

石黒 浩

株式会社国際電気通信基礎技術研究所 社会メディア総合研究所 石黒浩特別研究所
所長(客員)

人の存在を伝達する携帯型遠隔操作アンドロイドの研究開発

§1. 研究実施体制

(1) ATR グループ

- ① 研究代表者:石黒 浩 (株式会社国際電気通信基礎技術研究所 社会メディア総合研究所 石黒浩特別研究所、所長(客員))
- ② 研究項目
 - ・存在感対話メディア(遠隔操作型アンドロイド)の研究開発
 - ・存在感対話メディアを用いた遠隔対話システムの研究開発
 - ・実証実験に基づいた遠隔操作型アンドロイドの効果・応用性の検証

(2) 大阪大学グループ

- ① 主たる共同研究者:中西 英之 (大阪大学 大学院工学研究科、准教授)
- ② 研究項目
 - ・話者の身体動作に着目した存在感伝達要因の研究

(3) 鳥取大学グループ

- ① 主たる共同研究者:岩井 儀雄 (鳥取大学 大学院工学研究科、教授)
- ② 研究項目
 - ・ネットワークを介した人情報処理・情報提示技術の研究開発

§2. 研究実施の概要

本年度は、人の存在を伝達する新たな情報メディアの実用化に向けた取り組みを加速させた。これまで、(A)人のミニマルデザインに基づく情報メディア(ジェミノイド携帯)の開発、(B)ジェミノイド携帯の評価、(C)ジェミノイド携帯の実用性を評価する社会実験の3つの研究項目に取り組んできたが、本年度はそれぞれの項目において、ジェミノイド携帯の実用化に直結する開発、評価、検証を行った。また、本年度は本プロジェクト主催で成果報告シンポジウムを国内(日本科学未来館、2015年2月14日)、および国外(デンマーク オールボー市、2015年3月2日)で開催した。それぞれ約80名、約100名の参加者を集め、成果を研究者だけでなく一般の人々にもアピールした。特にデンマークでは、駐デンマーク大使の招待講演も行い、日本の政策レベルでのロボット開発の取り組みについてアピールできたことは大きな意義があった。以下では項目ごとに本年度の取り組みを説明する。

(A)ジェミノイド携帯の開発では、ATRグループがこれまでにユーザの携帯電話のBluetoothヘッドセットデバイスとして機能するBluetooth版エルフォイドの試作を行っていたが、本年度は、ノイズキャンセル、エコーキャンセル、ボタン等のインタフェースを実装し、日常的に使用できる機能を備えたプロタイプ(図1)を完成させた。また、双方がジェミノイド携帯を用い、双方が相手の存在を感じながら対話する形式(図2)を実現するため、鳥大グループ

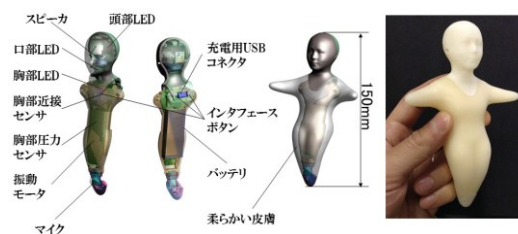


図1 Bluetooth版エルフォイドプロタイプ

が話者の表情をテレノイド頭部に装着されたカメラで認識し、遠隔地の対話相手が持つテレノイドに反映させコミュニケーションを図るシステムを開発した。カメラが動作するテレノイド頭部に搭載されているため、話者の顔追跡が失敗する可能性が高くなる点、カメラに対する話者の相対的な頭部姿勢が大きく変動する点が顔追跡の課題であった。これらの問題を追跡アルゴリズムの工夫や機械学習の導入によって解決した。操作者側への臨場感伝達としては、マイクロフォンアレイと人位置追跡装置を用いて、アンドロイド側の空間的音環境を操作者のヘッドフォンで再現するシステムを開発した。このシステムを用いることによって、従来法よりも高い定位精度および高い臨場感・聞き取り易さが得られることを被験者実験により確認した。

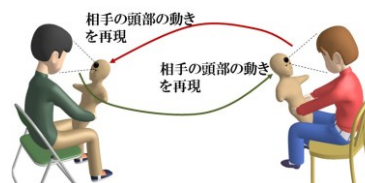


図2 双方向でジェミノイド携帯を用いた対話

(B)ジェミノイド携帯の評価については、阪大グループが、ジェミノイド携帯の動作を自動生成する場合に、遠隔操作時と同様の存在感を伝達するための要因を明らかにした。ここでは、振る舞いを自動生成するロボットとの対話の前に、どのような遠隔対話を経験しているかに着目して心理実験を行った。その結果、振る舞いを自動生成するロボットをより人らしく感じさせるためには、遠隔操作状態で動作するロボットを事前に見せるという体験上の仕掛けが有効であるが、それは遠隔操作状態と自動生成状態の間のギャップが少ないことも必要要因であることが明らかになった。

