

Robots Móviles

Introducción a la robótica móvil

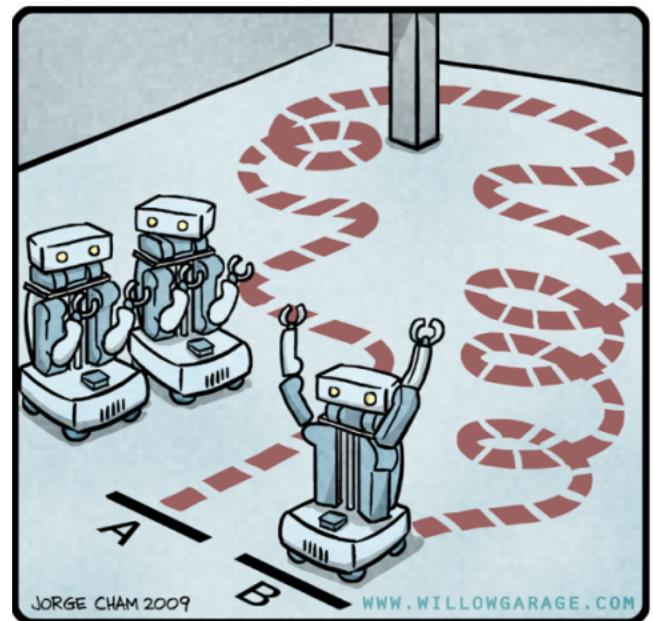
Sergio Orts Escolano
Otto Colomina Pardo

Índice

Motivación
Temario
Normas de la asignatura

El problema de la robótica móvil

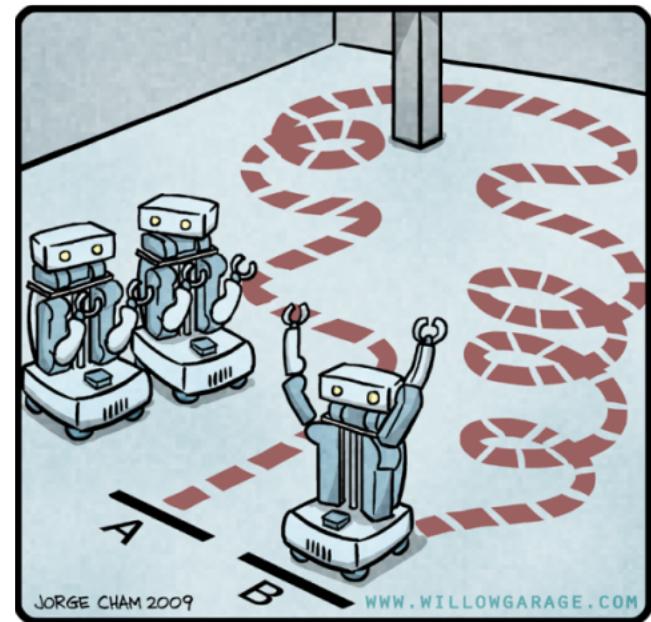
En su variante más básica el problema de un robot móvil **simplemente es llegar del punto A al B** transportando algo o para poder realizar allí una tarea



¿Qué significa "ir del punto A al punto B"?

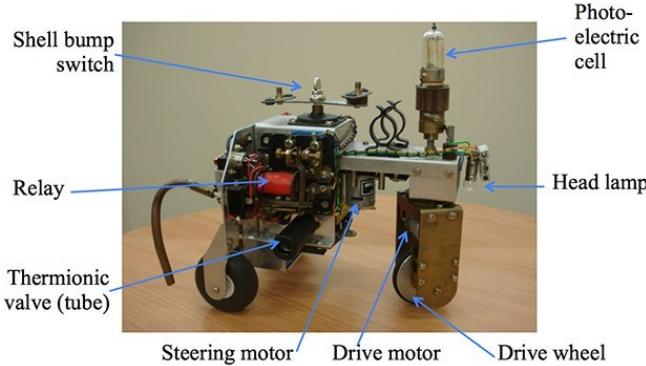
Hay que resolver:

- Dónde estoy (**localización**)
- A dónde quiero ir, cuál es la mejor trayectoria para hacerlo
 - Necesitamos un mapa, puede que no exista y lo tengamos que construir (**mapeado**)
 - De entre todas las trayectorias posibles, ¿cuál es la óptima? (**planificación de trayectorias**)
 - No chocar con los obstáculos por el camino (**percepción del entorno, evitación de obstáculos**)
- Cómo moverme para seguir la trayectoria planificada (**cinemática**)
- Cómo ejecutar todos estos procesos a la vez (**arquitectura de control**)



Las "tortugas" de Grey Walter (1951)

