

ロボットの複数体化が対話感に及ぼす影響： 展示会におけるボタン入力対話体験の評価

Effects of using multiple robots in conversation on user's sense of conversation:
Evaluation of an experience of conversation with button interface in an exhibit event

飯尾 尊優*¹
Takamasa Iio

吉川 雄一郎*¹
Yuichiro Yoshikawa

石黒 浩*¹
Hiroshi Ishiguro

*¹ 大阪大学 / JST ERATO
Osaka University / JST ERATO

This paper reports that using multiple robots in conversation gave positive effects on user's sense of conversation in a public exhibition event. We developed a robot conversation system which allows visitors to indicate their positive or negative responses via button-based interface instead of using a formidable speech recognition under noisy environment. The field study conducted to compare a single robot and multiple robots in a public event showed the results that visitors who conversed with multiple robots sensed that they more strongly engaged in the conversation than those who conversed with a single robot. This suggests the positive effect of increasing the number of interlocutor robots on human sense of conversation from the aspect of conversation quality, which is supposed to be a useful base for approaching further conversation applications.

1. はじめに

人間の対話のパートナーとしてロボットを利用するとき、対話をする人間に「ロボットとよく対話できた」という感覚（対話感）を与えることは重要である。対話感の喪失は、対話内容と無関係な事（例えばロボットの不自然な反応や動作）に注意を向けさせ、対話への集中の欠如につながる。これは対話の基本目的である情報提供や関係性構築の妨げとなる。従来の対話ロボットの研究では、様々なシステムを開発、評価してきたが、実環境での音声認識の困難さから、対話感の向上は部分的な検証にとどまっていた。すなわち、どのようにすればロボットが人間により高度な対話感を与えることができるか、は未だに明らかでない。

対話感の向上のために、本稿では複数ロボットによる対話を提案する（図 1 参照）。複数ロボットの存在がインタラクションに及ぼす影響がすでに報告されている。有本らは、人間とロボットの対話に陪席するロボットの効果を調査した。その結果、被験者は、陪席ロボットと伴う場合に、対話しているロボットとよく目が合っていると感じたと報告している[有本 2014]。また、複数ロボットとの対話では単体ロボットとの対話よりロボットに無視されていないと感じ、会話が難しいと感じない、ということを示した[有本 2015]。これらの結果は、複数のロボットを利用することが対話に良い効果をもたらすことを示唆している。しかしながら、意見が

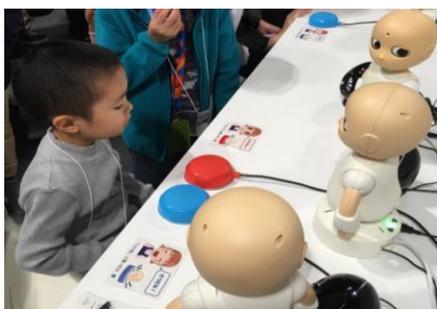


図 1. 複数ロボットとの対話

通じ合う感覚や対話内容について考えが深まる感覚というような高度な対話感を与えられるかどうかは示されていない。

そこで我々は複数ロボットの利用が対話の質に良い効果をもたらすかどうかを検証する。信頼性のある結果を得るためには、多くの人に対話を体験してもらう必要がある。そのため、我々は多数の来場者を見込める公共のイベントにおいて実証実験を実施した。本稿では、その実験を実施するために開発したロボット対話システムと実験の内容及び結果を報告する。

2. システム

2.1 対話の設計

音声認識を雑音のある環境で使う場合、ロボットは来場者の意図の認識に失敗するせいで、不自然な返答をする可能性があった。また、来場者に自由な発話を許す場合、来場者は会話をロボットが扱える範囲を超えた話題を話す可能性があった。そのため、音声認識を用いずにロボットが主導権をもって対話を進めるように対話を以下のようにモデル化した（図 2 参照）：ロボットは来場者が来るまでお互いに雑談をする（without-visitor state）。来場者が来るとロボットは来場者に挨拶し話し始める（initializing-dialog state）。ロボットはあるテーマを導入し（introducing-theme state）、そのテーマに関するいくつかのトピックを議論する（asking-question state と responding-to-answer state）。時間が許せば、ロボットはテーマを変更し（changing-theme state）、そうでなければ対話を終了する（finalizing-dialog state）。

2.2 システム構成

対話の破綻を避けるため、音声認識を使わずに、人間にポジティブかネガティブ化の表現を示すことのみによってロボットに返答することを許すボタンインタフェース（図 1 参照）を持つ対話システムを開発した。図 3 に開発したシステムの構成を示す。来場者が肯定か否定かのボタンを押したとき、その入力はシナリオ選択器に送られる。シナリオ選択器は、シナリオセットからシナリオを一つ選択し、シナリオ実行器に送る。シナリオ実行器は、そのシナリオを発話と視線とジェスチャのコマンドの列に展開し、それを各ロボットコントローラに送信する。そのシナリオのすべて

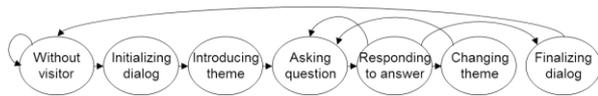


図 2. 対話状態モデル

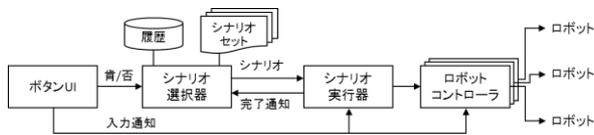


図 3. システム構成

のコマンドが実行されたのち、シナリオ実行器はシナリオ選択器に完了通知を送る。シナリオ選択器は、完了通知を受け取ると、次のシナリオを選択する。来場者の入力、肯定と否定の情報だけではなく、来場者の入力を待つシナリオ実行器の処理を再開するトリガーとしても使用される。さらに、その入力はロボットが来場者に注意を向けるトリガーとしても使用される。

