

ゲーム観戦におけるプレイヤー操作の 追体験システムの試作

佐藤 大輔^{1,a)} 渡邊 恵太^{2,b)}

概要: e スポーツイベントやゲーム実況のようなゲーム観戦が楽しまれている。ゲーム観戦者の中にはプレイヤーの上手いプレイを真似したいタイプがいる。しかしプレイ映像だけではプレイヤーの操作を再現することは難しい。そこで本研究では、プレイヤーのゲーム体験をコントローラの操作情報も含めて観戦者が追体験するシステムを提案する。本論文では PC 上のマウスゲームに着目して、プレイヤーのマウス操作を追体験するシステムを試作した。

1. はじめに

ビデオゲームの楽しみ方の1つとして、他人のゲームプレイを観戦することがある。観戦の例として、e スポーツ (eSports) のように大規模なイベント会場でプロゲーマーのゲームプレイを観戦したり、動画投稿サイトでゲーム実況動画を視聴したりと、ゲーム観戦はさまざまな形式で楽しまれている。

Gifford らは、ゲーム観戦する目的を分析し、観戦者のタイプを9つに分類した [1]。その中に「プロゲーマーや実況者の上手いプレイを真似したい」タイプがいる。彼らはゲームの操作キャラクタの動きからプレイヤーのコントローラの入力を推測して、同じようにゲームプレイしようとする。しかし、ゲーム映像による視聴覚情報からプレイヤーのコントローラ入力を推測することは難しい。

そこで本研究では、プレイヤーのゲーム体験をコントローラの操作情報も含めて観戦者に追体験させるシステムを提案する。本論文では操作がシンプルなマウスを用いるゲームを対象とした。本システムは XY プロットでマウスの上下左右の動き、ソレノイドでクリック動作を再現する。プレイヤーのマウス操作を再現し、観戦者の手を受動的に動かすことで追体験する。そうすることで、観戦者もプレイヤーと同じプレイをした感覚が体験できることを期待する。本稿では、システムの設計とユーザスタディの結果について報告する。

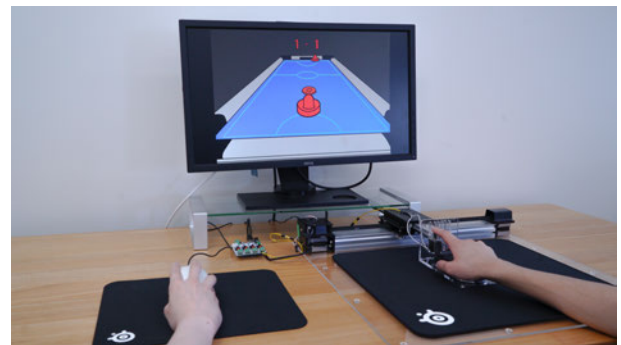


図 1 提案システム

2. 関連研究

2.1 他人の過去体験を追体験する研究

追体験とは他人の体験をあとからなぞり、自分の体験のように捉えることである (Nacherleben, 広辞苑第 6 版)。他人の過去体験を追体験する手法はさまざまあり、池井らは 2 つの軸で分類している [2]。1 つは過去体験の取得方法が現実空間上なのかメディアを用いるかで分類している。本研究の手法は後者にあたる。もう 1 つの軸は過去体験する際に、自身の身体運動が能動か受動かで分類している。他人のプレイを自身で真似することは能動運動によるプレイヤーの追体験と言える。本研究では受動運動によるプレイヤーの過去体験を再現する。

さらに池井らはメディアを用いた受動的なコンテンツを、ユーザへの提示手法ごとに分類している [3]。そのうちの 1 つに TV や映画のような映像・音声を用いた視聴覚コンテンツがある。従来のゲーム観戦はこれにあたる。ゲーム映像はプレイヤーの操作を映像に変換したコンテンツであ

