

クアッドリコプターによる電動車いすの自動操縦支援

システム科学技術学部 機械知能システム学科

1年 長谷川 和彦

1年 岩崎 和博

1年 片山 大貴

1年 西谷 友汰

指導教員 システム科学技術学部 機械知能システム学科

准教授 間所 洋和

准教授 佐藤 和人

1. はじめに

近年、少子高齢化により高齢者を支えるべき若者が減少しているため、福祉器具の需要の高まりが予測されている。街中では電動車いすに乗っている高齢者を見かけるが、斜めに進んだり、後退したり、方向転換させるだけでなく、障害物がある場合、操作が難しい。このような場合のために障害物を自動で検知し、電動車いすが自動で動くことにより、高齢者の操作の負担を軽減するシステムが必要である。また世間的に見ても自動で障害物を検知し無人で動かすということは強く求められている。本研究では、電動車いすの進行ルートにクアッドリコプターを先行させ、上空から障害物を検出することで、走行環境の情報をフィードバックし、スムーズな走行を支援することを目的とする。

2. 使用機体

クアッドリコプターは、4個のモータを制御することで、安定した飛行性能を可能とした電動マルチロータヘリコプターである。本研究では、図1に示すParrot社のAR.Drone2.0を用いた。AR.Drone2.0は、450×450mmのクアッドリコプターである。操作に用いるソフトウェアARFreeFlightは、スマートフォンやタッチパネルなどの携帯端末から無料でダウンロードできる。携帯端末に搭載される加速度センサやジャイロセンサを使うことで、進行方向へ端末を傾げるだけで移動できるといった直感的な操作インターフェイスとなっているため、ラジコンヘリに触れた経験のない全くの初心者でも比較的容易に操作ができる。Wi-Fiを使って携帯端末と通信し、半径50m以内なら操作が可能である。また、Wi-Fiを介して、底面と前方に搭載された小型カメラから動画像を取得し、携帯端末から取得画像をリアルタイムに確認しながら操作することができる。



図1. AR.Drone2.0 (Parrot社)

3. 飛行試験

AR.Drone2.0を自動で制御する初期段階として、Processingを用いてプログラミングした。AR.Drone2.0は、iPadやiPhoneなどで操縦できるが、AR.Drone2.0からの無線信号をパソコンで受信し、Processingで組んだプログラムを使用することによってパソコンで操縦できるようにした。

3.1 開発環境

プログラミング環境は、Processingを用いた。Processingは、Windows、Mac、Linuxから使用できるオープンソースである。我々は、ProcessingのAR.Drone制御用ライブラリARDroneForP5を用いた[1]。ARDroneForP5は、Processingを介し、AR.Droneのモータを制御したり、搭載されているジャイロセンサ、超音波センサ、カメラの情報を取得し、ディスプレイで確認しながら操作できる。

3.2 処理手順

サンプルプログラムARDroneForP5_Sampleの処理手順を以下に示す。

- ① AR.Droneに無線を介して接続する。
- ② カメラ画像情報を取得する。
- ③ ジャイロセンサ情報 (pitch,roll,yaw) , 速度情報, バッテリー残量を取得する。
- ④ 操作者から入力されたキーボード情報を取得し、AR.Drone2.0を制御する。図2にサンプルプログラムの実行画面として、キー1を入力したときの前方向のカメラ画像を示す。

3.3 飛行結果と考察

図3にサンプルプログラムの実行とAR.Drone2.0が飛行している様子を示す。飛行試験を行ったところ、キーを入力しても、動作しない場合があることがわかった。サンプルプログラムでは、キーを一定時間押し続けないと動作に反映されない。これは、誤入力の危険性を回避するためと考察される。また廊下の壁付近での飛行時は、機体の姿勢が安定せず、常にふらついていた。これは、AR.Drone2.0から発生する空気流が壁や天井に反射しているためと考察される。



