



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA

Autorizada pelo Decreto Federal nº 77.496 de 27/04/76
Recredenciamento pelo Decreto nº 17.228 de 25/11/2016



PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENAÇÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

XXIX SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEFS **SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - 2025**

Desenvolvimento de um Sistema Navegação Autônoma para o Robô 4WD1 **Baseado no ROS 2 para Mapeamento de Ambientes Desconhecidos**

Fernanda Marinho Silva¹; Anfranserai Moraes Dias²

1. Fernanda Marinho Silva, PVIC/UEFS, ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO, e-mail: fmarinho1918@gmail.com

2. Anfranserai Moraes Dias, DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA, e-mail: amdias@uefs.br

PALAVRAS-CHAVE: Navegação; Robótica; Sistema Autônomo

INTRODUÇÃO

A capacidade de perceber o ambiente à sua volta e tomar decisões acerca da melhor trajetória a ser executada é de extrema importância para um robô móvel autônomo (Marchi, 2001). Um componente central para essa autonomia é a capacidade de navegação e mapeamento simultâneos (SLAM). O Robot Operating System (ROS) consolidou-se como um framework padrão para o desenvolvimento de aplicações robóticas, oferecendo um conjunto robusto de softwares, bibliotecas e ferramentas que simplificam tarefas complexas através de uma arquitetura modular baseada em nós (Patkar et. al., 2023).

Com a evolução para o ROS 2, a plataforma ganhou maior robustez, APIs mais confiáveis e suporte a múltiplos sistemas operacionais. Avanços importantes incluem a adoção do padrão DDS como middleware, garantindo maior qualidade de serviço na comunicação. Para a navegação, o ROS 2 introduziu a Nav2, uma pilha de navegação aprimorada que utiliza Árvores de Comportamento (*Behavior Trees*) para gerenciar tarefas complexas como planejamento, controle e recuperação de falhas, permitindo comportamentos mais personalizados e flexíveis (Macenski, 2022).

Este trabalho apresenta os avanços no desenvolvimento de um sistema de navegação autônoma para um robô de quatro rodas, focado na migração e adaptação de funcionalidades para o ecossistema ROS 2. A arquitetura proposta utiliza uma Raspberry Pi 4 como computador de placa única (SBC) para processamento principal e comunicação com o usuário, e uma Raspberry Pi Pico como microcontrolador para a aquisição de dados de sensores e controle de baixo nível. A integração entre esses componentes é facilitada pelo Micro-ROS, uma ferramenta que estende as principais funcionalidades do ROS 2 para sistemas embarcados em microcontroladores.

MATERIAL E MÉTODOS OU METODOLOGIA (ou equivalente)

A pesquisa se concentrou na migração do ecossistema robótico para o ROS 2, aproveitando suas melhorias significativas em relação ao ROS 1, como maior robustez,

APIs mais confiáveis e a adoção do padrão DDS como middleware, que garante maior qualidade de serviço na comunicação. O estudo focou especificamente nas otimizações da pilha de navegação Nav2, que utiliza Árvores de Comportamento para gerenciar tarefas de planejamento e controle, permitindo a criação de comportamentos mais personalizados e flexíveis para o robô.

