



拡張揺動自動車

圓崎祐貴¹⁾, 佐藤綱祐²⁾, 岩田洋夫¹⁾

1) 筑波大学システム情報系 (〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1,

{enzaki@emp.tsukuba.ac.jp, iwata@kz.tsukuba.ac.jp})

2) 筑波大学グローバル教育院エンパワーメント情報学プログラム (〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1,

kosuke@vrlab.esys.tsukuba.ac.jp)

概要 : VR システムの急速な普及に伴い, 自動車内にもその利用の場がひろがることが予想される. 自動運転が実用化されれば, その動向はさらに加速される. 本研究はそのような背景を踏まえ, 自動車内ならではの VR 体験として, 自動車搭乗者揺動の拡張を提案する. それを実現するシステムとして自動車の走行によって発生する加速度を拡大して搭乗者に提示するシステムを開発した. 助手席に搭載できる小型の 2 軸モーションベースを製作し, 加速度センサと連動させた.

キーワード : モーションベース, モビリティ, 前庭感覚

1. はじめに

技術進歩に伴い Oculus Rift, HTC VIVE, PlayStation VR など HMD を使った VR を中心に急速に普及が進んでいる. 一方で自動車内という限られた空間で移動中の時間をどう過ごすのかという課題について移動中に音楽やラジオが聞けるカーステレオなどがすでに普及しており運転者以外向けとして液晶テレビなども実用化されている. これらの背景から自動車内のコンテンツが音声, 映像と普及してきたことと VR の普及を合わせて考えたときに自動車内エンタテインメントのより一層の充実化を狙って小玉らの開発した自動車の加速度をモーションベースとして利用するシステム[1]のような自動車を利用した自動車内での VR の普及がひろがることが予想される. 急速に実用化に向けて進められている自動運転が実現すれば運転することに注意を払う必要性からコンテンツの体験が制限される運転者がなくなるため, より自動車内のコンテンツというものが重視され VR の利用もそれに伴って加速されると予想される. 本研究はそのような背景を踏まえ, すでにある程度普及が進んでいる音声と映像以外の自動車内ならではの VR 体験として, モーションベースを使った揺動の拡張を提案する. すでに高下らがエレベータと映像を組み合わせることで既存の乗り物の加速感を拡張してモーションベースとしたシステムを開発している[2]がそれを自動車で実現するシステムとして自動車の走行によって発生する加速度を拡大して搭乗者に提示するシステムを開発する. またモーションベースの揺動部の慣性が大きいと制御が困難となるため助手席の座席に代わって搭載できる椅子型の慣性の小さい小型 2 軸モーションベース

Yuki ENZAKI, Kosuke SATO, and Hiroo IWATA

を製作し, 自動車の走行によって発生する加速度と連動させることで搭乗者に提示する加速度を拡大する.

2. コンセプト

自動車に乗ったときに体験するエンタテインメントの始まりは移動感覚とそれに伴う景色の変化にあると考える. それを VR で実現するため, 自動車に乗った際の移動感覚を提示する装置としてモーションベースがある. モーションベースで大きな加速度を提示するには大規模な機構が必要であり, 一般家庭などへの普及を考えたときにそれが障害の一つとなる. 一方で自動車はすでに普及が進みある程度一般家庭にも浸透している. しかし大きな加速度を伴うような運転は危険である. そのため一般家庭で大きな移動感覚を伴う体験をすることは難しい. そこで自動車に乗っている際に揺動を拡張することで自動車として安全性を確保しつつも大きな移動感覚を実現し自動車に乗ったときのエンタテインメント性を高められるのではないかと考えた. また低自由度のモーションベースと没入型ディスプレイを用いて臨場感を向上させる手法も研究が進められている[3][4]. そのため前後左右の揺動動作のみという低自由度に機能を絞ってモーションベースを小型化して加速度センサと連動させ, 自動車に搭載することで自動車に乗っている際の揺動を拡張し, 走行によって発生する加速度を拡大して搭乗者に提示するシステムを考案した.

