


Unidad 1:

Introducción y fundamentos de la Inteligencia Artificial y de los Sistemas Inteligentes

1.2 Agentes Inteligentes

Agente inteligente (1)

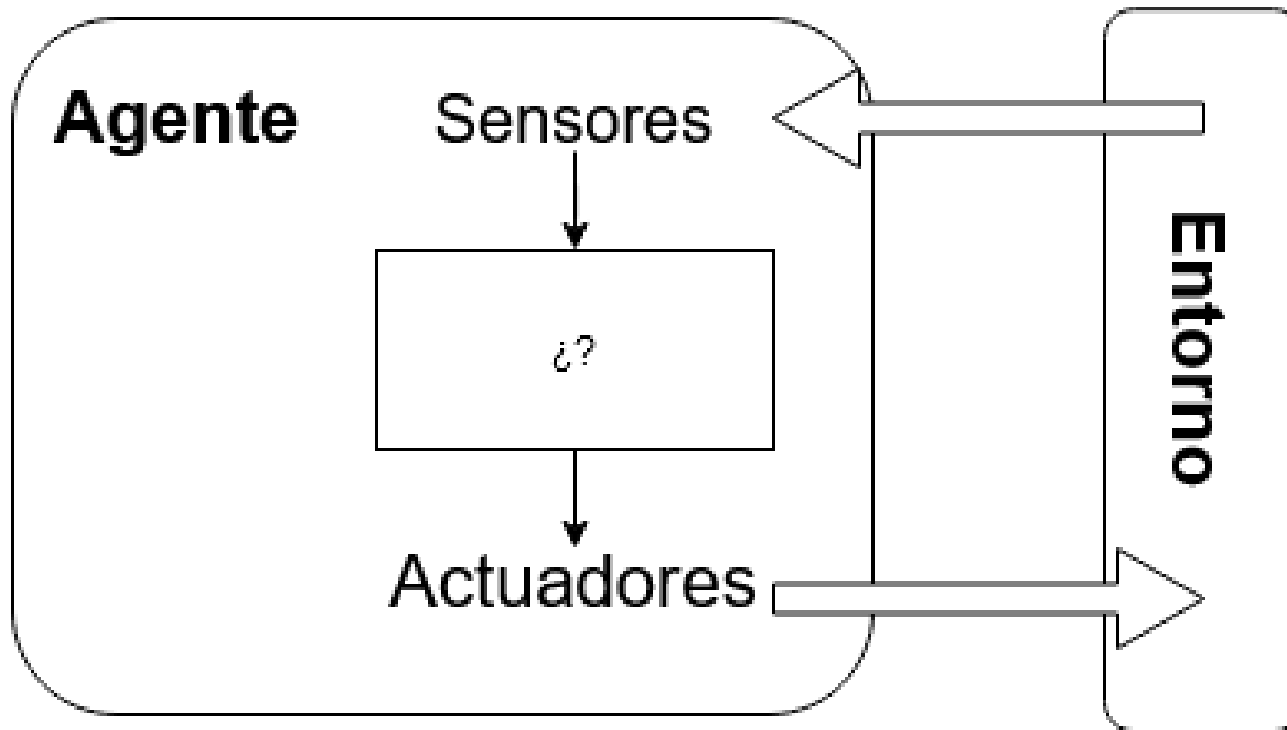
Un agente inteligente con un comportamiento racional es el componente principal de la IA.

- Agente. 
- Inteligente.
- Racional.

Agente inteligente (2)

- **Percepción:** Lo que un agente percibe en un momento dado a través de sus sensores.
- **Secuencia de percepción:** Historial completo de todo lo que el agente ha percibido hasta la fecha.

Agente inteligente (3)



Agente inteligente (4)

- La elección de un agente en un instante determinado depende de la totalidad de la secuencia de percepción observada hasta la fecha, no en algo que aún no ha percibido.
 - **Función del agente:** Mapea cualquier secuencia de percepción con una acción.

Observación reflexiva #1

- ¿Se puede construir una tabla en la que se detallen todas las posibles secuencias de percepción y su acción correspondiente? Es decir, la función del agente.
- ¿En qué condiciones?

Agente inteligente (5)

- **Función del agente:** descripción matemática abstracta.
- **Programa del agente:** Implementación concreta que se ejecuta en un sistema físico o software.

Entregable 1.1

¿Podrías descubrir una función de un agente?
Identifica un mundo lo suficientemente pequeño
para poder describir todo lo que acontece.

Es necesario definir:

- Mundo
- Función del agente
 - Tabulación

[Fecha límite: **11/10/2020 12:00**]

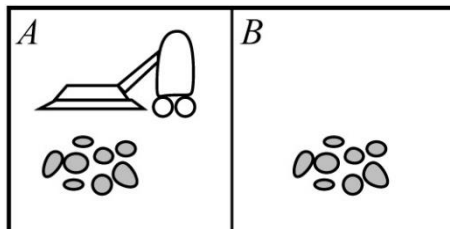
Ejemplo

Hola mundo de los agentes inteligentes.

- **Mundo:** Aspiradora en un entorno con dos secciones denominadas A y B.
- **Función del agente:** La función del agente será simplemente “si la sección está sucia entonces aspira, en caso contrario muévete a la otra sección”.

