

Robots Móviles

Presentación y normas de la asignatura

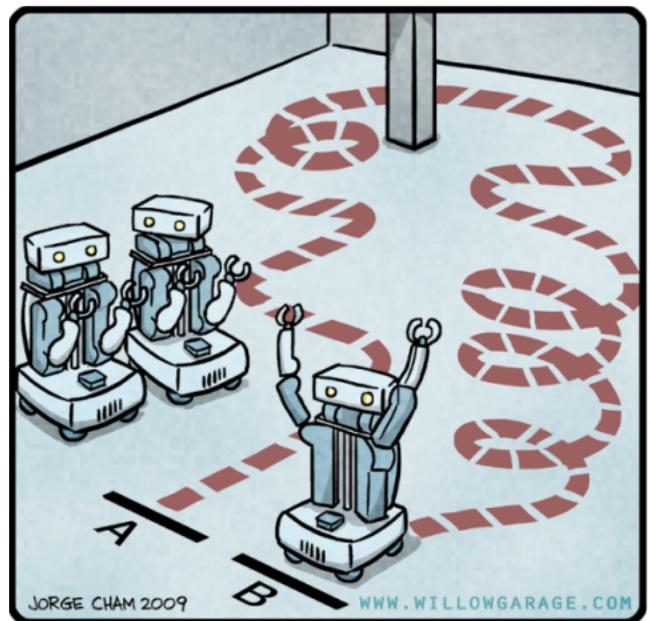
Otto Colomina Pardo
Dpto. Ciencia de la Computación e IA

Índice

Contenidos
Organización
Evaluación

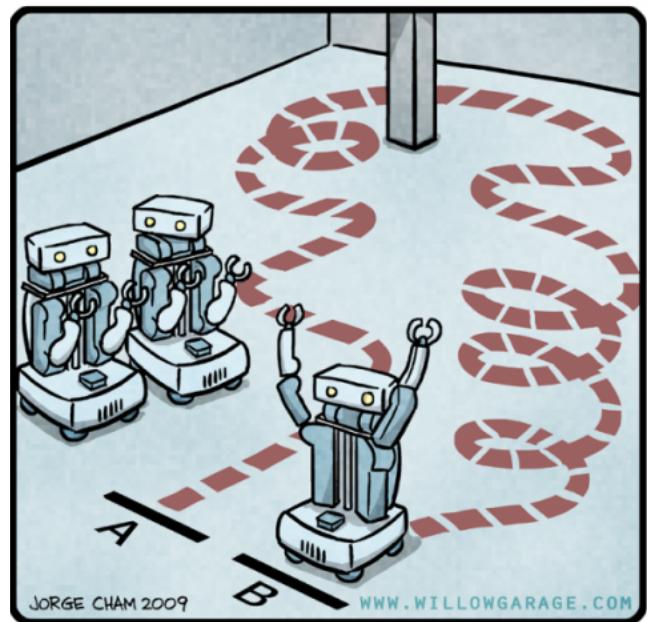
El problema de la robótica móvil

En su variante más básica, el problema de los robots móviles **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"?

- Dónde estoy (localización)
- A dónde quiero ir, cuál es la mejor trayectoria para hacerlo
 - Necesitamos un mapa, puede que lo tengamos que crear (mapeado)
 - De entre todas las trayectorias posibles, ¿cuál es la óptima? (planificación de trayectorias)
- Cómo moverme para seguir la trayectoria planificada (cinemática)



