

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5687676号
(P5687676)

(45) 発行日 平成27年3月18日(2015.3.18)

(24) 登録日 平成27年1月30日(2015.1.30)

(51) Int.Cl.		F I			
HO 4 N	9/07	(2006.01)	HO 4 N	9/07	C
HO 4 N	9/04	(2006.01)	HO 4 N	9/04	B

請求項の数 20 (全 33 頁)

(21) 出願番号	特願2012-234002 (P2012-234002)	(73) 特許権者	000000376
(22) 出願日	平成24年10月23日 (2012.10.23)		オリンパス株式会社
(65) 公開番号	特開2014-86862 (P2014-86862A)		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
(43) 公開日	平成26年5月12日 (2014.5.12)	(74) 代理人	100104710
審査請求日	平成26年9月8日 (2014.9.8)		弁理士 竹腰 昇
早期審査対象出願		(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	菊地 直
			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
		審査官	内田 勝久
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像装置及び画像生成方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

3 バンド以上の通常画像生成用カラーフィルタと、前記通常画像生成用カラーフィルタとは分光感度特性が異なる補正情報生成用カラーフィルタとがアレイ状に配置されたカラーフィルタアレイを有する撮像素子と、

前記通常画像生成用カラーフィルタを用いて得られた画素値の補間処理を行うことで、欠落画素の画素値が補間された通常画像の生成処理を行う通常画像生成部と、

少なくとも前記補正情報生成用カラーフィルタを用いて得られた画素値に基づいて、スペクトル推定処理を行うスペクトル推定部と、

前記スペクトル推定部により得られるスペクトル推定値に基づいて、前記通常画像の画素値を補正する補正情報を生成する補正情報生成部と、

前記補正情報に基づいて前記通常画像の補正処理を行って、補正画像を生成する補正画像生成部と、

を含み、

前記補正情報生成部は、

前記スペクトル推定処理において、一つの画素値から得られる一つのスペクトル推定値のデータに基づいて、前記通常画像の複数の画素値に対する前記補正情報を生成することを特徴とする撮像装置。

【請求項 2】

3 バンド以上の通常画像生成用カラーフィルタと、前記通常画像生成用カラーフィルタ

10

20

とは分光感度特性が異なる補正情報生成用カラーフィルタとがアレイ状に配置されたカラーフィルタアレイを有する撮像素子と、

前記通常画像生成用カラーフィルタを用いて得られた画素値の補間処理を行うことで、欠落画素の画素値が補間された通常画像の生成処理を行う通常画像生成部と、

少なくとも前記補正情報生成用カラーフィルタを用いて得られた画素値に基づいて、スペクトル推定処理を行うスペクトル推定部と、

前記スペクトル推定部により得られるスペクトル推定値に基づいて、前記通常画像の画素値を補正する補正情報を生成する補正情報生成部と、

前記補正情報に基づいて前記通常画像の補正処理を行って、補正画像を生成する補正画像生成部と、

10

特定の波長帯域における情報を有する被写体像を含む前記通常画像において、注目すべき領域である注目領域を、前記スペクトル推定値のデータに基づいて検出する注目領域検出部と、

検出した前記注目領域に対して表示態様設定処理を行う表示態様設定部と、

を含むことを特徴とする撮像装置。

【請求項 3】

請求項 2 において、

前記補正情報生成部は、

前記スペクトル推定処理において、一つの画素値から得られる一つのスペクトル推定値のデータに基づいて、前記通常画像の複数の画素値に対する前記補正情報を生成することを特徴とする撮像装置。

20

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれかにおいて、

前記通常画像生成用カラーフィルタは、

R 用のカラーフィルタと、G 用のカラーフィルタと、B 用のカラーフィルタを有し、

前記補正情報生成用カラーフィルタは、

前記 R 用のカラーフィルタと前記 G 用のカラーフィルタと前記 B 用のカラーフィルタのいずれのカラーフィルタよりも低いサンプル密度で、前記カラーフィルタアレイに配置されることを特徴とする撮像装置。

【請求項 5】

30

請求項 4 において、

前記通常画像生成用カラーフィルタのうちの前記 G 用のカラーフィルタは、

前記カラーフィルタアレイにおいて、奇数行の奇数列及び偶数行の偶数列、又は奇数行の偶数列及び偶数行の奇数列に配置されることを特徴とする撮像装置。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれかにおいて、

前記補正情報生成用カラーフィルタを用いて得られる画素値に基づいて、前記補正情報を生成するために用いる特殊波長補間画像の生成処理を行う特殊波長補間画像生成部を含み、

前記特殊波長補間画像生成部は、

40

前記補正情報生成用カラーフィルタを用いて得られた画素値の補間処理を前記生成処理として行って、欠落画素の画素値が補間された前記特殊波長補間画像を生成し、

前記スペクトル推定部は、

前記特殊波長補間画像に基づいて前記スペクトル推定処理を行うことを特徴とする撮像装置。

【請求項 7】

請求項 6 において、

前記特殊波長補間画像生成部は、

前記通常画像生成部により生成される前記通常画像よりも解像度が低い前記特殊波長補間画像を生成し、

50

前記スペクトル推定部は、
少なくとも前記特殊波長補間画像の画素値に基づいて、前記特殊波長補間画像の解像度で前記スペクトル推定処理を行い、
前記補正情報生成部は、
前記スペクトル推定処理の結果得られた一つのスペクトル推定値のデータに基づいて、前記通常画像の複数の画素値に対する前記補正情報を生成し、
前記補正画像生成部は、
生成された前記補正情報を用いて、前記通常画像の解像度で前記補正処理を行うことを特徴とする撮像装置。

【請求項 8】

10

請求項 1 乃至 7 のいずれかにおいて、
前記スペクトル推定部は、
前記通常画像から光源の色を表す光源色画素を抽出し、抽出した前記光源色画素の光源スペクトルを推定して、光源スペクトル推定値を求め、
前記補正情報生成部は、
前記光源スペクトル推定値のデータと、予め記憶されている光源スペクトルデータとを比較して、光源を推定することを特徴とする撮像装置。

【請求項 9】

請求項 8 において、
前記補正画像生成部は、
前記通常画像に対して、推定された光源に基づいてホワイトバランスを補正する前記補正処理を行うことを特徴とする撮像装置。

20

【請求項 10】

請求項 1 乃至 9 のいずれかにおいて、
前記補正情報生成部は、
前記通常画像内に設定された複数の領域の領域毎に前記補正情報を生成し、
前記補正画像生成部は、
前記補正情報生成部により生成された前記通常画像内の領域毎の前記補正情報を用いて前記通常画像に対する前記補正処理を行うことを特徴とする撮像装置。

【請求項 11】

30

請求項 1 乃至 10 のいずれかにおいて、
前記補正情報生成部は、
前記スペクトル推定部により推定された前記スペクトル推定値のデータと、予め記憶されている検出対象のスペクトルデータとの比較処理を行い、前記比較処理の結果に基づいて、特定のスペクトルを有する特定スペクトル領域を検出し、検出した前記特定スペクトル領域の検出結果に基づいて、前記補正情報を生成することを特徴とする撮像装置。

【請求項 12】

請求項 6 において、
前記スペクトル推定部は、
前記特殊波長補間画像から光源の色を表す光源スペクトルデータ測定画素を抽出し、抽出された前記光源スペクトルデータ測定画素の光源スペクトルを推定して、光源スペクトル推定値を求め、
前記補正画像生成部は、
前記通常画像に対して、前記光源スペクトル推定値に基づきホワイトバランスを補正する処理を行うことを特徴とする撮像装置。

40

【請求項 13】

請求項 6 において、
前記スペクトル推定部は、
白色光の光源スペクトルデータに基づいて、前記特殊波長補間画像に対してスペクトル推定を行い、

50

前記補正情報生成部は、

特定波長領域において、前記スペクトル推定値のデータと、予め記憶されている光源スペクトルデータとを比較して、光源を推定することを特徴とする撮像装置。

【請求項 14】

請求項 1 乃至 13 のいずれかにおいて、

前記スペクトル推定部は、

前記撮像素子から画素値を読み出す際に、前記通常画像生成用カラーフィルタを用いて得られる画素値を読み出さず、前記補正情報生成用カラーフィルタを用いて得られる画素値を読み出す間引き読み出しを行い、間引き読み出した画素値を用いて前記スペクトル推定処理を行うことを特徴とする撮像装置。

10

【請求項 15】

請求項 1 乃至 14 のいずれかにおいて、

前記撮像素子の前記通常画像生成用カラーフィルタ及び前記補正情報生成用カラーフィルタは、

赤外光の波長領域にピーク波長を有する赤外フィルタであることを特徴とする撮像装置。

【請求項 16】

請求項 15 において、

前記赤外光の波長帯域は、

790 ナノメートル～820 ナノメートル、または905 ナノメートル～970 ナノメートルの波長帯域であることを特徴とする撮像装置。

20

【請求項 17】

3 バンド以上の通常画像生成用カラーフィルタと、前記通常画像生成用カラーフィルタとは分光感度特性が異なる補正情報生成用カラーフィルタとがアレイ状に配置されたカラーフィルタアレイを有する撮像素子と、

前記通常画像生成用カラーフィルタを用いて得られた画素値の補間処理を行うことで、欠落画素の画素値が補間された通常画像の生成処理を行う通常画像生成部と、

少なくとも前記補正情報生成用カラーフィルタを用いて得られた画素値に基づいて、スペクトル推定処理を行うスペクトル推定部と、

特定の波長帯域における情報を有する被写体像を含む前記通常画像において、注目すべき領域である注目領域を、前記スペクトル推定部により得られるスペクトル推定値のデータに基づいて検出する注目領域検出部と、

30

検出した前記注目領域に対して表示態様設定処理を行う表示態様設定部と、

を含むことを特徴とする撮像装置。

【請求項 18】

3 バンド以上の通常画像生成用カラーフィルタを用いて得られた画素値の補間処理を行うことで、欠落画素の画素値が補間された通常画像の生成処理を行い、

少なくとも、前記通常画像生成用カラーフィルタとは分光感度特性が異なる補正情報生成用カラーフィルタを用いて得られた画素値に基づいて、スペクトル推定処理を行い、

前記スペクトル推定処理において、一つの画素値から得られる一つのスペクトル推定値のデータに基づいて、前記通常画像の複数の画素値を補正する補正情報を生成し、

40

前記補正情報に基づいて前記通常画像の補正処理を行って、補正画像を生成することを特徴とする画像生成方法。

【請求項 19】

3 バンド以上の通常画像生成用カラーフィルタを用いて得られた画素値の補間処理を行うことで、欠落画素の画素値が補間された通常画像の生成処理を行い、

少なくとも、前記通常画像生成用カラーフィルタとは分光感度特性が異なる補正情報生成用カラーフィルタを用いて得られた画素値に基づいて、スペクトル推定処理を行い、

前記スペクトル推定処理の結果として得られるスペクトル推定値に基づいて、前記通常画像の画素値を補正する補正情報を生成し、

50

前記補正情報に基づいて前記通常画像の補正処理を行って、補正画像を生成し、
特定の波長帯域における情報を有する被写体像を含む前記通常画像において、注目すべき領域である注目領域を、前記スペクトル推定値のデータに基づいて検出し、
検出した前記注目領域に対して表示態様設定処理を行うことを特徴とする画像生成方法。

【請求項 20】

3 バンド以上の通常画像生成用カラーフィルタを用いて得られた画素値の補間処理を行うことで、欠落画素の画素値が補間された通常画像の生成処理を行い、

少なくとも、前記通常画像生成用カラーフィルタとは分光感度特性が異なる補正情報生成用カラーフィルタを用いて得られた画素値に基づいて、スペクトル推定処理を行い、

特定の波長帯域における情報を有する被写体像を含む前記通常画像において、注目すべき領域である注目領域を、前記スペクトル推定処理の結果として得られるスペクトル推定値のデータに基づいて検出し、

検出した前記注目領域に対して表示態様設定処理を行うことを特徴とする画像生成方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮像装置及び画像生成方法等に関する。

【背景技術】

【0002】

フルカラー画像を撮像するために、R（赤：Red）、G（緑：Green）、B（青：Blue）の3種類のカラーフィルタを撮像素子に設けた撮像装置が知られている。従来の撮像装置では、カラーフィルタのバンド数が少ないため、各バンドに対応した画素のサンプル密度は比較的高く、高精度な通常画像の生成が可能であった。