Ejemplo

– Tabulación



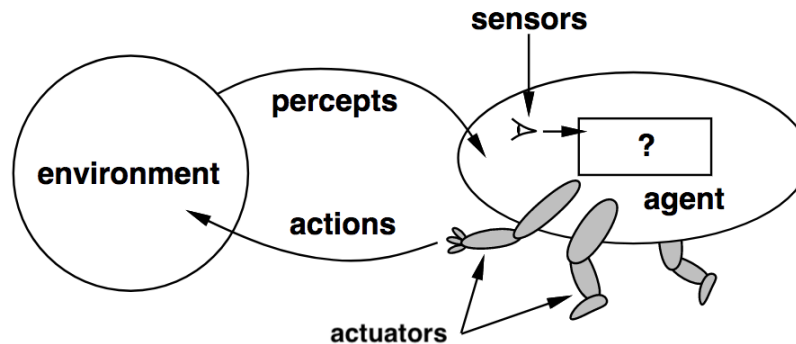
Secuencia de percepción	Acción
[A, Limpio]	Derecha
[A, Sucio]	Aspirar
[B, Limpio]	Izquierda
[B, Sucio]	Aspirar
[A, Limpio], [A, Limpio]	Derecha
[A, Limpio], [A, Sucio]	Aspirar
...	...
[A, Limpio], [A, Limpio] , [A, Limpio]	Derecha
[A, Limpio], [A, Limpio] , [A, Sucio]	Aspirar
...	...

Agente racional (1)

- Un agente racional es aquel que hace lo correcto.
- ¿Qué es hacer lo **correcto**?



Agente racional (2)



<https://gungorbasa.com/intelligent-agents-dc5901daba7d>

- Acciones de acuerdo con la percepción.
- Esto provoca una **secuencia de estados** en el **entorno**.
- Si esta secuencia es **deseable**, el agente ha actuado bien.
- Esta medida de deseabilidad, hacer lo correcto, se captura con la **medida de rendimiento** que evalúa la secuencia de estados del entorno.

Medida de rendimiento (1)

- No ningún estándar.
- Depende de las circunstancias.
- No es sencillo.

Observación reflexiva #2

En el caso de la aspiradora, ¿qué medida de rendimiento se os ocurre?

Ejemplo:

1. **¿BIEN?** Cantidad de suciedad aspirada en un turno de 8h.
2. **MEJOR:** Promedio de suelos limpiados en cada turno con penalizaciones por electricidad y ruido.

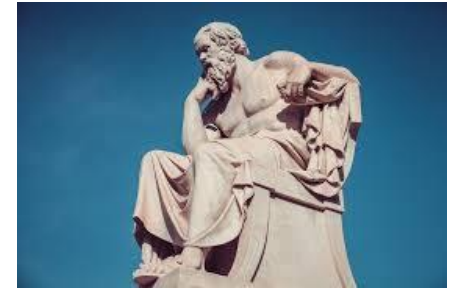
Medida de rendimiento (2)

- Regla general: establecer las medidas de rendimiento en base lo que se quiere que **suceda en el entorno** no a lo que uno piensa que el agente debe hacer.
 - La aspiradora debe limpiar.
 - El suelo debe estar limpio.

Observación reflexiva #3

Vale, pero ¿qué es limpio?

Ejemplo:



- ¿Trabajo mediocre todo el tiempo o trabajo enérgico pero con muchos descansos?
- ¿Qué es mejor? ¿una vida de altos y bajos o una vida monótona y segura?
- ¿Economía con todos moderadamente pobres u otra en la que algunos viven muy bien y otros muy mal?

Agente racional (3)

Racionalidad implica:

- La medida de rendimiento que define el criterio de éxito.
- El conocimiento previo del entorno.
- Las acciones que el agente puede realizar.
- La secuencia de percepción hasta la fecha.

Agente racional (4)

Para cada secuencia de percepción, **un agente racional** debería seleccionar una acción que es esperable que maximice su **medida de rendimiento** dada la evidencia proporcionada por su **secuencia de percepción** y el **conocimiento incorporado**.

Observación reflexiva #4

Nuestra aspiradora que succiona si hay suciedad y en caso contrario se mueve, ¿es racional?

- **Depende**
 - Necesitamos saber la medida de rendimiento.
 - Qué se sabe del entorno.
 - Qué sensores y actuadores tiene el agente.

Observación reflexiva #5

- Asumamos:
 - La medida de rendimiento premia con un punto por cada sección limpia en cada periodo de tiempo, siendo el máximo 1000 periodos.
 - Se conoce la geografía del entorno pero la distribución inicial de la suciedad no.
 - Succionar la sección limpia.
 - Mover a la izquierda y a la derecha funciona siempre que no se salga del entorno, en ese caso se queda quieto.
 - El agente percibe su localización y si la sección esta sucia.

**Bajo estas circunstancias nuestro agente es racional
y su rendimiento es, al menos, tan alto como el de
cualquier otro agente.**

Entregable 1.2

¿Puedes pensar en el comportamiento de un agente no racional? ¿Cómo mejorarlo?

[Fecha límite: **11/10/2020 12:00**]

Ejemplo

- Agente que una vez limpia la suciedad se esté moviendo hacia delante y hacia atrás.
- Si la medida de rendimiento incluye una penalización de un punto por cada movimiento restante, al agente le irá mal.

Omnisciencia, aprendizaje y autonomía (1)

- **Omnisciencia:** Conocimiento de todas las cosas reales y posibles
 - La omnisciencia no es posible en el mundo real.
- **Racionalidad** no es ser perfecto, es maximizar el rendimiento esperado.
- **Perfección** es maximizar el rendimiento actual.

Omnisciencia, aprendizaje y autonomía (2)

- No se puede prever todo.
- Nuestra definición de racionalidad implica la secuencia de percepción **hasta la fecha**.
- Hay que evitar que el agente lleve a cabo actos no inteligentes por su diseño.
- Ejemplo: *Agente que cruza la calle sin mirar*

Omnisciencia, aprendizaje y autonomía (3)

- **Recopilar información:** Realizar acciones para modificar futuras percepciones.
- Nuestra definición de racional no solo implica recopilar información sino **aprender** de lo que se percibe.
 - Modifica y actualiza el conocimiento previo.
- En un caso extremo el agente que conoce todo el entorno a priori no tiene que aprender, siempre actúa correctamente.

