

# AR.Drone を用いたマルチコプターの協調制御(卒業論文要旨)

知能制御工学研究室

堤 一樹

## 1. 緒言

近年、地球環境問題が深刻化しており、温室効果ガス等の汚染物質の削減に向けての即急な取り組みが求められている。従来そのようなものの元となっている自然災害などの大気の調査にはヘリコプターを使用するのが一般的であった。しかし、従来の方法では墜落時のリスク、コスト面、離着陸における面積が必要という問題点がある。そこでこれらの問題を解決するために、新たな方法としてマルチコプターによる大気の調査が提案されている。(1) この調査は 2 台の飛行体が協調しながら高度を変化させて、その飛行体間の空気中の物質を測定するものである。このような場合、GPS を用いた方法では誤差が大きくなり、正確な測定が出来ないことがしばしばある。これは、風などによる自然の影響により、正しい方向の制御が行われていないからだと考えられる。

本論文では、2 台のマルチコプターを使った画像処理によるフィードバック制御を行うことで、自然などの外乱に影響を受けないように、大気の調査を行う方法を提案する。この方法を利用することによって、大気調査が容易に行えると考えられる。

## 2. 実験装置および方法

実験装置は、AR.Drone と PC を用いて行う。AR.Drone には、高さ・ピッチ・ヨー・ロール等を測定できるセンサおよび、前方と下方にカメラがついており、無線 LAN によってアドホック通信をして操縦が行える。開発環境の Visual Studio でプログラムを書き、それを AR.Drone に送ることによって、制御を行った。

方法としては、まず指定した物体を検出できるように、HSV 表色系を用いて色を抽出し、閾値処理で 2 値化をして、物体を検出した。その後、P 制御によって物体を追跡することが可能であることを確認した。最後に P 制御の比例ゲインを調整することによって、より正確な追跡を行えるように制御した。

## 3. 実験結果および考察

実験結果として、図 1、2 に物体追跡の実行画面を示す。



図 1 物体追跡



図 2 物体追跡

図の赤い丸で囲んだ範囲に、2 値化処理で検出した黄色のボールがあり、それを実際に追跡することに成功した。次に、より正確な追跡が行えるように、比例ゲイン  $K_p$  の調整を行った。実験は、風などの環境にどう影響されるのかを調べるために、屋内と屋外で昼と夜の計 4 回行った。その結果を表 1 に示す。

	屋内(昼夜)	屋外(昼)	屋外(夜)
$K_p=0.0001$	検出する	検出する	検出する
0.0005	検出する	検出する	検出する
0.001	追跡する	追跡する	検出する
0.005	追跡する	追跡する	検出する
0.01	検出しない	検出しない	検出しない
0.05	検出しない	検出しない	検出しない

表 1 比例ゲインの調整結果

結果として、比例ゲインを大きくすればするほど、マーカーを認識することなく、高く舞い上がって制御不可能になった。また小さいと検出はするが、マーカーを動かしても追跡してくれない。夜の屋外では、マーカーにライトを照らして行ったところ、検出はするが、すぐに見失って追跡はしてくれなかった。

実験より分かったことは、比例ゲインの値は 0.001~0.005 の範囲内が正確に追跡することが分かった。比例ゲインが 0.001 の時、マーカーを動かすと追跡をするが、動きが遅くて、なかなかスムーズには追跡してくれなかった。0.002、0.003 とあげていくにつれて、追跡する動きも滑らかになっていったが、0.004、0.005 としていくと追跡はするが段々と動きが遅くなっていった。また、屋外だと風の影響を受けるために制御が難しく、屋内の方が正確に追跡を行えることが分かった。そして、マーカーと異なる、似たような色の大きなものがあると、プログラムが「大きい輪郭を探す」となっているために、そちらを認識し、追跡しだすことも判明した。しかし、実際に大気の調査を行う場合は屋外での制御が必要となるために、今後の課題としては、PID 制御などによって、より誤差をなくすような制御を行っていく必要がある。

## 文献

- (1) 井上 公、内山庄一郎、鈴木比奈子(2014)「自然災害調査研究のためのマルチコプター空撮技術」
- (2) ARDrone API フォーラム

<https://projects.ardrone.org/projects/ardrone-api/boards>