

TSRMI: Assignment #7

Luis Alberto Ballado Aradias

luis.ballado@cinvestav.mx

CINVESTAV UNIDAD TAMAULIPAS — 4 de julio de 2023

Para evitar calcular la forma exacta de la frontera entre el espacio libre y el espacio ocupado, algunos planificadores utilizan una versión discreta del C-Space

- Documentar algunos desarrollos científicos que empleen una representación discreta del espacio de configuraciones

Uno de los desarrollos científicos que emplea una representación discreta del espacio de configuraciones es el algoritmo de Muestreo de Configuraciones Aleatorias (Rapidly Exploring Random Tree, RRT).

El algoritmo RRT es ampliamente utilizado en robótica móvil para la planificación de trayectorias en entornos complejos. En lugar de trabajar con una representación continua del espacio de configuraciones, el algoritmo RRT utiliza una representación discreta basada en muestras aleatorias.

El RRT construye un árbol de configuraciones explorando secuencialmente el espacio de configuraciones mediante muestras aleatorias. Cada muestra aleatoria se conecta a la configuración más cercana en el árbol, creando una estructura ramificada que representa posibles trayectorias. El algoritmo utiliza una métrica de distancia para encontrar la configuración más cercana y generar muestras aleatorias en función de esta métrica.

Un desarrollo científico relevante que emplea el algoritmo RRT y una representación discreta del espacio de configuraciones es el trabajo titulado **RRT-Connect: An Efficient Approach to Single-Query Path Planning** (Kuffner Jr., J.J., LaValle, S.M., 2000).

En este trabajo, se propone una extensión del algoritmo RRT llamada RRT-Connect, que mejora la eficiencia y la capacidad de encontrar soluciones en entornos con pasajes estrechos y alta densidad de obstáculos.

Otro desarrollo científico que utiliza una representación discreta del espacio de configuraciones es el algoritmo de Vistas y Rutas Visibles (Visibility-Based Sampling Roadmap, VSR). Este algoritmo, presentado en el artículo **Visibility-based probabilistic roadmaps for motion planning** (Thierry Simeon, Jean-Paul Laumond, Carole Nissoux, 2012), utiliza una discretización del espacio de configuraciones en forma de celdas para construir una estructura de datos llamada Roadmap. Cada celda contiene información sobre la visibilidad entre las diferentes configuraciones, lo que permite encontrar rutas visibles y evitar colisiones con los obstáculos.

Estos desarrollos científicos demuestran cómo la representación discreta del espacio de configuraciones, utilizando algoritmos como RRT y VSR, puede facilitar la planificación de trayectorias en entornos complejos. Al discretizar el espacio de configuraciones, se evita la necesidad de calcular la forma exacta de la frontera entre el espacio libre y el espacio ocupado, lo que simplifica el proceso de planificación y permite una exploración más eficiente del espacio de búsqueda.

- ¿Cuáles son las diferencias, ventajas y desventajas entre la representación continua del C-Space y su correspondiente representación discreta?

La representación continua del C-Space y su correspondiente representación discreta tienen diferencias, ventajas y desventajas distintas. Aquí se presentan algunas de ellas:

- Representación Continua del C-Space
 - Diferencias: La representación continua del C-Space utiliza una descripción continua y precisa de las configuraciones posibles en el espacio. Permite una representación detallada y exacta de las regiones de obstáculos y las posiciones accesibles.
 - Ventajas:
 - ◊ Precisión:
 - ◊ Resolución
 - ◊ Interpolación continua:
 - Desventajas:
 - ◊ Complejidad computacional:
 - ◊ Requisitos de memoria:
- ¿Cuáles son las diferencias entre esta representación y la representación de rejilla de ocupación (celdas fijas)?

La representación del C-Space discreto y la representación de rejilla de ocupación (celdas fijas) son dos enfoques diferentes para representar el espacio de configuraciones y el entorno en la robótica móvil. A continuación, se presentan las diferencias entre ambas:

Representación del C-Space Discreto:

- Enfoque: La representación del C-Space discreto se centra en discretizar el espacio de configuraciones del robot, dividiéndolo en celdas o puntos discretos que representan las posibles configuraciones del robot.
- Descripción: Cada celda o punto discreto en el C-Space representa una configuración válida del robot, y se etiqueta como "libre." o "ocupado" según la presencia de obstáculos en el entorno.
- Granularidad: La granularidad de la discretización puede variar según los requisitos del problema y los recursos computacionales disponibles. Puede haber una mayor o menor resolución dependiendo de la precisión necesaria.
- Cálculos: La representación discreta permite realizar cálculos y operaciones eficientes, como la verificación de colisiones, la planificación de trayectorias y la exploración del espacio de configuraciones.

Representación de Rejilla de Ocupación (Celdas Fijas):

- Enfoque: La representación de rejilla de ocupación se basa en dividir el entorno en una cuadrícula fija de celdas regulares, donde cada celda representa una región del espacio y se etiqueta como "libre." o "ocupada" según la presencia de obstáculos.
- Descripción: Cada celda de la rejilla de ocupación almacena información sobre la ocupación de la región correspondiente en el entorno. Puede utilizar valores binarios (ocupado/libre) o probabilidades para representar el grado de ocupación en cada celda.
- Resolución: La resolución de la rejilla de ocupación se determina por el tamaño de las celdas en la cuadrícula. Puede haber una mayor o menor resolución dependiendo de los requisitos del problema y la complejidad del entorno.
- Actualización: La representación de rejilla de ocupación se actualiza a medida que el robot explora y recibe información sensorial sobre el entorno. Se actualizan las etiquetas de ocupación de las celdas en función de la nueva información.

Diferencias:

- Granularidad: En la representación del C-Space discreto, la granularidad se aplica directamente al espacio de configuraciones del robot, mientras que en la rejilla de ocupación, la granularidad se aplica al espacio físico del entorno.
- Información detallada: La representación del C-Space discreto proporciona información detallada sobre las configuraciones válidas del robot, mientras que la rejilla de ocupación proporciona información sobre la ocupación general del entorno.

- **Eficiencia computacional:** La representación del C-Space discreto puede ser más eficiente en términos computacionales, ya que se centra en las configuraciones relevantes para el robot. La rejilla de ocupación puede requerir más recursos computacionales debido a la representación detallada del entorno.
- **Actualización:** En la representación del C-Space discreto, las actualizaciones se centran en las configuraciones del robot y la información de colisión. En la rejilla de ocupación
- **Mayor consumo de memoria:** Debido a la representación detallada del entorno, la rejilla de ocupación puede requerir más memoria para almacenar la información de ocupación de cada celda. Esto puede ser una desventaja en entornos grandes o cuando se requiere un procesamiento en tiempo real.
- **Adaptabilidad limitada:** A diferencia de la representación del C-Space discreto, donde la granularidad puede adaptarse a las necesidades del problema, la rejilla de ocupación tiene una resolución fija. Esto puede limitar la adaptabilidad a diferentes requisitos de precisión en diferentes partes del entorno.

En resumen, la representación del C-Space discreto y la representación de rejilla de ocupación ofrecen enfoques diferentes para representar el entorno en la robótica móvil. La representación del C-Space discreto se centra en las configuraciones del robot, mientras que la rejilla de ocupación se enfoca en la ocupación del entorno físico. La elección entre estos enfoques depende de las necesidades específicas de la aplicación, los recursos computacionales disponibles y el nivel de detalle requerido en la representación del entorno.