

## コート情報に基づくバレーボール映像の鑑賞支援とラリー解析

板摺 貴大<sup>†</sup> 福里 司<sup>†</sup> 山口 周悟<sup>†</sup> 森島 繁生<sup>‡</sup><sup>†</sup>早稲田大学 <sup>‡</sup>早稲田大学理工学術院総合研究所 / JST ACCEL

## 1 はじめに

スポーツ映像鑑賞は世界中の人々に親しまれている娯楽である。しかし、バレーボール映像は試合時間が長いので、限られた時間の中で観たい試合全てを視聴することは非常に困難である。この問題を解決するため、我々はバレーボール映像を効率的に鑑賞する手法を提案する。

バレーボールと類似したスポーツであるラケットスポーツ映像において、ラリーシーンが重要なシーンであると仮定し、要約映像を生成する手法が提案されている [1, 2]。Liu らの手法は、動画毎に冒頭の三十分程度の音声情報についてラベリングする必要があるため、実用性に欠ける。また Kawamura らの手法は全自動で要約映像が生成できる反面、ラケットスポーツ映像のラリーシーンが固定カメラで撮影されることを前提としている。その結果、バレーボール映像のように移動カメラで撮影される映像には適用することができない。これらの問題点に加えて、これらの手法は音量、音高、ラリーシーンの長さといった情報のみを用いているため、試合の内容を考慮することが困難である。

そこで我々は、コート情報に基づいて、移動カメラで撮影されるバレーボール映像において、試合内容を考慮した鑑賞支援システムを提案する。提案手法は、(1) ラリーシーンにはコートが撮影されることと (2) カメラはボールに追従して動くことに着目しており、試合映像からラリーシーンを検出した後、コート情報に基づいた映像要約と映像検索を行う。またラリーを解析することによって、コート情報に試合内容が含まれることを確認する。

## 2 コート検出・追跡

Farin ら [3] は、予め用意したコートモデルを用いて、スポーツ映像におけるコート検出手法を提案した。こ

の手法の具体的な手順は、構造テンソルの固有値を用いてコート線候補ピクセルを抽出し、これとコートモデルの重なり度が閾値以上かつ最大となる射影行列を算出する。しかし、コート線候補ピクセルにノイズが多く残ることと、カメラ歪みを無視していることが問題点として挙げられる。

そこで、我々は (1) 確率的ハフ変換を反復的に適用し、長さと連続性に対して制約を設けることによって、ノイズに頑健なコート線候補ピクセル抽出を行う。次に、(2) ガウシアンフィルタを用いてスコアマップを生成し、コート線からの距離に応じたスコアでフィッティングを評価することで、カメラの歪みに頑健なフィッティングを行う。

コート追跡においては、前フレーム情報から射影行列を予測する。この行列を用いて、現在フレームにおけるコート線候補ピクセルをコートモデルに逆投影する。コートモデルとの誤差を Levenberg-Marquardt 法を用いて最小化し、現フレームでの最適な射影行列を算出する。

## 3 ラリーシーン検出

我々は、コートが撮影されるショットをラリーシーンとして検出する。具体的な手順としては、映像をショット単位に分割し、Zhang ら [4] の HSV ヒストグラムに基づいた教師なしクラスタリング手法を適用する。次に、クラスタ群からラリーシーンを含むクラスタ（ラリークラスタ）を判定する。ここで、ラリーシーンには必ずコートが撮影されることに着目し、各ショットの中心フレームに対してコート検出を行う。コートの検出率が高いクラスタをラリークラスタと判定する。ただし、ラリークラスタ内には HSV ヒストグラムが類似するラリー以外のシーンが存在する可能性がある。そこで、ラリークラスタ内の各ショットの複数フレームに対して、再度コート検出を行うことでラリーシーンの選別を行う。

## 4 鑑賞支援

我々は、鑑賞支援の一手法として映像要約と映像検索を提案する。ここで、コートはワールド座標系では移動しないことと、ラリーシーンにおけるカメラワーク

Court-based browsing support and rally analysis in volleyball video

Takahiro ITAZURI<sup>†</sup>, Tsukasa FUKUSATO<sup>†</sup>, Shugo YAMAGUCHI<sup>†</sup>, and Shigeo MORISHIMA<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>Waseda University

