

重心移動による入力に対する逆方向への地面傾きフィードバックによる操作性向上手法の提案

櫻木 怜^{†1} Yem Vibol^{†1} 梶本 裕之^{†1}

概要：バーチャル空間内における歩行は、多くのアプリケーションにおいてユーザの没入感を高める重要な要素であるが、現実世界で自由に歩き回ることができる空間を用意することは難しい。重心移動による入力方式はこの問題を解決することが可能であると考えられるが、従来の手法では重心が移動してしまうことで体を元に戻す時間がかかり、連続での入力に長い時間がかかってしまうという問題があった。これを解決する手法として、重心移動に際して逆方向に傾く入力装置を用いる手法を提案する。

Board-type Foot Input Device that Incline Against Centroid Motion

REI SAKURAGI^{†1} Yem Vibol^{†1} HIROYUKI KAJIMOTO^{†1}

Abstract: Walking in the virtual space is an important factor to increase the user's immersion in many applications, but it is difficult to provide a space for free walk. The input method using centroid motion is a good alternative, but this technique requires a long time since the users must intentionally move back to the original position. To solve this problem, we propose a method of using an input device that inclines against the movement of the operator's centroid so that the users' posture is stabilized.

1. はじめに

バーチャル空間内における歩行は、訓練やビデオゲームのようなバーチャルリアリティの多くのアプリケーションにおいてユーザの没入感を高める重要な要素であるが、現実世界で自由に歩き回ることができる空間を用意することは難しい。

キーボードやマウス、ジョイスティックなどの手で操作するタイプのインタフェースを用いることは現実的解であるが、本来の「足での歩行、手での作業」という役割分担を損なうと考えられる。特に KINECT 等に代表される全身キャプチャ装置が一般化し、手での操作が実際に手の運動能力を十分に活用できるようになってきた現状では、歩行運動の操作を手任せすることは手での作業の過負荷を招くと考えられ、より全身を用いた歩行代替手段を考える必要がある。

この問題を解決する手法として、ユーザに気づかれないようにバーチャル空間内の視点を回転させることで歩行を誘導するもの[1]やバーチャル空間内に仕切りを作ることでユーザの移動範囲を制限するもの[2]などが存在するが、これらの手法ではある程度の歩行可能な空間が必要となる。

実際の足運動を用いる歩行インタフェースとしては、トレッドミルを用いた無限歩行装置[3][4]、足踏みを用いる方式[5][6]やデバイスの床面に大量の球や滑りやすい素材を設置することで足滑りを入力とするもの[7][8]、球状のディスプレイにユーザが入り込むことで自由な歩行を可能とするもの[9]、ユーザの歩行中に踏み出す足の位置に移動する

タイル型のロボットを用いるもの[10]などが存在するが、トレッドミルタイプや球状ディスプレイタイプは装置が非常に高価であり、また足踏み方式や足滑り方式はバーチャル空間内での動きと現実での平衡感覚の間にずれを生じる可能性がある。

平衡感覚にずれを生じにくい入力手法としては重心移動による入力が存在する、一般に最も普及している重心移動による入力デバイスとしてはバランス Wii ボード[11]が挙げられる。重心位置の計測手法としては靴下の底部や椅子の座面にひずみゲージを複数装着したもの[12][13]、人が座ることができる椅子型のジョイスティックを用いたインタフェース[14]や人間を等身大のジョイスティックに見立て、自由に体を傾けて重心を移動させることで入力を行うデバイス[15]などが提案されているが、これらは共通の問題点として入力速度が遅いことが挙げられる。通常、人は移動のための予備動作として重心の移動を行うため、重心だけを移動させて身体を移動しないという状況は生じにくい。しかし既存の重心移動による入力の手法では操作者の重心がある方向に傾いている場合、次の入力のために重心を初期位置に戻すという手順が必要となるため、身体を大きく傾ける重心移動による入力手法は連続での入力に不向きであると言える(図 1)。

^{†1} 電気通信大学
The University of Electro-Communications

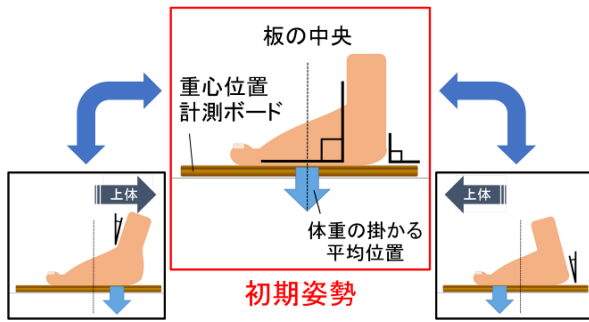


図 1 体を傾ける重心移動の順序

傾き入力という意味で類似しているジョイスティックと身体重心入力を比較して考えると、ジョイスティックは内部にあるばねの作用により操作者の手が離れると自動的に初期位置に戻ろうとするが、重心移動による入力では操作者の身体がボードから離れることはなく、また指の動作に比べて重心を移動させるにははるかに時間がかかる。このジョイスティックの類推に基づき、本稿では重心移動による入力に際して発生する「初期位置に戻す」という手順を可能な限り削減し、その操作性を向上させる手法を提案する。

