

# ELEMENTI DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE

## INTRODUZIONE

*– docente: Alessandro Sperduti –*

*– presentazione basata sui lucidi di S. Russell –*

## Riferimenti

- ◇ S. Russell, P. Norvig, "Artificial Intelligence: a Modern Approach", Prentice Hall, 2002 (II edizione)
- ◇ Machine Learning, Tom Mitchell, McGraw Hill, 1998
- ◇ Lucidi (<http://www.math.unipd.it/~sperduti/eia.html>)

# Ricevimento ed Esami

- ◇ Ricevimento: Giovedì dalle 15:00 alle 17:00
- ◇ Posta elettronica: `sperduti@math.unipd.it`
- ◇ Propedeuticità:
  - Analisi Matematica 2,
  - Probabilità e Statistica,
  - Algoritmi e Strutture Dati 1
- ◇ Si può sostenere l'esame se le propedeuticità sono soddisfatte
- ◇ Esame Scritto:
  - un compito a metà del corso (Parte I) e uno alla fine (Parte II)
  - appelli di esame organizzati in Parte I e Parte II
  - ad ogni appello si può recuperare anche una sola parte
- ◇ Esame Orale: opzionale se il voto dello scritto è sufficiente
- ◇ Possibile sostenere esame con programma dell' aa. 2003/4

# Contenuti del corso

- ◇ Agenti Intelligenti
- ◇ Problemi e Algoritmi di Ricerca
- ◇ Rappresentazione della conoscenza e ragionamento:
  - calcolo proposizionale,
  - soddisfacibilità,
  - calcolo dei predicati,
  - deduzione automatica,
  - introduzione alla programmazione logica
- ◇ Nozioni base di pianificazione
- ◇ Trattamento dell'incertezza:
  - approccio probabilistico,
  - reti bayesiane
- ◇ Introduzione all'Apprendimento Automatico:
  - concetti fondamentali,
  - alberi di decisione,
  - support vector machines

# Agente Intelligente (o razionale)

Un **agente** è una entità che percepisce ed agisce

Nel contesto del corso, un **agente razionale**, cerca di raggiungere il più possibile i suoi obiettivi data l'informazione disponibile, ovvero cerca di massimizzare il soddisfacimento dei propri bisogni sfruttando tutte le informazioni di cui dispone o che può acquisire con le sue azioni

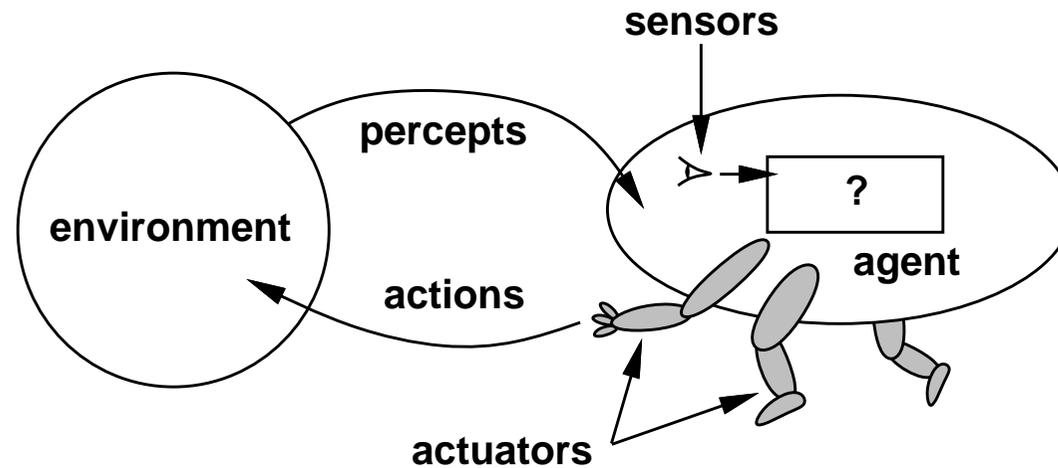
Da un punto di vista astratto, un agente è una funzione da tutte le possibili sequenze di percezioni  $\mathcal{P}^*$  ad azioni (ammissibili)  $\mathcal{A}$ :

$$f : \mathcal{P}^* \rightarrow \mathcal{A}$$

Fra tutte le classi di ambienti e compiti, cerchiamo l'agente (o classe di agenti) con le prestazioni migliori

Caveat: *limitazioni computazionali impediscono la realizzazione di razionalità perfetta* → progettare il miglior **programma** date le risorse rese disponibili dalla macchina

