

MR 技術を用いたコミュニケーションシステムの開発 Development of MR communication systems

○古瀬 佑作^{*1}, 林田 和人^{*2}, 柴田 滝也^{*3}

Yusaku KOSE ^{*1}, Kazuto HAYASHIDA ^{*2}, Tatsuya SHIBATA ^{*3}

*1 東京電機大学大学院システムデザイン工学研究科デザイン工学専攻

Master's Student, Dept. of Design Eng. and Tech., School of System Design and Tech., Tokyo Denki Univ.

*2 東京電機大学システムデザイン工学部 研究員

Researcher, School of System Design and Tech., Tokyo Denki Univ.

*3 東京電機大学システムデザイン工学部デザイン工学科 教授

Professor., Dept. of Design Eng. and Tech., School of System Design School of System Design and Tech., Tokyo Denki Univ.

Summary: The quality of communication between people changes significantly by depending on whether they are face-to-face with an interlocutor. We have developed the MR system that people in remote locations exist in the same place virtually. The sense of being together is defined as sense of co-presence as if members of an organization or community exist the same place. We hypothesized that this sense of co-presence would be enhanced by the presence of people in remote locations in the same space. In this research, we construct a system that places a person in a remote location on the same space virtually and verify how much sense of co-presence can be obtained through the MR system.

キーワード : Mixed Reality; 共在感覚; OpenCV

Keywords : mixed reality; sense of co-presence; OpenCV.

1. はじめに

2020年をはじめに新型コロナウイルス感染症が拡大し、大学などの教育機関ではインターネットを介して遠隔で行うオンラインでのコミュニケーション形式に切り替わった。また、社会情勢においてもリモートワーク形式での業務を多用している企業が増加傾向にある。そのような形式の授業や会議では、Zoom や Skype などオンラインコミュニケーションシステムが多く利用されている[1]。令和二年度に文部科学省が出した新型コロナウイルス感染症の影響による学生等の学生生活に関する調査では、緊急事態宣言地域内・外の学生 3000 人のうち 59.6%がオンラインによる授業形態だったと回答している[2]。このようなオンラインコミュニケーションシステムには、通勤・通学時間

の削減やワークライフバランス及び業務生産性の向上といったメリットが多くみられる。だが、従来のオンラインコミュニケーションシステムでは、画面の先でしか対話者を観測できないため、微細な表情や体の動きが読み取りにくく、「相手が自分に対してどう感じているか」と言った判断が難しくなってしまう。そのため、対話者同士の心理的な部分で距離感が生まれてしまい、コミュニケーションの幅を広げるには不十分な環境である。

加藤らの研究では、遠隔地の人物と対話をする際に人物の接近の強調をカメラのズームとディスプレイ移動により表現することで、社会的テレプレゼンスを強化した研究結果が報告されている[3]。大西らの先行研究では、身体映像を部分的に実体化させ会話を行うことにより、映像のみを介して会話をする場

合よりも映像内の対話相手との距離を近く感じさせ、他者の存在感が強化されることが報告されている[4]。そこで、MR技術を用いることで、従来のオンラインミーティングシステムよりも共在感覚を得ることができるのではないかと仮説を立てた。

「共在感覚」とは、「自身が組織や共同体の一員として共に在る感覚」の事を指す。同じ空間にいることは組織や共同体のメンバーを安心させる効果を持つ。また「挨拶」や「同一空間上に存在している」といった、身体や空間にかかわる日常的相互行為は相手の表情や身体の動きなど非言語的コミュニケーションを無意識に感じ取りやすくなる傾向がある[5][6]。本研究での「共在感覚」とは Microsoft 社の HoloLens2 で投影された人やモノが自身と同一の空間に存在すると認識する感覚と定義する。この感覚度合が従来のシステムと比較してどのように変化するかを本研究におけるシステムを用いて検証する。

実際にホログラム照射された相手と対話をするシステム[7]は既に実装されているが、このようなシステムは、1人分のホログラムを表示する際に莫大なコストがかかってしまう問題がある。従来の MR 技術を用いた全身投影の方法と本研究での MR 技術を用いた現実空間上での投影方法の比較を図1に示す。



図 1 投影方法の比較図

本研究では 3 次元情報ではなく、2 次元映像を同一空間上に表示するシステムを構築する。必要コストを削減し、少ない機材環境でも実行できる MR 環境でのコミュニケーションシステムを開発し、従来のオンラインミーティングシステムと比較し共在感覚が向上するのを検証する。また、加藤らの先行研究[8]から擬似身体接触を特徴とした VR を用いた対話環境とも比較することを目的とする。従来のコミュニケーションシステムよりも共在感覚が向上することが実証されれば MR 技術を用いる際のコスト問題の解決や、コミュニケーション力の向上という2つの利点がある。

2. 研究内容

2.1. 研究目的

本研究では、遠隔地にいる人物をリアルタイムで投影するシ

ステムを構築する。Microsoft 社の HoloLens2 を使用し、遠隔にいる対話相手を自身の同一空間上に投影させることで、従来のコミュニケーションシステムに比べ共在感覚が向上するのを検証することが目的である。遠隔地にいる相手の映像は 2 次元映像のみとする。現状では 1 対 1 での対話システムとし、MR システムの対象者は HoloLens2 の装着者のみとする。

