

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7336255号
(P7336255)

(45)発行日 令和5年8月31日(2023.8.31)

(24)登録日 令和5年8月23日(2023.8.23)

(51)国際特許分類	F I
B 4 1 J 2/01 (2006.01)	B 4 1 J 2/01 2 0 1
B 4 1 J 2/21 (2006.01)	B 4 1 J 2/21
B 4 1 J 2/52 (2006.01)	B 4 1 J 2/01 2 0 9
B 4 1 J 29/393 (2006.01)	B 4 1 J 2/52
	B 4 1 J 29/393 1 0 7

請求項の数 5 (全21頁)

(21)出願番号	特願2019-87725(P2019-87725)	(73)特許権者	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22)出願日	令和1年5月7日(2019.5.7)	(74)代理人	110003281 弁理士法人大塚国際特許事務所
(65)公開番号	特開2020-15303(P2020-15303A)	(72)発明者	大谷 亮介 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
(43)公開日	令和2年1月30日(2020.1.30)	審査官	長田 守夫
審査請求日	令和4年4月25日(2022.4.25)		
(31)優先権主張番号	特願2018-134478(P2018-134478)		
(32)優先日	平成30年7月17日(2018.7.17)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 画像処理装置及びその制御方法及びプログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の記録素子が第1の方向に配列された記録ヘッドを有し、前記第1の方向に対して垂直な第2の方向に沿って相対的に搬送される記録媒体に向けて前記記録ヘッドが有する記録素子により前記記録媒体上に画像を形成する画像形成装置において、前記記録素子それぞれの特性によって生じる、前記画像上の濃度ムラを補正するための補正情報を取得する画像処理装置であって、
 前記第1の方向の各位置において同一の階調値を有し、前記補正情報を取得するための画像データを取得する取得手段と、
 前記第2の方向に大きさ $S \times$ ($S \times$ は自然数)である分散型ディザマトリクスを前記第2の方向に繰り返し展開し、前記画像データの階調値と対応する閾値との大小比較を行うことにより、ハーフトーンパターンを示すハーフトーン画像データに変換する変換手段と、
 前記ハーフトーン画像データに基づいて形成されるチャート画像を読み取ることで、前記記録素子それぞれの特性によって生じる濃度ムラを補正するための補正情報を生成する生成手段と
 を有し、
 前記変換されたハーフトーン画像データにおいて、前記第1の方向の各位置の間における前記第2の方向の前記 $S \times$ の範囲に含まれる画素値の合計の差は、前記画像形成装置によって表現可能な階調数以下であり、
 前記補正情報を取得するための画像データにおいて同一の階調値を有する領域の前記第2

10

20

の方向の大きさ T_x は、前記 S_x 以上であり、
前記生成手段は、前記チャート画像の読取画像において、前記ディザマトリクスの前記第
2の方向の大きさ S_x の正の整数倍に相当する前記記録媒体上の印字幅の読み取り信号値
を積算した測定データに基づいて補正テーブルを生成する

ことを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】

前記ディザマトリクスは、前記第1の方向に対応する S_y 列 (S_y は自然数) のサイズであることを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項3】

前記 S_x 、前記 S_y は、共に256以上であることを特徴とする請求項2に記載の画像
 処理装置。 10

【請求項4】

複数の記録素子が第1の方向に配列された記録ヘッドを有し、前記第1の方向に対して
 垂直な第2の方向に沿って相対的に搬送される記録媒体に向けて前記記録ヘッドが有する
 記録素子により前記記録媒体上に画像を形成する画像形成装置において、前記記録素子
 それぞれの特性によって生じる、前記画像上の濃度ムラを補正するための補正情報を取得す
 る画像処理装置の制御方法であって、

取得手段が、前記第1の方向の各位置において同一の階調値を有し、前記補正情報を取
 得するための画像データを取得する取得工程と、

変換手段が、前記第2の方向に大きさ S_x (S_x は自然数) である分散型ディザマトリ
 クスを前記第2の方向に繰り返し展開し、前記画像データの階調値と対応する閾値との大
 小比較を行うことにより、ハーフトーンパターンを示すハーフトーン画像データに変換す
 る変換工程と、 20

生成手段が、前記ハーフトーン画像データに基づいて形成されるチャート画像を読み取る
 ことで、前記記録素子それぞれの特性によって生じる濃度ムラを補正するための補正情報
 を生成する生成工程と

を有し、

前記変換されたハーフトーン画像データにおいて、前記第1の方向の各位置の間における
 前記第2の方向の前記 S_x の範囲に含まれる画素値の合計の差は、前記画像形成装置によ
 って表現可能な階調数以下であり、 30

前記補正情報を取得するための画像データにおいて同一の階調値を有する領域の前記第2
の方向の大きさ T_x は、前記 S_x 以上であり、

前記生成工程は、前記チャート画像の読取画像において、前記ディザマトリクスの前記第
2の方向の大きさ S_x の正の整数倍に相当する前記記録媒体上の印字幅の読み取り信号値
を積算した測定データに基づいて補正テーブルを生成する

ことを特徴とする画像処理装置の制御方法。

【請求項5】

コンピュータが読み込み実行することで、前記コンピュータに、請求項4に記載の方法
 の各工程を実行させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】 40

【技術分野】

【0001】

本発明は、多階調の画像を当該画像よりも階調数よりも低い階調数の画像に変換する技
 術に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来から、コンピュータの出力装置としてのインクジェット記録装置が知られている。
 インクジェット記録装置は、複数のインク吐出口(ノズル)が配列された記録ヘッドを有
 し、この記録ヘッドを記録媒体に対して相対移動させ、ノズルからインク滴(ドット)を
 吐出することで、その記録媒体上に所望の画像を形成するものである。 50

【0003】

特に商業印刷向けのインクジェット方式のプリンタはプリント生産性が求められることもあって、シングルパスで描画する方式（フルライン方式またはフルマルチ方式とも呼ばれる）が多く採用されている。シングルパス描画方式は、記録媒体の搬送方向（以下「搬送方向」又は「x方向」という。）と垂直な記録媒体幅方向（以下「記録媒体幅方向」又は「y方向」という。）について描画領域の全範囲をカバーするノズル配列を備えた長尺のラインヘッドを用い、このラインヘッドを記録媒体の搬送方向に対して垂直方向に延在させる構成を採用する。ラインヘッドに対して記録媒体を1回だけ相対移動すればよいため、複数回の走査で画像を完成させるマルチパス方式と比べて、シングルパス描画方式は印刷速度が速いという特徴がある。

10

【0004】

このようなプリンタで印刷する際には、印刷しようとする原画像データの階調値をドットのオン・オフで表す画像処理、いわゆるハーフトーン処理が行われる。そして、プリンタは、このハーフトーン処理後の画像データに従って印刷処理を実行することになる。

【0005】

ハーフトーン処理には種々の方法が提案されており、その代表的な手法の一つにディザ法がある。ディザ法とは、互いに異なる閾値が配置された所定サイズのディザマトリクスを用いるものである。具体的には、このディザマトリクスを画像データ上にタイル状に繰り返し展開し、入力される画像の階調値（画素値）と対応する閾値との大小比較を行う。そして、階調値が閾値よりも大きければドットをオンに、階調値が閾値以下であればドットをオフにして階調表現を行う、というものである。

20

【0006】

このようなディザ法では、ディザマトリクスで生成されるドットパターンにおいて、ノズル毎の吐出ドット数（吐出頻度）に偏りが発生することがあり、頻繁にインクを吐出するノズルの寿命が短くなり、ヘッドそのものの寿命が短くなってしまいう問題がある。

【0007】

特許文献1は、この問題を解決する画像記録装置として、ディザマトリクスを従래のようにタイル状に展開するのではなく、記録媒体幅方向にシフトさせて展開する方法を提案している。これにより、ノズル毎の吐出ドット数に偏りを抑制することができる。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0008】

【文献】特開2005-161817号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、空間周波数分布を人間が知覚しにくいある一定周波数以上に偏らせて高画質化を図ったいわゆるドット分散型ディザマトリクスを使用する場合、特許文献1の方法では、十分にノズル毎の吐出ドット数の偏りを抑制できない場合がある。

【0010】

40

ドット分散型ディザマトリクスの例として、ブルーノイズ特性を有するブルーノイズディザマトリクスや、グリーンノイズ特性を有するグリーンノイズディザマトリクスがある。ブルーノイズディザマトリクスは、人間の視覚特性を考慮して、ドットが分散するように閾値の格納位置が調整されたディザマトリクスである。これにより、ドット配置の空間周波数が高周波に偏り、粒状感を抑制することができる。また、グリーンノイズディザマトリクスは、数ドット単位で隣接してドットが形成されながら、全体としてはドットの固まりが分散するように閾値の格納位置が調整されたディザマトリクスである。1画素程度の微細なドットを安定して形成することが困難なプリンタでは、こうしたグリーンノイズマトリクスを参照してドット形成の有無を判断することで、孤立したドットの発生を抑制することができる。

