

Lección 1: Introducción y Generalidades

Laboratorio de Bio-Robótica

Dr. Jesús Savage Carmona

Facultad de Ingeniería, UNAM

biorobotics.fi-p.unam.mx

Trabajo realizado con el apoyo del Programa

UNAM-DGAPA-PAPIME PE100821 y PE108624

Derechos reservados, 2023



CONTENIDO

- Introducción
- Modelos Tradicionales
- Modelos Reactivos
- Modelos Probabilísticos
- Modelos Híbridos

Introducción

- Los robots de servicio son sistemas de software y hardware, autónomos o semiautónomos, que se encuentran en ambientes dinámicos y complejos.
- Su autonomía consiste en la habilidad de tomar decisiones basadas en una representación interna del mundo.
- Los robots efectúan cambios en el medio ambiente mediante la ejecución de acciones.
- Han surgido de áreas de investigación como son la Inteligencia Artificial, el Procesamiento de Señales y la Teoría de Control

Capacidades de los robots de servicio

Para cumplir con tareas difíciles, los robots necesitan las siguientes capacidades básicas:

- Deben ser reactivos, es decir, reaccionar oportuna y apropiadamente a eventos imprevistos.
- Deben ser capaces de resolver tareas por medio de planes.

Capacidades de los robots de servicio

- Deben de resolver sus tareas eficazmente, haciendo uso de procedimientos probados en situaciones rutinarias
- Deben de tratar con interacciones, positivas y negativas, con otros robots y humanos
- Los robots necesitan adaptarse a cambios en las condiciones del medio ambiente.

Capacidades de los Robots de Servicio

Reconocimiento de:

Comandos de Voz

Objetos

Personas (caras y acciones)

Lugares

Planeación de Acciones y Movimientos

ROBOTS DE SERVICIO



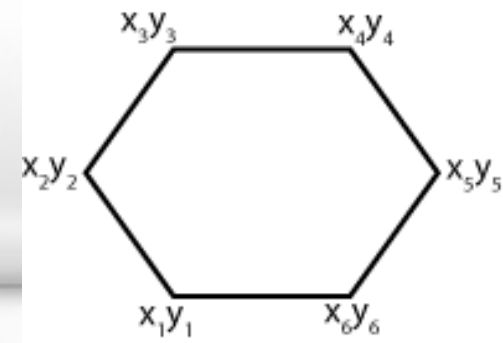
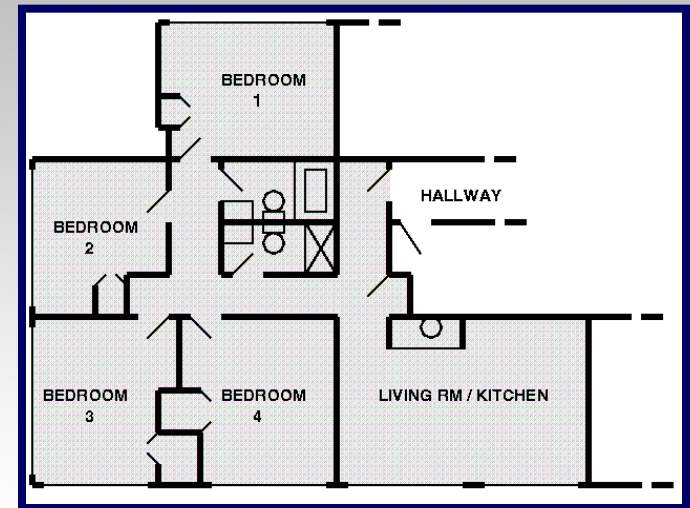
A Robot in Every Home: Overview/The Robotic Future. Bill Gates, Scientific American (2007)

Modelos Tradicionales

Características:

Se tiene representación del medio ambiente, con una representación simbólica de los objetos en cada cuarto.

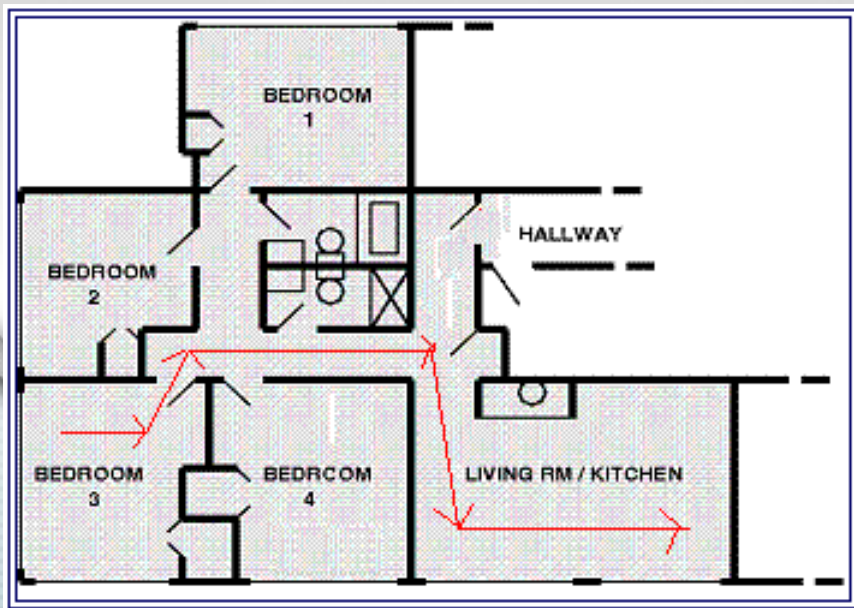
Éstos se representan por medio de poligonos en donde se tienen su vertices X_i, Y_i , ordenados en el sentido al de las manceillas del reloj. Estos poligonos separan el espacio ocupado y el espacio libre en donde puede navegar el robot.



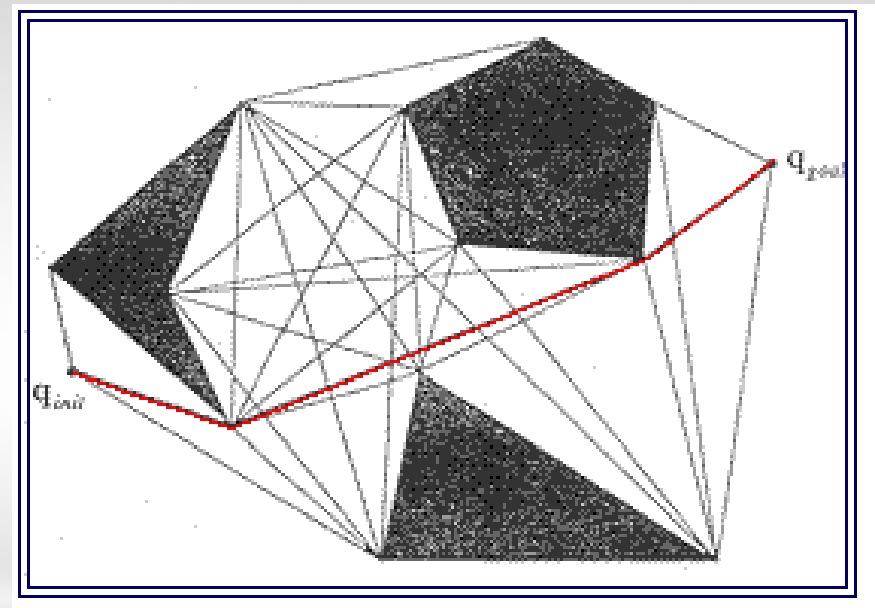
Modelos Tradicionales

Características:

Se planean los movimientos y las acciones usando técnicas de inteligencia artificial tradicionales de búsquedas en redes topológicas.



