



# Motion-Less VR: リアル身体の運動を必要としない 全身没入型 VR インタフェース

Motion-Less VR: Full-Body Immersive VR Interface without Real Body Motion

望月典樹, 中村壮亮

Noriki MOCHIZUKI, and Sousuke NAKAMURA

法政大学 理工学部 (〒 184-8584 東京都小金井市梶野町 3-7-2, hge@hosei.ac.jp)

**概要:** モーションキャプチャを用いた VR システムでは, バーチャル身体の運動がリアル身体で実行可能なものに限定される. 例えば狭いリアル空間では広いバーチャル空間を移動することはできず, リアル身体が立位に制限されるとバーチャル身体を座位にすることができない. そこで本研究では, 身体固定状態での運動意図取得と運動感覚提示により実現する, リアル空間での身体運動を必要としない全身没入型 VR インタフェース「Motion-Less VR」の提案を行う.

**キーワード:** Motion-Less VR, Virtual Reality, Human-Computer Interaction, Motion Interface

## 1. はじめに

Virtual Reality (VR) は, コンピュータで生成した情報をあたかも現実であるかのように感じさせる技術であり, これを実現するシステム (VR システム) は入力装置, シミュレータ, 出力装置からなる. このとき現実感の観点では, リアル身体の代替であるバーチャル身体を, ユーザが自己の身体かのように直感的に動かせることが望ましい. そのためには, ユーザが出力する運動意図を不足なく取得し, その運動を実行した結果として, 本来ユーザに入力されるであろう運動感覚を十分に提示する必要がある.

そこで多くの VR システムでは, 入力装置にモーションキャプチャが用いられ, 運動に伴いリアル身体の内部で自然に生じる体性感覚や前庭感覚に加え, 視覚情報を提示する HMD (Head Mounted Display) を出力装置に用いる構成となっている.

しかしながら入力装置にモーションキャプチャを用いる場合, リアル身体とバーチャル身体の位置や姿勢が一致することになるため, バーチャル身体の運動はリアル身体で実行可能なものに制限される. 例えばリアル空間が狭いと広いバーチャル空間を歩行移動することはできない. これに対して Redirected Walking と呼ばれる手法 [1] や Locomotion Interface と呼ばれる装置 [2] が提案されている. しかし前者では, 未だ広いリアル空間が必要となるうえ, 移動の制限を完全には取り払うことができない. また両者とも, リアル空間での身体運動を伴うため, 依然として実行可能な動作はリアル環境により制約される. 具体的には, バーチャル空間にある椅子に座るといった動作を行う際には, リアル空間においても椅子を用意する必要があり, またリアル身体の姿勢が立位や座位などで固定された場合には, 臥位などその他の姿勢が実行できなくなる.

一方, リアル身体での運動を伴わずに運動意図を取得する手法として, つもり制御 [3] や Brain Computer Interface [4] といった技術も存在する. これらではリアル身体の位置や姿勢が変化しないため, バーチャル身体の運動はリアル環境による制約を受けない. しかし何れも, 取得可能な動作パターンが少ないうえ, リアルタイム性にも欠けており, 直観性は低いと考えられる.

そこで本研究では, リアル環境の制約を受けないかつ直観性の高い VR システムとして, リアル空間での身体運動を必要としない全身没入型 VR インタフェース「Motion-Less VR」を提案する.

## 2. 提案手法

バーチャル身体の運動においてリアル環境による制約を取り払うためには, リアル身体の運動を伴わない形で運動意図の取得と運動感覚の提示を行う必要がある. そして直観性を高めるためには, それらが連続的かつリアルタイムであることが重要だと考える. これらを踏まえ, 以下に Motion-Less VR を実現するための手法を提案する.

まずリアル身体全身の可動部位を装置に固定する. その状態での運動実行に伴い, 各部位において発生した関節トルクをセンサで計測する. そして身体を剛体リンクモデルに当てはめ, 取得した関節トルクから動力学に基づき各関節の角度を計算する. 計算した角度をもとにバーチャル身体を動かし, その結果を各感覚器に対して提示する.