3. 実証実験

複数のロボットは単体のロボットよりもイベントの来場者に高度な対話感を与える、という仮説を立て実験を行った。実験は展示イベントの一つである東京デザインウィークで3日間実施された(図4)。1日の実施時間は約9時間(最終日のみ5時間)であった。来場者は自由にロボットとの対話を体験することができた。体験する来場者には「ロボットの意見に賛成できる場合は青、そうでない場合は赤を押してください」と教示した。来場者はいつでも対話を止めて離れることができた。多くの来場者に体験の機会を与えるために、対話時間は約5分になるようにロボットの話すシナリオ数を調整した。参加者の中から無作為に選ばれた人に対してアンケートへの協力を依頼した。アンケートは3つの項目について実施した: Q1.ロボットと対話しているように感じましたか?(対話の成立感) Q2.ロボットに意見が伝わっているように感じましたか?(意見の伝達感) Q3.ロボットがあなたに話した内容について、あなたの考えは深まったように感じましたか?(思考の深まり感) 各項目は1(まったくそう思わない)から7(かなりそう思う)までの7段階で評価された。

仮説を検証するために、1台条件・2台条件・3台条件を用意した。来場者はどれでも好きな条件を試すことができた。1台条件では、1台のロボットが来場者と対話し、来場者がいないときは、独り言を話した。2台条件では、2台のロボットが来場者と対話し、来場者がいないときには、ロボット同士で対話した。3台条件は、ロボットの数を除いて2台条件と同じであった。

4. 結果

結果を図5に示す。対話の成立感について、評点の平均値は1台条件で4.55(SD=1.72), 2台条件で5.10(SD=1.72), 3台条件で5.06(SD=1.50)であった(有効回答数:1台条件88人, 2台条件61人, 3台条件88人)。分散分析の結果、有意差が認められた($F(2,234)=3.19, p<.05$)。TukeyのHSD検定による多重比較の結果、各条件間での有意差は認められなかった。つまり、個々の条件間で対話の成立感に差があったとは言えない。しかし、分散分析の主効果が有意であったことと、2台条件と3台条件の評点が1台条件よりも明らかに高いことは、来場者が複数のロボットとの対話において単体のロボットとの対話よりも対話が成立したと感じた、ということを示唆している。

意見の伝達感: 評点は1台条件で4.33(SD=1.54), 2台条件で5.03(SD=1.24), 3台条件で5.05(SD=1.26)であった(有効回



図 4. 東京デザインウィークでの実証実験

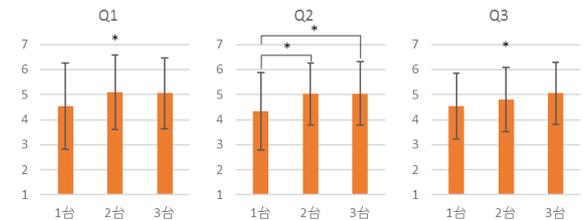


図 5. アンケート結果

答数は対話の成立感と同じ)。分散分析の結果、有意差が認められた($F(2,234)=7.38, p<.01$)。TukeyのHSD検定による多重比較の結果、2台条件と1台条件、3台条件と1台条件にそれぞれ有意差が認められた(どちらも $p<.05$)。2台条件と3台条件には有意差は認められなかった。この結果は、来場者が複数のロボットとの対話において、単体のロボットとの対話よりも、意見がロボットに伝わったと感じたということを示している。

思考の深まり感について、評点の平均値は1台条件で4.53(SD=1.31), 2台条件で4.80(SD=1.28), 3台条件で5.06(SD=1.24)であった(有効回答数:1台条件87人, 2台条件61人, 3台条件87人)。分散分析の結果、有意差が認められた($F(2,232)=3.67, p<.05$)。TukeyのHSD検定による多重比較の結果、3台条件と1台条件に有意差が認められた($p<.05$)。2台条件と1台条件、2台条件と3台条件には有意差は認められなかった。この結果は、来場者が3台のロボットとの対話において、1台のロボットとの対話よりも、ロボットの話し内容について考えが深まったと感じたということを示している。

5. 結論

本稿では、イベント来場者にポジティブかネガティブかの表現のみによって応答することを許可するボタンインタフェースを使ったロボット主導の対話システムを開発し、対話において複数ロボットを用いることが人間に高度な対話感を与えるかどうかを検証する実証実験を実施した。その結果、来場者は複数のロボットとの対話の方が単体のロボットとの対話より、対話が成立した感じがするということが示唆された。さらに、来場者は、3台のロボットとの対話は1台のロボットとの対話よりも意見が伝わった感じがする、そしてロボットの話し内容について考えが深まった感じがする、ということが明らかになった。これらの結果は、人間とロボットの対話の研究の発展に寄与するものである。

参考文献

- [有本 2014] 有本庸浩, 吉川雄一郎, 石黒浩: 陪席するロボットとのアイコンタクトによる遠隔対話ロボットの視線強調, 第32回日本ロボット学会学術講演会, 2014.
- [有本 2015] 有本庸浩, 吉川雄一郎, 石黒浩: 複数体の音声認識なし対話における対話感の改善のための複数ロボット連携, 第6回対話システムシンポジウム, 2015.