

## [研究助成 (C)]

凹凸ディスプレイを用いた映像の実体化と  
ソーシャルテレプレゼンスの強化

A Flexible Display for Embodying Video and Enhancing Social Telepresence

2187004

研究代表者 大阪大学大学院 工学研究科 博士後期課程 櫛田 佳那

## [研究の目的]

遠隔地間で会話する方法としてビデオ会議システムが普及しているが、その多くは表示画面が平面であるため、会話相手の実体としての存在感は失われる。これはソーシャルテレプレゼンス（遠隔地にいる相手とあたかも対面している感覚）を損なう原因の一つになる。本研究では、図1のような映像の表示面を物理的に変形させる凹凸ディスプレイを用いて、映像内の物体を突出させ、擬似的に実体化するシステムを構築した。そして、このシステムによって遠隔地を映し出す映像内の物体を実体化することがソーシャルテレプレゼンスにどのような影響を与えるのかを調査した。

近年のビデオ会議システムでは、映像の高解像度化によってソーシャルテレプレゼンスの強化を試みている。一方で本研究では、映像内の物体・人物の実体化という面からソーシャルテレプレゼンスの向上を試みた。単に表示面に凹

凸があるだけでなく、映像に合わせて動的に変形するディスプレイを用いたシステムであるのが特徴である。また現在では、このシステムで用いているストレッチ生地のようにダイナミックに変形するディスプレイは実用化に至っていないが、伸縮性有機ELディスプレイなどの研究が進み、近い将来普及するものと思われる。本研究では、そのようなデバイスの実用化に先んじてソーシャルテレプレゼンス強化の効果を検証し、遠隔コミュニケーションシステムへの応用を試みた。

また本研究では、このシステムのテレプレゼンスシステムとしての有用性を確かめ、映像が有する視覚情報と実体としての存在感の両方を備えるメディアとしての可能性を追求した。

従来のテレプレゼンスの研究分野では、映像の高解像度化、あるいはロボットなどのアバタによって存在感を強化するシステムの提案及び研究が行われている。本研究で用いる凹凸ディスプレイは、平面映像とロボットアバタの中間的なメディアであり、映像として視覚情報を提供しつつ、表示面の突出によって映像内の物体を実体化し、ソーシャルテレプレゼンスの強化を図ることができるのが特徴である。

## [研究の内容]

実体化の効果を確かめるための実験を行うた



図1 凹凸ディスプレイ

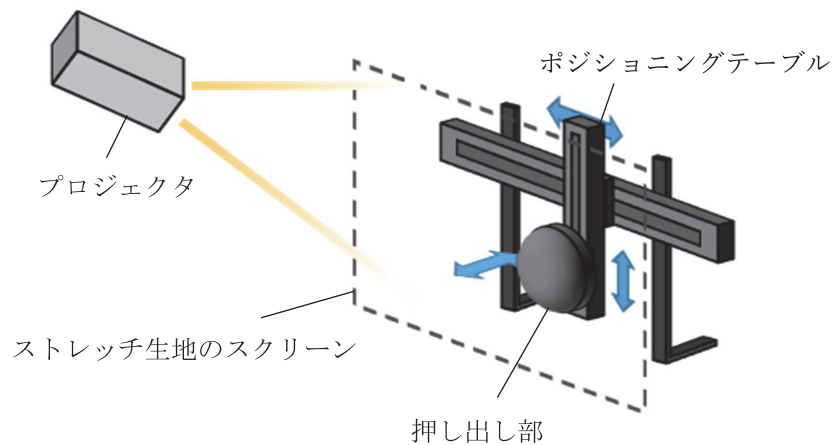


図2 スクリーン変形機構

め、遠隔地を映し出すリアルタイム映像内の物体の動きに同期して変形する凹凸ディスプレイのシステムを構築した。凹凸変形を実現するため、柔軟に変形するストレッチ生地のプロジェクタスクリーンを用いた。

図2に示すように、スクリーン背後に設置された押し出し部は、映像内の物体の動きに同期して移動・突出し、スクリーンを変形せる。この変形したスクリーン上に映像を投影することで、映像内の物体が物理的に突出し、実体化する状況表現する。この表現が、遠隔地映像内の物体の存在感やソーシャルテレプレゼンスを強化するのかどうか、ビデオ会議の状況で被験者実験を実施し、有用性を検証した。

