

ホログラムエージェントの存在感が ユーザの対話意欲に与える影響

Effects of Holographic Agents' Presence on User Engagement in Dialogue

猪野敬介^{1*} 菊池浩史¹ 菊池英明¹

INO Keisuke¹ KIKUCHI Hirofumi¹ and KIKUCHI Hideaki¹

¹ 早稲田大学

¹ WASEDA University

Abstract: HAI 研究においてユーザの対話意欲を高めるエージェント開発は重要な課題である。本研究の目的は、雑談対話において、ホログラムエージェントはスクリーンエージェントよりも存在感が高いことにより、ユーザに対話を続けたいと思わせる効果があるのかを明らかにすることである。被験者にホログラムとスクリーンのエージェントの両方と対話してもらい、ホログラムのエージェントが被験者の対話意欲をより高めるかを検証する。その結果、ホログラムのエージェントはスクリーンのエージェントよりもユーザの対話意欲を高めることが明らかになった。

1 はじめに

近年、介護や子守りといった様々な場面における会話相手の人手不足解消のため、人とインタラクションできるエージェントの需要が高まっている。これらのエージェントが抱える課題の一つとして、ユーザの対話意欲の向上が挙げられる。ユーザの対話意欲を向上させることはエージェントの長期的な利用にとっても重要である [1]。そこで本研究では対話意欲を促進させるエージェントの表現方法としてホログラムに注目する。ホログラムは画面に投影される 3DCG などと比較し、3次元空間での存在感を保ちつつ、外見の柔軟な変更が可能という特徴を持つ。

ホログラムを用いた存在感に関する研究には、セミナーにて遠隔地にいる講師を投影する方法としてホログラムと 3DCG を用いて比較する研究がある。この研究では、セミナーに参加した学生へのアンケートから、ホログラムを用いて投影した講師の方が存在感があることが報告された [2]。このことから、ホログラムエージェントの強みはエージェントとしての存在感がある点といえる。

従来研究では、対話や文脈に応じた相槌を行うこと [3] や言語的協同を繰り返すこと [4]、ユーザの発話に対してユーモアのある表現を使って返答すること [1] などでユーザの対話意欲を促進していた。しかし、同じ

エージェントにおける表現方法の違いに着目した研究は十分ではない。

これらに加えて、エージェントの存在感が対話意欲と類似概念であるエンゲージメントに影響を与えることは、従来研究で報告されている。例えば存在感が対話意欲と類似するエンゲージメントを高めたことを報告したもの [5] や、教育分野でエンゲージメントを引き出す学習支援の方法としてのロボットを提案したもの [6] がある。しかし、エージェントの存在感が直接対話意欲を促進するかはまだ明らかになっていない。

本研究の目的は、雑談対話において、ホログラムエージェントはスクリーンエージェントよりも存在感が高いことにより、ユーザに対話を続けたいと思わせる効果があるのかを明らかにすることである。

また本研究での語句の定義について述べる。まずホログラムエージェントとは「ホログラムディスプレイを用いて投影する 3DCG のエージェント」である。次にスクリーンエージェントとは「通常のディスプレイに表示する 3DCG のエージェント」である。上記の目的を達成するために本研究では以下の 3 つの仮説を立てた。

1. ホログラムエージェントはスクリーンエージェントと比べ、存在感が高い
2. ホログラムエージェントはスクリーンエージェントと比べ、よりユーザの対話意欲を高める
3. エージェントの存在感とユーザの対話意欲には正の相関がある

*連絡先： 早稲田大学
〒 359-1192 埼玉県所沢市三ヶ島 2-579-15
E-mail: keisuke.i.91@suou.waseda.jp

以上の仮説について、ユーザと音声対話が可能なエージェントを開発し、ホログラムエージェントとスクリーンエージェントの比較実験を行う。被験者は両エージェントと趣味に関する雑談対話を行い、アンケート調査で対話意欲や存在感を評価する。その後、結果を統計分析し、エージェントとの対話意欲と存在感の関係を明らかにする。

2 実験概要

本実験では、ユーザが2種類のエージェントと対話した際の対話意欲とエージェントの存在感を比較評価することを目的とする。2種類のエージェントとは、1つがホログラムエージェントであり、もう1つがスクリーンエージェントである。

2.1 実験設定

被験者 22 名（男性:13 名、女性:9 名）を対象に、2種類のエージェントと対面で被験者内実験を実施した。対話は趣味に関する2分間の雑談対話とした。被験者には日本語母語話者であること、趣味に関する雑談対話が可能であることの2つを条件とした。両エージェントは2.3で述べる同一の3DCGモデルおよび対話システムを用い、それぞれ表現方法のみが異なる。被験者にどちらのエージェントを先に提示するかは、順序効果を考慮し、カウンターバランスを取っている。

