

バーチャル空間と現実空間における行動の比較分析に関する検討－第四報－

平本 和己, 濱本 和彦

Investigation on the comparison of the difference of human behavior between the real and the virtual environment using HMD -4th report-

Kazuki Hiramoto, Kazuhiko Hamamoto

1. はじめに

Head Mounted Display (HMD) を利用したバーチャルリアリティ (VR) 技術は未だ不完全であり, HMD を利用したバーチャル環境 (VR 環境) では現実と認知・行動の差が存在すると考えられる. この差を調査するため, 先行研究[1][2]では目の前の物を掴む「リーチング」を用いた比較実験が行われた. 現実では, 掴めると判断する最大距離 (判断距離) は, 実際に掴める限界距離 (到達距離) の約 1.1 倍であることが判明している[3][4]が, VR 環境ではこの値が異なり, 認知行動に差があることが判明した. 視差調整による差の補正についても検討されたが, 補正は完全ではなかった.

そのため, 前回の報告[5]では VR 環境と現実の認知・行動差をより詳細に調査することを目的に, 現実, 現実を再現した VR 環境, 環境情報 (テクスチャやオブジェクトなど) を限りなく減らした単純な VR 環境でリーチング実験を行った. 結果, 現実と 2 つの VR 環境では判断距離が異なり, 認知に差が生じていることが判明した. また, VR 環境と単純化した VR 環境で判断距離が異なり, 周囲の環境情報が VR 環境におけるリーチング認知に影響を与えていることが示唆された.

しかしながら, 前回の報告では現実的な VR か, 単純化した VR か のみの調査であったため, 環境情報に関する調査をより詳細に行う必要がある. また, 差の補正方法についても検討する必要がある.

2. 実験手法 1

まず, 周囲の環境情報が認知に与える影響について調査を行う.

前回の報告と同様, 本研究ではリーチングを用いて VR 環境と現実で実験を行う. VR 環境の作成には Unity, モデリングには 3ds Max を使用し, VR 環境の提示には HTC Vive を用いる. また, 手の動作取得に HTC Vive 付属のコントローラを使用する.

実験では, 被験者の目の前に缶を置き, 缶を掴めると判断した最大距離と缶を実際においた最も遠い距離を, 現実と 2 種類の VR 環境で測定する (実験 1 被験者: 15 人). 1 つは現実を再現した VR 環境 (以下 VR), もう

1 つは VR 環境の環境情報を減らし, 単純化させた VR 環境 (Simplified VR: SVR) である. 実験に使用する環境を Fig. 1, 2, 3 に示す.



Fig. 1 現実

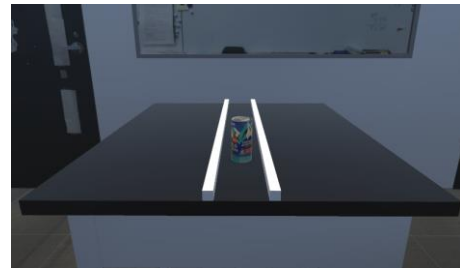


Fig. 2 VR

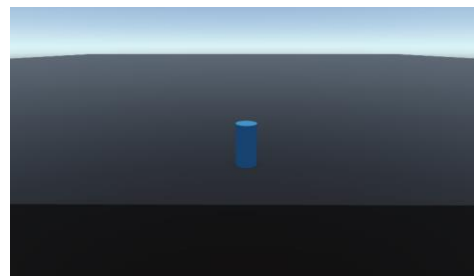


Fig. 3 SVR

さらに, VR 環境では環境情報量に着目し, どの環境情報が最も重要であるかを確認するため, 環境情報を変化させた複数の VR 環境で実験を行う (実験 2 被験者: 8 人). 環境情報を変化させた実験環境を Fig. 4 から Fig. 7 に示す. 加えて, VR 環境の経験による現実の認知に対する影響を調査するため, 実験 2 の後, 現実で再び実験を行う (実験 3 被験者: 8 人).

