

彩度を利用した統計的シーン切り替わり検出法

伊藤 弘仁 飯倉 道雄 伊原 征治郎

日本工業大学工学部[†]

1. はじめに

近年、デジタル・ビデオ・データをライブ配信することが可能になってきたため、リアルタイムでのビデオ・データ編集技術の必要性が高まっている。ビデオ・データの圧縮転送において、シーン切り替わりの検出は重要であると考えられる。シーン切り替わり時には、前後のフレームで画像が大きく変化するため、差分圧縮の圧縮率が低下し、ネットワーク負荷が増大する。また、ビデオ・データはシーンごとに利用されることが多いため、効率の良いシーン切り替わり検出の研究が行われている。現在研究されているシーン切り替わりを検出する方法として、画像の色強度を用いた発見的手法によるものが挙げられる。この手法は、シーン切り替わりを検出するために、ビデオ・データを一旦サーバ等に格納するので、リアルタイムでのシーン分割は困難である。ライブ配信されるビデオ・データをリアルタイムに処理し、シーンごとに配信を行うことにより、データ転送の効率的な配信が可能になると考えられる。そこで、シーン切り替わりを彩度変化に注目した検出方法を検討したので報告する。

2. 彩度を利用したシーン切り替わり検出法

デジタル・ビデオは複数のシーンから構成され、1つのシーンは何枚かの類似したフレームから成る。デジタル・ビデオ・データは、一般にデータ圧縮処理を行った状態でビデオ・クライアントに転送される。連続するフレーム間での差分圧縮を行うため、フレームの類似の度合いによって圧縮されたデータの量が変化する。フレーム間でシーンが切り替わると類似度が低くなり、圧縮率がいちじるしく低下するので、フレーム間の類似度判定を行ってシーン切り替わりを検出する必要がある。

実験に使用したデジタル・ビデオは、毎秒 15 フレームで構成されており、総再生時間は 30 秒である。1 フレームは、160 × 120 画素の静止画像である。このデジタル・ビデオの中には、フェードアウトやカメラのストロボ発光を含むシーンが存在する。実験は 1 フレーム全体の彩度の平均をとる検出法(2-1)と、横 1 ラインごとに彩度の平均をとる分散分析をする検出法(2-2)について行う。実験では以下の彩度変換式を用いて彩度を得た。

$$S = \frac{c_{\max} - c_{\min}}{c_{\max}}$$

$c_{\max} = \text{maximum}(\text{RGB})$

$c_{\min} = \text{minimum}(\text{RGB})$

ただし、 $c_{\max} = 0$ のとき $S = 0$

2-1 1 フレーム全体の平均をとった場合におけるシーン切り替わり検出法

静止画像の各フレーム、それぞれ 19200 ピクセルから、RGB (Red, Green, Blue: 光の三原色) 値を取得し、各成分の平均値を得る。次に、取得した値を彩度に変換し、1 フレームの彩度を取得する。その彩度を用いて対象のフレームと、隣り合うフレームの彩度を比較し、求めた差と 1 つ前のフレームとの彩度変化の比率を算出する。算出した値が、一定のしきい値を超えた場合を切り替わりであると考え、シーン切り替わりとして検出を行う。

2-2 分散分析によるシーン切り替わり検出法

各フレーム 1 ピクセルごとに RGB 成分を取得し、彩度を得る。各フレームの横に連続するピクセル列をラインとし、ライン上の彩度の平均を求め、120 個のデータを得て、隣り合うフレームと分散分析をし、分散比を取得する。取得した分散比が危険率 1% で有意である場合をシーン切り替わりとして検出を行う。

3. 実験結果

1 フレーム全体の平均をとった場合と、分散分析によるシーン切り替わり検出数を比較したも

Statistical Detection of Video Scene Breaks
Using Saturation data
Kohji Itou, Michio Ikura, Seiji Iihara
Nippon Institute of Technology

のを表 1 に示す．1 フレーム全体の平均をとった場合の検出では，しきい値を 25%と定めたとき，過剰検出および，未検出を含む誤検出と判断できる場所は 28/454 フレームあった．これは全体の 6.16%程度であり，分散分析の検出法より過剰検出を約半分に抑えることができた．分散分析の検出法では，過剰検出こそ多かったが，シーン切り替わりの 75%を検出することができた．

