

MGDSS：慣性式モーションキャプチャを用いた ジェスチャによるドローンの操作

山内 瀬智^{1,a)} 湯村 翼^{1,b)}

概要：ドローンは、農薬の散布や災害救助、ライトアップショーなどで利用されている。操作にはコントローラを用いるのが一般的であるが、その際には操縦者の手が塞がる。両手を塞がずにドローンを使用することができれば、ドローンの活用の可能性は広がる。ジェスチャによる操作システムにはいくつかの事例があるが、カメラやセンサを用いる場合には操縦者の位置が制限され、専用の装着式センサを用いる場合には故障時の保守性が低い。そこで本論文では、汎用的な慣性式モーションキャプチャを用いてドローンをジェスチャで操作するシステム、MGDSS を提案する。本論文では、MGDSS のシステム設計と実装を行い、評価実験を実施した。ジェスチャでの操作性に対する評価の結果、ジェスチャでのドローン操作は行いやすいという結果を得た。また、慣性式モーションキャプチャ機器の精度によって、ジェスチャの判定とのずれが生じ、操作が行えないという課題も明らかとなった。

キーワード：ドローン、慣性式モーションキャプチャ

1. はじめに

ドローンとは、遠隔で操作できる小型の無人航空機である。主に、楽曲 PV や複数台を使用したライトアップショーなどのエンタメ、配達業や農業などのビジネス、また、災害救助など幅広く利用されている。操縦方法は大きく分けて二つあり、あらかじめプログラムで飛行経路を指定する方法と、コントローラを用いてリアルタイムに操作を行う方法がある。前者の操作方法では、事前に設定した飛行をさせるのみだが、後者の操作方法では、コントローラを用いた操作によって操縦者の手が塞がる。両手を塞がずにドローンを操作できれば、パフォーマンスにおける活用の幅が広がったり、作業効率の向上が見込める。

そこで本研究では、ジェスチャによってドローン操作を行うシステム MGDSS を提案する。MGDSS では、慣性式モーションキャプチャ機材を用いてジェスチャを判定することで、ドローンの操作を行う。

2. 関連研究

センサを使用し、ジェスチャによってドローン操作を実

現化した研究はこれまでも行われた。吉田ら [1] のジェスチャ操作型飛行ロボットによる身体性の拡張では、設置型センサ、Kinect[2] による骨格情報を用いてドローン操作を行った。上田と小木 [3] の装着型センサによるドローン操作システムでは、複数のセンサを内蔵する microbit[4] や、マイコンボードを用いた専用のコントローラでドローン操作を行った。masashi[5] は、カメラから MediaPipe[6] を使用し、手の動きを取得することでドローン操作を行った。

これらの事例において、設置型機器を使用する場合、操縦者の移動が設置された機材の範囲に制限される課題がある。また、専用の装着式センサを用いる場合には故障時の保守性が低い。設置型カメラやドローン内蔵カメラの場合、逆光によって識別が困難な場合やカメラの範囲内に操縦者の移動が制限される課題もある。

MGDSS では、汎用的な慣性式モーションキャプチャ機材を利用することで、操縦者の移動範囲の課題、故障時の保守性の課題を解決する。

3. MGDSS

3.1 概要

MGDSS では、慣性式モーションキャプチャ機材を装着し、あらかじめ設定したジェスチャを行うことでドローンを操作する。操作は、特定のジェスチャで静止することで

¹ 北海道情報大学
Hokkaido Information University
a) s2121130@s.do-johodai.ac.jp
b) yumu@yumulab.org



図 1: mocopi



図 2: Tello

継続的に動作する。非操作ジェスチャ時、ドローンは移動せずその場で滞空する。

3.2 使用機材

本論文における MGDSS の実装では、慣性式モーションキャプチャ機材 mocopi[7] (図 1) をジェスチャの判定に利用する。mocopi は、SONY 社のモバイルモーションキャプチャで、頭部、両腕部、腰部、両脚部の六ヶ所にセンサを装着することで、全身の動作をデータとして取得する。取得したデータは、専用のスマホアプリを介して、外部機器へ送信し使用できる。通常のモーションキャプチャは、複数の機材や設置型センサを用いるが、mocopi ではそれらを必要としないため、使用環境を選ばない。

操作を行うドローンには、Rize Tech 社の Tello[8](図 2) を利用する。Tello は Web API を有し、Python などのプログラムでの操作を行うことができる。

3.3 システム構成

MGDSS のシステム構成を図 3 に示す。最初に、装着した mocopi センサーと mocopi モバイルアプリを Bluetooth 通信で接続する。接続中はアプリ画面にて人型の 3D モデルが表示され、センサからのデータを元に動作する。次に、mocopi モバイルアプリと Unity[9] を OSC 通信で接続する。Unity 内では、送信されたデータと、あらかじめ設定したジェスチャが一致したことを判定する。その後、判

