

子どもたちの興味を引き付けて読み聞かせを行う保育支援ロボット

Storytelling robots for child-care support

2181015



研究代表者

株式会社 国際電気通信基礎技術研究所
知能ロボティクス研究所

室長 塩見昌裕

[研究の目的]

本研究で目指す「人間と機械の調和の促進」の姿は、機械が保育を支援して保育者に余裕をもたらし、子どもたちと社会的に関わりあうことでその成長を支援する保育環境を実現する状況である。人と関わりあうロボットの開発が進む中、保育者・子どもたちと機械の関係も、おもちゃのような道具としての関係性ではなく、コラボレーター・パートナーのような人らしい関係性が重要となる。

人とロボットの間に人らしい関係性が構築されることで、保育者はロボットと連携した保育が可能となり、時間・精神・身体的余裕を持ってより質の高い保育ができる。子どもたちも、保育者とロボット双方から手厚い保育を受けてのびのびと成長できる。もちろん、保育に関わる多様なタスクをロボットが全て代替することは現時点では困難であるが、技術的課題の解決を通じて支援・代替可能となるタスクを一つずつ積み重ね、人とロボットが協力して保育を行う未来の実現を目指す。

本目的達成に向けて、本研究では、子どもたちへの読み聞かせに着目した。読み聞かせは、言語獲得・発達において重要な年代である3~5歳の幼児にとって欠かせない行為であるが、子どもとの頻繁なやり取りが必要なために保育者の負担が大きい。子どもたちの注意も散漫なため、既存のロボットやAIスピーカーが

絵本を読み上げるだけでは興味を引き続けることが難しい。そこで、人とロボットが協力して保育を行う未来の実現に向けた第一歩として、本申請期間内の目標を楽しく読み聞かせを行うロボットの実現と定めた。

[研究の内容、成果]

1. はじめに

本研究では、子どもたちに絵本の読み聞かせを行うロボットシステムを開発するとともに、子どもたちと共に聞き手として振る舞うロボットの存在がもたらす影響の検証を行った。具体的には、まずセンサを用いて検出される子どもたちの位置に応じて適切に視線を配分するための視線制御アルゴリズムを構築し、ロボットが子どもたちや読み聞かせコンテンツへと自然な割合で視線を向けるための制御システムを構築した。次に、複数台のロボットが連携して子どもたちへの読み聞かせを行うための、半自律型読み聞かせロボットシステムを構築した。これらのシステムを用いて実験を行い、1台の読み手ロボットによる絵本の読み聞かせを行う場合と、1台の読み手ロボットに加えて質問などを行う1台の聞き手ロボットも存在する場合で、子どもたちがどちらの読み聞かせを好むか、および子どもたちが読み聞かせ中にどのような振る舞いを行うか、に関する分析を行った。さらに、同時に複数の子どもの子どもたちが読み聞かせに参

加する状況の実験も実施することで (図 1), 開発したシステムの有効性検証を行った。

2. 読み聞かせロボットのシステム構成

図 2 に、本研究で構築した読み聞かせロボットシステムの概要を示す。本システムは、1. 人追跡システム, 2. 視線制御モデル, 3. 読み手ロボット, 4. 聞き手ロボット, および 5. オペレータによって構成されている。

人追跡システムに関しては、距離画像情報を取得可能な Kinect V2 センサから取得される、人の頭部位置情報を用いて構築した。本センサを用いることで、センサから 0.5~4.5 m までの範囲に存在する人々の頭部位置を高精度に推定することが可能である。推定された人位置情報は、後述する読み手ロボットへと送信され、視線制御のために利用される。

視線制御モデルに関しては、過去に提案された複数対話時における視線制御モデルを拡張し、視線を制御するタイミングが文頭であるか・文頭でないかに基づいて注視する割合を動的に変更するモデルを構築した。具体的には、文頭のタイミングではロボットは読み聞かせコンテ

ツ・環境・一人目の子ども・二人目の子ども・聞き手ロボットにそれぞれ 70.0%, 22.8%, 2.52%, 2.52%, 2.16%, の割合で視線を配分し、文頭では無いタイミングではそれぞれ 10.28%, 16.74%, 25.55%, 25.55%, 21.9% の割合で視線を配分するように設計した (図 3)。なお、本研究においては、ロボットの視線は 3 秒ごとに変化させるように設定した。

読み手ロボットおよび聞き手ロボットには、市販されているコミュニケーションロボット、Sota を用いた。ソータは 30 cm 程度の小型ロボットであり、簡単な身体動作によるジェスチャーや、首の角度を変えて視線を向ける動作を実行することが可能となっている。Sota にはカメラやマイク、および合計で 8 つの自由度が備わっている。Sota の外観を、図 4 に示す。

