

実体を持つロボットとディスプレイ上のアバターによる接客手法の比較

水野 翔太^{1*}, 渡邊 恵佑¹, 高松 美香², 毛戸 暉², 山本 吉伸¹

¹ 福知山公立大学大学院地域情報学研究科

² 福知山公立大学情報学部情報学科

* Corresponding Author: E-mail: 32456012@fukuchiyama.ac.jp

Abstract

This study compared a physical tabletop robot (“PuppiWi”) with a display-based avatar in a series of tasks. Participants performed three types of tasks—simple (book-shelving), abnormal (disposing of a book), and proximity. Although no statistically significant differences were found, the physical robot group completed the simple task slightly faster yet took longer on the abnormal and proximity tasks, suggesting a sense of social pressure. These findings indicate that a physical robot may facilitate routine task compliance while also potentially heightening perceived oversight. Furthermore, these insights suggest possible applications in unmanned stores, where both user cooperation and deterrence play a crucial role in security.

Keywords

Customer Service Robot, Customer Service Methods, and Product Recommendation

1 はじめに

近年、接客システムとしてディスプレイ上のアバターやロボットのエージェントがたびたび話題になる。特に、接客という観点においては、人手不足や非対面サービスとしての需要を満たす技術として今後、さらになる重要性が増すことが予想される。

ロボットとディスプレイ上のエージェントによるインタラクションにおける印象の違いに関する研究はすでに行われている (Bainbridge et al. 2011, Bainbridge et al. 2008, Kidd and Breazeal 2004)。ロボットがユーザの印象に与える影響を調査した研究では、ロボットはアニメ調のエージェントよりも「魅力的」かつ「信頼性」が高いと認識されるということが示されている (Kidd and Breazeal 2004, Bainbridge et al. 2011, Bainbridge et al. 2008)。信頼性という指標は、ロボットが人間に情報を伝達し共同作業を行うという状況において、重要な要素となる (Groom and Nass 2007)。また、「監視感」については、「目の張り紙」によって高められ、見たものに対して正しい行動を促し、協力的にするといった効果が明らかにされており (Bateson et al. 2006)、ロボットやアバターに対しても効果が期待できる。

これらの研究を踏まえ、本研究では接客の観点から「タスク協力意欲および遂行効率」と、「監視感および規範的行動の意識」に焦点を当て、物理的存在を有するエージェントとして独

自に開発した卓上型のロボットとディスプレイ上のアバターエージェントの効果の差異について実験をもとに比較することを目的とした。実験においては両手法におけるタスク指示が、作業時間や主観的な印象評価にどのような違いをもたらす影響について検証する。具体的には、「物理的存在としてのロボットによるコミュニケーションは、アバターなどのエージェントよりも、タスク協力意欲および遂行効率（作業時間の短縮など）が向上する」、「物理的存在としてのロボットは、アバターより強い「監視感」と「規範的行動の意識」を誘発し、その結果としてタスクの指示に従順になりやすい」という2点について実験にて検証を行った。なお、実験にて使用した卓上型のロボットとディスプレイ上のアバターエージェントは独自に開発したものであり、これらの詳細については第2章にて説明する。

実験においては、専用に用意した実験室環境にて、卓上型のロボットとディスプレイ上のアバターを用いて、実験協力者に対してタスクを実施した。各実験の条件下におけるタスク遂行時間と主観的評価を実験終了後に収集し分析を行った。結果より、卓上型のロボットとディスプレイ上のアバターとの比較検証を行い、接客環境下における導入にあたっての有効性を明らかにすることを目指した。

2 実験概要

2.1 PuppiWiシステムの概要

我々は実験用システムとして、独自に開発した「PuppiWi」(図1)とそのアバターバージョン(図2)を用いた実験環境を用意した。PuppiWiは、パペット人形を着せ替え可能な卓上型のロボットである。ロボットは、中身の骨格を電子的に制御することによって、リモート操作することができる。RaspberryPiによって制御され、端末には、スピーカーとマイクが取り付けられるようになっている。これによって、ロボットとの対話を可能としている。

