

VR モーションベースによる疑似的な慣性力表現手法の提案

Proposal of a way to express inertia force using VR motion base

5119E005-3 柏 達晶
KASHIWA Tatsuaki

指導教員 河合 隆史 教授
Prof. KAWAI Takashi

概要: 仮想空間において移動感覚の呈示を行う際、モーションベースによって体全体に動きを与えるという方法が注目されている。本研究では、仮想現実における慣性力表現の利活用に関する知見の習得を目的とし、実験を行なった。VR ローラーコースター体験を通して、モーションベースによってユーザーに物理傾斜を与えることで、疑似的な慣性力の表現を試みた。本実験では、加減速時に発生する並進方向の慣性力とカーブ時の遠心力を、重力の分力で再現し、それらが実験参加者に与える影響を人間工学的観点から検討した。その結果、疑似的な慣性力表現はユーザー体験を向上させる効果を持つことが明らかとなった。また、仮想空間内では現実と異なる力の呈示やモーションの設計が必要となることが分かった。

キーワード: 仮想現実、モーションベース、物理傾斜、慣性力、遠心力

Keyword: Virtual Reality, Motion base, Physical inclination, Inertial force, Centrifugal force

1. はじめに

仮想空間内の座標移動では、身体移動に伴う加速度変化を感じ取ることができない。そのため、適切に設計されていない身体移動表現は、感覚不一致による不快感を誘発する恐れがある。そこで、本研究ではVR モーションベースを用いて物理傾斜をユーザーに与えることで、疑似的な慣性力の表現を試みた。モーションベースとは、人間の体全体を直接動かすことで、移動感覚を呈示させる装置であり、VR などにおいても活用されている。

2. 実験方法

2.1 実験条件

本実験ではinjoy Motion社のモーションベースを使用し、VR ヘッドセットはHTC社のVive pro eyeを用いた。また、モーションベースを用いるVRコンテンツとして、ローラーコースターを採用した。本実験は、以下の3要素を実験条件として設計した。

<加速・減速時における慣性力表現>

VR モーションベースによるピッチ角方向傾斜を用いて、実際に慣性力が働く方向に対して、観測者自身にかかる重力の分力を与える。これにより疑似的な慣性力の表現を試みた。その様子を図1に示す。また、VR モーションベースの角度変化を図2に示す。本実験では、疑似的な慣性力表現の有無が

与える影響を比較した。

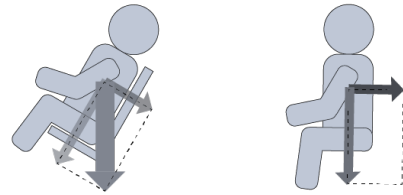


図1 VR モーションベースの物理傾斜による疑似的な慣性力表現

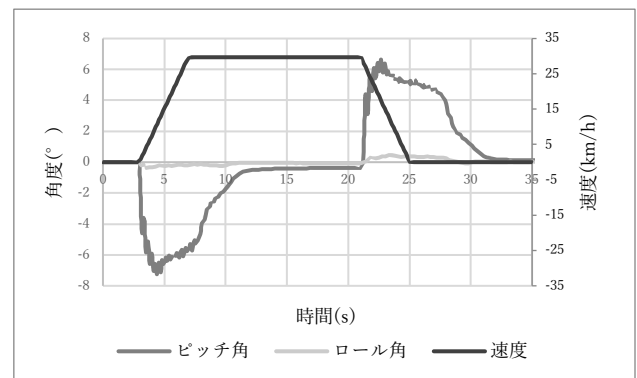


図2 VR モーションベースの角度変化(慣性力表現)

<カーブ時における遠心力表現>

VR モーションベースによるロール角方向傾斜を用いて、実際に遠心力が働く方向に対して、観測者自身にかかる重力の分力を与える。また、先行研究ではロール角方向刺激は、実際に働く力を打ち消す

方向でも VR モーションベースの傾斜を与えることで、ユーザー体験を快方向に転じさせるとされている[1]。そのため、「遠心力方向と反対方向の傾斜」を条件に加え、傾斜方向が与える影響を検討した。

