

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6507846号
(P6507846)

(45) 発行日 令和1年5月8日(2019.5.8)

(24) 登録日 平成31年4月12日(2019.4.12)

(51) Int.Cl. F I
G06T 5/00 (2006.01) G O 6 T 5/00 7 0 5
HO4N 1/409 (2006.01) H O 4 N 1/409

請求項の数 10 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2015-103875 (P2015-103875)	(73) 特許権者	000005223
(22) 出願日	平成27年5月21日(2015.5.21)		富士通株式会社
(65) 公開番号	特開2015-225665 (P2015-225665A)		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(43) 公開日	平成27年12月14日(2015.12.14)	(74) 代理人	100107766
審査請求日	平成30年2月6日(2018.2.6)		弁理士 伊東 忠重
(31) 優先権主張番号	201410226763.8	(74) 代理人	100070150
(32) 優先日	平成26年5月26日(2014.5.26)		弁理士 伊東 忠彦
(33) 優先権主張国	中国 (CN)	(74) 代理人	100192636
			弁理士 加藤 隆夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像ノイズ除去方法及び画像ノイズ除去装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

画像ノイズ除去方法であって、
 取得された処理待ち画像に対して初期ノイズ除去処理を行い、初期ノイズ除去画像を取得し；

前記処理待ち画像及び前記初期ノイズ除去画像にそれぞれ対応する所定エネルギーパラメータの値に基づいて、前記処理待ち画像上の各单位領域の中心画素に対応する残差量を計算し；及び

前記残差量を用いて前記各单位領域に対応する重み行列を計算し、前記重み行列に基づいて前記処理待ち画像に対して非局所平均化計算を行うことにより、前記処理待ち画像に対してノイズ除去処理を行うことを含む、方法。

10

【請求項2】

請求項1に記載の方法であって、
 前記重み行列を計算することは、
 前記処理待ち画像上の任意の単位領域を選択し、前記任意の単位領域の、前記処理待ち画像における関連領域を取得し；及び

前記関連領域中の各関連単位領域と、前記任意の単位領域との間の距離及び前記残差量に基づいて、前記各関連単位領域に対応する重み値を計算して前記重み行列を得ることを含む、方法。

【請求項3】

20

請求項2に記載の方法であって、

【数 1】

$$w(n, m) = e^{-(d(n, m) + residuals(n, m)) / h}$$

を用いて、前記関連領域中の任意の関連単位領域に対応する重み値を計算し、

そのうち、 $w(n, m)$ は、任意の関連単位領域 (n, m) に対応する重み値を示し、 $d(n, m)$ は、前記任意の関連単位領域と、前記任意の単位領域との間の距離を示し、 $residuals(n, m)$ は、前記任意の単位領域の中心画素に対応する残差量を示し、 h は、所定制御係数を示す、方法。

10

【請求項 4】

請求項3に記載の方法であって、

【数 2】

$$d(n, m) = \sum_{t=-r}^r \sum_{k=-r}^r \left(\frac{(x(i+k, j+t) - x(n+k, m+t))^2}{\left(\frac{(k^2 + t^2)^{1.25} + 0.5}{T} \right)} \right),$$

$$T = \sum_{t=-r}^r \sum_{k=-r}^r ((k^2 + t^2)^{1.25} + 0.5),$$

20

を用いて、前記任意の関連単位領域 (n, m) と、前記任意の単位領域 (i, j) との距離を計算し、

そのうち、 $2r+1$ は、前記任意の関連単位領域の辺長を示し、 t 、 k 及び T は、中間値を示す、方法。

【請求項 5】

請求項2~4のうちの任意の1つに記載の方法であって、

前記非局所平均化計算は、

前記関連領域中の各関連単位領域と、前記重み行列中の重み値との間の対応関係に基づいて、前記関連領域中の全ての画素の加重和を、前記任意の単位領域の中心画素に対してノイズ除去処理を行った後の結果として計算することを含む、方法。

30

【請求項 6】

画像ノイズ除去装置であって、

取得された処理待ち画像に対して初期ノイズ除去処理を行い、初期ノイズ除去画像を得るための初期ノイズ除去ユニット；

前記処理待ち画像及び前記初期ノイズ除去画像にそれぞれ対応する所定エネルギーパラメータの値に基づいて、前記処理待ち画像上の各単位領域の中心画素に対応する残差量を計算するための残差量計算ユニット；及び

前記残差量を用いて前記各単位領域に対応する重み行列を計算し、前記重み行列に基づいて前記処理待ち画像に対して非局所平均化計算を行うことにより、前記処理待ち画像に対してノイズ除去処理を行うための非局所平均値計算ユニットを含む、装置。

40

【請求項 7】

請求項6に記載の装置であって、

前記非局所平均値計算ユニットは、

前記処理待ち画像上の任意の単位領域を選択し、前記任意の単位領域の、前記処理待ち画像における関連領域を確定するための関連領域確定ユニット；及び

前記関連領域中の各関連単位領域と、前記任意の単位領域との間の距離及び前記残差量に基づいて、前記各関連単位領域に対応する重み値を計算して前記重み行列を得るための重み行列取得ユニットを含む、装置。

50

【請求項 8】

請求項7に記載の装置であって、
前記重み行列取得ユニットは、

【数 3】

$$w(n, m) = e^{-(d(n, m) + residuals(n, m)) / h}$$

を用いて、前記関連領域中の任意の関連単位領域に対応する重み値を計算し、

そのうち、 $w(n, m)$ は、任意の関連単位領域 (n, m) に対応する重み値を示し、 $d(n, m)$ は、前記任意の関連単位領域と、前記任意の単位領域との間の距離を示し、 $residuals(n, m)$ は、前記任意の単位領域の中心画素に対応する残差量を示し、 h は、所定制御係数を示す、装置。

