

ドローンを利用した構内案内システムの設計

三浦 翔平[†] 平石 広典[‡]

秋田工業高等専門学校生産システム工学専攻[†]

秋田工業高等専門学校電気情報工学科[‡]

1 はじめに

近年、ヘリコプターに比べ、安定した飛行を行うことができるドローンの開発が発展してきている。複数のプロペラを使用することで、安定した飛行を実現している。ドローンによる荷物の輸送など、将来的にその活躍が期待されている。

本研究では、ドローンの有用性を利用し、その中でも AR.Drone を用いて構内案内システムの設計を行った。構内にはドローンを移動させるためのラインを設け、ドローンは基本的に、床から 100 [cm] 付近の高さで、下向きに搭載されたカメラ (176×144 画素) によってそのラインをトレースしながら利用者の前を飛行する。そして、特定の場所には特別な AR マーカー (以下マーカー) を設置し、それを検出することで、自己位置を認識し、ドローンはホバリングに切り替え、特定の場所に関する情報を携帯端末に表示する。利用者が情報の確認を終えると、自動的にラインを再開し、案内に戻る。このように、システムがドローンを基地局に見立て、一つのネットワークを構築することで、構内案内を実現する (図 1)。

ドローンの制御及び処理は ProcessingForP5¹⁾ を参考に Processing により記述している^[2]。案内情報の表示は Android アプリケーションによって、nexus10 上で実現する。また、マーカーの認識には NyARToolKit²⁾を使用している。

2 機体制御

2.1 ライントレース

案内の実行中は、ドローンは構内に設けられたラインをトレースしながら移動する。ドローンの下部カメラでラインを常に捉え、本体がライン直上に来るように制御する。カメラからの画像は二値化することでラインとそれ以外に見分けやすくしている (図 2)。カーブの部分は直線部分に比べて追従しにくいと考えられるため、

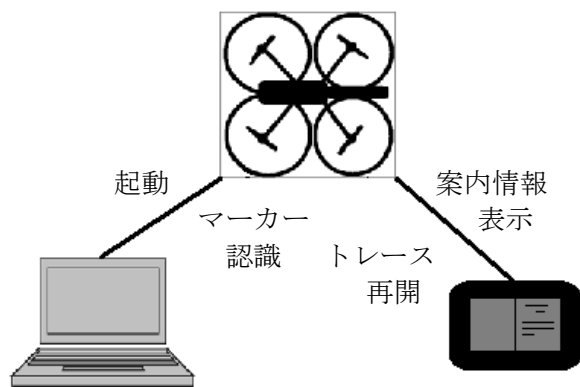


図 1 システム概要図^[1]

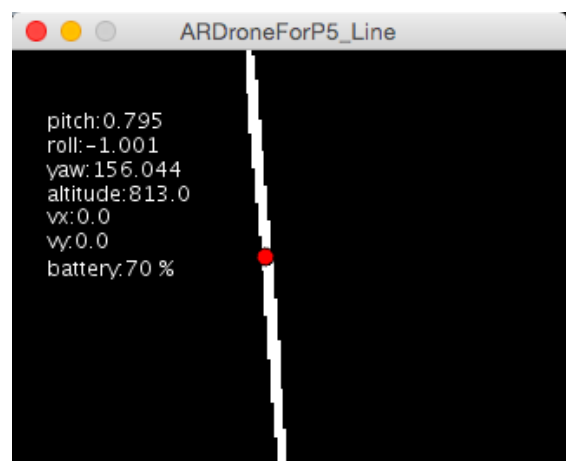


図 2 二値化した画面でのライン検出

カーブだと認識すると本体のスピードを落とすようにする。

2.2 PID 制御

ドローンの飛行制御には PID 制御を用いている。ラインに沿った構内案内を実現するため、ラインを見失うことを避けなければならない。安定な飛行を行っていても、風などの外乱による影響でライン中心部から離れてしまうことが

The design of the campus guiding system using AR.Drone

[†] Shohei Miura, Akita National College of Technology.

[‡] Hironori Hiraishi, Akita National College of Technology.

