

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2006年6月29日 (29.06.2006)

PCT

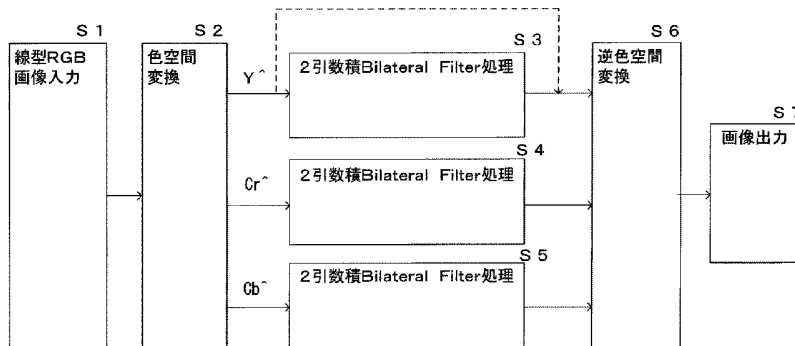
(10) 国際公開番号
WO 2006/068025 A1

- (51) 国際特許分類:
G06T 5/20 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/023037
- (22) 国際出願日: 2005年12月15日 (15.12.2005)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2004-367263
2004年12月20日 (20.12.2004) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社
ニコン (NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008331
東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 石賀 健一
(ISHIGA, Kenichi) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田
- 区丸の内三丁目2番3号 株式会社ニコン知的財産
部内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 永井 冬紀 (NAGAI, Fuyuki); 〒1000011 東京
都千代田区内幸町二丁目1番1号 飯野ビル Tokyo
(JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が
可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,
BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK,
LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW,
MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO,
RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可
能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD,

[続葉有]

(54) Title: IMAGE PROCESSING METHOD

(54) 発明の名称: 画像処理方法



- S1 LINEAR RGB IMAGE INPUT
- S2 COLOR SPACE CONVERSION
- S3 TWO-ARGUMENT PRODUCT BILATERAL FILTER PROCESSING
- S4 TWO-ARGUMENT PRODUCT BILATERAL FILTER PROCESSING
- S5 TWO-ARGUMENT PRODUCT BILATERAL FILTER PROCESSING
- S6 INVERSE COLOR SPACE CONVERSION
- S7 IMAGE OUTPUT

(57) Abstract: An image processing method filters image data formed by a plurality of pixels by using a pixel value of pixel in a predetermined range including a target pixel at each pixel position. For each of the pixels in the predetermined range, the method decides a first argument defined by a spatial distance from the target pixel and a second argument defined by a difference of signal intensity from the target pixel, obtains a weighting coefficient of the filtering applied to each of the pixels in the predetermined range according to a single argument expressed by a product of the first argument and the second argument, and performs filtering by using the filter coefficient based on the obtained weighting coefficient.

(57) 要約: 複数の画素からなる画像データに対して、各画素位置で着目画素を含む所定範囲内の画素の画素値を用いてフィルタリングを行う画像処理方法は、所定範囲内の各々の画素に対し、着目画素からの空間的な距離で定義される第1の引数と着目画素との信号強度の差で定義される第2の引数の2つの引数を定め、所定範囲内の各々の

[続葉有]



WO 2006/068025 A1



SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

画像処理方法

技術分野

[0001] 本発明は、画像データのノイズ除去を行う画像処理方法に関する。

背景技術

[0002] 適応的ガウスぼかしの引数として空間的な距離及び画素値間差分の両方を考慮した適応的フィルタが提案されている(非特許文献1)。このフィルタは、2つの引数をとることからBilateral Filterと呼ばれている。また、特許文献1にも、同様なフィルタが開示されている。このような従来のBilateral Filterでは、画素値差分のみを引数とした加重係数と距離のみを引数とした加重係数の積で表される。

[0003] 特許文献1: 米国特許出願公開第2004/1643号明細書

非特許文献1: C. Tomasi et al., "Bilateral Filtering for Gray and Color Images," Proceedings of the 1998 IEEE international Conference on Computer Vision, Bombay, India.

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0004] しかし、従来のBilateral Filterでは、2つの引数に対してそれぞれ加重係数を分離した形でしか扱っていないために、エッジ部や色境界部で突出点状のノイズ、偽色が残るといった問題があった。

課題を解決するための手段

[0005] 本発明の第1の態様によると、複数の画素からなる画像データに対して、各画素位置で着目画素を含む所定範囲内の画素の画素値を用いてフィルタリングを行う画像処理方法は、所定範囲内の各々の画素に対し、着目画素からの空間的な距離で定義される第1の引数と着目画素との信号強度の差で定義される第2の引数の2つの引数を定め、所定範囲内の各々の画素に対して掛かるフィルタリングの加重係数を、第1の引数と第2の引数の積で表される1つのまとまった引数に基づいて求め、求めた加重係数によるフィルタ係数を使用して、フィルタリングを行う。

本発明の第2の態様によると、複数の画素からなる画像データに対して、各画素位置で着目画素を含む所定範囲内の画素の画素値を用いてフィルタリングを行う画像処理方法は、所定範囲内の各々の画素に対し、着目画素からの空間的な距離で定義される第1の引数と、着目画素との信号強度の差で定義される第2の引数の2つの引数を定め、所定範囲内の各々の画素に対して掛かるフィルタリングの加重係数を、第1の引数と第2の引数とに基づいて求め、第1の引数の異なる値をA1、A2とし、第2の引数の異なる値をB1、B2とし、求める加重係数を $w(A_n, B_n)$ とするとき、 $w(A1, B1) / w(A1, B2) \neq w(A2, B1) / w(A2, B2)$ が成立するように加重係数を求め、求めた加重係数によるフィルタ係数を使用して、フィルタリングを行う。

本発明の第3の態様によると、第2の態様の画像処理方法において、 $0 \leq A1 < A2$ 、 $0 \leq B1 < B2$ を満たすとき、 $w(A1, B1) / w(A1, B2) < w(A2, B1) / w(A2, B2)$ が成立するように加重係数を求めることを特徴とするものである。

本発明の第4の態様によると、請求項4の発明は、請求項1から3のいずれかの態様の画像処理方法において、第1の引数と第2の引数は、一体になって、1つのガウス分布を表す指数関数の式の引数を構成するのが好ましい。

本発明の第5の態様によると、複数の画素からなる画像データ $V(\text{ベクトル}r)$ に対して、各画素位置で着目画素ベクトル r を含む所定範囲内の画素ベクトル r' の画素値 $V(\text{ベクトル}r')$ を用いてフィルタリングを行う画像処理方法は、
[数1]

【数1】

$$V'(\bar{r}) = \frac{\int V(\bar{r}') \exp \left\{ -\frac{|V(\bar{r}') - V(\bar{r})|^2}{\sigma_{th}^2} \cdot \frac{|\bar{r}' - \bar{r}|^2}{r_{th}^2} \right\} d\bar{r}'}{\int \exp \left\{ -\frac{|V(\bar{r}') - V(\bar{r})|^2}{\sigma_{th}^2} \cdot \frac{|\bar{r}' - \bar{r}|^2}{r_{th}^2} \right\} d\bar{r}'}$$

ただし、ベクトル $r = \bar{r}$ 、ベクトル $r' = \bar{r}'$

ただし、 σ_{th} と r_{th} は定数、ベクトル r は画素の座標位置、
の数学的演算を行うことによってフィルタリングを行うのが好ましい。

本発明の第6の態様によると、第5の態様の画像処理方法において、フィルタリングの所定範囲は、 rth のおよそ2倍の範囲で積分するのが好ましい。

本発明の第7の態様によると、第1から6のいずれかの態様の画像処理方法において、画像データが色差成分のとき、所定範囲を1次元状にとり、すべての着目画素について一次元の方向の第1のフィルタリングを行い、第1のフィルタリングを行った後に、所定範囲を方向と直交する方向に1次元状にとり、すべての着目画素について方向と直交する方向の第2のフィルタリングを行うのが好ましい。

本発明の第8の態様によると、第1から6のいずれかの態様の画像処理方法において、画像データが輝度成分のとき、所定範囲を2次元状にとり、すべての着目画素についてフィルタリングを行うのが好ましい。

本発明の第9の態様によると、第1から6のいずれかの態様の画像処理方法において、画像データが輝度成分のとき、フィルタリングを輝度成分のハイパス成分に対して行うのが好ましい。

本発明の第10の態様によると、第1から9のいずれかの態様の画像処理方法において、フィルタリングを、画像データについてウェーブレット変換を行なった後のウェーブレット変換係数に対して行うのが好ましい。

