

FPS ゲームにおける非熟練者向けの マウス感度設定支援システム

藤井寛己¹ 梶並知記¹

概要：本稿では、First Person Shooting(FPS)ゲームにおける非熟練者を対象とした、適切なマウス感度の設定を支援するシステムを提案する。マウス感度とは、ゲーム内で設定する数値で、数値が高いほど、プレイヤーがマウスを動かした際に、プレイヤーキャラクターの視点の移動距離が増える。FPSの操作設定において、プレイヤーが悩む部分の1つとしてマウス感度の設定がある。熟練者のプレイヤーは自分に適したマウス感度がわかっており、キャラクターを不自由なく操作し、素早く照準を敵に合わせることができる。非熟練者は自分に適したマウス感度がわかっておらず、射撃精度があまり向上しない。本稿では、マウス感度の設定に悩む非熟練者が普段設定しているマウス感度と、適切なマウス感度との差異を判定する3種類のステージからなるミニゲーム風のマウス感度設定支援システムを構築する。評価実験により、提案システムが適切なマウス感度の設定に有効であることを示す。

キーワード：e-Sports, FPS, マウス感度, 初心者支援

A Mouse Sensitivity Setting Support System for Non-Expert Players in FPS Games

Hiroki FUJII^{†1} Tomoki KAJINAMI^{†1}

Keywords: e-Sports, FPS, Mouse Sensitivity, Beginner Support

1. はじめに

本稿では、First Person Shooting (FPS) ゲームにおける非熟練者を対象とした、適切なマウス感度の設定を支援するシステムを提案する。FPSとは、一人称視点で主に銃を用いて敵キャラクター(標的)と撃ちあうゲームのことである。照準は画面中央に固定されており、プレイヤーがマウスの操作により視点を動かすことで、連動して照準も動く(本稿では、以後、両者を区別せず照準として扱う)。照準を動かすため適切なマウス感度の設定は、射撃精度に影響する。

マウス感度とは、ゲーム内で設定する数値で、数値が高いほど、プレイヤーがマウスを動かした際に、プレイヤーキャラクターの照準の移動距離が増える。マウス感度にはゲームによって違う係数がかけられており、違うゲームで同じ数値を設定しても照準の移動距離(単位:ピクセル)は同じにならない。FPSの操作設定において、プレイヤーが悩む部分の1つとしてマウス感度の設定がある。熟練者のプレイヤーは自分に適したマウス感度がわかっており、キャラクターを不自由なく操作し、素早く照準を敵に合わせることができる。非熟練者は自分に適したマウス感度がわかっておらず、射撃精度があまり向上しない。

本稿では、プレイヤー(ユーザ)が自身にとっての適切なマウス感度を設定するための、3つのステージからなるゲームを模したシステムを提案する。提案システムは、ユーザが1つのステージをクリアするごとに、マウス感度をユーザに適するよう更新する。3つのステージをクリアす

ると、ユーザにとって適切なマウス感度がわかる。

2. 関連研究

FPSを対象とした従来研究として、プレイスキルを見分ける研究や[1]、VR型FPSゲームの視野角に応じた敵AIの動的調整の研究[2]、瞬間判断能力の育成システムの研究[3]、A.I.のプレイ結果に基づく、ステージ自動評価手法の研究[4]、ゲームをプレイするユーザに対するフレームレートと解像度の影響の研究[5]、ゲームプレイ中の知覚運動協応特性の研究[6]などがある。これらは、ゲーム開発の支援や、プレイヤーにとって望ましいプレイ環境下におけるプレイヤーのスキル分析や、スキル向上の支援である。対して、本稿では、プレイスキル向上支援の前段階として、プレイの際に重要なデバイスであるマウスのマウス感度設定に着目したものである。

3. 適切なマウス感度に必要な条件

適切なマウス感度において必要な条件は、以下の3つとする。

基礎条件：操作していて違和感が無いこと。

条件1：標的やプレイヤーキャラクターが動いている時に照準を正確に合わせ続けられること(トラッキングエイム)。

条件2：標的を発見した時、正確に照準を標的に合わせられること(フリックエイム)。

基礎条件を満たすことで、ユーザは、不自由なく操作ができるようになり、安定性が増す。条件1を満たすことで、標的に有効なダメージを与え、倒しきることが出来る。条

件 2 を満たすことで、標的に咄嗟に照準を合わせることができる。

4. 提案システム

本稿では、3 章で述べた条件を満たすように、ユーザが入力したマウス感度を適切な値に更新するための 3 つのステージからなる、ミニゲーム風のマウス感度設定支援システムを提案する。基礎条件を満たすための「違和感改善ステージ」(4.3 節)、条件 1 を満たすための「トラッキングエイムステージ」(4.4 節)、条件 2 を満たすための「フリックエイムステージ」(4.5 節) からなる。ユーザは、提案システムに自身がプレイするゲームのマウス感度を初期値として入力した後、各ステージを順番にプレイする。ユーザは、各ステージで照準の移動操作を行う。提案システムは、ユーザが入力したマウス感度の値を、一旦提案システムにおけるマウス感度の値に変換する。提案システムは、ユーザが各ステージのプレイ中に、標的と照準が合わなかったときの、標的と照準との間の距離の差異の値の平均値や、差異がある時間に基づき、マウス感度を更新する。ユーザが 3 つのステージをプレイ終了後に最終的なマウス感度が得られ、提案システムはその値を、ユーザのプレイするゲームに応じたマウス感度の値に戻して提示する。

