

IMPLEMENTAÇÃO E VALIDAÇÃO DE MISSÕES AUTÔNOMAS DE DRONES UTILIZANDO ROS2 E RVIZ

Eduardo José de Souza Castro¹ (IC), Alexandre Carlos Brandão Ramos (PQ)¹

¹Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)

Palavras-chave: Enxame. Inteligência. Simulação. Teste. Voo.

Introdução

O desenvolvimento de missões autônomas realizadas por drones têm ganhado destaque em diferentes áreas, sobretudo pela sua aplicabilidade em ambientes internos. Nesse contexto, esta pesquisa tem como objetivo implementar, simular e testar tarefas autônomas executadas por drones em um espaço fechado. A relevância do estudo reside na crescente demanda por soluções de navegação e automação em ambientes restritos, onde o uso de drones pode ampliar a eficiência e a segurança das operações. Para atingir esses objetivos, foram utilizadas ferramentas de simulação, como o ROS2 aliado ao ambiente de visualização RViz, possibilitando a modelagem virtual das missões. Nos testes práticos, foram empregados drones Crazyflie, da empresa Bitcraze, cuja movimentação autônoma foi controlada por meio do ROS2 e da biblioteca em Python “cflib”, permitindo validar os resultados obtidos em simulação.

Metodologia

Nesta pesquisa, o primeiro passo consistiu na implementação e simulação do comportamento de drones em missões autônomas. Para isso, foi utilizado o ROS2 (Robot Operating System), em conjunto com o ambiente de visualização RViz, responsável por representar a posição e o movimento dos objetos em um espaço tridimensional. As missões foram planejadas em cenários simulados com obstáculos, marcações ArUco e trajetórias de referência, de modo a incluir tarefas como desvio de obstáculos, detecção de objetos, seguidor de linha e reconhecimento de marcas visuais.

A construção dos ambientes de simulação foi realizada por meio do uso de arquivos URDF, que permitiram definir propriedades físicas, de inércia e de colisão para cada elemento do cenário. Conceitos adicionais do ROS, como o TF (transform frames), possibilitaram a manipulação das posições relativas entre os objetos. Já o

ambiente Gazebo foi responsável pela execução da simulação física, carregada a partir de arquivos “.launch” contendo os nós ROS necessários. Assim, foi possível representar dinamicamente o comportamento dos drones e dos elementos do cenário, enquanto o RViz serviu como ferramenta de visualização.

Após a etapa de simulação, foram realizados testes práticos em ambientes internos preparados de forma semelhante aos modelos virtuais. Foram utilizados drones Crazyflie, da fabricante Bitcraze, selecionados por sua simplicidade de hardware, facilidade de replicação e compatibilidade com módulos adicionais (decks). Para os testes, foram empregados recursos como o Flow Deck, sensor óptico acoplado à parte inferior do drone, essencial para o posicionamento autônomo em voo, o Multiranger Deck, capaz de mensurar a distância do drone e obstáculos através de cinco lidars, para os quatro lados do drone e um voltado para cima e o AI Deck, que possui capacidade de embarcar modelos de classificação de imagem e detecção de objetos através de uma câmera própria a frente do deck. A qual também é possível o acesso através da geração de uma rede Wi-Fi, o que permite um processamento de imagem offboard, ou seja, fora do deck em si, mas em uma máquina conectada à rede por ele gerada.

As missões práticas foram conduzidas de forma gradual. Inicialmente, um único drone executou tarefas isoladas, o que permitiu validar sua movimentação autônoma em cada cenário. Na sequência, foram realizados experimentos com múltiplos drones, configurando um enxame. Nessa etapa, a coordenação foi desenvolvida em Python com suporte da biblioteca cflib, que possibilitou o controle paralelo de cada veículo aéreo.

Esse conjunto de métodos — simulação em ROS2/Gazebo, validação em ambiente controlado e testes práticos com enxame de drones Crazyflie — estruturou a abordagem metodológica da pesquisa,

“Do conhecimento acadêmico à transformação sustentável: inovação com validação científica”

permitindo verificar a aplicabilidade das missões autônomas em condições progressivamente mais complexas.

Resultados e discussão

Conforme foram feitas melhorias nos cenários de simulação, os resultados foram sendo cada vez mais eficientes, na medida em que, as missões começaram a ser executadas pelos drones. Um ambiente de simulação em especial foi criado para que um drone Crazyflie pudesse executar a prova indoor proposta pelo IMAV (International Micro-Air Vehicle Conference and Competition), na qual seria necessária a execução de uma série de tarefas como seguidor de linha, captura de fotos dinâmicas, passagem por janelas vazadas (gates), entrega de pacote e pouso preciso. Com isso, foi possível visualizar o comportamento do drone no ambiente estruturado para a simulação, bem como as propriedades físicas dos objetos em volta. Ainda nesse contexto, as simulações foram realizadas com um único modelo de Crazyflie no cenário, portanto, ainda não havia sido implementado um enxame em virtude de questões de compatibilidade entre versões dos pacotes referentes a implementação de voo de enxames integrados ao ROS2 e dos modelos representados para as missões já executadas.

