

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2007年7月5日 (05.07.2007)

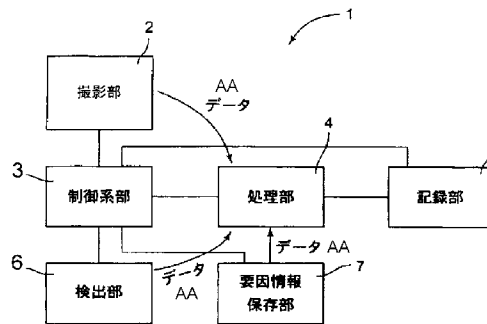
PCT

(10) 国際公開番号
WO 2007/074687 A1

- (51) 国際特許分類: *H04N 5/232* (2006.01) *G06T 5/20* (2006.01) *G03B 5/00* (2006.01) *H04N 101/00* (2006.01) 3920131 長野県諏訪市大字湖南4529番地 Nagano (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2006/325329 (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 高橋 史紀 (TAKAHASHI, Fuminori) [JP/JP]; 〒3920021 長野県諏訪市上川1丁目1538番地 日東光学株式会社上諏訪工場内 Nagano (JP).
- (22) 国際出願日: 2006年12月20日 (20.12.2006) (74) 代理人: アイアット国際特許業務法人 (IAT WORLD PATENT LAW FIRM); 〒1631127 東京都新宿区西新宿6丁目2番1号新宿スクエアタワー27階 Tokyo (JP).
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (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, GT, [続葉有]
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: 特願 2005-374345 2005年12月27日 (27.12.2005) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日東光学株式会社 (NITTOH KOGAKU K.K.) [JP/JP]; 〒

(54) Title: IMAGE PROCESSING DEVICE

(54) 発明の名称: 画像処理装置



- 2 IMAGING UNIT
- 3 CONTROL SYSTEM UNIT
- 6 DETECTION UNIT
- AA DATA
- 4 PROCESSING UNIT
- 5 RECORDING UNIT
- 7 FACTOR INFORMATION STORAGE UNIT

(57) Abstract: Provided is an image processing device capable of surely executing restoration of an image subjected to a non-linear correction. The image processing device includes a processing unit (4) for restoring an original image not subjected to a non-linear correction or subjected to a non-linear correction from original image data having a change such as degradation and subjected to a predetermined non-linear correction. The processing unit (4) repeatedly performs a process by using original image data not subjected to non-linear correction obtained by inverse-non-linearly correcting data on change factor information as a factor of an image change and original image data subjected to a non-linear correction or original image data subjected to a non-linear correction, so as to gradually generate comparison data for approximating the original image data subjected to a non-linear correction or the original image data not subjected to non-linear correction or so that the original image data subjected to the non-linear correction gradually approaches zero, thereby performing a basic process to generate data on the original image or the data on the original image subjected to the non-linear correction.

(57) 要約: 非線形補正が施された画像の復元を確実に実行可能にした画像処理装置を提供する。劣化等の変化が生じた画像であって所定の非線形補正が施された非線形補正済み原画像データから、非線形補正が施されない元画像または非線形補正済み元画像の復元をする処理部4を有し、この処理部4が、画像変化の要因となる変化要因情報のデータ、および非線

[続葉有]

WO 2007/074687 A1



HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

(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, 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,

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。

形補正済み原画像データもしくは非線形補正済み原画像データに対し逆非線形補正を行って得られた非線形補正が施されていない非線形補正無し原画像データ、を利用しての繰り返し処理により、非線形補正済み原画像データまたは非線形補正無し原画像データに近似する比較用データを徐々に生成し、または非線形補正済み原画像データのエネルギーを徐々に零に近似させることで、元画像のデータまたは非線形補正済み元画像のデータを生成する基本処理を行う。

明 細 書

画像処理装置

技術分野

[0001] 本発明は、画像処理装置に関する。

背景技術

[0002] デジタルカメラ等の画像処理装置で被写体を撮影すると、通常撮影される画像にはガンマ補正がなされ、出力される。ガンマ補正とは、画像がどの色のデータと、それが実際に出力される際の信号の相対関係を調節して、より自然に近い表示を得るための補正で、ガンマ値とは画像の明るさの変化に対する電圧換算値の変化である。このガンマ値は、通常非線形となる。また、その撮影される画像には時々ぶれ等の劣化が生ずる。そこで、劣化画像から高品位の復元画像を得るため、まず、逆ガンマ補正を行い、次いで、撮像装置の特性情報等に基づいて劣化関数を生成し、この劣化関数に基づいて、復元画像を生成する画像処理装置が提案されている(特許文献1要約書参照)。

[0003] 特許文献1:特開2000-20691号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら伝達関数等の劣化関数は、通常ノイズ等に弱く、その値が大きく変動する。このため、得られる復元画像は、ぶれ等がない状態で撮影した画像とはほど遠いものとなり、実際には利用できない場合がある。また、ノイズ等を考慮した復元を行う場合、連立方程式の解の特異値分解等で解を推定する方法も採用できるが、その推定のための計算値が天文学的な大きさになり、実際的には解くことができなくなるリスクが高い。

[0005] そこで本発明が解決しようとする課題は、非線形補正が施された画像の復元を確実に実行可能にした画像処理装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0006] 上記課題を解決するため、本発明の画像処理装置は、劣化等の変化が生じた画

像であって所定の非線形補正が施された非線形補正済み原画像データから、変化する前の画像もしくは本来撮影されるべきであった画像またはそれらの近似画像であって非線形補正が施されていない画像(以下、元画像という)またはその元画像に非線形補正が施されている画像(以下、非線形補正済み元画像という)の復元をする処理部を有し、処理部が、画像変化の要因となる変化要因情報のデータ、および非線形補正済み原画像データもしくは非線形補正済み原画像データに対し逆非線形補正を行って得られた非線形補正が施されていない非線形補正無し原画像データ、を利用しての繰り返し処理により、非線形補正済み原画像データまたは非線形補正無し原画像データに近似する比較用データを徐々に生成し、または非線形補正済み原画像データのエネルギーを徐々に零に近似させることで、元画像のデータまたは非線形補正済み元画像のデータを生成する基本処理を行っている。

[0007] この発明によれば、非線形補正済み原画像データから、変化要因情報のデータ、および非線形補正済み原画像データもしくは非線形補正無し原画像データを利用して、元画像のデータまたは非線形補正済み元画像のデータを徐々に生成していく処理を繰り返すため、非線形補正が施された画像の復元を確実に実行可能にしている。

[0008] 他の発明に係る画像処理装置は、上述した発明に加え、基本処理で生成された元画像のデータに新たな非線形補正を施す事後処理を行っている。この構成を採用することにより、非線形補正済み原画像データに施されていた非線形補正の内容と同一の非線形補正や異なる非線形補正を、生成した元画像のデータに施すことができる。

[0009] 他の発明に係る画像処理装置は、上述した発明に加え、処理部が、基本処理に先立って、非線形補正済み原画像データに対し、逆非線形補正を行って非線形補正無し原画像データを得る事前処理を行っている。この構成を採用することにより、非線形補正無し原画像データを確実に得た上で、基本処理を行うことができるため、基本処理の際に非線形補正の影響を考慮する必要がなくなる。

[0010] 他の発明に係る画像処理装置は、上述した発明に加え、処理部は、基本処理に当たって、変化要因情報のデータを利用して任意の画像データから比較用データを生

成し、事前処理で得られた非線形補正無し原画像データと、比較用のデータとを比較し、得られた差分のデータを利用して復元データを生成し、この復元データを任意の画像データの代わりに使用し、同様の処理を繰り返す繰り返し処理を行っている。

[0011] この構成を採用することにより、変化要因情報のデータを利用して、所定のデータを生成することだけで基本処理を行っているので、ハードウェア的な増加はほとんど無く、装置が大型化しない。また、任意の画像データから比較用データを作り、非線形補正無し原画像データと、比較用のデータとを比較するという処理を繰り返し、徐々に元画像データを得るので、現実的な復元作業となる。このため、画像の復元に当たって、現実性のある回路処理方式を有する画像処理装置とすることができる。

[0012] 他の発明に係る画像処理装置は、上述した発明に加え、処理部は、変化要因情報のデータを利用して任意の画像データから比較用データを生成し、比較用データに所定の非線形補正を施して非線形補正済み比較用データを生成し、非線形補正済み原画像データと、非線形補正済み比較用のデータとを比較し、得られた差分のデータを利用して復元データを生成し、この復元データを任意の画像データの代わりに使用し、同様の処理を繰り返す基本処理を行っている。

[0013] この構成を採用することにより、変化要因情報のデータを利用して、所定のデータを生成することだけで基本処理を行っているので、ハードウェア的な増加はほとんど無く、装置が大型化しない。また、任意の画像データから非線形補正済み比較用データを作り、非線形補正済み原画像データと、非線形補正済み比較用データとを比較するという処理を繰り返し、徐々に非線形補正済み元画像データを得るので、現実的な復元作業となる。このため、画像の復元に当たって、現実性のある回路処理方式を有する画像処理装置とすることができる。

[0014] 他の発明に係る画像処理装置は、上述した発明に加え、処理部は、基本処理の際、非線形補正済み原画像データのエネルギーの値が、所定値以下または所定値より小さくなったら、もしくは比較用データと、その比較用データの比較対象となる画像データとの差分のデータの値が、所定値以下または所定値より小さくなったら、基本処理を停止させる処理を行っている。この構成を採用することにより、これらの値が「0」にならなくても処理を停止させるので、処理の長時間化を防止することができる。また

、所定値以下としているので、近似する復元データは元画像または非線形補正済み元画像により近いものとなる。さらに、ノイズなどがあった場合、これらの値が「0」になることが現実的にはあり得ない状況が生じがちであるが、そのような場合であっても無限に処理を繰り返すことにはならない。

[0015] 他の発明に係る画像処理装置は、上述した発明に加え、処理部は、基本処理の際、繰り返しの回数が所定回数となったら停止させる処理を行っている。この構成を採用することにより、無限に処理を繰り返すことにはならない。

