

2017 年度 卒 業 論 文

3D シューティングゲームにおける射線を考慮した
ハンディキャップシステムの研究

指導教員：渡辺 大地 准教授

メディア学部 ゲームサイエンス プロジェクト

学籍番号 M0114291

千葉 陽平

2018 年 3 月

2017年度 卒業論文概要

論文題目

3Dシューティングゲームにおける射線を考慮した
ハンディキャップシステムの研究

メディア学部

学籍番号：M0114291

氏名

千葉 陽平

指導
教員

渡辺 大地 准教授

キーワード

ゲーム、TPS、射線、ハンディキャップ、
プレイヤースキル

現在、様々なジャンルのゲームが存在するが、そのうちの1つに3Dシューティングゲームというものがあり、このゲームでは幅広い戦略での撃ち合いが求められる。この撃ち合いに影響を与える要素として、「エイミング」「立ち回り」といった技術が重要視される傾向にある。しかし、この技術が直接勝敗に結びつくことから、初心者が経験者に運よく勝利するといったことは困難である。また昨今、一般家庭におけるインターネットの普及やコンシューマー機器の性能向上に伴い、遠方のプレイヤーとオンライン上で対戦を行えるようになった。これに伴い、経験者が自身よりも弱い初心者を一方的に蹂躪する「弱者狩り」と呼ばれる行為が蔓延し、問題となっている。そこで、本研究では初心者に対して、経験者が認識している射線を可視化することで、一時的に経験者のレベルまで至り対等に競い合える関係となるハンディキャップの提案を行う。実験を行うにあたり、プレイヤーキャラクターが現在どのような地点にいるかをプレイヤー自身が認識する必要があり、研究の対象としてシューティングゲームに不慣れな初心者を用いる為、TPSゲームを研究の対象とした。そして、このハンディキャップを実装したマップと実装しないマップの2つを用意し、実際に3Dシューティングゲームをプレイしてもらい比較を行った。その結果、本システムを用いたプレイヤーは用いないプレイヤーに比べ、戦績が大きくのびることが分かった。

目次

第1章	はじめに	1
1.1	研究背景と目的	1
1.2	論文構成	6
第2章	ハンディキャップと射線	7
2.1	ハンディキャップ	7
2.1.1	初心者向上型ハンディキャップ	7
2.1.2	経験者制限型ハンディキャップ	8
2.2	射線	9
第3章	提案手法	12
3.1	提案方法とそのフロー	12
3.2	Unreal Engine 4	13
3.3	射合の可視化	14
第4章	評価実験	18
4.1	実験内容	18
4.2	キャラクターの動作	22
4.3	実験結果	22
4.4	考察	23
第5章	まとめ	25
	謝辞	27
	参考文献	28

目 次

2.1	青の射撃可能範囲における撃ち合い	10
2.2	赤の射撃可能範囲における撃ち合い	10
3.1	Unreal Engine 4 におけるノード	13
3.2	使用したキャラクターモデル	14
3.3	射線と射合	15
3.4	射撃キャラクターモデルからの射線の放射	15
3.5	1 マスにおける射合の個数	16
3.6	障害物に阻まれた際の射線の放射	17
4.1	検証用マップの全体図	19
4.2	射撃キャラクターモデルの配置	19
4.3	ある地点における通路	20
4.4	通路を飛び出た際の左方向	20
4.5	通路を飛び出た際の右方向	21
4.6	ハンディキャップ適用後の通路	21

第 1 章

はじめに

本章では、本論文における研究背景や問題提起、論文構成について述べる。

1.1 研究背景と目的

現在に至るまで様々なジャンルのゲームが存在するが、そのうちの 1 つに 3D シューティングゲームというものがある。3D シューティングゲームとは、プレイヤーは 1 兵士としてアサルトライフルやショットガンといった武器を用いて敵を倒すことで得点を獲得し、各々のゲームモードにそったルールで競い合うといったゲームである。またゲームモードには、2 チームにわかれて相手チームを殲滅するチームデスマッチの他に、敵陣地の指定された場所に爆弾をしかけるといったものなど様々なゲームモードがある。それぞれのゲームモードによって攻め方や守り方が異なる為、幅広い戦略での撃ち合いが求められるゲームジャンルとなっている。この撃ち合いに影響を与える要素として、3D シューティングゲームをプレイするプレイヤーの間では、「エイミング」「立ち回り」といったものを重要視する傾向にある。エイミングとは、いかに素早く対戦相手やオブジェクトに武器の照準を合わせることが出来るかという能力のことを指し示したものである。ステージの様々な箇所です撃戦が行われ、四方八方から弾丸が飛び交う 3D シューティング

ゲームにおいては、エイミングが高ければ高いほど、撃ち合いの際の勝率が上がるものとされる。立ち回りとは、画面上に表示される敵味方の位置・数や銃声・足音といった視聴覚情報と、自分の立ち位置における射線の情報をもとに、いかに対戦相手よりも有利な状況で撃ち合いを出来るかという能力のことを指し示したものである。本研究では、射線とは射撃を行う際の、銃口の軸の延長線を示したものと定義する。また、3Dシューティングゲームでは、閃光弾などで敵の視界を奪った上で撃ち合いを行う、味方と一緒に攻め込み多数対少数で撃ち合いを行うといった、撃ち合いの際に相手よりも有利な状態に身を置くことを、状況有利と呼ぶ。3Dシューティングゲームではこの状況有利を取ることが基本となり、立ち回りの能力が高ければ高いほど、撃ち合いの際の勝率が上がるものとされる。

プロゲーマー Laz[1]によると、状況有利は撃ち合いの勝率を高めるためにあるものであり、状況有利を取る手段のひとつである立ち回りは、特に少人数戦や1対複数人のときに必要になると述べている。一方で、状況有利の差は撃ち合いとは別の次元から来ている為、いくらエイミングを強くしても、状況有利不利で生まれた差を埋めることは出来ないと述べている。このように3Dシューティングゲームは、プレイヤー自身が保有する能力が高ければ高いほど勝率が上がるため、運よりも技量が戦績に影響を与えやすく、近年 e-Sports などにおいては、競技種目として格闘ゲームなどと共に取り扱われる傾向にある。

しかしながら、このような実力が戦績に出てしまうゲームでは、実力のない初心者が、実力のある経験者相手に運のみで勝ち抜いていくのは難しく、手も足も出ないまま一方的に蹂躪されてしまう弱者狩りに合うといった問題がある。また昨今、一般家庭におけるインターネットの普及やコンシューマー機器の性能向上に伴い、遠方のプレイヤーとオンライン上で対戦を行えるようになった。そのため、様々なプレイヤーと連携を取りながら集団戦を行うといった特徴のある3Dシューティングゲームにおいて、この弱者狩りはより顕著で深刻な問題となっている。

一方で、Raph[2]によるとこのような弱者狩りという行為自体は、ただ単に経験者プレイヤー

が効率よく自身の地位を高めるために賢く振る舞っているにすぎないとし、ゲームデザインでこのような安易な対決からはあまり利益が得られないようにしなければならないと述べている。

