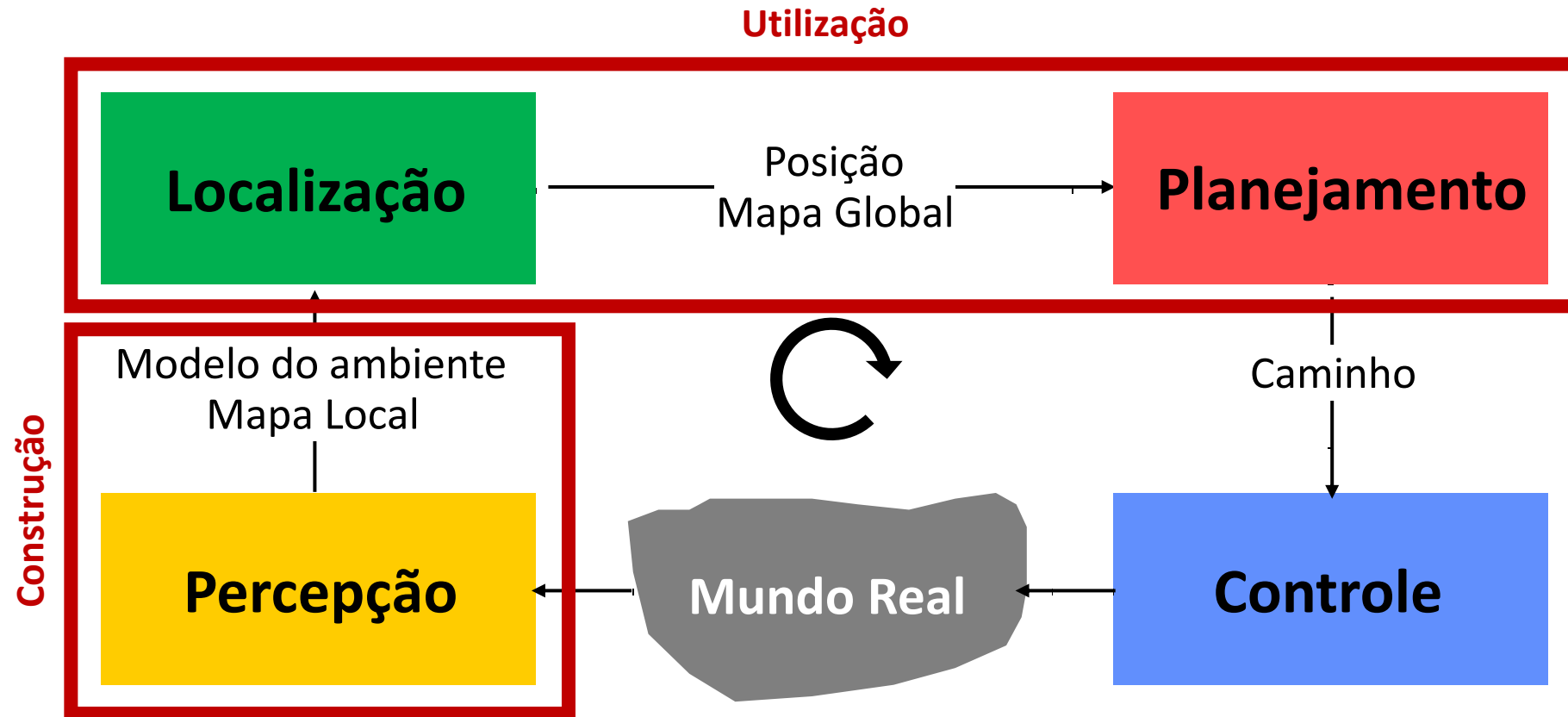


Robótica Móvel

Mapeamento – Introdução

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

Introdução



Introdução

- Mapa

- Representação espacial do ambiente
- Construído utilizando-se diferentes sensores
 - Consequentemente, diferentes tipos de informação

- Mapeamento

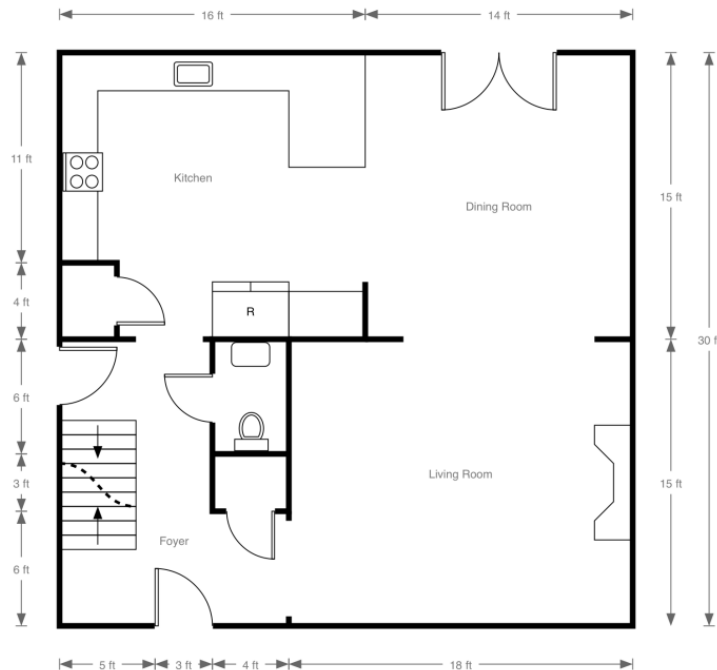
- Processo/tarefa de construir uma representação (mapa) do mundo a partir das informações coletadas pelos sensores

Introdução

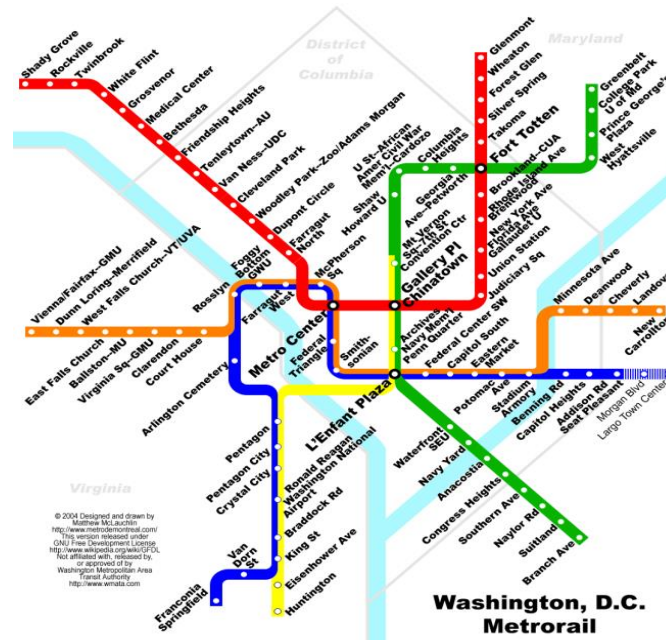
- Por que construir utilizar um mapa?
 - Tomada de decisões / Desvio de obstáculos
 - Localização
- Como representar o ambiente?
 - Quais tipos de representações existem?

