

画紋を用いた動画像検索方式 ～現行テレビ放送への適用～

高橋 克直(†) 杉浦 麻貴(†) 村井 正人(‡) 寺島 信義(†,‡) 富永 英義(†,‡)

† 通信・放送機構 早稲田リサーチセンター

‡ 早稲田大学 国際情報通信研究センター

‡ 早稲田大学 理工学部

† 〒 169-0051 東京都新宿区西早稲田 1-21-1 早大西早稲田ビル 5F

ktaka@giti.or.jp

あらまし：我々は、動画像アーカイブから望む動画像を見つけるための手掛かり情報として、動画像の特徴情報、「画紋」を提案している。画紋は人間の指紋と同様に、少ない情報量で動画像の識別が可能な情報であり、簡単・安定的に求めることができるものを考えている。今回は、色ずれが発生する現行のテレビ放送を用いて、CMの送出確認実験を行い、画紋波形レベルで色ずれに対処する方法について検討し、実験を行っている。

キーワード：画紋、動画像の特徴情報、CM送出確認、色ずれ、ゴースト

Video Retrieval using “Gamon (Video Fingerprints)”

— applied to current TV broadcast —

Katsunao TAKAHASHI (†) Maki SUGIURA (†) Masato MURAI (‡)

Nobuyoshi TERASHIMA (†,‡) Hideyoshi TOMINAGA (†,‡)

† Telecommunications Advancement Organization of Japan, Waseda Research Center

‡ Waseda University, Global Information and Telecommunication Institute

‡ Waseda University, Science and Engineering Department

† Nishi-Waseda Bldg.5F, 1-21-1 Nishi-Waseda, Shinjuku-Ku, Tokyo, 169-0051

ktaka@giti.or.jp

abstract: In this paper, we propose “Gamon (Video “Fingerprints”)” as Characteristic Information to find Video from Huge Video Archives. Like Human Fingerprints, Gamon that can be extracted easily can discriminate video by small amount of Information. This time, we applied “Gamon” to CM check on current TV broadcast that ghost and color shift are occurred. We are studying on how to deal with shifted “Gamon” wave that caused by color shift of current TV broadcast.

Keywords: gamon (video fingerprints), video characteristic information, CM check, Color Shift, Ghost

1 はじめに

標準動画像圧縮符号化方式 MPEG(Moving Picture Experts Group)2 [6] は 6Mbps 程度の符号化レートで現行のテレビと同等の品質が得られる程高品質であり、DVD ソフトや SkyPerfecTV や DirecTV 等のデジタル衛星放送にも採用され一般化してきている。近い将来、デジタル衛星放送に加え、現行の地上波テレビ放送も MPEG2 を用いたデジタル放送に置き換わろうとしている。また、Internet と Web ブラウザ (Internet Explorer, Netscape 等) の普及により、デジタル情報

の伝送が容易に可能となりつつある。近い将来、10Mbps 程度の伝送速度を持つ光ファイバ (FTTH: Fiber To The Home, FDDI: Fiber Distributed Data Interface) が各戸に敷設される計画であり、家庭の電話回線からテレビ放送を見ることも夢ではない。個人で動画像を作成し、高速ネットワークで配信することができる環境が整い、個人が小さな放送局の機能を持つことが可能となる。ネットワークにより結合された放送局の形態は、ネットワーク全体を一つのシステムと見ると巨大なデジタル圧縮動画像アーカイブと等価とみなすことができる。

その時に問題となるのが、欲しい情報へのアクセス性である。膨大な数のデジタル圧縮動画像アーカイブから欲しい動画像を得ることは非常に難しい問題となる。動画像検索では、動画像自体を用いるのではなく、動画像の内容を表す特徴情報を用いて検索を行うのが一般的である。特徴情報としてテキスト(キーワード)や静止画(サムネイル)を利用する方法や動画像自体から特徴情報を得る方法[1][7][9]がある。

我々は既に、動画像アーカイブから望む動画像を見つけるための手掛かり情報、すなわち動画像の特徴情報として「画紋」を提案[1]し、画紋の概念を示し、画紋による動画像検索方法を提案している。

