

Estudo de algoritmo de controle de trajetórias de uma Aeronave Remotamente Pilotada

Matheus Souza Diego (IC), Alexandre Carlos Brandão Ramos (PQ)¹
Universidade Federal de Itajubá

Palavras-chave: Aeronave. Autônomo. Drone. ROS. UAV

Introdução

Neste projeto de iniciação científica, foi desenvolvido um drone autônomo que utiliza sensores de alta precisão para tomar decisões e realizar missões de forma independente. O objetivo central era explorar as capacidades de automação e tomada de decisões em tempo real de um veículo aéreo não tripulado (VANT). A necessidade de tais sistemas autônomos se tornou evidente com o crescimento do interesse em aplicações de drones em diversas áreas, desde transporte até inspeção e mapeamento. Automatizar esses veículos aéreos não tripulados representou um avanço significativo em termos de eficiência e segurança nas operações.

Através do auxílio à equipe de competição tecnológica Black Bee Drones, para com o desenvolvimento dos drones levados para a competição IMAV (Micro Air Vehicle Conference and Competition) o projeto abordou essa necessidade por meio da seleção criteriosa e integração de sensores de alta precisão, como IMUs para orientação, unidades de GPS para posicionamento preciso e câmeras especializadas para percepção visual. A escolha de sensores confiáveis foi de suma importância, uma vez que a tomada de decisões autônomas dependia de informações precisas sobre o ambiente. O framework ROS (Robot Operating System) desempenhou um papel central, permitindo que esses sensores se comunicassem de forma coordenada e eficiente, o que possibilitou a execução das missões autônomas do drone. As referências utilizadas para a confecção do trabalho estão no campo de referências.

Metodologia

Na fase de prototipagem, o foco estava na integração dos componentes, incluindo IMUs, GPS, câmeras e o processamento em tempo real dos dados por meio de um Raspberry Pi. Essa unidade de processamento desempenhou um papel vital na interpretação de dados brutos dos sensores, transformando-os em informações acionáveis para o drone. O framework ROS foi a cola que conectou os

componentes, permitindo a coordenação das ações autônomas.

Nesta fase foram abordados alguns componentes que estarão listados abaixo em tópicos:

- **ROS (Robot Operating System):** O ROS é um framework de código aberto amplamente utilizado para o desenvolvimento de sistemas robóticos, oferecendo uma arquitetura flexível e recursos para controle, percepção e comunicação em robótica.
- **ArUco Tag:** As ArUco Tags são marcadores visuais bidimensionais utilizados em visão computacional e rastreamento de objetos, fornecendo informações de posição e orientação. Elas são comumente usadas em aplicações de realidade aumentada, robótica e mapeamento.
- **Estrutura:** Explora a decisão de adotar o frame F450 devido à sua eficácia, analisando as implicações nas dimensões e peso do projeto em relação à estrutura planejada inicialmente.
- **Dimensionamento dos Motores e Peso da Aeronave:** Neste tópico, aborda-se o dimensionamento dos motores com base na estimativa de peso da aeronave, considerando também a carga útil. A seleção dos motores e hélices foi calculada para garantir que o drone fosse capaz de levantar o peso total de forma eficiente, com foco na segurança e no desempenho.
- **Pixhawk 2.4.8:** A Pixhawk 2.4.8 foi selecionada devido à sua facilidade de modificação de parâmetros complexos, compatibilidade com MAVROS e custo acessível em comparação com a Pixhawk 4. Este dispositivo permite adicionar um computador embarcado, câmeras e servo motores, viabilizando a autonomia da aeronave e a realização de missões como pouso preciso e entrega de pacotes, com a opção de firmware Ardupilot para maior acessibilidade, todos esses tópicos que agregam valor a Eletrônica estão detalhados no relatório final.
- **Bateria de Lítio Polímero (LiPo):** Neste tópico,

discute-se o papel fundamental das baterias LiPo na alimentação dos dispositivos eletrônicos de sistemas aéreos não tripulados, incluindo drones. As baterias LiPo possuem uma alta densidade de energia em relação ao seu peso, o que as torna ideais para essa aplicação. A tensão nominal de uma célula LiPo é 3.7V, mas pode variar durante o uso, devendo ser monitorada de perto para evitar danos.