Introdução

Representação



Contínuos/Métricos



Discretos (Métricos)



Topológicos/Semânticos

Introdução

Representação

- Características importantes
 - A precisão deve ser apropriada para a tarefa
 - Complexidade x Custo computacional
- Deve possuir apenas informações essenciais
 - Quanto mais compacto mais eficiente
 - Tipo de informação irá depender da tarefa

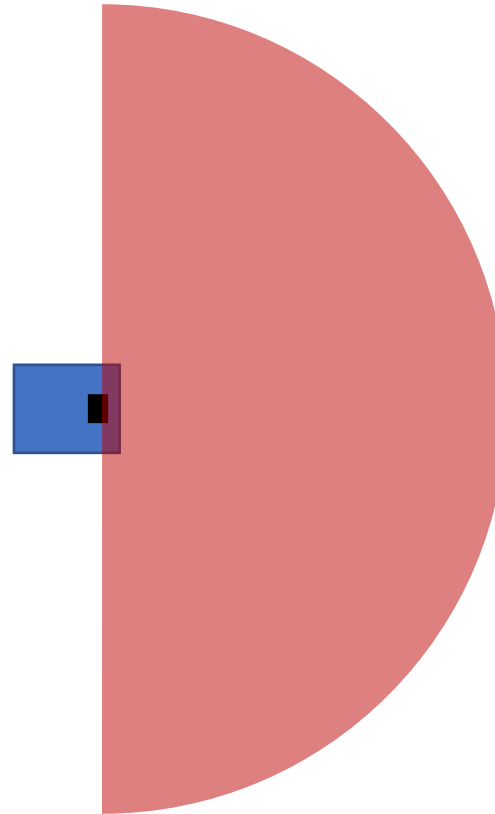
Introdução

Tipos de informação

- 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, ...

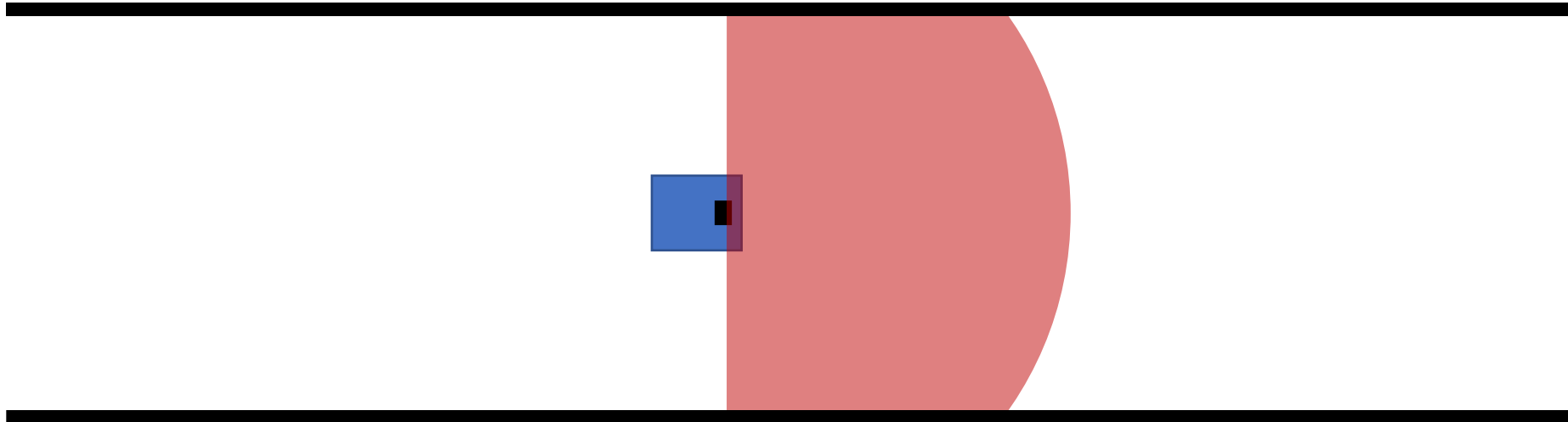
Tipo de informação

Laser (range sensors)



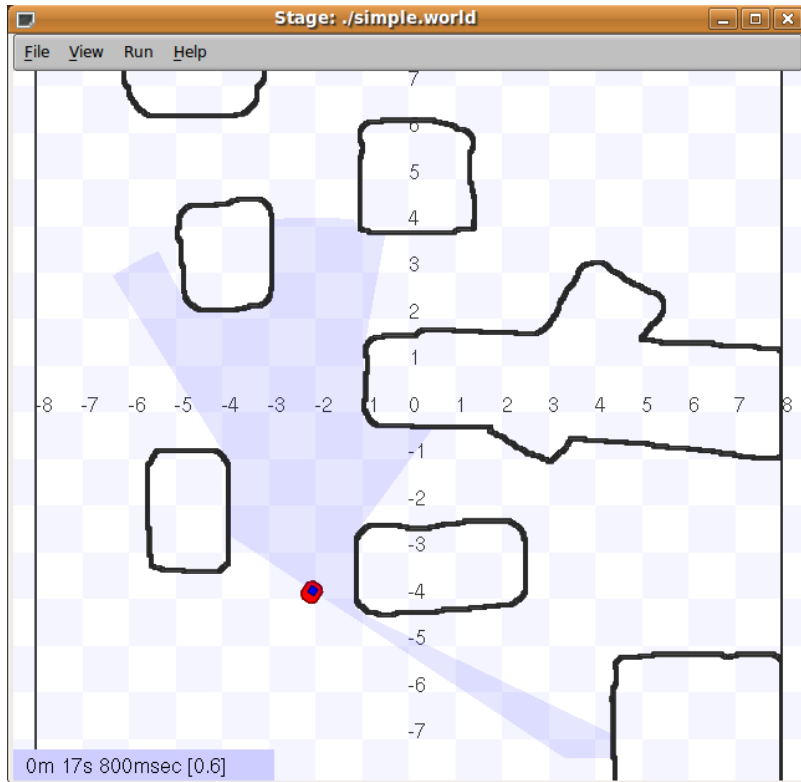
Tipo de informação

Laser (range sensors)

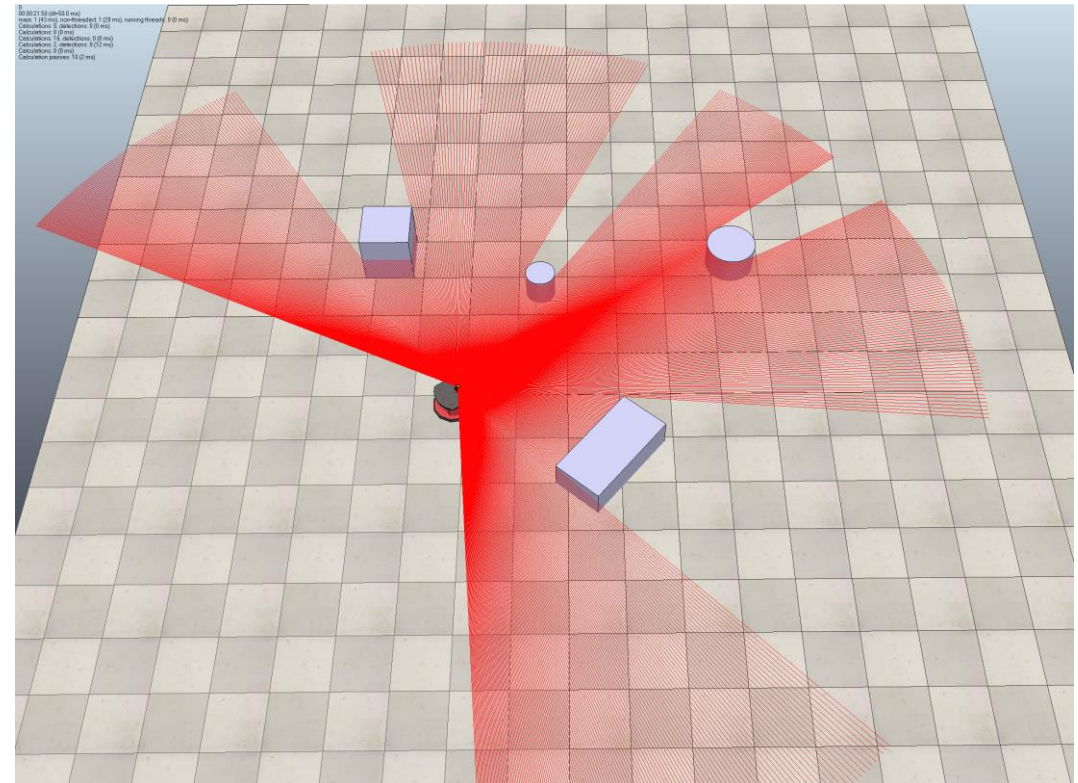


Tipo de informação

Laser (range sensors)



