

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6584173号
(P6584173)

(45) 発行日 令和1年10月2日 (2019. 10. 2)

(24) 登録日 令和1年9月13日 (2019. 9. 13)

(51) Int.Cl.

F I

H04N 1/409 (2006.01)
G06T 5/00 (2006.01)
H04N 5/232 (2006.01)
H04N 5/335 (2011.01)

H04N 1/409
 G06T 5/00 705
 H04N 5/232
 H04N 5/335

請求項の数 13 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2015-135137 (P2015-135137)
 (22) 出願日 平成27年7月6日 (2015. 7. 6)
 (65) 公開番号 特開2017-17637 (P2017-17637A)
 (43) 公開日 平成29年1月19日 (2017. 1. 19)
 審査請求日 平成30年7月5日 (2018. 7. 5)

(73) 特許権者 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 110001243
 特許業務法人 谷・阿部特許事務所
 (72) 発明者 高田 洋佑
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ヤノン株式会社内

審査官 豊田 好一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置及び画像処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

連続して撮影することにより得られた複数の画像データのうち、1つの着目画像データ及び少なくとも1つの参照画像データを取得する取得手段と、

前記着目画像データにおける着目画素と、前記参照画像データにおいて前記着目画素と同座標に位置する参照画素とが、エッジ画素であるか否かを判定するエッジ判定手段と、

前記参照画素及び前記参照画素の周辺画素からなる領域と、前記着目画素及び前記着目画素の周辺画素からなる領域との間に、輝度差があるか否かを判定する輝度差判定手段と

、
 前記エッジ判定手段による判定結果及び前記輝度差判定手段による判定結果に基づいて、前記着目画素は、前記着目画像データにおいてのみ発生しているノイズ画素が連続したことによりエッジ構造を形成している構造ノイズが発生している画素であるか否かを判定するノイズ判定手段と

を有することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

前記取得手段は、前記参照画像データを複数取得し、

前記着目画素が構造ノイズであると判定された場合に、前記参照画素を加算平均して前記着目画素を補正し、ノイズ低減処理を施された着目画像データを出力する出力手段をさらに有する請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 3】

10

20

前記取得手段は、前記参照画像データを複数取得し、

前記着目画素がエッジ画素であると判定され、すべての前記参照画素がエッジ画素でないと判定され、かつすべての前記参照画素に関して輝度差がないと判定された場合に、前記ノイズ判定手段は、前記着目画素が構造ノイズであると判定することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】

前記着目画素がエッジ画素であると判定され、前記参照画素のうちエッジ画素であると判定された参照画素の数が所定数未満であり、かつ前記参照画素のうち輝度差があると判定された参照画素の数が前記所定数未満である場合に、前記ノイズ判定手段は、前記着目画素が構造ノイズであると判定することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の画像処理装置。

10

【請求項 5】

前記所定数は前記着目画像データ及び前記参照画像データの数に基づいて設定されることを特徴とする請求項 4 に記載の画像処理装置。

【請求項 6】

前記着目画像データ及び前記参照画像データにおける画素のエッジ強度を算出する算出手段をさらに有し、

前記エッジ判定手段は、前記着目画素のエッジ強度に基づいて前記着目画素がエッジ画素であるか否かを判定し、前記参照画素のエッジ強度に基づいて前記参照画素がエッジ画素であるか否かを判定することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の画像処理装置。

20

【請求項 7】

前記算出手段は、前記着目画像データ及び前記参照画像データにおける画素に関して、前記画素及び前記画素の周辺画素からなる第 1 のサイズの領域における輝度の分散と、前記第 1 のサイズの領域における平均輝度及び撮像時の感度に応じたノイズの分散との比率を、前記画素のエッジ強度として算出することを特徴とする請求項 6 に記載の画像処理装置。

【請求項 8】

前記算出手段は、前記着目画像データ及び前記参照画像データにおける画素に関して、前記画素及び前記画素の周辺画素からなる第 1 のサイズの領域における輝度の標準偏差と、前記第 1 のサイズの領域における平均輝度及び撮像時の感度に応じたノイズの標準偏差との比率を、前記画素のエッジ強度として算出することを特徴とする請求項 6 に記載の画像処理装置。

30

【請求項 9】

前記輝度差判定手段は、前記着目画像データ及び前記参照画像データにおける画素に関して、前記画素及び前記画素の周辺画素からなる第 2 のサイズの領域における平均輝度を取得し、前記着目画素に関して取得した平均輝度と、前記参照画素に関して取得した平均輝度とを比較することにより、輝度差があるか否かを判定することを特徴とする請求項 7 または 8 に記載の画像処理装置。

【請求項 10】

前記第 2 のサイズは前記第 1 のサイズと同じ値に設定されていることを特徴とする請求項 9 に記載の画像処理装置。

40

【請求項 11】

前記輝度差判定手段は、前記着目画像データにおける前記第 1 のサイズの領域のうち、エッジ強度が所定閾値以下である画素の数をカウントし、カウントした数が第 2 の所定数以上となる場合に、前記第 2 のサイズを前記第 1 のサイズより大きい値に設定し、そうでない場合に、前記第 2 のサイズを前記第 1 のサイズと同じ値に設定することを特徴とする請求項 9 に記載の画像処理装置。

【請求項 12】

連続して撮影することにより得られた複数の画像データのうち、1 つの着目画像データ

50

及び少なくとも１つの参照画像データを取得する取得工程と、

前記着目画像データにおける着目画素と、前記参照画像データにおいて前記着目画素と同座標に位置する参照画素とが、エッジ画素であるか否かを判定するエッジ判定工程と、

前記参照画素及び前記参照画素の周辺画素からなる領域と、前記着目画素及び前記着目画素の周辺画素からなる領域との間に、輝度差があるか否かを判定する輝度差判定工程と

、
前記エッジ判定工程による判定結果及び前記輝度差判定工程による判定結果に基づいて、前記着目画素は、前記着目画像データにおいてのみ発生しているノイズ画素が連続したことによりエッジ構造を形成している構造ノイズが発生している画素であるか否かを判定するノイズ判定工程と

10

を含むことを特徴とする画像処理方法。

【請求項１３】

コンピュータを請求項１乃至１１のいずれか一項に記載の画像処理装置として機能させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、入力画像データからノイズを低減するための画像処理装置及び画像処理方法に関するものである。

【背景技術】

20

【０００２】

デジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラなどのデジタル撮像装置が広く普及して一般に利用されている。画像データを生成する過程では、撮像素子や回路の特性により暗電流ノイズ、熱雑音、ショットノイズなどが発生し、画像データにノイズが混入する。特に撮像感度を高くした場合などはノイズが顕著に発生し、画質劣化の大きな要因になっている。従って、高画質な画像を得るためにはノイズを低減する必要がある。

【０００３】

従来、ノイズ周波数以下の信号成分を通すローパスフィルタを適用してノイズを低減する方法が知られている。しかしながら、この方法では、ノイズ以外にエッジもぼけてしまうため、高画質な画像を得ることが難しい。そこで、エッジを保存しつつもノイズ低減を行う（以下、エッジ保存型ノイズ低減処理）方法が数多く提案されている。例えば、Non Local Meansフィルタやバイラテラルフィルタを適用したエッジ保存型ノイズ低減処理が知られている。

