

遠隔観光支援システムにおける移動型映像通信装置を連携させた遠隔操作機能の実装と評価

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た遠隔観光支援システムの研究開発に取り組んでいる。本研究ではこれまでに物理的に異なる2つの装置を連携させ、統合的な操作を実現するための操作機能と、ドローンの安全な操作と遠隔観光客の柔軟な観光を実現する、遠隔観光客と現地観光客間における異なる自動化レベルでのドローンの協調的操作機能に関して設計と実装を進めてきた^[3]。提案システムは、図1に示すように3地点間で構成され、2つ装置を、それぞれ遠隔観光支援に活用した場合に想定される4つの課題に対応することを要件としている。

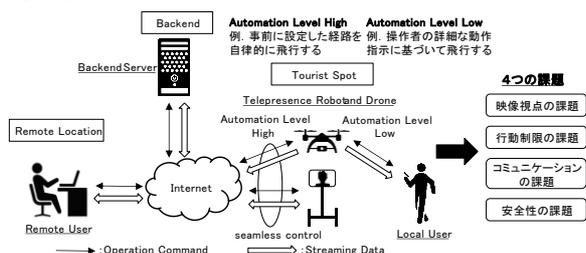


図1 システム概要

また提案システムは、提案システムとランドマークとなるオブジェクトが設置されている場面を想定すると、図2に示す利用シナリオに則った動作ができると考える。

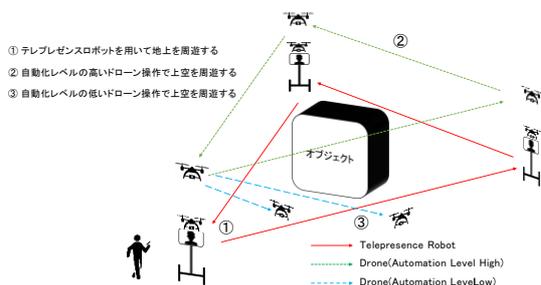


図2 システム概要

まず提案システムの利用者は、テレプレゼンスロボットを用いてランドマークの周囲を地上で周遊することができる。また遠隔観光客が行

う自動化レベルの高いドローン操作により、ランドマークの周囲を上空で周遊することができる。一方で、テレプレゼンスロボットや現地観光客を撮影するといった、自動化レベルの高いドローン操作では実現できない動作に関しては、現地観光客が行う自動化レベルの低いドローン操作により行うことができる。

本稿では、利用シナリオを用いた動作確認と、既存システムとの機能比較や評価実験結果を踏まえた、提案システムの有効性について報告する。

2. 提案システムの実装

提案システムの動作確認と評価を目的として、本研究ではシミュレーションシステムとプロトタイプシステムの実装を行った。両システムのイメージを図3に示す。



図3 両システムのイメージ

シミュレーションシステムは、実機を用いた場合の外的要因による不安定な動作を考慮し、より論理的な動作検証を行うことを目的に開発された。また、プロトタイプシステムは1室で動作するシステムを想定し、実機の装置や端末と、実際に通信が発生する環境において、機能が適切な動作を行えるかの検証を目的に開発された。両システムを用いた動作検証により、機能が各装置や端末との通信で両装置を統合的に操作でき、加えて状態遷移^[3]で定義した動作で、利用シナリオに則った操作ができることを確認した。

3. 既存システムとの機能比較

提案システムと既存システムの機能面での比較を図4に示す。

本稿では、既存システムとしてテレプレゼンスロボット・全方位カメラを搭載したテレプレゼンスロボット・ドローン(自動化レベルの高い操作の場合と低い操作の場合)を活用した遠隔観光支援システムとの比較を行い、機能比較に際しては、比較項目を映像視点の課題と行動制限

Implementation and Evaluation of Remote Operation Functions Integrating Mobile Video Communication Devices in Remote Tourism Support System
Yuta Sato[†] and Koji Hashimoto[†]
[†]Graduate School of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

の課題に関わる多視点映像機能，コミュニケーションの課題に関わる双方向映像通信機能，安全性の課題に関わるフェールセーフ機能とした。

	A		B		C		D	
	Telepresence Robot		Telepresence Robot with 360° Camera		Drone		Proposal System Telepresence Robot and Drone (ALH and ALL)	
(1) ALH: Automation Level High (2) ALL: Automation Level Low					ALH ⁽¹⁾	ALL ⁽²⁾		
1. 映像視点の課題，行動制限の課題 (多視点映像機能)	x	△	x	○			○	
2. コミュニケーションの課題 (双方向映像通信機能)	○	○	x	x			○	
3. 安全性の課題 (フェールセーフ機能)	○	○	△	x			△	