[0016] 他の発明に係る画像処理装置は、上述した発明に加え、処理部は、基本処理の際、繰り返しの回数が所定回数に到達したときにおける、非線形補正済み原画像データのエネルギーの値が、所定値以下または所定値より小さくなったら、もしくは比較用データと、その比較用データの比較対象となる画像データとの差分のデータの値が、所定値以下または所定値より小さい場合は基本処理を停止し、所定値より超えるまたは所定値以上の場合は、さらに所定回数繰り返す処理を行っている。この構成を採用することにより、基本処理の繰り返し回数と、これらの値とを組み合わせるようになっているので、単に基本処理の繰り返し回数に制限を加えたり、これらの値に制限を行う場合に比較して、画像の良さと処理時間の短さのバランスが取れた処理とすることができる。

[0017] 他の発明に係る画像処理装置は、上述した発明に加え、処理部は、基本処理に当たって、変化要因情報のデータを利用して、所定の画像データから比較用データを生成し、非線形補正済み原画像データもしくは非線形補正無し原画像データと比較用データを比較し、得られた差分のデータが所定値以下または所定値より小さい場合は処理を停止し、比較用データの元となった所定の画像データを、元画像のデータとして扱い、差分が所定値より大きいまたは所定値以上の場合は、差分のデータを、変化要因情報のデータを利用して所定の画像データに配分することで、復元データを生成し、この復元データを所定の画像データに置き換えて同様の処理を繰り返す繰り返す処理を行うことで元画像のデータを生成している。

[0018] この構成を採用することにより、変化要因情報のデータを利用して、比較用データを生成し、非線形補正済み原画像データもしくは非線形補正無し原画像データとの

比較をし、差分が大きいときのみ元画像のデータを生成しているため、ハードウェア的な増加はほとんど無く、装置が大型化しない。また、復元データから比較用データを作り、その比較用データと処理対象の原画像のデータを比較するという処理を繰り返し、徐々に元画像を得るので、現実的な復元作業となる。このため、画像の復元に当たって、現実性のある回路処理方式を有する画像処理装置とすることができる。

[0019] 他の発明に係る画像処理装置は、上述した発明に加え、処理部は、繰り返し処理の際、繰り返しの回数が所定回数となったら停止させる処理を行っている。この構成を採用することにより、差分が「0」になってもならなくても処理を停止させるので、処理の長時間化を防止することができる。また、所定回数まで処理を継続させているので、復元データは元画像データにより近いものとなる。さらに、ノイズなどがあつた場合、差分が「0」にならない状況が現実的には生じがちであるが、そのような場合、無限に処理を繰り返すことになってしまうが、この構成を採用すると、そのような問題が生じない。

発明の効果

[0020] 本発明では、非線形補正が施された画像の復元を確実に実行可能にした画像処理装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]本発明の第1の実施の形態に係る画像処理装置の主要構成を示すブロック図である。

[図2]図1に示す画像処理装置の概要を示す外観斜視図で、角速度センサの配置位置を説明するための図である。

[図3]図1に示す画像処理装置の処理部で行う画像復元処理方法(反復処理)に係る処理ルーチンを説明するための処理フロー図である。

[図4]図3に示す処理方法の概念を説明するための図である。

[図5]図3に示す処理方法を、手ブレを例にして具体的に説明するための図で、手ブレのないときのエネルギーの集中を示す表である。

[図6]図3に示す処理方法を、手ブレを例にして具体的に説明するための図で、手ブレのないときの画像データを示す図である。

[図7]図3に示す処理方法を、手ブレを例にして具体的に説明するための図で、手ブレが生じたときのエネルギーの分散を示す図である。

[図8]図3に示す処理方法を、手ブレを例にして具体的に説明するための図で、任意の画像から比較用データを生成する状況を説明するための図である。

[図9]図3に示す処理方法を、手ブレを例にして具体的に説明するための図で、比較用データと、処理対象となるぶれた原画像とを比較して、差分のデータを生成する状況を説明するための図である。

[図10]図3に示す処理方法を、手ブレを例にして具体的に説明するための図で、差分のデータを配分し任意の画像に加えることで復元データを生成する状況を説明するための図である。

[図11]図3に示す処理方法を、手ブレを例にして具体的に説明するための図で、生成された復元データから新たな比較用データを生成し、そのデータと処理対象となるぶれた原画像とを比較して差分のデータを生成する状況を説明するための図である。

[図12]図3に示す処理方法を、手ブレを例にして具体的に説明するための図で、新たに生成された差分のデータを配分し、新たな復元データを生成する状況を説明するための図である。

[図13]本発明の第2の実施の形態に係る画像処理装置の処理部で行う画像復元処理方法(反復処理)に係る処理ルーチンを説明するための処理フロー図である。

[図14]本発明の第3の実施の形態に係る処理部で行う処理方法の概念を説明するための図である。

[図15]本発明の第3の実施の形態に係る画像処理装置の処理部で行う画像復元処理方法に係る処理ルーチンを説明するための処理フロー図である。

符号の説明

- [0022] 1, 1A, 1B 画像処理装置
- 2 撮像部
 - 3 制御系部
 - 4 処理部

- 5 記録部
- 6 検出部
- 7 要因情報保存部
- Io 初期画像のデータ(任意の画像のデータ)
- Io' 比較用データ
- cIo' 補正済み比較用データ
- G 変化要因情報のデータ(劣化要因情報のデータ)
- Ga 点像関数の重心値
- Img' 原画像のデータ(撮影された画像)
- cImg' 補正済み原画像データ
- k 配分比
- Io+n 復元データ(復元画像のデータ)
- Io+m 復元データ(復元画像のデータ)
- Img 劣化のない本来の正しい画像のデータ(元画像)
- cImg 非線形補正済み元画像データ
- e 原画像画素エネルギー
- e_n 配分画素エネルギー
- $\text{sum}(e_n)$ 配分画素エネルギーの総和
- γ 非線形補正関数
- $n\gamma$ 新たな非線形補正関数
- δ 差分のデータ(Img' と Io' との差分のデータ)
- δ' 差分のデータ(cImg' と cIo' との差分のデータ)
- R_n 復元領域データ

発明を実施するための最良の形態

[0023] (第1の実施の形態)

以下、本発明の第1の実施の形態に係る画像処理装置1について図を参照しながら説明する。なお、この画像処理装置1は、民生用のカメラとしているが、監視用カメラ、テレビ用カメラ、ハンディタイプのビデオカメラ、内視鏡カメラ、等他の用途のカメラ

としたり、顕微鏡、双眼鏡、さらにはNMR撮影等の画像診断装置等、カメラ以外の機器にも適用できる。

[0024] 図1には画像処理装置1の構成の概要を示している。画像処理装置1は、人物等の画像を撮影する撮像部2と、その撮像部2を駆動する制御系部3と、撮像部2で撮影された画像を処理する処理部4と、を有している。また、この実施の形態に係る画像処理装置1は、さらに処理部4で処理された画像を記録する記録部5と、角速度センサ等からなり、画像劣化など変化の要因となる変化要因情報を検知する検出部6と、画像劣化等を生じさせる既知の変化要因情報を保存する要因情報保存部7を有する。

[0025] 撮像部2は、レンズを有する撮影光学系やレンズを通過した光を電気信号に変換するCCDやC-MOS等の撮影素子を備える部分である。制御系部3は、撮像部2、処理部4、記録部5、検出部6、及び要因情報保存部7等、画像処理装置内の各部を制御するものである。

[0026] 処理部4は、画像処理プロセサで構成されており、ASIC(Application Specific Integrated Circuit)のようなハードウェアで構成されている。処理部4は、検出する手ブレ等の振動検出のためのサンプリング周波数を発生させていると共にそのサンプリング周波数を検出部6に供給している。また処理部4は、振動検出の開始と終了を制御している。さらに処理部4は、画像データから既知の非線形補正を除去する逆非線形補正を施す処理を行い、画像データに対して新たな非線形補正を施す処理を行うことがある。ここで、非線形補正は、明るさおよび色の調整等のいわゆるガンマ補正等の他に、JPEG (Joint Photographic Experts Group) 圧縮処理、画像のコントラスト調整処理等である。

[0027] また、この処理部4には、後述する比較用データを生成する際の元となる画像のデータ、逆非線形補正および新たな非線形補正を施す処理を行う際に用いる補正関数が保管されることもある。さらに処理部4は、ASICのようなハードウェアとして構成されるのではなく、ソフトウェアで処理する構成としても良い。記録部5は、半導体メモリで構成されているが、ハードディスクドライブ等の磁気記録手段、またはDVD等を使用する光記録手段等を採用しても良い。

- [0028] 検出部6は、図2に示すように、画像処理装置1の光軸であるZ軸に対して垂直方向となるX軸、Y軸の回りの速度を検出する2つの角速度センサを備えるものである。ところで、カメラで撮影する際の手ブレは、X方向、Y方向、Z方向の各方向への移動、Z軸回りの回動も生ずるが、各変動により最も大きな影響を受けるのは、Y軸回りの回転とX軸回りの回転である。これら2つの変動は、ほんのわずかに変動しただけで、その撮影された画像は大きくぼける。このため、この実施の形態では、図2のX軸回りとY軸回りの2つの角速度センサのみを配置している。しかし、より完全を期すためZ軸回りの角速度センサをさらに付加したり、X方向やY方向への移動を検出するセンサを付加しても良い。また、使用するセンサとしては、角速度センサではなく、角加速度センサとしても良い。
- [0029] 要因情報保存部7は、既知の劣化要因情報などの変化要因情報、たとえば光学系の収差および／または検出された振動に基づいて算出された点像関数等を保存しておく記録部である。要因情報保存部7で記録された点像関数は、たとえばその算出後の直近に撮影された原画像の復元処理の際に、処理部4で用いられる。ここで、原画像の復元処理を実行する時期は、撮影用の電源がオフされている時、処理部4が稼働していない時、処理部4の稼働率が低い時等、原画像を撮影した時期から遅らせた時期とすることができる。その場合には、記録部5に保存された原画像データおよび、要因情報保存部7に保存された、その原画像についての点像関数等の変化要因情報が、それぞれが関連づけられた状態で長期間に渡り保存される。このように、原画像の復元処理を実行する時期を、原画像を撮影した時期から遅らせる利点は、種々の処理を伴う撮影時の処理部4の負担を軽減できることである。
- [0030] 次に、以上のように構成された第1の実施の形態に係る画像処理装置1の処理部4の画像復元処理方法の概要を、図3に基づいて説明する。
- [0031] 図3中、「 I_0 」は、任意の初期画像であって、処理部4の記録部に予め保存されている画像のデータである。「 I_0' 」は、その初期画像のデータの I_0 の劣化画像のデータを示し、比較のための比較用データである。「G」は、検出部6で検出された変化要因情報(=劣化要因情報(点像関数))のデータで、処理部4の記録部に保存されるものである。「Img'」は、撮影された画像、すなわち劣化画像のデータ(原画像のデータ)

