

ボクシングのパンチの打ち込みを体感可能な VR デバイスの開発

長沼 篤典* 松浦 昭洋†

概要. 本研究では、自身の拳を用いて仮想空間内の相手とボクシングを行うアプリケーションにおいて、相手の顔やボディにパンチが当たった際に、仮想的な接触位置に近い拳の部位に接触刺激を提示可能な VR デバイスを提案する。本デバイスは、手の甲に設置する板上にソレノイドとサーボモータを設置し、それらで接触面の適切な方向を定めて拳に接触させることで、拳への刺激を提示する。仮想空間でのボクシングのプレイが可能な VR アプリケーションも開発し、デバイスと同期したプレイが可能であることを確認した。

1 はじめに

近年 VR・MR の研究が進展し、ヘッドマウントディスプレイ (HMD) 等を装着して仮想世界に没入し、スポーツをはじめとする身体運動を伴う操作が可能なシステムが開発されている。本稿ではボクシングの動きに着目した。VR 環境でボクシングを行うアプリケーションは数多く存在し、主に VR コントローラを手を持ち、その振動機能でヒットした際の触覚提示を行うが、相手の身体と拳との接触は実現されていない。Lopes ら[1]は、身体と何かが接触した際の衝撃や身体の動きを模擬するために、ソレノイドを用いて当たる部位に触覚刺激を与えると同時に筋肉に電気刺激を与えるシステムを開発し、ボクシングを応用事例として、パンチを打つ際の拳の前面への触覚刺激や打たれた際の腕への刺激をソレノイドを用い与えている。しかし、拳への刺激はソレノイドの直線運動のみ用いて行い、接触位置のバリエーションは考慮されていない。山内ら[2]はパンチが当たった際の感触を再現するためにグローブの内側に振動子を埋め込んだデバイスを作製している。

本研究では、[1]の拳に接触刺激を与えるために手の甲にソレノイドを設置する構造を拡張し、ソレノイドの下部にサーボモータも設置し、顔と接触する拳前面の場所近くに触覚刺激を与えることが可能なデバイス (“パンチデバイス” と呼ぶ) を開発した (図1)。これまでに、本デバイスと HMD で提示する VR 映像のコンテンツも作成し、それらを同期させたプレイが可能であることを確認した。



図 1. パンチデバイスを用いてプレイする様子

2 システム概要

2.1 システム構成

本システムは主にパンチデバイス、その制御回路、PC、HMD、VR コントローラ (Meta Quest 2) から成る。図 2 にシステムの全体図を示す。

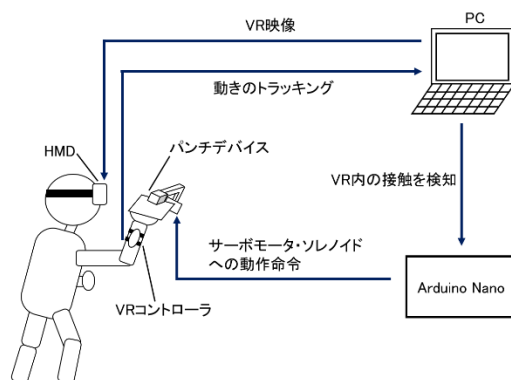


図 2. システム全体図

2.2 主な構成要素

2.2.1 パンチデバイス

パンチデバイスは、手の甲に載せる板上にサーボモータ (SunFounder, SF3218 MG, ストールトル

ク $20.5\text{kg}\cdot\text{cm}$) を拳の前面の角度を反映した位置に設置し、さらにその上にソレノイド (タカハ機工, CBS1240, 8Ω) を載せ、左右に回転運動を可能にしている。ソレノイドの鉄心はコの字型のアームが繋がれ、その先端部に拳の前面を打つための小板が設置されている。図 3 にデバイス単体 (約 400g) と手への装着後のイメージを示す。サーボモータは 270 度回転可能であり、原理的には拳の前面に任意の角度で小板を当てるのが可能であるが、現時点では実装過程で、拳前面の中央と中央から左右 20 度の位置の 3 か所に当てる実装となっている。