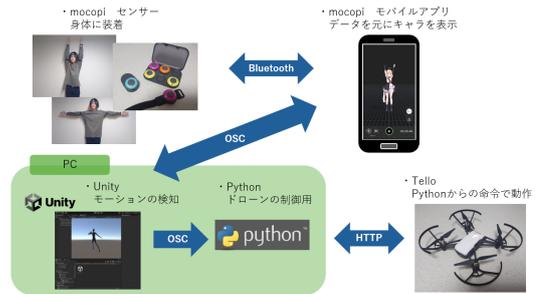


図 3: システム構成



図 4: 7 種類の操作ジェスチャ

定したジェスチャに対応したドローンの操作を行うため、Python[10] に変換する。変換された命令は HTTP 通信でドローンに送信され、実行される。

4. 実装

ジェスチャの判定は、mocopi の動作と連動する Unity 内の 3D モデルからマッスル値を計測して行った。マッスル値は、3D モデルの腕や足の収縮を数値化した値である。本研究では、特定のジェスチャからあらかじめマッスル値を計測し、操作時に近似値を検知することでジェスチャの判定を行う。

mocopi センサの装着は、トラッキング精度を考慮し、mocopi モバイルアプリの機能である上半身集中を使用した。上半身集中は、両脚部のセンサを上腕に装着してトラッキングを行う機能である。

操作ジェスチャは、左右の腕の向きを変えることで離陸、着陸、前進、左回転、左移動、右回転、右移動の操作を行うように実装した。実装したジェスチャは図 4 に示す。腕の向きを判定するため、マッスル値は Left Shoulder Down-Up(左肩上下), Left Arm Front-Back(左腕前後), Right Shoulder Down-Up(右肩上下), Right Arm Front-Back(右腕前後) の値を計測した。

5. 評価実験

5.1 概要

MGDSS の有効性を評価するため、被験者に MGDSS を利用してもらう評価実験を行った (図 5)。実験は北海道情



図 5: 評価実験の様子

報大学の教室で行い、男子大学生 6 名が被験者として参加した。被験者は、MGDSS とコントローラでそれぞれ指定された地点までドローンを操作する。その後、アンケートに回答する。質問項目を表 1 に示す。

5.2 結果

質問 Q1~8 の結果を図 6 に示す。いずれも 5 段階リッカート尺度で、5 がポジティブな選択肢である。

Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, Q6 では、回答者の 66 % 以上が 5, 4 を選択した。この結果は、MGDSS での操作性が概ね好評であったことを示唆する。

Q7 は、1 を選択した回答者がいた。これは、評価実験において、ジェスチャが反応しづらい不具合があったためと考えられる。

Q8 では、5, 4 を選択した回答者と、3, 2 を選択した回答者が 50 % ずついた。これは、MGDSS でのジェスチャが反応しづらい不具合と、コントローラでの移動速度の速さによる操作のしづらさ、双方に欠点があったためと考えられる。

Q9 「ジェスチャの改善点があれば記述してください。」の回答では、

- ジェスチャの許容範囲が狭いと感じた。
- ジェスチャを行っても反応せず、腕の向きを微調整して反応する場面があり、ストレスを感じた。
- 正面がどっちなのかわからない時があった。
- 腕が疲れる
- 手の伸ばし具合などでスピードが変わると、より直感的だと感じた。

といった意見があげられた。

Q10 「その他気づいたことがあれば記述してください。」の回答では、

- 機械操作に慣れているので、コントローラの方が若干操作しやすかった。
- ジェスチャはコントローラより微調整がしやすかった。

- コントローラ操作では予期せぬ動きをしてしまったりしてしまい、危険とも感じてしまった。
- ジェスチャー操作では直感的な操作が可能であり、操作のしやすさを感じた。
- ジェスチャー操作では一度の移動量が少なく、操作のしやすさを手助けしていると同時に遅さを感じた。
- センサの接続設定に煩わしさを感じた。

といった意見があげられた。

6. おわりに

本論文では、ジェスチャによってドローン操作を行うシステム MGDSS を開発し、評価実験を行った。結果として MGDSS のジェスチャでのドローン操作は行いやすいという結果を得た。また、慣性式モーションキャプチャ機器の精度によって、ジェスチャの判定とのずれが生じ、操作が行えないという課題も明らかとなった。ジェスチャの判定を行うマッスル値の許容範囲を広くするという改善案が考えられる。

