

## 非言語情報表出を促進するヒューマノイドロボットの表出デザイン

The Interaction Design of Humanoid Robot Encourage the Expression of Non-verbal Information

大廻佳代\*<sup>1</sup> 山田誠二\*<sup>2\*3\*1</sup>

Kayo Osako

Seiji Yamada

\*<sup>1</sup>東京工業大学 情報理工学院 情報工学系 知能情報コース

Tokyo Institute of Technology

\*<sup>2</sup>国立情報学研究所

National Institute of Informatics

\*<sup>3</sup>総合研究大学院大学

the Graduate University for Advanced Studies(SOKENDAI)

Non-verbal information in communication enables more detailed information than language information, such as supplementing / emphasizing language information. However, the expression of non-verbal information is up to the sender and a method to promote it from the receiver has not yet been established. In this research, we examine the Interaction Design of a humanoid robot that encourage useful non-verbal information from humans. For that purpose, we develop a home electronics operating system that used by language such as "Turn on air conditioner" or "Reduce the sound of TV" and non-verbal information. And mount it on a small humanoid robot NAO (developed by Aldebaran). In addition, we also mount it on the Amazon Echo (developed by Amazon.com). In addition, we evaluate and compare the reaction from human. Finally, we propose the interaction design, which encourage the expression of non-verbal information from people.

## 1. はじめに

コミュニケーションにおける非言語情報は、言語情報より詳細な情報の享受を可能する。例えば、とても暑いときは手で顔を扇ぎながら大きな声で「エアコン付けて」と発話するだろう。ここでは手で顔を扇ぐ動作と声の大きさが「エアコン付けて」という言語情報を補足・強調している。また非言語情報を使用することで、空間的な記憶能力向上 [Ching et al. 14] や初等数学の概念の習得 [Cook, Mitchel & Goldin-Meadow 08] に影響することが確認されており、非言語情報の表出が有益であることが分かる。しかし、非言語情報の表出は送信者の意思に委ねられており、受信者側から促進する手法は未だ確立されていない。

また、近年、Amazon Echo(Amazon社製)をはじめとする個人が家庭内で使用するロボットの開発が進んでおり、人とロボットがコミュニケーションをとる機会は今後ますます増えると考えられる。これらのロボットと人の関係性は、従来開発されてきた産業用ロボットとは異なるため、これらのロボットと人が心地よく関わる手法を新たに提案する必要がある。

よって本研究は、人間から有益な非言語情報を引き出すようなヒューマノイドロボットの表出デザインの提案を目的とする。これにより、ヒューマノイドロボットが人とのコミュニケーションにおいて、有益な非言語情報を引き出し利用することができるため、互いに快適な関係が築けると考えられる。

そのために本研究では、家電や情報機器(アプライアンス)を音声コマンドで操作できる家電操作システムを開発し、これを小型ヒューマノイドロボットに搭載することを考える。これにより、人が家電を操作する際に言語情報と非言語情報の表出を観察することができる。

また、非言語情報表出を促進する表出デザインに必要な要素を探索するために、家電操作システムのUI(ユーザインタ

フェース)と動きを変えた場合の人からの反応を比較する。

## 2. 家電操作システム

本研究で提案する家電操作システムの構成は図1のようになり、最終的には小型ヒューマノイドロボットによる家電操作システムの実現を目指す。本節では、図1に従って具体的な構成を説明する。

## 2.1 システムの概要

ロボットUIとして、ユーザが擬人化しやすい外見をもつ小型ヒューマノイドロボット(NAO, アルデバラン社製)を用いる。このロボットUIにユーザの非言語情報表出を促進するようなジェスチャや動きを実行させることにより、Amazon Echoのような単純な円筒UIよりもはるかに豊かで有益なユーザの非言語情報を引き出せるUIを設計する。このとき、家電操作システムは、参加者のジェスチャ、表情、音声強度などのマルチモーダルな表出をKinect v2(マイクロソフト社製)で計測し、音声コマンドと非言語情報の認識を行う。そして赤外線リモコンデバイスIRKit[Ohtsuka 14]によりアプライアンスを制御する。

## 2.2 非言語情報を促進するUIの設計

認知心理学的な知見を基に、ユーザの非言語情報の表出を促すロボットUIのアクションを設計する。設計指針として、デネットの提唱する意図スタンス[Dennet 87]を採用し、ロボット自身の意図を感じさせる動きを設計する。具体的には、声に反応してユーザの方向に身体を向ける、操作対象のアプライアンスに身体を向ける等、ロボット自身がアプライアンスを操作するという意思のもとにその行動を行っていると解釈される動きが挙げられる。

## 3. 評価実験

本研究では、提案した家電操作システムを用いて参加者実験を行い、実際に音声コマンドによるアプライアンスの操作

連絡先: 大廻佳代, 東京工業大学 情報理工学院 情報工学系  
知能情報コース, 〒266-8503 神奈川県横浜市緑区長津田  
町4259, E-mail: osako.k.ab@m.titech.ac.jp

