

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4641461号
(P4641461)

(45) 発行日 平成23年3月2日(2011.3.2)

(24) 登録日 平成22年12月10日(2010.12.10)

(51) Int.Cl.

H04N 1/40 (2006.01)

F 1

H04N 1/40

F

請求項の数 6 (全 35 頁)

(21) 出願番号 特願2005-219484 (P2005-219484)
 (22) 出願日 平成17年7月28日 (2005.7.28)
 (65) 公開番号 特開2006-42367 (P2006-42367A)
 (43) 公開日 平成18年2月9日 (2006.2.9)
 審査請求日 平成20年7月28日 (2008.7.28)
 (31) 優先権主張番号 2004904242
 (32) 優先日 平成16年7月29日 (2004.7.29)
 (33) 優先権主張国 オーストラリア (AU)
 (31) 優先権主張番号 2004904250
 (32) 優先日 平成16年7月29日 (2004.7.29)
 (33) 優先権主張国 オーストラリア (AU)

(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
 (74) 代理人 100076428
 弁理士 大塚 康徳
 (74) 代理人 100112508
 弁理士 高柳 司郎
 (74) 代理人 100115071
 弁理士 大塚 康弘
 (74) 代理人 100116894
 弁理士 木村 秀二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置および画像処理方法、並びにプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画像データを分割して得られる複数のタイル領域の各々がハーフトーン領域であるか否かを判定する画像処理装置であつて、

注目タイル領域に含まれる各画素の画素データを量子化することにより各画素の量子化データを取得する量子化手段と、

前記注目タイル領域において、互いに隣接しつゝ同一の量子化データを有する画素同士を連結することにより得られる連結成分を検出する検出手段と、

前記注目タイル領域に含まれる連結成分の個数をカウントするカウント手段と、

前記カウント手段によりカウントされた連結成分の個数が閾値より多い場合に、前記注目タイル領域がハーフトーン領域であると判定する領域判定手段と、
を有し、

前記閾値は、前記注目タイル領域に隣接するタイル領域がハーフトーン領域であるか否かに基づいて修正されることを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

前記量子化手段は、前記画素データの輝度成分を量子化す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】

前記量子化手段は、前記画素データのR G B各成分について量子化し、

前記連結手段は、R G B各成分について連結成分を検出し、

前記カウント手段は、R G B各成分について連結成分の個数をカウントし、前記領域判定手段は、R G B各成分の連結成分の個数の中での最大個数が前記閾値以上である場合に、前記注目タイル領域がハーフトーン領域であると判定す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4】

前記閾値は、前記注目タイル領域に隣接するタイル領域がハーフトーン領域である場合に所定の基準閾値より高く修正され、前記注目タイル領域に隣接するタイル領域がハーフトーン領域でない場合に前記所定の基準閾値より低く修正されることを特徴とする請求項1乃至3の何れか1項に記載の画像処理装置。

【請求項5】

画像データを分割して得られる複数のタイル領域の各々がハーフトーン領域であるか否かを判定する画像処理方法であって、

量子化手段が、注目タイル領域に含まれる各画素の画素データを量子化することにより各画素の量子化データを取得する量子化工程と、

検出手段が、前記注目タイル領域において、互いに隣接しあつ同一の量子化データを有する画素同士を連結することにより得られる連結成分を検出する検出工程と、

カウント手段が、前記注目タイル領域に含まれる連結成分の個数をカウントするカウント工程と、

領域判定手段が、前記カウント工程によりカウントされた連結成分の個数が閾値より多い場合に、前記注目タイル領域がハーフトーン領域であると判定する領域判定工程と、

前記閾値は、前記注目タイル領域に隣接するタイル領域がハーフトーン領域であるか否かに基づいて修正されることを特徴とする画像処理方法。

【請求項6】

画像データを分割して得られる複数のタイル領域の各々がハーフトーン領域であるか否かを判定するコンピュータを、

注目タイル領域に含まれる各画素の画素データを量子化することにより各画素の量子化データを取得する量子化手段、

前記注目タイル領域において、互いに隣接しあつ同一の量子化データを有する画素同士を連結することにより得られる連結成分を検出する検出手段、

前記注目タイル領域に含まれる連結成分の個数をカウントするカウント手段、

前記カウント手段によりカウントされた連結成分の個数が閾値より多い場合に、前記注目タイル領域がハーフトーン領域であると判定する領域判定手段、の各手段として機能させ、

前記閾値は、前記注目タイル領域に隣接するタイル領域がハーフトーン領域であるか否かに基づいて修正されることを特徴とするコンピュータ・プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像データに対する画像処理、特に、ハーフトーン領域であるか否かを判定する処理に関する。

【背景技術】

【0002】

ハーフトーン処理は、選択された位置に置かれた選択された（複数の）サイズのドットの配列により連続グレースケールまたはカラー信号を表すために使用される印刷工程である。ドットのサイズおよび間隔は、印刷されたドキュメントが裸眼で見て元の連続信号とほとんど同じであるように見えるようなサイズおよび間隔である。ハーフトーン除去の概念は、例えば、元のドキュメントのコンパクトな電子表現を生成するために、走査像を処理するコンピュータ・ベースのアプリケーションの数が最近になって増えてきたため、比較的新しい。

10

20

30

40

50

【0003】

ハーフトーン処理の最も一般的な形態のうちの1つは、クラスタ・ドット・ハーフトーン処理と呼ばれる。このハーフトーン処理の方法では、元の連続信号を視覚的に表現するために、異なるサイズのドットが規則正しいグリッド上に配置される。クラスタ・ドット・ハーフトーン処理は、雑誌、パンフレットなどを制作するためのオフセット印刷などの現代的な印刷技術、および白黒レーザープリンタで使用される。

【0004】

グレースケール・クラスタ・ドット・ハーフトーン処理では、ドットは、固定間隔および固定角度に従って規則正しいグリッド上に配置される。平均ドット間隔の逆数は、スクリーン周波数と呼ばれ、平均角度は、スクリーン角度と呼ばれる。図1(a)に示されている画像に適用されるグレースケール・クラスタ・ドット・ハーフトーン処理の実施例は、図1(b)に示されている。そこでは、スクリーン周波数およびスクリーン角度は、それぞれ、 F_s および θ と表されている。 $C M Y K$ (シアン、マゼンタ、黄色、黒色)などのカラー印刷では、それぞれのカラー・チャネルが固定スクリーン周波数グリッド上に置かれるが、チャネル毎に異なるスクリーン角度を使用する。図1(c)に示されている画像に適用されるこのようなハーフトーン処理の一実施例は、図1(d)に示されている。そこでは、シアン、マゼンタ、黄色、および黒色のカラー・チャネルに対するスクリーン角度は、それぞれ、 c 、 m 、 y 、および k として表されている。チャネル毎に角度が異なるため、上に積み重なって行くそれぞれのチャネルに関するドット・パターンの配置から生じうる干渉パターンが最小限に抑えられる。

10

20

【0005】

最新のインクジェット・プリンタでは、ドットを局部内に不規則な形で分散させる分散ドット・ハーフトーン処理と呼ばれる技術を使用している。分散ドット・ハーフトーン処理は、ドットの配置、形状、およびサイズを非常に高い精度で制御することができる印刷方法に特に適している。

【0006】

以下では、ハーフトーンを除去する既存の多数の方法について簡単に説明する。

【0007】

ローパス・フィルタ処理またはぼかし処理は、ハーフトーンを除去する最も単純な方法であり、処理対象の画像に高周波情報がほとんど含まれていない場合(例えば、ソフトフォーカスの写真)に効果がある。しかし、画像に、テキスト文字または図形オブジェクトのシャープなエッジなどの高周波情報が無視できないくらい含まれる場合、これらはローパス・フィルタ処理またはぼかし処理時に失われる。したがって、この方法は一般的用途に適さず、不都合である。

30

【0008】

ルックアップ・テーブル法では、さまざまな種類の固定ハーフトーン・パターンに対応する一連の学習画像を使用する。それぞれの種類のハーフトーンと対応する正しい連続階調表現との間のマッピングに関係する統計量が収集される。実際の実行時画像部分については、ルックアップ・テーブル内の最も近い一致を使用して、ハーフトーンを連続階調にマッピングする最適なパラメータを取得する。ルックアップ・テーブル法の欠点は、通常使用で遭遇しうるハーフトーン・タイプ毎に代表的学習データが必要である点である。写真に重ねて表示されるテキストなどのハーフトーンと非ハーフトーンの両方を含む組み合わせ領域に対する学習は難しく不都合である。

40

【0009】

ウェーブレットベースの方法では、空間周波数情報を利用して、エッジのない領域内の画像をローパス・フィルタに通し、エッジが存在する領域内により高いカットオフ周波数を含む画像をローパス・フィルタに通す。しかし、このような方法がうまくいくためには、画像の十分に大きな部分(例えば、 512×512 ピクセル)がいつでも一度に処理されなければならない。このため、要求される計算の複雑度が高まり不都合である。

【0010】

50

射影法は、初期推定値から開始し、その後、特定の制約条件範囲内に収束させることにより元のハーフトーン・カーネルを推定することを試みる反復手順である。元の画像の理にかなった連続階調表現である出力画像に、十分な収束が関連付けられる。射影法では反復手順を使用するので、そのような方法は、一般的に、画像を処理し、ハーフトーンを除去するため高速な定時法を必要とするアプリケーションには不適当である。

【0011】

2値のみの方法は、2レベル画像用に設計されている。そのような方法では、2値ハーフトーン処理の局所的統計量を調べて、ハーフトーン処理を連続階調として最もよく表現する方法を決定する。2値のみの方法は、したがって、連続階調走査像には適していない。

10

【0012】

カラー・ハーフトーンの周波数マスキングは、写真などのハーフトーンのみを含む画像に使用されてきた。このような方法では、まず、画像全体にわたって箱形フィルタを畳み込み、その後、高速フーリエ変換（FFT）を使用して画像の複数の領域（例えば、 256×256 ピクセル領域）を周波数領域に変換する。各領域内の主峰が特定され、各領域内のピーク周波数を減衰させるためフーリエ・フィルタが構成される。次に、逆FFTが各領域に適用され、空間領域に戻る。都合の悪いことに、このような方法は、ハーフトーンのみを含む領域を対象として設計されている。さらに、このような方法は、周波数領域内のピークの位置を正確に突き止めて一度に画像の比較的大きな部分を処理する時間のかかるアルゴリズムに依存する。

20

【0013】

そこで、既存の配置に関連する1つまたは複数の欠点を克服するか、または少なくとも改善する画像内のハーフトーンを検出して除去するための方法、装置、およびコンピュータ・プログラム製品を実現する必要がある。

【特許文献1】米国特許第4403257号公報

【特許文献2】米国特許第5239390号公報

【特許文献3】米国特許第6650439号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

30

本発明は、ハーフトーン領域であるか否かを判定する画像処理装置、画像処理方法、プログラム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】

【0015】

本発明の一態様によれば、画像データを分割して得られる複数のタイル領域の各々がハーフトーン領域であるか否かを判定する画像処理装置において、注目タイル領域に含まれる各画素の画素データを量子化することにより各画素の量子化データを取得する量子化手段と、前記注目タイル領域において、互いに隣接しあつ同一の量子化データを有する画素同士を連結することにより得られる連結成分を検出する検出手段と、前記注目タイル領域に含まれる連結成分の個数をカウントするカウント手段と、前記カウント手段によりカウントされた連結成分の個数が閾値より多い場合に、前記注目タイル領域がハーフトーン領域であると判定する領域判定手段と、を有し、前記閾値は、前記注目タイル領域に隣接するタイル領域がハーフトーン領域であるか否かに基づいて修正される。

40

【0016】

本発明の他の態様によれば、画像データを分割して得られる複数のタイル領域の各々がハーフトーン領域であるか否かを判定する画像処理方法において、量子化手段が、注目タイル領域に含まれる各画素の画素データを量子化することにより各画素の量子化データを取得する量子化工程と、検出手段が、前記注目タイル領域において、互いに隣接しあつ同一の量子化データを有する画素同士を連結することにより得られる連結成分を検出する検出工程と、カウント手段が、前記注目タイル領域に含まれる連結成分の個数をカウントす

