

## Ardupilot を用いたセンサとエッジ処理による自律飛行 UAV の試作

三崎 慎也<sup>†</sup> 菅田 唯仁<sup>†</sup> 荒川 豊<sup>†‡</sup> 安本 慶一<sup>†</sup><sup>†</sup> 奈良先端科学技術大学院大学 <sup>‡</sup> JST さきがけ

## 1. はじめに

UAV は様々な改造を行うことが可能であるため屋内・屋外問わず、様々な環境下で使用されてきた。その中で UAV を自律飛行させる研究が行われており、それらの技術は自動運転車の分野で研究されている要素技術との共通点が多く存在する。しかし自動運転車と違い 3 次元空間を移動することに起因する多くの要求と、重量上の制限という 2 つの課題を解決する必要がある。3 次元空間を安定して飛行するためには人や障害物を回避する必要があり、従来の UAV に搭載されているセンサではこれを行うことができないためセンサの増設を行う必要がある。しかし、従来のフライトコントローラ (Flight Controller, 以下 FC) ではプログラムが変更できないため、リアルタイムによる制御が困難である。

そこで著者らのグループではオープンソースである Ardupilot とコンパニオン PC を組み合わせた屋内、屋外に依存しない安定した自律飛行が可能なシステムの提案する。コンパニオン PC に増設したセンサのデータと現在の UAV の状態を入力し、その解析結果をもとに制御データを FC に送信することで安定した自律飛行ができる。屋外では GPS や気圧センサ、屋内では超音波センサ、深度センサ、サーモセンサなどを使用することで安定した自律飛行を実現し、さらにサーモセンサで人を認識した場合に近づいて撮影を行うことによって高解像度のカメラを搭載する必要がなく、災害時の UAV による要救助者の発見が実現可能であると考えた。

## 2. 関連研究

本研究で試作を行う UAV はセンサから取得したデータの処理を行い、状況に合わせた飛行を行うことが可能なものである。本章ではこのモジュールを開発する上で必要な UAV の自律飛行に関する既存研究、システムを概観する。

## 2.1 位置情報を使用した自律制御

現在、GPS などの位置情報によって自律飛行を行う UAV の研究、開発が行われている。多くの UAV は

GPS を使用し、地図上にあらかじめ設定しておいた場所を飛行する計画飛行を行っている。全天候型災害支援用ドローン千鳥<sup>[1]</sup>ではオフライン地図によって、インターネット接続範囲外で飛行した場合であっても安定した自律飛行が可能となっている。このほかにも農業散布型 UAV である XAIRCRAFT p20<sup>[2]</sup>では RTK ポジショニングシステムによって GPS よりも正確な位置情報を取得することができる。しかし、GPS や RTK を使用する場合、屋内では位置情報を取得することができないため屋内での自律飛行は難しい。そこで空撮サービス株式会社で開発された自動飛行システム<sup>[3]</sup>ではレーザー測量機によって位置情報を取得することにより、屋内でも安定した自律飛行を可能にしている。しかし、レーザー測量機を屋内に設置する必要があり、レーザーの届く範囲となるため障害物による影響を受けやすい問題がある。

## 2.2 画像認識を使用した自律制御

位置情報を使用した自律飛行では地図データをもとに飛行を行っているが、地図データには建物の高低に関するデータは含まれていないため衝突する可能性がある。そこで UAV に様々なセンサを取り付けることで自律飛行を行う UAV の開発が行われている。岡崎らは UAV にカメラを設置し、画像認識をリアルタイムで行うことで人や障害物を回避して状況に応じた自律飛行を行うシステムの研究<sup>[4]</sup>を行っているが、制御データの送信用コントローラが必要となるため、その通信範囲内でしか飛行が行えない問題がある。また、菊池らは屋内専用開発された UAV を用いて床や壁に設置された AR マーカを使用することでコントローラなしで屋内を制限なく自律飛行を行うシステムの研究を行っている<sup>[5]</sup>。しかし、空調など風の影響を受けると機体が流されるため、AR マーカを読み取れず位置情報を取得することができない。

## 3. 提案システム

本研究の目的は屋外、屋内関係なく安定した自律飛行が可能である UAV の試作を行うことである。従来 UAV に使用されている FC は DJI の NAZA シリーズ<sup>[6]</sup>であることが多い。この FC は安定した飛行が可能で操縦がしやすいこともあり、DJI で販売されている UAV の FC として広く浸透している。しかし、NAZA では内部のプログラムを変更することができないため、

Prototype of UAV for the autonomous flight with sensor and edge computing using Ardupilot

