(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3933354号
(P3933354)
(45)発行日　平成19年6月20日(2007.6.20)　(24)登録日　平成19年3月30日(2007.3.30)

(51)Int.Cl.　F I
H04N 1/405 (2006.01)　H04N 1/40 C

請求項の数 4　(全 16 頁)

(21)出願番号　特願平11-217421
(22)出願日　平成11年7月30日(1999.7.30)
(65)公開番号　特開2000-59624(P2000-59624A)
(43)公開日　平成12年2月25日(2000.2.25)
審査請求日　平成14年6月10日(2002.6.10)
(31)優先権主張番号　09/127927
(32)優先日　平成10年7月31日(1998.7.31)
(33)優先権主張国　米国(US)

前置審査

(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　100075513
弁理士　後藤　政喜
(72)発明者　クイアン・リン
アメリカ合衆国　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　加内　慎也

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ハーフトーンイメージ生成方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

複数のレベルのグレースケールイメージの多値ディザーマトリクスを生成する方法において、

ａ）グレースケールの範囲内で選択され第１のタイプのフィルタ又は第２のタイプのフィルタの切り替えの基準となる変化レベルに対応する２値の中間ハーフトーンパターンを、ハーフトーンパターン内において、前記２値のうちの第１の値を有する前記２値の中間ハーフトーンパターンの第１の要素を均一に分布することによって生成するステップと、

ｂ）前記第１のタイプのフィルタで前記２値の中間ハーフトーンパターンをフィルタリングすることでクラスタ化される領域にある前記第１の要素の前記第１の値を、前記２値のうちの他方の第２の値に置換することによって前記２値の中間ハーフトーンパターンより薄いハーフトーンパターンを生成するステップと、

ｃ）前記第２のタイプのフィルタで前記２値の中間ハーフトーンパターンをフィルタリングすることでクラスタ化される領域にある前記２値の中間ハーフトーンパターンの第２の要素の前記第２の値を、前記第１の値に置換することによって前記２値の中間ハーフトーンパターンより濃いハーフトーンパターンを生成し、前記第１および第２のタイプのフィルタのうちの一方の最大はフィルタの中心に位置し、前記第１および第２のタイプのフィルタのうちの他方の最大は前記フィルタの中心から離れて位置するステップと、

ｄ）生成された前記２値の中間ハーフトーンパターンより薄いハーフトーンパターンと、前記２値の中間ハーフトーンパターンより濃いハーフトーンパターンと前記２値の中間ハ

ーフトーンパターンとを組み合わせて、前記多値ディザーマトリクスを生成するステップと、
を備えることを特徴とする方法。
【請求項２】
前記第１のタイプのフィルタは前記中心を局所最大値とするガウス分布であることを特徴とする請求項１に記載の方法。
【請求項３】
前記第１のガウスフィルタは以下の式で示す特性を有することを特徴とする請求項２に記載の方法。
［数式１］
$y(d)=\exp(-d^2/2S^2)$
ｄ＝第１のフィルタの中心までの距離
ｓ＝パターンにおける前記第１の要素の数及び前記第２の要素の数のうち少ない方の要素間の平均分離Ｄの関数
D=√（パターンの要素の数/パターンおける前記第１の要素及び前記第２の要素の数うち少ない方の要素の数）
【請求項４】
前記第１のフィルタの中心までの距離ｓが、前記平均分離Ｄの関数であることを特徴とする請求項３に記載の方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明はハーフトーンイメージ生成方法に係り、特に、印刷エンジン上でハーフトーンイメージを印刷するためにスクリーン（screen）を生成する方法に関する。
【０００２】
【従来の技術】
プリンタは、ハーフトーンイメージまたはグレースケールイメージとして画像を印刷するように設計することができる。ハーフトーンイメージでは、イメージの各画素は、印刷されるドットと印刷されないドットとのいずれかを有する。また、グレースケールイメージでは、画素上の各ドットは、多くのグレーレベルの１つを有するようにより精密に印刷される。ハーフトーン化では、バイナリ画素を正しく配置し、連続調イメージをシミュレーションすることで、連続調イメージの幻影（illusion）を生成する。
【０００３】
ハーフトーンイメージは、通常、グレースケールイメージより容易かつ安価に生成できる。比較的低コストのプリンタの多くは、ハーフトーンイメージの印刷専用に設計されている。グレースケールイメージを印刷するプリンタにおいて、イメージは、まず、１つのスクリーンまたは１組のスクリーンを使用して、ハーフトーンイメージに変換されなければならない。印刷業界における一目的は、ハーフトーンイメージが実質上グレースケールイメージと見分けがつかなくなるように、適当な変換技術を開発することである。
【０００４】
従来技術の一方法では、ディザーマトリクスを用いてグレースケールイメージをハーフトーンイメージに変換する。グレースケールイメージは、多くのグレーレベルと多くの画素とを有している。各画素は１つの値を有している。ディザーマトリクスは、物理的な空間を占め、多くの要素を有している。その要素もまた、それぞれ１つの値を有する。このディザーマトリクスがハーフトーンイメージ上にマップされ、ハーフトーンイメージが生成される。ディザーマトリクスより大きいグレースケールイメージについては、ディザーマトリクスは、複製されるかタイリングされることによってイメージ全体をカバーする。グレースケールイメージ内の各画素は、ディザーマトリクス内の各要素と比較される。グレースケールイメージの画素の方が大きい値を有する場合、ハーフトーンイメージの対応する位置にドットは印刷されない。生成されたハーフトーンイメージは、グレースケールイ

メージ内のグレーレベルの数と同じ数のグレーレベルパターンを有している。グレースケールイメージ内のより暗い領域は、ハーフトーンイメージでは、より多くのドットを有するグレーパターンによって表される。

【０００５】

上記方法を用いてハーフトーンイメージを生成するために、ディザーマトリクスは、慎重に設計しなければならない。マトリクス内の要素は、乱数発生器によって生成されるべきではない。完全にランダムなパターンは、ノイズのあるハーフトーンイメージを生成し、イメージの質を下げることとなるからである。

