

# 複数人状況における人間とロボットのコミュニケーションチャネルの確立

プロジェクト代表者：久野義徳（大学院理工学研究科・教授）

## 1 はじめに

埼玉大学重点研究テーマ「ヒューマンインタラクションの解明に基づく人間支援の脱領域的研究」の中で、①人間同士のインタラクションを社会学の方法で調べ、②その知見に基づきロボットを開発し、③そのロボットと人間のインタラクションを社会学の方法で調べてロボットの評価を行うという3段階のアプローチで研究を進めている。これまでに、人間のガイドの非言語行動（頭部の動作）を調べ、それに基づいて非言語行動を行うガイドロボットを開発した。また、介護ロボットの実現を目指して、高齢者介護施設での介護者とお年寄りのインタラクションの調査を行ってきた。

これらの研究は、人間とロボットが円滑にコミュニケーションできるようにすることを目指したものであるが、これまではコミュニケーションを行う人間とロボットは、すでに決まっているという状況での検討であった。しかし、実際にロボットが使用される場面を考えると、このようにコミュニケーションの相手がすでに特定されている場合だけではない。ガイドロボットの場合には、周りにいる多くの人の中から説明をして欲しいと思っている人を見つけて説明をする必要がある。この相手は1人の場合もあるが、複数人の場合もある。介護ロボットの場合も、「あれ取って」「これ取って」というような依頼の理解（「あれ」や「これ」が何を指すかの認識）を研究してきたが[1]、実際には、まず複数人の中から介護を求めている人を見つけて、その人とコミュニケーションを開始する状況を作る必要がある。

本研究は、以上のように複数の人間がいる状況で、ロボットがそれらの人間と適切なコミュニケーションチャネルを確立する技術の検討を立ち上げることを目的とする。具体的には複数人状況でロボットとコミュニケーションを求めている人を検出し、その人とコミュニケーションを開始できるようにする。さらに、人間の場合は複数人状況にどのようにうまく対処しているかの調査を行い、ロボットに必要な認識と行動の機能を明らかにする。

## 2 介護ロボット

介護ロボットにおけるコミュニケーションチャネルの確立に関して検討を行った。日本の高齢者介護施設では、一般に、一部屋に複数の高齢者と介護者がいて、どの介護者がどの高齢者を担当するかが決まっていないことが多い。そこで、実際に依頼をする際には、まず、依頼をしたい高齢者とそれに応える介護者のペアができなければならない。そのために、3つの高齢者介護施設で、訪問者の依頼場面に焦点を合わせたビデオ撮影を行った。

ビデオデータの分析の結果、もっとも基本的な依頼開始は図1の例のようなものであることがわかった。図1（左）では介護士Fはあたりを見回している。このような動作は、Fがサービスを提供可能な状態であることを他者に示す働きをする（availabilityの表示）。このような介護士を見つけると、依頼をしたい高齢者Gは、Fが自分の方を向きGの信号を受け取れるはずの状態（reciencyの表示）になるのをとらえて、Fを見る。そして、両者の視線が合う（図1（右））。それから、最終的に声や手をあげるなどの動作で確認をする。基本的にはこのような手順で依頼が開始される。



図1. Availability の表示(左) と reciprocity の表示(右)

この分析にもとづき、カメラ画像から周囲の人の顔を検出し、その顔の方向で動きを止めながら頭部を動かし、見回している感じを示す(availabilityの表示) ロボットを開発した。ロボットの構成を図2に示す。ロボットには背中に全方位カメラ、頭部に頭部カメラが取り付けられている(今回の実装では、ロボットの目の部分にある2台のカメラは使用せず、別に頭部に1台のカメラを取り付けた)。全方位カメラの画像から肌色の領域を検出する(図2、左下)。ロボットは、この肌色領域の方向に人がいると考え、その方向で頭部の動きを短時間止めながら、頭部を水平に回転する。頭部を肌色領域の方向で短時間止めたときに、頭部カメラから正面顔が検出されると(図2、右下、顔検出にはOpenCVに付属するものを利用[2])、頭部の運動停止を継続する。頭部運動の短時間の停止がreciprocityの表示となる。最後の確認の方法にはいろいろあるが、今回は相手が手をあげるものとして、そのような動きが検出されたら相手が自分と呼んだと判断して、ロボット側の確認の動作として首を傾けるようにしている。

