

Agenti intelligenti

Alessio Micheli

a.a. 2015/2016

Credits: Maria Simi

Russell-Norvig

Riassunto (da lezione 1)

- **Intelligenza come capacità diverse ...**
 - Capacità di simulare il comportamento umano?
 - Capacità di ragionamento logico/matematico?
 - Intelligenza come competenza “da esperto”?
 - Intelligenza come “buon senso” (senso comune)?
 - **Capacità di interagire con un ambiente?**
 - **Capacità sociali, di comunicazione e coordinamento?**
 - Capacità di comprendere e provare emozioni?
 - Capacità di acquisire esperienza?

IA – “ri”considerazioni

- Non collezione di tecniche per risolvere problemi specifici
- Ma vertice e fronte del progresso dei metodi/sistemi informatici (e.g. algoritmica, logica, ottimizzazione) per fornire metodologie sistematiche per dotare le macchine di comportamenti intelligenti/ razionali (cfr. *ALMA*) in problemi generali *difficili*
- Iniziamo con l’inquadramento degli **agenti**

Agenti intelligenti

- L'approccio “moderno” all'IA: costruzione di *agenti intelligenti*
- La visione ad agenti ci offre un quadro di riferimento e una prospettiva diversa all'analisi dei sistemi software
- E “comoda” per trattare sistemi razionali (uniformità)
- Vedremo schemi di agenti contenitori di funzionalità studiate nel resto del corso

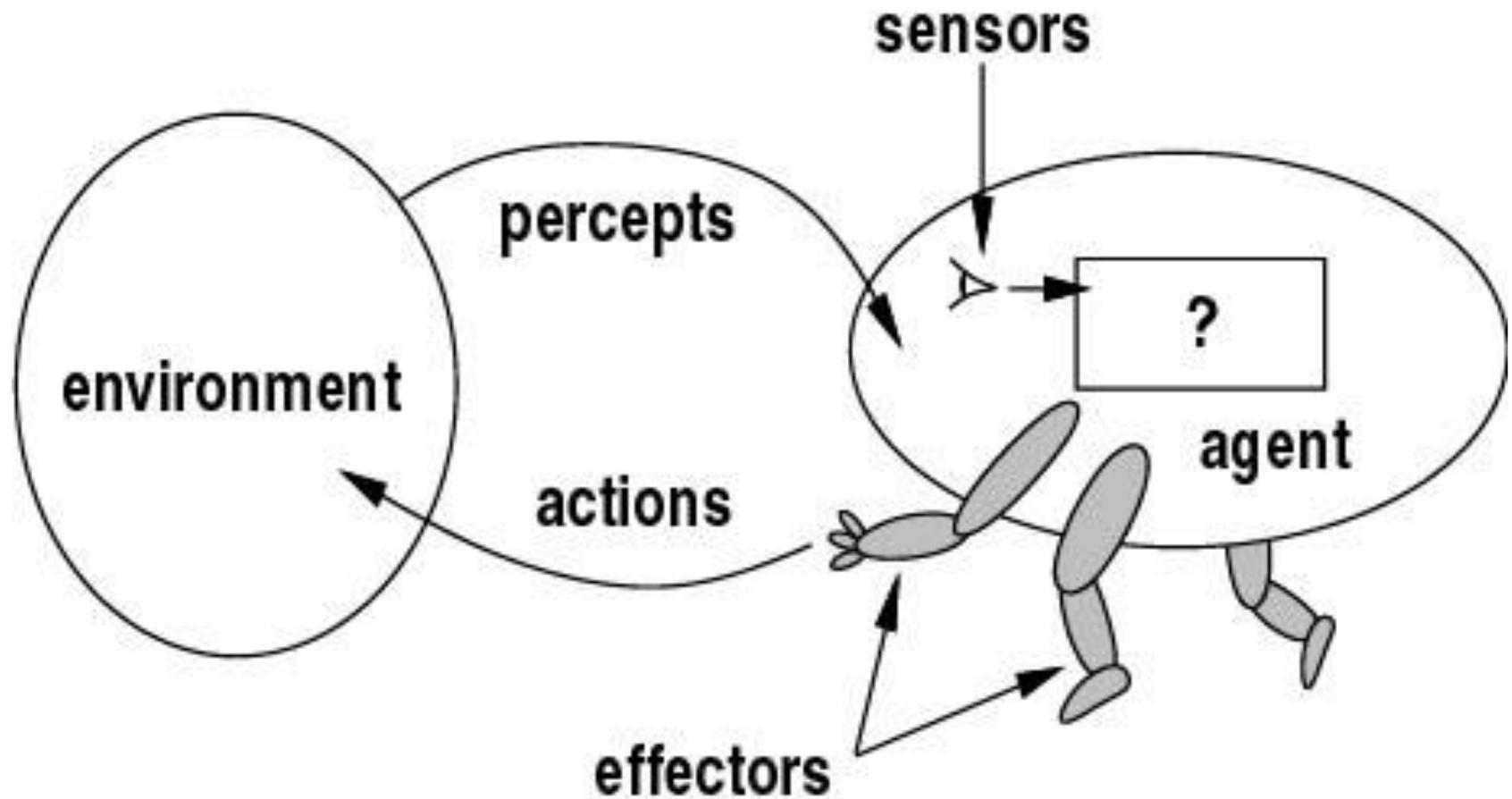
Caratteristiche degli agenti

- Gli agenti sono **situati**
 - 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 ...**
- Gli agenti sono **embodied**: hanno un **corpo** , fino a considerare i meccanismi delle **emozioni**

Sommario (cap. 2, ALMA)

- Agenti razionali
- Proprietà degli ambienti
- La struttura degli agenti
 - Agenti reattivi semplici
 - Agenti basati su modello
 - Agenti con obiettivo
 - Agenti con funzione di utilità
 - Agenti che apprendono

