

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4377249号
(P4377249)

(45) 発行日 平成21年12月2日(2009.12.2)

(24) 登録日 平成21年9月18日(2009.9.18)

(51) Int.Cl.

F 1

| | | | | | |
|-------------|--------------|------------------|--------|------|-------|
| H04N | 1/46 | (2006.01) | H 04 N | 1/46 | Z |
| H04N | 1/405 | (2006.01) | H 04 N | 1/40 | B |
| B41J | 2/52 | (2006.01) | B 41 J | 3/00 | A |
| G06T | 5/00 | (2006.01) | G 06 T | 5/00 | 200 A |
| B41J | 2/525 | (2006.01) | B 41 J | 3/00 | B |

請求項の数 8 (全 31 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2004-7224 (P2004-7224)

(22) 出願日

平成16年1月14日 (2004.1.14)

(65) 公開番号

特開2004-229281 (P2004-229281A)

(43) 公開日

平成16年8月12日 (2004.8.12)

審査請求日 平成19年1月12日 (2007.1.12)

(31) 優先権主張番号 350121

(32) 優先日 平成15年1月22日 (2003.1.22)

(33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(74) 代理人 100070150

弁理士 伊東 忠彦

(72) 発明者 マヤ ラニ グプタ

アメリカ合衆国、カリフォルニア 94025, メンロ・パーク, サンド・ヒル・ロード 2882番, スイート 115 リコー イノベーション インク内

審査官 松永 隆志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 インク使用量減少誤差拡散

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ベクトル誤差拡散を実行するステップと、
アンカーに印刷カラーをマッピングするステップと、
を有する方法であって、

前記ベクトル誤差拡散を実行するステップは、

各入力画素値をアンカーセットの最近接アンカーに量子化するステップと、
前記入力画素値と前記アンカーとの差に基づき誤差を計算するステップと、
前記計算された誤差に基づき誤差拡散を実行するステップと、

を有し、

前記アンカーの1以上が前記印刷カラーの1つにマッピングされ、

前記誤差を計算するステップは、

前記アンカーのブラックカラー平面がそれの最大値にない場合、各カラー平面のための前記アンカーを前記入力画素の対応するカラー平面から減じることにより誤差を計算するステップと、

すべての非ブラックカラー平面において前記誤差をすべてゼロとして計算し、前記アンカーのブラックカラー平面がそれの最大値にある場合、前記アンカーのブラックカラー平面値を前記入力画素の前記ブラックカラー平面値から減じるステップと、
を有することを特徴とする方法。

【請求項2】

10

20

請求項1記載の方法であって、前記各入力画素値をアンカーセットの最近接アンカーに量子化するステップは、距離メトリックを利用して前記アンカーセットのどのアンカーが最も近いかを決定することを特徴とする方法。

【請求項3】

請求項2記載の方法であって、前記距離メトリックは、それぞれがn個の要素を有するx及びyに対し、

【数1】

$$\sum_{i=1}^n |x_i - y_i|$$

10

として定義されるL₁距離d(x, y)から構成されることを特徴とする方法。

【請求項4】

請求項2記載の方法であって、前記距離メトリックは、それぞれがn個の要素を有するx及びyに対し、

【数2】

$$\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}$$

20

として定義されるユークリッド距離d(x, y)から構成されることを特徴とする方法。

【請求項5】

ベクトル誤差拡散を実行する手段と、

アンカーに印刷カラーをマッピングする手段と、

を有する装置であって、

前記ベクトル誤差拡散を実行する手段は、

各入力画素値をアンカーセットの最近接アンカーに量子化する手段と、

前記入力画素値と前記アンカーとの差に基づき誤差を計算する手段と、

前記計算された誤差に基づき誤差拡散を実行する手段と、

を有し、

前記アンカーの1以上が前記印刷カラーの1つにマッピングされ、

前記誤差を計算する手段は、

前記アンカーのブラックカラー平面がそれの最大値にない場合、各カラー平面のための前記アンカーを前記入力画素の対応するカラー平面から減じることにより誤差を計算する手段と、

すべての非ブラックカラー平面において前記誤差をすべてゼロとして計算し、前記アンカーのブラックカラー平面がそれの最大値にある場合、前記アンカーのブラックカラー平面値を前記入力画素の前記ブラックカラー平面値から減じる手段と、
を有することを特徴とする装置。

【請求項6】

請求項5記載の装置であって、前記各入力画素値をアンカーセットの最近接アンカーに量子化する手段は、距離メトリックを利用して前記アンカーセットのどのアンカーが最も近いかを決定することを特徴とする装置。

【請求項7】

請求項6記載の装置であって、前記距離メトリックは、それぞれがn個の要素を有する

30

40

40

50

x 及びyに対し、

【数3】

$$\sum_{i=1}^n |x_i - y_i|$$

として定義されるL₁距離d(x, y)から構成されることを特徴とする装置。

10

【請求項8】

請求項6記載の装置であって、前記距離メトリックは、それぞれがn個の要素を有するx及びyに対し、

【数4】

$$\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}$$

20

として定義されるユークリッド距離d(x, y)から構成されることを特徴とする装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、印刷技術に関し、より詳細には、ハーフトーン処理を利用したカラー文書の印刷に使用されるインクまたはトナーの使用量を抑える技術に関する。

【背景技術】

30

【0002】

プリンタやコピー機の利用においてインクまたはトナーに関するコストは無視できない要素である。このため、それらの使用量を抑えることにより全体のランニングコストを低減することができる。一般に、インク使用量はページの印刷コストのかなりの部分を占めている。より少ないインク使用量で各ページの印刷が可能となれば、このインク使用量の節約によりトータルコストを低減させることができるであろう。また、紙のリサイクル処理において、インク使用量の低減は有害な化学物質の利用を抑えることができ、結果として環境への負荷を減らすことにもつながる。さらに、この紙のリサイクル処理は流体処理(hydrodynamic process)であり、インク使用量の低減は水の利用を抑えると共に、当該処理に要するエネルギーの減少をもたらすであろう。

40

【0003】

このようにインク使用量を抑えることは望ましい結果をもたらす一方、現在のカラープリンタはインクの効率的な利用を行っていない。インク使用量を減少させるための方法としては、画質維持と共にインク使用量を抑えるドラフトモード技術(draft mode technology)、プレハーフトーン処理技術(pre-halftoning technology)及びハーフトーン処理アルゴリズムなどが含まれる。ドラフトモード技術に関して、現在のプリンタは、画質を落とすことによりインク使用量を抑える「ドラフト」オプションを提供している。例えば、ハーフトーン処理前に、8ビットのC、M、Y及びKの各値の輝度を1/2にしたり、あるいは画像の彩度を減少させて、交互に画素を印刷することによりドラフト文書の印刷が行われる。ドラフト印刷では文書の画質が落ちるため、カラープリンタやカラーコピー

50

機ではインク使用量の低減の効果は限られたものとなってしまう。

【0004】

他の従来技術では、ハーフトーン処理前に8ビットのデータの変換あるいは制限が行われる。例えば、2001年11月6日Deckerらに与えられた米国特許第6,313,925号「画質劣化なくカラープリンタにおけるトナー/インク使用量を低減させるシステム、方法及びプログラム (System, Method and Program for Saving Toner/Ink in a Color Printer Without Sacrificing Image Quality)」を参照されたい。特殊な下色除去関数 (undercolor removal function) が利用される。

【0005】

従来技術において、ドットゲインを補償する誤差拡散 (error diffusion) が修正されてきた。例えば、Henry Kangによる「デジタルカラー ハーフトーン処理 (Digital Color Halftoning)」(SPIE Press, 2001) 及びJoseph Shuによる「高画質高解像度インクジェット印刷のためのインク抑制による誤差拡散 (Error Diffusion With Ink Reduction for High Quality and High Resolution Ink Jet Printing)」(IEEE International Conference on Image Processing, 1995) を参照されたい。この中でShuは彼のアルゴリズムを「インク抑制による誤差拡散」と呼んでいる。インクジェットメディアのインク溢れを回避し、ウォームアーチファクト (warm-artifact) を抑えるためのインクを抑制するために、ドットゲインが補償される。Shuによる研究はまた特許形式でも与えられている。1997年1月7日Shuに与えられた米国特許第5,592,592号

「インク抑制処理を利用した誤差拡散ハーフトーン処理による画像におけるアーチファクトを最小化するための方法及び装置 (Method and Apparatus for Minimizing Artifacts in Images Produced by Error Diffusion Halftoning Utilizing Ink Reduction Processing)」を参照されたい。
10
20

【0006】

他の関連技術としては、K重複印刷を防ぐハーフトーン処理アルゴリズムである。多くのディザ方法がある。例えば、1995年12月5日にPerumalらに与えられた米国特許第5,473,446号「黒及び補助色置換及びカラーべクトルディザ処理を利用したカラーデジタルハーフトーン処理 (Color Digital Halftoning Using Black and Secondary Color Replacement and Color Vector Dithering)」を参照されたい。

