

VR 映像に則した下肢運動による VR 酔い軽減の検討

on of Ruduction of VR Sickness by Movement of Lower Limbs in Accordance with Movement in VR Image

村井 克彦[†] 川澄 正史[†]
Murai Katsuhiko Kawasumi Masashi

1. はじめに

VR 映像を観賞した際、頭痛や吐き気、眩暈などの症状が起きる場合があり、VR 酔いとして知られている。VR 酔いは動揺病の一種と考えられており、動揺病が起きる要因は諸説あるが、有力なものに感覚不一致説がある。感覚不一致説は実際に知覚している感覚と、過去の経験から予測される感覚との矛盾が原因で酔いが起きる。先行研究^[1]では、映像の加速度方向に前庭電気刺激を与え、加速度感覚を提示するインタフェースを考案し、加速度感覚の有効性を報告している。本研究では、現実と VR 映像の知覚の差により体調が悪化すると考え、観賞者の下肢に VR 映像の移動に則した刺激を与えることで、現実と VR 空間の知覚の差を減少させ、VR 酔いを軽減させるシステムを考案するための調査を行う。

2. 方法

2.1 使用機器・映像

本実験では、VR 映像を観賞するために HMD である Dell Visor を映像提示する。HMD は、対角が約 110deg、片目当たりの画面サイズは 2.89inch、実行解像度は片目当たり、1440×1440pixel、時間周波数は 90Hz である。VR 映像内でカメラ移動を行うため右手の Windows MR モーションコントローラを用いる。PC は Dell NG55-8NCLW を用いて、映像作成や VR 映像を出力する。LF/HF (LF/HF は 2.0 未満で交感神経と副交感神経のバランスが安定しており、2.0 以上は交感神経と副交感神経のバランスが悪化し、ストレスを感じている状態である) を測定するため、ユニオンツールの心拍センサ myBeat (心拍周期測定のスプリング周波数 1000Hz) とその計測アプリケーションを用いる。VR 映像は Unity 2018.2.2f1(64-bit) を用いて作成した一人称視点で映像内を移動可能な 3D ゲームを被験者に観賞させる。被験者の移動制限をするため 4 脚の椅子を用いる (図 1)。

2.2 実験概要

(1) 比較条件

刺激を下肢に与えることによる VR 酔い軽減の有効性を調べるため、立位姿勢状態と模擬歩行状態の二つの条件下で比較する。立位姿勢状態は被験者を立位姿勢にし、VR 映像の移動で移動方向を変える場合のみ下肢を運動させるように教示する。模擬歩行状態は被験者を立位姿勢にし、VR 映像に合わせその場で足踏みをするよう教示する。

(2) 同一条件

被験者は各条件で 10 分間 VR 映像を観賞し、その後 8 分間休憩する。VR 空間内に存在する 2 つの建造物を見つけることと、移動方向は前方方向のみに制限するため、移動方向に体を水平方向に回転させることを教示する。現実の歩行による移動を制限するため、椅子 (幅 550mm、高さ 770mm) 4 脚を図 1 のように背もたれを近づけ配置し、その内側で VR 映像を観賞する。計測項目は主観的評価の SSQ (Simulator Sickness Questionnaire は 16 問を 0 から 3 点の 4 段階評価で回答するアンケート) と客観的評価の LF/HF である。

(3) 実験構成

まず、立位姿勢状態で実験する。被験者に心拍センサを左胸部に貼付し、心拍センサの計測を開始する前に 1 回目の SSQ を行う。回答後に心拍センサの計測を開始する。心拍センサのシステムの関係より、計測が安定するまで約 100 秒要するため、計測開始から 2 分後に VR 映像を観賞する。その 2 分間で被験者を 4 脚の椅子の中に移動し、HMD とモーションコントローラを装着する。VR 映像を 10 分間観賞し、VR 映像観賞直後に 2 回目の SSQ を行い、椅子に座り 8 分間休憩する。休憩後 (心拍センサの計測から 20 分後) に 3 回目の SSQ を行う。

次に、模擬歩行状態で立位姿勢状態と同じ順序で実験を行う。実験を連続で行うと VR 酔いの症状が起きやすくなり、正確な計測ができないと考え、二つの実験の間にインターバルを設け、被験者は実験前の体調に回復するまで休憩する。

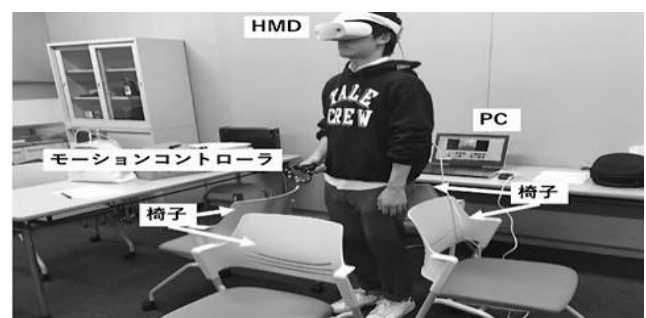


図 1 実験の様子

2.3 結果

被験者は健康な 20 代男子大学生 6 人で実験を行った。表 1 は観賞直後で、表 2 は 20 分後で立位姿勢状態と模擬歩行状態に行った 2 回目と 3 回目の SSQ の Total Score を表す。1 回目の SSQ は被験者間に変化が見られず、比較する必要

