

CARACTERIZAÇÃO DE UM VANT PARA DESENVOLVIMENTO DE UM ALGORITMO COM PREOCUPAÇÃO ENERGÉTICA PARA PLANEJAMENTO DE ROTAS DE RETORNO

VALTER ALBERTO MELGAREJO MARTINS¹; TAUÃ MILECH CABREIRA²;
PAULO ROBERTO FERREIRA JÚNIOR³

¹Universidade Federal de Pelotas – vammartins@inf.ufpel.edu.br

²Universidade Federal de Pelotas – tsiad.taua@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – paulo.ferreira.jr@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Com a tecnologia em VANTs avançando em consequência do crescimento de aplicações comerciais, empresas do ramo do agronegócio até a indústria cinematográfica estão utilizando da área de drones, possibilitando assim a criação de novos modelos negócio. “Estima-se um retorno de mercado de mais de \$127.3 bilhões de dólares em diversas áreas (WISNIEWSKI, 2016)”. Este interesse que está em uma curva crescente, popularizou a utilização de drones, tornando-o mais acessível através de várias opções comerciais, ou até mesmo por meio da montagem em peças no estilo do-it-yourself (DIY).

Essa popularização do uso de VANTs, permitiu o emprego nos mais diferentes tipos de missões, incluindo monitoramento de colheitas e incêndios florestais, busca e resgate, sensoriamento remoto, mapeamento de solo, ou até detecção de minas terrestres, onde a duração de voo é um dos principais fatores na escolha de qual VANT será utilizado para as atividades.

Existem VANTs mais distintos para os diferentes tipos de missões, os mais utilizados são os multirrotores e os de asa-fixa. Os multirrotores possuem de 4 à 8 motores, oferecem uma alta manobrabilidade e é possível a decolagem e pouso verticais bem como manter a posição fixa no ar. No entanto a duração de voo é limitada, variando entre 15 a 30 minutos e sua capacidade de carga reduzida. Estes são comumente utilizados nas missões de fotografia aérea e vigilância, inspeção de gasoduto, entre outros. Já os de asa-fixa possuem um maior tempo de voo e um maior alcance de terreno, uma vez que voam horizontalmente e em alta velocidade, quando comparados com os multirrotores. Porém, estes não permitem decolagem e pouso verticais, bem como a manutenção de uma posição fixa no ar. São utilizados principalmente em missões de vigilância, mapeamento de terreno e missões de busca e resgate.

A duração de voo é afetada por vários aspectos, adições de câmeras, sensores e baterias, normalmente levam o veículo ao seu limite físico. Também existem os fatores externos, como a velocidade e direção do vento e as manobras realizadas, que influenciam diretamente no consumo de energia. Assim, estes fatores, como arrasto, peso, variação do vento aumentam significativamente o consumo de energia do VANT, consequentemente reduzindo seu tempo de voo.

Com isso, nota-se a necessidade de um modelo de consumo energético, e também reforçam a ideia do estudo de um método em que mais variantes devem ser consideradas, como o vento e aceleração. Por fim, a proposta deste trabalho que está em andamento, é construir um hardware mínimo para funcionamento de um VANT para a realização de testes, e definir uma metodologia de consumo de energia de modo dinâmico e em tempo real, para assim ter uma previsão do tempo de voo restante que servirá de limiar para um sistema de retorno ao local

de partida, este que deverá ser seguro e eficiente de modo que tenha a menor rota.

2. TRABALHOS RELACIONADOS

Modelos de consumo de energia são fundamentais, (MAEKAWA ET AL, 2017) propõe um modelo considerando voos horizontais, não variantes em parâmetros físicos e considerando apenas dados de consumo, (PHUNG, 2013) considera drones do estilo Vertical Take-Off and Landing (VTOL) utilizando a aerodinâmica das asas e a eficiência das hélices em pousos e voos horizontais. No trabalho de (LIU, SENGUPTA, KURZHANKIY, 2017) é realizado um modelo para a decolagem e pouso verticais. O consumo energético é separado em três variáveis: consumo induzido, como o impulso produzido pelas hélices; consumo de perfil, sendo o arrasto angular como consequência da rotação das hélices; e o consumo parasita, como o arrasto produzido pelo próprio VANT em relação a atmosfera.

