



ROBÓTICA

José Manuel Molina López
Grupo de Inteligencia
Artificial Aplicada

EJEMPLOS DE ROBOTS

¿Qué son?

¿Dónde se utilizan?

¿Para qué?

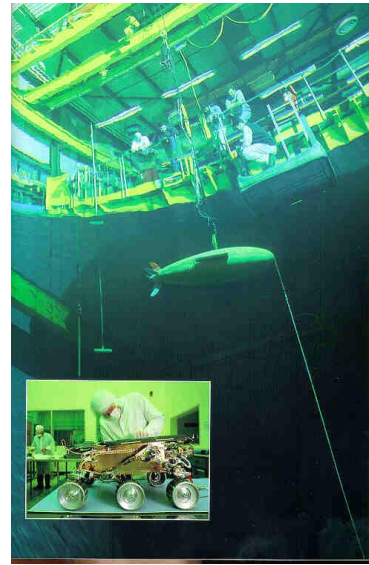
- Para la Industria



Industrial robots spot weld automobile bodies on an assembly line.

REALIDAD

- Para Exploración



- Para la Medicina



- Para vigilancia policial y militar



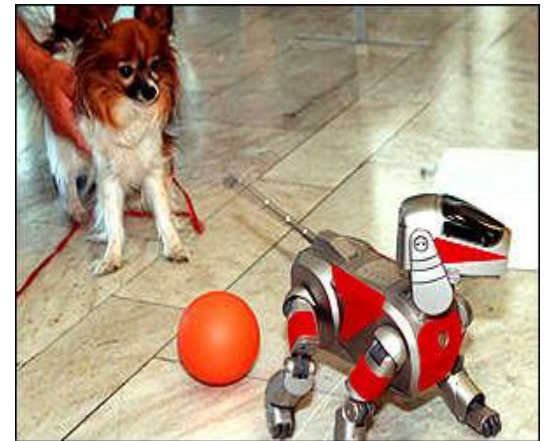
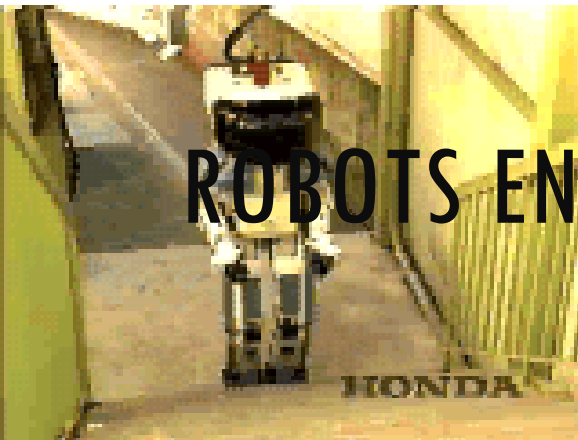
- Para entretenimiento



- Para juguetes



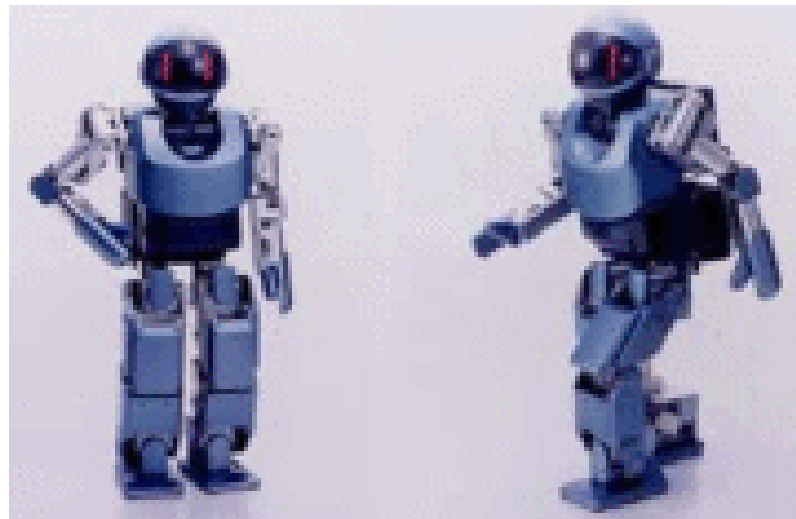
ROBOTS EN INVESTIGACIÓN



Aibo (Sony Corp)



P3 (Honda Corp)



SDR-3X (Sony Corp)



ERS-220

ROBOTS EN INVESTIGACIÓN

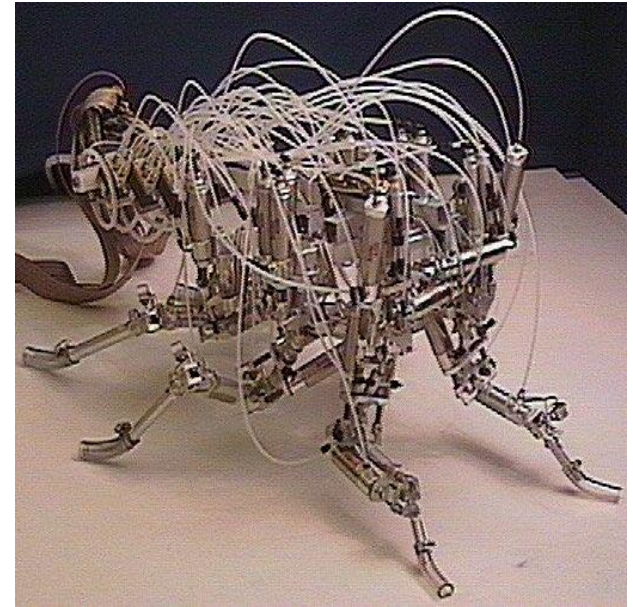
Minerva (CMU)



In the Smithsonian Institution's National Museum of American History and ON THIS WEB SITE!

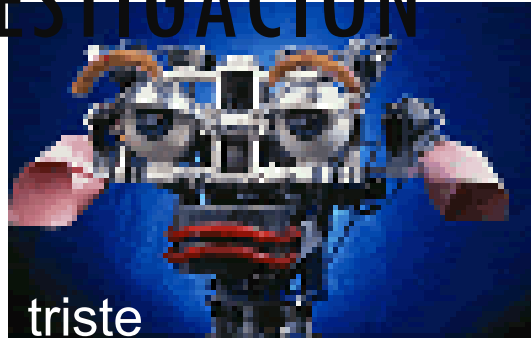


Rhino (U. Bonn)



Robot III (Case Western Reserve University)

ROBOTS EN INVESTIGACIÓN



Kismet (MIT)

EQUIPOS DE ROBOTS

1. Robocup: <http://www.robocup.org/>

- By the year 2050, develop a team of fully autonomous humanoid robots that can win against the human world soccer champions. –
- [Soccer Simulation League](#)
- [Small-Size Soccer Robot \(F-180\) League](#)
- [Middle-Size Soccer Robot \(F-2000\) League](#)
- [Sony Legged Robot League](#)
- [RoboCupJunior - Soccer, Rescue and Dancing Robot](#)

2. RoboRescue: <http://www-2.cs.cmu.edu/%7Erobocup2001/rescue-simulation.htm>

- IRescue Simulation League
- [Rescue Robot League](#)

