

D-103

カメレオン効果を用いたインタラクションにおける ロボットの最適模倣率の検証

Validation of Optimal Imitation Rate of Robot in Interaction Using Chameleon Effect

米田 貴行† 小原 宗一郎† 西口 たまき† 小寺 祥平† 有本 翼†

Takayuki Yoneda Soichiro Obara Tamaki Nishiguchi Shohei Kodera Tsubasa Arimoto

篠原 由美子† 久保 克弘† 吉崎 美紗† 田中 一品† 西崎 友規子† 岡 夏樹†

Yumiko Shinohara Katsuhiko Kubo Misa Yoshizaki Kazuaki Tanaka Yukiko Nishizaki Natsuki Oka

Abstract - ロボット技術の発展に伴い、人-ロボット間の関係を構築することの重要性が増している。人同士での関係構築に有効なカメレオン効果は人-ロボット間のインタラクションに応用されている。一例として、ロボットの模倣率を統制し、カメレオン効果が生じる適切な模倣の割合率を検討した研究は存在するが、模倣率の調査範囲が 50%以上に限定されていた。本研究では、人-ロボット間の関係を向上させることを目指し、模倣率 50%未満も併せて調査することで、カメレオン効果を利用した人-ロボット間のインタラクションにおける、ロボットの最適模倣率を明らかにする。実験の結果、50%模倣するロボットに対して 83%模倣するロボットに、より親しみを感じ、最適模倣率が 83%付近に存在することが示唆された。

Keywords: chameleon effect, imitation rate, human-agent interaction, impression of robot

1. はじめに

ロボット技術の発展に伴い、人とロボットとの関わりが増加している。しかし、ロボットに対して抵抗感を抱く人もいるため、人-ロボット間の良好な関係構築が必要である。

人-ロボット間の関係を向上させるために、人-人間の良好な関係構築に効果があると考えられている“カメレオン効果”を利用した研究は多数存在する[1, 2, 3]。カメレオン効果とは、自分と同様のしぐさや動作を行う相手に対して好感を抱いたり、好感を抱いている相手のしぐさや動作を無意識のうちに模倣したりする現象である[4]。ロボットが対峙する人（実験参加者）の行動を模倣する割合を統制し、カメレオン効果が生じる適切な模倣の割合率を検討した研究では、人-ロボット間のインタラクションにおいては、模倣の割合が83%である際に、カメレオン効果が生起されることが報告されている[3]。しかし、この研究では人-ロボット間のカメレオン効果が人間同士の場合においても同様に働く仮定していることに加え、模倣率50%以上でのみ調査を行っていたため最適模倣率を検証したとは言い難い。

そこで、本研究では、先行研究[3]で有意な差が見られた模倣率 83%と 50%に加えて、模倣率 50%未満を併せて調べることで、カメレオン効果を利用した人-ロボット間のインタラクションに応用する際のロボットの最適模倣率を

明らかにすることとした。

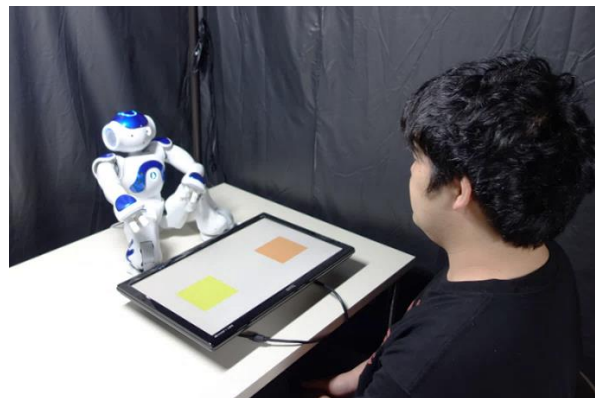


図1 実験環境

2. 実験

本実験の目的は、カメレオン効果を利用した人-ロボット間のインタラクションにおけるロボットの最適模倣率を明らかにすることである。なお、本実験では、模倣率をロボットが実験参加者の回答に同意する割合と定義し、0%, 16%, 33%, 50%, 83%の5種類設定した。

