

ソーシャルなロボットの社会的受容性について —ロボットの内なる視点から探る

On the Social Acceptability of Social Robots -Exploring the Robot's Inner Perspective

西村駿¹ 長谷川孔明¹ 岡田美智男¹

Shun Nishimura¹, Komei Hasegawa¹, and Michio Okada¹

¹豊橋技術科学大学 情報・知能工学系

¹ Department of Computer Science and Engineering, Toyohashi University of Technology

Abstract: 人々は街中を歩きながら、お互いの身体配置や相手の視線から周囲の状況を理解し、社会的相互行為を組織化している。このように、その人の背後にある環境から新たな状況を生み出し、その状況に適応しながら新たな行為を形成している。そこで本稿では、他と関わり、ソーシャルな移動ロボット〈iBones〉の視点から周囲を観察することで、〈iBones〉がどのように社会に受け入れられるかについて議論する。

1 はじめに

街中や商業施設など、人間が活動する同じ空間に、配達や警備のための自律移動ロボットが導入されている^{[1][2]}。これらの多くは、人間の存在を障害物の一つと認識し、それらを避けながら目的地まで最短距離で移動することを目標としている。このようなロボットに対して、何を考えているのかが伝わらず、人間が感じる恐怖心・不快感が高い問題がある^[3]。また、人間が近づいてきた時にその進行をふさがないように道をあけてじっとし、一方的に道を譲るという人間同士では不自然な行動も見受けられる。

それに対し、お互いに歩調を次第に合わせ、進みたい方向の意思を伝えるように、相手の状況や行動選択を押し量る行為方略を取ることで、高度に疎通し合う関係性を築くことができるのではないだろうか。そして、それがロボットの社会的受容性を高めることにつながると考える。

筆者らは、自らの能力だけでは目的を果たせないものの、他者からのアシストを上手に引き出すことで目的を果たそうとする〈弱いロボット〉^[4]の1つとして、人との共同行為を実現する〈iBones〉の研究を進めてきた^[5]。この研究も含め、多くの人とロボットとのインタラクションに関する研究では、人間同士で行われている社会的振る舞いを参考にロボットの振る舞いに落とし込み、人間側の視点で評価が行われてきた。ロボットが人間の生活環境の中に溶け込

むには、人間同士で行われる社会的行動を参考にするのは当然であると言える。しかし、子供と大人で求められる社会性が変化するように、置かれている状況や外見などの要因によって適切な振る舞いに変化する可能性があると言われている^[6]。そのため、人間の社会的行動をそのままロボットに当てはめるのは難しい。そこで、ロボットの視点から行為を繰り返し、観察することにより、ロボットが置かれている状況や外見などから社会的振る舞いに落とし込む必要があるといえる。

本研究では、先の〈iBones〉を基に、VRゴーグルを用いてロボットの視点からインタラクションを行う移動ロボットを再構築した(図1)。そして、人間とすれ違う相互行為を観察した際に、人間とのやりとりがどう捉えられ、ロボットの振る舞いがどのようなものとして感じられるかを探った。



図1 人とすれ違う〈iBones〉

2 研究背景

2.1 社会的相互行為の組織化

職場や学校に向かおうと横断歩道で信号待ちをするときを考えてみる。この時、人間はそれぞれどのような姿勢や配置を取っているのだろうか。ある人間はうつむき、またある人間は信号をじっと見つめる行動をする。しかし、それぞれの人間がどんな姿勢を取ってもいいわけではなく、お互いの距離を保ちつつ、歩き出す方向に姿勢を向けているはずである。その身体配置や姿勢はお互いが見知らぬ人間であることを表示し、歩き出そうとする方向を読み取らせ、次の行為をデザインするためのリソースとなっている。

このように、他者との間で意図や感情をやり取りし、お互いの行動を予測・制御しあう行動を相互に積み重ねることで社会的相互行為を組織化している^[7]。そして、社会的相互行為には、二つの要素がある。一つは、他者から参照可能な形で自身の状態を表示する「社会的表示」であり、もう一つは、他者の状態を参照する、「社会的参照」と呼ばれるものである。先に出てきた、歩き出す方向に姿勢を向けるのは、社会的表示としてとらえられる。また、相手の身体配置から歩き出す方向を読み取るのは、社会的参照といえる。

