

イントロダクション

衝突回避 / 室内航行 / 小型化 / 振動抑制など

ドローン開発は技術課題がたくさんあるから楽しい!

春原 久徳



図1 山間部の物流

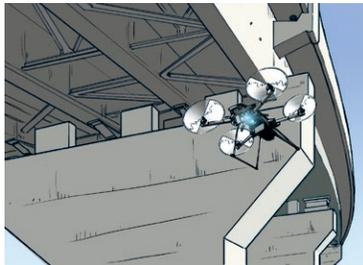


図2 橋の点検



図3 工事の進捗確認



図4 リモート・センシング



図5 監視



図6 農薬散布

● 空撮から仕事での利用へと変わってきた

ドローンの利用シーンは2015年まで空撮が中心でした。2015年末にドローンの利用分野を広げるために航空法が改正され、多くの分野での利用が進められています。物流の分野では、特に山間部や離島など、搬送が困難な地域で検討が進められています(図1)。

段階を踏みながら進められてきたドローンをめぐるルールも、2022年10月にレベル4(人口集中地域の目視外飛行)が解禁される中、国としての最初のステージが完了し、ドローンの業務活用は本格的に進んでいくと思います。

● 用途は大きく3つ

ドローンの用途を分類してみます。大きく3つに分かれ、空撮、情報収集、作業代替が挙げられます。

空撮の用途では映画やCM、ドラマといったハイエンドなものから、観光地や不動産といったものを対象

にした商業空撮まで幅広く利用されています。

情報収集の用途ではドローンに搭載したカメラやセンサーで、測量、点検(図2)、工事進捗確認(図3)、リモート・センシング(図4)、調査、監視(図5)などを行います。

作業代替の用途では物の運搬、物流、農薬散布(図6)などが考えられます。場合によっては塗布や切断といったものもあるでしょう。

● 国が実用化を後押ししている

日本では、2015年から実用化に向けて国が動き始めました。当時アマゾンが手がけようとしていた物流での利用が報道されたこともあり、2015年11月に安倍晋三首相(当時)が「早ければ3年以内に小型無人機(ドローン)を使った荷物配送を可能にする」と宣言しました。それを受けて物流や運搬におけるドローン活用の検討が行われ、物流での活用を進めるためのロー

表1 知っておきたい…ドローン開発に携わると耳にしそうな用語

用語	説明
A2	DJIのフライト・コントローラ。最大5W出力。GPSや慣性センサを搭載する
A3	DJIのフライト・コントローラ。最大8W (A3)、最大16W (A3 PRO) 出力。GPSや慣性センサを搭載する。D-RTK GNSSに対応し、cm単位でのホバリング精度を持つ
ACSL	日本の産業用ドローンの機体メーカー。ACSLはAutonomous Control Systems Laboratoryの略。2013年に設立。東京都江戸川区に本社がある
ArduPilot	狭義にはオープンソースのフライト・コントロール・ソフトウェア。広義にはコミュニティを示す(https://ardupilot.org/)
DJI	本社は深センにある、代表的ドローンの機体メーカー。創業は2006年。世界で7割のシェアを持っている
i-Construction	国土交通省が進めている「ICTの全面的な活用 (ICT土工)」などの施策を建設現場に導入することによって、建設生産システム全体の生産性向上を図り、魅力ある建設現場を目指す取り組み
NAZA-M	DJIのフライト・コントローラ。2013年～2016年ぐらいまでメインで使われていた
Pixhawk	オープンソース系のフライト・コントローラ。3DRが当初は販売していた。回路のソースが開示されており、互換機が多数存在する
SLAM	Simultaneous Localization and Mappingの略で、自己位置推定と環境地図作成を同時に行う技術
イームズロボティクス	日本の産業用ドローンの機体メーカー。2015年に(株)enRouteと業務提携を結び、産業用ドローン・ビジネスへ本格進出した。2018年に現社名に社名変更。福島県南相馬市に本社がある
プロドローン	日本の産業用ドローンの機体メーカー。2015年に設立。愛知県名古屋に本社がある

ドマップが提示されました。その最終的な成果が2022年10月に施行される予定のレベル4の解禁です。

▶農業での利用状況

日本では、ヤマハ発動機の産業用無人ヘリが水田での農薬散布に利用されていたのですが、1000万円以上と高価だったので、ドローンの農薬散布機が多くのメーカーで開発されました。この分野では国内だけでなく中国DJIも開発に参入しました。農業機械最大手のクボタが推したこともあり、農薬散布機のシェアはDJIが一番高くなっています。

▶土木での利用状況

国土交通省がi-Constructionという取り組みの中で、土木における測量に関してドローンを使った写真測量を推進したのですが、ここでもDJIの空撮用の汎用機(PhantomやInspire)が高いシェアを得ました。

太陽光パネルや屋根の点検、橋などのインフラ点検、建物点検、プラント点検といった領域においてもドローンの活用が進んでいます。日本において人口減少といった流れの中で、インフラを中心として、新規に構造物を建設するよりも、よりメンテナンスが重要になってきています。その分野でドローンやロボットへの期待が大きく、日本においては一番市場規模が見込まれています。