図 1 はフェイドアウトしているシーンでの，各手法の測定値を示したものである．1 フレーム全体の平均をとった場合では，徐々にフレーム全体が黒くフェイドアウトされるため，RGB 各成分の差が小さくなり，わずかな差で彩度変化の比率が大きく変化してしまう．

図 2 はストロボシーンにおける RGB 各成分と彩度を示したグラフである．ストロボが発光すると，フレーム全体が明るくなるので，RGB 各成分が急激に上昇していることが分かる．また，R 成分，G 成分に比べ B 成分が過剰に反応していることが確認できる．そのために RGB 各成分の差が小さくなり，彩度が急激に小さくなっていることも確認できる．

4. 考察

今回用いた 2 種類の検出法では，未検出のフレームが多くあり，1 フレーム全体の平均をとった場合の検出法と分散分析による検出法では 9 箇所と 5 箇所の未検出があった．そのうちの殆どが屋外から屋外へのシーン切り替わりであり，原因として考えられることは背景が類似していることが挙げられる．いずれも曇り空であったり，ビルの前であったりと灰色の背景が目立ったためと考えられる．

過剰検出について分散分析による検出法は 1 フレーム全体の平均をとった場合の検出法の倍近くあったが，その多くはフェイドアウトの場面や，ストロボ発光の場面に集中した．それ以外のシーンではほぼ過剰検出を抑えることができた．このことから，特殊な効果の無い通常のシーンでは，分散分析による検出法は 1 フレーム全体の平均をとる場合の検出法よりも精度が優れていると考えられる．

また，誤検出には過剰検出と未検出の 2 種類あるが，未検出を重要視するべきだと考えられる．シーン切り替わりであるにも拘わらず，同じシーンとして検出してしまうと，差分圧縮の圧縮率が低下し，ネットワーク負荷が増大してしまうと考えられるからである．

5. おわりに

今回行った実験では過剰検出が多いか，未検出が多いかの両極端な結果となってしまったが，通常のシーンでの切り替わり検出はある程度満足な結果が得られた．今後の課題として，フェイドアウトの場面や，ストロボ発光場面の過剰検出を抑えることが求められる．RGB 値を用いた実験には彩度のほかに色相，明度，色強度等がある．それらの研究を進め，彩度と組み合わせることにより，シーン切り替わり検出の精度が上げる可能性があると考えられる．

表 1. 各手法における検出結果の比較

	1 フレーム全体	分散分析
検出数	11	15
過剰検出数	19	36
未検出数	9	5
誤検出率	6.16%	9.03%

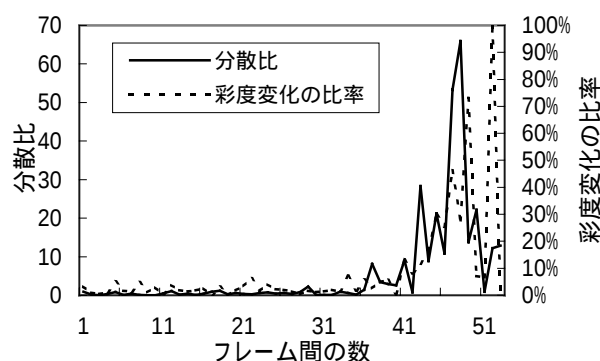


図 1. フェイドアウトを含むシーンの測定値

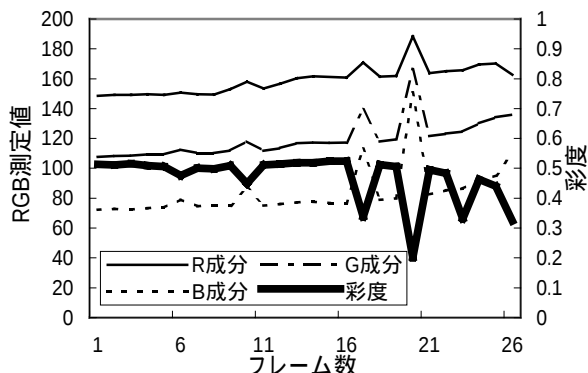


図 2. ストロボシーンにおける RGB 各成分と彩度

参考文献

- [1] 小林健一，飯倉道雄，川田直樹，伊原征治郎：分散分析によるデジタル・ビデオのリアルタイム・シーン切り替わり検出法，情報処理学会論文誌，Vol. 42, No. 6, pp1636-1642 (2001)