

## 選手とボールの位置情報に基づく多視点サッカー映像提示法の検討

岡田 庸佑<sup>†</sup> 宍戸 英彦<sup>‡</sup> 亀田 能成<sup>‡</sup> 北原 格<sup>‡</sup>筑波大学 大学院システム情報工学研究科<sup>†</sup> 筑波大学 計算科学研究センター<sup>‡</sup>

## 1. はじめに

スポーツ現場において映像フィードバックによるパフォーマンス支援の取り組みが進んでいる。野球のバッティング練習では、映像フィードバックが競技パフォーマンスの向上に有効であることが確認されている[1]。従来の映像フィードバックでは、固定視点から撮影した映像を提示するのが一般的だが、そのような撮影では、選手や指導者が入念に観察したい地点（注視点）を十分にカバーできないという問題点がある。

多視点から撮影した映像を計算機内部で統合し、様々な視点からの観察を実現する映像メディア技術の研究が盛んに行われている[2]。スポーツにおいても戦略分析や選手の育成などに活用されることが期待されている。多視点映像の閲覧手法の一つにBullet-Time映像がある。被写体を取り囲むように配置した複数台のカメラで撮影した映像を順番に切り替えながら提示する手法である。撮影した映像をほぼそのまま提示するため、3次元画像処理による映像品質への影響が発生しにくく[3]、映像フィードバックに求められる詳細な観察に適している。

一般的なBullet-Time映像では、静止シーンを対象としているが、スポーツシーンのような動的なイベントの状況を理解するためには、時系列映像情報を対象とする必要がある。本稿では、動的シーンとしてサッカーの試合を取り上げ、Bullet-Time映像を用いた多視点映像提示法について検討する。その際の検討課題は(1)動的に変化する注目点の設定、(2)シーンの観察に適した視点選択とズーム設定、である。

## 2. サッカーを対象とした多視点映像提示法

動的に変化するシーンを対象としたBullet-Time映像の注目点設定について検討する。本稿では、ある時刻において撮影した多視点映像情報からピッチ上の選手とボールの位置を推定し、その情報に基づいた“注視点設定”、“視点選択”、“ズーム選択”処理を提案する。時系列に同様の処理を繰り返すことにより、動的なシ

Multi-view video generation of football game based on positional information of players and ball

Yosuke Okada<sup>†</sup> University of Tsukuba<sup>†</sup>

Hidehiko Shishido<sup>‡</sup> Yoshinari Kameda<sup>‡</sup> Itaru Kitahara<sup>‡</sup>

University of Tsukuba Center for Computational Sciences<sup>‡</sup>

ーンを多様な角度から連続的に観察可能となる。

提案手法の概要を図1に示す。サッカーシーンを複数台のカメラで撮影した映像から物体（選手とボール）の位置を推定する。ここでは、多視点カメラの射影変換行列は事前にキャリブレーションで求められているものとする。ある多視点画像において背景差分処理によって前景領域度を算出し、その値を射影変換行列を用いてピッチ上に配置したボクセルに投票する。同様の処理を全ての多視点カメラについて行った結果、ボクセルデータは前景物体の存在確率となる。ボクセルの値の極値探索処理によって、ピッチ上に存在する物体の位置を推定する。

選手とボールの位置情報を用いて、Bullet-Time映像で対象シーンを観察した場合に状況理解しやすい注視点を設定する。同じく位置情報を用いて、観察視点の選択やズーム選択を行う。

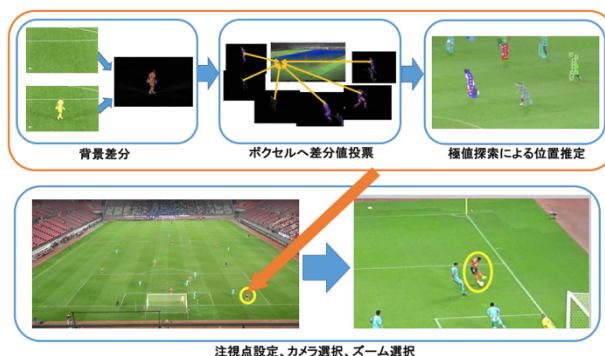


図1 選手とボールの位置情報に基づいた多視点サッカー映像の生成提示

## 3. 選手とボールの位置推定

## 3.1 背景差分法を用いた前景領域度の算出

実際のサッカーシーンでは背景画像撮影が困難なこと、照明条件が時々刻々変化することから、動的背景更新によって背景画像を生成する。具体的には、固定カメラで同一シーンを十分な長さ時間撮影した映像に対して、画素値の時間平均値を計算し背景画像とする。背景差分処理によって、選手やボールといった前景領域らしさ（前景領域度）を求める。

