

スポーツ映像の二段階カット検出と自動構造化

Two Stage Cut Detection and Automatic Structuring of a Sport Video

森田 裕士[†], 椋木 雅之[†], 浅田 尚紀[†]

Yushi Morita, Masayuki Mukunoki and Naoki Asada

1. はじめに

近年、膨大な映像データが入手可能となり、映像の編集や構造化など、高度なハンドリング手法が注目されている。それらの処理で基本となるのが、1台のカメラで連続撮影された区間(ショット)である。ショットを切り出すカット検出の自動化が研究されている [1][2]。しかし、スポーツ映像で多用されるディゾルブ、ワイプ等の特殊カットの検出は困難であった。文献 [3] では、特殊カットに対処する手法を提案しているが、特徴量として、画素値を用いているため、スポーツ映像において数多く観測されるカメラや被写体の激しい動きを、カットとして誤検出することが多い。

また、従来の映像ハンドリング研究では、処理により得られたデータの記述方法については、ほとんど言及しておらず、データの流通性、汎用性、再利用性が低かった。さらに、映像を閲覧するためのインタフェースも考慮されていなかった。

本研究では、手法 [3] を改良し、特殊カットを検出するための処理を加えた二段階の判定を行うことにより、映像が瞬時に切り替わる瞬時カットだけでなく、ディゾルブやワイプ等の特殊カットも高い精度で検出する手法を提案する。また、文献 [4] の手法を利用することで、スポーツビデオを自動的に構造化し、MPEG-7方式で記述すると共に、映像を閲覧するためのインタフェースを自動生成する。

2. 二段階判定によるカット検出

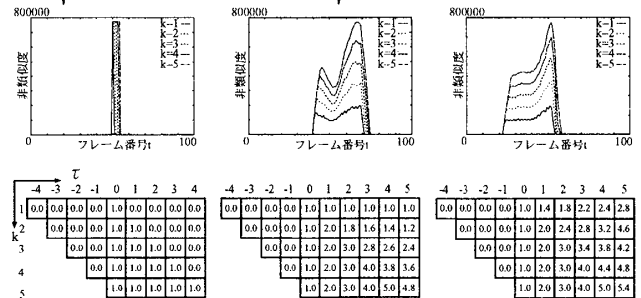
提案する手法では二段階の判定によりカットを検出する。まず、 k フレームの間隔をおいた2枚のフレーム間で非類似度を計算する。複数スケール ($k = 1, 2, \dots, K$) に対して得られた非類似度がカットに特有の変化を示すとき、その点をカット候補とする。次に、その候補に対してカットの種類に応じた検証処理を行うことによりカットを検出する。候補の検出においては、検出もれが少なくなるよう、検証処理においては、誤検出を減らすよう処理のパラメータを設定することにより、検出もれ、誤検出が共に少ない結果を得る。

一段階目の処理として、カメラや被写体の激しい動きにロバストであるヒストグラムを特徴量として利用し、 t フレームにおける $t+k$ フレームとの非類似度 $d^k(t)$ を式 (1) により計算する。ここで、 h_i^t は t フレーム中の濃淡レベル i の画素の頻度である。

$$d^k(t) = \sum_{i=0}^{255} |h_i^t - h_i^{t-k}| \quad (1)$$

$d^k(t)$ は、カット付近で特有の変化を示す。そこで、2枚の静止画から生成した瞬時カット、特殊カットのモデル映像から、それぞれの特徴を表すテンプレートを作成する(図1)。テンプレートと処理対象映像との正規化相互相関係数 $c(t)$ を式 (2) により計算し、この値が一定値以上であれば、カット候補とする。ここで、 $d^k(t+\tau)$ はテンプレートの値、 S は時間方向及びスケール方向のテンプレートの範囲、 μ 、 $\bar{\mu}$ はそれぞれ $d^k(t)$ 、 $d^k(t)$ のテンプレート範囲での平均値である。

$$C(t) = \frac{\sum_{(\tau,k) \in S} (d^k(t+\tau) - \mu)(\bar{d}^k(\tau) - \bar{\mu})}{\sqrt{\sum_{(\tau,k) \in S} (d^k(t+\tau) - \mu)^2} \sqrt{\sum_{(\tau,k) \in S} (\bar{d}^k(\tau) - \bar{\mu})^2}} \quad (2)$$



(a) 瞬時カット (b) 特殊カット1 (c) 特殊カット2

図1: 非類似度 $d(t)$ の特徴とテンプレート

二段階目の処理として、瞬時カット、ディゾルブ、ワイプのそれぞれについて、カットの種類に応じた検証を行う。瞬時カットについては隣接フレームの非類似度をもとに判定する。ディゾルブについては、切り替えの中間フレームの各画素値は、切り替え前後の2フレームの画素値の平均に近くなることを利用し判定を行う(図2)。ワイプについては、上下・左右方向の変化を考慮した、十字の窓領域を設定し、切り替え中の隣接フレーム間の窓領域内の非類似度が一度だけ大きい値を示すことを利用し判定を行う(図3)。

