

自律移動可能な飛行ロボットの作成

	システム科学技術部	機械知能システム学科	
			2年 杉山文香
			2年 三田明里
			2年 三浦寛奈
指導教員	システム科学技術部	機械知能システム学科	
			准教授 間所洋和
			准教授 佐藤和人
	経営システム工学科		准教授 金澤伸浩

1. はじめに

2011年3月11日、東北地方太平洋沖地震が発生し、それに伴って発生した津波や余震の影響で、多くの集落が物資が届かない孤立状態になった。今後、自然災害などで孤立状態に陥った集落に、物資を届ける無人ロボットの開発と実用化が求められている[1]。本研究では、孤立した集落に物資を運ぶための、自律移動可能な飛行ロボットの開発を目的とする。

2. 研究内容

2.1 AR.Drone

2.1.1 クアッドコプタとは

クアッドコプタとは4機のモータでプロペラを回転させるヘリコプタのことである。

本研究で使用したAR.Droneは、全長515mm×全幅520mm×全高115mm(屋内ハル使用時)、全長450mm×全幅455mm×全高115mm(屋外ハル使用時)、重量455g(屋内ハル使用時)、重量425g(屋外ハル使用時)、公称のペイロードは150gである。

特徴的な点は、iPhoneやiPad、Androidから操縦できること、720P HDが搭載されているフロントカメラ、超音波高度計と気圧計による飛行高度の自動制御(上限50m)が可能であること、アブソルートモード(絶対モード)では磁気センサを使用して、機体の向きに関係なく、操縦者の位置を基準にしてコントロールが可能なことなどが挙げられる。

2.1.2 Linuxの設定変更

複数台のAR.Droneを同時制御するためには、AR.Drone内のオペレーティングソフトウェアであるLinuxのシステム設定を変更する。この操作にはtelnetでリモートログインし、Linux上でコマンドを実行する。telnetにログインするには、ネットワークをardroneに選択する。通常、パスワードは設定されていないため、自由に変更可能である。ネットワーク上にコンピュータが接続されていることを確認するにはpingコマンドを使用する。

AR.Drone の IP アドレスは固定で、192.168.1.1 が設定されているため、ping192.168.1.1 を入力し、telnet の有効化を試みた。結果は画面上に、“ホストに接続できませんでした” と表示され、有効化はできなかった。

2.1.3 AR.Drone の動きとプログラムの関係性

iPad を傾げることで AR.Drone を操作するためのプログラミングについて調査した。始めに、CMMotionManager のインスタンスを作成し、向きの検出可能かをチェックする。次に、加速度の値を保持するための CMAcceleration 型の gravity、電子コンパスの値を保持するための heading、ジャイロセンサの値を保持するための roll、pitch、yaw を、インスタンス変数とプロパティとして追加する。実験では手動で AR.Drone を動かした。

2.2 同時制御

複数の AR.Drone の同時制御の方法は、親機から他の AR.Drone へ無線で指示する方法と、1 台の iPad (タッチパネル式通信機) から複数の AR.Drone へ同時に指示を出す方法がある。しかし、Linux の書き換えとプログラミング方法が確立できなかったため、両方とも不可能であった。そのため本実験では、1 台のタッチパネル式通信機で 1 機の AR.Drone と対向通信することで、複数の AR.Drone を制御することを試みた。

3. 実験結果

(実験1) 1 機の AR.Drone を 1 台のタッチパネル式通信機で制御する。

- ・積載物：単 3 乾電池

図 1 に示すように AR.Drone の底面にガムテープで重りを貼り付けた。

- ・ペイロード：121g (単 3 乾電池 5 個 118g+ガムテープ 3g)
- ・飛行状態：1 台で操作しているため離陸・上昇・下降・着陸は全体的にスムーズであった。

しかし、左右移動が操作不可能になった。原因は、乾電池を乱雑に貼り付けたため、重心に偏りが生じたからと考えられる。



図 1 1 機の AR.Drone での実験

(実験2) 2機のAR.Droneを2台のタッチパネル式通信機で制御する.

