

## 自己評価報告書

平成 23 年 4 月 18 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(S)

研究期間：2008～2012

課題番号：20220002

研究課題名(和文) 遠隔操作アンドロイドによる存在感の研究

研究課題名(英文) Studies on humanlike presence by using tele-operated androids

研究代表者

石黒 浩 (ISHIGURO HIROSHI)

大阪大学・大学院基礎工学研究科・教授

研究者番号：10232282

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・知覚情報処理・知能ロボティクス

キーワード：アンドロイド，遠隔操作，存在感，認知科学，脳計測

## 1. 研究計画の概要

人と関わるロボットの研究開発として、ロボットの持つべき人間らしさを研究は重要な課題であり、人間と酷似したアンドロイド研究に世界に先駆けて取り組んできた。この研究の特徴は、認知科学的知見がアンドロイドの工学的実現を支える一方で、開発されたアンドロイドがテストベッドとして新たな認知科学研究を生むという、工学と認知科学が密に融合した研究枠組みにある。この研究枠組みをアンドロイドサイエンスと呼ぶ。

このアンドロイドサイエンスにおいて、人間の身体の代わりとしてより人間らしい対話を実現する遠隔操作アンドロイド「ジェミノイド」を開発した。操作者が遠隔地のパソコンから声や動作をジェミノイドに送ることにより、操作者はジェミノイドの体を通して遠隔地の対話者対話することができる。このとき、ジェミノイドが単に人間らしく振る舞えるだけでなく、操作者はジェミノイドを自分の体の様に感じ、対話者はジェミノイドを操作者本人のように感じるという興味深い現象が起こる。すなわち、操作者の存在を、アンドロイドを介して遠隔地に送ることができるのである。

本研究は、この操作者と対話者の双方が適応する遠隔操作アンドロイドシステムについて、その適応の原理を探るとともに、より強い適応を引き起こせるようにシステムを改良していくことを目的とする。

## 2. 研究の進捗状況

(1) ジェミノイドの遠隔操作において、操作者はジェミノイド本体や対話者を映し出すモニタを見ながら対話を行う。このとき操作者の音声と共に、操作者の動きを画像処

理システムにより検出して、ジェミノイド本体に送る。この遠隔操作システムに関して、操作者がより容易に適応できるように改良した。

まず、画像処理によって操作者の顔の動きを追跡し、音声から唇動作を生成する機能を実現した。加えて、対話者の顔をカメラで認識・追跡し、ジェミノイドの視線を対話者に自動的に合わせる機能等を実現した。

一方、認知科学的・脳科学的研究では、対話者と操作者の遠隔対話への適応について、それぞれ研究に取り組んだ。

対話者の適応について調べるため、まず訪問者がジェミノイドをどのように認識しているかについて、ビデオとfMRIを用いた脳科学研究に取り組んだ。これは、本研究開始当初から取り組んで来た不気味の谷の問題を脳科学的に明らかにする研究の一部でもある。この研究の結果、人が対話相手に対して感じる不気味さを脳のどの部分で感じているかを明らかにした。さらにEEGを用いた研究によって、対話相手の動きだけではミラーニューロンは反応しないが、アンドロイドの持つ人間らしい見かけが加わればミラーニューロンが反応するという仮説を検証する手がかりを得た。

また、操作者の適応についての研究として、操作者がアンドロイドの体に与えられる刺激を自らの体への刺激だと感じることを、生理指標を用いて明らかにした。

上記の経験を基に、人との対話において最小限の見かけのデザイン(形体)と機能を持つ遠隔操作アンドロイド「テレノイド」を完成させ、報道発表により広く公表した。テレノイドは明らかに人間として認識される一方で、年齢や性別が判断できない見かけを持ち、

対話に必要な目,唇,頭,腕だけが動作する。このロボットを用いたフィールド実験を行うことで,特に高齢者は例外なく,このアンドロイドとの対話を楽しめることを確認した。

### 3. 現在までの達成度

当初の計画以上に進展している。

(理由)

本研究はおおむね当初の計画通りに進行している。順調な研究の進捗に加えて,以下の点では予想以上の成果をあげることができた。

まず,ジェミノイドをロボットに馴染みの薄いオーストリア,リンツの街に持ち込んで1ヶ月のフィールド実験を行ったことは大きな成果を得た。

また,人間の存在を表現可能な最小限の遠隔操作型ロボット,テレノイドは予想以上の反響を呼び,福祉国家としても有名なデンマークにおいて実用実験を計画するに至っている。

### 4. 今後の研究の推進方策

(1)ジェミノイドのシステム開発について,今後は音声から身体動作まで再現する技術を開発する。さらに,残りの2年で,表情認識技術だけではなく,脳科学研究で培ったEEGやNIRSの技術を利用して,操作者の脳波や表情からジェミノイドの動作パターンを生成するBMIの研究に取り組む。

(2)対話者の適応については,これまでの研究で不足している実験を補い論文にまとめる。さらに,これまでの対人関係における適応から,三者以上の対話における,言わば社会関係における適応問題へと研究を展開していく。

(3)操作者の適応においても,まずはこれまでの研究を完成させる。特にNIRSとEEGを用いて,脳科学的にも操作者の適応を明らかにする。

(4)人間の存在を表現可能な最小限の遠隔操作型ロボット「テレノイド」の研究開発においては,ジェミノイドにおける対話者や操作者と同様の実験により,両者の適応を評価する。またそれらの結果をもとに,より適応しやすい見かけや動きを探求する。

上記の述べた今後2年の取り組みを通して,当初の提案で掲げた目標(操作性のよいジェミノイドの実現,対話者と操作者の適応の認知心理学的・脳科学的解明,テレノイドの実現)を達成できる見込みである。

### 5. 代表的な研究〔雑誌論文〕(計33件)

A. Saygin, T. Dchaminade, H. Ishiguro, J. Driver, C. Frith, The thing that should not be: Predictive coding & the uncanny

valley in perceiving human & humanoid robot actions, Social Cognitive Neuroscience, 査読有, 2011 (in press)

渡辺哲矢, 西尾修一, 石黒浩, 遠隔操作によるアンドロイドへの身体感覚の転移, 子情報通信学会論文誌, 査読有, vol. J94-D, no. 1, pp.86-93, 2011.

石黒浩, アンドロイドの存在感, 日本バーチャルリアリティ学会誌, 査読有, 第14巻1号, pp.7-11, 2009

西尾修一, 石黒浩, 人として人とつながるロボット研究, 電子情報通信学会学会誌, 査読有, Vol. 91, No. 5, pp.411-416, 2008

石黒浩, アンドロイド, ジェミノイドと人間の相違, 情報処理, 査読有, vol. 49, no. 1, pp.7-14, 2008

[学会発表](計32件)

I. Straub, S. Nishio, H. Ishiguro, Incorporated identity in interaction with a teleoperated android robot: A case study 19th IEEE International Symposium in Robot and Human Interactive Communication, pp. 139-144, 2010

[図書](計6件)

石黒浩, ロボットとは何か -人の心を映す鏡-, 講談社, 2009, 総頁数238.

[産業財産権]

出願状況(計2件)

遠隔操作ロボット(テレノイド), 発明者: 石黒浩, 権利者: 大阪大学・ATR, 種類: 特許権, 番号: 特願2010-166058, 出願日: 2010年7月23日, 国内外の別: 国内