

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4532016号
(P4532016)

(45) 発行日 平成22年8月25日(2010.8.25)

(24) 登録日 平成22年6月18日(2010.6.18)

(51) Int.Cl.	F 1
H04N 1/405 (2006.01)	H04N 1/40 C
B41J 2/52 (2006.01)	B41J 3/00 A
G06T 5/00 (2006.01)	G06T 5/00 200A

請求項の数 6 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2001-149485 (P2001-149485)
(22) 出願日	平成13年5月18日 (2001.5.18)
(65) 公開番号	特開2002-44449 (P2002-44449A)
(43) 公開日	平成14年2月8日 (2002.2.8)
審査請求日	平成20年5月16日 (2008.5.16)
(31) 優先権主張番号	09/597862
(32) 優先日	平成12年6月20日 (2000.6.20)
(33) 優先権主張国	米国(US)

(73) 特許権者	398038580 ヒューレット・パッカード・カンパニー HEWLETT-PACKARD COMPANY アメリカ合衆国カリフォルニア州パロアルト ハノーバー・ストリート 3000
(74) 代理人	110000246 特許業務法人才カダ・フシミ・ヒラノ
(74) 代理人	100081721 弁理士 岡田 次生
(74) 代理人	100105393 弁理士 伏見 直哉
(74) 代理人	100111969 弁理士 平野 ゆかり

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】適応ハーフトーン化方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

a) 第1のディザ出力信号Lを生成するために、元画像の選択画素に低空間周波数を使用した閾値を設定する段階と、b) 第2のディザ出力信号Sを生成するために、前記選択画素に前記低空間周波数より高い高空間周波数を使用した閾値を設定する段階と、

c) 前記選択画素を含む前記元画像の領域内の画素値から計算した、前記選択画素を含む選択領域内の階調値の変化度合いを示すエッジ活動指標パラメータEAIと、エッジの明るい側で前記第1のディザ出力信号Lに対する前記第2のディザ出力信号Sの重み付けを抑制するための混合抑制パラメータ とを用いて前記第1と第2のディザ出力信号の重み付けした組合せを生成する段階と、を含み、

前記段階 c) は、

i) 暗色化出力Vを、近傍暗色パラメータ を用いてSの関数、

$$V = 1.0 - (1.0 - S)$$

として出力する段階と、

i i) 前記第1のディザ出力信号Lを、前記選択画素の階調値pと前記エッジ活動指標パラメータEAIと混合抑制パラメータ の関数 $F_1(p, EAI, \dots)$ として表される重み W_L で重み付けする段階と、i i i) 前記暗色化出力Vを、前記選択画素の階調値pと前記エッジ活動指標パラメータEAIと混合抑制パラメータ の関数 $F_2(p, EAI, \dots)$ として表される重み W_V 10

20

で重み付けする段階と、

i v) 前記重み付けした組合せを $W_L \cdot L + W_V \cdot V$ として生成する段階と、
を含む、連続階調画像のハーフトーン化方法。

【請求項 2】

前記近傍暗色パラメータ が、前記暗色化出力 V と前記第 2 のディザ出力信号 S とが実質的に等しくなるように選択される請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記重み W_L と前記重み W_V との和が実質的に 1.0 に等しい請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記重み W_V を表す関数 F_2 が、LOW_CUT における X 軸切片を有する区分的線形関数であり、HIGH_CUT_1 が前記区分的線形関数の所定の区切り点であり、HTGH_CUT_2 = MAX(p, HIGH_CUT_1) であり、

$$W_V = 0, \quad EA < LOW_CUT \text{ の場合},$$

$$W_V = \cdot (EA - LOW_CUT) / (HIGH_CUT_2 - LOW_CUT) \quad LOW_CUT < EA < HTGH_CUT_2 \text{ の場合},$$

$$W_V = \cdot \quad \text{その他の場合},$$

である請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記近傍暗色パラメータ が、前記選択画素の近傍の正規化した和 (S_n)、ガンマ付加最大定数 (q)、ガンマ削減点定数 (r)、およびガンマ上昇点定数 (s) の区分的線形関数であり、ここで、

$$\begin{aligned} &= 1.0 + q && S_n < r \text{ の場合} \\ &= 1.0 && S_n > s \text{ の場合} \\ &= 1.0 + q \cdot (s - S_n) / (s - r) && \text{その他の場合} \end{aligned}$$

である請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

第 1 の空間周波数を有する閾値アレイが、前記第 1 のディザ出力信号を生成するために使用され、第 2 の空間周波数を有する閾値アレイが、前記第 2 のディザ出力信号を生成するために使用され、前記第 2 の空間周波数が、前記第 1 の空間周波数の奇数高調波である請求項 1 に記載の方法。

10

20

30

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、印刷の分野に関する。本発明は、特に連続階調画像のデジタル・ハーフトーン処理に関する。

【0002】

【従来の技術】

写真などの連続階調画像の描画は、一般に、連続階調を、レーザ・プリンタなどの印刷装置が実現することができる離散的階調レベルに変換するハーフトーン化プロセスを必要とする。元画像と描画画像との視覚的に感知可能な差を最小にしながら離散的な描画装置上で再現可能なハーフトーン画像を作成するためには高性能なハーフトーン化方法が設計される。

40

【0003】

レーザ・プリンタ用に使用される 1 つのハーフトーン処理技術は、クラスタ化ドット・ディザリングと呼ばれる。画像をハーフトーン化するために閾値またはハーフトーン・マトリクスが使用される。一般に、ハーフトーン値は、選択した各画素ごとに、選択画素の階調値とハーフトーン・マトリクスの対応する位置における値の関数として計算される。最終ハーフトーン・ドット構造のパターンとサイズは、ハーフトーン・マトリクスのエンタリオとサイズによって決定される。

【0004】

50

行列要素に適切な値を選択することによって、高空間周波数スクリーンとして大きいアレイ・サイズを設計することができるが、一般に、大きいマトリクス・サイズを使用するほど低い空間周波数スクリーンが実現される。低空間周波数スクリーンは、実質的に一定かまたは徐々に変化する領域には有効かつ的確であるが、低空間周波数スクリーンは、線やエッジなどの細部を滑らかにしたりばやけさせる傾向がある。低空間周波数スクリーンは、再現画像のビジー領域 (busy area) における細部の誤差や損失を犠牲にして十分に滑らかな階調領域を再現する傾向がある。

【0005】

高空間周波数スクリーンを使用すると、ハーフトーン化画像の細部が実質的に維持されるように、画像の視覚的ビジー領域内の細部を表現することができる。しかしながら、高空間周波数スクリーンは、元画像と比較したとき、実質的に一定かまたは徐々に変化する階調領域で知覚的アーティファクトをもたらす傾向がある。高空間周波数スクリーンを使用すると、写真の塗りつぶし領域や縁なし領域のような画像の滑らかな領域における誤差の導入を犠牲にしてビジー領域における詳細性を高める傾向がある。

10

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

したがって、従来のディジタル・ハーフトーン化プロセスによる1つの欠点は、高空間周波数を有する閾値マトリクスと低空間周波数を有する閾値マトリクスのいずれかだけを選択することにより、必然的に細部が階調品質と引き換えにされることである。