# Agenti e ambienti



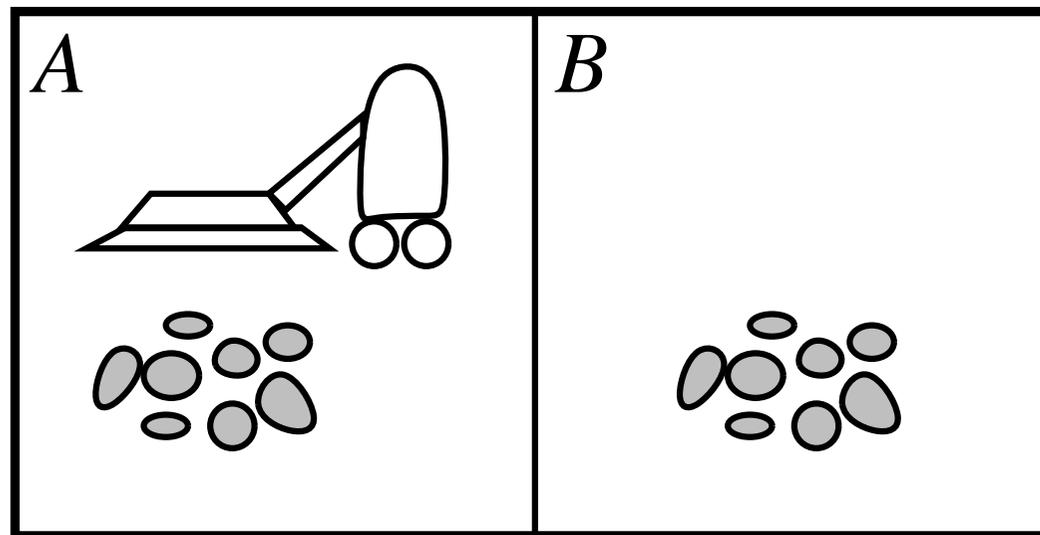
**Agenti:** includono umani, robot, softbot, attuatori, etc.

La **funzione agente** mappa da tutte le possibili sequenze di percezioni ad azioni  $\mathcal{A}$ :

$$f : \mathcal{P}^* \rightarrow \mathcal{A}$$

Il **programma agente** “gira” sulla **architettura fisica** per produrre  $f$

## Il mondo dell'aspirapolvere !



Percezioni: locazioni e contenuti, e.g., [*A*, *Dirty*]

Azioni: *Left*, *Right*, *Suck*, *NoOp*

## Un agente aspirapolvere !

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

**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*

Quale è la giusta funzione ?

Può essere implementata in un semplice e piccolo programma agente ?

# Razionalità

Viene fissata una **misura di prestazione** che valuta la **sequenza di percezioni**

- +1 per ogni spazio pulito in tempo  $T$  ?
- +1 per ogni spazio pulito per istante di tempo, -1 per spostamento ?
- ...

Un **agente razionale** sceglie una qualunque azione che massimizza il valore **aspettato** della misura di prestazione **data la sequenza di percezioni ottenuta fino all'istante corrente**

Razionalità  $\neq$  Omniscienza

Razionalità  $\neq$  Chiaroveggenza

Razionalità  $\neq$  Successo

Razionalità  $\Rightarrow$  esplorazione, apprendimento, autonomia

# PEAS (Performance Environment Actuators Sensors)

Per progettare un agente razionale dobbiamo specificare l' **ambiente operativo**, all'interno del quale si deve svolgere il compito

Consideriamo, ad esempio, il compito di progettare un taxi automatizzato:

Misura di Prestazioni??

Ambiente operativo??

Attuatori??

Sensori??

## PEAS (Performance Environment Actuators Sensors)

Per progettare un agente razionale dobbiamo specificare l' **ambiente operativo**, all'interno del quale si deve svolgere il compito

Consideriamo, ad esempio, il compito di progettare un taxi automatizzato:

Misura di Prestazioni?? sicurezza, destinazione, profitto, comodità, ...

Ambiente operativo?? strade e autostrade, traffico, pedoni, tempo, ...

Attuatori?? volante, acceleratore, freni, clacson, microfono/video, ...

Sensori?? telecamera, accelerometri, sensori del motore, GPS, ...

# Agente che acquista su Internet

Misura di Prestazioni??

Ambiente operativo??

Attuatori??

Sensori??

