

視線操作によるアバター表情制御システムの提案

岡崎淳之介^{†1} 柴田隆史^{†1}

概要: VRChat ではハンドジェスチャを用いてアバターの表情を変更することができる。しかし、会話中などに手の形を変更してしまうことで、意図せぬ表情になってしまうことがあり、コミュニケーションの齟齬やアバターの身体所有感の低下などが生じることが懸念される。また、表情を維持しつつ手の形を変更することができないため、その間に手を用いた表現、例えば笑いながら手を振るといったしぐさを伴うコミュニケーションなどが制限されてしまう。本研究では、アバター間の円滑なコミュニケーションを支援することを目的として、特にハンドトラッキング環境下において、HMD によるアイトラッキングを利用してアバターの表情を維持し、適切に別の表情に切り替えられるシステムを提案する。

1. はじめに

メタバースは、物理的制約を超えた社会を構築できることから、近年、教育や医療、ビジネス、エンターテインメントなど様々な分野での活用が検討されている。また、メタバースは用いる技術の多様性や応用分野の広さ、潜在的な可能性の高さなどから複数の定義があるが、総務省では、“ユーザー間で「コミュニケーション」が可能な、インターネット等のネットワークを通じてアクセスできる、仮想的なデジタル空間”としている[1]。特に、没入型 HMD (Head Mounted Display: ヘッドマウントディスプレイ) とコントローラーを用いてメタバース内でアバターを介したコミュニケーションを行うものはソーシャル VR (Virtual Reality: バーチャルリアリティ) と呼ばれ、代表的なものとしては VRChat (VRChat Inc.) [2]がある。VRChat は 2014 年から HMD を用いたプレイを可能としており、世界的に多数のユーザを有している。日本でも多くのユーザがおり、2023 年にソーシャル VR 利用者を対象に実施された調査では、日本人の 80%が VRChat を最もよく利用していることが報告されている[3]。

アバターを用いたコミュニケーションにおいては、アバターの表情や振る舞いが重要であると考えられる。そこで本研究では、アバター間の円滑なコミュニケーションを支援することを目的として、HMD によるアイトラッキングを利用してアバターの表情を維持し、適切に別の表情に切り替えられるシステムを提案する。また本研究ではソーシャル VR として VRChat を選定した。

2. アバターによるコミュニケーション

VRChat の利用では、ユーザは 3D キャラクターであるアバターを操作することで、メタバースにおける自身として活動する。VRChat での活動は動画配信やダンス、ワールドやアバターの制作といった創作活動から、ゲームのプレイやイベントへの参加、ワールド探索、友達との交流など様々

である。その中でも友達との交流は多くのユーザにとって VRChat をプレイする主要な目的となっている[3]。

人は他者との交流を行う際、言語を用いたやりとりである言語コミュニケーションと、表情や姿勢、視線の方向などを用いた非言語コミュニケーションの両方を用いることがよく知られている[4]。Mehrabian はメッセージ全体の印象を 100%とした場合に、言語内容の占める割合は 7%、音声と音質の占める割合は 38%、表情としぐさの占める割合は 55%という法則を示しており[5]、コミュニケーションにおいて非言語コミュニケーションの重要性を示唆している。特に表情は自身の情動の表現や他者の情動の理解などに大きな役割を果たしており、笑顔がコミュニケーションの円滑さを判断する手がかりになっていること[6]や、笑顔の相手をより信頼しやすいこと[7]、さらに、言語や文化が異なっても表情によって表現されるものにはある程度の普遍性があること、すなわち言語によらず表情によって感情の伝達がある程度可能であること[8]などが知られている。

メタバース空間でのアバターを用いたコミュニケーションにおいても、表情が重要な非言語コミュニケーションになると考えられる。Kruzic らの調査によると、アバターの表情が変化する場合の方がお互いにより好感を持ち、正確な印象を持つことが報告されている[9]。また、Kokkinara らは、フェイストラッキング技術を用いてユーザの顔の動きや表情をアバターの顔に同期させた際、顔において高いレベルの身体所有感と行為主体感が誘起されることを報告している[10]。船木らは WEB 会議システム Zoom でのアバターを用いたコミュニケーションにおいて、フェイストラッキングを用いて 3D アバターに自身のまばたき、うなずき、口の動作を反映させた場合、2D アバターに自動でまばたきとうなずきを行わせ、マイク音声により口の動きを付加した場合よりもアバターに対する親近感が向上することを報告している[11]。さらに、岡田らは他人からの接触によって自動で表情が変化するアバターを用いた実験において、自身の意図と異なる表情をアバターがしてしまうことによ

^{†1} 東海大学 情報理工学部 情報メディア学科

り違和感が生じるというインタビュー結果を報告している [12].

