

## CG/アニメ画像に適した電子透かし方式の一検討\*

6G-6

日高 宗一郎<sup>†</sup> 高橋 由泰<sup>‡</sup> 木村 徹<sup>§</sup> 加藤 弘之<sup>†</sup> 青木 輝勝<sup>†</sup>国立情報学研究所<sup>†</sup> 東京大学先端科学技術研究センター<sup>‡</sup> 日本テレコム (株) 情報通信研究所<sup>§</sup>

## 1 はじめに

近年のインターネットユーザの急速な増加に伴い、デジタルコンテンツの取引も盛んになることが予想される。しかし、コンテンツ流通を盛んにするためには、作成者やユーザのみならず流通の各段階の介在者も含めて安心して取引を行なえるように著作権の適切な保護が不可欠である。

デジタルコンテンツの著作権保護技術として電子透かし [2] が提案されているが、画像に関しては自然画に対する方式が多く、アニメーション画像に対してはそのまま適用するのは困難である。

我々は、先に CG/アニメーション画像に適した電子透かし方式として、切り取り耐性を考慮したオブジェクト分割による方式を提案しており [3]、試験的な実装が完了し予備的な評価を進めている。

本稿では、提案する透かし方式の概要と、オブジェクト分割に用いるアルゴリズム、予備検討で明らかになった問題点について述べ、関連研究との比較を行なう。

## 2 透かし方式の概要

自然画像を主な対象とした電子透かし方式では、変形、拡大縮小、切り取り、ぼかし処理等の攻撃が総合的に想定されるが、アニメ画像/CG 画像においては、ぼかし処理は画質劣化が著しいため、処理後の画像の利用価値は低いと考える。一方、アニメ画像は自然画と比較してオブジェクトが明確であり、人物の顔等の有意な部分切り取りによる再利用の価値は高いと思われ、切り取りに配慮した透かし方式が必要となる。また、背景と人物等の別々の作成者から供給されたコンテンツを組み合わせる協調処理も想定され、透かし処理もオブジェクト単位に適用出来ることが望ましい。

我々はこのような背景のもとに以下に示す方式を提案し、試験実装を行なった。

本方式の特徴はオブジェクト単位に独立して透かしを埋め込むところにあり、オブジェクトの分割は輝度の等高線に基づく。方式の成否はオブジェクトの分割にかかっている。

1. 画像を大津の方式 [4] で高輝度部と低輝度部に分割
2. 高輝度部に関して輝度の高い方へ等高線を引き、等高線が分かれたらそれに応じてオブジェクトに分割し、分かれる前のオブジェクトの子として階層構造に組み入れる。  
低輝度部については輝度の低い方へ向って同様の処理をする。  
著作権保護に意味のない分割を抑制するために子オブジェクトが一定面積以下になる場合、分割は行なわない。
3. 密接に関連するオブジェクトは切り取りも一緒に行なわれるという予想から、輝度、色差、円形度、位置のそれぞれの差が小さいもの同士をひとつのオブジェクトに結合する。

ここで、円形度は形状の類似度として導入されたものであり、星形のような面積が小さく周囲長の大きいものは値が小さくなり、正円で最大値を取る。

更に、上記の尺度にはしきい値を設け、それぞれの値は実行時に変更出来るようにしている。図 1 に上述の処理の流れ図を示す。

なお、オブジェクト毎に適用される透かし方式は、現在は  $C_r$  プレーンのみの画素値方式であり、8 ビットで表現されたビット列のパリティに挿入している。深度が十分にない場合は  $C_r$  以外の情報と組み合わせる必要がある。

## 3 現状での問題点

**輪郭線の問題** 本方式では、輪郭線と内側の領域が別々のオブジェクトに分割されることが殆んどである一方で、輪郭線と中身のオブジェクトは現行の類似度の基準では十分異なるオブジェクトと判定されてしまうため、結合が行なわれない。切り取り攻撃を考慮すると本来は一緒に扱うことが望ましい。

\* A Study on Digital Watermark Suited to CG/Animation Images  
Soichiro Hidaka<sup>†</sup>, Yoshiyasu Takahashi<sup>‡</sup>, Toru Kimura<sup>§</sup>, Hiroyuki Kato<sup>†</sup>, Terumasa Aoki<sup>†</sup>

<sup>†</sup>National Institute of Informatics

<sup>‡</sup>Research Center for Advanced Science and Technology, The University of Tokyo

<sup>§</sup>Information and Communication Laboratories, Japan Telecom Co., Ltd.