【0007】

1994年7月26日にBestらに与えられた米国特許第5,333,243号「ヒュー=プラス=グレイカラー モデル及び誤差拡散を利用したカラー画像形成方法 (Method for Forming Color Images Using a Hue-Plus-Gray Color Model and Error Diffusion)」では、R、G、B、C、M、Y、K及びWの1色のみが一度に印刷される新規な誤差拡散方法が開示されている。これにより、色のトップにKを印刷する可能性を排除している。当該システムでは、どの色が現時点で最も大きな誤差を有しているかに着目することにより、印刷すべき色を決定している。誤差は通常の誤差拡散と同じようにバスされる。このような方法では、入力に対し特殊な下色除去あるいは制限が要求されるか、あるいはそうでなければ誤差は溢れ出てしまうであろう。例えば、この方法によると、CMYK入力値 (255,0,0,50) はさらに大きな誤差を引き起こすことになるであろう。
30
40

【0008】

1995年5月28日にMottaらに与えられた米国特許第5,402,245号「改善された下色除去及びエラー拡散手順を示すバイレベルデジタルカラープリンタシステム (Bi-level digital color printer system exhibiting improved undercolor removal and error diffusion procedures)」では、入力値Kが最大の入力値であるかに基づくことなく、それが誤差拡散閾値より大きければ、最初にKを印刷するという決定がなされる誤差拡散アルゴリズムが開示される。Kを印刷するよう決定される場合、他の色C、M及びYは考慮されない。誤差が溢れ出ないように、入力に対し特殊な下色除去あるいは制限が再び必要となる。例えば、この方法によると、CMYK入力値 (50,0,0,255) はさらに大きな誤差を引き起こすことになるであろう。
50

【0009】

MottaとDispotoによる研究では、量子化器と出力ハーフトーン信号とのマッピングのアイデアが取り入れられている。この研究では、量子化、誤差計算及び誤差分布からなる誤差拡散ステップが、CIELabやRGB空間のような1つの空間で行われ、量子化器からの出力が印刷装置空間の適切な色にマッピングされる。1997年5月15日にMottaらに与えられた米国特許第5,621,545号「色誤差拡散を利用した画像生成（Image production using color error diffusion）」を参照されたい。しかしながら、当該特許はCMY空間へのマッピングのみにしか言及していない。

【特許文献1】米国特許第6,313,925号

10

【特許文献2】米国特許第5,592,592号

【特許文献3】米国特許第5,473,446号

【特許文献4】米国特許第5,333,243号

【特許文献5】米国特許第5,402,245号

【特許文献6】米国特許第5,621,545号

【非特許文献1】Henry Kang「デジタルカラーハーフトーン処理（Digital Color Halftoning）」（SPIE Press, 2001）

【非特許文献2】Joseph Shu「高画質高解像度インクジェット印刷のためのインク抑制による誤差拡散（Error Diffusion With Ink Reduction for High Quality and High Resolution Ink Jet Printing）」（IEEE International Conference on Image Processing, 1995）

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

本発明は、上記問題点に鑑み、ハーフトーン処理を利用したカラー文書の印刷に使用されるインク及びトナー使用量を減少させる方法及び装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記課題を解決するため、本発明による方法は、ベクトル誤差拡散を実行するステップ、及びアンカーに印刷カラーをマッピングするステップからなる方法であって、前記ベクトル誤差拡散を実行するステップは、各入力画素値をアンカーセットの最近接アンカーに量子化するステップと、前記入力画素値と前記アンカーとの差に基づき誤差を計算するステップと、前記計算された誤差に基づき誤差拡散を実行するステップとを有し、前記アンカーの1以上が前記印刷カラーの1つにマッピングされることを特徴とする。

30

【0012】

さらに、上記課題を解決するため、本発明による装置は、ベクトル誤差拡散を実行する手段、及びアンカーに印刷カラーをマッピングする手段からなる装置であって、前記ベクトル誤差拡散を実行する手段は、各入力画素値をアンカーセットの最近接アンカーに量子化する手段と、前記入力画素値と前記アンカーとの差に基づき誤差を計算する手段と、前記計算された誤差に基づき誤差フィルタリングを実行する手段とを有し、前記アンカーの1以上が前記印刷カラーの1つにマッピングされることを特徴とする。

40

【0013】

さらに、上記課題を解決するため、本発明による装置は、ベクトル誤差拡散を実行するベクトル誤差拡散部、及びアンカーに印刷カラーをマッピングするマッピングユニットからなる装置であって、前記ベクトル誤差拡散部は、各入力画素値をアンカーセットの最近接アンカーに量子化する量子化器と、該量子化器に接続され、前記入力画素値と前記アンカーとの差に基づき誤差を計算する誤差計算ユニットと、該誤差計算ユニットに接続され、前記計算された誤差に基づき誤差フィルタリングを実行するフィルタとを有し、前記アンカーの1以上が前記印刷カラーの1つにマッピングされ、アンカー数が印刷カラー数より多いことを特徴とする。

【0014】

50

さらに、上記課題を解決するため、本発明による方法は、少なくとも1つのブラックドットが1つ以上の他のカラードットとデジタル重複する複数のドットを生成するため、平面単位カラー誤差拡散を実行するステップ、及び前記少なくとも1つのブラックドットにデジタル重複するカラードットを除去するため、デジタル信号にインク使用量減少マッピングを実行するステップからなることを特徴とする。

【0015】

さらに、上記課題を解決するため、本発明による装置は、少なくとも1つのブラックドットが1つ以上の他のカラードットとデジタル重複する複数のドットを生成するため、平面単位カラー誤差拡散を実行する誤差拡散ユニット、及び前記少なくとも1つのブラックドットにデジタル重複するカラードットを除去するため、デジタル信号にインク使用量減少マッピングを実行するインクマッピングユニットからなることを特徴とする。 10

【0016】

さらに、上記課題を解決するため、本発明による方法は、少なくとも1つのブラックドットが1つ以上の他のカラードットと重複する複数のドットを生成するため、ディザ処理を実行するステップ、及び前記少なくとも1つのブラックドットにデジタル重複するカラードットを除去するため、デジタル信号にインク使用量減少マッピングを実行するステップからなることを特徴とする。

【0017】

さらに、上記課題を解決するため、本発明による装置は、少なくとも1つのブラックドットが1つ以上の他のカラードットと重複する複数のドットを生成するため、ディザ処理を実行するディザユニット、及び前記少なくとも1つのブラックドットにデジタル重複するカラードットを除去するため、デジタル信号にインク使用量減少マッピングを実行するインクマッピングユニットからなることを特徴とする。 20

【0018】

さらに、上記課題を解決するため、本発明による方法は、カラー画像データを解析し、非ブラックドットがブラックドットに重複しているか決定するステップ、ブラックドットに重複している1つ以上の非ブラックドットを除去することにより、前記カラー画像データを修正するステップ、及び前記修正されたカラー画像データに対応する出力画像を生成するステップからなることを特徴とする。

【0019】

さらに、上記課題を解決するため、本発明による装置は、カラー画像データを解析し、非ブラックドットがブラックドットに重複しているか決定し、ブラックドットに重複している1つ以上の非ブラックドットを除去することにより、前記カラー画像データを修正するカラー除去器、及び前記修正されたカラー画像データに対応する出力画像を生成する画像生成装置からなることを特徴とする。 30

【0020】

さらに、上記課題を解決するため、本発明による方法は、ブラックカラー平面をハーフトーン処理し、結果を生成するステップ、及び前記結果とセグメンテーションデータを利用して、他のカラー平面をハーフトーン処理するステップからなることを特徴とする。

【発明の効果】

【0021】

本発明によると、ハーフトーン処理を利用したカラー文書の印刷に使用されるインク及びトナー使用量を減少させることが可能な方法及び装置が提供される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下、本発明を実施するための最良の形態を図面に基づき具体的に説明する。

【0023】

デジタルカラーハーフトーン処理は、用紙にデジタルカラー画像を再生するための主要な技術である。少数のパレット(palette)による無数の色の視覚的認識を可能にするヒューマンビジュアルシステムでの空間統合に有効なデジタルカラーハーフトーン技術が説 50

明される。デジタルカラーハーフトーン技術はベクトル形式の誤差拡散である。このベクトル形式による誤差拡散は、印刷処理に使用されるインクやトナーの使用量の軽減、粒状性 (graininess)、色忠実度 (color fidelity)、ロウバストネス・ツー・ミスレジストレーション (robustness to misregistration) 及び/または他の画質評価尺度のような特徴に対する画質の維持または向上を含む本発明の多くの目的を有する。

【0024】

ハーフトーン処理アルゴリズム及びパラメータの選択は、使用されるインク量に影響を与える。(物理的な印刷処理前に) ハーフトーン信号においてより少数のデジタルドットを要求する様々な技術が説明される。インク使用量の減少による他の効果としては、例えば、より迅速な用紙の乾燥、インクジェット処理のより少ないインクの使用、及び環境への影響などが挙げられる。10

[概観]

従来技術によるハーフトーン処理では、C、MあるいはYトナードットがK(黒)トナードットの上に印刷されることが多い。これを「オーバープリント (overprinting)」と呼ぶ。カラーのパッチとK(黒)のパッチを重ねて印刷することにより生成された色は、Kのみでの印刷とほとんど区別することができない。このオーバープリントは画質への貢献がほとんどないことが多い。一実施例では、インク使用量を減らすためこのオーバープリントが軽減される。これを「不要色除去 (waste color removal)」と呼び、一実施例では、Kドット上にデジタルオーバープリントされたカラードットが、ポストハーフトーン処理工程として除去される。20