である。「cImg'」は、原画像データImg'に非線形補正が施された非線形補正済み原画像データである。「 γ 」は、非線形補正済み原画像データcImg'に施されている、既知の非線形補正関数である。

- [0032] 「 δ 」は、原画像データImg'と、比較用データ I_0' との差分のデータである。「k」は、変化要因情報のデータに基づく配分比である。「 I_{0+} 」は、初期画像のデータ I_0 に、差分のデータ δ を変化要因情報のデータGに基づいて配分して新たに生成した復元画像のデータ(復元データ)である。「Img」は、元画像のデータで、非線形補正がされていないデータである。「 $n\gamma$ 」は、元画像のデータImgに施す、新たな非線形補正関数である。「cImg」は、元画像データImgに新たな非線形補正関数 $n\gamma$ を施した、非線形補正済み元画像データである。ここで、ImgとImg'の関係は、次の(1)式で、Img'とcImg'との関係は、次の(2)式で、ImgとcImgとの関係は、次の(3)式で、それぞれ現されたとする。

$$\text{Img}' = \text{Img} * G \quad \dots\dots(1)$$

$$\text{cImg}' = \text{Img}' \times \gamma \quad \dots(2)$$

$$\text{cImg} = \text{Img} \times n\gamma \quad \dots\dots(3)$$

ここで、「*」は、重畳積分を表す演算子である。

- [0033] なお、差分のデータ δ は、対応する画素の単純な差分でも良い場合もあるが、一般的には、変化要因情報のデータGにより異なり、次の(4)式で現される。

$$\delta = f(\text{Img}', \text{Img}, G) \quad \dots(4)$$

- [0034] 処理部4の処理ルーチンは、まず、撮影データ等の処理対象となるデータに逆非線形補正を施す(ステップS100)。これは、撮影データ等は画像の質を上げるべく非線形補正が施されているためである。すなわち、ステップS100では、非線形補正が施され、且つ、手ブレにより劣化している非線形補正済み原画像データcImg'から、逆非線形補正により原画像データImg'を得る。一方、このステップS100より前、同時またはそれより後に、任意の画像データ I_0 を用意する(ステップS101)。この初期画像のデータ I_0 としては、劣化している原画像のデータImg'を用いても良く、また、黒ベタ、白ベタ、灰色ベタ、市松模様等のような画像のデータを用いても良い。ステップS102で、(1)式のImgの代わりに初期画像となる任意の画像のデータ I_0 を入

れ、劣化画像である比較用データ I_0' を求め、処理部4の所定のデータ領域に格納する。次に、原画像データ Img' と比較用データ I_0' とを比較し、差分のデータ δ を算出する(ステップS103)。

[0035] 次に、ステップS104で、この差分のデータ δ が所定値以上であるか否かを判断し、所定値以上であれば、ステップS105で新たな復元画像のデータ(=復元データ)を生成する処理を行う。すなわち、差分のデータ δ を変化要因情報のデータGに基づいて、任意の画像データ I_0 に配分し、新たな復元データ I_{0+n} を生成する。その後、ステップS102, S103, S104を繰り返す。

[0036] ステップS104において、差分のデータ δ が所定値より小さい場合、繰り返しの処理を終了する。そして、繰り返しの処理を終了した時点での復元データ I_{0+n} を元画像のデータ Img と推定する(ステップS106)。すなわち、差分データ δ が所定値より小さくなった場合、比較用データ I_{0+n}' の元となった復元データ I_{0+n} は元画像のデータ Img と非常に近似したものとなることから、その復元データ I_{0+n} を元画像のデータ Img と推定するのである。そしてその推定された元画像データ I_{0+n} に新たな非線形補正関数 $n\gamma$ を乗じ(ステップS107)、得られた画像データを非線形補正済み元画像データ $cImg$ とする。以上で処理部4における画像復元処理が終了する(ステップS108)。なお、記録部5には、得られた非線形補正済み元画像データ $cImg$ を記録する他、初期画像のデータ I_0 、変化要因情報のデータG、非線形補正関数 γ および新たな非線形補正関数 $n\gamma$ を記録しておき、必要により処理部4に渡すようにしても良い。また、ステップS107では、処理対象データに施された非線形補正関数 γ と異なる非線形補正関数 $n\gamma$ を使用したか、非線形補正関数 γ を採用しても良い。

[0037] ここで、元画像データ Img にまた非線形補正を施す過程(ステップS107)は、必要に応じて省略することができる。たとえば、最終的に求めるものが非線形補正がされていない元画像データ Img であれば、このステップS107は不要となる。また、この過程を省略するか否かは、画像処理装置1を操作する者が選択できるようにすることができる。

[0038] 上述した繰り返しの処理方法の考え方をまとめると以下のようになる。すなわち、この処理方法においては、処理の解を逆問題としては解かず、合理的な解を求める最

適化問題として解くのである。逆問題として解く場合、理論上は可能であるが、現実問題としては困難である。

[0039] 最適化問題として解くということは、次の条件を前提としている。

すなわち、

(1) 入力に対する出力は、一意に決まる。

(2) 出力が同じであれば、入力は同じである。

(3) 出力が同じになるように、入力を更新しながら反復処理することにより、解を収束させていく。

[0040] このことを換言すれば、図4(A)(B)に示すように、原画像のデータ Img' と近似である比較用データ I_0' ($I_{0+}n'$)を生成できれば、その生成の元データとなる初期画像のデータ I_0 または復元データ $I_{0+}n$ は、元画像のデータ Img に近似したものとなる。

[0041] なお、この実施の形態では、角速度検出センサのサンプリング周波数を60Hzから240Hz内としているが、高周波数を検出できるように5 μ sec毎に角速度を検出してもよい。また、差分のデータ δ の判定基準となる値は、各データを8ビット(0~255)で現した場合に、この実施の形態では「6」としている。すなわち、6より小さい、つまり5以下の時は、処理を終了している。

[0042] 次に、図3に示す手ブレの復元処理方法(ステップS102, S103, S104, S105の反復処理)の詳細を、図5, 図6, 図7, 図8, 図9, 図10, 図11および図12に基づいて説明する。

[0043] (手ブレの復元アルゴリズム1)

手ブレが無いとき、所定の画素に対応する光エネルギーは、露光時間中、その画素に集中する。また、手ブレがある場合、光エネルギーは、露光時間中にぶれた画素に分散する。さらに、露光時間中のブレがわかれば、露光時間中のエネルギーの分散の仕方がわかるため、ぶれた画像からブレの無い画像を作ることが可能となる。

[0044] 以下、簡単のため、横一次元で説明する。画素を左から順に $n-1, n, n+1, n+2, n+3, \dots$, とし、ある画素 n に注目する。ブレが無いとき、露光時間中のエネルギーは、その画素に集中するため、エネルギーの集中度は「1. 0」である。この状態を図7に示す。このときの撮影結果を、図6の表に示す。図6に示すものが、劣化しなかった場合

の正しい画像データ I_{img} となる。なお、各データは、8ビット(0~255)のデータで現している。

[0045] 露光時間中にブレがあり、露光時間中の50%の時間は n 番目の画素に、30%の時間は $n+1$ 番目の画素に、20%の時間は $n+2$ 番目の画素にそれぞれぶれていたとする。エネルギーの分散の仕方は、図7に示す表のとおりとなる。これが変化要因情報のデータ G となる。

[0046] ブレは、全ての画素で一様であり、線形問題として把握される。そして、上ブレ(縦ぶれ)が無いとすると、ブレの状況は、図8に示す表のとおりとなる。図8中の「撮影結果」として示されるデータが、元画像のデータ I_{img} で、「ブレ画像」として示されるデータが、劣化している原画像のデータ I_{img}' となる。具体的には、たとえば「 $n-3$ 」の画素の「120」は、ぶれ情報である変化要因情報のデータ G の「0.5」「0.3」「0.2」の配分比に従い、「 $n-3$ 」の画素に「60」、「 $n-2$ 」の画素に「36」、「 $n-1$ 」の画素に「24」というように分散する。同様に、「 $n-2$ 」の画素データである「60」は、「 $n-2$ 」に「30」、「 $n-1$ 」に「18」、「 n 」に「12」として分散する。この劣化している原画像データ I_{img}' と、図7に示す変化要因情報のデータ G から元画像データ I_{img} を算出することとなる。

[0047] ステップS101に示す任意の画像データ I_0 としては、どのようなものでも採用できるが、この説明に当たっては、ステップS100で得た原画像データ I_{img}' を用いる。すなわち、 $I_0 = I_{img}'$ として処理を開始する。図9の表中に「入力」とされたものが初期画像のデータ I_0 に相当する。このデータ I_0 すなわち I_{img}' と、ステップS102で変化要因情報のデータ G とを重畳積分する。すなわち、たとえば、初期画像のデータ I_0 の「 $n-3$ 」の画素の「60」は、 $n-3$ の画素に「30」が、「 $n-2$ 」の画素に「18」が、「 $n-1$ 」の画素に「12」がそれぞれ割り振られる。他の画素についても同様に配分され、「出力 I_0' 」として示される比較用データ I_0' が生成される。このため、ステップS103の差分のデータ δ は、図9の最下欄に示すようになる。