<減速時のモーションベース傾斜と速度設計>

予備実験において、スピードが0になった後、モーションベースの傾きが0°に戻っていくタイミングで不快感を覚える人が複数見られた。そのため、VR モーションベースが0°になるタイミングに合わせて、速度が0になるよう減速時の加速度を調整した条件を設定した。以下、この条件を「ギャップ有り」条件とし、ギャップの有無が与える影響を検討した。本条件の角度変化を図2に示す。

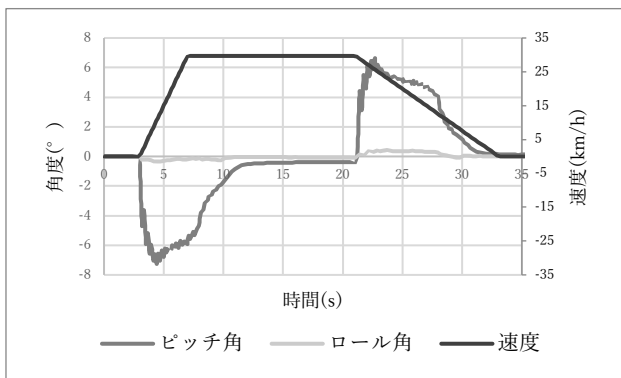


図2 VR モーションベースの角度変化(ギャップ有り)

2.2 評価指標

客観指標として体動によるアーティファクトが少なく、情動変化の定量的評価に適しているとされる、皮膚コンダクタンス変化(SCC: skin conductance change)を測定し、その中でも一過性の反応である皮膚コンダクタンス反応(SCR: skin conductance response)の出現回数を解析した。

主観指標としてSAM(Self-Assessment Manikin)[2]を用いた。SAMは情動価と覚醒度をそれぞれ9段階で評価する質問紙であり、評価項目はイラストで表現されている。

3. 結果・考察

<加速・減速時における慣性力表現>

慣性力表現がある条件はない条件と比較してSCR発生回数、SAMの感情価スコア、覚醒度スコアが優位に高い結果となった。このことから、ユーザーの情動変化へ影響を与えていることが示唆された。また、SAMから、SCRが示す情動変化は快方向への変化や、覚醒度上昇を含む可能性が示唆された。

<カーブ時における遠心力表現>

SAM感情価スコアにおいて「遠心力方向傾斜」と「反対方向傾斜」の2群を比較した効果量は0.4068であり、反対方向傾斜は感情価スコア上昇の効果を持つことが分かった。これは、VRモーションベースによる遠心力表現は「遠心力方向と反対方向への傾斜」が適切であることを示している。

<減速時のモーションベース傾斜と速度設計>

SCR発生回数における「ギャップ無 - ギャップ有」の2群を比較した効果量dが0.4542であった。加えて、カーブコース時にギャップ表現が有る場合、無い場合と比べてSAM感情価スコアにおいて、有意に高い傾向が見られた。これらより、減速時に速度停止とVRモーションベースの傾斜終了のタイミングを揃えることで、ユーザーの感情を快方向へ転じさせる傾向があることが示唆される。

4. まとめ

本研究ではVRモーションベースの物理傾斜を用いた疑似的な遠心力表現の設計手法の提案を行った。本研究結果より、VRモーションベースによる疑似的な慣性力表現手法に関して、以下の提案を行う。

- VRモーションベースの物理傾斜を活用した慣性力表現はユーザー体験を向上する
- 右左折時に遠心力が発生する場合、「遠心力と反対方向の傾き」が有効である
- 停止時に速度停止とVRモーションベースの傾斜終了のタイミングを揃える必要がある

仮想現実において、これらを満たした疑似的な慣性力表現は、ユーザー体験を向上させることが明らかとなった。

参考文献：

- [1] 中村駿也、河合隆史, “モーションベースを用いたVR酔いの抑制手法の検討,” 人間工学, 56巻, p.1D1-01, 2020.
- [2] M. B. Lang, “Measuring emotion: The self-assessment manikin and the semantic differential,” Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry, Vol.25, No.1, pp.49-59, 1994.