EQUIPOS DE ROBOTS

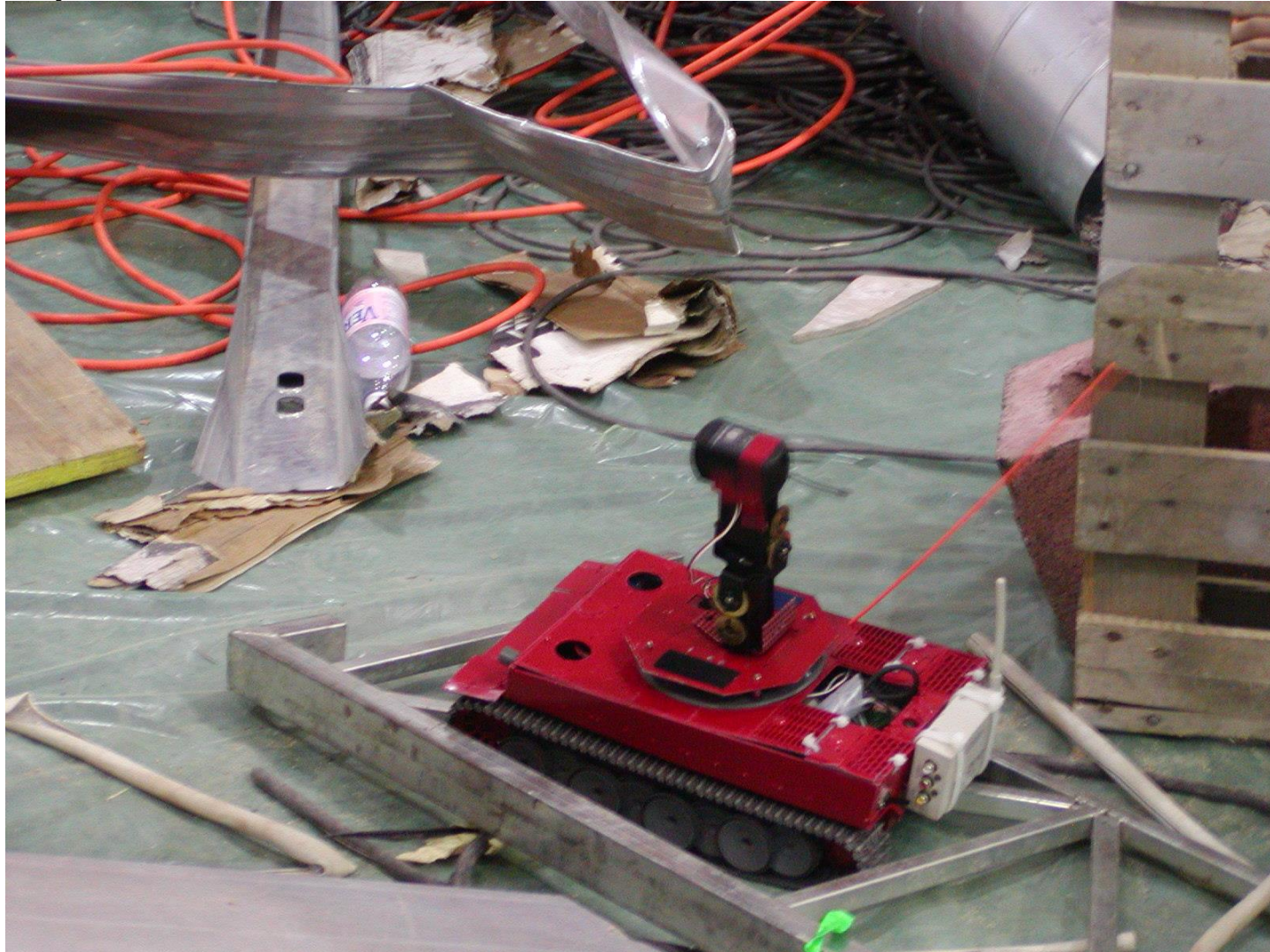
RoboCup Soccer Sim



EQUIPOS DE ROBOTS



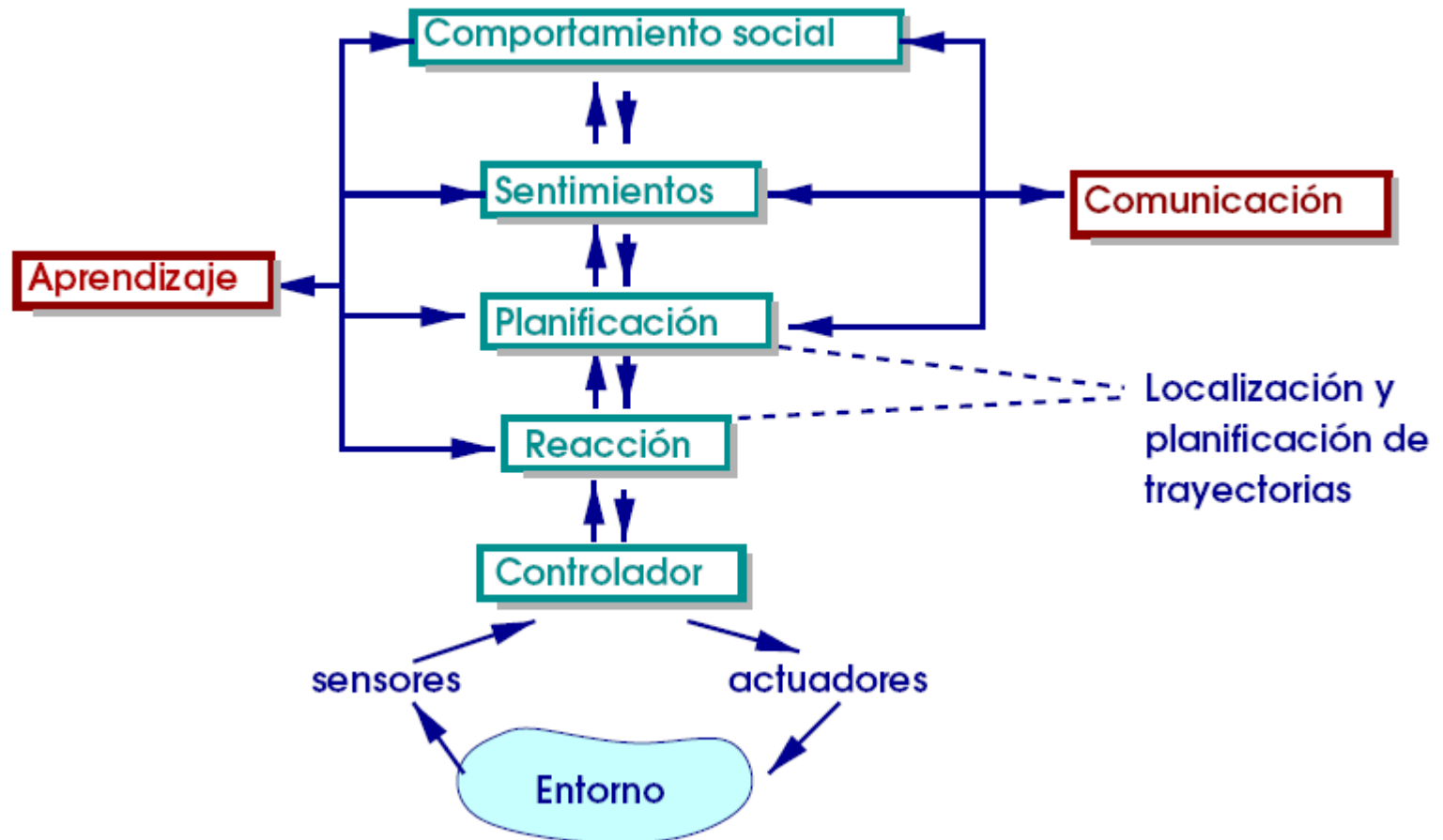
EQUIPOS DE ROBOTS



ROBÓTICA

- Introducción.
- Niveles de Control
- Tipos de Controladores
- Arquitecturas de Robots
- Aprendizaje de controladores sencillos

EL CONCEPTO DE ROBOT

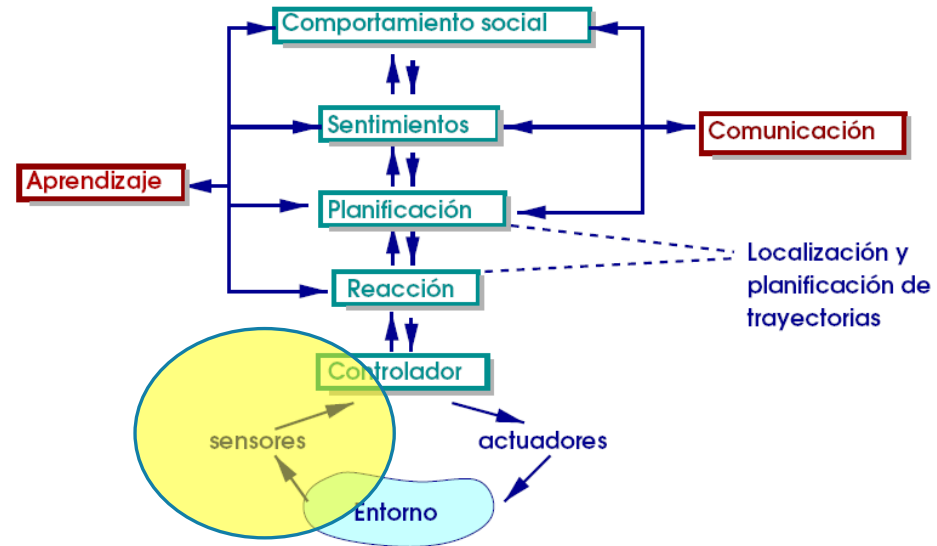


SENSORES

TIPOS DE SENSORES

- Infrarojos
- Láser
- Cámaras: fijas, móviles
- IMU
- GPS
- Bumpers
- Sonidos
- De luz, de movimiento, de escaleras, software, . . .

