



Title	自動出前ドローンの研究と製作
Author(s)	姜, 淳熙
Citation	平成27年度学部学生による自主研究奨励事業研究成果報告書. 2016
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/54680
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

平成 27 年度学部学生による自主研究奨励事業研究成果報告書

ふりがな 氏 名	キョウ アツキ 姜 淳熙	学部 学科	基礎工学部 システム科 学科	学年	3 年
ふりがな 共 同 研究者名	-	学部 学科		学年	年
	-				年
アドバイザー教員 氏名	宮崎文夫	所属	基礎工学研究科		
研究課題名	自動出前ドローンの研究と製作				
研究成果の概要	研究目的、研究計画、研究方法、研究経過、研究成果等について記述すること。必要に応じて用紙を追加してもよい。				

1. 研究目的

今回の研究の目的は、キャンパス内の食堂内の混雑を見て、食堂を利用するユーザがより快適に利用でき、かつ食堂側にとっても混雑を回避できる手段を模索した結果、最新技術であるドローンを使用して出前システムを構築することで、ある程度の解決策を見いだせるのではないかと考えたためです。そのために、実際にドローンを自身の手で作成し、搭載時の評価等を行うことでそれが本当に可能かどうか、また、十分に安全な状況で迅速な宅配を実施できるか否かについて、考察を行うためであります。

2. 研究計画（2015 年 8 月～11 月）

実際の研究期間は以下の通りです。

- ① 部品の発注、飛行時を仮想した数値シミュレーション（8 月上旬～9 月中旬）
- ② CAD の作成、パーツ出力（9 月中旬～10 月上旬）
- ③ 部品到着、パーツ加工、回路作成（10 月上旬～11 月上旬）
- ④ 手動操作との同期、飛行制御（11 月上旬～11 月下旬）

③までの作業工程をもって作成したドローンを、Arduino 互換のソフトウェアである「MultiWii 2.0」を使用してプログラミングし、手元のプロポからの操縦を、基板に搭載した受信機を通じてラジコン操作できるように、各パラメータおよび配線の見直しを進めました。④の工程を通じて、ドローンが意図した通りに動くのであれば、自動化を安全に行えると判断します。自動化には GPS モジュールを通じて座標位置を取得し、目標座標に到達するまでの出力を予めプログラムに組み込みます。

3. 研究方法

研究に際して使用したソフトウェアは以下の通りです。

(1)「eCulc マルチヘリコプタ電卓」(<http://www.ecalc.ch/xcoptercalc.php?ecalc&lang=jp>)

…括弧内に記載の URL 上で公開されている無償の演算ソフトであり、フレームサイズ、本体重量、プロペラの数などの数値を入力することで、離陸可能性、最大推力、飛行可能時間などを数値シミュレーション可能な、マルチコプタ向けのソフトウェアである。CAD の設計や ESC(Electronic Speed Controller)などの選定の際には、このソフトウェアで飛行可能性を考察したうえで実行した。

(2)「MultiWii 2.0」および「MultiWii2.0 Config」(<http://www.multiwii.com/>)

…括弧内に記載の URL よりインストールできるオープンソースの Arduino 互換ソフトウェアであり、NintendoWii のリモコンなどにも用いられている。そのため、3 軸加速度、3 軸角速度センサの値を用いたマルチモータ向けのソースコードも予め実装されており、今回製作したヘキサコプタをはじめとするドローンの出力制御用に適している。

(3)「Inventor professional」(Autodesk 社)

…Autodesk 社より公開されている 3DCAD ソフトウェアであり、無償の学生版をインストールし、使用した。用途はドローンの骨格部分などの設計であり、出力形式を.sln ファイルにすることで、3D プリンタへのワークの出力も可能となる。部品間の干渉の有無についてもアセンブリで拘束することで検証することが可能である。

(4)「Makerbot desktop」(Makerbot 社)

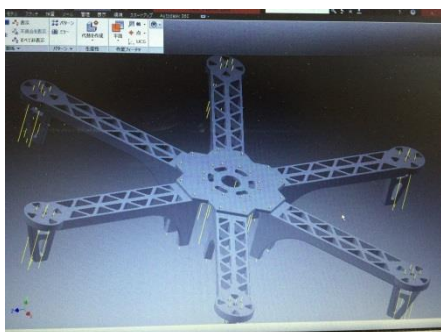
…Makerbot replicator をはじめとする 3D プリンタ用のワークデータを生成する際に必要なソフトウェア。上記の Inventor より作成したパーツデータはこの Makerbot Desktop を通じて 3D プリンタでの配置、ラフト(土台)部分の出力可否、向きなどを指定したうえで.makerbot ファイルとして 3D プリンタに出力することができる。

また、今回の研究対象を作成するにあたって使用した 3D プリンタは、Makerbot 社製の Makerbot replicator 5th generation であり、後述の学内施設が保有しているものを、許可をとったうえで使用しました。

4. 研究経過、成果、考察

以下に製作過程の詳細を、画像を添えて記述します。

① 3DCAD ソフトによる骨格部分の作成



ドローンの寸法は、縦横 500mm×500mm 程度、高さは 70mm 程度を目安としました。

理由としましては、市販されているヘキサコプタの寸法にかなり近いこと、ある程度の安定性を見込めたこと、隣接するプロペラ間の距離がおよそ 200mm 前後で衝突

図 1. 3DCAD ソフトによるドローン骨格の作成風景

しないことを確認したこと、本体重量（骨格部分のみ）がおよそ 600g 以内に収まることが期待できることなどが挙げられます。（※骨格重量が 1kg 以上だと、飛行時間が短縮されるため）

