



# 自動走行環境における搭乗者の予備動作喚起を目的とした ベクシオン提示手法の検討

澤邊 太志<sup>1)</sup>, Deniau Tom<sup>2)</sup>, ブタスラック イシドロ<sup>1)</sup>, 加藤 博一<sup>1)</sup>

1) 奈良先端科学技術大学院大学 インタラクティブメディア設計学研究室 (〒 630-0192 奈良県生駒市高山町 8916 番地-5, t.sawabe@is.naist.jp)

2) Université Marie-et-Louis-Pasteur (1 Rue Claude Goudimel, 25000 Besançon, France)

**概要:** 将来の自動走行環境においては、搭乗者が車両の挙動を予測することが困難になると考えられる。このような予測困難な挙動に起因する加速度刺激や感覚の不一致は、自動走行ストレスの増加や自動走行酔い（車酔いや VR 酔いが併発）の要因となりうるため、それら不快要因の軽減が課題となる。そこで本研究では、ベクシオン（視覚誘導性自己運動感覚）を活用した反射的な身体誘導によって、自動走行車両の搭乗者へ事前に情報提示を行うことで、車両挙動情報の伝達を行い、予備動作を喚起し、不快要因の軽減を目指した検討を行う。

**キーワード:** ベクシオン, 自動走行, ストレス軽減, 快適性

## 1. はじめに

自動走行技術の進展により、搭乗者が運転操作から解放される場面が増加している。一方で、搭乗者は車両の挙動の原因や意図を理解する術を持たず、システムの挙動に対して不安や不快感を覚えることがある。こうした現象は「自動走行ストレス (Autonomous Vehicle Stress, AVS)」として知られ、自動走行車の社会的受容における重要な課題とされる [1]。

Human Machine Interaction (HMI) の分野における快適性として、新しい技術を普及させるための 3 つのステップが提案されている。ステップ 1 の利用初期は、技術に対してネガティブな感情を持っているため、利用者に安心感を与えることでその技術を当たり前と感じる次のステップ 2 へと変化する。また、利用者楽しさを与えることで継続利用へとつながるポジティブな感情を持つステップ 3 へ変化していくとされている。快適化知能では、HMI 分野における快適性の考えから、自律移動ロボットへ初搭乗時から継続的利用までの搭乗者の快適性を考慮したサポートをシステムが行うことの重要性を提唱し、人にとって快適な自律移動ロボットの実現を目指している。この際、快適性を妨げる自動走行ストレス (AVS) に着目しており、AVS を引き起こす要因として車両挙動要因、静的外部要因、動的な外部要因を定義している。一方、人が運転するときのプロセスは認知・判断・操作の 3 つに基づいていることが分かっているが、自律移動ロボットは人の代わりに認知・判断・操作を行う必要がある [2]。このとき、自律移動システムがどのように認知・判断・操作をおこなっているのが不明な場合に搭乗者は不安を感じることでストレスが増加することが予測される。自動走行ストレスを軽減する研究についてもいくつかあり挙動制御手法と情報提示手法によって

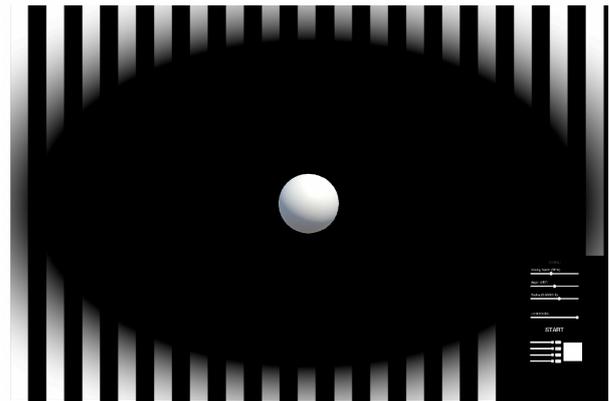


図 1: ベクシオン効果の情報提示画面

軽減が可能となることが分かっている [3]。

自動走行酔いについては、従来運転手であった人が搭乗者の一人となることで、従来よりも車の挙動を予測することが難しくなり、結果的に車酔いの増加を誘発するのではないかと考えられている。また、自動走行環境では、案内に用いるナビゲーションや注意喚起を目的とした VR/AR 技術を使った情報提示も増加すると考えられているが、走行中の車内において VR/AR の情報提示が VR 酔いの誘発にも繋がるのではないかと懸念もあり、結果的に車酔いと VR 酔いの二つが併発して発生する環境となる [4]。これら酔いの原因である感覚矛盾説 [5] に基づくと、各感覚器官からの情報の誤差を少なくすることで酔いの軽減が可能となると言われていることより、矛盾を少なくする方法について提案した研究がある。