本実験におけるPuppiWiの動作は、「約180度左右に体を回転させる機能」、「口を開閉する機能」、肩関節から前方に腕を折る形での「左右の手を動かす機能」が用意されている。なお、これらの操作については、実験実施者が別室からリモートコントロールにより行った。

卓上型のロボットであるPuppiWiのアバターバージョン(図2)も用意している。こちらのアバターにおいても、前述の動作と対応する動きが可能となっている。なお、ディスプレイ上に表示されるアバターの大きさについてはロボットバージョンのPuppiWiの身長である約35cmに合わせたサイズに調整したものを表示している。加えて、対話にはディスプレイ内蔵のスピーカーと表示用のPCに接続したマイクを用いた。

PuppiWiは、標準的なパペット人形を着せ替えることを想定しており、衣装の着せ替えによって多様な外観に対応可能である。本実験においてはカラスのパペット人形を用いた。

2.2 実験設計

本研究では、PuppiWiを用いた対話(以下、PuppiWi群と呼ぶ)と、ディスプレイ上に表示されるPuppiWiアバターバージョンを用いた対話(以下、アバター群と呼ぶ)を比較する実験を行った。それぞれのグループを被験者内要因として設定し、タスクに対する遂行率や遂行時間を測定した。大学生7名を対象に実験協力を依頼し、PuppiWi群(4名)、アバター群(3名)に割り当てた。実験協力者については、筆者と同じ研究室に所属する大学生を対象として、実験協力者を募集した。

実験に先立ち、実験協力者にはカバーストーリーとして「生成AIによる対話システムの評価実験」である旨を説明し、その後同意を得てから実験を行った。実験終了後には本来の目的を開示し、あらためてデータ提供や利用に関して再度同意を取得する事後説明を実施した。

PuppiWiからの指示により本を移動するタスクについては、いくつかの研究を参考に設定している(Bainbridge et al. 2011, Bainbridge et al. 2008)。なお、本実験においては、カバーストーリーを説明しているが、ストーリーにて言及

されるPuppiWiの対話システムとしての「生成AI」の実装については、実際に実装しているわけではなく、WOz法(Steinfeld et al. 2009)を用いて実験実施者によってPuppiWiの動作や対話内容をシミュレーションしたものである。



図1 PuppiWi群における実験環境の様子



図2 PuppiWiアバターバージョンの様子

2.3 実験環境について

図3に示す実験環境は、とある教室の一角を専用に確保したスペースである。実験室として利用するために、この区画は実験中にほかの人物が侵入しないように、入室禁止等の表示により、事前に調整を行っている。

部屋の一角には、実験に使用するPuppiWiが配置(図3中のPuppiWiの部分)されており、実験協力者が座るための椅子も用意されている。また、タスク実施に必要な要素として、本、ごみ