システムの実装は、Unity 2020.3.5f1 (64-bit) を用いて行う。OS は Windows 10 Home, CPU は Intel(R) Core(TM) i7-7700HQ CPU @2.80GHz, メモリは 16.0GB, GPU は NVIDIA GeForce GTX 1060 を用いて行う。

4.1 マウス感度初期値の設定

図 1 に、マウス感度の初期値の設定画面を示す。ここでユーザは、違和感改造ステージをプレイする前に、マウスの dpi (OS ドライバ依存の値) と、自身がプレイしているゲームタイトルに応じたマウス感度を入力する。提案システムは、代表的なゲームタイトルである『VALORANT』^{†1}、『Fortnite』^{†2}、『Apex Legends』^{†3}、『CSGO』^{†4}、『オーバーウォッチ』^{†5} の 5 タイトルに対応しており、ユーザはいずれかを選択し、選択したゲームで普段使用しているマウス感度をスライダー又は数値入力欄を用いて入力する。ユーザの入力したマウス感度に基づき、提案システムにおけるマウス感度 m を算出する。式 (1) に、提案システムにおけるマウス感度の初期値 m を示す。

$$m = \frac{G_{mo} \times k}{0.05} \quad (1)$$

ここで、 G_{mo} はユーザが入力したマウス感度、0.05 は Unity のマウス感度にかけている係数、 k は各ゲームタイトルのマウス感度にかけている係数で、『VALORANT』^{†1}

の場合 0.0694、『Fortnite』^{†2} の場合 0.0055、『Apex Legends』^{†3} の場合、0.0218、『CSGO』^{†4} の場合 0.0218、『オーバーウォッチ』^{†5} の場合 0.0066 となる。

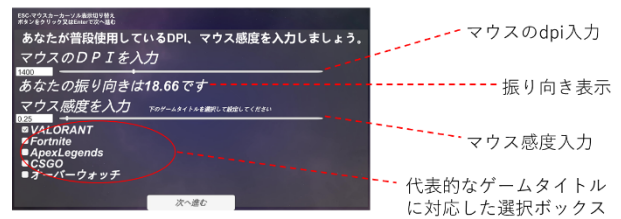


図 1 マウス感度設定画面

Figure 1 Mouse sensitivity setting screen.

また、ユーザの入力したマウスの dpi と提案システムにおけるマウス感度の初期値 m に基づき、振り向き h を算出し、画面に表示する。振り向きは、プレイヤーキャラクターを 180° 視点移動をする際に必要なマウスの物理的移動量(単位:センチメートル)のことである。図 2 は、振り向きの例である。図中のプレイヤーキャラクターは、真上を向いており、プレイヤーがマウスを右に動かすことで、右方向に回転する。プレイヤーキャラクターが 180° 回転し終わるまでに、マウスを 25 センチメートル動かしている。この場合、振り向き h の値は 25 となる。式 (2) に、振り向き h を示す。

$$h = \frac{180}{d \times m \times 0.05 \times 0.397} \quad (2)$$

ここで、 d はマウスの dpi, m は式 (1) で求めたマウス感度の初期値、0.05 は Unity のマウス感度にかけている係数、0.397 はインチをセンチメートルに変換するための定数である。

4.2 マウス感度更新式

式 (3) に、更新したマウス感度 M_{up} を示す。4.3 節~4.5 節で述べるステージを終了後、マウス感度 M_{up} を更新する。

$$M_{up} = \frac{3600}{\left(\frac{z}{d \times 0.397} + h\right) \times d} \quad (3)$$

ここで z は、ステージで取得する差異の値の平均値、 d はユーザが普段使用しているマウスの dpi, 0.397 はインチをセンチメートルに変換するための定数、 h はステージをプレイする直前の振り向きである。

本稿では、照準が通りすぎている場合にはマウス感度を減少させるために差異の値を負に、届かなかった場合にはマウス感度を増加させるために差異の値を正にする。通りすぎた場合や、届かなかった場合の判定をする方法はステージによって異なり、4.3 節以降で詳細を述べる。

^{†1} 『VALORANT』, Riot Games, 2020, (PC).

^{†2} 『Fortnite』, Epic Games, 2017, (PC).

^{†3} 『Apex Legends』, Respawn Entertainment, Electronic Arts, 2019, (PC).

^{†4} 『CSGO』, Valve, 2012, (PC).

^{†5} 『オーバーウォッチ』, BLIZZARD ENTERTAINMENT, 2016, (PC).

