

圧縮映像中のパラメータを利用した高速照合とその検索方式の提案

粕谷 英司 前田 鏡二 宮森 恒 富永 英義

早稲田大学大学院 理工学研究科 電子情報通信学専攻

〒169 東京都新宿区大久保 3-4-1

eiji@tom.comm.waseda.ac.jp

本研究では、圧縮映像から比較的少ない計算量で得られる DCT 係数の DC 成分をキー情報として利用することによる映像照合及びその検索手法を提案する。提案方式では、入力された圧縮映像から DC 成分の抽出を行い、これを利用してデータベース中に登録されたシーンとの照合を行うことにより、同一と思われるシーンを素早く分類整理することが可能となる。また、DC 係数の色差成分 (Cb, Cr) を利用することにより、候補画像の提示による類似映像検索が高速に実現できることを実験により確認し、DCT-DC 成分が検索のパラメータとして有効に利用できることを示した。

Proposal of Rapid Detection and Retrieval Using Parameters in Compressed Video

Eiji KASUTANI Keiji MAEDA Hisashi MIYAMORI Hideyoshi TOMINAGA

Dept. of Electronics and Communication Engineering, WASEDA University

3-4-1 Ohkubo Shinjuku-ku, Tokyo, 169 JAPAN

eiji@tom.comm.waseda.ac.jp

Video materials are often stored and delivered in compressed form because of its data size. In this paper we propose video scene detection and retrieval method that uses DC coefficients that can be obtained easily from compressed video as key information. The simulation results show that this system enables to detect the scenes registered in the dictionary, and to retrieve the same and similar shots to a given shot. The validity of using the DC coefficients as key information was confirmed.

□ 圧縮映像中のパラメータを利用した高速照会とその検索方式の提案

1. はじめに

近年デジタル放送の普及や映像情報量の増大に伴い、各種映像情報の管理を目的とした分類整理機能やユーザ所望の映像を抽出する検索機能が必要とされてきている。今後映像情報は圧縮形式で提供される場合が中心であると考えられるが、これらの圧縮映像に対して先に述べた機能を実現するためのキーとなるインデックス情報の生成に関して、映像を復元した後にキー情報を抽出しては非常に処理時間がかかってしまう。

本稿では、圧縮映像中から容易に得られる DCT-DC 成分及び動ベクトルを抽出し、これらをインデックスとする映像照会、及び検索方式を提案する。本手法により、登録シーンに対する照会、及び提示された動画像をキーとした同種のシーケンスの検索が高速に実現可能となる。

以下では、提案方式の概要について述べ、続いて放送映像を用いた照会及び検索実験を行う。

2. 方式の説明

1章で述べたように、映像データベースを想定する場合、入力される映像の特徴を表す検索キーとなるインデックス情報を効率的に抽出・付与し、これらを分類整理する必要がある。しかしながら、これらのインデクシング作業をすべて人手で行う場合、非常に手間がかかり、現実的ではない。本研究では映像の分類を行うための自動照会方式と、所望の映像を求める検索方式について検討する。

2.1 パラメータの必要条件

照会及び検索を行うためのパラメータを考える上で以下の点について考慮する必要がある。

- 映像中より自動的に容易かつ高速にパラメータ抽出可能
一般的に映像は情報量が大きいため、実用的な時間で処理を行うためには映像中よりパラメータを容易にかつ高速に取得する必要がある。特に入力される映像がリアルタイムに配信される場合は実時間以上の速度でインデクシングを行う必要がある。
- 簡単な特徴量であること
映像データベースにおいて、数多くの種類の映像を対象に照会、検索を行うため、パラメータの情報量を極力少なく抑える必要がある。一方、精度との関係を考慮してパラメータを決定する必要がある。

