

## 移動型映像通信装置を組み合わせた遠隔観光支援システムにおけるシームレスな遠隔操作機能 Seamless Remote Operation Functions by Combined Mobile Video Communication Devices in Remote Tourism Support System

佐藤 悠太<sup>†</sup> 橋本 浩二<sup>†</sup>  
Yuta Sato koji Hashimoto

### 1. はじめに

遠隔操作可能なテレプレゼンスロボットを用いると、遠隔地からそのロボットを操作しつつ双方向の映像通信を行うことが可能である。テレプレゼンスロボットを遠隔観光サービスの一部として利用する事例も存在する<sup>[1]</sup>一方で、テレプレゼンスロボットの映像は基本的に地上からの視点の映像であり、全方位カメラを用いた場合<sup>[2]</sup>でも、例えば観光地を上空から俯瞰的な視点で観光することは容易ではない。

そこで本研究では、テレプレゼンスロボットと上空から俯瞰的な撮影を行えるドローンを組み合わせ、それらに相補的な関係をもたせた遠隔観光支援システムを提案する。本稿では、2つの装置をシームレスに遠隔操作するための状態遷移マシンの設計について述べる。

### 2. システム概要

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, Local Location, Backend の3地点間の通信によって実現される。Remote UserはRemote LocationからTelepresence RobotとDroneを用いて現地の観光客と共に遠隔観光を行う。Remote UserはTelepresence Robotを用いることで地上を周遊することができ、Droneを用いることで上空を周遊することができる。本システムではRemote Userに対して2つの装置の遠隔操作を統合的に扱えるUser Commandを提供する一方、そのコマンドを2つの装置それぞれの遠隔操作コマンドに対応させ、送信する機能を用いることでシームレスな遠隔操作を実現する。

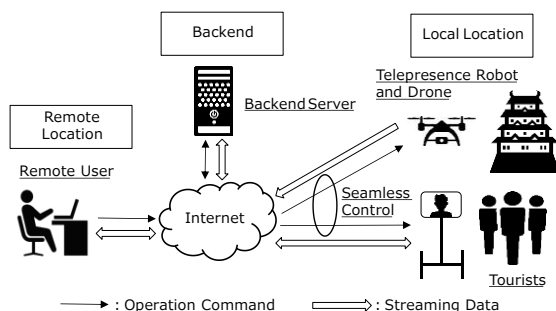


図1 システム概要図

<sup>†</sup>岩手県立大学 ソフトウェア情報学研究科  
Graduate School of Software and Information  
Science, Iwate Prefectural University

シームレスな遠隔操作を実現するための機能を図2に示す。

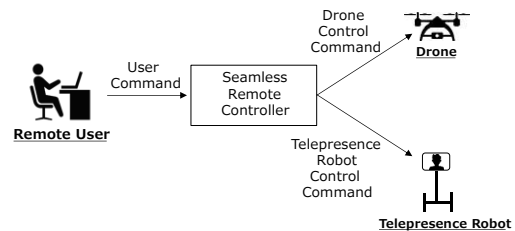


図2 Seamless Remote Controllerの機能概要

例えば、地上を周遊している状態から上空での周遊に切り替え、再度地上で周遊する場面を想定すると、操作者は操作対象を切り替える、ドローンを上昇・下降させるといった操作を行う必要がある。Seamless Remote Controller機能はRemote Userと2つのデバイスの通信の中継役となり、地上の周遊と上空の周遊の切り替えに伴う各装置の動作制御や適切かつスムーズな操作対象の切り替えを操作者の代わりに行うことで操作者にシームレスな遠隔操作を提供する。

### 3. 状態遷移マシンの設計

Seamless Remote Controller機能の実装にあたり、システムをシームレスに操作するための状態遷移マシンを設計した。Seamless Remote Controller機能における状態遷移図を図3に示す。状態遷移図における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る。Separated状態はドローンがテレプレゼンスロボットから上昇し、上空で周遊している状態である。Rising状態はCombined状態からSeparated状態へ遷移する過程の状態であり、ドローンが上空まで上昇し、停止するまでの状態である。Returning状態はSeparated状態からCombined状態へ遷移する過程の状態であり、上空で周遊しているドローンがテレプレゼンスロボットに向けて下降し、着地するまでの状態である。Raise-DroneイベントとGo-Home-DroneイベントはUser Commandの受信により発生するイベントであり、イベントが発生するとRising状態あるいはReturning状態へ遷移する。Reached-Aerial-Position イベントとReached-Telepresence-Robotイベントはドローンからのメッセージの受信により発生するイベントであ