Camino Global



Caminos Locales para cada cuarto

Planeador de Movimientos

El problema básico de búsqueda:

Dados:

Punto inicial (nodo)

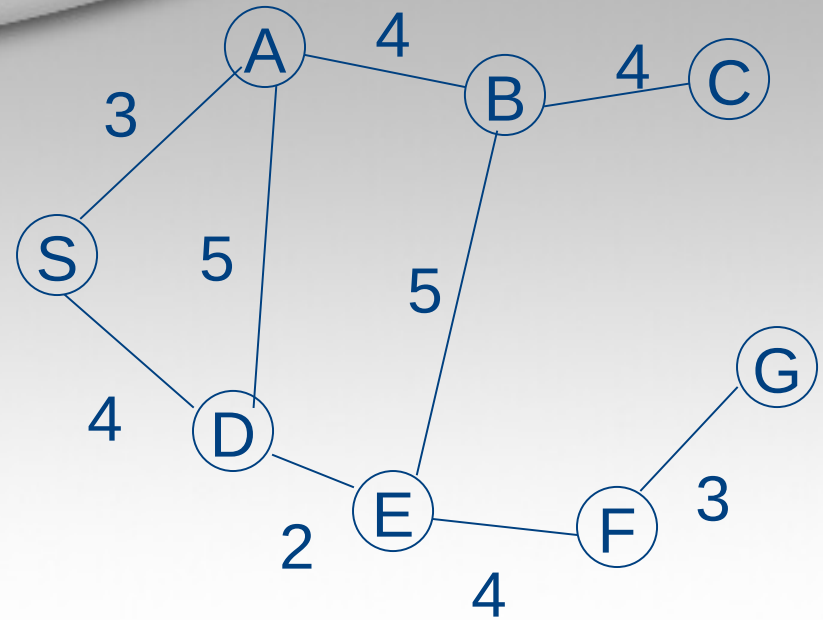
Punto meta (nodo)

Un mapa topológico del lugar (nodos y conexiones)

Metas:

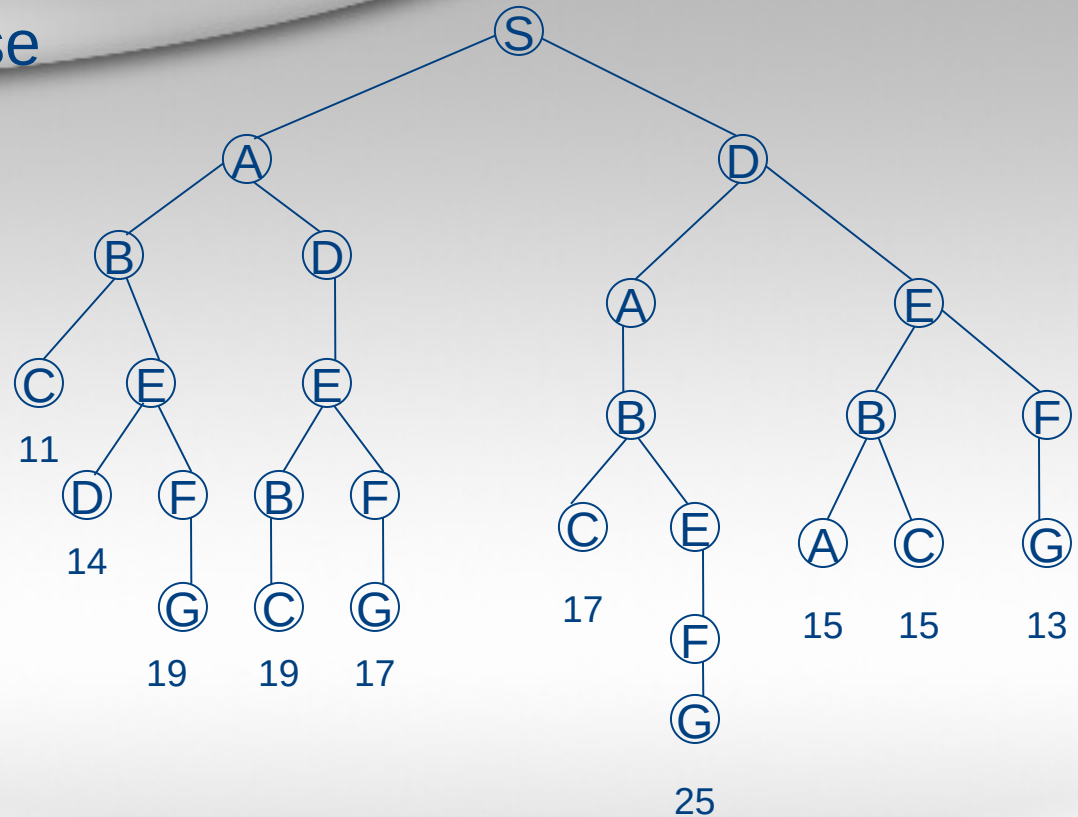
Encontrar alguna ruta o encontrar “la mejor” ruta (puede ser la más corta)

Atravesar la ruta



Planeador de Movimientos

Del mapa topológico se construye un árbol.



