

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3959547号
(P3959547)

(45) 発行日 平成19年8月15日(2007.8.15)

(24) 登録日 平成19年5月25日(2007.5.25)

(51) Int. Cl.		F I			
HO4N	5/232	(2006.01)	HO4N	5/232	Z
GO6T	5/20	(2006.01)	GO6T	5/20	C
HO4N	1/409	(2006.01)	HO4N	1/40	I O I C

請求項の数 9 (全 18 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2006-549200 (P2006-549200)</p> <p>(86) (22) 出願日 平成17年4月27日 (2005.4.27)</p> <p>(86) 国際出願番号 PCT/JP2005/007999</p> <p>(87) 国際公開番号 W02006/117844</p> <p>(87) 国際公開日 平成18年11月9日 (2006.11.9)</p> <p>審査請求日 平成17年12月6日 (2005.12.6)</p> <p>早期審査対象出願</p>	<p>(73) 特許権者 000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号</p> <p>(74) 代理人 100113077 弁理士 高橋 省吾</p> <p>(74) 代理人 100112210 弁理士 稲葉 忠彦</p> <p>(74) 代理人 100108431 弁理士 村上 加奈子</p> <p>(74) 代理人 100128060 弁理士 中鶴 一隆</p> <p>(72) 発明者 福田 智教 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置、画像処理方法、及び情報端末装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

入力画像に対してぶれ補正処理を行う画像補正手段と、
ぶれ補正処理後の補正画像のエッジに関する情報を検出する補正画像エッジ検出手段と

、
前記入力画像のエッジに関する情報を検出する入力画像エッジ検出手段と、
エッジに関する情報が検出されたエッジ検出補正画像と、エッジに関する情報が検出されたエッジ検出入力画像とに基づいて選択情報を出力する第2のエッジ判定手段と、
前記選択情報に基づいて、前記入力画像または前記補正画像のいずれか一方を出力する画像出力手段と

を備える画像処理装置であって、

前記選択情報は、前記エッジ検出補正画像と第1のしきい値とを比較し、かつ、前記エッジ検出入力画像と第2のしきい値とを比較した結果であり、

前記画像出力手段は、

前記選択情報が、前記エッジ検出補正画像が前記第1のしきい値以下、かつ、前記エッジ検出入力画像が前記第2のしきい値以下を表す場合、前記入力画像を出力し、

前記選択情報が、前記エッジ検出補正画像が前記第1のしきい値以上、または、前記エッジ検出入力画像が前記第2のしきい値以上を表す場合、前記補正画像を出力する画像処理装置。

【請求項2】

選択情報を変更した変更情報を出力する第1の選択情報変更手段を備え、
画像出力手段は、前記変更情報に基づいて、入力画像または補正画像のいずれか一方を
出力する

請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項3】

画像のエッジに関する情報の検出は、画像を構成する所定領域毎に行う

請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項4】

所定領域は、画素である

請求項3に記載の画像処理装置。

10

【請求項5】

第1の選択情報変更手段は、

処理対象となっている所定領域の選択情報を、前記処理対象以外の所定領域の選択情報
を参照して変更する

請求項2に記載の画像処理装置。

【請求項6】

第1の選択情報変更手段は、

メディアフィルタによるフィルタリング処理を行う

請求項5に記載の画像処理装置。

【請求項7】

20

入力画像に対してぶれ補正処理を行う画像補正ステップと、

ぶれ補正処理後の補正画像のエッジに関する情報を検出する補正画像エッジ検出ステッ
プと、

前記入力画像のエッジに関する情報を検出する入力画像エッジ検出ステップと、

エッジ情報が検出されたエッジ検出補正画像と、エッジに関する情報が検出されたエッ
ジ検出入力画像とに基づいて選択情報を出力する第2のエッジ判定ステップと、

前記選択情報に基づいて、前記入力画像または前記補正画像のいずれか一方を出力する
画像出力ステップと

を備える画像処理方法であって、

前記選択情報は、エッジ検出補正画像と第1のしきい値とを比較し、かつ、エッジ検出
入力画像と第2のしきい値とを比較した結果であり、

30

前記画像出力ステップは、

前記選択情報が、前記エッジ検出補正画像が前記第1のしきい値以下、かつ、前記エッ
ジ検出入力画像が前記第2のしきい値以下を表す場合、入力画像を出力し、

前記選択情報が、前記エッジ検出補正画像が前記第1のしきい値以上、または、前記エ
ッジ検出入力画像が前記第2のしきい値以上を表す場合、補正画像を出力する

画像処理方法。

【請求項8】

選択情報を変更した変更情報を出力する第1の選択情報変更ステップを備え、

画像出力ステップは、前記変更情報に基づいて、前記入力画像または前記補正画像のい
ずれか一方を出力する

40

請求項7に記載の画像処理方法。

【請求項9】

請求項1に記載の画像処理装置を備えた情報端末装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮像時の手ぶれや撮像系自体が動いたことによるぶれ等の影響を低減する画像処理装置及び画像処理方法に関するものである。本発明は、例えば、携帯電話装置やPDA(Personal Digital Assistant)等の情報端末装置に搭

50

載される撮像装置や、デジタルスチルカメラ、デジタルムービーカメラ等に適応可能である。

【背景技術】

【0002】

従来より、銀塩フィルムカメラやデジタルスチルカメラを手で持って被写体を撮影すると、手ぶれなどによりカメラが振れ、撮像画像が手ぶれ方向に流れた劣化を受ける現象が知られている。

【0003】

このような、ぶれによる画像劣化を補正するために、光学系を駆動して撮像を行い、ぶれを低減する方法や、角速度センサ等により求めた手ぶれ量を用いて画像処理を行い、ぶれを低減する方法が提案されている（例えば、特許文献1）。

10

【0004】

【特許文献1】特開平6-27512号公報（第7頁、第1図）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、画像処理によるぶれ補正の方法では、補正画像にリングング等のノイズが発生し、画質がより劣化する場合がある。特に、ぶれ量が大きい画像を画像処理した場合、このような劣化は顕著となる。本発明は、このような問題に鑑みてなされたものであり、画像処理によりぶれ補正を行う画像処理装置において、ノイズが低減された画像を得ることを目的としている。