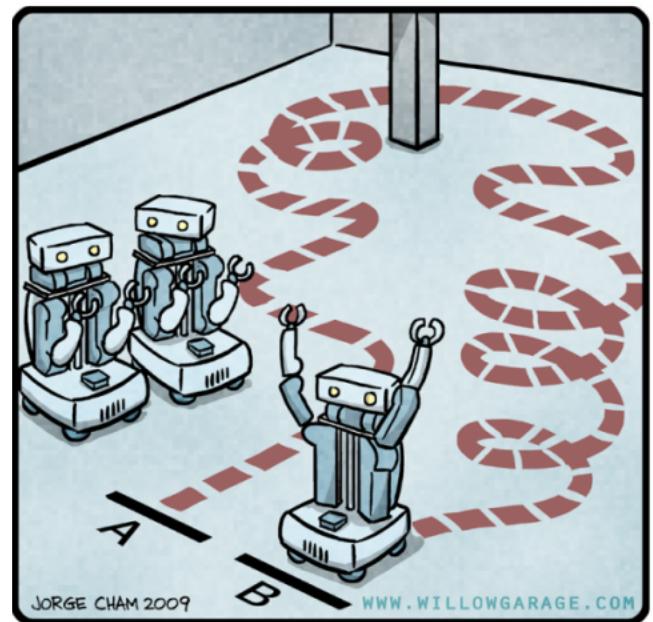
JORGE CHAM 2009

WWW.WILLOWGARAGE.COM

"HIS PATH-PLANNING MAY BE
SUB-OPTIMAL, BUT IT'S GOT FLAIR."

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

- Mientras me estoy moviendo
 - Localizarme continuamente
 - No chocar con los obstáculos por el camino (percepción del entorno, evitación de obstáculos)
 - Replanificar si un camino no es posible (p.ej. puerta cerrada)
 - Cómo coordino la ejecución de todos estos procesos (arquitectura de control)

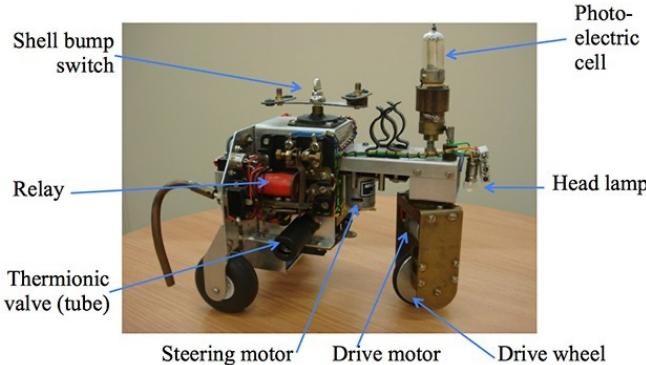


Temario

- Tema 1: Sistemas de locomoción y tipos de robots
- Tema 2: Cinemática de los robots móviles
- Tema 3: Localización y mapeado de un robot móvil
- Tema 4: Planificación de trayectorias y navegación
- Tema 5: Métodos de evitación de obstáculos

Las "tortugas" de Grey Walter (1951)

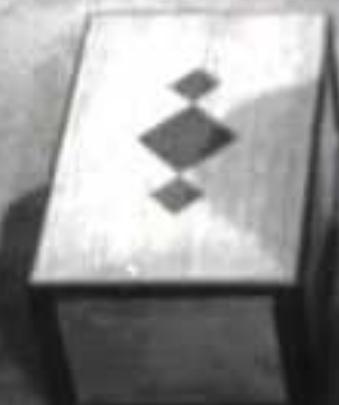
Dispositivos puramente electromecánicos (*sin programación*) que con circuitos sencillos sorprendentemente podían realizar comportamientos “complejos” (*ir hacia la luz/evitarla, “evitar” obstáculos*) ([más info](#))