【0025】

ここで説明されるインク使用量減少技術の一実施例は、ベクトル誤差拡散 (VED) を利用したものである。VEDでは4色(CMYK)すべてが同時にハーフトーン処理され、これにより制御対象のカラードットのオーバープリントが可能になる。4色インクカラー印刷のための従来技術によるVEDでは、各入力画素が4色のインクの合成により印刷可能な16色のうちの1つに量子化される。

【0026】

一実施例では、不要色除去 (WCR) が実行され、Kの上の任意の色がKと同じように現れるという仮定を模倣するようVED誤差計算処理が変更される。

【0027】

30

【表1】

[用語]

| | | |
|-----------|---|----|
| アンカー | 量子化器が量子化可能な任意の値 | |
| C | シアン色(例えば、インク、デジタルドットなど) 一実施例では、C はマチピットカラー値あるいはインク値 | |
| デジタル領域 | アナログセンサ後物理的リンク 前のすべての画像処理 | 10 |
| デジタルドット | デジタル領域における C、Y、M または K の色平面の 1 ピットカラー値 | |
| インク | インク、トナー、ワックス、ダイ、蛍光体及び他の消耗可能な色材などを意味するのに利用される | |
| 粒状性 | 画像の平滑部における視認可能なランダムノイズパターン、粒度 | |
| K | 黒色(例えば、インク、デジタルドットなど) 一実施例では、K はマチピットカラー値あるいはインク値 | 20 |
| M | マゼンタ色(例えば、インク、デジタルドットなど) 一実施例では、M はマチピットカラー値あるいはインク値 | |
| パレット | 色のリスト、表示可能な色全体を除くすべての可能なデジタルカラーの部分集合 | |
| 平面単位の誤差拡散 | 誤差拡散は各色平面に対し他の色平面とは独立に実行される | 30 |
| UCR | 下色除去(Under Color Removal) シアン、マゼンタ及びイエローの組み合わせを黒に変換するプリハーフトーン処理ステップ | |
| VED | 色ベクトル誤差拡散(Color Vector Error Diffusion) すべての色平面が与えられるか、あるいはすべてに対するハーフトーン処理がその他のものに関するして行われる | |
| W | 白色(例えば、デジタルドット) インク、トナーなどが印刷されていない場合に白色となる | |
| WCR | 不要色除去(Waste Color Removal) | 40 |
| Y | 黄色(例えば、インク、デジタルドットなど) 一実施例では、Y はマチピットカラー値あるいはインク値 | |

以下の説明では、本発明のさらなる説明を与えるため多くの詳細が与えられる。しかしながら、本発明がこれら特定の詳細を利用することなく実践可能であるということは、当業者には明らかであろう。他の例では、本発明が不明瞭になることを避けるため、周知の構成及び装置は詳細にではなくブロック図の形式で示される。

【0028】

以下の詳細な説明の一部は、コンピュータメモリ内のデータビットに対する処理のアルゴリズム及び記号表記に関して与えられる。このようなアルゴリズム的な記述及び表記は、データ処理分野における当業者が他の当業者に研究の本質を最も効果的に伝えるために利用する手段である。アルゴリズムとは、所望の結果を導く自己矛盾のないステップシーケンスであると、ここではそして一般的に考えられるものである。これらのステップは物理的な数量に対する物理的操作を要するものである。必須ではないが、通常これらの数量は格納、転送、合成、比較及び操作可能な電子または磁気信号の形をとる。これらの信号をビット、値、要素、記号、文字、項、数などと呼ぶことは通常の利用のためから便利である。

10

【0029】

しかしながら、これらのすべて及び類似の用語は適当な物理量と関連付けされるべきであり、これらの量に付けられた単なる便宜上のラベルであるということを認識すべきである。また、以下の説明から明らかのように、特に言及されない場合、「処理」、「計算」、「決定」、「表示」などの用語を利用した説明は、コンピュータシステムのレジスタ及びメモリの中の物理（電子）量として表されるデータを、当該コンピュータシステムのレジスタあるいはメモリ、または他の情報格納、送信あるいは表示装置の中の物理量として同様に洗わされる他のデータに処理及び変換するコンピュータシステムまたは同様の電子計算装置のアクション及び処理を言及するものである。

【0030】

20

本発明はまた、ここで処理を実行する装置に関する。本発明による装置は、要求された用途向けに作成されたものであってもよいし、格納されているコンピュータプログラムにより選択的に起動または設定される汎用コンピュータから構成されてもよい。このようなコンピュータプログラムは、以下に限定されるものではないが、例えば、フロッピー（登録商標）ディスク、光ディスク、CD - ROM (Compact Disk-Read Only Memory)、光磁気ディスク、ROM (Read Only Memory)、RAM (Random Access Memory)、EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory)、EEPROM (Electronically Erasable and Programmable Read Only Memory)、磁気または光カードを含む任意のタイプのディスク、電子命令の格納に適した任意のタイプのメディアなどの各自がコンピュータシステムバスに接続されているコンピュータ読み出し可能な記憶媒体に格納されてもよい。

30

【0031】

ここで与えられるアルゴリズム及び表示は、本来的には特定のコンピュータや他の装置に関連付けられるものではない。ここで教示に従ったプログラムにより様々な汎用システムが利用可能であり、また要求される方法ステップを実行により特化した装置の構築が便利であるとわかるかもしれない。これら様々なシステムに対し要求される構成が以下の説明から明らかになるであろう。さらに、本発明は特定のプログラミング言語を参照することによる説明は与えられない。ここで説明される本発明の教示を実現するのに様々なプログラミング言語の利用が可能であるということは理解されるであろう。

【0032】

40

マシーン読み出し可能な媒体には、マシーン（例えば、コンピュータ）により読み出し可能な形式での情報の格納または送信のための任意の機構が含まれる。マシーン読み出し可能な媒体には、例えば、ROM、RAM、磁気ディスク記憶媒体、光記憶媒体、フラッシュメモリデバイス、電気、光学、音響また他の形式の伝搬信号（例えば、搬送波、赤外線信号、デジタル信号など）などが含まれる。

【0033】

以下の説明では、入力（または出力）される色は、4色の要素ベクトル（C,M,Y,K）として表すことができる。ただし、C、M、Y及びKは100%のインクに対する割合である。従って、(0.8,0.5,0,0)による色は、プリンタに80%のシアンインク、50%のマゼンタインク、0%のイエロー及びブラックインクを印刷することを要求している。または、入力（または出力）される色は、ある範囲内の値として表すこともできる。例えば、

50

8ビットの実施例では、(255,0,0,0)はプリンタに100%のシアンインク、0%のマゼンタ、イエロー及びブラックインクを印刷することを要求するものである。用いられている表現は直接トナーにマッピングされる必要はない。また、ブラックとオレンジやグリーンのような他のカラーを有するベクトルのように、要素数の異なる他の構成要素を有するベクトルが利用されてもよい。例えば、オレンジとグリーンが加えられた6色の要素ベクトル(C,M,Y,K,O,G)が利用されてもよい。

[不要色除去(WCR)]

図1は、インク使用量の減少を実現する一実施例による構成要素のブロック図である。ソースカラー画像100は、印刷対象のカラー画像に対応するカラー画像データを提供する。ソースカラー画像100からのカラー画像データは、典型的には、RGB信号の形式で与えられる。しかしながら、任意のフォーマットによるカラー画像データが利用可能である。

10

【0034】

一実施例において、RGBカラーデータは、任意の既知の変換技術を利用して、カラーコンバータ110によりCMYKカラーデータに変換される。一実施例では、カラーコンバータ110はまた、C、M及びYの無色値をKに置き換えるプレハーフトーン処理である下色除去(UCR)を実行する。すなわち、UCRは各入力カラーを新しい入力カラーにマッピングする。UCRは、8ビットのC、M、Y及びKの値のような入力画素に対し実行される。例えば、UCR処理の一実施例では、以下の変換が行われる。すなわち、

$$K_{\text{new}} = K + \min(C, M, Y)$$

20

$$C_{\text{new}} / M_{\text{new}} / Y_{\text{new}} = C / M / Y - \min(C, M, Y)$$

である。例えば、ソースとして(100,30,220,0)のCMYKカラー値は、(70,0,190,30)に変換される。この新しいカラー値では、ハーフトーン処理後に要求されるインク使用量をより少なくする傾向がある。

【0035】

ハーフトーン装置120は、CMYKカラーデータを受け取り、修正されたC' M' Y' K'カラーデータを生成する。一実施例では、入力カラーデータは32ビットデータストリーム(C、M、Y及びKの各々に8ビットずつ)であり、出力カラーデータは4ビットデータストリーム(C'、M'、Y'及びK'の各々に8ビットずつ)である。一実施例では、ハーフトーン装置120は誤差拡散ユニットから構成される。あるいは、ハーフトーン装置120はディザユニットから構成されてもよい。ハーフトーン装置120により実行される誤差拡散あるいはディザ処理は、平面単位あるいはベクトル単位で行われてもよい。

