

SISTEMAS ROBÓTICOS AUTÔNOMOS

PLANEJAMENTO DE CAMINHOS

Planejamento de Caminhos

- **O Problema do Carregador de Piano:**
- Como levar um piano no interior de um edifício, através de corredores povoados de obstáculos, até a sua localização final dentro do prédio?



O Problema do Carregador de Piano

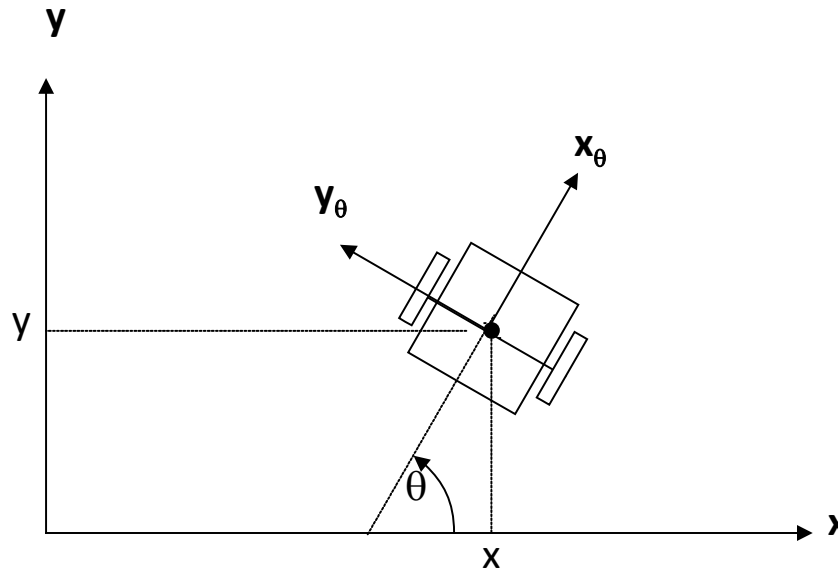


Planejamento de Caminhos

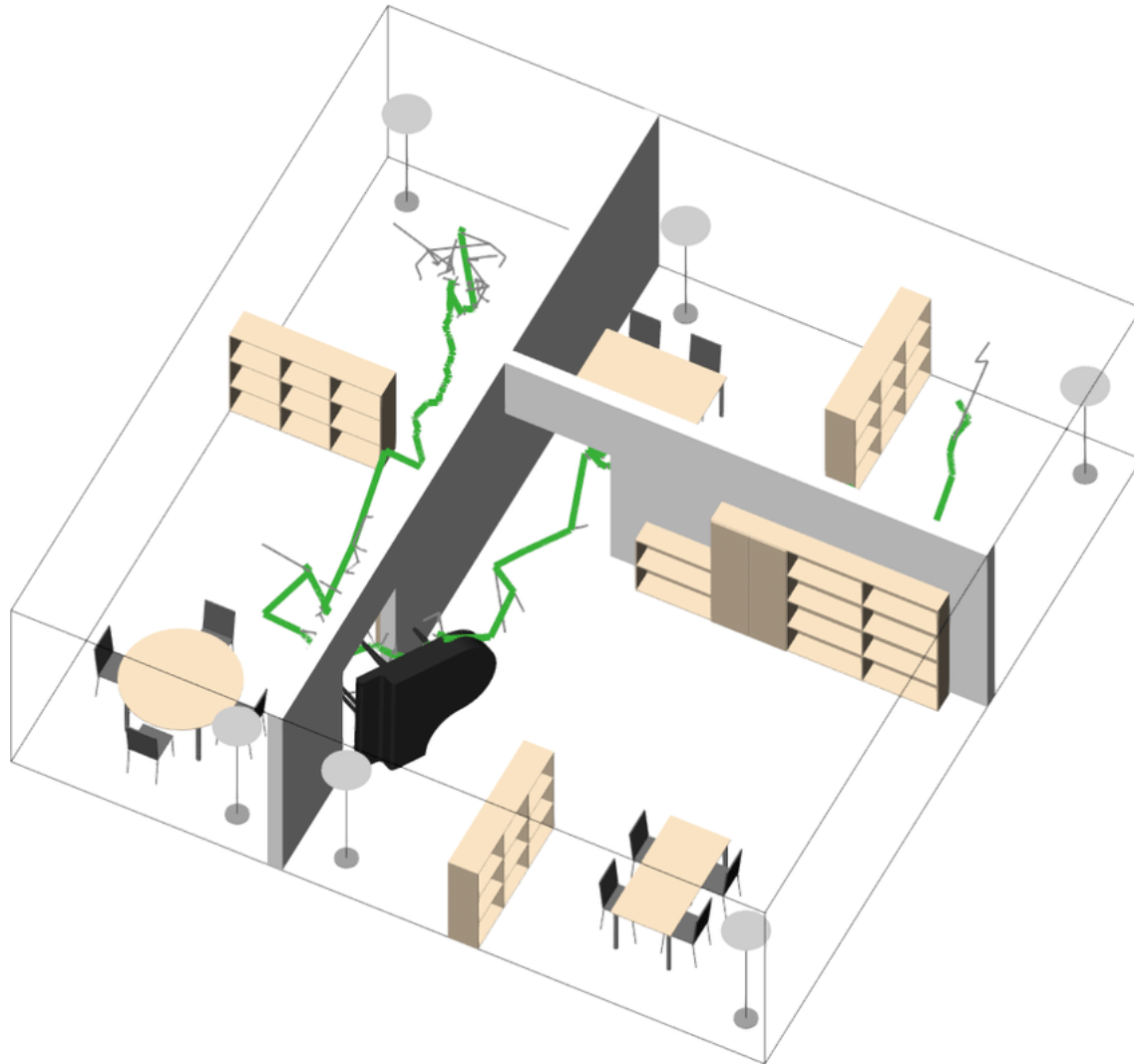
- O Problema do Carregador de Piano:
- Piano = corpo rígido móvel.
- Obstáculos = corpos rígidos fixos.
- Localização = posição e orientação
- Localização especificada pela **configuração**.

Configuração

- Configuração: especificação da Posição e Orientação do robô.
- Exemplo: $q = [x \ y \ \theta]^T$.



O Problema do Carregador de Piano



Planejamento de Caminhos

- Solução:
- Movimento de um robô A no Espaço de Trabalho W povoado de obstáculos B_i 's. \Rightarrow
- Movimento de um ponto no Espaço de Configuração C povoado de C-obstáculos CB_i 's.