【0003】

近年、被写体の忠実な色再現を目的として、マルチバンド撮像が注目されている。マルチバンド撮像装置としては、例えば特許文献1や特許文献2に示されるように、4種類以上のカラーフィルタを撮像素子に設けた単板のマルチバンド撮像素子を用いて被写体のスペクトル情報（分光情報）を取得する装置が提案されている。

【0004】

また、特許文献3では、撮像素子とは別にスペクトル計測用のセンサを設置した撮像装置を用いて、スペクトル計測用のセンサから得られる情報により色再現性を向上させる補正情報を生成し、撮像素子から得られた通常画像（RGB画像）を補正する方法も提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2003-87806号公報

【特許文献2】特開2008-136251号公報

【特許文献3】特開2011-211317号公報

【特許文献4】特開平8-298669号公報

【特許文献5】特開2009-237817号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、3種類のカラーフィルタから取得した撮像情報だけでは、被写体の詳細なスペクトル情報を推定する際に、十分な推定精度が得られないという問題がある。

【0007】

また、特許文献1や特許文献2に示されているような、4種類以上の情報を取得するマ

10

20

30

40

50

マルチバンド撮像素子を用いて全画素位置で高精度なスペクトル情報を得る手法では、処理が複雑になってしまうことに加えて、各バンドのサンプル密度が下がってしまうため、原理的に解像度の低下は避けられない。そして、各バンドのサンプル密度の低下は通常画像の精度の低下に繋がり、結果として、偽色の発生等により画質が劣化してしまうという問題点がある。

【 0 0 0 8 】

一方で、特許文献 3 に示されているようなスペクトル計測用のセンサを撮像素子と別に用意する手法では、装置の大型化やコストについての問題がある。

【 0 0 0 9 】

本発明の幾つかの態様によれば、画質の劣化を抑えながら、推定したスペクトル情報を用いて通常画像の補正をすることができる撮像装置及び画像生成方法等を提供することができる。

10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

本発明の一態様は、3 バンド以上の通常画像生成用カラーフィルタと、前記通常画像生成用カラーフィルタとは分光感度特性が異なる補正情報生成用カラーフィルタとがアレイ状に配置されたカラーフィルタアレイを有する撮像素子と、前記通常画像生成用カラーフィルタを用いて得られた画素値の補間処理を行うことで、欠落画素の画素値が補間された通常画像の生成処理を行う通常画像生成部と、少なくとも前記補正情報生成用カラーフィルタを用いて得られた画素値に基づいて、スペクトル推定処理を行うスペクトル推定部と、前記スペクトル推定部により得られるスペクトル推定値に基づいて、前記通常画像の画素値を補正する補正情報を生成する補正情報生成部と、前記補正情報に基づいて前記通常画像の補正処理を行って、補正画像を生成する補正画像生成部と、を含む撮像装置に係する。

20

【 0 0 1 1 】

本発明の一態様では、通常画像生成部が、通常画像生成用カラーフィルタを用いて得られた画素値の補間処理を行い、欠落画素の画素値が補間された通常画像を生成する。

【 0 0 1 2 】

次に、スペクトル推定部が、通常画像生成用カラーフィルタと補正情報生成用カラーフィルタのうち、少なくとも補正情報生成用カラーフィルタを用いて得られた画素値に基づいて、スペクトル推定処理を行う。

30

【 0 0 1 3 】

そして、補正情報生成部が、スペクトル推定値に基づいて、通常画像の画素値を補正する補正情報を生成する。さらに、補正画像生成部が、補正情報に基づいて通常画像の補正処理を行って、補正画像を生成する。

【 0 0 1 4 】

これにより、画質の劣化を抑えながら、推定したスペクトル情報を用いて通常画像の補正をすることが可能となる。

【 0 0 1 5 】

また、本発明の一態様では、前記補正情報生成部は、前記スペクトル推定処理において、一つの画素値から得られる一つのスペクトル推定値のデータに基づいて、前記通常画像の複数の画素値に対する前記補正情報を生成してもよい。

40

【 0 0 1 6 】

これにより、通常画像の一つの画素に対して補正情報を生成する処理を行わなくて済み、処理量を軽減すること等が可能になる。

【 0 0 1 7 】

また、本発明の一態様では、特定の波長帯域における情報を有する被写体像を含む前記通常画像において、注目すべき領域である注目領域を、前記スペクトル推定値のデータに基づいて検出する注目領域検出部と、検出した前記注目領域に対して表示態様設定処理を行う表示態様設定部と、を含んでもよい。

50

【0018】

これにより、医療用画像などにおいて、病変検出、血管検出などの視認性を高めること等が可能となる。

【0019】

また、本発明の一態様では、前記通常画像生成用カラーフィルタは、R用のカラーフィルタと、G用のカラーフィルタと、B用のカラーフィルタを有し、前記補正情報生成用カラーフィルタは、前記R用カラーフィルタと前記G用のカラーフィルタと前記B用のカラーフィルタのいずれのカラーフィルタよりも低いサンプル密度で、前記カラーフィルタアレイに配置されてもよい。

【0020】

これにより、RGBの通常画像の精度の低下を最小限に抑えること等が可能となる。

【0021】

また、本発明の一態様では、前記カラーフィルタは、前記通常画像生成用カラーフィルタのうちの前記G用のカラーフィルタが、奇数行の奇数列及び偶数行の偶数列、又は奇数行の偶数列及び偶数行の奇数列に配置されてもよい。

【0022】

これにより、高精度なGの通常画像が生成可能であり、Gの通常画像の高周波成分を用いてR、Bの補間を行えば、R、Bの通常画像の精度低下も抑えること等が可能となる。

【0023】

また、本発明の一態様では、前記補正情報生成用カラーフィルタを用いて得られる画素値に基づいて、前記補正情報を生成するために用いる特殊波長補間画像の生成処理を行う特殊波長補間画像生成部を含み、前記特殊波長補間画像生成部は、前記補正情報生成用カラーフィルタを用いて得られた画素値の補間処理を前記生成処理として行って、欠落画素の画素値が補間された前記特殊波長補間画像を生成し、前記スペクトル推定部は、前記特殊波長補間画像に基づいて前記スペクトル推定処理を行ってもよい。

【0024】

これにより、特殊波長補間画像を利用する様々なスペクトル推定手法を適用すること等が可能となる。

【0025】

また、本発明の一態様では、前記特殊波長補間画像生成部は、前記通常画像生成部により生成される前記通常画像よりも解像度が低い前記特殊波長補間画像を生成し、前記スペクトル推定部は、少なくとも前記特殊波長補間画像の画素値に基づいて、前記特殊波長補間画像の解像度で前記スペクトル推定処理を行い、前記補正情報生成部は、前記スペクトル推定処理の結果得られた一つのスペクトル推定値のデータに基づいて、前記通常画像の複数の画素値に対する前記補正情報を生成し、前記補正画像生成部は、生成された前記補正情報を用いて、前記通常画像の解像度で前記補正処理を行ってもよい。

【0026】

これにより、解像度が特殊波長補間画像を用いて補正情報の生成処理を行うこと等が可能となるため、処理量を軽減すること等が可能になる。

【0027】

また、本発明の一態様では、前記スペクトル推定部は、前記通常画像から光源の色を表す光源色画素を抽出し、抽出した前記光源色画素の光源スペクトルを推定して、光源スペクトル推定値を求め、前記補正情報生成部は、前記光源スペクトル推定値のデータと、予め記憶されている光源スペクトルデータとを比較して、光源を推定してもよい。

【0028】

これにより、RGBの画素値の情報だけでは光源の判別が難しいシーンであっても、高精度な光源推定を行うこと等が可能となる。

【0029】

また、本発明の一態様では、前記補正画像生成部は、前記通常画像に対して、推定された光源に基づいてホワイトバランスを補正する前記補正処理を行ってもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 0 】

これにより、R G Bの画素値の情報だけでは光源の判別が難しいシーンであっても、高精度なホワイトバランス補正を行うこと等が可能となる。

【 0 0 3 1 】

また、本発明の一態様では、前記補正情報生成部は、前記通常画像内に設定された複数の領域の領域毎に前記補正情報を生成し、前記補正画像生成部は、前記補正情報生成部により生成された前記通常画像内の領域毎の前記補正情報を用いて前記通常画像に対する前記補正処理を行ってもよい。

【 0 0 3 2 】

これにより、画像に設定した複数の領域の領域毎に、より高精度な補正処理を行うこと等が可能になる。

10

【 0 0 3 3 】

また、本発明の一態様では、前記補正情報生成部は、前記スペクトル推定部により推定された前記スペクトル推定値のデータと、予め記憶されている検出対象のスペクトルデータとの比較処理を行い、前記比較処理の結果に基づいて、特定のスペクトルを有する特定スペクトル領域を検出し、検出した前記特定スペクトル領域の検出結果に基づいて、前記補正情報を生成してもよい。

【 0 0 3 4 】

これにより、R G Bの情報だけではその領域の検出が難しいシーンであっても、高精度な領域検出を行うこと等が可能になる。

20

【 0 0 3 5 】

また、本発明の一態様では、前記スペクトル推定部は、前記特殊波長補間画像から光源の色を表す光源スペクトルデータ測定画素を抽出し、抽出された前記光源スペクトルデータ測定画素の光源スペクトルを推定して、光源スペクトル推定値を求め、前記補正画像生成部は、前記通常画像に対して、前記光源スペクトル推定値に基づきホワイトバランスを補正する処理を行ってもよい。

【 0 0 3 6 】

これにより、特殊波長補間画像から得られた情報から光源色の画素を推定し、直接光源スペクトルを推定することにより、より少ない処理量で光源推定を行うこと等が可能になる。

30

【 0 0 3 7 】

また、本発明の一態様では、前記スペクトル推定部は、白色光の光源スペクトルデータに基づいて、前記特殊波長補間画像に対してスペクトル推定を行い、前記補正情報生成部は、特定波長領域において、前記スペクトル推定値のデータと、予め記憶されている光源スペクトルデータとを比較して、光源を推定してもよい。

【 0 0 3 8 】

これにより、輝線を持った特徴的なスペクトルの光源推定を簡易的に行うこと等が可能となる。

【 0 0 3 9 】

また、本発明の一態様では、前記スペクトル推定部は、前記撮像素子から画素値を読み出す際に、前記通常画像生成用カラーフィルタを用いて得られる画素値を読み出さず、前記補正情報生成用カラーフィルタを用いて得られる画素値を読み出す間引き読み出しを行い、間引き読み出した画素値を用いて前記スペクトル推定処理を行ってもよい。

40

【 0 0 4 0 】

これにより、処理の高速化を図ること等が可能になる。

【 0 0 4 1 】

また、本発明の一態様では、前記撮像素子は、前記通常画像生成用カラーフィルタ及び前記補正情報生成用カラーフィルタは、赤外光の波長領域にピーク波長を有する赤外フィルタであってもよい。

【 0 0 4 2 】

50

これにより、例えば医療用画像など、赤外領域のスペクトルに特徴がある場合に、より精度の高い補正画像を生成すること等が可能になる。

【0043】

また、本発明の一態様では、前記赤外光の波長帯域は、790ナノメートル～820ナノメートル、または905ナノメートル～970ナノメートルの波長帯域であってもよい。

【0044】

これにより、790ナノメートル～820ナノメートル、または905ナノメートル～970ナノメートルの波長帯域にピーク波長を有する赤外フィルタを用いること等が可能になる。

【0045】

また、本発明の他の態様では、3バンド以上の通常画像生成用カラーフィルタと、前記通常画像生成用カラーフィルタとは分光感度特性が異なる補正情報生成用カラーフィルタとがアレイ状に配置されたカラーフィルタアレイを有する撮像素子と、前記通常画像生成用カラーフィルタを用いて得られた画素値の補間処理を行うことで、欠落画素の画素値が補間された通常画像の生成処理を行う通常画像生成部と、少なくとも前記補正情報生成用カラーフィルタを用いて得られた画素値に基づいて、スペクトル推定処理を行うスペクトル推定部と、前記スペクトル推定部から得られるスペクトル推定値に基づいて、前記通常画像の画素値を補正する補正情報を生成する補正情報生成部と、前記補正情報に基づいて前記通常画像の補正処理を行って、補正画像を生成する補正画像生成部と、特定の波長帯域における情報を有する被写体像を含む前記通常画像において、注目すべき領域である注目領域を、前記スペクトル推定値のデータに基づいて検出する注目領域検出部と、検出した前記注目領域に対して表示態様設定処理を行う表示態様設定部と、を含む撮像装置に関係する。

