

人物の優先度に配慮して立ち位置と移動経路を 変化させる対話ロボット

上川透磨^{†1†2} 木本充彦^{†1} 飯尾尊優^{†2†1} 下原勝憲^{†2†1} 塩見昌裕^{†1}

概要：人は複数名に情報説明をする際には、話を聞かせるべき人物が誰であるのかを意識して説明を行っている。例えば、重要人物とその随伴者がいる場合には、重要人物により話を聞かせるべきという情報提供の優先度に配慮して情報説明する。本研究では、このような複数名への情報提供に際して生じる情報提供の優先度に着目し、関わり合う人々の情報提供優先度に配慮して情報提供をする対話ロボットシステム実現を目指している。本稿では、人々の情報提供優先度に応じてロボットの立ち位置と移動経路を算出するシミュレーションシステムについて報告する。

1. はじめに

ロボット産業の進歩は著しく、様々な分野での活躍の場が広がりつつある。その中でも人型ロボットは、会話や感情表現を行うことができ、人間との対話によるコミュニケーションに適しており、今後、社会の様々な場面において対話によるコミュニケーションに関わる仕事を果たすことができるようになる可能性がある。

複数の人がいる情報提供の場面では、話し手は話を聞かせる人物が誰であるのかを意識し、対話相手の情報提供優先度に配慮して説明を行う。例えば、重要人物とその随伴者がいる場合、重要人物により配慮する。このように優先度の高い人に配慮しつつ、優先度の低い人の印象低下も招かない振る舞いができないと失礼にあたる可能性がある。

山岡らは、情報提示ロボットが取るべき立ち位置のモデルを提案している[1]。この立ち位置モデルは、人同士の対話分析に基づいて行われた分析の結果をもとに、四つの制約から構成され、ロボットは、聞き手との距離、説明する物との距離、聞き手の視野、説明者の視野を考慮する。このモデルを人型ロボットに実装し、モデルの有効性を示した。また、Dautenhahnらは、ロボットが座っている人間に対してどのように近づき、位置を決めるのが最適かを検討し、その結果、正面からではなく左右どちらかから近づくことが好まれることを示している[2]。また、荒井らは、ロボットの情報提供において、視線比率と身体方向を変化させることで、力関係の異なる聞き手2人に対して優先順位を意識させることができることを示している[3]。しかしながら、これまでの研究では、複数人対話での移動を伴う情報提供において、優先度を考慮したロボットの振る舞いについては扱われてこなかった。

そこで本研究では、ロボットによる情報提供に焦点を当て、関わり合う人同士の関係性に起因する優先度に配慮した立ち位置と移動経路を選択し、情報提供をする対話ロボ

ットシステムの実現を目指す。本稿では、人々の優先度と立ち位置に応じた説明位置と移動経路を算出するシミュレーションシステムについて報告する。

2. 提案システム

2.1 シミュレーション環境

シミュレーション環境を以下の図1に示す。説明者であるロボットを Presenter、場における優先度の高い人を VIP、優先度の低い人を Follower、説明物を Target object としてシステムを作成した。

2.2 システム構成

システムの構成を以下の図2に示す。システムは、ロボットコントローラ、立ち位置把握システム、人型ロボットから構成される。人位置は外部の人位置計測システムから与えられるものとするが、シミュレーション時には事前にパラメータとして与えられる。

2.3 ロボットコントローラ

2.3.1 説明位置計算部

説明位置計算部は、位置情報計測システムで取得した聞き手の人々の立ち位置に対して、ロボットが定められた範囲内の中でどの位置で説明すべきかという候補地点を算出する。説明位置の計算方法は、山岡らが考案した立ち位置モデル[1]を複数人に対応させた。ある位置に立った際、(1) 全ての聞き手の視野に入っているか、(2) 説明物と聞き手の全てがロボットの視界に入っているか、(3) 説明物

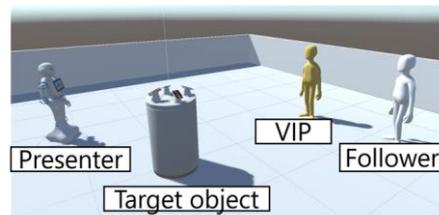


図1 シミュレーション環境

^{†1} ATR

^{†2} 同志社大学

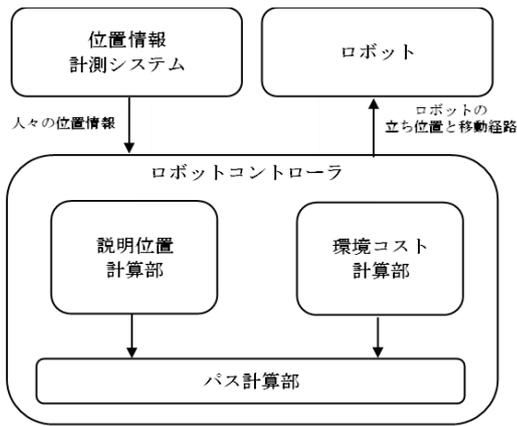


図2 システム構成

の一定距離内にあるか、(4) 聞き手の一定の距離内にあるか、(5) ロボットが現在位置から移動する距離、を考慮して決定される。立ち位置を計算する際に優先する対象に対して、説明位置の候補を算出することで優先度を考慮する。

