

iOS と Android に対応したクワドロータの リモートコントロールアプリケーション

Remote Control Application for a Quadrotor Supporting iOS and Android

○学 邵 露 (山口東京理科大学大学院) 正 永田 寅臣 (山口東京理科大学大学院)
正 渡辺 桂吾 (岡山大学大学院)

Lu SHAO, Sanyo-Onoda City University, fl15047@ed.socu.ac.jp

Fusaomi NAGATA, Sanyo-Onoda City University, nagata@rs.socu.ac.jp

Keigo WATANABE, Okayama University

We developed an application software compatible with iOS and Android with the aim of enabling a quadrotor to easily perform complex tasks on a smart phone. The operability and usefulness of the proposed user interface are experimentally evaluated using two kinds of applications available on iOS and Android. The application is developed for a quadrotor to conduct two functions, i.e., rounding and mission planning.

Key Words: Quadrotor, iOS and Android Application, User Interface, Rounding, Mission Planning

1 緒言

近年, UAV(Unmanned Aerial Vehicle)を使った研究が盛んに行われている。例えば, Sanna らは GPS 信号を利用できない室内空間においてキネクトと画像処理を応用したユーザインタフェースを提案している [1]。また, Chen らは環境調査にできる UAV システムを提案し, 地上に設置した PC が算出した軌道計画に沿った飛行を可能にしている [2]。UAV を無線通信で運用する場合には, PC や専用コントローラが一般的に用いられている。電子機器の中で, 特に iPhone などのスマートフォンが急速に普及したのは, 簡単な操作性と易動度 (Mobility) の高さにある。そのため, 柔軟性と使いやすさに優れたスマートフォンを使って UAV を制御したいというニーズがある。前報では iPhone など iOS 端末を使って操作者の周りを旋回するラウンディングと複数の飛行タスクを実行できるミッションプランニングの機能について検討し, クワドロータに実装した [3, 4]。本研究では, iOS に加えて Android 上でもクワドロータの複雑なタスクを実行できるように, 任意の位置を中心に旋回できるラウンディング機能, 目標ロック制御, 距離制御及びミッションプランニングという機能を開発する。Mac iOS と Android がそれぞれ搭載されたデバイスを使用した飛行実験により操作性と有用性を評価する。

2 実験システム

Fig. 1 には実験で使った DJI 社のクワドロータ Matrice 100 を示す。Fig. 2 のように iOS 上で利用できる開発環境である Xcode, Android Studio および DJI 社が提供する Mobile SDK を用いて, iPhone 端末と Android 端末を使ってラウンディング, 目標ロック制御, 距離制御及びミッションプランニングの機能を実行できる携帯電話搭載用にカスタマイズされたモバイルアプリケーションを開発した。これは, クワドロータに搭載された Windows PC が DJI Onboard SDK の Onboard API 機能を使用しながら飛行動作を遠隔監視制御し, 内蔵のスマートナビゲーションモード (Intelligent Navigation Mode) を使用して事前に設定した経路に沿った自律的な飛行を行うことで実現した, 「スマートフォンから直接実行できるユーザインタフェースの開発」である。開発言語は Swift である。スマートフォンの操作時, スマートフォンからの指令はシリアル接続を介して専用コントローラである C1 コントローラへ送られる。C1 コントローラは無線 (922.7 927.7 MHz, 出力電力: 9 W, 通信距離: 2 km) により, クワドコプタに内蔵された Windows PC へと指令を送信する。逆に, クワドコプタに搭載されている GPS センサで得られる位置情報や, 超音波センサで計測される高度情報をスマートフォンにフィードバックできる。



Fig.1 Quadrotor Matrice 100 used in experiments.

