

# 視覚的な身体接触がテレプレゼンスに及ぼす効果

## Effects of Visual Touch on Telepresence

妹尾 岳<sup>\*1</sup>  
Gaku Seno

中西 英之<sup>\*1</sup>  
Hideyuki Nakanishi

石黒 浩<sup>\*2</sup>  
Hiroshi Ishiguro

<sup>\*1</sup> 大阪大学大学院 工学研究科 知能・機能創成工学専攻  
Department of Adaptive Machine Systems, Graduate School of Engineering, Osaka University

<sup>\*2</sup> 大阪大学大学院 基礎工学研究科 システム創成専攻  
Department of Systems Innovation, Graduate School of Engineering Science, Osaka University

Videoconferences have become widely used, but it still has some problems. One of them is the lack of telepresence, which is the feeling of facing a remote person in the same room. Therefore we developed an auxiliary system for videoconferencing systems, in which, the model of a hand moves in synchronization with a user's hand. In the system, when the user's hand reaches for the display, the model of hand at a remote site moves at the same time and touch a remote person's body. Therefore the user touches a remote person visually. We conducted an experiment and observed that visual touches those were generated actively enhance telepresence. It is indicated that visual touches those were generated by the user enhance the user's telepresence more than visual touches those were generated by the presenter do.

### 1. はじめに

現在、高速コンピュータネットワークと高精細な映像を用いたビデオ会議システムは普及しつつあるが、現在のビデオ会議では同じ空間で対面している感覚が欠如していることが問題とされている。ここで、遠隔地の人間と同じ空間で対面している感覚をテレプレゼンスと呼ぶ[de Greef 01]。本研究ではビデオ会議におけるテレプレゼンス強化の新たな方法を提案する。

ところで、脳科学の分野において、サルを用いた実験で、ミラーニューロンと呼ばれる脳神経細胞は自分の近傍の空間で行われている行為とその外側の空間で行われている行為を視認するとそれらを区別し、異なった活動電位を発生させるという報告がある[Caggiano 09]。しかし、対面状況では視覚により自分の近傍の空間を認識することが出来るが、ビデオ会議ではディスプレイにより自分の近傍の空間と対話者の空間の映像が不連続になるため認識が困難である。一方、視認による方法とは別に、接触により自分の近傍の空間を認識する方法がある。物体に接触を行うことで、その物体が自分の近傍の空間に存在することを認識できる。しかし、通常のビデオ会議では相手に接触することも不可能である。そこで我々はビデオ会議中で遠隔地の対話者への接触を擬似的に行うためのシステムを考案した。このシステムにより対話者への接触を再現することで、対話者が自分の近傍の空間にいるという認識を与え、それによりユーザの感じるテレプレゼンスが強化されるのではないかと考えた。

また、我々の先行研究において、カメラを搭載したロボットの移動によって発生する運動視差によりテレプレゼンスが強化されることがわかっている[Nakanishi 08]。このとき、ロボットが自動的に動いた場合にはテレプレゼンスの強化が起らず、ユーザが能動的に操作した場合のみ効果があった。ユーザによる環境への働きかけがテレプレゼンスを強化するには、操作が能動的なものである必要があると考えられる。

この能動的な操作について、我々の先行研究ではディスプレイの周辺におけるユーザが自発的に行う動きを利用することで

連絡先: 中西 英之, 大阪大学大学院 工学研究科 知能・機能創成工学専攻, nakanishi@ams.eng.osaka-u.ac.jp

実現した[Nakanishi 09]。本研究も同様に、対話中にユーザが自発的に行うことが自然である接触動作として、対話者へ握手を求める動作を利用し、テレプレゼンスを強化する。

対面状況において自分が行った接触動作を認識する方法は大きく二つある。ひとつは接触の様子を視覚により認識する方法、もうひとつは接触の力覚により認識する方法である。ここで、ユーザの手の動作に同期して手の映像を変化させることで、映像上の動作が自分のものだと判断するという報告がある[Shimada 05]。映像上で行われている接触動作が自分のものだと認識されれば、力覚が再現されずとも身体接触を再現できるのではないかと考えた。

本研究ではユーザが操作する遠隔ロボットが遠隔地の対話者に接触し、ユーザがそれを視認することで、ユーザが対話者に擬似的に身体接触を行い、対話者が近傍に存在する状況を再現することで、ユーザのテレプレゼンスに効果を及ぼすことが出来ると考えた。本論文では、この視覚的に行われる身体接触のテレプレゼンスに及ぼす効果について検証するために開発したシステムについて述べる。

### 2. システム設計

システムのデザインを図 1 に示す。通常のビデオ会議システムに加えて、ディスプレイの前に衝立を設置する。会話中にユーザが衝立の背後に手を伸ばすことにより、それと同期して対

