

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6029305号
(P6029305)

(45) 発行日 平成28年11月24日 (2016.11.24)

(24) 登録日 平成28年10月28日 (2016.10.28)

(51) Int.Cl.		F I			
H04N	1/405	(2006.01)	H04N	1/40	C
G06T	5/00	(2006.01)	G06T	5/00	705
B41J	2/52	(2006.01)	B41J	2/52	

請求項の数 16 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2012-76772 (P2012-76772)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成24年3月29日 (2012.3.29)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2013-207677 (P2013-207677A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成25年10月7日 (2013.10.7)	(74) 代理人	100126240
審査請求日	平成27年3月27日 (2015.3.27)		弁理士 阿部 琢磨
		(74) 代理人	100124442
			弁理士 黒岩 創吾
		(72) 発明者	菊田 恭平
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内
		審査官	鈴木 明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置およびその制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画像を構成する各画素に対して閾値マトリクスを用いてハーフトーン処理することによりドットパターンを表すデータに変換する画像処理装置であって、

閾値の配置が異なる複数の閾値マトリクスを保持する保持手段と、

前記画像を構成する注目画素の階調を表す画素値に応じて、前記複数の閾値マトリクスから1つの閾値マトリクスを選択する選択手段と、

前記選択手段により選択された閾値マトリクスにおいて、前記注目画素に対応する閾値と前記注目画素の画素値を比較することにより、前記注目画素の画素値を2値化するためのハーフトーン処理を実行するハーフトーン処理手段を有し、

前記複数の閾値マトリクスは、第1の閾値マトリクスと、前記第1の閾値マトリクスとは異なる第2の閾値マトリクスを含み、

階調 N 、階調 $N + \quad$ 、階調 $N + \quad$ 、階調 $N + \quad$ (N は 0 か自然数のうちいずれかであり、 \quad は自然数かつ $\quad < \quad$ を満たす) について、前記階調 N と前記階調 $N + \quad$ は第1の閾値マトリクスに対応づけられ、前記階調 $N + \quad$ 、前記階調 $N + \quad$ は第2の閾値マトリクスに対応づけられていることを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

前記複数の閾値マトリクスそれぞれに対応する階調群は、各階調を表すドットパターンにおけるドット間距離に基づいて決められることを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

10

20

【請求項 3】

前記画像を構成する画素位置のうち少なくとも 1 つの画素では、画素値が階調 $N +$ である場合に対応する閾値よりも、画素値が階調 $N +$ である場合に対応する閾値の方が小さいことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】

前記複数の閾値マトリクスそれぞれは、互いに異なる階調を対応付けられていることを特徴とする請求項 3 に記載の画像処理装置。

【請求項 5】

前記第 1 の閾値マトリクスは、前記階調 N を表す最適化されたドットパターンと前記階調 $N +$ を表す最適化されたドットパターンに基づいて生成され、前記第 2 の閾値マトリクスは、前記階調 $N +$ を表す最適化されたドットパターンと前記階調 $N +$ を表す最適化されたドットパターンに基づいて生成されていることを特徴とする請求項 3 に記載の画像処理装置。

10

【請求項 6】

前記選択手段は、前記画像を構成する各画素の画素値が取り得る範囲の各階調と、対応する閾値マトリクスとを示すテーブルに基づいて閾値マトリクスを選択することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の画像処理装置。

【請求項 7】

前記第 1 の閾値マトリクスが対応する階調群に含まれるいくつかの階調は、周期的であることを特徴とする請求項 3 に記載の画像処理装置。

20

【請求項 8】

前記複数の閾値マトリクスの数は、前記画像を構成する画素の画素値のビット数を n とするとき、 $(2^n - 1) / n$ 個より少ないことを特徴とする請求項 1 乃至 7 の何れか一項に記載の画像処理装置。

【請求項 9】

前記閾値マトリクスは、分散型であることを特徴とする請求項 1 乃至 8 の何れか一項に記載の画像処理装置。

【請求項 10】

前記閾値マトリクスは、ブルーノイズ特性を持ったマトリクスであることを特徴とする請求項 9 に記載の画像処理装置。

30

【請求項 11】

画像を構成する各画素に対して閾値マトリクスを用いてハーフトーン処理することによりドットパターンを表すデータに変換する画像処理装置であって、

閾値の配置が異なる複数の閾値マトリクスを保持する保持手段と、

前記複数の閾値マトリクスにおいて、注目画素に対応する閾値と前記注目画素の階調を表す画素値を比較することにより、前記注目画素の 2 値化結果を複数出力するハーフトーン処理手段を有し、

前記画像を構成される注目画素の画素値に基づいて、前記複数の 2 値化結果から 1 つ選択して前記注目画素の出力値を決定する選択手段とを有し、

前記複数の閾値マトリクスは、第 1 の閾値マトリクスと、前記第 1 の閾値マトリクスとは異なる第 2 の閾値マトリクスを含み、

40

階調 N 、階調 $N +$ 、階調 $N +$ 、階調 $N +$ (N は 0 か自然数のうちいずれかであり、 $、 、$ は自然数かつ $< <$ を満たす) について、前記階調 N と前記階調 $N +$ は第 1 の閾値マトリクスに対応づけられ、前記階調 $N +$ 、前記階調 $N +$ は第 2 の閾値マトリクスに対応づけられていることを特徴とする画像処理装置。

【請求項 12】

前記画像処理装置によって生成されたドットパターンに基づいて、画像を形成する形成手段を有することを特徴とする請求項 1 乃至 11 の何れか一項に記載の画像形成装置。

【請求項 13】

前記形成手段は、インクを記録媒体上に塗布することにより画像を形成するインクジェ

50

ット方式であることを特徴とする請求項 1 2 に記載の画像形成装置。

【請求項 1 4】

コンピュータに読み込ませ実行させることで、前記コンピュータを請求項 1 乃至 1 1 の何れか一項に記載された画像処理装置として機能させることを特徴とするコンピュータプログラム。

【請求項 1 5】

画像を構成する各画素に対して閾値マトリクスを用いてハーフトーン処理することによりドットパターンを表すデータに変換する画像処理方法であって、

閾値の配置が異なる複数の閾値マトリクスを保持し、

前記画像を構成する注目画素の階調に応じて、前記複数の閾値マトリクスから 1 つの閾値マトリクスを選択し、

前記選択された閾値マトリクスにおいて、前記注目画素に対応する閾値と前記注目画素の画素値を比較することにより、2 値化し、

前記複数の閾値マトリクスは、第 1 の閾値マトリクスと、前記第 1 の閾値マトリクスとは異なる第 2 の閾値マトリクスを含み、

階調 N 、階調 $N +$ 、階調 $N +$ 、階調 $N +$ (N は 0 か自然数のうちいずれかであり、 $、$ 、 $、$ は自然数かつ $< <$ を満たす) について、前記階調 N と前記階調 $N +$ は第 1 の閾値マトリクスに対応づけられ、前記階調 $N +$ 、前記階調 $N +$ は第 2 の閾値マトリクスに対応づけられていることを特徴とする画像処理方法。