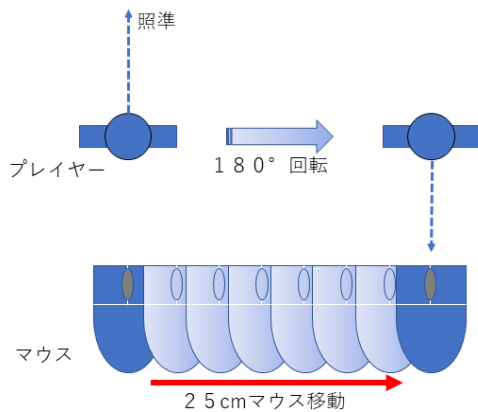


図2 振り向きの具体例

Figure 2 Examples of 180° Distance.

4.3 違和感改善ステージ

このステージは、3章で述べた基礎条件に対応する。このステージでは、ユーザは、背景の映らない真っ暗な画面の中で、プレイヤーキャラクターを180°回転させたところまで、マウスを移動させる（移動量がユーザの考えている振り向きとなる）。実際にプレイヤーキャラクターが180°回転しているか否かは問わないが、左右それぞれの方向に5回ずつ回転させてもらう。

図3に、このステージでの、照準が通り過ぎた場合、届かなかった場合の判定を示す。このステージでは、画面中央にある照準が何ピクセル移動したかで判断する。180°回転するのに必要な照準の移動量（単位：ピクセル）を超えた場合は通り過ぎていると判断し、越えた分の値を差異の値として負の値にし、下回った場合は届いていないと判断し、正の値にする。

提案システムは、ユーザの考える振り向きと、実際のプレイヤーキャラクターの回転角の差から、ユーザ自身が理解している振り向きや現在のマウス感度との差異に基づき、マウス感度を更新する。左右どちらの方向に回転した時に差異の値がより大きいかでユーザにとっての苦手方向を判断し、苦手方向のみの差異の値に基づきマウス感度更新式の z の値を算出し、式(3)によりマウス感度 M_{up} を更新する。

図4は、違和感改善ステージの式(3)の z の値の決定例を示す。図中では、右方向に5回回転した際の差異の平均値は450ピクセルである、左方向に5回回転した際の差異の平均値は600ピクセルである。この場合、左方向に回転した際の方が差異の値が大きいため苦手方向と判断し、 z の値は600となる。

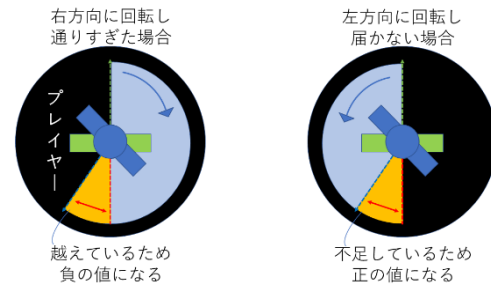


図3 違和感改善ステージにおける、照準が通り過ぎた場合と届いていない場合の判定

Figure 3 Judging when the sight passes by and when it does not reach the target in the discomfort improvement stage.

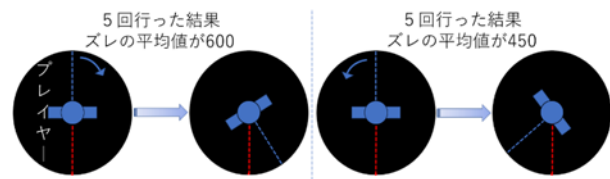


図4 違和感改善ステージの z の値の決定例

Figure 4 Example of determining the value of z for the discomfort improvement stage.

4.4 トラッキングエイムステージ

このステージは3章で述べた条件1に対応し、1つ目のステージで更新されたマウス感度を、このステージでは増加させるべきか、減少させるべきかを判断し、適切なマウス感度に向けて調整する。このステージでは、固定された標的にに対してプレイヤーキャラクターが左右（標的を中心とする円周上）に15秒ずつ横移動し、それに応じて照準も移動する。ユーザには、照準を標的に合わせ続けてもらう。左右の移動は自動で行われ、ユーザは照準を標的に合わせる操作のみ行う。移動速度（メートル/m/フレーム/f）は、ゲームタイトルによって変更する。『VALORANT』の場合は0.115 (m/f)^{†6}、『Fortnite』の場合は0.087 (m/f)^{†7}、『Apex Legends』の場合は0.11 (m/f)^{†8}、『CSGO』の場合は0.138 (m/f)^{†9}、『オーバーウォッチ』の場合は0.091 (m/f)^{†10}である。1フレームは1/60sec.である。また、標的との距離は10メートルに固定されている。この距離は、メジャーなFPSのプレイ内で行われる、トラッキングエイムの試行回数が比較的多い距離に基づく。

図5に、このステージでの、照準が通り過ぎた場合、届かなかった場合の判定を示す。このステージでは、画面を縦に2分割して判定する。図5(a)のように右方向にプレイヤーキャラクターが横移動している時に画面上で標的が右側にいる場合は通り過ぎていると判断し、負の値にする、図5(b)のように左側にいる場合には届いていないと判断

^{†6} <https://valorantnews.jp/archives/1750>.

^{†7} <https://game-hashirigaki.site/tps/fortnite-movement-tips/>.

^{†8} <https://apexlegends.swiki.jp/index.php?sandbox/>.

