

電子透かしの汎用性

武藤明宏

muto@dvl.co.jp

(株) デジタル・ビジョン・ラボラトリーズ

〒107-0052 東京都港区赤坂 7-3-37 (プラスカナダ)

あらまし デジタルコンテンツの著作権保護手段として数々の電子透かしアルゴリズムが提案されている。本論文では電子透かし処理機能をコンテンツ提供システムに適用する際の問題点に関して議論する。特に電子透かしアルゴリズムのデータ形式への依存性、相互運用性、すなわち汎用性に関する問題を取り上げる。解決手段として電子透かし処理系の機能ブロック化、コンテンツ提供者による電子透かし処理ポリシーのメッセージ化、電子透かし処理系へのメッセージ翻訳機能の装備を提案する。汎用性を持った電子透かし処理系をコンテンツ提供システムに適用することでコンテンツの多様化、提供者意図の多様化、実行環境の多様化に対応したコンテンツ提供サービスを実現することができる。

Adaptability of Digital Watermark

Akihiro MUTO

muto@dvl.co.jp

Digital Vision Laboratories

Place Canada, 3-37, Akasaka 7-chome, Minato-ku, Tokyo 107-0052 Japan

Abstract This paper addresses the problem in adopting digital watermarking function into contents distribution system. I focus on adaptability, that is, independence to data format and interoperability of digital watermarking algorithm. I propose the following three methods to overcome the problem: to divide digital watermarking function into some modules; to parameterize digital watermarking policy; to introduce message translator into digital watermarking function. Contents distribution system satisfies multiplicity such as data format, intention of contents provider and subscriber's condition by adding general purpose digital watermarking function on contents distribution system.

* 現在 ソニー (株) IT 研究所

1. はじめに

デジタル技術の進歩に伴ってネットワーク等の多様な形態での情報提供サービスが構想、開始されている。デジタルデータ（デジタルコンテンツ）の供給サービスの普及に伴ってコンテンツの権利保護が重要な課題となってきた。デジタルコンテンツはアナログコンテンツに比べ、複製時に劣化が生じないこと、一般に複製が容易なことなどから複製対策が大きな課題となっている。その対策として電子透かし技術が注目されている。電子透かしとはデジタルコンテンツの中に利用者には知覚できない形で挿入された副次的なデータのことで、Digital Watermark, Fingerprint などとも呼ばれている。著作権情報、利用者情報などを電子透かしとしてデジタルコンテンツの中に挿入することで、不正に複製されたコンテンツに対する権利主張や不正者の特定を行なうことができ、著作権侵害への抑止手段として効果を持つ。現在さまざまな電子透かしアルゴリズムが提案されているが、特定のデータ形式への処理を想定したものがほとんどである。従って、多様なデータ形式で構成されたマルチメディアコンテンツの流通において電子透かし技術を適用することを想定した場合、個々のデータ形式への対応を行なわねばならず負担が大きい。本稿では、ネットワーク等を用いたコンテンツ提供サービスに電子透かし技術を適用する際の問題点として汎用性を取り上げる。まず2章では現状での問題点を整理し、3章で電子透かしの「汎用性」に関して定義を行なう。4章では汎用性を実現する上での必要要件と提案方式を提示し、5章では提案方式の適用例をあげ、6章では今後の展開に関して述べる。

2. 現状の電子透かしの問題点

2.1. データ形式への依存性

電子透かしはその目的上コンテンツの利用

者にはその存在が容易には検出できないよう挿入されることが要求される。従って透かし情報が挿入される位置を明示的に規定することはできない。よって、他の意味付けを持つデータブロックを操作することで透かしデータのデータ表現を行なうことが一般的である。その際、操作対象のデータブロック自体の意味解釈ができなくなったり、透かしデータの挿入位置の推察がつかったり、利用者に知覚されるレベルのコンテンツの品位低下があってはならない。以上のような理由から、一般にデジタルデータを対象とした電子透かし処理アルゴリズムは特定のデータ形式に対応している。

