

UAVS E ROBÓTICA AUTÔNOMA: SIMULAÇÃO COM INTEGRAÇÃO DE SENSORES PARA OPERAÇÕES COMPLEXAS EM AMBIENTES EXTERNOS

Rodrigo Freire Bastos¹; Bruno Schettini Soares Pereira²; Lucas Marins Batista³

¹ Graduando em Engenharia Elétrica pelo Centro Universitário SENAI CIMATEC; Bolsista do Centro de Competências de Robótica e Sistemas Autônomos pelo SENAI CIMATEC;

Iniciação científica; rodrigo.bastos@fbter.org.br

² Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador - BA; bruno.pereira@fieb.org.br

³ Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador - BA; lucas.batista@fieb.org.br

RESUMO

A simulação para o cenário atual da robótica no mundo é bem-visto, por possibilitar o teste e validação do software e aprimorar a qualidade do código. A pesquisa em questão planeja a construção de um ambiente para simulação de drones em casos de uso típicos de inspeção de ativos industriais para ambientes externos. A simulação com Gazebo e ROS2 oferece uma plataforma poderosa e acessível para o desenvolvimento de robôs autônomos. A combinação da física do Gazebo com a flexibilidade do ROS2 permite a exploração da robótica com todo potencial. Os resultados alcançados mostram toda capacidade de simular fielmente UAVs (unmanned aerial vehicles) em aplicações industriais voltadas para inspeção de ativos.

PALAVRAS-CHAVE: UAVs; Integração de sensores; Simulação SITL; ROS2; Outdoor

1. INTRODUÇÃO

Frequentemente robôs móveis são aplicados em situações cotidianas, o uso de UAVs (*Unmanned Aerial Vehicles*) tem sido bastante explorado por sua capacidade de locomoção eficaz e rápida, a precisão e automatização na coleta de dados, sendo essas, ferramentas valiosas para a indústria. Aplicações como inspeção¹, logística² e monitoramento³ podem ser otimizadas com drones e a fusão de sensores para maximizar a gama de possibilidades de uso. A simulação gráfica e numérica permite testar e desenvolver essas tecnologias em um ambiente virtual seguro, e permite analisar a qualidade do software antes mesmo de integrá-lo no modelo real. O resumo expandido explorará aplicações específicas, desafios, e uma solução para a necessidade de um ambiente de simulação realista e flexível para a validação de drones na indústria.

A ideia principal dessa pesquisa é desenvolver em um ambiente de simulação complexo o uso de ferramentas para robótica. Para isso, o ambiente deve permitir a adição de sensores que serão integrados ao modelo do drone, bem como atuadores, uma interface gráfica e física do corpo rígido. Assim, a busca por um simulador com essas características se deve aos simuladores, hoje, serem uma alternativa mais acessível e segura para testar e validar o desenvolvimento robótico de uma plataforma.

2. METODOLOGIA

Inicialmente, simuladores para robótica aérea foram selecionados e por fim descritos numa tabela com o objetivo de avaliar as vantagens e desvantagens sob algumas métricas. Dentre elas, os recursos disponíveis para uso, quais os requisitos técnicos necessários para aprender a usar a ferramenta, nível de apoio da comunidade e se há possibilidade de uso do *framework* ROS/ROS2.

Em seguida, testes foram realizados para validar se o sistema cumprirá com as necessidades, portanto os testes abordaram a comunicação entre os simuladores e os diferentes módulos do ROS2, como controladores de voo e algoritmos de planejamento de trajetória. Essa integração é crucial para garantir que o ambiente de simulação reflita com precisão o comportamento do sistema real, permitindo testes e validações robustas das estratégias de controle e navegação desenvolvidas. Os resultados desses testes devem permitir a interoperabilidade entre o Gazebo e o ROS2, além de identificar áreas para refinamento e melhorias na integração.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção irá citar sobre a escolha do software de simulação e trará uma solução aos devidos empecilhos descritos na metodologia, portanto, os resultados são experimentais e realizados dentro de um ambiente de simulação, com integração de sensores.

A partir dos dados coletados, e apresentados na Tabela 1, optou-se por desenvolver no Gazebo Sim⁴, visto uma opção acessível e completa para realizar simulação de UAVs, a partir da integração de

sensores e exploração de algoritmos para robótica autônoma, também por ter uma comunidade ativa, pode-se facilitar a resolução de problemas e dúvidas.

Tabela 1. Resultado da pesquisa por diversos simuladores para UAVs para robótica autônoma.

