

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時のビット誤りについての考慮がなされておらず、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 LSB 平面との排他的論理和で LSB 平面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背制する手法を提案する。

6 複数の画像を用いての画質劣化の検証実験

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。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 コードの列とする。

- (1) メッセージの各コードを Shalkwijk の数え上げ符号を用いて誤りパターンに変換し、画像の LSB 平面との履いた低論理和を LSB 平面に埋め込む。
- (2) 埋め込み前後の画像を比較し、誤り率、PSNR 値、SSIM を算出する。
- (3) 誤りパターン長を増加させながら (1)、(2) を繰り返す。
- (4) 画像を入れ替えて (3) を繰り返す。

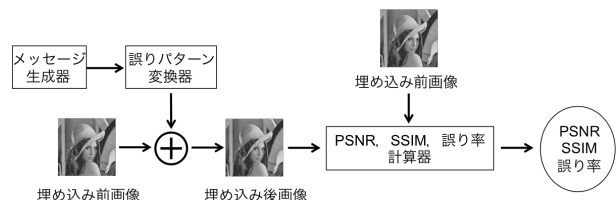


図 1 実験概要 2

7 実験結果

PSNR と誤り率, SSIM と誤り率のトレードオフについてのグラフをそれぞれ図 1, 2 に, 各画像事の SSIM の変化についてのグラフを図 3 に示す. 今回の実験では web 上で収集した 256256px の 8bit グレyscale Bitmap である自然画像を 20 枚使用し実験を行った.

8 考察

図 3 より画像ごとに画質劣化の傾向に差異があることがわかったため, それらの画像を並べ主観的に観察を行ったところ, 近い画素値を持つピクセルの大きい塊, つまりコントラストの小さい部分が大きい画像ほど画質劣化が大きくなる傾向がわかった. これを客観的に評価するために次の実験を行った.

9 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) 画素値を 30 の区間にわけ, 各区間内の画素値とそれ以外の画素値で 2 値化を行い, それらに対し 4 近傍でのラベリング処理を行い, 最も大きい面積部分を算出する.
- (2) (1) をすべての画像に対し繰り返す.
- (3) 5 で算出した SSIM とのピアソンの相関係数を算出する.

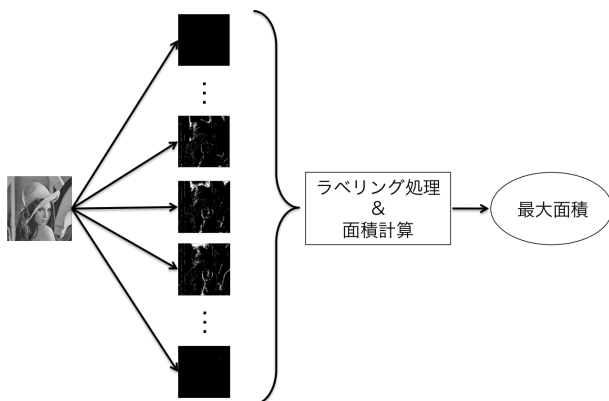


図 2 実験概要 2

10 実験結果

上記の実験を行った結果, 約 0.6 という相関が得られた.

11 考察

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.