

埋め込みデータとダミー画像の画質に関する考察

4K-6

永 智仁 新見 道治 野田 秀樹 河口 英二

九州工業大学 工学部

1. はじめに

これまでの画像深層暗号には、多値画像を減色する際の誤差の部分に秘密情報を埋め込む方法 [1] や、直交変換を利用した方法 [2] などが提案されているが、いずれの方法も隠蔽することのできるデータ量は僅かである。一方、我々の提案する画像深層暗号化法 [3] (以下、本手法) は 2 値画像における複雑さによる領域分割を利用し、大量に秘密データをダミー画像に埋め込むことができる。隠蔽するデータ量が多くなると、埋め込み後のダミー画像の画質は当然悪くなるが、本手法の性質により、埋め込むデータの性質も画質に影響を与えると考えられる。

そこで本稿では、異なる性質のデータ (例えば、テキストファイルと圧縮ファイル) を画像に埋め込んだ場合の、画質の変化について考察する。

2. 本手法の概略 [3]

ここでは、著者等により提案されている画像深層暗号化法の概略を述べる。まず最初に、2 値画像に対する複雑さを説明し、そして、秘密データを埋め込む際に必要となるコンジュゲート演算について述べる。最後に埋め込みの基本原則を示す。

2.1 2 値画像に対する複雑さの定義

2 値画像の複雑さの定義にはさまざまなものがあるが、本方式では境界線の長さによる複雑さを利用する [4]。2 値画像において、白黒の境界線の長さは、近傍の定義を 4 連結とした場合、色の堺目を縦方向と横方向で足し合わせたものである。このような複雑さを局所的に定義することで、視覚的に簡単な領域と、そうでない領域に分割することができる。

2.2 コンジュゲート

P を任意の 2 値画像とする。また、白黒の画素が市松模様配置された 2 値画像を W_c 、排他的論理和を “ \oplus ”

On a relation of secret data embedding to a quality of embedded image, Tomohito EI Michiharu NIIMI Hideki NODA Eiji KAWAGUCHI, Kyushu Institute of Technology

とする。このとき、画像 P に対するコンジュゲート画像 P^* を以下のように定義する。

$$(1) \quad P^* = P \oplus W_c$$

ここで、排他的論理和は各画素に対して行なう。

画像 P の複雑さを $\alpha(P)$ で表すと、 P と P^* は以下のような関係を満たす。

$$(2) \quad P^* \neq P$$

$$(3) \quad (P^*)^* = P$$

$$(4) \quad \alpha(P) = 1 - \alpha(P^*)$$

式 (3) はコンジュゲーションを 2 回行なうことで元の画像を復元できることを、式 (4) は、単純な画像を形の情報を失うことなく、複雑な画像に変換することができることを示す。これらの性質を利用することにより、どのような秘密データもダミー画像に埋め込むことが可能となる。

2.3 埋め込み方法の基本原則

人間の視覚はノイズ状の領域を他のノイズ状のデータで置き換えても影響を受けない。このことはノイズ状の領域をノイズ状に加工した秘匿データで置き換え (埋め込み) ても影響が無いことを意味する。つまり、2 値画像において、 $2^m \times 2^m$ (通常は $m = 3$) を局所領域サイズ、その複雑さを α とした場合、閾値 α_{TH} に対して、

$$\alpha_{TH} \leq \alpha$$

を満たす領域は秘密データの埋め込み場所となり得る。

秘密データファイルをダミー画像に埋め込むには、まず、そのファイルを $2^m \times 2^m$ ビット毎に区切り ($2^m \times 2^m$ 画素に対応)、それらの各ファイル小片を、順次ダミー画像上の $2^m \times 2^m$ のノイズ状の領域に埋めていけばよい。もし埋め込みたいデータの一部分が単純な、つまり、形の見えるデータであれば、コンジュゲート演算をその部分に施すことで、簡単なパターンから複雑なパターンへ変換でき、どのような秘密データでも画像中

に隠蔽することができる。そして、秘密データは複雑さによるセグメンテーションにより取り出し、復元することができる。

3. 実験と考察

埋め込みデータの性質を変化させた場合の、埋め込み後のダミー画像の画質を調べた。ダミー画像として、256×256の8ビットのグレースケール画像を用い、複雑さは8×8領域で求めた。埋め込み用ファイルとして、テキストファイル、テキストファイルをgzipによって圧縮したファイル、テキストファイルをpgpによって暗号化したファイルの3種類を用意した。