【０００６】

ディザーマトリクスを設計する従来技術の方法の１つは、ボイドアンドクラスタ法（void-and-cluster method）として知られている。この方法の概要は、Robert Ulichney氏による「The Void and Cluster Method for Dither Array Generation」（IS&T/SPIE Symposium on Electronic Imaging: Science and Technology, San Jose, California, 1993年）に述べられている。

【０００７】

確率的スクリーンを生成する他の方法が、J.Dalton氏による「Perception of binary texture and the generation of halftone stochastic screens」（IS&T/SPIE 1995 International Symposium on Electronic Imaging: Science and Technology, San Jose. CA, 1995年）に述べられている。

【０００８】

他の従来技術として、誤差拡散法を用いてハーフトーンイメージを生成するものがある。この方法では、グレースケールイメージの画素全てを１度に１つずつ解析して、ハーフトーンイメージ内にドットを印刷すべきか否かを判断する。各画素による誤差は、その後に続く近傍の画素に「拡散」される。そのような画素毎の演算には、膨大な量の計算が必要であり、ディザーマトリクスを適用する方法よりハーフトーンイメージの生成に時間がかかる。さらに、誤差拡散法は、ベクトルグラフィクスには適していない。これは、ハーフトーンイメージ上の画素の値を、逐次計算することができない場合があるためである。誤差拡散法については、Floyd氏およびSteinberg氏による「An Adaptive Algorithm for Spatial Grayscale」（Proceeding of the Society for Information Display, Vol. 17, 75～77頁, 1976年）に述べられている。

【０００９】

【発明が解決しようとする課題】

本発明者による他のディザーマトリクス方法が、米国特許第５，３１７，４１８号公報「Halftone Images Using Special Filters」に開示されており、本明細書に参照として引用する。この方法は、本質としては確率的であり、分散したドットを生成することにより、ドット毎の干渉（interaction）なく印刷エンジンに非常に均一なパターンをもたらす。レーザプリンタのようなドット毎の干渉が存在する印刷エンジンの場合、これらのスクリーンは、粗く粒状のパターンを生成する。したがって、レーザプリンタのようなドット毎の干渉を有する印刷エンジンでの使用に適した確率的スクリーンを生成する方法が必要とされている。

【００１０】

【課題を解決するための手段】

本発明は、ディザーマトリクスを用いて、グレースケールイメージからハーフトーンイメージを生成する方法を提供する。ハーフトーンイメージにおけるあらゆる画素値は、グレースケールイメージの画素値をマトリクスの要素値と直接比較することによって決定される。本方法は、ラスタグラフィクスおよびベクトルグラフィクスの両方に適しており、またドット毎に干渉のある印刷エンジンにも適している。

【００１１】

簡単に、また一般的に言えば、ハーフトーンイメージ、グレースケールイメージおよびディザーマトリクスの各々は、物理的な２次元領域を占めている。これら３つのイメージは

、実質的に等しいものである。ある場合においては、ハーフトーンイメージおよびグレースケールイメージより小さいディザーマトリクスを使用することが有益である。この場合、ディザーマトリクスパターンは、所望の領域を覆うために複製されるかまたはタイリングされる。ハーフトーンイメージおよびグレースケールイメージは、共に多くの画素を有し、各画素はそれぞれ１つの値を有している。また、ディザーマトリクスは多くの要素を有しており、その各要素はそれぞれ１つの値を有している。

【００１２】

本発明の方法は、グレースケールイメージの各画素値を、ディザーマトリクスの各要素値と比較する。その比較の結果に基づいて、対応するハーフトーンイメージの画素値が決定される。

【００１３】

ディザーマトリクスは多くのパターンから生成され、その各パターンは、それぞれがハーフトーンイメージの１つのグレーレベルパターンに対応する。各パターンは多くの要素を有しており、その各要素はそれぞれ１つの値を有している。所定のパターンの各要素の値は、特殊なフィルタによって決定される。

【００１４】

本発明によれば、ドーナツフィルタが使用される。従来技術のフィルタがそのピークを現画素の中心においていたのに対し、ドーナツフィルタは現画素から離れてピークが発生するという特性を有する。上記従来技術のフィルタは、ドットを追い出す（expel）効果を有し、散開したパターンを生成する。本発明のドーナツフィルタは、現画素から離れたピークを有し、ドットのクラスタ化をもたらす。

【００１５】

最初に、イメージのグレースケールの範囲内で変化レベル（transition level）を選択することにより、確率的にクラスタ化されたドットスクリーンが生成される。変化レベルよりも明るく最も明るいグレーレベルに対し、第１のフィルタを使用してハーフトーンパターンが設計される。第１のフィルタの幅は、グレーレベルによって決まる。一旦変化レベルに達すると、ドーナツフィルタを使用してハーフトーンパターンが設計される。変化レベルにおけるハーフトーンパターンのドットは、クラスタ化されたドットが成長するシード（seeds）としての役割を果たす。最も明るいグレーレベルにおける変化レベルを選択することにより、ドーナツフィルタは、全てのグレーレベルに対して使用される。ドーナツフィルタによって生成されたクラスタ化されたハーフトーンドットパターンは、モアレ（干渉縞）がなく、写真における粒状ノイズに非常によく似たハーフトーンノイズを有するため、本物の写真により似た印刷イメージが生成される。

【００１６】

【発明の実施の形態】

図１は、グレースケールイメージ１０２をハーフトーンイメージ１０４に変換する、本発明の一実施形態に係るコンピュータシステム１００を示す。本発明者による米国特許第５，３１７，４１８号公報に記載されているように、この変換プロセスは、グレースケールイメージ１０２の各画素の値をディザーマトリクスの要素の値と比較するステップを含む。この比較の結果、ハーフトーンイメージ１０４の対応する画素の値が決定される。ディザーマトリクスは、最初に、特別なフィルタに基づいて中間パターンを作成することによって生成される。１および０に等しい値を有するディザーマトリクスの要素は、パターン内にほぼ均一に分散されている。