Dispositivos puramente electromecánicos (*sin programación*) que con circuitos sencillos sorprendentemente podían realizar comportamientos “complejos” (*ir hacia la luz/evitarla, “evitar” obstáculos*) ([más info](#))



<https://www.youtube.com/watch?v=lLULRlmXkKo>



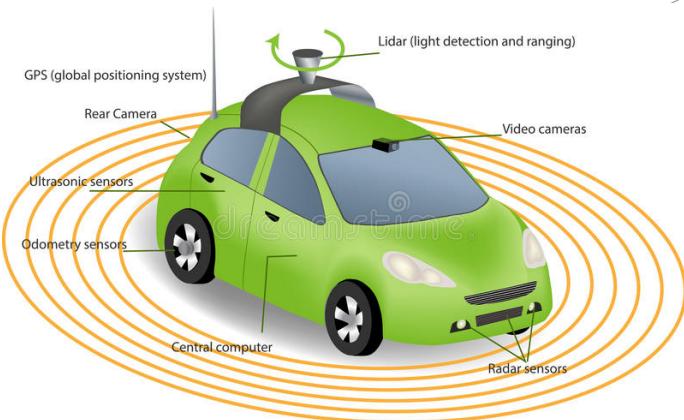
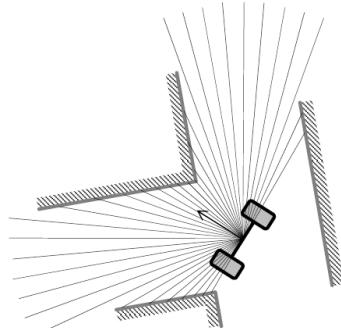
ATH



Percepción

Dispositivos para “sentir” el entorno

- Sensores por contacto
- Ultrasonidos
- Escáner laser
- Cámaras
- ...

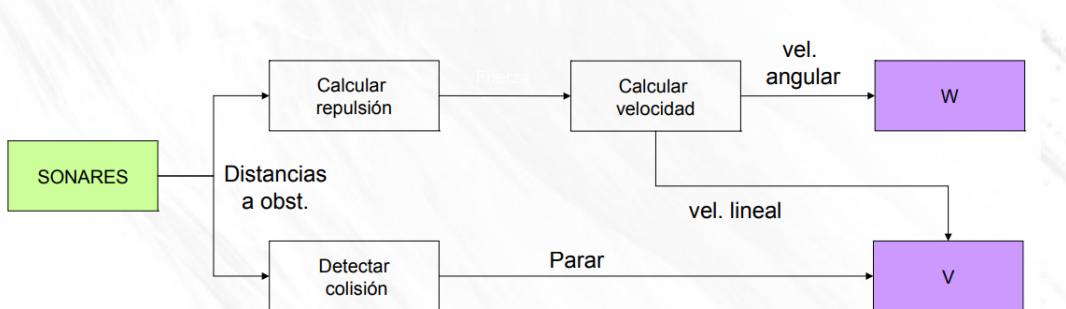
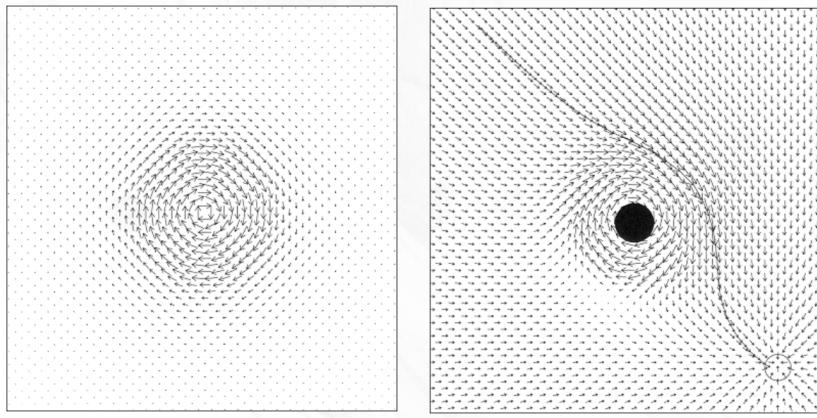


Robótica reactiva (80s)

