

指差しの対象と意図を明確にする AR ピンを用いた対面会話支援システム

石井 泰斗* 大澤 怜二† 川口 一画‡

概要. 対面コミュニケーションにおける指差しは、その対象や意図が相手に伝わらないことがある。既存の AR 研究では、遠隔や対面での指差し支援手法が提案されているものの、意図が伝わりづらい課題や、事前の 3D モデル準備が必要で現実物体への即時対応が困難という課題が残っている。本研究ではこの課題に対し、非言語表現を AR 技術で拡張する「拡張非言語表現」に着目する。我々は、指差しの対象と意図を明確化するシステムとして「AR ピン」を提案する。本システムは AR グラス (XREAL Air 2 Ultra) を用い、対面ユーザ間で仮想のピンを共有する。ユーザは「ピンチ」ジェスチャにより、ハンドレイが示す現実世界の物体や空間に AR ピンを設置できる。設置されたピンは全ユーザに共有され、指差しの対象を明確に示す。ピンはユーザごとに色分けされ、一定時間で自動消滅する。これにより、事前の 3D モデル準備なしに、現実空間での指示や要求を高速かつ具体的に伝達し、円滑なコミュニケーションを支援することを目指す。

1 はじめに

対面でのコミュニケーションでは身振り手振りのような非言語表現が用いられることがある。指差しはそのような非言語表現の一種であり、離れた位置にある対象に何らかの意図を持って注意を促すために用いられる。しかし、指差しはその対象 (例: ペットボトル) や意図 (例: それを取ってきて) が相手に伝わらないことがある [1, 2]。

指差しに注目した研究として、拡張現実 (AR) 技術を用いた手法が多数提案されている。AR 技術は遠隔会議や遠隔共同作業への応用が検討されており、遠隔ユーザの非言語表現を再現する研究も多数行われている [3, 4, 5]。これにより遠隔ユーザの指差しを再現することはできるものの、指差しそのものが持つ意図が伝わりづらいという課題は解決されていない。

また、対面でのコミュニケーションで AR 技術を用いる研究も行われている [6, 7, 8]。指差しに注目した研究 [6] として作業対象を仮想オブジェクトとして共有し、それに対する指差しの位置を調整する手法が存在する。しかし、この手法は事前に作業対象の 3D モデルを準備する必要があり、現実世界の物体を対象としたり突発的な会話で用いたりすることは難しい。

このような課題を解決するため、我々は非言語表現を AR 技術で拡張する拡張非言語表現に注目する。

Copyright is held by the author(s). This paper is nonrefereed and non-archival. Hence it may later appear in any journals, conferences, symposia, etc.

* 筑波大学 情報学群 情報科学類

† 筑波大学 理工情報生命学術院 システム情報工学研究群 情報理工学位プログラム

‡ 筑波大学 システム情報系

拡張非言語表現とは、現実では難しい AR ならではの表現によって非言語表現を拡張する手法であり、人型のロボットに対して実装が提案されている [9]。

本研究では、対面のコミュニケーションで用いられる人間の指差しに対して、拡張非言語表現の実装を提案する。指差しを AR で拡張することにより、指差しの対象や意図を明確にすることができる。また、指差しという行為そのものを拡張することにより、事前の 3D モデルの準備が不要となり、現実世界の物体への対応も可能になると考えられる。

2 関連研究

2.1 対面のコミュニケーションで AR を用いる研究

対面での会話や共同作業で AR 技術を用いる研究は多数行われており [6, 7, 8]、指差しに注目した研究も存在する。Gottsacker らが提案する Decoupled Hands [6] は、AR グラスを装着した対面のユーザ間で 3D オブジェクトを共有し、コミュニケーションを行う手法である。ユーザが 3D オブジェクト上の一点を指差すと、相手の視点では実際の手から離れた場所に仮想の手のオブジェクトが対応する箇所に表示され、指し示す対象を正確に共有できる。しかし、この手法はあらかじめ準備された 3D モデルの使用を前提としており、現実世界の物体を対象としたり、事前の準備がない突発的な会話で用いたりすることは困難である。

2.2 拡張非言語表現の研究

拡張非言語表現とは、指差しなどの非言語表現を、現実では難しい AR ならではの表現で拡張する手法

である[9]. 芦沢らの研究では人型のロボットに対して実装が提案されており, 指先からのレーザポインタの投射や, オーラのエフェクト表示などが実装されている. 本研究ではロボットではなく人間が行う非言語表現に対して拡張非言語表現の実装を行う.