【0046】

また、本発明の他の態様では、3バンド以上の通常画像生成用カラーフィルタを用いて得られた画素値の補間処理を行うことで、欠落画素の画素値が補間された通常画像の生成処理を行い、少なくとも、前記通常画像生成用カラーフィルタとは分光感度特性が異なる補正情報生成用カラーフィルタを用いて得られた画素値に基づいて、スペクトル推定処理を行い、前記スペクトル推定処理の結果として得られるスペクトル推定値に基づいて、前記通常画像の画素値を補正する補正情報を生成し、前記補正情報に基づいて前記通常画像の補正処理を行って、補正画像を生成する画像生成方法に関係する。

【0047】

また、本発明の他の態様では、3バンド以上の通常画像生成用カラーフィルタを用いて得られた画素値の補間処理を行うことで、欠落画素の画素値が補間された通常画像の生成処理を行い、少なくとも、前記通常画像生成用カラーフィルタとは分光感度特性が異なる補正情報生成用カラーフィルタを用いて得られた画素値に基づいて、スペクトル推定処理を行い、特定の波長帯域における情報を有する被写体像を含む前記通常画像において、注目すべき領域である注目領域を、前記スペクトル推定値のデータに基づいて検出し、検出した前記注目領域に対して表示態様設定処理を行う画像生成方法に関係する。

【図面の簡単な説明】

【0048】

【図1】第1の実施形態の撮像装置に含まれるデジタルプロセス回路の構成例。

【図2】第1の実施形態の撮像装置全体の構成例。

【図3】2バンドの補正情報生成用カラーフィルタを用いた場合のCFAの例。

【図4】カラーフィルタの分光感度特性の一例。

【図5】第1の実施形態において用いるカラーフィルタの分光感度特性の一例。

【図6】第1の実施形態の処理の流れを説明するフローチャート。

【図7】8バンドの補正情報生成用カラーフィルタを用いた場合のCFAの例。

【図8】一つの補正情報に対応する通常画像内の領域の説明図。

【図9】第1の実施形態の変形例において用いられるデジタルプロセス回路の構成例。

【図10】第1の実施形態の変形例における処理の流れを説明するフローチャート。

10

20

30

40

50

【図 1 1】スペクトル推定値のデータと検出対象のスペクトルデータの比較例。

【図 1 2】2 次元評価値マップの例。

【図 1 3】1 6 バンドの補正情報生成用カラーフィルタを用いた場合の C F A の例。

【図 1 4】1 6 バンドの補正情報生成用カラーフィルタの分光感度特性の一例。

【図 1 5】第 2 の実施形態の処理の流れを説明するフローチャート。

【図 1 6】間引き読み出しの説明図。

【図 1 7】光源色判定処理の説明図。

【図 1 8】1 6 バンドの補正情報生成用カラーフィルタを用い、光源推定精度を重視した場合の C F A の例。

【図 1 9】第 2 の実施形態の変形例の処理の流れを説明するフローチャート。

10

【図 2 0】光源スペクトルデータの一例。

【発明を実施するための形態】

【0 0 4 9】

以下、第 1 の実施形態及び第 2 の実施形態について説明する。まず、各実施形態の背景と手法の概要をまとめて説明する。次に、実施形態毎にシステム構成例と処理の詳細を説明する。そして、第 1 の実施形態及び第 2 の実施形態の手法についてまとめて説明する。なお、以下に説明する各実施形態は、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。また各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。

【0 0 5 0】

20

1. 概要

フルカラー画像を撮像するために、R (赤: Red)、G (緑: Green)、B (青: Blue) の 3 種類のカラーフィルタを撮像素子に設けた撮像装置が知られている。このような撮像装置では、カラーフィルタのバンド数が少ないため、各バンドに対応した画素のサンプル密度は比較的高く、高精度な通常画像の生成が可能であった。

【0 0 5 1】

しかし、3 種類のカラーフィルタから取得した撮像情報だけでは、被写体の詳細なスペクトル情報を推定する際に、十分な推定精度が得られないという問題がある。

【0 0 5 2】

これに対して、近年、被写体の忠実な色再現を目的として、マルチバンド撮像が注目されている。マルチバンド撮像装置としては、例えば前述した特許文献 1 や特許文献 2 に示されるように、4 種類以上のカラーフィルタを撮像素子に設けた単板のマルチバンド撮像素子を用いて被写体のスペクトル情報 (分光情報) を取得する装置が提案されている。

30

【0 0 5 3】

しかし、特許文献 1 や特許文献 2 の手法では、処理が複雑になってしまうことに加えて、各バンドのサンプル密度が下がってしまうため、原理的に解像度の低下は避けられない。そして、各バンドのサンプル密度の低下は通常画像の精度の低下に繋がり、結果として、偽色の発生等により画質が劣化してしまうという問題点がある。

【0 0 5 4】

一方、前述した特許文献 3 では、撮像素子とは別にスペクトル計測用のセンサを設置した撮像装置を用いて、スペクトル計測用のセンサから得られる情報により色再現性を向上させる補正情報を生成し、撮像素子から得られた通常画像 (RGB 画像) を補正する方法も提案されている。

40

【0 0 5 5】

しかし、特許文献 3 に示されているような手法では、装置の大型化やコストについての問題がある。

【0 0 5 6】

そこで、以下で説明する第 1 の実施形態及び第 2 の実施形態の撮像装置等によれば、4 種類以上の異なる分光感度特性を有する単板マルチバンド撮像素子を用いて、画質の劣化を最小限に抑えながら、推定されたスペクトル情報を用いた通常画像の補正をすることが

50

可能となる。

【 0 0 5 7 】

以下の第 1 の実施形態及び第 2 の実施形態の撮像装置は、通常画像の色補正、被写体の光源検出、被写体検出等に対して効果的に使用することができる。この際には、被写体のスペクトル情報を推定し、それらスペクトル情報に基づいた処理の結果を通常画像の補正に使用する。

【 0 0 5 8 】

2 . 第 1 の実施形態

第 1 の実施形態では、既知の光源下で画素毎にスペクトル推定を行い、色再現性を向上した補正画像を生成する例について説明する。

【 0 0 5 9 】

2 . 1 システム構成例

図 1 は第 1 の実施形態のシステム構成図である。

【 0 0 6 0 】

撮像装置 1 0 1 は、被写体像を光電変換するための 4 種類以上の異なる分光感度特性を有するカラーフィルタを内蔵したマルチバンド撮像素子 1 0 7 と、各種のデジタル処理を行うためのデジタルプロセス回路 1 1 0 を備えている。そして、デジタルプロセス回路 1 1 0 には、図 1 のように本実施形態の特徴であるスペクトル推定結果に基づき補正画像を生成するための機能部として、通常画像生成部 1 1 8 と、特殊波長補間画像生成部 1 3 0 と、スペクトル推定部 1 1 9 と、補正情報生成部 1 2 0 と、補正画像生成部 1 2 1 とが設けられている。また、マルチバンド撮像素子 1 0 7 は、通常画像生成用カラーフィルタ 1 0 7 1 と、補正情報生成用カラーフィルタ 1 0 7 2 とを有している。なお、撮像装置 1 0 1 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。

【 0 0 6 1 】

次に各部の接続について説明する。マルチバンド撮像素子 1 0 7 は、通常画像生成部 1 1 8 と、特殊波長補間画像生成部 1 3 0 に接続されている。そして、通常画像生成部 1 1 8 は、補正画像生成部 1 2 1 に接続されており、特殊波長補間画像生成部 1 3 0 は、スペクトル推定部 1 1 9 に接続されている。また、スペクトル推定部 1 1 9 は、補正情報生成部 1 2 0 に接続されており、補正情報生成部 1 2 0 は、補正画像生成部 1 2 1 に接続されている。

【 0 0 6 2 】

また、図 1 の構成を備えた撮像装置の全体像の例を図 2 に示す。

【 0 0 6 3 】

撮像装置 1 0 1 は、各種レンズ（撮像レンズ）から構成される撮像レンズ系 1 0 2 と、レンズ系 1 0 2 の伸縮駆動やレンズ系内のズームレンズ及びフォーカスレンズの駆動を行うためのレンズ駆動機構 1 0 3 と、レンズ駆動機構 1 0 3 を制御するためのレンズドライバ 1 0 4 と、レンズ系 1 0 2 の絞り及びシャッタ内を制御するための露出制御機構 1 0 5 と、露出制御機構 1 0 5 を制御するための露出制御ドライバ 1 0 6 と、被写体像を光電変換するための 4 種類以上の異なる分光感度特性を有するカラーフィルタを内蔵したマルチバンド撮像素子 1 0 7 と、撮像素子を駆動するための撮像素子ドライバ 1 0 8 と、アナログアンプ及び A / D 変換器等を含むプリプロセス回路 1 0 9 と、記録画像生成のための色信号処理や圧縮伸張処理、その他各種のデジタル処理を行うためのデジタルプロセス回路 1 1 0 と、外部の記録媒体であるメモリカードとのインタフェースであるカードインタフェース 1 1 1 と、LCD (Liquid Crystal Display) 画像表示系 1 1 2 と、リリーススイッチや設定ボタンなど各種スイッチからなる操作スイッチ系 1 1 3 と、操作状態及びモード状態等を表示するための操作表示系 1 1 4 と、各種設定情報等を設定するための不揮発性メモリ 1 1 5 と、各部を統括的に制御するためのシステムコントローラ 1 1 6 と、を備えている。

【 0 0 6 4 】

次にデジタルプロセス回路 110 で行われる処理について説明する。

【0065】

通常画像生成部 118 では、マルチバンド撮像素子 107 の通常画像生成用カラーフィルタ 1071 を用いて得られた RAW データの各画素に対してデモザイキング処理を行うことで通常画像を生成する。

【0066】

特殊波長補間画像生成部 130 では、マルチバンド撮像素子 107 の補正情報生成用カラーフィルタ 1072 を用いて得られた画素値に基づいて、特殊波長補間画像を生成する。

【0067】

スペクトル推定部 119 では、特殊波長補間画像生成部 130 で生成された特殊波長補間画像と、予めスペクトル推定部 119 内に保持している光源情報と、を用いてスペクトル推定を行う。

【0068】

補正情報生成部 120 では、スペクトル推定部 119 から得られたスペクトル情報を用いて、RGB 画像（通常画像）に対する補正情報を生成する。

【0069】

補正画像生成部 121 では、通常画像生成部 118 で生成された RGB の通常画像と、補正情報生成部 120 で得られた補正情報を用いて、補正画像を生成する。

【0070】

そして、信号処理部 123 において、色信号生成処理等の各種デジタル処理を行った後、最終的な処理結果画像を生成する。

【0071】

なお、通常画像生成部 118 と、特殊波長補間画像生成部 130 と、スペクトル推定部 119 と、補正情報生成部 120 と、補正画像生成部 121 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。

【0072】

また、撮像装置 101 においては、システムコントローラ 116 が全ての制御を統括的に行っており、レンズドライバ 104、露出制御ドライバ 106 及び撮像素子ドライバ 108 によるマルチバンド撮像素子 107 の駆動を制御して露光（電化蓄積）及び信号の読み出しを行い、それをプリプロセス回路 109 を介して A/D 変換した後にデジタルプロセス回路 110 に取り込み、デジタルプロセス回路 110 内で各種信号処理を施した後にカードインタフェース 111 を介してメモリカード 117 に記録するようになっている。

【0073】

そして、マルチバンド撮像素子を構成する各画素上に配置される 4 種類以上の異なる分光感度特性を有するカラーフィルタの配置例として、5 種類の分光感度特性を有するカラーフィルタアレイ（以下 CFA : Color Filter Array）を図 3 に示している。ここでは通常画像生成用の RGB のサンプル密度を重視し、RGB の画素が特殊波長 C1 及び C2 の画素に比べて多く配置されている。

