

# 電子透かし - マルチメディアを護るために -

宮崎 明雄  
Akio MIYAZAKI

九州産業大学 情報科学部 社会情報システム学科  
Department of Information Science, Kyushu Sangyo University  
miyazaki@is.kyusan-u.ac.jp, <http://www.is.kyusan-u.ac.jp/~miyazaki/>

## 1. はじめに

私の研究室では、ネットワーク社会において情報メディア信号を護るための技術と計算機で処理するための技術について、現在以下のテーマで研究を行っています。

- 電子透かし技術による情報メディア信号の保護について
- ウェーブレット変換<sup>\*1</sup>による非正常信号の計算機処理とその応用について
  - 画像伝送 (圧縮符号化方式), 画像復元
  - 生体信号 (心電図, 脈波など) の解析
  - 経済変動 (株価, 為替レートなど) の解析

本稿では、これらのうち電子透かし技術に関する研究について紹介します。

### ウェーブレット変換による画像の多重解像度表現

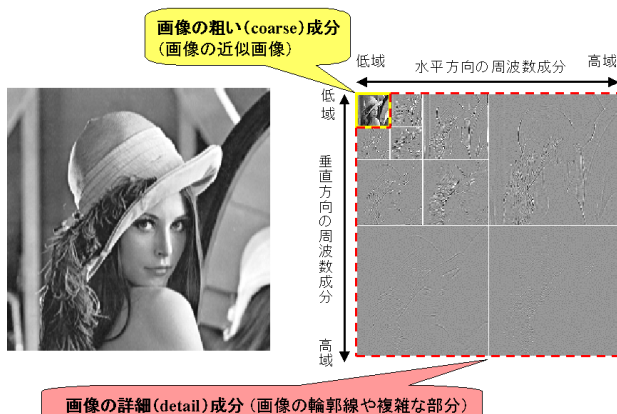


図1 画像のウェーブレット変換。

\*1 ウェーブレット変換(図1)は、小さいところを見るときはうんと近くによって見る、大きすぎて全体の形がつかめないときにはずっと離れて遠くから見るといった『数学的顕微鏡』と呼ばれる特徴を持った信号変換であるので、フーリエ変換などの通常の信号変換では見えにくい情報がウェーブレット変換を使うことにより見え易くなることが期待できます。このため、緩やかな変化の中で時々急激な変化が起こるような非正常信号の解析に向いています [Chui01]。

## 2. 電子透かし - マルチメディアのニュープロテクト技術 -

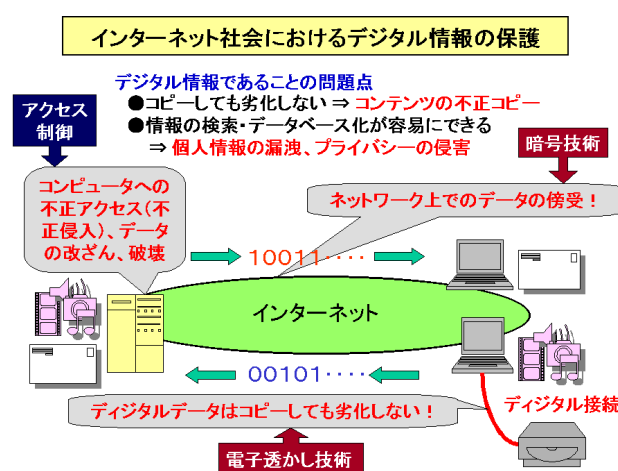


図2 デジタル情報の保護技術(アクセス制御, 暗号, 電子透かし)。

電子透かし (Digital Watermark) は、

『デジタル (Digital) 信号として表現された文字, 図形, 音声, オーディオ, 静止画, 動画などの電子メディア (デジタルコンテンツ) に, その製作年月日, 所有権や著作権に関する様々な情報を気づかれずに透かし (Watermark) として埋め込む』

