

# CG エージェントを用いた対話システムにおける 疑似ソーシャルタッチの効果

## Effects of Pseudo Social Touch in Embodied Conversational CG Agent

山田 航暉<sup>1</sup> 上乃 聖<sup>2</sup> 李 晃伸<sup>2</sup>  
Koki Yamada<sup>1</sup> Sei Ueno<sup>2</sup> Akinobu Lee<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 名古屋工業大学

<sup>1</sup> Nagoya Institute of Technology

<sup>2</sup> 名古屋工業大学 大学院工学専攻

<sup>2</sup> Department of Engineering, Nagoya Institute of Technology

**Abstract:** 近年、音声対話システムは自然で多様な対話を実現するために発展を続けている。特に、非言語情報を統合する手法として、表情や身振りを活用する Embodied CG Agent が注目されている。しかし、CG エージェントは物理的な実体を持たないため、存在感が希薄であるという課題がある。本研究では、この課題を克服するために平面ディスプレイ上での自己投影アバターを介したソーシャルタッチである疑似ソーシャルタッチを導入した。実験では、ソーシャルタッチあり・なしの2条件で対話を実施し、CG エージェントの存在感や信頼感、対話における話しやすさや没入感などを測定した。結果として、疑似ソーシャルタッチを導入することでCG エージェントの存在感や信頼感が向上し、話しやすさが向上する傾向が示された。

## 1 はじめに

近年、音声認識や音声合成などの技術の向上に伴い、音声対話システムは発展を続けている。その中で、音声対話システムはより自然で多様な表現を可能にすることが求められており、ユーザとの対話を快適かつ円滑にするための手法が広く研究されている。こうした研究の一環として、音声対話システムに非言語情報を統合する試みが注目されており、特に表情や手足などの身体性を持つ Embodied CG Agent を活用した手法が関心を集めている。この技術は、従来の音声対話システムが主に言語情報のやり取りに限定されていたのに対し、表情や身振りといった非言語情報を組み合わせることで、よりマルチモーダルなコミュニケーションを可能にするものである。これにより、より自然で直感的な対話が実現し、多様な分野での応用が期待されている。

しかしながら、Embodied CG Agent を用いた音声対話技術には課題が存在する。その一つが、CG エージェントの存在感の不足である。CG エージェントは主に平面ディスプレイ上に表示されるため、現実世界の人間や物理的なロボット、アンドロイドと比較して存在感が薄いと感じられることが多い。この存在感の不足は、ユーザがCG エージェントとの対話に没入で

きないことや、信頼感や親密さを感じにくくなる原因となる。また、この存在感の不足は、対話相手との空間共有や直接的なインタラクションを行うことができないからであると考えられている [1]。

本研究では、この課題を克服するために、CG エージェントとの対話に「疑似ソーシャルタッチ」を導入することを試みる。疑似ソーシャルタッチとは、CG エージェントとユーザの自己投影アバター [2] が接触している様子を視覚的に提示することで、触覚そのものではなく、視覚的な接触感を通じてコミュニケーションの効果を高める手法である。例えば、CG エージェントがユーザのアバターに肩に触れる動作や、軽く撫でる動作を行う場面を視覚的に示すことで、慰めや親密さといった感情を喚起し、存在感の向上を図ることができると考えられる。

## 2 エージェントとのソーシャルタッチ

ソーシャルタッチ (Social Touch) は、身体的な接触を通じて感情を伝える役割を持つ [3]。また、接触を行うことで要求に対して積極的に応じる効果などがあるとされている [4]。このような機能や効果を持つソーシャ

ルタッチは心理学や人間工学の分野を中心として、ロボット工学やVR (Virtual Reality) など広い分野で研究されている。

ロボットとのソーシャルタッチに関する研究は、インタラクションにおける触覚の重要性を踏まえて発展してきており、医療、教育、遠隔存在感の向上を目的としたタッチロボットが注目されている [5]。ロボットからの触覚的インタラクションが社会的な感情に与える影響を調査した研究 [6] では、ロボットが被験者の手の甲をなでる「触覚条件」と、なでない「非触覚条件」の2つの条件を設定し、ロボットから不公平な提案が行われた際の被験者の反応を比較している。結果として、ロボットが被験者に触れることで不公平感が緩和されることが示された。このように、人以外の相手とのソーシャルタッチにおいてもソーシャルタッチ特有の効果が報告されている。

