

NPVモデルに基づくQTW-UAVの制御系設計

理工学部 航空宇宙工学科 教授 内山 賢治

目的・背景

災害地などの情報収集の手段として、ティルト翼機の無人航空機（QTW-UAV）を開発している。本機は翼を傾げる機構を有しており、これにより垂直離着陸および高速飛行が可能となっているが、非線形性の強い挙動を示すためシステムの不安定化が問題となっている。ここでは、QTW-UAVの非線形運動を考慮したNPVモデルに基づく制御系の設計手法を提案する。

原理・方法

【飛行形態】

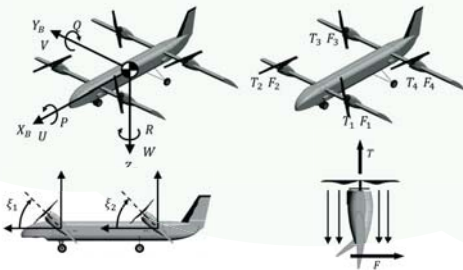


【飛行制御系】

➤ 非線形運動方程式

$$\dot{\mathbf{V}} = -\tilde{\omega}\mathbf{V} + \mathbf{C}^B/I\mathbf{g} + \frac{1}{m}\{\mathbf{F}_{air}(\alpha, \xi) + \mathbf{T}(\xi)\}$$

$$\dot{\tilde{\omega}} = -\mathbf{J}^{-1}\tilde{\omega}\mathbf{J}\tilde{\omega} + \mathbf{J}^{-1}\{\mathbf{M}_{air1}\tilde{\omega} + \mathbf{M}_{air2}(\alpha, \xi) + \mathbf{M}(\xi)\}$$



➤ NPVモデル

$$\dot{\mathbf{x}} - \mathbf{A}(\xi)\mathbf{x} + \mathbf{B}(\xi)\mathbf{u}$$

- システム行列Aおよび駆動行列Bをξの関数で表現する。
⇒非線形特性を考慮しつつ運動モデルを状態方程式で表現できる
- 非線形運動を状態方程式で表現することで線形制御理論の適用が可能となる。
⇒制御系の設計が容易
⇒ロバスト制御の適用も可能
⇒風などの外乱に対してシステムの安定性の保証が可能

【実験モデル】

開発した小型のQTW-UAVは、4つのロータと翼を傾げることができる機構を有しており、垂直離着陸や巡航飛行が可能となっている。



結果・まとめ

- QTW-UAVにおける非線形運動をNPVモデルで表現した。
- NPVモデルに基づいた制御系設計手法を提案し、数値シミュレーションによりその有効性を検証した。
- 実証実験用のQTW-UAVを製作した。今後は実験を通して本手法の有効性を検証する。

応用分野・用途

- ドローンなどの飛行制御
- 非線形性の強い運動を示すシステム（ロボットなど）の制御