

携帯電話における電子透かしアルゴリズムの実装と評価

小関 洋助[†] 矢崎 俊志[†] 松永 俊雄[†] 月江 伸弘[‡]

東京工科大学 コンピュータサイエンス学部[†]

日本工学院八王子専門学校 IT カレッジ パソコン・ネットワーク科[‡]

1. はじめに

近年、コンピュータ技術の発達により、痕跡を残すことなくデジタルコンテンツを複製することができるようになった。このため著作権問題が深刻となっている。これを解決するため電子透かし技術^[1]が注目されている。また、SNS などの登場により、多くのユーザが携帯電話からコンテンツを投稿するようになった。しかし、商業コンテンツに関しては著作権を保護する技術が多くあるが^[2]、個人で撮影した写真などのコンテンツを保護する仕組みは不十分である。

そこで本論文では、静止画像に対して携帯端末上で電子透かしの埋め込みや抽出を行う機能を実装し、その性能と耐性を評価した結果について述べる。

2. 機能概要

本研究では、電子透かし技術を携帯電話の実機上に実装するため、Google 社が中心として開発した携帯電話用プラットフォーム Android^[3]を用いる。また、実機として東京工科大学と Net-2Com 社が開発した工科大ケータイ^[4]を用いる。

実装する電子透かし機能の概要と流れを図 1 に示す。この機能は、指定した画像ファイルにパスワードを用いて電子透かしの埋め込み機能と、パスワードを用いて電子透かしの抽出する機能に分けることができる。

電子透かし埋め込み方式と暗号方式には、様々なものがあるが、計算リソースが制限された携帯端末への実装を考慮し、比較的計算量の少ない、画素値を変更する方式の電子透かしと 3DES 暗号をそれぞれ用いた。

3. 電子透かしアルゴリズム

本節では、図 1 中の画素値を変更する方式の電子透かしアルゴリズムについて述べる。このアルゴリズムは、画素を表わすビット列の比較

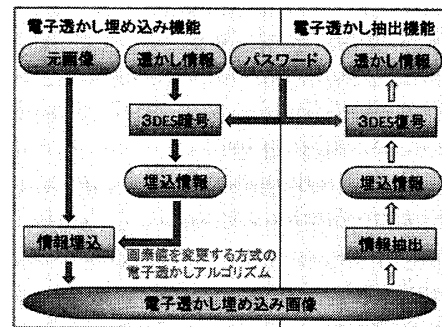


図 1 電子透かし埋め込み機能の概要

的影響の少ないビットを埋め込み情報で置き換える方式であり、原理が単純で、高速に大量の情報を埋め込むことが可能であるという特徴がある。一方で単純であるために埋め込み情報を読み取られやすく、暗号強度の不足やパスワードの流出によって、不正に透かし情報を抽出されてしまう恐れがある。また、画像処理への耐性が低いことが知られている。

埋め込み情報の不正な読み取りに関しては、強固な暗号化アルゴリズムを用いることにより、回避することができる。一方、画像処理への耐性については、電子透かしアルゴリズムに工夫をする必要がある。そこで、この問題点への対策を施したアルゴリズムをいくつか検討した。

まず、透かし情報の有無やその範囲を特定するため、図 2 のように暗号化された透かし情報である埋め込み情報に対して、ヘッダとフッタを付加する。次に上書きによる透かし情報の破壊に対応するため同一の埋め込み情報を複数個所に埋め込む。これにより一部が欠落しても、残った情報から元の情報を推測することができる。

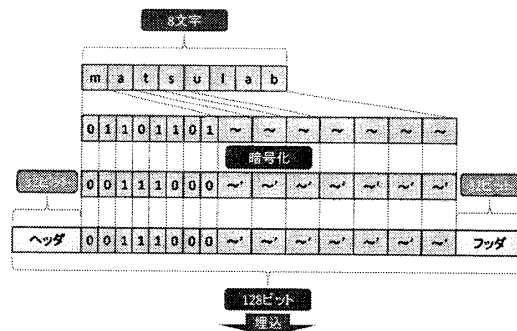


図 2 埋め込み情報

An Implementation of Watermarking Algorithms for Mobile Phone and Its Evaluation

[†]Yosuke Koseki, Syunji Yazaki, Toshio Matsunaga
Tokyo University of Technology, School of Computer Science

[‡]Nobuhiro Tsukie
Nippon Engineering College

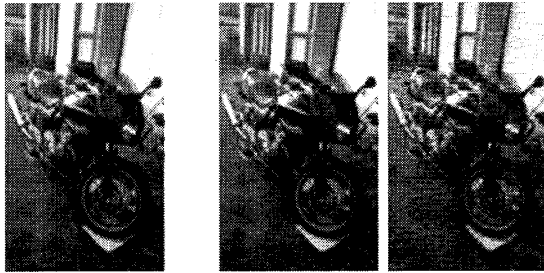


図3 元の画像(左), 影響力の小さい部分に電子透かしを埋め込んだ画像(中央, 60.68dB), 影響力の高い部分に電子透かしを埋め込んだ画像(右, 14.38dB)

