

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-201290
(P2004-201290A)

(43) 公開日 平成16年7月15日(2004.7.15)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
H04N 1/409	H04N 1/40 101D	5B057
G06T 5/20	G06T 5/20 B	5C077

審査請求 未請求 請求項の数 21 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2003-391197 (P2003-391197)	(71) 出願人	000005049 シャープ株式会社
(22) 出願日	平成15年11月20日 (2003.11.20)	(74) 代理人	100080034 弁理士 原 謙三
(31) 優先権主張番号	10/323112	(74) 代理人	100113701 弁理士 木島 隆一
(32) 優先日	平成14年12月18日 (2002.12.18)	(74) 代理人	100116241 弁理士 金子 一郎
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(72) 発明者	シャオ ファン フィン アメリカ合衆国, ワシントン州 98683, ヴァンクーヴァー, サーティエイス ストリート サウスイースト 17814

最終頁に続く

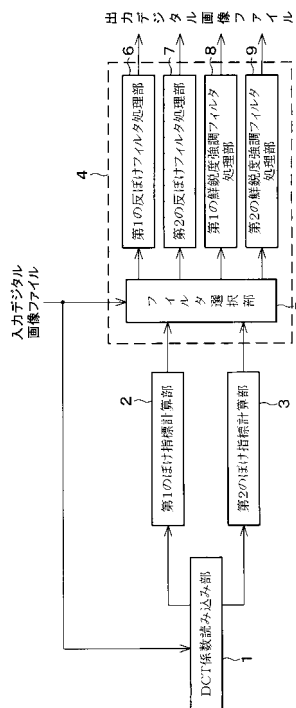
(54) 【発明の名称】 画像処理方法および画像処理装置、並びに画像処理プログラムおよび記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 デジタル画像の画像ぼけを検出し補正を行うことで、効率的画像処理の演算および適応的な画質改善を行うことが可能な、画像処理方法および画像処理装置、並びに画像処理プログラムおよびそれを記録した記録媒体を提供する。

【解決手段】 画像処理装置は、入力デジタル画像ファイルのDCT係数の配列から複数のDCT係数を読み込むDCT係数読み込み部1と、上記複数のDCT係数から、全てのブロックの中で最小のぼけ量を持つブロックのぼけ量を数値として表す第1のぼけ指標を計算する第1のぼけ指標計算部2と、上記複数のDCT係数から、上記デジタル画像の全体としてのぼけ量を数値として表す第2のぼけ指標を計算する第2のぼけ指標計算部3と、上記入力デジタル画像ファイルに対し、上記第1のぼけ指標および上記第2のぼけ指標の値に基づいて選択的にフィルタを適用するフィルタ処理部4とを備えている。

【選択図】 図9



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

デジタルファイル中に D C T 係数の配列として格納されたデジタル画像であり、上記 D C T 係数の配列が周波数成分の格子を表す複数のブロック内に配列され、上記各ブロックが画像の部分を表すデジタル画像に対し、デジタル画像のぼけを検出および修正する画像処理方法であって、

(a) 上記 D C T 係数の配列で構成される各ブロックから少なくとも 2 つの D C T 係数を読み込むように複数の D C T 係数を読み込むステップと、

(b) 上記複数の D C T 係数から、全てのブロックの中で最小のぼけ量を持つブロックのぼけ量を数値として表す第 1 のぼけ指標を計算するステップと、

(c) 上記複数の D C T 係数から、上記デジタル画像の全体としてのぼけ量を数値として表す第 2 のぼけ指標を計算するステップと、

(d) 上記デジタル画像に対し、上記第 1 のぼけ指標および上記第 2 のぼけ指標の値に基づいて選択的にフィルタを適用するステップとを含むことを特徴とする画像処理方法。

【請求項 2】

上記選択的にフィルタを適用するステップでは、複数の異なる種類のフィルタの中から 1 つのフィルタを選択してそのフィルタを上記デジタル画像に適用することを特徴とする請求項 1 記載の画像処理方法。

【請求項 3】

格子内の代表的な周波数成分を選択するステップをさらに含み、

上記第 1 のぼけ指標は、画像内の全てのブロックにおける上記周波数成分での D C T 係数の中の最大値であることを特徴とする請求項 1 記載の画像処理方法。

【請求項 4】

格子内の 2 つの代表的な周波数成分を選択し、これら 2 つの代表的な周波数成分における D C T 係数の標準偏差を画像全体で計算するステップをさらに含み、

上記第 2 のぼけ指標は、これら標準偏差の比であることを特徴とする請求項 1 記載の画像処理方法。

【請求項 5】

(e) 周波数成分の格子を、周波数が増加する複数領域に分割するステップと、

(f) 各ブロックの各領域における D C T 係数をまとめるステップとをさらに含み、

第 1 のぼけ指標を計算するステップおよび第 2 のぼけ指標を計算するステップでは、上記まとめられた D C T 係数から、上記第 1 のぼけ指標および第 2 のぼけ指標を計算することを特徴とする請求項 1 記載の画像処理方法。

【請求項 6】

上記各領域における D C T 係数をまとめるステップは、上記各領域内における D C T 係数の平均値を得るステップを含むことを特徴とする請求項 5 記載の画像処理方法。

【請求項 7】

第 1 のぼけ指標が、上記複数領域の中から選択された 1 つの領域内における最大の平均 D C T 係数であることを特徴とする請求項 6 記載の画像処理方法。

【請求項 8】

複数領域の中から選択された 2 つの領域の各々において D C T 係数の標準偏差を得るステップを含むことを特徴とする請求項 6 記載の画像処理方法。

【請求項 9】

第 2 のぼけ指標が、得られた標準偏差同士の比であることを特徴とする請求項 8 記載の画像処理方法。

【請求項 10】

デジタルファイル中に D C T 係数の配列として格納されたデジタル画像であり、上記 D C T 係数の配列が水平周波数成分および垂直周波数成分の格子を表す複数のブロック内に配列され、上記各ブロックが画像の部分を表すデジタル画像に対し、デジタル画像のぼけを検出および修正する画像処理方法であって、

10

20

30

40

50

- (a) D C T 係数の 2 次元のヒストグラムを得るステップと、
- (b) 上記 2 次元のヒストグラムを 1 次元のヒストグラムにまとめるステップと、
- (c) 上記 1 次元のヒストグラムから少なくとも 1 つのぼけ指標を計算するステップと

、
 (d) 上記デジタル画像に対し、上記少なくとも 1 つのぼけ指標に基づいて選択的にフィルタを適用するステップとを含むことを特徴とする画像処理方法。

【請求項 1 1】

2 次元のヒストグラムを 1 次元のヒストグラムにまとめるステップでは、2 次元ヒストグラムを周波数が概ね増加する複数領域に分割して、各ブロックの各領域内の D C T 係数を平均化することによって 1 次元のヒストグラムを得ることを特徴とする請求項 1 0 記載の画像処理方法。 10

【請求項 1 2】

上記ぼけ指標が、上記複数領域から選択された 1 つの領域内における最大の平均 D C T 係数であることを特徴とする請求項 1 1 記載の画像処理方法。

【請求項 1 3】

上記ぼけ指標が、上記複数領域から選択された 2 つの領域間における平均 D C T 係数の比であることを特徴とする請求項 1 1 記載の画像処理方法。

【請求項 1 4】

第 1 のぼけ指標および第 2 のぼけ指標を計算するステップをさらに含むことを特徴とする請求項 1 1 記載の画像処理方法。 20

【請求項 1 5】

第 1 のぼけ指標および第 2 のぼけ指標を用いることを特徴とする請求項 1 1 記載の画像処理方法。

【請求項 1 6】

上記第 1 のぼけ指標が、上記複数領域から選択された 1 つの領域内における最大の平均 D C T 係数であり、

上記第 2 のぼけ指標が、上記複数領域から選択された 2 つの領域間における平均 D C T 値の比であることを特徴とする請求項 1 4 または 1 5 記載の画像処理方法。

【請求項 1 7】

上記フィルタが、異なる複数種類のフィルタの中から第 1 のぼけ指標および第 2 のぼけ指標に基づいて選択されることを特徴とする請求項 1 6 記載の画像処理方法。 30