【0007】

20

【課題を解決するための手段】

既知のシステムと方法の制限を考慮して、高い視覚的活動と低い視覚的活動が混合した画像に対応する適応ハーフトーン化のための方法および装置が提供される。印刷エンジンの欠陥のために、ホワイト・ギャップ削減と可変暗色化 (variable darkening) の適応が実現される。

【0008】

1つの実施形態において、ハーフトーン化方法は、第1のディザ出力信号 L を生成するために元画像の選択画素の閾値を設定する段階を含む。選択画素には、また、第2のディザ出力信号 S を生成する閾値が設定される。第1と第2のディザ出力信号の重み付けした組合せが、エッジ活動指標 (edge activity indicator) パラメータ (EAI) と混合抑制パラメータ () の少なくとも一方によって生成される。

30

【0009】

エッジ活動指標は、選択画素を含む選択領域内の変化の頻度を示す。組合せ段階は、EAI が、選択領域内により大きい領域の階調値が変化しないかまたはゆっくりと変化することを示す比較的小さい変化を示すとき、(低空間周波数を使用した閾値設定による) 第1のディザ出力信号の方を有利に重み付けする。組合せ段階は、EAI が、元画像の選択領域内のエッジと細い線を示すより大きい量の変化を示すときに、(高空間周波数を使用した閾値設定による) 第2のディザ出力信号の方を有利に重み付けする。

【0010】

40

混合抑制パラメータは、エッジの明るい側で第1のディザ出力信号に対する第2のディザ出力信号の重み付けを抑制し、さらにアンチエイリス処理したエッジの鋭さを維持するために使用される。

【0011】

第2のディザ出力信号 (すなわち、第1のディザ出力信号に使用されるものより高い高空間周波数での閾値設定による) は、第1のディザ出力信号 L と組み合わされる前に、可変暗色化パラメータ V を使用して値 V に増強され、ドット・ゲイン分離の問題に対応することができる。 V を0にセットすることによって、可変暗色化をなくすことができる。

【0012】

エッジ指標 (EI) を使用して、暗い方の階調領域とほとんど白の領域の間のエッジに沿ったより有利なドット発生を補償することができる。EIパラメータは、特に、プリンタ

50

異常によるホワイト・ギャップ削減の処理に適している。

【0013】

本発明の他の特徴および利点は、添付図面および以下の詳細な説明から明らかになろう。

【0014】

本発明は、同じ参照が類似の用途を示す添付図面の図において制限ではなく例として示され。

【0015】

【発明の実施の形態】

連続階調画像は、色または濃淡の範囲が実質的に制限されない画像のことを指す。たとえば、写真は、連続階調画像である。しかしながら、デジタル・ハードウェアは、色または階調を有限数のビットあるいは単一ビット（すなわち、「オン」と「オフ」）の範囲内で表現するように制限される。グ雷斯ケーリングとディザリングは、連続階調画像をデジタル・ハードウェアの制限の範囲内で近似させるために使用される2つの方法である。10

【0016】

グ雷斯ケーリングは、「ドット」のパターンの使用によって連続階調の錯覚を作り出す方法であり、各ドットは、異なる濃淡を有することができる。ドットは、様々な任意の形状でよい。印刷用途では円形または橢円形のドットが一般的である。コンピュータ・モニタなどの表示技術では、長方形または正方形のドット（たとえば、画素）が、一般的な幾何学的形状である。グレースケールの数は必然的に有限であるが、ある濃淡の度合いと次の濃淡の度合いの違いが人間の目に感じ取れないほど十分な濃淡の度合い（たとえば、8ビットの画素では256）がある。20

【0017】

ディザリングは、ドットの密度、パターンおよびサイズを変化させることによって新しい色と濃淡の錯覚を作り出す方法である。個々のドットの濃淡のレベルを変化させることはできない。したがって、黑白画像の場合は、黑白ドットの密度とパターンを変化させることによって異なる濃淡をシミュレートする。印刷において、ディザリングはハーフトーン化と呼ばれ、また特定のパターンの黑白ドットによって実現された濃淡は、ハーフトーンと呼ばれる。

【0018】

従来の印刷において、ハーフトーンは、スクリーンを介して画像を撮影することによって作成される。スクリーン周波数は、灰色の各スポットを作成するために使用されるドットの数を決定する。デジタル画像処理において、スクリーニング・パラメータには、スクリーン周波数、記録装置の解像度とハーフトーン・ドット、およびドットのサイズと形状がある。従来のスクリーニングと対照的に、デジタル画像処理のための画像のディザリングまたはハーフトーン化は、通常、空間領域内の閾値アレイを使用して特定の質感を最終的な2値画像で達成することによって行われる。30

【0019】

ハーフトーン化の1つの技法は、ハーフトーン化する領域の「活動状態（activity）」に基づいてハーフトーン・アレイすなわちスクリーンを計算する。たとえばページを、文字、線画、領域塗りつぶしおよび写真の混合物で描画するとき、線画や写真の縁などの「ビジー領域」は、「非ビジー領域」よりも高い解像度のスクリーンで描画される。いくつかのデジタル画像処理装置において、塗りつぶし領域や写真の非エッジ領域などの滑らかな領域は、低解像度のスクリーンを使用した方がうまく表現することができる。40

【0020】

図1は、ハーフトーン化する領域の活動指数に基づく適応ハーフトーン化方法の1つの実施形態を示す。ステップ110で、画像の選択領域の活動指数が計算される。ステップ120で、選択領域に低周波数ハーフトーン・スクリーンが適用されて、低周波数ハーフトーン・データが生成される。ステップ130で、選択領域に高周波数ハーフトーン・スクリーンが適用されて高周波数ハーフトーン・データが生成される。ステップ140で、選50

択領域のハーフトーンが、活動指数に基づいて低周波数と高周波数のハーフトーン・データの加重平均として計算される。

【0021】

図2に、図1のプロセスの制御の流れを示す。元画像の選択領域200の活動分析210を行って、1つまたは複数のパラメータを含む活動指数を生成する。1つの実施形態において、元画像は、中間調白黒画像である。代替として、元画像は、中間調色の画像でもよい。低空間周波数スクリーンに対応する大きいディザ・マトリクス230が、画像の選択領域200に適用される。同様に、高空間周波数スクリーンに対応する小さいディザ・マトリクス220が、画像の選択領域200に適用される。低周波ディザ・マトリクスと高周波ディザ・マトリクスの適用により、元画像の多数のグレイ・レベルを維持するが、ハーフトーン・スクリーンまたはアレイによって決定されるドット構造を与えるハーフトーン画像データを生成することができる。1つの実施形態において、低周波数スクリーン（すなわち、大きいディザ・マトリクス）は、クラスタ化したドット・スクリーンである。
10

【0022】

混合ブロック240は、活動分析210によって提供される活動指数により、小さいマトリクス・ディザリングと大きいマトリクス・ディザリングによる結果の加重平均を計算する。活動指数が高い場合、重み付けは、高周波数スクリーン（すなわち、小さいディザ・マトリクスの結果）の方にバイアスされる。活動指数が低い場合、重み付けは、低周波数スクリーン（すなわち大きいディザ・マトリクス）の方にバイアスされる。必要に応じて、多重レベルのハーフトーン化プロセス250を適用して、描画装置に送られるグレースケール・レベルの数を減少させることができる。
20

