

複合現実感における操作領域と身体的疲労感の関係 The association between Manipulation Area and Fatigue in Mixed Reality.

桐山 由衣[†] 梶原 祐輔[†]
Yui Kiriya[†] Yusuke Kajiwara

1. はじめに

複合現実感 (Mixed Reality; MR) は主に医療・航空・自動車産業などの分野で盛んに産業応用が進められている。MR とは実世界を見ているユーザの視野内に CG や文字などの仮想物体を重量表示し、さらに表示した仮想物体を手や音声で操作可能にする技術である。MR を実現するために、Microsoft HoloLens2 に代表される、ヘッドマウントディスプレイ(HMD)がよく利用される。この Microsoft HoloLens2 などでは仮想物体の操作を手や腕により行う。その際、ユーザは空中で腕を動かすこととなるため操作感覚を視覚情報でしか得られず、操作性が低くなることが報告されている[1]。

そこで、著者はシースルー型 HMD を使用した MR 空間にて、表示または操作領域を物体に重量することによって、疲労感の軽減と操作性の向上を図った[2]。被験者に Microsoft HoloLens2 を装着してもらい、仮想ディスプレイを操作する課題に取り組んだ。その結果、物体に操作領域を重量表示することにより、操作性の向上が示唆された。しかし、身体的疲労感においては定性評価のみ行ったため、感じ方や被験者の状態などの個人差により調査結果にばらつきがあった。

したがって、本研究では操作領域と身体的疲労感の関係を、定性評価/定量評価する。

2. 仮説

操作領域と身体的疲労感の関係についての仮説は大きく分けて3つある。

①仮想物体を手で操作する場合に、空中で操作する場合は触感が得られず、操作性が低いなどの理由で誤操作が増えた結果、無駄な動きによって疲労を感じる。

②操作領域が普段使用しているスマートフォンやタブレット等の他デバイスと大きく異なる場合、使用頻度が低い筋肉を使用するため疲労感を覚える。

③空中にある仮想物体を操作する場合、自分の力で指先や腕を止めなければならないため負荷がかかる。

①に関しては、関連研究[1][2]により、HMD によって MR を体感したユーザへの調査により、触感を与えたことによって誤操作は減り操作性が向上したことが明らかになった。しかし、誤操作が減ったことによって操作に使用する筋肉疲労が減少したことを定量的に測定した研究は著者が知る限りない。また②に関しては、MR デバイスに最適な操作領域の検討を行い、また疲労感自体がシースルー型 HMD を使用した MR 特有の身体疲労であるのかを明らかにすることは意義深い。例えば、操作領域が胸よりも上であった場合に使用される筋肉は MR の場合腕や肩、首であると考えられるが、これはタブレット端末を上を持ち上げて使用した場合や端末の位置を固定した場合などによって、筋肉に表れる生体反応に違いはあるのかを検証する。この検証によって、各操作領

域における最適な操作領域を検討できる。最後の③に関しては、通常タブレット端末などをタッチで操作する場合、指先の力は端末によって受け止められる。しかし MR では空中に操作領域がある場合、その力を止めるためには自分の筋肉を用いて動きを止める必要がある。この動きを止めるによってかかる負荷等による身体的疲労を、筋電位を用いて定量的に評価する。これによって著者らの関連研究[2]にて取り扱った、仮想ディスプレイを物体重量表示することによる身体的疲労感の変化を定量的に評価する。

3. 検証実験

実験には HoloLens2 を使用する。HoloLens2 はシースルー型 HMD として Microsoft 社が開発した MR デバイスで、仮想物体の重量表示の他にユーザの手や頭、瞳の動きなどを追跡することができる。この技術によって、コントローラ等の物体を使用しなくともユーザが視野に映る仮想ディスプレイに触れること等で、入力が可能である。

仮想物体を被験者の頭部から 50cm 離れた位置に固定表示し、位置や角度の条件を変化させる。位置に関しての条件は、被験者の頭部を原点として上下左右に 45 度動かし位置に、仮想ディスプレイを表示させる。被験者はその場から動かずにその仮想ディスプレイを操作する(図 1)。角度の条件では、先述した位置に関する条件において、仮想ディスプレイの操作面が被験者の方へ向いている場合、床に対して水平である場合に疲労感や操作性に変化が現れるかを確かめる。また、図 1 における 0° の位置では関連

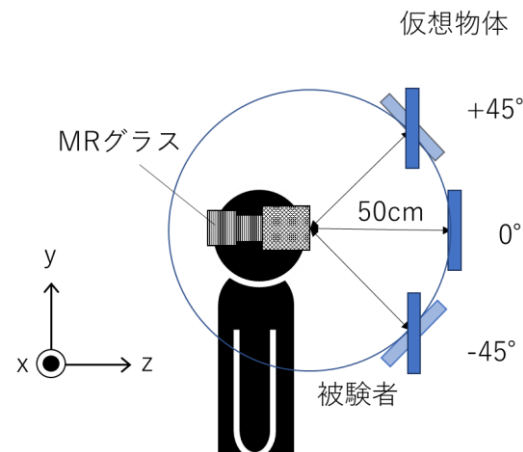


図 1. 被験者と仮想ディスプレイの位置関係

研究[2]にて実物体を用いて被験者に触感を与えた場合と与えなかった場合における比較も行う。

また、被験者には仮想ディスプレイ（図2）に表示された、毎回ランダムに生成される5桁の数字と一致したボタンを順に押す動作を10回繰り返す動作を実施させる。



図2. ディスプレイ画像

それぞれの条件において、定性的評価としてアンケートとインタビューを行う予定である。また定量的評価では、表面皮膚筋電位、腕の加速度、Microsoft HoloLens2によるハンドトラッキングデータ、ヘッドトラッキングデータを計測する。

4. おわりに

最適な操作領域の検討方法を提案した。今後は被験者を広く募集し、検証実験を実施する。本研究によりMRでの最適な操作領域の検討を行うことが出来れば、今後のMR普及の一助を担うことが出来ると考えている。

参考文献

- [1] 李俊林, 小原正誉, 柴田史久, 木村朝子, 太腿を表示・操作領域とした電子メニュー掲示に関する研究, 情報処理学会研究報告(2021.3.16)
- [2] 桐山 由衣, 梶原祐輔,(2022.9.13), Mixed Realityにおける実物体に重畳表示した仮想ディスプレイの操作性の調査,第21回情報科学技術フォーラム(FIT2022).