



映像視聴時の自動走行酔い軽減のための 空間オーディオ情報提示による重心移動の検討

澤邊太志¹⁾, 神原誠之^{1,2)}, 加藤博一¹⁾

Taishi SAWABE, Msayuki Kanbara, and Hirokazu Kato

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

2) 甲南大学 (〒 658-8501 兵庫県神戸市東灘区岡本 8-9-1)

概要: 自動走行化することによって、多くの搭乗者は動画視聴などの映像コンテンツを見ることに時間を費やすことが予測されている。しかし、走行中の予測困難な車両挙動からの複数の刺激により、自動走行酔い発症の増加も懸念されている。よって本研究では、自動走行環境における映像コンテンツ視聴時の酔い軽減を目的とし、空間オーディオを用いた車両挙動の情報提示による重心移動の誘導手法を提案する。

キーワード: 空間オーディオ, 自動走行, 重心移動, 酔い, 快適性

1. はじめに

自動走行に関する多くの研究は、その安全性の向上による事故の軽減や効率性の向上による渋滞解消という課題の解決が最も注目されている [1, 2]。マニュアル車が自動走行化することによって従来必要であった、人による運転操作の責任がなくなり、全ての人が搭乗者となることで、移動中の車内でのゲームや睡眠といった運転操作以外の自由な活動が増加することが予測されている [3, 4]。走行中の車内での自由活動について搭乗者に注目してみると、安全性や効率性だけでなく、車内の搭乗者の快適性を維持させ、向上させることは、今後の自動走行を社会的に普及するという観点においても、重要な要素の一つであると考えられる。

2. 快適化知能

筆者らは、快適化知能 (Comfort Intelligence) を定義し、人の快適性を考える自動走行システムの知能の重要性について提言している [5]。図 1 に示すように、快適化知能では、搭乗者の初搭乗時から継続的な日常利用までの、搭乗者の快適性を自動走行に搭載された知能が支援することを安全性や効率性同様に重視するという考えに基づき、この際に車両共同や周囲環境に対する不安や恐怖からくる精神的要因で自動運転特有のストレスを、自動走行ストレス (Autonomous Vehicle Stress: AVS) と定義し、自由行動の増加による車酔いの増加や VR/AR コンテンツの増加による VR 酔い増加の複合的な酔いの発症による生理的要因である自動走行酔い (Autonomous Vehicle Motion Sickness: AVMS) を定義している。これらの不快要因を軽減や抑制することで、快適な自動走行車の実現を可能として、搭乗者が継続的に利用したいと感じる未来の移動手段が実現されると考える。

自動運転レベル 4, 5 のような環境では、搭乗者は自由な



図 1: 快適化知能 (コンフォート・インテリジェンス) [5]

行動が可能となるが、車両挙動が共有されていないことで生じる不安感より、結果的に搭乗者は強いストレスを感じてしまう可能性がある。このような不快要因が続いて発生することで自動走行車両の継続的な利用が困難となることが予測される。そこで、自動走行の搭乗者の快適性を体系的に分類し「快適化知能 (コンフォート・インテリジェンス, Comfort Intelligence)」と提唱する知的な快適制御の知能に基づき、自動運転レベル 4 および 5 において、マインドオフやドライバーオフの状態で搭乗者が感じる精神的な不安や恐怖からくるストレスであるストレスと、生理的な動揺病を含む不快要因の軽減や抑制が必要不可欠となってくる。不快要因の中でも特に解決すべき二つの要因がある。一つ目は、従来の運転手が自動走行化により一人の搭乗者となることで新たに発生するストレスである「自動走行ストレス」である。二つ目は、予測が困難な車両挙動によって発生が増加すると考えられる車酔いと、VR/AR 技術による情報提示量の増加によって発生が考えられる VR 酔いの併発である「自動走行酔い」である。