【００１７】

図２は、ディザーマトリクスを形成する一方法を示すフローチャートである。この方法では、中間グレーレベルに対するパターンが生成され、その後、より明るいグレーレベルのパターンを形成するためにドットが減算され、より暗いグレーレベルのパターンを形成するためにドットが加算される。ステップ２０２では、後述する選択されたフィルタを用いて、中間パターンを生成する。ステップ２０４では、１に等しい値を有する要素が中間パターンより少ないディザーマトリクスのパターンを生成する。これは、中間パターンから

複数の１を０に置換することによって行われる。置換すべき１は、選択されたフィルタによって識別されるように、１が共にクラスタ化された領域にある。パターン毎における１に等しい値を有する要素の数の違いは、量子化数によって決まる。

【００１８】

次に、ステップ２０６では、０に等しい値を有する要素が中間パターンより少ないディザーマトリクスのパターンを生成する。これは、中間パターンの複数の０を１に置換することによって行われる。置換すべき０は、選択されたフィルタによって識別されるように、０が共にクラスタ化された領域にある。パターン毎における０に等しい値を有する要素の数の違いは、量子化数によって決まる。

【００１９】

最後に、ステップ２０８では、生成された全てのパターンを加算することにより、ディザーマトリクスを形成する。

【００２０】

ディザーマトリクスを形成する他の方法では、最も明るいグレーレベルに対して中間パターンを生成することから始めて、続くグレーレベルに対してドットを加算するだけである。この方法は、図２のステップ２０２，２０６，２０８を使用する。

【００２１】

米国特許第５，３１７，４１８号のような従来技術で使用されるフィルタでは、ガウスフィルタ、三角フィルタおよび矩形フィルタのように、最大値の中心が現画素にある。なお、これらのフィルタは、一般的に、中心の画素の周りの領域を覆うように使用されるため、図面に示す２次元表現は、回転面を形成するようにそれらの中心の周りを回転する。図３に示すように、これらのフィルタは全て、現画素の周りに最大値を有する。このフィルタの回転面を図４に示す。この結果、図５に示すように、結果として得られるディザーマトリクスにおいてドットが散開してしまう。

【００２２】

本発明の一実施形態では、図６に示すようなドーナツフィルタを用いて、クラスタ化されたドットを生成する。図６に示すように、このドーナツフィルタは、局所最大値が現画素から離れ、任意に局所最小値が局所画素にあるという特徴を有する。図７に、ドーナツフィルタの回転面を示す。現画素の周りの内側の屈曲により、ドットを現画素の周りにクラスタ化させるエネルギトラップが提供される。この結果、図８に示すように、ドットがクラスタ化され、より安定したドットパターンが生成される。

【００２３】

図９～図１３は、ドーナツフィルタのいくつかの好ましい実施形態を示す。これらは２次元表現である。図９および図１０は、現画素においてそれぞれ０または０ではない値を有する矩形のドーナツフィルタを示す。図１１は、三角形のドーナツフィルタを示す。図１２は平滑化したドーナツフィルタを示し、図１３は最大値から離れたリプルを有する同様のドーナツフィルタを示す。ドーナツフィルタの好ましい他の実施形態を、図１４に示す。ドーナツフィルタ６１０は、第１のローパスガウスフィルタ６２０と第２のローパスガウスフィルタ６３０との差である。ドーナツフィルタ６１０は、本発明をより具体的に説明するために選択されたものである。

【００２４】

米国特許第５，３１７，４１８号では、イメージ内の全てのグレーレベルを処理するために、１種類のフィルタ（例えば、ガウスフィルタ）が使用されている。本発明は、グレースケールの範囲において選択可能な変化レベルを用いて、例えばローパスガウスフィルタのような第１のフィルタとドーナツフィルタとを切換える。ローパスガウスフィルタの例を、図３に示す。また、ドーナツフィルタの例を、図４～図１４に示す。

【００２５】

確率的スクリーンを生成するプロセスは、まずグレースケールの範囲内の変化レベルを選択することによって改良されている。次に、最も明るいグレーレベルから始めて、図２に示す上述した手順により、第１のローパスガウスフィルタ６２０を用いてこのレベルでハ

ーフトーンパターンを設計する。なお、ガウスフィルタの幅はグレーレベルによって決まる。一旦変化レベルに達すると、同じプロセスにより、ドーナツフィルタ６１０を用いてその後のレベルでハーフトーンパターンを設計する。変化レベルの設定の違いにより、ドーナツフィルタは、グレーレベルのいずれにも用いられない、いくつかに用いられる、または全てに用いられるようになる。例えば、変化レベルが最も明るいグレーレベルに設定されている場合、ドーナツフィルタは全てのグレーレベルに用いられることとなる。

【００２６】

変化レベルの特定の選択は、印刷プロセスによって決まる。ドーナツフィルタを全てのグレーレベルに用いても良く、或いは、変化レベルを、ドットが接触し始めるほどにパターンが密となるまで、ローパスフィルタを用いて設定しても良い。なお、上記時点では、ドットのより安定したクラスタを生成するように、ドーナツフィルタが用いられるべきである。

【００２７】

図１７は、中間パターンを生成する図２に示すステップ２０２をより詳細に示すフローチャートである。ステップ３５０において一旦中間パターンが生成されると、ステップ３５２において、サポート領域が選択される。

【００２８】

変化レベルより明るいグレーレベルのサポート領域を選択するときは、米国特許第５，３１７，４１８号に開示されている同じプロセスを用いて、ローパスガウスフィルタのパラメータを計算し、図１４に示すような第１のローパスガウスフィルタ６２０を生成する。

