

リロード動作が入力可能な銃型デバイスを用いた MRFPS ゲームの提案

栗栖 航汰^{†1} 栗原 渉^{†1} 兼松 祥央^{†1} 三上 浩司^{†1}

概要：ビデオゲームや VR コンテンツにおいて、ユーザ体験の向上を目的とした専用コントローラが古くから数多く開発されてきた。その中で、シューティング用コントローラでは、振動および反動の表現やコントローラの形状の変化が提示されている。しかし、リロード動作を可能とするコントローラは著者らの知る限りでは存在しない。そこで本研究では、マガジン交換およびコッキングのリロード動作を入力することができる銃型デバイスを用いた MRFPS ゲームを提案する。本稿ではゲーム内の銃と連動したリロード動作を入力する銃型デバイスの実装と、それを用いてプレイ可能な MRFPS ゲームを試作した。

1. はじめに

ビデオゲームの体験を向上させるため、専用コントローラが数多く開発されてきた。例として、『スーパースコープ 6』[1]や『つりコン 64』[2]、『タタコン』[3]など、様々なゲームジャンルにおいて、ゲーム内の動作を直感的に操作できるコントローラが存在する。その中でも、本研究ではガンシューティングゲームに着目した。

VR (Virtual Reality) ゲームにおいて、銃の反動を提示するデバイスとして『ForceTube』[4]がある。HMD (Head Mounted Display) の付属コントローラを装着することによって、コントローラを本物の銃のように持つことができ、ゲーム内で射撃をした際に肩への衝撃を与えることが可能である。

2024 年に MR (Mixed Reality) 技術を用いて現実世界を戦場に見立てて銃撃戦を行う FPS ゲームである『Spatial Ops』[5]が発売された。このゲームでは、現実世界に敵やアイテム、遮蔽物が設置されている。また、HMD 付属のコントローラに銃のモデルが重量表示される。これらにより、ユーザは銃を持、動き回りながら遊ぶことが可能である。

このようにガンシューティングゲームにおいて、VR 技術を用いた銃型デバイスによる反動の提示や MR 技術による戦場の再現など、より現実に近い体験が可能となっている。しかし、ガンシューティングゲームにおいて銃器を扱う上で重要なリロード動作が可能な事例は著者らの知る限りでは存在しない。

そこで本研究では、リロード動作が可能な銃型デバイスを用いた MRFPS ゲームを提案する。本ゲームは従来の MRFPS ゲームとは異なり、遮蔽物に隠れながらリロード動作を行うといった体験が可能となる。

2. 関連研究

2.1 特定の体験における動作が可能なコントローラ

加藤ら[6]は金属や岩石のような硬質物体を叩打した際の反発力を提示するデバイスとして、振動提示デバイスと逆力提示デバイスからなる反発力提示デバイスおよび VR 硬質物体叩打体験のためのコンテンツを制作した。評価実験により、Meta Quest 2 のコントローラのみを用いて振動を提示した場合と比較して硬い物体を叩打した感覚を提示可能であるという結果が得られた。

熊谷ら[7]は実際の和弓射撃と同じタイミングと場所に矢が触れた感覚を提示する和弓射撃体験デバイスを開発した。また、HMD を用いた和弓射撃体験用コンテンツの制作をした。

竹島ら[8]は VR 空間でのチェーンソーの自由な操作を可能にするチェーンソー型デバイスを制作した。また、提案デバイスを使用して丸太型オブジェクトを切断するシステムと向かってくるゾンビを切り倒してしていくゲームを制作した。VR 空間上でチェーンソー型デバイスまたは VIVE コントローラを用いてチェーンソーを操作した場合の体験について比較実験を実施した。実験結果から、チェーンソー型デバイスは振動と切断時の手応えの提示が可能であることを示した。

2.2 シューティング用コントローラ

和田ら[9]は西部劇などで表現される銃弾の衝突によって銃が弾かれる感覚を提示する VR 決闘システムを開発した。仮想空間において、敵の放った銃弾がユーザの銃に衝突するとソレノイドにより刺激が提示されると同時に、銃頭においてサーボモータの動作および圧縮空気の放出により、銃が弾かれる感覚を提示した。

福永ら[10]はゲーム体験の向上を目的とする立体形状入出力可能なゲームコントローラである SHAPIO を開発した。SHAPIO は直角二等辺三角柱のピースを複数個繋げた形状であり、ピースを回転させることで、様々な形状を通したゲームへの入力とゲームからの出力の両方を行うことができる。