【請求項 9】

請求項8に記載の装置であって、

【数 4】

$$d(n, m) = \sum_{t=-r}^r \sum_{k=-r}^r \left(\frac{(x(i+k, j+t) - x(n+k, m+t))^2}{\left(\frac{(k^2 + t^2)^{1.25} + 0.5}{T} \right)} \right),$$

$$T = \sum_{t=-r}^r \sum_{k=-r}^r ((k^2 + t^2)^{1.25} + 0.5),$$

を用いて、前記任意の関連単位領域 (n, m) と、前記任意の単位領域 (i, j) との間の距離を計算し、

そのうち、 $2r+1$ は、前記任意の関連単位領域の辺長を示し、 t 、 k 及び T は、中間値を示す、装置。

【請求項 10】

請求項7~9のうちの任意の1つに記載の装置であって、

前記非局所平均値計算ユニットは、

前記関連領域中の各関連単位領域と、前記重み行列中の重み値との間の対応関係に基づいて、前記関連領域中の全ての画素の加重和を、前記任意の単位領域の中心画素に対してノイズ除去処理を行った後の結果として計算するための加重和計算ユニットを含む、装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像処理技術分野に関し、具体的に、画像ノイズ除去方法及び画像ノイズ除去装置に関する。

【背景技術】

【0002】

デジタルカメラ及びスキャナの発展及び普及に伴い、デジタル画像を非常に容易に得ることができるようになる。しかし、実際に用いられるセンサは、そのすべてが、ノイズ、例えば、熱、電気エネルギー又は他の物質によるノイズにより一定程度干渉され得る。ノイズが信号の測定にひどく影響し得るので、得られた画像データは、信号及びノイズの両方を含む場合がある。画像に関連する様々なアプリケーション、例えば、医用画像解析、画像分割、及び対象物検出などは、基本的には、有効なノイズ抑制方法を用いて、より信頼できる結果を生成することを要する。よって、画像処理及びコンピュータビジョンでは

、画像フィルタリングが、既に幅広く使われている重要な技術の1つになっている。そのうち、グレースケール画像が一種の重要且つ常用の画像とされているため、そのノイズのフィルタリング方法は、非常に重要である。

【0003】

今のところ、グレースケール画像のノイズをフィルタリングするためのいくつかのノイズ除去方法が存在する。例えば、しきい値に基づくウェーブレット解析法、非局所平均化フィルタリング法、Gaussianフィルタリング法、及びバイラテラルフィルタリング法がある。

【0004】

しきい値に基づくウェーブレット解析法は、ウェーブレット変換を原始画像に対して行うことで、該原始画像をウェーブレット域に転換し、そして、しきい値法を用いてマルチバンドのウェーブレット係数をフィルタリングし、一般的には、分解された第一級中の対角線詳細係数、水平詳細係数、及び垂直詳細係数をフィルタリングする。そのうち、一種のしきい値法は、ハードしきい値関数によるものであり、即ち、しきい値よりも小さい全ての詳細係数をゼロに設定し、残りの詳細係数を保留することである。最後に、しきい値法による処理を行った後に、ウェーブレット逆変換により、全てのウェーブレット係数を画像域に戻す。ところが、しきい値に基づくウェーブレット解析法により、ノイズを抑えることができるが、その同時に画像の幾つかの詳細も抑えられてしまう。

10

【0005】

非局所平均化フィルタリング法は、一種の非線形のエッジ保護フィルタリング法であり、それは、各出力画素を入力画素の加重和として計算する。1つの出力画素に貢献する一組の入力画素が入力画像における1つの大領域からものであるため、非局所と称される。これに対して、局所平均化フィルタリング法の1つのキー特徴は、小画像ブロックの間の距離に基づいて重みを決定することである。非局所平均化フィルタリング法により、画像の詳細を保留しながら高周波数のGaussianノイズを抑制することができる。ところが、このフィルタリング法は、ノイズが多く且つそのうちのGaussianノイズの割合が小さいリアルなシナリオに適しない。

20

【0006】

Gaussianフィルタリング法は、一種の加重平均法である。各出力画素は、該画素の隣接画素の加重平均として設定され、原始画素の輝度値は、最大の重みを取り、隣接画素は、該原始画素との距離の増加に基づいて比較的小さい重みを取る。ところが、このような画像フィルタリングを行った後に、ノイズが減らされ得ると同時に、画像の詳細も減らされてしまう。

30

【0007】

バイラテラルフィルタリング法は、一種のエッジ保護及びノイズ除去のフィルタリング法である。画像中の各画素の輝度値は、その周辺の画素の輝度値の加重平均により置換される。この重みは、Gaussian分布に基づくものである。キーとなるのは、この重みがユークリッド距離のみならず、輻射度の差にも頼りにする。それは、系統的に各画素を遍歴し、対応する隣接画素に重みを与えることで、明らかなエッジを保留することができる。ところが、画像がノイズの影響をひどく受けている場合、この方法により、エッジが偽物又は不自然に見えるようにさせてしまう。

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

上述に鑑みて、本発明は、少なくとも、従来のノイズ除去技術によりノイズ除去後の画像が自然に見えるようにさせることができないといった問題を解決するための画像ノイズ除去方法、画像ノイズ除去装置、及び電子装置を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の一側面によれば、画像ノイズ除去方法が提供され、それは、取得された処理待