2.2 映像符号化標準の圧縮形式の性質

これまでに標準化された映像圧縮形式としては、MPEG-1、MPEG-2、H.261、H.263がある。これらの圧縮形式は、動き補償予測 + 直交変換 (DCT) のハイブリッド方式を採用している点で共通している。また、フレーム内符号化のみを許す I ピクチャ、前方予測も許す P ピクチャ、双方向予測も許す B ピクチャも名称こそ若干の違いがあるが、概念的には等価のフレーム種別で構成されている (ただし、H.261 には B ピクチャの考え方は含まれない)。

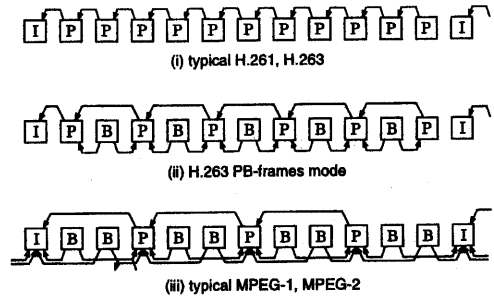


図 1: 標準圧縮映像データの基本構成

図1の (i) は H.261 および H.263 で主に用いられるフレーム構成で、前方予測主体型である。図1の (ii) は H.263 で新たに採用された PB-frames モードと呼ばれるフレーム構成で、I ピクチャの直後の P ピクチャに続けて B ピクチャと P ピクチャの組を PB フレームと呼び、これを一つの単位として符号化を行なうタイプである。図1の (iii) は MPEG で代表的に用いられるフレーム構成を示している。

さて、(i) ~ (iii) のいずれの圧縮形式においても、I ピクチャは累積した予測誤差をリフレッシュする働きがあり、ある決められたフレーム数毎に挿入されるか、前方あるいは双方向予測の効果が少ないピクチャ、特にシーン変化点等に設定されることが多い。また、各ピクチャでの処理は 8×8 や 16×16 の矩形ブロックを単位として行なわれ、I ピクチャにおける各ブロックの DC 成分はそのブロックを代表するテクスチャ要素を、P ピクチャにおける各ブロックの動きベクトルは動き要素を表していると考えられる。

ここで MPEG-2 における Video 復号化部の概略を図2に示す。復号化部の処理は大きく、可変長復号化、逆スキャン、逆量子化、逆 DCT、動き補償に分けられる。ここで計算量を最も必要とするのが逆

DCTであり、復号化処理の約40%(CCIR REC.601, 30frame/secの場合)に達する。また、P,B-Pictureに関しては動き補償などの後処理が加わり、両者を合わせると全体の約86%(同条件)になる(3)。先に

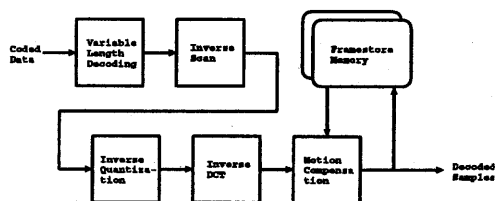


図2: 復号化部(略図)

述べたように映像情報は圧縮された状態で提供されると思われる。このため、圧縮映像全体を復号化した上で、映像を再構築してからそれぞれのフレームに対して特徴抽出を行う場合、演算処理に非常に時間がかかってしまう。そこで、圧縮データから直接得られ、かつ比較的少ない計算量で容易に得られるパラメータとして、今回はDCT係数の直流(DC)成分及び動きベクトルを抽出して用いることとする。

2.3 映像情報の構造化

まず、対象となる各映像データに対して次のような構造化を行なうものとする(図3)。

1. カット点の検出

カット検出を用いて映像の時間方向の最小単位を定めるカットへ分割する。(5)(6)(7)。

2. 映像インデックス生成のための特徴量抽出

各カット中の特徴量を、映像インデックスとして保存する。今回はDCT-DC成分及び動きベクトルを抽出して映像インデックスとして用いることとする。

3. シーンの構成辞書作成

シーンを番組の構成内においてある意味をもつひとまとまりの映像区間として定義する。また、シーンは1つまたは複数カットから構成される。したがって、各カットの特徴量の組合せによりシーンを表すことが可能となる。

