

スマートフォン端末を利用した VR空間における擬似的ポジショントラッキング

先端工学基礎課程 学籍番号:1324019 成見研究室 大塚雄矢

1 はじめに

近年、Head Mounted Display(以下HMD)やスマートフォンを利用したVirtual Reality(以下VR)コンテンツが増えてきている。現在発売されているHMDはハイエンドHMDとモバイルHMDの2つに分類できる。ハイエンドHMDは、HMD本体をパソコン及び外部装置に繋げることでポジショントラッキングが可能になるが、非常に高価な為、手軽にVRを体験する為の敷居が高い。一方、モバイルHMDは、ポジショントラッキング機能が無いが、スマートフォン端末をディスプレイの代わりとする為、安価でかつ手軽にVRを体験出来る。モバイルHMDでポジショントラッキングが可能になれば、より手軽にVRの臨場感を向上出来ると期待される。

2 目的

本研究では、屈伸運動をした際の頭部の位置の変化を、モバイルHMDを使ってポジショントラッキング可能にすることを旨とする。

3 既存技術

3.1 VR-Step[1]

VR-Stepとは、UnityのAsset Storeにて販売されているVR歩行用スクリプト。モバイルHMDを装着した状態で、ユーザーが足踏みをすることで生じる加速度を利用して仮想空間上を前進することが可能である。しかし、足踏みで仮想的に移動しているだけであり、実際にポジショントラッキングしている訳ではない為、本実験とは異なる。

3.2 Position Estimation with a low-cost Inertial Measurement Unit(IMU)[2]

OculusRiftに搭載された慣性計測装置(IMU)を利用したポジショントラッキングシステムの研究。移動によって生じる加速度を二重積分することによって距離を算出する。これにより、水平方向の移動はある程度検出可能である。しかし、鉛直方向の検出には適していない。

表1: 加速度の測定結果

状態	加速度の最大値	平均値
直立した状態	0G	0G
膝を屈んだ状態	0.30G 前後	0.15G
膝を伸ばした状態	-0.30G 前後	-0.15G

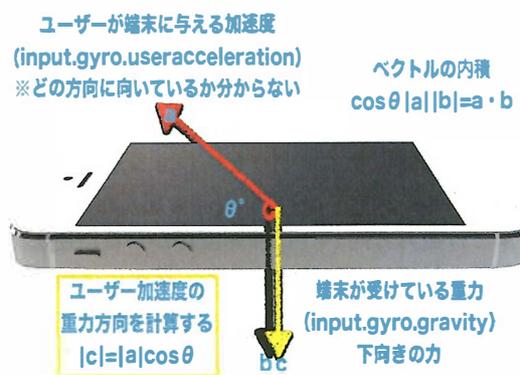


図1: 端末にかかる加速度

4 システムの概要

4.1 加速度

端末にかかるそれぞれの加速度を図1に示す。また、Unity上で動作する関数を用いて、ユーザーが端末に与える重力方向の加速度を以下の式で求める。

$$a = \text{端末に与える瞬間加速度} \quad (1)$$

$$b = \text{端末にかかる重力加速度} \quad (2)$$

$$c = \text{端末に与える重力方向の加速度} \quad (3)$$

$$|c| = |a| * \cos \theta \quad (4)$$

4.2 予備実験

それぞれの状態における加速度の値を表1に示す。HMDを装着した状態で屈伸運動をした際、端末に与える重力方向の加速度の平均値を測定した。平均値をユーザーの状態を判定する為の閾値として設定した。

表 2: 開発環境

開発プラットフォーム	Unity
本実験で使用するスマートフォン端末	Galaxy S6
本実験で使用するモバイル HMD	Gear VR
本実験で使用するハイエンド HMD	HTC Vive

