

Imaginary-Slope: 視覚映像・振動刺激による VR 空間における傾斜再現手法の提案

綿世 慎司^{1,a)} 渡邊 理翔¹ 山下 正航¹ 眞鍋 宗暉¹ 新崎 義峰¹

概要: これまで視覚と振動による車両上の移動体験のリアリティの向上が行われてきた。その中の多くの体験は、振動の有無によって一定の移動感覚を表現しているが、現実では、一定の移動感覚のみならずさまざまな路面状況での移動があり、移動ごとに振動がそれぞれ異なる。そこで、振動位置と振動波形に対してアプローチを行うことで複雑な路面状況や移動の加減速を提示できると考えた。本システムでは、モーションプラットフォームを使わないウェアラブルデバイスのために、視覚と振動による車両に固定されない移動感覚提示する。

1. はじめに

VR において移動感覚を提示することは、空間を移動する VR 体験の要素として重要だと考えられる。また、VR 空間に限らず、拡張現実における移動感覚提示手法は、現実の路面とは異なる感覚を提示するエンターテインメントとして、あるいは現実の移動感覚を抑えることで乗りものの体験の快適さを向上させるものとしての貢献が期待できる。そこで、本体験では体験者の移動を妨げない移動感覚提示ウェアラブルデバイスのためのシステムを提案する。移動感覚提示をするウェアラブルデバイスの要件としては、人体に固定可能な小型デバイスかつ、装着したまま移動可能であることである。

ヒトの移動には歩行による移動と車両による移動がある。今回は、車両による移動体験のうちスケートボードによるものを選択した。車両による移動体験とは、路面を転がる振動が連続的に提示される状況である。沼崎らはエアマットを用いた筐体の舟型 VR システムを構築し、触覚と体性感覚への刺激がプレゼンスの向上に対して有効であることを示した [1]。また、振動による移動感覚提示手法として、山口らは鉄道車両の振動を記録・再現する触覚提示システムを開発し、車窓動画を視聴する際の臨場感を向上させた [2]。スケートボード上の感覚再現では、これまで視覚提示と振動提示を用いた移動感覚が用いられてきた。具体的には、振動による路面走行感覚提示 [3]、足裏への振動の空間的覚提示がある [4]。これまでの体験は車両に設置したデバイスによる提示であるが、本体験での目的

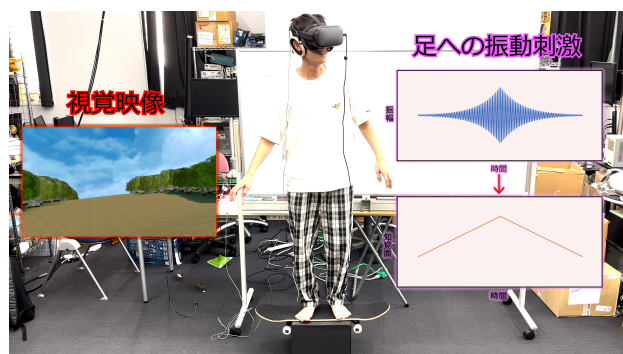


図 1 体験想定図

は、モーションプラットフォームを用いずウェアラブルデバイスのためのシステムであることから、能動移動を妨げないようにヒトに振動デバイスを装着する必要があると考える。

また、これまでの移動体験のための振動提示において、振動波形について議論されてきたものはなく、振動の有無によって路面と車輪が接しているかの感覚を提示している。しかしながら、現実での移動では、一定の路面感覚のみならずさまざまな路面状況があり、路面状況ごとの振動がそれぞれ生じている。そこで、提示振動波形を工夫することで複雑な路面状況を表現出来ると考えた。具体的には、凸凹などの傾斜を提示することである。さらに、振動波形のうち周波数に関して注目すると、振動が提示される間隔の増減は移動スピードが変わったと解釈させることが可能だと考えた。つまり、周波数によって移動体験における加減速表現を行う。