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



ATH

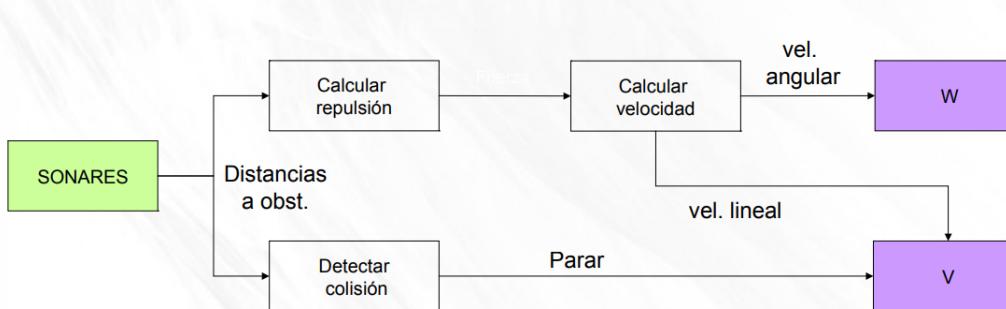
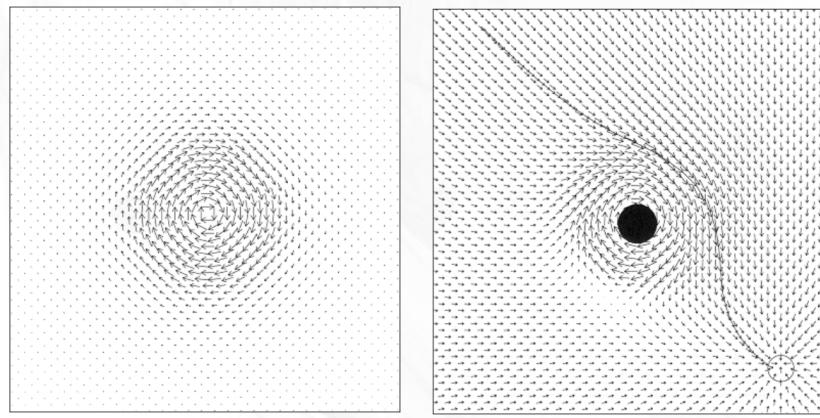


Robótica reactiva (80s) (*tema 4*)

Combinación de conductas elementales

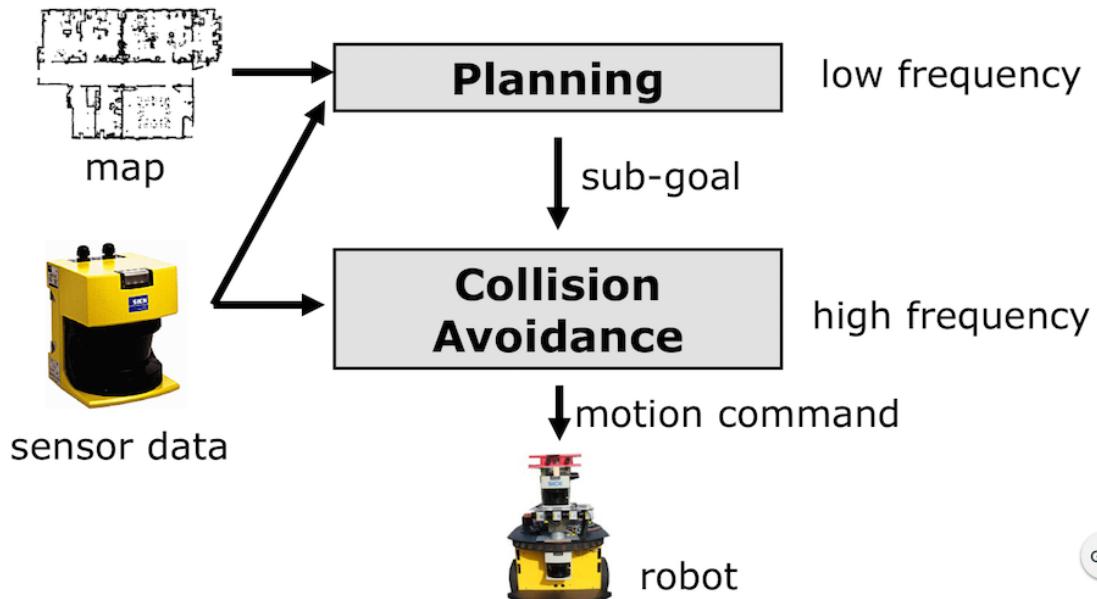
Permite resolver el cálculo de trayectorias y la evitación de obstáculos

