

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 30 日現在

機関番号：14401

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2016

課題番号：15K12081

研究課題名(和文) 気配伝達型ソーシャルテレプレゼンスの研究

研究課題名(英文) Research on social telepresence transmission

研究代表者

中西 英之 (NAKANISHI, Hideyuki)

大阪大学・工学研究科 ・准教授

研究者番号：70335206

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：ビデオ会議システムには、遠隔地にいる対話相手を眺めるための窓として機能する窓型システムと、対話相手および自分を映し出す鏡として機能する鏡型システムがある。鏡型システムは遠隔側とこちら側の風景を融合することによって相手と一緒にいる感覚を強化することができるが、相手の映像の手前に物理的な身体が存在しないことが鏡というメタファーに反しているという問題をかかえている。この問題の解決に向けて、ディスプレイの手前に立てた衝立を跨ぐように、相手の動作に合わせて動くようにロボット化した長椅子を設置した。実験の結果、物理的な身体が衝立の向こう側に存在するという感覚を長椅子の動きによって創出可能であると判明した。

研究成果の概要(英文)：Current videoconferencing systems can be roughly divided into two types: a window-type where a computer display works as a window to reveal a remote partner, and a mirror-type whose display shows the mirrored reflections of both participants. While mirror-type systems enhance the feeling of togetherness by merging the two sites into one display, an inherent problem remains. Despite the mirror metaphor, the partner has no physical body in front of the display. To cope with this incongruence, we placed a partition in front of the display. Across that partition we further also placed a robotic bench that move based on the partner's behavior. The experiments indicated that the bench successfully facilitated feeling as if there were the partner's physical body was present at the opposite side of the partition.

研究分野：ヒューマンコンピュータインタラクション

キーワード：テレプレゼンス

1. 研究開始当初の背景

ソーシャルテレプレゼンスとは遠隔地にいる人とあたかも同じ部屋にいると感ずる感覚であり、遠隔会議で対面会議を代替する際に重要となる。この感覚には遠隔地にいる人の映像が大きな役割を果たし、視線が一致する時や映像が等身大である時に強まるため、それらを可能にするディスプレイが過去に盛んに研究された。このように、これまでのソーシャルテレプレゼンスの研究ではディスプレイを通して遠隔地を眺める形式の窓型ビデオ会議システムをいかに拡張するかという方針で様々な試行錯誤が繰り返されてきた。窓型ビデオ会議システムでは対話相手とは常に正対の位置関係にあり、相手との間にあるディスプレイ面という仕切りによって同じ空間にいるという感覚が希薄化するという問題がある。これに対して背景差分などで抽出した相手の映像を自室の映像に重畳表示する鏡型ディスプレイを目の前に設置する形式の鏡型ビデオ会議システムでは、自分の身体と相手の身体の間にはディスプレイ面があるという状態ではなくなるので空間共有感が強まり、それがソーシャルテレプレゼンスを向上させるという可能性がある。そこで本研究では鏡型ビデオ会議システムを用いて、相手がディスプレイの向こう側の空間にいるのではなく自分と同じようにディスプレイの手前側の空間にいるという感覚の創出を試みた。

2. 研究の目的

既存のソーシャルテレプレゼンス研究が扱ってきた窓型ビデオ会議システムでは常に正対の位置関係にある対話相手との間にディスプレイ面という仕切りがある。これに対して相手の映像を自室の映像に重畳表示する鏡型ビデオ会議システムではこのような仕切りが無く、相手と隣同士に座っている様子を鏡越しに眺める状況が再現されるために空間共有感が増す可能性がある。しかしながら、相手が隣にいるという空間共有感を持ち得るのは正面を向いて鏡の役割を担っているディスプレイに注意を向けている間だけであり、実際に隣を見てしまうと相手がいないために空間共有感が消えてしまう。そこで本研究では、隣に座っているという想定の手前を直接的には眺められないように2人の間に衝立を置く。そして、その衝立によって空間共有感が薄まってしまふのを防ぐために、その衝立越しに相手の気配を伝えることを試みた。具体的には遠隔側にある椅子などのオブジェクトと同じものを衝立の向こう側に置いてアクチュエータでロボット化し、相手が着席などの動作を行った際にそのオブジェクトの動きで音や振動を再現した。

