

ドローンと VR モーションベースを用いた試乗体験の演出とその影響

Staging and Impact of Trial Ride Experiences Using Drones and VR Motion Platform

○植村 大志, 河合 隆史

○Taishi Uemura, Takashi Kawai

早稲田大学大学院基幹理工学研究科

Graduate School of Fundamental Science and Engineering, Waseda University

Abstract: One way to achieve comfortable drone operation is to use a first-person viewpoint (FPV). Many methods have been proposed for drone operation in FPV environments, but there is still no discussion on how to use motion platform methods. Therefore, in this study, we examined the effects of VR-based environment construction and motion platform physical vibration on the experience when operating a drone using an HMD to produce a test ride experience. The results suggest that the staging of Trial Ride Experience is effective in amplifying arousal.

1 はじめに

ドローンを FPV で操作する際、体験に影響する要因は臨場感に関連しているとされる。[1] モーションベースとは、人間の体全体を動かすことで前庭感覚情報を付与し現実感を向上させるための装置である。[2]しかし、ドローン操作時にモーションベースを用いる研究は進んでいない。本研究では、モーションによる物理振動に加え、より臨場感を増すVR空間を提示することで、ユーザー体験に与える影響を実験的に検討した。

2 実験方法

2.1 実験条件

本実験では Injoy Motion 社製のモーションベースを使用し、HMD は HTC 社製の Vive Pro Eye を用いた。実験刺激はドローンの操作体験とした。実験条件は 2 種類の環境、単純に FPV で操作する通常環境と VR 空間とドローンのレンズに臨場感の向上を目的とした修正を加えた試乗体験環境に対して、モーションベースが動かない条件(動きなし条件)と、モーションベースが機体の傾きに連動する条件(動きあり条件)の計 4 条件である。実験参加者は健康な成人大学生 15 名である。

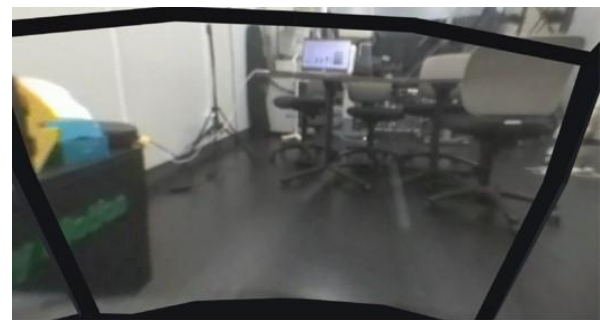


図 1 実験刺激(試乗体験環境)

2.2 評価指標

主観評価として SAM(Self-Assessment Manikin)を用いた。イラストを用いて、情動価と覚醒度の 2 項目をそれぞれ 9 段階で答え、回答者の感情尺度を測る質問紙である。

客観指標として、視線の中心からの距離を用いた。視野の広さの指標として視線の画面中心からの距離の最大値と視線の移動の指標として視線の画面中心からの距離の四分位範囲を解析した。

3 実験結果

SAM のスコアに対し多重比較を行ったところ、覚醒度は、通常環境においてモーションが無い条件に比べ、試乗体験環境でモーションがある条件が有意($p<0.01$)に上昇した。感情価については条件間で有意差は認められなかった。

視線の中心からの位置について多重比較を行ったところ、通常環境においてモーションが無い条件に比べ、試乗体験環境でモーションがある条件が有意($p<0.05$)に上昇した。中心からの距離の最大値については条件間で有意差は認められなかった。

インタビューにおいて、また、試乗体験環境で、より操作がしやすくなったと多くの参加者が回答した。一方で、モーションベースが動く2条件で、モーションによる体勢変化が操作を阻害したという意見が多かった。

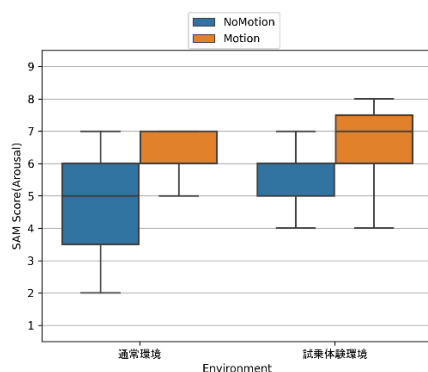


図2 覚醒度のスコア

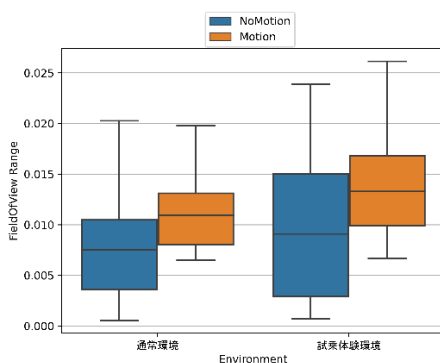


図3 視線位置の中心からの距離の四分位範囲

4 考察

SAM の覚醒度とインタビューの結果から、モーションベースの物理振動はユーザーの感情を活性方向に変化させ、コックピットへの試乗体験環境が加わることでその傾向が増進されることが分かった。SAM の情動価とインタ