20

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明に係る画像処理装置は、入力画像に対してぶれ補正処理を行う画像補正手段と、ぶれ補正処理後の補正画像のエッジに関する情報を検出する補正画像エッジ検出手段と、前記入力画像のエッジに関する情報を検出する入力画像エッジ検出手段と、エッジに関する情報が検出されたエッジ検出補正画像と、エッジに関する情報が検出されたエッジ検出入力画像とに基づいて選択情報を出力する第2のエッジ判定手段と、前記選択情報に基づいて、前記入力画像または前記補正画像のいずれか一方を出力する画像出力手段とを備える画像処理装置であって、前記選択情報は、前記エッジ検出補正画像と第1のしきい値とを比較し、かつ、前記エッジ検出入力画像と第2のしきい値とを比較した結果であり、前記画像出力手段は、前記選択情報が、前記エッジ検出補正画像が前記第1のしきい値以下、かつ、前記エッジ検出入力画像が前記第2のしきい値以下を表す場合、前記入力画像を出力し、前記選択情報が、前記エッジ検出補正画像が前記第1のしきい値以上、または、前記エッジ検出入力画像が前記第2のしきい値以上を表す場合、前記補正画像を出力することとしたものである。

30

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、リングング等のノイズが低減された画像を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

40

【0008】

【図1】この発明の実施の形態1に係る画像処理装置の構成を示すブロック図である。

【図2】画像の水平方向のエッジ成分を示す図である。

【図3】画像の垂直方向のエッジ成分を示す図である。

【図4】エッジ検出補正画像の分布を示す図である。

【図5】この発明の実施の形態2に係る画像処理装置の構成を示すブロック図である。

【図6】エッジ検出入力画像の分布を示す図である。

【図7】この発明の実施の形態3に係る画像処理装置の構成を示すブロック図である。

【図8】この発明の実施の形態4に係る画像処理装置の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

50

【 0 0 0 9 】

1 0、2 0、3 0、4 0 画像処理装置、 1 0 1 入力画像用フレームメモリ、 1 0 2 画像補正手段、 1 0 3 補正画像用フレームメモリ、 1 0 4 補正画像エッジ検出手段、 1 0 5 第1のエッジ判定手段、 1 0 6 画像出力手段、 2 0 4 入力画像エッジ検出手段、 2 0 5 第2のエッジ判定手段、 3 0 7 第1の選択情報変更手段、 4 0 7 第2の選択情報変更手段、 4 0 8 第1のゲインコントローラ、 4 0 9 第2のゲインコントローラ、 4 1 1 加算器。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 0 】

実施の形態 1 .

10

以下、この発明をその実施の形態を示す図に基づいて詳細に説明する。

【 0 0 1 1 】

実施の形態 1 に係る画像処理装置 1 0 は、入力画像を画像処理した補正画像の情報に基づいて、入力画像か補正画像のいずれか一方を選択して出力することにより、画像処理により発生したリングング等を低減する。

【 0 0 1 2 】

すなわち、入力画像には、ぶれが発生している可能性がある。一方、入力画像を画像処理した補正画像は、ぶれは低減されているが、画像処理によりリングング等のノイズが発生している可能性がある。本実施の形態に係る画像処理装置は、補正画像においてノイズが発生していると判定された画素を入力画像の画素に置き換え、出力画像のノイズを低減する。

20

【 0 0 1 3 】

図 1 は、実施の形態 1 に係る画像処理装置 1 0 の構成を示すブロック図である。図 1 において、まず、カメラもしくは撮像素子等から得られる入力画像が、入力画像用フレームメモリ 1 0 1 に入力され、保存される。次に、入力画像用フレームメモリ 1 0 1 から出力された入力画像が画像補正手段 1 0 2 に入力され、画像補正手段 1 0 2 においてぶれ補正の画像処理が行われる。なお、画像補正手段 1 0 2 の画像補正アルゴリズムについては後述する。

【 0 0 1 4 】

画像補正手段 1 0 2 で補正処理された画像（以下、「補正画像」と記す。）は、補正画像用フレームメモリ 1 0 3 に入力され、保存される。さらに、補正画像用フレームメモリ 1 0 3 から出力された補正画像は、補正画像エッジ検出手段 1 0 4 に入力され、補正画像エッジ検出手段 1 0 4 において補正画像のエッジ成分が検出される。なお、補正画像エッジ検出手段 1 0 4 におけるエッジ検出処理については後述する。

30

【 0 0 1 5 】

エッジ成分が検出された補正画像（以下、「エッジ検出補正画像」と記す。）は、第1のエッジ判定手段 1 0 5 に入力される。第1のエッジ判定手段 1 0 5 は、エッジ検出補正画像の情報に基づいて、画像本来のエッジ部であるか、画像本来のエッジではない擬似的なエッジ等のノイズであるか否かを画素毎に判定し、判定結果を画像出力手段 1 0 6 に出力する。なお、画像本来のエッジ部でないと判定された画素は、絵柄の構成部である場合や、絵柄内の平坦部である場合も考えられる。第1のエッジ判定手段 1 0 5 におけるエッジ判定処理についても後述する。

40

【 0 0 1 6 】

画像出力手段 1 0 6 は、第1のエッジ判定手段 1 0 5 から入力される判定結果に基づいて、画素毎に入力画像と補正画像のいずれか一方を選択し、出力画像として出力する画像出力処理を行う。

【 0 0 1 7 】

< 画像補正手段 >

次に、各構成要素における処理の詳細について説明する。まず、画像補正手段 1 0 2 について説明する。本実施の形態における画像補正手段 1 0 2 の画像補正アルゴリズムは、

50

拘束条件付最小自乗法から導かれる逆フィルタを使用する。すなわち、この画像補正アルゴリズムは、ぶれ量を示すインパルス応答関数を用い、さらにこのインパルス応答関数から算出されるインパルス応答関数の逆フィルタを用いることを特徴としている。ここで、逆フィルタリングのアルゴリズムは、特徴抽出された画像の自乗ノルムの最小化問題を解けばよい。なお、自乗ノルムとはベクトルに対して、その要素の自乗和として計算されるものである。また、本実施の形態では、特徴量にラプラシアン・オペレータで抽出されたエッジ情報を採用する。すなわち、画像補正手段102では、ラプラシアン・オペレータにより抽出されたエッジ情報の自乗ノルム最小化問題の解として、ぶれ補正画像を算出する。

【0018】

10

なお、インパルス応答関数の逆フィルタを算出するためには、インパルス応答関数を予め算出しておく必要がある。インパルス応答関数を算出する方法は、シャッタースピードを変えた2枚の撮像画像から数学的に推定する方法でもよいし、加速度センサ等から得られる物理信号を処理して算出してもよい。ここでは、インパルス応答関数の算出方法の詳細な説明は省略する。