50

るカウント工程と、領域判定手段が、前記カウント工程によりカウントされた連結成分の個数が閾値より多い場合に、前記注目タイル領域がハーフトーン領域であると判定する領域判定工程と、を有し、前記閾値は、前記注目タイル領域に隣接するタイル領域がハーフトーン領域であるか否かに基づいて修正される。

【0017】

本発明の更に他の態様によれば、コンピュータ・プログラムは、画像データを分割して得られる複数のタイル領域の各々がハーフトーン領域であるか否かを判定するコンピュータを、注目タイル領域に含まれる各画素の画素データを量子化することにより各画素の量子化データを取得する量子化手段、前記注目タイル領域において、互いに隣接しかつ同一の量子化データを有する画素同士を連結することにより得られる連結成分を検出する検出手段、前記注目タイル領域に含まれる連結成分の個数をカウントするカウント手段、前記カウント手段によりカウントされた連結成分の個数が閾値より多い場合に、前記注目タイル領域がハーフトーン領域であると判定する領域判定手段、の各手段として機能させ、前記閾値は、前記注目タイル領域に隣接するタイル領域がハーフトーン領域であるか否かに基づいて修正される。
10

【発明を実施するための最良の形態】

【0027】

これ以降、ドキュメントまたは画像からハーフトーンを検出して除去するための方法、装置、およびコンピュータ・プログラム製品の複数の実施形態について説明する。本発明の明細書の文脈では、「除去する」という用語およびそのさまざまな形態を使用していても、「絶対的な」除去を伝える意図はない。むしろ、本発明の複数の実施形態では、走査ドキュメントまたは画像からハーフトーンを、一定程度、つまり実質的なまたはより限定した程度のみ除去する。
20

【0028】

図19は、以下で説明される方法およびコンピュータ・プログラム製品を実施するために使用することができるコンピュータ・システム1900の概略表現である。特に、コンピュータ・システム1900は、走査ドキュメントまたは画像からハーフトーンを検出して除去する作業を手助けするようにプログラムされているコンピュータ・ソフトウェアを実行するように規定されている。コンピュータ・ソフトウェアは、コンピュータ・システム1900にインストールされているMS Windows(登録商標) XPまたはLinux(登録商標)などのオペレーティング・システムの下で実行される。
30

【0029】

コンピュータ・ソフトウェアは、命令によって指定された所定の機能を実行するようにコンピュータ・システム1900に指令するためコンピュータ・システム1900により実行できるプログラム済み論理命令群を伴う。コンピュータ・ソフトウェアは、直接、または他の言語、コード、または表記に変換した後、特定の機能を互換性のある情報処理システムに実行させることを意図されている命令セットを含む任意の言語、コード、または表記で表現または記録することができる。

【0030】

コンピュータ・ソフトウェア・プログラムは、コンピュータ言語のステートメントを含む。コンピュータ・プログラムは、コンパイラを使用して処理され、オペレーティング・システムにより実行するのに適したバイナリ形式にされる。コンピュータ・プログラムは、前述の方法の特定のステップを実行するさまざまなソフトウェア・コンポーネント、つまりコード手段を伴う方法でプログラムされる。
40

【0031】

コンピュータ・システム1900のコンポーネントは、コンピュータ1920、入力デバイス1910、1915、およびビデオ・ディスプレイ1990を備える。コンピュータ1920は、処理ユニット1940、メモリ・ユニット1950、入出力(I/O)インターフェース1960、通信インターフェース1965、ビデオ・インターフェース1945、および記憶デバイス1955を備える。コンピュータ1920は、前記ユニット
50

、インターフェース、およびデバイスの複数を備えることができる。

【0032】

処理ユニット1940は、オペレーティング・システムおよびオペレーティング・システムの下で実行されるコンピュータ・ソフトウェアを実行する1つまたは複数のプロセッサを備えることができる。メモリ1950は、ランダム・アクセス・メモリ(RAM)、読み取り専用メモリ(ROM)、フラッシュ・メモリ、および/または処理ユニット1940の指令の下で使用される当業で知られている他のタイプのメモリを含むことができる。

【0033】

ビデオ・インターフェース1945は、ビデオ・ディスプレイ1990に接続され、ビデオ信号を供給してビデオ・ディスプレイ1990に表示する。キーボードおよびマウスをそれぞれ備える入力デバイス1910および1915を介して、コンピュータ1920を操作するユーザ入力が供給される。記憶デバイス1955は、ディスク・ドライブまたは他の適当な不揮発性記憶媒体を含むことができる。

【0034】

光学式ドキュメント走査装置(図に示されていない)は、入出力(I/O)インターフェース1960を介してコンピュータ・システム1900に結合することができる。それに応じて、光学式走査装置により走査されたドキュメントは、ハーフトーン検出および除去のためコンピュータ・システム1900に供給することができる。

【0035】

コンピュータ1920のコンポーネントはそれぞれ、データ・バス、アドレス・バス、および制御バスを含むバス1930に接続されており、これにより、コンポーネントはバス1930を介して互いに通信し合うことができる。

【0036】

コンピュータ・システム1900は、インターネットとして表されているネットワーク1980への通信チャネル1985を使用して通信インターフェース1965を介して1つまたは複数の他の類似のコンピュータに接続することができる。

【0037】

コンピュータ・ソフトウェア・プログラムは、コンピュータ・プログラム製品として提供され、携帯型記憶媒体に記録されるようにできる。この場合、コンピュータ・ソフトウェア・プログラムは、コンピュータ・システム1900により記憶デバイス1955からアクセス可能である。代替えとして、コンピュータ・ソフトウェアは、コンピュータ1920によりネットワーク1980から直接アクセスできるようにすることができる。いずれの場合も、ユーザは、キーボード1910およびマウス1915を使用してコンピュータ・システム1900を対話方式で操作し、コンピュータ1920上で実行されているプログラムされたコンピュータ・ソフトウェアを稼働させることができる。

【0038】

コンピュータ・システム1900は、例示を目的として説明されている。したがって、前述の説明は、前記の方法およびコンピュータ・プログラム製品を実用するのに適している特定の種類のコンピュータ・システムの一実施例に関係する。コンピュータ・システムの他の構成またはタイプも、当業者であれば容易に理解するであろうが、前記の方法およびコンピュータ・プログラム製品を実用するために、同様によく使用できる。例えば、前記の方法およびコンピュータ・プログラム製品は、パーソナル・デジタル・アシスタント(PDA)または携帯電話などのハンドヘルド・コンピュータを使用して実用することができる。

【0039】

他の実施形態では、本発明は、さらに、特定用途向け集積回路(ASSIC)として提供し、および/または実用し、写真複写機およびデスクトップ・スキャナなどの電子機器内に組み込むことができる。ASICは、通常、コンピュータ・システムおよび超高速集積回路設計用ハードウェア記述言語(VHDL)などの設計ソフトウェアを使用して特定の

10

20

30

40

50

機能または一連の機能を実行するように設計されている。V H D L は、回路メーカーにより提供されているライブラリから通常描画される一組の基本回路組み立てブロックの相互接続を定義するための手段を備える。

【 0 0 4 0 】

図 2 は、ドキュメントを表す画像内のハーフトーンを検出する方法を示す流れ図である。

【 0 0 4 1 】

ステップ 210 で、画像の一部またはタイトルが選択されるが、これは、複数のカラー・チャネルを含む（例えば、C M Y K（シアン、マゼンタ、黄色、黒色）または（赤色、緑色、青色））。選択された部分の各カラー・チャネルの周波数領域表現は、ステップ 220 で生成される。周波数領域表現の所定の領域に関係するデータは、ステップ 230 で処理される。ステップ 240 で、選択された部分に存在するハーフトーンが、処理ステップ 230 の結果に基づいて検出される。

【 0 0 4 2 】

画像全体のハーフトーンを検出するために、図 2 の方法に従って画像の連続部分が選択され、処理されるようにできる。図 2 の方法は、図 19 を参照しつつ、上で説明されているコンピュータ・システム 1900 を使用して実用することができる。

【 0 0 4 3 】

図 3 は、画像を表すデータからハーフトーンを除去する方法または工程の流れ図であり、これは、図 19 を参照しつつ上ですでに説明されているコンピュータ・システム 1900 を使用して実用できる。画像データ 301 は、通常、R G B（赤色、緑色、青色）カラー・チャネル対応の 600 dpi スキャナを使用して画像を走査することにより生成される。代替えとして、他のタイプのスキャナまたは走査メカニズムを実用できるが、これは、当業者には明白なことであろう。画像全体に関係する走査データは、通常、入力メモリ・バッファに格納され、これは、コンピュータ・システム 1900 のメモリ 1950 を含むことができる。図 3 の方法は、画像をタイル処理し、画像のタイルまたは一部を別々に処理する概念に基づいている。より具体的には、それぞれのタイルは、ハーフトーンを検出し、その後、除去するように処理される。そこで、計算の観点からは、データ・アクセスは、走査像全体のランダム・アクセスとは反対に、画像の局所的領域に制限される。本発明の複数の実施形態は、ハーフトーン検出および除去は、画像データの 1 パスで実行できるという点で有利である。タイルの帯域は、外部メモリに保持され、外部メモリから内部メモリへ複数のタイルが一度に読み込まれ、タイル・ラスター順に処理される。この結果、実装帯域幅の効率が高まり、（複数の）方法のハードウェアによる実装が安価になる。

【 0 0 4 4 】

ステップ 300 で、新しいタイルが、入力メモリ・バッファから抽出されるか、または読み込まれる。一連の走査ドキュメント内に見つかった典型的なハーフトーンに基づき、90 dpi から 190 dpi までの範囲のスクリーン周波数を持つハーフトーンを除去することが望ましい。600 dpi で走査された 16×16 ピクセルのタイル・サイズは、2 のべき乗であり、検出されることが望ましい最低周波数のハーフトーンに関係する十分な情報を収められる十分な大きさである最小サイズを表す。タイル処理工程は、図 4 を参照しつつ以下で詳しく説明される。

【 0 0 4 5 】

正方形タイル内の画像の一部が抽出されると、ステップ 305 で、タイルに関係するデータがカラー・チャネル（R、G、B）に分離される。ハーフトーンを除去する方法は、それぞれのカラー・チャネルに別々に作用する。

【 0 0 4 6 】

ステップ 310、315、および 320 で、赤色、緑色、および青色のカラー・チャネルのそれぞれが本質的に平坦であるかどうかが判定される。平坦なカラー・チャネルの一実施例は、背景を含む走査像のある領域内に配置されているタイルである。それぞれのチ

10

20

30

40

50

ヤナルが 0 から 255 までの範囲の値を持つと仮定すると、以下のようにして特定のカラー・チャンネルに対するタイルの範囲を測定する計算を使用して平坦さを判定することができる。

【0047】

【数1】

$$range = \max_i p_i - \min_i p_i$$

10

【0048】

ただし、 i は現在のタイル・チャネル内のすべてのピクセル p へのインデックスであり、範囲は、 16×16 のタイルの場合には 0 から 255 である。

【0049】

この範囲がしきい値（例えば、20）よりも小さい場合、カラー・チャネルは「平坦」であり、したがって、ハーフトーンを含まない。

【0050】

ステップ 325 で、現在のタイルに関係するすべてのカラー・チャネルが平坦であるかどうかの判定が行われる。このステップでは、タイルが平坦である、したがって実質的なハーフトーン処理が存在しないことが空間手掛けりから素早く検出できる場合には、周波数領域内のハーフトーンを検出する時間がよけいにかかるタスクを避ける。カラー・チャネルがすべて平坦（Y）である場合、処理はステップ 365 に進む。

20

【0051】

しかし、カラー・チャネルのどれかが平坦でない（N）場合、処理はステップ 330、335、および 340 に進み、そこで、RGB カラー・チャネルのそれぞれについて、ハーフトーンが検出される。図 5a は、図 3 のステップ 330、335、および 340 で実行される工程を詳しく示している。

【0052】

ステップ 345 で周波数マスクが用意されるか、または選択され、ステップ 350、355、および 360 で使用され、別々の RGB カラー・チャネルからハーフトーンをそれぞれ除去する。主要なハーフトーン・アーティファクトを除去するため、検出され、DCT 係数に適用されるハーフトーンのタイプに基づいて周波数マスクが用意される。マスクは、すべての元の DCT 係数 C_{ij} が好ましい値 0 に設定される領域（つまり、一連の位置）として定義される。しかし、本発明の他の実施形態において他の値および工程を使用することもできる。図 5b は、周波数マスクを用意する方法を示しているが、これについては後述する。図 5c は、周波数マスクの適用により各チャネルからハーフトーンを除去する方法を示している。

