

遠隔観光支援システムにおける Drone の協調的操作機能の提案

Proposal for Cooperative Operation Functions of Drone in Remote Tourism Support System

佐藤 悠太†
Yuta Sato

橋本 浩二†
Koji Hashimoto

1. はじめに

移動型映像通信装置を用いた遠隔観光支援^{[1],[2]}の一環として、筆者らはTelepresence RobotとDroneを組み合わせた遠隔観光支援システムの研究開発を進めている^[3]。提案システムは、観光地にあるTelepresence RobotとDroneの遠隔操作を可能とする一方で、安全性や観光地の状況を考慮した遠隔操作を実現するためには、遠隔の観光者と現地の観光者間でDroneを協調的に操作できる機能が必要となる。そこで、Droneの操作に対して自動化レベルを設定し、遠隔からでも容易かつ安全にDroneを操作しつつ、観光地の状況に応じて現地の観光者と協調的にDroneを操作できる機能を提案する。本稿ではその設計とシミュレーションによる機能評価について報告する。

2. システム概要と協調的操作機能

本システムの概要を図1に示す。本研究で提案するシステムは、Remote Location, Tourist Spot, Backendの3地点間の通信によって実現される。遠隔観光客である Remote User は Remote Location から Telepresence RobotとDroneを用いて現地観光客と共に遠隔観光を行う。

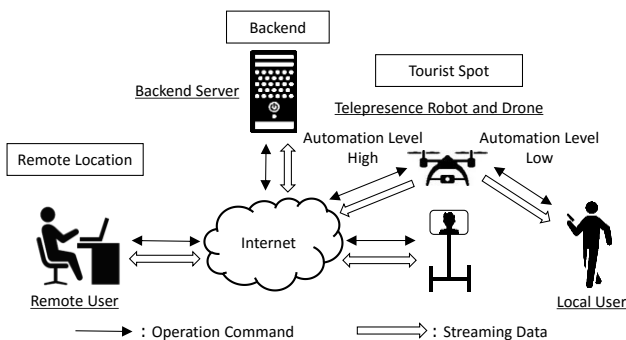


図1 システム概要

Droneの操作に関しては、目視外で操作するRemote Userに対しては、Droneが自律的に動作し、衝突の無い操作を保証する自動化レベルの高い操作、目視内で操作することのできるLocal Userに対しては、Droneの動作を詳細に制御でき、より操作者の意図に即した操作をすることができる自動化レベルの低い操作を提供する。

Backend Server内にはTourist Spotに設置されている2つの装置を統合的かつシームレスな操作とDroneの協調的な操作を実現するSystem Integrated

Controller機能を搭載する。System Integrated Controller機能はRemote Userに対して2つの装置を統合的に扱うための操作コマンドを提供し、Remote UserとLocal User間においてDroneの操作権の排他的な管理を行う。

3. System Integrated Controller

System Integrated Controller機能の状態遷移を図2に示す。システムはTelepresence Robotの上部にDroneが接している状態であるCombined状態から動作を始める。Separated状態はDroneが上空で停止飛行している状態であり、Separated状態時に機能はRemote Userに対して、自動化レベルの高いAction Commandを提供する。Action Commandを受信すると、Droneを動作させ、Exploring状態へ遷移する。

一方で、Combined状態時に、Droneの操作委任を指示するDelegated Commandを受信すると、機能はInquiring Local User状態に遷移し、Local Userに対して操作権の受け入れの可否を問う。受け入れが許可されれば、機能は操作権をLocal Userに付与し、Proxy Operating状態へ遷移する。Proxy Operating状態時に、Local UserはDroneに対して自動化レベルの低い操作を行うことができる。Proxy Operating状態時に、Delegated Commandを受信すると、機能はRemote Userに対して、操作権の受け入れの問い合わせを行う。受け入れが許可されれば、機能はRemote Userに対して操作権の付与を行い、Droneを下降させる。

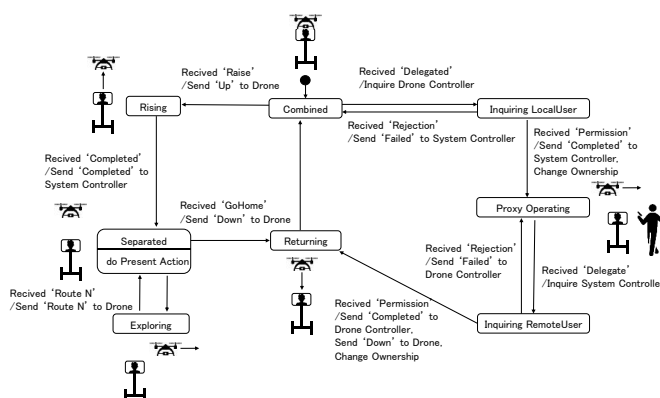


図2 System Integrated Controllerの状態遷移

以上の状態遷移に準拠した機能の実装を行うことで、Telepresence RobotとDroneの統合的かつシームレスな操作とDroneの協調的な操作を実現する。