<sup>‡</sup>Waseda Research Institute for Science and Engineering / JST ACCEL

はパンのみであることから、カメラワークとしてコート  
の中心位置の推移を利用することができる。さらに  
「コートの位置情報に試合内容が含まれる」と仮定す  
る。このことについてはラリー解析で述べる。映像要  
約では、各ラリーシーンの重要度を計算し、視聴した  
い時間内に収まるように重要度に閾値を設定し、閾値  
以上の重要度を持つラリーシーンのみで構成される映  
像を要約映像として生成する。  $r$  番目のラリーの重要  
度  $I_r$  は、コート中心の総移動量  $m_r$ 、平均移動速度  $v_r$ 、  
ラリーの時間長さ  $l_r$  の重み付き線形和によって定義す  
る（今回は全て重みを1とする）。その一方、映像検  
索の手順としては、コート中心位置の推移の類似度を  
動的時間伸縮法によって算出し、最も類似しているラ  
リーシーンから順番に複数のラリーシーンを提示する。

### 5 ラリー解析

ここでは、「コートの位置情報に試合内容が含まれる」  
という仮定について言及する。ラリーシーンがボール  
に追従して撮影されることから、コートの位置情報は、  
(1) カメラワークとして利用できることと、(2) ボール  
の大域的な推移の情報が含まれることがわかる。実際  
に、コートの中心位置が画像中心をまたぐときはボール  
のリターンが行われ、画像中心付近で留まっている  
ときはネット付近でプレイが行われている（図1）。以  
上のように仮定が正しいことが確認できる。

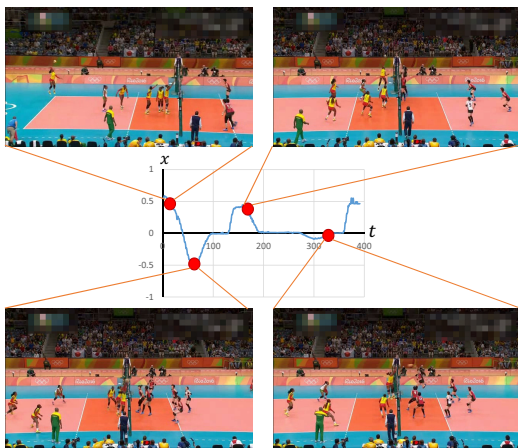


図 1: ラリー解析

### 6 結果と考察

三種類のバレーボール映像における、提案手法のラ  
リーショット検出精度を表1に示す。カメラが激しく移  
動するバレーボール映像に対して、高い精度のラリー  
ショット検出を実現した。映像要約では、重要度の高  
いラリーに「激しく長いラリー」、重要度の低いラリー  
に「短いラリー」が多く含まれていた。しかし、バレー

ボールの試合において重要なポイントであるサービス  
エースとサービスミスが、我々が定義した重要度では  
区別することができないという問題点があった。これ  
は、得点情報を考慮することで区別することができる。  
また元映像の20%前後の時間で全てのラリーの視聴が  
可能となった。一方、映像検索の結果、ラリー回数が  
同じラリー同士が非常に類似していると評価される傾  
向があった。しかし、ラリー回数が同じであっても、得  
点したチームが異なる場合もあった。この点に関して  
も、先程と同様に得点情報を考慮することに加え、視  
聴者がどのような部分を見て類似していると判断して  
いるかを考慮したい。

表 1: ラリーシーン検出精度 (P: Precision, R: Recall, F: F-measure)

入力映像	P	R	F
バレーボール1	1.000	0.924	0.960
バレーボール2	1.000	0.903	0.949
バレーボール3	0.993	0.834	0.907

### 7 まとめと今後の課題

本手法では、バレーボール映像の鑑賞支援手法とし  
て、コートの情報に基づいたラリーシーン検出手法と  
映像要約・検索手法を提案した。今後の課題として、得  
点情報や視聴者のユーザテストによって、より試合内  
容を考慮できる鑑賞支援の検討が挙げられる。

### 謝辞

本研究の一部は、JST ACCEL の支援を受けた。

### 参考文献

- [1] Kawamura et al.: RSVIEWER: An Efficient Video Viewer for Racquet Sports Focusing on Rally Scenes, *Proc. 11th Int. Joint Conf. on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications*, vol. 2, pp. 249-256 (2016).
- [2] Liu et al.: A Framework for Flexible Summarization for Racquet Sports Video Using Multiple Modalities, *Computer Vision and Image Understanding*, vol. 113, no. 3, pp. 415-424 (2009).
- [3] Farin et al.: Robust Camera Calibration for Sport Videos using Court Models, *Proc. SPIE Storage and Retrieval Methods and Applications for Multimedia*, vol. 5307, pp. 80-91.
- [4] Zhang et al.: Unsupervised sports video scene clustering and its applications to story units detection, *Proc. SPIE Visual Communications and Image Processing*, vol. 5960, pp.446-465 (2005).