

ロボットと人間の間は無意識の体動同期を発生させた際のコミュニケーションへの影響

中川 愛理^{†*} 蓮本 諒介[†] 岨野 太一[†] 今井 倫太[†]
Airi Nakagawa^{†*} Ryosuke Hasumoto[†] Taichi Sono[†] Michita Imai[†]

慶應義塾大学[†]

Keio University[†]

1. はじめに

人は社会の中で他者と関わり合い生きていく為に、様々な社会的ルールに基づいて行動をしている。例えば売店やテーマパークの受付では、行列に並ぶというルールに従い自分の順番が回ってくるのを待つ。ロボットが人の日常生活に参加し生活を支援していく上で、人と同様に社会的ルールを遵守する必要がある。本研究では社会的ルールの中でも「行列」に着目し、行列を認識した上でロボットが人とインタラクションするシステムを扱う。

行列とロボットに関する研究の例として、行列内の人が向いている方向と連続した2者の距離を用いて行列の最後尾に並ぶロボット[1]が提案されている。また、山本ら[2]は列の形状を間接的、暗示的に操作し、動的な制御を可能にする複数案内ロボットの配置の研究を行った。

しかし、行列に並ぶ従来研究のロボットでは行列を認識する際にロボットが列の先頭から行列に並ぶ人々の位置を一人ずつ順番に検出しており、ロボットが行列形態を一度に把握する事ができない。また、列の形状を動的に制御する研究では、行列の形態を変化させる要因として案内ロボットの配置を扱っており、発話による形態変化の誘導は扱われていない。

本研究ではwebカメラで人の位置を検出し行列の形態を一度に認識した後、行列の状況に応じてロボットが発言する事で人を誘導し、列を整理させるSIPFILを提案する。

2. 想定される環境

本研究で扱う行列は1列とした(図1)。

2.1 列部

目標物の目の前に立っている人と、連続した2

*The influence on communication when unconscious body movement synchronization is generated between robot and human

[†]Airi Nakagawa, Ryosuke Hasumoto, Taichi Sono, Michita Imai, Faculty of Science and Technology, Keio University

者間距離が38cm~82cm且つ目標物の方を向いている人を列に並ぶ人として認識した。また、列に並ぶ人が2人以上連続して存在している範囲を列部と定義した(図1)。

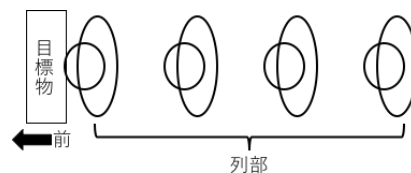


図1 列部

2.2 広部状態と狭部状態

2者間距離が82cmより大きい範囲を広部、38cm未満の範囲を狭部と定義した(図2)。目標物に対し、最前に現れた列部以外の状態が広部の場合を広部状態、狭部の場合を狭部状態と定義した。

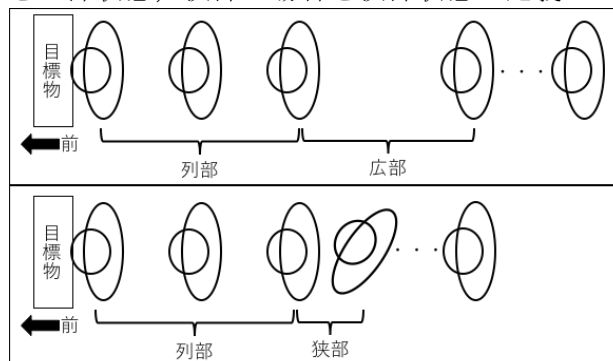


図2 広部状態(上)と狭部状態(下)

3. SIPFIL

本研究では、行列外から行列形態を認識し、人を誘導して列を整理させるSIPFIL (System that Induce People to Form Ideal Line)を提案する。SIPFILでは4.2節で述べる、2者間距離と人の向きを用いて行列形態を算出する行列形態判定式により行列形態を認識する。認識した結果が2.2節で定義した2つの行列形態である場合、ロボットが発話をし、人が列部に整列するように誘導する。想定される行列形態の環境例とロボットの発話パターン、発話による誘導後に想