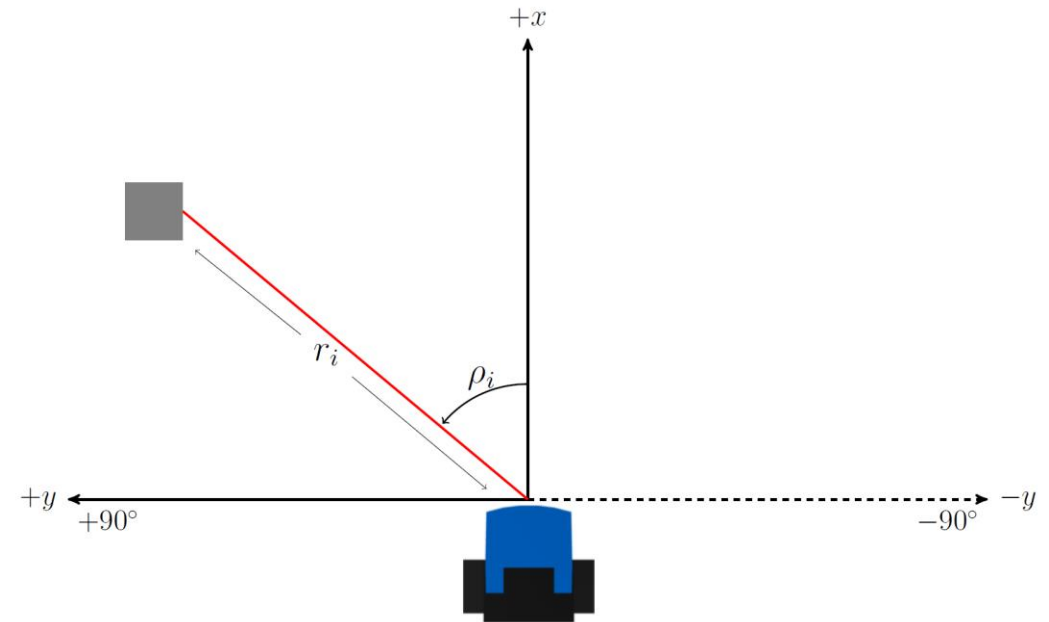
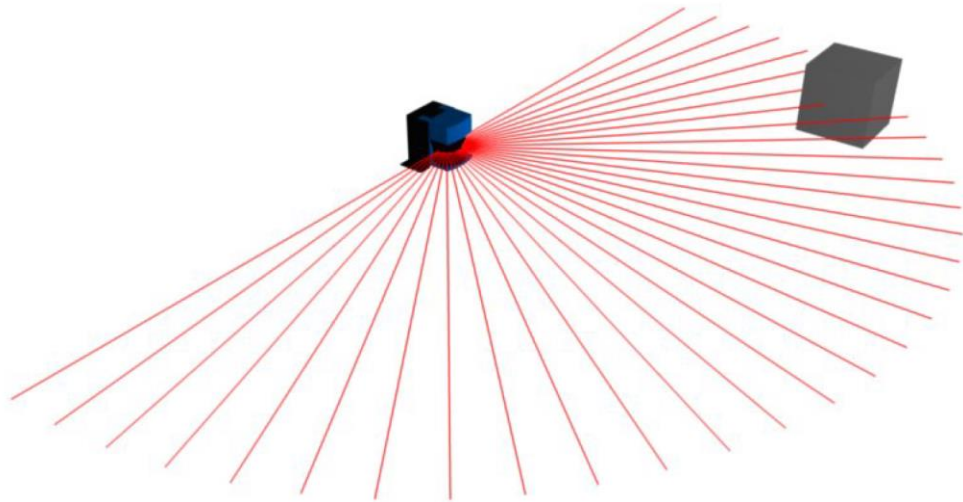
Stage



CoppeliaSim

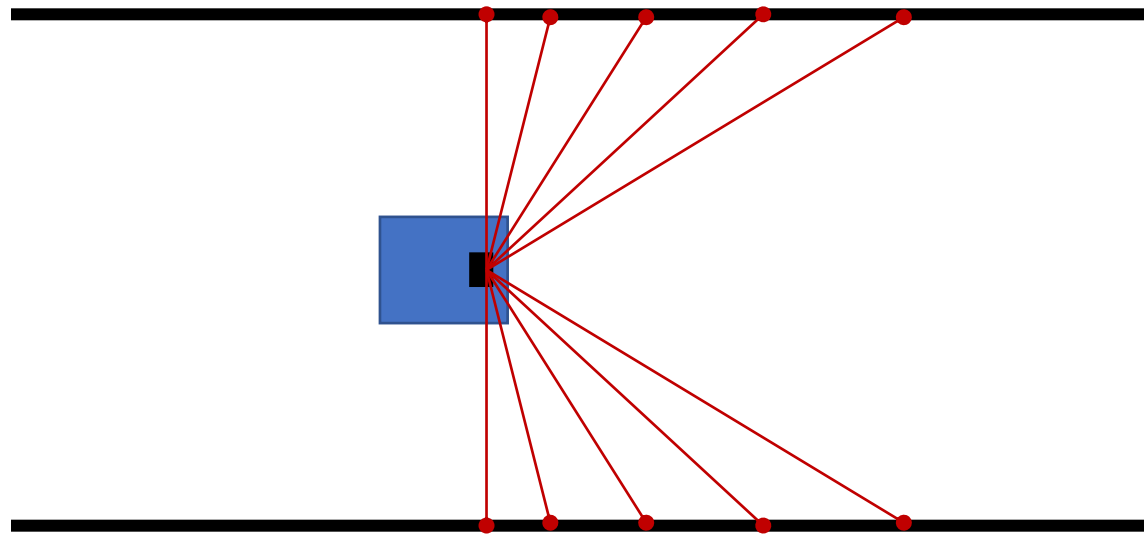
Tipo de informação

Laser (range sensors)



Tipo de informação

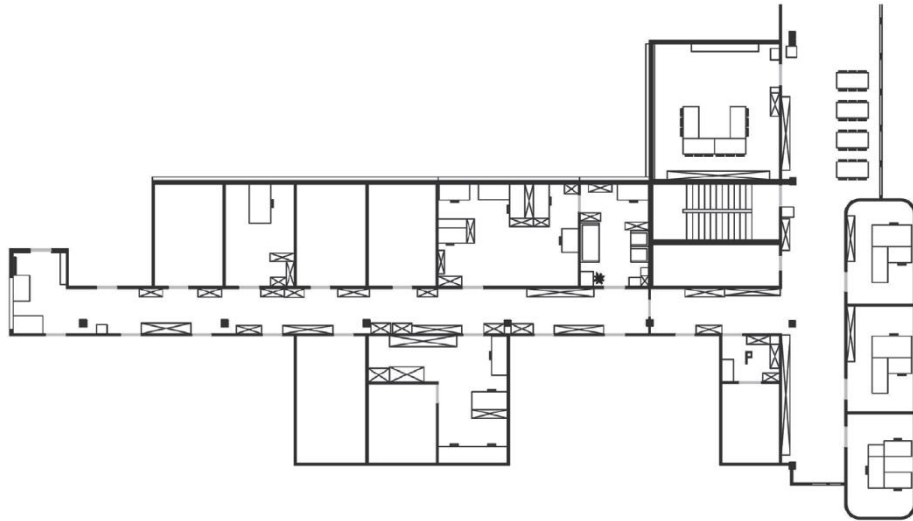
Laser (range sensors)



