自律飛行を目指した生物規範型羽ばたき機飛行体の研究開発 Towards Development of Bio-inspired Autonomous Flapping Wing Micro Air Vehicles

○ 田中 義章 (千葉大院) ○ 井田 尚良 (千葉大院) 佐藤 彰訓 (千葉大院)
矢野 一郎 (株フジクラ) 正 坪田 健一 (千葉大院) 正 劉 浩 (千葉大院)
Yoshiaki TANAKA, Takayoshi IDA, Akinori SATO, Ken-ichi TSUBOTA, Hao LIU
Chiba University, 1-33 Yayoi-cho, Inage-ku, Chiba
Ichiro YANO, FUJIKURA, Ltd, 1-5-1 Kiba, Koutouku, Tokyo

Key Words: MAV(Micro Air Vehicle), Flapping, Ornithopter, Control system

1. 緒言

近年の急速な小型技術の進歩により, MAV (Micro Air Vehicle) の開発が世界各国で進められている. MAV とは最大サイズ 15cm 以下の安価に製作できる飛行体で, 人の立ち入りが困難な場所での探査活動や人道活動にその活用が期待されている. 本研究では, 羽ばたきによる自律飛行ができる小型飛行体を製作し, その性能を胴体固定時と自由飛行時と合わせて評価することで MAV 設計指針を模索する.

2. 超小型羽ばたき機の開発

MAV の定義に収まる飛行可能な羽ばたき機を製作し, その性能を胴体固定時及び自由飛行時と合わせて評価する. 製作した機体は X-wing を採用し, 翼長 120mm で重量は電池を含み 2.4g であり MAV の定義を十分に満たす. 胴体は主にバルサとカーボンで構成されており, 動力はコアレスモータを用い 33.3:1 に減速した. 外観を Fig.1 に示す.

製作した機体の最大静止推力を Fig.2 に示す. 最大電圧で羽ばたき周波数 30Hz, 2.7gf となり自重を上回る. 力の面ではホバリングも可能であるといえる.

赤外線のリモート操作で周波数を制御することで上昇・下降に成功しており周波数 25Hz 胴体角 45 度で水平飛行した. 最大出力の 30Hz では重量 2.9g まで水平飛行が可能であった.

3. 自律飛行が可能な羽ばたき機の開発

3.1 羽ばたき機

自律飛行が可能な羽ばたき機システムを開発し, 鳥サイズの機体に搭載する. Fig.3 に開発している羽ばたき型飛行ロボットを示す. また, 機体サイズ・仕様を Table.1 に示す. 推力は, ブラシレスモータからの動力を揺動運動に変えて得る. 尾翼部分にはラダー用, エレベータ用の二つのサーボモータを搭載している. Fig.4 に機体内部の制御回路の構成を示す. 制御機器として, SH2-7125 マイコン, バッテリ, 無

(a) side view (b) front view
Fig. 1 X-wing flapping-wing micro air vehicle

Fig. 2 Frequency-Static thrust

Fig.3 Ornithopter

Fig.4 Control Unit

Table.1 Specification of the ornithopter

Height	9 [cm]
Weight	300 [g]
Overall length	66 [cm]
Wing span	100 [cm]

線通信モジュール(xbee), スピードコントロール装置, 3 軸姿勢センサ, GPS センサを搭載している.

3.2 システム構成

SH2-7125 マイコンと無線通信モジュール, 3 軸姿勢センサ, GPS センサとの通信にはシリアル通信を使用している. SH2-7125 マイコンで姿勢センサ, GPS センサのデータを統合・整理し無線通信モジュールを介して制御用 PC に送信する. 送られてきたデータをもとに, 制御用 PC で姿勢角, 位置情報を計算し, 指令値を設定する. その指令値を SH2 マイコンに送信し, それに従って PWM 信号を発生させ, ブラシレスモータ・サーボモータを制御している.

4. 結言

本研究では, 超小型機体の開発及び鳥サイズでの自律飛行制御を目指した. 超小型機では飛行に成功し 0.5g のペイロードの確保ができた. 自律機では 3 軸姿勢センサや GPS センサを搭載した羽ばたき型飛行ロボットの開発を行った.

今後の課題として, 超小型機ではペイロードの拡大を行う. 自律機ではシステム同定によりモデリングを行い, 姿勢制御や位置制御を行っていくことが必要となる. また最終的に超小型機を自律制御させることを目指す.

5. 謝辞

本研究は科学研究費(基盤研究 B No.21360078)と基盤研究 S No.18100002 の助成を受けた. 関連各位に, ここに感謝の意を表す.

参考文献

- [1] Hao Liu : Integrated modeling of insect flight. From morphology, kinematics to aerodynamics : Journal of Computational Physics 228, pp.439~459, 2009
- [2] 王偉: 超小型・超軽量マイクロフライングロボットのモデリングと自律制御. 日本ロボット学会誌 Vol.25 No.1, pp.121~129, 2007
- [3] 河村良行, ホバリング可能な小型羽ばたき飛行機の開発, 日本機学会流体工学部門講演会講演論文集, 2006