FUSION DE DATOS



ACTUADORES

Velocidad en ruedas

Brazo

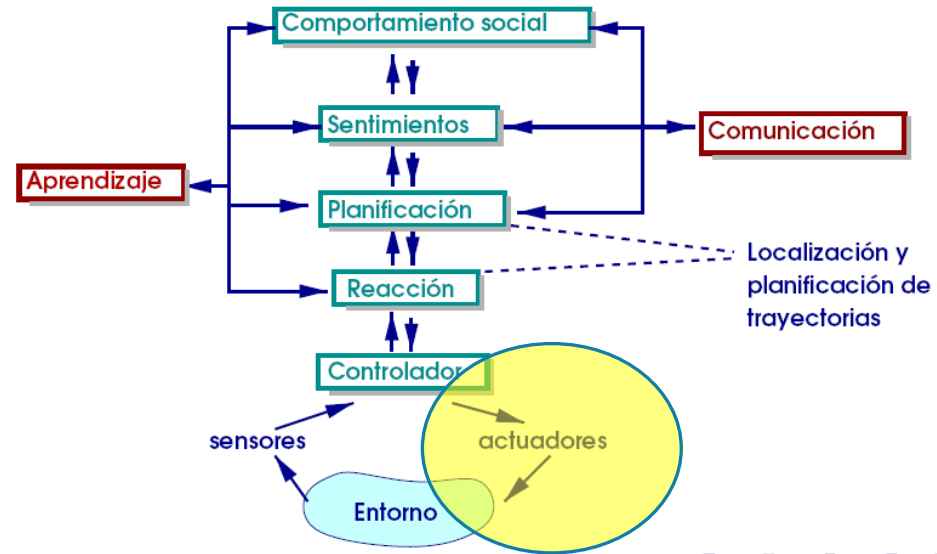
Patas

Brazos

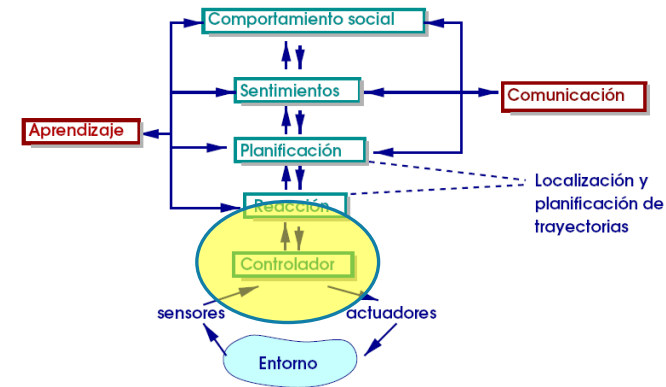
Sonido

Cámara

Software: email, . . .



CONTROLADORES



- Teoría de Control Clásica

- Valores de los controladores relacionados matemáticamente con la entrada. Aplicaciones industriales.

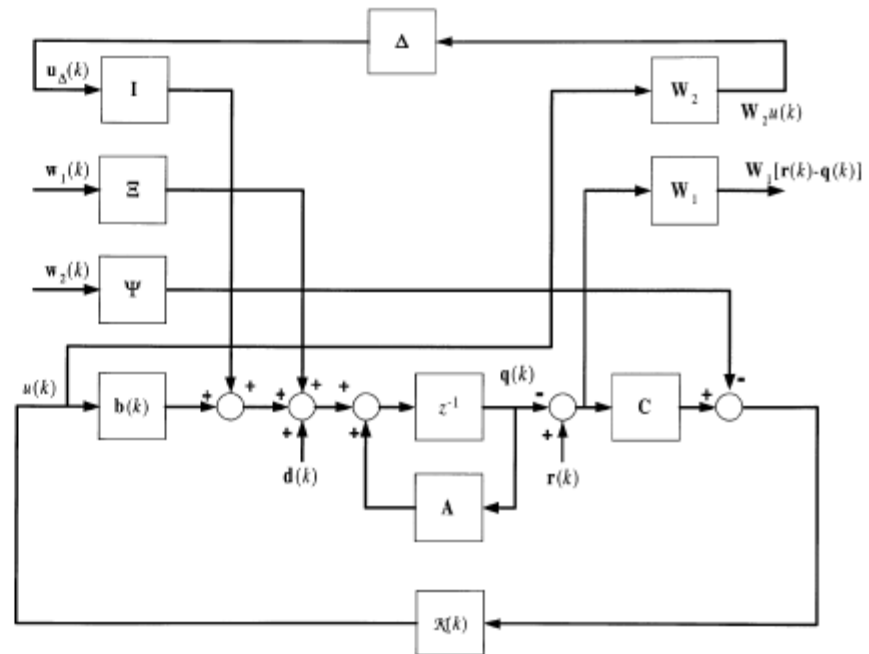
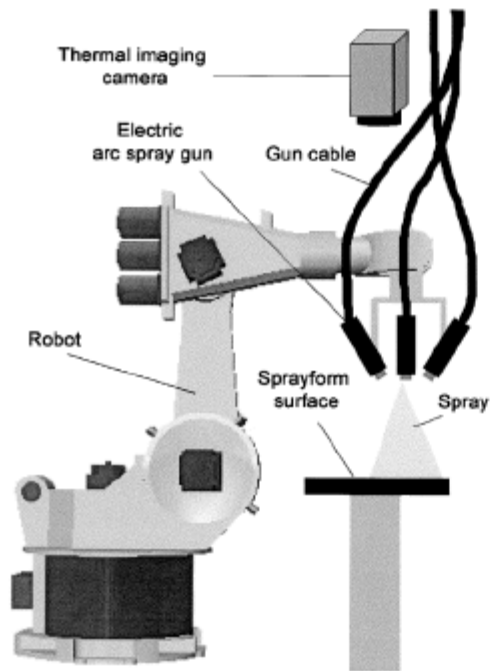
- Sistemas de Reglas

- Valores de los controladores relacionadas semánticamente con las entradas. Juegos, entornos planificados, etc..

- Sistemas Borrosos

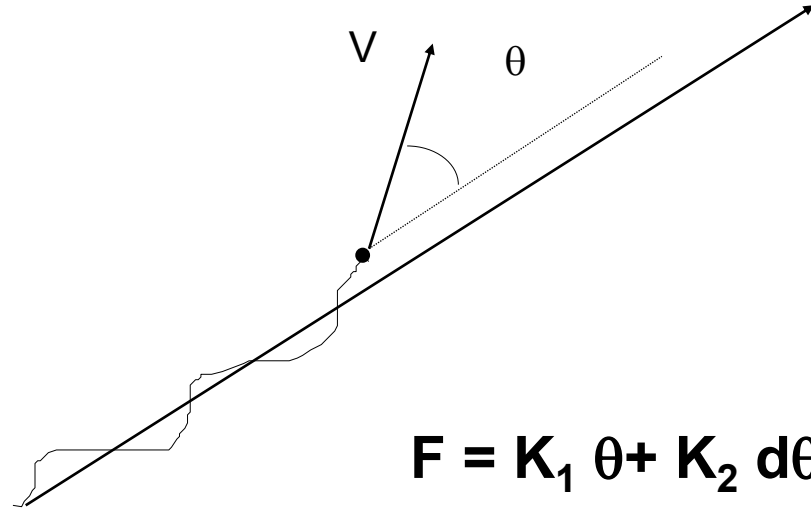
- El uso de los conceptos borrosos permite un controlador que aúna los dos anteriores. Lavadoras, frenos de trenes, ABS, enfoque de las cámaras.

TIPOS DE CONTROLADORES. *TEORÍA DE CONTROL CLÁSICA*

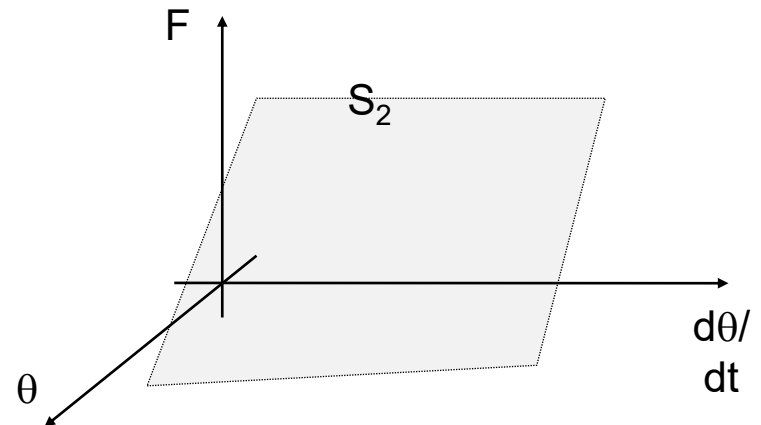
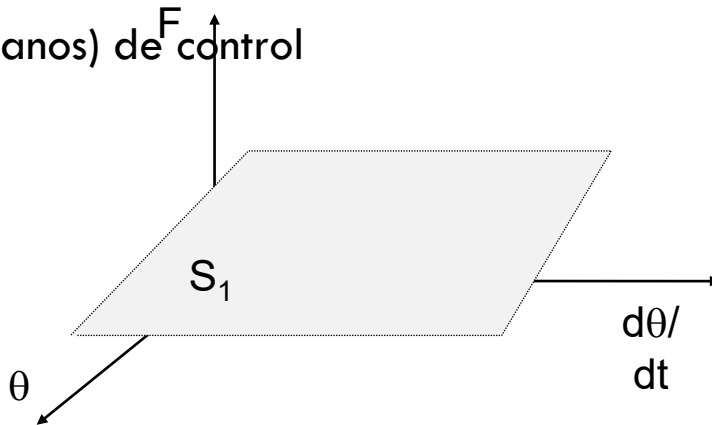