50

【 0 0 1 1 】

このようなドット分散型ディザマトリクスでは比較的大きなサイズのディザマトリクスが使用される。例えば記録媒体の搬送方向に256画素、記録媒体の搬送方向に直交する方向に256画素のサイズのディザマトリクスを使用する場合、ノズル使用率を完全に均一化するには、搬送方向に65536画素幅（搬送方向に256画素幅のマトリクスを記録媒体方向に256回シフトして展開）が必要となる。一方、描画する原画像データの画像オブジェクトが、例えば搬送方向に20mm（1200dpi）の場合のとき、画像オブジェクトのサイズは945画素程度である。そのため、展開されたディザマトリクスの一部の閾値でドットが生成され、ノズル使用率の偏りを抑制することができなかった。即ち、記録媒体幅方向にシフトさせて展開されたディザマトリクスに対して、原画像データの画像オブジェクトが比較的小さい場合、ノズル毎の吐出ドット数を十分に均一化することができないという課題があった。

10

【 0 0 1 2 】

本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、ディザマトリクスを用いたハーフトーン処理における、ノズル等の記録素子毎の吐出ドット数の偏りを抑制する技術を提供しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 3 】

この課題を解決するため、例えば本発明の画像処理装置は以下の構成を備える。すなわち、

20

複数の記録素子が第1の方向に配列された記録ヘッドを有し、前記第1の方向に対して垂直な第2の方向に沿って相対的に搬送される記録媒体に向けて前記記録ヘッドが有する記録素子により前記記録媒体上に画像を形成する画像形成装置において、前記記録素子それぞれの特性によって生じる、前記画像上の濃度ムラを補正するための補正情報を取得する画像処理装置であって、

前記第1の方向の各位置において同一の階調値を有し、前記補正情報を取得するための画像データを取得する取得手段と、

前記第2の方向に大きさ $S \times$ （ $S \times$ は自然数）である分散型ディザマトリクスを前記第2の方向に繰り返し展開し、前記画像データの階調値と対応する閾値との大小比較を行うことにより、ハーフトーンパターンを示すハーフトーン画像データに変換する変換手段と、
前記ハーフトーン画像データに基づいて形成されるチャート画像を読み取ることで、前記記録素子それぞれの特性によって生じる濃度ムラを補正するための補正情報を生成する生成手段と

30

を有し、

前記変換されたハーフトーン画像データにおいて、前記第1の方向の各位置の間における前記第2の方向の前記 $S \times$ の範囲に含まれる画素値の合計の差は、前記画像形成装置によって表現可能な階調数以下であり、

前記補正情報を取得するための画像データにおいて同一の階調値を有する領域の前記第2の方向の大きさ $T \times$ は、前記 $S \times$ 以上であり、

前記生成手段は、前記チャート画像の読取画像において、前記ディザマトリクスの前記第2の方向の大きさ $S \times$ の正の整数倍に相当する前記記録媒体上の印字幅の読み取り信号値を積算した測定データに基づいて補正テーブルを生成することを特徴とする。

40

【発明の効果】

【 0 0 1 4 】

本発明により、ノズル等の記録素子毎の吐出ドット数の偏りを抑制することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 5 】

【図1】第1実施形態の画像処理装置及び画像形成装置の構成を示すブロック図。

【図2】第1実施形態のハーフトーン処理部を示すブロック図。

50

【図 3】第 1 実施形態の記録ヘッドを説明する図。

【図 4】第 1 実施形態のハーフトーン処理を説明する図。

【図 5】第 1 実施形態に適用するディザトリクスの作成手順を示すフローチャート。

【図 6】ディザトリクスの作成における初期パターンの手順を示すフローチャート。

【図 7】第 1 実施形態に適用するディザトリクスで生成されるドットパターンの特徴を示す図。

【図 8】第 2 実施形態の画像処理装置及び画像形成装置の構成を示すブロック図。

【図 9】第 2 実施形態の濃度測定用テストチャートの例を示す図。

【図 10】第 2 実施形態の濃度ムラ補正パラメータの作成手順を示すフローチャート。

【発明を実施するための形態】

10

【0016】

以下、添付図面に従って本発明に係る実施形態を詳細に説明する。なお、以下に示す実施形態における構成は一例に過ぎず、本発明は図示された構成に限定されるものではない。

【0017】

[第 1 実施形態]

図 1 は、第 1 実施形態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 10 と画像形成装置 20 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 10 は、例えば、プリンタドライバがインストールされた一般的なパーソナルコンピュータである。その場合、以下に説明する画像処理装置 10 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 20 が画像処理装置 10 を含む構成としてもよい。

20

【0018】

画像処理装置 10 は、画像データ入力部 101 から入力された出力対象の画像データを入力画像バッファ 102 に格納する。画像データ入力部 101 に入力される画像データの形式は特に制限されないが、ここでは説明を簡単にするために、画像形成装置 20 で使用されるインク色と同じ色種、色数並びに解像度を持った階調画像であるとする。例えば、画像形成装置 20 が、シアン (C)、マゼンタ (M)、イエロー (Y)、黒 (K) の 4 色インクを用いて出力解像度 1200 dpi を実現するインクジェット印刷システムの場合、画像データは CMYK の各色それぞれ 8 bit (256 階調) を持った多値の画像データである。なお、印刷しようとする画像の画像データの形式は種々のものがあり得る。画像形成装置 20 で使用するインク色の種類や解像度と異なる色の組み合わせや解像度の形式で特定される画像データを印刷する場合には、画像データ入力部 101 の前段において、図示しない前処理部により、色変換や解像度変換などの処理を行い、画像形成装置 20 で使用するインク色及び解像度の画像データに変換した後に、画像データ入力部 101 から入力すれば良い。

30

【0019】

ハーフトーン処理部 103 は、入力画像バッファ 102 に格納された画像データに対して、ディザマトリクスを用いて、画像形成装置 20 が直接表現可能な階調数への変換 (ハーフトーン) 処理とノズル群が形成するドット配置の決定を行い、ハーフトーン画像データを作成する。ディザマトリクスは、疑似的に表現可能な階調数に応じて閾値群が配置されている。ディザマトリクスに存在する、閾値として用いられる値の数によって、疑似的に表現可能な階調数が決められる。ディザマトリクスの詳細な生成方法については、後述する。ハーフトーン処理部 103 は、作成したハーフトーン画像データをハーフトーン画像バッファ 104 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 105 より画像形成装置 20 へ出力される。

40

【0020】

画像形成装置 20 は、画像処理装置 10 から入力端子 201 を介して受信したハーフトーン画像データに基づいて、記録紙等の記録媒体を記録ヘッド 203 に対して相対的に移動させつつ、その記録媒体上にドットを生成することにより、記録媒体上に画像を形成する。ここで記録ヘッド 203 はインクジェット記録方式のものであり、インクを吐出可能

50

な記録素子を複数配列した記録素子列を備える。図3は、記録ヘッド203の構成例を示す図である。なお記録ヘッドは典型的にはシアン(C)、マゼンタ(M)、イエロー(Y)、ブラック(K)の4種類のインク用のノズルを搭載するが、説明の簡易化のためブラック(K)のみ図示されている。ノズル配列は記録媒体の搬送方向(y方向)と垂直な記録媒体幅方向(x方向)について描画領域の全範囲をカバーする長尺のラインヘッドであり、記録媒体を1回相対移動しつつインクを吐出することで印刷画像が形成される。ヘッド駆動部202は、ハーフトーン画像データに基づいて、記録ヘッド203を制御するための駆動信号を生成する。記録ヘッド203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。なお、シアン(C)、マゼンタ(M)、イエロー(Y)の記録ヘッドの記録素子も、図示とブラックのヘッドと平行に配列されているものとする。

10

【0021】

以下、本実施形態におけるハーフトーン処理部103を詳細に説明する。

【0022】

図2は、ハーフトーン処理部103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103は、入力画像バッファ102に格納された画像データを、ノズル群ごとの2値(1bit)のデータに変換して出力する。この処理のためハーフトーン処理部103は、比較器1031、ディザマトリクス1032(ROM等で構成される)、出力データ生成器1033を有する。