[0048] この後、ステップS104にて差分のデータ δ の大きさを判断する。具体的には、差分のデータ δ が全て絶対値で5以下となった場合に処理を終了するが、図9に示す差分のデータ δ は、この条件に合わないため、ステップS105に進む。すなわち、差分

のデータ δ を変化要因情報のデータ G を使用して、任意の画像のデータ I_0 に配分して、図10中の「次回入力」として示される復元データ I_{0+} を生成する。この場合、第1回目であるため、図10では、 I_{0+} 1と現している。

[0049] 差分のデータ δ の配分は、たとえば「 $n-3$ 」の画素データ「30」に自分の所(=「 $n-3$ 」の画素)の配分比である0.5をかけた「15」を「 $n-3$ 」の画素に配分し、また「 $n-2$ 」の画素のデータ「15」にその「 $n-2$ 」の画素にきているはずの配分比である0.3をかけた「4.5」を配分し、さらに、「 $n-1$ 」の画素のデータ「9.2」に、その「 $n-1$ 」の画素にきているはずの配分比である0.2をかけた「1.84」を配分する。「 $n-3$ 」の画素に配分された総量は、「21.34」となり、この値を初期画像のデータ I_0 (ここでは原画像データ Img' を使用) にプラスして、復元データ I_{0+1} を生成している。

[0050] 図11に示すように、この復元データ I_{0+1} がステップS102の入力画像のデータ(=初期画像のデータ I_0)になり、ステップS102が実行され、ステップS103へと移行し、新しい差分のデータ δ を得る。その新しい差分のデータ δ の大きさをステップS104で判断し、所定値より大きい場合、ステップS105で新しい差分のデータ δ を前回の復元データ I_{0+1} に配分し、新しい復元データ I_{0+2} を生成する(図12参照)。その後、ステップS102の遂行により、復元データ I_{0+2} から新しい比較用データ I_{0+2}' が生成される。このように、ステップS102, S103が実行された後、ステップS104へ行き、そこで判断によりステップS105へ行ったり、ステップS106へ移行する。このような処理を繰り返す。

[0051] 以上のように、ステップS102～ステップS105が繰り返されることで、差分のデータ δ が徐々に小さくなっていき、所定値より小さくなると、ステップS106, S107へ移行し、ブレていなくて、かつ γ 補正等の非線形補正が施された非線形補正済み元画像データ $cImg$ が得られる。

[0052] (第2の実施の形態)

以下、本発明の第2の実施の形態に係る画像処理装置について図13を参照しながら説明する。第2の実施の形態に係る画像処理装置の構成は、本発明の第1の実施の形態に係る画像処理装置1と同様である。よって、第1の実施の形態に係る画像処理装置1と同一となる装置等には、同一符号を付し、その説明を省略または簡略

化することとする。また、第2の実施の形態に係る画像処理装置を示すときは符号として「1A」を使用するが、図中にはその符号「1A」は現れない。

[0053] 次に、この第2の実施の形態に係る画像処理装置1Aの処理部4で実行される画像復元処理方法の概要を、図13に基づいて説明する。

[0054] 図13中、「 I_0 」、「 I_0' 」、「G」、「cImg'」、「 γ 」、「k」、「 $n\gamma$ 」および「Img」の意義は、第1の実施の形態と同一であり、説明を省略する。「 cI_0' 」は、比較用データ I_0' に対し、原画像データImg'に施されている既知の非線形補正関数 γ を乗じて得られる、非線形補正済み比較用データである。「 δ' 」は、非線形補正済み原画像データcImg'と、非線形補正済み比較用データ cI_0' との差分のデータである。「 I_{0+n} 」は、初期画像のデータ I_0 に、差分のデータ δ' を変化要因情報のデータGに基づいて配分して新たに生成した復元画像のデータ(復元データ)である。ここで、ImgとImg'の関係を表す上述した(1)式および、ImgとcImgとの関係を表す、上述した(3)式は、第2の実施の形態についても適用される。また、差分のデータ δ' は、上述した(4)式同様、次の(5)式で現される。また、 cI_0' と I_0' との関係は、次の(6)式で現される。

$$\delta' = f(cImg', Img, G) \quad \dots (5)$$

$$cI_0' = I_0' \times \gamma \quad \dots (6)$$

[0055] 処理部4の処理ルーチンは、まず、任意の画像データ I_0 を用意することから始まる(ステップS201)。この初期画像のデータ I_0 は、上述した図3のステップS101の説明同様、どのような画像のデータを用いても良い。ステップS202で、(1)式のImgの代わりに初期画像となる任意の画像のデータ I_0 を入れ、劣化画像である比較用データ I_0' を求める。次に、求められた比較用データ I_0' に対し、非線形補正関数 γ を乗じて、補正済み比較用データ cI_0' を得る(ステップS203)。この非線形補正関数 γ は、処理対象データに施されている非線形補正関数と同一のものである。そして処理対象となる非線形補正済み原画像データcImg'と非線形補正済み比較用データ cI_0' とを比較し、差分のデータ δ' を算出する(ステップS204)。

[0056] 次に、ステップS205で、この差分のデータ δ' が所定値以上であるか否かを判断し、所定値以上であれば、ステップS206で新たな復元画像のデータ(=復元データ)を生成する処理を行う。すなわち、差分のデータ δ' を変化要因情報のデータGに基

づいて、任意の画像データ I_0 に配分し、新たな復元データ I_{0+n} を生成する。その後、ステップS202, S203, S204, S205およびS206を繰り返す。

[0057] ステップS205において、差分のデータ δ' が所定値より小さい場合、繰り返しの処理を終了する。そして、繰り返しの処理を終了した時点での復元データ I_{0+n} を元画像のデータ Img と推定する(ステップS207)。そしてその推定された元画像データ Img に新たな非線形補正処理をして(ステップS208)、非線形補正済み元画像データ $cImg$ を得る。なお、この非線形補正処理においては、先程の非線形補正関数 γ を使用するのが好ましいが、復元した復元データ I_{0+n} に合った最適な補正処理をするようにしても良い。すなわち、処理対象データに施された非線形補正関数 γ とは異なる関数を使用しても良い。以上で処理部4における画像復元処理が終了する(ステップS209)。なお、記録部5には、得られた非線形補正済み元画像データ $cImg$ を記録する他、初期画像のデータ I_0 や変化要因情報のデータ G 、非線形補正関数 γ および新たな非線形補正関数 $n\gamma$ を記録しておき、必要により処理部4に渡すようにしても良い。

[0058] 上述した繰り返しの処理方法の考え方、および手ブレの復元アルゴリズムについては、第1の実施の形態と同様なので、説明を省略する。

[0059] 上述した第1および第2の実施の形態に係る画像処理装置1, 1Aでは、処理するに当たり、ステップS104およびステップS205において、事前に処理回数と、差分のデータ δ (δ')の判断基準値のいずれか一方または両者を設定できる。たとえば処理回数として20回、50回等任意の回数を設定できる。また、処理を停止させる差分のデータ δ または δ' の値を8ビット(0~255)中の「5」と設定し、5以下になったら処理を終了させたり、「0.5」と設定し「0.5」以下になったら処理を終了させることができる。この設定値を任意に設定できる。処理回数と判断基準値の両者を入力する構成とした場合、いずれか一方が満足されたときに処理は停止されるようにするのが好ましい。なお、両者の設定を可能としたとき、判断基準値を優先し、所定の回数の処理では判断基準値内に入らなかった場合、更に所定回数の処理を繰り返すようにしても良い。また、上述の各実施の形態では、差分のデータ δ または δ' の判断基準として、全ての差分のデータ δ (δ')が所定値未満または所定値以下のとき、繰り返し

処理を中止したが、差分のデータ δ (δ') の絶対値の総和や、2乗の総和を判断基準としても良い。

[0060] 上述した第1および第2の実施の形態の説明の中では、要因情報保存部7に保存されている情報を利用せず、処理部4の記録部に保存されているデータを使用した。ここに保存されている既知の劣化要因、たとえば光学収差やレンズのひずみなどのデータを使用するようにしても良い。その場合、たとえば、先の例(図3および図13)の処理方法における繰り返しの処理の部分(反復処理)では、ブレの情報と光学収差の情報を合わせて1つの劣化要因として捉えて処理を行うのが好ましいが、ブレの情報での処理を終了した後に光学収差の情報での復元処理を行うようにしても良い。また、この要因情報保存部7を設置しないようにして、処理部4に記録されている撮影時の動的要因、たとえばブレのみで画像を修正したり復元したりしても良い。

[0061] また、第1および第2の実施の形態では、処理部4が、差分のデータ δ (δ') の大きさを判断して、図3および図13に示す反復処理を継続するか中止するかを決める方法を採用したが、これらの方法以外の方法も採用され得る。たとえば、劣化等の変化が生じた撮影された原画像から元画像の復元をする処理部を有する画像処理装置において、処理部が、原画像 Img' の画素の光エネルギーを、変化要因情報Gに基づく配分比kに従い、復元画像が記録される復元データ領域に配分し、その後残った原画像 Img' の画素データを処理対象に置き換えて同様の考えで移動を繰り返す。この繰り返し処理は、移動元のデータである原画像データ Img' が無くなるまで、すなわち「0」となるまで行う。このような処理によって復元処理を行うことができる。以下、この復元処理を採用する、第3の実施の形態に係る画像処理装置について説明する。

[0062] (第3の実施の形態)

図14に図4(A)に対応する図を示し、図14に基づき、この第3の実施の形態に係る手ブレの復元処理の考え方を以下述べる。元画像のデータ Img が、変化要因情報のデータGにより原画像のデータ Img' へと変化したのなら、同一のフィルタとなる変化要因情報のデータGが有する点像関数の重心値 G_a を通して原画像データ Img' の全てを復元データ領域に再配分すれば、復元データ領域に存在する復元データ

