

赤外線センサに基づくドローンの自動操縦

2020SC069 齊藤翼

指導教員：大石泰章

1 はじめに

ドローンは遠隔操作または自律制御により飛行する小型飛行機の一つである。現在では技術の進歩と低コスト化により、商業、娯楽など多くの用途で広く利用されている。ドローンに新たにレーザー測距センサを搭載することで、インフラ点検におけるドローンの安定飛行を目指す研究が行われている [1]。また、鉄製の橋の下などの GPS が使えない環境で飛行させるため、自律制御を行う研究がなされている [2]。

本研究では、ドローンに搭載された統合 ToF 赤外線距離検出センサ（以下、赤外線センサと呼ぶ）を用いて得られたデータを、Raspberry Pi 4 Model B に送信して処理することで、目標地点まで壁や障害物に沿った飛行を実現する。具体的には、ドローン搭載の赤外線センサで壁までの距離を測定し、測定値を Raspberry Pi 4 Model B に送信して、距離が一定の範囲内になるまで接近する。目標までの距離が一定の範囲内になったら、ドローンは壁との距離を一定に維持したまま前進する。壁の凹凸や障害物を感知した場合は、一定の距離を空けるために必要に応じて左右に進路変更をして、壁や障害物に沿って飛行する。以上の一連の動作は Python を用いたプログラムで実現する。

2 使用するドローン

本研究では、図 1 に示す DJI Education 社の RoboMasterTT というドローンを用いる。このドローンは長さが 92.5mm、幅が 98mm、高さが 41mm であり、重量は約 87g である。また、図 2 のように、機体に赤外線センサ（黄色の



図 1: ドローン RoboMasterTT

丸で囲われている箇所) を搭載しており、最大 1.2m まで距離検出ができる。今回の実験を行うにあたって、左側の壁に沿って飛行するとともに、前方の障害物を検出するため、赤外線センサの向きを正面から左斜め 45 度に向ける（図 3）。

また、このドローンは Raspberry Pi 4 Model B と Wi-Fi 接続可能である。本研究では、このドローンに搭載された赤外線センサで得られた値を Raspberry Pi 4 Model B



図 2: 当初の赤外線センサ



図 3: 向きを変えた赤外線センサ

に送信し、これに基づいてドローンに適切な指令を与える。移動用の指令として、用意されているものは、

- 指定した長さの上昇・下降、
- 指定した長さの左右方向の移動、
- 指定した長さの前後方向の移動

などがあり、これらの指令を組み合わせることも可能である。

3 実現を目指す動作

本研究で目標とする動作について説明する。初めに、ドローンは床の上に静止した状態である。動作開始の指令を与えると、ドローンは離陸して 0.5m 上昇する。そして、赤外線センサを用いて左側にある壁との距離を計測し、壁との距離が 0.25~0.35m になるまで接近した後、前進する。その後も、0.2m 前進するたびに壁までの距離を測り、これが 0.25~0.35m の範囲にないときは、距離がこの範囲内になるように、0.2m の前進に加えて左右方向の移動を行う。もし、障害物を感知した場合は、右方向に大きく移動して障害物との衝突を回避する。スタート地点から前方に 2.0m 飛行したらその場で停止する。期待するような飛行をしているか人間が判断するため、図 4 のように、スタート地点に青テープ、壁から 0.3m 離れた位置に緑テープ、障害物から 0.3m 離れた位置に黄テープで印をつけ、スタート地点から前方に 2.0m 離れた場所に青テープで四角形を描く。以上の動作を目標として、研究に取り組んだ。

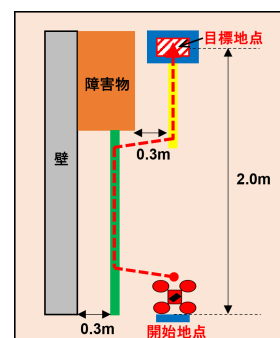


図 4: 全体図

4 壁や障害物に沿った飛行への実現

壁に沿った飛行への実現は次のように行う。初めに、ドローンに動作開始の指令を与えると、ドローンは離陸して0.5m上昇する。その後、ドローン搭載の赤外線センサの測定値をRaspberry Pi 4 Model Bに送信する。図5のように、センサの測定値 a [m] に基づいて壁との距離 b [m] を $b = a \sin 45^\circ$ によって求める。得られた値をもとに、壁から

