

長田 礼子 青木 輝勝 安田 浩

東京大学大学院工学系研究科

1. はじめに

デジタルコンテンツは不正コピーが簡単にできるため、その著作権保護が困難であり、安全な情報化社会を実現するに当たって、大きな問題の一つとなっている。このような背景により、デジタルコンテンツの著作権保護のための改竄処理に対する技術の開発が社会的にもますます必要とされている。

デジタルコンテンツの中でも特に画像コンテンツの著作権保護技術として、これまで「電子透かし技術」が広く研究されてきたが[1]、改竄処理に対しても必ずしも強くないのが現状である。そこで従来技術の欠点を補う技術として本稿では、はじめに自然画像を改竄に耐性のあるベクトル符号化により関数表現し、そのデータから特徴量を抽出して著作権登録情報として登録する技術を提案する。これまでベクトル符号化は、自然画像を符号化するとデータ量が膨大になるため自然画像には使われなかったが、本稿では実用的なデータ量のレベルにまでデータ量を圧縮する技術を開発する。また、小さいデータ量で画像を特定し改竄画像を指摘できるように、的確な特徴量抽出を検討する。

本稿では、まずはじめに自然画像に対するデータ量圧縮ベクトル符号化を提案し、さらにベクトル符号化した自然画像から適切な特徴を取り出し、原画像と改竄画像の比較を行うことで、提案手法が改竄に耐性のある著作権保護方式であることを示す。

2. 従来研究とその問題点

現在最も広く研究されているデジタルコンテンツ著作権保護技術として、画像に情報を埋め込む「電子透かし技術」がある。しかし、電子透かしではコンテンツを構成している基本要素、例えば画素単位に透かし情報を埋め込むため、どうしても原画像を劣化させてしまう。さらに、埋め込んだ透かし情報は欠落しないまま永久に保存される必要がある。しかし実際には、ぼかし、切り取り、スケーリング、回転、ファイルフォーマット変換、圧縮、雑音付加等による改竄、変更等で透かし情報が変質もしくは消滅してしまうといったことが問題となっている。

そこで本稿では、画像の特徴量を抽出し著作権登録する手法を提案する。本手法では自然画をベクトル符号化（関数符号化）し、デジタルコンテンツに対する改竄処理に強い著作権保護の実現を目指す。ベクトル符号化することで、拡大縮小に耐性があり、

編集処理を繰り返しても劣化のない、情報流通に適したデータとして扱うことができる[2]。しかし自然画像にベクトル符号化を施す場合、データ量が膨大になり実用的ではないので、ここではデータ量圧縮ベクトル符号化技術を新たに開発して用いる。

「電子透かし技術」では埋め込む透かし情報を登録しているのに対し、本稿で提案する方式は画像そのものの特徴を登録する点が大きく異なる。

3. 提案手法の全体像

まず、自然画像を RGB 別に輝度値境界輪郭線で表し、輝度値を高さ方向とした等高線モデルとしてとらえる。次に等高線モデルより得られる画像の特徴を活かして関数表現し、データ圧縮を試みる（図1）。この図では、

- ① 原画像を等高線モデルとしてとらえる
 - ② 低周波数成分と高周波数成分に分ける
 - ③ 適当に領域分割し関数表現する
 - ④ 低・高周波数成分双方の関数をまとめる
- という工程で圧縮されたベクトル符号化データが得られる。

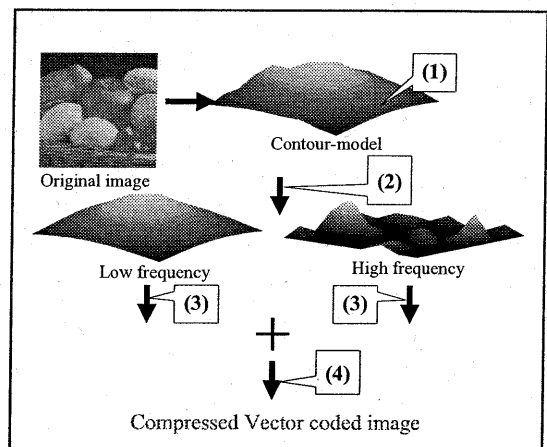


図1 データ量圧縮ベクトル符号化の流れ

以上で得られたデータ量圧縮ベクトル符号化画像から、著作権登録のための特徴量抽出と比較検出評価を行う。図2に一例を示す。例えば登録したい画像の関数表現のうち、輝度値プレーン最高値の1/2（図では128とする）上の境界輪郭線の関数を抽出し、その関数を著作権登録データベースに登録する。一方、登録画像と比較したい画像も同様に輝度値プレーンの最高値1/2上の境界輪郭線の関数を抽出し、双方の関数を比較して著作権の判定を行う。