30

【0036】

ハーフトーン装置120からの出力は、カラーデータの解析により冗長なカラーデータを決定する不要色除去装置130により処理される。例えば、複数のカラードットがブラックドットと空間的に同じ位置に供される場合、出力画像の完全さを失すことなく非ブラックドットの消去が可能である。不要色除去装置130は、修正されたカラー画像データを生成し、出力装置140に供給する。出力装置140は、この修正されたカラー画像データに基づき画像を生成する。

【0037】

40

一実施例では、出力装置140は、上記処理がなされない場合にソース画像の生成に必要となる量よりもより少ないインク使用量で印刷することが可能なプリンタ(インク、レーザ、ワックスなど)やデジタルコピー機のプリンタエンジンである。本明細書を通じ、「インク」という単語はインク、トナーまたはワックスを意味する。また、他の出力装置が利用されてもよい。例えば、後の送信や印刷のために、出力画像データが記憶媒体により格納されてもよい。

【0038】

以下で詳細に説明されるように、インクマッピング処理では、アンカーがインクにマッピングされる。

[WCR及び誤差拡散]

50

図 2 Aは、誤差拡散ユニットを備えたWCRデータフロー図である。図 2 Aを参照するに、誤差拡散ユニット 2 1 0 は、各色平面を独立に処理する平面単位誤差拡散処理を実行する。一実施例では、誤差拡散ユニット 2 0 1 は、CMYKベクトル値に誤差拡散処理を実行する。CMYKの各値は、任意サイズのデータが入力可能であるが、図 2 のように8ビット値として示される。平面単位誤差拡散処理の結果は不要色除去装置 2 0 2 に供給され、上述のようなインク使用量減少マッピング処理が実行される。この結果には、KドットとC、MあるいはYドットとが重複する画素が含まれる。8ビットのCMYK値の場合では、この結果は、CMYKのカラードットを印刷すべきかを示す各CMYK値のための1ビット値である。不要色除去装置 2 0 2 は、ハーフトーン処理後、ブラックドットとデジタル的に重複するカラードットの除去を実行する。図 3 は、WCRの一例を示す図である。

10

【 0 0 3 9 】

一実施例では、Kドットに重複するカラードットの100%が除去される。これを100%WCRと呼ぶ。他の実施例では、Kドットに重複するカラードットの一部のみが除去される。これは、セグメンテーションデータ 1 9 0 (オプショナル) のようなセグメンテーションデータがWCRへの入力として利用可能な場合、あるいは近傍のハーフトーンドットに基づく場合であるかもしれない。例えば、一実施例において、Kドットに重複するカラードットが、それと同じ色の他のドットから孤立しない場合に限って、当該カラードットは除去される。重複しているドットすべてを除去しないもう1つの理由は、KCの印刷のようなKにさらなる深みを与えるためである。

【 0 0 4 0 】

セグメンテーションデータの場合、セグメンテーションデータは、例えば、ブラック対非ブラック領域、(例えば、コピー機の)画像対テキストモード、画像の処理領域が関心領域(ROI)にあるかを示すかもしれない。そのようなセグメンテーションデータの取得は既知の方法により実行可能である。

20

【 0 0 4 1 】

一実施例では、チェックされたミスレジストレーションにより物理的ブラックドットと重複すると予想されるカラードットが除去されてもよい。

[WCR及びディザ処理]

図 2 Bは、ディザユニットを備えたWCRデータフロー図である。図 2 Bを参照するに、ディザユニット 2 0 3 は、各平面に対し独立にディザ処理を実行する。

30

【 0 0 4 2 】

高画質化のため、WCRの実行前にディザ処理を行う1つの方法は、同じサイズのマスクを利用することである。マスクサイズを均一にすることにより、モアレを避けることができ、WCRステップ後良好な画質を実現することができる。例えば、従来技術によると、シアンとマゼンタマスクはブラックマスクから±30度に設定される。しばしば、シアンとマゼンタマスクは同じサイズとなる。

【 0 0 4 3 】

一実施例では、約15度と75度で同じサイズであるマスクが利用される。例えば、そのようなマスクとして、マスクD₁、マスクD₂及びマスクD₃の3つがある。シアンチャンネルはマスクD₁により、マゼンタチャンネルはマスクD₂により、イエローチャンネルはマスクD₃により、ブラックチャンネルはマスクD₁、D₂またはD₃(画像全体で首尾一貫して1つが選ばれる)により、それぞれディザ処理される。

40

【 0 0 4 4 】

同一サイズのマスク生成は、シアンとマゼンタに対し同じサイズのマスクをすでに有する既知のディザマスクセットから開始される。もとのシアンまたはマゼンタマスクの値のシフト、これらの値の反転(正のノイズは負に、負のノイズは正に反転させる)、あるいは他の処理によって、同一サイズの新しいマスクを導出することができる。

【 0 0 4 5 】

一実施例では、シアンチャンネルは(角度15度の)マスクD₁により、イエローチャンネルは同一サイズであるが異なる角度(例えば、角度75度)のマスクD₂により、ブ

50

ラックチャンネルはマスクD₁またはD₂（全体を通じて）により、マゼンタチャンネルはマスクD₁を反転したものにより、それぞれディザ処理される。

【0046】

他の実施例では、シアンチャンネルは（上記と同様）マスクD₁により、ブラックチャンネルはマスクD₁を反転したものにより、マゼンタチャンネルはマスクD₂により、イエローチャンネルはマスクD₂を反転させたものにより、それぞれディザ処理される。

[ベクトル誤差拡散 (VED)]

一実施例において、ハーフトーン装置120はベクトル誤差拡散ユニットから構成される。ベクトル誤差拡散では、処理のためすべての色平面が同時に利用可能である。誤差拡散ユニット201により実行される平面単位EDと比較して、すべての色平面が利用可能であることにより、量子化（距離メトリックを含む）、誤差計算及び誤差フィルタリング処理の3つの処理ブロックにおいて、より高い柔軟性が可能となる。10

【0047】

図4は、ベクトル誤差拡散処理を実行する誤差拡散ユニットの一実施例のフロー図である。図4に示される各ブロックは、ハードウェア（例えば、回路、専用論理など）、ソフトウェア（例えば、汎用コンピュータシステムや専用マシーンにより実行される）、あるいはそれらを組み合わせたものから構成される処理論理を備える。

【0048】

図4を参照するに、CMYK入力画素400が加算ユニット401に入力される。一実施例では、各CMYK値は8ビットである。加算ユニット401はまた、誤差フィルタリングユニット404から入力を受け取り、誤差拡散に関する既知の方法により、前の入力画素に量子化処理を行った結果として生成される誤差値を入力画素400に適用する。20

【0049】

加算ユニット401の出力が量子化器402に供給され、ベクトル量子化処理が実行され、誤差計算ユニット403に供給される。量子化器402は、既知のカラー量子化テクニックを実行する。量子化器402の出力はC'M'Y'K'インク（またはトナー）410を表す。一実施例では、C'M'Y'K'インク410は1ビット値である。

【0050】

量子化器402の出力はまた、量子化器402の入出力の差を計算する誤差計算ユニット403に供給される。この処理は平面単位で実行されてもよい。この出力される誤差は、誤差値を加算ユニット404に与える誤差フィルタリングユニット404に供給され、CMYK入力画素の他の画素に当該誤差が拡散される。30

【0051】

図5は、不要色除去処理に先行する修正されたベクトル誤差拡散処理を実行する誤差拡散ユニットの一実施例のフロー図である。図5に示される各ブロックは、ハードウェア（例えば、回路、専用論理など）、ソフトウェア（例えば、汎用コンピュータシステムや専用マシーンにより実行される）、あるいはそれらを組み合わせたものから構成される処理論理を備える。

【0052】

図5を参照するに、CMYK入力画素500が加算ユニット501に供給される。一実施例では、各CMYK画素は8ビットである。加算ユニット501はまた、誤差フィルタリングユニット504からの入力を受け取り、誤差拡散に関する既知の方法により、前の入力画素に量子化処理を行った結果として生成される誤差値を入力画素500に適用する。40

【0053】

加算ユニット501の出力が量子化器502に供給され、ベクトル量子化処理が実行され、誤差計算ユニット503に供給される。量子化器502は、距離メトリックdを利用して、この入力画素をアンカーセットの最近接アンカーに量子化する。アンカーセットは量子化器502に利用可能なカラーセットであり、印刷可能な色数以上であってもよい。一実施例では、アンカーセットは16のベーシックアンカーを含み、これらのアンカーは量子化に利用可能なベーシックインクの組み合わせ（C,M,Y,K,CM,CY,CK,MY,MK,YK,CMY,CM

K,CYK,MYK,CMYK, W) である。また距離L₁ が最も近いインクの決定のため距離メトリックdに対し選ばれる。距離L₁ は、

【0 0 5 4】

【数9】

$$d(x, y) = \sum_i |x_i - y_i|$$

10

として表される。一実施例では、アンカーは8ビットの番号である。あるいは、量子化器502は、ユークリッド距離L₂ あるいは他の既知の距離測度を使って最近接インクを決定するかもしれない。ここで、距離L₂ は、