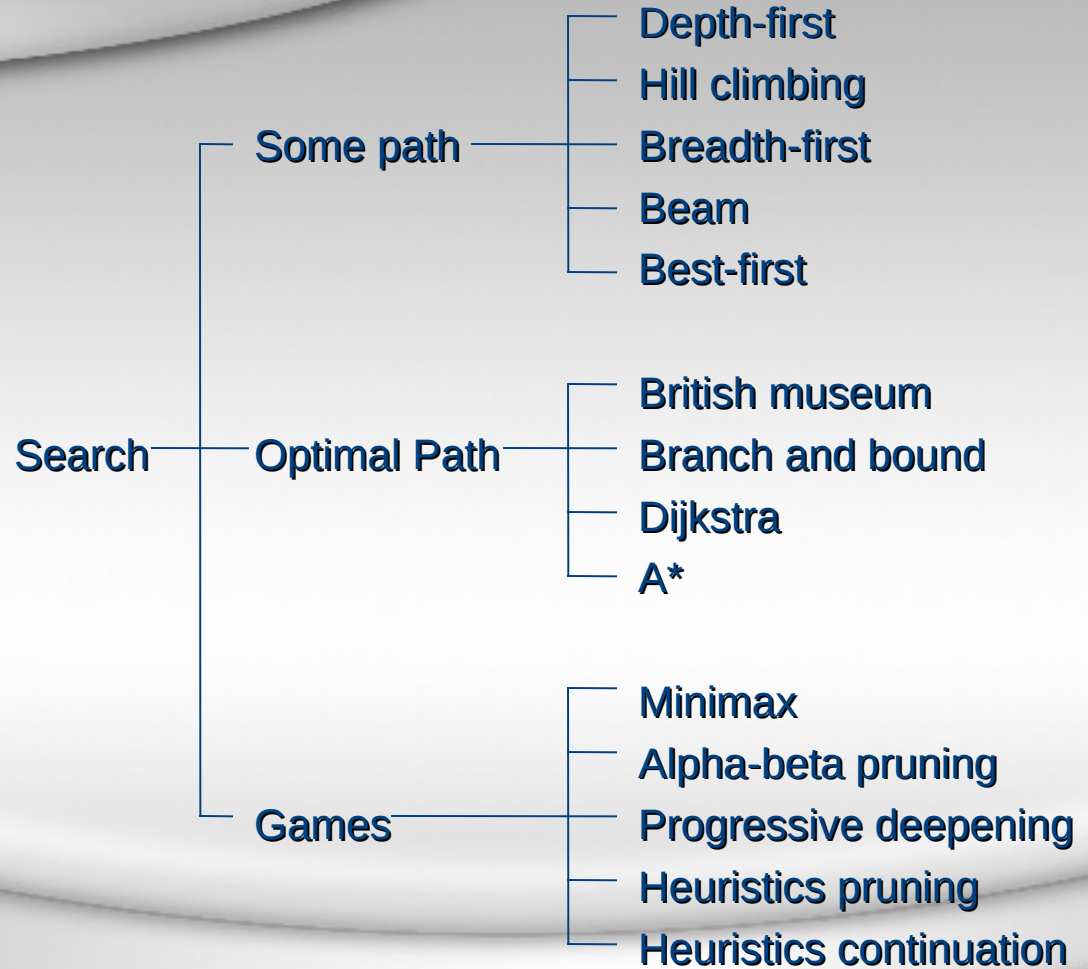
Planeador de Movimientos

Algoritmos de Búsqueda

Puede buscarse:

Alguna ruta

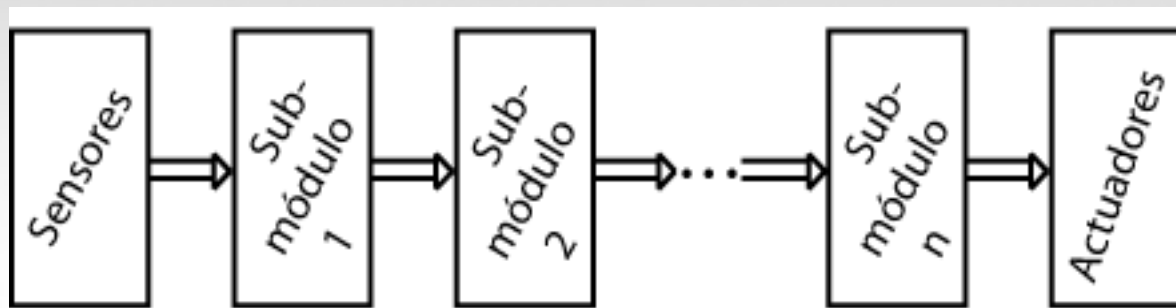
La ruta óptima



Modelos Tradicionales

Características:

Se tiene una organización serial, si un modulo falla todo el sistema falla.



Estructura serial ó jerárquica

Este tipo de sistemas no es adecuado para entornos dinámicos ni para robots que presentan errores en el movimiento y sensado.

Modelos Tradicionales

El robot Shakey fue el primer ejemplo de esta arquitectura, desarrollada de 1966 hasta 1972 en la Universidad de Stanford.



Modelos Reactivos

Características:

- Basado en el comportamiento de los insectos.
- No es necesaria una representación del medio ambiente.
- No utiliza planeación de acciones ni de movimientos.
- Es adecuado para entornos dinámicos y con errores en el sensado.
- Esta basado en comportamientos funcionando en paralelo.

Modelos Reactivos

Características:

Los comportamientos se representan usando diagramas estímulo- respuesta o ER.



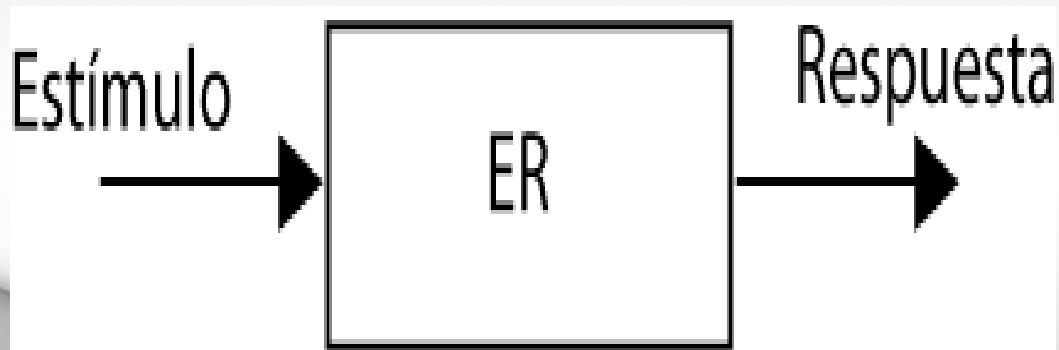
La salida de cada comportamiento debe ser instantánea a partir del momento que hay una entrada.

Los comportamientos son independientes entre si.

Modelos Reactivos

Características:

Los comportamientos se pueden diseñar usando máquinas de estados, campos potenciales, redes neuronales, etc.

