

ユーザは「ロボットエージェント」に振る舞うのと同様に

「バーチャルエージェント」に振る舞えるのか？

Can Users React Toward an On-screen Agent as if They are Reacting Toward a Robotic Agent?

小松 孝徳*¹
Takanori Komatsu

九鬼 望*²
Nozomi Kuki

*¹ 信州大学ファイバーナノテク国際若手研究者育成拠点
International Young Researcher Empowerment Center, Shinshu University

*² 信州大学繊維学部
Faculty of Textile Science and Technology, Shinshu University

Our former study showed that users tended not to react to an on-screen agent's invitation of a Shiritori game (a last and first game), but did to a robotic agent. Thus, the purpose of this study was to investigate the contributing factors that could make the users react toward an on-screen agent as if they were reacting toward a robotic agent. The results showed that the participants who first accepted the invitation of a robotic agent that was assigned an attractive character reacted toward the on-screen agents as if they were reacting to the robotic one.

1. はじめに

PDA, 携帯電話, モバイル PC やロボットなどに代表されるような様々な種類の情報メディア端末が我々の日常生活に浸透し始め, これらのメディア端末に触れることが日常的になりつつある. このようなメディア端末の普及を踏まえ, ユーザの日常生活における様々なタスクの支援を目的としたロボットエージェント [Imai 03] や, ECA [Cassell 02] などのバーチャルエージェント (On-screen Agent) が活発に開発されている.

それと同時に, 異なるメディア上に存在するエージェントがユーザの行動的, 心理的印象に与える影響を考察する研究も数多く行われており [Shinozawa 04; Ogawa 08], その中でも特に, ロボットエージェントとバーチャルエージェントとを比較する研究が活発に行われている [Wainer 06; Powers 07]. これらの研究の多くは, バーチャルエージェントよりもロボットエージェントの方が自然なインタラクションをユーザとの間に構築することに成功し, インタラクション相手としても信頼されていたと報告している. 実際に著者らも, ロボットエージェントとバーチャルエージェントを比較する認知心理実験を行ったところ, 先行研究と同様の結果が観察された. 具体的には, あるタスクに従事している被験者に対して, 実験者役のエージェントが「しりとりゲーム」に誘ったときに被験者がどのような反応を示すのかを観察したところ, ロボットエージェントがしりとりに誘った時には多くの被験者がそれに応じている一方, バーチャルエージェントがしりとりに誘ったときには, ほとんどの被験者がその誘いを無視していたことが明らかになった [Komatsu 08].

このような現状を踏まえた上で本研究では, ユーザがロボットエージェントに対して振る舞うのと同じようにバーチャルエージェントに振る舞うことができる要因の解明を目的とした. このような要因を解明することにより, 先行研究にてユーザとのインタラクションに不向きだと考えられているバーチャルエージェントの利用可能性が広がり, ロボットエージェントが使用できないような場

面においても (例. 屋外での使用や災害時), バーチャルエージェントがユーザを支援するような枠組みが提案できると考えられる. 具体的に本研究では, 以下の二つの要因に注目した.

- 要因 1: バーチャルエージェントと同じ外見を持つロボットエージェントとのインタラクションを経験すること.
- 要因 2: バーチャルエージェントに対してキャラクタや個性を付与すること.

要因 1 に注目した理由としては, 著者らの先行研究の結果「ロボットエージェントがしりとりに誘った時には多くの被験者がそれに応じていた」を利用し, ロボットエージェントからのしりとりに応じた被験者は, ロボットエージェントと同じ外見を持つバーチャルエージェントを同一人格とみなしてしまうことでバーチャルエージェントからの誘いにも同様に応じると予想されるからである. また要因 2 に注目した理由としては, Kidd and Breazeal [Kidd 03] の研究成果が大きく関連している. Kidd らは, ロボットエージェントの様子を VTR で提示した場合と目の前にロボットエージェントが置かれた場合とを比較した実験を行ったところ, この二者間には大きな差が見られなかったと報告している. そこで Kidd らは, 「ロボットの物理的実態がユーザに影響を与えているのではなく, ロボットがどこかに存在しているとユーザが信じていることが重要である」と主張している. つまり, ユーザがロボットに対する期待やステレオタイプから, ロボットに関する何らかの信念やメンタルモデルを構築していることが重要だと考えられる. よって, バーチャルエージェントに対して, 個性やキャラクタを付与することで, ユーザはバーチャルエージェントに対してメンタルモデルを構築しやすくなり, 結果として自然なインタラクションを行いやすくなると予想される.