¹ 明治大学大学院 先端数理科学研究科 先端メディアサイエンス専攻

² 明治大学 総合数理学部 先端メディアサイエンス学科

a) cs202006@meiji.ac.jp

b) keita_w@meiji.ac.jp

り、プレイヤーの身体情報は表現しない。

池井らは、過去体験した人の身体運動感覚を含めた過去体験を再現する身体的追体験の概念を提案している [3]。追体験者の身体を外的に駆動させることで過去体験者との身体運動を同期させる。そうすることで追体験者は過去体験者の追体験ができる。身体的追体験に関する研究をいくつか紹介する。池井らは、歩行感覚を提示する装置を開発している [2]。五感刺激を付与した 360 度映像を鑑賞しながら、足を動かさせると観光地の散策体験や陸上選手の走り方を追体験できる。水品らは、バドミントン選手のプレイを伝えるシステムを開発している [4]。このシステムは選手のプレイ映像とシャトルを打った際の振動を記録している。これらの情報を追体験者の動きに合わせてプレイ映像と振動を再生することで自分がプレイしている感覚を体験できる。Yem らは、VR 上に仮想のドラム演奏環境を設計し、ドラムを叩く際の腕の動作を受動的に再現する装置を開発している [5]。この研究では、叩いている映像と音、振動を提示し、腕を受動的に叩かせた場合と、叩いている想像をする場合を比較して自分が演奏している感覚があるか定量評価している。結果、受動的に叩かせた場合の方が自分が演奏しているように感じるようになった。このように身体運動を含む人の過去体験を再現する研究が発展している。本研究では、ゲームに着目し、プレイヤーの操作を含めたプレイヤーのプレイを観戦者が追体験する。追体験することで観戦者自身が操作をしているような感覚を再現する。

2.2 ゲームにおける上達感に関する研究

築瀬らは、プレイヤーの入力に対し、ソフトウェア上で補正を加えることで理想のプレイを実現し、プレイヤーに上達感を与えるアクションゲームを提案している [6]。この研究では、実際にユーザが操作することで上達感を得ている。本研究では、ユーザは自分で操作を行わず、プレイヤーの操作を追体験する。プレイヤーが熟練者の場合、上手いプレイを体験することで上達感を得られる可能性がある。また、本研究はさまざまなマウス操作で行うゲームに対応できるため、汎用性がある。

2.3 ゲーム観戦体験の向上に関する研究

最近では映像コンテンツに、風、霧、香りのような多感覚提示と映像内の登場人物の動きの表現を付加した MX4D (MediaMation Inc.[7]), 4DX (CJ 4DPLEX Co., Ltd.[8]) の映画館が普及しており、ゲーム観戦においても MX4D, 4DX の技術が応用されている。MediaMation 社はハリウッドの TCL チャイニーズシアターに e スポーツ観戦のための MX4D を導入している [9]。ゲーム映像に合わせて風や霧などを提示することで、観戦体験を高めている。Gyeongre らは FPS ゲームの観戦において、ゲーム映像のキャラクターの動きの推定とゲームサウンドから銃撃アク

ションを検出し、4DX の座席のモーションに変換するアルゴリズムを提案している [10]。これにより e スポーツのイベントでプレイヤーのプレイ映像に応じてリアルタイムで観戦者に対してモーションエフェクトを提示できる。MX4D や 4DX を用いたゲーム観戦では、観戦者に対して多感覚刺激やモーションエフェクトを提示しているが、画面内のキャラクタや環境の追体験である。本システムでは、プレイヤー本人の追体験を目的とする。

3. 提案システム

本研究では、観戦者がプレイヤーのゲーム体験をコントローラの操作情報も含めて追体験するシステムを実装した。図 2,4 にシステムの全体図と構成図を示す。今回はマウス操作で行うゲームを対象とし、操作方法のうちマウスの上下左右の動きとクリックの 2 つの操作を観戦者に追体験させる。

本システムの構成機材を以下に示す。

- XY プロッタ: AxiDraw V3 (X 軸: 300mm, Y 軸: 200mm)
- ソレノイド: CBS0830, タカハ機工製
- マウス: Logicool M-UAS144, Rival 650 Wireless
- ディスプレイ: サイズ 23.8 インチ, 解像度 1920 × 1080 (60Hz)
- PC: MacBook Pro (13-inch, M1, 2020)
- Arduino UNO

3.1 マウスの位置制御

マウスの上下左右の操作は図 2 の装置で再現する。本システムには XY プロッタの先に観戦者マウスを取り付けている。プレイヤーがプレイヤーマウスを操作すると、その動きと同期して XY プロッタの観戦者マウスが動く。これは Processing でプレイヤーマウスの動きのデータを XY プロッタにシリアル通信で送ることで実現している。観戦者マウスの位置は X 軸 300mm, Y 軸 200mm の範囲で制御できる。また、XY プロッタの駆動に伴い、振動やトルクによる XY プロッタ自体のずれを防ぐため、アクリル板に XY プロッタを固定し、さらにアクリル板の底面に複数個のゴム足を設置した。

