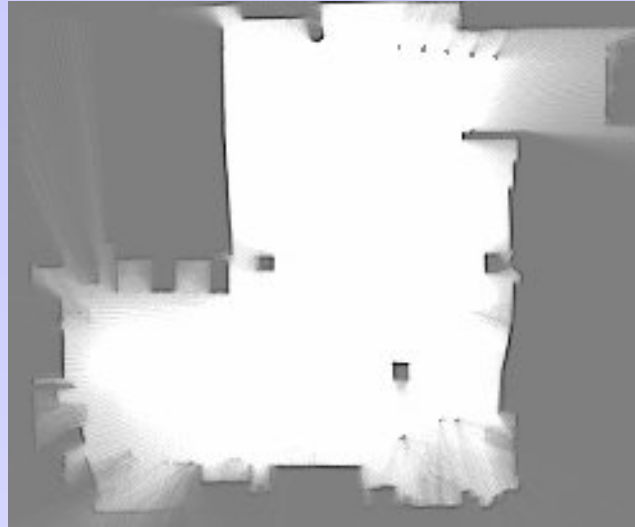




Introducción a la Robótica

L. Enrique Sucar
INAOE



Sesión 7: Representación del ambiente (mapas)

Introducción a la Robótica

L. Enrique Sucar

Contenido

- Introducción
- Descomposición espacial
- Mapas Geométricos
- Mapas topológicos
- Mapas semánticos

Representación del espacio

- Una representación interna del **espacio** puede servir para al menos 3 objetivos:
 1. Identificar el espacio libre (o los obstáculos)
 2. Reconocer regiones en el ambiente
 3. Reconocer objetos en el ambiente

Mapas

- Modelo del ambiente – generalmente se representa el espacio libre y el espacio ocupado (obstáculos) mediante una representación geométrica: ***un mapa***

Mapas

- Tipos de mapas:
 - Mapas métricos
 - Descomposición espacial
 - Representaciones geométricas
 - Mapas topológicos
 - Mapas semánticos

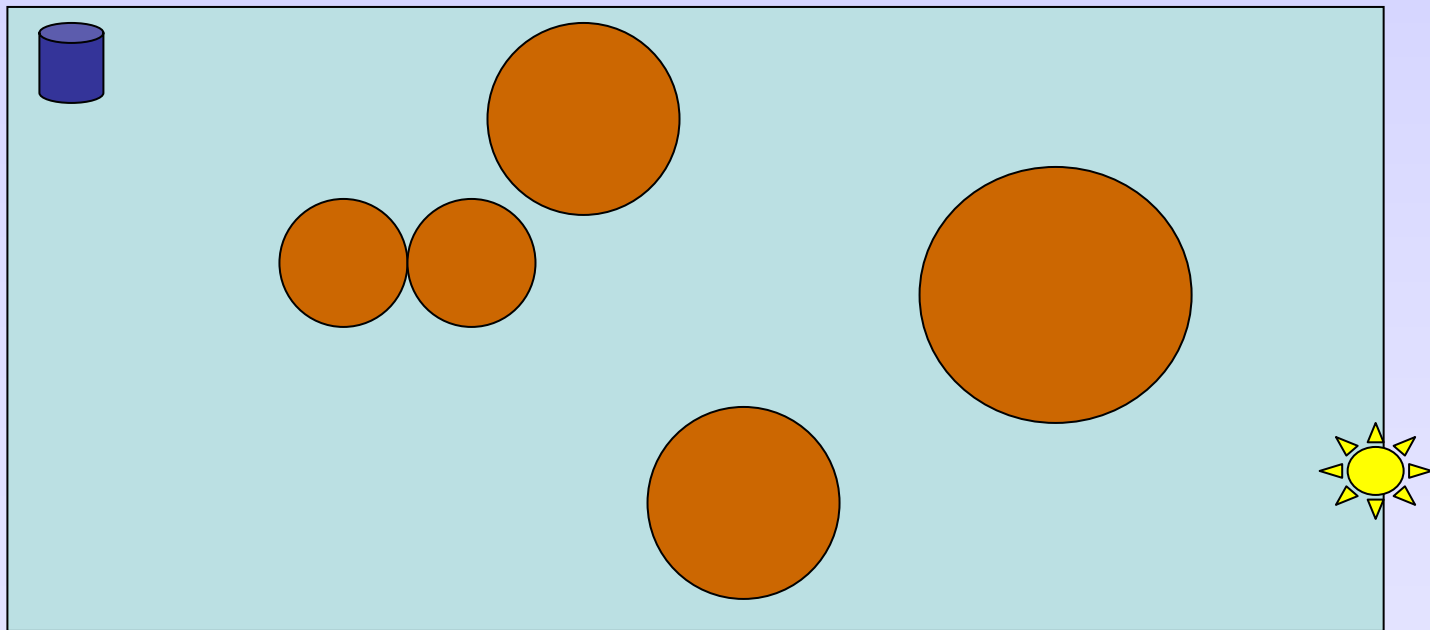
Mapas Métricos

- Se representa el espacio libre y/o obstáculos mediante medidas espaciales (geométricas).
- Dos formas básicas:
 - descomposición o rejillas
 - geométrico

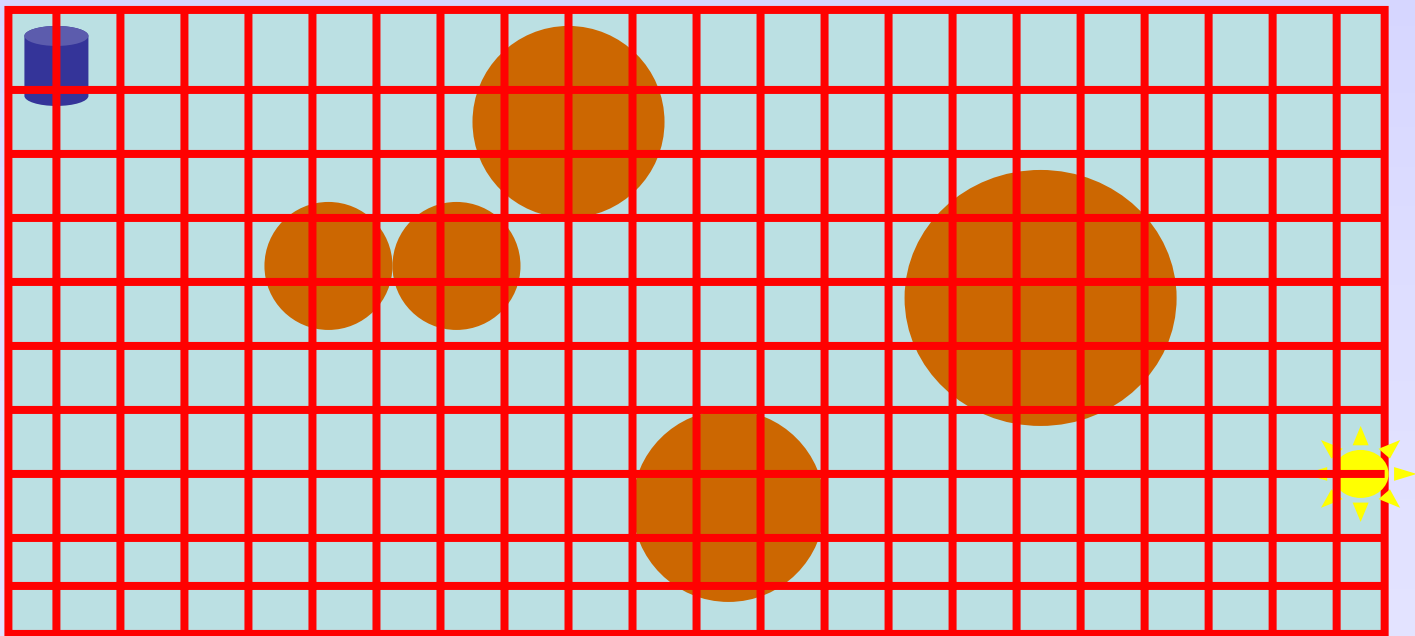
Descomposición espacial

- Se representa el espacio libre / obstáculos mediante una discretización en un conjunto de celdas básicas, por medio de una rejilla de ocupación espacial (*occupancy grids*)
- Tipos de rejillas:
 - Binarias (*bitmap*) o probabilísticas
 - Uniformes o jerárquicas