現在試している画紋は原理的に現行のテレビ放送にも適用可能であるため、今回は、画紋を現行のテレビ放送に適用し、そのために発生する諸問題・検討している解決方法・実験結果等を示す。

本論文は、2.1節、2.2節、2.3節で画紋の特徴・作成方法・画紋を用いた動画像検索方式を示し、2.4節で画紋を用いた動画像検索方式が使われる具体的なアプリケーションを示し、2.5節で実際に行った画紋を用いた動画像検索実験の結果を示し、3節で今回検討した現行テレビ放送への画紋の適用時の諸問題と、解決方法として検討した内容と、実際に行った実験内容と、考察を示し、4節でまとめと今後の課題を述べる構成になっている。

2 画紋による動画像検索方式

2.1 画紋の特徴

人間の指紋は各個人で違う特徴を有し、少ない情報量で安定的に個人を特定(識別)可能である。これは、個人特有の特徴が指紋の紋(隆線、マニキュア)模様に見られ、個人識別ができるためである。また、指紋は人間個人の指から簡単に得ることができ、いつでも同じ模様が見られる。しかし、指紋からその人間のものや顔等の情報を得ることはできない。

我々は動画像にも指紋と同様の性質、すなわち、少ない情報量で動画像の識別を可能とする動画像固有識別情報があると考えている。我々はその動画像固有識別情報のことを画紋(画像指紋)と呼んでいる。

我々が考えている画紋の特徴は以下のものである。

- 動画像を識別可能な情報
- 膨大な動画像アーカイブから望む動画像を検出するための手掛かり情報
- 容易性・一意性(同じ動画像から必ず同じ画紋を容易な処理で獲得可能)
- 情報量小(処理速度の向上・省記憶容量化に寄与)
- 非可逆(画紋から元の動画像は復元不可能)
- 動画像の蓄積形態(圧縮、非圧縮)に非依存

また、将来的に、動画像の著作権情報として画紋が使用される可能性があるのではないかと考えている。

2.2 画紋の作成方法

画像フレームを時間軸上に配列したものが動画像であると言う点に着目して、我々は時間軸上に配列した並び

が、動画像の特徴を表すために重要な意味を持つと考えている。

この考えから、我々は動画像を構成するフレームから小さい情報量の特徴情報を抽出し、特徴情報を時間軸に配列した並びを、動画像の特徴情報「画紋」と称している。そして、個々のフレームから得られる特徴情報を「画紋値」と称している。

例えば、動画像を構成するフレーム全体の輝度情報の全平均値をフレームの特徴情報(画紋値)とし、時間軸に配列すると、1本のグラフ(横軸t(フレーム数)、縦軸VALUE(画紋値))が完成する。このグラフを画紋として捉えることができる。同様に、フレーム全体の輝度情報だけでなく、輝度・色差(Y,Cb,Cr)情報や色(R,G,B)情報の各成分の全平均値を用いると、3本のグラフで画紋が構成されることになる。

フレームの特徴情報(画紋値)として、フレーム全体の全平均値を用いているが、他の情報であっても構わないと考えている。要は、フレームの内容に依存した情報が特徴情報として抽出され、フレームの内容が変化すれば、抽出される特徴情報も変化し、また一意的に求められる情報であればよい。

2.3 画紋による動画像検索方式

原理的に、動画像の内容が同じであれば作成される画紋は同じになる。動画像フレームの内容から一意に同じ画紋が得られるのであれば、その性質を利用して動画像検索を行うことが可能であると考えている。

例えば、動画像アーカイブの中の動画像から特定の動画像を検索する場合、検索したい動画像の画紋を求めておき(あるいは入手し)、動画像アーカイブの動画像(時間的にかなり長いもの)の画紋を高速(リアルタイム以上の速度)で求め(オフラインで求めておいてもよい)、画紋が一致する部分があるかを検索することにより、動画像検索が可能となる。画紋の波形が1本のグラフで表される場合には、波形の比較を行い、同じ波形の部分が同じ動画像(の候補)であると考えてよい。これにより、動画像の検索が行えることになる。

