

補助事業番号 2019M-113

補助事業名 2019年度 全方向風擾乱下で任意姿勢ホバリング可能な全方位型推力ベクトル可変飛行ロボットの開発 補助事業

補助事業者名 芝浦工業大学 工学部 電気工学科 宇宙ロボットシステム研究室
安孫子聡子

1 研究の概要

現在、様々な産業分野において人手不足が課題となっており、自動化・効率化を目指す動きが活発化している。このような中、運送業や農業、土木業のインフラ構造物の点検に至るまで、昨今はマルチコプタの活躍と普及が急速な勢いで進んでいる。しかし、その一方で、一般に普及しているマルチコプタはプロペラの推力方向が固定されており急激な変化を伴う外乱等に脆弱であり、普及分野に限りがあり、飛行ロボット・マルチコプタ産業が確立されたとは言えない。本研究では、これらの問題を解決すべく、シーズ側の機体そのものの性能向上を目指した新しい機構の提案を行い、飛行ロボットの利用・応用分野の拡大を目指す。

そこで、本研究では、一つのプロペラの推力方向が多軸方向へ変更可能な機構を有する飛行ロボットの開発を行った。一般に市販されているマルチコプタは、機体に対して推力方向が一定であるため横風や吹き上げ風に脆弱であり、姿勢の急激な変化による墜落の可能性がある。また、事業者らがこれまで開発した推力方向が変更可能な飛行ロボットは全方向の外乱に対応できる機体ではなかったという欠点があった。本事業では、任意の方向からの風擾乱や衝撃外乱に対して、安定飛行を実現するためにプロペラの推力方向を多軸方向に任意に変更可能な全方位型の推力ベクトル可変飛行ロボットの設計・開発を行い、その飛行実験を実施した。

2 研究の目的と背景

現在社会全体で課題となっている産業分野での人手不足の課題および従来の高所作業や広範囲での作業に対して、自動化・効率化を目指す動きが活発化している。本事業では、現在普及が進んでいるが、未だ産業として確立し切れていないマルチコプタの新たな機動性を有する飛行ロボットの開発を目的とする。

そこで、本研究では、一つのプロペラの推力方向が多軸方向へ変更可能な機構を有する飛行ロボットの開発を目指す。一般に市販されているマルチコプタは、機体に対して推力方向が一定であるため横風や吹き上げ風に脆弱であり、姿勢の急激な変化による墜落の可能性がある。また、事業者らがこれまで開発した推力方向が変更可能な飛行ロボットは全方向の外乱に対応できる機体ではなかったという欠点があった。本事業では、任意の方向からの風擾乱や衝撃外乱に対して、安定飛行を実現するためにプロペラの推力方向を多軸方向に任意に変更可能な全方位型の推力ベクトル可変飛行ロボットの設計・開発を行う。

3 研究内容

(1) 全方位型推力ベクトル可変飛行ロボットの開発の開発(<https://youtu.be/3m5hoBBQaGk>)

本事業の目標達成を目指して、事業前半において、多軸推力ベクトル可変機構の基礎構造設計、動力学シミュレーションによる制御系の設計と検証までを実施した。シミュレーションを行うに当たり、機体開発に必要な部品の選定を機体設計とともに実施し、その公称パラメータをもとに飛行シミュレーションをじっした。シミュレーション上では複数の軸を制御することで任意の姿勢飛行が可能であることを確認した。本事業後半に、同シミュレーション結果をもとに、機体開発を実施した。機体全体のボディ部は3Dプリンタをもとに開発を行っているが、開発段階において、構造上剛性が低い部分が発見されたため、形状等の検証をすすめ、機体の改良を実施していた。基礎飛行実験を行った後に、本事業で開発した機体の特性である傾き飛行試験を実施した。

