

2次元AR画像を用いた ロゴ用相関型電子透かし方式に関する一検討

A Note on Correlation-based Watermarking Scheme for Logo using 2-D AR Images

川端優仁[†] 菅野翔太[†] 小田弘[†]

Yuto KAWABATA[†] Shota KANNO[†] Hiromu KODA[†]

[†] 電気通信大学

[†]The University of Electro-Communications

1. はじめに

本稿では、ロゴ画像の埋込み [1] を行う相関型電子透かし方式において、2次元AR(Auto-Regressive, 自己回帰)画像をホスト画像として取り扱う。また、計算機実験を行い、2次元AR画像の相関値の違いによる基本特性の差を調査する。

2. 2次元AR画像

2次元系列 $\{u(m, n)\}$ の「2次元ARモデル」は、以下の式によって定義される [2]。

$$u(m, n) = a_1 u(m-1, n) + a_2 u(m-1, n-1) + a_3 u(m, n-1) + e(m, n) \quad (1)$$

ただし、 a_1 は水平方向の相関値、 a_2 は斜め方向の相関値、 a_3 は垂直方向の相関値であり、 $e(m, n)$ は白色雑音である。

本稿では、垂直・水平方向の相関値は同一の値、すなわち $a_1 = a_3$ とし、斜め方向の相関値は $a_2 = -a_1 \cdot a_3$ とした。

3. 相関型電子透かしの埋込み・検出手順

埋込み(図1)と検出は文献 [3] の手順で行う。

◇埋込み手順

〈E1〉 入力(ホスト)画像を $N \times N$ の小ブロックに分割し2次元直交変換を行う。得られた変換出力の係数行列をジグザグスキャンし、低域から高域の順に並べた1次元系列を得る。

〈E2〉 各ブロックの1次元系列から特定のシーケンス成分(埋込み開始系列番号: s , 長さ: l)を抽出する。

〈E3〉 透かし情報として埋込むロゴ画像のドットを2進数で表し、ラスタースキャンを行う。得られた2進数のデータを m 個ずつ取り出し、10進数に変換し M' 系列 (M 系列の最後に“0”を付加した系列)のデータを選択する。

〈E4〉 ゲイン k を用い、〈E3〉 で選んだ M' 系列を埋込む。

〈E5〉 逆変換により透かし入り画像を作成する。

◇検出手順

〈D1〉 透かし入り画像に対して、埋込み手順の前処理を行い、透かし入り系列を抽出する。

〈D2〉 長さ L の透かし入り系列と透かし情報の埋込み時に用いた M' 系列との相関関数を計算し、最大ピークの位置を検出する。

〈D3〉 検出された位置情報(10進数)を m ビットの2進数データに変換し、これを並べてロゴ画像を再構成する。

4. 計算機実験の条件

- ホスト画像(図2): 2次元AR画像(256×256画素, 256階調, 標準偏差 $\sigma_u = 42.460$, 相関値 $\rho = 0.95, 0.97, 0.98$)
- 直交変換方式: 2次元DCT(ブロックサイズ $N \times N = 8 \times 8$)
- M 系列: $m = 8$ 次の M' 系列(周期 $L = 256$)
- 透かし情報(図3): 二値のロゴ画像(20×20画素, 2階調, “三つ立て石”)
- 透かし埋込み領域: 3.の〈E2〉で、 $(s, l) = (10, 13)$
- 画質の評価尺度: $SNR = 10 \log_{10}(255^2 / MSE)$, MSEはホスト画像と透かし入り画像の濃度値の平均2乗誤差

5. 結果と考察

3種類の相関値($\rho = 0.95, 0.97, 0.98$)の2次元AR画像に対するSNRとビット誤り率(BER)の関係を図4に示す。

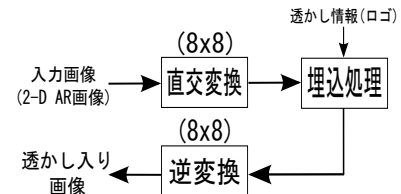


図1 透かし情報(ロゴ)の埋込み

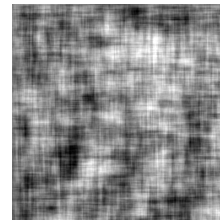


図2 2次元AR画像の例 ($\rho = 0.95$)

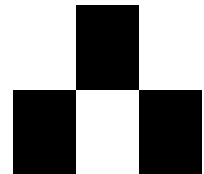


図3 透かし情報(20×20のロゴ, “三つ立て石”)

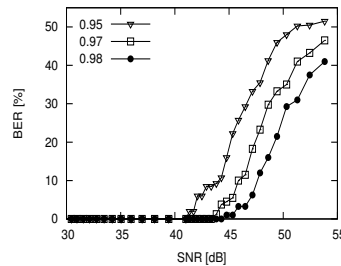


図4 SNRとBERの関係

図4から、相関値が大きくなるにつれて同じSNRに対するBERが低くなっていることがわかる。したがって、相関値が大きいほど基本性能が良い。

また、図5($\rho = 0.97$, $SNR = 45.87$ [dB])から、ロゴ画像を埋込む場合、多少の誤り(BER=10.00[%])があっても透かし情報が視認できる。

6. まとめ

本稿では、ロゴ画像の埋込みを行う相関型電子透かし方式において、2次元AR画像をホスト画像として取り扱った。また、計算機実験で相関値の違いによる基本特性の差を調べた。その結果、相関値 $\rho = 0.95, 0.97, 0.98$ に対し、相関値の上昇に伴い同じSNRにおけるBERの低下が見られた。よって、相関値が大きいほど性能が良いといえる。

今後の課題として、更なる性能向上のため、本稿での性能差を応用した改善(透かし情報の埋込み位置等)の検討が挙げられる。

参考文献

- [1] A.Hanjalic, et al. :Image and video database, Elsevier (2000).
- [2] 有本:信号・画像のデジタル処理, 産業図書 (1980).
- [3] 小田, 古田: “DCT領域でRDSの埋込みを行う画像用相関型電子透かし方式に関する一検討”, 電気通信大学紀要, 第30巻, 第1号, pp.1-9(2018-02).