

RELATÓRIO DA XIII JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

BOLSA PIBIC/LNCC

Localização de Robôs Móveis via Filtro de Kalman

Bolsista: Hiago Riba Guedes

Orientador: Marcelo Dutra Fragoso

Período: 01/08/2017 a 31/07/2018

Projeto: 800333/2016-0

Petrópolis
5 de Julho de 2018

1 Objetivos

Este trabalho tem como objetivos a confecção de um robô móvel e a aplicação do Filtro de Kalman a fim de eliminar os ruídos existentes na sua aquisição de dados.

Na qual podemos categorizar da seguinte maneira:

- Adquirir os componentes e realizar sua montagem
- Estudar e aplicar os filtros de Kalman
- Aplicar os dados a um controle PID

2 Introdução

O robô terá inteligência simples ,sendo de competência própria apenas o desvio de obstáculos e ele deverá nos fornecer em que ponto do mapa ele se encontra em relação ao seu ponto de origem. E via Bluetooth nos oferecer suas coordenadas locais.

3 Materiais e Métodos

Seguindo os passos estipulados pelo objetivo temos:

3.1 Montagem do Robô

Para a confecção do hardware do robô foram utilizados dois microcontroladores com arquitetura AVR, onde a eles confere o objetivo de adquirir os dados dos sensores presentes , tais como sensores de velocidade ,giroscópio e ultrassom e fazer a sua devida filtragem com o objetivo final de ter conhecimento da sua localização ótima. 4 Baterias do tipo 18650 foram utilizados a fim de termos uma tensão de alimentação próxima aos 15 V, suficientes para dar uma autonomia razoável para o mesmo, contamos também com uma placa responsável para a proteção e carregamento adequado das baterias.

3.2 O Filtro de Kalman

Conhecido por ser um dos muitos responsáveis por levar o homem a Lua no projeto Apollo o Filtro de Kalman se mostra bastante usual nos dias de hoje com os carros autônomos. Por ser um algoritmo recursivo e por atuar no erro médio quadrado esse filtro se mostra bastante prático para resolver o problema de ruído que ocorre no sensoramento.

Equação de predição de estado a priori

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

Agora mostrando as equações a posteriori

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

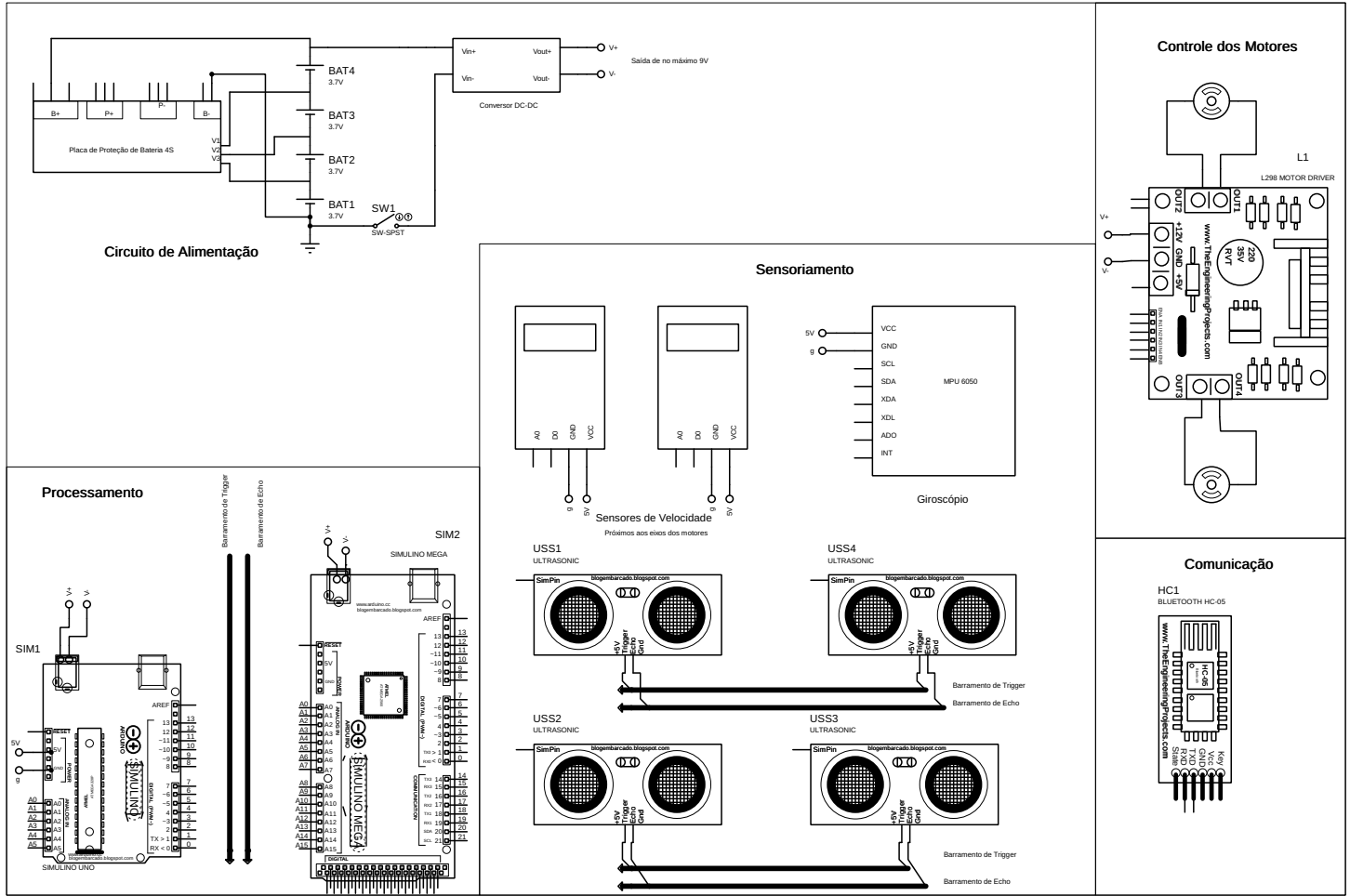


Figura 1: Esquemático(provisório) do hardware do Robô

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

Onde entraremos com nossos parâmetros pertinentes na entrada, que seriam as coordenadas dadas pelos nossos sensores (que no caso são as coordenadas x, y e a orientação θ)