50

ち画像に対して初期ノイズ除去処理を行い、初期ノイズ除去画像を取得し；前記処理待ち画像及び前記初期ノイズ除去画像にそれぞれ対応する所定エネルギーパラメータの値に基づいて、前記処理待ち画像上の各単位領域の中心画素に対応する残差量を計算し；及び、前記残差量を用いて、前記各単位領域に対応する重み行列を計算し、そして、前記重み行列に基づいて、前記処理待ち画像に対して非局所平均化計算を行い、前記処理待ち画像に対するノイズ除去処理を実現することを含む。

【0010】

本発明の他の側面によれば、画像ノイズ除去装置が提供され、それは、取得された処理待ち画像に対して初期ノイズ除去処理を行い、初期ノイズ除去画像を得るための初期ノイズ除去ユニット；前記処理待ち画像及び前記初期ノイズ除去画像にそれぞれ対応する所定エネルギーパラメータの値に基づいて、前記処理待ち画像上の各単位領域の中心画素に対応する残差量を計算するための残差量計算ユニット；及び、前記残差量を用いて、前記各単位領域に対応する重み行列を計算し、そして、前記重み行列に基づいて、前記処理待ち画像に対して非局所平均化計算を行い、前記処理待ち画像に対するノイズ除去処理を実現するための非局所平均値計算ユニットを含む。

10

【0011】

本発明の他の側面によれば、電子装置が提供され、それは、上述のような画像ノイズ除去装置を含む。

【0012】

本発明の他の側面によれば、コンピュータ読み取り可能な指令コードを含むプログラムが提供され、それは、実行される時に、コンピュータに、上述のような画像ノイズ除去方法を実行させることができる。

20

【0013】

また、本発明の他の側面によれば、コンピュータ読み取り可能な記憶媒体が提供され、それは、上述のようなプログラムを記憶している。

【0014】

上述のような画像ノイズ除去方法、画像ノイズ除去装置、及び電子装置によれば、各単位領域の中心画素の残差量を用いて各単位領域の重み行列を計算し、そして、この重み行列に基づいて処理待ち画像に対して非局所平均化計算を行うことで、少なくとも、次のような有益な効果の1つを実現することができ、即ち、画像の詳細な特徴をできるだけ保留できること、及び、ノイズ除去後の画像がより自然に見えるようになることである。

30

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の一実施例における画像ノイズ除去方法のフローチャートである。

【図2】本発明の他の実施例における画像ノイズ除去方法のフローチャートである。

【図3】本発明の一実施例における各画素の周辺領域を示す図である。

【図4】本発明の一実施例における原始画像に対しての2D-DCT変換を示す図である。

【図5】本発明の一実施例における2D-DCT域での2次元Wienerフィルタリングを示す図である。

【図6】本発明の一実施例における原始画像の初期ノイズ除去後の様子を示す図である。

40

【図7】本発明の一実施例における関連単位領域の重み行列の取得を示す図である。

【図8】本発明の一実施例における画像ノイズ除去装置のブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、添付した図面を参照しながら本発明を実施するための形態を詳しく説明する。

【0017】

図1は、本発明の一実施例における画像ノイズ除去方法のフローチャートである。

【0018】

図1に示すように、本発明の実施例による画像ノイズ除去方法は、次のステップを含んでもよい。

50

【 0 0 1 9 】

ステップ102：取得された処理待ち画像（原始画像又は第1の画像とも言う）に対して初期ノイズ除去処理を行うことで、初期ノイズ除去画像（第2の画像とも言う）を取得し；

ステップ104：処理待ち画像及び初期ノイズ除去画像にそれぞれ対応する所定エネルギーパラメータの値に基づいて、処理待ち画像上の各単位領域の中心画素に対応する残差量を計算し；

ステップ106：残差量を用いて各単位領域に対応する重み行列を計算し、そして、重み行列に基づいて処理待ち画像に対して非局所平均化計算を行い、処理待ち画像に対するノイズ除去処理を実現する。

10

【 0 0 2 0 】

本実施例では、初期ノイズ除去画像及び原始画像を用いて残差量を得ることができ、該残差量は、ノイズ除去前後の画像情報の差であると理解されても良い。該残差量に基づいて単位領域の重み行列を計算し、そして、該重み行列に基づいて原始画像に対して非局所平均化計算を行うことで、現有技術において原始画像に対してノイズ除去を直接行うことにより生じた、画像詳細情報が無視される及びエッジに歪みが出るといった問題を避けることができる。

【 0 0 2 1 】

以下、図2を参照しながら本発明の他の実施例における画像ノイズ除去方法をより詳細に説明する。

20

【 0 0 2 2 】

図2に示すように、ステップ202では、選定された画素の周辺（neighboring）領域に対して2次元離散コサイン変換（2D-DCT）を行う。

【 0 0 2 3 】

画素 $x(i, j)$ について、図4に示すように、その周辺領域（図3に示すような周辺領域）を離散コサイン変換域に変換し、その後、後述の2次元Wienerフィルタリングを行う。

【 0 0 2 4 】

2次元離散コサイン変換及びその逆変換のプロセスは、式1.1.1乃至式1.1.3を参照することができる。

【 数 1 】

30

$$D(u, v) = DCT[I(x, y)] = a(u)a(v) \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} I(x, y) \cos\left[\frac{(2x+1)u\pi}{2M}\right] \cos\left[\frac{(2y+1)v\pi}{2N}\right] \quad (1.1.1)$$

$$I_D(x, y) = IDCT[D(u, v)] = \sum_{u=0}^{M-1} \sum_{v=0}^{N-1} a(u)a(v)D(u, v) \cos\left[\frac{(2x+1)u\pi}{2m}\right] \cos\left[\frac{(2y+1)v\pi}{2N}\right] \quad (1.1.2)$$