本研究では, これらの要因 1, 2 を組み合わせた二要因被験者間計画の実験を行い, 要因 1, 2 がユーザのバーチャルエージェントに対する行動にどのような影響を与えるのか, 特に, ユーザはバーチャルエージェントからのしり通りの誘いに応じるのかを調査した.

2. 実験

2.1 実験概要

ロボットエージェントとバーチャルエージェントを比較する多くの研究では、被験者はこれらのエージェントと対面状況にてインタラクションを行う場合がほとんどである。しかし、あるタスクに従事しているユーザを支援する目的で開発されるエージェントは、ユーザと対面状況になることは考えにくい。なぜなら、ユーザにとってはエージェントとインタラクションを行うことが目的ではなく、あくまでも従事しているタスクを行うことが目的であるため、ユーザは現在従事しているタスクと対面しているはずである。そこで本研究では、なんらかのタスクに従事しているユーザの斜め前方にエージェントを配置する設定を採用した。

この実験にて被験者が従事するタスクとして、パズルゲーム「ピクロス」¹を採用した。被験者に対して「この実験の目的は、あなたがピクロスゲームを行っている際のマウスの軌跡とゲームの正解数との関係を調査するものです」と説明し、さらに「人間の実験者の存在がゲームの成績に影響を及ぼす可能性がありますので、人工エージェントが実験の指示を行います」と説明する。そして実際に実験者が実験室を退出した後、エージェントの指示によって実験が始まる。そして約1分後にエージェントが被験者に対して「しりとりをしようよ！」と誘った際に、被験者がエージェントからのしりとりの誘いに応じるのか否かを観察することが実験の真の目的である。被験者は成人であるため、しとりはタスクに従事しながらの片手間であっても行えるゲームであると考えられる。よって被験者が、与えられたタスクに従事しながらも、エージェントからのしとりに応じた場合、この被験者はエージェントを自然なインタラクション相手と認めていた、と考えることができる。

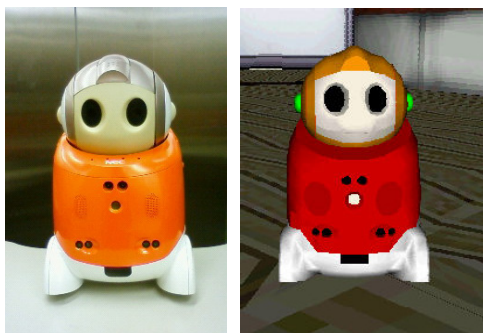


図1: PaPeRo ロボット(左), CG PaPeRo (右)

2.2 エージェント

実験で使用するバーチャルエージェントとしてNEC社製の「CG PaPeRo²」、そしてロボットエージェントとしてNEC社製の「PaPeRo²」ロボットを使用した。CG PaPeRoは17インチの液晶ディスプレイ上に表示され、その高さは約15cm、またPaPeRoの高さは約38cmである。これら二種類のエージェントは共に、NEC社製のソフトウェアプラットフォーム「RoboStudio²」にて制御される。これらのエージェントは被験者の左斜め前方に配置され、被験者との距離は約50cmである。よって、被験者の正面に置かれたピクロスのゲーム画面とエージェントとを同時に見ることは不可能な設定になっている。をまた、これらのエージェントが発する音量は約50dB (FAST,A)に統一された。