【0023】

カラーの元画像と、カラー・レーザ・プリンタなどのカラー描画装置には、追加の調整が必要な場合がある。電子写真式（E P）レーザ・プリンタは、回転ドラムのような帯電した転写装置上に描画画像を作成することによって動作する。画像は、レーザ光源を使用してレーザをパルスで送ることによって各画素ごとに光導電媒体（たとえば、ドラム）を露光することによって作成される。いくつかのレーザ・プリンタは、画素のオン／オフ制御しかできず、したがって、レーザ・パルスは幅が固定されている。他のレーザ・プリンタは、レーザ光源のパルス幅を変化させることができ、したがってある程度の画素制御が可能である。静電引力によって、トナーが光導電体の転写装置に付着されて画像の形で付着する。転写装置は、トナーを用紙などの最終媒体に転写する。プリンタ・エンジンの詳細により、このプロセスは、元画像のアンチエイリス処理エッジによる可視アーティファクト、カラー・レーザ・プリンタの見当合わせ不良(misregistration)によるホワイト・ギャップ、エッジ後退（receding edge）、およびその他の異常を作り出しやすいことがある。
30

【0024】

図3に示した改良された適応ハーフトーン化プロセスは、特に、シアン・マジента・イエロー・ブラック（C M Y K）の色空間のカラー・ハーフトーン化に適しているが、他の色空間の実施形態にも同様に適応することができる。C M Y K色空間において、1画素当たり1色平面8ビットの表現において、階調値0は白に対応し、255は完全飽和に対応する。階調値は、範囲[0, 1]に正規化することができ、この場合、0は白に対応し、1は完全飽和に対応する。
40

【0025】

図3の適応ハーフトーン化プロセスは、ステップ310で、画像の選択領域の活動指数を計算する。図3の活動指数は、大きいマトリクス・ディザリングと小さいマトリクス・ディザリングの結果を重み付けするために使用される追加のパラメータを含む。詳細には、エッジと線の向きと濃さをより良く示すために、エッジ活動指数（E A I）パラメータが提供される。エッジの明るい側の高周波数ディザリング・マトリクスの重み付けを抑制し、またアンチエイリス処理エッジの鋭さを保持するために、混合抑制パラメータ（）が提供される。
50

【0026】

特定のプリンタ・エンジンに独特の傾向に対処するために、他のパラメータが提供されることがある。たとえば、いくつかのプリンタは、特に、エッジ後退の問題に弱いことがある。エッジ後退は、一般に、トナーが付着されないかまたは必要量よりも少ないトナーが付着される露光プロセスまたはトナー転写プロセスの問題によって生じる。エッジ後退を補正するために、エッジ・ドット補正パラメータ（ガンマすなわち）が提供される。

【0027】

いくつかのプリンタは、暗い領域とほとんど白の領域の間のエッジに沿ってホワイト・ギャップを作り出す。そのようなプリンタでは、暗いエッジが少し後退し、エッジに沿ったホワイト・ギャップが残る。このギャップは、普通の状況において必要なものよりも暗い階調レベルをエッジに沿って印刷することによってなくすことができる。1つの実施形態において、エッジの存在を検出するエッジ指標（E I）パラメータを使用して、いくつかのプリンタ・エンジンに必要なホワイト・ギャップの削減を可能にする。他のパラメータは、特定のプリンタ・エンジンの傾向にハーフトーン化プロセスを合わせるために、プロセス全体にわたって提供されることがある。

10

【0028】

ステップ320で、元画像の選択領域が高周波数スクリーンでハーフトーン化され、高周波数ハーフトーン・データが生成される。ステップ322で、必要に応じて、可変暗色化が行われることがある。可変暗色化は、近隣ドットの相互作用のようなE P特性を補正する。可変暗色化は、活動指数のパラメータにしたがって実行される。ステップ330で、選択領域が低周波数スクリーンでハーフトーン化され、低周波数ハーフトーン・データが生成される。

20

【0029】

ステップ340で、選択領域のハーフトーンが、活動指数とトラッピング指標により、低周波数ハーフトーン・データと高周波数ハーフトーン・データの加重平均として計算される。トラッピングは、見当合わせ不良と呼ばれるいくつかの装置による異なる色平面の不適切な位置合わせを補正するために必要なことがある。ミスレジストレーションは、異なる色領域間のエッジに沿って印刷されない領域を生じさせることがある。色平面間を重なるためにエッジに沿って薄い色を下地印刷することによってそのような領域を減少させるプロセスがトラッピングと呼ばれる。

30

【0030】

トラッピング指標は、隣接した薄い色によって濃い色を不十分な濃度で印刷するために使用されることがある。1つの実施形態において、トラッピング指標は、トラッピング・フラグと、隣接した薄い色の値を含む。トラッピング・フラグは、トラッピングが使用可能かどうかを示す。トラッピングが必要でない場合（たとえば、非カラー・レーザ・プリンタの場合）、トラッピングを使用不能にして、加重平均の計算がトラッピング指標に依存しないようにすることができる。ホワイト・ギャップ削減ステップ350は、また、レーザ・プリンタのトナー付着特性のために普通導入される可能性のあるホワイト・ギャップを処理するために実行されることがある。

40

【0031】

図4は、図3のプロセスの制御の流れを示す。1つまたは複数のパラメータを含む活動指数を生成するために、活動分析410が、画像の選択領域400に対して実行される。大きいディザ・マトリクス（低空間周波数スクリーンに対応する）と小さいディザ・マトリクス（高空間周波数スクリーンに対応する）は、それぞれブロック430と420で画像の選択領域に適用される。可変暗色化が必要な場合は、小さいディザ・マトリクス・ブロックの出力（5）が、可変暗色化ブロック422に提供される。任意の可変暗色化は、活動分析ブロック410によって提供される活動指数のガンマ（）パラメータ成分にしたがって実行される。

【0032】

可変暗色化ブロック422の出力（V）と大きいディザ・マトリクス・ブロック430の

50

出力 (L) が、混合ブロック 440 に提供される。混合ブロック 440 は、活動分析ブロック 410 によって提供されるエッジ活動指数パラメータ、混合抑制パラメータ ()、およびトラッピング指標によって加重平均を計算する。

【0033】

図 5 は、図 4 の活動分析ブロック 410 で生成することができるパラメータを示す。詳細には、活動分析ブロック 510 は、元画像の選択領域を分析して色のハーフトーン化に使用される複数のパラメータを生成する。パラメータは、混合ブロックのためのエッジ活動指数 (EAI) 512 と混合抑制パラメータ () 514 を含む。近傍暗色調整パラメータ () 516 が、図 4 の可変暗色化ブロック 422 に提供される。さらに、ホワイト・ギャップ削減の応答を制御するために、エッジ指標 (EI) パラメータ 518 が提供される。
10

【0034】

1つの実施形態において、元画像の選択領域は、 3×3 画素ウィンドウである。各画素に 8 ビットの無符号整数を使用して連続階調値が近似される。したがって、各画素は、0 ~ 255 の範囲の値を有することができる。以下の計算では、 3×3 画素ウィンドウが、以下のような識別子 $p_1 \sim p_9$ と関連付けられる。

