

マーカー型 AR 技術を用いた小型ドローンの操縦スキル 学習支援システムの提案と構築

Proposal and Development of a Learning Support System for Small Drone Operation Skills Using Marker-based AR Technology

藤井 政宗^{*1}, 曾我 真人^{*2}

Masamune FUJII^{*1}, Masato SOGA^{*2}

^{*1}和歌山大学大学院システム工学研究科

^{*1}Graduate School of Systems Engineering, Wakayama University

^{*2}和歌山大学システム工学部

^{*2} Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

Email: s226225@wakayama-u.ac.jp

あらまし：ドローンの操縦でドアなど横幅や高さが決められた枠を通る技法が必要になることがあるが、実物体を用いた練習を行うと接触により機体が破損してしまう可能性がある。

本研究では機体の破損の可能性を減らした練習を行うために、AR 技術を用いて仮想物体の障害物を表示して練習出来るシステムの提案、構築を行った。また、評価実験より操縦時間の点で実物体での練習と同等の上達が見られる可能性が高いことが示された。

キーワード：拡張現実感、ドローン、スキル、操縦

1. はじめに

近年、地形の測量や災害現場の状況調査などの産業的な用途から、空撮などの趣味的な用途まで様々な分野で活用できるマルチコプター、いわゆるドローンの普及が進んでいる。ドローンの操縦は操縦ミスによる事故も年々増加している⁽¹⁾ように初学者にとって障害物がある空間での操縦は難しいとされている。ドローン操縦ではドアを通過することや、映像作品で輪の間を通り抜ける等決められた領域内を通る操作が要求される場面があり、その練習を行う際に実物体を用いると、機体と実物体の接触や衝突によって機体が破損してしまう可能性がある。練習のためにドローンに搭載されているカメラからの映像のみに AR 表示を行うシステム⁽²⁾はいくつか存在するが、操縦者が立つ視点からの映像も合わせて表示を行うことが出来るシステムも多くない。

そこで本研究では目視に等しい映像と機体に搭載されたカメラの映像に AR 表示を行い、それを確認して操縦練習を行うためのシステムを提案、構築、有用性の検証を行う。AR で表示した仮想物体の障害物を用いることで、実物体の障害物を用いた場合と比べ、学習者が機体の破損を気にすること無く練習を行うことで操縦スキルの上達をはかることを目的とする。

2. システム概要

2.1 システム構成

本システムは PC 本体 1 台、ディスプレイ 1 台、ドローンである Tello 1 機、Web カメラ 1 台、AR マーカー提示用スタンド 4 台、AR マーカー 5 枚、USB 接続のコントローラー 1 台から構成される。

2.2 システム内容

PC に接続したコントローラーを使ってドローンの左右上下前後の移動及び回転動作を行う。AR マーカーを読み取ることで Web カメラ及びドローンに搭載されているカメラの映像に仮想物体を表示する。図 1, 2, 3 に示した画面の左がドローンのカメラの映像、右が Web カメラの映像を示す。障害物を表示する位置は、4 つのマーカーのおよそ 50 mm 内側になるように設定を行った(図 1)。

また、Web カメラを基準とした座標によるマーカーの位置判定を行い、ドローンの機体に直接貼り付けたマーカーが枠外の座標にあるときに青、赤、緑の三色のいずれかで表示し、フィードバックを行う。

ドローンのカメラの映像内に AR マーカーが映らなくなる程度の距離に近づくと色による判定を行い、枠が全て青色の時、その枠に接触することなく通り抜けることの出来る位置にあることを示す(図 1)。枠が赤色の時、赤に変化している辺の方向に行き過ぎていることを示す。例として、機体を左方に移動させすぎていることを表している画面を図 2 に示す。枠が緑色の時、枠がある位置よりも奥に来た、つまり機体が枠を通り抜けたことを示す(図 3)。

