



車窓と連動して視覚を刺激する ライド型 VR システムの試作

Prototype of a Ride-type VR System that Present Visual Stimulus Synchronized on the Vehicle Movement

小玉亮¹⁾, 藤枝延維¹⁾

Ryo KODAMA and Nobushige FUJIEDA

1) 株式会社豊田中央研究所 (〒480-1192 愛知県長久手市横道 41-1, kodama-r@mosk.tytlabs.co.jp)

概要 : MaaS (Mobility as a Service) の普及により, 車室内のライフスタイルが多様化し, 情報を乗員に分かり易く伝えるため大型ディスプレイの搭載が予想される. しかし, 車内での大型ディスプレイ利用は, 感覚不一致による酔いの原因となり得る. この問題を解決するため, 車両の位置や速度を反映する, 車窓のようなコンテンツを提示する VR システムを提案する. 今回は, 本アプローチのシステムを試作し, 実現可能性を検証した. 開発者 2 名による主観評価から, 60Hz の更新レート, $\pm 10\text{cm}$, $\pm 0.3\text{deg}$ の誤差を持つ測位システムにて, コンセプトを実現できることを示した.

キーワード : 移動感覚, 視覚, 拡張・複合現実, 移動体測位

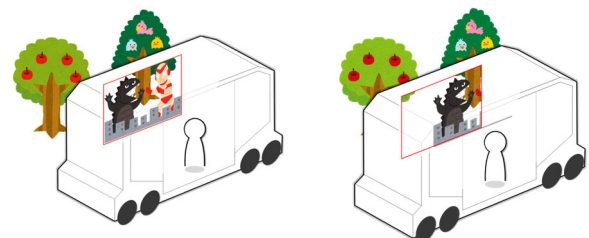
1. はじめに

近年, 様々な社会課題を解決するため, モビリティ分野では自動運転, カーボンニュートラルと共に, MaaS (Mobility as a Service) への期待が高まっている. MaaS の普及により, 車室内のライフスタイルが多様化していくと考えられる. 観光, ビジネス, 遠隔での健康診断など, 様々な用途で, 情報を乗員に分かり易く伝えるため大型ディスプレイが搭載されるなど, メディア環境の高度化が予想される.

しかしながら, 車内で大型ディスプレイを使用する場合, リビングなどの定置環境とは異なる問題が発生する. その一つにシミュレータ酔いがあると考えている. 車の中では, ディスプレイ上の映像に加えて, 車の運動も同時に感じるようになる. この運動の影響を無視して, 映像を再生すると, 車から入力される運動刺激と, 映像から入力される視覚性の運動刺激の間に差異が生じ, 感覚不一致による酔いの原因となり得る[1].

この問題を解決するメディア技術の一つに, 車の動きを反映した映像を没入型ディスプレイに提示する方法がある[2][3]. 没入型ディスプレイによって視界を遮蔽し, 車の運動の情報源を前庭感覚に限定することで, 車両運動のうち加速度と角速度を反映した映像を生成するだけで, 映像の運動刺激と車の運動刺激の差異を低減できる. 一方で, 専用のデバイスを装着する必要があるためユーザの負荷が高く, 加えて車窓が見えないため, 観光用途などでは, 観光資源である風景が見えないという難点がある.

本研究では, 実空間が見えている環境下で, 感覚の不一致を解消する技術の構築を目的とする. 前述のメディア技術に対して, 車両の位置や速度を正確に反映する機能を追加する必要がある. 図 1 に技術のコンセプトを示す. 車両には大型ディスプレイが搭載されている. 測位システムで得られる高精度な 6 軸の車両姿勢を使い, 車窓のように車の運動に連動した風景映像をリアルタイムに生成, 提示することで感覚の一致を狙う. 今回は, 研究の第一ステップとして本アプローチのメディアシステムを試作し, 体感することで実現可能性を検証する.



(a) 移動前

(b) 移動後

図 1 車窓環境に連動するライド型 VR システム

2. システムの試作

図 2 に試作したシステムのデバイス配置を示す. ベース車両にはトヨタ自動車のシエンタを用いた. シエンタは 3 列のシートをもつ車両であり, このうち 2 列目を外し, 運転席の後ろに 55inch ディスプレイ (Hisense 55U7E, 更新レート: 60Hz) を設置した. 体験者は 3 列目のシート

に着座して、このディスプレイを視聴する。映像生成用 PC (CPU: i9-9900K, Memory: 64MB, GPU: RTX2080) と測位システム (当所開発品, 位置誤差: $\pm 10\text{cm}$, 角度誤差: $\pm 0.3\text{deg}$, 更新レート: 100Hz) は荷室に設置した。ディスプレイは固定されているため、投影されるバーチャル空間の視野角が制限される。このため、手持ちできる軽量な 13.3inch ディスプレイ (Quintokuta 5Z133) も搭載した。手持ちディスプレイには反射マーカを取り付け、光学式ジョイントラッキングシステム (Optitrack V120Trio) で姿勢を計測できるようにした。ディスプレイの範囲外のバーチャル空間を見たいときには、小型ディスプレイを向ければ、その方向の空間が視聴できる。

