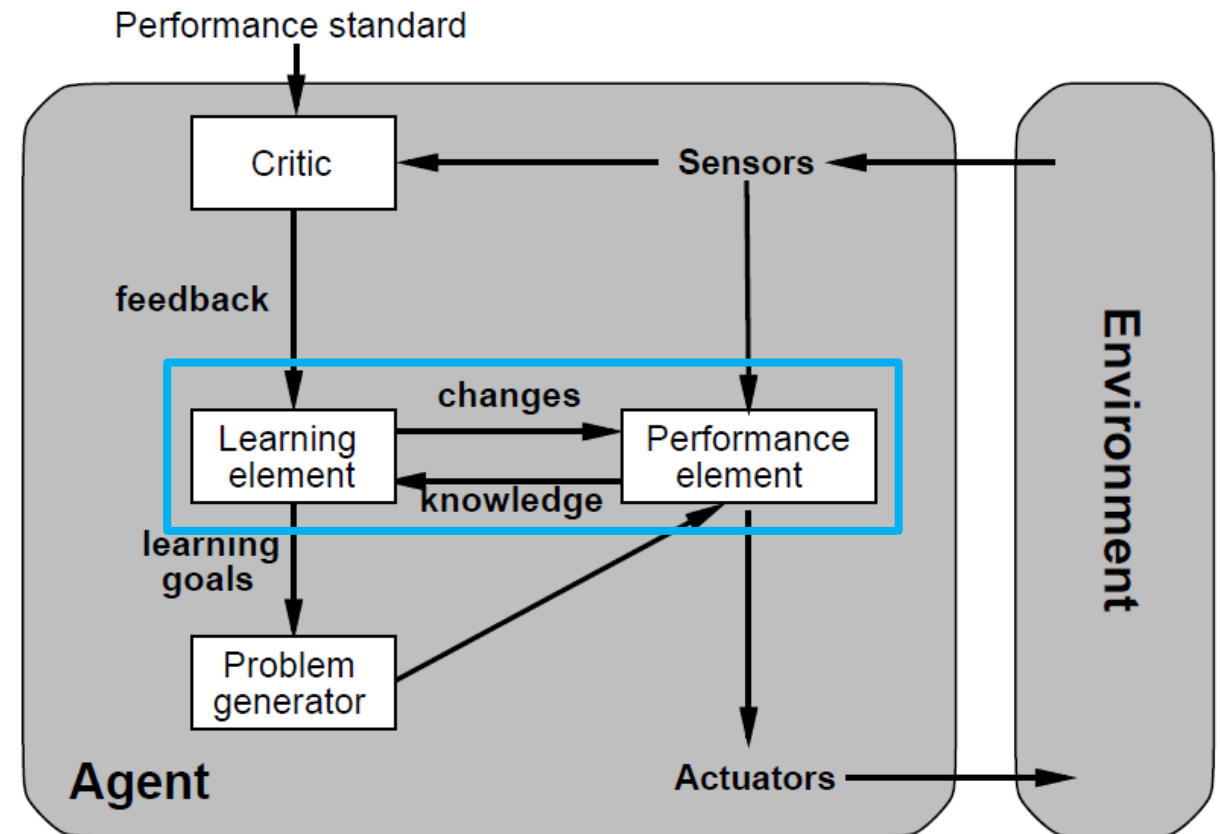
1. Componente di apprendimento
 - ✓ Produce cambiamenti al programma agente
 - ✓ Migliora prestazioni , adattando i suoi componenti, apprendendo dall'ambiente
2. Elemento esecutivo (performance element)
 - ✓ Il programma agente
 - ✓ responsible for selecting external actions
3. Elemento critico
 - ✓ Osserva e dà feedback sul comportamento
4. Generatore di problemi
 - ✓ Suggerisce nuove situazioni da esplorare



Agenti Intelligenti : struttura

Agenti che apprendono (learning agents)

- L'elemento della performance è ciò che in precedenza abbiamo considerato come intero agente: prende le percezioni e decide le azioni.
- L'elemento di apprendimento utilizza feedback dell'elemento critic sull'agente e determina come l'elemento di prestazione dovrebbe essere modificato per fare meglio in futuro.