本発明の第11の態様によると、複数の画素からなる画像データに対して、各画素位置で着目画素を含む所定範囲内の画素の画素値を用いてフィルタリングを行う画像処理方法は、着目画素からの空間的な距離で定義される第1の要素と着目画素との信号強度の差で定義される第2の要素を定め、所定範囲内の各々の画素に対して、第1の要素と第2の要素とに基づいて着目画素のフィルタリングの演算の対象とする程度を示す加重係数を求め、加重係数を求めるとき、第1の要素が実質的に0に近い値のとき、第2の要素の値にかかわらずフィルタリングの演算の対象とするよう加重係数を求め、第2の要素が実質的に0に近い値のとき、第1の要素の値にかかわらずフィルタリングの演算の対象とするよう加重係数を求める。

本発明の第12の態様によると、コンピュータ読み込み可能なコンピュータプログラム製品は、第1から11のいずれかの態様の画像処理方法をコンピュータまたは画像処理装置に実行させる画像処理プログラムを有する。

本発明の第13の態様によると、第12のコンピュータプログラム製品において、前記コンピュータプログラム製品は前記画像処理プログラムを記録したコンピュータ読みとり可能な記録媒体であるのが好ましい。

本発明の第14の態様によると、画像処理装置は、第1から11のいずれかの態様の画像処理方法を実行する制御装置を有する。

発明の効果

[0006] 本発明は、以上説明したように構成しているので、次のような効果を奏する。例えば、2つの引数が独立に加重係数を生成せずに、相互に引数同士で影響を及ぼしあつて加重係数を生成するため、的確なフィルタリング要否判断が可能となり、また、突出点状のノイズが残らない高精細なノイズ除去を行うことができる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]本発明の一実施の形態である画像処理装置を示す図である。

[図2]第1の実施の形態の画像処理の流れを示す図である。

[図3]従来のBilateral Filterにおける、画素値差分と、距離と、加重係数の関係を示す図である。

[図4]第1の実施の形態のBilateral Filterにおける、画素値差分と、距離と、加重係数の関係を示す図である。

[図5]第2の実施の形態の画像処理の流れを示す図である。

[図6]5段のウェーブレット変換によるサブバンド分割の様子を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

[0008] (第1の実施の形態)

図1は、本発明の一実施の形態である画像処理装置を示す図である。画像処理装置は、パーソナルコンピュータ1で実現される。パーソナルコンピュータ1は、デジタルカメラ2、CD-ROMなどの記録媒体3、他のコンピュータ4などと接続され、各種の画像データの提供を受ける。パーソナルコンピュータ1は、提供された画像データに対して、以下に説明する画像処理を行う。コンピュータ4は、インターネットやその他の電気通信回線5を経由して接続される。

[0009] パーソナルコンピュータ1が画像処理のために実行するプログラムは、図1の構成と

同様に、CD-ROMなどの記録媒体や、インターネットやその他の電気通信回線を経由した他のコンピュータから提供され、パーソナルコンピュータ1内にインストールされる。パーソナルコンピュータ1は、CPU(不図示)およびその周辺回路(不図示)から構成され、CPUがインストールされたプログラムを実行する。

[0010] プログラムがインターネットやその他の電気通信回線を経由して提供される場合は、プログラムは、電気通信回線、すなわち、伝送媒体を搬送する搬送波上の信号に変換して送信される。このように、プログラムは、記録媒体や搬送波などの種々の形態のコンピュータ読み込み可能なコンピュータプログラム製品として供給される。

[0011] まず、本実施の形態の画像処理について説明する前に、従来技術の問題点をさらに詳細に説明する。従来のBilateral Filterは以下のような式で表すことができる。

[数2]

【数2】

$$V(\vec{r}) = \frac{\int V(\vec{r}') \exp\left\{-\frac{|V(\vec{r}') - V(\vec{r})|^2}{\sigma_{th}^2}\right\} \exp\left\{-\frac{|\vec{r}' - \vec{r}|^2}{r_{th}^2}\right\} d\vec{r}'}{\int \exp\left\{-\frac{|V(\vec{r}') - V(\vec{r})|^2}{\sigma_{th}^2}\right\} \exp\left\{-\frac{|\vec{r}' - \vec{r}|^2}{r_{th}^2}\right\} d\vec{r}'} \quad \dots(1)$$

ただし、 \vec{r} は対象画素のベクトル(2次元座標)
 \vec{r}' は対象画素周辺の画素のベクトル(2次元座標)
 を示す

[0012] すなわち、フィルタの加重係数 w が、次式に示すように、画素値差分($V'-V$)のみを引数としたphotometric項の加重係数 $w_{photo}[V'-V]$ と距離($r'-r$)のみを引数としたgeometric項の加重係数 $w_{geometric}[r'-r]$ の積で表される。なお、引数は、変数あるいはパラメータと言ってもよい。

$$w[V'-V][r'-r] = w_{photo}[V'-V] * w_{geometric}[r'-r] \quad \dots(2)$$

[0013] 式(1)を一般式で書くと、次のようになる。

[数3]

【数3】

$$V'(\bar{r}) = \frac{\int V(\bar{r}') w_{\text{photometric}}(V(\bar{r}'), V(\bar{r})) w_{\text{geometric}}(\bar{r}', \bar{r}) d\bar{r}'}{\int w_{\text{photometric}}(V(\bar{r}'), V(\bar{r})) w_{\text{geometric}}(\bar{r}', \bar{r}) d\bar{r}'} \quad \dots (3)$$

$$w_{\text{photometric}}(V(\bar{r}'), V(\bar{r})) = \exp\left\{-\frac{|V(\bar{r}') - V(\bar{r})|^2}{\sigma_{th}^2}\right\}$$

$$w_{\text{geometric}}(\bar{r}', \bar{r}) = \exp\left\{-\frac{|\bar{r}' - \bar{r}|^2}{r_{th}^2}\right\}$$

[0014] 上記式で示したように、従来のBilateral Filterでは、2つの引数に対してそれぞれ加重係数を分離した形でしか扱っていない。そのために、前述したように、エッジ部や色境界部で突出点状のノイズ、偽色が残るという問題が生じていた。すなわち、一方の引数の要因のみに左右されやすいためうまくノイズ除去ができない状況が発生していた。

[0015] 例えば、色境界部では画素値差分 $|V'-V|$ が急激に大きくなると考えられるが、これによって $w_{\text{photometric}}[V'-V]$ は急激に小さい値となってしまう。このため、いくら $w_{\text{geometric}}[r'-r]$ が1に近い値を取っていても無視されてしまい、本来色境界部上に載っているノイズを除去したくても除去できなくなる状況が発生していた。

[0016] 本実施の形態の画像処理方法は、このような問題を解決しつつ、距離と画素値差分の両方の要素を考慮することにより画像構造保存性の高い適応的ノイズ除去フィルタを実現する。すなわち、エッジや色境界などの画像構造を保存しつつノイズ除去を適切に行う。このようなノイズ除去技術を、一般にEdge-preserving smoothingと呼ばれている。

[0017] 図2は、パーソナルコンピュータ1が処理する第1の実施の形態の画像処理の流れを示す図である。ステップS1では、線形RGB画像データを入力する。ステップS2では、均等ノイズ色空間 $Y^{\wedge}Cb^{\wedge}Cr^{\wedge}$ に変換する。ステップS3では、Y面において、2引数積Bilateral Filter処理をする。ステップS4では、Cr面において、2引数積Bilateral Fil

ter処理をする。ステップS3では、Cb^h面において、2引数積Bilateral Filter処理をする。ステップS6では、色空間を逆変換する。ステップS7では、処理が終了した画像データを出力する。以下、各ステップの処理の詳細について説明する。

[0018] 1) 画像データ入力

ステップS1で入力される線形RGB画像データは、線形階調で表されたRGB表色系データである。RGB表色系データは、例えばベイア配列の色フィルタを備えたCCDなどの撮像素子で撮像され、各種の補間処理がなされ、画素ごとにR成分、G成分、B成分の色情報を有するデータである。線形階調のデータとは、光強度に線形な階調のデータであり、受光量に比例した色情報の値を持つデータである。ガンマ補正が掛かっているようなデータは事前に線形階調へ戻しておくものとする。このような画像データは、デジタルカメラ2やその他の撮像装置で撮像される。

[0019] 2) 色空間変換

ステップS2では、入力された線形RGB画像データを、ノイズが階調に対して均等化される均等ノイズ空間に変換する。これにより、ノイズ除去の行いやすい状態にする。ショットノイズとセンサー・回路系の暗時ノイズを含むノイズを均等化するには、次式により、R、G、B線形階調にオフセット信号を加えて平方根階調特性に変換すればよい。オフセット信号は ε とする。