Métodos de Planejamento

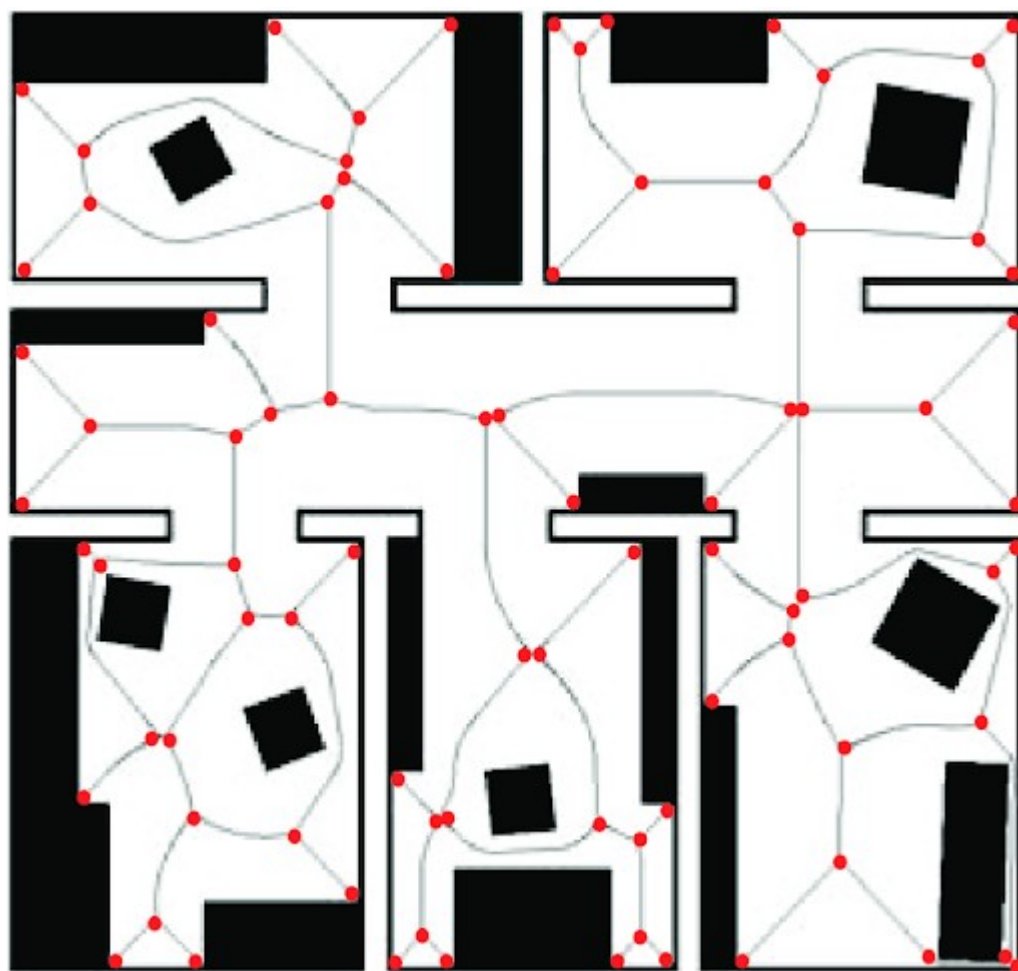
- **Métodos Combinacionais, (Determinísticos), (1980's).**
- **Métodos baseados em Amostragem, (Probabilísticos) (1990's).**

Métodos Combinacionais

- Baseados na construção de estruturas no espaço de configuração \mathbf{C} que capturam completamente as informações para efetuar o planejamento.
- A conectividade do espaço livre é representada de forma explícita (através de um **grafo**), ou de forma implícita (através de uma **função**).
 - **Mapas de Rotas.**
 - **Decomposição em Células Convexas.**
 - **Campos de Potencial.**