30

【0053】

ステップ 365 で、現在のタイルに関係するデータが出力バッファまたはメモリ 1950 に書き込まれる。決定ステップ 370 で、処理される走査像内にさらにタイルがある場合（Y）、処理はステップ 300 に戻り、次のタイルに関係するデータを読み込む。そうでなければ（N）、ステップ 375 で、ハーフトーンが除去された画像が返される。

40

【0054】

図 4 は、走査像のカラー・チャネルのタイリングを表す図である。示されている寸法は、ピクセル単位であり、 600 dpi の走査像に基づく。図 4 を参照すると、タイル 405、410、415、および 420 は、寸法 16×16 ピクセルのそれぞれであり、走査像 400 の一部を形成する。破線で示されている領域 425、430、435、および 440 は、それぞれ、タイル 405、410、415、および 420 の 12×12 ピクセルの中心領域に対応する。さらに、以下で詳しく説明するが、タイル・データの離散コサイン変換（DCT）および逆 DCT 処理を実行すると、エッジから第 1 の 2 つの行 / 列内の

50

タイルの境界の周りにアーティファクトが生じる可能性がある。そこで、タイルが処理される毎に、各タイルの 12×12 ピクセルの中心領域のみが出力メモリ・バッファに書き込まれる。タイルの中心部に関するデータのみを出力バッファに書き出すことにより、それらのアーティファクトを回避できる。それぞれの新しいタイルは、前のタイルが置かれていた場所から 12 列先のところに配置される。現在のタイルがページのエッジのところにある場合、次のタイルは、第 1 の列内で 12 行下に戻った位置から始まる。この手順は、ページ全体がタイル処理されるまで繰り返される。この実装の結果、画像全体の境界線周辺の外側の 2 つのピクセル行および列は処理されない。

【0055】

図 5a は、ハーフトーンを検出する方法の流れ図を示しており、この方法は図 3 のステップ 330 、 335 、および 340 で使用できる。図 5a の方法は、單一カラー・チャネルを参照しつつ、また 16×16 ピクセルの複数のタイルに分割される $600\text{d}\text{p}\text{i}$ サンプリング像を参照しつつ、説明される。單一カラー・チャネルに対するタイル・データは、ステップ 500 で、離散コサイン変換(DCT)を使って、空間領域から周波数領域に変換される。 16×16 配列について最適化されている高速DCT実装は、 16×16 ピクセルのタイル・サイズの結果として使用することができる(各方向の中のピクセルの個数は、 2 のべき乗となっていると都合がよい)。DCTの出力は、左上コーナーおよび配列の残り部分の中のさまざまな水平および垂直周波数成分のDC(平均)値を含む他の 16×16 配列である。最高周波数は、右下コーナーで表される($600\text{d}\text{p}\text{i}$ サンプリング像については $300\text{d}\text{p}\text{i}$)。いったん取得されると、DCT係数が分析され、現在のタイルに関する周波数情報が得られる。DCT係数は、 C_i と注釈され、現在のDCTタイル内のすべての係数へのインデックスである(つまり、 16×16 ピクセル・タイルについては $i = 0$ から 255)。インデックス作成は、DC値が $C0$ となるように設定される。タイルは、一般に、以下の 3 つのカテゴリのうちの 1 つに属す。

【0056】

1. 可変信号を持つが、ハーフトーンを含まないタイル(例えば、白地に黒色のテキスト)
2. ハーフトーンのみを含むタイル(例えば、写真の一部)
3. ハーフトーンと非ハーフトーンを含むタイル(例えば、写真上の黒色のテキスト)

【0057】

ハーフトーンの検出および除去は、第 3 のカテゴリのタイルについては、かなり難しくなる。ハーフトーンを含まないタイル(第 1 のカテゴリ)およびハーフトーンのみを含むタイル(第 2 のカテゴリ)は、それぞれ、単に残されるか、または無視され、ローパス・フィルタ処理またはぼかし処理されるようになる。しかし、このアプローチでは、両方のタイプの信号を含むタイルで得られる結果は満足の行くものではない。このようなタイルは、検出が比較的難しい(つまり、スペクトル特性は、非常に曖昧な場合がある)。そこで、ハーフトーンができる限り除去しながらできる限りシャープなエッジおよびコーナーを保持するためフィルタ処理する周波数を選択する際に慎重に行わなければならない。

【0058】

多数の離散DCT係数領域を分析し、タイルが 3 つのカテゴリのうちのどれに当てはまるのかを判定するために特性を識別する。図 6a は、特定の実施形態および標準ハーフトーンの場合についてそのような領域を示している。

【0059】

- ・ DCポイント: この領域は、現在のチャネルに対するタイル内の平均値を表す。
- ・ A: この領域は、タイル内のゆっくり変化する特性に関する周波数成分を含む。
- ・ B: この領域は、特性周波数ディップがハーフトーン領域と非ハーフトーン領域の両方を含むタイルに対して予想される周波数帯を表す。
- ・ H₁: この領域は、ハーフトーンに関する特性ピークがあることが予期される位置を表す。この領域の導出に関する詳細は、本明細書の一部をなす、以下で説明する<表A: DCT一般マスク領域の導出>にまとめられている。

10

20

30

40

50

【0060】

しかし、DCT出力を分析する前に、以下の変換がステップ505でDCT係数出力に適用される。

【0061】

【数2】

$$\hat{C}_i = \log(|C_i| + \sigma)$$

10

【0062】

ただし、 i は、0から255間での範囲の現在のDCTタイルにおけるすべての係数へのインデックスであり、 $|C_{\underline{i}}| = 0$ の場合に対数計算中にオーバーフローが発生しないように0.000001の好ましい値に設定される。これにより、すべての局所的ピークは正方向であることが保証され、対数関数により大きさが分析にふさわしいようまとめてスケーリングされる。元の係数 $C_{\underline{i}}$ は、それでも、保持されるが、それは、後段で空間領域に変換して戻すために必要だからであることに注意されたい。

【0063】

ステップ510で、以下のようにして、さまざまなDCT領域から多数のスコアが得られる。

20

【0064】

【数3】

$$score_{DC} = \hat{C}_0$$

$$score_A = \max_j \hat{C}_j \quad j \in A$$

30

$$score_B = \max_j \hat{C}_j \quad j \in B$$

$$score_{H_1} = \max_j \hat{C}_j \quad j \in H_1$$

【0065】

ただし、A、B、 H_1 、およびDCは、図6aを参照しつつ上で説明されている領域を含む。

【0066】

40

計算されたスコアは評価され、ステップ515でハーフトーンが存在するかどうかを判別する。計算されたスコアの評価は、以下の表1に含まれる論理的決定に基づいて実行される。

【0067】

【表 1】

TABLE 1

```

IF (scoreH1 > τ1scoreA)
    return タイルは標準ハーフトーンを含む
ELSE IF (scoreH1 > τ2scoreB AND scoreB < scoreA) 10
    IF (scoreH1 > τ3scoreDC)
        return タイルは標準ハーフトーンを含む
    END
ELSE
    return タイルは標準ハーフトーンを含まない
END

```

20

【0068】

一般に、ただし常にではないが、第1のケースは、タイルがハーフトーンのみであることを示し、第2のケースは、タイルがハーフトーンと非ハーフトーンの両方を含むことを示す。上記のケースのいずれも適用されない場合、タイルはハーフトーンを含まないと仮定される。 $\tau_1 = 0.9$ 、 $\tau_2 = 1.0$ 、および $\tau_3 = 0.6$ は、この方法の特定の実施形態に対する好ましい値を含む。好ましい値は、広範なハーフトーン処理タイル・サンプルおよび対応する走査像に基づいて特定の実施形態に対する適切な結果を得られるように最適化されたパラメータから求められる。

30

【0069】

図5dは、現在のタイルが標準ハーフトーンを含むかどうかを判定するためにスコア554を評価するために表1の中の論理決定を使用する方法の流れ図を示している。図5dの方法は、図5aのステップ515を実行するために使用することができる。この場合、領域A、B、H₁、およびDCは、図6aに示されている領域A、B、H₁、およびDCを指している。

【0070】

図5dを参照すると、ステップ555で、領域H₁に対するスコアが係数t₁を掛けた領域Aに対するスコアよりも大きいかどうかの判定が行われる。ステップ555が(Y)を返すと、ステップ575で、タイルが標準ハーフトーンを持つと結論される。ステップ555が(N)を返すと、ステップ560で、領域H₁に対するスコアが係数t₂を掛けた領域Bに対するスコアよりも大きいかどうかの判定が行われる。ステップ560が(N)を返すと、ステップ580で、タイルが標準ハーフトーンを持たないと結論される。ステップ560が(Y)を返すと、ステップ565で、領域Bに対するスコアが領域Aに対するスコアよりも小さいかどうかの判定が行われる。ステップ565が(N)を返すと、ステップ580で、タイルが標準ハーフトーンを持たないと結論される。ステップ565が(Y)を返すと、ステップ570で、領域H₁に対するスコアが係数t₃を掛けたDC領域に対するスコアよりも大きいかどうかの判定が行われる。ステップ570が(Y)を返すと、ステップ575で、タイルが標準ハーフトーンを持つと結論される。ステップ570が(N)を返すと、ステップ580で、タイルが標準ハーフトーンを持たないと結論

40

50

される。

【0071】

標準ハーフトーンを検出する方法の他の実施形態では、スコアを取得するために使用されるDCT領域は、図6bでR₀からR₁₅と表されている16個の領域650を含む。DCT出力内で放射状帯域の形をとるようにこれらの領域を選択して、この方法のクラスタ化ハーフトーンのスクリーン角度に対する感度を最小限に抑え、また単一の次元（半径方向）にそって帯域を分離することにより領域の個数を最小限に抑える。

【0072】

この実施形態では、DCTのj番目の行とk番目の列の要素に関連付けられている領域iは、インデックスjおよびkの和の平方根の小数点以下を切り捨てて、0から15の範囲に制限することにより与えられる。

【0073】

【数4】

$$i = \min\left[15, \text{floor}\left(\sqrt{j^2 + k^2}\right)\right]$$

【0074】

領域R₀は、DC成分を含み、後続の領域は図6bに示されているように放射状帯域構造の後に来る。

【0075】

i番目の領域に対するスコアは、以下のように、その領域内のDC要素の絶対値の総和として計算される。

【0076】

【数5】

$$\text{score}_i = \sum_j |C_j| \quad j \in R_i$$

30

【0077】

ハーフトーン検出パラメータscore_{HT}は、以下のように定義される。

【0078】

【数6】

$$\text{score}_{HT} = \sum_{i=0}^{15} \tau_i \text{score}_i$$

40

【0079】

ただし、_iは、モデル・パラメータを含む。

【0080】

score_{HT} > 0の場合に、タイルは標準ハーフトーンを持つと結論される。16個のパラメータの値₀から₁₅は、対応する範囲の走査ドキュメントから広範なハーフトーン処理タイル・サンプルについて正確なハーフトーン検出に基づいて選択される。最適化法を使用して可能なパラメータ空間を探索し、サンプル・タイルの大きなテスト集合にわたって生じた誤りの数に基づいて測定基準を最小にする値の集合を見つけることによ

50

り得られた、パラメータ τ_0 から τ_{15} に対する値の好ましい集合が表2に示されている。

【0081】

【表2】

TABLE 2

パラメータ インデックス (i)	パラメータ値 (τ_i)
0	-0.0307
1	-0.398
2	-0.6541
3	-0.3769
4	-0.34
5	0.138
6	0.5747
7	0.5413
8	0.7129
9	0.6246
10	0.3839
11	0.1962
12	0.0771
13	0.0647
14	-0.0958
15	-0.0752

10

20

30

【0082】

図5eは、図6bで R_0 から R_{15} として表されている16個の領域650の分析から導かれる評価し、現在のタイルが標準ハーフトーンを持つかどうかを判定する方法の流れ図を示している。図5eの方法は、図5aのステップ515を実行するために使用することができる。図5eを参照すると、ステップ596で、現在のタイルに対するハーフトーン・スコア595、score_{HT}が0よりも大きいかどうかを判定する。ステップ596が(Y)を返すと、ステップ597で、タイルが標準ハーフトーンを持つと結論される。ステップ596が(N)を返すと、ステップ598で、タイルが標準ハーフトーンを含まないと結論される。