Agenti secondo ALMA



Ciclo *percezione- azione*

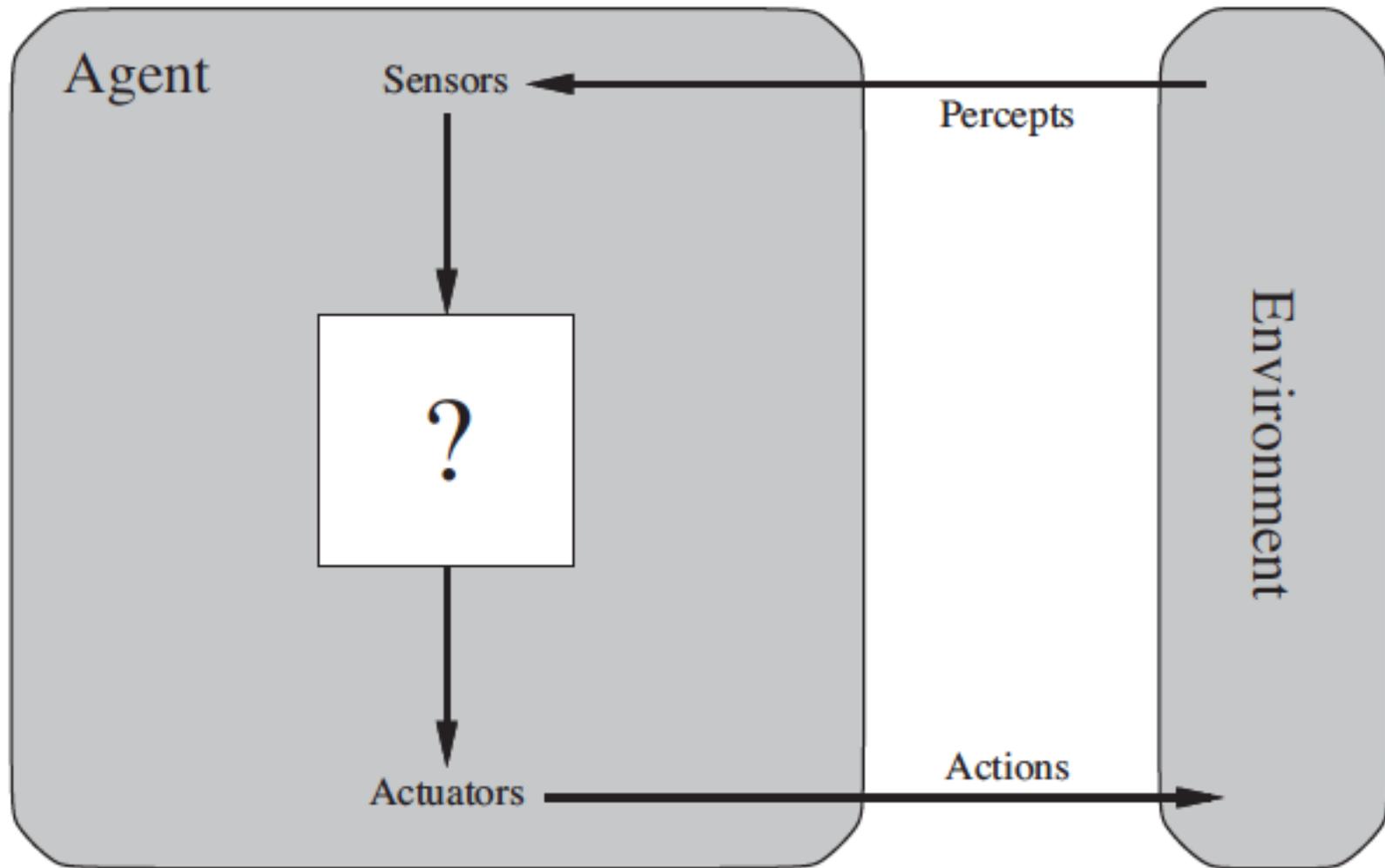
Percezioni e azioni

- 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).

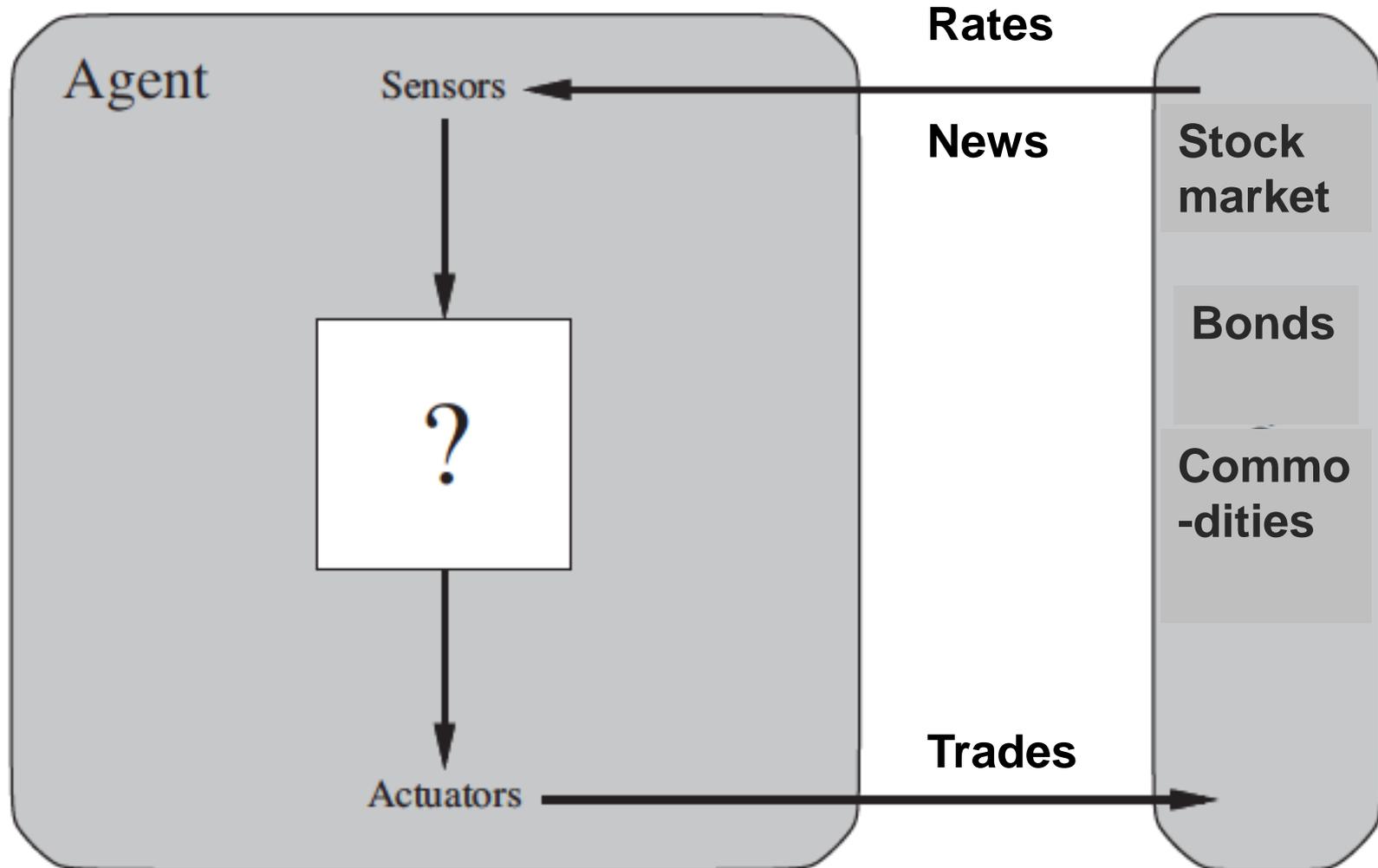


- Implementata da un *programma agente*
- *Compito (IA)*: progettare il programma agente

