

ラケットスポーツ動画の構造解析に基づく 映像要約と鑑賞インタフェースの提案

河村 俊哉[†] 福里 司^{††} 平井 辰典[†] 森島 繁生^{†††}

[†]早稲田大学 ^{††}早稲田大学/JST ^{†††}早稲田大学理工学術院総合研究所/JST

1. はじめに

ラケットスポーツは世界中の人々に親しまれており、テレビやウェブ上で手軽に鑑賞されている。一方で、動画鑑賞に費やすことのできる時間で、ラケットスポーツのような長い試合の動画を多く鑑賞することは現実的でない。一試合を短時間で鑑賞する一般的な方法としてウェブ上の人手で作成されたハイライト動画の鑑賞があるが、ハイライト動画のラリーは作成者の主観で選出されているため、鑑賞時間や観たいラリーと合致するとは限らない。また、現存するハイライト動画は一部の動画のみで作成されているため、多くの試合は一試合全てを鑑賞しなければならない。そこで本研究では、試合内容を把握できるラリーシーンを基にしたラケットスポーツ動画の要約手法と要約時間の指定のみで重要なラリーを鑑賞できるインタフェースを提案する。本インタフェースにより、ユーザはラケットスポーツ動画の重要度に基づきインタラクティブな映像要約が可能となる。

2. ラリーシーン検出と重要度評価

本研究では、Liu ら^[1]が提案したラケットスポーツ動画の要約手法に基づき、重要なラリーシーンの自動検出を目指す。従来のラリーシーン検出法には Liu らの SVM による音声情報の教師あり学習を用いた手法や色特徴を用いたコート検出手法、homography 変換を用いた手法がある。しかし、いずれの手法も動画を一部鑑賞し、視聴者自身が情報を付与する必要があるので、全自動の要約ができない。そこで本研究では、学習をせずにラリーシーンの検出及び重要なシーンの定量的な評価を行う。

2.1 ラリーシーン検出

ラケットスポーツを対象とした要約を実現するため、Liu らの手法に倣い、試合内容を把握できる重要なシーンをラリーシーンと仮定し検出する。そこで本研究では、Liu らの手法にある類似ショットのクラスタリングとラリーシーンの画像特徴量を新たに用いることで、学習を

せずにラリーシーンを検出する手法を提案する。手順としては、初めに Shiguo ら^[2]のピクセル差分、ヒストグラム差分、ブロックマッチングを用いたショット分割した動画に対し、類似ショット毎にクラスタリングする。次に、各クラスタを構成するショットがラリーシーンであるかを判別するために、動画中のカメラワークに着目する。ラリーシーンではカメラが固定されていることが多く、その他のシーンはカメラや被写体が大きく動く傾向があった。その点に注目して各ショットの平均画像を生成すると、ラリーシーンはコートの白線が残り、その他のショットはぼやけた画像になる。そこで、白線の有無を判別するため、各平均画像に対してエッジ検出と白色検出を行った後、Hough 変換によって白線の有無を検出する。この結果、白線を含むショットの多いクラスタに属するシーンをラリーシーンと判定する。

2.2 ラリーシーンの重要度評価

検出したラリーシーンの中で視聴者が重要と感じるシーンを、主観評価実験による値を基にした評価関数により判定する。評価方法としては、各ラリーのショットの長さ $L(s)$ 、ラリー後に現れる平均ピッチ $P_{mean}(s)$ 、平均音量 $V_{mean}(s)$ を用いる。以上三つの特徴量を標準化し、式(1)のように結合した評価関数を用いてラリーシーンの重要度を決定する。

$$R(s) = \alpha V_{mean}(s) + \beta P_{mean}(s) + \gamma L(s) + \delta \quad (1)$$

ここで、重み係数は事前実験によりラリーの面白さを段階評価した値を目標値として、ラケットスポーツの種目毎に重回帰分析により算出した値を用いる。

3. 実験結果と考察

3.1 ラリーシーン検出精度評価

精度評価のため、Liu らの動画の一部を学習するラリーシーン検出法との比較実験を行った。実験には、全 962 ショットに対し 192 ショットのラリーを含むテニス(クレーコート)動画を用いた。その結果を表 1 に示す。この結果、本手法は学習を用いずに Liu らの手法と同等の精度を持つことが確認できた。また、テニス(ハードコート)、バドミントン、卓球動画における本手法の検出結果(表 2)から、本手法は全動画の Recall が高く、ラケットスポーツにおいて有用な映像要約手法であるといえる。

“Racquet Sports Video Summarization and Viewing Interface Based on Content Analysis”