【0083】

標準ハーフトーンに対し別々に考察される、または処理される他の種類のハーフトーンは、カラー・レーザー複写機(CLC)により得られる水平バンディング効果である。この効果は、除去されないとエッジ検出に影響を与える著しいアーティファクトである。図

40

50

10は、画像の端から端まで水平に走る多数の暗色帯域を含む、CLCハーフトーン処理の実施例を示している。

【0084】

図8は、CLCハーフトーン・アーティファクトの有無を判定するために分析される領域を示している。特に、縦軸または横軸上の強いピークを探すが、これは図8に示されている。CLCハーフトーン処理に対する領域は以下のように要約できる。

【0085】

- ・DCポイント：この領域は、現在のチャネルに対するタイル内の平均値を表す。
- ・A₁、A₂：これらの領域は、タイル内のゆっくり変化する特性に関する周波数成分を含む。
- ・B：この領域は、特性周波数ディップがハーフトーン領域と非ハーフトーン領域の両方を含むタイルに対して予想される周波数帯を表す。
- ・H₂、H₃：これらの領域は、CLCハーフトーン処理から生じる水平または垂直の帯域に関する特性ピークがあると予想される位置を表している。

10

【0086】

二重領域A₁、A₂およびH₂、H₃については、CLC印刷ドキュメントが不明であるというのが理由である。そのため、ピークは、水平方向および垂直方向の両方でチェックされなければならない。

【0087】

再び図5aを参照すると、ステップ510で以下のようにして領域スコアが得られる。

20

【0088】

【数7】

$$score_{A_1} = \max_j \hat{C}_j \quad j \in A_1$$

$$score_{H_2} = \max_j \hat{C}_j \quad j \in H_2$$

$$score_{A_2} = \max_j \hat{C}_j \quad j \in A_2$$

30

【0089】

ただし、A₁、A₂およびH₂、H₃は、図8を参照して上で説明されている領域A₁、A₂およびH₂、H₃を含む。計算されたスコアは評価され、ステップ515でCLCハーフトーンが存在するかどうかを判別する。フラグを使用して、CLCバンディングがどの向きにあるか、つまり、水平バンディング(HB)および垂直バンディング(VB)を検出する。計算されたスコアの評価は、以下の表3に含まれる論理的決定に基づいて実行される。

40

【0090】

【表3】

TABLE 3

```

HB = (score_{H_2} > \tau_1 score_{A_1} OR score_{H_2} > \tau_4 score_B)
VB = (score_{H_3} > \tau_1 score_{A_2} OR score_{H_3} > \tau_4 score_B)
flag = (HB OR VB)
IF (flag == 1)
    IF (HB)
        return タイルは水平CLCハーフトーンを持つ
    ELSE
        return タイルは垂直CLCハーフトーンを持つ
    END
ELSE
    return タイルはCLCハーフトーンを持たない
END

```

【0091】

$\tau_1 = 0.9$ 、 $\tau_2 = 1.0$ 、および $\tau_3 = 0.6$ 、および $\tau_4 = 1.5$ は、この方法の特定の実施形態に対する好ましい値を含む。好ましい値は、広範なハーフトーン処理タイル・サンプルおよび対応する走査像に基づいて適切な結果を得られるように最適化されたパラメータから求められる。

【0092】

図5fは、現在のタイルがCLCハーフトーンを持つかどうかを判定するためにスコア584を評価するために表3の中の論理決定を使用する方法の流れ図を示している。図5fの方法は、図5aのステップ515を実行するために使用することができる。この場合、領域 A_1 、 A_2 、 B 、 H_2 、 H_3 および DC は、図8に示されている領域 A_1 、 A_2 、 B 、 H_2 、 H_3 および DC を指している。

【0093】

図5fを参照すると、ステップ585で、領域 H_2 に対するスコアが係数 t_1 を掛けた領域 A_1 に対するスコアよりも大きいかどうかの判定が行われる。大きければ(Y)、水平バンディング・フラグはセットされ(HB=1)、処理はステップ589に進む。大きくなければ(N)、ステップ586で、領域 H_2 に対するスコアが係数 t_4 を掛けた領域 B に対するスコアよりも大きいかどうかの判定が行われる。大きければ(Y)、水平バンディング・フラグはセットされ(HB=1)、処理はステップ589に進む。大きくなければ(N)、水平バンディング・フラグはリセットされ(HB=0)、処理はステップ589に進む。

【0094】

さらに、ステップ587で、領域 H_3 に対するスコアが係数 t_1 を掛けた領域 A_2 に対するスコアよりも大きいかどうかの判定も行われる。大きければ(Y)、垂直バンディング・フラグはセットされ(VB=1)、処理はステップ589に進む。大きくなければ(N)、ステップ588で、領域 H_3 に対するスコアが係数 t_4 を掛けた領域 B に対するスコアよりも大きいかどうかの判定が行われる。大きければ(Y)、垂直バンディング・フラグはセットされ(VB=1)、処理はステップ589に進む。大きくなければ(N)、垂直バンディング・フラグはリセットされ(VB=0)、処理はステップ589に進む。

【0095】

ステップ589で、水平バンディング(HB)フラグと垂直バンディング(VB)フラグの論理 OR をとって組み合わせフラグを形成する。ステップ590で、組み合わせフラグがセットされているかどうかの判定が行われる。セットされていなければ(N)、ステ

10

20

30

40

50

ツップ 5 9 1 で、現在のタイルが C L C ハーフトーンを持つないと結論される。組み合わせフラグがセットされている場合 (Y) 、ステップ 5 9 2 で、水平バンディング (H B) フラグがセットされているかどうかの判定が行われる。 H B フラグがセットされている場合 (Y) 、現在のタイルは水平 C L C ハーフトーンを持つと結論される。 H B フラグがセットされていない場合 (N) 、現在のタイルは垂直 C L C ハーフトーンを持つと結論される。

【 0 0 9 6 】

ハーフトーン検出の方法の他の実施形態では、ハーフトーン検出モデルのパラメータ_i は、現在選択されているタイルを囲む領域に関してすでに知られているハーフトーン情報に応じて変更できる。この実施形態では、タイルの分析の際にハーフトーン検出フラグを記憶しておく必要がある。10

【 0 0 9 7 】

データは、左および上の現在選択されているタイルのすぐ隣にあるタイルに関するハーフトーン情報を使用してタイル・ベースのラスター順序で分析することができる。例えば、図 4 を参照すると、タイル 4 2 0 に隣接するタイルはタイル 4 1 0 および 4 1 5 である。コンテキスト・パラメータ context は、ハーフトーンを含まないことが判明している隣接タイルの個数 (NN) をハーフトーンを含むことが判明している隣接タイルの個数 (NY) から差し引くことにより生成される。

【 0 0 9 8 】

【 数 8 】

$$context = N_Y - N_N$$

【 0 0 9 9 】

コンテキスト・パラメータは、値 - 2 、 - 1 、 0 、 1 、または 2 をとりうるが、ただし、値 - 1 および + 1 は走査像のエッジ上でのみとりうる。

【 0 1 0 0 】

標準ハーフトーン検出では、修正されたパラメータ30

【 数 9 】

$$\hat{\tau}_i$$

は、以下の式に従って生成することできる。

【 0 1 0 1 】

【 数 1 0 】

$$\hat{\tau}_i = m^{context} \tau_i$$

【 0 1 0 2 】

パラメータ m は、1 以下の値をとりうる。好ましい値は、m = 0 . 8 である。その後、各タイルのコンテキスト・パラメータに適している修正されたパラメータが、元のパラメータの代わりにこの方法のハーフトーン検出段で使用される。

【 0 1 0 3 】

10

20

30

40

50

5つの可能なコンテキストのそれぞれについて、パラメータの他の集合を使用できる。パラメータは、それぞれのコンテキスト・パラメータに対する修正された誤り測定基準を使用して、後述のパラメータ最適化法に従って決定することができる。そこで、与えられたタイルのハーフトーンの内容を判別する際に使用されるパラメータ集合の選択は、そのタイルに対するコンテキスト・パラメータに基づく。それぞれのコンテキストに対するパラメータの好みの集合を表4に示す。

【0104】

【表4】

TABLE 4

10

パラメータ インデックス	コンテキストに対する好みのパラメータ値				
	-2	-1	0	1	2
0	-0.1153	-0.0892	-0.0307	0.2125	0.3139
1	-0.5571	-0.4648	-0.398	-0.6369	-0.754
2	-0.742	-0.654	-0.6541	-0.4705	-0.3101
3	-0.6776	-0.599	-0.3769	-0.1903	-0.3608
4	-0.3937	-0.3748	-0.34	0.0213	0.0427
5	0.1847	0.27	0.138	0.5142	0.7218
6	0.4128	0.446	0.5747	0.7059	0.5225
7	0.4452	0.3798	0.5413	0.3769	0.5383
8	0.6098	0.6469	0.7129	0.5665	0.5952
9	0.5414	0.5441	0.6246	0.6342	0.5156
10	0.1444	0.0935	0.3839	0.3611	0.4436
11	0.0743	0.2756	0.1962	0.1257	0.195
12	0.0161	-0.0455	0.0771	-0.1448	-0.1408
13	-0.063	-0.2941	0.0647	-0.0659	-0.1219
14	-0.0932	0.0108	-0.0958	-0.3057	-0.3598
15	-0.1531	-0.1549	-0.0752	-0.5177	-0.4668

20

30

40

【0105】

そこで、現在選択されているタイルに含まれるハーフトーンは、ハーフトーン検出方法についてパラメータの他の値を選択することによりすでに処理されているタイル内に存在するハーフトーン処理に従って検出することができる。他の実施形態では、他のコンテキストに対する処理方法は、単にこれらのパラメータに関する以上に、基本的なところで異なる可能性がある。

【0106】

現在のタイル内でハーフトーンを検出する確率は、周囲のタイル内でハーフトーンが検出された場合に高くなり、周囲のタイル内でハーフトーンが検出されなかった場合に低くなる。このため、画像全体にわたるハーフトーンの空間的相関特性を利用することにより、多数のタイルを覆う領域内でハーフトーンが通常見つかる走査像内においてより正確に

50

分類することが可能であり都合がよい。

【0107】

図5bは、ハーフトーン除去のため周波数マスクを用意するか、または選択する方法の流れ図を示しており、これは図3のステップ345で使用することができる。3つのカラー・チャネル521のすべてに対するハーフトーン検出結果は、この段に受け渡される。既定により、マスク領域は、ステップ520で、「NO MASK」として設定される(つまり、マスク領域は空集合である)。これは、既定により、DCT係数は好ましい値0に設定されないということを意味する。

【0108】

ステップ525で、カラー・チャネルのいずれかに標準ハーフトーンが存在するかどうかの判定が行われる。標準ハーフトーンがチャネルのどれかに存在する場合(Y)、ステップ530で、マスクがセットされ、図7に示されている斜線が入っている領域を含む。処理は、ブロック535に進む。それとは別に、標準ハーフトーンがチャネル(N)のどれにも存在しない場合、処理はステップ535に進む。図7の斜線が入っているピクセル位置は、好ましい値0に設定されているDCT係数の位置に対応する。このマスク領域は、標準ハーフトーンが検出された(複数の)チャネルだけでなく、すべてのチャネルについて設定される。これは、マスキングがすべてのカラー・チャネル上で実行されないと、最終画像内に望ましくないアーティファクトが生成されるからである。

10

【0109】

ステップ535で、チャネルのどれかにCLCハーフトーン(水平または垂直)が存在するかどうかの判定が行われる。CLCハーフトーンがチャネルのどれかに存在する場合(Y)も、ステップ540でマスク領域が設定され、CLCハーフトーン・マスクを含むようになる。図9では、CLCハーフトーン・マスクは、水平ハーフトーン(HB=1、VB=0)の場合について示されている。図9に示されているマスクは、垂直CLCハーフトーン(VB=1、HB=0)の場合について、反時計回りに90度まで単純に回転させることができる。斜線が入っているピクセル位置は、好ましい値0に設定されているDCT係数の位置を示す。CLCハーフトーンがチャネルのどれにも存在しない場合(N)、最終マスク組み合わせ541はCLCハーフトーン・マスクを含まない。

