

## 電子透かしによるコンテンツ流出抑止システムの試作 A Prototype of Digital Content Leak-deterrent System with Digital watermarking

薄田 昌広<sup>†</sup> 上原 哲太郎<sup>‡</sup> 岡田 満雄<sup>§</sup>  
Masahiro Susukita<sup>†</sup>, Tetsutaro Uehara<sup>‡</sup>, Mitsuo Okada<sup>§</sup>

### 1 はじめに

昨今の PC 性能の向上や低廉化、デジタルカメラなどの普及、ブロードバンドネットワークの普及により、個人による静止画や動画などのデジタルコンテンツの作成、個人間の流通が盛んになりつつある。

これらのコンテンツのうち、個人に関する情報や家族の肖像など、プライバシーを含むコンテンツは流通や公開の相手を制限したいという要求が強い。ネットワーク上で公開相手を制限してコンテンツを共有するしくみとしてはオンライン形式の会員制電子掲示板、近年の SNS に至るまで多数のシステムが稼働している。これらのシステムはユーザ固有のアカウント(ID)による認証機構を基盤としたアクセス制限機構により、ID や ID グループ単位でコンテンツの公開と非公開を設定することが可能となっている。

しかし、SNS などのシステムにおけるアクセス制限機構は、システム内でのコンテンツの流通を管理することしかできず、システム内から各ユーザの個人 PC 内などに複製されたコンテンツの再配布、すなわち二次流通による流出を抑止することは不可能である。これらのコンテンツの流出はプライバシー問題を引き起こしかねないため、アクセス制限機構に加え、別のコンテンツ流通の抑止機構を備えることが求められる。

本研究では、システム内で流通するコンテンツに電子透かしを埋め込むことにより、当該コンテンツのシステム外への流出の経路の特定を可能とすることを提案する。このことをシステムを利用する各ユーザに周知させることによって、故意による流出や不用意な扱いによる流出を抑止することが可能になる。本論文では、コンテンツへの電子透かしの埋め込み手法の検討結果および試作したプロトタイプシステムについて述べる。

## 2 電子透かしの利用による二次流出抑止

### 2.1 想定するシステム

本論文で提案する手法においては、システムに以下のような前提を置く。

- システムは ID とパスワードなどにより適切にアクセス制御されており、各ユーザは自由にコンテンツをシステムへ登録できる。登録されたシステムの閲覧など流通の権限は、当該コンテンツを投入したユーザが ID を基に自由に設定できる。
- システム内のコンテンツの閲覧などができるユーザは、そのコンテンツを自らの PC などに自由に複製

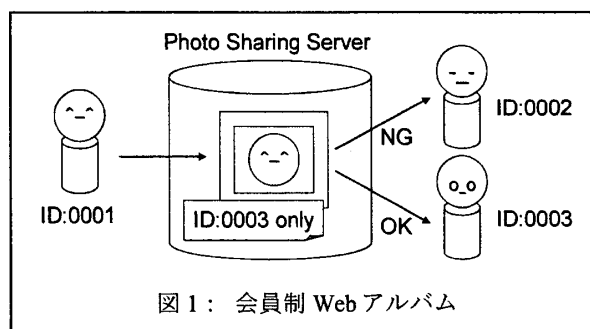


図 1: 会員制 Web アルバム

(ダウンロード) できる。PC そのものはシステムの管理外であり、一度 PC に複製されたコンテンツはアクセス制御を受けない。

このようなシステムの例として、Web 上の会員制アルバム閲覧システム(以下、会員制 Web アルバムと呼ぶ)が挙げられる(図 1)。画像を共有する共有サーバがネットワーク上に存在し、サーバを利用する複数のユーザに一意の ID が割り当てられている。ユーザはサーバに画像をアップロードするとともに、その画像を閲覧できる ID を指定することができる。許可された ID でログインしているユーザは、閲覧が許可された画像を自らの PC に複製することができる。一般には PC そのものはシステムの管理下に置かれておらず、一度 PC に複製された画像の流通の管理は困難である。

### 2.2 二次流出の抑止

PC への複製後の画像についての流通制限そのものは不可能であるので、本論文では実際に二次流出が発生した際にその流通経路、すなわち情報の漏洩経路を明らかにする機構を実現することによって、故意による二次流出を心理的に抑止する方法を提案する。具体的には、コンテンツをシステム外に複製される直前に、そのコンテンツを閲覧したユーザの ID を当該コンテンツ内に電子透かしとして埋め込んでおく。すると、それ以降のコンテンツ流通において最後にそのコンテンツを閲覧したユーザの ID が一緒に流通するため、二次流出被害が発生した際にその流通の責任を問うことが出来る。そして、このシステムが存在することをユーザに周知することによって、各ユーザが故意に各コンテンツを二次流出させることを心理的に抑止することができる。またコンテンツの扱いに慎重さを求めることが出来るので、過失によるコンテンツ流出の危険性の低減も期待できる。

前述の会員制 Web アルバムを例にとると、それぞれのユーザがサーバから画像を閲覧する際には当該ユーザの ID でログインしている。そこでサーバでは、ブラウザに表示される当該画像に ID を電子透かしで埋め込んだ上で送出する。これにより、各ユーザが自らの PC に当該画像を複製しても、その画像内にそのユーザの ID が埋め込まれており、以後の二次流出において経路追跡の手がかりとすることができる。