Com as missões a serem realizadas pelos VANTs, inúmeros problemas podem ocorrer, desde falta de comunicação até um consumo exacerbado de bateria, também, a rota percorrida pelo drone pode ter obstáculos, existindo então a preocupação do retorno do drone ao local de partida de um modo seguro. Então, algoritmos de retorno são criados para que o drone realize o seu retorno.

Drones do estilo DIY comumente utilizam o software Ardupilot, software *open source* voltado para sistemas de veículos autônomos, contém um firmware com comunicação em tempo real entre o Ground Control Station (GCS), operadores e os veículos (ARDUPILOT, 2020a). Este software contém dois modos de RTL nativos para multirrotores: (ARDUPILOT, 2020b) sendo o mais simplificado, navega o VANT a partir da posição atual em direção a posição de decolagem em linha reta, a partir de uma altura mínima especificada, sendo necessária conexão com GPS ativa no momento em que o drone é armado; o segundo e mais seguro (ARDUPILOT, 2020c) o caminho realizado pelo drone é salvo em um buffer como breadcrumbs, as curvas se tornam uma série de linhas retas e loops são removidos, mas o buffer é limitado, sendo ótimo apenas em voos com poucas curvas, também, quando o buffer estiver cheio, o sistema é desativado automaticamente.

Existem aprimoramentos destes algoritmos, como visto no Return-to-home de (MORAIS, 2019), que utiliza um método de decimação das coordenadas. Primeiro os obstáculos são separados em invariáveis com o tempo, como prédios e árvores, e os variáveis com o tempo, como veículos e pessoas. O VANT separa cada obstáculo a medida que segue um GCS móvel. A partir disto, a evolução está em que as coordenadas são salvas em um banco de dados, ou seja, o algoritmo funciona com dados de todas as sessões de voos realizadas, assim, rotas mais antigas também servirão para a criação de uma rede de caminhos seguros que serão usados para a sessão atual. Utilizando o Algoritmo A* (NORVIG, 2010) para obter o menor caminho, e o histórico das visitas, obteve-se até 98.5% de corte dos pontos totais não necessários, e perdendo apenas 0.0003% do caminho real realizado pelo VANT.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O hardware escolhido para o VANT é do estilo Do-It-Yourself(DIY), onde as peças são compradas separadamente para a montagem caseira do drone, esta contém a vantagem de escolher apenas o necessário para cada caso. Com isso,

o peso total do VANT ficou em aproximadamente 1070 g, sendo bastante leve para esta categoria de multirrotores. A figura 1 apresenta uma imagem do VANT montado.



Figura 1. VANT montado para a realização dos testes.

O frame escolhido é referente ao DJI F450, para drones de tamanho médio, sendo facilmente customizável, foi projetado também para ser utilizado de maneira autônoma, possui uma capacidade de carregamento de até 1600 g totais.

ESCs, motores e hélices devem ser compatíveis uns com outros, assim o modelo de motor é o A2212/13T de 1000kV, que contém bastante eficiência de torque em relação a corrente consumida, os ESCs são do modelo HW30A que podem gerar até 40 A por 10 segundos seguidos, mas de modo contínuo o recomendado são de até 30 A, e por fim as hélices contém 10 polegadas x 4.5 polegadas.

A bateria escolhida foi da marca Tattu, contém 5200 mAh de capacidade e 3 células de 3.7 V, gerando uma potência total de 57.7 Wh, contém a taxa-C, esta sendo a taxa de descarga em relação a capacidade total, de 15 C, significando que pode descarregar momentaneamente até 78 A de corrente.