Observación reflexiva #6

¿Es esto realmente posible?

- Ejemplos:
 - Escarabajo pelotero
 - Avispa excavadora

Omnisciencia, aprendizaje y autonomía (4)

- Si un agente se basa en el conocimiento a priori de su diseñador en lugar de en su percepción decimos que **carece de autonomía**.
- Un agente racional debe ser autónomo y compensar el conocimiento parcial o incorrecto inicial.
- En la práctica, rara vez se tiene completa autonomía desde el principio:
 - Cuando el agente ha tenido poca o ninguna experiencia, tendría que actuar **aleatoriamente** a menos que el diseñador le diera alguna ayuda.

Omnisciencia, aprendizaje y autonomía (5)

- Símil con la evolución de las especies.
- Es razonable proporcionar a un agente inteligente artificial algún conocimiento inicial, así como la capacidad de aprender.
- Después de adquirir experiencia, el comportamiento de un agente racional puede volverse independiente de su conocimiento previo.
- **La incorporación del aprendizaje permite diseñar un solo agente racional que tendrá éxito en una gran variedad de entornos.**

Agente racional (5)

- Racional != omnisciente
- Racional != perfecto
- Características de un agente racional:
 - Exploración
 - Aprendizaje
 - Autonomía

Entorno de los problemas o tareas

- **Entorno del problema** o tarea está formado por el rendimiento, entorno, actuadores y sensores del agente.
- **PEAS** (**P**erformance, **E**nvironment, **A**ctuators, **S**ensors).

Agente	Performance	Environment	Actuators	Sensors
Aspirador ejemplo	Promedio de suelos limpiados en cada turno con penalización por electricidad y ruido.	Secciones A y B	Ruedas, tubo aspirador	

Observación reflexiva #7

¿Cuál es el PEAS de un aspirador real?

Agente	P	E	A	S
Aspirador real	Limpieza, eficiencia: Distancia recorrida para limpiar, batería, seguridad	Habitaciones , mesa, alfombra, parque, objetos ...	Ruedas, tubo aspirador, diferentes cepillos	Cámara, detector de suciedad, detector de saltos de altura, sensor de proximidad, sensor de infrarrojos de paredes.

Propiedades de los entornos

Afectan al diseño del agente

Totalmente observable VS Parcialmente observable

- T. O. posibilita acceso completo al los estados del entorno.
 - Acceso completo a los estados significa acceso completo a los aspectos relevantes que sirven para elegir una acción.
- Ej. Detector de suciedad global vs Local

Agente único VS Agente múltiple

- Agente único:
 - Ej. crucigrama
- Agente múltiple:
 - Implica que los otros agentes sean competitivos o cooperativos
 - Puede necesitar comunicación
 - Ej. Ajedrez, conducción autónoma.

Determinístico VS Estocástico

- **Determinístico:**
 - El próximo estado depende completamente del actual estado y acción.
 - Ej. Cruz y Raya
- **Estocástico:**
 - La incertidumbre puede surgir por una acción defectuosa o un estado parcialmente observable.
 - Un agente puede no ser consciente de todo lo que afecta a una acción.
 - Ej. Robot en Marte

Episódico VS Secuencial

- Episódico:
 - La experiencia del agente está dividida en episodios **atómicos**.
 - Ej. Clasificador de correo
 - El próximo episodio no depende de las acciones tomadas en el episodio anterior.
- Secuencial:
 - El estado actual puede depender de futuras acciones.
 - Ej. Ajedrez, conducción autónoma.
 - Acciones a corto plazo pueden tener consecuencias a largo plazo.

Estático VS Dinámico

- ¿El entorno cambia mientras el agente delibera?
 - Estático: ej. Crucigrama
 - Dinámico: ej. Coche autónomo

Discreto VS Continuo

- Puede referirse a:
 - El estado del entorno.
 - Ej. El ajedrez tiene un n^0 finito de estados o estados discretos.
 - El modo en que el tiempo es manejado.
 - Ej. Conducción de coche continua: La velocidad y localización se mueven en un rango continuo de valores.
 - Percepción y acciones.
 - Ej. Giros del volante en una conducción continua.

Conocido VS Desconocido

No se refiere al entorno, sino al conocimiento del mismo y de sus cambios por parte del agente.

- Si es conocido es muy frecuente que sea totalmente observable.
 - Ej. Monopoly
- Si es desconocido, el agente tendrá que aprender.
 - Es muy frecuente que sea parcialmente observable.
 - Ej. Aventura gráfica

Observación reflexiva #8

¿Entorno de tarea sencillo? ¿Entorno de tarea complejo?

- Sencillo:
 - Totalmente observable, determinístico, episódico, estático, discreto y agente único.
- Complejo:
 - Parcialmente observable, estocástico, secuencial, dinámico, continuo y multi-agente.

Observación reflexiva #9

	Ajedrez con crono	Ajedrez sin crono	Conducción de taxi
Totalmente observable	Sí	Sí	No
Determinístico	Estratégico	Estratégico	No
Episódico	No	No	No
Estático	Semi	Sí	No
Discreto	Sí	No	No
Agente único	No	No	No

Entregable 1.3

Completar los ejercicios propuestos en la tarea
“Entregable 1.3” de ALUD.

