

SSC5880 Algoritmos de Estimação para Robótica Móvel

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

17/05/2011



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 + Prova + Projeto)/3
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

13/5 - Apresentação + Revisão de Teoria Probabilística

20/5 - Localização

27/5 - Mapeamento + Seminários

03/6 - SLAM + Seminários

10/6 - Processo de Decisão de Markov + Seminários

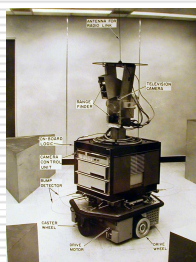
17/6 - Prova + Seminários

01/7 - Projetos

Histórico



Unimate (1961)
Primeiro robô industrial



Shakey (1968)
Primeiro robô móvel

Histórico da Pesquisa em Robótica

Classical Robotics (mid-70's)

- deterministic (exact) models
- no sensing necessary

Reactive Paradigm (mid-80's)

- no models
- relies heavily on good sensing

Hybrids (since 90's)

- model-based at higher levels
- reactive at lower levels

Probabilistic Robotics (since mid-90's)

- seamless integration of models and sensing
- tries to handle inaccurate models and sensing

■ Passado...



7

■ Presente



Robô desarmando bomba em NY



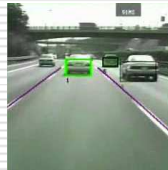
Estacionamento automático

8

■ Presente



Auxílio à direção usando câmera térmica



Auxílio à direção usando visão computacional

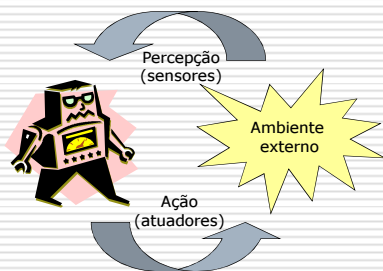
9

■ No Brasil??



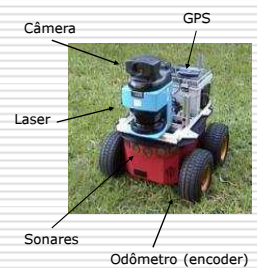
10

Modelo Básico



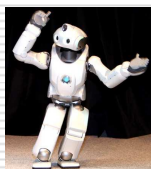
Sensores

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



Atuadores

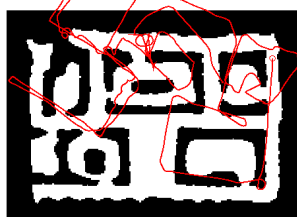
- Alteram o estado do robô e do ambiente (rodas, pernas, garras).



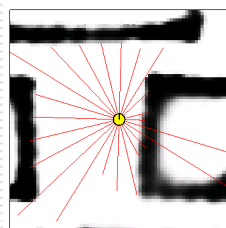
Problemas

- 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



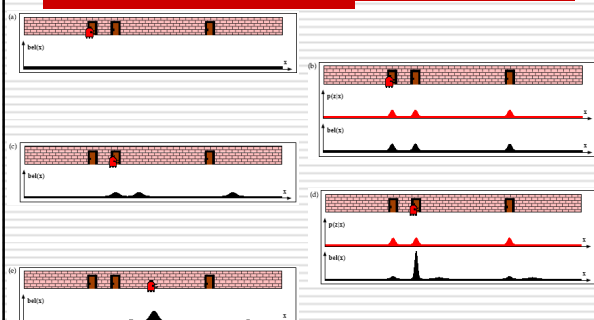
Sonar

Robótica Probabilística

Idéia básica: representação da incerteza utilizando teoria probabilística.

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

Exemplo - Localização



Exemplo - Navegação





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

17/05/2011

Darpa Grand Challenge

17/05/2011 21

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

- Terrain
 - Desert
 - Flat
 - Mountainous
- Obstacles
 - Bridges
 - Underpasses
 - Debris
 - Paved roadways
 - Poor roadways
 - Other Vehicles

17/05/2011 22

Darpa Urban Challenge 2007

Taxicab Algorithm

- Obey traffic laws
- Safe entry into traffic
- Safe passage through intersections
- Safe following of moving vehicles
- Safe passage of vehicle
- Drive an alternate route
- Safe U-turn

17/05/2011 23

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](#)

17/05/2011 24

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

Email do Osório...

Oi Denis,

A conferência está excelente, com artigos muito interessantes, é um evento de primeira! Tudo é nota dez, e afinal não é todo dia que se cruza pelos corredores com o Khatib, Dudek, Broggi, e até mesmo o Gary Bradsky.

Constatações... atualmente a moda (como não podia deixar de ser) é: Kinect, Sistemas de Visão (stereo) e Helicópteros (MAV). **Mas nada é mais consensual do que: o crescimento extremamente grande e rápido da robótica previsto para os próximos anos**, seja nas indústrias, em robôs de serviço/domésticos, etc.