

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 and 福岡久雄 †

松江工業高等専門学校 †

たビットの数を n として式 (1) で算出する.

$$r = \frac{d}{n} \times 100 \quad (1)$$

- (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.

1 はじめに

本研究はグレースケール画像にテキスト情報を埋め込むようなステガノグラフィ技術を対象とする. 埋め込み方式の一つである LSB 法は画像の 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でテキスト情報を埋め込む. これに対し, 誤りパターン埋め込み法はテキスト情報を冗長かつハミング重みが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. こうすることで LSB 法に比べ, テキスト情報が埋め込まれたビットの変化を少なく抑えている. またこの変化の割合を誤り率という. ここで, 誤り率が低いということは画像の変化が少なくなることを意味し, つまりは画質劣化が少なくなる. また誤り率とは別に, 埋め込むテキストの量が増えれば必然的に変化するビットの量が増えるため画質劣化が高くなる.

本研究では誤りパターン埋め込み法における画質劣化と埋め込み量とのトレードオフ関係を実験的に明らかにし, 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徴についての実験を行った. また同時に, 本研究では誤りパターンテーブル [1] を用いない誤りパターンへの変更方法として Shalkwijk の数え上げ符号 [2] を用いた手法を提案する.

2 埋め込み量と画質劣化のトレードオフ関係

実験手順の概要を図 1 に示す. 以下に示す手順で実験を行い, 実験には 256×256 px 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. ここで誤り率 r は埋め込み前後で変化したビットの数を d , 埋め込みに使用し

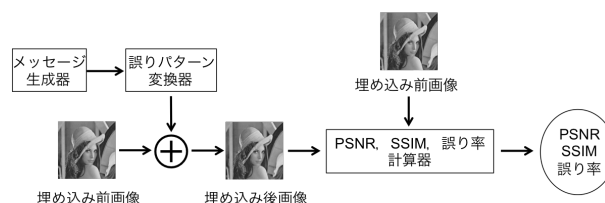


図1 実験概要1

画像ごとの SSIM の変化について図 2 に示す. 図 2 から画像によって画質劣化の度合いに差があることがわかる. つまり, 画像によっては同様の画質劣化で, より多くの文字を埋め込むことができるということである. そこで, 実験に使用した画像に対し主観的に観察を行ったところ, 同じような色で構成される領域が大きい画像ほど画質劣化が大きくなる傾向が見られた. その例を図 3, 図 4 に示す.

図 3 は全体的にさまざまな色のピクセルが混ざり合っており構成された画像であり, 一方で図 4 は白やグレーが連続した領域が大きく含まれている. 我々はこの結果が主観によるカバーデータ選択の指標できるのではないかと考え, この結果を客観的に評価するための実験を行った.

3 画質劣化の起きやすい画像の特徴

実験手順の概要を図 5 に示す. 以下に示す手順で実験を行い, 実験には第 2 節で使用した画像と同じものを使用した.

- (1) グレースケールの画像に対し, 0~7 の画素値を持つピクセルを抽出し, 抽出したピクセルとそれ以外のピクセルとで分け, 二値化を行う.

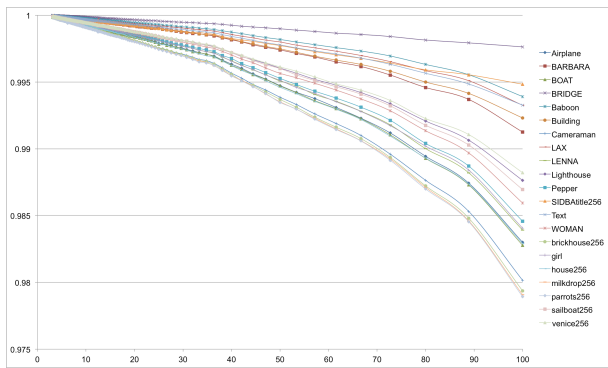


図2 画像ごとの SSIM の遷移

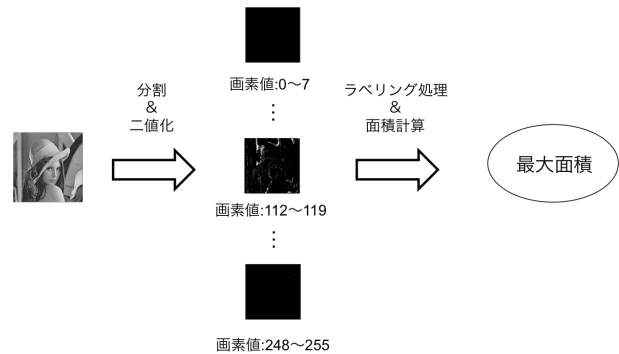


図5 実験概要2



図3 劣化の少ない画像 (左:埋め込み前 右:埋め込み後)

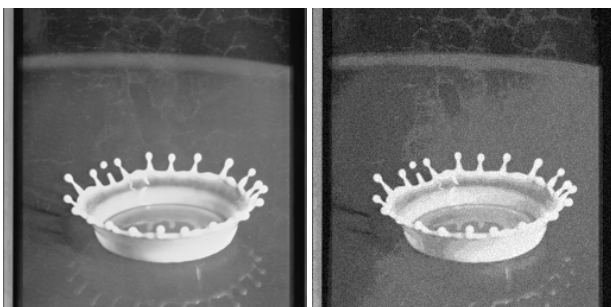


図4 劣化の大きい画像 (左:埋め込み前 右:埋め込み後)

- (2) 抽出する画素を8ずつずらし、(1)を繰り返す。
- (3) 二値化した画像に対し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。
- (4) 全ての2値画像の中で最大の領域面積を求める。
- (5) (1)～(4)をすべての画像に対し繰り返す。
- (6) (5)で算出した最大面積と第2節で算出した SSIM とのピアソンの相関係数を算出する。

我々は画素値を小さな範囲で区切りその面積を計算することで同じような色で構成された領域の大きさを算出できると考えた。シンプルな方法ではあるものの、すべての誤りパターン長、埋め込み範囲の組み合わせにおける SSIM との相関が0.6 前後となった。これは細かいコ

ントラストの中で埋め込みによって生じるノイズが目立たなくなっているのだと考えられる。

4 考察

以上の研究で同じ条件での埋め込みにおいて画像ごとに画質劣化の度合いが異なることがわかった。また、同じような色で構成された領域の大きさが画質劣化の度合いに対して影響するということが明らかになった。

これらは人間の視覚によるカバーデータの選択において、この特徴が視覚的誤認識の可能性を高めるための効果的な指標となり得ることを示している。ただ一方でこの指標は FBS や WBS などの代表的なステガノグラフィの解析アルゴリズムに対し必ずしも有効であるとは言えない。

今後は上記の特徴に関してより正確かつ信頼できる計算方法を用いて実験を行うと同時に、実際に解析アルゴリズムに対してこれらの特徴がどのように作用するのかを研究していきたいと考えている。

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.

A study on steganography based on embedding error patterns

†Ippēi Nawate Hisao Fukuoka

†MaTsue College Of Technology