【 0 0 2 5 】

そのうち、 $x, u=0, 1, \dots, M-1$ であり、 $y, v=0, 1, \dots, N-1$ である。

【 数 2 】

$$\begin{cases} a(0) = \sqrt{\frac{1}{N}} \\ a(u) = \sqrt{\frac{2}{N}} & u = 1, 2, \dots, M \\ a(v) = \sqrt{\frac{2}{M}} & v = 1, 2, \dots, N \end{cases} \quad (1.1.3)$$

40

【 0 0 2 6 】

そのうち、 M 及び N は、それぞれ、原始画像の高さ及び幅である。

【 0 0 2 7 】

50

ステップ204では、原始画像に対して2次元Wienerフィルタリング処理を行う。

【0028】

本実施例では、2次元Wienerフィルタが、各画素の局所周辺領域に基づいて推定された統計データによる自己適応Wiener法を採用して、次の式により局所平均値 $mean(i, j)$ 及び分散値 (variance) $var(i, j)$ を計算する。

【数3】

$$mean(i, j) = \frac{\sum_{k, m \in MN} x(k, m)}{MN} \quad (1.2.1)$$

$$var(i, j) = \frac{1}{MN} \left(\sum_{k, m \in MN} (x(k, m) - mean(i, j))^2 \right) \quad (1.2.2)$$

10

【0029】

そのうち、 (k, m) は、 $N \times M$ の大小(サイズ)の周辺領域中の任意のアドレスである。

【0030】

その後、式(1.2.3)に基づいて画像中の画素に対して2次元Wienerフィルタリングを行う。

【数4】

$$Wn(i, j) = 2DWN[x(i, j)] = mean(i, j) + \frac{var(i, j) - nv}{var(i, j)} (x(i, j) - mean(i, j)) \quad (1.2.3)$$

20

【0031】

そのうち、 nv は、ノイズの分散である。

【0032】

ステップ206では、式(1.3.1)を採用して画像の2次元離散コサイン変換域において2次元Wienerフィルタリングを行う。

【数5】

$$Wn(u, v) = 2DWN[d(u, v)] = mean(u, v) + \frac{var(u, v) - nv}{var(u, v)} (d(u, v) - mean(u, v)) \quad (1.3.1)$$

30

【0033】

そのうち、 $d(u, v)$ は、 $D(u, v)$ (2次元離散コサイン変換域)中の1つの画素であり、2次元離散コサイン変換域の2次元Wienerフィルタリング前後の対比は、図5に示されている。

【0034】

2次元離散コサイン変換域中の各画素に対して2次元Wienerフィルタリングを行った後に、図6に示すように、初期ノイズ除去画像を得ることができる。

【0035】

ステップ208では、原始画像及び初期ノイズ除去画像に基づいて、画素 $x(i, j)$ の残差量を計算する。

40

【0036】

具体的には、残差量は、原始画像のグレースケール値と、初期除去画像のグレースケール値との差の絶対値である。

【0037】

ステップ210では、改良された非局所平均化フィルタリング法を用いて残差量に対して処理を行い、各像素の重み行列を計算する。なお、本発明の実施例による、改良された非局所平均化フィルタリング法については、後述する。

【0038】

各出力画素は、入力画素の加重和と定義され、次の式(2.2.1)に示すようである。

【数 6】

$$NL(i, j) = \sum_{n, m \in R(i, j)} x(n, m) \times w(n, m) \quad (2.2.1)$$

【0039】

そのうち、 $x(n, m)$ は、画素 (n, m) の輝度値であり、 $w(n, m)$ は、輝度値 $x(n, m)$ に対応する重みであり、 $w(n, m)$ の値は、画像領域の間の距離及び残差量により決定される。例えば、図7中の画素 $x(n, m)$ の重みは、残留量 $residuals(n, m)$ 及び現在の画像ブロック（任意の単位領域）と、その参考画像ブロック（関連領域中の複数の関連単位領域）と間の距離に基づいて決定される。次の式は、重み $w(n, m)$ の計算過程を示している。

10

【数 7】

$$d(n, m) = \sum_{t=-r}^r \sum_{k=-r}^r \left(\frac{(x(i+k, j+t) - x(n+k, m+t))^2}{\left(\frac{(k^2 + t^2)^{1.25} + 0.5}{T} \right)} \right) \quad (2.2.2)$$

$$T = \sum_{t=-r}^r \sum_{k=-r}^r \left((k^2 + t^2)^{1.25} + 0.5 \right) \quad (2.2.3)$$

20

$$w(n, m) = e^{-(d(n, m) + residuals(n, m))/h} \quad (2.2.4)$$

【0040】

ここでは、3つの係数、即ち、搜索半径 R 、関連単位領域の半径 r 、制御係数 h を設定する。搜索半径 R は、加重和を計算するための画素の範囲、例えば、 $R \times R$ を意味する。関連単位領域（参考画像ブロックとも言う）の半径 r は、図7に示すように、関連単位領域の半分のサイズを意味する。制御係数 h は、ノイズ除去効果を制御するためのものであり、例えば、より多くのノイズを抑制する必要がある場合、制御係数 h の値を上げてよい。なお、この制御係数の範囲は、1以上且つ100以下である。

30

【0041】

式(2.2.4)から分かるように、残差量が大きい場合、該画素のノイズが比較的大きいとのことを示し、この場合、その対応する重みが比較的小さい（それが採用される程度が小さい）。重みが小さくなった後に、ノイズの抑制が大きくなる。よって、同一の制御係数 h の条件の下で、重みの異なる値が、異なる程度のノイズ抑制を表し、また、制御係数 h の値を変更することで、ノイズ抑制の程度を変更することもできる。