初心者や経験者のプレイヤースキルに関する研究は盛んに行われている。山田ら [3] は味方と敵のスキルや勝敗がプレイヤーのパフォーマンスと感情に与える影響の研究を行った。斉藤ら [4] は、プレイヤーのプレイスキルの判断基準の研究を行った。古池ら [5] は、FPS ゲームにおける判断を戦局を有利にする戦局的判断と、ある一定の場面における判断を行う空間的判断に大別し、熟達者の戦局的判断を構造化した。これを用いた学習を行うことで、初心者プレイヤーの瞬間判断能力の育成システムの研究を行った。

またプレイヤーのスキルに合わせて難易度調整を行う研究もなされており、仲道ら [6] は、ゲーム機探索によって局面の評価値を 0 に近づける着手を選択することで、プレイヤーの技能に動的に合わせる将棋 AI の研究を行った。築瀬 [7] は、初心者が簡単な状態でプレイしているのがオーディエンスなどに明らかにならないように、見た目は難しいが実際は簡単になるような難易度調整システムの研究を行った。しかしながら、プレイヤー同士が戦うゲームにおいてはこれらの手法をとる事は難しい。

従来のゲームでは弱者狩りを解決する為に、マッチング制限・ハンディキャップの 2 つがよく設けられる。マッチング制限の実例として、「BLAZBLUE CENTRALFICTION」 [8] 「Call of Duty: Advanced Warfare」 [9] などが挙げられる。まず、「BLAZBLUE CENTRALFICTION」について述べる。このゲームでは、色の変化でプレイヤーの強さを表すネットワークカラーというものが実装されている。ネットワークカラーとは、初期状態では全員白色であるが、オンライン対戦での対戦結果をもとに、色が変化することで、簡易的にプレイヤーの強さを表すものとなっている。また一定以上のネットワークカラーのプレイヤーは、初心者ロビーへの入室ができなくなるといった制限を設けることで、経験者が弱者狩りを行うことが困難になるような工夫がなされている。このような経験者が今までの戦績をもとに区分けをされることで、マッチングに制限

がかけられるといったものは「GUILTY GEAR Xrd REV 2」[10]「Battlefield4」[11]など他のゲームでもよく用いられる傾向にある。次に「Call of Duty: Advanced Warfare」について述べる。Condrey[12]によると、このゲームではスキルベースマッチングと呼ばれるシステムが実装されており、このシステムでは、プレイヤーの今までのスキルをもとにマッチングを調整することで、スキルの差が少ないバランスのとれたチームにすると述べている。

しかしながら、上記に挙げたようなマッチングに制限をかけるゲームにおいてよく見られる行為として、リバースブースティングと呼ばれる行為がある。この行為は、経験者が自身よりスキルの低いプレイヤーとマッチングするために意図的に戦績を下げる行為や、プレイヤーによってはアカウントを作り直すことで、システム上は初心者であると偽って弱者狩りを行うなど、システムで判別することが困難である。

一方で、ハンディキャップシステムとは、初心者と経験者との実力の差を埋めるために用いられるため、経験者が初心者と偽っても問題なく機能するといった利点がある。様々な分野においてハンディキャップシステムに関する研究は盛んに行われている。今田ら[13]は、オセロにおいて実力差が大きすぎる場合、従来のように隅に置石するハンディキャップは、実力差を埋めるのにあまり妥当ではないとし、4辺での置石の研究を行った。小野[14]は、ハンディキャップを上位者から表現するのか、下位者から表現するのかで大別し、スポーツにおけるハンディキャップの設定研究を行った。日高[15]らは、バトミントンにハンディキャップを用いることで、勝者敗者の楽しさレベルの研究を行った。

また、初心者の処理負荷を軽減させることを目的としたハンディキャップについても研究が行われている。三好ら[16]は、将棋における盤面全体の利きを理解することは、初心者にとって大きな負担になるとし、システムによって利きを可視化する支援システムの研究を行った。佐藤ら[17]は、球技中のミスを引き起こす原因の1つに複数の情報を同時に処理にしなければいけないという点があるとし、また初心者と経験者とでは状況認識の負荷に違いがあるという点に着目し、

この状況認識の負荷を視覚刺激と触覚刺激とで付与することで、プレイヤーの状況認識スキルを補助するシステムの研究を行った。

実際の 3D シューティングゲームにおいても初心者プレイヤーの処理負荷を軽減させるものとして、エイムアシストと呼ばれるものがある。これは武器を構えた状態で敵プレイヤーキャラクターの付近に照準を合わせた際に自動で照準を合わせたり、敵プレイヤーと照準が重なった際に、一時的にエイム感度を遅くするなどといったものであり、シューティングゲームに不慣れな初心者に対して、疑似的に経験者が持つエイムスキルを付与するものとなっている。このように 3D シューティングゲームにおけるエイミングスキルの向上を図ったハンディキャップは存在するが、立ち回りを向上させるハンディキャップについての事例や研究といったものは見られない。

そこで本研究では、3D シューティングゲームにおける経験者が認識している射線情報を初心者に対して認識させるべく、通路を飛び出す前の段階において、その通路を飛び出した際に自身がさらされる射線の総合数を提示する手法について提案する。3D シューティングゲームは、1 人称視点では FPS ゲーム、3 人称視点では TPS ゲームと視点の違いで区別される。だが、2015 年に発売された「METAL GEAR SOLID V: THE PHANTOM PAIN」[18] のように、一部の銃を使用する際一時的に 1 人称視点での射撃になるなど、元が 3 人称視点が主体のゲームであったとしても、1 人称視点での操作に差異がでないといったように、見え方以外の面での差異はほとんどない。本研究ではプレイヤーキャラクターが現在どのような地点にいるかをプレイヤー自身が認識する必要があり、研究の対象としてシューティングゲームに不慣れな初心者を用いる為、後者の TPS ゲームを研究の対象とする。

このハンディキャップを実装したマップと実装しないマップの 2 つを用意し、実際に 3D シューティングゲームをプレイしてもらい比較を行った。その結果、ハンディキャップ適用後は敵を倒した数が増え、敵に倒された数が減ることが分かった。また、ハンディキャップ適用後のマップを先にプレイすることで、プレイヤーが射線情報を学習することが分かった。

1.2 論文構成

本論文は全 4 章で構成する。第 2 章ではハンディキャップについて述べ、第 3 章では提案手法の概要について述べる、そして第 4 章では評価実験について述べ、第 5 章にてまとめと考察を述べる。

第 2 章

ハンディキャップと射線

本章では、ハンディキャップと射線、および通路の出入り口について述べる。2.1 節ではハンディキャップの分類について述べる。2.2 節では射線について述べる。

2.1 ハンディキャップ

本研究でハンディキャップを実装するにあたり、初めに現存するゲームにて用いられているハンディキャップの分類を行い、本研究ではどのようなハンディキャップを実装するかを述べる。

