

Aprendizaje Automático y Data Mining

Bloque I

INTRODUCCIÓN

Índice

- **Inteligencia artificial.**
 - Definición de I.A.
 - Agentes inteligentes.
 - Principales aplicaciones de la I.A.
- **Aprendizaje automático.**
 - Definición de aprendizaje automático.
- **Tipos de aprendizaje.**
 - Aprendizaje inductivo.
 - Aprendizaje deductivo.
 - Aprendizaje por refuerzo.

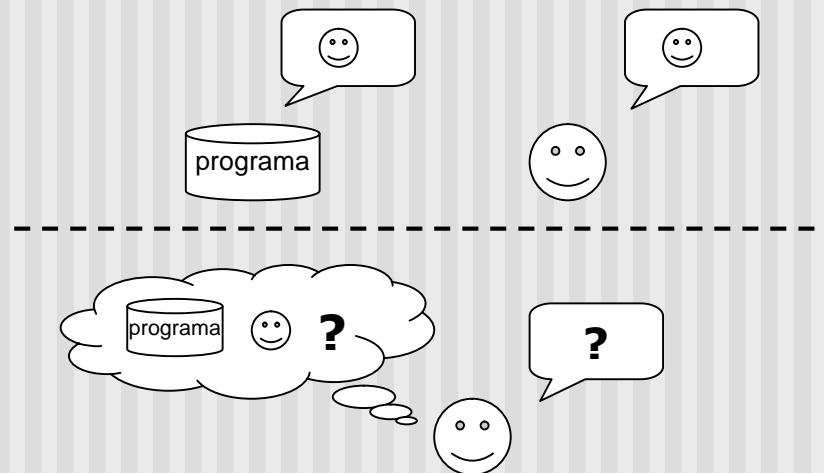
INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Definición de inteligencia artificial (I)

- Inteligencia artificial: **forma de programación** (ordenadores, microprocesadores de equipos).
- Característica diferenciadora: el programa es capaz de **razonar** para dar solución a un problema dado.
- Frontera no clara con la programación tradicional: todos los programas realizan un cierto razonamiento (ejemplo programa que devuelve el mayor de dos números).
- Criterio general: similitud al razonamiento realizado por un humano:
 - Simples operaciones matemáticas no son inteligencia artificial.
 - Combinación de proposiciones lógicas para obtener una conclusión sí son inteligencia artificial.

Definición de inteligencia artificial (II)

- Test de Turing: prueba clásica para determinar el nivel de inteligencia de un programa.
 - Un árbitro establece una conversación con un desconocido a través de un ordenador.
 - Si el árbitro no es capaz de determinar si habla con un humano o con un programa de ordenador, el programa ha superado el test de Turing.

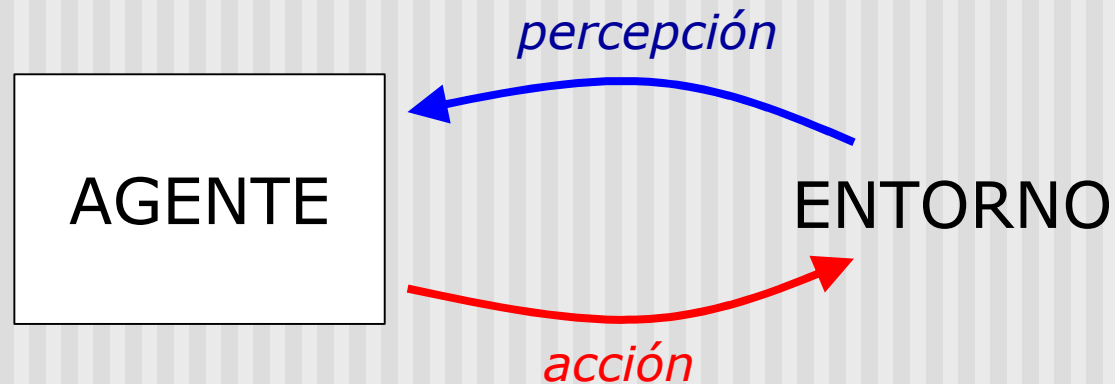


Definición de inteligencia artificial (III)

- Algunas consideraciones sobre el test de Turing:
 - Muy específico para una rama de la Inteligencia Artificial: el procesamiento del lenguaje natural.
 - Un programa capaz de generar respuestas con un cierto sentido puede pasar el test, aunque el programa no entienda realmente la conversación.
 - Anticuado (1950).
 - Aún así, es una prueba reconocida universalmente.