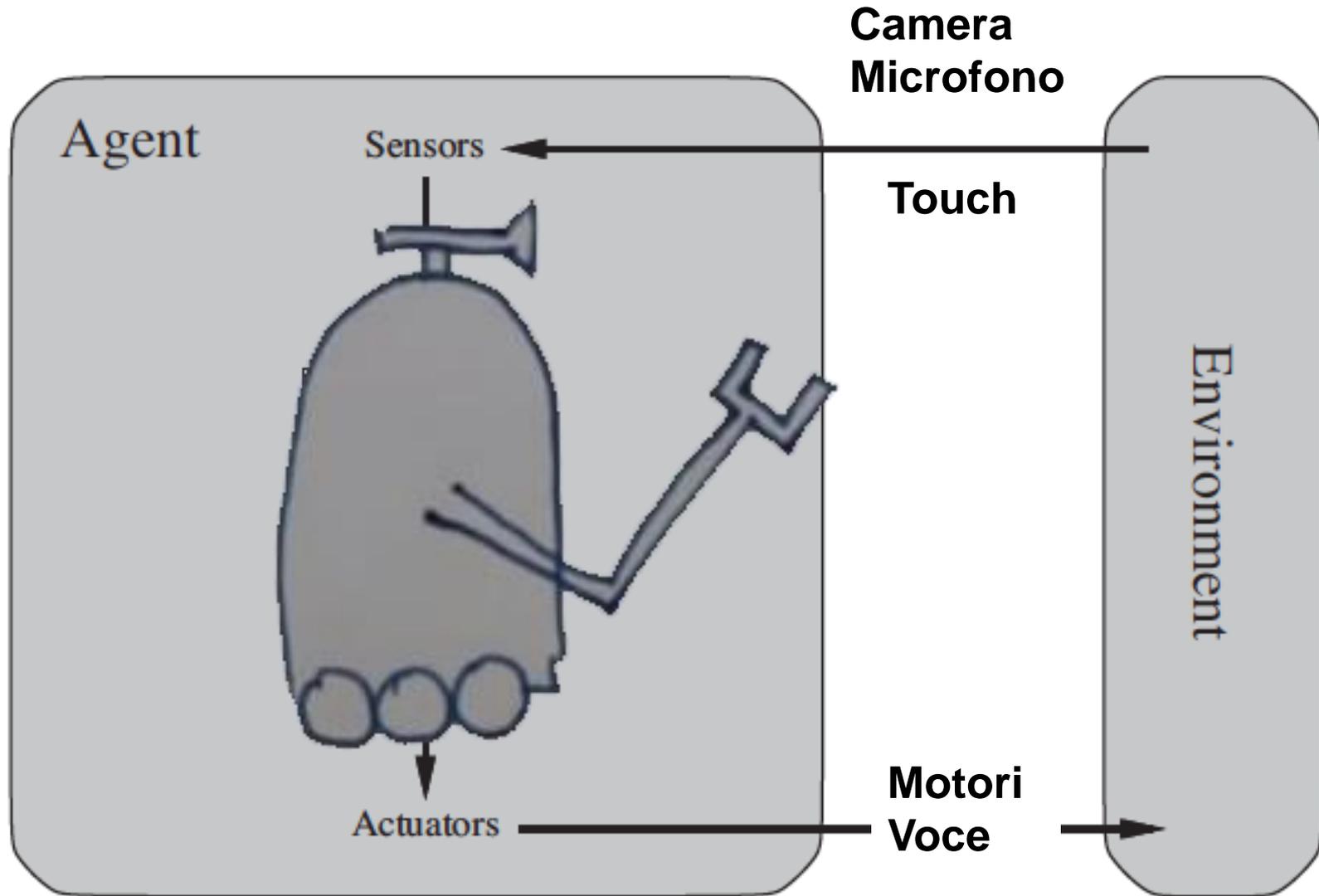
Agente e ambiente (architettura astratta)



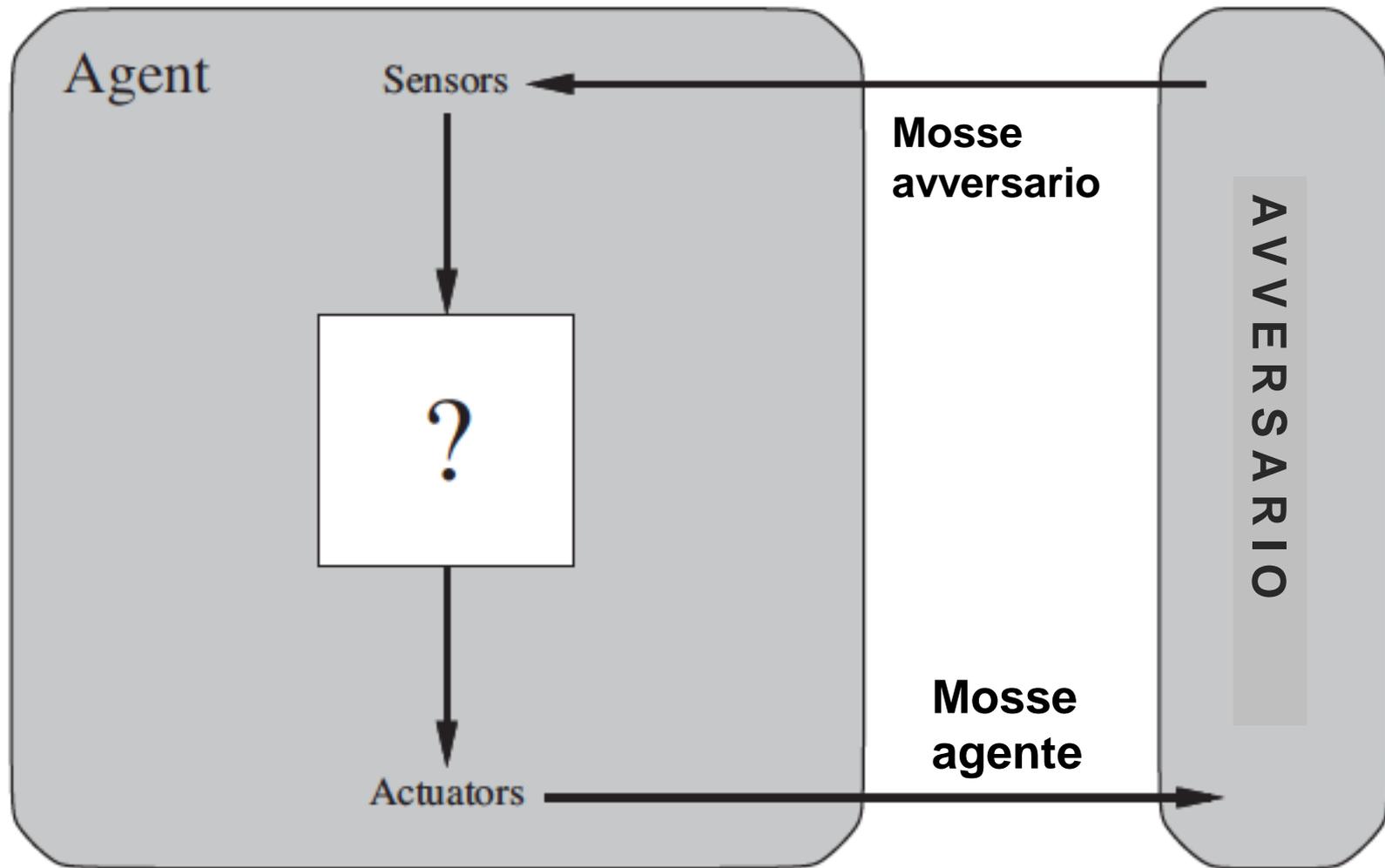
Agente finanziario (trading agent)