ハンディキャップはゴルフなどのスポーツ、囲碁や将棋といったゲームなど、古くから様々な場面において用いられている。そして、ハンディキャップは初心者向上型ハンディキャップと経験者制限型ハンディキャップの 2 つに大きくわける事が出来る。

2.1.1 初心者向上型ハンディキャップ

初心者向上型ハンディキャップとは、経験者がすでに持っているプレイスキル・認識などを疑いの使用できるようにすることで、初心者が経験者のレベルまで一時的に至り、対等に競い合える関係にするものとなっている。まず、2017 年に発売された「マリオカート 8 デラックス」の

ハンドルアシスト機能について記述する。これは初心者プレイヤーにとっては難所なガードレールのないカーブ地点においてコースアウトをしないようにするために自動でスピードを調整する機能である。

また、同様に 2017 年に発売された「グランツーリスモ SPORT」では、初心者向けアシストブリセットとして、ブレーキとステアリングの操作を AI に任せるオートドライブ機能というものがある。この機能により、プレイヤーはアクセルを踏み続けてもコースアウトすることなく車を走らせることが可能となる。またステアリングの操作はモーションセンサー機能を使用することで、コントローラーでの操作に不慣れなプレイヤーに対して、実際の車でのステアリングを切るような直感的な感覚での操作が可能なものとなっている。

2.1.2 経験者制限型ハンディキャップ

経験者制限型ハンディキャップとは、経験者が持っている技術に制限を設けることで、経験者が本来持っている実力を発揮できないようにすることで、初心者との実力差を近くすることで対等に競い合える関係にするものとなっている。まず、「マリオカート」シリーズのアイテムについて記述する。「マリオカート」シリーズのアイテムは上位の順位であるほどアイテムボックスから得られるアイテムは、バナナなどのアドバンテージを得にくいアイテムが手に入るが、順位が下位のほうであるとアドバンテージを得やすい一発逆転を狙うことの出来るアイテムを得ることが出来る。次に 2013 年に発売された「ポケモン X・Y」の対戦におけるハンデについて記述する。これは初心者プレイヤーと経験者プレイヤーでのポケモンの実力の差を上級者の手持ちポケモンの総数を減らすことで、両者の実力の差を埋めるものであり、差が開けば開くほど手持ちは少なくなるといったものがある。

遠藤 [19] によると、ハンディキャップを設ける場合、初心者自身が次回は平手でやりたいと思わせる必要があるとし、また、80～90 年代のゲームに見られるような終盤における一発逆転要素

のあるハンディキャップは序盤での戦闘を無意味にさせるため、本来ゲームを引っ張てもらうべき実力のあるプレイヤーのやる気を失わせてしまうと述べている。実際に、上記で挙げた「マリオカート 8 デラックス」のハンドルアシスト機能では、この機能を使用した際、ウルトラミニターボと呼ばれるカーブ地点でドリフトをすることで一時的に車体を加速させる機能が使用できなくなるなど、ずっとハンドルアシストに頼りっきりになるのではなく、ゲームに慣れたら何もアシスト機能を付けずに平手でやりたいと思わせるように、初心者プレイヤーに対して成長を促すものとなっている。

そこで本研究では前者の初心者向上型ハンディキャップを対象とし、初心者プレイヤーに対して、出入り口における射線を常時可視化することで、経験者が認識している射線を疑似的に認識出来るものとし、初心者の状況認識の処理負荷を軽減させるものとする。一方でこの機能を使用した際、武器を構えた状態以外では射撃を行えないようにした。

2.2 射線

射線とは射撃を行う際の銃口の延長線のことであり、 360° 全方向に延びる無数の線の事を指す。自機キャラクターがいる地点において、マップの北側を 12 時方向とし、そこから 30° 区切りで領域をわける。分割した同じ領域内から自機プレイヤーに対して延びる複数の射線を 1 纏めにし、このような射線の集合を射合と呼称する。

また KUN[20] は、自身にかかる射線が少数となる範囲で覗き込みを行い、敵プレイヤーがいた場合は、撃ち合いを行い撃破する必要があると述べている。これは、仮に複数の敵と交戦状態に陥ったとしても 1 つの射合に収めることで、結果的に 1 対 1 の撃ち合いと同じ状況を作り出し、敵プレイヤーに状況有利を取られないようにする為である。図 2.1、図 2.2 は、上記の流れを示したものである。6 芒星は自機プレイヤー、5 芒星は敵プレイヤーを示したものである。各プレイヤーから伸びている 2 本の線分は、射撃を行う際に狙うことが可能な範囲を示したものである。