3.2 クリック制御

マウスクリックした感触は図 3 の装置で与える。観戦者は図 5 のようにソレノイドの上端部分に軽く指を添える。プレイヤーがクリックするとソレノイドが凹み、観戦者にマウスをクリックした感覚を与える。これは Processing でクリックしたタイミングを Arduino に送信し、Arduino がソレノイドを制御することで実現している。



図 2 システムの全体図

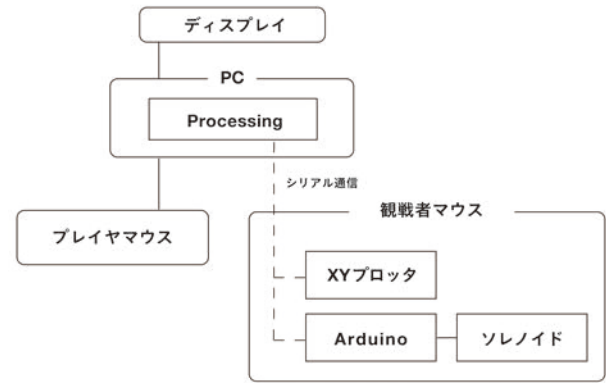


図 4 システムの構成図



図 3 ソレノイドを用いてクリックの再現をする

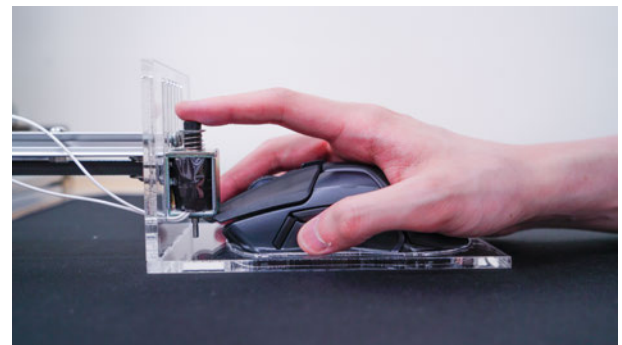


図 5 観戦者マウスの持ち方

4. ユーザスタディ

本システムを用いてユーザスタディを行った。観戦者は観戦者マウスに手を添えながらゲーム観戦することで、自分もプレイしているように感じるか検証する。また、観戦体験にどのような影響があらわれるか調査する。

4.1 ゲームの選定

ユーザスタディでは、マウスの上下左右の動きとクリックの2つの操作を用いるゲームを選定した。今回は以下の3つのゲームを用いた(図6^{*1})。

シューティングゲーム

ceptが開発したシューティングゲーム^{*2}を用いた。戦闘機を操作し、敵を倒しながらゴールへ向かう縦型スクロールシューティングゲームとなっている。プレイヤーと観戦者のマウスの動きは戦闘機(自機)と同期し、クリックすると弾が発射される。敵を倒したり、敵が打ってくる球を避けながら進めていく。残機は3機で、戦闘機が敵に触れたり、敵の弾に当たると残機が1つ減る。残機が0になるとゲームオーバーになる。

音楽ゲーム



図 6 ユーザスタディに用いたゲーム

左:シューティングゲーム, 中央:音楽ゲーム, 右:エアホッケー

Osu!Stream^{*3}を用いた。曲に合わせて画面上に現れるマーカーをタイミングよくクリックしたり、ドラッグするリズムアクションゲームとなっている。タイミングの精度に合わせて300, 100, 50, missの4段階で表示される。missに関しては画面上にあるゲージが削られ、0になるとゲームオーバーになる。

エアホッケー

TwoPlayerGames.orgが制作したゲーム^{*4}を用いた。パックを打ち合い、相手側のゴールにパックが入ると自分の得点となる。今回は5点先取で行った。また、対戦相手はCPUであった。

