

# VR を利用したドローン手動操縦スキルの訓練環境 -操縦技能の熟達過程の可視化機能の開発-

## Virtual Reality Environment for Training Drone Manual Steering -Development of Visualization Function of Mastery Process-

檜垣 大地, 米谷 雄介, 後藤田 中, 國枝 孝之, 八重樫 理人  
Daichi HIGAKI, Yusuke KOMETANI, Naka GOTODA, Takayuki KUNIEDA, Rihito YAEGASHI  
香川大学  
Kagawa University  
Email: s16t287@stu.kagawa-u.ac.jp

**あらまし** : 近年, 業務効率化のため, ドローン自動航行技術の開発が盛んに行われている。一方で, 映像コンテンツ制作や緊急時対応など, 手動操縦も依然として要求されており, ドローン操縦者には一定の手動操縦技術を身につけることが求められる。しかし, ドローンの運用には法規制を始めとする多くの制約があり, 訓練場所が限られる等の課題を抱えている。本研究では, ドローンの手動操縦スキルを対象とした, VR 技術を用いた操縦訓練環境を提案する。先行研究での調査結果を踏まえ, プロトタイプを開発し, 訓練に対する有用性を評価した。

**キーワード** : VR, ドローン空撮技能, ナレッジ化, 訓練シミュレータ

### 1. はじめに

近年, ドローンによる空撮映像のニーズが増大している。2016 年度から 2018 年度までにおいて, ドローンの機体数や関連サービス数は, 2 倍以上増加しており, 以降もより高い比率で増加していくことが予想される<sup>(1)</sup>。現在, 自動航行システムの開発が盛んに行われている一方で, 映像制作や緊急時対応など, 未だ手動操縦が要求されており, すべてのドローン操縦者にとって, 一定の操縦スキルを習得することが求められている。

ドローン運用には法規制などの制約があり, 訓練場所が限られる等の課題を抱えている。本研究では, VR 技術を用いてドローン操縦を模擬する「VR シミュレーション機能」, ドローンの基本技能ごとに訓練を行える「訓練スキル選択機能」, ユーザが熟達者の操縦をリファレンスとするための「操縦ログ登録機能」, 訓練中にユーザの操縦状況を記録しレビューを可能とする「操縦ログ収集機能」, 「操縦ログ可視化機能」, 収集した操縦ログに基づき学習者へ改善策を提案する「フィードバック機能」を有する, ドローン操縦訓練環境を提案する。

### 2. 先行研究におけるニーズ調査と本研究が対象とする課題

先行研究では, ドローン空撮に関わる専門家 3 名にインタビューを行い, 業界において以下のニーズが存在することを確認した<sup>(2)</sup>:

- (1) フィードバック機能に対するニーズ
- ・訓練の定量評価を行う機能は, 既存製品にはないためニーズがある
  - ・自身の訓練結果を詳細に確認できれば評価しやすくなる
  - ・訓練評価に対して改善策を提示してくれると学習が効率よく行える

### (2) 効果的と考えられるフィードバック要素

- ・感覚的な表現要素(オノマトペによる表現など)
- ・理論的な表現要素(慣性の働き方に基づく補正手法の提示など)
- ・上記などの手法を組み合わせた複合的な手法がより効果的

以上を踏まえ, ドローンの操縦ログを収集する機能を持つシステムを開発する。熟達度合をデータとして把握できるシステムを作り, 試行を通じてフィードバック手法の検討をおこなう。

### 3. 開発したシステム

フィードバック手法の検討において, 熟達者と初心者間の差を抽出することに着目し, データ収集とデータ可視化について一部機能を有するプロトタイプを作成した。実装した機能を以下に示す。なお, 操縦ログは, 今後の分析を見越し, 単一の JSON ファイルとして保存される。

#### 3.1 VR シミュレーション機能

VR 技術を用いて, 仮想空間上でドローンを航行できるようにする機能である。学習者が仮想空間に没入することで, 実環境でドローンを操縦している状態を模擬し, 訓練を行うことができる。



図 1. VR シミュレーション機能

### 3.2 訓練スキル選択機能

ドローンの操縦技法はいくつかモデル化されている。ユーザは自身が身につけたい操縦技法を選び、個々に訓練することを可能にする。各訓練スキルに対応するステージが用意されており、ユーザが好みのステージを選択することができる。