【0023】

ここで、入力バッファ102に格納された入力画像データを I_{in} と定義し、そのx方向(ここでは記録媒体の搬送方向とする)の画素数を W 、y方向(記録媒体の搬送方向に対して直交する方向(以下、単に幅方向とする)の画素数を H 画素とする。そして、入力画像 I_{in} の座標 (x, y) ($0 \leq x < W$ 、 $0 \leq y < H$)の画素値を $I_{in}(x, y)$ と表すことにする。また、ディザマトリクス1032は S_x 行(x 方向のサイズ)、 S_y 列(y 方向のサイズ)を有するものとし、そのディザマトリクス内の座標 (i, j) の閾値を $M(i, j)$ と表す。そして、出力データ生成器1033が生成する出力画像データ(2値画像データ)を I_{out} と定義し、その座標 (x, y) の出力値を $I_{out}(x, y)$ とする。また、整数“ a ”を整数“ b ”で除算した際の剰余を“ $a \% b$ ”と表す。

20

【0024】

比較器1031は、入力画像バッファ102から入力画像データ I_{in} の座標 (x, y) の画素値 $I_{in}(x, y)$ と、ディザマトリクスの閾値 $M(x \% S_x, y \% S_y)$ との大小判定を行い、その判定結果(比較結果)を出力データ生成器1033に出力する。出力データ生成器1033は、 $I_{in}(x, y)$ が閾値 $M(x \% S_x, y \% S_y)$ より大きいとき、黒ドットを打つことを示す“BLACK”を出力値 $I_{out}(x, y)$ として生成する。また、出力データ生成器1033は、 $I_{in}(x, y)$ が閾値 $M(x \% S_x, y \% S_y)$ 以下の場合、ドットを打たないことを示す“WHITE”を出力値 $I_{out}(x, y)$ として生成する。なお、以下の説明で、ドットを打つ/打たないを、「ドットをON/OFFする」とも表現する。

30

【0025】

ハーフトーン処理部103の処理を整理して示せば次の通りである。

40

$I_{out}(x, y) = \text{BLACK}$ if $I_{in}(x, y) > M(x \% S_x, y \% S_y)$

$I_{out}(x, y) = \text{WHITE}$ if $I_{in}(x, y) \leq M(x \% S_x, y \% S_y)$

なお、実際には、出力データ生成器1033は、出力値“BLACK”を例えば1ビットの“1”、“WHITE”を“0”とする2値画像を生成するものである。

【0026】

ここで、上記のハーフトーン処理の一例を、図4を参照して説明する。図4における参照符号401は入力画像データの一部を、参照符号402はディザマトリクス M の一部と、そして、参照符号403は出力データの一部を示している。入力画像データ401は、1画素が例えば8ビットで表現されており、各画素の取り得る範囲は0~255の値である。

50

【0027】

ディザマトリクス402は、x方向に256個、y方向に256個の合計65536個の閾値を有し、それら閾値は値0～255の範囲から万遍なく選択された閾値となっているものとする。

【0028】

ここで、入力画像データの画素値が対応する閾値を超える場合にはBLACK（黒ドットを打つ）が出力値として決定され、画素値が対応する閾値以下の場合にはWHITE（ドットを打たない）が出力値として決定される。従って、図示のディザマトリクス402を使った場合、256階調のドット配置を得られる。すなわちディザマトリクス402を用いてハーフトーン処理すると、出力データとしては、256画素×256画素の範囲において0～255までの256段階の階調を疑似的に表現することができる。図示では、入力画像401は単一の画素値“33”を持つ画像であり、ディザマトリクス402を用いた場合、図示の出力データ403が得られる。

10

【0029】

上記からもわかるように、ディザマトリクスの閾値が小さい画素位置では、ドットがONになる確率が高く、逆に閾値が大きい画素位置はドットOFFになる確率が高くなると言える。そのため、ディザマトリクスの比較的小さい閾値が特定のノズル列に偏ると、そのノズルは頻繁にインクを吐出することとなり、そのノズルの寿命を短くしてしまう。

【0030】

記録ヘッドをできる限り長く使用可能とするためには、各ノズルが吐出するインクのドット数に偏りを無くし均一化することで、インクの吐出数が極端に多いノズルの発生を抑制すると良い。このためには、同一の入力階調値に対して各ノズルで形成されるドットの生成頻度が均一になるようにディザマトリクスの閾値配置を調整することが有効と言える。

20

【0031】

そこで、以降では、各ノズルで形成されるドットの生成頻度が均一になるように調整されたドット分散型のディザマトリクスの作成方法について述べる。以下の説明では、生成過程または、生成後のディザマトリクスをMとする。ディザマトリクスMは、x方向（記録媒体の搬送方向）に並ぶ閾値数（サイズ）を S_x 、y方向（記録媒体の幅方向）に並ぶ閾値数を S_y とする、二次元の配列であり、 S_x 、 S_y は自然数である。ディザマトリクスのサイズ（ S_x 、 S_y ）は任意であるが、典型的には2のべき乗の辺の長さをもつ四角形で、各辺が256以上（例えば256×256や512×512）が好適である。本実施形態では、 S_x を256、 S_y を256とする。本実施形態で作成するディザマトリクスMには、0～65535の閾値が格納されている。これにより、ディザマトリクスMを用いてハーフトーン処理すると、 $S_x \times S_y$ の領域において疑似的に256階調を再現することができる。

30

【0032】

ドット分散型ディザマトリクスを生成可能な方法としてVoid&Cluster法が知られている。Void&Cluster法は、ローパスフィルタを適用して平滑化濃度画像を求め、局所的な濃度変動を抑える様にドットを追加/削除すべき配置を決定する。本実施形態でも同様な方法により、ドット分散型のブルーノイズ特性を有するディザマトリクスを生成する。

40

【0033】

この過程で生成されるドットパターンを $d(x, y)$ とする。 $d(x, y)$ は二次元の配列で、サイズは $M(x, y)$ と同じである。 $d(x, y)$ の各画素の値は、ドットが存在するときは“1”、ドットが存在しないときは“0”の2値表現とする。

【0034】

ドットパターン $d(x, y)$ は、反復過程において変化する。反復過程によれば、ドット数が0個のドットパターンから、ドット数が $S_x \times S_y$ 個までの、 $S_x \times S_y + 1$ 通りのドットパターンが生成される。そのため、ドットパターン $d(x, y)$ におけるドット数を g としたとき、この g を用いれば、反復過程における、ある1つの時点を特定できる

50

。以下の説明では、ドット数 g を、階調値 g と呼ぶことにする。また、以下の説明では、階調値が g のときのドットパターン $d(x, y)$ を、 $d(g, x, y)$ 、あるいは x, y を省略して、 $d(g)$ と表記する。上述の通り本実施形態では、疑似的に 256 階調再現可能なディザマトリクスを作成するため、以下の処理において階調 g には、 $0 \sim S_x \times S_y - 1$ のすべての自然数の値が設定される。

【0035】

以下、図5を参照して本実施形態の詳細を説明する。同図はディザマトリクス生成方法の全体の流れを示すフローチャートであり、図1の画像処理装置10の不図示のCPUが、ハーフトーン処理部103で利用するディザマトリクスの生成処理を示している。なおディザマトリクスを次の印刷処理で再利用できるようにするため、不図示の不揮発性メモリに格納するのであれば、初回時だけ実行すればよい。なお、画像処理装置10が、パーソナルコンピュータ等の情報処理装置の場合には、図示のフローチャートに係るプログラムは、アプリケーション或いはプリンタドライバの一部を示すことになる。

10

【0036】

S100にて、CPUは、階調値が所定階調 g_0 の初期ドットパターン $d(g_0)$ を生成する。本実施形態では、初期ドットパターンの階調数 g_0 は、 $S_x \times S_y \times 0.5 = 256 \times 256 \times 0.5 = 32768$ とする。初期ドットパターンの生成方法は後述する。なお、初期ドットパターン $d(g_0)$ を、ドットが1つも存在しない階調数 $g_0 = 0$ の画像とすることもできる。その場合、S100は実施されない。

【0037】

S101からS107は、初期ドットパターンを起点としてドット追加を反復する処理である。また、S201からS207は、初期ドットパターンを起点としてドット削除を反復する処理である。なお、ドット追加を反復する際は、ドット削除は行わない。逆に、ドット削除を反復する際は、ドット追加は行わない。

20

【0038】

S101とS107はループ端を示し、ループ端で囲まれるS102からS106の処理が、階調値 g が g_{MAX} に達するまで繰り返されることを示している。S102からS106までの処理は、階調値が g のドットパターンにドットを1つ追加することで、連続する階調値、すなわち階調値が $g + 1$ のドットパターンを生成する処理である。また、処理の終了条件を決定する g_{MAX} は、 $g_{MAX} = g_0$ であって、本実施形態では、 $g_{MAX} = S_x \times S_y - 1 = 65535$ とする。

