

上下対称形二重反転式ヘリコプタの開発

1 研究の目的

上下二枚のロータの間にモータおよび機体本体部を配置した二重反転式ヘリコプタである。

カメラを用いた観測などに一般にドローンと呼ばれる、マルチロータヘリコプタが利用されている。

現在研究を行なっている上下対称形二重反転式ヘリコプタ¹⁾は、4ロータヘリコプタに比べ小型であり、効率が良く、狭い場所にも入り込めるという利点がある。また、重心が機体中央にあり、高速な回転運動が行える可能性がある。そこで、本研究の目的は、上下対称形二重反転ヘリコプタを開発することにより、従来のドローンの運動性能を超えた観察、監視用飛行機を実現することである。

2 プロトタイプ機の試作と実験

2.1 プロトタイプ機

今後の研究開発を進める上で、基本的な構成の検討および動特性の把握のために試作した、プロトタイプ機を図1に示す。小型模型ヘリコプタ二機を上下対称に連結し、下部のロータの迎角を通常と逆にする事により、上下対称形二重反転式ヘリコプタを構成している。

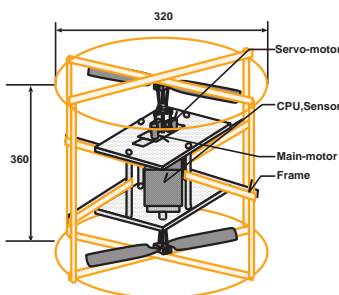


Fig. 1 プロトタイプ機



Fig. 2 ジンバル装置

2.2 姿勢制御実験のためのジンバル装置

姿勢制御実験のために試作した装置を図2に示す。また、実験システムの構成を図3に示す。ジンバル装置は機体の並進運動を拘束し、回転運動についてのみ計測・制御することを目的としている。

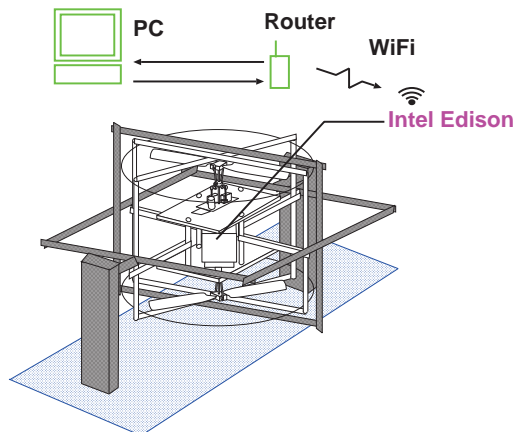


Fig. 3 実験システム

2.3 同定実験

回転運動に関する動特性を求めめるために、同定実験を行った。サンプリング時間を0.02[s]として1000個の計測を行った。図4は回転を制御するサーボ装置への入力値(V)を示し、図5はその時のロール角速度(rad/s)を示している。

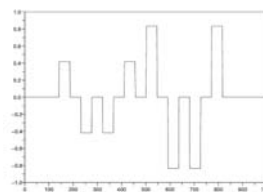


Fig. 4 入力データ

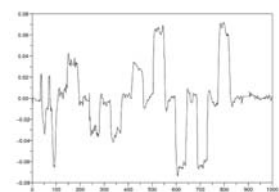


Fig. 5 出力データ

2.4 同定結果

入出力の伝達関数を次のように、次数3のシステムと仮定した。

$$G(z) = \frac{b_1 z^{-1} + b_2 z^{-2} + b_3 z^{-3}}{1 + a_1 z^{-1} + a_2 z^{-2} + a_3 z^{-3}} \quad (1)$$

機体の入出力データから同定された、伝達関数 $G(z)$ のパラメータを表1に示す。

Table. 1 同定結果

a_1	0.8807912	b_1	0.1077467
a_2	0.0622589	b_2	0.5535314
a_3	-0.0120444	b_3	0.0872758

2.5 シミュレーション実験

同定システムに対し同定実験と同じ入力値を与えた場合のシミュレーションを行った。図5に対応する結果を図6に示す。ほぼ同様の出力が得られていることから、同定が正しく行われていることが確認できた。

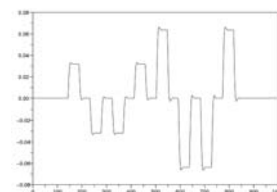


Fig. 6 同定システムの応答

3 今後の予定

上下二重反転式ヘリコプタの飛行実験のためのジンバル装置を試作し、機体の回転運動の計測・同定を行った。今後姿勢の安定化のためのフィードバックシステムを構築し、その後、並進飛行の安定化制御、位置制御などの研究を進める予定である。

参考文献

- 1) 北端, 小松, 小谷: 上下対称形二重反転式ヘリコプタの開発, 日本機械学会 交通・物流部門大会 TRANSLOG2017, ポスタセッション (2017)