【0074】

さらに、通常 3 種類のカラーフィルタのベイヤー配列の CFA において、最も密度の高い G の画素の情報を用いてデモザイキング処理をする手法が一般的である。そこで図 3 に示す CFA においても、G の画素はベイヤー配列と同じサンプル密度を有するように、ベイヤー配列における R 画素、B 画素の位置に特殊波長 C1 及び C2 の画素を配置している。また、実際の撮像素子は、図 3 の CFA が繰り返し配置されることにより構成される。

【0075】

さらに、前述した特許文献 2 等において用いられるカラーフィルタは、例えば図 4 のグラフのような分光感度特性を有するカラーフィルタである。特許文献 2 等では、C1 及び C2 を用いて得られる画素値も通常画像を生成するために用いる。そのため、B 及び G の

10

20

30

40

50

相対感度が低くなる範囲をC 1及びC 2で補うために、特殊波長用のC 1及びC 2のバンドがB及びGのバンドと重複している。

【0076】

一方、本実施形態において用いられるカラーフィルタは、例えば図5のグラフのような分光感度特性を有するカラーフィルタである。本実施形態では、特許文献2等と異なり、補正情報を生成するためにC 1及びC 2から得られる画素値を使用する。そのため、特殊波長用のC 1及びC 2のバンドは、R、G、Bのいずれとも区別しやすいバンドであることが望ましく、図5の例でもC 1及びC 2は、R、G、Bのいずれのバンドとも重複していない。

【0077】

2.2 処理の詳細

次に、補正画像生成処理の流れについて図6を用いて説明する。ここでは、先に処理全体の流れを簡単に説明し、その後、各ステップの詳細について説明する。

【0078】

まず、マルチバンド撮像素子107から得られたRAWデータ（入力データ）の読み込みを行い（S401）、RGB画素のデータに対してデモザイキング処理を行い、通常画像（RGB画像）を生成する（S402）。

【0079】

さらに、特殊波長画素のデータに対してもデモザイキング処理を行い、特殊波長補間画像を生成する（S403）。

【0080】

そして、予めスペクトル推定部119に記憶されている光源情報の読み込みを行い（S404）、ステップS403で生成された特殊波長補間画像と、ステップS404で読み出された光源情報を用いてスペクトル推定処理を行う（S405）。

【0081】

次に、ステップS405で推定されたスペクトル情報を用いて通常画像に対する補正情報を生成する（S406）。最後に、ステップS402で生成された通常画像をステップS406で生成された補正情報に対応させるために領域分割処理を行った後（S407）、通常画像に補正処理を行うことで補正画像を生成する（S408）。

【0082】

ここで、ステップS402及びステップS403の通常画像生成処理について説明する。

【0083】

通常、3種類のカラーフィルタのベイヤー配列のCFAにおいて、最も密度の高いGの画素の情報を用いてデモザイキング処理をする手法が一般的である。図3に示すようなマルチバンド撮像素子でもGの画素をデモザイキング処理し、Gの通常画像の高周波成分を利用してRおよびBのデモザイキング処理を行うことが可能である。特許文献4には、補間を行う注目画素に対して、周辺の画素情報やエッジの方向を考慮して補間を行う技術が公開されている。

【0084】

特殊波長画素のデモザイキングについても種々のデモザイキング手法で通常画像を生成することが可能である。ただし、図3のマルチバンド撮像素子では、RGBの画素と比べて特殊波長C 1及びC 2の画素のサンプル密度は低い。このため、高周波成分の情報を復元出来ずに全体的にボケた画像になってしまう。

【0085】

このステップS402およびステップS403での通常画像生成処理において、RGBの通常画像を生成する際にはRGB画素だけの情報を使用し、特殊波長の補間画像を生成する際には特殊波長画素の情報だけを使用して補間処理を行う。RGBと特殊波長の分光感度特性に相関が無い場合には、RGBと特殊波長を独立してデモザイキング処理することで、特殊波長画素のみで撮像された構造（エッジ情報）を保持することが可能である。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 6 】

ただし、R G Bと特殊波長の分光感度特性に相関がある場合には、全てのバンドの情報を
使用してデモザイキング処理することで、高周波成分を保持した通常画像の生成が可能
である。通常画像を生成する際にどのバンドの情報を使用するかは、R G Bと特殊波長の
分光感度特性に相関があるかどうかにより判断する。また、通常画像と特殊波長補間画像
は同じ解像度である必要はない。

【 0 0 8 7 】

次に、ステップ S 4 0 5 のスペクトル推定処理について説明する。

【 0 0 8 8 】

マルチバンド撮像された画像から被写体の分光反射率を推定する手法として、画素毎に
分光反射率を推定する手法が知られている。

10

【 0 0 8 9 】

撮像された画像の位置 (x 、 y)、バンド b における画素値 g (x 、 y 、 b) と、対応
する被写体の分光反射率 t (x 、 y 、) の間には、次式 (1) の関係が成り立つ。

【 0 0 9 0 】

【 数 1 】

$$g(x, y, b) = \int f(b, \lambda) s(\lambda) e(\lambda) t(x, y, \lambda) d\lambda + n(b) \quad \cdots (1)$$

【 0 0 9 1 】

ここで、 は波長、 f (b 、) はバンド b のカラーフィルタの分光感度特性、 s ()
はカメラの分光感度特性、 e () は光源の分光放射特性、 n (b) はバンド b における撮像
ノイズを表す。なお、 b はバンドを識別する通し番号であり、図 2 の C F A においては 1
b 5 を満たす整数値である。実際の計算では、式 (1) を波長方向に離散化した次式
(2) を用いる。

20

【 0 0 9 2 】

【 数 2 】

$$G(x, y) = F E S T(x, y) + N \quad \cdots (2)$$

【 0 0 9 3 】

ここで、波長方向のサンプル点数を D、バンド数を B とすれば、 G (x 、 y) は位置 (x 、 y)
における画素値 g (x 、 y 、 b) に対応する B 行 1 列の行列である。同様に T (x 、 y) は t (x 、 y 、)
に対応する D 行 1 列の行列、 F は f (b 、) に対応する B 行 D 列の行列である。 S は D 行 D 列の対角行列であり、対角要素が s ()
に対応している。 E も同様に D 行 D 列の対角行列であり、対角要素が e () に対応している。

30

【 0 0 9 4 】

また、 N は n (b) に対応する B 行 1 列の行列である。式 (2) では、行列を用いて複数の
バンドに関する式を集約しているため、バンド数を表す変数 b が陽に記述されていない。
また、波長 に関する積分は行列の積に置き換えられている。

【 0 0 9 5 】

次に被写体の分光反射率を推定する手法として、 W i e n e r 推定を用いる。 W i e n e r 推定は、
ノイズが重畳された信号から原信号を推定する手法であり、分光反射率の推定値 (式 (3) の左辺) は次式 (3) で求めることができる。

40

【 0 0 9 6 】

【 数 3 】

$$\hat{T}(x, y) = R_{ss} (FSE)^t ((FSE) R_{ss} (FSE)^t + R_{nn})^{-1} G(x, y) \quad \cdots (3)$$

【 0 0 9 7 】

ここで、 R_{ss} は D 行 D 列の行列であり、対象とする被写体の分光反射率の共分散行列
を表す。 R_{nn} は B 行 B 列の行列であり、撮像に使用するカメラのノイズの共分散行列を
表す。また ()^t は転置行列を、 ()⁻¹ は逆行列をそれぞれ表す。

50

【 0 0 9 8 】

なお、上記では、通常画像に対して画素毎にスペクトル推定を行う手法について説明を行ったが、スペクトル推定手法はこれに限られるものではない。例えば、マルチバンド撮像素子 1 0 7 から得られた R A W データの状態画素領域毎にスペクトル推定を行うものでもよい。R A W データから直接スペクトル推定を行う手法として、学習用データに対する主成分分析により予め求められた領域毎の基底データを使用して、基底データの線形結合によりスペクトル推定を行う手法を適用することが可能である。R A W データから直接スペクトル推定を行うことで、デモザイキング処理の精度がスペクトル推定に影響するのを避けることが可能である。ただし、スペクトル推定手法はデモザイキング済みのデータに対して処理する手法が多く、特殊波長の補間画像を生成しておくことで、様々なスペクトル推定手法を適用することが可能となる。

10

【 0 0 9 9 】

また、スペクトル推定に使用するバンドは全バンドである必要はない。例えば図 7 に示す C F A のように特殊波長の画素の種類が多い場合には、特殊バンドの情報のみからスペクトルを推定してもかまわない。4 種類以上の情報を用いてスペクトル推定を行うことで、3 種類の情報を用いるよりも高精度なスペクトル推定が可能である。ただし、図 3 に示す C F A のように特殊波長の画素の種類が 3 種類以下の場合には、R G B の通常画像も使用してスペクトル推定を行う。

【 0 1 0 0 】

また、スペクトル推定に使用する光源情報は、予めスペクトル推定部 1 1 9 に保持されている光源情報を使用した。図 2 に示す光源検出センサ 1 2 4 から得られた情報を使用することも可能である。光源検出センサからの情報を用いることで、予め情報を保持していない光源にも対応することが可能となる。

20

【 0 1 0 1 】

次に、ステップ S 4 0 6 の補正情報生成処理について説明する。

【 0 1 0 2 】

ここでは、色再現性の向上を目的として、スペクトルデータの画素毎に補正情報を生成する例について説明する。スペクトルデータの画素毎に補正情報を生成する手法は特許文献 5 に公開されている。

【 0 1 0 3 】

すなわち、ステップ S 4 0 5 で推定されたスペクトルデータを用いて、推定されたスペクトルデータの画素 (p , q) 毎に対応付けられるマトリクスを生成し、この画素 (p , q) 毎のマトリクスのデータと、画素 (p , q) に関する画素位置データとの組を出力する。

30

【 0 1 0 4 】

具体的には、図 8 に示すような縦方向に M 1 個、横方向に M 2 個、波長方向に D 個の要素を有するスペクトルデータを受け取り、受け取ったスペクトルデータから式 (4) によって、スペクトルデータの画素 (p , q) 毎のマトリクスを全画素位置に関して生成し、生成した画素毎のマトリクスのデータと、画素 (p , q) に関する画素位置データとの組を出力する。ここで、スペクトルデータの画素の数は、スペクトルデータの要素の数と同一である。つまり、p は 0 < p M 1 を満たす自然数であり、q は 0 < q M 2 を満たす自然数である。

40

【 0 1 0 5 】

【 数 4 】

$$A(p,q) = KK^T H^T (HKK^T H^T + C)^{-1} \cdots \quad (4)$$

【 0 1 0 6 】

ここで、A (p , q) はスペクトルデータの画素 (p , q) 毎に定められたマトリクスを意味する。また、K は M 個のスペクトルデータを列ベクトルとして配列した D 行 M 列の行列を意味する。さらに H はオリジナルのスペクトル情報 T (x , y) とそれに対応する

50

画像データ $G(x, y)$ と、画像データに含まれるノイズを示す 3 次元列ベクトル N との間の式 (5) で示す入出力関係を規定する 3 行 D 列の行列を意味し、具体的には式 (6) で表される。また、 C はノイズの共分散行列を意味する。

【 0 1 0 7 】

【 数 5 】

$$G(x, y) = HT(x, y) + N \quad \cdots \quad (5)$$

【 0 1 0 8 】

【 数 6 】

$$H = FES \quad \cdots \quad (6)$$

10

【 0 1 0 9 】

なお、本実施形態では、領域毎に補正情報を生成したが、当然画像全体に対して 1 つの補正情報を生成しても構わない。画像全体に対して 1 つの補正情報を生成することにより、簡便な処理が可能となる。画像全体に対して 1 つの補正情報を生成する場合には、例えば次式 (7) で表すことが可能である。ここで、 A_w は画像全体に対する補正マトリクスを、 M はスペクトルデータの数、つまり $M_1 \times M_2$ を意味する。

【 0 1 1 0 】

【 数 7 】

$$A_w = \frac{1}{M} KK^T H^T \left(\frac{1}{M} H K K^T H^T + C \right)^{-1} \quad \cdots \quad (7)$$

20

【 0 1 1 1 】

次に、ステップ S 4 0 7 の領域分割処理について説明する。

【 0 1 1 2 】

ここでは、ステップ S 4 0 2 で生成された通常画像に対して、ステップ S 4 0 6 で生成された補正マトリクスとの対応をとるための領域分割処理を行い、通常画像の 1 つの領域が 1 つの補正マトリクスに対応するようにする。

