

プレイヤーの上達を支援する 大乱闘スマッシュブラザーズ SPECIAL の可視化システム Visualizing Super Smash Bros. Ultimate to Improve Players' Skill

節原 慎太郎

Shintaro Fushihara

法政大学情報科学部デジタルメディア学科

E-mail: shintaro.fushihara.5f@stu.hosei.ac.jp

Abstract

Video game competitions called e-sports are becoming increasingly popular. Many people are attracted to their features such as high game speed and players' excellent judgement. Although the games enliven audience, they hinder new players in starting the games. The new players often struggle to improve their skill. Identifying their weakness is difficult because real-time competitive games do not stop progress and because they often play the games almost unconsciously. They sometimes review the game replays, but if they do not understand tactics, it is difficult to get useful outcomes because of difficulty in statistical analysis. This paper presents a game visualization system to improve the players' skill. It enables the players to understand important points of a video game called Super Smash Bros. Ultimate and effectively review their plays. It analyzes distance between characters every frame and summarizes the players' behaviors in a chart. The visualizations include a character's distance to the opponent, move to the outside of the stage, and receipt of damage. The paper presents the result of a user study where the participants reviewed their plays by looking at the visualization result.

1. はじめに

近年 e-sports と呼ばれる対戦型ゲームが大きな盛り上がりを見せている。これらのほとんどはリアルタイムで進行し、瞬発的な判断力、複数の状況を多面的に捉え対応する力が求められる。スピード感のある対戦や、上位のプレイヤーが膨大な経験から複雑な状況を瞬時に判断し対応するシーンが観客を惹きつけ、競技を盛り上げている。しかし同時に初心者への参入の敷居も高くなっている。ゲームの進行が止まることが無いため、どの時点のどの選択がどういった状況にどのように関与しているのかを理解し説明することは困難であり、初心者、中級者の成長を躓かせる原因の 1 つである。また、プレイヤーは上達のために自分や他者のリプレイを見るが、これだけでは改善すべき点に気付けないことも多い。これはプレイヤーが無意識的に操作をしてしまっている、相手の動きを捉えられておらずどういった駆け引きになっているか

理解ができていない等の原因が考えられる。また、自身の行動の傾向や試合の全体像を統計的に知る手段がなく、これらを正確に測ることは困難である。

本論文では大乱闘スマッシュブラザーズ SPECIAL (スマブラ) を題材とする。スマブラのような対戦型格闘ゲームで上達するためには、キャラクターの性能やシステム面への理解及び自分のキャラクターの動かし方が重要となる。前者に関しては、既にユーザーによる詳細な検証が行われ公開されている。また後者に関しても、上位プレイヤーが一般のプレイヤーに向けて SNS で発信したり、有志によるコミュニティ内の意見交換が行われたりと参考となるものは既に多く存在する。しかし、スマブラはゲーム内のリプレイ機能が他の対戦型格闘ゲームに比べ充実しておらず、それを解決する外部ツール等も存在しない。また技の操作精度が重要である以上に行動の自由度が高いため、相手に攻撃を当てるまでの間合い管理や、自分の有利な展開の維持に重きを置かれることが多い。そのためプレイヤーはリプレイを見返す際に攻撃が当たった前後の流れや行動を見返すことが多い。これは試合のごく一部のシーンを見るに過ぎないため、統計的に自分の動きや間合い管理を見直すことは困難である。

本論文では、スマブラのより本質的な部分の理解を深め、効率的にプレイヤーの行動を分析し考察するための可視化システムを提案する。自分と相手との間合いを時系列順にまとめ、そこに自分の行動を重ねて表示することで試合展開を可視化する。試合のリプレイの動画を読み込んで分析に必要な情報を取得した上で、間合いを時系列順に表示し、そこへ相手に近づいているか離れているか、空中にいるか、ダメージを受けたかといった詳しいプレイヤーの状況を表示することでプレイヤーの行動の傾向や試合の全体像を把握できる。さらにシステムの評価を行うためにユーザー調査を行った。プレイヤー 6 人に自身の試合の振り返りをしてもらった後、本システムを使って試合を分析した結果を提示し、それを基に試合の注目すべき点や、プレイヤーの行動の傾向や改善点を提案し、最後にシステムを主観的に評価してもらった。その結果、プレイヤーは自分の行動の傾向や試合の流れをより把握できたことを確認した。

