

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

佐藤 悠太[†] 橋本 浩二[†]

[†]岩手県立大学ソフトウェア情報学研究科

1. はじめに

遠隔操作を可能とする移動型映像通信装置を用いた遠隔観光支援の取り組み^{[1],[2]}が進められている中で、筆者らはテレプレゼンスロボットとドローンを組み合わせ、地上と上空の両方から観光地を周遊できる遠隔観光支援システムを提案している。既存研究の多くは安全性を考慮したドローンの遠隔操作^{[3],[4]}に焦点を当てている一方、遠隔観光を支援する観点からは、安全性に加え遠隔の観光地を利用者が現地の観光者と共に観光し易くなるような操作機能が求められる。そこで提案システムでは遠隔観光客と現地観光客間でドローンを協調的に操作する機能の導入を進めており、本稿では協調的操作を実現するための各端末における機能の設計と実装について報告する。

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2に示す。本研究で提案しているシステムは、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。

Remote UserがDroneを目視外で操作することを考慮すると、例えば事前に決められたルートをDroneが衝突を起こさず自律的に飛行するというような、Droneが観光地の上空の周遊から着陸までを安全に行える自動化レベルの高い操作機能をRemote Userに対して提供する必要がある。しかし遠隔観光を支援する観点からは、Remote Userの直感的な意思決定に即したDroneの動作を

操作機能に反映させる必要があると考えられ、そのような操作を自動化レベルの高い操作のみで実現することは困難である。そこで提案システムでは、自動化レベルの高いDroneの操作機能をRemote Userに対して提供する一方で、Droneの移動を細かく制御できる自動化レベルの低いDroneの操作機能を、現地でDroneを目視して操作することのできるLocal Userに対して提供する。Remote UserとLocal UserはTelepresence Robotを用いてコミュニケーションを取ることが可能であり、Remote UserはLocal Userを通してより柔軟にDroneを操作することが可能になる。

本システムのアーキテクチャを図3に示す。Backend Server内のSystem Integrated ControllerはRemote Userに対してTelepresence RobotとDroneの統合的かつシームレスな操作を提供し、加えてRemote UserとLocal Userに対してDroneの協調的操作を提供する。具体的には、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間における操作権の排他的な付与を行う。

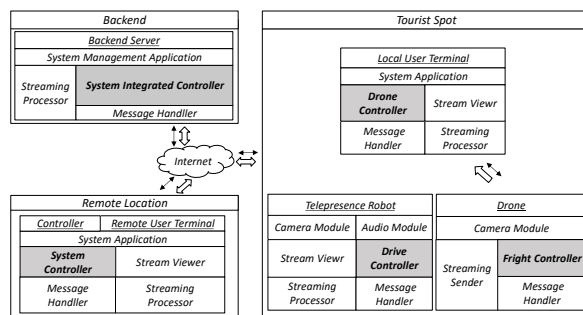


図3 システムアーキテクチャ

3. System Integrated Controller

Droneの操作をRemote UserとLocal User間で他方のUserに委任する際の各端末間のメッセージフローを図4に示す。図は後述する図5の状態と対応している。操作の委任要求はSystem Integrated ControllerへのDelegate-Requestの送信により行われる。System Integrated ControllerはDelegate-Requestを受信すると他方のUserに対して、Operation-Requestを送信する。Operation-Requestが許可されれば、System Integrated Controllerは内部的に操作権の変更を行い、Delegate-Responseを返信する。Local UserからRemote Userへ操作委任が起こった際は、System Integrated ControllerはDelegate-Responseを返

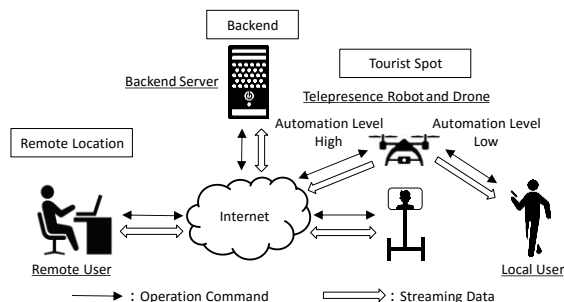


図2 システム概要

Design and Implementation of Cooperative Functions between Remote and Local Tourists in Remote Tourism Support

Yuta Sato[†] and Koji Hashimoto[†]

[†]Graduate School of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

信した後、Drone に対して GoHome コマンド (Telepresence Robot の上部へ着陸を要求するコマンド)を送信し、Drone から Drone-Response を受信したのちに Remote User に対して完了したことを知らせるメッセージを送信する。

