

MR 符号化法を利用した 2 値画像用情報秘匿方式に関する一検討

A Note on Data Hiding Scheme for Two-Tone Facsimile Images Exploiting the Method of MR Coding

佐々木健太[†]小田弘[†]Kenta SASAKI[†]Hiromu KODA[†][†] 電気通信大学大学院情報理工学研究所[†] Graduate School of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications

1. はじめに

ファクシミリには受信端末で送達文書が漏洩するという問題がある [1]. それを解決する手段として情報秘匿技術があり, その一方式として MR 符号化法を利用した情報埋込み技術が提案されている [2].

MR 符号化法は 2 次元符号化方式であり, 1 次元の方式より処理が複雑になる. そのため, MR 符号化法を利用した情報秘匿技術はあまり検討されていない. 又, 従来方式には埋込み不可能な場合があるという問題点がある.

本稿では, 埋込み容量の増加を目的として, MR 符号化法を利用した 2 値画像用情報秘匿方式の改良を行う.

2. MR 符号化法を利用した情報秘匿方式

まず, 対象画素 a_1 より前(後)の変化点画素を $a_0(a_2)$ とし, a_0 より右かつ a_0 と反対色で 1 ライン上の最初の変化点画素を b_1 とする. このとき, MR 符号化法では画素配置に関する 3 種のモード [3] に応じて符号化する.

次に, MR 符号化法を利用した情報秘匿方式では, a_1 から b_1 までの水平方向の距離を差分情報 $\Delta(a_1 b_1)$ とし, 垂直モード¹⁾において埋込み情報のビット値("0", 又は"1")で差分情報 $\Delta(a_1 b_1)$ を制御する. 以下に従来方式 [2] の埋込み処理を示す.

埋込み処理 A-1: $\Delta(a_1 b_1) > 0$ のとき, $\Delta(a_1 b_1)$ が偶(奇)数かつ埋込み情報のビット値が"1"("0")ならば, a_1 を白黒反転し, a_1 を 1 画素右へ移動する.

埋込み処理 A-2: $\Delta(a_1 b_1) \leq 0$ のとき, $\Delta(a_1 b_1)$ が偶(奇)数かつ埋込み情報のビット値が"1"("0")ならば, a_1 の左隣の画素を白黒反転し, a_1 を 1 画素左へ移動する.

これにより, $\Delta(a_1 b_1)$ が偶(奇)数ならばビット値"0"("1")が埋込まれたことになる. しかし, この方式では a_1 , 又は a_0 のラン(同色画素の連なり)の長さが 1 の場合, 埋込み処理でランが消失することがある.

次に, 従来方式の検出処理を以下に示す.

検出処理: $\Delta(a_1 b_1)$ が偶(奇)数ならばビット値"0"("1")を出力する(3. の改良方式でもこの検出処理を用いる).

3. 改良方式

改良方式では, 埋込み処理でランが消失する場合(ラン長が 1 の場合)に消失しないような特殊な埋込み操作を行い, その他の場合には従来方式で埋込みを行う(図 1 参照). 改良方式の埋込み処理を以下に示す.

埋込み処理 B-1: $\Delta(a_1 a_2) = 1$, かつ $\Delta(a_0 a_1) \geq 2$ のとき, 2. の A-1 処理による「 a_1 のランの消失」を防ぐため, a_1 の左隣の画素を白黒反転する. その後, a_1 を 1 画素左に移動することで $\Delta(a_1 a_2) = 2$ となる.

埋込み処理 B-2: $\Delta(a_0 a_1) = 1$, かつ $\Delta(a_1 a_2) \geq 2$ のとき, 2. の A-2 処理による「 a_0 のランの消失」を防ぐため, a_1 を白黒反転する. その後, a_1 を 1 画素右に移動することで $\Delta(a_0 a_1) = 2$ となる.

上記の B-1, B-2 処理により, 従来方式では埋込み不可能な領域にも a_0 から a_1 (又は a_1 から a_2) までのラン長のどちらかが 2 以上であれば埋込み可能となる. 検出は 2. の検出処理を用いて, $\Delta(a_1 b_1)$ の偶奇で判定する.

4. 計算機シミュレーション

シミュレーション条件を以下に示す.

- ホスト画像: 濃淡画像をしきい値 128 で単純 2 値化したもの (256²[pels], 1[bit/pel])
- 総ラン数: "FACS" (2746[runs]), "GIRL" (2406[runs]), "MOON" (8223[runs])

¹⁾ $|\Delta(a_1 b_1)| \leq 3$ の場合

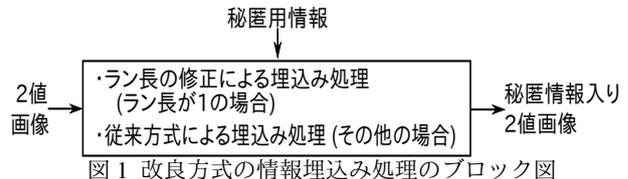


図1 改良方式の情報埋込み処理のブロック図

表1 最大埋込み容量

画像名	従来方式 (A) [bit]	改良方式 (B) [bit]	比率 (B/A)
"FACS"	173	332	1.92
"GIRL"	221	515	2.33
"MOON"	1038	2344	2.26
Average	473.3	1063.7	2.23



図2 従来方式
(秘匿情報の量: 1038[bits])



図3 改良方式
(秘匿情報の量: 2344[bits])

- 秘匿用情報: 2 進数表記した英字 (ASCII コード)

5. 結果と考察

表 1 から, 改良方式は従来方式より約 2 倍の量の情報を埋込み可能であることがわかる. 又, 各テスト画像の総ラン数に対する埋込み情報のビット数の比率(埋込み情報のビット数/総ラン数, bpr = bit per run)は, 以下の通りである(従来方式 → 改良方式).

"FACS": 0.063[bpr] → 0.121[bpr],
 "GIRL": 0.092[bpr] → 0.214[bpr],
 "MOON": 0.126[bpr] → 0.285[bpr]

改良方式では垂直モードのランのみに情報を埋込み, それ以外のランには埋込まないため, 1 未満の bpr 値となっている.

次に, 図 2 と図 3 から, 画像 "MOON" では埋込み情報の量が多いにもかかわらず(従来方式: 1038[bits], 改良方式: 2344[bits]), 画像の劣化が認識しづらいことが確認できる. これは画像 "MOON" の総ラン数が相対的に多いことが原因として考えられる.

6. まとめ
 本稿では, より多くの量の情報を埋込むために MR 符号化法を利用した 2 値画像用情報秘匿の改良方式を検討した. MR 符号化法における 3 種のモードのうちの一つである垂直モードにおいて, 従来方式の埋込み不可能な領域に特殊な処理を行う改良方式を提案した. 計算機実験を行った結果, 改良方式では複数のテスト画像において従来方式の約 2 倍の量の情報の埋込み, 検出を達成した.

今後は, 他のモードに対して秘匿情報を埋込む方法を検討する予定である.

参考文献

- [1] 田中, 中村, 松井: "情報の 2 重化伝送可能な MR ファクシミリ符号化方式", 信学論, vol.J73-B-I, no.4, pp.368-376(1989-04).
- [2] 松井: 電子透かしの基礎, 森北出版 (1998).
- [3] 村上: マルチメディア通信工学, 東京電機大学出版局 (2002).