箱、本棚を実験室内に設置している。さらに、実験時の行動観察および実験後の解析のために、実験室内のタスク遂行の障害とならない位置にカメラを配置している。

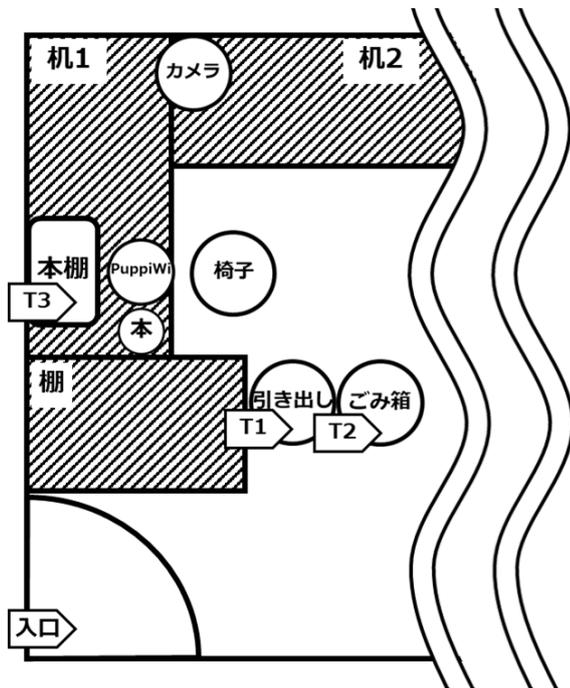


図3 実験環境の概略図

実験は2つのグループに分かれて実施され、各グループでは、図3中におけるPuppiWiの部分の配置がそれぞれで異なる。PuppiWi群では、この場所に、卓上型ロボットのPuppiWiが配置される(図1)。アバター群では、ディスプレイが配置され、PuppiWiアバターバージョンが(図2)が実験協力者と対話することとなる。

2.4 実施するタスク

挨拶タスク

PuppiWiが被験者に向かって手を振り、口頭で挨拶をする。

単純タスク

実験協力者に「本を引き出し(図3中のT1の場所)にしまう」タスクを与える。

異常タスク

実験協力者に「本をごみ箱(図3中のT2の場所)に捨てる」タスクを与える。

接近タスク

PuppiWiの背後にある棚(図3中のT3の場所)に本を移動するタスクを与える。

2.5 実験手順

本実験は、事前説明、対話開始、タスク実施、アンケート回答、事後説明の5つのフェーズに分けて実施された。実験開始時に、実験協力者には「生成AIによる対話システムの評価実験」というカバーストーリーのもと、実験の概

要および進行手順が、実験実施者によって口頭で説明を行う。この際、録画・撮影が行われること、個人情報保護の措置、データ利用の方法などについても説明し、実験協力者から同意を得たうえで実験を開始した。説明終了後に、実験実施者は部屋を退出し、被験者はPuppiWiの前に着席する。

対話フェーズでは、実験実施者が退室した後、PuppiWiから実験協力者に声をかける形で対話を開始する。初めの挨拶タスクでは、PuppiWiから「こんにちは、はじめまして」といった挨拶が行われ、約1分程度の雑談が行われる。雑談後に、PuppiWi側から「本を片付けるのを手伝っていただけますか」との具体的な依頼が行われ、これをきっかけに、各タスク(単純タスク、異常タスク、接近タスク)が順次実施される。

各タスク実施フェーズでは、実験協力者へ具体的な指示がPuppiWiから口頭で伝えられる。すべてのタスクでは、事前に定められた標準的な合図が設定されており、実験終了後にタスク遂行にかかる時間の記録を行った。タスク実施中は、図3にて示したカメラによって、実験協力者の行動を記録した。すべてのタスク終了後、PuppiWiから「実験は以上です。係員さんが来ますので、少々お待ちください」という声がかかれ、対話を含む実験フェーズが終了となる。

その後、実験実施者が再び部屋に入り、実験協力者に対してアンケート回答を求めた。アンケートは、1~5のリッカート尺度を用いて、32の項目について自らの感覚や判断をもとに主観的な評価を記入する形式で実施した。

最後に、アンケート回答完了後に事後説明を行う。ここでは、実験の真の目的や背景、データ利用に関する詳細が実験協力者に説明され、再度データの利用についての同意確認を行う。

3 結果

3.1 タスク遂行時間について

表1は本実験における、PuppiWi群とアバター群に対する各タスクの平均遂行時間を比較した結果である。単純タスクではアバター群の方が2.40秒短い遂行時間となった。一方で、異常タスクおよび接近タスクにおいては、アバター群の遂行時間がそれぞれ4.05秒、2.55秒というように長い遂行時間となった。