4. 映像の照合・識別

抽出した特徴量を利用し、データベース中の映像との照合を行うことにより、映像を効率的に分類整理する。

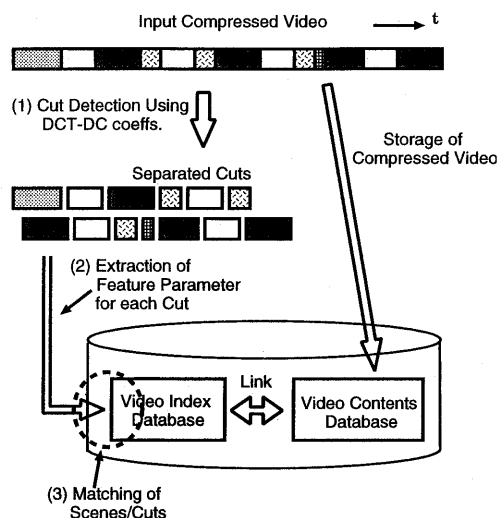


図3: 圧縮映像のデータベース化

2.3.1 カット検出

カット点の検出方法としては、様々な方法が提案されている(5)(6)(7)。ここでは実時間以上の高速処理が必要であると考え、高速化を測る目的でIピクチャのみに対して処理を行い、また特にインデックス情報として抽出される圧縮映像中のDCT-DC成分を利用しカット検出を行う。

ここでは、DCT-DC成分の輝度成分のフレーム間差分 D_n を求め、しきい値を設けて検出を行う。 D_n は以下の式で表すことができる。

$$D_n = \sum |DY_{i,n} - DY_{i,n-1}|, i = 1 \dots T \quad (1)$$

(DY:DCT-DC係数輝度成分, T:ブロック総数)

また、カメラワーク、特殊効果等に伴う過剰検出に対しては、先に設定したしきい値以上の差分値が連続した場合にははじめの点だけカット境界とみなし、その他に対してはカット点とみなさないものとする。

2.3.2 映像インデックスの生成

各Iフレームより抽出したDCT-DC各成分の総和を映像インデックスとして保存する。ここで、インデックスとして利用する情報単位として、以下の3通りについて検討を行う。また、インデックス生成の様子を図4に示す。

- GOP単位(I-picture単位)

抽出したDC各成分のフレーム毎の総和を利用。

□ 圧縮映像中のパラメータを利用した高速照会とその検索方式の提案

- カット単位
カット内における各フレームの DC 各成分総和の平均値を求め、カットを代表する特徴量として設定。
- シーン単位 (カットの組合せ単位)
シーンをカットの組合せにより表現できることを利用し、カットの特徴量の組合せをシーンとして登録し利用する方法。

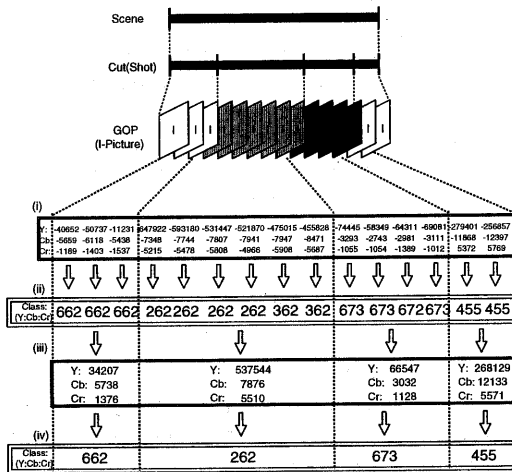


図 4: 各種インデックスの生成

また特徴量の大きさを極力抑え、処理の高速化を計るため、各成分の総和を n 段階に分け、この分類に従ったインデックスを用意する。分類方法としては、まずはじめにあらかじめ DCT-DC 各成分の総和の分布を調べ、分類するしきい値を各成分ごとに定めた辞書を作成しておき、作成した辞書に基づき分類を行うものとする。

ここで分類のための辞書作成のため、約 3 時間分に相当する圧縮映像における I ピクチャの DC 成分の総和をフレーム単位で求め、その分布を調べる。 $n = 8$ における分類例を表 1 に示す。