3. 研究の方法

鏡型ビデオ会議システムによって遠隔地にいる対話相手と隣同士で座っている状況を

眺めることができるようになっても、実際には隣に相手がいないことが問題となるために衝立を置かなければならないが、それによって空間共有感が薄まるのを防ぐために、相手の身体動作が生み出す音や振動を衝立越しに伝えられるようロボット化された環境中のオブジェクトを開発した。具体的には、遠隔地にある長椅子と同じものを衝立の向こうに置いてアクチュエータでロボット化し、対話相手が着席などの動作を行った際に生じる音や振動を長椅子の動きで再現し、気配として衝立越しに伝えるシステムを開発した。4本の脚の長さにはばらつきのある長椅子に座っているときに隣に人が座ると長椅子のがたつきを感じる。この現象を遠隔地間で再現するため、4本脚のうち一本に電磁石を取り付けて長椅子をロボット化した。遠隔地の対話相手が座る長椅子には圧力センサーを内蔵し、相手の着席が検出されると電磁石に電流が流されて脚が下がって接地し、相手の起立が検出されると電磁石の電流が切られて脚が浮き上がるようにした。

4. 研究成果

まず、衝立の効果を実験室実験によって確認した。衝立を立てた鏡型ビデオ会議システムと立てていない鏡型ビデオ会議システムを比較したところ、衝立を立てることによって対話相手が隣にいるという感覚が増すことが確認できた。なお、衝立を立てる条件では実験開始前に誰もいない隣の空間を被験者に眺めさせており、衝立の向こう側に誰かがいると勘違いしたことの効果が出た訳ではない。衝立を立てることによって相手の不在をあまり意識せずに会話に集中できたことが原因であると考えられる。次に、家族連れが来場者の中心となっているビジネス目的ではない展示会に、衝立を備えるとともに長椅子をロボット化した鏡型ビデオ会議システムを出展し、来場者の反応を観察した。実験室実験と同様に、誰もいない隣の空間を来場者に眺めてもらってからシステムを体験してもらった。来場者の約半数が長椅子の振動に気付いたため、気付いた来場者と気付かなかった来場者の反応を比較した。すると、長椅子の振動に気付いた場合は対話相手が隣にいるという感覚が増すことが明らかとなった。これにより、環境中のオブジェクトをロボット化することによって気配の伝達が可能となることが示された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計14件)

1. Hideyuki Nakanishi, Kazuaki Tanaka, Ryoji Kato, Xing Geng and Naomi Yamashita. Robotic Table and Bench Enhance Mirror Type Social

- Telepresence. International Conference on Designing Interactive Systems (DIS20017), 2017, 査読有
2. 田中 一晶, 加藤 良治, 中西 英之. 鏡型ビデオ会議における視触覚相互作用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. 58, No. 5, 2017, 査読有
 3. 大城 健太郎, 田中 一晶, 中西 英之. 遠隔地間での紙資料受け渡しによる対話相手の存在感の強化. インタラクシオン 2017, pp. 87-96, 2017, インタラクティブ発表賞 (一般投票), 査読有
 4. Shuichi Nishio, Hideyuki Nakanishi and Tsutomu Fujinami. Editorial: Investigating Human Nature and Communication through Robots. *Frontiers in Psychology*, 7:1784, 2016, 査読有, DOI:10.3389/fpsyg.2016.01784
 5. Yuya Onishi, Kazuaki Tanaka and Hideyuki Nakanishi. Embodiment of Video-mediated Communication Enhances Social Telepresence. *International Conference on Human-Agent Interaction (HAI2016)*, pp. 171-178, 2016. 査読有, DOI:10.1145/2974804.2974826
 6. Kana Kushida and Hideyuki Nakanishi. A Telepresence System Using a Flexible Textile Display. *Demonstration Track of the International Conference on Multimodal Interaction (ICMI2016)*, pp. 412-413, 2016. 査読有, DOI:10.1145/2993148.2998520
 7. 田中 一晶, 山下 直美, 中西 英之, 石黒 浩. 自律・遠隔操作の曖昧化によるロボット操作者との対話感覚の創出. 情報処理学会論文誌, Vol. 57, No. 4, pp. 1108-1115, 2016. 査読有, <http://id.nii.ac.jp/1001/00159012/>
 8. Kazuaki Tanaka, Naomi Yamashita, Hideyuki Nakanishi and Hiroshi Ishiguro. Teleoperated or Autonomous? How to Produce a Robot Operator's Pseudo Presence in HRI. *International Conference on Human-Robot Interaction (HRI2016)*, pp. 133-140, 2016. 査読有, DOI:10.1109/HRI.2016.7451744
 9. 田中 一晶, 加藤 良治, 中西 英之. 鏡型ビデオ会議による空間の視触覚的合成. *インタラクシオン 2016*, pp. 38-46, 2016. 査読有
 10. 大西 裕也, 田中 一晶, 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, pp. 228-235, 2016. 査読有, <http://id.nii.ac.jp/1001/00147408/>
 11. 田中 一晶, 中西 英之, 石黒 浩. ロボット会議: 物理的実体を介した身体動作の提示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, pp. 209-217, 2016. 査読有, <http://id.nii.ac.jp/1001/00147406/>
 12. Kazuaki Tanaka, Hideyuki Nakanishi and Hiroshi Ishiguro. Physical Embodiment can Produce Robot Operator's Pseudo Presence. *Frontiers in ICT*, Vol. 2, No. 8, 2015. 査読有, DOI: 10.3389/fict.2015.00008
 13. Kazuaki Tanaka, Hideyuki Nakanishi and Hiroshi Ishiguro. Appearance, Motion, and Embodiment: Unpacking Avatars by Fine-grained Communication Analysis. *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, Vol. 27, No. 11, pp. 2706-2724, 2015. 査読有, DOI:10.1002/cpe.3442
 14. 田中 一晶, 和田 侑也, 中西 英之. 遠隔握手: ビデオ会議と触覚提示デバイスの一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 (推薦論文), Vol. 56, No. 4, pp. 1228-1236, 2015. 査読有, <http://id.nii.ac.jp/1001/00141565/>
- [学会発表](計 11 件)
1. 野村 和裕, 猪股 誠至, 中西 英之, 身体映像に接した物体移動による遠隔地間での空間共有. *インタラクシオン 2017*, pp. 868-871, インタラクティブ発表賞(一般投票), 2017年3月4日, 東京都
 2. 猪股 誠至, 中西 英之. 手動操作の印象を与える遠隔物体操作システムによる空間共有会話. *HCG シンポジウム 2016*, B-9-5, 2016年12月9日, 高知市
 3. 西村 庄平, 中西 英之. 物体を介した温もりの伝達による遠隔存在感の創出. *HCG シンポジウム 2016*, B-9-4, 学生優秀インタラクティブ発表賞, 2016年12月9日, 高知市
 4. 大城 健太郎, 田中 一晶, 中西 英之. 遠隔地間における紙資料受け渡しによる対話相手の存在感の強化. *HCG シンポジウム 2016*, B-5-3, 最優秀インタラクティブ発表賞, 2016年12月7日, 高知市
 5. 大西 裕也, 田中 一晶, 中西 英之. 遠隔指示において実体はどこまで必要なのか? *HAI シンポジウム 2016*, G-10, 2016年12月3日, 東京都
 6. 野村 和裕, 中西 英之. 物体移動再現と身体動作提示による遠隔地間物体共有. 第 30 回人工知能学会全国大会, 1G3-5in1, 2016年6月6日, 北九州市
 7. 猪股 誠至, 大西 裕也, 中西 英之. 対面会話感覚創出のための回転物体遠隔操作システム. 第 30 回人工知能学会全国大会, 1E2-4in1, 2016年6月6日, 北