【0019】

次に、インパルス応答関数を算出した後、入力画像から補正画像を得る具体的な方法について説明する。

【0020】

まず、入力画像、補正画像を、式(1)で表される数学的画像モデルを用いて、ベクトル・行列表現にする。式(1)において*i*、*j*は画素の位置を表しており、画面垂直方向に*M*画素、画面水平方向に*N*画素となるサイズの画像であれば、*i* = 1, ..., *M*、*j* = 1, ..., *N*となる整数値を取る。

20

【0021】

【数1】

$$t_{i,j} = \sum_{l=-L}^L \sum_{k=-K}^K h_{k,l} s_{i-k,j-l} + v_{i,j} \quad (1)$$

30

【0022】

なお、 $s_{i,j}$ はぶれが低減された画像、すなわち補正画像の画素信号であり、 $t_{i,j}$ はぶれの発生している画像、すなわち入力画像の画素信号であり、 $v_{i,j}$ は撮像時の付加的雑音成分であり、 $h_{k,l}$ はぶれ量を示すインパルス応答関数であるとする。また、*K*より計算される(2*K* + 1)はインパルス応答関数の画面垂直方向の次数、*L*より計算される(2*L* + 1)はインパルス応答関数の画面水平方向の次数を表すとする。ただし、入力画像、補正画像の平均値は0であると仮定する。

【0023】

この仮定は、それぞれの画像の画素信号からそれぞれの画像の平均値、すなわち撮像素子から得られる撮像画像のバイアス値を計算し、全画素信号から引くことにより計算できる。さらに、これらの画像の期待値は平均値と等しい(エルゴード性)と仮定すると、 $E[\cdot]$ を \cdot の期待値を表すものとして、 $E[s_{i,j}] = 0$ 、 $E[t_{i,j}] = 0$ と表すことができる。また、付加的雑音 $v_{i,j}$ については $E[s_{i,j} v_{i_a,j_a}] = 0$ (i_a および j_a は任意)の性質を仮定する。この仮定は、付加的雑音は撮像される画像にほとんど依存しない事実から導かれた仮定である。

40

【0024】

次に、求めるべき補正画像及び入力画像の要素を辞書式配列で取り出し、列ベクトルとしてそれぞれ v_s 、 v_t で定義し、インパルス応答関数に相当する行列を*H*で表す。また、ラプラシアン・オペレータもインパルス応答関数のように行列*C*で表す。このとき行列

50

HおよびCはブロックトエプリッツ行列となっており、近似的に2次元離散フーリエ変換（以下、「DFT」と記す。）行列を用いて近似的に対角化することができるため、高速な演算処理を行うことが可能になる。以上を用いると、ラプラシアン・オペレータによる入力画像のエッジ抽出量 J_1 を式(2)のように表すことができる。

【0025】

【数2】

$$J_1 = \|Cvs\|^2 \quad (2)$$

10

【0026】

ここで、 $\|\cdot\|$ は、 \cdot の2-ノルムを示す。一般的に、画像では近接画素間の相関性が強く、エッジ抽出量は少ないものとなることから、式(2)で表される J_1 の最小化を拘束条件付最小自乗法で行えばよい。このときの拘束条件として、入力画像において式(1)が成り立つことから、付加的雑音のパワーを ρ として、式(3)に表す関係が存在すると考えられる。よって、式(2)に式(3)の拘束条件を付加した最小化問題を解くことで画像の補正を行うことができる。

【0027】

【数3】

$$\|vt - Hvs\|^2 = \rho^2 \quad (3)$$

20

【0028】

最終的に最小化を行う評価関数は、ラグランジェ未定乗数の逆数を γ とすると、式(4)のように表すことができる。

【0029】

【数4】

$$J = \|vt - Hvs\|^2 - \rho^2 + \gamma \|Cvs\|^2 \quad (4)$$

30

【0030】

そして、式(4)を求めるべき補正画像 v_s で偏微分することにより求めるべき補正画像の推定値 v_{ss} を式(5)のように表すことができる。

【0031】

40

【数5】

$$v_{SS} = (H^T H + \gamma C^T C)^{-1} H^T v_t \quad (5)$$

【0032】

ここで、式(5)はサイズの大きいブロックトエプリッツ行列を含んでいることから、
厳密解を得るためには大きな計算量が必要となる。しかし、DFT行列を用いて近似的に
対角化することで、実用的な計算量で解を求めることができる。

10

【0033】

なお、式(5)中の変数の右肩に表記しているTは行列の転置を表す。また、補正画像
v_sおよび入力画像v_tをDFTしたベクトル要素をV_{SS}(₁, ₂)、T(₁,
₂)、DFT行列により行列H、Cを近似的に対角化した行列の対角要素をH(₁,
₂)、C(₁, ₂)で表す。ここで、₁, ₂ (₁ = ₁₁, ..., _{1M}
、₂ = ₂₁, ..., _{2N})は、それぞれ水平及び垂直方向の空間周波数成分で
ある。

【0034】

これらを用いると、DFT領域における補正画像は、式(6)として求まる。

20

【0035】

【数6】

$$VSS(v_1, v_2) = \frac{H^*(v_1, v_2)}{|H(v_1, v_2)|^2 + \gamma |C(v_1, v_2)|^2} T(v_1, v_2) \quad (H^*: Hの複素共役) \quad (6)$$

【0036】

よって補正画像は、V_{SS}(₁, ₂)を2次元逆離散フーリエ変換することにより
算出することができる。

30

【0037】

以上説明したように、本実施の形態では、画像補正手段102における画像補正アルゴ
リズムとして上記のような方法を用いているが、以下の文献に記載されているような方法
等を用いてもよい。

【0038】

文献1「Digital Image Restoration、H. C. Andrews他著、Prentice Hall」

文献2「確率システム理論III 砂原 善文編 第二章、杉本 末雄著、朝倉書店」

40

文献3「Fundamentals of Digital Image Processing、Anil K. Jain著、Prentice Hall」

文献4「画像処理アルゴリズム、斉藤恒雄著、近代科学社」

【0039】

<補正画像エッジ検出手段>

次に、補正画像エッジ検出手段104について説明する。補正画像エッジ検出手段10
4は、補正画像のエッジ成分を検出するエッジ検出処理を行う。なお、補正画像はカラー
画像であるが、本実施の形態の補正画像エッジ検出手段104は、補正画像の輝度信号に
対してエッジ検出処理を行う。また、エッジ検出処理は、画像の水平方向、垂直方向につ
いてそれぞれ行われる。

