

# 頭部動作の計測に基づき質問相手を選択するガイドロボット

柴田 高志<sup>†</sup> 星 洋輔<sup>†</sup> 鴫田 憲<sup>†</sup> 小林 貴訓<sup>†</sup> 久野 義徳<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 埼玉大学大学院理工学研究科

## 1 はじめに

我々は、社会学の会話分析の考え方をを用いて、ロボットの言語的行動と非言語的行動を適切に協調するミュージアムガイドロボットの開発を行ってきた。そして、タイミングを考慮せずに単に観客に振り向くのではなく、文の切れ目などの発話の移行が適切となる場所 (Transition Relevance Place: TRP) で観客に振り向くことが、観客の適切な反応を促すことに効果的であることを見出してきた [1], [2]。また、この知見が実際の美術館でも有効であることを示してきた [3]。

一方で、これまでのロボットは 1 人対 1 人のガイドを想定して設計していたが、実際のミュージアムでは家族や友人同士などグループで鑑賞に来ることが多い。そのため、多数の観客がロボットに集まってきた場合でも、TRP で観客 1 人にしか振り向かないため、上手くガイドができないという問題が明らかになった。そこで、本稿では、複数の観客を追跡することができる複合センサを用いることで、観客の積極的反応を見分けながら複数の観客に対して適応的な視線配布を行うミュージアムガイドロボットを提案する。

## 2 学芸員と複数鑑賞者の相互行為分析

まず、実際の美術館において、学芸員が複数の観客に対してどのような行動をするのかを観察した。我々は大原美術館 (倉敷) で美術の専門家である学芸員が絵画作品について解説を行う場面 (学芸員 1 人、観客 3 人) を撮影し、特に質問行動の場面に注目し、分析した。図 1 は、学芸員が観客に対して、解説している場面である。観客が複数いる場合は、学芸員はすべての観客に視線配布を行い、観客の視線を集め、注意を引きつけている。そして、観客の視線変化を観察し、明らかに視線を外した観客ではなく、自分に視線を向け続けている観客を選び、質問をしていた。この話し手の視線の向け方を「視線配布による選択法」と呼ぶ。



(a) 視線配布による選択法

(b) 視線固定による選択法

図 1: 複数鑑賞者への解説場面

一方、別の学芸員は観客の方へ大きく一歩踏み出し、視線や指差しを固定することによって、答え手を質問の前に選び、質問をしていた。この話し手の視線の向け方を「視線固定による選択法」と呼ぶ。

我々は、この 2 手法のうち、「視線配布による選択法」をロボットにとらせることが有効ではないかと考えた。提案する選択法は、観客全員に対して質問をしているような印象を与え、観客全員のより積極的な反応を引き出し、正解を知っている可能性のある観客を選ぶことができる。また、答えたくない観客や答えを知らない観客を選ばないことによって、観客の困惑を減らし、体面を守ることができる。さらに、知識を問う質問も使うことができるようになり、観客全員とより積極的に相互行為ができるようになるだろう。

## 3 ガイドロボットシステム

前節で述べた「視線配布による選択法」の有効性を検証するため、複数の人に解説をするロボットを開発した。ロボットは、コミュニケーション研究用ロボット開発プラットフォーム Robovie-R Ver.2 を用いた。複数の観客の検出・追跡のため、全方位カメラ (ヴイストン製 VS-C42U-200-TK) をレーザ測域センサ (北陽電機製 UTM-30LN) の上部に図のように配置している。

これらは、ロボットの頭部の動きに影響されずに周囲の視覚情報を獲得するため、ロボットの後方に設置したポールの上部に設置した。全方位カメラは解像度 800×600pixel, 30fps で取得できる。レーザ測域センサは、距離 30m, 周囲 270° の範囲で物体までの距離を測ることができ、全方位カメラを重ねて配置することで、広い範囲で物体までの“距離”と、その“見え”

### Museum Guide Robot Choosing Answers Based on Observations of Head Gesture

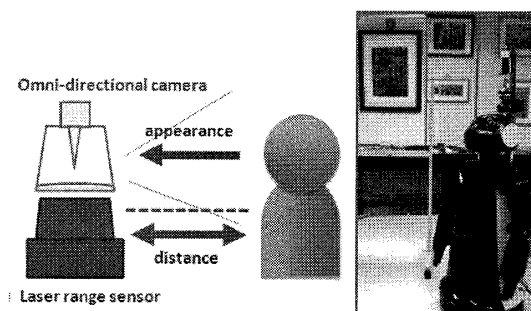
Takashi SHIBATA<sup>†</sup> Yosuke HOSHI<sup>†</sup> Ken TOKITA<sup>†</sup>

