



簡易没入型 VR 歩行システムによる VRSNS への入力機器エミュレーション

Input Device Emulation in the VR SNS with Simple Immersive VR Walking System

木戸 功了¹⁾, 脇田 航¹⁾
Koryo KIDO and Wataru WAKITA

1) 広島市立大学大学院情報科学研究科 (〒731-3194 広島市安佐南区大塚東三丁目 4 番 1 号, kido@ics.info.hiroshima-cu.ac.jp)

概要: VRChat や Cluster 等の VRSNS ではフルボディトラッキングによって VR 空間内を自身の足で歩き回ることができるが、歩行可能な空間の確保の問題や VR 酔いの問題がある一方、VR 空間内を歩行するための装置についてもコストや安全性等の問題がある。そこで本研究では、ユーザの進行方向に大腿部を支持し、推定した歩行動作に応じて映像呈示することで歩行感覚を錯覚可能な簡易没入型 VR 歩行システムを用いて既存の VRSNS への入力機器エミュレーションを行う。

キーワード: 人工現実感, VR 歩行システム, ロコモーションインタフェース, 傾斜知覚

1. はじめに

近年の HMD の低価格や高機能化にともない、個人ユーザレベルで VR 技術が浸透しつつある。これにともない、VRChat, Cluster, Virtual Cast, NeosVR 等、VR 空間内においてアバターを介した身体動作やボイスチャットで意思疎通可能な VRSNS が注目されている。これらの VRSNS では、フルボディトラッキングによって VR 空間内を自身の足で歩き回ることができるが、歩行可能な空間の確保の問題や、手動 Redirected Walking にともなう VR 酔いの問題がある。

一方、VR 空間内を歩行するための装置は稼働床式や足滑り式等々に研究開発されているが[1], いずれもコストや安全性等の問題、ハーネス等による拘束問題、床が動く・足が滑る等の違和感の問題等、様々な問題がある。一方、我々はユーザの進行方向に大腿部を支持し、大腿部支持部に配置した荷重センサによって推定した歩行動作に応じて映像を呈示することで歩行感覚を錯覚可能な簡易手法を提案している[2]。

既存の VRSNS において VR 空間内を移動するには、自身の足で移動するほか、VR コントローラのボタン操作による移動、キーボード操作やマウス操作による移動方法がある。歩行装置を用いて自身の歩行動作によって VRSNS 内を歩くためには、これらの入力機器をエミュレーションする必要がある。

そこで本研究では、提案装置を用いて歩行移動を推定し、

入力機器エミュレーションを行うことで既存の VRSNS における移動操作に置き換える。本稿では手始めに自身の歩行動作からキーボードおよびマウス操作をエミュレートすることによって、VRChat や Hubs, Google Street View 等、マウスやキーボードで移動可能なコンテンツ内を自身の足で移動可能にする。

2. システム概要

図 1 に使用するシステムの概要図を示す。

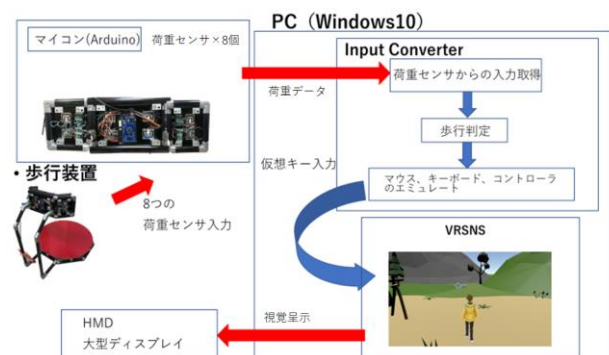


図 1: 提案装置による入力機器エミュレーション

本システムは提案歩行装置と PC のみで構成される。ユーザが歩行装置の大腿部支持部に体を預けた状態で足踏みすると、大腿部支持部に配置した荷重センサの値から進

行方向や体の預け具合、足踏み状態等の歩行動作を推定し、Win32API を用いて移動や旋回操作に対応するマウスやキーボード入力へと置き換える。移動結果は大型ディスプレイやHMDに映像出力する。

2.1 歩行動作推定

図2に大腿部支持部に配置した荷重センサを示す。



(a) Back



(b) Front

図2：荷重センサの配置

ユーザはこの大腿部支持部に体を預けた状態で足踏みを行う。

このとき、体が装置に対してどの程度体が預けられているか ($uAve$) は以下の式で表される。

$$uAve = \frac{(u_1 + u_3 + u_5 + u_7)}{4} \quad (1)$$

ここで u_n はセンサ番号①～⑧の奇数番号と対応している。足の上がり具合を推定する際、体を預けた状態でも大腿部支持部下部のセンサが反応してしまうため、上部センサ値と下部センサ値のバランスによって足の上がり具合を推定する。

大腿部支持部の上部センサと下部のセンサはフラットに配置されているため、体を預けた状態で足踏みすると、下部センサの値が若干小さくなる。このため、下部センサ値 b_n にゲイン値をかけて補正する。

$$b'_n = b_n \times bGain - u_n \quad (2)$$

ここで b_n はセンサ番号①～⑧の偶数番号と対応している。左足の遊脚具合の値を $bLAve$ 、右足の遊脚具合の値を $bRAve$ とすると、それぞれ以下の式で表される。

$$bLAve = \frac{(b'_2 + b'_4)}{2} \quad (3)$$

$$bRAve = \frac{(b'_6 + b'_8)}{2} \quad (4)$$

また、右脚か左脚かに関わらず、足踏みしているかどうかを以下の式によって判定する。

$$bMoveAve(t) = \frac{bLAve(t) + bRAve(t)}{2} - \frac{bLAve(t-1) + bRAve(t-1)}{2} \quad (5)$$