表1 各群における平均タスク遂行時間と差

タスク	PuppiWi (s)	アバター(s)	差
単純	16.23	13.83	-2.40
異常	10.90	14.95	4.05
接近	4.57	7.12	2.55

3.2 アンケート結果について

本実験においては、実験終了後に実験協力者に対して、主観に基づいた実験に対する評価をアンケート調査によって収集した。32項目についての質問を行ったが、ここでは、一部抜粋し紹介する。なお、一部の質問項目の設定については、ロボットに対するインタラクションやアバターエージェントに対するストレス軽減に関する研究 (Bainbridge et al. 2011, 藤嶋 and 片上 2021) を参考に構成している。図4は、PuppiWi群、アバター群の各群におけるアンケート結果において特徴的な傾向がみられたものを一部抜粋し、平均値を並べたものである。なお、図中のQ1からQ4の、それぞれの質問内容は、Q1が「エージェント (ロボットまたはアバター) に対して恥ずかしかった」、Q2が「周囲に人がいるならば会話をためらうと思う」、Q3が「見られていることで『協力しなければ』『従わなければ』という意識が高まりましたか?」、Q4が「エージェント (ロボットまたはアバター) に近づく際、エージェントに対して『存在感』または『圧』を感じましたか?」となっている。今回の実験において、PuppiWi群では、「協力意識」にかかわるQ2が高く、また「多人数環境下における恥ずかしさ」にかかわるQ3が高い傾向となった。アバター群では、「対話の恥ずかしさ」の項目であるQ1、「存在感」を問う項目であるQ4でPuppiWi群を上回るという結果が得られた。

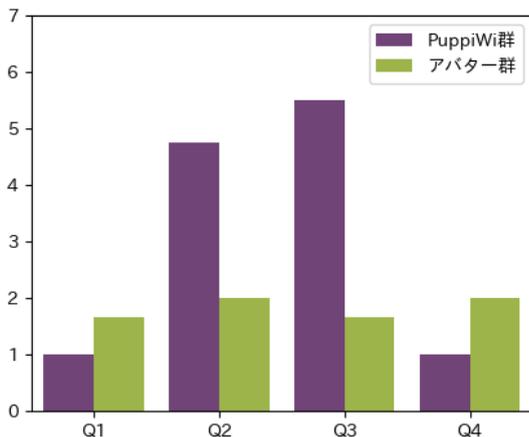


図4 各群におけるアンケート結果の平均値の抜粋

4 考察

4.1 タスク遂行時間に関する解釈

単純タスクにおいては、ロボット条件でアバター条件に比べ短い遂行時間となった。なお、検定による有意性は認められなかった。この結果は、物理的な存在を有するロボットが実験協

力者に信頼感や素早い反応を促す可能性が考えられ、先行研究 (Bainbridge et al. 2011) を支持するような結果となった。

異常タスクにおいては、PuppiWi群での遂行時間がアバター群に比べて長くなる傾向がみられた。こちらも、検定による有意性は認められなかった。異常タスクについては、一般的または日常的な行動と比較して社会的な規範に反する可能性があり、PuppiWiの存在に対する実験協力者の「監視感」や「緊張感」が行動に影響を与えたと考えられる。

接近タスクにおいても、PuppiWi群のほうが遂行時間の延長が見られた。これはPuppiWiの持つパーソナルスペースを実験協力者が認識し、接近する際にためらいを生じさせた可能性があり、結果としてタスク遂行時間の延長につながったと考えられる。

4.2 アンケート調査結果の考察

実験後のアンケートにおいて「見られていることで『協力しなければ』『従わなければ』という意識が高まりましたか?」という項目で、PuppiWi群での結果がやや高い評価を示している。これは、物理的存在が実験協力者に対して規範的行動意識を高め、行動のためらいを生み出した可能性がある。一方で、「エージェント (ロボットまたはアバター) に対して恥ずかしかった」という項目では、アバター群よりもPuppiWi群のほうが低い結果となっている。

