

# 少ない機構で意思伝達が可能なコミュニケーションロボットの提案

角圭祐<sup>†</sup> 下川原英理<sup>†</sup> 藤本泰成<sup>†</sup> 山口亨<sup>†</sup>

首都大学東京 システムデザイン研究所<sup>†</sup>

## 1. はじめに

人間の補完能力は、ロボットと人間の最低限のコミュニケーションを実現するために重要である。補完能力はコミュニケーションにおいて足りない要素を補い、意味理解を促進させる。人間とロボットのコミュニケーションにおいて、ロボットは話を聞いてくれていると人間が視覚や聴覚で感じられるのは補完能力のおかげである。本論文では、人間が話を聞いてくれていると視覚や聴覚で感じる感覚を対話感覚と呼ぶ。ロボットと人間の最低限のコミュニケーションを実現するためには、人間の補完能力に依存する割合を増やした対話感覚によるコミュニケーションが必要であり、本論文は一つの手法を示す。

人間の補完能力を用いれば、少ない機構で対話感覚のある意思伝達が可能である [1]。本稿では第一段階として、基本的なコミュニケーション機構に着目する。

2章では、この基本的なコミュニケーション機構について述べる。3章では、ウィザード・オブ・オズ法を用いてロボットからの声掛けおよびロボットの発話完了動作について評価実験を行う。4章では3章の結果を用いて提案システムとして実装する。5章では結論を述べる。

## 2. 対話感覚による基本的コミュニケーション機構の提案

人間とロボットのインタラクションにおいてはバーバルコミュニケーションに加えてノンバーバルコミュニケーションが重要であるとされている [2]。補完能力をできるだけ利用することを前提にし、人間のコミュニケーション動作の中から以下の3つのコミュニケーション動作に絞り込んだ。これを少ないコミュニケーション機構と定義する。首とタブレットと音声機能を持ったロボットでこの機構の実現を目指す。

- I. 事前動作：会話の導入を円滑にする
  - I. I アイコンタクト
  - I. II ロボットからの声掛け
- II. 対話中の動作：意思を伝える・発話を促す
  - II. I ロボットの発話完了動作
  - II. II ロボットの傾聴動作
- III. 感情表現動作：ロボットの感情を伝える
  - III. I 表情ポジティブネガティブ表現
  - III. II テキストポジティブネガティブ表現
  - III. III 音調ポジティブネガティブ表現

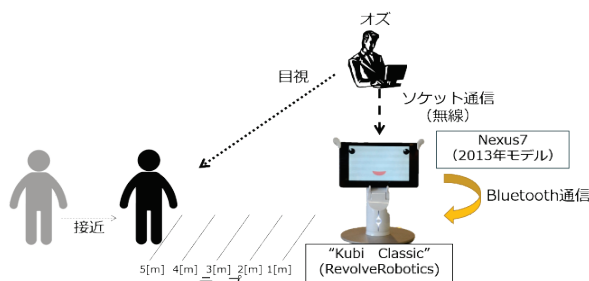
第一段階として、上述の「I. II ロボットからの声掛け」と「II. I ロボットの発話完了動作」の2つに注目した。ロボットの声掛けは、人間の接近に対して動作と音声で働きかけ、会話の導入を円滑にする。声掛けは開始する距離が重要であり、どの距離で声掛けを行うことで話しやすくなるかを明らかにする。発話完了動作は、ロボットが発話完了時に聞く準備ができたことを人間に伝え、話者の交代を促す動作である。発話完了動作は人間に存在しないため、どのような動作が適切かを明らかにする必要がある。

図1に印象評価実験システムと提案システムを示す。印象評価実験システムでは RevolveRobotics 社製の Kubi と ASUS 製の Nexus7 (2013年モデル) によって構成されている。Kubi は2自由度を持ち、300°の Pan と +/-45°の Tilt 動作が可能である。Nexus7 は Kubi と Bluetooth 通信で Pan/Tilt を制御する。印象評価実験ではウィザード・オブ・オズ法を用いる。III. Iの実験では床に1~5[m]の1[m]刻みでテープを張り、目測でオズが被験者のロボットからの距離を観測し、ロボットの操作を行う。III. IIは被験者の準備が完了した時点でオズはロボットの発話を開始させる。発話終了時にシステムが発話完了動作を自動で行う。提案システムは印象評価実験システムにさらに北陽電機製の URG-04LX-UG01 レーザレンジファインダ (LRF) を加え、人とロボットの距離を測定した。これにより印象評価実験の結果に基づいて提案システムを実装した。

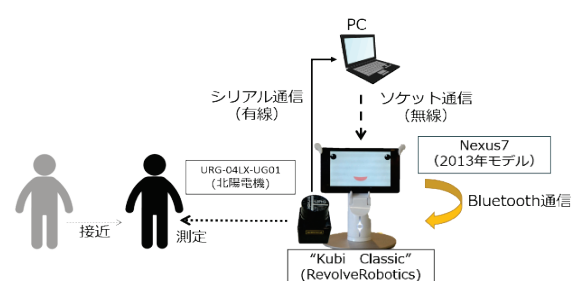
## 3. 印象評価実験

### 3.1 声掛けの開始距離

実験として、被験者がロボットに1~5[m]のいずれか1[m]刻みの距離まで接近した時、ロボットがタブレットを被験者方向に向け声掛けを行う。被験者は20代の学生8名(男性6名、女性2名)であった。実験の前提として、被験者は道に迷い、ロボットに道を尋ねるように説明した。被験者は、十分に離れた距離からロボットに接近した。初期状態のロボットは、被験者に対して90°異