図2. サンプルプログラムの実行画面

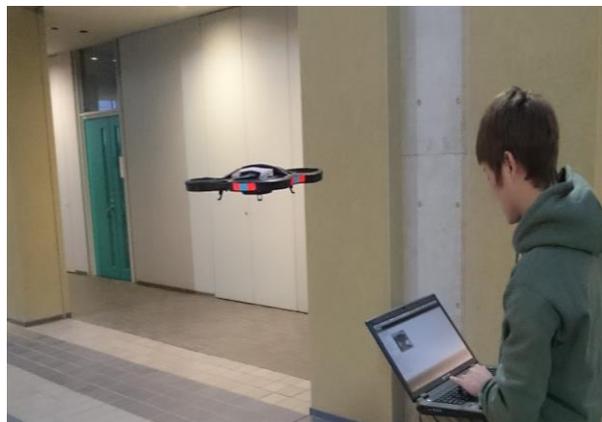


図3. AR.Drone2.0が飛行している様子

4. 画像処理

本実験では、車いすの自動操縦を支援するために AR.Drone により進行方向の画像を取得し、その画像から視差と奥行きを求めて物体検出を行った。

4.1 視差画像

AR.Drone を用いて物体検出をするため、AR.Drone に小型カメラである GoProHERO3+ を 2 台搭載して画像を取得し、視差画像から距離情報を取得する方法を考えた。しかし、この手法は、積載重量の制約により困難であることがわかった。

AR.Drone により取得した画像を用いた物体検出を行う方法について考えたところ、取得した時系列画像の視差を求めることで距離情報を算出し、距離情報の変化から床面の障害物検出を行うことができると考えた。画像の視差を求める方法として、精度と処理時間の関係から BM (Block Matching) 法、SGBM (Semi-Global Block Matching) 法が有用である。

BM 法は、画像を一定の大きさの小領域 (ブロック) に分割し、それぞれのブロックの動きベクトルを求めて視差を算出する方法である。入力はグレースケールのみであり、処理速度が速い。また、SGBM 法とは、人の目と同様に被写体までの距離をコンピュータに認識させる方法である。OpenCV の StereoSGBM 関数を用いたブロックマッチング法により奥行き距離画像を求める方法を取った。StereoSGBM は、StereoBM のようにブロックコストを計算した後、周囲との滑らかさを考慮して最適化するもので、精度と速度に優れている。また、入力はカラーとグレースケールの両方が可能であるが、今回はグレースケールで行った[2][3]。処理の流れは以下の通りである。

- ① 左右の入力画像を取得
- ② ウィンドウを入力画像のサイズに合わせて作成する
- ③ 画像をグレースケールに変換する
- ④ SGBM により左右画像から視差と奥行きを算出する
- ⑤ 計算結果から奥行き距離を作成する
- ⑥ 結果の表示

4.2 実験結果と考察

図 4 に実験によって求めた視差画像を示す。距離が近いと認識されたものは高輝度、遠いと認識されたものは低輝度で表わされている。本実験では距離や画像のサイズ、画質などを変更し、様々なパターンで実験を行った。当初検出する物体を壁に近づけ、画質は 70% で実験を行ったところ検出したい物体と背景が同化してしまった。そこで、背景である壁から物体まで距離を置き、画質を 99 パーセントまで上げたことで図 4 のような画像を得た。よって、より精度の高い視差画像を取得するためには、高性能のカメラを用いて高画質の画像を取得することが求められると考察する。また、SGBM 法の方が BM 法に比べ、背景を含め、より精度の高い画像が得られたことが分かる。

5. まとめ

本研究では、AR.Drone2.0 と物体検出を連動させ、電度車いすの自動操縦を支援することを目的として、飛行試験ならびに画像処理の実験までを行った。本研究を通じて、Processing によりプログラミングを行い、パソコンからの信号で AR.Drone2.0 の操縦および、視差画像の取得方法を習得した。