2.1 実験参加者

実験参加者は大学生 75 名で、実験の不備があった 2 名を除く 73 名（男性 45 名、女性 28 名、18~38 歳、M=20.97, SD=2.47）のデータを分析対象とした。なお、実験内容・個人データの取り扱いについてはすべての実験参加者の同意を得た。また、先行研究[3]において、個人の視点取

得能力がカメレオン効果の発揮されやすさに影響を与えるとの報告があった。視点取得能力とは、自他の視点の違いを認識し、他者の立場からその欲求や感情、思考や意図などを推し量り、社会的な観点で判断する能力のことである[5]。

そこで、本実験では、特定の群に視点取得能力の高い人が偏ることを防ぐために、事前に視点取得能力に関する質問紙に回答させ、視点取得得点を調べた。そして、視点取得得点の平均と分散に差が出ないように、あらかじめ実験参加者を0%-15名、16%-15名、33%-15名、50%-14名、83%-14名の5群に分けた。

実験環境と使用機材

実験は実験室で行った。暗室内の様子を図1に示す。暗室内には、机、実験参加者用の椅子、実験の様子を撮影するためのカメラ (SONY HDR-CX480)、実験参加者の動作を確認するためのウェブカメラ (Logicool Qcan Pro 9000)、音声を流すためのスピーカ (Realtek High Definition Audio) を設置した。机の上にはロボット (Nao Robot ALDT1312N70065) と、22インチディスプレイ (BenQ GW2255) を配置した。なお、本実験ではNaoの動作はすべて、実験者が暗室外から遠隔操作した。

2.2 実験手順

実験の手順を図2に示す。



図2 実験手順

以下に実験の流れを示す。

2.2.1 事前質問紙

2.1節で述べた通り、視点取得能力の偏りを防ぐために、実験参加者には実験日の2~7日前に、視点取得能力に関する事前質問紙に回答させ、先行研究[3]にならって対人反応指数 (IRI) [6,7]中の視点取得に関する項目を用いて、実験参加者の視点取得得点を調べた。なお、事前質問紙は1を全く当てはまらない、5をととてもよく当てはまるとした、5件法で評定を求め、最低点を0点に調整するために、各項目の合計点数から項目数の7を引いた点数を視点取得得点とした。

2.2.2 模倣フェーズ

実験参加者には、2種類の課題を課した。1課題目は、音声呈示される質問項目に対し、「はい」または「いいえ」で回答させる質問項目6問から構成され (以降、yes/no課題)、「はい」ならば首を縦に、「いいえ」ならば首を横に振ることで回答させた。表1に使用した質問項目全6問の内容を示す。2課題目は、ディスプレイ上に表示される2つの画像のうち、気に入った方を指さして回答させる質問 (以降、指さし課題) であり、6問からなっ

いた。なお、指さし課題で用いた画像は先行研究[3]にならって図3のような、個人の嗜好が反映されるものを用いた。本フェーズでは、回答順を実験参加者が先、Naoが後になるように設定することで、Naoが実験参加者を模倣することが出来るようにした。

表1 yes/no 質問項目

	質問内容
Q1	納豆は好きですか?
Q2	高いところは苦手ですか?
Q3	炭酸飲料は好きですか?
Q4	お酒は好きですか?
Q5	アニメは好きですか?
Q6	スポーツは好きですか?



図3 模倣フェーズの指さし課題で用いた画像例

2.2.3 観測フェーズ

実験参加者には、指さし課題 (全8問) に回答させた。本フェーズでは回答順をNaoが先、実験参加者が後になるように設定することで、参加者がNaoを模倣することが出来るようにして、実験参加者の回答を観測した。すなわち、本フェーズではNaoへの好感度の度合いが、実験参加者のNaoの回答への同調率に与える影響を調べることを目的としている。なお、本フェーズの指さし課題では、Naoの回答に関係なく、実験参加者が画像を見たときに回答が瞬時に決まらないようにするために、図4のような左右の選択肢のどちらか判断しづらいものを用いた。なお、本フェーズに使用した画像は予備実験により選択した。予備実験参加者は12名 (男性10名、女性2名、21~25歳、M=21.91, SD=1.24) であった。観測フェーズと同様の形式で全20問に回答させ、1つの画像に対して、左と右の選択肢を選択する割合が実験参加者間でほぼ均等 (左選択が5~7名) になった画像を採用した。また、8種類の質問の呈示順序は実験参加者間でランダムに提示し、順序効果が生起しないよう配慮した。