足への振動提示は、足の振動振幅閾値に即した提示が行われる必要がある。これまでの振動スピーカーによる提示

¹ 大阪大学大学院情報科学研究科

^{a)} shinji-watase@hiel.ist.osaka-u.ac.jp

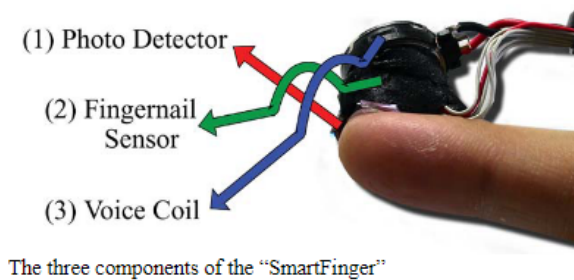


図 2 スマートフィンガー: 文献 [5] より引用

では、振動の感覚の弱さが指摘されており [3], 振動の振幅が不十分であったと考える。これらの問題点に対して、スマートフィンガー研究を応用することを提案する。

体験の想定図を図 1 に示す。

以上より、本体験は、車両による移動中のさまざまな路面状況を提示するウェアラブルデバイスのためのシステムによる体験を提供する。

2. 先行研究

本体験では、車両による移動における複雑な路面形状の走行感覚を提示するために、視覚と足への振動による感覚提示を行う。振動提示では、スマートフィンガー研究を応用して足へ提示を行う。図 2 に示されるスマートフィンガーは、爪上に装着するデバイスで、指の腹でなぞった際の表面の凹凸感覚を提示するものである [5]。指の接触における触覚提示において、指の腹にデバイスを装着することは、装着者が物体に触れる感覚を阻害してしまう。そのため、指の腹ではなく爪の上で振動によって触覚を提示するデバイスが開発された。振動波形によって、知覚する表面形状が異なることが報告されている [6]。これはウェーバー・フェヒナー則に従うとされている。また、脚部への振動デバイスはこれまで振動スピーカーが用いられてきた。しかし、伝わる振動が弱いことが指摘されており [3], 十分な感覚提示のためにモーターと重りを用いた提示 [7] を採用する。本体験では、この技術を車両による移動感覚が生じている間に脚部へ行うことによって、移動している路面の表現を行う。

3. システム構成

車両による移動表現を、HMD を用いた視覚提示と足への振動提示デバイスを組み合わせて行う。システム構成図を図 3 に示す。

HMD では、一人称視点で体験者がスケートボードのように乗り物に乗って走る映像を表示する。乗り物は仮想空間上の凹凸のある道を走り続ける。車輪が転がっている感覚としての一定の振動刺激に加えて、振幅及び周波数を変化させる。振幅を変更したとき、ウェーバーフェヒナー則に従った知覚を生じさせることが可能であると考えてい

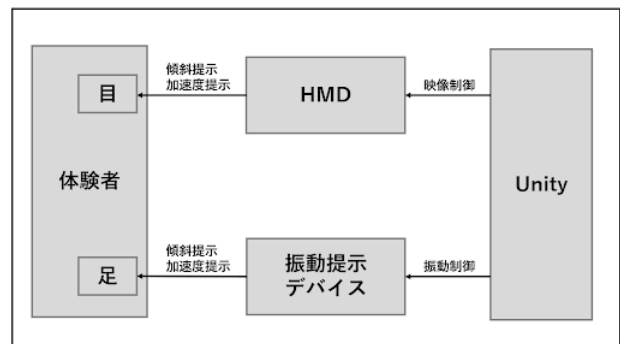


図 3 システム構成図

る。周波数を変更したときに、振動が与えられる間隔が変わり、一定の路面状況において加速度が生じたことを表現出来ると考えた。

傾斜及び加速度に対応する視覚刺激を行い、板の上にいるだけでさまざまな移動感覚を生じさせることが狙いである。

4. おわりに

本稿では、振動提示位置、振動波形を変更可能な移動感覚提示ウェアラブルデバイスのためのシステムによる、様々な路面状況と移動による加減速を映像に合わせて提示する手法を提案した。このシステムは、現実の路面とは異なる感覚を提示するエンターテイメントとして、または現実の移動感覚を抑えることで乗りもの体験の快適さを向上させるなどの貢献が期待できる。

参考文献

- [1] 中垣孝太, 川島優暉, 鳴海拓志. ライド型 VR コンテンツのための筐体の触覚と座面の不安定性を利用したプレゼンス向上手法. 情報処理学会 (オンライン) 2017 論文集. (2017). 入手先 (<http://id.nii.ac.jp/1001/00183371/>)
- [2] 馬場哲晃. 鉄道車両の振動を記録, 再現する触覚提示システム. 情報処理学会 (オンライン) 2019 論文集. (2019). 入手先 (<http://id.nii.ac.jp/1001/00199400/>)
- [3] 清水ありさ, 日野綾香, 佐藤大貴, 江添正剛, 三武裕玄, 長谷川晶一: 路面の振動を再現する VR スケートボード “VibroSkate”. 映像情報メディア学会誌 Vol.69, No.7 (2015).
- [4] Kishida M, Ohshima T. Phantom Glider - A Riding Interface with Multi-Modal Sensation of Speed for Immersive Visual Simulator -.
- [5] Ando H, Miki T, Inami M, Maeda T. SmartFinger: nail-mounted tactile display. ACM SIGGRAPH 2002 conference abstracts and applications. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery; 2002. p. 78.
- [6] Niwa M, Nozaki T, Maeda T, Ando H. Fingernail-Mounted Display of Attraction Force and Texture. Haptics: Generating and Perceiving Tangible Sensations. Springer Berlin Heidelberg; 2010. pp. 3-8.
- [7] 濱口英典, 飯塚博幸, 前田太郎. 爪装着型疑似牽引力/凹凸覚提示装置 (<特集>ハプティクスと VR). 日本バーチャルリアリティ学会論文誌. 2011.16 巻 3 号 p. 409-414