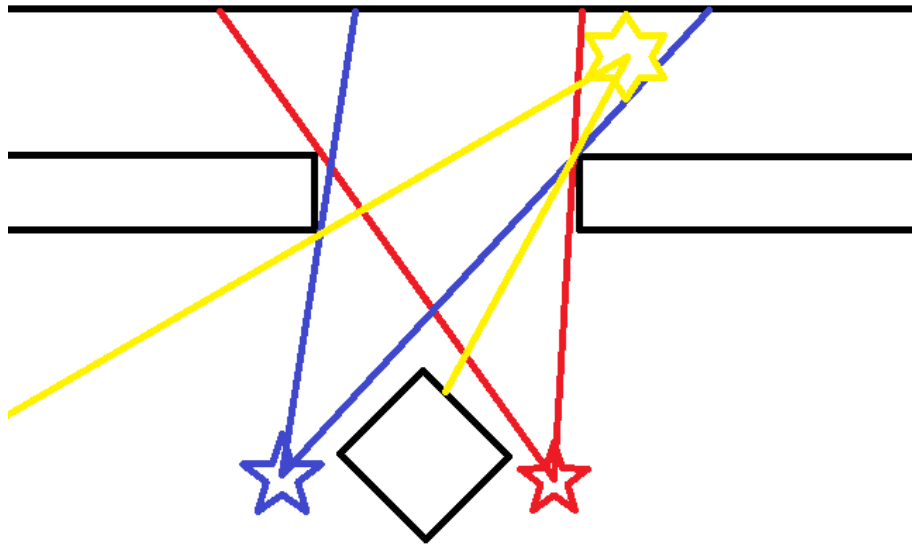


図 2.1 青の射撃可能範囲における撃ち合い

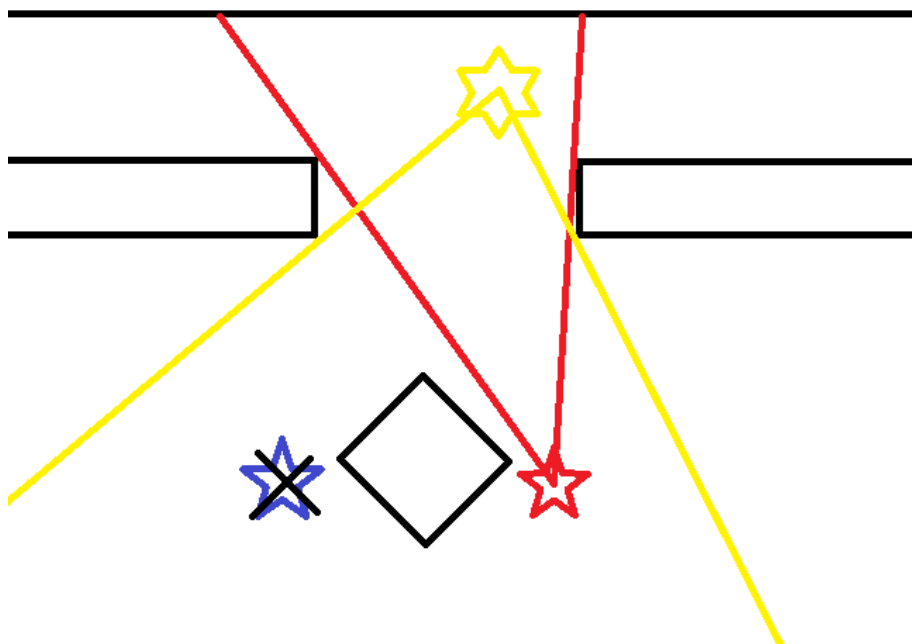


図 2.2 赤の射撃可能範囲における撃ち合い

しかしながらこの一連の流れは、マップ全体の構造を理解した上ではじめて可能となる動きである。初見のマップでは初心者はおろか、たとえ経験者であったとしても、自身が飛び出す通路

の先がどのような構造になっているのかといった情報を得るのは難しい。実際にその場に立ってマップを見渡さなければ、射合などの情報を把握することは困難である。その結果、経験の浅い初心者プレイヤーは一度に複数の射合にさらされる場所へと不用意に飛び出してしまい、待ち構えている敵プレイヤーに倒されてしまう。このことから 3D シューティングゲームにおいて、マップを覚えるといったことは最優先事項である。一方で ross[21] は、ある地点に留まり続け敵を待ち伏せながら戦うプレイヤーをキャンパーと呼び、このキャンパーが身を潜める場所を最小限にするため、攻撃オプションが増えるように、出入り口や障害物を配置する必要があると述べている。このことから 3D シューティングゲームのマップでは様々な箇所から攻め込むことが可能な複雑なマップ構成となっており、マップの構造を覚えるだけでも膨大な時間がかかってしまう。

また、サッカーやバスケなどにおけるドリブルのように、経験者は無意識に不可視の射合を認識することが出来るが、初心者は常に意識して不可視の射合を認識する必要があり、その分経験者よりも多くの処理負荷が加わってしまうという問題がある。

第 3 章

提案手法

本章では、本研究にて実装したハンディキャップを用いた提案手法について述べる。3.1 節では提案手法とそのフローについて述べる。3.2 節では使用したソフトウェアである Unreal Engine 4 について述べる。3.3 節では射合の可視化について述べる。

3.1 提案方法とそのフロー

2.2 節で述べたように、あるマップにおける射合を覚えるには実際に時間をかけてマップの構造を覚えていく以外に方法はないが、これは初心者に対しての処理負荷を多大にかけてしまい、ゲームに対する敷居を高く感じさせてしまう。また、射合を覚えていない場合には状況有利の差を埋めることが困難となり、撃ち合いでの勝率が低くなってしまい、実力のある経験者などから弱者狩りに合うという問題がある。

そこで本研究では、初心者プレイヤーに対して、ある地点における射合を常時可視化する手法を提案する。マップ全体を一定間隔で格子状に区切り、各格子における射合を計測する。計測した射合数に応じて区切った領域の床面に色をつけていく。経験者が認識している射合を疑似的に認識出来るものとし、初心者の状況認識の処理負荷を軽減させるハンディキャップシステムの実

装を行った。このハンディキャップシステムを実装するにあたり、Unreal Engine 4[22] を利用した。

3.2 Unreal Engine 4

Unreal Engine 4 は Epic Games が開発したゲームエンジンである。Unreal Engine 4 の機能としてノードがというものがあり、これは従来のプログラミング言語を用いての制作とは違い、ノード同士を結び付けていくことで視覚的にシステムを構築していくものである。

図 3.1 は本研究でノード同士を結び付けた様子を表したものである。

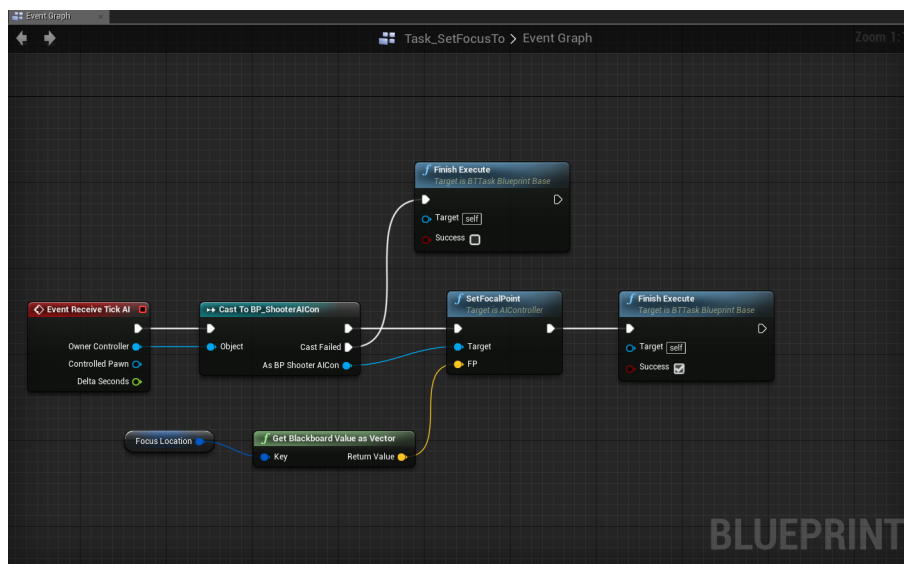


図 3.1 Unreal Engine 4 におけるノード

ノードには、座標の取得といったゲーム制作に必要な様々な機能が備わっており、本研究ではこれらの機能を利用して、射線の計測と実験用の TPS ゲームの作成を行った。また TPS ゲームの作成にあたり、キャラクターモデルは Unreal Engine 4 内にある SK Mannequin を使用した。図 3.2 は本研究で使用した SK Mannequin である。