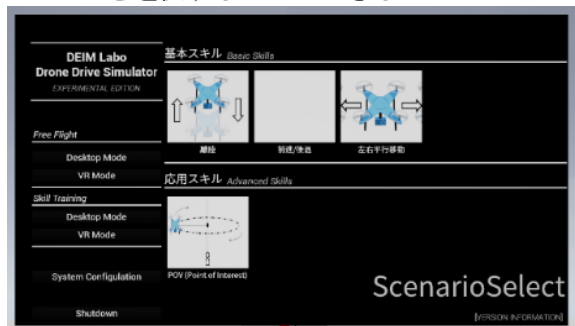


図 2. スキル選択機能

### 3.3 操縦ログ登録機能

学習者に対してリファレンスとする操縦ログを提示する際に、予めシステムに操縦ログを登録する機能である。この機能により、学習者に対して訓練スキル選択後に操縦ログを可視化し、提示することができる。

### 3.4 操縦ログ収集機能

訓練中の操縦状態を、ドローン機体の位置情報や送信機の入力情報等の要素ごとに記録・収集し、保持する機能である。データとして保持しておくことで、非同期に操縦ログを参照し、比較評価を行うなど分析を可能にする。

### 3.5 操縦ログ可視化機能

収集した操縦ログを、仮想空間上に平面的・空間的に可視化する機能である。訓練中の操作ログを多重に可視化することもでき、訓練過程を分析することで、学習者の改善点の検討に有効であると考えられる。試験的に収集した複数の操縦ログを、真上から見下ろす視点で可視化した様子を、図 3 に示す。

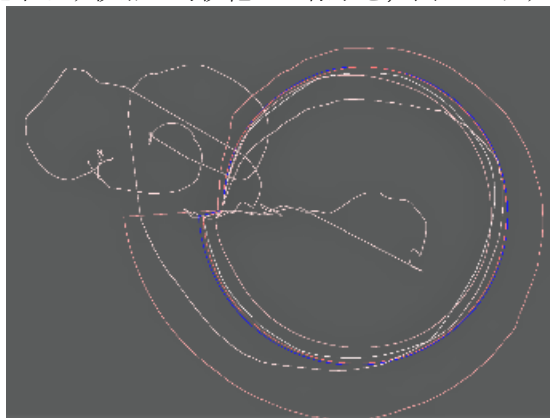


図 3. 操縦ログ可視化機能

## 4. フィードバック手法の検討

フィードバック手法を検討するにあたり、プロト

タイプを学習者に提示し、訓練中にどのように操縦ログを参照しているかを調査した。調査項目は、以下の2つである。

- (1) 操縦ログの有用性
- (2) 熟達に向けたフィードバックの改善点

上記について、実際にシステムを利用してもらった後、インタビュー調査を行った。実験協力者は、香川大学の学生6名及び大学におけるe-Learning撮影を専門とするスタッフ1名であった。学生6名からは、以下のような意見が得られた：

- ・同期・非同期限らず手元の操作状況が見られると改善しやすいと感じた。

(学生7名,スタッフ1名)

- ・操縦ログは事後に振り返りに用いることによって、改善箇所の検討に利用できる(図3)。但しその場合にも手元の操作状況と合わせて見ることで改善箇所の把握につながると感じた。

(学生6名,スタッフ1名)

- ・位置情報だけでなく加減速などの付加情報があると自分の操縦傾向を把握でき、改善につながるのではないかと感じた。

(学生3名,スタッフ1名)

以上より、ドローンの移動情報を履歴として蓄積し、重ね合わせて提示することで、改善箇所の検討に役立つが、この要素だけでは改善には十分ではなく、送信機の入力情報や位置情報以外の要素を組み合わせ可視化することで、より学習者の改善点への気づきにつながると考えられる。

## 5. おわりに

本研究は、ドローン操縦技能訓練システム開発を目的とした。ドローンの位置情報をログとして蓄積し、訓練過程を可視化する機能をプロトタイプとして開発し、これを実際に利用してもらうことでフィードバック手法の改善箇所の把握を試みた。結果として、効果的なフィードバックに繋がる要素として、入力情報の可視化や、位置情報以外の要素を組み合わせるなどの方向性を確認できた。今後は、フィードバック機能を充実させ、利用者の熟達度合いを比較することで、有用なフィードバック手法を検討する。

### 参考文献

- (1) 株式会社インプレス: “2017年度の国内のドローンビジネス史上規模は前年比42%増の503億円検査、農業分野が牽引し2024年度は3,711億円規模へと成長『ドローンビジネス調査報告書2018』3月26日より出荷開始”, <https://www.impress.co.jp/newsrelease/2018/03/20180315-01.html> (参照2018.04.27)
- (2) 檜垣大地, 後藤田中, 國枝孝之, 八重樫理人, 米谷雄介, 「ドローン空撮技能訓練のためのドローンフライトシミュレータの提案」, 第44回教育システム情報学会 全国大会講演論文集, 2019, pp349-350