図 4 に映像インデックスの例を示す。(i)(iii) はそれぞれフレーム (I-Picture)、カットの代表特徴量をインデックスとしている。また、(ii)(iv) はそれぞれ (i)(iii) をクラスに分類したインデックス情報である。図 4 における先頭カットは (ii) のインデックスでは [662 662 662]、(iv) では [662] と表される。また、(iv) を用いた場合、このシーンは [662 262 673 455] と表す事ができる。このように得られたインデックスとともに、照会を行う対象とするシーンに

表 1: 映像の分類

Class	Y	Cb	Cr
1	~ -664765	~ -34136	~ -6122
2	-664764 ~ -498792	-34135 ~ -28498	-6121 ~ -1115
3	-498792 ~ -370353	-28498 ~ -21840	-1115 ~ 572
4	-370353 ~ -232975	-21840 ~ -17696	572 ~ 2852
5	-232975 ~ -82047	-17696 ~ -9117	2852 ~ 5960
6	-82047 ~ 15440	-9117 ~ -3981	5960 ~ 10923
7	15440 ~ 147441	-3981 ~ 739	10923 ~ 17185
8	147441	739 ~	17185 ~

対しては名称と併せて登録しておくものとする。

2.3.3 照会

抽出した特徴量を利用し、データベース中の映像との照会を行うことにより、映像を効率的に分類整理する。映像データベースに登録済みのシーンに対して、新たに入力された映像を照合し同一と思われるシーンを検出し、提示する手法について検討する。この様子を図 5 に示す。

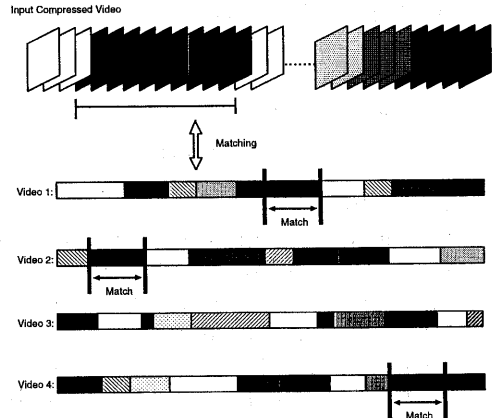


図 5: 映像の照会

図 4 における (ii) または (iv) のインデックス、つまり GOP 単位、またはカット単位にクラス分けされたインデックスを用いて照会を行う。この照会は、基本的にインデックスの一致により判定するものとする。しかしながら、GOP 単位にインデックスしているため、特に時間的変動の大きい映像の場合、異なるインデックスが付与される可能性がある。このため、成分毎の差分を求め、差分の合計に対してしきい値処理を行うものとする。

3. 検索

前章では圧縮映像のインデクシング及び照合に基づく分類整理について検討を行った。しかしながら、辞書に登録したシーンに対してしか照合が行えないといった問題点があげられる。本章ではユーザー希望の映像を、前章で生成したインデックスを用いて検索を行う手法を提案し、特に映像検索に関してマッチングのための検索キー情報となるパラメータの種類とその単位について検討を行う。映像インデックスとしては、DC各成分の総和をそのまま用いたものとクラス分けされたものの利用を比較する。また、検索を行う情報単位としては、2.3.2に挙げた3通りについて検討を行う。

3.1 DCT-DC 色差成分の総和を利用した検索法

3.1.1 手法1: DCT-DC 係数による検索方法

圧縮データ中のDCT係数の直流(DC)係数をキー情報とし、特に色差成分(Cb,Cr)のDCT-DC係数を用いた検索方式について検討を行う⁽²⁾。

DC係数の色差成分を用いた理由としては、色差形式4:2:0の場合には輝度成分に比べてサンプリング数が半分であること、検索キー情報の次元を上げることでより精度の高い結果が期待できる点である。ただし、ここでは圧縮方式はDCTに基づく方式を利用し、より少ない処理でパラメータを抽出するために、予測を伴わないIピクチャに対して処理を行うものとする。