2.2. 開発アプリケーションについて

遠隔地にいる人物を HoloLens2 でリアルタイムに投影するため、OpenCV を用いた「MR システム」を作成した。

人体検出を機械学習ではなく色で識別するアプリケーションを OpenCV for Unity で開発した。撮影される映像の背景にあたる部分にグリーンバックを設置し、緑色のみを削除することで、人体部分のみを抽出し投影するプログラムを作成した。HoloLens2 と PC の接続には Unity を用いて対応した。Unity 内のプラグインである「Holographic Remoting Player」を使用し、IP アドレスを入力することで HoloLens2 との通信をはかった。

2.3. システムの流れ

MR システムは、2 人のユーザーがそれぞれ PC と HoloLens2 を用いて行う。PC と HoloLens2 の通信方法は Unity を用いて行う。被験者を用いた対話実験では、PC 端末を操作する側を実験者、HoloLens2 を用いて対話をする人を被験者に固定した実験を行った。PC を用いて対話をする実験者側はまず実験用に用意されたグリーンバックを背景に設置した席に座る。そこから Web カメラを用いて自身の映像を Unity エディタ上に投影させる。HoloLens2 を装着している被験者は、現実空間上に現れた実験者の映像と実際に対話を行う。その際に会話による共在感覚が向上しているかを従来のオンラインコミュニケーションシステムと比較する。システムの操作と全体の流れを図 2 に示す。



図 2 システム操作と全体の流れ

3. 予備実験について

動作確認を兼ねた実験を行った。実験では、MR システムと従来のオンラインビデオ通話アプリを用いた比較実験を行った。従来のオンラインビデオ通話においては LINE アプリケーション内のビデオ通話を用いて行った。実験の流れを図 3 に示す。

ビデオ通話、MRシステムを用いたそれぞれ3分間の対話実験

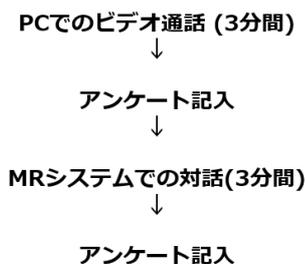


図 3 実験の流れ

対話内容は「好き or 嫌いな食べ物について」、「好き or 嫌いな季節について」の合計 4 つとした。今回のアンケート内容において、対話中の雰囲気など被験者の感覚的な面を質問する項目が多いため、実験者は対話内において相手の意見に同調するパターン、相手の意見を否定するパターンを用意して対話実験を行った。また、実験中において実験者側は身振り手振りなど非言語的な動作を 5 回ずつ行った。

実験後に 5 段階のリッカート尺度形式によるアンケートを実施した。澤田と岡田らの先行研究[9], [10]から、共在感覚を向上させる材料として、「相手が同一空間上に存在しているという意識」と「非言語的コミュニケーションの確立」を挙げ、その二つに着目してアンケート集計を行った。相手が同一空間にいたかどうかを確認するための「所属意識」、非言語的コミュニケーション情報をより感じやすくなるための「安心感」、「リラックス効果」がどれほど得られたかを確認できる質問を検討した。質問項目を図 4 に示す。

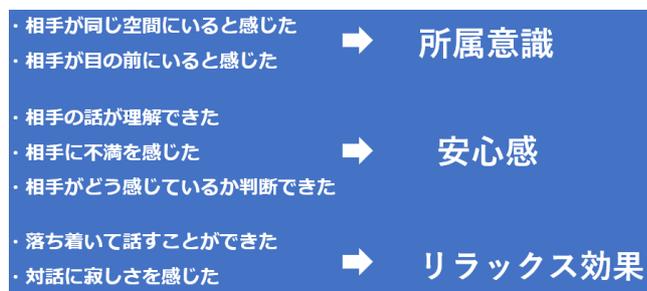


図 4 アンケート時の質問項目

4. 分析・結果

被験者 8 名を用いて予備実験を行った。そのアンケート結果から、MR システムは従来のビデオ通話システムと比較し、「所属意識」「安心感」「リラックス効果」にどのような影響を与えたかを分析した。分析の結果を表 1 に示す。

表 1. 分析結果

	MR システム	ビデオ通話	平均値
所属意識	3.96	1.81	3.02
安心感	4.31	3.7	3.88
リラックス効果	3.93	2.9	3.61

表 1 ではリッカート尺度のスケールそれぞれに数値を振り分けた。各質問に対して「とても感じた」(a), 「まあまあ感じた」(b), 「どちらでもない」(c), 「あまり感じなかった」(d), 「まったく感じなかった」(e), の 5 段階で回答をしてもらい、5 点から 1 点を割り、その結果を計算した。

数値が高い程、共在感覚の向上が見られることになる。最大値を 5.00, 最小値を 1.00 とする。表 1 では、被験者 8 名に対して行った 7 つの質問項目の分析結果を表記した。また、各質問による点数配分の方法を図 5 に示す。