【請求項 1 6】

画像を構成する各画素に対して閾値マトリクスを用いてハーフトーン処理することによりドットパターンを表すデータに変換する画像処理方法であって、

閾値の配置が異なる複数の閾値マトリクスを保持し、

前記複数の閾値マトリクスにおいて、注目画素に対応する閾値と前記注目画素の階調を表す画素値を比較することにより、前記注目画素の 2 値化結果を複数出力するハーフトーン処理を実行し、

前記画像を構成される注目画素の画素値に基づいて、前記複数の 2 値化結果から 1 つ選択して前記注目画素の出力値を決定し、

前記複数の閾値マトリクスは、第 1 の閾値マトリクスと、前記第 1 の閾値マトリクスとは異なる第 2 の閾値マトリクスを含み、

階調 N 、階調 $N +$ 、階調 $N +$ 、階調 $N +$ (N は 0 か自然数のうちいずれかであり、 $、$ 、 $、$ は自然数かつ $< <$ を満たす) について、前記階調 N と前記階調 $N +$ は第 1 の閾値マトリクスに対応づけられ、前記階調 $N +$ 、前記階調 $N +$ は第 2 の閾値マトリクスに対応づけられていることを特徴とする画像処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は画像処理装置およびその制御方法に関し、特に閾値マトリクスを使ったディザ法に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

パソコンで処理した画像や、デジタルカメラで撮影した画像などを出力する装置として、記録媒体上にドットを用いて画像を形成する画像形成装置がよく使われている。このような画像形成装置の出力可能な階調値は一般に、パソコン等で扱う画像データの階調数に比べて少ない。そこで上記画像データに対してハーフトーン処理を行い、画像形成装置が出力可能な階調数にする必要がある。ハーフトーン処理の一つに、ディザ法が知られている。ディザ法とは、入力画像データを表す画素値と、閾値マトリクスの閾値とを画素ごとに比較することによって、各画素の出力値を決定する方法である。このような閾値マトリクスを用いたディザ法は、十分な粒状性が得られないという課題がある。これは階調（明るさ）によってより好適なドット配置が異なるにも関わらず、ディザ法では他の階調のド

10

20

30

40

50

ット配置に影響されるためである。

【 0 0 0 3 】

そこで特許文献 1 には、あらかじめ全階調分の最適なドットパターンを保持しておく方法が開示されている。入力画像データの階調に応じて、ドットパターンを選択する。そして、選択したドットパターンにおける同じ画素位置が ON ドットか OFF ドットかを参照し、画素の出力を決定する。この方法では、全階調のドットパターンをそれぞれ別個に記憶するから、他の階調でのドット配置に制限を受けることなく、各階調ごとにより粒状性の高いドット配置を決定することができる。

【 0 0 0 4 】

一方特許文献 1 には、一部の連続階調区間に対して 1 枚の閾値マトリクスを使ってディザ法をする例も開示されている。この方法によれば、上記の全階調分のドットパターンを保持しておく方法よりも記憶容量を削減できる。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 5 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 3 - 4 6 7 7 7 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

しかしながら、特許文献 1 に記載された一部連続区間を一枚の閾値マトリクスに割り当てる方法は、従来のディザ法と同様に、連続する階調の区間において他の階調のドット配置に影響される。そのため、必ずしも粒状性の良いドットパターンを生成できないという課題があった。

そこで本発明では、閾値マトリクスを使ったディザ法によって、必要な記憶容量を少なくしつつ、粒状性の良いドットパターンを生成することを目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 7 】

前記課題を解決するために本発明は、画像を構成する各画素に対して閾値マトリクスを用いてハーフトーン処理することによりドットパターンを表すデータに変換する画像処理装置であって、閾値の配置が異なる複数の閾値マトリクスを保持する保持手段と、前記画像を構成する注目画素の階調に応じて、前記複数の閾値マトリクスから 1 つの閾値マトリクスを選択する選択手段と、前記選択手段により選択された閾値マトリクスにおいて、前記注目画素に対応する閾値と前記注目画素の画素値を比較することにより、2 値化するためのハーフトーン処理を実行するハーフトーン処理手段を有し、前記複数の閾値マトリクスは、第 1 の閾値マトリクスと、前記第 1 の閾値マトリクスとは異なる第 2 の閾値マトリクスを含み、階調 N 、階調 $N + 1$ 、階調 $N + 2$ 、階調 $N + 3$ （ N は 0 か自然数のうちいずれかであり、 $1, 2, 3$ は自然数かつ $1 < 2 < 3$ を満たす）について、前記階調 N と前記階調 $N + 1$ は第 1 の閾値マトリクスに対応づけられ、前記階調 $N + 2$ 、前記階調 $N + 3$ は第 2 の閾値マトリクスに対応づけられていることを特徴とする。

【 発明の効果 】

【 0 0 0 8 】

本発明は、閾値マトリクスを使ったディザ法によって、必要な記憶容量を少なくしつつ、粒状性の良いドットパターンを生成することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 9 】

【 図 1 】 画像処理装置および画像形成装置の構成を示す図

【 図 2 】 画像処理装置におけるハーフトーン処理部 206 の詳細を示す図

【 図 3 】 画像処理装置におけるハーフトーン処理部 206 の詳細を示す図

【 図 4 】 ハーフトーン処理部 206 における一連の処理のフローチャート

【 図 5 】 「相性のよい」階調を説明するためのドットパターンの模式図

【図 6】従来の一般的なディザ法を説明する模式図

【図 7】実施例 1 において 1 枚の閾値マトリクスが対応する階調を示す図

【図 8】ドット配置の自由度を説明するための模式図

【図 9】複数の閾値マトリクスを作成するフローチャート

【図 10】複数の閾値マトリクスを保持するのに必要な記憶容量と、全階調分のドットパターンを記憶するのに必要な記憶容量の関係を示す図

【図 11】階調値と複数の閾値マトリクスとの対応の一例を示す図

【図 12】複数の閾値マトリクスの具体例

【図 13】各階調値に対して出力するドットの状態を模式的に示す図

【図 14】閾値マトリクスごとに出力するドットの状態を分けた図

10

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、添付図面を参照して、本発明を好適な実施例に従って詳細に説明する。なお、以下の実施例において示す構成は一例にすぎず、本発明は図示された構成に限定されるものではない。

