

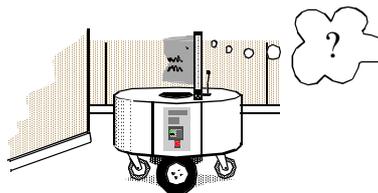
# Introdução à Robótica

## Robótica Móvel – Localização

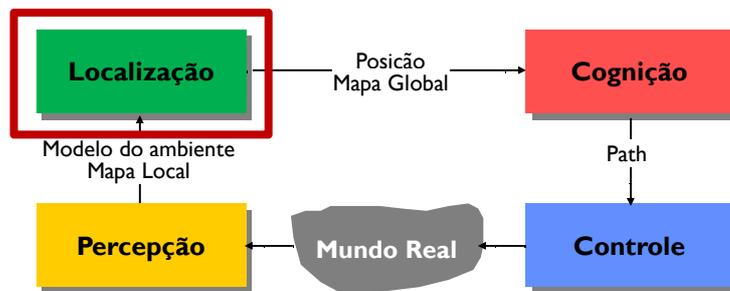
Prof. Douglas G. Macharet  
douglas.macharet@dcc.ufmg.br

## Introdução

- Principais questões na Robótica
  - Onde estou? (localização)
  - Aonde vou? (objetivo)
  - Como vou? (planejamento)

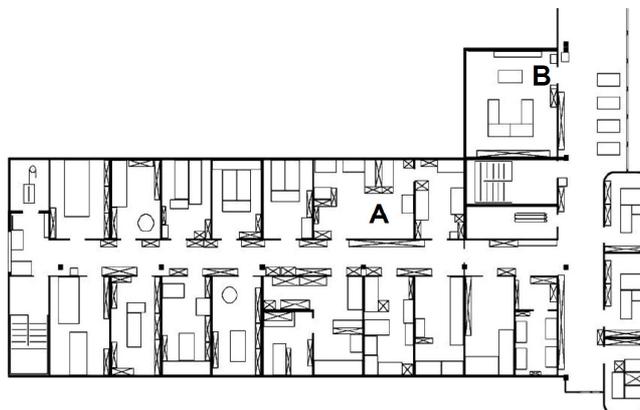


# Introdução



# Introdução

É realmente necessário?



## Introdução

- Tarefa fundamental
  - Determinar a posição (*pose*) do robô
- Diferentes representações
  - Coordenadas, métrica, topológica, ...
- Absoluta x Relativa
  - Sempre é relativa a um referencial
- Local x Global



## Introdução

- Principais desafios
  - Erros nos sensores
    - Ruído
    - *Aliasing*
  - Erros nos atuadores
  - Erros nos modelos (simplificações)

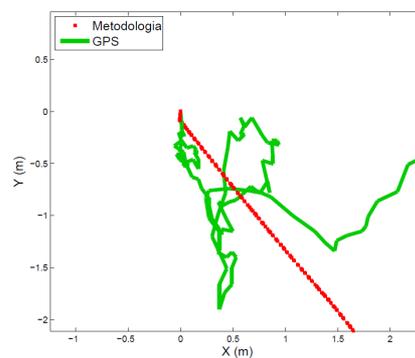


## Introdução

- Por que não utilizar sempre GPS?
  - Não está disponível em todos os ambientes
    - Edificações, cavernas, subaquático, Marte, ...
  - Baixo desempenho para sistemas mais críticos
    - Precisão
    - Taxa de aquisição de dados
    - Tamanho do receptor
    - *Random walk*



## Introdução



## Introdução

- Principais formas de localização
  - Odometria (*dead reckoning*)
  - Localização baseada em marcos artificiais
  - Localização utilizando mapas



## Odometria

- *Dead Reckoning*
  - Processo de calcular a posição atual utilizando-se a posição (atual) previamente calculada
- Simples
  - Integração a partir das velocidades
- Sujeita a erros acumulativos

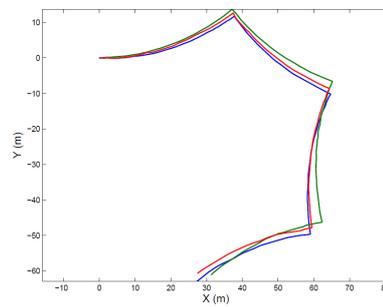
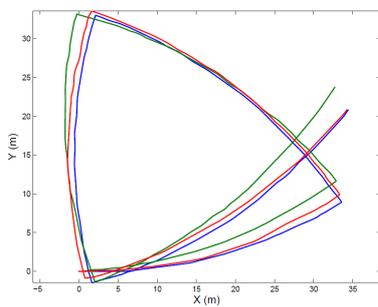


# Odometria

- Classificação dos erros
  - Determinístico (sistemático)
    - Erro repetitivo, afeta todas as medidas igualmente
    - Solução: Realizar uma calibração do sistema
  - Não determinístico (não sistemático)
    - Erro aleatório devido a eventos não previstos
    - Solução: Modelagem dos erros