No necesitamos mapa



Arquitecturas robóticas en la actualidad

Classic Two-layered Architecture



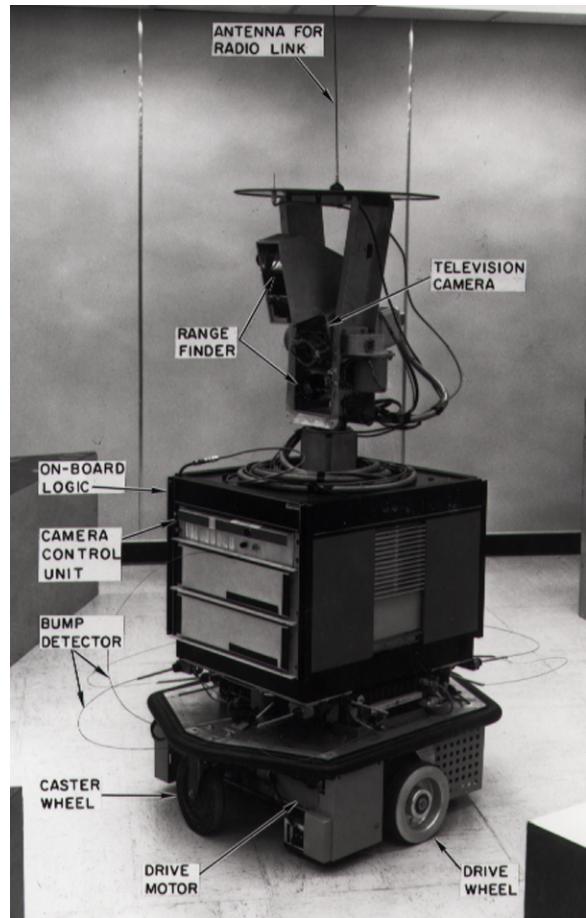
Shakey (1966-1972)

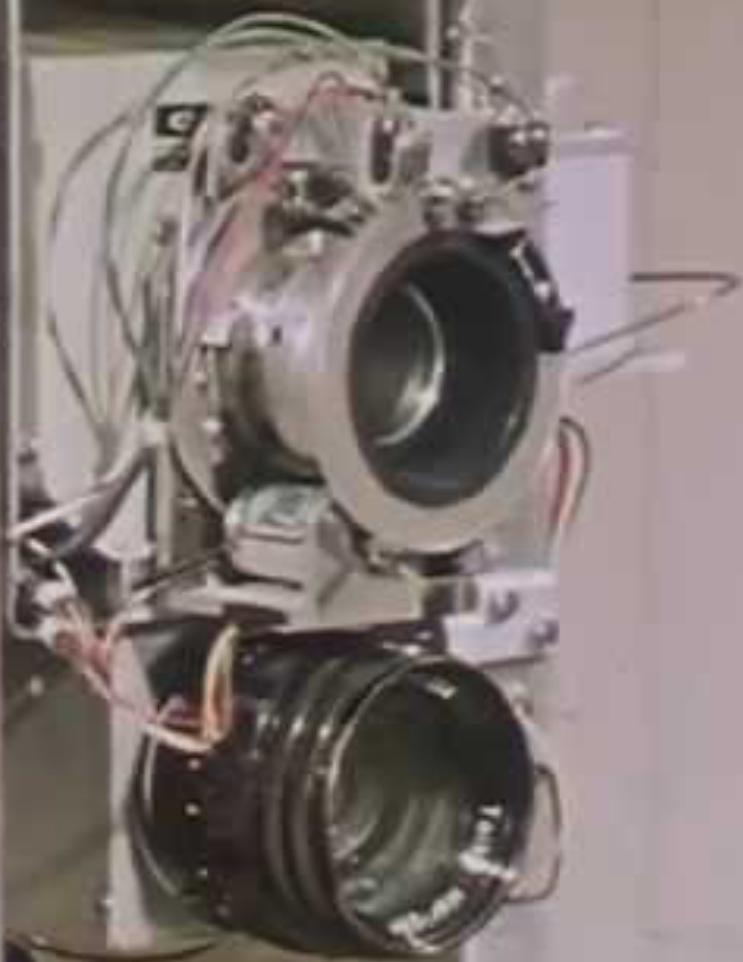
El primer robot móvil de propósito general basado en visión y capaz de razonar sobre sus propias acciones