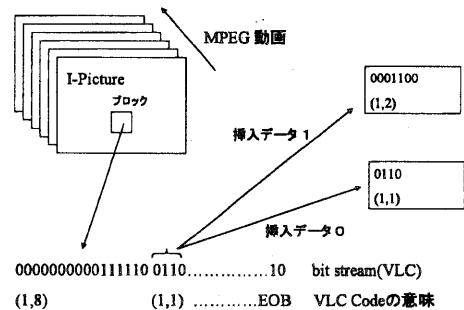


図1 電子透かしの挿入処理例

図1は MPEG ビデオストリームに対する電子透かし挿入例（簡略化している）である。画像を構成する画素データは一定数の画素を一つの単位（“ブロック”）として圧縮、符号化されている。画素に対応する情報は run、level という2つの要素の対（図に示した(1,8)、(1,1)等）、およびブロックの終わりを表す符号 EOB 等により構成され、この情報が VLC コードとして表現されている。図の例では挿入する透かしデータが1の場合 VLC コードを 0110 から 0001100 に置換し、0の場合には VLC コードの置換は行なわないことにより透かしデータの挿入を行なっている。この際、置換する VLC コードの選択によってはデータ構造を破壊してしまう可能性があるし、破壊されなくても例えば画素レベルの大きな

変化を伴う置換を行なった場合、画像の品位低下が知覚される可能性もある。そもそも VLC コードが表現している意味自体が MPEG の規格固有のものであるから電子透かし挿入処理がデータ形式 (MPEG ビデオフォーマット) に強く依存していることがわかる。

2.2. コンテンツ提供者の処理意図の反映

電子透かし処理機構はその本来の目的から考えて、コンテンツ提供者が柔軟に処理の形態を指定できるよう考慮して構成されることが望ましい。しかしながら、現在提案されているアルゴリズムにおいてはどのような要素をパラメータとして設定することに意味があるのかはあまり検討されていない。

電子透かし処理に関するコンテンツ提供者意図のパラメータとして、代表的なものとしては電子透かしの処理アルゴリズム、電子透かしの挿入強度、挿入位置、挿入情報などが考えられるが、処理対象データが異なったり処理環境が異なったりする場合にそのようなパラメータがどのように解釈され、処理が履行されるのかに関する規定を行なう必要がある。

2.3. オープンなネットワークへの適用

インターネットに代表されるオープンなネットワークでのコンテンツ提供サービスは将来の普及が期待されている分野である。オープンなネットワークでの電子透かしの適用を考えた場合にもさまざまな問題が存在する。

① コンテンツ提供者の多様性

オープンネットワークでは不特定多数のコンテンツ利用者を想定するため、コンテンツ提供者のコンテンツ保護に対するポリシーが幅広く反映 (設定) できるシステムが望まれる。

② 適用可能アルゴリズムの多様性

先に指摘したとおり、電子透かし処理のア

ルゴリズムは処理対象のデータへの依存性が強い。また、デファクトスタンダードとなるアルゴリズムが確立していないこと、逆にさまざまなアルゴリズムが選択可能である方が望ましい場合も考えられる。そのような状況下でコンテンツ提供者の要求を満たしつつ、さまざまなアルゴリズムの電子透かし処理系が実装されたシステムを通してのサービスが実現できることが望ましいが、そのような意味での相互運用性は現在十分に考慮されているとはいえない。

③ 透かしデータの証拠性

透かしデータとして著作権情報、利用者情報、利用条件などを入れることが考えられる。例えば、コンテンツ提供者が利用者情報に関する情報を電子透かしとして入れた場合、透かし情報が確かに特定の利用者を表していることをどのように保証するのかを検討する必要がある。また、電子透かしは改変あるいはデータエラーに強固であることが要求されるが、検出されたデータのエラーに関してどの程度の証拠性を認めるかも課題となる。

④ 透かし処理の正当性保証

電子透かしの挿入処理が、コンテンツ提供者自身ではなくサービスプロバイダー、あるいはコンテンツ利用者の手元で行われる場合が考えられる。例えば、利用者側の端末で利用者情報などを挿入する場合である。このような場合、利用者などコンテンツ提供者以外が処理を阻害できないように考慮されなければいけない。また、コンテンツ提供者側においても偽の利用者情報を挿入してのコンテンツ配布などの不正が考えられ防止手段の考慮が必要である。

