

画像処理によるドローンの 自律飛行制御システムの開発

Development of Automatic Flight System for Drone with Image Analysis

時津 颯麻^{*1}, 中山 功一^{*1}, 岡崎 泰久^{*1}

Soma TOKITSU^{*1}, Koichi Nakayama^{*1}, Yasuhisa OKAZAKI^{*1}

^{*1} 佐賀大学理工学部知能情報システム学科

^{*1} Department of Information Science, Faculty of Science and Engineering, Saga University

Email: s-tokits@ai.is.saga-u.ac.jp

あらまし：災害発生時において、迅速な情報収集は重要である。災害によって交通網が麻痺し外部から進入できなくなった被災地、あるいは人間が進入することが危険な領域では、人間が直接進入して情報収集を行うことが困難である。本研究では、画像処理機能を持つドローン搭載自律飛行制御システムの開発を行った。このシステムでは、ドローン制御プログラム作成支援キットと画像処理ライブラリ OpenCV を利用する。このシステムを用いることにより、カメラからの入力画像の解析結果を利用した送信機の信号範囲外におけるドローンの自律飛行制御が可能である。このシステムを用いることにより、人間の進入が困難となる領域を対象にした遠隔地からの迅速な情報収集が可能となる。

キーワード：防災、ドローン、自律飛行、OpenCV、Raspberry Pi

1. はじめに

近年、台風や地震等を原因とする大規模な災害が多く発生している。災害発生時の事後対応において、現場の情報を迅速に把握することは非常に重要である。一方で、大規模な災害時は災害現場に近づくことが困難である場合があり、また、土砂災害等においては災害現場に接近することが危険を伴うことも多い。

この問題の解決のために、無人航空機ドローンを用いた情報収集システムの開発が行われてきた⁽¹⁾。このシステムは、ドローンと無線通信を行う送信機に携帯端末を有線接続し、端末から送信される飛行指示を送信機を経由してドローンに送信する。この手法では、送信機からの信号が届く 3km 程度の範囲内でなければ、飛行制御が行えないという課題が存在する。

この課題の解決のため、本研究では、災害現場における迅速な情報収集の手段として、画像処理機能を持つドローン搭載の自律飛行制御システムの研究開発を行った。

2. システムの開発環境

本システムのハードウェアは、飛行に用いるドローン DJI Matrice 100⁽²⁾ と、ドローンに搭載された Raspberry Pi 3 Model B+ を⁽³⁾、Raspberry Pi に接続された Raspberry Pi 専用カメラモジュールによって構成される。ドローンと Raspberry Pi は、3 ピンの RS232 規格でシリアル接続し、データの送受信を行う。

本システムのソフトウェアは、ドローンの物理的な制御全般を行うためのドローンに内蔵されたフライトコントローラー、および、Raspberry Pi に導入した DJI Onboard SDK⁽⁴⁾ を用いて C++ で記述された飛行制御プログラムで構成される。Raspberry Pi には、画像解析ライブラリ OpenCV⁽⁵⁾、および、Raspberry

Pi 専用カメラモジュールを、OpenCV から利用可能にするライブラリ Raspicam_CV⁽⁶⁾ を導入し、飛行制御プログラム内で利用している。

3. システムの開発

本研究で作成した飛行制御プログラムの動作を図 1 に、自律飛行制御システムを搭載したドローン「Matrice100」の外観を図 2 に示す。飛行制御プログラムはドローンを飛行させながら、Raspberry Pi 専用カメラモジュールから画像を取得する。取得した画像を OpenCV によって解析しカスケード型分類器を用いた物体検出を行う。目標物体を検出した場合、ドローンを目標物体の上まで飛行させ、直上からの撮影を行い、離陸位置まで飛行して着陸する。飛行範囲内に目標物体を検出できなかった場合、ドローンを離陸位置まで飛行させて撮影する。

飛行制御プログラムは当初、DJI Onboard SDK のフライトコントロール機能を用いた開発を行った。フライトコントロール機能はドローン現在位置から前後・左右・上下のどの方向に移動するか、角度をどのように変更するかを、送信機の操縦桿制御と同様の位置制御コマンドによって直接指定する制御方式であり、ドローンの角度を固定できるため、画像撮影時のカメラ角度の変化を考慮する必要がなかった。また、処理が単一の飛行命令で完結しているため、ある撮影地点に到達してから次の撮影地点への移動命令の間に、DJI Onboard SDK に依存しない OpenCV による画像解析処理を行わせることが容易である利点があった。