【 0 1 1 3 】

図 8 に示す通り、通常画像が縦方向に N_1 個、横方向に N_2 個の要素を有し、スペクトルデータが縦方向に M_1 個、横方向に M_2 個の要素を有する際に、通常画像の領域は縦方向に N_1 / M_1 、横方向に N_2 / M_2 のサイズの領域に分割される。

30

【 0 1 1 4 】

ただし、ステップ S 4 0 3 での特殊波長補間画像を縦方向に N_1 個、横方向に N_2 個のサイズで生成、もしくはステップ S 4 0 6 の補正情報生成処理時にスペクトルデータを N_1 、 N_2 のサイズにアップサンプリングする処理を行う場合には、このステップ S 4 0 7 の領域分割処理は不要である。また、当然、ステップ S 4 0 6 で画像全体に対して 1 つの補正情報を生成した場合もステップ S 4 0 7 の領域分割処理は不要である。

【 0 1 1 5 】

次に、ステップ S 4 0 8 の補正画像生成処理について説明する。

【 0 1 1 6 】

ステップ S 4 0 8 では、ステップ S 4 0 7 で領域分割された通常画像に対して、ステップ S 4 0 6 で生成された補正マトリクスを使用して補正画像を生成する。補正画像を生成するために、まずは通常画像と補正マトリクスを使用して、画素毎のスペクトルを推定し、推定されたスペクトルデータを RGB データに変換することで、補正画像が生成される。

40

【 0 1 1 7 】

画素毎のスペクトルは式 (8) で求められる。

【 0 1 1 8 】

【 数 8 】

$$\hat{T}_{p,q}(x, y) = A(p, q)G(x, y) \quad \cdots \quad (8)$$

50

【 0 1 1 9 】

そして、スペクトル推定手段により R G B へと変換するマトリクスを作成し、通常画像を生成することが出来る。ここで、スペクトルデータを R G B へと変換するには、式 (9) ~ 式 (1 1) の 3 刺激値 X Y Z を経由するのが一般的である。(1) 式において、f (b、) には等色関数で規定されている x_t 、 y_t 、 v_t をそれぞれ使用する。ここで、式 (1 2) は式 (8) の左辺を波長方向に連続的な形式に変換したものである。

【 0 1 2 0 】

【 数 9 】

$$X(x, y) = \int x_t(\lambda) s(\lambda) e(\lambda) \hat{t}(x, y, \lambda) d\lambda + n \quad \cdots \quad (9)$$

10

【 0 1 2 1 】

【 数 1 0 】

$$Y(x, y) = \int y_t(\lambda) s(\lambda) e(\lambda) \hat{t}(x, y, \lambda) d\lambda + n \quad \cdots \quad (10)$$

【 0 1 2 2 】

【 数 1 1 】

$$Z(x, y) = \int z_t(\lambda) s(\lambda) e(\lambda) \hat{t}(x, y, \lambda) d\lambda + n \quad \cdots \quad (11)$$

【 0 1 2 3 】

【 数 1 2 】

$$\hat{t}(x, y, \lambda) \quad \cdots \quad (12)$$

20

【 0 1 2 4 】

3 刺激値 X Y Z から R G B への変換は 3×3 のマトリクスを用いて式 (1 3) により求める。

【 0 1 2 5 】

【 数 1 3 】

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \quad \cdots \quad (13)$$

30

【 0 1 2 6 】

これらの処理により、高精度に推定されたスペクトル情報を用いた通常画像の補正が可能となる。本実施形態では、4 種類以上のデータから推定されたスペクトルデータを用いて、通常画像の各画素位置における色を補正することで、色再現性の向上が可能となる例について説明した。R G B のサンプル密度は極力減らさないようにしながら、R G B 以外の波長情報を取得可能な画素を配置した C F A を使用し、エッジ等の画質に関わる情報は通常画像を、色再現性に関わるスペクトル情報は 4 種類以上から推定されたスペクトルをそれぞれ使用することで、3 種類のカラーフィルタの撮像装置で撮像した画像に比べて、画質劣化を最小限に抑えながらも色再現性を向上した画像が生成可能である。

40

【 0 1 2 7 】

2 . 3 変形例

本変形例では、推定されたスペクトルデータを用いて特定領域 (被写体) を検出し、検出された領域を強調処理した画像を通常画像に重畳させた補正画像を生成する例について説明する。

【 0 1 2 8 】

本変形例のシステム構成例を図 9 に示す。本変形例のシステム構成は、第 1 の実施形態の構成を基本とするが、デジタルプロセス回路 1 1 0 内で行う処理の内容が異なる。具体的には、図 9 に示すように、デジタルプロセス回路 1 1 0 は、注目領域検出部 1 4 0 と、表示態様設定部 1 5 0 とをさらに含む。

50

【 0 1 2 9 】

ここで、注目領域検出部 1 4 0 は、補正画像内で強調して表示したい注目領域を検出する。

【 0 1 3 0 】

これに対して、表示態様設定部 1 5 0 は、注目領域検出部 1 4 0 が検出した注目領域に対して表示態様の変更処理を行う。

【 0 1 3 1 】

なお、注目領域検出部 1 4 0 と、表示態様設定部 1 5 0 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。

10

【 0 1 3 2 】

次に、本変形例での補正画像生成の処理の流れについて図 1 0 を用いて説明する。なお、ステップ S 7 0 1 から S 7 0 5 までは第 1 の実施形態と同様なので説明を省略する。

【 0 1 3 3 】

まず、検出したい対象物のスペクトル情報（検出対象スペクトル情報）を読み込み（S 7 0 6）、ステップ S 7 0 5 で推定されたスペクトルデータと、読み込んだ検出対象スペクトル情報との比較を行い、特定のスペクトルを有する領域を検出する（S 7 0 7）。

【 0 1 3 4 】

推定されたスペクトル値のデータと、検出対象スペクトルデータとの比較方法としては、例えば波長毎の差を用いて評価する。図 1 1 に示すような 2 つのスペクトルデータ R 1（実線）と R 2（破線）の比較を行う場合には、次式（1 4）により求められる E の値を画素毎の評価値とすることが可能である。もしくは簡便な処理のために、予め設定された閾値以下であれば、2 つのスペクトルデータ R 1 と R 2 は一致していると判定することも可能である。式（1 4）では波長の範囲を 3 8 0 - 7 8 0 n m と記載しているが、任意の範囲で計算可能である。

20

【 0 1 3 5 】

【 数 1 4 】

$$E = \frac{1}{n} \sum_{i=380}^{780} \sqrt{(R_1(\lambda_i) - R_2(\lambda_i))^2} \quad \cdots \quad (14)$$

30

【 0 1 3 6 】

ここで、 λ は波長を、n は波長方向のサンプル点数を表す。

【 0 1 3 7 】

そして、求められた E の値に基づき、図 1 2 のような 2 次元の評価値マップを作成する。E の値は低い程検出したいスペクトルに近いことを意味するが、図 1 2 ではわかりやすさのために輝度値が明るい程、検出したいスペクトルに近い領域であることを示している。

【 0 1 3 8 】

そして、ステップ S 7 0 2 で生成された通常画像と、ステップ S 7 0 7 で生成された評価値マップを用いて、検出したいスペクトルデータを持つ領域だけを強調して表示する（S 7 0 8）。特定領域を強調して表示する方法としては、例えば、評価値マップで検出したいスペクトルに近いと判定されている領域のみコントラストを上げた画像を生成する方法などがある。

40

【 0 1 3 9 】

本変形例では、4 種類以上のデータから領域毎に推定されたスペクトルデータを、検出したい特定被写体のスペクトルデータと比較することで特定領域の検出を行い、検出された領域のみを強調表示した通常画像を生成する例について説明した。本発明のように撮像素子が 1 つである撮像装置では、動画像として特定領域を検出して視認性を高めた画像を表示することが可能であり、医療用画像において、血管や病変部の検出を目的とした撮影に効果的である。医療用画像においては、7 8 0 n m よりも長波長側の近赤外と呼ばれる

50

波長帯域の情報が有効な場合があるが、本発明は近赤外領域においても同様の効果を得ることが可能である。

【 0 1 4 0 】

また、本変形例ではスペクトルデータに基づき検出された領域情報は、通常画像の強調表示のみに使用したが、その他の処理に使用することも可能である。例えば、動画像においてスペクトルデータに基づき検出された領域情報を使用して、特定の被写体を追跡するトラッキング処理を行うことが可能である。

【 0 1 4 1 】

3 . 第 2 の実施形態

本実施形態では、未知の光源下での撮像時に、特殊波長画素の情報により光源推定を行い、推定された光源情報を用いて画像の色味を補正するホワイトバランス補正を行う例について説明する。

【 0 1 4 2 】

3 . 1 システム構成例

本実施形態では、図 1 に示す第 1 の実施形態の構成を基本とするが、デジタルプロセス回路 1 1 0 内で行う処理の内容が異なる。具体的には、スペクトル推定部 1 1 9 と、補正情報生成部 1 2 0 と、補正画像生成部 1 2 1 の処理が異なる。詳しくは後述する。

【 0 1 4 3 】

図 1 3 は本実施形態におけるマルチバンド撮像素子の例として、R G B の画素に加えて 1 6 種類特殊波長画素 C 1 ~ C 1 6 が配置された C F A を示している。1 6 種類程度の情報が得られれば十分な精度で光源推定を行えるという知見が経験的に得られている。そこで、本実施形態ではこの 1 6 種類の画素の情報を用いて光源を推定する。本実施形態において用いられるカラーフィルタは、例えば図 1 4 のグラフのような分光感度特性を有するカラーフィルタである。

【 0 1 4 4 】

3 . 2 処理の詳細

次に、ホワイトバランス補正画像生成処理の流れについて図 1 5 のフローチャートを用いて説明する。

【 0 1 4 5 】

まず、マルチバンド撮像素子から得られた R A W データ（入力データ）の読み込みを行い（S 1 1 0 1）、R G B 画素のデータに対してデモザイキング処理を行い、通常画像を生成する（S 1 1 0 2）。

【 0 1 4 6 】

さらに、特殊波長画素のデータに対してもデモザイキング処理を行い特殊波長補間画像を生成する（S 1 1 0 3）。ただし、本実施形態においては、その後のステップの処理を簡便化するためにデータ数が少ないことが望ましい。そのため、特殊波長の補間処理を行わずに、ステップ S 1 1 0 1 の入力データの読み込みの際に、特殊波長画素だけを読み込む間引き読み出しを行うように撮像素子ドライバ 1 0 8 を設定しておいてもよい。全画素数が 4 0 0 0 × 3 0 0 0 画素の撮像素子において、図 1 3 の C F A を使用した場合、特殊波長画素だけ間引き読み出しを行い、図 1 6 に示す赤枠内を同一の画素として扱った場合、2 5 0 × 3 7 5 画素のデータとなる。各赤枠内には C 1 ~ C 1 6 の全ての画素の情報が含まれているためにデモザイキング処理を行う必要が無く、このデータをそのまま使用することが可能である。

【 0 1 4 7 】

次に、通常画像内で光源色画素を抽出する（S 1 1 0 4）。光源色画素の抽出方法としては、例えば色温度（R / G、B / G）を算出し、図 1 7 に示すように黒体放射軌跡の周辺領域内に含まれていれば光源色と判定することが可能である。ここで、処理の簡易化のためにデータ数は少ない方が望ましいため、例えばステップ S 1 1 0 3 で算出される 2 5 0 × 3 7 5 画素のサイズに通常画像を縮小したデータを使用しても構わない。

【 0 1 4 8 】

10

20

30

40

50

そして、光源色として推定された画素の光源スペクトルデータを算出する（S 1 1 0 5）。光源色と推定された画素は被写体の分光反射率が波長によらず一定（白色被写体）であることが想定されるので、光源のスペクトルを推定することが可能である。つまり、第1の実施形態では、（1）式において被写体の分光反射率 $t(x, y, \quad)$ を推定する処理を行ったが、本実施形態では、 $e(\quad)$ の推定を行うこととなる。