[Fecha límite: **11/10/2020 12:00**]



Deusto

Programa del agente

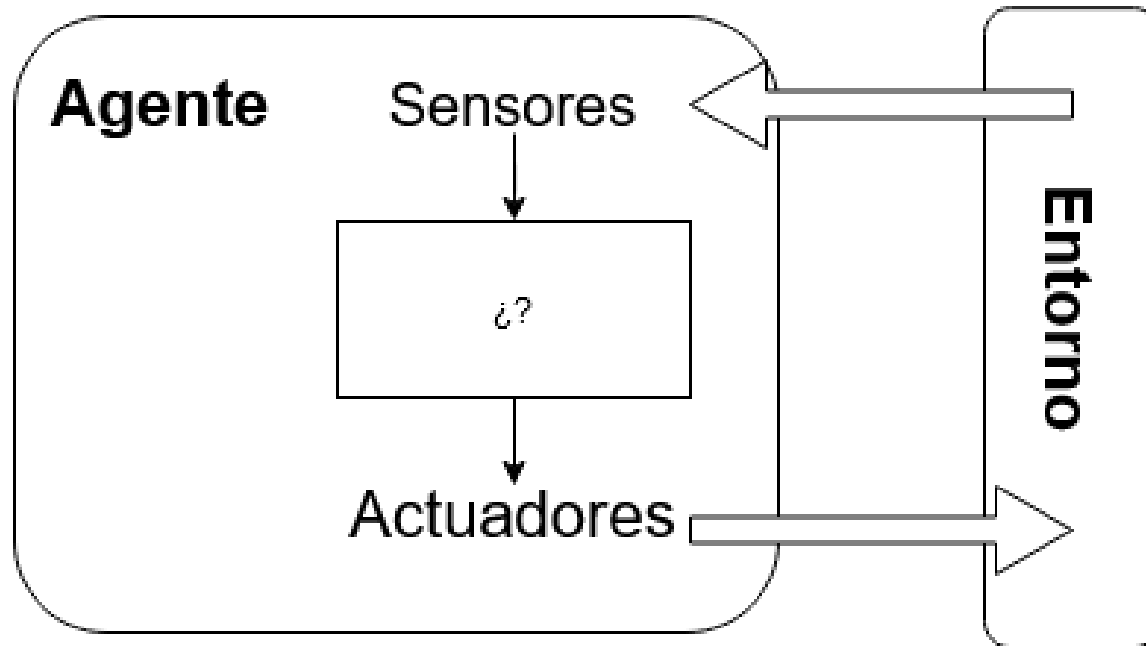
Agente = Arquitectura + Programa

- Arquitectura:
 - Sensores
 - Actuadores
 - Plataforma de computación
- Programa:
 - Implementar el mapeado entre la percepción y las acciones

Objetivos

- Es necesario desarrollar agentes que tomen la percepción como entrada de los sensores y devuelvan una acción sobre los actuadores.
- La **clave de la IA** es encontrar cómo escribir programas que, dentro de lo posible, produzcan un **comportamiento racional** usando una **pequeña parte de código**.

Tipos de programas de los agentes



El agente funciona en ciclos de: (1) percibir, (2) procesar y (3) actuar.

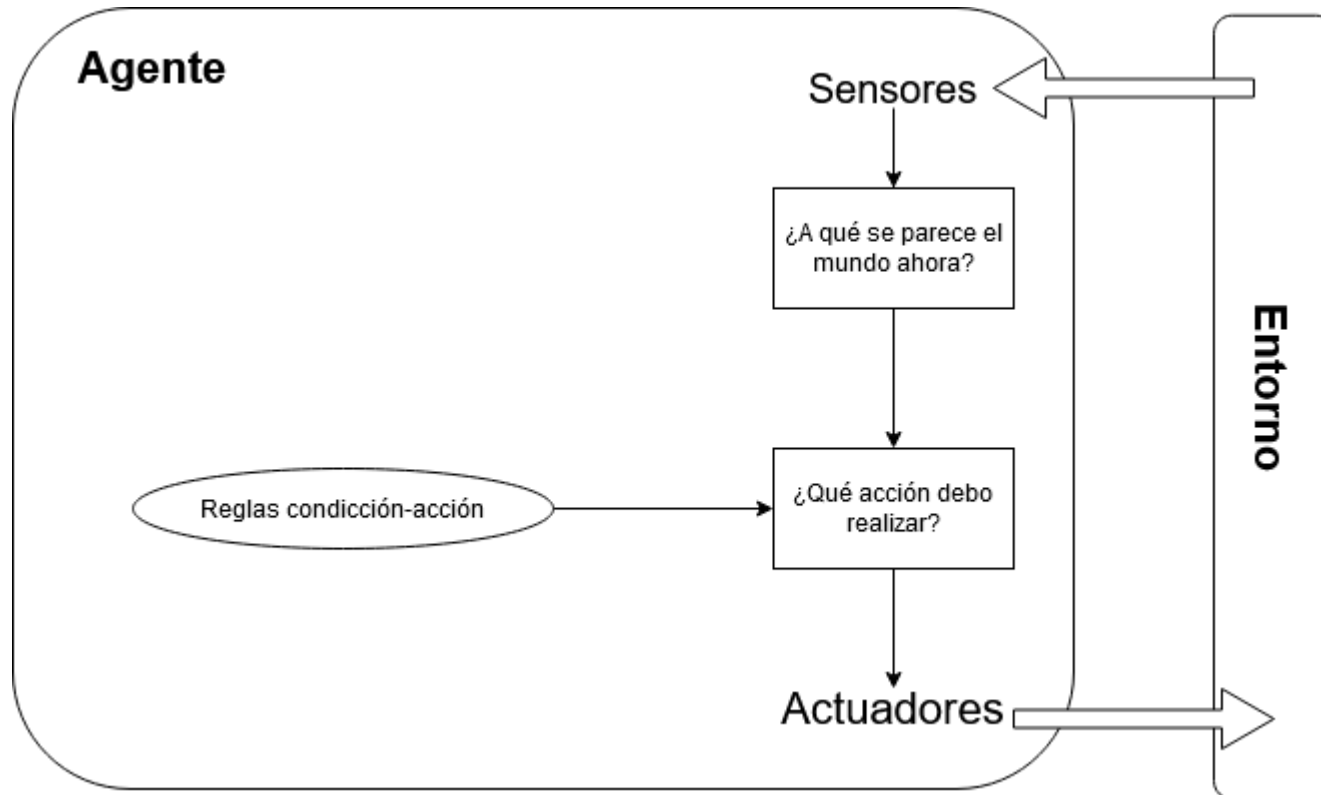
Agente basado en tabla

- Agente basado en tabla con comportamiento racional:
 - Es necesario construir una tabla con todas las posibles acciones para cada secuencia de percepción.



