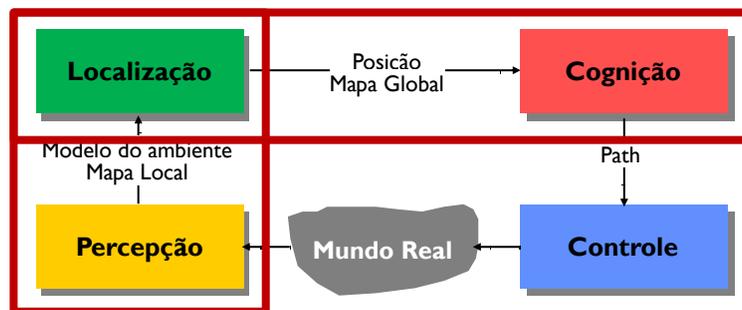


Introdução à Robótica

Robótica Móvel – Mapeamento

Prof. Douglas G. Macharet
douglas.macharet@dcc.ufmg.br

Introdução



Introdução

- Mapa
 - Representação do ambiente
 - Construído utilizando-se diferentes sensores
 - Diferentes tipos de informação
- Por que utilizar/construir um mapa?
 - Desvio de obstáculos
 - Tomada de decisões



Introdução

- Possuir apenas informações essenciais
 - Quanto mais compacto mais eficiente
 - O tipo de informação irá depender da tarefa
- Como representar o ambiente?
 - Quais tipos de representações existem?



Introdução

Representação



Introdução

Representação

- Tipos de mapa
 - Contínuo
 - Métrico
 - Discreto (decomposição)
 - Métrico
 - Topológico



Introdução

Representação

- Características importantes
 - A precisão deve ser apropriada para a tarefa
 - Complexidade x Custo computacional
- Mapeamento
 - Tarefa de criar uma representação do mundo a partir das informações coletadas pelo sensor



Introdução

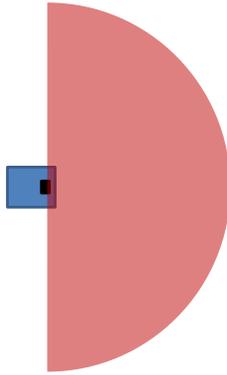
Mapeamento

- Dados direto do sensor (*raw data*)
 - Grande volume de dados, pouca distinção
 - Ex: O ponto no espaço medido pelo sensor
- Características de baixo-nível
 - Médio volume de dados, deve ser extraída
 - Ex: Retas e outras formas geométricas
- Características de alto-nível
 - Pouco volume de dados, perda de informação
 - Ex: Carro, porta, placa, marco, ...



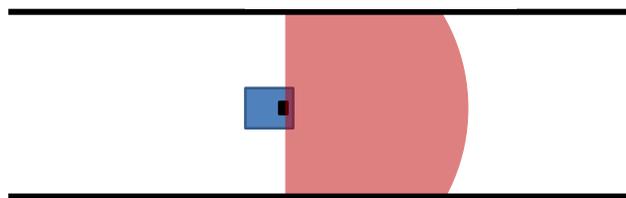
Introdução

Mapeamento (*Laser*)



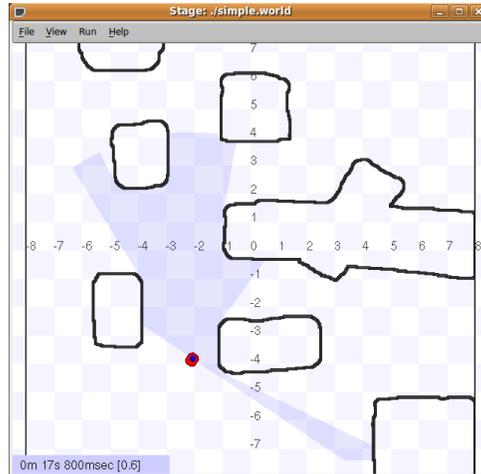
Introdução

Mapeamento (*Laser*)



