

ユーザの日常行動をガイドするロボットの発話・ジェスチャの戦略獲得に向けたユーザの行動データ収集システム

岩見 幸一¹ 水地 良明² 稲邑 哲也^{2,3} 崔 龍雲¹

創価大学¹ 国立情報学研究所² 総合研究大学院大学³

1. はじめに

ユーザの日常行動の支援において、ロボットが人に事物を適切にガイドする機能が求められる。例えば、ユーザに探しものの場所を尋ねられた場合、ユーザの位置や向きを認識して「右にあります」と説明したり、周囲に紛らわしい物体があることを判断して色などの属性情報を用いて「茶色いワゴンの上にあります」と説明したり、ユーザの行動や周囲の状況に応じて適切なガイドを生成することが求められる。しかし、日常生活においては、環境が複雑で人が取りうる行動のバリエーションも多い。そのような状況においてもロボットによる適切なガイドを行うことは理想であるが、現状それを実現せざるロボットの知能は存在し難い。このことから様々な指示戦略に基づいた行動データの収集が求められる。

実環境・実機ロボットを用いた実験によるデータ収集はコストがかかることから VR を利用した実験を行っている。水地ら[1]は、没入型 VR を活用したロボットのガイドからユーザの行動データを収集するシステムを開発した。ロボット競技会において、このシステムのデータ収集の効率性、ケーススタディから各参加チームの指示生成プログラムを対象とした客観的評価における評価の自動化に向けた有用性を示している。しかしながら、各参加チームが開発した指示生成プログラムは、プログラムとして実装可能な簡単な指示戦略を用いて、どの状況においても同じ戦略でガイドするものとなっている。そのため、状況に応じた効果的な指示戦略の分析や機械学習のデータセットに活用していくためには、指示戦略のバリエーションや結果として得られる行動の質は十分ではない。

そこで本研究では、人間がロボットになりすまし、周囲状況やユーザの行動に応じた指示を

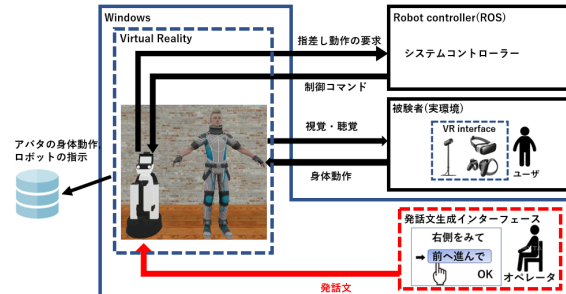


図1. システム構成

生成することで、多様な指示戦略に基づく、質の高いユーザの行動データを収集するシステムを実現する。本稿では、データ収集システムにおけるシステム要件と構成、多様な指示戦略に基づく、ユーザの行動データを収集するという観点で本システムが有用であるかの検証実験について述べる。

2. データ収集システム

2.1. システムの要件

周囲の状況やユーザの行動に応じて、多様な戦略で指示を生成する方法の一つは、ロボットの代わりに人が指示を与える方法である。しかし、ロボット役の人が自由発話でガイドを行うと曖昧・複雑な表現を含まれてしまうため、データの分類が困難である。また、人がガイドすることによって相手に与える影響はロボットがガイドするときと同様であるとは限らないため、収集されるデータがロボット-人による行動データと乖離したものになる可能性がある。対策として、ロボット-人におけるロボットの代わりに人が戦略を選択式で決定し、ロボットがユーザにガイドさせる Wizard of Oz 法を採用する。

2.2. システムの構成

本研究では、没入型 VR を利用し、RoboCup@home シミュレーションにおける Human Navigation タスクで利用されているシステムを拡張する形で実装を行った。そのシステム構成を図1に示す。VR内には、ロボットとアバタのモデルが存在する。ユーザは、ヘッドマウントディスプレイなどのインターフェースを介してVR内のアバタの視覚・聴覚の共有や身体動作の制御が可能である。また、仮想ロボットはロボットを制御するためのソフトウェアと接続されており、実機ロボットと同様に指差し動作などの制御を行うことが可能である。さらに、起き

「Development of a users' reaction collection system for behavior guidance robots towards acquisition of speech and gesture strategy in daily life environment.-Efficient collection using Wizard of Oz method in VR environment-」