2. 提案手法

提案手法の装置イメージを図 2 に示す。またシステム構成を図 3 に示す。



図 2 装置のイメージ

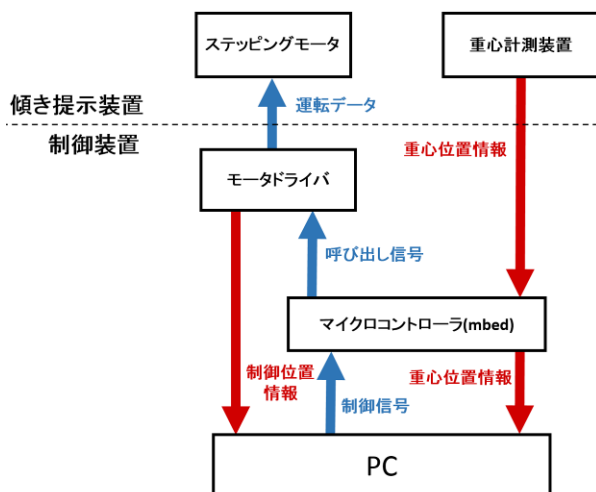


図 3 システム概要

装置は操作者が乗る重心位置計測ボード、およびボードの傾きを制御する駆動部から構成される。駆動部にはクランク機構を用い、ステッピングモータによる回転を上下方向の運動に変換することによってボードをロール方向とピッチ方向に自由に傾けることを可能とする。

操作者が重心を移動させたとき、ボードのその側を持ち上げることで操作者の身体の傾きを最小限に抑えることができる(図 4)。この時、操作者と入力ボードとの間の関係は通常の重心移動による入力手法の際と変わらないため、本来の操作における操作性は損なわれないと考えられる。また、重力の方向に対して大きく身体が傾くことがなくなるため、初期姿勢に戻る際の反力がほとんど必要なくなるのが期待される。これにより、重心移動による入力手法の直感性を残しつつ、操作性の向上が期待される。

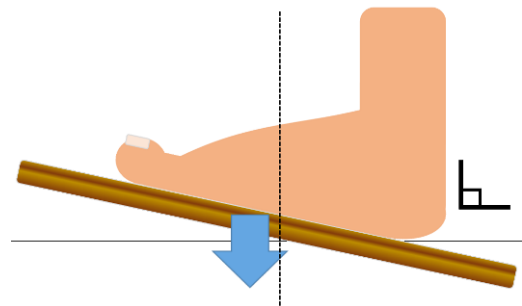


図 4 重心の移動に応じて逆方向に傾くボード

現在までに原理検証のために人力で床面を傾ける実験を行い、重心入力によりスムーズになることを確認している。今後実験装置の制作を行い、本手法の定量的評価を行っていく予定である。

謝辞 本研究は JST-ACCEL「身体性メディア」プロジェクトの一環として行われた。

参考文献

- [1] S. Razzaque, Z. Kohn, M.C. Whitton: Redirected Walking, In proceedings of EUROGRAPHICS, 2001.
- [2] The Magic Barrier Tape: a Novel Metaphor for Infinite Navigation in Virtual Worlds with a Restricted Walking Workspace, In Proceedings of the 16th ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology, pp.155-162, 2009.
- [3] H. Iwata: The Torus Treadmill: Realizing Locomotion in VEs, IEEE Computer Graphics and Applications, Volume: 19, Issue: 6, 1999.
- [4] J. Chim, Rynson W. H. Lau: CyberWalk: A Web-Based Distributed Virtual Walkthrough Environment, IEEE Trans. on Multimedia, Vol. 5, No. 4, pp.503-515, 2003.

- [5] H. Iwata, H. Yano, F. Nakaizumi: Gait Master: A Versatile Locomotion Interface for Uneven Virtual Terrain, In proceedings of IEEE Virtual Reality, pp.131-137, 2001.
- [6] 橋本, 櫻井, 宇田川, 高倉, 浜田, 赤澤, 山本: 足踏みインタフェースによる VR 歩行環境シミュレータの開発, 第 26 回ファジィシステムシンポジウム, pp.682-683, 2010.
- [7] M. C. Schwaiger, T. Thummel, H. Ulbrich: A 2D-Motion Platform: The Cybercarpet, IEEE EuroHaptics Conference, pp.415-420, 2007.
- [8] Virtuix Omni
<http://www.virtuix.com/>
- [9] K. J. Fernandes, V. Raja, J. Eyre: Cybersphere: The Fully Immersive Spherical Projection System, Communications of the ACM, Volume: 46, Issue: 9, 2003.
- [10] H. Iwata, H. Yano, H. Fukushima, H. Noma: CirculaFloor [locomotion interface], IEEE Computer Graphics and Applications, Volume: 25, Issue: 1, pp64-67, 2005.
- [11] 任天堂 - WiiFit
<http://www.nintendo.co.jp/wii/rfnj/>
- [12] K. Fukahori, D. Sakamoto, T. Igarashi : Exploring Subtle Foot Plantar-based Gestures Using Sock-placed Pressure Sensors , In proceedings of Conference on Human Factors in Computing Systems, pp.3019-3028, 2015.
- [13] Y. J. Zheng, John B. Morrell: Comparison of Visual and Vibrotactile Feedback Methods for Seated Posture Guidance, IEEE Trans. on Haptics, Vol 6, no 1, pp.13-23, 2013
- [14] S. Beckhaus, K. J. Blom, M. Haringer: ChairIO - The Chair-Based Interface, Ed. Magerkurth und Rötzer, Shaker Verlag, 2007.
- [15] M. Merchal, J. Pettre, A. Lecuyer : Joyman: a Human-Scale Joystick for Navigating in Virtual Worlds , In proceedings of IEEE Symposium on 3D User Interfaces, pp.19-26, 2011.