2.2.4 事後質問紙によるNaoの印象評価

上述の実験がすべて終了したのち、先行研究[8]を参考にして作成したロボットに対する印象を問う質問紙に回答させた。この質問紙は、ロボットの anthropomorphism (擬人観)、likability (好ましさ)、intelligence (賢明さ) の3つの下位尺度から構成されており、各尺度は5項目から成っていた。1を全く当てはまらない、6をよく当てはまるとした、6件法で評定を求めた。以下に全15個の

項目を示す。

- ・ anthropomorphism: 自然な, 人間的な, 意識を持っている, 生物的, 洗練された動き
- ・ likeability: 好き, 親しみやすい, 親切的な, 愉快的な, 良い
- ・ intelligence: 有能な, 物知りな, 責任のある, 知的な, 賢明な



図4 観測フェーズの指さし課題で用いた画像例

3. 結果

3.1 Nao の印象評価

ロボットに対する印象評価各項目が5種類の模倣率間で差異が生じているか検討するために、15項目それぞれについて、1要因の分散分析を行った。その結果、likeability内の「好き」の項目に有意差が見られ ($F(4,68) = 2.596, p < .05$)、「親しみやすい」の項目に有意傾向が見られた ($F(4,68) = 2.173, p < .10$)。Tukey法による多重比較の結果、「好き」の項目において、模倣率83% ($M=4.86, SD=0.20$)は16% ($M=3.80, SD=1.17$)と模倣率50% ($M=3.86, SD=0.64$)それぞれと比べて有意に値が高くなる傾向が見られた ($50\%-83\%: p < .10, 16\%-83\%: p < .10$)。また「親しみやすい」の項目において、模倣率83% ($M=4.86, SD=1.06$)は模倣率50% ($M=3.50, SD=1.30$)と比べて有意に高い値を示した ($p < .05$)。図5は、事後質問紙の15項目の内、有意差、あるいは有意傾向が見られた「好き」と「親しみやすい」の項目の模倣率別平均を表したグラフである。なお、「好き」と「親しみやすい」以外の13項目については、有意な差異は認められなかった。

また、視点取得得点は最大25点、最小7点であり、平均点は17.8点 ($SD=4.06$)であった。そこで、17点以上の実験参加者を高視点取得者群、残りの参加者を低視点取得者群とした。なお、高視点取得者群は0%-7名、16%-8名、33%-9名、50%-6名、83%-8名であり、低視点取得者群は0%-8名、16%-7名、33%-6名、50%-8名、83%-6名であった。高視点取得者群、低視点取得者群それぞれについて、ロボットに対する印象評価15項目に関し、5種類の模倣率間での差異を1要因分散分析によって求めたが、有意な差異は認められなかった。

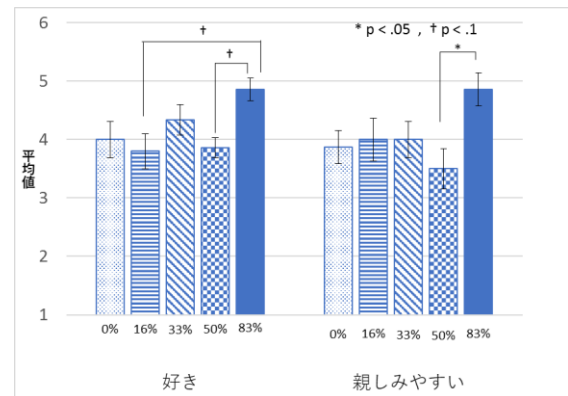


図5 「好き」と「親しみやすい」の模倣率別平均

3.2 実験参加者の行動評価

観測フェーズの全8問の課題において、実験参加者がNaoに同調した割合を同調率とし、同調率の平均が各模倣率間で差異が生じているか検討するために、1要因の分散分析を行ったが、有意な差異は認められなかった。

