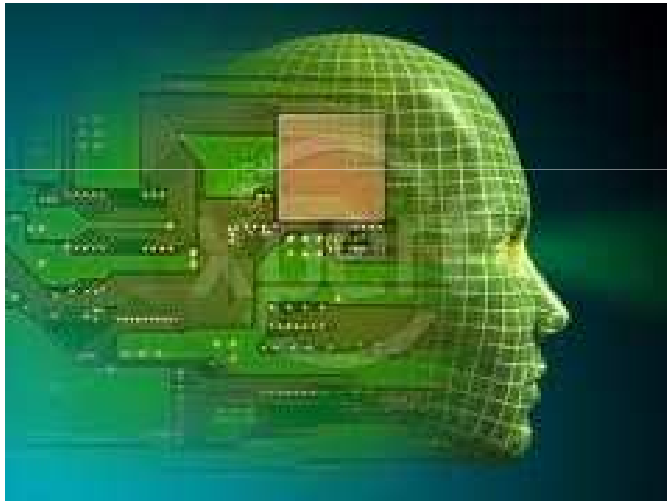


Tema 2: Agentes reactivos



Objetivos

- Conocer el concepto de agente inteligente y el ciclo de vida "percepción, decisión y actuación".
- Adquirir las habilidades básicas para construir sistemas capaces de resolver problemas mediante técnicas de IA.

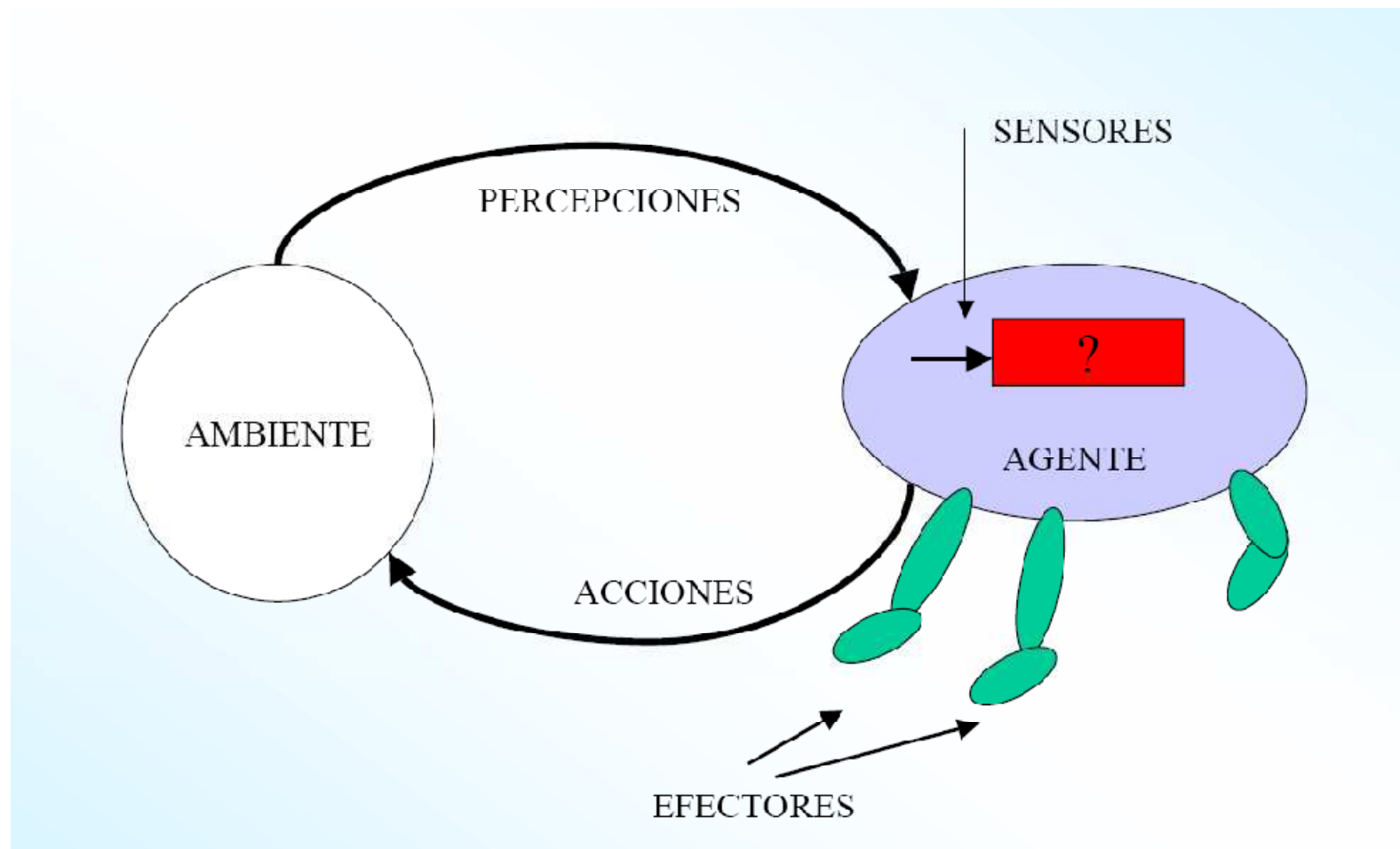
Estudia este tema en...