^{†1} 東京工科大学

2.3 本研究のアプローチ

ビデオゲームや VR コンテンツに向けた特定の体験における動作を可能にするデバイスが開発されてきた。それらにおいて、コンテンツ内で利用されている道具を用いた動作によってゲーム体験が向上することが示された。

また、関連研究におけるシューティング用コントローラについても動作を入力として利用可能である。しかし、入力デバイスとしてコントローラの形状を変化させる動作が可能であるが、銃器を扱う上で重要なリロード動作が可能なのは著者らの知る限りでは存在しない。また、市販またはアミューズメント施設において利用されている銃型コントローラにおいても同様である。そこで、本研究ではゲーム内の銃と連動したリロード動作を入力として利用可能な銃型デバイスとそれを用いた MRFPS ゲームを開発した。

3. 提案コンテンツ

3.1 本研究におけるリロード動作の定義

リロードとは、銃で使用する弾薬を補充することを指すが、銃の様式によってリロードの方法は様々である。本研究ではシューティングゲームにおいてよく見られる架空のアサルトライフルのリロード動作に含まれるマガジン交換とコッキングの2つの行為を行うことをリロード動作として定義する。マガジンは、複数の弾薬を収める取り外し可能な銃のパーツである。銃の弾薬が減った際にマガジンを交換することによって、弾薬が補充できる。コッキングは、新しいマガジンを挿入した後、コッキングレバーを引くことで弾薬を銃の発射前の弾が収まる薬室に送り、補充された弾薬を発射可能な状態にする動作である。

マガジン交換およびコッキングがリロード動作に含まれる架空のアサルトライフルが登場するゲームとして、『バイオハザード 6』[11]や『Fortnite』[12]、『VALORANT』[13]などが挙げられる。提案ゲームにおける銃についてもマガジン交換とコッキングを行うことでリロードが完了する。

3.2 コンテンツ概要

本研究では、リロード動作としてマガジン交換およびコッキングが可能な銃型デバイスを開発した。加えて、Unity を使用して MRFPS ゲームを試作した。制作したゲームは HMD である Meta Quest 3s と開発した銃型デバイスを用いてプレイ可能である。これらにより、本ゲームでは MR 技術を用いて遮蔽物に隠れながらのリロード動作を行う体験が可能となる。

本ゲームにおける体験者の目標はアサルトライフルを用いて空間に現れる 10 体の敵をすべて倒すことである。体験者は銃型デバイスに備え付けられている右手用 Meta Quest Touch Plus コントローラ（以下「Quest コントローラ」とする）のトリガーボタンで射撃が可能である。射撃によってマガジン内の弾薬が減った際に、ユーザは任意のタイミングで銃型デバイスのマガジンを脱着し、コッキングレ

バーを引き、その後押し戻すことでリロードすることが可能である。リロードが完了すると同時にマガジン内の弾薬が増加する。

試作した MRFPS ゲームは、敵を 10 体倒すことでゲームクリアとなる。制限時間は存在せず、体力の減少もしないため、ゲームオーバーは存在しない。また、ユーザは移動をすることができず、しゃがむことで敵が射撃した銃弾を避けることができる。さらに、リロード可能回数にも制限はない。

4. 実装

本研究で提案する MRFPS ゲームは銃型デバイスおよび Meta Quest 3s で表示される映像コンテンツで構成される。提案するゲームのシステム図を図 1 に示す。

