



XRによる対話支援テレエクスペリエンスシステム に関する研究

菊地勇輔¹⁾, ヤェム ヴィボル²⁾, 長井超慧²⁾, 池井 寧³⁾
Yusuke KIKUCHI, Vibol YEM, Yukie NAGAI, and Yasushi IKEI

- 1) 東京都立大学大学院システムデザイン研究科(〒191-0065 東京都日野市旭が丘 6-6, {kikuchi,yem}@vr.sd.tmu.ac.jp)
2) 東京都立大学大学院システムデザイン研究科(〒191-0065 東京都日野市旭が丘 6-6, y-nagai@tmu.ac.jp)
3) 東京大学大学院情報理工学系研究科(〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1, ikei@vr.u-tokyo.ac.jp)

概要:遠隔地間で空間を共有し、共同作業を行うためには、空間の全方位に対する映像・音声を同時に複数人で共有することが必要である。本研究では、遠隔地の現場空間の全方位をライブ立体視可能な2台のカメラによるTwinCamシステムを用いるが、システムを直接制御するリモート操作者以外の複数人が、遠隔での同一視点の立体音響と全方位単眼視を共有体験するシステムを設計している。本稿では、複数人に対応する立体音響と単眼視映像を得るシステムの構成について述べる。

キーワード:遠隔共同作業, 複数参加者, 拡張・複合現実, XR

1. はじめに

近年、映像によるリモート会議は普及しているが、実際の作業現場を共有し、視点の移動を含む遠隔共同作業の支援はまだ極めて不十分な状況である。

著者らは、遠隔地間で映像・音声を共有し、共同作業を行う空間での移動を可能とするXRシステムを構築している[1]。実空間の構造物や機械装置を対象とした共同作業では、臨場感の高い情報提示と自由な視点の移動、さらに現場に実際に居る人々との円滑なコミュニケーションは極めて重要である。このため、立体視・立体音響を備えた移動が可能なシステムとして、2台の全天球カメラを装備した遠隔空間体験支援を可能としたが、複数の参加者が同時に現地の空間を共有し対話する機能が不足していた。すなわち、これまでの2眼全天立体視システムTwinCamは、1名の体験者を対象としており、複数人が同時に利用すると正しい視差を持つ映像とならない問題があった。

そこで本研究では、複数人が単眼視で同時に観察できる構成を設計した。また、現場の音響の再現も映像に対応した立体音響の構成に拡張した。

2. 遠隔対話支援システムの構成

2.1 3D映像音声遠隔体験システム

構築したシステムの構成を図1に示す。本システムは、次の実空間(A地点, B地点)を接続して映像と音声を提供し対話を可能とする。

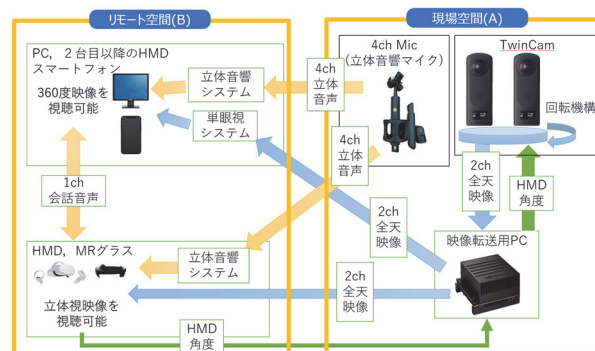


図1: 遠隔対話支援システムの構成

- A) 共有空間となる対象の現場空間
B) XRでAに参加する人がいる複数のリモート空間

これらの空間では、用途に合致した非対称の表示装置を用いる。すなわち、現場空間(A)にいる利用者はMRグラス(Mixed Reality Glass, HoloLens等)を使用してリモート空間(B)に居る人の姿(アバター)を現場の送信用カメラ上に重畳提示する。リモート空間(B)では、HMD(Head Mounted Display, Vive Pro等)を装着またはスマートフォンのVRを利用して、現場空間(A)を視聴覚で共有しながら現場空間にいる人と対話を行う。これにより、リモート空間(B)の体験者があたかも現場空間(A)に居て、双方向に共同作業等を行うことを可能とする。