50

【 0 0 4 0 】

画像の水平方向のエッジ成分の例を図 2 に、垂直方向のエッジ成分の例を図 3 に、それぞれ示す。なお、水平方向のエッジ成分とは、エッジが略水平方向に伸びているものを指し、垂直方向のエッジ成分とは、エッジが略垂直方向に伸びているものを指す。

【 0 0 4 1 】

まず、水平方向のエッジ成分の検出処理について説明する。本実施の形態の補正画像エッジ検出手段 1 0 4 では、水平方向のエッジ成分の検出に、式 7 で表される S o b e l フィルタ H を用いる。すなわち、補正画像の画素毎の輝度信号に対し式 7 のフィルタを用いてフィルタリング処理を行い、画素毎に水平方向のエッジ成分 I m g H 1 を得る。

【 0 0 4 2 】

【 数 7 】

$$H = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix} \quad (7)$$

10

【 0 0 4 3 】

同様に、垂直方向のエッジ成分の検出に、式 8 で表される S o b e l フィルタ V、つまり式 7 の行列 H の転置行列 H ' を用いる。すなわち、補正画像の画素毎の輝度信号に対し式 7 のフィルタを用いてフィルタリング処理を行い、画素毎に垂直方向のエッジ成分 I m g V 1 を得る。

【 0 0 4 4 】

【 数 8 】

$$V = H' = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix} \quad (8)$$

20

30

【 0 0 4 5 】

画素毎に、水平方向のエッジ成分 I m g H 1 と垂直方向のエッジ成分 I m g V 1 を得た後、補正画像エッジ検出手段 1 0 4 は、式 9 で表されるエッジ検出補正画像 I m g S 1 を出力する。式 9 に示すように、エッジ検出補正画像 I m g S 1 は、水平方向のエッジ成分 I m g H 1 と垂直方向のエッジ成分 I m g V 1 の画素毎の絶対値和である。

【 0 0 4 6 】

【 数 9 】

$$ImgS1 = abs(ImgH1) + abs(ImgV1) \quad (9)$$

40

【 0 0 4 7 】

< 第 1 のエッジ判定手段 >

次に、第 1 のエッジ判定手段 1 0 5 について説明する。この第 1 のエッジ判定手段 1 0 5 は、エッジ検出補正画像の画素毎に、ノイズであるか、画像本来のエッジ部の画素であ

50

るかを判定するエッジ判定処理を行う。

【0048】

第1のエッジ判定手段105におけるエッジ判定処理は、以下の処理により行われる。まず、式10に表されるように、エッジ検出補正画像 $ImgS1$ と第1のしきい値 $thre_res$ を比較する。そして、エッジ検出補正画像 $ImgS1$ が第1のしきい値 $thre_res$ よりも小さい場合は、その画素は、リングング等の擬似的なエッジやノイズであると判定する。一方、エッジ検出補正画像 $ImgS1$ が第1のしきい値 $thre_res$ よりも大きい場合は、その画素は、画像本来のエッジ部であると判定する。

【0049】

【数10】

$$ImgS1 < thre_res \quad (10)$$

10

【0050】

エッジ検出補正画像 $ImgS1$ が第1のしきい値 $thre_res$ よりも小さい場合、すなわち、リングング等の擬似的なエッジやノイズであると判定された場合、第1のエッジ判定手段105は、その画素について画素値「1」を出力する。また、エッジ検出補正画像 $ImgS1$ が第1のしきい値 $thre_res$ よりも大きい場合、つまり、画像本来のエッジ部であると判定された場合、第1のエッジ判定手段105は、その画素について画素値「0」を出力する。すなわち、第1のエッジ判定手段105から出力されるのは2

20

値化された2値化画像である。後述する画像出力手段106は、この2値化画像を画像の

選択情報として用いる。

【0051】

なお、エッジ判定処理のための第1のしきい値 $thre_res$ は、予め定めた定数を用いてもよく、画像保存形式や画像ファイルの大きさ、画像内容等の画像情報から決定してもよい。

【0052】

画像内容から第1のしきい値 $thre_res$ を決定する方法として、例えば、縦軸を画素数、横軸をエッジ検出補正画像 $ImgS1$ とした図4(a)、(b)に示すように、エッジ検出補正画像 $ImgS1$ の分布を求め、その分布から決定する方法がある。図において、第1のしきい値 $thre_res$ より左側にある各々領域1の画素が、リングング等の擬似的なエッジやノイズと判定され、第1のしきい値 $thre_res$ より右側にある領域2の画素が画像本来のエッジ部と判定される。なお、実験では、画像を構成する全画素の10%程度が領域1に入るように第1のしきい値 $thre_res$ を決定すると、良好な結果が得られた。ただし、エッジ検出補正画像 $ImgS1$ の分布の形状や、エッジ検出補正画像 $ImgS1$ の平均値等の統計量から、領域1に入る画素の割合を適応的に決定してもよい。

30

【0053】

また、その他、ぶれ量の大きさの関数から第1のしきい値 $thre_res$ を決定する方法を用いてもよい。例えば、式11のように、第1のしきい値 $thre_res$ をぶれ

40

量 x 、係数 k から定まる値で決定する。なお、式11以外のぶれ量の関数を用いてもよい。

【0054】

【数11】

$$thre_res = k \cdot x \quad (11)$$

【0055】

<画像出力手段>

次に、画像出力手段106について説明する。この画像出力手段106は、第1のエ

50

ジ判定手段 105 から出力される 2 値化画像を選択情報として用いて、画素毎に、入力画像か補正画像のいずれか一方を選択して出力する画像出力処理を行う。

【0056】

上記で説明したように、第 1 の判定手段 105 は、リングング等の擬似的なエッジやノイズであると判定した画素について、画素値「1」を出力する。また、画像本来のエッジ部であると判定した画素について、画素値「0」を出力する。画像出力手段 105 は、この画素値に基づいて、画素値「1」の画素については、入力画像用フレームメモリ 101 にある入力画像を選択し、出力画像として出力する。

【0057】

一方、画素値「0」の画素については、補正画像用フレームメモリ 103 にある補正画像を選択し、出力画像として出力する。 10

【0058】

このように、画素値が「1」、すなわち、画像処理によりリングング等の擬似的なエッジやノイズの可能性のある画素について、補正画像ではなく、入力画像を選択して出力することにより、ノイズの除去が可能となる。また、画素値が「0」、すなわち、画像本来のエッジ部であると判定された画素については、画像処理された補正画像を出力することにより、入力画像に発生しているぶれを低減することができる。