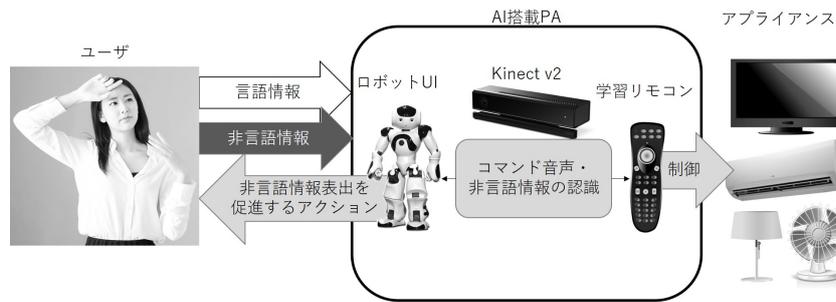


図 1: 家電操作システム構成

を行ってもらおう。本実験では家電操作システムの UI の条件を変えて実験を行い比較することで、(1)UI のエージェンシーはユーザの非言語情報の表出に影響する (2) 表出のエージェンシーはユーザの非言語情報の表出に影響するという 2 つの仮説を検証する。

実験では、参加者に実験装置 (NAO 又は Amazon Echo) を置いた机の前に座ってもらおう。実験の具体的な条件や手段について以下で説明する。

### 3.1 操作命令対象

実験で参加者に行ってもらおうアプライアンスへの操作命令を以下に示す。操作命令対象のアプライアンスは計 3 つあり、また、3 つのアプライアンスに対してそれぞれ 3 つまたは 4 つの操作命令が存在する。

テレビ 電源をつける/消す, 音量を調節, チャンネルを変更  
扇風機 電源をつける/消す, 風量を調節

デスクライト 明かりをつける/消す, 明るさを調節

### 3.2 実験条件

本実験は、実験装置とその表出によって以下の 4 条件に分けられる。実験装置による表出のタイミングは任意である。ロボット条件と Amazon Echo 条件を比較することで本節の冒頭で述べた仮説の (1) を検証し、ロボット条件内の 3 つの状態間の比較で仮説の (2) を検証する。

- ロボット条件: ロボット UI として NAO(アルデバラン社製) を使用。ロボット条件は以下の 3 条件を含む。3 条件の内、意図スタンス条件と設計スタンス条件については、デネットの提唱する意図スタンスと設計スタンス [Denet 87] を採用する。
  - － 意図スタンス条件: ロボット自身の意図を感じさせる動き。具体的には、参加者の声に反応して参加者の方向に身体を向けたり、操作対象のアプライアンスを指差したり等、ロボットの意図のもとにその行動をとっていると理解されるもの。
  - － 設計スタンス条件: ロボットが人によって設計されたものに過ぎないと感じる動き。参加者の操作命令に対する表出がすべて同一で、ロボットの振り舞いが何らかのアルゴリズムに基づいていると参加者に理解されるもの。
  - － 静止条件: 音声のみ表出
- Amazon Echo 条件: Amazon Echo(Amazon 社製) を使用。Amazon Echo が音声のみ表出する。

### 3.3 実験手順

本実験の手順を以下に示す。参加者は以下の手順をすべての実験条件に対して行う。

1. アプライアンスを次のタスクに適さない状態に設定
2. 「この部屋でテレビを視聴してください」等、自然な生活動作になるようなタスクを参加者へ指示
3. 参加者は自身が快適と感じる大きさまでアプライアンスを調節

### 3.4 評価項目

評価に用いる項目としては、以下の 3 つを用いる。これらと比較することで、どの要素によって参加者の非言語情報の表出が促進されたか考察する。また考察の結果をもとに非言語情報を促進すると考えられるヒューマノイドロボットの表出デザインを提案する。

- 参加者から表出された非言語情報の回数
- 参加者から表出された非言語情報の種類
- 各実験装置への印象 (アンケートによる主観評価)

## 4. まとめ

本研究では、人間から有益な非言語情報を引き出すようなヒューマノイドロボットの表出デザインについて検討する。そのために、言語情報と非言語情報を利用する家電操作システムを開発して小型ヒューマノイドロボットに搭載し、小型ヒューマノイドロボットに様々な表出をさせ人間の反応を評価する。

今後は、本研究で提案した家電操作システムを実装し人に操作を行ってもらおうことで、人から有益な非言語情報が表出されるか検証する。

## 参考文献

- [Ching et al. 14] So, W.C., Ching, T. H.W., Lim, P.E., Cheng, X. & Ip, K. Y.: Producing gestures facilitates route learning, *PLOS ONE*, 9, e112543(2014).
- [Cook, Mitchel & Goldin-Meadow 08] Cook, S. W., Mitchell, Z., & Goldin-Meadow, S. Gesturing makes learning last, *Cognition*, 106(2), 1047-1058(2008).
- [Ohtsuka 14] M. Ohtsuka: IRKit - opensource infrared remote controller, <http://getirkit.com>, (2014).
- [Denet 87] Denet, D.C.: The Intentional Stance, *The MIT Press*, (1987).