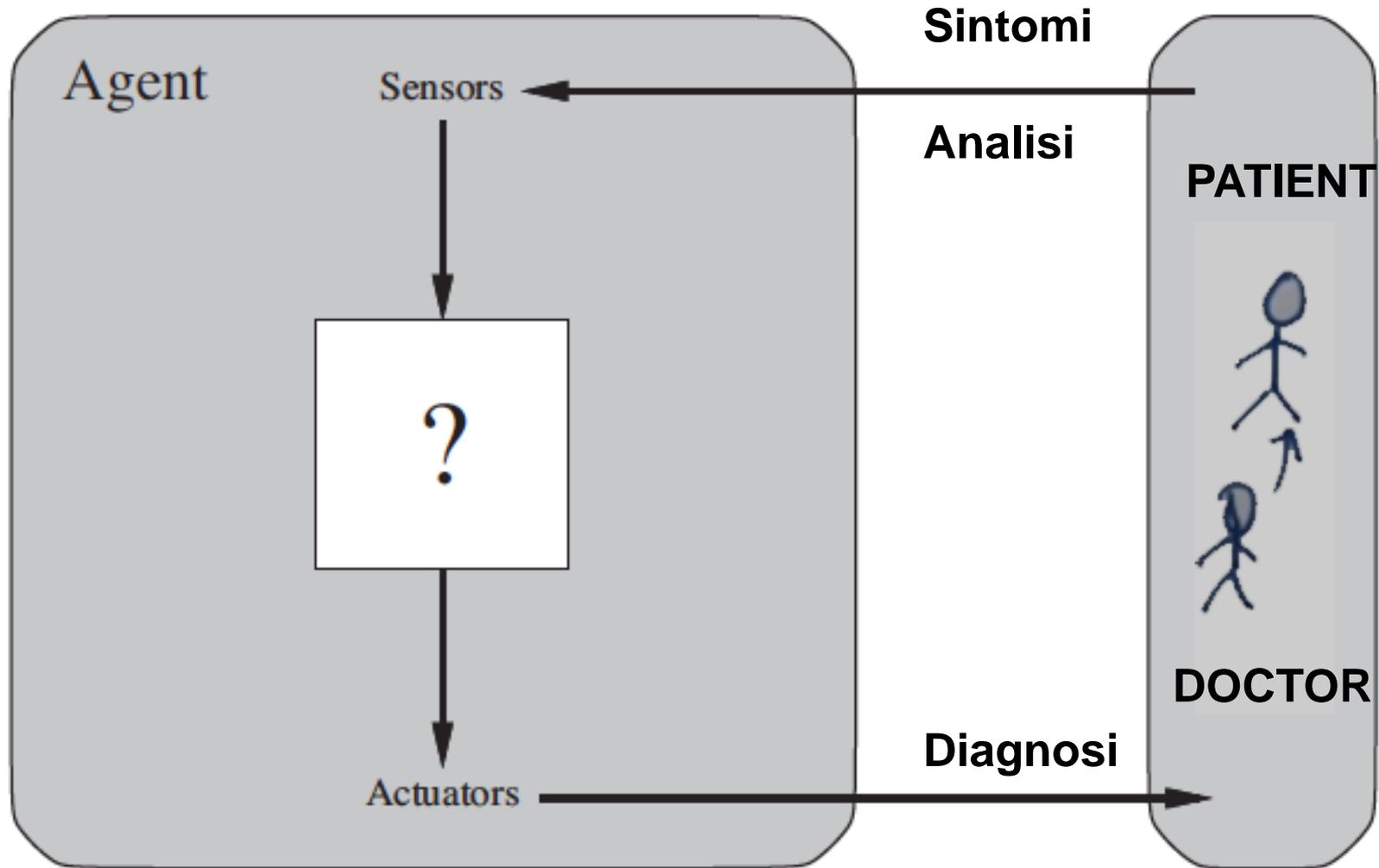
Agente robotico



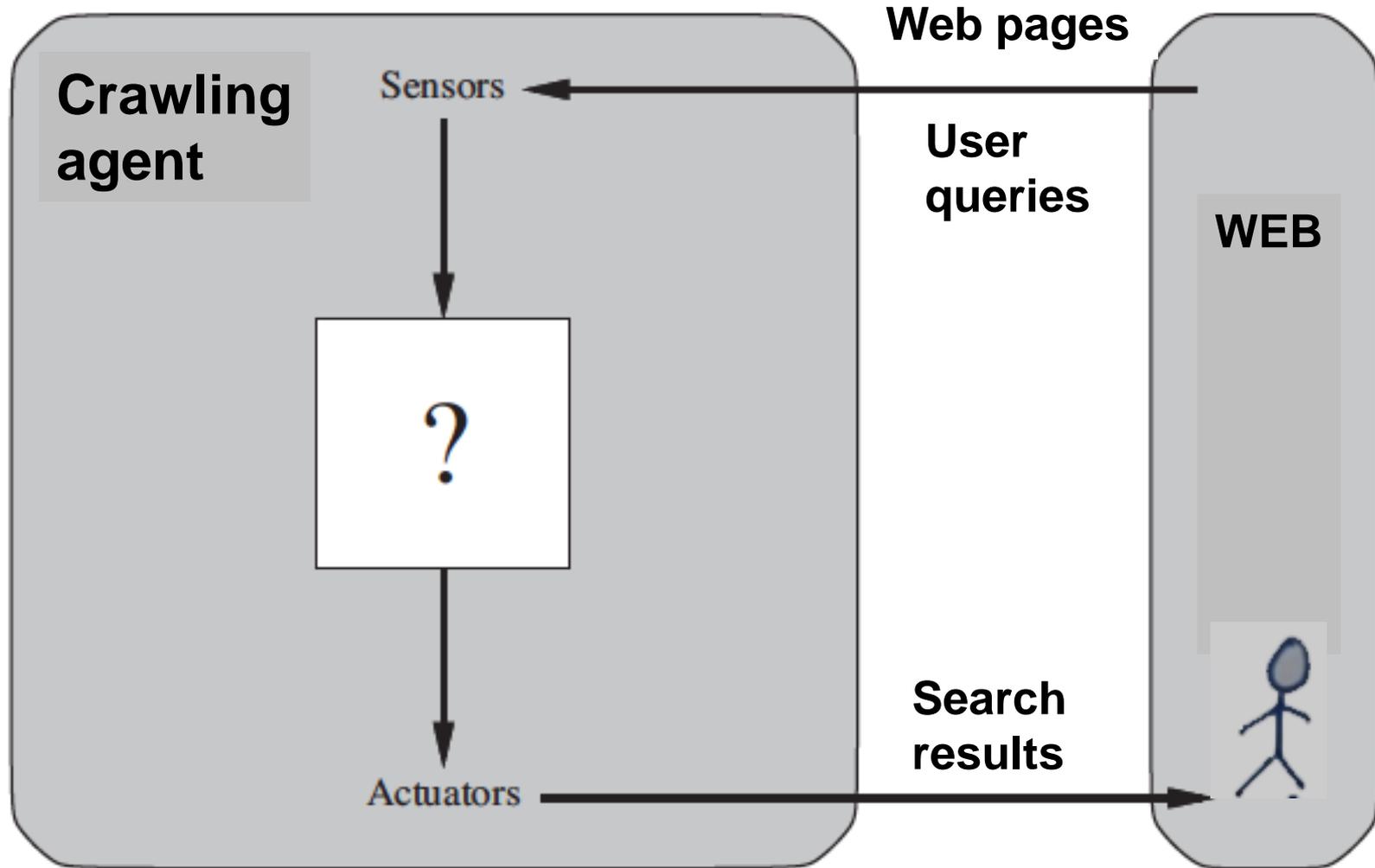
Game agent



Agente diagnostico in medicina



IA e web: motore di ricerca



Agenti razionali

- 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)

Valutazione della prestazione

- **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

Agente razionale: definizione

- 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.

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 possono essere limitate

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 (da vedere più avanti nel corso...)

Agenti autonomi

- *Agente autonomo*: un agente è autonomo nella misura in cui il suo comportamento dipende dalla sua esperienza.
- Un agente il cui comportamento fosse determinato solo dalla sua conoscenza *built-in*, sarebbe non autonomo e poco flessibile

Ambienti

- 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

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, acelerometro, sensori sullo stato del motore, tastiera o microfono

Formulazione PEAS dei problemi

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
Broker finanziario				

Proprietà dell'ambiente-problema

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

Osservabilità

- 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.

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

Predicibilità

- **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)

Episodico/sequenziale