TIPOS DE CONTROLADORES. *TEORÍA DE CONTROL CLÁSICA*

- Función matemática que relaciona las entradas con las salidas.
- Por ejemplo la fuerza a aplicar a este robot para que siga la línea recta en función del ángulo que forma su dirección con la línea y la velocidad con la que cambia dicho ángulo
- Estas funciones generan planos (hiperplanos) de control



$$F = K_1 \theta + K_2 \frac{d\theta}{dt}$$

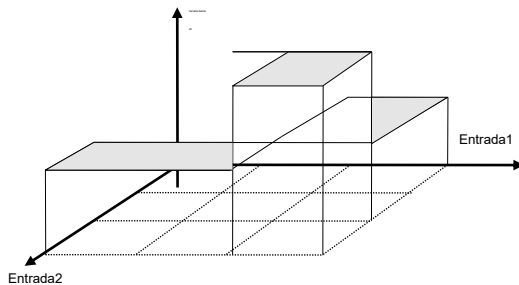


TIPOS DE CONTROLADORES. *SISTEMAS DE REGLAS*

Conjunto de reglas

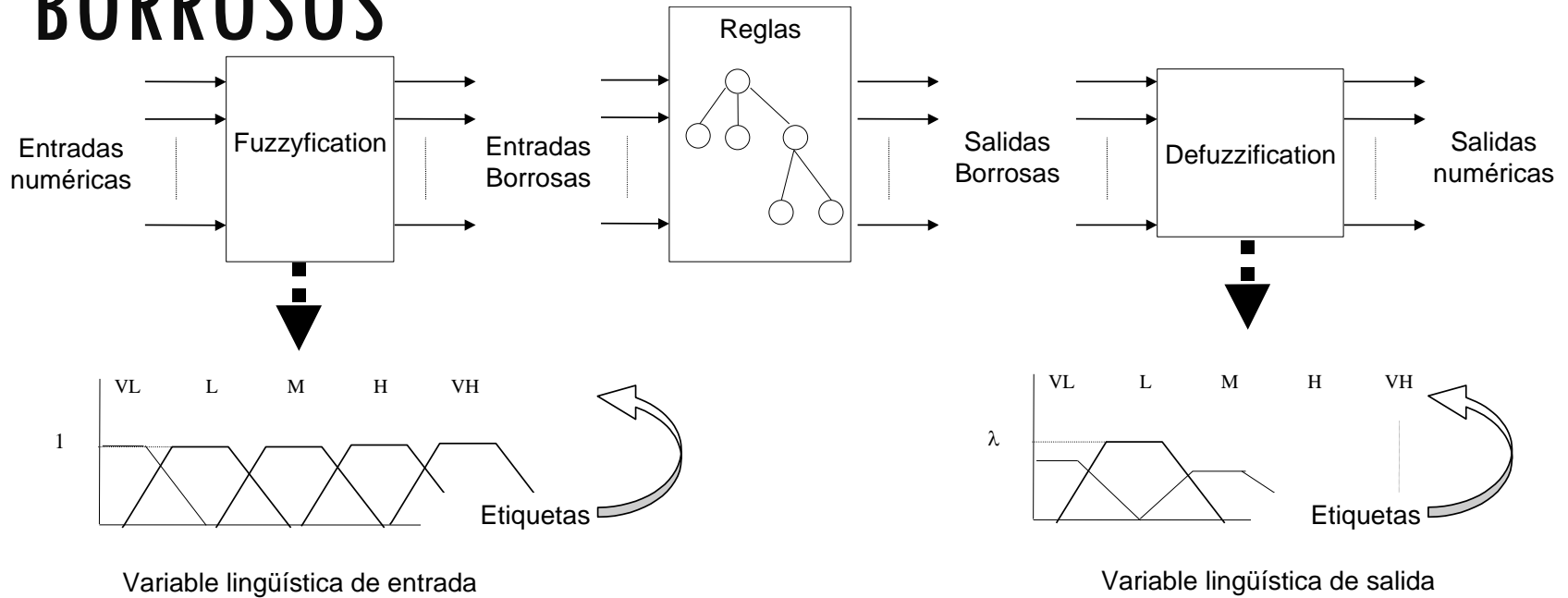
SI <los valores de entrada se encuentran en este rango>

ENTONCES <los valores de salida se ponen a este valor>

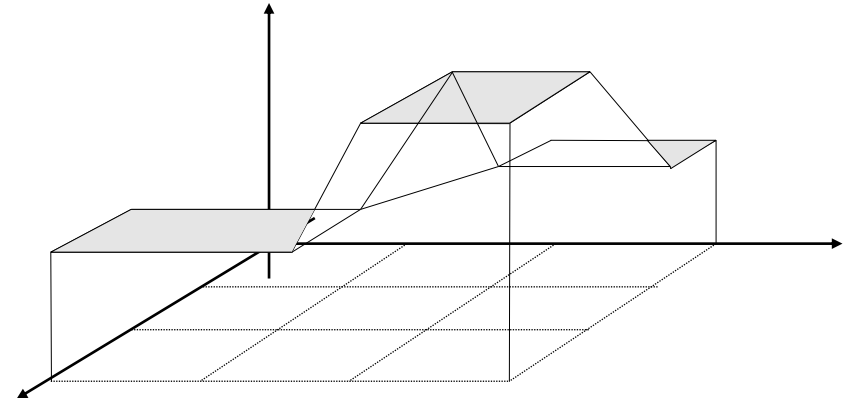


Estos controladores generan superficies de control en planos horizontales, por lo que generan movimientos bruscos, la superficie para el problema anterior sería de este estilo:

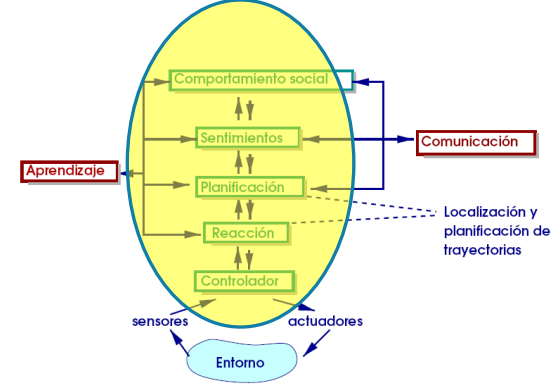
TIPOS DE CONTROLADORES. SISTEMAS BORROSOS



- Las reglas borrosas permiten eliminar los saltos entre situaciones y hacer las transiciones más suaves. Por ejemplo en el caso del robot que sigue la recta:



EL CEREBRO DEL ROBOT



Tareas Complejas

ALTO NIVEL

⇒ Razonamiento a largo plazo

⇒ Seguimiento/Monitorización

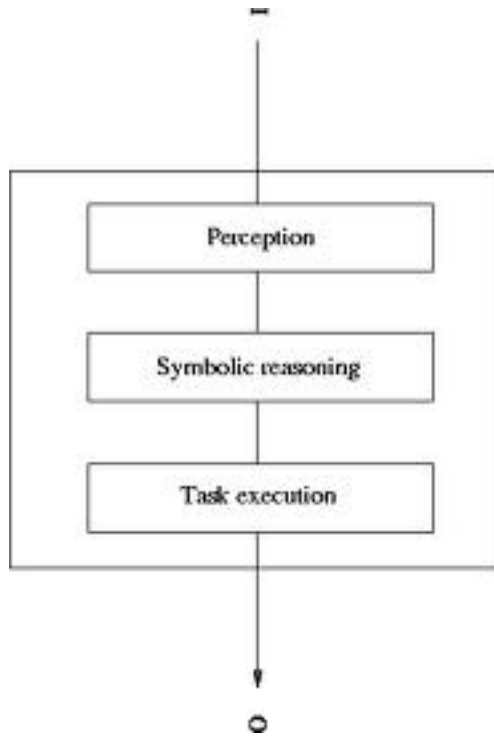
⇒ Razonamiento a corto plazo

⇒ Evaluación de los resultados

Tareas Sencillas

BAJO NIVEL

VISIÓN CLÁSICA DEL CEREBRO DEL ROBOT



Representación del Mundo de manera semántica mediante relaciones entre objetos o mediante quadtree