また、VR空間での物理接触の伴わない仮想ソーシャルタッチ (Virtual Social Touch) に関する研究も進んでおり、物理的な接触が伴わないVR空間においても、ソーシャルタッチが現実世界と同様の心理的効果を持つことが報告されている。VR環境におけるソーシャルタッチがユーザの感情に与える影響を調査した研究 [7] では、高親密度の接触は不安や嫌悪を増加させる傾向が挙げられた一方、低親密度の接触はリラックス感や幸福感を強化することがわかった。また、VR空間での対話プラットフォームであるVRChatにおける身体的インタラクションに関する研究 [8] では、アバター同士の身体接触が、相手への好感度を向上させ、コミュニケーションを容易にする傾向があると示されている。

### 3 疑似ソーシャルタッチシステム

#### 3.1 システム

本研究では、物理的接触を伴わない平面ディスプレイ上でソーシャルタッチの感覚を再現するアプローチを導入する。これまでの研究では、CG エージェントとのソーシャルタッチはVR機器を用いたVR空間で行われてきたが、実空間での平面ディスプレイを介したソーシャルタッチに関する研究は行われてきていない。2章で述べたように、物理的な接触がなくてもソーシャルタッチにはさまざまな心理的効果が確認されており、視覚的な情報のみで行う平面ディスプレイ上での疑似的なソーシャルタッチ (以下、疑似ソーシャルタッチ) においても、同様の心理的効果が引き出されることが期待される。具体的には、CG エージェントとの接触を視覚的に提示することで、ソーシャルタッチが成立し、CG エージェントの存在感の向上や、ソーシャルタッチ特有の心理的効果が促進されると考えられる。

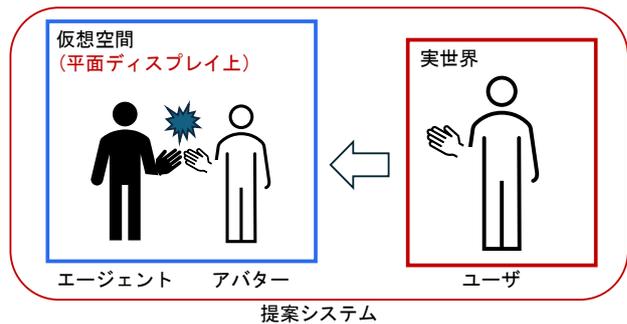


図 1: 疑似ソーシャルタッチの概念図

本研究の概念図を図1に示す。本研究では、平面ディスプレイ上におけるCGエージェントとの疑似ソーシャルタッチの導入を目的とし、その実現手法として自己投影アバターを用いる [2]。本研究では、この自己投影アバターを介して握手やハイタッチなどのソーシャルタッチ動作を視覚的に再現し、ユーザに対してタッチの感覚を疑似的に体験できる環境を提供する。

システム図を図2に示す。自己投影アバターの動作制御には、mocopiを用いてユーザの身体動作のトラッキングを行う。mocopiは、軽量の6つのセンサを使用し、リアルタイムで正確な動作データを取得可能である。通常、センサは両足首、両手首、頭、腰の6か所に装着するが、本システムではソーシャルタッチを行う上で、ユーザの上半身の細かい動きがトラッキングされることが重要であるため、mocopiアプリの上半身集中モードを採用した。このモードでは、両足首用のセンサを両上腕に移動させることで、ソーシャルタッチに関連する動作の精度を向上させている。

身体トラッキング情報は、mocopiからPC上のVMC (Virtual Motion Capture) に無線通信で送信される。VMCでは、mocopiアプリから受信したデータを処理し、ユーザの動作情報をVMCプロトコル (Virtual Motion Capture Protocol) を介してMMDAgent-EX [9] に転送する。送信された身体パラメータはMMDAgent-EX内の自己投影アバターに反映される。