- Episodico
 - L'esperienza dell'agente è divisa in episodi atomici indipendenti.
 - In ambienti episodici non c'è bisogno di pianificare.
- Sequenziale
 - Ogni decisione influenza le successive

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.

Discreto / continuo

- Possono assumere valori discreti o continui
 - lo stato: solo un numero finito di stati
 - il tempo
 - le percezioni
 - le azioni
- Focus prossime lezioni su stati discreti
- Ma la guida del taxi è un problema con stato e tempo continui ...
- Combinatoriale versus infinito

Noto/ignoto

- Distinzione riferita allo stato di conoscenza dell'agente sulle leggi fisiche dell'ambiente
- 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



Tipologie di ambiente

	Osservabile /no	Deterministico/ stocastico	Episodico/s equenziale	Statico/ dinamico	Discreto/c ontinuo	Mono/multi- agente?
Gioco 15	Osservabile	Deterministico	Sequenziale	Statico	Discreto	Mono
Briscola						
Scacchi						
Scacchi con tempo limitato						
Sudoku						
Taxi driver						

Simulatore di ambienti

Uno strumento software che si occupa di:

- generare stimoli per gli agenti
 - raccogliere le azioni in risposta
 - aggiornare lo stato dell' ambiente
 - [attivare altri processi che influenzano l'ambiente]
 - valutare le prestazioni degli agenti
-
- Esperimenti su classi di ambienti (variando le condizioni)
essenziale per valutare capacità di *generalizzare*
 - Valutazione prestazione come medie su più istanze