【0035】

$p_1 \quad p_2 \quad p_3$
 $p_4 \quad p_5 \quad p_6$
 $p_7 \quad p_8 \quad p_9$

20

【0036】

横平均 h_1 、 h_2 、 h_3 は、以下のように計算される。

【0037】

$$\begin{aligned} h_1 &= p_1 + p_2 + p_3 \\ h_2 &= p_4 + p_5 + p_6 \\ h_3 &= p_7 + p_8 + p_9 \end{aligned}$$

20

【0038】

縦平均 v_1 、 v_2 および v_3 は、以下のように計算される。

【0039】

$$\begin{aligned} v_1 &= p_1 + p_4 + p_7 \\ v_2 &= p_2 + p_5 + p_8 \\ v_3 &= p_3 + p_6 + p_9 \end{aligned}$$

30

【0040】

角度 $\pm 45^\circ$ における平均を表す対角平均 $d_1 \sim d_3$ および $D_1 \sim D_3$ は、次のように計算される。

【0041】

$$\begin{aligned} d_1 &= p_1 + p_2 + p_4 \\ d_2 &= p_3 + p_5 + p_7 \\ d_3 &= p_6 + p_8 + p_9 \\ D_1 &= p_2 + p_3 + p_6 \\ D_2 &= p_1 + p_5 + p_9 \\ D_3 &= p_4 + p_7 + p_8 \end{aligned}$$

40

【0042】

エッジの振幅と符号値は、以下のように求めることができる。

【0043】

$$\begin{aligned} sign_0 &= sign(h_2 - h_1) ; mag_0 = |h_2 - h_1| \\ sign_1 &= sign(h_2 - h_3) ; mag_1 = |h_2 - h_3| \\ sign_2 &= sign(v_2 - v_1) ; mag_2 = |v_2 - v_1| \\ sign_3 &= sign(v_2 - v_3) ; mag_3 = |v_2 - v_3| \\ sign_4 &= sign(d_2 - d_1) ; mag_4 = |d_2 - d_1| \end{aligned}$$

50

$\text{sig}_5 = \text{sgn}(d_2 - d_3) ; \text{mag}_5 = |d_2 - d_3|$
 $\text{sig}_6 = \text{sgn}(D_2 - D_1) ; \text{mag}_6 = |D_2 - D_1|$
 $\text{sig}_7 = \text{sgn}(D_2 - D_3) ; \text{mag}_7 = |D_2 - D_3|$

【0044】

ここで、 $|x|$ は x の絶対値を表し、シグナム ($\text{sgn}(x)$) は、以下のように定義される。

【0045】

$\text{sgn}(x) = 1, \quad x > 0$ の場合
 $\text{sgn}(x) = 0, \quad$ その他の場合

【0046】

エッジ活動指数 E A I

10

1つの実施形態において、エッジ活動指数 (E A I) は、2つの最も大きい振幅 mag_0 - mag_7 に対応する値の合計の4分の1として定義される。したがって、たとえば mag_2 と mag_3 が、組 $\{\text{mag}_0, \text{mag}_1, \dots, \text{mag}_7\}$ のうちの最も大きい2つの値（すなわち、どれか他の値よりも大きいかまたは等しい）場合は、次のようにになる。

【0047】

$E A I = (\text{mag}_2 + \text{mag}_3) / 4$

【0048】

この E A I の定義は、2つの異なる階調値を使用してエッジが形成されるときに、エッジ強度が階調値間の差をもたらすようにする傾向がある。したがって、E A I によって定義されるエッジ強度は、向きに依存しない。

20

【0049】

混合抑制パラメータ

混合抑制パラメータ は、ハーフトーン化する画素の階調レベルとエッジ活動指数と共に使用され、エッジの明るい側の小さいディザ・マトリクスの混合物を抑制する。混合抑制パラメータは、また、アンチエイリアス・エッジの鋭さを保つために使用されることもある。エッジ強度は、2つの中間調レベル間の遷移であるアンチエイリス処理されていないエッジに沿って目に見える望ましくないアーティファクトを発生させることがある。高いエッジ強度は、最終的なハーフトーン化出力において大きいディザ・マトリクスがあまり使用されていないことを示す。ある中間調から別の中間調に遷移するとき、最終ハーフトーンにおける小さいディザ・マトリクスの部分的抑制（すなわち、ハーフトーンなし）が必要な場合がある。小さいディザ・マトリクスは、大きいディザ・マトリクスの周期性を損なう傾向があり、それにより望ましくないアーティファクトが作成される。

30

【0050】

図 6 は、混合抑制係数 を計算する1つの方法を示す。ステップ 610 で、 x が、 $\text{mag}_x = \max\{\text{mag}_0, \text{mag}_1, \text{mag}_2, \dots, \text{mag}_7\}$ になるように選択される。ステップ 620 は、 x が偶数かどうか判定する。 x が偶数の場合は、ステップ 622 で、もう1つの指標変数 $\langle x \rangle$ の値が $x + 1$ にセットされる。そうでない場合は、ステップ 624 で、 $\langle x \rangle$ が $x - 1$ にセットされる。ここで $\langle x \rangle$ は、図において x の上に - を付けたものとして表される。ステップ 622 と 624 のいずれかの後で、ステップ 630 は、 $\text{mag}_x = 0$ かどうかを試験し決定する。 $\text{mag}_x = 0$ の場合は、ステップ 632 によって示されたように が 0 にセットされ、プロセスはステップ 690 で完了する。

40

【0051】

$\text{mag}_x = 0$ の場合は、ステップ 640 が、 $\text{sig}_{\langle x \rangle} = 0$ かどうかを判定する。 $\text{sig}_{\langle x \rangle} = 0$ の場合は、ステップ 642 が = 1 にセットし、プロセスはステップ 690 で完了する。そうでない場合は、ステップ 650 が、 = $\min(\text{mag}_{\langle x \rangle} / T, 1)$ にセットし、ここで、T は所定の値、「min」は、引数リストから、値のリスト内の他のどの値よりも小さいかまたは等しい値を選択する関数である。1つの実施形態において、T は約 25 である。

【0052】

50

エッジ指標パラメータ E I

エッジ指標 (E I) パラメータは、フラグである。組 {mag₀, mag₁, mag₂, ..., mag₇} がゼロでない場合は、エッジ指標は 1 である。その他の場合は、エッジ指標は 0 である。エッジ指標は、ホワイト・ギャップ削減のために使用される。

【0053】

近傍暗色パラメータ

近傍暗色係数 は、分離ドット・ゲインを補正する必要がある場合に、画素のレーザ・パルス幅を広げることによって可変暗色化を行うために使用される。明るい領域では、画素は自然に適切に「輝き」たり現れたりすることができます、したがって、画素のレーザ・パルス幅値を広げなければならない。

10

【0054】

を計算するときは、最初に、中央画素 (p₅) の近傍を使用して、以下のように正規化平均 S_n を計算する。

$$S_n = (p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_6 + p_7 + p_8 + p_9) / (8 \cdot 255)$$