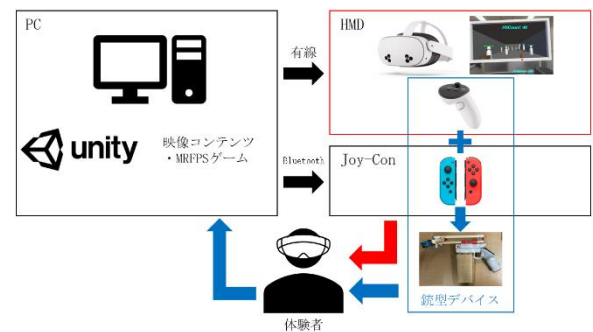


図 1 提案ゲームのシステム図

4.1 銃型デバイス

本研究では、リロードのマガジン交換とコッキングを入力として利用可能な銃型デバイスを試作した。

4.2 構成

銃型デバイスは既存の銃型コントローラ[14]、Quest コントローラ、マガジン部、コッキングレバー部で構成されている。図 2 に銃型デバイス全体の外観を示す。

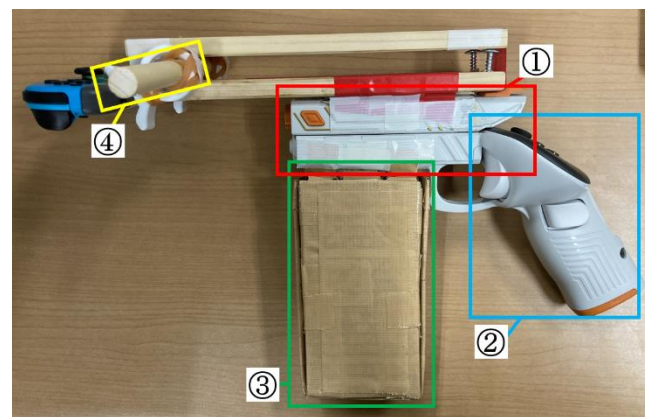


図 2 銃型デバイスの全体の外観

図 2 内赤枠に示す①の Quest コントローラに対応した既存の銃型コントローラを中枢部とする。中枢部の下部にはマ

グネットが取り付けられている。図2内青枠に示す②は銃型デバイスのトリガ部である。トリガ部は中枢である既存の銃型コントローラに装着された Quest コントローラである。図1内緑枠に示す③はマガジン部である。マガジン部の上部にはマグネットが取り付けられており、中枢部に取り付けられたマグネットに吸着することが可能である。また、磁力で吸着しているため体験者の手で取り外すことも可能である。図1内黄枠に示す④はコッキングレバー部である。レバー部はコッキングレバーとそれを固定するレールによって構成される。コッキングレバーを挟むレールは中心の上部に固定されており、コッキングレバーを左手で持ち、引くことが可能である。

このように中枢部およびトリガ部は既製品を使用している。一方、マガジン部やコッキングレバー部にはリロードを検知する仕組みを実装する必要がある。

4.3 マガジン部

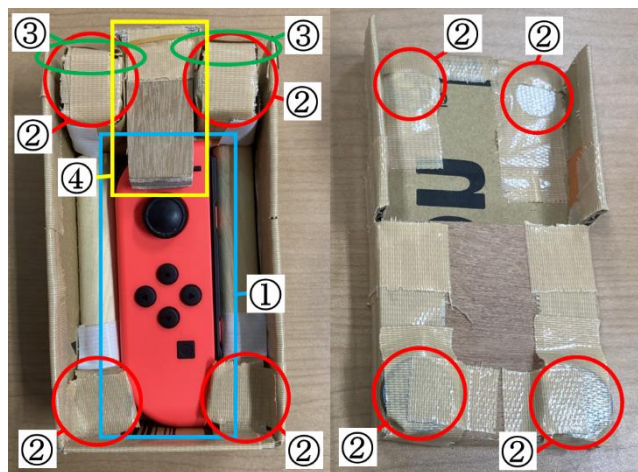


図3 マガジンの内部と蓋

試作したマガジン部の内部を図3内左側に、蓋を図3内右側に示す。図3内青枠に示す①には左手用 Joy-Con を配置した。左手用 Joy-Con の位置を固定するため、左右にはベイヒバ丸棒 (10×1.5[cm]) 2本を、上部には木材 (6.5×2×1.5[cm]) を配置した。また、図3内赤枠に示す②にもマグネットを配置し、マガジンの蓋が多少の衝撃では外れないようにした。また、蓋には木材 (6.5×6.5×1[cm]) を固定し、左手用 Joy-Con がマガジン内で前方に傾くことを防止している。図3内緑枠に示す③にもマグネットが配置されている。マガジン部が中枢部に装着された際に図3内黄枠に示す④の木材 (5.5×2×0.5[cm]) が左手用 Joy-Con のスティックを傾倒する。傾倒の有無でマガジンが銃型デバイスの中枢部に取り付けられている状態か否かを検知することが可能である。以下にマガジン部の状態検知手法について述べる。



図4 銃型デバイスの中枢部とマガジン部の接続部分

図4に示すように、マガジン部が中枢部に装着されていない場合、赤枠内に示される木材は突出する。中枢部にマガジン部が取り付けられた際に、この突出している部分がマガジン部内に埋没することにより、左手用 Joy-Con のスティックが傾倒する。再度マガジン部が中枢部から離れた際には、スティックが初期位置に戻り、木材が再び突出する。このスティックの変化をマガジンの着脱として判定し、左手用 Joy-Con はゲーム内へ状態を送信する。