り、イベントが発生するとCombined状態あるいはSeparated状態へ遷移する。

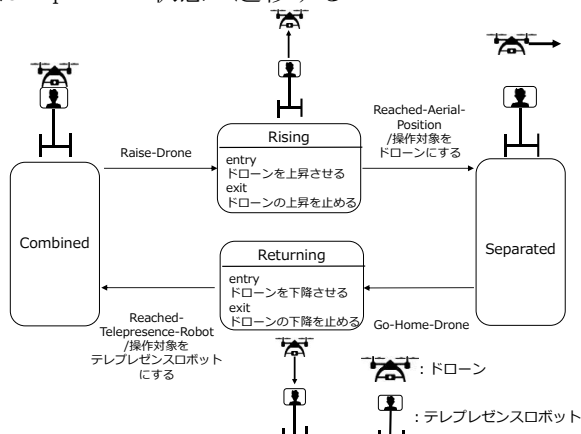


図3 状態遷移図

さらに、Separated状態内では図4に示す4つの状態を定義する。

|                  |    | 操作対象となるデバイス   |   |
|------------------|----|---|---|
|                  |    | ドローン  | テレプレゼンスロボット   |
| 操作対象とならないデバイスの動作 | 停止 | DMS状態<br>Drone-Moving-Solely<br>移動<br>停止                | TMS状態<br>Telepresence-Robot-Moving-Solely<br>移動<br>停止   |
|                  | 追従 | TFD状態<br>Telepresence-Robot-Following-Drone<br>追従<br>移動 | DFT状態<br>Drone-Following-Telepresence-Robot<br>追従<br>移動 |

図4 Separated状態における動作方式

操作者は4つの状態を切り替えることで、観光地において様々な状況に応じた観光地の撮影を行うことができる。例えば、DFT状態では地上での周遊を行いながら上空で観光地の俯瞰的な映像の撮影を行える。一方で、DMS状態では海上などテレプレゼンスロボットが走行できない場所の上空でも、ドローンを用いて撮影を行うことができる。Separated状態内の状態遷移図を図5に示す。

図5に示す状態遷移図で、実際に観光地で周遊するための状態はCombined状態とSeparated状態内の4つの状態である。周遊するための状態への遷移はそれぞれUser Commandの受信により発生するイベントがトリガーとなる。一方で状態への遷移に伴う、2つの装置の動作制御や操作対象の切り替えはSeamless Remote Controller機能と2つの装置間の通信によって行われる。例えば、DMS状態からDFT状態への遷移はUser Commandの受信により発生するイベントであるFollow-Drone

イベントの発生により起こり、遷移に伴う操作対象をテレプレゼンスロボットにする、ドローンに追従させるといったシステムへの命令はSeamless Remote Controller機能により行われる。これによりSeamless Remote Controller機能は操作者に対して、2つの装置をそれぞれ操作するという複雑さを与えずに、1つのシステムとしての操作を提供することができる。

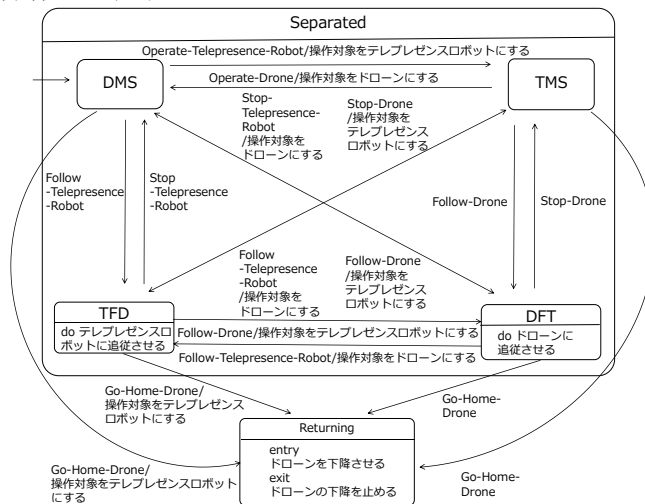


図5 Separated状態内の状態遷移図

現在、プロトタイプシステムとして Seamless Remote Controller 機能の実装を進めており、现阶段では、状態遷移図の Combined 状態, Rising 状態, DMS 状態, Returning 状態間の遷移の実装を行い、機能による各装置の動作制御、操作の切り替えができることの確認を行った。

#### 4. まとめ

本稿では、テレプレゼンスロボットとドローンを用いた遠隔観光システムを提案し、システムのシームレスな遠隔操作機能について述べた。シームレスな操作を実現するための状態遷移マシンの設計を行い、現在、プロトタイプシステムの実装を進めている。今後は、プロトタイプシステムにおいて Separated 状態時の4つの状態の動作を全て実装し、シームレスな遠隔操作が実現できるかの検証を行うために、提案機能を用いない場合との比較実験を行う予定である。

#### 参考文献

[1] 松村 耕平, 柴田 太一, 野間 春生: 博物館におけるテレプレゼンスロボットのデザイン, 情報処理学会 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション, Vol. 2017-HCI-174, No. 5, pp. 1-6, 2017-08-16.  
 [2] J. Zhang, E. Langbehn, D. Krupke, N. Katzakis and F. Steinicke: Detection Thresholds for Rotation and Translation Gains in 360° Video-Based Telepresence System, IEEE Transactions on Visualization & Computer Graphics, Vol. 24, No. 4, pp. 1671-1680, 2018-04.