20

【0110】

図5cは、DCT周波数マスクを適用することによりカラー・チャネルからハーフトーンを除去する方法を示しており、これは、図3のステップ350、355、および360のそれぞれにおいて使用できる。以下のように、ステップ545で、現在のチャネル546のDCT係数に所定のマスクが適用される。

30

【0111】

$$C_i = 0 \quad i \in M$$

ただし、Mは、図3のステップ345で決定されるマスク領域である。マスク領域の対象とならない他のすべての係数はそのままであり変更されない。

【0112】

ステップ550で、逆DCTは、DCT係数のマスクされた配列に適用され、これにより、現在のカラー・チャネルについて、タイルは空間領域に変換され戻される。マスキング手順では、優位ハーフトーン周波数成分の範囲にわたって2次元の帯域消去フィルタを効果的に実装し、現在のカラー・チャネル551に対しハーフトーン除去タイルを与える。

40

【0113】

図16(b)および17(b)は、それぞれ、図16(a)および17(a)の画像に本発明の一実施形態を適用することにより生成される表現である。これからわかるように、図16(a)および17(a)に存在するクラスタ・ドット・ハーフトーン処理は、それぞれ、図16(b)および17(b)で取り除かれるか、または改善されている。この工程では、一般に、手つかずのハーフトーンがない状態で領域を残し、ハーフトーンおよび非ハーフトーンの両方を含む領域をフィルタ処理し、高周波エッジ情報の大半を保持し

50

ながらハーフトーンを取り除く。

【0114】

本発明の一実施形態を使用してCLCアーティファクトを除去した結果が図18に示されている。図18(a)は、CLCアーティファクトを含む元の画像の表現であり、図18(b)は、CLCアーティファクトが除去されている画像の表現である。これからわかるように、この工程では、バンディング効果の大半を除去することで、元の画像の適切な近似を行う。

【0115】

インクジェット・プリンタによって生じるアーティファクトなどの分散ドット・ハーフトーン処理アーティファクトは、通常、付属の図の中の実施例よりもかなり高い分解能でしか見えない。このような場合、本発明の一実施形態を適用した結果は、付属の図の中の複数の実施例の分解能では事実上区別できない。

【0116】

図5bに示されているものと別の実施形態では、ハーフトーン検出および除去は、スペクトルDCCTデータではなく元の空間データ上で実行することができる。空間データは、ガウスまたはトップハットなどの適当な2次元平滑化関数で畳み込みを行うことにより平滑化できる。この工程により、クラスタ・ドット・ハーフトーン処理がぼかし処理されるが、ハーフトーン処理領域内のエッジに対しより有害な影響を及ぼす可能性がある。

【0117】

図20は、部分内の空間特性に基づいて画像の一部からハーフトーンを検出する他の方法の流れ図である。以下で説明される実施形態では、現在の部分に対する入力データは、8ビットYUV色空間形式内にあるが、ただし、Yは、強度チャネルであり、UおよびVは、クロミナンス・チャネルである。好ましい部分または領域サイズは、600dpiの分解能で、 32×32 ピクセルである。しかし、他のサイズの部分および/または他の分解能も実用可能である。

【0118】

現在の、または選択されたタイル、または一部に関係するデータは、ステップ2010で取り出される。画像は、複数の帯域に配列することができ、それぞれの帯域は、所定の数の連続するピクセルの列を含み、複数のピクセルからなるタイルに配列することができ、タイルの1つを現在の部分として選択することができる。データは、現在または選択された部分に関係する色データを格納するための入力画像バッファから取り出すことができる。データ内のカラー・チャネルは、すべてのピクセルについて交互に配置されるようになる。

【0119】

Yチャネル・データは、ステップ2020で量子化される。Yチャネル・データは、3つの最上位ビット(MSB)を5ビットだけ右シフトすることにより量子化されるピクセル毎に1バイトを含むことができる。各シフト演算により生成される出力バイトは、別のYチャネル・バッファに格納することができ、このバッファは、現在の部分の中の各ピクセルに対し1バイト分の情報を十分格納できる大きさである必要がある。シフト演算は、以下のステートメントの擬似コードで表すことができる。

【0120】

【数11】

$$B_Y[i] = B[N_{CHAN} * i + Y_{OFFSET}] >> 5$$

【0121】

ただし、

B_Y はYチャネル・バッファであり、

10

20

30

40

50

B は入力画像バッファであり、

N_{CHAN} は入力色データに対するカラー・チャネルの数であり、

Y_{OFFSET} は入力画像バッファ B から各ピクセルに対する Y 値を取り出すためのチャネルの各ブロック内へのオフセットであり、

i はループ変数であり、

>> は有シフト関数である。

【 0 1 2 2 】

シフト演算の結果、Y チャネル・バッファ B_Y に 0 から 7 までの範囲の値が埋められる。

【 0 1 2 3 】

量子化の前記のデータ・スキームおよび方法は、本発明の一実施形態を表し、当業者であれば、量子化のさまざまな他のデータ・スキームおよび方法を使用してステップ2020を実行できることを理解するであろう。

[0 1 2 4]

ステップ2030で、連結成分分析を実行して、Yチャネル・バッファB_Y内の連結成分(CC)を識別する。連結成分分析は、Yチャネル・バッファB_Yが満杯になったときに実行できる。本発明の実施形態では、同じ値を持つ、互いの真上、真下、左、または右にある(つまり、互いに隣接する)ピクセルは、同じ連結成分に属するものとして定義される。他のピクセルのコーナーに接触するだけのピクセルは、同じCCの一部ではない。大きなCCの場合に、別のラベル・バッファB_Lを使用して、1ピクセル毎に16ビット整数値を十分格納できるメモリで連結成分ラベルを保持することができる。CCは、Yチャネル・バッファB_Y上で2パス・ルーチンにより示されることができる。16ビット・ラベルcは、それぞれの新しいCCを識別するために使用され、cは値0に初期化されるのが好ましい。第1のパスでは、ピクセルはそれぞれ、上から下まで空間行順で移動し、左から右へ移動することにより1回考慮される。Yチャネル・バッファB_Y内のピクセル毎に、対応するCCラベルcがラベル・バッファB_Lに書き込まれる。現在のCCの左または上にあるピクセルがいずれもYチャネル・バッファB_Y内で同じ値を持たない場合、ピクセルは、値cを割り当てられることにより新しいCCに割り当てられ、その後、値cは、次のCCのためインクリメントされる。現在のCCの左または上のピクセルのいずれかが同じ値を持つ場合、ピクセルはそのノそれらのピクセルと同じCC値を割り当てられる。現在のCCの左および上にあるピクセルが両方ともYチャネル・バッファB_Y内で同じ値を持つが、ラベル・バッファB_L内で異なる対応するCCラベルを持つ場合(例えば、U字形の底部に生じるように)、最初に、現在のピクセルが左ピクセルについてCCラベルを割り当てられる。左ピクセルのCCラベルが現在のピクセルの上にあるピクセルのCCラベルと同じCCの一部として識別されるように参照が格納される。これは、以下の表5の擬似コードに示されているものなど、それぞれの新しいCCラベルに対するマッピング構造を格納することにより達成される。

【 0 1 2 5 】

【表 5】

BRADY

```
typedef struct blb_MapNode
{
    struct blb_MapNode *mn_MapTo;
    unsigned int         mn_CCLabel;
} blb_MapNode;
```

[0 1 2 6]

ただし

`m n_C C L a b e l` は前のラベルが設定されている、または等価な C C ラベルであり、

`m n_M a p T o` は `m n_C C L a b e l` を保持する構造へのポインタである。

【 0 1 2 7 】

新しい C C が生成されるときに、`m n_C C L a b e l` を `c` の値に設定し、`m n_M a p T o` を `N U L L` に設定することにより、C C の構造が初期化される。マッピング・システムのために、C C ラベルが前のピクセルから調べられるそれぞれの場合において、「アクティブな」C C ラベルが識別されなければならない。つまり、前のピクセルからの C C は、すでに、他の C C にマッピングされている可能性があり、そのため、ピクセルが 1 つ割り当てられている一番最近の C C をチェックする必要がある。これは、`m n_M a p T o` が `N U L L` であるノードに到達するまでリンク `m n_M a p T o` を辿ることにより実行できる。現在のピクセルが Y チャネル・バッファ `B_Y` の左上コーナーにある場合、現在のピクセルは、新しい C C ラベルに自動的に割り当てられる。第 1 の行の中の他のピクセルについては、現在のピクセルの左にあるピクセルのみが調べられる。第 1 の列の中のピクセルについては、現在のピクセルの上にあるピクセルのみが調べられる。各ピクセルについてこの工程が完了すると、第 1 パスは完了である。10

【 0 1 2 8 】

第 2 パスは、C C マッピングを解決するためにすべてのピクセルにわたって実行される。第 2 パスでは、ステップ 2 0 4 0 で、カウンタ `N_{c c}` を使用して、最終の一意的な C C の個数を累計する。これは、実際には、対応する `m n_M a p T o` ポインタが `N U L L` に等しくなっている C C をカウントする。20

【 0 1 2 9 】

ステップ 2 0 5 0 で、ステップ 2 0 4 0 で決定された C C の個数 (`N_{c c}`) がしきい値パラメータ `N_{T H}` 以上かどうかの判定が行われる。C C の個数 (`N_{c c}`) がしきい値パラメータ `N_{T H}` (Y) 以上の場合、現在の部分はステップ 2 0 6 0 でハーフトーンを含むと判定される。そうでない場合 (N)、ステップ 2 0 5 0 で、現在の部分はステップ 2 0 7 0 でハーフトーンを含まないと判定される。

【 0 1 3 0 】

ハーフトーンの領域の空間的特性のため、ハーフトーンを含む部分は、多数の C C を持つと予想され、またハーフトーンを含まない部分は、少数の C C を持つと予想される。`N_{c c}` の好ましい値は 6 であり、このときに、偽陽性 (ハーフトーンを含まない部分についてハーフトーンがあると判定される場合) の確率は、テスト・データの代表的集合について、偽陰性 (ハーフトーンを含む部分についてハーフトーンがあると判定されない場合) の個数にほぼ等しい。30

【 0 1 3 1 】

図 2 0 の方法の他の実施形態では、3 つのカラー・チャネルすべてが量子化される。この実施形態では、R G B データを入力し、各チャネル内の最上位ビットを選択することにより色データをチャネル毎に 1 ビットに量子化するのが好ましい。上記の連結成分分析は、チャネル毎に実行され、C C の個数が格納される。パラメータ `N_{c c}` は、以下の式により、3 つのチャネルのどれかに見つかった C C の最大個数を表す。40

【 0 1 3 2 】

【 数 1 2 】

$$N_{CC} = \max(N_{CC}^R, N_{CC}^G, N_{CC}^B)$$

【 0 1 3 3 】

他の実施形態に関して上で説明したように、ハーフトーンは、パラメータ `N_{c c}` がしきい値を超過する場合に生成される。50

い値 N_{TH} 以上の場合に検出され、好ましい値として 7 をとりうる。

【0134】

さらに他の実施形態では、上で説明されている空間ハーフトーン検出法は、ラスター順序のコンテキストからの情報を組み込むように修正される。本質的に、ハーフトーンを含むことがすでに判明している隣接タイルがあるタイルについては、しきい値パラメータは高くされ、隣接するすでに分析されているタイルがハーフトーンを含まないことが判明しているタイルについては、しきい値は低くされる。例えば、-2 context 2 の範囲内の値をとりうるパラメータ context を使用することにより、修正されたしきい値パラメータ

【数13】

10

$$N_{TH}^{ctx}$$

を以下のように生成することができる。

【0135】

【数14】

$$N_{TH}^{ctx} = N_{TH} - 2 \times context.$$

20

【0136】

前述のように、ハーフトーンは、

【数15】

$$N_{CC} > N_{TH}^{ctx}$$

30

の場合にタイル内に検出される。

【0137】

前記の空間ベースの方法を使用して検出されたハーフトーンは、前述のように、画像に関係するスペクトル DCT データまたは空間データを使用して除去できる。例えば、元の画像データを周波数領域に変換した後に周波数マスクを適用することができるか、またはガウスまたはトップハットなどの 2 次元平滑化関数を使用して畳み込みにより元の画像データを平滑化することができる。