4.2 参加者

参加者は21~23歳の大学生および大学院生4名で全員男性である。全ての参加者は正常な視力あるいは矯正視力

*1 画像は著者にてスクリーンを模写したもの

*2 <https://game-ac.com/free/shooting/tate/ex4ce-beginnings/>

*3 <https://www.osustream.com/>

*4 <http://hitoikigame.com/blog-entry-5897.html>

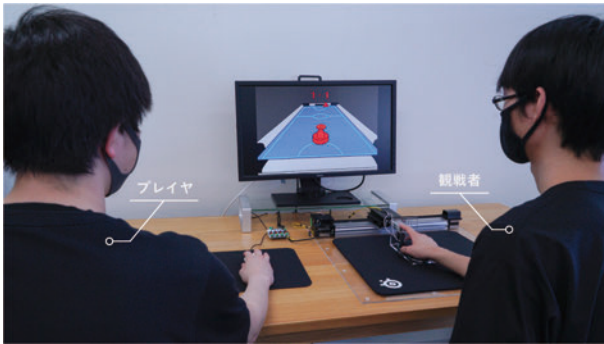


図 7 ユーザスタディの様子

を有し、右利きであった。

4.3 評価

観戦者が本システムを用いて観戦した場合と、ただ見るだけの従来の観戦をした場合の2条件を比較した。各ゲーム体験終了後、ゲーム観戦に関するインタビューを実施した。

4.4 手順

実験者はプレイヤーとしてゲームをプレイする。観戦者はプレイヤーのそばで観戦する。実験手順について以下に示す。

- (1) 従来の観戦方法で観戦する
 - (2) 本システムを用いた観戦方法で観戦する
 - (3) 観戦者に体験のインタビューをする
- (1)~(3)を各ゲーム行い、3回繰り返す。

4.5 結果

自分も操作しているように感じるか

観戦者に自分もプレイしているような感覚があるか質問した。表1に観戦者とゲームごとに結果をまとめた。

シューティングゲームでは自分もプレイしているように感じなかった観戦者が多かった。一方で「システムと動きが同期している戦闘機を見ていて、敵の弾をギリギリで避けるところでスリルを感じた」と回答した観戦者がいた。このことからシステムと動きが同期している戦闘機に自己投影するが、操作している感覚がないことがわかった。

音楽ゲームでは、クリック動作とリズムが一致していると気持ちよく、自分がプレイしているように感じたという意見があった。この意見からクリック動作の提示とゲーム内のイベントアクションの同期が自分もプレイしている感覚を生起していると考えられる。

エアホッケーでは、観戦者が打ちたいと思った方向とプレイヤーの打った動作が一致していると自分がプレイしている感じがあるという意見があった。一方、プレイヤーが観戦者の考えと異なるプレイをすると、観戦者は戦略の違いに戸惑って、システムの手元やプレイヤーを見て確認したという意見があった。これらの意見から観戦者はプレイヤーの次

表 1 自分も操作しているように感じたか

| 観戦者 | シューティングゲーム | 音楽ゲーム | エアホッケー |
|-----|------------|-------|--------|
| A | ○ | ○ | ○ |
| B | × | ○ | ○ |
| C | × | ○ | × |
| D | × | × | × |

に行う操作を予測しながら観戦していることがわかる。プレイヤーの操作予測が自分もプレイしている感覚に与える影響については5.1節で議論する。

観戦者の視点

シューティングゲームとエアホッケーでは、システムなしの場合、ゲーム画面全体を俯瞰してみたいという意見があった。一方、システムありの場合、システムの動きと同期しているゲーム内の対象（戦闘機、マレット）を見るようになったという意見が得られた。このことからゲーム内の特定の対象に注目させることができると考える。

プレイヤーの操作のくせや戦略がわかる

観戦者マウスを持つことでプレイヤーの操作のくせや戦略がわかりやすいという意見が得られた。例えば次のような指摘があった。「シューティングゲームでは、プレイヤーの弾の回避方法がほとんど同じ動作をしていた」。「エアホッケーでは、プレイヤーが負けている状況になると、プレイヤーが自分のゴール付近を守る動作をして、得点を入れさせないようにしていた」。「音楽ゲームでは、タイミングのずれからプレイヤーのミスしやすい部分があった」。これらのことから観戦者はプレイヤーの操作の特徴を理解していることがわかる。プレイヤーの操作の特徴がわかることから、熟練者のプレイを体験して、上手いプレイのコツを知りたいといった意見や、初心者プレイヤーを体験して、ぎこちないプレイに対してアドバイスができるといった意見が得られた。また、対戦ゲームにおいて対戦相手の操作を体験することで、相手のくせを見抜いて自分の戦略に活かしたいという意見もあった。

クリックの動作間隔

音楽ゲームでは、クリック動作の提示がリズムとマッチングして気持ちいいという意見が得られた。また、シューティングゲームでは弾を撃つ動作に合わせてクリック動作を提示した。連続で撃った場合あるいは長押しした場合は撃っている感じがしなかったという意見が得られた。このことから、クリック動作の間隔が短いあるいは長押しだと観戦者はクリックした感が得られないと考える。