フェイストラッキングは自身の表情をそのままアバターに反映することによる直感的な表情制御が可能であり、操作者の負荷が少ない制御手法であると言える。しかしその反面、顔の動きが全て伝わってしまうためアバターに反映したくないユーザの表情まで伝わってしまうことが考えられる。また、本研究で対象としている VRChat ではアニメ調のアバターが主流であり、現実では有り得ない表情も可能なことから、フェイストラッキングによって表現の自由度が下がってしまうことも考えられる。以上のことから、メタバース空間においてハンドジェスチャを用いて自身の表情を意図的かつ自由に表現できることには一定のメリットがあると考えられる。

3. VRChat におけるアバターの表情の変更

VRChat において、アバターの表情はハンドジェスチャを用いて切り替えることができる。ユーザはコントローラーを操作して特定の手の形（ハンドジェスチャ）を作ることによって、アバターの表情を切り替える（図 1）。例えば、親指と人差し指と中指の 3 本を広げるジェスチャをすると、目を細めて微笑んだ表情を作ることができる（図 1 の左から 2 番目）。



図 1 ハンドジェスチャを用いた表情制御
(上段：アバターの表情，中段：アバターの手の形，
下段：ユーザのハンドジェスチャ)

手の形を維持している間はその表情が継続され、別のハンドジェスチャをすることで表情が変更される。そのため、アバターの表情を瞬時に切り替えられる点では優位性があり、円滑なコミュニケーションにつながる事が考えられる。しかし、VRChat の実用場面においては、会話中などに手の形を誤って変更してしまい、意図せぬ表情をしてしまうことがしばしば生じるという課題がある。それにより、コミュニケーションの齟齬やアバターの身体所有感の低下などが生じることが懸念される。また、表情を維持しつつ手の形を変更することができないため、その間、手を用い

た表現、例えば笑顔がチョコキのハンドジェスチャに割り振られている場合、笑いながら手を振るといったしぐさを伴うコミュニケーションなどが制限されるという課題がある。

この課題に対する簡易な解決として、ジェスチャの入力中にコントローラーのボタンを押すことで表情を固定し、もう一度ボタンが押されるまでその表情を維持する方法がある。しかし近年の HMD ではハンドトラッキングによりコントローラーを用いずに手の動きだけで直感的な操作を実現するものも増えてきている（図 2）。VRChat の利用においてもコントローラーを用いずにハンドトラッキング操作でアバターの表情を切り替えることができる。例えば図 2 のように、親指とその他の指を合わせることで ON-OFF などの操作が可能であるが、確認のために手を見て行うことや一定時間指を合わせる必要がある。この環境下において、表情の指定と固定の 2 つの動作を同時に行うことは難しく、スムーズな表情固定の切り替えができない。それにより、会話の内容に合わせてテンポよく表情を変更することが難しくなることが推測される。

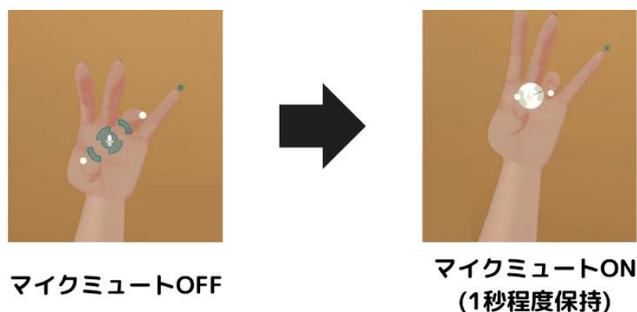


図 2 薬指と親指の接触によるマイクミュートの切り替え

4. 視線操作を用いる方法の提案

本研究では、アバターの表情の維持と変更を自由に行うために視線操作を用いる方法を検討した。それにより、ハンドトラッキングを併用している時においても、スムーズに表情の固定と変更を行えるのではないかと考えた。

アバター表情の維持と変更を行うために、ユーザが FaceMirror に視線を向ける動作に着目した。FaceMirror とは VRChat ユーザが自身のアバター表情を確認するための鏡であり、表示を有効にすると画面下部に常に表示される（図 3）。VRChat ユーザはこの FaceMirror を用いて自身の表情が変更・維持できているかを確認している。そこで、この FaceMirror を確認する際の視線の動きを入力として利用しアバター表情の制御を行うことで、ユーザにとって自然で負荷の少ない動作となると考えた。



図3 プレイ画面における視線位置と FaceMirror (大きな鏡で自分の姿を見ているシーンであるため、操作しているユーザの全身が見えている)

本システムでは、ユーザの視線が FaceMirror の範囲外にある間はアバター表情が固定され続け、視線を FaceMirror 内に移動させた場合のみ、表情の固定が解除され、新たな表情に変更できるようにした (図4)。FaceMirrorを確認して表情を変更するという一連の流れの中に表情固定を解除するトリガーを設定することで、無駄なく自然な表情制御の実現を目指した。

