



自動走行酔い： 自動走行環境と VR 環境が与える動揺病の影響に関する検証

澤邊太志¹⁾, 神原誠之¹⁾, 萩田紀博^{1,2)}

1) 奈良先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科 (〒 630-0192 奈良県生駒市高山町 8916 番地 5, sawabe.taishi.so0@is.naist.jp, kanbara@is.naist.jp)

2) 株式会社 国際電気通信基礎技術研究所 (〒 619-0288 京都府相楽郡精華町光台二丁目 2 番地 2, hagita@atr.jp)

概要: ロボット技術や VR・AR 技術の発展とともに、自動走行化が現実となってきている中で、自動走行車の搭乗者が過ごす環境について考えることが重要となってくる。特に搭乗者の快適性という観点では、自動走行化することによって、従来発生しなかった動揺病が発生すると考えられている。自動走行環境では、車酔いと VR 酔いが併発すると考えられており、この新しい動揺病を自動走行酔いと定義している。本研究では、特に自動走行環境がに関する動揺病の要因を調べるために自動走行環境と VR 環境を比較し、その違いや関連についての検証を行う。

キーワード: 自動走行酔い, 快適化知能, 動揺病, 没入感

1. はじめに

2020 年のオリンピックを目標に交通事故の低減, 渋滞緩和, また高齢者をはじめとした人々の移動支援を目的とした, 自動走行車両の実用化を目指して日本では, 自動走行の技術開発や実応用が盛んに行われている [1]。しかしそれらの研究は, 交通事故を防止するための安全性やエネルギーや時間を考慮した経路計画などの効率性を重視したものが多く, 自動走行車の普及に必要な不可欠である搭乗者の快適性についての研究事例はまだ少ない [2]。一般的に人は, 新しい装置に対してその装置を通常通りに使い慣れるまでには時間がかかり, 特に初めての場合には, 不安感が生じるとされている [3]。自動走行車両でも同様に, 初めて自動走行車に搭乗する人にとって, その自動走行車は不安の塊である。

よって将来的には, この搭乗者が感じる不安を自動走行車自らが軽減, 防止してくれるシステムが必要である。自動走行時の搭乗者の快適性を考える知能を快適化知能 (CI: Comfort Intelligence) と呼ぶ [4]。快適化知能を実現するために快適性を阻害する不安からくるストレス低減を目的とした車両挙動制御 [5] や車両の進行方向をタブレットで表示する情報提示 [6] による研究が近年では行われている。しかし, これらの研究だけでは, 搭乗者の快適性を十分に確保できず, 継続的な自動走行車の利用につなげるためには, 更なる快適性向上のため, 動揺病を軽減させることが重要とされている [7]。これは, 車両が自動走行化することで従来運転手であった人が, 搭乗者となり車両挙動の予測が困難となるために, 車酔いの発症の増加が予想されている。また最近では, 運転手の運転支援や搭乗者のストレス低減のための

デバイスとして VR・AR を用いたヘッドアップディスプレイ (以降 HUD) の実用化が注目されている [8]。HUD の実車への設置は, 今後の市場の成長も見込まれており, 自動走行車に標準搭載されることが予想される。しかし, HUD は, 光学シースルーによる AR 映像やビデオシースルーによる VR 映像の情報表示を行うことより, 従来には起こり得なかった VR 酔いの要因となりうる可能性もある。

2. 自動走行酔い

動揺病が発症する要因はまだ解明されていないが, 多くの場合, 各感覚器官の矛盾によって, 脳内での情報が一致しないこと感覚矛盾により, 動揺病が発症すると考えられる [9]。その中でも通常の車で発症する動揺病を車酔いと呼び, また VR 映像を視聴することで発症する動揺病を VR 酔いと一般的に呼ぶ。主にこれらの酔いでは, 視覚からの情報と前庭感覚の情報の矛盾によって酔ってしまうのが原因である。このような感覚矛盾を軽減させて動揺病を軽減させる手法なども提案されている [10]。

自動走行化された環境では, 自車挙動を予測することが困難となることや動画などのエンタメが増加することより, 従来の車酔いが通常よりも発生しやすい環境となる。また, VR や AR による情報提示の技術の発展より, 従来よりも多くの VR・AR コンテンツの増加が考えられ, その結果 VR 酔いが引き起こされやすい環境となると予測している。機部らは, 車酔いと VR 酔いが併発することで生まれる新しい動揺病を自動走行酔いと定義し, その存在と影響に関する研究を行なっている [11]。

しかし, 既存研究では, 没入感が低かったことなどより, 実験内での VR 環境による VR 酔いの誘発において, 没入感の欠落から VR 酔いを発症している人が少ない事によっ

Taishi SAWABE, Masayuki KANBARA, and Norihiro HAGITA

て、VR 酔いによる VR 酔いの影響が少なく各環境と動揺病の重症度合いの影響の検証が十分に行えていなかった。よって本研究では、特に自動走行環境と VR 環境における環境の違いと動揺病の重症度の影響を調査することを目的とする。