という信号処理を意味する用語として、マルチメディア信号処理や情報セキュリティの分野で最近盛んに使われています。最近のデジタル技術の発展とコンピュータネットワークの普及により、文字、図形情報や音声、オーディオ、画像情報がデジタルコンテンツとして、CD-ROM、光・磁気ディスクサーバやデジタルテープに記録蓄積され、世界中から計算機ネットワークを通してこれらのコンテンツに容易にアクセス・コピーできるようになってきています(図2)。これと同時に、デジタルコンテンツを不正に利用する犯罪も目立つようになってきています。電子透かしは、そうした不正利用を抑止し、製作者や著作権者がデジタルコンテンツを発信しやすくす

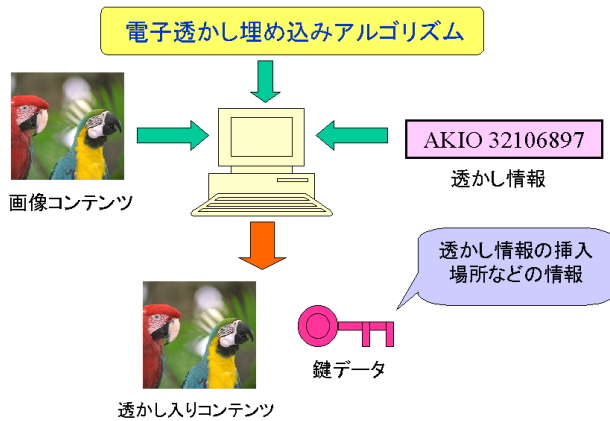


図3 電子透かし埋め込みシステムの概要。

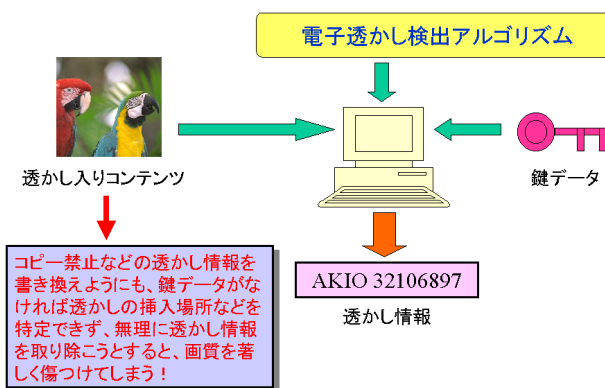


図4 電子透かし検出システムの概要。

る技術の一つとして関心が高まっています(図3, 図4)。このような趨勢の中で、電子透かしの実現技術はマルチメディア情報の保護管理という観点からも今後益々重要になってくる技術の一つです。

私の研究室でも離散ウェーブレット変換(DWT)や離散コサイン変換(DCT)といった信号変換技法を用いて、画像(静止画, 動画)や文字・図形に対する電子透かし方式の開発と性能評価を行っています[宮崎01]-[宮崎03]。以下では、これらのうち最近の研究をいくつか紹介します。

## 2.1 電子透かし方式の開発と電子透かし埋め込み検出ソフトウェアの試作

デジタル画像に対する電子透かし技術の基本方式は二つに大別されます。一つは、画像の標本値(画素値)を僅かに変えて透かし情報を直接埋め込む方式(図5)、もう一つは、画像をDWTやDCTで周波数成分に変換し、特定の周波数成分を僅かに変えて透かし情報を埋め込む方式(図6)です。しかし、画素値を操作する電子透かし方式は、画像の編集加工処理により画素値が変化するため、透かしが簡単に取り消されてしまう欠点を有しています。これに比べ周波数領域に埋め込む方式は、透かしに各種画像処理に対する耐性をもたせることができます。

