

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6282123号
(P6282123)

(45) 発行日 平成30年2月21日 (2018. 2. 21)

(24) 登録日 平成30年2月2日 (2018. 2. 2)

(51) Int. Cl.

F I

HO 4 N 9/07 (2006. 01)

HO 4 N 9/07 A

HO 4 N 1/60 (2006. 01)

HO 4 N 9/07 C

HO 4 N 1/46 (2006. 01)

HO 4 N 1/40 D

HO 4 N 1/46 Z

請求項の数 14 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2014-10443 (P2014-10443)
(22) 出願日 平成26年1月23日 (2014. 1. 23)
(65) 公開番号 特開2015-139141 (P2015-139141A)
(43) 公開日 平成27年7月30日 (2015. 7. 30)
審査請求日 平成29年1月17日 (2017. 1. 17)

(73) 特許権者 000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(74) 代理人 100125254
弁理士 別役 重尚
(72) 発明者 山中 陽平
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
ヤノン株式会社内

審査官 大室 秀明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置、画像処理方法及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被写体の光学像を複数の画素により光電変換して得られるカラーモザイク画像信号に対して前記複数の画素の各画素において欠落している色の信号を前記各画素の周辺の画素の画像信号を用いて補間処理する補間手段を備える画像処理装置であって、

前記補間手段は、

複数の規定方向の各方向で前記補間処理を行ってカラー画像信号を生成する複数の方向別補間手段と、

前記複数の方向別補間手段からそれぞれ出力されるカラー画像信号から得られる色信号の分散度を算出する分散度算出手段と、

前記分散度算出手段が算出した前記複数の規定方向の各方向の分散度を用いて前記色信号のノイズ量に基づく重み係数を前記複数の画素の画素ごとに算出するノイズ特性算出手段と、

前記ノイズ特性算出手段が算出した重み係数に基づき、前記複数の方向別補間手段からそれぞれ出力されるカラー画像信号の評価値を、前記複数の規定方向の各方向について前記画素ごとに算出する評価手段と、

前記評価手段が算出した評価値に基づき、前記複数の方向別補間手段により補間処理されたカラー画像信号を前記画素ごとに選択あるいは加重加算してカラー補間画像データを生成する生成手段とを有することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

前記ノイズ特性算出手段は、前記分散度算出手段が算出した分散度が大きいほど前記重み係数を小さくすることを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 3】

前記生成手段は、前記複数の規定方向のうち前記評価手段が算出した前記評価値の小さい規定方向で前記補間処理がなされた信号を選択することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】

前記ノイズ特性算出手段が算出する前記重み係数は、前記カラーモザイク画像信号に対してホワイトバランス処理を行うことにより得られるペイヤー画像データにおける各色成分のノイズの大きさに基づくことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

10

【請求項 5】

前記ノイズ特性算出手段が算出する前記重み係数は、前記カラーモザイク画像信号または前記補間処理が施された各規定方向のカラー画像信号のノイズの大きさに基づくことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 6】

前記重み係数をルックアップテーブルとして記憶する記憶手段を備え、

前記ノイズ特性算出手段は、前記ルックアップテーブルを用いて前記重み係数を算出することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 7】

20

前記分散度算出手段は、G、R - G、B - G 色空間における色差を用いて前記分散度を算出することを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 8】

前記分散度算出手段は、L * a * b * 均等色空間における色差信号を用いて前記分散度を算出することを請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 9】

前記生成手段は、前記評価手段により前記複数の規定方向の各方向で前記画素ごと算出した評価値で構成された 2 次元プレーンを生成し、前記 2 次元プレーンにローパスフィルタをかけることを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 10】

30

前記カラーモザイク画像信号に対して前記補間処理を行う前に、前記カラーモザイク画像信号に対して所定の事前処理を行う事前処理手段を備え、

前記補間手段は、前記事前処理手段により前記所定の事前処理が行われたカラーモザイク画像信号に対して前記補間処理を行うことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 11】

前記事前処理手段は、前記事前処理として、前記複数の画素に含まれるキズ画素に係るカラー画像信号の補正処理、ホワイトバランス処理および倍率色収差の補正処理の少なくともいずれかを行うことを特徴とする請求項 10 に記載の画像処理装置。

【請求項 12】

40

被写体の光学像を複数の画素により光電変換して得られるカラーモザイク画像信号に対して前記複数の画素の各画素において欠落している色の信号を前記各画素の周辺の画素の画像信号を用いて補間処理する補間ステップを有する画像処理方法であって、

前記補間ステップは、

複数の規定方向の各方向で前記補間処理を行ってカラー画像信号を生成する方向別補間ステップと、

前記方向別補間ステップで生成されたカラー画像信号から得られる色信号の分散度を算出する分散度算出ステップと、

前記分散度算出ステップで算出された前記複数の規定方向の各方向の分散度を用いて前記色信号のノイズ量に基づく重み係数を前記複数の画素の画素ごとに算出するノイズ特性

50

算出ステップと、

前記ノイズ特性算出ステップで算出した重み係数に基づき、前記方向別補間ステップで得られるカラー画像信号の評価値を、前記複数の規定方向の各方向について前記画素ごとに算出する評価ステップと、

前記評価ステップで算出された評価値に基づき、前記方向別補間ステップにおいて補間処理されたカラー画像信号を前記画素ごとに選択あるいは加重加算してカラー補間画像データを生成する生成ステップと有することを特徴とする画像処理方法。

【請求項 1 3】

前記補間ステップを行う前に、前記カラーモザイク画像信号に対する所定の事前処理として、前記複数の画素に含まれるキズ画素に係るカラー画像信号の補正処理、ホワイトバランス処理および倍率色収差の補正処理の少なくともいずれかを行う事前処理ステップを更に有し、

前記補間ステップは、前記事前処理ステップにより前記所定の事前処理が行われたカラーモザイク画像信号に対して前記補間処理を行うことを特徴とする請求項 1 2 に記載の画像処理方法。