Mapa métrico

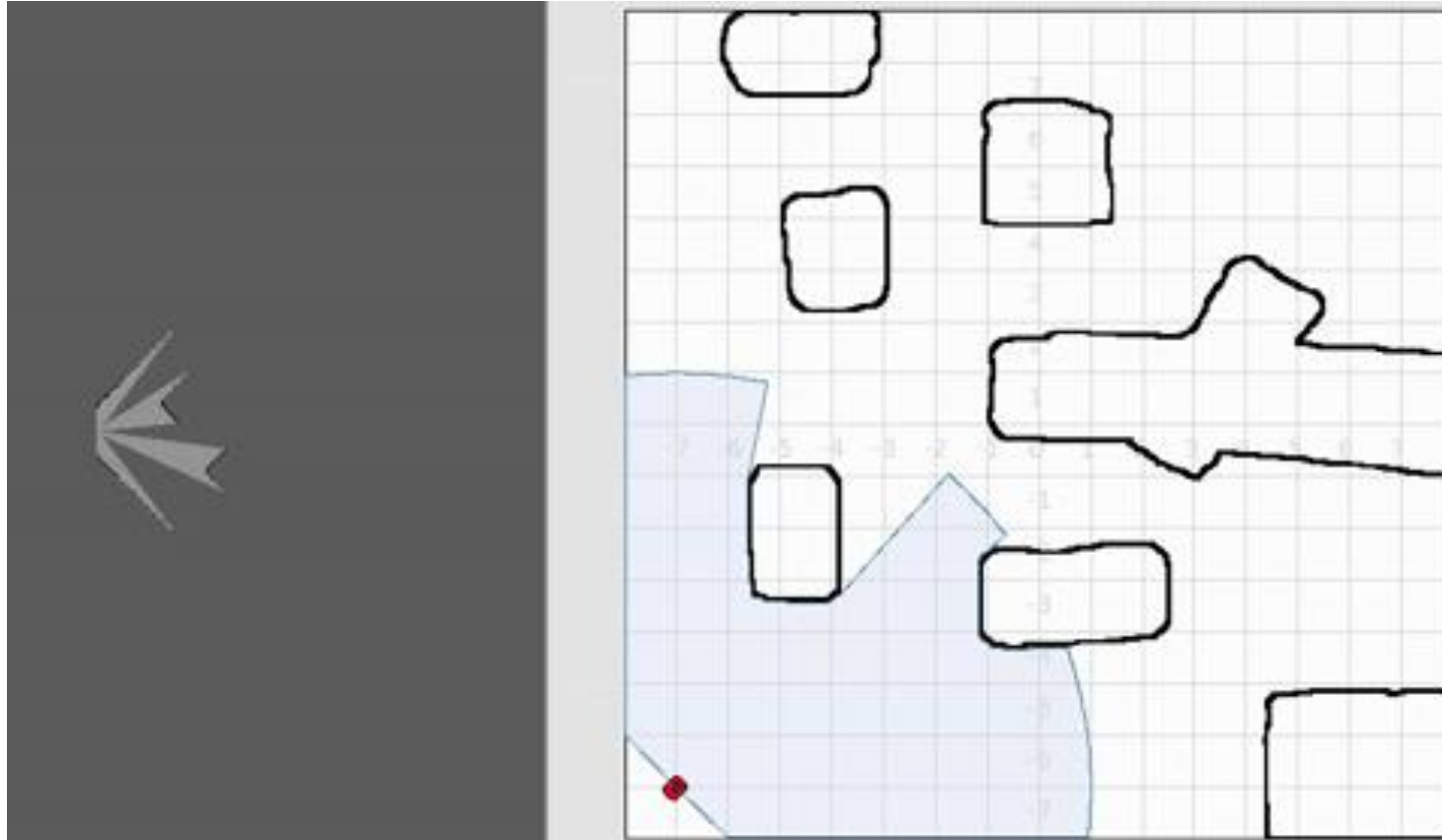
Contínuo

- Representação “exata” do ambiente (*raw data*)
 - Representa todos os detalhes (alta precisão)