(C)ジェミノイド携帯の社会実験については、ジェミノイド携帯を用いたコミュニケーションの様々な応用を検証するべく、ATRグループが様々なジェミノイド携帯(テレノイド、エルフォイド、ハグビ

一)を用いて、様々な使用状況における実証実験を実施した。教育的応用としては、小学校でハグビーの効果を検証する実験を行った。学級崩壊と言われるような学級全体の授業が成り立たない状態が問題化している昨今の教育現場にあつては、生徒が教師と親密な関係を構築し、授業に集中できるリラックスした状態を維持する支援が重要である。そこで、ハグビーがもたらす安心感を利用する場面として、絵本の読み聞かせの場面にハグビーを導入した実証実験を行ったところ、ハグビーが児童を読み手の話に集中させる効果があることが示された。

対人関係構築支援としては、大学生を対象として、ジェミノイド携帯の継続的な使用が、対話相手との関係構築にどのように影響するかを検証する長期実験を行った。初めて会った他人同士に、携帯電話カバー版エルフォイドあるいは通常の携帯電話を用いて、約一ヶ月間定期的に同じ相手と通話させ、その期間の親密さの変化を評価した。対話における自己開示量(親密な相手に対して増えると考えられる)を評価したところ、携帯電話と比較して、エルフォイドを長期的に使用した方が、自己開示が促進され、結果としてより親密で良好な対人関係が構築されることが示された。

高齢者を対象としたジェミノイド携帯の有効性を検証する実証実験では、福祉先進国であるデンマークの高齢者施設でテレノイドを用いた実験を行うとともに、高齢者に加え、精神障害者施設での有効性の検証も進めた。高齢者施設での実験では、日本と同様に高齢者がテレノイドに好反応を示し、話せなくなっていた言語を話し始めるなど言語活動の活性化を示す事例が見られた。また、精神障害者向けの施設では、被験者がテレノイドに対して普段スタッフに話さないことも話し始め、打ち明けられない秘密、自らの内に抱える問題を語り出すことによって自己解決を図るに至る事例も見られた。アルツハイマー型認知症の人を対象とした高齢者施設では、徘徊、暴力、不安、抑うつなど、認知症高齢者の行動・心理症状(BPSD)改善の効果を検証する実験を実施した。本実験は継続中であるが、テレノイドと対話することで被験者が発話する語彙の増加が見られ、施設スタッフや家族から被験者の日常的なムードや社交性の向上が報告されている。

日本科学未来館におけるオトナロイド、テレノイドの体験型常設展示では、これまでに推定 1 万人以上の人々が遠隔操作型アンドロイドによる対話を体験した。多数の人々に存在感伝達効果を実感させたことは、ジェミノイド携帯の実社会への導入において、ジェミノイド携帯の認知度を高める上で非常に効果的であったと考えられる。

本年度の代表的な原著論文は下記の 3 報である。

- 田中一品, 宇野 弘晃, 山下 直美, 中西 英之, 石黒 浩, “ロボット操作者の偽存在感によるソーシャルテレプレゼンスの生成”, *インタラクション* 2015, pp. 28-37, 2015.
振舞いを自動生成するロボットをより人らしく感じさせるための事前経験要因を明らかにした。
- Ryuji Yamazaki, Shuichi Nishio, Hiroshi Ishiguro, Marco Nørskov, Nobu Ishiguro, and Giuseppe Balistreri, “Acceptability of a Teleoperated Android by Senior Citizens in Danish Society: A Case Study on the Application of an Embodied Communication Medium to Home Care”, *International Journal of Social Robotics*, Vol. 6, Issue 3, pp. 429-442, 2014.
テレノイドの高齢者への受容性について、高齢者の個人宅での実験を通して検証した。
- Maiya Hori, Shogo Kawai, Hiroki Yoshimura, and Yoshio Iwai, "Local Feature Evaluation for a Constrained Local Model Framework", *International Workshop on*

Face and Facial Expression Recognition from Real World Videos (FFER), 2014.
顔の部位ごとに適切な画像特徴を選択することにより, ロバストな顔画像追跡を実現した.