

# ドローン遠隔操縦の安全操作に向けた三人称視点の実現

赤嶺 伶於<sup>†</sup> 竹之上 典昭<sup>‡</sup> 徳永 雄一<sup>‡</sup>

金沢工業大学<sup>†</sup> 株式会社 GSEC<sup>‡</sup>

## 1. はじめに

物流産業は人手不足が問題になっており、その解決策としてドローン物流が注目されている[1]。現在、配送が困難な離島や山間地域に荷物を配送する実証が進んでおり、2022年12月には有人地帯での目視外飛行（レベル4）が解禁され[2]、いずれは市街地や人が多い場所でもドローン物流が実現される。しかし、市街地上空には、電線や建物など障害物があるためドローンの操縦が難しく、操縦に失敗した場合には、地上の車や歩行者に危害を加える可能性が高くなる。ドローン操縦を難しくしている要因としてFPV（First Person View）映像による操縦が挙げられる。FPVとはドローンから見た視点映像のことであり、視界が狭く、ドローンと障害物の距離が掴みにくいことから、操縦ミスが起きやすい。結果として人や障害物にぶつかる事故が多数報告されている。

本問題解決のために、操縦者が操縦しやすい視点の映像として三人称視点を提供し、ドローン操縦時の状況認識効果を高め、安全な遠隔操縦に貢献することを目的とする。

## 2. 関連研究

三人称視点とは、自分ではない第三者が自分を見ているような構図のことである。格闘ゲームやシューティングゲームなどで自身が操作するキャラクターの周囲状況を把握する手段に使われる。

三人称視点の関連研究として天間らは、ドローンの三人称視点を二機のドローンを用いて実現している[3]。被験者に提供した三人称視点映像が操縦対象となるドローンとその周囲の障害物や被写体との位置関係がわかりやすくなると評価している。しかし、三人称視点映像を撮影するドローンの安全性について課題としている。

この手法を参考に撮影用のドローンを手動操縦で再現したところ、操縦対象のドローンを追従するタイミングが合わないことや操縦対象の

ドローンが撮影用のドローンの風に煽られて一定の姿勢を保つことができない。そのため、この手法は実用的ではないことがわかった。そこで安全性の問題を解決することができ、追従のタイミングや風の影響を受けるなどの問題が発生しない仮想空間を用いる。

仮想空間に現実の空間や映像を取り込む技術は、AR・VRの研究で確立されている。仮想空間内では自由な視点操作ができるため、操縦者が見たい視点を見せることができる。

仮想空間の先行研究としてThomasonらは、ポイントデータを用いてドローンを視点操作が自由な環境を構築し、そこでドローンを飛行させている[4]。その環境にコースを作成し被験者にドローンを操縦させた結果、ドローンが障害物に衝突する回数、ゴールにかかった時間を少なくすることに成功している。

## 3. 提案

### 3.1 提案の概要

本研究ではThomasonらの研究を参考にし、ドローンの操縦を屋外で行う。その際に、ポイントデータを用いず、GPSから得られる位置情報、国土地理院が提供している基盤地図情報サイト[5]からダウンロードした地形データを用いる。これらを元に三人称視点映像を提供する仮想空間環境を開発する。本環境で実際にドローンを操縦し、提供する映像が初歩的な操縦ミスを防ぐことができるのか、構築する仮想空間の簡易的な環境に有効性があるのか評価する。

### 3.2 仮想空間環境

今回、仮想空間として扱うシミュレータは、GSEC社開発した多層マルチエージェントシミュレータLSS[6]の結果表示ツールであるLSS-Lookを扱う。

### 3.3 三人称視点の実装

LSS-Look内で三人称視点となるカメラの実装をするために、第三者視点のカメラ位置と撮影方向の特定する必要がある。

現状のシミュレータ上では、シミュレーション空間座標のy軸を $0^\circ$ として時計まわりを正とする進行方向角DD(deg)と、ドローンの進行方

Proposal of a Virtual Space Third-Person View Drone System for Safe Drone Remote Control Operation

<sup>†</sup> Reo Akamine, Yuichi Tokunaga: Kanazawa Institute of Technology

<sup>‡</sup> Noriaki Takenoue: GSEC.CO

向  $0^\circ$  として反時計まわりを正とするドローンから見たカメラの方向角  $\alpha$  (deg) および、ドローンからの距離  $L$  が設定されている。これにより第三者視点を実現する。

