

Metodología y plan de trabajo (actualización)

Puede sufrir cambios (se notificarán con la antelación suficiente)

Agosto 2023
Lu Ma Mi Ju Vi Sa Do
1 2 3 4 5 6
7 8 9 10 11 12 13
14 15 16 17 18 19 20
21 22 23 24 25 26 27
28 29 30 31

SEPTIEMBRE 2023

Octubre 2023
Lu Ma Mi Ju Vi Sa Do
1 2 3 4 5 6 7 8
9 10 11 12 13 14 15
16 17 18 19 20 21 22
23 24 25 26 27 28 29
30 31

| Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes | Sábado | Domingo |
|-------|--------|-----------|--------|---------|--------|---------|
| | | | | 1 | 2 | 3 |
| 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | |

Septiembre 2023
Lu Ma Mi Ju Vi Sa Do
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
11 12 13 14 15 16 17
18 19 20 21 22 23 24
25 26 27 28 29 30

OCTUBRE 2023

Noviembre 2023
Lu Ma Mi Ju Vi Sa Do
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
13 14 15 16 17 18 19
20 21 22 23 24 25 26
27 28 29 30

| Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes | Sábado | Domingo |
|-------|--------|-----------|--------|---------|--------|---------|
| | | | | | | 1 |
| 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
| 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| 30 | 31 | | | | | |

Octubre 2023
Lu Ma Mi Ju Vi Sa Do
1 2 3 4 5 6 7 8
9 10 11 12 13 14 15
16 17 18 19 20 21 22
23 24 25 26 27 28 29
30 31

NOVIEMBRE 2023

Diciembre 2023
Lu Ma Mi Ju Vi Sa Do
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
11 12 13 14 15 16 17
18 19 20 21 22 23 24
25 26 27 28 29 30 31

| Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes | Sábado | Domingo |
|-------|--------|-----------|--------|---------|--------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| 27 | 28 | 29 | 30 | | | |

Noviembre 2023
Lu Ma Mi Ju Vi Sa Do
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
13 14 15 16 17 18 19
20 21 22 23 24 25 26
27 28 29 30

DICIEMBRE 2023

Enero 2024
Lu Ma Mi Ju Vi Sa Do
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14
15 16 17 18 19 20 21
22 23 24 25 26 27 28
29 30 31

| Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes | Sábado | Domingo |
|-------|--------|-----------|--------|---------|--------|---------|
| | | | | 1 | 2 | 3 |
| 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |

Examen final: 17 enero

Inteligencia Artificial

Agentes Inteligentes y Entornos



[Transparencias adaptadas de Dan Klein and Pieter Abbeel: CS188 Intro to AI, UC Berkeley (ai.berkeley.edu)]

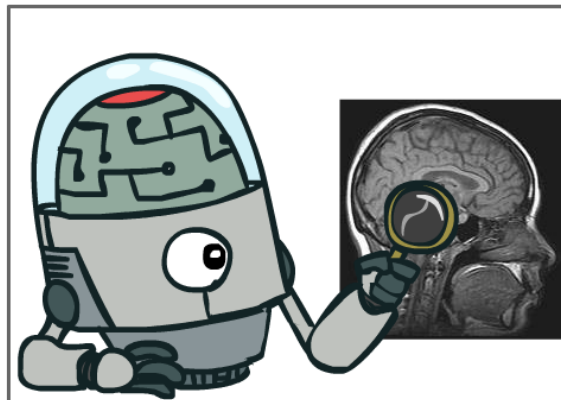
Contenido

- Agentes y entornos
- Racionalidad
- REAS (Rendimiento, Entorno, Actuadores, Sensores)
- Tipos de entornos
- Tipos de agentes

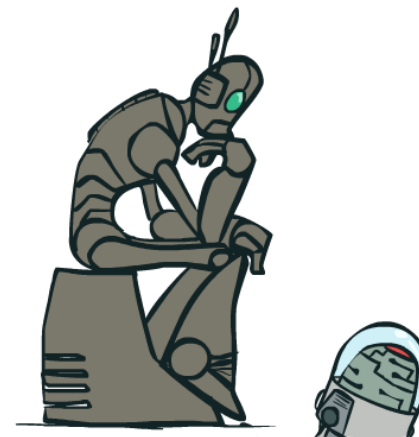
¿Qué es “Inteligencia Artificial”? (recordatorio)

La ciencia de hacer máquinas que:

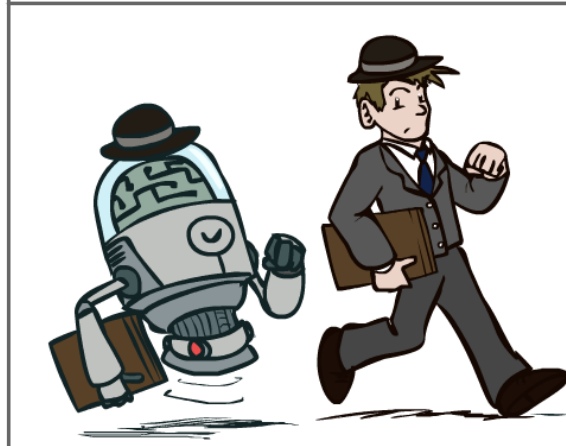
Piensen como
personas



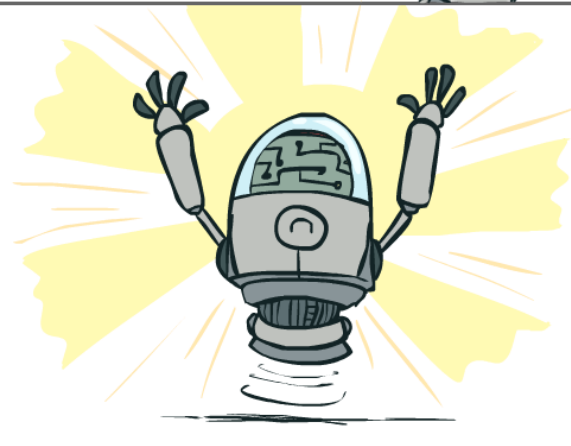
Piensen
racionalmente



Actúan como
personas

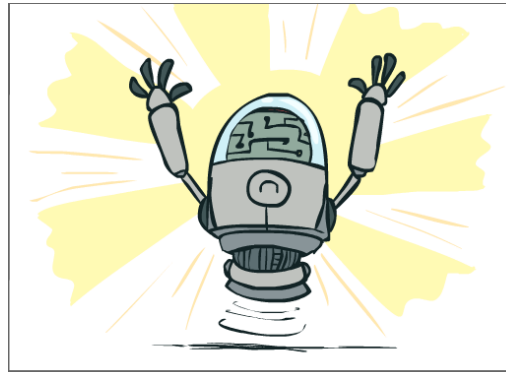


Actúan
racionalmente



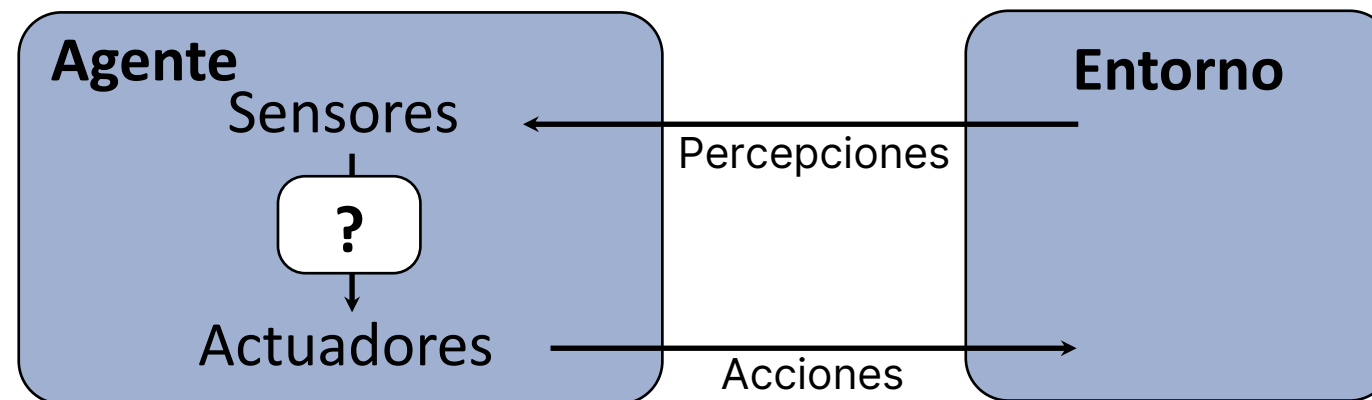
Decisiones racionales (recordatorio)

Actúen
racionalmente



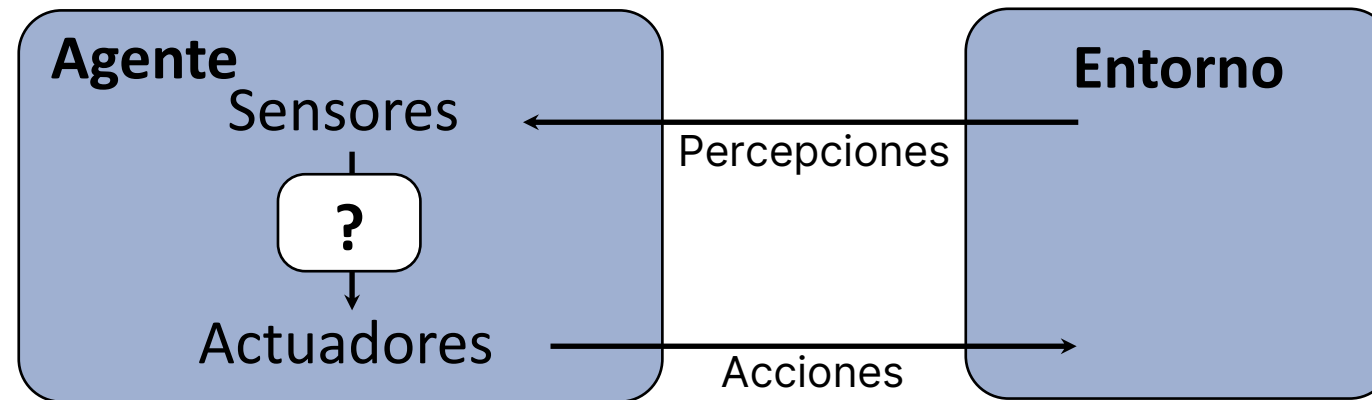
Agente racional: aquel que actúa de forma que se logre el mejor resultado o, si hay incertidumbre, el mejor resultado esperado.