【0138】

本明細書では、走査ドキュメントからハーフトーンを検出し、および / または除去するための方法、装置、およびコンピュータ・プログラム製品の複数の実施形態が開示されている。これらの実施形態は、主に、インクジェット・プリントで通常使用される、分散ドット・ハーフトーン処理とは反対に、クラスタ・ドット・ハーフトーン処理の除去について説明されている。これは、最新のインクジェット・プリントの印字解像度は、ハーフトーン効果が事実上存在しないような解像度であるためである。それにもかかわらず、本発明の複数の実施形態から得られる結果は、これらの実施形態が分散ドット・ハーフトーン処理から生じるある種のアーティファクトを抑制するうえで役立つことを示している。

【0139】

前記の説明は、実施例のみを取りあげており、本発明の範囲、適用、または構成を制限することを意図されていない。むしろ、これらの実施例の説明により、当業者は本発明の実施形態を実装する説明を有効に利用することができる。請求項で規定されているように

40

50

、本発明の精神と範囲を逸脱することなく要素の機能および配置にさまざまな変更を加えることができる。

【0140】

<表A：DCT一般マスク領域の導出>

離散コサイン変換（DCT）領域内で純粋なハーフトーンの特性を完全に判別し、それらの特性をマスクするためには、連続空間内でハーフトーンおよびDCT変換の数学的モデル作成することが望ましい。

【0141】

連続空間内でDCT演算をシミュレートするために、連続フーリエ・コサイン変換が適用されるが、これは、以下のように2次元で表すことができる。

【0142】

【数16】

$$F_c(u, v) = \iint f(x, y) \cos(ux) \cos(vy) dx dy$$

【0143】

ただし、 $f(x, y)$ は、空間領域内の元の信号である。

【0144】

通常のスクリーン処理ハーフトーン信号をシミュレートするために、 $f(x, y)$ を以下のようにモデル化する。

【0145】

【数17】

$$f(x, y) = \sin(k_1 x + k_2 y) \sin(-k_2 x + k_1 y)$$

30

【0146】

$k_1 = \omega_0 \cos \theta$ および $k_2 = \omega_0 \sin \theta$ とする。

【0147】

ただし、 ω_0 はハーフトーンスクリーン周波数であり、
 θ は、スクリーン角度である。

【0148】

このモデルに基づいてハーフトーンを表す信号の一実施例は、図11に示されている。このモデルが与えられた場合、 $F_c(u, v)$ の不定積分は、以下の式で与えられる複素関数に評価される。

40

【0149】

【数18】

$$F_c(u, v) = P_x P_y + Q_x Q_y + R_x R_y + S_x S_y$$

【0150】

ただし、

50

【数 1 9】

$$P_x = -\frac{\sin(\alpha_1 x)}{4\alpha_1} + \frac{\sin(\alpha_2 x)}{4\alpha_2} - \frac{\sin(\alpha_3 x)}{4\alpha_3} + \frac{\sin(\alpha_4 x)}{4\alpha_4}$$

$$P_y = +\frac{\sin(\beta_1 y)}{4\beta_1} + \frac{\sin(\beta_2 y)}{4\beta_2} + \frac{\sin(\beta_3 y)}{4\beta_3} + \frac{\sin(\beta_4 y)}{4\beta_4}$$

$$Q_x = -\frac{\cos(\alpha_1 x)}{4\alpha_1} + \frac{\cos(\alpha_2 x)}{4\alpha_2} - \frac{\cos(\alpha_3 x)}{4\alpha_3} + \frac{\cos(\alpha_4 x)}{4\alpha_4}$$

$$Q_y = +\frac{\cos(\beta_1 x)}{4\beta_1} - \frac{\cos(\beta_2 x)}{4\beta_2} + \frac{\cos(\beta_3 x)}{4\beta_3} - \frac{\cos(\beta_4 x)}{4\beta_4}$$

$$R_x = -\frac{\cos(\alpha_1 x)}{4\alpha_1} - \frac{\cos(\alpha_2 x)}{4\alpha_2} - \frac{\cos(\alpha_3 x)}{4\alpha_3} - \frac{\cos(\alpha_4 x)}{4\alpha_4}$$

$$R_y = -\frac{\cos(\beta_1 x)}{4\beta_1} - \frac{\cos(\beta_2 x)}{4\beta_2} - \frac{\cos(\beta_3 x)}{4\beta_3} - \frac{\cos(\beta_4 x)}{4\beta_4}$$

$$S_x = +\frac{\sin(\alpha_1 x)}{4\alpha_1} + \frac{\sin(\alpha_2 x)}{4\alpha_2} + \frac{\sin(\alpha_3 x)}{4\alpha_3} + \frac{\sin(\alpha_4 x)}{4\alpha_4}$$

$$S_y = +\frac{\sin(\beta_1 y)}{4\beta_1} - \frac{\sin(\beta_2 y)}{4\beta_2} + \frac{\sin(\beta_3 y)}{4\beta_3} - \frac{\sin(\beta_4 y)}{4\beta_4}$$

【0 1 5 1】

ただし、

10

20

30

【数20】

$$\alpha_1 = \omega_0 \cos \theta - \omega_0 \sin \theta - u$$

$$\alpha_2 = \omega_0 \cos \theta + \omega_0 \sin \theta - u$$

$$\alpha_3 = \omega_0 \cos \theta - \omega_0 \sin \theta + u$$

$$\alpha_4 = \omega_0 \cos \theta + \omega_0 \sin \theta + u$$

10

$$\beta_1 = \omega_0 \cos \theta - \omega_0 \sin \theta - v$$

$$\beta_2 = \omega_0 \cos \theta + \omega_0 \sin \theta - v$$

$$\beta_3 = \omega_0 \cos \theta - \omega_0 \sin \theta + v$$

$$\beta_4 = \omega_0 \cos \theta + \omega_0 \sin \theta + v$$

20

【0152】

そこで、ハーフトーン・パラメータ ω_0 および ω_1 の値に対する DCT 関数の連続推定値を導くことができる。図12に示されている曲面プロットは、合成されたハーフトーン信号上で実行される連続フーリエ・コサイン変換の一実施例を示している。これからわかるように、この関数は、極大値と極小値を持ちきわめて複雑である。

【0153】

図13(a)および13(b)は、同じ合成ハーフトーン入力信号に対するDCTおよび連続コサイン出力の比密度プロットを示しており、コサイン変換によるDCT出力のモデル化の程度を表している。

30

【0154】

ピーク位置を ω_0 および ω_1 の関数として表す関数は一次導関数と二次導関数を使って臨界点を調べることにより決定することが可能であるが、これらの方程式が完全に複雑だと非常に時間のかかるタスクとなるであろう。しかし、ピーク挙動の推定値のみが必要なので、 ω_0 および ω_1 のさまざまな値について数値解析が関数に適用された。数値解析の結果は、コサイン変換の主峰は、おおよそ、円の中心が ($u = 0, v = 0$) である、半径 2 の円にそって移動することを示している。この挙動は、図14に示されているグラフで例示されているが、ただし、固定された ω_0 に対し ω_1 を変化させ、ピーク位置をプロットしている。

【0155】

40

ピーク挙動をさらに詳しく例示するために、図15のグラフでは、 ω_0 と ω_1 の両方が変化しているところを示している。ピークはすべて、スクリーン周波数の特定の値に関して円弧上にあることがはっきりとわかる。前記の観察結果は、図7に示されているDCTマスクの基礎をなす。この場合、マスクは、ハーフトーン・ピークが存在すると予想される領域 H_1 と同じ領域である。

【0156】

C LC 「ハーフトーン」の場合、図9に示されているマスクは、実際には、各列にそつて帯域消去フィルタを適用し、現れるバンディング効果に関する水平周波数を除去することと同じである。

【図面の簡単な説明】

50

【0157】

【図1】(a)は元のグレースケール画像を示す図である。(b)は(a)の画像にハーフトーン処理を適用することを示す図である。(c)は元のカラー画像を示す図である。(d)は(c)の画像にハーフトーン処理を適用することを示す図である。

【図2】ドキュメントを表す画像の一部からハーフトーンを検出し、除去する方法の流れ図である。

【図3】画像の一部からハーフトーンを検出し、除去する方法の流れ図である。

【図4】走査像のカラー・チャネルのタイリングを表す図である。

【図5 a】ハーフトーンを検出する方法の流れ図である。

【図5 b】ハーフトーンを除去する周波数マスクを準備する方法の流れ図である。 10

【図5 c】カラー・チャネルからハーフトーンを除去する方法の流れ図である。

【図5 d】標準ハーフトーンの存在を検出する方法の流れ図である。

【図5 e】標準ハーフトーンの存在を検出する他の方法の流れ図である。

【図5 f】カラー・レーザー複写機(CLC)により生成されるハーフトーンの存在を検出する方法の流れ図である。

【図6 a】一実施形態により標準ハーフトーンを検出するために分析されるDCT領域の表現を示す図である。

【図6 b】他の実施形態により標準ハーフトーンを検出するために分析されるDCT領域の表現を示す図である。 20

【図7】 16×16 ピクセルDCTに対する標準ハーフトーン・マスクの表現を示す図である。

【図8】CLCハーフトーンを検出するために分析されるDCT領域の表現を示す図である。

【図9】 16×16 ピクセルDCTに対するCLCハーフトーン・マスクの表現を示す図である。

【図10】CLCハーフトーン処理の一実施例を示す図である。

【図11】数学的モデルにより生成されるハーフトーン信号の一実施例の等高線のプロットである。

【図12】合成されたハーフトーン信号に適用される連続フーリエ・コサイン変換の一実施例の表面プロットである。 30

【図13】共通入力信号に対するDCTおよび連続コサイン出力をそれぞれ示す図である。

【図14】固定および可変の θ に対するフーリエ・コサイン・ピークの挙動のプロットである。

【図15】可変 θ に対するフーリエ・コサイン・ピークの挙動のプロットである。

【図16】(a)はクラスタ・ドット・ハーフトーン処理を施された画像を示す図である。(b)はハーフトーン処理が除去された図16 aの画像を示す図である。

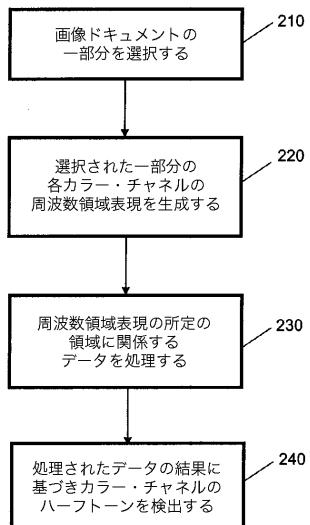
【図17】(a)はクラスタ・ドット・ハーフトーン処理を施された他の画像を示す図である。(b)はハーフトーン処理が除去された図17 aの画像を示す図である。

【図18】(a)はCLCハーフトーン処理による水平帯域処理を行った画像を示す図である。(b)はCLCハーフトーン処理が除去された図18 aの画像を示す図である。 40

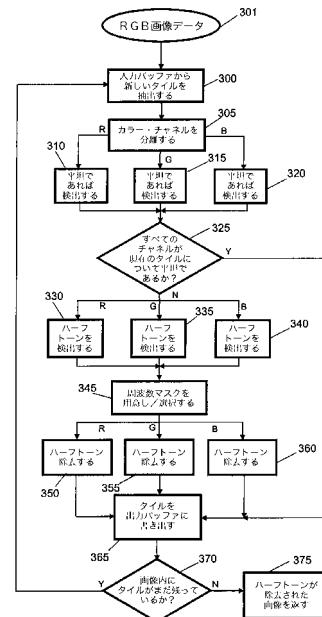
【図19】本発明の複数の実施形態が実施されるコンピュータ・システムの概略プロック図である。