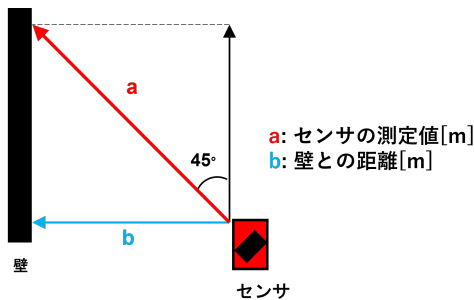


図5: 壁との距離の計測方法

の距離が0.25~0.35mの範囲に収まるように左右方向の移動距離を決定する。そして、左右方向の移動と同時に毎回前方に0.2m進む。その後、再びドローン搭載の赤外線センサの測定値を送信し、以下同様に繰り返す。もし、障害物を感知した場合は、前方に0.2m進むことに加えて右方向に0.4m移動して障害物との衝突を回避する。以上の動作を10回繰り返してスタート地点から前方に2.0m飛行したら、その場で停止するように指示を与える。このアルゴリズムを以下に示す。

1. 離陸して0.5m上昇する。
2. センサの測定値 a [m] に基づき、壁との距離 b [m] を $a \sin 45^\circ$ によって求める。
3. 前方への移動距離を0.2mとし、左右方向への移動距離を次のように求める:
 - (a) $b > 0.35$ のときは、左方向へ $(b - 0.30)$ [m] 移動;
 - (b) $b < 0.20$ のときは、右方向へ $(0.30 - b)$ [m] 移動;
 - (c) $b < 0.10$ のときは、右方向へ0.40[m] 移動;
 - (d) それ以外のときは、左右方向へは移動しない。
4. 3で定めた移動距離をドローンへ送り、移動させる。
5. 移動回数が10回になったら停止。
6. 2に戻る。

5 実験結果

実験結果の例を図6に示す。まず、(a)の状態から開始して、(b)のように離陸した後、(c)のように壁へ接近する。その後、(d)のように壁に沿って前進した後に障害物を感知する。(e)のように右方向へ大きく進路を変更し、障害物と一定の距離を空ける。(f)のように障害物に沿って前進して、スタート地点から前方に2.0m飛行したらその場で停止する。このように、本研究で目指した動作が実現した。

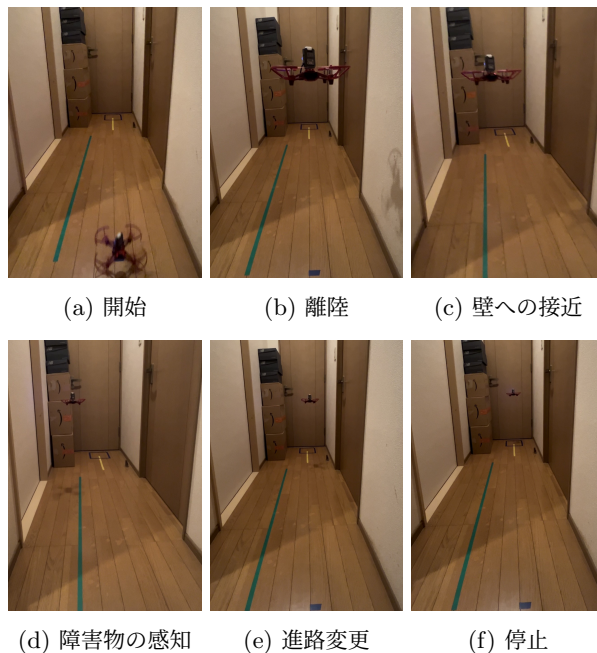


図6: 実現したドローンの動作

6 まとめ

本研究では、ドローンの赤外線センサで得られた値をRaspberry Pi 4 Model Bに送信し、これに基づいて壁や障害物に沿った飛行をドローンに行わせた。本研究の目標となる動作は完成したが、ドローンの特性上、移動する距離が一定でないため安定した飛行が困難であった。

本研究では、左側の壁や障害物に沿った飛行を行わせた。しかし、前方や右側の壁や障害物は考慮していない。ドローンに搭載されているカメラを利用したり赤外線センサを追加することによって、前方や右側の壁や障害物にも対応した飛行ができるのではないかと考えられる。

また、本研究における制御法は、ドローンが常に同じ方向を向いていることを仮定している。橋梁点検のような風などの外的要因が発生する環境での実用化に向けて、ドローンの向きを修正する制御も行う必要がある。

参考文献

- [1] 石井裕基, 三浦政司, 西田信一郎: レーザー型壁面計測センサを用いた、壁面走査型ドローンの姿勢制御に関する研究, ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集, 福島, 2017年5月。
- [2] 元木悠太, 佐藤優起, 篠原侑樹, 金井純子: ドローンの操縦性と広がるサービス: 徳島の先駆的企業を訪ねて, 電気学会誌, 138巻8号, 2018. pp. 516-517.
- [3] 橋口宏衛: Telloで撮ってラズパイで画像処理, Interface, 2022年4月号, CQ出版社, 東京, 2022. pp. 59-74.