Secuencia de percepción	Acción
[A, Limpio]	Derecha
[A, Sucio]	Aspirar
[B, Limpio]	Izquierda
[B, Sucio]	Aspirar
[A, Limpio], [A, Limpio]	Derecha
[A, Limpio], [A, Sucio]	Aspirar
...	...
[A, Limpio], [A, Limpio] , [A, Limpio]	Derecha
[A, Limpio], [A, Limpio] , [A, Sucio]	Aspirar
...	...

Agente reflexivo simple (1)



Agente reflexivo simple (2)

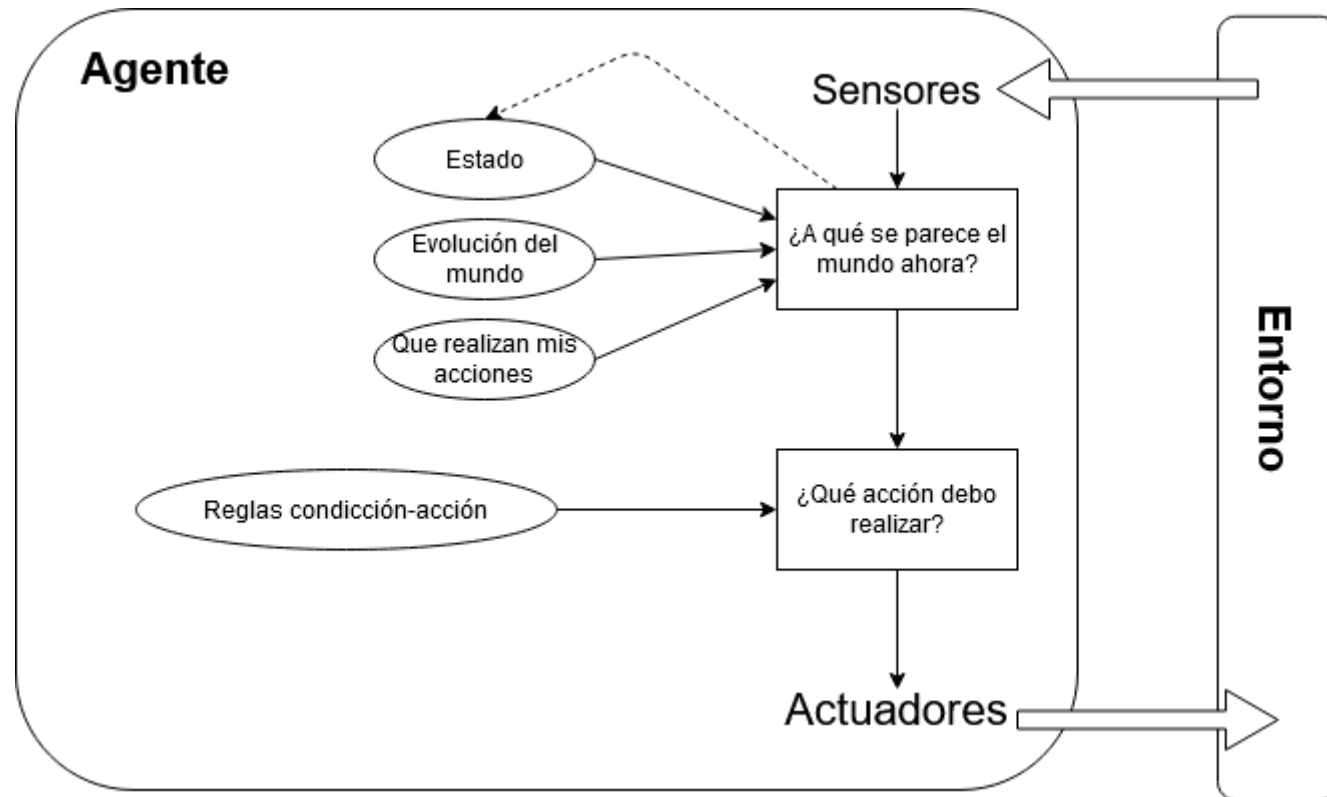
- Maneja un mundo sencillo.
- Incluye un conjunto de reglas condición-acción.
 - Si percepción entonces acción.
- El agente simplemente percibe, determina qué acción puede ser aplicada y realiza dicha acción.
- Importante:
 - La acción depende solamente de la percepción actual.
 - Solo funciona si el entorno de trabajo es **completamente observable**.

Observación reflexiva #9

Implementa la función del agente del aspirador en utilizando sintaxis Python.

```
def aspirador (localizacion, estado):  
    if (estado=="Sucio"):  
        aspira(localizacion)  
    elif(localización=="A"):  
        moverDerecha()  
    elif(localización=="B"):  
        moverIzquierda()
```

Agente reflexivo basado en modelos (1)



Agente reflexivo basado en modelos (2)

- Puede actuar en un **entorno parcialmente observable** haciendo un seguimiento de la parte del mundo que no puede ver.
- El estado depende de la secuencia de percepción (*best guess* – mejor conjetura).
- El modelo del mundo se basa en:
 - Cómo el mundo evoluciona independientemente del agente.
 - Cómo las acciones del agente modifican el mundo.