【0059】

以上説明したように、実施の形態 1 に係る画像処理装置 10 は、入力画像を画像処理した補正画像の情報に基づいて、入力画像か補正画像のいずれか一方を選択して出力するようにした。したがって、画像処理により発生したリングング等のノイズを低減することが可能となり、良好な画質の画像を得ることができる。 20

【0060】

なお、本実施の形態の補正画像エッジ検出手段では、エッジ検出を行うエッジ検出処理として SOBEL フィルタを用いる場合について説明したが、これに限るものではなく、エッジ検出の効果が得られるものであればよい。また、フィルタリング処理を水平方向、および垂直方向に行う場合について説明したが、どちらか一方の処理としてもよい。さらに、エッジ検出処理を輝度信号について行う場合について説明したが、色差信号を用いてもよく、R、G、B の色信号を用いてもよく、これら色に関する情報を組み合わせて用いてもよい。 30

【0061】

また、本実施の形態の第 1 のエッジ判定手段では、エッジ検出処理をエッジ検出補正画像の絶対値に基づきスレッシュホールドを設定する場合について説明したが、これに限るものではなく、同様の効果が得られるものであればよい。また、ノイズであると判定された画素の画素値を「1」、画像本来のエッジ部の画素の画素値を「0」としたが、その逆であってもよい。さらに、いずれか一方の場合のみ信号を出力するとしてもよい。

【0062】

また、エッジ検出処理、エッジ判定処理、画像出力処理を画素単位で行う場合について説明したが、各処理ともマクロブロックやブロック等の所定の領域単位で行ってもよい。この場合は、所定領域にある全画素の画素値の平均値や、代表画素の画素値等を用いる。 40

【0063】

また、画像のエッジを用いて処理を行う方法について説明したが、エッジ以外にも画像の特徴を表すものであればよい。

【0064】

また、実施の形態 1 に係る画像処理装置 10 は、手ぶれにより発生したぶれを補正する場合に適応可能であるが、手ぶれ以外のぶれの場合も適応可能であり、さらに、例えば撮像系自体が動いた場合に発生するぶれ等にも適応可能である。

【0065】

実施の形態 2 .

実施の形態 2 に係る画像処理装置 20 は、実施の形態 1 に係る画像処理装置 10 におい 50

て、入力画像エッジ検出手段 204 を付加して構成する。また、第 1 のエッジ判定手段 105 に相当する構成要素として第 2 のエッジ判定手段 205 を備える。第 2 のエッジ判定手段 205 は、入力画像エッジ検出手段 204 からの出力と、補正画像エッジ検出手段 104 からの出力に基づいて、エッジ判定処理を行う。

【0066】

図 5 は、実施の形態 2 に係る画像処理装置 20 の構成を示すブロック図である。図 5 において、図 1 と同じ符号が付されている構成要素は、実施の形態 1 の画像処理装置 10 と同一、又は相当する構成要素である。

【0067】

< 入力画像エッジ検出手段 >

まず、入力画像エッジ検出手段 204 について説明する。入力画像エッジ検出手段 204 は、入力画像のエッジ成分を検出するエッジ検出処理を行い、エッジ成分が検出された画像（以下、「エッジ検出入力画像」と記す。）を出力する。なお、入力画像エッジ検出手段 204 で行われるエッジ検出処理は、実施の形態 1 で説明した補正画像エッジ検出手段 104 で行われるエッジ検出処理と同様である。

【0068】

すなわち、入力画像エッジ検出手段 204 は、入力画像の画素毎に水平方向のエッジ成分 $ImgH2$ と垂直方向のエッジ成分 $ImgV2$ を得た後、式 12 で表されるエッジ検出入力画像 $ImgS2$ を出力する。

【0069】

【数 12】

$$ImgS2 = abs(ImgH2) + abs(ImgV2) \quad (12)$$

【0070】

< 第 2 のエッジ判定手段 >

次に、第 2 のエッジ判定手段 205 について説明する。第 2 のエッジ判定部 205 は、入力画像エッジ検出手段 204 から出力されるエッジ検出入力画像と、補正画像エッジ検出手段 104 から出力されるエッジ検出入力画像とに基づいて、画素毎に、ノイズであるか、画像本来のエッジ部の画素であるかを判定するエッジ判定処理を行う。

【0071】

第 2 のエッジ判定手段 205 におけるエッジ判定処理は、以下の処理により行われる。まず、エッジ検出補正画像 $ImgS1$ と第 1 のしきい値 $thre_res$ を比較する。さらに、エッジ検出入力画像 $ImgS2$ と第 2 のしきい値 $thre_deg$ を比較する。そして、式 13 を満たした場合、つまりエッジ検出補正画像、エッジ検出入力画像のいずれもが各々のしきい値よりも小さい場合のみ、画像補正手段 102 の画像処理により発生したノイズであると判定し、第 2 の判定手段 204 は、その画素について画素値「1」を出力する。一方、その他の場合は、画素値「0」を出力する。

【0072】

つまり、縦軸を画素数、横軸をエッジ検出補正画像 $ImgS1$ とした図 4 (a)、(b) の第 1 のしきい値 $thre_res$ より左側にある領域 1 にあり、かつ縦軸を画素数、横軸をエッジ検出入力画像 $ImgS2$ とした図 6 (a)、(b) の第 2 のしきい値 $thre_deg$ より左側にある領域 1 にある画素についてのみ、画像補正手段 102 の補正処理により発生したノイズであると判定し、第 2 の判定手段 204 は、その画素について画素値「1」を出力する。

【0073】

【数 13】

$$ImgS1 < thre_res, \text{かつ}, ImgS2 < thre_deg \quad (13)$$

10

20

30

40

50

【 0 0 7 4 】

これは、以下の理由による。すなわち、エッジ検出入力画像 $ImgS2$ が第 2 のしきい値 $thre_deg$ よりも大きいと、その画素は画像の本来のエッジ部であると考えることができる。しかし、この画素について、エッジ検出補正画像 $ImgS1$ が第 1 のしきい値 $thre_res$ のよりも小さい場合がある。この場合、実施の形態 1 のように、エッジ検出補正画像 $ImgS1$ と第 1 のしきい値 $thre_res$ の関係から出力画像を決定すると、ぶれが発生している入力画像が出力されることとなる。したがって、出力画像のリングング等のノイズは低減されるが、ぶれの影響により、画像の輪郭にボケが発生する場合がある。