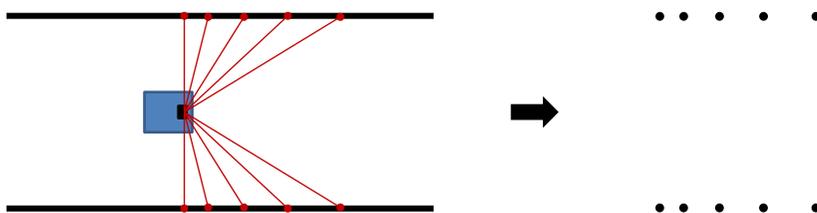
Introdução

Mapeamento (*Laser*)



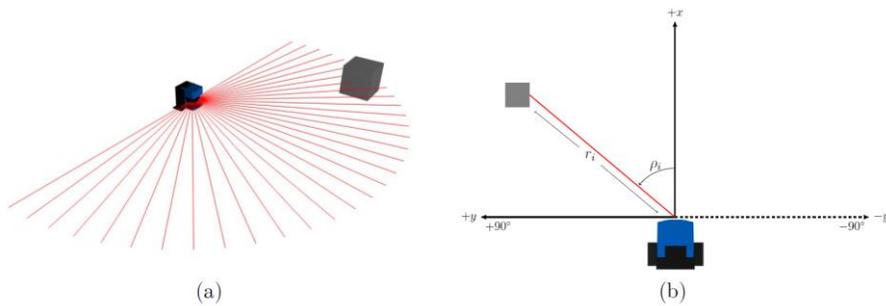
Introdução

Mapeamento (*Laser*)



Introdução

Mapeamento (Laser)



Mapa métrico

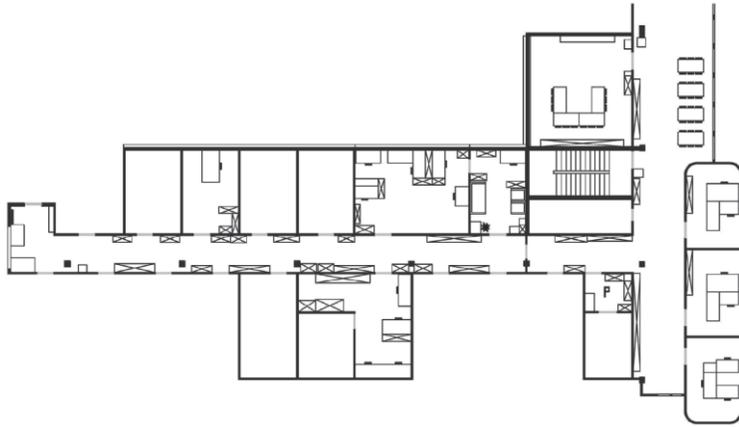
Contínuo

- Representação “exata” do ambiente
 - Representa todos os detalhes (alta precisão)
- Grande volume de dados
 - Será que precisamos de toda essa informação?
 - Extrair certas características
 - Paredes → Segmentos de retas



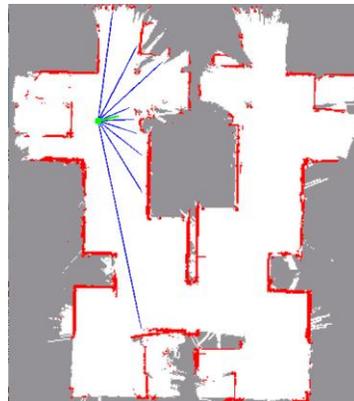
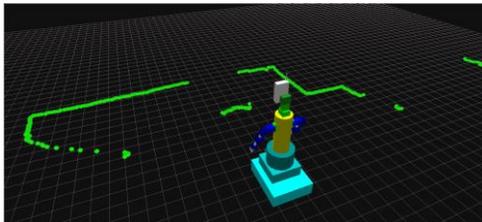
Mapa métrico

