

# プレイヤーの移動と射撃に基づく サバイバルゲームの振り返り支援インタフェースの試作

工藤 真也<sup>1</sup> 長岡 鼓太郎<sup>1</sup> 梶並 知記<sup>1</sup>

**概要**：本稿では、サバイバルゲームにおける少人数でのフラッグ戦を対象とした、試合後の振り返り支援を行う可視化インタフェースを試作する。サバイバルゲームは、エアソフトガンを用いて行う、実際の銃撃戦を模したゲームで、実世界のフィールド上で試合する。試合後、口頭またはメモ用紙などを用いて振り返りを行う場合がある。本稿では、振り返りの際の議論活性化のために、プレイヤーのフィールド上の移動軌跡や警戒、射撃状態を可視化するインタフェースを構築する。

**キーワード**：サバイバルゲーム、振り返り支援、インタラクティブユーザインタフェース、戦術分析

## 1. はじめに

本稿では、プレイヤーの移動と射撃に基づくサバイバルゲームの振り返り支援インタフェースを提案する。

サバイバルゲームとは、主にエアガンと BB 弾を使って行う、銃撃戦を模したフィールドスポーツである。ポピュラーなルールとして、2 チームに分かれ相手の陣地にあるフラッグを取る事を目的として競う「フラッグ戦」があり、味方との連携が重要な競技となっている。試合は、屋内フィールドで行う場合と屋外フィールドで行う場合がある。また、試合後にチーム単位で、次の試合に備えた、射撃位置の相談や、相手チームの陣地への進行ルートの相談などの振り返りが行われる場合がある。

従来のサバイバルゲームの試合の振り返りでは、サッカーやラグビーなどのメジャーなフィールドスポーツの戦略戦術分析に類似する俯瞰した状態での振り返りが少なく、自身の視点での振り返りが多い。そのため、試合中の味方プレイヤーや敵プレイヤーの動きを全て把握して振り返りを行うことが困難である。

本稿では、屋外フィールドを使用することを想定したフラッグ戦を対象とし、プレイヤー全員の移動の軌跡や、警戒状態、射撃状態を、俯瞰視点から可視化する振り返り支援システムを試作する。ここで、警戒状態とは、エアガンを水平に構えて索敵を行っている状態、射撃状態は、エアガンを水平に構えた状態で狙いを定めて射撃している状態である。移動の軌跡の可視化によって、味方との連携がとれているか確認でき、警戒状態の可視化により、プレイヤーがどの方向を警戒しているか確認できる。そして射撃状態の可視化によって、プレイヤーが誰に対して射撃を行ったのかわかり、味方の援護が来ているかなどの状況判断が可能となると考える。

## 2. 関連研究

チームワークが必要とされるサッカーなどのフィールド

スポーツの試合を対象にした、試合の分析支援が行われている[2][4][6]。これらの研究では、試合の映像やセンサを用いて、ボールの位置やパス可能範囲、選手の位置や選手の移動の軌跡など、実際に試合中のプレイヤーの視点とは異なる観点から情報を可視化している。可視化結果に基づき、戦略戦術の分析や立案に役立てている。本稿の提案もこれらの研究に倣い、フィールドを俯瞰する視点で、プレイヤーの移動の軌跡や、エアガンの射程を考慮した射撃状態など可視化し、振り返りを支援する。

そのほか、チーム対抗で行われる戦闘ゲーム全般を対象として、振り返り支援に適する可視化表現の検討が行われている[7]。サバイバルゲームに類似したチーム対抗の銃撃戦を模したデジタルゲームの研究では、プレイヤーキャラクターの向いている方向に着目し、チームごとの索敵範囲の可視化が行われている[1]。本稿の提案もこれらの研究に倣い、プレイヤーの位置や索敵行動に着目する。