Agentes inteligentes (I)

- Agente: sistema que recibe información del entorno y actúa en consecuencia.



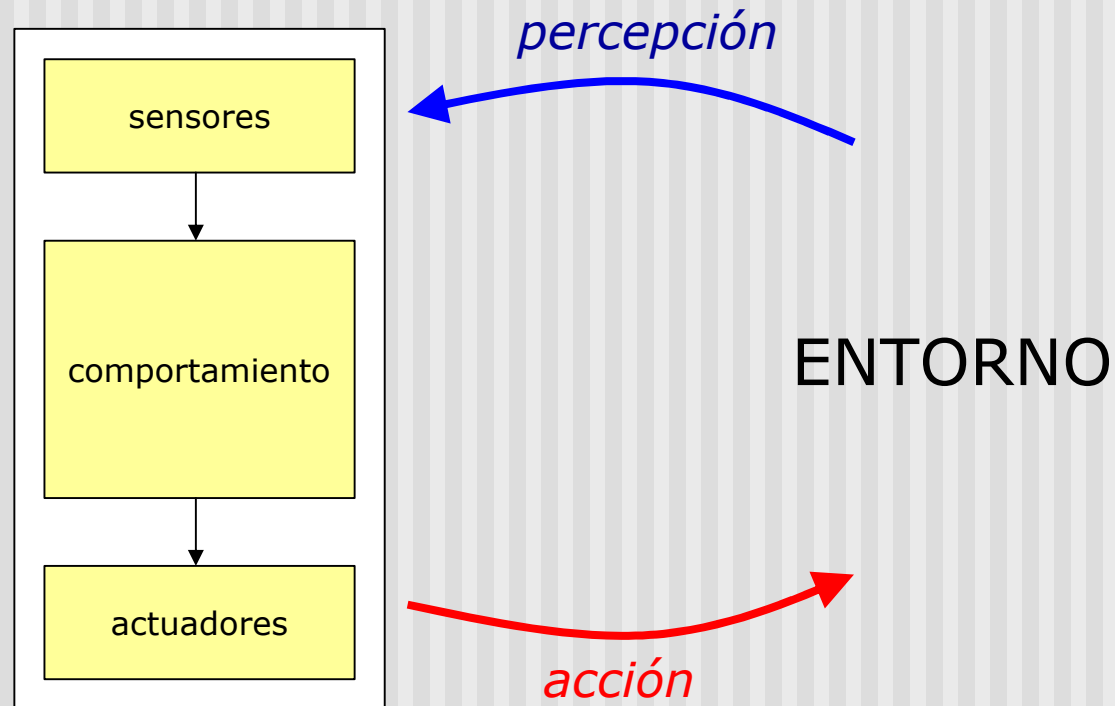
- Puede utilizarse para delimitar las fronteras de la inteligencia artificial.

Agentes inteligentes (II)

- Definición muy general, caben muchos tipos de agentes:
- **Agente humano:**
 - Percepción: a través de los sentidos.
 - Actuación: en función de la percepción.
 - Ejemplo: agarre de un objeto.
- **Agente robótico:**
 - Percepción: sensores (vídeo, ultrasonidos, laser, etc.).
 - Actuación: actuadores (ruedas, brazos articulados, pinzas, etc.).
 - Ejemplo: robot móvil (juguete) que se mueve evitando obstáculos (p. ej. usando sensores de ultrasonidos).
- **Agente software:**
 - Percepción: fuentes de datos (teclado, ficheros, internet, etc.).
 - Actuación: resultados (pantalla, ficheros, etc.).
 - Ejemplo: programa que recoge datos de un proceso industrial, determina si hay alguna anomalía y muestra mensajes de peligro en la pantalla.

