

Mapeo

CI-2657 Robótica

M.Sc. Kryscia Ramírez Benavides



Problemas de Navegación de los Robots

🤖 ¿Dónde estoy?

🤖 Localización.

🤖 ¿Dónde he estado?

🤖 Mapa de decisiones.

🤖 ¿A dónde voy?

🤖 Planificación de misiones.

🤖 ¿Cuál es la mejor manera de llegar?

🤖 Planificación de trayectoria.



¿Por qué mapear?

- 🤖 Los mapas de aprendizaje son uno de los problemas fundamentales de la robótica móvil.
- 🤖 Los mapas permiten a los robots desempeñar con eficacia sus funciones, permiten la localización, etc.
- 🤖 Los sistemas exitosos de robots se basan en los mapas de localización, planificación de ruta, planificación de actividades, etc.

¿Cómo formar un mapa?

 A mano.

 Automáticamente: Construcción del mapa.

 El robot aprende de su entorno.

 Motivación:

 A mano: difícil y costoso.

 Dinámicamente cambiante.

 Mira diferente debido a la percepción diferente.

 Requisitos básicos de un mapa:

 Una forma de incorporar información detectada recientemente en el modelo existente.

 La información y los procedimientos para la estimación de la posición del robot.

 Información para realizar la planificación de ruta y otras tareas de navegación (por ejemplo, evitar obstáculos).

¿Cómo formar un mapa? (cont.)

🤖 Medida de calidad de un mapa

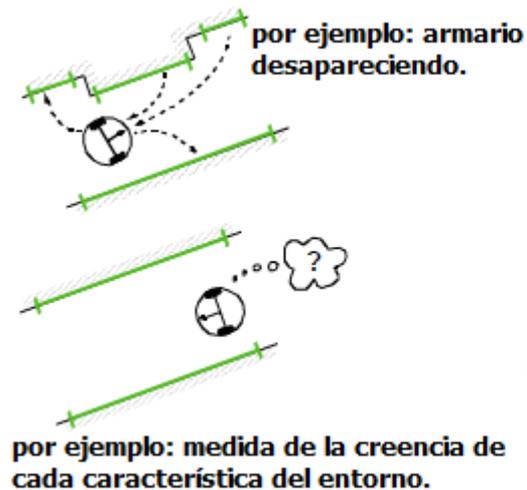
🤖 Corrección topológica.

🤖 Exactitud métrica.

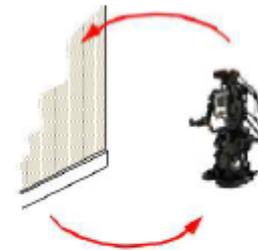
🤖 Pero: La mayoría de los entornos son una mezcla de características predecibles e impredecibles → enfoque híbrido basado en el modelo vs basado en el comportamiento.

Los Problemas

- 🤖 **Mantenimiento:** Mantener un registro de los cambios en el medio ambiente.
- 🤖 **La representación y la reducción de la incertidumbre.**



Posición del robot - Posición de la pared



Posición de la pared - Posición del robot

**Densidades de probabilidad para la posición de función.
Estrategias adicionales de exploración.**



Mapeando

Cosas a considerar:

-  Mapa de precisión debe corresponder a la aplicación.
-  La precisión de las características en el mapa debe coincidir con la precisión de los datos sensoriales del robot.
-  La complejidad del mapa afecta directamente a la complejidad computacional, y el razonamiento acerca de la localización y navegación.

Dos enfoques básicos:

-  Continuo.
-  Descomposición (discretización).



Representación del Medio Ambiente

- 🤖 Representación del medio ambiente:
 - 🤖 Métrica continua → coordenadas y rumbo (x, y, φ)
 - 🤖 Métrica discreta → red métrica
 - 🤖 Topológica discreta → red topológica



Modelando el Medio Ambiente

- 🤖 Los datos sin procesar del sensor, por ejemplo imágenes:
 - 🤖 Gran volumen de datos, el carácter distintivo de nivel bajo en valores individuales.
 - 🤖 Hacer uso de toda la información adquirida.
- 🤖 Características de bajo nivel, por ejemplo, líneas y otras características geométricas:
 - 🤖 medio volumen de datos, el carácter distintivo promedio.
 - 🤖 ? filtra la información útil, todavía ambigüedades.
- 🤖 Características de alto nivel, por ejemplo puertas, un coche, un monumento:
 - 🤖 Bajo volumen de datos, el carácter distintivo elevado.
 - 🤖 Filtra la información útil, algunas ambigüedades, no hay suficiente información.