## 3.2 前景領域度の投票

前景領域度からピッチ上での選手とボールの

位置を推定するために、サッカー場のフィールドにボクセルデータを配置し（片側のゴールライン： $x$  軸，タッチライン： $y$  軸，垂直方向： $z$  軸），そのボクセルの各グリッドに各カメラのカメラパラメータを用いて前景領域度を投票する．カメラパラメータは，Structure from Motion (SfM) を用いて推定する．

### 3.3 前景領域度値の極値探索による位置推定

ボクセルに投票した前景領域の極値探索により，選手とボールの位置を推定する．まず，ボクセル全体で極値探索し，1番目の物体の位置を推定する．次にその周辺で別の極値を探索することで，個々の物体の位置を順に推定する．

一つ前のフレームで選出された位置を用いた最近傍探索処理により現フレームで検出された物体との関連付けを行うことで，物体追跡を実現する．極値を求める領域のサイズは，対象となる物体が領域内に収まるサイズに設定する．例えば，選手領域は  $1\text{m} \times 1\text{m} \times 2\text{m}$ ，ボール領域は  $0.6\text{m} \times 0.6\text{m} \times 0.6\text{m}$  の範囲で極値探索を行う．

## 4. 選手とボールの位置情報に基づいた映像生成

### 4.1 注視点設定

推定した選手とボールの位置から注視点を設定する．この処理は観察したい映像に依存するが，例えば，選手一人の動きを詳細に観察したい場合は，注目選手の足元から高さ  $1\text{m}$  地点に注視点を設定する．選手間の連携を確認したい場合は，注目選手二人の中間地点を注視点とする．

### 4.2 視点選択

Bullet-Time 映像の視点切り替えは，現在の視点（始点）から一番近い視点への移動を繰り返すことによって実現される．最終的に視点が移動する先（終点）は，選手やボールの動きが把握しやすい視点に設定する．例えば，カメラの光軸と物体の移動方向のなす角が一定値より大きいカメラの中で物体に一番近いカメラを終点とする．また，視点移動中にボールが常に画面内に収まる視点を選択することも有効である．

なお，サッカーのイベントは，ボールの動きで発生するため，視点移動が始まるタイミングは，ボールの軌道が変わったフレームとする．

### 4.3 ズーム設定

Bullet-Time 映像のズーム値は，観察状況に応じて設定する．例えば，一人の選手を観察したい場合には，注目選手の全身が画像内に収まるように拡大する．複数の選手を観察したい場合には，それらの注目選手とボールが画面内に収まるようにズーム値を設定する．

## 5. 実証実験

2017年9月20日にカシマスタジアムで開催された第97回天皇杯全日本サッカー選手権大会の試合を31台の多視点4Kカメラを用いて撮影した．31台のカメラは光軸がPK地点で交わるように配置されペナルティーエリアをカバーする画角に設定した．背景画像は3分間の動画から生成した．カメラの位置姿勢はVisualSfMを用いて推定した．撮影映像から得点シーン10秒間を切り出し提案手法を適用した．図2に生成映像の一例を示す．選手の動作を多面的に確認可能な映像が生成されていることがわかる．これらの映像によって，注目選手の動作や選手間の連携，ボールとの距離感などのより詳細な観察が可能となると考えられる．

## 6. おわりに

選手やボールの位置情報に基づいて Bullet-Time 映像の注視点設定や視点選択，ズーム設定を行うことにより，多視点映像の効果的な提示法について検討した．注目選手の動作や選手間の連携，ボールとの距離感などのより詳細な観察を可能とすることが期待できる．本研究は科研費（17H01772）の助成を受けたものである．

### 参考文献

- [1] 寺井, 立, “映像フィードバックを用いた練習がバッティング技術に与える影響”, スポーツパフォーマンス研究会 3, pp138-152, 2011
- [2] J. Carranza, C. Theobalt, M. A. Magnor, H. P. Seidel, “Free-Viewpoint Video of Human Actors”, ACM SIGGRAPH 2003, pp1-2, 2003
- [3] 志田, 亀田, 石塚, 辻, 榎本, 山本, 鈴木, 北原, “注釈情報を3次元的にAR提示可能な多視点映像閲覧方式”, 信学技報 MVE MVE2016-62, pp107-112, 2017



図2 生成した多視点映像の一部