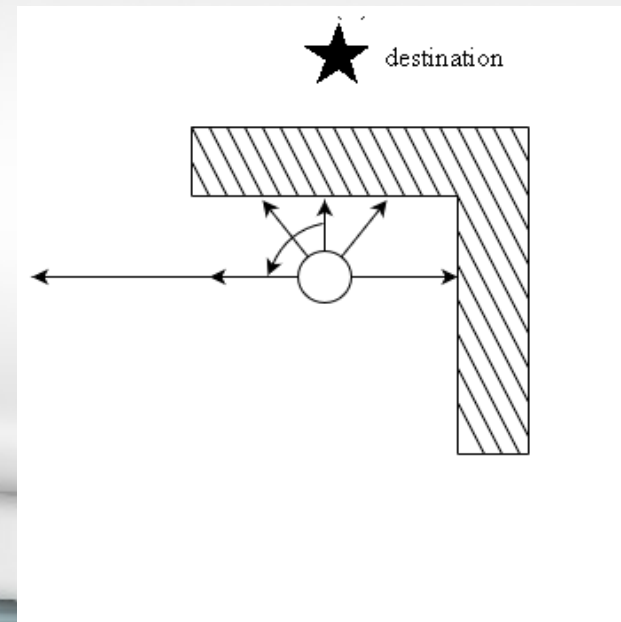


Lógica de Orden Cero

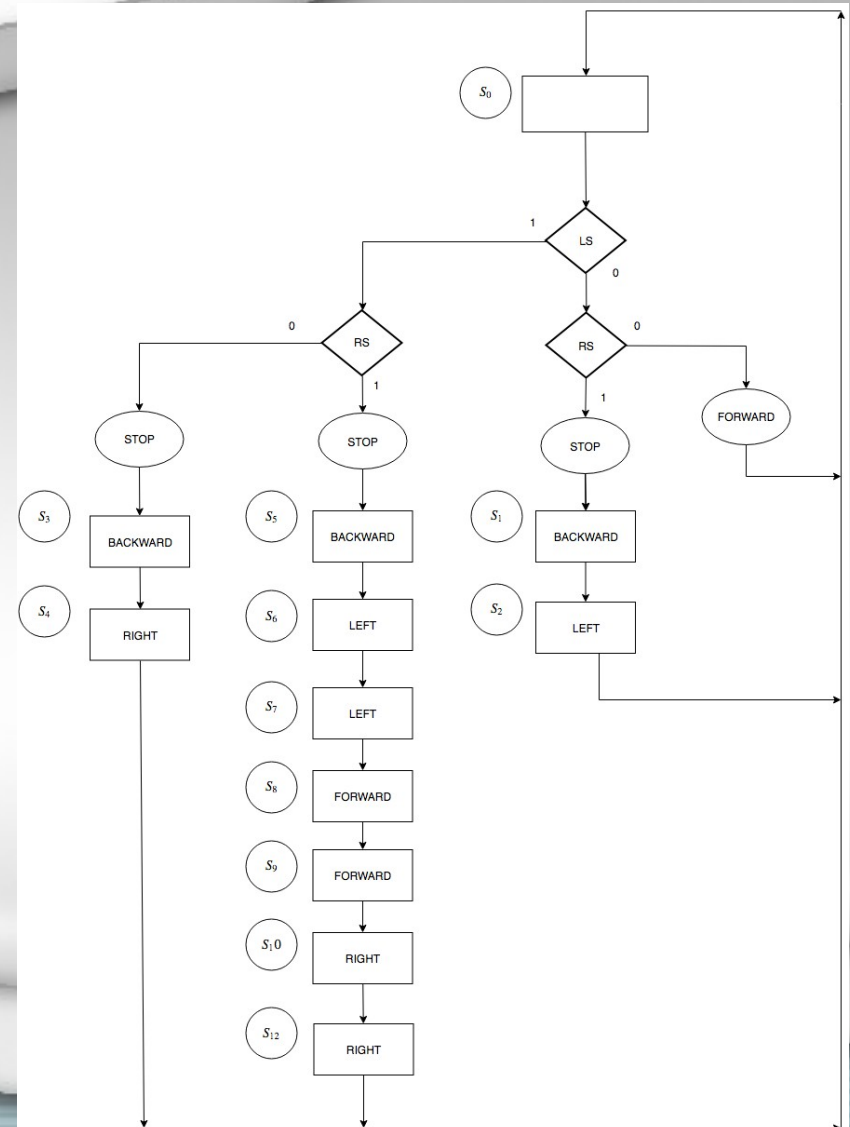
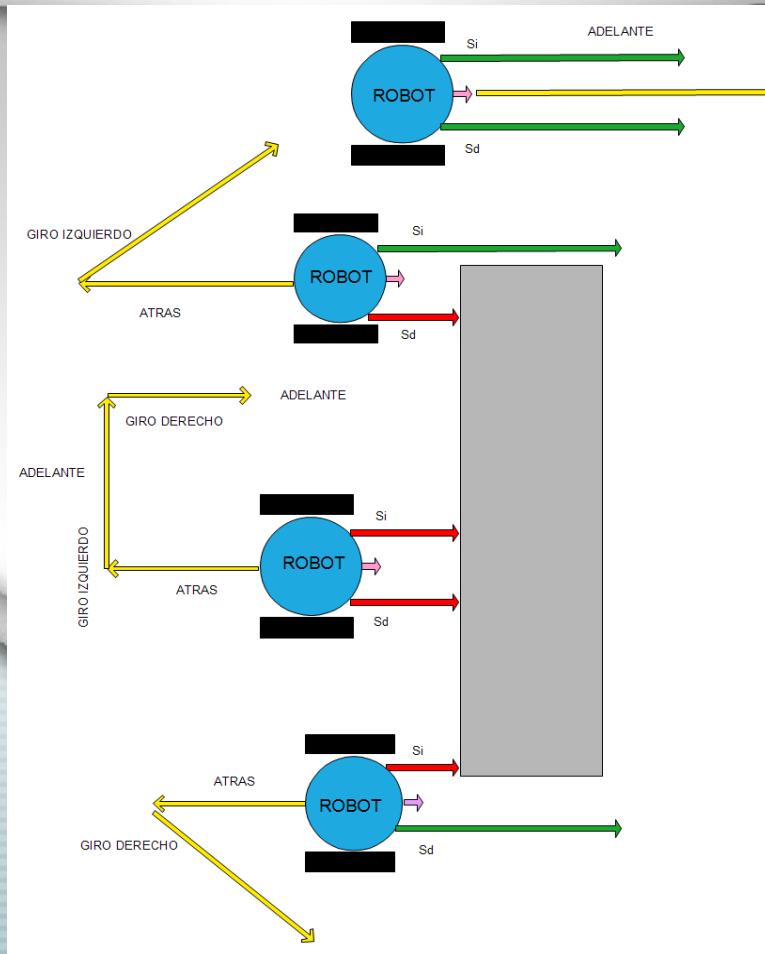
Características:

Se revisan valores de los sensores de entrada y si éstos cumplen con cierta propiedad se genera una salida, la cual dura un tiempo determinado. Estos comportamientos no tienen memoria.

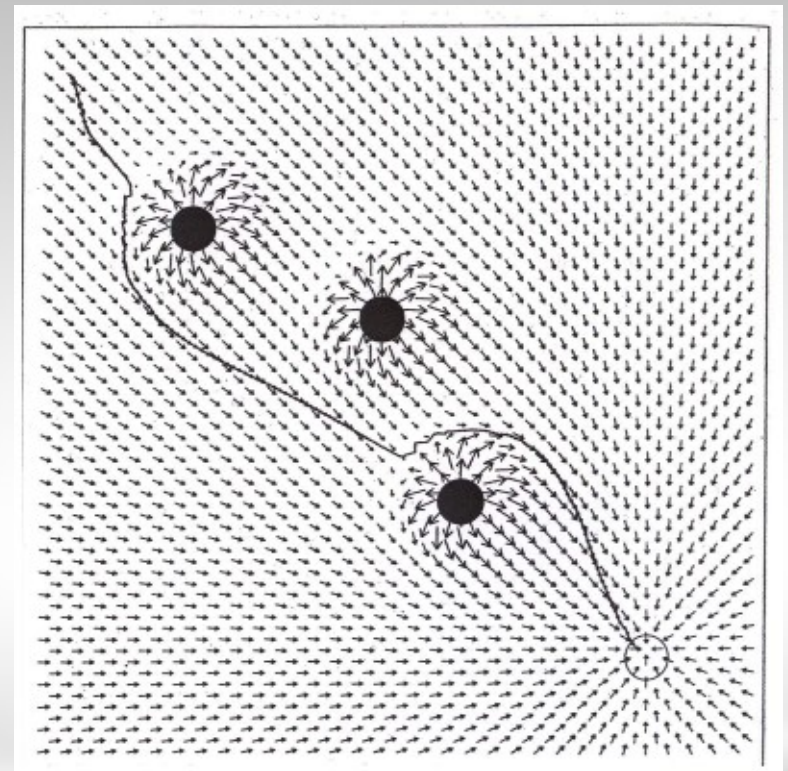
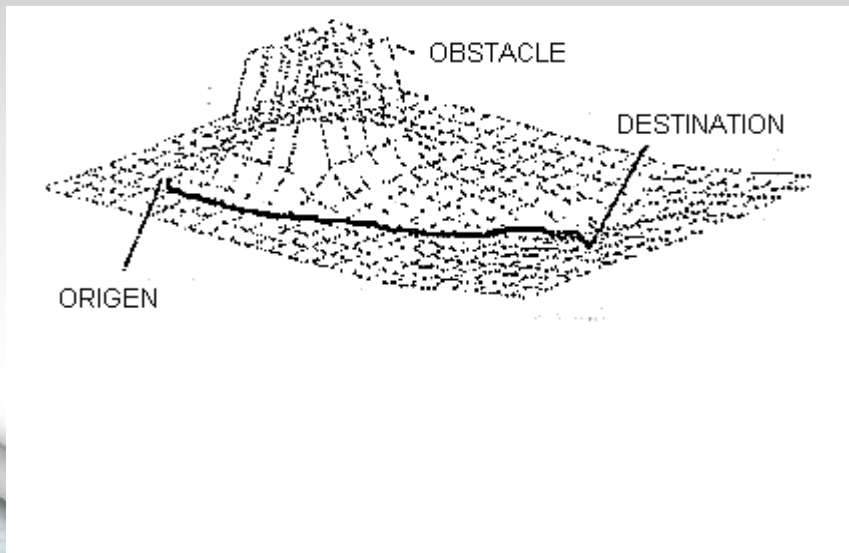
Ejemplo: Si la fuente luminosa esta arriba del robot y hay un obstáculo enfrente y al lado derecho, entonces el robot gira a la izquierda.