Agentes y entornos



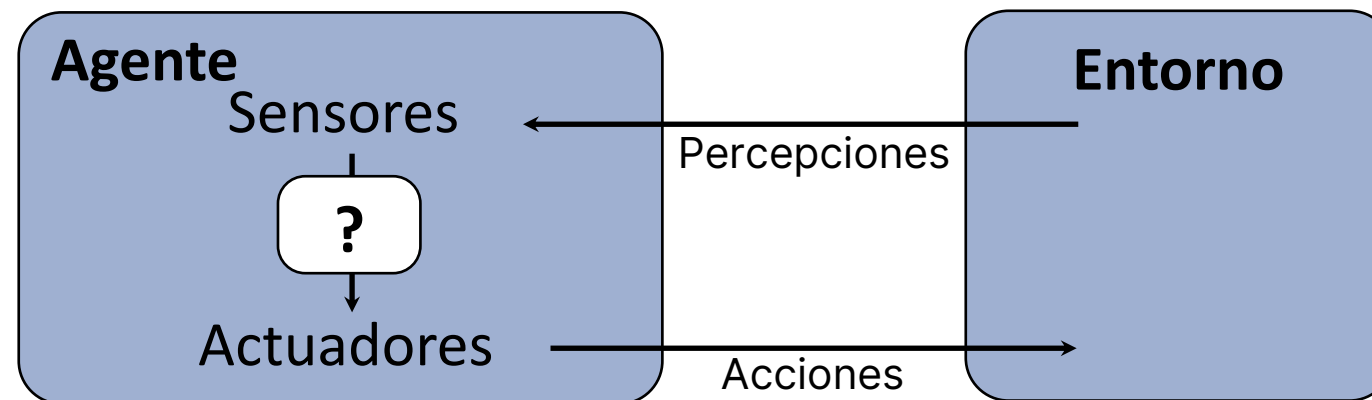
- Un agente **percibe** su entorno mediante ***sensores*** y **actúa** sobre él a través de ***actuadores***

Agentes y entornos



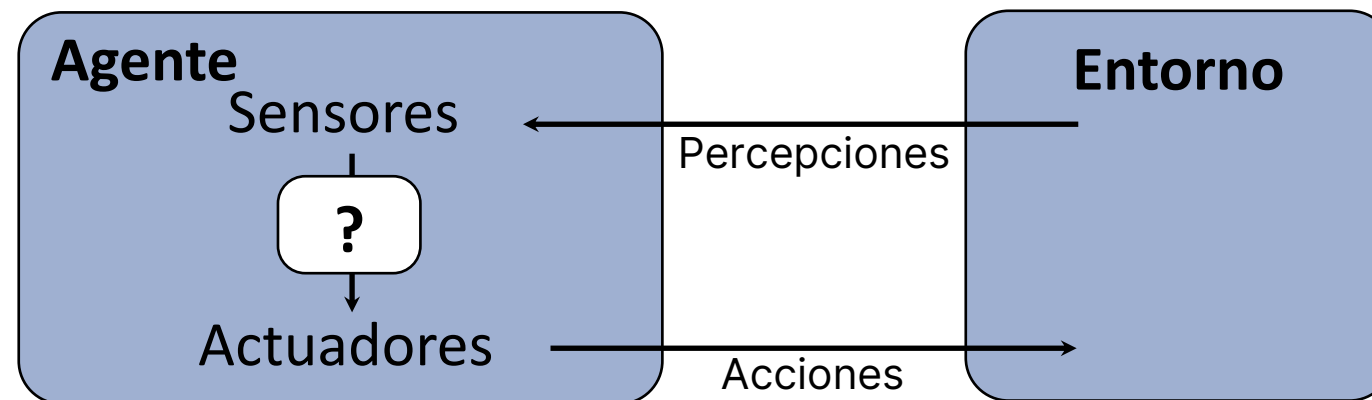
- ¿Las **personas** somos agentes?
- ¡Claro!
 - Sensores = visión, audición, tacto, olfato, gusto, propiocepción
 - Actuadores = músculos, secreciones, cambio de estado cerebral

Agentes y entornos



- ¿Las **calculadoras de bolsillo** son agentes?
- ¡Claro!
 - Sensores = sensores de estado de las teclas
 - Actuadores = visualización de dígitos

Agentes y entornos



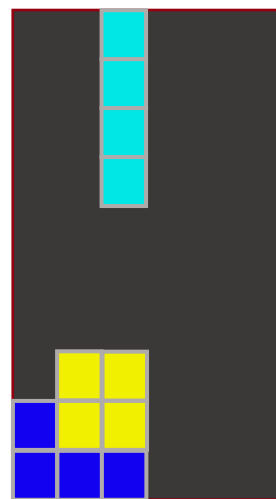
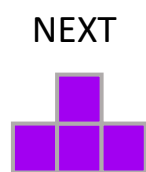
La Inteligencia Artificial trata con agentes con grandes recursos computacionales y entornos que requieren una toma de decisiones no trivial

Función del agente

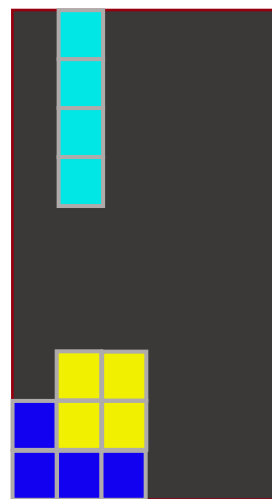
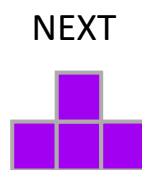
La **función del agente** mapea de historiales de percepción a acciones:

- $f: \mathcal{P}^* \rightarrow \mathcal{A}$
- Es decir, la respuesta real del agente ante una **secuencia de percepciones** (el historial completo de lo que ha percibido el agente)

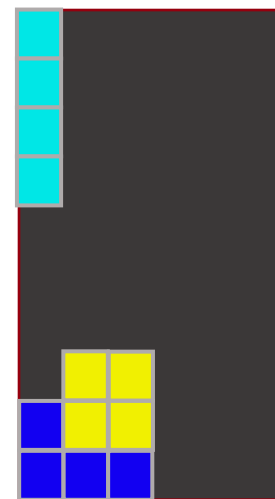
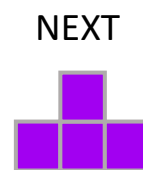
Percepción



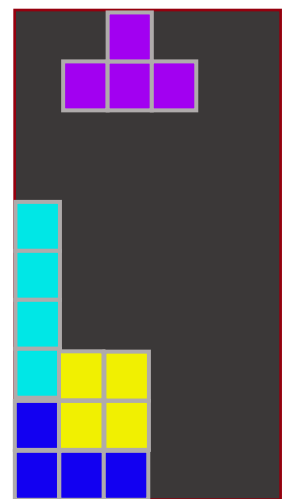
IZQ



IZQ



CAER



DCHA

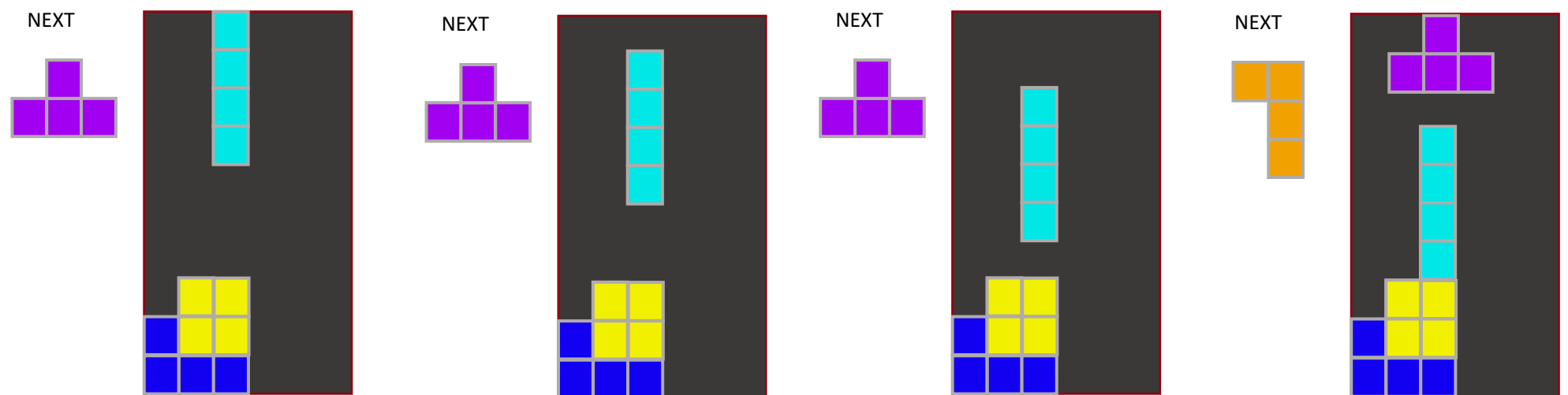
Acción

Programa del agente

El programa del agente **I** se ejecuta en una máquina **M** para implementar ***f***:

- ***f*** = Agente(**I**, **M**)
- Las máquinas reales tienen velocidad y memoria limitadas, lo que introduce un retardo, por lo que la función ***f*** del agente depende tanto de ***M*** como de **I**