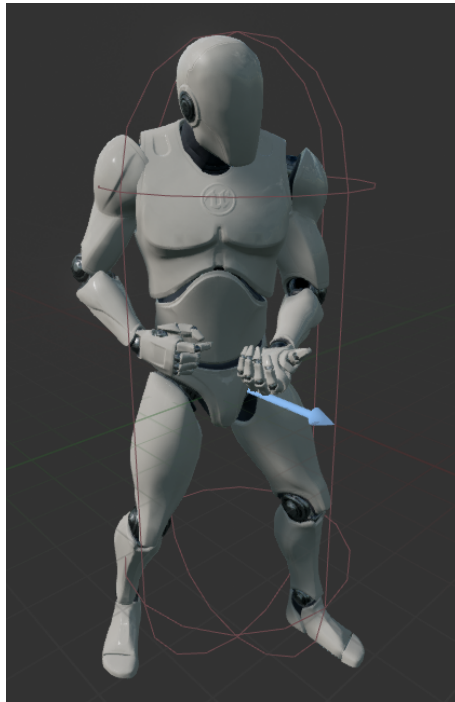


図 3.2 使用したキャラクターモデル

3.3 射合の可視化

本節では、射合の可視化方法について述べる。本研究では、プレイヤーを中心とした北方向から時計回りで 30 度ごとに分割した 12 領域のうち、プレイヤーに対し伸びた射線が 1 本以上含まれる領域を射合と定義する。この射合の個数を可視化することで、自身は何箇所から狙われるかといった情報を初心者が認識できるようにした。

図 3.3 はプレイヤーが 3 個の射合にさらされた様子を示したものである。

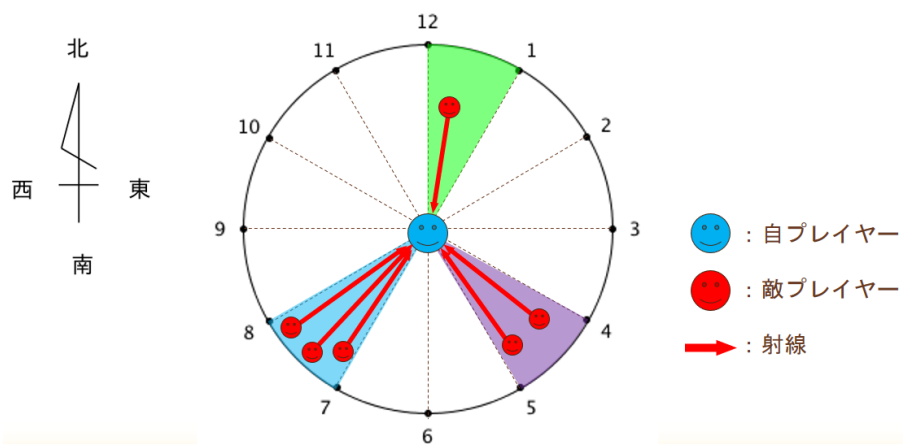


図 3.3 射線と射合

射合の可視化にあたり、射撃キャラクターモデルの制作を行った。射撃キャラクターモデルは、本ゲーにおける敵キャラクターとする。本研究では、キャラクター 1 体分の横幅を一定間隔として扱い、マップを格子状に区切った。区切った格子 1 つを 1 マスとする。射撃キャラクターモデルは各格子領域に対して射線の放射を行う。

図 3.4 は 4 体の射撃キャラクターモデルが指定された 1 マスに対して、射線の放射を行った様子を示したものである。

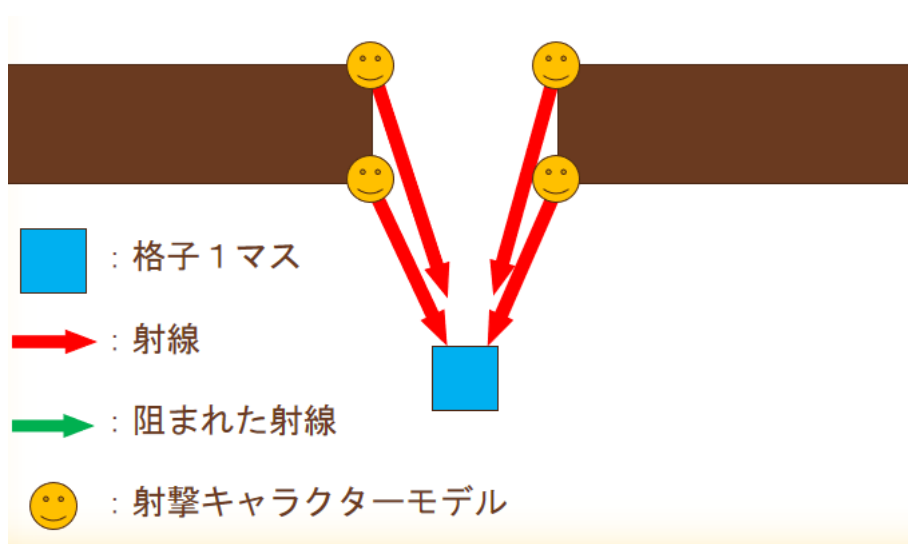


図 3.4 射撃キャラクターモデルからの射線の放射

そして、1マスにおける射合の個数が1本の場合は白色、2本の場合は青色といったように、射合の個数に対応した色を配置する。本手法では射合は最大12本で表示し、個数に応じた1マスの色は任意とする。

図 3.5 は1マスにおける射合の個数に応じて床面の色を変化した様子を示したものである。

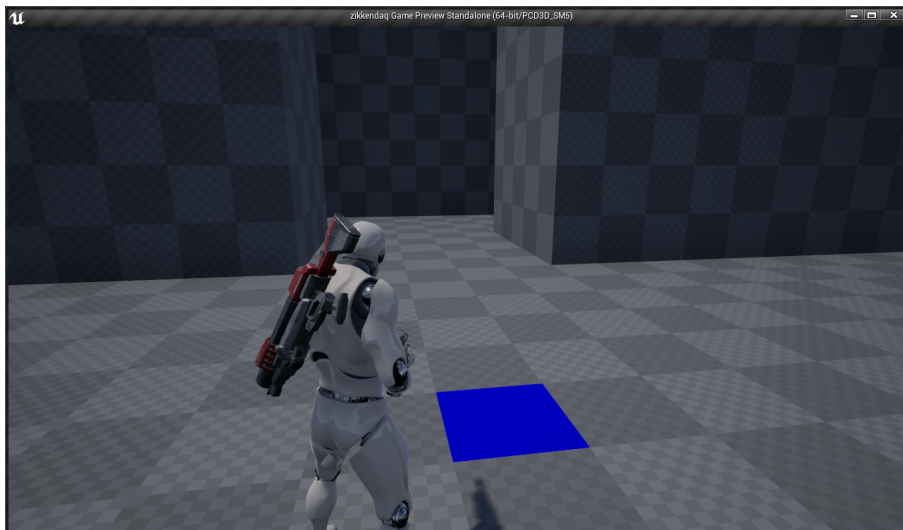


図 3.5 1マスにおける射合の個数

また、射撃キャラクターモデルと指定した1マスとの間に障害物が存在した場合、射線が遮られたものとみなし、その射線は考慮しない。図 3.6 は障害物によって、射線が遮られた様子を示したものである。