また、実験環境として人の出入りが無いことに加えて、明るさを調整できることを条件とした。これは今回使用するホログラムディスプレイが周囲を暗くすることで内部に投影されたものがより立体的に見えるからである。実際の実験風景を再現したものが図1と図2である。実際の実験では上述したように部屋を暗くしていたが、図1と図2では写真の都合で明るい状態で撮影している。

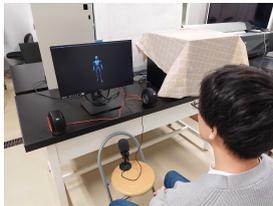


図 1: スクリーンエージェントでの実験風景

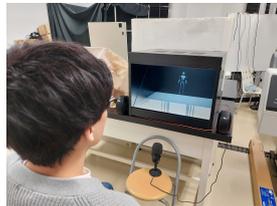


図 2: ホログラムエージェントでの実験風景

また、本研究では対話内容ではなく、エージェントの表現方法による対話意欲への影響を検証することが目的である。したがって、被験者には適切に評価してもらうため次の教示文を読んでもらった。

表 1: 評価項目の詳細

| 評価項目 | アンケートでの質問内容 |
|--------|-----------------------|
| 対話意欲 1 | このエージェントとの対話をもっと継続したい |
| 対話意欲 2 | またこのエージェントと対話したい |
| 存在感 | エージェントの存在感が高いと思うか |



図 3: 実験で使用したホログラムディスプレイ

教示文

評価の際は応答内容で評価しないでください。応答内容が適切ではない場合もありますが、過度に気にしないでください。

2.2 評価項目

本実験で使用した評価項目を表1に示す。対話意欲の評価項目は先行研究での評価項目を使用し[4]、存在感の評価項目は著者が作成した。各項目について5段階のリッカート尺度で評価した。

2.3 使用したエージェント

本研究では、Unityを用いて制御する対話型エージェントを開発した。エージェントは音声認識・応答生成・音声合成の3機能を備え、ユーザの発話を認識し、適切な音声応答を行うとともに、対話状態に応じた動作を行う。またホログラムエージェントを投影するホログラムディスプレイは株式会社ニシカワで販売されている「Nordlys N-24S1」(図3)を用いた。

外見はUnityのAssetStoreにある「Robot Kyle」というロボット型の3DCGモデルを用いる。実際の外見を図4と図5に示す。

3DCGモデルの選定において、存在感のある3DCGモデルにはいくつか必要な条件がある[7]。その中でも



図 4: エージェントの外見 (前)



図 5: エージェントの外見 (顔)

適応ギャップを考慮することは、評価のノイズとなる要素を排除する観点で重要な要素である。本研究で行う実験ではエージェントの存在感による対話意欲の評価への影響に着目しており、エージェントの発話内容や振る舞いが評価に影響を与えることは望ましくない。今回用いる「Robot Kyle」はロボット型の3DCGモデルで顔に口がなく、目も瞬きができないような造形をしている。したがって、発話内容と口の動きが合っているか、自然な間隔で瞬きがされているかなどが対話意欲の評価に影響を与える可能性が限りなく低い。

音声認識には「UnityEngine.Windows.Speech」を、応答生成は「GPT-4o」をAPIで実装した。また、対話では趣味に関する雑談を行うため、ソースコードでGPTには「あなたは親しい友人です。」という内容と「趣味について話してください。」という内容のプロンプトを記述し、制御している。したがって、GPTはユーザの親しい友人のように振る舞い、尚且つユーザに興味の話題を振るように応答生成を行う。さらにエージェントからの応答量が多すぎると対話として不適切な可能性がある。そこでソースコードに「50文字以内で回答してください。」と記述し、応答量の制御を行なった。

音声合成にはVOICEVOXという音声合成ソフトウェアを実装した。VOICEVOXはローカル環境で実行できるため、通信環境に関わらず音声合成に要する時間が安定する。加えて、実装されているキャラクターが多く、適した声を選びやすいため採用した。使用しているキャラクターは「+聖騎士 紅桜+」である。キャラクターとして「+聖騎士 紅桜+」を選択した理由は、ロボットの外見を持つエージェントに適しているからである。また、著者が所属する研究グループ内でエージェントの外見に最も適した声について協議した結果、「+聖騎士 紅桜+」が最適であるという結論に至った。

動作の制御について、エージェントは音声認識中に頷く動作を行い、発話中は手振りの動作を行う。これらを行うことで話を聞いていること、話していることを示し、ユーザとの円滑な会話を目指した。