図1に、画紋の作成イメージと画紋を用いた動画像検索の概念図を示す。

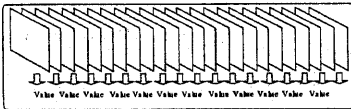
2.4 想定アプリケーション

我々は、仮想的に現行のテレビ放送を「巨大な動画像アーカイブ」、テレビCMを「検索する動画像」とみなし、テレビ放送からテレビCMを見つけ出す、CM送出確認実験を行い、動画像アーカイブから望む動画像を検索するための手掛かり情報として、画紋が有効に機能するかを検証している。

CMの送出確認は、現状、非常にコストがかかる作業である。このCMの放送確認・証明を、画紋を用いて、PC程度の規模のシステムで自動化して行うことができれば、非常に有効な発明・開発であると考えている。それにより画紋の利用価値・動画像の特徴情報として画紋の有用性が示せると考えている。

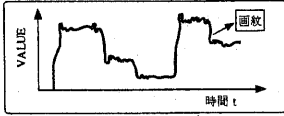
CMの送出確認装置は、以下の要件をみたまふ必要があると考えられる。

・各フレームの特徴情報(Value:画紋値)を求める



・特徴情報を時間軸に配列する

画紋化



・画紋(波形)を移動して、画紋が一致するか否かで動画像検索判定を行う



図 1: 画紋の作成イメージと動画像検索の概念図

- 検出漏れは容認不可
検出漏れが発生してしまうと、結局、全ての動画像を見て確かめること以外に確認方法がなくなってしまう。そのため、自動化のメリットがなくなってしまう
- 過剰検出はある程度容認
→ 後で確認する方法を確立しておけばよい
例えば、検出部分の動画像をそのままビデオテープに録画したり、動画像品質を落とし簡易動画像にして蓄積したり、全部または一部のフレームを蓄積したりしておき、後で短時間で確認できる仕組みがあればよい
- リアルタイム以上の処理速度
CM の検出処理時間がテレビ放送の時間内で処理できないと、系統的に破綻する
- パソコン程度で実行可能

2.5 従来方法 [1]

CM 放送を含む民間テレビ放送局のテレビ放送を、民生ビデオを経由してデジタルベータカムビデオに録画し、そのビデオを元に CM の画紋、テレビ放送の画紋を作成し、作成された画紋を比較・閾値処理し、CM の放送回数を求める CM の送出確認実験において、現在以下の様な実験結果を得ている [1]。

CM の画紋、テレビ放送の画紋の両方を同じチャンネルから作成した場合には、9 時間のテレビ放送から 9 種類 (35 個) の CM、6 時間 15 分のテレビ放送から 8 種類 (18 個) の CM、9 時間のテレビ放送から 13 種類 (58 個) の CM を検出する実験において、閾値を適当に定めると検出洩れ 0、過剰検出 5 個 (表 1) という成績であった。また、大部分の CM は最低 6 秒の画紋があれば良いこともわかり、その時の画紋の情報量は 1080 バイトと非常に小さくて済み、実験内では画紋の情報量に対し、検出精度が優秀であった。その結果、動画像識別に画紋が有効であるとの感触を得た。

追加実験として、CM の画紋、テレビ放送の画紋を違うチャンネルから作成した場合を行ったの CM 送出確認実験を行ったが、その時は、正しい検出が行えなかった。これは各放送局間による映像品質の違いによる影響であ

表 1: 検出洩れと過剰検出の個数

放送局番号	正解数	検出洩れ数	過剰検出数
6	35	0	3
8	18	0	2
10	58	0	0

ると考えている。

実験行程 CM の送出確認実験は下記の 3 行程で構成される。なお実験設備として早稲田リサーチセンターの機器を用いている。

- 現行テレビ放送の MPEG 化
 1. 現行テレビ放送の録画 (民生ビデオ (W-VHS))
 2. 民生ビデオのデジタル化 (デジタルベータカム)
 3. MPEG2 化 (リアルタイム MPEG エンコーダ)
- MPEG ビデオからの画紋作成
 1. MPEG2-PS → MPEG2-(Video)ES 化 (WS+開発ソフトウェア)
 2. MPEG2-(Video)ES → DC 成分化 (WS+開発ソフトウェア)
 3. DC 成分 → 画紋化 (WS+開発ソフトウェア)
- 画紋比較による CM 検索 (WS+開発ソフトウェア)