2.3.2 環境コスト計算部

環境コスト計算部は、聞き手各人の視界とパーソナルスペースに対応するコストマップを作成する。コストマップは、視野範囲と対人距離をもとに、扇状の高コストな範囲が聞き手各人の正面方向に設定される。ペナルティエリアの距離は、Edward T. Hall によって見出された四種類の対人距離帯である密接距離、个体距離、社会距離、公共距離[4]を参考に四種に分類、設定した。また、ペナルティエリアの角度は、人間の水平視野範囲における分類である有効視野、周辺視野を参考に二種に分類、設定した。

2.3.3 パス計算部

パス計算部は、説明位置計算部によって算出された全候補地点に対して、環境コスト計算部で計算されたペナルティエリアを考慮して移動経路を算出し、各経路間のコストを比較してロボットがどの移動経路でどの説明位置に移動すべきかを算出する。これには、経路をノードで表現して、開始位置から目標地点までの経路を計算し、経路が最短であることを保証する探索アルゴリズムの一種である A-star 探索アルゴリズムを用いて計算する。

2.4 動作例

システムの動作例を以下の図3に示す。ロボットと聞き手が配置され、説明位置の候補と聞き手の位置情報を用いてペナルティエリアが作成される。その後、青く示された全候補地点に対し、赤く示されたペナルティを考慮して移動経路を算出し、各経路間のコストを比較してロボットがどの移動経路でどの説明位置に移動すべきかを算出し、ロボットがその情報を受け取り移動する。

3. おわりに

本稿では、関わり合う人々の情報提供の優先度に配慮する対話ロボットの実現に向け、人々の情報提供優先度に応じて適切な立ち位置と移動経路を算出するシミュレーションシステムについて報告した。今後は、優先度を考慮した移動経路に関するパラメータ最適化のシミュレーション実験を行い、システムの有効性を検証する。具体的には、優先度の高い人物視点や低い人物視点からの映像や VR 上でロボットの動きを評価する印象評価実験を行う予定である。また、実空間で移動可能なロボットを用いて実験により提案手法の有効性を検証する。

謝辞 本研究の一部は、JST ムーンショット型研究開発事業 JPMJMS2011 (システム検証)、JSPS 科研費 JP20K19897 (システム開発)、JP22H03895 (論文執筆) の助成を受けて実施されたものである。

参考文献

- [1] 山岡史享, 神田崇行, 石黒浩, 萩田紀博: 情報提示ロボットのための立ち位置モデル, 日本ロボット学会誌, vol.27, no.2, pp.230-238, 2009.
- [2] K. Dautenhahn, M. Walters, S. Woods, K. L. Koay, C. L. Nehaniv, E. A. Sisbot, R. Alami, and T. Siméon: How May I Serve You? A Robot Companion Approaching a Seated Person in a Helping Context, Proceeding of the 1st ACM SIGCHI/SIGART conference on Human-robot interaction, pp.172-179, 2006.
- [3] Honoka Arai, Mitsuhiro Kimoto, Takamasa Iio, Katsunori Shimohara, Reo Matsumura, and Masahiro Shiomi: How Can Robot's Gaze Ratio and Body Direction Show an Awareness of Priority to the People with whom it is Interacting?, IEEE Robotics and Automation Letters, vol4, issue4, pp.3798-3805, 2019.
- [4] Edward T. Hall. The Hidden Dimension. Doubleday, 1966.

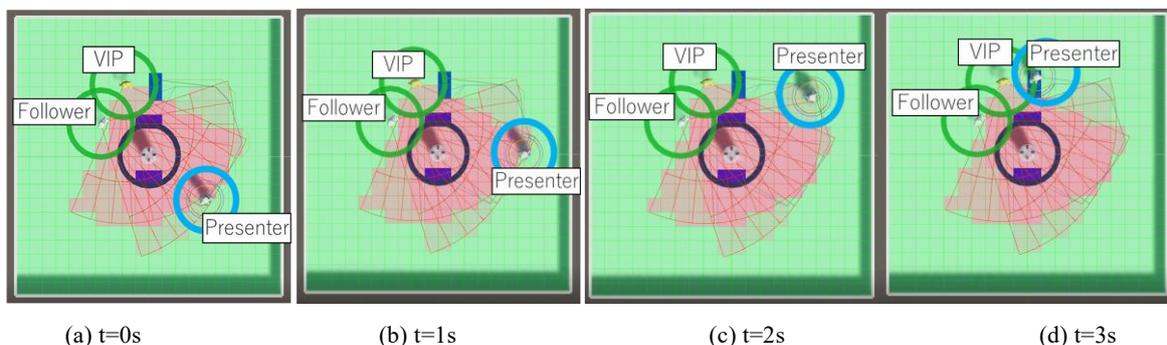


図3 システムの動作例