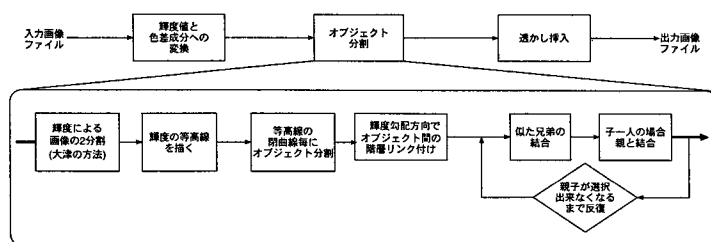


図 1: 埋め込み処理の流れ

**内部で輝度勾配が逆転するオブジェクト** 輝度の等高線が火山の火口状にくぼみを持つ場合、くぼんだ部分のオブジェクトが認識されない。

なお、上記二つの問題は、透かしの挿入/抽出そのものに関しては障害にはならないと考えている。

**透かし挿入の対象** アニメ/CG 画像では、もともと色数が少ないこともあり、輝度情報を抜かれ(二値化され)ても利用価値は減らないと考えられ、現在採用している輝度情報への埋め込みによる方式だけではそのような攻撃への耐性は不十分である。

輝度だけではなくオブジェクトの形状そのものにも透かしを入れる必要がある。

#### 4 関連研究

小堀等 [1] は、デジタルカラー漫画に対する透かし方式として、埋め込みの際に秘密にする情報、埋め込み対象の絞り込み等を含む埋め込み、復号アルゴリズムを提案し、埋め込み可能な情報量等の評価を行なっている。埋め込みの単位はブロックであり、ブロックのサイズは秘密鍵に含まれる。埋め込み対象となるブロックは、一定輝度以下の画素数の割合があるしきい値以上であるものが選択されるが、そのしきい値の選択が埋め込み後の画像の画質劣化の度合いを左右するため、しきい値の決定に注意が必要である。また、情報は埋め込み対象ブロックの、一定輝度以上の領域の面積を変更することにより行なわれるため、我々の提案方式で目的としている、形状そのものへの透かし情報の挿入が実現している。しかしブロック単位で1ビットの情報が挿入されるため、オブジェクト単位で切り取られた際、切り取られた部分の原画像における位置の復元が必要と思われる。

#### 5 まとめ

本稿では、アニメ画像/CG 画像に適した電子透かし方式について、方式の特徴と試作システムの現状を報告し

た。透かしは画像の特徴を生かして分割されたオブジェクト単位で挿入される。オブジェクトの分割には輝度勾配の情報を用いている。

試作システムによる予備的な評価の結果、オブジェクトの認識/分割に際して自然な分割が出来ない場合も判明している。また現行方式では、透かしそのものの方式は単純な画素値を用いたものを採用しており、色数の削減による攻撃への耐性を考慮するとオブジェクトの形状情報も透かしの対象にすることが望ましい。円弧度の比較的高いオブジェクトに関しては、補完曲線による近似と、制御点への透かし情報の埋め込みを検討しているが、ロバスト性を高めるためには十分な冗長性を持たせる必要があり、今後詳細な検討が必要である。

また、透かしを検出する際も埋め込み時と同様のオブジェクト分割処理が必要となるが、埋め込み時と同様の分割が出来るかの詳細な評価も今後の課題となっている。

オブジェクト分割処理の時間性能も今後の最適化の対象である。

運用に際しては、オブジェクト分割の際のパラメータ等、埋め込みの際に公開する情報と秘密にする情報の区別を明確にする必要もある。

#### 参考文献

- [1] 小堀 紀子, 岩切 宗利, 松井 甲子雄. デジタルカラー漫画に対する著作権保護法の一提案. コンピュータセキュリティシンポジウム, pp. 79-84, October 2000.
- [2] 松井 甲子雄. 電子透かしの基礎. 森北出版, 1998.
- [3] 青木 輝勝, 加藤 弘之, 木村 徹, 高橋 由泰, 日高 宗一郎. 切り取り耐性を考慮した CG/アニメ画像電子透かし方式. 電子情報通信学会総合大会, p. 205, 草津市, March 2001.
- [4] 大津 展之. 判別および最小 2 乗基準に基づく自動しきい値選定法. 電子情報通信学会論文誌, Vol. J63-D, No. 4, pp. 349-356, 1980.