Yoshinori KOBAYASHI<sup>†</sup> Yoshinori KUNO<sup>†</sup>

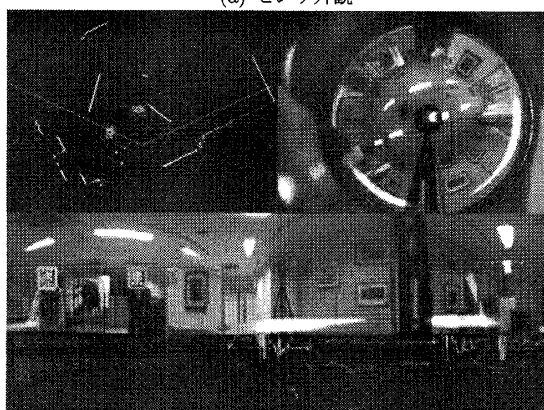
<sup>†</sup> Graduate School of Science and Engineering, Saitama University, 255 Shimo-okubo, Sakura-ku, Saitama-shi, 338-8570 Japan

E-mail: shibata@cv.ics.saitama-u.ac.jp

を計測することができる (図 2(a)).



(a) センサ外観



(b) 観測データの表示例

図 2: 複合センサ

観客の位置と身体の向きはパーティクルフィルタを用いて追跡する。パーティクルフィルタは、仮説が保持する状態の予測と評価を繰り返すことで確率的に追跡を行う手法である [4]。この複合センサを用いて得られる観測データの表示例を図 2(b) に示す。左上段にレーザ測域センサから得られる距離情報、右上段に全方位カメラ画像、中段に全方位カメラ画像をパノラマ展開した画像、下段に追跡結果データを表示している。

顔きの認識は次のように行う。まず、追跡対象頭部領域を 16 分割し、オプティカルフローを計算する。そして、垂直方向の成分のほうが水平方向の成分より多い計測点の数を数える。この数が一定の閾値を超えた場合に顔きとして認識した。但し、アウトライヤを除くため、頭部領域の大きさの半分より大きなオプティカルフローベクトルはカウントしていない。

#### 4 ロボットの身体的動作

ロボットの動作は複合センサからのセンシング結果に基づいている。我々は、前節で述べた複合センサを用いて、複数人に対して均等に視線配布を行いながら解説をして、質問時には最も積極的な反応をしている人に質問をするロボットを開発した。

初めに、ロボットは説明作品の前で首を左右に傾ける動作を連続して行い、自身が対応可能であることを表示しており、観客がロボットの前方に来るのを待っている。観客が近づき、複合センサにより観客を検出すると、ロボットは観客に対してガイドを始める。観客が複数人集まった場合は同時に 3 人までの視線配布を行い、指差しなどのジェスチャーを含めたガイドをすることができる。質問者の選択は、ロボットの視線配布の動きに合わせた特定のタイミングで、観客の顔向きの変化を調べる。この特定のタイミングでロボットの方向に顔を向けるのであれば、Positive、顔を背けるのであれば、Negative として識別する。

このように、ロボットが観客へ視線配布をすることによって、観客の視線を集め、ロボットと観客間でのより積極的な相互行為を促すことができるようになると思われる。

#### 5 おわりに

我々は全方位カメラとレーザ測域センサを組み合わせた複合センサを用いて、複数人物追跡技術を開発した。本稿では、この複合センサを用いて自由に動き回る観客の行動を観察しながら、適応的に視線配布を行い、絵画の解説をするロボットを提案した。

今後の課題としては、実際の美術館などでの実証実験を行うことを予定している。また、ロボットは、観客の顔向き、観客との距離、物との距離を考慮して適応的に立ち位置を決定し、より良いガイドができるロボットを目指していきたい。

謝辞 本研究の一部は科学研究費補助金 (21013009, 20700152), JST CREST による。また、人物追跡器の一部で三菱電機 (株) より技術供与を受けている。

#### 参考文献

- [1] Y. Kuno, K. Sadazuka, M. Kawashima, K. Yamazaki, A. Yamazaki, and H. Kuzuoka, "Museum guide robot based on sociological interaction analysis," In Proc. of CHI2007, pp.1191-1194, 2007.
- [2] 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," In Proc. of CHI2008, pp.131-139, 2008.
- [3] K. Yamazaki, A. Yamazaki, M. Okada, Y. Kuno, Y. Kobayashi, Y. Hoshi, K. Pitsch, P. Luff, D.V. Lehn and C. Heath, "Revealing Gauguin: Engaging visitors in robot guide's explanation in an art museum," In Proc. of CHI2009, pp1437-1446, 2009.
- [4] 小林貴訓, 杉村大輔, 平澤宏祐, 鈴木直彦, 鹿毛裕史, 佐藤洋一, 杉本晃宏, "パーティクルフィルタとカスケード型識別器の統合による人物三次元追跡," 電子情報通信学会論文誌 D-II, Vol.J90-D-II, No.8, pp.2049-2059, 2007.