

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 5月 17日現在

機関番号：14401

研究種目：若手研究（A）

研究期間：2009～2012

課題番号：21680013

研究課題名（和文）

テレ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

研究課題名（英文）

Telerobotic media for supporting social telepresence

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

研究成果の概要（和文）：本研究では、ヒューマノイドロボットによって可能となるインタラクションモダリティを導入することによって、社会的テレプレゼンスを支援する能力が拡張されたビデオ会議システムであるテレロボティックメディアを開発した。具体的には、そのような能力の拡張に向けて、視点の位置の変化を再現できる可動式カメラ、対人距離の変化を再現できる可動式ディスプレイ、遠隔地間での握手を可能にするロボットハンドの3つのデバイスを開発した。

研究成果の概要（英文）：Based on the interaction modalities that are enabled by humanoid robots, this research project developed telerobotic media that are videoconferencing systems equipped with the enhanced capability of supporting social telepresence. Three devices have been developed to enhance the capability: the movable camera that can simulate the movement of a point of view, the movable display that can simulate the changes of an interpersonal distance, and the robot hand that can enable shaking hands remotely.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	7,400,000	2,220,000	9,620,000
2010年度	7,200,000	2,160,000	9,360,000
2011年度	6,300,000	1,890,000	8,190,000
年度			
年度			
総計	20,900,000	6,270,000	27,170,000

研究分野：ヒューマンコンピュータインタラクション

科研費の分科・細目：メディア情報学・データベース

キーワード：テレプレゼンス，ロボット，ビデオ会議

1. 研究開始当初の背景

社会的テレプレゼンスとは、同じ部屋の中で相手と向かい合っている対面環境を仮想的に作り出すことである。社会的テレプレゼンスによって人の物理的な移動を代替できれば、ミーティングに要する時間と費用を抑えることができるが、その方法には未知の部分が多く残されている。社会的テレプレゼン

スのための現在最先端のシステムは高品位ビデオ会議システムである。従来のビデオ会議システムやテレビ電話とは異なり、高速ネットワーク・大型ディスプレイ・高精細映像を用いることによって、等身大で滑らかに動く相手の映像を表示でき、相手が目の前にいる感覚を効果的に再現できる。しかしながら依然として、ディスプレイ上の映像を見てい

るという感覚を与えるため、メディアの介在を忘れさせることが難しく、対面環境との相違点が多く残されている。本研究では特に、人の身体動作がディスプレイ上の映像にしか反映されない、という問題に着目した。

2. 研究の目的

本研究の目的は、ヒューマノイドロボットによって可能となるインタラクションモダリティを導入することによって、社会的テレプレゼンスを支援する能力が拡張されたビデオ会議システムであるテレロボティックメディアを開発することである。この開発は次のような、マキシマルデザインの分析結果に基づいてミニマルデザインを考案するアプローチによって遂行する。まず、人の姿をそのまま模したマキシマルデザインであるヒューマノイドロボットから、存在感伝達に寄与する少数の優位なモダリティを抽出する。次に、抽出されたモダリティを可能な限り単純な形態で具現化したミニマルデザインであるユーザインタフェースデバイスを実装する。そして、そのデバイスを従来型のビデオ会議システムに装着し、その効果を仮説検証型の被験者実験によって分析する。

3. 研究の方法

(1) ヒューマノイドロボットが有する様々なインタラクションモダリティのうち、視点の移動に着目した研究を実施した。視点移動が社会的テレプレゼンスを強化する効果を持つことは我々の先行研究によって実証済みであるが、その原因としては、移動が原因で生じる見え方の変化である運動視差の他に、単純な相手の映像の拡大が考えられる。単に相手の映像を拡大するだけであれば視点を移動させる必要は無く、通常のズームインによって可能である。そのため、視点移動の必要性を調べるために、運動視差をとまなう視点移動による映像の拡大と、運動視差をとまなわないズームインによる映像の拡大とを比較した。また、映像の拡大が視点移動によるものなのか、それともズームインによるものなのかを被験者がどの程度判別しているのか調査することによって、運動視差の知覚が意識的なものなのかどうかを調べた。このような実験を実施するためには、被験者がカメラを操作する必要のないシステムが必要となる。そこで、ユーザのディスプレイへの接近を距離センサーで捉え、それに同期して遠隔地のカメラが自動的に前進するメディアスペースを構築して使用した。実験の結果、視点移動によって映像を拡大する場合にだけ、社会的テレプレゼンスを強化する効果が確認された。さらに、運動視差の知覚は潜在意識によるものであることも判明した。