【請求項 1 4】

請求項 1 2 又は 1 3 に記載の画像処理方法をコンピュータに実行させることを特徴とするプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像処理装置、画像処理方法及びプログラムに関し、特にカラー画像信号において欠落している色の信号を補間する技術（デモザイキング技術）に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、CMOS センサや CCD センサ等のカラー撮像センサには、所謂、ベイヤー配列のカラーフィルタが用いられている。このカラーフィルタとしては、一般に、レッド、グリーン及びブルーの 3 原色、または、シアン、マゼンタ及びイエローの 3 つの補色のフィルタが用いられている。

【0003】

しかしながら、ベイヤー配列の場合、各画素では 1 色のカラー信号しか得られないため、各画素において欠落している他の 2 色のカラー信号をデモザイキング（補間）する処理が行われる。デモザイキングの手法としては、多数の方法が知られており、基本的なデモザイキング法として、バイリニア補間法やバイキュービック補間法が知られている。

【0004】

これらのバイリニア補間法やバイキュービック補間法では、低周波成分を多く含む画像等では良好な補間結果が得られるが、高周波成分を含む画像では、偽色（色モアレ）と呼ばれる実際の被写体には存在しない色を発生させてしまうという問題がある。この偽色は、被写体像が本来持っているエッジ方向とは異なる方向の画素を用いてデモザイキングすることにより発生する。

【0005】

そこで、被写体像が本来有しているエッジ方向に沿った画素を用いてデモザイキングする方法が提案されている。例えば、特許文献 1 には、周囲の画素を使用してエッジ方向を判別し、エッジを跨ぐ補間を行わずにエッジに沿う補間を行う方法が提案されている。また、特許文献 1 には、方向ごとに補間を行って数種類の補間結果を生成した後、どの方向で補間した結果が適切かを判定し、選択する補間方法が提案されている。ここで、補間方向の適切性の判断に関して、特許文献 1 は、周辺類似度という補間対象画素を含めた周辺画素からその近辺の均質性を示す評価値を導入し、均質性の高い方向をエッジ方向として判定して選択する補間方法を提案している。

【 0 0 0 6 】

これに対して、特許文献 2 には、均質性に加えて信号強度を考慮して評価することにより、均質性はあるが好ましくない方向（例えば、低周波成分を含んだ偽色が存在する方向）が選択されることを回避する補間方法が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 7 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 8 - 0 3 5 4 7 0 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 1 0 - 2 5 2 2 3 1 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 8 】

しかしながら、上記特許文献 1, 2 に記載された方法では、カラー撮像素子のノイズ特性が考慮されていないため、ノイズ量が多い画像の場合に、均質性を示す評価値の誤算出による補間ミスが生じるおそれがある。

【 0 0 0 9 】

本発明は、ノイズ量が多いカラー画像信号であっても、デモザイキング処理を高精度に行うことができる技術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】

【 0 0 1 0 】

本発明に係る画像処理装置は、被写体の光学像を複数の画素により光電変換して得られるカラーモザイク画像信号に対して前記複数の画素の各画素において欠落している色の信号を前記各画素の周辺の画素の画像信号を用いて補間処理する補間手段を備える画像処理装置であって、前記補間手段は、複数の規定方向の各方向で前記補間処理を行ってカラー画像信号を生成する複数の方向別補間手段と、前記複数の方向別補間手段からそれぞれ出力されるカラー画像信号から得られる色信号の分散度を算出する分散度算出手段と、前記分散度算出手段が算出した前記複数の規定方向の各方向の分散度を用いて前記色信号のノイズ量に基づく重み係数を前記複数の画素ごとに算出するノイズ特性算出手段と、前記ノイズ特性算出手段が算出した重み係数に基づき、前記複数の方向別補間手段からそれぞれ出力されるカラー画像信号の評価値を、前記複数の規定方向の各方向について前記画素ごとに算出する評価手段と、前記評価手段が算出した評価値に基づき、前記複数の方向別補間手段により補間処理されたカラー画像信号を前記画素ごとに選択あるいは加重加算してカラー補間画像データを生成する生成手段とを有することを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

本発明では、カラー撮像素子から出力されるアナログ信号であるカラーモザイク画像信号に対するデモザイキング処理において、方向別に補間した補間結果の中からより良好な補間結果の方向を選択する評価基準情報として、均質性に加えてノイズ特性を用いる。これにより、ノイズ量が多い画像であっても、ノイズによって引き起こされ得る均質性を示す評価値の誤算出を低減することができ、より適当な補間結果（補間の方向）を選択することができるようになるため、画質の低下を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図 1】本発明の第 1 実施形態（及び第 2 実施形態、第 3 実施形態）に係る画像処理装置の概略構成を示すブロック図である。

【図 2】図 1 の画像処理装置が備えるカラー撮像素子が有する 3 原色カラーフィルタにおける各色のベイヤー配列の例を示す図である。

【図 3】図 1 の画像処理装置が備えるデモザイキング部の概略構成を示すブロック図と、デモザイキング部が有する H 方向補間部及び V 方向補間部の概略構成を示すブロック図である。

10

20

30

40

50

【図４】図３に示すＨ方向補間部及びＶ方向補間部による方向別補間処理を説明するためのベイヤー配列の画素配置構成を示す図である。

【図５】図３のデモザイキング部における分散度算出から評価値算出までの処理を示すフローチャートである。

【図６】図５のステップＳ５０２において、Ｇ，Ｒ－Ｇ，Ｂ－Ｇ信号のそれぞれのＨ方向の分散度を算出する方法を模式的に示す図である。

【図７】図５のステップＳ５１２において評価値を算出する際に用いるローパスフィルタのフィルタ係数の例を示す図である。

【図８】図３に示す画像生成部による補間画像生成処理のフローチャートである。

【図９】本発明の第２実施形態に係る画像処理装置が備えるデモザイキング部の構成を示すブロック図である。

10

【図１０】第２実施形態（及び第３実施形態）に係るデモザイキング部による評価値算出処理のフローチャートである。

【図１１】図１０のステップＳ１００３における、第２実施形態に係る重み係数の算出処理を説明するための５×５画素領域を示す図及び９×９画素領域を示す図である。

【図１２】図１０のステップＳ１００３における、第３実施形態に係る重み係数の算出処理に用いられるルックアップテーブルのデータ例を示す図である。

【図１３】本発明の第４実施形態に係る画像処理装置の概略構成を示すブロック図である。

【図１４】図１３の画像処理装置が備える事前処理部の概略構成を示すブロック図である。

20

【図１５】結像光学系に生じる倍率色収差を説明する図および軸上色収差を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【００１３】