- Nils J. Nilsson, “*Inteligencia Artificial: Una nueva síntesis*”, Ed. McGraw Hill, 2000. pp. 17-32, 63-74, 103-122, 147-162

Contenido

- Diseño de un agente reactivo: arquitecturas de agentes
- Agentes reactivos con memoria

Agentes inteligentes

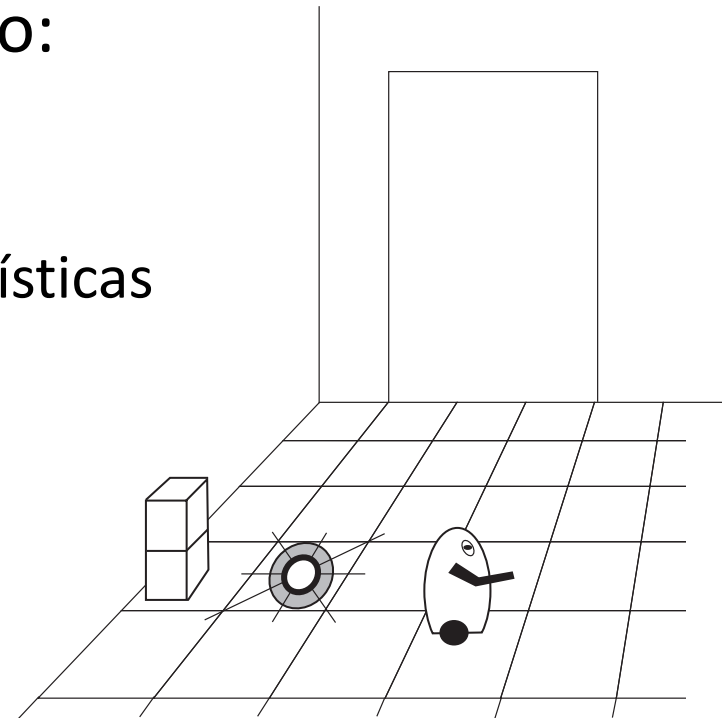


Tipos de agentes

- Agentes reactivos
- Agentes deliberativos
- Agentes que existen en mundos habitados por otros agentes

Representaciones del mundo

- Representaciones del mundo:
 - modelos icónicos
 - modelos basados en características



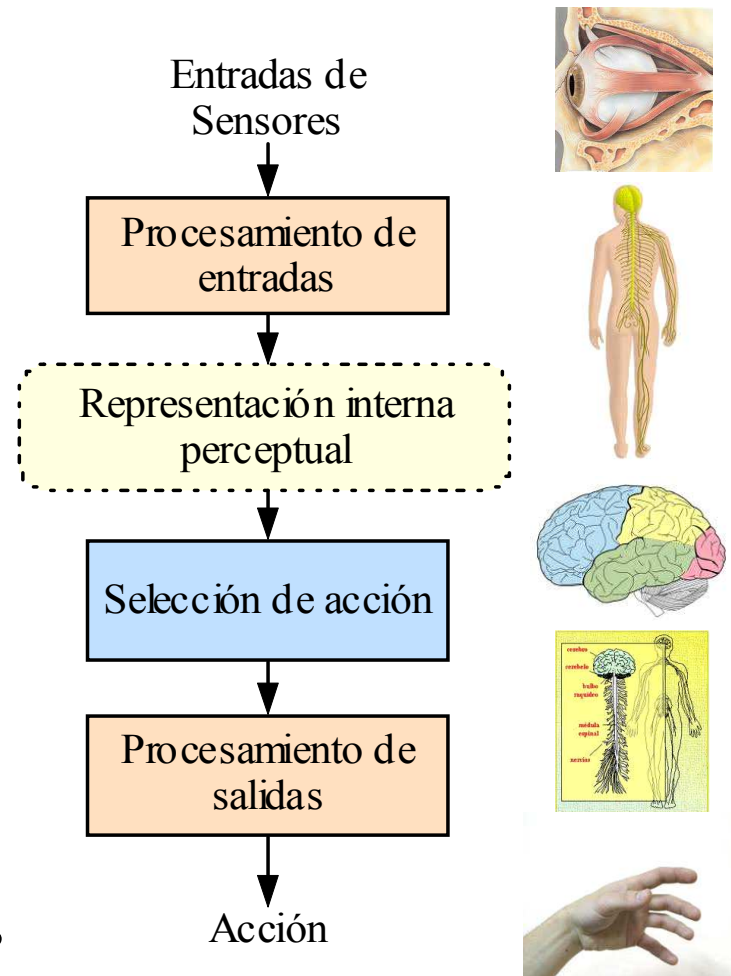
© 1998 Morgan Kaufmann Publishers

El mundo espacial cuadriculado

Diseño de un agente reactivo

■ Percepción y Acción:

- El agente reactivo percibe su entorno a través de sensores.
- Procesa la información percibida y hace una representación interna de la misma.
- Escoge una acción, entre las posibles, considerando la información percibida.
- Transforma la acción en señales para los actuadores y la realiza.