Mapa de Rotas

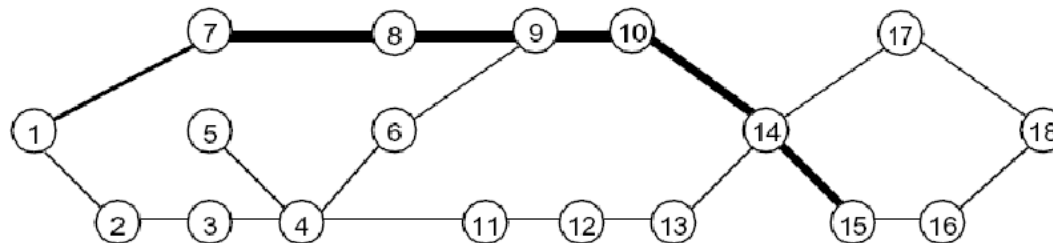
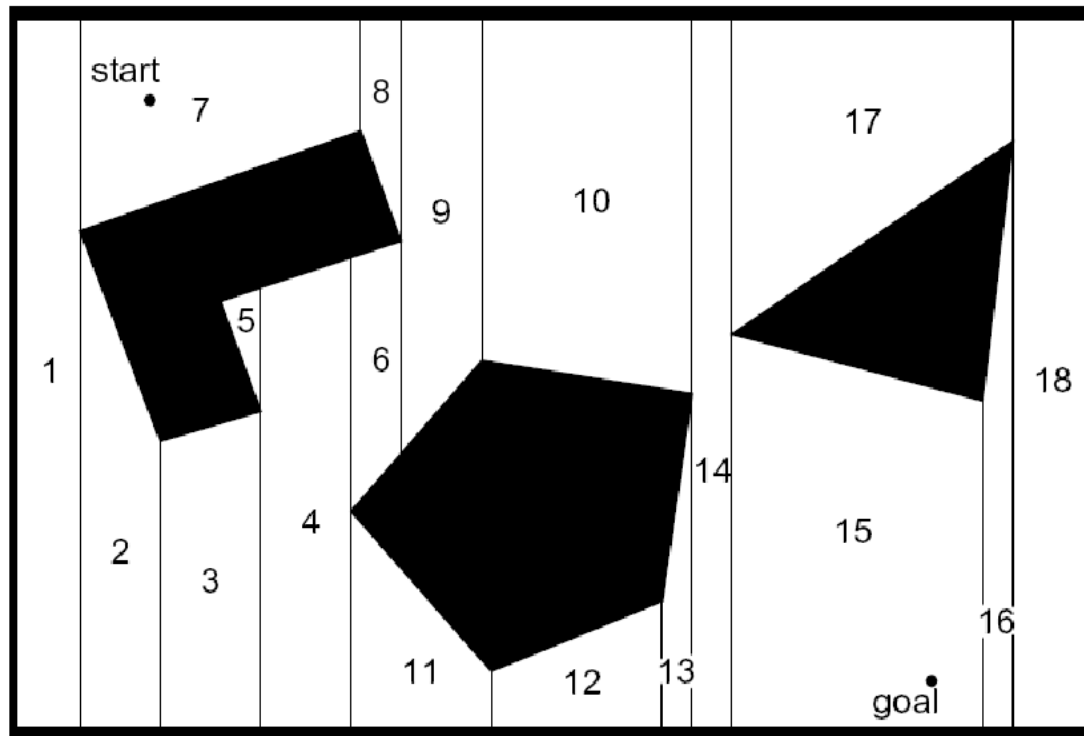
- Extração da conectividade do Espaço de Configuração Livre na forma de uma rede de curvas (Mapa de Rotas).
- Construção de um grafo de conectividade do Mapa de Rotas.
- Busca de um caminho no grafo de conectividade.