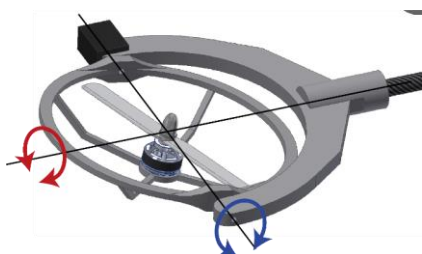


図 1 多軸推力方向可変機構



図 2 多軸推力方向可変 UAV

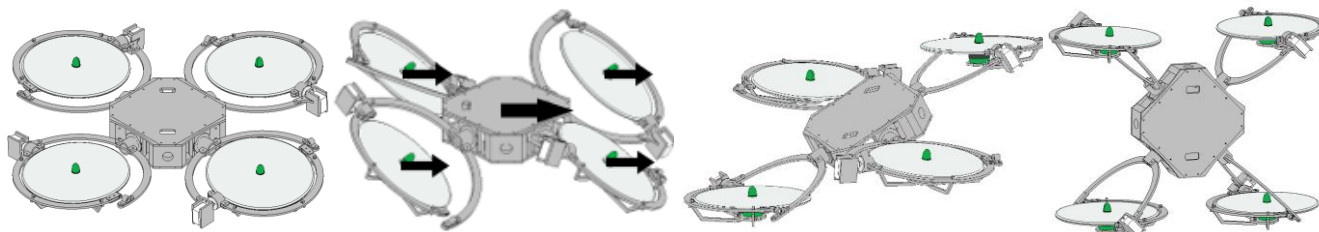
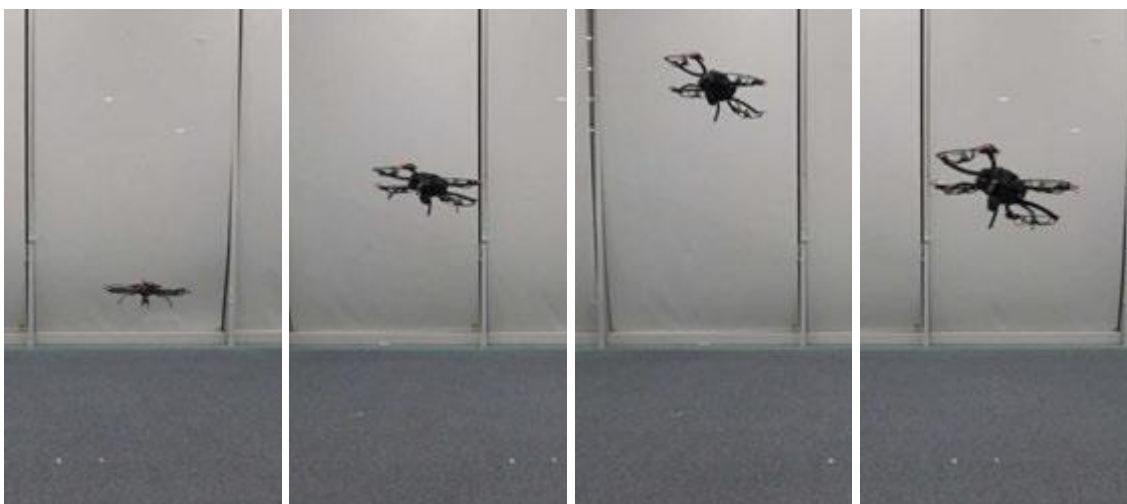