【請求項 1 8】

請求項 1 ないし 1 7 のいずれか 1 項に記載の画像処理方法における各ステップをコンピュータに実行させるための画像処理プログラム。

【請求項 1 9】

請求項 1 8 記載の画像処理プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項 2 0】

デジタルファイル中に D C T 係数の配列として格納されたデジタル画像であり、上記 D C T 係数の配列が周波数成分の格子を表す複数のブロック内に配列され、上記各ブロックが画像の部分を表すデジタル画像に対し、デジタル画像のぼけを検出および修正する画像処理装置であって、 40

上記 D C T 係数の配列から、各ブロックから少なくとも 2 つの D C T 係数を読み込むように複数の D C T 係数を読み込む D C T 係数読み込み部と、

上記複数の D C T 係数から、全てのブロックの中で最小のぼけ量を持つブロックのぼけ量を数値として表す第 1 のぼけ指標を計算する第 1 のぼけ指標計算部と、

上記複数の D C T 係数から、上記デジタル画像の全体としてのぼけ量を数値として表す第 2 のぼけ指標を計算する第 2 のぼけ指標計算部と、

上記デジタル画像に対し、上記第 1 のぼけ指標および上記第 2 のぼけ指標の値に基づいて選択的にフィルタを適用するフィルタ処理部とを備えることを特徴とする画像処理装置 50

【請求項 2 1】

デジタルファイル中に D C T 係数の配列として格納されたデジタル画像であり、上記 D C T 係数の配列が水平周波数成分および垂直周波数成分の格子を表す複数のブロック内に配列され、上記各ブロックが画像の部分を表すデジタル画像に対し、デジタル画像のぼけを検出および修正する画像処理装置であって、

D C T 係数の 2 次元のヒストグラムを作成する 2 次元ヒストグラム作成部と、

上記 2 次元のヒストグラムを 1 次元のヒストグラムに変換するヒストグラム変換部と、

上記 1 次元のヒストグラムから少なくとも 1 つのぼけ指標を計算するぼけ指標計算部と

10

、
上記デジタル画像に対し、上記少なくとも 1 つのぼけ指標に基づいて選択的にフィルタを適用するフィルタ処理部とを備えることを特徴とする画像処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、デジタル画像の処理を行う画像処理方法および画像処理装置、並びに画像処理プログラムおよびそれを記録した記録媒体に関するものであり、特に、デジタル画像の画像ぼけの量を予測および低減する画像処理方法および画像処理装置、並びに画像処理プログラムおよびそれを記録した記録媒体に関するものである。

【背景技術】

20

【0 0 0 2】

画像のデジタル表示は、画像のアナログ表示、例えば、ネガフィルム、ポジスライドなどに対して多様な利点をもたらす。例えば、デジタル画像は、画像の劣化なしに電子的に格納し、送り、コピーすることができる。物体および事象のデジタル画像は、デジタルカメラなどの旧来のデバイスによって取り込んだり、ネガからスキヤニングしたり、あるいはコンピュータで作成したりすることができる。デジタル画像は、また、カラーやコントラストなどの画像特性を変更したり、カメラのフラッシュに起因する赤目現象や画像ぼけなどのような画像の欠陥または人為的現象を低減させたりするために、デジタル的に処理および操作することができる。

【0 0 0 3】

30

画像ぼけは、画像のディテールおよび鮮鋭度の損失による画質の劣化を認識する上で最も重要な要素の 1 つである。画像ぼけは、例えば、被写体に焦点が合わせられていないカメラレンズ、前景および/または背景の絞りぼけ、カメラに対する被写体の相対的な動き、さらには大気中のもやの影響を含む多くの事の結果として発生しうるが、カラー写真などの旧来のアナログ画像における画像ぼけは、歴史的に目立って低減することができなかつた。しかしながら、デジタル画像の画像ぼけは目立って低減させることができる。画像ぼけを低減させるための既存の処理技術は、典型的には、ぼけ予測部とぼけ低減部との両方を含んでいる。ぼけ予測部が所定の閾値を超える画像ぼけを検出すれば、画像がぼけ低減部によって処理される。画像ぼけを低減させるためのいくつかの既存の処理技術は、画像ぼけを定量化し、それに従って補正を調整している。画像ぼけを低減させるための他の

40

【0 0 0 4】

画像ぼけを予測する 1 つの既存のシステムは、空間領域で行われている。このシステムでは、鋭いエッジを使用して点拡がり関数が生成され、この関数から画像ぼけの量が予測される。このシステムが頻繁に直面する問題は、実世界の画像の多くが、画像ぼけを正確に予測するのに十分な鋭いエッジを欠いているということである。

【0 0 0 5】

画像ぼけを予測する他のシステムは、周波数領域における画像のパワースペクトルから画像ぼけの量を予測している。このシステムは、ノンゼロ周波数におけるパワーが概ね周

50

波数の二乗に逆比例して変化するとすれば、ほとんどの実世界の非ぼけ画像のパワースペクトル比較的不変であるという仮定を利用している。逆に、ぼけ画像は、周波数が増加するに従って、パワーがより急速に低下する特性を示す。この現象を、ぼけ画像および非ぼけ画像の両方のパワースペクトルを示す図1で説明する。図1から分かるように、ぼけ画像のパワーは、非常に低い周波数では非ぼけ画像のパワーとほぼ等しいが、およそ0.05サイクル/サンプル以上の周波数では急速に低下して非ぼけ画像のパワーより低くなる。画像のパワースペクトルから画像ぼけを予測するシステムは、シーン統計量を使用するので、一般に、鋭いエッジ等の画像構成から得られる点拡がり関数に基づいて画像ぼけを予測するシステムよりも信頼性が高いと考えられる。しかしながら、画像のパワースペクトルから画像ぼけを予測するシステムは、計算上複雑であり、このことは、写真プリンタなどのような多くの応用例における実施を困難にしている。

10

【0006】

画像ぼけを予測するためのさらに他のシステムは、チャン(Zhang)等の特許文献1に開示されている。このシステムは、デジタル画像を格納しているデジタル画像ファイルに含まれる全てのノンゼロDCT(離散コサイン変換)係数の重み付け出現ヒストグラムからデジタル画像の画像ぼけの量を予測している。

【0007】

また、特許文献2には、DCT係数を用いてぼけ領域を検出する方法が開示されている。

【特許文献1】米国特許第6,298,145 B1号(2001年10月2日発行)

20

【特許文献2】特開平10-285587号公報(1997年3月31日公開)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、特許文献1のシステムは、特許文献1で述べられているように、「(DCT)係数の値が、それらの表す画像のタイプと密接に関連する値になるまで、(DCT)係数を直接使用しない」。代わりに、DCT成分が前述の出現ヒストグラムを構築するのに使用される。このヒストグラムは、次に数学的に操作することが必要であり、このことは計算的な複雑さを付加する。

【0009】

30

また、特許文献2の方法は、画像のぼけ領域を検出することは可能であるが、ぼけ補正を行う手段を有していないため、画像のぼけを補正することができないという問題点を有している。

【0010】

そこで、望まれているのは、計算上効率的に画像ぼけを予測および低減するシステムである。すなわち、本発明の目的は、画像処理の演算および画質改善を効率的に行うことが可能な画像処理方法および画像処理装置、並びに画像処理プログラムおよびそれを記録した記録媒体を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

40

本発明に係る画像処理方法は、上記課題を解決するために、デジタルファイル中にDCT係数の配列として格納されたデジタル画像であり、上記DCT係数の配列が周波数成分の格子を表す複数のブロック内に配列され、上記各ブロックが画像の部分を表すデジタル画像に対し、デジタル画像のぼけを検出および修正する画像処理方法であって、(a)上記DCT係数の配列から、各ブロックから少なくとも2つのDCT係数を読み込むように複数のDCT係数を読み込むステップと、(b)上記複数のDCT係数から、全てのブロックの中で最小のぼけ量を持つブロックのぼけ量を数値として表す第1のぼけ指標を計算するステップと、(c)上記複数のDCT係数から、上記デジタル画像の全体としてのぼけ量を数値として表す第2のぼけ指標を計算するステップと、(d)上記デジタル画像に対し、上記第1のぼけ指標および上記第2のぼけ指標の値に基づいて選択的にフィルタを