3 システム

本研究では, 指差しの対象と意図を明確にすることを目的とした, AR 技術を用いる拡張非言語表現の実装を提案する. 本システムでは, 対面でコミュニケーションを行うユーザが AR グラスを装着することで, 後述する指差しの拡張非言語表現をお互いに共有することができる.

本システムは AR グラスとして XREAL Air 2 Ultra を, 制御端末として XREAL Beam Pro を用いている[10]. XREAL にはハンドトラッキング機能, 6DoF トラッキング機能, 空間メッシュ機能などが搭載されている. ソフトウェアは Unity で開発を行っており, 基本制御には XREAL SDK[11]を, ハンドトラッキングには Unity XR Hands [12]を, 現実世界の空間メッシュ認識には Unity AR Foundation[13]を使用している. また, 仮想オブジェクトの共有には Photon Fusion 2[14]を用いている. 詳細なシステム図は図 1 に示した.

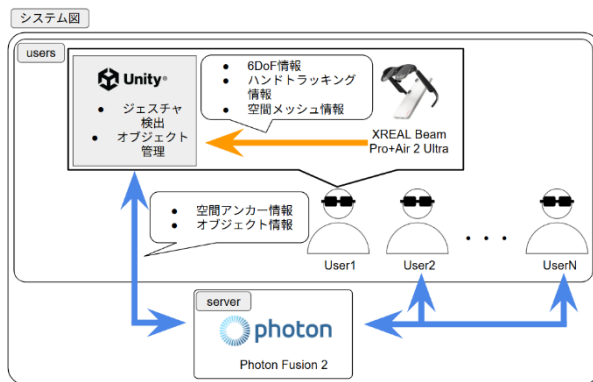


図 1. 提案システムのシステム図.

3.1 指差しの拡張非言語表現「AR ピン」

本システムでは指差しの拡張非言語表現として, AR ピンを提案する. AR ピンとは, ユーザが指差しの対象にオブジェクト (ピン) を設置することによりコミュニケーションを行う手法である. AR ピンの使用例として図 2 を示す. AR ピンは各ユーザごとに異なる色が割り当てられており, 一定時間経過後に自動消滅する.

ユーザの視点では非共有のハンドレイが表示されており, 親指と人差し指を近づける「ピンチ」のジ



図 2. 提案システムを使用している様子

ェスチャを行うことで, ハンドレイの先に AR ピンを設置することができる. 設置された AR ピンは同じシステムを使用する全てのユーザが視認することができる.

ピンを用いたコミュニケーションはビデオゲームで既に行われており[15, 16], ボイスチャットやテキストチャットよりも高速かつ具体的に指示や要求を行うことができる. そのことから, 現実世界でのコミュニケーションにおいてもピンを用いたコミュニケーションは有効であると考えられる. 単に空間の一点を指すだけでなく, 対象物の上に「ピンを立てる」という明確なアクションが加わることで、「あれを見てほしい」「あそこに行ってほしい」といった特定の意図を, 従来の指差しよりも強調して伝達する助けになると期待できる.

3.2 実装予定の拡張非言語表現

本稿で実装した拡張非言語表現は 3.1 節の通りであるが, 今後更なる拡張非言語表現の実装も検討している.

指差しの拡張非言語表現としては, 関連研究にあるようなハンドレイの可視化や, 手首から先を分離して移動させるといった手法を検討している.

また, AR ピンの機能拡張としてピンの種類を切り替えたりラベルを添付できるようにしたりするなどして, 指差しの対象だけではなく意図もより明確にできるようにしたい.

4 おわりに

本研究では, 指差しの拡張非言語表現として AR 技術を活用した AR ピンを提案した. 指差しの対象にピンを設置し共有することで, 指差しの利便性を向上させコミュニケーションを円滑に行うことができると考えられる. 今後は実装した提案システムを用いた実験を行い, 指差しの対象と意図の伝達率を調査する. また, AR ピン以外にも指差しを含めた非言語表現を拡張する方法について検討したい.