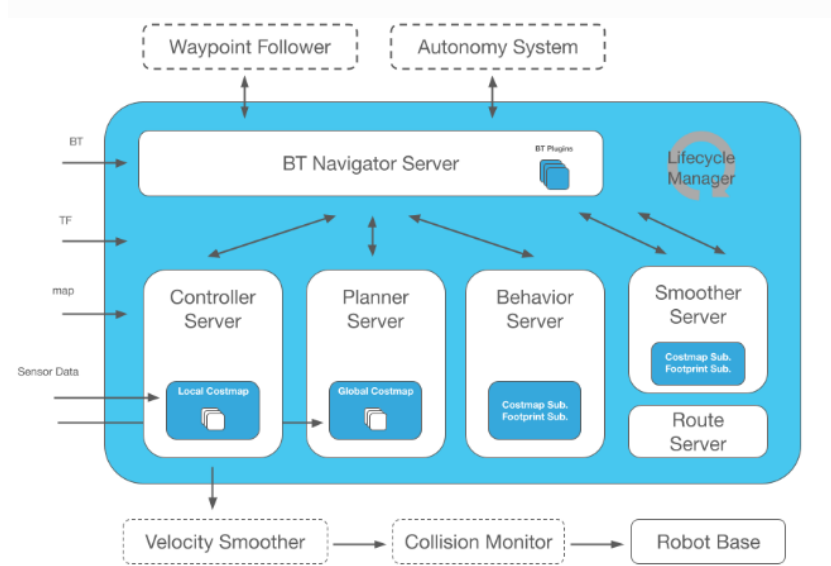


Figura 1: Diagrama de uma árvore de comportamento no Nav 2. (MACENSKI et al., 2020)

Para garantir a padronização e escalabilidade do sistema, foi definida uma nova arquitetura de hardware e software. Em relação a arquitetura anterior (Silva, 2024), foram substituídos o SBC por uma Raspberry Pi 4 e o microcontrolador por uma Raspberry Pi Pico. Para este projeto, foram utilizados 7 sensores: 3 sensores ultrassônicos (HC-SR04), 2 sensores magnéticos Hall, responsáveis por detectar o campo magnético e digitalizar essa informação em pulsos, 1 sensor de distância a laser (VL53L0X) e 1 sensor de acelerômetro e giroscópio (MPU-6050), capaz de capturar orientação e movimentação do robô.

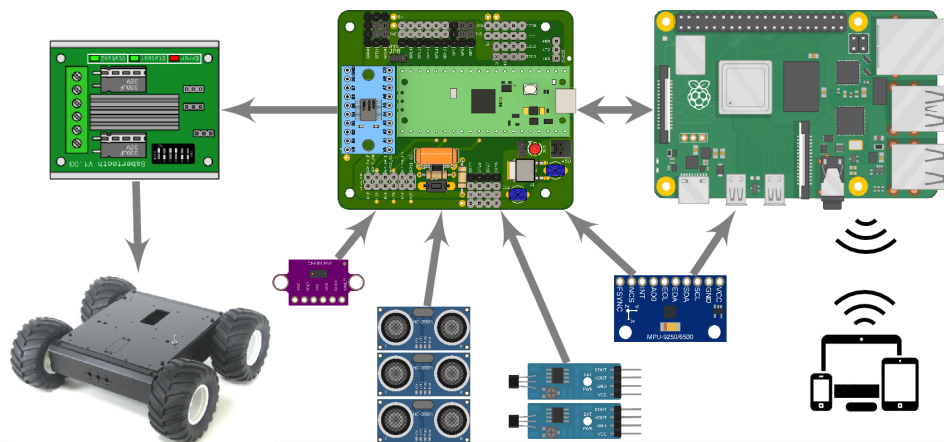


Figura 2: Representação do sistema embutido no robô.

Uma vez definida a arquitetura, passou-se para a adaptação dos nós em ROS 2 para a percepção do robô. O Nó de Odometria permaneceu baseado em um sistema de encoders magnéticos desenvolvido no trabalho anterior. Ele calcula as velocidades

linear e angular do robô. As informações são publicadas nos tópicos `/linear_velocity` e `/angular_velocity`. O Nó de Orientação utiliza um sensor MPU-6050. Implementado no SBC com comunicação I2C, este nó captura o ângulo de guinada (*yaw*), que representa a rotação do robô em torno de seu eixo vertical. Essa informação, publicada no tópico `/yaw`.

RESULTADOS E/OU DISCUSSÃO (ou Análise e discussão dos resultados)

Com a migração do ROS 1 para o ROS 2, o projeto passou a usar a Raspberry Pi Pico. Nele foi instalado o Micro-ROS para permitir que o microcontrolador utilize os recursos do ROS 2. Essa padronização auxilia a configuração e implementação de um sistema de navegação em outros robôs do laboratório. A placa da Figura 3 foi desenvolvida para fins de teste dos nós implementados.

