



# MR 対話支援型テレプレゼンスシステムに関する研究

## Research on MR Dialogue Support Telepresence System

菊地勇輔<sup>1)</sup>, Vibol Yem<sup>2)</sup>, 長井超慧<sup>3)</sup>, 池井 寧<sup>4)</sup>

Yusuke KIKUCHI, Vibol YEM, Yukie NAGAI, Yasushi IKEI

- 1) 東京都立大学 システムデザイン学部 (〒191-0065 東京都日野市旭が丘 6-6, kikuchi@vr.sd.tmu.ac.jp)
- 2) 東京都立大学 システムデザイン学部 (〒191-0065 東京都日野市旭が丘 6-6, yem@vr.sd.tmu.ac.jp)
- 3) 東京都立大学 システムデザイン学部 (〒191-0065 東京都日野市旭が丘 6-6, y-nagai@tmu.ac.jp)
- 4) 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**：本研究では MR (Mixed Reality) グラスと HMD (Head Mounted Display) を用いて対話する MR 対話支援型テレプレゼンスシステムを提案する。対話するユーザは MR グラスおよび HMD をそれぞれ装着することにより、MR 空間を共有する。ユーザの 3D アバタを MR グラスによって、立体視が可能なカメラの位置に提示することで双方が 3D 空間を共有することが可能となる。ユーザの頭部回転と視線方向を表現する 3D アバタによる対話を評価するために、対話者としてのリアリティと空間オブジェクトの指示の明確さを評価した。その結果、頭部回転と視線情報がそれらを高め得ることが示唆された。

**キーワード**：Mixed Reality, 遠隔臨場感, アバタ

## 1. はじめに

近年、実空間を認識して、適切な位置に CG オブジェクトを提示できる MR (Mixed Reality) グラスが開発され、産業用等の利用が始まりつつある。また本年初頭からの COVID-19 禍により対面の対話が忌避される状況となったため、遠隔でコミュニケーションを行うツールは、広く社会に浸透し始めた。現在の Web カメラによる遠隔会議システムは、長くポテンシャルが語られてきた TV 電話を日常のものとした。しかしながら、遠隔の空間を共有して 3D 空間における対話が重要なテレワークでは、より臨場感の高い環境が不可欠である。しかしながら、両眼視差を伴う立体空間共有が任意の場所で行えるテレプレゼンスシステムは開発途上である。

本研究では、MR グラスを用いて対話者本人の立体アバタを、移動するカメラ[1] 位置に提示する MR 対話支援型テレプレゼンスシステムを構成し、評価実験を行った。

## 2. MR 対話支援型テレプレゼンスシステムの構成

構築したシステムを図 1 に示す。本システムは、現在は非対称型であり、図 1 左がローカルサイト、右が遠隔の共有 3 次元実空間を表している。HMD (Head Mounted Display, Vive Pro Eye, HTC 社) と MR グラス (Magic Leap 1, Magic Leap Inc.) を使用し、HMD で計測された頭部と

眼球の運動データを遠隔の空間に送信し、ローカルの体験者のアバタを、遠隔の MR グラスに提示する。これにより、遠隔の移動カメラではなく、対話者の 3D のアバタとの対話を可能とする。

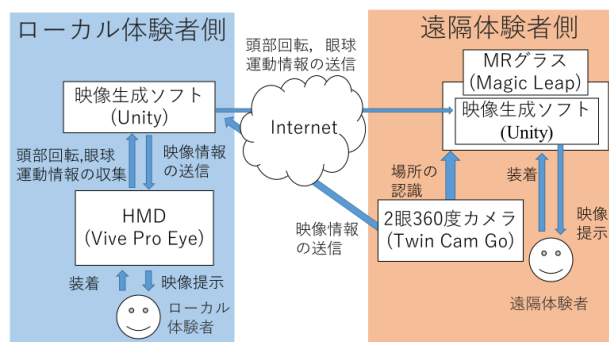


図 1 対話支援テレプレゼンスシステムの全体構成

### 2.1 頭部回転および視線方向情報の取得

遠隔地のアバタのための頭部の回転情報は、映像生成ソフト(Unity)で管理される HMD のトラッキング情報を利用した。視線方向は、HMD に内蔵されている眼球センサを利用して、SDK より目の視線ベクトルを取得した。

### 2.2 送信方法

頭部回転と視線方向の情報は、Unity の Match Maker により、Peer To Peer (P2P) 通信を行い、遠隔の Magic Leap 1

で提示するアバタに適用している。

### 2.3 対話者アバタ

本人のアバタは、全身の3D スキャンデータ（約 20 万ポリゴン）から、頭部（約 4 万ポリゴン）を切り出し、リトポロジー処理を加えて作成した。さらに眼球を合成して視線の表現が可能な対話者アバタを用意した。



図 2 制作した対話者アバタ



(a) 2D アバタ提示刺激 (b) 3D アバタ提示刺激

図 3 提示刺激

## 3. アバタ対話時のリアリティと情報伝達の評価

### 3.1 実験目的および実験参加者

MR グラスで提示するアバタについて、対話者としてのリアリティと、話題とする空間オブジェクトの指示の明確さについて、予備的評価実験を行った。実験参加者は 21~24 歳の大学(院)生 7 人である。

