

平成 30 年 5 月 29 日現在

機関番号：33910

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2017

課題番号：16K16106

研究課題名(和文) 行動解析を用いた自閉症児のためのロボットセラピーに関する研究

研究課題名(英文) Robot-assisted Autism Therapy based on Human Behaviour Analysis

研究代表者

LEE Jaeryoung (LEE, Jaeryoung)

中部大学・工学部・助教

研究者番号：70736363

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)：本研究はジョイントアテンション・インタラクション(共同注意を伴うコミュニケーション)に着目し、自閉症児の行動パターンを分析することを目的とした。統制された条件下での行動を分析できるように、行動と表情を単純化でき、統制できるインタラクションの相手としてヒューマノイドロボットを選択した。NAOロボットと自閉スペクトラム症児(日本人とセルビア人、約20名ずつ)のインタラクションを行い、ウェブカメラのデータからArousal-valenceモデルに従って自閉スペクトラム症児の行動分析を行った。その結果を学術雑誌と国際会議で発表した。

研究成果の概要(英文)：This study was the first step towards developing of intelligent humanoid robots that would be used to make educational therapies for children with ASC more engaging, and also to assist therapists during the therapy. To this end, the objective of this study was to analyze the behavioral of children with ASC during interaction with the therapeutic robot NAO, in order to identify the children's level of interest and joint attention during the interaction. This was needed to collect the video, audio and physiological data that would be used to train statistical models. During the interaction, the audio-visual recordings were made using web cameras and cameras built into the NAO robot, while the physiological signals were collected through a non-invasive wristband. A professional therapist was presented at all times to ensure that the child does feels comfortable. About 20 children (Janapese and Serbian) took part in this experiments. The results were published in the International Journal.

研究分野：ヒューマンロボットインタラクション

キーワード：HRI Autism Therapy Social Robots

### 1. 研究開始当初の背景

自閉症は意志伝達，対人的相互作用に難しさや特定の対象への固着性を持つ発達障害である。自閉症児の発症率は 100 人当たり 1.1 人程度であり日本は世界の 2 番目であると報告されており(Nightingale, 2012)，自閉症児の発達支援に効果的なプログラムに対する社会的要請は極めて高い。近年，自閉症児に対する新しいセラピー技法としてロボットとの遊びを通じた発達支援が提案され(Scassellati et al., 2012)，その有効性が明らかにされつつある。しかしながら，先行研究には子供の様々な自閉症程度を考慮してない，また長期間セラピーによるコミュニケーション問題の改善が明らかにされていないという問題がある。そこで，本研究ではロボットによる人間の行動の評価という課題に焦点を当て，自閉症のためのロボットセラピーの有効性を明らかにすることを目的とする。ロボットセラピーの領域では，Hertfordshire 大学の Adaptive Systems Research Group が先駆者となり，研究を牽引している。このグループは，モバイルロボットから小型ヒューマノイドロボットまで様々なデザインのロボットを用いて研究を行い，最近では単純なパターンで表情を作れるロボット KASPAR(Wainer et al., 2013)を用いたトレーニングを実施し，自閉症児が他者とのコミュニケーション能力が向上することを明らかにしている。日本でも自閉症児の支援に関心が高まり，ロボットセラピーに関する研究が始まっている。国内では涙滴型のロボット Muu を用いた実験において，他者の意図推測が苦手である自閉症児がロボットの意図的行動に鋭敏に反応し，トレーニングを通じて自分の固執パターンを修正するに至ることが研究されている。また，小島らは，黄色い雪ダルマ型のロボット Keepon(Kozima et al., 2008)とのインタラクションにより，自閉症児のインタラクションへの自発性が高まったことを示している。ロボットは同一動作を反復できるだけでなく，その表情やコミュニケーションのための働きかけを単純な状態に統制できるという性質を持つが，このような性質は自閉症児が，それを認知することを容易にすると考えられる。この仮説は，fMRI を用いて行われた研究により，裏付けられている。すなわち，自閉症児は人間よりロボットにより強い興味を抱くという研究結果が本研究でのロボットセラピーの科学的合理性の根拠となっている (Chaminade et al. 2012)。

### 2. 研究の目的

報告者は，実証知見に基づくロボット設計の必要性を指摘し，一連の研究を行ってきた。

・言語機能を持つロボットと自閉症児のインタラクションを観察することで，ロボットの発話機能の必要性について検討した。その結果，自閉症児は人間よりもロボットに対し

て積極的なインタラクションを行うことが示唆された(Lee et al., 2012)。

・接触力の調整トレーニング用のロボット設計のため，ロボットからのフィードバック方法を検討した。その結果，自閉症児は接触力トレーニングの際，視覚フィードバックをロボットから直接受けた場合より良い成功率が示された(Lee et al., 2014)。さらに，様々な視覚刺激に対する自閉症児の反応を計測し，接触力の調整トレーニングにおいて適切なロボットからの指示又はフィードバック方法を調査した。自閉傾向が高いほど色をタスクの提示・フィードバック方法として使用した場合のタスクの成功率が高かった(Lee et al., 2013)。