## Tipi di ambienti

	Solitario	Backgammon	Internet shopping	Taxi
<u>Osservabile??</u>				
<u>Deterministico??</u>				
<u>Episodico??</u>				
<u>Statico??</u>				
<u>Discreto??</u>				
<u>Agente singolo??</u>				

## Tipi di ambienti

	Solitario	Backgammon	Internet shopping	Taxi
<u>Osservabile??</u>	Si	Si	No	No
<u>Deterministico??</u>				
<u>Episodico??</u>				
<u>Statico??</u>				
<u>Discreto??</u>				
<u>Agente singolo??</u>				

## Tipi di ambienti

	Solitario	Backgammon	Internet shopping	Taxi
<u>Osservabile??</u>	Si	Si	No	No
<u>Deterministico??</u>	Si	No	In parte	No
<u>Episodico??</u>				
<u>Statico??</u>				
<u>Discreto??</u>				
<u>Agente singolo??</u>				

## Tipi di ambienti

	Solitario	Backgammon	Internet shopping	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>				
<u>Discreto??</u>				
<u>Agente singolo??</u>				

## Tipi di ambienti

	Solitario	Backgammon	Internet shopping	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>				
<u>Agente singolo??</u>				

## Tipi di ambienti

	Solitario	Backgammon	Internet shopping	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>Agente singolo??</u>				

## Tipi di ambienti

	Solitario	Backgammon	Internet shopping	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>Agente singolo??</u>	Si	No	Si (eccetto aste)	No

Il tipo di ambiente determina largamente la progettazione dell'agente

Il mondo reale è, ovviamente, parzialmente osservabile, stocastico, sequenziale, dinamico, continuo, multi-agente