(2) ヒューマノイドロボットが有する様々なインタラクションモダリティのうち、身体の移動に着目した研究を実施した。遠隔地の相手の身体移動を強調する方法として、映像表現を用いて行う方法以外に、相手が映っているディスプレイを物理的に移動させる方法も考えられる。そこで、以下のような2つの比較実験を実施した。まず、ディスプレイに映っている遠隔地の相手の前後の移動に合わせて遠隔地側のカメラをズームイン・ズームアウトさせることで、映像表現によって相手との対人距離の変化を強調するシステムを開発した。そして、相手の前後移動の有無とズームイン・ズームアウトの有無による2要因2水準4条件の比較実験を行い、前後移動による身体映像の拡大縮小、ズームによる身体映像の拡大縮小、およびそれらの同期が社会的テレプレゼンスにもたらす効果を観察した。さらに、ディスプレイに映っている遠隔地の相手の前後の移動に合わせてディスプレイを前後に移動させることで、ユーザとディスプレイの間の物理的な距離の変化によって相手との対人距離の変化を強調するシステムを開発した。そして、相手の前後移動の有無とディスプレイの前後移動の有無による2要因2水準4条件の比較実験を行い、映像上の身体移動、物理的な身体移動、およびそれらの同期が社会的テレプレゼンスにもたらす効果を観察した。以上の2つの実験の結果、ズームイン・ズームアウトには、相手の前後移動と同期する場合にのみ社会的テレプレゼンスを強化する効果のあることが確認された。これとは異なり、ディスプレイの前後移動には、相手の前後移動と同期する場合でもしない場合でも、社会的テレプレゼンスを強化する効果のあることが確認された。

(3) ヒューマノイドロボットが有する様々なインタラクションモダリティのうち、身体の接触に着目した研究を実施した。対面環境での会議において一般的に発生する身体接触である握手を題材にして、遠隔地間において擬似的に身体接触を発生させることが社会的テレプレゼンスにどのような影響を及ぼすのかを調査した。まず、遠隔地間で擬似的に握手を行うことが可能な遠隔会議システムを何通りか試作して予備実験を行った。その結果、人間の手を忠実に再現することが重要であるという示唆を得たため、十分な握力を持ち、人肌の柔らかさと温度を兼ね備えたロボットハンドを制作し、それをビデオ会議システムに取り付け、あたかも画面の向こう側にいる人間と握手をしているかのような感覚になる環境を構築した。そして、この環境を用いて遠隔身体接触の効果を測定する実験を行った。実験では、会話の開始時と終

了時の挨拶において握手を行う場合と行わない場合を比較した。その結果、遠隔握手を行うことによって社会的テレプレゼンスが向上するとともに、会話相手への親近感が増すことが観察された。対面環境で行われる通常の握手は親近感を増すことが過去の研究で知られており、遠隔地間で行われる擬似的な握手にも同様の効果があることが判明した。この実験では、握手という儀式が持つ効果と擬似的な身体接触が持つ効果の切り分けが行えていない。そのような切り分けを行い、一般的に擬似的な身体接触が持つ効果を明らかにすることは今後の課題である。

4. 研究成果

従来のビデオ会議システムは人の動作をディスプレイ上の映像の変化のみによって表現していたため、あくまで映像を見ているという感覚をユーザに与え、対面環境において人と向かい合っている状況との間には大きなギャップがあり、身体性が不足していた。本研究の成果は、ヒューマノイドロボットとビデオ会議システムを融合させることによって、そのような身体性の不足を補うことが可能であることを示した点にある。ヒューマノイドロボットとビデオ会議システムを単純に組み合わせただけのテレプレゼンスロボットが数多く研究され、商品化も進んでいるが、それらのデザインと社会的テレプレゼンスの関係の解明はあまり行われていない。本研究では社会的テレプレゼンスに寄与するミニマルデザインを求めるという方針に基づいて、一般的なビデオ会議システムにユーザインタフェースデバイスを取り付けて拡張する方法を明らかにした。