原点を中心とした簡単な回転や反転処理に対しては, 透かし情報の有無を確認する際, 画像を回転させながら数回にわたり埋め込み情報を読み取ることで, 耐性を得ることができる. また, 元画像があれば, 回転された角度を求めることで, 任意の角度の回転に対応することも可能である. 反転処理についても同様に, 画像を反転させて情報を読み取ることで対応することができる. ただし, これらの方法は回転させた回数だけ処理時間が増加する.

4. 評価

実機に実装した電子透かし機能に対し, 画質の劣化度, 処理速度, 改ざん耐性について評価を行った. 劣化度については元画像との違いを定量的に調べるため PSNR 値を測定した. PSNR は小さいほど画質の劣化が激しいことを示し, 一般的に 30dB を下回ると画質の劣化が目立つといわれている. 図 3 は左側が元の画像である. また, 中央と右側が電子透かしを埋め込んだ画像である. それぞれの PSNR を測定したところ 60.68dB と 14.38dB となり, 30dB を基準とした見た目の劣化とも一致している.

処理速度に関しては, 前述で述べた画像処理への各対策を組み合わせた場合について, それぞれ測定を行った. 組み合わせの一覧を表 1 にまとめる. また, 埋め込みに要した時間を図 4 に示す. 図から, 最も大きな 512^2 ピクセルの画像において一番処理に時間がかかったのは組み合わせ④の 211 秒であり, 少なかったのは組み合わせ①の 92 秒である. また, 機能の組み合わせによって計算量のオーダは変わらないことがわかる. 特に処理に時間がかかった組み合わせは組み合わせ②と組み合わせ④であり, これと組み合わせ①と組み合わせ③を比較すると処理のボトルネックは回転処理の対策を行うための処理であることがわかる.

画像処理への耐性に関しては, 電子透かしを

表1 アルゴリズムの組み合わせ

	透かし検知	上書き耐性	回転耐性	反転耐性
組み合わせ①	○	○	×	×
組み合わせ②	○	○	○	×
組み合わせ③	○	○	×	○
組み合わせ④	○	○	○	○

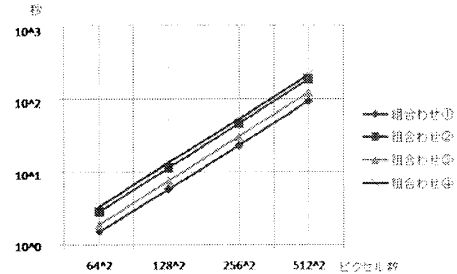


図4 埋め込みに要した処理時間

表2 電子透かし抽出の可否

改ざんの内容	抽出の可否	改ざんの内容	抽出の可否
反転処理	○	フレームの付加	○
文字列の挿入	○	モザイク化	×
スタンプの付加	○	グレースケール化	×
ぼかし処理	×	色調調節	○
		上書き耐性	○

埋め込んだ画像に, 携帯電話上で行われる可能性のあるフレームやスタンプの付加, 回転処理を行い, 透かし情報が正しく抽出できるかについて検証した. 検証結果を表 2 に示す. 表からぼかし処理, モザイク, グレースケール化に関しては, ヘッダやフッタが壊れたため透かし情報を抽出することができなかった.

5. まとめと今後の課題

本研究では, 計算リソースが制限された携帯端末へ, 基本的な画像処理に対して耐性を持つアルゴリズムを用いた画素値を変更する方式の電子透かし機能を実装し, その性能と耐性を評価した. 結果, 最も大きな 512^2 ピクセルの画像において, 画像処理に対して最も強い耐性を持つアルゴリズムの処理には 211 秒を要することがわかった. 今後はウェーブレット変換などの周波数特性を利用した電子透かし方式を実装し, 処理速度や画像処理への耐性を比較検討する必要があると考える.

参考文献

- [1] 棟安実治, “情報伝達のための電子透かし技術-印刷画像への情報埋込”, Fundamentals Review Vol.2 No.2 pp.57-62.
- [2] NHK と三菱電機, “映画の盗撮映像を検出できる電子透かし技術を開発”, <http://internet.watch.impress.co.jp/cda/news/2007/12/05/17754.html>
- [3] Android, <http://code.google.com/intl/ja/android/>
- [4] 工科大ケータイ-PukiWiki, <http://www.teu.ac.jp/t-lab/keitai/pukiwiki/>