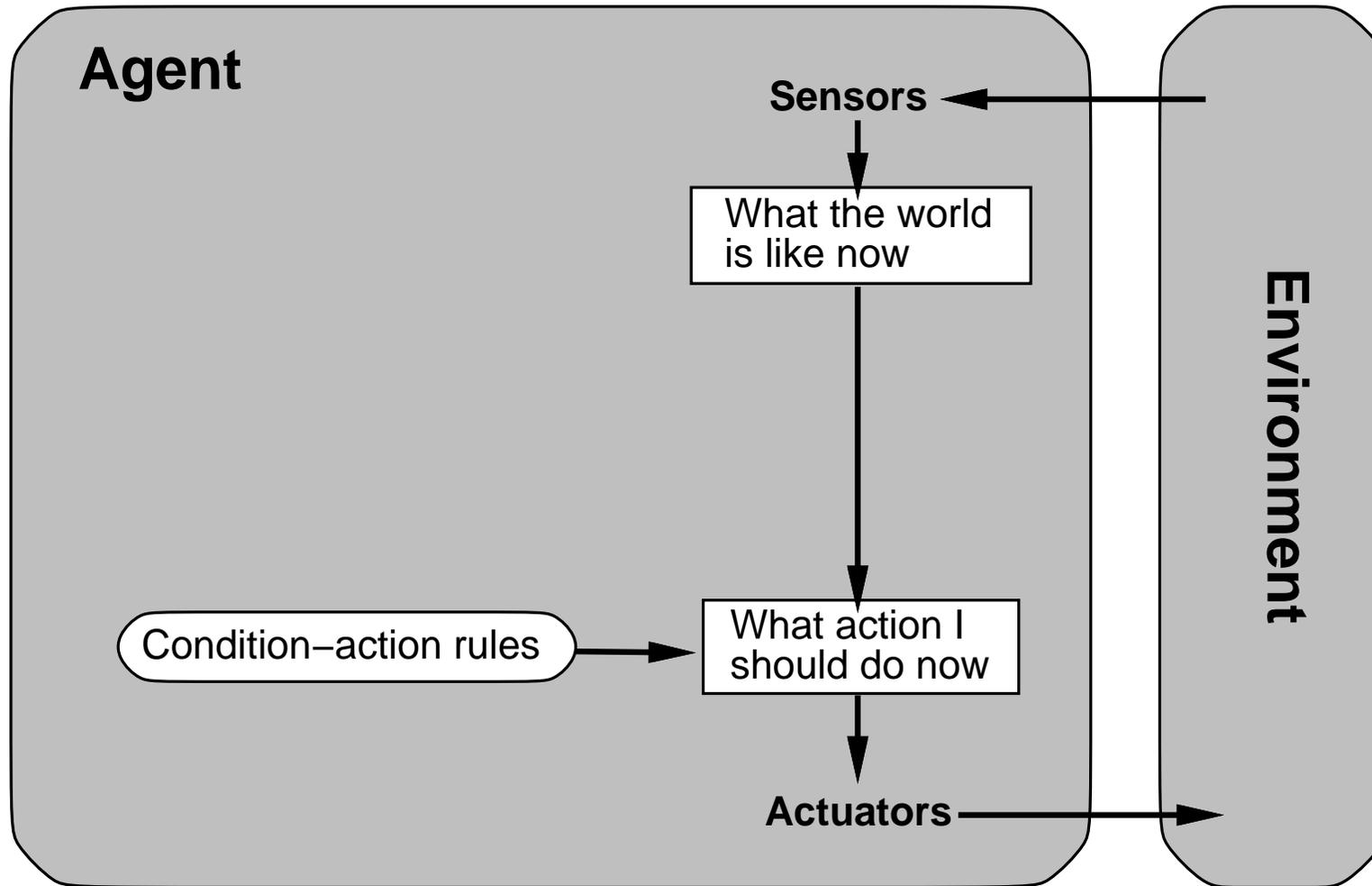
# Tipi di agenti

Si possono definire in generale quattro tipi di agenti:

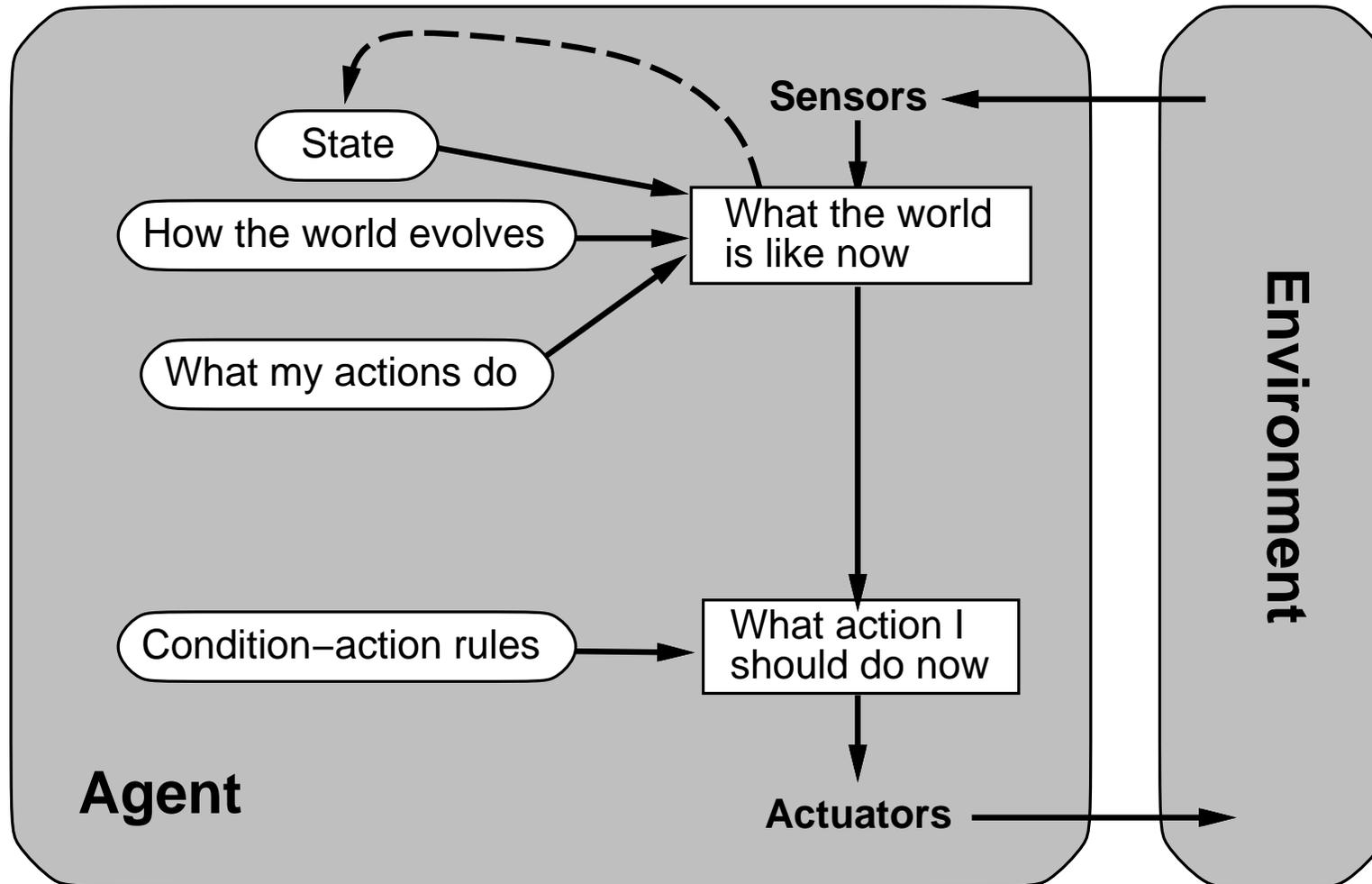
- agenti a riflesso semplice
- agenti a riflesso con stato
- agenti basati su goal
- agenti basati su una misura di utilità