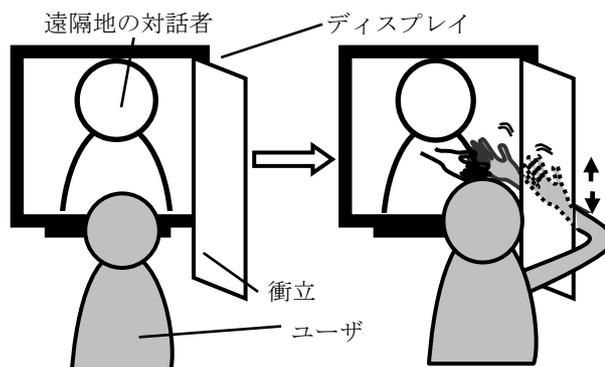


図 1. 視覚的な身体接触を行うシステム

話者の映る映像内に手の模型が映り込む。そして衝立の背後でユーザが手を上下することで手の模型がユーザの動きに連動し上下に運動する。この上下運動を対話者が手の模型に接触した状態で行うことにより握手の動作を再現する。以下にシステム設計の方針を示す。

## 2.1 ユーザの手の隠蔽

図 1 にあるように、本システムでは同期させるユーザの手を衝立により隠蔽する。これは、主にユーザの手を被験者に意識させないための処置である。

衝立を設置しない状態で、予備実験を行ったところ、ユーザは自身の手と手の模型を見比べその差異を指摘した。その場合、目的とするテレプレゼンスへの効果が発揮されなかった。

ユーザの手の外見には個体差がある。また、外見の差異について完全に克服できたとしても、ユーザの手を隠蔽しない状態ではユーザの視界内には自身の手とユーザの手のどちらもが入り、ユーザは二本の手の映像を知覚することとなる。その場合、ユーザが映像内の手を自分の手だと認識することは困難であると考えられる。

## 2.2 手の模型の描写範囲

本システムでは手の模型は手首の部分より末端についてのみ表示を行う。これは、ユーザの手と手の模型の外見上の差異を減少させるための処置である。

## 3. 実験

学生 3 人に、本システムを使用してもらった。

視覚的な身体接触がユーザの能動的な操作により発生することでテレプレゼンスを強化できると仮説を立て、実験を行った。

検証のために 1) 説明者が手を差し出しそれに被験者の動かした手の模型を接触させて手を振り、被験者が能動的に握手を行う能動条件。 2) 被験者が動かした手の模型に説明者があとから手の模型を接触させて手を振り、被験者は説明者に対し受動的に握手を行う受動条件。の 2 条件を設けた。

図 2 に実験の様子を示す。被験者側に 52V 型ディスプレイ、衝立、被験者の手の位置を取得するためのレーザレンジファインダを、説明者側には手の模型を装着した直動位置決めテーブル、ディスプレイをそれぞれ設置した。衝立は高さ 91cm 幅 25cm のものを、ディスプレイから 60° の角度に設置した。被験者側のレーザレンジファインダにより取得される被験者の腕の位置情報に従い説明者側の直動位置決めテーブルを動作させた。

実験は、まず何も映さない画面の前で手の動作の教示を行い、その後ビデオ会議システムを起動したのち簡単な挨拶とも

に 1 度手を衝立の背後に差し出し、軽く上下に振ってもらった。その後簡単な会話を行った。これを、2 条件それぞれについて 1 度ずつ行った。

どの被験者についても手の模型の動作が自分の操作によるものと認識した。その中で 2 人は受動条件より能動条件において、より実際に相手に接触している感じがしたと述べた。受動条件を先に行った被験者は、操作が 2 回目でコツがつかめた為自分の手のように扱えたと述べ、また、先に差し出された説明者の手に模型を接触させられたことでうまく操作できた印象があったと述べた。能動条件を先に行った被験者は、能動条件では先に差し出された説明者の手に注目するため、自分の手への意識が薄れ、同期のずれが目立ちにくくなったと述べた。

## 4. おわりに

本論文ではビデオ会議における視覚的な身体接触がユーザの得るテレプレゼンスにどのような効果があるかを調べるためのシステムを構築した。そしてシステムを実際に使用し、その効果を調べた。その結果、ユーザが能動的に握手を行う視覚的な接触では、受動的に握手を行った場合に比べテレプレゼンスを強化する効果があるということが示唆された。

## 謝辞

本研究は、若手研究 (A)「テロロボティックメディアによる社会的テレプレゼンスの支援」、基盤研究 (S)「遠隔操作アンドロイドによる存在感の研究」、グローバル COE プログラム「認知脳理解に基づく未来工学創成」からの支援を受けた。

## 参考文献

- [Caggiano 09] Caggiano, V., Fogassi, L., Rizzolatti, G., Their, P., and Casile, A. Mirror Neurons Differentially Encode the Peripersonal and Extrapersonal Space of Monkeys. *Science* Vol.324, No. 5925, pp.403-406, 2009.
- [de Greef 01] de Greef, P. and Ijsselstein, W. Social Presence in a Home Tele-Application. *CyberPsychology & Behavior*, 4(2), pp.307-315, 2001.
- [Nakanishi 08] Nakanishi, H., Murakami, Y., Nogami, D. and Ishiguro, H. Minimum Movement Matters: Impact of Robot-Mounted Cameras on Social Telepresence. *CSCW2008*, pp.303-312, 2008.
- [Nakanishi 09] Nakanishi, H., Murakami, Y. and Kato, K. Movable Cameras Enhance Social Telepresence in Media Spaces. *CHI2009*, pp.433-442, 2009.
- [Shimada 05] Shimada, S., Hiraki, K., and Oda, I. The Parietal Role in the Sense of Self-Ownership with Temporal Discrepancy between Visual and Proprioceptive Feedbacks. *NeuroImage* 24, pp.1225-1232, 2005.



図 2. 実験環境