Struttura di un agente

Agente = Architettura + Programma

Ag: P → Az
percezioni *azioni*

Il programma dell'agente implementa la funzione Ag

Programma agente

```
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
```

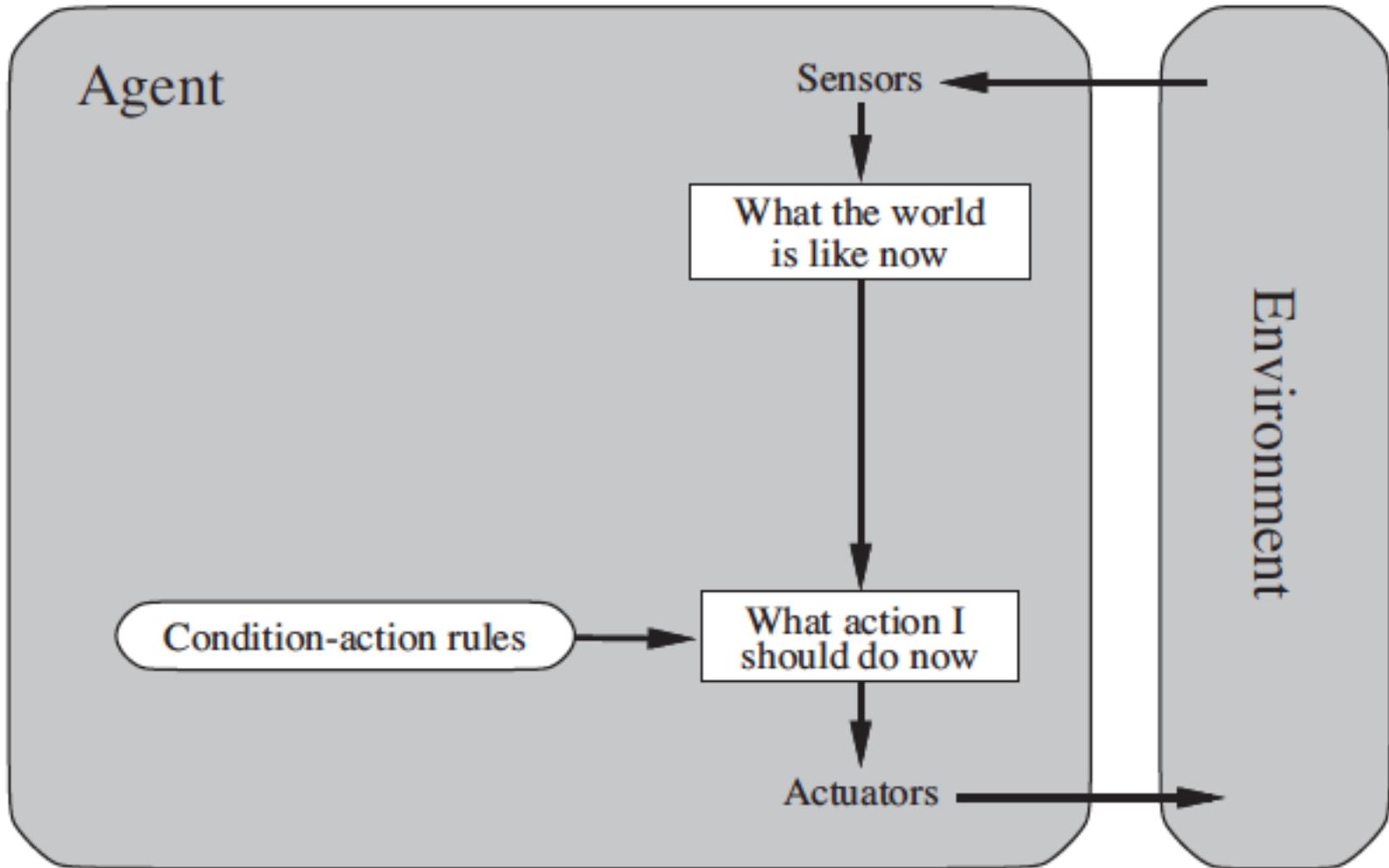
Agente basato su tabella

- 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 $\gg 10^{80}$ numero di atomi nell'universo!!! \rightarrow ingestibile
2. Difficile da costruire
3. Nessuna autonomia
4. Di difficile aggiornamento, apprendimento complesso.

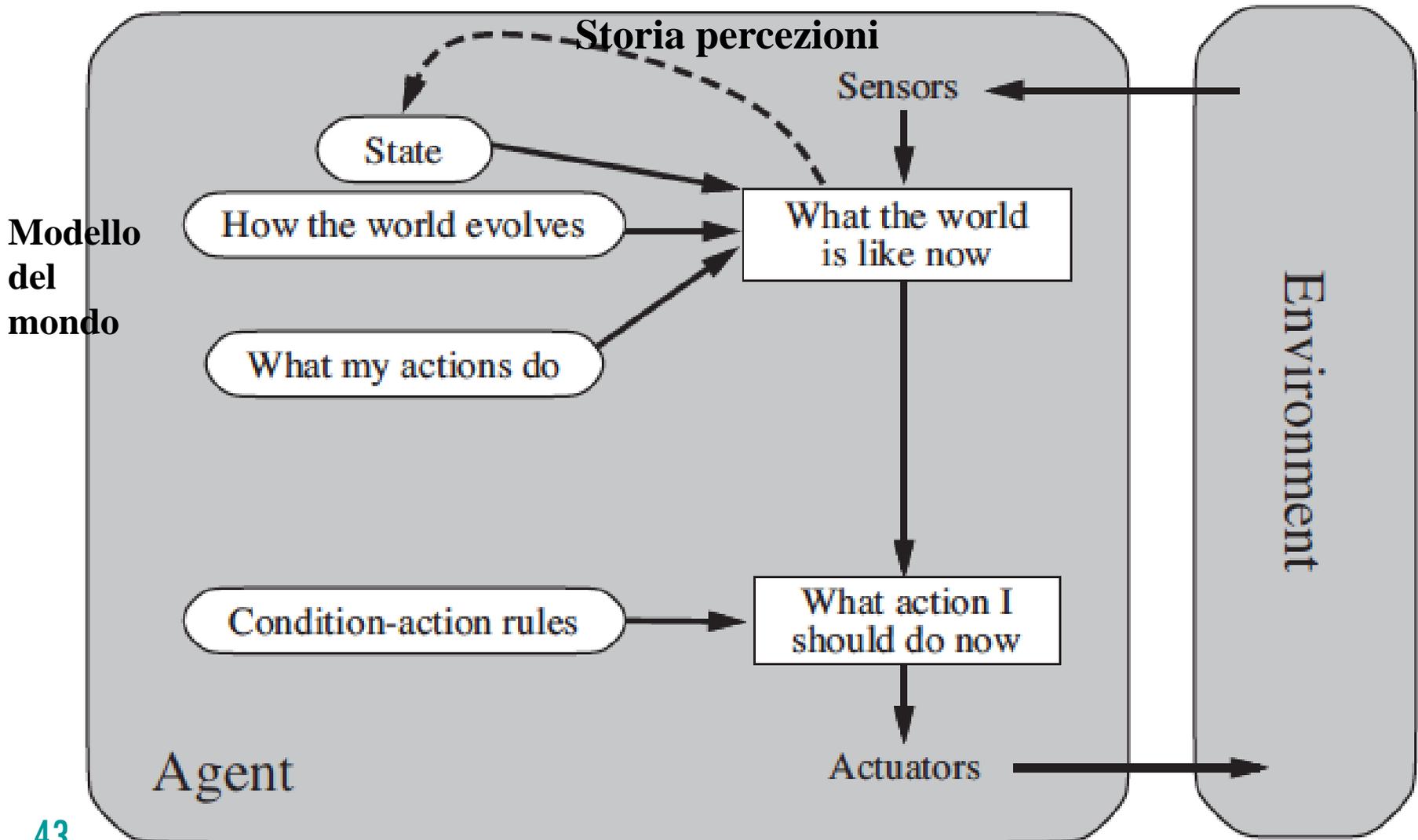
Agenti reattivi semplici



Agenti reattivi - programma

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

Agenti basati su modello



Agenti 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)