【００２９】

図１８に、サポート領域を選択するステップ３５２をより詳細に示すフローチャートを示す。第１のステップ４００では、１または０のどちらがより少ないかを判別して、パターンの少数派の値を識別する。少数派の値が識別された後、ステップ４０２では、パターンの少数派の値を有する要素間の平均分離（average separation）Ｄが計算される。好適な一実施形態では、この計算は、そのパターンにおける要素の合計数を少数派の値を有する要素の数で除算して、その平方根をとる。図１９に示すように、Ｄの値はサポート領域グラフ４５０に適用され、第１のローパスガウスフィルタ６２０のシグマｓが求められる。本発明では、これは次式（１）のように計算される。

$$y(s)=\exp(-d^2/2s^2) \quad \cdots (1)$$

【００３０】

サポート領域の直径は、シグマｓに関連している。本実施形態では、直径は約３．７×ｓに等しい。ステップ４０４では、この直径からガウス曲線のサポート領域が求められる。サポート領域グラフ４５０は、人間の視覚的な応答を介して試行錯誤によって生成される。このグラフは、実質的に非減少関数である。これは、少数派の値を有する要素の平均分離Ｄが増加すると、フィルタが、意味のあるフィルタリングを実行するために、より広い領域をカバーしなければならなくなるためである。フィルタがカバーする領域が十分に広くない場合、そのフィルタリング出力は入力と同じになる。フィルタがより広い領域をカバーするためには、シグマを大きくしなければならない。本実施形態では、この概念に基づき異なるサポート領域グラフが適用された。また、試行錯誤により作成された図１９に示すサポート領域のグラフにより、ディザーマトリクスに対する許容パターンが提供されることが分かった。

【００３１】

図１９に示すサポート領域グラフでは、Ｄが２より小さいとき、シグマｓは一定であって１．５に等しい。また、Ｄが２より大きいとき、シグマｓはＤに対して傾きが０．７の直線関係にある。当業者にとって、図１９に示す本実施形態のサポート領域グラフとは異なった、例えばＤが１から２の範囲においてシグマｓの値が１．５ではない一定値を有し、例えば０．５から１の範囲において傾きが０．０ではないサポート領域グラフも使用することができることは明らかである。

【００３２】

また、グレーレベルによってフィルタ幅が変化する連続したフィルタを使用し、フィルタを選択するためにハーフトーンパターンの可視性を視覚的に検査することによって、実験的にサポート領域を得ることができる。この動作は、最小のグレーレベルと最大のグレーレベルとの間、一般的には０と２５５との間で分散したグレーレベルの数だけ繰返される。最適なフィルタパラメータが特定のグレーレベルで選択され、そのパラメータはグレーレベルの範囲全体で補間される。また、最適なフィルタパラメータは、プリンタおよび印刷エンジンの種類によって決まる。この動作は、新しい印刷エンジン毎に繰返す必要がある。

【００３３】

サポート領域の選択（ステップ３５２）に続いて、次のステップ３５３では、中間パターンをダミーパターンにコピーする。次に、ステップ３５４では、ダミーパターンをフィルタリングする。次に、ステップ３５６では、ダミーパターンの最小位置および最大位置を識別する。次に、ステップ３５８では、これら最大位置および最小位置を識別した後、中間パターンの最大位置および最小位置の要素を交換する。

【００３４】

さらに、ステップ３６２では、中間パターンが平衡かを判断し、ステップ３５３（コピー）、ステップ３５４（フィルタリング）、ステップ３５６（識別）およびステップ３５８（交換）を、中間パターンが平衡状態に達するまで１回以上繰り返す。

【００３５】

図２のステップ２０４およびステップ２０６では、中間パターンからディザーマトリクスの異なるグレーレベルについてパターンが生成される。ステップ２０４では、１に等しい値を有する要素が中間パターンより少ないディザーマトリクスのパターンを生成する。これは、中間パターンから複数の１を０に置換することによって行われる。置換すべき１は、変化レベルによって選択されるフィルタによって識別されるように、１が共にクラスタ化された領域にある。例えばローパスガウスフィルタを用いて、変化レベルを超えてグレーレベルに対するサポート領域を選択する場合、サポート領域は、米国特許第５，３１７，４１８号公報または上述した実験的な手続きで説明されているように計算される。また、ドーナツフィルタを用いて、変化レベルより下のグレーレベルに対するサポート領域を選択する場合は、同様の計算が行われて、第１のローパスガウスフィルタ６２０が生成される。なお、第２のローパスガウスフィルタ６３０は、第１のローパスガウスフィルタ６２０の半分の幅を使用して生成される。また、ドーナツフィルタ６１０は、第１のガウスローパスフィルタ６２０と第２のローパスガウスフィルタ６３０との差である。

【００３６】

次に、ステップ２０６では、１に等しい値を有する要素が中間パターンより多いディザーマトリクスのパターンを生成する。これは、中間パターンからの複数の０を１に置換することによって行われる。置換すべき０は、変化レベルによって選択されたフィルタによって識別されるように、０が共にクラスタ化された領域にある。上記ステップ２０４と同様に、例えばローパスガウスフィルタを用いて、変化レベルを超えてグレーレベルに対するサポート領域を選択する場合、サポート領域は、米国特許第５，３１７，４１８号公報に記載されているように計算される。ドーナツフィルタを用いて、変化レベルより下のグレーレベルに対するサポート領域を選択する場合は、同様の計算が行われて、第１のローパスガウスフィルタ６２０が生成される。なお、第２のローパスガウスフィルタ６３０は、第１のローパスガウスフィルタ６２０より狭い幅を使用して生成される。また、好適な実施形態においては、第１のローパスガウスフィルタ６２０の半分の幅の値が使用されるが、他の値も使用することができる。また、ドーナツフィルタ６１０は、第１のローパスガウスフィルタ６２０と第２のローパスガウスフィルタ６３０との差である。

【００３７】

図１５は、第１行目に、第２のローパスガウスフィルタ６３０を用いて確率的スクリーンによりレンダリングされたグレーパッチを示し、第２行目に、４８の変化グレーレベルに達するまで、すなわち、ドーナツフィルタ６１０が残りのグレーレベルに対して使用され

るときまで、第２のローパスガウスフィルタ６３０を用いてレンダリングされたパッチを示す。第１列目はグレーレベル６６であり、第２列目はグレーレベル９６であり、第３列目はグレーレベル１２６である。ハーフトーンパターンは、ドット配列が明瞭に見えるように７５ドット／インチで印刷され、第２行目のイメージにドットのクラスタ化を示す。

