

# 自閉スペクトラム症の学生のための人型ロボットを用いたコミュニケーションシステムの開発

## Development of a humanoid robot-based communication system for students with Autism Spectrum Disorder

吉田拓海<sup>1\*</sup> 高橋泰岳<sup>1</sup> 築地原里樹<sup>1</sup>

Takumi Yoshida<sup>1</sup> Yasutake Takahashi<sup>1</sup> Satoki Tsuichihara<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 福井大学

<sup>1</sup> University of Fukui

**Abstract:** Autism Spectrum Disorder(ASD) is a type of developmental disability that causes difficulties in interpersonal relationships. In recent years, the use of robots for Social Skills Training(SST) of children with ASD has been tried. In this study, we developed a semi-autonomous dialogue system for conversational interaction between ASD children and robots, and conducted long-term interaction experiments with ASD children.

### 1 はじめに

自閉スペクトラム症 (Autism Spectrum Disorder: ASD) とは、対人関係が苦手・強いこだわりといった特徴をもつ発達障害の一種である。ASD 児に社会的コミュニケーションを学習させるための手法としてソーシャルスキル・トレーニング (SST) が試行されており、近年では、コミュニケーションロボットの導入が注目されている。ASD 児はシンプルな形状や規則正しい動作を好む傾向があることが示唆されている。さらに、ASD 児への介入には長時間、根気を要するものが多いが、ロボットは長時間一定の運動が可能であるため、有用性が示唆されている。そこで、本研究では ASD 児とロボットの対話の自律化を目指し、音声認識を用いた半自律型対話システムを開発した。

対話中の ASD 児のモチベーションを保つために、ロボットの親しみやすさは重要である。ASD 児がロボットに親しみを抱く原因は様々なものが考えられるが、我々の研究では特に対話中のロボットの傾聴時間に着目した。本研究では、ロボットの傾聴時間にバリエーションがある場合と一定の場合で日常対話を行った際のロボットの振る舞いが ASD 児に与える影響を調査した。また、本研究では ASD 児に対して長期的にインタラクティブ実験を行い、ASD 児のソーシャルスキルにどのような影響が見られるかを調査した。

### 2 半自律型対話システム

本研究で開発した半自律型対話システムの概要を図 1 に示す。半自律型対話システムはロボットのセリフ選択を操作者が教示することにより、それまでの対話の時系列を考慮した発話が可能である。また、ロボットが人との対話を通して適切なセリフ選択を学習する。

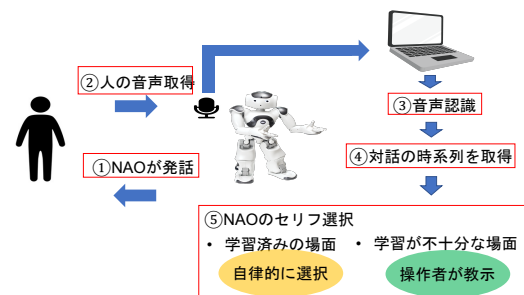


図 1: 半自律型対話システム

#### 2.1 傾聴時間制御

ロボットと人の対話において、スムーズな話者交代が人に不快感を与えないために重要であると考えられる。そこで、音声認識の最大実行時間を適宜変更することで、ロボットがスムーズに応答できる確率を高めた。予備実験より、ロボットが参加者にオープンクエッションを発話した際は参加者が発話を終了するまでの時間が長く、クローズドクエッションや相槌などを発

\*連絡先: 福井大学大学院工学研究科知識社会基礎工学専攻  
インタラクティブロボティクス研究室  
〒910-8507 福井県福井市文京 3-9-1  
tyoshida@ir.his.u-fukui.ac.jp

話した際は発話を終了するまでの時間が短い傾向が見られた。そこで、NAO のセリフがオープンクエッションの場合は傾聴時間を最大 12 秒とし、その他の場合は最大 2 秒とし、音声認識システムが認識結果を出力した時点で音声認識を終了するようにした。

