



Localização de Robôs Móveis Via Filtro de Kalman

Aplicação em um Robô Diferencial

Hiago Riba Guedes

Orientador: Marcelo Fragoso

Tabela de Conteúdos

1. Objetivos do Projeto
2. Motivação
3. Problemas e Dificuldades
4. Implementação e Resultados
5. Conclusões e Trabalhos Posteriores

Objetivos do Projeto

Objetivos do Projeto

- Leitura da literatura sobre localização de robôs móveis,
- Estudo teórico sobre os filtros de Kalman
- Realização da montagem do robô
- Aplicação do Filtro de Kalman no problema de localização.
- Aplicação dos dados a um controle PID

Motivação

Introdução

Autonomous Vehicle Technology

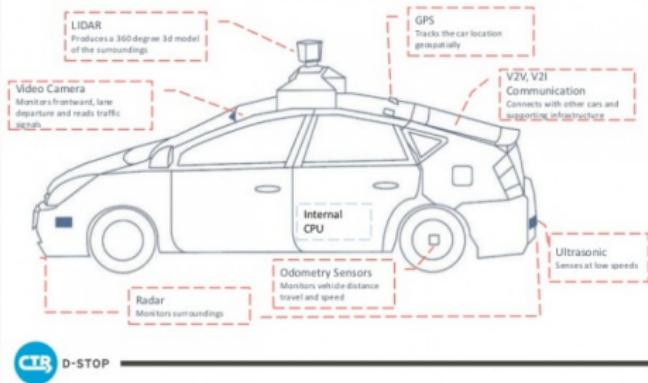


Figura 1: Exemplo da tecnologia envolvida nos carros autônomos modernos

- O projeto surge de uma época onde existe um alto número de projetos de pesquisa de automação ,fruto da 4^a Revolução Industrial.
- O projeto surge da necessidade de se querer aplicar os conteúdos abordados com o estudo teórico visto nas dependências da instituição.
- O projeto é um pré-requisito importante para obtenção do SLAM (Simultaneous localization and mapping)

SLAM

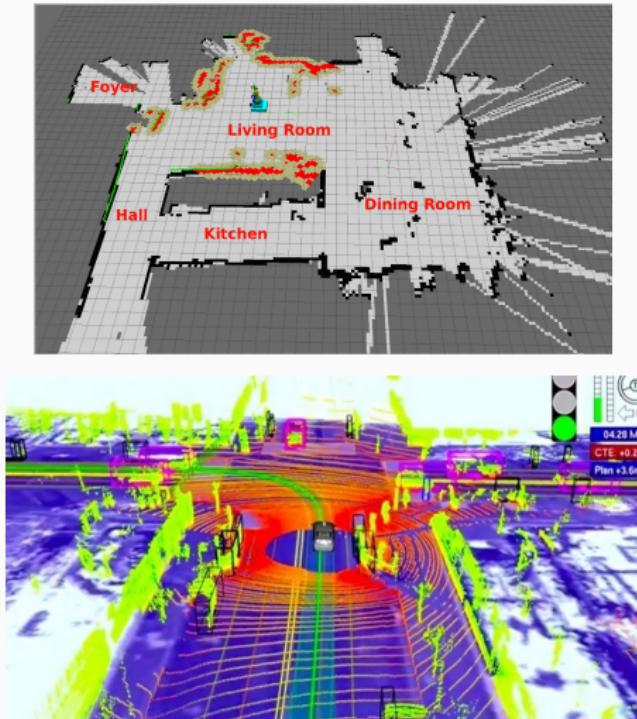


Figura 2: Exemplos ilustrativos de um Sistema de Localização Autônomo

Problemas e Dificuldades

As Dificuldades do Problema da Localização



Causas Comuns de interferência:

- Ruídos Eletromagnéticos
- Trepidação
- Calor
- Vibração Sonora
- Componentes utilizados no sistema