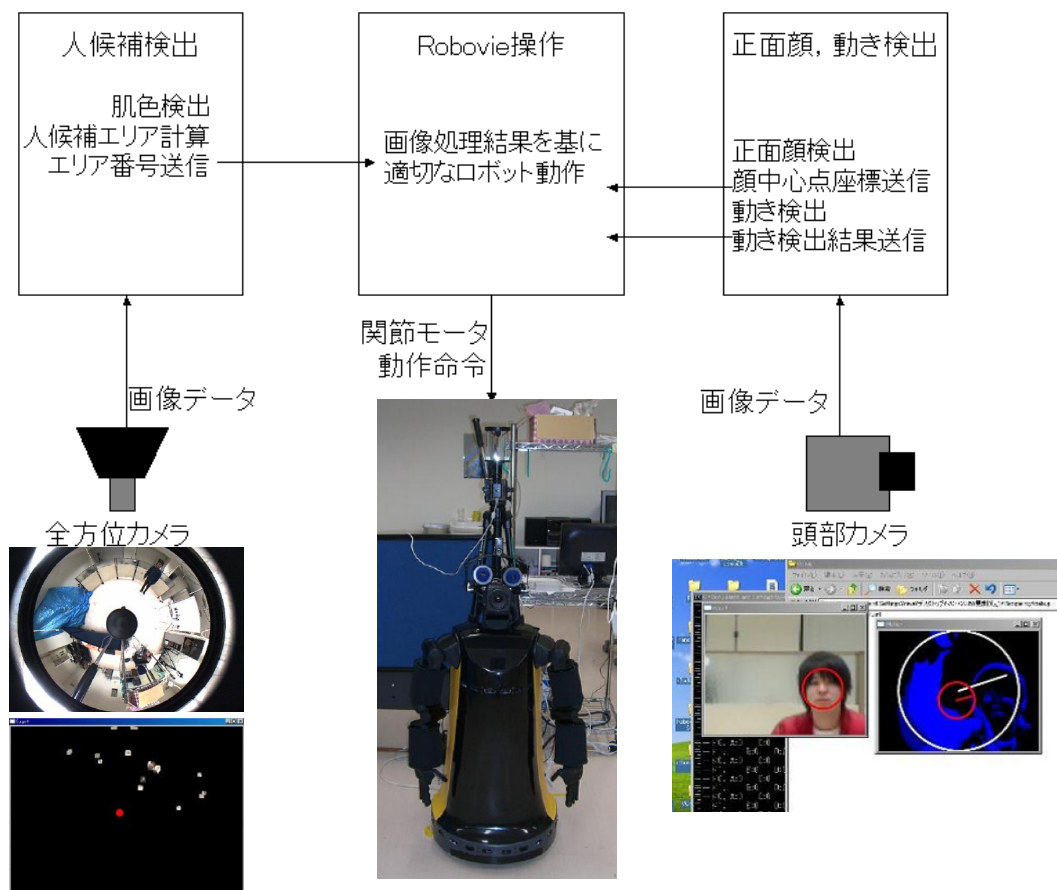


図2 介護ロボットの構成

このようなロボットの動作の有効性を確認するために感性計測の実験を行った。比較のため、提案のように人間のいる方向で頭部動作を止めながら、その人と目が合ったら完全に停止して首を振る動作をするロボットの他に、頭部を一定の速度で回転しながら、人を見つけたら停止して目を合わせるロボット、普段は頭部を動かさずに人を見つけたら、その方に頭部を動かして、そこで頭部動作を停止して目を合わせるロボットの3つのロボットを準備した。38名の大学生・大学院生を被験者として3つのロボットとのコミュニケーションの開始を体験してもらい、「やさしいーこわい」のような28組の形容詞対について7段階で評価してもらうSD(Semantic Differential)法によるアンケート調査を行った。結果を因子分析したところ、「親近性」と呼べるような因子について、提案の方法が有意に大きな得点を得た。実際に対象となる高齢者に対しての結果ではないので、さらに検討が必要だが、提案のように人を見回しながら目を合わせてコミュニケーションを開始するロボットの有効性は確認できたと考えられる。

### 3 ミュージアムガイドロボット

ガイドロボットでは、会話分析でTRP(Transition Relevance Place)と呼ばれる発話の切れ目[3]で聞き手を振り向くと、聞き手がうなずくなどの反応が増えることを明らかにしてきた。今回は、介護ロボットと同様にロボットの近くにいる人の中からロボットを見ている人を見つけ、TRPでその人の方を振り向きながら作品を説明するロボットを開発した。そして、倉敷市の大原美術館でゴーギャンの名画を解説する運用実験を行った。このロボット自体は1人の人に説明を行うことを想定したものだが、実際には図3に示すように説明を行うと複数の人が集まってくることが多かった。ロボットはビデオカメラ画像から、最初に顔を見つけて説明を開始した人の顔を追跡し、その人の方に振り向くようになっている。ただし、相手が大きく動くなどして追跡に失敗した場合は、再度、画像から顔を検出し、それ以降はその顔を追跡し、そちらに振り向くようになっている。したがって、途中で振り向く相手が変わるような例も見られた。