50

適用するステップとを含むことを特徴としている。

【0012】

また、本発明に係る画像処理方法は、上記画像処理方法において、上記選択的にフィルタを適用するステップでは、複数の異なる種類のフィルタの中から1つのフィルタを選択してそのフィルタを上記デジタル画像に適用する方法であってもよい。

【0013】

また、本発明に係る画像処理方法は、上記画像処理方法において、格子内の代表的な周波数成分を選択するステップをさらに含み、上記第1のぼけ指標は、画像内の全てのブロックにおける上記周波数成分でのDCT係数の中の最大値である方法であってもよい。

【0014】

また、本発明に係る画像処理方法は、上記画像処理方法において、格子内の2つの代表的な周波数成分を選択し、これら2つの代表的な周波数成分におけるDCT係数の標準偏差を画像全体で計算するステップをさらに含み、上記第2のぼけ指標は、これら標準偏差の比である方法であってもよい。

【0015】

また、本発明に係る画像処理方法は、上記画像処理方法において、(e)周波数成分の格子を、周波数が増加する複数領域に分割するステップと、(f)各ブロックの各領域におけるDCT係数をまとめるステップとをさらに含み、第1のぼけ指標を計算するステップおよび第2のぼけ指標を計算するステップでは、上記まとめられたDCT係数から、上記第1のぼけ指標および第2のぼけ指標を計算する方法であってもよい。

【0016】

また、本発明に係る画像処理方法は、上記画像処理方法において、上記各領域におけるDCT係数をまとめるステップは、上記各領域内におけるDCT係数の平均値を得るステップを含む方法であってもよい。

【0017】

また、本発明に係る画像処理方法は、上記画像処理方法において、第1のぼけ指標が、上記複数領域の中から選択された1つの領域内における最大の平均DCT係数である方法であってもよい。

【0018】

また、本発明に係る画像処理方法は、上記画像処理方法において、複数領域の中から選択された2つの領域の各々においてDCT係数の標準偏差を得るステップを含む方法であってもよい。

【0019】

また、本発明に係る画像処理方法は、上記画像処理方法において第2のぼけ指標が、得られた標準偏差同士の比である方法であってもよい。

【0020】

本発明に係る画像処理方法は、上記課題を解決するために、デジタルファイル中にDCT係数の配列として格納されたデジタル画像であり、上記DCT係数の配列が水平周波数成分および垂直周波数成分の格子を表す複数のブロック内に配列され、上記各ブロックが画像の部分を表すデジタル画像に対し、デジタル画像のぼけを検出および修正する画像処理方法であって、(a)DCT係数の2次元のヒストグラムを得るステップと、(b)上記2次元のヒストグラムを1次元のヒストグラムにまとめるステップと、(c)上記1次元のヒストグラムから少なくとも1つのぼけ指標を計算するステップと、(d)上記デジタル画像に対し、上記少なくとも1つのぼけ指標に基づいて選択的にフィルタを適用するステップとを含むことを特徴としている。

【0021】

また、本発明に係る画像処理方法は、上記画像処理方法において、2次元のヒストグラムを1次元のヒストグラムにまとめるステップでは、2次元ヒストグラムを周波数が概ね増加する複数領域に分割して、各ブロックの各領域内のDCT係数を平均化することによって1次元のヒストグラムを得る方法であってもよい。

10

20

30

40

50

【0022】

また、本発明に係る画像処理方法は、上記画像処理方法において、上記ぼけ指標が、上記複数領域から選択された1つの領域内における最大の平均DC T係数である方法であってもよい。

【0023】

また、本発明に係る画像処理方法は、上記画像処理方法において、上記ぼけ指標が、上記複数領域から選択された2つの領域間における平均DC T係数の比である方法であってもよい。

【0024】

また、本発明に係る画像処理方法は、上記画像処理方法において、第1のぼけ指標および第2のぼけ指標を計算するステップをさらに含む方法であってもよい。 10

【0025】

また、本発明に係る画像処理方法は、上記画像処理方法において、第1のぼけ指標および第2のぼけ指標を用いる方法であってもよい。

【0026】

また、本発明に係る画像処理方法は、上記画像処理方法において、上記第1のぼけ指標が、上記複数領域から選択された1つの領域内における最大の平均DC T係数であり、上記第2のぼけ指標が、上記複数領域から選択された2つの領域間における平均DC T値の比である方法であってもよい。

【0027】

また、本発明に係る画像処理方法は、上記画像処理方法において、上記フィルタが、異なる複数種類のフィルタの中から第1のぼけ指標および第2のぼけ指標に基づいて選択される方法であってもよい。 20

【0028】

ところで、上記画像処理方法の各ステップは、ハードウェアで実現された画像処理装置に実行させてもよいし、プログラムの指示によってコンピュータに実行させてもよい。具体的には、本発明に係る画像処理プログラムは、上記画像処理方法の各ステップをコンピュータに実行させる画像処理プログラムであり、本発明に係るコンピュータ読み取り可能な記録媒体には、当該画像処理プログラムが記録されている。

【0029】

本発明に係る画像処理装置は、上記課題を解決するために、デジタルファイル中にDC T係数の配列として格納されたデジタル画像であり、上記DC T係数の配列が周波数成分の格子を表す複数のブロック内に配列され、上記各ブロックが画像の部分を表すデジタル画像に対し、デジタル画像のぼけを検出および修正する画像処理装置であって、上記DC T係数の配列から、各ブロックから少なくとも2つのDC T係数を読み込むように複数のDC T係数を読み込むDC T係数読み込み部と、上記複数のDC T係数から、全てのブロックの中で最小のぼけ量を持つブロックのぼけ量を数値として表す第1のぼけ指標を計算する第1のぼけ指標計算部と、上記複数のDC T係数から、上記デジタル画像の全体としてのぼけ量を数値として表す第2のぼけ指標を計算する第2のぼけ指標計算部と、上記デジタル画像に対し、上記第1のぼけ指標および上記第2のぼけ指標の値に基づいて選択的にフィルタを適用するフィルタ処理部とを備えることを特徴としている。 40

【0030】

本発明に係る画像処理装置は、上記課題を解決するために、デジタルファイル中にDC T係数の配列として格納されたデジタル画像であり、上記DC T係数の配列が水平周波数成分および垂直周波数成分の格子を表す複数のブロック内に配列され、上記各ブロックが画像の部分を表すデジタル画像に対し、デジタル画像のぼけを検出および修正する画像処理装置であって、DC T係数の2次元のヒストグラムを作成する2次元ヒストグラム作成部と、上記2次元のヒストグラムを1次元のヒストグラムに変換するヒストグラム変換部と、上記1次元のヒストグラムから少なくとも1つのぼけ指標を計算するぼけ指標計算部と、上記デジタル画像に対し、上記少なくとも1つのぼけ指標に基づいて選択的にフィル 50

タを適用するフィルタ処理部とを備えることを特徴としている。

【発明の効果】

【0031】

本発明に係る画像処理方法は、以上のように、(a)上記DCT係数の配列で構成される、各ブロックから少なくとも2つのDCT係数を読み込むように複数のDCT係数を読み込むステップと、(b)上記複数のDCT係数から、全てのブロックの中で最小のぼけ量を持つブロックのぼけ量を数値として表す第1のぼけ指標を計算するステップと、(c)上記複数のDCT係数から、上記デジタル画像の全体としてのぼけ量を数値として表す第2のぼけ指標を計算するステップと、(d)上記デジタル画像に対し、上記第1のぼけ指標および上記第2のぼけ指標の値に基づいて選択的にフィルタを適用するステップとを
10
含んでいるので、DCT係数を用いて符号化された画像データを復号化する際に、新規に複雑な処理を追加することなくぼけ検出およびぼけ補正を行うことができるので、処理の演算効率が向上し、且つ第1および第2のぼけ指標に基づき選択的にフィルタを適用することができるので、ぼけの程度に応じて適応的に画質改善を行うことができる。それゆえ、画像処理の演算を効率的に行い、且つ適応的に画質改善を行うことができるという効果を奏する。

