

円筒状の拡張デバイスの開発と MR 応用

瓦谷 佳之* 久保 遼太† 松浦 昭洋*

概要. 本発表では、仮想空間における自身の身体の拡大縮小を体感することを目的とした、円筒状の拡張デバイスと MR システムを提案する。本デバイスの把持する部分は、内部の空気をエアポンプで増減可能な構造をしており、その部分を覆う外形部はポアソン比が負の折り紙構造を利用している。空気の注入・排出は、Arduino Uno を介して行い、仮想空間内における事物とプレイヤーのサイズ変化のタイミングと速度に同期して行われる。これまでに、本デバイスを把持した状態で仮想空間内での身体の拡大縮小体験が可能な Unity の VR アプリケーションを実装した。

1 はじめに

近年 HMD 等を介して仮想空間の視聴覚提示を行うと同時に、現実の事物と触覚的インタラクションも行い、高い実在感や没入感を実現する MR (Mixed Reality, 複合現実) の研究が進展している。現実の事物を利用する場合、仮想空間上で課された物理的・幾何学的条件と事物の特性との間で整合性が取れていることが重要となる。[1]では、仮想空間内で身体を相似拡大することで、巨人の目で見えて歩く体験を可能とするシステムの構築と実在感の調査が行われた。[2]では、仮想空間内でプレイヤーの身体サイズの拡大縮小に合わせ拡張する、把持して使用する円筒状デバイスの構想とデバイス拡大時の初期実装の結果が発表された。しかし、本デバイスでは、内部に空気を注入し拡大する実装を行うに留まり、拡張するタイミングや速度の対話的制御、空気の排出によるデバイスの縮小とアプリケーションの実装が行われていなかった。

本研究では、[2]における上記課題の解決を図り、仮想空間内でプレイヤーが身体の拡大縮小を体感できるシステムの開発を行う。デバイスの内部には空気の逆流を防ぐ逆止弁が付きついたスティックバルーンを使用し、Arduino を介してエアポンプで空気を注入することでデバイスを拡大させることが可能で、逆にエアポンプで空気を抜くことでデバイスを縮小させることも可能である。これらデバイスの拡大・縮小に応じて、仮想空間内で身体の縮小・拡大する感覚を体験できる VR アプリケーションを Unity で実装した (図 1)。

2 MR システムの概要

2.1 拡張デバイス

拡張デバイスは、空気により拡大縮小する内部部



図 1. 拡張デバイスを用いた身体サイズの変化体験

分、プレイヤーが把持する外形部、空気の注入・排出を制御する制御装置で構成される。以下詳述する。

2.1.1 内部構造

デバイス内部は、最大に膨らませたときの直径が約 6.5cm のポリエチレン製スティックバルーンの中央部分をカットして約 22cm に短絡し接合部を熱圧着したものと、空気を入れるためにバルーンに挿し込むストローから成る。スティックバルーンのシリコンチューブを介して空気を入れる末端側には、内部の空気の逆流を防ぐ逆止弁が付属している。図 2 左に本バルーン部分を示す。

2.1.2 外部構造

デバイスの外形部には、[2]と同様負のポアソン比を持つ折り紙構造である「杉綾折り」を使用する。図 2 右に 15×24 [cm] のプラスチック障子紙を折って本折り紙構造を作り円筒状にしたものを示す。

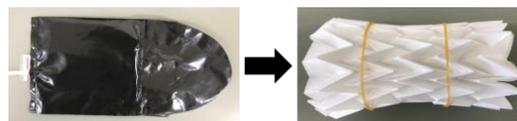


図 2. デバイスの内部構造と外部構造

2.1.3 制御装置

デバイスの制御装置はエアポンプ (TZX512/V-12, Max フロー時 15L/分) と Arduino Uno より構成さ

れ、エアポンプの On/Off を制御することにより、チューブを通して空気を注入・排出する。エアポンプが最大出力のとき、デバイス内部への空気の注入限界は約 3 秒であるが、Arduino Uno に搭載されている ATmega328P の PWM 制御により、0~255 段階で電圧の出力調整ができるため、エアポンプによる拡大縮小時間には一定の自由度がある。エアポンプの On から Off までの経過時間（現在 3 秒）を設定するプログラムを Arduino 側に書き込むことで自動的にエアポンプが Off に切り替わるようにした。制御装置の全体図を図 3 に示す。