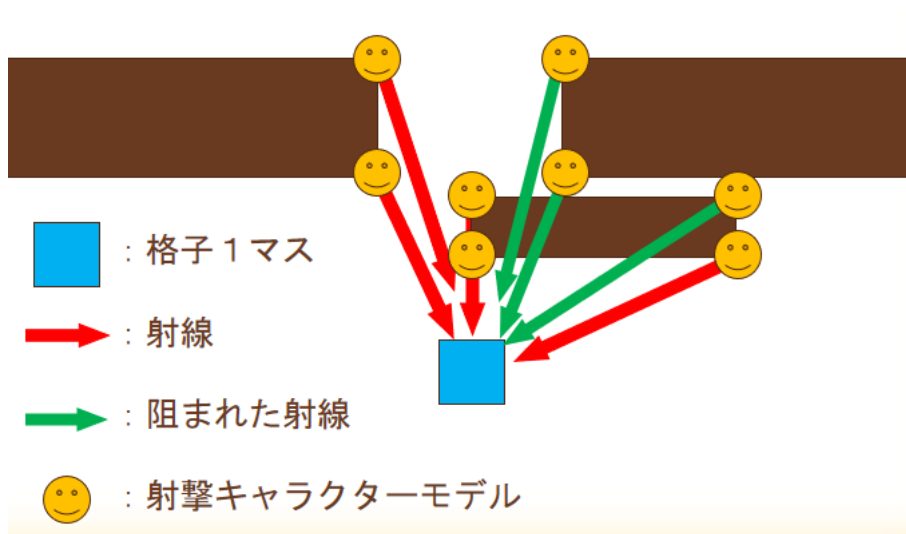


図 3.6 障害物に阻まれた際の射線の放射

第 4 章

評価実験

本章では、本研究の提案手法を評価するために行った実装と評価実験について述べる。4.1 節では、ハンディキャップを用いた実験内容について述べる。4.2 節では、本研究における TPS ゲームキャラクターが行える動作について述べる。4.3 節では、本研究の提案手法を用いた実験結果について述べる。

4.1 実験内容

本研究の評価実験として、本論文で述べた提案手法のハンディキャップを使用した場合と、使用しない場合とで状況認識の把握が行えたか検証した。本研究の検証用として新たにマップの生成を行った。マップは高低差のない床と壁のみの構成となり、直方体モデルを用いて生成した。図 4.1 は、検証用に用いたマップの全体図を示したものである。

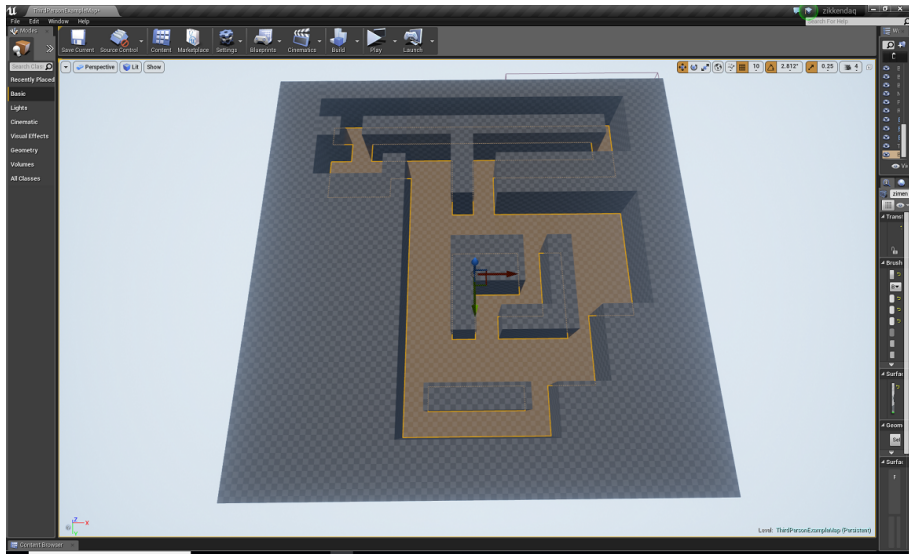


図 4.1 検証用マップの全体図

また本研究では、射合の個数が比較的少なくなるマップの角から射撃が行われると仮説を立て、射撃キャラクターモデルをマップの角の地点に配置した。図 4.2 は、射撃キャラクターモデルを角に配置した様子を示したものである。

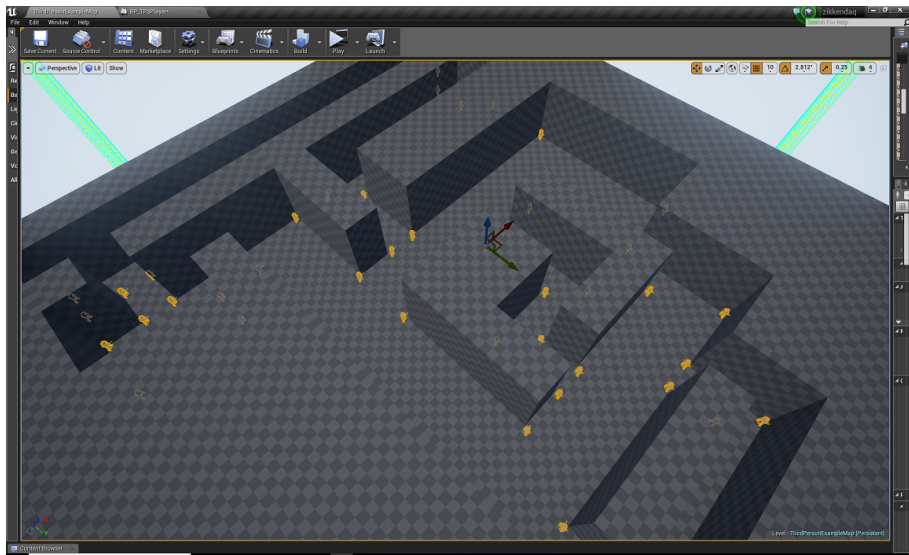


図 4.2 射撃キャラクターモデルの配置

このマップで実際にキャラクターを動かしてプレイした時、左右が壁に囲まれた通路に入ることがあり、その通路の先の左右には壁が無く、真正面に壁が存在する場合がある。このような時は

通路の先に飛び出た際に、自身がさらされる射合は、壁の無い左右の2本までしか予測できない。このような通路は図 4.3 に示す。しかし、実際は箇所によっては多くの射線にさらされている。



