

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6186573号
(P6186573)

(45) 発行日 平成29年8月30日(2017.8.30)

(24) 登録日 平成29年8月10日(2017.8.10)

(51) Int.Cl.		F I			
HO4N	5/225	(2006.01)	HO4N	5/225	800
HO4N	5/232	(2006.01)	HO4N	5/232	290
GO3B	19/07	(2006.01)	HO4N	5/232	380
			GO3B	19/07	

請求項の数 8 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2013-163110 (P2013-163110)	(73) 特許権者	505277358
(22) 出願日	平成25年8月6日(2013.8.6)		株式会社モルフォ
(65) 公開番号	特開2015-33072 (P2015-33072A)		東京都千代田区西神田三丁目8番1号
(43) 公開日	平成27年2月16日(2015.2.16)	(74) 代理人	100088155
審査請求日	平成28年7月1日(2016.7.1)		弁理士 長谷川 芳樹
		(74) 代理人	100113435
			弁理士 黒木 義樹
		(74) 代理人	100161425
			弁理士 大森 鉄平
		(74) 代理人	100153040
			弁理士 川井 夏樹
		(72) 発明者	小林 理弘
			東京都文京区後楽2-6-1 飯田橋ファーストタワー31F 株式会社モルフォ内

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】

レンズ及びイメージセンサからなるカメラモジュールを複数含むカメラアレイと、
前記カメラアレイの各カメラモジュールから出力される複数の画像を合成して合成画像
を出力する出力部と、

を備え、

前記カメラアレイは、複数のカメラモジュールからなるモジュールブロックを複数含み、

一の前記モジュールブロックに含まれる複数のカメラモジュールのレンズは略同方向の
光軸を有し、

各モジュールブロックのカメラモジュールのレンズの光軸方向は互いに異なる、
画像処理装置。

【請求項2】

前記モジュールブロックは、赤色情報を取得可能な赤色カメラモジュール、緑色情報を
取得可能な緑色カメラモジュール、青色情報を取得可能な青色カメラモジュール、及びベ
イヤ配列のカラーフィルタを有するベイヤ型カメラモジュールを少なくとも一つずつ含む
、請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項3】

前記出力部は、

前記モジュールブロックに含まれる各カメラモジュールから出力される複数の画像を超

解像処理により合成して、該カメラモジュールが出力する画像の解像度より高い解像度を有する超解像画像を該モジュールブロックごとに生成し、

複数のモジュールブロックに対応する複数の前記超解像画像を2次元的に配した合成画像を出力する、

請求項1または2に記載の画像処理装置。

【請求項4】

各モジュールブロックにおけるカメラモジュールに欠陥があることを示す欠陥情報をモジュールブロックごとに取得する取得部と、

前記取得部により取得された欠陥情報を記憶する記憶部と、をさらに備え、

前記出力部は、前記記憶部に記憶された欠陥情報に応じて、欠陥を有するカメラモジュール以外のカメラモジュールから出力される画像により欠陥を有するカメラモジュールからの画像を補完する補完処理を行う、

請求項1～3のいずれか1項に記載の画像処理装置。

【請求項5】

前記カメラアレイは、モジュールブロック間のカメラモジュールのレンズの光軸方向を異ならせるための非対称型のレンズを有するカメラモジュールを含み、

前記カメラアレイに含まれる複数のカメラモジュールは、同一平面上に構成される、請求項1～4のいずれか1項に記載の画像処理装置。

【請求項6】

前記モジュールブロックは、第1の方向及び該第1の方向に略直交する第2の方向に2列ずつ2次元的に配列された4つのカメラモジュールにより構成され、

前記カメラアレイは、前記第1の方向及び前記第2の方向に2列ずつ2次元的に配列された4つのモジュールブロックにより構成される、

請求項1～5のいずれか1項に記載の画像処理装置。

【請求項7】

レンズ及びイメージセンサからなるカメラモジュールを複数含むカメラアレイを備える画像処理装置であって、前記カメラアレイは、複数のカメラモジュールからなるモジュールブロックを複数含む、前記画像処理装置における画像処理方法であって、

前記カメラモジュールの各々が画像を取得する取得ステップと、

前記モジュールブロックに含まれる各カメラモジュールから出力される複数の画像を超解像処理により合成して、該カメラモジュールが出力する画像の解像度より高い解像度を有する超解像画像を該モジュールブロックごとに生成ステップと、

複数のモジュールブロックに対応する複数の超解像画像を2次元的に配した合成画像を出力する出力ステップと、を有し、

一の前記モジュールブロックに含まれる複数のカメラモジュールのレンズは略同方向の光軸を有し、

各モジュールブロックのカメラモジュールのレンズの光軸方向は互いに異なる、

画像処理方法。

【請求項8】

各モジュールブロックにおけるカメラモジュールに欠陥があることを示す欠陥情報をモジュールブロックごとに取得する欠陥情報取得ステップと、

前記取得ステップにおいて取得された欠陥情報に応じて、欠陥を有するカメラモジュール以外のカメラモジュールから出力される画像により欠陥を有するカメラモジュールからの画像を補完する補完処理を行う補完ステップと、

を更に有する請求項7に記載の画像処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像処理装置及び画像処理方法に関する。