【0032】

また、本発明に係る画像処理方法は、以上のように、(a)DCT係数の2次元のヒストグラムを得るステップと、(b)上記2次元のヒストグラムを1次元のヒストグラムにまとめるステップと、(c)上記1次元のヒストグラムから少なくとも1つのぼけ指標を
20
計算するステップと、(d)上記デジタル画像に対し、上記少なくとも1つのぼけ指標に基づいて選択的にフィルタを適用するステップとを含んでいるので、2次元ヒストグラムのままぼけ指標を計算するのではなく1次元にまとめて計算できるので、演算効率が向上し、且つ少なくとも1つのぼけ指標に基づいて選択的にフィルタを適用することができるので、適応的に画質改善を行うことができる。それゆえ、画像処理の演算を効率的に行い、且つ適応的に画質改善を行うことが可能な画像処理方法を提供できるという効果を奏する。

【0033】

また、本発明に係る画像処理プログラムは、上記画像処理方法の各ステップをコンピュータに実行させるものであるので、上記画像処理方法と同様に、画像処理の演算を効率的
30
に行い、且つ適応的に画質改善を行うことができるという効果を奏する。

【0034】

また、本発明に係るコンピュータ読み取り可能な記録媒体は、上記画像処理プログラムを記録したものであるので、上記画像処理プログラムと同様に、画像処理の演算を効率的
に行い、且つ適応的に画質改善を行うことができるという効果を奏する。

【0035】

本発明に係る画像処理装置は、以上のように、上記DCT係数の配列から、各ブロックから少なくとも2つのDCT係数を読み込むように複数のDCT係数を読み込むDCT係数読み込み部と、上記複数のDCT係数から、全てのブロックの中で最小のぼけ量を持つ
40
ブロックのぼけ量を数値として表す第1のぼけ指標を計算する第1のぼけ指標計算部と、上記複数のDCT係数から、上記デジタル画像の全体としてのぼけ量を数値として表す第2のぼけ指標を計算する第2のぼけ指標計算部と、上記デジタル画像に対し、上記第1のぼけ指標および上記第2のぼけ指標の値に基づいて選択的にフィルタを適用するフィルタ処理部とを備えているので、DCT係数を用いて符号化された画像データを復号化する際に、新規に複雑な処理を追加することなくぼけ検出およびぼけ補正を行うことができるので、処理の演算効率が向上し、且つ第1および第2のぼけ指標に基づき選択的にフィルタを適用することができるので、ぼけの程度に応じて適応的に画質改善を行うことができる。それゆえ、画像処理の演算を効率的に行い、且つ適応的に画質改善を行うことが可能な画像処理方法を提供できるという効果を奏する。

【0036】

10

20

30

40

50

本発明に係る画像処理方法は、以上のように、DCT係数の2次元のヒストグラムを作成する2次元ヒストグラム作成部と、上記2次元のヒストグラムを1次元のヒストグラムに変換するヒストグラム変換部と、上記1次元のヒストグラムから少なくとも1つのぼけ指標を計算するぼけ指標計算部と、上記デジタル画像に対し、上記少なくとも1つのぼけ指標に基づいて選択的にフィルタを適用するフィルタ処理部とを備えているので、2次元ヒストグラムのままぼけ指標を計算するのではなく、1次元にまとめて計算できるので、演算効率が向上し、且つ少なくとも1つのぼけ指標に基づいて選択的にフィルタを適用することができるので、適応的に画質改善を行うことができる。それゆえ、画像処理の演算を効率的に行い、且つ適応的に画質改善を行うことが可能な画像処理方法を提供できるという効果を奏する。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0037】

図2は、入力画像がぼけ予測モジュールに送られ、ぼけが存在するか否かが判定され、ぼけが存在すればぼけの量が予測される典型的なぼけ予測・低減システムの一形態を示す。図2において、実線の矢印はこのシステムにおいて必須の信号の流れを示し、破線の矢印は任意の信号の流れを示す。図2に示すように、本発明の画像処理装置の実施の一形態としてのぼけ予測・低減システム20は、ぼけ予測部21とぼけ低減部22とを備えている。

【0038】

ぼけ予測部(ぼけ予測モジュール)21は、ぼけ低減プロセスを適用すべきか否かを判定し、適用すべきであれば、ぼけをどの程度低減させるべきかを決定する。ぼけ低減部22は、ぼけ予測部21の決定に従って画像ぼけを低減させる。ぼけ予測部21およびぼけ低減部22による処理は、望みに応じて繰り返してもよい。例えば、図2に矢印で示すように、入力画像を、ぼけ閾値に到達するまでぼけ予測・低減システム20に繰り返し通して繰り返し処理を行ってもよい。

20

【0039】

ほとんどのデジタル画像は、次式

【0040】

【数1】

$$F(u, v) = \frac{2}{n} C(u) C(v) \sum_{k=0}^{n-1} \sum_{l=0}^{n-1} f(k, l) \cos \left[\frac{(2k+1)u\pi}{2n} \right] \cos \left[\frac{(2l+1)v\pi}{2n} \right]$$

30

で表される順方向の離散コサイン変換(DCT)関数を用いて画像を符号化し、かつ、次式

【0041】

【数2】

$$f(k, l) = \frac{2}{n} \sum_{u=0}^{n-1} \sum_{v=0}^{n-1} C(u) C(v) F(u, v) \cos \left[\frac{(2k+1)u\pi}{2n} \right] \cos \left[\frac{(2l+1)v\pi}{2n} \right]$$

40

で表される逆DCT変換関数を用いて画像を復号する画像形式に格納される。

【0042】

上記順方向離散コサイン変換は、空間領域におけるデジタル画像の画素情報を周波数領域におけるエネルギーまたはパワーの情報に変換する。周波数領域へのデジタル画像の変換によって、画像が顕著に圧縮可能となり、その結果として格納スペースが節約できる。例として、空間領域に格納された白黒のデジタル画像は、全ての画素が、グレイスケール上における画素の濃淡を表す任意のビット長の数で符号化されることを必要とする。便宜上、デジタル画像は、通常、デジタル画像ファイルの中に格納されるときに、8×8画素のブロックに組織化される。したがって、白黒画像に関する画素情報をデジタル画像ファ

50

イルに格納するのに8ビットグレイスケールが使用される場合、デジタル画像ファイルは、連続した 8×8 の配列に組織化され、かつ、対応する画素の濃淡を表す0~255の間の値を各々がとる、一連の数を含む。これは、格納に多くの格納スペースを必要とする。より高いビット長が使用されている場合、さらに大きいスペースが必要である。

【0043】

空間領域に格納されたカラー画像は、画素の色情報を適切に保存するために、[R, G, B]または[L, Cr, Cb]などのような3つ(または何らかの数)の成分によって各画素を表すことができるが、この場合、さらに多くの格納スペースを必要とする。例えば、24ビットのY, Cr, Cbのデジタル画像ファイルがカラー画像を格納している場合、デジタルファイルは、3つの個別の 8×8 配列を含み、各 8×8 配列は選択された色座標系の1つの成分を表す。各配列の各数は、対応する画素の対応するカラー座標の濃淡を表す8ビットの数、0~255になる。

10

【0044】

順方向DCT変換は、各配列を、空間領域の画素情報から、離散的な垂直周波数成分および水平周波数成分の周波数領域におけるエネルギー情報にそれぞれ変換する。空間領域に画像を格納する画像形式のように、周波数領域に画像を格納する画像形式は、典型的には、画像のパワー情報を 8×8 のブロックに組織化する。言い換えれば、画像のパワー情報は、図3に示すような 8×8 の格子内に図示している8つの離散的な垂直周波数成分および8つの離散的な水平周波数成分で格納することができる。図3に示すC00項10は、画像のDC(直流)周波数成分、すなわち、ゼロの水平周波数およびゼロの垂直周波数における画像パワーを表す。C07項12は、ゼロの垂直周波数および最高の水平周波数における画像のパワーを表し、C70項14は、ゼロの水平周波数および最高の垂直周波数における画像のパワーを表す。C77項16は、最高の垂直周波数および最高の水平周波数での画像のパワーを表す。