【0055】

1 つの実施形態において、 は、以下のように定義された S_n の区分的線形関数である。

【0056】

$$\begin{aligned} &= \text{gamma}(S_n) = 1.0 + q && S_n < r \text{ の場合} \\ &= \text{gamma}(S_n) = 1.0 && S_n > s \text{ の場合} \\ &= \text{gamma}(S_n) = 1.0 + q \cdot (s - S_n) / (s - r) && \text{その他の場合} \end{aligned}$$

20

【0057】

図 7 は、グラフ 700において S_n と の関係を示す。詳細には、 (S_n) は、 710 で示したような区分的線形関数である。y 切片 720 は 1 + q にあり、ここで、 q は、「ガンマ付加最大値 (gamma added max.)」と呼ばれる。第 1 の区切り点 730 の X 軸座標は、「ガンマ削減点 (gamma cut point)」r にある。第 2 の区切り点 740 の X 軸座標は、「ガンマ上昇点 (gamma boost point)」s にある。

【0058】

q、r および s の値は、レーザ・プリンタのいくつかのモデルでは q = 3.5、r = 0、および s = 0.2 ~ 0.5 など、プリンタによって値の割り当てが異なる。

【0059】

30

可変暗色化

可変暗色化ブロックは、分離ドット・ゲインの問題を補償する。小さいマトリクスのディザ出力信号 S が 0 ~ 1 の正規化パルス幅に対応し、ここで 0 が白またはゼロ・パルス幅であり 1 が全パルス幅の場合、可変暗色化ブロックによって生成される暗色化したパルス幅は、次のように計算される。

【0060】

$$V = \text{暗色化出力} = 1.0 - (1.0 - S)$$

【0061】

可変暗色化ブロックは、 = 1 の場合は無効である。したがって、1 つの実施形態において、可変暗色化は、約 1.0 に等しい (すなわち、 1.0) を選択することによって抑制される。

40

【0062】

混合

混合ブロック 440 は、EAI、 、およびハーフトーン化する画素の連続階調値 (p₅) にしたがって、大きいディザ・マトリクスと可変暗色化ブロックの結果を組み合わせて描画装置のパルス幅出力を制御する。

【0063】

混合ブロックのハーフトーン出力を示す一般的な関数は、次のように表わすことができる。

【0064】

50

混合出力 = $f(L, V, EA\text{I}, p_5, \dots)$

【0065】

f が大きいマトリクスのディザ出力 (L) と可変暗色化出力 (V) に対して線形であると仮定すると、混合出力は、以下のように表すことができる。

【0066】

混合出力 = $L \cdot W_L + V \cdot W_V$ または

混合出力 = $L \cdot W_L + W_V \cdot (1.0 - (1.0 - S))$

【0067】

ここで、 W_L と W_V はそれぞれ、大きいディザ・マトリクスと可変暗色化出力に与えられる重みに対応する。この場合も、 $S = 1$ の場合は、可変暗色化ではなく、 $V = S$ であり、重み係数 W_V が事実上小さいディザ・マトリクスの重み係数 W_S になる。

【0068】

そのような重み係数は、以下のように任意の関数 F_1 と F_2 として表される。

【0069】

$W_L = F_1(p_5, EA\text{I}, \dots)$

$W_V = F_2(p_5, EA\text{I}, \dots)$

【0070】

1つの実施形態において、所与の p_5 と $EA\text{I}$ に関して、 F_1 は、 $EA\text{I}$ パラメータの非増加関数であり、 F_2 は、 $EA\text{I}$ パラメータの非減少関数である。これにより、 $EA\text{I}$ が比較的高い値を有する領域において小さいディザ・マトリクスに大きい重みが付与されるようになる。1つの実施形態において、重み係数は、以下のように、合計の重みが 1.0 になるように正規化される。

【0071】

$W_L + W_V = F_1(p_5, EA\text{I}, \dots) + F_2(p_5, EA\text{I}, \dots) = 1.0$

【0072】

1つの実施形態において、所与の p_5 と $EA\text{I}$ に関して、 F_1 と F_2 は、値 LOW_CUT と $HIGH_CUT$ を使って以下のように定義される。

$F_2(p_5, EA\text{I}, \eta) = 0, \quad EA\text{I} < LOW_CUT$ の場合

$F_2(p_5, EA\text{I}, \eta) = \eta \cdot (EA\text{I} - LOW_CUT) / (HIGH_CUT - LOW_CUT)$

$LOW_CUT < EA\text{I} < HIGH_CUT$ の場合

$F_2(p_5, EA\text{I}, \eta) = \eta, \quad$ その他の場合

ここで、 $HIGH_CUT = MAX(p_5, HIGH_CUT_1)$ 、 $F_1(p_5, EA\text{I}, \dots) = 1.0 - F_2(p_5, EA\text{I}, \dots)$ である。

【0073】

この混合関数は、図 8 のグラフ 800 によって示される。詳細には、 F_1 810 は、 F_2 820 と相補的である。 LOW_CUT 830 と $HIGH_CUT$ 840 は、区分的線形重み関数 F_1 および F_2 における区切り点を示す。

【0074】

知覚的に望ましい結果を生成する LOW_CUT と $HIGH_CUT$ の値は、プリンタによって異なるが、 $LOW_CUT = 0$ や $HIGH_CUT = 40 \sim 63$ などの値の割当ては、レーザ・プリンタの一部のモデルに有効であると思われる。

【0075】

大きいディザ・マトリクス

図 4 を参照すると、大きいディザ・マトリクス・ブロック 430 は、低空間周波数ハーフトーン化を実行する。当技術分野において周知のように、大きいディザ・マトリクスは画像に適用され、大きいディザ・マトリクス内の値は、画像をハーフトーン化する閾値としてはたらく。1つの実施形態において、ディザ・マトリクスは、ルックアップ・テーブルを使用して実現される。ディザまたは低空間周波数スクリーンの出力 (L) は、レーザ光

10

20

30

40

50

源のパルス幅値に対応する。8ビット画素とN次のディザ・マトリクスの場合、サイズが $2^8 \times N$ の2次元ルックアップ・テーブルを使用することができる。ハーフトーン化プロセスは、ハーフトーン化する画素の位置が与えられると、以下のようにディザ・マトリクス・セル番号を計算する。

【0076】

ディザ・セル指数 = f (行, 列, 色平面)

【0077】

次に、ハーフトーン値が、以下のような画素のディザ・セル指数と連続階調値から参照される。

【0078】

$L = TABLE$ (ディザ・セル指数, 連続階調値)

【0079】

図9は、大きいディザ・マトリクス・ブロック430の2次元パルス幅ハーフトーン・ルックアップ・テーブル900の1つの実施形態を示す。行(たとえば、910)は、画素の様々な階調レベル値(たとえば、 p_5)を表す。列(たとえば、920)は、様々なディザ・セル指数に対応する。行と列の交点が、特定の連続階調レベルとディザ・セル指数のパルス幅エントリ(たとえば、930)である。したがって、「63」は、ディザ・セル指数「3」と階調レベル「253」に示される値である。したがって、この例では、 $L = 63$ である。

【0080】

小さいディザ・マトリクス

小さいディザ・マトリクス・ブロック420は、詳細領域におけるデータをハーフトーン化するために使用され、ディザ・マトリクス・サイズは、大きいディザ・マトリクス・ブロック430の有効なサイズよりも小さくなくてはならない。さもなければ、小さいディザ・マトリクス・ブロックは、大きいディザ・マトリクス・ブロック430と同じことを実行する。