1 Iwami Kouichi : Information Systems Eng., Soka University

2 Mizuchi Yoshiaki : National Institute of Informatics

2,3 Inamura Tetsunari : Graduate University for Advanced Studies, National Institute of Informatics

4 Yongwoon Choi : Dept. of Information Systems Sci., Faculty of Sci., and Eng., Soka University



図 2. グラフィカルユーザインターフェース (GUI)



(a). 被験者側の構成 (b). オペレータ側の構成

図 3. 実験構成

たことをそのままの再現可能なレベルでアバタの各関節の情報や発話の履歴などが記録される。

図 2 に指示文生成インターフェースを示す。選択式の戦略として、指差しや物体の位置関係を利用し、ユーザにこういった行動をしてほしい文 (~にあります, 置いてくださいなど) とユーザの行動の可否に関する戦略を構築してある。ここで左側の黄色枠には、アバタ視点の画面、アバタの俯瞰画面、ロボット周りの画面が表示されており、オペレータはユーザの行動を随時把握できる。それらの映像から状況に応じて、位置関係を用いた指示や指差しを用いた指示などの戦略に応じた指示文のテンプレートを選擇する指示文のテンプレートを選擇する。テンプレートでは、対象物やランドマークとなる物体の表現、位置関係などが空欄となっており、各項目が緑色のボタンとして表示されている箇所をクリックすると、対応する物体名の候補や属性が事前に用意した辞書に基づいて表示される。また、ランドマークなどは状況に応じて指定する必要がある。図 2 内の右側の黄色枠内の画面では、視点の向きの変更や画面の縮小・拡大ができ、画面上で物体をクリックすることで環境内の任意の物体を参照することができる。ロボットの指差しは、「指差している方向にある～」テンプレートをクリックすると発話と同時に指差しも実行可能である。

3. 実験

3.1. 実験条件

実験環境として、World Robot Summit のパートナーロボットチャレンジにおける Human Navigation タスクで用いられた環境を利用した。日常環境で、ロボットからのガイドに従い、ユーザがある対象物を探索・把持し、それを決め

表 1. 客観的評価における従来と本システムの比較結果

	T1	本システム
タスクの達成平均時間(s)	108.8	89.48
対象物の把持平均時間(s)	59.2	45.99
間違った対象物の把持平均回数	0.46	0.173
指示生成の平均回数	16	7.15
指示リクエストの平均回数	3.2	0.11
ジェスチャの使用平均回数	0	1.21
競技平均スコア	79.7	110.9

られた場所に持っていくまでの時間を競うタスクである。環境レイアウト数は全 24 である。実験は、指示を生成するオペレータ 3 名と被験者 6 名構成で、被験者 1 人に対して、24 のレイアウトとオペレータ 3 名 (各オペレータにレイアウト数 8 ずつの組み合わせ) による条件で実施した。実験構成を図 3 に示す。図 3(a)は、VR 環境を構築した PC に被験者が VR 内のアバタを操作するための Oculus Rift S が接続され、被験者がそれを装着している構成を示している。この時、被験者に裏でオペレータがロボットを操作していることを知られないように、VR 内の被験者 (アバタ) の俯瞰映像を拡張ディスプレイに表示させるようにした。図 3(b)は、オペレータが GUI 画面を操作している様子である。オペレータの操作性を考慮し、画面タッチパネルの操作で行うこととした。

3.2. 結果

競技タスクにおける従来の参加チームと本システムにおける比較結果を表 1 に示す。従来における 7 チームの中で、総合的にハイスコアであった T1 のチームをピックアップした。表 1 の結果からタスクの達成平均時間や対象物の把持平均時間など、各平均 10 秒以上も早くユーザを誘導できていたことがわかった。また、本システムにおいて、間違っただけの物体を把持した平均回数も少なく、競技平均スコアも T1 より 30 以上獲得できた。

4. まとめ

結果のタスクの達成時間やジェスチャの使用平均回数などにおいて、従来のチームが作成したプログラムによるデータ収集よりも本システムの方がユーザを的確に誘導している行動データを収集できていることが確認できた。結論として、本システムは、多様な指示戦略に基づく、質の高いユーザの行動データを収集するに有用性があると考察する。

参考文献

[1] Mizuchi, Y., Inamura, T. : Optimization of criterion for objective evaluation of HRI performance that approximates subjective evaluation: a case study in robot competition, *Advanced Robotics*, 2020.