5. 議論

5.1 プレイヤーの戦略予測による体験の差異

ゲームごとに自分のプレイのように感じた人数が異なった。操作している感覚が一番あった音楽ゲームは、出てくるマーカーに合わせて演奏するようにあらかじめ決められた操作をする。そのため観戦者は、出てくるマーカーか

ら次にプレイヤーがどのような操作をするか予測ができる。一方、シューティングゲームやエアホッケーの場合、ゲームクリアのために戦略や思考を必要とする。そのため観戦者はプレイヤーが次にどのように操作するか予測できない。これらのことから、予測とプレイが一致していれば自分の操作のように感じ、一致しなければ他人の操作のように感じていると考える。

5.2 上達感の有無

ユーザスタディを通して、ゲームの操作方法やルールなどゲームをするうえでの基礎的な知識を習得できたという意見があった。一方、プレイ技術が上達したような感覚に関する意見は得られなかった。その理由として、今回使用したゲームはプレイヤーが初めてプレイするゲームであったため、ゲームに慣れていなかったことが考えられる。今後、使用するゲームに精通した熟練者のプレイを体験させることで上達感が得られるか検証したい。

5.3 システムの改善

今回のシステムでは、マウス操作の上下左右の動きとクリック動作を再現したが、プレイヤー操作のより細かい情報までは共有できていない。例えば、マウスの持ち方、クリックの押し方、押す強さなどである。マウスの持ち方の再現に関しては、プレイヤーマウスと観戦者マウスの角度を同期する機構の実装を検討している。また、クリックの押し方については、プレイヤーマウスのボタン部分に圧力センサを設置し、取得した圧力の値に応じて観戦者のクリック動作の力加減を変更可能にする予定である。

6. おわりに

ゲーム観戦においてプレイヤーの操作を追体験するためのシステムを実装した。システムを用いてゲーム観戦することで自分もプレイしているように感じるか検証するためにユーザスタディを行い、観戦者にインタビューした。観戦者の意見には、自分も操作しているような感覚に関するもの、注目対象の変化、プレイヤーのくせや戦略に関する意見が多かった。また、観戦者の操作の予測が自分もプレイしている感覚に与える影響について考察した。

参考文献

- [1] Cheung, G. and Huang, J.: Starcraft from the Stands: Understanding the Game Spectator, pp. 763–772 (online), DOI: 10.1145/1978942.1979053 (2011).
- [2] 池井寧, 広田光一, 阿部浩二, 雨宮智浩, 佐藤誠, 北崎充晃: 身体的追体験の概念の提案と一部機能の試験実装—多感覚・運動情報提示による歩行・走行体験の共有, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 24, No. 2, pp. 153–164 (2019).
- [3] 池井寧: バーチャルリアリティによる身体的追体験, パイオメカニズム学会誌, Vol. 43, No. 1, pp. 17–22 (2019).

- [4] Mizushima, Y., Fernando, C. L., Minamizawa, K. and Tachi, S.: Haptic broadcasting. -System of Transmitting the Experience in Badminton-, *EuroHaptics Proceedings*, pp. 466–468 (2014).
- [5] Yem, V., Miyashita, F., Amemiya, T., Kitazaki, M. and Ikei, Y.: Sense of Agency in Drum Trainer with Multiple Sensation Feedback, *ACM SIGGRAPH 2020 Posters*, SIGGRAPH '20, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, (online), DOI: 10.1145/3388770.3407407 (2020).
- [6] 築瀬洋平, 鳴海拓志: 誰でも神プレイできるジャンプアクションゲーム, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 21, No. 3, pp. 415–422 (2016).
- [7] Inc., M.: MX4D theatres, MediaMation Inc. (online), available from (<http://www.mediamation.com/mx4d-theatres/>) (accessed 2021-7-21).
- [8] CJ 4DPLEX Co., L.: 4DX, CJ 4DPLEX Co., Ltd. (online), available from (<https://www.cj4dx.com/jp/>) (accessed 2021-7-21).
- [9] Inc., M.: MX4D esports EFX theaters: The worlds first motion esports 4D theater network., MediaMation Inc. (online), available from (<http://mx-4d.com/esports>) (accessed 2021-7-21).
- [10] Yun, G., Lee, H., Han, S. and Choi, S.: *Improving Viewing Experiences of First-Person Shooter Gameplays with Automatically-Generated Motion Effects*, (online), available from (<https://doi.org/10.1145/3411764.3445358>), Association for Computing Machinery (2021).