

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 5 月 19 日現在

機関番号：33908

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26330264

研究課題名(和文) 言語と非言語のはざまインタラクション

研究課題名(英文) Interaction consisted of information between verbal and nonverbal

研究代表者

加納 政芳 (Kano, Masayoshi)

中京大学・工学部・教授

研究者番号：90387621

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、言語情報の中でも非言語情報が多く含まれている、擬態語・擬音語(オノマトペ)、および感動詞、幼児語に着目したヒューマンロボットインタラクション「はざまインタラクション」を提案する。具体的なインタラクションの場面として、教育支援現場を考え、それに必要な要素技術の確立を目指した評価実験を行い、はざまインタラクションによって生じる効果を検証する。

研究成果の概要(英文)：In this research, we propose a human robot interaction that focuses on mimetic and onomatopoeic words, interjections and infant words, which contain a lot of nonverbal information compared to other linguistic information, and investigate the effect of this interaction. As a specific application scene of robots, we consider educational support situations, and aim for establishment of elemental technologies required by the interaction.

研究分野：Human robot interaction

キーワード：オノマトペ 感性ロボティクス ヒューマンロボットインタラクション

1. 研究開始当初の背景

これまでのロボットは、人の言動や感情を認識して応答するものが一般的であるが、多用途化を目指したり、機能以上の外観を与えたりすると、適応ギャップを感じさせる原因となる。たとえば、我々は、家庭用会話ロボットであれば日常会話ができると思うし、足のあるロボットは当然歩けると期待する。しかし、我々が期待したことをロボットが期待通りに行えなかった場合にユーザは強い落胆（適応ギャップ）を感じてしまい、ロボットへの信頼感や親近感を損なう原因となり得る。これらのことから、特定の用途における、適応ギャップを感じさせない新たなヒューマンロボットインタラクションをデザインすることが重要といえる。本研究では、教育支援のためのインタラクションについて考える。

日本においては、養育者は子どもに対して、オノマトペを副詞的に付与した動詞を多用する傾向がある。たとえば、「ぐんぐん伸びる」「こそこそする」などである。幼少時のこれらの体験は、オノマトペと学習時の意欲を無意識的に関連づけさせると思われる。このことから、ロボットの発話内容に単なる副詞（たとえば、「すごく」）ではなく、オノマトペ（「ぐんぐん」）を付与することで、先行刺激のオノマトペによって後続刺激となる学習意欲（内的刺激）が促進されるという、一種のプラミング効果を引き出し、学習成績の向上につながるものと考えられる。本研究では、オノマトペの他に、非言語情報を多く含む感動詞、幼児語の効果も調査する。

2. 研究の目的

本研究では、言語情報の中でも非言語情報を多く含む、擬態語・擬音語（オノマトペ）および感動詞・幼児語に着目したヒューマンロボットインタラクションを提案し、このインタラクションから生まれる効果を調査する。

3. 研究の方法

本研究では、以下4点の研究を行う。

- (1) オノマトペを用いた書写教示ロボットの開発・評価  
書写学習は、熟練者から指導を受ける際にも、筆圧や筆速といった感覚的な筆遣いを的確に学ぶことは難しい。このような現状から、オノマトペを用いた書写教示ロボットを開発し、その有効性を調査する。
- (2) オノマトペの音象徴属性値の調整  
オノマトペをロボットが理解するために客観的な印象値を求める必要があるが、さらには、個々のユーザに対して、適切な振る舞いを行う必要がある。そこで、オノマトペの音象徴属性値を調整する手法について検討する。

- (3) 感情モデルを持つロボットとの共同学習でおきる心理効果の調査  
教育支援現場においてより親和性の高いロボットを開発するために感情モデルを持つ教育支援ロボットの開発を行う。
- (4) ロボットの外見と発話内容のミスマッチによる心理的影響の調査  
ロボットがオノマトペなどを発話することによって違和感が生じる恐れがある。ここでは、ロボットの外見と発話内容のミスマッチについて調査する。

4. 研究成果

- (1) 図1に示す書写ロボットを開発し、数値化されたオノマトペを用いて熟練者の書写技能を教示するパーソナルロボットの書写技能伝達能力を評価した。実験には、手本を見ながら書写学習を行う手本群、ロボットが書写動作を提示しながら学習するロボット群、ロボットが書写動作をしながら、オノマトペを用いて運筆を表現するオノマトペロボット群を設け、比較を行った。表1に実験結果を示す。実験の結果、書写技能教示ロボットを用いることで、書写の学習者に対して書写技能の伝達を促すことが確認できた。