Tutti questi tipi di agenti possono essere trasformati in agenti che apprendono

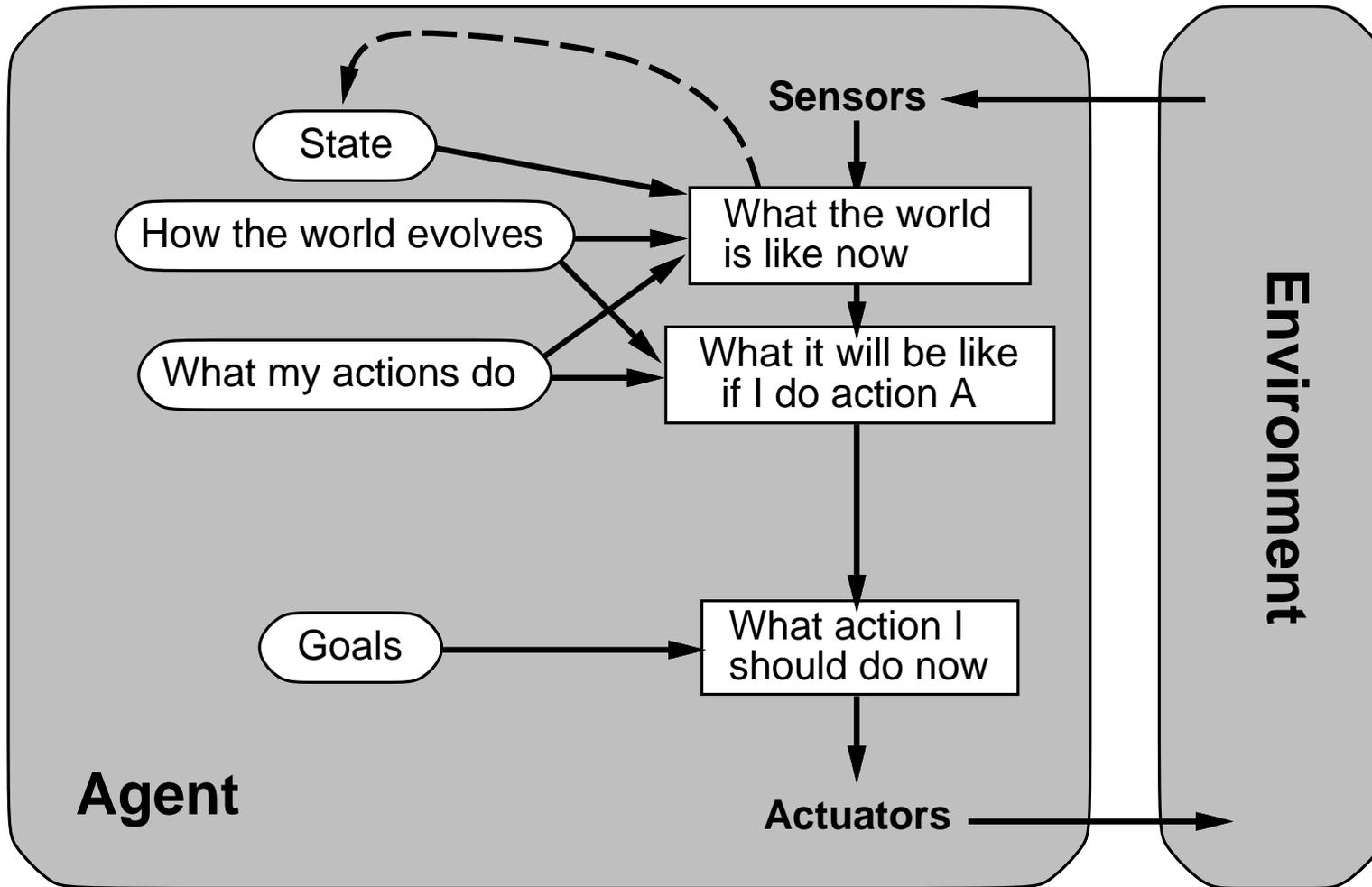
# Agenti a riflesso semplice