4. 考察

本研究では、ロボットが実験参加者の回答を全く模倣しない模倣率0%から全ての回答を模倣する模倣率100%の間である模倣率50%を基準として考察を進める。「親しみやすい」の項目で、模倣率50%と比べて模倣率83%の方が、Naoに対する印象評価が有意に高かった。これは、先行研究[3]を支持する結果であり、再現性が認められたと考えられる。また、「好き」の項目で、模倣率16%、模倣率50%に比べて模倣率83%の方が、Naoに対する印象評価が有意に高い傾向があった。これは、「親しみやすい」と同じ尺度の項目である「好き」が、カメレオン効果が生じた際、評価に影響を受ける項目であると考えられる。また、高視点取得者、低視点取得者に分類したところ、有意な差異は認められなかった。そこで、視点取得得点とカメレオン効果が認められた「好き」と「親しみやすい」の項目の関係を見るために、相関をみると、視点取得得点と「親しみやすい」との相関係数は0.35、「好き」との相関係数は0.21であり、弱い相関があったため、視点取得能力の影響はゼロではないが、差が出るほどではなかった可能性が考えられる。なお、視点取得得点と各個人の全印象評価項目の平均との相関係数は0.27であり、弱い相関があった。

模倣率50%と有意な差があったのは模倣率83%のみであることと、先行研究で模倣率83%に対して模倣率100%が下がったことを踏まえると、カメレオン効果を利用した人間-ロボット間のインタラクションにおける最適模倣率が83%付近に存在する可能性が示唆された。

なお、「親しみやすい」「好き」と同じ尺度 (likeability) 内に属する「親切的な」「愉快的な」「良い」で有意な差異が認

められなかった理由として、次の2点が考えられる。1つ目は、事後質問紙の自由記述欄において「親切的な」「愉快的な」は実験内容から感じなかったとの回答が存在したことから（4名）、カメレオン効果の影響に関係なく、本実験の内容から感じにくい項目であった可能性である。2つ目は、特に「良い」についての評価項目がロボットの動き、形、課題の回答内容の内、全てを考慮した上での評価であるのか、いずれか1つに対する評価であるのか曖昧であった可能性である。これらの項目は本実験に適していなかった可能性があり、今後研究を進めていくうえで、実験設計に応じた評価項目を事前に調査する必要があると考えられる。

また、カメレオン効果以外に「親しみやすい」の評価に影響を与えた要因として、ロボットが意識を持っていると感じたか否かが影響していた可能性が考えられる。事後質問紙の自由記述欄において、意思を持っているように感じ親しみがわいた、との回答が存在した。意識をもっているように感じた、自身の価値観に基づいて判断している、と同内容の記述をした人は、模倣率0%では15人中1人、模倣率16%では15人中3人、模倣率33%では15人中4人、模倣率50%では14人中1人、模倣率83%では14人中0人であった。一方、意識を持っていると感じなかったために、「親しみやすい」の評価が下がったという回答は存在しなかった。そのため、意識を持っていると感じたか否かが「親しみやすい」の評価に影響を与えた可能性は否定できない。事後質問紙の記述結果から意識を持っていると感じた実験参加者が多かったかもしれない模倣率16%、33%は、「親しみやすい」の項目で模倣率83%と有意差がなかった群でもある。ゆえに、意識を持っていると感じる要因を調べ、全ての群の実験参加者にある程度意識を持っていると感じさせた上で、カメレオン効果が生じた際の影響を再検討する必要がある。

likeability 以外の Anthropomorphism, intelligence の全てで有意な差異が認められなかったという結果は、先行研究[3]と同様の結果である。なお、これらの尺度は本実験で用いたロボットは先行研究[3]で用いたロボットと外見が異なるため、「親しみやすい」の項目において各模倣率間に差が出なかった際に、カメレオン効果以外に「親しみやすい」の評価に影響を与えた要因を検討するため用いたものである。