30

【０００４】

しかしながら、上述のようなフィルタを利用したノイズ低減処理を行っても、欠損した画素により発生するインパルス性ノイズや、着目画素と周辺画素との信号値の振幅差が大きいショットノイズまで残してしまう場合がある。そこで、インパルス性ノイズや振幅の大きいショットノイズを欠陥画素として検出し、検出した欠陥画素に対して補正処理を行う方法が開示されている。

【０００５】

40

例えば、特許文献１には、着目画素の輝度とその周辺画素の平均輝度とを比較し、差分値が所定の閾値以上であれば着目画素を欠陥画素として検出する方法が開示されている。特許文献２には、着目画素と周辺画素の相関指標値を算出し、算出した相関指標値に基づいて欠陥画素を検出する方法が開示されている。また、特許文献１及び特許文献２には、検出しようとする欠陥画素が、連続する複数のフレームにおいて同一位置に発生することを基に、複数のフレームを利用して欠陥画素の検出精度を高める方法がさらに開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００６】

50

【特許文献1】特開2007-300191号公報

【特許文献2】特開2008-28475号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、上述した方法では、構造ノイズを対応することができない。図1は構造ノイズを説明するための図である。図1に示すように、構造ノイズは、振幅がインパルス性ノイズの振幅より小さく、ショットノイズの平均振幅より大きく、空間的に連続して発生するような構造を持つノイズである。また、構造ノイズは連続して撮像した画像データ（図1(a)～(d)）について、画像データ毎にランダムに発生するという特性を有する。これらの構造ノイズは、振幅がインパルス性ノイズほど大きくないが、空間的に連続して発生するので、画像において、特に静止画像において目立つようになってしまう場合がある。それに構造ノイズは、エッジと類似しているため、従来のエッジ保存型ノイズ低減処理を行うと、エッジと同じように画像データに保存されてしまう。したがって、高画質な画像を得るために、構造ノイズを検出する必要がある。

10

【0008】

特許文献1開示の方法では、着目画素と周辺画素の平均輝度とを比較すると、構造ノイズの振幅が判別できないほど小さくなってしまいうため、構造ノイズを検出することができない。特許文献2開示の方法も、類似の原因で構造ノイズを検出することができない。また、特許文献1及び特許文献2にさらに開示されている、複数のフレームを利用した方法でも、構造ノイズがフレーム毎にランダムに発生するため、構造ノイズを検出することができない。

20

【0009】

本発明は、上述の問題を鑑みてなされたものであり、時系列的に連続する複数の画像データを利用し、入力画像データにおける構造ノイズを検出することができる、画像処理装置及び画像処理方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の画像処理装置は、連続して撮影することにより得られた複数の画像データのうち、1つの着目画像データ及び少なくとも1つの参照画像データを取得する取得手段と、前記着目画像データにおける着目画素と、前記参照画像データにおいて前記着目画素と同座標に位置する参照画素とが、エッジ画素であるか否かを判定するエッジ判定手段と、前記参照画素及び前記参照画素の周辺画素からなる領域と、前記着目画素及び前記着目画素の周辺画素からなる領域との間に、輝度差があるか否かを判定する輝度差判定手段と、前記エッジ判定手段による判定結果及び前記輝度差判定手段による判定結果に基づいて、前記着目画素は、前記着目画像データにおいてのみ発生しているノイズ画素が連続したことによりエッジ構造を形成している構造ノイズが発生している画素であるか否かを判定するノイズ判定手段とを有することを特徴とする。

30

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、入力画像データから構造ノイズを検出することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】構造ノイズを説明するための図である。

【図2】実施形態1における画像処理装置のハードウェア構成を示す図である。

【図3】実施形態1における画像処理装置の論理構成を示す模式図である。

【図4】実施形態1における画像処理の流れを示すフローチャートである。

【図5】実施形態1における局所領域を説明するための図である。

【図6】実施形態1における判定処理の流れを示すフローチャートである。

【図7】実施形態1における判定処理の具体例を説明するための図である。

50

【図 8】実施形態 1 における参照画像のエッジ判定の流れを示すフローチャートである。

【図 9】実施形態 1 における輝度差判定処理の流れを示すフローチャートである。

【図 10】実施形態 1 における合成処理の流れを示すフローチャートである。

【図 11】実施形態 2 における画像処理の流れを示すフローチャートである。

【図 12】実施形態 2 における平均輝度マップ生成処理の流れを示すフローチャートである。

【図 13】実施形態 3 における参照画像のエッジ判定の流れを示すフローチャートである。

【図 14】実施形態 3 における輝度差判定処理の流れを示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

10

【0013】

以下、本発明を実施するための形態について図面を参照して説明する。なお、以下の実施形態において示す構成は一例にすぎず、本発明は図示された構成に限定されるものではない。

【0014】

〔実施形態 1〕

本実施形態において、連続撮像して取得した複数の画像データのうち、選択した 1 つの画像データを着目画像データ、それ以外を参照画像データとする。本実施形態においては、三脚を用いて撮像した複数の画像データのうち、先頭の画像データを着目画像データ、それ以降の画像データを参照画像データとし、画像データ数 N を $N = 4$ とする。また、各

20

【0015】

< 画像処理装置のハードウェア構成 >

図 2 は本実施形態における画像処理装置のハードウェア構成を示す図である。画像処理装置は、CPU 201、RAM 202、HDD 203、汎用インターフェース (I/F) 204 及びモニタ 208 を備え、各構成はメインバス 209 によって相互に接続されている。

【0016】

CPU 201 は、画像処理装置内の各構成を統括的に制御するプロセッサである。

【0017】

RAM 202 は、CPU 201 の主メモリ、ワークエリア等として機能するメモリである。HDD 203 は、CPU 201 によって実行されるプログラム群を格納しているメモリである。なお、HDD 203 は、フラッシュメモリなどの他の記憶媒体に置き換えてもよい。

30

【0018】

汎用インターフェース (I/F) 204 は、USB コネクタを備えるインターフェースであり、撮像装置 205 や入力装置 206、外部メモリ 207 が汎用 I/F 204 を介してメインバス 209 に接続されている。撮像装置 205 は、画像撮像機能を備えたカメラであり、撮像した画像データを画像処理装置に対して出力することができる。

【0019】

入力装置 206 は、マウス、キーボードなどの入力装置であり、ユーザは入力装置 206 を介して画像処理装置に対して指示を入力することができる。外部メモリ 207 は、HDD やメモリーカードなどの記録媒体であり、画像処理装置から出力されたデータを保存することができる。モニタ 208 は、画像処理装置に備えつけられた液晶ディスプレイであり、画像データやユーザインタフェースなどを表示することができる。メインバス 209 は、画像処理装置内の各構成を相互に接続するシステムバスである。

40

【0020】

< 画像処理装置の論理構成 >

図 3 は本実施形態の画像処理装置の論理構成を示す模式図である。

【0021】

50

画像データ入力部 301 は、着目画像データと参照画像データとを含む画像データを画像処理装置に入力する。これらの画像データは CPU 201 からの指示に基づき、撮像装置 205 あるいは HDD 203 や外部メモリ 207 から入力することができる。勿論、撮像装置 205 で撮像した画像を HDD 203 などの記憶装置に一旦記憶した後で入力することもできる。

【0022】

パラメータ入力部 302 は、画像処理に必要な画像処理パラメータ（以下、画像処理パラメータ）を画像処理装置に入力する。入力する画像処理パラメータは、例えば、局所領域のサイズ、閾値、ISO 感度毎のノイズ特性値などを含む。これらのパラメータは CPU 201 からの指示に基づき、HDD 203 や外部メモリ 207 から入力することができる。また、ユーザインタフェース（UI）を介し、キーボードやマウスなどの入力装置 206 で直接指定することもできる。