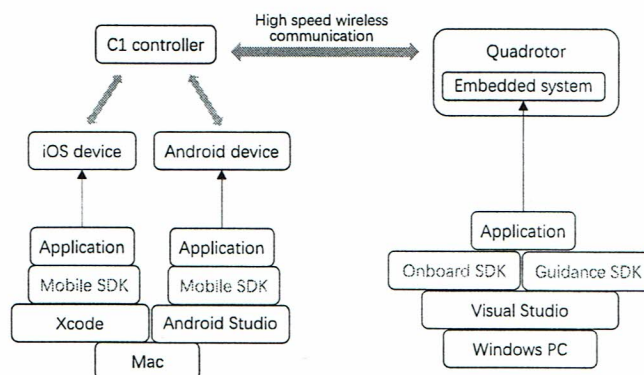


Fig.2 Software development environment based on three SDKs provided by DJI.

ここでは, 前述の開発環境を使ったクワドロータのためのラウンディング機能とミッションプランニング機能について説明する。まず, ラウンディングは目標ロック制御や距離制御などを使ってターゲットの周りを移動する機能である。目標ロック制御とは, 操舵制御用 PD (比例微分) コントローラにスリップ角を目標値として与えることであり, このときヘッドは目標中心方向に制御される。スリップ角は目標中心方向と現在の正面方向との誤差角度である [5]。距離制御は, 維持したい目標のサ라운드距離と超音波センサで計測した目標中心地点までの距離との誤差を距離制御 PD コントローラにフィードバックすることであり, コントローラの出力は設定されたサ라운드距離で飛行するようにクワドロータを制御するために使用される。ラウンディング機能実行

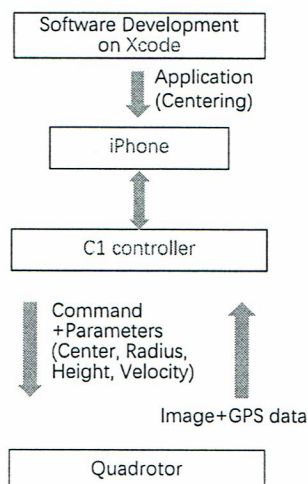


Fig.3 Flowchart of the proposed rounding function developed using Swift code.

時は、Fig. 3 のようにスマートフォンからクワドロータに対して、目標の旋回中心位置、目標高度、目標半径、目標速度などを与えることができる。画面上に表示される Tencnet マップ上で旋回の中心位置を設定できるために、例えば、目標地点周辺の監視行動を行わせることができる。Tencnet マップとは、中国の Tencnet 社が提供する緯度と経度を取得できるサービスである [6]。次に、ミッションプランニングは飛行距離、飛行速度、耐強風性能などクワドロータが持つ飛行性能の制約の範囲内で、複数の目標地点、地形、気象条件および他の環境情報に基づき複数のタスクから構成されるミッションを実行できる機能である。この機能でも、Android で利用可能な Tencnet マップを使用して、オペレータは複数の経路を目的のタスクポイントとして簡単に入力することができる。クワドロータは GPS センサからの信号をもとにタスクポイントに沿って自動的に飛行できる。

なお、飛行中の予期できぬバッテリー切れ、強風や突風による急激な姿勢変動、電波到達範囲外へ逸脱などの緊急なトラブルが発生した場合は、Onboard API に含まれる緊急着陸の関数をコールし、その場に退避できるようにしている。

3 実験結果

本章では、前章で紹介したラウンディング機能とミッションプランニング機能の有効性を検証するため、実機クワドロータを用いて実験を行った。最初の実験では、iPhone 端末を使ってクワドロータに目標の旋回位置、高度、速度、半径を与え、ラウンディング機能の評価した。Fig. 4 に示すように、iPhone 端末上では目標地点の状況を遠隔監視することができた。このとき、ラウンディング機能により、一定の半径を維持しながら目標地点を注視させることができた。また、前報ではオペレータが持つ iPhone 端末を中心としたラウンディング機能のみであったが、本開発により目標の旋回中心地点を任意に変更することができるようになったため、柔軟性が高まった。次に、ミッションプランニング機能の評価実験を行った。Fig. 5 のように Android 端末を使用して目標経路に沿った通過点の GPS 情報を入力したミッションプランに基づき、クワドロータを遠隔制御できた。目標飛行軌道から逸脱しても GPS 信号をモニターすることで自動的にもとの飛行軌道に戻ることができた。また、Fig. 6 のように悪天候の強風により突然不安定な状態に陥った場合には、自動制御によるミッションプランニングの機能を中断し、手動操作に切り替えて安全に着陸させることができた。