- 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)



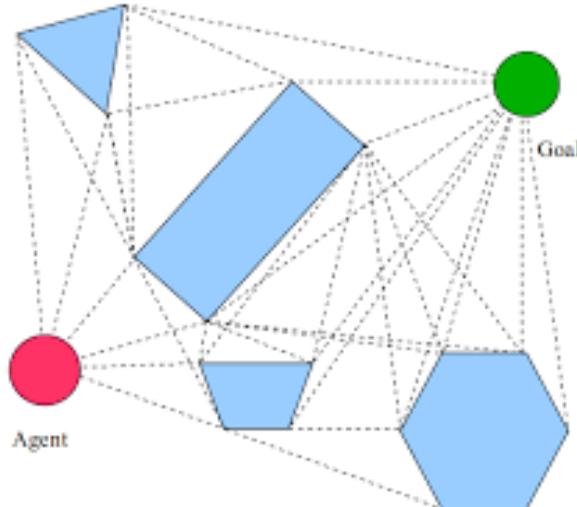
Shakey en su “mundo de bloques”





Planificación de trayectorias (*tema 4*)

- Calcular grafo de visibilidad
- Aplicar algoritmo de búsqueda de camino más corto en grafos (por ejemplo, A*)



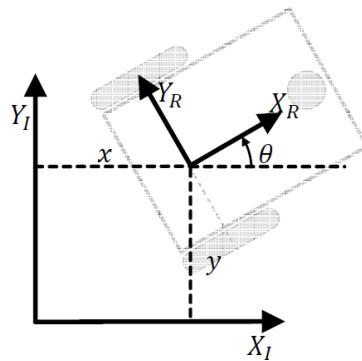
Control del movimiento (*tema 2*)

Cinemática de movimiento

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

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

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

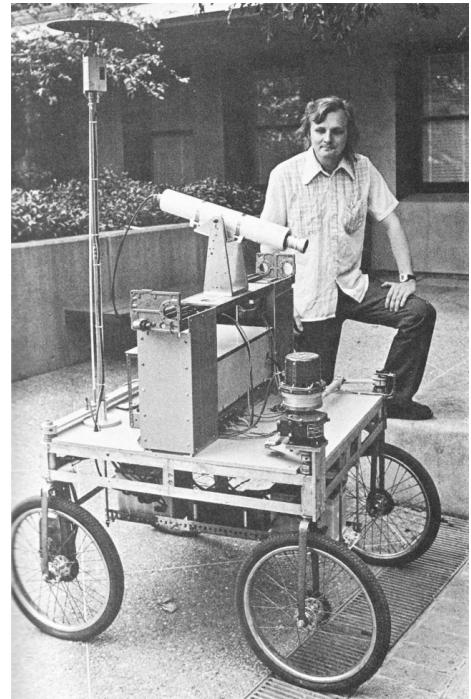


Stanford cart (1966-1979)

