



2021年8月16日

報道関係者各位

慶應義塾大学

VR環境における物体サイズ知覚と 仮想的な手を用いて物体を掴む運動の特徴を解明

—VR研究やゲーム開発応用へ期待—

慶應義塾大学文学部の板口典弘助教は、心理学的に厳密な手法を用いて、没入型ヴァーチャルリアリティ（VR）環境における物体の大きさ知覚のバイアス、および仮想手を用いた物を掴む運動（到達把持運動）の特徴を明らかにしました。具体的にはまず、VR環境内の物体は、それが身体部位であろうと日常物品であろうと、実際よりも約5%小さく知覚されることを示しました。次に、仮想手を用いて物体を掴む際には、物体が現実にも存在し、実際に掴める場合には、手の開き幅が約40%程度も大きくなる一方で、物体が仮想的（視覚的）にしか存在しない場合には、手の開き幅は現実環境とほぼ変わらないことを明らかにしました。

本成果は、VRを用いた研究実施や、より高い没入感・より疲れないゲームの開発など、幅広い分野で応用されることが期待されます。

本研究は、2021年8月13日に「Frontiers in Virtual Reality」（オンライン版）に掲載されました。

1. 本研究のポイント

1. 厳密な心理学的実験手法を用いてVR環境における知覚と運動を検討した。
2. VR環境の物体は、それが仮想手でも日常物品でも、実際よりも約5%小さく知覚され（過小評価）、物体位置や仮想手を操作する経験にも影響を受けなかった。
3. 知覚バイアス（過小評価）の大きさは、体験者の手の大きさとある程度相関していた。
4. 仮想手を用いた物を掴む運動（到達把持運動）の制御は、現実場面と共通するところが多いものの、掴む物体を実際に触れるか否かで把持運動特徴が大きく異なった。

2. 研究の背景

近年、ヴァーチャルリアリティ（VR）を用いた研究やゲームが増えています。その一方で、現状のVR環境と現実環境の間には、いくつかの差や違和感が存在することも事実です。このような差は、研究であれば結果の解釈、ゲームであれば没入感の低下などに影響を及ぼす要因となり、その特性を正確に理解した上での効果的な対策が望まれます。本研究では、VR環境における「知覚」と「運動」という二つの側面における問題点を解決するために行われました。

(1) VR環境において、現実と網膜上で同じ大きさに設定した物体が「小さく見える」といった内観は以前から報告されてきましたが、その研究手法や結果もバラバラであり、今一つ決定的なエビデンスは得られていませんでした。

(2) VR 環境において仮想的な手を出現させて仮想物体を操作することは非常に楽しく、また社会的応用が望まれている技術でもあります。このときの手指の操作が現実環境とどのように異なるかは明らかではありませんでした。

3. 研究の方法と成果

本研究では、心理学的に厳密な統制および測定手法を用いて、VR 環境におけるサイズ知覚と把持運動の特徴を検討するために二つの課題を行いました。どちらの課題も、市販の没入型 VR 機器 (Oculus Rift) を用いて行われました。

(1) 物体の大きさ判断課題

VR 環境内に呈示したさまざまな大きさの物体 (手・ジュースの缶) が「自身の記憶の中の物体と比較して大きいか/小さいか」を二択で判断する課題を行いました (Figure 1A-D)。この課題は、恒常法^{注1}と呼ばれる手法を用いて実施されました。また、物体を呈示する位置 (近位 VS 遠位)、仮想手と実際の手の位置の関係 (一致 VS 不一致)、仮想手を使った物体操作運動をする経験 (運動前 VS 運動後) という 3 つの要因が知覚に与える影響を検討しました。

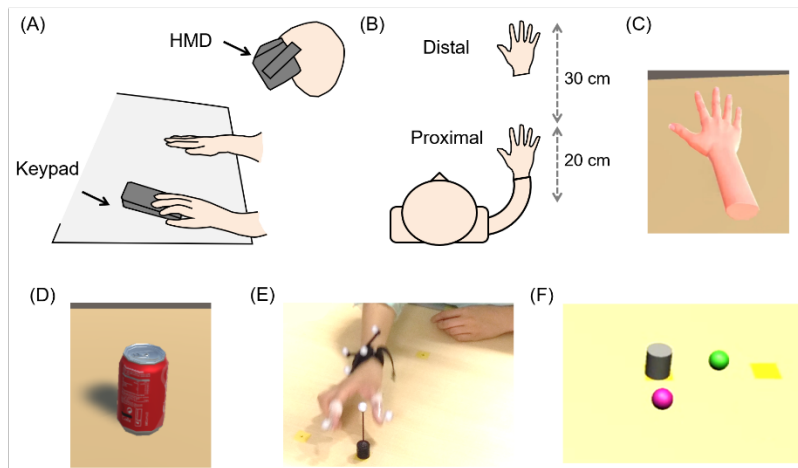


Figure 1. (A) 実験環境 (B) 手の位置 (C) 仮想手 (D) 缶 (E) 到達把持運動 (F) 到達把持運動課題において、指先が球で表示される条件