Contínuo



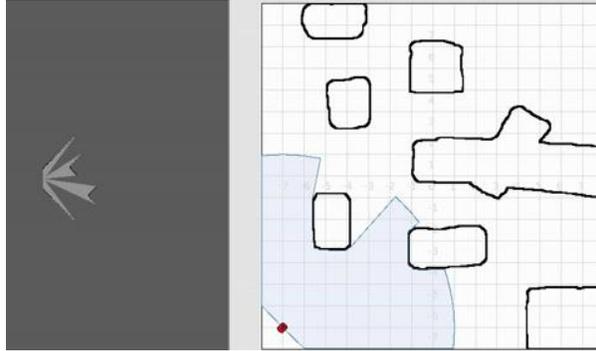
Mapa métrico

Contínuo



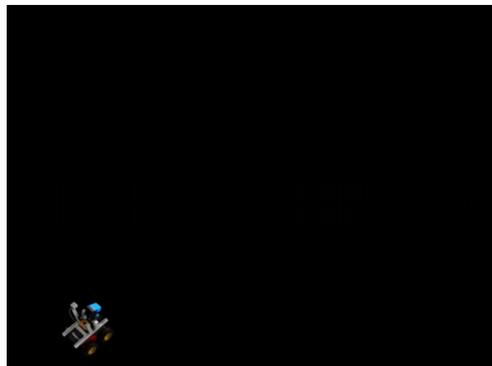
Mapa métrico

Contínuo



Mapa métrico

Contínuo



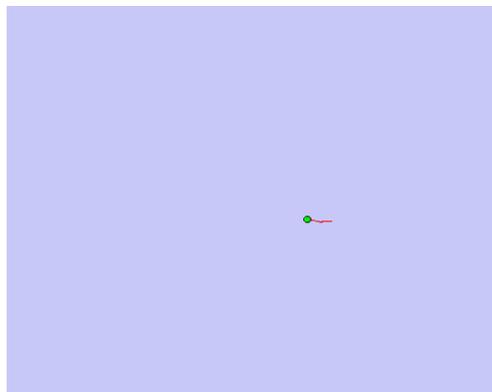
Mapa métrico

Contínuo



Mapa métrico

Contínuo



Mapa métrico

Decomposição em células

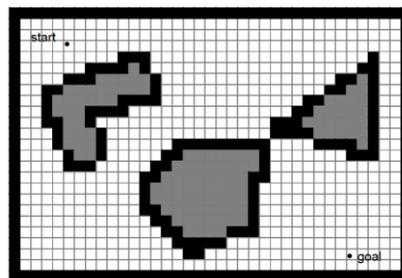
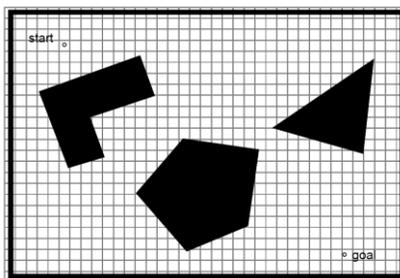
- Representação em forma de *grid*
 - Tamanhos fixos (iguais)
 - Tamanhos variáveis
- Vantagem
 - Mais fácil/eficiente de manipular
- Desvantagem
 - Perda de informação