画紋の求め方と比較方法 画紋の求め方、比較方法は以下の通りである。

- 画紋値として I(Intra) フレームの全平均値 (1pixel へ縮小) を採用
I フレームの全平均値は、フレームを構成する全ブロックの DC 成分の平均値を求めれば良く、コサイン演算も少なく少ない演算量で容易に求めることができる。
- 画紋値を時間軸上に並べた並びを画紋として採用
- CM の画紋とテレビ放送の画紋の平均誤差を閾値処理し CM 検索を実現

CM の画紋とテレビ放送の画紋を、以下に示す MPEG の符号化パラメータで符号化された MPEG ストリームから作成している。

- CM の MPEG 符号化パラメータ ($N^1 = 1, M^2 = 1$)
- テレビ放送の MPEG 符号化パラメータ ($N = 15, M = 3$)

符号化パラメータの差により、CM の画紋では全フレーム分の画紋値が存在し、テレビ放送の画紋では離散的に画紋値が存在することになる。

CM の画紋とテレビ放送の画紋は粗さが異なることになる (時間軸方向の解像度が異なる)。しかし、フレームが同じであれば、得られる画紋値は同じになるため、テレビ放送の画紋の I フレームの位置がどんな場合でも、CM の画紋が全フレーム分の画紋値を持っているので、必ず

¹ I フレームの出現間隔

² I フレームと次の P フレーム、あるいは P フレームと次の P フレームの出現間隔

画紋の波形(全ての画紋値)が重なることになる。そのため、平均誤差を閾値処理すれば、所望の動画像を得ることが可能となる。

3 現行テレビ放送への適用

現在検討している画紋の求め方は、各フレームの輝度・色差(Y,Cb,Cr)の全平均値を画紋値として求め、画紋値を時間軸に並べた並びを動画像の特徴情報、すなわち画紋としているものである。これは、現行のテレビ放送にも適用可能であると考えられる。フレームメモリ(デジタル処理機能)が内蔵されているテレビ、ビデオ等から各フレームの全平均値の情報を画紋値として得られれば画紋を作成することができる。

MPEGによる衛星デジタル放送や、現在計画が進んでいるMPEGによる地上波デジタル放送では、現状のテレビ電波とは違い、ゴースト、電波の減衰等による影響を受けにくく、各テレビ放送局間の映像品質の差は、現状より少なくなるものと想像できる。その様な条件の元では、比較する画紋間(例:CMの画紋とテレビ放送の画紋)の平均誤差を閾値処理する程度の処理で良い検出結果が得られることと想像される。つまり、映像品質により、画紋が変わることがなければ、表1の様な結果になるものと想像している。

3.1 色ずれによる画紋の変化

しかし、現行のテレビ放送では、色ずれ・ゴースト等が当り前の様に発生しており、これにより、同じCMでもテレビ放送局が変わった時に、映像の色合い等が変化し、得られる画紋値も変化してしまい、最終的に得られる波形である画紋が変化してしまう。

2.5節で示した様に、CMの画紋、テレビ放送の画紋を違うテレビ放送局から作成した時のCMの送出確認実験の結果が良くない。この理由も、受信場所(西早稲田)でのテレビ放送局間の映像品質が異なってしまい、得られる画紋波形に変化が生じてしまった影響により検出精度に差が発生しているものと考えられる。

実際に実験に用いているテレビ放送局の映像品質の差は、あまりない様に感じられるが、検出したいCMか否かを比較判定する処理が、厳密に画紋波形の一致性を追求しているため、検出洩れと判定してしまっている。

画紋波形のずれの顕著な例として、図2に、同一CMの画紋を3放送局のテレビ放送から作成した例を示す。併せてその時の、3CM(放送局)の輝度・色差(Y,Cb,Cr)成分の最大値、最小値とダイナミックレンジを表2に示す。2番目のCMの画紋、特にY(輝度)信号のレベルが異なっていることがわかる。