- Paradigma see/think/act
- Percepción 3D con visión estéreo
- Mapas 3D



Hans Moravec con el carro de Stanford,
alrededor de 1977



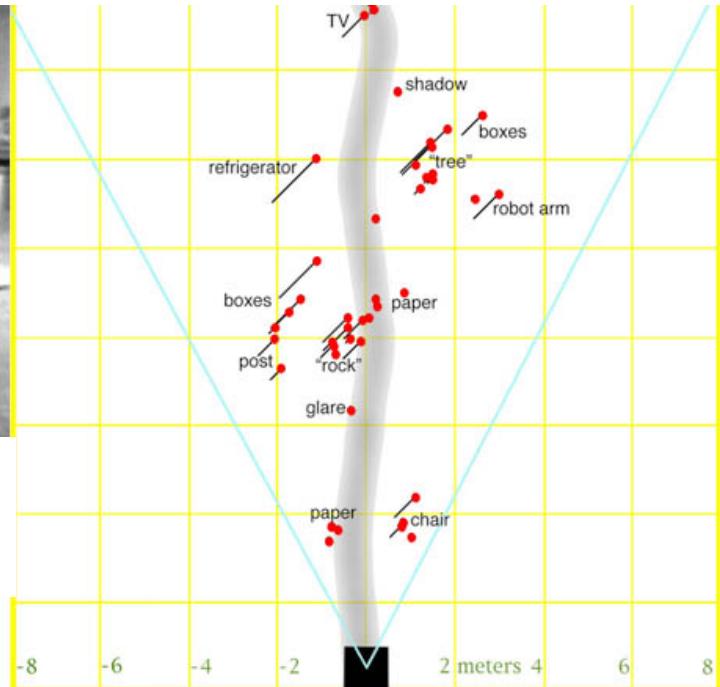
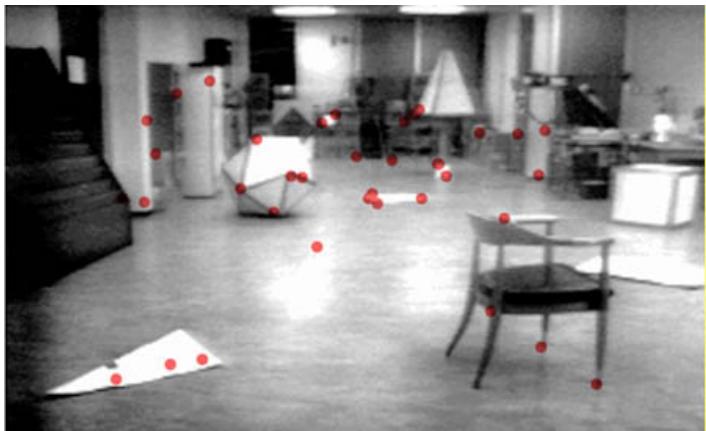
Stanford Cart

October 25, 1979

seen from back of room

In 1979, el carro cruzó una habitación llena de sillas de modo autónomo en unas cinco horas. El carro se movió en intervalos de un metro intercalados con pausas de quince minutos para hacer procesamiento de imágenes y cálculo de trayectorias