参考文献

- [1] 吉田成朗, 鳴海拓志, 橋本 直, 谷川智洋, 稲見昌彦, 五十嵐健夫, 廣瀬通孝: ジェスチャ操作型飛行ロボットによる身体性の拡張, 情報処理学会インタラクシオン (2012).
- [2] Microsoft: Kinect, <https://azure.microsoft.com/ja-jp/products/kinect-dk>.
- [3] 上田祥久, 小木哲朗: 装着型センサによるドローン操作システム, 慶応義塾大学学術情報リポジトリ (2022).
- [4] Microsoft: Micro:bit, <https://microbit.org/ja/>.
- [5] masashi: フィンガーサインでドローンを操縦してみた!, <https://drone.hachi-suke.com/2022/09/30/key-88/>.
- [6] Google: MediaPipe, <https://ai.google.dev/edge/mediapipe/solutions/guide?hl=ja>.
- [7] SONY: mocopi, <https://www.sony.jp/mocopi/>.
- [8] RyzeTech: Tello, <https://www.rzyzerobotics.com/jp/tello>.
- [9] UnityTechnologies: Unity, <https://unity.com/ja>.
- [10] PythonSoftwareFoundation: Python, <https://www.python.org/>.

表 1: アンケートの質問項目

番号	質問	選択肢
Q1	ドローンの制御とジェスチャの対応は自然だったか.	1. そう思わない ~ 5. そう思う
Q2	操作方法の理解は容易だったか.	1. そう思わない ~ 5. そう思う
Q3	繰り返し操作することで、操作が簡単と感じたか.	1. そう思わない ~ 5. そう思う
Q4	動かしたい方向にドローンを動かせたか.	1. そう思わない ~ 5. そう思う
Q5	動かしたい位置にドローンを動かせたか.	1. そう思わない ~ 5. そう思う
Q6	動かしたいタイミングでドローンを動かせたか.	1. そう思わない ~ 5. そう思う
Q7	安心してドローンを操作できたか.	1. そう思わない ~ 5. そう思う
Q8	コントローラ操作と比べて、ジェスチャ操作は簡単だったか.	1. そう思わない ~ 5. そう思う
Q9	ジェスチャの改善点があれば記述してください.	自由記述
Q10	その他気づいたことがあれば記述してください.	自由記述

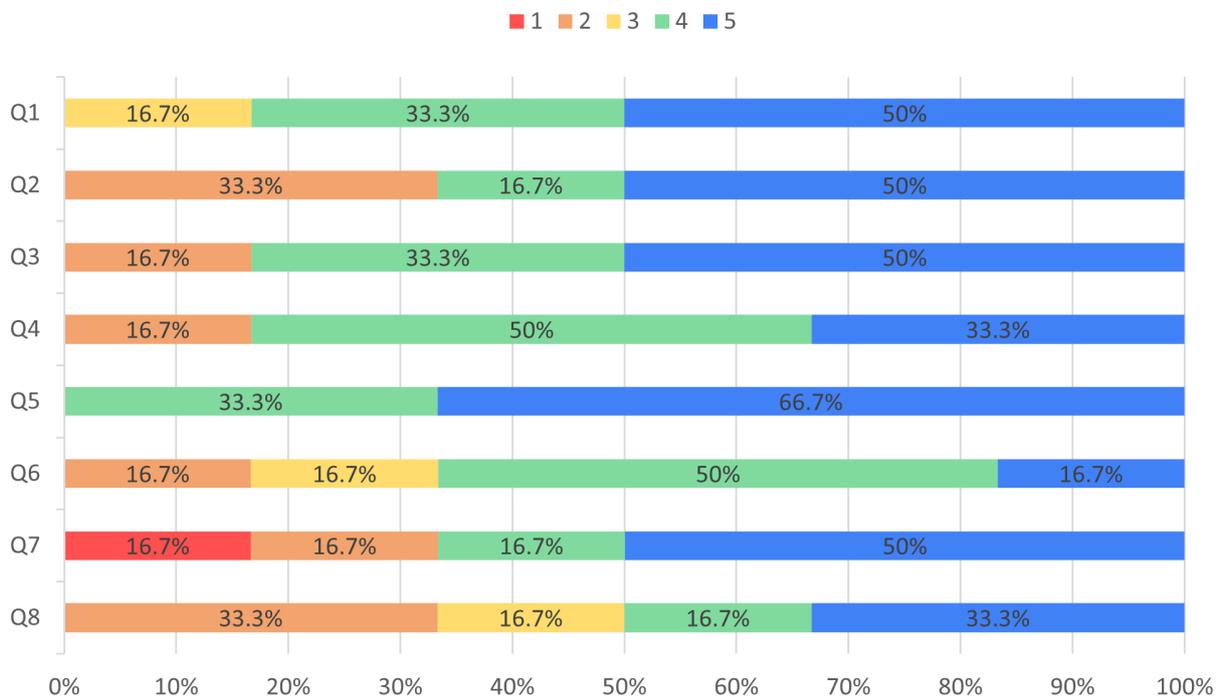


図 6: アンケート Q1~8 の回答結果