R_n は、元画像のデータ Img に近似するはずである。

[0063] 以上の考え方に基づいた本発明の第3の実施の形態に係る画像処理装置について図15を参照しながら説明する。第3の実施の形態に係る画像処理装置の構成は、本発明の第1および第2の実施の形態に係る画像処理装置1, 1Aと同様である。よって、各実施の形態に係る画像処理装置1, 1Aと同一となる装置等には、同一符号を付し、その説明を省略または簡略化することとする。また、第3の実施の形態に係る画像処理装置を示すときは、符号として「1B」を使用するが、図中には、その符号「1B」は現れない。

[0064] 以下、第3の実施の形態に係る画像処理装置1Bの処理部4で実行される画像復元処理方法の概要を、図15に基づいて説明する。

[0065] 図15中、「G」、「k」、「cImg'」、「 γ 」、「 $n\gamma$ 」、「 Img 」および「cImg」の意義は、第1または第2の実施の形態と同一であり、説明を省略する。「 G_a 」は、変化要因情報のデータ G が有する点像関数の重心値である。「 R_n 」は、上述の復元データである。「 E 」は、原画像データ Img' の各画素が有する光エネルギーを合計したもの（以下、原画像全エネルギーという）である。「 e_n 」は、画素エネルギーのうち、 n 回目に復元データ領域に配分されるデータ（以下、配分画素エネルギーという）である。「 $\text{sum}(e_n)$ 」は、配分画素エネルギー e_n の総和である。ここで、 Img と Img' の関係を表す上述した(1)式、 Img と $cImg$ との関係を表す上述した(3)式は、第3の実施の形態についても適用される。

[0066] 図15に示す、第3の実施の形態に係る画像処理装置1Bの処理部4の復元のための処理ルーチンは、まず、非線形補正済み原画像データ $cImg'$ を補正関数 γ にて逆非線形補正して、原画像データ Img' を得ることから始まる（ステップS301）。このステップS301は、ステップS100に相当する。そして原画像データ Img' の各画素の光エネルギーを原画像画素エネルギー E として抽出する（ステップS302）。ここで、現段階 ($n=1$) では、配分画素エネルギー e_n の総和 $\text{sum}(e_{n-1})$ は零であるため、原画像全エネルギー E に、点像関数の重心値 G_a に基づく逆変換を行い、 $n=1$ の段階の配分画素エネルギー $e_n (=e_1)$ を得る（ステップS303）。次いで、配分画素エネルギー e_n を復元データ R_n に配分する（ステップS304）。ここで、 $n=1$ の段階のステップ

S304における復元データ R_{n-1} は零であるので、復元データ R_1 は「 e_1 」となる。この配分の結果、配分画素エネルギー e_n の総和 $\text{sum}(e_n) \{ = \text{sum}(e_1) \}$ と原画像全エネルギー E とが近似してきたかどうかの判断を行う(ステップS305)。すなわち、両者の差が「0」以外の「0」に近い値を所定値として決めておき、その値以下になるかどうかを判断し、所定値以上または超えるときは、「 $n=n+1$ 」=2として、ステップS303, S304, S305の処理を再度以下のように行う。なお、ステップS305は、エネルギーが徐々に引かれていく原画像のデータ Img' の残エネルギーが零に近似したか否かの判断を行うステップとしたり、復元データ R_n の総エネルギー量が最初の原画像データ Img' のエネルギーと近似してきたか否かの判断を行うステップとしても良い。

[0067] 今度は、 $n=2$ であり、配分画素エネルギー e_n の総和 $\text{sum}(e_n)$ が零でなく $\text{sum}(e_1)$ ($=e_1$)である。よって、原画像全エネルギー E から、配分画素エネルギー e_n の総和 $\text{sum}(e_n)$ である e_1 を差し引いた値(残存した画素エネルギー値)に点像関数の重心値 G_a に基づく逆変換を行い、配分画素エネルギー $e_n = (e_2)$ を得る(ステップS303)。その配分画素エネルギー e_n を先の復元データ R_1 に加算配分する(ステップS304)。すなわち、既にある復元データ R_{n-1} ($=R_1$)に今回の配分画素エネルギー $e_n = e_2$ を加算配分して R_2 とする。この配分の結果、配分画素エネルギー e_n の総和 $\text{sum}(e_n) \{ = \text{sum}(e_2) \}$ と原画像全エネルギー E とが近似してきたかどうかの判断を行う(ステップS305)。近似していなければ、「 $n=n+1$ 」=3として、ステップS303, S304, S305の処理を再度行う。そして必要により順次 n の値を増やしてステップS303, S304, S305の処理を繰り返す。近似してきたら($\text{sum}(e_n) \doteq E$)復元データ R_n は、元画像データ Img と近似していると推定できる(ステップS306)。そして、元画像データ Img に新たな非線形補正関数 γ をかけることで非線形補正済み元画像データ $c\text{Img}$ が得られ(ステップS307)、復元処理は終了する(ステップS308)。ここでステップS307での非線形補正処理は、撮影データ等処理対象データに施された非線形補正関数 γ を用いるのが好ましいが、新たに得られた復元データ R_n に対しての最適な補正となるよう他の関数を使用しても良い。

[0068] 以上、第1、第2および第3の実施の形態における画像処理装置1, 1A, 1Bについて説明したが、本発明の要旨を逸脱しない限り種々変更実施可能である。たとえば、

処理部4で行った処理は、ソフトウェアで構成しているが、それぞれ、一部の処理を分担して行うようにした部品からなるハードウェアで構成しても良い。また、変化要因情報のデータGとしては、劣化要因情報のデータのみではなく、単に画像を変化させる情報や、劣化とは逆に、画像を良くする情報を含むものとする。

[0069] また、処理の反復回数が画像処理装置1, 1A, 1B側で自動的にまたは固定的に設定されている場合、その設定された回数を変化要因情報のデータGによって変更するようにしても良い。たとえば、ある画素のデータがブレにより多数の画素に分散している場合は、反復回数を多くし、分散が少ない場合は反復回数を少なくするようにしても良い。

[0070] さらに、反復処理中に、差分のデータ δ または δ' が発散してきたり、エネルギーが移動した後の画像データのエネルギーが小さくならず大きくなってきたら、処理を中止させるようにしても良い。発散しているか否かは、たとえば差分のデータ δ または δ' の平均値を見てその平均値が前回より大きくなったら発散していると判断する方法を採用できる。また、反復処理中に、入力を異常な値に変更しようとしたときには、処理を中止させるようにしても良い。たとえば8ビットの場合、変更されようとする値が255を超える値であるときには、処理を中止させる。また、反復処理中、新たなデータである入力を異常な値に変更しようとしたとき、その値を使用せず、正常な値とするようにしても良い。たとえば、8ビットの0~255の中で、255を超える値を入力データしようとした際は、マックスの値である255として処理するようにする。

[0071] また、出力画像となる復元データを生成する際、変化要因情報のデータGによっては、復元させようとする画像の領域外へ出てしまうようなデータが発生する場合がある。このような場合、領域外へはみ出るデータは反対側へ入れる。また、領域外から入ってくるべきデータがある場合は、そのデータは反対側から持ってくるようにするのが好ましい。たとえば、領域内の最も下に位置する画素XN1のデータから、さらに下の画素に割り振られるデータが発生した場合、その位置は領域外になる。そこで、そのデータは画素XN1の真上で最も上に位置する画素X11に割り振られる処理をする。画素XN1の隣の画素N2についても同様に真上で最上覧の画素X12(=画素X11の隣り)に割り振ることとなる。

[0072] 上述の各実施の形態では、復元対象を画像データとしている。しかし、これらの復元処理の考え方および手法は、あらゆるデジタルデータの復元処理に適用できる。たとえば、デジタルの音声データの復元等への適用が可能である。音声データの場合、非線形補正としてエコーをかけることがあるが、その場合も上述の各実施の形態のように非線形補正を除去する等の処理を併せて行うことができる。

請求の範囲

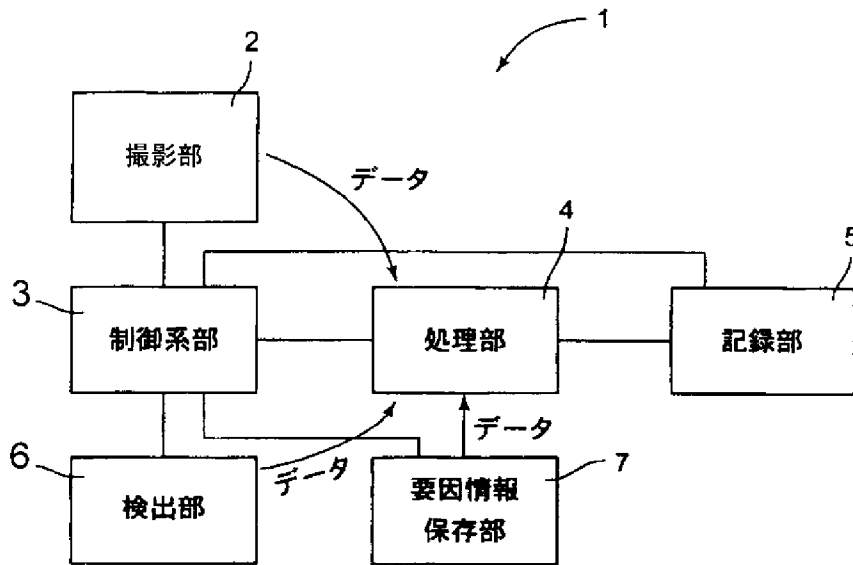
- [1] 劣化等の変化が生じた画像であって所定の非線形補正が施された非線形補正済み原画像データから、変化する前の画像もしくは本来撮影されるべきであった画像またはそれらの近似画像であって非線形補正が施されていない画像(以下、元画像という)またはその元画像に非線形補正が施されている画像(以下、非線形補正済み元画像という)の復元をする処理部を有する画像処理装置において、
- 上記処理部が、画像変化の要因となる変化要因情報のデータ、および上記非線形補正済み原画像データもしくは上記非線形補正済み原画像データに対し逆非線形補正を行って得られた非線形補正が施されていない非線形補正無し原画像データ、を利用しての繰り返し処理により、上記非線形補正済み原画像データまたは上記非線形補正無し原画像データに近似する比較用データを徐々に生成し、または上記非線形補正済み原画像データのエネルギーを徐々に零に近似させることで、上記元画像のデータまたは上記非線形補正済み元画像のデータを生成する基本処理を行うことを特徴とする画像処理装置。
- [2] 前記基本処理で生成された上記元画像のデータに新たな非線形補正を施す事後処理を行うことを特徴とする請求項1記載の画像処理装置。
- [3] 前記処理部が、前記基本処理に先立って、前記非線形補正済み原画像データに対し、逆非線形補正を行って前記非線形補正無し原画像データを得る事前処理を行うことを特徴とする請求項1または2記載の画像処理装置。
- [4] 前記処理部は、前記基本処理に当たって、前記変化要因情報のデータを利用して任意の画像データから比較用データを生成し、前記事前処理で得られた前記非線形補正無し原画像データと、上記比較用のデータとを比較し、得られた差分のデータを利用して復元データを生成し、この復元データを上記任意の画像データの代わりに使用し、同様の処理を繰り返す繰り返し処理を行うことを特徴とする請求項1、2または3記載の画像処理装置。
- [5] 前記処理部は、前記変化要因情報のデータを利用して任意の画像データから比較用データを生成し、上記比較用データに所定の非線形補正を施して非線形補正済み比較用データを生成し、前記非線形補正済み原画像データと、上記非線形補