定される理想行列例を表1にまとめた。

表1 ロボットの発話による誘導例

行列形態	想定される環境例	ロボットの発話	誘導後の環境例
狭部状態		「整理して並んでください」	
広部状態	最後尾から新たに人を検出 	「只今〇人待ちです」	並んだ場合 並ぶのをやめた場合
その他		「つめてください」	

4. 実装

本研究のシステムの概要を図3に示す。

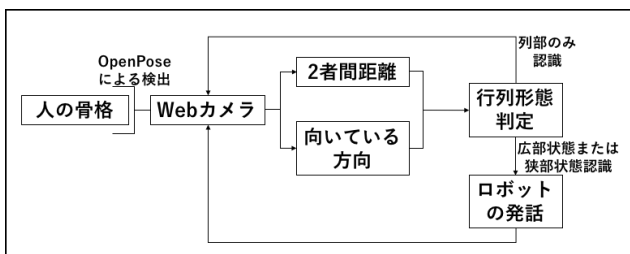


図3 システムの概要

4.1 人の検出

本研究では、人の検出に OpenPose[3]を使用した。事前に撮影した9つの行列形態の動画をOpenPoseで骨格検出した(図4)際に最も検出率の高かった首、腰、鼻、肩の4箇所を、2者間の距離、人の向きを計算する為に用いた。首と鼻を用いて頭の距離と向きを計算し、腰と肩を用いて体の距離と向きを計算した。

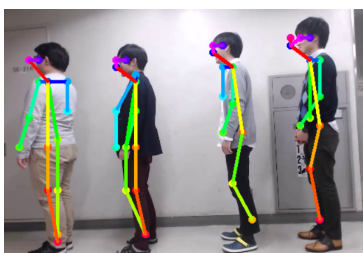


図4 OpenPoseによる行列参加者の骨格検出

4.2 行列形態判定式

SIPFILでは(1)式で与えた行列形態判定式を使用し、行列形態を認識する。

$$p_{line} = \gamma\{\alpha p_{h_dis} + (1-\alpha)p_{b_dis}\} + (1-\gamma)\{\beta p_{h_dir} + (1-\beta)p_{b_dir}\} \quad (1)$$

ここで p_{h_dis} , p_{b_dis} はそれぞれ連続する2者間の頭、体の距離を、また p_{h_dir} , p_{b_dir} はそれぞれ頭、体の向きを用いて算出した列に並んでいる確率である。以上4つの確率と、0以上1以下の3変

数 α , β , γ を用いて、先頭の人から一人ずつ列に並んでいる確率 p_{line} を計算し、列に並んでいない人を認識した際は、2者間距離が定義値以上の場合を広部状態、定義値以下の場合を狭部状態と判定した。

4.3 ロボットの発話

ロボットは Pepper を使用した。ロボットには事前に表1の3つの発話パターンを与えた。

5. 想定評価

ロボットが発話をした後、5秒以内に理想行列形態を認識した場合を誘導成功(3点)、行列形態の変化はあったが理想行列を認識できなかった場合を誘導意思伝達成功(1点)、行列形態の変化がない場合を誘導失敗(0点)と定義し、誘導成功率を計算した。

6. まとめ

本システムの評価として、事前に用意したシナリオ下で様々な行列形態を作ってもらいように動く実験参加者と、目標物に対して並んでもらうという条件下のみで動く実験参加者に協力してもらい、ロボットの発話によって理想行列へ誘導されるかを評価する。その際、4.4節で述べた誘導成功率を用いて評価する。本研究では、社会的ルールの一つである行列に着目し、ロボットが列を整理する手法について取り組んだ。WebカメラとOpenPoseを使用して人を検出し行列形態を一度に認識する事で、行列を整理させるように人を誘導するシステムを提案した。今後の展望としては、誘導に有効なロボットの発話パターンと発話タイミングについてより深く調査し、誘導意図を理解しやすい且つ誘導成功率の高い発話を検討したいと考えている。

参考文献

[1] Nakauchi, Yasushi, and Reid Simmons: A social robot that stands in line. *Autonomous Robots* 12.3, pp. 313-324 (2002)

[2] 山本江, 大神康寛, 岡田昌史: 1A2-T08 商業空間における人の列の動的制御(人間機械協調(2)). *ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集 2012*. 一般社団法人日本機械学会, 2012.

[3] Cao, Zhe, et al: Realtime multi-person 2d pose estimation using part affinity fields, *arXiv preprint arXiv:1611.08050* (2016)