以下、本発明の実施形態について、添付図面を参照して詳細に説明する。ここでは、本発明に係る画像処理装置として、所謂、デジタルカメラを取り上げることとする。但し、本発明はこれに限定されるものではなく、カラー画像を撮像する機能を有する携帯端末（携帯通信端末、モバイル型コンピュータ、携帯型等）や、撮像されたカラー画像を取り込むパーソナルコンピュータ等であってもよい。

30

【００１４】

< 第１実施形態 >

図１は、本発明の第１実施形態に係る画像処理装置の概略構成を示すブロック図である。画像処理装置は、撮影レンズ１０１、カラー撮像素子１０２、Ａ／Ｄ変換部１０３、ホワイトバランス部１０４、デモザイキング部１０５、マトリクス変換部１０６、ガンマ変換部１０７、色調整部１０８、圧縮部１０９、記録部１１０、制御部１１１及びメモリ１１２を備える。

【００１５】

被写体を反映した光学像（被写体像）は、撮影レンズ１０１を介してカラー撮像素子１０２上に結像され、カラー撮像素子１０２によって光電変換される。カラー撮像素子１０２は、一般的な３原色カラーフィルタを備える単板カラー撮像素子である。例えば、３原色カラーフィルタは、６５０ｎｍ、５５０ｎｍ、４５０ｎｍのそれぞれの近傍に透過主波長帯を持つＲＧＢ（Ｒ：レッド、Ｇ：グリーン、Ｂ：ブルー）の３原色カラーフィルタであり、３原色の各バンドに対応するカラープレーンを生成する。

40

【００１６】

図２は、３原色カラーフィルタにおける各色のベイヤー配列の例を示す図である。単板カラー撮像素子では、行方向と列方向に複数の画素がマトリクス状に配置されており、カラーフィルタは、複数の画素の各画素に対応するように、画素ごとに空間的に配列される。このような構成の場合、各画素ではそれぞれ単一のカラープレーンの光強度しか得ることができず、そのため、カラー撮像素子１０２からは、カラーモザイク画像信号（各画素

50

から3原色の内の2色が欠落した画像信号)が出力される。A/D変換部103は、カラー撮像素子102からアナログ電圧として出力されるカラーモザイク画像信号をカラーデジタル画像信号に変換する。

【0017】

ホワイトバランス部104は、カラーデジタル画像信号に対してホワイトバランス処理を行い、ペイヤー画像データ(図3参照)をデモザイキング部105へ出力する。具体的には、ホワイトバランス部104は、白くあるべき領域のRGBの信号が同じレベルになるようにRGBの各色にゲインをかける。第1実施形態に係るデモザイキング部であるデモザイキング部105は、各画素において欠落しているRGBの3原色の内の2色のカラーモザイク画像信号を補間することによって、全ての画素においてRGBのカラー画像信号を生成する。マトリクス変換部106は、デモザイキング部105から出力されるカラー画像信号に対してマトリクス変換処理を施す。ガンマ変換部107は、マトリクス変換処理が施されたカラー画像信号に対してガンマ補正処理を施す。こうして、基本的なカラー画像信号が生成される。

10

【0018】

ガンマ変換部107から出力される基本的なカラー画像信号に対して、色調整部108は、画像の見栄えを改善するための各種の処理を施す。例えば、色調整部108は、ノイズ低減、彩度強調、色相補正、エッジ強調等の処理を行う。圧縮部109は、色調整部108において色調整されたカラー画像信号をJPEG等の方法で圧縮し、記録時のデータサイズを小さくする。圧縮部109により圧縮されたデジタル画像データは、記録部110によりフラッシュメモリ等の記録媒体(不図示)に記録される。

20

【0019】

以上に説明したカラー撮像素子102から記録部110までの各デバイスの処理動作は、制御部111によってバス113を介して制御される。つまり、制御部111は、画像処理装置の全体的な動作を制御する。制御部111は、演算処理装置であるCPUを備える。メモリ112は、画像処理装置での各種制御に必要な各種のプログラムやデータを格納しており、また、CPUが各種のプログラムを実行するために必要なワークエリアを有し、更に、CPUが演算した各種のデータを一時的に記憶する。

【0020】

次に、デモザイキング部105でのデモザイキング処理について、図3を参照して説明する。図3(a)は、デモザイキング部105の概略構成を示すブロック図である。デモザイキング部105は、方向別補間部としてのH方向補間部302及びV方向補間部303を備える。また、デモザイキング部105は、H方向分散度算出部304、V方向分散度算出部305、H方向ノイズ特性算出部306、V方向ノイズ特性算出部307、評価値算出部308及び画像生成部309を備える。

30

【0021】

デモザイキング部105は、先ず、注目画素に対してその周辺の画素を用いて予め定めた規定方向(H方向(水平方向)、V方向(鉛直方向))の各方向で補間を行う。デモザイキング部105は、その後、方向選択を行うことにより、各画素について補間処理結果としてRGBの3原色のカラー画像信号を生成する。