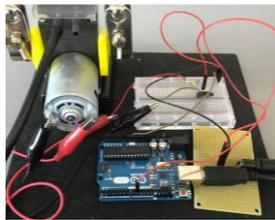


図 3. デバイスの制御装置

2.2 VR アプリケーションの作成

2.1 節で述べた拡張デバイスと同期して動作する VR アプリケーションを Unity201-8.3.0f2 を用いて作成した。製作環境は Windows 10, 使用したプログラム言語は C# である。また、HMD には HTC VIVE, 手の位置をトラッキングするために Vive トラッカーを手の甲に装着して使用した。仮想空間の設定は、自身と相対的に周囲の事物の拡張を視認しやすくするために、デバイスの拡大時と縮小時でユーザの体験場所を変更した。拡大時は近くに椅子や天井が見える簡素な部屋の中に、縮小時は森で囲まれた小屋の前に設定した。エアポンプによる空気の注入と排出の切り替えは、現状ではバルーン付属の逆止弁の開閉を手動で行う必要があるため、デバイスの拡大時と縮小時で別のシーンを作成した。

3 システムの動作例

まず、仮想空間の事物が拡大し、自身が縮小する場合について述べる。そのとき、把持する拡張デバイスの拡大率と自身の縮小率を反比例させる、という厳密な対応にはしておらず、サイズ変化の感覚をより強く分かりやすく提示する意図から、仮想空間内でのプレイヤーの視点の高さを 1/2 倍にすると同時に、把持するデバイスの仮想空間における設定であるバトンのサイズを長さ比で 2 倍にする、すなわち仮想空間における、自身のサイズの事物のサイズに対する縮小率は 1/4 に設定した。その変化の前後のビューを図 4 に示す。これにより、現状ではデモ体験者の主観レベルであるが、仮想空間内で自身が縮小している感覚をもつことができたという声が多く聞かれた。反対に、身体が拡大する感覚を体験す

る場合は、仮想空間内での自身の視点の高さは 2 倍で、見える家やバトンのサイズは 1/2 倍、すなわち自身の身体のものに対する拡大率は 4 倍とした。その拡大前後のビューを図 5 に示す。最後に、プレイヤーが把持する拡張デバイスのサイズ変化の前後の様子を図 6 に示す。



図 4. プレイヤーの仮想空間における縮小前後のビュー

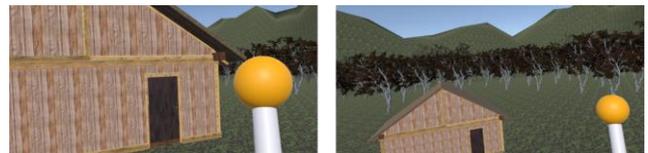


図 5. プレイヤーの仮想空間における拡大前後のビュー



図 6. 拡張デバイスのサイズ変化

4 まとめと今後の課題

本研究では、[2]の課題であった、拡張するタイミングや速度の対話的な制御、空気の排出によるデバイスの縮小化を実現し、デバイスの拡大・縮小に応じて仮想空間内で身体の高さ・縮小・拡大する感覚を体験できる VR アプリケーションを実装した。バルーン付属の逆止弁の開閉の自動化、アプリケーション上で別のシーンとなっている拡大・縮小機能の統合等が今後の課題である。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 16K00507 の助成を受けて行われた。

参考文献

- [1] A. Krekhov, S. Cmentowski, K. Emmerich, M. Masuch, J. Krüger. GulliVR: A Walking-Oriented Technique for Navigation in Virtual Reality Games Based on Virtual Body Resizing, Proc. of the 2018 Symp. On Computer-Human Interaction in Play (CHI PLAY18), pp. 243-256, 2018.
- [2] 久保遼太, 鈴木将敏, 松浦昭洋. 拡張機構を有する筒状デバイスの検討, 映像表現・芸術科学フォーラム 2019, 映像情報メディア学会技術報告, Vol. 43, No. 9, pp. 205-206, 2019.