

# 誤りパターン埋込み型ステガノグラフィに関する一考察

索手 一平†

松江工業高等専門学校†

## 1 はじめに

本研究はテキスト情報をグレースケール画像に埋め込むようなステガノグラフィ技術を対象とする。本研究では代表的な埋め込み方式である LSB 法の改良版である誤りパターン埋込み法における画質劣化と埋め込み率のトレードオフ関係を実験的に明らかにした。また、その実験結果をもとに画質劣化の起こりやすい画像の特性について実験し考察を行った。

## 2 ステガノグラフィ

ステガノグラフィとはある情報を他のデータに埋め込む技術・研究分野の総称であり、これによって情報が埋め込まれていること自体を隠すことができるため主に秘密情報の伝達において利用されている。ステガノグラフィ技術ではその特徴からなるべく多くの情報を埋め込むこと、そして情報が隠蔽されていることを主観的・客観的に認知されないことが重要となる。

## 3 LSB 法

LSB 法とはステガノグラフィ技術の最も代表的な埋め込み方式の一つである。この手法はカバーデータの LSB 平面をテキスト情報のバイナリ表現とそのまま置き換えることによって、情報の埋め込みを行う。アルゴリズムが単純であり実装が容易であるがその一方で埋め込み後に発生する誤りビットに多くなりやすく、画像の劣化を招きやすいという欠点がある。

## 4 誤りパターン埋め込み法

誤りパターン埋め込み法とは LSB 法を元に考案された手法である。この手法ではテキスト情報をより冗長でハミング重みの小さなビット列である誤りパターンに変換し、誤りパターンと画像のビット列との排他的論理和でビット列を置き換えることによって、情報の埋め込みを行う。LSB 法に比べ誤りビットが少なくなるため画質の劣化を招きにくくなるが、より冗長なビット列に変

換することから埋め込める情報量が少なくなるという欠点がある。

## 5 誤りパターンへの変換方法

誤りパターンへの変換方法の一つに埋め込みデータと誤りパターンを対応付けたテーブルを用意する方法が知られている。しかし、この方法の問題点として埋め込みデータの大きさに比例してテーブルが膨大となりメモリ制約の大きい環境での実装が困難になるという点があげられる [1]。そこで本研究では Shalkwijk の数え上げ符号 [2] を用いた埋め込みデータから誤りパターンを動的に生成する手法を提案する。

## 6 埋め込み率と画質劣化のトレードオフ関係について

実験手順の概要を図 1 に示す。実験手順は以下のとおりである。実験には 256×256px の 8bit グレースケール Bitmap である自然画像 100 枚を使用した。また、埋め込みに使用するメッセージはほぼ当確率で発生する 8bit コードの列とした。

- (1) メッセージの各コードを Shalkwijk の数え上げ符号を用いて動的に誤りパターンへと変換し、画像のビット列との排他的論理和を埋め込む。
- (2) 埋め込み前後の画像を比較し、誤り率、PSNR、SSIM を算出する。
- (3) 誤りパターン長を 8~256bit、埋め込み範囲を LSB のみから全ビットまでの範囲で変化させながら (1)、(2) を繰り返す。
- (4) 画像を入れ替えて (3) を繰り返す。

## 7 結果と考察

各画像ごとの SSIM の変化についてのグラフを図 2 に示す。図 2 から各画像ごとにメッセージの埋め込み料に対する画質劣化の速度に差があることがわかる。これについて主観的に観察を行ったところ、近い画素値が連続して構成される領域が大きければ大きいほど画質劣化

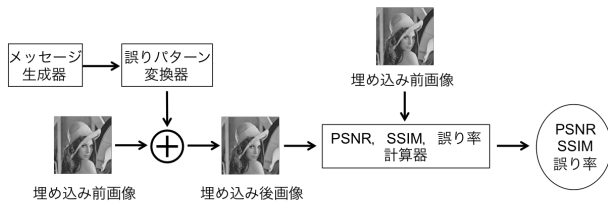


図1 実験概要 1

が大きくなることがわかった。その例を図3, 図4に示す。図3はさまざまな画素値を持つピクセルが混ざり合った画像であり、一方で図4は画像中の約3分の1を黒い画が占めている。これを客観的に評価するために次の実験を行った。