正済み比較用のデータとを比較し、得られた差分のデータを利用して復元データを生成し、この復元データを上記任意の画像データの代わりに使用し、同様の処理を繰り返す前記基本処理を行うことを特徴とする請求項1記載の画像処理装置。

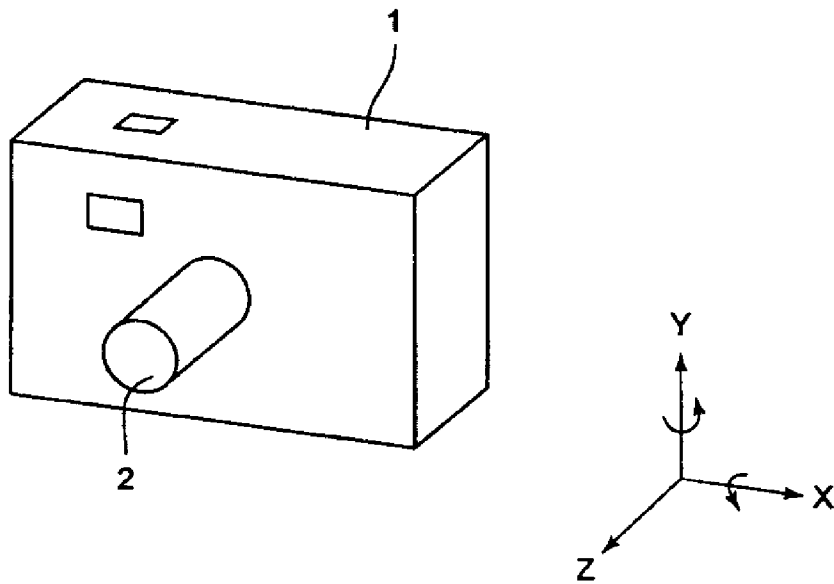
- [6] 前記処理部は、前記基本処理の際、前記非線形補正済み原画像データのエネルギーの値が、所定値以下または所定値より小さくなったら、もしくは前記比較用データと、その比較用データの比較対象となる画像データとの差分のデータの値が、所定値以下または所定値より小さくなったら、前記基本処理を停止させる処理を行うことを特徴とする請求項1から5のいずれか1項に記載の画像処理装置。
- [7] 前記処理部は、前記基本処理の際、繰り返しの回数が所定回数となったら停止させる処理を行うことを特徴とする請求項1から5のいずれか1項に記載の画像処理装置。
- [8] 前記処理部は、前記基本処理の際、繰り返しの回数が所定回数に到達したときにおける、前記非線形補正済み原画像データのエネルギーの値が、所定値以下または所定値より小さくなったら、もしくは前記比較用データと、その比較用データの比較対象となる画像データとの差分のデータの値が、所定値以下または所定値より小さい場合は前記基本処理を停止し、所定値より超えるまたは所定値以上の場合は、さらに所定回数繰り返す処理を行うことを特徴とする請求項1から5のいずれか1項に記載の画像処理装置。
- [9] 前記処理部は、前記基本処理に当たって、前記変化要因情報のデータを利用して、所定の画像データから比較用データを生成し、前記非線形補正済み原画像データもしくは前記非線形補正無し原画像データと上記比較用データを比較し、得られた差分のデータが所定値以下または所定値より小さい場合は処理を停止し、上記比較用データの元となった所定の画像データを、前記元画像のデータとして扱い、上記差分が所定値より大きいまたは所定値以上の場合は、上記差分のデータを、前記変化要因情報のデータを利用して上記所定の画像データに配分することで、復元データを生成し、この復元データを上記所定の画像データに置き換えて同様の処理を繰り返す繰り返し処理を行うことで前記元画像のデータを生成することを特徴とする請求項1記載の画像処理装置。

- [10] 前記処理部は、前記繰返し処理の際、繰返しの回数が所定回数になったら停止させる処理を行うことを特徴とする請求項9記載の画像処理装置。

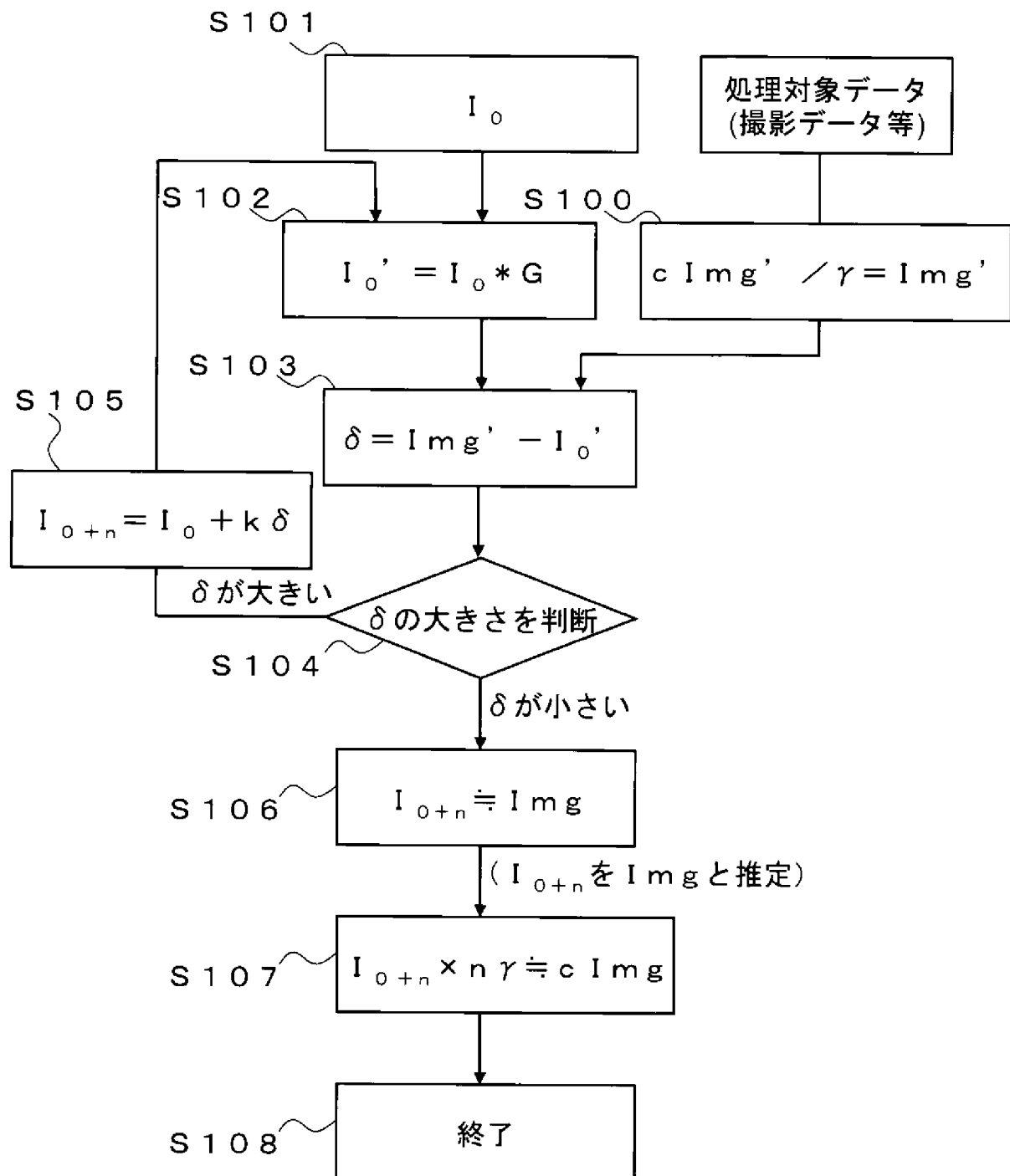
[図1]



