

令和 5 年 6 月 21 日現在

機関番号：94301

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2022

課題番号：20K19897

研究課題名（和文）対話相手の関係性に配慮して情報提供するロボットの実現

研究課題名（英文）Developing a robot for providing information with consideration of interpersonal relationships

研究代表者

木本 充彦（Kimoto, Mitsuhiko）

株式会社国際電気通信基礎技術研究所・インタラクション科学研究所・研究員

研究者番号：00866585

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：対話者間の関係性に配慮しながら情報提供する対話ロボットシステムの実現に向けて、ロボットの行動設計や対話設計に関する研究を進めた。まず、各対話者の情報提供に際した重要度を考慮したロボットの説明位置と移動経路を導出するシステムを構築した。また、重要人物への配慮表出に関わるロボットの対話戦略を複数提案し、体動同期やロボットの台数・役割設計の有効性を評価した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

人々へ情報提供するロボットの高度化のため、対話者となる人々の関係性に配慮したロボットの身体振る舞いや発話方法についての研究を進め、成果を得た。この研究の成果は、ロボットが物珍しさの消えた後にも利用されるために不可欠な、ロボットから人への一方的な情報提供とは異なる社会性を伴う対話としての情報提供についての知見導出に寄与した。

研究成果の概要（英文）：To develop a robot that provides information while considering interpersonal relationships, research on the robot's behavior and conversation design was conducted. First, a path planning system that accounts for the priority of each interlocutor was developed. Additionally, several conversation strategies related to demonstrating awareness of these priorities were proposed. The effectiveness of mimicking an interlocutor's body movements, the number of robots, and the roles of robots were also evaluated.

研究分野：知能ロボティクス

キーワード：ソーシャルロボティクス ヒューマンロボットインタラクション

1. 研究開始当初の背景

ロボットは商品説明や展示説明など複数人への情報提供に用いられている。本研究では、ロボットから人への一方的な情報提供を前提技術とし、人々の関係性に起因する優先度を考慮した社会性を伴う対話としての情報提供の実現に取り組む。実環境で、人が関係性の異なる複数名（取引先の重要人物とその部下、優良顧客と付添人、博物館で子供向け展示に訪れた親子など）に情報提供の様子を観察すると、人は話を聞かせるべき対象者を意識し、対話者間の関係性に配慮して立ち位置などを調整しながら説明を行っていることが分かる。これまで、対話者や説明対象などの環境要素を考慮した視線や身体向き、空間リソースの制御方法については数多く研究されてきた。例えば、0-space と呼ばれる対話参加者が互いに見える空間領域を保持するようにロボットが立ち位置を調整することが重要である、といった具体的な知見も得られている。しかし、こうした振る舞い制御研究の多くは、人とロボットとの一対一の対話を対象としていた。一方で、実環境におけるロボットの実証実験では、ロボットが複数の対話者と接する状況が多く設定されている。しかし、対話者となる人々は同質な存在として扱われることが多く、対話者同士の関係性に伴う情報提供の優先度は十分に考慮されていなかった。

2. 研究の目的

ロボットによる情報提供に焦点をあて、要人と付添人などの関わり合う対話者間の関係性に配慮しながら情報提供する対話ロボットシステムの実現を目指す。具体的には、情報提供時に対話者となる人々の関係性を把握し、重要人物への配慮を示しながら付添人への印象低下も招かない、対話者間の関係性に配慮したロボットの行動戦略と対話戦略を開発する。

3. 研究の方法

対話者間の関係性に配慮したロボットの行動戦略と対話戦略に関する以下の研究課題を定め、これらを実施した。(1) 対話者の関係性把握の研究、(2) 関係性への配慮を表出するロボットの経路計画の研究、(3) 重要人物への配慮表出に関わるロボットの対話戦略の研究。

4. 研究成果

(1) 対話者間の関係性把握の研究

対話者間の関係性把握に関する研究として、身体動作の同調に着目した研究を進めた。対話の際に、人々は無意識に他者の身体動作に同調することが知られており、この動作の同調が対人関係の維持や親密化に重要な役割を果たしているとされている。この研究では、このような身体動作の同調に着目し、人々の関係性と身体動作の同調程度の差異について分析した。具体的には、複数人が様々な状況下で対話を行っている動画データセットを対象に、人々の頭部位置の動作量の時系列変化を調査した。そして、その動作量が時間軸に沿ってどの程度ずれたときに、他の参加者と高い類似度を示すかどうかを分析した。結果、既に親密な関係性の対話者間の対話と比較して、仕事における対話などの関係性構築の過程にある対話では、短時間での身体動作の同調がより多いことが示唆された。