参考文献

- [1] Herbort O, Kunde W. How to point and to interpret pointing gestures? Instructions can reduce pointer-observer misunderstandings. *Psychol Res*. 2018 Mar;82(2):395-406. doi: 10.1007/s00426-016-0824-8. Epub 2016 Nov 10. PMID: 27832377.
- [2] Tomasello M, Carpenter M, Liszkowski U. A new look at infant pointing. *Child Dev*. 2007 May-Jun;78(3):705-22. doi: 10.1111/j.1467-8624.2007.01025.x. PMID: 17516997.
- [3] Ludwig Sidenmark, Tianyu Zhang, Leen Al Lababidi, Jiannan Li and Tovi Grossman. 2024. Desk2Desk: Optimization-based Mixed Reality Workspace Integration for Remote Side-by-side Collaboration. In *Proceedings of the 37th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*. (UIST '24), Article 44, 1–15.
- [4] Tomislav Pejisa, Julian Kantor, Hrvoje Benko, Eyal Ofek, and Andrew Wilson. 2016. Room2Room: Enabling Life-Size Telepresence in a Projected Augmented Reality Environment. In *Proceedings of the 19th ACM Conference on Computer-Supported Cooperative Work & Social Computing (CSCW '16)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 1716–1725. <https://doi.org/10.1145/2818048.2819965>
- [5] Kibum Kim, John Bolton, Audrey Girouard, Jeremy Cooperstock, and Roel Vertegaal. 2012. TeleHuman: effects of 3d perspective on gaze and pose estimation with a life-size cylindrical telepresence pod. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '12)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 2531–2540. <https://doi.org/10.1145/2207676.2208640>
- [6] Matt Gottsacker, Nels Numan, Anthony Steed, Gerd Bruder, Gregory F. Welch, and Steven Feiner. 2025. Decoupled Hands: An Approach for Aligning Perspectives in Collaborative Mixed Reality. In *Proceedings of the Extended Abstracts of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI EA '25)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 172, 1–7. <https://doi.org/10.1145/3706599.3720219>
- [7] Radiah Rivu, Yasmeen Abdrabou, Ken Pfeuffer, Augusto Esteves, Stefanie Meitner, and Florian Alt. 2020. StARe: Gaze-Assisted Face-to-Face Communication in Augmented Reality. In *ACM Symposium on Eye Tracking Research and Applications (ETRA '20 Adjunct)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 14, 1–5. <https://doi.org/10.1145/3379157.3388930>
- [8] Shizhen Zhang, Shengxin Li, and Quan Li. 2025. Understood: Real-Time Communication Support for Adults with ADHD Using Mixed Reality. In *Proceedings of the 38th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST '25)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 205, 1–23. <https://doi.org/10.1145/3746059.3747602>
- [9] 芦沢 優介, 守 新太郎, 長谷川 実紀, 藤川 興昌, 市川 あゆみ, 佐方 葵, 井原 圭一 and 川口 一画. 2025. 物理的提示と AR 提示を併用するハイブリッド型ロボットにおける拡張非言語表現の提案 . In *インタラクション 2025 論文集*. (インタラクション'25), 論文 ID 2B-40, 790-794.
- [10] XREAL, Inc. 『XREAL Beam Pro+ Air 2 Ultra セット』 XREAL JP Shop, <https://jp.shop.xreal.com/products/xreal-beam-pro-air-2-ultra-bundle> (最終閲覧日: 2025 年 10 月 22 日).
- [11] XREAL, Inc. 『XREAL SDK Overview』, XREAL, <https://docs.xreal.com/> (最終閲覧日: 2025 年 10 月 24 日).
- [12] Unity Technologies. 『XR Hands』, Unity マニュアル, <https://docs.unity3d.com/ja/2022.3/Manual/com.unity.xr.hands.html> (最終閲覧日: 2025 年 10 月 24 日).
- [13] Unity Technologies. 『AR Foundation』, Unity マニュアル, <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.xr.ar.foundation@5.1/manual/index.html> (最終閲覧日: 2025 年 10 月 24 日).
- [14] Photon Engine. 『Fusion 2 - Fusion 2 とは? | Photon Engine』 Photon Engine, <https://doc.photonengine.com/ja-jp/fusion/current/fusion-2-intro> (最終閲覧日: 2025 年 10 月 22 日).
- [15] Riot Games, Inc. 『リーグ・オブ・レジェンド』, League of Legends, <https://www.leagueoflegends.com/ja-jp/> (最終閲覧日: 2025 年 10 月 24 日).
- [16] Electronic Arts Inc. 『エーペックスレジェンズ』, Electronic Arts, <https://www.ea.com/ja-jp/games/apex-legends> (最終閲覧日: 2025 年 10 月 24 日).