Combinación de conductas elementales

Permite resolver el cálculo de trayectorias y la evitación de obstáculos

No necesitamos mapa



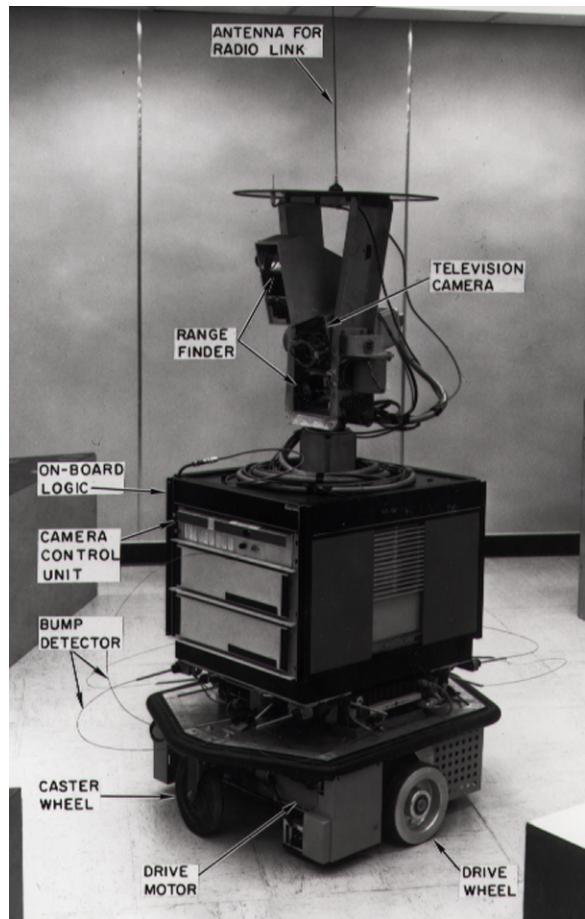
Shakey (1966-1972)

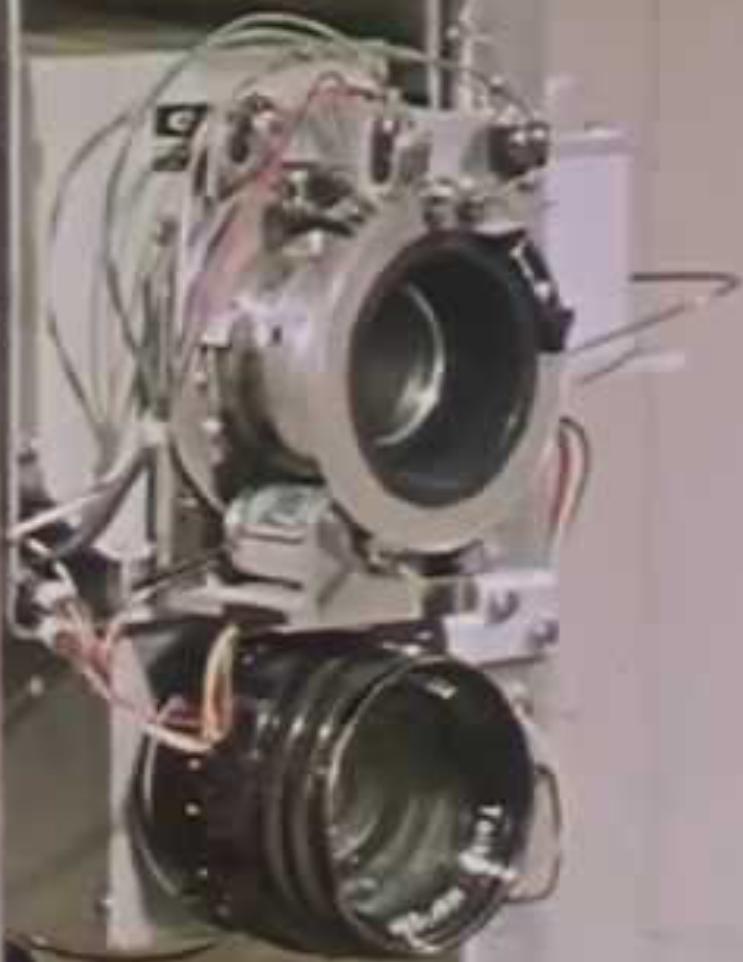
El primer robot móvil de propósito general basado en visión y capaz de razonar sobre sus propias acciones

- Cálculo de la trayectoria óptima (A^* , grafo de visibilidad)
- Percepción basada en visión 2D (detección de líneas mediante la transformada de Hough)
- Planificación de tareas (STRIPS)



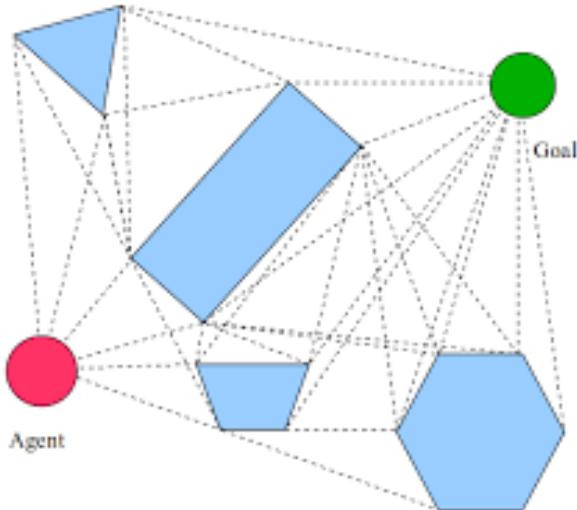
Shakey en su “mundo de bloques”