<sup>†</sup> Nara Institute of Science and Technology

<sup>‡</sup> Japan Science and Technology Agency

UAV に自律飛行を行わせることが困難である。そこで著者らのグループでは UAV のオープンソースの自動制御システムである Ardupilot<sup>[7]</sup> をファームウェアとしている PixhawkMINI と呼ばれる FC を使用することを検討した。Ardupilot とは、Github 上で公開されているオープンソースであり、テレメトリーシステムが使用可能であるため機体の情報をリアルタイムで観測することが可能であり、どのような操作が行われていたかをログデータとして保存することも可能となっている。また、Mission Planner も用意されており、PC で離陸、着陸、way ポイント、高度など事前に飛行方法を設定することができる。そのため産業用 UAV や業務用 UAV の FC として使用されることが多い。この FC には GPS、加速度、ジャイロ、方位、気圧センサと一般的な UAV に搭載しているセンサが搭載されているがこのセンサだけだと屋内での安定した自律飛行が難しいといった問題がある。そこで UAV にコンパニオン PC と新たなセンサを搭載することによって屋内でも安定した飛行が可能になるのではないかと考え、新たなシステムを設計する。提案システムの構成図を図 1 に示す。屋外では Mission Planner によって事前に飛行方法を決定し、新たに搭載したセンサの情報と FC から出力される UAV の現在の状態をコンパニオン PC に送信し、処理を行いその解析結果を元に FC に制御データの送信を行うことで自律飛行を行うシステムとなっている。これにより、プロポなどのコントローラを必要とせず、UAV 単体で屋内屋外関係なく安定した自律飛行が可能で UAV 開発が可能であると考えた。

そこで我々は、図 2 に示すような UAV 単体で屋内外を容易に行き来することが可能なシステムを考案した。屋外では GPS、気圧センサを使用し、安定した自律飛行を行いつつサーモセンサで人を探索、撮影行う。これにより、高解像度のカメラを搭載する必要がなくなるためコストを低く抑えることが可能である。また、屋内や非 GPS 環境下では超音波、深度、サーモセンサによって壁や人、障害物への衝突を避けながら自律飛行を行い、屋外から屋内に入るときは深度センサを用いて UAV が進入可能であるかを判断や人の往来を判断し、スムーズに進入できるようにする。これにより UAV は屋外屋内関係なく飛行することが可能となるので、災害現場において、サーモセンサによって上空から人物を探索し、発見すると近づいて撮影を行い再び上空に戻る。屋内であれば UAV で進入可能な場所を探索し、超音波センサや深度センサによって安定した自律飛行を行いながら、サーモセンサで反応のあった部屋全体の撮影を行うことが可能である。

#### 4. おわりに

本稿では Ardupilot を用いた屋内外自立航行システムを提案した。今後の課題としては、提案システムで使用するセンサの選定および機能の実装や実地実験などが挙げられる。

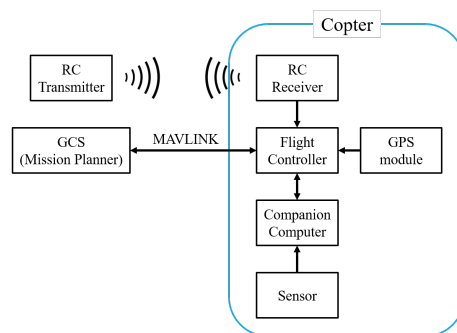


図 1 提案システムの構成図

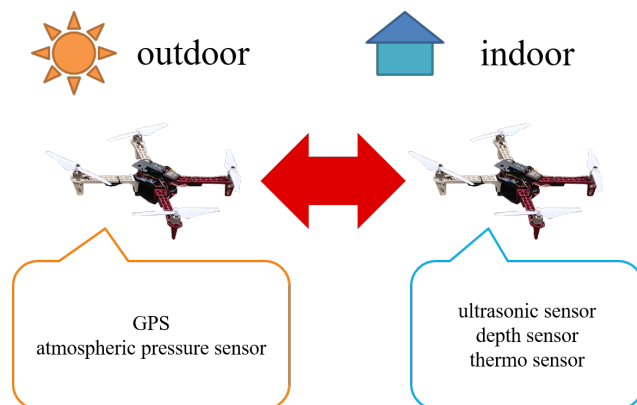


図 2 システムに使用するセンサの構成図

#### 謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金（15H05708）の支援によって実施されている。

#### 参考文献

- [1] 全天候型災害支援用ドローン千鳥: “<https://www.harada-bussan.jp/goods/chidori/>”, (最終閲覧日: 2019/01/10).
- [2] XAIRCRAFT P20: “<http://xaircraft.jp/>”, (最終閲覧日: 2019/01/10).
- [3] レーザー測量機を使用した自立飛行の安定化: “<https://www.0photo.co.jp/blog/2018/11/02/522/>”, (最終閲覧日: 2019/01/10).
- [4] 岡崎豪: 「損害調査のための物体検出を用いた無人航空機のリアルタイム制御」, 人工知能学会全国大会論文集 2018 年度人工知能学会全国大会 (第 32 回) 論文集, p. 4M202. 一般社団法人 人工知能学会, 2018.
- [5] 菊地慶仁, 加島正爽: 「AR マーカーに基づくドローンの自律飛行」, 2018.
- [6] DJI NAZA N3 Flight Controller: “<https://www.dji.com/jp/n3/>”, (最終閲覧日: 2019/01/11).
- [7] Ardupilot: “<http://ardupilot.org/>”, (最終閲覧日: 2019/01/11).