

Robótica Probabilística

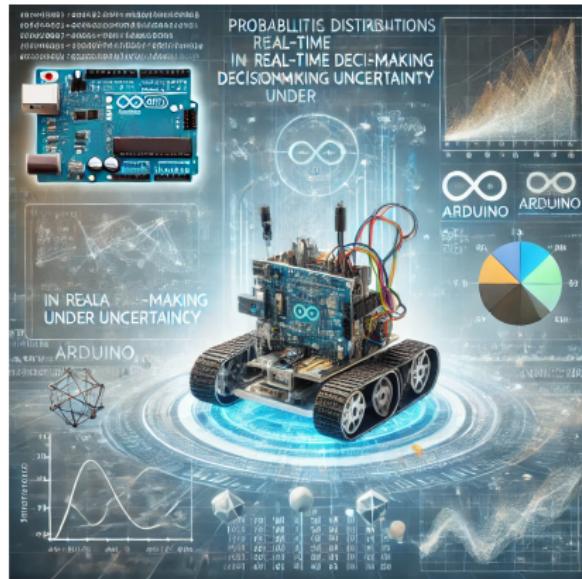
Automação Estocástica com Arduino

Jefferson Bezerra dos Santos

Sumário

- 1 Introdução
- 2 Objetivos
- 3 Metodologia
- 4 Resultados Esperados
- 5 Referências
- 6 Referências
- 7 Agradecimentos

Introdução



Fonte: Ilustração gerada por OpenAI, 2024.

“Robótica probabilística permite que robôs tomem decisões em ambientes incertos, baseando-se em modelos estatísticos e algorítmicos para navegar e interagir de forma autônoma.”

— Sebastian Thrun

① Robótica Probabilística: Tomada de Decisão em Ambientes Incertos

- Robôs utilizam algoritmos estatísticos para modelar incertezas e tomar decisões autônomas precisas em ambientes complexos.

② Modelagem Estatística e Algoritmos: Base para a Autonomia Robótica

- Filtros de Bayes permitem que robôs construam mapas e realizem inferências em tempo real para otimizar a navegação.

③ Arduino: Plataforma Flexível e Acessível na Robótica

- O Arduino, sendo acessível e de código aberto, facilita o controle de sensores e atuadores em robôs, integrando-se facilmente a algoritmos probabilísticos.

④ Integração de Algoritmos Probabilísticos no Arduino

- O Arduino pode processar dados em tempo real, executando algoritmos probabilísticos que permitem a ação autônoma em ambientes dinâmicos.

⑤ Aplicações Práticas e Impacto na Educação

- Projetos com Arduino e robótica probabilística promovem inovação na educação e prototipagem de robôs autônomos.

Objetivos

Objetivo Principal

Desenvolver e validar algoritmos probabilísticos e/ou estatísticos para a navegação e tomada de decisão em robôs autônomos, com foco em ambientes dinâmicos e incertezas inerentes a sensores e atuadores.

Objetivos Específicos

- Modelar incertezas em sensores e atuadores.
- Simular e validar os algoritmos em ambientes controlados.
- Demonstrar a viabilidade de soluções implementadas em cenários reais.

Metodologia: Cálculo do Estado

Etapa 1: Previsão

Cálculo do estado x_t baseado em x_{t-1} e no controle u_t :

$$\overline{bel}(x_t) = \int p(x_t \mid u_t, x_{(t-1)}) bel(x_{(t-1)}) dx_{(t-1)} \quad (1)$$

- x_t estado no tempo t ;
- u_t controle no tempo t .

Atualização de Medição

Etapa 2: Atualização

Multiplicação pela probabilidade da medição z_t observada:

$$\text{bel}(x_t) = \eta \cdot p(z_t | x_t) \cdot \overline{\text{bel}}(x_t) \quad (2)$$

- z_t medição no tempo t ;
- Normalização dada por: $\eta = p(z_t)^{-1}$.