[†] Shunya KAWAMURA, Tatsunori HIRAI, Waseda University

^{††} Tsukasa FUKUSAITO, Waseda University/JST

^{†††} Shigeo Morishima, Waseda Research Institute for Science and Engineering/JST

表 1. ラリーシーン検出精度の比較

	Precision[%]	Recall[%]
Liu ら ^[1] の手法	90.0	98.4
提案手法	90.0	98.4

表 2. 提案手法によるラリーシーン検出精度

	Precision[%]	Recall[%]
テニス(ハード)	98.1	100
バドミントン	94.9	100
卓球	64.2	100

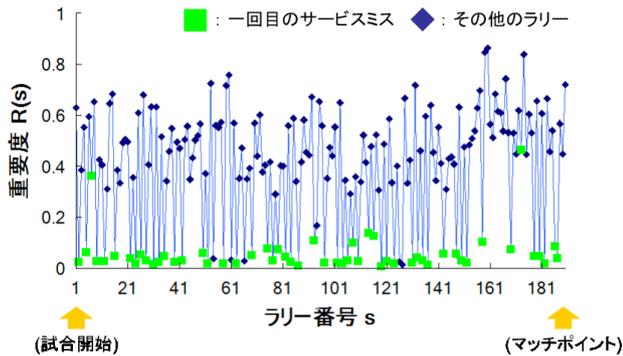


図 1 テニス(クレイコート)の重要度評価結果

3.2 ラリーシーンの重要度評価

図 1 にテニス(クレイコート)動画に対する重要度評価結果を示す. テニス動画を対象とすると, 重要でないと計算されたラリーのほとんどは, 一回目のサービスミスであった. この結果, ラリーシーンの重要度を付与できたといえる.

4. 鑑賞インターフェースの提案

本手法を用いたラケットスポーツ動画の効率的な鑑賞を支援するためのインターフェースを提案する(図 2). 本インターフェースでは, 重要なラリーシーンのみを指定した時間内で鑑賞できる. ユーザはラケットスポーツ動画への関心の変化に応じ, 鑑賞中にラリー数や総時間を調整することで, インタラクティブな映像要約が可能となる. また, 要約のみに留まらず, 更なる効率的な鑑賞を行うため, 高速再生による鑑賞機能も付与した.

4.1 高速再生による効率的な鑑賞方法の提案

抽出したラリーシーンを更に効率的に鑑賞することを目的とした高速再生による鑑賞方法について述べる. ラケットスポーツ動画において, リプレイシーンではラリー内の全打球ではなく最後数打のみが再生される傾向があった. また, ラケットスポーツ動画は高速再生時でも内容を把握しやすい. これらの特徴を考慮し, 重要な最後数打(t 秒間)のみ通常再生し, その他を高速再生(n 倍速)で鑑賞する機能を実装した.

表 3. 要約映像の鑑賞時間の一例

	時間[s]	圧縮率[%]
入力動画	6508	—
提案手法 ($n = 2$ 倍速)	836	12.8
提案手法 ($n = 3$ 倍速)	721	11.1



図 2 鑑賞インターフェース

4.2 高速再生手法による鑑賞時間の評価

テニス(クレイコート)動画に対し, 3.2 節の重要度評価結果に基づきサービスミスを除く可能な閾値($R_{th} = 0.2$)を与え, 重要でないラリーを除いて要約映像を生成した. さらに, 前節で述べた鑑賞方法によってシーン冒頭を n 倍速, 最後 $t = 5$ 秒間を通常再生して鑑賞した場合の鑑賞時間を表 3 に示す. 本手法により, 試合内容の重要な情報を保持したまま効率的な鑑賞が可能となった.

5. まとめと今後の課題

本稿ではラケットスポーツ動画特有の特徴に着目し, ラリーシーンの特定及び重要度を評価する要約手法を提案した. また, 要約手法を用いた鑑賞支援のためのインターフェースについても提案した. 本手法にリプレイシーンなど動画内の特定シーンを検出する手法や各ラケットスポーツのプレーを検出する手法を組み合わせることで, より視聴者の嗜好に沿った要約映像を鑑賞できると考えている. 今後さらにラリーの内容を考慮して鑑賞するラリーの選択やラリー以外のシーンの選択ができるインターフェースの実現を目指したい.

謝辞 本研究の一部はJST CREST「OngaCREST プロジェクト」の支援を受けた.

参考文献

- 1) Chunxi L., et al, A framework for flexible summarization of racquet sports video using multiple modalities, *Computer Vision and Image Understanding* 113, pp.415-424, 2009.
- 2) Shiguo L., et al, Efficient Temporal Segmentation for Sports Programs with Special Cases, *Advances in Multimedia Information Processing - PCM 2010*, pp.381-391, 2010.