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12件)

1. Kazuaki Tanaka, Satoshi Onoue, Hideyuki Nakanishi and Hiroshi Ishiguro. Motion is Enough: How Real-Time Avatars Improve Distant Communication. International Conference on Collaboration Technologies and Systems (CTS2013), 2013, 査読有, Outstanding Paper Nomination
2. 尾上 聡, 山本 健太, 田中 一晶, 中西 英之. 遠隔対話者の身体動作の提示による音声コミュニケーションの円滑化. 情報処理学会論文誌, Vol. 54, No. 4, pp. 1462-1469, 2013, 査読有
3. 田中 一晶, 中西 英之, 石黒 浩. 実体で身体動作を提示するロボット会議によるソーシャルテレプレゼンスの強化. インタラクシオン 2013, pp. 125-132, 2013, 査

読有

4. 田中 一晶, 加藤 慶, 中西 英之, 石黒 浩. 人の移動の表現方法:ズームカメラと移動ディスプレイによる社会的テレプレゼンスの向上. 情報処理学会論文誌, Vol. 53, No. 4, pp. 1393-1400, 2012, 査読有
5. 尾上 聡, 山本 健太, 田中 一晶, 中西 英之. 身体動作の提示による遠隔対話の円滑化. インタラクシオン 2012, pp. 57-64, 2012, 査読有
6. Hideyuki Nakanishi, Kei Kato and Hiroshi Ishiguro. Zoom Cameras and Movable Displays Enhance Social Telepresence. International Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI2011), pp. 63-72, 2011, 査読有
7. 加藤 慶, 村上 友樹, 中西 英之. 可動式カメラによる社会的テレプレゼンスの強化. 情報処理学会論文誌, Vol. 52, No. 4, pp. 1635-1643, 2011, 査読有
8. 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. インタラクシオン 2011, pp. 9-16, 2011, 査読有
9. 中西 英之. ソーシャルテレプレゼンスとロボティクス. 日本ロボット学会誌, Vol. 29, No. 1, pp. 23-26, 2011, 査読無
10. 村上 友樹, 中西 英之, 加藤 慶. メディアスペースにおける可動式カメラによるテレプレゼンスの強化. インタラクシオン 2010, pp. 251-258, 2010, 査読有
11. 村上 友樹, 中西 英之, 野上 大輔, 石黒 浩. ロボット搭載カメラの移動がテレプレゼンスに与える影響. 情報処理学会論文誌, Vol. 51, No. 1, pp. 54-62, 2010, 査読有
12. Hideyuki Nakanishi, Yuki Murakami and Kei Kato. Movable Cameras Enhance Social Telepresence in Media Spaces. International Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI2009), pp. 433-442, 2009, 査読有

[学会発表] (計22件)

1. Yuya Wada, Kazuaki Tanaka, Hideyuki Nakanishi. Strengthening Social Telepresence and Social Bonding by a Remote Handshake. HRI2013 Demo Session, 2013年3月4日, 東京
2. Hideyuki Nakanishi. Appearance, Motion, Embodiment, and Touch: Minimal Design Approach Toward Humanlikeness. HRI2013 Workshop on Design of Humanlikeness in HRI from Uncanny Valley to Minimal Design, 2013年3月3日, 東京, 招待講演
3. 塩崎 恭平, 田中 一晶, 中西 英之. 遠隔