3. 電子透かしの汎用性

前章でのべたように、電子透かしをコンテンツ提供サービスに適用する場合さまざまな問題が存在するが、その克服手段として電子

透かし処理機構に「汎用性」の概念を取入れる。電子透かし処理系の「汎用性」とは、データ汎用性と環境汎用性の2つである。

3.1. データ汎用性

データ汎用性とは、電子透かし処理系が多様なデータ形式のビットストリーム（コンテンツ）に対して電子透かし挿入処理が行なえること、もしくは新たなデータ形式のビットストリームに対する電子透かし挿入処理の拡張性を持っていることである（図2）。

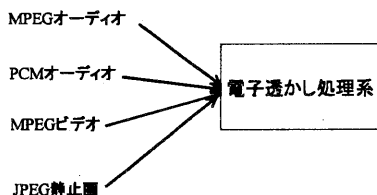


図2 データ汎用性

3.2. 環境汎用性

環境汎用性とは、コンテンツ提供者の著作権保護に関するポリシー（処理意図）が処理系を問わずにある一貫性を保って履行されることである（図3）。

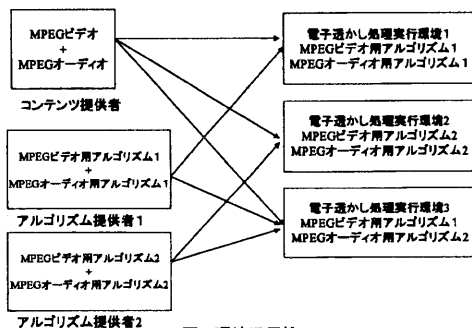


図3 環境汎用性

4. 必要要件および提案方式

4.1. 必要要件

3章で提示した汎用性の実現のために3つの要件をあげる。

- ① 電子透かし処理系の機能ブロック化とコンポーネント化
- ② コンテンツ提供者の著作権保護意図のメッセージ化
- ③ 電子透かし処理系内でのメッセージ翻訳

4.2. 電子透かし処理系の機能ブロック化とコンポーネント化

多様なデータ形式のデジタルコンテンツに対する電子透かし挿入処理を行なうために一番簡便な方法は、処理対象データ形式毎に対応した処理アルゴリズムを用意し、それらを切り替えて用いる方法である。この方法は処理機能や新データ形式に対する拡張性の観点から冗長である。一般に電子透かし挿入処理アルゴリズムはある機能単位で共通化してとらえられる場合が多い。電子透かし処理系をいくつかの機能ブロックに分離し、各機能ブロックが処理対象のデータや処理内容に応じた処理コンポーネントをロードして利用できる機構を用意する。このような構成にすることでデータ形式や処理内容の差異に対応する機能をコンポーネント単位で提供することができるようになり、電子透かし処理系の拡張性を効率的に実現できる。図4に機能ブロック構成例を挙げた。

4.3. 著作権保護意図のメッセージ化

コンテンツに対する電子透かし処理系の処理内容を規定するための情報（著作権保護メッセージ）をパラメータとしてコンテンツと一緒に電子透かし処理系に与える。各電子透かし処理系は著作権保護メッセージを受け取り解釈実行するためのインタフェースを備える。もし与えられた著作権保護メッセージがその処理系にとって解釈不能なものである場合には電子透かし挿入（コンテンツ処理）は