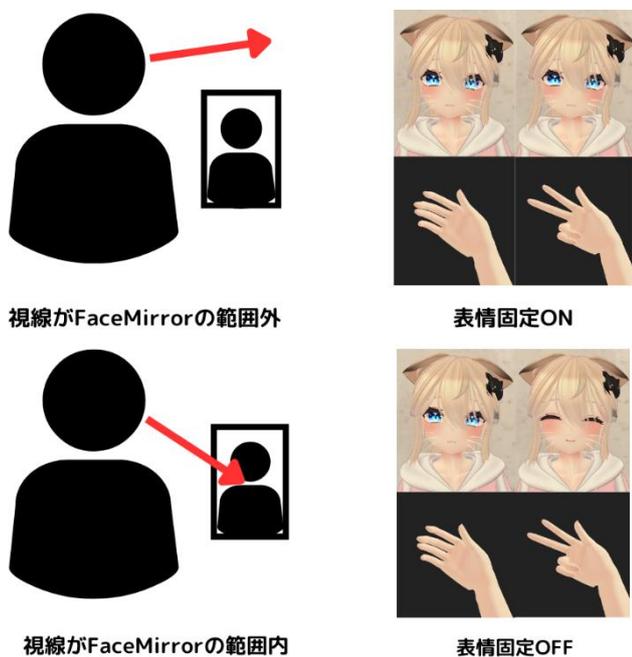


図4 視線を用いた表情固定の切り替え (視線を FaceMirror に向けることで、表情の固定が解除されて次の表情に切り替えられる)

5. 提案する方法の実装

VRChat の利用において FaceMirror に視線を向けて確認するという自然かつ迅速な入力により、アバター表情の固定と切り替えを行うことができる方法を提案する。

FaceMirror に視線を向けるという、ユーザの自然な行動に着目し、HMD 内のアイトラッキングを用いることでコントローラーが不要なハンドトラッキング環境でもスムーズに表情の維持と切り替えができることが特徴である。

5.1 開発環境

本研究では、HMD として VIVE Focus 3 (HTC) を選定し、VIVE Focus 3 アイトラッカー (HTC) を装着することでアイトラッキングを行うこととした。提案する本システムはアバターに搭載するギミックにより実現されるため、アバターはアイトラッキング対応を行ったものを使用した。開発には VRChat でギミックを実装するための SDK である VRCSDK3.7.4 を使用し、システムの実装には Unity 2022.3.6f1 を用いた。動作確認はデスクトップ PC と HMD を接続して VRChat で行った。

5.2 実装方法

ユーザの視線の動きを検出し、VRChat のアバターに搭載されたギミックに視線データを渡すまでのフローを図5に示した。ユーザの視線情報をアイトラッカーが認識し、それを PC 上のフェイストラッキングソフトに送信後、意味のあるデータに変換し、そのデータを OSC (Open Sound Control) ソフトを介して VRChat に送信する。そして、アバターのギミックにデータが渡される。フェイストラッキングソフトには SRanipal、OSC ソフトには VRCFaceTracking[13]を用いた。アバターのアイトラッキング対応については、VRChat から送信される視線の x, y 座標情報を受け取り、それをアバターの目の動きに反映するための設定を行った。

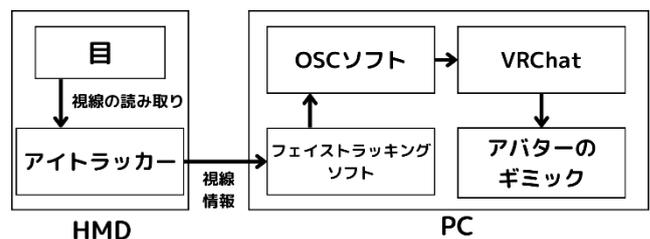


図5 視線データをアバターに渡すまでのフロー

本システムの核となる機能は、視線が FaceMirror の範囲内に入った際に表情の固定を OFF (変更可能) にし、FaceMirror から外れた際に ON (固定) にする、表情固定の自動 ON-OFF 切り替え機能である。この機能は Unity を用いて実装した。FaceMirror に視線を向けたかどうかを判断するために、アバターの Eye ボーンの直下に球体の 3D オブジェクト Sphere を配置して、視線の動きに追従するようにした。また、Head ボーンの直下に、箱型の 3D オブジェクト Cube を、ゲーム画面上で FaceMirror と重なる位置に配置した。Sphere が視線に追従して動き、FaceMirror の位置にある Cube と接触すると表情の固定が解除される仕様