Planificación de trayectorias

- Calcular grafo de visibilidad
- Aplicar algoritmo de búsqueda de camino más corto en grafos



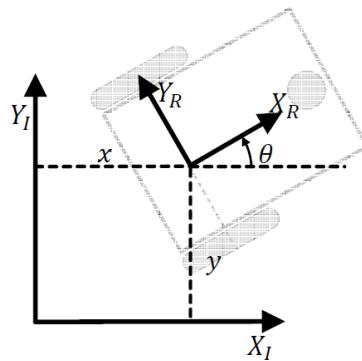
Control del movimiento

Cinemática de movimiento

- Tipos de ruedas y sus distintas restricciones
 - Restricciones de movimiento
 - Error en la odometría
- Cinemática del movimiento

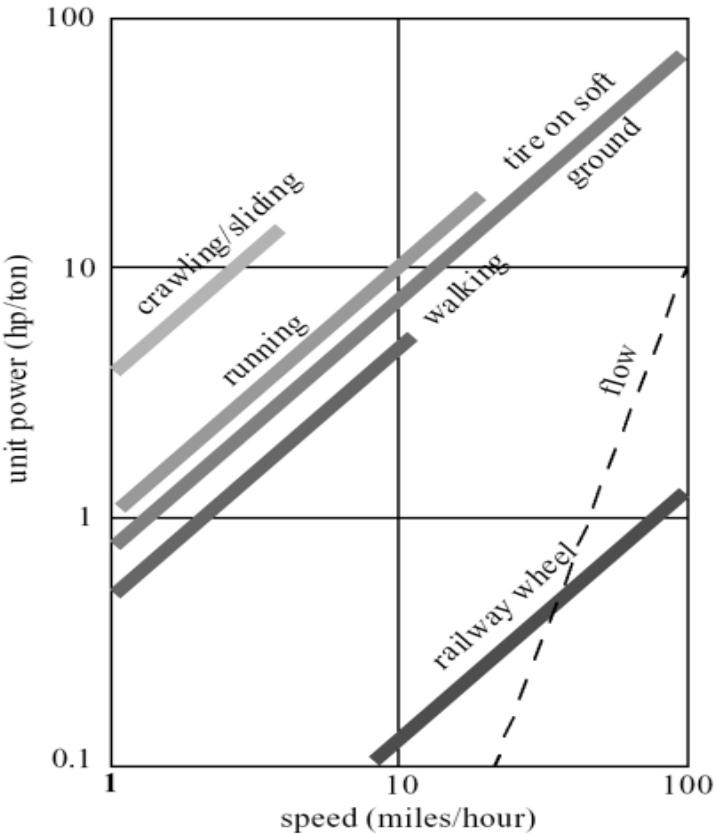
$$\begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \\ \dot{\theta} \end{bmatrix} = f(\phi_1 \dots \phi_n, \theta, \text{geometry})$$

$$\begin{bmatrix} \dot{\phi}_1 \\ \vdots \\ \dot{\phi}_n \end{bmatrix} = f(\dot{x}, \dot{y}, \dot{\theta})$$



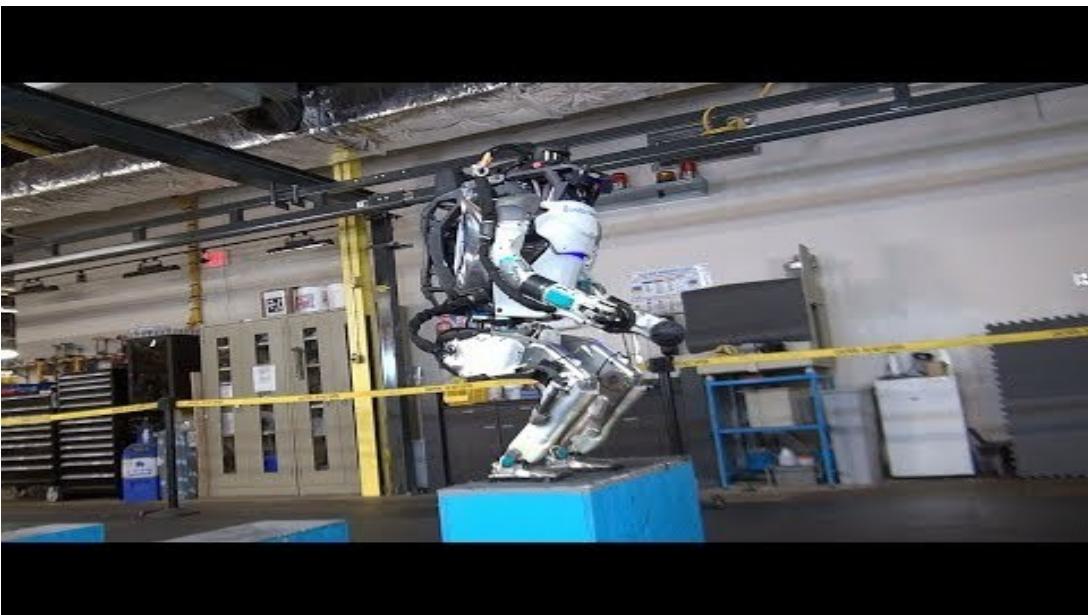
Caminar o Rodar?