¹ <http://www.nintendo.co.jp/n02/shvc/bpij/try/index.html>

² <http://www.nec.co.jp/robot>

2.3 被験者

40人の日本人大学生(20-23歳;男性18人,女性22人)が実験に参加し、これらの被験者は以下の4グループに無作為に配置された。

- グループ1(10人): エージェントに対してキャラクタの付与を行わない状態で、バーチャルエージェントとのみインタラクションを行うグループ。要因1も2も含まない場合に相当。
- グループ2(10人): エージェントに対してキャラクタの付与を行った上で、バーチャルエージェントとのみインタラクションを行うグループ。要因1のみを含む場合に相当。
- グループ3(10人): エージェントに対してキャラクタの付与を行わない状態で、まずロボットエージェントとインタラクションを行い、その後、バーチャルエージェントとインタラクションを行うグループ。要因2のみを含む場合に相当。
- グループ4(10人): エージェントに対してキャラクタの付与を行った上で、まずロボットエージェントとインタラクションを行い、その後、バーチャルエージェントとインタラクションを行うグループ。要因1と2を含む場合に相当。

なお、要因1の「エージェントにキャラクタを付与する」方法としては、実験開始前にエージェントの基本性格(例。気ままで能天気なお調子者。人とお話しすることが大好き)が書かれたメモを被験者に見せることでキャラクタの付与を行った。

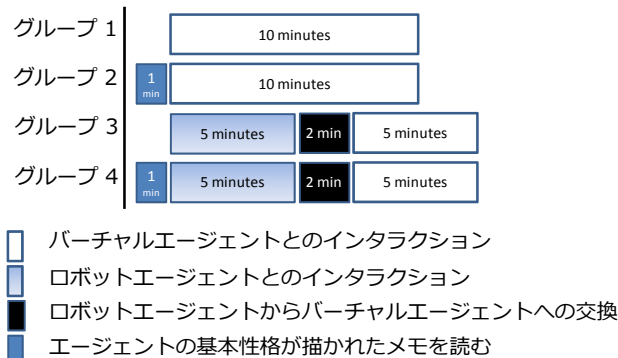


図2: 実験手順の概要

2.4 実験手順

実験手順を図2に示す。要因1を含んだグループ2および4の被験者は、実験開始前にエージェントの基本性格が書かれたメモを渡されて、それをよく読むように指示される。そしてグループ1および2は、バーチャルエージェントと、グループ3および4はロボットエージェントとのインタラクションを開始する。具体的には、実験者が実験室の外に出ると、エージェントが被験者に「こんにちは、私の名前はパペロです。それでは準備ができたら準備ができたよってね。」と話しかけ、それに対して被験者が「準備ができた」「はい」などと答えた場合に、「では実験を開始してください」とエージェントが発話し、被験者はピクロスゲームを開始する。

実験開始1分後、エージェントは被験者に対して「ひまだな一。ねえねえ、ボクとしりとりをしようよ！」と話しかける。そして被験者が「いいよ」「はい」などと答えた場合には、実際に被験者としりとりを開始する。被験者としとりを行う際は、隣室の実験者がRoboStudio 付属のTTS(Text-To-Speech)機能を使用して、エージェントから発話を表出した。もし被験者がしりとりの誘いを断ったり無視したりした場合には、2分おきに同じような誘いを繰り返した。グループ1および2では、バーチャルエージェントとのインタラクションが10分続くと、エージェントが「実験終了です」と発話して実験が終了する。グループ3および4では、ロボット

エージェントとのインタラクションが5分経過すると、ロボットエージェントがエラー音を表出し始める。その後、実験者が実験室に入室し「申し訳ありません。最近このロボットの調子、悪かったんですよ。実験が再開できるように再設定しますので、隣の部屋で待っていただけませんか?」と被験者に話しかけ、被験者を隣室に誘導する。そしてその間、実験者はロボットエージェントを隠し、同じ位置にバーチャルエージェントが表示される17インチディスプレイを設置する。その作業の終了後、実験者は「それでは実験を再開しますので、エージェントの指示に従ってください」とだけ述べて、被験者を実験室に誘導したのち、グループ1および2と同様の手順でバーチャルエージェントとのインタラクションを再開する。そして5分間のバーチャルエージェントとのインタラクションの後に実験終了となる。バーチャルおよびロボットエージェントとの実験風景をそれぞれ図3および4に示す。