サバイバルゲームを対象にした、プレイヤー同士の振り返り支援として、ウェアラブルカメラや SLAM システムを用いたプレイヤーの移動の軌跡の抽出し、ミニマップに表示するシステムが提案されている[3]。そのほか、試合中のプレイヤー同士の連携を取りやすくするために、リアルタイムで味方の位置や状況を把握できるシステムも開発されている[5]。しかしながら、これらの研究では、プレイヤーの位置はわかるが、射撃状態などを可視化することができていない。また、システムによっては、使用する機材としてウェアラブルカメラなど、まだ一般的ではない機材が必要で、一般的なプレイヤー全員が利用するには、手間がかかる。本稿で提案するシステムは、プレイヤー全員が使用するデバイスとして、一般的なスマートフォンを採用し、特殊な機材を用いない。プレイヤーの移動の軌跡や、射撃状態を、俯瞰視点でフィールド上に可視化し、振り返りを支援するインタフェースをラップトップ PC 上に構築する。

<sup>1</sup> 文教大学  
Bunkyo University

### 3. 振り返り支援システム

#### 3.1 システムの全体構成

図1にシステムの全体構成を示す。提案システムは、スマートフォン上で動作する判定システムとラップトップPC上で動作する可視化インタフェースの2つから構成される。判定システムの役割は、スマートフォンから加速度、方位角、緯度経度、現在時間を取得し、1秒ごとに試合中のプレイヤーの現在位置、警戒状態、射撃状態を判定し、それらをデータファイルとしてスマートフォン内部に格納することである。可視化インタフェースの役割は、データファイルを読み込み、フィールド画像<sup>2</sup>の上に、移動の軌跡、警戒状態、射撃状態を重ねて可視化することである。プレイヤーは、判定システムをインストールしたスマートフォンを2チーム全員のエアガンに装着し、判定システムを起動して試合を行う。試合終了後、スマートフォンに格納されたデータファイルをUSB経由でラップトップPCへ送信し、可視化インタフェースへ読み込ませる。プレイヤーは、可視化インタフェース上で表示される移動の軌跡、警戒状態、射撃状態を用いて、個人またはグループで試合の振り返りを行う。

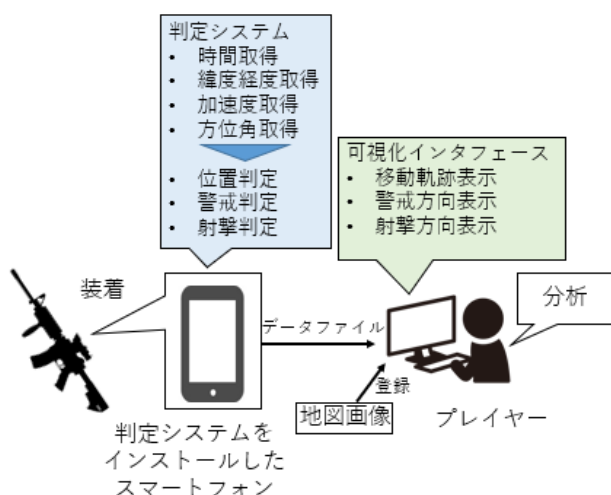


図1 システムの構成  
Figure 1 System architecture.

システムの開発は、Windows10 64ビットオペレーティングシステム、8.00GBのメモリ、Intel(R)Core(TM)i7-8700のCPUを備えたデスクトップPCで行った。判定システムの開発には統合開発環境Android Studio3.4.1を使用し、使用ライブラリはappcompat:1.0.2, constraintlayout:1.1.3, espresso-core:3.2.0, junit:4.12.runner1.2.0, libsを使用した。判定システムは、スマートフォンASUS\_Z017DA, Androidバージョン7.0にインストールする。また、可視化インタ

<sup>2</sup> フィールドの画像は別途用意する。本稿では、一部、湘南トスカフィールドのサイトに掲載されている地図を用いる。

フェースの開発にはProcessing3.5.3を使用し、使用ライブラリはcontrolP5を使用した。

#### 3.2 判定システムの構築

##### 3.2.1 位置判定

プレイヤーのいる緯度と経度は、スマートフォンに搭載されているGPSプロバイダを使用し、1秒ごとに取得し、その数値をCSVファイルでスマートフォン内部に格納する。判定システム起動時から1秒ごとに1行（システム起動時間、緯度、経度の順の1行）ずつ保存される。

