

カメラ画像に基づいた AR.Drone の姿勢制御手法の開発

羽根嘉宣[†] 武田敦志[†]

フランスのパロット社から AR.Drone と呼ばれるスマートフォンやタブレットで操縦できるクアッドコプターが発売されており、容易に上空からの撮影ができるために様々な場面での活躍が期待されている。一方、AR.Drone はセンサを用いたホバリング機能を有しているが、センサの観測値の誤差や風の影響により正確なホバリングは難しい。そこで、本稿では、AR.Drone に内蔵されているカメラ映像に基づく制御方法を提案する。提案手法では、地上に基準点となるマーカを設置し、このマーカと AR.Drone との相対位置をカメラ画像によって確認することで AR.Drone を移動させる方向を判定する。また、提案手法により安定にホバリングを行うための姿勢制御アプリケーションの開発を行い、AR.Drone を用いて実験を行った。

Attitude Control for AR.Drone based on Camera Images

Yoshinori Hane[†] and Atsushi Takeda[†]

A quadcopter "AR.Drone" which supports remote control from smartphones was released. By using this, we can take pictures from sky easily, so we expect that the quadcopter will help us in various situations. On the other hand, it is hard for AR.Drone to control itself correctly, because of error of sensors or wind. Therefore, in this paper, we propose an attitude control system based on camera images. In our system, AR.Drone captures a marker by using its camera. AR.Drone calculates a relative coordinate based on the marker, and determines direction and speed. In this paper, we also explain the prototype system and experiments of our system.

1. はじめに

フランスのパロット社が AR.Drone と呼ばれるスマートフォンやタブレットで操縦できるクアッドコプターを発売している。AR.Drone を利用することにより、従来は難しかった上空からの撮影が容易にできるため、災害現場などの様々な場面で AR.Drone を活用する試みが考えられている。そのため、GPS を用いた AR.Drone の自動飛行の研究[1]や Kinect と連動させた AR.Drone の飛行制御の研究[2]などの AR.Drone の自動制御に関する研究も盛んに行われている。AR.Drone はジャイロセンサや加速度センサなどのセンサ類を搭載しており、これらのセンサから得られる値を基にホバリングする機能を有する。しかし、これらのセンサによって得られる値には誤差があるため、風が発生している環境下では正確なホバリングをすることができない問題がある。そこで、本稿では、AR.Drone に内蔵されているカメラの映像をもとに自動的に姿勢制御を行う仕組みを提案する。提案手法では、地上の基点となる位置にマーカを設置し、このマーカを AR.Drone に搭載したカメラから撮影した画像を解析することにより、マーカを基点とした AR.Drone の相対位置を計算する。もし、AR.Drone の位置が指定された位置と異なる場合、AR.Drone に移動指示をすることで位置の修正を行う。このときの移動量はマーカの座標の基準値からのずれを基にした PID 制御[3]を用いる。また、提案手法の有効性を検証するため、実際の AR.Drone を制御するための制御用アプリケーションを実装し、このアプリケーションを用いて実験を行った。実験では PID のパラメータの値を調整することで、より安定するホバリングが可能となった。安定したホバリングが可能になること自動的な移動が可能となるため、将来的には災害現場などの人の手が届きにくい場所での活躍が期待できる。

2. 姿勢制御の技術の現状と課題

AR.Drone には機体を制御するために加速度センサやジャイロセンサなどの高度なセンサが内蔵されている。また、前方と底面に2つのカメラが内蔵されており、それらのカメラ映像を操縦に使用している端末で確認することが可能である。AR.Drone と GPS を組み合わせて自動的に目的地まで飛行させる研究が行われており、屋外においての自動制御が可能なものとなっている。しかし、GPS を用いた制御では大まかな場所に移動させることは可能であっても、狭い場所や室内に置いて正確に機体を操作することはできない。また、AR.Drone に内蔵されているセンサは使用を繰り返すたびに誤差が増大していき、風などの外乱がある環境で確実な操作を行うことが難しいという問題点がある。実際に飛行実験をした際も横滑りを起こしてしまい、その場で安定したホバリングを行うことができなかった。将来的に災害現場などでの活躍を想定