Percepción



Acción

NADA

NADA

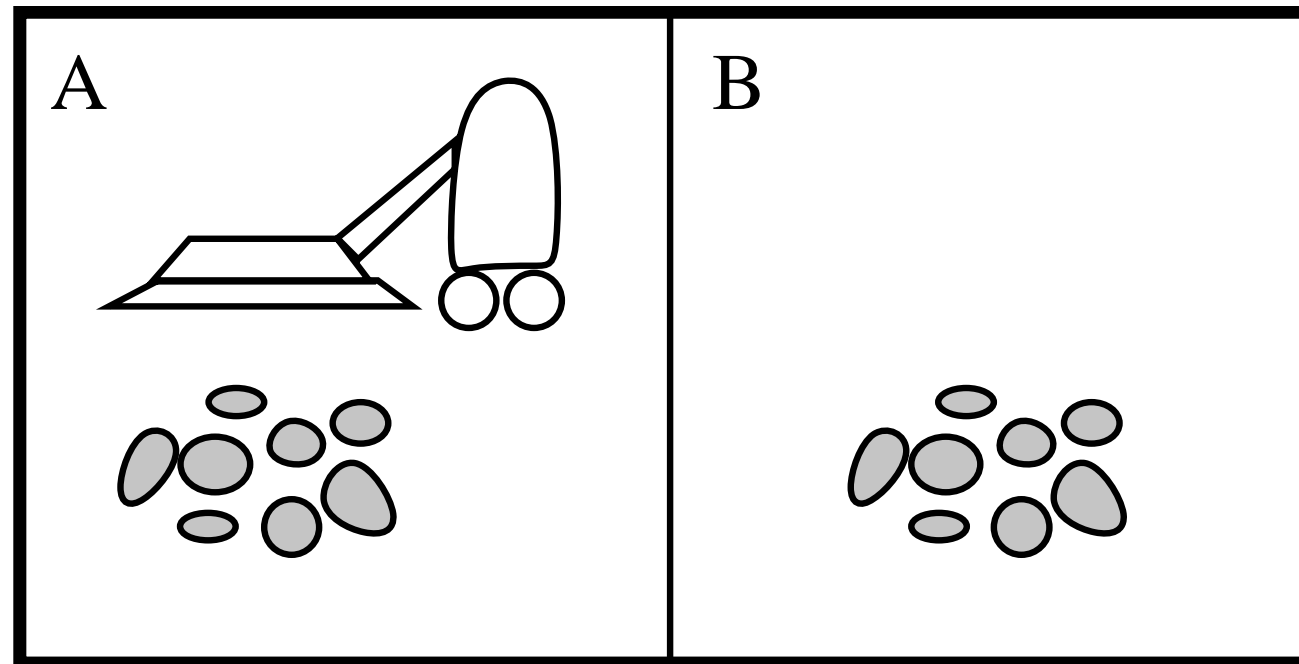
NADA

IZQ

Funciones del agente y programas del agente

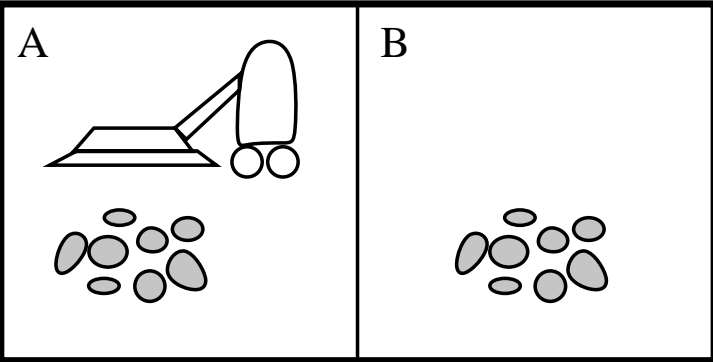
- ¿Puede implementarse **cualquier función del agente** en algún programa del agente?
 - No
 - Problemas NP-hard
 - Ajedrez en un ordenador lento
 - ...

Ejemplo: el mundo de la aspiradora



- Percepciones: **[posición, estado]**, p. ej., **[A, Sucio]**
- Acciones: **Izquierda, Derecha, Aspirar, Nada**

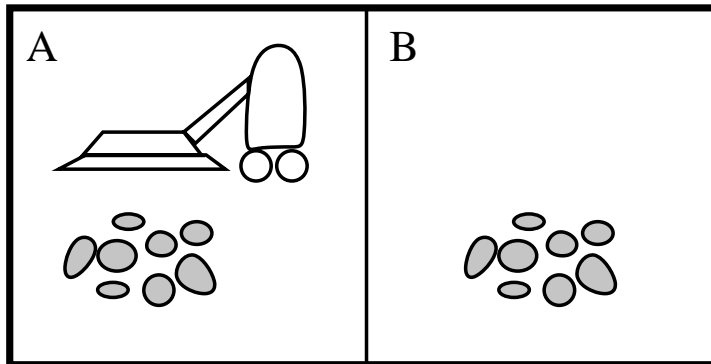
Agente aspirador



Función del agente

| Sec. de percepciones | Acción |
|--------------------------|-----------|
| [A, Limpio] | Derecha |
| [A, Sucio] | Aspirar |
| [B, Limpio] | Izquierda |
| [B, Sucio] | Aspirar |
| [A, Limpio], [B, Limpio] | Izquierda |
| [A, Limpio], [B, Sucio] | Aspirar |
| Etc. | Etc. |

Agente aspirador



Programa del agente

función AGENTE-DIRIGIDO-MEDIANTE TABLA(*percepción*) **devuelve** una acción

variables estáticas: *percepciones*, una secuencia, vacía inicialmente

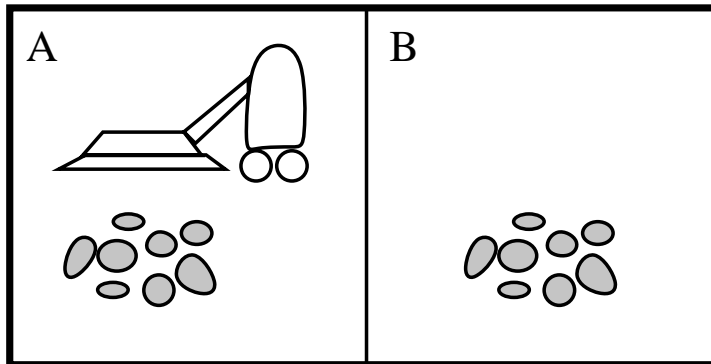
tabla, una tabla de acciones, indexada por las secuencias de percepciones, totalmente definida inicialmente

añadir la *percepción* al final de las *percepciones*

acción \leftarrow CONSULTA(*percepciones*, *tabla*)

devolver *acción*

Agente aspirador



Programa del agente

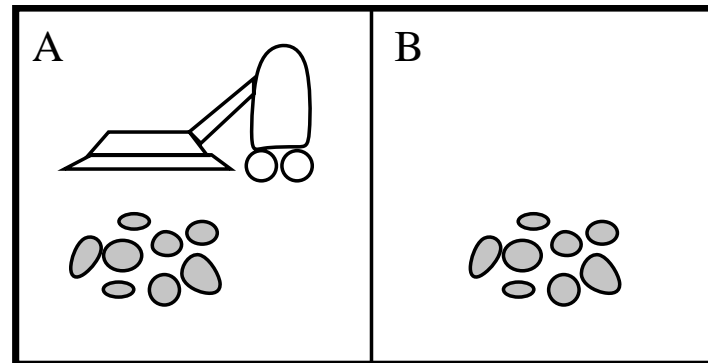
función AGENTE-ASPIRADORA-REACTIVO(*[localización, estado]*) **devuelve** una acción

si *estado* = *Sucio* **entonces devolver** *Aspirar*

de otra forma, si *localización* = *A* **entonces devolver** *Derecha*

de otra forma, si *localización* = *B* **entonces devolver** *Izquierda*

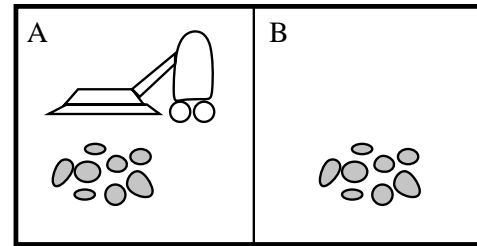
Racionalidad



- ¿Cuál sería la función del agente **correcta**?
- ¿Se puede implementar con un programa del agente con un consumo de recursos razonable?

¿Cuál es el programa del agente correcto?

Racionalidad



- Una **medida de rendimiento** evalúa las secuencias del entorno
 - ¿Un punto por cada cuadrado aspirado?
 - Premia a un agente que tira suciedad aposta para volverla a limpiar
 - Un punto por cuadrado limpio por cada periodo de tiempo, $t = 1, \dots, T$
- Un agente **racional** elige aquella acción que maximiza el valor **esperado** de la medida de rendimiento...
 - ...dada la secuencia de percepciones hasta la fecha y el conocimiento previo del entorno
- ¿AGENTE-ASPIRADORA-REACTIVO implementa una función de agente racional?
 - Sí, si el movimiento es gratis, o llega suciedad nueva con frecuencia

Racionalidad (continúa)