【0042】

式(2.2.2)及び式(2.2.1)による処理を行った後に、各画素 (i, j) について、次のように示す $R \times R$ の重み行列を得ることができる。

【数 8】

$$W = \begin{bmatrix} w_{i-l, j-l} & w_{i-l+1, j-l} & \cdots & \cdots & w_{i-l, j+l} \\ w_{i-l+1, j-l} & \ddots & \ddots & \ddots & w_{i-l+1, j+l} \\ \vdots & \ddots & w_{i, j} & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & \vdots \\ w_{i+l, j-l} & \cdots & \cdots & \cdots & w_{i+l, j+l} \end{bmatrix}, \quad R = 2 \times l + 1$$

40

【0043】

画素 (i, j) の重みが最大値であるため、次のように、画素 (i, j) の重み値の再設定及

50

び重み行列の正規化を行う。

【数 9】

$$w(i, j) = \max(W) \quad (2.2.5)$$

$$W = W / \max(W) \quad (2.2.6)$$

【0044】

ステップ212では、関連領域中の各関連単位領域と、行列中の重み値との間の対応関係に基づいて、前記関連領域中の全ての画素の加重和を、任意の単位領域の中心画素に対してノイズ除去処理を行った後の結果として計算する。

10

【0045】

このステップでは、 $R \times R$ の重み行列が原始画像の加重和を計算するために用いられる。原始画像の画素 (i, j) は、 $OI(i, j)$ と定義される。

【0046】

重み行列に基づいて原始画像（即ち、処理待ち画像）に対して非局所平均化計算を計算し、これにより、式(2.2.1)に示すように、画像の最後のフィルタリング結果 $NLM_{-OI(i, j)}$ を得ることができる。

【数 10】

$$NLM_{-OI(i, j)} = \sum_{n, m \in R(i, j)} OI(n, m) \times w(n, m)。$$

20

【0047】

図8は、本発明の実施例における画像ノイズ除去装置のブロック図である。

【0048】

図8に示すように、本発明の実施例における画像ノイズ除去装置800は、次のようなものを含んでもよい。

【0049】

初期ノイズ除去ユニット802：取得された処理待ち画像に対して初期ノイズ除去処理を行い、初期ノイズ除去画像を取得し；

残差量計算ユニット804：処理待ち画像及びノイズ除去画像にそれぞれ対応する所定エネルギーパラメータの値に基づいて、前記処理待ち画像上の各単位領域の中心画素に対応する残差量を計算し；

30

非局所平均値計算ユニット806：残差量を用いて、各単位領域に対応する重み行列を計算し、そして、重み行列に基づいて、処理待ち画像に対して非局所平均化計算を行い、処理待ち画像へのノイズ除去処理を実現する。

【0050】

そのうち、非局所平均値計算ユニット806は、次のようなものを含む。

【0051】

関連領域確定ユニット8062：処理待ち画像上の任意の1つの単位領域を選択し、そして、前記任意の1つの単位領域の、処理待ち画像における関連領域を確定する。

40

【0052】

重み行列取得ユニット8064：関連領域中の各関連単位領域と、前記任意の1つの単位領域との距離値及び前記残差量に基づいて、各関連単位領域に対応する重み値を計算し、重み行列を得る。

【0053】

重み行列取得ユニット8064は、次の式を用いて、前記関連領域中の任意の1つの関連単位領域に対応する重み値を計算する。

【数 1 1】

$$w(n, m) = e^{-(d(n, m) + residuals(n, m)) / h}$$

【0054】

そのうち、 $w(n, m)$ は、任意の1つの関連単位領域 (n, m) に対応する重み値であり、 $d(n, m)$ は、前記任意の1つの関連単位領域と、前記任意の1つの単位領域との距離値であり、 $residuals(n, m)$ は、前記任意の1つの単位領域の中心画素に対する残差量であり、 h は、所定制御係数である。

【0055】

重み行列取得ユニット8064は、次の式を用いて前記任意の関連単位領域 (n, m) と、前記任意の単位領域 (i, j) との間の距離の値を計算する。

【数 1 2】

$$d(n, m) = \sum_{t=-r}^r \sum_{k=-r}^r \left(\frac{(x(i+k, j+t) - x(n+k, m+t))^2}{\left(\frac{(k^2 + t^2)^{1.25} + 0.5}{T} \right)} \right),$$

$$T = \sum_{t=-r}^r \sum_{k=-r}^r ((k^2 + t^2)^{1.25} + 0.5),$$

【0056】

そのうち、 $2r+1$ は、前記任意の1つの関連単位領域の辺長であり、 t 、 k 及び T は、中間値である。

【0057】

非局所平均値計算ユニット806は、次のものを含んでも良い。

【0058】

加重和計算ユニット8066：前記関連領域中の各関連単位領域と、前記重み行列中の重み値との対応関係に基づいて、前記関連領域中の全ての画素の加重和を、前記任意の1つの単位領域の中心画素に対してノイズ除去処理を行った後の結果として計算する。

【0059】

画像ノイズ除去装置はさらに、変換ユニット808を含んでもよく、それは、前記初期ノイズ除去処理を行ってもらうために、前記処理待ち画像を2次元離散コサイン変換域に変換する。即ち、変換ユニット808は、前記初期ノイズ除去処理を行う前に、前記処理待ち画像を2次元離散コサイン変換域に変換する。そのうち、前記初期ノイズ除去ユニット802は、Wienerフィルタリング・アルゴリズムに基づいて前記初期ノイズ除去処理を行う。