40

【0022】

具体的には、ホワイトバランス部104から出力された各画素のペイヤー画像データ301に対し、H方向補間部302及びV方向補間部303によりそれぞれ、H方向及びV方向での欠落色の画素データが補間される。これにより、各画素のH方向及びV方向のRGB画像データが生成される。次に、H方向分散度算出部304及びV方向分散度算出部305が、各画素のH方向及びV方向の補間処理後の各画素のRGB画像データのそれぞれについて、画素ごとに分散度を算出する。更に、H方向ノイズ特性算出部306及びV方向ノイズ特性算出部307が、ノイズ量に基づいた重み係数を画素ごとに算出する。

【0023】

そして、評価値算出部308が、H方向とV方向のそれぞれについて、算出した重み係

50

数から最終的な評価値を画素ごとに算出する。その後、画像生成部 309 が、H 方向の最終的な評価値と V 方向の最終的な評価値とを比較し、評価値が小さい方向を選択する。そして、画像生成部 309 は、選択した方向に係る補間処理後の RGB 画像データに基づいて最終的なカラー補間画像データを生成し、デモザイキングデータとしての補間後 RGB 画像データ 310 を出力する。

【0024】

次に、H 方向補間部 302 及び V 方向補間部 303 における方向別の補間処理について、図 3 (b) を参照して説明する。図 3 (b) は、H 方向補間部 302 及び V 方向補間部 303 の概略構成を示すブロック図である。H 方向補間部 302 は、H 方向 G 補間部 302a と、H 方向 R B 補間部 302b とを有する。V 方向補間部 303 は、V 方向 G 補間部 303a と、V 方向 R B 補間部 303b とを有する。

10

【0025】

H 方向補間部 302 では、まず、H 方向 G 補間部 302a が周波数帯域の高い G 信号 (データ) を補間し、続いて、H 方向 R B 補間部 302b が R データと B データを補間する。これにより、H 方向補間部 302 からは、H 方向 RGB 画像データ 302c が出力される。同様に、V 方向補間部 303 では、まず、V 方向 G 補間部 303a が周波数帯域の高い G データを補間し、続いて、V 方向 R B 補間部 303b が R データ及び B データを補間する。これにより、V 方向補間部 303 からは、V 方向 RGB 画像データ 303c が出力される。

【0026】

20

続いて、具体的な補間方法について、図 4 を参照して説明する。図 4 は、H 方向補間部 302 及び V 方向補間部 303 による方向別補間処理を説明するためのペイヤー配列の画素配置構成を示す図である。図 4 では、RGB の各画素に対して行番号と列番号を付して各画素を区別しており、例えば、G23 は、第 2 行の第 3 列にある G の画素を示しており、R35 は、第 3 行の第 5 列にある R の画素を示しており、下記式 1 乃至式 6 でも同様の表記を用いている。

【0027】

G 色を補間する場合、注目画素が G 色のフィルタに係る画素であれば、下記式 1 に示すように、その画素の G データをそのまま出力する。下記式 1 では、G34, G43 を例示している。R 色のフィルタに係る画素及び B 色のフィルタに係る画素について G 色を補間する場合は、H 方向について下記式 2 を用い、V 方向については下記式 3 を用いて、補間データを算出する。一例として、ここでは、第 3 行の第 3 列には R33 の画素があるが、これに対して G33 の補間データを算出しており、第 4 行の第 4 列には B44 の画素があるが、これに対して G44 の補間データを算出している。

30

【0028】

R 色を補間する場合、注目画素が R 色フィルタに係る画素であれば、下記式 4 に示すように、その画素の R データをそのまま出力する。ここでは、R33 を例示している。G 色のフィルタに係る画素について R 色を補間する場合は、下記式 5 を用いて補間データを算出する。一例として、ここでは、第 3 行の第 4 列には G34 の画素があるが、これに対して R34 の補間データを算出しており、また、第 4 行の第 3 列には G43 の画素があるが、これに対して R43 の補間データを算出している。B 色のフィルタに係る画素について R 色を補間する場合は、下記式 6 を用いて補間データを算出し、H 方向と V 方向とで同じ数式を用いることとする。ここでは、第 4 行の第 4 列には B44 の画素があるが、これに対して R44 の補間データを算出している。

40

【0029】

B 色を補間する場合は、上述の R 色を補間する場合と同様の手法を用いる。具体的には下記式 4 乃至式 6 における R を B に置き換えた数式を用いればよい。

【0030】

【数 1】

$$\begin{cases} G34 = G34 \\ G43 = G43 \end{cases} \quad \dots \text{式 1}$$

$$\begin{cases} G33 = \frac{(-R31 + 2 \cdot G32 + 2 \cdot R33 + 2 \cdot G34 - R35)}{4} \\ G44 = \frac{(-B42 + 2 \cdot G43 + 2 \cdot B44 + 2 \cdot G45 - B36)}{4} \end{cases} \quad \dots \text{式 2}$$

10

$$\begin{cases} G33 = \frac{(-R13 + 2 \cdot G23 + 2 \cdot R33 + 2 \cdot G43 - R53)}{4} \\ G44 = \frac{(-B24 + 2 \cdot G34 + 2 \cdot B44 + 2 \cdot G54 - B64)}{4} \end{cases} \quad \dots \text{式 3}$$

$$\{R33 = R33 \quad \dots \text{式 4}$$

$$\begin{cases} R34 = \frac{((R33 - G33) + (R35 - G35))}{2} + G34 \\ R43 = \frac{((R33 - G33) + (R53 - G53))}{2} + G43 \end{cases} \quad \dots \text{式 5}$$

20

$$\{R44 = \frac{((R33 - G33) + (R35 - G35) + (R53 - G53) + (R55 - G55))}{4} + G44$$

$\dots \text{式 6}$

30

【0031】

次に、デモザイキング部 105 による分散度算出から評価値算出までの処理について、説明する。図 5 は、分散度算出から評価値算出までの処理のフローチャートである。図 5 のフローチャートに示す各処理は、制御部 111 の制御の下で、H 方向分散度算出部 304、V 方向分散度算出部 305、H 方向ノイズ特性算出部 306、V 方向ノイズ特性算出部 307 及び評価値算出部 308 がそれぞれ、割り当てられた処理を実行することにより実現される。

