

人間の対話行動の分析に基づくガイドロボット

Guide Robot Based on the Analysis of Human Interaction Behavior

久野義徳*, 山崎千寿*, 山崎敬一**

Yoshinori KUNO, Chizu YAMAZAKI and Keichi YAMAZAKI

Face direction plays an important role in our daily conversation. This paper presents a museum guide robot that moves its face to communicate smoothly with humans. We analyze the behavior of humans when one explains about an exhibit to the other. Then, we develop a robot system that can recognize the human's face direction. The robot moves its face depending on the human's face direction and the contents of utterances. We use the analysis results of human behavior to control the face movements. Experimental results show that it is effective for the guide robot to change its face direction while explaining about exhibits.

Keywords: Nonverbal Behavior, Human-Robot Interaction, Face Direction, Computer Vision, Robot

1. まえがき

人間同士のコミュニケーションでは言語以外の行動も重要な情報伝達手段になっている。特に、視線や顔の向きは会話の進行にあたって重要な役割を果たしている¹⁾。そこで、人間とロボットのコミュニケーションにも、このような顔や視線の動きを取り入れることが検討されている。これまでに、ロボットが発話するとき発話の相手の方を向いたり、相手の発話を聞くときは発話者の方を向くことなどが提案されている^{2), 3)}。ここでは、それらの研究のように単に発話の相手の方を見るだけでなく、さらに状況に応じて顔の向きを制御することを考える。博物館や美術館などのガイドロボットを開発することを目指して、人間同士の場合の顔の動かし方を観察実験により調べ、それに基づいて

ロボットシステムを動かすことを検討する。

2. 人間の行動の観察

人間同士の場合について、展示を説明するときの説明者(ガイド)と聞き手(鑑賞者)の会話の際の顔の動きを調べるための実験を行った。

ガイド1人に対し観賞者1人の条件で、展示物の説明を行った。その様子を3台のビデオカメラで録画した。2台は固定カメラで1台は後方から全体を、もう1台は展示ケースの上に設置し、上方から撮影した。1台は手持ち撮影で、固定カメラで撮りにくい部分を補いながら撮影した。今回は、15分の説明を4例(ガイドは同一人、鑑賞者は異なる4人)、30分の説明を2例(同じガイド、鑑賞者は別の2人)の計6例について実験した。なお、ガイドは展示物(古代朝鮮半島の瓦)の専門家で、鑑賞者は大学の学部および大学院生である。図1に実験の様子の写真を示す。

撮影データの詳細な分析はまだであるが、映像の観察から、観賞者とガイドの行動についていくつかのパターンがあることがわかった。ガイドは、“物体を指示した後”、“観賞者が疑問を持つ可能性のある単語の発

*埼玉大学 工学部 情報システム工学科

Department of Information and Computer Sciences,
Faculty of Engineering, Saitama University, 255
Shimo-Okubo, Sakura-ku, Saitama, Saitama, 338-8570,
Japan

**埼玉大学 教養学部

Faculty of Liberal Arts, Saitama University

話の後”、および、“区切りのいい所（発話の終了時）”に鑑賞者の顔の向きを見るために振り返る。このとき、鑑賞者が指示物体を見ている場合はそのまま説明を続行する。鑑賞者がガイドを注視している場合、質問があると判断する。説明を続行する場合、振り返ったガイドは、すぐに説明の対象である物体に顔を向ける。鑑賞者が顔をガイドに向けたままの場合、鑑賞者が自分に話があると判断し振り返る。そして、ガイドと鑑賞者の間で対話が始まる。

以上より、ガイド側から見ると顔の向きにより“注意対象への鑑賞者の誘導”と、“鑑賞者の注意方向を確認していることの表現”を行っていることがわかる。また、ガイドは鑑賞者の顔の観察から、“鑑賞者の注意方向による意図の認識”を行っている。この知見に基づきガイドロボットを開発する。



Fig. 1. Video images.