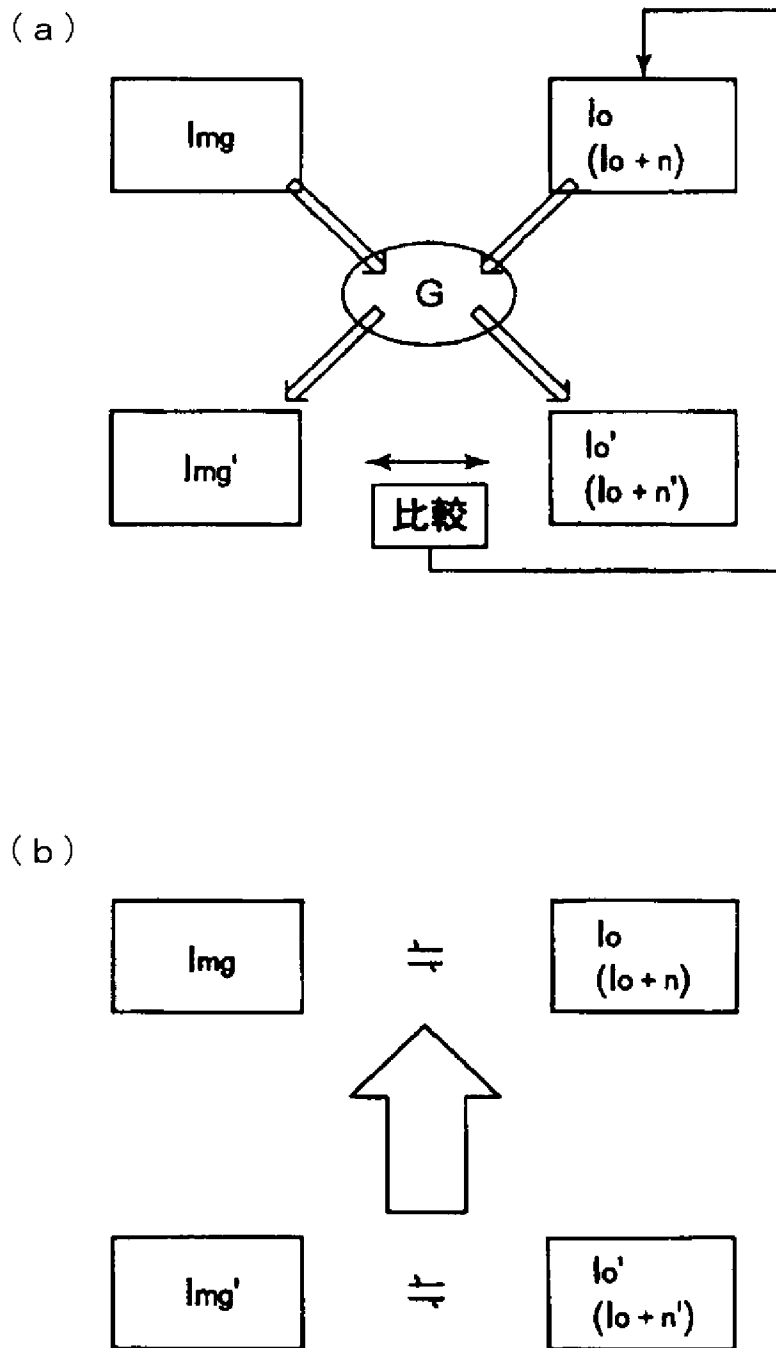
[図2]



[図3]



[図4]



[図5]

画素	n-1	n	n+1	n+2	n+3
強度分布	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0

[図6]

画素	n-3	n-2	n-1	n	n+1	n+2	n+3	n+4
撮影結果	120	60	80	100	150	80	120	180

[図7]

画素	n-1	n	n+1	n+2	n+3
強度分布	0.0	0.5	0.3	0.2	0.0

[図8]

画素	n-3	n-2	n-1	n	n+1	n+2	n+3	n+4
撮影結果	120	60	80	100	150	80	120	180
n-3ブレ	60	36	24	0	0	0	0	0
n-2ブレ	0	30	18	12	0	0	0	0
n-1ブレ	0	0	40	24	16	0	0	0
nブレ	0	0	0	50	30	20	0	0
n+1ブレ	0	0	0	0	75	45	30	0
n+2ブレ	0	0	0	0	0	40	24	16
n+3ブレ	0	0	0	0	0	0	60	36
n+4ブレ	0	0	0	0	0	0	0	90
ブレ画像'	60	66	82	86	121	105	114	142

[図9]

画素	n-3	n-2	n-1	n	n+1	n+2	n+3	n+4
入力I ₀	60.00	66.00	82.00	86.00	121.00	105.00	114.00	142.00
n-3ブレ	30.00	18.00	12.00	0	0	0	0	0
n-2ブレ	0	33.00	19.80	13.20	0	0	0	0
n-1ブレ	0	0	41.00	24.60	16.40	0	0	0
nブレ	0	0	0	43.00	25.80	17.20	0	0
n+1ブレ	0	0	0	0	60.50	36.30	24.20	0
n+2ブレ	0	0	0	0	0	52.50	31.50	21.00
n+3ブレ	0	0	0	0	0	0	57.00	34.20
n+4ブレ	0	0	0	0	0	0	0	71.00
出力I ₀	30.00	51.00	72.80	80.80	102.70	106.00	112.70	126.20
ブレ画像img'	60.00	66.00	82.00	86.00	121.00	105.00	114.00	142.00
差分δ	30.00	15.00	9.20	5.20	18.30	-1.00	1.30	15.80

[図10]

画素	n-3	n-2	n-1	n	n+1	n+2	n+3	n+4
差分δ	30.00	15.00	9.20	5.20	18.30	-1.00	1.30	15.80
n-3配分	15.00	0	0	0	0	0	0	0
n-2配分	4.50	7.50	0	0	0	0	0	0
n-1配分	1.84	2.76	4.60	0	0	0	0	0
n配分	0	1.04	1.56	2.60	0	0	0	0
n+1配分	0	0	3.66	5.49	9.15	0	0	0
n+2配分	0	0	0	-0.20	-0.30	-0.50	0	0
n+3配分	0	0	0	0	-0.26	-0.39	-0.65	0
n+4配分	0	0	0	0	0	3.16	4.74	7.90
更新量	21.34	11.30	9.82	7.89	8.59	2.27	4.09	7.90
出力I ₀	60.00	66.00	82.00	86.00	121.00	105.00	114.00	142.00
次回出力I ₀₊₁	81.34	77.30	91.82	93.89	129.59	107.27	118.09	149.90

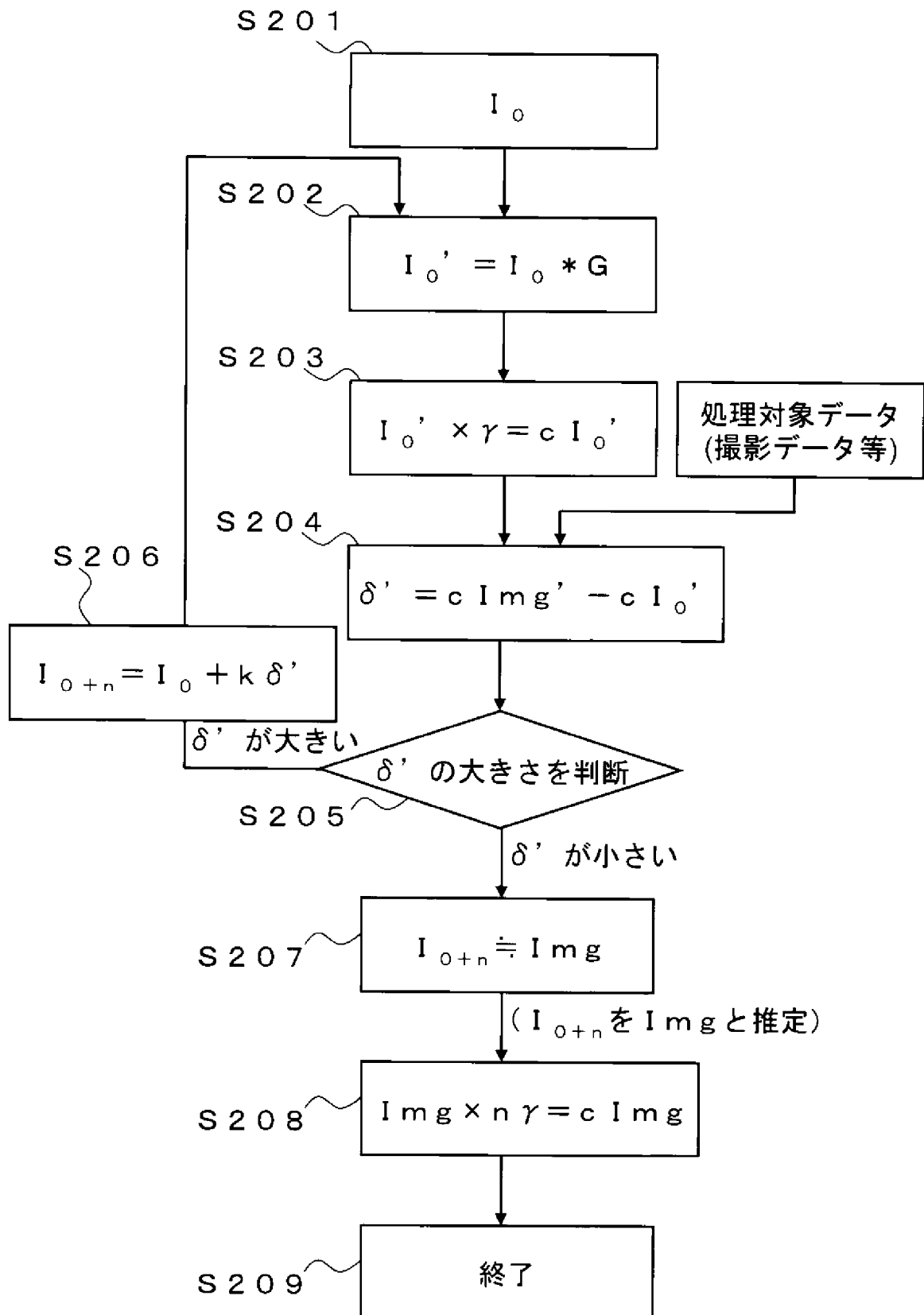
[図11]

