

自動走行車両搭乗者の予備動作喚起を目的とした映像提示方式

島田 和輝[†] 澤邊 太志[‡] 宍戸 英彦[§] 神原 誠之[‡] 北原 格[§]筑波大学 理工学群工学システム学類[†] 奈良先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科[‡]筑波大学 計算科学研究センター[§]

1. はじめに

計測制御技術の発展に伴い自動車の運転支援技術が急速に普及している。また自動運転で無人走行するタクシーやバスの試験的導入が始まるなど、自動走行車両も身近なものとなりつつある。車両の自動走行化が実現されると、搭乗者は運転から解放され、ウインドシールドを情報スクリーンとして利用する搭乗スタイルが実現すると考えられている。自動走行下においては乗り物酔い発生が増加することが懸念されている。これは、自身で運転しない状況では道路状況を注視する機会が低減するため、車両動作の能動的予測が行われず、その結果、視覚・前庭感覚・体性感覚などの感覚器官の情報とアクセルやブレーキによる車両の挙動変化（加速度刺激）の間のズレ（不一致）が増加することが原因と考えられる。本研究では、自動走行下で発生する感覚の不一致を軽減するために、搭乗者に加速度刺激を前もって知覚させ予備動作を促す映像の生成提示を目的とする。

本稿では、オプティカルフロー速度は速度感覚に影響を与え、その動きが運動知覚に関する錯覚現象である視覚誘導性自己運動感覚（ベクシオン）を引き起こすという知見に基づき [1]、全方位映像の投影面形状を操作することで発生するオプティカルフローを変化させ、車両搭乗者に予備動作を促す映像の生成法について検討する。

2. 関連研究

2.1. 身体誘導による加速度刺激の軽減

触覚及び視覚提示による身体誘導によってカーブ時に搭乗者が受ける加速度刺激の軽減が可能であることが示唆 [2]されていることから、映像提示による予備動作の喚起が、加速度刺激を軽減し不快感軽減に繋がることが期待できる。

2.2. オプティカルフローと速度感覚の関係

視覚刺激のオプティカルフローの大きさが人の速度感覚に影響することが示されている。東井らは、バーチャルパターンと呼ばれる自動車の走行速度に応じて変化が生じる CG オブジェクトをドライバ視界に重畳することで、ドライバの体感速度が変化することを示した [3]。この結果から、オプティカルフローを変化させることで、観測者の速度感覚の操作が可能であることが示唆される。

2.3. ベクシオンを利用した車酔い低減手法

中西らは、加減速時に発生する車酔いに対して前後方向のベクシオンを発生させる映像の提示により、車の加減速に一致した運動感覚を誘起し視覚と平衡感覚の間の感覚情報の矛盾を軽減し、車酔い低減効果が得られることを示した [4]。この研究では、車内でのテレビ視聴を想定しているが、本研究ではウインドシールドディスプレイにより全方位映像提示を想定しているため、視覚刺激の提示法に検討が必要となる。

3. 予備動作を喚起する映像の生成と提示

近い未来の車両動作を把握可能であるという自動走行車両の特性を利用して、実際に発生するよりも前に加速度を知覚させる視覚刺激を与えることで、加速度に対する予備動作を発現させる。視覚刺激の操作は、映像中のオプティカルフローを変化させることで実現する。視覚刺激により知覚した加速度に対してベクシオンが発生し、その結果搭乗者の身体動揺が生じることで、身体にかかる加速度を軽減するための予備動作が喚起され则认为している。

本研究では、図 1 に示すように、プログラム制御可能な電動車椅子と予め撮影した全方位映像を用いて VR 空間内で自動走行環境を構築する。搭乗者は頭部装着型ディスプレイ（HMD）を装着し、車椅子の移動に応じた映像を観察することで、自動走行車両の搭乗を疑似的に体験する。

“A video generation for evoking preliminary actions of passengers on automated vehicles”

Kazuki Shimada[†], Taishi Sawabe[‡], Hidehiko Shishido[§], Masayuki Kanbara[‡], Itaru Kitahara[§]

Engineering Systems, University of Tsukuba[†]

Nara Institute of Science and Technology[‡]

Center for Computational Sciences, University of Tsukuba[§]