Agente reflexivo basado en modelos (3)



Agente reflexivo basado en modelos (4)

function MODEL-BASED-REFLEX-AGENT(*percept*) **returns** an action

persistent: *state*, the agent's current conception of the world state

model, a description of how the next state depends on current state and action

rules, a set of condition–action rules

action, the most recent action, initially none

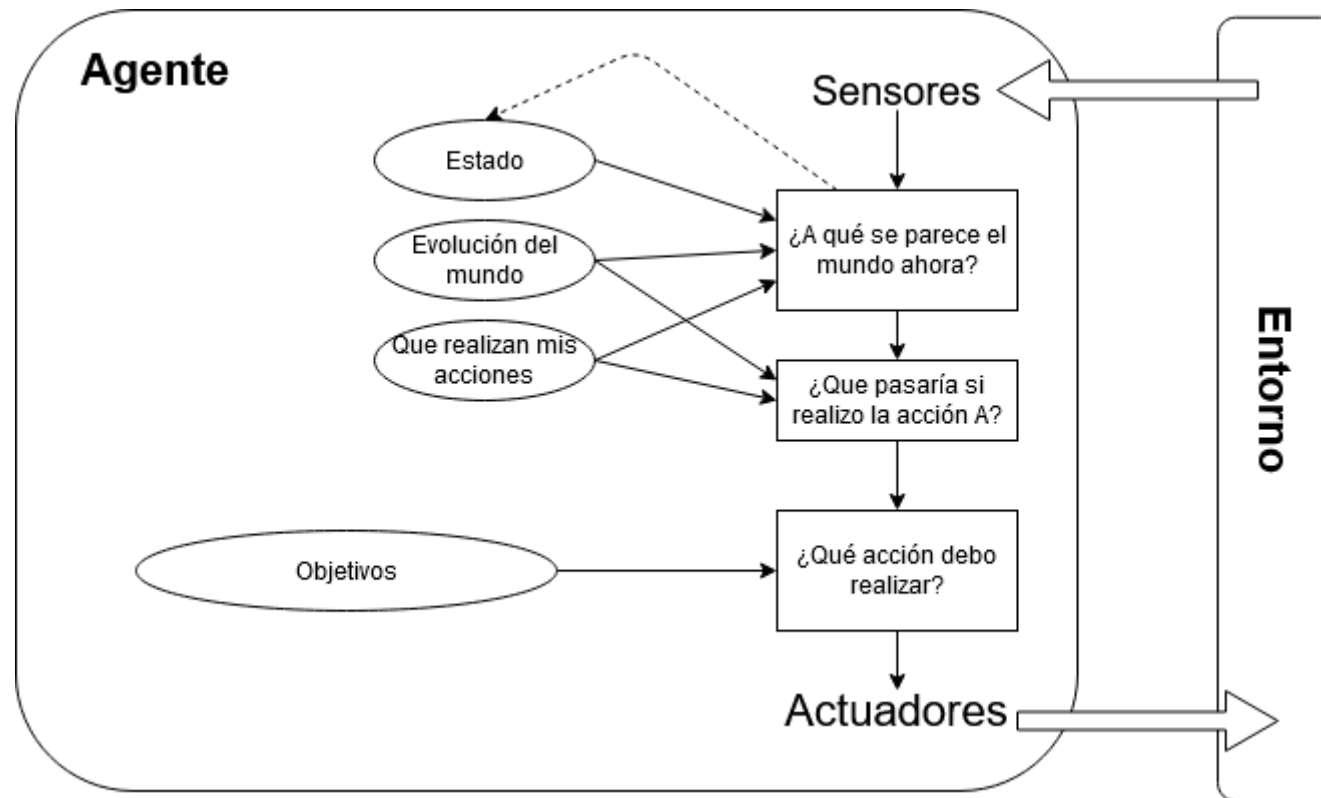
state \leftarrow UPDATE-STATE(*state*, *action*, *percept*, *model*)

rule \leftarrow RULE-MATCH(*state*, *rules*)

action \leftarrow *rule*.ACTION

return *action*

Agente basado en objetivos (1)