画紋の変化が生じる原因として考えられるのは、例えば、高層建築物等の影響により、テレビ電波が複数経路から届くことによって生じる映像が多重写りするゴースト現象や、建築物によりテレビ電波が吸収、反射されたりして生じる、電波の強弱、減衰、各放送局間の色ずれ等の影響があげられる。

色ずれが起こる原因として以下の様なものが考えられる。

- テレビ電波の段階で生じる原因
 - マルチパスによるゴーストの発生

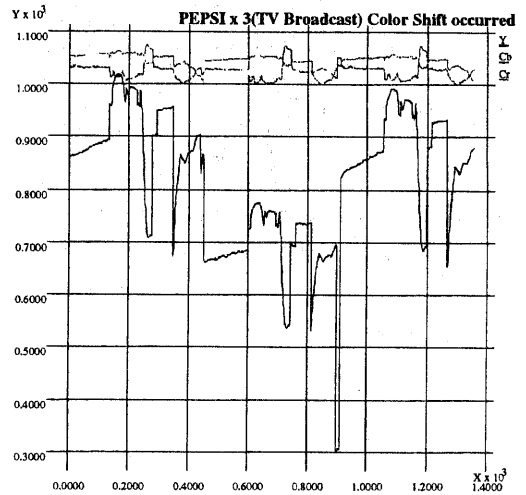


図2: 各放送局による画紋の変化例

表2: 最大値、最小値とダイナミックレンジの関係

CM番号	成分	最大	最小	ダイナミックレンジ
1	Y	1018	672	346
	Cb	1074	1001	73
	Cr	1062	1006	56
2	Y	775	531	244
	Cb	1073	1000	73
	Cr	1055	1011	44
3	Y	992	654	338
	Cb	1073	1000	73
	Cr	1058	1009	49

- 単純減衰や建築物等による電波吸収による減衰
- 大気の影響による電波の強弱
- 放送局のビデオレコーダの再生誤差
- 受信するテレビチューナーの性能
- 調整ミス(人為的ミス)
- その他

テレビ放送の色ずれの影響により、画紋に発生すると考えられる画紋波形のずれには以下のものが考えられる。

- バイアスがかかった様に画紋が(上下に)ずれた状態
- ダイナミックレンジがずれた状態(波形が上下に拡大・縮小)
- レンジが単純(線形)にずれているかは不明
- 上記の複合状態

3.2 画紋の比較方法の検討

PC 程度の簡単な設備で CM の送出確認装置を実現しようと考えているので、電波レベルで補正を行うゴースト除去機能や、電波レベルやテレビ映像レベルで行う色補正機能を追加するのでは、装置が大がかりなものになってしまう可能性があり、不向きである。そのため、現在は、色ずれが発生しているテレビ放送から作成された画紋を対象とし、画紋の比較方法を変更することにより、色ずれに対する検出精度の向上を図っている。

様々な要因で発生する色ずれにより、画紋がずれてしまうが、現状は、色ずれと画紋のずれに以下の関係があるものと仮定して検討を行っている。

- ゴーストによる多重写りの影響はあまりないものと考え
西早稲田で録画されるテレビ映像には、軽微なゴーストしか発生しておらず、フレームの全平均値に対して大きな影響が出ているとはあまり考えられないため。
- 色ずれが発生しても画紋の波形はある程度維持される画紋として得られる波形を拡大・縮小するとほとんど元の波形(テレビ放送局送り出しの映像から得られる波形)が得られるものと仮定している。

上記の仮定の元、以下の様な判定方法、処理方法を検討している。

1. 分散値の閾値処理による判定

- CM の画紋とテレビ放送の画紋の差分値を新たなデータ列として、差分値データ列の分散値を求め、閾値処理し、望む CM と判定
バイアス状のずれに対処できる

2. 平均誤差と分散値の複合閾値処理による判定

- 平均誤差値・分散値共、ある程度以内であれば、望む CM と判定
 - 全く同じ画紋であれば、
(平均誤差値) = 0, (分散値) = 0 になる。
 - バイアスがかかった状態であれば、
(平均誤差値) < A (> 0), (分散値) = 0 になる。
 - 色ずれが発生している状態であれば、
(平均誤差値) < A (> 0), (分散値) < B になる。
 - バイアス・色ずれが発生している状態であれば、
(平均誤差値) < A (> 0), (分散値) < B になる。

