

タスク遂行型インタラクションにおける ロボットに対して抱く印象の変化

The change of user's impression on robot during a task-based interaction

佐久間 拓人^{1,2*} 加藤 昇平¹
Takuto Sakuma¹ Shohei Kato¹

¹ 名古屋工業大学 大学院工学研究科 情報工学専攻

¹ Dept. of Computer Science and Engineering, Graduate School of Engineering, Nagoya Institute of Technology

² 日本学術振興会特別研究員 DC

² JSPS Research Fellow

Abstract: This research is aimed at making human-robot interaction that users can really enjoy. We believed that it is necessary to reflect the preference of users so that they could have more positive impressions of robot through such interactions. So we have been developing a robot that can reflect the preference of users. In this robot, users reward the interaction between robot and themselves, and then the robot learns reward dynamically. By doing that the robot can create better interactions for users. Thereby, users' impression of robot can be improved. In order to assess the effectiveness of our robot, we have conducted an experiment of a ball game as the interaction between user and robot. According to sensitivity evaluation our robot gained good impression of users.

1 はじめに

本研究はユーザからの報酬を学習し、インタラクションにユーザの好みを反映することでユーザのロボットに対する印象を向上させることを目的としている。本稿では特にロボットとのインタラクションに達成目標（タスク）を設定した上でユーザにロボットとやりとりさせ、ロボットに対する印象がどのように変化するかを調査する。

我々はこれまで、ユーザから与えられた報酬の学習において All-Combinatorial N-gram (ACN) を提案し [佐久間 14c]、ロボットとのインタラクション実験を通して有効性を検証してきた [佐久間 14c] [佐久間 13]。インタラクション実験において提案手法によって報酬を学習するロボット（提案ロボット）との比較対象の一つとして、与えられた報酬を一切考慮せずランダムに行動を決定し動作するロボット（ランダムロボット）を設定した。音を使ったインタラクション実験 [佐久間 14c] およびビーズパターンを使ったインタラクション実験 [佐久間 13] においてランダムロボットに対する被験者の印象は明らかにネガティブであり、この結果に異論

はなかった。しかし、[佐久間 14b] において「ボールを使ったやりとり遊び」におけるランダムロボットは提案ロボットと同様にポジティブな印象を与え、被験者によっては提案ロボット以上にポジティブな印象を受けることが確認された。佐藤らが「面白さ」の演出には適度なランダム性が必要であると指摘している [佐藤 01] ように、ランダムな動きがポジティブな印象を誘発すること自体には疑問は無い。しかしこのような結果に至った過程には我々が見落としている要因があると考えられ、ユーザがポジティブな印象を抱く要因の調査は本研究の発展に大いに役立つと考える。本稿は先行研究 [佐久間 14b] にて行った「ボールを使ったやりとり遊び」に対する感性評価実験において、ランダムロボットが被験者から非常にポジティブな印象評価を受けたことに着目し、改めてランダムロボットを用いて追実験を行い被験者がランダムロボットに対して抱いた印象の要因を検証する。

2 感性評価実験

人 - ロボット間のインタラクションにおいて、ランダムに行動を決定するロボットに対して人が抱く印象およびその要因を確認するため、感性評価実験を行った。

*連絡先: 名古屋工業大学 大学院工学研究科 情報工学専攻 加藤昇平研究室

〒 466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町
E-mail: shohey@katolab.nitech.ac.jp

