

ステガノグラフィや電子透かしの手法を利用した画像ファイルへの情報の埋め込みとその利用法について

粕川 正充

お茶の水女子大学理学部情報科学科

「電子透かし」や「ステガノグラフィ」で用いている画像への情報の埋め込みをファイルのアーカイブに応用できないかと考えた。その経緯について報告する。

1 はじめに

筆者は紙媒体とコンピュータ上のデータをシームレスに用いるための新しいインタフェースを模索しており、その実験として松下電器製の電子ブックプレーヤ「Σ Book」の利用、B5 サイズノートパソコン上の PDF 文書を用いた学生とのゼミ、NTT-Docomo 製の PDA「シグマリオン III」による PDF 文書管理とブラウジングなどの実験を行っている。これらの実験の一環として、閲覧中の Web ページを画像ファイルとしてダンプし、メモの情報とともに記録するプログラムを試作してデータを集めている。このプログラムが出力する画像ファイル、メモファイル、原 HTML ファイルは現在別々に格納されているが、ひとつのアーカイブとして格納することができれば整理の煩雑さが解消すると思え、そのために、もっとも大きな画像ファイル中により小さなファイル群を埋め込めないかと考えた。

2 ステガノグラフィと電子透かしについて

文献 1 によれば、ステガノグラフィと電子透かし双方で用いられている埋め込みの原理は以下の通りである。
 C を埋め込みコンテンツとし、 W を埋め込み情報とする。また埋め込み操作を $\leftarrow$ で表すとき、埋め込み済みコンテンツ C' は

$$C' = C \leftarrow W$$

で得られる。

ステガノグラフィと電子透かしの違いをこれを用いて説明すると、ステガノグラフィでは C ではなく W

に意味があり、かつ秘匿されていることが重要である。また電子透かしでは C と W 双方に意味があり、かつ W が秘匿されていることが重要である。すなわち、どちらの方式でも隠しておきたい情報があり、それが隠されていることを意識させないことが重要となっている。

筆者が考えている方式では、秘匿性はあまり重要ではなく、それよりも画像が大きく変形しないこと、できるだけ多くの情報を格納することを重視している。

3 画像埋め込みの方針について

最初は当然ながらアーカイブファイルを利用できないかと考えたが、ファイルをいちいちアーカイブするのは別に仕事を設定して作業することになるため、認知的にかなり負荷が掛かる。そこで、サイズが最も大きい画像ファイルへの埋め込みを行い、必要に応じてそこから取り出すことを考えた。この方式には、利点として

1. 記憶を喚起するため参照される画像ファイルだけを持ち運べば済む。
2. 関連するすべての情報が一体化しているため、バージョン等の混乱が起りにくい。

などがある。

埋め込みたい情報は HTML 文書やコメントなど、比較的短いと考えられる。埋め込み元として画像ファイルが最も大きな BMP 形式では、 512×512 の 24 ビットカラー形式でファイルサイズがおおよそ 768K バイトとなる。元画像に大きな変化を引き起こすことなしに埋め込めるのが 12% と仮定すれば、約 92K バイトの情報を格納できることになる。

実際の作成にはこうした主だった情報に加えて、元画像がどこから入手できるかなどの情報を電子透か

的に一部分の画像の切り取りや変形に耐性を持つ形で付加して格納する。

開発は Microsoft の Visual C# 2005 Express beta2 で行っている。埋め込む情報のうち、主情報は参考文献 2 中の置換法を用い、また参照用の情報を wavelet を利用した周波数変換法を用いて実装を行う。プログラムの実際の動作については、ポスターセッションの会場で実際にプログラムを動かして確認頂く予定である。

3.1 置換法による主情報の埋め込みについて

置換法とは、人間の視覚のあいまいさを利用して、各ピクセルの R,G,B 成分の下 1 ビットに情報を加えて、埋め込みたい情報が 1 の場合はその色情報のパリティを 1 に、埋め込みたい情報が 0 の場合はパリティを 0 にして、ピクセル 24 ビットに対して 3 ビットを埋め込んで情報を表す方法である。この方法は簡単でわかりやすく、実装が楽という特徴があるが、ステガノグラフィや電子透かしに対するさまざまな攻撃への耐性が低く、また画像の変形に対して殆ど耐性を持たないという特徴がある。この研究で置換法を用いて主情報を格納するのは、情報の取り出しや格納が簡単に行えること、そして格納方法を予め公開しているので、攻撃に対する耐性を考える必要がないためである。置換法では、比較的大きな情報が埋め込めるので、ファイル名や日付、ファイルそのものなどの主だった情報を格納する。

3.2 周波数変換法による電子透かしの埋め込みについて

周波数変換法は、基本的にはフーリエ変換を行ってその低周波成分に埋め込み情報を隠す方法である。本研究ではフーリエ変換ではなく wavelet 変換を行って低周波成分に電子透かしの付加情報を埋め込んで、この情報がどこに由来するかを示している。これらの情報は画像を 2 次利用する場合に、オリジナルのファイルはどこに問い合わせれば手に入るかという参照情報を与えるためのもので、埋め込みの方法を公開しているために電子透かしとしては機能しないので、電子透かしの情報と呼んでいる。周波数変換法の特徴として、各種攻撃への耐性の高さや画像の

変形についての情報の残りやすさが挙げられる。利用した画像の拡大や部分的な切り出しについても耐性を持つため、画像の部分的な引用などで主情報が削られて参照できなくなった場合でもインデックス情報を回収して問い合わせを行えばよい。

4 既知の問題点

以下のような問題点は明らかだろう。

1. 必要なファイル群を取り出すときに特別なツールが必要となる。
2. HTML の一部だけを参照する場合でも常に埋め込み済みの画像ファイルから切り出す必要がある。

しかし、通常の使用においては画像ファイルの閲覧で、書かれた文字が読み取れる程度で見ることができれば、虫眼鏡を覗き込むようにして画像情報を読み取ろうとすることはあまりないと考えられる。ファイル容量についても、最近のハードディスクの大容量化から、普通の 2 次元画像程度の大きさのファイルを持ち運ぶことは大きな障害にはならないと考えている。ただ、こうした本人の記憶喚起のための画像はある程度劣化していたとしても問題はないが、論文への引用などでできるだけ高品質のものが欲しいという場合を考慮すると無劣化の画像ファイルは保存しておく必要があるかもしれない。これは今後の課題としたい。

5 参考文献

1. 小野東、電子透かし小史、
<http://www.cs.k.tsukuba-tech.ac.jp/labo/ono/index.htm>
2. 小野東、「電子透かしとコンテンツ保護」、オーム社開発局、2001 年
3. 松井甲子雄、「電子透かしの基礎」、森北出版、1998 年
4. 松井甲子雄、「画像深層暗号」、森北出版、1993 年