【0081】

小さいディザ・マトリクスと大きいディザ・マトリクスのそれぞれの線周波数は、ユーザの裁量にまかされる しかしながら、空間周波数が互いに接近している場合は、知覚的に望ましくない「ステッチング」効果が生じることがある。大きいディザ・マトリクスが $1411pi$ (行/インチ)の空間周波数を有し、小さいディザ・マトリクスが $2121pi$ の空間周波数を有する例を検討する。これらの空間周波数はそれぞれ、 $600dpi$ (ドット/インチ)の解像度でハーフトーン化するときにしばしば使用される。しかしながら、これらのハーフトーン化マトリクスを組み合わせた結果、知覚的に望ましくないアーティファクトとなりうる1インチ当たり71(すなわち、 $212 - 141$)のステッチが生じることがある。大きいディザ・マトリクスと小さいディザ・マトリクスの角度が互い異なる場合は、異なる向きと場所にあるディザ・マトリクス・スクリーン間の相互作用で別のステッチング効果が生じことがある。

【0082】

1つの実施形態において、小さいディザ・マトリクスは、大きい方のディザ・マトリクスの奇数空間高調波である空間周波数を有するように選択される。したがって、たとえば、大きいディザ・マトリクスが、 0° で $1001pi$ に設計される場合、小さいディザ・マトリクスは、 0° で $3001pi$ などの奇数倍になるように選択される。この手法により、ステッチング効果なしに詳細領域で使用できるハーフトーン・ドットの数を多くすることができます。

【0083】

もう1つの実施形態において、小さいディザ・マトリクスは 1×1 マトリクスである。この小さいディザ・マトリクスの選択により、ハーフトーン化は行われない。連続階調画像入力は、パルス幅出力を直接示す指標となる。小さいディザ・マトリクスでこのNを選択することにより、大きいディザ・マトリクスの空間周波数と関係なくステッチが生じない

10

20

30

40

50

ことが保証される。

【0084】

小さいディザ・マトリクスと大きいディザ・マトリクスの間の相互作用のもう1つの問題点は、階調の整合と線形化である。この2つのディザ・マトリクスは、大きい領域内で入力画像が同じ連續階調レベルであるときに、同じ平均階調応答を有するように較正することができる。

【0085】

ホワイト・ギャップ削減

いくつかの印刷エンジンには、エッジ・ドット成長補償またはホワイト・ギャップ削減が必要なことがある。ホワイト・ギャップ問題は、一般に、暗い方の階調領域とほとんど白の領域の間のエッジに沿って生じる。トナーの付着特性により、エッジの暗い側が後退し、明るい側に完全に付着できないことがある。このアーティファクトは、エッジの明るい側に余分なトナーを付着させることによってなくすかまたは削減することができる。10

【0086】

図10は、ホワイト・ギャップ削減のために使用される方法を示す。ステップ1010における判定で、処理する平面がCMYK色空間のうちのK平面である場合、プロセスは、ホワイト・ギャップ削減なしに、ステップ1090で終了する。そうでない場合は、ステップ1020でエッジ指數(EI)が検査される。EIが1.0でない場合、プロセスは、ホワイト・ギャップ削減なしにステップ1090で終了する。そうでない場合は、ステップ1030で、パルス幅出力が、所定のドット発生閾値と比較される。パルス幅が、閾値よりも大きいかまたはそれと等しい場合、プロセスは、パルス幅の変更なしにステップ1090で終了する。そうでない場合は、ステップ1040でパルス幅がドット発生閾値にセットされた後で、ステップ1090でプロセスが終了する。20

【0087】

3つすべての条件が満たされない限りパルス幅が変更されることは明らかである。エッジ・ドット成長補正は、ドット発生閾値をたとえば0をセットすることによって回避することができる。

【0088】

ドット発生閾値は、領域が比較的大きくパルス幅がドット発生閾値よりも少しだけ大きいときにその領域にトナーが付着し始めるように選択されなければならない。したがって、白領域でパルス幅がドット発生閾値にセットされると、トナーは付着されない。このサイズのパルス幅は、また、エッジ後退の問題の解決にも役立つ。30

【0089】

図3に示した適応ハーフトーン化プロセスは、特に、コンピュータ援用設計(CAD)アプリケーションによって生成されるような細い線とベクトルによる画像印刷に適している。また適応ハーフトーン化プロセスは、近飽和レベルと白い背景の間のエッジのギザギザを滑らかにするために使用することができる。そのようなエッジは、普通ならば大きいディザ・マトリクスの角度の結果としてぎざぎざに見える場合がある。他の平滑化機能がない場合、大きいディザ・マトリクスはまた、アンチエイリアス処理した境界にぎざぎざのエッジを生成する傾向がある。図3のプロセスは、大きいディザ・マトリクスによってハーフトーン化したアンチエイリス・エッジによって生じるギザギザをなくす傾向がある。40

【0090】

図3のハーフトーン化プロセスは、重み付けプロセスによる活動の様々なレベルを適合させる機能のために、大きいディザ・マトリクスによる滑らかで安定した塗りつぶしを維持しながら、小さいディザ・マトリクスの使用によって高活動領域においてより高い詳細を保持することを可能にする。EAIとパラメータは、重み付け関数を制御するために使用される。パラメータは、ドット成長のゲイン補償を可能にする。エッジ指數パラメータは、最終ハーフトーン化画像におけるホワイト・ギャップを減少させるために使用される。図3のプロセスは、様々な色(カラー・レーザ・プリンタ)と様々なグレーレベル印刷(白黒プリンタ)の細い線とベクトルの印刷を可能にする。50

【0091】

以上の詳細な説明において、本発明は、その特定の実施例に関して説明した。特許請求の範囲で説明したような本発明のより広い趣旨と範囲から逸脱することなく様々な修正を変更を行うことができる。したがって、明細と図面は、制限ではなく例示の意味に考えられるべきである。

【0092】

本発明の実施態様を以下に例示する。

【0093】

1. a) 第1のディザ出力信号Lを生成するための元画像の選択画素の閾値を設定する段階と、b) 第2のディザ出力信号Sを生成するための前記選択画素の閾値を設定する段階と、c) 前記選択画素を含む前記元画像の領域(400)内の画素値から計算したエッジ活動指標パラメータと混合抑制パラメータの少なくとも1つにしたがって前記第1と第2のディザ出力信号の重み付けした組合せを生成する段階と、を含む方法。
10

【0094】

2. 段階c)がさらに、i) 暗色化出力Vを、暗色化パラメータにしたがってSの関数として出力する段階と、ii) 前記第1のディザ出力信号Lを重みW_Lで重み付けする段階と、iii) 前記暗色化出力Vを重みW_Vで重み付けする段階と、iv) 前記重み付けした組合せをW_L・L + W_V・Vとして計算する段階と、を含む上記1に記載の方法。