Mapa métrico

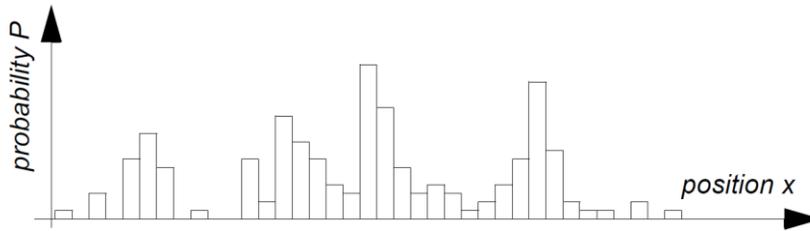
Decomposição em células

- Células de tamanho fixo
 - Passagens estreitas desaparecem



Mapa métrico

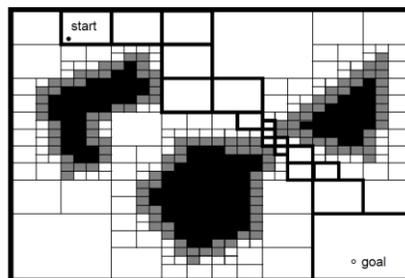
Decomposição em células – Estado de crença



Mapa métrico

Decomposição em células

- Células de tamanho variável
 - Aumentam a complexidade de implementação



Mapa métrico

Decomposição em células

- Problemas
 - Sensores possuem ruído, e um pequeno erro na leitura pode marcar uma célula como ocupada
 - Valor binário de ocupação
- Como tratar esses problemas?
 - Incerteza → Probabilidade



Mapa métrico

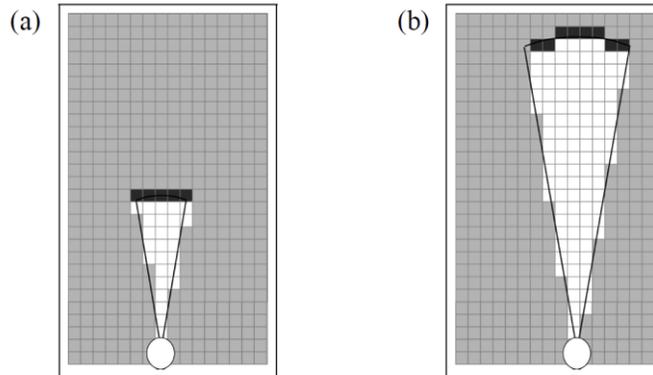
Grade de ocupação

- Introduzido por [Moravec e Elfes, 1985]
 - Representa o ambiente por um *grid*
 - Cada célula agora possui associada uma probabilidade de estar ocupada ou não
 - Probabilidades nas células são independentes
- Muito utilizado com sensores de *range*
 - *Laser*, sonar, Kinect, ...



Mapa métrico

Grade de ocupação



Mapa métrico

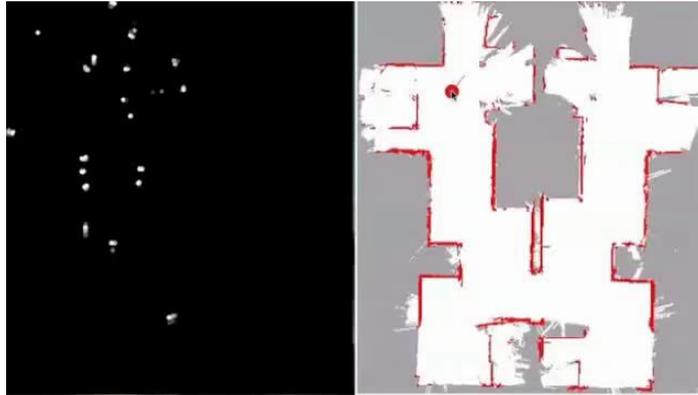
Grade de ocupação

- **Vantagens**
 - Melhor tratamento da incerteza dos sensores
 - Permite utilizar diferentes tipos de sensores
- **Desvantagens**
 - Como definir o tamanho das células?
 - Assume que a *pose* do robô é conhecida