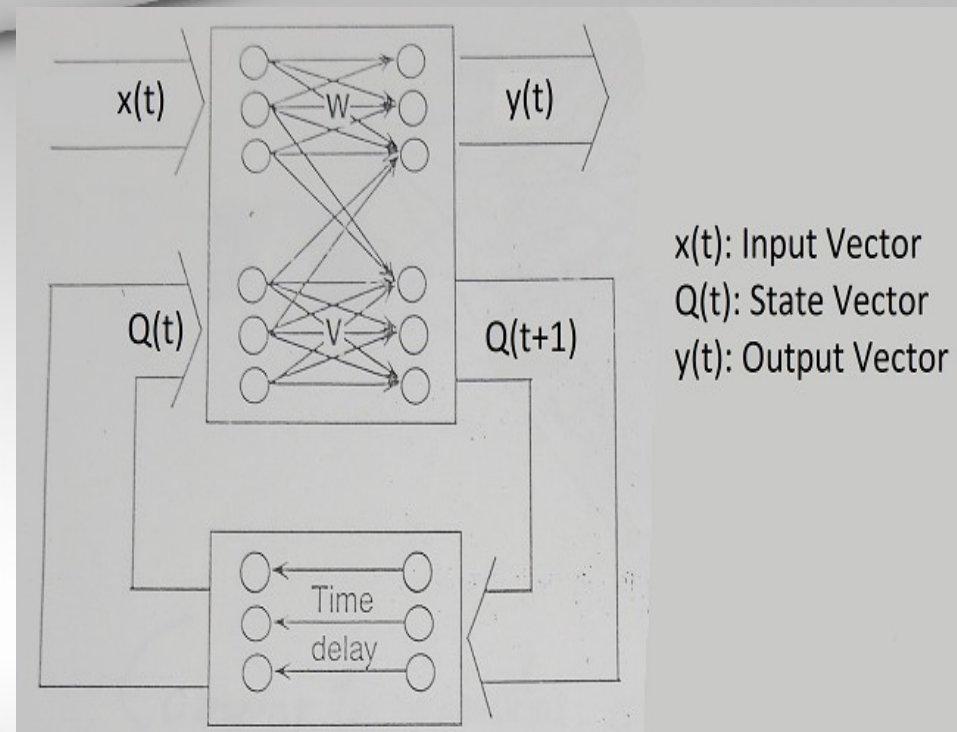
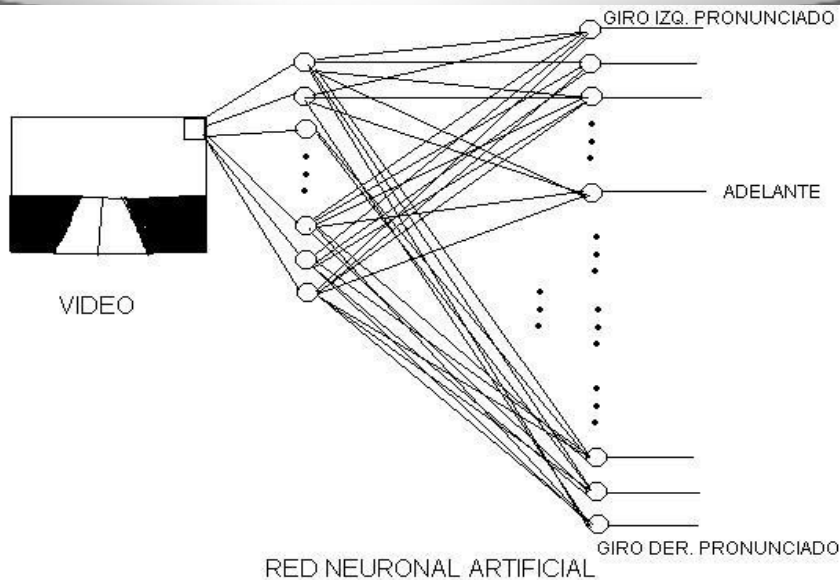
Comportamientos usando algoritmos de máquinas de estados.