[0020] [数4]

【数4】

$$R' = R'_{\max} \frac{\sqrt{\frac{R}{R_{\max}} + \varepsilon - \sqrt{\varepsilon}}}{\sqrt{1 + \varepsilon - \sqrt{\varepsilon}}} \quad \dots (4)$$

$$G' = G'_{\max} \frac{\sqrt{\frac{G}{G_{\max}} + \varepsilon - \sqrt{\varepsilon}}}{\sqrt{1 + \varepsilon - \sqrt{\varepsilon}}} \quad \dots (5)$$

$$B' = B'_{\max} \frac{\sqrt{\frac{B}{B_{\max}} + \varepsilon - \sqrt{\varepsilon}}}{\sqrt{1 + \varepsilon - \sqrt{\varepsilon}}} \quad \dots (6)$$

[0021] ε の値は、センサーによっても異なるが、ISO100程度のときはほぼ0に近い値を、ISO6400程度のときは0.05程度の値をとる。なお、ショットノイズと暗時ノイズを含む場合において、平方根階調変換する前に暗時ノイズ量に応じたオフセット信号を加えることにより均等ノイズ空間が実現できることが特願2004-200890号(本願発明者と同一発明者による出願)において示されている。

[0022] 更に、この R' 、 G' 、 B' から、次式により、輝度・色差信号 Y' 、 Cb' 、 Cr' を生成する。

$$Y' = (R' + 2G' + B') / 4 \quad \dots(7)$$

$$Cr' = R' - G' \quad \dots(8)$$

$$Cb' = B' - G' \quad \dots(9)$$

[0023] 輝度・色差信号 Y' 、 Cb' 、 Cr' も、元の R' 、 G' 、 B' のノイズが階調に対して均等化されているので、同様に階調に対して均等なノイズ特性を持つ。

[0024] 3) ノイズ除去処理

ステップS3、S4、S5において、均等ノイズ空間で表された輝度信号 Y' および色差信号 Cb' 、 Cr' に対して、次式で示されるノイズ除去フィルタを掛ける。

[数5]

【数5】

$$V'(\vec{r}) = \frac{\int_{|\vec{r}'| \leq 2r_{th}} V(\vec{r}') \exp \left\{ - \frac{|V(\vec{r}') - V(\vec{r})|^2}{\sigma_{th}^2} \cdot \frac{|\vec{r}' - \vec{r}|^2}{r_{th}^2} \right\} d\vec{r}'}{\int_{|\vec{r}'| \leq 2r_{th}} \exp \left\{ - \frac{|V(\vec{r}') - V(\vec{r})|^2}{\sigma_{th}^2} \cdot \frac{|\vec{r}' - \vec{r}|^2}{r_{th}^2} \right\} d\vec{r}'} \quad \dots(10)$$

なお、数式内の矢印つき r (ベクトル r)および矢印つき r' (ベクトル r')は、ベクトルを示し、2次元座標位置を示す。ただし、画像データが3次元的に存在する場合は3次元のベクトルとしても考えることができる。

[0025] ノイズ除去フィルタとして、従来のような加重係数がphotometric項とgeometric項に分離できる分離加重型Bilateral Filterではなく、加重係数がphotometric項とgeometric項に分離できない非分離加重型Bilateral Filterを用いる。すなわち、従来のBilateral Filterでは、2つの引数をそれぞれ指数とする2つの指数関数の積で表される加重係数のフィルタを使用していた。しかし、本実施の形態のフィルタでは、2つの引数の

積で表される値を1つの指数とする1つの指数関数であらされる加重係数のフィルタを使用している。積分範囲は r_{th} の2倍程度にとると、演算規模を抑えながら十分ガウシアン裾部分も考慮した演算を行うことができる。

- [0026] このフィルタリング処理を Y' 面、 Cr' 面、 Cb' 毎に単独で行う。なお、輝度信号の Y' 面に対しては、処理は省いてもよい。ノイズ成分は短周期から長周期まであらゆる周波数成分を含む。長周期の色斑ノイズにまで対応するには、 $r_{th}=20$ 程度、すなわちフィルタリングサイズとしては 80×80 画素程度にとる必要がある。このように広範囲にフィルタリングしても、画素値差分と空間的距離の両因子を考慮しているため、画像構造の破壊なくノイズ除去が可能である。
- [0027] 更に、このように画素値差分と距離の2つの引数同士で積をとってから加重係数を算出している。従って、色境界部等の信号面内の急勾配部で偽色等の突出点状ノイズがあっても、従来の分離型加重フィルタなら $photometric$ 項の加重係数の落ち込みで支配されてノイズ除去が行われなくなっていたのに対し、本方式の非分離型加重フィルタなら空間距離の引数が画素値差分の引数に有効に作用して、最終的に有限の加重係数を生み出して実効あるノイズ除去が可能となる。
- [0028] また、長周期に渡る色斑ノイズに対しても従来の分離型加重フィルタは距離が離れるとフィルタリング強度が急速に弱まって偽色が残りやすかったのに比べ、本方式の非分離型加重フィルタなら長距離間でもノイズゆらぎ程度に収まる画素間ではフィルタリング強度が維持されるので、きれいなノイズ除去が可能となる。
- [0029] ここに σ_{th} の値は、一様面を撮影して、前述の均等ノイズ空間で計測した標準偏差の $\sqrt{2}$ 倍にとるとよい。均等ノイズ空間では、明るさに依らず標準偏差が一定値をとる。従って、この標準偏差を使用して入力された画像データのノイズ特性を1つの代表値としてプロファイル化することができる。すなわち、一様面の画像データの均等ノイズ空間で計測した標準偏差を、入力される画像が有するノイズ特性の代表値として評価するために使用することができる。上述のフィルタは、この代表値を使用して処理が行われる。均等ノイズ空間は、上述のフィルタを使用するのに非常に都合が良い。センサーによっても値が異なるが、256階調に対してISO100程度では $\sigma_{th}=1$ 程度、ISO6400程度では $\sigma_{th}=10 \sim 15$ 程度の値をとる。

[0030] このノイズ除去フィルタは、輝度成分に対して利用する場合は、輝度成分が非常に繊細に扱う必要がある色信号であることを考えれば2次元フィルタのまま使うのがよい。すなわち、式(10)のフィルタリング範囲を2次元とする。しかし、フィルタリング範囲が非常に広いので処理時間がかかってしまう。そこで、色差成分に対しては近似的にx方向とy方向の1次元処理を2回掛け合わせた2段階の処理に分離して高速化を図っても、画質面での影響はないことを実験的に確認しており、実質問題ない。すなわち、まず、フィルタリング範囲をx方向に1次元状にとり、すべての着目画素についてフィルタリングを行う。次に、x方向の1次元のフィルタリングを行った後のデータに対して、フィルタリング範囲をx方向と直交するy方向に1次元状にとり、すべての着目画素についてy方向のフィルタリングを行う。式で表すと、次式のようになる。

[数6]

【数6】

$$V'(x, y) = \frac{\int_{|x'| \leq 2r_{th}} V(x', y) \exp \left\{ -\frac{|V(x', y) - V(x, y)|^2}{\sigma_{th}^2} \cdot \frac{|x' - x|^2}{r_{th}^2} \right\} dx'}{\int_{|x'| \leq 2r_{th}} \exp \left\{ -\frac{|V(x', y) - V(x, y)|^2}{\sigma_{th}^2} \cdot \frac{|x' - x|^2}{r_{th}^2} \right\} dx'} \quad \dots (11)$$

$$V''(x, y) = \frac{\int_{|y'| \leq 2r_{th}} V'(x, y') \exp \left\{ -\frac{|V'(x, y') - V'(x, y)|^2}{\sigma_{th}^2} \cdot \frac{|y' - y|^2}{r_{th}^2} \right\} dy'}{\int_{|y'| \leq 2r_{th}} \exp \left\{ -\frac{|V'(x, y') - V'(x, y)|^2}{\sigma_{th}^2} \cdot \frac{|y' - y|^2}{r_{th}^2} \right\} dy'} \quad \dots (12)$$

[0031] 4) 逆色空間変換

ステップS6では、 $\hat{Y}\hat{C}_b\hat{C}_r$ を R', G', B' に戻し、更に元の線形階調の R, G, B に戻す。逆変換は、上記で説明した式を逆にたどるような処理をすればよい。

[0032] 5) 画像出力

ステップS7では、ノイズ除去された画像データを出力する。

[0033] このようにして、線形階調のRGB色空間の画像データが、いったん、均等ノイズ空間の画像データへ変換され、ノイズ除去のフィルタリングが行なわれる。その後、ノイズ除去が行われた画像データを逆変換し、元の線形階調のRGB色空間の画像デー