10

20

30

40

50

【背景技術】

【0002】

従来、携帯電話等の小型の装置で画像の撮影を可能とするために、撮影のための装置の小型化が望まれている。また、携帯電話等の小型の装置により、高解像度であり且つ広範囲の画像を取得することも望まれている。小型化したレンズ及びセンサ素子をアレイ状に配置し、各センサ素子により取得される画像を合成して、高解像度且つ広範囲の画像を取得する技術が知られている（例えば、特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】国際公開2009/151903号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記従来技術のように、複数のわずかに異なる撮影位置から同シーンについて撮影した画像から高解像度の画像を構成する技術は、超解像技術として知られている。しかしながら、出力される画像の解像度を高めるために、同シーンについての撮影回数を多くする等して、出力される画像のための情報量を多く用意したとしても、ノイズや点広がり関数の推定、位置合わせの精度などの影響により、無制限に高解像度化することは困難である。この制限は、“Fundamental Limits of Reconstruction-Based Superresolution Algorithms under Local Translation”、[online]、[平成25年7月18日検索]、インターネット<URL:http://research.microsoft.com/pubs/69073/2004-TPAMI-SR.pdf> に述べられているように、個々のセンサ素子の解像度の1.6倍が、理論上及び実用上の限界とされている。

【0005】

また、上記従来技術では、レンズ及びセンサ素子からなるカメラを多く用いるため、製造工程における歩留まりが低下する。

【0006】

そこで、本発明は、歩留まりの低下を防止しながら、レンズ及びイメージセンサからなるカメラを複数配列することにより高解像度の画像を取得す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】

【0007】

本発明の一側面に係る画像処理装置は、レンズ及びイメージセンサからなるカメラモジュールを複数含むカメラアレイと、カメラアレイの各カメラモジュールから出力される複数の画像を合成して合成画像を出力する出力部と、備え、カメラアレイは、複数のカメラモジュールからなるモジュールブロックを複数含み、一のモジュールブロックに含まれる複数のカメラモジュールのレンズは略同方向の光軸を有し、各モジュールブロックのカメラモジュールのレンズの光軸方向は互いに異なる。

【0008】

本発明の一側面に係る画像処理方法は、レンズ及びイメージセンサからなるカメラモジュールを複数含むカメラアレイを備える画像処理装置であって、カメラアレイは、複数のカメラモジュールからなるモジュールブロックを複数含む、画像処理装置における画像処理方法であって、カメラモジュールの各々が画像を取得する取得ステップと、モジュールブロックに含まれる各カメラモジュールから出力される複数の画像を超解像処理により合成して、該カメラモジュールが出力する画像の解像度より高い解像度を有する超解像画像を該モジュールブロックごとに生成ステップと、複数のモジュールブロックに対応する複数の超解像画像を2次元的に配した合成画像を出力する出力ステップと、を有し、一のモジュールブロックに含まれる複数のカメラモジュールのレンズは略同方向の光軸を有し、各モジュールブロックのカメラモジュールのレンズの光軸方向は互いに異なる。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 9 】

上記側面によれば、一のモジュールブロックに含まれる複数のカメラモジュールが、略同方向の光軸を有するので、それらのカメラモジュールから出力される複数の画像に基づき、いわゆる超解像度の画像を生成できる。また、各モジュールブロックのカメラモジュールの光軸方向が互いに異なるので、モジュールブロックごとに生成された超解像度の画像を2次元に配列して合成するいわゆるスティッチングにより広範囲な画像を出力できる。即ち、カメラアレイのカメラモジュールから出力される複数の画像を合成することにより、広範囲かつ高解像度の画像を取得できる。また、略同方向の光軸を有するカメラモジュールを複数有するので、撮像対象に対する距離の測定が可能になる。また、複数のカメラモジュールが配列されたカメラアレイにより撮像するので、一のカメラモジュールによる撮像と比較して、より多くの光量を得ることが可能となる。

10

【 0 0 1 0 】

別の側面に係る画像処理装置では、モジュールブロックは、赤色情報を取得可能な赤色カメラモジュール、緑色情報を取得可能な緑色カメラモジュール、青色情報を取得可能な青色カメラモジュール、及びベイヤ配列のカラーフィルタを有するベイヤ型カメラモジュールを少なくとも一つずつ含む。

【 0 0 1 1 】

この側面によれば、一のモジュールブロックが、赤、緑及び青のそれぞれの色情報を取得可能なカメラモジュール並びにベイヤ配列カラーフィルタを有するカメラモジュールから構成されるので、これらのカメラモジュールから合成される超解像度画像の各画素において、十分なR、G、Bの各色情報を得ることができる。

20

【 0 0 1 2 】

さらに別の側面に係る画像処理装置では、出力部は、モジュールブロックに含まれる各カメラモジュールから出力される複数の画像を超解像度処理により合成して、該カメラモジュールが出力する画像の解像度より高い解像度を有する超解像度画像を該モジュールブロックごとに生成し、複数のモジュールブロックに対応する複数の超解像度画像を2次元的に配列した合成画像を出力する。

【 0 0 1 3 】

この側面によれば、一のモジュールブロックに含まれる複数のカメラモジュールから出力される複数の画像に基づき超解像度画像が生成され、生成された超解像度画像を配列した合成画像が生成されるので、カメラアレイの複数のカメラモジュールからの画像に基づき、広範囲かつ高解像度の画像を出力できる。

30

【 0 0 1 4 】

別の側面に係る画像処理装置では、各モジュールブロックにおけるカメラモジュールに欠陥があることを示す欠陥情報をモジュールブロックごとに取得する取得部と、取得部により取得された欠陥情報を記憶する記憶部と、をさらに備え、出力部は、記憶部に記憶された欠陥情報に応じて、欠陥を有するカメラモジュール以外のカメラモジュールから出力される画像により欠陥を有するカメラモジュールからの画像を補完する補完処理を行う。