図 3 飛行形態



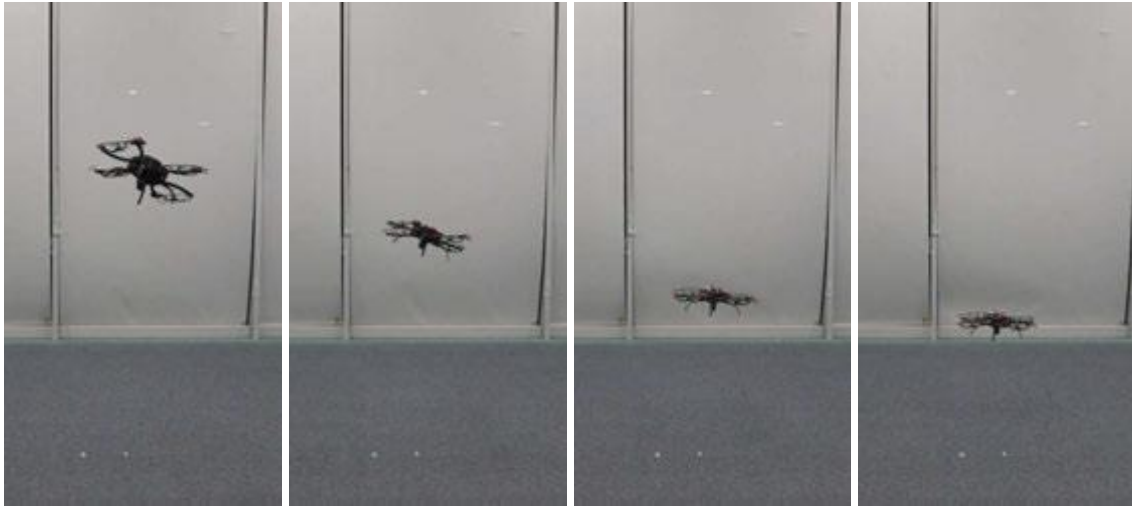


図 4 姿勢遷移飛行

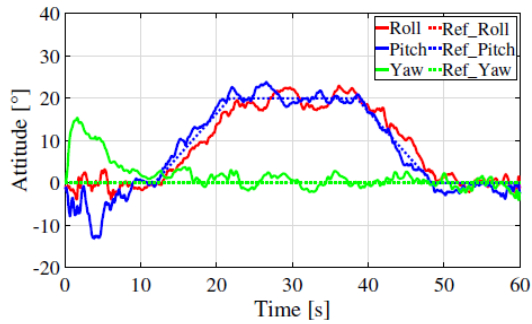


図 5 機体姿勢

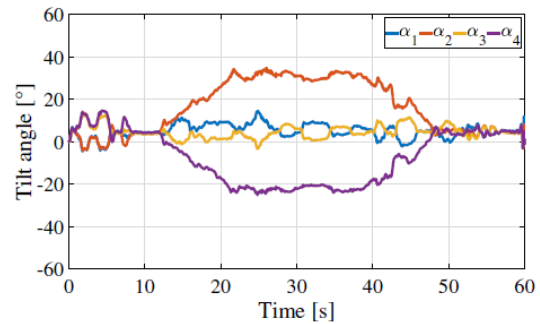


図 6 チルト角変化

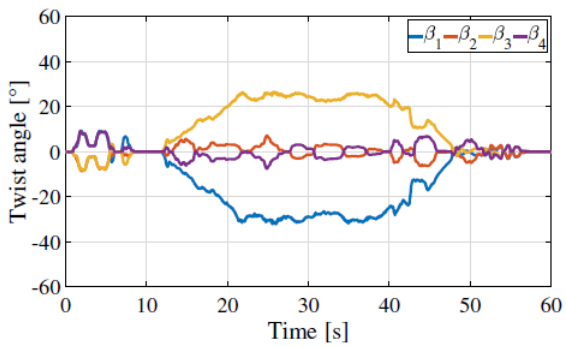


図 7 ツイスト角変化

4 本研究が実社会にどう活かされるかー展望

本研究で開発した機体は、従来の推力方向可変UAVよりも推力ロスの少ない機構となっている。また、冗長自由度を有することから、任意姿勢での飛行をロバストに実現できる。したがって、今後これまでドローンの導入が困難であった狭隘空間等での作業等に利用できると考えられる。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

本事業は、事業者がこれまで実施してきた一軸の推力方向可変UAVの研究から着想を得た研究である。従来機では、通常ホバリング時に比べ、90度ピッチアップ姿勢における推力重量比の低下が課題であった。また、姿勢によっては、位置制御性能の低下も観測されていた。本事業では、従来の推力方向可変UAVが有する推力ロス等の欠点を克服した機体の開発を行い、より安定した任意姿勢での飛行の実現を可能とした。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

[1] 戸田泰三, 安孫子聡子, 2軸チルトメカニズムを有するクアッドロータUAVの開発と評価, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会2020講演予稿集, 2A1-B06, 2020.

[2] 戸田泰三, 安孫子聡子, 任意姿勢変化が可能な2軸の推力方向可変機構を有するUAVの飛行シミュレーション, 第37回日本ロボット学会学術講演会講演予稿集, RSJ2019AC1M3-02, 2019.

7 補助事業に係る成果物

(1)補助事業により作成したもの

Youtube 動画 (<https://youtu.be/3m5hoBBQaGk>)

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名: 芝浦工業大学(シバウラコウギョウダイガク)

住 所: 〒135-8548

東京都江東区豊洲3-7-5

担 当 者: 教授・安孫子聡子(アビコサトコ)

担 当 部 署: 電気工学科宇宙ロボットシステム研究室

(デンキコウガクカウチュウロボットケンキュウシツ)

E - m a i l : abiko@shibaura-it.ac.jp

U R L : <http://www.sic.shibaura-it.ac.jp/~abiko/index.html>