

# バレーボール競技におけるラリー開始とスパイク時刻の推定手法の検討

森 富稀<sup>†</sup>澤野 弘明<sup>†</sup><sup>†</sup> 愛知工業大学

## 1 はじめに

バレーボール競技における映像分析は、相手チームの対策や味方チームの見直しに利用される。映像分析ソフトを用いて分析を行う際に分析者は、すべての映像から、プレー開始地点を目視で確認し、プレーシーンで行われるプレーイベント（サーブ、スパイク、レシーブ、トス）などの事象が発生するたびに映像を停止させて、分析ソフトに事象を入力する。そのため、映像分析の実施する時に、分析者の時間的負担がある。

分析者の時間的負担を軽減させるために、Zhangらは、放送用スポーツ映像のカメラが切り替わるという映像上の特徴を用いてシーンの検出を行い、シーンの色特徴に基づいてプレーシーンを検出する手法 [1] を提案している。しかし、カメラの切り替えがない一台のカメラで撮影された映像に Zhang らの手法を適用することができない。Hsu らは、ネット周辺の領域に対してフレーム間差分を行い、スパイクが行われている時刻であるスパイクイベントを検出する手法 [2] を提案している。Hsu らの手法では、選手以外の動きを、スパイクイベントとして過検出する可能性がある。

そこで本稿では、サーブが行われる前に選手の動きが止まるという特徴を用いて、バレーボール競技におけるラリー開始時刻を検出する。スパイク時刻の推定では、選手以外の動作で過検出させないために、選手を検出し、スパイクイベントを学習させたモデルを構築して、スパイク時刻を推定する手法を提案する。

## 2 提案手法

### 2.1 ラリー開始推定手法

本節では、ラリー開始推定手法について述べる。本手法では、サーブ前に選手はポジション移動を行っていけないため、サーブ前に、選手の動きが止まる特徴を用いて、ラリー開始時刻を推定する。まず、基準フレーム  $F$  とフレーム  $F-1$  との差分画像を生成する。差分画像に対して二値化を行い、1秒あたりの白画素の平均を算出をする。算出した1秒間隔の時系列グラフに対して、ノイズを軽減させるために最小二乗平滑

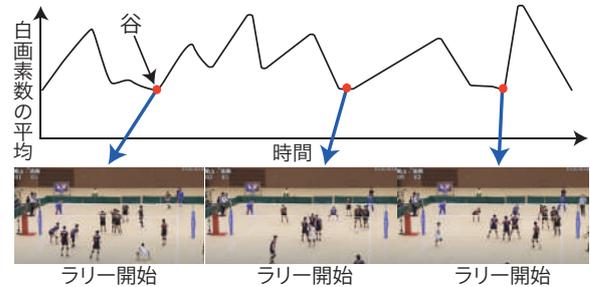


図 1: 変化量における谷の模式図

化フィルタを用いて平滑化を行う。ラリーの間は、選手の移動量が小さくなるため、時系列変化から図 1 に示すように谷をラリー開始の時刻として推定する。

### 2.2 スパイク時刻推定手法

本節では、スパイク時刻を推定する手法について述べる。まず、深層学習を用いて選手検出を行う。ジャンプを含むプレーイベントでは、映像においてネットより上に映る選手の矩形の領域が大きくなり、イベント後に小さくなる。そのため図 2 に示すように、プレーイベントの発生前後で、矩形の面積総和にピークが発生する。このピークをネット上のプレーイベントとして定義して、検出する。以降、ネット上のプレーイベントをプレーイベントと扱う。つぎにプレーイベントから、スパイクイベントを推定する。目視でプレーイベントが検出されたフレーム画像に対して、スパイクが行われているか、いないかでラベルを付与してラベリングする。ラベリングを行ったスパイクイベントのデータセットを用いて、AutoML サービスである Roboflow[3] 用いて画像分類モデルを作成する。分類モデルを用いて、検出されたプレーイベントからスパイクを推定する。

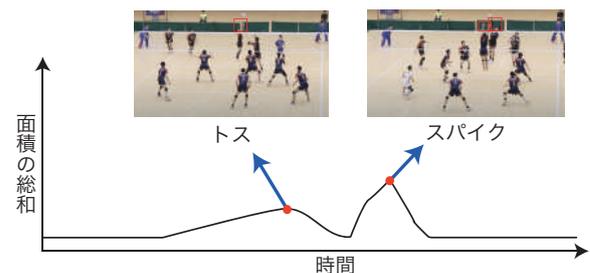


図 2: 人物検出における矩形面積のピークの模式図

A Study on Estimation Methods of Rally Start and Spike Timing in a Volleyball Video.