3. ガイドロボット

3.1 ロボットの構成

人間同士の場合の実験より得た知見から、図2に示すように、人間のガイドと同様の動作をするロボットを開発した。このロボットは、1対1でのガイドを前提にした“博物館や美術館でガイドをするロボット”である。ロボットは鑑賞者の顔の向きを検知するためのカメラ1台と、上下左右に回転する頭部をもつ。頭部には回転機構としてパン・チルトが可動のカメラを用いたが、このカメラ画像は現在のシステムでは利用していない。ロボット頭部は、コミュニケーションツールとして観賞者にロボットの意図を伝えるためだけに存在する。頭部の下に設置したカメラ画像からは、常に観賞者の顔の向きを求めている。

ロボットは、あらかじめ決められた説明を発話してゆくが、“説明に疑問・あるいはロボット自身への別の話題を観賞者が持っている”と判断した場合、説明を中断し疑問の有無について問いかける。

ロボットシステムは、鑑賞者の注視情報を取得する“カメラ画像の解析”と、説明を発話する“発話制御”、ロボット頭部を動かす“頭部制御”、説明文を解析し行動を決定する“メインルーチン”の4つで構成される。なお、各要素はそれぞれスレッドとプロセス間通信を用いて並列に動作する。

3.2 発話と頭部運動制御

このシステムでは、あらかじめ“展示物の説明文”を入力しておく。この説明文には、頭部制御のための記号を入れておく。制御記号としては以下の3種類を用意している。

@：頭部を鑑賞者に向け鑑賞者の注視方向を確認した後、展示物に向ける。実際の動作としては、入力文中でこの記号が挿入された時点で顔の向きが鑑賞者の方になるように、事前に頭部の運動を開始する。そして、鑑賞者の向きでしばらく静止して（その間に鑑賞者の顔の向きを確認し、それが展示物の方を向くようなら）、頭部を展示物に向ける。

¥：頭部をユーザに向ける。

%：頭部の方向はその時点のままで、休止を入れる。

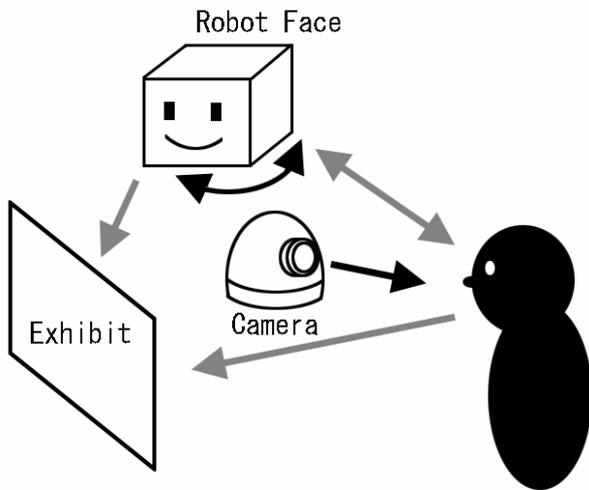


Fig. 2. Guide robot system.

3.3 ロボットの動作

ロボットは入力された文を発話する。発話には IBM 社の ViaVoice を使用する。制御記号があると、それに応じて頭部を制御する。一方、鑑賞者に常に向けられたカメラから、鑑賞者の顔の向きを絶えず求める。顔検出部分には東芝が開発した顔認識システムを利用した⁴⁾。@の制御記号時点以外でも、鑑賞者がロボットの方をしばらく見ていることを検出したら、鑑賞者が何か言いたいことがあると思われるので、顔を鑑賞者の方に向け、「どうしましたか。」と聞く。

4. ガイドロボットの評価実験

試作したロボットによる説明法が人間にとって受け入れられ、説明がわかりやすく感じるかどうか調べるために実験を行った。展示物の説明において、ガイドするロボットが無駄な動きをすれば、観賞者の邪魔をし、不快感を与える。ロボットが動かない場合と比較して、不快であるかどうかを調査することでシステムの評価実験とした。図3に示すようにロボットにより研究を紹介したパネルを説明させた。提案の方法による説明として、以下のような制御記号入りの文を用いた。

説明文: ¥こんにちは。ガイドを務めます公次郎です。

よろしくお願ひします。まず、このパネルを見てください@「顔方向と指差しによるアクティブヒューマンインターフェース」と書かれていますね。@これは、物をとるロボットについての研究です。@「あれ・これ・それ」といった指示語@その命令をいかに理解するかを研究した結果です。@おわり¥

