

ショートノート

限定された画素レベルによる連続階調画像の表示法†

汐 崎 陽†† 橋 本 宜 郎††

中間調を有する濃淡画像を、白と黒の2値で擬似ハーフトーン表示する方法の1つに組織的ディザ法がある。本稿では、組織的ディザ法の手法を拡張し、白と黒以外にも数値の中間調を表示できる表示装置に濃淡画像を擬似ハーフトーン表示する手法について提案している。組織的ディザ法同様、あらかじめ定められた閾値と入力画素の明度レベルとの大小比較により表示画素明度を決めている。本方式では、解像度が高く、表現階調数の多い高品質な表示が可能である。さらに、コントラストおよび輝度制御、明度ヒストグラム処理等の画像強調処理を閾値の制御により実行する手法についても検討を行った。

1. ま え が き

中間調を有する濃淡画像を、2値しか表示できない装置に表示する擬似ハーフトーン表示法について数多くの研究が行われている¹⁾。中でも、組織的ディザ法^{2),3)}は処理原理およびハードウェア構成が簡単であり、しかも中間調表現能力が高いという点で優れた方法である。

本稿では、組織的ディザ法のもつ利点に着目し、組織的ディザ法を2値から多値に拡張することにより、表示可能な明度レベル数^{*}の限られた表示装置に濃淡画像を擬似ハーフトーン表示する方法について提案している。

組織的ディザ法では、表現階調数^{**}(擬似ハーフトーンレベル数)を増やすためにディザマトリクスを大きく選ぶと解像度が低下し、逆に解像度を高めるためにディザマトリクスを小さく選ぶと表現階調数が減少する。しかしながら、数段の明度レベルを表示できる装置に本表示方式を適用すれば、解像度が高く、表現階調数の多い高品質な画像表示が可能である。さらに、画像のコントラスト制御、輝度制御および明度ヒストグラム処理⁴⁾をディザマトリクス上で行う手法についても検討を行った。

2. 表 示 方 法

入力画像(原画)の画素のレベルを、その画素に対

応する閾値と比較し、その大小関係により表示装置のセルの明度を決める。この閾値を要素とするマトリクスがディザマトリクスである。

表示装置の明度レベル数が m (明度レベル0が黒、明度レベル $m-1$ が白) であるとき、 $m-1$ 個の n 行 n 列 (n は2のべき) ディザマトリクス D_k^* ($k=1, 2, \dots, m-1$) を次式により求める。

$$\begin{aligned} D_1^* &= \begin{bmatrix} 0 & 2 \\ 3 & 1 \end{bmatrix} \\ D_k^* &= \begin{bmatrix} 4D_{k-1}^{*/2} & 4D_{k-1}^{*/2} + 2U^{*/2} \\ 4D_{k-1}^{*/2} + 3U^{*/2} & 4D_{k-1}^{*/2} + U^{*/2} \end{bmatrix} \quad (1) \\ &\quad (n \geq 4) \\ D_k^* &= D_{k-1}^* + n^2 U^* \quad (k=2, 3, \dots, m-1) \end{aligned}$$

ここに、 U^* は要素がすべて1の n 行 n 列マトリクスである。 D_1^* から D_{m-1}^* の各要素には0から $(m-1)n^2-1$ までの整数がただ一度だけ現われる。

入力画像の明度がレベル数 L に量子化されているとする。ディザマトリクスの閾値レベル数を入力画像の明度レベル数 L に正規化するため、式(1)で求めた D_k^* ($1 \leq k \leq m-1$) の各要素を $L/(m-1)n^2$ 倍し、その値を越えない最大の整数を要素とするマトリクスを実際に使うディザマトリクスとする。このマトリクスを $\bar{D}_k^*$ ($1 \leq k \leq m-1$) とおく。ディザマトリクス $\bar{D}_k^*$ ($k=1, 2, \dots, m-1$) をそれぞれ縦方向と横方向に繰り返し、入力画像の各画素に対し、 $m-1$ 個の閾値を定める。座標 (i, j) の入力画素の明度レベルを $B(i, j)$ とし、それに対応するディザマトリクス $\bar{D}_k^*$ の閾値を $\bar{D}_k^*(i, j)$ とする。入力画素の明度レベル $B(i, j)$ を $m-1$ 個のディザマトリクスの値 $\bar{D}_k^*(i, j)$ ($k=1, 2, \dots, m-1$) と比較し、以下のように表示明度レベル $A(i, j)$ を決める。すなわち

† Display of Continuous Tone Pictures Using Limited Level Cells by AKIRA SHIOZAKI and YOSHIO HASHIMOTO (Faculty of Engineering, Osaka Electro-Communication University).