- Distinto número de actuadores
- Complejidad estructural
- Coste adicional controlar el sistema de locomoción
- Eficiencia energética
 - Terreno plano, escalada, terreno intermedio, ...
- Movimiento de la masa del robot
 - Caminar y correr implica movimiento hacia arriba/abajo de la masa del robot
 - Otras pérdidas



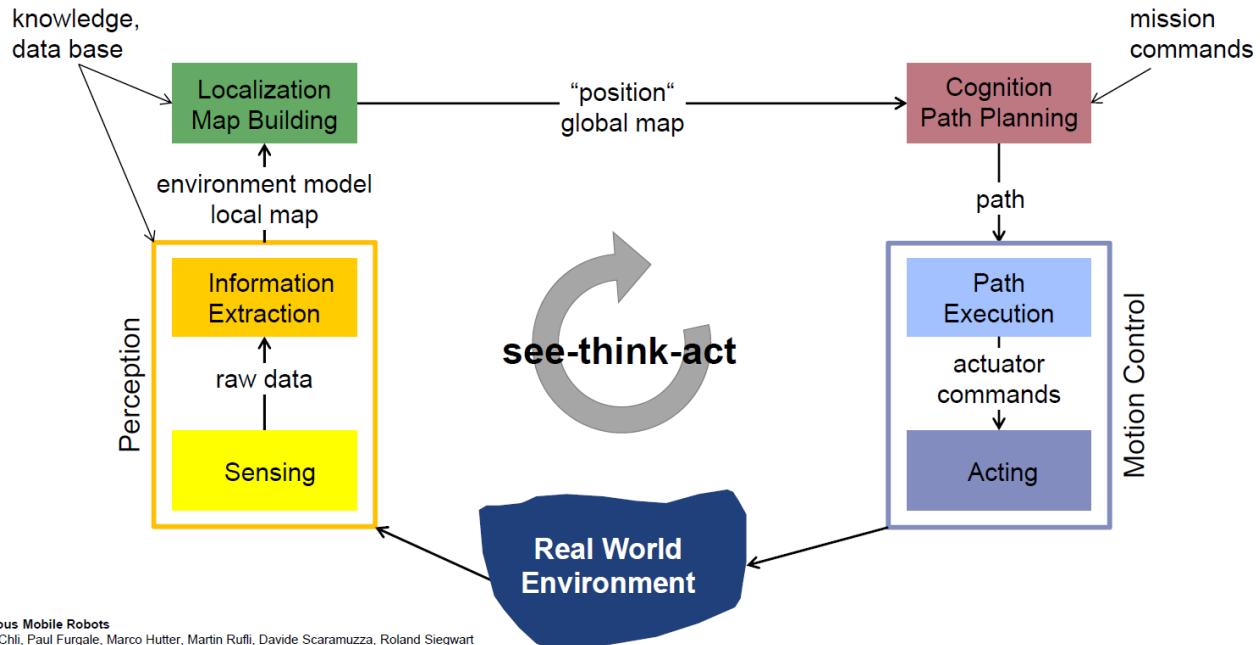
Robots caminantes

- Gran movilidad
- Gran rango de movimiento de las piernas permite maniobras complejas
- Atlas de Boston Dynamics



Ver-Pensar-Actuar

Computación en bucle

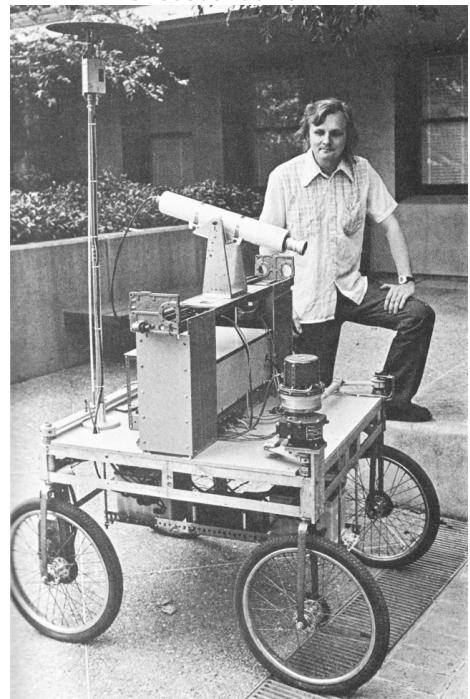


Stanford cart (1966-1979)