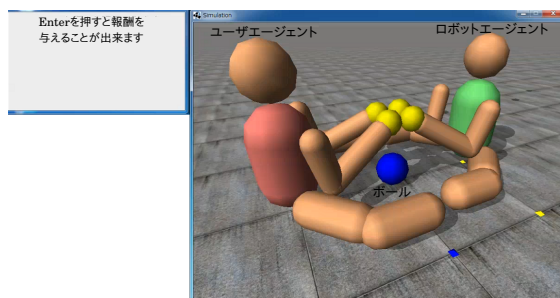


図 1: インタクションに用いた擬人化エージェント

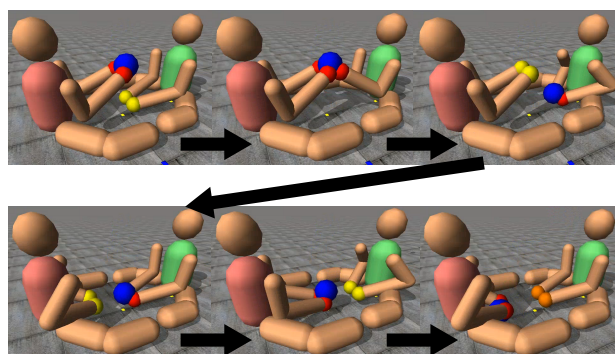


図 2: 「ボールの受け渡し」の様子

2.1 実験設定

本実験では栗山ら [Kuriyama 08] が用いたインタラクション環境を参考に構築した先行研究 [佐久間 14a] と同様のインタラクション環境を用いた。ボールを使った遊びに場面を設定し、シミュレータ上にユーザとロボットを模した擬人化エージェントの身体を二体構築し、対面する形で配置した。なお本稿ではシミュレータ上のユーザを「ユーザエージェント」、ロボットを「ロボットエージェント」と呼称する。ユーザエージェントとロボットエージェントの間にはボールを配置した。被験者はユーザエージェントを操作しボールに働きかけることでロボットとインタラクションする。図 1 に実験に用いた擬人化エージェントおよびボールの外観を示す。紙面の都合上、インターフェースの詳細は先行研究 [佐久間 14a] を参照して頂きたい。

被験者にはいつでも好きなタイミングでロボットに報酬を与えるよう指示した。報酬値は-5 (とても悪い) から+5 (とても良い) の間の 11 段階とし、本実験では「ボールの受け渡し」に関する行動が創発されたと認められる場合ほど高い報酬を与えるよう被験者に指示した。本稿における「ボールの受け渡し」とは図 2 に示すように、ボールをユーザエージェントが持ち、そのボールをロボットエージェントが受け取り、その後ロボットエージェントがユーザエージェントにボールを渡す、という一連のやりとりの呼称である。「ボールの受け渡し」はボールを使ったインタラクションにおいて一般的であり、比較的成功しやすいものである。先行研究 [佐久間 14a] においても多くの被験者で「ボールの受け渡し」が確認されており、被験者によっては「ボールの受け渡し」が創発されるようにロボットエージェントに報酬を与えていた者もいた。本実験ではこの「ボールの受け渡し」をタスクとして設定することで、被験者間の報酬付与基準を統一した。また、明確にタスクを設定したことにより被験者のロボットに対する印象に「タスクの成否」が大きな影響を与えられ、被験者の予想しない面白い行動が創発された場合に高評価を貰えた先行研究 [佐久間 14b] と比べ

表 1: 自由記述における内容別回答人数 (被験者数 10)

	10 分経過	20 分経過	30 分経過
学習できていない	6 名	3 名	1 名
学習できている	2 名	6 名	6 名
その他	2 名	1 名	3 名

ランダムロボットに不利な条件となったと言える。被験者は 20 代男性 10 名。事前にユーザエージェントの操作方法は説明し、インタラクションに必要な動きを練習させた上で実験に臨んだ。ロボットとのインタラクションは 30 分間とし、10 分毎にロボットに対する印象を評価させた。

2.2 印象評価

被験者はロボットに対する印象を SD 法 [Osgood 57] による感性評価および自由記述により回答する。感性評価は各形容詞対 (図 3 参照) について 7 段階評価で行う。自由記述は「ロボットの学習具合についてどう思いますか」という質問項目に回答させた。

図 3 に感性評価の結果を示す。棒グラフはユーザの感性評価の平均を、誤差棒は標準誤差を表す。また各時点の評価に対して Tukey の多重比較検定による有意差検定を行った。検定の結果、有意水準 10 % および 5 % にて有意差を確認できたものをそれぞれ「*」および「**」で示す。

