

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4534756号  
(P4534756)

(45) 発行日 平成22年9月1日(2010.9.1)

(24) 登録日 平成22年6月25日(2010.6.25)

(51) Int.Cl.	F I		
HO4N 5/232 (2006.01)	HO4N	5/232	Z
GO6T 3/00 (2006.01)	GO6T	3/00	200
GO6T 5/00 (2006.01)	GO6T	5/00	300
GO6T 5/20 (2006.01)	GO6T	5/20	A
HO4N 7/18 (2006.01)	HO4N	7/18	N

請求項の数 1 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2004-371985 (P2004-371985)	(73) 特許権者	000002185
(22) 出願日	平成16年12月22日(2004.12.22)		ソニー株式会社
(65) 公開番号	特開2006-180269 (P2006-180269A)		東京都港区港南1丁目7番1号
(43) 公開日	平成18年7月6日(2006.7.6)	(74) 代理人	100067736
審査請求日	平成19年11月22日(2007.11.22)		弁理士 小池 晃
前置審査		(74) 代理人	100096677
			弁理士 伊賀 誠司
		(74) 代理人	100106781
			弁理士 藤井 稔也
		(74) 代理人	100113424
			弁理士 野口 信博
		(74) 代理人	100150898
			弁理士 祐成 篤哉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置、画像処理方法、撮像装置、プログラム、及び記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

可視光画像と、上記可視光画像に対応する不可視光画像とを同時に取得する画像取得手段と、

上記可視光画像のノイズを低減するノイズ低減手段とを備え、

上記ノイズ低減手段は、

上記可視光画像のノイズを除去するローパスフィルタと、

上記不可視光画像のエッジ及び詳細部分を抽出するハイパスフィルタと、

上記ローパスフィルタ及び上記ハイパスフィルタの出力を合成する合成手段とを有し、

上記ローパスフィルタは、エッジ保存ローパスフィルタであり、上記不可視光画像から検出されたエッジを保存しつつ上記可視光画像のノイズを除去し、上記可視光画像のノイズ除去は、複数のレベルのローパスフィルタを用いて行われ、上記不可視光画像から検出されたエッジの評価値に応じて、上記複数のレベルのうちいずれかのローパスフィルタを用いるかを決定し、上記ローパスフィルタのレベルは、画像のX方向およびY方向に対して独立に決定する

画像処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像のエッジを保存しつつノイズを除去する画像処理装置、画像処理方法、

撮像装置、プログラム、及び記録媒体に関する。

【背景技術】

【0002】

カメラで画像を撮像する際、画像の色味はライティングに大きく依存する。例えば、蝋燭の光に照らされた被写体を撮像すると、オレンジがかった色味の画像になり、月の光に照らされた被写体を撮像すると、青みがかった色味の画像になる。同じ場所であっても撮像時のライティングによって全く異なる画像が撮像される。

【0003】

画像を撮像する際には、フラッシュなどの特別な照明器具を使わず、自然の光（以下、自然光と記す）を利用する方が正確な色味を再現することができるが、屋内や夜間に撮像すると露光が少なく画像にノイズが含まれるという問題が生じる。一方、フラッシュを使用すると露光量が増加しエッジや詳細部分が鮮明に撮像されるが、色味が正確でなくなったり、実際には存在しない影やハイライトが発生したりしてしまうという問題が発生する。

【0004】

従来、このような問題を解決するために、図12に示すような画像処理装置11が提案されている。画像処理装置11は、2つのローパスフィルタ12、13と、1つのハイパスフィルタ14と、2つの画像合成部15、17と、1つの陰影抽出部16とを備える。

【0005】

ローパスフィルタ13は、クロスバイラテラルフィルタであり、フラッシュを使用した画像（以下、フラッシュ画像と記す）からエッジを検出してフラッシュを使用しない画像（以下、自然光画像と記す）のノイズを除去する。ハイパスフィルタ14は、フラッシュ画像のエッジを抽出する。エッジの抽出には、自然光画像の各画素値をフラッシュ画像で除算するという処理を行う。

【0006】

画像合成部15は、ローパスフィルタ13でノイズを除去した自然光画像とハイパスフィルタ14でエッジを抽出したフラッシュ画像とを合成して合成画像Compを生成する。画像の合成には、ローパスフィルタ13の画素値にハイパスフィルタ14の出力画像の画素値を乗じるという処理を行う。合成画像Compは、フラッシュ画像と自然光画像の長所を備えており色味が正確でノイズが少なくなっている。

【0007】

ローパスフィルタ12は、自然光画像のノイズを除去する。ローパスフィルタ12としては、バイラテラルフィルタを用いる。バイラテラルフィルタは、1枚の画像を用いてこの画像のエッジ検出とノイズ除去とを行うフィルタである。

【0008】

陰影抽出部16は、フラッシュ画像と自然光画像との2枚の画像の違いを抽出し、ハイライトや影によって画像が変化した確率を評価する。画像合成部17は、陰影抽出部16の評価結果に基づいてローパスフィルタ12からの出力画像と画像合成部15の出力画像Compの重み付け加算を行う。画像合成部17は、フラッシュの有無により影やハイライトが生じている可能性が高い部分では画像の重みを高くし、可能性が低い部分では画像の重みを高くする。画像合成部17は、合成画像Compから不要な影やハイライトを除去して出力画像Outを生成する。

【0009】

このように、従来の画像処理装置11では、フラッシュ画像のエッジを合成した画像と、フラッシュ画像のエッジを参照せずにノイズを除去した画像との2枚の画像を生成し、フラッシュにより影やハイライトが発生した可能性の高い画素ではハイパスフィルタ12の出力画像の係数を高くし、フラッシュにより影やハイライトが発生した可能性の低い画素では画像合成部17の出力画像Compの係数を高くすることにより、フラッシュ画像のエッジと自然光画像の色味とを最適にブレンドした画像を得ることができる（例えば、非特許文献1）。

10

20

30

40

50

## 【0010】

【非特許文献1】Georg Petschnigg Et al, Digital Photography with Flash and No-Flash Image pairs, acm Transaction on Graphics, Vol. 23, Number 3, pp. 664 - 672, August 2004

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0011】

上述したように、フラッシュを使用すると画像のエッジや詳細部分が鮮明になるものの、自然光では存在しない影やハイライトが発生することがある。画像処理装置11では、影やハイライトは除去しつつ、エッジや詳細部分のみを残したいが、これらを区別することは容易ではなく多大な演算コストを要する。

10

## 【0012】

また、画像処理装置11では、フラッシュ画像と自然光画像の2枚の画像が必要である。フラッシュ画像と自然光画像とを同時に撮像することはできないため、動画や動く被写体に適用することができないという問題がある。また、フラッシュの使用が禁止した場所ではフラッシュ画像が取得できないという問題もある。

## 【0013】

本発明は、上述した課題に鑑みてなされたものであって、画像に影響を与える照明器具を使用せず、自然の光のもとで撮像した画像のノイズを低減する画像処理装置、画像処理方法、撮像装置、プログラム、及び記録媒体を提供することを目的とする。

20

## 【課題を解決するための手段】

## 【0014】

上述した目的を達成するために、本発明を適用した画像処理装置は、可視光画像と、上記可視光画像に対応する不可視光画像とを同時に取得する画像取得手段と、上記可視光画像のノイズを低減するノイズ低減手段とを備え、上記ノイズ低減手段は、上記可視光画像のノイズを除去するローパスフィルタと、上記不可視光画像のエッジ及び詳細部分を抽出するハイパスフィルタと、上記ローパスフィルタ及び上記ハイパスフィルタの出力を合成する合成手段とを有し、上記ローパスフィルタは、エッジ保存ローパスフィルタであり、上記不可視光画像から検出されたエッジを保存しつつ上記可視光画像のノイズを除去し、上記可視光画像のノイズ除去は、複数のレベルのローパスフィルタを用いて行われ、上記不可視光画像から検出されたエッジの評価値に応じて、上記複数のレベルのうちいずれかのローパスフィルタを用いるかを決定し、上記ローパスフィルタのレベルは、画像のX方向およびY方向に対して独立に決定する。

30

## 【0015】

本発明を適用した撮像装置は、主に可視光に対して感度のある第1の分光特性に基づいて可視光画像を撮像する可視光画像撮像手段と、主に不可視光に対して感度のある第2の分光特性に基づいて不可視光画像を上記可視光画像と同時に撮像する不可視光画像撮像手段と、上記可視光画像と不可視光画像との収差を補正する収差補正手段と、上記不可視光画像を用いて可視光画像のノイズを低減するノイズ低減手段と備え、上記ノイズ低減手段は、上記可視光画像のノイズを除去するローパスフィルタと、上記不可視光画像のエッジ及び詳細部分を抽出するハイパスフィルタと、上記ローパスフィルタ及び上記ハイパスフィルタの出力を合成する合成手段とを有し、上記ローパスフィルタは、エッジ保存ローパスフィルタであり、上記不可視光画像から検出されたエッジを保存しつつ上記可視光画像のノイズを除去し、上記可視光画像のノイズ除去は、複数のレベルのローパスフィルタを用いて行われる。

40

## 【0016】

本発明を適用した画像処理方法は、可視光画像と、上記可視光画像に対応しかつ上記可視光画像と同一の画素数で同時に撮像した不可視光画像とを取得する画像取得工程と、上記不可視光画像を用いて上記可視光画像のノイズを低減するノイズ低減工程とを有し、上

50

記ノイズ低減工程では、上記可視光画像のノイズを除去するローパスフィルタ処理と、上記不可視光画像のエッジ及び詳細部分を抽出するハイパスフィルタ処理と、上記ローパスフィルタ処理及び上記ハイパスフィルタ処理の出力を合成する合成工程とを有し、上記ローパスフィルタ処理では、上記不可視光画像から検出されたエッジを保存しつつ上記可視光画像のノイズを除去し、上記可視光画像のノイズ除去は、複数のレベルのローパスフィルタを用いて行われる。

【 0 0 1 7 】

本発明を適用したプログラムは、所定の処理をコンピュータに実行させるプログラムにおいて、可視光画像と、上記可視光画像に対応しかつ上記可視光画像と同一の画素数で同時に撮像した不可視光画像とを取得する画像取得工程と、上記不可視光画像を用いて上記可視光画像のノイズを低減するノイズ低減工程とを有し、上記ノイズ低減工程では、上記可視光画像のノイズを除去するローパスフィルタ処理と、上記不可視光画像のエッジ及び詳細部分を抽出するハイパスフィルタ処理と、上記ローパスフィルタ処理及び上記ハイパスフィルタ処理の出力を合成する合成工程とを有し、上記ローパスフィルタ処理では、上記不可視光画像から検出されたエッジを保存しつつ上記可視光画像のノイズを除去し、上記可視光画像のノイズ除去は、複数のレベルのローパスフィルタを用いて行われる。

【 0 0 1 8 】

本発明を適用した記録媒体は、所定の処理をコンピュータに実行させるプログラムが記録された記録媒体において、可視光画像と、上記可視光画像に対応しかつ上記可視光画像と同一の画素数で同時に撮像した不可視光画像とを取得する画像取得工程と、上記不可視光画像を用いて上記可視光画像のノイズを低減するノイズ低減工程とを有し、上記ノイズ低減工程では、上記可視光画像のノイズを除去するローパスフィルタ処理と、上記不可視光画像のエッジ及び詳細部分を抽出するハイパスフィルタ処理と、上記ローパスフィルタ処理及び上記ハイパスフィルタ処理の出力を合成する合成工程とを有し、上記ローパスフィルタ処理では、上記不可視光画像から検出されたエッジを保存しつつ上記可視光画像のノイズを除去し、上記可視光画像のノイズ除去は、複数のレベルのローパスフィルタを用いて行われるプログラムが記録されている。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 9 】

本発明によれば、可視光画像を用いて不可視光画像のノイズを低減させるため、画像に影響を与える照明器具を使用せず、自然の光のもとで撮像した画像のノイズを低減させることができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 0 】

以下、図面を参照して本発明を適用した撮像装置について説明する。図 1 に撮像装置 1 の構成を示す。撮像装置 1 は、可視光画像 V i s i b l e と赤外光画像 I n f r との両方を撮像する撮像部 2 と、可視光画像 V i s i b l e のノイズを除去する画像処理部 3 と、画像やデータの記憶領域であるメモリ 4 と、LCD (Liquid Crystal Display) 5 への画像出力、シリアルインターフェース 6 や USB (Universal Serial Bus) 7 などのインターフェースを介して外部記録装置 10 とのデータ送受信を行うシステムコントロール部 8 と、撮像素子 21 から入力した画像に AGC (Automatic Gain Control) 及び CDS (Correlated Double Sampling) を施して画像処理部 3 に出力する信号処理部 9 とを備える。

【 0 0 2 1 】

撮像部 2 は、可視光画像 V i s i b l e と赤外光画像 I n f r の RGB 画像を出力する。撮像部 2 は、例えば、CCD (Charge Coupled Device) や CMOS (Complementary Metal-Oxide Semiconductor) を構成する撮像素子 21 と、レンズ 22 の焦点合わせやシャッタの切り替えを行うモータ 23 と、モータ 23 を制御するドライバ 24 とを備える。

【 0 0 2 2 】

撮像素子 21 には、赤外線画像 I n f r を撮像するための撮像素子 21 と、可視光画像 V i s i b l e を撮像するための撮像素子 21 とがある。赤外光画像 I n f r を撮像する

撮像素子21と可視光画像Visibleを撮像する撮像素子21とは、同画素数、同画角であり、同じ時刻に同じ時間だけ露光される。なお、撮像素子21は、可視光用と赤外光用と別々でもよいし、1つの撮像素子21の出力を分光するようにしてもよい。

【0023】

画像処理部3は、可視光画像Visibleのエッジを保存しつつノイズを除去した出力画像Outを生成する。図2に画像処理部3の構成を示す。画像処理部3は、可視光画像Visibleのゲインを調整するゲイン調整部31と、可視光画像Visibleのノイズを除去するローパスフィルタ33と、赤外光画像Infrのエッジ及び詳細部分を抽出するハイパスフィルタ34と、ローパスフィルタ33の出力画像である基礎画像Baseとハイパスフィルタ34の出力画像である詳細画像Edgeとを合成する画像合成部35とから構成される。

10

【0024】

ゲイン調整部31は、ゲインを調整することにより、露出不足で暗く撮像された可視光画像Visibleの画素値を増大し適正露出で撮像した画像に近い画素値とする。ゲインの調整方法としては、可視光画像の画素値を定数倍する方法や指数関数に基づくガンマ補正、多項式関数等に基づく任意のゲイン調整方法などがある。調整後の画素値の最大値は制限されている。

【0025】

図3にローパスフィルタ33の構成を示す。ローパスフィルタ33は、赤外光画像InfrのX方向(幅方向)のエッジを検出するXエッジ検出部41と、赤外光画像InfrのY方向(高さ方向)のエッジを検出するYエッジ検出部42と、X方向のエッジ評価値を格納するX評価値格納部43と、Y方向のエッジ評価値を格納するY評価値格納部44と、X方向のエッジを除去する3つのXローパスフィルタ45a、45b、45cと、Y方向のエッジを除去する3つのYローパスフィルタ46a、46b、46cと、Xエッジ評価値と閾値とを比較する3つのX比較部47a、47b、47cと、Yエッジ評価値と閾値とを比較する3つのY比較部48a、48b、48cとを備える。

20

【0026】

Xローパスフィルタは、X方向の5×1タップのFIRローパスフィルタである。Xローパスフィルタによって可視光画像のX方向のノイズが除去される。Yローパスフィルタは、Y方向の1×5タップのFIRローパスフィルタである。Yローパスフィルタによって可視光画像のY方向のノイズが除去される。

30

【0027】

Xエッジ検出部41はX方向のエッジを検出する4×4のFIRフィルタであり、Yエッジ検出部42はY方向のエッジを検出する4×4のFIRフィルタである。X評価値格納部43は、Xエッジ検出部42のフィルタ結果に対して絶対値演算を適用してエッジ評価値を算出し、この値をXエッジ画像として格納する。Y評価値格納部44は、Yエッジ検出部42のフィルタ結果に対して絶対値演算を適用してエッジ評価値を算出し、この値をYエッジ画像として格納する。

【0028】

X比較部47及びY比較部48は、エッジ評価値と所定の閾値との比較を行う。閾値nは、エッジ評価値の最大値の1/2である。X比較部47aはX方向のエッジ評価値と閾値nとを比較し、X比較部47bはX方向のエッジ評価値と閾値n/2とを比較し、X比較部47cはX方向のエッジ評価値と閾値n/4とを比較する。Y比較部48aはY方向のエッジ評価値と閾値nとを比較し、Y比較部48bはY方向のエッジ評価値と閾値n/2とを比較する比較部、Y比較部48cはY方向のエッジ評価値と閾値n/4とを比較する。

40

【0029】

ローパスフィルタ33は、レベル1フィルタ49a、レベル2フィルタ49b、レベル3フィルタ49cの3段階で構成される。ローパスフィルタ33のレベルは、X比較部47及びY比較部48における閾値の大小による。閾値nのローパスフィルタをレベル1フ

50

フィルタ49a、閾値 $n/2$ のローパスフィルタをレベル2フィルタ49b、閾値 $n/4$ のローパスフィルタ49cをレベル3フィルタと呼ぶ。

【0030】

可視光画像Visibleは、まず、X比較部47aに出力される。X比較部47aは、X評価値格納部43に格納されたX方向のエッジ評価値と閾値 $n$ とを比較する。X比較部47aは、エッジ評価値が閾値 $n$ よりも小さい場合には可視光画像VisibleをXローパスフィルタ45aに出力し、エッジ評価値が閾値 $n$ 以上である場合には可視光画像VisibleをY比較部48aに出力する。比較部48bはY評価値格納部44に格納されたY方向のエッジ評価値と閾値 $n$ を比較する。比較部48bは、エッジ評価値が閾値 $n$ よりも小さい場合には可視光画像VisibleをYローパスフィルタ46aに出力し、エッジ評価値が閾値 $n$ 以上である場合には可視光画像Visibleを次のX比較部47bに出力する。

10

【0031】

同様に、X比較部47b、Y比較部46b、X比較部47c、Y比較部48cにおいてエッジ評価値と閾値とを比較し、閾値よりも小さい場合には後段のローパスフィルタに可視光画像Visibleを出力し、閾値以上の場合には可視光画像Visibleを次の比較部に出力する。

【0032】

図4にローパスフィルタ33の動作を示す。ローパスフィルタ33は、まず、赤外光画像Infrを入力する(ステップS1)。Xエッジ検出部41は、赤外光画像Infrに存在するX方向のエッジを検出する。X評価値格納部43は、X方向のエッジに所定の絶対値演算を適用してX方向のエッジ評価値を算出し、算出したエッジ評価値をXエッジ画像として格納する(ステップS2)。Yエッジ検出部42は、赤外光画像Infrに存在するY方向のエッジを検出する。Y評価格納部44は、Y方向のエッジに所定の絶対値演算を適用したY方向のエッジ評価値を算出し、算出したエッジ評価値をYエッジ画像として格納する(ステップS3)。

20

【0033】

ローパスフィルタ33は、ゲイン調整部31から可視光画像Visibleを入力すると(ステップS4)、入力した可視光画像Visibleをレベル1フィルタ49aに適用し、X方向の処理を行う(ステップS5)。

30

【0034】

図5にレベル1フィルタ49aのX方向の処理を示す。レベル1フィルタ49aのX方向の処理では、まず、Y方向の座標Yを0に初期化し(ステップS11)、X方向の座標Xを0に初期化する(ステップS12)。X比較部47aは、X評価値格納部43からX評価値画像を入力する。X比較部47aは、X評価値画像の座標(X、Y)におけるX方向のエッジ評価値と閾値 $n$ とを比較する。座標(X、Y)のエッジ評価値が閾値 $n$ より小さい場合(ステップS13; YES)、座標(X、Y)の可視光画像にXローパスフィルタ45aを適用する(ステップS14)。一方、座標(X、Y)のエッジ評価値が閾値 $n$ より小さい場合(ステップS13; NO)、ステップS15に処理を移行する。ステップS15では、X座標を1インクリメントする(ステップS15)。X座標の値と可視光画像Visibleの幅とを比較し、座標Xが可視光画像Visibleの幅よりも小さければ(ステップS16; YES)、ステップS13に処理を移行する。一方、座標Xが可視光画像Visibleの幅よりも大きければ(ステップS16; NO)、座標Yを1インクリメントする(ステップS17)。ステップS18ではY座標との値と可視光画像Visibleの高さとを比較する。Y座標が可視光画像Visibleの高さよりも小さければ(ステップS18; YES)、ステップS12に処理を移行する。一方、Y座標が可視光画像Visibleの高さよりも大きければ(ステップS18; NO)、レベル1フィルタのX方向の処理を終了する。レベル1フィルタは、可視光画像を構成する各画素のエッジ評価値と閾値 $n$ を比較し、エッジ評価値が閾値 $n$ より小さければ、Xローパスフィルタ45aを適用してX方向のノイズを除去する。

40

50

## 【0035】

レベル1フィルタでは、X方向のレベル1フィルタ49aによる処理が完了すると、Y方向のレベル1フィルタ49aによる処理を行う。ここでは、図5に示すX方向のレベル1フィルタ49aと略同じ処理を行う。Y方向のレベル1フィルタ49aでは、エッジ評価画像としてXエッジ画像の代わりにYエッジ画像を使用し、ローパスフィルタとしてXローパスフィルタ45aの代わりにYローパスフィルタ46aを使用する(ステップS6)。

## 【0036】

レベル1フィルタ49aは、自身の処理が完了すると可視光画像Visibleをレベル2フィルタ49bに出力する。レベル2フィルタ49bは、まずX方向の処理を行う(ステップS7)。X方向の処理が完了するとY方向の処理を行う(ステップS8)。レベル3フィルタ49cは、レベル2フィルタ49bの出力画像を入力すると、X方向の処理を行い(ステップS9)、X方向の処理を完了するとY方向の処理を行う(ステップS10)。レベル2フィルタとレベル3フィルタとは、閾値が異なることを除いて同一の処理を行う。

10

## 【0037】

ローパスフィルタ33では、エッジ評価値の低い画素ほどフィルタリングされる回数が多くなり、エッジ評価値の高い画素ほどフィルタリングされる回数が少なくなる。すなわち、エッジ評価値の高い画素はフィルタリング回数が少ないためエッジが保存され、エッジ評価値の低い画素はフィルタリング回数が多いためノイズが除去される。このような機能を有するフィルタをエッジ保存フィルタと呼ぶ。エッジ保存フィルタの種類は、図3に示したものの他にバイラテラルフィルタやクロスバイラテラルフィルタなどがある。ローパスフィルタ33としてこれらのフィルタを使用してもよい。

20

## 【0038】

ローパスフィルタ33は、可視光画像Visibleのノイズを除去した画像を出力する。この画像を基礎画像Baseと呼ぶ。基礎画像Baseは、画像の色味は正しいという長所と、エッジや詳細部分がはっきりせずぼやけた印象を与えるという短所がある。

## 【0039】

ハイパスフィルタ34は、赤外光画像Infrのエッジ部分を抽出する。図6にハイパスフィルタ34の一例を示す。図6のハイパスフィルタ34は、2次元のFIRフィルタである。ハイパスフィルタ34は、ローパスフィルタ71と除算部72によって構成される。ローパスフィルタ71は、例えば、エッジ保存型ローパスフィルタである。ローパスフィルタ71は、可視光画像Visibleのノイズを除去し、この画像を除算部72に出力する。除算部72は、赤外光画像Infrからローパスフィルタ71の出力を除算して、赤外光画像Infrのハイパス成分を抽出する。ハイパスフィルタ34から出力された画像には、赤外光画像Infrのエッジや詳細部分が保存されている。この画像を詳細画像Edgeと呼ぶ。

30

## 【0040】

画像合成部35は、基礎画像Baseと詳細画像Edgeと乗算した合成画像を生成する。この画像が画像処理部3の出力画像OUTである。出力画像OUTは、基礎画像Baseと詳細画像Edgeとの2つの画像の長所を合わせた画像であり、色味が正しく詳細部分がはっきりしているという特徴がある。

40

## 【0041】

以上説明したように、本発明を適用した撮像装置1では、可視光画像Visibleのノイズを除去した基礎画像Baseと、赤外光画像Infrのエッジや詳細部分を抽出した詳細画像Edgeとを合成することにより、可視光画像Visibleのノイズを除去しつつノイズ除去によって減衰したエッジ部分や詳細部分を含む出力画像OUTを得ることができる。

## 【0042】

また、赤外光画像Infrは、可視光画像Visibleと同時に撮像することができ

50

るため、撮像時刻のずれが発生せず、動画や動く被写体の処理も可能である。

【0043】

従来の画像処理装置では、フラッシュ画像でエッジを抽出していたため、照明条件の違いによって発生する影やハイライトを除去するための演算コストが増大していたが、赤外光画像 *Infr* は可視光画像 *Visible* と同じ照明条件で撮像することができるので、照明条件の違いを補正しなくてもよい。

【0044】

さらに、従来の画像処理装置では、詳細部分やエッジを影やハイライトと誤判別した場合には、詳細部分の画素が破棄されてしまうという課題があった。赤外光画像 *Infr* は可視光画像 *Visible* と同じ照明条件で撮像することができるので、照明条件の違いによる影やハイライトが発生することはなく、必要な画素が破棄されてしまうおそれもない。

10

【0045】

次いで、図7を参照して画像処理部3の第1の変形例について説明する。この画像処理部50は、可視光画像 *Visible* の輝度を用いてエッジ検出を行う。輝度は、変数が1つであるためRGBの3つ変数からエッジ検出を行うよりも演算コストが少なくなる。人間は、一般に輝度に対して感度が高く、色成分に対しては感度が低いいため、輝度からのエッジ検出でも十分効果がある。

【0046】

図7に画像処理部50の構成を示す。画像処理部50は、ゲイン調整部52と、マトリクス部53と、色用ローパスフィルタ54と、輝度用ローパスフィルタ55と、ハイパスフィルタ56と、画像合成部57と、逆マトリクス部58とを備える。

20

【0047】

ゲイン調整部52は、ゲインを調整することにより、露出不足で暗く撮像された可視光画像の画素値を増大し適正露出で撮像した画像に近い画素値とする。ゲインの調整方法としては、可視光画像の画素値を定数倍する方法や指数関数に基づくガンマ補正、多項式関数等に基づく任意のゲイン調整方法などがある。調整後の画素値の最大値は制限されている。

【0048】

マトリクス部53は、RGB画像にマトリクス変換をかけて、色画像 *Cb*、*Cr* と、輝度画像 *Yd* に変換する。色用ローパスフィルタ54は、色画像 *Cb*、*Cr* のノイズを除去する。色用ローパスフィルタ54としては、例えばバイラテラルフィルタを使用する。バイラテラルフィルタは、1枚の画像からエッジ検出とノイズ除去とを行うフィルタである。

30

【0049】

輝度用ローパスフィルタ55は、輝度画像 *Yd* のノイズを除去する。輝度用ローパスフィルタ55としては、例えばクロスバイラテラルフィルタを使用する。クロスバイラテラルフィルタとは、エッジ検出用の画像から検出したエッジを保存しつつフィルタ対象画像のノイズを除去するフィルタである。ここでは、赤外光画像 *Infr* からエッジを検出して、輝度画像 *Yd* のノイズを除去する。輝度用ローパスフィルタ55から出力される画像を基礎画像 *Base* と呼ぶ。基礎画像 *Base* は、画像の輝度が正しいという長所と、エッジや詳細部分がはっきりせずぼやけた印象を与えるという短所がある。

40

【0050】

ハイパスフィルタ56は、赤外光画像 *Infr* のエッジ部分を抽出する。ハイパスフィルタ56から出力された画像には、赤外光画像 *Infr* のエッジや詳細部分が保存されている。この画像を詳細画像 *Edge* と呼ぶ。

【0051】

画像合成部57は、基礎画像 *Base* と詳細画像 *Edge* とを乗算した合成画像を生成する。この合成画像は、基礎画像 *Base* と詳細画像 *Edge* の長所を合わせた画像であり、輝度が正しく詳細部分やエッジがはっきりしている。逆マトリクス部58は、合成画

50



像に逆マトリクス変換をかけて輝度画像をRGB画像に変換する。この画像が画像処理部の出力画像OUTである。

【0052】

画像処理部50は、RGB画像を色画像Cb, Crと輝度画像Ydに分離し、輝度画像Ydに対してのみエッジ検出を行う。人間は、一般的に輝度に対して感度が高く、色成分に対して感度が低い。RGBの3つの変数ではなく、輝度のみフィルタをかけることで演算コストを減少させることができる。

【0053】

次いで、画像処理部3の第2の変形例について説明する。この画像処理部30は、図8に示すように、赤外光画像の収差を補正する収差補正部32を備える。収差補正部32以外の構成は画像処理部3と同じである。画像処理部3と同じ構成要素には同一符号を付してある。これらの構成要素の説明は省略する。

10

【0054】

収差補正部32は、赤外光と可視光の波長の差によって生じる収差を補正する。図9に収差補正部32の構成を示す。収差補正部32は、マトリクス部61と、誤差算出用バイリニアスケラ62と、収差補正用バイリニアスケラ63と、パラメータ算出部64と、誤差計算部65とを備える。

【0055】

マトリクス部61は、入力した可視光画像Visibleの輝度画像Ydを生成する。誤差算出用バイリニアスケラ62は、パラメータ算出部64から出力されたスケール値及びディストーション値に基づいて5通りのスケール変換画像及びディストーション変換画像を生成する。

20

【0056】

誤差算出部65は、スケール変換画像と赤外光画像及びディストーション変換画像と赤外光画像とを比較してこれらの画像の誤差値を算出する。この誤差値は、PSNR値(ノイズ混入量; Peak Signal To Noise Ratio)である。パラメータ算出部64は、誤差算出部65で算出されたPSNR値を参照してスケール値とディストーション値を最適化する。収差補正用バイリニアスケラ63は、パラメータ算出部64が最適化したスケール値とディストーション値を用いて可視光画像Visibleの収差を補正する。

【0057】

図10に収差補正部32の動作を示す。収差補正部32可視光画像Visibleと赤外光画像Infrとを入力する。この可視光画像Visibleは、RGB画像である(ステップS21)。マトリクス部61は、可視光画像Visibleにマトリクスを乗じて輝度画像Ydを生成する(ステップS22)。パラメータ算出部64は、スケール値の最大値、現在値、最小値、及びディストーション値の最大値、現在値、最小値を初期化する(ステップS23)。

30

【0058】

パラメータ算出部64は、誤差算出部65からPSNR値を入力し、PSNR値を最大にするスケール値を求める(ステップS24)。

【0059】

図11にスケール値の算出手順を示す。パラメータ算出部64は、スケール値の最大値S<sub>1</sub>、最大値と現在値の中間値S<sub>2</sub>、現在値S<sub>3</sub>、最大値と現在値の中間値S<sub>4</sub>、最小値S<sub>5</sub>の5つのパラメータを用意する。誤差検出用バイリニアスケラ62は、これらの5通りのスケール値それぞれを用いて輝度画像Ydのスケール変換を行う。これにより、5つのパラメータに対応する5枚の輝度画像Yd<sub>1</sub>~Yd<sub>5</sub>が生成される(ステップS31)。

40

【0060】

誤差算出部65は、輝度画像Yd<sub>1</sub>~Yd<sub>5</sub>と赤外光画像Infrとを比較してPSNR値を求める。各輝度画像と赤外光画像Yd<sub>1</sub>~Yd<sub>5</sub>とを比較すると5通りのPSNR値が算出される(ステップS32)。最大値S<sub>1</sub>でスケール変換した輝度画像Yd<sub>1</sub>と赤

50

外光画像 *Infr* との *PSNR* 値が最大である場合 (ステップ *S33* ; *YES*)、パラメータ算出部 64 は、現在値  $S_3$  を最大値  $S_1$  で差し替え、最大値  $S_1$  を最大値  $S_1$  の 2 倍の値から最小値  $S_5$  を引いた値で差し替える (ステップ *S34*)。

【0061】

最大値  $S_1$  と現在値  $S_3$  の中間値で *PSNR* 値が最大である場合 (ステップ *S35* ; *YES*)、パラメータ算出部 64 は、最小値  $S_5$  を現在値  $S_3$  と差し替え、現在値  $S_3$  として最大値  $S_1$  と現在値  $S_3$  の中間値で差し替える (ステップ *S36*)。

【0062】

現在値  $S_3$  で *PSNR* 値が最大である場合 (ステップ *S37* ; *YES*)、パラメータ算出部 64 は、最大値  $S_1$  を現在値  $S_3$  で差し替え、現在値  $S_3$  を現在値  $S_3$  と最小値  $S_5$  の中間値で差し替える (ステップ *S38*)。 10

【0063】

最小値  $S_5$  と現在値  $S_3$  の中間で *PSNR* 値が最大である場合 (ステップ *S39* ; *YES*)、パラメータ算出部 64 は、現在値  $S_3$  を最小値  $S_5$  で差し替え、最小値  $S_5$  を最小値  $S_5$  の 2 倍から最大値  $S_1$  を引いた値で差し替える (ステップ *S40*)。

【0064】

最小値  $S_5$  で *PSNR* 値が最大である場合 (ステップ *S33*、ステップ *S35*、ステップ *S37*、ステップ *S39* ; *NO*)、パラメータ算出部 64 は、現在値  $S_3$  を最小値  $S_5$  で差し替え、最小値  $S_5$  を最小値  $S_5$  の 2 倍から最大値  $S_5$  で差し替える (ステップ *S41*)。このようにスケール値を最適化が完了する。 20

【0065】

次いで、パラメータ算出部 64 はディストーション値の最適化を行う。ディストーション値の最適化は、スケール値の最適化処理と同じ処理である。ディストーション値の最適化では、パラメータがスケール値からディストーション値に変化する (ステップ *S25*)。スケール値とディストーション値の最適化が完了すると、パラメータ算出部 64 は、*PSNR* 値の改善量を所定の閾値と比較する。*PSNR* 値の改善量が所定の閾値よりも低い場合には (ステップ *S26* ; *NO*)、ステップ *S25* に処理を移行して再度スケール値及びディストーション値の最適化を行う。

【0066】

一方、*PSNR* 値の改善量が所定の閾値よりも高い場合には (ステップ *S26* ; *YES*)、パラメータ算出部 64 は、現在のスケール値とディストーション値を収差補正用バイリニアスケラ 63 に出力する。収差補正用バイリニアスケラ 63 は、現在のスケール値とディストーション値を用いて可視光画像 *Visible* の収差補正を行い (ステップ *S27*)、補正した画像をハイパスフィルタ 56 に出力する (ステップ *S28*)。 30

【0067】

収差補正部 32 を設けたことにより、可視光と赤外光の波長の差によって生じる収差の差異を補正することができる。これにより、可視光画像 *Visible* に撮像された像と赤外光画像 *Infr* に撮像された像とが一致する。

【0068】

一般的に、赤外光の屈折率が高くやや拡大される。可視光画像 *Visible* を補正すると、大きな画像が得られるがひずみも大きくなる。画像の大きさとひずみの大きさはトレードオフの関係にあるので、どちらを優先させるかによって補正する画像は異なる。 40

【0069】

画像処理部 3 におけるフィルタリング処理及び収差補正処理は、制御プログラムに基づいて実行してもよい。このような制御プログラムは、撮像装置 1 のファームウェアに記録されている。なお、制御プログラムは、外部記録装置 9 が読み取り可能な形式で記録された記録媒体を介して取得してもよい。制御プログラムを記録する記録媒体としては、磁気読取方式の記録媒体 (例えば、磁気テープ、フレキシブルディスク、磁気カード)、光学読取方式の記録媒体 (例えば、*CD-ROM*、*MO*、*CD-R*、*DVD*)、半導体メモリ (メモリカード、*IC*カード) 等が考えられる。また、制御プログラムは、いわゆるイン 50