【0 0 5 5】

【数10】

$$d(x, y) = \sqrt{\sum (x_i - y_i)^2}$$

20

として表される。入力画素が量子化されるアンカーは印刷可能な色である必要はない。

【0 0 5 6】

量子化器502のアンカー出力520は、不要色除去装置(WCR)530に供給される。WCR530は、アンカー出力520を1以上のインクにマッピングする。一実施例では、WCR530は、以下の表2に従ってアンカーをインクにマッピングする。

【0 0 5 7】

【表2】

表2

| | アンカー | | | | インク |
|--------------|------|-----|-----|-----|--------|
| | C | M | Y | K | |
| ベースックカラー | 0 | 0 | 0 | 0 | W |
| | 255 | 0 | 0 | 0 | C' |
| | 0 | 255 | 0 | 0 | M' |
| | 0 | 0 | 255 | 0 | Y' |
| | 255 | 255 | 0 | 0 | C'M' |
| | 255 | 0 | 255 | 0 | C'Y' |
| | 0 | 255 | 255 | 0 | M'Y' |
| | 255 | 255 | 255 | 0 | C'M'Y' |
| Kへのすべてのマッピング | 0 | 0 | 0 | 255 | K' |
| | 255 | 0 | 0 | 255 | K' |
| | 0 | 255 | 0 | 255 | K' |
| | 255 | 255 | 0 | 255 | K' |
| | 0 | 0 | 255 | 255 | K' |
| | 255 | 0 | 255 | 255 | K' |
| | 0 | 255 | 255 | 255 | K' |
| | 255 | 255 | 255 | 255 | K' |

10

20

WCR 5 3 0 の出力はC' M' Y' K' インク 5 1 0 である。一実施例では、C' M' Y' K' インク 5 1 0 は1ビット値である。

【0058】

量子化器 5 0 2 の出力はまた、量子化器 5 0 2 の入出力の差を計算する誤差計算ユニット 5 0 3 に供給される。この処理は平面単位で実行されてもよい。すなわち、誤差計算ユニット 5 0 3 の出力は、以下の式に従って計算される。

【0059】

誤差 = (input(C)-anchor(C), input(M)-anchor(M), input(Y)-anchor(Y), input(K)-anchor(K))

この出力される誤差は、誤差値を加算ユニット 5 0 2 に与える誤差フィルタリングユニット 5 0 4 に供給され、CMYK入力画素 5 0 0 の他の画素に当該誤差が拡散される。誤差フィルタリングユニット 5 0 4 により実行されるこのフィルタリング処理は、平面単位で実行されてもよい。あるいは、誤差フィルタリング処理は、色平面間の誤差を与えてよい。

40

【0060】

色平面へのベクトル処理に基づく上記実施例に関する変形が可能である。また、上記マッピングはK及び他の値へのものであってもよい。例えば、4色の要素ベクトル(255, 255, 255, 255)はKCにマッピングされてもよい。

[インク使用量減少テクニックの他の実施例]

アンカーは同じ 16 色 C, M, Y, K, CM, CY, CK, MY, MK, YK, CMY, CMK, CYK, MYK, CMYK, W であってもよいが、他の実施例では異なっていてもよい。他の実施例では、例えば、((0.35C, K), (0.31M, K), (0.31M, 0.31Y, K), (0.31C, 0.31Y, K), (0.35C, 0.35M, K), (.067C, 0.67M, 0.67Y, K)) のような他のアンカーが使用されてもよい。これら追加的なアンカーはKにマッピングされる。このマッピング処理は、量子化器がアンカーを実際の印刷カラーにマッピングした

50

後、実行される。一実施例では、これらすべての追加的アンカーは、印刷出力Kへの量子化後、マッピングされる。

【0061】

図6は、量子化器602とインクマッピングユニット630以外は図5のフロー図と同様の誤差拡散ユニットの他の実施例のフロー図である。図6に示される各ブロックは、ハードウェア（例えば、回路、専用論理など）、ソフトウェア（例えば、汎用コンピュータシステムや専用マシーンにより実行される）、あるいはそれらを組み合わせたものから構成される処理論理を備える。図6を参照するに、量子化器602は、加算ユニット501からの出力を、例えば、前述の距離 L_1 または L_2 の距離メトリックdを利用してアンカーセットの最近接アンカーに量子化する。アンカーセットには、図5に関して説明されたベーシックカラー及びブラックアンカーと共にいくつかの追加的アンカーが含まれる。最近接アンカーはアンカー620として出力される。一実施例では、アンカー620は8ビットアンカーである。
10

【0062】

表3は、インクマッピングユニット630により実行されるインクマッピング処理を示す。ここで、表3はまた追加的アンカーを含んでいる。

【0063】

【表3】

表3

| | アンカー | | | | インク |
|--------------|------|-----|-----|-----|--------|
| | C | M | Y | K | |
| 追加/修正 | 275 | 280 | 290 | 0 | K' |
| | 90 | 0 | 0 | 255 | K' |
| | 0 | 80 | 0 | 255 | K' |
| | 0 | 80 | 80 | 255 | K' |
| | 80 | 0 | 80 | 255 | K' |
| | 90 | 90 | 0 | 255 | K' |
| | 170 | 170 | 170 | 255 | K' |
| ペーチックカラー | 0 | 0 | 0 | 0 | W |
| | 255 | 0 | 0 | 0 | C' |
| | 0 | 255 | 0 | 0 | M' |
| | 0 | 0 | 255 | 0 | Y' |
| | 255 | 255 | 0 | 0 | C'M' |
| | 255 | 0 | 255 | 0 | C'Y' |
| | 0 | 255 | 255 | 0 | M'Y' |
| | 255 | 255 | 255 | 0 | C'M'Y' |
| Kへのすべてのマッピング | 0 | 0 | 0 | 255 | K' |
| | 255 | 0 | 0 | 255 | K' |
| | 0 | 255 | 0 | 255 | K' |
| | 255 | 255 | 0 | 255 | K' |
| | 0 | 0 | 255 | 255 | K' |
| | 255 | 0 | 255 | 255 | K' |
| | 0 | 255 | 255 | 255 | K' |
| | 255 | 255 | 255 | 255 | K' |

10

20

30

[インク使用量減少テクニックのさらなる他の実施例]

他の実施例では、量子化器はすべてのカラー(, , , 255)を含む追加的アンカーを有するかもしれない。ただし、 、 及び は0から255までの任意の値である。このため、追加的アンカーはKにマッピングされる。図7は、そのような量子化器を備えた誤差拡散ユニットのさらなる他の実施例のフロー図である。図7に示される各ブロックは、ハードウェア(例えば、回路、専用論理など)、ソフトウェア(例えば、汎用コンピュータシステムや専用マシンにより実行される)、あるいはそれらを組み合わせたものから構成される処理論理を備える。図7を参照するに、量子化器702は、アンカー720を生成し、インクマッピングユニット730がそれを特定のインクにマッピングする。この場合におけるアンカーとインクのマッピングが、以下の表4に示される。

40

【0064】

【表4】

表4

| | アンカー | | | | インク |
|--------------|----------|---------|----------|-----|--------|
| ペーシックカラー | 0 | 0 | 0 | 0 | W' |
| | 255 | 0 | 0 | 0 | C' |
| | 0 | 255 | 0 | 0 | M' |
| | 0 | 0 | 255 | 0 | Y' |
| | 255 | 255 | 0 | 0 | C'M' |
| | 255 | 0 | 255 | 0 | C'Y' |
| | 0 | 255 | 255 | 0 | M'Y' |
| | 255 | 255 | 255 | 0 | C'M'Y' |
| Kへのすべてのマッピング | α | β | γ | 255 | K' |

10

20

30

従来技術による平面単位誤差拡散 (pbpED) と、すべてのカラー (, , , 255) を含む追加的アンカーを有する量子化器 702 と任意のカラー (, , , 255) をKにマッピングするマッピング規則に従うインクマッピングユニット 730との利用との比較が、以下で説明される。入力及び結果として得られる各ベクトルは、CMYK値の順序集合である。

【0065】

【表 5】

| | | | |
|----------------|--|--|----|
| 例 1: | カラー (C, Y, M, K) | | |
| 入力 | (0, 200, 100, 200) | | |
| pbpED Q: | (0, 255, 0, 255) → MK を印刷 | | |
| pbp 誤差 : | (0, -55, 100, -55) | | |
| quant (702) Q: | (0, 200, 100, 255) → map (730) → K を印刷 | | |
| 誤差 (703) | (0, 0, 0, -55) | | 10 |
| 例 2: | | | |
| 入力 : | (200, 0, 0, 0) | | |
| pbpED Q: | (255, 0, 0, 0) → C を印刷 | | |
| pbp 誤差 : | (-55, 0, 0, 0) | | |
| quant (702) Q: | (255, 0, 0, 0) → map (730) → C を印刷 | | |
| 誤差 (703) | (-55, 0, 0, 0) | | |
| 例 3: | | | 20 |
| 入力 : | (200, 0, 0, 200) | | |
| pbpED Q: | (255, 0, 0, 255) → CK を印刷 | | |
| pbp 誤差 : | (-55, 0, 0, -55) | | |
| quant (702) Q: | (200, 0, 0, 255) → map (730) → K を印刷 | | |
| 誤差 (703) | (0, 0, 0, -55) | | |

