

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2013-228798
(P2013-228798A)

(43) 公開日 平成25年11月7日(2013.11.7)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO6T 3/00 (2006.01)	GO6T 3/00 300	2H040
A61B 1/04 (2006.01)	A61B 1/04 370	4C161
GO2B 23/24 (2006.01)	GO2B 23/24 B	5B057
GO3B 15/00 (2006.01)	GO3B 15/00 H	

審査請求 未請求 請求項の数 18 O L (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2012-98841 (P2012-98841)	(71) 出願人	000000376
(22) 出願日	平成24年4月24日 (2012. 4. 24)		オリンパス株式会社
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
		(74) 代理人	100104710
			弁理士 竹腰 昇
		(74) 代理人	100124682
			弁理士 黒田 泰
		(74) 代理人	100090479
			弁理士 井上 一
		(72) 発明者	古賀 隼一
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
			オリンパス株式会社内
		Fターム(参考)	2H040 BA06 CA01 GA02
			4C161 CC06 NN01 NN05 QQ10 SS21
			WW04

最終頁に続く

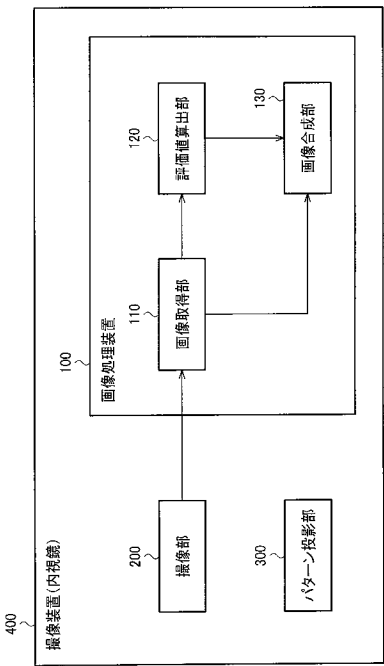
(54) 【発明の名称】 画像処理装置、撮像装置、内視鏡、プログラム及び画像処理方法

(57) 【要約】

【課題】 コントラストの低い画像信号でも、アーチファクトの発生を抑制して画像合成処理を行うことができる画像処理装置、撮像装置等の提供。

【解決手段】 画像処理装置100は、複数の画像信号の取得処理を行う画像取得部110と、取得した画像信号に基づき評価値の算出処理を行う評価値算出部120と、評価値に基づき複数の画像信号の合成処理を行う画像合成部130を含む。画像取得部110は、合焦物体位置の異なる複数の画像信号を取得すると共に、被写体に幾何パターンを投影して撮像された合焦物体位置の異なる複数のパターン画像信号を取得する。評価値算出部120は、複数のパターン画像信号に基づき第1評価値を算出すると共に、複数の画像信号に基づき第2評価値を算出する。画像合成部130は、第1評価値と第2評価値の比較処理を行い、比較処理の結果に基づき複数の画像信号の合成処理を行う。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の画像信号の取得処理を行う画像取得部と、
取得した前記画像信号に基づいて評価値の算出処理を行う評価値算出部と、
前記評価値に基づいて前記複数の画像信号の合成処理を行う画像合成部と、
を含み、
前記画像取得部は、
合焦物体位置の異なる前記複数の画像信号を撮像部から取得すると共に、被写体に幾何パターンを投影して撮像された前記合焦物体位置の異なる複数のパターン画像信号を前記撮像部から取得し、
前記評価値算出部は、
前記複数のパターン画像信号に基づいて第 1 評価値を算出すると共に、前記複数の画像信号に基づいて第 2 評価値を算出し、
前記画像合成部は、
前記第 1 評価値と前記第 2 評価値との比較処理を行い、前記比較処理の結果に基づいて、前記複数の画像信号の前記合成処理を行うことを特徴とする画像処理装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 において、
前記評価値算出部は、
前記複数のパターン画像信号において前記合成処理の対象となる画素である合成対象画素毎に前記第 1 評価値を算出すると共に、前記複数の画像信号の前記合成対象画素毎に前記第 2 評価値を算出し、
前記画像合成部は、
前記合成対象画素毎に前記第 1 評価値と前記第 2 評価値との比較処理を行って、前記比較処理結果に基づいて、前記複数の画像信号の前記合成処理を前記合成対象画素毎に行うことを特徴とする画像処理装置。

20

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 において、
前記評価値算出部は、
前記複数のパターン画像信号において前記合成処理の対象となる画素である合成対象画素毎に、算出した前記第 1 評価値が所与の閾値以下であるか否かの判定処理を行い、前記第 1 評価値が前記所与の閾値以下であると判定した場合には、前記第 1 評価値に対して補間処理を行うことを特徴とする画像処理装置。

30

【請求項 4】

請求項 3 において、
前記評価値算出部は、
前記第 1 評価値が前記所与の閾値以下であると判定した場合に、前記補間処理として、0 次補間処理及び線形補間処理、モルフォロジー膨張処理のうちのいずれかの処理を前記第 1 評価値に対して行うことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 5】

請求項 3 又は 4 において、
前記画像取得部は、
前記複数のパターン画像信号を前記撮像部から取得すると共に、先に投影した前記幾何パターンと異なる幾何パターンを前記被写体に投影して撮像された複数の相補パターン画像信号を前記撮像部から取得し、
前記評価値算出部は、
前記複数のパターン画像信号から算出した前記第 1 評価値が、前記所与の閾値以下であると判定した前記合成対象画素に対して、前記複数の相補パターン画像に基づいて前記第 1 評価値を算出し直す処理を前記補間処理として行うことを特徴とする画像処理装置。

40

【請求項 6】

50

請求項 1 乃至 5 のいずれかにおいて、

前記画像合成部は、

前記複数のパターン画像信号において前記合成処理の対象となる画素である合成対象画素毎に、算出した前記第 2 評価値が所与の閾値以下であるか否かの判定処理を行い、

前記第 2 評価値が前記所与の閾値以下であると判定した場合には、前記第 1 評価値に基づいて前記合成処理を行い、

前記第 2 評価値が前記所与の閾値よりも大きいと判定した場合には、前記第 2 評価値に基づいて前記合成処理を行うことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 7】

請求項 6 において、

10

前記画像合成部は、

前記第 2 評価値が前記所与の閾値以下であると判定した場合には、前記第 1 評価値に基づいて画像合成係数を算出し、前記画像合成係数を用いて前記合成対象画素毎に前記合成処理を行い、

前記第 2 評価値が前記所与の閾値よりも大きいと判定した場合には、前記第 2 評価値に基づいて前記画像合成係数を算出し、前記画像合成係数を用いて前記合成対象画素毎に前記合成処理を行うことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれかにおいて、

前記画像取得部は、

20

第 1 の画像信号と、前記第 1 の画像信号と前記合焦物体位置の異なる第 2 の画像信号とを前記撮像部から取得すると共に、被写体に幾何パターンを投影して撮像された第 1 のパターン画像信号と、前記第 1 のパターン画像信号と前記合焦物体位置の異なる第 2 のパターン画像信号とを前記撮像部から取得し、

前記評価値算出部は、

前記合成処理の対象となる画素である合成対象画素毎に、前記第 1 のパターン画像信号と前記第 2 のパターン画像信号についての前記第 1 評価値を算出すると共に、前記第 1 の画像信号と前記第 2 の画像信号についての前記第 2 評価値を算出し、

前記画像合成部は、

前記合成対象画素毎に、前記第 1 の画像信号と前記第 2 の画像信号についての前記第 2 評価値が共に所与の閾値以下であるか否かの判定処理を行い、

30

前記第 2 評価値が共に前記所与の閾値以下であると判定した場合には、前記第 1 評価値に基づいて前記第 1 の画像信号と前記第 2 の画像信号の前記合成処理を行い、

前記第 2 評価値が共に前記所与の閾値よりも大きいと判定した場合には、前記第 2 評価値に基づいて前記第 1 の画像信号と前記第 2 の画像信号の前記合成処理を行うことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 8 のいずれかにおいて、

前記評価値算出部は、

前記複数のパターン画像信号の輝度値を前記第 1 評価値として算出することを特徴とする画像処理装置。

40

【請求項 10】

請求項 1 乃至 9 のいずれかにおいて、

前記評価値算出部は、

前記複数の画像信号のコントラスト又はエッジ成分を表す前記第 2 評価値を算出することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 11】

請求項 1 乃至 10 のいずれかにおいて、

前記画像取得部は、

光学劣化関数に基づいて設定された前記幾何パターンを投影して撮像された前記複数の

50

パターン画像信号を前記撮像部から取得することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 1 2】

請求項 1 1 において、

前記画像取得部は、

前記光学劣化関数に基づいて、ぼけ半径 R に対してドット間距離 d が $d \geq 2 R$ (d 及び R は正の整数) となるように設定されたドットパターンを投影して撮像された前記複数のパターン画像信号を取得することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 1 3】

請求項 1 乃至 1 2 のいずれかにおいて、

前記画像取得部は、

コヒーレント光源と光空間変調器とを用いて前記幾何パターンを投影して撮像された前記複数のパターン画像信号を前記撮像部から取得することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 1 4】

請求項 1 3 において、

前記画像取得部は、

非可視波長の前記コヒーレント光源と前記光空間変調器とを用いて前記幾何パターンを投影して撮像された前記複数のパターン画像信号を前記撮像部から取得することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 1 5】

請求項 1 乃至 1 4 のいずれかに記載の画像処理装置と、

前記撮像部と、

前記被写体に対して前記幾何パターンを投影するパターン投影部と、

を含むことを特徴とする撮像装置。

【請求項 1 6】

請求項 1 乃至 1 4 のいずれかに記載の画像処理装置と、

前記撮像部と、

前記被写体に対して前記幾何パターンを投影するパターン投影部と、

を含むことを特徴とする内視鏡。

【請求項 1 7】

複数の画像信号の取得処理を行う画像取得部と、

取得した前記画像信号に基づいて評価値の算出処理を行う評価値算出部と、

前記評価値に基づいて前記複数の画像信号の合成処理を行う画像合成部として、

コンピュータを機能させ、

前記画像取得部は、

合焦物体位置の異なる前記複数の画像信号を撮像部から取得すると共に、被写体に幾何パターンを投影して撮像された前記合焦物体位置の異なる複数のパターン画像信号を前記撮像部から取得し、

前記評価値算出部は、

前記複数のパターン画像信号に基づいて第 1 評価値を算出すると共に、前記複数の画像信号に基づいて第 2 評価値を算出し、

前記画像合成部は、

前記第 1 評価値と前記第 2 評価値との比較処理を行って、前記比較処理結果に基づいて、前記複数の画像信号の前記合成処理を行うことを特徴とするプログラム。

【請求項 1 8】

合焦物体位置の異なる複数の画像信号を撮像部から取得すると共に、被写体に幾何パターンを投影して撮像された前記合焦物体位置の異なる複数のパターン画像信号を前記撮像部から取得し、