## 電子透かしの埋め込み

### 人間の視覚特性を利用

- ・画素値のわずかな変化は知覚されない
- ・画像の複雑な部分の変化は知覚されない

例: 4画素の中に1ビットの情報“1”“0”を埋め込む

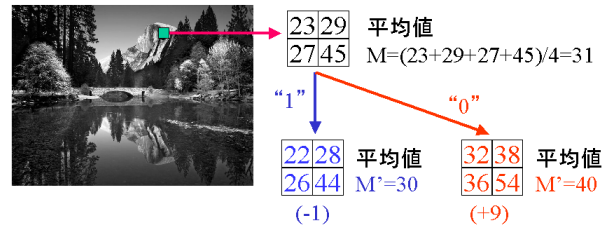


図5 電子透かしの埋め込み。

その理由は、圧縮やフィルタリングなどの画像処理を施しても比較的影響を受けない画像の低域や中域の周波数成分に透かし情報を埋め込むからです\*2。

このような観点から、私たちはDWTに基づく電子透かし方式をいくつか提案し、これらの方式が各種画像処理に対して耐性をもつことを示しました。そして、これらの方式をベースにして、静止画用電子透かし埋め込み検出ソフトウェアの試作を行いました(図7)。このソフトウェアはWindows版アプリケーションソフトウェアで、電子透かしへの悪意のある攻撃\*3を避けるために、このソフトウェアで採用している電子透かし埋め込み検出アルゴリズム(ソースファイル)は非公開としています。従って、このソフトウェアはブラックボックスの形式(実行形式ファイル)でユーザに提供されます。なお、このソフトウェア(実行形式ファイル)のサイズは約547KB、画像ファイルのフォーマットはBMPファイル(Windowsビットマップファイル)です。

今後は、本研究で開発した電子透かし方式を応用して、画像やビデオコンテンツの著作権保護システムや再生・コピー制御システムの開発を目指して研究を展開したいと考えています(図8, 図9)。

\*2 一般に画像の画素値や周波数成分を大きく変えれば、透かしの耐性を上げることができます。しかし、透かしの埋め込みによる画像の変化(劣化)も知覚されるようになります。このように、透かしの耐性と画質の間にはトレードオフの関係があり、どのくらい画素値や周波数成分を変えるかが研究の重要なポイントとなります。

\*3 電子透かしへの悪意のある攻撃としては、(1) 結託攻撃による(多数の透かし入りコンテンツを用いた)電子透かしシステムの統計的解析と透かし情報の解釈、消去や改ざん、偽造、(2) 上書き攻撃(ある方法で透かし情報を重ね書きする)、(3) 電子透かしアルゴリズムの改変による透かし情報の攪乱、が挙げられます[松井01]。

【ウェーブレット変換に基づく電子透かし方式】

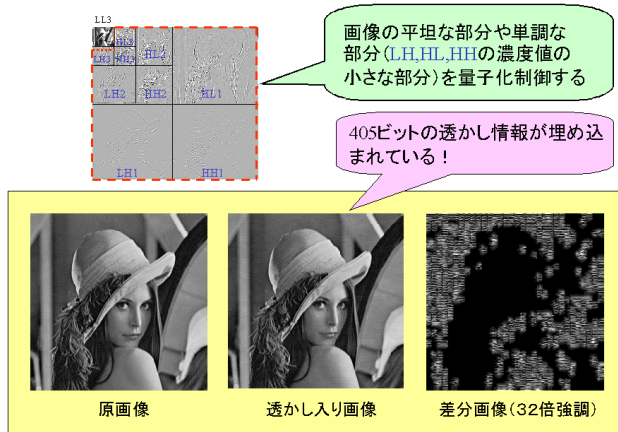


図 6 原画像 LENA と透かし入り画像 .

デジタルコンテンツの著作権保護

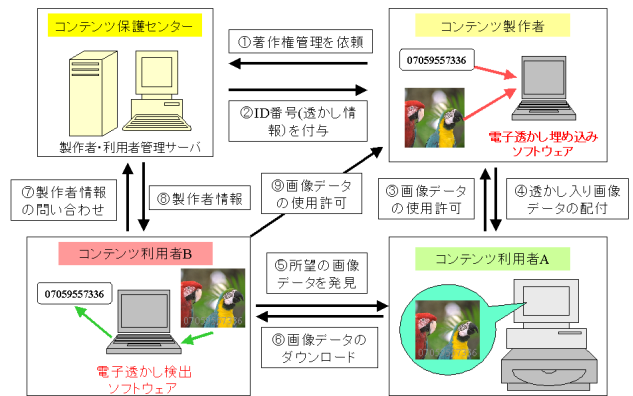


図 8 電子透かし技術を用いたコンテンツの著作権保護システムの例 .