Agentes inteligentes (III)

- Esquema genérico de un agente:



Agentes inteligentes (IV)

- Un agente es **inteligente** si el módulo de comportamiento realiza *razonamientos complejos*.
- No hay una frontera clara, pero se pueden ordenar los agentes en función de su nivel de inteligencia.
- Cuatro tipos de agente **en orden creciente de inteligencia**:
 - Agente de reflejo simple.
 - Agente con modelo interno del entorno o mundo.
 - Agente basado en metas.
 - Agente basado en utilidad.

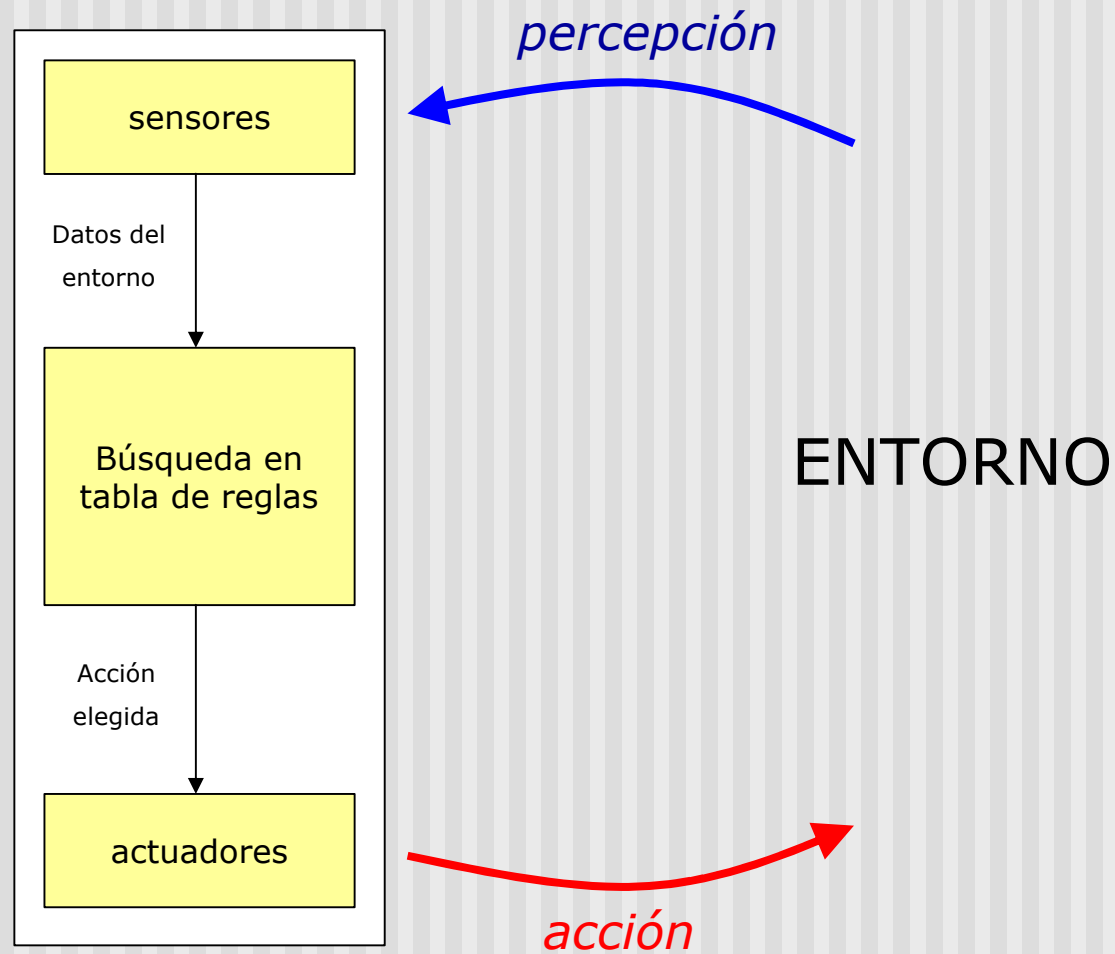
Agente de reflejo simple (I)

- A cada percepción se le asocia una acción a efectuar.
- El comportamiento se puede representar mediante una tabla:

Percepción	Acción asociada
-	-
-	-
-	-

- El módulo de comportamiento es tan sencillo como una búsqueda en una tabla.