Comportamientos utilizando campos potenciales atractivos y repulsivos



Comportamientos Reactivos Usando Redes Neuronales Artificiales

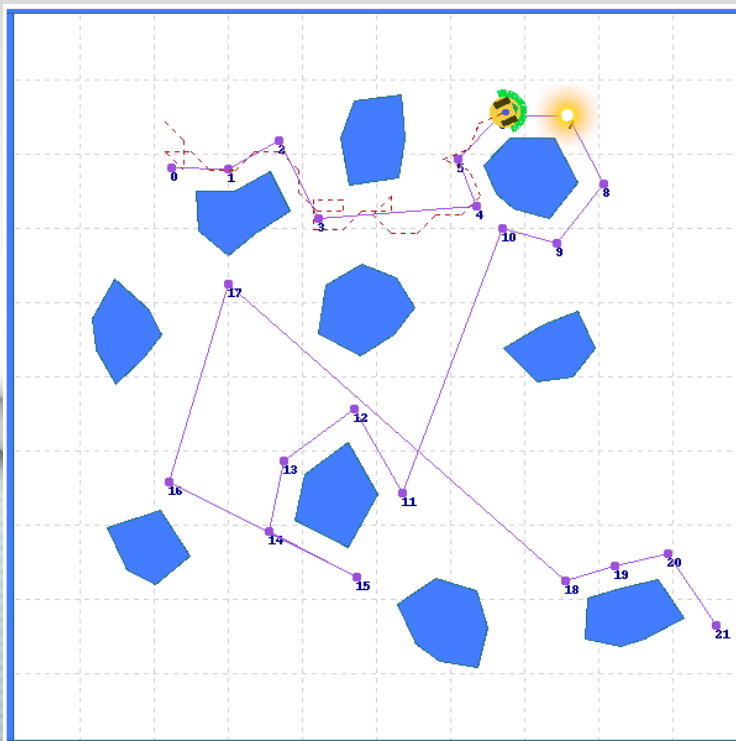


Comportamientos reactivos sin memoria usando redes neuronales

Máquinas de estados usando redes neuronales

Comportamientos Reactivos Usando Redes Neuronales Artificiales

Entrenamiento de Comportamientos usando el concepto de Máquina de Estados

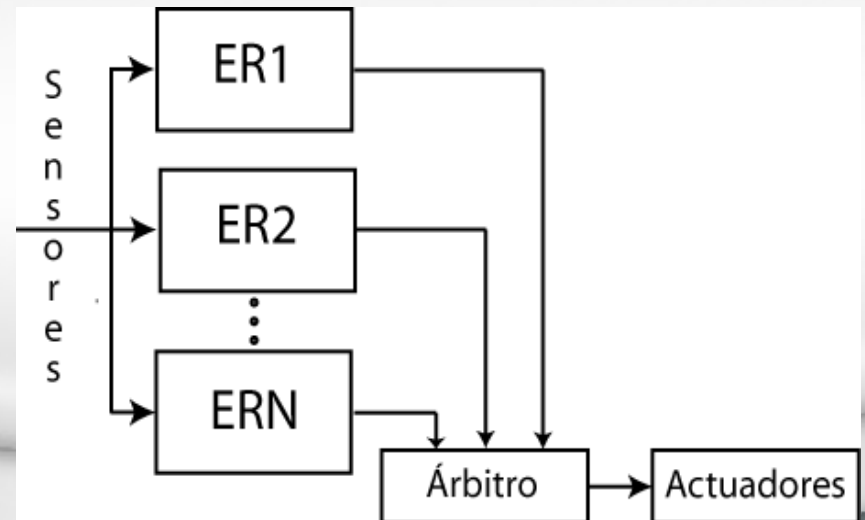
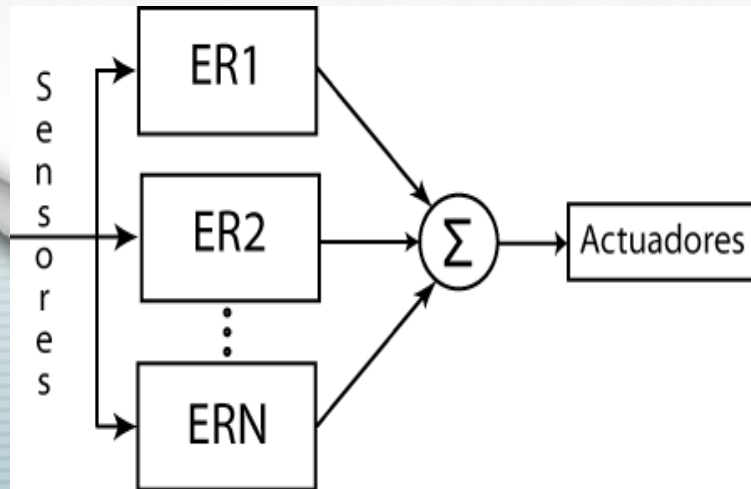


¿Cómo se indica el estado? Se podría usar como maestro a un robot que tenga una máquina de estados para evadir obstáculos y se guardan las entradas, estados y salidas.

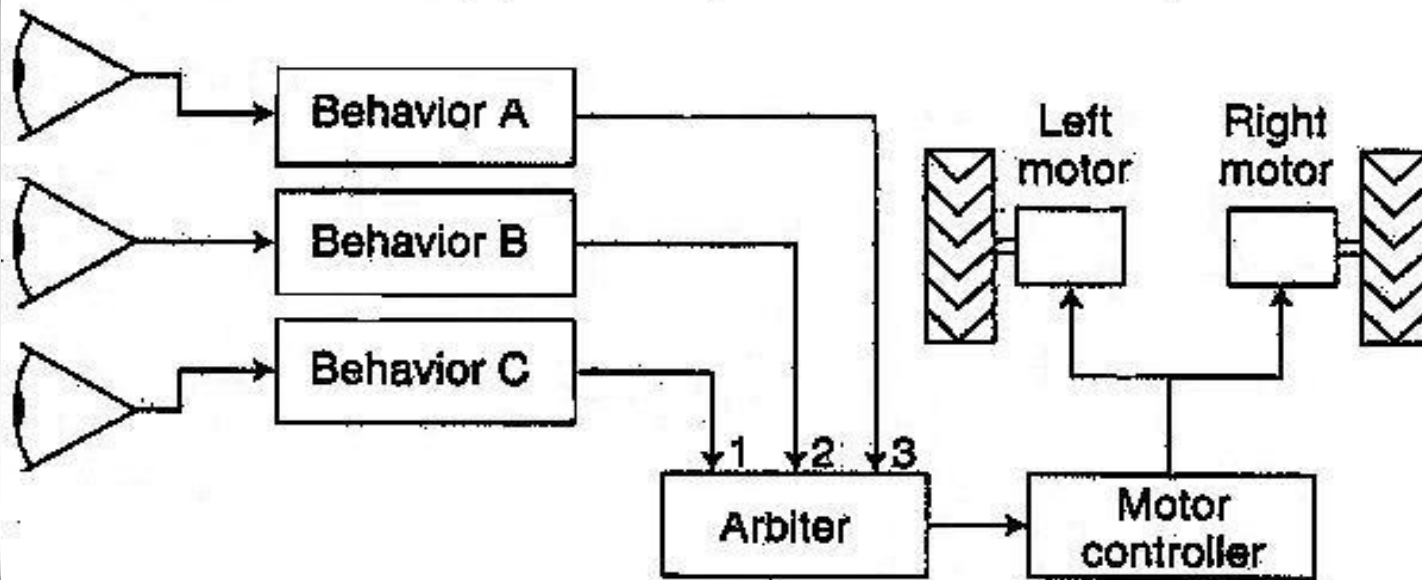
Modelos Reactivos

Características:

Los ER se pueden combinar en diferentes estructuras conectandolos en paralelo sumando la salida de cada uno de ellos o seleccionando una de las salidas utilizando un arbitro.