【 0 0 1 5 】

別の側面に係る画像処理方法では、各モジュールブロックにおけるカメラモジュールに欠陥があることを示す欠陥情報をモジュールブロックごとに取得する欠陥情報取得ステップと、取得ステップにおいて取得された欠陥情報に応じて、欠陥を有するカメラモジュール以外のカメラモジュールから出力される画像により欠陥を有するカメラモジュールからの画像を補完する補完処理を行う補完ステップと、を更に有する。

40

【 0 0 1 6 】

この側面によれば、カメラモジュールの欠陥情報に応じて、欠陥を有するカメラモジュール以外のカメラモジュールから出力される画像により補完処理を行いながら適切に超解像度画像を生成可能であるので、カメラモジュールに欠陥がある場合であっても、必ずしも当該装置が不良品にならない。したがって、当該装置の歩留まりが向上する。特に、一のモジュールブロックに含まれる各カメラモジュールが、ベイヤ型カメラモジュール並びに

50

赤色、緑色及び青色カメラモジュールにより構成される場合には、欠陥情報に応じて、欠陥があるカメラモジュール以外の他のカメラモジュールからの画像に基づき適切に補完が行われるので、生成される画像の画質の低下が最小限に抑えながら、歩留まりの向上が図られる。

【0017】

さらに別の側面に係る画像処理装置では、カメラアレイは、モジュールブロック間のカメラモジュールのレンズの光軸方向を異ならせるための非対称型のレンズを有するカメラモジュールを含み、カメラアレイに含まれる複数のカメラモジュールは、同一平面上に構成される。

【0018】

この側面によれば、カメラアレイが、カメラモジュールのレンズの光軸の方向を異ならせるために非対称型のレンズを有するカメラモジュールを含んで構成される。これにより、カメラアレイの複数のカメラモジュールを同一平面上に構成できる。従って、当該画像処理装置を薄型化できる。

【0019】

さらに別の側面に係る画像処理装置では、モジュールブロックは、第1の方向及び該第1の方向に略直交する第2の方向の2列ずつ2次元的に配列された4つのカメラモジュールにより構成され、カメラアレイは、第1の方向及び第2の方向に2列ずつ2次元的に配列された4つのモジュールブロックにより構成される。

【0020】

この側面によれば、各モジュールブロックにおいて第1及び第2の方向に2列ずつ2次元に配列された4つのカメラモジュールにより出力される画像に基づき超解像画像が生成され、各モジュールブロックに対応する4つの超解像画像が第1及び第2の方向に2列ずつ2次元に配列された合成画像が出力される。

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、歩留まりの低下を防止しながら、レンズ及びイメージセンサからなるカメラを複数配列することにより高解像度の画像を取得する画像処理装置及び画像処理方法を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】画像処理装置の機能的校正を示すブロック図である。

【図2】モジュールブロック及びカメラアレイの構成を模式的に示す図である。

【図3】カメラモジュールのレンズの光軸方向に略直行する方向からカメラアレイ2の一部を見た様子を模式的に示す図である。

【図4】超解像処理部により実施される超解像処理の例を模式的に示す図である。

【図5】ステッチング処理部により実施されるステッチング処理の例を模式的に示す図である。

【図6】欠陥を有するカメラモジュールが含まれない一のモジュールブロックに対応する超解像画像の生成の例を模式的に示す図である。

【図7】赤色カメラモジュールが欠陥を有する一のモジュールブロックに対応する超解像画像の生成の例を模式的に示す図である。

【図8】一のモジュールブロックにおいて発生しうるカメラモジュールのレンズの欠陥パターンごとの、当該欠陥パターンの発生確率、当該欠陥パターン発生時の画像の質、当該欠陥パターン発生時における画像の質の期待値を示すテーブルである。

【図9】実施形態にかかる画像処理装置の動作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】

【0023】

本発明の知見は、例示として示された添付図面を参照して以下の詳細な記述を考慮することによって容易に理解できる。引き続き、添付図面を参照しながら、本発明の画像処

10

20

30

40

50

理装置及び画像処理方法の実施の形態を説明する。可能な場合には、同一の部分には同一の符号を付する。

【0024】

図1は、本実施形態に係る画像処理装置を示すブロック図である。図1に示すように、画像処理装置1は、カメラアレイ2及び出力部3を含む。

【0025】

カメラアレイ2は、複数のカメラモジュールを含むモジュールブロック21を4つ含む。なお、図1に示す例では、カメラアレイ2は、4つのモジュールブロック21を含むこととしているが、カメラアレイ2に含まれるモジュールブロックの数は4つに限定されない。一のモジュールブロック21は、後に図2等を参照して説明するように、4つのカメラモジュール22を含む。カメラモジュール22は、レンズ及びイメージセンサからなり、撮像対象の画像を取得する。

10

【0026】

画像処理装置1は、ホワイトバランス処理部WBを含む。ホワイトバランス処理部WBは、カメラアレイ2の各モジュールブロック21のカメラモジュールから出力される画像情報に対して、ホワイトバランス処理を適宜実施する。また、ホワイトバランス処理部WBは、各モジュールブロック21から出力される画像情報に対して、ガンマ補正処理を適宜実施できる。ホワイトバランス処理部WBは、各モジュールブロック21のカメラモジュールから出力される画像に対して適宜処理を実施し、処理後の画像情報を出力部3における、各モジュールブロック21に対応する超解像処理部SRに送出する。