- 九州市
8. 榑田 佳那, 中西 英之. 立体感を付与する変形スクリーンによる存在感の創出. 第 30 回人工知能学会全国大会, 1E3-3in2, 2016 年 6 月 6 日, 北九州市
 9. 耿 星, 田中 一晶, 中西 英之. 同期回転テーブルと鏡映像の運動による遠隔相席感の創出. インタラクション 2016, pp. 900-901, インタラクティブ発表賞 (一般投票), 2016 年 3 月 4 日, 東京都
 10. 大城 健太郎, 田中 一晶, 中西 英之. 遠隔地間における紙文書授受感覚の再現. 第 29 回人工知能学会全国大会, 1N3-4in, 全国大会優秀賞, 2015 年 5 月 30 日, 函館市
 11. 耿 星, 田中 一晶, 中西 英之. 同期回転テーブルによる遠隔相席感の創出. 第 29 回人工知能学会全国大会, 1N3-5in, 2015 年 5 月 30 日, 函館市

〔図書〕(計 1 件)

1. Hideyuki Nakanishi. System Evaluation and User Interfaces. M. Kasaki, H. Ishiguro, M. Asada, M. Osaka, T. Fujikado Eds., Cognitive Neuroscience Robotics A: Synthetic Approaches to Human Understanding, pp. 153-171, Springer, 2016.

〔産業財産権〕

出願状況 (計 1 件)

名称: 触覚提示システム、触覚提示方法、およびプログラム
発明者: 中西 英之, 田中 一晶, 山下 直美, 大和 淳司
権利者: 国立大学法人大阪大学, 日本電信電話株式会社
種類: 特許
番号: 特願 2015-104373
出願年月日: 2015 年 5 月 22 日
国内外の別: 国内

取得状況 (計 1 件)

名称: 映像実体化システム
発明者: 中西 英之, 田中 一晶, 大西 裕也, 山下 直美
権利者: 国立大学法人大阪大学, 日本電信電話株式会社
種類: 特許
番号: 特許第 6044047 号
取得年月日: 2016 年 11 月 25 日
国内外の別: 国内

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中西 英之 (NAKANISHI, Hideyuki)
大阪大学・大学院工学研究科・准教授

研究者番号: 70335206

(2) 研究分担者
なし

(3) 連携研究者
なし

(4) 研究協力者
なし