

# Desenvolvimento de um Robô Móvel para o setor de armazenagem

Nicolas Alan Grotti Meireles Aguiar, Dr. Isaac Jesus da Silva  
<sup>2</sup> Ciência da Computação, Centro Universitário FEI  
 unienaguiar@fei.edu.br, isaacjesus@fei.edu.br

**Resumo:** O objetivo deste projeto é desenvolver um protótipo de um robô autônomo para uso industrial, onde conseguirá manter uma melhor logística do inventário do setor de armazém tendo em consideração que a principal função é transportar os materiais com a maior segurança, rapidez e precisão. Sendo assim, foi implementado os algoritmos para que o robô navegue autonomamente em um determinado ambiente utilizando para o desenvolvimento do projeto o sistema ROS (*Robot Operating System*), como também o Gazebo para simulação.

## 1. Introdução

Robôs autônomos é um conjunto de elementos de algoritmos, mecânica e eletrônica, onde integradas podem realizar determinada tarefa precisamente, sem intervenção humana. Podem ser projetados para diversos setores da indústria para funções específicas ou gerais. A partir do século XX, o desenvolvimento de robôs vem crescendo, para realizarem tarefas repetidas em ambientes estáticos, ou seja, ambientes configurados para tais tarefas, como indústrias e armazéns, porém com a alta volatilidade e investimento em tecnologia, o foco se tornou robôs autônomos onde conseguem realizar tarefas em ambientes desestruturados sem nenhum controle humano e sem pré-configuração, capaz de se adaptar. Esse tipo de robô pode captar informações sobre o ambiente por meio de sensores, aprender com o ambiente e tomar decisões para melhor realizar a tarefa. Para esse projeto, foi desenvolvido um robô autônomo para uso em armazém, capaz de manter uma melhor logística do inventário tendo em consideração que a principal função é transportar os materiais com a maior segurança, rapidez e precisão.

## 2. Metodologia

O objetivo do trabalho é, inicialmente, desenvolver uma base móvel omnidirecional que permita a navegação flexível de um robô em um ambiente industrial, principalmente em armazém. Como requisito para o estudo e desenvolvimento deste projeto utiliza-se uma plataforma robótica móvel, o MPO-500, onde possui um conjunto de sensores Lidar e atuadores que permitem a navegação do robô em um ambiente industrial. Assim, utilizando o software ROS (*Robot Operating System*) para o desenvolvimento do robô, foi possível desenvolver um sistema de navegação genérica que pode ser utilizado em qualquer ambiente industrial e também para qualquer tipo de robô. Os testes foram feitos no Gazebo para validar o projeto e também para verificar a navegabilidade. Além disso, foi desenvolvido um sistema de controle web para simplificar a interação

com o robô, sendo possível controlar o robô remotamente e também monitorar seus estados.

## 3. Resultados

O projeto foi desenvolvido em ambiente simulado, utilizando um robô omnidirecional. O uso desta categoria de robô é pela navegação ter facilidade por conta das rodas “omni” permitindo que se mova instantaneamente em qualquer direção. Utilizando ROS e NAV (pilha de navegação ROS) [1] para desenvolver o projeto, o robô é composto por quatro rodas omnidirecionais e dois *scanner* a laser para um sistema de navegação completo que permite se locomover em qualquer direção.

Na simulação, o pacote de navegação depende de dados de entrada como um mapa e a posição atual do robô em relação ao mundo, bem como leituras de sensores como IMU para leitura da posição atual e lidar para reconhecimento do ambiente. O robô precisa saber sua localização inicial para calcular a estimativa em relação ao mundo. Conforme o robô segue uma trajetória os erros da localização estimada (odometria) se acumulam proporcionalmente à distância que ele percorre, esses erros são corrigidos para que o robô mapeie o ambiente todo para depois realizar a navegação simultânea (SLAM). Essa técnica planeja navegar em ambientes não estruturados e dinâmicos como, por exemplo, ambientes de produção, estoque e outros meios.

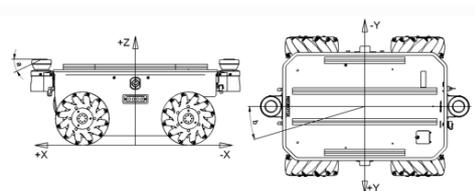


Figura 1 – Robô Omnidirecional [2]

Utilizando o *Pose Estimate* um algoritmo que tem como base o MCL (*Monte Carlo Localization*) [3] pode ser usado para inicializar a localização criando partículas probabilísticas sobre a posição do robô, essas partículas se mantêm por toda a navegação, estimando a posição do robô. Durante a execução do planejamento de caminho o robô cria um mapa do ambiente enquanto navega de forma simultânea, esse algoritmo utiliza o SLAM (*Simultaneous Localization and Mapping*) [4], para se orientar.

Para simular um ambiente real de estoque foi utilizado o “*Small Warehouse World*” [5] mundo criado

pela Amazon de código aberto. Essa simulação sofreu adaptações para o caso de uso específico, pois nosso ambiente deve haver prateleiras e espaços internos grandes para locomoção do robô entre os produtos, além disso, objetos no chão foram descartados para dificultar a navegação do robô autônomo.