20

【0027】

出力部3は、カメラアレイの各カメラモジュールから出力される複数の画像を合成して合成画像を出力する部分であって、超解像処理部SR及びステッチング処理部STを含む。

【0028】

超解像処理部SRは、モジュールブロック21に含まれる複数のカメラモジュールからの各画像情報に基づき超解像処理を実施して、当該カメラモジュールが出力する画像の解像度よりも高い解像度を有する超解像画像を生成する部分である。本実施形態では、一のモジュールブロックはカメラモジュールを4つ含むので、超解像処理部SRは、各カメラモジュールが撮像した4つの画像情報に基づき超解像処理を実施して、一の超解像画像を生成する。また、超解像処理部SRは、デモザイク処理を適宜実施する。

30

【0029】

ステッチング処理部STは、モジュールブロック21ごとに超解像処理部SRにより生成された超解像画像を2次元に配列して合成するいわゆるステッチング処理を実施する部分である。また、ステッチング処理に際して、合成される各画像の位置合わせが必要であるので、ステッチング処理部STは、各超解像画像に対する位置合わせを行うジオメトリック補正を適宜実施しながらステッチング処理を行う。

【0030】

出力部3は、超解像処理及びステッチング処理により得られた合成画像をメモリMに出力する。なお、出力部3は、画像を表示する表示手段に合成画像を出力することとしてもよい。また、画像処理装置1は、欠陥情報取得部4及び欠陥情報記憶部5を更に有する。

40

【0031】

図2は、モジュールブロック及びカメラアレイの構成を模式的に示す図である。図2(a)は、一のモジュールブロック21に含まれるカメラモジュール22の構成を示す図である。図2(a)に示すように、モジュールブロック21は、第1の方向(紙面縦方向)及び第1の方向に略直交する第2の方向(紙面横方向)に2列ずつ2次的に配列された4つのカメラモジュール22により構成される。具体的には、モジュールブロック21は、赤色カメラモジュール22_R、緑色カメラモジュール22_G、青色カメラモジュール22_B及びベイヤ型カメラモジュール22_{B_Y}を有する。

50

【0032】

赤色カメラモジュール 22_R は、カラーフィルタにより赤色成分のみを取得するように構成されている。緑色カメラモジュール 22_G は、カラーフィルタにより緑色成分のみを取得するように構成されている。青色カメラモジュール 22_B は、カラーフィルタにより青色成分のみを取得するように構成されている。

【0033】

ベイヤ型カメラモジュール 22_{B_Y} は、ベイヤ配列のカラーフィルタを有する。即ち、ベイヤ型カメラモジュール 22_{B_Y} により取得される画素情報のうち、50%は緑色の画素情報、25%は赤色の画素情報、25%は青色の画素情報である。

【0034】

一のモジュールブロック 21 に含まれる4つのカメラモジュール 22_R 、 22_G 、 22_B 、 22_{B_Y} のレンズは、略同方向の光軸を有する。これにより、それらのカメラモジュールから出力される複数の画像に基づき、いわゆる超解像画像の生成が可能となる。また、複数のカメラモジュール 22_R 、 22_G 、 22_B 、 22_{B_Y} が略同方向の光軸を有することにより、これらのカメラモジュールは略同一の視野を有することとなるので、取得された画像に基づき、撮像対象までの距離の測定が可能となる。

【0035】

図2(b)は、カメラレイ 2 に含まれるモジュールブロック 21 の構成を示す図である。図2(b)に示すように、カメラレイ 2 は、第1の方向(紙面縦方向)及び第1の方向に略直交する第2の方向(紙面横方向)に2列ずつ2次的に配列された4つのモジュールブロック 21_1 、 21_2 、 21_3 、 21_4 を有する。また、モジュールブロック 21_1 、 21_2 、 21_3 、 21_4 のそれぞれが有するカメラモジュール 22 のレンズは、互いに異なる光軸方向 X_1 、 X_2 、 X_3 、 X_4 を有する。即ち、モジュールブロック $21_1 \sim 4$ は、それぞれ異なる視野を有するので、それぞれの光軸方向及び視野に応じた画像を取得する。従って、出力部3のステッチング処理部 ST は、各モジュールブロック $21_1 \sim 4$ からの画像に基づき生成された4つの超解像画像に対して、ステッチング処理を実施することにより、広範囲の視野を捉えた合成画像を生成できる。

【0036】

図3は、カメラモジュール 22 のレンズの光軸方向に略直行する方向からカメラレイ 2 の一部を見た様子を模式的に示す図である。カメラレイ 2 のカメラモジュール 22 は、レンズ r 及びイメージセンサ s を含む。本実施形態のカメラレイ 2 では、モジュールブロック 21 ごとに異なる視野の画像を取得するために、各モジュールブロック 21 は、互いに異なる光軸方向 X を有する。本実施形態では、各モジュールブロック 21 のレンズの光軸方向 X を異ならせるために、カメラレイ 2 は、非対称型のレンズを有するカメラモジュール 22 を含んで構成される。このように、非対称型のレンズにより光軸方向 X を互いに異ならせることにより、カメラレイ 2 に含まれる複数のカメラモジュール 22 を同一平面 P 上に構成することが可能となる。従って、そのようなカメラレイ 2 を含んで構成される画像処理装置 1 を薄型化できる。

