

多次元インデックス手法による映像検索

石井 亮司 † 村山 健二 ‡ 岡田 至弘 ‡

† 龍谷大学理工学部電子情報学科 ‡ 龍谷大学古典籍デジタルアーカイブ研究センター

1 はじめに

大量の映像を保存した記憶装置の中から利用者が見たい番組、ならびに映像シーンを検索する機能の実現のために、映像から注目する物体や背景など必要なデータを選び出すことが求められている。さらに、類似映像をクラスタリングすることで効率良く検索を行う研究が進められている。

岡本ら [1] は、映像ストリームを映像パケットと呼ぶ固定長の部分映像に分割し、その映像パケットから特徴量を抽出、そして特徴量を基にクラスタリングを行っている。この手法において高次元の特徴量を用いることで良好なクラスタリングを行っている。しかし、リアルタイムに検索が可能なシステムを考えたとき特徴量が高次元であると、抽出処理に時間がかかるなどの問題がある。

そこで本稿では、特徴量に色ヒストグラムを用いることで高速な検索を実現する。そして、ヒストグラムを時間軸に沿って比較を行い、必要なデータを選び出す。また、局所的な色相差を用いることで注目する物体と背景に分離する。さらに多次元インデックス手法を用いて、不要なデータアクセス回数を減少させ、高速かつ効率的な映像検索を行う。

2 多次元インデックス手法による映像検索

図 1 に本手法の概要を示す。

まず映像を固定長の映像パケットに分割する。そして映像パケットから特徴量を抽出する。特徴量には、色ヒストグラムを用いる。これをヒストグラムインタセクションを用いて時間軸に沿って比較し、しきい値以上の映像パケットは同一シーンとみなし代表ヒストグラムを決定する。こうして選び出された代表的なシーンを特徴空間内でインデックス化を行う。

検索は前処理同様、検索する映像から特徴量を抽出し、特徴空間内にて距離的に近いものを結果として返す。

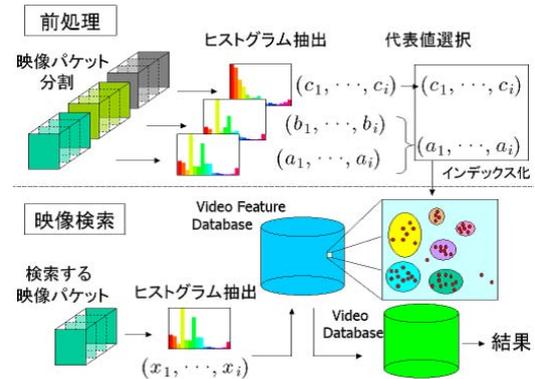


図 1: 映像検索の概要

2.1 特徴量抽出

本手法では、色ヒストグラムを特徴量として抽出する。色ヒストグラム $H(h_1, h_2, \dots, h_i)$ は色の統計量を表すため、登場人物などの位置に依存しない検索が可能である。ここで注意すべき点は固定長に映像を分割すると、一つの映像パケット内に複数のシーンを含む可能性がある。このような映像パケットに対して色ヒストグラムを抽出すると、安定した特徴量を得ることができない。そこで固定長は 1 秒と短い時間に設定することで、複数のシーンが含まれる可能性を低くする。

2.2 物体と背景の分離

映像から物体と背景を分離するために画像の色相差に注目する。例えば、登場人物と背景は衣装で人物を目立たせたりするように、色相差の大きい部分に注目度の大きいものを置くことが多い。

画像において隣り合う色の対比の関係に注目し [2]、色相の値を α, β としたとき、これが補色の関係になるとき最大とすると、色相変化度 $D(\alpha, \beta)$ は、以下の式で表すことができる。