Mapeado en el carro de Stanford

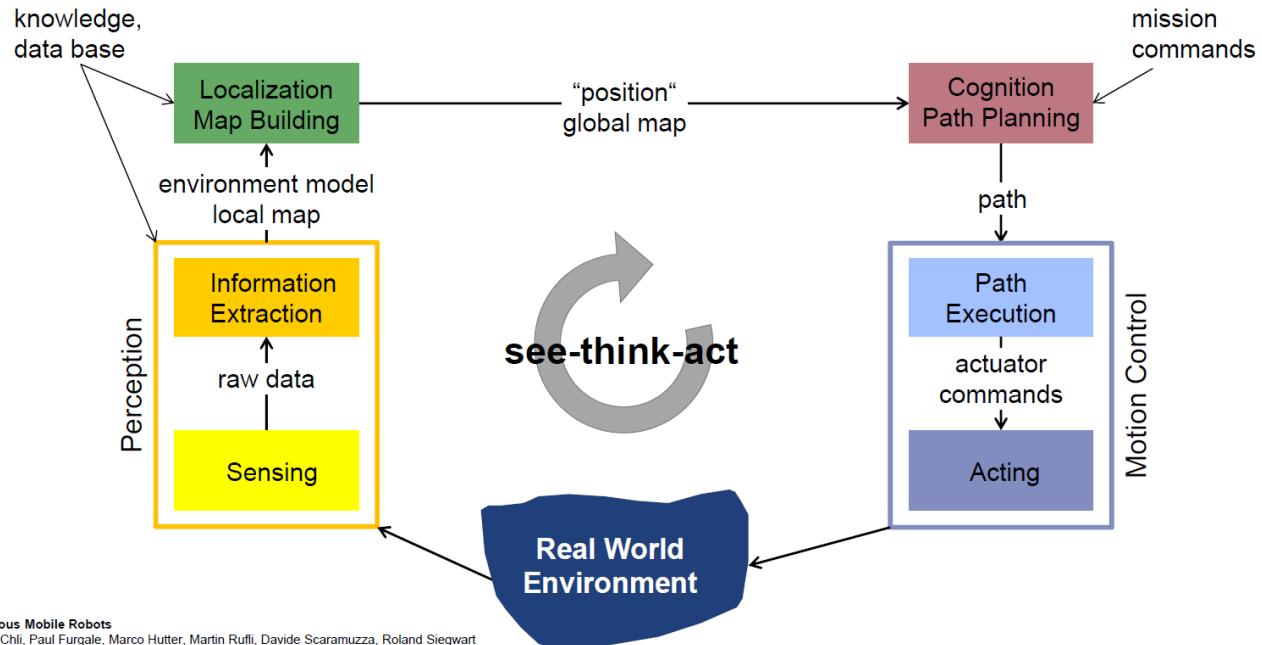


Detección de características

Mapa 3D

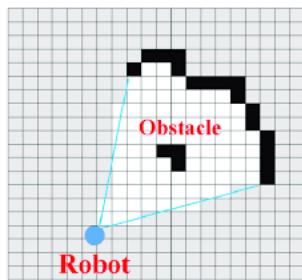
Arquitecturas de control de robots (tema 4)

Computación en bucle



Mapeado con rejillas de ocupación (*tema 3*)

Desarrollados por Moravec y otros durante los 80



Para poder aplicar estos algoritmos debemos tener resuelta la localización del robot

Localización (*tema 3*)

¿Dónde estoy?

1. Consulta información de los sensores

- Ruido en los sensores
- Modelo de error

2. Movimiento del robot

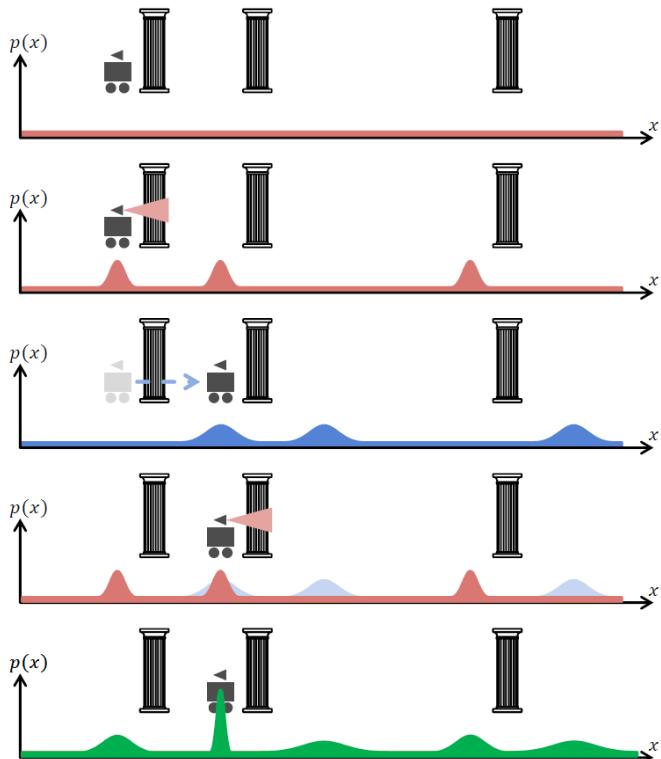
- Estimación del movimiento basada en odometría
- Acumulación de incertidumbre

