

PARCOR 係数特性を利用した 2チャンネル画像符号化用情報秘匿方式に関する一検討

D-11 A Note on Information Hiding Scheme for Two-Channel Image Coding
exploiting the Characteristic of PARCOR Coefficients

星祥太郎 小田弘
Shotaro HOSHI Hiromu KODA

電気通信大学
The University of Electro-Communications

1 まえがき

近年、情報秘匿方式 [1] の研究が注目されている。その一方式として、マルチパルスモデルで残差画像 (= 原画像 - 低周波画像) を符号化する際に、パルス位置に秘匿情報を埋込む方式が提案されている (文献 [2] はステガノグラフィに属する研究である)。本稿では、上記の残差画像から得られる、PARCOR 係数へ秘匿情報を埋込む方式を提案する。更に、今後電子透かしへ応用することを考えて、その基本的な耐性について検討する。

2 PARCOR 係数特性

PARCOR(PARtial auto-CORrelation: 偏自己相関) 係数 (= k パラメータ) は、マルチパルス画像符号化方式の LPC(Linear Predictive Coefficient) 分析部で得られる係数の一つであり、合成処理部で利用される。また、 k パラメータは量子化処理に対して比較的強固であり、 $|k| < 1$ の条件下で安定性が保証される特性を持つ正規化された値である [3][4]。今回は、この特性を利用して、 k パラメータへの秘匿情報の埋込み方式を提案する。

3 PARCOR 係数への秘匿情報の埋込み・検出手順

k パラメータへの秘匿情報の埋込み・検出手順を以下に示し、そのブロック図を図 1 に示す。

埋込み手順

- (S1) マルチパルス符号化により、残差画像から得られた k パラメータに対して、量子化 (6 ビット) を行う。
- (S2) 埋込む秘匿情報が “0” (“1”) かつ量子化出力番号が “奇数” (“偶数”) の場合のみ、量子化誤差が小さくなるように出力番号に 1 を加算または減算する。

検出手順

- (S1) 秘匿情報入り k パラメータに対して、量子化出力番号を求め。
- (S2) 量子化出力番号が “偶数” (“奇数”) ならば秘匿情報を “0” (“1”) として検出する。

4 計算機シミュレーション

- 原画像: “GIRL”, “MOON” (256²[pels], 8[bits/pel])
- 低周波画像 (#1): 原画像を JPEG 方式, JPEGLOT 方式 (=JPEG 方式の離散コサイン変換 [DCT] 部分を、重複直交変換 [LOT] とした方式 [5]) で圧縮後、各々平滑化※を行う。(圧縮率は各 0.25[bit/pel])
- ※平滑化処理: $\frac{2}{10}$ (中心), $\frac{1}{10}$ (8 近傍) の係数値を持つ重み付き平均値フィルタ (3 × 3) を用いる。
- 残差画像 (#2): AR 次数を 3 次, パルス本数を 15 本/ライン, パルス振幅・位置を各 8 ビット/パルス, 重み付け係数 $\gamma = 0.8$, k パラメータを 6 ビット/パラメータとしたマルチパルス画像符号化方式 [2] を用いる。
- 秘匿情報: 総埋込み容量 768[bits] (=3[bits] × 256 ライン) 松尾芭蕉の俳句 (英文) を用いる。
- 基本攻撃の種類: 逆量子化後の k パラメータに対して

- (i) 小数第 1~3 位の値にそれぞれ ± 1 する。
- (ii) 小数第 1~3 位の値のうち、2 つを入れ替える。但し、一様乱数を利用して、(i) は 2/3, (ii) は 1/2 の確率で攻撃を実行する。

画像 “GIRL” に対する秘匿情報入り再生画像 (= #1 + #2) の SNR は、#1 を 「JPEG + 平滑化」 で処理した場合に 31.894[dB] (埋込み前: 31.930[dB]) となり、「JPEGLOT + 平滑化」 で処理した場合に 31.969[dB] (埋込み前: 32.016[dB]) となった。その際のビットレートは共に 1.26[bits/pel] である。

k パラメータに基本攻撃 (i), (ii) を行った場合の検出誤りビット数を表 1, 表 2 に各々示す。表 1 から、小数第 2 位, 第 3 位の値 ± 1 程度の変化ならば、量子化ステップ幅の許容範囲であり検出誤りはない。一方、小数第 1 位に関しては耐性がほぼないことがわかる。表 2 からも、小数第 2 位と第 3 位 (小数第 1 位とその他 1 つ) の値の入れ替えならば検出誤りは 150(200)[bits] 前後となっている。これより、小数第 1 位の変化への耐性があまりないことがわかる。他の画像でも同じような結果となった。

5 まとめ

本稿では、残差画像から得られる PARCOR 係数へ秘匿情報を埋込む方式を検討し、基本的な耐性実験を行った。その結果、PARCOR 係数特性により、小数第 2 位, 第 3 位の値 ± 1 程度の弱い攻撃であれば、耐性があることがわかった。今後は、分析処理部で得られる各パラメータを利用して、2チャンネル画像符号化用電子透かし方式を検討する予定である。

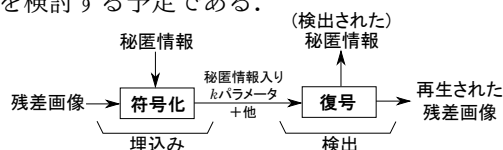


図 1: k パラメータへの秘匿情報の埋込み・検出手順

表 1: 基本攻撃後の検出誤りビット数 (“GIRL”, 攻撃 (i))

k パラメータに ± 1 を行う箇所	JPEG + 平滑化	JPEG LOT + 平滑化
小数第 1 位	578[bits] (75.2%)	560[bits] (72.9%)
小数第 2 位	0 [bit]	0 [bit]
小数第 3 位	0 [bit]	0 [bit]

表 2: 基本攻撃後の検出誤りビット数 (“GIRL”, 攻撃 (ii))

k パラメータの入れ替え箇所	JPEG + 平滑化	JPEG LOT + 平滑化
第 1 位と第 2 位	170[bits] (22.1%)	213[bits] (27.7%)
第 2 位と第 3 位	159[bits] (20.7%)	161[bits] (21.0%)
第 3 位と第 1 位	218[bits] (28.4%)	190[bits] (24.7%)

参考文献

- [1] 越前: 電子透かし技術とその応用, 情報処理, Vol.47, No.11, pp.1243-1249 (2006-11).
- [2] 塩原, 小田: “マルチパルスモデルに基づく画像への電子透かし方式の一検討”, 信学技報, IT2000-13, pp.31-36 (2000-07).
- [3] 守谷: 音声符号化, 電子情報通信学会 (2000).
- [4] 飯國: 基礎から学ぶ信号処理, 培風館 (2004).
- [5] 川根, 小田: “画像符号化における 2 次元 LOT の性能評価”, 信学技報, IT2012-54, pp.31-36 (2013-01).