実験の結果、①VR 環境の物体は、それが仮想手でも日常物品でも、主観的等価点^{注2}の平均値が約 95%であること (約 5%の過小評価)、②大きさ知覚の弁別閾^{注3}の平均値は実際の大きさの約 3%であること、③過小評価は検討した 3 つの要因すべてに影響を受けないこと^{注4}、④過小評価の大きさは、参加者の手の大きさと正の相関を持つこと (相関係数 0.32) が明らかとなりました。

(2) 到達把持運動課題

VR 環境内において、仮想手を用いてターゲットを掴む運動 (到達把持運動、Figure 1E) を行いました。ターゲットは直径 1.5cm、高さ 2cm の円柱でした。その際の親指と人差し指の開き具合の変化を実験条件ごとに検討しました。ターゲットの触覚 FB (フィードバックあり VS なし) と仮想手の形状 (CG の手 VS 親指と人差し指の位置のみ球として呈示、Figure 1F) という要因を操作し、計 4 条件 (2 触覚×2 形状) を現実環境における到達把持運動と比較しました。

実験の結果、①仮想環境条件すべてにおいて現実環境よりも運動時間が長くなること、②指の最大開き幅は触覚 FB が無い条件では現実環境とあまり変わらないものの、触覚 FB がある場合

(実際に掴める場合)には現実環境よりも約4割(約1.5cm)も大きくなること、③すべての仮想環境において、指の開き幅がピークになるタイミングが早まることが明らかとなりました。

4. 研究の意義と応用

本研究は、これまで統制された環境で測定されてこなかったVR環境における知覚と運動の特徴の一側面を明らかにしました。まず、大きさ知覚については、物体の種類にかかわらず、体験者が気づく程度の大きさの過小評価バイアスの存在が確かめられました。そのため、VR環境への没入感を増すためには、仮想物体を実際よりも大きくすることが有効だと考えられます。また、このバイアスが自身の手の大きさと中程度の相関があったことから、個人々人への最適化への応用も期待されます。次に、到達把持運動については、仮想物体の触覚FBの有無で大きく指の開き幅が異なることが明らかとなりました。家庭用機器では仮想物体には触覚FBがないことが一般的ですので、指の開き幅という点では問題ありません。しかしながら、運動時間の延長や最大開き幅のタイミングが早まるとは、現実環境よりも慎重な把持になっていることを意味します。この特徴は触覚FBの付加によっても解決しませんでした。そのため、仮想物体と相互作用しやすいVR環境の構築のためには、より視覚面での技術向上が必要であることが示唆されます。

5. 論文情報

掲載誌：「Frontiers In Virtual Reality」(オンライン)

論文タイトル：Size perception bias and reach-to-grasp kinematics: An exploratory study on the virtual hand with a consumer immersive virtual-reality device

著者：Yoshihiro Itaguchi (板口 典弘)

DOI：10.3389/frvir.2021.712378

6. 研究に関する問い合わせ

慶應義塾大学 文学部助教 板口 典弘 (いたぐち よしひろ) E-mail：itaguchi@keio.jp

注1) 恒常法：ランダムな順番で刺激を呈示し、それぞれに対する判断を求める方法です。試行回数が多くなる代わりに、精度の高い推定が可能です。本実験では仮想手については、実験参加者一人につき全部で1200回の試行(15サイズ×10回×2位置×2一致性×2時期)が実施されました。

注2) 主観的等価点：二つの刺激を主観的に同じであると感じる値を指します。

注3) 弁別閾：二つの刺激の違いを弁別できる最小の値を指します。通常は50%の確率で弁別可能となる50%弁別閾が用いられます。そのため、今回の実験では、仮想物体と実際の物体の大きさが約3%異なると50%の確率で気づくことになります。

注4) 影響を受けないことは今回用いた統計手法では結論できませんが、効果量が非常に小さいことから、このような表現を用いています。

※ご取材の際には、事前に下記までご一報くださいますようお願い申し上げます。

※本リリースは文部科学記者会、科学記者会、各社科学部等に送信させていただいております。

本発表資料のお問い合わせ先

慶應義塾広報室(豊田)

TEL：03-5427-1541 FAX：03-5441-7640 Email：m-pr@adst.keio.ac.jp

<https://www.keio.ac.jp/>