

# 3次元協調運動が可能な飛行ロボットの開発

本田 泰, 佐々木 俊哉

室蘭工業大学 情報工学科

## 概要

3次元的に空間を自由に移動できる固定翼型の飛行ロボットの機体開発について述べる。本研究では、複数の自律飛行ロボットが地上からの指令やあらかじめプログラムされた指令ではなく、自律的に飛行ルートを決定しながら協調運動することを目指している。本論文ではその目的のために開発された機体による飛行、地上コンピューターとの画像通信について述べる。

## Development of an autonomous flying robot which is able to move cooperatively in three dimensional space

Yasushi Honda, Toshiya Sasaki

Department of Computer Sciences and Systems Engineering Muroran Institute of Technology

## Abstract

We describe a development of a flying robot which has a fixed wings and moves three dimensional space. The aim of this project is cooperative movement of autonomous flying robots which are able to determine their route without any command from a human being on the ground or without any program planed ahead. In this study we propose an flying robot which has a general-purpose computer in the body. And we describe some result about communication of image data between the flying robot and a computer on the ground.

## 1 はじめに

固定翼機、いわゆる飛行機は機体のサイズが大きいほど外乱にたいして強く、安定して飛行する傾向がある。現在開発されている無人航空機 (UAV) の多くが数メートル程度のサイズを持つ [1]。しかし、そのように比較的大型な機体は搬送などの取扱いも大がかりとなり、墜落した際の被害も甚大となる。

いっぽう数 cm 程度の固定翼機は外気の外乱には非常に弱いため、現在開発されているこのサイズの UAV は主に屋内での運用が前提とされているようである [2]。

これらの UAV は、固定翼機をコンピューターで制御して自動飛行するという発想から生まれたものである。いっぽうで、最近コンピューターを机上でのみ使うのでは無く、身につけたり、情報機器以外の

ものに埋め込んで使うというユビキタスコンピューティングの発想から、「飛ぶコンピュータ」を生み出そうという構想 [3] もある。これらの構想では、主に回転翼機、いわゆるヘリコプター型がよく使われるようである。回転翼機は空中に静止ホバリングできるというメリットをもつが、姿勢制御や飛行制御が一般に固定翼機よりも難しく、制御コンピューターの力を借りる必要がある。また、回転翼機は騒音と下降風の発生が大きく、災害現場などでは救助の妨げとなったり、火災を大きくする可能性がある。

本研究では、1m 以下の翼幅と長さをもつ自律飛行可能な固定翼機ロボットの開発を目指している。無線制御によって飛行可能な固定翼機に汎用のボードコンピューターを搭載し、上空からの画像などのデータ通信について報告する。

## 2 飛行ロボット機体

機体は不時着時などの安全性に配慮し、発泡ポリプロピレン (EPP) を主に使って製作する。表 1 に主要諸元を示した。サイズは長さ幅とも約 80cm と、

主翼幅	880[mm]
主翼面積	1325[cm <sup>2</sup> ]
平均翼弦	150[mm]
水平尾翼面積	267[cm <sup>2</sup> ]
モーメントアーム長	500[mm]
水平尾翼容積	0.67[-]
重心位置	75[mm] (平均翼弦の 50%)
機長	840[mm]
機体重量 (バッテリー含む)	470[g]

表 1: 本研究で開発した飛行ロボットの主要諸元

取扱いが容易でありながら、ある程度の飛行安定性を確保するサイズとなっている (図 1 参照)。また、実機や、ホビー用の無線操縦飛行機と大きく異なる点は、水平尾翼容積が大きく、重心位置が平均翼弦の 50% と後方寄りである。実機などは重心位置が主翼の空力中心つまり、約 25% 程度が普通である。重心位置が後ろよりであることによって、運用が容易な低速飛行が可能となっている。また、もうひとつの本機体の特長として、方向舵 (ラダー) と昇降舵 (エレベーター) が角加速度ジャイロセンサーに直結されている点がある。微小な機体の揺れはそのジャイロセンサーの働きにより吸収され、安定した飛行が可能となっている。