【0037】

図4は、超解像処理部 SR により実施される超解像処理の例を模式的に示す図である。図4において、大きい黒点は、モジュールブロック 21 の赤色カメラモジュール 22_R から出力された画素情報を表し、 R 、 G 、 B といった文字を囲む白丸は、ベイヤ型カメラモジュール 22_{B_Y} から出力された画素情報を表し、小さい黒点は、超解像処理部 SR が生成する画素を表す。なお、図4では、カメラモジュール 22 から出力された画素のうち、緑色及び青色カメラモジュールから出力された画素は、図示の都合上省略されている。超解像処理部 SR は、赤色カメラモジュール 22_R からの画素情報 P_{R1} 、 P_{R2} 、 P_{R3} 、 P_{R4} 及びベイヤ型カメラモジュール 22_{B_Y} からの画素情報 P_{B_Y1} 、 P_{B_Y2} 、 P_{B_Y3} 、 P_{B_Y4} 、 P_{B_Y5} 、 P_{B_Y6} を、適宜重み付けをして合成することにより、超解像画像の画素情報 P_0 を算出する。

【0038】

10

20

30

40

50

図5は、ステッチング処理部STにより実施されるステッチング処理の例を模式的に示す図である。図5において、画像 $G_1 \sim 4$ はそれぞれ、モジュールブロック $21_1 \sim 4$ のそれぞれから出力された画像に基づき生成された超解像画像を示す。ステッチング処理部STは、画像 $G_1 \sim 4$ に対して適宜位置合わせを行った上で2次的に配して合成することにより、合成画像 G_{OUT} を出力する。

【0039】

次に、モジュールブロック21に含まれるカメラモジュールに製造工程において欠陥が発生した場合の補完処理について説明する。画像処理装置1は、前述のとおり、補完処理のために、欠陥情報取得部4及び欠陥情報記憶部5を有する。

【0040】

欠陥情報取得部4は、各モジュールブロック21におけるカメラモジュール22に欠陥があることを示す欠陥情報をモジュールブロックごとに取得する部分である。具体的には、カメラモジュール22の欠陥の有無を検出可能な方法により、各モジュールブロック21におけるカメラモジュール22のレンズまたはイメージセンサの欠陥の有無が検査され、欠陥情報取得部4は、欠陥の有無及び欠陥がある場合にはどのカメラモジュール22が欠陥を有するのか、といった欠陥情報をモジュールブロック21ごとに取得する。欠陥情報記憶部5は、欠陥情報取得部4により取得された欠陥情報を記憶する。

【0041】

そして、出力部3は、一のモジュールブロック21に対応する超解像画像の生成に際して、欠陥情報記憶部5に記憶された欠陥情報に応じて、欠陥を有するカメラモジュール以外のカメラモジュールから出力される画像により、欠陥を有するカメラモジュールからの画像を補完する補完処理を行う。

【0042】

図6は、欠陥を有するカメラモジュール22が含まれない一のモジュールブロック21に対応する超解像画像の生成の例を模式的に示す図である。図6に示すように、一のモジュールブロック21が欠陥を有するカメラモジュール22を含まない場合には、赤色カメラモジュール 22_R からの赤色画像情報 G_R 、緑色カメラモジュール 22_G からの緑色画像情報 G_G 、青色カメラモジュール 22_B からの青色画像情報 G_B 、及びベイヤ型カメラモジュール 22_{BY} からのベイヤ画像情報 G_{BY} が取得される。かかる場合において、出力部3の超解像処理部SRは、超解像画像の一の赤色画素情報 P_{R01} を、赤色画像情報 G_R における対応画素の画素情報 P_{R11} 、及びベイヤ画像情報 G_{BY} における対応画素近傍の画素情報 P_{R21} 、 P_{R31} に適宜重み付けをしながら合成して生成する。

【0043】

一方、図7は、赤色カメラモジュール 22_R が欠陥を有する一のモジュールブロック21に対応する超解像画像の生成の例を模式的に示す図である。図7に示すように、一のモジュールブロック21の赤色カメラモジュール 22_R に欠陥を有する場合には、赤色カメラモジュール 22_R からの画像情報は取得されず、緑色カメラモジュール 22_G からの緑色画像情報 G_G 、青色カメラモジュール 22_B からの青色画像情報 G_B 、及びベイヤ型カメラモジュール 22_{BY} からのベイヤ画像情報 G_{BY} が取得される。かかる場合において、出力部3の超解像処理部SRは、超解像画像の一の赤色画素情報 P_{R02} を、ベイヤ画像情報 G_{BY} における対応画素の画素情報 P_{G32} 及び対応画素近傍の画素情報 P_{R12} 、 P_{R22} 、緑色画像情報 G_G における対応画素の画素情報 P_{G62} 及び対応画素近傍の画素情報 P_{G72} 、 P_{G82} 並びに青色画像情報 G_B における対応画素近傍の画素情報 P_{B42} 、 P_{B52} に適宜重み付けをしながら合成して生成する。このように、出力部3は、赤色カメラモジュール 22_R からの画像情報がない場合であっても、一のモジュールブロック21に対応する超解像画像を生成できる。

【0044】

図8は、一のモジュールブロック21において発生しうるカメラモジュール22のレンズの欠陥パターンごとの、当該欠陥パターンの発生確率、当該欠陥パターン発生時の画像の質、当該欠陥パターン発生時における画像の質の期待値を示すテーブルである。このテ

10

20

30

40

50

ーブルでは、カメラモジュール22の1個のレンズの歩留まりを98%と仮定している。図8のテーブルによれば、例えば、一のモジュールブロック21においてカメラモジュール22に欠陥が発生しない確率は92.24%であり、この場合の画像の質は100%である。このときの画像の質の期待値は、発生確率と画像の質の積として、92.24%と算出される(左から1番目のカラム参照)。

【0045】

また、例えば、一のモジュールブロック21において赤色カメラモジュール22_Rだけに欠陥が発生する確率は1.88%であって、この場合の補完処理によって得られる画像の質は75%となる(左から4番目のカラム参照)。このときの画像の質の期待値は、1.41%と算出される。