今回の実験では、1対1での対話を実験したが、「周囲に人がいるならば会話をためらうと思う」という項目への回答では、PuppiWi群のほうが高い結果となっていた。現在では、日常的にロボットと会話する場面は少なく、今回の実験協力者では、他者がいる環境において、アバターのほうが、恥ずかしさが少ないという可能性がある。しかし、前述した恥ずかしさについての項目については、卓上型ロボットのPuppiWiのほうが恥ずかしさの軽減が見込まれる可能性がある。「エージェント (ロボットまたはアバター) に近づく際、エージェントに対して『存在感』または『圧』を感じましたか?」という質問においては、アバター群のほうが高い結果となったが、これは3Dアバターによる見た目の誇張・デフォルメされた表現が、実験協力者の非現実感を生み、それによる認識との差異が、近づく際の圧力や存在感につながった可能性がある。

5 結論と今後の課題

本研究は、物理的存在を有するエージェントによるコミュニケーションが、ディスプレイ上のアバターなどのエージェントと比較して、タスク協力意欲およびタスクの遂行効率、監視感

にどのような影響を及ぼすかについて検証することを目的とした。

物理的にその場に存在するロボット（卓上型ロボットPuppiWi）では、単純タスクにおける僅かな改善傾向は見られたものの、それ以外のタスク（異常タスクおよび接近タスク）では、アバター（PuppiWiのアバターバージョン）の場合のほうが遂行にかかる時間が短縮する結果となった。この要因として物理的な存在を有するロボットに対する実験協力者の「監視感」や「緊張感」が行動に影響を与えた可能性がある。この点から、物理的存在としてのロボットがタスク遂行度を向上させる効果は、タスクの性質によって左右され、特に規範的行動から外れる行動は抑制される可能性があると言える。これらの観点は、無人販売所などの状況において、ロボットによる接客エージェントを配置することによる、物理的存在の持つ監視効果が、利用者の行動と意識にどのような影響を与えるかという理解の一助となると考えられる。

しかし本研究では、統計的な有意的のある結論を得るには至らなかった。今後、より規模を拡大し、多様な実験協力者を対象とした実験の実施を検討している。また、予想と相反する結果となった「物理的存在を有するロボットによる支持によって特定タスクにおいて、ためらいを生じさせる可能性」についても今後のさらなる検証が必要である。

6 参考文献

- Bainbridge, W. A., Hart, J. W., Kim, E. S., & Scassellati, B. (2011). The benefits of interactions with physically present robots over video-displayed agents. *International Journal of Social Robotics*, 3, 41-52.
- Bainbridge, W. A., Hart, J., Kim, E. S., & Scassellati, B. (2008, August). The effect of presence on human-robot interaction. In RO-MAN 2008-The 17th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (pp. 701-706). IEEE.
- Kidd, C. D., & Breazeal, C. (2004, September). Effect of a robot on user perceptions. In *2004 IEEE/RSJ international conference on intelligent robots and systems (IROS)(IEEE Cat. No. 04CH37566)* (Vol. 4, pp. 3559-3564). IEEE.
- Groom, V., & Nass, C. (2007). Can robots be teammates?: Benchmarks in human-robot teams. *Interaction studies*, 8(3), 483-500.
- Bateson, M., Nettle, D., & Roberts, G. (2006). Cues of being watched enhance cooperation in a real-world setting. *Biology letters*, 2(3), 412-414.
- Steinfeld, A., Jenkins, O. C., & Scassellati, B. (2009, March). The oz of wizard: simulating the human for interaction research. In *Proceedings of the 4th ACM/IEEE international conference on Human robot interaction* (pp. 101-108).
- 藤嶋大樹, & 片上大輔. (2021). デジタルサイネージの擬人化エージェントによる身体性社交不安蓄積効果の軽減手法の提案. *ヒューマンインタフェース学会論文誌*, 23(4), 489-500.