- Percepción 3D con visión estéreo
- Mapas 3D



Hans Moravec con el carro de Stanford,
alrededor de 1977



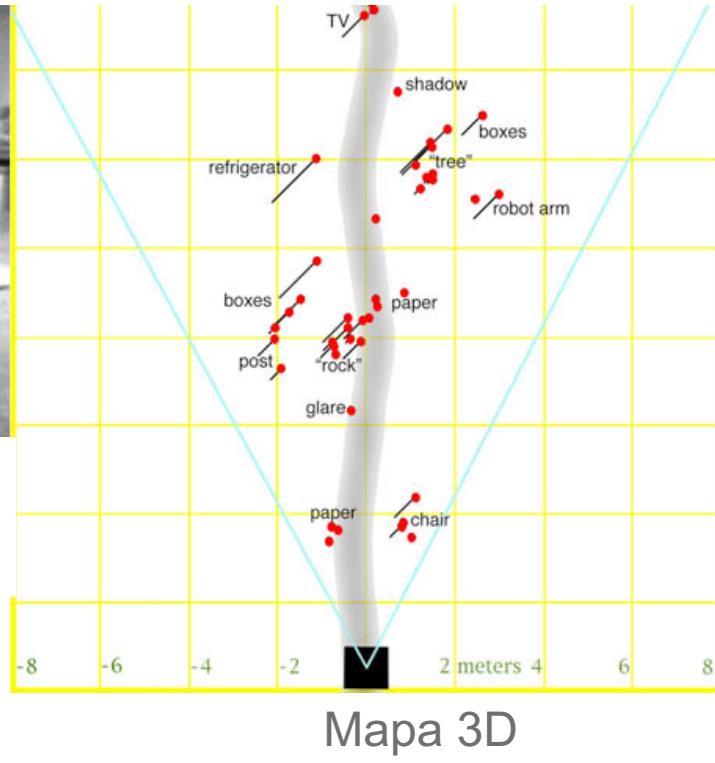
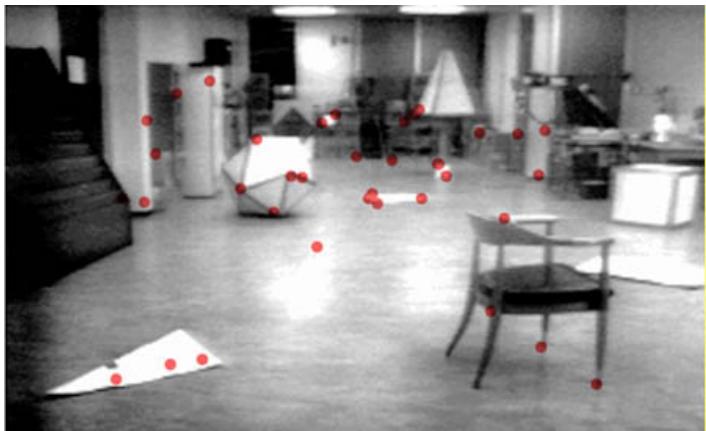
Stanford Cart

October 25, 1979

seen from back of room

In 1979, the cart successfully crossed a chair-filled room without human intervention **in about five hours**. The cart moved in **one meter spurts** punctuated by ten to fifteen minute pauses for image processing and route planning.

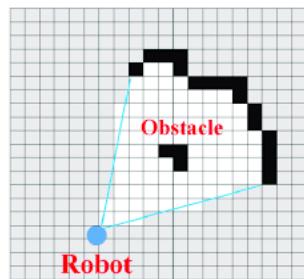
Mapeado en el carro de Stanford



Detección de características

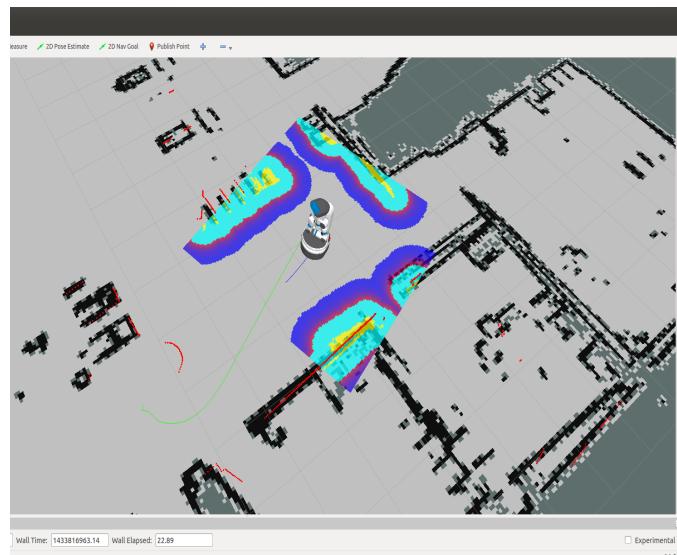
Mapeado con rejillas de ocupación

Desarrollados por Moravec y otros durante los 80



Mapeado en la actualidad

Reconstrucción 2D/3D del entorno



2D mapping (laser)