しかしながら，従来研究では定量的・継続的なロボットセラピーが行わず，自閉症児のコミュニケーション能力の改善が明らかにされていない。また，自閉症児の様々なコミュニケーションレベルを考慮していない。そこで，本研究はこれまでの研究成果に基づき，ロボットによる自閉症児のコミュニケーショントレーニングを長期間行い，コミュニケーション能力の改善を明らかにし，ロボットセラピーの効果を高めることを目指す。

セラピーの効果を高めるためには，子供の自閉症程度を考え，その自閉症児にとって理解しやすいロボットセラピーを行う必要がある。しかしながら，先行研究では様々な自閉症児の特徴を考えず，ロボットを用いたインタラクションを試す段階であり，必ずしも子供のコミュニケーション能力の改善が可能になる訳ではないのが現状である。そこで，本研究では継続的なロボットセラピーによる自閉症児のコミュニケーション能力に関する変化の検討が十分に行い，ロボットを用いた自閉症児のコミュニケーションセラピーの有効性を明らかにする。本研究の成果は，ロボットによる自閉症児セラピーの有効性を高めることに寄与するだけでなく，自閉症児向けのコミュニケーション支援ロボットの開発への波及効果が期待できる。

報告者は自閉症児のロボットセラピーにおける適切なロボットの外観や機能を調べ，また教育現場での要求を調査し，その結果に基づいて自閉症セラピー用として使用できる新たなロボット設計について研究を行って来た。コミュニケーション能力を含め，様々な特徴を持つ自閉症児がロボットを用いたセラピーにより，セラピーの効果を高めるとともにその評価を定量的に行うことで，コミュニケーション問題が改善できる。また，自閉症児はロボットとのインタラクションを行いながらコミュニケーションをすることで，人間とのコミュニケーションの際起こるコミュニケーションも自然に行うようになると期待できる。

### 3. 研究の方法

本研究の目的は，ジョイントアテンション・

インタラクション（共同注意を伴うコミュニケーション）に着目し、自閉症児の行動パターンを分析することである。統制された条件下での行動を分析できるように、行動と表情を単純化でき、統制できるインタラクションの相手としてヒューマノイドロボット（NAO）を選択する。小型ヒューマノイドロボット NAO は自閉症児の治療のために世界的に使用されているロボットのの一つあり、その動作はインタラクションの相手に対し安全である。また、表情と感情のマッチングのため、リストバンドを用いて生理信号を計測する。28年度は NAO ロボットと自閉症児のインタラクションを行い、29年度はリストバンドからの生理信号とウェブカメラのデータから自閉症児の行動分析を行う。

本研究は共同研究機関のセラピスト（日本における作業療法士または言語聴覚士に相当する資格）の意見に基づいて構成された研究である。また 2011 年以降の共同研究者である吉川 徹医師（愛知県心身障害者コロニー中央病院 児童精神科）からの自閉症児のロボットセラピーに関する意見にも整合する。本実験は広く受け入れられている自閉症児の教育プログラム(Hadwin et al., 2015)の中から選んだもので、自閉症児が4つのプロトタイプ感情（喜び、悲しみ、怒り、恐怖）表現を認識して、模倣するように設計されている。また、本実験は全ての環境コントロールを自閉症児とのコミュニケーションに経験を持っているセラピストが行う。この実験は、自閉症研究の分野において臨床専門家らによっても承認されている。実験は、セラピスト、自閉症児、ロボットのインタラクションに基づき、次の3つのフェーズが含まれている。

(1) 静的なイメージ（顔表情カード）とロボットの動きの対応づけ：セラピストは4つの顔表情のカード（それぞれ喜び、悲しみ、怒り、恐怖に対応するカード）を見せる。近くにあるロボット NAO はカードと同じ感情の身体表現をその動作で表現する（NAO の動きはセラピストによってリモートコントロールされる）。自閉症児には提示された静的なイメージと NAO の動作を対応づけるよう求める。

(2) ロボットの動きと感情（顔表情カード）の対応づけ：セラピストは小型ヒューマノイド NAO を起動し、ある感情を NAO の身体表現より示す。その後、子供にその身体表現に応じた顔表情カードを選択するように求める。

(3) 子供の動的な感情表現と感情（顔表情カード）の対応づけ：セラピストが子供に顔表情カードを見せる。その後、子供の独自の方法か、または NAO の動作を模倣して、顔・身体・音声表現を通して顔表情カードで示された感情を表現するように求める。

子どものインタラクションへの関与を維持するために、セラピストは NAO を時々動かす

（子どもの注意を得るために、時々手を振ったり、「こんにちは」と話しかける）。また、子供が各タスクを正常に完了した後は、セラピストは「お礼」として、NAO が子供に「やった！」と言いながら手を上げて「嬉しい」ことを表す動作をさせる。