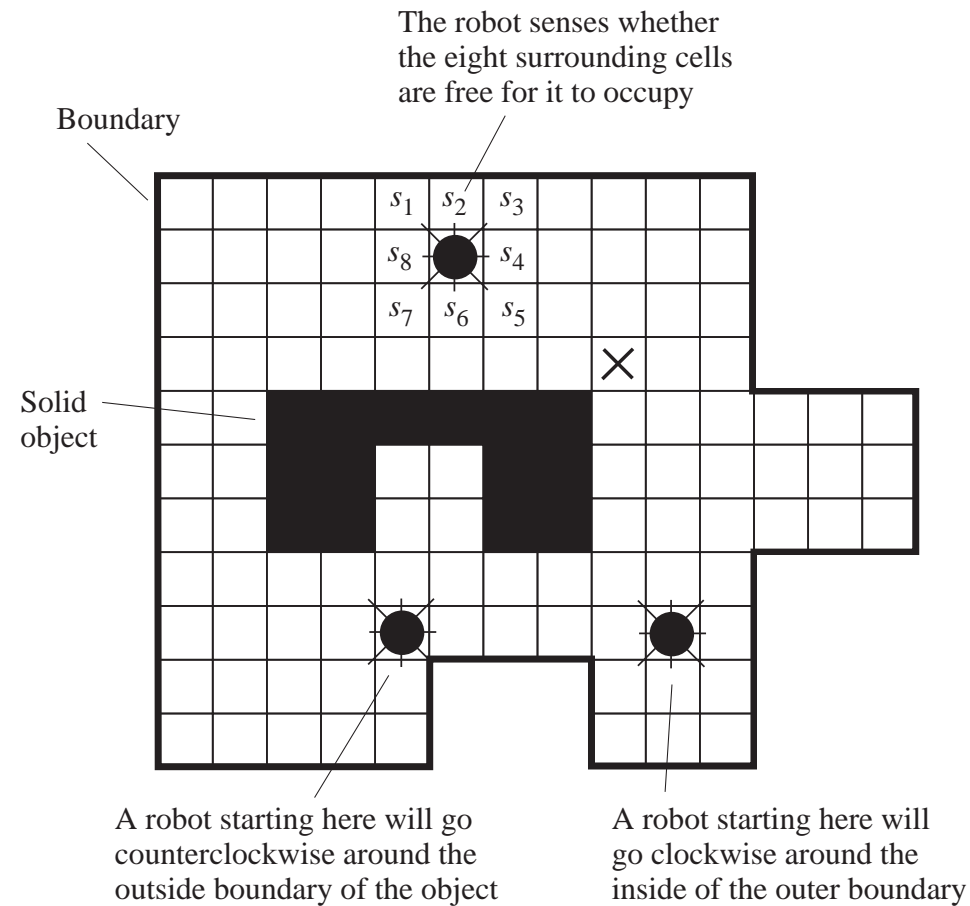


Diseño de un agente reactivo

- **Ejemplo:**

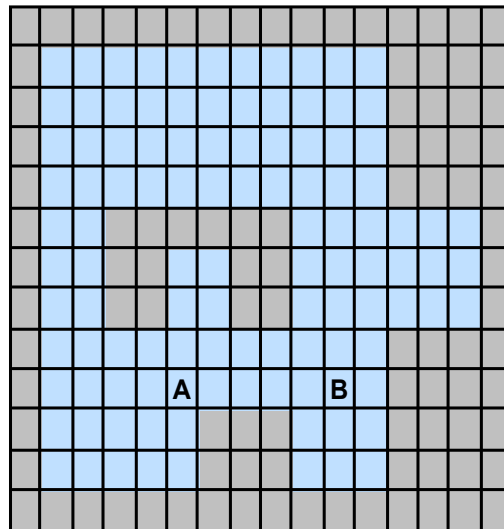
- Supongamos un robot en un mundo dividido en cuadrículas.
- El robot puede percibir si las 8 casillas vecinas están libres o no, con un sensor s_i por cada casilla i .
- El objetivo del robot es ir a una pared y seguir su perímetro indefinidamente.
- Tiene 4 posibles movimientos (de 1 casilla cada uno): Ir a Norte, Sur, Este u Oeste.
- No se permite que el entorno contenga pasillos estrechos (aquellas casillas rodeadas por dos o más obstáculos a ambos lados).

Diseño de un agente reactivo




© 1998 Morgan Kaufmann Publishers

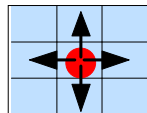
Representación



Sensores:

S_1	S_2	S_3
S_8		S_4
S_7	S_6	S_5

Movimientos:



Usaremos un vector de 8 componentes.

Cada componente i vale 0 si el sensor s_i no detecta obstáculo y vale 1 si lo detecta.

Ejemplo posición **A**:

$A =$

0	0	0	0	1	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---

Movimientos posibles

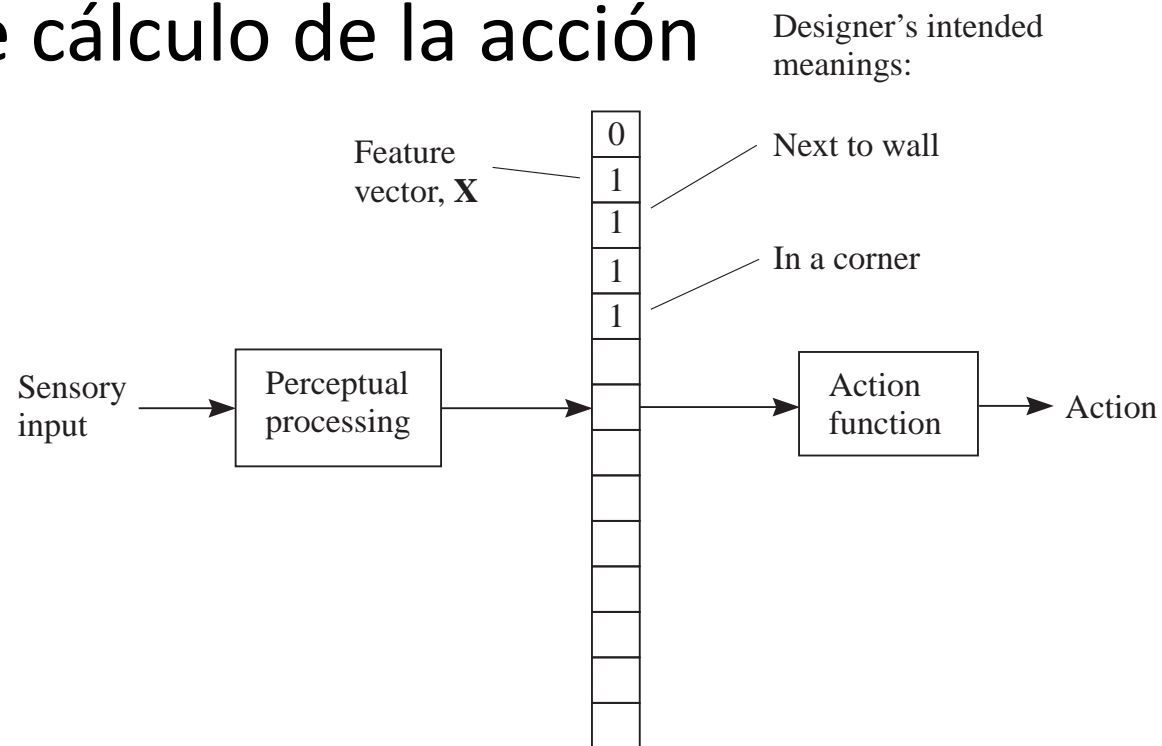
- NORTE: mueve el robot una celda hacia arriba
- ESTE: mueve el robot una celda a la derecha
- SUR: mueve el robot una celda hacia abajo
- OESTE: mueve el robot una celda a la izquierda

TRABAJO DEL DISEÑADOR:

desarrollar una función definida sobre las entradas sensoriales que seleccione la acción apropiada en cada momento para llevar a cabo con éxito la tarea del robot.

Proceso en dos fases

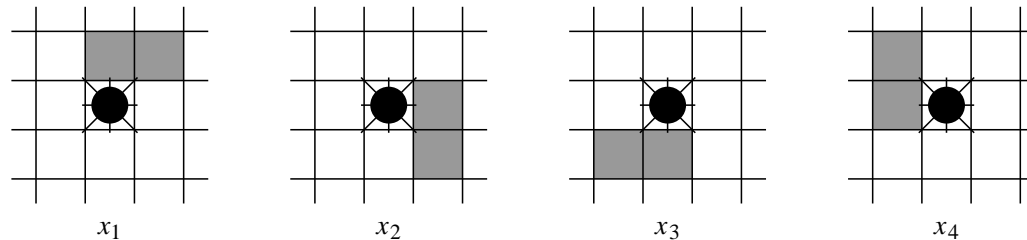
- Procesamiento perceptual
- Fase de cálculo de la acción



© 1998 Morgan Kaufmann Publishers

Percepción y acción

- Percepción:



In each diagram, the indicated feature has value 1 if and only if at least one of the shaded cells is *not* free.

© 1998 Morgan Kaufman Publishers

- Acción:

- si todas las características son cero, moverse al norte
- si $x_1=1$ y $x_2=0$, moverse al este
- si $x_2=1$ y $x_3=0$, moverse al sur
- si $x_3=1$ y $x_4=0$, moverse al oeste
- si $x_4=1$ y $x_1=0$, moverse al norte

Arquitecturas de agentes reactivos

- Sistemas de producción
- Redes
- Arquitecturas de subsunción

Sistemas de Producción

$$c_1 \rightarrow a_1$$

$$c_2 \rightarrow a_2$$

...

$$c_i \rightarrow a_i$$

...

$$c_m \rightarrow a_m$$

en donde C_i es una función booleana definida sobre el vector de características, habitualmente una conjunción de literales booleanos.

Tarea de seguimiento de bordes

$x_4\overline{x_1} \rightarrow$ norte

Ejemplo de proceso sin fin

$x_3\overline{x_4} \rightarrow$ oeste

$x_2\overline{x_3} \rightarrow$ sur

$x_1\overline{x_2} \rightarrow$ este

$1 \rightarrow$ norte

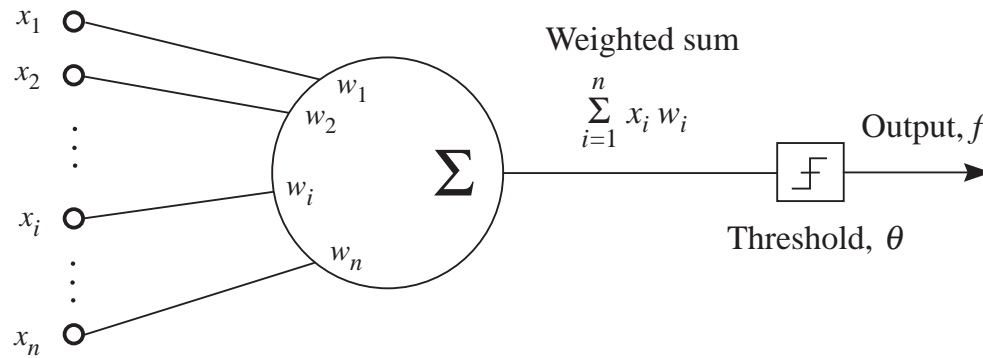
Tarea llevar al robot a una esquina cóncava