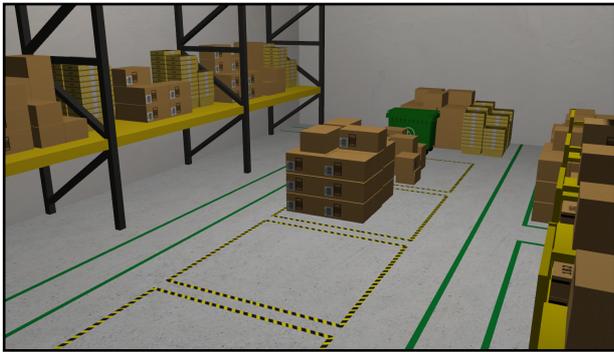


Figura 2 – Ambiente Simulado [5]

O projeto consiste em um algoritmo que se utiliza a diversos tipos de robôs, permitindo o uso para aplicações de navegação. Assim, essa primeira versão do projeto consiste em utilizar um robô que se move em um ambiente plano, e que seja modelo para outros tipos de robôs. A navegação utiliza o pacote SLAM do ROS, onde o robô consegue mapear o ambiente em que se encontra, após ser iniciado, utiliza os sensores para armazenar pontos do mapa que são detectados pelo sensor, e com base na localização estimada do robô, utiliza esses pontos para atualizar sua posição no mapa que está sendo gerado.

O mapa gerado é publicado em um tópico (canal de comunicação do ROS), onde o algoritmo AMCL estima a posição do robô no mapa, utilizando o sensor de odometria, sendo um sensor que mede a distância percorrida pelo robô, e o sensor de IMU, que mede a inclinação do robô. Após a estimativa da posição do robô, o algoritmo AMCL publica a posição no tópico *amcl\_pose*, utilizado pelo algoritmo de controle, que utiliza a posição do robô para calcular a velocidade que deve ter para se mover em direção ao ponto desejado.

O projeto conta com uma *interface* web para controle e gerenciamento de todos os comandos, além do acesso remoto e a visualização dos dados em tempo real. A interface foi criada utilizando javascript e html, onde o se comunica com o sistema ROS. As funções são executadas através do servidor que envia os comandos para o endereço do *roscore*. A interface possui uma visualização do mapa criado utilizando SLAM, um *Joystick* para controle do robô, envios de comandos para a base para se locomover até a posição especificada, além de visualizar os dados de odometria da posição do robô.

#### 4. Conclusões

Este projeto integrou um sistema de navegação completo. Na fase inicial foi desenvolvida um algoritmo de navegação de forma a ser utilizada em qualquer robô de uso em armazém sendo adaptado para diversos robôs como geometria, sensores e ambiente, diversificando os casos de usos. A integração entre o sistema de navegação e uma *interface* web foi realizado através de

um servidor próprio que o próprio ROS mantém e utilizando a linguagem de programação html e javascript para se comunicar com o site e o robô. Esse sistema simplifica o uso dos algoritmos complexos para melhorar a usabilidade dos operários e ser utilizado para realizar as tarefas de forma mais eficiente.

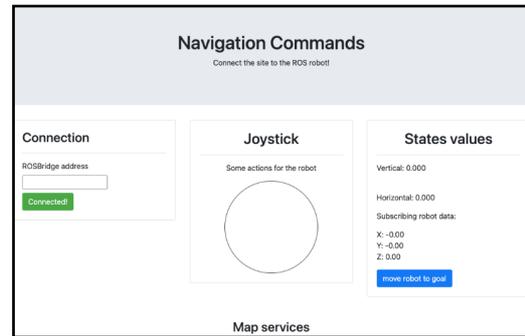


Figura 3 – Interface Web [6]

#### 5. Referências

- [1] Navigation. [S.l.: s.n.]. <http://wiki.ros.org/navigation>. Accessed on: August, 14th 2022
- [2] PROPRIEDADES MECÂNICAS. [S.l.: s.n.]. <https://www.neobotix-docs.de/hardware/de/platforms/mpo-500/mechanical.html>. Accessed on: August, 14th 2022
- [3] BAILEY, Tim. Mobile robot localisation and mapping in extensive outdoor environments. 2002. Tese de Doutorado. Australian Centre for Field Robotics, Department of Aerospace, Mechanical and Mechatronic Engineering, University of Sydney.
- [4] POUDEL, Dev Bahadur. Coordinating hundreds of cooperative, autonomous robots in a warehouse. Jan, v. 27, n. 1-13, p. 26, 2013.
- [5] AWS RoboMaker Small Warehouse World. [S.l.: s.n.]. <https://github.com/aws-robotics/aws-robomaker-small-warehouse-world>. Accessed on: August, 14th 2022
- [5] Autor, 2022.

#### Agradecimentos

À instituição Centro Universitário FEI pela realização das medidas de estudos e empréstimo de equipamentos para a pesquisa.

Nicolas Alan Grotti Meireles Aguiar do Centro Universitário FEI. Projeto com vigência de 08/2021 a 08/2022.