この入力文に基づく動作をパターンAとする。比較のために、同一文を発話するが、常に頭部を鑑賞者に向けたままで説明する場合と、常に展示物に向けたままで説明する場合の2つのパターンを用意した。前者をパターンB、後者をパターンCとする。これらの3パターンが被験者ごとにランダムな順序で現れるようにした。被験者は学部学生、大学院学生で9名である。3パターンの説明に対して、説明のわかりやすさを5段階(1:わかりにくい、5:わかりやすい)で評価してもらった。また、提案手法のパターンAの場合に使用感を3段階(気にならない、やや不快、不快)で評価し、コメントがあれば述べてもらった。

説明のわかりやすさについての実験結果を表1に示す。また、パターンAの場合の使用感についての結果を表2に示す。

まだ少数例による予備的な実験であるが、表1から、適当なタイミングで相手の方を見るような動作を入れた提案の方法が、説明をわかりやすくしていることが

わかる。また、使用感については、表2に示すように、頭部が動き過ぎるというコメントも少しあったが、不快感を引き起こすということにはなかったと判断できる。簡単な説明文による実験だけであり、断定的なことはまだ言えないが、適切に顔を動かすことが親しみやすい、わかりやすいガイドロボットを実現するにあたって、重要な要素の一つであり、提案の方法が、その実現法として有望であることが確認できた。

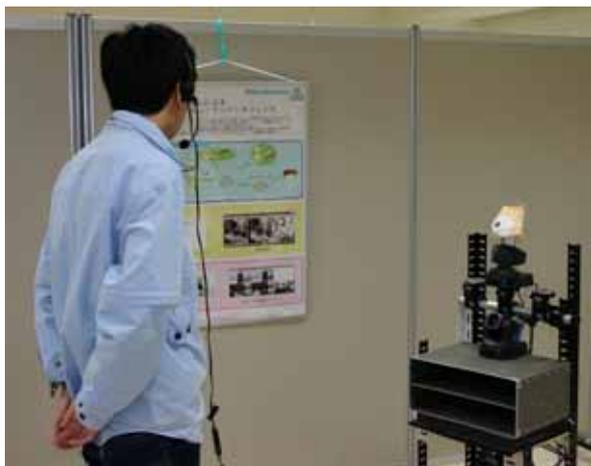


Fig. 3. Guide robot experimental scene.

Table 1. Comparison results

Evaluation	Pattern		
	A	B	C
1: Difficult	0	7	0
2: A little difficult	0	2	4
3: Moderate	1	0	4
4: A little easy	6	0	1
5: Easy	2	0	0
Median	4	1	3
Mean	4.1	1.2	2.7

Table 2. Evaluation of comfortableness

Evaluation	Number of participants	Comment
Comfortable	7	
A bit uncomfortable	2	Turning too often
Uncomfortable	0	

4.むすび

人間同士では、何に興味をもっているかや、相手の言うことをわかっている、あるいは何か聞きたいことがあるなどを、顔の動きでうまく伝えている。これにより、言葉で多くのことを言わなくても円滑にコミュニケーションが進められる。博物館や美術館を多くの人に楽しんでもらうために、このようなコミュニケーション能力をもったガイドロボットの実現を目指している。今回は、人間同士の説明場面の観察に基づき、ロボットのプロトタイプを開発した。予備的な実験の結果では、提案のアプローチにより、親しみやすい、わかりやすいロボットの実現が可能な見通しを得た。

謝辞

本研究の一部は科学研究費補助金(14350127)、日本学術振興会人文・社会科学振興プロジェクト研究「日本の文化政策とミュージアムの未来」、埼玉大学21世紀総合研究機構研究プロジェクトによる。

参考文献

- 1) Goodwin, C., Conversational Organization: Interaction between Speakers and Hearers, Academic Press, New York, 1981.
- 2) Kanda, T., Ishiguro, H., Ono, T., Imai, M. and Nakatsu, R., Development and evaluation of an interactive humanoid robot “Robovie”, Proc. IEEE ICRA 2002, pp. 1848-1855, 2002.
- 3) Matsusaka, Y., Kubota, S., Tojo, T., Furukawa, K. and Kobayashi, T., Multi-person conversation robot using multi-modal interface, Proc. SCI/ISAS 1999, vol.7, pp. 450-455, 1999.
- 4) Fukui, K. and Yamaguchi, O., Facial feature point extraction method based on combination of shape extraction and pattern matching, Systems and Computers in Japan, vol. 29, no. 6, pp. 49-58, 1998.