

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Aperfeiçoamento da localização de um veículo autônomo com sensores de baixo custo.

Antoine P. J. Beuvain¹

Departamento de Transporte, Faculdade de Engenharia Civil, UNICAMP, Campinas, SP

Jorge A. L. Trabanco²

Departamento de Transporte, Faculdade de Engenharia Civil, UNICAMP, Campinas, SP

Janito Vaqueiro Ferreira³

Departamento de Mecânica Computacional, Faculdade de Engenharia Mecânica, UNICAMP, Campinas, SP

Os altos custos empregados para desenvolver um veículo autônomo levaram o Laboratório de Mobilidade Autônoma (LMA) da Faculdade de Engenharia Mecânica (FEM) da UNICAMP (Universidade Estadual de Campinas) a criar uma solução de localização de baixo custo para o protótipo VILMA (Veículo Autônomo do LMA). Usa-se o método da localização híbrida no qual vários sensores são utilizados:

- Um sensor GPS (Global Positioning System). Esse tipo de sensor é de baixo custo e se for usado um sistema GNSS (Global Navigation Satellite System) diferencial com correção transmitida no receptor, a exatidão será de alguns centímetros.
- Quatro encoders e um giroscópio. Esses sensores apresentam uma alta frequência de aquisição (250 Hz) mas o desvio dos dados dos mesmos depende do tempo e da distância percorrida.

Utiliza-se o filtro de Kalman, o qual garante uma boa robustez, uma simplicidade de aplicação e um baixo custo computacional para fusionar os dados dos sensores. Deve-se definir para cada filtro o vetor de medições que liga as incógnitas às medidas e o vetor de estado que define o comportamento das incógnitas. No início, os dados do giroscópio (orientação do veículo) e os dados do encoders (velocidade angular das rodas) são agregados por um primeiro filtro de Kalman (metodo do Dead Reckoning [1]) a fim de obter a distância percorrida D e o ângulo rotacionado ω . Além disso, o resultado obtido do primeiro filtro é combinado com um segundo filtro de Kalman com os dados do GPS a fim de estimar uma localização aprimorada do veículo (Figura 1).

Necessita-se escrever os modelos matemáticos necessários na definição dos filtros de Kalman. O veículo é moldado pelo modelo de Ackermann. As duas rodas dianteiras são

¹antoine.beuvain59@gmail.com

²jorgetrabanco@gmail.com

³janito@fem.unicamp.br

consideradas móveis enquanto que as rodas traseiras não têm essa mobilidade rotativa no eixo z. Esse modelo também é usado pelos veículos de baixa e média velocidade. O trabalho se apoia nas equações definidas pelo Bonnifait [1]. O primeiro filtro usa equações de estado linear e as equações das medições são definidas da maneira seguinte:

$$\tan(\Psi) = L \frac{\omega}{D} \quad (1)$$

$$\Delta_{RL} = D - (e \cdot \omega) \quad (2)$$

$$\Delta_{RR} = D + (e \cdot \omega) \quad (3)$$

$$\Delta_{FL} \cdot \cos(\Psi_L) = D - e \cdot \omega \quad (4)$$

$$\Delta_{FR} \cdot \cos(\Psi_R) = D + e \cdot \omega \quad (5)$$

Com as seguintes variáveis indicando: Δ , a distancia percorrida por cada roda; L , o comprimento do veículo; e , a meia largura entre duas rodas; Ψ , a orientação das rodas. O segundo filtro se baseia nas equações das medições lineares e as equações de estado são:

$$x_{k+1} = x_k + D \cdot \cos(\theta_k + \omega/2) \quad (6)$$

$$y_{k+1} = y_k + D \cdot \sin(\theta_k + \omega/2) \quad (7)$$

$$\theta_{k+1} = \theta_k + \omega \quad (8)$$

Com cada variável definindo: x, y , coordenadas do veículo estimada; θ , ângulo entre o referencial global (ligado ao GPS) e o referencial local ligado ao veículo.

O projeto é testado e analisado em um ambiente virtual antes de ser implementado no veículo VILMA. Recorre-se às seguintes ferramentas computacionais de simulação: os sensores e o veículo (modelo Fiat) são gerados pelo MORSE e modelizado no Blender Game Machine. Os dados gerados dos sensores são enviados em um arquivo através do ROS (middleware), no qual é feito os cálculos de otimização em tempo real.

A precisão dos resultados atinge uma localização na ordem de cinquenta centímetros com uma frequência de aquisição elevada (pelo menos 250Hz). Após análise mais profunda dos resultados virtuais, a solução será implementada no protótipo VILMA.

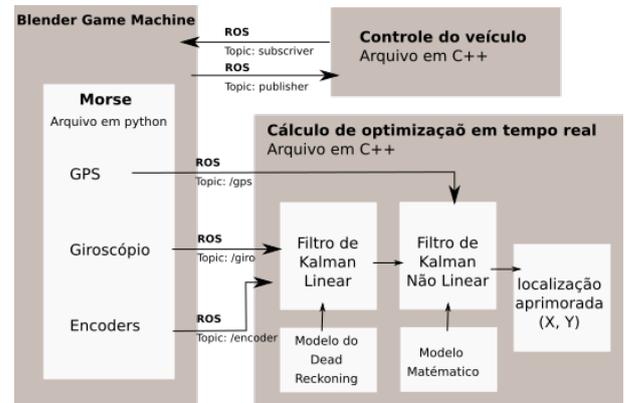


Figura 1: Esquematização simplificada dos softwares empregados e dos cálculos

Referências

- [1] P. Bonnifait, P. Bouron, P. Crubillé, and D. Meizel. Data Fusion of Four ABS Sensors and GPS for an Enhanced Localization of Car-like Vehicles. In *IEEE International Conference on Robotics and Automation*, Seoul, South Korea, 2001.