【 0 0 7 5 】

本実施の形態は、このような場合を考慮して、画像本来のエッジ部であると判定された画素、すなわち、エッジ検出入力画像 $ImgS2$ が第 2 のしきい値 $thre_deg$ よりも大きい画素については、ぶれが発生している可能性のある入力画像ではなく、ぶれが低減されている補正画像を出力し、出力画像の画質を向上させるものである。

【 0 0 7 6 】

なお、画像出力手段 106 は、実施の形態 1 と同様、画素値「1」の画素については、入力画像用フレームメモリ 101 にある入力画像を選択し、画素値「0」の画素については、補正画像用フレームメモリ 103 にある補正画像を選択し、各々出力画像として出力する。すなわち、第 2 のエッジ判定手段 205 から出力されるのは 2 値化された 2 値化画像である。

【 0 0 7 7 】

以上説明したように、実施の形態 2 に係る画像処理装置 20 は、入力画像と補正画像に基づいてエッジ判定処理を行うこととした。したがって、画像本来のエッジ部に補正画像が出力されるので、より画質の向上した出力画像を得ることができる。

【 0 0 7 8 】

なお、第 2 のしきい値 $thre_deg$ を決定する方法としては、実施の形態 1 で説明した第 1 のしきい値 $thre_res$ を決定する方法と同様とすればよい。

【 0 0 7 9 】

また、実施の形態 1 と同様、スレッシュホールドを設定してエッジ検出処理を行う場合について説明したが、これに限るものではなく、同様の効果が得られるものであればよい。また、ノイズであると判定された画素の画素値を「1」、画像本来のエッジ部の画素の画素値を「0」としたが、その逆であってもよい。さらに、いずれか一方の場合のみ信号を出力するとしてもよい。

【 0 0 8 0 】

実施の形態 3 .

実施の形態 3 に係る画像処理装置 30 は、実施の形態 2 に係る画像処理装置 20 において、第 1 の選択情報変更手段 307 を付加して構成する。第 1 の選択情報変更手段 307 は、第 2 のエッジ判定手段 205 から出力される選択情報を適宜変更し、変更した変更情報を画像出力手段 106 に出力する。そして、画像出力手段 106 は、この変更情報に基づいて入力画像か補正画像のいずれか一方を選択して出力する。

【 0 0 8 1 】

図 7 は、実施の形態 3 に係る画像処理装置 30 の構成を示すブロック図である。図 7 において、図 5 と同じ符号が付されている構成要素は、実施の形態 2 の画像処理装置 20 と同一、又は相当する構成要素である。

【 0 0 8 2 】

< 第 1 の選択情報変更手段 >

まず、第 1 の選択情報変更手段 307 について説明する。実施の形態 2 で説明したように、第 2 のエッジ判定手段 205 では、エッジ検出入力画像とエッジ検出補正画像からエッジ判定が行われる。このときに、画像本来のエッジ部と判定された画素の集団の中に、例えば 1 点だけノイズと判定された画素（以下、「孤立画素」と記す。）が混入する場合

10

20

30

40

50

がある。この場合、出力画像としては、補正画像の中に入力画像が混入することとなるので、入力画像、すなわち孤立画素が視覚上ノイズと判断される場合がある。第1の選択情報変更手段307は、このような孤立画素を除去する孤立画素除去処理を行う。

【0083】

以下、第1の選択情報変更手段307における孤立画素除去処理について説明する。まず、実施の形態2で説明したように、第2のエッジ判定手段205は、ノイズと判定した画素の画素値を「1」、画像本来のエッジ部と判定した画素の画素値を「0」とした選択情報を出力する。

【0084】

第1の選択情報変更手段307は、メディアンフィルタを用い、フィルタリング処理を行う。なお、メディアンフィルタは、設定した領域内の画素の画素値を検出し、多数を占める画素の画素値を選択するものである。例えば、メディアンフィルタの設定領域が縦3画素×横3画素、その領域内の画素値が{0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1}となっている場合、画素値「0」が5個存在し、画素値「1」が4個存在するので、メディアンフィルタによるフィルタリング処理後の画素値はすべて0、すなわち、{0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0}となる。このように、第1の選択情報変更手段307は、メディアンフィルタを用いて孤立画素を除去する。

10

【0085】

換言すると、第1の選択情報変更手段307は、第2のエッジ判定手段205から出力される2値化画像、すなわち選択情報を、他の画素の選択情報を参照して変更し、変更した変更情報を出力するものである。

20

【0086】

以上説明したように、実施の形態3に係る画像処理装置30は、第1の選択情報変更手段307により孤立画素の除去を行うこととした。したがって、出力画像の画質が向上する。

【0087】

なお、第1の選択情報変更手段307で用いるメディアンフィルタとして、サイズが縦3画素×横3画素のメディアンフィルタについて説明したが、これに限るものではなく、例えば縦19画素×横19画素のメディアンフィルタを用いてもよい。また、メディアンフィルタは矩形以外の形状であってもよい。

30

【0088】

さらに、メディアンフィルタ以外にも孤立画素を除去することができるものであればよい。

【0089】

また、画像処理装置30は、実施の形態2に係る画像処理装置20に第1の選択情報変更手段307を追加して構成するとして説明したが、第1の選択情報変更手段307を実施の形態1に係る画像処理装置10に追加して構成してもよい。

【0090】

実施の形態4.