また、CGエージェントの動作はユーザの発話内容に応じて、あらかじめ用意された対話シナリオや適切なソーシャルタッチ動作モーションを再生することによって行われる。

#### 3.2 追従機能

さらに本システムでは、ユーザが画面上で自己投影アバターを操作し、CGエージェントとソーシャルタッチを行う際の操作負荷を軽減するために、CGエージェントの手を自己投影アバターの手に自動的に追従させる機能を実装した。本機能の導入により、操作の精度

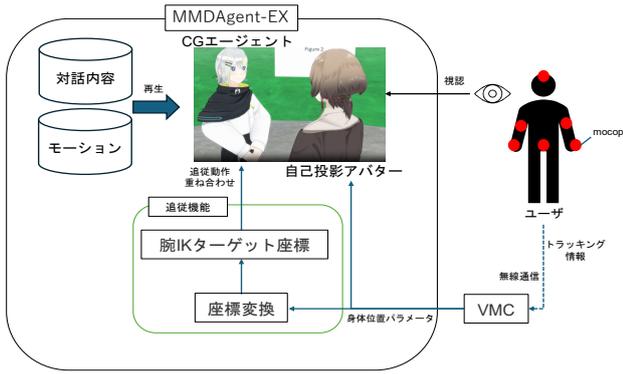


図 2: 提案システム図

を向上させるとともに、視覚的に自然なソーシャルタッチ動作を再現することが可能となる。

以下に示すのは、自己投影アバターの腕の動きを CG エージェントに追従させる仕組みの大きな処理の流れである。

1. 自己投影アバターのボーン座標の取得
2. CG エージェントの視点へ座標を変換
3. CG エージェントのボーン座標の更新
4. リアルタイムでの更新

これらの処理は具体的に次のように実行される。まず、VMC から取得した腕の位置パラメータから、自己投影アバターの腕の座標を、CG エージェントから見た座標に変換し、 $\mathbf{p}_A = (x_A, y_A, z_A)$  として取得される。この座標は、自己投影アバターの腕の動きを追跡するための基準となる。次に、得られた自己投影アバターの腕の座標  $\mathbf{p}_A$  を、CG エージェントの腕 IK ボーンの座標  $\mathbf{p}_B$  に適用し、CG エージェントの腕の位置が自己投影アバターの腕に一致するように更新する。これらの処理が、フレームごとに継続的に実行され、一貫して追従することが可能となる。

これにより、ユーザは自己投影アバターの腕を CG エージェントの腕に手で精密に合わせる必要がなくなり、視覚的および操作的に負担の少ないソーシャルタッチが実現される。

## 4 評価実験

### 4.1 実験条件・タスク

本実験では、ソーシャルタッチありの対話条件とソーシャルタッチなしの対話条件の2つを比較し、ソーシャルタッチがエージェントの存在感や対話評価に与える影響を検証する。ソーシャルタッチありの対話条件で



図 3: 実験風景



図 4: 自己投影アバター：うか

は、対話中に被験者がエージェントと握手、ハイタッチ、肩を叩かれるの3種類のソーシャルタッチを行う。握手は対話の開始・終了時、ハイタッチはポジティブな話題の後、肩を叩かれるタッチはネガティブな話題の後に行い、対話の自然な流れを維持した。ソーシャルタッチなしの対話条件では、対話中にソーシャルタッチは行わず、音声および視覚情報のみで対話を行った。対話は定型発話文を用いて実施し、CG エージェントの応答やソーシャルタッチモーション、追従機能を制御するタイミングはオペレータが操作した。

被験者は、対話に慣れた著者の所属する研究室のメンバーとし、質問内容を事前に伝えてスムーズな対話を促した。また、条件間の順序効果を避けるため、ランダムに2グループに分け、2条件を異なる順番で実験を実施した。

本実験の実験風景を図3に示す。実験は、被験者が他者の視線を気にすることなく対話に集中できる環境を整えるため、パーティションで区切られたスペース内で行い、オペレータはパーティションで区切られたスペースの外部からソーシャルタッチと発話、追従機能を操作した。

実験に使用したアバターを図4に示す。本研究では、実験被験者に男女が混在するため、誰もが違和感なく自己投影できるよう、中性的なデザインである CG エージェントのうか [10] (耳なし) を採用した。