運用実験は2007年11月17日に終日行い、ロボットは100回程度の説明を行った。この実験自体は、複数人の中から説明する相手を選んだら、後は、その個人への説明であり、1対1の場面での人間とロボットのインタラクションを調べるのが主目的であった。実験の様子は3台のビデオで撮影しており、現在、そのビデオ映像を分析中である。分析結果はまだまとまっていないが、以前に行った実験室での統制した実験と同様に、ロボットの首振りなどの非言語行動に対して、人間もうなずくなどの反応を示すことがビデオ映像の中に観察されている。このように1対1のインタラクションを想定した実験だが、先に述べた例のように途中で異なる人を振り向くようになってしまった場合も含め、実際の環境で多くの人がロボットの周りに集まる状況でのデータが得られた。また、この実験とは別に大原美術館で専門家に複数の人間のグループを連れて館内を説明してもらい、その様子をビデオ撮影した。ガイドロボットについては、今回はデータ取得の段階までしか進んでいないが、今後、この2つのデータから複数人状況でのインタラクションについて、さらに検討していく予定である。



図3 大原美術館でのガイドロボットの実験

## 4 まとめ

特定の個人にだけサービスを行うロボットでなく、必要のある不特定の人にサービスを行うロボットでは、まず、その人の依頼を聞くためにコミュニケーションチャネルを確立する必要がある。本研究では、介護ロボットとミュージアムガイドロボットを例に、この問題について検討した。介護ロボットでは人間同士の場合のコミュニケーション開始までの非言語行動によるインタラクションを分析した。そして、それと同様な行動を行うロボットを開発し、実験により有効性を確認した。ガイドロボットでは、実際の美術館での実験でデータを取った段階で、まだ分析を行っている途中である。今後は、どちらのロボットの例についても分析をさらに進め、複数人の中からサービスを必要とする人と円滑にコミュニケーションを開始できるロボットを開発していきたい。また、今回はサービスを受ける人間は1人であると考えているが、複数の人にサービスを行ったり、1人の人にサービスを行っているときに他の人からサービスの要求があるというような場合も考えられる。このような場合への対応も検討し、複数人の状況を扱えるサービスロボットのインタラクション技術を実現していきたい。

## 参考文献

- [1] Z. M. Hanafiah, 山崎千寿, 中村明生, 久野義徳, “視覚によるサービスロボットのための簡略発話の理解,” 電子情報通信学会論文誌 DII, Vol.J88-D-II, No.3, pp.605–618, 2005.
- [2] Intel Open Source Computer Vision Library (OpenCV) <http://opencv.jp/>.
- [3] H. Sacks, E. Schegloff, and G. Jefferson, “A simplest systematics for the organization of turn-taking in conversation,” *Language*, vol.50, pp.696–735, 1974.

## 発表論文

- 1. Y. Kuno, K. Sadazuka, M. Kawashima, K. Yamazaki, A. Yamazaki, and H. Kuzuoka, “Museum guide robot based on sociological interaction analysis,” *Proc. CHI2007*, pp. 1191–1194, 2007.
- 2. Y. Kuno, K. Sadazuka, M. Kawashima, S. Tsuruta, K. Yamazaki, and A. Yamazaki, “Effective head gestures for museum guide robot in interaction with humans,” *Proc. RO-MAN2007*, pp.151–156, 2007.
- 3. 丹羽仁史, 秋谷直矩, マシュー バーデルスキ, 久野義徳, 山崎敬一, “介護ロボット開発のための依頼開始場面の分析,” 第6回情報科学技術フォーラム講演論文集, pp.577–578, 2007.
- 4. K. Yamazaki, M. Kawashima, Y. Kuno, N. Akiya, M. Burdelski, A. Yamazaki, and H. Kuzuoka, “Prior-to-request and request behaviors within elderly day care: Implications for developing service robots for use in multiparty settings,” *Proc. ECSCW2007*, pp.61–78, 2007.
- 5. K. Sadazuka, Y. Kuno, M. Kawashima, and K. Yamazaki, “Museum guide robot with effective head gestures,” *Proc. ICCAS2007*, pp.1168–1171, 2007.
- 6. 秋谷直矩, 山崎敬一, 三橋弘次, 久野義徳, “高齢者介護施設における依頼行為の相互行為分析,” 情報処理学会第70回全国大会講演論文集, pp.5-101–5-102, 2008.
- 7. 丹羽仁史, 石川直人, 久野義徳, 山崎敬一, “介護ロボットの見まわし行動,” 情報処理学会第70回全国大会講演論文集, pp.5-103–5-104, 2008.
- 8. 糟谷智樹, 小林貴訓, 久野義徳, “ミュージアムガイドロボットへの遠隔対話指示,” 電子情報通信学会情報・システムソサイエティ総合大会特別号, p.95, 2008.
- 9. A. Yamazaki, K. Yamazaki, Y. Kuno, M. Burdelski, M. Kawashima, and H. Kuzuoka, “Precision timing in human-robot interaction: Coordination of head movement and utterance,” *Proc. CHI2008*, pp.131–140, 2008.

## 特許提案

- 1. 久野義徳, コミュニケーションロボットとその動作方法, 特願 2007-213775
- 2. 久野義徳, 葛岡英明, ガイドロボット, 特願 2008-007789