電子透かし挿入装置

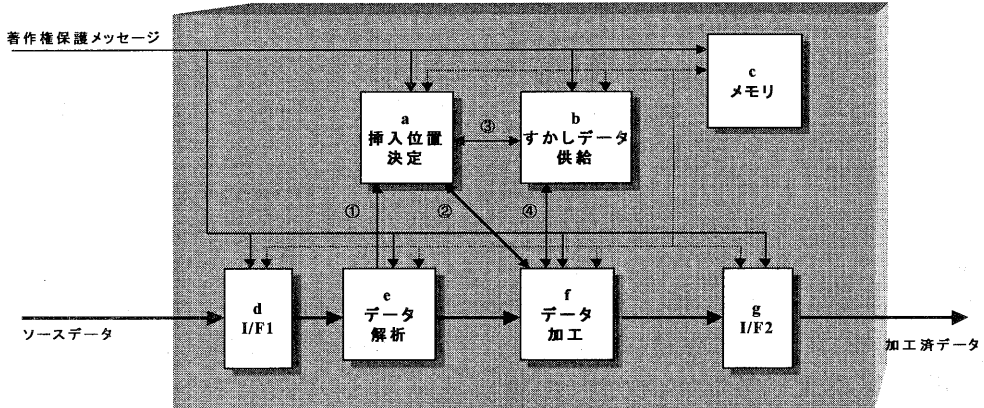


図4 電子透かし処理系の機能ブロック化

行われない。著作権保護メッセージはコンテンツと分離して用意することにより、複数のデータ形式のコンテンツに同一の電子透かし処理を行わせるよう1セットのメッセージで指定したり（データ汎用性の実現）、異なる処理アルゴリズムが実装された処理系に対して同一のメッセージによる処理指定が実現される、すなわちメッセージの再利用が可能になる（環境汎用性の実現）。

4.4. 著作権保護メッセージ翻訳

著作権保護メッセージのパラメータ化に関して前節で述べたが、電子透かし処理系側にはメッセージ翻訳機構を用意する（図5）。メッセージ翻訳機構は外部より電子透かし処理系に与えられた著作権保護メッセージのパラメータを電子透かし処理コンポーネントが規定する形式のパラメータに変換する機能をもつ。メッセージ翻訳機構を導入すると電子透かし処理のアルゴリズム作成者は外部より与えられる著作権保護メッセージの形式を個々に意識せずにコンポーネントを作成、流通させることができる。著作権保護メッセー

ジの作成者（コンテンツ提供者）の立場から見れば自ら規定するメッセージおよびパラメータの適用環境を広げることができる。例えば、著作権保護メッセージとして透かし挿入のための強度を抽象的に強弱の2値で規定する著作権保護メッセージを規定し、透かしデータの挿入データ比率（例えば、挿入対象データ 1M Byte に対して挿入する透かしデータのバイト数）をパラメータとして指定できるコンポーネントに対して強弱の2値パラメータを特定の挿入データ比率に変換するような処理をメッセージ解釈機構に行なうようにさせるといった利用の方法が考えられる。

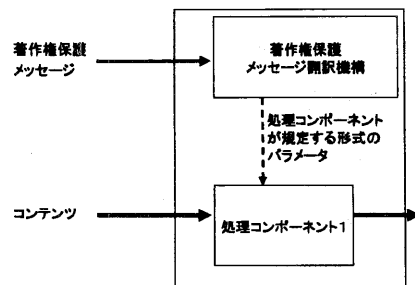


図5 著作権保護メッセージ翻訳機構

5. 適用例

4章で提案した方式による電子透かし処理機構を用いた著作権保護システムの例を図6に挙げる。ここでは MPEG フォーマットの動画と JPEG フォーマットの静止画のコンテンツを持つ情報提供者と動画処理コンポーネント1、静止画処理コンポーネント1の2つの処理アルゴリズム提供者（アルゴリズム提供者1）、動画処理コンポーネント2のアルゴリズムを提供するアルゴリズム提供者2、更には情報利用者1、2を想定する。情報利用者側でコンテンツの受信時にコンテンツに利用者を識別するための電子透かしを挿入することによりコンテンツの保護を図る。アルゴリズム提供者は情報利用者側にある電子透かし処理装置で用いる電子透かし処理のためのコンポーネントを提供する。一方、情報提供者はコンテンツに著作権保護のためのメッセージを多重化し、インターネット等の伝達メディアを用いて情報利用者へ送付する。

本例では、情報提供者はコンテンツ以外の

著作権保護メッセージを1回用意することで、それぞれ用意された処理アルゴリズムの異なる情報利用者に対してコンテンツの提供を行なうことができる。一方、アルゴリズム作成者は機能ブロック化が行われた電子透かし処理系に対しては、機能ブロック単位でのアルゴリズムコンポーネントを提供することが可能になる。