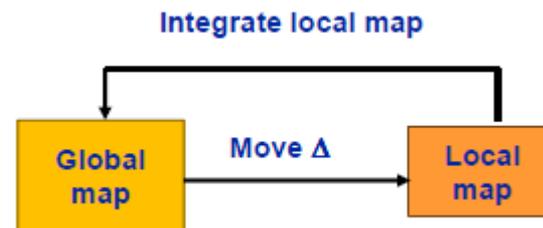


Representación del Robot

- ¿Cómo representar el propio robot en un mapa?
- Punto de asunción del robot:
 - Representa el robot como un punto.
 - Supone que es capaz de movimiento omnidireccional.
- El robot en realidad es de tamaño distinto de cero:
 - La dilatación de los obstáculos con radio del robot.
 - Objetos resultantes son aproximaciones.
 - Lleva a problemas con la evasión de obstáculos.

Idea Básica

- 🤖 Sentir y crear un mapa local.
- 🤖 Mover un poco.
 - 🤖 Registro de cambio en la posición, la orientación.
- 🤖 Sentir y crear un mapa local.
 - 🤖 Fusible / mosaico juntos.





Problemas en el Mapeo

- 🤖 Interpretación del sensor.
 - 🤖 ¿Cómo extraer la información relevante de los datos del sensor?
 - 🤖 ¿Cómo podemos representar e integrar esta información en el tiempo?
- 🤖 Lugares del robot tienen que ser estimados.
 - 🤖 ¿Cómo podemos identificar que estamos en un lugar previamente visitado?
 - 🤖 Este problema es llamado problema de asociación de datos.

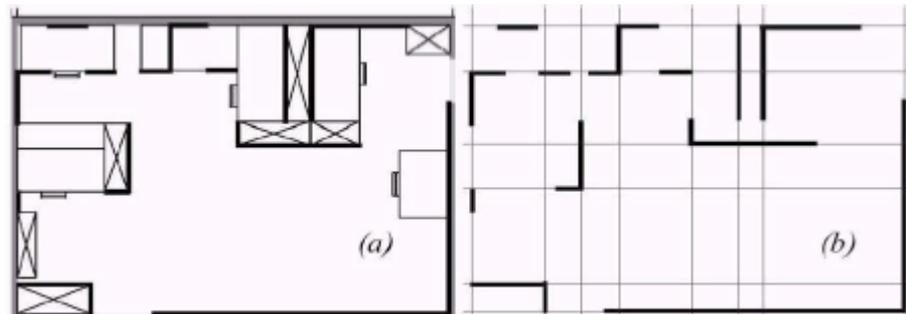


Representación Continua

- 🤖 Descomposición exacta del entorno.
- 🤖 Suposición el mundo cerrado.
 - 🤖 Modelos de mapa de todos los objetos.
 - 🤖 Cualquier área del mapa sin objetos no tiene objetos en el entorno correspondiente.
 - 🤖 Mapa proporcional a la densidad de objetos en el entorno de almacenamiento.
- 🤖 La abstracción y la captura selectiva de características para facilitar la complejidad computacional.

Representación Continua (cont.)

- 🤖 De acuerdo con el tipo de mapa con el dispositivo sensor:
 - 🤖 En el caso del láser buscador, puede representar el mapa como una serie de líneas infinitas.
 - 🤖 Bastante fácil de ajustar los datos del área de distribución láser en una serie de líneas.





Representación Continua (cont.)

 En relación con mantener la representación de posición:

 Hipótesis sola: una precisión extremadamente alta posible.

 Hipótesis múltiple:

 Presentar como forma geométrica.

 Como un conjunto discreto de posibles posiciones.

 Ventajas:

 Alta precisión posible.

 Desventajas:

 Puede ser costoso computacionalmente.

 Típicamente sólo 2D.

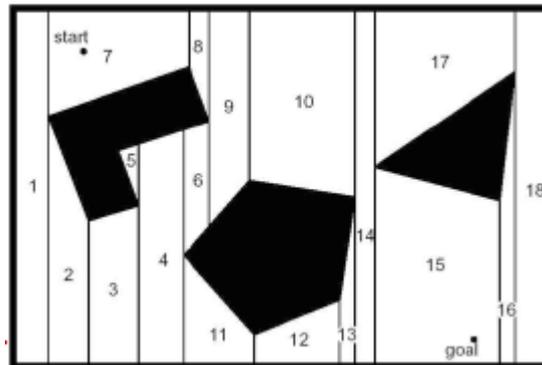


Aproximación de Descomposición

- 🤖 Capturar sólo las características útiles del medio ambiente.
- 🤖 Computacionalmente mejor para la planificación, particularmente si el mapa es jerárquico.