【0032】

まず、ステップ S501 では、H 方向分散度算出部 304 が、各画素について欠落した色を補間した H 方向 RGB 画像データ 302c (図 3 (b) 参照) を、均等色空間の色信号 (値) に変換する。本実施形態では、均質性を表す尺度として色差の分散度を算出するために、G、R - G、B - G 色空間を使用することとする。但し、G、R - G、B - G 色空間に代えて、L* a* b* 均等色空間を用いてもよい。しかしながら、L* a* b* 値への変換処理は計算量が多いため、L* の代わりに G 信号をそのまま使い、a*、b* の代わりにそれぞれ R - G、B - G を色差信号として用いることで、計算負荷を軽減することができる。

40

【0033】

次に、ステップ S502 では、H 方向分散度算出部 304 が、G、R - G、B - G 信号のそれぞれの分散度を算出する。ここでは、注目画素を中心とした 3 × 3 領域の画素を用いて算出することとするが、5 × 5 領域や 7 × 7 領域でもよく、特に制限はない。

50

【 0 0 3 4 】

本実施形態では、 3×3 領域の画素を用いる場合に、注目画素と隣接する8画素の計9画素を用いて分散度を算出するのではなく、図6に模式的に示す方法によって、分散度を算出する。図6は、G、R - G、B - G信号のそれぞれのH方向の分散度を算出する方法を模式的に示す図である。 $h_{11} \sim h_{33}$ は画素を示しており、H方向でG信号の分散度を算出する場合、 $h_{11} \sim h_{13}$ 、 $h_{21} \sim h_{23}$ 、 $h_{31} \sim h_{33}$ のそれぞれ3画素を用いて、G信号の分散度 G_1^2 、 G_2^2 、 G_3^2 を算出する。そして、これらの中で最も大きい値 G_h^2 をG信号の分散度とする。R - G信号及びB - G信号についても、G信号の分散度算出と同様の処理を行う。

【 0 0 3 5 】

10

続いて、ステップS503では、H方向ノイズ特性算出部306が、G、R - G、B - G信号のそれぞれのノイズ量に基づいた重み係数を算出する。本実施形態では、H方向のG、R - G、B - G信号それぞれに対する重み係数 w_h 、 w_h 、 w_h を、下記式7乃至式9により算出する。

【 0 0 3 6 】

なお、ステップS502で算出した所定の色信号についての分散度が大きいということは、その色信号に含まれるノイズ量が多いことを示している。そこで、本実施形態では、下記式7乃至式9に示されるように、分散度が大きい色成分ほど重み係数が小さくなるようにする。これにより、算出した重み係数を用いて次にステップS504で評価値算出部308が評価値を算出する際に、評価値はノイズ量の影響を受け、ノイズ量の大きさを反映したものとなる。

20

【 0 0 3 7 】

なお、下記式10乃至式12は、V方向ノイズ特性算出部307が、後に行われるステップS508において、H方向と同様に、G、R - G、B - G信号それぞれに対する重み係数 w_v 、 w_v 、 w_v を算出するために用いる式である。

【 0 0 3 8 】

【数 2】

$$\alpha_h = 1 - \frac{\sigma_{Gh}^2}{\sigma_{Gh}^2 + \sigma_{R-Gh}^2 + \sigma_{B-Gh}^2} \quad \dots \text{式 7}$$

$$\beta_h = 1 - \frac{\sigma_{R-Gh}^2}{\sigma_{Gh}^2 + \sigma_{R-Gh}^2 + \sigma_{B-Gh}^2} \quad \dots \text{式 8}$$

$$\gamma_h = 1 - \frac{\sigma_{B-Gh}^2}{\sigma_{Gh}^2 + \sigma_{R-Gh}^2 + \sigma_{B-Gh}^2} \quad \dots \text{式 9}$$

10

$$\alpha_v = 1 - \frac{\sigma_{Gv}^2}{\sigma_{Gv}^2 + \sigma_{R-Gv}^2 + \sigma_{B-Gv}^2} \quad \dots \text{式 10}$$

$$\beta_v = 1 - \frac{\sigma_{R-Gv}^2}{\sigma_{Gv}^2 + \sigma_{R-Gv}^2 + \sigma_{B-Gv}^2} \quad \dots \text{式 11}$$

20

$$\gamma_v = 1 - \frac{\sigma_{B-Gv}^2}{\sigma_{Gv}^2 + \sigma_{R-Gv}^2 + \sigma_{B-Gv}^2} \quad \dots \text{式 12}$$

なお、重み係数 α_h , β_h , γ_h の算出式は、上記式 7 乃至式 9 に限定されるものではなく、例えば、下記式 13 乃至式 15 を用いてもよい。ここで、下記式 13 乃至式 15 の「max」は、 σ_{Gh}^2 , σ_{R-Gh}^2 , σ_{B-Gh}^2 の内の最大値であることを示す。ステップ S 508 で算出する重み係数 α_v , β_v , γ_v についても、下記式 13 乃至式 15 と同様の式を用いることができる。

30

【0039】

【数 3】

$$\alpha_h = \max - \sigma_{Gh}^2 \quad \dots \text{式 13}$$

$$\beta_h = \max - \sigma_{R-Gh}^2 \quad \dots \text{式 14}$$

$$\gamma_h = \max - \sigma_{B-Gh}^2 \quad \dots \text{式 15}$$

続いて、ステップ S 504 では、評価値算出部 308 が、H 方向の評価値としての H 方向の分散度 σ_h^2 を、上記式 7 乃至式 9 から得られた重み係数 α_h , β_h , γ_h を用いて、下記式 16 により算出する。なお、下記式 17 は、後に行われるステップ S 509 において、評価値算出部 308 が上記式 10 乃至式 12 から得られた重み係数 α_v , β_v , γ_v を用いて V 方向の評価値としての V 方向の分散度 σ_v^2 を算出するために用いる式である。