^{†9} <https://wikiwiki.jp/csgo/>.

^{†10} <https://wiki.denfaminicogamer.jp/overwatch/>.

し、負の値にする。また、左方向にプレイヤーキャラクターが横移動しているときは右方向にプレイヤーキャラクターが横移動しているときの逆で、画面上で標的が左側にいる場合には通り過ぎてしていると判断し、負の値にする、右側にいる場合には届いていないと判断し、正の値にする。

提案システムは、照準と標的との間の距離の差異の値に基づいてマウス感度を更新する。このステージでは、照準を標的に合わせようとする際にマウスを必要以上に動かし、照準が標的を通り過ぎてることが多いか、また、マウスの移動量が足りず照準が標的に届かないことが多いかを時間を基準にして判断する。そして標的を通り過ぎていた/標的に届かなかった時間の長い方でマウス感度を増加させるべきか減少させるべきかを判断する。時間が長い方のみの、照準と標的との間の距離の差異の値に基づき式(3)の z を算出し、マウス感度 M_{up} を更新する。

図6にトラッキングエイムステージの z の値の決定例を示す。図中では、100フレームの間標的に照準が届いておらず、差異の平均値が400ピクセルである、70フレームの間標的に照準が合っている、200フレームの間標的を照準が通り過ぎ、差異の平均値が500ピクセルである。この場合、標的に照準が通り過ぎていて時間の方が長いのでマウス感度を減少させるべきだと判定し、 z の値は-500ピクセルとなる。

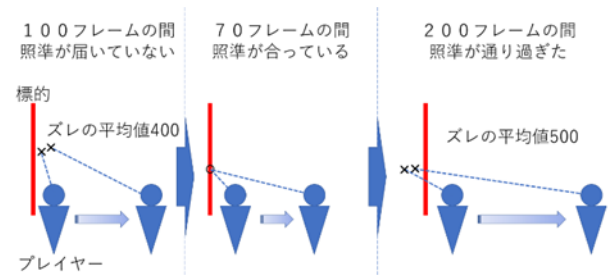


図6 トラッキングエイムステージの z の値の決定例

Figure6 Example of determining the value of z for the tracking aim stage.

4.5 フリックエイムステージ

このステージは条件2に対応し、2つ目のステージで修正されたマウス感度によって、ユーザが標的を発見した時に正確に照準を標的に合わせられるか否かを判断し、マウス感度の最終調整をする。このステージは、プレイヤーが認識できる範囲内にランダムに30体出現する標的に照準を合わせて撃つステージである。標的の出現範囲は、プレイヤーキャラクターの位置から60メートル離れた位置を中心とする、1辺70メートルの正方形のエリアである。この距離は、メジャーなFPSのプレイ内で行われる、銃撃戦の典型的な発生距離に基づく。また、正方形のエリアの面積は、本ステージでの画面(カメラの視界の範囲)に収まるように設定している。

図7に、このステージでの、照準が通り過ぎていて届いていない場合の判定を示す。このステージでは、画面を対角線で区切り4分割して判定する。図7(a)のように標的が出現した際と消える際の標的の位置が異なる場合には通り過ぎてしていると判定し、負の値にする。図7(b)のように標的が出現した際と消える際の標的の位置が同じ場合には届いていないと判定し、正の値にする。

提案システムは、照準と標的との射撃時の距離の差異の値に基づいてマウス感度を更新する。このステージでは、マウス感度の最終調整をステージであるため、苦手方向の考慮はしない。

図8にフリックエイムステージの z の値の決定例を示す。図中では30体標的が出現し、プレイした結果差異の平均値は800であるため、 z の値は800となる。

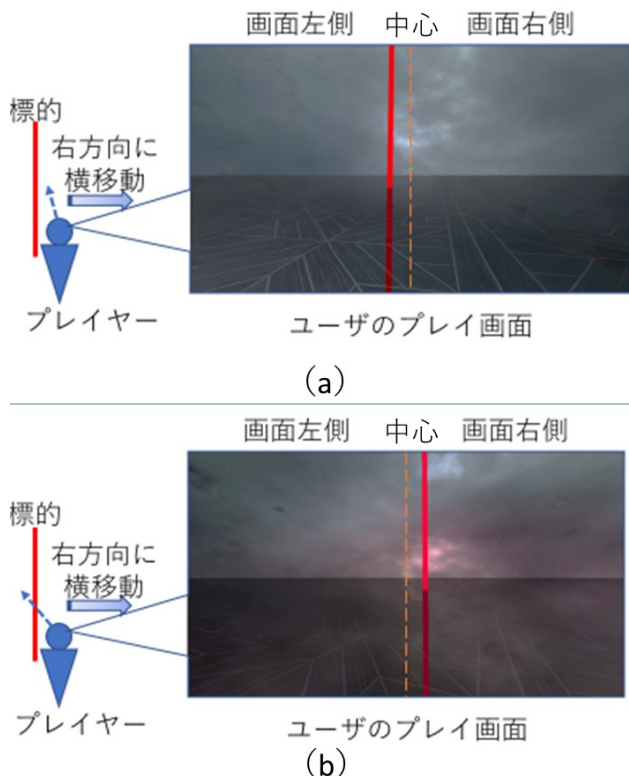


図5 トラッキングエイムステージにおける、照準が通り過ぎた場合と届いていない場合の判定

Figure5 Judging when the sight passes by and when it does not reach the target in the tracking aim stage.