前記複数のパターン画像信号に基づいて第 1 評価値を算出すると共に、前記複数の画像信号に基づいて第 2 評価値を算出し、

前記第 1 評価値と前記第 2 評価値との比較処理を行い、前記比較処理の結果に基づいて

10

20

30

40

50

、前記複数の画像信号の合成処理を行うことを特徴とする画像処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像処理装置、撮像装置、内視鏡、プログラム及び画像処理方法等に関する。

【背景技術】

【0002】

撮像装置を用いて、離れた位置に位置する2つの被写体を撮像した場合に、一方の被写体だけが合焦状態にあり、もう一方の被写体は合焦状態ではない場合がある。例えば、患部を発見又は観察するために内視鏡を用いる場面において、合焦状態ではない部分が映っていると、医師が患部を見逃す可能性が高くなる。そのため、このような場合には、撮像された画像に映る被写体が全て合焦状態にあることが望ましい。

【0003】

この時、撮像装置の絞りを調節することによって、被写界深度を調整する等して、両方の被写体を合焦状態とすることができる場合もある。しかし、2つの被写体の距離によっては、単純に被写界深度を調整しただけでは、両方の被写体を合焦状態とすることができないことがある。

【0004】

このような場合でも、全焦点画像を取得するための手法として、例えば特許文献1に示される手法が開示されている。特許文献1に示される手法では、複数の画像信号の各画素に関して鮮鋭度（シャープネス）を算出し、その鮮鋭度から得られる第1の参照値を空間平滑化して第2の参照値を算出し、算出した第2の参照値に基づいて画像合成処理を行い、全焦点画像を取得する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2010-20758号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

前述した特許文献1において示される従来技術では、複数の画像信号から鮮鋭度を算出し、その鮮鋭度から得られる参照値により合成画像を生成する。そのため、画像信号内のテクスチャが少ない領域、すなわちコントラストの低い被写体では、鮮鋭度や鮮鋭度から得られる合成画像を生成するための参照値が安定して算出できず、合成画像にアーチファクトが発生する場合がある。

【0007】

本発明の幾つかの態様によれば、コントラストの低い画像信号でも、アーチファクトの発生を抑制して画像合成処理を行うことができる画像処理装置、撮像装置、内視鏡、プログラム及び画像処理方法等を提供することができる。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の一態様は、複数の画像信号の取得処理を行う画像取得部と、取得した前記画像信号に基づいて評価値の算出処理を行う評価値算出部と、前記評価値に基づいて前記複数の画像信号の合成処理を行う画像合成部と、を含み、前記画像取得部は、合焦物体位置の異なる前記複数の画像信号を撮像部から取得すると共に、被写体に幾何パターンを投影して撮像された前記合焦物体位置の異なる複数のパターン画像信号を前記撮像部から取得し、前記評価値算出部は、前記複数のパターン画像信号に基づいて第1評価値を算出すると共に、前記複数の画像信号に基づいて第2評価値を算出し、前記画像合成部は、前記第1評価値と前記第2評価値との比較処理を行い、前記比較処理の結果に基づいて、前記複数

10

20

30

40

50

の画像信号の前記合成処理を行うことを特徴とする画像処理装置に係る。

【0009】

本発明の一態様では、幾何パターンを投影して撮像された画像の信号から第1評価値を算出し、幾何パターンを投影せずに撮像された画像の信号から第2評価値を算出する。そして、算出した第1評価値及び第2評価値に基づいて、画像合成処理を行う。

【0010】

これにより、コントラストの低い画像信号でも、アーチファクトの発生を抑制して画像合成処理を行うことができる。

【0011】

また、本発明の一態様では、前記評価値算出部は、前記複数のパターン画像信号において前記合成処理の対象となる画素である合成対象画素毎に前記第1評価値を算出すると共に、前記複数の画像信号の前記合成対象画素毎に前記第2評価値を算出し、前記画像合成部は、前記合成対象画素毎に前記第1評価値と前記第2評価値との比較処理を行って、前記比較処理結果に基づいて、前記複数の画像信号の前記合成処理を前記合成対象画素毎に行ってもよい。

10

【0012】

これにより、画像合成の対象となる画素に対して、第1評価値と第2評価値を算出することができ、全ての合成対象画素に対して比較処理を行って、例えば、画像の合焦状態等を判定して、より正確な画像合成処理を行うこと等が可能になる。

【0013】

また、本発明の一態様では、前記評価値算出部は、前記複数のパターン画像信号において前記合成処理の対象となる画素である合成対象画素毎に、算出した前記第1評価値が所与の閾値以下であるか否かの判定処理を行い、前記第1評価値が前記所与の閾値以下であると判定した場合には、前記第1評価値に対して補間処理を行ってもよい。

20

【0014】

これにより、例えばドットパターンが疎となる場合であっても、全ての合成対象画素について、画像合成処理の評価値として有効な第1評価値を求めること等が可能になる。

【0015】

また、本発明の一態様では、前記評価値算出部は、前記第1評価値が前記所与の閾値以下であると判定した場合に、前記補間処理として、0次補間処理及び線形補間処理、モルフロジー膨張処理のうちのいずれかの処理を前記第1評価値に対して行ってもよい。

30

【0016】

これにより、画像合成処理の評価値として有効でないと判定された第1評価値を、同一のパターン画像信号から算出された他の第1評価値に基づいて補間すること等が可能になる。

【0017】

また、本発明の一態様では、前記画像取得部は、前記複数のパターン画像信号を前記撮像部から取得すると共に、先に投影した前記幾何パターンと異なる幾何パターンを前記被写体に投影して撮像された複数の相補パターン画像信号を前記撮像部から取得し、前記評価値算出部は、前記複数のパターン画像信号から算出した前記第1評価値が、前記所与の閾値以下であると判定した前記合成対象画素に対して、前記複数の相補パターン画像に基づいて前記第1評価値を算出し直す処理を前記補間処理として行ってもよい。

40

【0018】

これにより、画像合成処理の評価値として有効でないと判定された第1評価値を、相補パターン画像信号から算出された同一の合成対象画素に対応する第1評価値に置換すること等が可能になる。

【0019】

また、本発明の一態様では、前記画像合成部は、前記複数のパターン画像信号において前記合成処理の対象となる画素である合成対象画素毎に、算出した前記第2評価値が所与の閾値以下であるか否かの判定処理を行い、前記第2評価値が前記所与の閾値以下である

50

と判定した場合には、前記第 1 評価値に基づいて前記合成処理を行い、前記第 2 評価値が前記所与の閾値よりも大きいと判定した場合には、前記第 2 評価値に基づいて前記合成処理を行ってもよい。

【0020】

これにより、第 1 評価値と第 2 評価値の中から有効な評価値を選択して、画像合成処理を行うこと等が可能になる。

【0021】

また、本発明の一態様では、前記画像合成部は、前記第 2 評価値が前記所与の閾値以下であると判定した場合には、前記第 1 評価値に基づいて画像合成係数を算出し、前記画像合成係数を用いて前記合成対象画素毎に前記合成処理を行い、前記第 2 評価値が前記所与の閾値よりも大きいと判定した場合には、前記第 2 評価値に基づいて前記画像合成係数を算出し、前記画像合成係数を用いて前記合成対象画素毎に前記合成処理を行ってもよい。

【0022】

これにより、例えば合焦領域と非合焦領域の切り替わり部分を滑らかに合成すること等が可能になる。

【0023】

また、本発明の一態様では、前記画像取得部は、第 1 の画像信号と、前記第 1 の画像信号と前記合焦物体位置の異なる第 2 の画像信号とを前記撮像部から取得すると共に、被写体に幾何パターンを投影して撮像された第 1 のパターン画像信号と、前記第 1 のパターン画像信号と前記合焦物体位置の異なる第 2 のパターン画像信号とを前記撮像部から取得し、前記評価値算出部は、前記合成処理の対象となる画素である合成対象画素毎に、前記第 1 のパターン画像信号と前記第 2 のパターン画像信号についての前記第 1 評価値を算出すると共に、前記第 1 の画像信号と前記第 2 の画像信号についての前記第 2 評価値を算出し、前記画像合成部は、前記合成対象画素毎に、前記第 1 の画像信号と前記第 2 の画像信号についての前記第 2 評価値が共に所与の閾値以下であるか否かの判定処理を行い、前記第 2 評価値が共に前記所与の閾値以下であると判定した場合には、前記第 1 評価値に基づいて前記第 1 の画像信号と前記第 2 の画像信号の前記合成処理を行い、前記第 2 評価値が共に前記所与の閾値よりも大きいと判定した場合には、前記第 2 評価値に基づいて前記第 1 の画像信号と前記第 2 の画像信号の前記合成処理を行ってもよい。

【0024】

これにより、2つの画像信号と2つのパターン画像信号を取得する場合にも、第 1 評価値と第 2 評価値の中から有効な評価値を選択して、画像合成処理を行うこと等が可能になる。

【0025】

また、本発明の一態様では、前記評価値算出部は、前記複数のパターン画像信号の輝度値を前記第 1 評価値として算出してもよい。

【0026】

これにより、例えば画像合成処理において有効なコントラスト等を算出できない場合であっても、画像合成処理に用いる他の評価値を算出すること等が可能になる。

【0027】

また、本発明の一態様では、前記評価値算出部は、前記複数の画像信号のコントラスト又はエッジ成分を表す前記第 2 評価値を算出してもよい。

【0028】

これにより、画像のコントラスト又はエッジ成分に基づいて、画像合成処理を行うこと等が可能になる。

【0029】

また、本発明の一態様では、前記画像取得部は、光学劣化関数に基づいて設定された前記幾何パターンを投影して撮像された前記複数のパターン画像信号を前記撮像部から取得してもよい。

【0030】

これにより、幾何パターンが投影されている各画素位置の合焦状態を、パターン画像の輝度値に基づいて評価すること等が可能になる。

【0031】

また、本発明の一態様では、前記画像取得部は、前記光学劣化関数に基づいて、ぼけ半径 R に対してドット間距離 d が $d \geq 2R$ (d 及び R は正の整数) となるように設定されたドットパターンを投影して撮像された前記複数のパターン画像信号を取得してもよい。

【0032】

これにより、ドットが重ならないように被写体にドットパターンを投影すること等が可能になる。

【0033】

また、本発明の一態様では、前記画像取得部は、コヒーレント光源と光空間変調器とを用いて前記幾何パターンを投影して撮像された前記複数のパターン画像信号を前記撮像部から取得してもよい。

