

# (2,2)-VCS を用いたハーフトーン画像の分散・再生手法に関する一検討

D-11

A Note on the Sharing and Reproducing Method of Halftone Images using (2,2)-VCS

石黒怜音<sup>†</sup> 山田展生<sup>†</sup> 川端優仁<sup>†</sup> 小田弘<sup>†</sup>

Reo ISHIGURO<sup>†</sup> Tensei YAMADA<sup>†</sup> Yuto KAWABATA<sup>†</sup> Hiromu KODA<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 電気通信大学

<sup>†</sup>The University of Electro-Communications

## 1. はじめに

(2,2)-VCS とは, 1 枚の画像を 2 枚の分散画像に分け, 2 枚そろすることで再生画像が得られる視覚暗号方式である. これは,  $(k, n)$  閾値法に基づき, Naor と Shamir により提案された [1]. (2,2)-VCS を用いた OR 方式の再生画像は原画像の白を半分白, 半分黒としているので, 暗くなる [2]. また,  $2 \times 2$  画素の部分画像を用いた出力画像は入力画像に比べて画素数が 4 倍になる.

本稿では,  $1 \times 1$  画素の部分画像を用いたハーフトーン画像の再生実験を行い, 再生画像の品質を比較する.

## 2. (2,2)-VCS によるハーフトーン画像の処理手順

先行研究により,  $2 \times 2$  画素の部分画像が対角方向のときが一番よく見ることが分かっているが [3], OR 演算では再生画像が暗くなる特徴があった. そこで白を “0”, 黒を “1” とし, XOR 演算 (xor) を取り入れた  $2 \times 2$  画素の部分画像の論理演算式は次式のようなになる. (部分画像が反転した場合も同様である)

$$\text{白の時: } \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \text{ xor } \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} \quad (1)$$

$$\text{黒の時: } \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \text{ xor } \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} \quad (2)$$

次に,  $1 \times 1$  画素の部分画像による論理演算式を示す.

$$\text{白の時: } 1 \text{ xor } 1 (\text{又は } 0 \text{ xor } 0) = 0 \quad (3)$$

$$\text{黒の時: } 1 \text{ xor } 0 (\text{又は } 0 \text{ xor } 1) = 1 \quad (4)$$

更に, 上記の論理演算式 (3),(4) によるハーフトーン画像の処理手順を以下に示す. (図 1 参照)

<R1>  $1 \times 1$  画素の部分画像 (白または黒) から 1 つをランダムに選んで分散画像 # 1 に入れる.

<R2> 次に, ハーフトーン画像の  $1 \times 1$  画素が白 (黒) の場合は, 上記 <R1> の分散画像 # 1 の部分画像と同じもの (反転したもの) を分散画像 # 2 に入れる.

<R3> 上記 <R1>, <R2> の処理をハーフトーン画像の全ての  $1 \times 1$  画素に行う.

<R4> 2 枚の分散画像 # 1, # 2 の XOR 演算を画素毎にとり, 1 枚の再生ハーフトーン画像を得る.

<R5> 上記 <R4> の再生ハーフトーン画像を平滑化フィルタで処理して出力画像を得る.

## 3. 計算機シミュレーション

### ◇シミュレーション条件

- テスト画像: “COUPLE” のハーフトーン画像 ( $256^2$  pels, 1[bit/pel])
- 誤差拡散法: Jarvis, Judice & Ninke フィルタを使用した.
- 平滑化法:  $5 \times 5$  平滑化フィルタ [4] を使用した.
- 方式の種別:

1) OR 方式 … 2. の処理手順の XOR 演算を OR 演算に変えたもので, 従来法に準拠したもの

2) XOR 方式 … 2. の処理手順

$1 \times 1$  画素の部分画像を用いた (2,2)-VCS による再生ハーフトーン画像と濃淡画像を図 2, 図 3 に各々示す. OR 方式 (図 3(a)) では顔の表情が見えないが, XOR 方式 (図 3(b)) では顔の表情が相対的に見えやすくなった.

## 4. まとめ

本稿では,  $1 \times 1$  画素の部分画像を用いたハーフトーン画像の再生処理において XOR 方式を提案し, その有効性を示した. その際, 出力画像の画素数は入力画像の画素数と同じになった.

今後は本稿で述べた XOR 方式を文字情報用の電子透かし方式に応用する予定である.

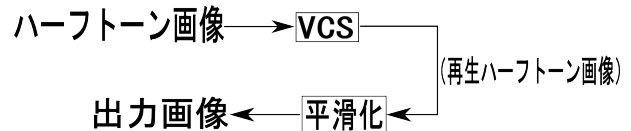


図 1 (2,2)-VCS によるハーフトーン画像の処理



(a) OR 方式 (b) XOR 方式  
図 2 (2,2)-VCS 処理後の再生ハーフトーン画像の例



(a) OR 方式 (b) XOR 方式  
図 3 平滑化フィルタ ( $5 \times 5$ ) による濃淡画像の例

## 参考文献

- [1] M.Naor and A.Shamir: “Visual cryptography”, *Proc. of Eurocrypt '94*, LNCS 950, Springer-Verlag, pp.1-12 (1995).
- [2] B.Furht et al.: *Multimedia encryption and watermarking*, Springer Science+Business Media (2005).
- [3] 大坪, 岡庭, 小田:“(2,2)-VCS による電子透かし用文字情報の分散・再生手法に関する一検討”, 2018 年度電子情報通信学会 東京支部学生会研究発表会, D-11, p.120(2019-03).
- [4] 石井, 小田:“エッジ検出法を利用した誤差拡散画像用データハイディング方式に関する一検討”, 平成 25 年度電子情報通信学会 東京支部学生会研究発表会, D-11, p.151(2014-03).