図 3 より時間の経過に伴って各形容詞の印象がポジティブに変化していることがわかる。「感じの良い」以外の形容詞対では単調増加であることも確認した。また「賢い」「積極的な」「好きな」「自然な」の 4 つの形容詞対に関しては有意差を確認した。このことから被験者は、与えられた報酬を考慮せずランダムに行動を選択するロボットにも関わらず、インタラクションによって好印象を抱いたと考えられる。

次に「ロボットの学習具合についてどう思いますか」の質問項目に対する自由記述の回答内容に着目し、「学習できている」旨の回答をした被験者、「学習できてい

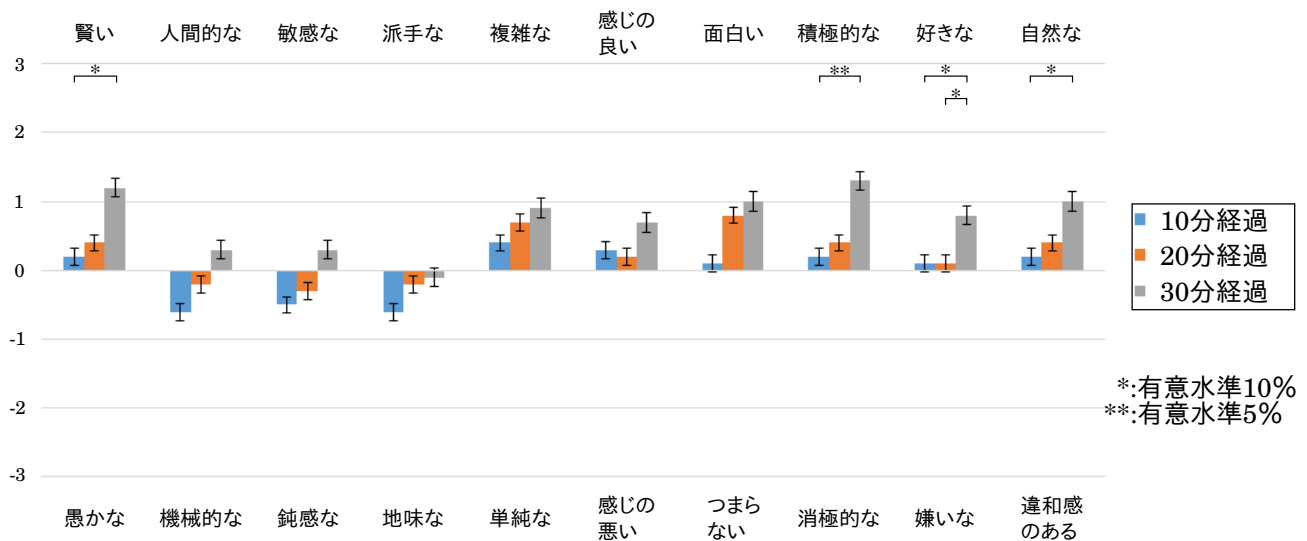


図 3: 感性評価実験の結果

ない」旨の回答をした被験者，その他前述の二種類に分別出来ない回答をした被験者の3群に分類し人数をカウントした．表1に自由記述における内容別回答人数を示す．10分経過時点では「学習できていない」旨の回答は10名中6名であり「学習できている」旨の回答は2名であったが，30分経過時点では「学習できていない」旨の回答は10名中1名であり「学習できている」旨の回答は6名であった．このことから被験者は，報酬を与え続けることによってロボットが学習しているような印象を受けており，インタラクション時間の経過に伴い同様な印象を抱く被験者が増えたと考えられる．

2.3 タスク成功回数と印象

表2に本実験において設定したタスク「ボールの受け渡し」がインタラクション中に成功した回数を10分ごとに集計した結果および表1の被験者別内訳を示す．ここで，与えられた報酬に応じて学習を行い行動を変化させるロボット，すなわち先行研究[佐久間 14a]における提案ロボットに対して同様の実験を行った結果を示す．実験条件はインタラクション相手をランダムロボットから提案ロボットに変更した以外は2.1節と同じである．被験者は20代男性10名．このうち5名はランダムロボットに対する実験にも参加している¹．表3は表2同様タスク成功回数と自由記述の結果を示したものである．表2，表3より，提案ロボットがランダムロボットに比べタスク成功回数が多いことがわかる．全平均値はランダムロボット 3.13，提案ロボット