【0034】

これにより、明瞭な任意の幾何パターンが映されたパターン画像信号を取得すること等が可能になる。

【0035】

また、本発明の一態様では、前記画像取得部は、非可視波長の前記コヒーレント光源と前記光空間変調器とを用いて前記幾何パターンを投影して撮像された前記複数のパターン画像信号を前記撮像部から取得してもよい。

【0036】

これにより、近点画像と同じタイミングに撮像された近点パターン画像のパターン画像信号と、遠点画像と同じタイミングに撮像された遠点パターン画像のパターン画像信号とを取得すること等が可能になる。

【0037】

また、本発明の他の態様は、前記画像処理装置と、前記撮像部と、前記被写体に対して前記幾何パターンを投影するパターン投影部と、を含む撮像装置に関係する。

【0038】

また、本発明の他の態様は、前記画像処理装置と、前記撮像部と、前記被写体に対して前記幾何パターンを投影するパターン投影部と、を含む内視鏡に関係する。

【0039】

また、本発明の他の態様は、上記各部としてコンピューターを機能させるプログラムに関係する。

【0040】

また、本発明の他の態様は、合焦物体位置の異なる複数の画像信号を撮像部から取得すると共に、被写体に幾何パターンを投影して撮像された前記合焦物体位置の異なる複数のパターン画像信号を前記撮像部から取得し、前記複数のパターン画像信号に基づいて第1評価値を算出すると共に、前記複数の画像信号に基づいて第2評価値を算出し、前記第1評価値と前記第2評価値との比較処理を行い、前記比較処理の結果に基づいて、前記複数の画像信号の合成処理を行うことを特徴とする画像処理方法に関係する。

【図面の簡単な説明】

【0041】

【図1】本実施形態のシステム構成例。

【図2】図2(A)～図2(C)は、画像信号の説明図。

【図3】図3(A)～図3(C)は、パターン画像信号の説明図。

【図4】図4(A)～図4(C)は、幾何パターンの説明図。

【図5】図5(A)～図5(C)は、画像合成処理の説明図。

【図6】画像合成処理結果の一例。

【図7】本実施形態の処理の流れを説明するフローチャート。

【図8】補間処理の流れを詳細に説明するフローチャート。

10

20

30

40

50

【図 9】画像合成処理の流れを詳細に説明するフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【0042】

以下、本実施形態について説明する。まず、本実施形態の概要を説明し、次にシステム構成例について説明する。そして、フローチャート等を用いて本実施形態で行う処理の詳細について詳細に説明する。最後に、本実施形態の手法についてまとめる。なお、以下に説明する本実施形態は、特許請求の範囲に記載された本発明の内容を不当に限定するものではない。また本実施形態で説明される構成の全てが、本発明の必須構成要件であるとは限らない。

【0043】

10

1. 概要

撮像装置を用いて、離れた位置に位置する 2 つの被写体を撮像した場合に、一方の被写体だけが合焦状態にあり、もう一方の被写体は合焦状態ではない場合がある。例えば、患部を発見又は観察するために内視鏡を用いる場面において、合焦状態ではない部分が映っていると、医師が患部を見逃す可能性が高くなる。そのため、このような場合には、撮像された画像に映る被写体が全て合焦状態にあることが望ましい。

【0044】

この時、撮像装置の絞りを調節することによって、被写界深度を調整する等して、両方の被写体を合焦状態とすることができるときもある。しかし、2 つの被写体の距離によっては、単純に被写界深度を調整しただけでは、両方の被写体を合焦状態とすることができないことがある。具体的には、2 つの被写体の距離が所定の閾値以下であれば、被写界深度を調整するだけでも対応することができるが、所定の閾値よりも距離が離れている場合には、被写界深度を調整するだけでは対応しきれなくなる。

20

【0045】

このような場合でも、全焦点画像を取得するための手法として、例えば上述の特許文献 1 に示される手法が開示されている。特許文献 1 に示される手法では、複数の画像信号の各画素に関して鮮鋭度（シャープネス）を算出し、その鮮鋭度から得られる第 1 の参照値を空間平滑化して第 2 の参照値を算出し、算出した第 2 の参照値に基づいて画像合成処理を行い、全焦点画像を取得する。

【0046】

30

しかし、前述した特許文献 1 において示される従来技術では、画像信号内のテクスチャが少ない領域、すなわちコントラストの低い被写体では、鮮鋭度や第 1 の参照値、第 2 の参照値が安定して算出できず、合成画像にアーチファクトが発生する場合がある。ここで、アーチファクトとは、画像信号の生成（合成）段階で発生したデータの歪みやノイズ等を指す。

【0047】

そこで、本実施形態の画像処理装置等は、被写体に幾何パターンを投影し、パターン投影された画像（パターン画像）の輝度値に基づいて、合成画像を生成するための評価値を算出する。すなわち、被写体に幾何パターンを投影して、意図的に輝度変化を発生させたパターン画像を用いて画像合成処理を行う。以上のような処理を行うことで、テクスチャが少ない領域、すなわちコントラストの低い被写体においても安定して合成画像を生成するための評価値が算出でき、より高品位な合成画像を生成することができる。

40

【0048】

さらに具体的に言えば、例えば前述した内視鏡を用いて患部を発見又は観察する場面に本実施形態を適用する場合には、合成画像として全焦点画像を生成すること等ができる。これによれば、医師等が体内をより観察しやすい画像を生成することができ、患部の見落とし等を防止すること等が可能になる。

【0049】

2. システム構成例

次に、図 1 に本実施形態の画像処理装置 100 及びこれを含む撮像装置（内視鏡）40

50

0の構成例を示す。

【0050】

画像処理装置100は、画像取得部110と、評価値算出部120と、画像合成部130と、を含む。また、画像処理装置100を含む撮像装置400の例としては、撮像部200や、パターン投影部300などを含む内視鏡400などが挙げられる。なお、画像処理装置100及びこれを含む撮像装置（内視鏡）400は、図1の構成に限定されず、これらの一部の構成要素を省略したり、他の構成要素を追加したりするなどの種々の変形実施が可能である。

【0051】

次に各部の接続について説明する。画像取得部110は、評価値算出部120と画像合成部130とに接続されている。評価値算出部120は、画像合成部130に接続されている。撮像部200は、画像取得部110に接続されている。

10

【0052】

次に各部で行われる処理の概要と構成について説明する。

【0053】

まず、画像取得部110は、撮像部200から複数の画像信号を取得する処理を行う。画像取得部110は、画像信号としてアナログ信号を取得してもよいし、デジタル信号を取得してもよい。また、画像取得部110は、撮像部200とのI/F部（通信部）であってもよい。I/F部（通信部）は、有線又は内部バスにより通信を行うものであってもよく、無線により通信を行うものであってもよい。

20

【0054】

次に、評価値算出部120は、取得した画像信号に基づいて評価値の算出処理を行う。

【0055】

そして、画像合成部130は、評価値に基づいて複数の画像信号の合成処理を行う。

【0056】

なお、評価値算出部120と、画像合成部130の機能は、各種プロセッサ（CPU等）、ASIC（ゲートアレイ等）などのハードウェアや、プログラムなどにより実現できる。また、画像処理装置100は、上記の構成要素の他にも、図示しないバッファや記憶部、出力部（提示部）等を含んでも良い。

【0057】

また撮像部200は、図示しない光学系、絞り、撮像素子、合焦物体位置制御部等から構成される。撮像部200では、合焦物体位置制御部により、光学系、絞り及び撮像素子を制御して、合焦物体位置の異なる複数の画像を撮像する。さらに、撮像部200は、図示しない前処理部等を含んでもよい。前処理部は、撮像した画像をデジタル信号に変換する処理等を行ってもよい。

30

【0058】

さらに、パターン投影部300は、被写体に対して幾何パターン（パターン光）を投影する。パターン投影部300は、図示しないコヒーレント光源と光空間変調器から構成されていてもよい。コヒーレント光源は、例えばレーザ光であり、干渉性が高く、回折格子を通過すると明瞭な回折格子に基づくパターンが形成される。光空間変調器は、例えばLCD（Liquid Crystal Display）であり、回折格子として作用する任意の幾何パターンを瞬時に形成することができる。パターン投影部300を前記のように構成することで明瞭な任意の幾何パターンを瞬時に投影することができる。なお、コヒーレント光源に非可視光波長を用い、撮像素子に非可視光用の受光部を付加する構成としてもよい。

40

【0059】

3. 処理の詳細

以下では、図7のフローチャートを参照しながら、本実施形態の処理の流れについて説明する。

【0060】

まず、画像取得部110は、撮像部200から複数の画像信号を取得する（S101）

50

。画像取得部 110 が取得する画像信号は、本実施形態では 2 つとするが、3 つ以上の任意の数の画像信号を取得してもよい。これらの画像信号は画角が変化しないよう、光学系にテレセントリック光学系を用いたり、幾何変換処理等を行って画角を合わせたりすることが望ましい。後述するステップ S102 のパターン画像信号についても同様である。

【0061】

また、ステップ S101 では、画像取得部 110 は、互いに合焦物体位置が異なる画像信号を取得する。具体的に、画像取得部 110 は、図 2 (A) に示すようにして撮像部 200 が撮像した画像を取得する。

【0062】

まず前提として、図 2 (A) に示すように、被写体 SB1 と被写体 SB2 が異なる位置にある。この時に、撮像部 200 は、合焦物体位置制御部にて光学系、絞り及び撮像素子を制御して、合焦物体位置を被写体 SB1 に合わせて、図 2 (B) に示すような画像を取得し、さらに合焦物体位置を被写体 SB2 に合わせて、図 2 (C) に示すような画像を取得する。

【0063】

以下では、図 2 (B) の画像 IM1 を近点画像 (第 1 の画像) IM1 と呼び、図 2 (C) の画像 IM2 を遠点画像 (第 2 の画像) IM2 と呼ぶ。近点画像 (第 1 の画像) IM1 は、図 2 (C) の画像 IM2 が撮像された時よりも、撮像部 200 と近い位置 (被写体 SB1 の位置) に合焦物体位置が合わせられた時に撮像された画像である。一方、遠点画像 (第 2 の画像) IM2 は、図 2 (B) の画像 IM1 が撮像された時よりも、撮像部 200 と遠い位置 (被写体 SB2 の位置) に合焦物体位置が合わせられた時に撮像された画像である。