【００３８】

図１６は、異なる変化レベルを選択した結果を示す。第１行目は、変化レベルが１で生成されたハーフトーンパターンを示す。すなわち、ドーナツフィルタ６１０が、第１のグレーレベル以外の全てのグレーレベルに対して使用されている。第２行目は、４８の変化レベルが生成されたハーフトーンパターンを示す。第１列目はグレーレベルが３２であり、第２列目はグレーレベルが１２８であり、第３列目はグレーレベルが１９２である。変化値がハイライト領域におけるハーフトーンパターンの外観に重要な影響を及ぼすことが、明らかである。しかしながら、中間調領域では差は非常に小さくなり、シャドウ領域では差は極わずかになる。

【００３９】

以上のように、本発明に係る本実施形態によれば、確率的スクリーンの生成においてドーナツフィルタを用いることにより、スクリーンがモアレおよびパターンのないものとなると共に、縞がほとんど現れにくくなる、という利点が得られる。これは、レーザプリンタのようなドット毎のインタラクションを有する印刷エンジンで処理する場合に重要である。他の利点は、ハーフトーンノイズが写真の粒状ノイズに非常に似ており、現実の写真により似た印刷イメージを生成することができるということである。さらに、本発明の確率的スクリーン設計方法では、より優れたトーン再生特性の利点により、クラスタ化されたドットのハーフトーンパターンを生成し、ドット毎のインタラクションを有する印刷エンジンにおいてより安定したドットを生成することができる。

【００４０】

本発明の上述した詳細な説明は、説明のために提供されたものであり、開示した実施の形態に対し網羅的であるよう、または発明を限定するように意図されたものではない。したがって、本発明の範囲は特許請求の範囲によって定義されている。

【００４１】

以下に本発明の実施の形態を要約する。

１．ディザーマトリクスを用いてグレースケールイメージからハーフトーンイメージを生成するハーフトーンイメージ生成方法であって、

前記ハーフトーンイメージ、前記グレースケールイメージおよび前記ディザーマトリクスは各々１つの領域を占め、該３つの領域は互いに実質的に等しく、

前記ハーフトーンイメージおよび前記グレースケールイメージは各々複数の画素を有し、各画素はそれぞれ１つの値を有し、

前記ディザーマトリクスは複数のパターンから生成される複数の要素を有し、各パターンはグレーレベルに対応すると共に複数の要素を有し、各パターンの各要素は該パターンの１つの位置をそれぞれ占め、各要素はそれぞれ１つの値を有し、

当該ハーフトーンイメージ生成方法は、前記グレースケールイメージの各画素の値を前記ディザーマトリクスの要素の値と比較するステップと、該比較に基づいて前記ハーフトーンイメージの対応する画素の値を決定するステップと、を有し、

グレーレベルに対応する前記ディザーマトリクスの各パターンにおける各要素の値は、前記グレーレベルが予め設定された変化レベルを超える場合は、該変化レベルおよび第１のフィルタにより決定され、前記グレーレベルが前記変化レベルを超えない場合は、第２のフィルタによって決定され、

前記第１のフィルタはサポート領域を有する単一ピークの正のフィルタであり、該ピークは前記サポート領域の略中心にあり、

前記第２のフィルタは前記サポート領域の中心から離れた正のピークを有する正のフィルタであり、

所定のパターンについて、前記サポート領域はそのパターン内の予め選択された値の平均

分離に依存するハーフトーンイメージ生成方法。
【００４２】
２．前記第２のフィルタは、前記サポート領域の中心から離れた局所最大値を有するドーナツフィルタである上記１記載のハーフトーンイメージ生成方法。
【００４３】
３．前記ドーナツフィルタの応答は、前記サポート領域を中心に対称的である上記２記載のハーフトーンイメージ生成方法。
【００４４】
４．前記ドーナツフィルタは、第１のガウスフィルタと、該第１のガウスフィルタより幅の狭い第２のガウスフィルタとの差から得られる上記２記載のハーフトーンイメージ生成方法。
【００４５】
５．前記第２のガウスフィルタは、前記第１のガウスフィルタの半分の幅を有する上記４記載のハーフトーンイメージ生成方法。
【００４６】
６．前記サポート領域から離れた前記フィルタの応答は矩形である上記２記載のハーフトーンイメージ生成方法。
【００４７】
７．前記ハーフトーンイメージは白黒である上記２記載のハーフトーンイメージ生成方法。
【００４８】
８．前記ハーフトーンイメージはカラーである上記２記載のハーフトーンイメージ生成方法。
【００４９】
９．前記ハーフトーン化はマルチレベルである上記２記載のハーフトーンイメージ生成方法。
【００５０】
１０．前記サポート領域の中心から離れた前記フィルタの応答は矩形である上記３記載のハーフトーンイメージ生成方法。
【００５１】
１１．前記サポート領域の中心から離れた前記フィルタの応答は三角形である上記３記載のハーフトーンイメージ生成方法。
【００５２】
１２．前記サポート領域の中心における前記第２のフィルタの応答は局所最小値である上記３記載のハーフトーンイメージ生成方法。
【００５３】
１３．前記サポート領域の中心における前記第２のフィルタの応答は０である上記３記載のハーフトーンイメージ生成方法。
【００５４】
１４．前記変化レベルは、全てのグレーレベルについて前記第２のフィルタを選択することにより、最も明るいグレーレベルに設定される上記１記載のハーフトーンイメージ生成方法。
【００５５】
１５．前記ディザーマトリクスは中間パターンから生成され、該中間パターンの生成は、
前記中間パターンの開始パターンとしてランダムパターンを使用するステップと、
前記変化レベルに基づいてフィルタを選択するステップと、
前記中間パターンの前記グレーレベルに基づいて、前記選択されたフィルタのサポート領域を選択するステップと、
前記中間パターンをダミーパターンにコピーするステップと、
前記選択されたフィルタを用いて前記ダミーパターンをフィルタリングするステップと、