【0011】

< 実施例 1 >

図 1 は、実施例 1 に適用可能な画像処理装置および画像形成装置の構成を示したブロック図である。図 1 において、画像処理装置 1 と画像形成装置 2 はインタフェース又は回路によって接続されている。画像処理装置 1 は例えば一般的なパーソナルコンピュータにインストールされたプリンタドライバである。その場合、以下に説明する画像処理装置 1 内の各部は、コンピュータが所定のプログラムを実行することにより実現される。ただし、画像形成装置 2 が画像処理装置 1 を含む構成としてもよい。

20

【0012】

画像処理装置 201 は、入力端子 202 から入力された印刷対象のカラーの画像データ（以下、カラー入力画像データ）を入力画像バッファ 20302 に格納する。カラー入力画像データは、レッド（R）、グリーン（G）、ブルー（B）の 3 つの色成分により構成されている。

【0013】

色分解処理部 204 は、格納された入力画像データを画像形成装置 109 が備える色材色に対応した画像データへ分解する。この色分解処理には、色分解用ルックアップテーブル（不図示）を参照する。本実施例では、ブラック（K）単色を例に説明する。カラー画像を記録媒体上に形成する場合は、シアン（C）、マゼンタ（M）、イエロー（Y）、ブラック（K）のように複数色に色分解処理すればよい。本実施例では、色分解処理後データを 0 ~ 255 の 256 階調を表す 8 ビットとして扱うが、それ以上の階調数への変換を行っても構わない。

30

【0014】

ハーフトーン処理部 206 は、色分解処理部 204 から得られる色分解後データに対して、複数の閾値マトリクスを用いてハーフトーン処理を行う。複数の閾値マトリクスのうち使用する閾値マトリクスは、画素を表す入力値（階調）に応じて決定される。ここでは、8 ビットの色分解後データを 1 ビット（2 値）のデータに変換する。詳細は後述する。ハーフトーン処理部 206 は、ハーフトーン画像データをハーフトーン画像格納バッファ 207 に出力する。格納されたハーフトーン画像データは、出力端子 210 より画像形成装置 109 へ出力される。

40

【0015】

画像形成装置 2 は、画像処理装置 1 から受信したハーフトーン画像データに基づいて、記録ヘッド 212 を記録媒体に対して相対的に縦横に移動することにより、記録媒体上に画像を形成する。ここでは、記録ヘッド 201 はインクジェット方式のものであり、一つ以上の記録素子（ノズル）を有する。

【0016】

50

ヘッド駆動回路 211 は、ハーフトーン画像データに基づいて、記録ヘッド 212 を制御するための駆動信号を生成する。記録ヘッド 212 は駆動信号に基づき、実際に記録媒体上へ各インクドットの記録を行う。

【0017】

以下、本実施例におけるハーフトーン処理部 206 を詳細に説明する。図 2 は、ハーフトーン処理部の詳細な構成を示すブロック図である。ハーフトーン処理部 206 は、色分解処理部 204 から出力された 256 階調の色分解後データを 2 値 (1 bit) のデータに変換する。具体的には、注目画素 302 を表す入力値を、対応する閾値マトリクスにおける閾値と比較し、出力値を決定する。ハーフトーン処理部 206 は、メモリ 304、閾値マトリクス選択器 306、比較器 307 を有する。メモリ 304 上には、互いに異なる複数の閾値マトリクス 305 (M1、M2、...、MN) を保持している。また閾値マトリクス選択器 306 は画素ごとに、入力値に応じて、複数の閾値マトリクス 305 から使用する閾値マトリクスを 1 つ決定する。比較器 307 は、閾値マトリクス選択器 306 によって選ばれた閾値マトリクスにおいて注目画素に対応する閾値と注目画素の画素値を比較し、出力値を決定する。

10

【0018】

図 4 は、ハーフトーン処理部 206 における一連の処理のフローチャートを示す。以下、本実施例におけるハーフトーン処理方法について説明する。

【0019】

ステップ S402 において画像処理装置 201 は、初期化处理として、あらかじめ用意された N 枚の閾値マトリクスを読み出す。

20

【0020】

次にステップ S403 において、ハーフトーン処理部 206 は、注目画素 (x, y) を表す画素値 g(x, y) を読み出し、入力値を表す変数 (in) として記憶する。

【0021】

ステップ S404 において閾値マトリクス選択器 306 は、入力値 in に応じて、メモリ上に保持された複数の閾値マトリクス (M1 ~ MN) のうち、比較器 307 が用いる閾値マトリクスを決定する。あらかじめ入力値 in と使用する閾値マトリクスとの対応を決めておき、テーブルとして保持しておく。閾値マトリクス選択器 306 は、テーブルを参照することで閾値マトリクスを決定することができる。入力値 in と閾値マトリクスの対応については、さらに詳細を後述する。使用する閾値マトリクスを Mk とする。

30

【0022】

ステップ S405 において比較器 307 は、閾値マトリクス選択器 306 によって選択された閾値マトリクス Mk において、注目画素の位置 (x, y) に対応する位置を読み出す。ここで閾値マトリクスにおいて注目画素に対応する位置の読み出しは、従来のディザ法と同様の方法を用いる。閾値マトリクスにおける注目画素に対応する位置 (i, j) は、 $i = x \% W$ 、 $j = y \% H$ によって決まる。ここで % は剰余を表し、W、H はそれぞれ閾値マトリクスの幅、高さである。比較器 307 は、閾値マトリクス Mk における位置 (i, j) に格納された閾値を、変数 th に格納する。

【0023】

ステップ S406 において比較器 307 は、入力値 in と閾値 th を比較する。入力値 in の方が閾値 th より小さければステップ S407 に進み、大きければステップ S408 に進む。ステップ S407 において比較器 307 は、注目画素の出力値 out を 0 として格納する。一方ステップ S408 において比較器 307 は、注目画素の出力値 out を 1 として格納する。つまりここでは、入力値 in が閾値 th 以下のときに 0 (黒) を、そうでないときに 1 (白) を出力する。