40

【0040】

【数 4】

$$\sigma_h^2 = \alpha_h \cdot \sigma_{Gh}^2 + \beta_h \cdot \sigma_{R-Gh}^2 + \gamma_h \cdot \sigma_{B-Gh}^2 \quad \cdots \text{式 16}$$

$$\sigma_v^2 = \alpha_v \cdot \sigma_{Gv}^2 + \beta_v \cdot \sigma_{R-Gv}^2 + \gamma_v \cdot \sigma_{B-Gv}^2 \quad \cdots \text{式 17}$$

次に、ステップ S 5 0 5 では、制御部 1 1 1 が、H 方向 R G B 画像データ 3 0 2 c の全画素について、ステップ S 5 0 1 ~ S 5 0 4 の処理が終了したか否かを判定する。制御部 1 1 1 は、H 方向 R G B 画像データ 3 0 2 c の全画素について H 方向の処理が終了していない場合 (S 5 0 5 で N O)、処理をステップ S 5 0 1 へ戻す。

10

【 0 0 4 1 】

ステップ S 5 0 6 ~ S 5 1 0 の処理は、V 方向 R G B 画像データ 3 0 3 c の全画素について、V 方向分散度算出部 3 0 5、V 方向ノイズ特性算出部 3 0 7 及び評価値算出部 3 0 8 が、ステップ S 5 0 1 ~ S 5 0 5 と同様の処理を V 方向について行うものである。よって、その詳細な内容の説明は、ステップ S 5 0 1 ~ S 5 0 5 の説明と重複するために、省略する。

【 0 0 4 2 】

ステップ S 5 0 1 ~ S 5 0 5 の処理とステップ S 5 0 6 ~ S 5 1 0 の処理は、どちらが先に行われてもよく、また、パラレルに行われてもよい。ステップ S 5 0 5 の判断とステップ S 5 1 0 の判断の両方が “ Y E S ” になると、つまり、ステップ S 5 0 1 ~ S 5 0 5 の処理とステップ S 5 0 6 ~ S 5 1 0 の処理が終了すると、制御部 1 1 1 は、処理をステップ S 5 1 1 へ進める。

20

【 0 0 4 3 】

ステップ S 5 1 1 では、評価値算出部 3 0 8 が、H 方向での分散度による評価値 C_{var_h} と V 方向での分散度による評価値 C_{var_v} をそれぞれ、下記式 18、式 19 により算出する。そして、評価値算出部 3 0 8 は、こうして算出した画素ごとの評価値 C_{var_h} 、 C_{var_v} を用いて、評価値の 2 次元プレーンを生成する。

【 0 0 4 4 】

【数 5】

$$C_{var_h} = \frac{\sigma_h^2}{\sigma_h^2 + \sigma_v^2} \quad \cdots \text{式 18}$$

$$C_{var_v} = \frac{\sigma_v^2}{\sigma_h^2 + \sigma_v^2} \quad \cdots \text{式 19}$$

30

【 0 0 4 5 】

ところで、最終的な補間値は評価値によって決定されるため、評価値が隣接する画素間で大きく異なると、トーンジャンプ等の画質劣化が生じるおそれがある。そこで、ステップ S 5 1 2 では、評価値算出部 3 0 8 が、ステップ S 5 1 1 で生成した評価値プレーンに対してローパスフィルタ (L P F) を掛ける。図 7 は、ステップ S 5 1 2 で用いるローパスフィルタのフィルタ係数の例を示す図である。図 7 (a) に示すようなフィルタ長が 3 画素の [1, 2, 1] を用いてもよいし、図 7 (b) に示すようなフィルタ長が 5 画素の [1, 4, 6, 4, 1] を用いても構わないが、何れにしても、縦横 (H 方向と V 方向) の両方向でフィルタをかけることが望ましい。ステップ S 5 1 2 の終了により、評価値の算出処理は終了となる。

40

【 0 0 4 6 】

図 5 のフローチャートの処理にしたがって評価値算出部 3 0 8 が評価値を算出すると、次に、画像生成部 3 0 9 が、算出された評価値に基づいて H 方向又は V 方向のうちの一方を選択する。そして、画像生成部 3 0 9 は、選択した方向に係る補間処理後の R G B 画像

50

データに基づいて全画素に対してRGBの色成分の画像データが存在する最終的なRGB補間画像データを生成し、補間後RGB画像データ310として出力する。この補間後RGB画像データ310は、デモザイキングデータである。

【0047】

図8は、画像生成部309による補間画像生成処理のフローチャートである。ステップS801において、画像生成部309は、各画素について、H方向の補間に対する評価値 C_{var_h} とV方向の補間に対する評価値 C_{var_v} を比較し、評価値 $C_{var_h} < \text{評価値 } C_{var_v}$ であるか否かを判定する。なお、図8では、評価値 C_{var_h} を C_h と略記し、評価値 C_v と略記している。画像生成部309は、評価値 $C_{var_h} < \text{評価値 } C_{var_v}$ である場合(S801でYES)、処理をステップS802へ進め、評価値 C_{var_h} 評価値 C_{var_v} である場合(S801でNO)、処理をステップS803へ進める。

10

【0048】

ステップS802において、画像生成部309は、H方向の補間に係るRGB補間データを選択し、選択したRGB補間データを補間後RGB画像データ310として出力する。また、ステップS803において、画像生成部309は、V方向の補間に係るRGB補間データを選択し、選択したRGB補間データを補間後RGB画像データ310として出力する。ステップS802、S803の後、画像生成部309は、全ての画素についてステップS801～S803の処理を終えたか否かを判定する。画像生成部309は、全ての画素についての処理が終了していない場合(S804でNO)、処理をステップS801へ戻し、全ての画素についての処理が終了した場合(S804でYES)、本処理を終了させる。