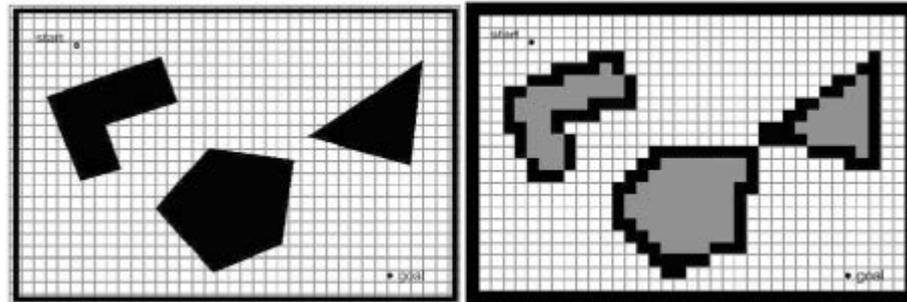
Descomposición de Celdas Exactas

- 🤖 Modelo vacío zonas con formas geométricas, por ejemplo trapecios.
- 🤖 Puede ser extremadamente compacto (18 nodos en esta figura).
- 🤖 Supuesto: la posición del robot dentro de cada área de espacio libre no es importante.



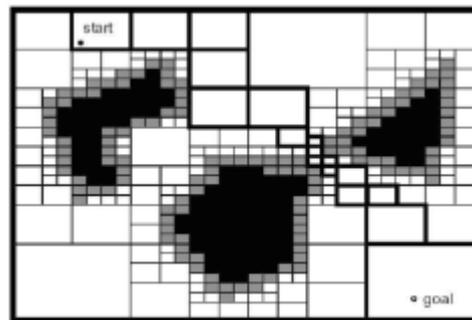
Descomposición de Celdas Fijas

- 🤖 Mundo de Tessellate: utilizar una aproximación discreta.
- 🤖 Cada celda está vacía o llena.
- 🤖 Inexacto.



Descomposición de Celdas Adaptativas

- 🤖 Múltiples tipos de adaptación.
- 🤖 Descomponer recursivamente hasta que una celda es completamente libre o completamente un objeto.
- 🤖 Muy eficiente del espacio en comparación con el enfoque de celdas fijas.



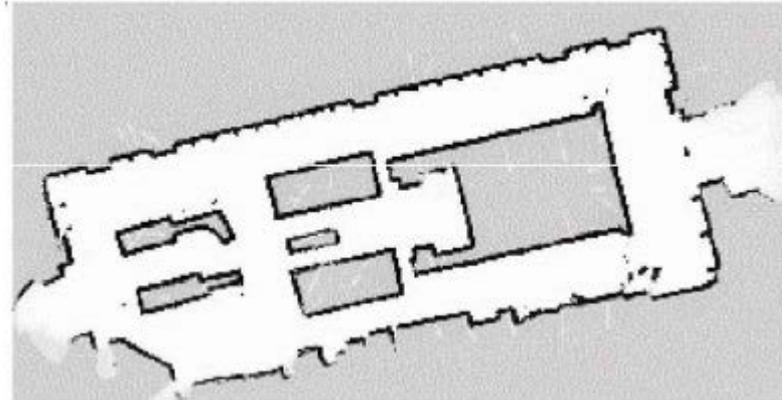
Representación de Ocupación de Cuadrícula

- Normalmente descomposición de celdas fijas.
- Cada celda está llena o libre.
 - Contador para la celda: cero indica una celda libre, por encima de un cierto umbral se considera que la celda se llena con un objeto.
- Particularmente útil con rango basados en sensores.
 - Si el sensor golpea algo en una celda, incrementar contador de celdas.
 - Si el sensor se acerca a la celda y golpea otra cosa, disminuir contador de celdas (suponiendo que es el espacio libre).
 - Los valores de celda con el tiempo, puede hacer frente a los obstáculos transitorios.
- Desventajas:
 - Tamaño del mapa una función del tamaño de medio ambiente y el tamaño de celda.
 - Impone una cuadrícula geométrica a priori en el mundo.