3D mapping (RGB-D)

Localización

¿Dónde estoy?

1. Consulta información de los sensores

- Ruido en los sensores
- Modelo de error

2. Movimiento del robot

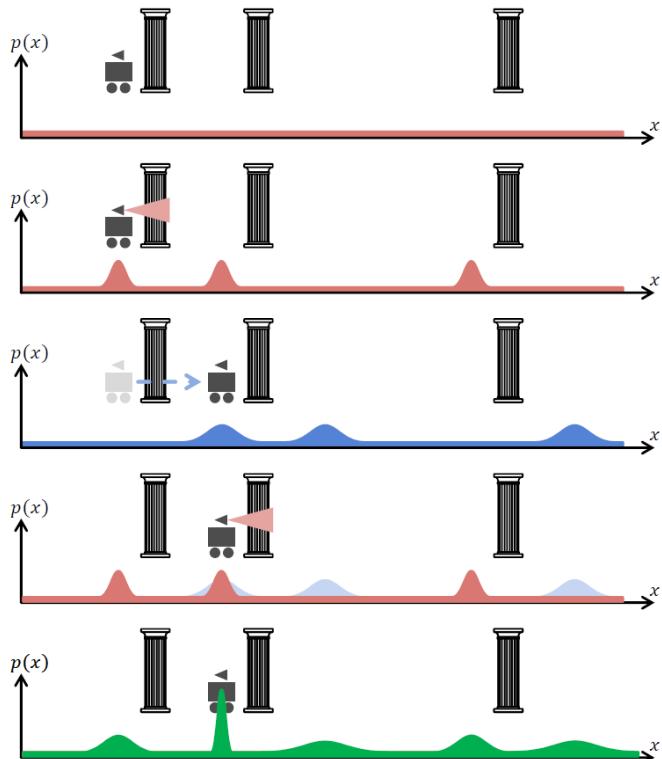
- Estimación del movimiento basada en odometría
- Acumulación de incertidumbre

3. Consulta sensores

- Detección de marcadores, localización

4. Actualización posición del robot

- Conocimiento



Sistema de evaluación

Evaluación de teoría

- Modalidad de evaluación continua.
- Se realizarán dos controles a lo largo del cuatrimestre.
- Cada control tendrá un peso del 50% sobre la nota final de teoría.
- Nota_final_teoria = Control1 * 0.5 + Control2 * 0.5.

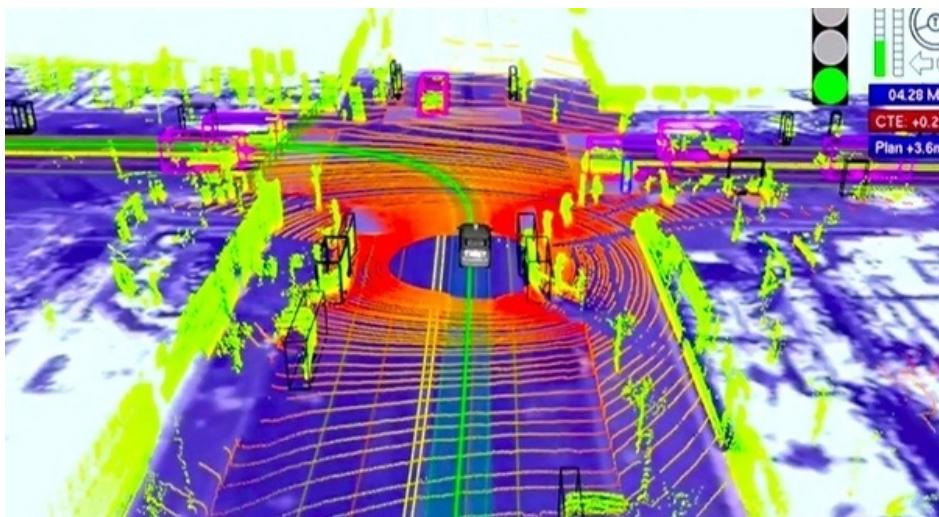
- Solo se calculará la nota final de teoría cuando la nota de los dos controles sea superior a 4. En caso contrario se tendrá que recuperar en el examen final la parte suspendida (<4).

