

SSC5880

Algoritmos de Estimação para Robótica Móvel

Denis F. Wolf
(denis@icmc.usp.br)

17/5/2012



Universidade de São Paulo
Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação
Departamento de Sistemas de Computação - SSC

1

Objetivos do curso

- Estudo dos problemas fundamentais da robótica móvel
- Estudo da utilização de técnicas de estimação e de fusão de sensores aplicadas na robótica móvel

Informações

- Avaliação:**
Nota final: Seminário 25% + Trabalhos 50% + Prova 25%
A = 10~8,5, B=8,4~7,0, C=6,9~5,0
Participação nas aulas: **Importante!!**
- Bibliografia:**
 - Probabilistic Robotics, S. Thrun, W. Burgard e D. Fox, MIT Press, 2005
 - Artificial Intelligence: A Modern Approach, S. Russell and P. Norvig, Prentice Hall, 2003
 - Artigos selecionados de conferências e periódicos

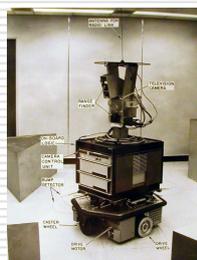
Calendário

- 8/5 - Apresentação + Revisão de Teoria Probabilística
- 15/5? - Localização Markov + Monte Carlo + EKF
- 22/5 - Não haverá aula (CBSEC)
- 29/5 - Mapeamento
- 5/6? - SLAM (Loc. e Map. Simultâneos)
- 12/6 - SLAM II
- 19/6 - Planejamento - Proc. de Decisão de Markov
- 26/6 - Prova

Histórico

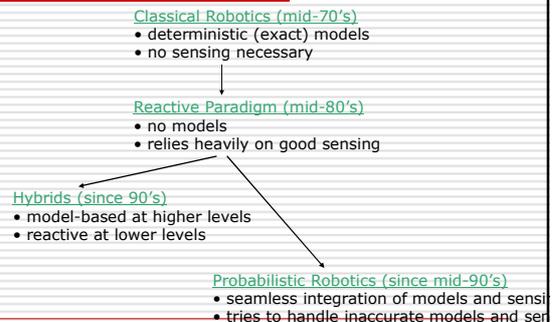


Unimate (1961)
Primeiro robô industrial



Shakey (1968)
Primeiro robô móvel

Histórico da Pesquisa em Robótica



■ Passado...



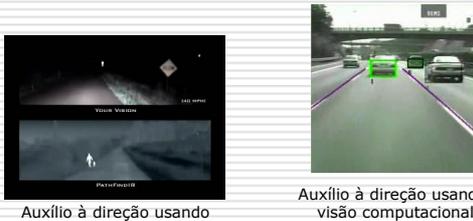
■ Presente



Robô desarmando bomba em NY

Estacionamento automático

■ Presente



Auxílio à direção usando câmera térmica

Auxílio à direção usando visão computacional

Robótica

■ Futuro (muito próximo)...



■ No Brasil??

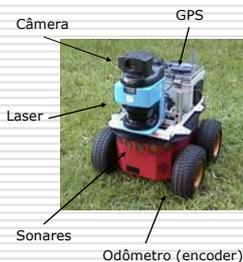


Robô Móvel – Modelo Básico



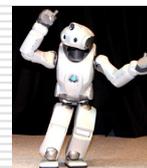
Sensores

- ❑ **Proprioceptivos:** observam o estado do **robô** (odometria, GPS, giroscópios).
- ❑ **Exteroceptivos:** observam o estado do **ambiente** (câmeras, sonares, lasers).



Atuadores

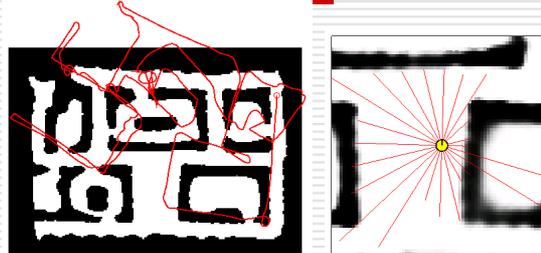
- ❑ Alteram o estado do robô e do ambiente (rodas, pernas, garras).



