

令和3年8月31日

報道機関 各位

東北大学大学院情報科学研究科

バーチャルリアリティ（VR）行動科学実験は どこまで正確か VR ヘッドマウントディスプレイで生じる遅延時間と精度

【発表のポイント】

- ・バーチャルリアリティ用ヘッドマウントディスプレイ（VR HMD）の普及により、VR を利用した知覚認知研究が世界的に増加している
- ・しかし、VR HMD がどこまで正確な精度を持つかは実証されていない
- ・本研究では、VR HMD における刺激呈示の精度（視覚では約 0.02 秒、聴覚では約 0.04～0.06 秒の遅延が発生）を解明し、今後の VR 研究に必要な精度指標値を国際的に提供した

【概要】

VR HMD の普及によって、ヒトの知覚認知機能を VR 空間で検討することが容易となり、心理学・生理学・工学など様々な分野で VR を利用した研究が世界的に増加しています。しかし、VR HMD による映像表示や音の再生（刺激呈示）が、従来の実験環境と同じように正確か、具体的にどれほどの精度を持つのかは未解明であり、得られる研究データそのものが正確かどうか不明確なため、精度の実証が期待されていました。

東北大学大学院情報科学研究科の立花良助教と松宮一道教授は、実験制御で推奨される Python 言語環境（※1）を用いて、近年主流の VR HMD における刺激呈示精度を解明しました。特に、遅延がほぼ生じない従来の実験環境に対して、HMD における映像表示では一貫して約 0.02 秒、音の再生には最大で 0.06 秒の遅延が生じることを実証しました。本研究により、現在の VR 研究における実験手続きの正確性に警鐘を鳴らすとともに、今後の VR 実験に必要な精度指標値を国際的に提供することができました。

本研究成果は、2021 年 8 月 3 日付で国際学術誌 Behavior Research Methods 誌（電子版）に掲載されました。

【詳細な説明】

HTC や Oculus などの一般向け VR ヘッドマウントディスプレイ (HMD) 普及によって、VR 環境を利用した研究が世界的に増加しています。従来の実験室実験では、厳密な環境統制の観点から、図形や画像、純音など古典的な実験刺激や特定の狭い視野範囲に限定された手続きによる行動実験が基本でした。HMD による VR 空間では、こうした制約に縛られず、より現実に近い環境を実現できるため、注目を集めています。

しかし、VR 研究が増加する中、VR HMD による刺激呈示がどこまで高い正確性と精度を持つのかは未解明な方法論的課題があります。一般的な知覚認知研究では、実験参加者に視覚刺激を呈示 (映像などを見せること) する際に、CRT や低遅延ディスプレイが使用されます。聴覚刺激を呈示する (音などを聞かせること) 際も同様に、低遅延のヘッドフォンやスピーカーが使用されます。こうした環境によって、刺激呈示における高い正確性 (呈示遅延の少なさやリフレッシュレートに基づく適切な呈示時間) および精度 (呈示遅延や呈示時間の安定性) を確立し、遅延時間がほぼ 0 秒の厳密な実験を行なっています。0.01 秒単位の遅延が、研究データに大きく影響するためです。一方、VR 研究で使用される HMD が、これら頑健な研究環境と同等の正確性と精度を持つかは不明確であり、VR 実験環境構築の指標となる具体的な刺激呈示時間の正確性や呈示遅延時間が実証されていない課題があります。VR HMD では、通常の液晶ディスプレイなどのように表示遅延などが公開されていない場合が多く、研究で使用する際に、研究者のプログラムした通りに刺激呈示ができているか不明確な問題があります。

また、VR 実験は Unity や Unreal Engine などのゲーム開発エンジンによる制御が多く、従来の行動科学研究のように、共通したソフトウェアやプログラム言語環境下での刺激呈示や比較が未実証な問題もありました。2D 環境における心理学実験では PsychoPy や OpenSesame など Python 言語による専用ソフトウェア環境が充実しており、刺激呈示も高い正確性と精度を持っています。しかし Unity などのゲームエンジンでは、Python 言語環境による刺激呈示よりも遅延が大きく、刺激呈示の正確性と精度が低くなるという報告もあります。そのため、Python 環境での VR 実験の場合、刺激呈示はどこまで正確に可能なのか、どの程度の呈示遅延が生じるのか、指標となる精度の実証が期待されていました。

本研究では上述の問題を受け、HTC や Oculus などの近年主流の VR HMD における視覚刺激呈示の正確性と精度について、Python 言語による実験制御用環境を用いて体系的に精度実証を行いました。実験では、HMD による視覚・聴覚・視聴覚刺激における呈示時間や呈示遅延を、測定専用機器 Black Box Toolkit (BBTK, UK) を用いて測定しました。実験結果から、視覚刺激呈示では一貫して約 20ms (0.02 秒) の遅延が生じる一方で、聴覚刺激呈示では約 40~60ms (0.04~0.06 秒) の遅延が生じることが判明しました。聴覚に関しては、使用する VR HMD によって大きく精度が変化することが判明しました。これらの呈示遅延は視覚と聴覚刺激の同時

呈示においても同様であり、例え VR HMD 上で視覚と聴覚刺激を同時呈示するようプログラムした場合でも、視覚と聴覚刺激呈示の間には約 20ms～40ms (0.02～0.04 秒) のズレが生じると判明しました。またこうした遅延やズレは、プログラム上の呈示方法で約 5ms (0.005 秒) まで修正できることも提案しました。

このように本研究から、Python 言語環境における VR HMD 環境の刺激呈示精度を世界で初めて実証しました。本研究で解明した精度は、今後の VR 研究における精度指標値となる重要性があり、より正確な研究データを得るため大きな鍵となります。また、本研究で用いた精度実証方法は世界的にも先駆的であり、今後は視覚や聴覚のみならず、触覚呈示の精度などにも直接利用できる応用性があるため、今後のますます増加する VR 多感覚研究の実験環境レベル向上に貢献できると言えます。

本研究成果は、2021 年 8 月 3 日に Behavior Research Methods 誌に掲載されました。本論文はオープンアクセスで、自由に閲覧可能です。

※1 Python 言語

インタープリター型の汎用プログラミング言語。機械学習や人工知能開発、心理学や神経科学における実験制御など、科学研究での使用が普及している。

【謝辞】

本研究は公益財団法人電気通信普及財団および JST さきがけ (JPMJPR16DB) の研究助成支援を受けました。

【論文情報】

題目: Accuracy and precision of visual and auditory stimulus presentation in virtual reality in Python 2 and 3 environments for human behavior research.

著者: Ryo Tachibana & Kazumichi Matsumiya

雑誌名: Behavior Research Methods

DOI: <https://doi.org/10.3758/s13428-021-01663-w>

URL: <https://link.springer.com/article/10.3758/s13428-021-01663-w#Abs1>

【問い合わせ先】

東北大学 大学院情報科学研究科

助教 立花 良

電話: 022-795-4564

E-mail: ryo.tachibana[[@](mailto:ryo.tachibana@tohoku.ac.jp)]tohoku.ac.jp