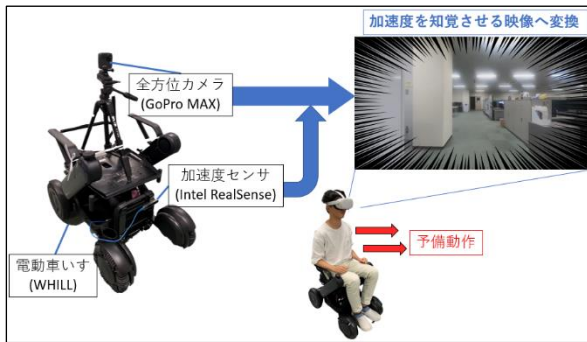


図1 予備動作を喚起する映像の生成と提示

3.1. 加速度を知覚させる映像生成手法

VR空間において全方位映像の投影面の形状を変換することで搭乗者が知覚する加速度を変化させる。図2上部に示すように、通常時は球体（全天球）に全方位映像を投影している。この投影面を、車両の加減速に合わせて進行方向に伸縮させることでオプティカルフローの大きさを変化させ、観測者が感じる加速度知覚を操作する映像を生成する。進行方向に伸ばす場合、オプティカルフローが小さくなるため減速を感じ、進行方向に縮める場合、オプティカルフローが大きくなるため加速を感じることを想定している。

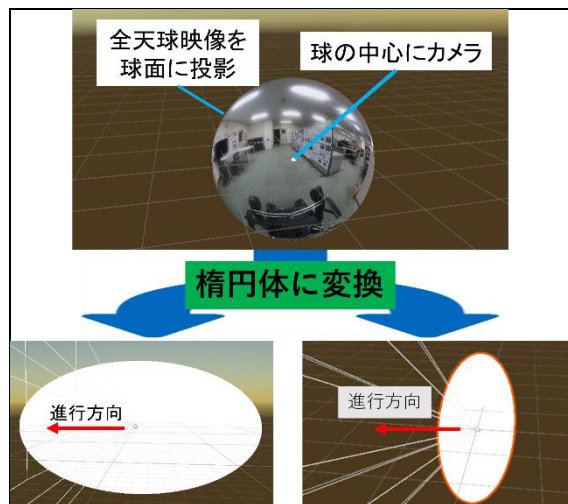


図2 投影面形状の変形による加速度知覚の操作

4. 実験

4.1. 実験環境

提示映像は、図1左上に示す電動車椅子WHILLに三脚を取り付け、そこに設置した全方位カメラGo Pro MAXを用いて5376画素×2688画素・毎秒30フレームで撮影した。映像変換に必要な電動車椅子の加速度情報はIntel RealSenseを用いて計測した。事前撮影と搭乗実験は同一の室内空間において同一の経路を動くように実

施した。車椅子の移動は、直線上を所定速度まで等加速度で加速し、所定時間等速走行した後、停止するまで等加速で減速するようWHILLを制御した。

4.2. 実験パターン

表1に示す、映像変換と移動の有無による4パターンで実験を実施し、その関係性を分析する。①静止したWHILL上で投影面変換を施さない映像を観察、②静止したWHILL上で投影面変換を施した映像を観察、③移動するWHILL上で投影面変換を施さない映像を観察、④移動するWHILL上で投影面変換を施した映像を観察。

パターン①とパターン②から全方位映像の投影面の変換による速度感覚の変化について検証する。パターン③とパターン④から車両搭乗時の予備動作の有無や提案手法の有効性について検証・考察を行う。

表1 実験実施パターン

		映像変換	
		無し	有り
移動	無し	①	②
	有り	③	④

5. おわりに

全方位映像で発生するオプティカルフローを変化することで車両搭乗者に予備動作を促す映像の生成法について検討した。本研究は科研費(21H03484)の助成によるものである。

参考文献

- [1] W. H. Warren, "Self-Motion: Visual Perception and Visual Control," 著: *Perception of Space and Motion*, Academic Press, pp.263-325, 1995.
- [2] T. Sawabe et al., "Diminished Reality for Acceleration- Motion Sickness Reduction with Vection for Autonomous Driving -," IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality, 2016.
- [3] 東井他, "ドライバの体感速度変化を促すバーチャルパターン" 電子情報通信学会論文誌D Vol.J99-D, No.1, pp.45-55, 2016.
- [4] 中西他, "車酔いを低減する車載TV表示法の開発," 情報科学技術フォーラム講演論文集8(3), pp.421-422, 2009.