

ドローンの自動再現飛行および障害物回避技術の開発・検証

Development and Verification of Drone Technologies for Automated Flights and Obstacle Avoidance

ドローンによる樹木繁茂下での自動飛行・撮影技術の確立を目指して

本研究は、樹木繁茂下の配電線に係るドローン巡視において、マニュアル操作で障害物を回避した飛行ルートを基に、このルートを再現する自動飛行および撮影の技術の開発・検証を行った。この技術では、マニュアル操作での飛行ルートの記録機能、これを再現する自動再現飛行機能、および記録時と飛行時の環境変化に起因した障害物（例：樹木の生長や倒木など）を回避する機能を具備する。



執筆者
先端技術応用研究所
情報技術グループ
難波 隆博

1 背景・目的

2020年に、ドローン操縦者の技能補助を目的に配電設備上空を自動飛行し、設備を自動撮影するアプリを開発した¹⁾。しかし、実際の台風災害の現場では、配電線が樹木で覆われ、上空からの撮影が困難であった。そこで、本研究では、事業場配備済の小型汎用ドローンの活用を前提に、樹木を回避したマニュアル飛行を再現する技術及び、飛行記録時と再現時の環境変化による障害物を回避できる技術の開発に着手した。

2 自動飛行技術の開発

(1) 自動飛行技術の概要

本研究では、これまでの自動飛行技術で飛行できなかった樹木繁茂下での自動飛行・撮影を可能とすることを目指している。このため、マニュアルでの飛行・撮影ルートをソフトウェアで記録し、再現する機能と、環境変化による障害物をカメラ映像で検知し、ドローンの進行可否を判断する機能を組み合わせた自動飛行技術の開発を進めている。

(2) 再現機能の概要

再現機能は、設備直上からの撮影が困難な場所に対して、設備を手動飛行で巡視し、その飛行ルートを記録し、この飛行ルートをソフト的に再現することにより再現飛行が可能となる（第1図）。

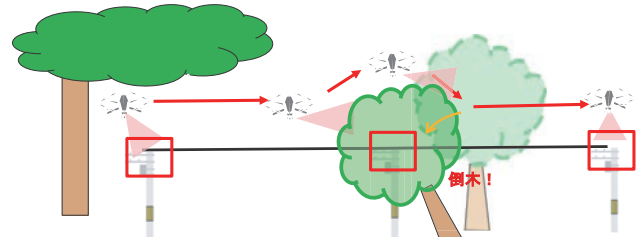


第1図 再現機能の概要（左：手動飛行の記録、右：再現飛行）

(3) 障害物回避機能の概要

障害物回避機能は、マニュアル操縦の再現飛行を前提とし、飛行・再現前後の環境変化に対応する障害物判定機能

と回避機能を追加し、検証を行う。進行方向のカメラ映像により「空間」と「樹木等の障害物」を認識し、ドローン進行可否を判定する（第2図）。ただし、記録したポイント間移動時において、判定機能に使用するカメラの向きは進行方向に限定する。

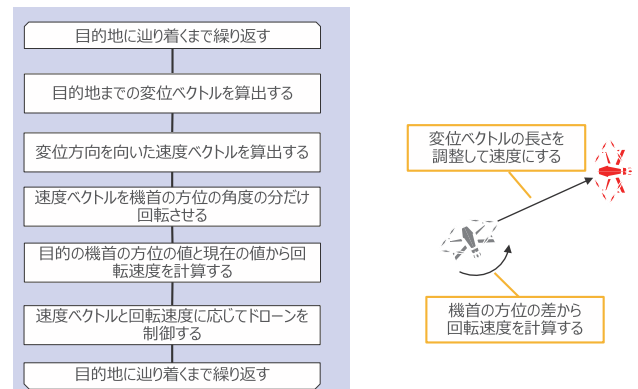


第2図 再現前後の環境変化に対応する障害物回避イメージ

3 マニュアル飛行の再現機能の開発・検証

(1) 再現機能の開発

人間系（マニュアル）操作で樹木を回避しながら飛行・撮影した成功事例（飛行ルート・撮影方法）をソフト的に再現する。そのために、マニュアル操作による飛行・撮影を行い、その過程で一定間隔ごとにドローンの3次元位置、カメラパラメータ（パン、チルト、ズーム）、および機首の向きを収集し、これを飛行ルートとして記録する。この飛行ルートを基に、自動操縦による再現飛行を行う（第3図）。