10

【0046】

図8に示される全ての欠陥パターンを考慮した、一のモジュールブロック21のトータルの歩留まりは、99.53%と算出され、トータルの画像の質の期待値は、97.94%と算出される。

【0047】

このように、一のモジュールブロック21に、欠陥を有するカメラモジュール22が含まれる場合であっても、カメラモジュール22の欠陥情報に応じて、欠陥を有するカメラモジュール22以外のカメラモジュール22から出力される画像により補完処理を行いながら適切に超解像画像を生成可能である。これにより、カメラモジュール22に欠陥がある場合であっても、当該モジュールブロック21を含む装置自体は必ずしも不良品とはならず、一定以上の良好な歩留まり及び画像の質を得ることができる。特に、一のモジュールブロックに含まれる各カメラモジュール22が、ベイヤ型カメラモジュール22_{B_Y}並びに赤色、緑色及び青色カメラモジュール22_R, 22_G, 22_Bにより構成されているので、欠陥情報に応じて、欠陥があるカメラモジュール以外の他のカメラモジュールからの画像に基づき適切に補完が行われ、生成される画像の画質の低下が最小限に抑えながら、歩留まりの向上が図られる。

20

【0048】

次に、図9を参照して、本実施形態の画像処理方法について説明する。図9は、実施形態にかかる画像処理装置1の動作を示すフローチャートである。まず、カメラアレイ2に含まれる各カメラモジュール22は、撮像対象の画像情報を取得する(S1)。

30

【0049】

次に、欠陥情報取得部4は、各モジュールブロック21におけるカメラモジュール22に欠陥があることを示す欠陥情報をモジュールブロック21ごとに取得し、欠陥情報記憶部5に記憶させる。欠陥情報は、カメラモジュール22の欠陥の有無を検出可能な方法により検査された結果を示す情報であって、各モジュールブロック21におけるカメラモジュール22のレンズまたはイメージセンサの欠陥の有無、及び欠陥がある場合にはどのカメラモジュール22が欠陥を有するのか、といった情報を含む。そして、出力部3は、欠陥情報記憶部5を参照して、モジュールブロック21ごとに、欠陥を有するカメラモジュール22の有無を判定する(S2)。欠陥を有するカメラモジュール22が存在すると判定された場合には処理手順はステップS3に進められる。一方、欠陥を有するカメラモジュール22が存在すると判定されなかった場合には処理手順はステップS4に進められる。

40

【0050】

ステップS3において、出力部3は、欠陥情報記憶部5に記憶された欠陥情報に応じて、モジュールブロック21ごとに、欠陥を有するカメラモジュール以外のカメラモジュールから出力される画像により、欠陥を有するカメラモジュールからの画像を補完する補完処理を行う(S3)。

【0051】

続いて、ステップS4において、出力部3の超解像処理部SRは、モジュールブロック21に含まれる複数のカメラモジュールからの各画像情報に基づき超解像処理を実施して

50

、超解像画像を生成する（S4）。さらに、出力部3のステッチング処理部STは、モジュールブロック21ごとに生成された超解像画像を2次元に配列して合成するステッチング処理を実施して、一の合成画像を生成する（S5）。そして、出力部3は、生成された合成画像を出力する（S6）。

【0052】

なお、本実施形態の画像処理装置1では、各カメラモジュール22からの複数の画像を合成するに際して、レンズの歪みに応じて発生する撮像された画像の歪みを補正する処理が必要である。カメラモジュール22は、カメラアレイ2における配列位置に応じて、対称レンズまたは非対称レンズを有する。対称レンズが用いられている場合には、既に確立された方法により補正が可能であって、レンズの歪み公式に則って歪み係数を推定し、カメラモジュール22から得られた画像に対して、推定した係数を適用した歪み公式を用いて入力画像の歪みを補正する。

【0053】

一方、非対称レンズが用いられている場合には、歪みが不規則に生じるため、対称レンズの画像の補正に用いた歪み公式を用いることができない。従って、この場合には、校正対称のカメラモジュール22を用いて、例えば市松模様（checkered pattern）の校正パターンを撮影した校正用画像を取得し、校正用画像における市松模様の各交点が、校正パターンにおける各交点と同様に位置するような、各画素の補正データを算出して記憶しておく。なお、市松模様の各交点以外の部分に対応する画素の補正データについては、当該画素周囲の交点に対応する画素の補正データの内挿により補間して算出される。そして、通常の撮像による画像取得時には、予め記憶した補正データを撮像した画像に適用して歪み補正が実施される。この歪み補正は、例えば、図1における超解像処理部SRにおいて実施することが可能であって、超解像処理中（図9のフローチャートのステップS4）またはその直前に行われる。

【0054】

以上説明した本実施形態の画像処理装置1及び画像処理方法によれば、一のモジュールブロック21に含まれる複数のカメラモジュール22が、略同方向の光軸を有するので、それらのカメラモジュール22から出力される複数の画像に基づき、いわゆる超解像の画像を生成できる。また、各モジュールブロック21の光軸方向が互いに異なるので、モジュールブロック21ごとに生成された超解像の画像を2次元に配列して合成するいわゆるステッチングにより広範囲な画像を出力できる。即ち、カメラアレイ2のカメラモジュール22から出力される複数の画像を合成することにより、広範囲かつ高解像度の画像を取得できる。また、略同方向の光軸を有するカメラモジュール22を複数有するので、撮像対象に対する距離の測定が可能になる。また、複数のカメラモジュール22が配列されたカメラアレイ2により撮像するので、一のカメラモジュール22による撮像と比較して、より多くの光量を得ることが可能となる。