- Modalidad de evaluación mediante examen final.

SLAM

Simultaneous Localization And Mapping

- Localizar un robot en la escena requiere de un mapeado previo
- Mapear el entorno requiere conocer la pose del robot
 - “El problema del huevo y la gallina”



Índice

Motivación
Temario
Normas de la asignatura

Temario

Robots móviles

- Tema 1: Introducción a la robótica móvil
- Tema 2: Cinemática de los robots móviles
- Tema 3: Localización y mapeado
- Tema 4: Planificación de trayectorias y navegación
- Tema 5: Métodos de evitación de obstáculos

- Profesores:
 - Otto Colomina Pardo otto@dccia.ua.es
 - Tutorías: L 13:00 - 15:00
J 10:00 - 12:00

Índice

Motivación
Temario
Normas de la asignatura

Sistema de evaluación

Evaluación de teoría

- Modalidad de evaluación continua.
 - Se realizarán dos controles a lo largo del cuatrimestre.
 - Cada control tendrá un peso del 50% sobre la nota final de teoría.
 - Nota_final_teoria = Control1 * 0.5 + Control2 * 0.5.
 - Solo se calculará la nota final de teoría cuando la nota de los dos controles sea superior a 4. En caso contrario se tendrá que recuperar en el examen final la parte suspendida (<4).
- Modalidad de evaluación mediante examen final
 - Fecha de examen oficial en enero. Examen con dos partes correspondiendo a los dos parciales. Se podrán recuperar parciales individuales

Sistema de evaluación

Evaluación de prácticas

- Si la nota de todas las prácticas es mayor o igual a cuatro, la nota de prácticas es la media entre todas, en caso contrario la nota de prácticas es la menor de todas.
- Nota_final_practicas = nota_practica1 * 0.1 + nota_practica2 * 0.45 + nota_practica3 * 0.45
- La **asistencia no es obligatoria**, pero sí recomendada, además en algunas sesiones necesitaréis usar los robots (turtlebot 2)



Sistema de evaluación

Nota final

- Controles de teoría (evaluación continua) o examen final (50%)
- Prácticas de laboratorio (50%)

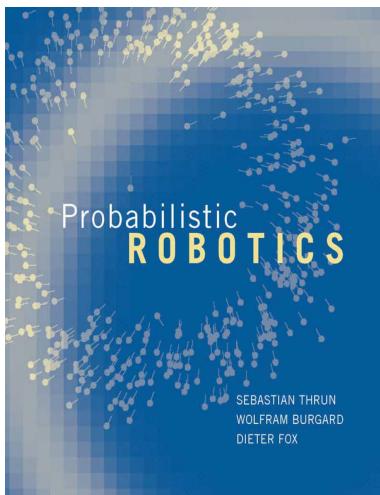
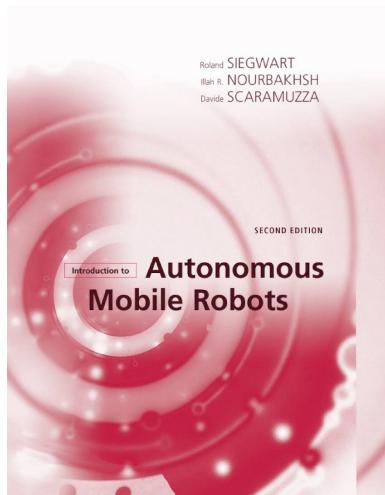
Sistema de evaluación

Convocatoria extraordinaria (julio)

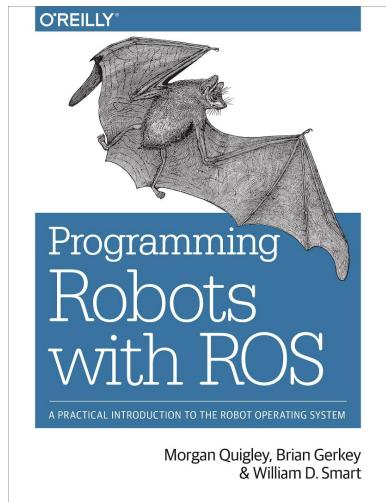
- Se conservan las notas obtenidas en la convocatoria ordinaria en aquellas partes (teoría o prácticas) con nota igual o superior a 5.
- Los que tengan la teoría suspendida realizarán un examen teórico.
- Los que tengan alguna práctica suspendida deberán entregar el material práctico que se proponga en el plazo que se establezca para esta convocatoria.

Bibliografía básica

Teoría



Prácticas



<https://www.oreilly.com/library/view/programming-robots-with/9781449325480/?ar> (acceso online creando una cuenta con vuestro email de la UA)