[他の修正されたベクトル誤差拡散テクニック]

30

図 8 は、不要色除去処理に先行するベクトル誤差拡散処理を実行する誤差拡散ユニットの一実施例のフロー図である。図 8 に示される各ブロックは、ハードウェア（例えば、回路、専用論理など）、ソフトウェア（例えば、汎用コンピュータシステムや専用マシーンにより実行される）、あるいはそれらを組み合わせたものから構成される処理論理を備える。

【0066】

図 8 を参照するに、CMYK入力画素 800 が加算ユニット 801 に供給される。一実施例では、各CMYK画素は 8 ビットである。加算ユニット 801 はまた、誤差フィルタリングユニット 804 からの入力を受け取り、誤差拡散に関する既知の方法により、前の入力画素に量子化処理を行った結果として生成される誤差値を入力画素 800 に適用する。

40

【0067】

加算ユニット 801 の出力が量子化器 802 に供給され、ベクトル量子化処理が実行され、誤差計算ユニット 803 に供給される。量子化器 802 は、一実施例の距離 L_1 を利用して、この入力画素を 16 のベーシックアンカーの最近接アンカーに量子化する。この量子化は平面単位で実行される。より詳細には、これらのアンカーは、量子化に利用可能な 4 つのインクのベーシックな組み合わせ (C, M, Y, K, CM, CY, CK, MY, MK, YK, CMK, CYK, MYK, CMYK, W) である。また距離 L_1 が最も近いインクの決定のため選ばれる。一実施例では、アンカーは 8 ビットの番号である。あるいは、量子化器 802 は、ユークリッド距離 L_2 あるいは他の既知の距離測度を使って最近接インクを決定するかもしれない。ここで、入力画素が量子化されるアンカーは印刷可能な色である必要はない。

50

【0068】

量子化器802のアンカー出力820は、マッピングユニット830に供給される。マッピングユニット830は、アンカー出力820をインクにマッピングする。一実施例では、マッピングユニット830は、以下の表6に従ってアンカーをインクにマッピングする。ここで、255に等しいKを有するすべてのアンカーはKにマッピングされる。

【0069】

【表6】

表6

10

| | C | M | Y | K | Inks |
|--------------------------|-----|-----|-----|-----|--------|
| ペーパー色 | 0 | 0 | 0 | 0 | W' |
| | 255 | 0 | 0 | 0 | C' |
| | 0 | 255 | 0 | 0 | M' |
| | 0 | 0 | 255 | 0 | Y' |
| | 255 | 255 | 0 | 0 | C'M' |
| | 255 | 0 | 255 | 0 | C'Y' |
| | 0 | 255 | 255 | 0 | M'Y' |
| | 255 | 255 | 255 | 0 | C'M'Y' |
| KにマッピングされるK=255のすべてのアンカー | 255 | 0 | 0 | 255 | K' |
| | 0 | 255 | 0 | 255 | K' |
| | 255 | 255 | 0 | 255 | K' |
| | 0 | 0 | 255 | 255 | K' |
| | 255 | 0 | 255 | 255 | K' |
| | 0 | 255 | 255 | 255 | K' |
| | 255 | 255 | 255 | 255 | K' |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | K' |

20

30

マッピングユニット830の出力はC'M'Y'K'インク810である。一実施例では、C'M'Y'K'インク810は1ビット値である。

【0070】

量子化器802の出力はまた、量子化器802の入出力の差を計算する誤差計算ユニット803に供給される。すなわち、誤差計算ユニット803の出力は、以下に従って計算される。

【0071】

40

【表7】

```

if anchor(k) =255, then
    誤差 = (0, 0, 0, input(k)-anchor(k))
else
    誤差 = (input(c)-anchor(c),
            input(m)-anchor(m),
            input(y)-anchor(y),
            input(k)-anchor(k))

```

10

量子化器802がK平面に対し255に量子化しない場合、誤差計算は従来技術による平面単位誤差計算である。量子化器802がK平面に対し255に量子化する場合、誤差はC、M及びY平面に対し0となる。K平面に対する誤差は通常通り計算される。

【0072】

この出力される誤差は、誤差値を加算ユニット802に与える誤差フィルタリングユニット804に供給され、CMYK入力画素800の他の画素に当該誤差が拡散される。一実施例では、誤差フィルタリングユニット804のフィルタリング処理を実行するフィルタは、Stucki12タップフィルタから構成される(Henry Kang, "Digital Color Halftoning", SPIE Press, 2001を参照されたい)。

20

【0073】

誤差フィルタリングユニット804により実行されるこのフィルタリング処理は、平面単位で実行されてもよい。あるいは、誤差フィルタリング処理は、色平面間の誤差を与えてよい。

【0074】

本発明による誤差拡散テクニックのいくつかの適用事例が以下で与えられる。入力及び結果として得られる各ベクトルは、CMYK値の順序集合である。

【0075】

30

【表 8】

例 1 : カラー(C, Y, M, K)
 入力 : (0, 200, 100, 200)
 pbpED Q: (0, 255, 0, 255) → MK を印刷
 pbp 誤差 : (0, -55, 100, -55)
 quant(802) Q: (0, 255, 0, 255) → map(830) → K を印刷
 誤差 (803) (0, 0, 0, -55)

10

例 2
 入力 : (100, 0, 0, 100)
 pbpED Q: (0, 0, 0, 0) → map(830) → W を印刷
 pbp 誤差 : (100, 0, 0, 100)
 quant(802) Q: (0, 0, 0, 0) → W を印刷
 誤差 (803) (100, 0, 0, 100)

例 3

入力 : (200, 0, 0, 200)
 pbpED Q: (255, 0, 0, 255) → CK を印刷
 pbp 誤差 : (-55, 0, 0, -55)
 quant(802) Q: (255, 0, 0, 255) → map(830) → K を印刷
 誤差 (803) (0, 0, 0, -55)

20

[平面単位誤差拡散、WCR及び誤差拡散の数学的記述]

従来の平面単位誤差拡散が数学的に説明され、その後でWCR(平面単位誤差拡散により)と前述の誤差拡散テクニックに対して同様の方程式群が導出される。

30

[平面単位誤差拡散]

平面単位誤差拡散は、典型的には3つの式、すなわち、前の画素からの誤差を加えることにより入力を修正する式、当該誤差を定義する式及び量子化器を定義する式により説明される(以下の式(1)、(2)及び(3)を参照されたい)。

【0076】

$x(t)$ を位置 t の入力画像信号とする。従来技術に従って、平面単位誤差拡散はこの信号と継承された誤差とを加え合わせたものとして特徴付けされる以下の2つの方程式により説明される。

【0077】

【数11】

40

$$\bar{x}(t) = x(t) + \sum_{j=1}^J h_j \cdot n(t-j) \quad (1)$$

ここで

【0078】

【数12】

$$\tilde{x}(t)$$

は誤差拡散出力信号であり、また当該誤差は以下により求められる。

【0079】

【数13】

$$Q(\tilde{x}(t)) = \tilde{x}(t) - n(t) \quad (2)$$

10

ここで $h = (h_1, \dots, h_j)$ は

【0080】

【数14】

$$\sum_{j=1}^J h_j = 1$$

20

を満たす誤差拡散フィルタであり、 $Q(\cdot)$ は量子化演算子である。簡単化のため、すべての t に対して、

【0081】

【数15】

$$x(t) \in [0,1]$$

30

であると仮定する。従って、量子化器は以下のように定義される。

【0082】

【数16】

$$Q(x(t)) = \begin{cases} 1, & x(t) \geq 0.5 \\ 0, & x(t) < 0.5 \end{cases} \quad (3)$$

40

式(1)と(2)を組み合わせることにより、以下の量子化出力が導かれる。より詳細には、式(2)を以下のように書き換える。

【0083】

【数17】

$$\tilde{x}(t) = Q(\tilde{x}(t)) + n(t)$$

これを式(1)に代入することにより、

50

【 0 0 8 4 】

【 数 1 8 】

$$Q(\bar{x}(t)) = x(t) - n(t) + \sum_{j=1}^J h_j \cdot n(t-j) \quad (4)$$

が得られる。 $h_0 = -1$ として

【 0 0 8 5 】

【 数 1 9 】

10

$$\tilde{h} = (h_0, h_1 \dots h_J)$$

を定義することにより、式(4)は以下のように表すことができる。

【 0 0 8 6 】

【 数 2 0 】

20

$$\begin{aligned} Q(\bar{x}(t)) &= x(t) + h_0 \cdot n(t) + \sum_{j=1}^J h_j n(t-j) \\ &= x(t) + \sum_{j=0}^J h_j n(t-j) \end{aligned}$$

この拡張されたフィルタ

【 0 0 8 7 】

【 数 2 1 】

30

$$\tilde{h} = (h_0, h_1, \dots, h_J)$$

はハイパスフィルタであり、この量子化出力はもとの信号と高周波ノイズとして解釈される。

[カラーに拡張された平面単位誤差拡散]