がないため使用しない。SSQ は Nausea (吐き気) と Oculomotor (眼精疲労), Disorientation (ふらつき感) の VR 酔いに関する要素と VR 酔いの総合的評価である Total Score が存在する。本実験は Total Score のみを用いて、立位姿勢状態と模擬歩行状態を比較する。Total Score の得点は高いほど VR 酔いを強く引き起こしていることを示す。観賞直後の Total Score を比較する場合、被験者 B, E は立位姿勢状態より模擬歩行状態が低い。しかし、被験者 B は明確な差は見られないため、被験者 E のみ VR 酔い軽減の有効性が確認できる。20 分後の Total Score を比較する場合、被験者 A, C, E は立位姿勢状態より模擬歩行状態が低く、VR 酔い軽減の有効性が確認できる。

よって、模擬歩行状態は立位姿勢状態より明確に減少していないため、主観的評価の SSQ は下肢運動による VR 酔い軽減の有効性は確認できない。

LF/HF が 2.0 以上の時間の平均を図 2 に示す。使用する心拍センサのシステムの関係より、計測開始から 2 分未満の数値は使用しない。

観賞時 10 分間で立位姿勢状態より模擬歩行状態が 71.1 秒減少し、観賞後 8 分間で立位姿勢状態より模擬歩行状態が 47.4 秒減少している。また、観賞時と観賞後の 18 分間で立位姿勢状態より模擬歩行状態が 117.0 秒減少し、全ての範囲で LF/HF が 2.0 以上の時間が減少しているため、客観的評価の LF/HF は下肢運動による VR 酔い軽減の有効性が確認できる。

2.4 考察

結果より、主観的評価の SSQ は観賞直後と 20 分後で、立位姿勢状態と模擬歩行状態に明確な差がないため、VR 酔い軽減の有効性は確認できない。被験者 A, B, C, D は立位姿勢状態と模擬歩行状態を異なる日に行ったため、評価の基準が変化したと考えられる。客観的評価の LF/HF は観賞時 10 分間と観賞後 8 分間ともに立位姿勢状態より模擬歩行状態が 2.0 以上に時間が減少したため、VR 酔い軽減の有効性が確認できる。

また、各被験者は観賞時と観賞後の 18 分間に VR 酔いを引き起こしやすい時間があると考えられる。被験者 A, E, F は観賞後 8 分間で 2.0 以上の時間より、観賞時 10 分間で 2.0 以上の時間が明確に少ないため、VR 観賞時より観賞後に VR 酔いを引き起こしやすい体質であると考えられる。一方で、被験者 B, C, D は観賞時の 10 分間と観賞後の 8 分間で 2.0 以上の時間に明確な差はないため、観賞時に VR 酔いを引き起こやすく、観賞後も VR 酔いを引き起こしやすい体質であると考えられる。

表 1 観賞直後の SSQ Total Score

	立位姿勢状態	模擬歩行状態
A	29.9	63.6
B	44.9	41.1
C	48.6	48.6
D	18.7	18.7
E	26.2	0.0
F	11.2	29.9

表 2 20 分後の SSQ Total Score

	立位姿勢状態	模擬歩行状態
A	29.9	18.7
B	52.4	63.6
C	33.7	15.0
D	3.7	7.5
E	11.2	0.0
F	0.0	22.4

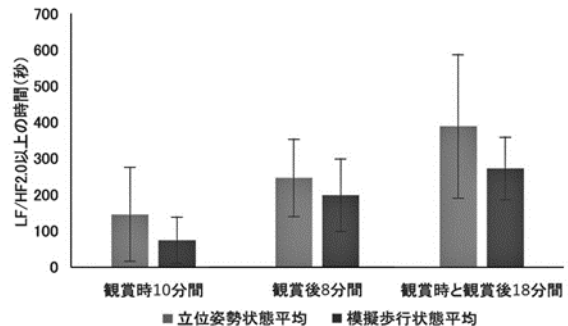


図 2 LF/HF が 2.0 以上の時間の平均

3. まとめ

本研究では、VR 映像内の移動に合わせて、その場で足踏みをするることによる下肢運動で VR 酔い軽減を検討した。主観的評価の SSQ は、模擬歩行状態が立位姿勢状態より明確に減少していないため、VR 酔い軽減の有効性は確認できなかった。客観的評価の LF/HF は、立位姿勢状態より模擬歩行状態が 2.0 以上の時間が減少し、VR 酔い軽減の有効性が確認できた。

以上より、客観的評価の LF/HF で VR 酔い軽減の有効性が認められたため、下肢運動により VR 酔いが軽減されることが明らかとなった。

今後の展望は SSQ の評価基準が変化しやすいため、実験を複数回行う必要がある。また、使用した VR 映像は観賞者が VR 空間内を地面と平行に移動するため、二つの条件間で上下の視線移動が異なる。よって、移動による上下の視線移動を立位姿勢状態で実装する必要がある。また、観賞者の体質に合わせた VR 酔い軽減の方法を検討し、下肢運動と合わせることで、VR 酔い軽減の有効性がより高くなると考えられる。

参考文献

- [1] 安藤 英由樹, 渡邊 淳司, 前田 太郎, “前庭電気刺激を利用した平衡感覚インタフェース”, 映像メディア学会誌, Vol.62, No.6 (2008).
- [2] 藤木 卓, 市村 幸子, 寺嶋 浩介, 小清水 貴子 “VR コンテンツの精度が現実感と酔いに与える影響”, 日本教育工学会論文誌, Vol.36, No.Suppl (2012).

† 東京電機大学大学院未来科学研究科情報メディア学専攻 Tokyo Denki University Graduate School of Science and Technology for Future Life Information Systems and Multimedia Design