Problemas

- Sensores são **limitados** e **imprecisos**.
- Atuadores são **limitados** e **imprecisos**.
- O ambiente e o estado interno do robô são **parcialmente observáveis**.
- Ambientes reais são **dinâmicos** e **imprevisíveis**.
- Os modelos do ambiente e do robô são **imprecisos** e **incompletos**.

Exemplos de Imprecisão



Odometria

Sonar

Robôs Móveis - Aplicações



Guia de museu



Mapeamento de minas



Verificação da qualidade da água



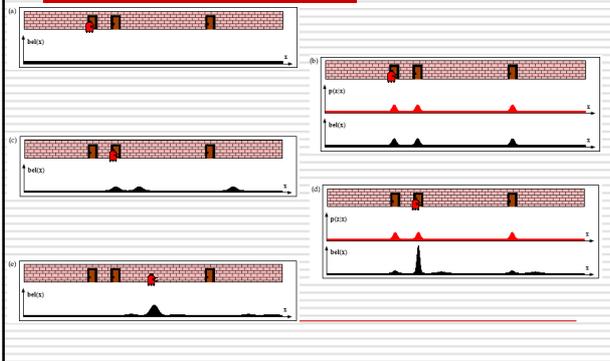
Navegação autônoma

Robótica Probabilística

Idéia básica: representação da incerteza utilizando teoria probabilística.

- ❑ **Percepção** = estimação
- ❑ **Atuação** = otimização

Exemplo - Localização



Exemplo - Navegação



The Minerva Experience

Darpa Grand Challenge 2004

Premio de **US\$1.000.000,00**
Desafio: Percorrer 224km
no deserto de forma autônoma

106 equipes inscritas e 25 finalistas



Melhor resultado: Red team (12km)

"Nobody won. Nobody even came close" - CNN



17/5/2012

Darpa Grand Challenge



17/5/2012

23

Darpa Grand Challenge 2005

Premio de **US\$2.000.000,00**

195 equipes inscritas,
 23 finalistas
 5 terminaram o percurso



Vencedor:
Stanley
(Stanford University)
6h 53m



17/5/2012

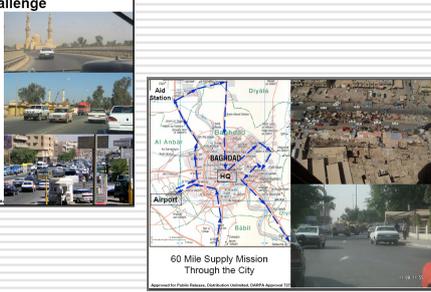
24

Darpa Urban Challenge 2007

Urban Challenge

City Driving

- Obey traffic laws
- Safe entry into traffic flow
- Safe passage through busy intersections
- Safe following or passage of moving vehicles
- Safe passage of a stopped vehicle
- Drive an alternate route when the primary route is blocked
- Safe U-turn



60 Mile Supply Mission Through the City

17/5/2012 25

Darpa Urban Challenge 2007

“none of the winning teams had taken any demerits for traffic violations, and that the winners had all been selected based on their finishing times “

“Tartan's vehicle averaged about 14 miles per hour throughout the course, which covered about 55 miles. Stanford averaged about 13 miles per hour, and Virginia Tech averaged a bit less than that “

[Video](#)

17/5/2012

26

Vantagens e Desvantagens

- ❑ Trabalha com modelos imprecisos
 - ❑ Suporta sensores imperfeitos
 - ❑ Soluções robustas em situações reais
 - ❑ Atualmente, as melhores soluções para determinados problemas da robótica
-
- ❑ Alta demanda computacional
 - ❑ Pode levar a deduções erradas
 - ❑ Métodos aproximados