【図20】部分内の空間特性に基づいて画像の一部の中のハーフトーンを検出する方法の流れ図である。

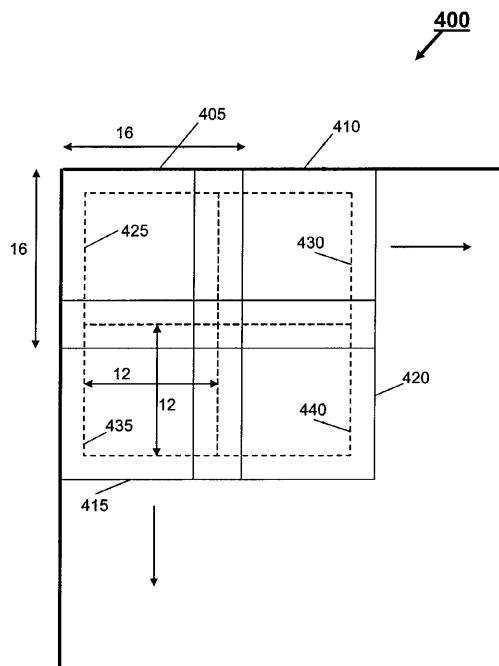
【図2】



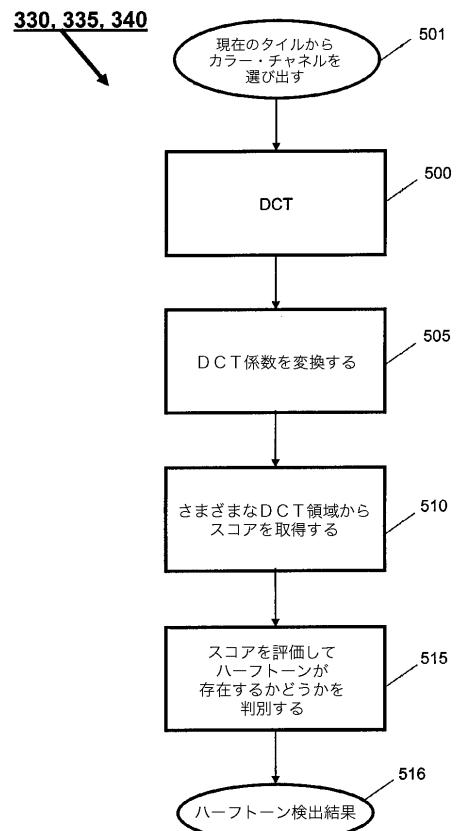
【図3】



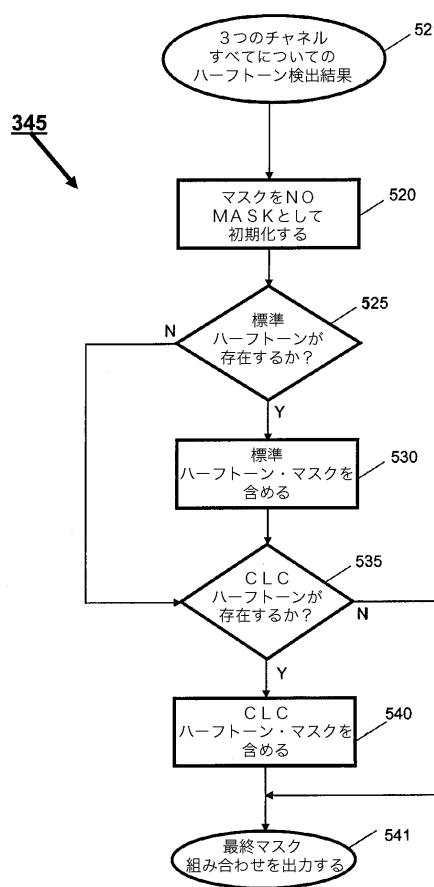
【図4】



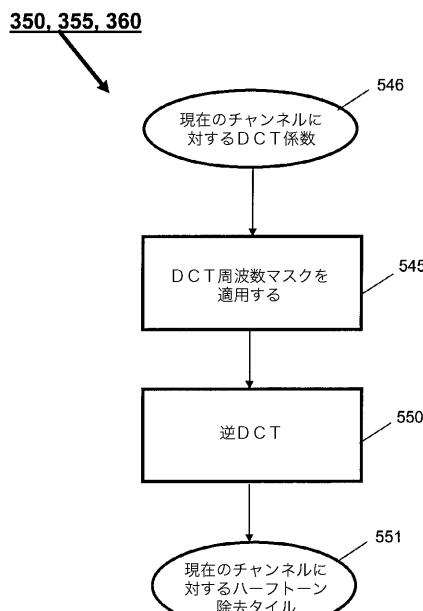
【図5 a】



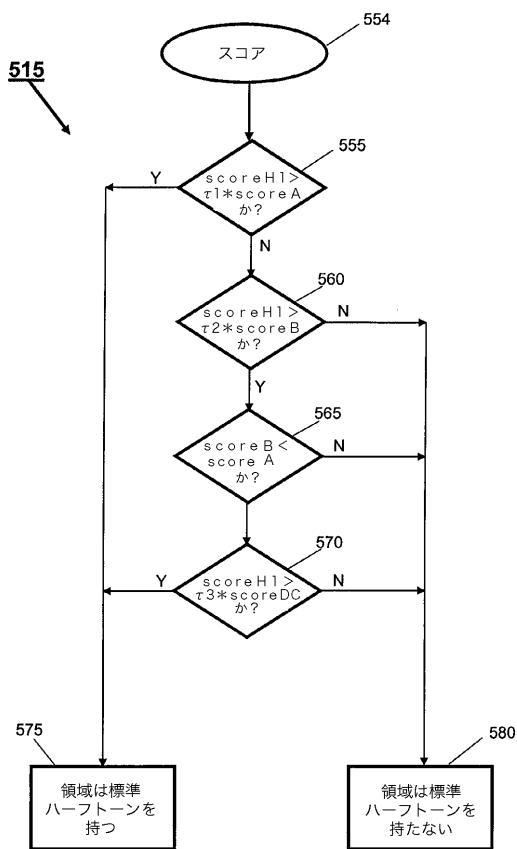
【図 5 b】



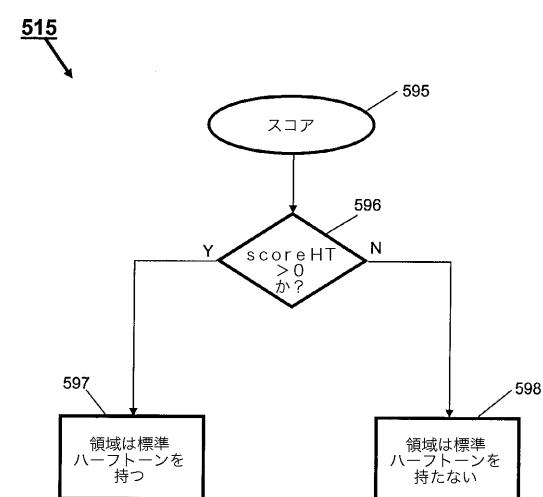
【図 5 c】



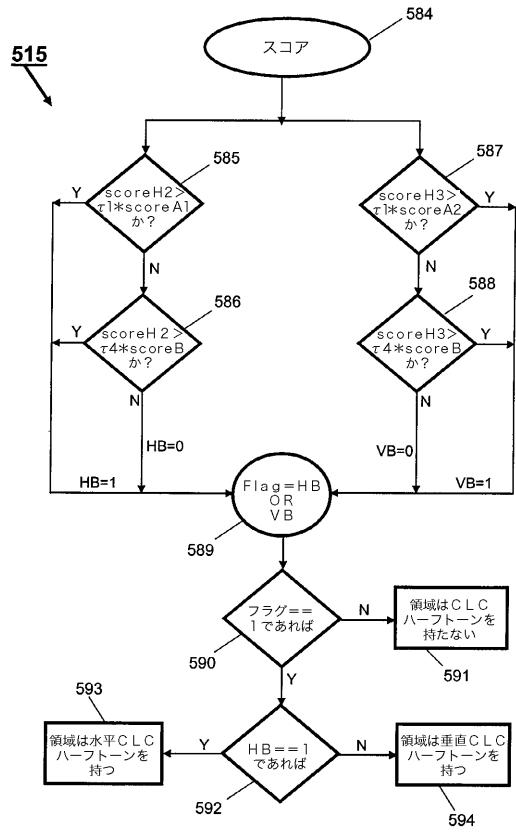
【図 5 d】



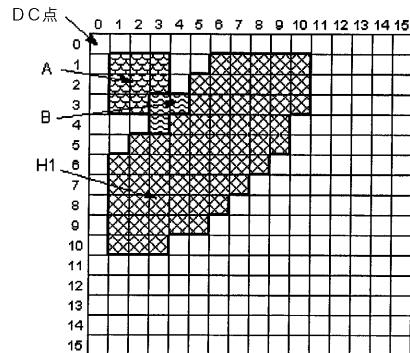
【図 5 e】



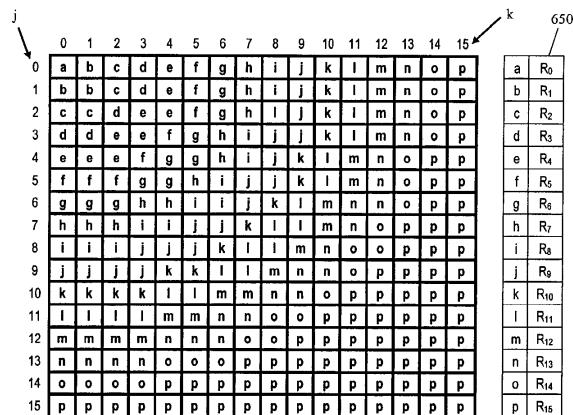
【図 5 f】



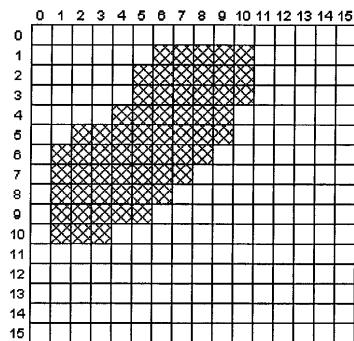
【図 6 a】



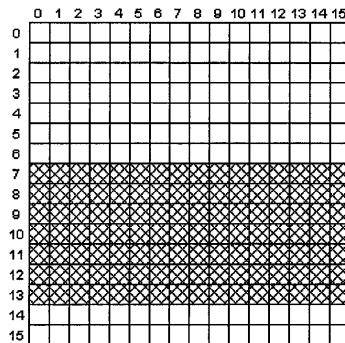
【図 6 b】



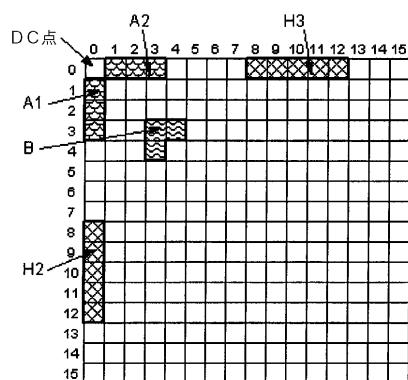
【図 7】



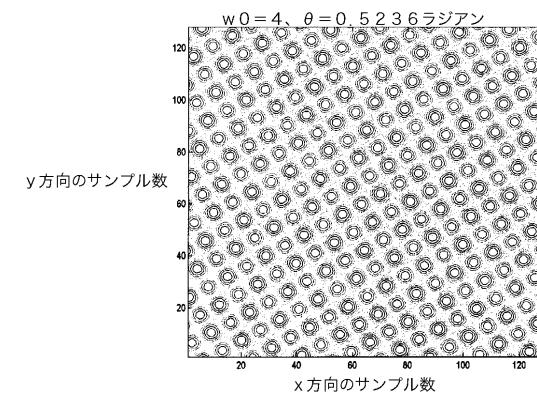
【図 9】



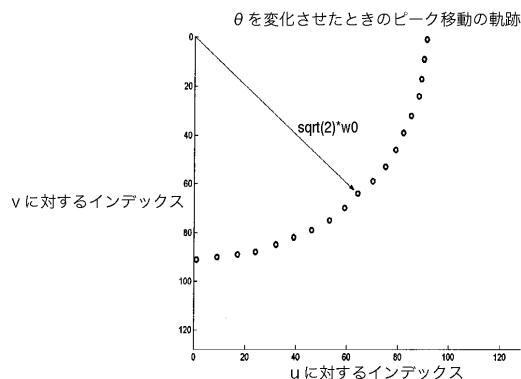
【図 8】



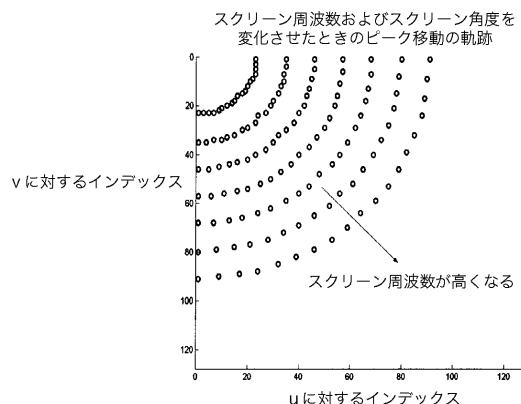
【図 11】



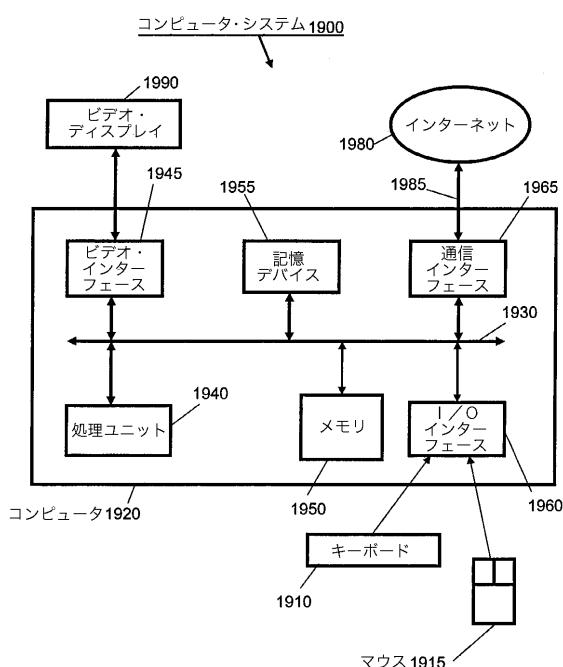
【図14】



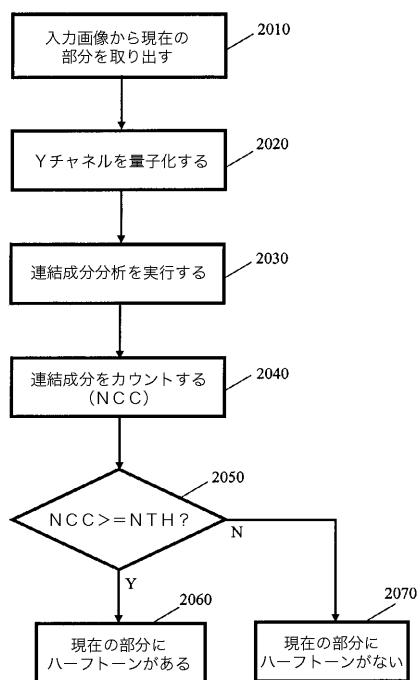
【図15】