本研究の目的のために、20名～30名程度の年齢 5-13 才の子供たちを募集する。自閉症の専門家によって自閉症スペクトラムの上にあると診断された子どもたち（診断には子供自閉症評価尺度（CARS (Baird et al. 2001)）を使用する）が研究に参加することになる。自閉症における男女の比率は現在の推定値が 4 : 1 の間であるが、本実験では、上記の手順で自閉症と診断された男女比で行う。

28年度の実験で使用したリストバンドとウェブカメラからデータ収集し、自閉症児の行動分析を行う。実験のそれぞれのセッションは、上記の手順がすべてわかるように録画される。実験は子供が別のところに移動することを希望しない限り椅子に着席してもらい、NAO は子供とセラピストの前に置かれた小さな机に配置する。NAO の背後にマイク付きの高解像度のウェブカメラを配置し、子供とセラピストが両方映るようにする。顔追跡のカメラが NAO の中に装備されている。録画されたデータから顔の特徴点を用いて画像分析を行う。この分析については共同研究を行っているインペリアルカリッジロンドンの IBUG 研究グループからその技術や参考資料について協力をしてもらう。

また、2つのリストバンド（Empatica-E4）を子供とセラピストに着用してもらい、生理学的信号（心拍数、皮膚の温度、皮膚コンダクタンスなど）を収集する。このリストバンドは着用しやすく、非侵襲であり、児童とセラピストに対して安全である。しかし、子どもに不快感を与える場合を考え、子供たちがリストバンドを着用するかどうかを選択する機会を与える。実験セッションが始まる前に、子供とその親（もしくは法定後見人）の同意が得られた場合のみ子供はリストバンドを着用する。子供に不快感を与える場合を考え、セッション中に子供がリストバンドを外すことを望んだ時は、いつでもリストバンドを外せるように配慮する。

#### 4. 研究成果

2つの文化の間に高い関与レベル（3-5）の持続期間において有意差（ $p = 0.05$  有意水準）を見出した。セルビア人による有意に短い婚姻時間（より高いレベルでの）についての説明は、彼らの行動の重症度が高い（平均的に高い CARS）ことで、彼らは日本人よりも早く目標活動から離脱した。また、調査された日本人では、参加者の 30%未満がエンゲージメントのレベル 0~3 を有し、残りの 70%は少なくとも1つのエンゲージメントのレベルを

有していた。対照的に、セルビアの70%以上の参加者は、非常に低い関与レベルを示した。CARS 格差に起因する可能性のある偏見を避けるために、子供のサブセットのエンゲージメントレベルを、CARS に基づいてマッチングさせて分析し、平均エンゲージメントレベルを高いCARS から低いCARS にランク付けをした。2 つの文化的グループにおけるエンゲージメントレベルの差が(まだ)統計的に異なることを観察した( $p = 0.05$ )。また、CARS とセルビア人平均レベル(0.86,  $p < 0.01$ ) と日本人(0.82,  $p = 0.01$ )との間に強い(ピアソンの)相関関係が認められた。これらの結果は、自閉症治療のためのロボットソリューションを最適化する際の文化的相違を考慮する必要性を明らかに正当化する。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

Ognjen (Oggi) Rudovic, Jaeryoung Lee, Lea Mascarell-Maricic, Björn W. Schuller and Rosalind W. Picard, Measuring Engagement in Robot-Assisted Autism Therapy: A Cross-Cultural Study, *Frontiers in Robotics and AI*, 査読有, 4 巻, 2017, 1-17  
DOI: 10.3389/frobt.2017.00036

〔学会発表〕(計7件)

R Suzuki, J Lee, O Rudovic, Nao-dance therapy for children with ASD, 2017 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (国際学会), 2017

Ognjen (Oggi) Rudovic, Jaeryoung Lee, Lea Mascarell-Maricic, Bjoern Schuller, and Rosalind Picard, Engagement in Autism Therapy with Social Robots: A Cross-cultural Study, 2017 IEEE International Conference on Robotics and Automation (国際学会), 2017

Jaeryoung Lee, Social Robots in Healthcare, Innopolis University seminar (招待講演), 2017

Jaeryoung Lee, 作業療法としてのロボットセラピー, 21回岐阜県作業療法学会(招待講演), 2017

Jaeryoung Lee, コミュニケーション向上のためのロボットセラピー, ワンコインセミナー(招待講演), 2017

Jaeryoung Lee, ソーシャルロボットによる ASD 児支援, 第3回 Nagoya オープンイノベーション研究会(招待講演), 2017

Jaeryoung Lee, Social Robots for ASD, 全国福祉用具相談・研修機関協議会(招待講演), 2017

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

イ ジェリョン (LEE, Jaeryoung)

中部大学・工学部・助教

研究者番号: 70736363