¹被験者 A, B, D, E, F の 5 名が両実験に参加している

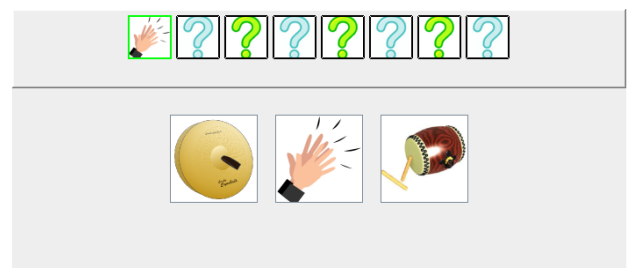


図 4: 音を用いたインタラクションのインタフェース ([佐久間 14c] より引用)

4.67 であり，T 検定によって 10 %水準で差が有意であることを確認した．しかし自由記述における「学習できている」印象をもった被験者の数に着目するとランダムロボットはのべ 14，提案ロボットはのべ 13 とほぼ差が無い．すなわちランダムロボットは提案ロボットと比べ有意にタスク成功回数が少なかったにも関わらず提案ロボットと同等の「学習できている」印象を被験者が抱いたと言える．

2.4 エージェントの容姿の影響

感性評価の結果および自由記述の結果から，被験者はランダムに行動を決定するロボットに対して，報酬によって学習している印象を受け，その印象がポジティブな感性評価に繋がったと考える．被験者が本来ロボットは学習できていないにも関わらず「学習できている」という錯覚を起こした要因の一つとしてインタラクション相手であるロボットの外見が挙げられる．すなわち本

表 2: ランダムロボットにおけるタスク成功回数と自由記述（被験者数 10）

被験者	0 分～10 分		10 分～20 分		20 分～30 分	
	成功回数	自由記述の分類	成功回数	自由記述の分類	成功回数	自由記述の分類
A	5 回	学習できていない	6 回	学習できている	3 回	学習できている
B	4 回	学習できている	1 回	学習できていない	3 回	学習できている
D	1 回	学習できている	3 回	学習できている	0 回	学習できている
E	2 回	学習できていない	3 回	学習できていない	4 回	その他
F	2 回	その他	5 回	その他	4 回	その他
C	0 回	その他	0 回	学習できている	3 回	学習できている
G	2 回	学習できていない	4 回	学習できている	7 回	学習できている
H	4 回	学習できていない	3 回	学習できていない	3 回	学習できていない
I	2 回	学習できていない	3 回	学習できている	2 回	学習できている
J	0 回	学習できていない	12 回	学習できている	3 回	その他
平均	2.2 回		4 回		3.2 回	

全平均：3.13 回

表 3: 提案ロボットにおけるタスク成功回数と自由記述（被験者数 10）

被験者	0 分～10 分		10 分～20 分		20 分～30 分	
	成功回数	自由記述の分類	成功回数	自由記述の分類	成功回数	自由記述の分類
A	3 回	学習できていない	2 回	学習できている	0 回	学習できている
B	0 回	その他	0 回	その他	1 回	学習できていない
D	7 回	その他	8 回	学習できていない	10 回	学習できていない
E	1 回	学習できていない	3 回	学習できている	6 回	その他
F	7 回	その他	5 回	その他	8 回	その他
K	7 回	学習できている	5 回	学習できている	7 回	学習できている
L	2 回	学習できていない	8 回	学習できていない	9 回	学習できている
M	0 回	その他	2 回	学習できている	1 回	学習できている
N	17 回	その他	10 回	学習できている	1 回	学習できていない
O	2 回	学習できている	1 回	学習できている	7 回	学習できている
平均	4.6 回		4.4 回		5 回	