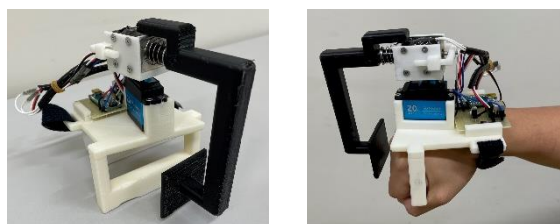


図 3.パンチデバイス

2.2.2 制御回路

Arduino Nano による制御について述べる。Arduino は、Unity の VR アプリケーション仮想空間内でプレイヤーの拳と相手の顔の接触判定情報から定まるサーボモータの角度とソレノイドの動作の命令を受け取り、パンチデバイスに送り動作させる役割をもつ。

2.3 VR アプリケーション

VR アプリケーションでは、腕に装着した VR コントローラから得られる位置情報に基づき、仮想空間におけるプレイヤーの拳が相手の顔やボディに接触したかを判定し、接触時には相手の身体をのけぞらせたり打撃のビジュアルエフェクトを加えたりする。同時に、相手と接触した位置や角度の情報に基づき、サーボモータとソレノイドへの動作命令を Arduino を介してパンチデバイスに送る。本アプリケーションは Unity 2020.3.23f1 を用いて作成した。

3 実行例

システムの体験の流れを示す。プレイヤーは HMD を被り、パンチデバイスを手に装着し、仮想空間内の対戦相手とボクシングを行う。プレイヤーのパンチが仮想空間内で相手の顔やボディに当たると、映像上ヒットしていることが相手ののけぞる動きやビジュアルエフェクトにより視認でき、さらに拳前面の対応する位置 (中央, 左右) にデバイスによる触覚刺激が与えられる。プレイ映像のキャプチャ画像を図 4 に、プレイヤーの写真を図 5 に示す。

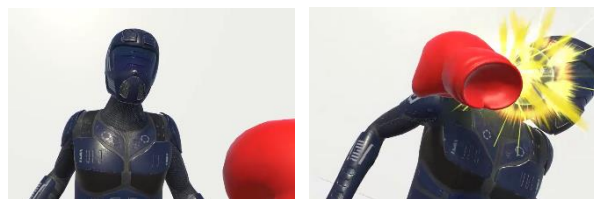


図 4. VR 映像のキャプチャ画像

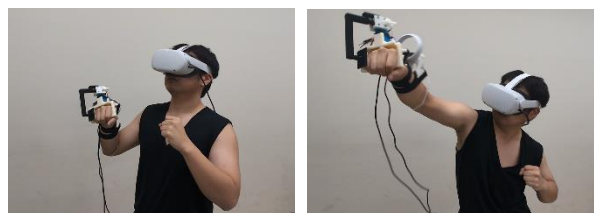


図 5. プレイ中の様子

4 まとめと今後の課題

ボクシングのパンチを打ち込んだ際の拳への触覚の提示が可能なデバイスを試作し、仮想空間の相手の顔やボディと対応する拳の近い場所に触覚提示が可能なことを確認した。今後は、より広角での触覚提示を可能とすること、遅延時間や強度などの性能評価や体験のユーザ評価を行うことが挙げられる。また、対戦相手が仮想的であるためパンチが物理的に空を切る課題もあり、文献[1]の手法を併用したり別の方法を考案するなどの改善も検討する。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 24K15250 の助成を受けて行った。

参考文献

- [1] P. Lopes, A. Ion, and P. Baudisch. Impacto: Simulating Physical Impact by Combining Tactile Stimulation with Electrical Muscle Stimulation. Proc. of 28th Annual ACM Symp. on User Interface Software & Technology (UIST'15), pp. 11–19, 2015.
- [2] 山内大聖. ハプティクス技術を用いたボクシング体験システムのための基礎検討. 2021 年度南山大学理工学部卒業研究要旨集, 2 pages. <https://www.st.nanzan-u.ac.jp/info/gr-thesis/2021/okumura/18sc102.pdf>