Generación de acciones mediante planificación

Uso fundamentalmente de las capacidades de razonamiento y del Alto nivel

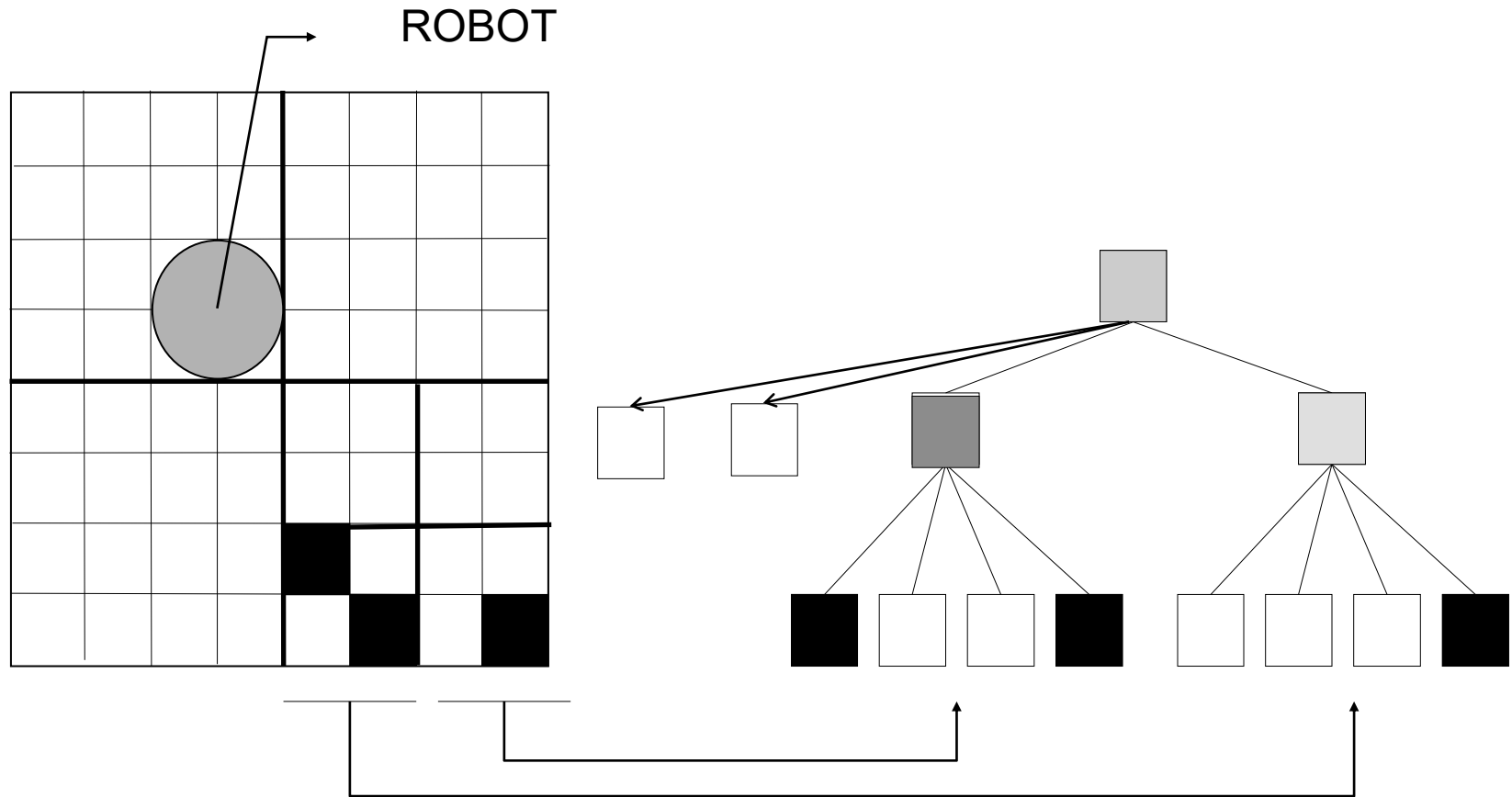
REPRESENTACIÓN DEL MUNDO

- Construcción del mapa: pre-programado, aprendido

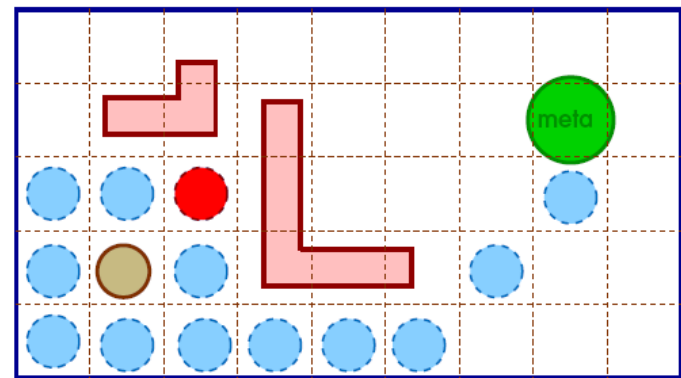
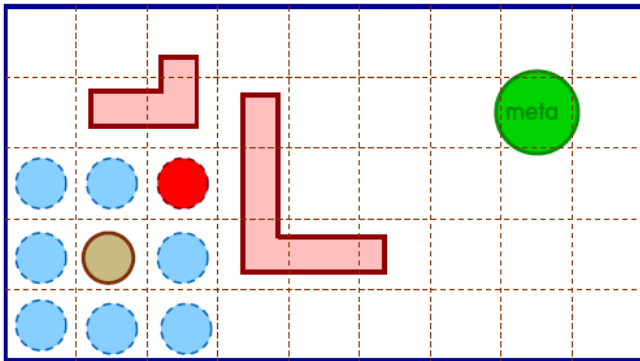
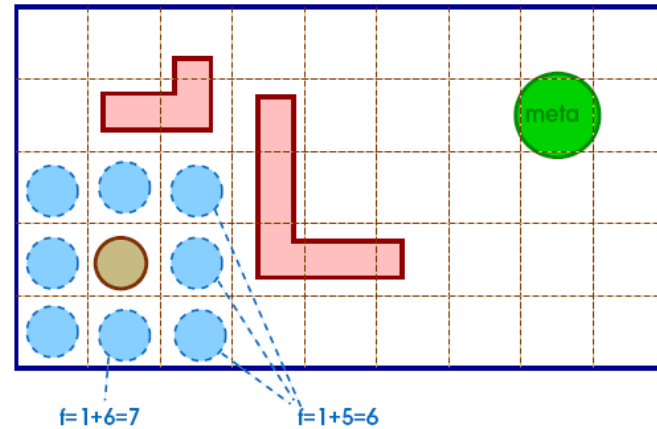
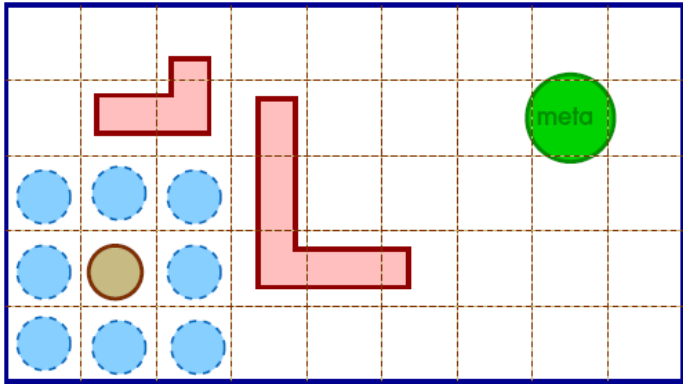


- Localización: GPS, balizas, Markov, Montecarlo, filtro de Kalman, . . .
$$p(\text{Estado}=(x,y) \mid \text{Sensores}=(s[0],\dots,s[n]))$$
- Planificación de trayectorias