10

【0023】

エッジ強度算出部 303 は、CPU 201 からの指示を受け、着目画像データと参照画像データとを含む画像データ及び画像処理パラメータを取得し、画像処理パラメータに基づいて画像データ毎に各画素のエッジ強度を示したエッジ強度マップを生成する。生成したエッジ強度マップは RAM 202 に記憶される。

【0024】

平均輝度算出部 304 は、CPU 201 からの指示を受け、着目画像データと参照画像データとを含む画像データ及び画像処理パラメータを取得し、画像処理パラメータに基づいて画像データ毎に各局所領域の平均輝度を示した平均輝度マップを生成する。生成した平均輝度マップは RAM 202 に記憶される。判定処理部 305 は、CPU 201 からの指示を受け、エッジ強度マップ、平均輝度マップ及び画像処理パラメータに基づいて、着目画像データについて構造ノイズを判定し、着目画像データのノイズマップを生成する。まず、エッジ強度マップに基づいて各画像データの画素ごとにエッジ判定を行う。また、平均輝度マップに基づいて各画像データにおける局所領域毎に輝度差判定を行う。最後に、エッジ判定結果および輝度差判定結果に基づいて、着目画像データにおけるノイズ判定を行う。生成したノイズマップは RAM 202 に記憶することができる。

20

【0025】

合成処理部 306 は、CPU 201 からの指示を受け、着目画像データのノイズマップ及び画像処理パラメータに基づいて、着目画像データ及び参照画像データから合成画像データを生成する。生成した合成画像データは RAM 202 に記憶することができる。画像データ出力部 307 は、合成処理部 306 で生成した合成画像データをモニタ 208 や HDD 203 になどに出力する。尚、出力先はこれらに限られるものではなく、例えば、汎用 I/F 204 に接続した外部メモリに出力することもできる。

30

【0026】

<メイン処理フロー>

図 4 は、本実施形態における画像処理の流れを示すフローチャートである。以下、図 3 に示す画像処理装置の論理構成における各処理の詳細について、図 4 を参照して説明する。尚、図 4 に示す処理フローは、CPU 201 が RAM 202 に格納されたプログラムを実行することによって実現することができる。勿論、図 3 に示す各構成の一部または全部の機能を有する専用の処理回路などを設けることにより実現してもよい。

40

【0027】

ステップ S401 において、画像データ入力部 301 が、撮像装置 205 が連続撮像して取得した着目画像データと複数の参照画像データから成る画像データ群を画像処理装置に入力する。ここで入力される画像データは、三脚を用いて撮影した取得される画像データであり、各画像データの同じ座標位置の画素は対応している。

【0028】

ステップ S402 において、パラメータ入力部 302 が、後続く処理に必要な画像処理パラメータを画像処理装置に入力する。入力するパラメータは、画像データ数、エッジ

50

強度マップや平均輝度マップを生成する際に必要な局所領域のサイズ、ISO感度毎に算出したノイズ特性値（例えば、分散、標準偏差など）、構造ノイズを検出する際に必要な閾値などを含む。ここで、ノイズ特性値はノイズ分散とするものを例に説明を行う。ノイズ分散は、ISO感度及び輝度値に依存しており、本ステップにおいて、ISO感度毎に算出したノイズ分散は、輝度値に応じたデータテーブル（RGB毎）として画像処理装置に入力される。

【0029】

ステップS403において、エッジ強度算出部303が、着目画像データ及び各参照画像データそれぞれについてエッジ強度マップを生成する。エッジ強度マップは、画像データの局所領域における分散と、その局所領域の平均輝度及び撮像時のISO感度に応じた

10

【0030】

図5は、本実施形態における局所領域を説明するための図である。局所領域は、中心画素と周辺画素から成る。局所領域のサイズS1はステップS402で画像処理パラメータの1つとして入力され、ここでは、局所領域のサイズS1=5とし、局所領域が5×5画素の場合を例とする。図5(a)において、黒色のブロック501は中心画素を表しており、灰色のブロック502は周辺画素を表しており、太線503は局所領域を表している。局所領域の形状は図5(a)に限らず、任意の形状でもよく、例えば図5(b)のような形状としてもできる。

20

【0031】

まず、局所領域における分散VをRGB毎に次の式(1)により算出する。

【0032】

【数1】

$$V_R = \frac{\sum_i (r_i - \bar{r})^2}{M-1}, \quad V_G = \frac{\sum_i (g_i - \bar{g})^2}{M-1}, \quad V_B = \frac{\sum_i (b_i - \bar{b})^2}{M-1} \quad (1)$$

【0033】

ここで、Mは局所領域に含まれる画素数である。図5(a)及び図5(b)の場合に、M=25とする。r、g、bはそれぞれRGB値であり、、、はそれぞれ局所領域に含まれるM個の画素のRGB値の平均を示している。このように算出したRGB毎の分散は、例えばV_R=10、V_G=15、V_B=12となる。

30

【0034】

そして、これら分散を、局所領域の輝度平均値及び撮像時のISO感度に応じたノイズ分散²で割ることで分散の比率を算出し、エッジ強度Eとする。すなわち、次の式(2)により算出する。

【0035】

【数2】

$$E_R = \frac{V_R}{\sigma_R^2}, \quad E_G = \frac{V_G}{\sigma_G^2}, \quad E_B = \frac{V_B}{\sigma_B^2} \quad (2)$$

40

【0036】

式(2)におけるノイズ分散²_R、²_G、²_Bは、ステップS402で入力されたノイズ分散のデータテーブルを参照して求めることができる。具体的には、局所領域の輝度平均値、、に対応したノイズ分散をデータテーブルから求め、ノイズ分散²_R、²_G、²_Bとする。求めたノイズ分散は、例えば²_R=8、²_G=10、²_B=6となる。この場合、式(2)により算出したエッジ強度は、E_R=1.25、E_G=1.50、E_B=2.00となる。

【0037】

50

エッジ強度は値が大きいほど、鮮鋭度が高く、逆に小さいほど鮮鋭度が低いことを示す指標である。式(2)により算出したエッジ強度は、値が1に近いほど平坦、値が大きいほどエッジであることを示す。

【0038】

算出したエッジ強度は、黒色のブロック501で示す中心画素のエッジ強度とする。このような算出を画像データの全画素について行うことにより、エッジ強度マップを生成する。生成したエッジ強度マップは、後述のステップS405の判定処理に用いられる。

【0039】

尚、エッジ強度の算出方法はこれに限らず、ソーベルフィルタやラプラシアンフィルタなどを利用して算出するなど、エッジ強度に相当する値が算出できれば何でもよい。また、本実施形態では画素毎にRGBそれぞれのエッジ強度を持つが、3つのエッジ強度の内、最大値や最小値のみを代表のエッジ強度として1つだけエッジ強度を持たせてもよい。

【0040】

ステップS404において、平均輝度算出部304が、着目画像データと各参照画像データそれぞれについて平均輝度マップを生成する。平均輝度マップは、画像データの局所領域における輝度の平均値(以下、平均輝度)を局所領域の中心画素に持つマップである。具体的には、各画像データにおいて中心画素と周辺画素から成る局所領域における平均輝度をRGB毎に算出する。図5の場合に、太線503で表す局所領域に含まれる25個の画素の平均輝度をRGB毎に算出する。算出した平均輝度をブロック501で表す中心画素に持たせる。この算出を画像データの全画素について行うことにより、平均輝度マップを生成する。