前記フィルタリングされた出力から、最大値を有する要素の位置を最大位置として識別し、最小値を有する要素の位置を最小位置として識別するステップと、
前記中間パターンの前記最大位置および前記最小位置の要素を交換するステップと、
前記中間パターンが平衡状態に達するまで、前記「コピーする」ステップ以降を繰返すステップと、
を有する上記２記載のハーフトーンイメージ生成方法。

【００５６】

１６．前記中間パターンから前記ディザーマトリクスを生成する前記方法は、
予め決められたグレーレベルにおける中間パターンを生成するステップと、
前記中間パターンに基づいて、前記予め決められたグレーレベルより明るいグレーレベルについてディザーマトリクスパターンを生成するステップと、
前記中間パターンに基づいて、前記予め決められたグレーレベルより暗いグレーレベルについてディザーマトリクスパターンを生成するステップと
を有する上記１４記載のハーフトーンイメージ生成方法。

【００５７】

１７．前記中間パターンに基づいて、前記予め決められたグレーレベルより明るいグレーレベルについてディザーマトリクスパターンを生成する前記方法は、
前記中間パターンをダミーパターンにコピーするステップと、
前記変化レベルに基づいてフィルタを選択するステップと、
現グレーレベルに基づいて前記フィルタのサポート領域を選択するステップと、
前記選択されたフィルタにより前記ダミーパターンをフィルタリングするステップと、
前記フィルタリングされた出力から、最大値を有する要素の位置を最大位置として識別するステップと、
前記中間パターンの前記最大位置における前記要素を前記最小値と置換するステップと、
前記中間パターンを前記ダミーパターンにコピーするステップと、
前記「選択する」ステップ以降を量子化数分の回数だけ繰返して、前記ディザーマトリクスの一パターンを生成するステップと、
前記予め決められたグレーレベルより明るい所望の数のディザーマトリクスパターンが生成されるまで、前記「選択する」ステップ以降を繰返すステップと、を有する上記１５記載のハーフトーンイメージ生成方法。

【００５８】

１８．前記中間パターンに基づいて、前記予め決められたグレーレベルより暗いグレーレベルのディザーマトリクスパターンを生成する前記方法は、
前記中間パターンをダミーパターンにコピーするステップと、
前記変化レベルに基づいてフィルタを選択するステップと、
現グレーレベルに基づいて前記フィルタのサポート領域を選択するステップと、
前記選択されたフィルタにより前記ダミーパターンをフィルタリングするステップと、
前記フィルタリングされた出力から、最小値を有する要素の位置を最小位置として識別するステップと、
前記中間パターンの前記最小位置における要素を前記最大値と置換するステップと、
前記中間パターンを前記ダミーパターンにコピーするステップと、
前記「選択する」ステップ以降を量子化数分の回数だけ繰返して、前記ディザーマトリクスの一パターンを生成するステップと、
前記予め決められたグレーレベルより暗い所望の数のディザーマトリクスパターンが生成されるまで、前記「選択する」ステップ以降を繰返すステップと、
を有する上記１５記載のハーフトーンイメージ生成方法。

【００５９】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、ディザーマトリクスを用いた、グレースケールイメージからハーフトーンイメージを生成するハーフトーンイメージ生成方法を提供するこ

とができる。また、確率的スクリーンの生成においてドーナツフィルタを用いることにより、スクリーンがモアレおよびパターンのないものとなると共に、縞がほとんど現れにくくすることができる。また、ハーフトーンノイズが写真の粒状ノイズに非常に似ているため、現実の写真により似た印刷イメージを生成することができる。さらに、本発明の確率的スクリーン設計方法では、より優れたトーン再生特性の利点により、クラスタ化されたドットのハーフトーンパターンを生成し、ドット毎のインタラクションを有する印刷エンジンにおいてより安定したドットを生成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】グレースケールイメージをハーフトーンイメージに変換するコンピュータシステムを示す説明図である。

【図２】ディザーマトリクスを生成する一方法を示すフローチャートである。

【図３】従来技術のフィルタおよびドットの散開を示す説明図である。

【図４】従来技術のフィルタおよびドットの散開を示す説明図である。

【図５】従来技術のフィルタおよびドットの散開を示す説明図である。

【図６】本発明に係るドーナツフィルタおよびドットのクラスタ化を示す説明図である。

【図７】本発明に係るドーナツフィルタおよびドットのクラスタ化を示す説明図である。

【図８】本発明に係るドーナツフィルタおよびドットのクラスタ化を示す説明図である。

【図９】ドーナツフィルタの好ましい一実施形態を示す説明図である。

【図１０】ドーナツフィルタの好ましい一実施形態を示す説明図である。

【図１１】ドーナツフィルタの好ましい一実施形態を示す説明図である。

【図１２】ドーナツフィルタの好ましい一実施形態を示す説明図である。

【図１３】ドーナツフィルタの好ましい一実施形態を示す説明図である。

【図１４】ガウス分布から得られるドーナツフィルタの例を示す説明図である。

【図１５】ガウスフィルタおよびドーナツフィルタを用いて確率的スクリーンによりレンダリングされた１組のグレーパッチを示す説明図である。

【図１６】ドーナツフィルタにおける異なる変化レベルの結果を示す説明図である。

【図１７】本発明に係る中間パターンの生成を示すフローチャートである。

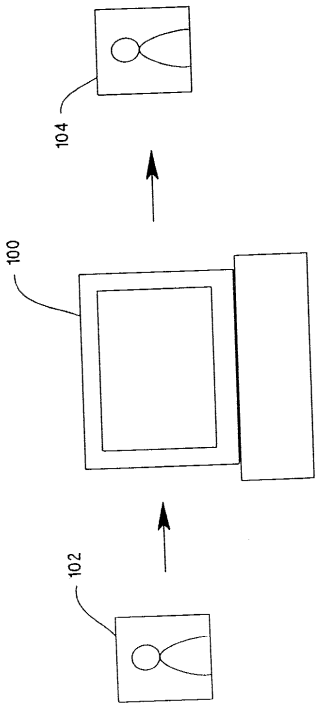
【図１８】パターンからのフィルタのサポート領域を選択するステップを示すフローチャートである。