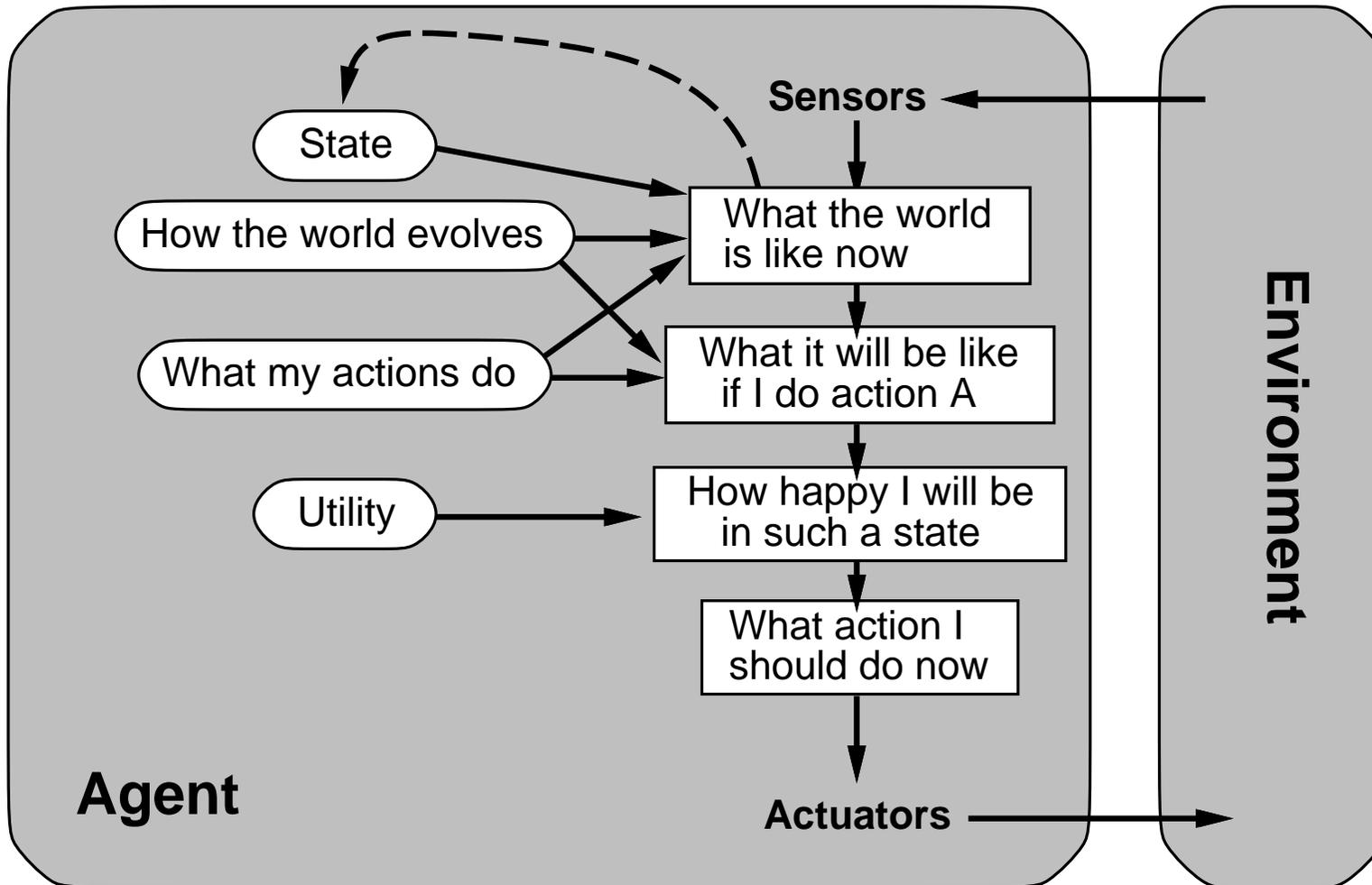
# Agenti a riflesso con stato



# Agenti basati su goal



# Agenti basati su una misura di utilità



# Agenti che apprendono