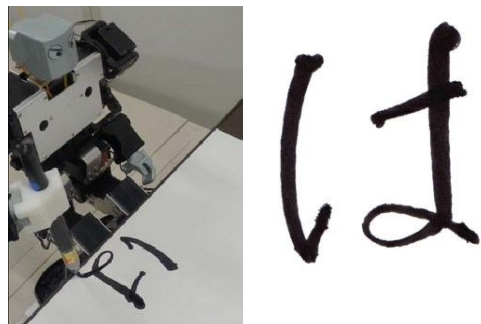


図1：ロボットの外観とロボットがオノマトペを用いて筆記した文字「は」

表1：実験結果。

群	得点	群	得点	p 値
手本群	18.4	ロボット群	24.1	<0.001
手本群	18.4	オノマトペ ロボット群	22.2	0.009
ロボット群	24.1	オノマトペ ロボット群	22.2	0.265

- (2) 個々人によって印象のばらつきの多いオノマトペに対しては、ロボットの動作を設計する際に、オノマトペの音象徴を表現する属性値をユーザごとに設定することが必要となる。そこで本研究では、オノマトペの客観的な音象徴属性値を調整する手法を提案した。以下の式にオノマトペの印象を強める更新式を示す。

$$\left\{ \begin{array}{l} Z_i^{(j)} \leftarrow Z_i^{(j)} - \alpha \left( \frac{Z_i^{(c)} + Z_i^{(t)}}{1 + |Z_i^{(t)}|} - \frac{Z_i^{(c)} + Z_i^{(t)}}{1 + |Z_i^{(t)}|} \right) \\ \quad (j = \{c, t\} \text{ のとき}) \\ Z_i^{(j)} \leftarrow Z_i^{(j)} - \alpha \left( Z_i^{(j)} - Z_i^{(c)} \right) \\ \quad (j = \{v\} \text{ のとき}) \end{array} \right.$$

同様に、以下の式に印象を弱める更新式を示す。

$$\left\{ \begin{array}{l} Z_i^{(j)} \leftarrow Z_i^{(j)} + \alpha \left( \frac{Z_i^{(c)} + Z_i^{(t)}}{1 + |Z_i^{(t)}|} - \frac{Z_i^{(c)} + Z_i^{(t)}}{1 + |Z_i^{(t)}|} \right) \\ \quad (j = \{c, t\} \text{ のとき}) \\ Z_i^{(j)} \leftarrow Z_i^{(j)} + \alpha \left( Z_i^{(j)} - Z_i^{(c)} \right) \\ \quad (j = \{v\} \text{ のとき}) \end{array} \right.$$

提案手法によって主観的な印象を付与した動作が生成できるかを確認するために、「調整前動作」を-1点、「どちらでもない」を0点、「調整後動作」を+1点とした際に、平均値が0点を超えた場合を有効性があるとして、母分散が未知の場合の平均値の検定を行った。その結果、有意水準 5%で有意に平均値が高いことが示された (avg = 1.82±4.45, t = 1.92, df = 21, p = 0.031 片側)。

- (3) 本研究では、Russell の感情円環モデルを参考に、学習者にロボットが共感していると感じさせる感情表出モデルを提案した。提案モデルの有効性を確認するために、提案モデルを実装したロボットと学習する提案モデル群、従来モデルを実装したロボットと学習する比較モデル群、ランダムで感情表出するロボットと学習する統制群による比較実験を行った。各群における学習効果については、分散分析の結果、差は認められなかった (t = 0.81, df = (2, 12), p = 0.47, n.s.)。しかし、ロボットの印象評価では、提案モデルを実装したロボットは、従来モデルを用いたロボットに比較して学習者に親密度と共感度を与えることができた。
- (4) 本研究では、非言語と言語の中間的な存在である幼児的発話に注目する。幼児の発する曖昧なことばに対して、成人はその場に応じて様々な解釈を加えることが多々ある。幼児が「ママ」と言ったときに「母」なのか「食事」なのかを幼児の心理を読み取ってインタラクションするなどである。このように、幼児的な発話という曖昧な言語情報であれば、成人と幼児の関係性のように、人がロボットを理解しようとする心理が働き、人がロボットを理解するという心理的インタラクションが実現できる可能性がある。そこで、新生児的な外見を有する口

ボットを使用し、幼児的発話の許容される範囲を調査し、ヒューマンロボットインタラクションにおける幼児的発話の活用の可能性を探った。その結果、1歳半前後までの幼児的発話を行うロボットが新生児的な外見をしている場合には、インタラクションを開始できること、また、幼児的発話を用いた心理的インタラクションが実現できることが示された。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 5 件)