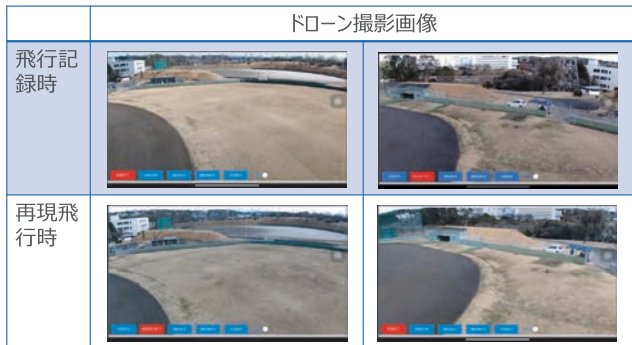
第3図 再現機能フロー（左）と飛行動作イメージ（右）

(2) 再現機能の検証

本機能を実機で検証した。試験には、事業場で使用しているDJI製Mavic 2 Zoomと、現場で利用可能なタブレット(iPad Air(第4世代))を使用した。野球場をホームベースから順に内野グラウンドを一周する軌道を使って試験を行った。飛行速度は1m/sで、機首の方位角を変えながら曲線的な経路を作成し、再現飛行を実施した。結果として、手動飛行経路を再現経路で正確に再現できることが確認できた(第4図)。ドローン撮影画像では、記録時と再現時で中央の対象がおおむね一致しており、GPS誤差範囲内の精度(1~2m)とカメラパラメータの再現性が確認できた(第5図)。これにより、マニュアル飛行の再現機能が正常に機能することが検証できた。



第4図 記録ポイントと再現飛行のルート軌跡 (Googleマップ上に描画)

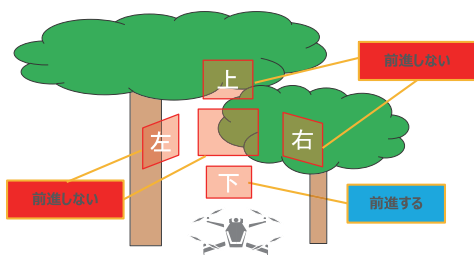


第5図 記録時と再現時の撮影画像

4 障害物回避機能の開発・検証

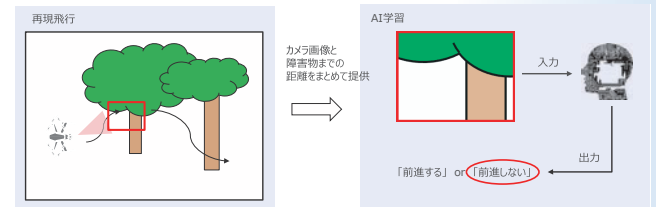
(1) 回避機能の開発

障害物の検知と回避ルートの探索イメージを示す(第6図)



第6図 障害物を回避した移動方向探索イメージ

図)。障害物検知AIは、実際の画像と3Dシミュレータの森林データを学習データに用いた2値分類(「前進する」・「前進しない」)の画像分類モデルである(第7図)。AIが「前進しない」を出力した場合、ドローンは上下左右(全て斜め前方向)の4方向から最適な移動方向を探索する。なお、探索の優先順位は、配電設備の撮影が目的であるため、電柱の電線位置座標の方向を優先し、AI判定を行う。障害物を回避後、前方に障害物が無くなったなら再現ルートに戻るようになっている。



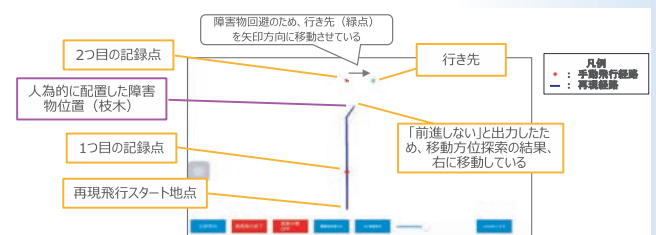
第7図 画像分類による障害物判定イメージ

(2) 回避機能の検証

障害物回避時の状況を示し(第8図)、ドローンの飛行軌跡を示す(第9図)。検証機は前章と同じである。記録したルートを再現飛行する際に、ルート間に人工的に枝木を配置し、検証を行った。ドローンのカメラの先に木があるが、障害物判定により捉えたことによってドローンの機種を右にずらし、進行方向を更新していることが確認できた。



第8図 障害物回避時の動作



第9図 障害物回避時のドローンの軌跡

5 今後の展開

自動再現飛行技術については、GPSの精度範囲内で再現飛行が確認できた。障害物回避飛行については、障害物検知の精度に課題がある。今後は、深度センサ、LiDAR等を組み合わせ、より正確な検知の実現を目指していく。

参考文献

- 1) 技術開発ニュース No.161
「ドローン×AI」による配電設備巡視・点検業務の効率化