$c \rightarrow \text{nil}$

$1 \rightarrow \text{s-b}$

Ejemplo de proceso con objetivo

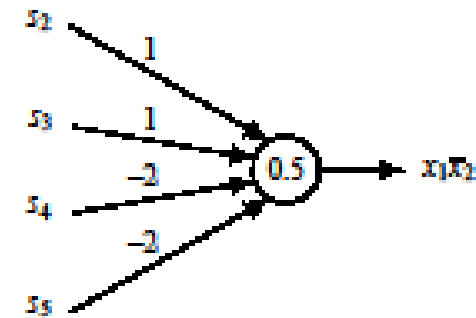
Redes



Unidad Lógica con Umbral

$$f = 1 \text{ if } \sum_{i=1}^n x_i w_i \geq \theta$$
$$= 0 \text{ otherwise}$$

© 1998 Morgan Kaufmann Publishers



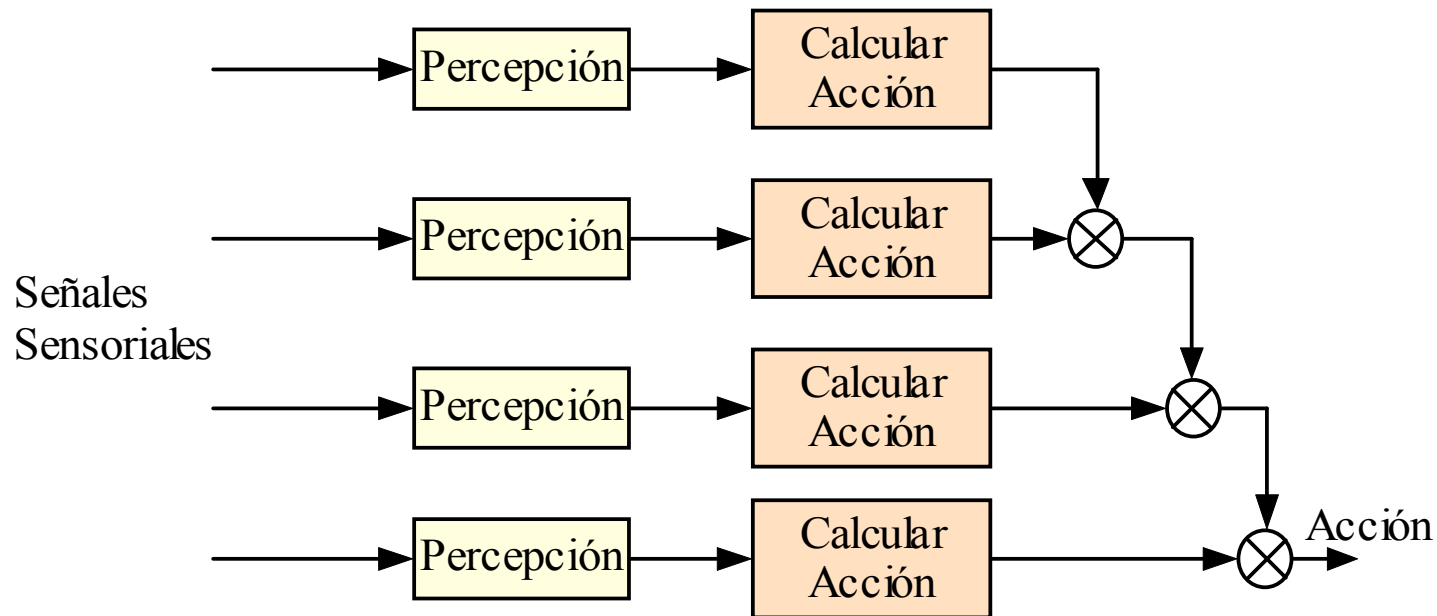
© 1998 Morgan Kaufmann Publishers

Red neuronal: red de unidades lógicas con umbral

Arquitectura de subsunción

- **La arquitectura de subsunción** consiste en agrupar **módulos de comportamiento**.
- Cada módulo de comportamiento tiene una acción asociada, recibe la percepción directamente y comprueba una condición. Si esta se cumple, el módulo devuelve la acción a realizar.
- Un módulo se puede subsumir en otro. Si el módulo superior del esquema se cumple, se ejecuta este en lugar de los módulos inferiores.