##### 3.2.2 警戒判定

警戒状態の取得は、プレイヤーが警戒をしているか否かの判定と、警戒している方向の2種類の判定を行う必要がある。警戒しているか否かの判定はエアガンがほぼ水平か否か傾斜角で判定を行い、方位角は、警戒している際にエアガンが向いている方位角の数値をスマートフォンの地磁気センサから取得する。図2に警戒状態の判定の概要を示す。エアガンの上部にスマートフォンを画面が上になるように、かつスマートフォンの上方向を銃口の向きを合わせ水平に装着する。傾斜角の計測範囲はスマートフォンを水平に寝かせた状態を0°として、そこから上に90°、下に-90°である。傾斜角が、-10°以上10°以下の場合に、警戒していると判定する。方位角は、北を0°東を90°西を-90°南を±180°とする。警戒状態と判定された時間、方位角をCSV形式でスマートフォン内部に格納する。

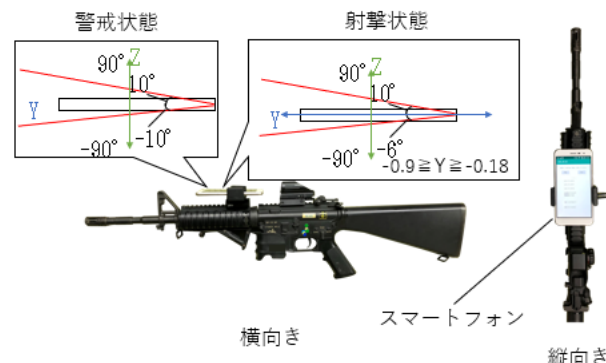


図2 警戒状態と射撃状態の判定  
Figure 2 Alert status and fire status.

##### 3.2.3 射撃状態取得

射撃状態の取得には、プレイヤーが射撃中か否かの判定と、射撃の方向の判定の2種類の判定を行う必要がある。射撃をしているか否かの判定は、エアガンの振動を感知することで判定を行い、方位角は射撃をしている際にエアガンが向いている方位角の数値をスマートフォンの地磁気センサから取得する。図2に、射撃状態の検出の概要を示す。3.2.2節同様にスマートフォンを装着する。傾斜角が-6°以上10°以下の状態かつ加速度センサのY軸（銃口の向き

と一致)の値が-1.8以上-0.9以下の際に射撃を行ったと判定する。射撃が行われた時間、方位角をCSV形式でスマートフォン内部に格納する。また、加速度センサの値は、東京マルイのスタンダード電動エアガンの実際の射撃時の振動の数値に基づき設定している。

### 3.3 可視化インタフェースの構築

#### 3.3.1 移動軌跡可視化機能

本機能は、プレイヤーの移動の軌跡をフィールド画像の上に重ねて可視化する。まず、実際のフィールドを可視化インタフェースの描画面内に落とし込む必要がある。図3は実際のフィールドと描画面の対応を示したものである。試合で使用するフィールドの緯度の差と経度の差をGoogleマップから取得し、取得した緯度経度の数値の差の大きい数値に正方形の描画面に対応させる。経度1°あたりの距離は緯度によって変わるが、想定するフィールドでの影響はないものとして考える。3.2.1節で得られたプレイヤーの緯度経度に基づき、フィールド画像上にプレイヤーの現在位置を、1秒ごとに7pxの小円で表示する。小円と小円を直線で結んで軌道を表示する。ただし、現在位置以外の小円は直径2pxとし、プレイヤーの現在位置を強調している。また、描画される小円や直線の色はプレイヤーごとに異なる。この機能により、プレイヤー全員の、試合開始時から現在時間までの移動の軌跡が可視化される。

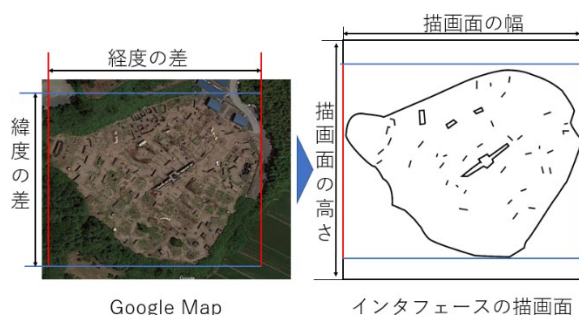


図3 実際のフィールドと描画面の関係

Figure 3 Relationship between real field and system's display.