図3:バーチャルエージェントとの実験風景

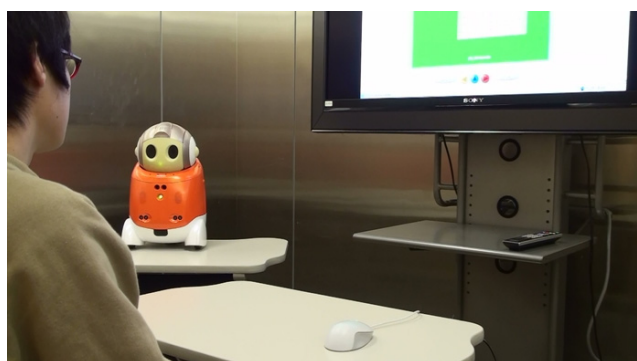


図4:ロボットエージェントとの実験風景

3. 結果

本実験ではまず、被験者がバーチャルエージェントからのしりどりの誘いに応じたか否かに注目した。そのため、グループ1および2では、10分間のインタラクション、またグループ3および4では後半5分間のインタラクション時間における被験者の行動に注目する。またその際に、被験者に与えられたタスクであるピクロスゲームの正解数、および実験中にエージェントの方をどのくらい見ていたのかという二つ項目についても調査した。ここから、エージェントとのしりどりに応じながらも、エージェントの方をあまり見ず、ピクロスゲームの正解数も他のグループと差がない場合、被験者とエージェントの間には自然なインタラクションが構築できていたとみなすことができる。

3.1 しりどりに応じた被験者数

各グループにおいてバーチャルエージェントからのしりどりに応じた被験者数を図5に示す。この結果、要因1も2も含まな

いグループ1では10人の被験者中3人がしりどりに応じ、要因1もしくは2のいずれか一つを含んだグループ2および3では10人中6人が応じ、要因1と2を両方含んだグループ4では、10人中8人がしりどりに応じていたことが明らかになった。各グループ間における有意差を直接確率計算にて検定したところ、グループ1と4の間にはのみ有意差が観察された(片側検定: $p=.03<.05$ (*))。また、バーチャルエージェントのしりどりに応じたグループ3の6人、グループ4の8人は、実験前半のロボットエージェントとのインタラクションにおいてもしりどりに応じていたことが観察され、その一方で、ロボットエージェントのしりどりに応じなかった被験者は、バーチャルエージェントとのしりどりにも応じていないことも明らかにされた。

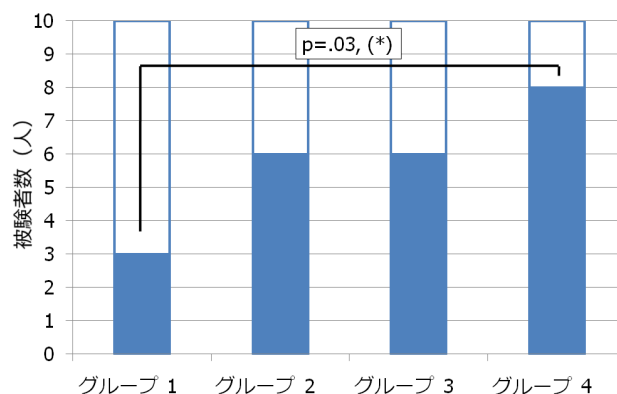


図5:バーチャルエージェントとのしりどりに応じた被験者数

3.2 実験中にエージェントの方を見ていた割合

各グループにおいて、実験中にエージェントの方を見ていた割合を示したものが図6である。グループ1,2および3,4とではバーチャルエージェントとのインタラクション時間が異なるため、実験中においてどのくらいエージェントの方を見ていたのかという時間割合を算出した。その結果、グループ1では0.69%(4.15秒/10分間)、グループ2では1.21%(7.31秒/10分間)、グループ3では0.47%(1.39秒/5分間)、グループ4では2.01%(6.04秒/5分間)であった。この割合について一要因被験者間(要因:被験者グループ)の分散分析を行った結果、これら4つのグループ間には有意差は観察されなかった($F(3,36)=0.57, n.s.$)。