30

【0039】

同様に、S201とS207はループ端を示し、そのループ端で囲まれるS202からS206の処理が、階調値 g が g_{MIN} に達するまで繰り返されることを示している。S202からS206までの処理は階調値が g のドットパターンからドットを1つ削除し、連続する階調値、すなわち階調値が $g - 1$ のドットパターンを生成する処理である。 $g_{MIN} = g_0$ であり、本実施形態では $g_{MIN} = 0$ とする。このようにドット追加の反復と、ドット削除の反復を行うことにより、全階調のドットパターンを生成する。

【0040】

S102とS202の処理は、処理内容が同じため、以下ではS102について説明する。S102にて、CPUは、階調値 g に対応するドットパターン $d(g)$ に対してローパスフィルタを適用し、濃度変動マップ $n(g)$ を算出する。以下の説明では、濃度変動マップ $n(g)$ を濃度変動 $n(g)$ と略称する。

40

【0041】

濃度変動 $n(g)$ は、階調値が g のドットパターン $d(g)$ における、ドットの粗密の評価に使用する。濃度変動 $n(g)$ の値が小さい場所ほど平滑化濃度が低くドットが疎だと評価され、逆に、濃度変動 $n(g)$ の値が大きい場所ほど平滑化濃度が高くドットが密だと評価される。後述するS104では、濃度変動 $n(g)$ の値が小さい、ドットが疎な位置にドットが追加される。また、S204では、濃度変動 $n(g)$ の値が大きい、ドットが密な位置からドットが削除される。これにより、局所的な濃度の変動を抑えて低粒状

50

性を実現する。

【0042】

濃度変動 $n(g)$ は、ドットパターン $d(g)$ と同じサイズの二次元配列であり、ドットパターン $d(g)$ と同様に、配列の値が階調値 g によって変化する。以下の説明では、 $n(g)$ を $n(g, x, y)$ とともに表記する。ディザマトリクスは入力画像に対して周期的に適用されることを想定している。このため、CPU は、S103 のフィルタ処理で、濃度変動 $n(g)$ を、ドットパターン $d(g)$ とフィルタ係数との巡回畳み込み演算によって生成する。巡回畳み込み演算は、通常の畳み込み演算を、周期的境界条件を設定したドットパターン $d(g)$ と、フィルタ係数との間で行う演算である。なお、S103 で使用するフィルタ係数の詳細は後述する。

10

【0043】

S103 と S203 の処理は、処理内容が同じため、以下では S103 について説明する。S103 にて、CPU は、階調値 g に対応するドットパターン $d(g)$ に対して、 y 方向の位置毎の x 方向の合計ドット数マップ $s(g)$ を抽出する。合計ドット数マップ $s(g)$ は一次元配列であり、 $s(g)$ を $s(g, y)$ とともに表記する。 y 方向の位置毎（ノズル毎）のドット数を均一化するための配置制約に使用する。後述する S104 では、 $s(g, y)$ の値が小さく、合計ドット数が少ない y 位置のドットパターン $d(g, x, y)$ に、ドットが追加される。また、S204 では、 $s(y)$ の値が大きく、合計ドット数が多い y 位置のドットパターン $d(g, x, y)$ からドットが削除される。これにより、ノズル毎のドット生成頻度の差を小さくするように調整できる。

20

【0044】

S104 と S204 にて、CPU は、濃度変動 $n(g)$ と合計ドット数マップ $s(g, y)$ に基づいてドットの追加または削除を行う。S104 にて、CPU は、合計ドット数マップ $s(g, y)$ が最少の y 位置群の中で、濃度変動 $n(g, x, y)$ が最少である位置 (x_{MIN} , y_{MIN}) のドットパターン $d(g, x_{MIN}, y_{MIN})$ にドットを追加する。一方、S204 にて、CPU は、合計ドット数マップ $s(g, y)$ が最大の y 位置の中で、濃度変動 $n(g, x, y)$ が最大である位置 (x_{MAX} , y_{MAX}) のドットパターン $d(g, x_{MAX}, y_{MAX})$ のドットを削除する。処理の詳細については後述する。

【0045】

S105 と S205 にて、CPU は、ドットを追加または削除した位置 (x_{MIN} , y_{MIN} 、または x_{MAX} , y_{MAX}) に基づき、ディザマトリクス $M(x, y)$ の値を決定する。S105 にて、CPU は、ディザマトリクス $M(x, y)$ において、 $M(x_{MIN}, y_{MIN})$ の値を階調値 g にする。S205 にて、CPU は、ディザマトリクス $M(x, y)$ において、 $M(x_{MAX}, y_{MAX})$ の値を階調値 $g - 1$ にする。

30

【0046】

S106 にて、CPU は、階調値 g の値をインクリメントし、 $g + 1$ とする。同様に、S206 にて、CPU は、階調値 g の値をデクリメントし、 $g - 1$ とする。

【0047】

上記のようにして、S101 ~ 107 のループ、S201 ~ S207 のループを抜けると、CPU は S208 にて、ディザマトリクスの値のレンジに応じて、入力画像の画素値のレンジを調整する。S208 を行う前の段階において、ディザマトリクス $M(x, y)$ には、 g_{MIN} から g_{MAX} までの値が格納されている。本実施形態の場合、0 から 65535 (m_{MIN} から m_{MAX}) までの値が格納されている。ディザ処理を行う際の入力画像が 8 ビットの場合は、入力画像のレンジは 0 ~ 255 (th_{MIN} から th_{MAX}) である。それ故、0 から 65535 までの値が格納されたディザマトリクスを使用しても、適切なハーフトーン処理結果を得ることができない。S208 にて、CPU は、ディザマトリクス $M(x, y)$ の値のレンジに合うように、入力画像の画素値のビット数を拡張する。例えば、ディザマトリクスの値のレンジが 0 から 65535 の 16 ビットで入力画像が 8 ビットの場合は、入力画像の下位に 0 詰めして 16 ビットにして比較する。

40

50

【 0 0 4 8 】

一方、入力画像の画素値のレンジに合わせて、ディザマトリクスを調整してもよい。例えば、0から65535までの値が格納された16ビットのディザマトリクスの下位8ビットを切り捨て、上位8ビットをディザマトリクスの値とする。また、t h M I Nからt h M A Xにしたい場合は、C P Uは、調整後のディザマトリクスの値として次式の整数部を得る。

$$a \times M(x, y) + b$$

ただし、

$$a = (t h M A X - t h M I N) \div (m M A X - m M I N)、$$

$$b = t h M I N - a \times m M I N$$

である。

【 0 0 4 9 】

以上説明した図5の処理フローによれば、低粒状性を維持しつつ、ノズル毎のインク吐出頻度を均一化することが可能なディザマトリクスを生成できる。以下、図1における各処理の詳細を説明する。

【 0 0 5 0 】

まず、S102とS202で使用するフィルタ係数fについて説明する。このフィルタ係数は、濃度変動マップn(g)を抽出するために使用する。fは、二次元配列であり、f(x, y)とも表記する。本実施形態では、f(x, y)の配列サイズは、ドットパターンd(g)と同じとする。すなわち、x方向のフィルタサイズをSfx、y方向のフィルタサイズをSfyとしたとき、これらの値は“256”とする。f(x, y)の値としては、次式(1)の値を用いる。

$$r = \{ (x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 \}^{1/2}$$

$$f(x, y) = 1 / (r + 1) \quad \dots (1)$$

式(1)において、x0、y0は、フィルタ係数の中心位置であり、x0 = Sfx ÷ 2、y0 = Sfy ÷ 2である。

【 0 0 5 1 】

S104、S204にて、C P Uは、濃度変動n(g)を緩和するようにドットを追加または削除することにより、ドットの粗密を低減し、これにより低粒状性を実現する。これを好適に実現するためには、ドット間の粗密を抽出する必要がある。ドット間の粗密を抽出するには、フィルタfを、式(1)に示すようにドットからの距離rの逆数の関数にすれば良い。なお、本実施形態では、距離r = 0におけるゼロ割を避けるために分母に“1”を加算した。