20

【0045】

実際の画像中における大多数のエネルギーまたはパワーは低周波ブロックに含まれるので、周波数領域で符号化されたデジタル画像はより容易に圧縮できる。従って、デジタル画像ファイルが高い垂直周波数および水平周波数の画像情報を切り捨てられるものであれば、まだ、画像の詳細の大部分を保持しながら、表示のための空間領域に画像を復号できるであろう。1つの一般的に使用されているデジタル画像形式は、順方向DCT変換を使用してJPG(Joint Photographic Experts Group)形式に画像を特徴付けているが、他のデジタル画像形式もまたこの変換を使用している。JPG形式は、画質の顕著な劣化なしに画像を劇的に圧縮することを可能にするので、画像を特徴付けるのに広く使用されている。

30

【0046】

上述した順方向DCT変換は、パワースペクトル分析で使用される連続したフーリエ変換と際立って類似している。この事実から、本願発明者は、画像ぼけの量が画像のパワースペクトルから予測できると丁度同じように、ほとんどの圧縮されたデジタル画像ファイルに既に埋め込まれたDCT情報から画像ぼけを認識できると推論した。したがって、DCT係数を含むデジタル画像の画像ぼけを予測するときに、パワースペクトル分析の実行にかかわる計算の複雑さが回避可能であろう。

40

【0047】

この考えで、本願発明者は、デジタル画像の画像ぼけの量を予測するのに使用可能な、デジタル画像ファイル中に既に埋め込まれたさまざまな情報が本当にあると断定した。例として、図4および図5は、「ぼけ指標」と呼ばれる、そのような画像ぼけの尺度の1つを示す。図4は、複数のブロックを処理した結果として得られる非ぼけ画像に関する、各周波数におけるDCT値の標準偏差を示す表である。図5は、複数のブロックを処理した結果として得られるぼけ画像に関する、各周波数におけるDCT値の標準偏差を示す表である。これら2つの表の比較から分かるように、低周波でのぼけ画像と非ぼけ画像との標準偏差は、ほとんど同じである。しかしながら、周波数が垂直成分および水平成分の両方

50

で増加するのに従って、ぼけ画像のための標準偏差が非ぼけ画像のものより劇的に低下する。したがって、デジタル画像ファイル中におけるDC T係数の標準偏差は、ぼけ指標として効果的に使用できる。画像ぼけを効果的に予測できることがわかった他の指標は、最大のDC T係数、最小のDC T係数、分散、および尖度またはモーメント(Kurtosis)を含んでいる。さらに、画像ぼけは、DC T係数の標準偏差を2次元(水平および垂直)のDC T周波数成分の関数として表す表面の下の体積として図6に図示している画像ブロック内における係数の標準偏差の合計から予測できる。

【0048】

ぼけ指標は、単一のDC T係数(生の、または、修正された)であってもよく、1セットの複数のDC T係数(生の、または、修正された)であってもよく、他のDC T係数に対する1つ以上のDC T係数の比較結果(生の、または、修正された)であってもよい。どの場合でも、ゼロ以外あるいはノンゼロのDC T係数の大きさの変化は、ぼけの予測および/または低減における変化をもたらさうる。

【0049】

なお、JPEGなどの典型的なデジタル画像形式では、デジタル画像ファイルは、画像の空間的な一部分に対する空間的なドメインの画素情報に各ブロックが対応する、DC T係数の多くのブロックを含みうる。したがって、画像の異なる複数の空間部分からのDC T係数の1つ以上のセット(「生」の、または、統計的に修正された)から適切なぼけ指標を選択することで、上記技術は、画像の個々の領域での画像ぼけの検出を可能にする。多くの画像が画像の一部分の被写体部分に焦点を合わせる一方、画像の残りをぼかすよう意図されているので、これは強力なツールである。画像内における何らかの領域がぼけていないかを示すのに使用可能なぼけ指標は、所定の周波数におけるデジタル画像の最大のDC T係数である。ぼけの存在のために1以上のブロックのDC T係数を含む画像の個々の領域を調べる能力をもって、そのような部分的にぼけている画像を特定できるので、そのような画像をうかつに修正してしまうことはない。

【0050】

図7は、ぼけ予測・低減技術の一例を示す。この例では、2次元(「2D」)のヒストグラムがデジタル画像ファイルから構築されているので、画像ファイル中の各DC T係数はその対応する周波数成分と関連付けられている。そして、上記周波数成分は、2次元である。すなわち、上記周波数成分は、垂直周波数値および水平周波数値の両方を示す。

【0051】

デジタル画像ファイル内の各画像ブロックは、図3で例示した2次元(8×8)DC T周波数成分に対応する64個の係数を含みうる。2次元ヒストグラムは、画像ファイル中のDC T係数の各々を、それに関連付けられた特定の2次元周波数成分に従って組織化する。JPEGなどのようなほとんどのデジタル画像符号化スキームは、順方向DC T変換からDC T係数を計算した後にさらにDC T係数を修正している。JPEGは、例えば、量子化テーブル(Qテーブル)に応じて各ブロック内のそれぞれのDC T係数を量子化した後、より効率的な圧縮を提供するためにハフマン符号化スキームで値を符号化する。従って、このプロセスでJPEGファイルが使用されている場合、2次元ヒストグラムが得られる前にハフマン符号化および量子化を取り除くべきである。

【0052】

そこで、この2Dヒストグラムを、半径方向の周波数パワースペクトルと概ね同等な1次元(「1D」)のヒストグラムに変換してもよい。マッピング関数に従って2Dヒストグラムを1Dヒストグラムに変換してもよい。図8は、1つの適切なマッピング関数を示す。図5から分かるように、ブロック内でのそれらの位置に応じて、64個のDC T周波数成分が複数のグループ(例えば0~7のグループ)に分割される。これらのグループは、DC周波数成分に対して同心円状の領域へ大まかに組織化できる。この特定のマッピング関数内の複数領域中のDC T係数の各々が、所定の画像ブロックにおいて互いに近接した値を持つことが一般に観測されたので、この特定のマッピング関数内の領域が選択される。2次元ヒストグラムを1次元のヒストグラムに変換する1つの技術は、所定の画像ブ

10

20

30

40

50

ロック内の各領域に対応する複数のDCT係数をまとめて平均化し、中央値を与えるものである。代わりに、単に、その領域に対する値を表すように各領域内の1つの値を選択してもよい。本質的には、これは、2次元ヒストグラムを無次元のヒストグラムに変換するか、さもなければ、データ量を低減させる。0~7の値は、一般に増加する半径方向の周波数成分を表す。

【0053】

ここで説明した複数ステップは、逆の順序で実行してもよい。すなわち、各画像ブロックはデジタル画像ファイルから読み込まれるので、図8に示すマッピング関数は、まず、各領域0~7に対する中央値を得ることによってブロックを1次元に変換するのに使用することもできる。そこで、1次元のヒストグラムは、追加画像ブロックが読み込まれ、変換され、それらの中央値がそれらの関連領域に分類されるように、構成することもできる。

10

【0054】

DCT係数の異なるセットの選択は、望みに応じて部分的に重複していてもよいが、重複していないことが好ましい。これらのセットは、好ましくは、より高い周波数やより低い周波数などのような異なる複数の周波数成分を含む。異なる周波数値は、大きさの変化の比較を周波数の関数として容易に可能とする。

【0055】

1次元のヒストグラムから、1つ以上のぼけ指標を得ることもできる。使用可能な第1のぼけ指標は、領域5内の最大のDCT係数(あるいは何らかの他の領域または係数)である。本願発明者は、第1の指標に対するこの領域内の100の閾値が、デジタルカメラから得られる画像のぼけに対する適当な指標であると決定した。最大のDCT係数が閾値より小さいか否かを検査することによって、フォーカスには画像の何らかの部分が焦点のあった状態であるか否かを正確に判定することができる。すなわち、領域5内の最大のDCT係数が100未満であるなら、典型的には画像全体がぼけているであろう。逆に、領域5内の最大のDCT係数が100以上であれば、おそらく画像の少なくとも一部分が焦点のあった状態であろう。