ここで t は現時刻である。 $bMoveAve(t)$ をそのまま用いると、値の変動が激しくなるため、過去 p フレーム分の移動平均値に修正する。

$$bMoveAve'(t) = \frac{\sum_{n=t-p}^t bMoveAve(n)}{1+p} \quad (6)$$

ここで、 p の値を大きくとると立ち上がりが遅くなるため、体を預けて足踏みをしていない状態で移動しないよう、かつ、足踏みすると即座に移動するような値にユーザ毎に調整する。

また、ユーザの進行方向については、大腿部支持部上部の水平方向の荷重バランスから図3に示すように、 $-45^\circ \sim +45^\circ$ の範囲で推定する。

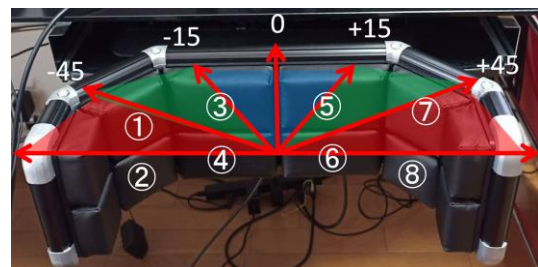


図3：進行方向推定

ユーザが歩行しているかどうかについては、 $uAve$ がある閾値以上かつ $bMoveAve'(t)$ がある閾値以上であれば、体を預けた状態で足踏みしているもの、すなわち、ユーザが歩行動作を取っているものと判定する。このとき、進行方向がある閾値以上であれば旋回動作もしくは横移動、それ以外は前進と判定する。このため、前進および旋回モード、もしくは前進および横移動モードをユーザ側で切り替えるようにする。

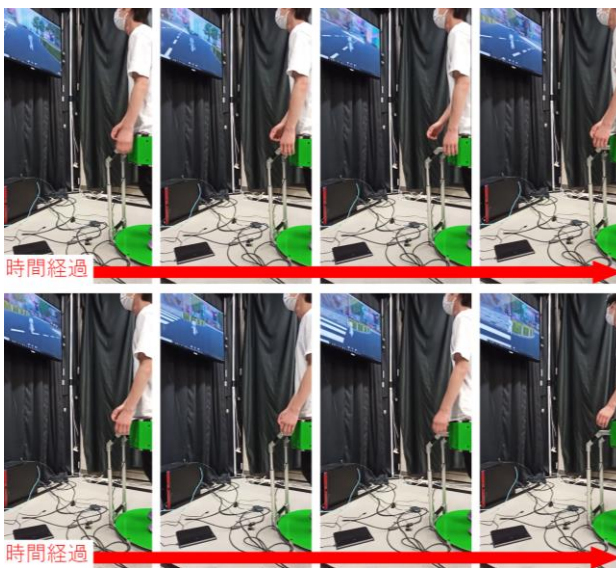
前進および横移動については、ほとんどの PC ゲームや VRSNS 等において、前進が W キー、左移動が A キー、D キーが右移動であるため、Win32API の SendInput 関数を用いてキーエミュレーションを行う。旋回動作についてはマウスドラッグによる入力が主であるため、同様に SendInput 関数を用いてマウスをエミュレートする。

3. 実装結果

図4に、手始めに提案装置上で歩行動作からマウスおよびキーボード操作をエミュレートし、Clusterのデスクトップモードにおいて前進+横移動モードおよび前進+旋回モードで動作させた結果を示す。



(a) 前進+横移動モード



(b) 前進+旋回モード

図4：Clusterにおける歩行移動結果

図4(a)の前進+横移動モードにおいては、右に横移動したのち、左に横移動していることが見て取れる。また、図4(b)の前進+旋回モードにおいては、左に旋回している様子が見て取れる。このように、マウスとキーボードの操作を歩行動作によってエミュレート可能となった。

現状ではVRコントローラのエミュレートまでは至っていないため、今後対応していく。また、フルボディトラッキングにおいて、提案装置上で足踏みすると物理的に足が前に出ないため、荷重センサから足先位置を補正可能にしていく。

4. むすび

本研究では、ユーザの進行方向に大腿部を支持し、歩行動作に応じて映像呈示することで簡易な仕組みで歩行感覚を錯覚させる提案歩行装置を用い、推定した歩行移動から入力機器エミュレーションを行うことで既存のVRSNSにおける移動操作に置き換えるシステムを開発した。また、手始めに自身の歩行動作からキーボードおよびマウス操作をエミュレートすることによって、VRChat、Cluster、Hubs、Google Street View等、マウスやキーボードで移動可能なコンテンツ内を自身の足で移動可能にすることが可能となった。

今後はHMDを装着した状態で歩行移動できるよう、推定した歩行動作をVRコントローラの入力に置き換えていく。また、フルボディトラッキングに対応させる際、提案装置上では進行方向に大腿部を支持するため、足が物理的に前にでない。このため、大腿部支持にかかる力から足の上がり具合を推定し、足先に取り付けたトラッカーの位置補正を行っていく。

謝辞 本研究は、JSPS 科研費 JP19H04158 の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 野間春生：ロコモーションとバーチャルリアリティ，計測と制御，Vol.2, No.43, pp. 133-138, 2004.
- [2] W. Wakita, T. Takano, and T. Hadama: A Low-cost Omnidirectional VR Walking Platform by Thigh Supporting and Motion Estimation, ACM VRST 2018, Posters and demos, Waseda University, Tokyo, Japan, Nov. 29-Dec. 1, 2018.