(2) 関係性への配慮を表出するロボットの経路計画の研究

複数名が存在する状況で情報提供を行う際に、対話者間の関係性を考慮したロボットの経路計画についての研究を進めた。具体的には、ロボットが重要人物とその付添人など、複数名に情報提供する場面を想定し、各対話者の重要度に配慮したロボットの説明位置と移動経路を導出するシステムを構築した(図 1)。このシステムでは、場における複数の対話者と説明対象物の位置、各対話者をどの程度優先するかを表現する比率 (Priority 比率) を入力として、ロボットの説明位置と移動経路が導出される。例えば、最も重要な人物と説明対象の近くの説明位置へ、対話者の視野を横切らない最短経路が導出される。さらに、各対話者の Priority 比率に応じて、移動経路導出時の各対話者のパーソナルスペースへの侵入程度と説明位置への移動距離コストのバランスを調整することで、各対話者への配慮表出程度が調整可能となった。

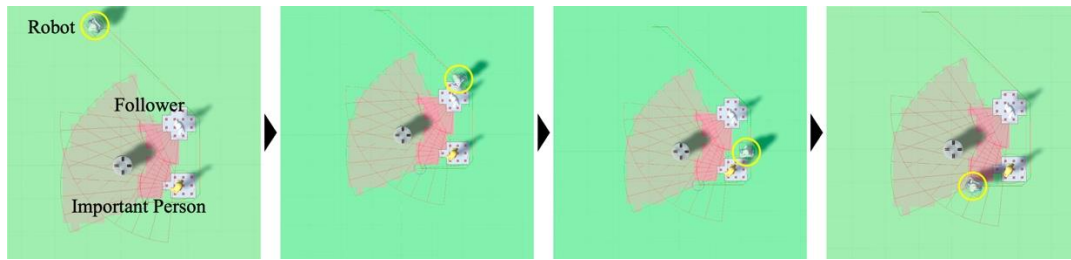


図 1. 経路計画シミュレーションシステムと重要人物を優先した経路の例

(3) 重要人物への配慮表出に関わるロボットの対話戦略の研究

1. 人と複数台ロボットとの対話における体動同期の研究

ロボットによる関係性配慮の表出方法に関わる研究として、グループ対話におけるロボットの人への体動同期に着目した研究を行った。まず、2台のロボットが対話者の体動を模倣しながら会話するロボットシステムを開発した(図2)。このシステムを利用して、2台のロボットの人への体動同期が、人のロボットへの印象形成に与える影響を調査した。実験では、2台のロボットと1名の対話者が関与する状況で、ロボットが対話者の発した意見に賛成もしくは反対を表明し、対話者からロボットに対してポジティブもしくはネガティブな印象が生じる状況を設定した。そして、発話によって生じたロボットに対する印象へ、ロボットが表出する体動の同期制御が与える影響を検証した。結果、発話によりネガティブな印象を与えたロボットであっても、体動同期により信頼感などの発話で形成されたのとは異なる印象付けが可能なることを示唆する結果が得られた。