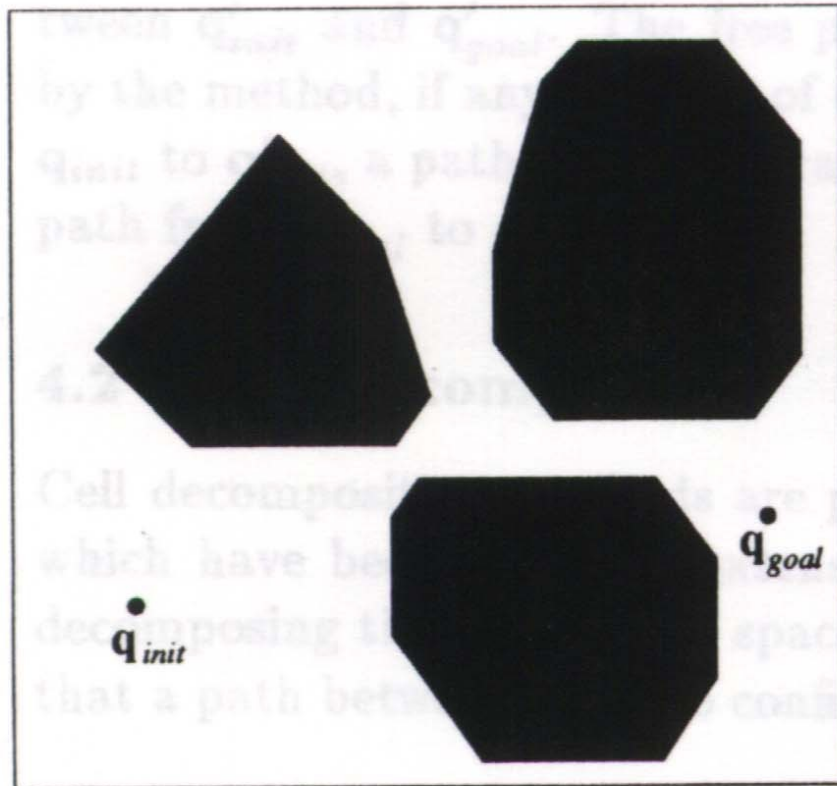
Decomposição em Células Convexas

- Decomposição do Espaço de Configuração Livre em células convexas.
- Construção de um grafo de conectividade de acordo com as relações de adjacência entre as células.
- Busca de um canal no grafo de conectividade.
- Extração de um caminho a partir do canal.