画素	n-3	n-2	n-1	n	n+1	n+2	n+3	n+4
入力 I_{0+i}	81.34	77.30	91.82	93.89	129.59	107.27	118.09	149.90
n-3ブレ	40.67	24.40	16.27	0	0	0	0	0
n-2ブレ	0	38.65	23.19	15.46	0	0	0	0
n-1ブレ	0	0	45.91	27.55	18.36	0	0	0
nブレ	0	0	0	46.95	28.17	18.78	0	0
n+1ブレ	0	0	0	0	64.80	38.88	25.92	0
n+2ブレ	0	0	0	0	0	53.64	32.18	21.45
n+3ブレ	0	0	0	0	0	0	59.05	35.43
n+4ブレ	0	0	0	0	0	0	0	74.95
出力 I_{0+i}'	40.67	63.05	85.37	89.96	111.33	111.30	117.15	131.83
ブレ画像 Img'	60.00	66.00	82.00	86.00	121.00	105.00	114.00	142.00
差分 δ	19.33	2.95	-3.37	-3.96	9.67	-6.30	-3.15	10.17

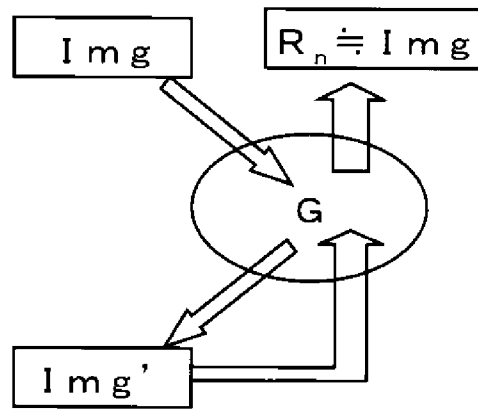
[図12]

画素	n-3	n-2	n-1	n	n+1	n+2	n+3	n+4
差分 δ	19.33	2.95	-3.37	-3.96	9.67	-6.30	-3.15	10.17
n-3配分	9.67	0	0	0	0	0	0	0
n-2配分	0.88	1.47	0	0	0	0	0	0
n-1配分	-0.67	-1.01	-1.68	0	0	0	0	0
n配分	0	-0.79	-1.19	-1.98	0	0	0	0
n+1配分	0	0	1.93	2.90	4.48	0	0	0
n+2配分	0	0	0	-1.26	-1.89	-3.15	0	0
n+3配分	0	0	0	0	-0.63	-0.94	-1.57	0
n+4配分	0	0	0	0	0	2.03	3.05	5.08
更新量	9.88	-0.33	-0.94	-0.34	1.96	-2.06	1.48	5.08
出力 I_{0+i}	81.34	77.30	91.82	93.89	129.59	107.27	118.09	149.90
次回出力 I_{0+i-2}	91.22	76.97	90.88	93.55	131.55	105.21	119.57	154.98

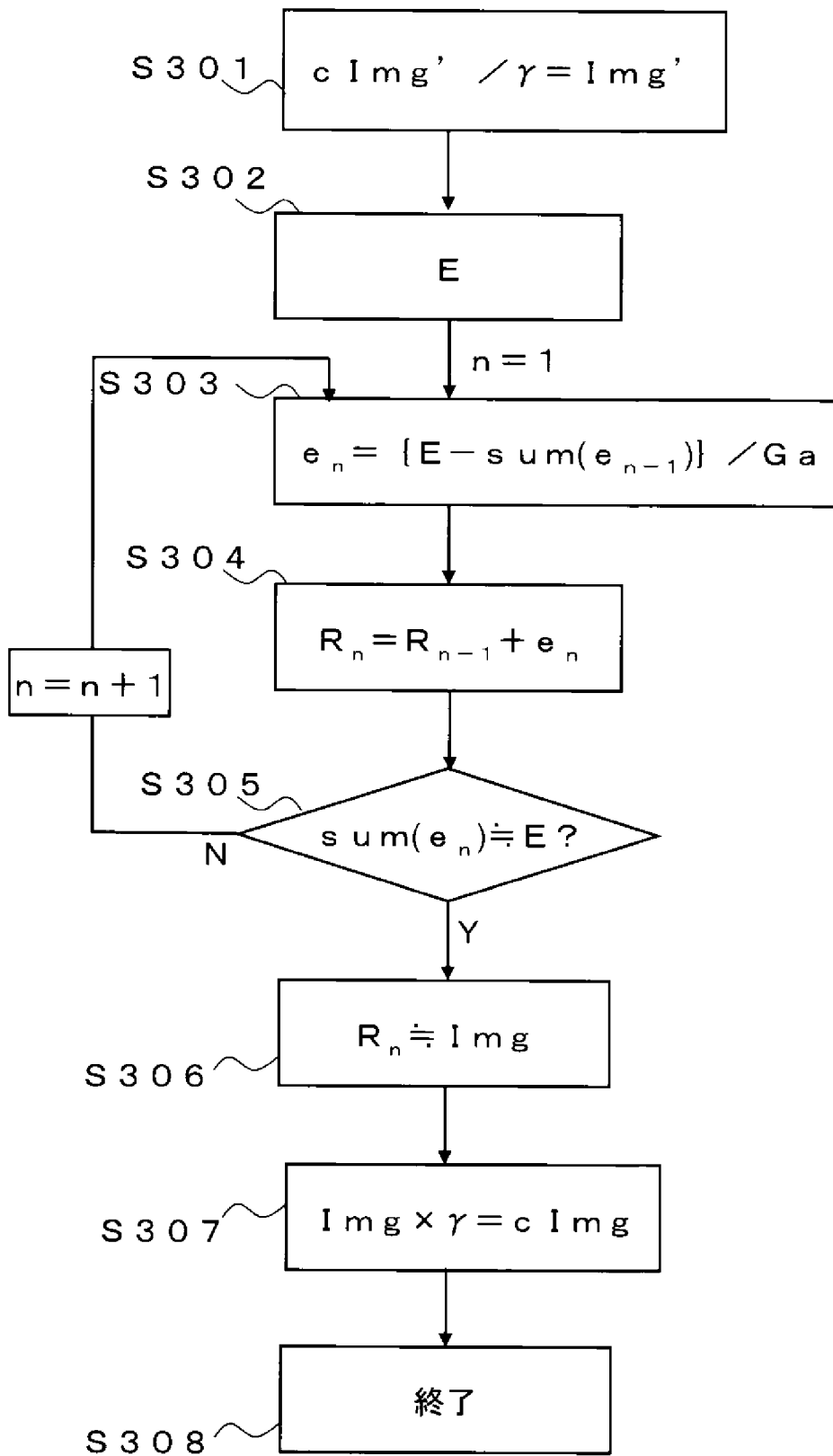
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2006/325329

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H04N5/232(2006.01)i, G03B5/00(2006.01)i, G06T5/20(2006.01)i, H04N101/00(2006.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H04N5/232, G03B5/00, G06T5/20

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	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2002-300459 A (Minolta Co., Ltd.), 11 October, 2002 (11.10.02), Full text; Figs. 1 to 16 & US 2002/0167597 A1	1-6, 9 7, 8, 10
X Y	JP 2003-60916 A (Minolta Co., Ltd.), 28 February, 2003 (28.02.03), Par. Nos. [0044] to [0054], [0082] to [0090], [0092]; Fig. 10 (Family: none)	1-8 9, 10

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 14 March, 2007 (14.03.07)	Date of mailing of the international search report 27 March, 2007 (27.03.07)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

<p>A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H04N5/232(2006.01)i, G03B5/00(2006.01)i, G06T5/20(2006.01)i, H04N101/00(2006.01)n</p>												
<p>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. H04N5/232, G03B5/00, G06T5/20</p>												
<p>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</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2007年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2007年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2007年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2007年	日本国実用新案登録公報	1996-2007年	日本国登録実用新案公報	1994-2007年		
日本国実用新案公報	1922-1996年											
日本国公開実用新案公報	1971-2007年											
日本国実用新案登録公報	1996-2007年											
日本国登録実用新案公報	1994-2007年											
<p>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)</p>												
<p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求の範囲の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X Y</td> <td>JP 2002-300459 A (ミノルタ株式会社) 2002.10.11, 全文、第1-16 図 & US 2002/0167597 A1</td> <td>1-6, 9 7, 8, 10</td> </tr> <tr> <td>X Y</td> <td>JP 2003-60916 A (ミノルタ株式会社) 2003.02.28, 段落番号 0044-0054, 0082-0090, 0092, 第10図 (ファミリーなし)</td> <td>1-8 9, 10</td> </tr> </tbody> </table>			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	X Y	JP 2002-300459 A (ミノルタ株式会社) 2002.10.11, 全文、第1-16 図 & US 2002/0167597 A1	1-6, 9 7, 8, 10	X Y	JP 2003-60916 A (ミノルタ株式会社) 2003.02.28, 段落番号 0044-0054, 0082-0090, 0092, 第10図 (ファミリーなし)	1-8 9, 10	
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										
X Y	JP 2002-300459 A (ミノルタ株式会社) 2002.10.11, 全文、第1-16 図 & US 2002/0167597 A1	1-6, 9 7, 8, 10										
X Y	JP 2003-60916 A (ミノルタ株式会社) 2003.02.28, 段落番号 0044-0054, 0082-0090, 0092, 第10図 (ファミリーなし)	1-8 9, 10										
<p><input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p>												
<p>* 引用文献のカテゴリー</p> <table border="0"> <tr> <td>「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</td> <td>「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</td> </tr> <tr> <td>「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</td> <td>「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</td> </tr> <tr> <td>「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)</td> <td>「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</td> </tr> <tr> <td>「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td>「&」同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願</td> <td></td> </tr> </table>			「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	
「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												
<p>国際調査を完了した日 14.03.2007</p>	<p>国際調査報告の発送日 27.03.2007</p>											
<p>国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号</p>	<p>特許庁審査官 (権限のある職員) 関谷 隆一</p>	<table border="1"> <tr> <td>5 P</td> <td>8 3 2 2</td> </tr> </table>	5 P	8 3 2 2								
5 P	8 3 2 2											
<p>電話番号 03-3581-1101 内線 3581</p>												