タに戻し出力する。

[0034] 図3、図4を使用して、本実施の形態の画像処理方法の効果についてさらに説明する。図3は、従来のBilateral Filterにおける、画素値差分 $|V(r')-V(r)|$ と、距離 $|r'-r|$ と、加重係数weightの関係を示す図である。図4は、本実施の形態のBilateral Filterにおける、画素値差分 $|V(r')-V(r)|$ と、距離 $|r'-r|$ と、加重係数weightの関係を示す図である。

[0035] 前述したように、従来のBilateral Filterでは、2つの引数画素値差分 $|V(r')-V(r)|$ と距離 $|r'-r|$ をそれぞれ指数とする2つの指数関数の積で表される加重係数のフィルタを使用した。しかし、本実施の形態のフィルタでは、2つの引数画素値差分 $|V(r')-V(r)|$ と距離 $|r'-r|$ の積で表される値を指数とする1つの指数関数で表される加重係数のフィルタを使用した。すなわち、2つの引数画素値差分 $|V(r')-V(r)|$ と距離 $|r'-r|$ は、一体になって、1つのガウス分布を表す指数関数の式の引数を構成する。

[0036] 色境界部では画素値差分 $|V'-V|$ が急激に大きくなると考えられる。従来のBilateral Filterでは、図3から分かるように、画素値差分 $|V'-V|$ が急激に大きくなると、いくら距離 $|r'-r|$ が近くて小さい値を取っていても加重係数は小さくなり無視されてしまう。その結果、本来色境界部上に載っているノイズを除去したくても除去できなくなる状況が発生していた。また、距離 $|r'-r|$ が大きくなると、画素値差分 $|V'-V|$ が小さくても加重係数は小さくなり無視されてしまう。その結果、長周期の色斑ノイズなどが除去しにくいという状況が発生していた。

[0037] 一方、本実施の形態のBilateral Filterでは、図4から分かるように、画素値差分 $|V'-V|$ が大きくなっても、距離 $|r'-r|$ が近くて小さい値を取っている場合は加重係数は1に近い値をとり無視されない。また、距離 $|r'-r|$ が大きくなっても、画素値差分 $|V'-V|$ が小さければ加重係数は1に近い値をとり無視されない。その結果、色境界部等の信号面内の急勾配部で偽色等の突出点状ノイズや、長周期に渡る色斑ノイズなどが適切に除去される。

[0038] なお、図3、図4において、画素値差分 $|V(r')-V(r)|$ の引数を A_n 、距離 $|r'-r|$ の引数を B_n とし、加重係数を $w(A_n, B_n)$ として表し、引数 A_n の異なる値を A_1, A_2 、引数 B_n の異なる値を B_1, B_2 とすると、図3においては、次式が成立する。すなわち、引数 A_1 と A_2 によ

る加重係数の間では、A1における断面とA2における断面で引数Bによる加重係数の変化率が同一ということを意味している。

$$w(A1,B1)/w(A1,B2) = w(A2,B1)/w(A2,B2) \quad \dots(13)$$

[0039] 一方、図4においては、次式が成立する。すなわち、引数A1とA2による加重係数の間では、A1における断面とA2における断面で引数Bによる加重係数の変化率が異なることを意味している。

$$w(A1,B1)/w(A1,B2) \neq w(A2,B1)/w(A2,B2) \quad \dots(14)$$

[0040] また、 $0 \leq A1 < A2$ 、 $0 \leq B1 < B2$ のとき、次式が成立する。すなわち、Aの値が大きくなるほど引数Bによる加重係数の変化率が大きくなることを意味している。

$$w(A1,B1)/w(A1,B2) < w(A2,B1)/w(A2,B2) \quad \dots(15)$$

[0041] また、図3においては、画素値差分 $|V(r')-V(r)|$ が大きくなると、距離 $|r'-r|$ が0近辺であっても、加重係数 w は指数関数的に小さくなる。また、距離 $|r'-r|$ が大きくなると、画素値差分 $|V(r')-V(r)|$ が0近辺であっても、加重係数 w は指数関数的に小さくなる。

[0042] 一方、図4においては、画素値差分 $|V(r')-V(r)|$ が0あるいは0近辺であると、距離 $|r'-r|$ が大きくなっても、加重係数 w は1あるいは1に近い値を示し、フィルタリングの演算の対象となる。また、距離 $|r'-r|$ が0あるいは0近辺であると、画素値差分 $|V(r')-V(r)|$ が大きくなっても、加重係数 w は1あるいは1に近い値を示し、フィルタリングの演算の対象となる。

[0043] (第2の実施の形態)

輝度成分のノイズ除去は一般に、ザラザラ感抑制に対し解像性の低下という共役な関係にある現象を伴う。また、第1の実施の形態のBilateral Filterやその他一般的なノイズ除去フィルタを実空間で行うと、さらに輝度の階調性を失う嫌いがある。前述の非特許文献1にも実空間でのBilateral Filterの多重回利用に関連して同様な指摘がある。

[0044] そこで、輝度成分をもう少し慎重に扱って階調性を失わないようにするため、敢えてハイパス成分を作り出してそれに対してノイズ除去処理を行うのがよい。それにはウェーブレット変換を用いると都合がよく、更に処理の大規模な高速化も望める。ウェーブレット変換による多重解像度を利用したノイズ除去法の例として、文献:S. Ranganath,

“Image Filtering Using Multiresolution Representations,” IEEE Pattern Analysis and Machine Intelligence Vol.13, No.5, May 1991, pp.426-440、あるいは、米国特許第5,708,693号明細書に開示がある。

[0045] 第2の実施の形態では、輝度面 \hat{Y} に対しウェーブレット変換をかけた後、第1の実施の形態の非分離加重型Bilateral Filterをかける。色差面 \hat{Cb} , \hat{Cr} には第1の実施の形態と同様にフィルタ処理をする。

[0046] 第2の実施の形態の画像処理装置の構成は、第1の実施の形態と同様であるので、図1を参照し、その説明を省略する。図5は、パーソナルコンピュータ1が処理する第2の実施の形態の画像処理の流れを示す図である。

[0047] 1) 画像データ入力、色空間変換

ステップS11では、線形RGB画像データを入力する。ステップS12では、均等ノイズ色空間 $\hat{Y}\hat{Cb}\hat{Cr}$ に変換する。ステップS11およびS12は、第1の実施の形態のステップS1とS2と同様である。

[0048] 2) ウェーブレット変換

ステップS13では、輝度信号に対してウェーブレット変換を行う。ウェーブレット変換とは、画像データを周波数成分に変換するものであり、画像の周波数成分をハイパス成分とローパス成分に分割する。本実施の形態では、5/3フィルタを用いて5段のウェーブレット変換をする。5/3フィルタは、ローパス成分をタップ数5(1次元5画素)のフィルタで生成し、ハイパス成分をタップ数3(1次元3画素)のフィルタで生成する。

[0049] ハイパス成分およびローパス成分の生成式は、次式で示される。ここで、 n は画素位置を示し、 $x[n]$ はウェーブレット変換を行う対象画像の画素値を示す。例えば、横方向に100画素ある場合は、 n は0～49である。下記式によりハイパス成分あるいはローパス成分を抽出すると、それぞれ、現在の画素数100の半分の50画素分のハイパス成分およびローパス成分のデータが抽出される。これを、横方向および縦方向に処理を行う。

$$\text{ハイパス成分: } d[n]=x[2n+1]-(x[2n+2]+x[2n])/2 \quad \dots(16)$$

$$\text{ローパス成分: } s[n]=x[2n]+(d[n]+d[n-1])/4 \quad \dots(17)$$

[0050] 以上の式を使用して、次のように、順次5段のウェーブレット変換をする。

第1段ウェーブレット変換:LL0(実空間) → LL1, LH1, HL1, HH1

第2段ウェーブレット変換:LL1 → LL2, LH2, HL2, HH2

第3段ウェーブレット変換:LL2 → LL3, LH3, HL3, HH3

第4段ウェーブレット変換:LL3 → LL4, LH4, HL4, HH4

第5段ウェーブレット変換:LL4 → LL5, LH5, HL5, HH5

[0051] 図6は、5段のウェーブレット変換によるサブバンド分割の様子を示す図である。例えば、第1段のウェーブレット変換では、実空間の画像データに対し、まず横方向にすべての行についてハイパス成分およびローパス成分のデータを抽出する。その結果、横方向に半分の画素数のハイパス成分およびローパス成分のデータが抽出される。それを、例えば実空間の画像データがあったメモリ領域右側にハイパス成分、左側にローパス成分を格納する。