検索に必要なインデックスは以下の手順により作成する。

1. 各フレームの全マクロブロックのDCT-DC係数の色差成分Cb, Crにおける総和を求め(図4(ii))。これにより、各フレームがDCT-DC成分色差Cb-Cr空間(以下色差空間とする)の1点として表現が可能となる(図6)。
2. 2.3.1の手法を用いてカット検出を行う。
3. 各カット中のフレームあたりのCb,Cr各成分の平均値 Cut_Cb , Cut_Cr を求め、各カットを代表する特徴量(図4(iii))として保存しておく(図7)。

また、検索は以下の処理手順により行う。

1. 参照する動画映像のカットを指定し、そのカットの特徴量 Cut_m_Cb , Cut_m_Cr を取得。
2. 検索対象カットと参照カットの持つ特徴量に関して色差空間内でのユークリッド距離 l を求める。 l は以下の式により求められる。

$$l = \sqrt{(Cut_m_Cb - Cut_n_Cb)^2 + (Cut_m_Cr - Cut_n_Cr)^2}$$

3. すべてのカットに関して l を求める。そして与えられた (Cut_m_Cb, Cut_m_Cr) に対する距離が最も短い点を求め、 l に基づき、昇順に並べ替える。
4. 検出された点に相当するカットを同様の順序で候補カットとしてユーザーに提示する。
5. 素早く映像の検索を行う場合、 l のしきい値を設け、しきい値以下のカットを順次提示する。

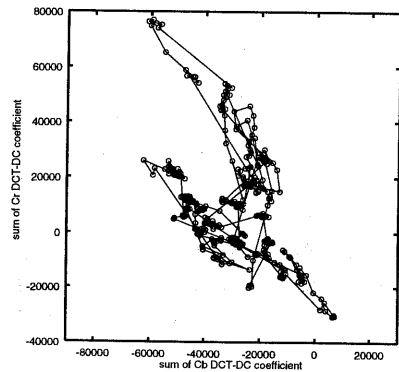


図6: 色差成分の分布: フレーム単位

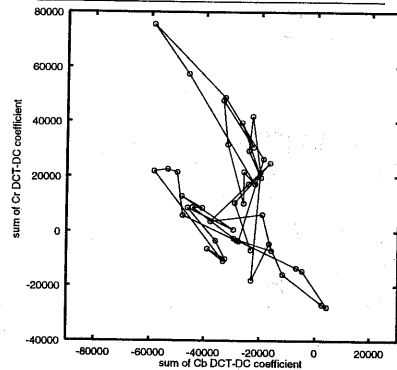


図7: 色差成分の分布: カット単位

3.1.2 手法2: 動きベクトルとの組合せによる検索

検索の精度向上を目的として、手法1により求めたIピクチャ中のDCT-DC成分に加え、検索キーとして各カット中の予測フレーム(Pピクチャ)におけるマクロブロック中の動きベクトルを利用する。

まず始めに各フレーム(Pピクチャ)すべてにおけるマクロブロック中の動きベクトル全体のベクトル和 \vec{V} 、スカラー和 S を求める。そして各カット内の全フレームにおけるベクトル和 \vec{V}_{cn} 、スカラー和の平均 S_{cn} を求め、カットを表す特徴量とする。これ⁽²⁾の特徴量は以下の式で表される。なお、ここで

□ 圧縮映像中のパラメータを利用した高速照会とその検索方式の提案

はカット点フレーム中の動きベクトルは含めないものとする。

$$\text{ベクトル和の平均: } \vec{V}_{c_n} = \frac{1}{num} \sum_{f=c_n+1}^{c_{n+1}-1} (\sum \vec{v}_{ij}) \quad (3)$$

$$\text{スカラー和の平均: } S_{c_n} = \frac{1}{num} \sum_{f=c_n+1}^{c_{n+1}-1} (\sum |\vec{v}_{ij}|) \quad (4)$$

$$\text{ただし } num = (c_{n+1} - c_n) - 2$$

なお f はフレームの位置を、 c_n は n 番目のカットのフレームの位置を、 \vec{v}_{ij} は各マクロブロックの動きベクトルを表す。検索は以下の手順により行われる。