全平均：4.67 回

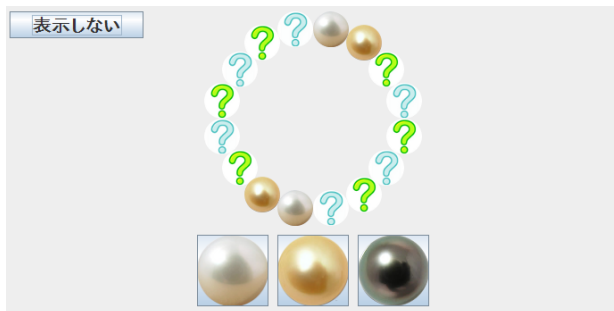


図 5: ビーズパターンを用いたインタラクションのインタフェース（[佐久間 13] より引用）

実験におけるエージェントの見た目が人型であったためにユーザは好印象を抱いたと考える．梁らは擬人化エージェントは「知性」を持っているような印象を与えると指摘しており [梁 13]，人間のような形状・形態に被験者はある種の知能の存在を思い込んでしまい，本稿で示した結果に繋がったのではないかと考える．我々はこれまで，音（図 4）[佐久間 14c] やビーズパターン（図 5）[佐久間 13] を用いたインタラクション環境の下でそれぞれ実験してきた．両実験では，ユーザはランダムに行動を決定するロボットに対してネガティブな印象を抱くという結果を得ている．この原因として図

4，図 5 に示す通りインタラクション相手のロボットが描画されていないことが考えられる．以上により，インタラクション相手の存在を明示的に描画することによりユーザがインタラクション相手に対して好印象を抱くことが示唆された．

3 おわりに

本稿では，ランダムに行動を決定するロボットとユーザをインタラクションさせ，感性評価実験を行うことで先行研究におけるランダムロボットに対するポジティブな印象の要因を探った．実験結果より，インタラクション相手の明示的な描画は被験者の抱く印象に大きな影響を与えることが示唆された．

謝辞

本研究は，一部，文部科学省科学研究費補助金（課題番号 25280100，および，25540146）および特別研究員奨励費（15J06660）の助成により行われた．

参考文献

- [Kuriyama 08] Kuriyama, T. and Kuniyoshi, Y.: Acquisition of Human-Robot Interaction Rules via Imitation and Response Observation, in *Proceedings of the 10th international conference on Simulation of Adaptive Behavior: From Animals to Animats*, SAB '08, pp. 467–476, Springer-Verlag (2008)
- [梁 13] 梁 静, 山田 誠二, 寺田 和憲: 擬人化エージェント・人間・システムによる商品推薦効果の実験的比較と行動デザイン, HAI シンポジウム (2013)
- [Osgood 57] Osgood, C. E.: *The measurement of meaning*, Vol. 47, University of Illinois Press (1957)
- [佐久間 13] 佐久間 拓人, 加藤 昇平: All-Combinatorial N-gram を用いたビーズパターン遊びにおける応答規則の動的獲得, 人工知能学会全国大会, pp. No.4D1–4 (2013)
- [佐久間 14a] 佐久間 拓人, 加藤 昇平: All-Combinatorial N-gram に基づく擬人化エージェントによるボールを使ったやりとり遊び, 第 175 回情報処理学会 知能システム研究会, pp. No.13 (6–pages) (2014)
- [佐久間 14b] 佐久間 拓人, 加藤 昇平: ユーザの報酬付与頻度がロボットとのインタラクションに与える影響 ~ ボールを使ったやりとり遊びの学習と印象評価 ~ , HAI シンポジウム 2014, pp. G–14 (6–pages) (2014)
- [佐久間 14c] 佐久間 拓人, 加藤 昇平: ユーザ評価傾向の動的獲得によるヒューマンインタラクションの創発, 電気学会論文誌, Vol. 134-C, No. 2, pp. 303–311 (2014)
- [佐藤 01] 佐藤 知正, 中田 亨: 人と調和するペットロボットのための対人心理作用技術, 人工知能学会誌, Vol. 16, No. 3, pp. 406–411 (2001)