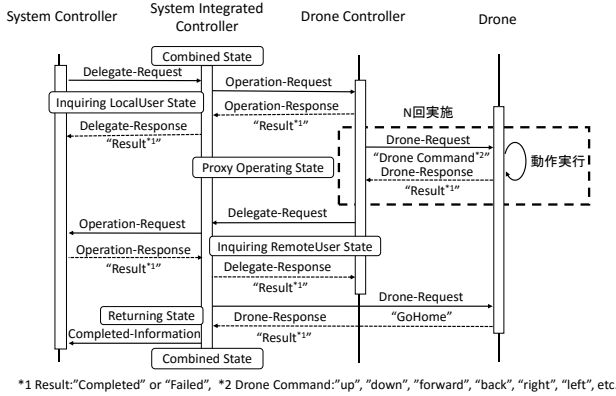


図4 委任操作における各端末間のメッセージフロー

System Integrated Controllerの状態遷移図を図5に示す。Combined状態はドローンがテレプレゼンスロボットの上部に接している状態であり、Separated状態はドローンが上空にいる状態である。Separated状態時はRemote Userに対して自動化レベルの高いDroneの操作機能を提供する。本稿で提案する協調的操作はProxy Operating状態で実現される。Combined状態である時にRemote Userから委任要求を受信するとInquiring LocalUser状態へ遷移し、Local Userに対して操作変更の要求を行う。要求が許可されればProxy Operating状態へと遷移する。Proxy Operating状態ではLocal Userは自動化レベルの低いDroneの操作機能が提供される。逆にProxy Operating状態である時にLocal Userから委任要求を受信した場合はInquiring RemoteUser状態へ遷移し、Remote Userに対して操作変更を要求を行う。要求が許可されればDroneに対してGoHomeコマンドを送信し、Returning状態を経てCombined状態へ遷移する。

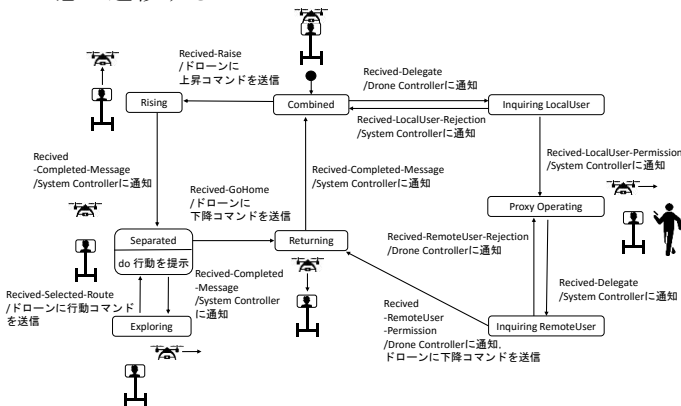


図5 System Integrated Controller の状態遷移図

4. プロトタイプシステムの設計・実装

ドローンの協調的な操作ができるかを確認するた

めにプロトタイプシステムを実装した。プロトタイプシステムのハードウェア構成を図6に示す。

上述したメッセージフローと状態遷移図に準拠した動作・通信ができるかどうかの確認を目的とし、図3で示したシステムアーキテクチャの機能を簡易的に実装した。本プロトタイプシステムでは、Backend Server PCとDroneが直接通信できるものとしている。プロトタイプシステムでは移動型映像通信装置としてDouble2(Double社)とTello EDU(Ryze Tech社)を用いる。これらの装置には、遠隔操作用のAPIが実装されている。これまでに、System Integrated Controllerとそれと通信を行う端末の機能の実装を行い、本稿で設計したメッセージフローに準拠した通信と排他的な操作権の付与ができることの確認を行った。

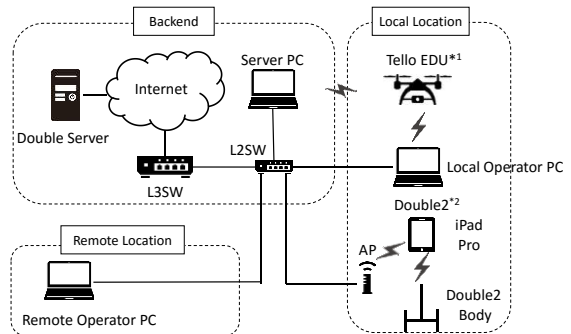


図6 プロトタイプシステムのハードウェア構成

5. まとめと今後

本稿ではテレプレゼンスロボットとドローンを組み合わせた遠隔操作支援システムにおけるドローンの協調的操作機能の設計と実装について述べた。その際、協調的操作を提供する機能の状態遷移図と操作者の変更がなされる場合の各端末間のメッセージフローを設計し、メッセージフローに準拠した各端末の機能の実装を行った。

今後はRemote Userが自動化レベルの高いDroneの操作を行うための機能、通信品質やユーザビリティを考慮した各端末間での映像伝送機能に関しても設計と実装を進める。

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 2020-12-03).
- [2] KDDI、5G×ドローンで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 2020-12-03).
- [3] John Thomason, Photchara Ratsamee, Jason Orlosky, Kiyoshi Kiyokawa, Tomohiro Masita, Yuki Uranishi, Haruo Take mura, "A Comparison of Adaptive View Techniques for Exploratory 3D Drone Teleoperation", ACM Transactions on Interactive Intelligent System, Article No. 17, 2019 /3.
- [4] Werner Alexander Isop, Christoph Gebhardt, Tobias Nägeli, Friedrich Fraundorfer, Otmar Hiltinges, "High-Level Teleoperation System for Aerial Exploration of Indoor Environments", DieterFrontiers in Robotics and Ai, Volume:6, Article:95, 2019-10-23.