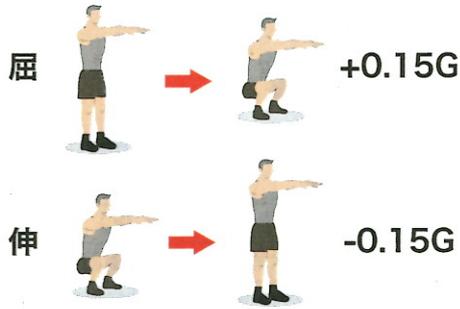


図 2: 状態における加速度の変化

4.3 開発したシステム

屈伸運動をした際の頭部の位置を端末内臓の加速度センサーで検出するアプリケーションを実装した。開発環境を表 2 に示す。ユーザーが膝を屈んだ状態にすると、端末には重力方向 (+) に加速度がかかる。逆に、ユーザーが膝を伸ばした状態にすると、端末には重力方向とは逆向き (-) の加速度がかかる。この仕組みを利用することで、加速度が正の値かつ閾値を上回ったら膝を屈んだ状態として判定、加速度が負の値かつ閾値を下回ったら膝を伸ばした状態として判定する。状態と加速度の変化を図 2 に示す。

5 評価

5.1 評価実験

5 人の被験者に、HTCVive と GearVR のそれぞれ異なる HMD を装着してもらい、現実で屈伸運動をさせた。HTCVive では、外部装置「BaseStation」を用いて、仮想空間での頭部の位置を検出し、GearVR では、実装したアプリを用いて、仮想空間での頭部の位置を擬似的に検出した。2 つの異なる手法でポジショントラッキングした時を比較し、評価を行った。

5.2 評価結果

それぞれの HMD の評価結果を図 3 に示す。

5.2.1 HTC Vive の評価

外部装置を用いることで、リアルタイムポジショントラッキングが可能で、現実の動きと仮想空間の動きに遅延が生じることはなかった。その為、動きに関する違和感を

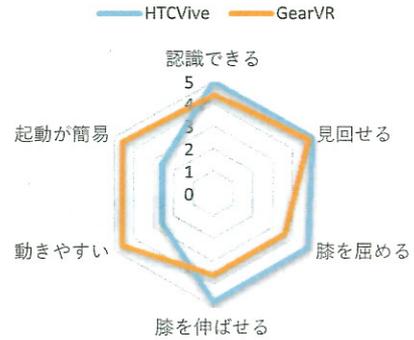


図 3: HTC Vive と GearVR の評価結果

感じる人はいなかった。しかし、外部装置「BaseStation」では、ポジショントラッキングできる範囲(縦 3m × 横 4m)が限られていることや、障害物があると動きの邪魔になることから、HMD を装着した状態で屈伸運動をするのには適していない。

5.2.2 GearVR の評価

実装したアプリでは、プログラムを処理してから判定を行う為、現実の動きと仮想空間の動きに若干の遅延が生じてしまった。その為、動きに関する違和感を感じる者が多かった。また、加速度の測定でぶれが生じる為、ユーザーが予期しない動作(現実では膝が伸びているのに仮想空間では屈んでいる状態、またその逆の状態)を引き起こすことがあった。しかし、パソコンとコードでつなぐ必要がないことや、スマートフォンとモバイル HMD さえあれば場所を選ばないことから、HTCVive よりも動きやすく、手軽に VR を楽しむことに適していると言える。

6 まとめと今後の課題

端末内臓の加速度センサーで屈伸運動の頭部の位置を検出するアプリを実装したが、遅延が生じることや、予期しない動作を引き起こすことがあった。本研究では、スマートフォンの加速度センサーのみを利用したが、最近のスマートフォンには幾つものセンサーが搭載されている為、地磁気センサーや気圧センサーを用いることでさらなる検出精度の向上が期待出来る。

参考文献

- [1] VR-Step
<https://www.assetstore.unity3d.com/en/#!/content/60450>
 (最終アクセス 2017 年 1 月 30 日)
- [2] Gerard Llorach, Alun Evans, Javi Agenjo, Josep Blat
 "Position Estimation with a low-cost Inertial Measurement Unit" Interactive Technologies Group Universitat Pompeu Fabra Barcelona, Spain