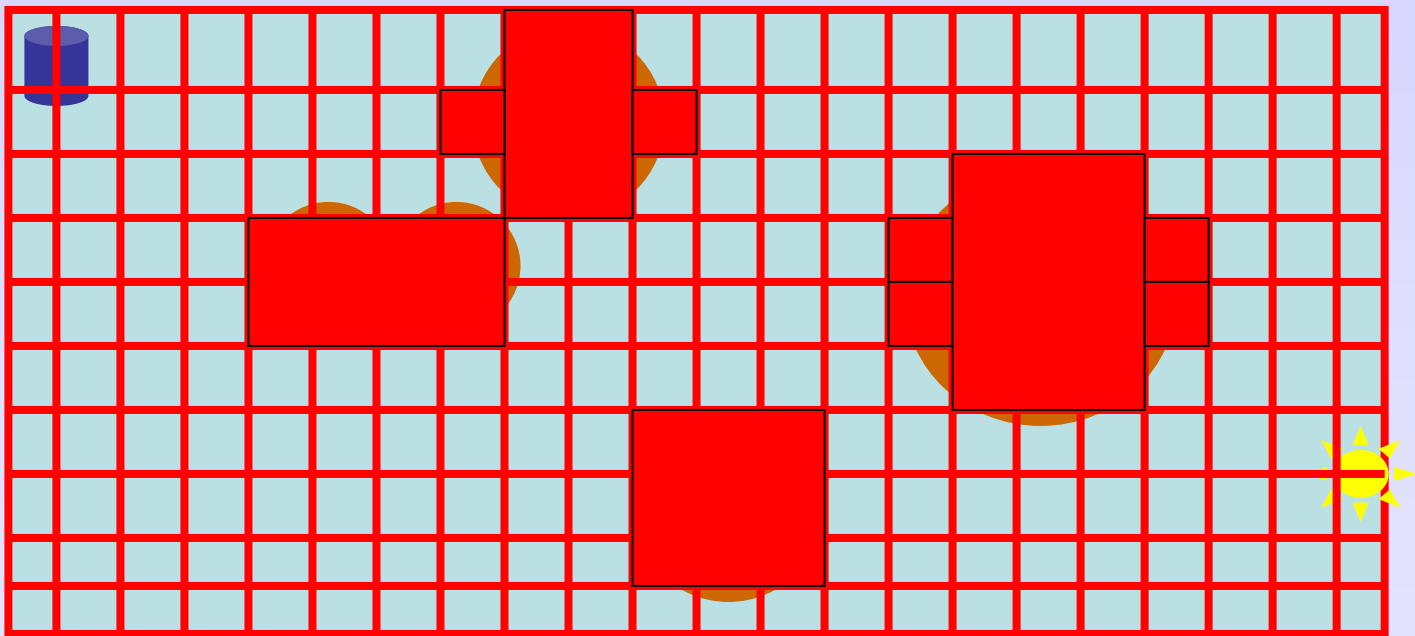
Mapas de Rejilla



- Rejilla uniforme



- Obstáculos / espacio libre

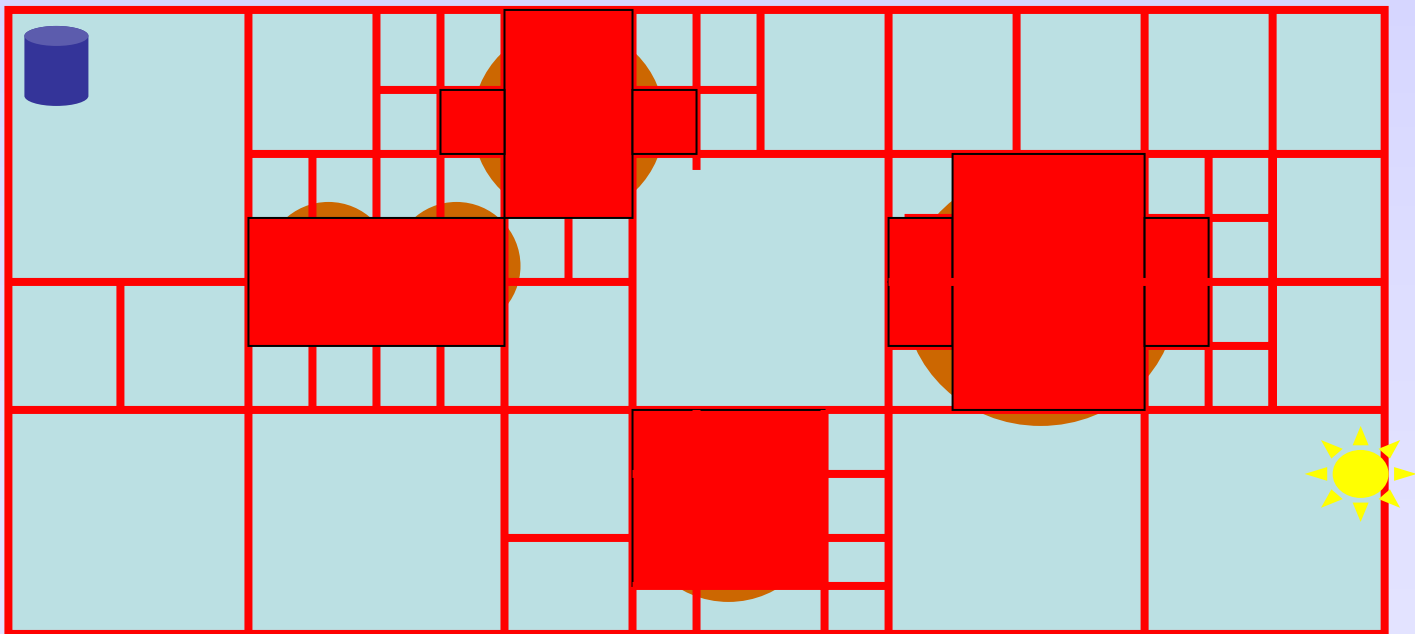


Otras descomposiciones espaciales

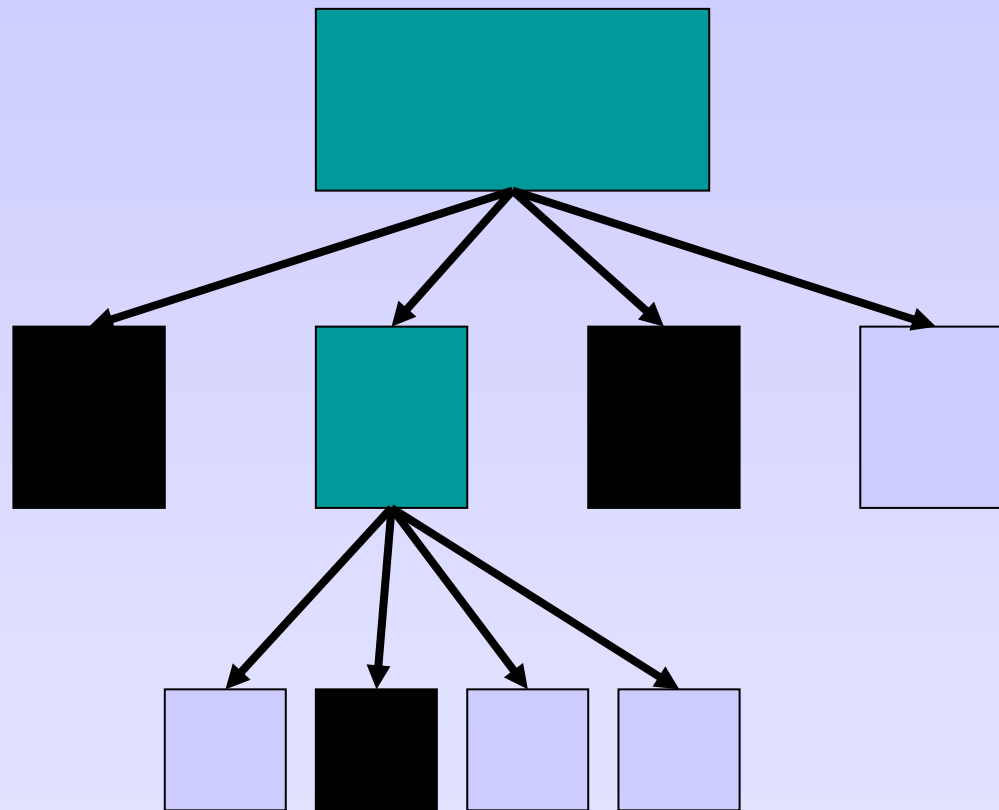
- Una desventaja de una rejilla uniforme es el alto número de elementos requerido para espacios grandes (en particular en 3-D)
- Otras alternativas:
 - Quadtree (árboles cuaternarios)
 - BSP (árboles de partición del espacio)
 - Decomposición *exacta*