【0 1 4 9】

しかし、ステップ S 1 1 0 4 で抽出された画素は色温度の評価では光源色と判定されていても、有彩色の被写体を光源色と誤認識している可能性がある。

【0 1 5 0】

そこで、予め補正情報生成部 1 2 0 に記憶されている光源スペクトルデータを読み込み（S 1 0 6）、推定された光源スペクトルデータとの比較を行い、光源色であるか改めて判定を行う（S 1 1 0 7）。色温度では光源色なのか被写体色なのか区別不可能な色であっても、スペクトルで比較することで区別可能である。

【0 1 5 1】

そして、通常画像を領域分割し（S 1 1 0 8）、ステップ S 1 1 0 7 での判定結果に基づき、通常画像に対するホワイトバランス補正係数に基づいて、補正画像を生成する（S 1 1 0 9）。光源の推定、補正係数の作成は画像全体に対して1つでも構わないし、任意の画素領域毎に行っても構わない。画像全体に対して1つの補正係数を使用する場合は、ステップ S 1 1 0 8 の領域分割処理は必要無い。

【0 1 5 2】

これらの処理により、光源色の抽出精度が向上し、正しいホワイトバランス処理を行うことが可能となる。なお、本実施形態では、ステップ S 1 1 0 4 の光源色画素の抽出処理は通常画像を用いて行ったが、当然特殊波長画素の情報を用いて判定しても構わない。すなわち、特殊波長画素から色温度を算出してもよい。色温度の算出方法としては、特殊波長画素の情報を色温度空間に射影する方法、もしくは特出波長画素が R G B のいずれかに属すると仮定し、R G B の情報として（R / G、B / G）を算出することが可能である。ただし、R G B 画素に比べて特殊波長画素は離れて配置されているために、異なる被写体の情報を1つの情報として扱ってしまう可能性がある。光源推定精度を重視する場合には、通常画像生成が難しくなるが、図 1 8 に示すような特殊波長画素がまとまって配置されている C F A を用いることが可能である。この場合にはステップ S 1 1 0 4 での光源色画素抽出処理を高精度に行うことが可能であり、ステップ S 1 1 0 6 で読み込む光源スペクトルとの比較を行わずに、ステップ S 1 1 0 5 で推定される光源スペクトルをそのまま、光源推定の結果としてステップ S 1 1 0 9 での補正画像生成処理に用いてもよい。

【0 1 5 3】

3 . 3 変形例

本変形例では、光源色画素を推定することなく、直接スペクトルデータの比較により光源推定を行い、ホワイトバランスを補正した画像を生成する例について説明する。

【0 1 5 4】

本変形例では、第2の実施形態の構成を基本としてデジタルプロセス回路 1 1 0 内での処理が異なる。具体的には、スペクトル推定部 1 1 9 が行う処理の内容が異なる。

【0 1 5 5】

次に、本変形例の処理の流れについて図 1 9 のフローチャートを用いて説明する。

【0 1 5 6】

第2の実施形態では、画像内の光源色画素を抽出してから光源スペクトル推定を行ったが、本変形例では特殊波長画素の全画素に対してスペクトルを算出する（S 1 5 0 4）。しかし、光源の情報、被写体の分光反射率が未知の状態であるため、このままではスペクトル推定処理は行えない。そこで、本例では、光源は波長によらず一定な光源（白色光源）であると仮定し、スペクトル推定を行う。

【0 1 5 7】

次に、光源スペクトル情報を読み込む（S 1 5 0 5）。例えば、図 2 0 に示す三波長型

10

20

30

40

50

昼白蛍光灯のように特定の波長領域に輝線が立ったスペクトルを持った光源情報を読み込む。そして、ステップ S 1 5 0 4 で推定されたスペクトルデータと、ステップ S 1 5 0 4 で読み込まれた光源スペクトルデータを比較し、特定の波長領域の輝線のような特徴が一致するか判定を行い、光源推定を行う (S 1 5 0 6)。被写体を照射する光源が輝線のような特徴を持ったスペクトルである場合、推定されたスペクトルデータにもその特徴が反映されていることが予想される。

【 0 1 5 8 】

本変形例では、太陽灯のような広い波長領域に対してブロードなスペクトルを持つ光源の検出には不向きであるが、一般的にホワイトバランス補正が難しいとされている蛍光灯のような輝線を持った光源に対して効果的である。

10

【 0 1 5 9 】

4. 手法のまとめ

次に、第 1 の実施形態及び第 2 の実施形態の手法についてまとめて説明する。

【 0 1 6 0 】

以上の実施形態の撮像装置 1 0 1 では、3 バンド以上の通常画像生成用カラーフィルタ 1 0 7 1 と、通常画像生成用カラーフィルタ 1 0 7 1 とは分光感度特性が異なる補正情報生成用カラーフィルタ 1 0 7 2 とがアレイ状に配置されたカラーフィルタアレイを有する撮像素子 1 0 7 と、通常画像生成用カラーフィルタ 1 0 7 1 を用いて得られた画素値の補間処理を行うことで、欠落画素の画素値が補間された通常画像の生成処理を行う通常画像生成部 1 1 8 と、少なくとも補正情報生成用カラーフィルタ 1 0 7 2 を用いて得られた画素値に基づいて、スペクトル推定処理を行うスペクトル推定部 1 1 9 と、スペクトル推定部 1 1 9 により得られるスペクトル推定値に基づいて、通常画像の画素値を補正する補正情報を生成する補正情報生成部 1 2 0 と、補正情報に基づいて通常画像の補正処理を行って、補正画像を生成する補正画像生成部 1 2 1 と、を含む。

20

【 0 1 6 1 】

本実施形態では、例えば前述した図 3 のように、各画素に対して、1 つのバンドに対応するカラーフィルタが割り当てられている。さらに、通常画像生成用カラーフィルタ 1 0 7 1 としては、R 用、G 用、B 用のカラーフィルタを用い、補正情報生成用カラーフィルタ 1 0 7 2 としては、C 1 用、C 2 用のカラーフィルタを用いる。

【 0 1 6 2 】

そして、通常画像生成部 1 1 8 が、通常画像生成用カラーフィルタ 1 0 7 1 を用いて得られた画素値の補間処理を行い、欠落画素の画素値が補間された通常画像を生成する。

30

【 0 1 6 3 】

ここで、前述したように、本例では、各画素に対して 1 つのバンドに対応するカラーフィルタが割り当てられているため、G 用のカラーフィルタが割り当てられている画素については、G の画素値のみが得られ、その他の R、B、C 1、C 2 の画素値が得られない。このように、この画素については、R、B、C 1、C 2 に対しての画素値が欠落しているため、R、B、C 1、C 2 についての欠落画素と呼ぶ。

【 0 1 6 4 】

したがって、例えば R の欠落画素に対しては、その欠落画素の周囲の画素において得られた R の画素値を用いて補間処理を行い、その画素における R の画素値を推定する。

40

【 0 1 6 5 】

ここでは、通常画像生成用カラーフィルタ 1 0 7 1 を用いて得られた画素値、すなわち、R 用、G 用、B 用のカラーフィルタを用いて得られた画素値を用いて、補間処理を行う。その結果として、全ての画素について R、G、B の画素値が求められた通常画像が得られる。

【 0 1 6 6 】

次に、スペクトル推定部 1 1 9 が、通常画像生成用カラーフィルタ 1 0 7 1 と補正情報生成用カラーフィルタ 1 0 7 2 のうち、少なくとも補正情報生成用カラーフィルタ 1 0 7 2 を用いて得られた画素値に基づいて、スペクトル推定処理を行う。スペクトル推定処理

50

の具体例については、前述した通りである。

【 0 1 6 7 】

そして、補正情報生成部 1 2 0 が、スペクトル推定値に基づいて、通常画像の画素値を補正する補正情報を生成する。

【 0 1 6 8 】

さらに、補正画像生成部 1 2 1 が、補正情報に基づいて通常画像の補正処理を行って、補正画像を生成する。

【 0 1 6 9 】

これにより、画質の劣化を抑えながら、推定したスペクトル情報を用いて通常画像の補正をすることができる。

【 0 1 7 0 】

また、単板マルチバンド撮像素子 1 0 7 を使用することでコスト、装置の肥大化を抑えることも可能となる。

【 0 1 7 1 】

ここで、通常画像の精度を低下させないためには、ベイヤー配列に比べて、通常画像生成用カラーフィルタのサンプル密度をできる限り減らさずに補正情報生成用カラーフィルタを配置することが望ましい。

【 0 1 7 2 】

すなわち、通常画像生成用カラーフィルタ 1 0 7 1 は、R 用のカラーフィルタと、G 用のカラーフィルタと、B 用のカラーフィルタを有していてもよい。そして、補正情報生成用カラーフィルタ 1 0 7 2 は、R 用カラーフィルタと G 用のカラーフィルタと B 用のカラーフィルタのいずれのカラーフィルタよりも低いサンプル密度で、カラーフィルタアレイに配置されてもよい。

【 0 1 7 3 】

これにより、R G B の通常画像の精度の低下を最小限に抑えること等が可能となる。なお、補正情報生成用カラーフィルタから得られる画素値は通常画像の補正に使用するのみであるため、補正情報生成用カラーフィルタを高い密度で配置する必要がない。

【 0 1 7 4 】

また、カラーフィルタは、通常画像生成用カラーフィルタ 1 0 7 1 のうちの G 用のカラーフィルタが、奇数行の奇数列及び偶数行の偶数列、又は奇数行の偶数列及び偶数行の奇数列に配置されてもよい。

【 0 1 7 5 】

すなわち、ベイヤー配列と同様に G 用のカラーフィルタが市松模様上に配置されていてもよい。

【 0 1 7 6 】

これにより、高精度な G の通常画像が生成可能であり、G の通常画像の高周波成分を用いて R、B の補間を行えば、R、B の通常画像の精度低下も抑えること等が可能となる。

【 0 1 7 7 】

ここで、前述したように、補正情報生成用カラーフィルタ 1 0 7 2 は、通常画像生成用カラーフィルタ 1 0 7 1 よりも低い密度で配置されている。そのため、図 8 を用いて説明したように、補正情報生成用カラーフィルタ 1 0 7 2 を用いて得られる画素値の数は、通常画像全体の画素数よりも小さい。

【 0 1 7 8 】

そこで、補正情報生成部 1 2 0 は、スペクトル推定処理において、一つの画素値から得られる一つのスペクトル推定値のデータに基づいて、通常画像の複数の画素値に対する補正情報を生成してもよい。

【 0 1 7 9 】

これにより、通常画像の一つの画素に対して補正情報を生成する処理を行わなくて済み、処理量を軽減すること等が可能になる。

【 0 1 8 0 】

10

20

30

40

50

また、第１の実施形態及び第２の実施形態の撮像装置１０１は、特定の波長帯域における情報を有する被写体像を含む通常画像において、注目すべき領域である注目領域を、スペクトル推定値のデータに基づいて検出する注目領域検出部１４０と、検出した注目領域に対して表示態様設定処理を行う表示態様設定部１５０と、を含んでもよい。

【０１８１】

表示態様設定処理では、例えば、注目領域を明るく表示し、一方で注目領域の外を暗く表示したり、注目領域を赤線で囲む等の視認性を高めるような画像処理を行う。

【０１８２】

これにより、医療用画像などにおいて、病変検出、血管検出などの視認性を高めること等が可能となる。特に前述した第１の実施形態及び第２の実施形態では、単板の撮像素子１０７を用いているために、リアルタイムでの動画像表示を行うこと等が可能である。

10

【０１８３】

また、第１の実施形態及び第２の実施形態の撮像装置１０１は、補正情報生成用カラーフィルタ１０７２を用いて得られる画素値に基づいて、補正情報を生成するために用いる特殊波長補間画像の生成処理を行う特殊波長補間画像生成部１３０を含んでもよい。そして、特殊波長補間画像生成部１３０は、補正情報生成用カラーフィルタを用いて得られた画素値の補間処理を生成処理として行って、欠落画素の画素値が補間された特殊波長補間画像を生成してもよい。さらに、スペクトル推定部１１９は、特殊波長補間画像に基づいてスペクトル推定処理を行ってもよい。