図 4.3 ある地点における通路

図 4.4 図 4.5 は通路を飛び出た際の左方向と右方向のマップの構造を表したものである。



図 4.4 通路を飛び出た際の左方向

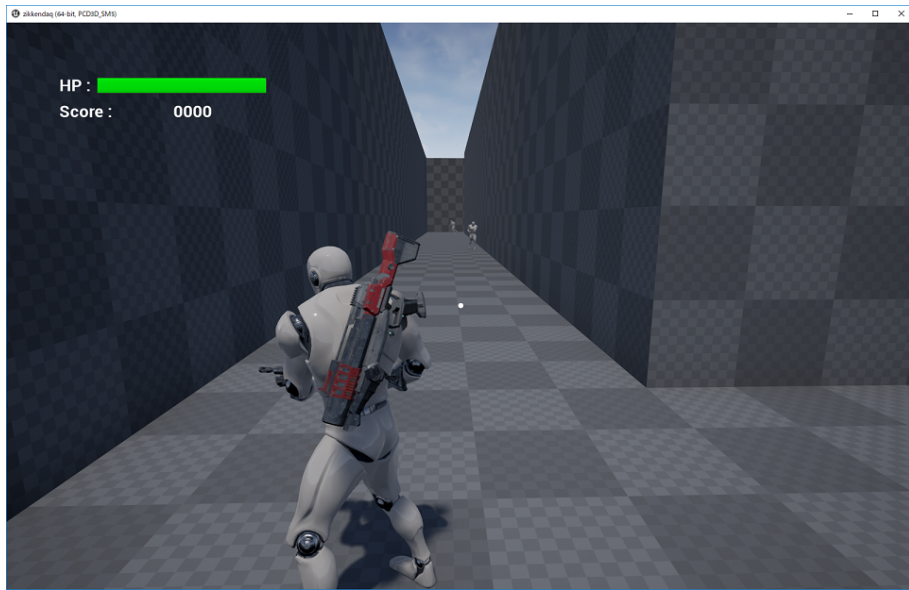


図 4.5 通路を飛び出た際の右方向

そこで、本研究におけるハンディキャップを適用することで通路を飛び出す前に、この通路における射合の個数を事前に示す。図 4.6 はハンディキャップ適用後の通路の様子を表したものである。

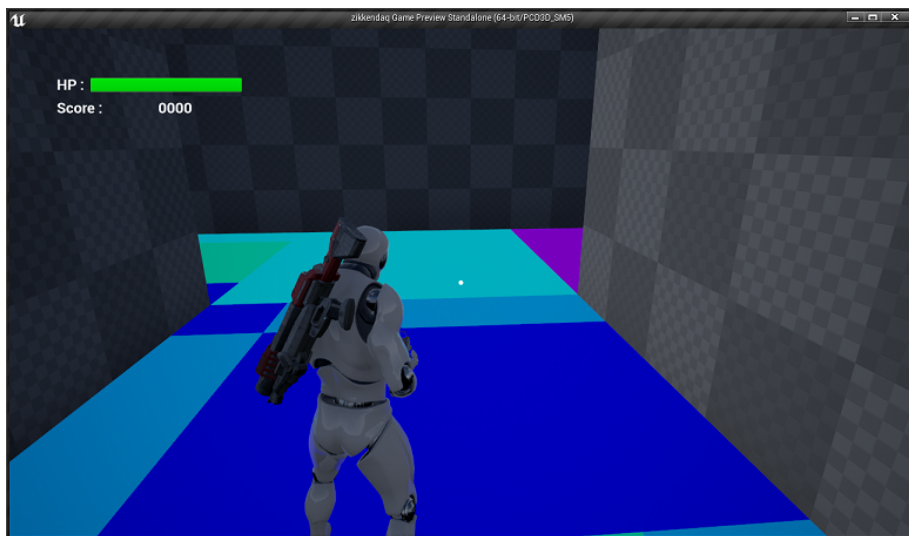


図 4.6 ハンディキャップ適用後の通路

本実験では、被験者として 22 歳から 23 歳の男性 9 人を対象に実験を行った。ハンディキャップの評価実験のために敵機キャラクターの AI をつくり、ゲームモードとして 1 試合 5 分間のチー

ムデスマッチのルールを搭載した TPS ゲームと、自機キャラクターと障害物以外何も存在しないステージを作成した。

被験者は、初めに自機キャラクターと障害物以外何も存在しないステージで、本研究で作成した TPS ゲームを 5 分間操作してもらおう。まず、被験者を A グループ B グループ C グループの 3 グループに大別する。A グループは、ハンディキャップを適用していないマップを 5 分間プレイした後、ハンディキャップを適用したマップを 5 分間プレイする。B グループは、ハンディキャップを適用したマップを 5 分間プレイした後、ハンディキャップを適用していないマップを 5 分間プレイする。C グループは、ハンディキャップを適用していないマップを 5 分間プレイするのを 2 回行う。そして、敵を倒した数・敵に倒された数を算出し比較することで、本研究におけるハンディキャップの優位性を示す。

4.2 キャラクターの動作

本節では、キャラクターの基本動作について述べる。

本研究ではプレイヤーが行える基本操作を、前後左右での自由な移動（しゃがむ・歩く・走る）、射撃、リロードの三つとした。また射撃の要素において、プレイヤーはアサルトライフルとショットガンの 2 種類の武器を持ち、アサルトライフルは装弾数 30 発・1 発 30 ダメージ・1 秒間に 7.5 発射のフルオートアサルトライフルとした。ショットガンは装弾数 12 発・1 発 100 ダメージ・1 秒間に 1 発射のスラッグ弾のフルオートショットガンとした。武器は構えてる状態でのみ射撃が可能である。キャラクターの体力は 100 とした。

4.3 実験結果

本節ではハンディキャップ適用前後での、敵を倒した数と敵に倒された数を数値化し比較する。敵を倒した数を k 、敵に倒された数を d とする。また 3 D シューティングゲームでは一般的に、 k

表 4.1 実験結果

	被験者	k		d		キルレシオ	
		適用前	適用後	適用前	適用後	適用前	適用後
A グループ	NO.1	10	14	7	5	1.43	2.80
	NO.2	5	9	8	5	0.63	1.8
	NO.3	8	11	10	7	0.80	1.57
B グループ	NO.4	8	10	10	7	0.88	1.43
	NO.5	5	12	7	7	0.71	1.71
	NO.6	10	11	8	6	1.25	1.83
	被験者	1 回目	2 回目	1 回目	2 回目	1 回目	2 回目
C グループ	NO.7	6	7	6	5	1	1.4
	NO.8	7	5	8	9	0.88	0.56
	NO.9	8	9	6	6	1.33	1.5

表 4.2 ハンディキャップ適用後での上昇値

被験者	k	d	キルレシオ
NO.1	+ 4	- 2	+ 1.37
NO.2	+ 4	- 3	+ 1.18
NO.3	+ 3	- 3	+ 0.77
NO.4	+ 2	- 3	+ 0.55
NO.5	+ 7	0	+ 1.00
NO.6	+ 1	- 2	+ 0.58
A グループ平均	+ 3.67	- 2.67	1.11
B グループ平均	+ 3.33	- 1.67	0.71

を d で割った数をキルレシオと呼び、プレイヤースキルの指標となる。そこで本研究でもキルレシオを用い、小数点第 3 位で四捨五入を行う。

表 4.1 は A グループ B グループ C グループにおけるハンディキャップ適用前とハンディキャップ適用後の数値を表した表である。表 4.2 は A グループ B グループにおけるハンディキャップ適用後での上昇値を表した表である。表 4.3 は C グループにおける 2 回目での上昇値を表した表である。