O que pode ser considerado como ruídos de ambiente e ruídos do sistema

Levantamento Teórico do Modelo de Movimentação do Robô

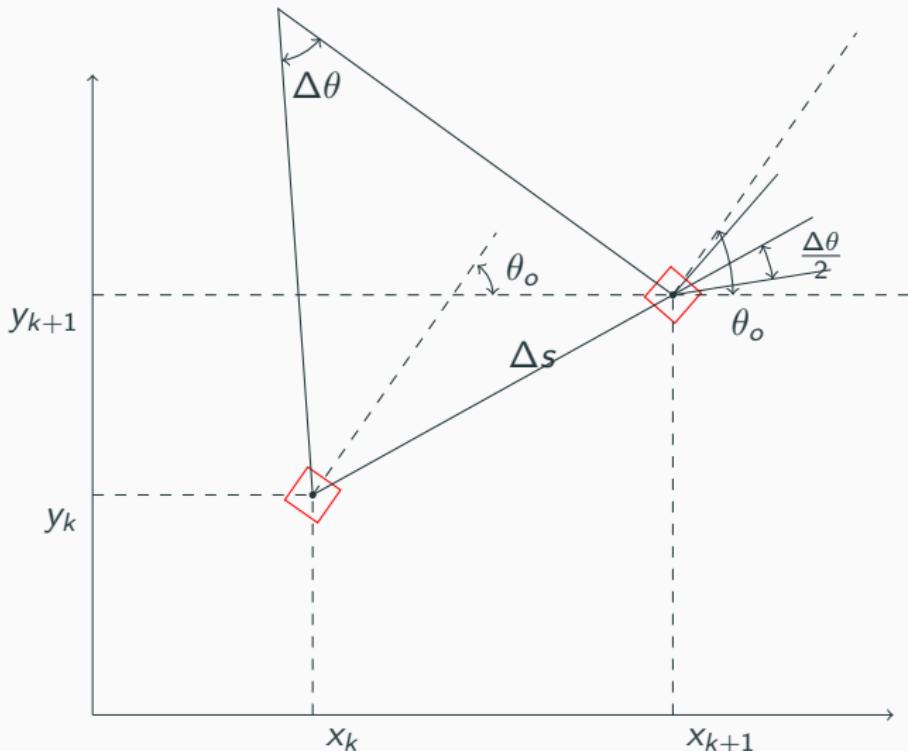


Figura 3: Representação do modelo cinemático

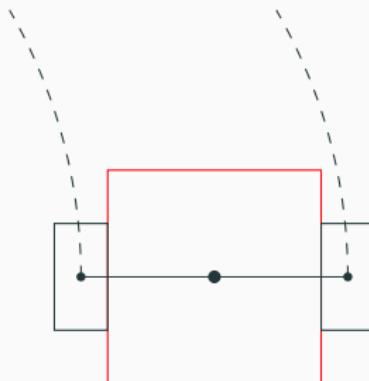
Levantamento Teórico do Modelo de Movimentação do Robô

Modelo Cinemático

$$A_k = \begin{bmatrix} x_k & 0 & \Delta s \cos(\theta + \frac{\Delta\theta}{2}) \\ 0 & y_k & \Delta s \sin(\theta + \frac{\Delta\theta}{2}) \\ 0 & 0 & \theta_0 + \frac{\Delta\theta}{2} \end{bmatrix}$$

Modelo Dinâmico

$$\frac{\partial f}{\partial x} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -\frac{1}{2} T(\gamma_l \omega_l + \gamma_r \omega_r) \sin(\theta) \\ 0 & 1 & \frac{1}{2} T(\gamma_l \omega_l + \gamma_r \omega_r) \cos(\theta) \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$