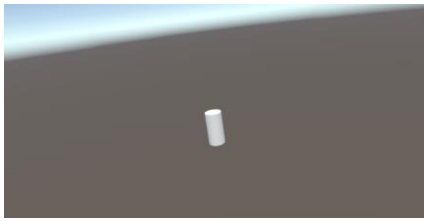


Fig. 4 缶のみ

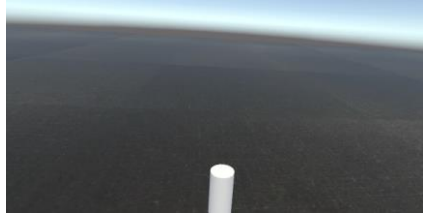


Fig. 5 缶と地面

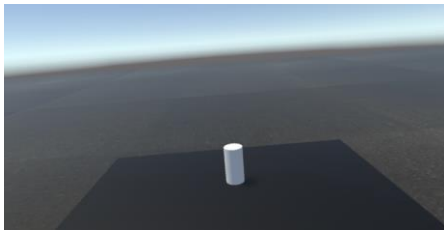


Fig. 6 缶と地面と机

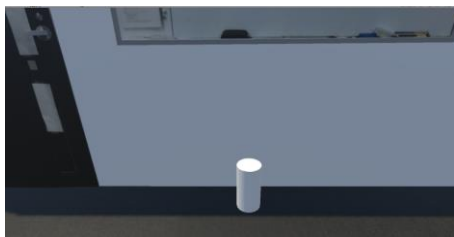


Fig. 7 缶と地面と部屋

3. 実験手法 1 の結果

現実を Real, 現実を再現した VR 環境を VR, 環境情報量を最も減らした VR 環境(缶と地平線のみ)を SVR とする。また、被験者ごとに「缶を掴めると判断した最大の距離の平均値」を「机から被験者の肩の高さ」で割ったものを「判断距離」, 「缶を置いた距離の平均値」を「机から被験者の肩の高さ」で割ったものを「到達距離」とし、「判断距離」を「到達距離」で割ったものを「判断距離比」とする。

実験の結果, Real と VR では到達距離に差はないが判断距離比には差が生じ, 認知に差があることが判明した (Fig. 8, 9)。また, SVR から環境情報を少しずつ追加すると VR の値に近づき, 環境情報が認知に影響を及ぼすことが示唆された (Fig. 10)。さらに, VR 環境の実験を 6 回行った被験者群に現実の実験を再び行ったところ, Real 2 の判断距離比の値は 1.00 となり, 現実の値 (1.1) ではなく, VR の値 (0.96) に近づいた (Fig. 3)。このことから, 不完全な VR 環境で訓練を行うと正しい

認知に影響が出ることも示唆された。

以上より, 現実と VR 環境には認知・行動の差があることが判明し, VR 環境内の経験・情報量が認知行動に影響することが示唆された。しかし, VR 環境の認知が現実によく情報は判明しなかった。そのため, リーチングで認知・行動の差を減少させるには体の表示など VR 内の環境情報をさらに増やす必要があると考えられる。実験手法 1 では環境情報による認知行動の変化を調査したが, 身体の実表示は行わなかった。現実では自身の身体は常に見えており, 特にリーチングを行う際は手や腕の情報は重要であると考えられる。実験手法 1 の VR 環境内では手の代わりにコントローラを表示していたが, 認知に差も生じたことから, 実際の手とは異なる認知ではないかと考えられる。よって, VR 環境内でも身体に関する環境情報(手, 腕など)を提示して差を調査し, どの情報が必要十分な情報であるかを明確にする必要がある。