Ejemplo

- quadtree

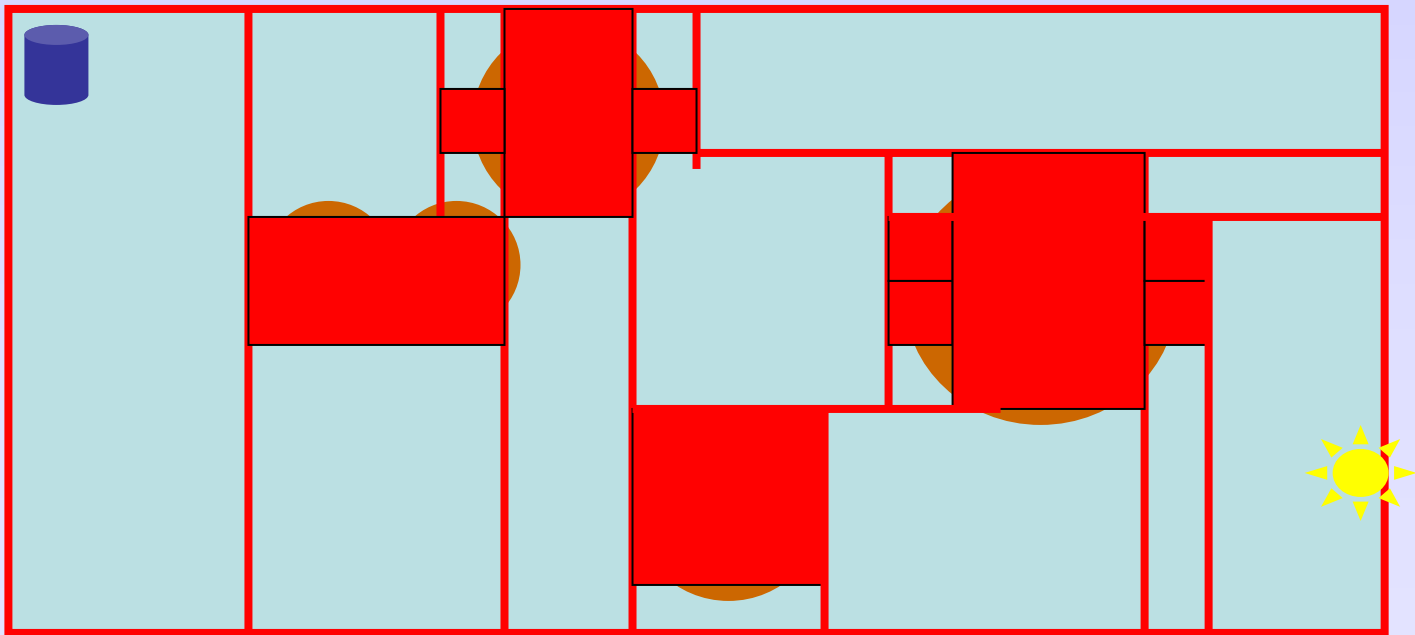


Quadtree

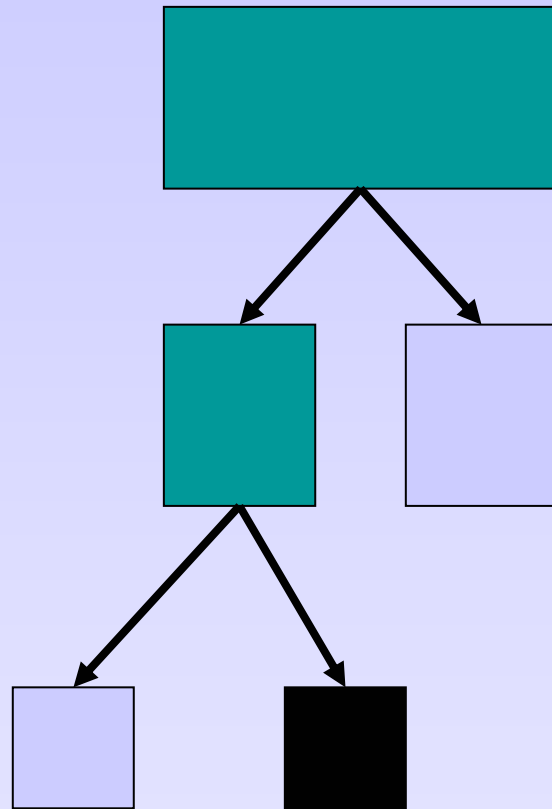


Ejemplo

- BSP

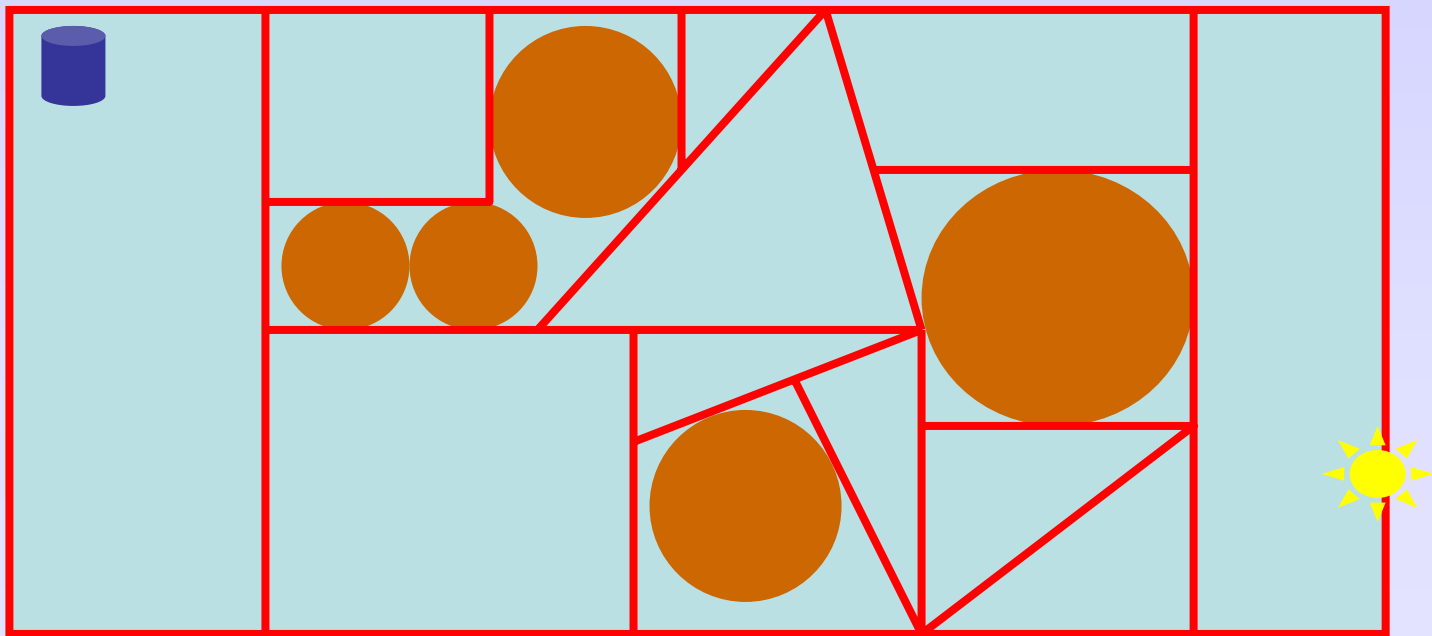


BSP