Modelos levantados para um robô do tipo diferencial

Imprecisão dos Sensores



Figura 4: Disco Encoder de 20 linhas

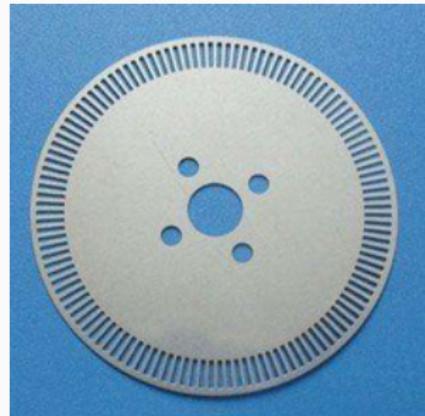


Figura 5: Disco Encoder de 100 linhas

Fusion Sensing

É a combinação dos dados sensoriais ou dos dados derivados do sensoriamento que resultam de certa maneira em uma melhora do que se usada de maneira individual.

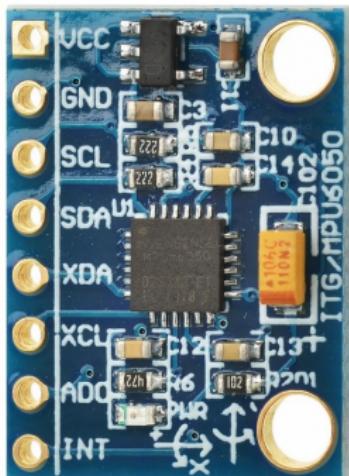


Figura 6: Afim de obtermos uma melhor utilização do modelo usaremos o giroscópio junto com o encoder afim de ajudar na odometria