4.4 レバー部

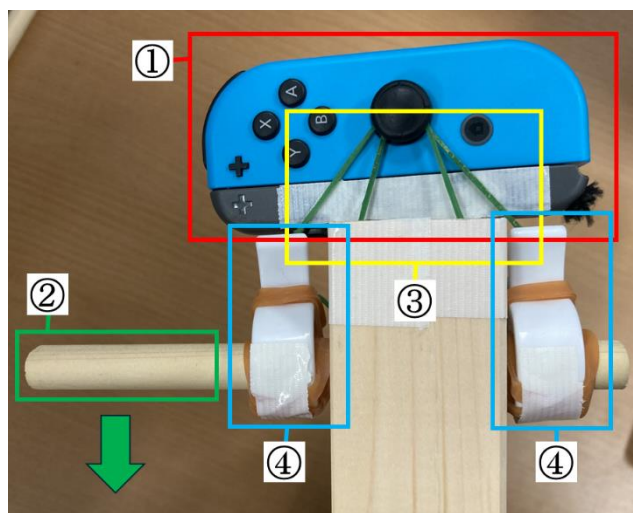


図5 コッキングレバーの上面からの外観



図6 コッキングレバーの横面の外観

コッキングレバーの上面からの外観を図5に、横面の外観を図6に示す。図5内赤枠に示す①は右手用 Joy-Con を Joy-Con ストラップで固定したものである。図5内緑枠に示す②はコッキングレバーの握り部であり、ベイヒバ丸棒 (15×1[cm]) を用いた。コッキングレバーを図5内の矢印方向に引くことでコードクリップと右手用 Joy-Con のステ

イックが繋がれている図 5 内黄枠に示す③の輪ゴムが引張し、右手用 Joy-Con のスティックが傾倒する。また、コッキングレバーを引いた状態で、ベイヒバ丸棒から手を離した場合、図 5 内③の輪ゴムが収縮し、右手用 Joy-Con のスティックが初期位置に戻る。図 6 の青枠ではコッキングレバーを押し引きする際にレバーが上下に動かないよう固定するため、ねじをウッドパーツ H13 板 (20×4×1[cm]) 2 枚の間に固定しレールを製作した。2 枚の木板の幅はコッキングレバーをなだらかに動かすために、コッキングレバーの直径より少し長い約 2cm とした。また、図 5 内青枠に示す④でベイヒバ丸棒をコードクリップ 2 つで挟み、輪ゴムを 2 本使用し、左右に動かないように固定した。

4.5 MRFPS ゲーム

本研究では、Unity を使用し、実装した銃型デバイスを用いてプレイ可能な MRFPS ゲームを試作した。HMD 内の映像を図 7 に示す。

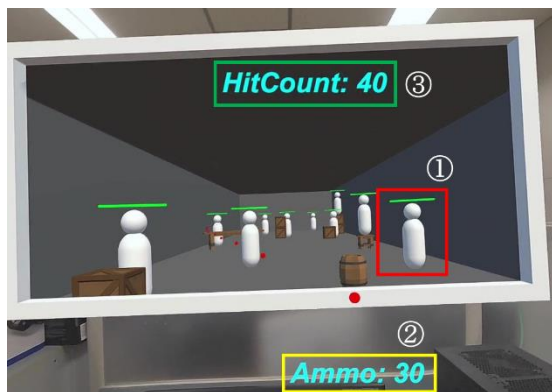


図 7 HMD 内映像

本ゲームでは Meta Quest 3s のパススルー機能を用いて現実世界に窓を設置し、窓の奥側に図 7 内赤枠に示す①のように敵を 10 体配置した。銃型コントローラのトリガーボタンを押すことで、銃から弾が発射される。敵は銃弾を命中させ、倒すことができる。また、弾を発射することで図 7 内黄枠に示す②に表示される残弾数が減少していき、0 になるとリロードをするまでは射撃不能になる。また、図 7 内緑枠に示す③には敵から発射される弾の被弾数が表示され、1 発被弾するごとに 1 ずつ増加していく。ゲーム内では右手用 Quest コントローラに銃のモデルが追従し、実装したデバイスに重量表示することで銃型コントローラの外観をゲーム内の雰囲気近づけた。ゲーム中、射撃時とマガジン装着時、コッキング時にはそれぞれの効果音が再生される。