Representación de Ocupación de Cuadrícula (cont.)

- 🤖 Tono de gris de celdas proporcional al contador de celdas.



Representación de Ocupación de Cuadrícula (cont.)

Representación de Ocupación de Cuadrícula:

-  Cada celda indica la probabilidad que el espacio sea libre o ocupado.
-  Necesita método para actualizar las probabilidades de celda dando lecturas de los sensores en el momento t .

Actualización de los métodos:

-  Modelo sensor.
-  Bayesiano.
-  Dempster-Shafer.



Aproximación de Descomposición Topológica

- 🤖 Entorno de uso características más útiles a los robots.
- 🤖 Un gráfico que especifica los nodos y la conectividad entre ellos.
- 🤖 Los nodos no son de tamaño fijo.
- 🤖 Espacio libre no explícitamente representados.
- 🤖 Un nodo es un área que el robot puede reconocer a su entrada y salida.

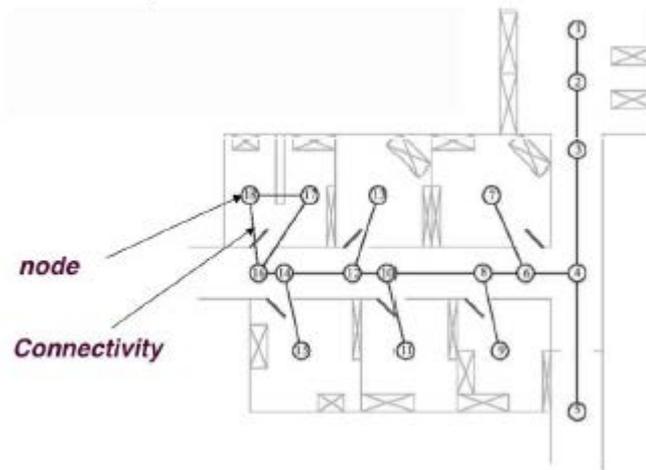


Aproximación de Descomposición Topológica (cont.)

- 🤖 Para navegar robustamente con un mapa topológico de un robot:
 - 🤖 Debe ser capaz de localizar con relación a los nodos.
 - 🤖 Debe ser capaz de viajar entre los nodos.
- 🤖 Estas limitaciones requieren que los sensores del robot se ajusten a la descomposición topológica particular.
- 🤖 La mayor ventaja es la capacidad de modelar características no geométricas (como puntos de referencia artificiales) que ayudan a la localización.

Aproximación de Descomposición Topológica (cont.)

- 🤖 Aquí, el robot debe ser capaz de detectar las intersecciones entre pasillos y salas y habitaciones.





Retos Actuales

- 🤖 El mundo real es dinámico.
- 🤖 La percepción todavía está muy propensa a errores.
 - 🤖 Es difícil de extraer información útil.
 - 🤖 La oclusión de los objetos.
- 🤖 Traversal de espacio abierto.
- 🤖 ¿Cómo construir una topología?
- 🤖 Sensor de fusión.

Problema de la Localización y Mapeo Simultáneo (SLAM)

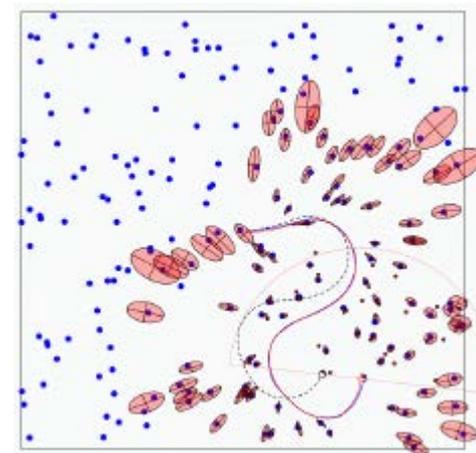
🤖 Considere la posibilidad de poner a un robot a explorar un entorno desconocido, ambiente estático.

🤖 Dado:

- 🤖 Controles del robot.
- 🤖 Las observaciones de elementos cercanos.