【０１８４】

20

これにより、特殊波長補間画像を利用する様々なスペクトル推定手法を適用すること等が可能となる。

【０１８５】

また、特殊波長補間画像生成部１３０は、通常画像生成部１１８により生成される通常画像よりも解像度が低い特殊波長補間画像を生成してもよい。そして、スペクトル推定部１１９は、少なくとも特殊波長補間画像の画素値に基づいて、特殊波長補間画像の解像度でスペクトル推定処理を行ってもよい。さらに、補正情報生成部１２０は、スペクトル推定処理の結果得られた一つのスペクトル推定値のデータに基づいて、通常画像の複数の画素値に対する補正情報を生成してもよい。そして、補正画像生成部１２１は、生成された補正情報を用いて、通常画像の解像度で補正処理を行ってもよい。

30

【０１８６】

なお、通常画像の解像度で補正処理を行うとは、図８を用いて前述したように、一つの補正情報を通常画像の複数の画素値に対する補正処理に用いるという意味である。

【０１８７】

これにより、解像度が特殊波長補間画像を用いて補正情報の生成処理を行うこと等が可能となるため、処理量を軽減すること等が可能になる。

【０１８８】

また、スペクトル推定部１１９は、通常画像から光源の色を表す光源色画素を抽出し、抽出した光源色画素の光源スペクトルを推定して、光源スペクトル推定値を求めてもよい。そして、補正情報生成部１２０は、光源スペクトル推定値のデータと、予め記憶されている光源スペクトルデータとを比較して、光源を推定してもよい。

40

【０１８９】

これにより、ＲＧＢの画素値の情報だけでは光源の判別が難しいシーンであっても、高精度な光源推定を行うこと等が可能となる。

【０１９０】

また、補正画像生成部１２１は、通常画像に対して、推定された光源に基づいてホワイトバランスを補正する補正処理を行ってもよい。

【０１９１】

これにより、ＲＧＢの画素値の情報だけでは光源の判別が難しいシーンであっても、高精度なホワイトバランス補正を行うこと等が可能となる。

50

【 0 1 9 2 】

また、補正情報生成部 1 2 0 は、通常画像内に設定された複数の領域の領域毎に補正情報を生成してもよい。そして、補正画像生成部 1 2 1 は、補正情報生成部 1 2 0 により生成された通常画像内の領域毎の補正情報を用いて通常画像に対する補正処理を行ってもよい。

【 0 1 9 3 】

これにより、画像に設定した複数の領域の領域毎に、より高精度な補正処理を行うこと等が可能になる。具体的には、前述した注目領域や後述する特定スペクトル領域の判定精度向上や、画像内で異なる光源が存在する場合のホワイトバランスの補正に効果的である。

10

【 0 1 9 4 】

また、補正情報生成部 1 2 0 は、スペクトル推定部 1 1 9 により推定されたスペクトル推定値のデータと、予め記憶されている検出対象のスペクトルデータとの比較処理を行い、比較処理の結果に基づいて、特定のスペクトルを有する特定スペクトル領域を検出し、検出した特定スペクトル領域の検出結果に基づいて、補正情報を生成してもよい。

【 0 1 9 5 】

これにより、特定のスペクトルデータを有する特定スペクトル領域の検出を行うこと等が可能となり、R G B の情報だけではその領域の検出が難しいシーンであっても、高精度な領域検出を行うこと等が可能になる。

【 0 1 9 6 】

また、スペクトル推定部 1 1 9 は、特殊波長補間画像から光源の色を表す光源スペクトルデータ測定画素を抽出し、抽出された光源スペクトルデータ測定画素の光源スペクトルを推定して、光源スペクトル推定値を求めてもよい。そして、補正画像生成部 1 2 1 は、通常画像に対して、光源スペクトル推定値に基づきホワイトバランスを補正する処理を行ってもよい。

20

【 0 1 9 7 】

これにより、特殊波長補間画像から得られた情報から光源色の画素を推定し、直接光源スペクトルを推定することにより、より少ない処理量で光源推定を行うこと等が可能になる。

【 0 1 9 8 】

また、スペクトル推定部 1 1 9 は、白色光の光源スペクトルデータに基づいて、特殊波長補間画像に対してスペクトル推定を行ってもよい。そして、補正情報生成部 1 2 0 は、特定波長領域において、スペクトル推定値のデータと、予め記憶されている光源スペクトルデータとを比較して、光源を推定してもよい。

30

【 0 1 9 9 】

これにより、輝線を持った特徴的なスペクトルの光源推定を簡易的に行うこと等が可能となる。

【 0 2 0 0 】

また、スペクトル推定部 1 1 9 は、撮像素子 1 0 7 から画素値を読み出す際に、通常画像生成用カラーフィルタ 1 0 7 1 を用いて得られる画素値を読み出さず、補正情報生成用カラーフィルタ 1 0 7 2 を用いて得られる画素値を読み出す間引き読み出しを行い、間引き読み出した画素値を用いてスペクトル推定処理を行ってもよい。

40

【 0 2 0 1 】

これにより、処理の高速化を図ること等が可能になる。

【 0 2 0 2 】

また、撮像素子 1 0 7 は、通常画像生成用カラーフィルタ 1 0 7 1 及び補正情報生成用カラーフィルタ 1 0 7 2 は、赤外光の波長領域にピーク波長を有する赤外フィルタであってもよい。

【 0 2 0 3 】

これにより、例えば医療用画像など、赤外領域のスペクトルに特徴がある場合に、より

50

精度の高い補正画像を生成すること等が可能になる。

【0204】

また、赤外光の波長帯域は、790ナノメートル～820ナノメートル、または905ナノメートル～970ナノメートルの波長帯域であってもよい。

【0205】

これにより、790ナノメートル～820ナノメートル、または905ナノメートル～970ナノメートルの波長帯域にピーク波長を有する赤外フィルタを用いること等が可能になる。

【0206】

また、変形例として、撮像装置101は、3バンド以上の通常画像生成用カラーフィルタ1071と、通常画像生成用カラーフィルタ1071とは分光感度特性が異なる補正情報生成用カラーフィルタ1072がアレイ状に配置されたカラーフィルタアレイを有する撮像素子107と、通常画像生成用カラーフィルタ1071を用いて得られた画素値の補間処理を行うことで、欠落画素の画素値が補間された通常画像の生成処理を行う通常画像生成部118と、少なくとも補正情報生成用カラーフィルタ1072を用いて得られた画素値に基づいて、スペクトル推定処理を行うスペクトル推定部119と、特定の波長帯域における情報を有する被写体像を含む通常画像において、注目すべき領域である注目領域を、スペクトル推定値のデータに基づいて検出する注目領域検出部140と、検出した注目領域に対して表示態様設定処理を行う表示態様設定部150と、を含んでもよい。

【0207】

以上のように第1の実施形態及び第2の実施形態について詳細に説明したが、本発明の新規事項およ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、撮像装置及び画像生成方法の構成、動作も第1の実施形態及び第2の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】

【0208】

101 撮像装置、102 撮像レンズ系、103 レンズ駆動機構、
104 レンズドライバ、105 露出制御機構、106 露出制御ドライバ、
107 撮像素子（マルチバンド撮像素子、単板マルチバンド撮像素子）、
108 撮像素子ドライバ、109 プリプロセス回路、
110 デジタルプロセス回路、111 カードインタフェース（カードI/F）、
112 画像表示系（LCD）、113 操作スイッチ系（操作SW）、
114 操作表示系、115 不揮発性メモリ（EEPROM）、
116 システムコントローラ（CPU）、117 メモリカード、
118 通常画像生成部、119 スペクトル推定部、120 補正情報生成部、
123 信号処理部、124 光源検出センサ、130 特殊波長補間画像生成部、
140 注目領域検出部、150 表示態様設定部

