

## 商用回線を用いた UAV の自動航行システムの検討 ～非 GNSS 環境対応 UAV の活用～

大成建設(株) 技術センター生産技術開発部 正会員 ○青木 浩章  
ソフトバンク(株) 法人 5G 推進室 小池 勝矢  
(株)センシンロボティクス 姉崎 和敬

### 1. 概要

建設現場では、国土交通省が i-Construction を提唱し始めた 2016 年ころから、コンピューターやネットワークの技術を建設業務の生産性向上のために活用することを積極的に進めている。2024 年 4 月からいよいよ適用される建設業の労働時間の上限規制に向けても、資する技術の選定等を現在も継続している。今、活用されているその技術の多くは無線ネットワークを利用するものが多く、廉価で使用届出等が必要無い Wi-Fi を無線ネットワークとしたものが代表的であるが、Wi-Fi は建設業務の生産性向上のために活用するインフラとしては安定性に欠ける場合もある。よって、筆者らは Wi-Fi と併用して通信事業者が提供する安定した「商用回線」を建設業務の生産性向上のために活用するインフラとして活用することを調査研究している。

本論は、生産性向上のための手段の一つとして検討を開始した「商用回線を用いた UAV の自動航行」について述べるもので、建設現場の巡回・記録や測量・計測が可能なソリューションとして実用を予定している。

### 2. 通信事業者による建設現場のインフラ化

筆者らは、次世代移動体通信規格（以降、「5G」と記す）の優れた通信能力を建設現場に導入するため、2018 年頃に局所的な 5G 通信インフラの構築のための可搬型 5G ソリューションである「おでかけ 5G」を開発・試行した。当時は、一般利用を見込んだ「パブリック 5G」の利用者増等の要素が、通信安定性



図1 5Gの種類

にどれだけ影響が有るか不明だったため、これとは別に、建設現場などの限定区域を専用にフォローする 5G が必要と考えてこれを開発していた。ところが、当機は 2019 年に制定された通信事業者が扱えない「ローカル 5G」に割り当てられた周波数と重なったため、そのまま活用することが困難になってしまった。一方、制定されたローカル 5G を建設現場で活用して行く検討も行ったが、比較的短期間で完結する建設現場にこれを適用するとなると、免許申請の時間等が障害となるため適用の範囲が限定されてしまうと感じていた。

そういった背景の中、2022 年は通信事業者からローカル 5G とパブリック 5G の中間である「プライベート 5G」が提供できるようになった（図1参照）。これは通信事業者が扱う「ローカル 5G」の様なもので、建設業者から見れば、免許取得や通信機材等の扱い難い部分を通信事業者から支援を仰ぐことができるため、非常にメリットが有るサービスである。また、プライベート 5G は通信事業者が提供するため、自社商用ネットワークと接続できる位置であれば、接続して一般的なサービスも受けることができる。例えば、都市部の大深度地下建設等では、地下である故、通常ではサービス圏外であるが、このプライベート 5G を設置すればキャリア通信による通話もインターネットも可能になる。さらに、現場独自の Wi-Fi 等と併用し、扱うデータの重みによって、5G か Wi-Fi かを選択できるといった屈強な通信環境を作り出せるようになる。

キーワード 商用回線, UAV, 自動航行, 非 GNSS 環境, 画像解析

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株)技術センター生産技術開発部 TEL 045-814-7221 (代表)  
〒105-7526 港区海岸 1-7-1 ソフトバンク(株) TEL 03-6889-2000 (代表)  
〒140-0041 品川区大井 1-28-1 (株)センシンロボティクス TEL 03-5488-6106

3. Doc を拠点とする Visual SLAM 搭載 UAV

現在、市販化されている UAV の大半は、GPS（Global Positioning System）情報を UAV 本体で受信し自機位置を把握しながら飛行できる機能を有しているが、建設用途では以下の3点が重要であると考えている。

- ① 非 GPS 環境においても自動または遠隔操作により航行できること
- ② 墜落防止機能および障害物との接触防止・自動回避機能を備えていること
- ③ リアルタイムに鮮明な撮像データが伝送できること