6. 今後の展開

「汎用性」を持った電子透かし処理機構の実現のための課題を挙げる。

①機能ブロック化

4章で機能ブロック化の例を挙げたが、幅広い電子透かしアルゴリズムに適用可能なブロックの切り分けを検証する必要がある。

②メッセージフォーマット

幅広い用途での電子透かし処理の利用を見込んだ場合に、どのようなメッセージフォーマットを採用することが現実的に有用かを検

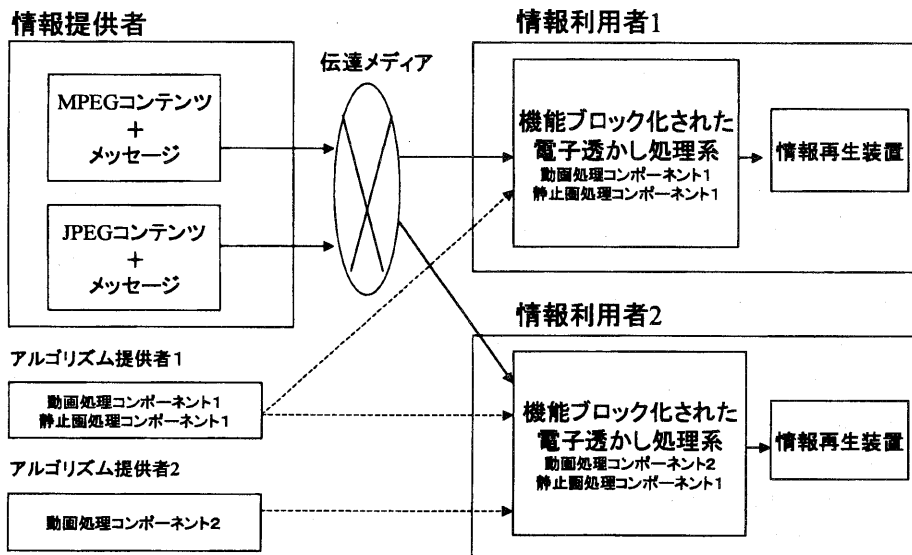


図6 適用例

討する必要がある。

③メッセージ翻訳

本提案機構では著作権保護メッセージが各々の電子透かし処理機構において個別に解釈され処理されるため、メッセージの翻訳が恣意的に行なわれないことを保証するしくみが要請される。また、各々の処理系が固有のルールによって電子透かしを挿入する場合、挿入されたデータの形式が異なるためデータの証拠性をどのように保証するのかという問題もある。

7. おわりに

電子透かし技術が著作権保護の有効な手段として提案されて久しい。商用的な適用も徐々になされてきており、特にインターネットを用いたコンテンツ提供サービスは大きく期待されている分野の1つである。しかしながら、現状ではコンテンツ提供者が個別に電子透かしを挿入したり、特定のデータ形式にのみ対応した電子透かしアルゴリズムを利用している場合がほとんどである。今後は、多様なデータ形式のコンテンツがさまざまな提供者の手で発信されることが期待されるが、そのような真に「オープン」なネットワークにおいて著作権を守るための枠組みはまだ確立していないと思われる。

本稿では電子透かしを「汎用性」の観点から議論したが、課金技術、暗号技術等との統合により提供者より利用者に至る End to End のコンテンツの保護へと拡張していくことが必要であると考えている。

謝辞：本研究に際してご指導頂いた当社青池常務、羽根技師長、五十嵐部長、村谷主任研究員、ならびに研究開発本部の皆様方に感謝致します。

[参考文献]

[1] 中沢、小館、モリソン、富永: MPEG2

における「デジタル透かし」の利用による著作権保護の一検討 SCIS'97

- [2] 鈴置,渡部,嵩 :デジタル動画像に対する著作権保護の一手法,信学技報,ISEC95-47, pp13-18
- [3] Cox,Killian,Leighton,Shamoon : Secure Spread Spectrum Watermarking for Multimedia , NEC Research Institute Technical Report95-10,Oct.1995
- [4] 武藤、「著作権保護機構」、情報処理学会第 54 回全国大会、4L-11(1997)
- [5] R.Mori,M.Kawahara, Superdistribution :The Concept and the Architecture, The Trans of IEICE, Vol E73(7), 1133-1146 (1990)
- [6] 中村,小川,高嶋:「デジタル画像の著作権保護のための周波数領域における電子透かし方式」,SCIS'97, 26A,