

HMDの動きと映像の非同期を活用したアバタの身体形状認知の促進手法

伊奈 佑馬* 橋浦 健太* 森本 浩輔† 渡邊 恵太†

概要. VR空間におけるアバタは、ユーザのアイデンティティや個性の表現としての役割を持ち、コミュニケーションやコンテンツ体験の質の向上に寄与する。一方で、VR空間で自分自身のアバタの形状を直接視認する手段は、鏡を介した反射や第三者視点の操作時などの限定的な状況であり、ユーザは着用するアバタの形状に適した認知特性を保持していない可能性がある。そこで本研究では、ヘッドマウントディスプレイ（HMD）の動きとその内部映像間の意図的な非同期を活用し、アバタの身体形状に応じた擬似的な重さの感覚をユーザに知覚させる手法を提案する。本手法は、VR空間内でのアバタの身体形状認知の促進を目的とする。

1 はじめに

VR空間上の身体であるアバタは、VR空間でのコミュニケーションやコンテンツ体験の質を向上させる重要な要素であり、没入感や継続的な参加意欲を高める役割を果たす[1]。一方で、アバタの形状が現実の身体と異なる場合、ユーザは新たな身体イメージ[2]を獲得する必要がある。ユーザが身体イメージを獲得する方法として、VR空間上の鏡の前に立って自身の身体の同期性を確かめたり[3]、3人称視点で身体を操作する[4]ことが試みられてきた。しかし、これらの方法はユーザが求めている体験とは異なる動作を行う必要があった。他方で、身体像に合わせた触覚を提示するデバイスを装着することで身体イメージを獲得する方法がある[5]。しかし、この方法ではデバイスのコストや装着の手間がかかる。

そこで、視覚効果を利用することでユーザにアバタの身体形状を理解させる試みが行われている。PCゲームの「Apex Legends¹」では、操作するキャラクターに応じて視覚効果を変化させ、キャラクターの特徴を提示する。Apex Legendsでは設計上、ゲーム内のキャラクターの移動速度は全キャラクターで統一されている。しかし、実際のプレイ体験において、小型キャラクターが大型キャラクターよりも速く動いていると知覚する。この知覚の違いは、小型キャラクターの短い歩幅が、一歩ごとの動きを迅速に感じさせることに起因する。この歩幅を表現するために、画面の揺れやキャラクターの腕の動きの頻度を調整し、キャラクターの身体形状と移動の知覚を連動している。

本研究は、ユーザにアバタの身体形状に応じた擬似的な重量感を知覚させる視覚効果について調査し



図 1. アバタの外観と視点. HMDの動きに遅延や慣性の視覚効果を加え、アバタごとの身体イメージを知覚させる。

た。本稿では、ヘッドマウントディスプレイ（HMD）の動きとその内部映像間の意図的な非同期が遅延と慣性を引き起こし、ユーザに重量感が知覚されるかユーザスタディを行った。その結果、重量感が想起された一方で、VR酔いを感じるフィードバックが得られた。

2 提案

HMDの動きと映像の間に意図的な非同期を生じさせることで、アバタの形状に関する擬似的な力覚的知覚を得る手法を提案する（図1）。

2.1 遅延の視覚効果

遅延の視覚効果では、HMDの動きに対して、提示する映像を数秒遅らせることで、アバタの重さによる動きの制約をリアルタイムで体感させる。

2.2 慣性の視覚効果

慣性の視覚効果では、ユーザが振り向く動作や左右を向くなどの回転動作を行った際、HMDの回転

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

* 明治大学大学院

† 明治大学

¹ <https://www.ea.com/ja-jp/games/apex-legends>

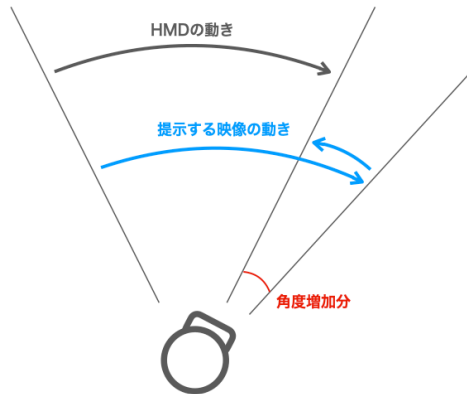


図 2. 慣性の視覚効果

量を基準に、提示映像の回転量を数角度増加させた後、元の HMD の角度に合わせることで、アバタの慣性モーメントを体感させる（図 2）。

3 議論

本研究において提案した手法を 1 名が体験した。また、応用例として特定のアバタに対応する視覚効果の組み合わせとその値を定義し、2 名が体験した。以下に、その体験結果、課題点、および今後の展望について述べる。