## 2.2 ロボットのセリフ選択の学習

半自律型対話システムは強化学習と教師あり学習を用いてロボットのセリフ選択を学習する。それぞれの学習のタイミングを図 2 に示す。

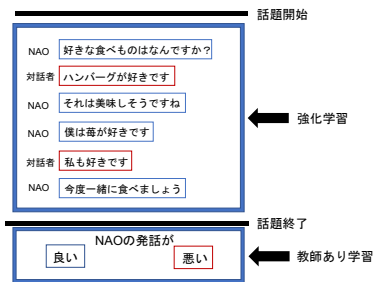


図 2: 強化学習と教師あり学習のタイミング

### 2.2.1 強化学習の方法

本研究では、標準的な強化学習の手法である  $Q$  学習を採用した。  $Q$  値の更新式を次に示す。

$$Q(s, a) \leftarrow Q(s, a) + \alpha \left( r + \gamma \max_b Q(s', b) - Q(s, a) \right) \quad (1)$$

$Q(s, a)$  は、状態  $s$  で行動  $a$  をとった場合の行動価値、 $s'$  は次時刻における状態、 $\alpha$  は学習率、 $r$  は報酬、 $\gamma$  は割引率である。半自律型対話システムにおける状態  $s$  は各時刻における人とロボットの 2 時刻分の時系列データであり、行動  $a$  はその時のロボットのセリフである。本研究では、各時刻におけるロボットの発話に対する対話者の音声応答の有無を即時報酬として与える。また、割引率  $\gamma=0$ 、学習率  $\alpha=0.5$  として、即時報酬のみを考慮する [1]。

### 2.2.2 教師あり学習の方法

図 2 に示すように、各話題終了後に操作者が対話全体のロボットの発話を評価し、対話中の全ての  $(s, a)$  に対して報酬与え、 $Q(s, a)$  を更新する。更新式を次に示す。

$$Q(s, a) \leftarrow Q(s, a) + \alpha r \quad (2)$$

ここで、 $r$  は報酬、 $\alpha$  は学習率である。具体的に、 $\alpha=0.5$ 、セリフ選択のクオリティが高い場合の報酬を +1 とし、クオリティが低い場合の報酬を -1 とした。

## 3 実験：対話中のロボットの傾聴時間が人に与える影響

音声認識時間が一定のシステムと適宜変化するシステムを用意し、対話中のロボットの傾聴時間が ASD 児と定型発達者のモチベーションやソーシャルスキルに与える影響を調査した。3 回のセッションで、傾聴時間が 2 秒の場合、12 秒の場合、変化する場合のそれぞれのシステムを搭載したロボットと日常対話を行った。本実験は福井大学学術研究院工学系部門知能システム工学講座人を対象とする研究倫理委員会により承認されている (承認番号 H2020001)。

2 名の ASD 児に長期的に実験を実施した際の「親しみやすさ」のアンケート結果の推移を図 3 に示す。青色の折れ線グラフがロボットの傾聴時間が 2 秒の場合、オレンジ色の折れ線グラフが 12 秒の場合、灰色の折れ線グラフが変化する場合のアンケート結果の推移を示している。インタラクションの回数を重ねるにつれて傾聴時間が 2 秒の場合のスコアの向上が見られた。

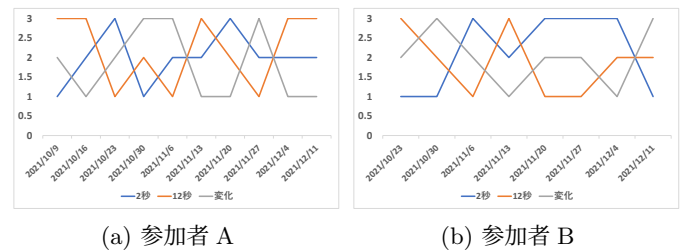


図 3: 「親しみやすさ」のアンケート結果の推移

## 4 結言

本研究では、ASD 児の社会的コミュニケーションスキルの向上を目的として、人型ロボットを用いた半自律型対話システムを開発した。さらに、開発したシステムを用いて対話中のロボットの傾聴時間が人に与える影響を調査した。実験の結果、定型発達者のロボットに対する印象はロボットの傾聴時間が短い場合が最も良い結果となった。一方で、ASD 児のロボットに対する印象は初めは傾聴時間が長い場合が最も良く、インタラクションを繰り返すことで傾聴時間が短い場合を好むようになることが示唆された。

## 参考文献

- [1] 花田昂, 岡夏樹, 久保祐喜, 高橋ともみ, 田中一晶, 久保祐喜. 子ども向け選択式音声対話システムにおけるセリフ選択自動化の検討. HAI シンポジウム 2021, No. P-33, 2021.