Fuki Mori<sup>†</sup>, Hiroaki Sawano<sup>†</sup>

<sup>†</sup>Aichi Institute of Technology

表 1: ラリー開始推定の結果 (ラリー回数: 199 回)

正推定	過推定	未推定	適合率	再現率
145	54	0	0.73	1.00

表 2: スパイク時刻推定の結果 (イベント回数: 40 回)

正推定	過推定	未推定	適合率	再現率
32	8	17	0.80	0.65

### 3 実験と考察

本節では実験と考察について述べる。まず、提案手法を用いたラリー開始推定結果について述べる。本実験の入力には、単一のカメラで撮影した映像 [4] を使用した。提案手法で推定したラリー開始フレームを目視で確認して、ラリー開始地点であった場合を正推定、目視で確認して、ラリー開始地点でなかった場合を過推定、目視で映像を確認して、ラリー開始地点が推定されない場合を未推定とした。表 1 に示すように、ラリー 199 回の中で正推定は 145 回、過推定は 54 回、未推定は 0 回、適合率は 0.73、再現率は 1.00 であった。過推定の原因は、図 3 に示すように試合の合間に存在する片づけや試合の準備などの選手が存在しない場面や、トスを行う瞬間に選手の動きが止まることにより、ラリー開始と過推定されてしまう場面が確認された。

つぎに、提案手法を用いたスパイク時刻推定手法の結果について述べる。本実験の入力には、先ほどと同一条件の映像を使用した。提案手法で推定したスパイク開始時刻を目視で確認して、スパイク開始時刻である場合を正推定、目視で確認して、ラリー開始時刻と異なる場合を過推定、映像を目視で確認して、スパイク開始時刻が推定されない場合を未推定とした。表 2 に示すように、スパイクイベントが 40 回あり正推定は 32 回、過推定は 8 回、未推定は 17 回、適合率は 0.80、再現率は 0.65 であった。過推定の原因は、図 4 に示すように、トスをしている選手がスパイクを行っているときと誤推定されてしまう場面が確認された。未推定の原因は、スパイク選手のジャンプが低くネット上まで届いていない場合や、画像分類モデルの精度が原因でスパイクでないときと誤分類されてしまう場面が確認された。

### 4 おわりに

本稿では、バレーボール競技におけるラリー開始と、スパイク開始時刻を推定する手法を提案した。ラリー開始推定手法は、未推定が 0 回であったため、ラリー開始時刻を推定することができた。しかし、トスを行う瞬間に選手の動きが止まることにより、ラリー開始と過推定されてしまうことが確認された。スパイク時



図 3: ラリー開始推定の過推定例



図 4: スパイク時刻推定の過推定例

刻推定手法は、スパイクが行われていないような場面でもスパイクが行われていると誤分類されてしまうことが確認された。そのため今後の課題として、ラリー開始推定手法の過推定の改善手法の検討と、スパイクイベント画像分類モデルの精度向上が挙げられる。

### 謝辞

本研究は JSPS 科研費 22K11619. の助成を受けたものです。

### 参考文献

- [1] Z. Weigang, Y. Qixiang, X. Liyuan, and G. Wen, “Un-supervised Sports Video Scene Clustering and Its Applications to Story Units Detection”, *Proc. SPIE*, Vol. 5960, Doi: 10.1117/12.631389 (2005)
- [2] C. C. Hsu, H. T. Chen, C. L. Chou, and S. Y. Lee: “Spiking and Blocking Events Detection and Analysis in Volleyball Videos”, *IEEE Int’l Conf. on Multimedia and Expo*, pp. 19–24 (2012)
- [3] RoboFlow: <https://roboflow.com/> (confirmed in Jan. 2024)
- [4] YouTube: “GoGo Sports!” <https://www.youtube.com/@gogosports8969> (confirmed in Jan. 2024)