Arquitectura de subsunción

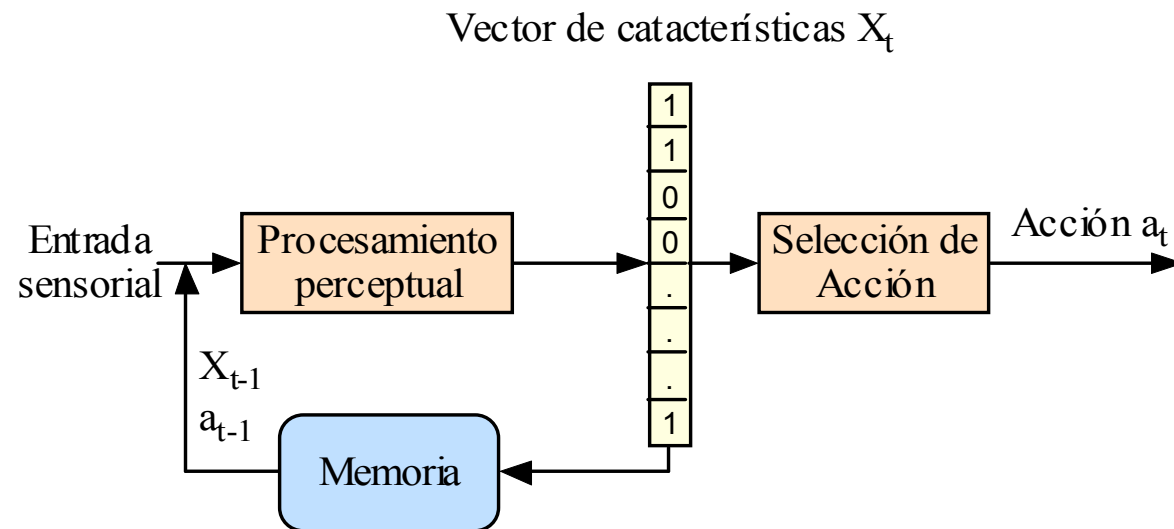


Agentes reactivos con memoria

- Limitaciones del sistema sensorial de un agente.
- Mejorar la precisión teniendo en cuenta la historia sensorial previa: sistemas con memoria

Agentes reactivos con memoria

la representación de un estado en el instante $t+1$ es función de la entradas sensoriales en el instante $t+1$, la representación del estado en el instante anterior t y la acción seleccionada en el instante anterior t .



Ejemplo

- Usaremos las características $w_i = s_i$ $i=2,4,6,8$ y las características restantes del siguiente modo

$w_1=1$ si en el instante anterior $w_2=1$ y el robot se movió al este

$w_3=1$ si en el instante anterior $w_4=1$ y el robot se movió al sur

$w_5=1$ si en el instante anterior $w_6=1$ y el robot se movió al oeste

$w_7=1$ si en el instante anterior $w_8=1$ y el robot se movió al norte

$w_2 \overline{w_4} \rightarrow \text{este}$

$w_4 \overline{w_6} \rightarrow \text{sur}$

$w_6 \overline{w_8} \rightarrow \text{oeste}$

$w_8 \overline{w_2} \rightarrow \text{norte}$

$w_1 \rightarrow \text{norte}$

$w_3 \rightarrow \text{este}$

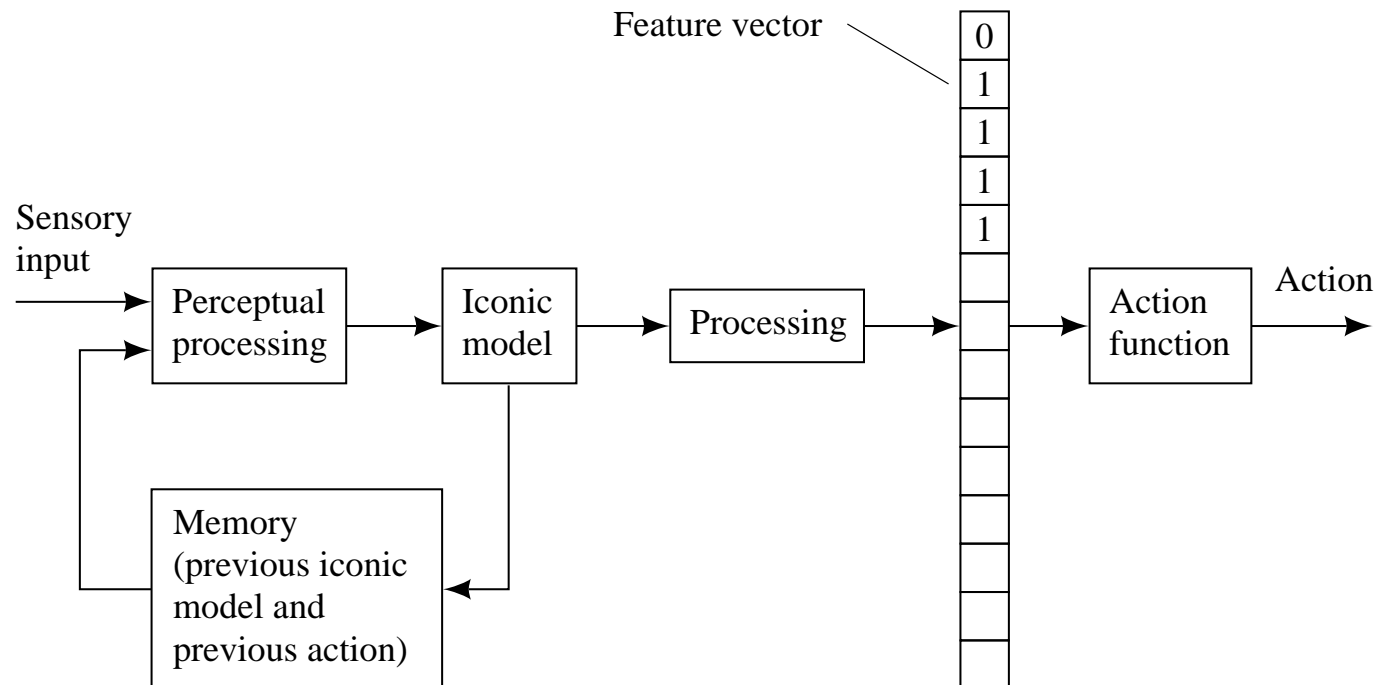
$w_5 \rightarrow \text{sur}$

$w_7 \rightarrow \text{oeste}$

$1 \rightarrow \text{norte}$

Implementación de la memoria con representaciones icónicas

- Adicionalmente el robot podría utilizar otras estructuras de datos: matriz que almacene el mapa con las casillas libres u ocupadas en el momento en el que se percibieron.