40

【0024】

ステップ S409 においてハーフトーン処理部 206 は、出力画像の位置 (x, y) に出力値 out を出力する。

【0025】

50

以上の処理を入力画像における全ての画素に対して行い（ステップS410）、全画素に対して処理が終われば、ハーフトーン処理が終了する。（ステップS411）

ここで、入力値（階調）と使用される閾値マトリクスとの対応について詳細に説明する。前述の通り、各階調において十分に良好な粒状性を得られる最適なドット配置はそれぞれ異なる。そこで、各階調を表す粒状性の良いドット配置（ドットパターン）が得られるように、各階調と閾値マトリクスを対応づける。

【0026】

まず、閾値マトリクスを用いたディザ法の特性について説明する。図6は一般的なディザ法を示した図である。閾値マトリクス601は、幅 $W=4$ 、高さ $H=4$ であり、各画素に「0～15」の閾値が一つずつ格納されている。使用する閾値マトリクスは1枚である。つまり、入力値に関係なく閾値マトリクス601が使用される。ここでは、閾値よりも入力された画素値が小さければONドット（黒）、大きければOFFドット（白）を出力する。従って、この閾値マトリクス601を使った場合、17階調のドットパターンを得られる。

【0027】

入力画像602は、単一の画素値13を持ち、閾値マトリクス601と同じ大きさで4ある。入力画像602に対して閾値マトリクス601を用いて出力値を決定すると、出力画像603が得られる。一方、入力画像が602よりもわずかに暗い単一の画素値12を持つ入力画像604は、閾値マトリクス601を用いて出力値を決定すると、出力画像605が得られる。このとき出力画像605のONドット（黒）はより明るい階調を表す出力画像603のONドットを全て含む。このように従来のディザ法では、明るい階調でONドット（黒）になったドットは、それより暗い階調でOFFドット（白）になることはない。

【0028】

ところが、各階調における最適なドットパターンは異なるため、明るい階調におけるドットが固定されると、最適なドットパターンを設定できない階調が発生する。図5（a）、（b）、（c）、（d）は、それぞれ階調4、8、9、16を表すドットパターンである。各階調において、いずれも粒状性がよくなるようにドットが配置されたドットパターンである。黒ドットの数からもわかるように、ドットパターン（a）、（b）、（c）、（d）順に明るい階調を表す。ドットパターン（b）のドットは、ドットパターン（a）における全てのドットを含んでいる。また、ドットパターン（d）のドットは、ドットパターン（b）における全てのドットを含んでいる。（結果としてドットパターン（d）はドットパターン（a）における全てのドットを含むことにもなる。）このように、ドットの多いドットパターンが、ドットの少ないドットパターンにおける全てのドットを含む場合、あるいはそれに近いドット配置を持つ関係をここでは「相性がよい」と表現する。つまり、図5が示すドットパターンのうち、ドットパターン（a）、（b）、（d）は互いに相性がよいと言える。これは、階調8は階調4のドットを残したまま粒状性の良いドットパターンを実現でき、階調16は階調4や階調8のドットを残したまま粒状性の良いドットパターンを実現できることを意味する。一方、ドットパターン（c）は、ドットの少ないドットパターン（a）におけるドットをほとんど含まない。同様に、ドットパターン（c）におけるドットは、ドットの多いドットパターン（b）、（d）にほとんど含まれない。従ってドットパターン（c）は他のドットパターン（a）、（b）、（d）とは相性がよいとは言えない。つまり階調9は、ドットパターン（a）のドットを残したままでは粒状性の良いドットパターンを実現することができない。前述の通り、閾値マトリクスを使ったディザ法では、明るい階調でONドット（黒画素）になったドットは、それより暗い階調でOFF（白画素）になることはない。そのため、図5のうち相性がよいドットパターン（a）、（b）、（d）は一枚の閾値マトリクスを用いたディザ法によって、実現することができる。本実施例では、ある階調を十分な粒状性が得られるドット配置にした場合に、できるだけ互いに相性がいいドットパターンをもつ階調を同じ閾値マトリクスに対応させる。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 9 】

図 7 は、本実施例において一枚の閾値マトリクスと階調との対応を模式的に示している。前述のように階調の相性を考慮して閾値マトリクスを設計すると、図 7 が示すように一つの閾値マトリクスが対応する階調は連続区間ではなく、離散的な階調になる。全ての入力値（階調）にいずれかの閾値マトリクスが必ず対応するように設定する。ここで、本実施例における閾値マトリクスの作成方法を説明する。ハーフトーン処理部 206 におけるメモリ 304 は、以下の方法によって作成された複数の閾値マトリクスを保持する。図 9 は、閾値マトリクスを作成するフローチャートを示す。ここでは説明を簡潔にするために、例として、図 12 のマトリクス 1204 が示すような、幅 $W = 4$ 、高さ $H = 4$ の閾値マトリクスを作成する。閾値は、0 ~ 15 のいずれかの値をもつ。また、入力画像データは 4 ビットの 16 階調で表されている。つまり、 4×4 のマトリクスにおいて 0（全体が黒）~ 16（全体が白）の 17 階調を表すことができる。

10

【 0 0 3 0 】

初めに、ステップ S901 において、作成する閾値マトリクスの数 N と各閾値マトリクス M_k ($k = 1, \dots, N$) が受け持つ階調群を決定する。ここでは、閾値マトリクスの枚数 $N = 3$ と定め、閾値マトリクスはそれぞれ M_1, M_2, M_3 とする。つまり 3 枚の閾値マトリクスを作成する。また、各閾値マトリクスが対応する入力値（階調）を図 11 のように定めた。図 11 の対応テーブル 1104 は、上段が入力値（階調）を、下段が各階調に対応する閾値マトリクス M_k の番号 k を表す。例えば階調 1 を表す入力値に対しては閾値マトリクス M_1 を、階調 5 の入力値に対しては閾値マトリクス M_3 を用いる。表 1101 ~ 1103 は、閾値マトリクス M_1, M_2, M_3 のそれぞれが受け持つ階調を示している。対応テーブル 1104 は表 1101 ~ 1103 を総合したものである。各閾値マトリクスが対応する階調を階調群とよぶ。つまり、閾値マトリクス M_1 が対応する階調群は、 $\{1, 2, 4, 8, 12, 14, 15\}$ である。いずれの閾値マトリクスも連続しない階調を含む階調群に対応している。ここで連続しない階調とは、2, 4, 8, 12, 14 のことを意味する。各階調群は、他の階調群にはが含む階調とは異なる階調からなる。本実施例では、まず特に相性のよい階調値を閾値マトリクス M_1 が受け持つように対応づけた。次に、閾値マトリクス M_1 に対応しない階調のうち、閾値マトリクス M_2, M_3 が連続する階調を受け持たないように対応づけた。なお、階調「0」と「16」については、全画素が ON ドットまたは OFF ドットであり、どの閾値マトリクスを使用しても結果が同じであるので、どの閾値マトリクスに対応づけてもよく、対応テーブル 1104 では横線で示している。なお、階調群を決定する別の例として、*principal frequency* として知られる、階調値に対して定まる値を参考として選んでもよい（US - 511130 を参照）。