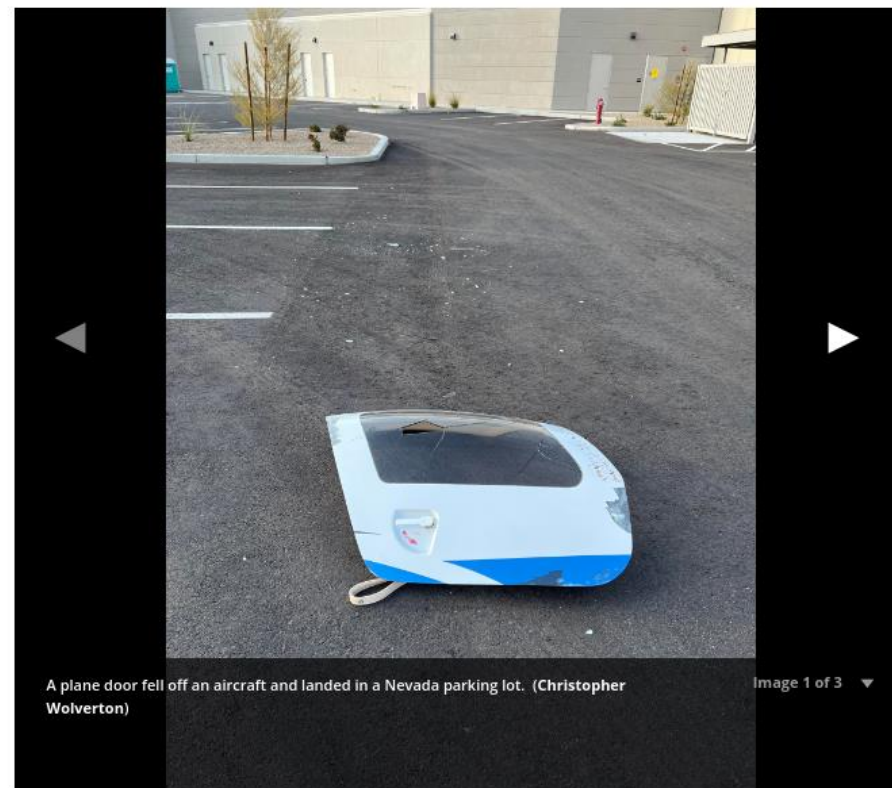
- ¿Son **omniscientes** los agentes racionales?
 - No, están limitados por las percepciones disponibles.
- ¿Son **clarividentes** los agentes racionales?
 - No, pueden desconocer la dinámica del entorno.
- ¿Los agentes racionales **exploran y aprenden**?
 - Sí, en entornos desconocidos esto es esencial.
- ¿Cometen **errores** los agentes racionales?
 - No, pero sus acciones pueden ser infructuosas.
- ¿Son **autónomos** los agentes racionales (es decir, trascienden el programa inicial)?
 - Sí, a medida que aprenden, su comportamiento depende más de su propia experiencia.

Omnisciencia, aprendizaje y autonomía

- Un **agente omnisciente** conoce el resultado de su acción y actúa de acuerdo con él; sin embargo, en realidad la omnisciencia no es posible.

Plane door falls off, lands in Nevada parking lot

By Chris Williams | Published November 22, 2022 | Updated 4:36PM | Unusual | FOX TV Digital Team | ➔



Recent Stories

Driver trapped in vehicle that overturned after crashing into traffic pole in DC



Maryland reports first 2023 human case of West Nile virus



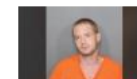
Man shot near 2 DC schools



'Proud of their work': Law enforcement pose for photo with Danelo Cavalcante after capture



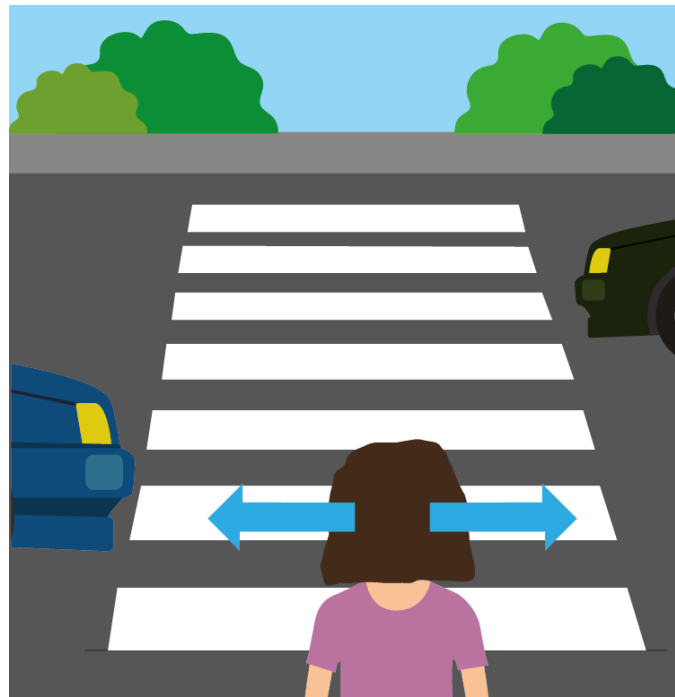
'This is a case of horrific facts': Suspect in murder of Greenbelt teacher held without bond



Trending

Omnisciencia, aprendizaje y autonomía

- Racionalidad no implica omnisciencia, pero sí requiere llevar a cabo acciones con la intención de modificar percepciones futuras (recopilación de información).
- Para eso puede **explorar** un medio inicialmente desconocido.
- También debería **aprender** de lo que está percibiendo.



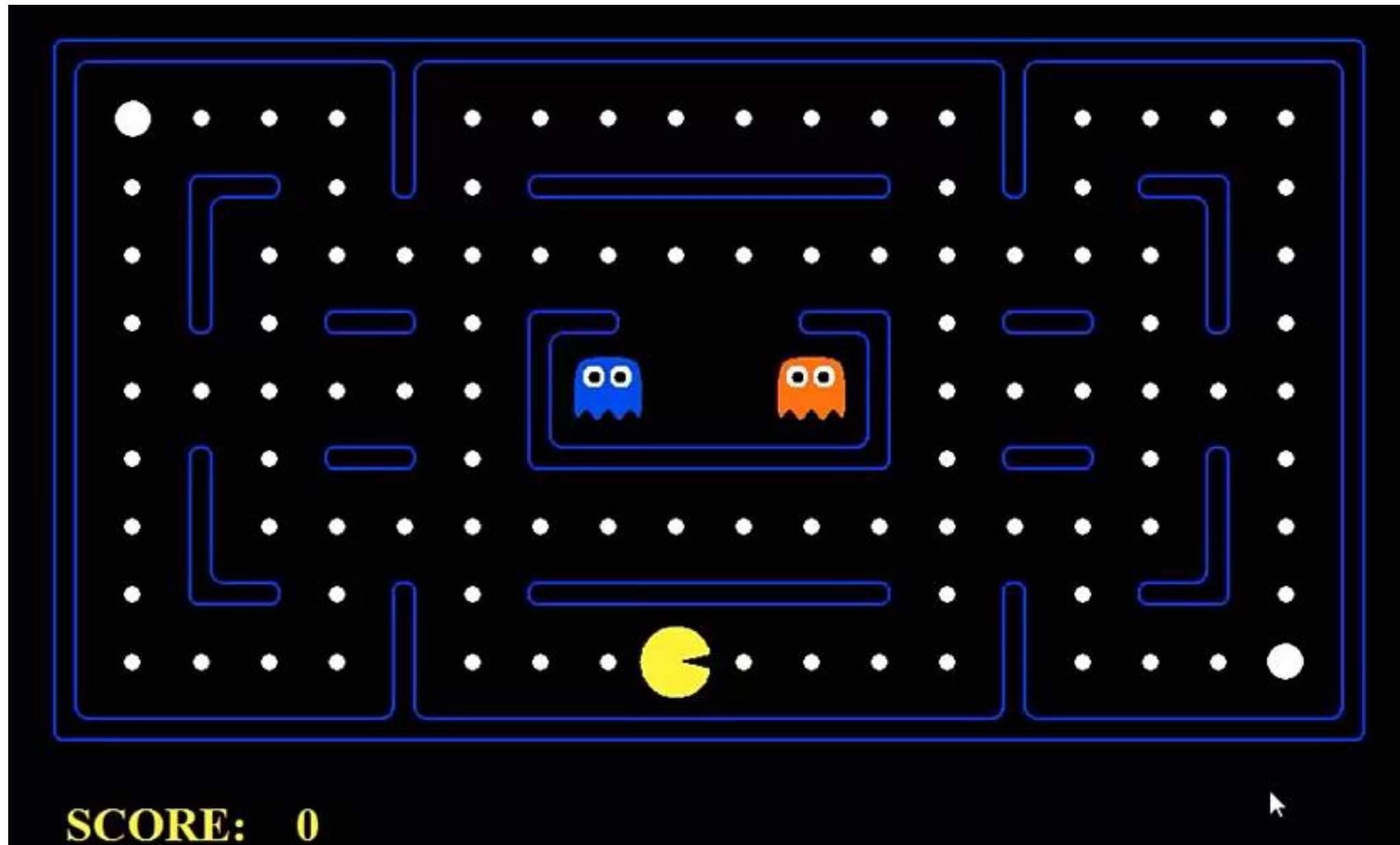
Omnisciencia, aprendizaje y autonomía

- Se dice que un agente carece de **autonomía** cuando se apoya más en el conocimiento inicial que le proporciona su diseñador que en sus propias percepciones.
- Un agente racional debe ser **autónomo**: debe saber aprender a determinar cómo tiene que compensar el conocimiento incompleto o parcial inicial.

REAS (PEAS en inglés)

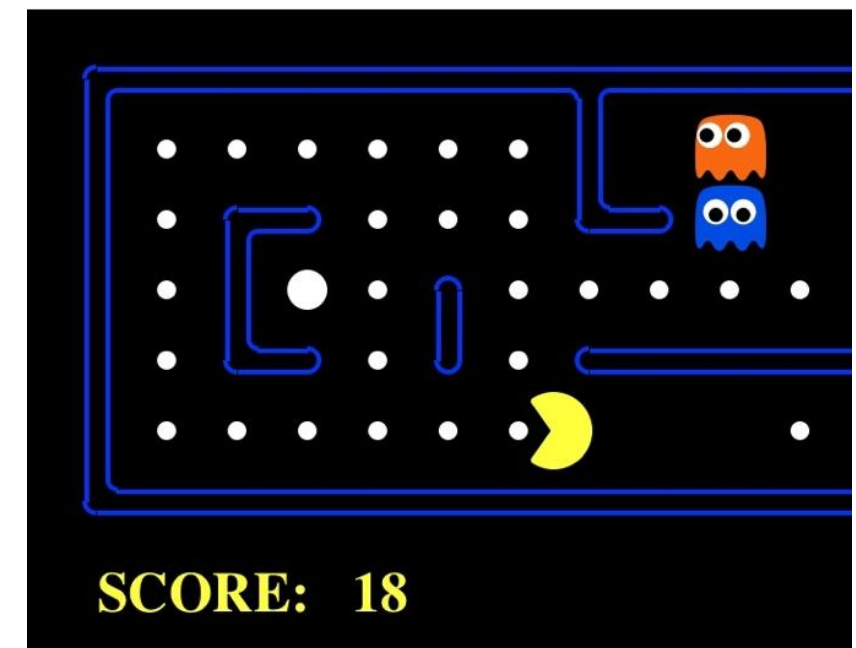
- Acrónimo:
 - **R**endimiento
 - **E**ntorno
 - **A**ctuadores
 - **S**ensores
- Define el entorno de trabajo
- En el diseño de un agente, el primer paso debe ser siempre especificar el entorno de trabajo de la forma más completa posible