<sup>†</sup>関西電力株式会社電力技術研究所

<sup>‡</sup>京都大学学術情報メディアセンター

<sup>§</sup>京都大学大学院情報学研究科

### 3 プロトタイプ作成

提案手法の有効性を確認するために、最低限の機能を持つ会員制 Web アルバムシステムをプロトタイプを作成した。

#### 3.1 会員制 Web アルバムの模擬

Web アルバムを実現するシステムのベースとしては PukiWiki[1]を採用した。PukiWiki は、PHP 言語で記述され、Web ページを単位としたテキスト共有・編集システムである Wiki の一種である。PukiWiki では、テキストだけでなく画像のページへの埋め込み表示も可能で、ID によるページ単位での編集や表示を制御することが可能であり、PHP スクリプトを変更することで機能追加が容易という特徴を持つ。プロトタイプでは、PukiWiki で画像を埋め込んだアルバムページを作成し、会員制 Web アルバムを模擬することとした。利用した PukiWiki のバージョンは 1.4.7 であった。

#### 3.2 透かし埋め込み機能の追加

実際の埋め込みの実現方法として、PukiWiki の画像表示モジュールを改変し、透かし埋め込み機能を追加した。透かしの埋め込みツールとしてオープンソースで公開されているステガノグラフィツールである steghide[2]を使用した。

画像表示モジュールは、ページ生成の処理中すべての埋め込み画像について起動される。そこでこのモジュールに手を加え、画像表示前に常に steghide を呼び出して、当該画像に PukiWiki の認証 ID を埋め込んでから表示されるように改変した。これによってユーザ PC に表示された画像に必ず当該ユーザの ID が埋め込まれることとなる。プロトタイプに利用した steghide のバージョンは 0.5.1 である。

### 4 プロトタイプの実行結果

#### 4.1 実行環境

図2のような構成の環境で、提案するシステムのプロトタイプを構築した。サーバ側は Linux 上に Web サーバと PukiWiki を動作させ、クライアント側は WindowsXP 上で Web ブラウザを操作した。PukiWiki にはアルバムページを作成して写真画像を貼り付けてある。また ID は複数登録した

#### 4.2 実行結果

複数のユーザ ID でログインし、アルバムページが ID 毎に表示制限されていることを確認した。表示されダウンロードした画像から、コマンドライン版の steghide を用いて埋め込んだ ID を抽出できることと、埋め込みが外観上画像に影響を与えていないことを確認した。画像の例および電子透かし埋め込み例を図3に示す。なお、サーバ側でページ生成(すなわち電子透かし埋め込み)にかかる時間を測定したところ、図3に挙げた横 1024 縦 768 ピクセルの JPEG 画像に対し、10回の測定を平均して 0.12 秒であ

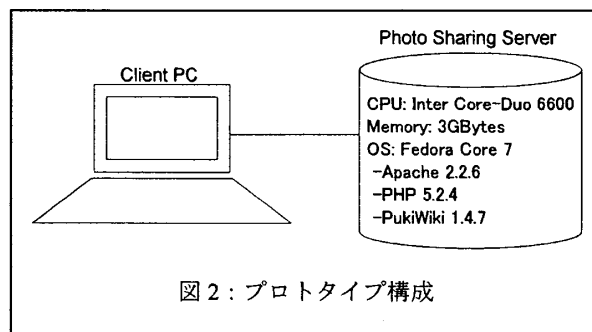
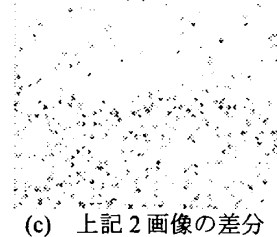


図2: プロトタイプ構成



(a) 原画像

(b) 電子透かし埋め込み後



(c) 上記2画像の差分

図3: 電子透かし埋め込み画像の例

り、システムにとって大きな負荷とはならないことも確認した。

### 5 まとめ

コンテンツの流出抑止を目的とした電子透かしによる保護システムのプロトタイプを作成して動作を確認した。プロトタイプは正しく機能し、現実的な実行時間で埋め込みが可能であったため、提案手法の基本的な動作は確認できた。

しかし現時点では、steghide による電子透かしが画像の改変などによってどの程度容易に消去されるかなど、透かし除去攻撃に対する耐性については評価できていない。特に、本手法によると ID が異なれば同一の画像にも異なる電子透かしが埋め込まれるため、複数の ID が埋め込まれた同一の画像を比較することにより容易に電子透かし埋め込み部分が判別できる。このような攻撃は「結託攻撃」と呼ばれるが、これについての考察は行われていない。本提案手法の実用性の評価のためには、これらの攻撃に対する評価が必要である。また、今後、動画など他のメディアについての埋め込み方式および、ユーザ数の拡大などシステムの拡張性について検討を続ける予定である。

#### 参考文献

- [1] PukiWiki 公式サイト: <http://pukiwiki.sourceforge.jp/>  
 [2] steghide website: <http://steghide.sourceforge.net/>