20

【0056】

使用可能な第2のぼけ指標は、第3の領域の標準偏差に対する第1の領域の標準偏差の比(または何らかの他の2つ以上の領域間の比較)である。ぼけ画像内におけるDCT係数の標準偏差は、周波数の増加に応じて非ぼけ画像よりも急速に低下する傾向がある。したがって、比較的高い比はぼけ画像を示すが、比較的低い比は焦点の合った画像を示す。本願発明者は、このぼけ指標のための5の閾値が、デジタルカメラからの画像のための画像ぼけの適切な指標であると決定した。標準偏差の指標は画像全体にわたって情報を平均化するので、このぼけ指標は、画像における焦点のあった孤立部分を検出する傾向がないが、代わりに全体的な画像ぼけを評価する傾向があるであろう。

30

【0057】

前述した技術は、第1の指標として領域5内の最大のDCT係数を使用し、第2のぼけ指標として領域3のDCT係数の比率に対する領域1のDCT係数の標準偏差の比を使用していたが、他の技術は、他の領域からの他のぼけ指標を使用してもよい。同様に、最小の係数値などのような他の統計的な値もまた、ぼけ指標として使用できる。また、上述した技術は1次元のヒストグラムからぼけ指標を計算していたが、ヒストグラムなしにぼけ指標を導き出してもよい。例えば、選択されるぼけ指標は、領域5の最大の係数と、領域1の係数の平均に対する領域3の係数の平均の比とであってもよい。この場合、単に、データがデジタル画像ファイルから読み込まれるにしたがって、これらのぼけ指標を計算および更新することができる。

40

【0058】

図7に示す2つのぼけ指標から異なるぼけ予測を計算してもよい。第1に、第1の指標が100未満であり、第2のぼけ指標が5以上であれば、画像全体はかなりぼけているであろう。この条件が成立している場合、画像を強調するために最強の反ぼけフィルタを適

50

用することができる。

【0059】

第2に、第1の指標が100未満であり、第2のぼけ指標が5未満であれば、画像全体がわずかにぼけているであろう。この場合、画像を強調するために中程度の反ぼけフィルタを適用することができる。

【0060】

第3に、第1の指標が100以上であり、第2のぼけ指標が3以上5未満であれば、画像中の物体に焦点が合っているが、画像はわずかに鮮鋭度を欠くであろう。そこで、この場合、画像を強調するために標準の鮮鋭度強調フィルタを適用することができる。

【0061】

第4に、第1の指標が100以上であり、第2のぼけ指標が5以上であれば、画像は鮮鋭度をかなり欠くであろう。この場合、強い鮮鋭度強調フィルタを適用することができる。

【0062】

本実施形態では、第1のぼけ指標が閾値以上か否かの判定結果に基づいて、「反ぼけフィルタ」と「鮮鋭度強調フィルタ」とを切り替える。すなわち、第1のぼけ指標が閾値未満と判定された画像に対しては「反ぼけフィルタ」を、第1のぼけ指標が閾値以上と判定された画像に対しては「鮮鋭度強調フィルタ」を使用する。また、第2のぼけ指標によっても、それぞれのフィルタ特性を変更する。

【0063】

この段落で説明したフィルタは、良く知られており、それらの設計は当業者にとって容易である。「反ぼけフィルタ」は、ぼけた画像を修復する目的で使用するフィルタである。「反ぼけフィルタ」と「鮮鋭度強調フィルタ」とのフィルタ特性の違いは、「反ぼけフィルタ」は、ぼけ補正をするフィルタ、「鮮鋭度強調フィルタ」は、画質改善の観点から鮮鋭度強調を行うフィルタである。そのため、両者の違いは、強調する周波数帯域にある。「反ぼけフィルタ」は、典型的に画像全体がぼけているであろうという予測に基づき、適応的な補正を行うために、あまり高周波領域を強調せず、人間がその画像に対してぼけていると感じ易い比較的中周波である領域に対し強調を行い（強調するバンドを限定している）である。これに対し、「鮮鋭度強調フィルタ」は、高周波領域に行くに従って強調度合いを高く設定するフィルタである。

【0064】

なお、図7では、4つの説明したフィルタの中の1つを適用した後に終了する技術を示しているが、補正された画像で上記処理を繰り返し、さらなるぼけ補正が必要であるかどうかを確認することも可能である。

【0065】

次に、本発明に係る画像処理装置の実施の一形態について、図9に基づいて説明する。

【0066】

本形態の画像処理装置は、入力デジタル画像ファイルに対し、該入力デジタル画像ファイル中にDCT係数の配列として格納されたデジタル画像のぼけを検出する処理を行い、その検出結果に基づいてデジタル画像を修正する画像処理装置である。入力デジタル画像ファイルにおいて、上記DCT係数の配列が水平周波数成分および垂直周波数成分の格子を表す複数のブロック内に配列され、上記各ブロックが画像の部分を表す。

【0067】

図9に示すように、本形態の画像処理装置は、入力デジタル画像ファイルのDCT係数の配列から複数のDCT係数を読み込むDCT係数読み込み部1と、上記複数のDCT係数から第1のぼけ指標を計算する第1のぼけ指標計算部2と、上記複数のDCT係数から第2のぼけ指標を計算する第2のぼけ指標計算部3と、上記入力デジタル画像ファイルに対し、上記第1のぼけ指標および上記第2のぼけ指標の値に基づいて選択的にフィルタを適用するフィルタ処理部4とを備えている。

【0068】

10

20

30

40

50

DCT係数読み込み部1は、入力デジタル画像ファイルの各ブロックから少なくとも2つのDCT係数を読み込む。また、本形態では、第1のぼけ指標は、全てのブロックの中で最小のぼけ量を持つブロックのぼけ量を数値として表し、第2のぼけ指標は、上記デジタル画像の全体としてのぼけ量を数値として表す。

【0069】

フィルタ処理部4は、反ぼけ効果（ぼけをなくす効果）および鮮鋭度強調効果の異なる4つのフィルタ処理部、第1の反ぼけフィルタ処理部6、第2の反ぼけフィルタ処理部7、第1の鮮鋭度強調フィルタ処理部8、および第2の鮮鋭度強調フィルタ処理部9を備えている。第1の反ぼけフィルタ処理部6は、標準より強い反ぼけフィルタ処理を行うものであり、第2の反ぼけフィルタ処理部7は、標準の反ぼけフィルタ処理を行うものである。第1の鮮鋭度強調フィルタ処理部8は、標準の鮮鋭度強調フィルタ処理を行うものであり、第2の鮮鋭度強調フィルタ処理部9は、標準より強い鮮鋭度強調フィルタ処理を行うものである。

10

【0070】

そして、フィルタ処理部4は、フィルタ選択部5を備えている。このフィルタ選択部5が、上記第1のぼけ指標および上記第2のぼけ指標の値に基づいて、4つのフィルタ処理部、第1の反ぼけフィルタ処理部6、第2の反ぼけフィルタ処理部7、第1の鮮鋭度強調フィルタ処理部8、および第2の鮮鋭度強調フィルタ処理部9の何れかを選択し、選択したフィルタ処理部に対して入力デジタル画像ファイルを送り、フィルタ処理させるようになっている。そして、4つのフィルタ処理部の何れかでフィルタ処理されたデジタル画像ファイルが、出力デジタル画像ファイルとして出力される。

20

【0071】

図9の画像処理装置を構成する各部、すなわち、DCT係数読み込み部1、第1のぼけ指標計算部2、第2のぼけ指標計算部3、フィルタ選択部5、第1の反ぼけフィルタ処理部6、第2の反ぼけフィルタ処理部7、第1の鮮鋭度強調フィルタ処理部8、および第2の鮮鋭度強調フィルタ処理部9は、CPUが記憶装置に格納されたプログラムを実行し、図示しない入出力回路などの周辺回路を制御することによって実現される機能ブロックである。

【0072】

次に、本発明に係る画像処理装置の他の実施の形態について、図10に基づいて説明する。なお、説明の便宜上、図9に示す各部材と同一の機能を有する部材には、同一の符号を付記し、その説明を省略する。