また、各アームや中心プレート部分におきましては、余剰な重量の削減、ESC、モータなどの部品の設置を目的として、肉抜きを行っています。肉抜きの際には飛行時にかかる推力や揚力により本体が破断しないように、既存のプロダクトを参考にしながら行いました。

② 3D プリンタによる CAD データの出力

CAD データの作成が終わったら、次に「Makerbot desktop」によりデータを適切に処理したうえで 3D プリンタから出力します。ドローンの骨格に使用したフィラメント素材は PLA 樹脂であり、これを使用した理由として、アルミ材などと比較すると本体の軽量化が見込めること、比較的安価で入手できること、高温にさらさなければ最低限の強度を期待できることなどが挙げられます。作成したパーツは以下の画像の通りです。

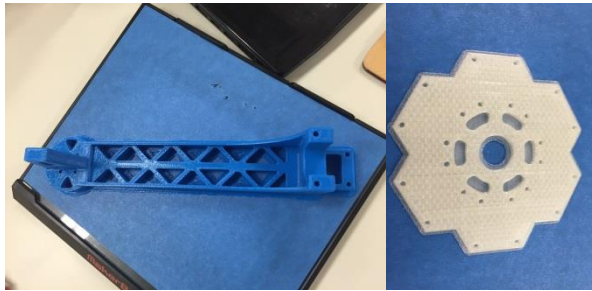


図 2.3 Makerbot replicator を使用して作成した骨格の例

③ 加工、配線、締結など

ドローンの骨格同士は大部分を M3 のタッピングビス、M3 ボルト・ナット等で締結しました。アームの先端にモータを固定する際に穴の径が足りなかったため、施設内のボール盤を使用して拡張を行いました。また、ランディングキットの取り付けなどの際に必要な穴も、同様に切削加工を行うことで実現しています。モータと ESC の接続にはバナナコネクタをはんだ付けし、周囲を熱収縮チューブで覆うことで安全性を確保しています。また、ESC に電源を流すために必要な基板等のはんだ付けも、この期間に行っています。

骨格と締結具の総重量は 600g、モータや制御基板、ESC などを含めた総重量は、1260g でした。これにバッテリー 250g、配達物 300～500g を搭載しても、重量は 2kg を下回ることがわかります。完成したモジュールが以下の通りとなります。

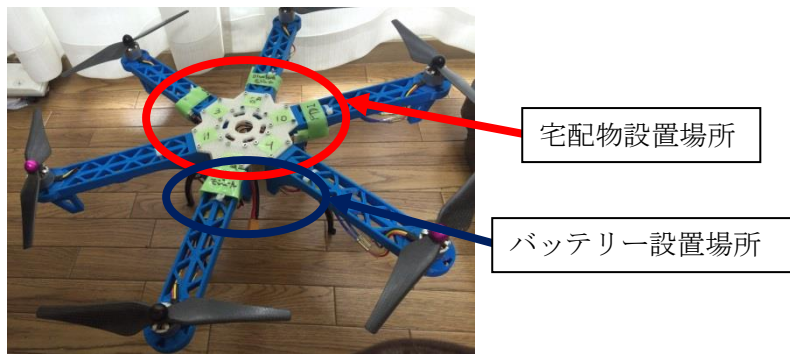


図 4. 出前ドローン本体の完成図 (バッテリー、配達物は取り除いています)

④ 動作テスト、プロポとの同期

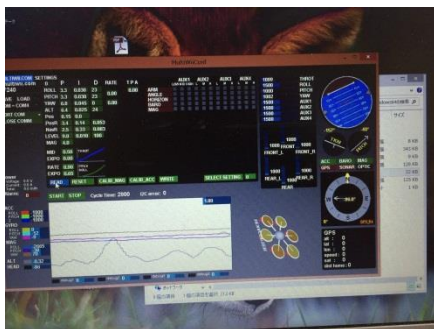


図 5. ドローンの傾きをソフトウェアで検出

左図はプロポとの同期動作を Multiwii config で検証したものです。右下部分を見てわかるとおりドローンの傾きが検出され、横のグラフに出力時の PID 値が増減していることが確認できます。プロポとの同期の際に、ヨー方向、ピッチ方向の入力を受け付けられないバグが発生したため、安全管理上やむを得ず飛行を断念し、数値シミュレーションでの確認に

留め、出前時のコスト、飛行時間などの計算に努めました。

購入した備品をもとに、および宅配物+ドローン積載物の総重量を 2,000g としたときの飛行状態をシミュレートすると、飛行そのものは十分可能であるものの、混合飛行時間が 5.5 分程度と非常に短いため、現在の装置では電力等のコストに見合った効率的な宅配は極めて困難であることが確認できます。

5. 参考資料

[1]井上公、内山庄一郎、鈴木比奈子「自然災害調査研究のためのマルチコプター空撮技術」、防災科学技術研究所研究報告,第 81 号、2014 年 3 月

[2]TOWN MOOK 刊行「マルチコプター～特集：最新ドローン徹底解剖 Vol.1」、ISBN978-4-19-710400-0、2015 年 4 月 15 日

他

※謝辞

今回の自主研究に応募するにあたって、基礎工学研究科宮崎研究室のみなさまに多大なるアドバイスをいただきました。また、モジュールを設計、製作、加工するにあたって、大阪大学工学研究科創造工学センターの技術職員、教職員のみなさまに切削加工の許可、アドバイスをいただきました。本研究にご支援くださいました方々に、この場を借りて厚く御礼申し上げます。