2. 関連研究

Yen らはリアルタイムストラテジーゲームの戦況を可視化するシステムを提案した [1]。プレイヤーの操作する

軍隊を地図上に表示し、移動の軌跡や攻撃を矢印で可視化した。さらにマップの高低差も可視化し、プレイヤーの戦略を簡単に観察できるようにした。これによりプレイヤーが戦略をより効率的に分析できた。

梶並らは対戦型格闘ゲームにおけるキャラクターの位置情報を基に警戒状況を提示するシステムを提案した [2]。この研究はゲームの感想戦の支援も視野に入れつつ、対戦型格闘ゲームに詳しくない観戦者もプレイヤーらの攻防をおおまかに理解できるようにし、よりゲームの観戦を楽しめるようになることを目的とした。対戦型格闘ゲームにおいてプレイヤーの意思決定に重要な要素となるキャラクターの相対位置や絶対位置などに着目し、遠距離状況、近距離状況、画面端状況の 3 つの典型的な状況に分類し、それぞれの状況に応じて文字や図形でアノテーションを提示した。システムの実装ではキャラクターの画面内の位置の特定には OpenCV を用いたテンプレートマッチを用いており、キャラクターの特徴的な色の部分の一部を切り出したテンプレート画像を用いている。

三ツ井らはスマブラを題材とし、対戦型アクションゲームにおけるプレイヤーの挙動観察のためのシーン検索手法を提案した [3]。対戦動画から上位のプレイヤーの挙動を観察したり、強い行動パターンを学んだりする際に自分の見るべきシーンがどこにあるか分からない問題を解決するため、対戦中のある瞬間の画像をクエリーとして入力するとその画像と似通ったシーンを対戦動画から複数検出し提示するシステムを実装した。

3. スマブラの特徴

スマブラの基本的な戦術や考え方は、対戦型格闘ゲームと共通な部分が多い。相手に攻撃を当てるために、まずは相手の攻撃の届かない位置を保ち相手のミスを誘ったり、リーチの長い技で圧を掛けたりといった遠距離から中距離の駆け引きや、相手の技をガードしたら反撃をしたり、ガードを読んでガードに対して有効な掴み技を狙ったりといった近距離の駆け引きはスマブラも対戦型格闘ゲームも概ね同じ流れと言える。

しかしスマブラは一般的な対戦型格闘ゲームにはない特徴を多く持つため、同じ流れの駆け引きでも全く異なるゲーム性となっている。まず、スマブラは本来対戦型のアクションゲームであり、キャラクターがステージ上を縦横無尽に駆け巡る点が対戦型格闘ゲームとの最大の違いである。また、相手の体力を削るのが勝利条件ではなく、相手を画面の外側へ飛ばすことが勝利条件となっており、この際に現在受けているダメージの総量が多いほど大きく飛ばされる。技のリーチや飛び道具の射程距離も比較的長いことから、キャラクター 3, 4 人分ほど距離を取った位置がニュートラルな立ち位置になることが多い。スマブラには 80 以上のキャラクターが実装され、それぞれ得意な距離に違いがあり、極端な例ではステージの半分以上のリーチを持つキャラクターも存在する。相手を画面外に飛ばすのが目的のスマブラにおいては、格闘ゲームに見られる画面端の行き止まりが存在しない。代わりにステージは浮島ようになっており、相手をステージ外に落下させることも基本的な戦術の 1 つである。

相手を自由の利かないステージ端へと追い詰め続けることができるかが上級者になるにつれ重要となる。

4. 提案手法

本論文ではスマブラを対象として、キャラクター間の距離を時系列順に並べ、キャラクターの動きやステージでの位置関係などの状況に応じた背景色を付けることによって各フレームにおいて、どの間合いでどういった行動を取っていたかを統計的に知ることが出来るシステムを実現する。これによりリプレイを見返すよりも試合の流れや全体像が把握しやすくなり、より正確な自分の行動の傾向を知ることが期待できる。