20

30

【 0 0 3 1 】

次にステップ S903 ~ ステップ S911 を繰り返し、各閾値マトリクスを一つずつ作成する。以下、閾値マトリクス M_1 を作るフローを例に説明する。他の閾値マトリクスも同様に作成することができる。

【 0 0 3 2 】

ステップ S904 において、まず閾値マトリクス M_1 を表すマトリクスを、どの階調に対してドットを出力しない閾値で埋めて初期化をする。

40

【 0 0 3 3 】

次に、ステップ S905 において、閾値マトリクス M_1 が対応する階調群のうち、最も明るい階調を選択する。そして閾値マトリクスと同じ大きさの入力画像（ここでは 4×4 ）において、選択した階調を表現するのに必要なドット数を配置したドットパターンを決定する。この時、ドットパターンは粒状性の良いドット配置であることが望ましい。ある階調を表す粒状性の良いドットパターンの決定法は、公知の手法を用いればよい。このドットパターンのドットの位置に対応する閾値マトリクス M_1 の位置にこのドットパターンが表す階調に対する閾値を記録する。

【 0 0 3 4 】

50

ステップS 9 0 6において、閾値マトリクスM 1が受け持つ階調群のうち次に明るい階調を選択する。すでに配置が決定したドットは全て同じ位置に保持したままという条件下で、選択した階調に必要なドット数を持つドットパターンを決定する。つまり、閾値マトリクスM 1が対応する階調群のうち、選択した階調よりも明るい階調を表すドットパターンに対してドットを新たに追加することにより、選択した階調を表すドットパターンを決める。ここでも粒状性が良いドット配置であることが望ましい。閾値マトリクスM 1が対応する階調群は、前述の通り、粒状性のいいドット配置を決定するのに相性がよい組み合わせである。そのため、ドットを追加することで、粒状性の良いドットパターンを生成することができる。

【 0 0 3 5 】

10

ステップ9 0 7において、ステップS 9 0 6で新しくドットを追加した位置と対応する閾値マトリクスM 1の位置に、ステップS 9 0 6において選択した階調のための閾値を格納する。以上のように、明るい階調でのドットを保持したまま次に暗い階調のドットを決定していく。閾値マトリクスM 1が受け持つ階調群のうち、最も明るい階調1から最も暗い階調15に至るまで、順に繰り返す。ステップS 9 1 1において、閾値マトリクスM 1が受け持つ階調群の全てについて処理を終えたら、閾値マトリクスM 1を保存する。

【 0 0 3 6 】

そして、次の閾値マトリクス作成にうつる。これまでの処理を、閾値マトリクスM 2、M 3までの全ての閾値マトリクスで行い、3枚目の閾値マトリクスが作成終了したら、本実施例において用いられる複数の閾値マトリクスの作成は完了する。

20

【 0 0 3 7 】

図12は、図9が示すフローチャートによって作成された閾値マトリクスの具体例である。閾値マトリクスM 1～M 3はいずれも、入力値が閾値以下ならば出力されるドットをONドット（黒画素）にする、という規則に従い出力値を決定するため閾値マトリクスである。また、マトリクス1204の各位置を記号a～pとする。

【 0 0 3 8 】

従来のディザ法に用いられる閾値マトリクスには一般に、入力値となる全ての階調値が閾値として格納されている。一方本実施例では、閾値マトリクスM 1～M 3の通り、各閾値マトリクスには全ての階調値ではなく、0あるいは各閾値マトリクスが受け持つ階調値のみが閾値として格納されている。また本実施例における閾値マトリクスは、離散的な階調値を受け持つために、それぞれの閾値マトリクスにはある閾値が複数箇所に格納される。

30

【 0 0 3 9 】

図13は、本実施例における複数の閾値マトリクスを用いて、各階調に対してディザ法を行った結果を模式的に示す図である。左側の縦軸は入力画像データを表す階調を示し、4×4のサイズである入力画像全てが同じ階調をもつ。右側の縦軸には、閾値マトリクスM 1、M 2、M 3のうち、各入力値（階調）に応じて使用される閾値マトリクスを記す。また、横軸は、マトリクス1204に示した閾値マトリクスの各位置であり、入力画像データの画素位置に対応する。各軸に囲まれた領域にドットの出力の有無を、ドットの出力がある場合を黒色、ドットの出力が無い場合を白色で表している。なお、ここでは階調値が小さいほど暗く、大きいほど明るい階調になる。例えば、階調値5が入力された場合、対応テーブル1104の通りに閾値マトリクスM 3が使用される。画素ごとに入力値である階調5と閾値マトリクスM 3における各閾値を比較し、出力を決定する。入力値5よりも閾値が大きければONドット（黒画素）に、小さければOFFドット（白画素）になる。その結果、位置b、d、e、f、g、i、k、l、m、n、oが黒画素に、それ以外が白画素になる。従来の閾値マトリクスを用いたディザ法では、全階調において、あるいは連続階調区間において、より明るい階調を表すドットパターンに現れるドットを必ず含まなくてはならないという制限があった。しかし図13を見れば分かるように、本実施例では、連続する階調値に対して、より明るい階調のドットが必ずしもそれより暗い階調に含まれるわけではない。さらに、図13のドットの出力結果を閾値マトリクスM 1、M 2、

40

50

M3ごとに分けてまとめたものを図14に示す。図14によれば、閾値マトリクスM1、M2、M3のそれぞれが受け持つ階調の範囲内では、明るい階調のドットがそれより暗い階調に含まれる制限を持っていることが分かる。ただし、相性がいい階調値を同じ閾値マトリクスが対応するように設定しているため、いずれの階調を表すドットパターンも粒状性がよくなる。

【0040】

以上のように、入力値に応じて複数の閾値マトリクスから、出力値の決定に用いる閾値マトリクスを選択する。1つの閾値マトリクスに対応するように設定された階調値群(表1101~1103)は、粒状性が良いドット配置をするのに相性がよい階調の組み合わせである。ここで相性がよいとは、2つの階調を表す粒状性の良いドットパターンにおいて、より明るい階調のドットパターンにおけるドット全てを含むことを意味する。その結果、本実施例における1枚の閾値マトリクスは、入力階調のうち連続しない階調値を担当することになる。これにより、閾値マトリクスを用いたディザ法によって、必要な記憶容量を少なくしつつ、粒状性のいいドットパターンを生成することができる。