3. システム構成

本システムはモーションベースシステム (図 1, 緑色) と映像システム (図 1, 水色) から構成される. システム全体図を図 2 に示す. 以下, 各システムについて詳述する. モーションベースシステムは車体にかかる前後・左右方

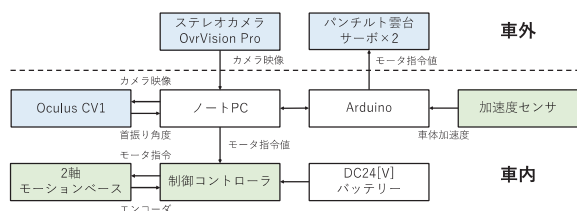


図 1: システム構成図

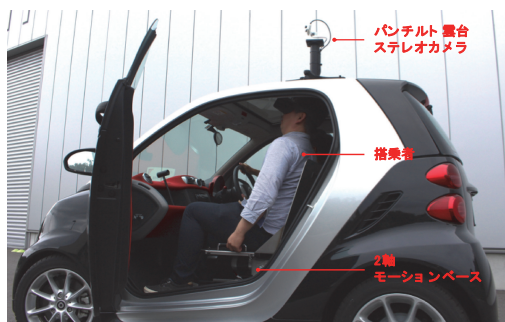


図 2: システム全体図

向の加速度を、車内加速度センサを用いて取得し、ユーザに加速度を拡張提示するよう車内の 2 軸モーションベースを動作させる。モーションベースはロール軸とピッチ軸の 2 軸の動作自由度を有し、助手席搭乗者の身体感覚に加速度情報を重畳提示する(図 3)。2 軸モーションベースは、エンコーダ付き DC モータ (maxon 社製, RE65, 250[W]) に減速機 (maxon 社製, GP81A, 減速比 93) を取り付けた駆動系を用いて、水平を基準としてロール・ピッチ軸ともに ± 10 度の可動域を有する(図 4)。予備実験により、車体を約 20[km/h]で八の字走行(約 20[m]間隔)させた時の加速度が、左右方向で最大約 ± 0.2 [G], 前後方向で $-0.4 \sim 0$ [G]であったため(図 5), モーションベースで提示する角度を、加速度の定数倍として目標角度とし、PID 制御によってモーションベースの制御を行った。

映像システムは搭乗者の視点を拡張する。車体上部に取り付けられたステレオカメラ (Ovrvision Pro) で取得する 2 眼映像を搭乗者の HMD (Oculus Rift CV1) へ伝送することで、車体上部視点での身体感覚を提示する。これにより搭乗者は天井に乗って走っているような感覚が得られる。また搭乗者の身体動作を反映させるため、ステレオカメラはパンチルト雲台に取り付け、搭乗者の首振り動作のパン軸とチルト軸を同期させる。パンチルト雲台はラジコンサーボモータ (Futaba 社製, RS303MRFF) を



図 3: 2 軸モーションベースを助手席へ取り付けた様子

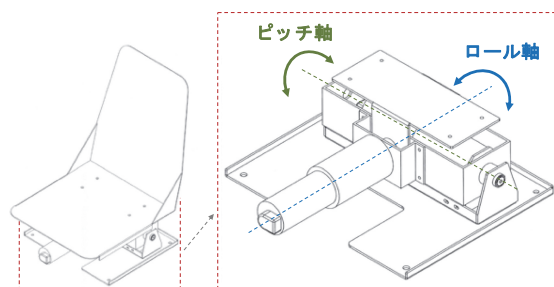


図 4: 2 軸モーションベース詳細図

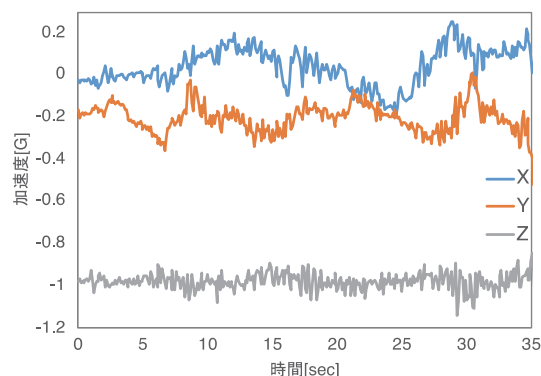


図 5: 車体加速度 (X: 車体右方向, Y: 車体前方向, Z 車体上方向)



図 6: パンチルト雲台とステレオカメラ

2 つ使用し、ブラケット等は 3D プリンタを用いて製作した(図 6)。

4. 評価

4.1 モーションベース性能評価実験

モーションベース(MB)システムの動作性能を評価するために車両走行実験を行なった。約 20[m]の間隔で配置したコーンを目印に、約 10[km/h]の速度を目標として八の字で走行するよう車両を運転した。この時の車体加速度を計測し、その加速度に応じて MB で提示する目標角度および実際に制御された角度を図 7,8 に示す。なお、本実験において搭乗者は載せずに行なった。図 7 より、カーブ走行に伴う車体左右方向の加速度に応じて、MB のロール軸が追従して動作していることがわかる。また図 8 より、車体前後方向に関しても、MB のピッチ軸が追従して動作していることがわかる。