このことから、ロボットの社会的受容性を高めるためには、人間同士で行われている社会的表示と社会的参照の行動をロボットでも実現する必要があるといえる。

2.2 ロボットの内的視点

2.1 節で述べた、信号をじっと見つめる人間の行動からは、その人間が実際に周囲をどのように捉え、何を行おうとしていたのかを伺い知ることはできない。信号が青になるのを待っているというのは、私たち第三者の勝手な思い込みである。これは、人とロボットとのインタラクションにおいても同じである。参加者が見る世界からリアルタイムに対峙してみないと、その背後にある「身体」や「思い」といった原理を探ることは出来ない。また、子供と大人で求められる社会性が異なるように、置かれている状況や外見などの要因によって変化する可能性があると言われている^[8]。このことから、ロボットに社会的振る舞いを実装する際、ロボットの視点から見える状況と環境を踏まえる必要がある。

そこで、観察者自身がコミュニケーションの系の内部に視点を置き、相互行為の当事者であるロボッ

トの立場から人とのやりとりを観察した場合、そのやりとりはどのように捉えられ、ロボット自身の振る舞いや発話はどのようなものとして感じられるかを評価する「ロボットの内的視点」というものがある。藤崎らは、ロボットとのコミュニケーションを内部観察者の視点と外部観察者の視点で比較した結果、ロボットの発話や振る舞いに対する評価が異なることが明らかになったと述べている^[8]。この実験では、音声言語を介したコミュニケーションを対象にしていた。一方で、ノンバーバルなコミュニケーションにおいても探求する必要があると言える。

そこで、VR ゴーグルを用いてロボットの視点から人間とすれ違う相互行為を観察した際に、人間とのやりとりがどう捉えられ、ロボットの振る舞いがどのようなものとして感じられるかを探る。

3 プラットフォーム〈iBones〉

本研究のプラットフォームとして、筆者らの研究室で構築している〈iBones〉を使用する。このロボットは、VR ゴーグルを用いてリアルタイムに操作し、ロボットの視点から人と相互行為を行い、周囲の観察もできる移動ロボットである。

3.1 ハードウェア構成

〈iBones〉は、「骨」をモチーフにした丸みを帯びた6つのパーツ、腕、手から構成されている。ロボットの全長を幼児よりも低い身長である約600mmにすることで、幼児から大人まで親近感を抱きやすくなっている。

ソーシャルなインタラクションを指向するロボットを構築する上では、まわりの人から「志向的な構え(intentional stance)」を引き出せることが重要なポイントとなる。そこで生き物らしさやその動きの柔らかさを生み出すために、人間の腰にあたる部分の連結部分に大きめのコイルスプリングを使用した。これにより、〈iBones〉が動くたびにバイオリジカルモーションとしてのヨタヨタとした揺れが生まれ、生き物らしさを生み出すことができる。

〈iBones〉は、図2に示すように複数のセンサが搭載されている。またロボット全体を支える足回り部分には、iRobot社のiRobot Createを使用しており、その上に各種センサから得た情報を用いてロボットをメインコントロールしている小型PCが搭載されている。また、ロボットの視点からの周囲や人間との相互行為を観察するために、頭に相当する部分にウェブカメラが搭載している。人間及び物体の検出用として、iRobot Createの上にデプスカメラ、レー

ザレンジファインダを搭載している。

さらに、ロボットの各関節に計 5 個のサーボモータを搭載し、頭を上下、左右、お辞儀、胴体の屈伸、腕を前に出したり、差し戻したりといった動作を実現する。

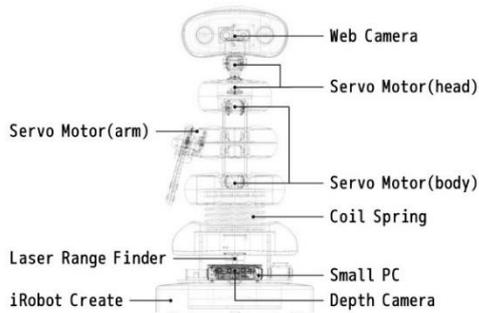


図 2 ハードウェア構成図

3.2 ソフトウェア構成

〈iBones〉のソフトウェア構成図を図 3 に示す。VR ゴーグルのアプリケーション開発には、Unity を使い、ロボット側の制御には、ROS2(Robot Operating System 2)を採用している。

VR ゴーグル上で動作しているアプリケーションとロボット上で動作しているアプリケーション間の通信は、Unity 側の「ROS-TCP-Connector」パッケージと ROS2 側の「ROS-TCP-Endpoint」パッケージとを介して行っている。「ROS-TCP-Connector」は Unity と ROS2 間でのメッセージ交換を実現するパッケージであり、「ROS-TCP-Endpoint」は ROS2 のノードと直接データ交換を行うためのパッケージである。

