

対話を通じた子供の学びにロボットの複数体化が及ぼす影響

Effects of using multiple robots on learning of children through conversation

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 what effects of using multiple robots on learning of children through conversation with an autonomous robot. For this purpose, we developed a multiple-robots conversation system, which makes multiple robots lead conversation following a scenario and user's voice activity detection. Our experiment to compare a single-robot conversation to a multiple-robots conversation showed that children who participated in the multiple-robots conversation had a better impressions regarding enjoyment of conversation, difficulty of understanding contents, sense that robots understand participant's opinion and subjective automatic speech recognition performance that participants felt than those who participated in the single robot conversation. This suggests that using multiple robots is helpful to learning of children through conversation.

1. はじめに

対話ロボットの活用が期待される分野の一つに子供の教育がある。このような分野では、ロボットとの対話を通じて子供に「学び」を与えることが主な目的となる。例えば、小松原らは小学校の理科室にロボットを設置し、理科の授業について子供と対話させることで、授業の理解度を向上させる実験をした[小松原 2015]。この実験では、ロボットの存在は全体的な子供たちの理解には影響を与えなかったが、ロボットの理科クイズに一定回数以上参加した子供は、特定の単元でその理解度が向上した。これは、ロボットとの対話が子供に対話内容に関する学びを与える可能性を示唆している。

ロボットとの対話を通じた学びにおいて、子供に「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。対話感の喪失は子供の注意を対話内容と無関係なこと(ロボットの不自然な反応や動作)に向けさせ、対話内容に対する理解を妨げるためである。しかし、自律的な対話ロボットが人間に高度な対話感を与え続けることは容易ではない。なぜなら、音声認識が実環境では精度が低下し、対話の設計者の意図した発話がしばしば提示できないためである。実際に小松原らの実験でも人間が遠隔で音声認識していた。この問題を回避するため、音声認識結果に依存しない対話を設計することで、確実に設計者の意図した発話を提示する方法がある。しかし、この方法では、人間の発話を対話に反映できないため、対話が単調になり高度な対話感を与えられない問題がある。

音声認識の失敗による対話感の喪失を回避しつつ、高度な対話感を与える方法の一つとして、対話に複数体のロボットを参加させ、それらの発話や身体動作を連携させる方法が提案されている。有本らは、ロボット 2 台との対話とロボット 1 台との対話を比較し、ロボット 2 台の対話に参加した被験者の方が、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]。また、飯尾らは、肯定・否定を表すボタンを入力インターフェースとして持つ複数ロボット対話システムを開発し、イベント会場で複数体ロボット(2台と3台)による対話と単体ロボットによる対話を比較するフィールド実験を実



図 1. 子供と複数ロボットの対話

施したところ、参加者は、複数体ロボットによる対話のほうが、単体ロボットによる対話よりも、「ロボットと対話しているという感覚」、「自分の意見がロボットに伝わっているという感覚」、「ロボットの話した内容について考えが深まったような感覚」を強く持つことを示した[飯尾 2016]。

このような背景から、我々は、「ロボットの複数体化により子供に高度な対話感を与えることによって、その子供の学びがより促進されるのではないか」という仮説をたてた。この仮説を検証するため、複数のロボットがあらかじめ用意したシナリオに従って振舞いつつ、ユーザーの発話区間検出に応じて対話を進める、複数ロボット自律対話システムを構築し、複数ロボットとの対話と単体ロボットとの対話の影響を比較する実験を行った。本稿では、構築したシステムの概要と検証実験の結果を報告する。

2. ロボット対話システム

子供の学びにロボット対話システムを利用するユーザー(教育機関などの関係者)にとって、子供に学んでもらいたい話題は、例えば「宇宙の成り立ち」や「心の仕組み」といったように、最初からある程度決まっている。そして、それらの話題をどのように展開していくべきかも、子供の興味の引きやすさや話題の難易度などから、ある程度構成が決まっている。こうした話題の展開を自動的に生成することは技術的に困難であるため、人間が対話のシナリオをあらかじめ用意し、そのシナリオに従って、対話を進めるロボット対話システムを構築した(図 2)。

システムは、対話行動認識部、シナリオ実行部、ロボット制御部、注意管理部の 4 つの要素からなる。シナリオは実験開始前にシナリオ実行部にロードされている。システムの実行を開始すると、シナリオ実行部は、シナリオに従って、各ロボット制御部に発話・動作・視線の制御に関するコマンドを送信したり、ユーザーの発話終了信号を待ったりする。ロボット制御部は受け取っ

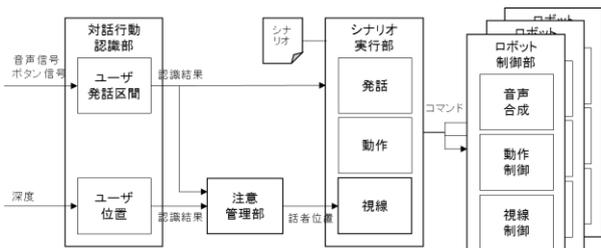


図 2. シナリオベースの複数ロボット対話システム

たコマンドに応じて、ロボットを動作させる。これと同時に、発話区間検出部では、マイクに入力された音声信号から発話区間検出を行い、発話開始と発話終了をシナリオ実行部と注意管理部に送信する。シナリオ実行部が発話終了信号待ち状態であるとき、発話終了信号を受け取ると、シナリオ実行を再開する。それ以外の状態のときは発話終了信号を受け取っても何もしない。注意管理制御は、シナリオ実行中に音声入力が入った場合に、ユーザーに注意を向けるという機能のために実装されている。これは発話開始信号を受け取り、シナリオ実行部に話者位置と注意向け命令を送る。シナリオ実行部は、現在のシナリオの状態から、視線を向けられるロボットがいる場合に、そのロボットに視線移動命令を送信する。さらに、一定時間後、その視線を向けられるロボットが視線を戻せる場合、視線を戻す命令を送る。これによりロボットは、子供が話をした場合、シナリオを実行しながら視線を子供に向けることができる。