Decomposição Exata do Espaço de Configuração

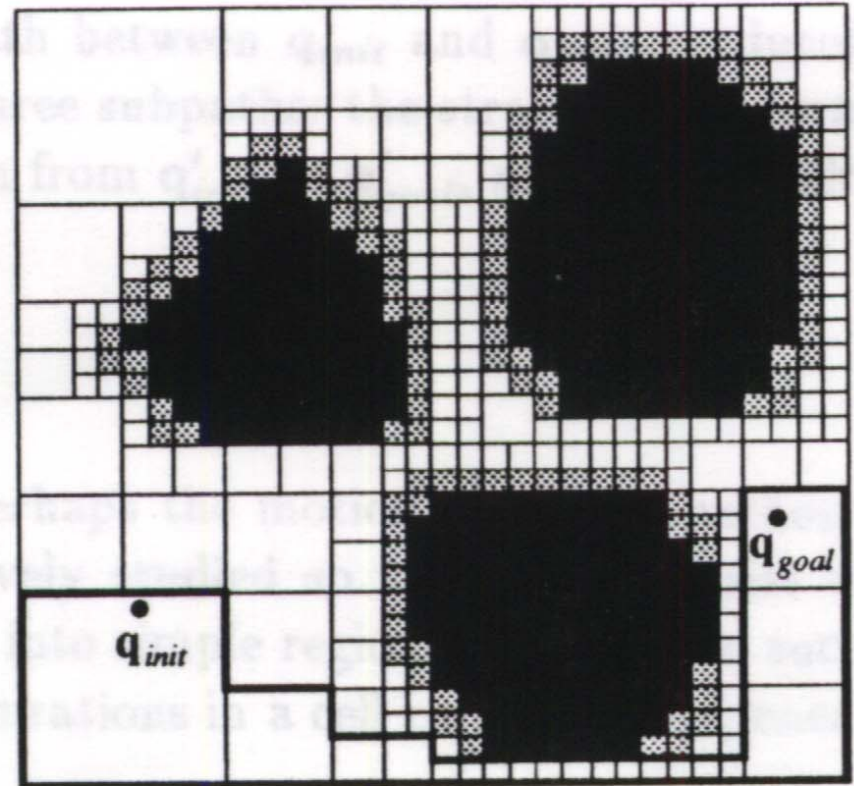


Decomposição Aproximada do Espaço de Configuração



R

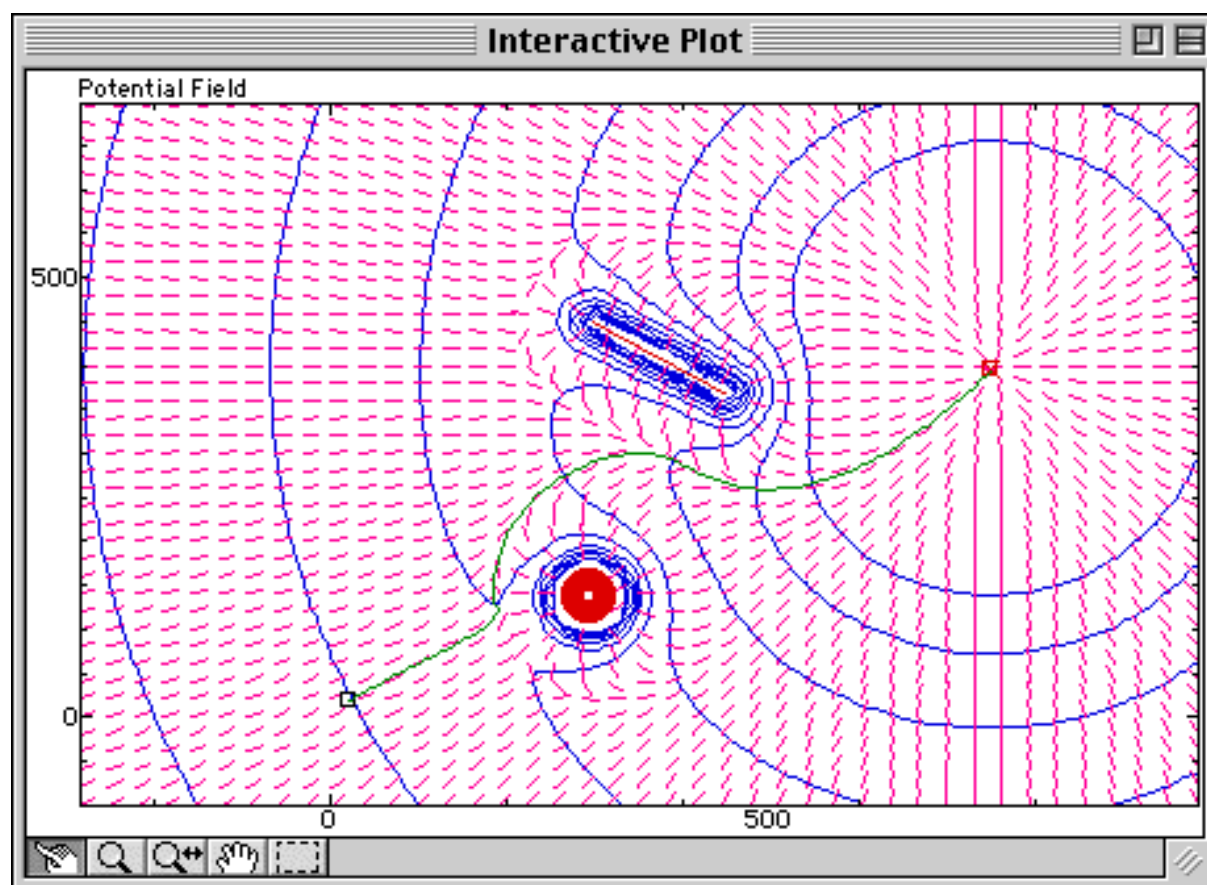
(a)



(b)

Campos de Potencial

- Robô considerado como uma partícula imersa em um campo de potencial artificial.
- Obstáculos = potencial repulsivo; Alvo = potencial atrativo.
- Planejamento de caminho realizado incrementalmente, seguindo a direção de força artificial induzida na direção do negativo do gradiente da função de potencial.