4.1. 必要な情報の検出

分析に必要な情報をリプレイ動画から取得する。キャラクターとステージの特徴的な色をテンプレートとして用意し、それぞれに一致するピクセルの座標を検出する。一般的に競技シーンで用いられているステージは背景が複雑で特定の色の検出が困難なため、本論文ではピクトチャット 2 というステージを用いる。このステージは背景が白、足場が黒といった単調な色であるため比較的正確な検出が可能である。ピクトチャット 2 は競技で使われないが、スマブラでは全てのステージを平坦で何も無いシンプルな「終点」と、「終点」のステージ上に 3 つの浮遊台が加わった「戦場」というステージと全く同じ形状にしてプレイ出来る。この 2 つのステージは競技シーンでも使われ、実際の大会等と同じように対戦ができる。

4.2. 試合の状況とプレイヤーの行動の分析

プレイヤー同士の位置関係、ステージ上での位置取り、ダメージを受けているかを判別する。キャラクターの座標からキャラクター同士の画面上での距離を記録し間合いとする。キャラクターの座標の変化を基にプレイヤーの行動を判別し分析する。1 フレーム前の座標と比較し、相手に近づこうとしているのか、遠ざかろうとしているのかを判別する。ステージから一定以上、上に離れている場合はキャラクターが空中にいると判別する。またキャラクターの座標とステージ端の座標の関係から、キャラクターがステージ端にいるか、ステージ外にいるかを判別する。画面下部に表示されている各キャラクターの蓄積ダメージ量の表示から、各キャラクターがダメージを受けたタイミングを判別する。

4.3. 試合状況の可視化

分析結果をまとめ、試合全体の状況を可視化する。試合が開始されてからのフレーム数を横軸、キャラクター間の間合いを縦軸に取ったグラフを作成する。背景色をプレイヤーが相手に近づいていた場合と遠ざかっていた場合とで色分けし、プレイヤーの間合いと時間ごとの行動を可視化する。さらにダメージを受けたタイミングは別の目立つ色で色分けし、いつダメージを受けたかを分かりやすくする。キャラクターが空中にいた場合は背景に別の新たな色を追加し、ステージ端もしくはステージ外にいた場合は警告を示す色をグラフ上部に表示する。

可視化の例を図 1 に示す。グラフは 30 秒ごとに目盛りを付け、2 分区分切りで次の段へ移行する。グラフが緑になっている部分は、自分のキャラクターが相手のキャラクターから遠ざかっている場面、青になっている部分は近づいている場面、赤になっている部分はダメージを受けている場面である。背景が水色になっている部分はキャラクターが空中にいる場面であり、上部に黄色と赤のバーが表示されている場面はそれぞれキャラクターがステージ端に近い時とステージ外にいる時である。

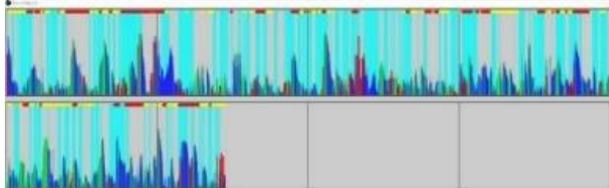


図 1 分析結果の可視化

5. 実装

前節の提案手法に基づき、システムを Processing で実装した。以下にその詳細を述べる。

5.1. 動画の読み込み

試合のリプレイをゲームに内蔵されている機能を用いて動画化する。これを Processing と OpenCV を用いて読み込む。動画のサイズは 1280×720 でフレームレートは 60 フレーム毎秒である。

5.2. キャラクターの座標の識別

キャラクターの特徴的な色を予め取得しておく、取得した色と一定の閾値以内の色のピクセルを画面全体から検索し、一致した全ての座標の中心をキャラクターの座標として認識する(図 2)。ステージや相手キャラクターに似た色が使われている場合、検出の精度が落ちるため、キャラクターのカラーバリエーションを変更する。またスマブラではプレイヤーの現在蓄積しているダメージの量や残機数などの情報が画面下部に常に表示されている。これにはキャラクターのアイコンなども含まれるため、この部分は検索から除外する。