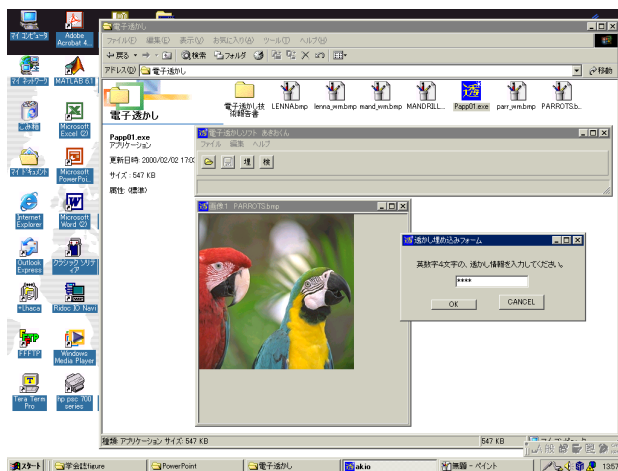


図 7 電子透かし埋め込み検出ソフトウェア .

デジタルコンテンツの再生・コピー制御

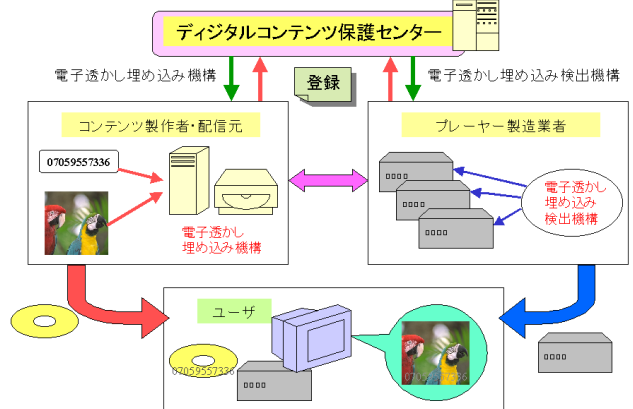


図 9 電子透かし技術を用いたコンテンツの再生・コピー制御の例 .

2.2 デジタルシネマ向け電子透かし方式の開発

- スクリーンの撮影に対して耐性をもった電子透かし方式の検討 -

最近のデジタル AV 機器の高性能化, 小型化に伴い, 米国では上映中の映画館でビデオを撮り, ネットに無断で流す「海賊行為」が絶えないそうです (朝日新聞 平成 13 年 7 月 2 日 朝刊). また, 平成 13 年 11 月 20 日の夕刊フジに「ハリー・ポッター, たった 150 円」という見出しで次のような記事が掲載されていました .

週末 3 日間の興行収入が英米あわせて約 140 億円に達した大人気映画「ハリー・ポッターと賢者の石」. ついにというか, やっぱりというか, 中国で早くも海賊版ビデオが登場した. 同映画は, 中国ではまだ公開されていないが, なぜか市中には約 150 円で, 海賊版ビデオが売られはじめた. パッケージには, ほうきにまたがった主人公の少年の写真がしっかり印刷され, 中国語の字幕までついている. ただ, 映画の本編は, 一

目見て, 映画館内で盗み撮りしたとわかる粗い画像. 画像のトーンはほの暗く, 何と, 途中で観客が立ち上がって, スクリーンの前を横切る箇所も. どうやら, 英米などと世界同時公開された台湾で作られたシロモノらしい. . . . .

このような海賊行為に対し有効な解決策は今のところないため, コンテンツ製作者や映画関係者は頭をかかえています.