【0055】

以上、本発明をその実施形態に基づいて詳細に説明した。しかし、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。本発明は、その要旨を逸脱しない範囲で様々な変形が可能である。

【符号の説明】

【0056】

1...画像処理装置、2...カメラアレイ、3...出力部、4...欠陥情報取得部、5...欠陥情報記憶部、21、21₁、21₂、21₃、21₄...モジュールブロック、22...カメラモジュール、22_B...青色カメラモジュール、22_{B_y}...ベイヤ型カメラモジュール、22_G...緑色カメラモジュール、22_R...赤色カメラモジュール、M...メモリ、r...レンズ、s...イメージセンサ、SR...超解像処理部、ST...ステッチング処理部、X₁、X₂、X₃、X₄...光軸方向。

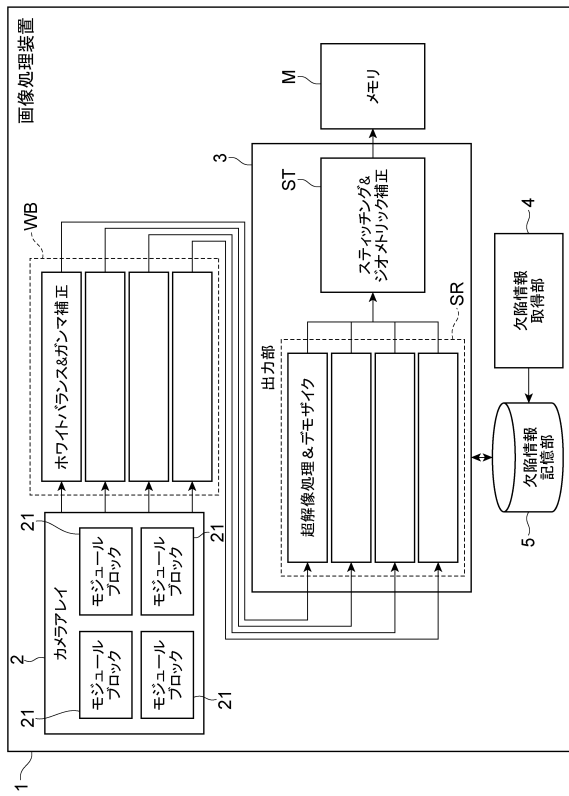
10

20

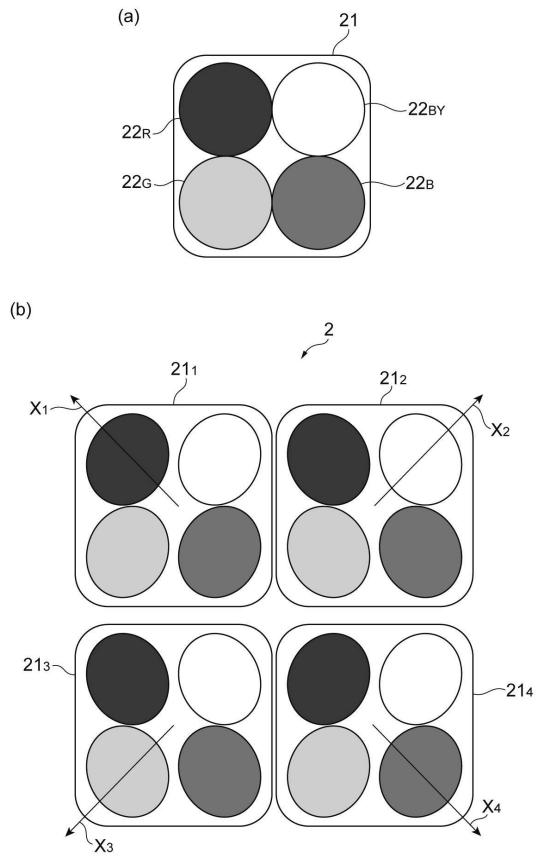
30

40

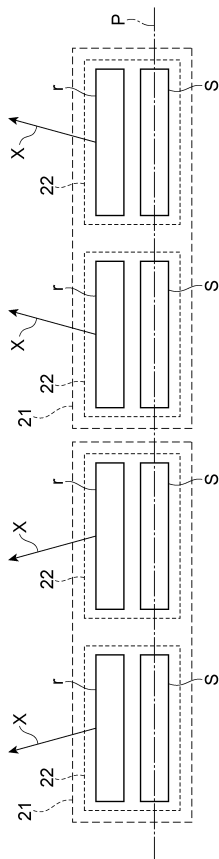
【図1】



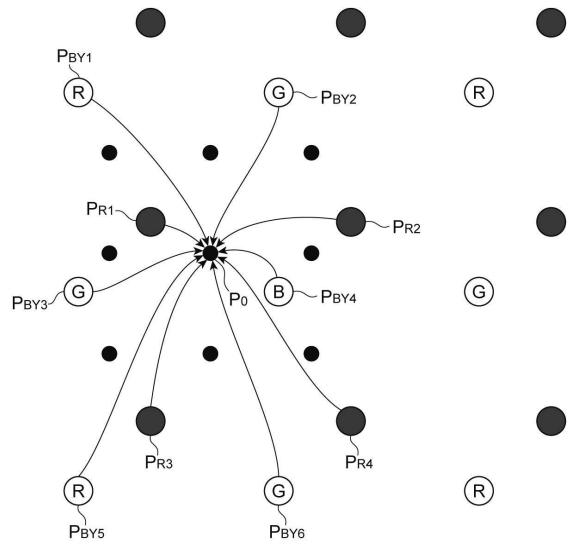
【図2】



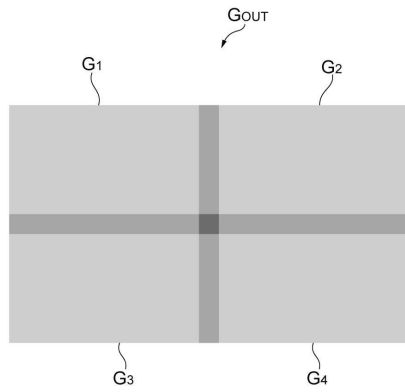
【図3】



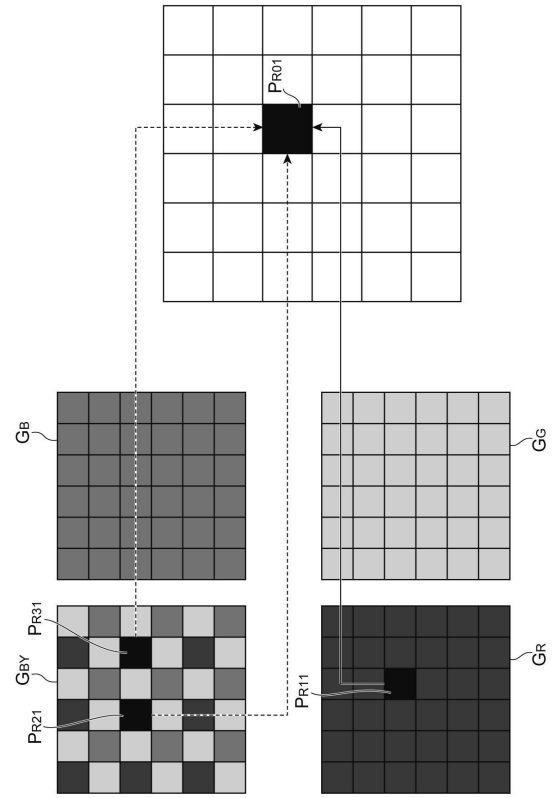
【図4】