【0060】

本発明の画像ノイズ除去装置によれば、一種の改進された局所非平均化ノイズ除去方法を提供し、そして、初期ノイズ除去画像と原始画像との間の残差量に基づいて、原始画像に対してノイズ除去を行い、画像のより多くの詳細的な情報を保留することができ、これにより、ノイズ除去後の画像がより自然に見えるようになる。

【0061】

また、本発明の実施例はさらに電子装置を提供し、この電子装置は、上述のような画像ノイズ除去装置を含む。本発明の実施例による上述の電子装置の具体的な実現方式の中では、上述の電子装置は、次のような装置のうちの任意の1つであってもよく、即ち、コンピュータ、タブレットPC、PDA、マルチメディアプレイヤー、携帯電話、及び電子ブックなどである。そのうち、この電子装置は、上述の画像ノイズ除去装置の各種の機能及び技術的効果を有するため、ここでは、その詳しい説明を省略する。

【0062】

上述の本発明の実施例による画像ノイズ除去装置中の各構成ユニット、サブユニット、

10

20

30

40

50

モジュールなどは、ソフトウェア、ファームウェア、ハードウェア又はその任意の組み合わせの方式で構成されてもよい。ソフトウェア又はファームウェアで実現する場合、記憶媒体又はネットワークから、専用ハードウェア構造を有するマシン（例えば、コンピュータ）に、該ソフトウェア又はファームウェアを構成するプログラムをインストールしてもよく、また、該マシンは、各種のプログラムがインストールされているときに、上述の各構成ユニット、サブユニットの各種の機能を実行することができる。

【0063】

また、本発明はさらに、マシン（コンピュータ）可読な指令コードを含むプログラムに関する。

【0064】

上述の指令コードは、マシンにより読み取りされて実行される時に、上述の本発明の実施例による画像イズ除去方法を実行することができる。それ相応に、このようなプログラムを記憶した、例えば磁気ディスク、光ディスク、磁気光ディスク、半導体記憶器などの各種の記憶媒体も、本発明に含まれている。

【0065】

また、本発明の各実施例における方法は、明細書に述べた又は図面に示した時間順序で実行されるに限定されず、他の順序で、並列に又は独立して実行されてもよい。よって、本明細書に記載された方法の実行順序は、本発明の技術的範囲を限定しない。

【0066】

また、本発明の上述の方法における各処理ステップは、各種のマシン可読な記憶媒体に記憶されているコンピュータ実行可能なプログラムで実現することもできる。

【0067】

また、本発明の目的は、次のような方式で実現されてもよく、即ち、上述のコンピュータ実行可能なプログラムコードを記憶した記憶媒体が、直接又は間接的にシステム又は装置に提供され、そして、該システム又は装置中のコンピュータ又は中央処理ユニット（CPU）が上述のプログラムコードを読み出して実行するといった方式で実現されてもよい。

【0068】

このとき、該システム又は装置は、プログラムを実行する機能を有すれば、本発明の実施形態は、プログラムに限定されず、また、該プログラムは、任意の形式、例えば、オブジェクト指向プログラム、インタプリタ実行可能なプログラム、又は、OS（operating system）に提供されるスクリプト・プログラムなどであってもよい。

【0069】

上述のようなマシン可読な記憶媒体は、各種の記憶器、記憶ユニット、半導体装置、ディスクユニット（例えば光、磁気及び磁気光ディスク）、及び、情報を記憶可能な他の媒体を含んでもよいが、これらに限定されない。

【0070】

また、上述の各実施例を含む実施形態に関し、更に以下の付記を開示する。

【0071】

（付記1）

画像ノイズ除去方法であって、

取得された処理待ち画像に対して初期ノイズ除去処理を行い、初期ノイズ除去画像を取得し；

前記処理待ち画像及び前記初期ノイズ除去画像にそれぞれ対応する所定エネルギーパラメータの値に基づいて、前記処理待ち画像上の各単位領域の中心画素に対応する残差量を計算し；及び

前記残差量を用いて、前記各単位領域に対応する重み行列を計算し、そして、前記重み行列に基づいて、前記処理待ち画像に対して非局所平均化計算を行い、前記処理待ち画像へのノイズ除去処理を実現することを含む、方法。

【0072】

（付記2）

10

20

30

40

50

付記1に記載の画像ノイズ除去方法であって、
前記重み行列を計算することは、
前記処理待ち画像上の任意の単位領域を選択し、そして、前記任意の単位領域の、前記処理待ち画像における関連領域を確定し；及び

前記関連領域中の各関連単位領域と、前記任意の単位領域との間の距離及び前記残差量に基づいて、前記各関連単位領域に対応する重み値を計算して前記重み行列を得ることを含む、方法。

【0073】

(付記3)

付記2に記載の画像ノイズ除去方法であって、
【数13】

10

$$w(n, m) = e^{-(d(n, m) + residuals(n, m)) / h}$$

を用いて、前記関連領域中の任意の関連単位領域の重み値を計算し、

そのうち、 $w(n, m)$ は、任意の関連単位領域 (n, m) に対応する重み値であり、 $d(n, m)$ は、前記任意の関連単位領域と、前記任意の単位領域との間の距離であり、 $residuals(n, m)$ は、前記任意の単位領域の中心画素に対応する残差量であり、 h は、所定制御係数である、方法。

【0074】

20

(付記4)