【図１９】本発明に係るサポート領域を示すグラフである。

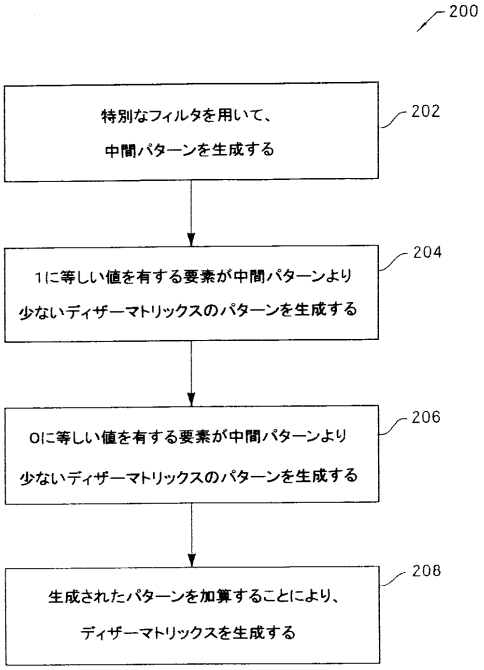
【符号の説明】

１００　コンピュータシステム
１０２　グレイスケールイメージ
１０４　ハーフトーンイメージ

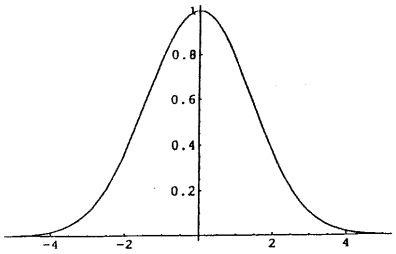
【図１】



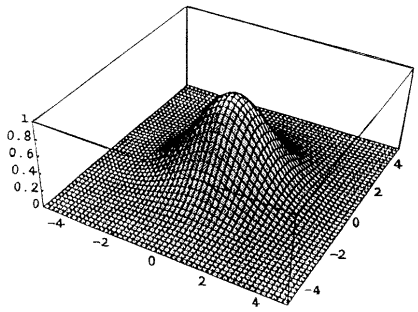
【図２】



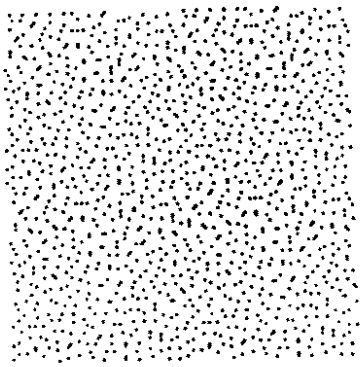
【図３】



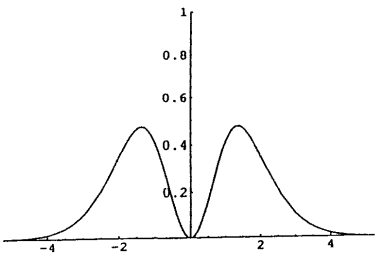
【図４】



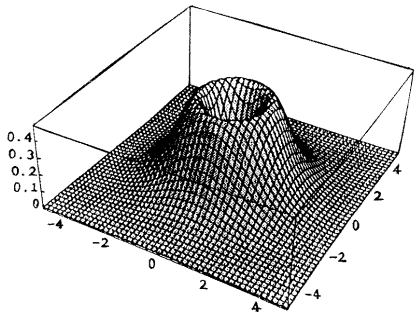
【図５】



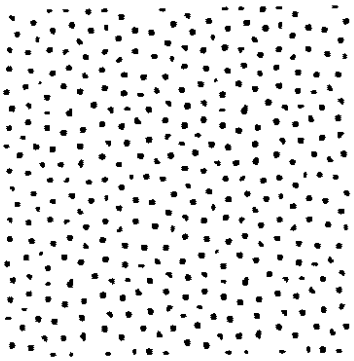
【図６】



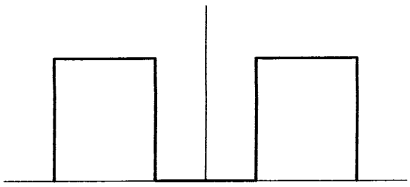
【図７】



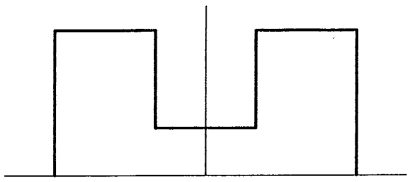
【図８】



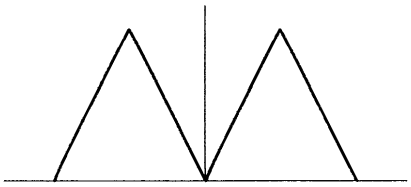
【図９】



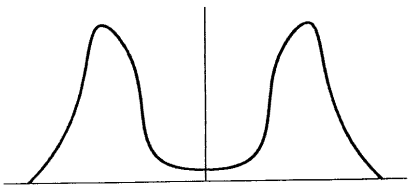