Mapa métrico

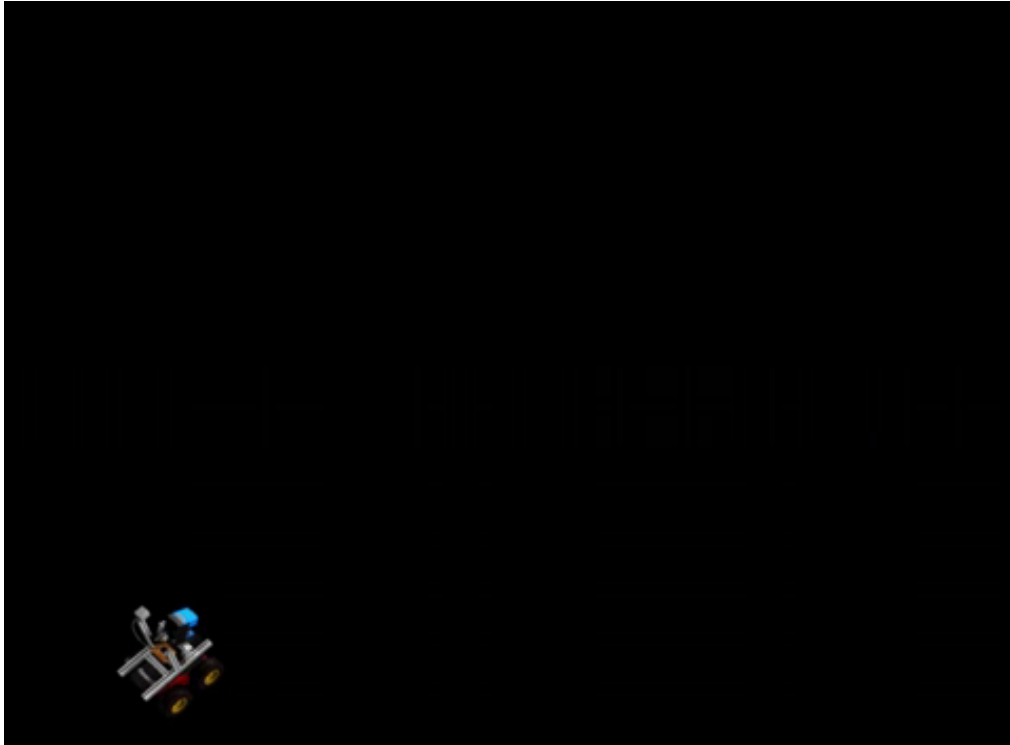
Contínuo



<https://youtu.be/zOj4s9TEmg8>

Mapa métrico

Contínuo



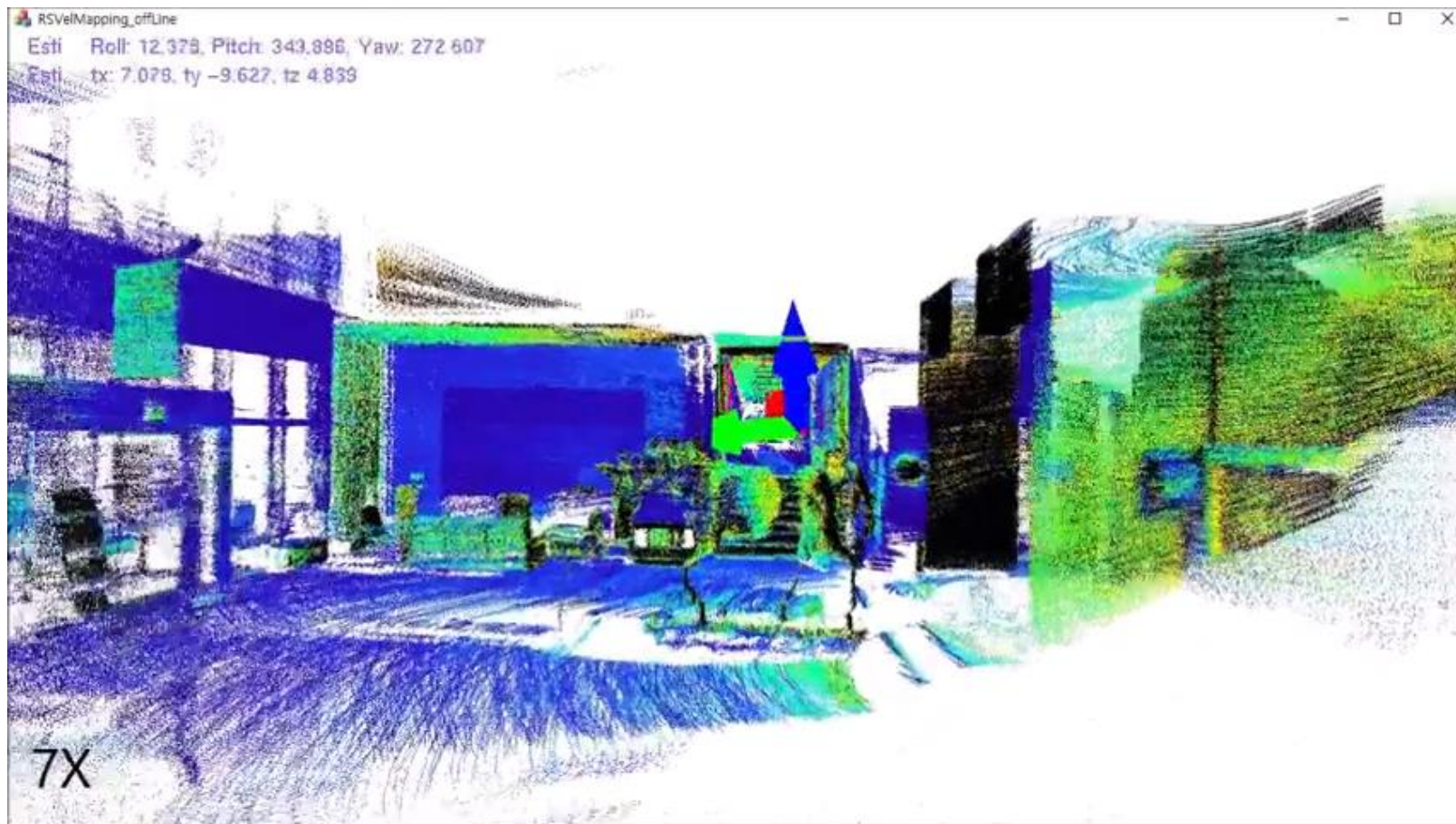
<https://youtu.be/XZFEHr3BrLw>



<https://youtu.be/IMSozUpFFkU>

Mapa métrico

Contínuo

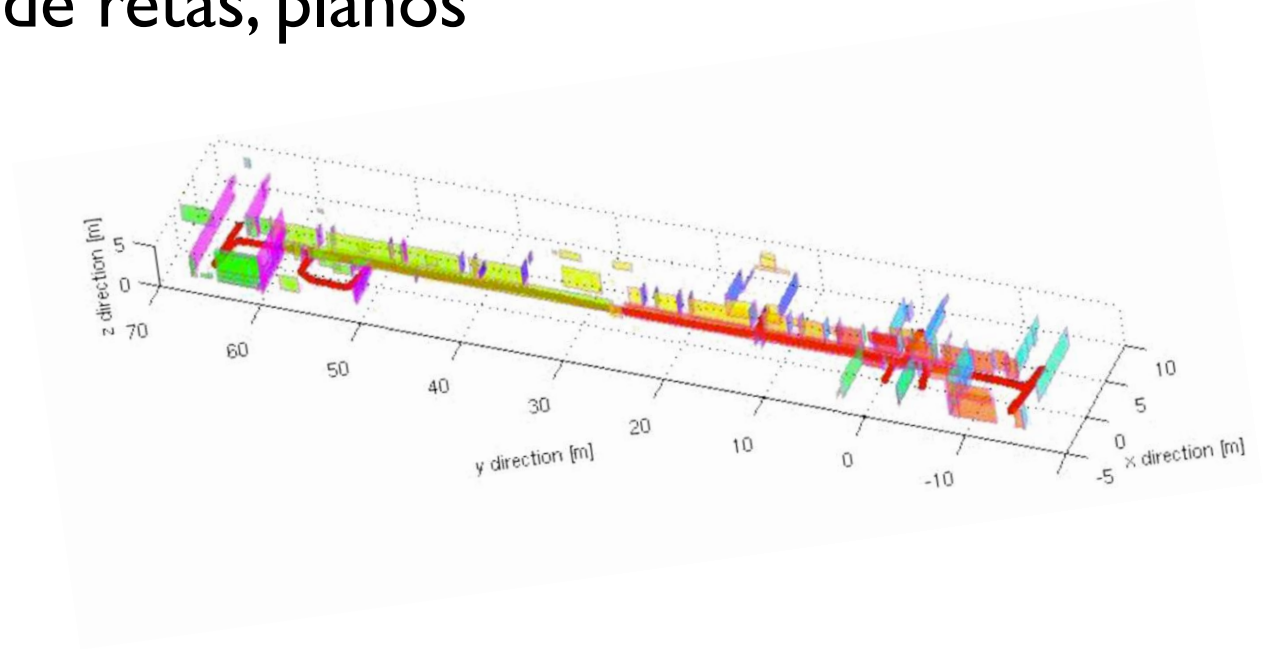
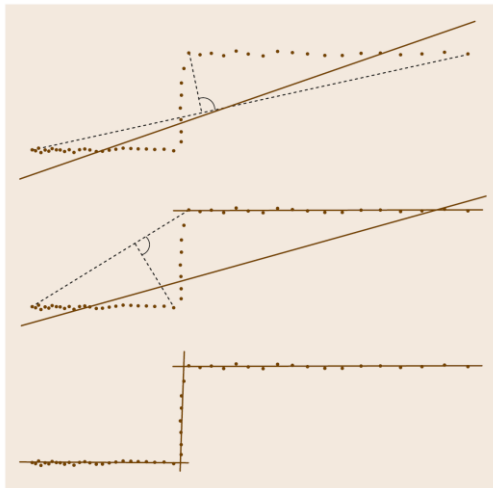