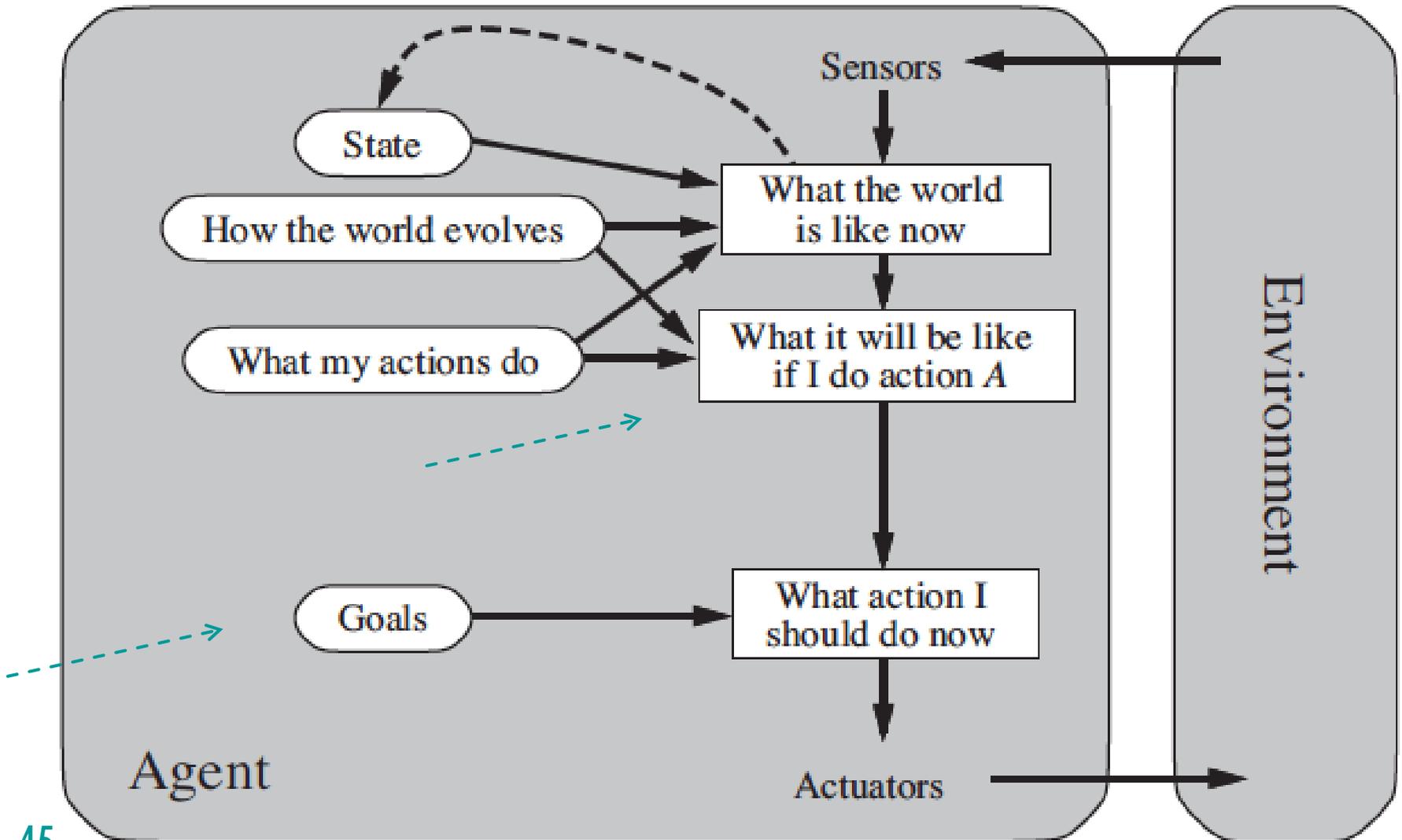
regola ← Regola-Corrispondente(*stato*, *regole*)

azione ← *regola*.Azione

return azione

Agenti con obiettivo

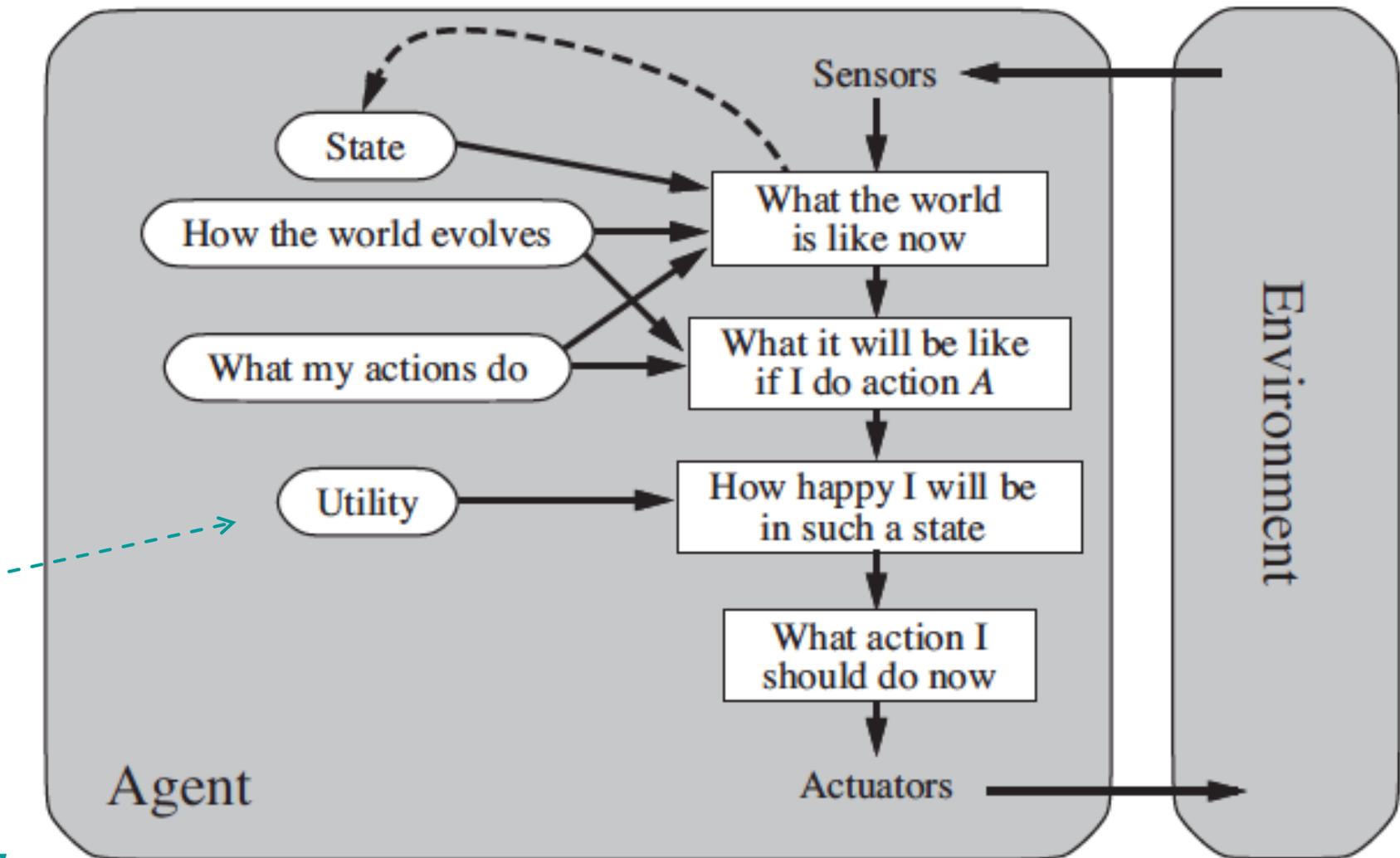
Ove bisogna pianificare una sequenza di azioni per raggiungere l'obiettivo (goal)