3. 各環境における動揺病の重症度と没入感

本研究では、自動走行環境と VR 環境における没入感の違いと動揺病の重症度合いの関係について検討していく。各環境に対して、感覚器官が受ける情報、情報提示装置、没入感をまとめたもの表 1 に示す。自動走行環境は、走行中の車内での光学シーンスルを用いた情報提示とビデオシーンスルによる情報提示の二種類の環境がある。光学シーンスルでは、HUD(ヘッドアップディスプレイ)によって、ビデオシーンスルでは、HMD(ヘッドマウントディスプレイ)を用いて情報提示を行う。走行中に外部環境の映像情報を送ることより、遅延した映像が再生される。ビデオシーンスルでは、HMD を用いることで没入感が高い状態を作ることができる。一方光学シーンスルでは、HUD を用いていることより実環境とバーチャル環境を同時にもしくは交互に情報を視覚から得ている。また VR 環境では、HMD による映像の再生より没入感が高い状態での VR 環境を再現している。

4. 没入感と動揺病の検証実験

本実験では、3つの環境内：自動走行環境（光学シーンスル）と自動走行環境（ビデオシーンスル）と VR 環境での搭乗者の動揺病の重症度を主観的および客観的評価を用いてその時の没入感との関係を調べる。仮説とし、重症度が最も高い順に、ビデオシーンスル環境、VR 環境、光学シーンスル環境となり、それぞれの没入感との関係が重要となると予測する。ビデオシーンスル環境では、没入感が最も高いことより視覚からの遅延した映像情報の影響が強く、さらに走行中の車の加速度刺激によって、さらに動揺病が発症しやすい環境となる。一方光学シーンスル環境では、搭乗者は実環境とバーチャル環境の2つの環境からの情報を交互に得るため、映像に対する没入感が低くなると考える。

動揺病の重症度の主観的評価として、シミュレーター酔いや VR 酔いの計測でもよく用いられる SSQ(Simulator Sickness Questionnaire) アンケートを用い [12]、さらに客観的評価として生理指標（心拍 (LF/HF) および唾液アミラーゼ）を用いた計測を行う。

表 1: 各環境と受ける情報、提示装置、および没入感。

	自動走行環境		VR 環境
	光学シーンスル	ビデオシーンスル	
前庭感覚	車の加速度	車の加速度	なし
視覚	映像 (遅延)	映像 (遅延)	映像
情報提示	HUD	HMD	HMD
没入感	低	高い	高い

*HUD:ヘッドアップディスプレイ, HMD:ヘッドマウントディスプレイ

参考文献

- [1] 内閣府: 戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) 自動走行システム研究開発計画, 2017.
- [2] M. Elbanhawi, M. Simic, and R. Jazar: In the Passenger Seat: Investigating Ride Comfort Measures in Autonomous Cars, Intelligent Transportation Systems Magazine IEEE, Vol. 7, No. 3, pp. 417, 2015.
- [3] 土井美和子: ヒューマン・インタフェース論, Nikkei X TECH 日経バイト 2005 年 1 月号, pp. 71, 2005.
- [4] T. Sawabe, O. Shohei, M. Kanbara, N. Ukita, T. Ikeda, L. Y. M. Saiki, A. Watanabe, and N. Hagita: Warning notification of potential collisions for passenger anxiety reduction on autonomous wheelchairs, The 16th ITS Asia-Pacific Forum FUKUOKA 2018, pp. 114, 2018.
- [5] T. Sawabe, M. Kanbara, N. Ukita, T. Ikeda, L. Y. M. Saiki, A. Watanabe, N. Hagita: Comfortable autonomous navigation based on collision prediction in blind occluded regions, 2015 IEEE International Conference on Vehicular Electronics and Safety (ICVES2015), pp.75-80, 2015.
- [6] R. Hashimoto, R. Nomura, M. Kanbara, and N. Ukita, T. Ikeda, Y. Morales, A. Watanabe, K. Shinozawa, and N. Hagita: Behavior Representation of Robotic Wheelchairs with Physiological Indices for Passenger Comfort, IEEE International Conference on Vehicular Electronics and Safety (ICVES2015), pp.158-163, 2015.
- [7] M. Sivak, B. Schoettle: Motion Sickness in Self-Driving Vehicles, The University of Michigan Transportation Research Institute, Technical Report Documentation, pp.1-15, 2015.
- [8] 藤田広大, 伊藤研治, 米山一也, 馬場智之, 川名正直, 原田恵介, 大島宗之: 自動車用ヘッドアップディスプレイの開発, FUJIFILM RESEARCH and DEVELOPMENT, No. 62, pp. 51-55, 2017.
- [9] T. Reason and J.J. Brand: Motion sickness, Academic Press, London, 1975.
- [10] T. Sawabe, M. Kanbara, N. Hagita: Diminished Reality for Acceleration - Motion Sickness Reduction with Vection for Autonomous Driving -, 2016 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality Adjunct Proceedings, pp. 297-299, 2016.
- [11] 磯部良太, 澤邊太志, 神原誠之, 萩田紀博: 自動走行酔い: 車酔いと VR 酔いの併発環境におけるストレス評価, 日本バーチャルリアリティ学会 複合現実感研究会, Vol.20, No.2, pp. 1-6, 2017.
- [12] A. Graybiel, C.D. Wood, E.F. Miller, and D. B. Cramer: Diagnostic Criteria for Grading the Severity of Acute Motion Sickness., Aerospace Med., 453-455, 1968.