<https://youtu.be/k8h87JVI6lc>

Mapa métrico

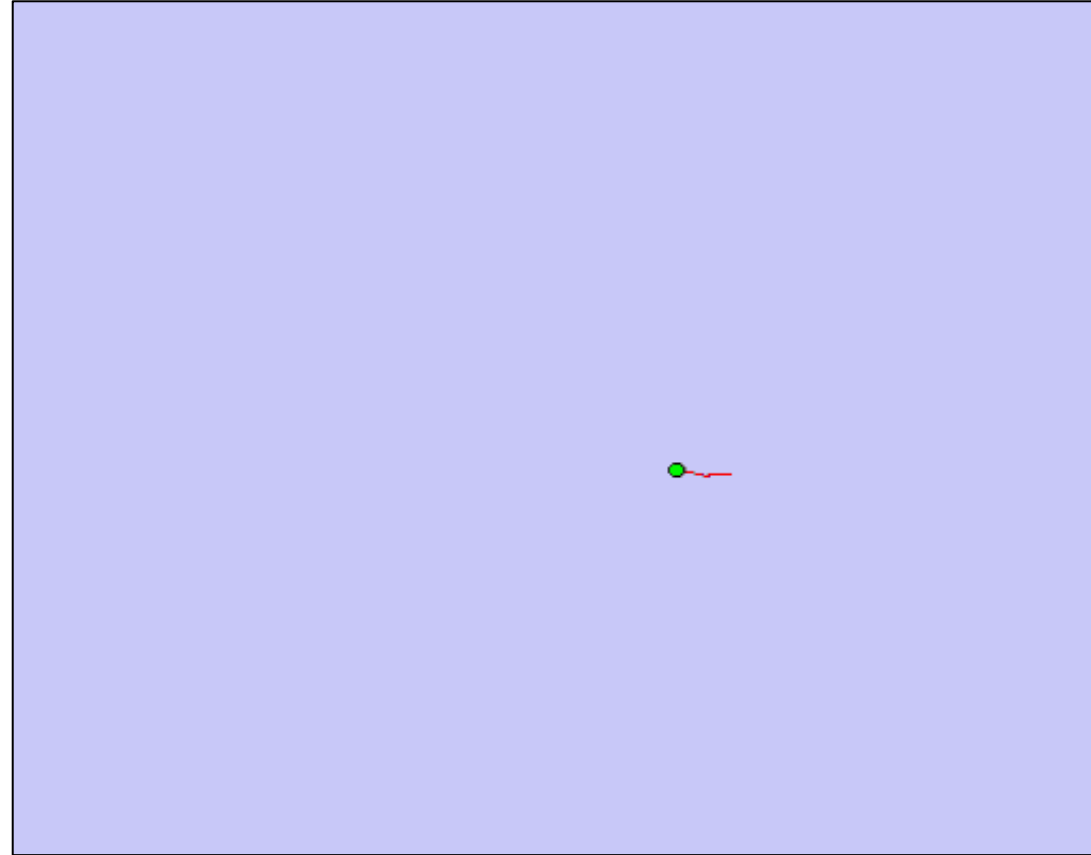
Contínuo

- Grande volume de dados
 - Será que precisamos de toda essa informação?
 - Extrair certas características (geométricas, alto-nível)
 - Paredes → Segmentos de retas, planos



Mapa métrico

Contínuo



Fonte: <http://robots.stanford.edu/movies/haehnel-RawOdometry-anim.avi>

Mapa métrico

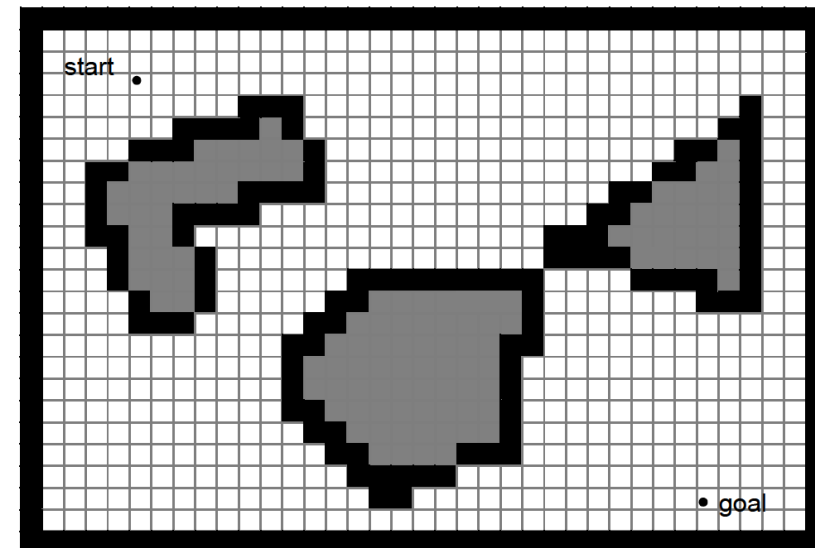
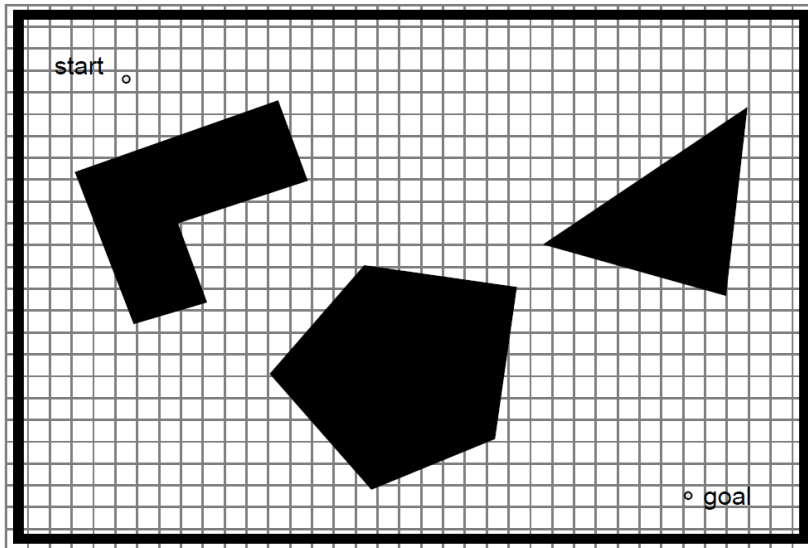
Decomposição em células

- 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

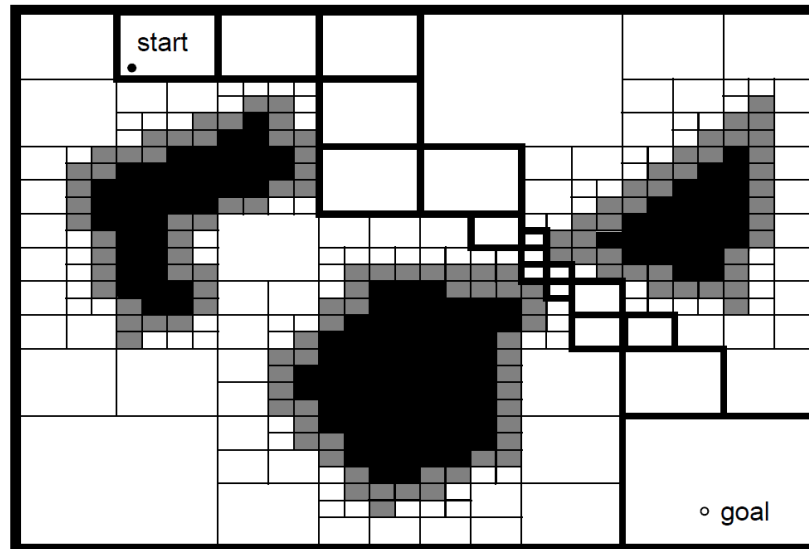
- Células de tamanho fixo
 - Passagens estreitas desaparecem