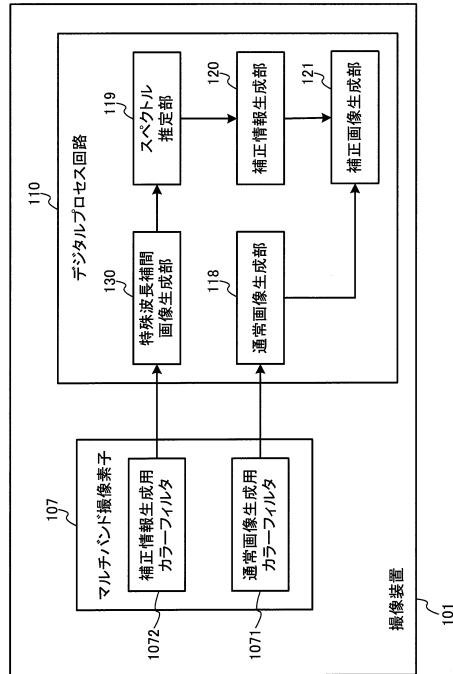
10

20

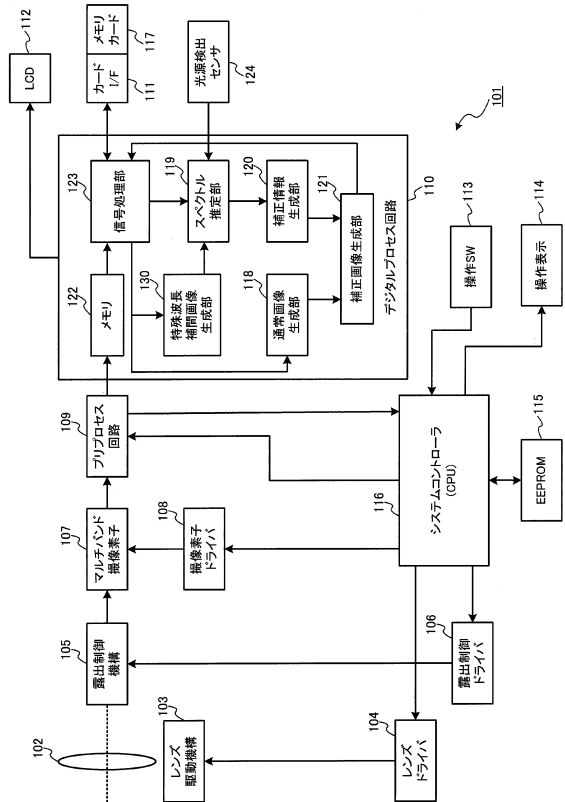
30

40

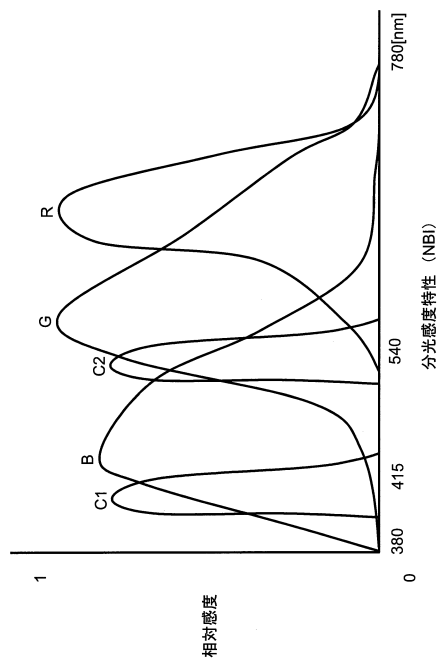
【 図 1 】



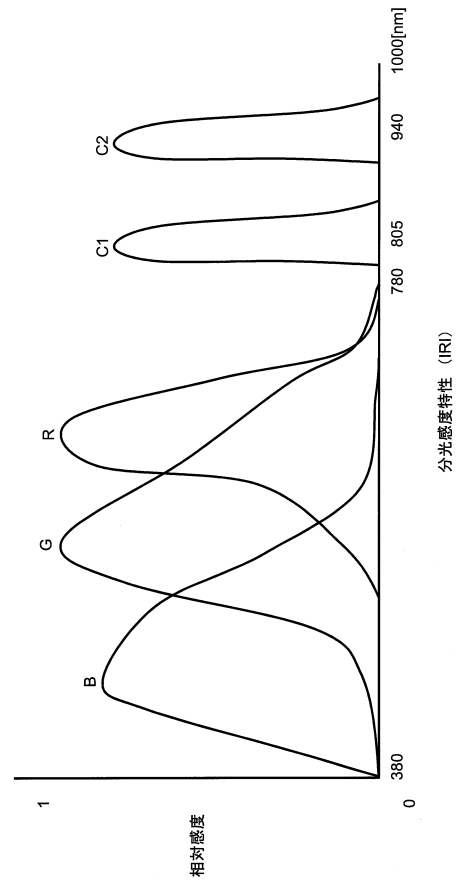
【 図 2 】



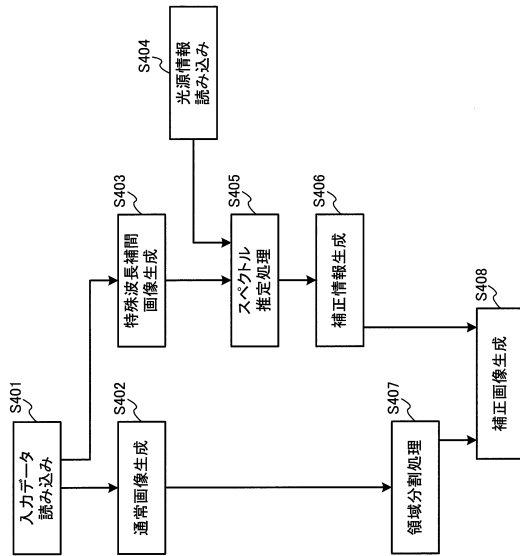
【 図 4 】



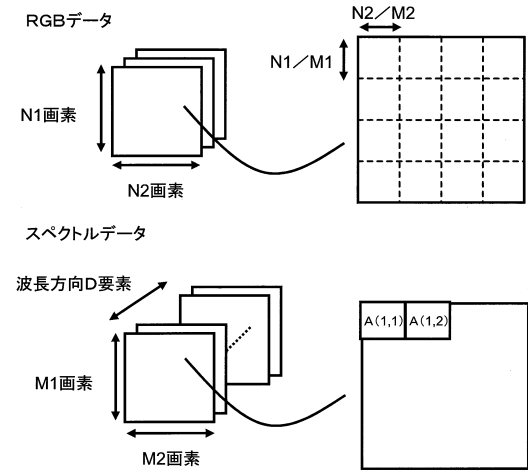
【 図 5 】



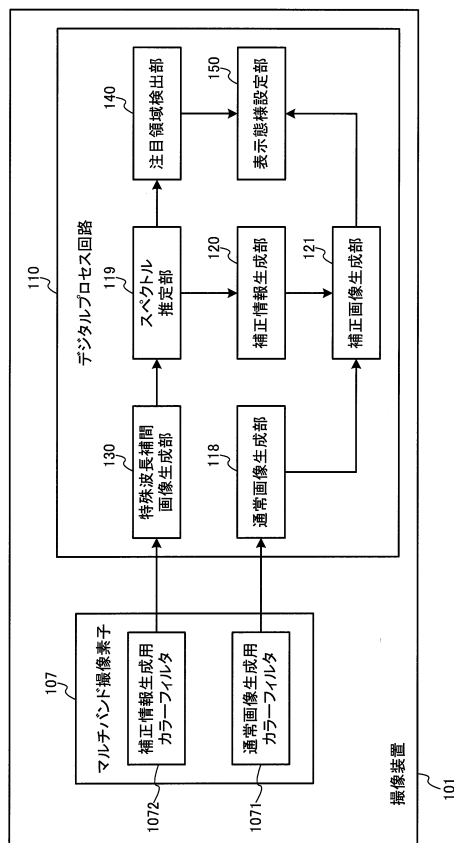
【図 6】



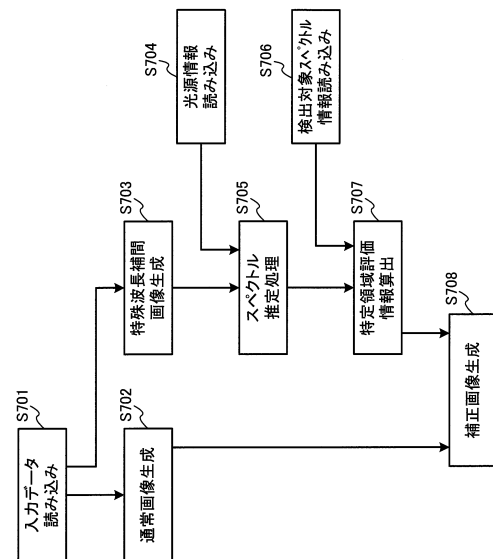
【図 8】



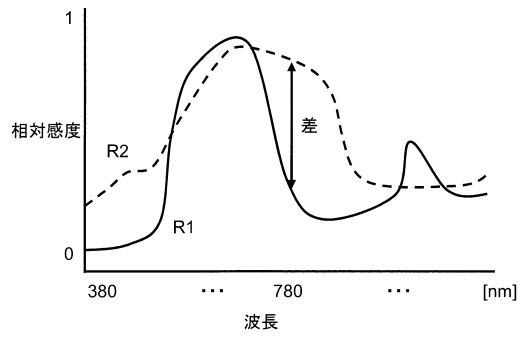
【図 9】



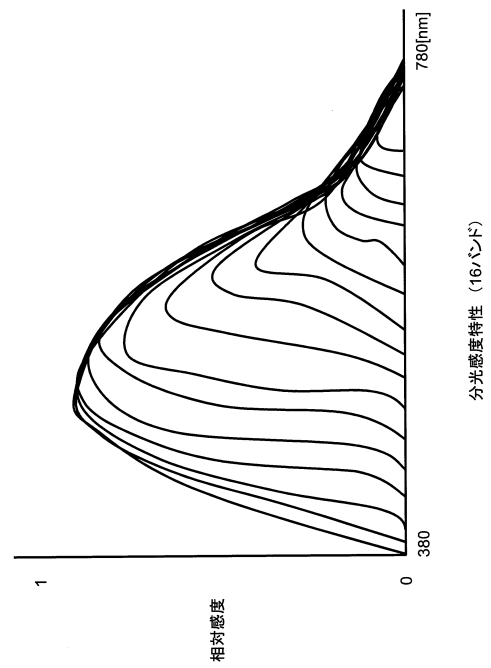
【図 10】



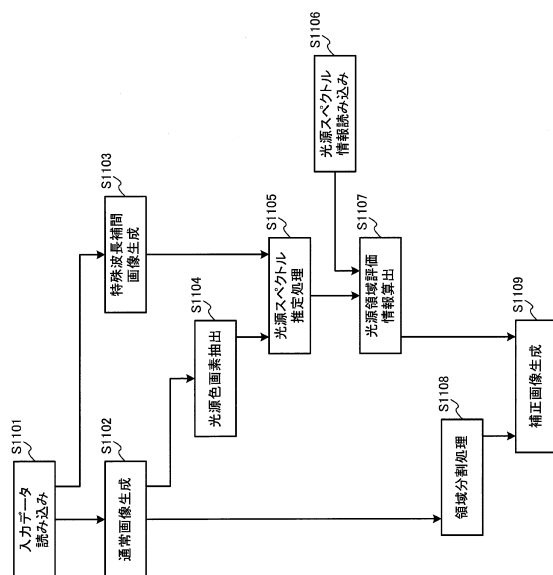
【 図 1 1 】



【 図 1 4 】



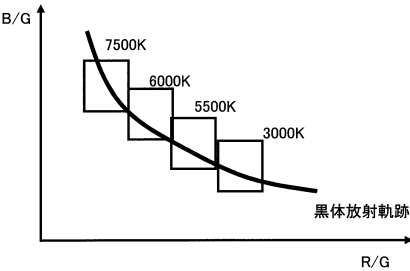
【 図 1 5 】



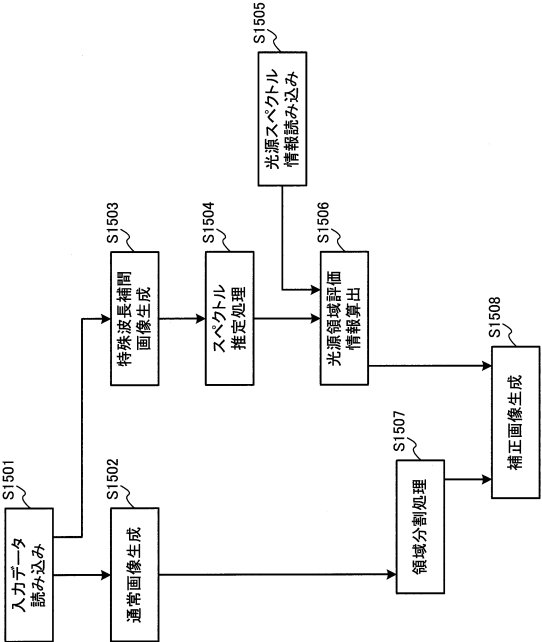
【 図 1 6 】

C1	C3	C9	C11	C1	C3	C9	C11	C1	C3	C9	C11	C1	C3	C9	C11
C2	C4	C10	C12	C2	C4	C10	C12	C2	C4	C10	C12	C2	C4	C10	C12
C5	C7	C13	C15	C5	C7	C13	C15	C5	C7	C13	C15	C5	C7	C13	C15
C6	C8	C14	C16	C6	C8	C14	C16	C6	C8	C14	C16	C6	C8	C14	C16
C1	C3	C9	C11	C1	C3	C9	C11	C1	C3	C9	C11	C1	C3	C9	C11
C2	C4	C10	C12	C2	C4	C10	C12	C2	C4	C10	C12	C2	C4	C10	C12
C5	C7	C13	C15	C5	C7	C13	C15	C5	C7	C13	C15	C5	C7	C13	C15
C6	C8	C14	C16	C6	C8	C14	C16	C6	C8	C14	C16	C6	C8	C14	C16

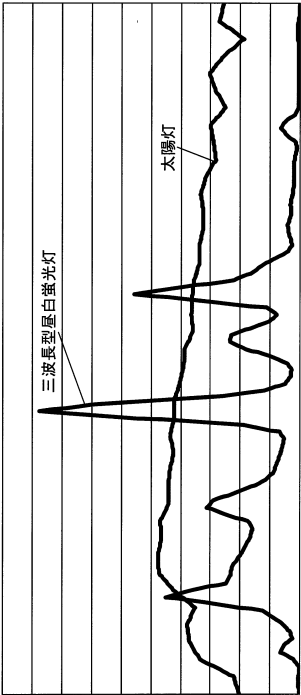
【図 17】



【図 19】



【図 20】



【図 3】

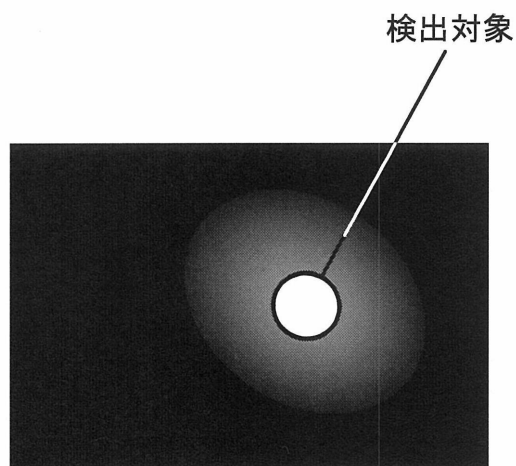
G : 1/2
 R : 3/16
 B : 3/16
 C1 : 1/16
 C2 : 1/16

G	C1	G	B
C2	G	R	G
G	B	G	B
R	G	R	G

【図 7】

G	C1	G	B	G	C3	G	B
C2	G	R	G	C4	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	C5	G	B	G	C7	G	B
C6	G	R	G	C8	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G

【図 12】



【図 13】

B	G	B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	G	R	G	R
C11	G	B	G	C15	G	B	G
G	C12	G	R	G	C16	G	R
B	G	B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	G	R	G	R
C9	G	B	G	C13	G	B	G
G	C10	G	R	G	C14	G	R
B	G	B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	G	R	G	R
C3	G	B	G	C7	G	B	G
G	C4	G	R	G	C8	G	R
B	G	B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	G	R	G	R
C1	G	B	G	C5	G	B	G
G	C2	G	R	G	C6	G	R

【図 18】

G	C1	G	C3	G	C9	G	C11	G	B	G	B
C2	G	C4	G	C10	G	C12	G	R	G	R	G
G	C5	G	C7	G	C13	G	C15	G	B	G	B
C6	G	C8	G	C14	G	C16	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G	R	G	R	G

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2005-033609(JP,A)
特開2009-181449(JP,A)
特開2006-005500(JP,A)
特開2012-014668(JP,A)
特開2009-290694(JP,A)
特開2011-109620(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 9/04 ~ 9/11