3. 画紋拡大・縮小法

登録してある CM の画紋と同時間のテレビ放送の画紋波形を拡大・縮小し、最大値、最小値、ダイナミックレンジを合わせてから、CM の判定処理を行う方法。CM の判定処理は、平均誤差による方法と、分散による方法を試している。

3. 画紋拡大・縮小法+平均誤差値の閾値処理による判定 (以下、比較方法 3)
4. 画紋拡大・縮小法+分散値の閾値処理による判定 (以下、比較方法 4)

実験項目は以下に示すものである。

1. CM の画紋とテレビ放送の画紋を、違う放送局から作成した場合の検出精度の関係。
実験結果を表 3 に示す。
2. 登録してある 30 種類の CM を、新たに作成したテレビ放送素材 (2 時間) の中から検出した場合の検出精度の関係。実験結果を表 4 に示す。
3. 新たに登録した 7 種類の CM を、全てのテレビ放送の素材 (26 時間 15 分) の中から検出した場合の検出精度の関係。実験結果を表 5 に示す。

表 3: 他チャンネルからの CM 検出実験結果

比較方法	CM (CH)	テレビ (CH)	検出 洩れ数	過剰 検出数
1	6	8,10	0	0
	8	10,6	0	Much
	10	6,8	0	5
2	6	8,10	0	0
	8	10,6	0	11
	10	6,8	0	0
3	6	8,10	0	3
	8	10,6	0	Much
	10	6,8	1	0
4	6	8,10	0	0
	8	10,6	0	1
	10	6,8	0	0

CM 6ch, テレビ 8,10 の正解数は 4
CM 8ch, テレビ 10,6 の正解数は 0
CM 10ch, テレビ 6,8 の正解数は 3

表 4: 30CM 検出実験結果

比較方法	正解数	検出 洩れ数	過剰 検出数
1	4	0	0
2	4	0	0
3	4	0	Much
4	4	0	0

テレビ放送は 2 時間

3.3 色ずれを考慮した CM 送出確認実験

今回は、色ずれが生じているテレビ放送から作成された画紋を用い、以下の 4 種類の比較方法により CM 送出確認実験を行った。

1. 分散値の閾値処理による判定 (以下、比較方法 1)
2. 平均誤差値と分散値の複合閾値処理による判定 (以下、比較方法 2)

3.4 考察

閾値の決め方等に関して、詳細な検討を加えてないので、一概には言えないが、今回の実験の範囲では、色ずれが発生するテレビ放送から CM の送出確認を行うには、比較方法 2,4 が適しているものとして考えられる。

表 5: 追加 7CM 検出実験結果

比較方法	正解数	検出 洩れ数	過剰 検出数
1	29	0	0
2	29	0	0
3	29	0	Much
4	29	0	0

テレビ放送は 26 時間 15 分

比較方法 1 と比較方法 2 の差は、平均誤差値を判定に用いるか否かである。表 2 から分かる様に、色ずれによる影響はかなり大きく、Y 成分の色ずれは 200 程度にもなる。そのため、分散値のみによる判定では、分散値をかなり大きく設定しなくてはならないため、過剰検出数が多くなると考えられ、実際にその様な傾向が見てとれる。

比較方法 3 と比較方法 4 では、テレビ放送の画紋波形の拡大・縮小を行い、修正されたテレビ放送の画紋波形と CM の画紋波形との間の比較判定方法に差がある。表 3 を見ると、比較方法 3 に過剰検出が多いが、比較方法 1 でも同じ傾向 (CM 8Ch, テレビ 10,6Ch の時) があるので、CM の画紋自体が誤判定され易い傾向のものと考えることができる。表 4, 表 5 でも比較方法 3 で過剰検出が発生しているの、平均誤差値による比較判定が画紋波形の拡大・縮小処理には不向きであると想像できる。あらゆる画紋波形が同じ最大値, 最小値, ダイナミックレンジになるので、差分値があまり大きくならなくなるためと想像できる。