[†] 東北学院大学教養学部情報科学科
Department of Information Science, Tohoku Gakuin University

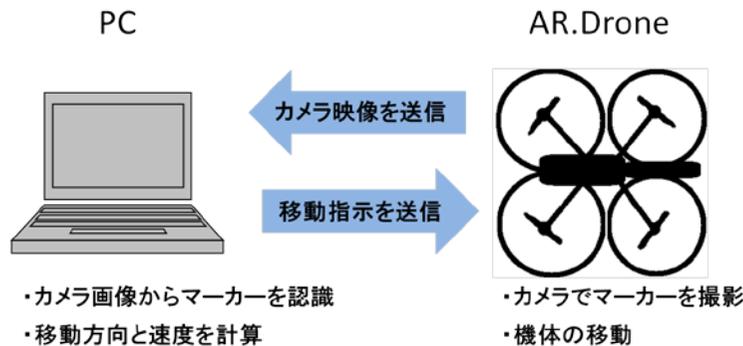


図1 姿勢制御アプリケーションの構成と動作

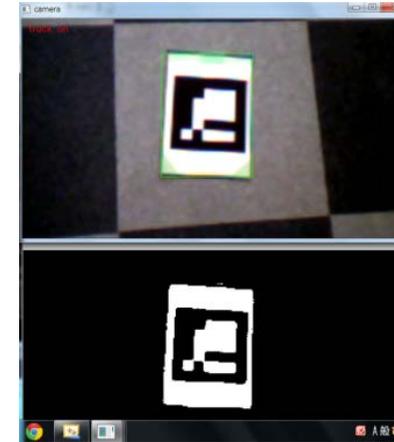


図2 基準マーカの読み込み

した場合に、GPS や AR.Drone に内蔵されているセンサ情報からのみの制御では確実な制御を行うことは難しい。そこで、本研究では狭い場所や室内でも確実な制御を行うために AR.Drone の底面カメラで撮影されたカメラ画像から安定したホバリングを行う姿勢制御技術を提案する。

3. カメラ映像に基づく姿勢制御技術の開発

提案手法では、底面カメラで機体の真下に設置されたマーカを読み込み、マーカを基準としたときの AR.Drone の相対座標を計算する。次に、計算した AR.Drone の相対座標と指定された座標との誤差を計算し、この誤差を基に機体の移動方向及び移動速度を計算する。図1は姿勢制御アプリケーションを起動する PC と AR.Drone 本体における情報の流れを示したものである。AR.Drone に内蔵された底面カメラの映像が PC に送信され、PC 側で映像を2値化しマーカを読み込む。そして、マーカの座標の変化から機体の移動方向と速度を計算し、計算された移動指示を AR.Drone 本体に送信する。AR.Drone は受け取った移動指示に従って機体を移動させることで制御を行う。この一連の制御は機体の飛行時にすべて自動的に行われる。図2は姿勢制御アプリケーションでマーカを認識している様子である。上画面には研究で使用するマーカがカメラ画像に写されており、下画面ではカメラ画像を2値化してマーカを認識している。

機体の移動方向及び移動速度の計算には PID 制御を用いる。PID 制御とは Proportional (比例), Integral (積分), Derivative (微分), の3つの動作からなる制御である。ただし、本研究では目標値に近い状態を維持させることが目的であり、目標

値とまったく同じ状態を必要としていないため、積分を用いた制御は考慮せず、比例及び微分に関する制御パラメータ値のみを調整した。カメラ画像を解析することによりマーカを基準とした AR.Drone の相対座標を取得し、その相対座標と指定された座標との差分が PID 制御の目標値となる。AR.Drone の座標が指定された座標と異なる場合、指定された座標に近づくように AR.Drone に移動指示を行う。

4. 姿勢制御アプリケーションの開発

本研究では AR.Drone の制御用ライブラリである CV Drone を用いて C++ で開発を行った。図3、図4は実際に姿勢制御アプリケーションを起動して、ホバリングを行った際のマーカ座標の変化及び、AR.Drone 本体に送信された移動速度の様子を示している。これらの図では、青い線は AR.Drone の座標と目標座標との差分の変化を示し、赤い線はその時の AR.Drone 本体に指示した移動速度を示している。また、図3は AR.Drone の目標座標との X 軸方向の差分と X 軸方向への移動速度指示の変化を示し、図4は AR.Drone の目標座標との Y 軸方向の差分と Y 軸方向の移動速度指示の変化を示している。

この実験では、実験開始直後の風の影響により、AR.Drone は X 軸方向に移動している。しかし、カメラ画像を用いた姿勢制御アプリケーションが指定された座標に移動するように指示を行うことで、目標とする座標に向かって移動している。実験開始2秒後には風の影響で Y 軸方向に移動しているが、こちらも姿勢制御アプリケーショ