4 結言

前報では iPhone を使って簡単にラウンディング機能とミッションプランニング機能を実行できるクワドロータのためのアプリケーションを開発していた。本研究では、iOS に加えて Android 上でもクワドロータが複雑なタスクを実行できるように、ラウンディング、目標ロック制御、距離制御及びミッションプランニング

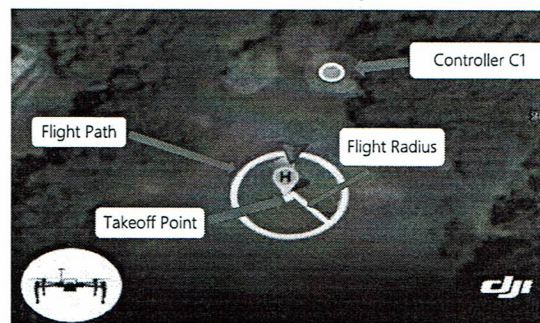


Fig.4 Rounding scene viewed on iPhone's display.

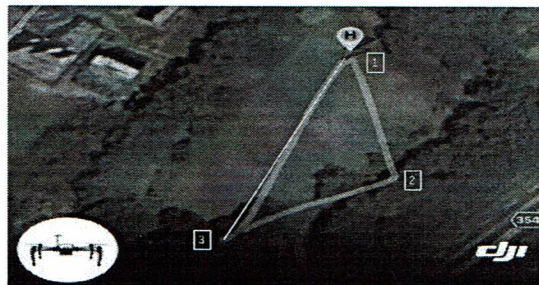


Fig.5 Mission planning including three points viewed on Android's display.

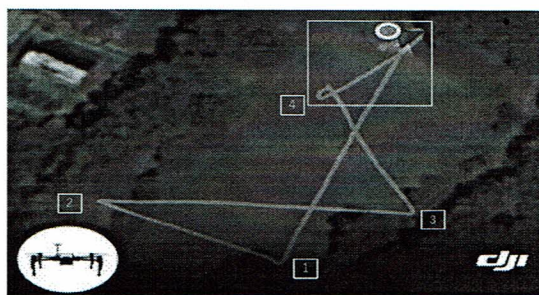


Fig.6 Mission planning including four points viewed on Android's display.

グという基本機能を開発した。Mac iOS と Android がそれぞれ搭載されたデバイスを使用した飛行実験により、高い操作性と有用性を確認することができた。今後は、人工知能による高度な画像処理機能をクワドロータに搭載し、環境計測に応用するための研究を行なう予定である。

参考文献

- [1] A. Sanna, F. Lamberti, G. Paravati, F. Manuri, "A Kinect-based natural interface for quadrotor control," *Entertainment Computing*, Vol. 4, No. 3, pp. 179-186, 2013.
- [2] G. Chen, R. Wang, W. Dong and X. Sheng, "A Trajectory Planning and Control System for Quadrotor Unmanned Aerial Vehicle in Field Inspection Missions," *Procs. of International Conference on Intelligent Robotics and Applications (ICIRA2017)*, pp. 551-562, 2017.
- [3] Z. Lu, F. Nagata, Keigo Watanabe, Maki K, Habib, "iOS Application for Quadrotor UAV Remote Control - Implementation of Basic Functions with iPhone -," *Artificial Life and Robotics*, Vol. 22, No. 3, pp. 374-379, Springer, 2017.
- [4] Z. Lu, Fusaomi Nagata, Keigo Watanabe, "Mission Planning of iOS Application for a Quadrotor UAV," *Artificial Life and Robotics*, Vol. 23, No. 3, pp. 428-433, 2018.
- [5] L. Qu, H. Mo, "Research on Surround Flight Control of Unmanned Aerial Vehicle," *Artificial Intelligence and Robotics Research*, Vol. 6, No. 4, pp. 1-10, 2017.
- [6] <https://www.tencent.com/en-us/>