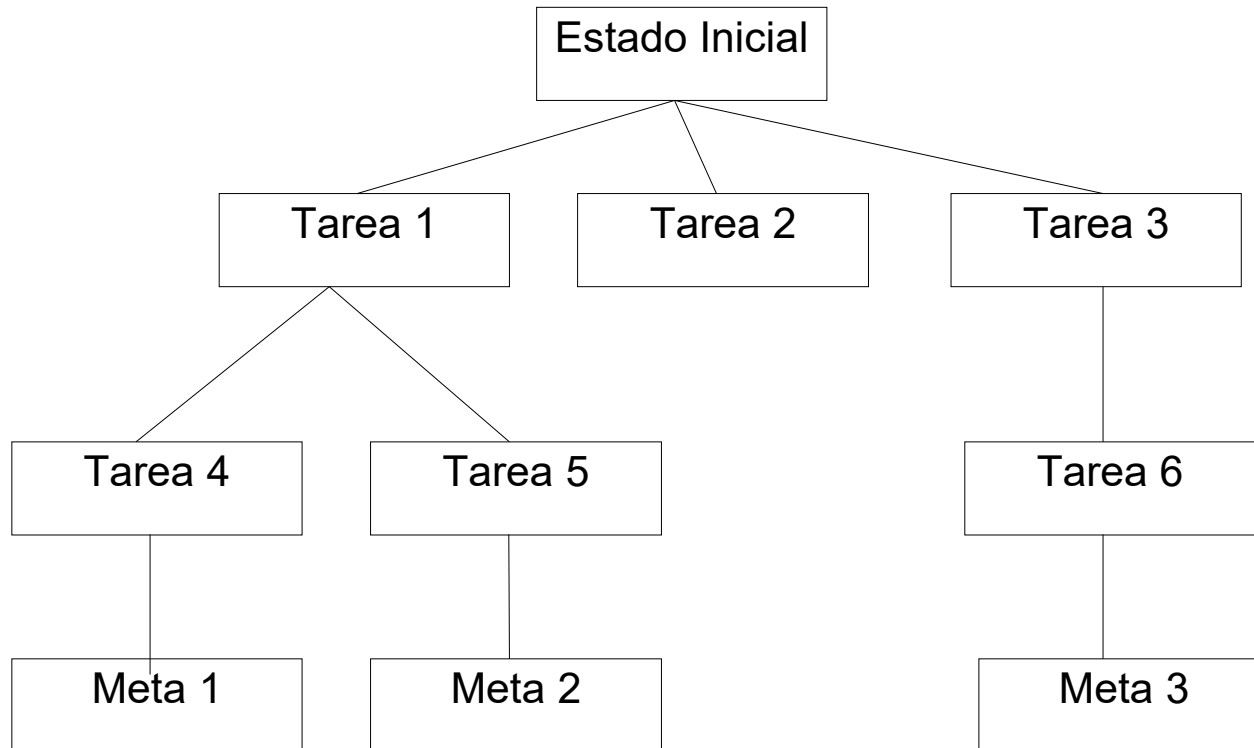
REPRESENTACIÓN DEL MUNDO



PLANIFICACIÓN DE CAMINOS



PLANIFICACIÓN POR TAREAS Y SUBTAREAS

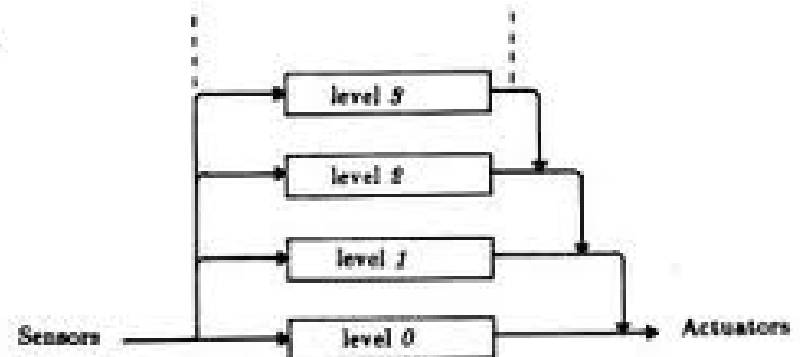
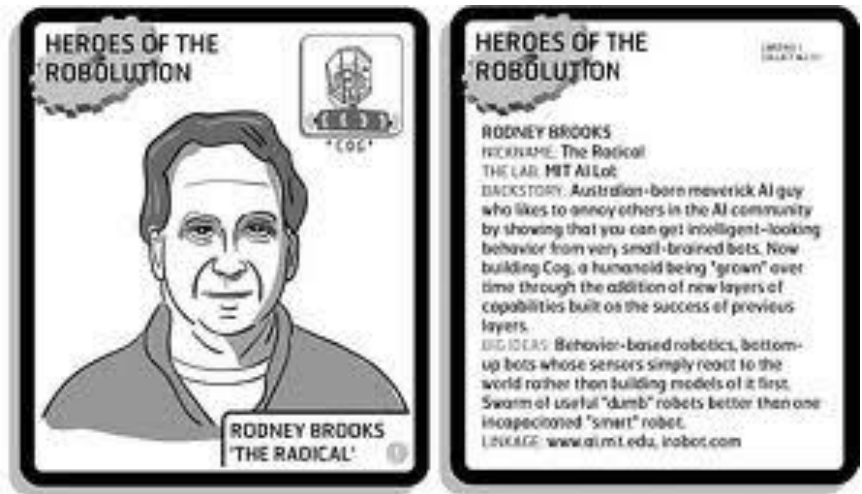


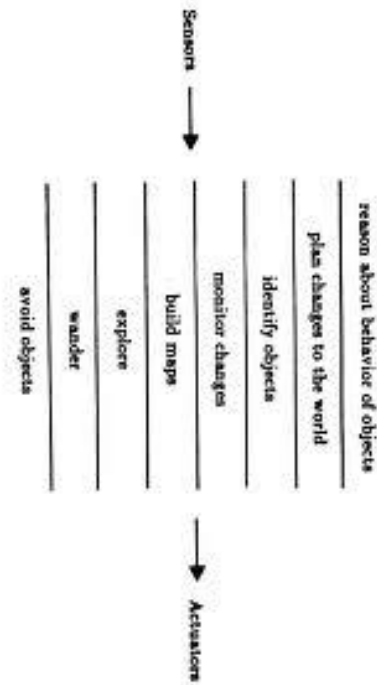
RELACIÓN ENTRE LA REPRESENTACIÓN DEL MUNDO Y LAS ACCIONES DEL PLANIFICADOR

- ▣ Estado o situación: descripción instantánea
en(robot1,sala1),
puerta-abierta(puerta1,sala1,sala2),
puerta-cerrada(puerta2,sala1,sala3),...
- ▣ Acción u Operador: qué puede hacer el robot
levantar, dejar, empujar, mover, girar, ...
Metas: visitada(sala3)
Plan: mover(robot1,sala1,sala2,puerta1),
...
- ▣ Criterios: tiempo, precio, ...

VISIÓN REACTIVA DEL CEREBRO DEL ROBOT

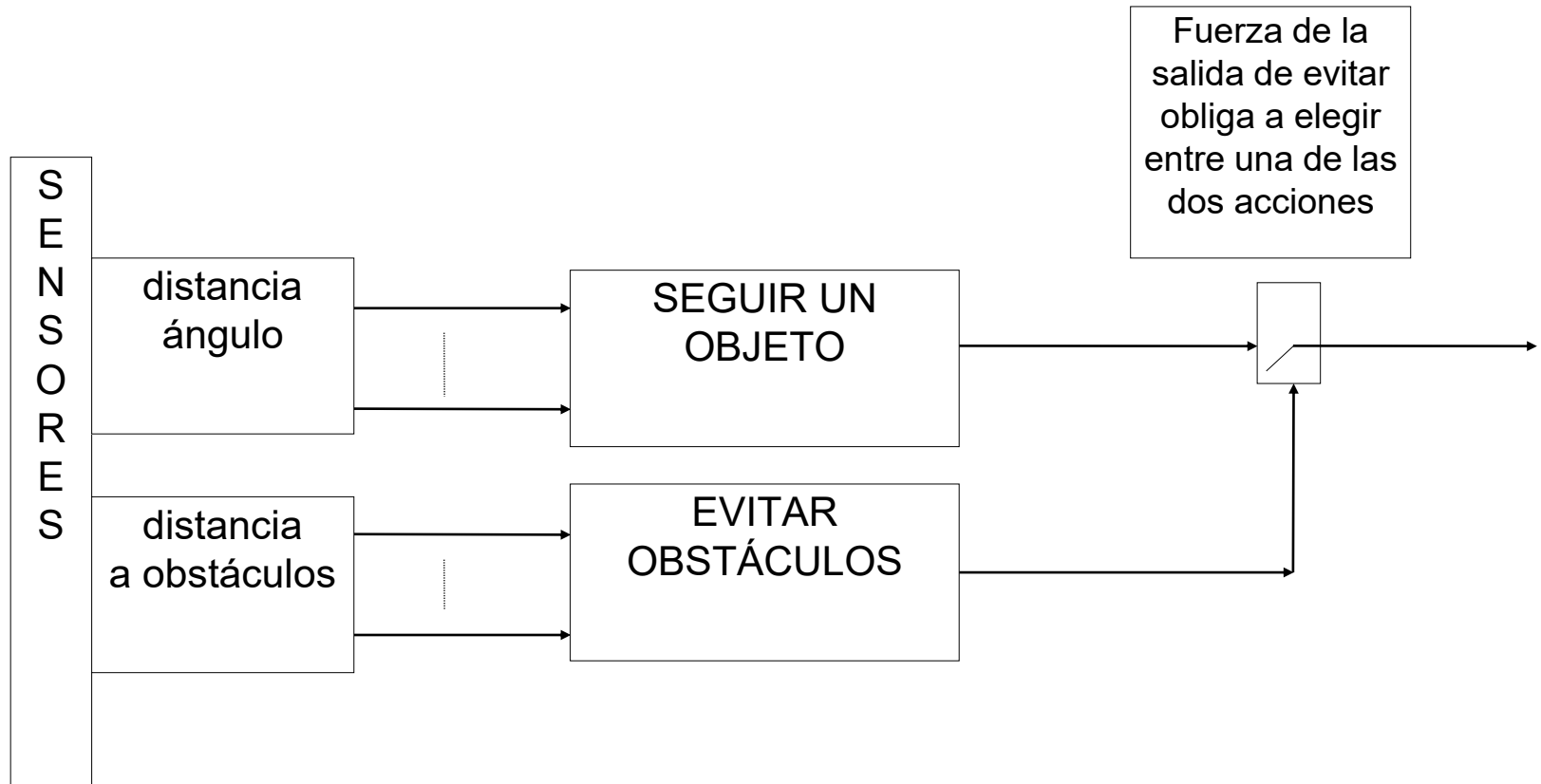
- Reactiva (Brooks 1986)
 - Todo el controladores está fundamentado en el desarrollo de comportamientos reactivos
 - Sólo bajo nivel