【0041】

図8は、ドット配置の自由度について説明する図である。図8(a)は、ONドットの数4つである階調4を表すドットパターンである。ドットパターン(a)に存在する4つのドットをそのままの位置で、階調5または階調10のドットパターンを決定する場合を考える。図8(e)が示すように、ドット数が5つである階調5のドットパターンの場合、ドットパターン(a)に追加するドット数は1つである。一方図8(f)が示すように、ドット数が10である階調10のドットパターンの場合、ドットパターン(a)に追加するドット数は6つである。

【0042】

同じ閾値マトリクスを用いた方法では、より明るい階調を表すドットパターンのONドットはより暗い階調のドットパターンに全て含まれる。従って、階調4と同じ閾値マトリクスを用いて階調5あるいは階調10それぞれのドットパターンを決定するとき、任意の位置に加えることのできるドット数はそれぞれ、1または6である。階調5のドットパターンでは、階調5を表すドットパターンを決定するために選ぶことのできるドット数は1つしかないため、粒状性の良いドットの配置に制限がある。一方、ドット数が10の階調のパターンでは、総ドット数10のうち、階調10のために位置を選ぶことのできるドット数は6つある。従って階調10では、ドットパターンのうちドット総数の半分以上のドットを自由に配置することができる。このように、その階調のドットパターンのために位置を決めることのできるドット数の比率、すなわちドット配置の自由度が大きいほどより粒状性の良いドットパターンを作成することができる。一般に、階調間の近いドットパターン同士であればそれぞれに含まれるドット数の差は小さく、階調間の距離が離れたドットパターン同士であれば含まれるドット数の差はより大きいと言える。したがって、閾値マトリクスの受け持つ階調を離散的かつ、階調間の距離が離れるように対応させることにより、より好適なドットパターンを作成可能になる場合が多い。また、このような効果を各閾値マトリクスで持たせるため、各閾値マトリクスに対応する階調群の階調を周期的に順番に設定してもよい。

【0043】

なお、閾値マトリクスの数Nは大きいほど、1枚あたりの閾値マトリクスが受け持つ平均の階調数を少なくすることができる。そのため、ドット配置の自由度をあげることができ、より粒状性のいいドットパターンを設定することを期待できる。しかしながらその反面、閾値マトリクスの数Nが大きければ、全ての閾値マトリクスを記憶するための記憶容量が大きくなってしまふ。深さnビットの階調(=全階調は $2^n + 1$)を表す入力画像データを2値化するハーフトーン処理の結果、深さnビットと同じ数の階調を表現する場合を考える。このとき、全ドットパターンの記憶容量は、以下の式によって算出できる。

【0044】

$$\text{出力} \times \text{階調数} \times \text{画像の幅} \times \text{画像の高さ} = 1 \times (2^n - 1) \times W \times H$$

$$= (2^n - 1)WH \text{ (ビット)} \quad \text{式 (1)}$$

ただし、ドット配置を記憶する必要がない全て黒画素、あるいは全白画素の階調を除く。

【0045】

一方、本発明によって同じ階調の入力画像データに対してN枚の閾値マトリクスを用いるときの必要な記憶容量は、式(2)により算出できる。

【0046】

$$\text{閾値マトリクス1画素の記憶容量} \times \text{閾値マトリクス数} \times \text{画像の幅} \times \text{画像の高さ} = n \times N \times W \times H = nNWH \text{ (ビット)} \quad \text{式 (2)}$$

両者を比較すると、本発明により記憶容量が削減できるときは、 $(2^n - 1)WH > nNWH$ の成り立つとき、すなわち $N < (2^n - 1) / n$ であって、閾値マトリクスの数Nが $(2^n - 1) / n$ より少ないときである。図10には一例として、 $n = 8$ のときの記憶容量の関係図を示す。このときは全256階調に対して閾値マトリクスが31枚以下であれば記憶容量の削減が可能であることがわかる。実施の際には諸条件を考慮して使用者が好適な閾値マトリクス数を任意に選ぶとよい。

【0047】

<実施例2>

前述の実施例では、ハーフトーン処理部206において比較器を1つもつ構成を示した。実施例2では、各閾値マトリクスに対して1つずつ比較器を持った構成を示す。

【0048】

図3は実施例2に適用可能なハーフトーン処理部206の構成を示す。実施例1と同様の構成については、同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。図3では、閾値マトリクスM1～MNに対応する数の比較器307を持つ。処理対象の画素を表す入力値が入力されると、入力値と閾値マトリクスそれぞれとの比較を並列に行う。そののち、閾値マトリクス出力選択器308が入力値(階調)に応じて各閾値マトリクスとの比較結果のどの値を出力として採用するかを決定する。各閾値マトリクスや、入力値との対応関係は実施例1と同様である。

【0049】

<その他の実施例>

前述の実施例では、特に出力がONドットかOFFドットの二値データに変換するハーフトーン処理について説明した。しかしながら、多値のハーフトーン処理でもよい。一般に、多値ハーフトーン処理は、入力全階調値をR、出力可能な多値レベルをm、二値のハーフトーン処理用の閾値マトリクスの位置(i, j)の格納閾値を D_{ij} と書くと、多値ハーフトーン用の閾値マトリクス $T_{ij}^{(r)}$ は

【0050】

【数1】

$$T_{ij}^{(r)} = \text{int} \left\{ \frac{R}{(m-1)WH} (D_{ij} + rWH + 0.5) \right\}$$

($r = 0, 1, \dots, m-2$) と書ける。なお、intは整数化を表す。ただし、 $T_{ij}^{(r)}$ は入力値 x_{ij} が

【0051】

【数2】

$$\frac{r}{m-1}R < x_{ij} < \frac{(r+1)}{m-1}R$$

10

20

30

40

50

となる範囲の x_{ij} について、 $T_{ij}(r)$ を使うものとする。かような変換によって、多値ハーフトーン処理の場合も本発明を適用することが可能である。

【0052】

また、上記の閾値マトリクスと受け持つ階調値の関係は、階調値間の相性を考慮して設計された。しかしながら、必ずしも、階調の相性を考慮していなくても、階調間の距離が離れていればある階調値に対してより好適なドットパターンを自由に作成できる。そのため、閾値マトリクスが受け持つ階調群に連続しない階調を含むように設計しただけでも、ドットパターンの粒状性に対して効果がある。