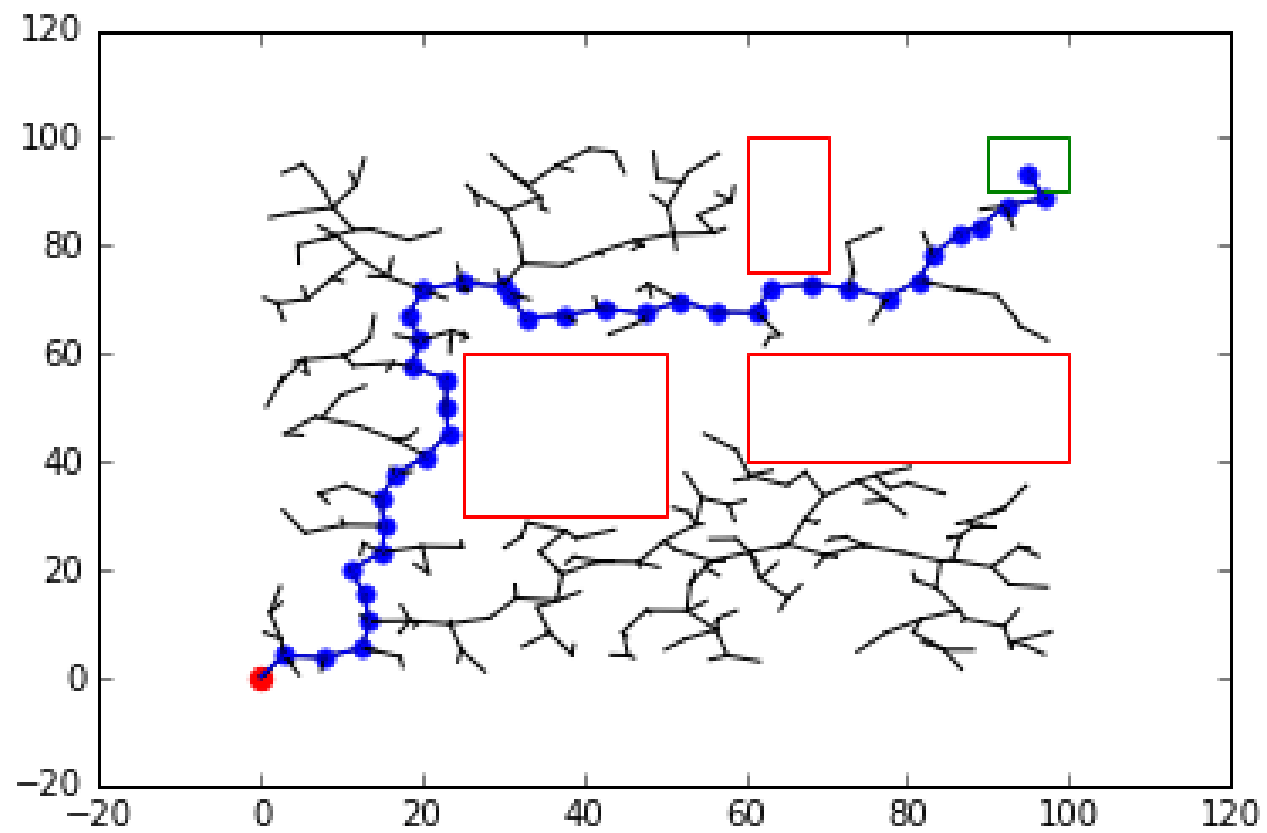


Métodos baseados em Amostragem

- Buscam incrementalmente uma solução, ao invés de caracterizar completamente a estrutura do espaço livre.
- Usam algoritmos de detecção de colisão para explorar o espaço de configuração **C**.
- São **Probabilísticos**. Exploram o espaço de configuração através de amostragens aleatórias.
 - **Rapidly-Exploring Random Trees.**
 - **Mapas de Rotas Probabilísticos.**