ビューと視線計測の結果から、モーションベースの物理振動は、ユーザーの操作感を低下させ、コックピットへの試乗体験環境は、視野の拡大に寄与しないが周辺視として影響を与えている可能性が示唆された。そして、視線計測の結果から、モーションベースの物理振動とコックピットへの試乗体験環境からなる試乗体験の演出は、眼球運動を増加させることが分かった。

5 まとめ

本研究では、HMD を用いたドローンの操作時に、VR による環境構築とモーションベースの物理振動による試乗体験の演出が体験に与える影響を明らかにした。試乗体験の演出は、視線移動を活発にし、覚醒度を増加させる効果があることが分かった。また、モーションベースの物理振動はユーザーの操作感を低下させ、コックピットへの試乗体験環境は視野の拡大に寄与しないが周辺視として影響を与えている可能性があることが示唆された。

参考文献：

- [1] Spanlang, Bernhard, et al. "How to build an embodiment lab: achieving body representation illusions in virtual reality." *Frontiers in Robotics and AI* 1 (2014): 9,2014.
- [2] 柏達晶ほか, “VR モーションベースによる振動刺激の設計手法の検討”, 人間工学会関東支部 第49回大会講演集, B-2-2, 2019

連絡先：

植村 大志

taishi.uemura@akane.waseda.jp

現実環境と MR 環境における眼球輻輳運動および主観的評価 ～ Magic Leap 1 を用いて

Convergence Eye Movement and Psychophysical Responses during viewing a Mixed Reality Environment ・ using Magic Leap 1

○¹助川 京輔, ¹河合隆史

○¹Keisuke Sukegawa, ¹Takashi Kawai

¹早稲田大学 基幹理工学研究科 表現工学専攻

¹Department Of Intermedia Art and Science, School of Fundamental Science and Engineering, Waseda University

Abstract: In this paper, we focused on Mixed Reality (MR) which is a relative technology of Virtual Reality (VR), and targeted to collect basic knowledge about MR analyzing human convergence eye movements and psychological responses of the participants. We have used the “Magic Leap 1” from Magic Leap Inc. as the MR device. Comparing to other usual VR/MR devices which has only 1 focus display, the characteristic of this device is that it has 2 different focus displays for long distances and short distances. In the results, we couldn’t collect enough data as we thought due to Magic Leap 1’s structure, but we find out that eye convergence distance is shorter in MR condition comparing to Real condition. We considered some reasons, and we also collected some knowledge about fatigue and sickness from the subjective evaluation survey.

1. 背景

“VR 元年”と呼ばれた 2016 年から新たな関連技術が発表され続けているが、未だに MR 関連の機器や技術は少ない。そのうえ MR がエンターテインメント用途において脚光を浴びることが多いため、“輻輳調節問題”等の基礎的な研究が十分でないことも事実である。本研究では MR における体験者の反応として“輻輳運動”に着目し、現実物体と仮想物体それぞれに対する生理反応を計測することで MR の根本的な理解を深めるのと同時に、MR デバイスである “Magic Leap 1”に関する情報収集を行う。

2. 本研究の目的

本研究では MR デバイス Magic Leap 1 を用いて現実/仮想環境における眼球輻輳運動の違いを計測することで MR 環境に関する基本的な知識と、体験者の主観評価から MR における“現実感”を高める

ヒントを得ることを目的とする。

3. 実験手法

図 1 に本実験の実験環境を示す。

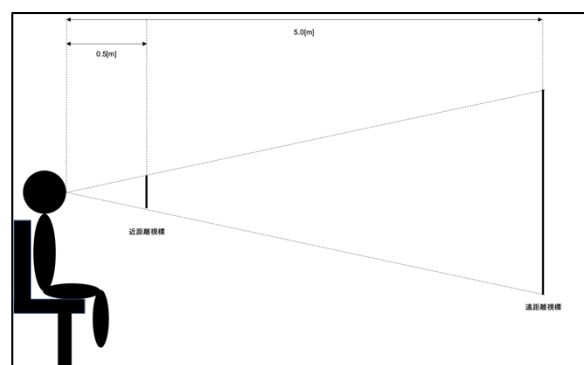


図 1 実験環境の全体像

近距離 (0.5[m]) と遠距離 (5.0[m]) に視野角的なサイズが同一となるように設定した視標 (マルチクロス) を同時に見えるよう配置し、実験参加者にはこれを 30 秒間 5 秒ずつ交互に注視してもらう。試行回数は現実/仮想条件それぞれ 2 回ずつである。その間の輻輳運動を Magic Leap 1 に搭載さ