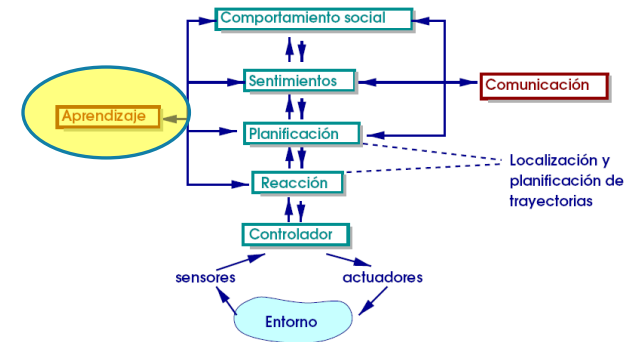


VISIÓN DEL CEREBRO DEL ROBOT

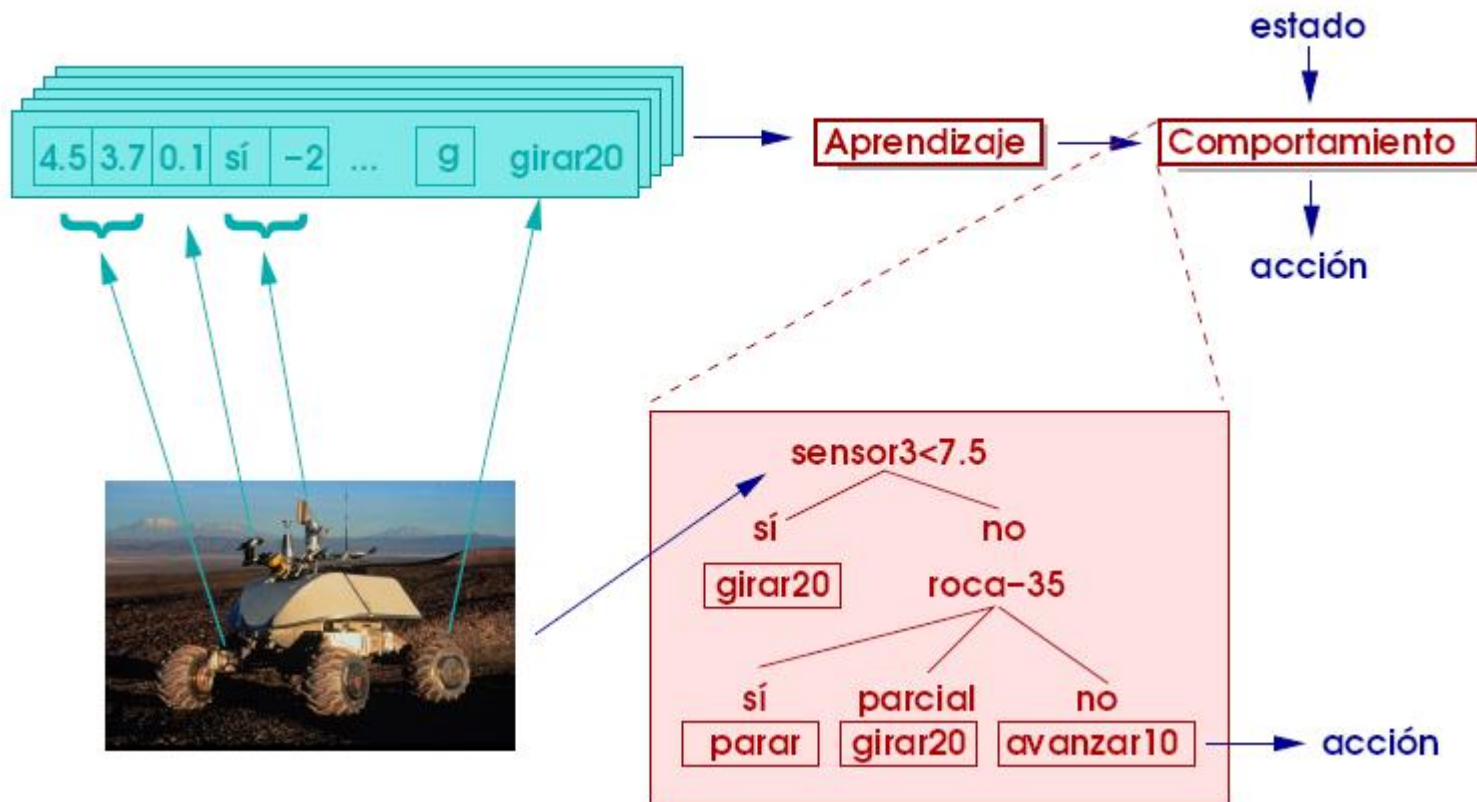
EJEMPLO DE ARQUITECTURA REACTIVA



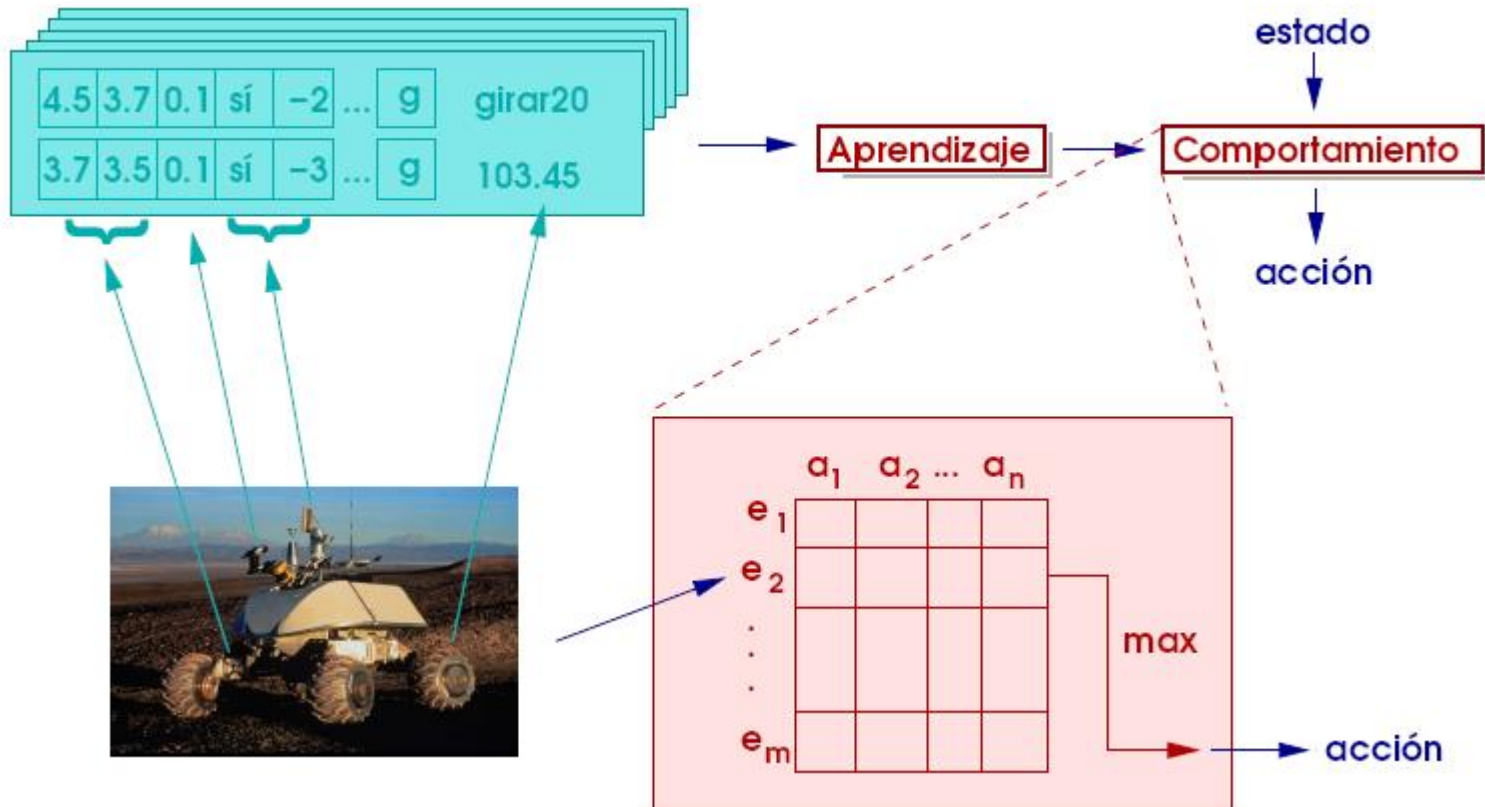
APRENDIZAJE DE COMPORTAMIENTOS



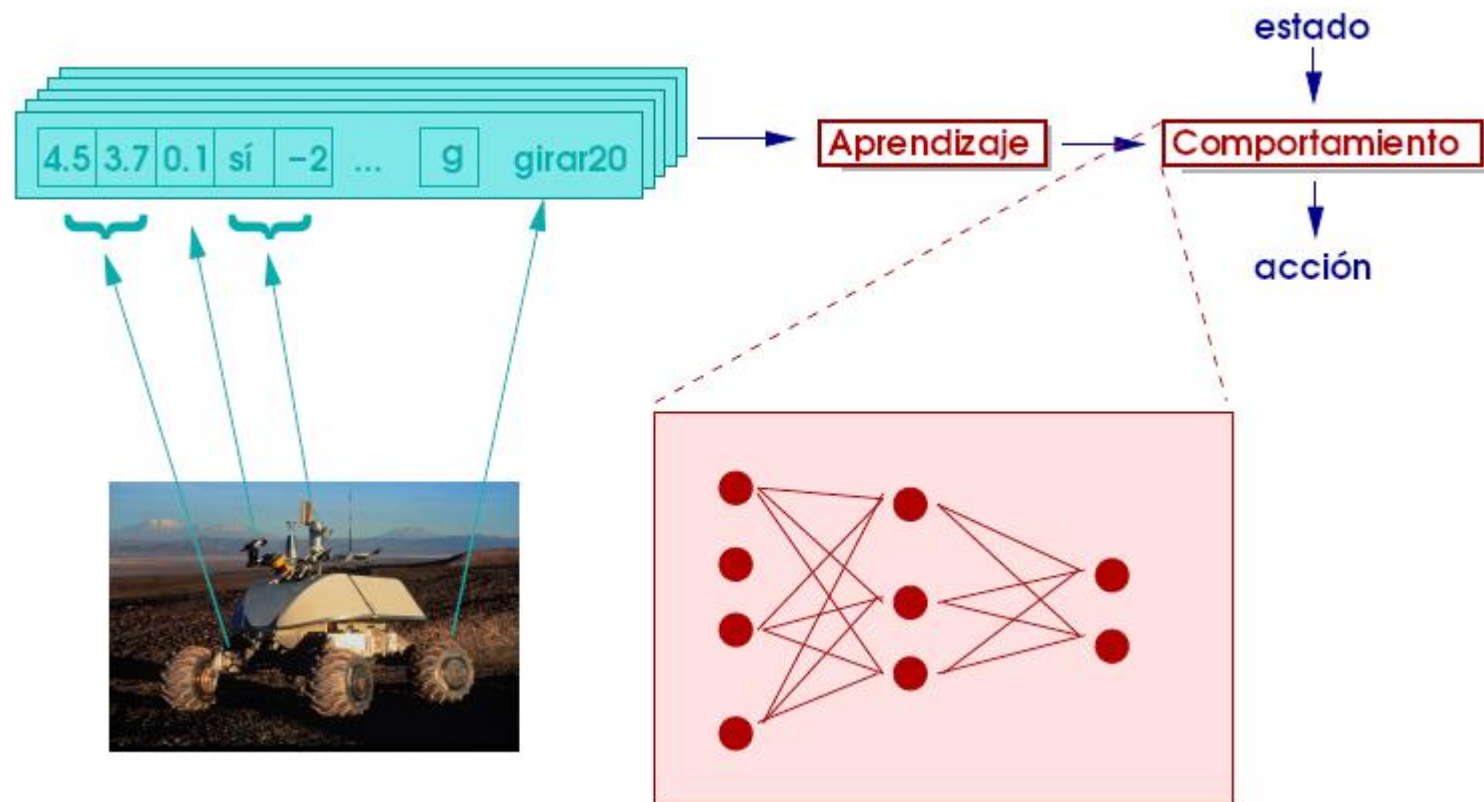