Agenti Intelligenti : struttura

Agenti che apprendono (learning agent)

- ❑ La progettazione dell'elemento di apprendimento dipende molto dalla progettazione dell'elemento di prestazione.
- ❑ Quando si cerca di progettare un agente che apprenda una certa capacità, la prima domanda non è "Come farò a farlo imparare questo?" ma "Di che tipo di elemento di prestazione avrà bisogno il mio agente per farlo una volta che avrà imparato come?"
- ❑ "Dato un design dell'agente, è possibile costruire meccanismi di apprendimento per migliorare ogni parte dell'agente."

Agenti Intelligenti : struttura

Agenti che apprendono

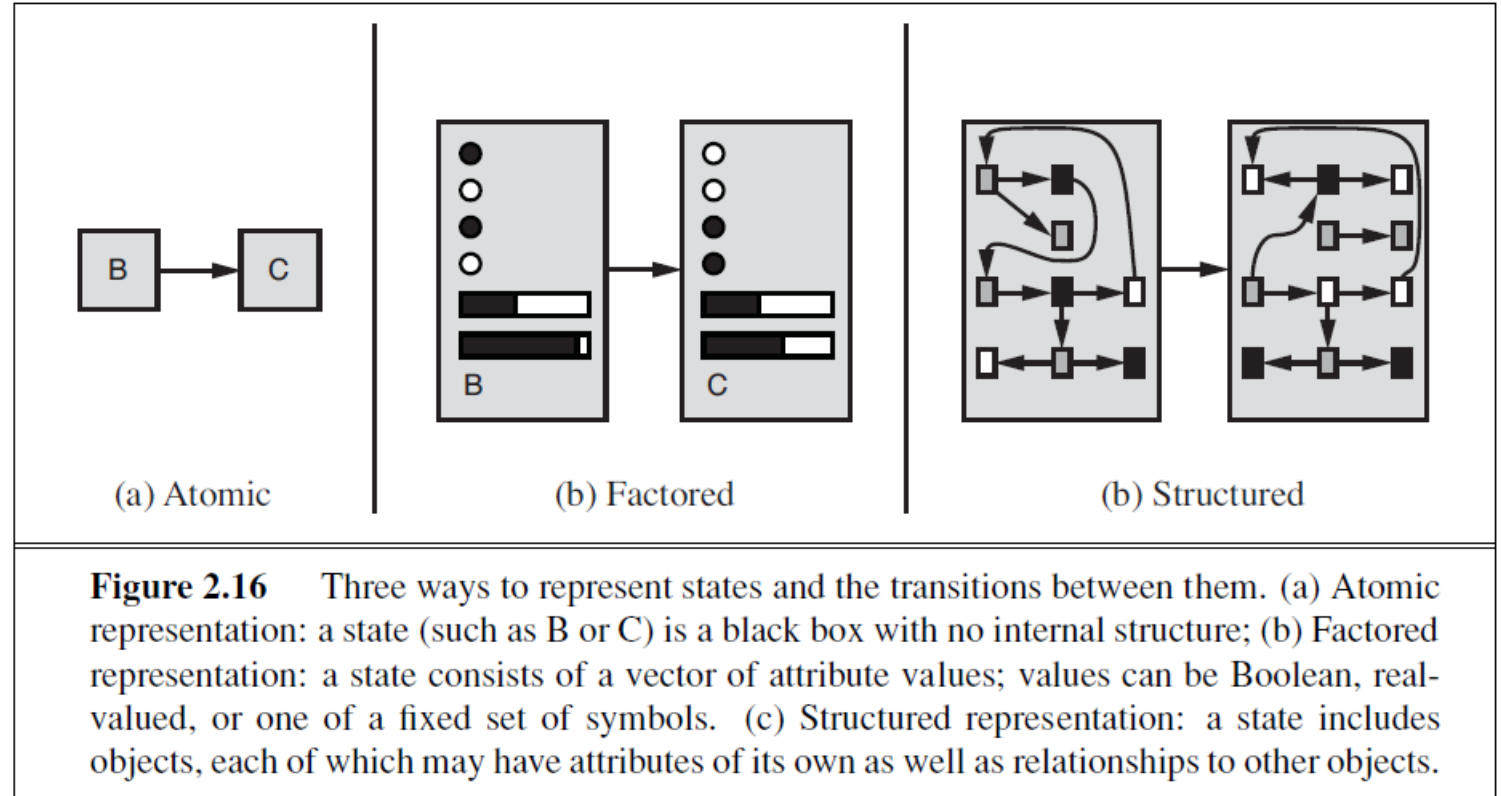
- ❑ Per rendere più concreto il progetto generale, torniamo all'esempio del taxi.
- ❑ L'elemento di prestazione consiste in una qualunque raccolta di conoscenze e procedure di cui dispone il taxi per selezionare le sue azioni di guida.
- ❑ Il taxi esce sulla strada e guida, sfruttando questo elemento di performance
- ❑ Il modulo critic osserva il mondo e trasmette le informazioni all'elemento di apprendimento.
- ❑ Ad esempio, dopo che il taxi ha fatto una rapida svolta a sinistra su tre corsie di traffico, il «critic» osserva il linguaggio scioccante usato dagli altri conducenti.
- ❑ Da questa esperienza, l'elemento di apprendimento è in grado di formulare una regola dicendo che questa è stata una cattiva azione e l'elemento di prestazione viene modificato dall'installazione della nuova regola.
- ❑ Il generatore di problemi potrebbe identificare alcune aree di comportamento che necessitano di miglioramenti e suggerire esperimenti, come provare i freni su superfici stradali diverse in condizioni diverse.

