

DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA EMBARCADO DE CONTROLE PARA O ROBÔ SAGAN

Lucas Meneghetti, Aureo Guilherme Dobrikopf, Douglas Wildgrube Bertol

INTRODUÇÃO

A robótica móvel desempenha um papel fundamental na exploração de ambientes hostis, perigosos ou remotos, substituindo a presença humana em tarefas de risco. Neste contexto, o desenvolvimento de robôs exploradores com rodas se destaca pela eficiência energética e simplicidade de controle em terrenos relativamente planos. A exploração de terrenos acidentados exige que o robô possua um sistema de navegação avançado, capaz de detectar e evitar obstáculos de forma autônoma, conforme discutido por Kelly (2006). Além disso, Siegwart, Nourbakhsh e Scaramuzza (2011) destacam a importância da autonomia em robôs móveis para a realização de tarefas em ambientes dinâmicos e imprevisíveis.

Este trabalho apresenta o processo de desenvolvimento e simulação de um robô explorador, abordando duas frentes complementares: a criação de um ambiente de simulação virtual para validação de estratégias de controle e a construção de um protótipo físico de um atuador de locomoção e direção. O objetivo principal foi projetar um sistema de controle para o atuador, utilizando a simulação como plataforma de testes preliminares e, em paralelo, construir o hardware para futura validação no mundo real. A metodologia adotada buscou integrar as ferramentas do *Robot Operating System* (ROS) e do simulador Gazebo para criar um ambiente de teste robusto e representativo.

DESENVOLVIMENTO

A metodologia deste trabalho foi dividida em duas áreas principais: o projeto do hardware e o desenvolvimento do ambiente de simulação.

1. **Construção do Atuador Físico:** Foi projetado e construído um atuador responsável simultaneamente pela locomoção e pela direção do robô. O projeto mecânico contemplou um chassi, rodas e um sistema de transmissão. Para a atuação, foram selecionados dois motores de corrente contínua: um de maior porte com escovas para a tração e um sem escovas para o controle da direção das rodas. A eletrônica de controle embarcada foi projetada para receber comandos e acionar os respectivos motores de acordo com a lógica de controle desenvolvida;
2. **Criação do Ambiente de Simulação:** Utilizando o ecossistema ROS, foi desenvolvido um ambiente de simulação no software Gazebo. Um modelo tridimensional do robô explorador foi criado em formato URDF (*Unified Robot Description Format*), descrevendo suas características físicas, como dimensões, massa, inércia e as juntas mecânicas. Para a locomoção do robô no ambiente simulado, implementou-se um sistema de controle diferencial. Este controlador recebe comandos de velocidade linear (v) e angular (ω) através de tópicos ROS e os converte em comandos de velocidade para as rodas esquerda e direita. É crucial destacar que, para a simulação, a validação do sistema de controle específico do atuador físico não foi realizada; em seu lugar, os parâmetros teóricos de projeto do atuador foram utilizados para alimentar o modelo dinâmico do robô no Gazebo.

RESULTADOS

Os resultados obtidos foram distintos entre a simulação e o protótipo físico. No ambiente de simulação, o sistema de controle diferencial foi implementado com sucesso. O robô foi capaz de navegar no ambiente virtual do Gazebo em resposta aos comandos de velocidade publicados via ROS, demonstrando a viabilidade da arquitetura de software proposta. Contudo, foi observada uma dificuldade notável em simular de forma fidedigna o atrito estático e cinético entre as rodas do robô e o solo virtual. Essa imprecisão resultou em comportamentos de deslizamento não realistas, indicando que os parâmetros de atrito do simulador necessitam de um ajuste fino e calibração para uma representação mais acurada da realidade.

Em contrapartida, a montagem do atuador físico não obteve o sucesso esperado. Durante os testes práticos, constatou-se que o motor selecionado para o mecanismo de direção não possuía o torque necessário para girar as rodas e vencer as forças de atrito com o solo e o peso da estrutura. A tentativa de direcionamento resultava em estagnação do motor, impedindo qualquer manobra. A análise do problema concluiu que um motor com torque substancialmente maior seria imprescindível para a funcionalidade do protótipo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho, embora não tenha atingido plenamente todos os seus objetivos práticos, forneceu aprendizados valiosos. A criação do ambiente de simulação com ROS e Gazebo se mostrou uma ferramenta poderosa e funcional para o desenvolvimento e teste de algoritmos de controle de alto nível, como a navegação diferencial. As dificuldades encontradas na simulação do atrito ressaltam a importância da etapa de calibração e validação do ambiente virtual com dados do mundo real.

A falha do protótipo físico evidenciou uma deficiência crítica na fase de dimensionamento e seleção de componentes, especificamente no cálculo do torque necessário para o atuador de direção. Conclui-se que o projeto iterativo, onde a simulação é usada para refinar os requisitos de hardware antes da construção, é uma abordagem mais eficiente. Como trabalhos futuros, sugere-se: (1) o redesenho do atuador físico com um motor de direção adequadamente dimensionado; (2) a realização de experimentos para caracterizar o atrito do robô real e utilizar esses dados para aprimorar a fidelidade do modelo no Gazebo; e (3) a implementação e validação do sistema de controle do atuador na simulação antes de sua aplicação no novo protótipo.

Palavras-chave: robô explorador; simulação robótica; ROS; Gazebo; controle de atuadores; protótipo.

REFERÊNCIAS

KELLY, A. **Mobile Robotics: Mathematics, Models, and Methods**. Cambridge: Cambridge University Press, 2006.

SIEGWART, R.; NOURBAKHSI, I. R.; SCARAMUZZA, D. **Introduction to Autonomous Mobile Robots**. Cambridge: MIT Press, 2011.

DADOS CADASTRAIS

BOLSISTA: Lucas Meneghetti

MODALIDADE DE BOLSA: PIBIC-AF/CNPq (IC)

VIGÊNCIA: setembro/2024 a agosto/2025 – Total: 12 meses

ORIENTADOR(A): Douglas Wildgrube Bertol

CENTRO DE ENSINO: CCT

DEPARTAMENTO: Departamento de Engenharia Elétrica

ÁREAS DE CONHECIMENTO: Engenharia Elétrica

TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA: Planejamento e Controle do Movimento de Robôs Móveis

Nº PROTOCOLO DO PROJETO DE PESQUISA: NPP4271-2013