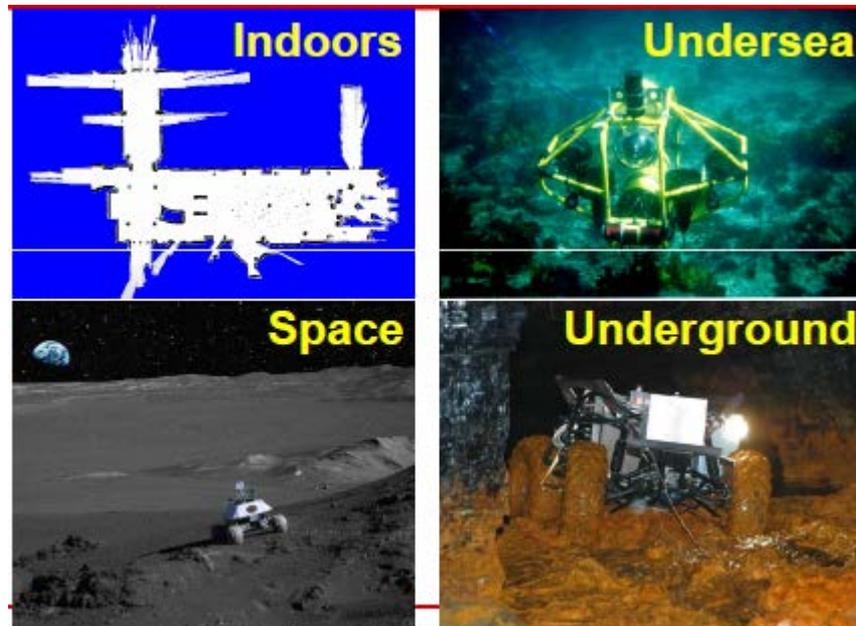
🤖 Estimado:

- 🤖 Mapa de características.
- 🤖 Camino del robot.



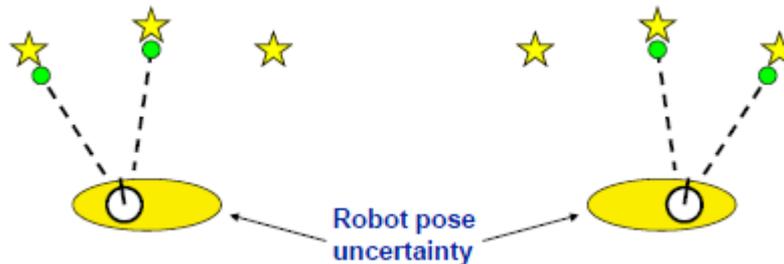


Aplicaciones SLAM



¿Por qué es un problema difícil el SLAM? (cont.)

- 🤖 En el mundo real, el mapeo entre observaciones y puntos de referencia es desconocido.
- 🤖 Recogiendo las asociaciones de datos incorrectos puede tener consecuencias catastróficas.
- 🤖 Correlaciona la pose de error con asociaciones de datos.



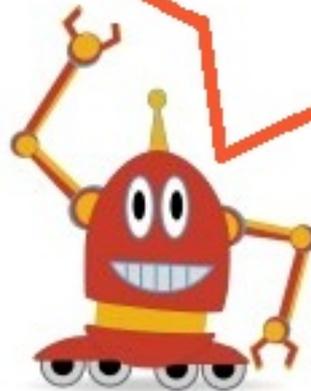


Referencias Bibliográficas

-  Fu, K.S.; González, R.C. y Lee, C.S.G. Robotics: Control, Sensing, Vision, and Intelligence. McGraw-Hill. 1987.
-  Bagnall, Brian. Intelligence Unleashed: Creating LEGO NXT Robots with Java. Variant Press. Septiembre, 2011.

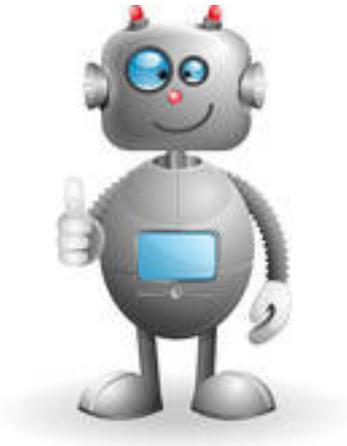


¿Preguntas?





¡Gracias!



M.Sc. Kryscia Daviana Ramírez Benavides
Profesora e Investigadora
Universidad de Costa Rica
Escuela de Ciencias de la Computación e Informática

Sitio Web: <http://www.kramirez.net/>
E-Mail: kryscia.ramirez@ucr.ac.cr
kryscia.ramirez@ecci.ucr.ac.cr

Redes Sociales:

