電子透かし技術と著作権保護への適用における課題

山中喜義*

[著者抄録] 映像や音楽などのデジタルコンテンツの著作権保護手段として、最近、「電子透かし技術」が注目を集めている。電子透かしは、主情報であるコンテンツ内に、人間に知覚できないように副情報を多重化する技術である。副情報として、著作権情報や利用者情報を埋め込むことにより、著作権者の明確化・使用許諾処理の利便化および、不正コピーの抑止が可能となる。そのため、電子透かし技術は、デジタルコンテンツの著作権を保護しつつ適正な流通を促進させる起爆剤として期待される。本稿では、電子透かし技術の概要および現状を述べた後、著作権保護手段として適用する際の要件・課題について述べる。

[著者付与キーワード] 電子透かし, 著作権, デジタル, コピー, インターネット

Digital watermarking technologies and the application to copyright protection

YAMANAKA Kiyoshi

[Author Abstract] Digital watermarking technologies are recently taken great attention as a copy protection means of digital contents; video and audio. The watermarking technologies are ones that sub-information can be embedded into main-information (contents) imperceptibly. When a copyright holder's ID or user's ID is embedded as a sub-information, the technologies are applied as the useful means for clearing of copyright holder, convenience of copyright consent process and determent of illegal digital copy. In this paper, we describe an abstract of digital watermarking technologies and the present state first. Then, requirements and problems are listed when the technologies are used as a means of copyright protection of digital contents.

[Keywords by Author] digital watermarking, copyrights, digital, copy, Internet

* NTT ヒューマンインタフェース研究所 (〒239 横須賀市光の丘1-1) Tel.0468(59)8581
NTT Human Interface Laboratories(1-1,Hikarinooka, Yokosuka-shi,239)

1. はじめに

最近デジタル処理技術の進展により、デジタル音声、音楽、静止画像、動画像などの取り込み、生成、編集、蓄積などが可能な装置／記録媒体および、オーサリングツールの入手が、一般のパソコンユーザにとっても比較的容易になってきた。さらに、WWW(World Wide Web)の急速な普及により、不特定多数の人々の間でのデジタル情報の通信が簡単にできるような環境が整いつつある。今や、デジタルコンテンツの生成／編集／通信(販売も含む)は、特定の集団に限らず、誰にでもできるような時代になった。デジタル情報は、オリジナルから品質を落とすことなく、同じものが出来てしまうため、新たにデジタルコンテンツの不正コピー、不正使用などの著作権侵害が問題として浮上してきている。

ユーザから見たデジタルコンテンツの用途に応じて、著作権保護手段を講じる必要がある。すなわち、入手したデジタルコンテンツをそのまま利用(見る／読む／聞くなど)するだけのユーザ(以降、「受動ユーザ」)に対する著作権保護手段と、編集加工を施して二次著作物を生成したい創造意欲のあるユーザ(以降「能動ユーザ」)に対する著作権保護手段である。

本稿では、まず、前者の受動ユーザ向けの保護手段として、これまでに提案されている方式の抜粋を簡単に紹介し、続いて後者の能動ユーザ向けの保護手段として、電子透かし技術を用いた方式および適用例を詳しく紹介する。さらに、著作権保護手段としての電子透かしの技術的、システム的および、法的な要件と課題も併せて述べる。

2. 受動ユーザ向け著作権保護手段

入手したデジタルコンテンツをそのまま利用(見る／読む／聞くなど)する受動ユーザに対する著作権保護手段として、これまで様々な方式が提案されている。

森らによる、デジタル知財を「所有」でなく

「利用」を前提とすることによって流通させ、ネットワークを通じて課金する「超流通」¹⁾の提案がある。CD-ROM, ネットワークさらには友人からなど複数の経路を通じて入手したソフトウェアを使用した場合、使用記録が自動的に記録されて課金がなされるしくみである。課金単位も「1回当たり」「時間当たり」など設定は多様である。本方式は、むしろコピーされることを前提とした考え方に立脚している。

また、DAT(Digital Audio Tape), MD(Mini Disk)などの専用のデジタル録音再生機器では、一世代までのデジタル録音は可能だが二世代以降のデジタル録音を禁止するSCMS(Serial Copy Management System)方式を採用している。本方式は、デジタルコンテンツのヘッダ領域に、オリジナル(1回コピー可)／一世代コピー済(コピー不可)などのフラグを設け、コピー時にフラグ情報を読み取り、コピーの可否を判断する方法である。そして、コピー後のコンテンツヘッダ領域のフラグを書き換える。

また、高嶋らによる、暗号技術と耐タンパー技術(ICカードなどで内部の秘密情報を外部から読み出し、書き換え、消去などの攻撃を受けにくくする技術)を用いて、暗号化されていない生のデジタル情報が流通時に外部にさらされないようにする方式が提案されている²⁾。欲しいデジタルコンテンツを欲しい時に入手できるオンデマンドサービスなどにおいて有効である(図1)。本方式では、サービスへのアクセス権を付与する携帯可能なカードがキーデバイスとして機能する。カードには、認証・署名機能のほか、個人用鍵、パスワードおよび、デジタルコンテンツの復号鍵を納める。また、端末側にも端末用鍵などを納める暗号用PC拡張ボードを搭載する。利用者は、カードを端末に差し込んでサーバにアクセスして情報コンテンツを要求する。サーバとカード間で利用者認証が行われ、検証に成功すると、サーバはコンテンツを暗号化するデータ鍵をカードの暗号鍵で暗号化してカードに送ると同時に、カードで支払署名を作成してサーバに返送する。情報利

図1 受動利用者向け著作権保護手段

用時は、カード内のデータ鍵を端末の暗号鍵で暗号化して端末に送る。端末はデータ鍵を復号した後、サーバから送られて来る暗号化された情報コンテンツをリアルタイムで復号する。復号された情報コンテンツは端末内部で人が知覚できる映像、音楽などに変換されて外部に取り出される。なお、図1において、端末内でのデジタルコンテンツの復号/メディア伸長およびD/A変換（デジタルからアナログ情報に変換）部は、耐タンパーな機構が前提である。耐タンパー機構の構成例として、例えば、保護ケースで封印、1チップ化または、文献1)の方法を適用するなどがある。

本方式では、情報コンテンツは、サーバ、ネットワーク、端末およびファイルのすべての配送経路を通じて外部にさらされないため、著作物の権利者の利益を守ることができる。

3. 能動ユーザ向け著作権保護手段

2章で紹介した方式は、デジタルコンテンツを入手して編集加工（二次著作物作成）した後、再流通を行いたい能動ユーザにとって使いづらい手段といえよう。一方では、デジタルコンテンツのヘッダ領域に直接、著作権情報を書き込む方

法もあるが、情報コンテンツ自体のコピーや改竄、著作権情報の除去や改竄などが容易にできてしまう。そこで、万人が、デジタルコンテンツを生成・編集・通信できる流通形態に対応した著作権保護の有力な技術手段として、「電子透かし (digital watermarking) 技術」が最近、急激に注目され始めている。

3.1 電子透かしの概要³⁾

電子透かし技術とは、「音声や画像などのデジタルコンテンツ（主情報）内に、人間に知覚できないように別の情報（副情報）を付加・多重化する技術」と一般に定義できる（図2）。また、デジタルコピー後は当然のことながら、一定の編集・加工を施した後でもその副情報が残る特徴がある。そのため、著作権に関する情報を副情報として埋め込むことにより、流通したデジタルコンテンツの著作権保護の手段として用いることができる。デジタルコンテンツのヘッダに著作権情報を書き込み管理する方法と異なり、電子透かしは、コンテンツと著作権情報等が一体化されているため、コンテンツの品質を落とすことなく、著作権情報だけを除去/改竄することは極めて困難である（図3）。よく、電子透かしの「お札（紙幣）の透かし」の類推で説明されることがあるが、

図2 電子透かしの概念図

図3 著作権管理保護手段の比較

紙幣の透かしの目的は（透かしを含めての紙幣の偽造・複製がきわめて困難であることから）、その紙幣自体が本物であることの証しとして用いられている。それに対して、電子透かしは、それ自体、デジタルコンテンツのビット単位でのコピーを禁止する機能はない。デジタル情報の場合、“本物”と全く同じ“偽物”が容易に作成できるため、本物と偽物の区別はコンテンツ自体の比較では分らない（本件については、第5章で触れる）。

3.2 特徴

次に、電子透かしの主な特徴を述べる。なお、以下の特徴は現状の技術レベルですべて達成されているわけでない技術要件である。

- (1) オリジナル情報（主情報）を乱さない
電子透かしとは、言ってみれば、きれいな物(主

情報)の中にゴミ（副情報）を混入させるわけであるが、そのゴミを容易に人間が知覚できて、コンテンツの価値を低下させては意味がない。

- (2) 主情報の編集、加工、圧縮後も副情報が残り続ける

デジタルコンテンツを入手した者が、悪意か無意識かに拘わらず、編集(切り貼り、変形など)、加工(フィルタリング、色変更など)、圧縮(拡大／縮小、非可逆圧縮／伸長など)などの様々な処理を施しても埋め込まれた副情報が残ることが望ましい。