Un agente humano en Pacman



El entorno de la tarea – REAS

- Medida de **R**endimiento
 - -1 por movimiento; +10 comida; +500 ganar; -500 morir; +200 comerse fantasmas asustados
- **E**ntorno
 - Dinámica del Pacman (incluyendo el comportamiento de los fantasmas)
- **A**ctuadores
 - Izquierda Derecha Arriba Abajo
- **S**ensores
 - Todo el estado es visible (menos la duración de las píldoras especiales)



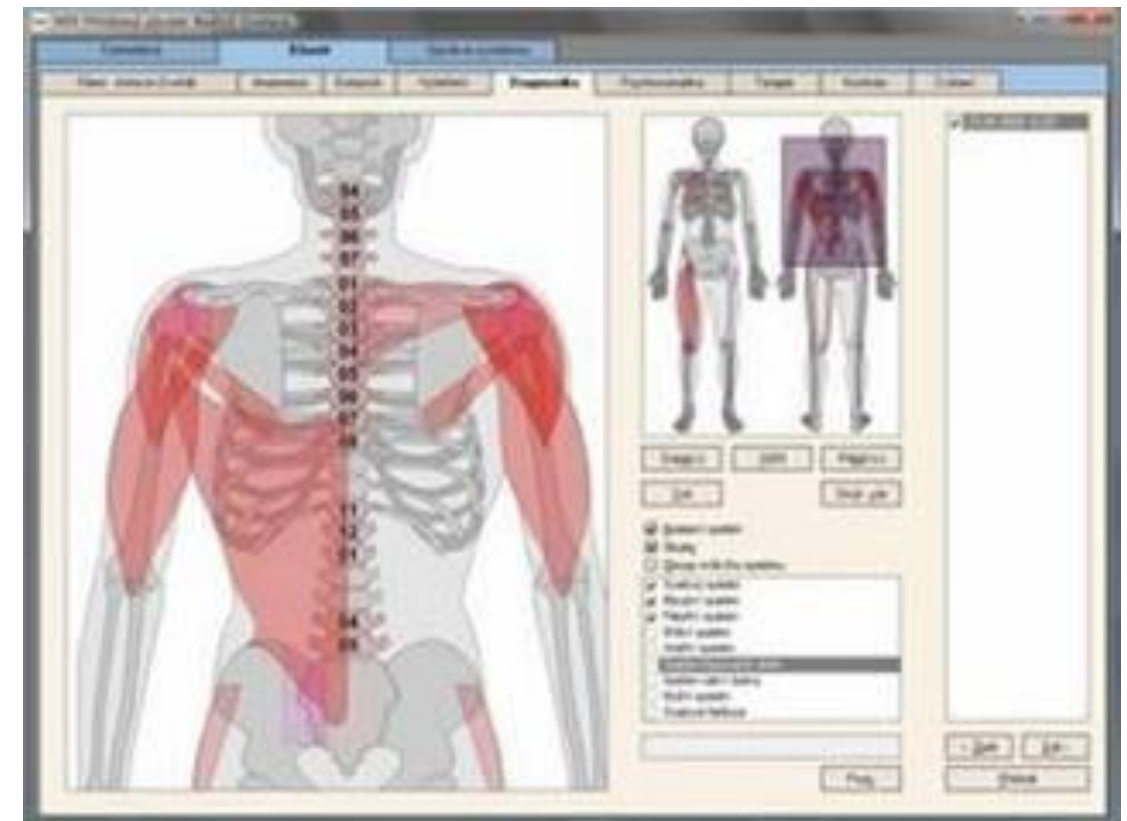
REAS: Taxi autónomo

- Medida de **R**endimiento
 - Ingresos, cliente satisfecho, costes del vehículo, multas, primas de seguros
- **E**ntorno
 - Calles, otros conductores, clientes, el tiempo, la policía...
- **A**ctuadores
 - Dirección, freno, acelerador, pantalla/altavoz
- **S**ensores
 - Cámara, radar, LiDAR, acelerómetro, sensores del motor, micrófono, GPS



REAS: Sistema de diagnosis médica

- Medida de **R**endimiento
 - Salud del paciente, coste, reputación
- **E**ntorno
 - Pacientes, personal médico, aseguradoras, tribunales
- **A**ctuadores
 - Pantalla, correo electrónico
- **S**ensores
 - Teclado/ratón



REAS: Robot para la selección de componentes

- Medida de **R**endimiento
 - Porcentaje de componentes clasificados en los cubos correctos.
- **E**ntorno
 - Cinta transportadora con componentes, cubos
- **A**ctuadores
 - Brazo y mano articulados
- **S**ensores
 - Cámara, sensor angular



Tipos de entorno

| | Pacman | Parchís | Diagnóstico | Taxi |
|---------------------------------|--------|---------|-------------|------|
| Total o parcialmente observable | | | | |
| Agente único o multiagente | | | | |
| Determinista o estocástico | | | | |
| Estático o dinámico | | | | |
| Discreto o continuo | | | | |
| ¿Física conocida? | | | | |

Tipos de entorno

| | Pacman | Parchís | Diagnóstico | Taxi |
|--|--------------|-------------|--------------|-------------|
| Total o parcialmente observable | Parcial* | Total | Parcial | Parcial |
| Agente único o multiagente | Multi | Multi | Único | Multi |
| Determinista o estocástico | Determinista | Estocástico | Estocástico* | Estocástico |
| Estático o dinámico | Dinámico | Estático | Dinámico | Dinámico |
| Discreto o continuo | Discreto | Discreto | Continuo | Continuo |
| ¿Física conocida? | Sí | Sí | Sí* | Sí |

Definiciones

- Si los sensores del agente le proporcionan acceso al estado completo del entorno en cada momento, entonces se dice que el entorno de trabajo es **totalmente observable**.
- Si el siguiente estado del entorno está totalmente determinado por el estado actual y la acción ejecutada por el agente, entonces se dice que el entorno es **determinista**; de otra forma es **estocástico**.
- Si el entorno puede cambiar cuando el agente está deliberando, entonces se dice que el entorno es **dinámico** para el agente; de otra forma se dice que es **estático**.
- La distinción entre **discreto** y **continuo** aplica al estado del entorno, a la forma en la que se maneja el tiempo y a las percepciones y acciones del agente.

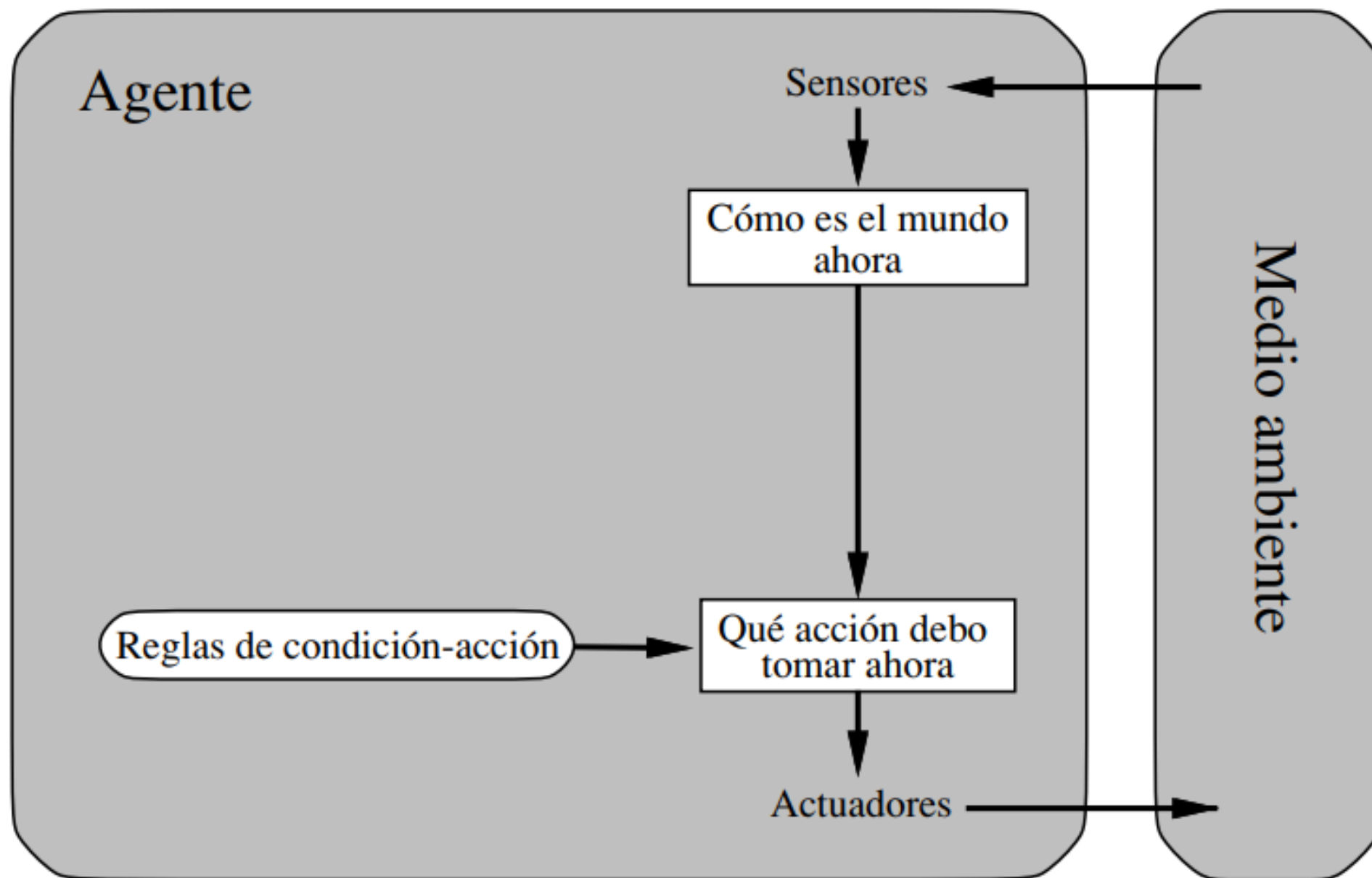
Diseño de agentes

- El tipo de entorno determina en gran medida el diseño del agente
 - Parcialmente observable → el agente necesita **memoria** (estado interno)
 - Estocástico → el agente puede tener que prepararse para **contingencias**
 - Multiagente → el agente puede tener que comportarse **aleatoriamente** (evita la previsibilidad)
 - Estático → el agente tiene tiempo para tomar una decisión racional
 - Tiempo continuo → **controlador** en funcionamiento continuo
 - Física desconocida → necesidad de **exploración**