O Filtro de Kalman

Equação de predição de estado a priori

$$\hat{x}_k^- = A\hat{x}_{k-1}^+ + Bu_k$$

$$P_k^- = AP_{k-1}^+A^T + C_k Q C_k^T$$

Equações a posteriori

$$\hat{x}_k^+ = \hat{x}_k^- + K_k(z_k - H\hat{x}_k^-)$$

$$P_k^+ = P_k^- - K_k H_k P_k^-$$

$$K_k = P_k^- H_k^T (H_k P_k^- H_k^T + G_k R_k G_k^T)^{-1}$$

Implementação e Resultados

Hardware

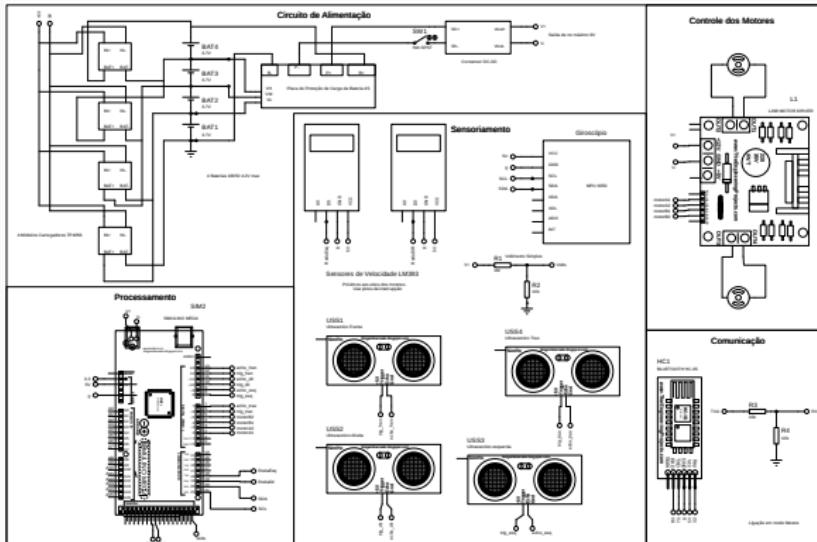


Figura 7: Esquemático Inicial do Robô de Testes

Robô Montado

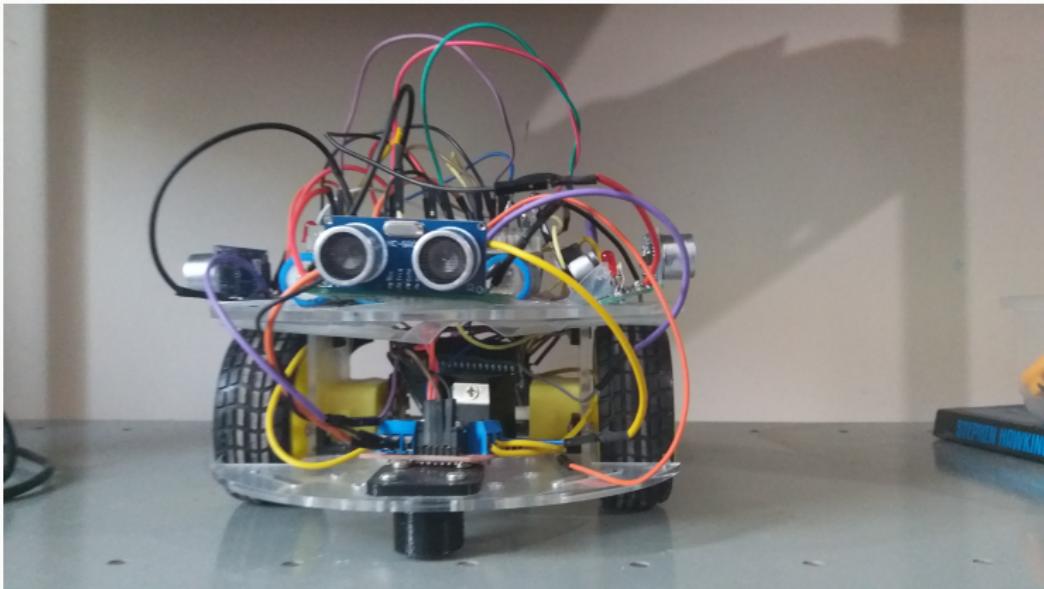


Figura 8: Primeira Versão do Robô

Video da Movimentação

Fazer um vídeo de 30s no máximo dele se movimentando e colocar nesse frame

Resultados da Localização

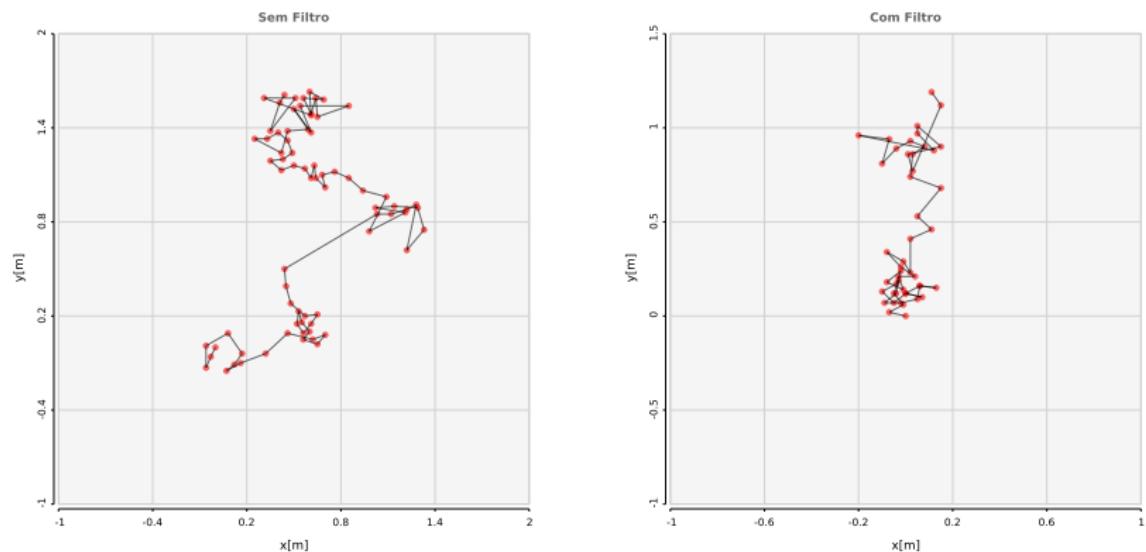


Figura 9: À esquerda temos o movimento do robô em linha reta sem o filtro e à direita temos uma movimentação em linha reta do robô com a aplicação do filtro. Utilizando-se um sensor de 10 linhas