本件では、上記の①②を満足する UAV として、Visual SLAM を搭載した米国 Skydio 社の「Skydio 2+」を選定し、前項で触れた「プライベート 5G」のような商用通信網を活用して自動航行のコントロールと、撮像データの常時クラウド送信・解析を行い、建設生産性向上のために活用しようとしている。また、本機は専用の駐機場所「Skydio Dock」（図2）にて自動離発着や自動充電に対応できるため、建設現場において本格的に UAV 運用を推進することが可能であると目している。上記①～③の事前検証として、福島ロボットテストフィールド(FRTF)の模擬トンネルにて表1の詳細検証を図3の構成で、実験的に LTE の商用回線で試行した。

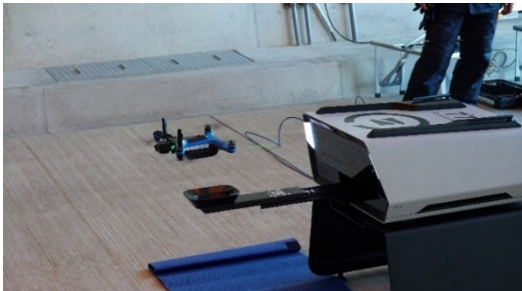


図2 Skydio Dock（写真右側）

表1 検証の詳細

| 大項目            | 検証項目                  |
|----------------|-----------------------|
| ドローン基本性能       | 自動運行一旦停止/強制終了/強制帰還の動作 |
|                | ローバッテリー(残量低下)時の動作     |
|                | 通信途絶時の動作              |
|                | 機体のホバリング性能検証          |
| 障害物回避検証        | 人や障害物を回避する距離          |
| 自動飛行モードの飛行検証   | 事前設定ルートの自動運行の可否       |
| 飛行映像ライブストリーム配信 | 配信の確認                 |

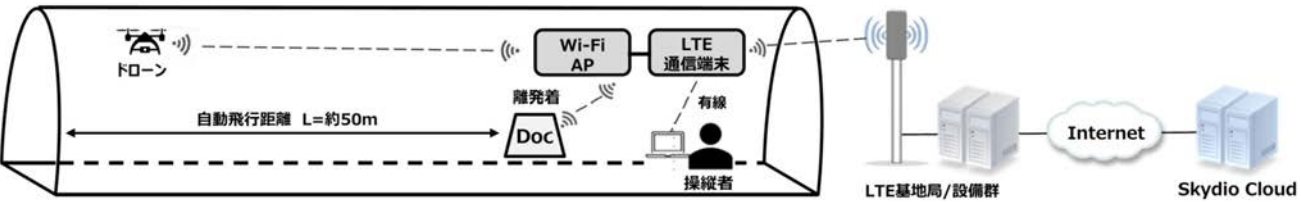


図3 今回試験のネットワーク構成図

当地における LTE 回線速度は(UL:14Mbps, DL:24Mbps)と比較的条件の良い環境であったが、自動航行と遠隔操作を円滑に行う事ができ、収集できた画像も解析に資するものであることを確認した。当機は航行する環境や用途にもよるが、最大 600m/min 程度の速度で、航行可能時間が 27 分であるため、Skydio 社の過去検証では最大 L=9km 程度の航行実績があり、多くの建設現場で活用できると目している。

4. まとめ

将来は自動巡回を行いながら異常検知や特殊計測を行いたい。異常検知は航行中の画像を解析することが必要であって、元画像が高解像度である方が妥当な結果が得られると思われる。この解析を UAV 本体（あるいは構成システム）で画像処理を施すとなると UAV に大きな負担がかかるため、航行画像をクラウドにアップロードして解析を施すことが現実的であると考え。現行の UAV システムは、操縦者の持つ端末を経由する型が多いため、端末の能力で画像劣化や記録途絶等の懸念が有ったが、直接 Cloud と接続する Skydio 2+はその点では分があると思われる。よって、この技術には鮮明な画像を高速にクラウドへアップロードできる通信インフラが必要不可欠である。建設現場で汎用的に使用される Wi-Fi でも可能かもしれないが、Wi-Fi は多くのユーザーが利用可能であるため、通信トラヒックが過密になる懸念がある。そういった面でも前項で記述した「パブリック 5G」といった新インフラを活用して本システムを運用することは有力な手段であるかと思われる。ただし、現在では 5G 通信を UAV に搭載する法が未だ整備されていないらしいので、今後、法整備され、このような新しいソリューションが活用でき、その結果建設現場の生産性が向上することを期待したい。