【0064】

また、図 2 (B) 及び図 2 (C) に示すように、近点画像 IM1 及び遠点画像 IM2 内には、光学系による被写界深度の制限により、合焦領域と非合焦領域が存在している。合焦領域では、被写体 SB1 及び被写体 SB2 に記載された文字「A」がはっきり映し出されており (図 2 (B) では右側領域)、非合焦領域では、文字「A」がぼやけて映し出されている (図 2 (B) では左側領域)。本来であれば、被写体 SB1 と被写体 SB2 に記載された文字「A」がどちらもはっきりと映し出された全焦点画像を取得することが望ましいが、本例では、前述した被写界深度の制限により、被写界深度や合焦物体位置等を調整しただけでは、全焦点画像を取得することができない。そのため、以下の方法により、全焦点画像を画像合成処理によって生成する。

【0065】

次に、画像取得部 110 は、互いに合焦物体位置が異なる複数のパターン画像信号を取得する (S102)。具体的に、画像取得部 110 は、図 3 (A) に示すようにして撮像部 200 が撮像した画像を取得する。

【0066】

図 3 (A) の被写体 SB1 及び被写体 SB2 の位置等は、図 2 (A) と同様であるが、被写体 SB1 及び被写体 SB2 に対してパターン投影部 300 が幾何パターンを投影した時に、撮像部 200 が被写体を撮像する点が図 2 (A) と異なる。その結果、撮像されたパターン画像は、図 3 (B) 及び図 3 (C) のようになる。また本来であれば、ステップ S102 では、ステップ S101 において画像を撮像した時と同じタイミングで、かつ同じ被写体を映したパターン画像、すなわち同じシーンを映したパターン画像を取得することが望ましい。そのため、ステップ S101 の処理後できるだけ早くステップ S102 の処理を行うことが望ましい。

【0067】

以下では、図 3 (B) の画像 IM3 を近点パターン画像 (第 1 のパターン画像) IM3 と呼び、図 3 (C) の画像 IM4 を遠点パターン画像 (第 2 のパターン画像) IM4 と呼ぶ。近点パターン画像 (第 1 のパターン画像) IM3 は、図 3 (C) の画像 IM4 が撮像された時よりも、撮像部 200 と近い位置 (被写体 SB1 の位置) に合焦物体位置が合わ

せられた時に撮像された画像である。一方、遠点パターン画像（第2のパターン画像）IM4は、図3（B）の画像IM3が撮像された時よりも、撮像部200と遠い位置（被写体SB2の位置）に合焦物体位置が合わせられた時に撮像された画像である。

【0068】

さらに、図3（B）及び図3（C）に示すように、近点パターン画像IM3及び遠点パターン画像IM4内には、近点画像及び遠点画像と同様に、合焦領域と非合焦領域が存在している。合焦領域では、投影された幾何パターンがはっきり映し出されており（図3（B）では右側領域）、非合焦領域では、投影された幾何パターンがぼやけて映し出されている（図3（B）では左側領域）。そのため、パターンの投影されている各画素位置が被写界深度内か否か、つまり各画素位置の合焦状態を、パターン画像の輝度値に基づいて評価（判定）できる。なお、実際には、被写体SB1及び被写体SB2に記載された文字「A」に幾何パターンが投影された部分では、文字「A」の一部分も映し出されるが、図3（B）及び図3（C）では、図示の都合上省略している。

【0069】

また、具体的に内視鏡で上記のパターン画像を撮像するシーンでは、外光の影響がないため、撮像時に幾何パターンのみを投影した場合、明瞭なパターン画像信号が得られる。内視鏡での撮像シーンにはコントラストの低い被写体、テクスチャの少ない領域が含まれる場合も多く、暗闇での撮像となることが多い。そのため投影した幾何パターンが明瞭に得られ、本実施形態の手法が特に有効なシーンである。

【0070】

ここで、投影する幾何パターンの一例としてドットパターンPIMを図4（A）に示す。前述した図2（A）～図2（C）及び図3（A）～図3（C）の例においても、ドットパターンを投影している。なお、投影する幾何パターンは、ドットパターンに限ったものではなく、格子パターンや図4（B）に示すようなラインパターンPIM2、図4（C）に示すようなランダムパターンPIM3等の任意の幾何パターンを投影してもよい。また、幾何パターンの決定方法については、後述する。

【0071】

次に、評価値算出部120は、近点パターン画像信号及び遠点パターン画像信号に基づいて、各合成対象画素について第1評価値を算出する（S103）。具体的に第1評価値は、近点パターン画像信号及び遠点パターン画像信号の輝度値とする。

【0072】

同様に、評価値算出部120は、近点画像信号及び遠点画像信号に基づいて、各合成対象画素について第2評価値を算出する（S104）。具体的に第2評価値は、画像信号のコントラスト又はエッジ成分とする。

【0073】

例えば、第2評価値としてコントラストを用いる場合には、算出対象の画素位置を中心とした所定の領域内において式（1）を用いて算出する。

【0074】

【数1】

$$C = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}} \quad \dots \quad (1)$$

【0075】

なお、Cはコントラスト、 $I_{\max}$ は所定の領域内の最大の輝度値（画素値）、 $I_{\min}$ は所定領域内の最小の輝度値（画素値）である。また、第2評価値としてエッジ成分を用いる場合は、例えばソーベルフィルタやラプラシアンフィルタといった既存のエッジ抽出フィルタによるエッジ成分を算出する。

【0076】

ここで、近点パターン画像及び遠点パターン画像の各画素の輝度値である第1評価値は、光学劣化関数に従って、各画像の合焦領域では非合焦領域に比べて高い値となり、非合

10

20

30

40

50

焦領域では合焦領域に比べて低い値となる。また、投影する幾何パターンが疎であるため、近点パターン画像及び遠点パターン画像も疎となり、幾何パターンの影響がない画素（例えば、図3（B）の近点パターン画像IM3の黒色部分の画素P1）が存在する。

【0077】

このような幾何パターンの影響がない画素では、近点パターン画像と遠点パターン画像とで、第1評価値が（ほぼ）同じ値になってしまい、算出した第1評価値を用いても、当該画素が合焦状態であるか、非合焦状態であるか判断することができない。

【0078】

具体例を挙げて説明する。例えば、図3（B）の近点パターン画像IM3の黒色部分の画素P1と白色部分の画素P3は、どちらも非合焦状態である。一方、図3（C）の遠点パターン画像IM4の黒色部分において、画素P1に対応する位置にある画素P2と、画素P3に対応する位置にある画素P4は、どちらも合焦状態である。この時に、画素P3から求められた第1評価値 v_{P3} と、画素P4から求められた第1評価値 v_{P4} とを比較すると、 $v_{P3} \leq Th \leq v_{P4}$ （Thは所定の閾値）となり、画素P4が合焦状態であり、画素P3が非合焦状態であると判定できる。しかし、画素P1から求められた第1評価値 v_{P1} と、画素P2から求められた第1評価値 v_{P2} は（ほぼ）同じ値になってしまい、これらの値を比較しても、画素P1と画素P2が合焦状態であるか、非合焦状態であるか判断することができない。

【0079】

従って、幾何パターンの影響がない画素については、合成対象画素毎に第1評価値を再算出する（第1評価値の補間処理を行う）必要がある（S105）。内視鏡のような暗闇での撮像の場合、幾何パターンの影響がない画素は、非常に低輝度となるため、第1評価値に対して所与の閾値を設けることで識別が可能である。

【0080】

ここで、第1評価値の補間処理の詳細な処理の流れを図8のフローチャートに示す。図8の処理は、ある1つの合成対象画素に対して行う補間処理の流れを示したものであるため、図7のステップS105では、全ての合成対象画素に対して図8の処理を行う必要がある。

【0081】

まず、近点パターン画像信号（第1のパターン画像信号）についての第1評価値が所与の閾値以下であるか否かを判定する（S201）。

【0082】

近点パターン画像信号についての第1評価値が所与の閾値よりも大きいと判定した場合には、補間処理を行わずに処理を終了する。

【0083】

一方、近点パターン画像信号についての第1評価値が所与の閾値以下であると判定した場合には、遠点パターン画像信号（第2のパターン画像信号）についての第1評価値が所与の閾値以下であるか否かを判定する（S202）。なお本実施形態では、ステップS202において用いる所与の閾値は、ステップS201において用いる閾値と同じ値であるが、異なる値を用いてもよい。

【0084】

ステップS202において、遠点パターン画像信号についての第1評価値が所与の閾値よりも大きいと判定した場合には、補間処理を行わずに処理を終了する。

【0085】

一方、近点パターン画像信号（第1のパターン画像信号）についての第1評価値が所与の閾値以下であると判定した場合には、第1評価値の補間処理を実行する（S203）。ここでは、例えば、既存の0次補間、線形補間、モルフォロジー膨張処理等により周辺の閾値以上の画素から補間処理した値を新たな第1評価値とする。あるいは後述するように、幾何パターンの位置等を変えて得られる相補パターン画像に基づいて補間処理を行ってもよい。以上により、第1評価値の補間処理を終了する。

10

20

30

40

50

【0086】

そして、画像合成部130は、合成対象画素毎に画像合成処理を行う（S106）。近点画像及び遠点画像から得られる第2評価値が共に所定の閾値以下である場合は、コントラストやエッジ成分が安定して算出できていない画素であるため、第1評価値に基づいて画像合成処理を行う。一方、近点画像及び遠点画像から得られる第2評価値が共に所定の閾値よりも大きい場合には、コントラストやエッジ成分が安定して算出できている画素であるため、第2評価値に基づいて画像合成処理を行う。

【0087】

ここで、画像合成処理の詳細な処理の流れを図9のフローチャートに示す。図9の処理は、ある1つの合成対象画素に対して行う画像合成処理の流れを示したものであるため、図7のステップS106では、全ての合成対象画素に対して図9の処理を行う必要がある。

10

【0088】

まず、近点画像信号（第1の画像信号）についての第2評価値が所与の閾値以下であるか否かを判定する（S301）。

【0089】

近点画像信号（第1の画像信号）についての第2評価値が所与の閾値以下であると判定した場合には、遠点画像信号（第2の画像信号）についての第2評価値も所与の閾値以下であるか否かを判定する（S302）。なお本実施形態では、ステップS302において用いる所与の閾値は、ステップS301において用いる閾値と同じ値であるが、異なる値を用いてもよい。

20

【0090】

そして、遠点画像信号（第2の画像信号）についての第2評価値が所与の閾値以下であると判定した場合には、第1評価値を用いて画像合成係数を算出する（S303）。

【0091】

ここで、画像合成係数 $c(x, y)$ は、例えば下式(2)により求められる。なお、下式(2)において、 v_{near} は近点パターン画像から得られる第1評価値であり、 v_{far} は遠点パターン画像から得られる第1評価値である。

【0092】

【数2】

$$c(x, y) = \begin{cases} \text{if } v_{near} > v_{far} & 1 \\ \text{else} & 0 \end{cases} \quad \dots \quad (2)$$