3.3 Os Modelos Utilizados

Foram utilizados dois modelos para conseguirmos estudar o filtro de Kalman no robô móvel, o modelo linear que nessa aplicação é chamado de Modelo Cinemático e o modelo Não-Linear que também é chamado de modelo Dinâmico.

3.3.1 Determinação das Matrizes no sistema Cinemático

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

Como o robô terá uma inteligência um tanto rudimentar como não bater em nenhuma parede , a matriz de modelo das medidas será a matriz identidade dos estados.

$$H_k = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

3.3.2 Determinação da Matriz no sistema Dinâmico

$$A_k = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -\dot{\theta}_l \frac{r}{2} \sin(\theta_{t-1}) - \dot{\theta}_r \frac{r}{2} \sin(\theta_{t-1}) \\ 0 & 1 & \dot{\theta}_l \frac{r}{2} \cos(\theta_{t-1}) - \dot{\theta}_r \frac{r}{2} \cos(\theta_{t-1}) \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

4 Resultados

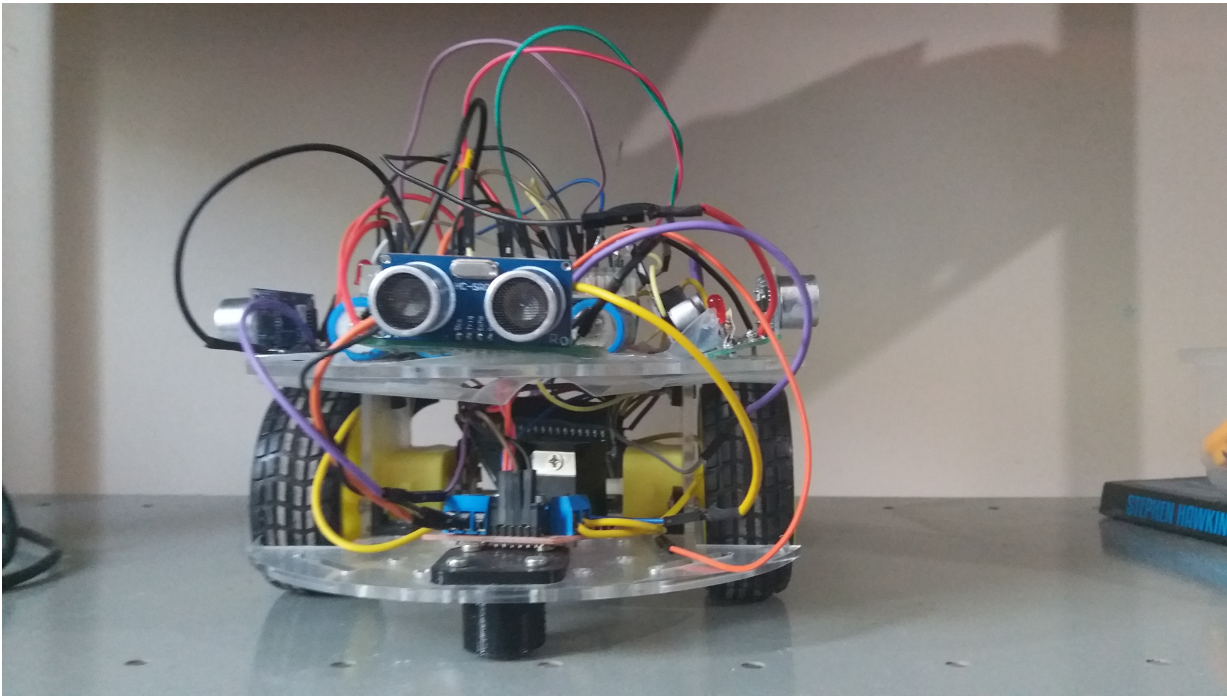


Figura 2: Foto do Robô montado

Para averiguar a eficácia dos modelos encontrados foram realizados dois testes, um teste que é utilizado pela DARPA para premiar o carro autônomo mais preciso é o de fazer com que o carro de uma volta completa em um circuito de distância conhecida e pare exatamente no mesmo local em que parou , o carro que apresentar menor erro real é considerado o vencedor. Faremos aqui uma versão mais simples porém com a mesma ideia , esticamos uma fita isolante no chão e medimos o comprimento total dessa fita. Faremos com que o robô ande essa distância sem e com o Filtro de Kalman em seu código. Após esse teste faremos com que o robô nos dê medidas em um ambiente fechado ,da mesma forma esse teste será feito com e sem o Filtro de Kalman, esse segundo teste tem como objetivo de averiguar a inteligência do robô frente aos resultados de sua localização.

Referências

- [1] Robot Localization and Kalman Filters *On finding your position in a noisy world*, Rudy Negenborn, UTRECHT UNIVERSITY Link: http://www.negenborn.net/kal_loc/thesis.pdf
- [2] Stochastic Modelling and Control, M. H. A. DAVIS and R. B. VINTER, ISBN-13: 978-94-010-8640-0
- [3] Introdução à Robótica, Maja J. Mataric, ISBN: 978-85-393-0490-5