# Odometria



## Odometria

- Representação da posição do robô
  - Estado de crença (*belief state*)
  - Possui uma incerteza associada
- Estado de crença
  - Hipótese única
  - Múltiplas hipóteses



## Odometria

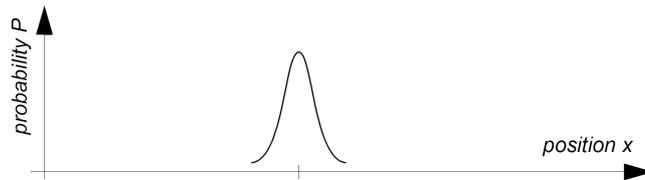
### Estado de crença

- Hipótese única
  - Possível posição do robô (e incerteza)
    - Distribuição Gaussiana
  - Vantagem
    - Mais fácil de lidar
    - Facilita a tomada de decisões
  - Desvantagem
    - Mais restritivo



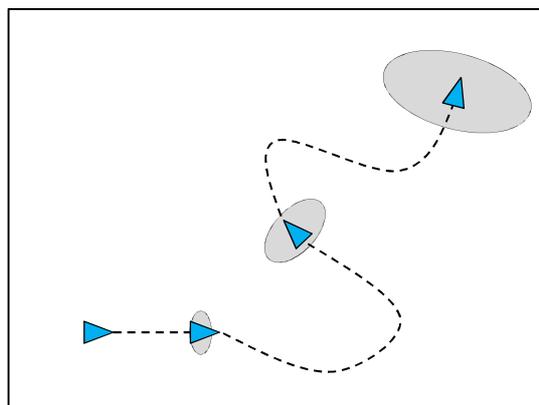
# Odometria

## Estado de crença



# Odometria

## Estado de crença



# Odometria

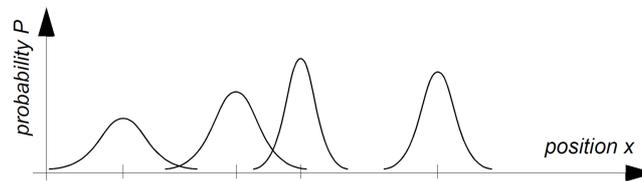
## Estado de crença

- Múltiplas hipóteses
  - Conjunto de diversas possíveis posições
  - Vantagem
    - Método mais genérico (abrangente)
  - Desvantagem
    - Caro computacionalmente
    - Dificulta a tomada de decisões



# Odometria

## Estado de crença



# Odometria

## Problemas

- Como resolver esses problemas?
  - Utilizar outras informações para melhorar
- Fusão sensorial
  - Bússola
  - Giroscópios
  - Acelerômetros
  - ...



# Localização baseada em marcos

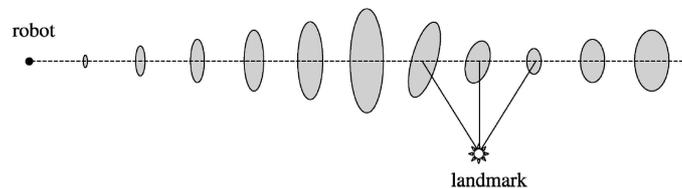
- Utilizar marcos em posições conhecidas
  - Principalmente para correção das estimativas
  - Podem ser utilizados como localização global
- Marcos podem ser naturais ou artificiais
  - Árvore, porta, corredor, ...
  - Marcos adicionados no ambiente



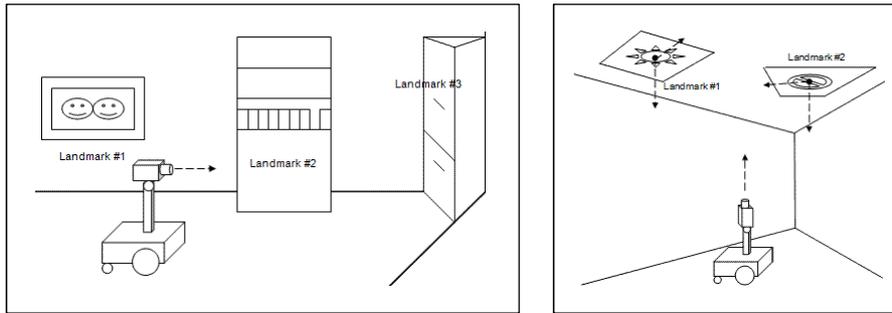
## Localização baseada em marcos

- Vantagem
  - Melhora a estimativa obtida pela odometria
- Desvantagem
  - Pode ser difícil identificar os marcos
    - E se existirem marcos semelhantes?
  - Nem sempre é possível modificar o ambiente
    - Caro