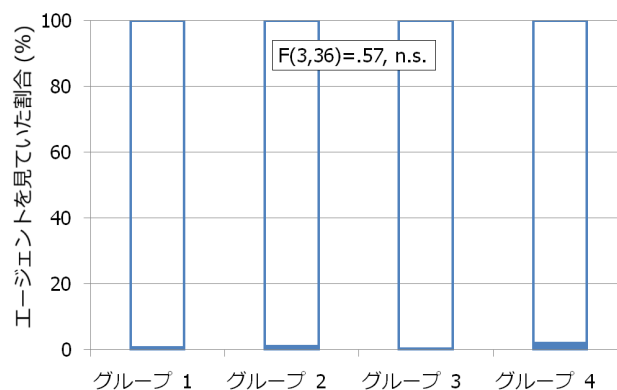


図6:実験中にエージェントを見ていた割合

3.3 ピクロスゲームの正解率

各グループにおいて、ピクロスゲームの正解率の割合を示したものが図7である。グループ1,2および3,4の実験時間の差を考慮し、5分間において何問パズルを正解していたのかという割合(正解率)を算出した。その結果、グループ1では1.3 [puzzle/5 min](2.6問/10分間)、グループ2では1.3 [puzzle/5

min](2.6 間/10 分間), グループ 3 では 1.1 [puzzle/5 min], グループ 4 では 1.5 [puzzle/5 min]であった。この割合について一要因被験者間(要因:被験者グループ)の分散分析を行った結果, これら 4 グループ間には有意差は観察されなかった($F(3,36)=0.12, n.s.$)。

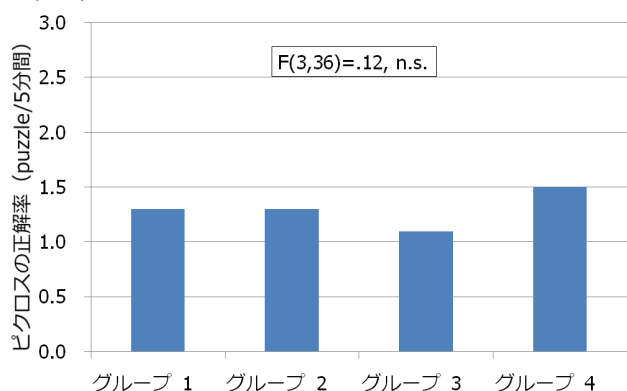


図 7:ピクロスの正解率

3.4 まとめ

本実験の結果は以下のようにまとめられる。

- 要因 1 と 2 を共に含むグループ 4 の被験者 10 人中 8 人がしりとりに応じ, 要因 1 もしくは 2 のいずれか一方を含むグループ 2, 3 では 6 人, 要因 1 も 2 も含まないグループ 1 では 3 人がしりとりに応じていた。
- 実験中にエージェントの方を見ている割合, およびピクロスゲームの正解率には, 各グループ間に差はなかった。

この結果より, 本研究で注目した要因 1 および 2 は, ユーザがロボットエージェントに対して振る舞うのと同じようにバーチャルエージェントに振る舞うことができる要因であることが確認されたといえる。また同時にこの二つの要因は, 被験者に与えたタスクを阻害することなく, バーチャルエージェントに対して自然に振る舞えることを可能としているともいえる。