1. 映像カットを一つ指定し、特徴量 $Cut.Cb, Cut.Cr$ および \vec{V}_{c_n}, S_{c_n} を取得した上で、手法1を用いて検索を行う。
2. 1. で抽出 (検索) された映像カットの特徴量 S_{c_m} と指定した映像における S_{c_n} の差分を求め、差分の少ないものから優先順位を並べ替えた上でユーザに提示する。
3. 上記の差分が一定の閾値 th を越えるものは同一内容映像とみなさず、出力しないものとする。また、 \vec{V}_{c_n} の方角、大きさについても同様である。

カット単位の検索手法について示したが、シーン単位の検索を行う場合、指定された映像区間に含まれるカットすべてに対してそれぞれの l を測定し、その和の小さいものから候補シーンとしてユーザに提示して行くものとする。

3.2 クラス分類されたインデックスを利用した検索法

ここでは分類されたインデックス情報 (図4(ii)(iv)) を利用して検索を行う。クラス分けされたインデックスを用いる事によりその情報量から高速化が期待できる。処理手順は以下のとおりである。

1. 参照する動画像のカットを指定し、そのカットにおける特徴量の分類された値を取得。ここではカット単位 (iv)、フレームの特徴量の組合せ (ii) の2種類について検討を行う。
2. 取得した特徴量とデータベース中の映像インデックスとマッチングを行い、同一クラスのカットを求める。
3. 検出された順に候補カットとしてユーザに提示する。

4. シミュレーション実験

4.1 照合システム

2.3.3で述べた映像の照合の方式についてシミュレーション実験による比較を行った。本実験に用いる映像は、約3時間分の放送映像を表2の条件で圧縮したものである。照合実験に用いる映像インデックスとしてはI-Picture単位にクラス分類したもの (図4(ii)) とし、異なる時間帯の映像より50シーン選択しあらかじめ辞書に登録しておくものとする。なお、ここではIピクチャ30枚を照合の単位として実験を行う。

表2: 符号化条件

テスト映像	放送映像約3時間分
画像フォーマット	320×240 [pel] 4:2:0
符号化方式	MPEG-2 (MC + DCT, M=1)
ターゲットレート	5 [Mbps]
フレームレート	10.00 Hz

表3: 照合結果

theta	正検出数	検出洩れ	過剰検出
10	32 / 35	3	0
30	34 / 35	1	1
50	35 / 35	0	3
70	35 / 35	0	16

登録シーンと入力映像のインデックスの各成分における差分の合計のしきい値を $theta$ とし、照合結果を表4に示す。結果より、特にしきい値を50以上に設定した場合、正検出率が100%となっており、また $theta$ と検出率、過剰検出はトレードオフの関係にあることが分かる。正確に検出を行う場合、過剰検出を極力減らすためしきい値を低く設定し、正検出数を重視する場合はしきい値を甘くすることにより実現できると考えられる。

次に映像の分類整理を目的とした実験として、シーンの起点となる情報が得られるかどうかについて実験を行った。ここでは検出する起点シーンとして野球中継映像における投球シーンおよびニュース映像におけるアナウンサのシーンの2種類の映像を利用した。ここで、はじめに登場する起点シーンをテンプレートとして持っておくものとする。検出結果を表4に示す。なお、処理は全ての正解カットが抽出されるまで行うものとした。

野球2のシーケンスにおいて過剰検出が目立つが、これは同じ投球シーンでも画面手前にランナー

□ 圧縮映像中のパラメータを利用した高速照会とその検索方式の提案

が存在するシーンが幾つかあり、インデックスに対して大きく影響を与えていると考えられる。その他のシーケンスに関しては良好な結果が得られた。

表 4: 検出結果

テスト映像	全体カット数	正検出数	過剰検出
野球 1	135	27	1
野球 2	35	7	0
野球 3	88	22	4
野球 4	61	15	0
ニュース	157	10	0