(a) ウィザード・オブ・オズ法を利用した印象評価実験システム



(b) 実験結果を組み込んだ提案システム

図1 印象評価実験システム (a) と提案システム (b)

A study of robot behavior by using simple robot toward empathy communication  
<sup>†</sup>Tokyo Metropolitan University

なる方向にタブレットを向けている。すべての距離での実験終了後に、被験者にアンケートに答えてもらった。

評価基準は「話しやすさ」で、5段階評価をしてもらった。1がもっとも話しづらく、5がもっとも話しやすとした。図2に結果を示す。

結果から、2[m]が有効である傾向が見える。しかし、はっきりとした有意差はなく、各距離での印象評価の差はあまり大きくない。しかし、2[m]が一番高い評価を得たためこれを声掛けの基本開始距離とする。

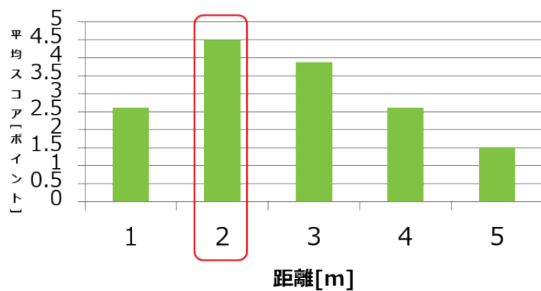


図2 声掛けの開始距離ごとの印象評価の結果

### 3.2 発話完了動作として行うべき動作

実験として、ロボットが3種類の文章の発話と、発話完了時に発話完了動作を行い被験者に評価を行ってもらった。被験者は20代の学生8名(男性6名,女性2名)であった。初期状態をロボットと被験者の目が合った状態とした。

発話完了動作として、一度視線をそらし再びユーザに視線を合わせる4つの首動作を制作した。4つの動作は上下左右それぞれの方向へ視線をそらすこととした。どの向きに視線をそらすのが良いかを調べるため、3種類の文章(挨拶文,肯定文,疑問文)ごとに図3に示す4通りの首動作を行う。文章ごとの首動作を行う順番は、順序効果を配慮した。

評価は、全ての実験終了後に文章ごとのアンケートに答えてもらった。評価基準は「話しやすい」で、一番話しやすいと感じた動作を4つの中から1つだけ選んでもらった。図4に結果を示す。

結果から、3種類の文章ごとにはっきりとした有意差が見られなかった。例えば、肯定文及び疑問文では動作左を選択する被験者もいた。そこで、提案システムに実装するにあたり、一番多く選ばれた挨拶文では動作下を、肯定文では動作上を、疑問文では動作上を発話完了動作とした。

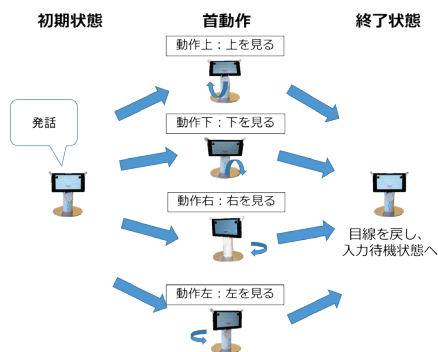


図3 4つの発話完了動作の遷移図

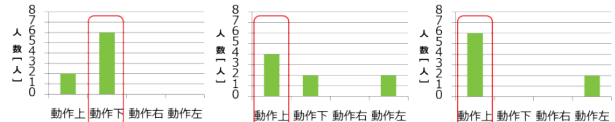


図4 発話完了動作として行うべき動作の検証結果 (左:挨拶文 中央:肯定文 右:疑問文)

## 4. 実験結果を組み込んだロボット

3章での実験結果を元に、図1の提案システム(b)として実装した。3.1節より声がけ動作は基本開始距離の2[m]で行った。LRFを用いて被験者がロボットから2[m]地点に接近した時、ロボットが声掛け動作を行うようにした。そして3.2節より挨拶文では動作下を、肯定文では動作上を、疑問文では動作上を、発話完了動作として行った。図5に提案システムに実装した様子を示す。今後は被験者に印象評価を行ってもらうことで、今回検証した声がけの基本開始距離と発話完了動作が有効かを確かめる。



図5 提案システムに実装した様子

## 5. おわりに

本研究では、印象評価実験によって事前動作の声掛け動作は2[m]で行うことが話しやすいと感じる傾向があった。また、発話完了動作は、個人差は多いが総合して挨拶文では動作下が、肯定文では動作上が、疑問文では動作上が。発話完了動作として話しやすいと感じる傾向があった。この2つの印象評価実験結果を元に提案システムに実装を行った。

## 参考文献

[1] 対話者の頭部情報に同期した卓上型テレプレゼンスロボットの開発とコミュニケーションの効果, 岩崎真也, 藤本泰成, 下川原英理, 山口亨, SI2015, システムインテグレーション部門講演会(SI2015), CD-ROM 講演番号 2C2-3 (2015/12/14-16).

[2] Verbal and nonverbal interaction of strangers in a waiting situation, Mehrabian, Albert, Journal of Experimental Research in Personality, Vol 5(2), Jun 1971, 127-138.