図 2 キャラクターの座標の識別

5.3. ステージの識別

ステージの色をあらかじめ登録し、その色と一致するピクセルを画面全体から探す。ピクトチャット 2 はステージ上の大部分が黒であるため検出が容易だが、キャラクターに黒い色が含まれているとステージ外にいる場合等に誤って検出する可能性がある。このため、ある程度色が連続して並んでいる箇所のみを候補とし、その中で最も両端に存在する座標をステージの両端とする。また、

最も上部に存在する座標をステージの上面として認識する。

5.4. ダメージのタイミングの識別

スマブラでは蓄積しているダメージ量が画面下部に表示されており、ダメージを受けた瞬間に数字が演出と共に変化する。そのためこの部分の色の変化でダメージを受けたかどうかを識別する。

5.5. プレイヤーの行動の識別

取得したキャラクターの座標を基にプレイヤーの行動を識別する。1 フレーム前の自分と相手のキャラクターの座標を記録しておき、現在のフレームとの位置関係の変化でプレイヤーが相手に近づいているか遠ざかっているかを識別し記録する。

5.6. キャラクターとステージの関係の識別

キャラクターがステージ内にいて、かつどちらかのステージ端に一定よりも近い場所にいる場合はステージ端付近にいると認識し、ステージ端よりも外側にいる場合はステージ外にいると認識する。同時に、キャラクターがステージの上面より一定以上、上にいる場合は空中にいると認識する。

6. 実験

本システムの有意性を確かめるためにユーザー調査を行った。

6.1. 被験者

スマブラを日々プレイしている人、ある程度知識はあるが大会等には興味がない人、普段はほとんどプレイしない人といった実力層の異なるプレイヤー 6 人を対象とした。スマブラにはオンライン対戦が世界戦闘力という数値を基にマッチングする仕組みがあり、その上位約 5% は VIP の称号を得ることが出来、プレイヤーの間で 1 つの指標となっている。ユーザー調査の被験者はそれぞれ、多くのキャラクターで VIP に到達しているプレイヤーが 1 名(プレイヤー A)、1, 2 体は VIP に到達しているプレイヤーが 3 名(プレイヤー B, C, D)、VIP に到達しておらず VIP の半分程度の世界戦闘力のプレイヤーが 1 名(プレイヤー E)、スマブラは所持しておらず動画は視聴するがあまり実際にはプレイしないプレイヤーが 1 名(プレイヤー F)である。

6.2. 実験方法

各被験者に数回対戦をしてもらい、適度な試合内容のものを選んで試合の振り返りをしてもらう。最初にリプレイを見返しながら反省点や良かった点を探してもらい、その後に見返り結果のデータを提示し、このデータを基に振り返りを行ってもらった。本実験では、被験者単独で分析するのに十分な機能を提供できなかったため、被験者と著者が一部協力して振り返りを行った。

最後に 5 項目の質問に 1: 全く思わない、2: あまり思わない、3: どちらでもない、4: やや思う、5: 思う、の 5 段階評価で回答してもらい、システムの感想や要望も自由に答えてもらった。質問は以下の通りである。

1. 気になった点, 振り返りたかった点を探せたか
2. 自分の行動の特徴が把握できたか
3. 分析結果は自分の感覚と一致していたか
4. システムを使うことで新たな発見があったか
5. システムは役に立ったか

6.3. 可視化の結果と考察

可視化結果から読み取れる試合の流れやプレイヤーの行動を考察する。考察は振り返りを行う際に被験者と共に行った。本論文ではプレイヤーAを取り上げる。

プレイヤーAの結果を図1に示す。Aの使用したドンキーコングは近距離に特化した重量級のキャラクターであり、相手に近付きパワーで圧倒するのが理想的な流れである。結果からも、相手と接近している時間が長いことが分かる。しかし同時に攻撃を受けている場面も目立つ。ドンキーコングは攻撃に特化したキャラクターなため、一度攻撃を受けると容易に相手から逃げきれない場面が多い。結果の上段部分からも、ダメージを受けた場面が連続していることから読み取れる。しかし試合の終盤、下段の部分では上段に比べダメージを受ける回数が減っていることが分かる。また間合いもかなり広めにとっており、相手から遠ざかっている挙動が多いが、最後には相手に一気に近付きそのまま勝利を決めたことも読み取れる。実際にこの試合は終始リードされていたものの、最後に逆転勝ちを収める結果となった。よって、この試合に関しては、序盤と中盤はお互いに近距離での互角の攻防が続いていたが、終盤は一転して相手の攻撃の届かない間合いを保つプレイヤーの防御の上手さが出ていたことが結果から読み取れた。そのため終盤の動きはリプレイを見返す際に参考になると考えられる。