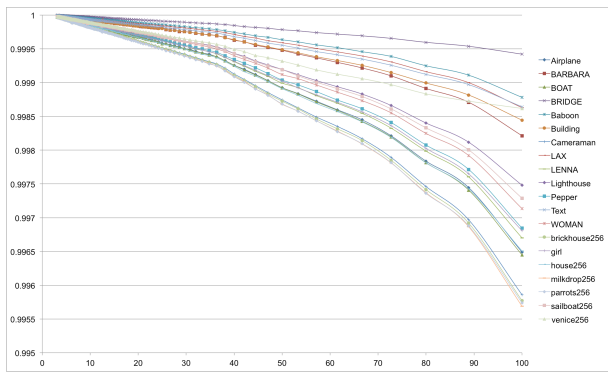


図2 画像ごとの SSIM の遷移



図3 劣化の少ない画像 (左:埋め込み前 右:埋め込み後)

## 8 画素値の集中具合の検証実験

実験手順の概要を図5に示す。実験手順は以下のとおりである。

- (1) グレースケールの画像に対し、画素値8ごとに画素を抽出し、抽出した画素とそれ以外の画素とで

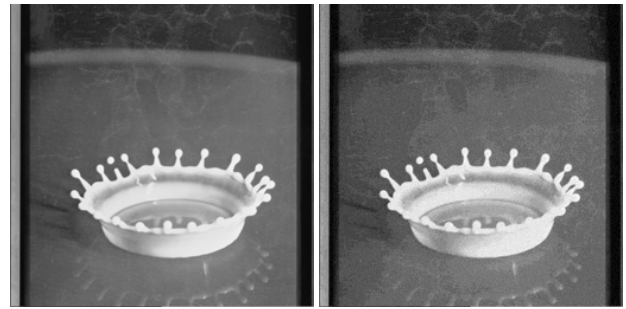


図4 劣化の大きい画像 (左:埋め込み前 右:埋め込み後)

二値化を行う。これにより32枚の2値画像を生成する。

- (2) 二値化した画素に対し4近傍でラベリング処理を行い、各ラベルのついた領域の面積を計算する。
- (3) 32枚全ての面積の中で最大の面積を求める。
- (4) (1)~(3)をすべての画像に対し繰り返す。
- (5) (4)で算出した最大面積と第6節で算出したSSIMとのピアソンの相関係数を算出する。

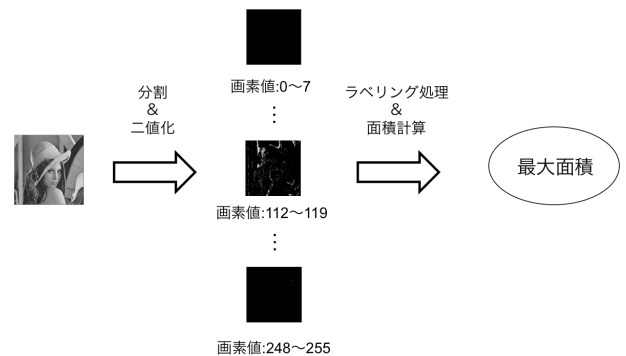


図5 実験概要 2

## 9 結果と考察

上記の実験を行った結果、約0.6という相関が得られた。これまでの実験から近い画素値の大きい集合をもつ画像ほど画質の視覚的な画質劣化が大きくなるという結果が得られた。これは画素間のコントラストが大きいほどメッセージ埋め込み後の画素値変化が目立ちにくいというため得られたのだと考えられる。

## 参考文献

- [1] 合田翔, 渡辺峻, 松本和幸, 吉田稔, 北研二. コスト付き符号化を用いたステガノグラフィ. 信学技法 IT, Vol. 113, No. 153, pp. 5–9, 7 2013.
- [2] J.PIETER M.SHALKWIJK. An algorithm for source coding. *IEEE TRANSACTIONS ON INFORMATION THEORY*, Vol. IT-18, No. 3, pp. 395–399, May 1972.