4.4 考察

本節では考察を述べる。

表 4.3 2 回目での上昇値

被験者	k	d	キルレシオ
NO.7	+ 1	- 1	+ 0.40
NO.8	- 2	+ 1	- 0.32
NO.9	+ 1	0	+ 0.17
C グループ平均	0	0	0.09

実験の結果、ハンディキャップ適用後はハンディキャップ適用前に比べ、敵を倒した数が増え、敵に倒された数が減ることが分かった。また、A グループと B グループにおけるハンディキャップ適用後での上昇値を比較した際、敵を倒した数に大きな差は見られなかったが、敵に倒された数は B グループの方が適用前に近くなることが分かった。これは、ハンディキャップ適用前のマップを先にプレイすることで、プレイヤーが射合の個数を学習し、プレイに反映することが出来た為と考察する。また、C グループの戦績に大きな変化が見られなかったことから、本研究で用いたゲームにおいて、1 回目と 2 回目でのゲームの慣れによる影響は少なく、本システムの有用性を示すことが出来た。

第 5 章

まとめ

この章ではまとめを述べる。

本研究では、経験者がすでに認識している射合の情報を可視化することで、初心者の状況認識能力にかかる負担を軽減させる初心者向上型ハンディキャップの提案を行った。

実験の結果、ハンディキャップ適用後は、ハンディキャップ適用前に比べ、敵を倒した数は上昇し、敵に倒された数は減少するといったように、初心者の戦績向上を図ることが出来た。また、C グループにおいて 1 回目と 2 回目では戦績に大きな変化が見られなかったように、本研究のゲームを 2 回プレイしたことによるゲームの慣れが、戦績に与える影響はほとんどないということが分かった。

次に、A グループと B グループでのハンディキャップ適用前後での上昇値を比較すると、倒された数は B グループの方がハンディキャップ適用前後での差が小さくなるといったように、先にハンディキャップ適用後のマップをプレイすることで、プレイヤーが本マップにおける射合の個数を学習することが分かった。

一方で、本研究では立ち回りの能力に主軸を置いていた為、エイミング能力が関係してくるキャラクターの頭や胸などの部位ごとにダメージの変化をつけるといった事や高低差のある複雑な

マップ構造といったことは考慮に入れなかった。しかしながら、実際の 3D シューティングゲームでは、立ち回りとエイミングの 2 つを駆使する必要がある。

そこで、このような複雑なマップに対応する射線の自動生成が課題となる。また、本研究では AI を用いて実験を行ったため、実際にプレイヤー同士での対戦におけるハンディキャップシステムの実装を第 2 の課題とする。

謝辞

本論文を執筆するにあたり、ご指導頂きました渡辺先生、阿部先生、また、協力していただきました研究室のメンバーたちに心より感謝いたします。

参考文献

- [1] Laz. <前編>【プロゲーマー・Laz の CS:GO ステップアップ講座】第 1 回うまくなるために大切なこと. <https://alienwarezone.jp/post/324>. 参照:2017.12.23.
- [2] Raph Koster. *A Theory of Fun for Game Design*. Paraglyph Press, 2004.
- [3] 山田真吾, 山下翼, 大久保雅史. 味方と敵のスキルがゲームプレイヤーのパフォーマンスと感情に与える影響. 第 75 回全国大会講演論文集, Vol. 1, pp. 897–898, 2013-03-06.
- [4] 斉藤勇樹, 中村陽介, 三上浩司, 近藤邦雄. 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, Vol. 37, p. 17, 2013.
- [5] 古池謙人, 東本崇仁. Fps を対象とした瞬間判断能力の育成システム. 人工知能学科研究資料, Vol. 75, pp. 50–53, 2015.
- [6] 仲道隆史, 伊藤毅志. プレイヤの技能に動的に合わせるシステムの提案と評価. 情報処理学会論文誌, 57 卷 11 号, pp. 2426–2435, 2016-11-15.
- [7] 築瀬洋平. プレイヤキャラクタの位置予測を用いた弾除けゲーム難易度の調整. 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI) , 2015-HCI-163 卷 3 号, pp. 1–3, 2015-05-07.

- [8] ARC SYSTEM WORKS CO.,LTD. BLAZBLUE CENTRALFICTION. <http://www.blazblue.jp/cf/>. 参照:2018.02.01.
- [9] Activision, Inc. Call of Duty: Advanced Warfare. <http://www.extremeedges.jp/callofduty/aw/top.html>. 参照:2018.02.01.
- [10] ARC SYSTEM WORKS CO.,LTD. GUILTY GEAR Xrd REV 2. <http://www.ggxrd.com/rev/cs2/>. 参照:2018.02.01.
- [11] Electronic Arts Inc. Battlefield 4. <https://www.battlefield.com/ja-jp/games/battlefield-4>. 参照:2018.02.01.
- [12] EAA!! CoD:AW :【重要】SHG が語る、スキルベース・マッチメイキング、逆ブースト、トリックショット、BAN. http://fpsjp.net/archives/97463#disqus_thread. 参照:2017.12.21.
- [13] 今田智大, 橋本剛. オセロのハンディキャップに関する研究. ゲームプログラミングワークショップ 2012 論文集, Vol. 6, pp. 151–154, 2012.
- [14] 小野桂市. スポーツにおけるハンディキャップ設定研究. 奈良教育大学教育学部附属教育実践総合センター, Vol. 13, pp. 143–149, 2004.
- [15] 日正博, 後藤幸弘. バドミントンのゲーム様相と楽しさの関係～ハンディキャップ制確立に向けての基礎的研究～. 長崎大学教育学部紀要, Vol. 50, pp. 59–74, 2010-03-01.
- [16] 三好竜志, 高井昌彰, 高井那美. 駒の利きを盤面上で可視化する将棋初心者支援システム. 第76回全国大会講演論文集, Vol. 1, pp. 329–330, 2014-03-11.
- [17] 佐藤祐土, 佐藤晃矢, 白石僚一郎, 大槻麻衣. 球技における視触覚刺激提示がプレイスキルに及ぼす影響. 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 22, pp. 493–502, 2017.
- [18] KONAMI. METAL GEAR SOLID V: THE PHANTOM PAIN. <https://www.konami.com/mg/mgs5/tpp/jp/>. 参照:2018.02.01.

- [19] 株式会社モバイル&ゲームスタジオ. 遠藤雅信のゲームデザイン講義実況中継. ソフトバンククリエイティブ株式会社, 日本, 2012.
- [20] KUN. 究極 FPS 小技集 【覗き方 逃げ方】. <https://www.youtube.com/watch?v=koenNvw1I4w>. 参照:2017.12.29.
- [21] Bobby Ross. The Visual Guide for Multiplayer Level Design. <http://bobbyross.com/blog/2014/6/29/the-visual-guide-for-multiplayer-level-design>. 参照:2017.12.20.
- [22] EPIC GAMES. Unreal Engine 4. <https://www.unrealengine.com/ja/features/>. 参照:2017.12.29.