

自動運転車における権限移譲時の微小なシート回転がドライバーの回避行動に及ぼす影響

勝目 空 【知覚認知脳情報研究室】

1 はじめに

近年の自動運転技術の急速な発展により、ドライバーが運転操作から解放される場面が増えつつある。現時点では米国自動車技術会 (SAE) が定める自動運転レベル 3 までが実用化されており、通常走行時はシステムが運転を担う一方で、システム限界や危険場面においてはドライバーが運転権限を引き継ぎ、手動運転で回避操作を行う必要がある。このような運転交代の要請は TOR (Take Over Request) と呼ばれ、その呈示方法や影響に関する研究が行われてきた。従来の TOR は視覚・聴覚的呈示が中心であるが、ユーザー体験を妨げる可能性や、非運転関連作業 (NDRT) 実施中には注意資源の競合により十分な注意喚起が行われない可能性が指摘されている [1]。そこで本研究では、視覚や聴覚に依存しない新たな TOR 呈示として、シートの回転による身体的刺激が、権限移譲時のドライバーの注意喚起および回避行動に与える影響について検討した。

2 実験方法

2.1 実験刺激装置及び実験参加者

実験参加者は正常な視力 (矯正視力を含む) を有する本学の大学・大学院生 20 名 (男性 16 名, 女性 4 名) であった。ドライビングシュミレータの作成は Unity で行い、視覚刺激の呈示には HMD (MetaQuest2), VR 内の車両の操作にはハンドルとペダル (Logicool G29 Driving Force), 回転刺激の呈示には Roto 社の電動回転式ゲーミングチェア Roto VR Explorer を用いた。

2.2 実験手続き及び実験条件

実験参加者は、Unity により作成した直線およびカーブ区間を含む約 20 km のコースを、ドライビングシュミレータ上で走行した。走行中は、VR 上の車内小型モニターに表示される映像を注視するよう指示した。走行は自動運転状態を基本とし、自動運転中はシステムが時速 80 km でレーンキープを行いながら走行した。危険場面として、前方左車線に動物、または停止車両の出現の 2 種類を設定した。危険場面の 100 m 手前において TOR として、シートの右回転、左回転、または視覚呈示のいずれか 1 種類が呈示された。シート回転呈示では、シートが右または左方向に約 6 度回転 (10 deg/s) し、視覚呈示では車内モニター上に運転交代を促す画面を表示した。TOR 呈示後は自動運転から手動運転へと切り替わり、参加者はステアリングおよびブレーキ操作により危険場面の回避を行うよう指示した。危険場面はドライバーが予期できないタイミングで 1 試行につき 3 回呈

示され、実験は 2 回に分けて実施した。実験終了後、運転中の主観評価について 7 件法のアンケートに回答させた。

3 実験結果

本研究では、反応時間をドライバーが TOR 呈示からステアリング操作またはブレーキ操作を行うまでの時間とした。この反応時間について、TOR の種類 × 回避対象の対応あり 2 要因分散分析を行った結果、回避対象の主効果は有意であり ($p < .001$)、動物条件は車条件よりも反応時間が有意に長かった。TOR の種類の主効果および交互作用はいずれも有意ではなかった ($p > .05$)。一方、「注意を引きやすかったか」に関する主観評価について、視覚 TOR とシート回転 TOR を比較するため、対応のあるウィルコクソンの符号順位検定を行った。その結果両条件の評価に有意な差が認められた ($p < .05$)。

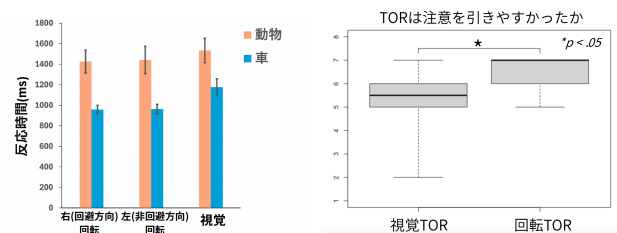


図 1: TOR と回避対象による平均反応時間

図 2: アンケート結果

4 考察・まとめ

本研究では、自動運転車における権限移譲時の微小なシート回転がドライバーの回避行動に及ぼす影響について検討した。その結果、回避対象の違いによって反応時間に有意な差が認められた。これは回避対象の大きさの違いによる視認性の差によるものであると考えられる。一方で、シート回転を含む TOR の種類や回転方向による反応時間の有意な差は認められなかった。しかし、主観評価では注意の引きやすさに条件間の差が認められ、視覚呈示と比較して有意な反応時間の短縮には繋がらなかったものの、微小なシート回転が権限移譲の手がかりとして機能する可能性が示唆された。

参考文献

- [1] Yueteng Yu, et al. (2020). "Designing with Motion: Exploring Vestibular Cues as a Subtle Awareness Nudge Modality in Automated vehicles.", *Automotive UI '25*, pp. 242-252.