- (3) 安全性

電子透かしのアルゴリズムが公開されても、その秘密情報（鍵）が分からなければ、主情報を乱すことなく、副情報の除去／改竄が困難であることが必要である。

(4) 複数メディア対応

静止画像、動画像、音声などデジタルコンテンツのメディアの多様化に対応できることが望ましい。

3.3 電子透かし方式

電子透かしの埋め込みには、大きく2通りの方式が提案されている。音声波形や画像の画素などコンテンツ標本値にそのまま埋め込む方式⁴⁾と、一旦、コンテンツを周波数領域(DCT,FFT,wavelet変換など)に変換した状態で埋め込む方式である(図4)⁵⁾。一般に、標本値埋め込み方式は、処理速度は速いが、加工・圧縮などにより透かし情報が削除されやすい性質がある。一方、周波数領域埋め込み方式は、処理が重いが、加工・圧縮耐性に優れている。最近では、各方式の欠点を補う改良とともに、応用システムの目的により両者の利点を活かして、組み合わせ使用するケースも提案されている。どちらの方法も、いかに人間の目や耳では知覚できない領域/成分に埋め込むかがアイデア勝負となっている。その埋め込み場所を決

定するのが「鍵」であり、その鍵さえ秘密にしておけば、容易に埋め込み情報の除去/改竄ができないアルゴリズムが優れていると言える。

なお、埋め込み情報の読み出し方法として、埋め込み済みコンテンツのみから行う方法と、埋め込み前のオリジナルコンテンツと比較して行う方法がある。後者は読み出し精度が高まるが、前者はオリジナルコンテンツが不要であるため、システム構築時の自由度が高い。

4. 著作権保護への適用例

電子透かし技術を著作権保護の手段として適用する場合、その埋め込み副情報の内容により、二つのサービス形態が考えられる。

その第1の形態は、副情報として、著作権者の関連情報を埋め込むことにより、デジタルコンテンツの権利者や使用条件を明確にするサービスである。インターネットなどで流通しているデジタルコンテンツを利用したい場合、その副情報である著作権情報を読み出すことにより権利処理

図4 電子透かし情報埋込み方式

手続きが容易となる(図5)。本サービスでは、埋め込み処理は著作権者側で行い、読み出し処理は利用者側で行う。利用者側で電子透かし情報を読み出すため、埋め込み場所を決定している鍵情報を利用者が容易に判別できないように、読み出しプログラム内で鍵情報を管理することが特に重要である。米 Digimarc 社では、既に「著作権管理サービス-Marc Center-」と称して静止画に対する著作権情報提供サービスを開始している^{3),6)}。

第2の形態は、副情報として、デジタルコンテンツを購入した利用者の情報を埋め込むことにより、販売先管理や、利用者が不正にコピーして

海賊版を流通することを抑止するサービスである(図6)。本サービスでは、埋め込み／読み出し処理は、共に著作権者側で行うため、鍵情報の管理は前記第1のサービス形態に比べれば容易である。文献7), 8)では、本サービス形態として、デジタルコンテンツを購入する時点で、購入者(利用者)のID情報を透かし情報として埋め込んで販売する方法を提案している。

なお、電子透かし情報を二重、三重に埋め込むことにより、原著作者情報、編集著作者情報、著作隣接権者情報および、利用者情報などのディジ

図5 電子透かし適用例1 (著作権情報の埋込み)

図6 電子透かし適用例2 (利用者情報の埋込み)

タルコンテンツの複雑な権利関係、流通経路を明確にすることも今後可能になるであろう。

5. 著作権保護手段としての課題

インターネットなどのオープンな環境の下で、電子透かし技術をデジタルコンテンツの著作権保護手段として使用できるための技術的／システムの／法的要件・課題について以下に述べる。

(1) 共通評価基準（技術的課題）

電子透かし技術は、現在、様々な方式が提案され、その一部は既に商品化されているものもある。しかし、それらの性能についての標準的な評価尺度はまだなく、相対的比較が困難な状況である。そのため、著作権者や情報提供者にとって、どの電子透かしを採用したら当該サービスの目的に最適かを判断することが困難である。そこで、共通評価基準を以下の三つの観点から策定する必要がある。なお、その際、「電子透かしアルゴリズムの公開」は前提条件である。

①処理耐性評価基準：

コンテンツの切り貼り、変形、拡大／縮小、非可逆圧縮／伸張、印刷など編集・加工・圧縮等処理の標準セットを決定し、それらの処理後に電子透かし情報が残るか否かの処理耐性を評価する。なお、その際、静止画、動画、音声などメディア毎に評価対象となる「標準コンテンツ」の選定も必要となる。