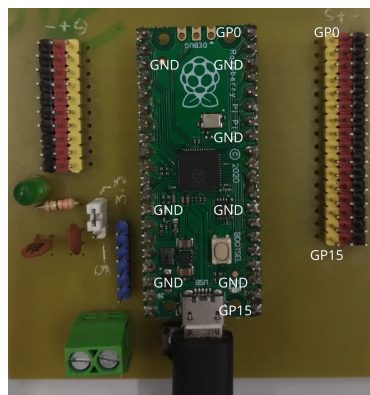


Figura 3: Raspberry Pi Pico.

Visando a padronização entre os diferentes robôs do laboratório, foram confeccionadas peças em impressoras 3D e acrílico. As principais mudanças incluíram um novo suporte para as baterias, eliminando a necessidade de alimentação externa durante os testes, e a substituição da tampa inferior por uma placa de acrílico transparente. A transparência do acrílico, além de finalidade estética, facilita o diagnóstico rápido de problemas internos. Foram desenvolvidos também suportes específicos para a entrada de alimentação, para sensores ultrassônicos HC-SR04 e um sensor a laser VL53L0X, além de suportes para a fixação das novas placas eletrônicas. Essas contribuições foram aplicadas inicialmente no robô de rodas, mas visam padronizar todos os robôs.

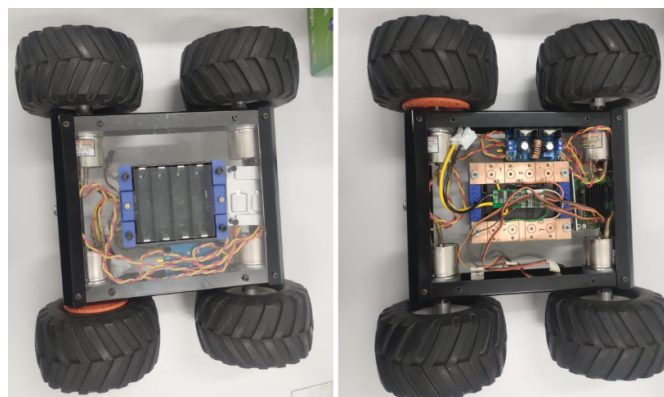


Figura 4: Estrutura do robô de rodas.

Além da estrutura principal, outras peças foram desenvolvidas para completar a estrutura física do robô, sendo elas: um suporte para a entrada de alimentação; um suporte para acoplar um sensor de distância ultrassônico HC-SR04 juntamente com a chave que ativa/desativa todo o sistema eletrônico do robô; a tampa superior do corpo do robô; suporte frontal para dois HC-SR04 e um VL53L0X; e suportes para fixação de placas diversas. A figura abaixo ilustra alguns exemplos de peças confeccionadas.



Figura 5: Peças de suporte.

CONSIDERAÇÕES FINAIS (ou Conclusão)

Apesar do êxito no desenvolvimento do estudo do ROS 2, não foi realizada a implementação de todo o sistema robótico com os componentes presentes no laboratório e consequentemente não foi realizada a navegação autônoma do robô. Um dos motivos foi a redução de horas dedicadas à pesquisa.

No entanto, o entendimento acerca do ROS 2 e a constatação de que a arquitetura pensada é possível permitiu significativo avanço na pesquisa, já que outros robôs também fazem parte da colônia e estes puderam ter seus estudos continuados com a nova arquitetura.

REFERÊNCIAS

- MARCHI, J. Navegação de robôs móveis autônomos, estudo e implementação de abordagens, Dissertação (mestrado). Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, 2001.
- PATKAR, U. C. et al. Robot Operating System: A Comprehensive Analysis and Evaluation. **International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering**, [S. l.], v. 12, n. 7s, p. 516–520, 2023.
- MACENSKI, Steven et al. Robot Operating System 2: Design, architecture, and uses in the wild. **Science robotics**, v. 7, n. 66, p. eabm6074, 2022.
- MACENSKI, S. et al. The Marathon 2: A Navigation System. **2020 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)**, 24 out. 2020.
- SILVA, Fernanda Marinho; DIAS, Anfranserai Moraes. DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA PARA MAPEAR UM AMBIENTE DESCONHECIDO. **Anais dos Seminários de Iniciação Científica**, n. 27, 2024.