Pseudocódigo do Algoritmo

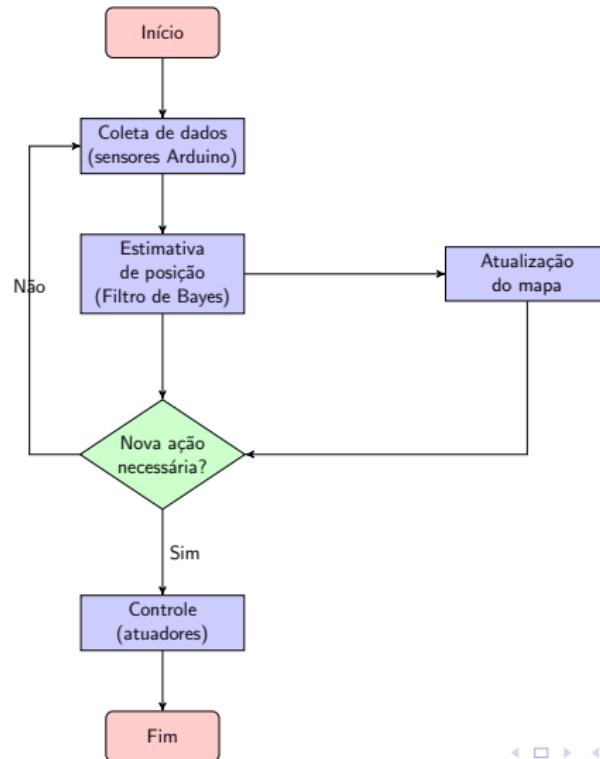
Algorithm 1: Algoritmo FilterBayes

Input: $bel(x_{(t-1)}, u_t, z_t)$

Output: $bel(x_t)$

- 1 **for** todo x_t **do**
 - 2 Previsão: $\overline{bel}(x_t) \leftarrow \int p(x_t | u_t, x_{(t-1)}) bel(x_{(t-1)}) dx_{(t-1)}$
 - 3 Atualização: $bel(x_t) \leftarrow \eta \cdot p(z_t | x_t) \cdot \overline{bel}(x_t)$
 - 4 **return** $bel(x_t)$
-

Fluxograma: Navegação Robótica com Filtro de Bayes



Arquitetura de Processamento



Classificador

- Transforma dados brutos em informações semânticas
- Exemplos:
 - Random Forest
 - Redes Neurais
 - SVM
- Saída: Probabilidades ou categorias.

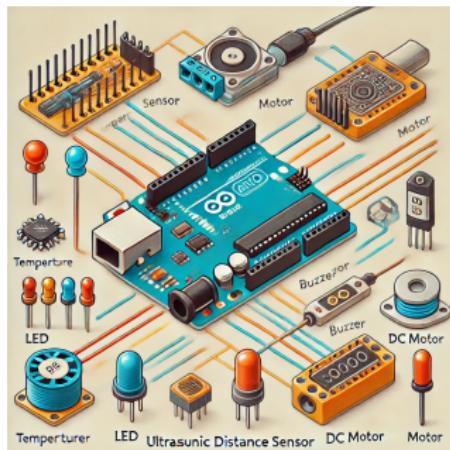
Filtro Probabilístico

- Combina observações com conhecimento prévio
- Exemplos:
 - Filtro de Bayes
 - Filtro de Kalman
 - Filtro de Partículas
- Saída: Estado estimado do sistema.