4. おわりに

本実験の結果から, 「バーチャルエージェントと同じ外見を持つロボットエージェントとインタラクションを経験すること」「バーチャルエージェントに対してキャラクタや個性を付与すること」という二つの要因は, ユーザがロボットエージェントに振る舞うのと同じようにバーチャルキャラクタに振る舞えることを可能とする要因であることが明らかになった。その一方, 二つの要因のうちいずれか一方だけでは, その効果は不十分であることも同時に確認された。この結果は, バーチャルエージェントと自然な振る舞いを実現するには, いまだロボットエージェントの存在が不可欠であるということを示している。そこで今後は, ロボットエージェントを使用せずとも, ユーザがロボットエージェントに振る舞うのと同じようにバーチャルエージェントに振る舞えるようなインタラクションの枠組みを探究する予定である。具体的には, バーチャルエージェントが現れるメディアの大きさに注目している。本実験の場合, ロボットエージェントの高さが約 38 cm であるのに対して, バーチャルエージェントは約 15 cm の高さしかなかった。メディアの大きさがユーザに及ぼす影響について Goldstein ら [Goldstein 02] は, 「サイズの小さいコンピュータに対しては Media Equation [Reeves 98] は成立しない」と主張しているために, ロボットエージェントと同じ大きさのバーチャルエージェントを用意することはもちろんのこと, 家庭用に広く普及し始めた大画面ディスプレイや, PDA や携帯電話上の小型ディスプレイな

どの様々な大きさのメディア端末がユーザに与える影響について検証する必要があると考えられる。

一方, バーチャルエージェントとの自然なインタラクションにはロボットエージェントが必要であるという事実を有効利用することで, バーチャルエージェントを効率よく利用する方法も考えられる。たとえば, 近年高い集客率を誇るロボット展示会などのイベントで, ユーザにロボットエージェントとのインタラクションを経験してもらった後で, そのロボットエージェントと同じ外見をしたバーチャルエージェントを自分の使いやすいメディアに実装することで, 本研究で注目した要因 1 および 2 を容易に実現することができ, そのユーザの日常生活をバーチャルエージェントが支援するという枠組みが構築できるとも期待される。よって本研究で得られた成果は, メディア端末間をシームレスに移動しながら, 一貫した支援をユーザに提供できるような, 優秀な「執事」のようなユビキタスエージェント実現の礎になるものだと考えられる。

参考文献

- [Cassell 02] Cassell, J., Stocky, T., Bickmore, T., Gao, Y., Nakano, Y., Ryokai, K., Tversky, D., Vaucelle, C., Vilhjalmsen, H.: MACK: Media lab Autonomous Conversational Kiosk. In *Proceedings of Imagina02*, (2002).
- [Goldstein 02] Goldstein, M., Alsio, G., Werdenhoff, J.: The Media Equation Does Not Always Apply: People are not Polite Towards Small Computers. *Personal and Ubiquitous Computing*. 6, 87-96 (2002).
- [Imai 03] Imai, M., Ono, T., Ishiguro, H.: Robovie: Communication Technologies for a Social Robot. *International Journal of Artificial Life and Robotics*. 6, 73 - 77 (2003).
- [Kidd 04] Kidd, C., Breazeal, C.: Effect of a robot on user perceptions. In *Proceedings of the 2004 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, pp. 3559 - 3564 (2004).
- [Komatsu 08] Komatsu, T., Abe, Y.: Comparison an on-screen agent with a robotic agent in non-face-to-face interactions. In *Proceedings the 8th International Conference on Intelligent Virtual Agents (IVA2008)*, pp. 498-504 (2008).
- [Ogawa 08] Ogawa, K., Ono, T.: ITACO: effects to interactions by relationship between humans and artifacts. In *Proceedings of the 8th International Conference on Intelligent Virtual Agents (IVA2008)*, pp. 296-307 (2008).
- [Powers 07] Powers, A., Kiesler, S., Fussel, S., Torrey, C.: Comparing a computer agent with a humanoid robot. In *Proceedings of the 2nd ACM/IEEE International Conference on Human-robot Interactions*, pp. 145 - 152 (2007).
- [Reeves 98] Reeves, B., Nass, C.: *The Media Equation*, CSLI publications (1998).
- [Shinozawa 04] Shinozawa, K., Naya, F., Yamato, J., Kogure, K.: Differences in effects of robot and screen agent recommendations on human decision-making. *International Journal of Human-Computer Studies*. 62, 267 - 279 (2004).
- [Wainer 06] Wainer, J., Feil-Seifer, D. J., Sell, D. A., Mataric, J.: Embodiment and Human-Robot Interaction: A Task-Based Perspective. In *Proceedings of the 16th IEEE International Conference on Robot & Human Interactive Communication*, pp. 872 - 877 (2006).