実験において被験者は、システムを通じて実験者との遠隔会話を行った。各被験者に、平面のスクリーン上に遠隔地映像が投射される条件(図3:条件1)と、スクリーンが突出し映像内の物体が実体化される条件(図3:条件2)を体験してもらった。この実体化の手法はプロジェクタスクリーンを用いるため、映像の品質に関しては液晶ディスプレイに劣り、これはソーシャルテレプレゼンスが低下する要因の一つとなりうる。そこで、変形スクリーンのテレプレゼンスシステムとしての有用性をより厳密に検証するため、被験者には上記2条件に加えて、大型の液晶ディスプレイ上に映像が投射される条件(図3:条件3)も体験してもらった。



条件1



条件2



条件3

図3 3つの実験条件

その後、アンケート及びインタビューにより、物体や会話相手が同じ部屋の中にいるかのように感じたかを尋ね、条件間の比較を行った。

## [研究の成果]

被験者には7段階のリッカート尺度のアンケートに回答してもらった。アンケートの項目は以下の通りである。

- Q1. 映像は十分きれいだと感じた。
- Q2. 音声は十分きれいだと感じた。
- Q3. 相手の説明は分かりやすかった。
- Q4. ぬいぐるみの見た目が分かりやすかった。
- Q5. あたかもぬいぐるみに触れられるかのような感じがした。
- Q6. あたかも自分と同じ部屋の中にぬいぐるみがあるような感じがした。
- Q7. あたかも説明者が目の前にいるかのような感じがした。
- Q8. あたかも同じ部屋の中で説明者と会話している感じがした。

Q1 から Q4 までが条件間の品質の差を確認する質問であり、Q5 と Q6 が物体との同室感、Q7 と Q8 が会話相手との同室感を確認する質問となっている。アンケートへの回答後、被験者はアンケート内容についてのインタビューを受けた。

分散分析を行ったところ、Q1, Q2, Q3, Q4 および Q8 には差が見られなかったが、Q5 ( $F(2,26) = 12.82, p < .01$ ), Q6 ( $F(2,26) = 12.82, p < .01$ ), Q7 ( $F(2,26) = 13.26, p < .01$ ) について有意差が見られた。この3項目について、ボンフェローニ補正法を用いた多重比較を行ったところ、変形スクリーン条件(条件2)が他の2条件と比較して有意に高い( $p < .05$ )という結果が得られた。

Q2~Q4において差が見られなかったことから、条件間で音声や説明の品質にそれほど大きな差は無かったと言える。さらには意外なことに、映像品質に関するQ1においても有意差は見られなかった。全被験者14人中の8人はプロジェクタを用いた2条件と液晶ディスプレイ条件(条件3)との間の差に気付かなかった。

差に気付いた6人中の2人は、変形スクリーン条件での立体感が映像のきれいさを向上させたとして高いスコアを付けていた。

残り4人はQ1において液晶ディスプレイ条件のスコアを最も高くしていたにもかかわらず、Q5およびQ6の物体の同室感についてのスコアでは変形スクリーン条件を最も高く評価していた。Q5~Q7の多重比較において変形スクリーン条件と他の2条件との間に有意差が認められたことから、映像品質の悪さという弱点があるにもかかわらず、変形スクリーンを用いた映像の立体化には同室感向上の効果があると言える。

被験者のほとんどは、ぬいぐるみのみが押し出されているように感じ、会話相手の身体には立体感を感じなかったとインタビューでコメントした。しかしながら、そのうちの約半数の被験者は、ぬいぐるみが差し出されている感覚によって会話相手が目の前にいる感覚が強化されたともコメントしている。このことは、物体との同室感が会話相手との同室感に影響したことを示しており、Q7において有意差が見られた原因になっていると考えられる。一方で、Q8においては有意差が見られなかった。インタビューで得られたコメントから、この原因は「同じ部屋の中で」という文言が評価基準を押し上げたことであると考えられる。

## [今後の研究の方向、課題]

物体との同室感によって会話相手との同室感も高まるという効果は、リモート側からもローカル側からも操作できる共有物体を用いてコミュニケーションを円滑化する先行研究のシステムでも創出可能と考えられる。これらの共有物体を用いるシステムと本研究の変形スクリーンを用いるシステムとの大きな違いは、物体が会話相手と同じ映像の中に存在しているか否かである。変形スクリーンによって立体化された物体の映像は、会話相手の映像と同じ画面内で

滑らかに繋がっている。この特性が共有物体システムに対してどのような優位性を発揮するのかに関する調査は今後の課題である。

[成果の発表, 論文等]

[1] Kana Kushida and Hideyuki Nakanishi:

PopObject: A Robotic Screen for Embodying Video-Mediated Object Presentations, *International Conference on Collaboration Technologies (Collab Tech 2018)*, LNCS11000, pp. 200-212, 2018.

Best Paper Award

DOI: 10.1007/978-3-319-98743-9\_16