付記3に記載の画像ノイズ除去方法であって、
【数14】

$$d(n, m) = \sum_{t=-r}^r \sum_{k=-r}^r \left(\frac{(x(i+k, j+t) - x(n+k, m+t))^2}{\left(\frac{(k^2 + t^2)^{1.25} + 0.5}{T} \right)} \right),$$

$$T = \sum_{t=-r}^r \sum_{k=-r}^r ((k^2 + t^2)^{1.25} + 0.5),$$

30

を用いて、前記任意の関連単位領域 (n, m) と、前記任意の単位領域 (i, j) との間の距離を計算し、

そのうち、 $2r+1$ は、前記任意の関連単位領域の辺長であり、 t 、 k 及び T は、中間値である、方法。

【0075】

(付記5)

付記2~4のうちの任意の1つに記載の画像ノイズ除去方法であって、
前記非局所平均化計算は、

前記関連領域中の各関連単位領域と、前記重み行列中の重み値との間の対応関係に基づいて、前記関連領域中の全ての画素の加重和を、前記任意の単位領域の中心画素に対してノイズ除去処理を行った後の結果として計算することを含む、方法。

40

【0076】

(付記6)

付記1に記載の画像ノイズ除去方法であって、
前記所定エネルギーパラメータは、グレースケール値を含む、方法。

【0077】

(付記7)

付記1~6のうちの任意の1つに記載の画像ノイズ除去方法であって、さらに、
前記処理待ち画像を2次元離散コサイン変換域に変換してから、前記初期ノイズ除去処

50

理を行うことを含む、方法。

【0078】

(付記8)

付記7に記載の画像ノイズ除去方法であって、
Wienerフィルタリング・アルゴリズムに基づいて、前記初期ノイズ除去処理を行う、方法。

【0079】

(付記9)

画像ノイズ除去装置であって、
取得された処理待ち画像に対して初期ノイズ除去処理を行い、初期ノイズ除去画像を得るための初期ノイズ除去ユニット；
前記処理待ち画像及び前記初期ノイズ除去画像にそれぞれ対応する所定エネルギーパラメータの値に基づいて、前記処理待ち画像上の各単位領域の中心画素に対応する残差量を計算するための残差量計算ユニット；及び

前記残差量を用いて、前記各単位領域に対応する重み行列を計算し、そして、前記重み行列に基づいて、前記処理待ち画像に対して非局所平均化計算を行い、前記処理待ち画像へのノイズ除去処理を実現するための非局所平均値計算ユニットを含む、装置。

【0080】

(付記10)

付記9に記載の画像ノイズ除去装置であって、
前記非局所平均値計算ユニットは、
前記処理待ち画像上の任意の単位領域を選択し、そして、前記任意の単位領域の、前記処理待ち画像における関連領域を得るための関連領域確定ユニット；及び

前記関連領域中の各関連単位領域と、前記任意の単位領域と間の距離及び前記残差量に基づいて、前記各関連単位領域に対応する重み値を計算して前記重み行列を得るための重み行列取得ユニットを含む、装置。

【0081】

(付記11)

付記10に記載の画像ノイズ除去装置であって、
前記重み行列取得ユニットは、

【数15】

$$w(n,m) = e^{-(d(n,m)+residuals(n,m))/h}$$

を用いて、前記関連領域中の任意の関連単位領域に対応する重み値を計算し、

そのうち、 $w(n,m)$ は、任意の関連単位領域 (n,m) に対応する重み値であり、 $d(n,m)$ は、前記任意の関連単位領域と、前記任意の単位領域との間の距離をであり、 $residuals(n,m)$ は、前記任意の単位領域の中心画素に対応する残差量であり、 h は、所定制御係数である、装置。

【0082】

(付記12)

付記11に記載の画像ノイズ除去装置であって、

10

20

30

40

【数 16】

$$d(n,m) = \sum_{t=-r}^r \sum_{k=-r}^r \left(\frac{(x(i+k, j+t) - x(n+k, m+t))^2}{\left(\frac{(k^2 + t^2)^{1.25} + 0.5}{T} \right)} \right),$$

$$T = \sum_{t=-r}^r \sum_{k=-r}^r ((k^2 + t^2)^{1.25} + 0.5),$$

を用いて、前記任意の関連単位領域(n,m)と、前記任意の単位領域(i,j)との間の距離を計算し、 10

そのうち、2r+1は、前記任意の関連単位領域の辺長であり、t、k及びTは、中間値である、装置。

【0083】

(付記13)

付記10に記載の画像ノイズ除去装置であって、

前記非局所平均値計算ユニットは、

前記関連領域中の各関連単位領域と、前記重み行列中の重み値との間の対応関係に基づいて、前記関連領域中の全ての画素の加重和を、前記任意の単位領域の中心画素に対してノイズ除去処理を行った後の結果として計算する加重計算ユニットを含む、装置。 20

【0084】

(付記14)

付記9に記載の画像ノイズ除去装置であって、

前記所定エネルギーパラメータは、グレースケール値を含む、装置。

【0085】

(付記15)

付記9~14のうちの任意の1つに記載の画像ノイズ除去装置であって、さらに、

前記初期ノイズ除去処理を行う前に、前記処理待ち画像を2次元離散コサイン変換域に変換するための変換ユニットを含む、装置。

【0086】

30

(付記16)

付記15に記載の画像ノイズ除去装置であって、

前記初期ノイズ除去ユニットは、Wienerフィルタリングアルゴリズムに基づいて、前記初期ノイズ除去処理を行う、装置。

【0087】

(付記17)