VR ゴーグル上で動作しているアプリケーションでは、VR ゴーグルの傾きデータと VR コントローラの入力値をロボット側に送信している。ロボット側では、傾きデータを受け取った際に Dynamixel node を介して処理を行い、サーボモータに対して角度指令を送信することで、VR ゴーグルの傾きとロボットの顔の傾きを同期させている。同様に、コントローラの入力データを受け取った際には iRobot Create node を介して処理を行い、iRobot Create に対して移動指令を送信することで、ロボットの移動を可能にしている。また、〈iBones〉の頭部に取り付けられている Web カメラの映像は Camera node を介して処理され、画像データを VR ゴーグルに送信される。VR ゴーグルでは、画像データを受け取った際にロボットが向いている方向に画像が表示される。さらに、ロボット側ではデプスカメラとレーザレンジファインダのセンサを用いて骨格検出と障害物検出を行い、その結果を VR ゴーグル側に送信している。VR ゴー

グルは受け取った座標データを基に、オブジェクトを表示している。

これらの処理を行い、リアルタイムにロボットの視点から周囲の観察や操作を行える (図 4)。

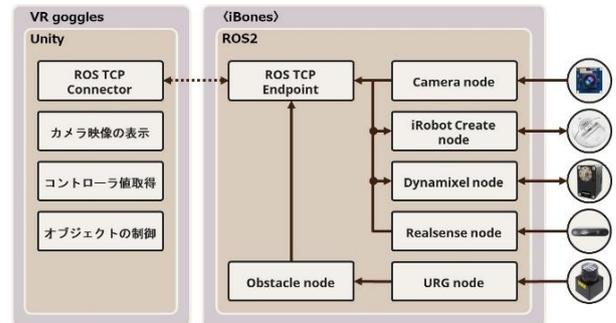


図 3 ソフトウェア構成図

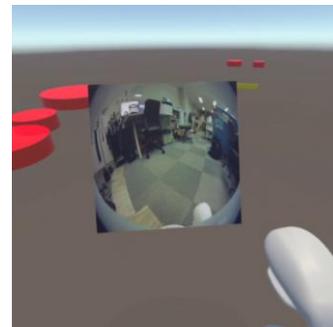


図 4 VR を通して見た映像

4 おわりに

本稿では、VR ゴーグルを用いてロボットの視点からインタラクションを行う移動ロボットを〈iBones〉を構築した。そして、人間とすれ違う相互行為を観察した際に、人間とのやりとりがどう捉えられ、ロボットの振る舞いがどのようなものとして感じられるかを探る方法を提案した。

今後は、VR ゴーグルを被った操縦者の視線も共に、周囲の環境をどのように捉えているのかを議論し、ソーシャルなロボットの社会的受容性を高める振る舞いについて探っていきたい。

謝辞

本研究の一部は、愛知県が公益財団法人科学技術交流財団に委託し実施している「知の拠点あいち重点研究プロジェクト第 IV 期(第 4 次産業革命をもたらすデジタル・トランスメーション(DX)の加速)」により行われた。ここに記して感謝の意を示す。

参考文献

- [1] Starship Technologies: Starship, <https://www.starship.xyz/the-starship-robot/> (2024/02/13 アクセス)
- [2] SEQSENSE: SQ-2, <https://www.seqsense.com/product> (2024/02/13 アクセス)
- [3] 村松聡, 山本耕介, 中後大輔, 横田祥, 橋本洋志: 人間-ロボット間の安全性向上のためのロボットの行動提示デバイスの開発, 東海大学紀要情報理工学部, Vol.18 pp.9-14, 2018
- [4] 岡田美智男: 『(弱いロボット)の思考 わたし・身体・コミュニケーション』, 講談社現代新書, 2017
- [5] 西村駿, 長谷川孔明, 大島直樹, 岡田美智男: 〈iBones〉との小さな協働から生まれるウェルビーイングな関係, ポスター発表, HAI シンポジウム 2022, P-39, 2022
- [6] 坂本大介, 小野哲雄: ロボットの社会性: ロボットが対話者間の印象形成に与える影響評価, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.0 No.0, 2002
- [7] 小嶋秀樹, 高田明: 社会的柑互行為への発達のアプローチ - 社会のなかで発達するロボットの可能性一, 人工知能学会誌, 16 卷 6 号, 2001
- [8] 藤崎亜由子, 藤井洋之, 岡田美智男, 麻生武: ロボットの内と外からみた「こころ」, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol. 7 No. 1, 2005