EJEMPLOS DE APRENDIZAJE DE COMPORTAMIENTOS



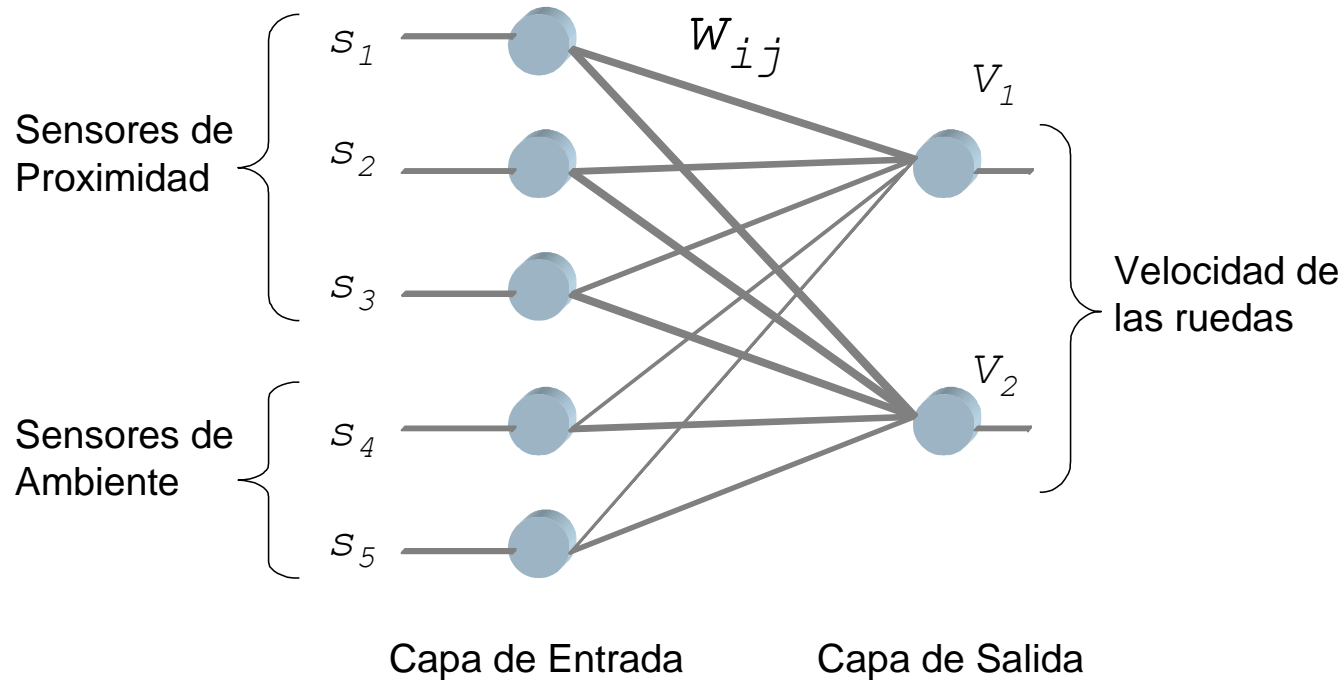
EJEMPLOS DE APRENDIZAJE DE COMPORTAMIENTOS



EJEMPLOS DE APRENDIZAJE DE COMPORTAMIENTOS



APRENDIZAJE DE COMPORTAMIENTOS CON UN PERCEPTRÓN SIMPLE



$$v_j = f\left(\sum_{i=1}^5 w_{ij} s_i\right); \quad j = 1, 2$$