
SSC5880

Algoritmos de Estimação para Robótica Móvel

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

15/05/2013



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 40% + Trabalhos 60%

Sugestão: usar Python nas implementações!

Par Wing IDE 101 + Python 2.7.4 (free!)

- ❑ Bibliografia:
 - <http://wingware.com>
 - <http://www.python.org>, MIT
 - Artificial Intelligence: A Modern Approach, S. Russell and P. Norvig, Prentice Hall, 2003
 - Artigos selecionados de conferências e periódicos

Calendário

7/5 – Apresentação + Revisão de Teoria Probabilística

14/5 – Localização Markov + Monte Carlo + EKF

22/5 – Mapeamento

28/5 – SLAM (Loc. e Map. Simultâneos)

4/6 – SLAM II + Planejamento (PDM)

11/6 – Seminários

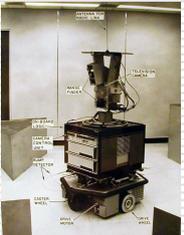
18/6 – Seminários

25/6 – IEEE IV (Não haverá aula)

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 sensors

■ 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

Robótica

■ Futuro (muito próximo)...



10

■ No Brasil??



11

Projeto NAV-AG



Objetivo: Desenvolvimento de um sistema de identificação de obstáculos em plantações de cítricos



Vigência: janeiro a setembro de 2012

Financiamento: Jacto Máquinas Agrícolas

Projeto NAV-AG

Visão estéreo + Aprendizado de máquina

Projeto NAV-AG

Visão estéreo + Aprendizado de máquina

Projeto NAV-AG

JAV II na Agrishow 2013

Projeto NAV-AG

Jacto JAV II

Robô Móvel – Modelo Básico

PERCEÇÃO

AGENTE

AMBIENTE

AÇÃO

Sensores

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

Câmera

GPS

Laser

Sonares

Odômetro (encoder)

Atuadores

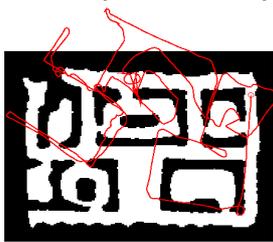
- Alteram o estado do robô e do ambiente (rodas, pernas, garras).



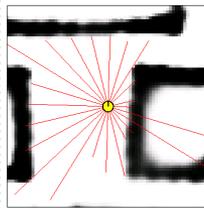
Problemas

- 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

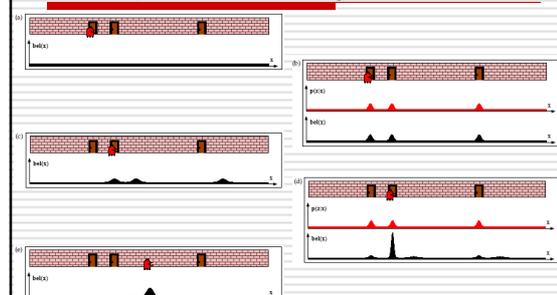
22

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

15/05/2013

Darpa Grand Challenge

15/05/2013 28

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

15/05/2013 29

Darpa Urban Challenge 2007

Taxicab Algorithm

City Driving

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

15/05/2013 30

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](#)

15/05/2013

31

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