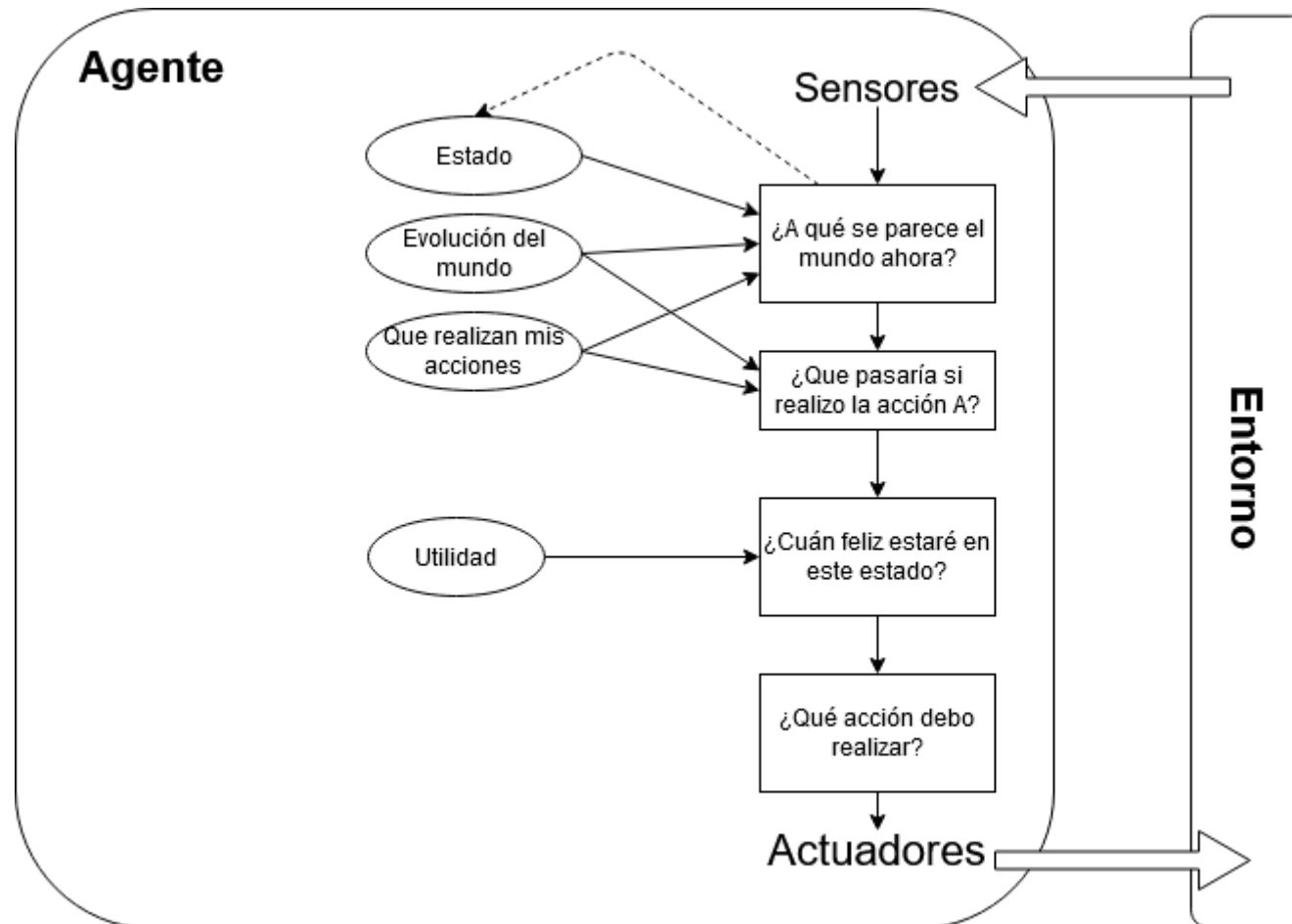
Agente basado en objetivos (2)

- Conocer el estado actual del entorno no es suficiente. El agente necesita saber información sobre el objetivo.
- El programa del agente combina la información del objetivo con el modelo del entorno para elegir las acciones que le permiten alcanzar dicho objetivo.
- Considera el futuro con “*¿Qué pasaría si hago X?*”.
- Es flexible puesto que el conocimiento sobre el que se sustentan las decisiones está explícitamente representado y puede ser modificado.

Agente basado en objetivos (3)



Agente basado en utilidad (1)



Agente basado en utilidad (2)

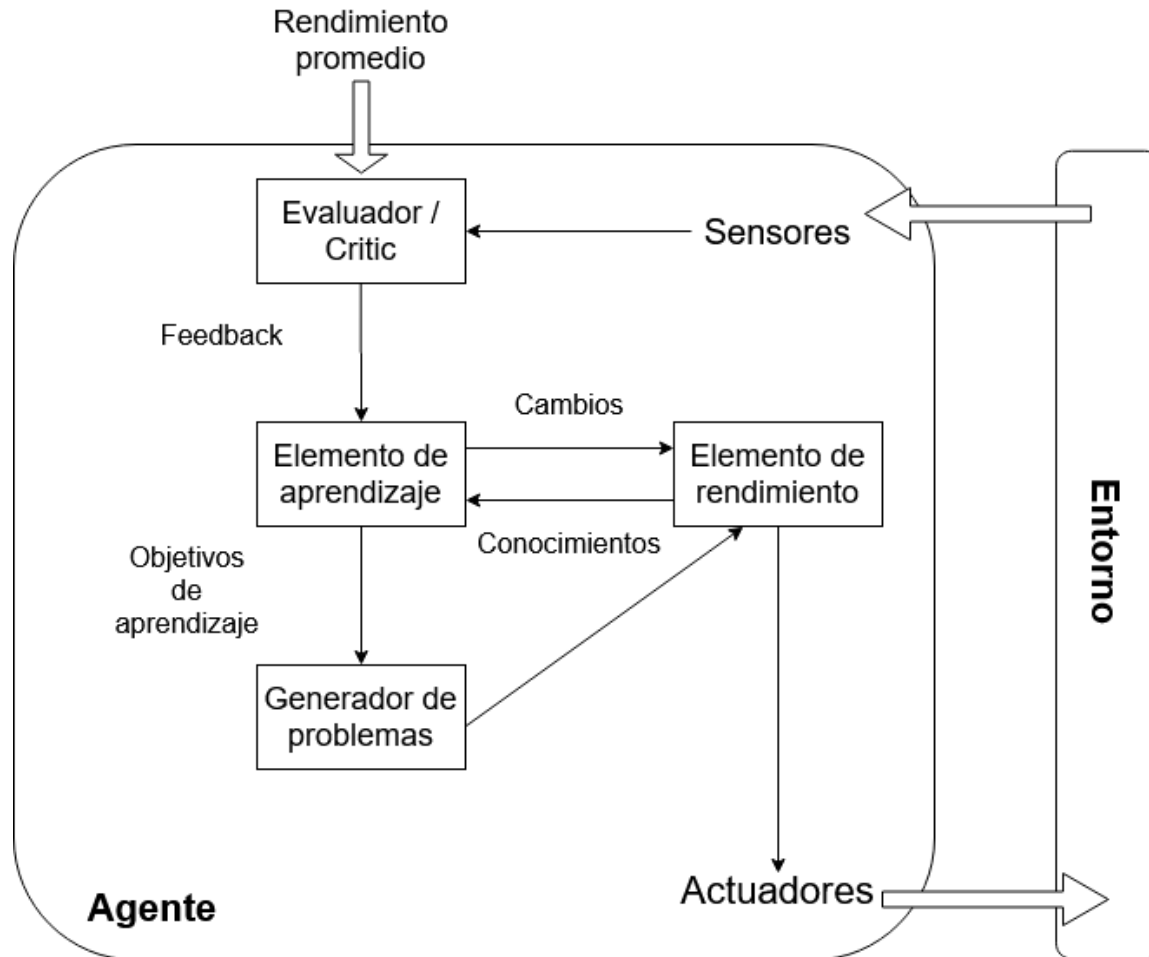
- En ocasiones alcanzar el objetivo deseado no es suficiente.
 - Podemos querer alcanzarlo de una manera más rápida, seguro, barata ...
- La felicidad del agente tiene que considerarse. Denominamos esta característica como **utilidad**.
 - La función de utilidad es la función de rendimiento del agente.
- Como consecuencia de la incertidumbre, un agente basado en utilidad escoge la acción que maximiza la utilidad esperada.