3つの埋め込み用ファイルを秘密データとして埋め込んだ場合のSN比の変化を図1に示す。また、埋め込み用ファイルを8×8の2値画像列と見なした場合の複雑さのヒストグラムを図2に示す。

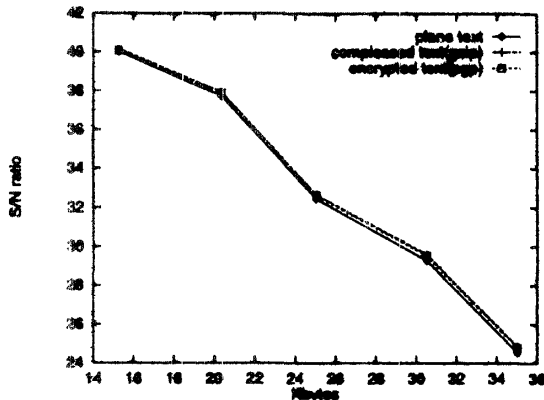


図 1: SN 比の変化

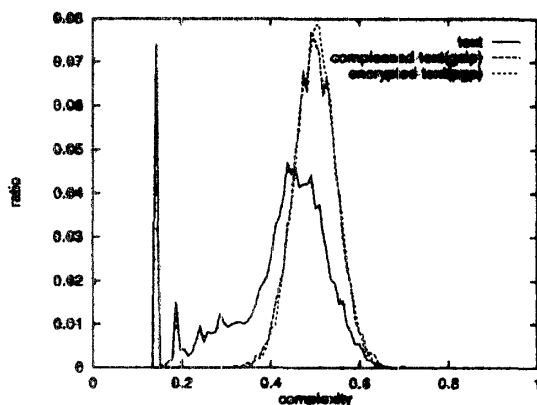


図 2: 複雑さのヒストグラム

埋め込むデータ量が小さい場合、ファイルの性質によるSN比の差はほとんどない。しかし、埋め込むデー

タ量が増えるにつれて、テキストデータは他の2つの埋め込み用ファイルと比較して、SN比が小さくなっている、つまり、画質が悪くなっている。また、テキストデータを埋め込んだ場合、ダミー画像には規則的な模様がうきでいて、視覚的にも非常に不自然になっていた。

複雑さの値が小さい埋め込みデータ(図2参照)、テキストファイルは、埋め込みの際にコンジュゲート演算を多く必要とするため、画質の劣化が起こり易くなるものと思われる。一方、gzipやpgpなどのファイルは、その複雑さの値が大きい。つまり、ダミー画像の局所領域と同じような複雑さなので、コンジュゲート演算が行われずにデータを埋め込むことができ、画質の劣化が小さいと考えられる。

4. まとめ

我々の画像深層暗号化方式において、埋め込み後のダミー画像の画質は埋め込む秘密データの量だけでなく、秘密データの性質にも依存することを確認した。

ダミー画像への埋め込み量を増やすため、また、埋め込まれた秘密データの安全性を高めるために、埋め込む前に秘密データに対して圧縮や暗号化することは当然である。また、本実験により、圧縮や暗号化した埋め込みデータはダミー画像に対する影響が少ないことが確かめられた。つまり、我々の提案方式が画像深層暗号に対して有効であることが確認できた。

参考文献

- [1] 田中, 中村, 松井, “組織的ディザ画像への属性情報の埋め込み”, 信学論 (D II), Vol.J72-DII, No.6, pp.880-886, 1989.
- [2] 中村, 松井, “離散的直交変換を用いた濃淡画像とテキストデータの合成符合化”, 信学論 (D II), Vol.J72-DII, 3, pp.363-368, 1989.
- [3] 新見, 野田, 河口, “複雑さによる領域分割を利用した画像深層暗号化法”, 信学技報, IE97-14, 1997.
- [4] 谷口, 河口, “二値画像の複雑さと多値画像の閾値処理に関する考察”, 信学論 (D), Vol.J70-D, No1, pp.164-174, 1987.