3. Consulta sensores

- Detección de marcadores, localización

4. Actualización posición del robot

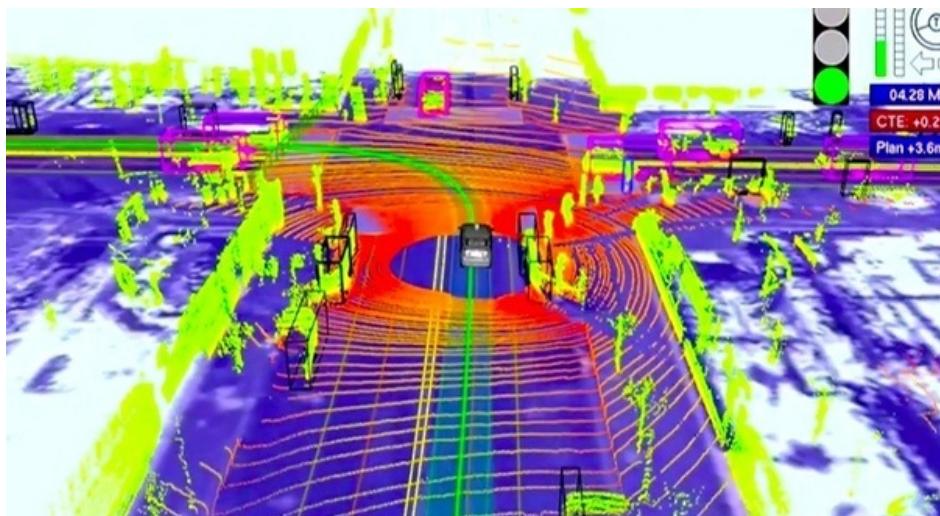
- Conocimiento



SLAM (*tema 3*)

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

Contenidos
Organización
Evaluación

Docencia dual 😞 en clase de teoría

- **Explicaciones teóricas** (aprox. 45 minutos)
 - Se grabarán y dejarán en la web si es posible
 - Para complementar, es posible que haya algún video corto adicional o artículos a leer, a veces se dejará tiempo de clase para ello
- **Ejercicios** (aprox. 30 minutos)
 - Ejercicios a realizar de manera individual en clase
- **Preparación de los trabajos en grupo** (aprox. 25 minutos)
 - Búsqueda/estudio de material
 - Resolver dudas
 - Puesta en común (dentro de lo posible... 😔)

Asistencia

- En general, no es obligatoria ni en teoría ni en prácticas
- Eso sí, para hacer prácticas en casa necesitaréis un software específico (ROS)
- Sí que habrá algunas semanas de trabajo presencial con el robot, y esas semanas tendréis que venir (cada uno/a cuando le toque)



Índice

Contenidos
Organización
Evaluación

Evaluación

- Prácticas (50% nota)
- Ejercicios de clase (25% nota)
- Trabajos en grupo (25% nota)

Prácticas (50% nota)

- Prácticas evaluables
 - Práctica 1: Introducción a ROS y evitación de obstáculos (10%)
 - Práctica 2: Mapeado y localización (30%)
 - Práctica 3: Programación de tareas en robots móviles (40%)
 - Sesiones de trabajo con el robot (20%)
- Sesiones guiadas (las primeras semanas)
 - Introducción a Python
 - Introducción a ROS como usuario y desarrollador

Ejercicios de clase (25%)

- El objetivo es consolidar los conceptos vistos en clase de teoría
- Se deben realizar y terminar durante el horario de clase (se entregan en la web), **no se admitirán entregas posteriores**
- Algunos podrán hacerse sobre papel y otros requerirán ordenador, cuando vaya a hacer falta ordenador avisaré con antelación (para que los que vengáis en presencial lo podáis traer)

Trabajos en grupo (25%)

- Trabajos sobre temas complementarios o que no se pueden ver en profundidad en la asignatura
- 2 trabajos durante el curso, a desarrollar en **grupos de 2-3 personas**. Reservaremos un tiempo de cada clase a avanzar en el trabajo
- Idealmente un trabajo debería tener una parte de conceptos y otra parte práctica (tutorial de un software, ejemplo de aplicación de un algoritmo, demo...), aunque podría haber trabajos totalmente teóricos
- Entregable del trabajo: video (Youtube o similar) y/o documento
- Estas primeras semanas no empezamos todavía, más adelante se publicará
 - Una lista de posibles temas, aunque podéis proponer los vuestros
 - Una guía de evaluación (p. ej. Se valorarán más los trabajos con parte práctica, con video, ...)