実施の形態4に係る画像処理装置40は、実施の形態2に係る画像処理装置20において、第2の選択情報変更手段407を付加して構成する。さらに、画像出力手段106に相当する個所を、第1のゲインコントローラ409、第2のゲインコントローラ410、加算器411で構成する。

40

【0091】

図8は、実施の形態4に係る画像処理装置40の構成を示すブロック図である。図8において、図5と同じ符号が付されている構成要素は、実施の形態2の画像処理装置20と同一、又は相当する構成要素である。

【0092】

<第2の選択情報変更手段>

まず、第2の選択情報変更手段407について説明する。実施の形態3で説明したよう

50

に、第2のエッジ判定手段205からの出力される2値化画像には、孤立画素が存在する可能性がある。第2の選択情報変更手段407は、この孤立画素を除去する孤立画素除去処理を行うものであるが、孤立画素除去処理としてローパスフィルタ処理を行う。例えば、画素値が{0, 1, 0, 1, 1, 0}となっている場合に、3タップローパスフィルタ{1/4, 1/2, 1/4}を適用すると、フィルタ処理の後の画素値は、{0.25, 0.5, 0.5, 0.75, 0.75, 0.25}となる。すなわち、第2のエッジ判定手段205から出力された2値化画像は、第2の選択情報変更手段407により、画素値が0から1の実数値 $K_{i,j}$ をもつグレースケール画像となる。なお、 i, j は画素の位置を示す。すなわち、第2の選択情報変更手段407は、第2のエッジ判定手段205から出力される2値化画像、すなわち選択情報を、他の画素の選択情報を参照して変更し、変更した変更情報を出力するものである。

10

【0093】

<第1、第2のゲインコントローラ、加算器>

次に、第1のゲインコントローラ(第1の画像出力器)408、第2のゲインコントローラ(第2の画像出力器)409、加算器411(第3の画像出力器)について説明する。第2の選択情報変更手段407から出力される $K_{i,j}$ は第1のゲインコントローラ408に入力される。また、 $1 - K_{i,j}$ は第2のゲインコントローラ409に入力される。ここで、入力画像の座標(i, j)の画素値を $ImgIn_{ij}$ 、補正画像の座標(i, j)の画素値を $ImgC_{ij}$ とすると、第1のゲインコントローラ408では、式14で表される処理が行われる。一方、第2のゲインコントローラ409では、式15で表される処理が行われる。

20

【0094】

【数14】

$$ImgC'_{ij} = ImgC_{ij} * K_{ij} \quad (14)$$

【0095】

【数15】

$$ImgIn'_{ij} = ImgIn_{ij} * (1 - K_{ij}) \quad (15)$$

30

【0096】

そして、それぞれ、フィルタ入力画像値 $ImgIn'_{ij}$ 、フィルタ補正画像値 $ImgC'_{ij}$ が加算器411に出力される。加算器411では式16で表される、フィルタ入力画像値 $ImgIn'_{ij}$ 、フィルタ補正画像値 $ImgC'_{ij}$ の加算、出力画像のビット数に適合させたクリッピング、整数値化が行われ、出力画像が出力される。

【0097】

【数16】

$$ImgOut = clip(ImgI'_{ij} + ImgC'_{ij}) \quad (16)$$

40

【0098】

すなわち、第1のゲインコントローラ408は、第2の選択情報変更手段407から出力される変更情報を参照して補正画像を補正し、この補正後の補正画像を出力する第1の画像出力器として機能する。また、第2のゲインコントローラ409は、第2の選択情報変更手段407から出力される変更情報を参照して入力画像を補正し、この補正後の入力画像を出力する第2の画像出力器として機能する。さらに、加算器411は、第1のゲインコントローラ408から出力される補正後の補正画像と、第2のゲインコントローラ409から出力される補正後の入力画像とを加算して出力画像を出力する第3の画像出力器として機能する。

50

【0099】

なお、第2の選択情報変更手段407に入力される選択情報は「0」、「1」の2値化情報であるが、第2の選択情報変更手段407はこの2値化情報を多階調の整数、例えば256階調の整数とみなし、内部でローパスフィルタ処理を行ってもよい。すなわち、「0」を「0」に、「1」を「255」にそれぞれ射影し、ローパスフィルタ処理を行う。また、フィルタ処理は浮動小数点演算で行ってもよく、近似的に整数演算で行ってもよい。特に、整数演算でフィルタ処理を行う場合は、フィルタ処理速度の向上を図ることが可能となる。

【0100】

なお、256階調への射影を行う場合、第2の選択情報変更手段407から出力する $K_{i,j}$ 、 $1 - K_{i,j}$ を「0」から「1」までの実数値とする実数化の処理が必要であるので、「0」を「0」に、「255」を「1」に射影して、それぞれ出力する。 10

【0101】

また、上記では、第2の選択情報変更手段407において256階調への射影を行った場合、 $K_{i,j}$ 、 $1 - K_{i,j}$ を実数化して出力すると説明したが、第2の選択情報変更手段407では実数化の処理を行わずに、「0」から「255」の整数値のまま第1のゲインコントローラ408、第2のゲインコントローラ409に出力し、それぞれのゲインコントローラ内で255で除算する実数化を行ってもよい。

【0102】

以上説明したように、実施の形態4に係る画像処理装置40は、孤立画素除去処理をローパスフィルタによって行うので、孤立画素除去処理の効果を近傍の画素に分散させることができ、出力画像の画質が向上する。 20

【0103】

なお、実施の形態では、孤立画素を除く処理として、ローパスフィルタ処理を用いる場合について説明したが、これに限るものではなく、同様に孤立画素を取り除く効果が得られるものであればよい。

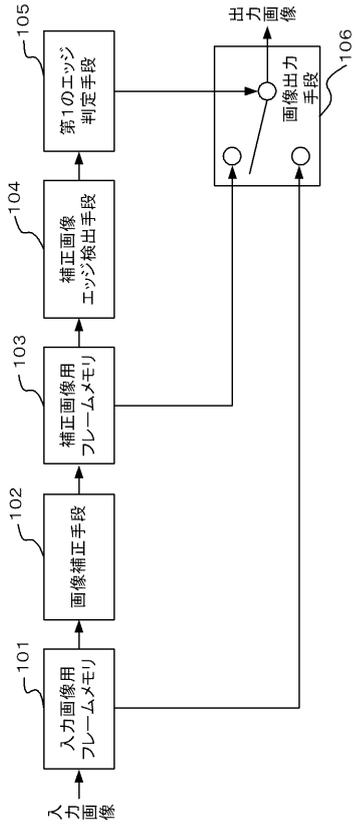
【0104】

また、第2の選択情報変更手段407から第1のゲインコントローラ408に $K_{i,j}$ が出力され、第2のゲインコントローラ409に $1 - K_{i,j}$ が出力されるとしたが、第2の選択情報変更手段407から出力されるのは $K_{i,j}$ とし、第2のゲインコントローラ409内で $1 - K_{i,j}$ と演算するとしてもよい。 30

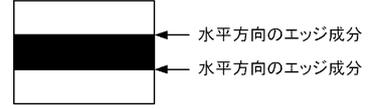
【0105】

また、画像処理装置40は、実施の形態2に係る画像処理装置20に第2の選択情報変更手段407等を追加、置換えて構成するとして説明したが、実施の形態1に係る画像処理装置10に適用してもよい。