[0052] 次に、メモリ領域右側に格納されたハイパス成分および左側に格納されたローパス成分のデータに対して、それぞれ縦方向にすべての列について、同様の上記式により、ハイパス成分およびローパス成分のデータを抽出する。その結果、メモリ領域右側のハイパス成分および左側のローパス成分のそれぞれから、さらにハイパス成分およびローパス成分のデータが抽出される。それらを、それぞれのデータがあったメモリ領域下側にハイパス成分、上側にローパス成分を格納する。

[0053] その結果、横方向にハイパス成分として抽出されたデータから縦方向にハイパス成分として抽出されたデータをHHと表し、横方向にハイパス成分として抽出されたデータから縦方向にローパス成分として抽出されたデータをHLと表し、横方向にローパス成分として抽出されたデータから縦方向にハイパス成分として抽出されたデータをLHと表し、横方向にローパス成分として抽出されたデータから縦方向にローパス成分として抽出されたデータをLLと表す。

[0054] 次に、第2段のウェーブレット変換では、第1段のウェーブレット変換で横方向にローパス成分として抽出されたデータから縦方向にローパス成分として抽出されたデータLLに対し、同様にハイパス成分及びローパス成分の抽出を行う。これを5段繰り返した結果が、図6の図である。

[0055] 3) ノイズ除去処理

次に、ノイズ除去処理、すなわちフィルタリング処理をする。ステップS15では、LL5成分のローパス側サブバンドの退避させておく。ステップS14では、LL5成分を除く全てのハイパス成分{(LH1, HL1, HH1),(LH2, HL2, HH2),(LH3, HL3, HH3),(LH4, HL4, HH4),(LH5, HL5, HH5)}に対して、第1の実施の形態で定義された非分離加重型Bilateral Filterを掛ける。このとき多重解像度利用によって実効フィルタリングサイズを簡単に稼ぐことができるので、各々のサブバンドに対する処理は $r_{th}=1.0\sim 2.0$ (5x5画素ぐらい)程度にとるとよい。これにより、処理の高速化が図れる。

[0056] ステップS16では、色差成分の \hat{Cr} , \hat{Cb} に対して、第1の実施の形態で定義された非分離加重型Bilateral Filterを掛ける。

[0057] 4) 逆ウェーブレット変換

ステップS17では、ステップS14、S15においてフィルタが掛けられたデータに対して、次のように逆ウェーブレット変換をかける。

第1段逆ウェーブレット変換: LL5, LH5, HL5, HH5 → LL4

第2段逆ウェーブレット変換: LL4, LH4, HL4, HH4 → LL3

第3段逆ウェーブレット変換: LL3, LH3, HL3, HH3 → LL2

第4段逆ウェーブレット変換: LL2, LH2, HL2, HH2 → LL1

第5段逆ウェーブレット変換: LL1, LH1, HL1, HH1 → LL0(実空間)

[0058] 5) 逆色空間変換

ステップS18では、第1の実施の形態と同様に、 $Y\hat{Cb}\hat{Cr}$ を R', G', B' に戻し、更に元の線形階調の R, G, B に戻す。

[0059] 6) 画像出力

ステップS19では、ノイズ除去された画像データを出力する。

[0060] このようにして、線形階調のRGB色空間の画像データが、いったん、均等ノイズ空間の画像データへ変換され、輝度信号にはウェーブレット変換をかけた後のハイパス成分に対してノイズ除去のフィルタリングが行なわれる。その後、輝度信号については逆ウェーブレット変換をかけ、ノイズ除去が行われた画像データを逆色空間変換し、元の線形階調のRGB色空間の画像データに戻し出力する。

[0061] ここで、本実施の形態の効果について説明する。従来のBilateral Filterが抱える急

傾斜部でノイズ除去効果が悪い点を改善するため、世の中ではTrilateral Filterのようなものが考えられている。例えば、文献:Prasun Choudhury et al., "The Trilateral Filter for High Contrast Images and Meshes," Eurographics Symposium on Rendering 2003, pp.1-11。

[0062] しかし、何もガウシアンを傾斜させるような第3番目の積分因子を導入する面倒で余計な処理をしなくても、本実施の形態のように、輝度成分で示したようにハイパス成分をとることにより傾斜成分を取り除くことができる。また、なによりも本発明の本質である引数積で定義された新しいBilateral Filter自身がそのような急傾斜部でもノイズ除去性能を発揮するので、より単純な処理で同様な効果を狙うことができる。

[0063] (変形例)

第1の実施の形態および第2の実施の形態で用いた色空間 $Y^{\wedge}Cb^{\wedge}Cr^{\wedge}$ は均等ノイズ空間であるが、均等色性の考慮にやや不備がある。従って、ここに均等ノイズ・擬似均等色空間を実現する例を示す。これにより第1の実施の形態および第2の実施の形態の均等ノイズ空間より色再現性を高めることができ、且つ従来の均等ノイズ空間と同様なノイズ除去性能の高い色空間を提供できる。

[0064] まず最初に、線形階調RGB表色系を、均等色空間を定義するとき通例用いられるXYZ表色系へ変換する。入力撮像素子に用いられているカラーフィルタの分光感度分布特性によってこの変換式はそれぞれ異なってくる。ここで、原刺激を単一スペクトルのR(700.0nm), G(546.1nm), B(435.8nm)としたCIE RGB表色系からCIE XYZ表色系への変換式の例を示すと、次の変換式の通りである。

$$X=2.7689R+1.7517G+1.1320B \quad \dots(18)$$

$$Y=1.0000R+4.5907G+0.0601B \quad \dots(19)$$

$$Z= \quad +0.0565G+5.5943B \quad \dots(20)$$

[0065] もう一つ別の例を挙げておく。最終的にsRGB色空間で表現されたカラー画像を扱う場合、線形階調に戻されたRGB値からXYZ値への変換は以下の式を利用する。

$$X=0.4124R+0.3576G+0.1805B \quad \dots(21)$$

$$Y=0.2126R+0.7152G+0.0722B \quad \dots(22)$$

$$Z=0.0193R+0.1192G+0.9505B \quad \dots(23)$$

[0066] 次に、線形階調のXYZ空間から均等ノイズ性を維持しつつ擬似的に均等色配分された知覚的な属性を表す非線形階調の $L^{\wedge}a^{\wedge}b^{\wedge}$ 空間へ次式により変換する。

$$L^{\wedge}=100*f(Y/Y_0) \quad \dots(24)$$

$$a^{\wedge}=500*[f(X/X_0)-f(Y/Y_0)] \quad \dots(25)$$

$$b^{\wedge}=200*[f(Y/Y_0)-f(Z/Z_0)] \quad \dots(26)$$

[0067] ここに、 X_0, Y_0, Z_0 は照明光によって定まる値であり、例えば、標準光D65下で2度視野の場合、 $X_0=95.045$ 、 $Y_0=100.00$ 、 $Z_0=108.892$ のような値をとる。また、非線形階調変換関数 $f(t)$ は以下の式(27)で定義する。ただし、変数 t は $t=(Y/Y_0)$ 、 $t=(X/X_0)$ 、 $t=(Z/Z_0)$ であり、 $0 \leq (Y/Y_0) \leq 1$ 、 $0 \leq (X/X_0) \leq 1$ 、 $0 \leq (Z/Z_0) \leq 1$ となるようにXYZ値の階調数の最大値で規格化された値をとる。

[数7]

【数7】

$$f(t) = \sqrt{t + \varepsilon} \quad \dots(27)$$

[0068] なお、原点と飽和点を規格化する必要がある場合は、以下の式を用いる。

[数8]

【数8】

$$f(t) = \frac{\sqrt{t + \varepsilon} - \sqrt{\varepsilon}}{\sqrt{1 + \varepsilon} - \sqrt{\varepsilon}} \quad \dots(28)$$

[0069] ε の値は、第1の実施の形態と同様な値を取ればよい。このように、均等ノイズ・擬似均等色空間で第1の実施の形態と同様なフィルタを使用するので、色再現性を高めながら適切なノイズの除去を行うことができる。

[0070] なお、上記実施の形態では、パーソナルコンピュータ1で処理を行う例を示したが、必ずしもこの内容に限定する必要はない。カメラなどの撮像装置の中で処理を行う場合であってもよい。また、他の装置であってもよい。すなわち、本発明は、画像データを扱うあらゆる装置に適用することができる。