30

【0073】

図10に示すように、本形態の画像処理装置は、DCT係数読み込み部1に代えて、DCT係数の2次元のヒストグラムを作成する2次元ヒストグラム作成部11と、上記2次元のヒストグラムを1次元のヒストグラムに変換するヒストグラム変換部12とを備え、第1のぼけ指標計算部2および第2のぼけ指標計算部3が、上記1次元のヒストグラムからぼけ指標（第1のぼけ指標または第2のぼけ指標）を計算するようになっている以外は、前記の図9に示す画像処理装置と同様である。

【0074】

図10の画像処理装置を構成する各部、すなわち、第1のぼけ指標計算部2、第2のぼけ指標計算部3、フィルタ選択部5、第1の反ぼけフィルタ処理部6、第2の反ぼけフィルタ処理部7、第1の鮮鋭度強調フィルタ処理部8、第2の鮮鋭度強調フィルタ処理部9、2次元ヒストグラム作成部11、およびヒストグラム変換部12は、CPUが記憶装置に格納されたプログラムを実行し、図示しない入出力回路などの周辺回路を制御することによって実現される機能ブロックである。

40

【0075】

なお、上記実施形態では、画像処理装置を構成する各部が、「CPUなどの演算手段がROMやRAMなどの記録媒体に格納されたプログラムコードを実行することで実現される機能ブロックである」場合を例にして説明したが、同様の処理を行うハードウェアで実

50

現してもよい。また、処理の一部を行うハードウェアと、当該ハードウェアの制御や残余の処理を行うプログラムコードを実行する上記演算手段とを組み合わせても実現することもできる。さらに、上記各部材のうち、ハードウェアとして説明した部材であっても、処理の一部を行うハードウェアと、当該ハードウェアの制御や残余の処理を行うプログラムコードを実行する上記演算手段とを組み合わせても実現することもできる。なお、上記演算手段は、単体であってもよいし、装置内部のバスや種々の通信路を介して接続された複数の演算手段が共同してプログラムコードを実行してもよい。

【0076】

上記演算手段によって直接実行可能なプログラムコード自体、または、後述する解凍などの処理によってプログラムコードを生成可能なデータとしてのプログラムは、当該プログラム（プログラムコードまたは上記データ）を記録媒体に格納し、当該記録媒体を配付したり、あるいは、上記プログラムを、有線または無線の通信路を介して伝送するための通信手段で送信したりして配付され、上記演算手段で実行される。

10

【0077】

なお、通信路を介して伝送する場合、通信路を構成する各伝送媒体が、プログラムを示す信号列を伝搬し合うことによって、当該通信路を介して、上記プログラムが伝送される。また、信号列を伝送する際、送信装置が、プログラムを示す信号列により搬送波を変調することによって、上記信号列を搬送波に重畳してもよい。この場合、受信装置が搬送波を復調することによって信号列が復元される。一方、上記信号列を伝送する際、送信装置が、デジタルデータ列としての信号列をパケット分割して伝送してもよい。この場合、受信装置は、受信したパケット群を連結して、上記信号列を復元する。また、送信装置が、信号列を送信する際、時分割/周波数分割/符号分割などの方法で、信号列を他の信号列と多重化して伝送してもよい。この場合、受信装置は、多重化された信号列から、個々の信号列を抽出して復元する。いずれの場合であっても、通信路を介してプログラムを伝送できれば、同様の効果が得られる。

20

【0078】

ここで、プログラムを配付する際の記録媒体は、取外し可能である方が好ましいが、プログラムを配付した後の記録媒体は、取外し可能か否かを問わない。また、上記記録媒体は、プログラムが記憶されていれば、書換え（書き込み）可能か否か、揮発性か否か、記録方法および形状を問わない。記録媒体の一例として、磁気テープやカセットテープなどのテープ、あるいは、フロッピー（登録商標）ディスクやハードディスクなどの磁気ディスク、または、CD-ROMや光磁気ディスク（MO）、ミニディスク（MD）やデジタルビデオディスク（DVD）などのディスクが挙げられる。また、記録媒体は、ICカードや光カードのようなカード、あるいは、マスクROMやEPROM、EEPROMまたはフラッシュROMなどのような半導体メモリであってもよい。あるいは、CPUなどの演算手段内に形成されたメモリであってもよい。

30

【0079】

なお、上記プログラムコードは、上記各処理の全手順を上記演算手段へ指示するコードであってもよいし、所定の手順で呼び出すことで、上記各処理の一部または全部を実行可能な基本プログラム（例えば、オペレーティングシステムやライブラリなど）が既に存在していれば、当該基本プログラムの呼び出しを上記演算手段へ指示するコードやポインタなどで、上記全手順の一部または全部を置き換えてもよい。

40

【0080】

また、上記記録媒体にプログラムを格納する際の形式は、例えば、実メモリに配置した状態のように、演算手段がアクセスして実行可能な格納形式であってもよいし、実メモリに配置する前で、演算手段が常時アクセス可能なローカルな記録媒体（例えば、実メモリやハードディスクなど）にインストールした後の格納形式、あるいは、ネットワークや搬送可能な記録媒体などから上記ローカルな記録媒体にインストールする前の格納形式などであってもよい。また、プログラムは、コンパイル後のオブジェクトコードに限るものではなく、ソースコードや、インタプリタまたはコンパイルの途中で生成される中間コード

50

として格納されていてもよい。いずれの場合であっても、圧縮された情報の解凍、符号化された情報の復号、インタプリト、コンパイル、リンク、または、実メモリへの配置などの処理、あるいは、各処理の組み合わせによって、上記演算手段が実行可能な形式に変換可能であれば、プログラムを記録媒体に格納する際の形式に拘わらず、同様の効果を得ることができる。

【0081】

以上の明細書で使用した用語および表現は、あくまでも本発明を説明するものであり、本発明を制限するものではなく、そのような用語および表現の使用において図示および説明した特徴の等価物を排除する意図はなく、本発明の範囲は請求項によって定義および限定されるものと解釈されるべきである。

【産業上の利用可能性】

【0082】

本発明に係る画像処理方法および画像処理装置、並びに画像処理プログラムおよびそれを記録した記録媒体は、JPEG形式などのようなデジタル画像をDCT係数の配列として格納する形式のデジタル画像ファイルに対して画像のぼけを低減する画像処理を効率的に行うことを可能にする。したがって、本発明は、デジタルカメラ等のような画像入力装置、インクジェットプリンタや熱転写プリンタ等のような画像出力装置、画像処理プログラムをインストールしたコンピュータ・システム等のような画像処理システム等の用途において有用である。

【図面の簡単な説明】

【0083】

【図1】ぼけ画像および非ぼけ画像のそれぞれのパワースペクトルを示すグラフである。
 【図2】典型的なぼけ予測・低減システムを示すブロック図である。
 【図3】増加する垂直周波数および水平周波数の格子に配置される典型的な2DのDCT係数ブロックを示す。
 【図4】非ぼけ画像の1ブロック内におけるDCT係数の標準偏差を示す表である。
 【図5】ぼけ画像の1ブロック内におけるDCT係数の標準偏差を示す表である。
 【図6】画像内におけるDCT係数の標準偏差を垂直DCT成分および水平DCT成分の関数として表す表面を示す。
 【図7】本発明に係る方法の一例を示す。
 【図8】本発明に関して使用可能なマッピング関数の一例を示す。
 【図9】本発明の実施の一形態に係る画像処理装置の構成を示すブロック図である。
 【図10】本発明の他の実施の形態に係る画像処理装置の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

【0084】

- 1 DCT係数読み込み部
- 2 第1のぼけ指標計算部(ぼけ指標計算部)
- 3 第2のぼけ指標計算部(ぼけ指標計算部)
- 4 フィルタ処理部
- 5 フィルタ選択部
- 6 第1の反ぼけフィルタ処理部
- 7 第2の反ぼけフィルタ処理部
- 8 第1の鮮鋭度強調フィルタ処理部
- 9 第2の鮮鋭度強調フィルタ処理部
- 11 2次元ヒストグラム作成部
- 12 ヒストグラム変換部
- 20 ぼけ予測・低減システム(画像処理装置)
- 21 ぼけ予測部
- 22 ぼけ低減部

