

銃が弾かれる体験を可能とする VR 決闘システム

和田 壱成^{†1} 松浦 昭洋^{†1, a)}

本研究では、西部劇やコメディなどで表現される敵の銃弾により自身の持つ銃が弾かれる体験を可能とする VR 決闘システムを開発する。本システムは着弾の刺激提示部と弾かれる感覚を提示する空気噴射部をもつ銃型デバイス、空気を噴射するためのエアタンク、仮想空間表示のための HMD などからなり、敵の放った銃弾が自身の銃に当たると、その角度に応じて銃型デバイスの先端で空気が噴射され、銃が弾かれる感覚を提示する。

A VR Duel System That Allows the Experience of a Gun Being Deflected

ISSEI WADA^{†1} AKIHIRO MATSUURA^{†1, a)}

In this study, we develop a VR duel system that allows the experience of making the handling gun deflected by an opponent's bullet, as often depicted in Western movies and comedies. This system consists of an air injection part that gives the sensation of being repelled, a gun-shaped device with the impact presentation part, an air tank, an HMD for displaying the virtual space, etc. When a bullet hits the player's gun, air is ejected at the tip of the gun-shaped device depending on the angle of the bullet, giving the sensation of the gun being deflected.

1. はじめに

仮想現実 (VR)、複合現実 (MR) に関しては、ヘッドマウントディスプレイ (HMD) や物体のトラッキング技術の進展に加え、様々なセンサ・アクチュエータや材料技術の利用が進むことで、視聴覚のみならず、他の感覚も刺激する仮想・複合的な体験が可能となっている。触覚に関しては、銃型デバイスの研究開発も行われているが、その多くはプレイヤー自身が銃型デバイスで銃を打った際の振動や反動機能を備えたものである[1][2]。著者らは[3]において、西部劇やコメディの映画・アニメなどでしばしば現れる、キャラクターが手に持つ銃が敵方の銃弾によって弾かれるという劇的なシーンに着目し、触覚も含めて弾かれる体感が可能なシステムの開発を試みた。なお、このように物理現象としては非現実的であるが、マンガ・アニメ・映画等のコンテンツではユーモアを持って受け入れられる現象は総称として「マンガ物理学 (Cartoon Physics)」と呼ばれる。文献[3]で開発されたシステムは、銃型デバイスは着弾の刺激提示部と弾かれる感覚を提示する空気噴射部を持ち、銃頭の空気噴射部で圧縮空気を下方に噴射することで弾かれる感覚の提示が行われた。しかし、本システムでは、空気噴射部のからの空気の噴射方向は銃身の真下と真下から左右 45 度の動作に限定されたものであった。そこで本稿では、従来のシステムを改良し、VR コントローラから取得される銃身の方向と敵方の銃弾の飛翔方向から銃の弾かれる方向を算出し、その方向に空気を噴射することで、より直感に合った方向から銃弾に弾かれる感覚を提示するシステムの開発を行う。

2. システム概要

本研究では、銃型デバイスとしては文献[3]で報告されたものを使用し (ただし一部のパーツを新たに 3D プリンタで出力)、デバイスの弾かれる方向の制御に関してアプリケーションの改良を行った。本システムは、主に銃型デバイス、HMD (Meta Quest 2)、エアタンク、電動空気入れ、Arduino Uno、PC 等からなる。

2.1 銃型デバイス

銃型デバイスは、3D プリンタで作成された銃本体、ソレノイドを有する着弾の刺激提示部、弾かれる感覚を提示するためのエアチューブ、サーボモータをもつ空気噴射部からなる。デバイスの全体像を図 1 に示す。

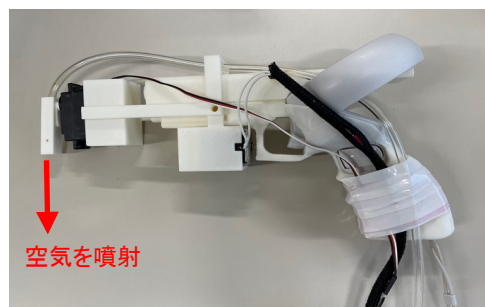


図 1 銃型デバイス

Figure 1 The gun-shaped device.

銃本体には VR コントローラを装着可能な 3D モデル Chewey_GLK-17[4]を用いている。引き金の方にはブッシュソレノイド (タカハ機工, CB1029, 最大出力 26N) が

^{†1} 東京電機大学
Tokyo Denki University
a) matsu@rd.dendai.ac.jp

設置され、着弾時に引き金部分に衝撃を与える。銃頭の空気噴射部には 360 度回転サーボモータ (Tower Pro, SG90) が設置され、噴射部のエアチューブの角度を変更可能である。文献[3]ではサーボモータは回転角度 0 度、左右 45 度で動作させていたが、今回鉛直方向から左右 20 度毎の角度を指定してエアチューブと共に回転させる機能を実装した。

2.2 圧縮空気の供給

銃型デバイスの空気噴射部のエアチューブは電磁弁を介してエアタンク (JET INOUE, 2.5L, 最高使用圧力 120 PSI) に繋がれており、エアタンクには電動空気入れ (アイリスオーヤマ, JAC10, 注入最大空気量 8L/min) により空気を注入する。これらの装置を図 2 に示す。



図 2 空気供給部
Figure 2 Air supply part.