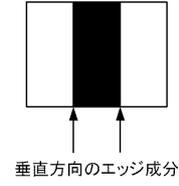
【 図 1 】



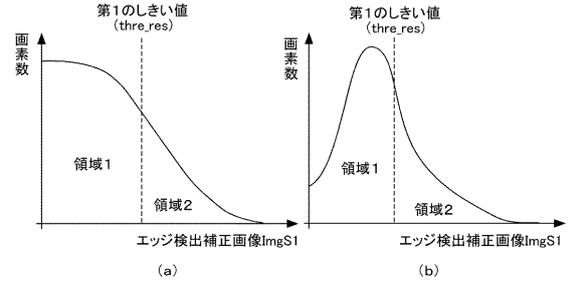
【 図 2 】



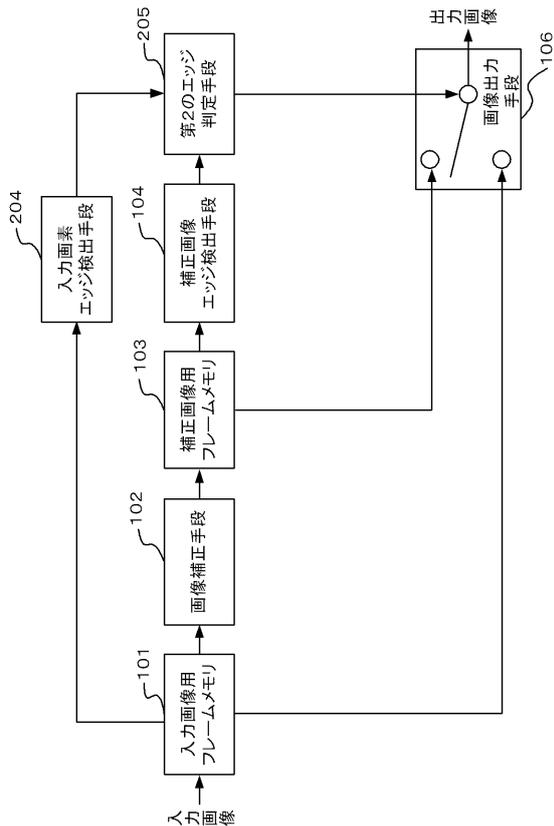
【 図 3 】



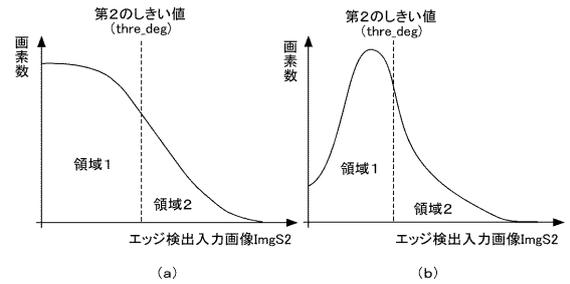
【 図 4 】



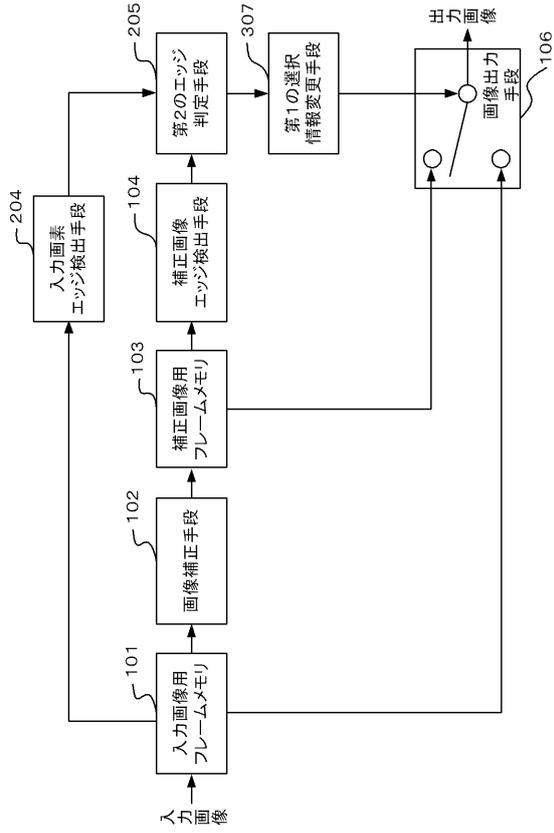
【 図 5 】



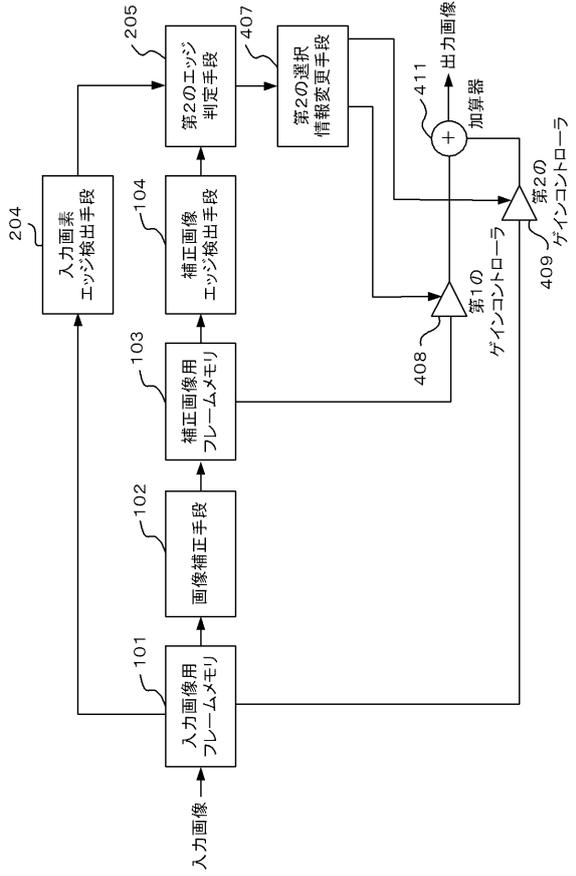
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

- (72)発明者 篠原 順子
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 藤山 直之
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 幡野 喜子
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 久野 徹也
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

審査官 広 島 明芳

- (56)参考文献 特開平07-065163(JP,A)
特開平11-120481(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | | | |
|------|-------|---|------|
| G06T | 1/00 | - | 7/60 |
| H04N | 1/409 | | |
| H04N | 5/232 | | |