Mapa métrico

Decomposição em células

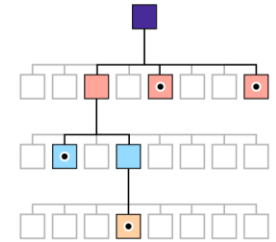
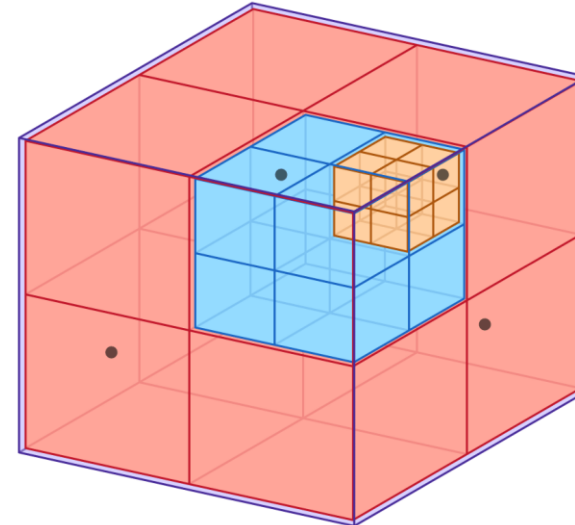
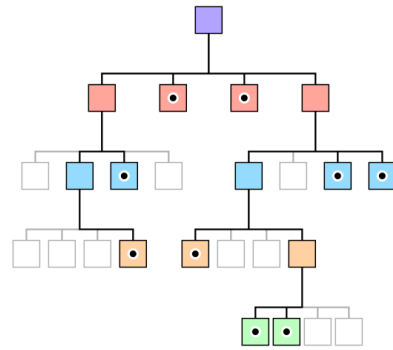
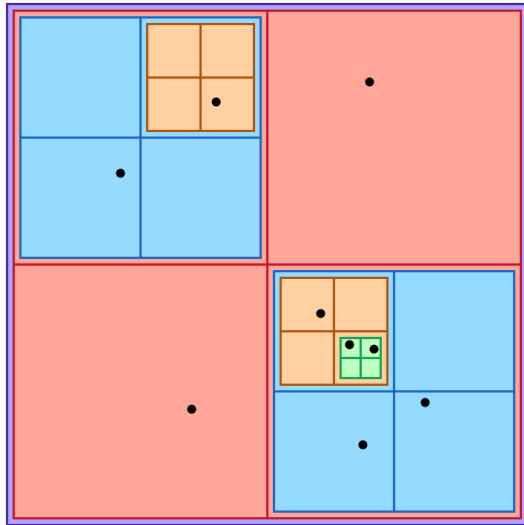
- Células de tamanho variável
 - Aumentam a complexidade de implementação