6.4. 実験結果

被験者の質問への回答を表1に示す。システムの感想や要望として以下のものが挙げられた。

- いつダメージをくらったか分かりやすかった。
- いつまとまったダメージを受けているか知りたい。
- データとしてはシンプルなので傾向が見やすい。
- 慣れるまではどこを見ればいいのか分かりづらい。
- 上手い人との比較が無いと良し悪しが分からない。
- プレイヤー以外の条件(相手キャラなど)を固定して比較したい。

表1 被験者の質問への回答

プレイヤー	A	B	C	D	E	F	平均
質問1	3	3	4	3	2	4	3.2
質問2	4	4	5	4	3	4	4.0
質問3	4	4	5	3	2	3	3.5
質問4	4	3	5	3	4	4	3.8
質問5	3	3	4	2	2	4	3.0

7. 議論

質問の回答結果から、自身の行動の傾向を知ることや新たな知見を得ることに限っては概ね達成できていたと考えられる。一方で自分の気になった点や振り返りたか

った点を探せたかの項目は「どちらでもない」の回答が目立ち、反省点を見つけるといふシステムの目的を果たすには不十分な結果といえる。さらにプレイヤーに注目すべき点や傾向を提案する部分に関しては十分な機能を提供できておらず、被験者と著者が協力しながらデータを読み取り、推察、提案を行ったため、著者の主観が介入している部分が存在する。そのため、本実験結果でシステムのプレイヤーの振り返りの効率化に関して有意性を判断するのは難しい。

これらの課題を解決するためには、プレイヤーの傾向や改善点をシステム側から提案する機能を提供する必要がある。また、意見や要望にもあったように、自分の行動の傾向が良いものか悪いものかを判断するための要素が少ない。そのため、上位プレイヤーの結果と比較したり、相手のキャラクターごとの結果を比較したりできるようにする必要がある。

本システムではキャラクターやステージの色を使って分析をする関係上、検出の精度について問題があった。特に顕著だったのが派手なエフェクトが出ている場合や似通った色をキャラクター2体が同時に持ち合わせた場合である。後者はキャラクターの色を変えることである程度対応できるが、エフェクトの色は変えることができない。エフェクトとキャラクターの色が重なってエフェクトをキャラクターの一部と認識してしまったり、エフェクトがキャラクターを覆ってしまったりという状況が発生した。ラベリングなどを用いて色の面積などを判別したりフィルターを掛けたりすることで改善する必要がある。

8. おわりに

本論文では、スマブラのより本質的な部分の理解を深め、効率的にプレイヤーの行動を分析し考察するための可視化システムを提案した。プレイヤーの行動や傾向は可視化できていたが、それ以上の情報を提供することが出来なかった。それらの機能を充実させることが今後の課題である。また、システムを初めて使う人にも分かりやすく結果を伝えるための工夫も必要である。

文 献

- [1] Y.-T. Kuan, Y.-S. Wang and J.-H. Chuang, "Visualizing Real-Time Strategy Games: The Example of StarCraft II," *Proc. IEEE VAST*, pp. 71-80, 2017.
- [2] 梶並知記, 長谷川和也, "対戦型格闘ゲームにおけるキャラクターの位置情報に基づく警戒状況提案システムの試作," 情報処理学会研究報告: デジタルコンテンツクリエーション(DCC), vol. 15, no. 37, pp. 1-6, 2017.
- [3] 三ツ井慧太郎, 岡部誠, "対戦アクションゲームにおけるプレイヤーの挙動検出のためのシーン検出," WISS 論文集, no. 14, pp. 1-6, 2021.