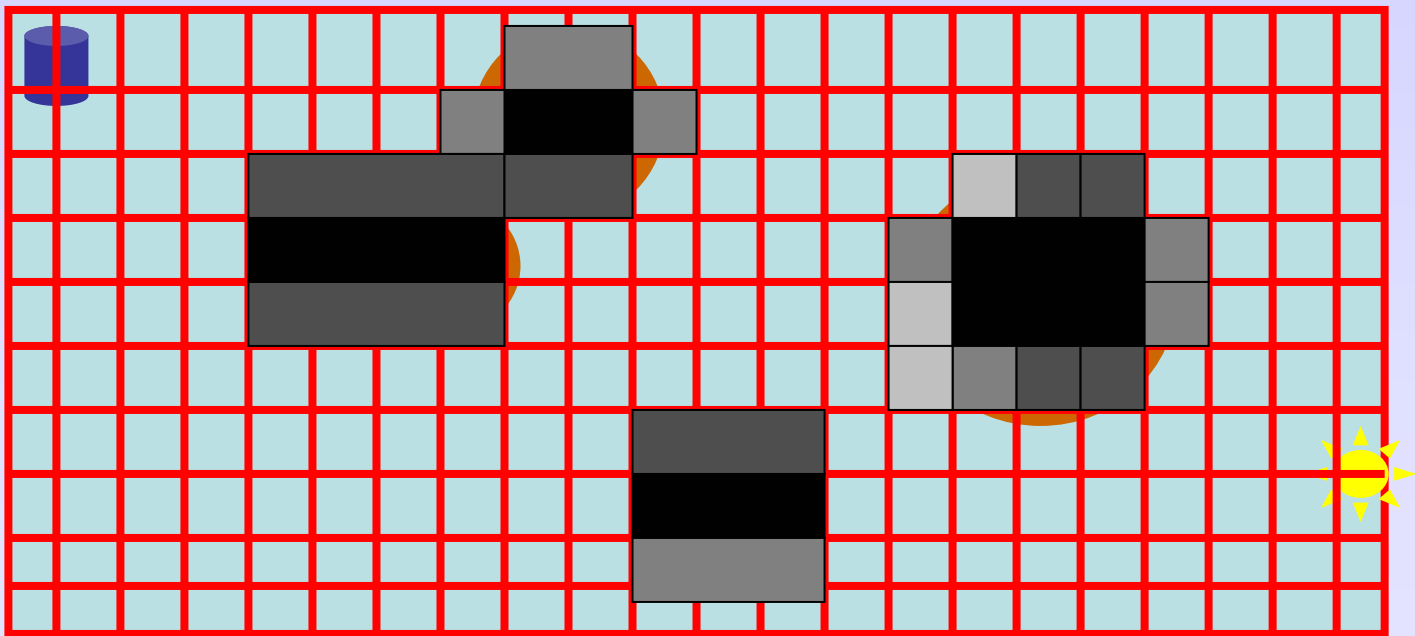
Ejemplo

- exacto



Mapa de Rejilla Probabilístico

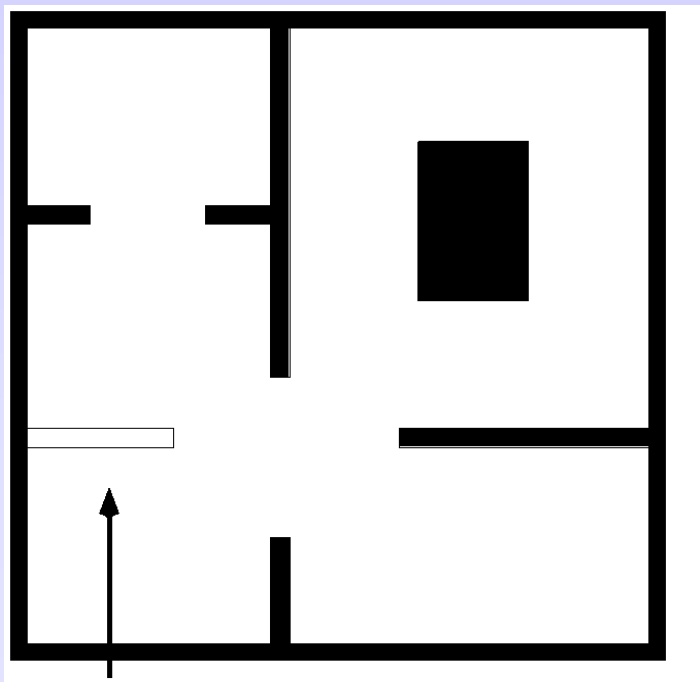
- Cada celda tiene asociada una probabilidad de estar ocupada