Agenti con obiettivo

- 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

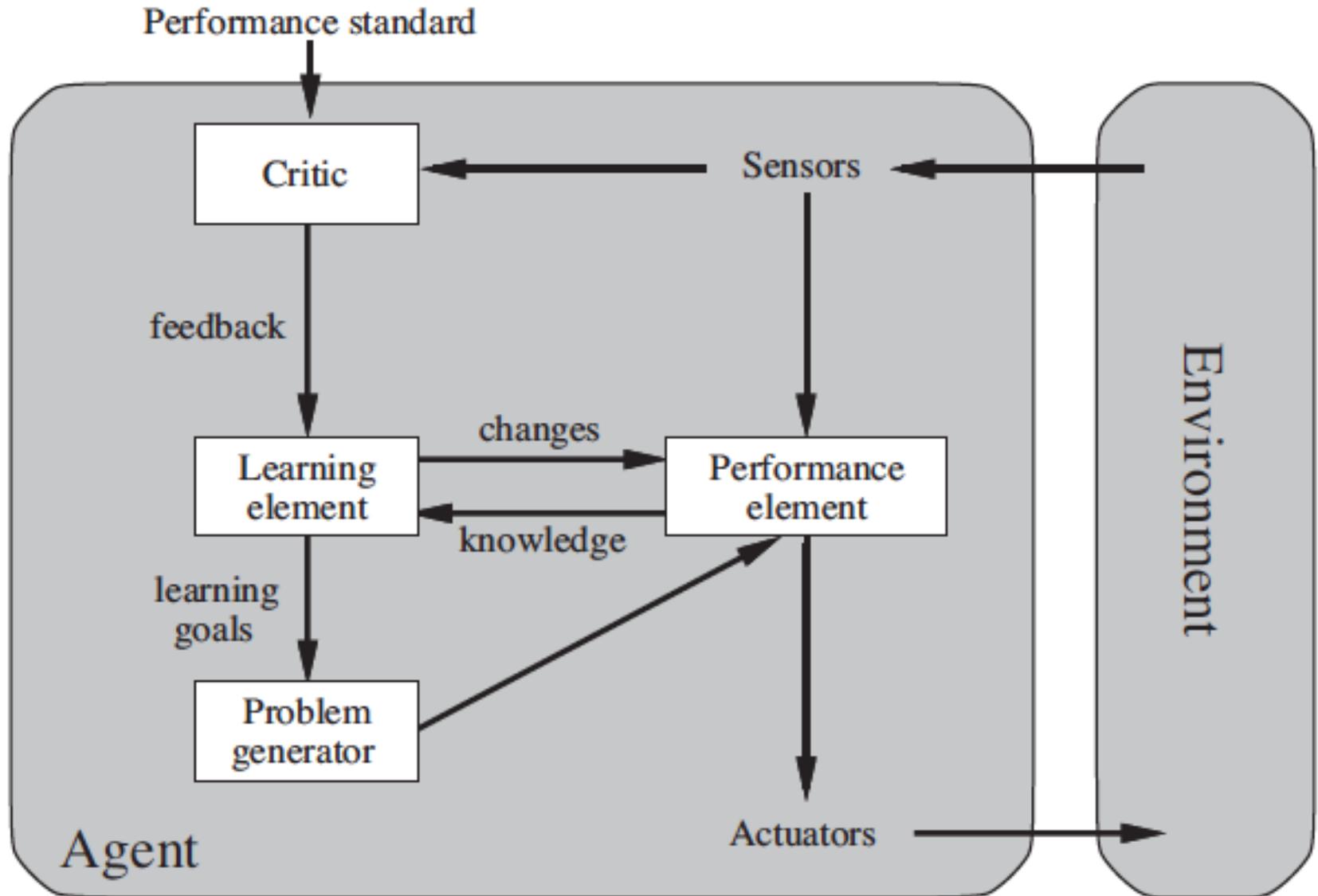
Agenti con valutazione di utilità



Agenti con valutazione di 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 che apprendono



Agenti che apprendono

1. Componente di apprendimento

- Produce cambiamenti al programma agente
- Migliora prestazioni , adattando i suoi componenti, apprendendo dall'ambiente

2. Elemento esecutivo

- Il programma agente

3. Elemento critico

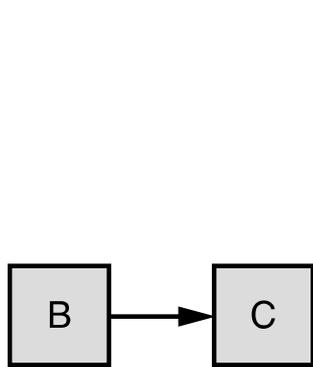
- Osserva e dà feedback sul comportamento

4. Generatore di problemi

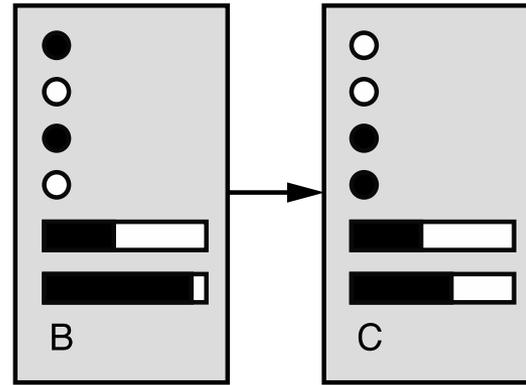
- Suggerisce nuove situazioni da esplorare

Tipi di rappresentazione

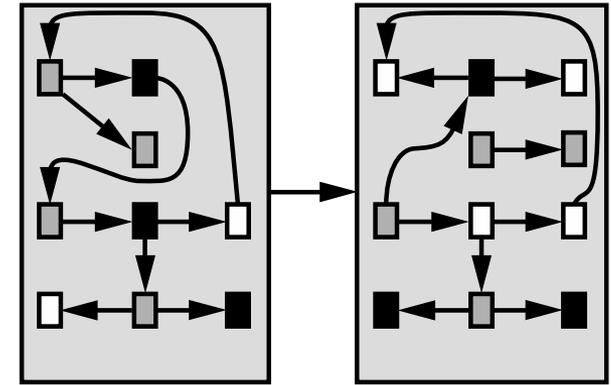
Stati e transizioni



(a) Atomic



(b) Factored



(b) Structured

- Rappresentazione atomica
- Rappresentazione fattorizzata (piu varibili e attributi)
- Rappresentazione strutturata (aggiunge relazioni)

Conclusioni

- Punto di vista: IA come progettazione di agenti e programmi agente
- Misure di prestazioni e razionalità (max mis. prestazione)
- Classificazione degli ambienti operativi
- Diversi schemi di complessità crescente per i programmi agente
 - Diverso tipo di inf esplicitata e utilizzata per decidere
 - Dipendenza dalla natura dell'ambiente
- Tutti gli agenti possono migliorarsi con l'apprendimento
- BIB: AIMA Capitolo 2

Per informazioni

Alessio Micheli

micheli@di.unipi.it



**Dipartimento di Informatica
Università di Pisa - Italy**



**Computational Intelligence &
Machine Learning Group**