© 1998 Morgan Kaufman Publishers

Campo de potencial artificial

	1	1	1	1	1	1	1	?
1	0	0	0	0	0	0	0	?
1	0	0	0	0	0	0	0	?
1	0	0	0	0	0	0	0	?
1	0	0	0	0	0	0	0	?
1	0	0	R	0	0	0	0	?
1	0	0	0	0	0	0	0	?
1	0	0	0	0	0	0	0	?
1	0	0	0	0	0	0	0	?
1	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?	?	?	?

Componente atractiva:

$$p_a(X) = k_1 d(X)^2$$

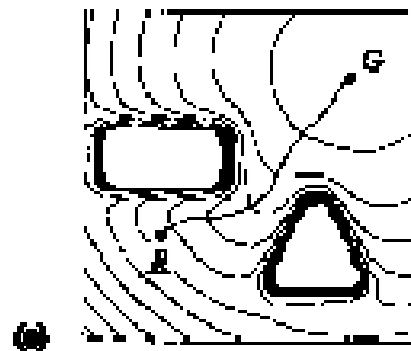
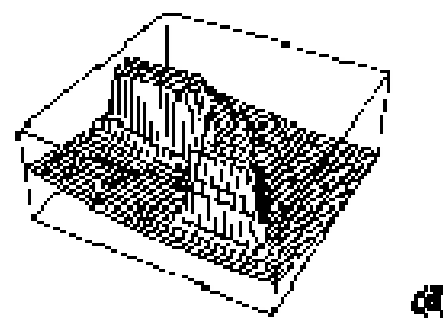
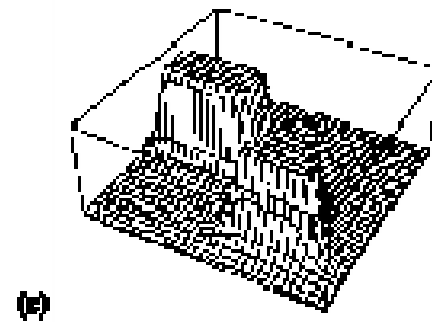
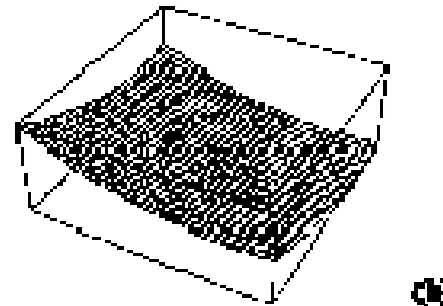
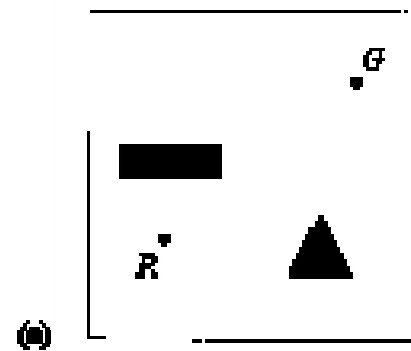
Componente repulsiva:

$$p_r(X) = \frac{k_2}{d_0(X)^2}$$

Potencial:

$$\text{Potencial} = p_a + p_r$$

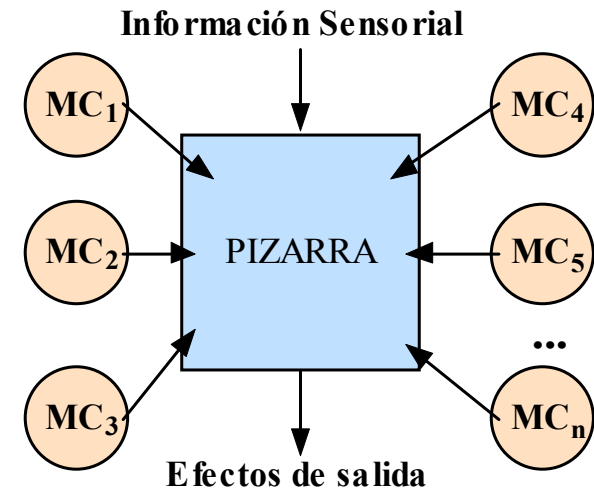
© 1998 Morgan Kaufman Publishers



© 1996 Morgan Kaufmann Publishers

Implementación de la memoria con sistemas basados en pizarras

- Son extensiones de los sistemas de producción.
- En el agente existen varios programas denominados **Módulos de Conocimiento** (MC), formados por una parte de condición y otra parte de acción.
- Existe una memoria común a todos los MC denominada **pizarra**.

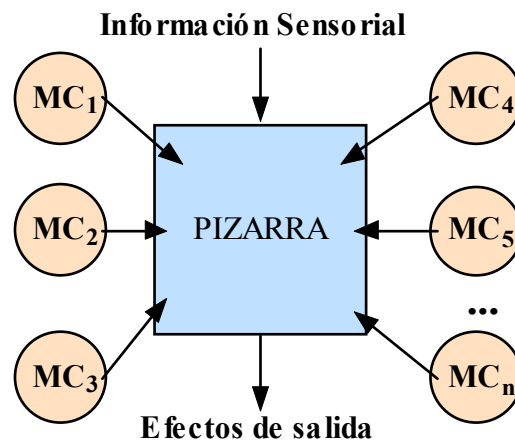


Implementación de la memoria con sistemas basados en pizarras

- Cada MC es “experto” en una parte concreta del problema a resolver.
- Cuando se cumple su condición, un MC puede actualizar la pizarra, realizar una acción concreta o ambas.
- Es necesario implementar un programa de **resolución de conflictos** cuando dos MCs pueden actuar simultáneamente, decidiendo cuál actúa y cuál no o, en su caso, el orden de ejecución de ambos.