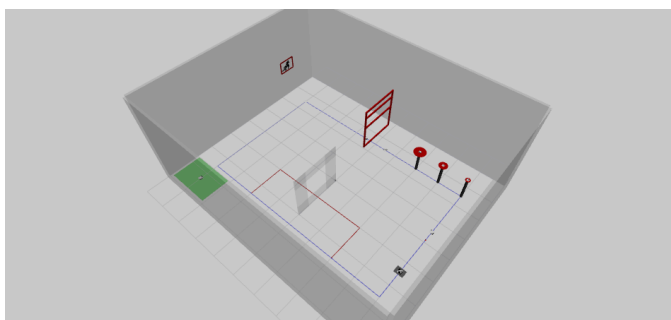


Figura 1 - visualização do ambiente de simulação no RViz.

Prosseguindo com os testes e validações, foram executadas missões práticas com drones reais em ambientes controlados dentro da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) em laboratórios do Grupo de Visão, Sistemas de Computação e Aplicações (VisCap), onde foram preparados percursos mais simples e testes adaptados à realidade, sendo muitos dos objetos utilizados, feitos por confecção própria. Como pode ser observado na Figura 2:



Figura 2 - janela vazada (gate) improvisada para teste.

Além disso, o progresso dos testes promoveu um passo adiante para o teste de enxame. Para tanto, foi usado como base codificações e experimentos já validados pela própria empresa fabricante do Crazyflie e desenvolvedora da biblioteca padrão Bitcraze. As especificações da codificação feita dentro dessa pesquisa pode ser verificada em <https://github.com/Eduard0Castro/viscap-utils>.

Para os testes com múltiplos drones, a codificação foi de modo que os drones fariam o mesmo movimento simultaneamente. Cada um foi disposto de uma maneira que suas frentes ficassem deslocadas 90° no sentido anti-horário com relação ao drone à esquerda.

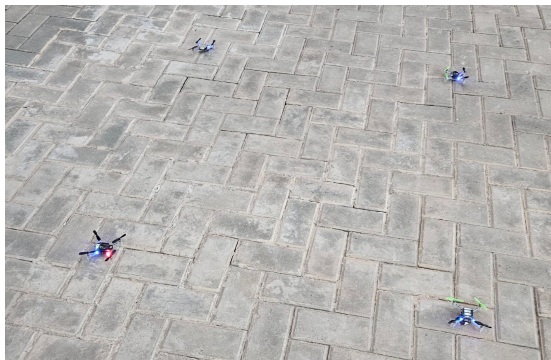
“Do conhecimento acadêmico à transformação sustentável: inovação com validação científica”

Figura 3 - enxame com quatro Crazyflies.

Dessa forma, como resultado principal da presente pesquisa, pôde-se construir, testar e validar missões envolvendo drones operando de forma automática em ambientes virtuais simulados e transpor seus funcionamentos para a realidade com drones e cenários reais.

Conclusões

Levando o exposto em consideração, foi possível aliar resultados em ambientes simulados virtuais com o que analisou-se em testes práticos com drones reais. As tarefas que foram elaboradas no simulador puderam servir de base para os testes práticos dentro dos laboratórios do VisCap, as quais foram bem sucedidas no que se refere a conclusão dos voos em enxame, movimentação baseada em marcação e testes das funcionalidades dos diversos decks disponíveis para uso. Além disso, ainda há uma infinidade de possibilidades de teste com essas configurações, como por exemplo, teste de enxame de drones com um drone como mestre liderando os outros através de dados de sensores somente a ele acoplados. A abordagem é promissora para aplicações como segurança, monitoramento inteligente e busca e resgate em ambientes internos.

Agradecimentos

Gostaria de expressar minha gratidão ao professor Alexandre Carlos Brandão Ramos pela oportunidade, disponibilidade e empenho para que esta pesquisa fosse realizada. Também presto meu agradecimento aos membros do grupo VisCap, pelo apoio, amizade e dedicação dentro do projeto, à Universidade Federal de

Itajubá (UNIFEI) pela estrutura e pelos recursos disponibilizados, bem como a CNPq pelo financiamento da bolsa.

Referências

AUTONOMOUS flight of the micro drone Crazyflie 2.1 through an obstacle course. [S. l.: s. n.], 2020. Disponível em: <https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:1440184>. Acesso em: 20 ago. 2025.

GIERNACKI, Wojciech; SKWIERCZYŃSKI, Mateusz; WITWICKI, Wojciech; WRÓŃSKI, Paweł; KOZIERSKI, Piotr. *Crazyflie 2.0 quadrotor as a platform for research and education in robotics and control engineering*. Poznan: Poznan University of Technology; Bitcraze, [2020?]. Disponível em: <https://bitcraze.io/>. Acesso em: 20 ago. 2025.

GREIFF, Marcus. *Modelling and control of the Crazyflie quadrotor for aggressive and autonomous flight by optical flow driven state estimation*. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Lund University, Lund, 2017. Disponível em: <https://lup.lub.lu.se/student-papers/record/8905295/file/8905299.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2025.

IMPLEMENTING RRT* path planning with the Crazyflie drone. Washington: Washington University in St. Louis; Open Scholarship, 2019. Disponível em: https://openscholarship.wustl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1023&context=eseundergraduate_research. Acesso em: 20 ago. 2025.