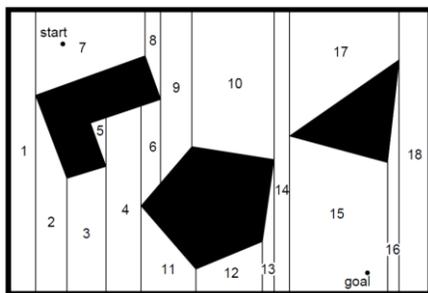
Mapa métrico

Grade de ocupação

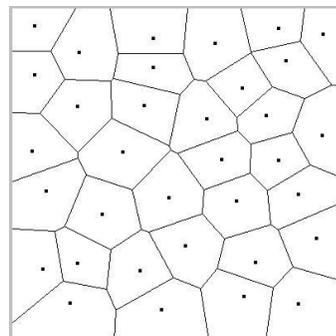


Mapa métrico

Outras decomposições



Células



Voronoi

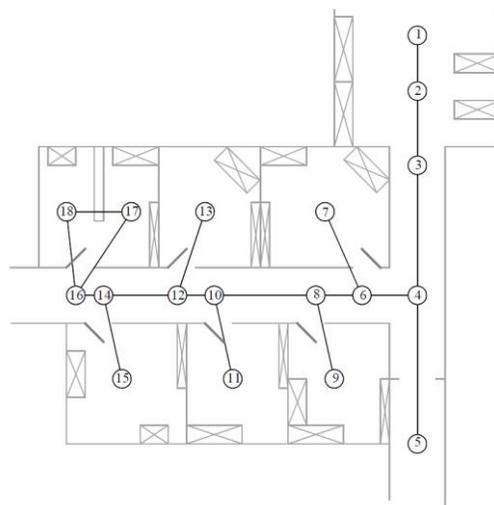


Mapa topológico

- Representa o mundo como um grafo
 - Nós: Correspondem a locais “importantes”
 - Vértice: Conexão física entre os locais
- Navegação
 - Capaz de localizar-se nos nós
 - Saber transitar entre os nós



Mapa topológico

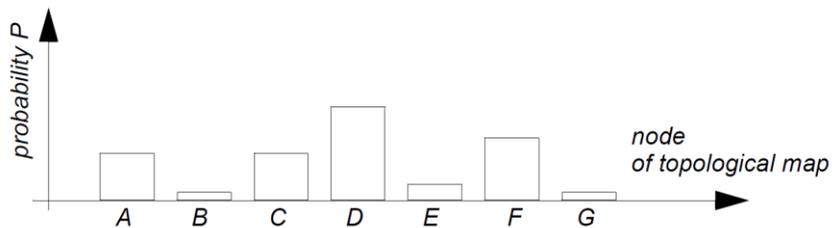


Mapa topológico



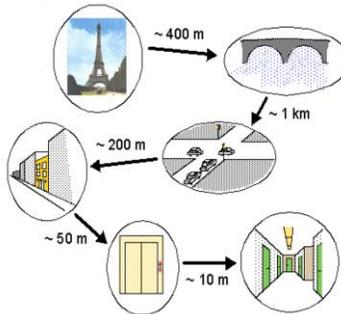
Mapa topológico

Estado de crença



Mapa topológico

- Abordagem híbrida
 - Decomposição topológica + Métrico



Mapa topológico

Problemas

- Útil em planejamentos de alto nível
 - Melhor rota (Dijkstra)
 - Não possui informação de obstáculos
- Geralmente é feito por um humano
 - Como definir o que será útil para o robô?

Mapeamento

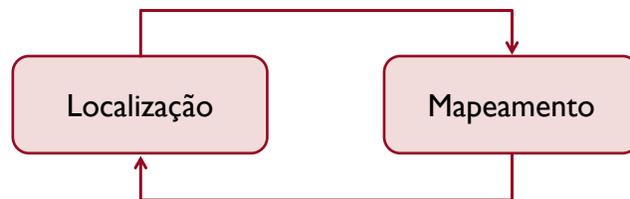
Problemas

- Mundo real é dinâmico
 - Objetos são trocados de lugar
 - Pessoas transitam pelo ambiente
- Percepção também é um desafio
 - Sensores são ruidosos
 - Extração de informação útil é difícil
 - Oclusões