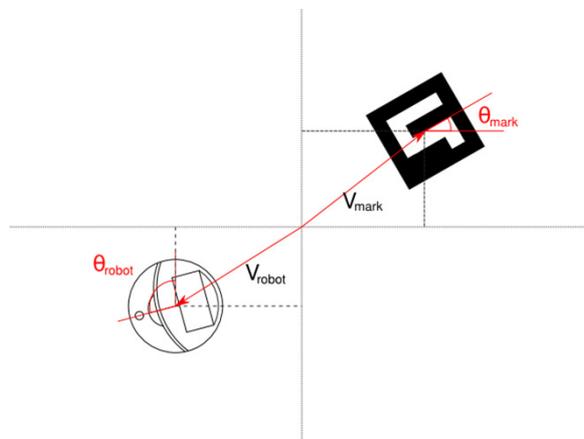
## Localização baseada em marcos



## Localização baseada em marcos



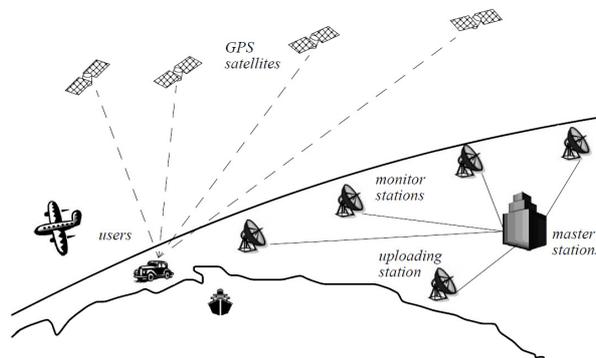
## Localização baseada em marcos



## Localização baseada em marcos



## Localização baseada em marcos



## Localização baseada em marcos

### Problemas

- Ainda demanda uma estimativa inicial
- A posição do marco também é incerta
  - Considerando limitações dos sensores
- Problema do robô raptado
  - Transporte para um outro local do ambiente
  - Como se localizar sem informação anterior?

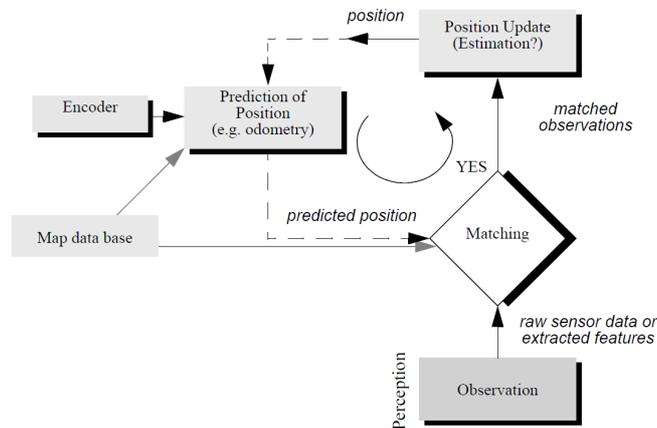


## Localização utilizando mapas

- Localização absoluta e global
  - Em relação ao ambiente (mapa)
- Posição pode ser estimada sem ser baseada em estimativas anteriores
  - Depende das características do mapa
  - Ambiguidade → Múltiplas hipóteses



## Localização utilizando mapas



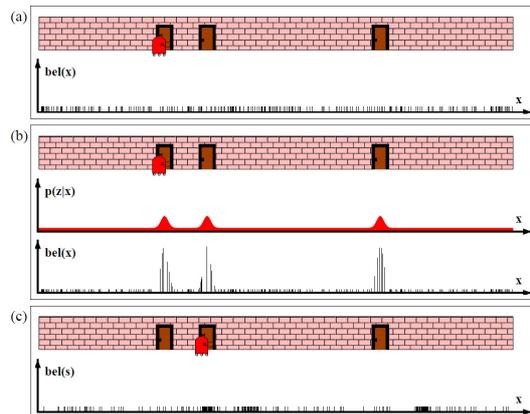
## Localização utilizando mapas

- *Monte Carlo Localization*
  - Uma das principais técnicas utilizadas
- Estimativas representadas por partículas
  - Filtro de Partículas
- Etapas básicas



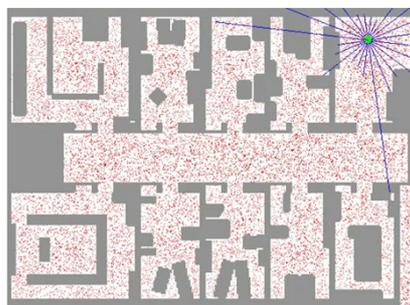
# Localização utilizando mapas

## Monte Carlo Localization



# Localização utilizando mapas

## Monte Carlo Localization



# Localização utilizando mapas

## Problemas

- O mapa não possui tudo sobre o ambiente
  - Objetos (mesa, lixeira, ...)
  - Pessoas
- E se eu não tenho o mapa e quero fazer um?
  - Para mapear é necessário saber a posição!
  - E agora?