Agenti Intelligenti : Come funzionano i componenti dei programmi agente



Tipi di rappresentazione dello stato dell'agente

- ❑ Rappresentazione atomica
- ❑ Rappresentazione fattorizzata (più variabili e attributi)
- ❑ Rappresentazione strutturata (aggiunge relazioni) .



Agenti Intelligenti : Come funzionano i componenti dei programmi agente



Tipi di rappresentazione dello stato dell'agente

- ❑ In una rappresentazione atomica ogni stato del mondo è indivisibile, non ha una struttura interna.
- ❑ Un singolo atomo di conoscenza è una “scatola nera” la cui unica proprietà riconoscibile è quella di essere identica o diversa da un'altra scatola nera

Agenti Intelligenti : Come funzionano i componenti dei programmi agente



Tipi di rappresentazione dello stato dell'agente

- ❑ la rappresentazione fattorizzata suddivide ogni stato in un insieme fisso di variabili o attributi, ognuno dei quali può avere un valore.
- ❑ Sebbene due diversi stati atomici non abbiano nulla in comune, sono solo scatole nere diverse, due diversi stati fattorizzati possono condividere alcuni attributi (come trovarsi in una particolare posizione GPS) e non altri (come avere molto gas o non avere gas)
- ❑ questo rende molto più facile capire come passare uno stato in un altro.
- ❑ Con le rappresentazioni fattorizzate, possiamo anche rappresentare l'incertezza: ad esempio, l'ignoranza sulla quantità di gas nel serbatoio può essere rappresentata lasciando vuoto quell'attributo.

Agenti Intelligenti : Come funzionano i componenti dei programmi agente



Tipi di rappresentazione dello stato dell'agente

- ❑ Per molti scopi, abbiamo bisogno di capire il mondo in cui ci sono cose correlate tra loro, non solo variabili con valori.
- ❑ Avremmo invece bisogno di una rappresentazione strutturata, in cui oggetti come diversi mucchi e camion e le loro variabili descrittive e le loro relazioni possano essere descritti in modo esplicito.
- ❑ In effetti, quasi tutto ciò che gli esseri umani esprimono nel linguaggio naturale riguarda gli oggetti e le loro relazioni

Agenti Intelligenti : Come funzionano i componenti dei programmi agente



Espressività

- Una rappresentazione più espressiva può catturare, almeno in modo altrettanto conciso, tutto ciò che può catturare una rappresentazione meno espressiva, più qualcosa d'altro.
- E spesso, il linguaggio più espressivo è molto più conciso
- D'altra parte, il ragionamento e l'apprendimento diventano più complessi man mano che aumenta la potenza espressiva della rappresentazione.