【0053】

また、前述の実施例では、N枚の閾値マトリクスと階調との対応をテーブルとして保持しておき参照した。しかしながら、(階調値%N)のような演算によって階調に応じて閾値マトリクスを特定することも可能である。

10

【0054】

また、前述の実施例では、記録媒体の同一領域に対して、1回の記録により画像を形成するためのハーフトーン画像データを生成した。しかしながら、本件は、記録媒体の同一領域に対して複数回の記録により画像を形成するマルチパス記録方式にも適用できる。各走査に対応するデータを生成する公知な方法と合わせて本発明を実施すればよい。

【0055】

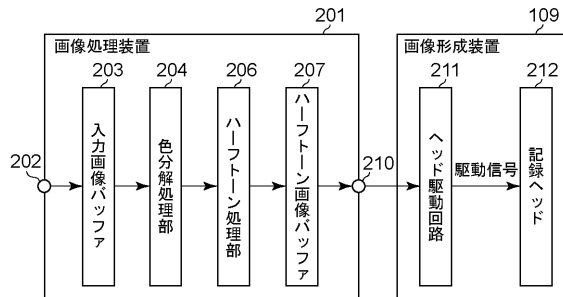
また、前述の実施例では、単色の場合について説明したが、画像形成装置が、カラー画像を記録する場合にも適用できる。その場合、色分解処理部204から各色の色分解後データが出力される。各色の色分解データに対してハーフトーン処理を行い、画像形成装置109に出力すればよい。

20

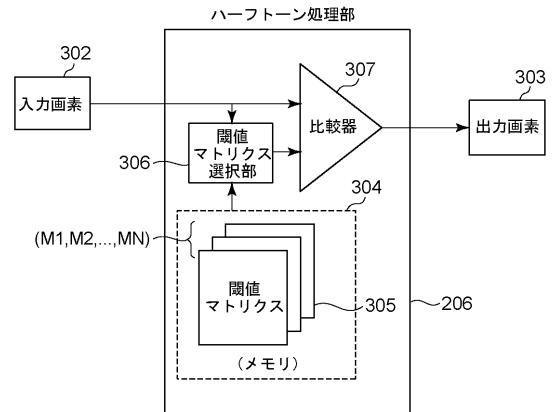
【0056】

本発明は、上述した実施例の機能を実現するソフトウェアのプログラムコードを記録した記憶媒体を、システム或いは装置に供給することによっても実現できる。この場合、そのシステム或いは装置のコンピュータ(又はCPUやMPU)がコンピュータが読み取り可能に記憶媒体に格納されたプログラムコードを読み出し実行することにより、上述した実施例の機能を実現する。

