

# 自動車を用いた VR システムにおける運動表現がユーザー体験に与える影響

The Effects of motion representations by using car-based VR system on user experience

5116E017-3 長谷川 雄祐  
HASEGAWA Yusuke

指導教員 河合 隆史 教授  
Prof. KAWAI Takashi

概要：本研究では、自動車を用いた VR システムの物理的な運動表現の呈示がユーザー体験に与える影響に関して検討を行った。自動車 VR システムは、自動車の動作によってユーザーに視覚映像と同期した物理的な運動情報を提示するシステムである。実験では、「右折」と「滑落」といった 2 次元的な運動を対象とした。そして感情に関する質問紙である Self-Assessment Manikin(SAM)を用いて情動価および覚醒度の測定を行った。結果として「右折」や「滑落」といった VR 空間における 2 次元的な運動に対して、自動車 VR システムによる物理的な運動表現を用いることは、主にユーザーの覚醒度に対して影響を及ぼすことが示された。その効果は呈示刺激によって異なることから、視覚刺激における運動強度によって、最適と考えられる物理的な運動情報の呈示手法を検討し、選択する必要があることが示唆された。

キーワード：VR, ユーザー体験, 運動情報, モーションプラットフォーム

Keywords: VR, user experience, motion perception, motion platform

## 1. はじめに

近年、臨場感の高い VR コンテンツを提供する目的で、視覚映像に含まれる運動情報と同期させた物理的な運動情報を呈示する、モーションプラットフォーム(MP)搭載の VR システムが多く提案されている[1]。その 1 つとして、電気自動車を MP とした自動車 VR システムが挙げられる[2]。このシステムは他の MP 搭載の VR システムと比較して、安価であり実用が容易であることから、その応用が期待されている。一方でこのシステムはユーザーに「楽しい」体験を提供できることが確認されているが[2]、車による物理的な運動表現の呈示がユーザー体験に及ぼす影響に関して未知の点が多い。そこで本研究では、自動車 VR システムにおいて、VR コンテンツ観察中における運動情報の呈示がユーザー体験に与える影響を明らかにすることを目的とした。具体的には、視覚映像に含まれる運動情報と同期させた物理的な運動情報を自動車 VR システムによってデザインし、その物理的な運動刺激を呈示することがユーザー体験に与える影響に関して情動体験の観点から検討を行った。本研究では、まず「発進」「停止」「着地」という 3 種類の 1 次元的な運動に着目をして評価を行った。その結果、「発進」や「停止」を表現する運動パターンでは、情動価におけるスコアの有意な上昇は認められなかったが、インタビューから体験に対する違和感は軽減されたことが考えられた。また「着地」を表現する運動パターンでは、自動車 VR システムの物理的な運動表現による情動価の有意な上昇が認められた[3]。またこれらの検討に

加えて、3D 空間における運動表現を考えた場合、より高次元運動パターンに関しても検討する必要があると考えた。そこで本検討では新たに「右折」や「滑落」という 2 次元的な運動に着目をして検討を行った。

## 2. 方法

「右折」や「滑落」という運動を単純化した場合、直線運動と円運動の 2 つの運動の組み合わせで表現できると考えた。そしてこの円運動時において、円上を移動する物体のヨー軸周りの回転角  $\theta$  の大きさによって、その運動におけるユーザー体験が変化することが考えられた。そこで本実験ではこの  $\theta$  の値を 15° 間隔で変化させた計 6 つの実験条件を各運動パターンに対して設定した。そしてこの円運動時に車による運動刺激を呈示した。参加者は、正常な視機能を有する男女 30 名であった。そのうち、10 名は視覚映像のみを観察する実験条件を体験し、10 名は視覚映像と車による運動刺激を同時に体験する実験条件を体験した。そして残りの 10 名は視覚映像と車による運動刺激に加えて車の座席の回転運動を同時に体験する実験条件を体験した。

表 1 各運動パターンにおける実験条件

参加者グループ	回転角 $\theta$
視覚映像のみ観察	15°, 30°, 45°, 60°, 75°, 90°
車による並進運動を体験	15°, 30°, 45°, 60°, 75°, 90°
座席の回転運動を体験	15°, 30°, 45°, 60°, 75°, 90°

評価指標として、各条件において生起された情動価および覚醒度を評価するために Self-Assessment Manikin (SAM) [4] を用いた。実験参加者は HMD とヘッドフォンを装着した。ヘッドフォンからは、座席の動作音をかき消す目的で、ホワイトノイズを再生した。実験ではまず初めにランダムイズによって決定された運動パターンにおける計 6 条件を体験した。この計 6 条件の呈示順序に関してもランダムイズを行った。1 条件が終了する度に、参加者は実験者の合図に合わせて HMD を外し、アンケートに記入を行った。そして各運動パターンにおける計 6 条件の体験終了毎に、参加者はインタビューに回答をした。2 つの運動パターンにおける計 12 条件の体験までを 1 試行とし、本実験では計 2 施行実施した。また参加者は実験終了後にも口頭で実験全体に関するインタビューに回答した。