本研究では、快適化知能を実現するために、不快要因の中でも特に自動走行酔いの抑制を目指す手法の提案として、



図 2: XR キャビン（自動走行システム）と車内空間オーディオ情報提示による重心移動（提案手法）

自動走行車への搭乗時に、搭乗者の多くが行う活動の一つである映像視聴という活動に注目し、その際の視聴コンテンツからの音情報を、車両挙動に応じた音情報の提示（空間オーディオ情報提示）によって、搭乗者への車両挙動情報の共有と同時に感覚一致による酔い抑制を目指した、重心移動を可能とするシステム提案を行う。

3. 空間オーディオ情報提示による重心移動手法

図 2 に自動走行システムである XR キャビンと車内空間オーディオ情報提示による重心移動の提案手法を示す。XR キャビンは、半球スクリーンによる VR 情報提示とモーションプラットフォームによる傾斜制御を可能としたシステムであり、搭乗者の視覚と体感への刺激を与えることが可能である [6]。よって、この XR キャビン内部で映像視聴を行うことで自動走行中に没入感が高い映像視聴を体験することができる。

空間オーディオによる搭乗者の重心移動手法の可能性については、玉淵らの既存研究である空間音響によるナビゲーションシステム手法や、田中らによる頭部姿勢に応じた空間音響フィードバックの研究があり、空間オーディオによる誘導の可能性を示唆していることより、重心移動を行う手法として映像視聴コンテンツに基づく音響を利用した空間オーディオ情報提示手法を提案する [7, 8]。自動走行システムである Autoware 上で動作しており、システムから車両挙動データを取得することができる。取得した車両挙動に基づき、右や左に曲がる際や加減速の際の前後の動作による加速度刺激が発生する手前で、視聴コンテンツに合わせた音を空間の方向から再生することによって、搭乗者は自然に車両の挙動を把握することができ、車内の搭乗者が感じる加速度刺激の方向と車両が実際に発生させる刺激を一致させることで、感覚の不一致の軽減を試みる。

4. むすび

本論文では、「快適化知能（コンフォート・インテリジェンス, Comfort Intelligence）」に基づき、その快適制御知能の考えから、精神的な不安や恐怖からくる自動走行ストレスや生理的な動揺病を含む自動走行酔いの不快要因を紹介し、自動走行搭乗時の搭乗者が最も行う活動の一つと予測されている映像視聴という活動において、車両挙動情報を空間オーディオによる情報提示手法の提案を行なった。今後は、実自動走行車による実験を通して、提案手法の酔い抑制の効果のための重心移動の可能性を検証し、走行環境に応じた、最も効果的な空間オーディオ情報提示手法の提案を行うことで、快適な自動走行車の実現を目指す。

謝辞 本研究は、JSPS 科研費 JP24K17238 及び放送文化基金の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] Nidhi Kalra and Susan M. Paddock. Driving to safety: How many miles of driving would it take to demonstrate autonomous vehicle reliability? *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 94, pp. 182–193, 2016.
- [2] Tschangho Kim. Automated autonomous vehicles: Prospects and impacts on society. *Journal of Transportation Technologies*, Vol. 08, pp. 137–150, 2018.
- [3] David Large, et al. Design implications of drivers' engagement with secondary activities during highly-automated driving – a longitudinal simulator study. 2017.
- [4] Todd Litman. Autonomous vehicle implementation predictions: Implications for transport planning. Technical report, Canada, 2023.
- [5] 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.
- [6] 清水祐輝, 澤邊太志, 藤本雄一郎, 神原誠之, 加藤博一. 自動走行環境における移動感覚を軽減する tilt-free xr cabin の構築. クラウドネットワークロボット研究会, Vol. 122, No. CNR2022-19, pp. 20–23, 2022.
- [7] 玉淵誠人, 阿部亨, 菅沼拓夫. 空間音響を用いた視覚障害者のための屋内ナビゲーションの提案. 情報処理学会第 83 回全国大会, No. 3, pp. 145–146, 2021.
- [8] 田中雄大, 藤田和之, 高嶋和毅, 北村喜文. デスクワーク中の頭部姿勢に応じた空間音響フィードバック提示手法. 情報処理学会インタラクティブ 2023, pp. 820–824, 2023.