今後の課題は、AR.Drone2.0 をよりスムーズに飛行させるための手法、精度の高い視差画像を取得するための方法を研究し、この二つをリンクさせるとともに、電度車いすの自動操縦支援を達成することである。

6. 参考文献

[1]GitHub, "Processing library to control AR.Drone", 2015/03/02

<https://github.com/shigeodayo/ARDroneForP5>

[2] 画像処理速報,"ステレオマッチングで奥行距離の計算", 2015/03/02

http://python-gazo.blog.jp/opencv/stereomatching_sgbm

[3] 画像処理速報,"ステレオマッチング", 2015/03/02

http://python-gazo.blog.jp/processing/opencv/stereo_bm

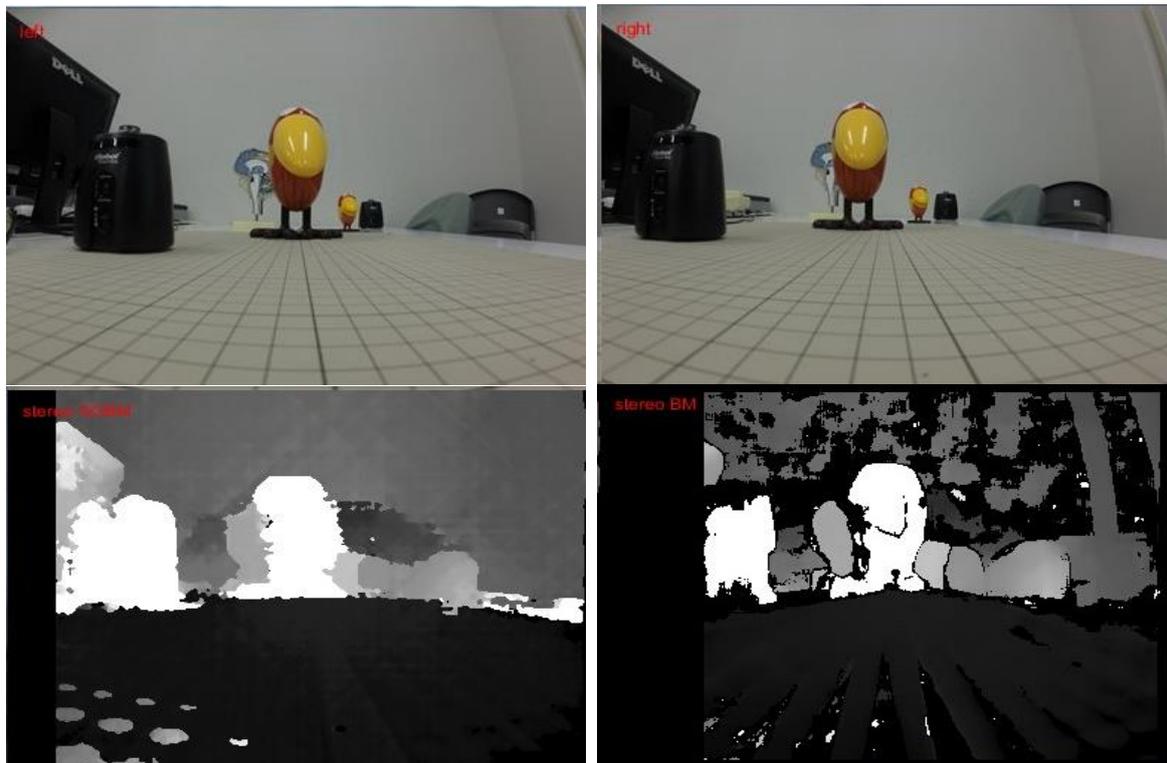


図4. 視差画像の比較：中心から距離2.0cm，高さ288×幅384，画質99%

(左上：カメラを中心から距離2.0cm左方向へ離して取得した原画像，右上：カメラを中心から距離2.0cm右方向へ離して取得した原画像，左下：SGBM法で処理した視差画像，右下：BM法で処理した視差画像)