- a 「とても感じた」 … 5点
- b 「まあまあ感じた」 … 4点
- c 「どちらでもない」 … 3点
- d 「あまり感じなかった」 … 2点
- e 「全く感じなかった」 … 1点

図 5 各回答の点数配分

(1). 「所属意識」に関する 2 つの質問では、相手の意見に同調した対話と否定した対話両方の結果を合計し、質問者数で割った数値を計算した。従来のビデオ通話を用いた対話での 1.81 という数値に比べ、MR システムでは 3.96 という結果から、対話者が同一空間上に存在しているという所属意識に増加傾向が見られた。「リラックス効果」に関する 2 つの質問においても、「所属意識」と同様の計算方法で分析を行った。従来のビデオ通話に比べて MR システムが及ぼす影響は多少みられた。用いた計算式を以下に示す。

$$\frac{4(a+b+c+d+e)}{8} \quad (1)$$

- (2) 「安心感」に関する 3 つの質問では MR システムとビデオ通話共に高い数値での結果となった。「相手に不満を感じた」という質問項目については、「とても感じた」(A), 「まあまあ感じた」(B), 「どちらでもない」(C), 「あまり感じなかった」(D), 「まったく感じなかった」(E)として数値を振り分け計算を行った。「相手に不満を感じた」質問項目に対する回答の点数配分を図6に示す。

A 「とても感じた」	… 1点
B 「まあまあ感じた」	… 2点
C 「どちらでもない」	… 3点
D 「あまり感じなかった」	… 4点
E 「全く感じなかった」	… 5点

図 6 「相手に不満を感じた」の回答に対する点数配分

また、各スケールの結果から数値を割り出した計算方法を以下に示す。

$$\frac{4(a+b+c+d+e)+2(E+D+C+B+A)}{12} \quad (2)$$

以上の結果から MR システムを用いた対話は、従来のコミュニケーションシステムと比較し、「所属意識」において高い影響をもたらす結果となった。「安心感」「リラックス効果」においても従来のビデオ通話と比較し多少の数値上昇は見られたが、殆どの被験者が Hololens2 や MR 技術に触れたことが無かったため、MR システムよりも見慣れている従来のビデオ通話の方が落ち着いて話すことができたのではないかと考えた。今後の実験において Hololens2 や VR 機器に精通している被験者を用いた場合、「安心感」「リラックス効果」において、今回の結果よりも数値の上昇が期待できるのではないかと考える。

5. 今後について

同室内での実験では、対話者の音声と同じスピーカーのってしまい、会話が思うように進行できなかった。それによっておこる長時間の実験は、Hololens2 に負荷がかかってしまいシステム動作が停止してしまう現象が見受けられたため、プログラム軽量化の必要がある。また、初めて MR を利用する被験者と MR に触れたことがある被験者で結果が大きく変化した。そのため今後の実験では、MR についてどのくらいの知識や経験があるか、また VR においてもどのくらいの知識や経験があるかを事前に把握し、アンケート結果を分けて分析する必要があると考える。

分析について、今回は感覚的な部分をアンケートによって分析したが、次回の実験では対話中に沈黙した回数や時間、また話が遮られた回数や時間、視線の動きなど定量的な測定も行う予定である。

[参考文献]

- 総務省 令和2年版情報通信白書 第1部 5G が促すデジタル変革と新たな日常の構築 第3節新型コロナウイルス感染症が社会にもたらす影響松永公廣:授業における立方体の展開図シミュレーション利用の評価, 日本教育工学雑誌, Vol. 25 (2001), pp. 161-165.
- 文部科学省:新型コロナウイルス感染症の影響による学生等の学生生活に関する調査 (結果)
https://www.mext.go.jp/content/20210525-mxt_kouhou01-000004520_1.pdf
- 加藤慶, 中西英之, 石黒浩:人物の接近の強調が社会的テレプレゼンスに及ぼす影響, 情報処理学会インタラクティブ2011, 2011.
- 大西裕也, 田中一品, 中西英之:身体映像の部分的実体化によるソーシャルテレプレゼンスの強化, 情報処理学会論文誌 Vol. 57 No. 1 228-235 (Jan. 2016) 5)
- 豊田幸子:遠隔学習におけるソーシャルプレゼンスの効果の検討, 人間科学研究 Vol. 18, Supplement (2005)
- Hologram-in-a-Box Can Teleport You Anywhere
Novel volumetric displays aim to transform the way we interact
<https://spectrum.ieee.org/hologram-booth>
- 加藤優貴, 杉本麻樹, 稲見昌彦, 北崎充晃, “バーチャル空間での接触が対人コミュニケーションに及ぼす効果 “台 25 回バーチャルリアリティ学会大会論文集 (2020 年 9 月)
- 澤田美恵子, “共在感覚の時空間” (2021. 4. 14)
- 岡田将吾, 松儀 良広, 中野 有紀子, 林 佑樹, 黄 宏軒, 高瀬 裕, 新田 克己, “マルチモーダル情報に基づくグループ会話におけるコミュニケーション能力の推定, 人工知能学会設立 30 周年記念論文特集