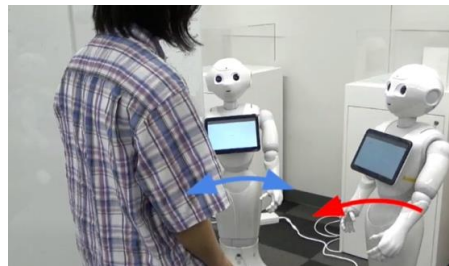


図 2. 対話者の体動を模倣しながら会話するロボットシステム

2. ロボットの台数が謝罪の受容性に与える影響の研究

ロボットから人への配慮表出の対話戦略に関する研究として、ロボットがタスクに失敗した際の謝罪の振る舞い設計について研究を行った。実験では、ロボットが店舗で給仕タスクを行う際に、商品を落としてしまった状況を設定し、タスクを失敗したロボット1台が謝罪する場合と、他の店員ロボットも含めた2台で謝罪する場合を比較した。結果、1台よりも2台のロボットからの謝罪がより人から受容されることが明らかになった。また、2台目のロボットが謝罪に加えて1台目のロボットのタスクを補助する振る舞いを示すことが、より好まれることも明らかになった。これらの結果は、タスクや場面に応じた対話者間の関係性に配慮した振る舞いの表出を、ロボットの台数の調整やロボット間での連携動作の設計により行えることを示唆している。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Kohei Okuoka, Kouichi Enami, Mitsuhiro Kimoto, Michita Imai	4. 巻 13
2. 論文標題 Multi-device trust transfer: Can trust be transferred among multiple devices?	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Psychology	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpsyg.2022.920844	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Hiroki Itahara, Mitsuhiro Kimoto, Takamasa Iio, Takamasa Shimohara, Masahiro Shiomi	4. 巻 13
2. 論文標題 How Does Exposure to Changing Opinions or Reaffirmation Opinions Influence the Thoughts of Observers and Their Trust in Robot Discussions?	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Applied Sciences	6. 最初と最後の頁 585
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/app13010585	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Kana Higashino, Mitsuhiro Kimoto, Takamasa Iio, Katsunori Shimohara, Masahiro Shiomi	4. 巻 15
2. 論文標題 Is Politeness Better than Impoliteness? Comparisons of Robot's Encouragement Effects Toward Performance, Moods, and Propagation	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 International Journal of Social Robotics	6. 最初と最後の頁 717 ~ 729
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12369-023-00971-9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Yuka Okada, Mitsuhiro Kimoto, Takamasa Iio, Katsunori Shimohara, Masahiro Shiomi	4. 巻 18
2. 論文標題 Two is better than one: Apologies from two robots are preferred	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0281604
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0281604	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計10件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 久保田侑, 木本充彦, 飯尾尊優, 下原勝憲, 塩見昌裕
2. 発表標題 仮想空間上での咳動作がもたらす対人距離への影響
3. 学会等名 インタラクシオン2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岡田優花, 木本充彦, 飯尾尊優, 下原勝憲, 塩見昌裕
2. 発表標題 ロボットの台数が増えることで謝罪の効果は高まるか？
3. 学会等名 インタラクシオン2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 下山香音, 大塚洋平, 金重有哉, 木本充彦, 今井倫太
2. 発表標題 ロボットの経験を伝える発話とジェスチャの同時生成システム
3. 学会等名 情報処理学会第84回全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岡田優花, 木本充彦, 飯尾尊優, 下原勝憲, 入戸野宏, 塩見昌裕
2. 発表標題 情報提示における接触動作が説明対象の「かわいい」印象に与える影響の検証
3. 学会等名 第38回日本ロボット学会学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岡田優花, 谷口里子, 辰己晶洋, 大久保雅史, 木本充彦, 飯尾尊優, 下原勝憲, 塩見昌裕
2. 発表標題 ロボット間の接触動作とささやき声が情報伝達に与える影響の検証
3. 学会等名 第38回日本ロボット学会学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 板原宏樹, 塩見昌裕, 飯尾尊優, 木本充彦, タネヴィヴァン, 下原勝憲
2. 発表標題 SNS利用時に生ずるネガティブ感情のロボットによる緩和の可能性
3. 学会等名 計測自動制御学会システム・情報部門学術講演会2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 柴田遼一, 吉野哲平, 松森匠哉, 福地庸介, 木本充彦, 今井倫太
2. 発表標題 不完全な検索クエリにおける対話履歴からの検索ワード補完手法の検討
3. 学会等名 情報処理学会第83回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 神部理咲, 金重有哉, 木本充彦, 今井倫太
2. 発表標題 会話の引き継ぎ支援に向けた話者交代前後における話題構造分析
3. 学会等名 2022年度 人工知能学会全国大会 (第36回)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kaon Shimoyama, Kohei Okuoka, Mitsuhiko Kimoto, Michita Imai
2. 発表標題 VISTURE: A System for Video-Based Gesture and Speech Generation by Robots
3. 学会等名 The 10th International Conference on Human-Agent Interaction (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 上川透磨, 木本充彦, 飯尾尊優, 下原勝憲, 塩見昌裕
2. 発表標題 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
3. 学会等名 インタラクシオン2023
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------