Estrutura de um Robô

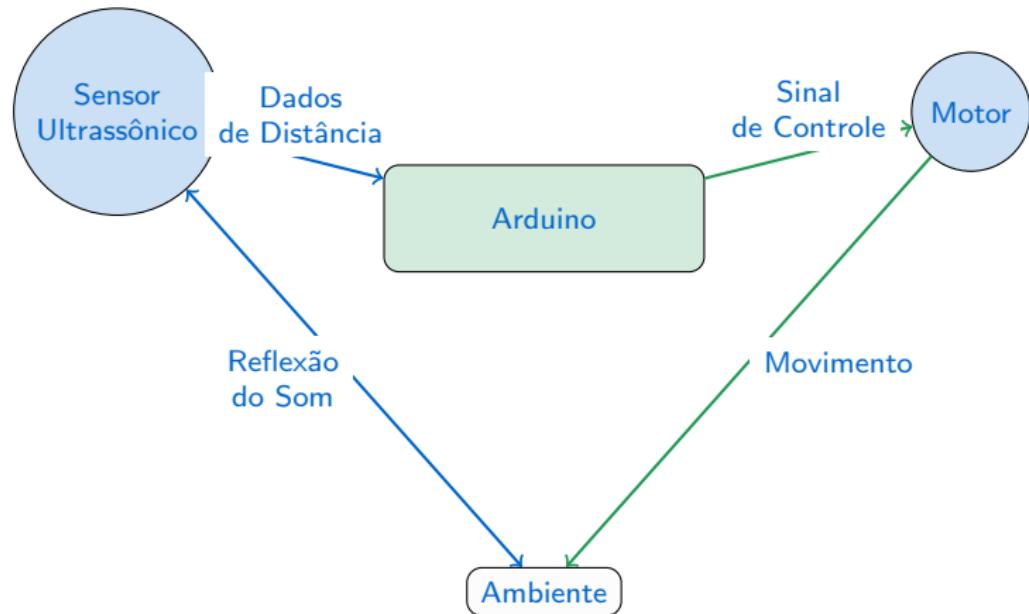
Componentes Principais

- Microcontroladores
- Sensores
- Atuadores



Fonte: Ilustração gerada por OpenAI, 2024.

Diagrama de Prototipagem



Resultados Esperados

Protótipos

- Desenvolvimento de protótipos funcionais utilizando Arduino.

Modelagem

- Análise da adaptação do robô a diferentes cenários com técnicas de programação estocástica.

Interação Robô-Ambiente

- Investigação detalhada da interação entre o robô e o ambiente.

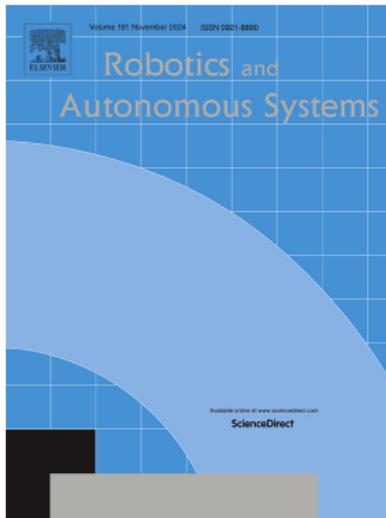
Autonomia e Robustez do Sistema

- Funcionamento autônomo em cenários dinâmicos com capacidade de adaptação a mudanças no ambiente.

Publicações e Impacto

- Elaboração da tese de doutorado com resultados da pesquisa.
- Publicações em revistas especializadas e apresentações em congressos.
- Contribuição significativa para o estudo em estatística computacional.
- Publicação de dois ou mais artigos em revistas especializadas em Estatística aplicada ou Robótica.

Para publicação



Wiki do projeto



Fonte: Elaborado pelo autor.

Referências

-  CIFUENTES, Mario; SERRANO, Sergio. A survey of probabilistic algorithms for robotics. *Journal of Robotics*, 2019.
-  ROSS, Sheldon M. *Introduction to Probability Models*. Academic Press, 2014.
-  SANTOS, Jefferson Bezerra dos. ProbabiliticRobotics. Disponível em: <https://github.com/Jeffreypir/ProbabiliticRobotics>. Acesso em: 13 set. 2024.
-  SIEGMUND, Karl; HOFFMANN, Tilo. *Introduction to Robotics: Analysis, Control, Applications*. CRC Press, 2019.
-  SMYTHE, Richard J. *Arduino Measurements in Science: Advanced Techniques and Data Projects*. New York: Apress, 2021.
-  THRUN, Sebastian; BURGARD, Wolfram; DURRANT-WHYTE, Hugh. *Probabilistic Robotics*. MIT Press, 2005.

Agradeço a todos pela atenção!



Wiki do projeto

Perguntas?



Fonte: Ilustração gerada por OpenAI, 2024.