2.3 制御回路

回路構成は[3]と同様、MOSFET、抵抗、ダイオード、Arduino を使用し、ソレノイド、電磁弁をスイッチング制御する。サーボモータは Arduino により PWM 制御を行う。

2.4 空気の噴射方向の決定方法

現実には相手の銃弾が手に持つ銃に当たったときに弾かれる方向に影響を与える主な条件として、銃弾に関しては、銃弾の進行方向、速度、重量が、手に持つ銃に関しては、銃弾の当たった箇所、銃の重量、把持する力が挙げられる。しかし、本稿ではこれら全てを反映したリアリティは目指さず、主要なパラメータと考えられる銃弾の進行方向と手に持つ銃の向きを考慮し、本現象がコンテンツの事例で扱われるときによく観察されるように、上方に弾かれやすくなる設定とした。具体的に、銃弾の進行方向の単位ベクトルと銃身の上向きの単位ベクトル (銃身の円筒の最上部を通る単位垂直ベクトル) の合成ベクトルを作り、そのベクトルを図 1 の銃型デバイスの左端の空気噴射部のパーツがサーボモータにより回転する平面内に射影することで近似する。得られたベクトルの向きに図 1 左端の空気噴射部をサーボモータで回転させ、下方に空気を噴射する。

3. 体験のデザイン

決闘体験のデザインは概ね文献[3]と同様だが、銃が弾かれる際に 2.4 節で述べた空気の噴射方向を反映して銃型デ

バイスが弾かれるものとする。図 3 に決闘とデバイスが弾かれるイメージを示す。

以下、体験のデザインについて具体的に述べる。プレイヤーは、仮想空間において敵方のガンマンと一対一の早撃ちの決闘 (Duel) を行う。決闘は、黄色いバルーンの出現をトリガーとして開始し、敵より早く銃弾を当てれば勝者、そうでなければ敗者となる。なお、敵より遅い場合、敵は常に銃弾をプレイヤーの銃に当てることができる設定としており、銃型デバイスの着弾の刺激提示部では、ソレノイドが動作して着弾の刺激を提示するとともに、空気噴射部では、エアチューブを含む先端部分がサーボモータによって 2.4 節で定めた条件で回転して空気を噴射し、銃型デバイスを噴射の反対方向に弾く。VR アプリケーションは Windows 上で Unity 2022.3.10f を用いて開発している。

現状 2.4 節で記述した方法によるサーボモータの動作も含めたインタラクティブな VR システムの動作確認はできておらず、当日のデモでお見せする予定である。

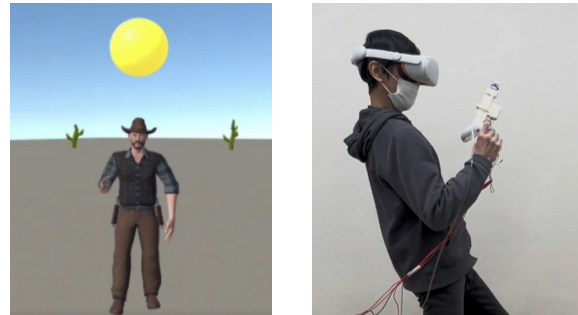


図 3 決闘と銃が弾かれるイメージ
Figure 3 Images of the duel and the gun being hit.

4. まとめ

手に持つ銃が弾かれる感覚を提示するマンガ物理学的 VR 体験システムの開発について報告した。今回新規な点は弾かれる方向に関する方法の考案である。しかし、銃型デバイスを持った状態での VR 決闘システムにおける動作は確認できていないため、その動作検証を行うのが当面の課題である。

謝辞 本研究は JSPS 科研費 21K12198 の助成を受けて行った。

参考文献

- 1) Bhagat, K.K., Liou, W.-K., Chang, C.-Y.: A cost-effective interactive 3D virtual reality system applied to military live firing training, Virtual Reality, Vol.20, pp.127-140 (2016).
- 2) Rahimi, A., Zhou, J., Haghani, S.: A VR gun controller with recoil adjustability, Proc. of 2020 IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE), pp. 1-2 (2020).
- 3) 和田孝成, 松浦昭洋: 銃が弾かれる感覚を提示する VR 決闘システムの開発, 映像表現・芸術科学フォーラム 2024, AIT2024-91, Vol.48, No.8, pp.215-216 (2024).
- 4) "Chewey_GLK-17" Oculus Quest 2 VR pistol grip, https://www.printables.com/model/54967-chewey_glk-17-oculus-quest-2-vr-pistol-grip (参照 2024.7.26)