【 0 0 5 2 】

なお、S104、S204で使用するフィルタfはこれに限らず、粒状感として知覚される周波数成分を抽出可能なローパスフィルタを用いてもよい。

【 0 0 5 3 】

次にS104とS204におけるドット配置方法を説明する。C P Uは、濃度変動n(g)と合計ドット数マップs(g, y)に基づいてドットの追加または削除を行う。S104はドットを追加する処理である。S104にて、C P Uは、ドットが存在せず、且つ、合計ドット数マップs(g, y)が最少のy位置の中で、濃度変動n(g, x, y)の値が最小になる位置(xMIN, yMIN)にドットを追加する。具体的には、合計ドット数マップs(g, y)においてドット数が最少となっているy位置群の画素、且つ、ドットパターンd(g, x, y)において画素値が“0”になっている画素の中から、濃度変動n(g, x, y)の値が最小となる位置(xMIN, yMIN)を探索する。そして、d(g, xMIN, yMIN)の画素値を“1”にすることでドットを追加する。なお、濃度変動マップn(g, x, y)の値が最小となる位置が複数存在する場合、C P Uは、その中からドットを追加する位置をランダムに選択する。

【 0 0 5 4 】

一方、S204はドットを削除する処理である。S204にて、C P Uは、ドットが存

10

20

30

40

50

在し、且つ、合計ドット数マップ $s(g, y)$ が最大の y 位置の中で、濃度変動マップ $n(g, x, y)$ の値が最大になる位置 (x_{MAX}, y_{MAX}) からドットを削除する。具体的には、合計ドット数マップ $s(g, y)$ においてドット数が最大となっている y 位置群の画素、且つ、ドットパターン $d(g, x, y)$ において画素値が“1”になっている画素の中から、濃度変動マップ $n(g, x, y)$ の値が最大となる位置 (x_{MAX}, y_{MAX}) を探索する。そして、CPUは、 $d(g, x_{MAX}, y_{MAX})$ の画素値を“0”にすることでドットを削除する。なお、濃度変動マップ $n(g, x, y)$ の値が最大となる位置が複数存在する場合、CPUは、その中からドットを削除する位置をランダムに選択する。

【0055】

次に、S100における初期ドットパターンの生成方法の詳細を、図6を参照して説明する。簡単に言えば、CPUは、はじめにランダムなドットパターンを生成する。そして、CPUは、このランダムなドットパターンを起点として、CPUドットの移動を反復することにより、粒状性が低く、且つ、濃度ムラが目立たない初期ドットパターン $d(g_0)$ を生成する。

【0056】

S301にて、CPUは、階調数が g_0 のランダムなドットパターン d_r を生成する。 d_r は二次元の配列で、 $d_r(x, y)$ と表記する。サイズはディザマトリクス $M(x, y)$ と同じで、 x 方向のサイズは S_x 、 y 方向のサイズは S_y である。前述の通り、本実施形態では S_x と S_y の値は“256”とする。また、前述の $d(x, y)$ と同じく、ドットが存在するときの画素値は“1”、ドットが存在しないときの画素値は“0”とする。

【0057】

S301にて、CPUは、ドットが1つも存在しない画像を起点として、階調数が g_0 に達するまで、ドット追加を反復し、階調数が g_0 のランダムドットパターンを生成する。

【0058】

CPUは、ドットを追加する y 方向の位置 y_r を1から S_y まで順番にインクリメントして決定する。そして、最端 S_y まで到達したら1に戻り繰り返す。一方、CPUは、ドットを追加する x 方向の位置の候補を乱数を用いて決める。具体的には、CPUは、1から S_x までの乱数を発生させ、 x 方向の位置 x_r を決める。そして、CPUは (x_r, y_r) にドットが存在しない場合は、その位置にドットを追加する。すなわち、CPUは、 $d_r(x_r, y_r)$ の画素値が“0”の場合は、 $d_r(x_r, y_r)$ の画素値を“1”にする。ただし、すでに $d_r(x_r, y_r)$ の画素値が“1”になっていた場合、CPUは、ドットを追加する x 方向の位置 x_r の候補を、新たに乱数を発生させて変更する。これにより、S301で生成されるドットパターンは、 x 方向に合計した合計ドット数の偏りが、1ドット以下に抑えられたランダムドットパターンとなる。

【0059】

S302とS305はループ端であり、S303からS304までの処理を所定回数だけ繰り返すことを意味している。本実施形態では、繰り返し回数を10000回とするが、これに限らず、所定の収束条件を設定しても構わない。

【0060】

S303にて、CPUは、S103と同じ方法により、ドットパターン d_r から濃度変動 n を抽出する。濃度変動 n は二次元配列であり、 $n(x, y)$ と表記する。

【0061】

S304にて、CPUは、濃度変動マップ n に基づいてドットを移動する。まず、 $d_r(x, y)$ においてドットが存在する画素の中から、濃度変動 $n(x, y)$ の値が最大になる位置 (x_{MAX}, y_{MAX}) を探索する。次に、CPUは、濃度変動 $n(x, y)$ の値が最大になる位置と同じ y 位置 (y_{MAX}) で、且つドットが存在しない画素の中から、濃度変動 $n(x, y_{MAX})$ の値が最小になる x 位置 (x_{MIN}, y_{MAX}) を探索する。そして、CPUは、 (x_{MAX}, y_{MAX}) の位置のドットを、 (x_{MIN}, y_{MAX}) に移動させる。すなわち、ドットパターン $d_r(x_{MAX}, y_{MAX})$ の画素値を“

10

20

30

40

50

0”にして、ドットパターン $d_r(x_{MIN}, y_{MAX})$ の画素値を“1”にする。濃度変動 n が大きい位置のドットを同じ y 位置で濃度変動 n が小さい位置に移動する。これにより、S304で生成されるドットパターンは、ドットの移動前後で y 方向の位置 y_r 毎の合計ドット数が変化しない。これにより、 x 方向に合計した合計ドット数の偏りを、1ドット以下に抑えつつ、ドット分散性が良好なドットパターンを生成可能となる。

【0062】

以上、本実施形態に記載の方法で生成したディザマトリクスを用いてドットパターンを生成した場合、記録ヘッド203のノズル毎の吐出ドット数の差を予め設定された範囲内にすることができる(吐出ドット数を略均一化できる)。これにより、特定のノズルの寿命が短くなるのを抑制し、記録ヘッドの寿命を延ばすことが可能となる。

10

【0063】

[第2実施形態]

ノズル毎の吐出ドット数の均一化は、ノズル毎のインクの吐出特性の変動による画質劣化を抑制する濃度ムラ補正においても好適に作用する。第2実施形態においては、濃度ムラ補正における効果と、その実現例を説明する。

【0064】

実際の画像形成装置においては、記録ヘッドに列設された各ノズルには、記録ヘッドの製造プロセスや構成材料等に起因した吐出特性のばらつきがある。そして、各ノズルの吐出特性のばらつきは、各ノズルから吐出されるインク滴の大きさや吐出方向の不均一となって現れ、記録画像に濃度むらを生じさせる原因となる。このような問題に対して、記録ヘッドを構成するノズル毎の吐出特性に基づき、入力画像データを補正することで濃度ムラを抑制する濃度ムラ補正の技術がある。具体的には、濃度ムラ補正用の濃度変換関数を求めるための濃度測定用テストチャートを出力し、この出力された濃度測定用テストチャートの画像を読み取って、記録濃度の測定を行い、その測定濃度データを基にノズルごとの画像データの濃度補正パラメータを生成する。そして、画像を印刷する際には、入力画像データを濃度補正パラメータに基づいて補正し、当該補正された画像データを基に画像記録の制御を行うことで濃度ムラの発生が抑制された画像を形成する。

20

【0065】

濃度測定用テストチャートから生成されたドットパターンのドット位置が、ある特定のノズルに偏りを持つと、ノズル毎にインクの吐出数に差異が生じてしまう。その結果、吐出数が多いノズルに対応する出力濃度は濃く、吐出数が少ないノズルに対応する出力濃度は薄くなる。そのため、出力された濃度測定用テストチャートには、ノズル毎の吐出特性による濃度差とノズル毎のインクの吐出数の差異による濃度差が混在してしまう。このような、テストチャートの記録濃度から、ノズル毎の吐出特性に起因した濃度変動を分離して測定することは困難となり、濃度ムラ補正の効果が低減してしまうという問題が生じる。

30

【0066】

そこで、ノズルの吐出特性に起因した濃度変動を精度よく計測するために、濃度ムラ補正の対象とする各ノズルで形成されるドット数が均一になるように調整されたディザマトリクスを使用して濃度測定用テストチャートのドットパターンを生成することが有効となる。

40

【0067】

また、ノズル位置毎に入力階調に対する出力ドット数に差異があると、ノズル毎の吐出特性に起因した濃度変動を正しく補正できたとしても、ノズル毎に補正の効き方(補正による出力ドット数の変化の仕方)が異なり、濃度ムラ補正効果が低減する場合があった。具体的には例えば、理想的な吐出量に比べて、同程度、1ドットに対する吐出量が少なくなってしまうノズルが2つあるとする。この時、入力画像において補正対象の2つのノズルに対応する画素列に対して、同様に画素値が大きくなるように補正される。しかしながら、各ノズルにおいて階調に応じて出力ドット数が異なっている場合、補正前後の画素値が同じであっても、異なる出力ドット数が吐出されることになる。その結果、濃度ムラ補正処理をしても濃度ムラが残留してしまう。