Agente de reflejo simple (II)



Agente de reflejo simple (III)

- Ejemplo: robot móvil que se mueve en un entorno evitando obstáculos:
 - Tres sensores de proximidad: frontal, derecho e izquierdo.
 - Tres posibles acciones: avanzar, girar derecha y girar izquierda.
 - Una tabla que relaciona percepción con acción:

Sensor frontal	Sensor dcho.	Sensor izdo.	Acción
libre	libre	libre	avanzar
no libre	libre	libre	girar dcha.
no libre	no libre	libre	girar izda
-	-	-	-
-	-	-	-

Agente con modelo del entorno (I)

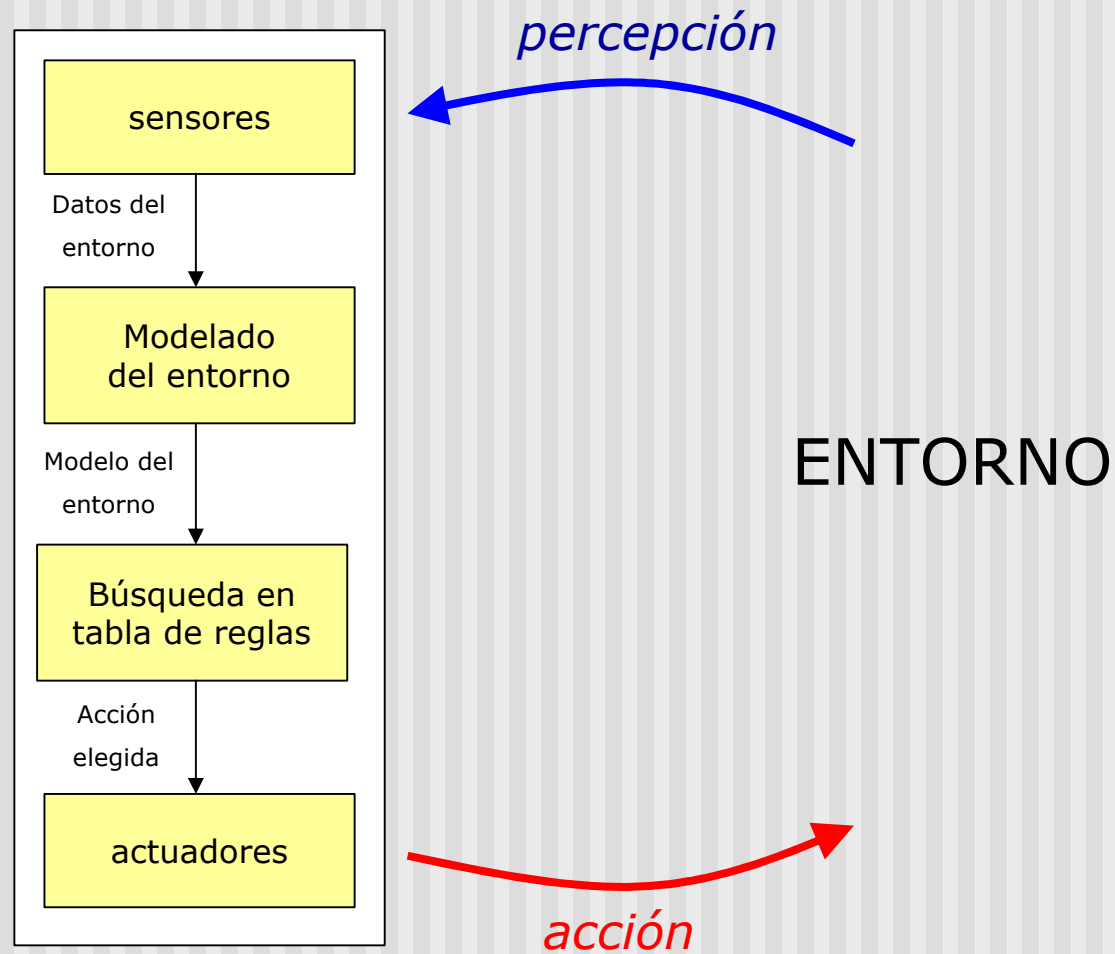
- Las acciones **no** se asocian directamente a percepciones.
- Se utilizan las percepciones, los estados anteriores y las acciones anteriores para crear un modelo del entorno.
- A cada situación del entorno **sí** se le asocia una acción, como en el caso anterior (mediante una tabla).