## 3. 基礎検証

### 3.1 検証システム

提案手法の実現可能性を検証するために, 運動意図を取得する部位を示指 (MP, DIP, PIP 関節), 提示する感覚



図 1: The system for verifying the feasibility.

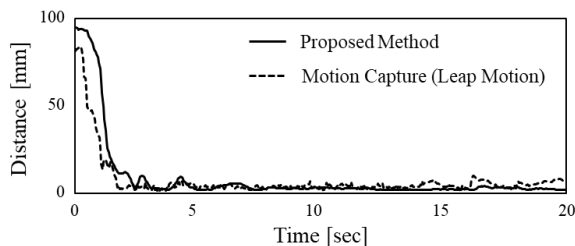


図 2: The results of pointing task.

情報を視覚に限定した簡易的なシステムを開発した (図 1)。

システムでは、各部位の関節トルクはそれぞれリンクの上下に設置した圧力センサ (FSR400, Interlink Electronics 社) の値から換算して得る。シミュレータには 3D ゲームエンジン Unity を採用し、動力学の計算も Unity 搭載の物理エンジンを利用して行う。なおバーチャル身体の関節には、人体を模擬する形で非線形の粘弾性を付与する。また視覚情報は HMD (Oculus Rift CV1, Facebook Technologies LLC 社) を用いて提示する。

### 3.2 検証タスクと結果

バーチャル身体の指先をバーチャル空間内の目標位置へと誘導するポインティングタスクにおいて、市販のモーションキャプチャデバイス (Leap Motion, Leap Motion 社) を用いた場合との比較を行った。このとき目標位置は、指を真っすぐに伸ばした状態を基準 (0[deg]) として、MP 関節を 5.0[deg]、DIP 関節を 25.0[deg]、PIP 関節を 16.7[deg] それぞれ屈曲させたと仮定した場合に指先が到達する位置に設定した。また各関節が 0[deg] の状態をポインティングを開始する前の初期姿勢とした。

目標位置と指先位置との距離を縦軸、経過時間を横軸と

したグラフを図 2 に示す。両者とも目標位置に指先を合わせることができており、その到達時間は同程度であることが確認できる。このことから提案手法の実現可能性が示唆された。

## 4. おわりに

本論文では、リアル環境の制約を受けない直感的な VR システムとして、リアル空間での身体運動を必要としない全身没入型 VR インタフェース「Motion-Less VR」の提案を行い、提案手法の実現可能性を検証するために、対象部位を示指に限定したシステムを開発した。システムを用いてポインティングタスクを行った結果、既存のモーションキャプチャと同程度の到達性能であることが確認でき、提案手法の実現可能性が示唆された。

今後は、厳密な検証を行うために実験装置の改良やタスクの精査を進めていくとともに、対象部位の全身への展開にも着手していく予定である。

## 参考文献

- [1] S. Razzaque, Z. Kohn and M. C. Whitton. "Redirected walking. In Proceedings of EUROGRAPHICS", Vol. 9, pp. 105–106, Manchester, UK, 2001.
- [2] R. Darken, W. Cockayne and D. Carmein, "The Omni-directional Treadmill: A Locomotion Device for Virtual Worlds", Proceedings of UIST'97, 1997.
- [3] M. Niwa, S. Okada, S. Sakaguchi, K. Azuma, H. Iizuka, H. Ando and T. Maeda, "Detection and Transmission of "Tsumori": an Archetype of Behavioral Intention in Controlling a Humannoid Robot, Proceedings of 20th International Conference on Artificial Reality and Telexistence (ICAT2010), pp. 1-3, December, 2010, Adelaide, Australia.
- [4] G. Pfurtscheller, C. Neuper, C. Guger, W. Harkman, H. Ramoser, A. Schlögl, B. Obermaier and M. Pregezer, "Current trends in Graz braincomputer interface (BCI) research.", IEEE T Rehabil Eng, Vol. 8, pp. 216-219, 2000.