3. 実験

複数のロボットを用いた対話(複数条件)と単体のロボットを用いた対話(単体条件)の印象を比較する被験者間実験を実施した。実験場所は日本科学未来館(未来館)の展示スペースの一部(図 1)で、実験被験者は事前に募集した未来館の会員と、実験日に未来館内で参加を希望した一般客の合計 68 名(男性 45 名, 女性 23 名)あった。本実験では子供の学びに焦点を合わせているため、対象年齢を小学4年生から中学3年生までとした(平均年齢 10.7 歳)。

実験手順について、被験者は最初に実験の目的と内容の説明を受け、実験同意書を読み、実験同意書に署名した。小学生の場合は被験者の保護者の同意も同様の方法で得た。被験者はロボットと対話する前に対話内容に関する興味を尋ねるアンケートに回答した。アンケート終了後、被験者はロボットの前に移動し、ロボットと対話した。対話終了後、被験者は別の場所に移動し、対話内容に関する興味や対話の印象を尋ねるアンケートに回答した。事前アンケートでは、対話内容に関する興味に関する項目を尋ねた。事後アンケートでは、事前アンケートの項目と対話の印象に関する 23 項目を尋ねた。

対話内容は、科学に興味を持つ子供がロボットと対話するのにふさわしい内容としてロボット介護として身体性と心に関する 2 つの話題を用いた。対話時間は約 10 分であった。

4. 結果

本稿では、実施したアンケートのうち、t 検定の結果、単体条件と複数条件で有意差または有意傾向が認められた項目について報告する(図 3)。まず、有意差の認められた項目は、対話することは楽しかったか(単体:5.65, 複数:6.35, $p=.022$)、ロボットの話でわからないところはあったか(単体:3.62, 複数:2.64, $p=.014$)、ロボットはあなたの意見を理解していたか(単体:4.74, 複数:5.44, $p=.030$)、体感音声認識成功率(単体:60.9, 複数:82.7, $p<.001$)であった。次に、有意傾向の認められた項目は、

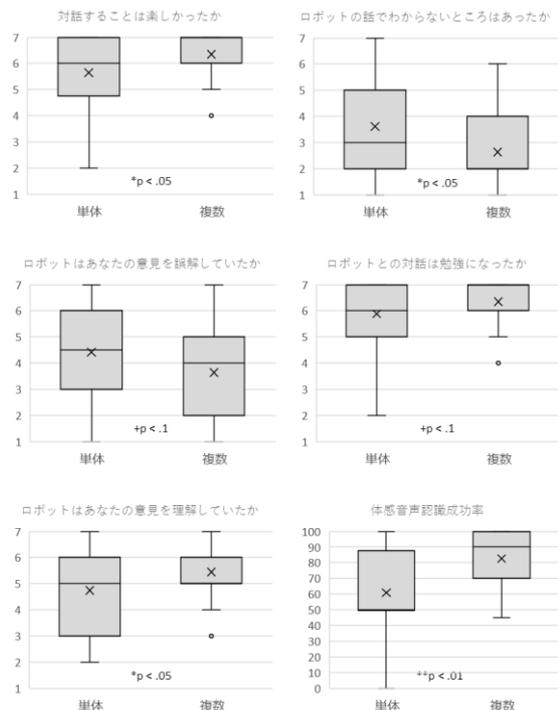


図 3. 事後アンケートの結果。

ロボットはあなたの意見を誤解していたか(単体:4.41, 複数:3.64, $p=.095$)、ロボットとの対話は勉強になったか(単体:5.89, 複数:6.35, $p=.093$)であった。

5. 結論

本稿では、ロボットの複数体化により子供に高度な対話感を与えることによって、その子供の学びがより促進されるのではないかと、という仮説を検証するために、未来館で子供を対象とした単体ロボットによる対話と複数ロボットによる対話を比較する被験者間実験を実施した。その結果、被験者は複数のロボットとの対話の方が、ロボットが被験者の意見を正しく理解し、音声認識も成功していたと感じた。さらに、ロボットの対話で分からない部分が少なく、勉強になったと感じた。これは複数体化による対話感の向上および学びの効果の促進を示唆するものである。

謝辞

本実験は日本科学未来館の多大なご協力のもと実施されました。ここにお礼申し上げます。本研究は、NTT, ATR, 大阪大学の三者による「雑談を含む対話エージェントの研究」の共同研究の一環として実施されました。

参考文献

- [小松原 2015] 小松原剛志, 塩見昌裕, 神田崇行, 石黒浩, 萩田紀博: 理科室で授業の理解を支援するロボットシステム, 日本ロボット学会誌, Vol. 33, No. 10, pp.789-799, 2015
- [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.
- [飯尾 2016] 飯尾尊優, 吉川雄一郎, 石黒浩: 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, 第 30 回人工知能学会全国大会, 2016-3, f 2016.