20

【0049】

以上の説明の通り、第1実施形態では、H方向とV方向の方向別に補間を行った結果から実際に使用する方向を選択するための評価値を算出するためのパラメータとして、ノイズ量を考慮した色差の分散度を用いている。そのため、ノイズ量が多い画像であっても、均質性を示す評価値のノイズによる誤算出を低減することができ、より適当な補間結果(補間の方向)を選択することができるようになる。これにより、適切に補間された、画質低下の抑制された補間後RGB画像データ310を得ることができる。

【0050】

30

< 第2実施形態 >

上記第1実施形態では、H方向(水平方向)とV方向(垂直方向)の方向別に補間を行った結果からノイズ特性を算出した。これに対し、第2実施形態では、ホワイトバランス部104でホワイトバランス処理を行った後、H方向とV方向での補間前に、ノイズ特性を算出する。

【0051】

第2実施形態に係る画像処理装置は、第1実施形態に係る画像処理装置が備えるデモザイキング部105の構成を変更したデモザイキング部を有しているが、その他の構成ユニット(部)は、第1実施形態に係る画像処理装置が備えるもの(図1参照)と同等である。そのため、第1実施形態と共通する構成ユニット(部)についての説明は省略する。以下の説明では、第2実施形態に係る画像処理装置が備えるデモザイキング部を「デモザイキング部105A」と称することとする。

40

【0052】

図9は、第2実施形態に係る画像処理装置が備えるデモザイキング部105Aの詳細な構成を示すブロック図である。デモザイキング部105Aは、H方向補間部302、V方向補間部303、H方向分散度算出部304、V方向分散度算出部305、評価値算出部308、画像生成部309及びノイズ特性算出部901を備える。

【0053】

第1実施形態では、H方向とV方向の方向別に補間した補間結果としてのG、R-G、B-G信号の分散度を用いてノイズ特性を算出した。この場合、欠陥画素を周辺画素情報

50

で補った信号値を評価値の算出に用いているため、ノイズ特性算出に不適切な場合がある。そこで、ノイズ特性算出部 901 は、補間前のデータを用いてノイズ特性の算出を行う。そのために、ベイヤ画像データ 301 は、H 方向補間部 302 と V 方向補間部 303 に入力されると共に、ノイズ特性算出部 901 へ入力される。なお、H 方向補間部 302、V 方向補間部 303、H 方向分散度算出部 304 及び V 方向分散度算出部 305 における方向別の補間処理と分散度の算出は、第 1 実施形態と同様に行われるため、ここでの詳細な説明を省略する。

【0054】

図 10 は、第 2 実施形態での評価値算出処理のフローチャートである。なお、図 10 には、H 方向画像に係る評価値算出処理のみを示したが、図 10 の処理と同様の処理が、V 方向画像についても行われる。

10

【0055】

図 5 のステップ S501、S502 と同様に、ステップ S1001、S1002 では、H 方向分散度算出部 304 が、G、R-G、B-G 色空間で、G、R-G、B-G 信号のそれぞれの分散度 G_h^2 、 $R-G_h^2$ 、 $B-G_h^2$ を算出する。

【0056】

続くステップ S1003 では、ノイズ特性算出部 901 が、GRB 信号のそれぞれのノイズ量に基づいた重み係数 w_g 、 w_r 、 w_b の算出処理を行う。ここで、ノイズを表す尺度としては、第 1 実施形態と同様に分散度を用いるが、重み係数 w_g 、 w_r 、 w_b の算出処理では、第 1 実施形態とは異なる方法で分散度を算出する。即ち、第 1 実施形態では、色差の分散パラメータとして注目画素を中心とした 3×3 領域の画素を用いて、H 方向と V 方向とで別々に分散度を算出した。これに対して第 2 の実施形態では、水平 (H)、垂直 (V) 方向別でなく、2 次元範囲で分散度を算出する。図 11 (a) は、ステップ S1003 での重み係数 w_g 、 w_r 、 w_b の算出処理を説明するための 5×5 画素領域を示す図である。また、図 11 (b) は、ステップ S1003 での重み係数 w_g 、 w_r 、 w_b の算出処理を説明するための 9×9 画素領域を示す図である。

20

【0057】

重み係数 w_g 、 w_r 、 w_b の算出処理では、図 11 (a) に示すように、注目画素 (x, y) を中心とした 5×5 領域の画素を用いる。近傍 8 画素と注目画素に対して R、Gr (画素配列の一方向において R の隣に位置する G)、Gb (画素配列の一方向において B の隣に位置する G)、B 信号のそれぞれの分散度 $\sigma^2(x, y)$ を、下記式 20、式 21 により算出する。但し、これに限定されるものではなく、注目画素 (x, y) に対して、 5×5 領域の画素の近傍 4 画素 ((x-2, y), (x+2, y), (x, y-2), (x, y+2)) を用いてもよい。また、図 11 (b) に示すように、 9×9 領域の各画素 (図 11 (b) において座標が記入されている画素) を用いてもよい。

30

【0058】

【数 6】

$$\begin{aligned}\sigma^2(x, y) = & ((p(x-2, y-2) - m)^2 + (p(x, y-2) - m)^2 + (p(x+2, y-2) - m)^2 \\ & + (p(x-2, y) - m)^2 + (p(x, y) - m)^2 + (p(x+2, y) - m)^2 \\ & + (p(x-2, y+2) - m)^2 + (p(x, y+2) - m)^2 + (p(x+2, y+2) - m)^2) \\ & / (N-1) \quad \cdots \text{式 20}\end{aligned}$$

10

$$\begin{aligned}m(x, y) = & (p(x-2, y-2) + p(x, y-2) + p(x+2, y-2) + p(x-2, y) + p(x, y) \\ & + p(x+2, y) + p(x-2, y+2) + p(x, y+2) \\ & + p(x+2, y+2)) / N \quad \cdots \text{式 21}\end{aligned}$$