【0041】

尚、本実施形態のステップS403及びステップS404では、それぞれ算出したエッジ強度及び平均輝度を局所領域の中心画素に持たせて、エッジ強度マップ及び平均輝度マップを生成するが、局所領域にあればどの画素に持たせてもよい。

【0042】

ステップS405において、判定処理部305が、ステップS403で生成したエッジ強度マップとステップS404で生成した平均輝度マップを基に、着目画像データにおいて構造ノイズがあるかどうかを判定し、ノイズマップを生成する。判定処理の詳細は図6から図9を参照して後述する。

【0043】

ステップS406において、合成処理部306が、ステップS405で生成したノイズマップを基に着目画像データと各参照画像データを合成し、合成画像データを生成する。合成画像データは、着目画像データにおけるノイズが低減された画像データとして出力される。合成処理の詳細は図10を参照して後述する。

【0044】

ステップS407において、画像データ出力部307が、ステップS406で生成した合成画像データをモニタ208などに出力する。以上が本実施形態の画像処理装置で行われるメイン処理フローである。以下、ステップS405で行われる判定処理の詳細を説明する。

【0045】

< 判定処理の詳細 >

本実施形態の判定処理は、ステップS403で生成したエッジ強度マップとステップS404で生成した平均輝度マップに基づいて、着目画像データにおける構造ノイズを検出し、ノイズマップを生成する。ここで構造ノイズとは、ノイズが重畳した結果、着目画像データにおいて平坦な領域にノイズ画素が連続することにより本来ないはずのエッジ構造を形成してしまうノイズである。ノイズの影響により近傍の連続した複数の画素についてほぼ同じ輝度として出力された結果、視認性の高い構造ノイズが表れてしまう。ただし、このような構造ノイズは、時間的には連続するものではなく、着目画像データ以外の参照画像データにおいて、同じ位置に同じ構造ノイズが発生することはごくまれである。この

10

20

30

40

50

特徴を利用して、本実施形態では以下の通りに構造ノイズを検出する。

【0046】

図6は、本実施形態における判定処理の流れを示すフローチャートである。図7は、本実施形態における判定処理の具体例を説明するための図である。以下、本実施形態において判定処理部305がステップS405で行う、判定処理について図6及び図7を参照して説明する。

【0047】

ステップS601において、判定処理部305が、ステップS401で入力した着目画像データから処理対象とする着目画素を選択する。ステップS602において、判定処理部305が、ステップS601で選択した着目画素がエッジ画素であるか否かを着目画像データのエッジ強度マップに基づいて判定する。以下、本ステップの判定処理（以下、着目画像のエッジ判定）を説明する。

【0048】

具体的には、判定処理部305が、着目画素に対応するエッジ強度 E_R 、 E_G 、 E_B を着目画像データのエッジ強度マップから取得する。取得した E_R 、 E_G 、 E_B のうち最も大きい値、すなわち $\text{Max}(E_R, E_G, E_B)$ と、ステップS402で入力したエッジ判定用の閾値 t_{h1} とを比較する。 $\text{Max}(E_R, E_G, E_B)$ がエッジ判定用の閾値 t_{h1} を超える場合に、着目画素をエッジ画素と判定し、処理はステップS603へ進み、そうでない場合に、着目画素を平坦画素と判定し、処理はステップS605へ進む。ここで、ステップS402で入力されたエッジ判定用の閾値 t_{h1} は1.8とするものを例に説明を行う。黒色のブロック501で示す画素を着目画素とする場合に、ステップS403で算出したエッジ強度は、 $E_R = 1.25$ 、 $E_G = 1.50$ 、 $E_B = 2.00$ となり、 $\text{Max}(E_R, E_G, E_B)$ は2.00となる。 $\text{Max}(E_R, E_G, E_B)$ は閾値 t_{h1} より大きいので、着目画素はエッジ画素と判定される。

【0049】

ステップS602においてエッジ画素と判定された着目画素は、図7に示すように、静止被写体のエッジ、動被写体のエッジ及び構造ノイズのいずれかに対応するので、構造ノイズを検出するように判定処理が続く必要がある。判定処理はステップS603へ進む。

【0050】

ステップS603において、判定処理部305が、参照画像データにおいて着目画素と同座標にある画素を参照画素として選択し、選択した参照画素がエッジ画素であるか否かを、参照画像データのエッジ強度マップに基づいて判定する。以下、本ステップの判定処理（以下、参照画像のエッジ判定）の詳細を説明する。

【0051】

図8は本実施形態における参照画像のエッジ判定の流れを示すフローチャートである。ステップS801において、判定処理部305が、ステップS601で選択した着目画像データの着目画素と同座標にある画素を参照画像データから参照画素として選択する。また、ステップS803、ステップS804及びステップS806で使用するための一時的なメモリを確保する。

【0052】

ステップS802において、判定処理部305が、参照画素の画素位置に対応するエッジ強度 E_R 、 E_G 、 E_B を参照画像データのエッジ強度マップから取得する。着目画像のエッジ判定と同様に、取得した E_R 、 E_G 、 E_B のうち最も大きい値、すなわち $\text{Max}(E_R, E_G, E_B)$ と、ステップS402で入力したエッジ判定用の閾値 t_{h1} とを比較する。 $\text{Max}(E_R, E_G, E_B)$ がエッジ判定用の閾値 t_{h1} を超える場合に、参照画素をエッジ画素と判定し、処理はステップS803へ進み、そうでない場合に、参照画素を平坦画素と判定し、処理はステップS804へ進む。

【0053】

ステップS803において、判定処理部305が、「1」をエッジ画素として、ステップS801で確保したメモリに記録する。ステップS804において、判定処理部305

10

20

30

40

50

が、「0」を平坦画素として、ステップS801で確保したメモリに記録する。ステップS805において、判定処理部305が、参照画像データを全て選択したか否かを判定し、完了していない場合に、ステップS801へ進み、完了している場合に、参照画像のエッジ判定を終了し、処理はステップS806へ進む。

【0054】

ステップS806において、判定処理部305が、ステップS801で確保したメモリの記録に基づいて、参照画素が全て平坦画素であるか否かを判定する。全て平坦画素である場合はステップS808へ進み、そうでない場合はステップS807へ進む。ステップS806の処理後、ステップS801で確保したメモリを解放する。

【0055】

ステップS807において、判定処理部305が、ステップS601で選択した着目画素をエッジと判定する。本ステップでエッジと判定した着目画素は、図7に示す静止被写体のエッジに対応する。

【0056】

ステップS808において、判定処理部305が、ステップS601で選択した着目画素を、構造ノイズの可能性がある画素と判定する。構造ノイズの可能性があるとは判定される画素は、着目画素のみエッジと判定され、同じ位置である参照画素はエッジではないと判定されている画素である。本ステップで構造ノイズの可能性がある画素と判定した着目画素は、図7に示す動被写体のエッジまたは構造ノイズのいずれかに対応する。

【0057】

以上がステップS603で行う参照画像のエッジ判定の詳細である。参照画像のエッジ判定によって、構造ノイズの可能性がある着目画素を検出し、検出した構造ノイズの可能性がある着目画素については、次のステップS604で判定処理がさらに続く。

【0058】

ステップS604において、判定処理部305が、ステップS603で構造ノイズの可能性があるとは判定した着目画素について、参照画素との輝度差に基づいて構造ノイズであるか否かを判定し、ノイズマップを生成する。以下、本ステップの判定処理（以下、輝度差判定処理）の詳細を説明する。