カメラは常にドローンの中心を撮影するものとする。シミュレーション空間上のカメラの撮影方向  $CD$  (deg) は図1に示す関係から、次式で示される：

$$CD = DD + (180 - \alpha)$$

以上の手法により、操縦者が見たい視点を提供できる機能を追加した。

図2は、作成した三人称視点映像である。画面の中央にあるドローンが操縦対象のドローンである。周囲の地形や構造物との位置関係を把握することができる。

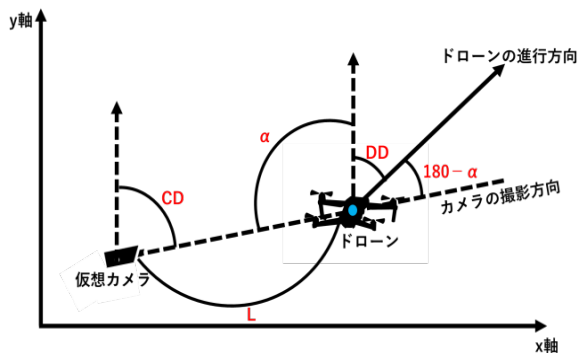


図1 三人称視点の仕組み

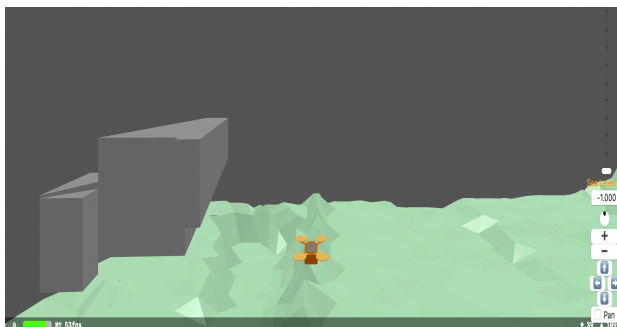


図2 LSS-Lookの三人称視点映像

### 3.4 位置情報の追加と更新

LSS-Look にリアルタイムの位置情報を提供する。ドローンから位置情報が定期的にサーバーに格納され、Python スクリプトで定期的に最新情報を取得し log ファイルに格納する。これを LSS-Look が定期的に取得することで、仮想空間座標が常に更新される。

### 4. 今後の予定

位置情報を取得してから LSS-Look に反映されるまでに、サーバーの経由や情報の受け渡しが複数回発生することで遅延が発生する。遅延によって、実世界のドローンと仮想空間内のドローンの動きに差が生じることで、操作性に影響が及ぼされる。

この影響を分析するため、本システムを実環境で動作させた際に発生する遅延時間について計測する。そして、現状で最も遅延時間が少ない FPV 視点での操縦と比較することで、遅延が障害物回避行動に及ぼす影響を評価する。

### 参考文献

- [1] 国土交通省 総合政策局物流政策課, “最近の物流政策について”, <https://www.mlit.go.jp/common/001388194.pdf>, (参照 2023-01-10) .
- [2] 国土交通省, “レベル4 飛行実現に向けた新たな制度整備”, <https://www.mlit.go.jp/koku/content/001478580.pdf>, (参照 2023-01-13)
- [3] 天間遼太郎, 北村喜文, 高崎和毅, 末田航, 藤田和之. 空間連動する 2 つのカメラ視点を用いたドローン操縦インタフェースの拡張. 情報処理学会論文誌. 2020, vol. 61, no. 8, p1319-1332
- [4] John, Thomason.; Photchara, Ratsamee.; Kiyoshi, Kiyokawa.; Pakpoom, Kriangkamol.; Jason, Orlosky.; Tomohiro, Mashita.; Yuki, Uranishi.; Haruo, Takemura. Adaptive View Management for Drone Teleoperation in Complex 3D Structures. Proceedings of the 22<sup>nd</sup> International Conference on Intelligent User Interfaces. 2017, p.419-426
- [5] 国土交通省 国土地理院, “基盤地図情報サイト”, <https://www.gsi.go.jp/kiban/>, (参照 2023-01-10) .
- [6] 竹之上典昭, 蛇島伸吾. 都市・車両・鉄道・道路網を総合的に扱える多層マルチエージェントシミュレータについて. 第83回全国大会講演論文集, 2021, Vol. 1, p. 1-2