situación entorno = f (percepciones, datos anteriores)

acción = f (situación entorno)

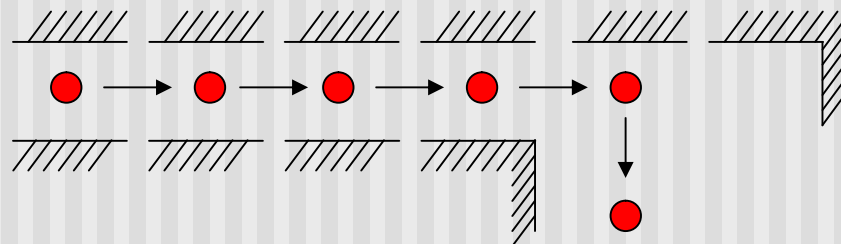
- Diferencia importante: una misma percepción puede dar lugar a acciones distintas.
- Se pueden considerar, por ejemplo, derivadas o tendencias de las percepciones.

Agente con modelo del entorno (II)



Agente con modelo del entorno (III)

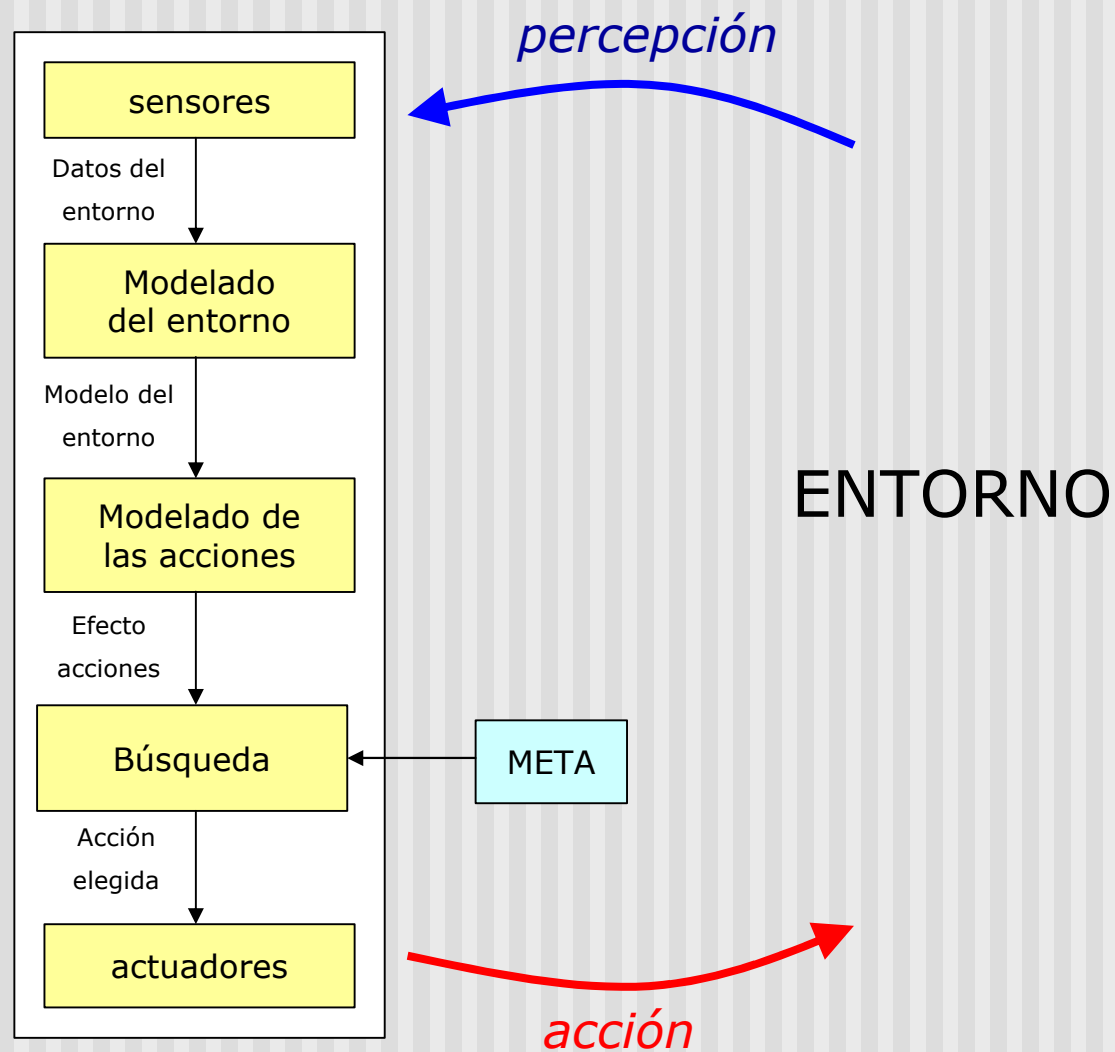
- Ejemplo: robot móvil que se mueve en un entorno evitando obstáculos (mejorado):
 - Tres sensores de proximidad: frontal, derecho e izquierdo.
 - Tres posibles acciones: avanzar, girar derecha y girar izquierda.
 - Un mapa de los obstáculos y paredes de la habitación creado a partir de la historia de percepciones y acciones (movimientos).
- Al disponer de un mapa, las acciones del robot serían más lógicas (por ejemplo, podría buscar la dirección en la que los obstáculos se encuentren más alejados).