電子装置であって、

前記電子装置は、付記9~16のうちの任意の1つに記載の画像ノイズ除去装置を含む、電子装置。

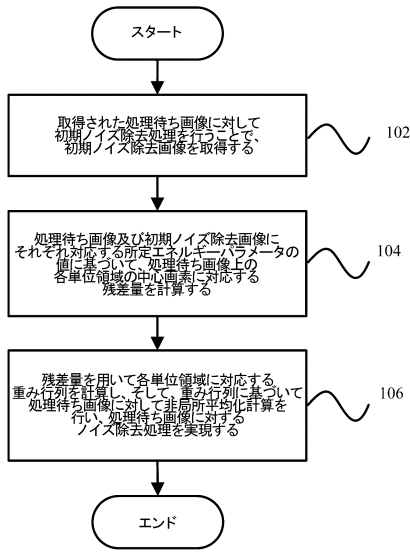
【0088】

40

以上、本発明の好ましい実施形態を説明したが、本発明はこのような実施形態に限定されず、本発明の趣旨を離脱しない限り、本発明に対するあらゆる変更は本発明の技術的範囲に属する。

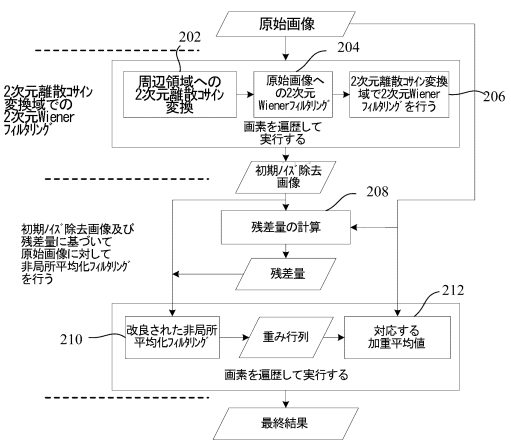
【図1】

本発明の一実施例における画像ノイズ除去方法のフローチャート



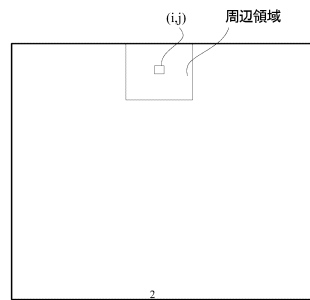
【図2】

本発明の他の実施例における画像ノイズ除去方法のフローチャート



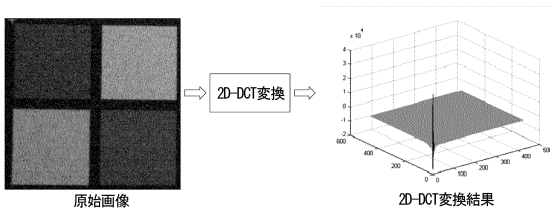
【図3】

本発明の一実施例における各画素の周辺領域を示す図



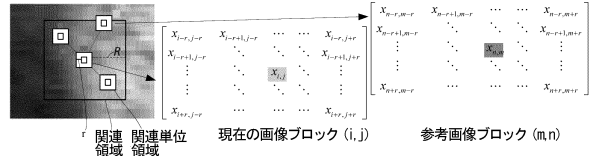
【図4】

本発明の一実施例における原始画像に対する2D-DCT変換を示す図



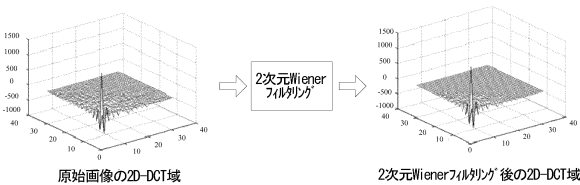
【図7】

本発明の一実施例における関連単位領域の重み行列の取得を示す図



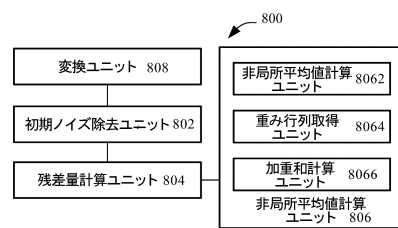
【図5】

本発明の一実施例における2D-DCT域での2次元Wienerフィルタリングを示す図



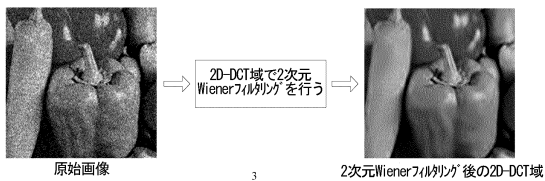
【図8】

本発明の一実施例における画像ノイズ除去装置のブロック図



【図6】

本発明の一実施例における原始画像の初期ノイズ除去後の様子を示す図



フロントページの続き

(72)発明者 ウ・ジエヌルウォン

中国, 100025, ベイジン, チャオヤン ディストリクト, ジョオン ロード, ドン ス
ホ アヌ ナンバー56, オーシャン インターナショナル センター, タワー エイ 13エフ 富
士通研究開発中心有限公司内

(72)発明者 タヌ・ジミン

中国, 100025, ベイジン, チャオヤン ディストリクト, ジョオン ロード, ドン ス
ホ アヌ ナンバー56, オーシャン インターナショナル センター, タワー エイ 13エフ 富
士通研究開発中心有限公司内

(72)発明者 東 明浩

中国, 100025, ベイジン, チャオヤン ディストリクト, ジョオン ロード, ドン ス
ホ アヌ ナンバー56, オーシャン インターナショナル センター, タワー エイ 13エフ 富
士通研究開発中心有限公司内

審査官 新井 則和

(56)参考文献 特表2014-505491(JP, A)

特表2011-508334(JP, A)

Antoni Buades et al., IMAGE DENOISING BY NON-LOCAL AVERAGING, ICASSP 2005, IEEE, 20
05年, pp. II-25 - II-28

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06T 5/00 - 5/50

H04N 1/409