- K. Suzuki and M. Kanoh: Investigating Effectiveness of an Expression Education Support Robot That Nods and Gives Hints, *Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics*, vol.21, no.3, 2017. (採録決定)【査読有】  
 遠藤和也, 加納政芳, 中村剛土: オノマトペを用いた書写技能伝達ロボットの有効性の検討, *日本感性工学会論文誌*, vol.16, no.1, pp.61-65, 2017. 【査読有】  
 ジメネスフェリックス, 吉川大弘, 古橋武, 加納政芳: 感情表出モデルを用いたロボットとの共同学習がもたらす影響, *知能と情報*, vol.28, no.4, pp.700-704, 2016. 【査読有】  
 菅原堇, 加納政芳: ロボットの新生児的外見と幼児的発話による身体性ミスマッチによって生じる心理的影響, *知能と情報*, vol.27, no.6, pp.827-834, 2015. 【査読有】  
 伊藤惇貴, 加納政芳, 中村剛土, 小松孝徳: オノマトペの音象徴属性値の調整のための一手法, *人工知能学会論文誌*, vol.30, no.1, pp.364-371, 2015. 【査読有】

〔学会発表〕(計 13 件)

- 遠藤和也, 加納政芳, 中村剛土: オノマトペを用いた書写技能伝達ロボットの有効性の検討, 第 18 回日本感性工学会大会, 日本女子大学 (東京都, 文京区), 2016.  
 谷寄悠平, ジメネスフェリックス, 加納政芳, 吉川大弘, 古橋武: 言葉かけを行うロボットとの共同学習による学習意欲の向上, 平成 28 年度 電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会, 豊田工業高等専門学校 (愛知県, 豊田市), in CD-ROM, 2016.  
 K. Endo, M. Kanoh and T. Nakamura: Verifying Effectiveness of a Handwriting Robot using Onomatopoeia, *International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and International Symposium on Advanced Intelligent*

Systems, in USB Memory, Sapporo (Japan), August 25-28, 2016.

F. Jimenez, T. Yoshikawa, T. Furuhashi, M. Kanoh and T. Nakamura: Effects of Collaborative Learning between Educational-Support Robots and Children who Potential Symptoms of a Development Disability, International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and International Symposium on Advanced Intelligent Systems, in USB Memory, Sapporo (Japan), August 25-28, 2016.

K. Suzuki, S. Yamada and M. Kanoh: Verifying Effectiveness of an Expression Education Support Robot that Nods and Gives Hints, IEEE World Congress on Computational Intelligence, in USB Memory, Vancouver (Canada), July 24-29, 2016.

ジメネスフェリックス, 吉川大弘, 古橋武, 加納政芳: 感情表出モデルを持つロボットと子ども間の協調学習で起こる学習効果, 第 32 回ファジィシステムシンポジウム, 佐賀大学(佐賀県, 佐賀市), in CD-ROM, 2016.

遠藤和也, 加納政芳, 中村剛士: オノマトペによる手書き文字変換の一手法, 第 32 回ファジィシステムシンポジウム, 佐賀大学(佐賀県, 佐賀市), in CD-ROM, 2016.

菅原董, 加納政芳: 人とロボットをつなぐために幼発話の活用可能か, 第 30 回人工知能学会全国大会, 北九州国際会議場(福岡県, 北九州市), 4C1-4, 2016.

安部真, ジメネスフェリックス, 加納政芳, 吉川大弘, 古橋武, 中村剛士: 教育支援ロボットにおけるオノマトペを用いた言葉かけの有効性の検証, 第 40 回東海ファジィ研究会, 日間賀島公民館(愛知県, 南知多市), p.P1-05, 2016.

K. Suzuki and M. Kanoh: Effectiveness of a Robot for Supporting Expression Education, 2015 Conference on Technologies and Applications of Artificial Intelligence, in USB Memory, Tainan (Taiwan), November 20-22, 2015.

K. Endo, M. Kanoh and T. Nakamura: Teaching Handwriting using Robot and Onomatopoeia, 2015 Conference on Technologies and Applications of Artificial Intelligence, in USB Memory, Tainan (Taiwan), November 20-22, 2015.

鈴木工基, 加納政芳: 一対一の状況下で表現教育を支援するロボット, 第 38 回東海ファジィ研究会, 日間賀島公民館(愛知県, 南知多市), pp.31-32, 2015.

遠藤和也, 加納政芳, 中村剛士: オノマトペを用いた書写教示ロボットの開発, 平成 26 年度 電気・電子・情報関係学会

東海支部連合大会, 中京大学(愛知県, 名古屋市), 2014.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況(計 0 件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
出願年月日:  
国内外の別:

○取得状況(計 0 件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
取得年月日:  
国内外の別:

〔その他〕  
ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究代表者  
加納 政芳(KANO Masayoshi)  
中京大学・工学部・教授  
研究者番号: 90387621

(2)研究分担者  
( )  
研究者番号:

(3)連携研究者  
中村 剛士(NAKAMURA Tsuyoshi)  
名古屋工業大学・工学部・准教授  
研究者番号: 90303693

小松 孝徳(KOMATSU Takanori)  
明治大学・総合数理学部・准教授  
研究者番号: 30363716

(4)研究協力者  
( )