[0071] 上記では、種々の実施の形態および変形例を説明したが、本発明はこれらの内容に限定されるものではない。本発明の技術的思想の範囲内で考えられるその他の態

様も本発明の範囲内に含まれる。

[0072] 次の優先権基礎出願の開示内容は引用文としてここに組み込まれる。

日本国特許出願2004年第367263号(2004年12月20日出願)

請求の範囲

- [1] 複数の画素からなる画像データに対して、各画素位置で着目画素を含む所定範囲内の画素の画素値を用いてフィルタリングを行う画像処理方法であって、
前記所定範囲内の各々の画素に対し、前記着目画素からの空間的な距離で定義される第1の引数と前記着目画素との信号強度の差で定義される第2の引数の2つの引数を定め、
前記所定範囲内の各々の画素に対して掛かるフィルタリングの加重係数を、前記第1の引数と前記第2の引数の積で表される1つのまとまった引数に基づいて求め、
前記求めた加重係数によるフィルタ係数を使用して、フィルタリングを行うことを特徴とする画像処理方法。
- [2] 複数の画素からなる画像データに対して、各画素位置で着目画素を含む所定範囲内の画素の画素値を用いてフィルタリングを行う画像処理方法であって、
前記所定範囲内の各々の画素に対し、前記着目画素からの空間的な距離で定義される第1の引数と、前記着目画素との信号強度の差で定義される第2の引数の2つの引数を定め、
前記所定範囲内の各々の画素に対して掛かるフィルタリングの加重係数を、前記第1の引数と前記第2の引数とに基づいて求め、
前記第1の引数の異なる値をA1、A2とし、前記第2の引数の異なる値をB1、B2とし、前記求める加重係数を $w(A_n, B_n)$ とするとき、
 $w(A1, B1) / w(A1, B2) \neq w(A2, B1) / w(A2, B2)$
が成立するように前記加重係数を求め、
前記求めた加重係数によるフィルタ係数を使用して、フィルタリングを行うことを特徴とする画像処理方法。
- [3] 請求項2に記載の画像処理方法において、
 $0 \leq A1 < A2$ 、 $0 \leq B1 < B2$ を満たすとき、
 $w(A1, B1) / w(A1, B2) < w(A2, B1) / w(A2, B2)$
が成立するように前記加重係数を求めることを特徴とする画像処理方法。
- [4] 請求項1から3のいずれかに記載の画像処理方法において、

前記第1の引数と前記第2の引数は、一体になって、1つのガウス分布を表す指数関数の式の引数を構成することを特徴とする画像処理方法。

- [5] 複数の画素からなる画像データ V (ベクトル r)に対して、各画素位置で着目画素ベクトル r を含む所定範囲内の画素ベクトル r' の画素値 V (ベクトル r')を用いてフィルタリングを行う画像処理方法であって、

[数1]

【数1】

$$V'(\bar{r}) = \frac{\int V(\bar{r}') \cdot \exp\left\{-\frac{|V(\bar{r}') - V(\bar{r})|^2}{\sigma_{th}^2} \cdot \frac{|\bar{r}' - \bar{r}|^2}{r_{th}^2}\right\} d\bar{r}'}{\int \exp\left\{-\frac{|V(\bar{r}') - V(\bar{r})|^2}{\sigma_{th}^2} \cdot \frac{|\bar{r}' - \bar{r}|^2}{r_{th}^2}\right\} d\bar{r}'}$$

ただし、ベクトル $r = \bar{r}$ 、ベクトル $r' = \bar{r}'$

ただし、 σ_{th} と r_{th} は定数、ベクトル r は画素の座標位置、
の数学的演算を行うことによって前記フィルタリングを行うことを特徴とする画像処理方法。

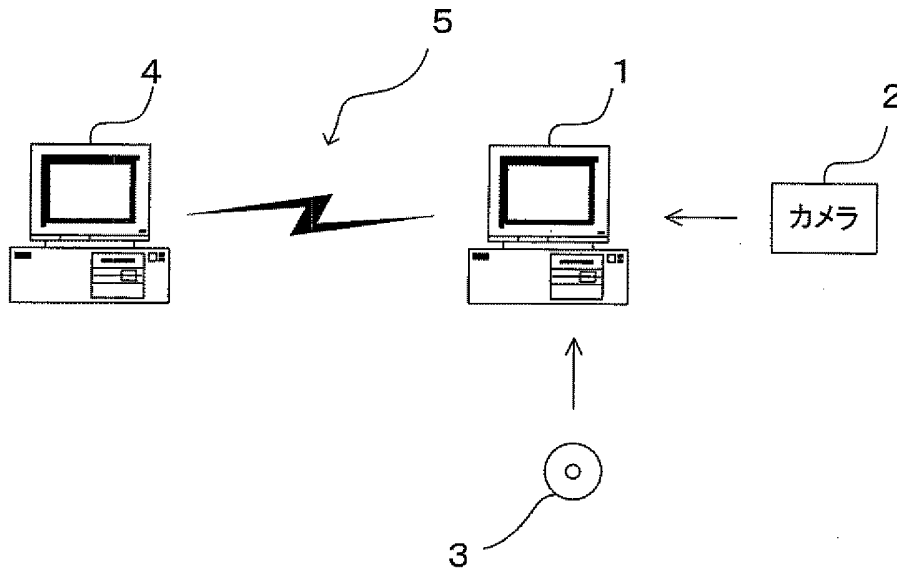
- [6] 請求項5に記載の画像処理方法において、
フィルタリングの前記所定範囲は、 r_{th} のおよそ2倍の範囲で積分することを特徴とする画像処理方法。
- [7] 請求項1から6のいずれかに記載の画像処理方法において、
前記画像データが色差成分のとき、前記所定範囲を1次元状にとり、すべての着目画素について前記一次元方向の第1のフィルタリングを行い、
前記第1のフィルタリングを行った後に、前記所定範囲を前記方向と直交する方向に1次元状にとり、すべての着目画素について前記方向と直交する方向の第2のフィルタリングを行うことを特徴とする画像処理方法。
- [8] 請求項1から6のいずれかに記載の画像処理方法において、