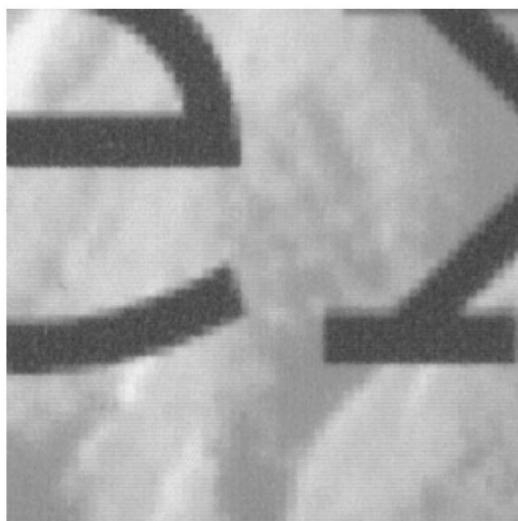
【図19】



【図20】



【図1】



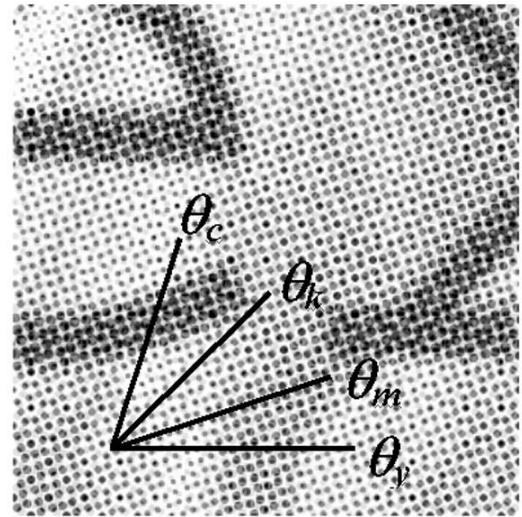
(a)



(b)



(c)

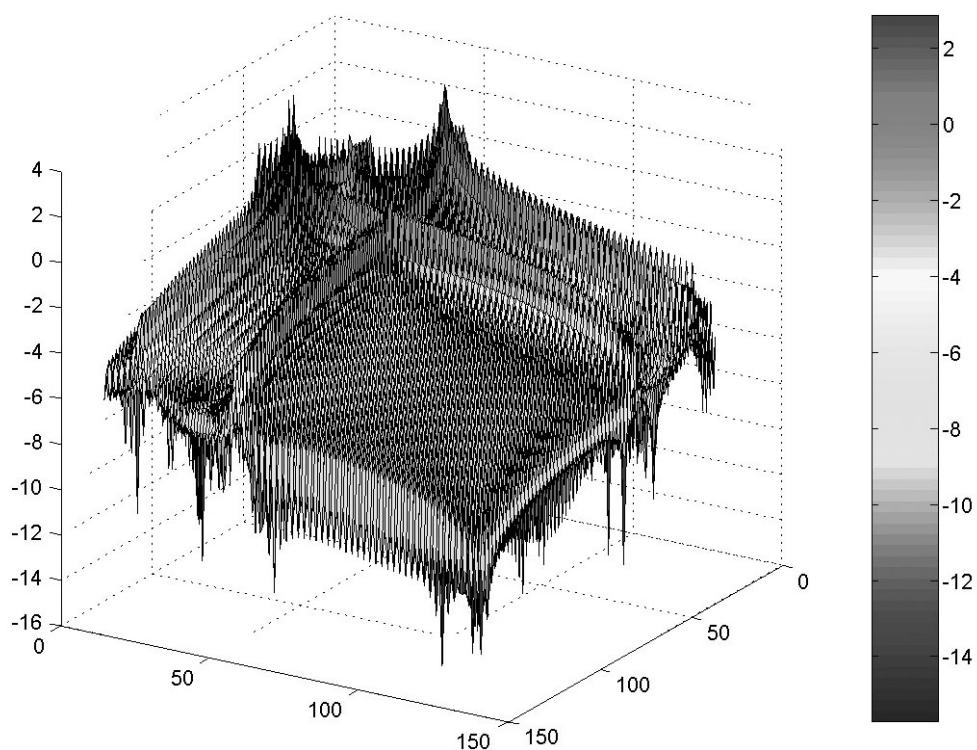


(d)

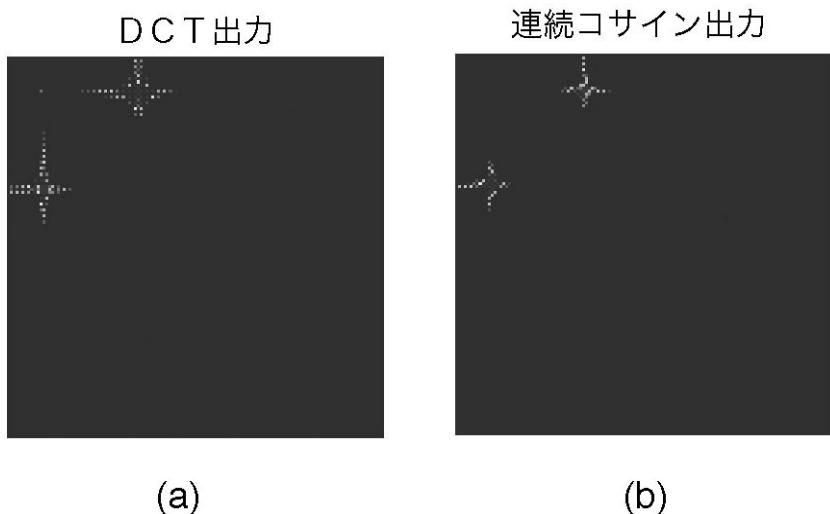
【図10】



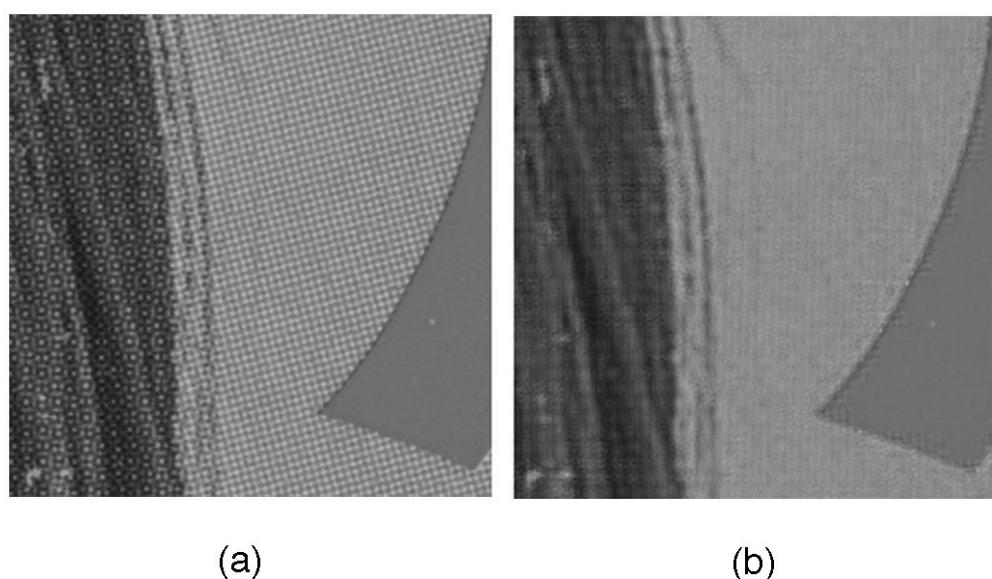
【図12】



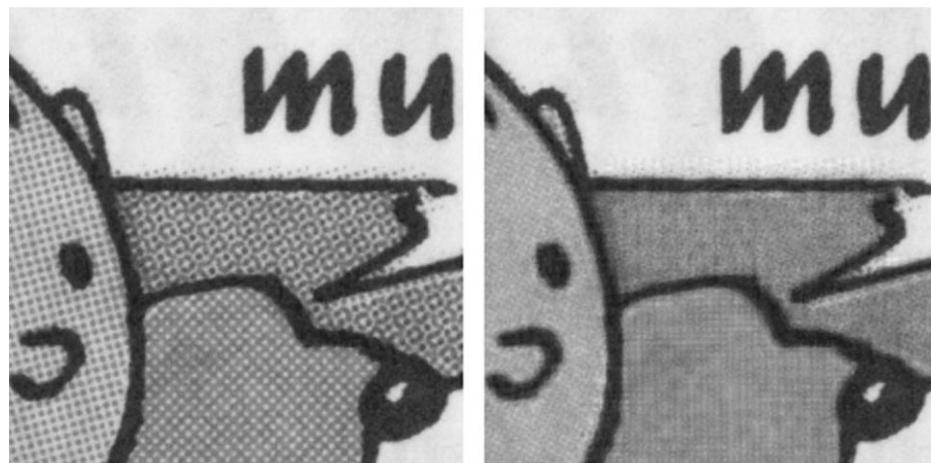
【図 1 3】



【図 1 6】



【図17】



(a)

(b)

【図18】



(a)

(b)

フロントページの続き

(72)発明者 ティモシー ジョン ワーク

オーストラリア国 2113 ニュー サウス ウエールズ州, ノース ライド, トーマス
ホルト ドライブ 1 キヤノン インフォメーション システムズ リサーチ オーストラリア
プロプライエタリー リミテッド 内

(72)発明者 ジェイムス ベスリー

オーストラリア国 2113 ニュー サウス ウエールズ州, ノース ライド, トーマス
ホルト ドライブ 1 キヤノン インフォメーション システムズ リサーチ オーストラリア
プロプライエタリー リミテッド 内

(72)発明者 ジェームス フィリップ アンドリュー

オーストラリア国 2113 ニュー サウス ウエールズ州, ノース ライド, トーマス
ホルト ドライブ 1 キヤノン インフォメーション システムズ リサーチ オーストラリア
プロプライエタリー リミテッド 内

審査官 秦野 孝一郎

(56)参考文献 特開2003-219157(JP,A)

特開2004-153817(JP,A)

特開2001-257879(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 1/40