れているアイトラッキング機能を用いて計測、試行後には7段階尺度評価式（数値が大きいほど“よく当てはまる”）の主観評価アンケートと口頭質問を行う。主観評価アンケートの項目は以下の通りであり、Q_01～03は現実環境について、Q_04～06は仮想環境についての項目となる。

Q_01・Q_04：体験後に疲労を感じた

Q_02・Q_05：体験後に気持ち悪さを感じた

Q_03・Q_06：指標の遠近が正確に把握できた

Q_07：現実(1)/仮想(2)どちらが見やすいか

Q_08：仮想物体の現実感

4. 実験結果

図2に20代の学生13名の26試行分の輻輳距離（注視座標-頭部座標）データを示す。上部が現実環境、下部が仮想環境であり、縦軸が輻輳距離[m]、横軸が経過時間[sec]である。なお表示されているデータは両眼信頼値（Fix Confidence）が70%を超えたもののみである。

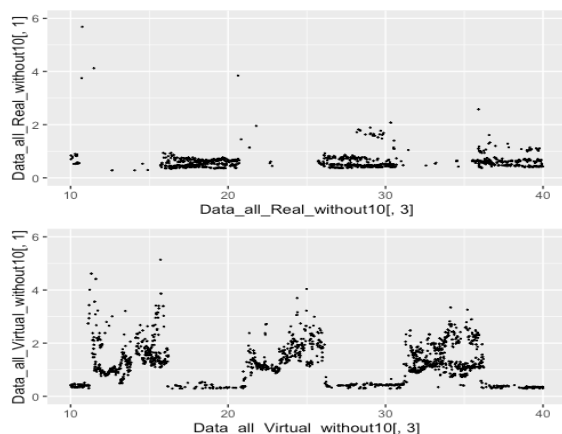


図2 主観評価アンケートのボックスプロット

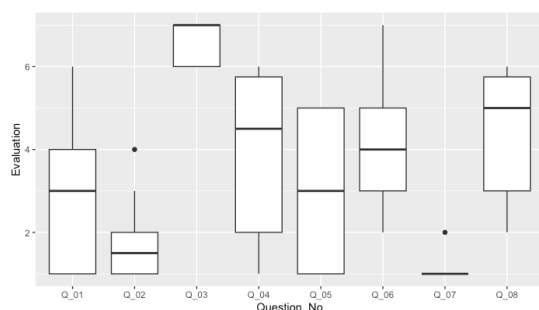


図3 全実験参加者分の輻輳距離データ

図3には全参加者分主観評価アンケートのボックスプロットを示す。

5. 考察

現実環境に関しては遠距離注視時のデータが取得できない結果となった。近距離視標に関しては、視標変更時の調節時間を除いた平均輻輳距離が0.5666[m]となり視標呈示位置とおおよそ一致する結果となった。

仮想環境に関して、平均輻輳距離を算出すると、遠距離注視時と近距離注視時がそれぞれ1.4617[m]と0.3801[m]であり、設定された呈示距離より短くなることが示唆された。仮想環境の遠距離注視時に輻輳距離が呈示位置より短くなることに関しては、Gogelらによって提唱された“特定距離傾向”に準ずる眼球運動が行われている可能性と、Magic Leap 1の2つの焦点面のうちの長距離焦点面の位置を奥行き情報として用いている可能性がある。

主観評価アンケートからは疲労・気持ち悪さともに仮想条件の方が不快感を伴うという結果となり、VR同様の傾向がMRにおいても存在することがわかった。

6. まとめ

本研究ではMRデバイスMagic Leap 1を用いて現実/仮想環境における眼球輻輳運動を定量的に評価するとともに、尺度評価を用いた形式で体験を主観評価した。

輻輳運動に関して、仮想環境においては一定以上（遠距離）の複合現実映像観察時には輻輳距離が実際の呈示位置よりも短くなる傾向が確認できた。疲労や不快感に関しては、従来の研究通り仮想条件の方が大きいのに加え、遠近感も現実の方が掴みやすいことが示唆された。

参考文献：

J.D.T. Walter C. Gogel, “Absolute motion parallax and the specific distance tendency”, *Perception & Psychophysics*, 第13巻, pp.284-292, 1973.

連絡先：

助川 京輔

E-mail: keisuke.sukegawa@akane.waseda.jp