Mapa métrico

Decomposição em células

- Quadtree / Octree
 - Resolução variável



Fonte: <https://developer.apple.com/documentation/gameplaykit/gkquadtree>

Fonte: <https://developer.apple.com/documentation/gameplaykit/gkoc-tree>

Mapa métrico

Decomposição em células



<https://youtu.be/yp0f8-AKvDU>

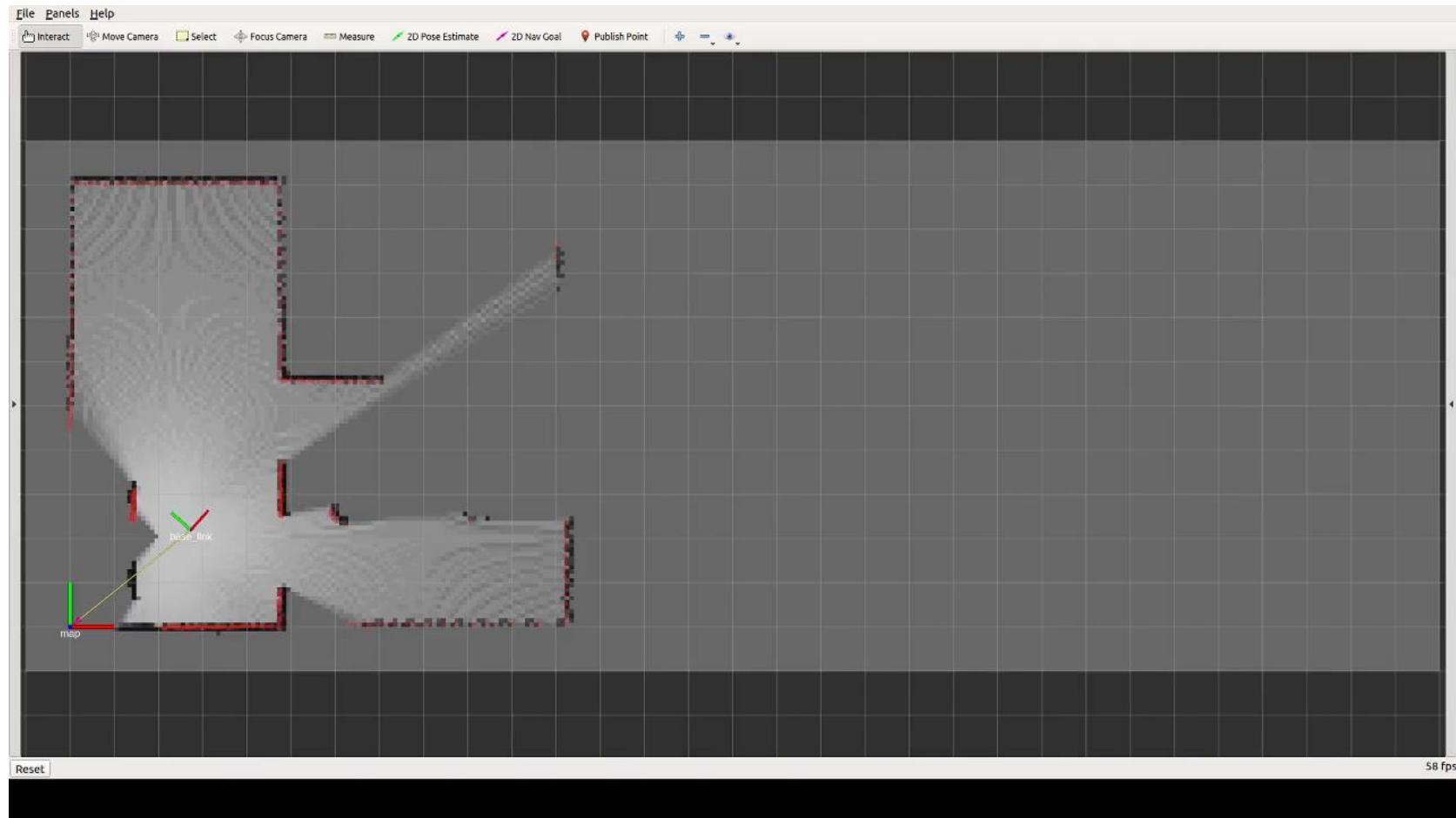
Mapa métrico

Decomposição em células

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

Mapa métrico

Grade de ocupação

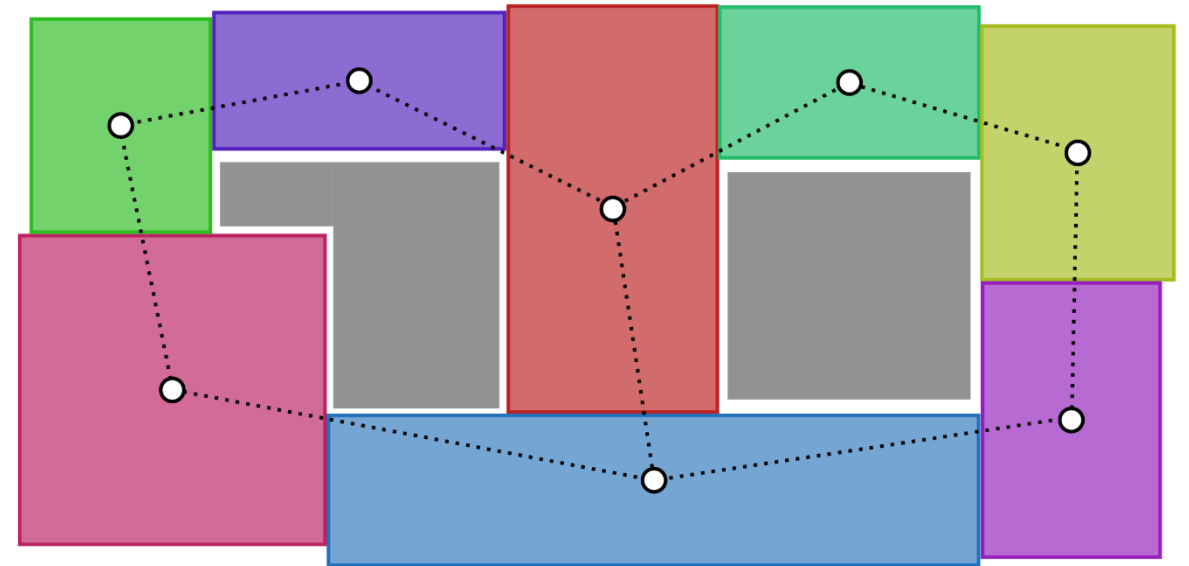
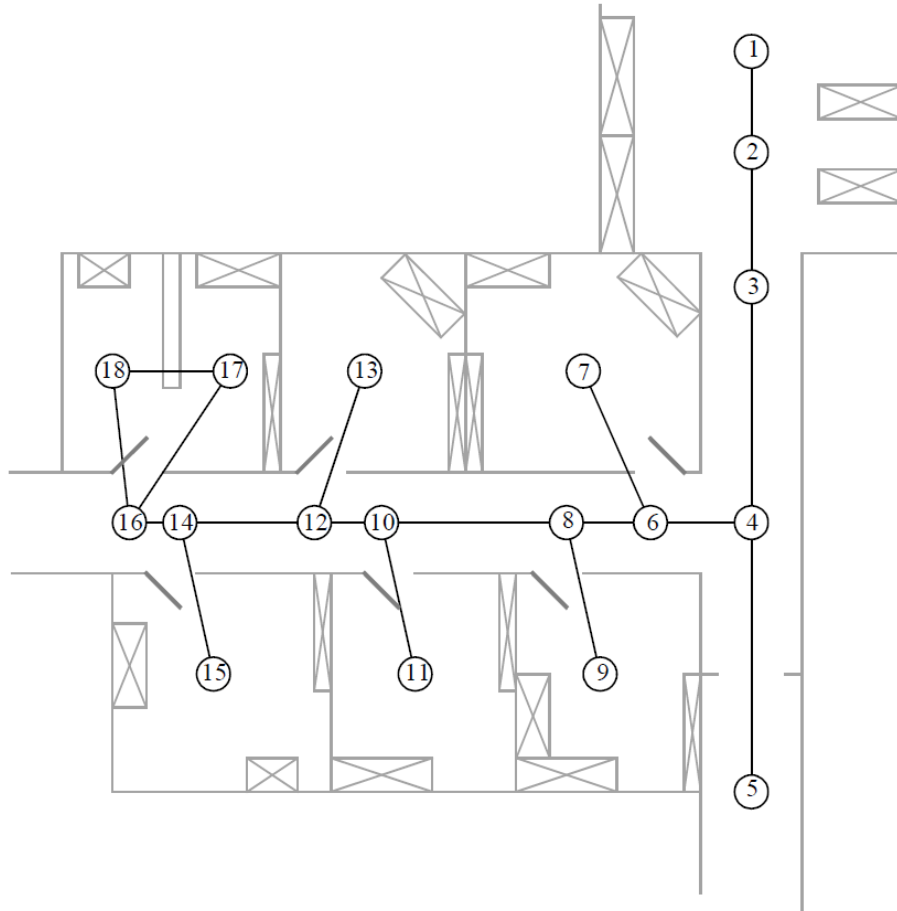


<https://youtu.be/ykOTfrS5pO4>

Mapa topológico

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

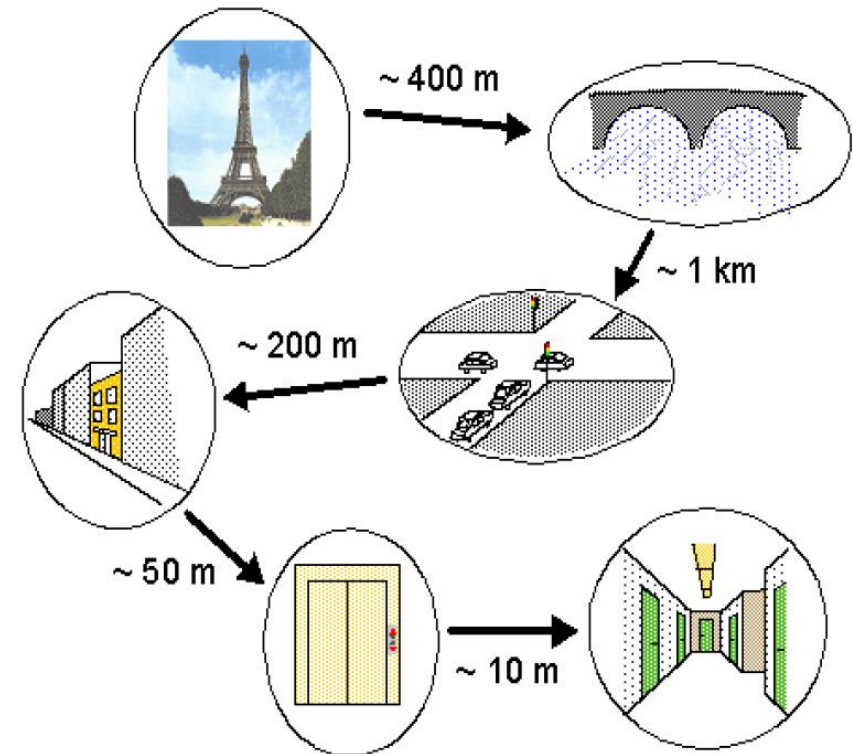
Mapa topológico



Fonte: *Introduction to Autonomous Mobile Robots*

Mapa topológico

- Abordagem híbrida
 - Decomposição topológica
 - Informação métrica



Mapa topológico

Hybrid Metric-Topological Mapping:

Experimental results for the MALAGA data set

J.L. Blanco, J.A. Fernández-Madrigal, J. Gonzalez
Dpt. of System Engineering and Automation
University of Malaga © 2006
<http://www.isa.uma.es>

<https://youtu.be/hk3NXb7Tyu0>

Mapa topológico

Problemas

- Útil em planejamentos de alto nível
 - Melhor rota (Dijkstra, A^*)
 - 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