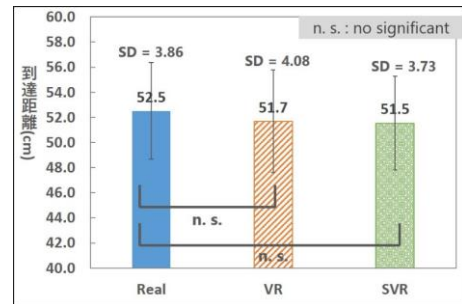


Fig. 8 全被験者の 3 環境の到達距離の平均値比較

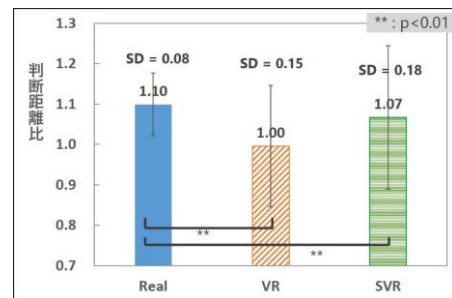


Fig. 9 全被験者の 3 環境の判断距離比の平均値比較

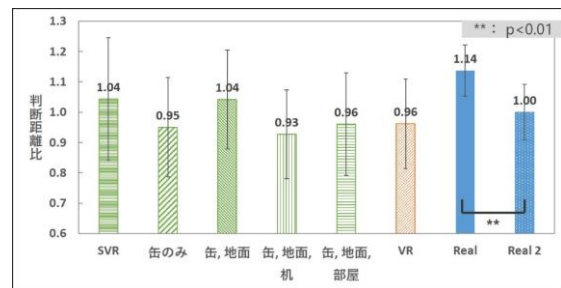


Fig. 10 環境情報量を変化させた際の全被験者の判断距離比の平均値比較

4. 実験手法 2

実験手法 1 の結果を踏まえ、実験手法 2 では身体情報を表示した状態の実験を行う。また、これまでの研究では、VR 環境に慣れさせずに実験を行っていたが、現実では物を持つ、見渡すなど、常に環境との相互作用で情報を獲得しているため、VR 環境でも同様に慣れさせる必要があるのではないかと考えられる。そこで以下の手法を提案する。

- (1) ユーザの身体や動きを表示した VR 環境 (VR Room) を作成する。
- (2) VR Room で VR 環境との認知を獲得させる (認知獲得課題)。
- (3) 空間認知を測定し、VR 環境と現実で比較を行う (リーチング実験)。

実験手法 1 と同様に、リーチングを用いて VR 環境と現実で実験を行う。開発環境には Unity, 3ds Max, HTC Vive を用いる。実験手法 1 からの変更点として、装着時の安定性のため、Vive には Vive Audio Strap を取り付ける。また、手と指の動きを取得するために Leap Motion を Vive の前面に取り付けて使用する。

まず、実験で使用する部屋を再現した VR 環境、VR Room を Unity, 3ds Max で作成する。また、VR Room 内に、認知獲得課題で使用する単純な形状のオブジェクトも作成する。作成した VR Room が Fig. 11 である



Fig. 11 VR Room

認知獲得課題では、VR 環境との認知を獲得させるため、VR Room 内で複数の課題を順に行わせる。被験者は開始位置となる椅子に座り、HMD を装着する。その後、被験者を椅子から立ち上がらせ、課題を指示しつつ順に行なわせる。また、課題中は自由に動いて良いことを被験者に伝える。

(a) ブロックを積む課題 最初の課題では、被験者はバーチャルハンドを使用し、正面に置かれているブロックを右側のお手本と同じように積み重ねる。課題環境を Fig. 12 に表す。被験者には、自由に動いて周囲を見

渡して良いこと、手本を動かしても良いことを伝える。ブロックを手本と同じように積んだ段階で課題完了とする。

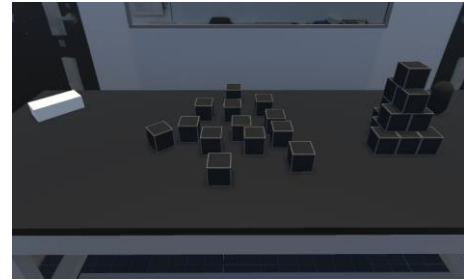


Fig. 12 Task of stacking blocks

(b) 球体を転がす課題 この課題では、球体をレールに乗せて転がし、ディスプレイを倒させる。ブロックを積む課題後、被験者に課題場所に移動するよう指示する。課題環境を Fig. 13 に示す。球体は大と小二つのサイズがあり、レールも二つのサイズに合わせた間隔となっている。ディスプレイを両方倒した段階で課題完了とする。

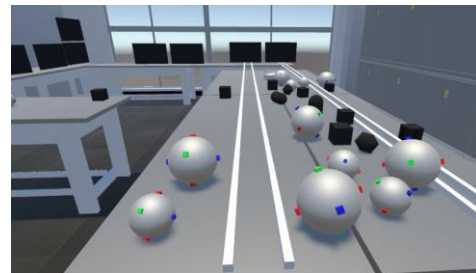


Fig. 13 Task of rolling a sphere

(c) 物を投げる課題 この課題では、壁面近くのディスプレイを、周囲のオブジェクトを投げることで倒させる。球体を転がす課題後、被験者に、壁面にあるディスプレイを、周囲のオブジェクトを投げて倒すように指示する。課題環境を図 10 に示す。ディスプレイを 3 枚以上倒した段階で課題完了とする。



Fig. 14 Task of throwing objects

(d) 自由課題 最後に、VR 環境への没入感を高めるため、被験者に 5 分程度自由に遊んでもらう。被験者に

はブロックを積む、物を投げるなど、何をしても良いことを伝える。

認知獲得課題後、すぐにリーチング実験を行う。リーチング実験は実験手法 1 に、判断距離の測定を SVR, VR, 現実で行う。また判断距離の測定後、到達距離の測定を現実で行う。