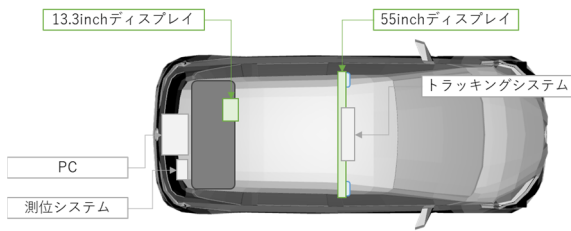


図 2 デバイスの配置

視聴覚刺激の生成方法を図 3 に示す。まず、実空間と対応したバーチャル空間を用意する。今回は当所の 3D モデルを用いた (図 4)。3D モデルでは描かれていない樹木などは Lidar (Laser Imaging Detection and Ranging) データから制作した点群 Map で表現した。

走行している車 (図 4(a)) の位置を測位システムで計測しバーチャル空間の車 (図 4(b)) に反映すると、バーチャル空間の車が同期して動く。これにより、バーチャル空間内で車と事物の相対位置が変化する。この時の 3 列目シートからの見え方の変化をバーチャル車に設置したカメラで撮影し、ディスプレイに投影することで視覚刺激を提示する。手持ちディスプレイについてはトラックシステムで捉えた姿勢をカメラに反映することで、視覚刺激を生成する。

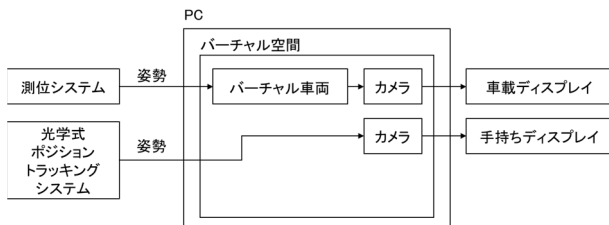


図 3 視覚刺激の生成方法

3. 動作検証

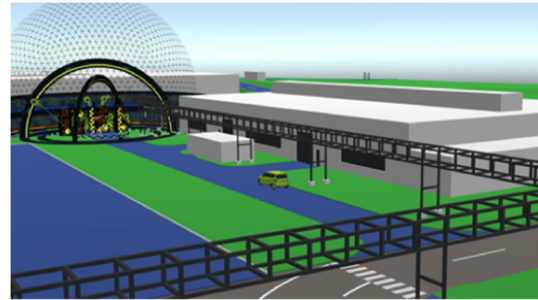
試作したシステムを当所構内路にて筆者ら 2 名で体感し、主観評価により動作確認を行った。最大時速は 25km/h とした。車窓とディスプレイ映像の連動について、画像更新レート、画像のぶれ、レイテンシから評価した。

本システムの画像更新レート 60Hz である。十分な性能と感じたが、ディスプレイ下方の路面テクスチャや、旋回

時のピクセル飛びは知覚可能なため、高レート化することで体感を向上できる余地がある。画像ぶれは知覚が難しかったため、測位システムの誤差範囲は許容可能だと考えられる。車とディスプレイ映像の間のレイテンシは、許容範囲ではあったが、意識をすれば知覚可能であったため 80msec 程度は存在していたと予想される。低減することで、体感を向上できる余地がある。総じて、改善の余地はあるものの、図 1 の技術コンセプトは実現できていると判断した。



(a) 実空間



(b) バーチャル空間

図 4 実空間と対応したバーチャル空間 (左上の T 字路にライブ会場 (© UTJ/UCL) を設置した。)

4. おわりに

車窓のように車の運動に連動した風景映像を提示するライド型 VR システムを試作し、開発者による主観評価ではあるが、システムの実現可能性を示した。今後は、試作システムのディスプレイ性能を改善するとともに、心理実験により、どのような仕様を満たしていれば、ユーザに違和感なく、実空間とバーチャル空間が連動しているよう知覚させられるかを明らかにする予定である。

参考文献

- [1] 平柳 要: 乗り物酔い (動揺病) 研究の現状と今後の展望, 人間工学 Vol. 42, No. 3, pp. 200-211, 2006.
- [2] P. Hock, S. Benedikter, J. Gugenheimer and E. Rukzio: CarVR: Enabling In-Car Virtual Reality Entertainment; Proceedings of the ACM CHI 2017, pp.4034-4044, 2017.
- [3] P. E. Paredes, S. Balters, K. Qian, E. L. Murnane, F. Ordóñez, W. Ju and J. A. Landay: Driving with the Fishes: Towards Calming and Mindful Virtual Reality Experiences for the Car; Journal Proceedings of IMWUT, Volume 2, Issue 4, Article No. 184, 2018