最後に、37CM(151 個) をテレビ放送 26 時間 15 分の中から抽出する実験を行った。比較方法 2 では、検出洩れなし、過剰検出 12 個と言う結果であった。他の比較方法では、多少の検出洩れが発生しているため、比較判定の閾値等に更なる検討が必要である。

4 まとめと今後の課題

4.1 まとめ

画紋による動画像検索の適用アプリケーションとして検討している CM の送出確認装置を、現行のテレビ放送に適用しようとしている。その時に発生する、色ずれによる画紋波形の変化の問題を示した。我々は画紋の比較方法の変更により、画紋波形レベルで現行テレビ放送の色ずれの問題を解決しようとしており、新たに 4 種類の画紋の比較方法を考案し、CM の送出確認装置の実験を行っていることを示した。

実験結果においては、ある程度、色ずれが発生していても、画紋の比較方法によっては検出可能であることがわかった。テレビ放送に色ずれが発生している場合でも、画紋の波形には類似性が残っており、効果的に波形の類似性の比較が行えれば、検出精度が更に向上する可能性があると感じた。

4.2 今後の課題

今後の課題として以下のものを考えている。

- 色ずれが生じている画紋の最適な比較判定法の検討
 - 最適な比較判定方法の検討
 - 最適な閾値の抽出
 - 波形比較方法調査
- テレビ放送に発生する、色ずれの解消法の検討
 - ゴースト除去
 - 色補正
- 画紋の求め方の検討
 - 色ずれに強い特徴情報の抽出
- 他のアプリケーションへの適用検討
 - 早稲田リサーチセンターで検討している関連テーマと連携する。

参考文献

- [1] 高橋, 寺島, 富永: 画紋情報による動画像検索方式の検討, 1998 信学技報, IE98
- [2] 杉浦, 高橋, 寺島, 富永: 重複除去のための自動照合方式検討, 1998 信学ソ大, D-12-26
- [3] 畠中, 田中, 高橋, 浦野, 富永: 制作者の意図とユーザの視点を用いた映像データベース, 1998 信学ソ大, A-13-3
- [4] 杉浦, 高橋, 寺島, 富永: 効率的な動画像蓄積のための基礎検討, 1998 信学全大, D-12-70
- [5] 畠中, 高橋, 浦野, 富永: インターネットを利用した動画像検索システム~内容による検索のためのキーワードフォームと簡易動画像の活用~, 1998 信学全大, A-13-1
- [6] ISO/IEC 13818
- [7] 特開平 7-46517 公報
- [8] 柏野, スミス, 村瀬: マルチモーダルアクティブ探索を用いた画像・音響時系列の高速探索, 1998 信学技報, IE98-80
- [9] 長坂, 宮武, 上田: 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, 1996 信論, D-II, Vol. J79-D-II No.4 pp.531-537, 1996 年 4 月
- [10] 新倉, 谷口, 阿久津, 佐藤, 外村: MPEG 符号化映像データからのシーンチェンジ検出方法の検討, 1997 信学技報, IE97-65
- [11] 杉山, 渋谷, 有木: DCT 特徴に基づく TV スポーツ映像の自動判別, 1997 信学技報, IE97-25
- [12] 有木: DCT 特徴のクラスタリングに基づくニュース映像のカット検出と記事切出し, 1997 信論, D-II, Vol. J80-D-II No.9 pp.2421-2427
- [13] 岩城, 有木: DCT 成分を用いたシーンのクラスタリングとカット検出, 1994 信学技報, PRU93-119
- [14] 大辻, 外村, 大庭: 動画カット検出, 1991 信学技報, IE91-116
- [15] 長坂, 田中: ビデオ作品の場面変り自動検出法, 1991 情処前期全大, 1Q-5
- [16] 宮武, 吉沢, 上田: フレーム相関係数の変化率に着目したカットの自動検出法, 1990 信学秋全大, D-299