

ドライビングシミュレータによる自動運転と手動運転のVR酔いへの影響

1220330 小林 幹旺 【知覚認知脳情報研究室】

1 はじめに

VRを体験する中でVR酔いと呼ばれる車酔いに似た症状を生じることがある。症状が酷い場合は回復に時間がかかってその後の活動へ影響を及ぼす可能性があり、このような酔いが生じる要因を検討する必要がある[1]。本研究では、自己運動感覚を伴いVR酔いを生じやすいVRによるドライビングシミュレータを用い、走行後の酔いの程度(SSQ, Simulation Sickness Questionnaire)と走行中の酔いの程度(RSSQ, Real time SSQ)の主観評価、及び自律神経系の活動の指標となる心拍の低周波(LF)と高周波(HF)のパワー比(LF/HF)の生理的指標を用いて自動運転と手動運転及び曲線、直線のコースの違いによるVR酔いの差を比較し、酔いが生じやすい条件を検討した。

2 実験方法

2.1 実験装置及び実験参加者

ドライビングシミュレータはUnityにより作成した。VR内での車体の操作にはハンドルとペダル(Logicool G29 Driving Force)、視覚刺激の呈示にはヘッドマウントディスプレイ(HMD, Oculus Rift)を用いた。心拍の計測及び解析にはEquivalantワイヤレスライフモニターシステムを使用した。実験参加者は矯正を含む視力が正常な男子大学生16名であった。

2.2 実験手続き及び実験条件

実験参加者は心電図計測ベルトとHMDを装着して、能動的に操作する手動運転条件及び受動的に観察する自動運転条件のそれぞれで曲線が続くコースと一直線の2つのコースを走行した。この4条件の走行順は参加者間でカウンターバランスを取った。コースは直線/曲線どちらのコースも約15分に設定した。自動運転では80km/hで走行し、手動運転では80km/hを最高速度としてなるべく最高速度を維持するように走行した。各条件間には最低30分の休憩を取った。走行前後にはSSQに回答し、RSSQでは2分毎に0から5までの6件法で酔いの程度を回答した。

3 実験結果と考察

3.1 結果

SSQのTotalScore(TS)の平均値を図1に、時間ごとのRSSQスコアの平均値を図2に示す。SSQのTSについて二要因(運転手法×コース)分散分析を行った結果、交互作用($F(1, 15) = 7.92, p = 0.0131, \eta_G^2 = 0.04$)が見られ、単純主効果検定を行った結果、自動運転時のコース間($p < .01$)、及び曲線コース時の運転手法間($p < .05$)に有意な差が見られた。

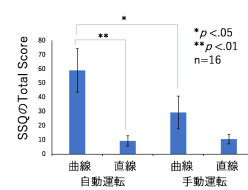


図1 SSQのTotal Score

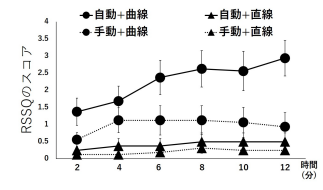


図2 RSSQの時間経過

RSSQについて三要因(運転手法×コース×経過時間)分散分析、及び単純主効果検定を行った結果、自動運転曲線条件でのみ時間経過の効果が有意であった($p < .01$)。

LF/HF値は高いと交感神経が優位、低いと副交感神経が優位であり、酔いが生じるとこの値が高くなるとされる。LF/HF値について二要因(運転手法×コース)分散分析、及び単純主効果検定の結果、曲線条件では主観評価と同様に自動運転の方が手動運転よりも有意に高かった($p < .01$)が、主観評価と異なり手動運転では直線の方が曲線よりも有意に高かった($p < .01$)。

3.2 考察

自動運転かつ曲線コースの条件で特にVR酔いの程度が大きかった。これは曲がるタイミングや角度、速度などを自分で決定できず、視覚入力の手動運転ができないため、視覚誘導性自己運動感覚と前庭感覚の矛盾の影響が大きくなったためと考えられる。また、この条件においてのみRSSQスコアにおける時間の効果が有意であり、予測による制御ができないことで、酔いの症状が時間とともに蓄積したと考えられる。手動運転下でLF/HF値が主観評価と逆の結果となったのは、曲線条件では体動による高周波ノイズによってHF成分が大きくなったためと考えられ、この指標は体動が多い手動運転での解析には適さないことが示された。

4 まとめ

本研究では、曲線・直線条件下での手動運転と自動運転のVR酔いの差をSSQとRSSQ及びLF/HFから検討した。実験の結果、SSQのTSとRSSQでは自動運転の方が手動運転よりも、曲線条件の方が直線条件よりも酔いをより誘発することが示された。LF/HFでは曲線条件で自動運転の方が手動運転よりもVR酔いを誘発することが示された。LF/HFは自動運転のように体が動かない場合は酔いの指標として有効だが、手動運転においては体動のノイズの影響を考慮する必要がある。

参考文献

- [1] 中川千鶴, 大須賀美恵子, “VE酔い研究および関連分野における研究の現状”, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.3, No.2, pp.31, 1998.