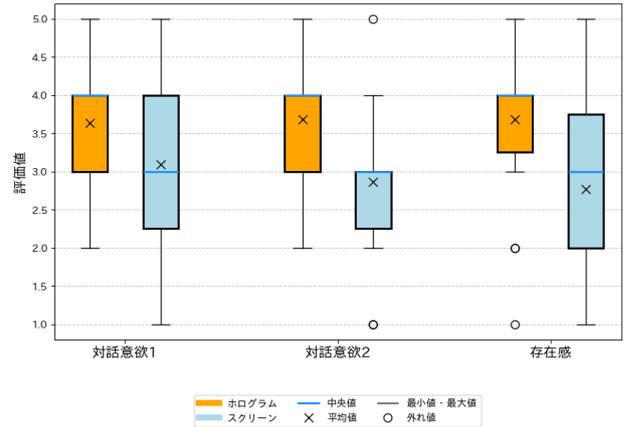


図 6: 比較実験の結果

2.4 実験手順

実験の手順は以下の通りである。

1. 実験者がエージェントを投影
2. 被験者が話しかけて対話開始
3. 趣味に関する2分間の雑談対話を実施
4. 終了時刻になるとエージェントが対話終了を伝える
5. 被験者がアンケートに回答

以上の手順をホログラムエージェントとスクリーンエージェントの2種類で行う。

3 結果

比較実験の結果を図6に示す。縦軸は評価の値であり、横軸は各評価項目である。

はじめに仮説1,2に対する結果を述べる。アンケートで得られた評価値の分布を見た結果、評価値は正規分布ではなかった。したがって、評価値に対してWilcoxonの符号順位検定を行った。

検定の結果、ホログラムエージェントの評価値がスクリーンエージェントと比較して、いずれの項目においても有意に高かった ($p < .05$)。

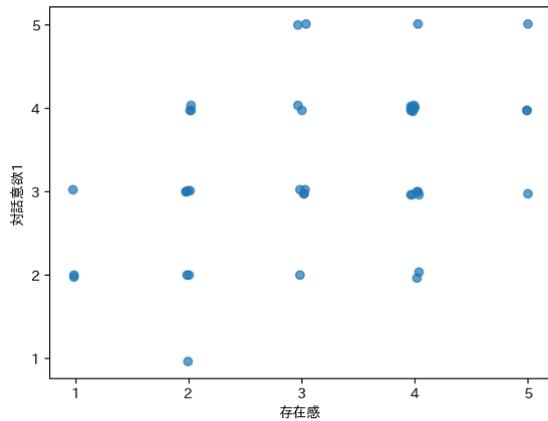


図 7: 対話意欲 1 と存在感の評価値の散布図

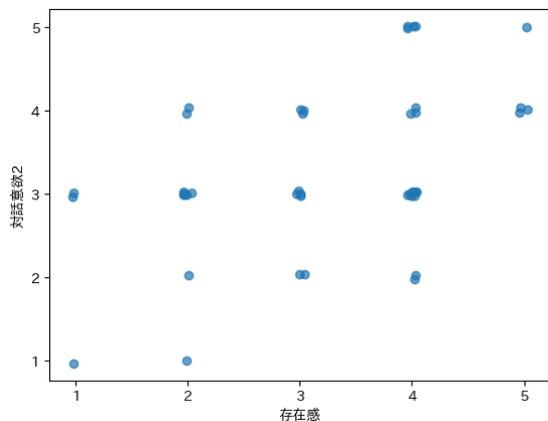


図 8: 対話意欲 2 と存在感の評価値の散布図

次に仮説 3 に対する結果を述べる。エージェントの存在感とユーザの対話意欲についての相関係数を求め、無相関検定を行なった。

表 2: 存在感の評価値との相関係数と無相関検定の結果

| 評価項目 | 相関係数 | p 値 |
|--------|------|-----------------------|
| 対話意欲 1 | 0.43 | 3.80×10^{-3} |
| 対話意欲 2 | 0.45 | 1.93×10^{-3} |

対話意欲 1 及び対話意欲 2 と存在感の項目で各被験者から得られた評価値の散布図を図 7、図 8 に示す。散布図の横軸は存在感の評価値、縦軸は対話意欲 1 または対話意欲 2 の評価値である。また、無相関検定の結果を表 2 に示す。分析の結果、対話意欲 1 と対話意欲 2 の両方の項目で存在感の項目と弱い正の相関が見られた。また無相関検定の結果でも両方の項目で有意であった ($p < .05$)。