Agente basado en metas (I)

- Las acciones **no** se asocian al estado del entorno mediante una tabla.
- Aparecen dos elementos nuevos:
 - **Modelado del efecto de las acciones**: a cada par (estado, acción) se le asocia un efecto (un cambio en el estado).
$$\text{estado_nuevo} = f(\text{estado_anterior}, \text{accion})$$
 - **Meta**: estado final deseado para el sistema.
- El objetivo es alcanzar el estado meta.
- Desde un estado cualquiera se evalúan las acciones y se elige la que permite alcanzar la meta.

Agente basado en metas (II)



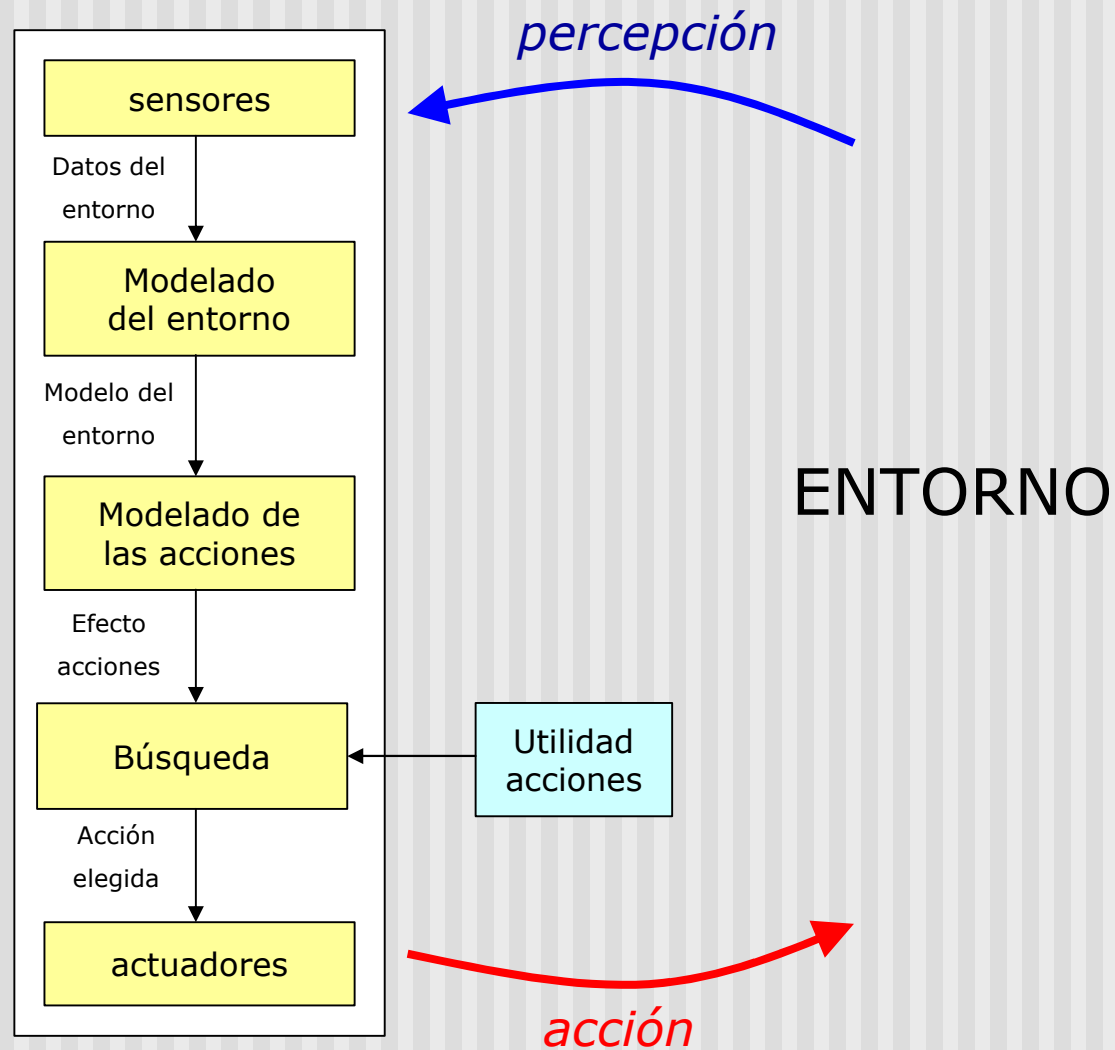
Agente basado en metas (III)

- Ejemplo: robot móvil que se mueve en un entorno evitando obstáculos (**mejorado**):
 - Tres sensores de proximidad: frontal, derecho e izquierdo.
 - Tres posibles acciones: avanzar, girar derecha y girar izquierda.
 - Un mapa de los obstáculos y paredes de la habitación creado a partir de la historia de percepciones y acciones (movimientos).
 - Un elemento que permite conocer el efecto de cada acción.
 - Una meta o situación final a alcanzar por el robot.
- El robot busca en cada estado una acción que permita llegar al punto de destino (o acercarse a él).

Agente basado en utilidad (I)

- Similar al agente basado en metas.
- Diferencia:
 - No se busca la acción que consigue alcanzar una meta.
 - Se define un valor de **utilidad** para cada estado.
 - Se calcula el estado al que llegaría el sistema para cada una de las posibles acciones a efectuar.
 - Se elige la acción que hace que el sistema llegue al estado de **máxima utilidad** posible.
- La diferencia afecta al **modo de búsqueda** de la solución:
 - Agente basado en **metas**: se estudian las acciones hasta encontrar una que lleva al estado meta (en ese momento se deja de buscar).
 - Agente basado en **utilidad** : hay que estudiar todas las acciones posibles y calcular su utilidad.

Agente basado en utilidad (II)



Agente basado en utilidad (III)

- Ejemplo: robot móvil que se mueve en un entorno evitando obstáculos (**mejorado**):
 - Tres sensores de proximidad: frontal, derecho e izquierdo.
 - Tres posibles acciones: avanzar, girar derecha y girar izquierda.
 - Un mapa de los obstáculos y paredes de la habitación creado a partir de la historia de percepciones y acciones (movimientos).
 - Un elemento que permite conocer el efecto de cada acción.
 - Una valoración de la utilidad de cada estado.
- El robot ejecuta en cada estado la mejor acción en función del acercamiento al punto de destino (muy similar al agente basado en metas).