とした(図6)。

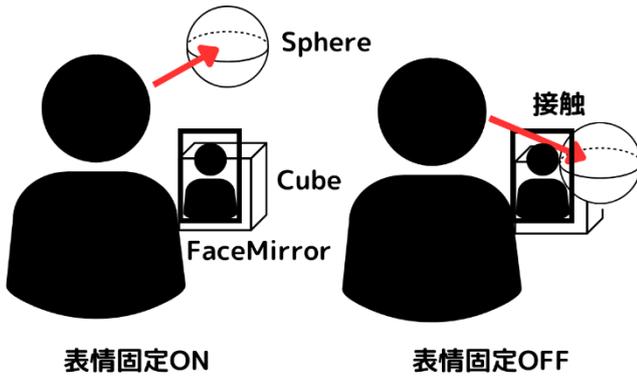


図6 視線がFaceMirrorに向けられたことを判断するためのCubeとSphereの接触判定の取得

CubeにはVRCContactReceiver, SphereにはVRCContactSenderというComponentを設定し, CubeとSphereが接触している間のみ, 接触判定のパラメータの値を0から1に変更するよう設定した. そして別の表情に切り替える条件に, ジェスチャが変更されたことに加えて接触判定のパラメータの値が1であることを追加することで, CubeとSphereが接触している間, すなわち視線がFaceMirrorに向けられている時のみ, 表情を変更できる.

6. おわりに

本研究では, アバター間の円滑なコミュニケーションを支援することを目的として, HMDによるアイトラッキングを利用してアバターの表情を維持し, 適切に別の表情に切り替えられるシステムを提案した. 具体的には, VRChatの利用においてFaceMirrorに視線を向けて確認するという自然かつ迅速な入力により, アバター表情の固定と切り替えを行うことができる方法を提案した. HMD内のアイトラッキングを用いることで, コントローラーを用いないハンドトラッキング環境でもスムーズに表情の維持と切り替えができる.

本システムはVRChatにおける既存の手法の利点をそのままハンドトラッキング環境下に持ち込める点に特に有用性があると考えられるが, ユーザによる評価には至っていない. 本システムにより自分のアバターが意図せぬ表情をしてしまうことを減らせるため, 会話相手からの信頼度の向上やアバターの身体所有感の向上が期待される. また, 手の形の制限がなくなり, しぐさを伴うより自由な感情表現が可能になることにより, より親密なコミュニケーションが可能になることも期待される. 今後は, 本提案による視線入力の効果検証として, ユーザビリティテストやコミュニケーションの支援の観点からの評価実験を行う予定である. また本システムの核である特定領域に視線を向けることによるON-OFFの切り替え機能は, 他にも様々な応用が可能であると考えられるため, 有用な活用の仕方を検討

していく.

参考文献

- [1] 総務省.“「Web3時代に向けたメタバース等の利活用に関する研究会」 中間とりまとめ”. https://www.soumu.go.jp/main_content/000860618.pdf, (参照 2024-12-18).
- [2] “VRChat”. <https://hello.vrchat.com/>, (参照 2024-12-23).
- [3] “Social VR Lifestyle Survey 2023 ソーシャルVRライフスタイル調査2023”. <https://drive.google.com/file/d/1KlyzqJbzMU7KFCM8GdjH7YIUotLmxbv0/view?pli=1>, (参照 2024-12-23).
- [4] 高木幸子. コミュニケーションにおける表情および身体動作の役割. 早稲田大学大学院文学研究科紀要 1, 25-36, 2005.
- [5] Mehrabian, A.. Communication without words. Psychological Today. 2, 53-55, 1968.
- [6] Takagi, S., and Tokunaga, A.. The role and presumption of facial expression in communicative acts. European Conference of Facial Expression. Poster Session, 2005.
- [7] Carmichael, C. L., and Mizrahi, M.. Connecting cues: The role of nonverbal cues in perceived responsiveness. Current Opinion in Psychology. 53, 101663, 2023.
- [8] Ekman, P., and Friesen, W.V.. Constants across cultures in the face and emotion. Journal of Personality and Social Psychology. 17, 124-129, 1971.
- [9] Oh Kruzic, C., Kruzic, D., Herrera, F. and Bailenson, J.. Facial expressions contribute more than body movements to conversational outcomes in avatar-mediated virtual environments. Scientific Reports. 10, 1-23, 2020.
- [10] Kokkinara, E., and McDonnell, R.. Animation realism affects perceived character appeal of a self-virtual face. Proceedings of the 8th ACM SIGGRAPH Conference on Motion in Games, MIG 2015, 221-226, 2015.
- [11] 船木烈, 物部寛太郎. 非言語情報を用いたアバターの親近感を高める手法に関する研究. 第27回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, 2022.
- [12] 岡田稜, 三武裕玄. 自動表情変化アバタが及ぼす身体化感覚への影響. 第29回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, 2024.
- [13] “VRCFaceTracking”. <https://docs.vrcft.io/>, (参照 2024-12-23).