30

【0093】

他にも、画像合成係数 $c(x, y)$ は、例えば下式(3)により求めてもよい。なお、下式(3)において、 α は正規化係数である。

【0094】

【数3】

$$c(x, y) = \alpha \times \frac{v_{near}}{v_{far}} \quad \dots \quad (3)$$

40

【0095】

これによれば、0と1の2値判定（近点画像か遠点画像のどちらか）ではなく、近点画像と遠点画像をブレンドする係数を画像合成係数として算出して、合焦領域と非合焦領域の切り替わる部分を滑らかにすることが可能になる。

【0096】

一方、ステップS301において、近点画像信号（第1の画像信号）についての第2評価値が所与の閾値よりも大きいと判定した場合、又はステップS302において、遠点画像信号（第2の画像信号）についての第2評価値が所与の閾値よりも大きいと判定した場合には、第2評価値を用いて画像合成係数を算出する（S304）。

50

【0097】

ステップS304においても、画像合成係数は、上式(2)や上式(3)などにより求められる。ただし、第2評価値を用いて画像合成係数を求める場合には、上式(2)と上式(3)において、 v_{near} は近点画像から得られる第2評価値に置き換えられ、 v_{far} は遠点画像から得られる第2評価値に置き換えられるものとする。

【0098】

そして、ステップS303又はステップS304後に、算出した画像合成係数を用いて画像合成処理を行う(S305)。具体的に画像合成処理は、下式(4)に従って行う。なお、式(4)において、 $a(x, y)$ は、合成画像の座標 (x, y) の画素値、 $a_1(x, y)$ は、近点画像の座標 (x, y) の画素値、 $a_2(x, y)$ は、遠点画像の座標 (x, y) の画素値を表す。

10

【0099】

【数4】

$$a(x, y) = c(x, y) * a_1(x, y) + (1 - c(x, y)) * a_2(x, y) \quad \cdots \quad (4)$$

【0100】

ここで、図5(A)～図5(C)を用いて画像合成処理の具体例を示す。まず、図5(A)の画像SIM1は、図2(A)の近点画像の一部分を拡大した図であり、図5(B)の画像SIM2は、図2(B)の遠点画像の一部分を拡大した図である。そして、図5(C)の画像SCIMは、式(2)により求められる画像合成係数と式(4)に従って、図5(A)の画像SIM1と図5(B)の画像SIM2を合成した結果得られる画像である。なお、図5(A)～図5(C)において、A1～A16、B1～B16は、それぞれ合成対象画素を表している。さらに、斜線が掛けられている合成対象画素(具体的には、A1～A7、A9、A10、A13、B8、B11、B12、B14～B16)は、非合焦状態にあり、それ以外の斜線が掛けられていない合成対象画素は、合焦状態にあるものとする。なお、実際には、一部分が合焦状態であり、他の一部分が非合焦状態である合成対象画素も存在し得るが、ここでは説明の簡略化のため、合成対象画素は、合焦状態又は非合焦状態のどちらかであるものとして説明する。

20

【0101】

まず、合成画像SCIMの座標(1, 1)の画素に着目する。前述したように、合成画像SCIMの座標(1, 1)の画素を求めるには、近点画像SIM1の同位置の画素A1と、遠点画像SIM2の同位置の画素B1とを比較して、どちらの画素を用いるか決定する。この時、画像SIM1の画素A1から求められた第1評価値(又は第2評価値) v_{near} は、画像SIM2の画素B1から求められた第1評価値(又は第2評価値) v_{far} よりも小さくなる。従って、式(2)により、画像合成係数 $c(1, 1) = 0$ となるため、式(4)により、 $a(1, 1) = a_2(1, 1)$ となる。よって、合成画像SCIMの座標(1, 1)の画素には、画像SIM2の画素B1が選択される。その他の画素についても同様の処理を行うと、図5(C)のような合成画像SCIMが求められる。

30

【0102】

以上により、画像合成処理を終了し、これらの処理を全ての合成対象画素について実行して、本実施形態の処理を終了する。

40

【0103】

そして、図2(B)に示した近点画像IM1と図2(C)に示した遠点画像IM2を、前述した第1評価値と第2評価値を用いて、式(4)に従って合成した画像AFIMを図6に示す。図5(A)～図5(C)を用いて説明したように、近点画像IM1及び遠点画像IM2のそれぞれの合焦領域を合成すると、画像全体で合焦している画像AFIMが得られる。

【0104】

その後、合成画像AFIMを、例えば図示しない出力部(提示部)に転送して、ディスプレイ等に出力してもよい。

50

【0105】

4. 本実施形態の手法

以上の本実施形態の画像処理装置100は、複数の画像信号の取得処理を行う画像取得部110と、取得した画像信号に基づいて評価値の算出処理を行う評価値算出部120と、評価値に基づいて複数の画像信号の合成処理を行う画像合成部130と、を含む。まず、画像取得部110は、合焦物体位置の異なる複数の画像信号を撮像部200から取得すると共に、被写体に幾何パターンを投影して撮像された合焦物体位置の異なる複数のパターン画像信号を撮像部200から取得する。次に、評価値算出部120は、複数のパターン画像信号に基づいて第1評価値を算出すると共に、複数の画像信号に基づいて第2評価値を算出する。そして、画像合成部130は、第1評価値と第2評価値との比較処理を行い、比較処理の結果に基づいて、複数の画像信号の合成処理を行う。

10

【0106】

ここで、画像信号とは、被写体を撮像した画像を表す信号のことをいう。また、画像信号は、アナログ信号であってもよいし、デジタル信号であってもよい。

【0107】

また、評価値とは、画像合成処理において、第1の画像信号と第2の画像信号をどの割合で使うかを評価するための値のことをいう。また、評価値は、画像が合焦状態であるか否かを評価するために用いる値、すなわち画像の合焦の度合いを評価するために用いる値とも言える。さらに、評価値は、後述する光学劣化関数に基づいて変化する値であるとも言える。

20

【0108】

ここで、評価値算出部120は、複数の画像信号のコントラスト又はエッジ成分を表す第2評価値を算出してもよい。

【0109】

すなわち、第2評価値は、コントラスト又はエッジ成分そのものであってもよいし、コントラスト又はエッジ成分を表す他の値であってもよい。

【0110】

ここで、コントラスト（コントラスト値）は、例えば前述した式（1）により求められる値等であってもよい。

【0111】

また、エッジ成分は、前述したように、例えばソーベルフィルタやラプラシアンフィルタといった既存のエッジ抽出フィルタによって算出する値であってもよい。

30

【0112】

これにより、画像のコントラスト又はエッジ成分に基づいて、画像合成処理を行うこと等が可能になる。

【0113】

また、評価値算出部120は、複数のパターン画像信号の輝度値を第1評価値として算出してもよい。

【0114】

パターン画像信号の輝度値を第1評価値として用いる場合には、合焦状態である場合に、非合焦状態である場合よりも第1評価値が大きくなり、非合焦状態である場合に、合焦状態である場合よりも第1評価値が小さくなる。すなわち、画像の合焦の度合いが強くなればなるほど、第1評価値は大きくなる。

40

【0115】

また、幾何パターン（パターン光）を投影するため、幾何パターンを投影された画素の輝度値が、算出できない程小さくなるということもない。

【0116】

これにより、例えば画像合成処理において有効なコントラスト等を算出できない場合であっても、画像合成処理に用いる他の評価値を算出すること等が可能になる。

【0117】

50

さて、このような第1評価値は、パターン画像信号から求められるが、パターン画像信号とは、幾何パターンを投影して、撮像された画像の信号のことをいう。本実施形態では、合焦物体位置の異なるパターン画像信号を取得する。具体例としては、図3(B)の近点パターン画像IM3の信号及び図3(C)の遠点パターン画像IM4の信号などが挙げられる。

【0118】

また、幾何パターンとしては、図4(A)～図4(C)を用いて説明したようなパターンが挙げられる。但し、幾何パターンは、図4(A)～図4(C)の例に限定されず、他のパターンを用いてもよい。

【0119】

さらに、合焦物体位置とは、レンズを通して撮像される画像に映る被写体が合焦状態となる被写体側の位置のことをいう。すなわち、合焦物体位置は、現在合焦している被写体側の位置である。

【0120】

以上のように本実施形態では、幾何パターンを投影して撮像された画像の信号から第1評価値を算出し、幾何パターンを投影せずに撮像された画像の信号から第2評価値を算出する。そして、算出した第1評価値及び第2評価値に基づいて、画像合成処理を行う。

【0121】

第1評価値は、被写体のコントラストやテクスチャ等に影響されないため、コントラストが低い被写体や、テクスチャが少ない被写体でも、画像合成処理に対して有効な評価値を算出することができる。すなわち、テクスチャが少ない領域、コントラストの低い被写体においても安定して合成画像を生成するための評価値が算出できる。

【0122】

これにより、コントラストの低い画像信号でも、アーチファクトの発生を抑制して画像合成処理を行うことができる。

【0123】

また、このような処理を行うことで、複数の画像信号から画像全体で焦点の合った全焦点画像を生成することも可能となる。

【0124】

また、評価値算出部120は、複数のパターン画像信号において合成処理の対象となる画素である合成対象画素毎に第1評価値を算出すると共に、複数の画像信号の合成対象画素毎に第2評価値を算出してもよい。そして、画像合成部130は、合成対象画素毎に第1評価値と第2評価値との比較処理を行って、比較処理結果に基づいて、複数の画像信号の合成処理を合成対象画素毎に行ってもよい。

【0125】

ここで、合成対象画素とは、画像合成処理の対象となる少なくとも一つの画素のことをいう。合成対象画素は、1画素であってもよいし、複数画素から構成される画素のまとまりであってもよい。例えば、縦2画素、横2画素の4画素をひとまとまりに、合成対象画素として扱っても良い。

【0126】

これにより、画像合成の対象となる画素に対して、第1評価値と第2評価値を算出することができ、全ての合成対象画素に対して比較処理を行って、例えば、画像の合焦状態等を判定して、より正確な画像合成処理を行うこと等が可能になる。

【0127】

さて次に、図4(A)に示すようなドットパターンPIMのドット間距離dの決定方法について具体的に説明する。まず、図3(B)又は図3(C)に示すように、投影されたドットは、光学系の光学劣化関数に従って被写界深度内では明瞭な形で撮像されるが、被写界深度外ではぼけて撮像される。なお、光学劣化関数とは、例えば点拡がり関数(PSF: Point Spread Function)であり、光学系の点光源に対する応答を表す関数のことをいう。