## 4.2 評価方法

本実験では、各条件における対話終了後の2回、主観評価アンケートを使用し、疑似ソーシャルタッチがエージェントの存在感や対話評価に与える影響を評価した。アンケートは7段階のリッカート尺度を採用し、ソーシャルタッチの有無によるスコアの違いを分析した。評価項目には、A：自己投影感覚に関する5項目（論文 [11] より日本語に訳して引用）、B：エージェントの存在感に関する5項目、C：対話印象評価に関する7項目、D：没入感に関する3項目、E：対話意欲に関する2項目が含まれる。

また、ソーシャルタッチありの対話後でのみ、主観評価アンケートを使用してソーシャルタッチに関する評価を行った。アンケートでは各ソーシャルタッチの成立を評価する項目に加えて違和感、被験者の操作を要するソーシャルタッチ（握手、ハイタッチ）の操作難易度を評価した。さらに、VR空間での対話経験やアニメ鑑賞頻度が、疑似ソーシャルタッチの認識に与える影響を調査した。

## 5 実験結果、考察

### ソーシャルタッチ評価

本実験は12名に対して行われた。ソーシャルタッチのタッチ感に関する評価を図5に示す。この結果から各ソーシャルタッチにおいて被験者は一定のソーシャルタッチの感覚を得たことが分かる。また、各ソーシャルタッチのいずれかにおいて7段階中5以上の評価をした被験者は、12名中10名に達した。この結果から、多くの被験者が疑似ソーシャルタッチをしたと感じたことが示唆される。ただし、被験者ごとの平均的なソーシャルタッチの感じやすさや、どのタイプのソーシャルタッチにおいて感覚を強く感じるかは個人差が大きかった。また、アニメ鑑賞頻度とソーシャルタッチの感覚の感じやすさとの間に明確な相関関係は確認されなかった。VR空間における対話プラットフォームの利用経験者は12名中2名に過ぎず、本実験のサンプル数では十分な比較対象を得ることができなかった。

操作難易度に関する評価を図6、違和感に関する評価を図7に示す。操作難易度については、握手が最も低く、次いでハイタッチが続いた。これは本システムにおいては握手が比較的単純な動作であるため、ユーザが自然に行いやすいと考えられる。一方、ハイタッチは両手を合わせる必要があり、本システムにおいて操作難易度が高くなるため、違和感が強くなる傾向が見られた。