50

【 0 0 6 8 】

そこで、ノズル毎の濃度ムラ補正を施した入力画像に対して、記録画像の濃度ムラ補正効果を向上するために、各ノズルで形成される各階調に対応するドット数が均一になるように調整されたディザマトリクスを使用することが有効となる。

【 0 0 6 9 】

図 8 は、第 2 実施形態に適用可能な画像処理装置 1 0 および画像形成装置 2 0 の構成を示したブロック図である。なお、以降の説明において、第 1 実施形態と共通の部分は説明を簡易化または省略する。

【 0 0 7 0 】

図 8 において、画像読取装置 3 0、濃度ムラ補正パラメータ演算部 1 0 5、濃度ムラ補正パラメータ格納部 1 0 6、濃度ムラ補正処理部 1 0 7、テストチャート生成部 1 0 8 以外は図 1 と同様のため、説明を省略する。

10

【 0 0 7 1 】

画像読取装置 3 0 は、記録ヘッド 2 0 3 によって記録媒体上に記録された画像を読み取り、電子画像データ（読取画像データ）に変換する。画像読取装置 3 0 としては、例えば、CCD ラインセンサを用いることができる。本実施形態の画像読取装置 3 0 は、媒体搬送路の途中に設置されるインラインセンサであり、記録ヘッド 2 0 3 によって記録された画像を排紙前の搬送中に読み取る。画像読取装置 3 0 は、後述する濃度測定用テストチャートの出力結果を読み取ることができる。

【 0 0 7 2 】

濃度ムラ補正パラメータ演算部 1 0 5 は、画像読取装置 3 0 から取得した濃度測定用テストチャートの読取画像を基に、濃度測定を行い、ノズル毎の濃度ムラの補正值データ（濃度ムラ補正パラメータ）を生成する。濃度ムラ補正パラメータ演算部 1 0 5 で生成された濃度ムラ補正パラメータは、濃度ムラ補正パラメータ格納部 1 0 6 に格納される。

20

【 0 0 7 3 】

濃度ムラ補正処理部 1 0 7 は、記録ヘッド 2 0 3 におけるノズルの吐出特性のばらつき等に起因して発生する記録媒体上の印刷画像の濃度ムラを抑制するための画像信号補正を行う。本実施形態では、記録ヘッド 2 0 3 のノズルごとに、入力信号値と出力信号値の変換関係を記述した濃度ムラ補正用のルックアップテーブルである濃度ムラ補正 L U T が準備され、この濃度ムラ補正 L U T を用いて信号値の変換がなされる。

30

【 0 0 7 4 】

テストチャート生成部 1 0 8 は、濃度ムラ補正パラメータの計算に必要な濃度測定データを得るための濃度測定用テストチャートのデータを生成し、入力画像バッファ 1 0 2 に提供する。図 9 は、濃度測定用テストチャートの一例であり、記録ヘッド 2 0 3 の記録媒体幅方向の幅 T_y 、搬送方向に高さ T_x の大きさの矩形領域にそれぞれ予め決められた階調値 $D_1 \sim D_{10}$ となる均一濃度の階調パッチを搬送方向に帯状に有する。図 9 に示すように本実施形態では、全てのノイズの吐出特性を導出できるように、ノズル幅分のチャートのデータがある。また、本実施形態においては、0 ~ 2 5 5 の全ての階調を濃度ムラ補正の対象とする。そのため 0 ~ 2 5 5 のうち離散的であるが、低濃度から高濃度まで等間隔の濃度に対応する階調毎のパッチを含むように、濃度測定用テストチャートが生成されている。

40

【 0 0 7 5 】

吐出特性に起因した濃度変動を取得するためには、各ノズルで形成されるドット数が均一になるように調整されたディザマトリクスを使用して濃度測定用テストチャートのドットパターンを生成することが有効である。そのため、濃度測定用テストチャートにおける各階調の濃度領域の x 方向サイズ T_x は、ディザマトリクスの x 方向サイズ S_x 画素以上（実施形態では S_x は 2 5 6）である必要がある。本第 2 実施形態では、 $T_x = 8 0 0$ 画素とする。

【 0 0 7 6 】

図 1 0 は、本第 2 実施形態の画像処置装置 1 0 内の不図示の C P U が実行する、濃度ム

50

ラ補正パラメータの作成手順の概要を示すフローチャートである。なお、同図に係るプログラムは、所定のメモリ（RAM等）に格納されるものである。

【0077】

S401にて、CPUは、テストチャート生成部108によって生成された濃度測定用テストチャートの画像データを入力画像バッファ102に送ることで、記録ヘッド203による記録媒体上への濃度測定用テストチャートの画像を出力させる。このとき、CPUは、濃度ムラ補正処理部107に対して濃度ムラ補正は行わないようにし、均一濃度の階調パッチを出力させる。また、ハーフトーン処理部103に対しては、各ノズルで形成されるドット数が均一になるように調整されたディザマトリクスを使用して、濃度測定用テストチャートのドットパターンを生成させる。

10

【0078】

S402にて、CPUは、画像読取装置30を制御し、濃度測定用テストチャートの出力結果を読み取り、テストチャートの測定を行わせる。

【0079】

S403にて、CPUは、取り込まれた画像から、画像処理により各階調に対応する帯状の濃度パッチ毎に、搬送方向（x方向）に信号を積算し、記録媒体幅方向（y方向）の1次元の測定データを作成する。このとき、ノズル毎の吐出特性に起因した濃度変動を取得するために、ノズル毎のドット数が均一となる範囲で搬送方向（x方向）の信号を積算するのが望ましい。つまり、搬送方向（x方向）の積算範囲Mxは、ディザマトリクスのx方向サイズの印字幅（mm）の整数倍であることが望ましい。ディザマトリクスのx方向サイズ $S_x = 256$ （pixel）の場合、印字幅（mm）は 256 （pixel）/ 1200 （pixel/inch）* 25.4 （mm/inch）= 5.4 （mm）である。一方、濃度測定用テストチャートにおける各階調の濃度領域のx方向サイズTxの印字幅（mm）は、 800 （pixel）/ 1200 （pixel/inch）* 25.4 （mm/inch）= 16.9 （mm）である。本実施形態では搬送方向（x方向）の積算範囲Mxを、濃度領域のx方向サイズの印字幅（ 16.9 mm）以下で、且つ、ディザマトリクスのx方向サイズ S_x の印字幅（ 5.4 mm）の整数倍（3倍）となる、 16.3 mmとする。

20

【0080】

CPUは、画像読取装置30の読み取り解像度（例えば、記録媒体幅方向について 600 dpi）の測定1次元データを基に、記録ヘッド203のノズルの解像度（記録解像度）刻みに補間を行い、ノズル位置ごとの濃度測定データを作成する。

30

【0081】

次に、S404にて、CPUは、取得されたノズル位置ごとの濃度測定データと、目標とする階調特性とから、ノズルごとの濃度ムラ補正パラメータ、すなわち濃度ムラ補正LUTが算出される。なお、離散的な階調値に対する濃度測定データを補間することにより、測定点以外の階調値に対する濃度データが得られる。

【0082】

次に、図7（A）、（B）を参照して、本発明のディザマトリクスを用いたハーフトーン処理で生成されるドットパターンの階調特性を説明する。

40

【0083】

図7（A）、（B）のグラフの水平軸は、入力階調値、垂直軸はディザマトリクスと同じサイズ（ S_x 、 S_y ）の均一階調の入力画像inとディザマトリクスMの比較処理によって生成されたドットパターンにおける、x方向の合計ドット数 $xSum(y)$ （以下、合計ドット数）である。ディザマトリクスのy方向のサイズ S_y が 256 の場合、 256 本のグラフを生成可能であるが、ここではグラフの見易さのために、一部のy位置における対応を表示していることに注意されたい。

【0084】

図7（A）に、本実施形態で作成したディザマトリクスを用いてドットパターンを生成した場合の例を示す。図7（B）に、比較のためにノズル毎のドットの生成頻度が均一に

50

なることを考慮せずに作成された一般的なブルーノイズディザマトリクスを用いてドットパターンを生成した場合の例を示す。ここで一般的なブルーノイズディザマトリクスは、図5を用いたマトリクス作成方法のうち、S103、S104、S203、S204のみが異なる方法で作成される。一般的なブルーノイズディザマトリクスは、S103およびS203がなく、S104およびS204において濃度変動 $n(g, x, y)$ にも参照することで生成されたマトリクスであるとする。

