

## ヘッドマウントディスプレイとスマートデバイスを用いた 飛行ロボットの操作方法の提案

菊池亮<sup>†</sup> 橋本浩二<sup>†</sup> 柴田義孝<sup>†</sup>

<sup>†</sup>岩手県立大学ソフトウェア情報学部

### 1 はじめに

近年, UAV(Unmanned Aerial Vehicle)やドローンなどと呼ばれる, 無線で制御できる無人の飛行ロボットが急速に発展している. 特に自律飛行性能の進化, 機体の小型化, カメラの高解像度化など, 商用モデルの開発が進んでいる. これに伴い, 人が立ち入ることができない狭い場所, 危険な場所の情報収集[1][2]や, 農業散布や生育確認などの農業分野の利用[3][4]など多くの研究が行われている.

しかし, これらの商用に普及している無線かつ小型の飛行ロボットは, 平面移動だけのロボットより複数のパラメータ制御を同時に送信しなければならない. そのため, 飛行ロボットは, 平面移動のロボットに比べて操作が複雑で困難になっている. また, 遠隔で操作を行うため, 飛行ロボットの向いている方向とユーザの考える方向が一致しないことが多い. そのためユーザは, 常に飛行ロボットの向いている方向を考慮する必要があるため, 直感的に操作することが難しい.

そこで本研究では, 無線制御可能な小型飛行ロボットをヘッドマウントディスプレイ(Head Mounted Display: HMD)とスマートデバイスを用いた, 直感的に操作する手法を提案する.

### 2 システム概要

図1は, 提案する操作方法のイメージである. 飛行ロボットは, 旋回動作と上下前後左右の移動動作の4つのパラメータ制御を必要とする場合が多い. 本システムでは飛行ロボットの旋回操作を HMD, 移動操作はスマートデバイスを用いて行う. 頭部に装着した HMD を用いて, 直感的な旋回操作を可能とする一方で, 移動操作には, スマートデバイスを使用する.

スマートデバイスを前後に傾げることで前進または後退, 左右に傾げることで左または右に移動, 画面を上下にスワイプすることで上昇または下降するコマンドを飛行ロボットに送信する. スマートデバイスを傾げる, 画面をスワイプするといった単純かつ直感的な動作で飛行ロボットの移動制御を実現する.

旋回操作は, ユーザが HMD を装着して首を左右に振ることで行う. 左右を見回すという日常で使われる自然な動きのため, 必要最低限の動作で旋回制御を実現する. また, ユーザが装着している HMD に, 飛行ロボットに搭載されているカメラ映

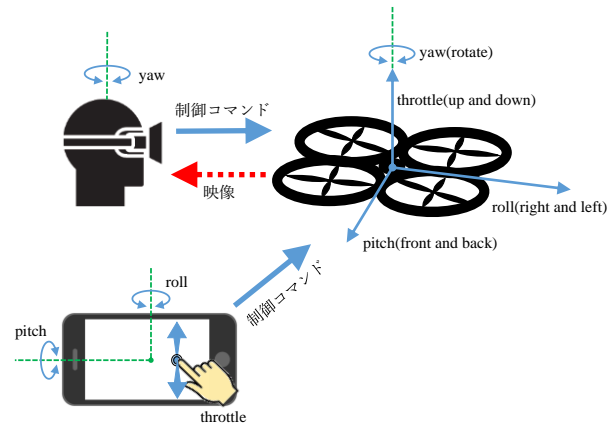


図1. 操作イメージ図

像を送信する. これによって, ユーザと飛行ロボットの向いている方向を常に一致させることを目指す.

提案した手法によって, 従来の操作方法であるジョイスティックベースのコントローラに比べて, ユーザが飛行ロボットの向いている方向を考慮しながら操縦する必要がなく, 最低限の動作で直感的な操作を実現する.

### 3 システムアーキテクチャ

システムアーキテクチャは図2のように構成される. Terminal, HMD, Smart Device の3つのデバイスで UAV の操作を実現する. HMD と Smart Device を一元管理するために, Terminal を中継して UAV との通信を行う.

飛行ロボットの向いている方向を把握するため, UAV の機首にはビデオカメラが搭載されているものとする. HMD に UAV からカメラ映像を出力するために Stream Sender, Stream Receiver, View Adapter で処理を行う. UAV からの Video Stream は, Stream Sender から Stream Receiver にリアルタイム送信され, View Adapter によって HMD に合わせて加工し, HMD の Viewer に出力する. View Adapter では, HMD のディスプレイが単眼か両眼かに応じて調整を行い, 解像度などに応じてビデオフォーマットの変更も行う. Sensor Data を取得して UAV の操作を行うためには, Sensor Data Regulator, Command Generator, Command Sender で処理を行う. HMD と Smart Device に搭載されている Sensor から, Sensor Data Regulator によって, 端末の回転やスワイプ動作を検知する Sensor Data を Terminal で取得する. その後, 取得した Sensor Data を1つに統合し, Command Generator に送信する. このとき, 遠隔操作される UAV の動作状況に応じて, Command Generator へ渡す Sensor Data の内容や間隔の調整も行う.