●日本の3大メーカー

2019年までの日本におけるドローンのプラットフォームを整理します。日本の機体メーカーの御三家と言われているACSL、プロドローン、イームズロボティクスがあります。各社がフライト・コントローラに何を使っているかは順番に、独自、独自(以前はDJI中心)、オープンソースのArduPilotベースとなります。

御三家以外の国産ドローン機体メーカーでは、入手性も高く使いやすいDJIのNAZA-MやA2^{注1}、A3などを使っているケースが多かったです。

ところが2020年に政府によってドローンのセキュリティの指針が出され、各新聞がその動きを「中国機排除」という形で報道すると流れが一変しました。また、その局面でちょうど実証実験から実装に仕掛かっていた企業(上場企業を中心として)が多く、そこでの役員会の決議においてDJIのプラットフォームが通りにくくなりました。そういったこともあり、DJIのフライト・コントローラを使っていた機体メーカーは、別のものに移行せざるを得なくなりました。

●オープンソースのフライト・コード

その中でオープンソース系のフライト・コントローラ^{注2}(Pixhawk、米国3D Robotics社)を採用する機体メーカーが増えていきました。また、そういった環境の中で、ドローンは空撮を中心とした汎用性の高いものから、より業務に特化した機体制御や機体管理が求められるようになっていきました。

この特集では、今後より重要度が増していくドローンの機体制御(自律飛行)の理解を深め、技術を向上させていくため、さまざまな角度からのアプローチがなされています。特にドローンのOSともいえるフライト・コードの理解を深めるため、そのソースコードが開示されているArduPilotを中心に解説しています。

注1: 表1によく耳にしそうな用語を整理しました。

注2: フライト・コントローラは、マイコンや慣性センサなどを搭載したモジュールを指します。フライト・コードは、飛行のためにマイコンに搭載するプログラムを指します。

広がる世界

1日レッスン

なぜ飛べるのか

飛行体の基礎知識

フライト・コードの基礎知識

ArduPilotの制御の流れ

飛行シミュレータ

無線のルール

法律



図7 衝突回避…適切な方向への移動は開発途上



図8 壁のそばでは気流が変化しやすく飛行が安定しない



図9 自己位置推定では誤差が蓄積するという課題が残る

なお、PixhawkとArduPilotは、オープンソースのフライト・コードとして多くの人に利用されています。

これからの機体制御で求められている技術

ここからはこれからのドローンに求められる機体制御の技術を整理します。

● 衝突回避

現状でも衝突回避の技術は実装されつつあるのですが、まだ障害物を認識し、そこで止まるだけです。もう少し進んだ技術でも、決まった方向によけるといふ機能が実装されているまでが多く、適切な方向へ移動する技術は開発途上です(図7)。

● 壁に近接した安定航行

建築物の点検などにおいて、壁に近接した形で作業を行うケースが求められています。壁のそばでは気流が変化しやすく安定しません(図8)。自律飛行プロセスの中の位置制御プロセスで、目的地点に到達しない場合はより過剰な反応を示す動きとなり、それが不安定さとなっています。そのような不安定さをなくすためには、人間が操縦するときのように、よりバランスのとれた自律飛行を行う必要があります。

● 室内航行(GPS/GNSSが届きにくい環境)

点検や監視といった分野で室内でのドローンの活用が求められています。現状においてはSLAM(Simultaneous Localization and Mapping, 自己位置推定と環境地図作製を同時に行う手法)といった技術を中心に、開発が進められています(図9)。しかし、次のような課題があります。

▶位置推定の誤差が蓄積し、真値から大きく外れる
誤差の蓄積によって地図データが崩れたりひずんだりするため、それ以降の探索が困難になります。

▶位置推定に失敗し地図上の位置を見失う

画像や点群によるマッチングでは、ドローン機体の運動は考慮されておらず、非連続的な姿勢推定結果を出力する場合があります。

▶画像処理/点群処理/最適化の計算コストが高い

計算コストが高いということは、よりエネルギーを使うこととなり、飛行時間が少なくなります。

こういった課題をどう克服していくのかも重要です。

● 機体の小型化

狭い場所での活用も求められています。そのためには機体の小型化が必要ですが、小さな機体は機体の軽さもあり、動きが激しくなりやすいです。また、バッテリーとのバランスをどう取るのかも問題です。

● 機体の振動

長時間飛行のためエンジンを搭載し、そこで発電するハイブリッド型のドローンも開発されています。しかし、エンジンの振動がドローンの自律航行に重要な位置を占めている慣性計測装置(IMU)に影響を与え、自律の精度が悪くなるという問題があります。

* * *

幾つかの求められている技術を挙げました。実用の現場でドローンを使いやすく、安定的に、安全に運用していくためには、まだまだ多くの技術課題があります。

ぜひ、今回の特集でドローンの機体制御の理解を深めて、こういった課題克服にチャレンジしてください。

すのはら・ひさのり