A controladora de voo empregada é a APM 2.8 é uma placa de código aberto, sendo possível adicionar sensores externos. Esta contém os microcontroladores Atmel ATMEGA2560 e ATMEGA32U-2, também está incluso na controladora um giroscópio de 3 eixos, acelerômetro, magnetômetro e barômetro.

A localização é extremamente importante para a meta desta pesquisa, com isso, com o uBlox NEO-M8N é possível utilizar até três sistemas de GNSS simultâneos com uma baixa potência consumida. Também é necessário a telemetria com a GCS, para esta função fora escolhida a PixHawk 3DR Kit, de 433 MHz, que contém um alcance de até 400m em condições normais de uso, transmitindo até 250 kbps.

Por fim, será necessário um módulo de potência, este que servirá para a medição da tensão e corrente consumidos por todo o sistema. O escolhido pode ter uma entrada de até 18V, e consegue mensurar até 60A de corrente de saída. Provendo também, 5.3V e 2.25A para a controladora, não sendo requerida outra bateria para alimentação do circuito separadamente.

4. CONCLUSÕES

Algoritmos de preocupação energética são deveras importante para voos seguros, neste trabalho fora constatado estratégias das mais variadas para os

mais variados estilos de voo, que servirão de base para o futuro desta pesquisa. Às vezes simplificações são necessárias para que se obtenha um bom resultado, uma vez que o aumento da complexidade dos algoritmos podem interferir dinamicamente no tempo de resposta do consumo energético.

Analisando o consumo em tempo real de voo com velocidade variável, bem como a montagem de um caminho de retorno a partir das coordenadas de GPS, é possível aumentar a autonomia de voo dos VANTs. Nota-se que um dos principais fatores é a relação Consumo X Velocidade do VANT, sendo esta uma linha a se seguir ao serem montadas as propostas de consumo por trecho de rota.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

WISNIEWSKI, A, Et AIPwCPwC. PwC global report on the commercial applications of drone technology. PwC Polska Sp. z o.o, Polônia, 2016. Especiais. Acessado em 26 jul. 2020. Online. Disponível em: <https://www.pwc.pl/pl/pdf/clarity-from-above-pwc.pdf>

MAEKAWA, K; NEGORO, S; TANIGUCHI, I; TOMIYAMA, H. Power Measurement and Modeling of Quadcopters on Horizontal Flight. In: Fifth International Symposium On Computing And Networking, **Anais...**, p.326-329, 2017.

PHUNG, D; MORIN, P. Modeling and Energy Evaluation of Small Convertible UAVs. In: IFAC Proceedings Volumes. **Anais...**,v.46, n.30, p.212-219, 2013

LIU, Z; SENGUPTA, R; KURZHANSKIY, A. A Power Consumption Model for Multi-rotor Small Unmanned Aircraft Systems. In: International Conference of Unmanned Aircraft Systems, **Anais...**, p310-315, 2017.

ARDUPILOT, D. T. ArduPilot, 2016. Acessado em 10 set. 2020. Online. Disponível em: <https://ardupilot.org/ardupilot/index.html>

ARDUPILOT, D. T. RTL Mode, 2016. Acessado em 10 set. 2020. Online. Disponível em: <https://ardupilot.org/copter/docs/rtl-mode.html>

ARDUPILOT, D. T. Smart RTL Mode, 2016. Acessado em 10 set. 2020. Online. Disponível em: <https://ardupilot.org/copter/docs/smartrtl-mode.html>

MORAIS, J; SANGUINO, J; SEBASTIÃO, P. Safe Return Path Mapping for Drone Applications. In: 5th International Workshop on Metrology for Aerospace, **Anais...**, p249-254, 2019.

NORVIG, S. R. P. **Artificial Intelligence: A Modern Approach**. Prentice Hall: MIT Press. 3rd ed, New Jersey, p92-108, 2010.