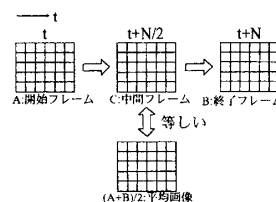


図2: ディゾルブの判定

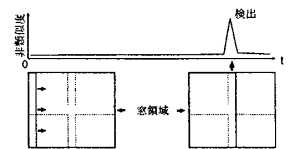


図3: ワイプの判定

[†]広島市立大学大学院 情報科学部 知能情報システム工学科

3. スポーツ映像の自動構造化

本研究では、自動検出したカットの情報を文献 [4] で提案されている手法に与え、映像の構造化を行う。構造化した結果はメタデータとして MPEG-7 で記述する。これにより構造化データの再利用性が高まり、シーンの検索やアクセスが容易となる。インタフェースには、Web ブラウザを利用する。各区間の先頭画像、開始フレーム番号、終了フレーム番号を表示し、マウスでボタンをクリックすると映像区間が再生される。また、上位、下位の階層に移動し、映像を異なる詳細さで一覧することができる (図 4)。



図 4: インタフェース

4. 実験と評価

4.1 カット検出手法の評価

スポーツ映像に対するカット検出の性能を従来手法 [3] と比較した。表 1 に結果を示す。実験では、それぞれの手法において再現率、適合率が近い値となるよう閾値を調整した。

表 1: スポーツ映像での比較

	本手法	従来手法
再現率	92.6 % (627 / 677)	69.0 % (467 / 677)
適合率	87.9 % (627 / 713)	77.7 % (467 / 601)

本手法はどちらの率も従来手法より向上している。特徴量をヒストグラムにすることで、カメラや被写体の激しい動きによる影響を少なくすることができた。また、二段階判定により、検出もれを減らすことに伴う誤検出を減らすことができ、結果的に検出もれ、誤検出の両方を減少することができた。

次に、二段階で判定を行うことの有効性の評価を行うために、一段階目のみ、及び二段階目のみによるカット検出実験を行った (図 5)。× は単一の手法、+ はそれらを組み合わせた本手法の結果を表す。

図 5 より、一段階目のみ、二段階目のみ共に適合率が高くなると、再現率が著しく低下していることが分かる。一方、これら 2 つの手法を組み合わせることにより、再現率、適合率共に、各段階のみの結果より大きく向上しており、二段階判定の有効性が確かめられた。

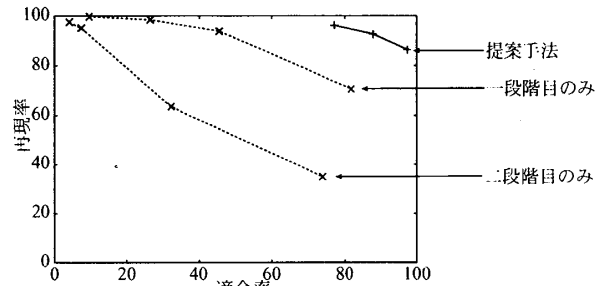


図 5: 二段階判定の評価

4.2 構造化の適用

人手で与えたカットの正解を用いた構造化と本手法の自動カット検出結果を用いた構造化の比較実験を行った。構造化処理により得られた第一階層の映像区間について、構造化精度を求めた結果を表 2 に示す。

表 2: 構造化結果 (第一階層)

	手動	自動
構造化精度	68.9 % (73 / 106)	84.7 % (94 / 114)

カットの再現率、適合率を変化させながら評価したところ、自動カット検出を用いた構造化は、カットの正解を用いた場合と同等以上の結果であった。このことから、自動カット検出は、構造化に適用可能であるといえる。

5. おわりに

本研究では、カット検出の自動化、それを利用したスポーツ映像の構造化、MPEG-7 記述、インタフェースの自動生成を試みた。カット検出において、複数スケール比較によりカット候補を検出し、その候補に対してカットの種類に応じた検証処理を行う二段階判定によりカットを検出する手法を提案した。これにより、一段階目で検出もれの少ない候補を得て、二段階目で誤検出を減らすことが可能となった。また、カット検出によって得られた結果を利用したスポーツ映像の構造化が、カットの正解を与えた場合と同等以上の精度であることを実験により示した。

今後の課題としては、新たな特徴量の提案や、カットの種類に応じたより精密な検証処理による、さらなるカット検出精度の向上などがあげられる。

参考文献

- [1] 鈴木 賢一郎, 中嶋 正臣, 坂野 鋭: “識別的な手法に基づく映像データからのカット検出法”, 通信技報, TECHNICAL REPORT OF IECE. IE2001-27, PRMU2001-47 MVE2001-26, pp63-70.
- [2] 金子 敏充, 堀 修: “ゆう度比検定を用いた MPEG ビットストリームからの動画像カット検出法”, 信学論, vol.J82-D-II, no.3pp361-370, 1999.
- [3] 谷口 行信, 外村 佳伸, 浜田 洋: “映像ショット切換え検出法とその映像アクセスインタフェース”, 信学論, vol.J79-D-II, no.4pp538-546, 1996.
- [4] 椋木 雅之, 寺尾 元宏, 池田 克夫: “カット構成の規則性を利用したスポーツ映像のプレイ単位への分割”, 信学論, vol.J85-D-II, no.6pp1016-1024, 2002.