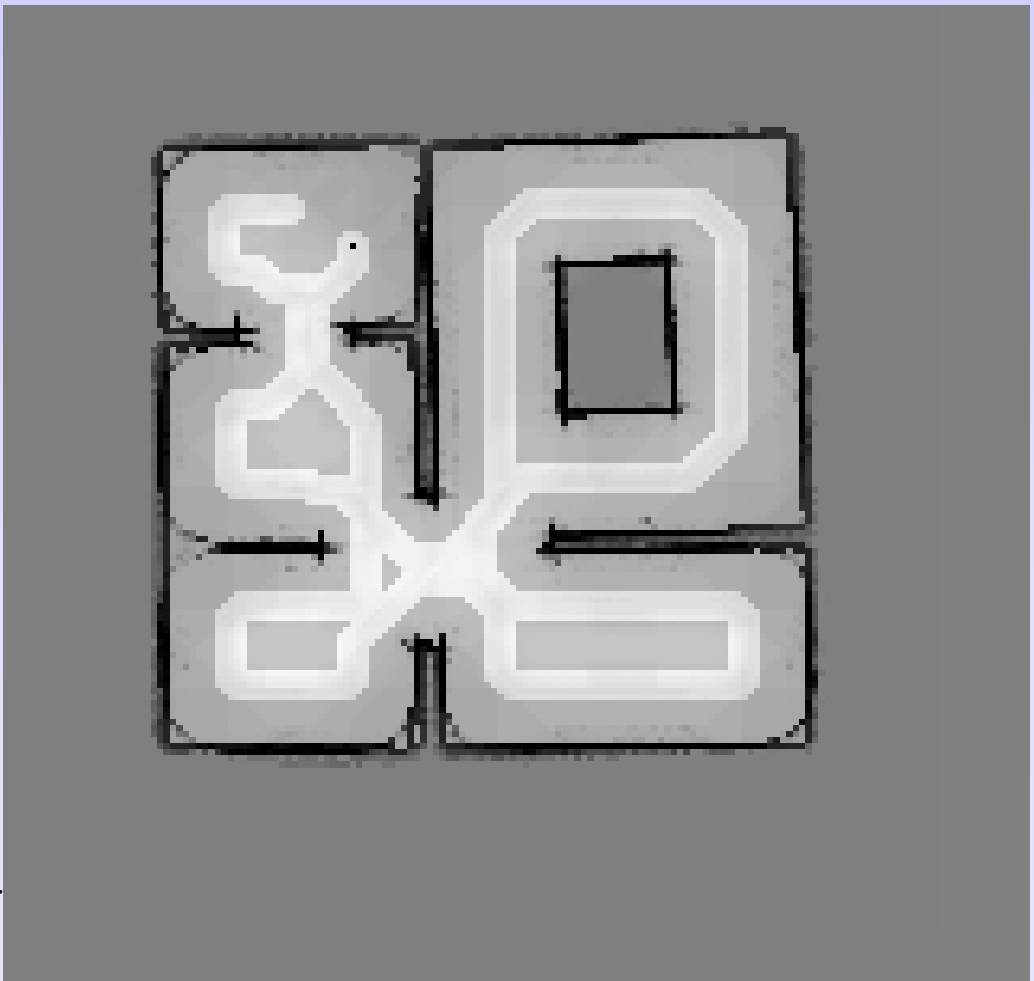
Mapa probabilístico: simulación

Mapa

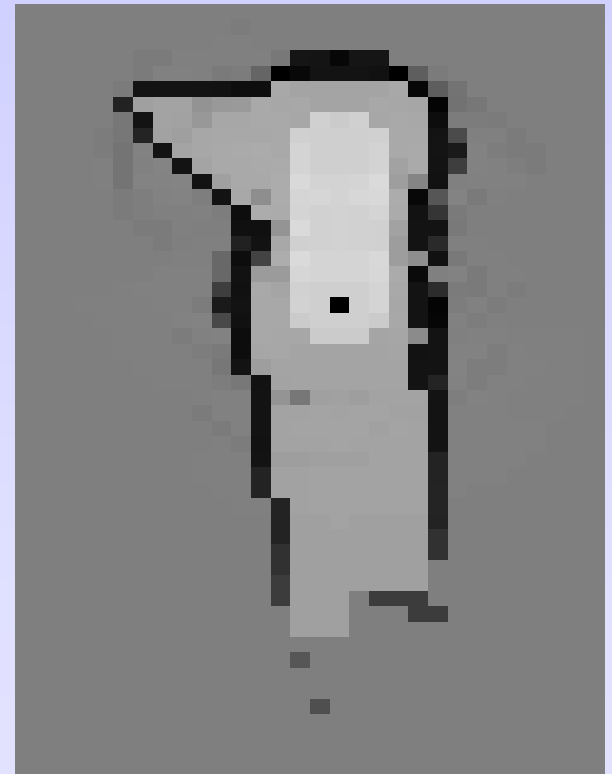
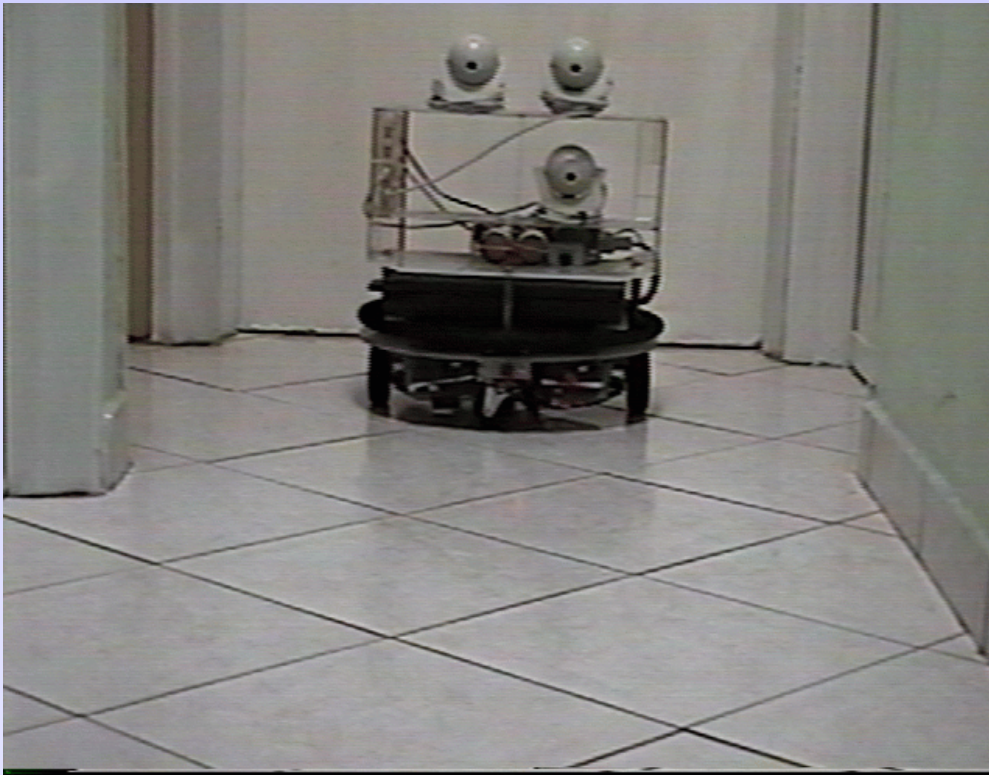
Ambiente simulado



Pared transparente



Mapa probabilístico: robot real



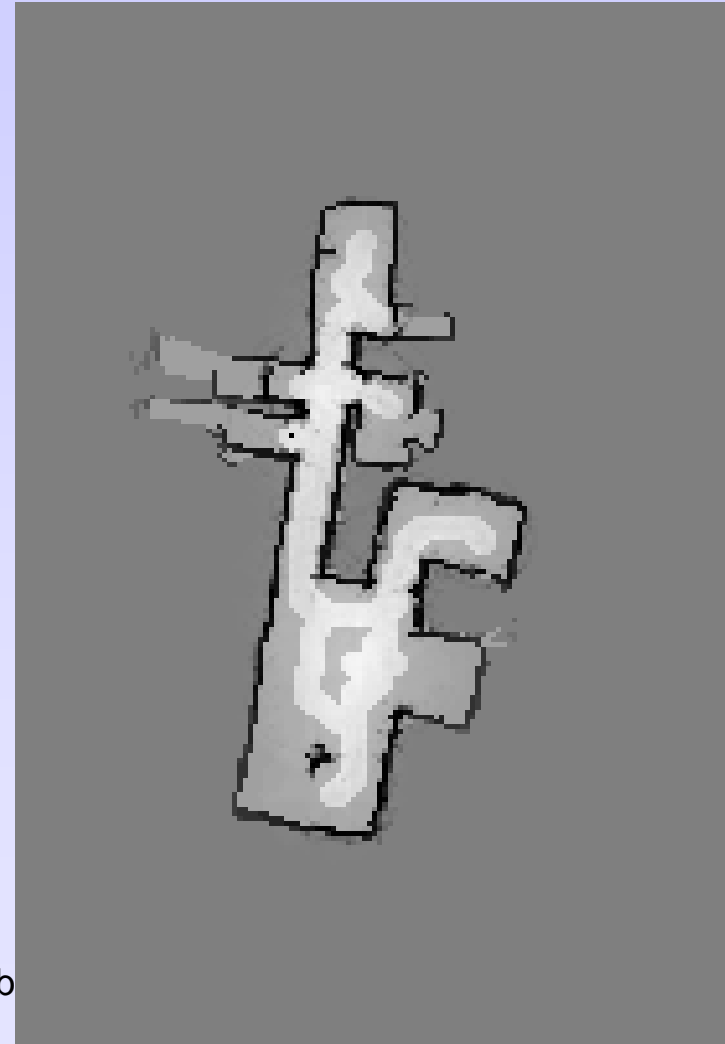
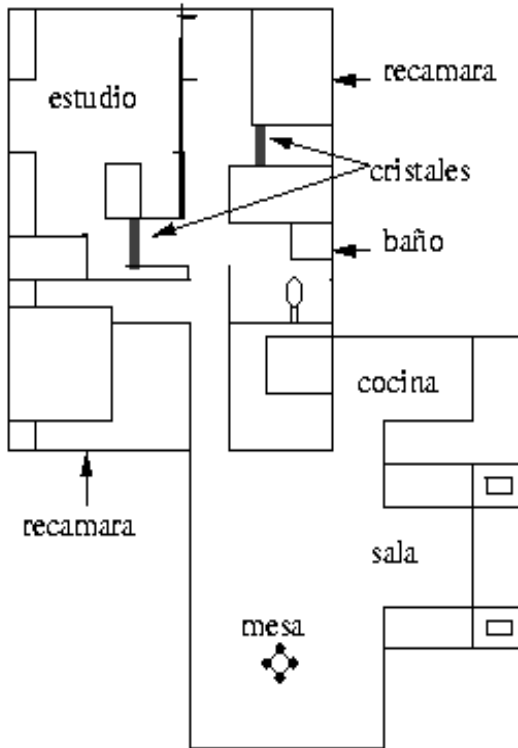
Robot simulado construyendo un mapa de rejilla