【0059】

図9は本実施形態における輝度差判定処理の流れを示すフローチャートである。ステップS901において、判定処理部305が、ステップS603での判定結果を取得し、着目画素が構造ノイズの可能性がある場合はステップS902へ進み、そうでない場合は輝度差判定処理を終了する。ステップS902において、判定処理部305が、ステップS402で入力した輝度差判定処理用の閾値 t_h2 を取得する。また、ステップS905、ステップS906及びステップS908で使用するための一時的なメモリを確保する。ステップS903において、判定処理部305が、ステップS601で選択した着目画素と同座標にある画素を参照画像データから参照画素として選択する。

【0060】

ステップS904において、判定処理部305が、着目画素と参照画素それぞれの画素位置に対応する平均輝度を平均輝度マップから取得し、RGB毎に差分値 d_{iff} を算出する。3つの差分値 d_{iff} の内、1つでも閾値 t_h2 以上である場合、着目画素と参照画素は輝度差ありと判定し、ステップS905へ進み、そうでない場合はステップS906へ進む。ここで、輝度差判定用の閾値 t_h2 は適切な値に設定する必要がある。閾値 t_h2 の値が小さすぎると、ノイズによる差分まで輝度差ありと判定してしまう。そこで、局所領域内のRGB毎の平均値に対応した分散値をノイズ分散のデータテーブルから求め、分散値のルートを取り、標準偏差を算出する。閾値 t_h2 は、算出した標準偏差を超える値に設定することが望ましい。例えば、 $t_h2 = 8.0$ とする。

【0061】

ステップS905において、判定処理部305が、「1」を輝度差ありとして、ステップS901で確保したメモリに記録する。ステップS906において、判定処理部305

10

20

30

40

50

が、「0」を輝度差なしとして、ステップS901で確保したメモリに記録する。ステップS907において、判定処理部305が、参照画像データを全て選択したか否かを判定し、完了していない場合はステップS903へ進み、完了している場合は輝度差判定処理を終了し、処理がステップS908へ進む。

【0062】

ステップS908において、判定処理部305が、ステップS903で選択した参照画素が全て輝度差なしであるか否かを判定する。全て輝度差なしである場合はステップS909へ進み、そうでない場合はステップS910へ進む。ステップS908の処理後、ステップS901で確保したメモリを解放する。

【0063】

ステップS909において、判定処理部305が、着目画素を構造ノイズと判定し、ノイズマップに対して着目画素と同座標の画素に255を出力する。ステップS910において、判定処理部305が、着目画素をエッジと判定し、ノイズマップに対して着目画素と同座標の画素に0を出力する。本ステップでエッジと判定した着目画素は、図7に示す動被写体のエッジに対応する。

【0064】

以上がステップS604で行う輝度差判定処理の詳細である。輝度差判定処理によって、着目画素が構造ノイズか否かを判定し、ノイズマップを生成する。ステップS605において、判定処理部305が、着目画像データの全画素についてS602～S604の処理が完了したのかを判定し、完了している場合は判定処理を終了し、そうでない場合はス

【0065】

以上のように、本実施形態では、着目画像のエッジ判定、参照画像のエッジ判定、及び着目画像と参照画像との輝度差判定処理を行うことにより、構造ノイズを検出する。着目画素がエッジ画素と判定され、参照画素が全て平坦画素と判定され、且つ着目画素と参照画素は輝度差がないと判定された場合、着目画素は平坦な静止被写体であるにも関わらず、着目画素にのみエッジが発生していることを意味する。この時、着目画素が構造ノイズを構成する画素であると判定する。

【0066】

<合成処理の詳細>

以下、ステップS406で行われる合成処理の詳細を説明する。合成処理では、ステップS405で生成したノイズマップを基に着目画像データと参照画像データを合成する。図10は合成処理の流れを示すフローチャートである。以下、本実施形態において合成処理部306がステップS406で行う、合成処理について図10を参照して説明する。

【0067】

ステップS1001において、合成処理部306が、ステップS401で入力した着目画像データから処理対象とする着目画素を選択する。ステップS1002において、合成処理部306が、ノイズマップに基づいて、着目画素が構造ノイズであるか否かを判定する。着目画素が構造ノイズである場合はステップS1003へ進み、そうでない場合はステップS1004へ進む。

【0068】

ステップS1003において、合成処理部306が、着目画素が構造ノイズであるとして、着目画素と同座標にある各参照画像データの参照画素を加算平均して、計算結果を合成画像データに出力する。構造ノイズは時間方向にランダムに発生する特性から同座標に連続して発生する確率は低いため、参照画素の加算平均を用いて着目画素を補正することで構造ノイズを低減することができる。

【0069】

ステップS1004において、合成処理部306が、着目画素が構造ノイズではないとして、着目画像データに対してエッジ保存型のノイズ低減処理をする。このとき、着目画素に類似する画素を類似度が高い順に入力画像データ数分だけ合成する。これは、ステッ

10

20

30

40

50

ステップS1003で処理した補正結果と、ステップS1004で処理した補正結果にノイズ低減によるSNのギャップが発生するのを防ぐためである。エッジ保存型ノイズ低減処理としては、NonLocalMeansフィルタやバイラテラルフィルタを用いるとよい。計算結果を合成画像データに出力する。

【0070】

ステップS1005において、全画素がステップS1002からS1004の処理を終了したか否かを判定し、完了していない場合はステップS1001へ進み、完了している場合は合成処理を終了する。以上のように、本実施形態では、着目画像データの構造ノイズがある領域では加算平均、そうでない領域ではエッジ保存型ノイズ低減処理を適用することで、合成画像データを生成する。本実施形態によれば、入力画像データから構造ノイズを検出することができ、構造ノイズを強調させることなく画像全体のSNを向上させることが可能となる。

【0071】

[実施形態2]

実施形態1では、エッジ強度マップと平均輝度マップを生成する際、局所領域のサイズS1を同一にした。こうした方法は、局所領域のサイズS1を一様にして平均輝度マップを生成しているため、サイズS1が小さいと平坦領域においてノイズの影響を受けやすい。そこで、本実施形態では、ノイズの影響を抑制するように、平坦領域の平均輝度マップを生成する際、局所領域のサイズS1をエッジ強度に応じて切り替える仕組みを提供する。

【0072】

図11は、本実施形態における画像処理の流れを示すフローチャートである。図11におけるステップS401、ステップS403、ステップS405、ステップS406及びステップS407は図4に示すステップと同一であるため、差分のステップS402A及びステップS404Aについてのみ説明する。

【0073】

ステップS402Aにおいて、パラメータ入力部302が、後に続く処理に必要な画像処理パラメータを画像処理装置に入力する。本実施形態では、実施形態1のステップS402で入力したパラメータに加え、平均輝度マップ生成用のパラメータも入力する。ステップS404Aにおいて、本実施形態の平均輝度マップ生成処理を行う。

【0074】

図12は、本実施形態における平均輝度マップ生成処理の流れを示すフローチャートである。以下、図12を参照して本実施形態における平均輝度マップ生成処理の詳細を説明する。

【0075】

ステップS1201において、平均輝度算出部304が、ステップS402Aで入力した平均輝度マップ生成用の閾値 t_{h3} を取得する。ステップS1202において、平均輝度算出部304が、ステップS401で入力した着目画像データから処理対象とする着目画素を選択する。ステップS1203において、平均輝度算出部304が、ステップS403で生成したエッジ強度マップから着目画素と同座標に位置する画素とその周辺画素（例えば 5×5 画素のブロック）のエッジ強度を取得する。