Proposal of Operation Method for UAV using Head Mounted Display and Smart Device  
Ryo Kikuchi<sup>†</sup>, Koji Hashimoto<sup>†</sup>, Yoshitaka Shibata<sup>†</sup>  
<sup>†</sup>Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

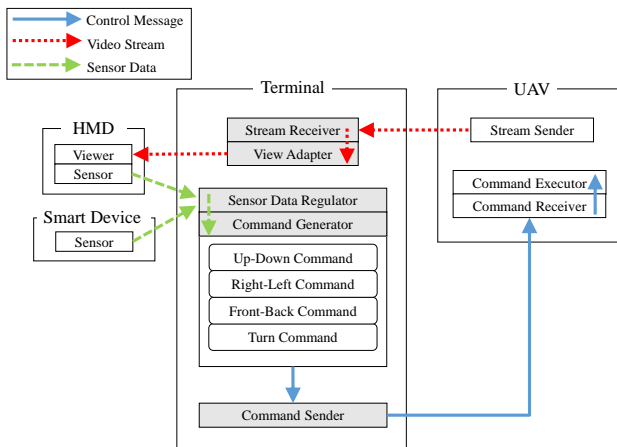


図 2. システムアーキテクチャ

Command Generator では、受信した Sensor Data を基に各種コマンド (Up-Down /Right-Left/Front-Back/Turn) を生成し、Control Message として変換する。そして Command Sender から UAV の Command Receiver に Control Message を送信し、Command Executor がコマンドを実行する。

#### 4 プロトタイプシステム

図 3 は本プロトタイプシステムの構成を示している。UAV に Parrot Bebop Drone, Terminal に Windows PC, HMD に Oculus Rift Development Kit 2 (DK2), Smart Device に Google Nexus 7 (2013) を使用している。

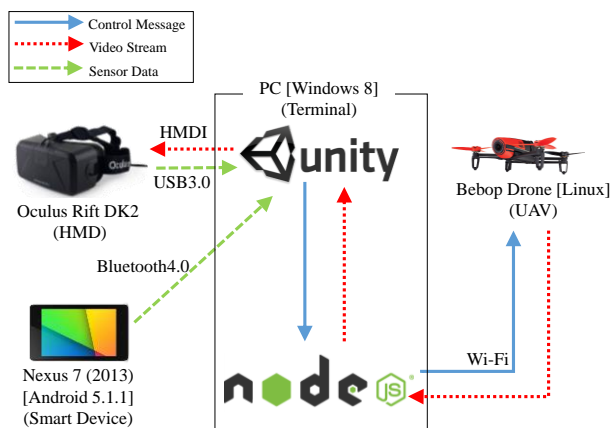


図 3. プロトタイプシステム

Bebop Drone は、IEEE802.11a/b/g/n の中から常に最適なネットワークを選択して PC と接続する機能を用いている。Bebop Drone から送信される Video Stream は H.264 形式で、Node.js を用いて Windows PC で受信している。次に Unity と C# を用いて、受信した Video Stream をテクスチャとしてオブジェクトに貼り付け、立体視になるよう擬似的に樽型歪みのエフェクトをかけて HDMI 接続で Oculus Rift に出力している。

Terminal で Oculus Rift の現在の向き、Nexus 7 の傾きと画面のスワイプを検知して取得する機能を Unity と C# を用いて実装している。Oculus Rift は

USB 接続で Sensor Data を取得して、現在の向きを求めている。一方で、Nexus 7 は Bluetooth で接続して Sensor Data を取得している。その後、取得した Sensor Data を基づいて Control Message を生成し、Node.js を用いて Bebop Drone への送信を行う。図 4 はプロトタイプを構築して、UAV を操作しているイメージ図である。

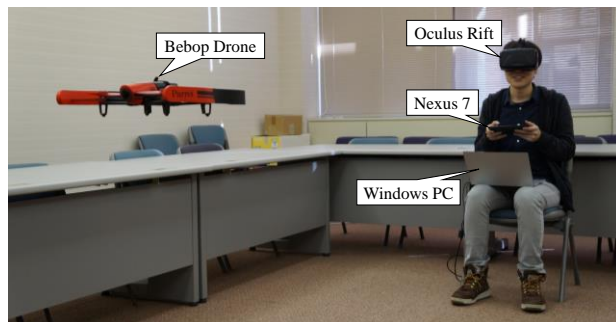


図 4. プロトタイプの操作

#### 5 まとめと今後の課題

本稿では、HMD とスマートデバイスを用いた、小型無線飛行ロボットを直感的な動作で制御する操作方法の提案を行った。HMD とスマートデバイスに搭載されている各種センサを利用し、飛行ロボットの制御を行う。HMD によってユーザと飛行ロボットが向いている方向を常に一致させ、首を左右に振ることで旋回、スマートデバイスを傾ける、スワイプすることで移動制御を行う。今後は、制御コマンド入力から飛行ロボットに適応させるまでの遅延時間を短縮するためのアルゴリズムの検討、開発を行う。その後、タスク完了時間の計測やユーザアンケートによって、既存システムと比較する評価実験を行う。

#### 参考文献

- [1] 田中紀史, 内田法彦, 橋本浩二, 柴田義孝: マルチコプターによるメッシュネットワークを利用した監視映像転送システムの構築, 第 77 回全国大会講演論文集, pp.87-89 (2015).
- [2] 間野直哉, 鈴木太郎, 天野嘉春, 橋詰匠, 瀧口純一: 災害情報収集のための小型 UAV 搭載シンバルカメラを用いた物体追跡に関する研究, ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集, "1A2-C14(1)"-"1A2-C14(3)" (2010).
- [3] Carlos Cambra Baseca., Juan R. Díaz and Jaime Lloret.: Communication Ad Hoc Protocol for Intelligent Video Sensing using AR Drones, 2013 IEEE 9th International Conference on Mobile Ad-hoc and Sensor Networks, pp.449-pp.453 (2013).
- [4] Bruno S. Faical., Fausto G. Costa., Gustavo Pessin., Jó Ueyama., Heitor Freitas., Alexandre Colombo., Pedro H. Fini., Leandro Aparecido Villas., Fernando S. Osorio., Patricia A. Vargas., Torsten Braun.: The use of unmanned aerial vehicles and wireless sensor networks for spraying pesticides, Journal of Systems Architecture Volume 60 Issue 4, pp.393-404 (2014).