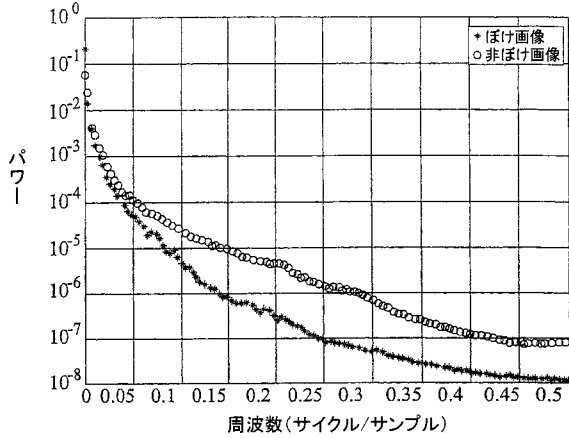
10

20

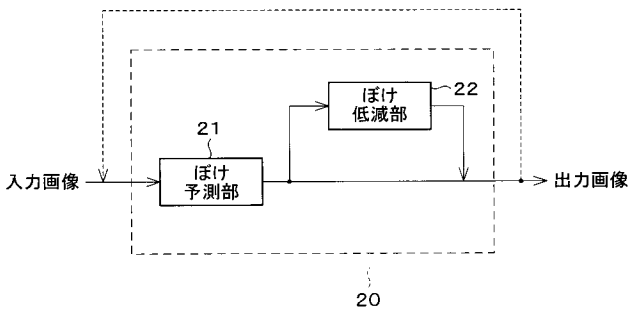
30

40

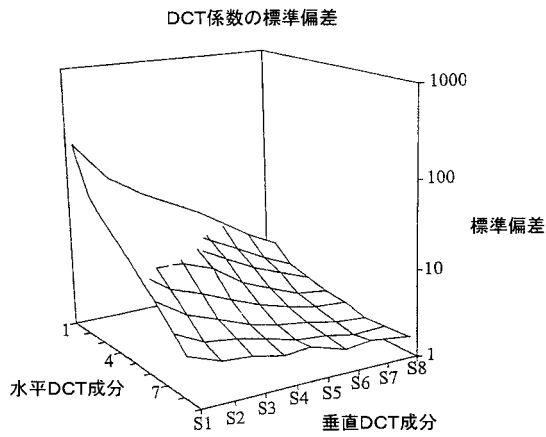
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 6 】



【 図 3 】

低 ← 水平周波数 → 高								
	C00	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07
	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17
↑	C20	C21	C22	C23	C24	C25	C26	C27
↓	C30	C31	C32	C33	C34	C35	C36	C37
	C40	C41	C42	C43	C44	C45	C46	C47
	C50	C51	C52	C53	C54	C55	C56	C57
	C60	C61	C62	C63	C64	C65	C66	C67
	C70	C71	C72	C73	C74	C75	C76	C77

【 図 4 】

非ぼけ画像のDCT係数の標準偏差

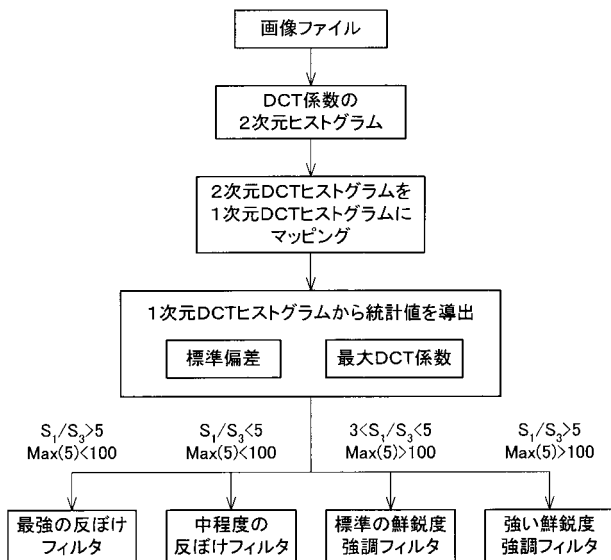
156.16	52.78	30.04	18.53	12.20	7.97	4.42	2.98
62.06	27.84	17.48	11.09	7.19	4.56	2.96	2.32
35.80	19.49	13.78	9.38	5.47	3.42	2.68	2.19
23.66	13.68	10.13	7.05	3.77	2.48	2.22	1.88
16.17	8.98	6.58	4.12	2.84	2.09	1.78	1.92
10.50	6.02	4.22	3.04	2.25	1.92	1.68	1.53
6.29	4.04	3.16	2.19	1.91	1.58	1.40	1.58
4.21	2.66	2.33	2.01	1.80	1.47	1.48	1.48

【 図 5 】

ぼけ画像のDCT係数の標準偏差

148.01	37.63	12.99	6.89	4.22	2.30	1.92	1.46
42.55	14.46	6.62	3.74	2.40	2.03	1.64	1.32
16.44	7.18	4.35	2.61	1.75	1.75	1.42	1.22
7.97	4.04	2.80	1.91	1.85	0.91	0.61	1.15
5.01	2.68	1.85	1.86	1.57	0.62	0.51	1.11
2.72	1.79	1.82	1.57	0.64	0.47	0.52	0.44
2.14	1.74	1.52	0.67	0.52	0.57	0.47	0.43
1.60	0.90	0.71	0.59	0.62	0.43	0.43	0.47

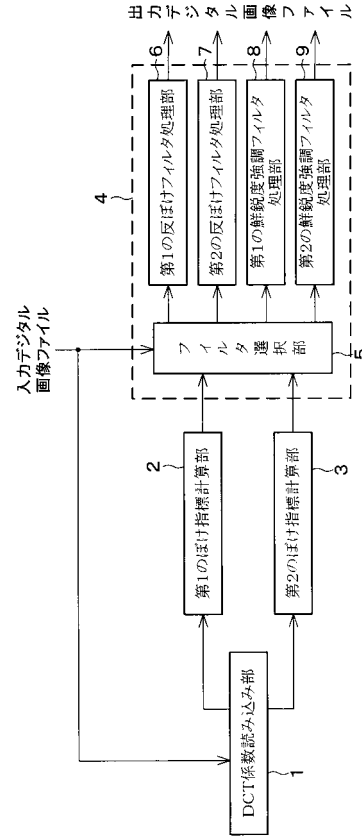
【 図 7 】



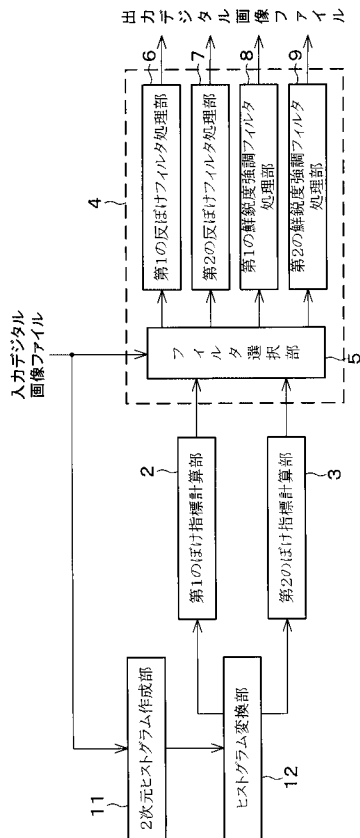
【 図 8 】

0	1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7	7
2	3	3	4	5	6	7	7
3	4	4	5	5	6	7	7
4	5	5	5	6	7	7	7
5	6	6	6	7	7	7	7
6	7	7	7	7	7	7	7
7	7	7	7	7	7	7	7

【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5B057 AA11 AA20 BA02 BA29 CA01 CA08 CA12 CA16 CB01 CB08
CB12 CB16 CC01 CE03 CG05 DA17 DB02 DB06 DB09 DC23
5C077 LL19 NN02 PP03 PP32 PP33 PP34 PP43 PP49 PQ19 SS02
TT04 TT05 TT09