3.1 試用と体験

実装した VR 空間内では、視覚効果無し、遅延の視覚効果、および慣性の視覚効果の 3 つのモードを切り替えられる。遅延の視覚効果モードでは、遅延秒数をスライダーを用いて調整できる。同様に、慣性の視覚効果モードにおいては、2 章 2 節で述べた角度増加の値をスライダーを用いて調整できる。

実装した VR 空間を、1 名が体験した。体験者は、視覚効果無し、遅延の視覚効果、視覚効果無し、慣性の視覚効果の順で体験した。体験者は、遅延の視覚効果と、慣性の視覚効果のそれぞれのモードで、遅延秒数や増加角度などの値を自由に変更して体験した。

検証を通じて、視覚効果を利用することで擬似的な重さの知覚を得る可能性を確認した。遅延の視覚効果においては、遅延の値を最小から徐々に増加させた結果、遅延の量が増加するにつれて、物体が重く感じられる傾向を観察した。しかしながら、遅延量が極端に増加すると、遅すぎて思い通りに動けないことを確認した。一方、慣性の視覚効果に関しては、角度の増加に伴い、まるで大きく振り回されているかのように感じる傾向を観察した。

3.2 特定アバタでの体験

応用例として、特定のアバタに対応する視覚効果の組み合わせとその値を定義した。考察したアバタは 3 種類で、それぞれリュックサックを背負ったアバタ、鎧を着用したアバタ、羽の生えたアバタである。リュックサックを背負ったアバタには、リュックサックの重さを模倣するための 0.15 秒の遅延の視覚効果と、角度増加 10 度の慣性の視覚効果を適用した。鎧を着用したアバタには、鎧の重さを模倣するための 0.2 秒の遅延の視覚効果のみを適用し、鎧が全身に分布しているため、慣性モーメントは均一と考え、慣性の視覚効果は適用しなかった。羽の生えたアバタには、羽の重さと空気抵抗を模倣するための 0.2 秒の遅延の視覚効果と、角度増加 20 度の慣性の視覚効果を適用した。

3 種類のアバタに対応する視覚効果を、2 名が体験した。体験では、どのアバタを体験するか事前に提示し、VR 空間内では辺りを見回すように教示した。体験者は、視覚効果無し、リュックサックを背負ったアバタ、鎧を着用したアバタ、羽の生えたアバタの順で体験した。

2 名の体験者は、リュックサックを背負ったアバタに関して、現実的にリュックサックを背負っている際の感覚と一致すると意見した。また、鎧を着用したアバタや羽の生えたアバタについては、これらの状態を現実で体験したことはないものの、体験者の予想と概ね一致する感覚を得ると意見した。ただし、1 名の体験者は、羽の生えたアバタに関する視覚効果が予想以上に重く感じられたと意見した。

3.3 提案手法の課題

体験者からは、VR 空間における酔い感（VR 酔い）を強く感じたとの意見が得られた。特に、遅延および慣性の視覚効果において、遅延秒数や増加角度が大きくなると、すなわち通常の映像提示との差異が拡大するほど、VR 酔いが顕著に発生した。この結果を踏まえ、VR 酔いを引き起こさないための適切な値の範囲の特定が今後の課題として必要である。

3.4 展望

本稿では、HMD の動きとその内部映像間の意図的な非同期により、アバターの重量感が想起されることを確認した。しかしながら、現段階では羽根の大きさや、尻尾の大きさなどの身体形状の差異を知覚することは困難である。今後の研究方針として、視覚効果のバリエーションや値の調整を通じて、これらの身体形状の差異を認知させる方法を探求する予定である。

参考文献

- [1] Konstantina Kilteni, Ilias Bergstrom, and Mel Slater. Drumming in immersive virtual reality: the body shapes the way we play. *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, Vol. 19, No. 4, pp. 597–605, 2013.
- [2] Henry Head and Gordon Holmes. Sensory disturbances from cerebral lesions. *Brain*, Vol. 34, No. 2-3, pp. 102–254, 1911.
- [3] Mar Gonzalez-Franco, Daniel Perez-Marcos, Bernhard Spanlang, and Mel Slater. The contribution of real-time mirror reflections of motor actions on virtual body ownership in an immersive virtual environment. In *2010 IEEE virtual reality conference (VR)*, pp. 111–114. IEEE, 2010.
- [4] Inan Evin, Toni Pesola, Maximus D Kaos, Tuukka M Takala, and Perttu Hämäläinen. 3pp-r: Enabling natural movement in 3rd person virtual reality. In *Proceedings of the annual symposium on computer-human interaction in play*, pp. 438–449, 2020.
- [5] Mie C. S. Egeberg, Stine L. R. Lind, Sule Serubugo, Denisa Skantarova, and Martin Kraus. Extending the human body in virtual reality: Effect of sensory feedback on agency and ownership of virtual wings. In *Proceedings of the 2016 Virtual Reality International Conference, VRIC '16*, New York, NY, USA, 2016. Association for Computing Machinery.