4.2 検索システムシミュレーション

同一内容の映像を数多く含むニュース映像(5分×5)をテスト映像として用いた(10[Frame/sec]). 画像フォーマットとして320×240[pels], 色空間 YCbCr, 色差形式 4:2:0 を用いた。映像は MPEG2 によりターゲットレート 5Mbps, M=1(但しフィールド予測なし)の条件で圧縮し, これらを対象に実験を行う。

4.2.1 同一内容映像検索(手法 1)

時間帯の異なるニュース映像に関して同一内容映像検索についてシミュレーションを行った。全カットの特徴量の分布を図 8 に示す。また同一内容の映像の存在を踏まえた上で各映像の一部に対して検索を行った結果を表 5, 図 9 に示す。表 5 より, 第 5 候補までに所望の映像がほぼ提示されることが分かる。検索結果例を図 10 に示す。

表 5: 検索結果(手法 1)

同一内容 映像カット数	抽出優先順位					
	1位	2位	3位	4位	5位	6位~
1	14	8	0	1	0	1
2	10	9	6	2	2	1
3	2	1	1	2	0	3

所望の映像が優先順位が低くなるものの原因としては, 映像中にテロップが含まれる場合とそうでない場合が存在すること, カメラワークの影響のために特徴量はその映像を代表している点として認められないこと, などが挙げられる。

4.2.2 同一内容映像検索(手法 2)

精度向上を目的としたパラメータとして圧縮ビデオ中の動きベクトルの大きさを用いた検索結果を表 6 に, また検索結果例を図 11 に示す。この例にお

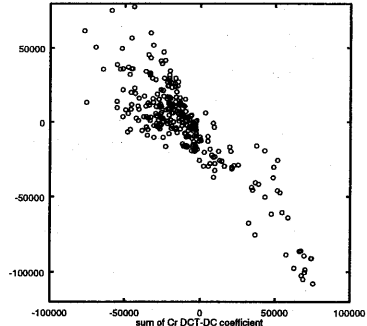


図 8: 色差成分の分布(カット単位)

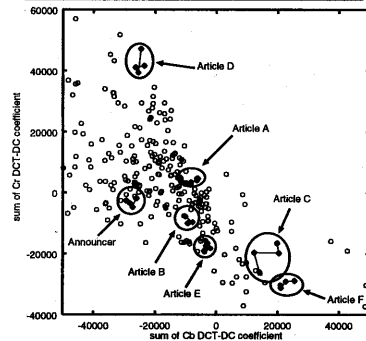


図 9: 検索結果(拡大)

いては, 同一内容と思われる映像が手法 1 により第 1,4,7 候補として抽出されるものが, 手法 2 を用いることにより第 1,2,3 候補として抽出できることを示している。

表 6: 検索結果(手法 2)

同一内容 映像カット数	抽出優先順位					
	1位	2位	3位	4位	5位	6位~
1	22	2	0	0	0	0
2	11	9	3	1	1	5
3	3	2	2	1	1	0

表 6 より, 動きベクトルの導入により手法 1 に比べ検索精度が向上することが確認できる。動きベクトルを検索キーとすることにより, カメラワーク, 画面全体の動きが指定映像と大幅に異なるものを候補から外すことが可能となるためと考えられる。