Rapidly-Exploring Random Trees

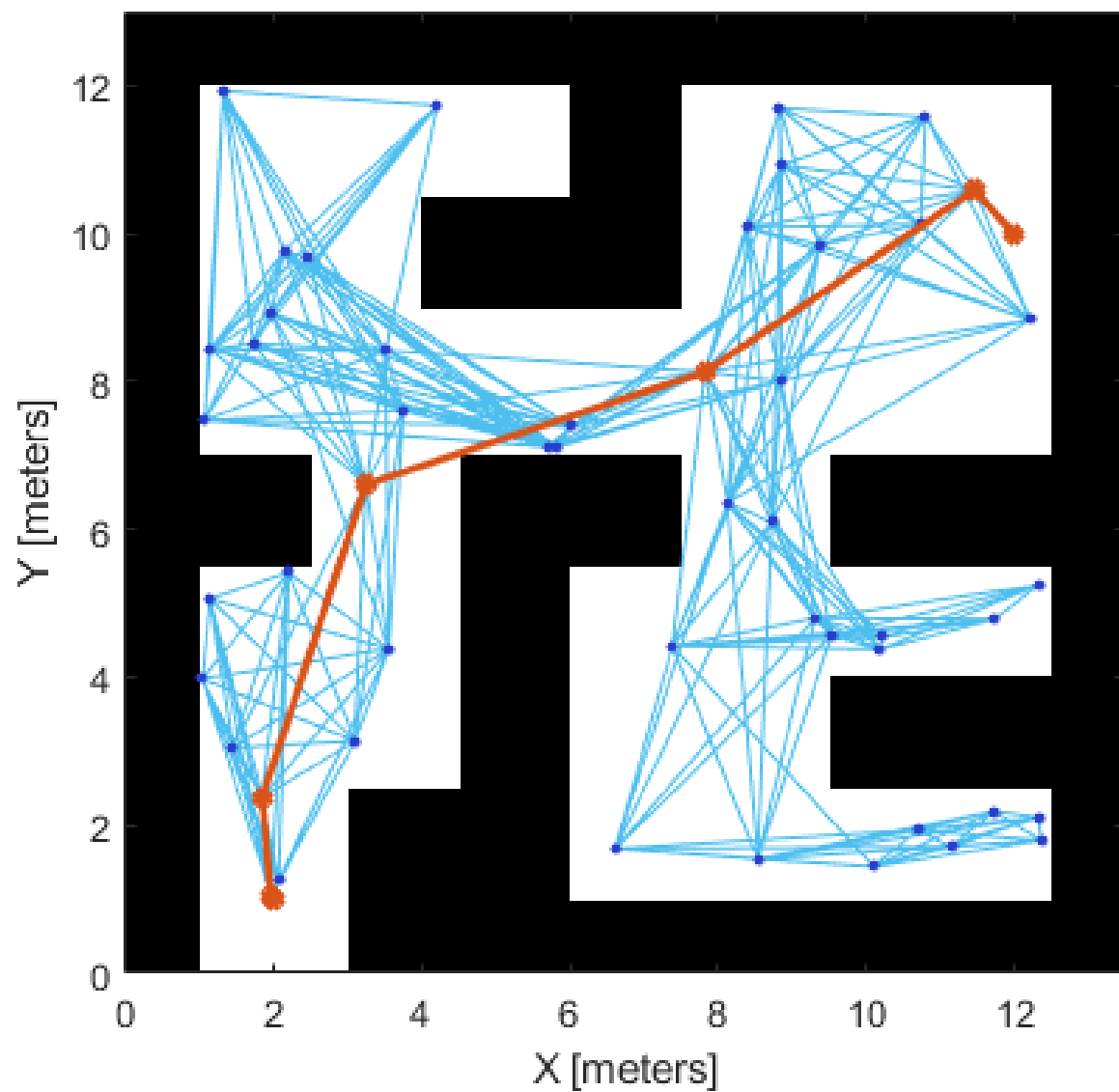
- Sondagem e exploração agressiva do espaço de configuração, expandindo a busca incrementalmente a partir da configuração inicial.
- O território é explorado através de uma árvore que se expande a partir da configuração inicial.
- A cada iteração, a árvore é expandida adicionando novas configurações escolhidas aleatoriamente no espaço de configuração e tentando conectá-las ao ponto mais próximo da árvore por uma aresta contida no espaço livre. Continua-se até achar a configuração final.



Mapa de Rotas Probabilístico

- Seleciona-se aleatoriamente um conjunto grande de configurações aleatórias no espaço livre e são consideradas vértices do mapa de rotas.
- Arestas do mapa de rotas são construídas tentando conectar cada vértice a um conjunto de vizinhos próximos.
- Se é possível construir um mapa de rotas que preserva acessibilidade e conectividade do espaço livre, pode ser utilizado para busca de pares (q_{ini}, q_{fin}) múltiplos.

Probabilistic Roadmap



SISTEMAS ROBÓTICOS AUTÔNOMOS

PLANEJAMENTO DE CAMINHOS