$|\alpha - \beta| \leq \pi$ のとき

$$D(\alpha, \beta) = \frac{|\alpha - \beta|}{\pi} \tag{1}$$

$|\alpha - \beta| > \pi$ のとき

$$D(\alpha, \beta) = 2 - \frac{|\alpha - \beta|}{\pi} \tag{2}$$

Video Retrieval with Multidimensional Indexing
 Ryoji ISHII Kenji MURAYAMA Yoshihiro OKADA
 † Department of Electronics and Informations, Faculty of Science and Technology Ryukoku University
 ‡ Digital Archives Research Center Ryukoku University
 1-5 Yokotani, Seta Oe-cho, Otsu, Shiga 520-2914 Japan

ただし、 $0 \leq D(\alpha, \beta) \leq 1$ である。

この処理を画像1ピクセルごと、8近傍に行い一定のしきい値を越えるかを判定する。この処理を行うことで図3に示すように、色相差の大きい部分のみを残すことができる。



図 2: 原画像

図 3: 色相差処理後

この残った画素を物体とし、それ以外の画素を背景とみなし大まかな分離を行う。これらからヒストグラムを抽出し、各々比較することで物体、背景に基づく検索を行う。

2.3 多次元インデックス

本手法では、検索の高速化のために SR-tree[3] によるインデックス化を行う。SR-tree の特徴として、線形探索に比べ CPU 時間、ディスクアクセス回数ともに削減できる。また、実データにおける検索性能が高いことが示されている。

3 映像検索実験

実験映像には黒澤明監督作品、映画「乱」の本編映像 162 分と撮影風景の映像 72 分を用いて、撮影風景が本編映像のどの部分で使用されているか検索する実験を行った。映像の取り込みは、フレームレート 29.97Hz、画像サイズ 320 × 240 で行った。計算機には、CPU:Pentium4 3.20GHz、メモリ:1GB のマシンを用いた。また特徴量の次元数は 18 次元とした。

3.1 検索時間

映像パケットから特徴量を抽出し、検索に要した時間を表 1 に示す。数値は CPU 時間であり、5 回同じ測定を行った平均値を示している。

表 1: 検索時間の比較

ヒストグラムの抽出方法	検索時間 [s]
パケット全体	0.22
物体部分	3.10
背景部分	3.07

物体部分と背景部分から検索する場合、色相差の計算処理に時間を要するため、全体からヒストグラムを抽出するのに比べ時間がかかってしまう。



図 4: 検索シーンの代表画像



図 5: 映像パケット全体で検索した結果



図 6: 物体部分で検索した結果



図 7: 背景部分で検索した結果

3.2 検索結果

図 4 は検索を行うシーンの代表する画像であり、図 5、6、7 にそれぞれの検索結果、上位 6 件を示す。

映像パケット全体で比較したものと背景部分で比較したものとでは、本編中における類似した映像パケットが得られている。しかし、物体部分で比較した場合、色相差が大きい部分は人物の他に空と山の境界部分があり、これがヒストグラムに影響を与えたため、このような結果になったものと考えられる。

4 おわりに

本研究では、特徴量に色ヒストグラムを用い、多次元インデックス手法で特徴空間にてインデックス化することで検索効率を高めた。そして単純なヒストグラムの比較においても、類似した映像を検索できることを示した。

今後は、特徴量を変化させることでユーザの要求に合致した検索結果を得られることが課題として挙げられる。

参考文献

- [1] 岡本啓嗣, 八杉将伸, 馬場口登: “固定長の時空間画像に基づく映像シーンのクラスタリング”, 信学論 D-II, Vol.J86, No.6, pp.877-885, Jun 2003.
- [2] 村山健二, 岡田至弘: “対比特徴を用いた注目領域の抽出における色空間の比較”, 信学技報, PRMU2003-170, pp.115-120, Nov 2003.
- [3] 片山紀生, 佐藤真一: “SR-Tree: 高次元点データに対する最近接検索のためのインデックス構造の提案”, 信学論 D-I, Vol.J80, No.8, pp.703-717, Aug 1997.