前記画像データが輝度成分のとき、前記所定範囲を2次元状にとり、すべての着目画素について前記フィルタリングを行うことを特徴とする画像処理方法。

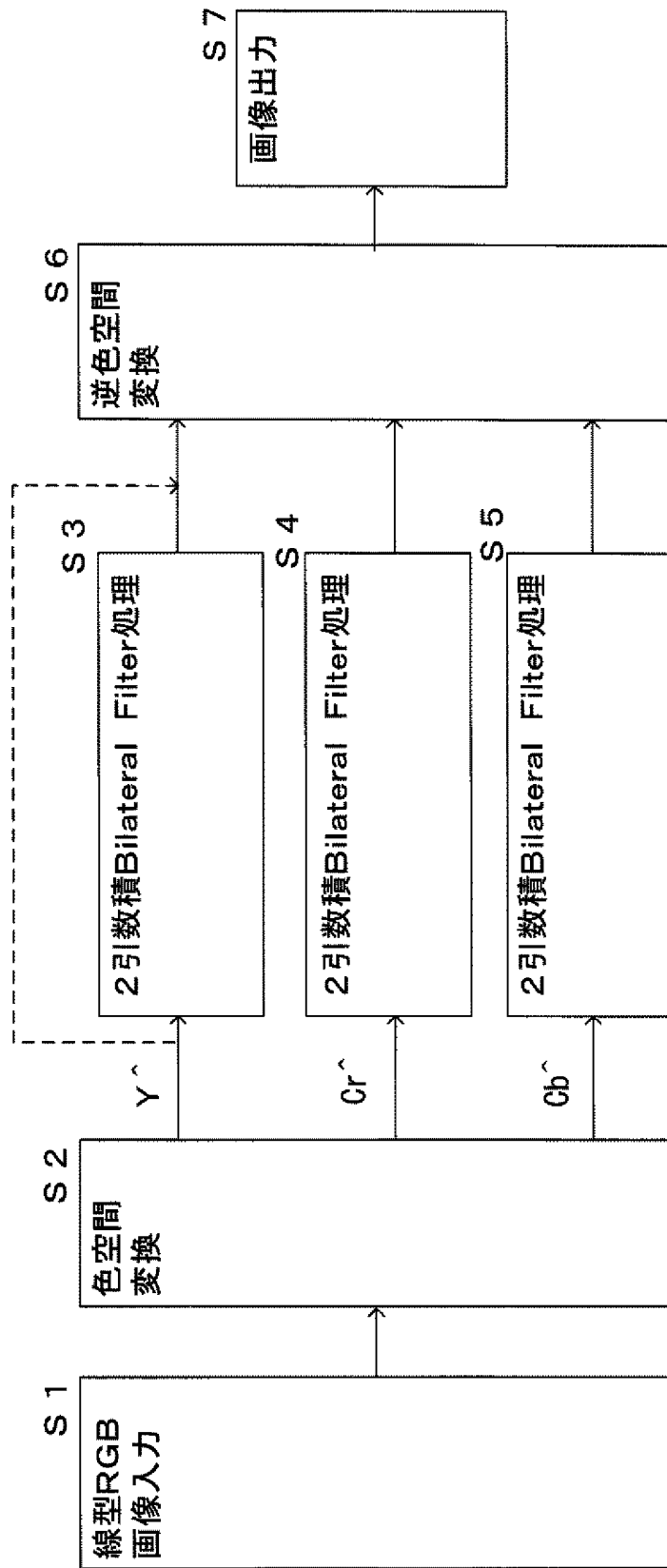
- [9] 請求項1から6のいずれかに記載の画像処理方法において、
前記画像データが輝度成分のとき、前記フィルタリングを輝度成分のハイパス成分に対して行うことを特徴とする画像処理方法。
- [10] 請求項1から9のいずれかに記載の画像処理方法において、
前記フィルタリングを、前記画像データについてウェーブレット変換を行なった後のウェーブレット変換係数に対して行うことを特徴とする画像処理方法。
- [11] 複数の画素からなる画像データに対して、各画素位置で着目画素を含む所定範囲内の画素の画素値を用いてフィルタリングを行う画像処理方法であって、
着目画素からの空間的な距離で定義される第1の要素と着目画素との信号強度の差で定義される第2の要素を定め、
前記所定範囲内の各々の画素に対して、前記第1の要素と前記第2の要素とに基づいて前記着目画素のフィルタリングの演算の対象とする程度を示す加重係数を求め、
前記加重係数を求めるとき、前記第1の要素が実質的に0に近い値のとき、前記第2の要素の値にかかわらず前記フィルタリングの演算の対象とするよう前記加重係数を求め、前記第2の要素が実質的に0に近い値のとき、前記第1の要素の値にかかわらず前記フィルタリングの演算の対象とするよう前記加重係数を求めることを特徴とする画像処理方法。
- [12] コンピュータ読み込み可能なコンピュータプログラム製品であって、
請求項1から11のいずれかに記載の画像処理方法をコンピュータまたは画像処理装置に実行させる画像処理プログラムを有する。
- [13] 請求項12のコンピュータプログラム製品において、前記コンピュータプログラム製品は前記画像処理プログラムを記録したコンピュータ読みとり可能な記録媒体である。
- [14] 画像処理装置であって、
請求項1から11のいずれかに記載の画像処理方法を実行する制御装置を有する。

[図1]

【図1】



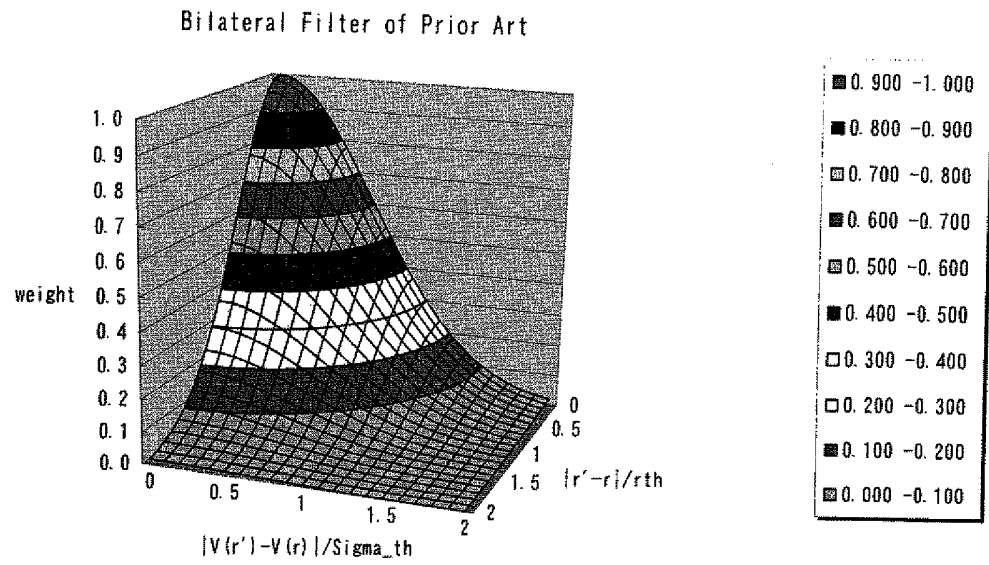
[圖2]



【圖2】

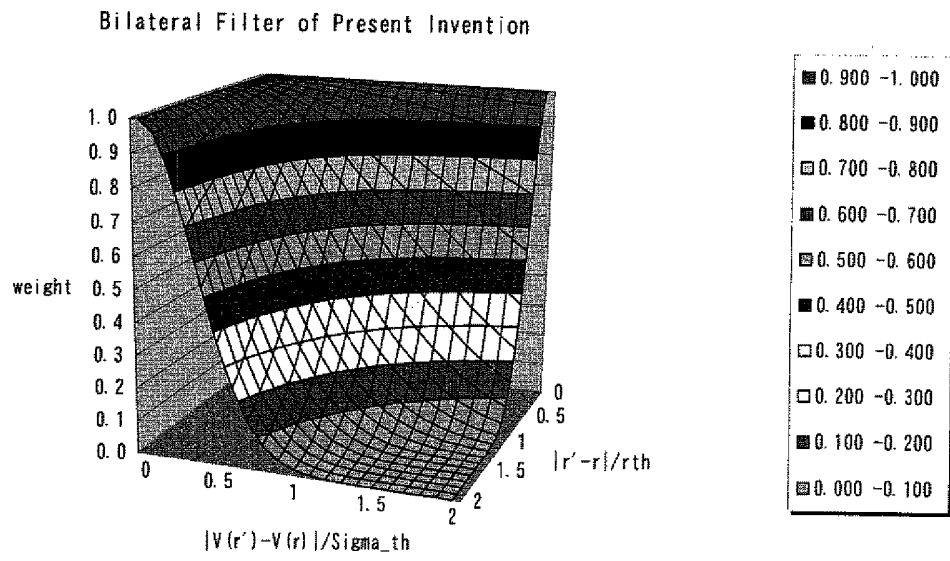
[図3]

【図3】



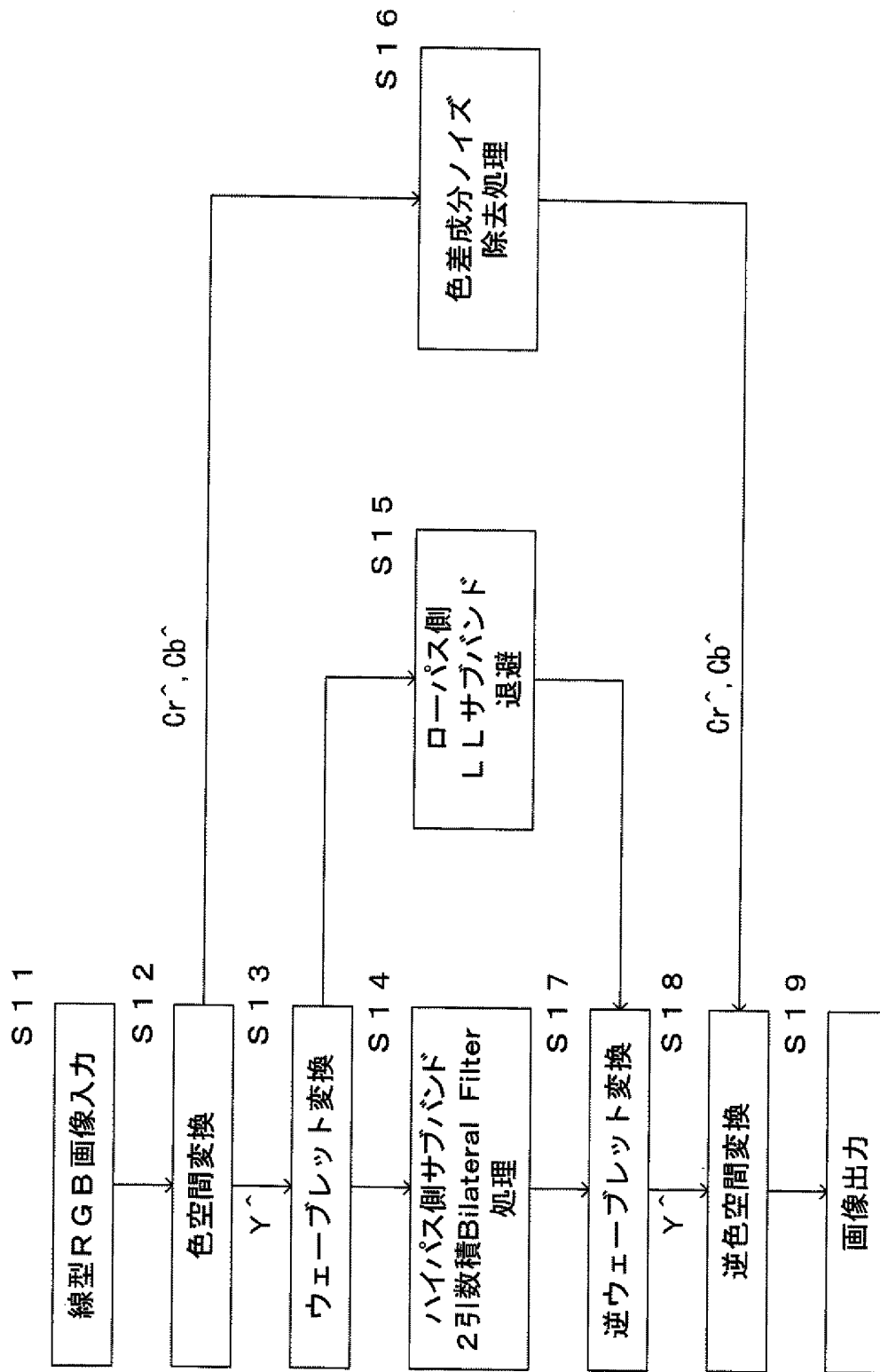
[図4]