Simuladores	Gazebo Classic	Gazebo Sim	Unreal Engine	Unity	JmavSim
Recursos	Gráficos realistas, simulação dinâmica, sensores e ruídos	Gráficos realistas, simulação dinâmica e distribuída, sensores e ruídos	Gráficos ultrarrealistas, programação em <i>blueprints</i> , câmeras e ruídos	Gráficos ultrarrealistas, <i>visual scripting</i> , sensores e ruídos	Gráficos simplificados, simulação dinâmica, sensores e codificação em baixo nível
Requisitos	Conhecimento em Linux e ROS (C++/Python)	Conhecimento em Linux e ROS (C++/Python)	Conhecimento em C++	Conhecimento em C#	Conhecimento em terminal (Linux)
Comunidade e para UAVs	Parcialmente ativa	Altamente ativa	Parcialmente ativa	Parcialmente ativa	Inativa
ROS/ROS2	Integração Nativa	Integração via <i>Bridge</i>	Integração via <i>plugin</i>	Integração via pacote externo	Integração Inexistente
Custo	Grátis	Grátis	Grátis	Grátis	Grátis

Durante o desenvolvimento da simulação, também se encontrou uma maneira para realizar a integração da modelagem da aeronave escolhida (Holybro X500) com as ferramentas do ROS2 (Humble distro), fez-se necessário o estudo das ferramentas de *Bridge* do gazebo (gz) para o ROS2 (humble).

Figura 1. Modelo em simulação proposto para gazebo



Fonte: PX4-Autopilot⁵

Uma visualização dos funcionamentos dos sensores é demonstrada na Figura 2. em um ambiente outdoor com presença de câmeras 2D e 3D, sensores de pressão atmosférica (barômetro), sensores inerciais para posicionamento e orientação precisos, e um sistema de GNSS (*global navigation Satellite System*).

Outro resultado obtido foi a capacidade de simular um ambiente externo para testes *outdoor* e um galpão com obstáculos e itens típicos desse ambiente. Esse pode ser realizado com outras abordagens, tornando o ambiente de simulação mais versátil e preparado para atender diferentes necessidades do usuário. Também, foi adicionado a capacidade de integrar e operar sensores que serão necessários para a navegação autônoma do drone, como integramos *laser scan* (LiDAR), câmera estéreo, GNSS (GPS), com sensores inerciais que comumente são integrados nas placas de controle de voo de veículos, assim obtendo com precisão o posicionamento e orientação do drone. Para exploração dos ambientes mostrados na Figura 3.

Figura 2. Visualização de câmera 3D (superior esquerdo), voo em um depósito (superior direito) Visualização de câmera RGB (inferior esquerdo) e visualização das pilastras através dos raios de um LiDAR (inferior direito)



Fonte: Autor

Ao final, foram utilizados 2 modos de controle do drone, via teclado e via RC (*remote controller*), o primeiro se mostrou ser uma opção mais prática, e o segundo revelou ser uma opção mais precisa e fiel a situações reais.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por fim, se entende que a simulação para drones no ambiente do Gazebo pode ser vantajosa, de acordo com os sensores integrados à simulação, pois permite testar e aprimorar algoritmos de controle, navegação e detecção de obstáculos em um ambiente virtual antes de implementá-los em drones reais, contribuindo para reduzir custos e riscos associados a testes em campo.

Buscamos, para dar continuidade ao projeto, a aplicação de algoritmos de controle e navegação ao sistema. Considerando que a simulação de drones se apresenta como uma opção economicamente vantajosa e segura para testar o funcionamento em situações típicas de operação, podemos afirmar que essa abordagem representa uma alternativa viável para avançar no desenvolvimento do trabalho proposto.

Agradecimentos

Agradecimento aos orientadores (Bruno Schettini, Humberto Monteiro e Lucas Marins) por todo apoio no desenvolvimento da pesquisa.

5. REFERÊNCIAS

- ¹ V. N. Nguyen, R. Jenssen and D. Roverso, "Intelligent monitoring and inspection of power line components powered by UAVs and deep learning" IEEE Power and Energy Technology Systems Journal, vol. 6, no. 1, pp. 11-21, March., 2019.
- ² H. Ni, X. Deng, B. Gong and P. Wang. "Design of Regional Logistics System Based on Unmanned Aerial Vehicle". 2018 IEEE 7th Data Driven Control and Learning Systems Conference (DDCLS), Enshi, China, 2018.
- ³ Z. Chu, T. Song, R. Jin and T. Jiang. "An Experimental Evaluation Based on New Air-to-Air Multi-UAV Tracking Dataset". 2023 IEEE International Conference on Unmanned Systems (ICUS), Hefei, China, 2023.
- ⁴ A. Sagitov and Y. Gerasimov. "Towards DJI Phantom 4 Realistic Simulation with Gimbal and RC Controller in ROS/Gazebo Environment". 2017 10th International Conference on Developments in eSystems Engineering (DeSE), Paris, France, 2017.
- ⁵ PX4 Development Team. Simulating PX4 with Gazebo (Gazebo). Disponível em: https://docs.px4.io/main/en/sim_gazebo_gz/. Acesso em: 05 mar. 2024.