【0095】

3. が、V Sになるように選択される上記2に記載の方法。
20

【0096】

4. W_L + W_V = 1.0である上記2に記載の方法。

【0097】

5. 前記重み係数W_Vが、前記選択画素の階調値、エッジ活動指標およびの関数であり、ここで、0 < W_V < 1.0である上記2に記載の方法。

【0098】

6. 前記重み係数W_Vを計算するための関数が、LOW_CUTにおけるX軸切片を有する区分的線形関数であり、HIGH_CUT1が前記区分的線形関数の所定の区切り点であり、HIGH_CUT2 = MAX(選択画素階調値, HIGH_CUT1)であり、
W_V = 0 , EAI < LOW_CUTの場合
30

W_V = (EAI - LOW_CUT) / (HIGH_CUT2 - LOW_CUT) LOW_CUT < EAI < HIGH_CUT2の場合

W_V = 1 , その他の場合

である上記5に記載の方法。

【0099】

7. Sが、[0, 1]に正規化され、VがV = 1.0 (1.0 - S)として計算される上記2に記載の方法。

【0100】

8. 前記暗色化パラメータ()が、前記選択画素の近傍の正規化した和(S_n)、ガンマ付加最大定数(q)、およびガンマ削減点定数(r)と、ガンマ上昇点定数(s)の区分的線形関数であり、ここで、
40

$$= 1.0 + q \quad S_n < r \text{ の場合}$$

$$= 1.0 \quad S_n > s \text{ の場合}$$

$$= 1.0 + q \cdot (s - S_n) / (s - r) \quad \text{その他の場合}$$

である上記2に記載の方法。

【0101】

9. d) ホワイト・ギャップ削減に対応するために前記組み合わせたディザ出力信号の値を上昇させ、前記処理する色平面が前記ブラック(K)色平面でなく、かつエッジが前記選択領域内にあることをエッジ指標パラメータ(EI)が示し、かつ前記組み合わされたディザ出力信号が前記ドット発生閾値よりも小さい場合に、前記組み合わされたディザ出力信号が、所定のドット発生閾値と等しくセットされる上記1に記載の方法。
50

【0102】

10. 第1の空間周波数を有する閾値アレイが、前記第1のディザ出力信号を生成するために使用され、第2の空間周波数を有する閾値アレイが、前記第2のディザ出力信号を生成するために使用され、前記第2の空間周波数が、前記第1の空間周波数の奇数高調波である上記1に記載の方法。

【0103】**【発明の効果】**

既知のシステムと方法の制限を考慮して、高い視覚的活動と低い視覚的活動が混合した画像に対応する適応ハーフトーン化のための方法および装置が提供される。

【図面の簡単な説明】

10

【図1】 適応ハーフトーン化方法を示す図である。

【図2】 適応ハーフトーン化システムの構成要素を示す図である。

【図3】 適応ハーフトーン化方法の代替実施形態を示す図である。

【図4】 図3の方法を実行する適応ハーフトーン化システムの構成要素を示す図である。
。

【図5】 活動指数のパラメータを示す図である。

【図6】 混合抑制パラメータの計算方法の1つの実施形態を示す図である。

【図7】 区分的線形関数 の1つの実施形態を S_n の関数として示す図である。

【図8】 大きいディザ・マトリクスと小さいディザ・マトリクスの結果を組み合わせるためのエッジ活動指標の関数として区分的線形関数 F_1 および F_2 の1つの実施形態を示す図である。