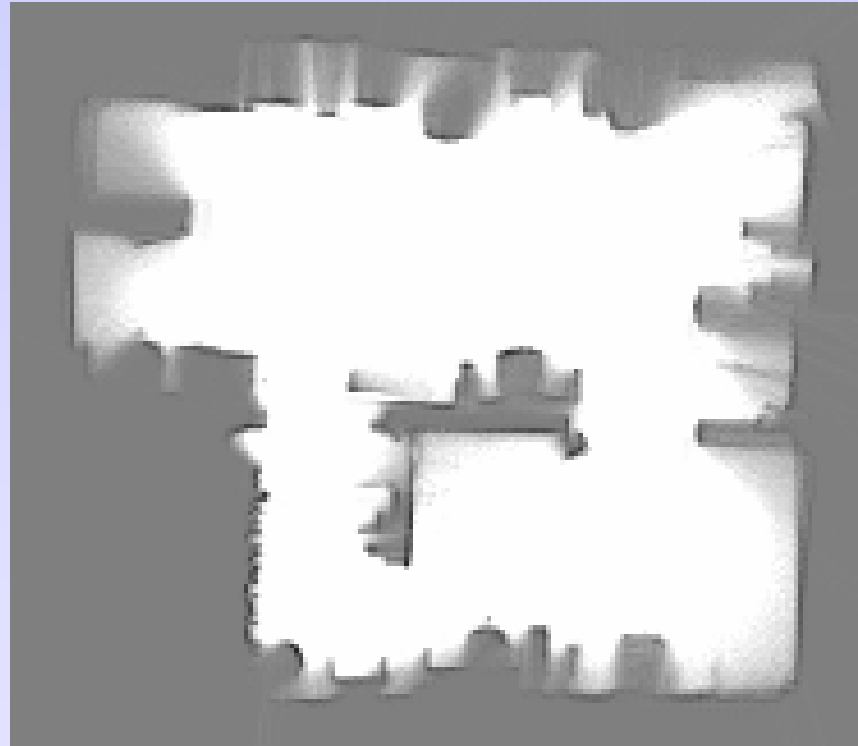
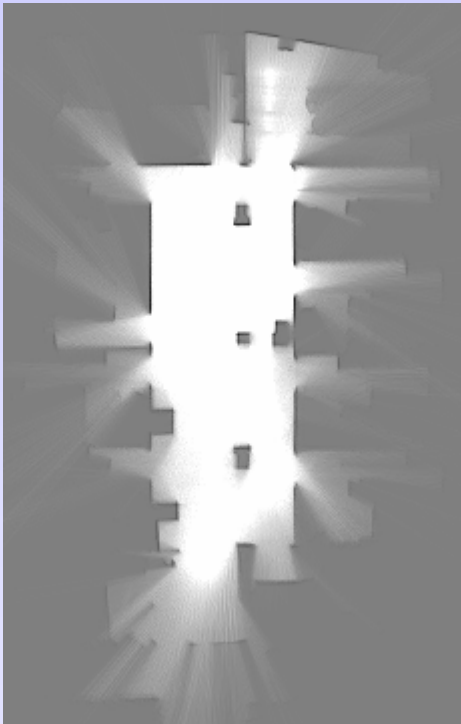
Mapa probabilístico: robot real

Mapa construido

Dibujo ideal de una casa



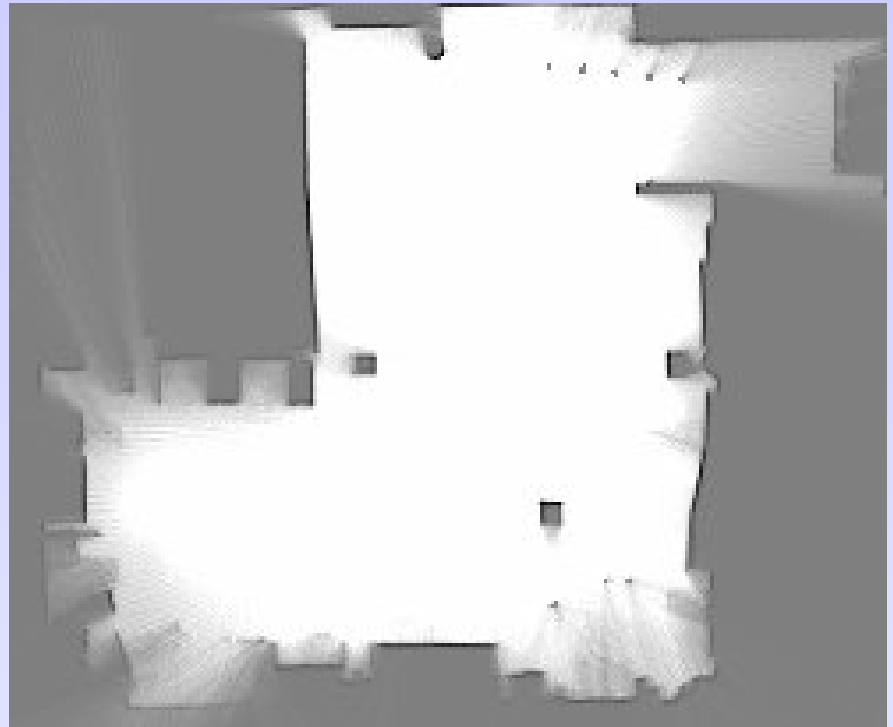
Otros ejemplos de mapas de rejilla probabilista



Mapas en el INAOE



Pasillo oficinas 2do piso



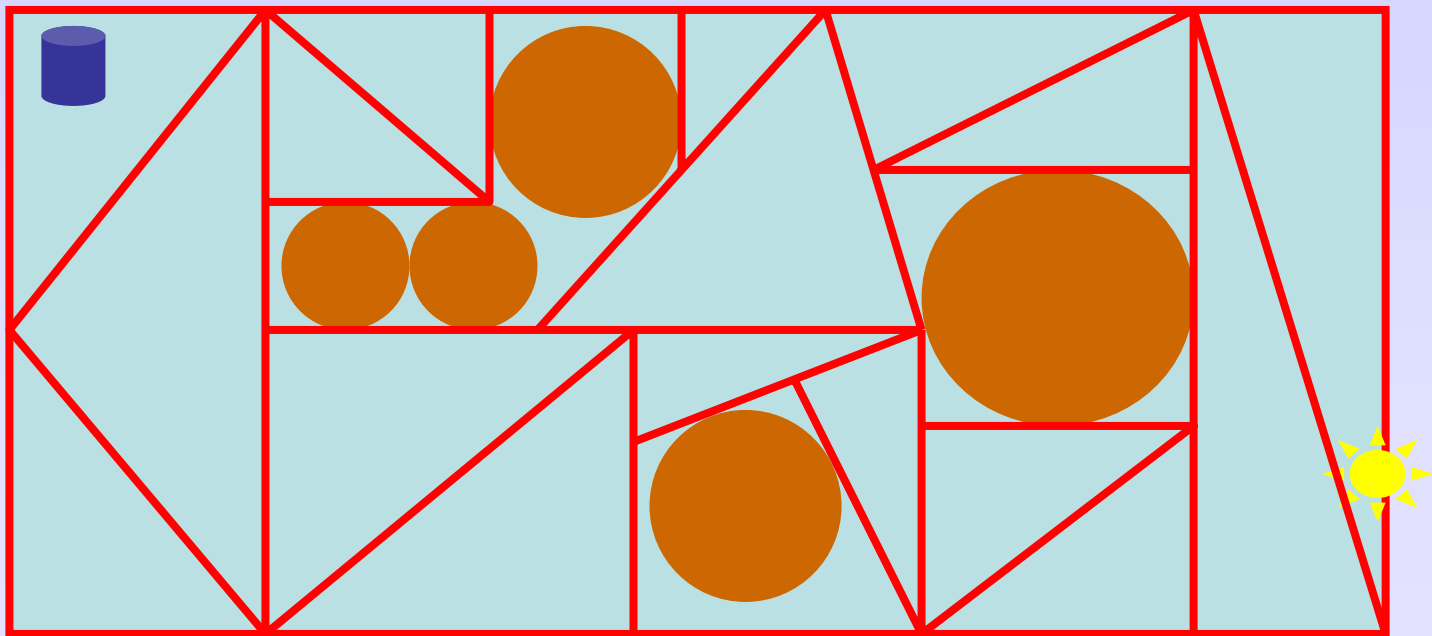
Laboratorio de robótica

Representaciones Geométricas

- Se representa mediante figuras geométricas básicas en 2 ó 3 dimensiones.
- 2-D
 - Puntos
 - Líneas, polilíneas
 - Círculos
 - Poliedros (triángulos)
 - *Splines*