【図１０】



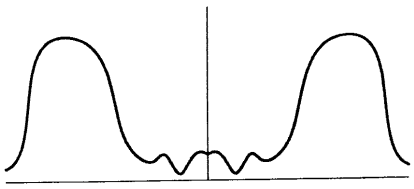
【図１１】



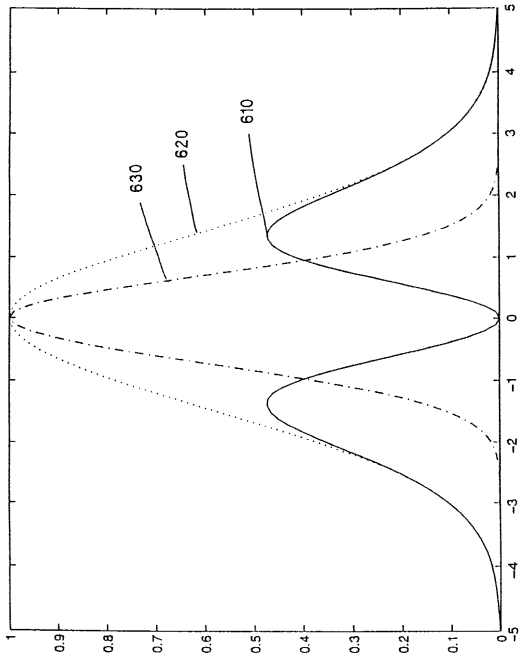
【図１２】



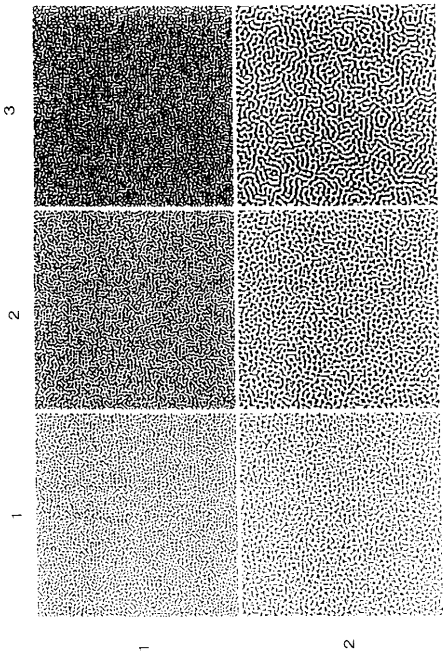
【図１３】



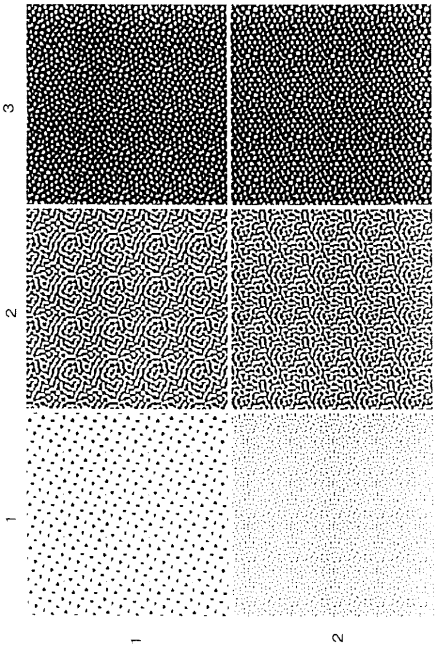
【図１４】



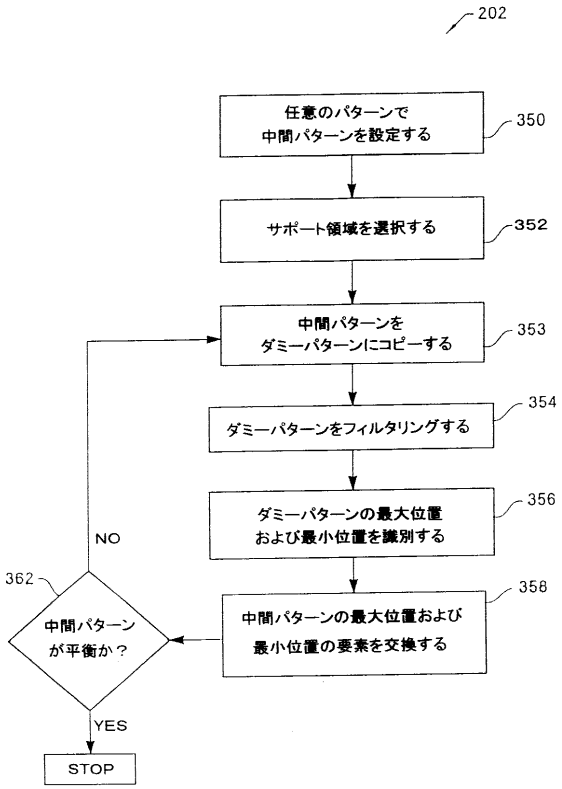
【図１５】



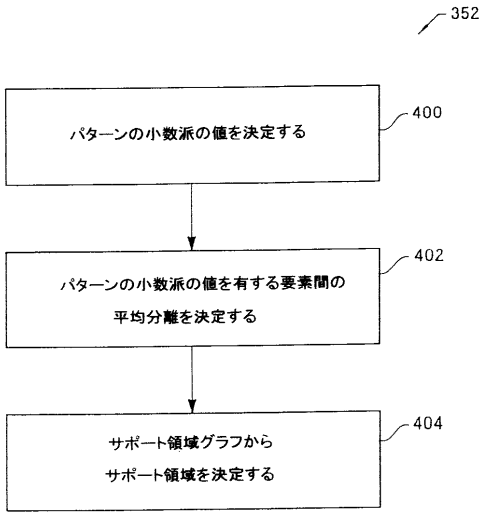
【図１６】



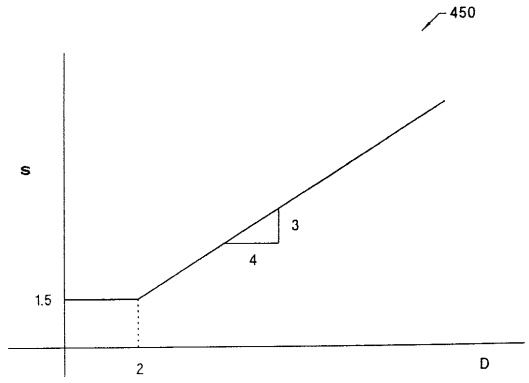
【図１７】



【図１８】



【図１９】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平０７－０５７０８２（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－０８０６４１（ＪＰ，Ａ）
特表平１０－５０５４７３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
H04N1/40-1/409
H04N1/46
H04N1/60