- ・積載物：缶ジュース

図2に示すように缶ジュースを段ボールの中心に配置し、段ボールの端とAR.Droneをタコ糸で接続した。実験1から、重心の偏りが飛行に影響を与えると考え、紐の長さを調節し、重心位置を調整できるように固定した。さらに、2機の衝突防止のため段ボールの長さを決めた。

- ・ペイロード:241g(缶ジュース 220 g +段ボールと紐 21 g)

・飛行状態：上昇可能であることを確認した。2機のAR.Droneの上昇スピードにズレが生じた場合でも、空中でバランスを取り戻して上昇した。ただし、段ボールが浮き上がる条件は、2機がフルスロットルの場合のみである。しかし、AR.Drone同士が空中で衝突するという問題が発生した。その原因として、AR.Droneの操縦に慣れていなかったために、段ボールの長さより短い距離まで接近したことが考えられる。

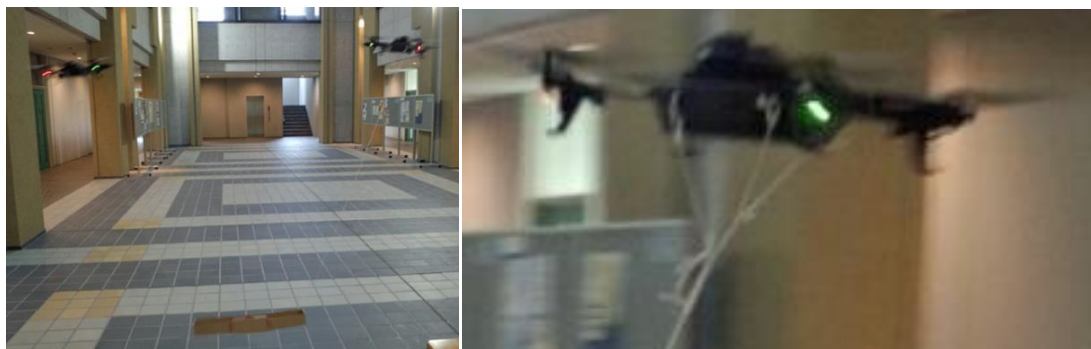


図2 2機のAR.Droneを制御した様子(左：おもりをつけて浮上している様子、右：おもりをつけてホバリングする様子)

(実験3) 4機のAR.Droneを4台のタッチパネル式通信機で制御する.

- ・積載物：缶ジュース

図3に示すように十字にした段ボールの中心に缶ジュースを配置し、段ボールの端とAR.Droneを固定した。実験2の固定器具と異なり、紐で調節する必要ないように、重心が十字の中心となるように製作した。更に、4機の衝突防止のため段ボールの端にAR.Droneを直接固定した。

- ・ペイロード：397g(缶ジュース 220 g +段ボール 177 g)

・飛行状態：操作が不可能であった。4台のタッチパネル式通信機を1人1台ずつ操作したので、離陸のタイミングと離陸から上昇までの各AR.Droneの高度の不一致が原因だと考えられる。



図3 4機のAR.Droneを制御した様子（左：4機のAR.Droneと固定器具，右：墜落した瞬間の様子）

4. 考察

実験1の単機飛行では、重心位置の問題が発生した。実験2の2機同時飛行では、高度の調整が困難であった。実験3の4機同時飛行では、4機のバランスと4台のタッチパネル式通信機の操作が完璧に行えなかった。以上より、飛行ロボットを使った物資の運搬には、重心位置の事前調節と複数機体の姿勢の協調制御が必要という結論に達した。前者については積載時に調整できるが、後者については人間の操作には知覚反応速度に伴う限界があるため、ジャイロや加速度計から得られるセンサ情報を、リアルタイムに処理して、自動的に制御するメカニズムの構築と、プログラムの開発が重要であると考察する。

5. まとめ

AR.Droneのペイロードは1機につき約100gである。2機では、241g持ち上げることができたが、移動が困難であった。つまり、当初の目的である「運ぶ」を実現させるためには、1機につき100g以内を守ることが重要と考えられる。

AR.Droneの台数を多くすれば、ペイロードも大きくなる。しかし現状の設定では、1機につき1台のタッチパネル式通信機が必要なので、タッチパネル式通信機の操作技術と機動のタイミング、上昇する際の各AR.Droneの進行方向、上昇スピードを合わせるものが難しくなる。よって、AR.Droneの台数が多くなればなるほど、操作側の技術が要求される。

6. 参考文献

[1]A.Madrigan,"Inside Google's Secret Drone-Delivery Program", The Atlantic , Aug 28 2014.