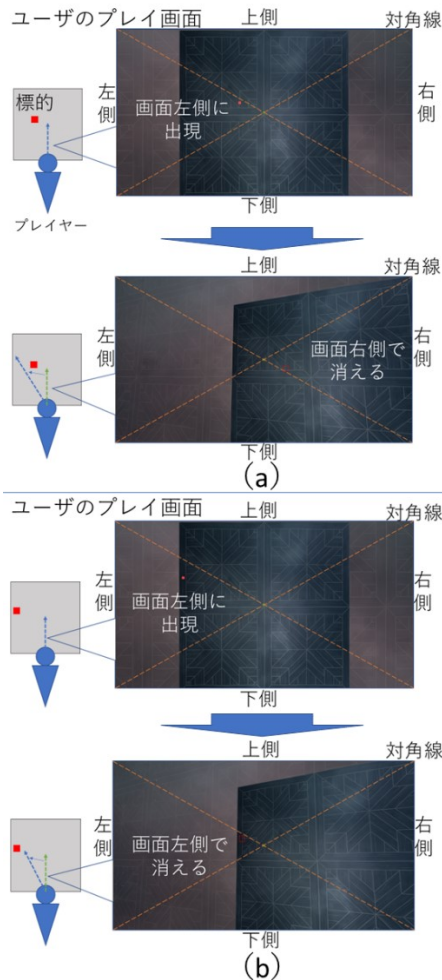


図7 フリックエイムステージにおける、照準が通り過ぎた場合と届いていない場合の判定

Figure7 Judging when the sight passes by and when it does not reach the target in the flick aim stage.

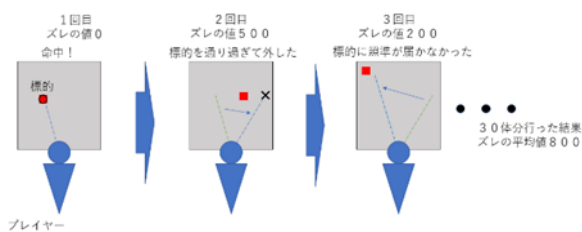


図8 フリックエイムステージの z の値の決定例

Figure8 Example of determining the value of z for the flick aim stage.

4.6 リザルト画面の表示

本稿では、1 つステージを終える度にリザルト画面を表示し、マウス感度をどれだけ増減させたかを表示する。また全てのステージを終えた後には更新後のマウス感度に基づき、振り向きと、対応するゲームタイトルのマウス感度 (式 (1) の G_{mo} を逆算して求めることになる) を表示する。ユーザはその値を確認し、各ゲームタイトルのプレイ時に、マウス感度設定をする。図 9 は、リザルト画面の例である。

図では、マウス感度初期値 0.450 から違和感改善ステージで-0.086 されてマウス感度が 0.364 に更新され、トラッキングエイムステージで-0.003 されて 0.367 に更新されている。また、全てのステージを終えた後のリザルト画面では、マウス感度初期値 0.450 から、最終的に 0.367 に更新されたことが表示されている。また、更新されたマウス感度に基づき、振り向き 30.87 センチメートルの表示と、マウス感度を各ゲームタイトルに応じた値へ戻し、『VALORANT』^{†1} のマウス感度 0.265, 『Fortnite』^{†2} のマウス感度 3.333, 『Apex Legends』^{†3} のマウス感度 0.842, 『CSGO』^{†4} のマウス感度 0.842, 『オーバーウォッチ』^{†5} のマウス感度 3.409 を表示している。

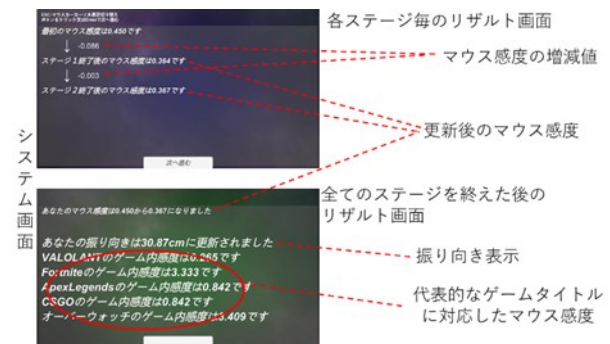


図9 リザルト画面の例

Figure9 Example of Results Screen.