4 考察

実験の結果より、ホログラムエージェントはスクリーンエージェントと比較し、ユーザの対話意欲とエージェントの存在感が有意に高いことがわかった。また、エージェントの存在感とユーザの対話意欲に正の相関関係があることがわかった。これによって、本研究で立てた 3 つの仮説は全て支持されたと言える。

また結果で述べたように、エージェントの存在感とユーザの対話意欲に見られた正の相関は 0.43、0.45 と弱い正の相関であった。相関の強さが弱かった原因として、エージェントの外見、エージェントに実装した機能、対面による被験者内実験の 3 つが考えられる。

まずエージェントの外見について述べる。本研究ではエージェントの表現方法としてホログラムを用いたエージェントに注目した。また、本研究ではホログラムエージェントの強みをエージェントとしての存在感であるとした。この存在感をより高める方法として、エージェントを投影したホログラムディスプレイ側の工夫がある。

ホログラムディスプレイでは、本体の鏡の下部に物体を設置し、その物体と連動して 3D モデルを動かすことで、ユーザが感じる 3D モデルの存在感を大幅に向上させることができる。しかし、本研究では上述した物体との連動を考慮しなかった。これらを考慮することで、より存在感のあるホログラムエージェントを被験者に提示でき、存在感と対話意欲の相関関係がより明確に出た可能性がある。

次にエージェントに実装した機能においては、本研究で用いたエージェントは 2.3 で述べたように、音声認識・応答生成・音声合成を搭載している。実験の場面では、音声認識・応答生成・音声合成のいずれかがうまく動作しないことでエージェントが適切とは言えない応答をするケースがあり、ユーザの対話意欲に悪影響を与えた可能性がある。特に音声認識の固有名詞の認識精度と音声合成の合成速度には課題が残されている。

最後に対面による被験者内実験について述べる。本研究では 2.1 で述べたように、対面で被験者内実験を行った。したがって、被験者が無意識のうちに実験者の意図を汲んだ行動を取ってしまう可能性や、教示文で指示したにもかかわらずエージェントの応答内容を基準に評価してしまった可能性がある。また、被験者内実験では考慮されているとは言え、順序効果が完全に排除されているとは言えない。これらの実験設定による要因が対話意欲に影響を与えている可能性がある。

5 おわりに

本研究では、雑談対話において、ホログラムエージェントはスクリーンエージェントよりも存在感が高いことにより、ユーザに対話を続けたいと思わせる効果があるのかを明らかにすることを目的とした。

この目的を達成するために、本研究ではユーザと音声対話が可能なエージェントを開発した。その後、ホログラムエージェントとスクリーンエージェントの比較実験を行った。その結果、ホログラムエージェントはスクリーンエージェントに比べ、エージェントの存在感及びユーザの対話意欲が高いことがわかった。さらに、エージェントの存在感が高いことがよりユーザに対話を続けたいと思わせることが可能だとわかった。

今後の展望として、より存在感のあるエージェントの開発を計画している。現在よりも存在感のあるエージェントを開発することによって、本研究の結果よりも強い相関が見られる可能性がある。

また、今後の実験では、エージェントの音声認識や音声合成をより高精度なものに変更することで、より適切な対話を実現できる可能性がある。

参考文献

- [1] 宮澤幸希, 常世徹, 榎井祐介, 松尾智信, & 菊池英明. (2012). 音声対話システムにおける継続欲求の高いインタラクションの要因. 電子情報通信学会論文誌 A, 95(1), 27-36.
- [2] Li, Nai. & Lefevre, David. (2020). Holographic teaching presence: participant experiences of interactive synchronous seminars delivered via holographic videoconferencing. *Research in learning technology*, 28.
- [3] 山口貴史, 井上昂治, 吉野幸一郎, 高梨克也, & 河原達也. (2016). 傾聴対話システムのための言語情報と韻律情報に基づく多様な形態の相槌の生成. 人工知能学会論文誌, 31(4), C-G31-1.
- [4] 楊潔, & 菊池英明. (2021). 雑談対話ロボットの言語的協同によるユーザの共感促進と対話継続欲求の向上. 情報処理学会論文誌, 62(2), 772-781.
- [5] Scagnoli, N. I., Choo, J., & Tian, J. (2019). Students' insights on the use of video lectures in online classes. *British Journal of Educational Technology*, 50(1), 399-414.
- [6] 柏原昭博. (2019). エンゲージメントを引き出す学習支援ロボット. コンピュータ & エデュケーション, 46, 30-37.
- [7] 李晃伸, & 石黒浩. (2022). 自律・遠隔融合対話システムのための高生命感・高存在感 CG エージェントの開発. 人工知能学会研究会資料 言語・音声理解と対話処理研究会 96 回 (2022/12), 27.