10

20

30

40

50

【0128】

すなわち、投影されたドットのぼけ具合を判定すれば、幾何パターンが投影されている各画素位置が被写界深度内か否かを判定することができる。一般的には、明瞭に撮像された部分は、ぼけている部分に比べて輝度が高く、ぼけている部分は明瞭に撮像された部分に比べて輝度が低くなるため、輝度等を用いれば、画像のぼけ具合を判定することも可能である。

【0129】

よって、画像取得部110は、光学劣化関数に基づいて設定された幾何パターンを投影して撮像された複数のパターン画像信号を撮像部200から取得してもよい。

【0130】

これにより、幾何パターンが投影されている各画素位置が被写界深度内か否か、つまり各画素位置の合焦状態をパターン画像の輝度値に基づいて評価（判定）すること等が可能になる。

【0131】

しかし、投影されたドットが重なる場合には、光学劣化関数による輝度値の変化が正確に算出できない。よって、光学系の光学劣化関数による所定の被写体距離においての、ぼけ半径が R とすると、投影されたドットが重ならないように、ドット間距離 d が $2R$ 以上となるように設定する必要がある。

【0132】

すなわち、画像取得部110は、光学劣化関数に基づいて、ぼけ半径 R に対してドット間距離 d が $d \geq 2R$ （ d 及び R は正の整数）となるように設定されたドットパターンを投影して撮像された複数のパターン画像信号を取得してもよい。

【0133】

これにより、ドットが重ならないように被写体にドットパターンを投影すること等が可能になる。

【0134】

しかし、このようにしてドット間距離 d を定めると、投影するドットパターンが疎となる。ここで、ドットパターンが疎となるとは、パターン画像内にドットが投影されていない画素があることを指す。前述したように $d \geq 2R$ とすると、必ず疎となる。

【0135】

例えば、本実施形態を内視鏡に適用する場面では、暗い体内の画像を撮像するため、ドットが投影されていない部分の輝度は非常に小さくなり、このような値を求めても、画像合成処理の評価値として有効に使えない場合がある。

【0136】

そこで、本実施形態では、算出した第1評価値が所与の閾値以下の場合には、その第1評価値を補間（再算出）してもよい。

【0137】

すなわち、評価値算出部120は、複数のパターン画像信号において合成処理の対象となる画素である合成対象画素毎に、算出した第1評価値が所与の閾値以下であるか否かの判定処理を行い、第1評価値が所与の閾値以下であると判定した場合には、第1評価値に対して補間処理を行ってもよい。

【0138】

なお、第1評価値と所与の閾値との比較処理において、符号を反転する等の変形を加えることも可能であり、このような変形も本発明の範囲内であるものとする。

【0139】

これにより、ドットパターンが疎となる場合であっても、全ての合成対象画素について、画像合成処理の評価値として有効な第1評価値を求めること等が可能になる。

【0140】

また、評価値算出部120は、第1評価値が所与の閾値以下であると判定した場合に、補間処理として、0次補間処理及び線形補間処理、モルフォロジー膨張処理のうちのい

10

20

30

40

50

れかの処理を第1評価値に対して行ってもよい。

【0141】

これにより、画像合成処理の評価値として有効でないと判定された第1評価値を、同一のパターン画像信号から算出された他の第1評価値に基づいて補間すること等が可能になる。

【0142】

また補間処理の他の方法として、光空間変調器を制御し、投影パターンを水平垂直方向に移動する、あるいは明暗を反転させる等、幾何パターンを変更し複数回投影し、近点パターン画像（第1パターン画像）及び遠点パターン画像（第2パターン画像）を複数回撮像することで、疎な領域を補間する相補パターン画像を取得することも可能である。

10

【0143】

すなわち、画像取得部110は、複数のパターン画像信号を撮像部200から取得すると共に、先に投影した幾何パターンと異なる幾何パターンを被写体に投影して撮像された複数の相補パターン画像信号を撮像部200から取得してもよい。そして、評価値算出部120は、複数のパターン画像信号から算出した第1評価値が、所与の閾値以下であると判定した合成対象画素に対して、複数の相補パターン画像に基づいて第1評価値を算出し直す処理を補間処理として行ってもよい。

【0144】

ここで、先に投影した幾何パターンと異なる幾何パターン（以下では、相補幾何パターンと呼ぶ）とは、先に投影した幾何パターンと、今回投影した相補幾何パターンとを組み合わせると、全ての合成対象画素に対して、パターン光が投影されるような幾何パターンをいう。例えば、先に投影した幾何パターンが図4（B）のようなラインパターンPIM2である場合には、PIM2の白いラインを全て所定距離だけ下に移動させたラインパターンなどを指す。但し、必ずしも2つの幾何パターンで、全ての合成対象画素に対して、パターン光が投影されなければならない訳ではなく、3つ以上の幾何パターン、例えば幾何パターンA～Cを組み合わせると、全ての合成対象画素にパターン光が投影されるものであっても良い。この場合には、幾何パターンAにとっては、幾何パターンB及びCが相補幾何パターンとなる。

20

【0145】

また、相補パターン画像信号とは、相補幾何パターンを投影して撮像された画像信号のことをいう。

30

【0146】

これにより、画像合成処理の評価値として有効でないと判定された第1評価値を、相補パターン画像信号から算出された同一の合成対象画素に対応する第1評価値に置換すること等が可能になる。

【0147】

さらに、使用した幾何パターンを全て組み合わせても、パターン光が投影されない合成対象画素があっても良い。この場合には、補間処理として、0次補間処理及び線形補間処理、モルフォロジー膨張処理のうちのいずれかの処理をさらに行っても良い。すなわち、0次補間処理等と相補パターン画像を用いた補間処理の両方の処理を行っても良い。

40

【0148】

さて、以上のようにして第1評価値と第2評価値を求めるが、基本的には第2評価値に基づいて画像合成処理を行う。ただし、第2評価値が画像合成処理の評価値として有効でない場合には、第1評価値に基づいて画像合成処理を行う。第2評価値が有効でない場合とは、前述したように、被写体のコントラストが低かったり、テクスチャが少なかったりするために、第2評価値が非常に小さい値になってしまう場合である。

【0149】

そこで、本実施形態では、第2評価値が所与の閾値以下であるか否かの判定処理を行うことにより、第2評価値が画像合成処理の評価値として有効であるか否かを判定し、第2評価値が画像合成処理の評価値として有効であると判定した場合には、第2評価値を用い

50

て画像合成処理を行い、第2評価値が画像合成処理の評価値として有効ではないと判定した場合には、第1評価値を用いて画像合成処理を行ってもよい。

【0150】

すなわち、画像合成部130は、複数のパターン画像信号において合成処理の対象となる画素である合成対象画素毎に、算出した第2評価値が所与の閾値以下であるか否かの判定処理を行い、第2評価値が所与の閾値以下であると判定した場合には、第1評価値に基づいて合成処理を行い、第2評価値が所与の閾値よりも大きいと判定した場合には、第2評価値に基づいて合成処理を行ってもよい。

【0151】

なお、第2評価値と所与の閾値との比較処理において、符号を反転する等の変形を加えることも可能であり、このような変形も本発明の範囲内であるものとする。

10

【0152】

これにより、第2評価値が画像合成処理の評価値として有効であると判定した場合には、第2評価値を用いて画像合成処理を行い、第2評価値が画像合成処理の評価値として有効ではないと判定した場合には、第1評価値を用いて画像合成処理を行うこと等が可能になる。

【0153】

また、画像合成処理では、第1評価値や第2評価値から画像合成係数を算出してもよい。

【0154】

すなわち、画像合成部130は、第2評価値が所与の閾値以下であると判定した場合には、第1評価値に基づいて画像合成係数を算出し、画像合成係数を用いて合成対象画素毎に合成処理を行い、第2評価値が所与の閾値よりも大きいと判定した場合には、第2評価値に基づいて画像合成係数を算出し、画像合成係数を用いて合成対象画素毎に合成処理を行ってもよい。

20

【0155】

ここで、画像合成係数とは、具体的には前述した式(4)における $c(x, y)$ のことを指し、前述した式(2)や式(3)等により求められる。但し、画像合成係数は、式(2)や式(3)により算出される値に限定されず、任意の方法により算出してもよい。

【0156】

これにより、例えば式(3)により算出される画像合成係数を用いれば、合焦領域と非合焦領域の切り替わり部分を滑らかに合成すること等が可能になる。

30

【0157】

以上のように説明してきた本実施形態の手法を、前述した2つ画像信号と、2つのパターン画像信号を用いる例に適用して、言い換えると次のようになる。

【0158】

画像取得部110は、第1の画像信号と、第1の画像信号と合焦物体位置の異なる第2の画像信号とを撮像部200から取得すると共に、被写体に幾何パターンを投影して撮像された第1のパターン画像信号と、第1のパターン画像信号と合焦物体位置の異なる第2のパターン画像信号とを撮像部200から取得してもよい。そして、評価値算出部120は、合成処理の対象となる画素である合成対象画素毎に、第1のパターン画像信号と第2のパターン画像信号についての第1評価値を算出すると共に、第1の画像信号と第2の画像信号についての第2評価値を算出してもよい。さらに、画像合成部130は、合成対象画素毎に、第1の画像信号と第2の画像信号についての第2評価値が共に所与の閾値以下であるか否かの判定処理を行い、第2評価値が共に所与の閾値以下であると判定した場合には、第1評価値に基づいて第1の画像信号と第2の画像信号の合成処理を行い、第2評価値が共に所与の閾値よりも大きいと判定した場合には、第2評価値に基づいて第1の画像信号と第2の画像信号の合成処理を行ってもよい。

40

【0159】

ここで、第1の画像信号とは、前述した近点画像を表す信号のことをいい、例えば図2

50

(B)の画像IM1を表す信号のことをいう。一方、第2の画像信号とは、前述した遠点画像を表す信号のことをいい、例えば図2(C)の画像IM2を表す信号のことをいう。

【0160】

またここで、第1のパターン画像信号とは、前述した近点パターン画像を表す信号のことをいい、例えば図3(B)の画像IM3を表す信号のことをいう。一方、第2のパターン画像信号とは、前述した遠点パターン画像を表す信号のことをいい、例えば図3(C)の画像IM4を表す信号のことをいう。

【0161】

これにより、第1の画像信号と第2の画像信号についての第2評価値が共に所与の閾値以下であると判定した場合には、画像合成処理に有効な第2評価値が算出されていないと判定し、第1評価値に基づいて第1の画像信号と第2の画像信号の合成処理を行うことが可能になる。また、第1の画像信号と第2の画像信号についての第2評価値が共に所与の閾値よりも大きいと判定した場合には、画像合成処理に有効な第2評価値が算出されていると判定し、第2評価値に基づいて第1の画像信号と第2の画像信号の合成処理を行うことが可能になる。