- 指相撲ロボットハンドの開発. インタラクシオン2013, 2EXB-49, 2013年3月1日, 東京
4. 塩崎 恭平, 田中 一品, 中西 英之. ソーシャルテレプレゼンスの向上に向けた遠隔指相撲ロボットハンドの開発. 第3回対話システムシンポジウム, 2013年2月1日, 熱海
 5. 塩崎 恭平, 田中 一品, 中西 英之. 遠隔対話における存在感向上に向けた指相撲ロボットハンドの開発. HAI シンポジウム2012, 2012年12月8日, 京都, ベストデモンストレーション賞(26件中1位)
 6. 和田 侑也, 田中 一品, 中西 英之. 遠隔握手用ロボットハンドによる会話相手の存在感の向上. 第26回人工知能学会全国大会, 3L2-R-12-2, 2012年6月14日, 山口
 7. 大嶋 悠司, 田中 一品, 中西 英之, 石黒 浩. 遠隔対話用ロボット顔きの自動化とモーションチューリングテストによる検証. 第26回人工知能学会全国大会, 3K1-R-11-2, 2012年6月14日, 山口
 8. 田中 一品, 山本 健太, 尾上 聡, 中西 英之, 石黒 浩. 「実体」は存在感を強化するか: ロボット会議がビデオ会議を代替する可能性. 情報処理学会研究報告 ヒューマンコンピュータインタラクシオン, 2012-HCI-148, 2012年6月1日, 沖縄
 9. 和田 侑也, 田中 一品, 中西 英之. 握力・体温・感触を伝える遠隔握手用ロボットハンド. インタラクシオン 2012, 1EXB-05, 2012年2月28日, 東京
 10. 和田 侑也, 田中 一品, 中西 英之. 握手の感覚を再現するロボットハンドの開発. HAI シンポジウム2011, 2011年12月4日, ベストデモンストレーション賞(16件中1位), 京都
 11. Hideyuki Nakanishi. Robotic Social Telepresence. Anglo-Japanese Seminar on Technology and Social Interaction, 2011年9月13日, ロンドン, 招待講演
 12. 山本 健太, 尾上 聡, 田中 一品, 中西 英之. 「動き」と「外見」どちらの伝達が重要か: アバタがビデオを代替する可能性. 情報処理学会研究報告 ヒューマンコンピュータインタラクシオン, 2011-HCI-144, 2011年7月28日, 黒部
 13. 菊地 浩平, 坊農 真弓, 中西 英之, 黒田 知宏, 河野 純大. テレプレゼンスシステムを利用した手話・音声会話場面での視線一致の分析. 第61回人工知能学会 言語・音声理解と対話処理研究会, pp. 23-27, 2011年3月25日, 東京
 14. 尾上 聡, 山本 健太, 中西 英之. 身体動作再現アバタによる存在感共有. インタラクシオン2011, 4CR3-17, 2011年3月12日
 15. Hideyuki Nakanishi. Virtual City for Location-Based Guidance in Emergency Situations. Communicating Disaster Conference, 2011年1月14日, ビーレフェルト, 招待講演
 16. 中西 英之. ビデオ会議端末のロボット化≠ロボットのビデオ会議端末化. 第4回SIGCE 研究談話会 場を共有する超臨場感テレワーク WS, 2010年12月3日, 東京
 17. 尾上 聡, 山本 健太, 中西 英之. 身体動作模倣エージェントによる存在感共有. JAWS2010, 2010年10月28日, 富良野, ベストポスター賞(79件中3位)
 18. Hideyuki Nakanishi. User Interfaces for Remote Interaction. HCI2010 Workshop on East meets West: Challenges and Opportunities in Complementary Approaches to HCI, 2010年9月6日, ダンディ, 招待講演
 19. 加藤 慶, 中西 英之, 妹尾 岳, 石黒 浩. 遠隔話者の接近を強調する視覚効果によるテレプレゼンスの強化. 第24回人工知能学会全国大会, 1D5-2, 2010年6月9日, 長崎
 20. 妹尾 岳, 中西 英之, 石黒 浩. 視覚的な身体接触がテレプレゼンスに及ぼす効果. 第24回人工知能学会全国大会, 1D5-1, 2010年6月9日, 長崎
 21. 村上 友樹, 中西 英之, 野上 大輔, 石黒 浩. 遠隔操作ロボットの移動による社会的テレプレゼンスの強化. マルチメディア, 分散, 協調とモバイルシンポジウム (DICOMO2009), pp. 705-710, 2009年7月9日, 別府市
 22. 村上 友樹, 中西 英之, 加藤 慶. 可動式カメラを用いたメディアスペースの開発. 第23回人工知能学会全国大会, 2A3-2, 2009年6月18日, 高松市
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