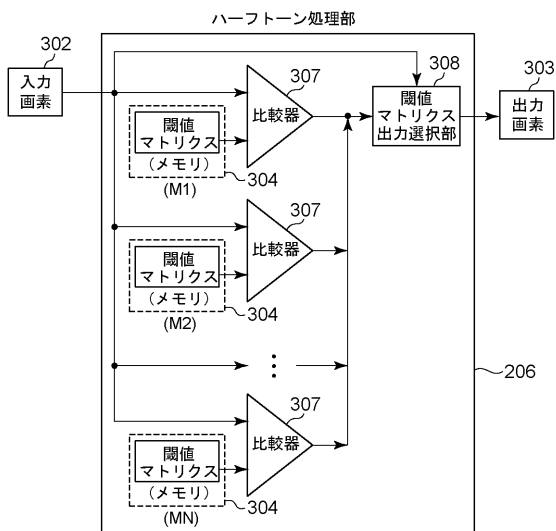
【図 1】



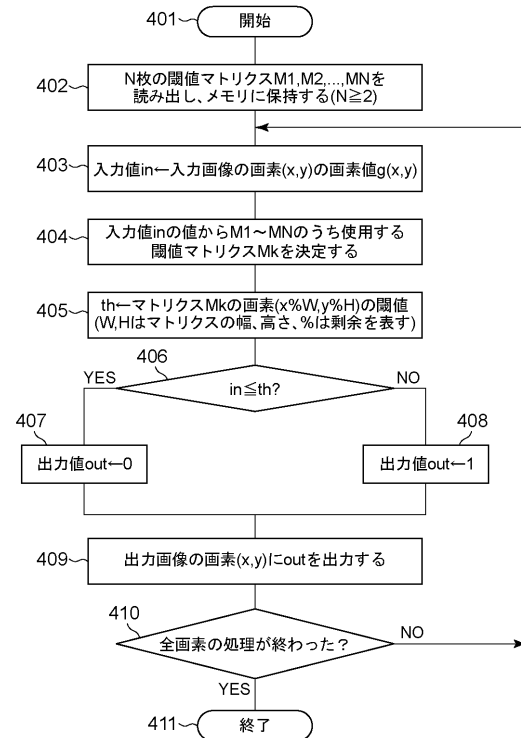
【図 2】



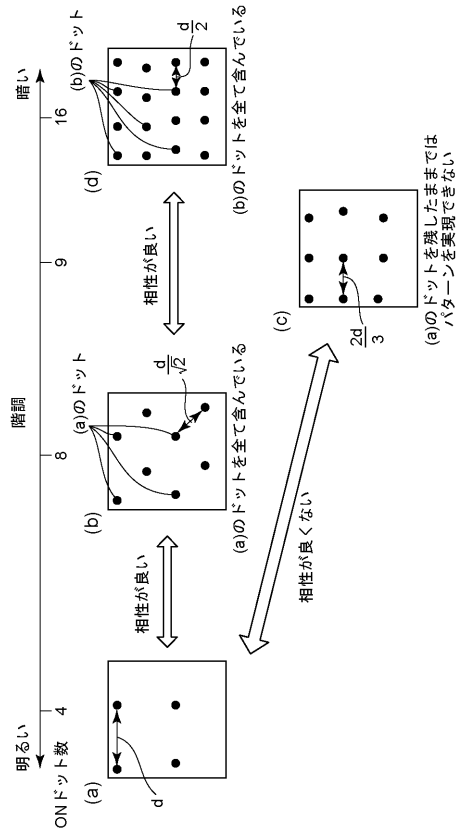
【図 3】



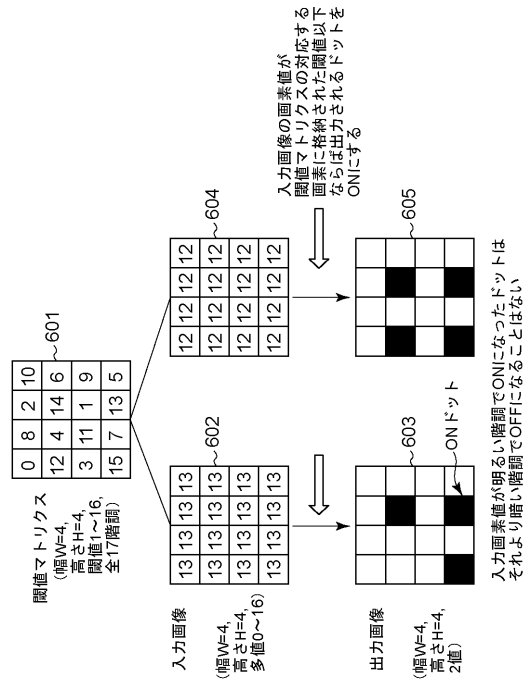
【図 4】



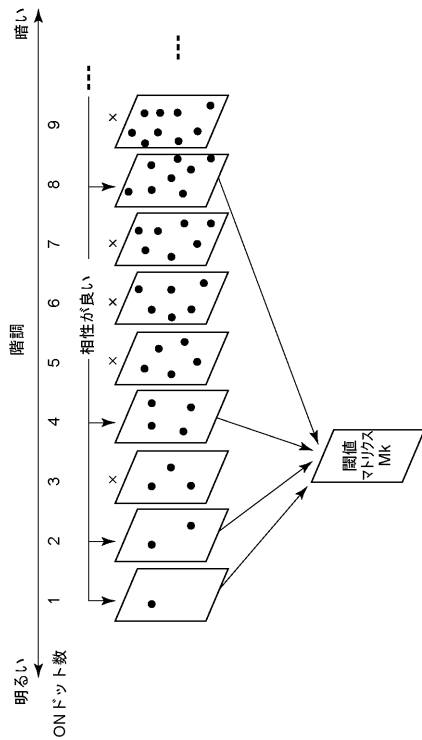
【図 5】



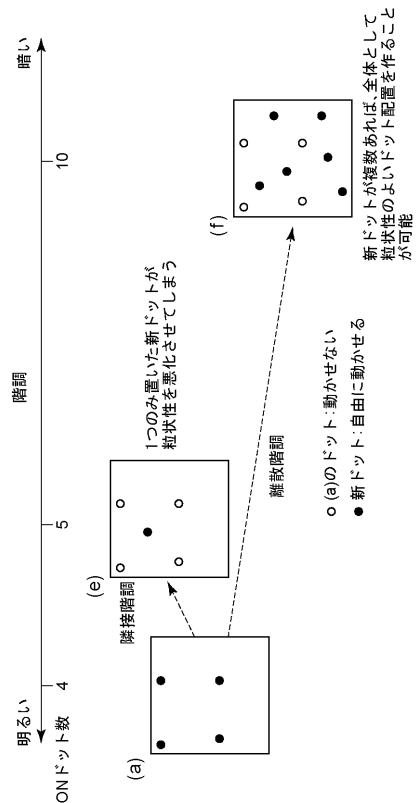
【図 6】



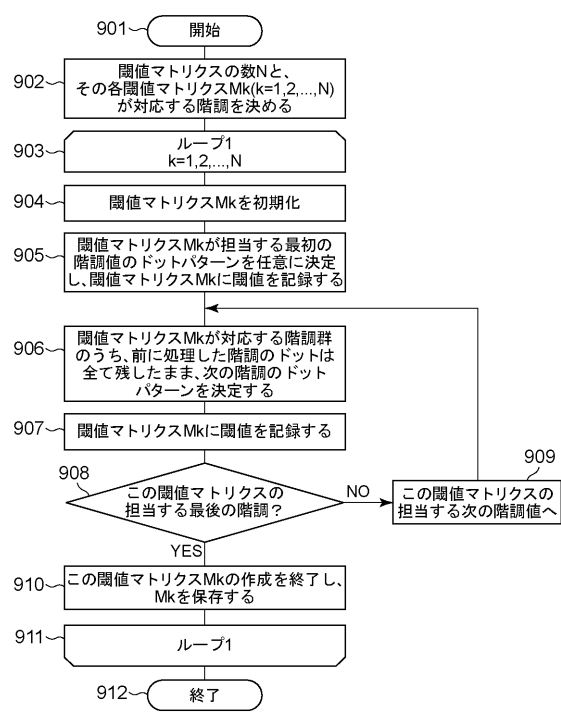
【図 7】



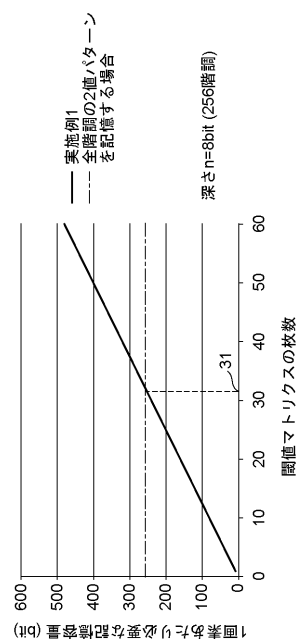
【図 8】



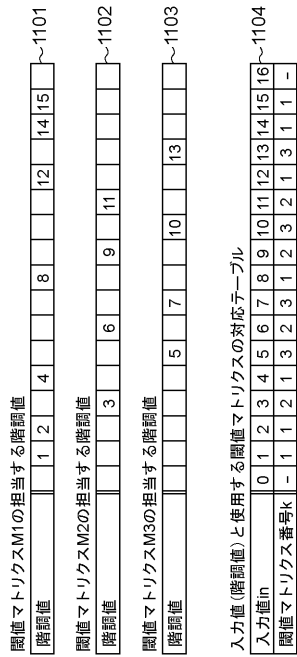
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【図 12】

閾値マトリクスM1				閾値マトリクスM2			
0	15	2	12	0	11	3	11
8	4	8	4	11	6	9	11
2	12	1	14	11	9	0	6
8	4	8	4	6	0	11	3

閾値マトリクスM3				閾値マトリクスM4			
0	13	0	10	a	b	c	d
5	7	7	0	e	f	g	h
10	0	7	13	i	j	k	l
13	5	10	0	m	n	o	p

フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 0 6 - 2 5 4 3 6 2 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 2 2 8 1 0 6 (J P , A)
特開 2 0 1 1 - 1 1 4 7 1 5 (J P , A)
特開 2 0 0 9 - 0 4 9 6 9 0 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 4 N	1 / 4 0 - 1 / 4 0 9
B 4 1 J	2 / 5 2
G 0 6 T	5 / 0 0