次に、観測フェーズにおいて、模倣率間で参加者が Nao に同調した割合の平均の統計的有意差が見られなかった理由として、次の3点が考えられる。1つ目は、「Nao と同じ回答が続くと、次の回答は Nao と反対のものを選びたくなかった」との意見があったことから、親しみを感じたとしても Nao に同調する割合を意識的に均等にしまった可能性である。2つ目は、先行研究で用いた画像は個人の趣味嗜好の影響を受けていたという可能性が報告されており、観測フェーズでは個人の趣味嗜好の影響を

抑えるような画像を用いたが、行動に変化が見られなかった。観測フェーズで用いた質問に対して、親しみがある人同士で回答が変化するか否かは検証する必要があるが、本実験では行動が変化するほどの親近感は見られなかったと考えられる。3つ目は、観測フェーズにおいて、ロボットとの同調割合を観測していることを実験参加者に気付かれた可能性である。事後質問紙において、実験意図に気付いたと考えられる回答をしたものは13名いた。実験意図に気付いた場合、その実験参加者に対して、無意識に同調するというカメレオン効果が表れなかった可能性が考えられる。

5. 結論

本研究では、カメレオン効果を利用した人-ロボット間のインタラクションにおける、最適模倣率を調べた。実験の結果、模倣率50%に対して模倣率83%の時に、よりロボットに親しみを感じ、最適模倣率が83%付近に存在することが示唆された。

本研究の結果を用いることで、人-ロボット間の関係を向上させることが出来ると考えられる。例えば、ロボットに抵抗感を抱く人が、初めて会うロボットとインタラクションを行う際に、ロボットが人の行動を約83%模倣すれば、ロボットに対して親しみを感じ、円滑にインタラクションを行うことが出来ると考えられる。

今後は、評価基準が明確な項目を用い、カメレオン効果以外の要因が各群で差がないようにした上で再検討を行うことで、より正確な知見を得ることができると考えられる。

参考文献

- [1] Luis A. Fuente, Hannah Ierardi, Michael Pilling, and Nigel T. Crook (2015). Influence of upper body pose mirroring in human-robot interaction. *Social Robotics Vol.9388 of Series Lecture Notes in Computer Science* pp. 214-223.
- [2] 竹内勇剛, 片桐恭弘 (2000), 「ユーザの社会性に基づくエージェントに対する同調反応の誘発」, *情報処理学会論文誌*, Vol.41, No.5, pp1257-1266
- [3] Shinohara, Yumiko, et al. "The Optimum Rate of Mimicry in Human-Agent Interaction." *Proceedings of the Fourth International Conference on Human Agent Interaction*. ACM, 2016.
- [4] Tanya L. Chartrand and John A. Bargh (1999). The chameleon effect: The perception-behavior link and social interaction. *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 76, No. 6, pp. 893-910
- [5] Selman, R. L. (1976). Social cognitive understanding. In T. Lickona (Ed.), *Moral development and behavior* (pp. 299-316). New York: Holt.

[6] Mark H. Davis (1980) . A multidimensional approach to individual differences in empathy. *JSAS Catalog of Selected Documents in Psychology*, Vol. 10, p. 85.

[7] 野村弘平, 赤井誠生, 森川和則 (2015) , 「日本語版 IRI (対人反応性指標) 作成の試み」, 日本心理学会
<http://www.myschedule.jp/jpa2015/img/figure/90691.pdf>

[8] Christoph Bartneck, Dana Kubic, Elizabeth Croft, and Susana Zoghbi (2009) . Measurement instruments for the anthropomorphism, animacy, likability, perceived intelligence, and perceived safety of robots. *International Journal of Social Robotics*, Vol. 1, No. 1, pp. 71-81.

[5] Selman, R. L. (1976) . Social cognitive understanding. In T. Lickona (Ed.) , *Moral development and behavior* (pp. 299– 316) . NewYork: Halt.