CMYK入力に対し、信号xは4次元ベクトル

$$x(t) = (x_C(t), x_M(t), x_Y(t), x_K(t))^T$$

40

により与えられる。平面単位誤差拡散が各色平面に独立に適用される場合、各量子化出力は式(4)により以下のように表すことができる。

【 0 0 8 8 】

【数22】

$$\begin{aligned} Q(\tilde{x}_C(t)) &= x_C(t) + \sum_{j=0}^J h_j \cdot n_C(t-j), \\ Q(\tilde{x}_M(t)) &= x_M(t) + \sum_{j=0}^J h_j \cdot n_M(t-j), \\ Q(\tilde{x}_Y(t)) &= x_Y(t) + \sum_{j=0}^J h_j \cdot n_Y(t-j), \\ Q(\tilde{x}_K(t)) &= x_K(t) + \sum_{j=0}^J h_j \cdot n_K(t-j). \end{aligned} \quad (5)$$

10

[平面単位誤差拡散に続く不要色除去(WCR)]

100%WCRでは、色平面のあるドットが除去されるのは、ハーフトーン処理されたブラック平面が当該位置にKドットを配置している場合である。従って、平面単位誤差拡散に続く100%WCRでは、まず各色平面が独立に誤差拡散される。次のステップで、K出力が各色出力と以下のようにして合成される。すなわち、K平面の出力がKを印刷する信号を表す「1」である場合、C、M及びYの各色平面の出力はC、MまたはYを印刷しない信号を表す「0」に設定される。従って、KハーフトーンのWCRの出力は変わらないが、C、M及びYハーフトーンに対してWCR出力は以下のようになる。

【0089】

20

$$Q_{WCR}(x(t)) = (1-Q(x_K(t))) \cdot Q(x(t)) \quad (6)$$

ここで、

【0090】

【数23】

$$\lambda \in \{C, M, Y\}.$$

30

である。

[誤差拡散]

図8のインク使用量減少テクニックでは、誤差は平面単位誤差拡散と異なる方法により計算される。また、図8のインク使用量減少テクニックは、量子化出力に適用されるWCRを含んでいる。図6において誤差計算は以下のように説明されている。

【0091】

【表9】

```

if anchor(k) = 255
    誤差 = (0,0,0,input(k)-anchor(k))
else
    誤差 = (input(c)-anchor(c),
            input(m)-anchor(m),
            input(y)-anchor(y),
            input(k)-anchor(k))

```

40

式anchor(K)はハーフトーン処理されたK平面のドットであるので、色平面の誤差はすでにハーフトーン処理されたK平面による影響を受ける。ハーフトーン処理されたKがドット

50

を印刷しない場合、誤差は図 4 に示されたVEDと同じように計算される。量子化ボックスにおいて距離 L_1 が選ばれる場合、VED 量子化処理は平面単位誤差拡散量子化処理と同じものとなる。この考察を式(1)及び(2)の数学的表現に変換すると、以下のような。

【0092】

ハーフトーン処理されたK平面は、K平面の平面単位誤差拡散と同様に、式(5)からの出力

【0093】

【数24】

10

$$Q(\tilde{x}_K(t)).$$

によりモデル化される。

【0094】

式(1)及び(2)の記述に従って、3つのカラー平面

【0095】

【数25】

20

$$\lambda \in \{C, M, Y\}$$

は、入力信号と継承された誤差とを加え合わせたもの

【0096】

【数26】

$$\tilde{x}_\lambda(t) = x_\lambda(t) + \sum_{j=1}^J h_j \overline{n_\lambda}(t-j), \quad (7)$$

30

によりモデル化される。また当該誤差は、

【0097】

【数27】

$$\overline{n_\lambda}(t) = (1 - Q(\tilde{x}_K(t))) \cdot (\tilde{x}_\lambda(t) - Q(\tilde{x}_\lambda(t))) = (1 - Q(\tilde{x}_K(t))) \cdot n_\lambda(t). \quad (8)$$

40

として表される。100%WCRを式(6)を用いて量子化出力

【0098】

【数28】

$$Q(\tilde{x}_\lambda(t)),$$

50

に適用すると、最終的な2進信号は

【0099】

【数29】

$$Q(\tilde{x}_\lambda(t)) = (1 - Q(\tilde{x}_K(t))) \cdot Q(\tilde{x}_\lambda(t)). \quad (9)$$

10

により表すことができる。

【0100】

図8のインク使用量減少テクニックの記述では、K平面のハーフトーン出力が利用可能である場合、当該テクニックは各カラー平面に分離可能であるということを示している。この分離処理は図9及び図10に示されるように行われる。図9を参照するに、ユニット901により平面単位誤差拡散処理(pbpED)がブラックカラー平面に対し実行される。ユニット901の出力K'は、他のカラー平面のための誤差拡散ユニットとWCRユニットに供給される。そのようなペアの1つ910が図10において詳細に示される。図10に示された実施例は、非ブラックカラー平面の何れに対して用いられてもよい。図10を参考するに、ブラック平面に対し実行される平面単位誤差拡散処理の結果、すなわちK'が、誤差計算ユニット1003とWCR1030に供給される。

【0101】

図10では、まずブラック平面が処理され、他のカラー平面の処理時にこの結果が利用されているが、まずブラック平面と1つ以上の他のカラー平面が処理され、この処理結果を他のカラー平面の処理に利用するようにしてもよい。すなわち、カラー平面の第1セットが処理され、(追加的情報を含む)その出力が他のカラー平面のハーフトーン処理に利用される。この追加的情報とは、前述のセグメンテーションデータであってもよい。あるいは、ブラック以外の1つ以上のカラー平面がまず処理され、その結果が他のビット平面の処理に利用されてもよい。

【コンピュータシステムの実現例】

30

一実施例では、前述のテクニックは、例えば、コンピュータシステムやカラープリンタのような電子システムにより実行される命令シーケンスとして実現される。これらの命令は電子装置により記憶及び受信可能である(例えば、ネットワーク接続を介し)。図11は、電子システムの一実施例のブロック図である。

【0102】

電子システム1100は、情報を通信するためのバス1101または他の通信装置と、情報を処理するためのバス1101に接続されたプロセッサ1102から構成される。1つのプロセッサを備えた電子システム1100が示されているが、電子システム1100は複数のプロセッサ及び/またはコプロセッサを備えていてもよい。電子システム1100は、さらに、バス1101に接続され、情報及びプロセッサ1102により実行される命令を格納するRAM(Random Access Memory)または他の情報記憶装置1104(「メモリ」と呼ばれる)を備える。メモリ1104はまた、プロセッサ1102による命令の実行中、一時的な変数や他の中間情報の格納に利用されてもよい。

40

【0103】

電子システム1100はまた、バス1101に接続され、プロセッサ1102のための静的情報及び命令を格納するROM(Read Only Memory)及び/または他の静的記憶装置1106を備える。情報及び命令を格納するデータ記憶装置1107がバス1101に接続される。磁気ディスクや光ディスクのようなデータ記憶装置1107とそれに対応するドライブが、電子システム1100に接続される。

【0104】

50

電子システム 1100 はまた、ユーザに情報を表示する、CRT (Cathode Ray Tube) や LCD (Liquid Crystal Display) のような選択的に配置される表示装置 1120 にバス 1101 を介し接続されてもよい。入出力装置 1125 は、例えば、方向情報やコマンド選択をプロセッサ 1102 に伝え、表示装置 1120 上のカーソルの動きを制御するマウス、トラックボールやカーソル方向キーのようなカーソル制御装置を備えていてもよい。電子システム 1100 は、さらに、ローカルエリアネットワーク (LAN) のようなネットワークへのアクセスを提供するネットワークインターフェース 1130 を備えている。

【0105】

命令は、例えば、磁気ディスク、ROM 集積回路、CD-ROM (Compact Disk-Read Only Memory) や DVD (Digital Versatile Disk) のような記憶装置から、1 以上の電子的にアクセス可能なメディアへのアクセスを有線あるいは無線により提供するリモート接続 (例えば、ネットワークインターフェース 1130 を介しネットワーク上に) を介しメモリに与えられる。他の実施例では、ハードウェア的な回路が、ソフトウェア的な命令に代わって、あるいはそれらの組み合わせにより利用されてもよい。すなわち、命令シーケンスの実行は、ハードウェアによる回路とソフトウェアによる命令の特定の組み合わせに限定されるものではない。

【0106】

以上、本発明の実施例が説明されたが、本発明はこれらに限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の範囲内で様々な変更及び修正が可能である。