- **Raspberry Pi:** Este tópico introduz a Raspberry Pi, um computador de placa única inicialmente projetado para promover o ensino de Ciências da Computação em escolas. No entanto, a Raspberry Pi se tornou uma opção popular para projetos de Internet das Coisas (IoT) devido ao seu custo acessível. O sistema Ubiquity, baseado no Ubuntu 20.04 com ROS Noetic, é utilizado para configurar a Raspberry Pi.
- **PID e Modo AutoTune:** Neste tópico, destaca-se uma abordagem alternativa para ajustar os parâmetros do controlador PID (Proporcional-Integral-Derivativo). Em vez de depender de cálculos matemáticos, o projeto aproveitou o poder do modo AutoTune da Pixhawk. O AutoTune é uma funcionalidade que busca ajustar automaticamente os parâmetros PID, resultando em uma resposta eficiente do sistema sem overshoot significativo. O texto descreve como essa abordagem foi bem-sucedida na obtenção de resultados sólidos e coerentes.
- **Protótipo do Drone Autônomo:** Na fase inicial de prototipagem do projeto, o foco estava na criação de uma base sólida para um sistema funcional. A seleção e integração de componentes essenciais, como sensores de alta precisão, foram destacadas. O processamento em tempo real, realizado pela Raspberry Pi, foi crucial para analisar e interpretar os dados dos sensores. Apesar dos desafios enfrentados, especialmente na integração dos sensores com a Raspberry Pi, que levaram à interrupção prematura do projeto, a importância da experiência adquirida e os aprendizados resultantes do projeto incompleto. Esses desafios são considerados oportunidades de crescimento e melhoria futura em projetos autônomos.



Figura 1: Projeto Montado

A capacidade do drone de perceber seu entorno e tomar decisões informadas era central para o projeto. O sistema foi programado para processar informações de sensores em tempo real e, com base nesses dados, executar ações, como evitar obstáculos, navegar de forma autônoma e realizar missões específicas. A robustez e a escalabilidade do sistema foram priorizadas, pois esse protótipo seria a base para futuras expansões e experimentos.

Resultados e discussão

Durante a fase de prototipagem, o projeto fez progressos significativos na integração dos componentes e no desenvolvimento da capacidade de tomada de decisões autônomas. No entanto, os desafios surgiram, particularmente na integração dos sensores com a Raspberry Pi. Problemas técnicos, como problemas de calibração e interferências eletromagnéticas, surgiram e impactaram o progresso.

Como resultado, o projeto não foi concluído no prazo planejado. No entanto, é importante enfatizar que esses desafios não devem ser considerados como falhas, mas sim como oportunidades de aprendizado e melhoria. O que foi alcançado até agora representa um avanço notável na automação de drones, explorando a capacidade de tomar decisões em tempo real e executar tarefas complexas.

Conclusões

Este projeto, embora não tenha alcançado sua conclusão planejada, destaca a importância da pesquisa e desenvolvimento contínuos em tecnologias autônomas. A fase de prototipagem forneceu insights valiosos e experiência prática no desenvolvimento de sistemas

autônomos.

Os desafios enfrentados ao longo do projeto não devem desanimar, mas sim inspirar um esforço contínuo na busca de soluções. A integração dos sensores com a Raspberry Pi pode ser complexa, mas com aprendizado e iteratividade, é possível superar esses obstáculos. Este projeto é uma base sólida para futuros desenvolvimentos, demonstrando o potencial dos sistemas autônomos em uma ampla variedade de aplicações.

Embora a fase de prototipagem tenha sido desafiadora, ela representa um passo significativo em direção a um futuro onde drones autônomos se tornarão uma realidade comum, proporcionando eficiência e segurança em tarefas diversas. Este projeto é um testemunho do espírito de inovação e perseverança necessários para impulsionar a tecnologia e a automação aérea a novos patamares.

Agradecimentos

Primeiramente gostaria de agradecer a oportunidade ao professor Ramos para o desenvolvimento do meu trabalho que julgo ter sido um sucesso.

Este relatório apresenta os resultados da Iniciação Científica ou Tecnológica intitulada “Estudo de algoritmo de controle de trajetórias de uma Aeronave Remotamente Pilotada”, desenvolvida no período de dezembro de 2021 até setembro de 2022, sob a orientação do Prof. Alexandre Carlos Brandão Ramos, tendo em vista as orientações estipuladas pelo Edital FAPEMIG. Gostaria de agradecer a concessão da bolsa de IC que tornou este trabalho possível.

Referências

BEHROOZPOUR, B. et al. Lidar System Architectures and Circuits. *IEEE communications magazine*, v. 55, n. 10, p. 135–142, 2017.

Communicating with Raspberry Pi via MAVLink — Dev documentation. Disponível em: <<https://ardupilot.org/dev/docs/raspberry-pi-via-mavlink.html>>. Acesso em: 11 nov. 2022.

Copter home — copter documentation. Disponível em: <<https://ardupilot.org/copter/index.html>>. Acesso em: 11 nov. 2022.

eCalc - reliable electric drive simulations. Disponível em: <<https://www.ecalc.ch>>. Acesso em: 11 nov. 2022.

Escolher os Motores e Helices. Disponível em: <<https://omeudrone.blogs.sapo.pt/escolher-os-motores-e-helices-5022>>. Acesso em: 11 nov. 2022.

ROSEBROCK, A. AprilTag with Python. Disponível em: <<https://pyimagesearch.com/2020/11/02/apriltag-with-python/>>. Acesso em: 11 nov. 2022.