【0162】

すなわち、2つの画像信号と2つのパターン画像信号を取得する場合にも、第1評価値と第2評価値の中から有効な評価値を選択して、画像合成処理を行うことが可能になる。なお、この場合にも、第1評価値の補間処理等を行っても良い。

【0163】

また、画像取得部110は、コヒーレント光源と光空間変調器とを用いて幾何パターンを投影して撮像された複数のパターン画像信号を撮像部200から取得してもよい。

【0164】

これにより、明瞭な任意の幾何パターンが映されたパターン画像信号を取得することが可能になる。

【0165】

また、画像取得部110は、非可視波長のコヒーレント光源と光空間変調器とを用いて幾何パターンを投影して撮像された複数のパターン画像信号を撮像部200から取得してもよい。

【0166】

これにより、近点画像と同じタイミングに撮像された近点パターン画像のパターン画像信号と、遠点画像と同じタイミングに撮像された遠点パターン画像のパターン画像信号とを取得することが可能になる。

【0167】

また、本実施形態の画像処理装置100は、撮像装置400や内視鏡400の構成要素としてもよい。これらの撮像装置400や内視鏡400は、画像処理装置100と、撮像部200と、被写体に対して幾何パターンを投影するパターン投影部300と、を含んでもよい。

【0168】

なお、本実施形態の画像処理装置100等は、その処理の一部または大部分をプログラムにより実現してもよい。この場合には、CPU等のプロセッサがプログラムを実行することで、本実施形態の画像処理装置100等が実現される。具体的には、情報記憶媒体に記憶されたプログラムが読み出され、読み出されたプログラムをCPU等のプロセッサが実行する。ここで、情報記憶媒体(コンピューターにより読み取り可能な媒体)は、プログラムやデータなどを格納するものであり、その機能は、光ディスク(DVD、CD等)、HDD(ハードディスクドライブ)、或いはメモリー(カード型メモリー、ROM等)などにより実現できる。そして、CPU等のプロセッサは、情報記憶媒体に格納されるプログラム(データ)に基づいて本実施形態の種々の処理を行う。即ち、情報記憶媒体には、本実施形態の各部としてコンピューター(操作部、処理部、記憶部、出力部を備える装置)を機能させるためのプログラム(各部の処理をコンピューターに実行させるた

10

20

30

40

50

めのプログラム)が記憶される。

【0169】

以上のように本実施形態について詳細に説明したが、本発明の新規事項及び効果から実体的に逸脱しない多くの変形が可能であることは当業者には容易に理解できるであろう。従って、このような変形例はすべて本発明の範囲に含まれるものとする。例えば、明細書又は図面において、少なくとも一度、より広義または同義な異なる用語と共に記載された用語は、明細書又は図面のいかなる箇所においても、その異なる用語に置き換えることができる。また、画像処理装置100、撮像装置400、内視鏡400等の構成、動作も本実施形態で説明したものに限定されず、種々の変形実施が可能である。

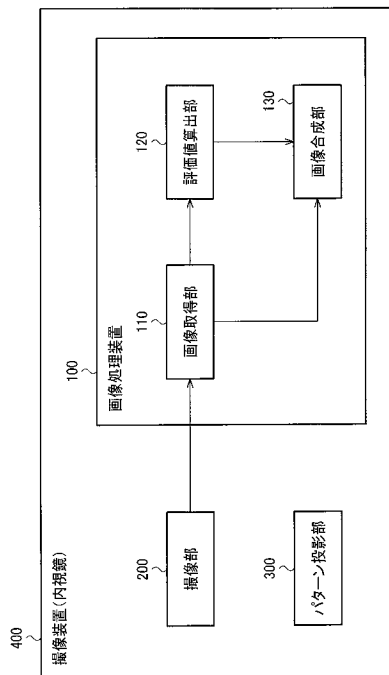
【符号の説明】

【0170】

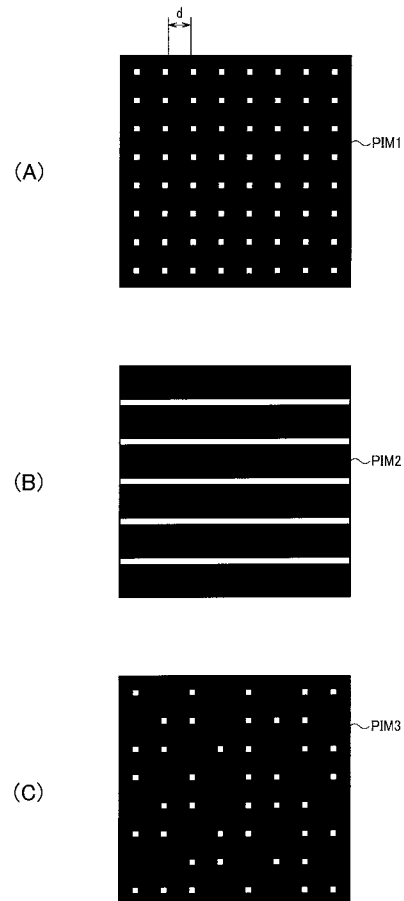
100 画像処理装置、110 画像取得部、120 評価値算出部、
130 画像合成部、200 撮像部、300 パターン投影部、
400 撮像装置(内視鏡)