Agente basado en utilidad (3)



Fuente: <https://www.oreilly.com/library/view/scala-machine-learning/9781788479042/2708fedf-6d01-4187-9915-e8d75aada785.xhtml>

Agente de aprendizaje (1)



Agentes de aprendizaje (2)

- **Elemento de aprendizaje:** Responsable de realizar mejoras.
- **Elemento de rendimiento:** Responsable de seleccionar acciones externas. En otros agentes este módulo era el agente completo.
- **Evaluador / Critic:** Proporciona *feedback* de cómo lo está haciendo el agente respecto a un estándar de rendimiento estándar. Determina como debería de modificarse el elemento de rendimiento para hacerlo mejor en el futuro.
- **Generador de problemas:** Sugiere acciones para experiencias nuevas e informativas. Explorar.

Todos los agentes anteriores pueden generalizarse en agentes de aprendizaje que mejora su rendimiento y realizan mejores acciones

Agentes de aprendizaje (3)



Agentes de aprendizaje (4)

*El **aprendizaje** en los agentes inteligentes puede resumirse como el proceso de modificación de cada componente del agente, con el objetivo de ser consecuente con la información recibida por medio del feedback, y de este modo, mejorar el rendimiento promedio del agente.*

Resumen: Tipos de agentes

- Los **agentes reflexivos** simples responden directamente a sus percepciones.
- Los **agentes basados en modelos** tienen un estado interno que hace un seguimiento de los aspectos del mundo que no son evidentes con la percepción actual.
- Los **agentes basados en objetivos** actúan de acuerdo con sus metas, los agentes basados en utilidad intentan maximizar su “*felicidad*”.
- Todos los agentes pueden mejorar su rendimiento mediante **aprendizaje**.

Programa del agente

- Hemos descrito los tipos de programas de los agentes a muy alto nivel.
- Estas descripciones nos permiten responder a las preguntas:
 - ¿Cómo es el mundo ahora?
 - ¿Qué acción debería realizar ahora?
 - ¿Qué consecuencias tienen mis acciones?



Deusto

¿Cómo funciona el programa del agente?

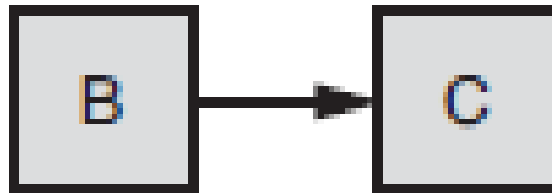
Representación de estados y transiciones

Los componentes del programa del agente pueden estructurarse de tres formas principales con una expresividad de menor a mayor.

- Atómico
- Factorizado
- Estructurado

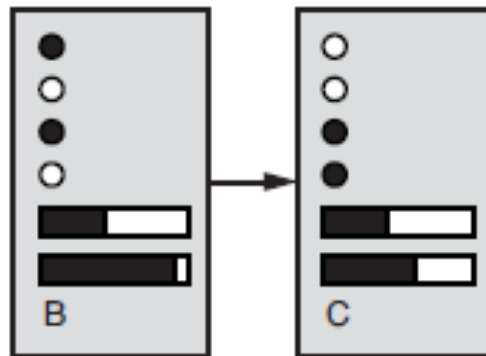
Atómico

- Cada estado del mundo es una caja negra sin estructura interna.
- Ej. Encontrar una ruta entre dos ciudades donde cada estado es una ciudad.
- Algoritmos de IA: Búsqueda, juegos, procesos de decisión de Markov, Modelo oculto de Markov.



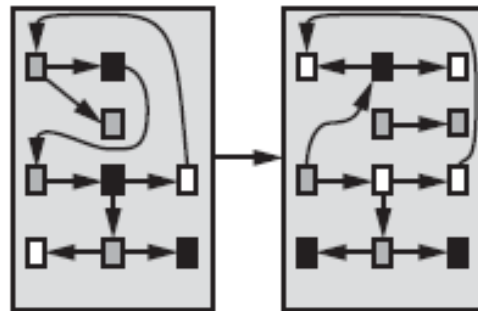
Factorizado

- Cada estado tiene diversas propiedades atributo-valor.
- Ej. Localización GPS, cantidad de combustible en el tanque.
- Algoritmos IA: Red bayesiana y satisfacción de restricciones.



Estructurado

- Las relaciones entre los objetos de un estado pueden expresarse explícitamente, no solo mediante pares atributo-valor
- Ej. Camión cisterna dando marcha atrás y vaca bloqueando el paso.
- Algoritmos IA: Lógica de primer orden, aprendizaje basado en conocimiento y Comprensión del lenguaje natural



Bibliografía

Esta presentación se basa principalmente en información recogida en la siguiente fuente:

- Russell, S. & Norvig, P. (2010). *Artificial Intelligence: A modern approach*. 3ª Ed. Prentice-Hall.