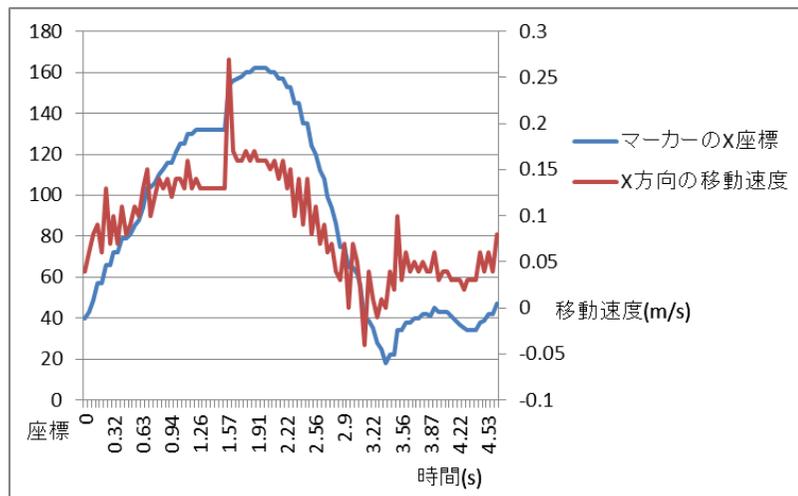


図3 目標座標との X 軸方向の差分と AR.Drone への移動速度指示

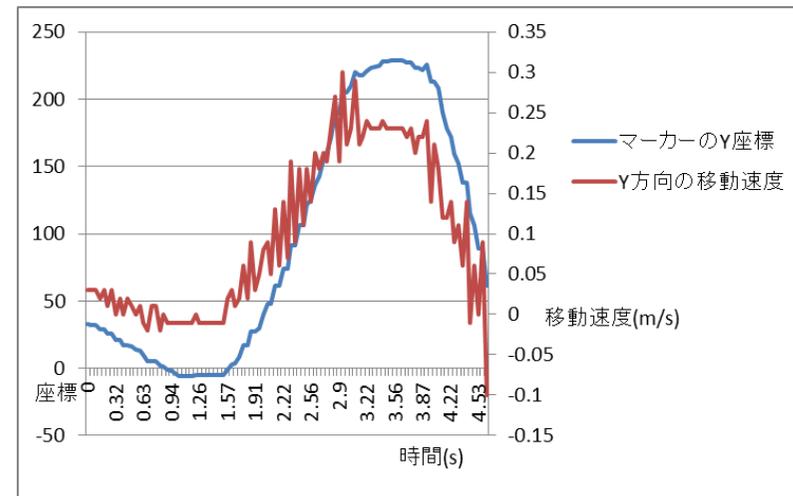


図4 目標座標との Y 軸方向の差分と AR.Drone への移動速度指示

ンが指定された座標に移動するように指示を行っている。以上より、開発した姿勢制御アプリケーションを用いることで、マーカーを基準とした AR.Drone の相対座標と目標座標との差分に基づいた移動制御が実現されていることを確認できた。また、実際の飛行実験では機体がマーカー上でホバリングしている様子を確認することができた。

5. おわりに

さまざまな研究が行われており今後活躍の場が広がると考えられる AR.Drone であるが、GPS による制御では狭い場所や室内において確実な制御を行うことができない。また、AR.Drone に内蔵されている加速度センサやジャイロセンサは測定誤差が生じてしまい安定した制御を行うことが困難である。そこで、AR.Drone に内蔵されているカメラ映像に基づく制御方法を提案した。カメラの画像からマーカーを認識し、マーカー座標の基準値からのずれを基に機体の移動方向や移動速度を計算する。カメラ映像に基づく制御を用いることで、マーカー上で安定したホバリングを行うことができた。

参考文献

- 1) 藤山雷太, 諏訪敬祐: AR.Drone を用いた自律型観測システムの最適制御, 東京都市大学横浜

キャンパス情報メディアジャーナル, Vol.15 (2014).

- 2) 吉田成朗, 鳴海拓志, 橋本直, 谷川智洋, 稲見昌彦, 五十嵐健夫, 廣瀬通孝: ジェスチャ操作型飛行ロボットによる身体性の拡張, 情報処理学会インタラクシオン, (2012).
- 3) 須田信: PID 制御, 日本ファジィ学会誌, Vol.7, No.4, pp.768-771, (1995).