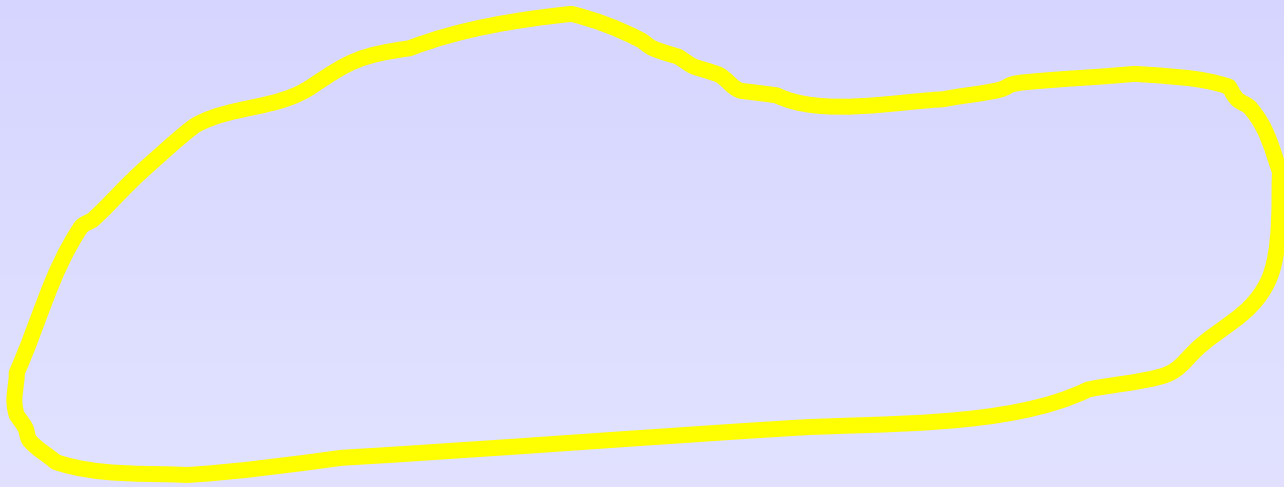
Ejemplo

- triangulación



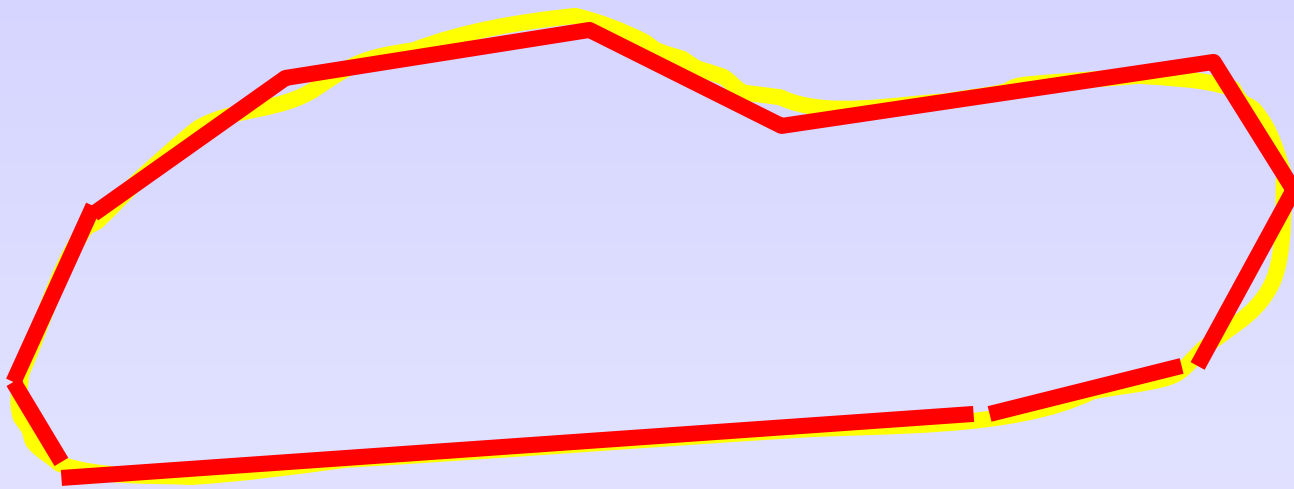
Ejemplo

- Segmentos de línea



Ejemplo

- Segmentos de línea



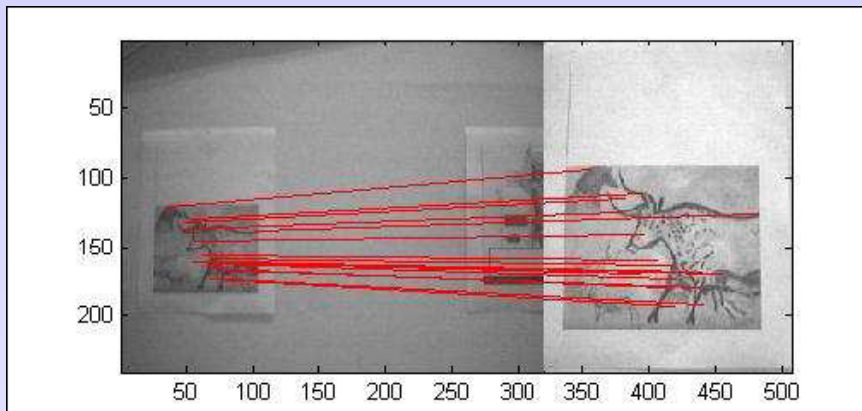
Mapas basados en marcas

- El mapa consiste de un conjunto de marcas (puntos) que sirven de referencia al robot para localizarse
- Estas marcas pueden ser, por ejemplo:
 - Características visuales distintivas como esquinas (Harris) o SIFT
 - Puntos característicos en base a sensores de rango como esquinas y discontinuidades
- Normalmente estos mapas se complementan con un mapa que represente el espacio libre