私の研究室では, 電子透かし技術でこの問題が解決できるかどうか, 昨年から本格的に検討を始めました. ビデオコンテンツは通常 MPEG で圧縮されることと, スクリーンの撮影によって, 画像に幾何学的なひずみが生じたり, 画像のトーンが変わったりすることから, 電子透かし方式には MPEG 圧縮に対する耐性, および撮影画像のひずみや変化に対する耐性が要求されます. 私たちが提案している電子透かし方式 (図 10, 図 11) [山下 01] では, 撮影による画像の切り取りに対応するため, 画像の中心部の DCT 係数に著作権などの透かし情報を, こ

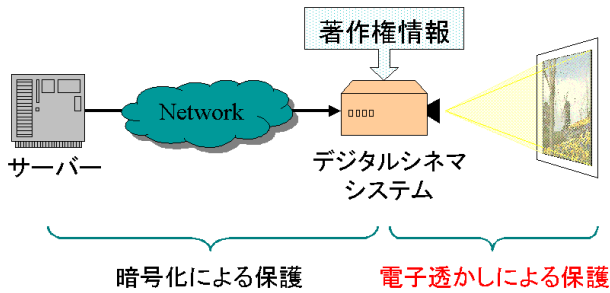


図 10 デジタルシネマシステム (暗号と電子透かしによる保護) .

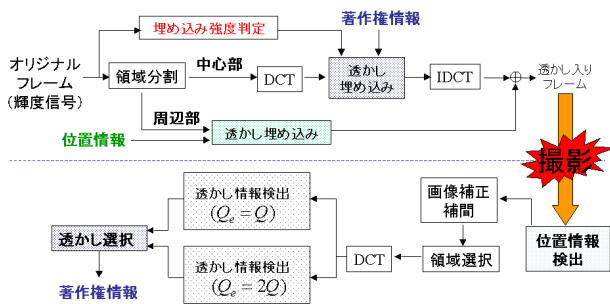


図 11 デジタルシネマ向け電子透かし方式 (提案方式) の概要 .

の周辺画素に位置情報を透かしとして埋め込みます。この位置情報は透かし検出の際に画像補正を行うための基準として用いられます。透かしの検出では、まず位置情報を検出し、これを基にして画像の幾何学的なひずみを補正した後、著作権などの情報を検出します。現在、提案手法について MPEG 圧縮とスクリーン撮影に対する耐性評価実験を行い、評価結果に基づいて提案手法の改良を行っています (図 12)。

### 3. む す び

本稿では、私の研究室の研究テーマのうち電子透かし技術に関する研究についていくつか紹介しました。特に、



図 12 評価実験の様子：透かし入りビデオをスクリーンに投射してデジタルビデオカメラで撮影し、録画されたビデオから透かし情報の検出を行っています。

デジタルシネマ向け電子透かし方式の研究は、九州大学大学院システム情報科学府赤岩研究室の学生と松下電器産業 (株) マルチメディア開発センターとの共同研究の成果であり、現在もなお継続して行っているものです。なお、本研究の一部は日本学術振興会科学研究費補助金の援助により行ったものです [宮崎 01]–[宮崎 03]。

### ◇ 参 考 文 献 ◇

[Chui01] チャールズ K. チュウイ (桜井・新井訳), ウェーブレット入門, 東京電機大学出版局, 1993.  
 [松井 01] 松井甲子雄, 電子透かしの基礎, 森北出版, 1998.  
 [宮崎 01] 宮崎明雄, “動画像及び文書への電子透かしに関する研究,” 日本学術振興会 平成 11~12 年度 科学研究費補助金研究成果報告書 (基盤研究 (C)(2) 課題番号 11650386), 平成 13 年 3 月.  
 [宮崎 02] 宮崎明雄, “電子透かし技術を応用した画像情報管理システムの開発,” 日本学術振興会 平成 12~13 年度 科学研究費補助金研究成果報告書 (基盤研究 (B)(2) 課題番号 12555111), 平成 14 年 3 月.  
 [宮崎 03] 宮崎明雄, “電子透かし技術の評価とその支援システムの開発,” 日本学術振興会 平成 13~14 年度 科学研究費補助金研究成果報告書 (基盤研究 (C)(2) 課題番号 13650416), 平成 15 年 3 月.  
 [山下 01] 山下武士, 納富貞嘉, 宮崎明雄, “スクリーンの撮影に対してロバストな電子透かし方式の検討,” 電子情報通信学会 2003 年暗号と情報セキュリティシンポジウム, 2003 年 1 月.