著者らの過去の研究では、視覚刺激による身体誘導を行うことで、発生している矛盾を減らす手法を示している。ここでは視覚刺激として、ベクシオン効果を利用して、反射

的に人の身体の動きを制御してあげることで、酔いの抑制を試みるという研究である [6]。しかし、この研究でのベクションの種類による身体誘導の効果が十分に調査されていないことより、効果的な搭乗者と効果的でない搭乗者が存在したことより、本実験では、ベクションの種類が搭乗者の予備動作喚起にどう影響を与えるかについて調査を行う。

## 2. ベクションによる予備動作喚起の手法

本研究では、AR による情報提示として、Xreal 社の AR グラスを利用する。そのために開発したアプリケーションを図 1 に示す。図 2 には、操作側のスマートフォンのインターフェースをこのアプリケーションの機能として：

1. ベクションのスピードを正確にコントロールでき、度/秒の値で調整が可能
2. 中央の透明な領域の半径がカスタマイズ可能
3. 動く線の 360° の回転機能、水平だけでなく垂直方向の回転もシミュレート可能
4. 線の透明度と色の調整が可能
5. アニメーションの時間設定（1 秒から 10 秒の範囲）

これらの機能は、様々なパラメータを用いた制御実験を容易にするために設計したもので、ベクションの誘発による身体誘導効果の最も効果的な組み合わせを決定することを目的としている。

## 3. 予備動作喚起の効果検証のための実験概要

本実験は、様々なベクションによる情報提示によって、搭乗者に予備動作を喚起させることができるか、またその時の効果についての検証を行うことを目的とする。実車両での走行の前に、まずは異なるベクションによる情報提示が、意図した予備運動を喚起させるかどうかの検証を行うために、AR グラスをかけてもらい、いくつかのベクション効果を体験し、その際の誘導を調べる。その結果に基づいて、実車両環境での加速度時、減速時、左右に曲がる際に、挙動が発生する手前でベクション効果を AR で表示する実験を行う。

## 4. まとめ

本研究では、ベクション（視覚誘導性自己運動感覚）を活用した反射的な身体誘導によって、自動走行車両の搭乗者へ事前に車両挙動の情報提示を行うことで、予備動作を喚起し、不快感の軽減を目指す手法の提案を行なった。今後は、提案手法によって搭乗者へ挙動情報の提示が効果的に可能かについて実車両環境での検証を行い、快適な自動走行車両の実現を目指す。

**謝辞** 本研究の一部は、JSPS 科研費 JP24K17238 の助成を受けたものです。

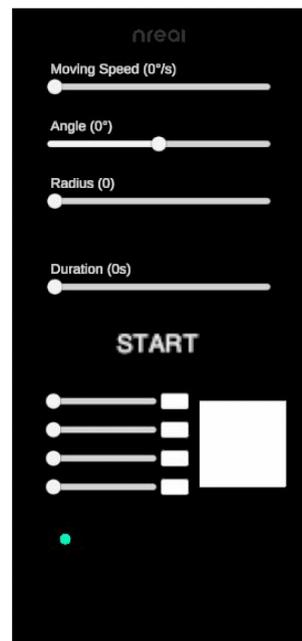


図 2: 操作側であるスマートフォンのインターフェース

## 参考文献

- [1] Taishi Sawabe, Masayuki Kanbara, and Norihiro Hagita. Comfort intelligence for autonomous vehicles. In *2018 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality Adjunct (ISMAR-Adjunct)*, pp. 350–353, 2018.
- [2] Pendleton, et al. Perception, planning, control, and coordination for autonomous vehicles. *Machines*, Vol. 5, No. 1, 2017.
- [3] Taishi Sawabe, et al. Warning notification for potential collisions to reduce passenger anxiety on autonomous wheelchairs. Springer, Proc. of The 16th ITS Asia-Pacific Forum, “Intelligent Transport Systems for Everyone’s Mobility”, pp. 279–295, 2019.
- [4] 澤邊太志, 磯部良太, 神原誠之, 萩田紀博. 自動走行酔い 車酔いと vr 酔いが併発する環境における動揺病の評価. IEICE technical report: 信学技報 (ITS), Vol. 118, No. 79, pp. 13–18, 2018.
- [5] J. T. Reason and J. J. Brand. Motion sickness. *Academic Press*, 1975.
- [6] Norihiro Hagita Taishi Sawabe, Masayuki Kanbara. Diminished reality for acceleration — motion sickness reduction withvection for autonomous driving. In *IEEE VIRTUAL REALITY (VR)*, pp. 277–278, 2017.