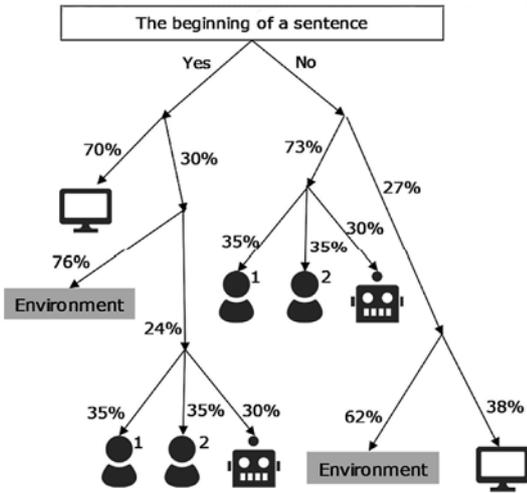


図 3 視線の制御イメージ



図 1 子どもたちに読み聞かせを行うロボット

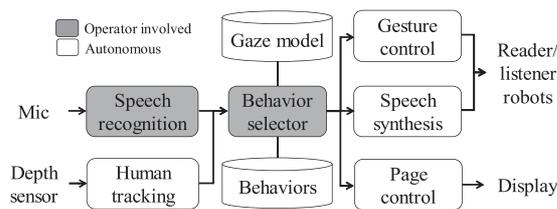


図 2 システム概要図



図 4 Sota

絵本の内容に関する発話やロボット間の会話、子どもたちからの質問に対する返答を行うために、合計で100個以上の発話コンテンツを作成した。なお本研究では、子どもたちの音声認識の困難さを解消するため、オペレータによる一部遠隔操作を行った。オペレータは自由意志でロボットの行動を制御するのではなく、あらかじめ決められたルールに従ってロボットの操作を遠隔で一部代替するように振舞った。

3. 実験

本実験には、合計32名の被験者(3~5歳の幼児、男女16名ずつ)が参加した。実験では、リオ・リーバス作の『ズズのズッキーニ』とジュビレ・フォン・オルバース作の『ねっこうまれのこびとたち』の、2種類の絵本を利用した。実験環境は、ATR内部に構築された約40平米のキッズルームである。子どもたちには、ディスプレイに映し出された絵本が見える範囲で、自由な場所に座ってもらうこととした。

本研究は被験者間要因と被験者内要因を含む混合計画であり、具体的には以下に示す2×2の合計4条件で被験者実験を実施した。実験条件の順番は、カウンターバランスを考慮して決定した。なお、用意した本の読み聞かせを行う際、片方が平均3.5分、もう片方は平均5.5分の時間を要した。

以下に、まずロボットの台数条件(被験者内要因)の詳細を示す。

- ・1台条件：1台の読み手ロボットのみで、読み聞かせを行った。読み手ロボットは、あらかじめ決められたルールに従って、ディスプレイと幼児にそれぞれ視線を分配した。
- ・2台条件：1台の読み手ロボットおよび1台の聞き手ロボットで、読み聞かせを行った。読み手ロボットは、あらかじめ決められたルールに従って、ディスプレイと幼児、および聞き手ロボットにそれぞれ視線を分配した。聞き手ロボットは、一定時間子ど

もから質問が無かった時に、読み手ロボットに絵本の内容に関する質問を行った。

次に、参加する子どもの数条件(被験者間要因)の詳細を示す。

- ・1人条件：本条件では、子どもたちは、1人で実験に参加した。

- ・2人条件：本条件では、仲の良い子どもたち2人がペアになって、実験に参加した。

次に、本実験を通じて収集したデータの種類について述べる。まず、実験に参加した子供たちが、提案手法と対比手法のどちらを好むか、に関する質問を行った。さらに、読み聞かせ中の発話アクティビティの分析を行った。

4. 実験

実験を通じて得られた、「子どもたちがどちらの条件を好むか」の結果を、図5に示す。二項検定による結果、ロボットの数要因に有意な効果が見られた($p=.024$)。すなわち、子どもたちは2台による読み聞かせを有意に好むことが示された。

次に、読み聞かせ中における発話アクティビティに関する分析結果を図6に示す。二要因分散分析による検定を行ったところ、子どもの数要因($F(1, 30)=32.462, p<.001, \text{partial } \eta^2=.520$)及びロボットの数要因($F(1, 30)=5.929, p=.021, \text{partial } \eta^2=.165$)の双方に有意な差が見出された。なお、交互作用に関しては有意な差