20

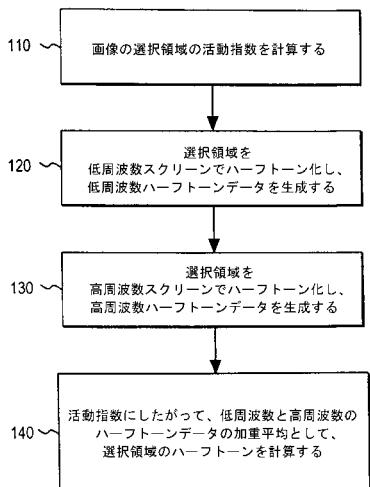
【図9】 2次元パルス幅ハーフトーン・ルックアップ・テーブルを示す図である。

【図10】 エッジ・ドット成長をホワイト・ギャップ削減に適応させるためにハーフトーン値を後処理する方法を示す図である。

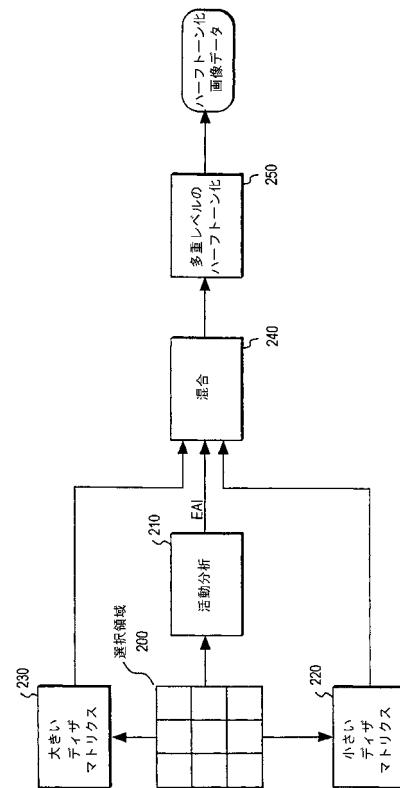
【符号の説明】

400 元画像の領域

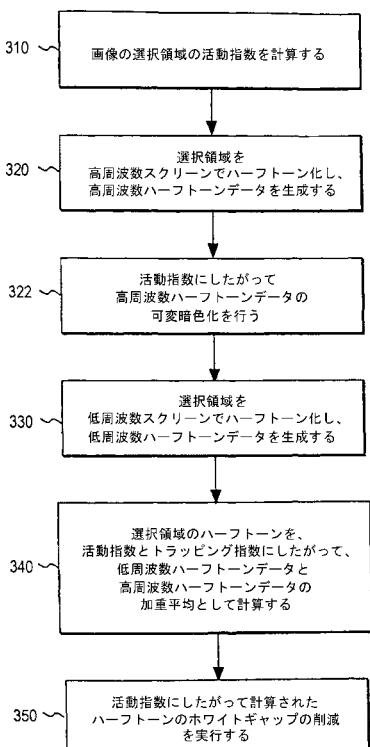
【図1】



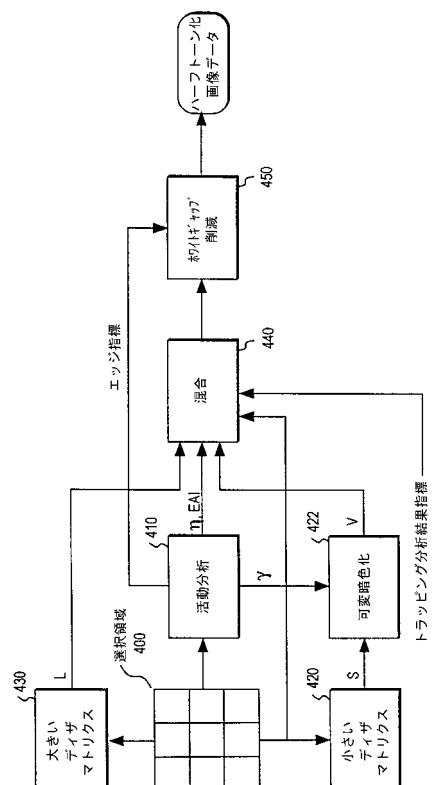
【図2】



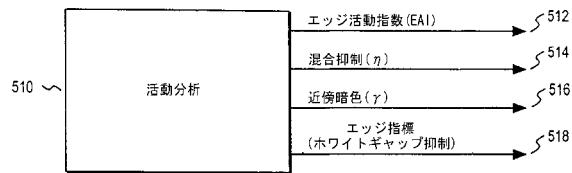
【図3】



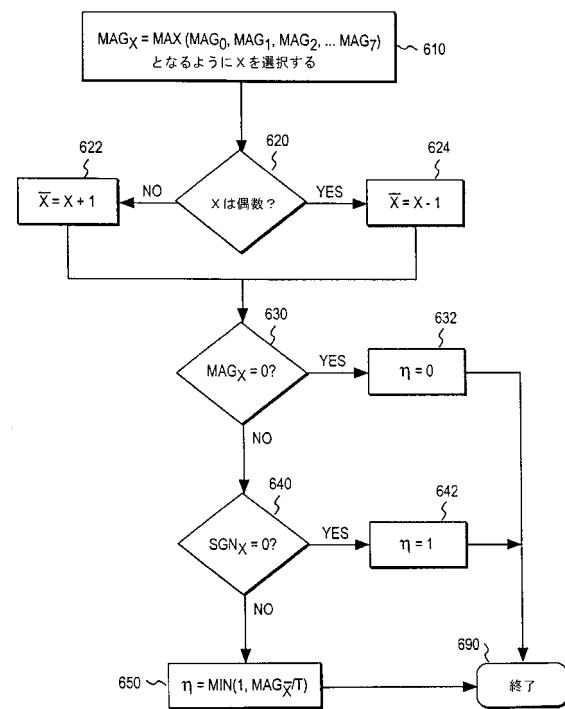
【図4】



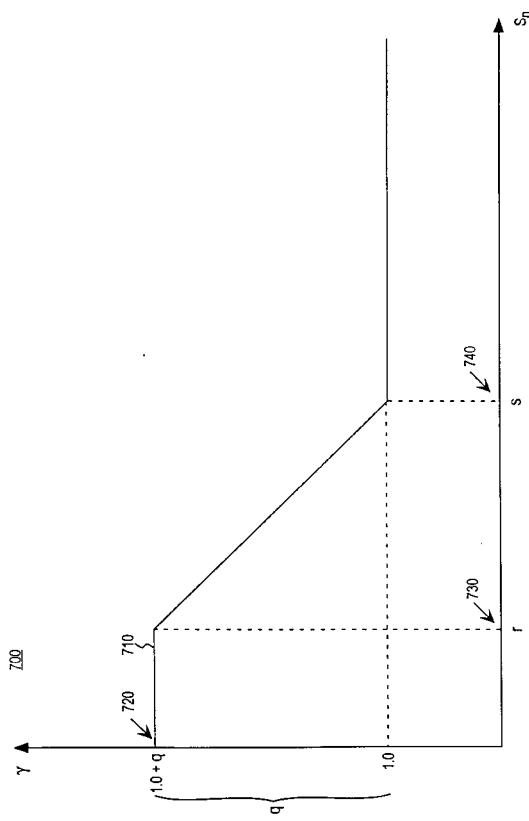
【図5】



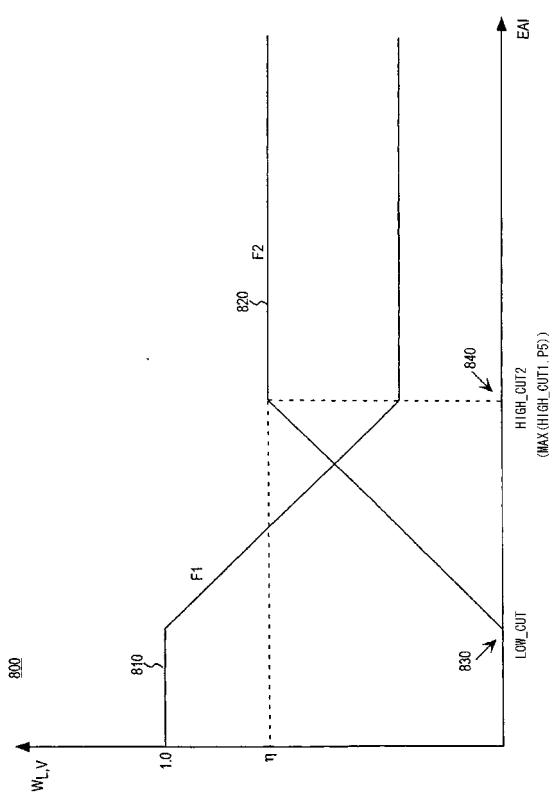
【図6】



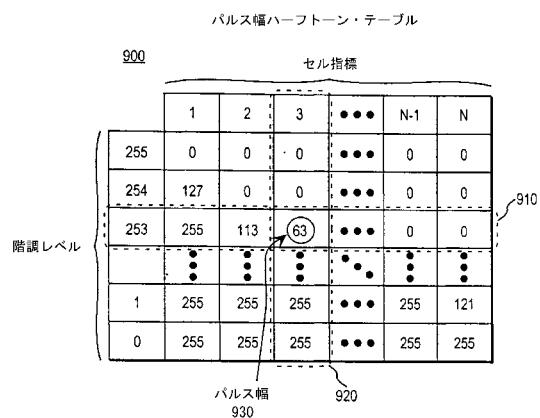
【図7】



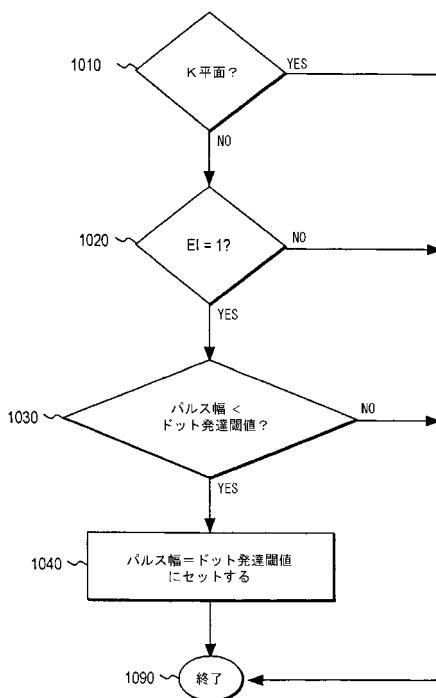
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 コング・クリタヤキラナ

アメリカ合衆国94305カリフォルニア州スタンフォード、エフ・エスコンディド・ヴィレッジ
141

(72)発明者 ダニエル・アール・トレッター

アメリカ合衆国94306カリフォルニア州パロ・アルト、ミドルフィールド・ロード 3085
、ナンバー 18

(72)発明者 チェン・リン

アメリカ合衆国95051カリフォルニア州サンタ・クララ、ギルバート・アベニュー 159

審査官 大室 秀明

(56)参考文献 特開平10-074257(JP,A)

特開平05-153393(JP,A)

特開2000-125135(JP,A)

特開平08-051536(JP,A)

特開平10-336429(JP,A)

特開平11-346315(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 1/405

G06T 5/00