【図面の簡単な説明】

【0107】

【図 1】図 1 は、インク使用量の減少を実現する一実施例による構成要素のブロック図である。

【図 2 A】図 2 A は、誤差拡散ユニットを備えた WCR データフロー図である。

【図 2 B】図 2 B は、ディザユニットを備えた WCR データフロー図である。

【図 3】図 3 は、WCR の一例を示す図である。

【図 4】図 4 は、ベクトル誤差拡散処理を実行する誤差拡散ユニットの一実施例のフロー図である。

【図 5】図 5 は、不要色除去処理に先行する修正されたベクトル誤差拡散処理を実行する誤差拡散ユニットの一実施例のフロー図である。

【図 6】図 6 は、誤差拡散ユニットの他の実施例のフロー図である。

【図 7】図 7 は、誤差拡散ユニットのさらなる他の実施例のフロー図である。

【図 8】図 8 は、インクマッピング処理に先行するベクトル誤差拡散処理を実行する誤差拡散ユニットの一実施例のフロー図である。

【図 9】図 9 は、不要色除去処理に先行するベクトル誤差拡散処理を実行する誤差拡散ユニットの一実施例のフロー図である。

【図 10】図 10 は、他のカラー平面の処理結果を利用する誤差拡散の一実施例のフロー図である。

【図 11】図 11 は、電子システムの一実施例のブロック図である。

【符号の説明】

【0108】

100 ソースカラー画像

110 カラーコンバータ

120 ハーフトーン装置

130、530 不要色除去装置

140 出力装置

210 誤差拡散ユニット

400、500 CMYK 入力画素

401、501 加算ユニット

402、502、602 量子化器

10

20

30

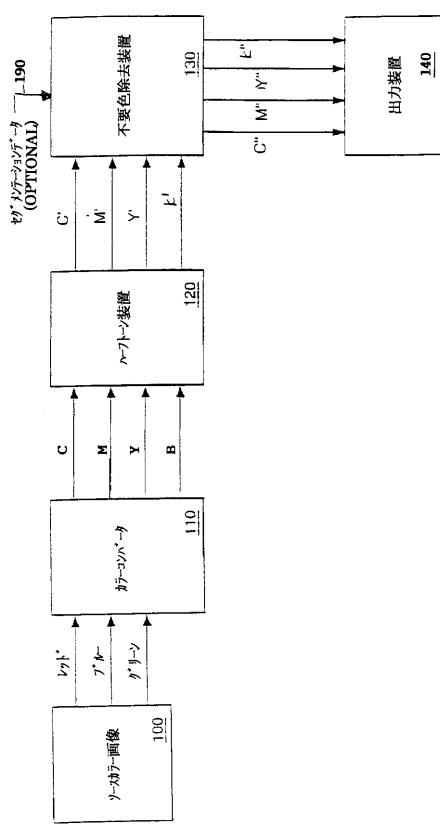
40

50

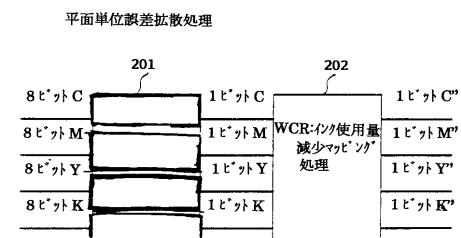
403、503 誤差計算ユニット
 404 誤差フィルタリングユニット
 410、510 C'M'Y'K' インク
 504 誤差フィルタリングユニット
 520、620 アンカー出力
 630 インクマッピングユニット
 1100 電子システム
 1101 バス
 1102 プロセッサ
 1104 メモリ
 1107 データ記憶装置
 1120 表示装置
 1125 入出力装置
 1130 ネットワークインターフェース

10

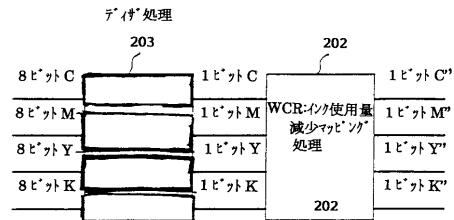
【図1】



【図2 A】



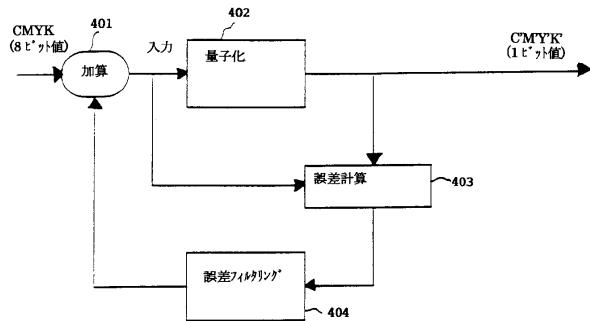
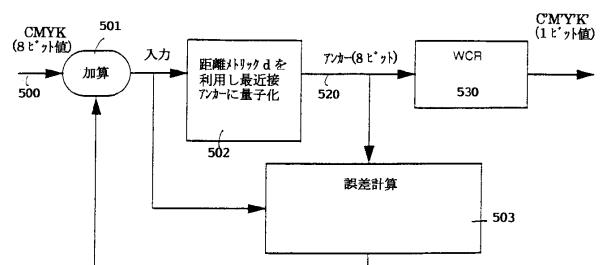
【図2 B】



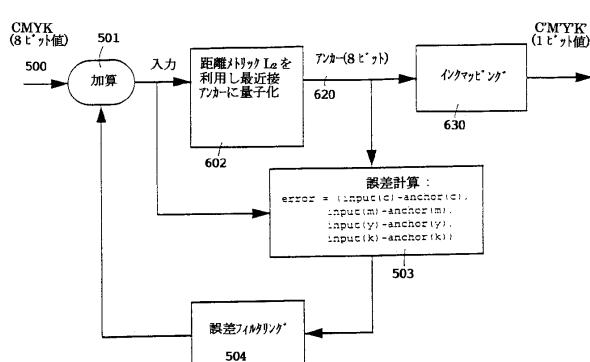
【図3】



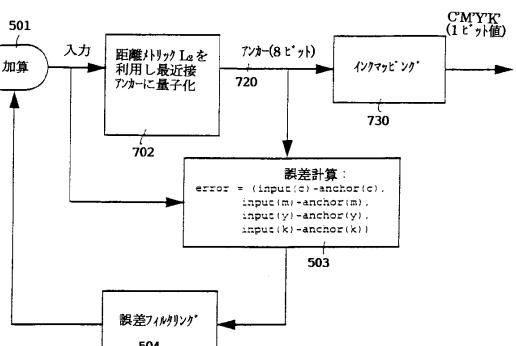
【図5】



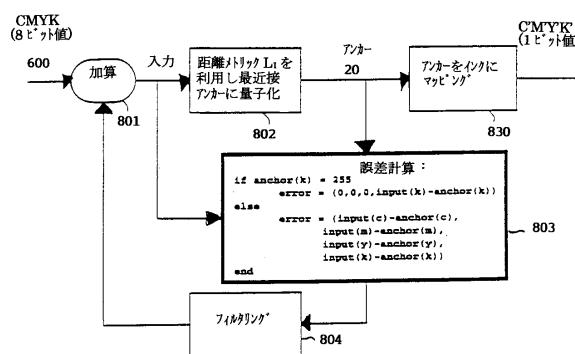
【図6】



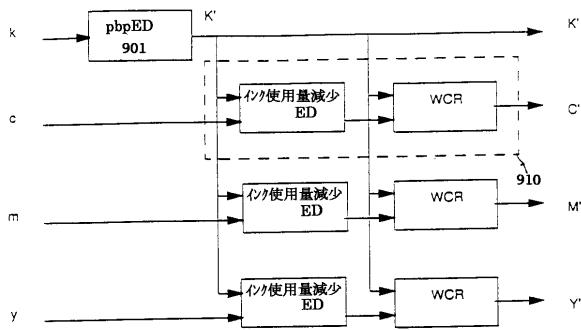
【図7】



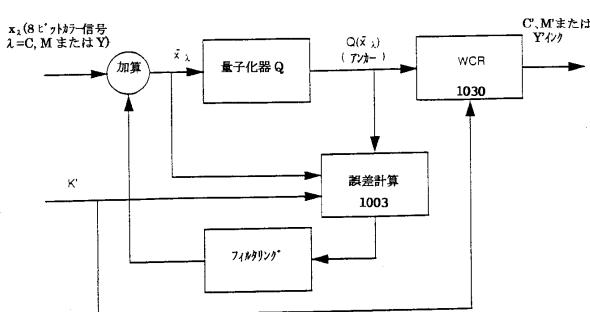
【図 8】



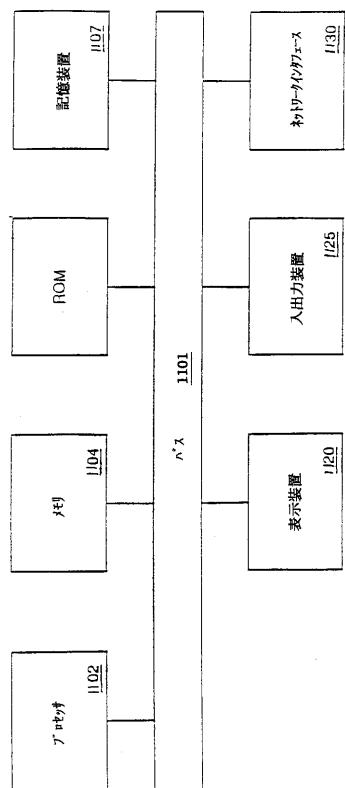
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 04N 1/60 (2006.01) H 04N 1/40 D

(56)参考文献 特開2001-245173(JP,A)
特開平07-193726(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 04N 1 / 4 6
H 04N 1 / 4 0 5
H 04N 1 / 6 0