図4 既存システムとの機能面での比較

まず多視点映像機能に関しては，地上と上空を移動する2つの装置の視点を利用できる提案システムが優位であり，観光地において，環境の把握をすることがより容易になると予測する。また双方向映像通信機能に関しても，提案システムはテレプレゼンスロボットに標準搭載されている機能を利用することができ，現地の人との会話を楽しむことができる。フェールセーフ機能に関しては，提案システムにおける協調的操作機能により，ドローンの安全な遠隔操作が実現される。しかしシステムを運用していく上では，障害や操作ミスへの対応が必要があり，システムの実現化に向けては，ドローンが持つフェールセーフ機能を考慮した設計や操作ミスを発生させない仕組みづくりが必要である。

4. 評価実験

提案システムにおける多視点映像機能の有効性とシステムの操作性を検証するため，シミュレーションシステムを用いた評価実験を行った。実験の参加者は合計で12名で参加者はテレプレゼンスロボット・ドローン・提案システムを活用した遠隔観光のシミュレーションシステムをそれぞれ操作し，アンケートに回答する。アンケートの項目は以下の通りである。

1. 観光地やオブジェクトの様子が把握できる。
2. 観光地を歩いているような映像を見ることができる。
3. ダイナミックな映像を見ることができる。
4. システムを簡単に操作できる。

シミュレーションシステム上には，観光地を模した環境が用意され，ランドマークとなるようなオブジェクトが複数配置されている。また，テレプレゼンスロボットとドローンの仮想的なオブジェクトには，視野角が60度の主観カメラが搭載されており，参加者のキーボード入力に応じて，本研究が想定する実際の装置と同様の動作を行う。

アンケート結果はTukey法による多重比較を行い有意差を検証した。評価結果を図5に示す。

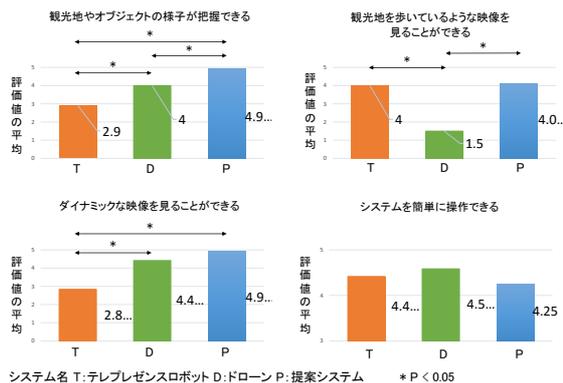


図5 評価実験の結果

評価実験の結果，提案システムを用いた場合の項目1の評価は高く，多視点映像機能により，観光地の環境把握が容易になることを裏付けるものとなった。また項目2, 3に関しても，提案システムの評価は高く，参加者はテレプレゼンスロボットとドローンを用いて，利用シナリオのような，柔軟な観光ができていたと予測できる。さらに操作性に関しても，3つのシステム間の評価に有意差は見られず，本研究で設計した，2つのシステムを統合的に操作するための操作機能の有効性を証明する結果となった。

一方，実機の装置を用いた場合，外的要因や装置の性能により，シミュレーションシステムとは異なる操作感になることも予測されるため，今後はより実践的な評価を得るため，プロトタイプシステムによる実証実験を行う予定である。

5. まとめ

本稿では，テレプレゼンスロボットとドローンを活用した遠隔観光支援システムに関して，その動作検証を行い，提案システムが持つ機能の有効性を示した。

今後は，ドローンの協調的操作機能に関して，安全性の課題の観点から，その有効性を検証した上で，プロトタイプシステムによる実証実験を行う予定である。

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 2021-12-31)。
 [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 2021-12-31)。
 [3] 佐藤悠太，橋本浩二，“遠隔観光支援システムにおけるDroneの協調的な操作機能の提案”，第20回情報科学技術フォーラム (FIT2021) 講演論文集，第4分冊，pp. 161-162，2021年8月。