Ejemplo - mapa de rango



Ejemplo - mapa visual

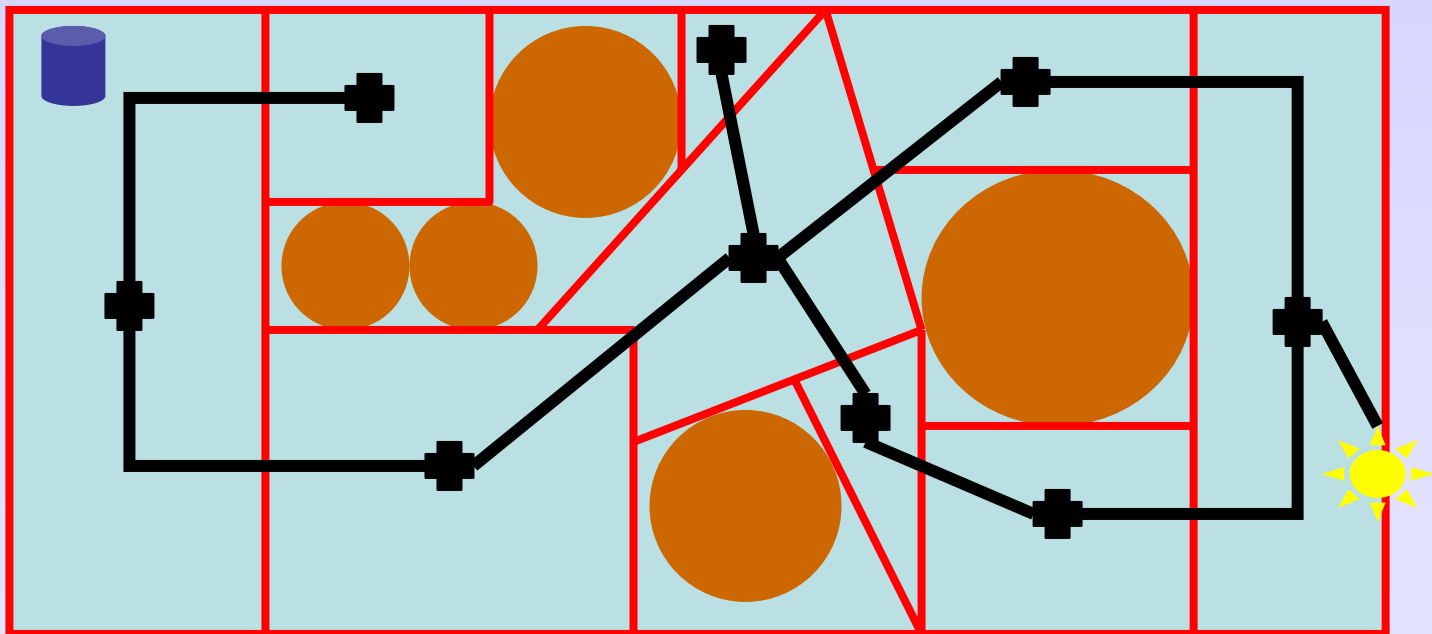


Mapas Topológicos

- Se considera el ambiente como una serie de lugares y conexiones entre dichos lugares.
- Esto se puede considerar como un *grafo*:
 - **Nodos**: lugares
 - **Arcos**: conexiones
- Se le puede incorporar información métrica al grafo – longitud y orientación de los arcos

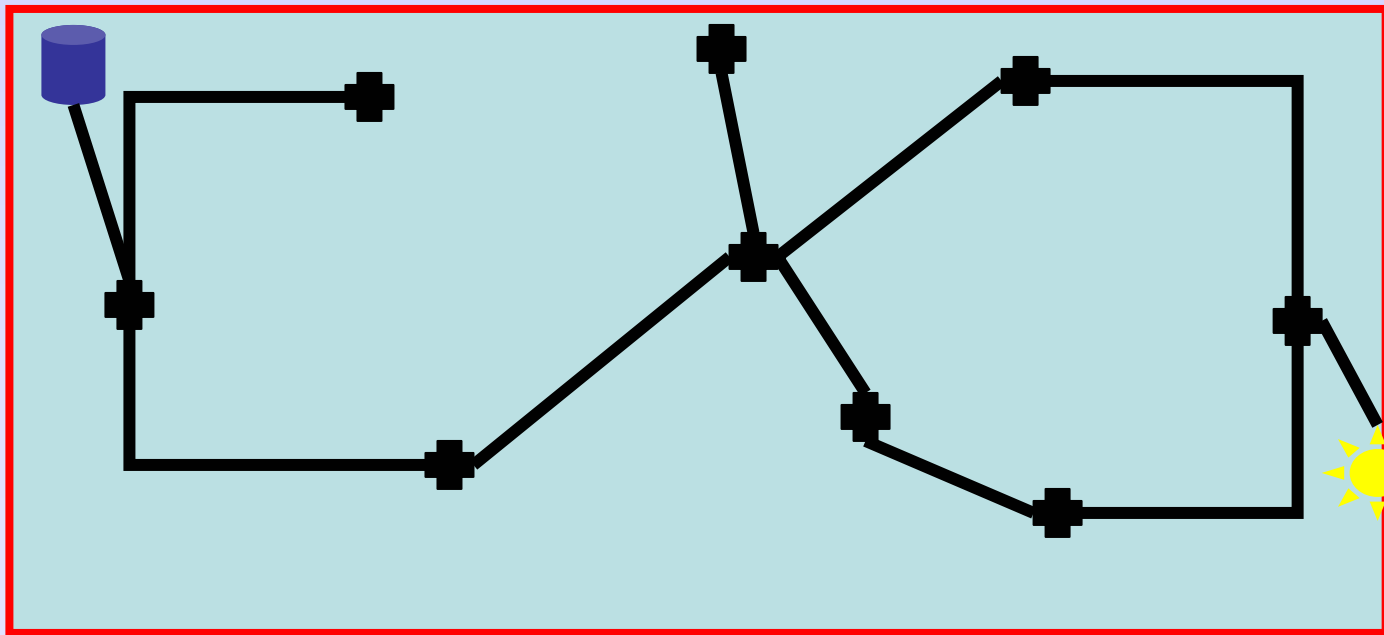
Ejemplo: mapa topológico

- Grafo de conectividad entre “cuartos”



Ejemplo: mapa topológico

- Grafo de conectividad entre “cuartos”



Mapas semánticos

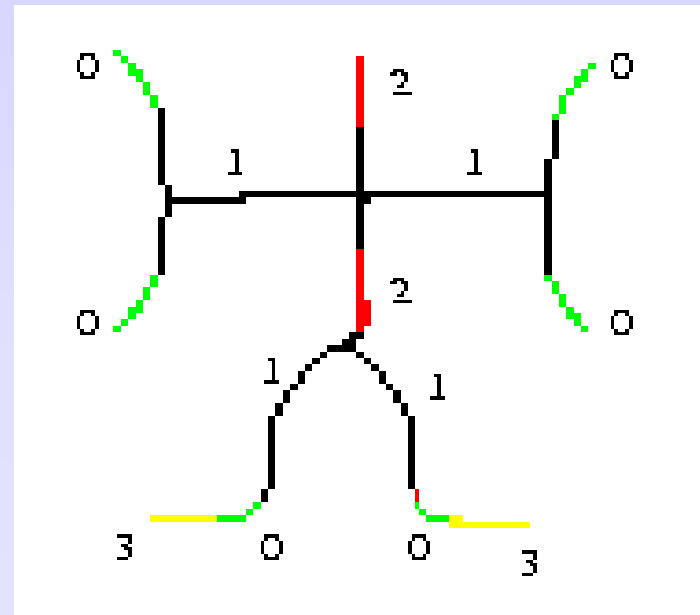
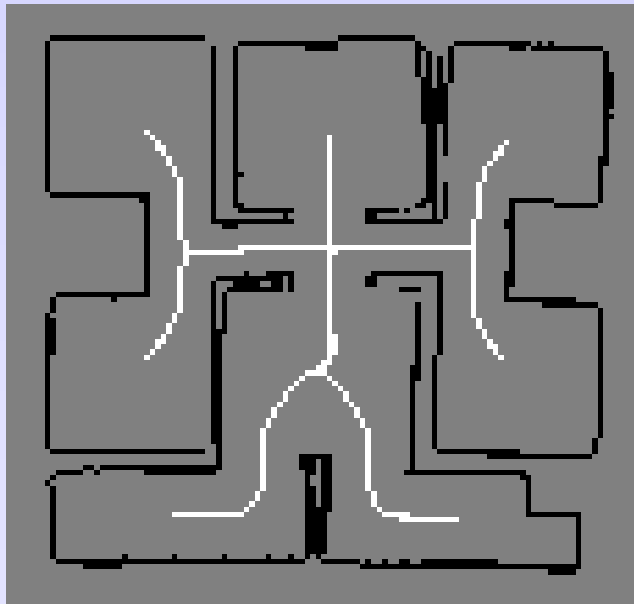
- Se tiene asociado a un mapa métrico o topológico, una cierta semántica para los diferentes espacios/objetos en el mapa
- Esto permite una comunicación más natural con el robot en forma análoga a la comunicación entre personas (*ve al a la oficina de Enrique ...*)

Mapas semánticos



Mapas semánticos

- Una forma de tratar de dar “semántica” aun mapa es tratando de identificar *clases* de lugares, por ejemplo con algoritmos de agrupamiento (*clustering*)



Referencias

- [Thrun et al.] – Cap 6
- [Dudek, Jenkin] – Cap 5
- [Kortenkamp et. al] – Parte III

Actividades

- **Práctica 3: Mapas y Planeación**
 - Representa el ambiente mediante un mapa de celdas de ocupación
 - En base a dicho mapa desarrolla un algoritmo para encontrar una ruta de una celda inicial a una final en base a programación dinámica
 - Haz que el robot “ejecute” la ruta encontrada
 - Prueba tu sistema en diferentes ambientes con diferentes posiciones iniciales y finales
 - **Opcional:** incorpora “costos” a las celdas de acuerdo a su distancia a los obstáculos y repite el mismo procedimiento