Mapeamento

Problemas



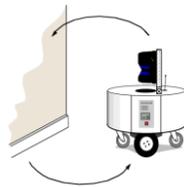
- Por que o robô não faz os dois?
 - SLAM: *Simultaneous Localization and Mapping*



SLAM

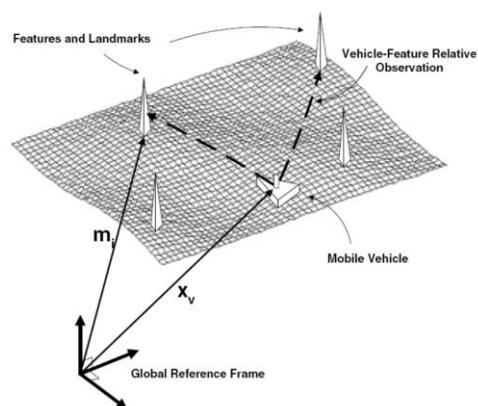
Simultaneous Localization and Mapping

- Criar o mapa e se localizar simultaneamente
 - Utilizando conceitos de probabilidade
- Considerado fundamental para autonomia
 - Problema muito difícil!



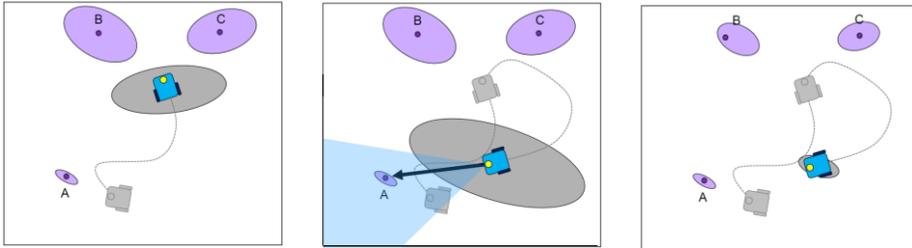
SLAM

Simultaneous Localization and Mapping



SLAM

Simultaneous Localization and Mapping



SLAM

Simultaneous Localization and Mapping

SLAM simulation

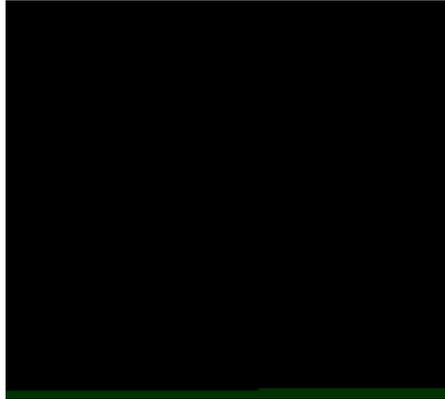
SLAM simulation by Sjoerd de Jong under supervision of Gert Kootstra. The Kalman functionality is partly based on the EKF SLAM simulation of Tim Bailey. www-personal.acfr.usyd.edu.au/tbailey

Department of Artificial Intelligence
University of Groningen



SLAM

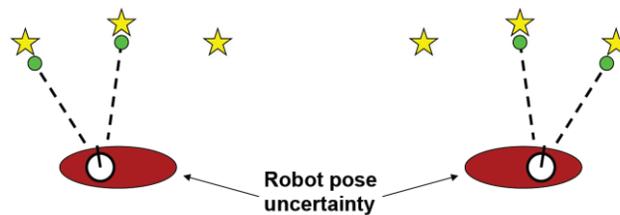
Simultaneous Localization and Mapping



SLAM

Simultaneous Localization and Mapping – Problemas

- Alto custo computacional
 - Grande quantidade de dados
- Identificação/correspondência de marcos



Considerações finais

- Principais problemas na robótica
 - Localização
 - Mapeamento
- Fundamental para todas as outras tarefas
- Diferentes técnicas podem ser utilizadas
 - Probabilísticas