#### 3.3.2 警戒状況可視化機能

本機能は、プレイヤーの警戒状況を可視化する。3.2.1節と3.2.2節で得られたデータを使用する。警戒判定が行われた時間とその時の緯度経度と方位角を読み込み、プレイヤーの位置にエアガンの銃口の方向が頂点となるような二等辺三角形を表示する。同時に半径70px中心角70°の扇型のマークを表示する。警戒状況を示すマークの大きさは、エアガンの標準的な射程などを考慮せず、警戒を行ったことを伝えるための表示となっている。また、描画される三角形や扇形のマークの色はプレイヤーごとに異なる。この機能により、プレイヤーが、現在エアガンをほぼ水平に構えている警戒状況にあることが可視化される。

#### 3.3.3 射撃状況可視化機能

本機能はプレイヤーの射撃状態を可視化する。3.2.1節と3.2.3節で得られたデータを使用する。射撃判定が行われた時間と緯度経度、方位角を読み込み、方位角方向に実際のエアガンの標準的な射程距離30メートルに相当する長さの中心角20°の扇型のマークを表示させる。射撃が行われた時間は、現在時間から遡って初期状態では10秒まで読み込む。本機能によるマークの表示は、3.3.2節の警戒状況のマークの表示より優先される。描画される扇形のマーク色はプレイヤーごとに異なる。この機能により、現在時間から10秒前までの間に、どのプレイヤーがどの方位に射撃を行ったかが可視化される。

### 4. システム実行例

図4は、判定システムの実行例である。プレイヤーは、図2のように判定システムをインストールしたスマートフォンをエアガンに装着して試合を行う。プレイヤーが図4中実線の楕円で囲った「開始」ボタンを押すことで、判定システムは経過時間、緯度、経度、方位角の記録を開始し、プレイヤーが破線の楕円で囲った「停止」ボタンを押すことで記録を停止する。プレイヤーは、試合開始直前に開始ボタンを押す。判定システムの画面には、振動、方位角、傾斜角などが表示されるが、これらの詳細情報は特にプレイヤーへ向けたものではなく、プレイヤーがシステム正常動作中か否かの確認材料とする程度である。プレイヤーは、敵弾に当たってフィールドから退場する場合や、試合の制限時間が経過した場合に、停止ボタンを押す。試合終了後、判定システムで取得したCSVファイルを可視化インタフェースへ読み込ませる。

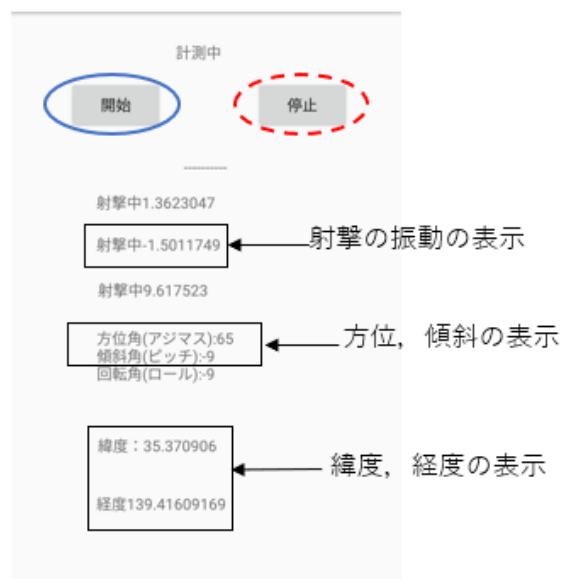


図4 判定システムの画面

Figure 4 Screenshot of judgement system.



図 5 可視化インターフェースの画面

Figure 5 Screenshot of visualization interface.



(a)



(b)

図 6 提案機能による可視化

Figure 6 Visualization by proposed functions.