5. 評価実験

5.1 目的と仮説

本実験の目的は、FPS ゲームの非熟練者が提案システムを使用することにより、提案システム未使用者と比べてフリックエイムとトラッキングエイムの成功率が向上しているかを検証することである。

ここで、フリックエイムの成功は、プレイヤーが標的を発見し、照準を動かして標的に合わせ射撃し、命中した場合は成功と測定する。トラッキングエイムの成功は、移動中の標的に対し、照準を合わせ続け射撃し、命中した場合は成功と測定する。

検証内容は、提案システムを使用後、ゲームをプレイして操作して違和感がないことに加え、以下の2つである。

- 提案システム使用プレイヤーは、提案システムを使用前の適切でないマウス感度でプレイした際と使用後の適切なマウス感度でプレイした際を比べ、フリックエイムの成功率が向上しているか。
- 提案システム使用プレイヤーは、提案システムを使用前の適切でないマウス感度でプレイした際と使用後の適切なマウス感度でプレイした際を比べ、トラッキングエイムの成功率が向上しているか。

なお本稿では射撃し続けた際にリコイルコントロール (銃などの反動を制御する動作) が原因で標的に命中していない場合は考慮しない (命中していなくても照準が標的

に合っていればが成功したとする)。

キル数やデス数は立ち回り、標的の熟練度などに影響されるため考慮しない。フリックエイムやトラッキングエイムの成功/失敗は、ゲーム側で判定することができないため、著者らで判定する。フリックエイムの試行の判定は、標的が視界内に入ってから照準を標的の方向へ移動させたタイミングとする。トラッキングエイムの試行の判定は、標的が移動している時に照準を合わせ続ける動作を開始したタイミングとする。この際、あまりにもゆっくり照準を標的に合わせて命中させた場合は成功/失敗自体考慮しないが、命中させられなかった場合は評価対象とする(失敗とカウントする)。照準を動かさずに標的を倒した場合、考慮しない。標的を倒すための射撃では無い場合(逃げるなどのけん制など)、考慮しない。フリックエイムを試みたが、フリックエイムを終えるより先にプレイヤーが倒された場合も、考慮しない。

本実験の仮説は、基礎条件を満たしたうえで、以下の2つである。

仮説1:提案システム使用プレイヤーは、提案システムを使用する前の適切でないマウス感度でプレイした際と使用した後の適切なマウス感度でプレイした際を比べ、フリックエイムの成功率が向上しているか。

提案システム使用後>提案システム使用前

仮説2:提案システム使用プレイヤーは、提案システムを使用する前の適切でないマウス感度でプレイした際と使用した後の適切なマウス感度でプレイした際を比べ、トラッキングエイムの成功率が向上しているか。

提案システム使用後>提案システム使用前

AグループとBグループのフリックエイムとトラッキングエイムの成功率の向上率を記録し、比較する。

Bグループの提案システム使用前のフリックエイムの成功率を記録、使用後のフリックエイムの成功率を記録し比較する。

Bグループの提案システム使用前のトラッキングエイムの成功率を記録、使用後のトラッキングエイムの成功率を記録し比較する。

5.2 環境と手順

本実験の環境は以下を用いる。

- ・ ゲームタイトル: VALORANT
- ・ ゲームモード: スキルなどの影響がなく、標的と撃ち合うことが多いデスマッチを用いる。
- ・ 被験者: マウス感度に悩む非熟練者 (VALORANTにおけるランクがゴールド1以下のプレイヤーを指す(下位67.4%))。
- ・ 1試合の時間: 約6分。

表1は、被験者をグループ分けと実験の順序を表したものである。

表1 被験者グループ分けと実験の順序

Table1 Subject grouping and sequence of experiments.

グループ	被験者	提案システムの 使用/未使用	
		1,2 試合目	3,4 試合目
A	A1-A3	未使用	未使用
B	B1-B3	未使用	使用

実験手順は以下の通りである。

- (1) 被験者6名には一人ずつ来てもらい、評価実験の際にプレイしてもらうゲームモードを伝える。
- (2) Aグループ被験者にはシステムのことは伝えず、「プレイ動画を撮りたい」と伝える。Bグループ被験者には前提として「いつも通りプレイしてください」と伝える。
- (3) Aグループ被験者には操作に慣れるため実験試合の前にデスマッチを1試合行う。Bグループ被験者には操作に慣れるため提案システム使用前と使用後の実験試合の前にデスマッチを1試合行う。
- (4) Aグループ被験者の実験試合は提案システムを使用せずに4試合行う。Bグループ被験者の実験試合は提案システム使用前に2試合、使用後に2試合行ってもらう。全ての実験試合でプレイの録画を行う。
- (5) 計4試合終了後Bグループにはアンケートに回答してもらう。
- (6) 全ての実験試合でフリックエイムとトラッキングエイムの動作の成功率を記録(著者らが試合映像から判断)。アンケートは提案システムを使用するBグループのみ行い、項目は以下になっている。

項目1: システム使用後、操作にどの程度違和感があったか。(5:全く違和感がない, 1:とても違和感があった) +理由

項目2: システム使用後、フリックエイムの成功率がどの程度向上したと感じたか。(5:向上したと感じた, 1:向上したと感じない) +理由

項目3: システム使用後、トラッキングエイムの成功率がどの程度向上したと感じたか。(5:向上したと感じた, 1:向上したと感じない) +理由

項目4: システム使用後のマウス感度についてどう思ったか。(・良いと思う, ・マウス感度を上げたい, ・マウス感度を下げたい) +理由

項目5: 今回のプレイ全体の感想。

5.3 結果と考察

5.3.1 定量的評価

アンケート項目1に関して、提案システム使用後のすべての被験者が「あまり違和感がない」と答えたことから、基礎条件を満たす。

表2は被験者のプレイログ(試合映像)から得られたフ

リックエイムの試行回数と成功数についてまとめたものである。

表2 フリックエイムの試行回数、成功数、成功率

Table2 Number of Flick Aim Attempts and Successes and Success Rate.