【0085】

図7(A)は、y方向の複数位置における入力階調値に対する合計ドット数を表示しているが、グラフが重なっているため、1つの線に見えている。つまり、均一濃度の入力階調値に対して、ディザマトリクスを用いて生成されるドットパターンの、合計ドット数が階調によらず略均一となり、階調間のドットの増加数が一定(線形)となることを示している。

10

【0086】

一方、図7(B)に示すように、一般的なブルーノイズディザマトリクスを用いてドットパターンを生成した場合、入力階調値に対する出力ドットの合計数の対応関係が、y位置毎に異なり、階調間のドットの増加数が非線形となることを示している。

【0087】

図7(A)に示すノズル毎の合計ドット数は、全体のドット数がディザマトリクスのy方向のサイズ S_y で割り切れる場合(S_y の整数倍である場合)、完全に一致させることが可能である。これは、ディザマトリクスによって疑似的に表現できる階調数(g の数)が S_y であるために成立する。つまりディザマトリクスを用いて生成されるドットパターンの全体のドット数を d とすると、 $d \% S_y = 0$ の場合、ノズル毎の合計ドット数はそれぞれ d / S_y 個とすることができる。すなわち、 $d \% S_y = 0$ となるように、ディザマトリクス M の閾値レンジを調整することで、ノズル毎の合計ドット数を均一化することができる。本実施形態のように、ノズル毎の濃度 μ ラ補正が全階調を対象とする場合には、全階調でノズル毎の合計ドット数を均一化することが望ましい。

20

【0088】

なお、ディザマトリクスのサイズに制限がある場合など、ノズル毎の合計ドット数は完全に一致できない場合もある。たとえば、階調によっては全体のドット数がディザマトリクスのy方向のサイズ S_y で割り切れず、y位置毎の合計ドット数を揃えることができない場合がある。このような場合は、y位置毎の合計ドット数の差は、1以下であるのが好適である。

30

【0089】

本実施形態で出力された濃度測定用テストチャートは、各ノズルで形成されるドット数が均一になるように調整されたディザマトリクスを使用して、濃度測定用テストチャートのドットパターンを生成する。そのため、ノズル毎のインクの吐出数に偏りがなく、テストチャートの記録濃度からノズル毎の吐出特性に起因した濃度変動を精度よく測定することが可能となる。これにより、濃度測定データに基づく濃度 μ ラ補正の効果を向上することができる。

【0090】

一方、ノズル毎の濃度 μ ラ補正パラメータを参照し、入力画像に対してノズル毎の濃度 μ ラ補正を施す場合にも各ノズルで形成されるドット数が均一になるように調整されたディザマトリクスは有効である。実際に印刷する場合には、濃度 μ ラ補正処理部107において、濃度 μ ラ補正パラメータを参照し、入力画像に対してノズル毎の濃度 μ ラ補正を施す。さらに、ハーフトーン処理部103では、ノズル位置毎の入力階調に対する出力ドット数が均一になるように調整されたディザマトリクスを使用して、ドットパターンを生成する。階調間のドットの増加数が一定(線形)であるため、ノズル毎の濃度 μ ラ補正量に対して、適切なドット数のディザパターンを生成し、記録画像の濃度 μ ラ補正効果を向上することができる。

40

【0091】

50

そのため、ノズル毎の濃度ムラ補正パラメータの測定は、上述した濃度測定用テストチャートに限らず、その他の測定方法で作成した濃度ムラ補正パラメータを用いてノズル毎の濃度ムラ補正を施す場合であっても、記録画像の濃度ムラ補正効果を向上することができる。

【 0 0 9 2 】

[第 3 実施形態]

第 2 実施形態では、濃度ムラ補正の対象を全階調とした。第 3 実施形態では、濃度ムラ補正の対象を一部の階調に対してのみ行う場合を例に説明する。例えば、図 9 における低濃度である D 9 および D 1 0 のパッチではほとんど濃度ムラが生じていない場合に、濃度 D 9 より高濃度のみ濃度ムラ補正の対象としてもよい。この場合、濃度ムラ補正効果を向上するべき濃度範囲は、濃度 D 8 ~ D 1 (ここで濃度 D 1 は最大濃度であるものとする) の範囲である。濃度ムラ補正処理部 1 0 7 は、入力画像における画素の画素値が、濃度 D 8 以上であるか否かを判定する。画素値が濃度 D 8 以上である場合は、濃度ムラ補正処理部 1 0 7 は、濃度ムラ補正パラメータを参照し、濃度ムラ補正を実行する。一方、画素値が濃度 D 8 未満である場合は、濃度ムラ補正を実行せず、その画素値のまま出力する。

10

【 0 0 9 3 】

一方、低濃度部では、濃度ムラは目立たない代わりに、ドットの分散性が重視される場合がある。記録媒体に対して吐出されるドットが少ない場合は、複数のドットが近くに吐出されることで、ドットの塊があるように視認され、粒状感が低下してしまう。そこで第 3 実施形態では、入力画像に対してハーフトーン処理を実行する際に、ディザマトリクスを切り替えて適用する。処理対象の画素の画素値が濃度 D 8 ~ D 1 である場合には、第 1 実施形態と同様のディザマトリクス (M 1) を用いる。また、処理対象の画素の画素値が濃度 D 9 以上の低濃度部である場合は、ノズル毎のドットの生成頻度が均一になることを考慮せずに作成されたディザマトリクス (M 2) を用いる。

20

【 0 0 9 4 】

ハーフトーン処理部 1 0 3 は、以下の処理を実行する。

```
lin(x,y) > D 8
lout(x,y)=BLACK if lin(x,y) > M1(x % Sx, y % Sy)
lout(x,y)=WHITE if lin(x,y) <= M1(x % Sx, y % Sy)
lin(x,y) < D 8
lout(x,y)=BLACK if lin(x,y) > M2(x % Sx, y % Sy)
lout(x,y)=WHITE if lin(x,y) <= M2(x % Sx, y % Sy)
```

30

ディザマトリクス M 2 は、ドットを追加する際、またはドットを削除する際に、濃度変動 n のみを参照しているため、図 5 に示すドット作成方法よりも、ドットの配置を決定する際に制約が少ない。従って、ドット分散性という観点のみにおいては、ディザマトリクス M 2 は、ディザマトリクス M 1 よりも良好である

以上の通り本実施形態では、濃度ムラ補正処理部は、画素値の濃度範囲に応じて濃度ムラ補正を実行する。画素値が濃度ムラ補正処理を実行される濃度範囲である場合は、ノズル毎のドット数が均一になるように作成されたディザマトリクスを用いることで、濃度ムラ補正の効果を向上する。一方、画素値が濃度ムラ補正処理を必要としない濃度範囲では、より分散性を高めるディザマトリクスを用いる。

40

【 0 0 9 5 】

なお本実施形態では、ハーフトーン処理が参照するディザマトリクスを画素値に応じて切り替える構成とした。しかしながら、1つのディザマトリクスで第 3 実施形態と同様の効果を実現する方法もある。ディザマトリクスを作成する際に、階調値 g に応じて合計ドット数マップを参照するか否かを判定する方法である。例えば、図 5 に示すフローチャートにおいて、S 2 0 1 ~ S 2 0 7 のうち、階調 g が所定値 (例えば濃度 D 9) 以下である場合には、S 2 0 3 を実行せず、S 2 0 4 において濃度変動 n (g , x , y) のみを参照して、ドットを削除する位置を決定する。これにより、ディザマトリクスは、階調 g が所定値以上である場合には、y 方向のサイズ S y の整数倍の範囲では、ノズル毎の合計ドッ

50

ト数が均一になる。このように作成したディザマトリクスを用いてハーフトーン処理することでも、第3実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0096】

(その他の実施例)

なお上述の実施形態では、ディザマトリクスが疑似的に再現する階調数が256である場合を例に説明した。しかしながら、ディザマトリクスが疑似的に再現する階調数は、入力画像の階調数のうち離散的な階調のみとしてもよい。例えば、0～255のうち、0、15、30、45、60、75、90、105、120、135、150、165、180、195、210、225、240、255の階調のみを疑似的に再現する場合、図5に示すノズル毎の合計ドット数の制約も、疑似的に再現する階調値のみに設定されることになる。この場合、ディザマトリクスのy方向のサイズは、疑似的に再現する階調数18の倍数となるように、設定するとよい。