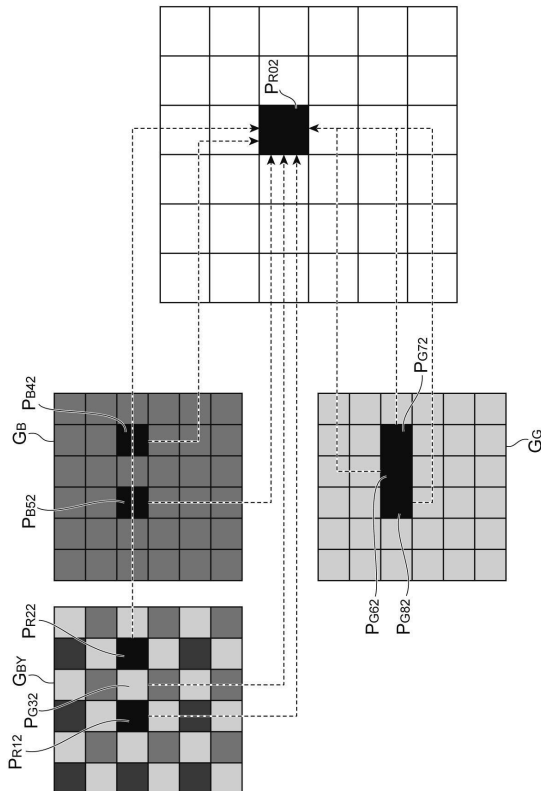
【図5】



【図6】



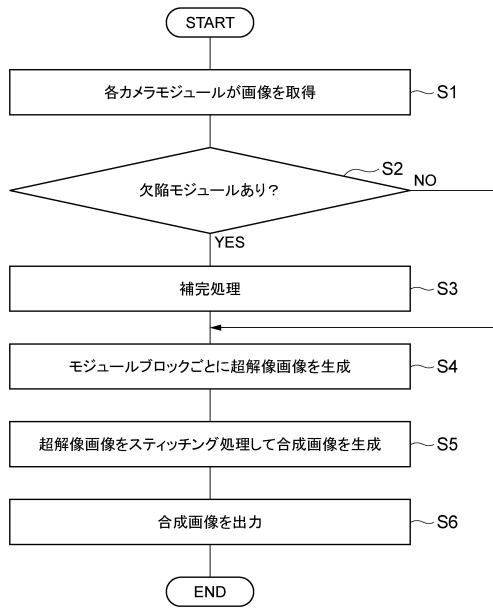
【図7】



【図8】

欠陥パターン		0.0008%	25%	0.0002%
発生確率		0.04%	50%	0.02%
画像の質		0.04%	50%	0.02%
期待値		0.04%	50%	0.02%
		1.88%	75%	1.41%
		1.88%	75%	1.41%
		1.88%	75%	1.41%
		92.24%	100%	92.24%

【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 三浦 健

東京都文京区後楽2 - 6 - 1 飯田橋ファーストタワー31F 株式会社モルフォ内

(72)発明者 平賀 督基

東京都文京区後楽2 - 6 - 1 飯田橋ファーストタワー31F 株式会社モルフォ内

審査官 吉川 康男

(56)参考文献 特開2011 - 120138 (JP, A)

特表2013 - 526801 (JP, A)

特開2007 - 295113 (JP, A)

特表2007 - 520107 (JP, A)

特開2008 - 196891 (JP, A)

特表2007 - 520166 (JP, A)

国際公開第2008 / 016035 (WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 5 / 225

G03B 19 / 07

H04N 5 / 232