一方, 動きの特に少ない対象映像に対して, テロップの登場による動きベクトルへの影響のため, 逆に抽出優先順位が下がったと考えられる場合が 4 箇所存在した。

□ 圧縮映像中のパラメータを利用した高速照会とその検索方式の提案

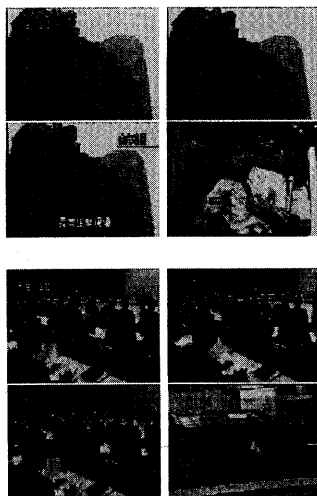


図 10: 検索結果例：左上. 検索対象 他. 候補映像

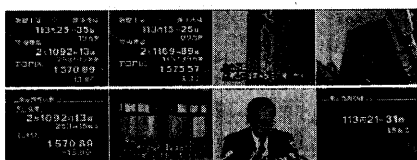


図 11: 検索結果比較例：手法 1

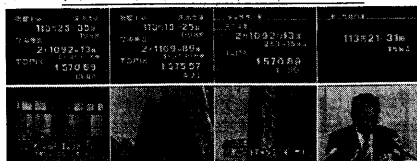


図 12: 検索結果比較例：手法 2

4.3 処理時間

処理時間を調べる目的で、圧縮映像よりインデックスを生成する時間、またこれらのインデックスを利用した 4.1 における照会、4.2 における検索に要した時間を示す。5 分の圧縮映像 5 つに対して処理を行ったところ、どれも 2 分前後でインデックスが生成可能であった。また、4.1 における照会時間は約 3 時間分の映像に対して 50 シーンの辞書を持った場合に 221 秒かかった。MPEG-2 映像の復号化に要する時間が実時間の 3 ~ 4 倍の時間を要していることを考慮すると、実時間以上の処理速度で映像インデ

クシングおよび照会が本手法により実現できることが分かる。また、4.2 における検索時間は 2 秒程度であり、高速に検索が実現できることを確認した。

5. まとめ

本研究では、圧縮映像を復号化することなく比較的少ない計算量で得られる DCT 係数の DC 成分をインデックス情報として利用した映像照会及びその検索手法を提案した。提案方式では、入力された圧縮映像から DC 成分の抽出を行い、インデックス情報として保存する。そしてこのインデックスに基づきあらかじめデータベース中に登録されたシーンに対して照会を行うことにより、同一と思われるシーンを素早く分類整理することが可能となる。また、色差成分を利用した映像検索手法を提案した。提案方式では、輝度情報に比べてサンプリング数を減らすと同時に次元を上げるために色差成分 (Cb, Cr) を用いた点の特徴である。また実験により、候補画像の提示による類似映像の検索が実現できることを示した。さらに精度の向上を目的として動きベクトルをキー情報として利用する手法について検討し、有効に働くことを確認した。問題点としては、高速性のために均等色空間では正しい色空間での数値と色覚のずれを無視している点、動きベクトルがテロップに影響を受ける点、動きベクトル中に雑音が含まれる点が挙げられる。

今後は長時間の映像データ検索への適用及び精度の向上について検討を進めていく予定である。

参考文献

- [1] 宮森 恒, 粕谷 英司, 富永 英義: “圧縮ビデオ中の DC 成分を利用した高速検索手法の提案” 信学総合大会, D-275(1996.9)
- [2] 粕谷 英司, 前田 鏡二, 梅林 義男, 宮森 恒, 富永 英義: “色差情報を用いた圧縮映像の検索手法の提案” 信学総合大会, D-11-81(1997.3)
- [3] 藤原 洋 監修, マルチメディア通信研究会 編: “DVD とビデオ CD”, アスキー出版局 (1996)
- [4] 長坂 晃郎, 宮武 孝文, 上田 博唯: “カットの時系列コーディングに基づく映像シーンの実時間識別法” 信学論 D-II Vol.J79 No.4 pp.531-537(1996.4)
- [5] 大辻, 外村: “映像カット自動検出方式の検討” TV 学会技報, vol.16, 43, oo.7-12(1992)
- [6] 中島 康之: “圧縮動画像ファイルからの高速カット検出” 信学総合大会, D-265(1993.9)
- [7] 新倉, 谷口, 阿久津, 浜田: “MPEG-2 映像からのカット点検出法” 信学総合大会, D-272(1996.9)