被験者	フリックエイム		
	試行回数	成功数	成功率
A1	93	41	44.0%
A2	116	36	31.0%
A3	136	29	21.3%
平均	115	35	32.1%
使用前 B1	57	18	31.5%
使用前 B2	64	27	42.1%
使用前 B3	56	21	37.5%
平均	59	22	37.2%
使用后 B1	84	55	65.4%
使用后 B2	59	34	57.6%
使用后 B3	56	32	57.1%
平均	66	40	60.0%

表 2 から、提案システム未使用の A グループに比べ、提案システムを使用した B グループの方がフリックエイムの成功数や成功率が高いことがわかり、仮説 1 を満たす。

表中の A1 被験者は、提案システム未使用にも拘わらずフリックエイム成功率が 44.0%と、他の提案システム未使用プレイヤーに比べ高いが、A1 被験者からは、「3 試合目のマップが得意なマップだった」というコメントを得ている。

表 3 は被験者のプレイログ（試合映像）から得られたトラッキングエイムの試行回数と成功数についてまとめたものである。

表3 トラッキングエイムの試行回数、成功数、成功率

Table3 Number of Tracking Aim Attempts and Successes and Success Rate.

被験者	トラッキングエイム		
	試行回数	成功数	成功率
A1	52	15	28.8%
A2	63	16	25.3%
A3	70	16	22.8%
平均	61	15	24.5%
使用前 B1	49	18	36.7%
使用前 B2	43	16	37.2%
使用前 B3	32	13	40.6%
平均	41	15	36.5%
使用后 B1	53	27	50.9%
使用后 B2	36	21	58.3%
使用后 B2	34	17	50.0%
平均	41	21	51.2%

表 3 から、提案システム未使用の A グループに比べ、提

案システムを使用した B グループの方が、トラッキングエイムの成功数や成功率が高い事がわかり、仮説 2 を満たす。なお、トラッキングエイムの試行回数の被験者間の差に関しては、標的が移動しているかどうかといった、被験者のプレイ内容よりも試合内の他のプレイヤーのプレイ内容の影響があると考えられる。

以上の結果から、適切なマウス感度の基礎条件（違和感が無いこと）を満たした上で、仮説 1,2, を満たし提案システムを使用するとマウス感度に悩む非熟練者にとって適切なマウス感度を算出し設定することで、違和感の改善、フリックエイムとトラッキングエイムの成功数、成功率向上につながったといえる。

5.3.2 定性的評価

この節では、提案システムを使用した B グループの被験者から得られたアンケートやコメントから、提案システムを評価する。

表 4 はアンケート対象である B グループのアンケート項目 2~3 のアンケート結果についてまとめたものである被験者ごとに評価値（5:Good, 1:Bad）を示す。

表4 B グループのアンケート結果

Table4 Questionnaire results for Group B.

	B グループ被験者		
	B-1	B-2	B-3
項目 2	5	4	5
項目 3	4	4	4

提案システムを使用した被験者からはかなりの高評価を得ることができた。表 2 と表 3 の結果を見てもわかるように、フリックエイム、トラッキングエイムの成功率が高くなっていることもアンケート結果から被験者自身が実感できていることがわかる。

アンケート項目 1 に関して被験者から「結構マウス感度を下げたが、あまり違和感はなかった。振り向く時にも割と上手くできたし、エイム以外の部分でも上手くできた気がする。(B1)」、「かなりマウス感度が低くなったけど練習 1 試合で違和感はあまりなくなった。(B2)」、「結構マウス感度が高くなったが、思っていたより違和感なし。むしろ変に手を振らなくて済んでいて前より違和感ない気がする。(B3)」などの肯定的なコメントを得た。これらのコメントからも、被験者が提案システム使用後のマウス感度で操作に違和感はあまり無いため、基礎条件を満たしたと考える。

アンケート項目 2 に関して被験者から「真後ろなどにいる標的などにも当たりやすくなった気がする、あまり過剰にマウスを動かすことが減った。(B1)」、「標的の頭に当てることが良くできるようになったと思った。(B2)」、「明らかによく当たる気がした、フリックエイムは苦手意識があったけど克服できそう。(B3)」など、肯定的なコメントを得た。これらのコメントから、被験者自身もフリックエイム

の成功率を実感できているため、仮説 1 を満たしたと考える。また、B2 被験者から「遠くにいる標的によく当たるようになった。(B2)」といった標的との距離によるコメントを得た。否定的なコメントではないものの、提案システムのフリックエイムステージでは標的との距離は固定されているため、標的との距離によるマウス感度の更新は、今後考慮する必要があると考える。