【0076】

ステップS1204において、平均輝度算出部304が、ステップS1203で取得したエッジ強度に基づいて、平均輝度を算出するための局所領域のサイズS2を決定する。具体的にはまず、ステップS1203で取得した 5×5 画素のエッジ強度が閾値 t_{h3} 以下（所定閾値以下）である画素数をカウントする。次に、カウントした数が局所領域内の総画素数の $x\%$ （例えば $x = 80$ ）以上（第2の所定数以上）である場合、サイズ $S2 >$ サイズ $S1$ となるようにサイズS2を決定する。このように、エッジ強度が小さい平坦領域について平均輝度を算出するための局所領域のサイズを大きくすることにより、平坦領域においてノイズの影響を抑制することができる。

【 0 0 7 7 】

ここで、閾値 $t h 3$ は閾値 $t h 1$ 以上に設定することが望ましい。例えば、閾値 $t h 3$ は閾値 $t h 1$ の 1 割増しに設定し、 $t h 3 = 1.98$ とする。また、サイズ $S 2$ は、奇数にすることが望ましく、サイズ $S 1$ より大きければよい。例えば、サイズ $S 2$ は、サイズ $S 1$ の 2 倍になるように、 $S 2 = 11$ に決定する。

【 0 0 7 8 】

ステップ $S 1205$ において、平均輝度算出部 304 が、ステップ $S 1204$ で決定したサイズ $S 2$ に基づいて平均輝度を算出する。ステップ $S 1206$ において、全画素がステップ $S 1202 \sim$ ステップ $S 1205$ の処理を終了したか否かを判定し、完了していない場合はステップ $S 1201$ へ進み、完了している場合は平均輝度マップ生成処理を終了する。

10

【 0 0 7 9 】

尚、本実施形態では、サイズ $S 1$ 、 $S 2$ の 2 種類のサイズを用いて局所領域の平均輝度を算出したが、より細かく閾値を設定して複数のサイズを用いて局所領域の平均輝度を算出することで平均輝度マップを生成してもよい。以上のように、本実施形態では、エッジ強度に応じて平均輝度マップ生成時の局所領域のサイズを切り替える仕組みをさらに提供し、それによってノイズの影響を抑制し、より高い精度で構造ノイズを検出することが可能となる。

【 0 0 8 0 】

〔 実施形態 3 〕

20

実施形態 1、2 では、ステップ $S 602$ の着目画像のエッジ判定で着目画素がエッジ画素と判定され、かつステップ $S 603$ の参照画像のエッジ判定で参照画素が全て平坦画素と判定された場合に、着目画素を構造ノイズの可能性がある画素とする。すなわち、着目画素がエッジ画素と判定され、且つ参照画素のうちエッジ画素の個数が 0 であると判定された場合、着目画素を構造ノイズの可能性がある画素とする。これは、実施形態 1、2 のように画像データ数が少ない場合 ($N = 4$) に対しては有効であるが、画像データ数が増えるにつれ同座標に構造ノイズの発生確率が上がるため、構造ノイズの検出精度が低下する。

【 0 0 8 1 】

そこで、本実施形態では画像データ数が多い場合 (例えば、 $N = 16$) について、参照画素のうちエッジ画素の個数が 0 ではなくても、閾値未満 (所定数未満) であれば、着目画素を構造ノイズの可能性がある画素と判定する。ここで個数比較用の閾値は、画像データ数 N を基に決定することができる。例えば、画像データ数 N の 10 % とすることができる。なお、閾値を決定する考え方は参照画像のエッジ判定だけでなく、輝度差判定処理にも適用可能である。以下、本実施形態における画像処理装置の論理構成は実施形態 1、2 と同じであり、参照画像のエッジ判定及び輝度差判定処理における差異についてのみ記載する。

30

【 0 0 8 2 】

本実施形態では、パラメータ入力部 302 が、予め参照画像のエッジ判定及び輝度差判定処理に必要な画像処理パラメータを画像処理装置に入力しているものとする。図 13 は、本実施形態における参照画像のエッジ判定の流れを示すフローチャートである。図 13 におけるステップ $S 801$ からステップ $S 805$ 、ステップ $S 807$ 及びステップ $S 808$ は図 8 に示すステップと同一であるため、差分のステップ $S 1301$ 及びステップ $S 1302$ についてのみ説明する。

40

【 0 0 8 3 】

ステップ $S 1301$ において、判定処理部 305 が、参照画素のうちエッジ画素の個数をカウントする。ステップ $S 1302$ において、判定処理部 305 が、ステップ $S 1301$ でカウントしたエッジ画素の個数が画像データ数 N の y (例えば $y = 10$) % 未満か否かを判定する。エッジ画素の個数が N / y % 未満である場合はステップ $S 808$ へ進み、そうでない場合はステップ $S 807$ へ進む。ステップ $S 1302$ の処理後、ステップ $S 8$

50

01で確保したメモリを解放する。

【0084】

図14は、本実施形態における輝度差判定処理の流れを示すフローチャートである。図14におけるステップS901からステップS907、ステップS909及びステップS910は図9に示すステップと同一であるため、差分のステップS1401及びステップS1402についてのみ説明する。ステップS1401において、判定処理部305が、輝度差ありの個数をカウントする。

【0085】

ステップS1402において、判定処理部305が、ステップS1401でカウントした輝度差ありの個数が画像データ数Nのy（例えば $y = 10$ ）%未満か否かを判定する。輝度差ありの個数が N / y %未満である場合はステップS909へ進み、そうでない場合はステップS910へ進む。ステップS1402の処理後、ステップS901で確保したメモリを解放する。

10

【0086】

以上のように、本実施形態では、利用する画像データ数に応じて参照画像のエッジ判定及び輝度差判定処理における個数比較用の閾値を切り替えることにより、画像データ数の多い場合にも対応でき、構造ノイズを検出する精度を向上させることが可能となる。

【0087】

また、実施形態1及び実施形態2において、同座標にある参照画素を加算平均して、構造ノイズである着目画素を補正する。本実施形態では、同様の方法で補正を行うことはもちろん可能であるが、参照画素のうち、エッジ判定で平坦画素であって、且つ輝度差判定で輝度差がない参照画素のみを加算して、着目画素を補正することにより、着目画素をより正確に補正することができる。

20

【0088】

（その他の実施形態）

実施形態1～3では、連続撮像して得た画像データの先頭画像データを着目画像データにしたが、本発明はこれに限定されない。例えば、各画像データのエッジ強度の総和が最も大きい画像データを着目画像データとしてもよい。

【0089】

また、実施形態1～3では、三脚を用いて撮像した例について述べた。しかしながら、手持ち撮影の場合は、ステップS401で画像データを入力した際に各参照画像データを基準画像データに位置合わせしてからステップS402～S407の処理を実行することで同様の効果が得られる。

30

【0090】

本発明は、上述の実施形態の1以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける1つ以上のプロセッサがプログラムを読み出し実行する処理でも実現可能である。また、1以上の機能を実現する回路（例えば、ASIC）によっても実現可能である。

