

## 主翼の迎角を自動制御する垂直離着陸機の試作

葉山 清輝\*, 森上 智明\*, 後藤 孝弥\*, 入江博樹\*\*  
 (熊本高等専門学校 \*情報通信エレクトロニクス工学科, \*\*建築社会デザイン工学科)  
 hayama@kumamoto-nct.ac.jp

### 1 はじめに

マルチコプターは垂直離着陸が可能で空中での自由度が高く、測量、観測等に有用であるが、2次電池を動力源に用いるため飛行時間の制約がある。一方、固定翼機は離着陸に滑走路が必要であり、揚力を得るため空中での静止はできないが、マルチコプターより長時間飛行できる。

本研究では、両者の利点を組み合わせ、主翼を持ったマルチコプターを試作した。マルチコプターにより垂直離着陸が可能で、水平飛行時に主翼の揚力を得て消費電力を抑えて飛行時間を伸ばすことが可能だと考えられる。

### 2 提案する飛行体

#### 2.1 原理

マルチコプターは前進時に前方のローターの出力を下げて後方のローターの出力を上げて前傾する。主翼を機体に固定すると前傾とともに主翼の迎角も負の値となり、前進時に有効な揚力が得られない。そこで、ピッチを可変できる主翼を設置し、前進時の機体の前傾に合わせて主翼を水平を保つ機構を搭載し、前傾姿勢とは無関係に一定の迎角を持つよう主翼を制御するマルチコプターを考案した。この機構により前進時に揚力を得て消費電力を抑えて飛行時間を伸ばすことが可能だと考えられる。

#### 2.2 試作機について

図1に示すように、3つのローターを有する可変ピッチ翼付きトライコプターによる垂直離着陸機を実験・検証のために試作した。使用したモータは最大出力約 80W、直径 8 インチのプロペラで推力 400g 程度のものである。LiPo バッテリー(11.1V, 1900mAh)を電源に使い、電池を含む機体重量は約 732g である。主翼の翼形はクラーク Y 型に類似のオリジナルで翼面積は 0.225m<sup>2</sup> である。市販の自動操縦用コントローラ APM2.5[1]を搭載してトライコプターの姿勢制御を行った。コントローラにはカメラ用ジンバルの制御出力が備わっており、これを流用して主翼のピッチ角を制御した。主翼のリンク機構を図2に示す。主翼の前方は蝶番で固定し、後方をサーボモーターにより上下することで主翼のピッチを制御している。



図1 試作した垂直離着陸機

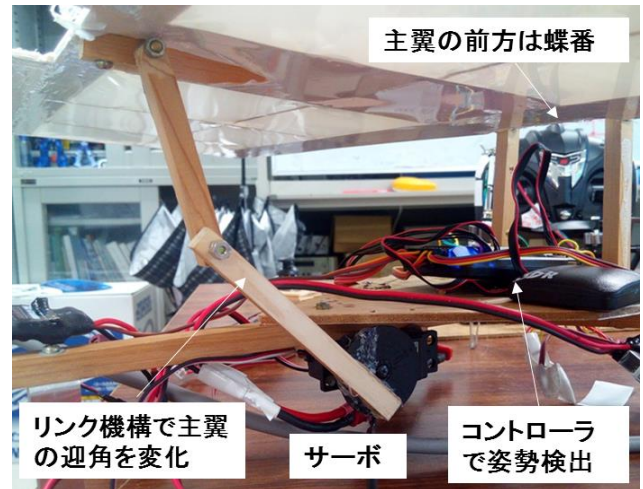


図2 主翼のリンク機構

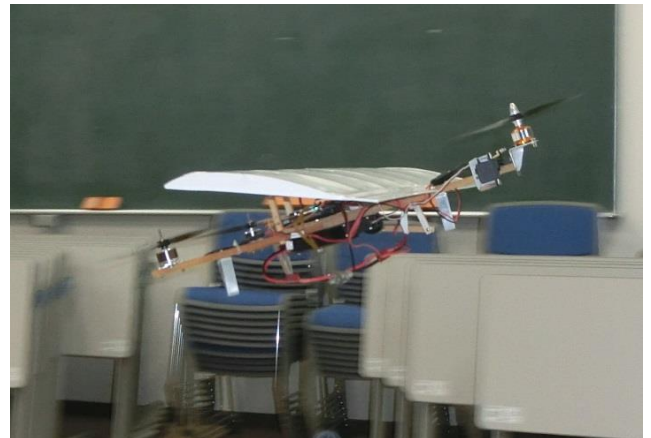


図3 水平飛行中の試作機

### 3 飛行試験

試作した機体の飛行試験を行った。機体は垂直浮上後、機体も主翼も水平を保ってその場にホバリングできた。機体を前傾させて前方へ飛行している際の写真を図3に示す。機体は前傾しているが、主翼はほぼ水平を保って飛行していることがわかる。機体の速度が増加すると主翼は揚力を発生させて機体の浮上を補助して機体が浮き上がる。一定高度で飛行するためにはスロットルを絞らなければならないが、省電力になることがわかった。操縦性は通常のマルチコプターとほぼ同じで、垂直浮上から水平飛行への飛行遷移時の操縦の不連続がない。旋回や後退時の挙動が異なるが、特に操縦を難しくするほどではなかった。

### 4 まとめと今後の課題

主翼のピッチを可変して迎角を一定に保つトライコプターを試作・飛行実験を行い、省電力に有利であることを確かめた。今後はより詳細なデータ収集と飛行特性の理論的な解析を行う。

#### 謝辞

科研費挑戦的萌芽研究(16K14314)の助成を受けた。

#### 参考文献

[1] APM| Open source autopilot, <http://ardupilot.com/>