【図4】

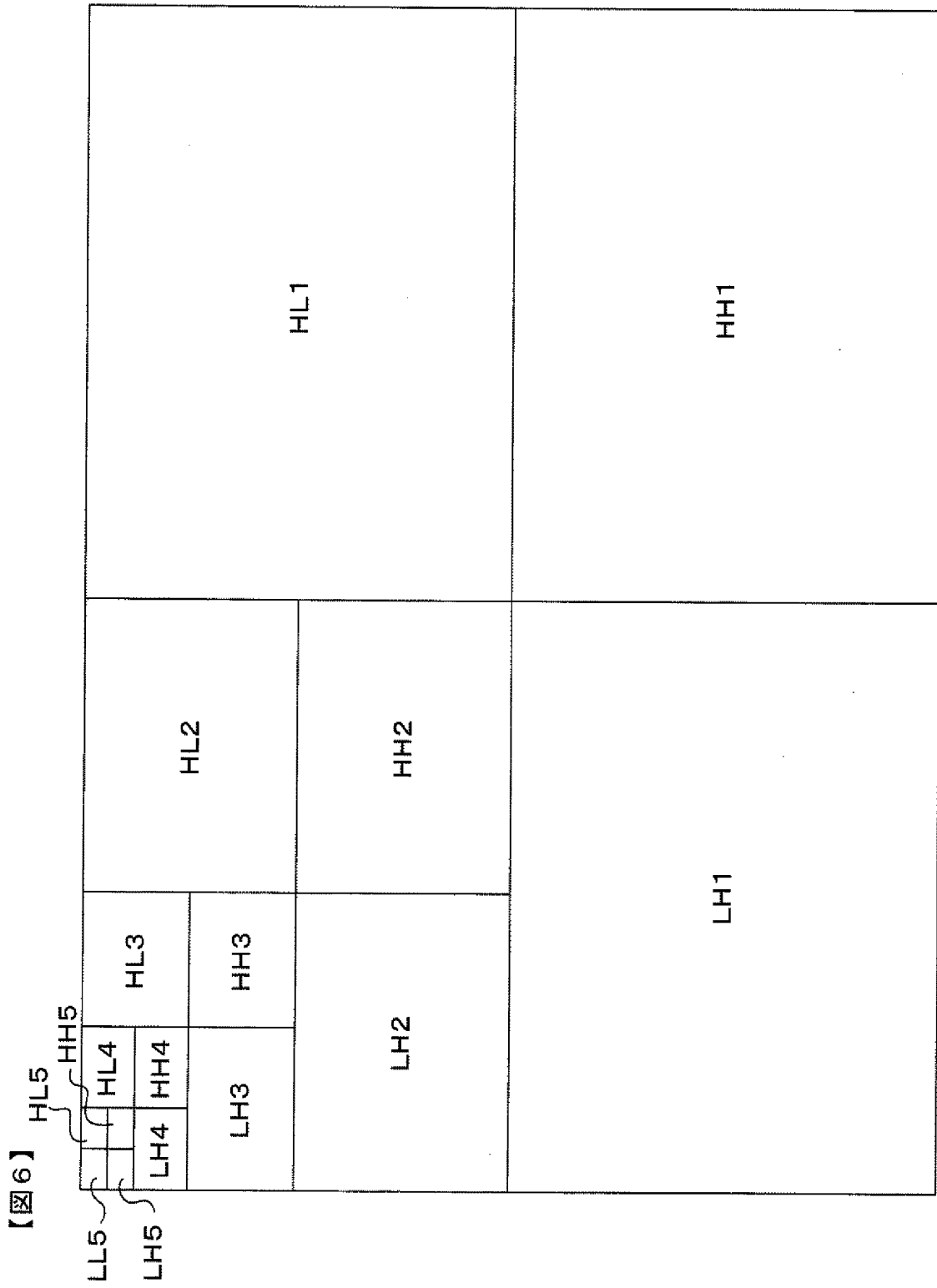


[図5]

【図5】



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/023037

<p>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G06T5/20 (2006.01)</p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>												
<p>B. FIELDS SEARCHED</p> <p>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G06T5/20</p> <p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2006 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2006 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2006</p> <p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)</p>												
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>JP 2004-536518 A (Hewlett-Packard Co.), 02 December, 2004 (02.12.04), Full text; all drawings & WO 03/009231 A & US 2002/0186309 A1</td> <td>1-14</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>C.Tomasi et al., "Bilateral Filtering for Gray and Color Images", In: Proceeding of the 1998 IEEE international Conference on Computer Vision, Bombay, India.</td> <td>1-14</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	A	JP 2004-536518 A (Hewlett-Packard Co.), 02 December, 2004 (02.12.04), Full text; all drawings & WO 03/009231 A & US 2002/0186309 A1	1-14	A	C.Tomasi et al., "Bilateral Filtering for Gray and Color Images", In: Proceeding of the 1998 IEEE international Conference on Computer Vision, Bombay, India.	1-14	
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.										
A	JP 2004-536518 A (Hewlett-Packard Co.), 02 December, 2004 (02.12.04), Full text; all drawings & WO 03/009231 A & US 2002/0186309 A1	1-14										
A	C.Tomasi et al., "Bilateral Filtering for Gray and Color Images", In: Proceeding of the 1998 IEEE international Conference on Computer Vision, Bombay, India.	1-14										
<p><input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.</p>												
<p>* Special categories of cited documents:</p> <table border="0"> <tr> <td>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</td> <td>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</td> </tr> <tr> <td>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</td> <td>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</td> </tr> <tr> <td>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</td> <td>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</td> </tr> <tr> <td>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</td> <td>"&" document member of the same patent family</td> </tr> <tr> <td>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</td> <td></td> </tr> </table>			"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention	"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone	"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art	"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family	"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention											
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone											
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art											
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family											
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed												
<p>Date of the actual completion of the international search 22 March, 2006 (22.03.06)</p>		<p>Date of mailing of the international search report 04 April, 2006 (04.04.06)</p>										
<p>Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office</p>		<p>Authorized officer</p>										
<p>Facsimile No.</p>		<p>Telephone No.</p>										

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. G06T5/20 (2006, 01)

B. 調査を行った分野
 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. G06T 5/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2006年
日本国実用新案登録公報	1996-2006年
日本国登録実用新案公報	1994-2006年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2004-536518 A (ヒューレット・パカード・カンパニー) 2004. 12. 02 全文, 全図 & WO 03/009231 A & US 2002/0186309 A1	1-14
A	C. Tomasi et al. ' Bilateral Filtering for Gray and Color Images ' In: Proceeding of the 1998 IEEE international Conference on Computer Vision, Bombay, India.	1-14

C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献
「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)	「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 22. 03. 2006	国際調査報告の発送日 04. 04. 2006
----------------------------	----------------------------

国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) ▲広▼島 明芳 電話番号 03-3581-1101 内線 3531	5H 9853
--	--	---------