②攻撃耐性評価基準：

前記の編集・加工・圧縮等処理以外での、各種の意図的な電子透かし解説・除去・改竄攻撃（これらは、今後の研究成果を待つ必要がある）に対して、透かし情報が残るか否かの耐性を評価する。その際、コンテンツの価値を低下させる程度までの品質劣化を伴う透かし情報の解説・除去・改竄は「攻撃失敗」とみなす。

③コンテンツ品質評価基準：

電子透かし情報を埋め込んだ場合、人間が知覚できない程度ではあるが、コンテンツは変化している。また、前記の各種攻撃後の品質劣化の程度

を評価するためにも客観的評価尺度の導入が必要である。

(2) 著作権管理／不正使用監視機構（システムの課題）

インターネットなどで見つけた画像・音楽などのデジタルコンテンツを使用したい場合、使用許諾条件等の詳細を問い合わせするための著作権管理センタ（仮称）の設置が必要となる。文献3）には、その実現例が数件紹介され、既にサービスを開始しているシステムもあるが、それらは、各々独立したシステムで、方式もすべて異なっている。著作権情報登録から使用許諾処理までの手順（登録内容、透かし情報埋め込み内容・形式なども含む）を共通化して、著作権者、著作権管理センタ運用者、利用者にとって有益なシステムを提供することにより、良質で豊富なデジタルコンテンツが適正に流通することが期待される。

また、電子透かし技術そのものは、「コピープロテクト技術」ではなく、「不正コピー抑止効果」をもたらす技術である。不正コピー抑止効果をより高め、著作権者に安心感を与えるためには、不正コピーにより流通した「海賊版」コンテンツを監視・発見するシステムの開発が必要である。DAT、MOや最近のDVD-RAMなどの書き換え可能記憶媒体での流通やスタンドアロン装置での使用状況を監視することは困難であるが、Webページ掲載・流通などネットワーク上での使用時の効率的な監視／システム化技術の開発が待たれる。

(3) 電子透かしの証拠能力（法的課題）

不正コピーの摘発に際して、裁判所などの公的機関での抗争時、電子透かし情報が証拠としての能力があることを保証することが必要である。そのために、早期の関連法規の整備・改正を期待する。今後のデジタル電子社会においては、いろいろな場面で現行法の下では、不都合な状況が多く発生する。例えば、最近、電子商取引の実用実験が盛んに行われているが、取引の証拠としての「デジタル署名」の法的能力の具備や、電子現金の発行・流通等に対する現行の銀行関連法規などの改正の動きが出ている。

6. お わ り に

デジタル情報時代の有力な著作権保護手段として、主に電子透かし技術について概要を解説し、その応用例および技術的・システムの・法的課題について述べた。本文から分かる様に、著作権者が「これなら安全で大丈夫だ」と言える仕組みを全て整備するには、まだまだ超えなければいけな

いハードルは多い。しかし、その間にもデジタルコンテンツの流通文化は着実に進んでいる。そのためには、技術の向上と法整備の両輪を急速に推し進めていかなければならない。なお、ビデオ・オン・ディマンドサービスの業界標準策定団体である DAVIC (Digital Audio-Visual Council⁹⁾) では、デジタルコンテンツの著作権保護手段として電子透かしを取り挙げ議論を行っている。

~~~~~ 参 考 文 献 ~~~~~

- 1) Mori, R. and Kawahara, M. Superdistribution: The Concept and the Architecture. The Trans. of IEICE. Vol E73.No.7, pp. 1133-1146(1990)
- 2) 高嶋, 石井, 山中. PCMCIA カードを利用した著作権保護システム. 暗号と情報セキュリティシンポジウム SCIS'95.B5.5, 1995.1
- 3) 「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. 1997.2.24(no.683)
- 4) たとえば, Delaigle, JF., Vleeschouwer, C. and Macq, B. Digital Watermarking. Proceedings of the SPIE Conference on Optical Security and Counterfeit Deterrence Techniques, San Jose. Vol.2659, 1996.2
- 5) たとえば, 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. 暗号と情報セキュリティシンポジウム SCIS'97.26A, 1997.1

- 6) 電子透かしで画像を守る Photoshop4.0. 日経マルチメディア. 1996.11 または,
<http://www.digimarc.com>

- 7) 阿部, 藤井, 串間. 個別情報埋込みによる画像データの保護方式. 第80回マルチメディア通信と分散処理研究会/第21回グループウェア研究会. 80-8/21-8, pp43-48, (1996)

- 8) 大友, 曾根岡, 阿部. 著作権を考慮した画像情報流通システム. 信学会総合大会. 1997.3

- 9) 高嶋洋一. DAVIC におけるセキュリティ仕様. 暗号と情報セキュリティシンポジウム SCIS'97.30A, 1997.1