10

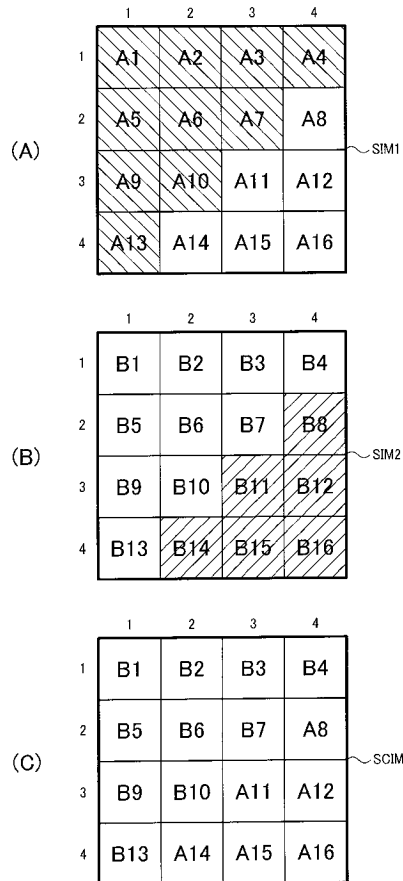
【図1】



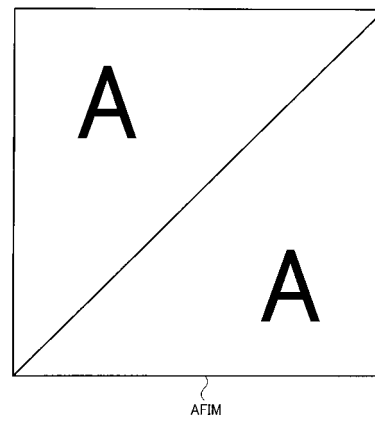
【図4】



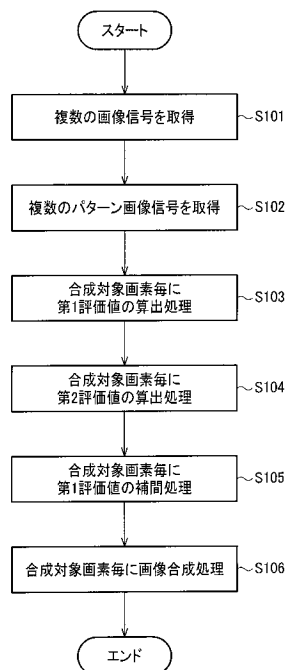
【図 5】



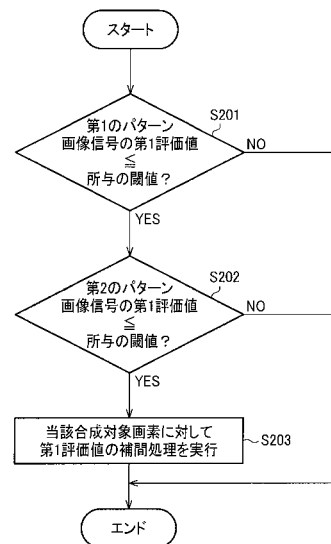
【図 6】



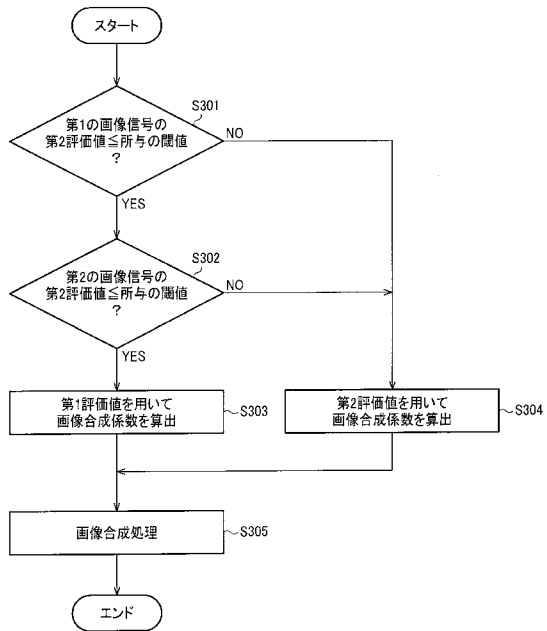
【図 7】



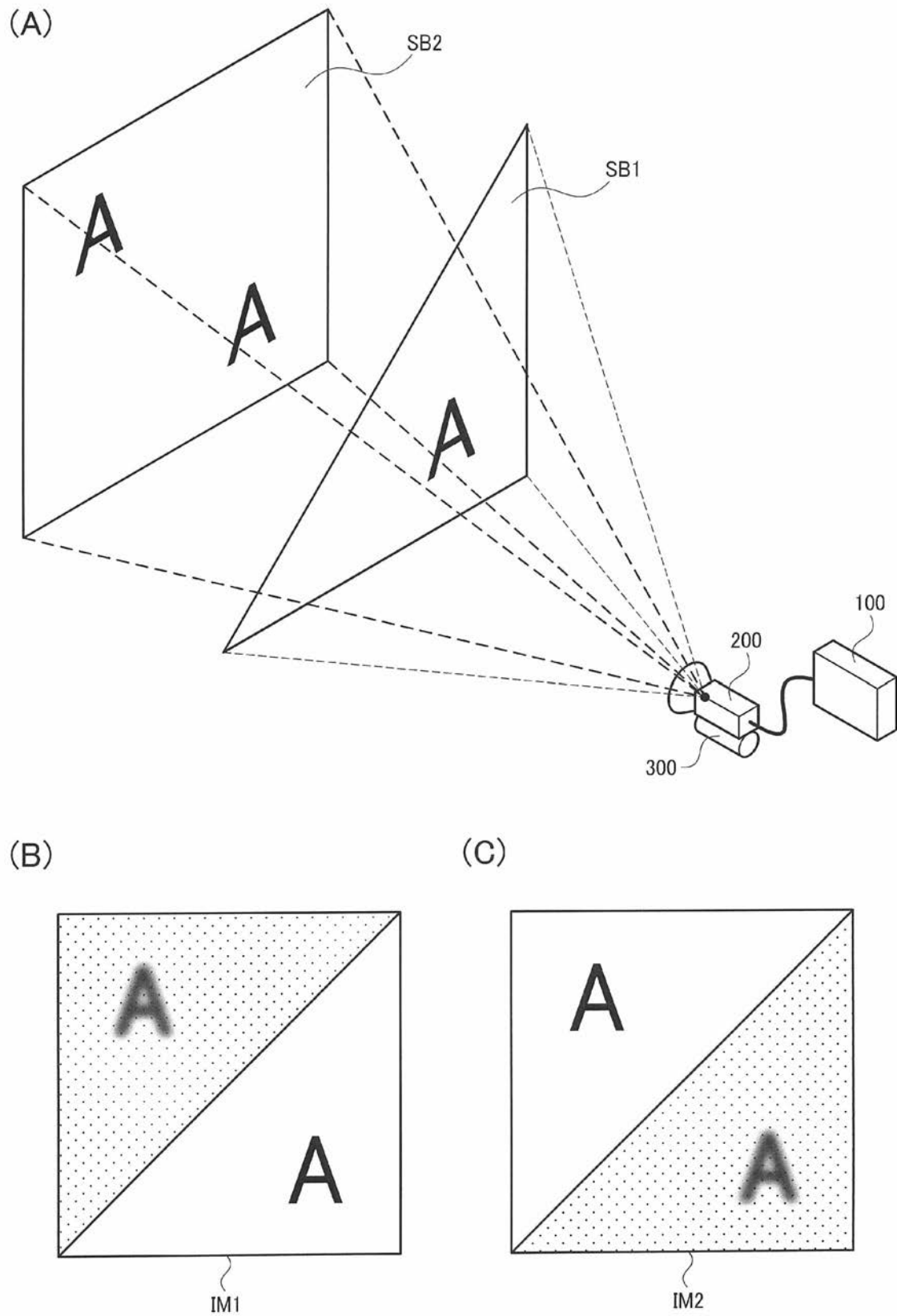
【図 8】



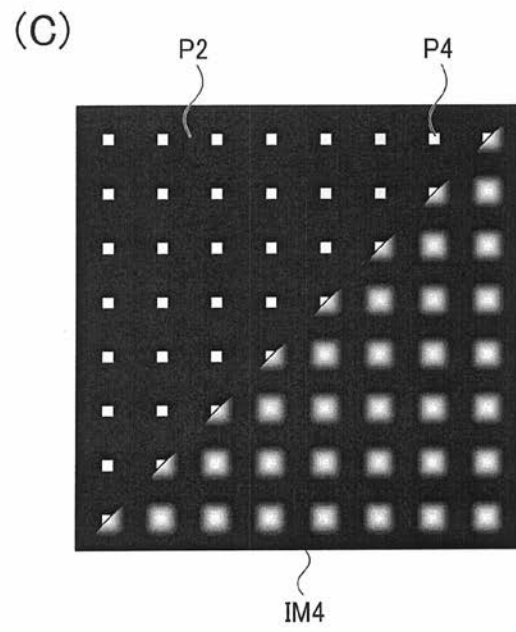
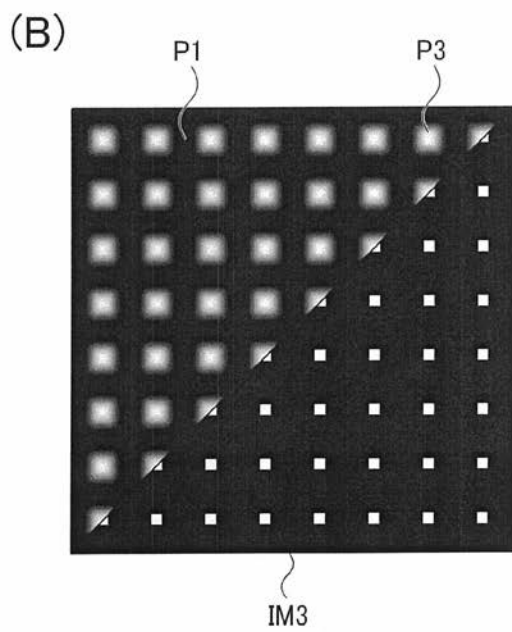
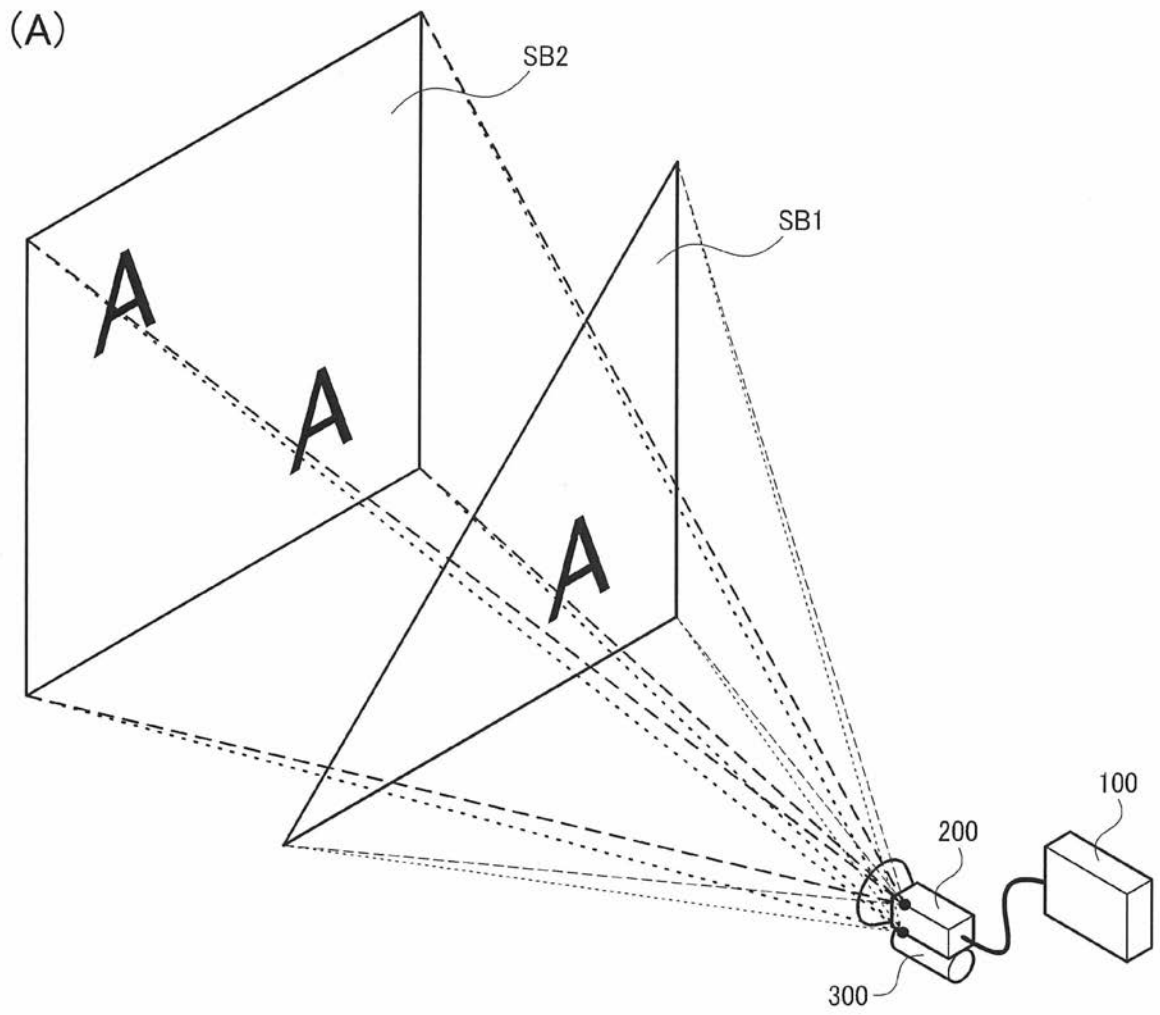
【図 9】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5B057 AA07 AA20 CA08 CA12 CA16 CB08 CB12 CB16 CC01 CE08
DC16 DC22

专利名称(译)	图像处理设备，成像设备，内窥镜，程序和图像处理方法		
公开(公告)号	JP2013228798A	公开(公告)日	2013-11-07
申请号	JP2012098841	申请日	2012-04-24
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
[标]发明人	古賀隼一		
发明人	古賀 隼一		
IPC分类号	G06T3/00 A61B1/04 G02B23/24 G03B15/00		
FI分类号	G06T3/00.300 A61B1/04.370 G02B23/24.B G03B15/00.H A61B1/04 A61B1/045.610 A61B1/07.730 G06T5/50		
F-TERM分类号	2H040/BA06 2H040/CA01 2H040/GA02 4C161/CC06 4C161/NN01 4C161/NN05 4C161/QQ10 4C161/SS21 4C161/WW04 5B057/AA07 5B057/AA20 5B057/CA08 5B057/CA12 5B057/CA16 5B057/CB08 5B057/CB12 5B057/CB16 5B057/CC01 5B057/CE08 5B057/DC16 5B057/DC22		
代理人(译)	黑田靖 井上 一		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

摘要：要解决的问题：提供一种图像处理装置，成像装置等，其能够通过抑制伪影的出现来执行图像合成处理以使对比度低的图像信号均匀。

解决方案：图像处理装置100被配置为包括：图像获取单元110，其执行多个图像信号的获取处理；评估值计算单元120，基于所获取的图像信号执行评估值的计算处理；图像合成单元130，其基于评估值执行多个图像信号的合成处理。图像获取单元110获取在对焦物体位置不同的多个图像信号，并且通过将几何图案投影到对象上来获取在拍摄的对焦物体位置不同的多个图案图像信号。评估值计算单元120基于多个图案图像信号计算第一评估值，并基于多个图像信号计算第二评估值。图像合成单元130执行第一评估值与第二评估值的比较处理，并且基于比较处理的结果执行多个图像信号的合成处理。