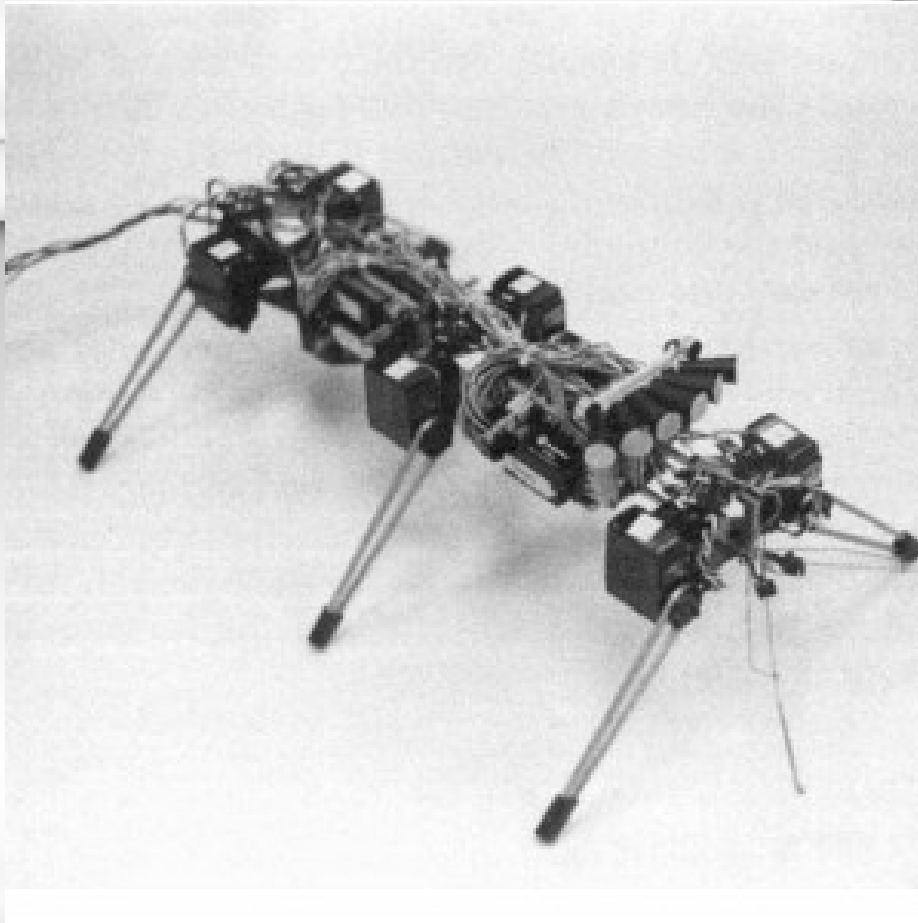


Modelos Reactivos



Behavior A								Stop	Fwd		Right
Behavior B		Fwd	Left			Back	Left				
Behavior C	Right	Back	Left	Stop	Right	Fwd					Right
Arbiter	Right	Back	Left	Fwd	Left	Right	Fwd	Back	Stop	Fwd	Right

Modelos Reactivos



Genghis, un robusto andador hexapodal, es un ejemplo de esta arquitectura, desarrollado por Rodney Brooks en el MIT en los años 80.

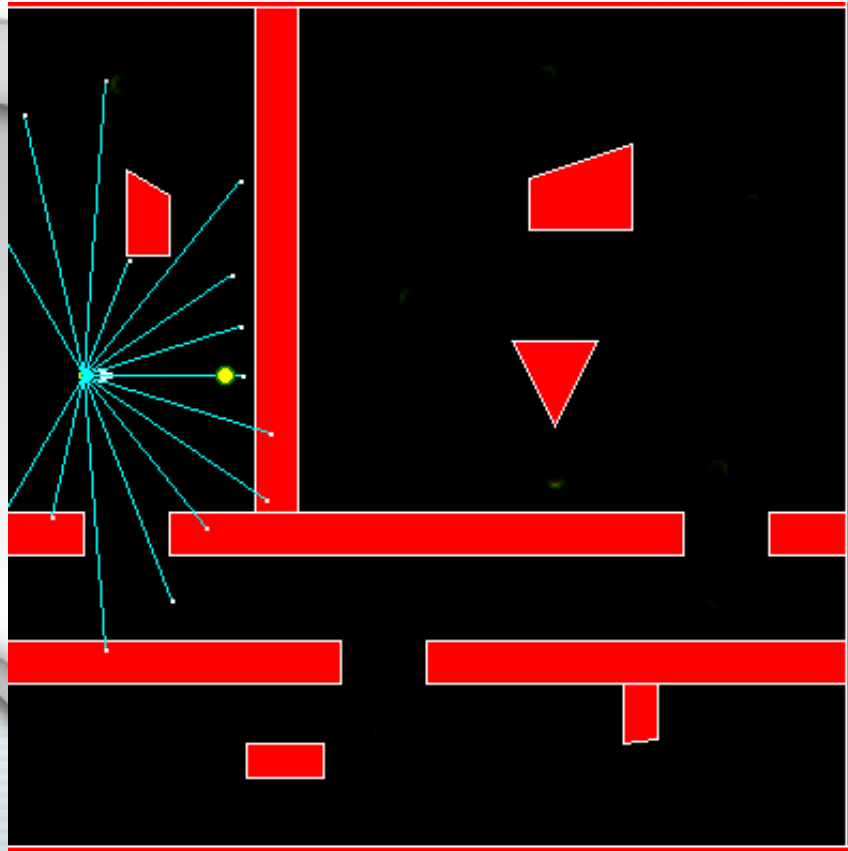
Modelos Probabilísticos

Características:

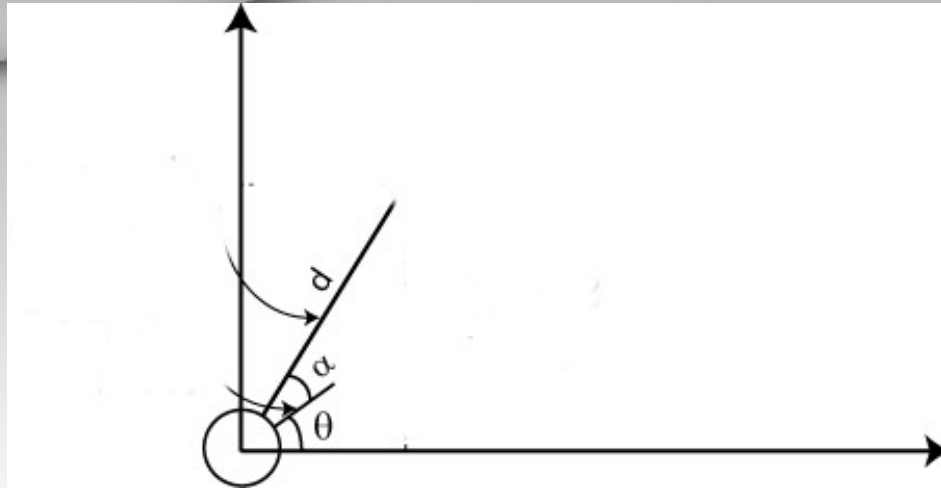
Esta basado en el concepto que tanto el sensado del medio ambiente que hace el robot, así como el sus movimientos son dependientes de variables aleatorias, las cuales pueden ser manipuladas utilizando conceptos probabilísticos.