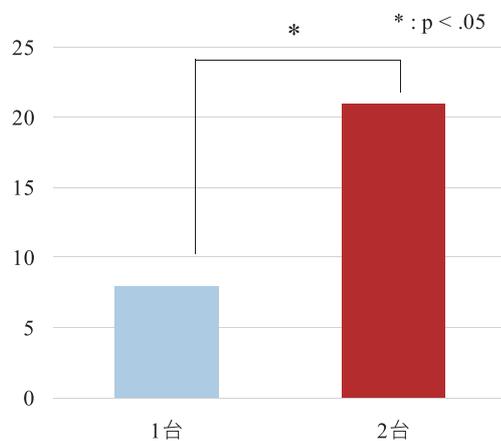


図5 子どもたちはどちらの条件を好むのか

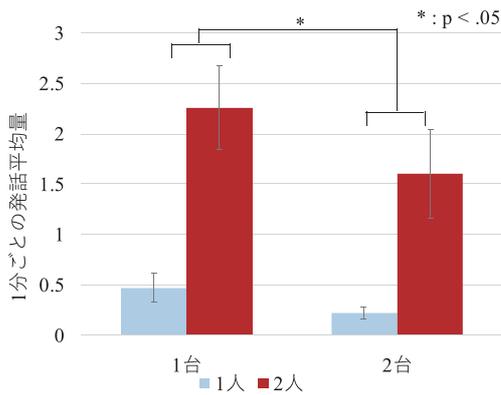


図6 子どもたちの発話アクティビティ

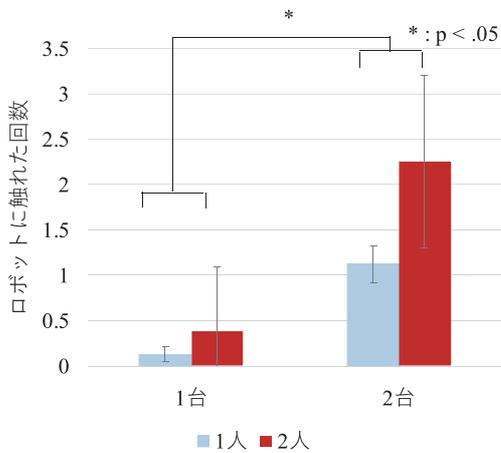


図7 子どもたちがロボットに触れた回数

は見られなかった ($F(1, 30) = 1.209, p = .280, \text{partial } \eta^2 = .039$)。すなわち、子どもたちの発話アクティビティが2台の際には抑制されており、より集中して読み聞かせに参加していたことが予測される。

また、実験中の興味深い行動として、子どもたちがロボットに触れる行為を伴うインタラクションを行うことがしばしば観察された。そこで、子どもたちがロボットに触れる回数を計測し、二要因分散分析による検定を行った結果、ロボット数要因に有意な差が見出された(図7) ($F(1, 30) = 7.354, p = .011, \text{partial } \eta^2 = .747$)。一方、子どもの人数要因 ($F(1, 30) = 1.053, p = .313, \text{partial } \eta^2 = .169$) および交互作用には有意な差が見出されなかった。

5. まとめ

本研究では、複数のロボットが連携して子どもたちへの読み聞かせを行うロボットシステムの開発を行うとともに、聞き手ロボットの存在が子どもたちの好みや読み聞かせ中の行動にもたらす影響を検証した。実験の結果、1台の読み手ロボットのみによる読み聞かせよりも、1台の読み手ロボットおよび1台の聞き手ロボットによる読み聞かせの方が、子どもたちによってより楽しい読み聞かせを提供できる可能性が示された。また、聞き手ロボットが存在することで子どもたちの発話アクティビティを抑制すること、およびロボットの台数が増加することで子どもたちがよりロボットに触れるインタラクションを行うことが明らかになった。

[今後の研究の方向, 課題]

本研究を通じて、複数ロボットが連携することで、子どもたちにとってより魅力的な読み聞かせを行うことが可能となった。また、ロボットの台数によって子どもたちの発話アクティビティに多様な変化をもたらすことも明らかとなり、今後のロボットを用いた保育支援へと応用可能な知見を得ることができた。

その一方で、特に小さな子どもたちとの自律的な対話を行うことは現状では困難なことが明らかとなり、半自律型のシステムを構築することとなった。完全自律型のシステムを構築するには、発音が不明瞭な子どもたちの音声発話を正確に認識する必要があるなど、技術的な課題も明らかになった。

さらには、保育園などで長期的に読み聞かせを行うロボットを利用する場合には、読み聞かせに参加する子どもたちの個人識別や、子どもたちが好む絵本の判別、および保育士らとの綿密な連携を可能とするインターフェースの開発なども、今後の研究の課題として考えられる。

[成果の発表, 論文等]

- [1] Yumiko Tamura, Mitsuhiko Kimoto, Masahiro Shiomi, Takamasa Iio, Katsunori Shimohara, Norihiro Hagita, "Investigating Impression of Storytelling with Robots to Multiple Children?," The 5th Asia-Pacific World Congress on Computer Science and Engineering 2018 (APWC on CSE 2018).
- [2] 田村優美子, 木本彦, 飯尾尊優, 下原勝憲, 萩田紀博, 塩見昌裕, "読み聞かせロボットに対する子どもの振る舞い分析," インタラクシオン 2019 (インタラクティブ発表 (ポスター)), 1P-78, 2019.
- [3] 塩見昌裕, 田村優美子, 木本充彦, 飯尾尊優, 下原勝憲, 萩田紀博, "子どもを褒めて学習を支援するロボットの台数が与える影響の調査," 情報処理学会第 81 回全国大会, 1B-06, 2019.