### 3. 結果と考察

解析にあたり 6 つの実験条件に関して、15°条件と 30°条件を低角度条件、45°条件と 60°条件を中角度条件、75°と 90°条件を高角度条件としてグループ分けを行った。そして試行回数と実験条件グループ及び参加者グループを要因とした 3 元配置分散分析を行った。なお個人差を考慮するため、得られたスコアに対して、最大値 1、最小値 0 とする正規化を行った。まず「右折」に関して、視覚映像のみを提示した場合、角度が増大することによって覚醒度が低下する結果が得られた。また車による並進運動を付加した場合、視覚映像のみを呈示した場合と比較して、中角度条件におけるスコアの低下は見られなかったものの、一定の刺激強度を超えると覚醒度が著しく低下する結果も得られた。次に「滑落」に関して、並進運動を付加することで、低角度条件における覚醒度が低下する傾向が得られた。また両運動パターンに関して、座席の回転運動を付加した場合、刺激強度に関わらず一定の覚醒度が維持される結果が得られた。以上の結果から、まず視覚映像のみを呈示した場合、感覚不一致の観点から角度が大きくなることで違和感が増大し、それが覚醒度の低下に繋がることが考えられた。また並進運動を付加した場合、傾斜または回折角度によって並進運動を加えることによる効果が異なり、表現によっては違和感を増大させる可能性があることが考えられた。また座席の回転を付加した場合に刺激強度に関わらず一定の覚醒度が維持される結果が得られた理由として、深部感覚や前庭感覚への刺激によって、視覚映像や並進運動による影響を受けづらくなった可能性が考えられた。

### 5. まとめ

本研究から、右折や滑落といった VR 空間における 2 次元的な運動に対して、自動車 VR システムを用いた車の物理的な運動表現を用いることは、主にユーザーの覚醒度に対して影響を及ぼすことが示された。その効果は呈示する視覚刺激の運動強度によって異なっていたことから、視覚刺激における運動強度によって、最適と考えられる物理的な運動情報の呈示手法を検討し、選択する必要があることが示唆された。

#### 参考文献

- [1] Cheng, L-P.; et al. "Haptic turk: a motion platform based on people." Proceedings of the SIGCHI Conference on Human factors in Computing Systems. ACM, 2014, pp. 3463-3472.
- [2] Kodama, R.; et al. "COMS-VR: Mobile virtual reality entertainment system using electric car and head-mounted display." 2017 IEEE Symposium on 3D User Interfaces (3DUI). IEEE, 2017, pp. 130-133.
- [3] 伊波穰, 小玉亮, 長谷川雄祐, 藤枝延維, “電気自動車を用いた VR システムによる運動情報の表現と評価”, 第 22 回日本バーチャルリアリティ学会論文集, 2017
- [4] Bradley, M.M., Lang, P.J., MEASURING EMOTION: THE SELF-ASSESSMENT MANIKIN AND THE SEMANTIC DIFFERENTIAL: J. Behav. Ther. & Exp. Psychiat. Vol.25(1), pp.49-59, 1994.

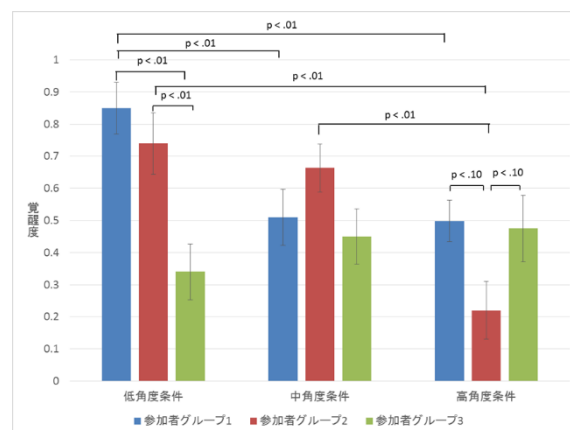


図 1 2 試行目における「右折」運動の SAM の結果 (覚醒度)

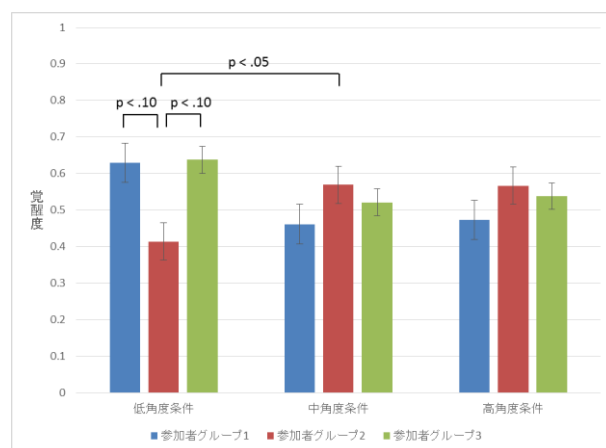


図 2 「滑落」運動における SAM の結果 (覚醒度)