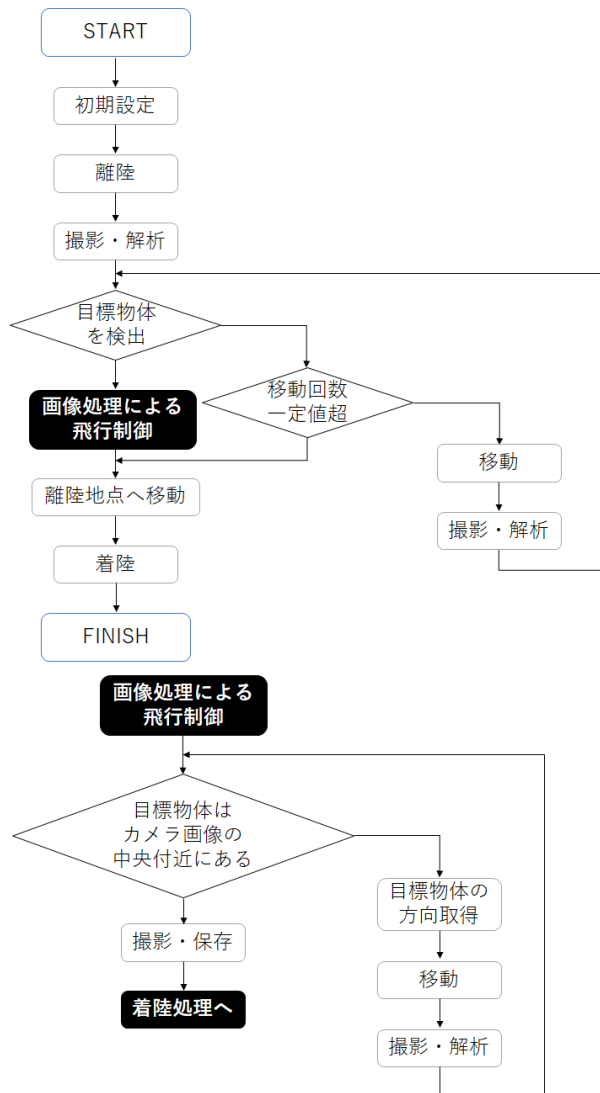


図 1：飛行制御プログラムの動作フロー図



図 2：自律飛行制御システムを搭載したドローン「Matrice 100」

飛行実験を行ったところ、プログラムの動作中にプログラム上の想定と実際の飛行経路に大きな差が生じ、また、自律飛行プログラムの動作中に送信機からの制御を一切受け付けなくなる事が確認された。プログラム上の想定と実際の飛行経路に大きな

差が生じた点については、ドローンに積載された補助バッテリーや、Raspberry Pi を始めとするペイロードの重量によって、プログラム上で用いられている飛行距離指定用の変数の数値と、実際の飛行距離が一致しなくなったためと考えられる。自律飛行プログラムの動作中に送信機からの制御を一切受け付けなくなる点については、位置制御コマンドによって直接ドローンの飛行を制御しているため、送信機からの信号による命令が、切り捨てられていると考えられる。

これらの問題の解決のため、ウェイポイントミッションによる飛行制御を行うプログラムへの改良を行った。ウェイポイントミッションは、緯度・経度・高度を用いてドローンの到着位置であるウェイポイントを定義し、ウェイポイント間を順番に飛行し、ウェイポイントごとに指定されたアクションを実行する飛行方式である。ペイロードの重量に依存せず、指定された位置まで飛行を行うため飛行経路の指定が容易となり、またミッションによる飛行中も送信機の操縦桿によって位置や角度の調整が可能である。ウェイポイントミッションによる飛行はモバイル端末を用いた飛行制御方式である DJI Mobile SDK でも可能であるが、DJI Mobile SDK におけるミッションの継続性は送信機とドローンの無線接続に依存しているため、通信が途絶するとミッションが中断する恐れがある。一方、DJI Onboard SDK によるミッションは無線接続が切れても続行可能である。

4. まとめと今後の課題

本研究では、画像解析機能を有するドローン搭載自律飛行制御システムの開発を行った。本システムを利用することで、人間の進入が困難となる危険な災害領域において、安全かつ効率的な災害情報の収集が可能となった。

今回開発したシステムでは、外部から飛行経路の変更等ができない。ドローンが送信機の信号範囲内にあれば、DJI Mobile SDK と連携することでより高度な自律飛行が可能となるため、今後の課題である。

参考文献

- (1) 田原誠太郎, “緊急車両の移動経路の状況把握を支援するドローンシステムの開発,” 佐賀大学理工学部知能情報システム学科卒業論文 (2018.2)
- (2) DJI, Matrice 100: 開発者向けクラウドコプター, <https://www.dji.com/jp/matrice100> (2019.2.10 参照)
- (3) Raspberry Pi Foundation, Raspberry Pi - Teach, Learn, and Make with Raspberry Pi, <https://www.raspberrypi.org/> (2019.2.10 参照)
- (4) DJI, Onboard SDK, <https://developer.dji.com/onboard-sdk/>, (2019.2.10 参照)
- (5) OpenCV team, OpenCV library, <https://opencv.org/> (2019.2.10 参照)
- (6) robidouille, robidouille/raspicam_cv, https://github.com/robidouille/robidouille/tree/master/raspicam_cv (2019.2.10 参照)