違和感に関しては、握手が最も低く、ハイタッチや肩を叩かれるタッチで強く感じられた。上記の通り、操

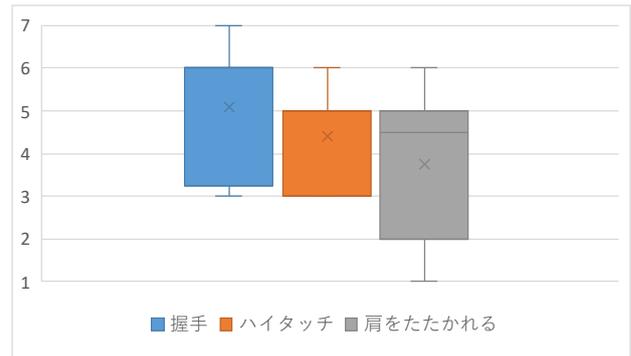


図5: 「各タッチをした感覚があったか」に対する評価

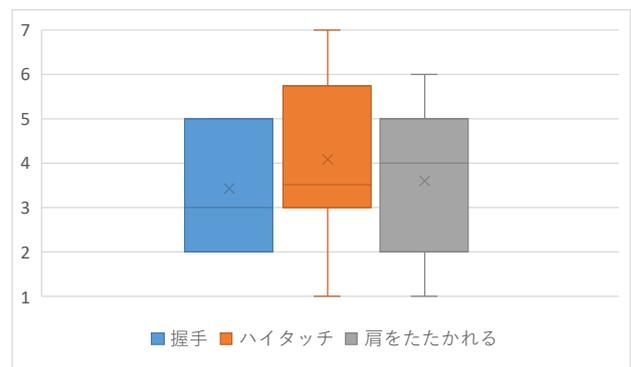


図6: 違和感

作難易度による違和感は存在するものの、自己投影アバターが不要な肩を叩かれるタッチにおいても握手より大きな違和感が見られた。これは、ハイタッチや肩を叩かれるタッチは握手と比較して心理的距離感が近くなるため、初対面のCGエージェントとの相互作用において違和感を引き起こす要因となったことが推察される。また、VR空間での対話プラットフォームの利用経験が豊富な被験者からは、本システムにおいて提示されるタッチに物足りなさを感じるという意見が寄せられた。さらに、視覚的な提示のみではソーシャルタッチの成立を十分に感じにくいとする被験者も存在した。このことから、ソーシャルタッチの設計では、心理的距離に応じた適切なタッチの種類と提示方法の検討が重要であると考察できる。初対面のCGエージェントとの相互作用では、握手など心理的距離の遠いタッチを優先し、親密性の高いタッチは慎重に扱うべきである。また、タッチ感を高めるためには、タッチ時のアニメーションの精緻化や聴覚フィードバックなどを活用し、タッチの実感を向上させる工夫が有効と考えられる。

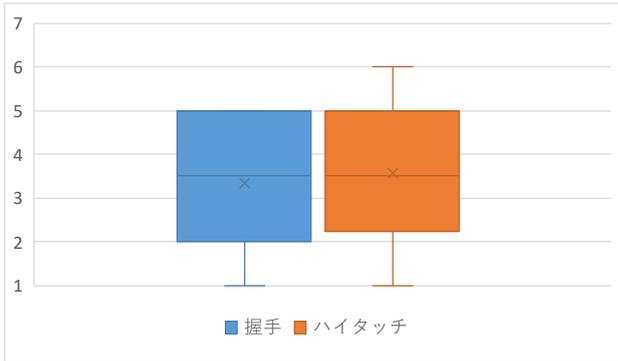


図 7: 操作難易度

## 対話評価

対話評価アンケートの平均スコアを図8に示す。ソーシャルタッチありの対話条件とソーシャルタッチなしの対話条件の2条件間でウィルコクソンの符号付順位検定(有意水準5%)を実施し、両条件間のスコアの差を分析した。

実験の結果、存在感評価(図8のB)から、平面ディスプレイ上での対話に疑似ソーシャルタッチを導入することで、エージェントの存在感が高まることが確認された。特に、「エージェントを信頼できる相手と感じた」や「エージェントの感情を読み取ることができた」といった項目において、ソーシャルタッチありの対話条件で有意に高いスコアが得られたことから、ソーシャルタッチがエージェントに対する信頼感や感情理解を促進することが示唆された。一方で、「エージェントを会話する相手だと感じた」という項目に関して、認識が弱まる傾向も確認された。この原因として、ソーシャルタッチに意識が分散され、対話への意識が薄れた可能性が考えられる。

対話印象評価(図8のC)において、ソーシャルタッチを伴う対話ではエージェントへの親近感が高まり、対話のしやすさも向上する傾向が見られた。これは、従来の研究において確認されている物理的および仮想的なソーシャルタッチの効果が、疑似ソーシャルタッチにおいても再現されたことを示している。

また、自己投影感(図8のA)に関しては、ソーシャルタッチを通じてアバターの動きと自身の身体の動きが同期し、アバターへの没入感が高まることが確認された。しかし、自由記述の中にはトラッキングの遅延やアバターの向きのずれによって、完全な身体所有感には課題が残るという意見が確認された。