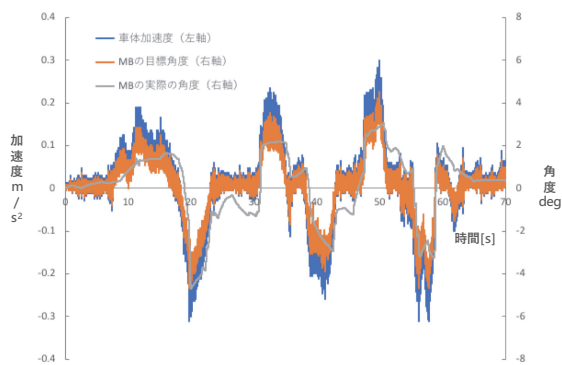


図 7: 車体左右方向の加速度と MB ロール軸

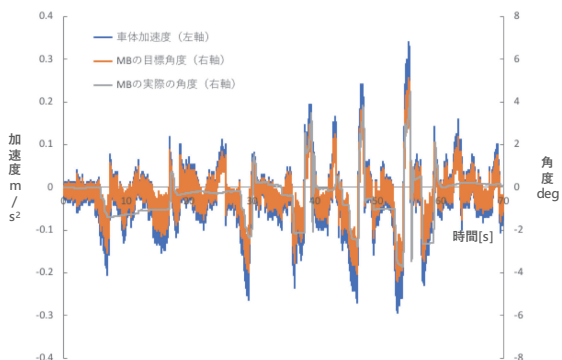


図 8: 車体前後方向の加速度と MB ピッチ軸

4.2 ユーザ評価

本システムは 2017 年、筑波大学で行われた Japan VR Expo 2017 においてデモ展示を行った。合計 30 名の方に体験してもらった。ユーザ体験の流れは以下の通りである。

はじめに、体験者には HMD をつけずに、2 軸モーションベースに乗ってもらい、本システムを体験してもらった。走行コースは約 20[m]間隔で八の字走行を行い、また急発進や急停止などにより、ピッチ軸に対しても大きく刺激を加えるよう動作させた。その後、HMD を被ってもらい同様の体験を行ってもらった。

体験者から表出した意見として、「通常の乗車と比較して、より大きな加速感を感じることができた」といった意見が多く、本システムの目的を達成できたことが示唆され

た一方で、HMD 装着を伴う体験においては「非常に酔った」という問題点も半数程度表出した。酔いの原因としては、体験者が予測する車体加速度に対して、違和感のある過剰な加速度を知覚していることによる差異によるものと考えられる。今後はより小さな加速度で提示することや、実写ではなく CG コンテンツなどとの組み合わせによる新しいシステムの開発などの発展が考えられる。

5. まとめと今後の展望

考案した前後左右の揺動動作に機能を絞ってモーションベースを小型化して加速度センサと連動させ、自動車に搭載するシステムを試験的に実装し、実際に体験することによって自動車の走行によって発生する加速度と連動させることで搭乗者に提示する加速度を拡大することができたことを確認した。今後は HMD を通してみる映像の傾きも利用してより加速度を拡大して提示したり、大きな加速度を利用した CG のコンテンツへの利用などへ可能性を広げていきたい

参考文献

- [1] 小玉亮, 高下昌裕, 田口峻, 梶本裕之: 小型電気自動車とヘッドマウントディスプレイを利用した体感型エンタテインメントシステム, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.21, No.3, pp.529-532, 2016
- [2] 高下昌裕, 蜂須拓, 梶本裕之: Augmented Elevator: エレベータを用いたモーションプラットフォームの開発, エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2014 論文集, pp.192-198, 2014
- [3] 堀磨伊也, 神原誠之, 横矢直和: テレプレゼンスにおけるモーションベースと没入型ディスプレイを用いた慣性力の再現, 信学技報, vol.108, no.374, PRMU2008-190, pp. 7-12, 2009
- [4] 堀磨伊也, 神原誠之, 横矢直和: 低自由度モーションベースと没入型ディスプレイを用いた慣性力の再現によるテレプレゼンスシステムの構築, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 16, No.2, pp. 283-292, 2011.