## 3 飛行性能

動力としてブラシレスモータ 2 個と 1100mAh の鉄フェイライトバッテリー (重量 140[g]) を用いる。ボードコンピューター電源も、動力源のバッテリーから電圧を降圧した後用いる。現在、無線操縦 (RC) を用いて約 15 分間の飛行が可能である。風速 5[m/s] の風の中でも飛行可能であった。また、全備重量 800[g] 程度まで飛行可能である。すなわち、約 160[g] のボードコンピューターを含めて、330g ほどのペイロードを持つ。



図 1: 本研究で開発した飛行ロボットの概観

## 4 汎用コンピューターの搭載

図 2 に、本機体に搭載した汎用ボードコンピューターの概観を示した。重量は約 160[g] とこのタイ

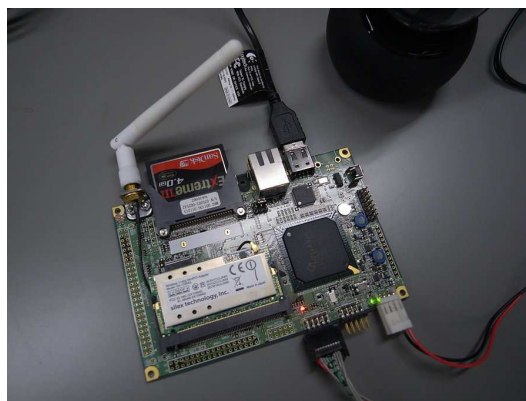


図 2: 汎用ボードコンピューターの概観 (Atmark Techo Armadillo 300[4])

プのボードコンピューターとしては比較的重いのが、USB ポート 2 つ、シリアルポート 2 つ、コンパクトフラッシュ (CF) ポート、有線 LAN および無線 LAN を備えている。したがって、汎用量産品の USB 機器、シリアルポートを使ったセンサー類や GPS の接続が非常に容易であるという特長を持つ。

また、オペレーティングシステムとして、Debian GNU/Linux を 4GB のコンパクトフラッシュにインストールしてある。グラフィックインターフェイス以外の各種機能はデスクトップ汎用コンピューターとなんら変わり無く利用可能である。まさに、「空飛ぶコンピューター」である。



図3: 飛行ロボットを用いて上空から撮影された画像データの一例

## 5 地上コンピューターとの画像通信

前述のボードコンピューター上でウェブサーバ (Apache) を稼働し、上空からの画像を約1秒ごとに地上で受信可能である。また、複数台の無線 LAN 中継点を置けば、ssh のポートフォワーディング機能を利用して、直接電波の到達できない距離でも画像データなどの通信が可能である。図3に飛行ロボットを用いて上空から撮影された画像データの一例を示した。汎用の USB カメラを用いて撮影された画像であるが、比較的画角が狭い。自律飛行のための入力データとして利用するためには複数のカメラを搭載する必要があるであろう。汎用ボードコンピューターを用いたことにより、これらの機能拡張も容易に行えると考えられる。

## 6 まとめ

汎用のボードコンピューターを搭載可能な携帯可能で、なおかつ、屋外で飛行安定性の確保できる飛行ロボットの機体を開発した。ボードコンピューター以外に約 170[g] のペイロード余力を残している。現在、コンピューターによる機体制御、GPS の搭載および無線操縦信号のボードコンピューターへの取り込みを行っている。これらの機能が利用可能となれば、ボードコンピューター上あるいは、地上のコンピューター上の知能システムをもちいた自動飛行あるいは自律飛行が可能となる。また、本研究で開発した機体は、比較的安価に製作できる。機体が 2 万円前後、汎用ボードコンピューターが 5 万円前後、操縦装置が 3 万円前後である。操縦装置なしで自律

飛行可能となれば、一機体の製作費が 10 万円以下で十分に可能である。したがって、複数機体による群の形成や、「航空渋滞」の研究など幅広い研究のプラットフォームとしての可能性を秘めている。また、数十万から数百万円必要な回転翼型の飛行ロボットの導入はためられるような分野においても手軽に航空撮影可能なため、渋滞情報の取得などの応用的な利用も十分に考えられる。

## 参考文献

- [1] <http://www.microuav.com/>
- [2] <http://www.defense-update.com/features/du-2-04/mav-darpa.htm>
- [3] 塚本昌彦, 松坂敬太郎, 情報処理学会研究報告 MBL 11/16, 111 (2006)
- [4] <http://armadillo.atmark-techno.com/>