残弾数が減った際に行うリロードの一連の流れを、図 8 のフローチャートに示す。

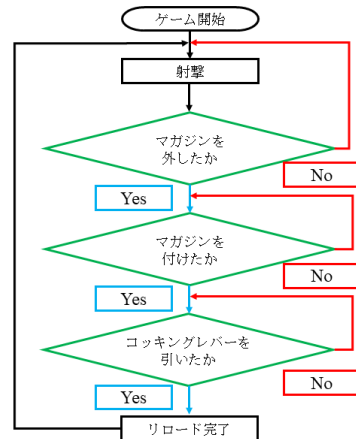


図 8 リロードのフローチャート

射撃後、体験者は銃型コントローラからマガジンを外し、再度同一のマガジンを装着する。銃型デバイスの本体に装着された際にゲーム内のマガジンも装着される。その状態でコッキングレバーを手前に引き、左手を離しレバーの位置が初期位置に戻ることでリロードが完了し、弾が補充される。

5. ユーザ体験

本研究で試作した銃型デバイスと MRFPS ゲームを 9 名 (20 代男性 9 名) に体験してもらった。体験の様子を図 9 に示す。



図 9 体験の様子

ゲームを体験したユーザから、「リロードをゲームと同じ動作で行うことで既存のコントローラを用いたリロード方法より面白さが増した」という意見が多くみられた。しかし、「マガジンを銃型デバイスの本体に取り付けした際にしっかり付いているか不安だった」という意見もみられた。

6. おわりに

本研究では、シューティングゲームにおいてよく見られるリロードのマガジン交換とコッキングを入力として利用

可能な銃型デバイスと銃型デバイスでリロードを行った際に弾の補充が行われる MRFPS ゲームを提案および試作した。

今後はユーザ体験から得られた意見をもとにデバイスの改良を計画している。そして評価実験を行い、本研究で提案した銃型デバイスと既存のコントローラを用いたリロード方法を比較し、ゲームを問題なくプレイでき、ゲーム体験が向上するか評価する。

謝辞 本研究は JSPS 科研費 JP23K11731 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] “スーパースコープ 6”.
<https://www.nintendo.co.jp/n02/shvc/lr/index.html>, (参照 2024-12-22).
- [2] “つりコン 64”.
https://www.nintendo.co.jp/n01/n64/software/nus_p_nibj/turicon.html, (参照 2024-12-22).
- [3] “タタコン”.
<https://www.bandainamcoent.co.jp/cs/list/taiko/tatakon/index.php>, (参照 2024-12-22).
- [4] “ForceTube”. <https://news.build-app.jp/article/2245/>, (参照 2024-12-15).
- [5] “Spatial Ops “. https://www.meta.com/ja-jp/experiences/spatial-ops/5503065683135424/?srsltid=AfmBOooXWkc-7uccIjKdNQnVG_QauOVyLNhnDGxCWS1VTriSKXcLI1DJ, (参照 2024-12-15).
- [6] 加藤修朋, 兼松祥央, 松吉俊, 三上浩司. VR コンテンツにおける硬質物体叩打時に発生する反発力の提示デバイス. インタラクション 2024 論文集. 2024, p. 903-906.
- [7] 熊谷拓真, 兼松祥央, 松吉俊, 三上浩司. 矢の接触感覚がある和弓の射撃体験デバイス. 情報処理学会 第 86 回全国大会講演論文集. 2024, p. 1067-1072.
- [8] 竹島康平, 小池崇文. ワイヤの張力とクランク機構を利用したチェーンソー型 VR デバイス. 情報処理学会 第 82 回全国大会講演論文集. 2020, p. 565-566.
- [9] 和田竜成, 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. エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2024 論文集. 2024, p. 578-579.
- [10] 福永健竜, 梶山隼, 井上亮文. 変形コントローラによるゲーム体験の質の向上. 情報処理学会論文誌. 2021, vol.62, no.1, p. 53-63.
- [11] “BIOHAZARD 6”. <https://www.residentevil.com/6/jp/>. (参照 2024-12-22).
- [12] “Fortnite”. <https://www.fortnite.com/?lang=ja>. (参照 2024-12-22).
- [13] “VALORANT”. <https://playvalorant.com/ja-jp/>. (参照 2024-12-22).
- [14] “Pistol Grip Controller Accessories for Quest 3S/Quest3”.
<https://www.amvrshop.com/collections/quest-3-accessories/products/pistoi-grip-controller-accessories-for-quest-3>. (参照 2024-12-15).