アンケート項目 3 に関して被験者から「トラッキングエイムはもともと苦手だったが、フリックエイムほど向上したとは言えないが少しはマシになったかなと思った。標的が急に出てきたときによく当たるようになった気がする。(B1)」, 「苦手だったけど結構当たった。(B2)」など、肯定的なコメントを得た。これらのコメントから、被験者自身もトラッキングエイムの成功率を実感できている、仮説 2 を満たしたと考える。また、B2, B3 被験者から「遠くの標的に当てるのはまだ苦手かもしれないが、前よりは良くなった気がする。(B2)」, 「多分前よりは良くなったと思う。マウス感度がかなり高くなったせいか、遠距離でのトラッキングエイムが少し慣れるまで難しかったが、慣れたらできた感じがした。(B3)」など、アンケート項目 2 同様、標的との距離によるコメントを得た。提案システムのトラッキングエイムエイムステージでも標的との距離は固定されているため、標的との距離によるマウス感度の更新は、今後考慮する必要があると考える。

アンケート項目 4 に関して被験者から「フリックエイム、トラッキングエイム共に当たるようになったため、今後もとおりあえずこのマウス感度でやっていきたいと思う。(B1)」, 「思っていたより良かったのでしばらくこのままやってみようと思う。自分には高い感度より普通か低めくらいが良いのかもしれない。(B2)」, 「明らかに良くなった気がするのいいと思う。このマウス感度で練習したい。(B3)」など、肯定的なコメントを得た。これらのコメントから、被験者自身も提案システム使用後のマウス感度を適切なマウス感度だと感じていると考える。

アンケート項目 5 に関して被験者から「システム使用前は少しマウス感度が高いと思っていて、しっかりとマウス感度が下げられて驚いた。(B1)」, 「システムは特に難しい操作はなくてわかりやすかった。(B2)」, 「システムはわかりやすくて良かったです。かなりマウス感度が高くなって驚いたが意外とじっくりきてさらに驚いた。結構需要のある物だと思う。(B3)」といった肯定的なコメントを多く得ることができた。これらのコメントから、被験者から見て、提案システムは有効と考える。一方、違和感改善ステージについて「違和感改善ステージの操作が真っ暗でわかりづらく難しい。(B1)」というコメントがあった。違和感改善ステージは被験者の操作制度などを図るものではなく、更新前のマウス感度を理解しているかなどの感覚を図るものであるため意図してわかりづらくしているステージである。

提案システムの狙い通りともいえる。

以上の結果から、提案システムを使用すると 3 章で述べた適切なマウス感度の条件を満たし、提案システムを使用する前のマウス感度と比べて、提案システム使用後のマウス感度の方が適切なマウス感度だといえる。

一方で、フリックエイムステージとトラッキングエイムステージに関しては標的との距離を固定せず、距離に応じたマウス感度の更新を考慮する必要性について今後検討する課題が明らかになった。

6. おわりに

本稿では、First Person Shooting (FPS) ゲームにおける非熟練者を対象とした、適切なマウス感度の設定を支援するシステムを提案した。評価実験の結果、提案システムを利用し、適切なマウス感度を算出し設定することで、操作の違和感無く、フリックエイムとトラッキングエイムの成功率向上がみられた。しかしながら、今回の実験は比較的小規模であり、実験に用いたゲームタイトルも 1 種類に固定しており、限定的な結果を示したのみであるともいえる。

実験の規模を大きくすること以外の今後の課題として、トラッキングエイムの試行回数とマウス感度の関連性についての調査が必要であると考えられる。また、標的との距離に応じたフリックエイムとトラッキングエイムについては、提案システムで考慮されていなかったため、フリックエイムステージとトラッキングエイムステージにおいて、標的との距離の変動を検討することが挙げられる。

参考文献

- [1] 斎藤祐樹, 中村陽介, 三上浩司, 近藤邦雄 (2013) ゲームプレイに応じたダイナミックな難易度調整における効果的なプレイスキルの見分け方の研究, 映像情報メディア学会技術報告, 37(17), pp.167-168.
- [2] 菅沼辰也, 兼松祥央, 伊藤彰教, 三上浩司 (2018) VR 型 FPS ゲームにおける視野角に応じた敵 AI の動的調整に関する研究, エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2018 論文集, pp.162-165.
- [3] 古池謙人, 東本崇仁 (2015) FPS を対象とした瞬間判断能力の育成システム, 第 75 回先進的学習科学と工学研究会, pp.50-53.
- [4] 沼田哲史, ロベルトヌニェス (2011) 複数 A.I. のプレイ結果に基づく FPS ゲームのステージ自動評価手法, 平成 23 年度情報処理学会関西支部大会講演論文集, C-101.
- [5] Claypool, M., Claypool, K., Damaa, F. (2006) The effects of frame rate and resolution on users playing first person shooter games, *Electronic Imaging 2006*, 607101.
- [6] 瀬谷安広, 森美津樹 (2018) First Person Shooter ゲームプレイ中の知覚運動協応特性の検討, 日本感性工学会論文誌, 17(4), pp.507-513.