リーチング実験の結果を Fig. に示す。実験用語は実験手法 1 と同様である。結果、これは先行研究[1-4]と同じである。また、VR の CDDG ratio は 1.15 (SD=0.10), SVR は 1.33 (SD=0.09) となった。Real と VR, Real と SVR で T 検定を行った結果、Real と VR では有意差はなく、Real と SVR では $p < 0.01$ で有意差があった (Real-VR: $p = 0.6827$, Real-SVR: $p = 0.0003$)。先行研究[7-9]では現実と VR 環境の CDDG ratio の値は異なっていたが、本研究では Real と VR はほぼ同じ値となり、SVR のみ Real と異なる値となった。また、標準偏差は三環境でほぼ同じ値となり、環境によるばらつきは見られない結果となった。よって、本研究では現実と VR 環境で認知の差はなく、環境情報を減らした VR にすると認知の差が生じる結果となった。

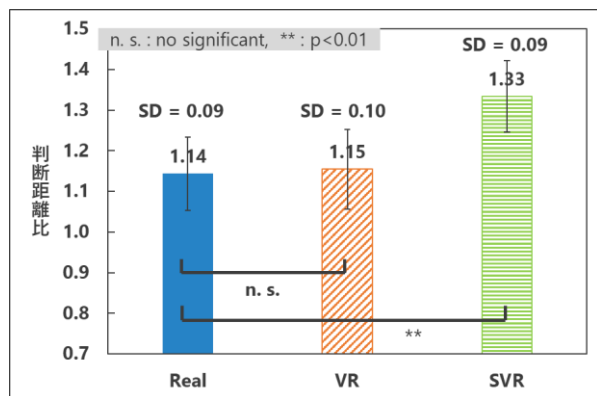


Fig. 15 3 環境の判断距離比の平均値

4. おわりに

現在の VR 技術は、現実と比べていまだ不完全であるため、VR 環境と現実の間には認知・行動に差が存在すると考えられる。そこで、本研究ではリーチングと呼ばれる認知行動を用いて VR 環境と現実の認知・行動差の調査をした。

実験手法 1 の結果、VR 環境と現実の間には本質的な認知の差があることが判明し、環境情報の量や経験が認知の差に影響を及ぼすことが示唆された。しかし、現実と近づく情報は判明しなかった。

そこで、実験手法 2 では VR 環境の認知に必要な情報を調査し、認知の違いをどのように補うかを検討した。まず、VR 環境との認知を得るための課題を行い、その後、リーチングを用いて空間認知の違いを調べる実験を行った。結果、現在の VR 環境においても、必要十分な環境情報、ユーザ情報(ユーザの身体 CG モデルとその動き)を含めることで認知の違いを補うことができ、適切な認知を実現できることが示唆された。

今回の実験では、VR 環境の認識にとって自身の動きが見えることが重要であることが判明した。よって、今後、ユーザの実際の身体が常に目に見える CAVE 型 VR 環境で認知がどのようなものかを調べる必要がある。また、これまで行ってきた研究は「ユーザ対環境」の認知の差の調査であったが、今後は、「ユーザ対ユーザ」(複数ユーザ間のコミュニケーション)の認知の差を検討する必要がある。

参考文献

- [1] 濱本和彦, 信学技報, 115, 116, 51-54 (2015)
- [2] 濱本和彦, 信学技報, 116, 104, 35-38 (2016)
- [3] Carello, *et al.*, *Ecological Psychology*, 1, 1, 27-54 (1989)
- [4] 上野将紀, 奥住秀之, 発達心理学研究, 24, 2, 117-125 (2013)
- [5] 平本和己, 濱本和彦, 第 84 回 CAVE 研究会予稿

業績リスト

- (1) K. Hiramoto, K. Hamamoto, Proc. IBIOMED 2018, pp.68-73, (Bali, Indonesia)
- (2) 平本和己, 濱本和彦, 電気学会医用・生体工学研究会, MBE-18-040 (2018)
- (3) K. Hiramoto, K. Hamamoto, 2017 Annual Conf. of EISS, IEEEJ, SS III, No.4 (2017)
- (4) K. Hiramoto, K. Hamamoto, Proc. 2017 10th BMEiCON (Hokkaido, Japan)
DOI: 10.1109/BMEiCON.2017.8229132
その他 2 件