Tipos de agentes

- En orden creciente de generalidad y complejidad
 - Agentes reactivos simples
 - Agentes reactivos basados en modelos
 - Agentes basados en objetivos
 - Agentes basados en la utilidad

Agentes reactivos simples



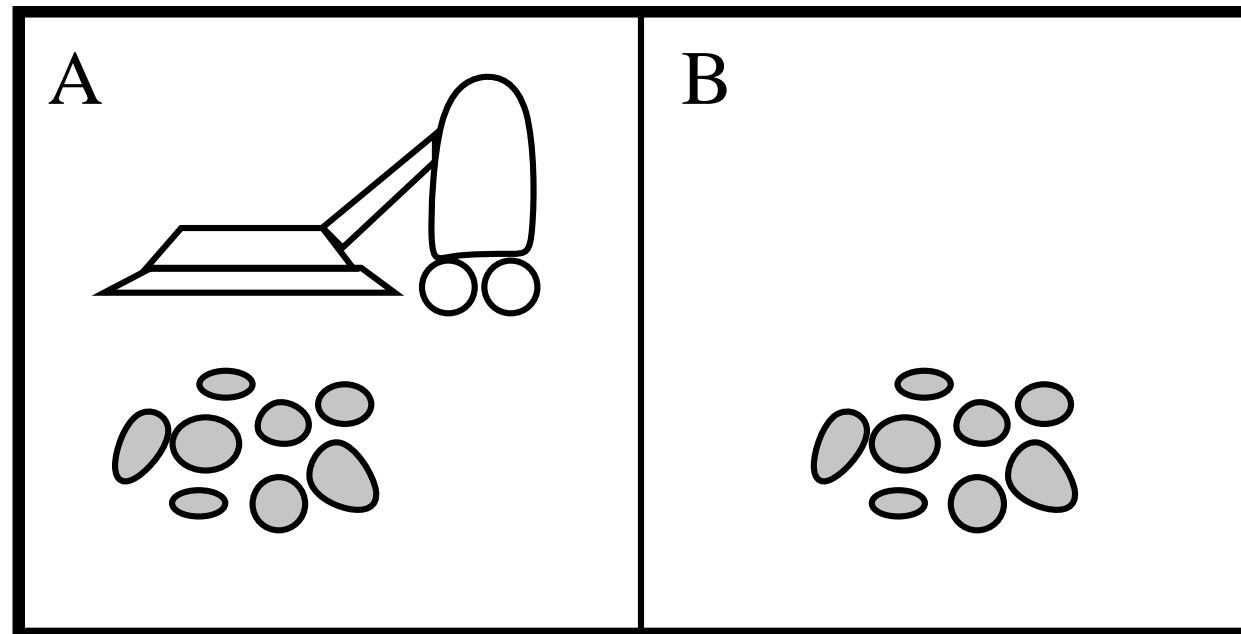
Agente Pacman en Python

```
class GoWestAgent(Agent):  
    def getAction(self, percept):  
        if Directions.WEST in percept.getLegalPacmanActions():  
            return Directions.WEST  
        else:  
            return Directions.STOP
```

Agente Pacman (continúa)

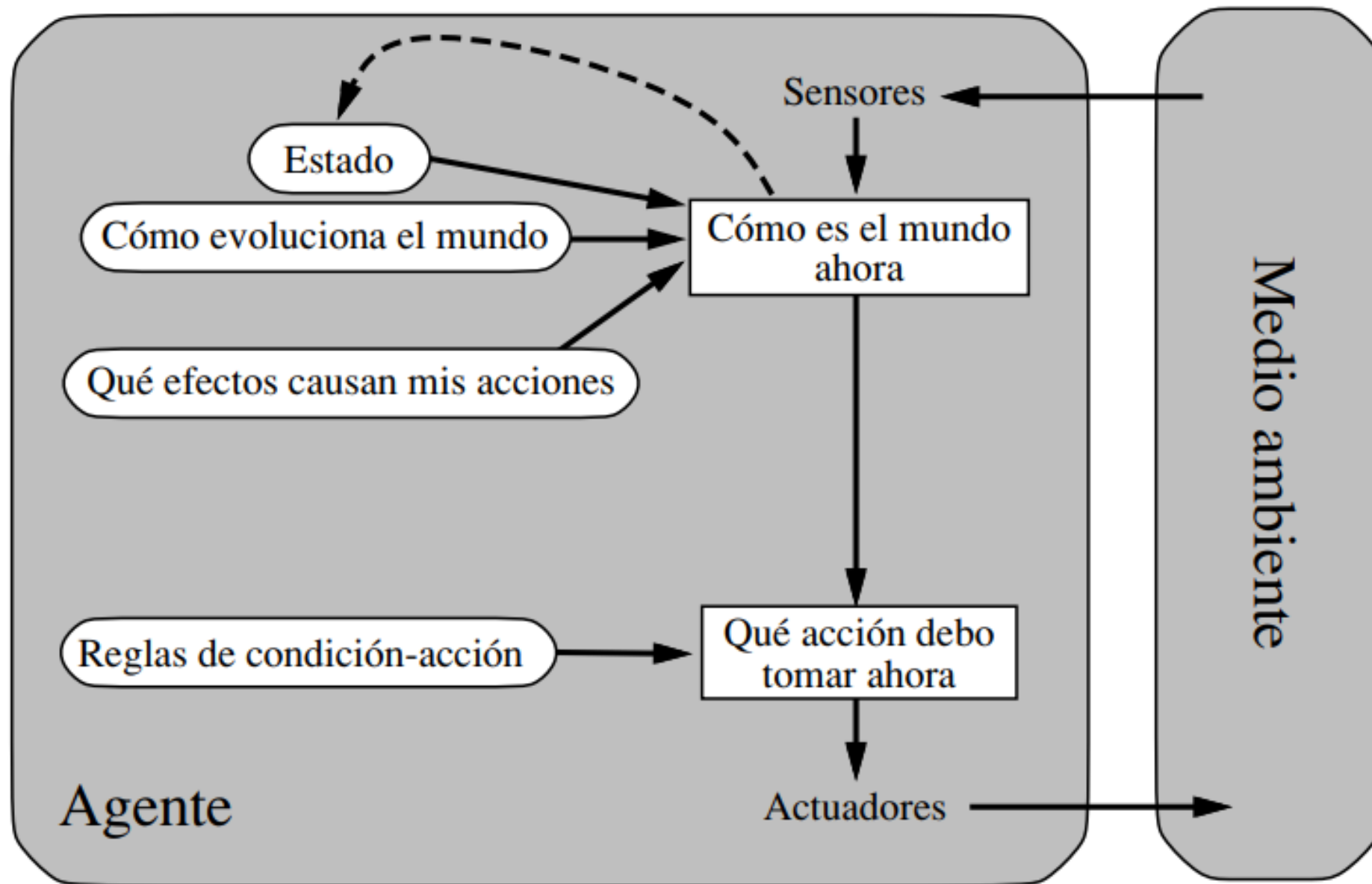
- ¿Podemos (en principio) extender este agente reflejo para que se comporte bien en todos los entornos estándar de Pacman?
 - No - Pacman no es totalmente observable (duración de las pastillas especiales)
 - De lo contrario, sí - *teóricamente* podemos hacer una tabla de búsqueda (pero no suele ser viable)
- Los agentes simples reactivos funcionan sólo **si se puede tomar la decisión correcta sobre la base de la percepción actual**, lo cual es posible sólo si el entorno es **totalmente observable**. Incluso si solo hay una pequeña parte que no se puede observar, tendrá problemas.