Modelos Probabilísticos

Errores en el sensado



Errores en el movimiento

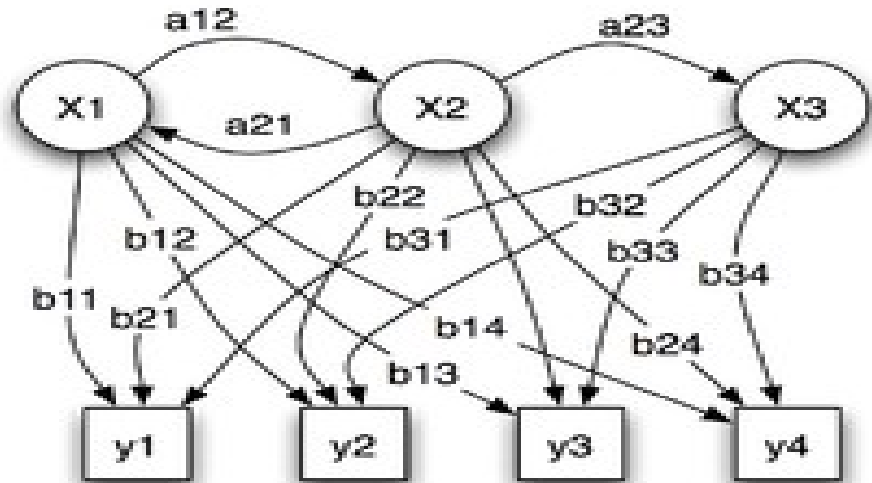


Se puede obtener la estadística de éstos errores para usar modelos que los corrijan.

Modelos Probabilísticos

Características:

Se utilizan cadenas de Markov Ocultas (HMM), Filtros de Partículas, Procesos de Decisión de Markov, etc.

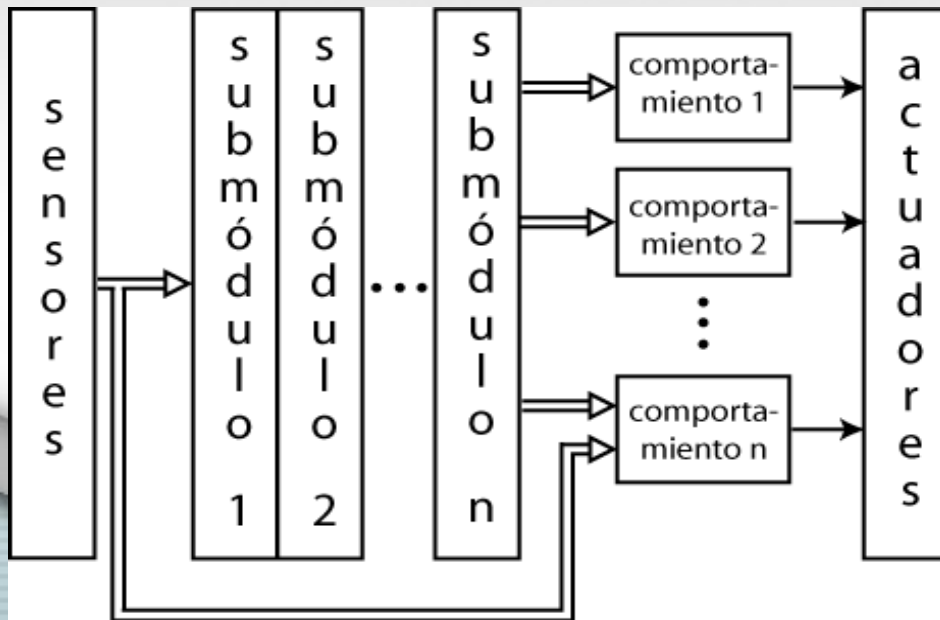


Stanley, un automóvil autónomo creado por la Universidad de Stanford en 2005 bajo la dirección de Sebastian Thrun, es un ejemplo de esta arquitectura.

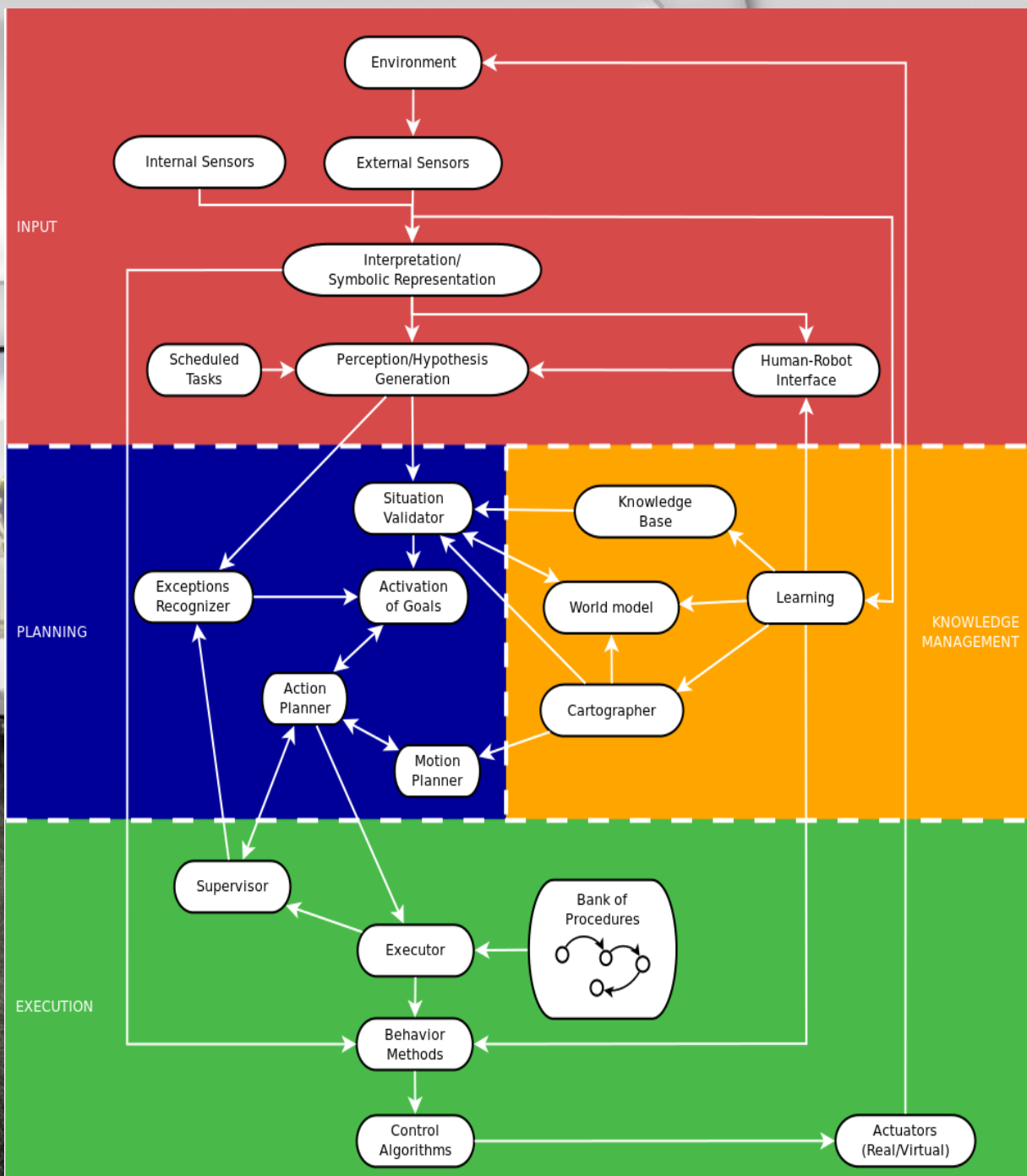
Modelos Híbridos

Características:

Se combinan las arquitecturas tradicionales, reactivas y probabilísticas para suplir las deficiencias de cada una de ellos.



Modelo Híbrido usado en la robot Justina del equipo Pumas de la UNAM



Virtual Real Robot (ViRbot)