10

【0097】

また、上述の実施形態では、ハーフトーン処理部がディザマトリクスを用いた比較処理を実行する方法を例に説明した。しかしながら、ディザマトリクスに応じてドットの配置を決定する方法に第1実施形態において作成されたディザマトリクスを適用することもできる。例えば、特開2016-021735に記載された方法に、上述で説明したディザマトリクスを用いても良い。

【0098】

本発明は、上述の実施形態の1以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける1つ以上のプロセッサがプログラムを読み出し実行する処理でも実現可能である。また、1以上の機能を実現する回路(例えば、ASIC)によっても実現可能である。

20

【符号の説明】

【0099】

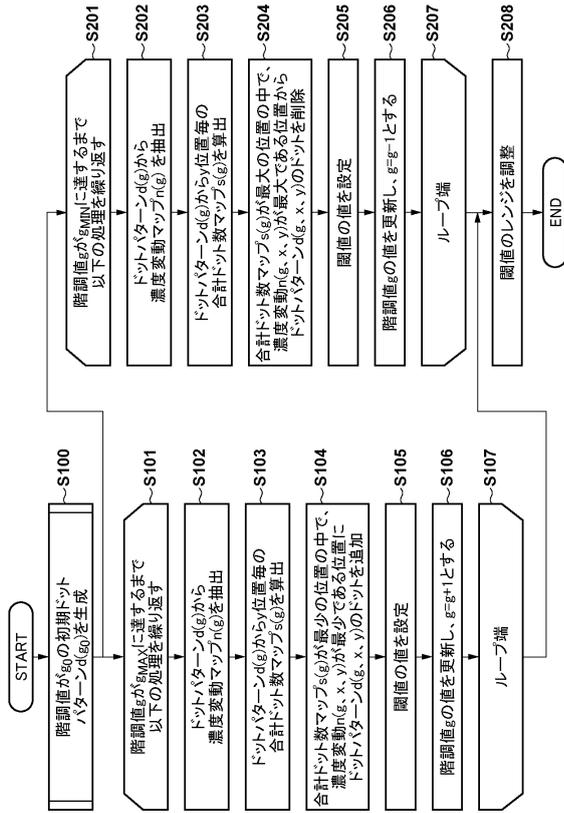
10...画像処理装置、20...画像形成装置、102...入力画像バッファ、103...ハーフトーン処理部、104...ハーフトーン画像バッファ、202...ヘッド駆動部、203...記録ヘッド

30

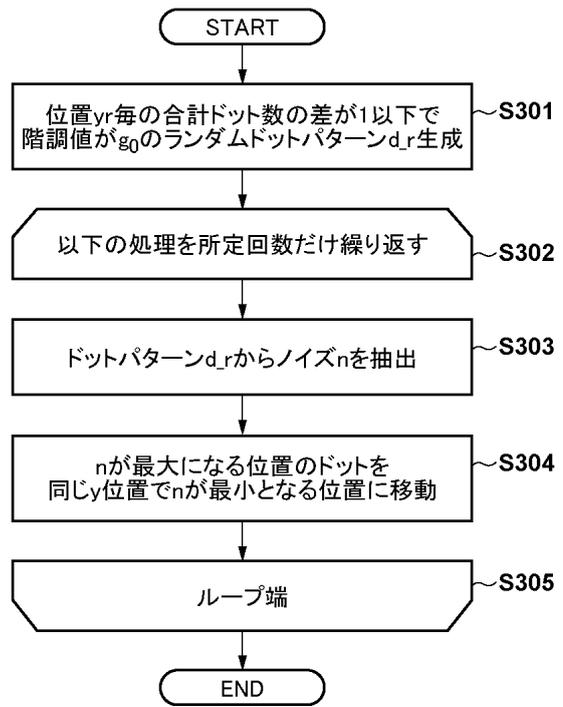
40

50

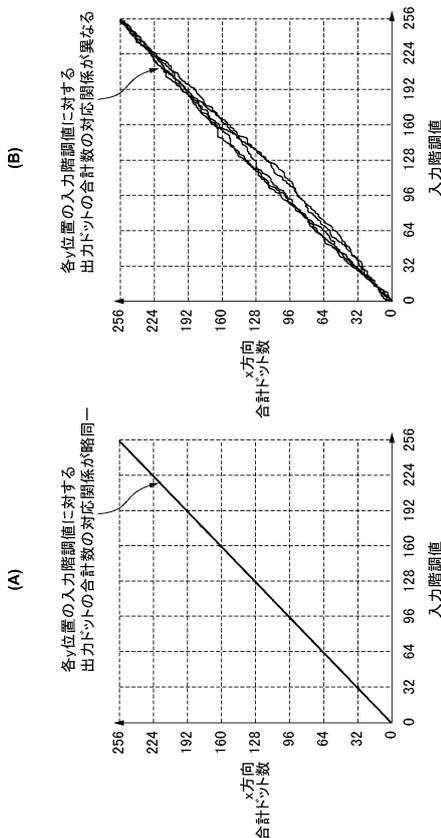
【図5】



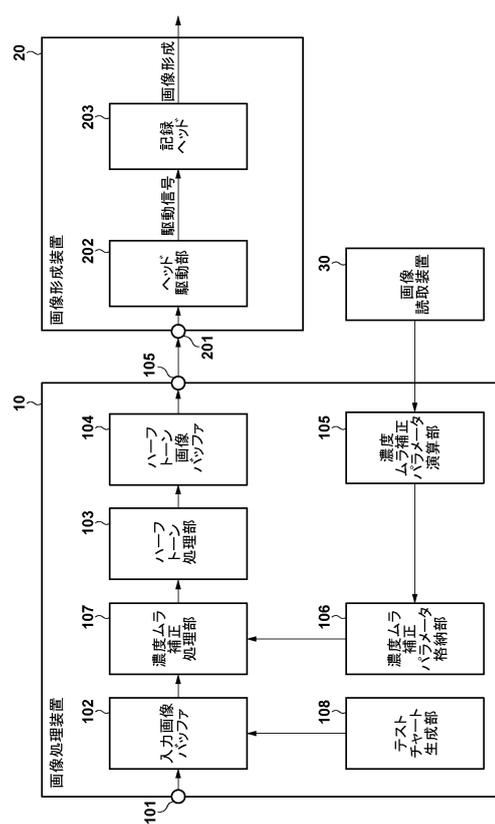
【図6】



【図7】



【図8】



10

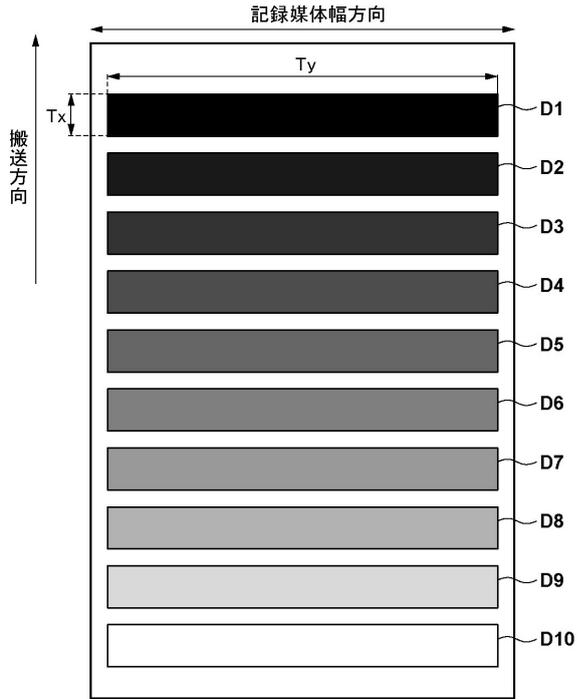
20

30

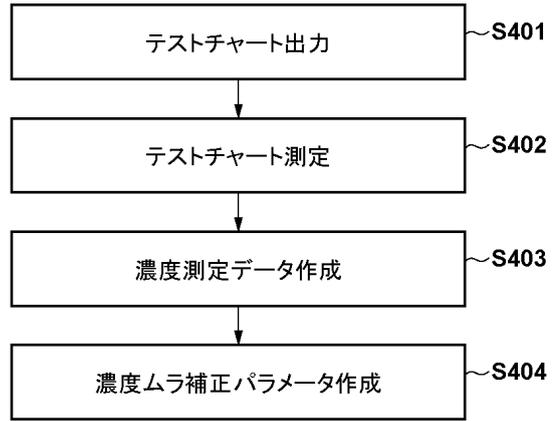
40

50

【図 9】



【図 10】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2013-163307(JP,A)
特開2014-100796(JP,A)
特開平7-232434(JP,A)
特開平4-207462(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
B41J 2/01 - 2/215
B41J 2/52 - 2/525
B41J 29/393