頭部運動を伴うHMDでの映像観察によるVR酔い

○氏家 弘裕, 多田 充徳, 兵頭 啓一郎 (国立研究開発法人 産業技術総合研究所)

VR sickness while viewing images with HMD during head movement

Hiroyasu UJIKE, Mitsunori TADA, Keiichiro HYODO (AIST)

1. はじめに

近年のヘッドマウントディスプレイ（以下、HMD）の一般市場への流入により、人工現実感（以下、VR）環境が一般に身近なものになりつつある。その一方で、時に生じ得るVR環境での酔い、すなわちVR酔いをできるだけ抑えることが必要不可欠となっている。

VR酔いと同じく動揺病¹⁾の一種である映像酔いは、一般的に映像表示面が空間に固定され、観察者の頭部等の運動に依存しない映像の観察による酔いを指すのに対し、VR酔いは、観察者の頭部運動に応じた映像の切り替えりによるVR環境の観察による酔いを指す。

映像酔いは、一定の観視条件下では一定時間内（20分程度）の身体に対する3軸（ヨー、ピッチ、ロール）の視覚的回転総和量により酔いのレベルを推定できる可能性を報告した²⁾。

VR酔いの検討では、頭部運動の存在を前提とする必要があり、従って同一の視覚的回転であっても、頭部運動により網膜に生じる流れ像が異なり得る。本研究では、HMDでの映像観察にて頭部運動によるVR酔いへの影響の検証を目的とする。

2. 方法

1) 実験参加者

実験参加者は67名（年齢20～51歳；女性41名、男性26名）で、いずれも正常視力、立体視機能を有する。実験に先立ち、本実験の計画書は産業技術総合研究所人間工学実験委員会により審査され、その実施についての承認を得た。また実験参加者には、理由に関わらずいつでも参加中止が可能であることを説明の上、参加同意書の記入を得た。

2) 実験装置

Windows PC（HP, OMEN X by HP 900-070.jp）により、ゲームエンジンUnityを用いてVR映像を生成し、HMD（Oculus VR, Oculus Rift cv1）により立体提示した。映像提示の視野サイズは、対角約110deg、空間解像度は2160×1200pixel（左右眼それぞれ1080×1200pixel）、時間周波数は90Hz

図1 実験中のVR映像シーンの例
左上の点線の囲みで、照準とターゲットを説明

である³⁾。

3) 実験映像

実験で提示したVR映像は、山並みが眼下に見える空中を浮遊する映像で、オブティック・フローを強調するために、進行方向のVR空間に白い粒子を散布した（図1参照）。VR空間中の浮遊的な進行は、観察者に対するヨー、ピッチ、ロールの各軸に関する視覚的回転が加わりながら、あらかじめ決められたコースを移動するものとした。

VR映像では、画面中央に照準とターゲットを設定した。照準は頭部運動によらず常にHMDの画面中央に固定して提示し、ターゲットは移動するコースに沿って正面中央に提示した。ただし次に述べる実験条件ごとに、異なる動きであった。

4) 実験条件

実験では、頭部運動条件と頭部静止条件の2種類の実験条件を設定した。頭部運動条件では、ターゲットが、正面中央から左右、そして上下へと繰り返し特定の振幅と周波数とで移動する。そこでの観察者のタスクは、頭部運動を行うことで画面中央の照準がターゲットに常に重なるように努めることである。一方頭部静止条件では、ターゲットは常に進行方向正面に提示された状態である。ここでも観察者のタスクは、画面中央の照準がターゲットに常に重なるように努めることであるが、本来特に頭部運動の必要は無い。ただし、

オブティック・フローに誘導されて頭部運動が意図せず生じ得るため、ターゲットに照準が常に重なるように注意を払う必要がある点では、頭部運動条件と同じである。

4) 実験手続き

実験は、各実験参加者とも2回に分けて1週間を隔てた異なる日に実施された。各回に、頭部運動条件と頭部静止条件とがそれぞれ実施され、実施の順序は実験参加者間で均衡させた。1回の実験では、5分間のVR映像観察を5分間の休憩を挟んで3回行った。5分間の観察のたびにHMDの装着を行った。また、VR映像観察の直前と2回の休憩時及び3回目のVR映像観察終了直後に、シミュレータ酔いアンケート (SSQ) を実施した。SSQの回答数は従って、各実験参加者1回の実験に付き、4回となる。

なお3回の観察開始前に、HMD画面に放射状パタンを提示し、視野の輪郭が二重に見えないこと、放射状パタンの周辺までより鮮明に見えるように、HMDのIPD (両眼用レンズの距離) を調整した。

3. 結果

実験によって得られたSSQのスコアを処理するにあたり、VR映像観察の直前のスコアが10を越えている場合、何らかの生体影響が既に生じている可能性があること、また観察後にスコアが55を越えている場合は、酔い症状がある程度生じていたにもかかわらず無理して継続した可能性がある⁴⁾ことから、データ解析から除外した。

SSQ総合スコア (SSQ-TS) を、4回の回答ごとに

図2 測定回に対する条件ごとのSSQ-TS
各データ点の縦棒は標準誤差を示す

プロットしたグラフを図2に示す。いずれの条件も測定回を重ねるごとに値が増加する一方、頭部運動条件では頭部静止条件よりも常に値が大きい。そこで、実験条件と測定時系列に平均値として回の2要因分散分析を行ったところ、測定回の主効果は有意 ($p < 0.01$) であったが、実験条件の主効果及び両者の相互作用は見られなかった。下位検定により全ての測定回の間で有意差が見られた。

4. 考察

実験結果は、VR酔いに頭部運動の影響は見られないことを示唆したが、頭部運動条件では頭部静止条件に比べて常にSSQ-TSが高くなる傾向を示した。これに関連してSSQの眼球運動系に関するサブスコア (SSQ-0) では、実験条件の主効果が見られたことから、実験タスクでのターゲットと照準の視線追跡が頭部運動条件ではやや負荷が大きかったことが影響したと考えられる。

謝辞

本研究は平成29年度「経済産業省戦略的国際標準化加速事業 (政府戦略分野に係る国際標準開発活動)」 (ヘッドマウントディスプレイの人間工学的要求事項に関する国際標準化) によるものです。

参考文献

- 1) J.T. Reason, J.J. Brand: "Motion Sickness", Academic Press, 1975.
- 2) H. Ujike, H. Watanabe: "Effects of visual motion and viewing conditions on visually induced motion sickness", SID Symposium Digest of Technical Papers, Vol. 48, No. 1, pp. 362-365, 2017.
- 3) J. Martindale: "Spec showdown: Oculus Rift vs. HTC Vive", DIGITAL TRENDS, <https://www.digitaltrends.com/virtual-reality/oculus-rift-vs-htc-vive/>
- 4) S.A. Balk, A. Bertola, V.W. Inman: "Simulator sickness questionnaire: Twenty years later", Proceedings of the 7th International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training, and Vehicle Design, pp. 257-263, 2013.