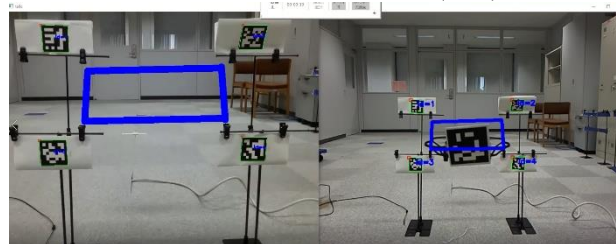


図 1 障害物の表示

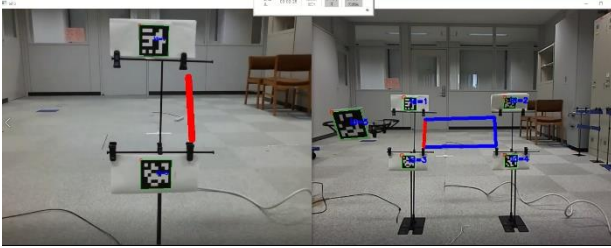


図2 はみ出していることを示す画面

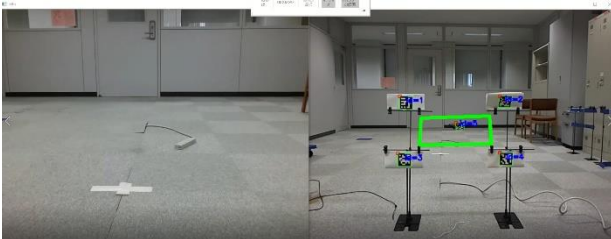


図3 枠を通り抜けたことを示す画面

3. 評価実験

被験者 12 名を本システムを用いて操縦練習を行う実験群 6 名, 実物体の障害物を利用して練習を行う統制群 6 名に分けて実験を行った。

3.1 実験手順

被験者には, ドローンの操縦に慣れるための時間を 5 分ほど設けた後, 事前テストを行った。次に実験群の被験者にはシステムを用いて, 統制群の被験者には実物体の障害物を用いて 20 分間の練習を行ってもらった。練習後, 事後テストを行い, その後に統制群の被験者には少しの時間システムを用いて練習を行ってもらう時間を設けた。最後にアンケートを実施した。

3.2 テスト内容

テストでは, 図 4 に示すようにコースを設定し, ドローンを置いた位置から 2 つの枠内を通りすぎ, 着陸地点の目安まで移動することを課した。

枠の大きさは横幅 400 mm, 縦幅 150 mm になるよう紙を用いて作成し, 操縦者から 4 m の位置と 5 m の位置に一つずつ設置した。着陸地点は操縦者から 6 m の位置に設定した。

また, 被験者には操縦時間の計測を行うが急いで操縦するよりも, 時間をかけて良いので正確に操縦することを重視するように伝えた。



図4 テストコース

4. 実験結果と考察

上達の度合い ((事前テストの操縦時間-事後テストの操縦時間) / 事前テストの操縦時間) の統計量を表 1 に示す。

表 1 上達度の統計量

統計量	実験群	統制群
平均値	-0.03213	0.11540
標準偏差	0.30043	0.24717

実験群, 統制群の上達度の平均値の差の検定をウィルコクソンの順位和検定を用いて検証した。帰無仮説を「代表値に差がない」とした検定の結果, $p > 0.10$ となったため, 帰無仮説は保留される, すなわち「二群間に差がない可能性が高い」と考えられる。

アンケートでは, 色以外でのアドバイス提示が必要であるという意見が多く挙げられた。また, 実験群の被験者数人から事前テストでは目視で操縦を行ったがシステムの利用後はドローンに搭載されているカメラ映像を確認しての操縦を行ったという意見が得られた。このことから, 2 つの視点を併用しての操縦の練習を行うという点で高い評価を得られる可能性があると考えられる。

5. まとめ

本研究では目視に等しい映像及びドローンに搭載されたカメラの映像両方に AR で表示した仮想物体を確認してのドローンの操縦練習を行うためのシステムを提案, 構築, 有用性の検証を行った。

実験の結果, 本システムを用いての練習は, 実物体を用いての練習と同等の操縦時間における上達が見られる可能性が高いことが示された。

しかし, ドローンの操縦における上達の要素はドローンの方向や正確性, 安定性など多岐にわたるため他の要素においての変化も検証する必要があると考えられる。また, 記述式アンケートより多くの課題が見つかった。特にフィードバックの面での意見が多く挙げられた。これらのことを解決するためにドローンの位置によるものだけではなく, より細かく分かりやすい提示をすることで操縦スキルの向上に役立つと考えられる。

謝辞

本研究は, JSPS 科研費 JP17H01996 の助成を受けたものです。

参考文献

- (1) 国土交通省, 令和 2 年度 無人航空機に係る事故トラブル等の一覧, <https://www.mlit.go.jp/common/001342842.pdf>, 2021 年 6 月 4 日閲覧。
- (2) EdgyBees, DronePrix AR by Edgybees, <https://www.youtube.com/watch?v=NBtj1Caysu4>, 2021 年 6 月 4 日閲覧。