評価項目は、対話者に関するリアリティの感覚と、話題としている空間オブジェクトの明確さである。提示刺激は、3D 提示または 2D 提示、および頭部・眼球運動の有無からなる 2 要因、各要因 2 水準とした。

### 3.2 実験方法および評価方法

実験参加者は、図 1 の右側の遠隔体験者として物理的カメラ(TwinCam)の前に立ち、MR グラスを装着してローカル体験者（図 1 左側、HMD を装着）のアバタを見る。ローカル体験者は、遠隔のカメラから 1.7 m 実験参加者に近いところに表示される 3 つの空間オブジェクト（立方体、球、円錐）について説明を行う。その説明は、言語情報だけでは明確に種類が指定されないように言及する。実験参加者は、説明の直後に質問紙にて、対話者のリアリティ、話題の対象の明確さを回答する。

視覚的な提示条件は、以下の 4 水準である。

- アバタを 2D で投影する。頭部と視線は固定（静止状態）。
- アバタを 2D 投影表示する。頭部回転と視線の変化は、アバタに反映される。

- アバタを 3D 投影表示する。頭部と視線は固定（静止状態）。
- アバタを 3D 投影表示する。頭部回転と視線の変化は、アバタに反映される。

これらの提示は、ランダム順で行う。

評価には、Visual Analogue Scale (VAS) を用いる。VAS の両端指定は、リアリティについては「音声のみで対話している感覚」から「現実の人間と対話する時と同等の感覚」まで、話題オブジェクトの明確さについては「説明しているものが明確にわからない」から「説明しているものが明確にわかる」までとし、グラフではそれらを 0 および 10 とした。

### 3.3 対話のリアリティと明確さの評価結果

実験結果を図 4, 5 に示す。二元配置分散分析を行った結果、対話者としてのリアリティについては、「2D/3D」要因には、5%水準の有意差が認められた。また、頭部回転視線変化の要因は、1%水準で有意差が認められた。話題オブジェクトの明確さについては、「2D/3D」要因には有意差が認められず、頭部回転視線変化の要因は、1%水準で有意差が認められた。

これらの予備的結果は、MR グラスに提示されるアバタの頭部回転と視線の情報が、遠隔対話のリアリティの確保に有効な程度の概略と、特に話題としている空間オブジェクトの明確さへの寄与の程度について簡単な情報を与えている。

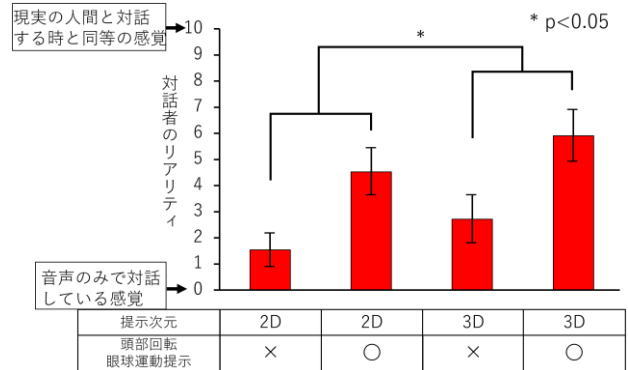


図 4 対話者としてのリアリティ

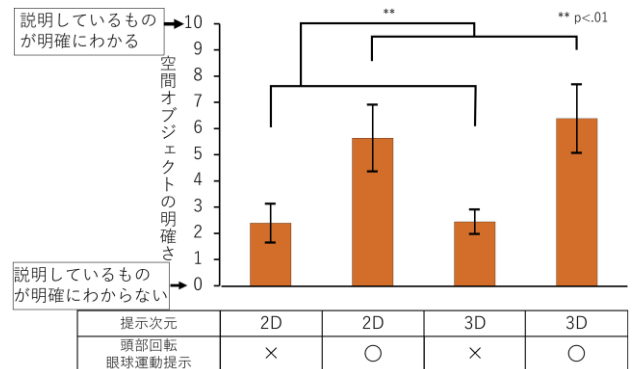


図 5 話題としている空間オブジェクトの指示の明確さ

遠隔のカメラの位置に、対話者を提示することは、これまで iPad などの平面ディスプレイを用いて行われているが、現地の3D空間の把握と対話者のリアリティにおいて、3Dモデルを導入することの効果の一部が示唆されたと考えられる。

## 4. おわりに

本研究では、テレプレゼンスシステムにおける遠隔カメラの位置に、MRグラスによって対話者のアバタを提示する際のリアリティと3D空間に関する対話の明確さに関する要因について簡単な予備評価を行った。アバタの顔のアニメーションと奥行き情報によって、対面の対話に近づけることが可能と示唆された。

現在は頭部回転と視線情報のみを用いているが、実験参加者から、口元が動かないと会話をしている感覚はほとんど得られないというコメントがあった。今後は、口元の動

きを改良し、検証を行なう予定である。

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

## 参考文献

- [1] Vibol Yem, Reon Nashiki, Tsubasa Morita, Fumiya Miyashita, Tomohiro Amemiya, Yasushi 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). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, pp. 53-54., 2019. DOI:<https://doi.org/10.1145/3355355.3361893>