図 5 は、データファイルとチームのメンバー一覧を読み込んだあとの可視化インターフェースの画面である。図 5 ではチーム 1 とチーム 2 で試合を行った結果を可視化している。図中①はフィールドの描画面である。この描画面上にフィールドの画像を表示し、プレイヤーの移動の軌跡、警戒状態、射撃状態を表示させる<sup>3</sup>。図中②、③はプレイヤーの一覧で、図中②はチーム 1 の 5 名(プレイヤー1～5)、図中③はチーム 2 の 5 名(プレイヤー6～10)である。プレイヤーごとに現在時間までの射撃を行った合計時間も表示している。プレイヤーの名前は色分けされており、フィールド

<sup>3</sup> GPS の揺らぎやフィールド画像作成時の誤差により、プレイヤーがフィールドの端付近を移動しているとき、フィールド外に移動の軌跡が表示さ

ドの画像上のプレイヤーの移動の軌跡などと同じ色で表示される。本インターフェースでは、試合開始からプレイヤーの軌跡が徐々に自動的に可視化されていくが、その再生速度は、標準設定では現実時間の 10 倍である。図中④はシークバーとなっており、ドラッグすることで確認したい任意の試合時間へ移動できる。フィールドの描画面をクリックすることで一時停止と再生を切り替えることができる。

図 6 (a) は、図 5 の⑤部分を拡大したものである。試合開始直後のチーム 1 のプレイヤー 5 人分の移動の軌跡が表示されている。チームは全体的に左から右に向かって進行している。赤線がプレイヤー1、青線がプレイヤー2、緑線がプレイヤー3、紫線がプレイヤー4、茶線がプレイヤー5の移動の軌跡である。緑線のプレイヤー3の移動の軌跡に着目すると、試合開始後、円型の遮蔽物を通り、その後、障害物を迂回しながら進行していることが確認できる。図 6 (b) は、図 5 の⑥部分を拡大したものである。チーム 2 の 3 人のプレイヤーの警戒状況と射撃状況が表示されている。水色線プレイヤー8が黄銅線プレイヤー10の背後から射撃を行い、その射撃に伴い紅線プレイヤー9は周囲に敵がいると判断し警戒状態の表示がされていることが確認できる。

## 5. おわりに

本稿では、プレイヤーの移動と射撃に基づくサバイバルゲームの振り返り支援インターフェースを提案した。サバイバルゲームのフラッグ戦を対象とし、プレイヤー全員の移動の軌跡や、警戒状態、射撃状態を俯瞰視点から可視化する振り返り支援インターフェースを試作した。今後、評価実験を行い、提案インターフェースの有効性について検証する。

## 参考文献

- [1] 廣畑賢人, 梶並知記, FPS ゲームにおける視野方向と移動距離に着目したプレイ分析支援, 日本デジタルゲーム学会, pp.96-99, 2018.
- [2] 姜文淵, 山本雄平, 中村健二, 田中成典, 田中ちひろ, 政木英一, 山田貴之, 藤本雄一, 鳴尾丈司, フィールドスポーツのための現場指向型可視化システムの研究開発, 情報処理学会論文誌, Vol.60, No.5, pp.1212-1227, 2019.
- [3] Kono, M., Miyaki, T. and Rekimoto, J., JackIn Airso: Localization and View Sharing for Strategic Sports, VRST '17 Proceedings of the 23rd ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology, Article No.3, 2017.
- [4] 須藤智, サッカー映像からのゲーム分析支援システム, 尚美学園大学芸術情報研究, Vol.14, pp.45-53, 2008.
- [5] "SVGMAP," <http://svg-map.jp/>, (参照 2019-08-02).
- [6] 高橋翔, 長谷山美紀, サッカー映像における試合内容の理解を促すデータの可視化映像情報, メディア学術誌. Vol.70, No.5, pp.722-724, 2016.
- [7] Wallner, G. and Kirglsstein, S., Visualizations for Retrospective Analysis of Battles in Team-based Combat Games – A User Study, CHI PLAY '16 Proceedings of the 2016 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play, pp.22-32, 2016.

れることがある。