¹⁾ 工学ナビ ProcessingForP5
<http://kougaku-navi.net/ARDroneForP5/>

²⁾ NyARToolKit
<http://nyatla.jp/nyartoolkit/wp/>

あるため、その大小に関わらず安定した飛行に戻れるよう PID 制御を用いてラインに追従させている。本システムでは、目標値に完璧に追従させることではなく、近くにある状態を維持することが目的であるため、ラインまでの偏差を補う比例項とライン上からの変動を抑える微分項を組み合わせた PD 制御を採用している^[1]。ラインを見失ってしまった場合は、最後に認識したラインの方向にスライドすることで、再認識する。ゲインは、最も安定した飛行になるよう繰り返し検討し、最適なものを決定した。

飛行に関しては、前後左右、左右回転及び上昇・下降を引数とした ardroneMove3D という関数を用いている。本研究では上昇・下降を除いた 3 つの引数について PID 制御を行い、その結果を全てその関数で飛行に反映している。

3 AR マーカーの検出

構内に設けたライン上の特定の場所には、マーカーを設置し、検出したらその場にドローンをホバリングさせ、端末上に案内情報を表示する。今回は、10 種類のマーカーにそれぞれ研究室を割り振り、案内情報は研究内容とした。図 3 にマーカー認識による情報提示画面を示す。情報は携帯端末内のローカルに保存してあり、それを読み込む情報は限られてしまうが、通信のトラブルを避けることができ、読み込みも安定する。

この各マーカーに関して、どの程度の距離まで認識が可能であるかを実験した。12 [cm] 四方のマーカーを固定し、ドローンの下部カメラを徐々に離していき、認識限界を測定した。

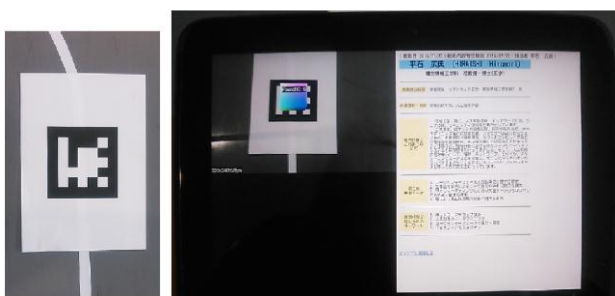


図 3 マーカーとその認識による情報表示

4 認識距離の評価

図 4 に各マーカーに関する認識距離を評価した結果を示す。マーカーは一度認識さえすることができれば、ホバリングに伴う揺れでも見失うことはなく、また真正面から捉えなくてもマーカー面の垂直方向から 45 [°] 程度までは認識し続けるため、最初のマーカー認識が重要になる。測定結果より、どのマーカーでも 170 [cm] までは瞬時に

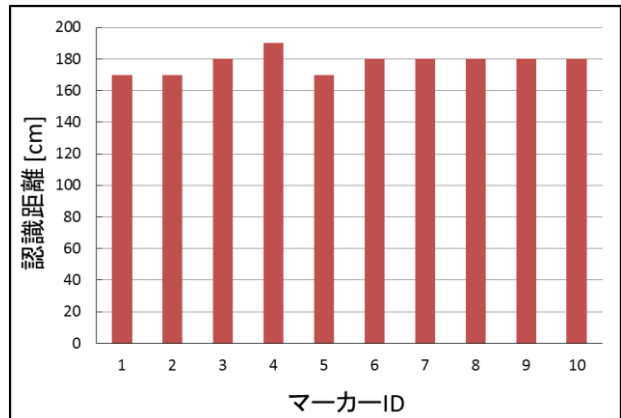


図 4 各マーカーの認識可能距離

認識することが分かった。また、マーカーの種類によって、認識のしやすさに多少のばらつきがあることが分かった。

本研究では建物構内におけるドローンによる案内を行うため、必要以上に高い所を飛行することはない。よって 170 [cm] もあれば十分に実現できる認識距離である。また、マーカーの認識精度は非常に高く、実験中に他のマーカーと認識してしまうことは一度もなかった。マーカーを使用することで、表示する案内情報が違ってしまふ可能性は非常に低いと言える。

以上のことからマーカーを利用した構内案内は効果的であると言える。

5 おわりに

本研究ではドローンを利用したライントレースによる構内案内システムを設計した。今回の結果より、ドローンの飛行高度でのマーカー認識率は非常に高く、ドローンによる構内案内は十分に実現可能であると分かった。また、高価なドローンでも GPS を利用できない場合には、本研究での制御方法が有効になると言える。今後の課題として、障害物を回避する機構の必要性が挙げられる。超音波センサ等を取り付け、周囲の状況を察することで対応可能であると考えられる。

6 参考文献

- [1] 羽根嘉宣, 武田敦志, “カメラ画像に基づいた AR.Drone の姿勢制御手法の開発”, 情報処理学会東北支部研究報告, vol.2014, 2015/2/10
- [2] 橋本直, “AR プログラミング Processing で作る拡張現実感のレシピ”, オーム社, 第 1 版 (2012 年)