Resultados da Localização

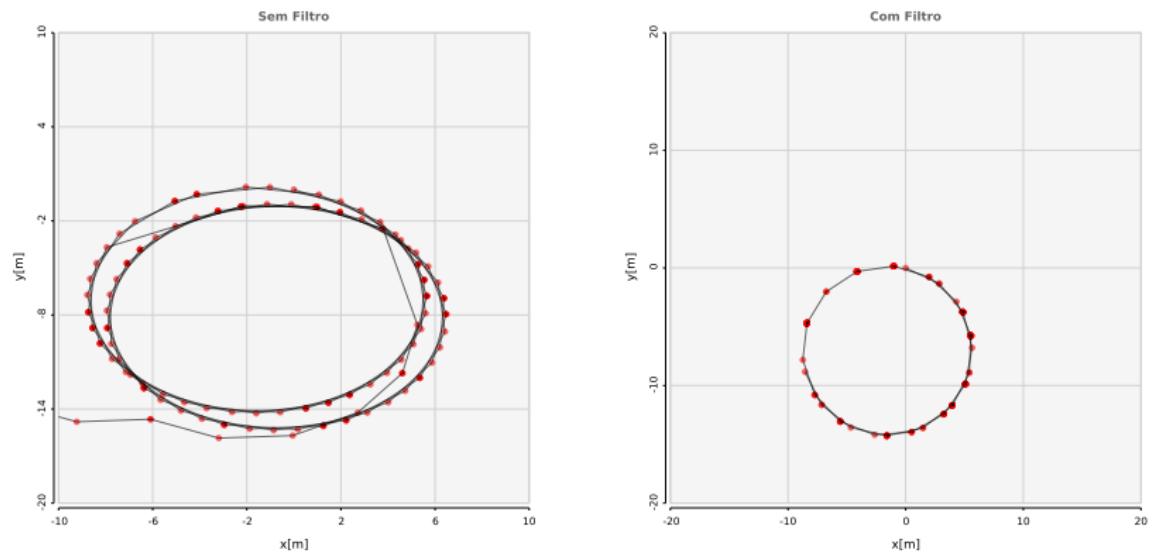


Figura 10: À esquerda temos o movimento do robô em linha circular sem o filtro e à direita temos uma movimentação em linha circular do robô com a aplicação do filtro. Utilizando-se um sensor de 100 linhas

Conclusões e Trabalhos Posteriores

Conclusão

- Melhora da Aquisição de Dados: Com o uso do Filtro de Kalman e com um sensor de maior resolução podemos constatar uma melhora significativa da localização do Robô. Uso satisfatório para um robô de baixo custo, evidentemente um robô mais potente gerará dados ainda melhores.
- Baixo Peso Computacional: Ideal para sistemas embarcados, onde há uma certa limitação do número de funções que haverá no sistema.

Conclusão

Até o presente momento foram cumpridos os seguintes objetivos:

- ✓ Leitura da literatura sobre localização de robôs móveis,
- ✓ Estudo teórico sobre os filtros de Kalman
- ✓ Realização da montagem do robô
- ✓ Aplicação do Filtro de Kalman no problema de localização.
- ✗ Aplicação dos dados a um controle PID (Foi feito o estudo teórico e um código foi feito ,porém precisa ser refinado)

Futuros Trabalhos

- Construção de uma PCB para o circuito eletrônico além de uma envoltória para a mesma.
- Utilização do Fusion Sensing
- Estudo Teórico do Filtro de Partículas
- Publicação de Trabalho