Implementación de la memoria con sistemas basados en pizarras

- La actualización de una parte de la pizarra correspondiente a un MC puede desencadenar la ejecución de otros MCs.
- La pizarra, por tanto, alberga la solución que se está construyendo conforme al objetivo general del agente.



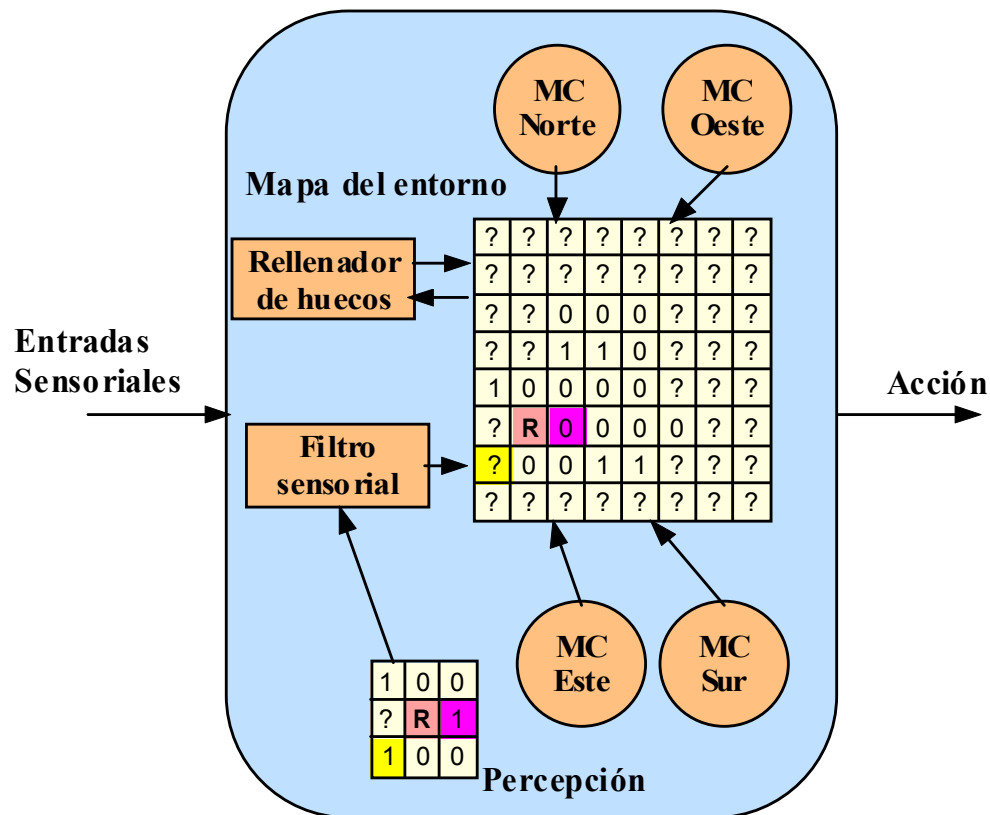
Implementación de la memoria con sistemas basados en pizarras

Ejemplo: Robot para salir de un laberinto.

- La pizarra contiene la información leída desde los sensores (que puede ser imperfecta debido a errores de los mismos). También contiene un mapa del laberinto, que puede tener errores debido a previas lecturas erróneas de los sensores, junto con la posición del robot en el mapa.
- Contamos con 4 MC de acción de movimiento (“Norte”, “Sur”, “Este”, “Oeste”).
- Contamos con 2 MC adicionales:
 - Rellenador de huecos para rellenar el mapa del laberinto.
 - Filtro sensorial para arreglar errores en el mapa.

Agentes reactivos con memoria

- Implementación de la memoria con sistemas basados en pizarras. Ejemplo: Robot para salir de un laberinto.

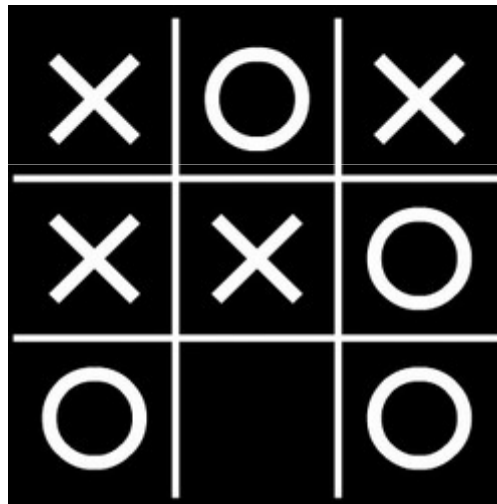


- En el ejemplo, el filtro sensorial detecta un error entre la percepción y el estado del mundo.
- El rellenable de huecos usa la información sensorial para rellenar las nuevas casillas desconocidas por el robot.

Ejemplo de agente reactivo: un robot que recorre un pasillo



Ejemplos de agente reactivo: un agente que juega al tres en raya



Características de los agentes reactivos

- Se diseñan completamente y por tanto es necesario anticipar todas las posibles reacciones para todas las situaciones
 - Realizan pocos cálculos
 - Almacenan todo en memoria