ターネット等を介して取得してもよい。

【図面の簡単な説明】

【0070】

【図1】 撮像素子の構成を示すブロック図である。

【図2】 画像処理部の構成を示すブロック図である。

【図3】 ローパスフィルタの構成を示すブロック図である。

【図4】 ローパスフィルタの動作を示すフローチャートである。

【図5】 X方向のレベル1フィルタの動作を示すフローチャートである。

【図6】 ハイパスフィルタの構成を示すブロック図である。

【図7】 画像処理部の第1の変形例を示すブロック図である。

【図8】 画像処理部の第2の変形例を示すブロック図である。

【図9】 収差補正部の構成を示すブロック図である。

【図10】 収差補正部の動作を示すフローチャートである。

【図11】 収差補正部におけるスケール値の算出処理を示すフローチャートである。

【図12】 従来の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】

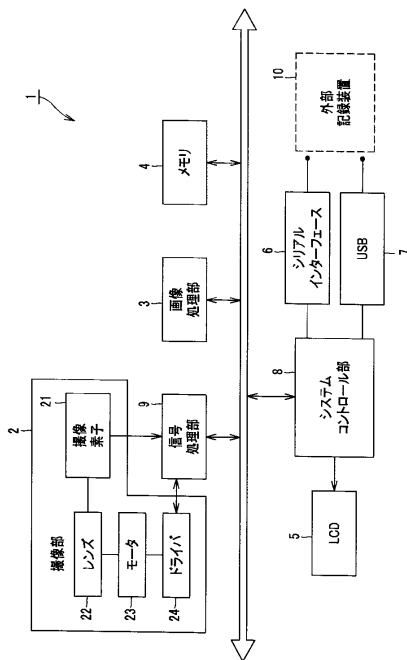
【0071】

- 1 撮像装置、 2 撮像部、 21 撮像素子、 22 レンズ、 23 モータ、 24 ドライバ、 3 画像処理部、 32 収差補正部、 31 ゲイン調整部、 33 ローパスフィルタ、 34 ハイパスフィルタ、 35 画像合成部

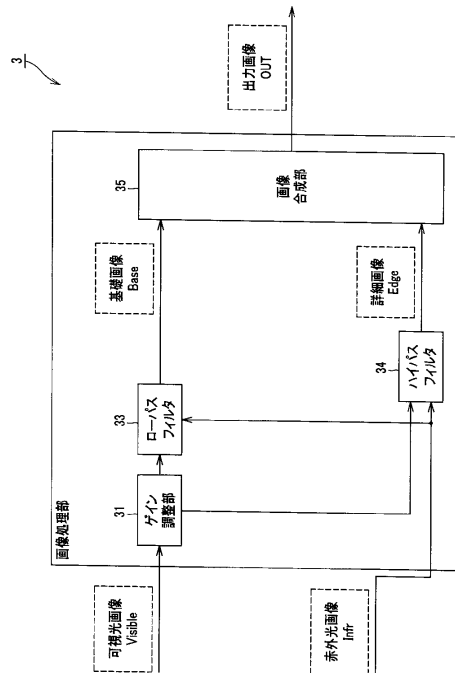
10

20

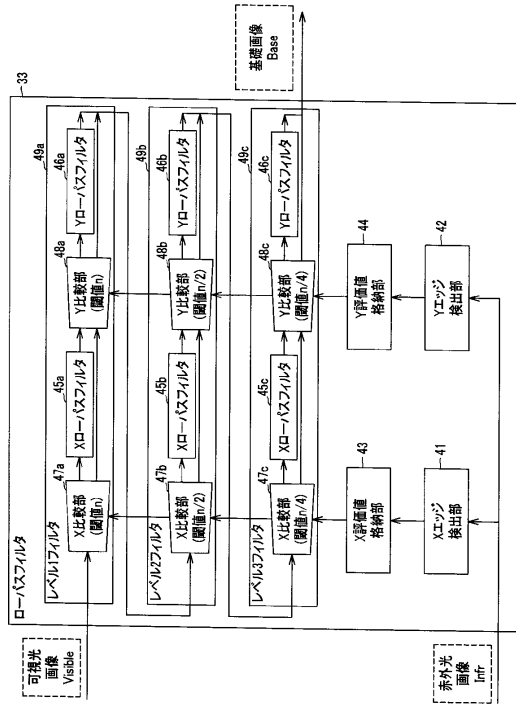
【図1】



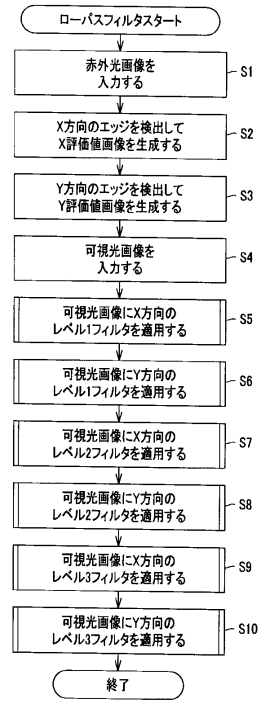
【図2】



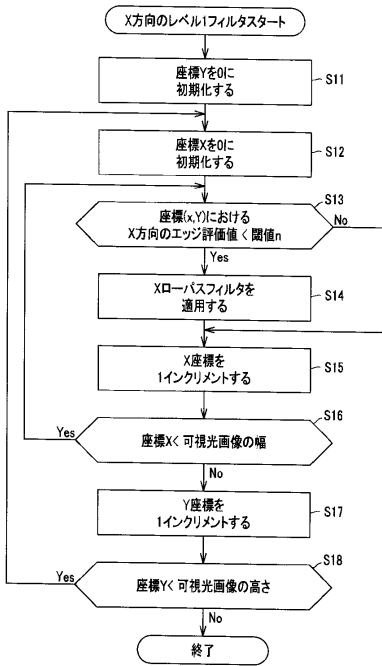
【図3】



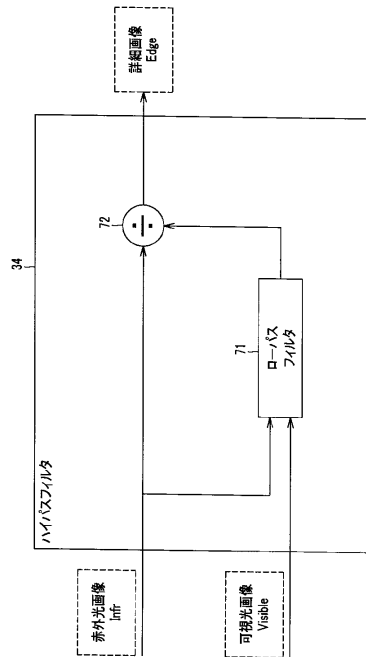
【図4】



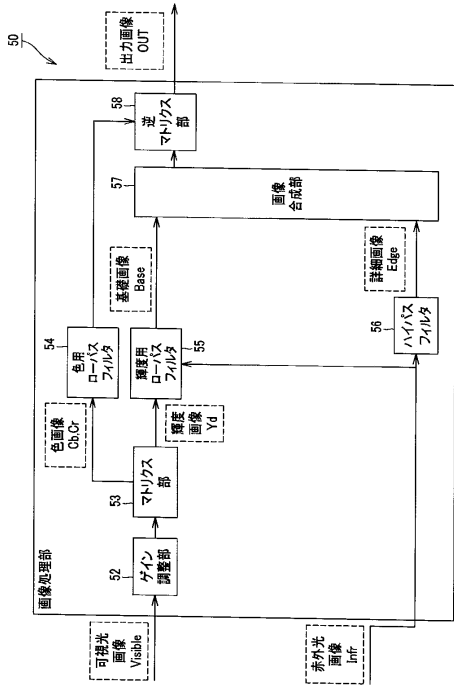
【図5】



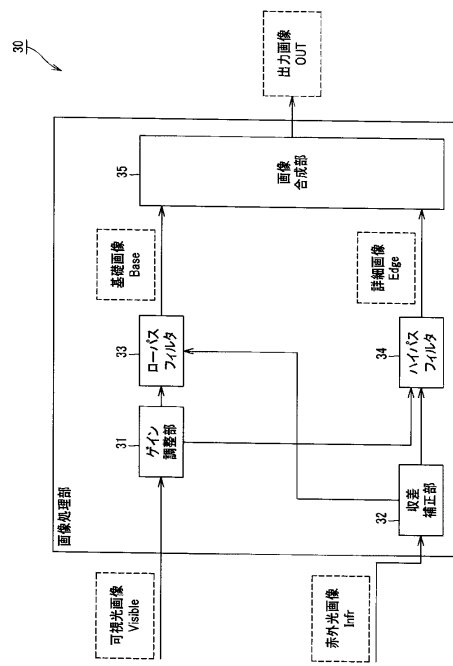
【図6】



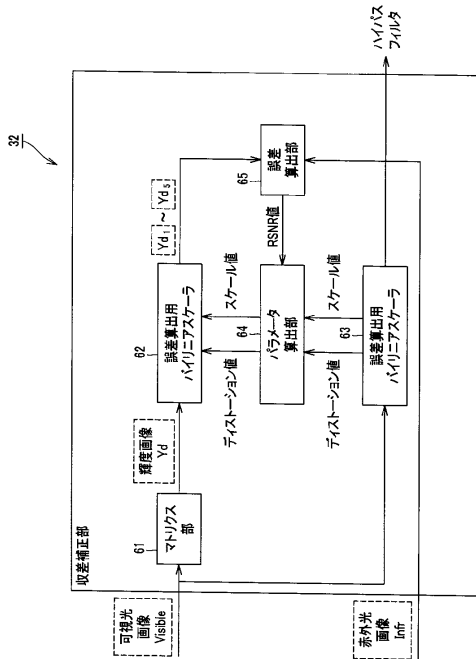
【図7】



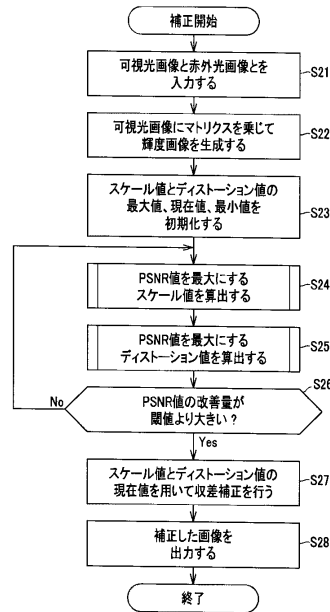
【図8】



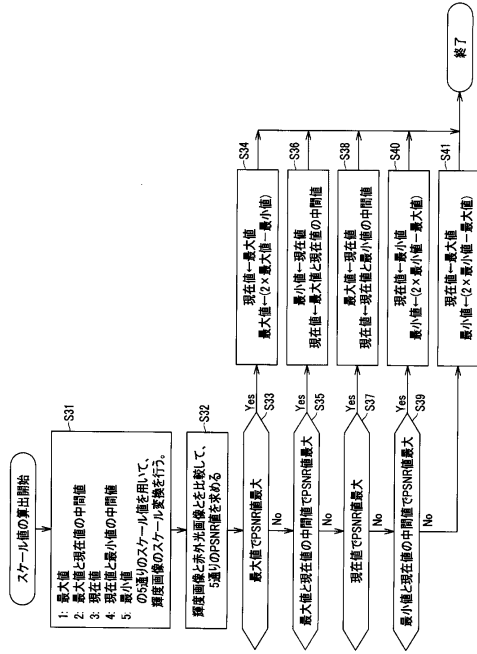
【図9】



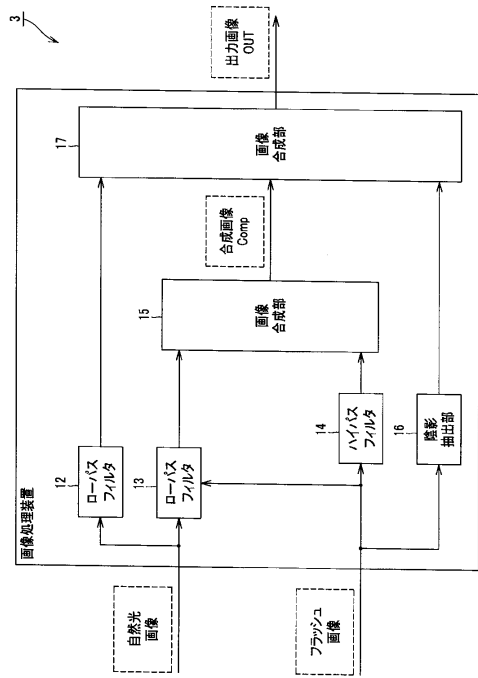
【図10】



【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 保坂 肇  
東京都品川区東五反田1丁目14番10号 株式会社ソニー木原研究所内
- (72)発明者 笠井 政範  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

審査官 仲間 晃

- (56)参考文献 特開2004-318425(JP,A)  
特開2004-289829(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N	5/232
G06T	3/00
G06T	5/00
G06T	5/20
H04N	7/18