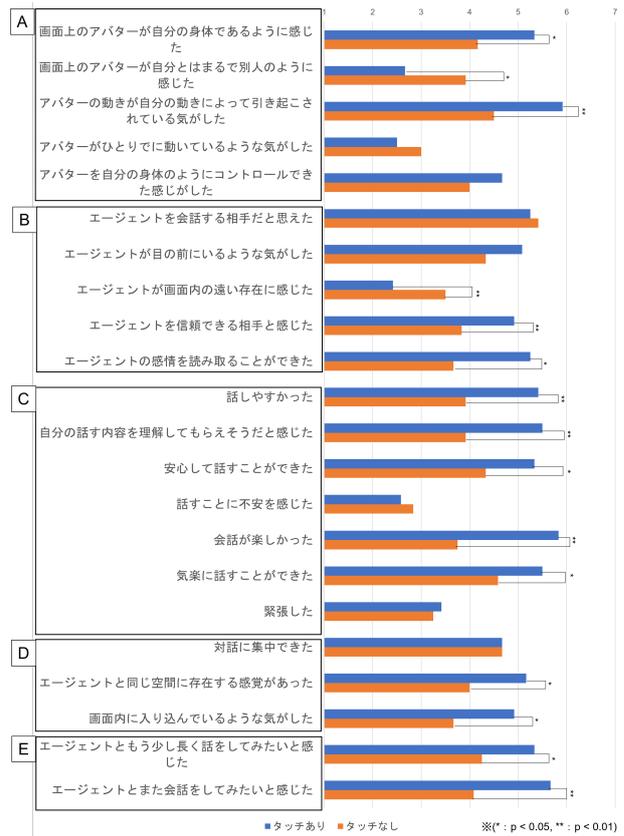


図 8: 対話評価結果

## 6 むすび

本研究では、音声対話システムにおいて、平面ディスプレイ上のCGエージェントとの疑似ソーシャルタッチを導入した。実験の結果、多くの被験者がソーシャルタッチの成立を感じ、エージェントの存在感や、より親密で没入感のある対話を感じることができた。一方で、トラッキングのラグやアバターの動きの不一致がタッチ感覚に影響を与え、これらの課題解決が今後の重要な課題であることが明らかとなった。

今後は、トラッキング技術の向上や、視覚に加え聴覚的フィードバックやCGエージェントのリアクションモーションを組み合わせたインタラクションデザインの改善が求められる。これにより、ユーザに対してより自然で直感的なソーシャルタッチを提供し、CGエージェントとの円滑な対話が実現できると考えられる。

## 謝辞

本研究は、JST ムーンショット型研究開発事業、JP-MJMS2011の支援を受けたものです。

## 参考文献

- [1] Aaron Powers, Sara Kiesler, Susan Fussell, and Cristen Torrey. Comparing a computer agent with a humanoid robot. In *Proceedings of the 2007 Conference on Human-Robot Interaction (HRI 2007)*, pp. 145–152. ACM, 2007.
- [2] 東省吾, 上乃聖, 李晃伸. CG エージェントを用いた音声対話システムにおける空間共有感のための自己投影法. HAI シンポジウム, pp. 21–26, 2024.
- [3] Matthew J Hertenstein, Dacher Keltner, Betsy App, Brittany A Bulleit, and Ariane R Jaskolka. Touch communicates distinct emotions. *Emotion*, Vol. 6, No. 3, pp. 528–533, 2006.
- [4] Nicolas Guéguen. Nonverbal encouragement of participation in a course: The effect of touching. *Social Psychology of Education*, Vol. 7, No. 1, pp. 89–98, 2004.
- [5] Jan BF Van Erp and Alexander Toet. Social touch in human–computer interaction. *Frontiers in digital humanities*, Vol. 2, p. 2, 2015.
- [6] 福田玄明, 塩見昌裕, 中川佳弥子, 植田一博. ヒューマンロボットインタラクションにおける SOCIAL TOUCH. HAI シンポジウム, pp. 1–4, 2012.
- [7] Philipp Sykownik and Maic Masuch. The experience of social touch in multi-user virtual reality. In *Proceedings of the 26th ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology*, pp. 1–11, 2020.
- [8] 加藤優貴, 長町和弥, 杉本麻樹, 稲見昌彦, 北崎充晃. VRChat における疑似身体接触が好感度とコミュニケーション難易度に及ぼす効果に関する調査研究. 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 26, No. 1, pp. 22–31, 2021.
- [9] Akinobu Lee. MMDAgent-EX. <https://github.com/mmdagent-ex/MMDAgent-EX>, December 2023.
- [10] Akinobu Lee. CG Cybernetic Avatar ”Uka”. <https://github.com/mmdagent-ex/uka>. (Accessed on 1/29/2025).
- [11] Mar Gonzalez-Franco and Tabitha C Peck. Avatar embodiment. towards a standardized questionnaire. *Frontiers in Robotics and AI*, Vol. 5, p. 74, 2018.