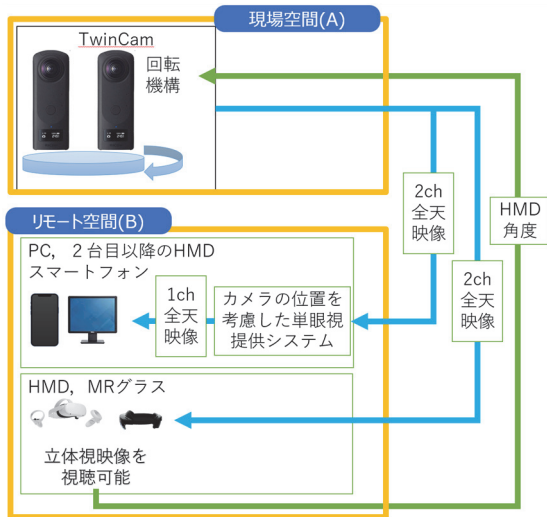


図 5: 単眼視映像配信システムの構成

2台のカメラの位置と姿勢が設計通りの配置となっていることが必要であるが、実際にはカメラのピッチ軸、ロール軸角度および光軸の高さの位置決め誤差があり、映像の接続位置に不連続（ずれ）が生ずる。この映像の不連続問題を解決するために、接続する正距円筒映像をテクスチャ座標系でV軸（上下）方向に補正する機能と、正距円筒図を半球に投影した後の結合時に、子午線上で回転して補正する機能を実装した。

3. 補正処理の効果

3.1 単眼視映像の接続誤差

位置決め誤差を含む2台のカメラの映像の補正効果を予備的に調査した。

ほぼそろえて配置されたカメラ列のレンズ光軸水平面内に内側直径400mmの円盤を図6のように置き、その時に得られた2つの全天球映像に対して、合成映像を作成した。合成面がテクスチャ座標系で上下方向（V軸方向）にずれた距離をピクセル値で測定し、それを球面に投影した後の仰角の誤差角度に変換した。

3.2 予備計測結果

図7は誤差角度の予備的計測結果である。TwinCamカメラの配置角度を3通り{0, 45, 90}度とした場合の映像接



図 6: レンズ光軸高さに被写体円盤を配置

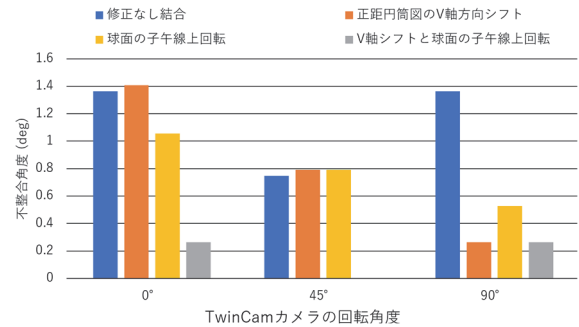


図 7: 合成処理後の縦方向の不整合角度

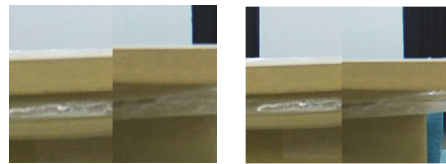


図 8: カメラ回転角度が90度の場合の補正前とV軸シフト+子午線上回転の補正後

続部の仰角誤差角度を表わしている。また、図8に補正前後の映像を示す。

TwinCamカメラの3通りの回転角度の際に、カメラの位置・姿勢誤差は正確に同一とはならないため、現状では厳密な比較はできないが、V軸シフトと子午線上回転を適用することで補正がより有効となると考えられる。

誤差の原因としては、カメラの傾き、カメラの高さの相違、レンズのひずみ、被写体に対するレンズの位置の相違による視差が考えられる。

4. おわりに

本研究では、遠隔地間で空間を共有し共同作業を行うための支援技術の構築経過について述べた。特に複数人が現場空間を同時に体験するための構成と、単眼視映像を得る際の誤差の補正の予備評価を紹介した。

今後の課題としては、システムの実装を完了し、システムの特性と遠隔体験の品質を評価することがある。

謝辞 本研究は、総務省SCOPE(191603003)および、JSPS 科研費(JP18H04118、18H03283)の支援により実施された。ここに謝意を表す。

参考文献

- [1] V. Yem, R. Nashiki, T. Morita, F. Miyashita, T. Amemiya, Y. Ikei, TwinCam Go: Proposal of Vehicle-Ride Sensation Sharing with Stereoscopic 3D Visual Perception and Vibro-Vestibular Feedback for Immersive Remote Collaboration, Siggraph Asia 2019, Emerging Technologies (SA'19). <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3355049.33605>