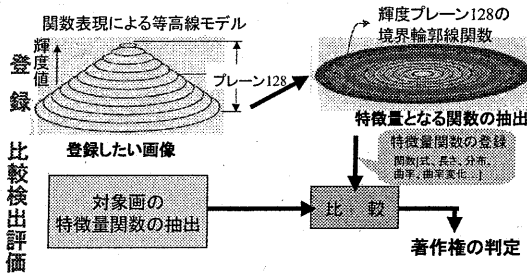


図2 特徴量登録と著作権判定の流れ

4. 特徴量抽出の検討

今回は改竄の代表例として原画像の構造が分かる程度の改竄度合いを基準として、ぼかし(ガウス2 pixels)、変形(画像中心を軸とした100°回転)そして、モザイク(4pixels)について原画像と比較する。用いる自然画像はサイズ(128x128)であり、R成分について調べる。例として、原画像と改竄画像の断面を比較する。図3は画像の中央を水平に切った時の断面である。▲の点を結んだ曲線が原画像のもので、■が改竄画像のものである。いずれも原画像と比較して、ある程度類似している。しかし、1箇所ではばらつきがあるため、図4のように6箇所

で比較する。表1に原画像と改竄画像、そして別の自然画像との相関を求めた結果を示す。場所によりある程度のばらつきがあるが、今回用いた構成が把握できる程度の改竄画像では、いずれも他の自然画よりも明らかに相関値が高くなっていることが分かる。

5. まとめ

本稿では自然画像デジタルコンテンツをベクトル符号化により関数表現し、特徴量を抽出し登録することで著作権を保護する方式を提案した。

このとき抽出する著作権登録としての特徴量データは原画像の特徴を端的に表しているものが望ましい。ここでは例として、輝度値断面の相関を考察した。その結果、構成が分かる程度までの改竄では見分けることが可能であることが分かった。

今後は、著作権登録データとなる特徴量を更に吟味し、登録画像と比較対象画像との比較方法を定める。また主観評価実験を色々な場合に対して行い、著作権保護の基準について考える。これまで研究されてきた電子透かし技術だけではなく、本研究のような特徴量登録という方式を検討することにより、画像デジタルコンテンツ著作権保護に大いに役立つことが期待できる。

謝辞：本研究に際して、大日本スクリーン(株)の茶谷博美氏、藤本博己氏、中井一博氏、沼田秀穂氏、池田佳代氏、そして日本大学の鈴木理教授にご協力頂きましたことを深く感謝いたします。

参考文献

- [1] 「電子透かし」がマルチメディア時代を守る, 日経エレクトロニクス (no.683), pp.99-124, (1997.2.24).
- [2] 森浩一, 和田耕一, 寅一和男, 「関数化図形表現を用いた紙文書のデジタル化,」 情報学基礎 55-3, デジタル・ドキュメント 19-3 (1999.7.16)

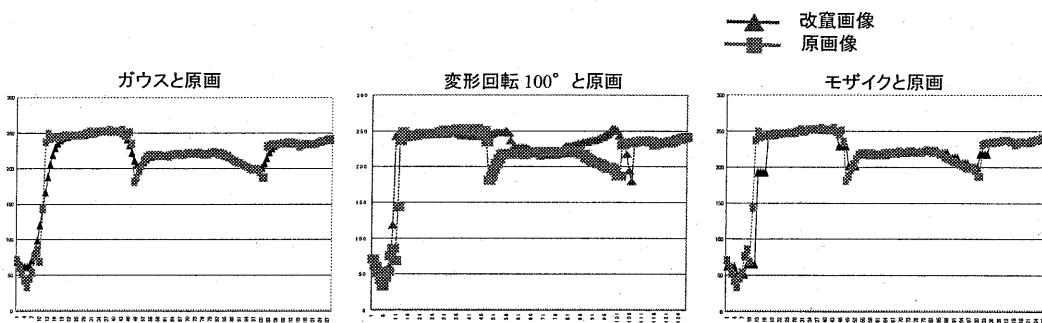


図3 断面図

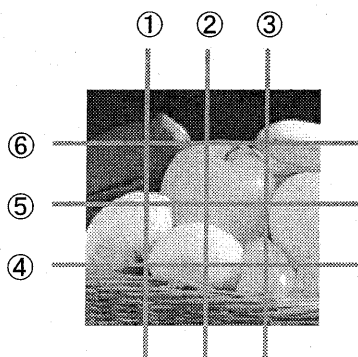


図4 6箇所の断面

表1 相関値

	ぼかし	回転	モザイク	教会	街中	野原
①	0.828	0.510	0.699	-0.382	-0.224	-0.400
②	0.955	0.845	0.935	-0.269	-0.163	-0.015
③	0.809	0.864	0.858	0.094	-0.072	0.165
④	0.980	0.664	0.978	0.197	-0.587	0.226
⑤	0.977	0.848	0.929	0.025	-0.177	0.627
⑥	0.880	0.553	0.849	-0.018	-0.354	0.140
平均	0.905	0.714	0.875	-0.059	-0.263	0.124