† 岩手県立大学 Iwate Prefectural University

4. シミュレーションシステム

Telepresence RobotとDroneの実機を用いたプロトタイプシステムを実装した場合の、外的要因による不安定な動作などを考慮し、より論理的なシステム動作の評価を行うために、Unityによるシミュレーションシステムの実装を行った。その構成を図3に示す。

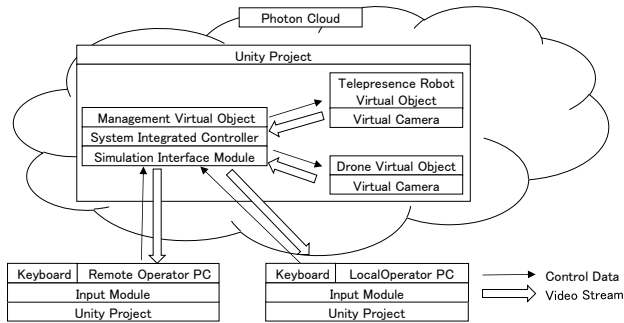


図3 シミュレーションシステムの構成

システムは遠隔観光者と現地観光者が使用する端末を想定した2台のPCとPhoton社が提供するPhoton Cloudで構成される。2台のPCはそれぞれUnity Projectを起動し、Project上にあるTelepresence Robot Virtual ObjectとDrone Virtual Objectの操作を行う。その他にProject上には、System Integrated Controller機能を持つ仮想オブジェクトが配置されており、Telepresence Virtual ObjectとDrone Virtual Objectの統合的かつシームレスな操作とDrone Virtual Objectの協調的な操作を可能とする。Simulation Interface Moduleはシミュレーションシステム用に用意されたインタフェースであり、System Integrated Controllerの出力をUnityの標準関数を用いて、シミュレーションシステム用に交換する機能を持つ。また、仮想オブジェクトの位置情報などはPhoton Cloudにてリアルタイムで同期される。

5. 機能評価・考察

システムの評価に際しては、具体的な動作シナリオを用いる。システムの動作シナリオを図4に示す。

- ① ランドマークの周囲を地上で周遊する (Combined状態)
- ② ランドマークを上空から撮影する (Separated状態)
- ③ ランドマークの周囲を上空で周遊する (Exploring状態)
- ④ Droneを用いてTelepresence Robotや周囲の観光客を撮影する (Proxy Operating状態)

以上のシナリオに基づき、シミュレーションシステムの評価を行った。評価を行った結果、設計した状態遷移の下、意図した動作を行えることを確認した。

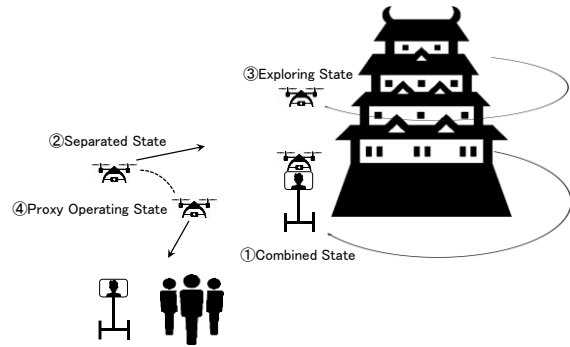


図4 システム動作シナリオ

一方で、遠隔地におけるTelepresence RobotとDroneが衝突、バッテリー切れ、通信障害などにより操作不可能となった場合を想定すると、状態遷移に関して追加の設計が必要となる。具体的にはメッセージが受け取れない場合を想定し、動作の完了を受け取るイベントにタイムアウト時刻を設定することやDroneが動作不可能となった場合を想定し、Droneが復旧するまでTelepresence Robotが単独で行動できる状態を追加することが必要であると考えられる。また、システムに障害が発生した後に、システムを正常な状態に戻すためには、現地観光者の助力が必要となる場合があるため、2つの装置の状態を確認し、現地観光者に行動を指示する動作も必要となる。

6. まとめ

本稿ではTelepresence RobotとDroneを組み合わせた遠隔操作支援システムの設計、実装とシミュレーションシステムによる評価について述べた。シミュレーションシステムは設計した状態遷移に準拠した実装を行い、その評価に際しては、Telepresence RobotとDroneの統合的かつシームレスな操作と、具体的なシナリオを用いて、システムが意図した動作を行えるかの確認を行った。

今後はシミュレーションシステムの評価の際に行った考察に基づき、更なる機能の設計と実装を進める。加えて、システムの通信帯域やユーザビリティを考慮した映像伝送機能に関しても、検討を行った上でTelepresence RobotとDroneの実機を用いたプロトタイプシステムの実装も進めていく予定である。

参考文献

- [1] iTOUR | ロボットを使った新しい集客のカタチ, 入手先, <https://www.ipre-tour.com/> (参照日 2021/06/11).
- [2] KDDI、5G×DroneでVR観光サービス 観光客誘致や災害現場で活用 | Mogura VR, 入手先 <https://www.moguravr.com/kddi-5g-drone-experiment/> (参照日 2021/06/11).
- [3] 佐藤悠太, 橋本浩二, “遠隔観光支援システムにおける遠隔観光客と現地観光客間での協調的操作機能の設計と実装”, 情報処理学会第83回全国大会講演論文集, 2021(1), pp. 195-196, 2021/3.