Agentes reactivos simples



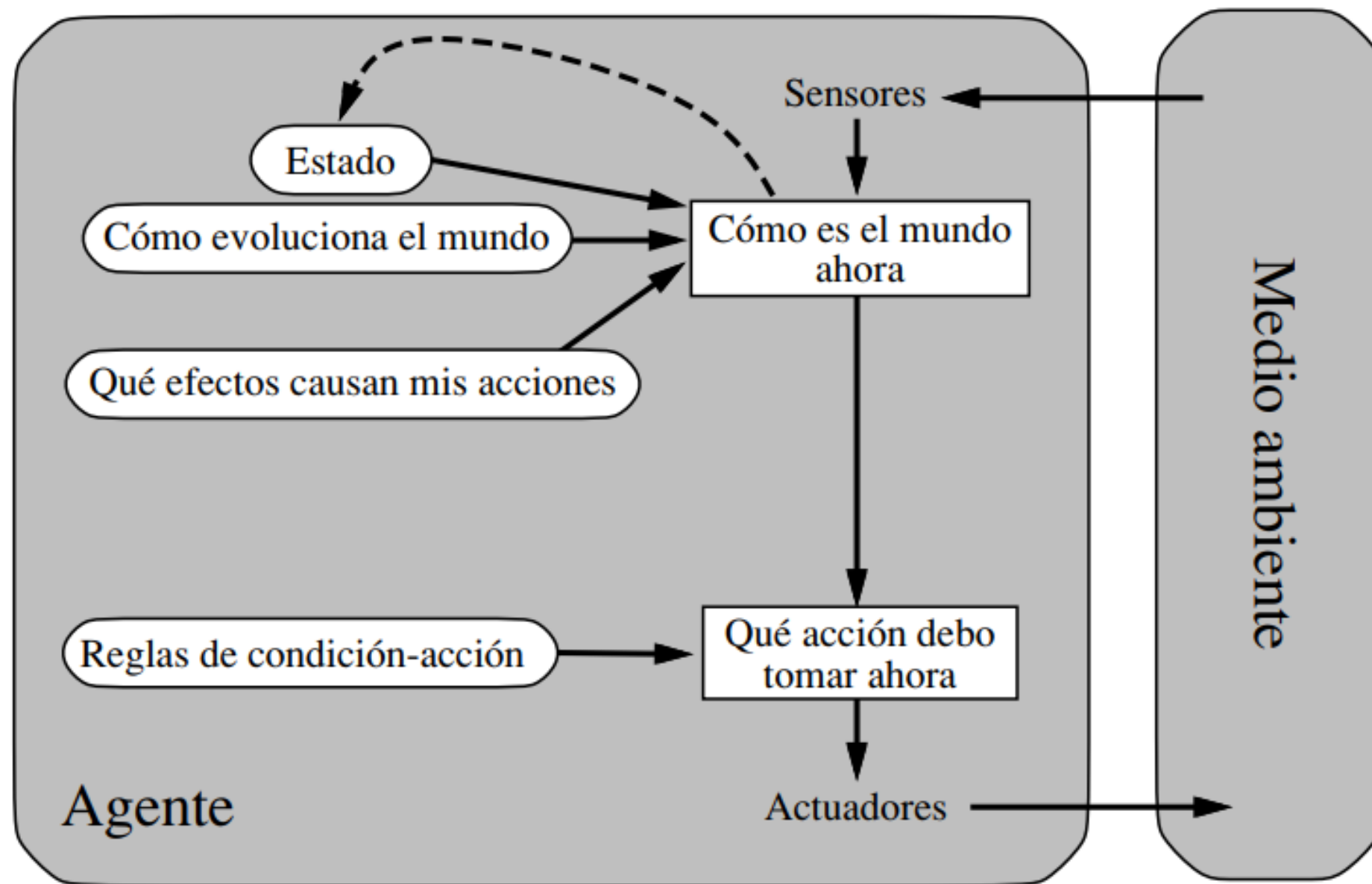
- Si eliminamos el sensor de posición:
 - Sólo dos percepciones posibles: [Sucio] y [Limpio].
 - [Sucio]->Aspirar. [Limpio]->?
 - Si se desplaza a la Izquierda se equivoca (siempre) si está en la cuadrícula A, y si se desplaza a la Derecha se equivoca (siempre) si está en la cuadrícula B.
 - Solución: aleatoriedad (pero no es una gran solución)

Agentes reactivos basados en modelos



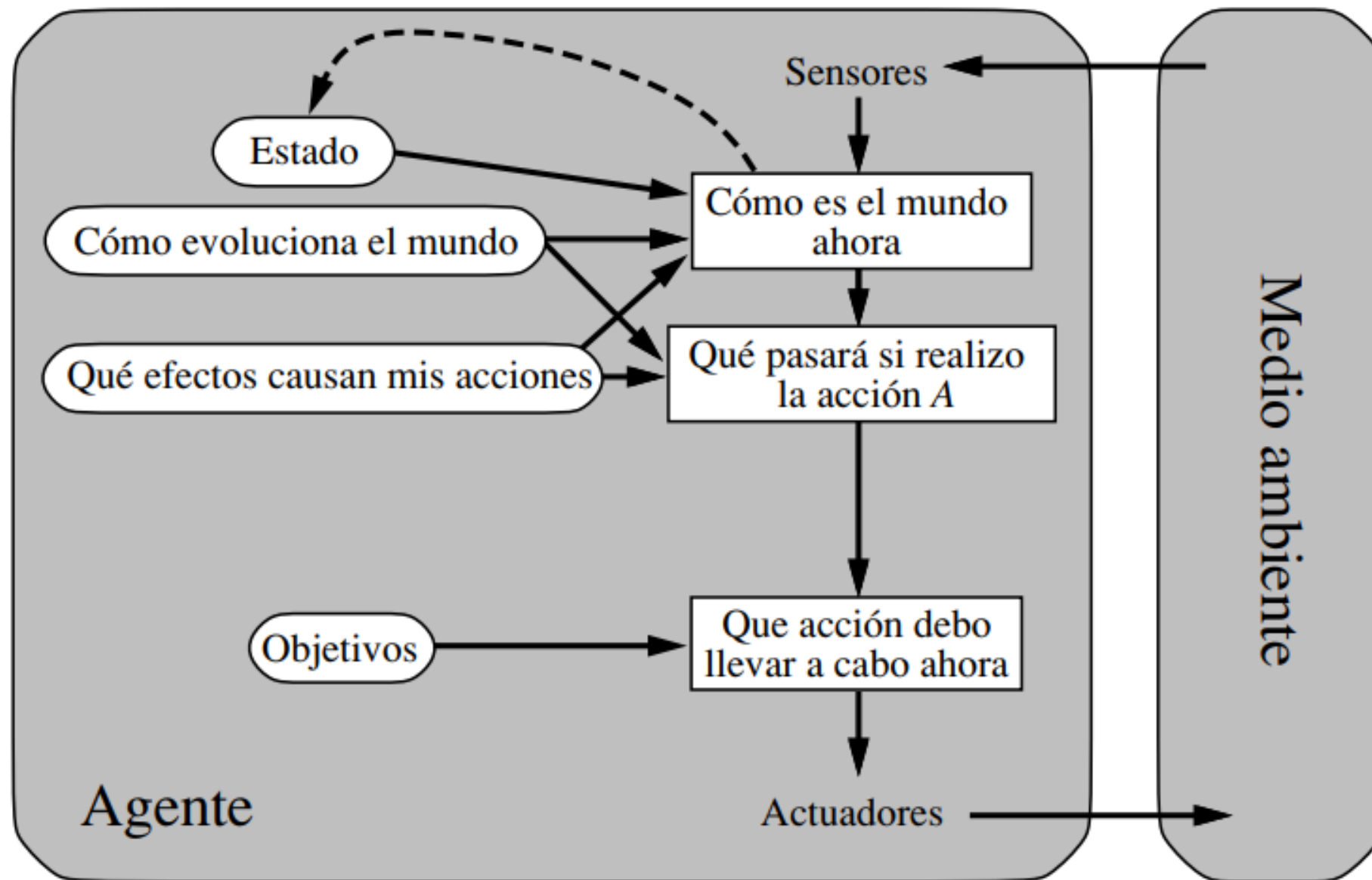
- Mantienen un estado interno que depende de la historia percibida y refleja alguno de los aspectos no observables del estado actual

Agentes reactivos basados en modelos



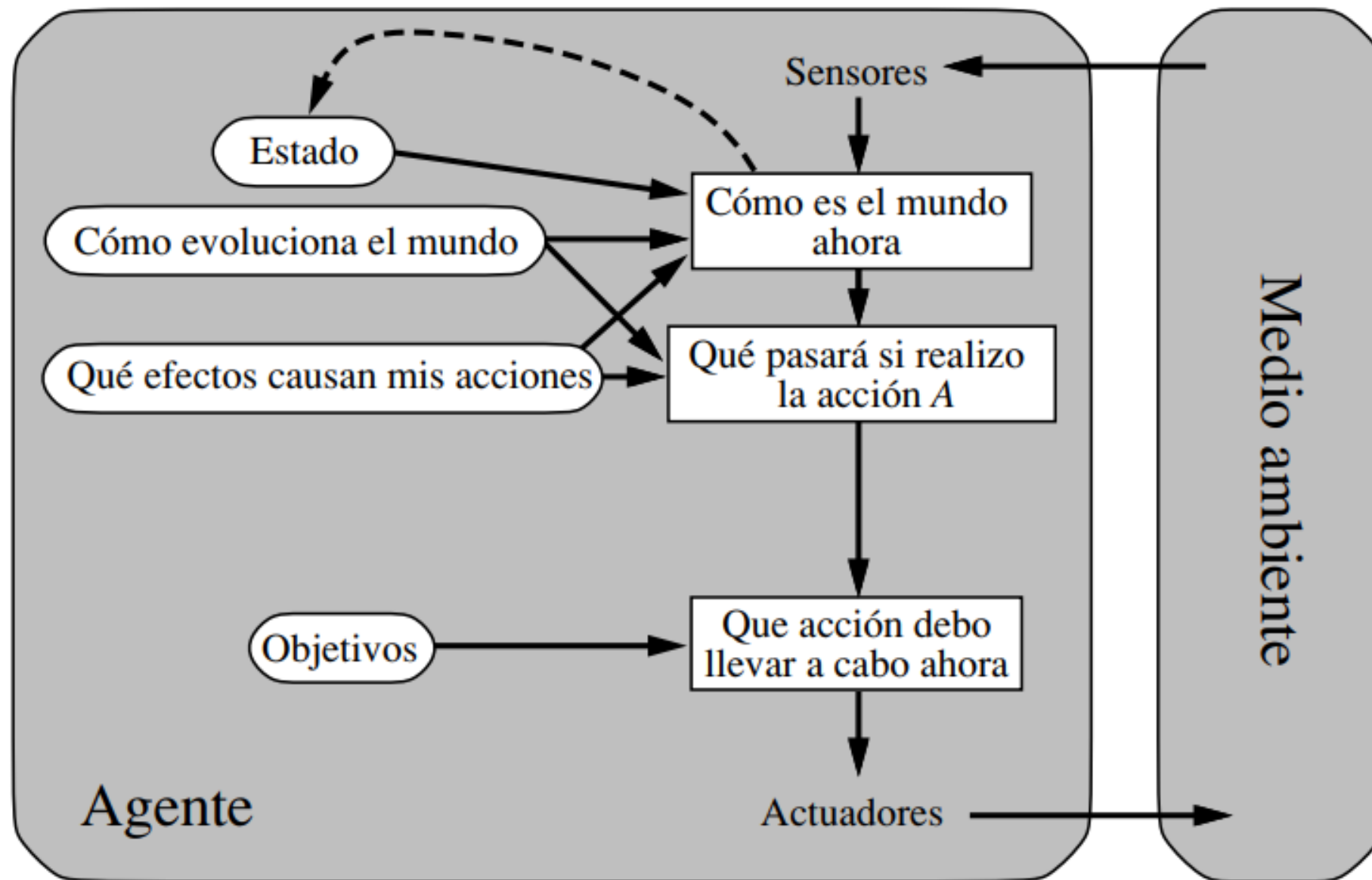
- Coche autónomo llegando a un cruce: ¿izquierda o derecha?