Principales aplicaciones de la I.A. (I)

- **Planificación o scheduling.**
 - Objetivo: secuenciar las tareas de una operación compleja, para reducir tiempo de ejecución y aprovechar recursos.
 - Ejemplos:
 - Reparto de tareas entre varios microprocesadores.
 - Operaciones en una cadena de producción (secuenciación de uso de máquinas, de cambios de herramientas, etc.).
- **Otros tipos de optimización.**
 - Ejemplo: Distribución de patrones en una tela (optimización espacio).
- **Lenguaje natural.**
 - Objetivo: lograr que la interacción de los humanos con las máquinas sea lo más natural posible.
 - Ejemplo: interfaces de usuario para telefonía.

Principales aplicaciones de la I.A. (II)

- **Visión artificial.**
 - Objetivo: interpretación de imágenes y extracción de significado. Alta complejidad en general.
 - Ejemplo: robótica móvil basada en visión.
- **Reconocimiento de patrones.**
 - Objetivo: similar a visión artificial pero considerando cualquier tipo de señales (imágenes, audio, señales de sensores).
 - Ejemplo: reconocimiento de caras, detección de fallos en máquinas a partir de las medidas de sensores, etc.).
- **Juegos.**
 - Objetivo: alcanzar niveles de juego elevados en distintos juegos de estrategia.
 - Ejemplos: ajedrez y otros muchos.

Principales aplicaciones de la I.A. (II)

- **Sistemas expertos.**
 - Objetivo: toma de decisiones automática.
 - Ejemplos:
 - Decisiones sobre préstamos en banca.
 - Supervisión de procesos industriales.
- **Data Mining.**
 - Objetivo: extracción de información de grandes bases de datos.
 - Ejemplos:
 - Previsión de series temporales (meteorología, cotizaciones).
 - Detección de tendencias de clientes (supermercados).
- **Procedimientos de búsqueda** (herramienta de I.A.).
 - Objetivo: búsqueda rápida de soluciones óptimas o pseudo-óptimas en espacios de gran dimensión.

APRENDIZAJE AUTOMÁTICO

Definición de aprendizaje automático

- Aprendizaje automático: programas que mejoran su comportamiento con la experiencia (aprendizaje automático = software).
- Dos formas posibles de adquirir experiencia:
 - A partir de **ejemplos suministrados por un usuario** (ej. reconocimiento de patrones: un conjunto de ejemplos clasificados o etiquetados es la fuente de información o la experiencia necesaria para el aprendizaje). **APRENDIZAJE SUPERVISADO**
 - Mediante **exploración autónoma** (ej. software que aprende a jugar al ajedrez mediante la realización de miles de partidas contra sí mismo; o robot que aprende a salir de un laberinto mediante prueba y error). **APRENDIZAJE NO SUPERVISADO.**

TIPOS DE APRENDIZAJE

Tipos de aprendizaje

Tres esquemas diferentes:

- Aprendizaje inductivo.
- Aprendizaje deductivo.
- Aprendizaje por refuerzo.

Aprendizaje inductivo

- Se basa en una generalización:
 - Datos de entrada **específicos**: ejemplos dados por un usuario (solo un subconjunto de todas las posibles situaciones).
 - Datos de salida **generales**: modelo o regla que puede ser aplicada a todos los ejemplos, conocidos o no.
 - *(Ejemplo: reconocimiento de caras).*

EJEMPLOS ESPECÍFICOS -> MODELO GENERAL

Aprendizaje deductivo

- Se basa en una especialización:
 - Datos de entrada: reglas o modelos **generales** (aplicables a todos los ejemplos).
 - Datos de salida: reglas **específicas** (aplicables sólo a los ejemplos en los que se cumplen ciertas condiciones).

MODELOS GENERALES -> MODELOS ESPECÍFICOS

Aprendizaje por refuerzo

- No hay fuente de información (no hay datos de entrada):
 - El sistema aprende mediante **prueba y error**.
 - Se realiza una **exploración autónoma** para inferir reglas de comportamiento (aprendizaje no supervisado).

EXPLORACIÓN AUTÓNOMA -> MODELOS