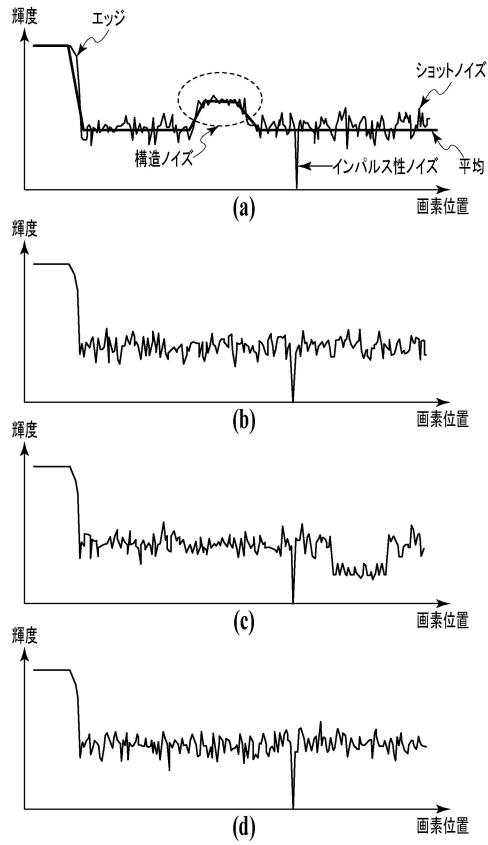
【符号の説明】

【0091】

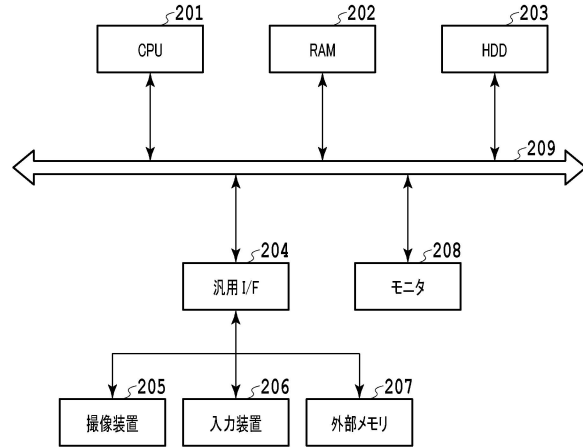
301・・・画像データ入力部
302・・・パラメータ入力部
303・・・エッジ強度算出部
304・・・平均輝度算出部
305・・・判定処理部
306・・・合成処理部
307・・・画像データ出力部