Agentes basados en objetivos



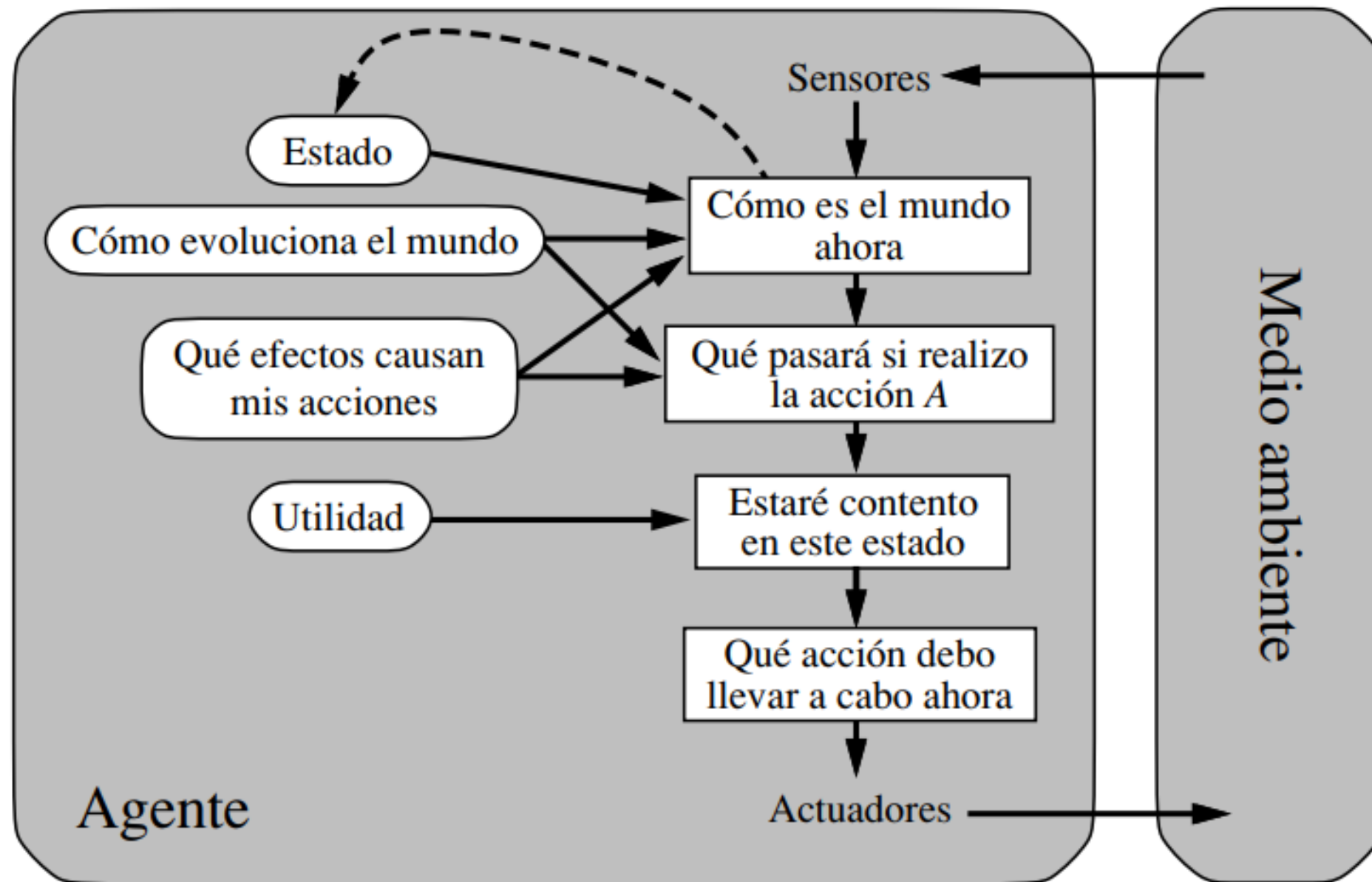
- El programa se combina con información de los resultados de las acciones posibles para tomar las decisiones que permitan alcanzar el objetivo

Agentes basados en objetivos



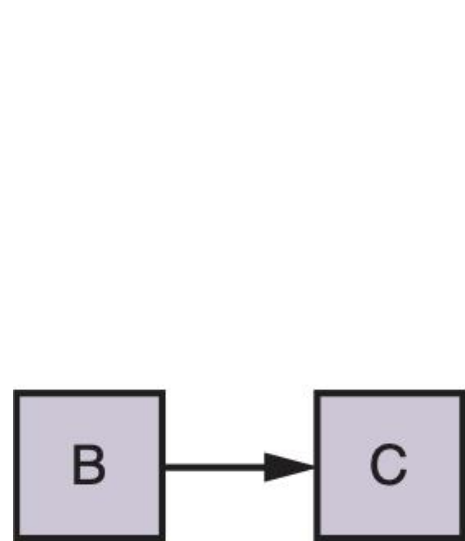
- Taxista en el cruce: ¿ir directo o dar un rodeo?
- ¿Todas las opciones me hacen igual de “feliz”?

Agentes basados en utilidad



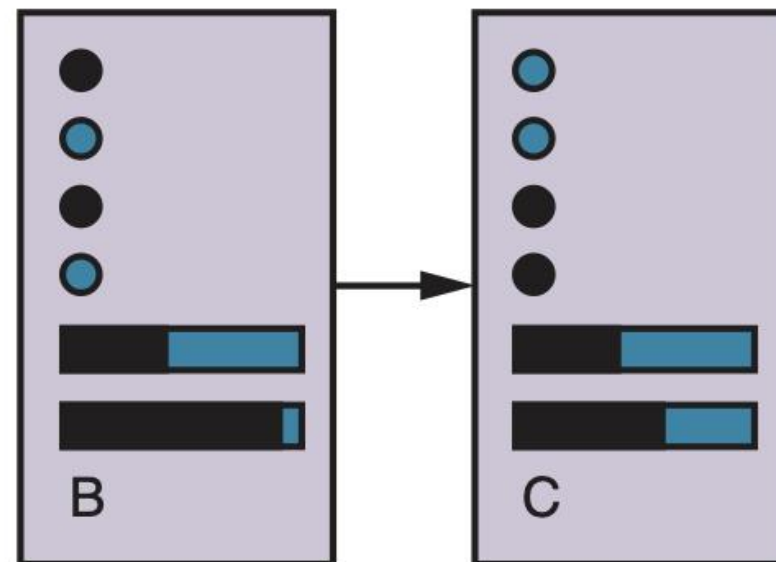
- Función de utilidad: proyección de un estado (o secuencia de estados) en un número real que representa un nivel de felicidad

Espectro de representaciones



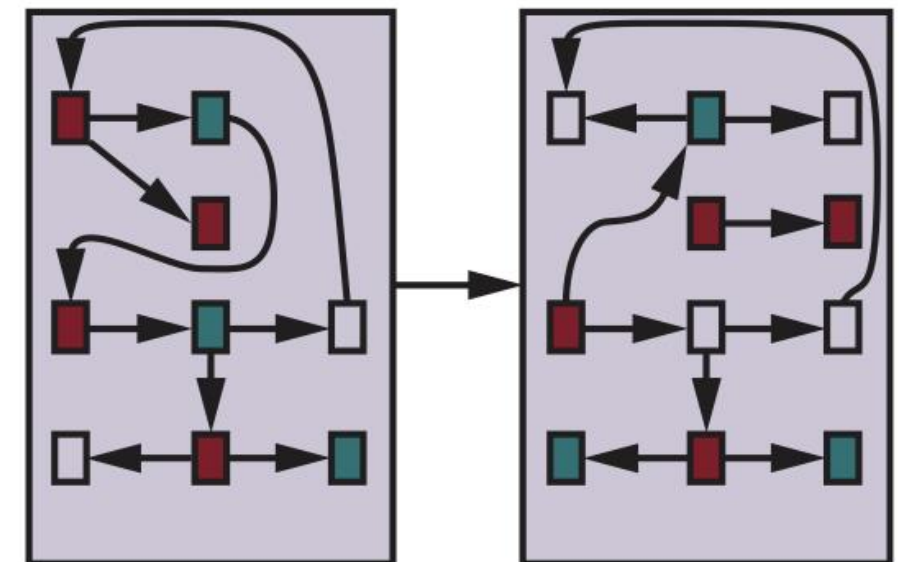
(a) Atómica

Cada estado del mundo es indivisible: no tiene estructura interna



(b) Factorizada

Cada estado se divide en un conjunto de variables o atributos



(c) Estructurada

Los objetos y sus distintas relaciones se describen explícitamente

Resumen: ideas clave

- Un **agente** interactúa con un **entorno** a través de **sensores** y **actuadores**
- La **función del agente**, implementada por un **programa de agente** que se ejecuta en una **máquina**, describe lo que hace el agente en cualquier circunstancia.
- Los agentes racionales eligen acciones que maximizan su utilidad esperada.
- Las descripciones de los REAS definen los entornos de las tareas; las especificaciones precisas de los REAS son esenciales e influyen mucho en el diseño de los agentes.
- Los entornos más difíciles requieren diseños de agentes más complejos y representaciones más sofisticadas.

Referencias

- Capítulo 2 del libro “Inteligencia artificial: un enfoque moderno”