†† 大阪電気通信大学工学部通信工学科

* 表示装置の物理的な明るさを明度レベルとよぶ。

** 擬似ハーフトーン表示による視覚的な明るさを表現階調とよぶ。

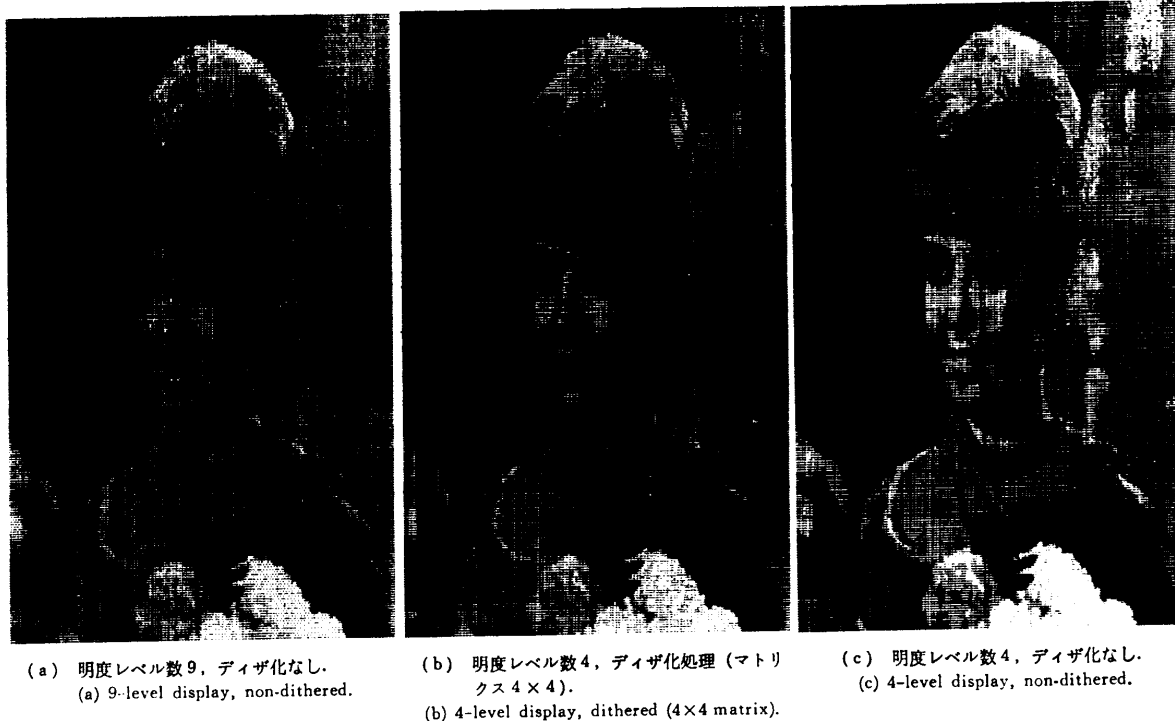


図 3 表示画像

Fig. 3 Displayed images.

図 4 明度ヒストグラム処理表示画像. 明度レベル数4, デイザ処理 (マトリクス 4×4).Fig. 4 Histogram modification images. 4-level display, 4×4 dither matrix.

の改善を計ることができる。

ディザマトリクスを用いた擬似ハーフトーン表示法では、原画の局部的平均輝度と表示画像の局部的平均輝度がほぼ比例するため濃淡が現われる。この場合、表示画像の解像度はディザマトリクスの大きさに依存する。ディザマトリクスの大きさが小さいほど解像度が高くなるが、白と黒の2値表示による擬似ハーフトーン表示の場合には、表現できる階調数がきわめて限られたものとなる。表示装置が白と黒以外にも数値の中間調を表示できるものであれば、解像度が高くしかも表現階調数を多くとることができる。本稿で提案した擬似ハーフトーン表示法では、組織的ディザ法のもつ処理原理の簡単さと階調表現能力の高さの特徴を生かし、数段の明度レベルを表示できる装置を用いて、画質の

良い擬似ハーフトーン表示を実現している。しかもディザマトリクスの閾値を変えるだけで、コントラストや輝度の制御および明度ヒストグラム処理等の画像強調処理が容易に行える。

5. む す び

表示明度レベル数の限られた表示装置に濃淡画像を擬似ハーフトーン表示する方法について提案し、本方式の有効性を計算機シミュレーションにより確かめた。本方式の特徴は、処理原理が簡単で、中間調表現能力が高く、表示能力の低い装置でも画質の良い濃淡画像を表示できることである。さらに、各種画像強調処理が容易に行えることである。

謝辞 標準画像をご提供頂いた、東京大学生産技術研究所関係各位ならびに本研究の遂行にご尽力頂いた

本学工学部永田元康助教授に感謝致します。

参 考 文 献

- 1) 飯塚智弘, 荒井 久: ディザ法による濃淡画像の2値表示, 日経エレクトロニクス, No. 185, pp. 50-65 (1978. 5. 1).
- 2) Judice, C. N.: Processing signals for digital displays, Bell Labs. Record, Vol. 54, No. 3, pp. 75-79 (Mar. 1976).
- 3) Judice, C. N.: Digital Video: A Buffer-Controlled Dither Processor for Animated Images, IEEE Trans. Commun., Vol. COM-25, No. 11, pp. 1433-1440 (Nov. 1977).
- 4) Pratt, W. K.: Digital Image Processing, John Wiley & Sons, Inc. (1978).

(昭和55年12月8日受付)

(昭和56年2月19日採録)