40

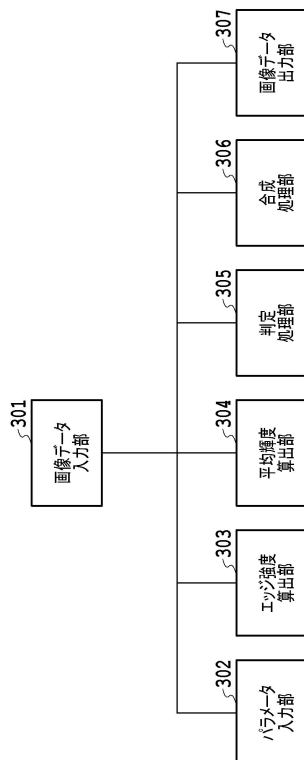
【図 1】



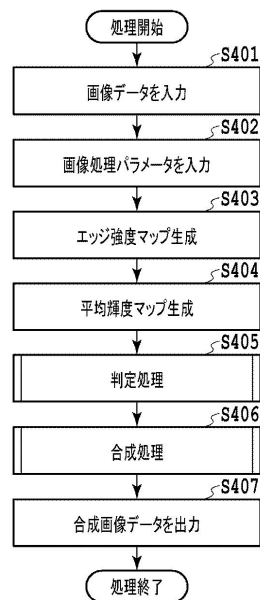
【図 2】



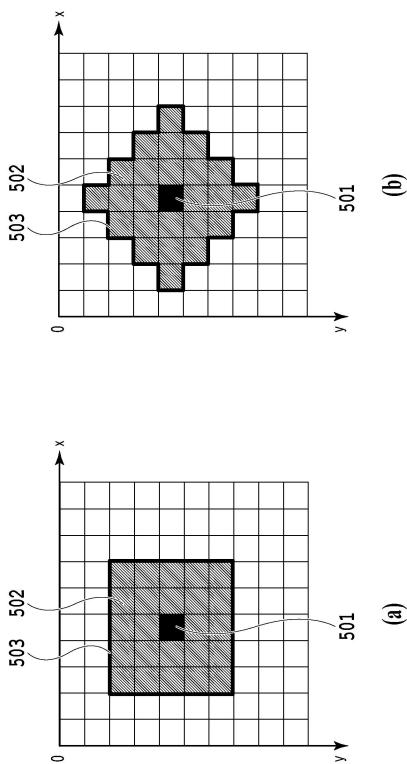
【図 3】



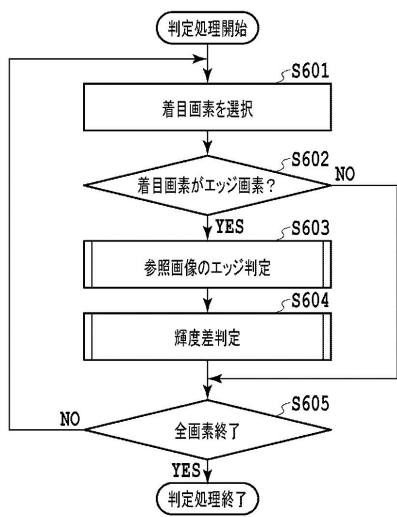
【図 4】



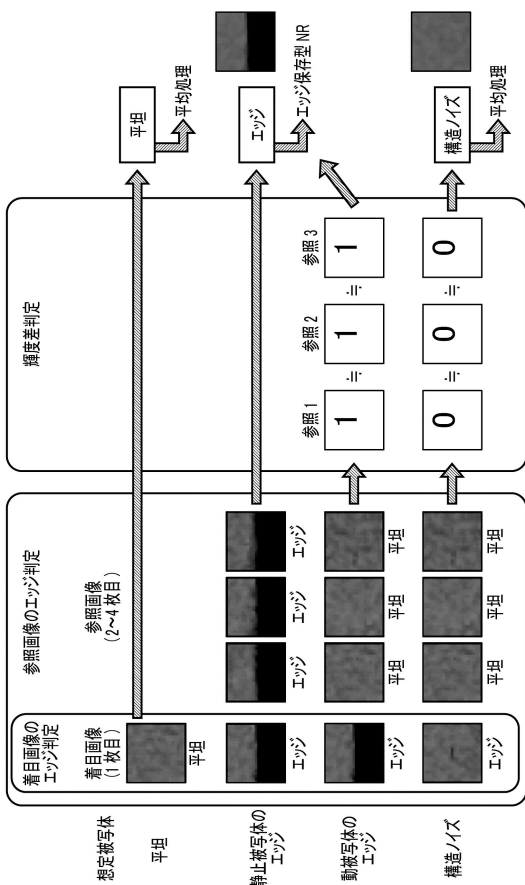
【図 5】



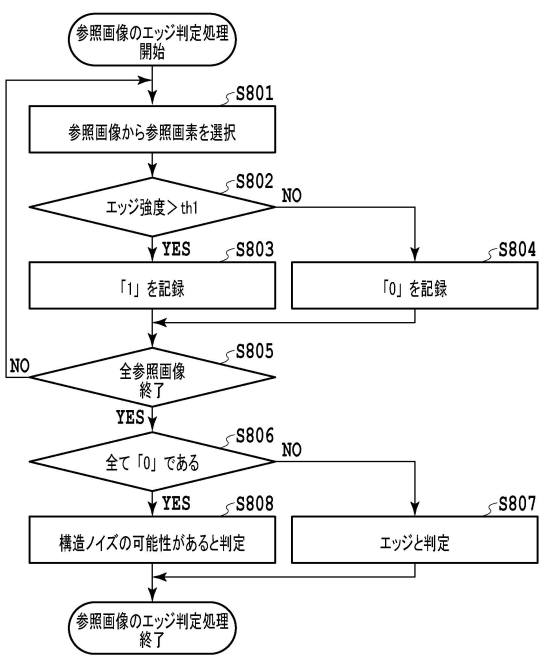
【図 6】



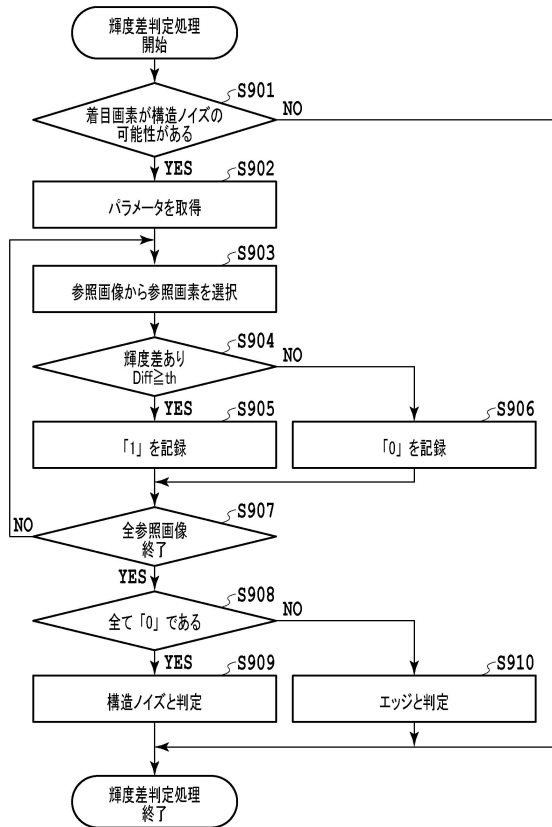
【図 7】



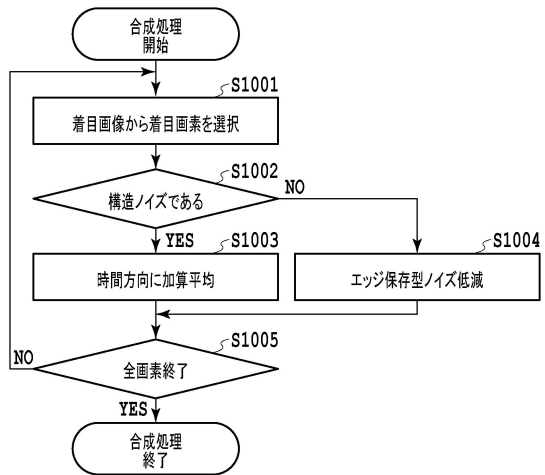
【図 8】



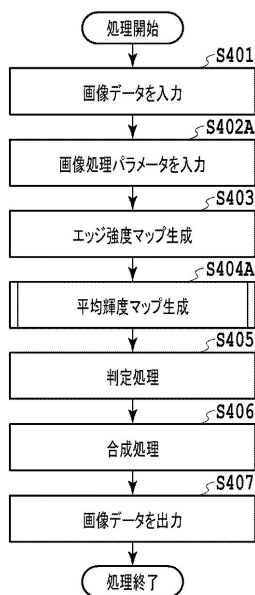
【図 9】



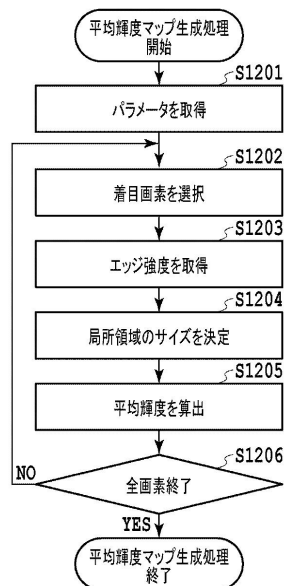
【図 10】



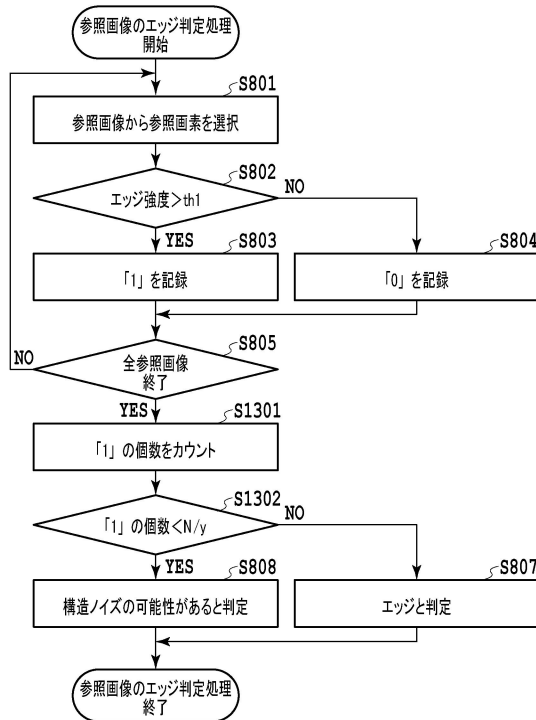
【図 11】



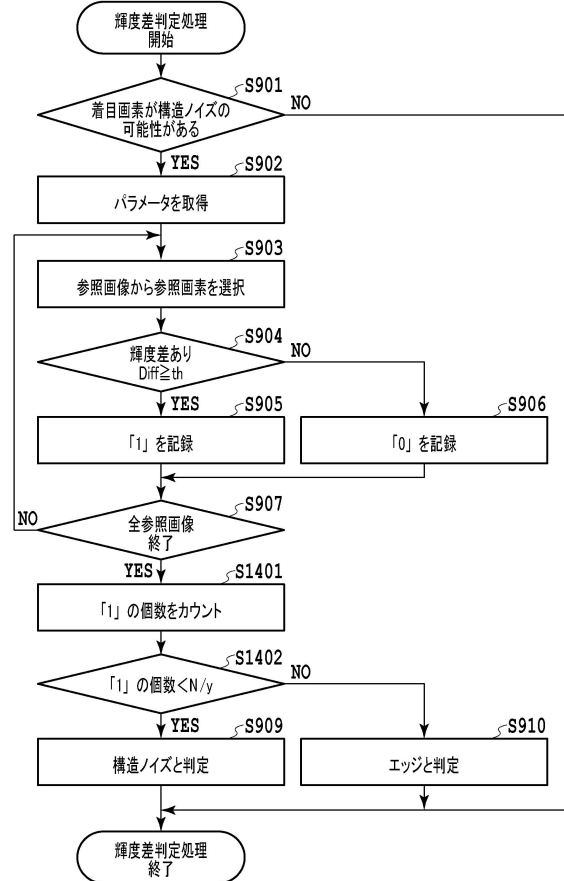
【図 12】



【図 13】



【図 14】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 0 2 - 1 3 5 6 2 3 (J P , A)
特開 2 0 1 1 - 2 2 8 9 7 5 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 1 1 0 4 4 5 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 4 N	1 / 4 0
G 0 6 T	5 / 0 0
H 0 4 N	5 / 2 3 2
H 0 4 N	5 / 3 3 5