次に、ノイズ特性算出部 901 は、重み係数 α , β , γ を下記式 22 乃至式 25 により算出する。ここで、 σ_R^2 は R 信号の分散度、 σ_{Gr}^2 は G r 信号の分散度、 σ_{Gb}^2 は G b 信号の分散度、 σ_B^2 は B 信号の分散度をそれぞれ表す。ここでも、分散度が大きくなっている色成分の信号、つまり、ノイズ量が多い色成分の信号についての重み係数が小さくなるようにしている。

20

【0059】

なお、カラー撮像素子 102 がキズ欠陥画素を有している場合、キズ欠陥画素には実際の被写体像に対応する信号電荷とは異なる信号電荷が蓄積され、画素欠陥を示す画像信号として出力される。キズ欠陥画素が注目画素である場合、分散度の信頼性が低下してしまい、方向選択を誤ることが懸念されることから、この場合には、注目画素を除いた近傍の画素に対して分散度を算出するようにすることが好ましい。

【0060】

【数 7】

30

$$\alpha = 1 - \frac{\sigma_G^2}{\sigma_G^2 + \sigma_R^2 + \sigma_B^2} \quad \cdots \text{式 22}$$

$$\beta = 1 - \frac{\sigma_R^2}{\sigma_G^2 + \sigma_R^2 + \sigma_B^2} \quad \cdots \text{式 23}$$

$$\gamma = 1 - \frac{\sigma_B^2}{\sigma_G^2 + \sigma_R^2 + \sigma_B^2} \quad \cdots \text{式 24}$$

40

$$\sigma_G^2 = \frac{\sigma_{Gr}^2 + \sigma_{Gb}^2}{2} \quad \cdots \text{式 25}$$

ステップ S1004 では、評価値算出部 308 が評価値を算出する。その際には、上記式 22 乃至式 25 によって得られた重み係数 α , β , γ を用いて、H 方向での分散度 σ_h^2 を下記式 26 により算出する。ステップ S1005 以降の処理は、図 5 を参照して説明したステップ S505 ~ S512 の処理と同じであるため、説明を省略する。

50

【 0 0 6 1 】

【 数 8 】

$$\sigma_h^2 = \alpha \cdot \sigma_{Gh}^2 + \beta \cdot \sigma_{R-Gh}^2 + \gamma \cdot \sigma_{B-Gh}^2 \quad \cdots \text{式 26}$$

以上の説明の通り、第2実施形態では、第1実施形態のように方向別に補間した補間結果である色差信号の分散度に基づいてノイズ特性を算出するのではなく、補間前の画像データを用いてノイズ特性の算出を行う。そのため、周辺画素情報で欠陥画素を補った信号値ではなく、正常な画素の信号値に対して分散度の算出を行うことができ、これによりノイズ特性の信頼性を向上させることができる。よって、適切に補間された、画質低下の抑制された補間後 R G B 画像データ 3 1 0 を得ることができる。

10

【 0 0 6 2 】

< 第3実施形態 >

第2実施形態では、H方向とV方向の補間前の画素データに対して、分散度を用いてノイズ特性を算出した。これに対し、第3実施形態では、予め記憶されている所定のルックアップテーブルの値を参照してノイズ特性を算出する。

【 0 0 6 3 】

第3実施形態に係る画像処理装置の構成は、第2実施形態に係る画像処理装置の構成と同等であり、デモザイキング部 1 0 5 A が備えるノイズ特性算出部 9 0 1 による重み係数、の算出方法のみが異なる。よって、第3実施形態での評価値算出処理のフローチャートは、第2実施形態として説明した図 1 0 のフローチャートと同じとなる。

20

【 0 0 6 4 】

ステップ S 1 0 0 1、1 0 0 2 の処理は、第2実施形態での処理と同じであるため、説明を省略する。第3実施形態でのステップ S 1 0 0 3 において、ノイズ特性算出部 9 0 1 は、G R B 信号のそれぞれのノイズ量に基づいた重み係数、の算出処理を行う。ここで、第2実施形態ではノイズを表す尺度として分散度を算出した。これに対して、第3の実施形態では、一面グレーの被写体を撮像して得られるホワイトバランス処理を行った後のデジタル画像データの R G B のそれぞれの分散度に応じたルックアップテーブルから G R B 信号の重み係数、を算出する。なお、このルックアップテーブルは、予めメモリ 1 1 2 に記憶されている。

30

【 0 0 6 5 】

図 1 2 は、ルックアップテーブルのデータ例を示す図である。図 1 2 に示すルックアップテーブルは、I S O 感度ごとに重み係数、の比率をノイズ量に応じて変えるものである。例えば、G 信号のノイズ量に比べて R 信号のノイズ量が大きい場合には、重み係数は重み係数よりも比率が大きくなる。ここでは I S O 感度に依存して重み係数、を算出しているが、I S O 感度に限られず、信号量やカラー撮像素子 1 0 2 が発する熱等に依存して算出するようにしてもよい。

【 0 0 6 6 】

第3実施形態でのステップ S 1 0 0 4 以降の処理は、第2実施形態でのステップ S 1 0 0 4 以降の処理と同じであるので、その説明を省略する。

40

【 0 0 6 7 】

以上の説明の通り、第3実施形態では、第2実施形態のように補間前のデータ後の信号値を用いて分散度に基づいてノイズ特性を算出することなく、予めメモリに記憶されている所定のルックアップテーブルを参照してノイズ特性を算出する。これにより、計算量の多い分散度の計算を行わなくてもよいため、画像処理の高速化を図ることができる。

【 0 0 6 8 】

< 第4実施形態 >

図 1 3 は、第4実施形態に係る画像処理装置の概略構成を示すブロック図である。第4実施形態に係る画像処理装置は、ホワイトバランス部 1 0 4 を含む事前処理部 1 3 0 1 を備える点で、第1実施形態に係る画像処理装置と異なるが、その他の構成ユニット(部)

50

は、第1実施形態に係る画像処理装置が備えるもの（図1参照）と同等である。そのため、第1実施形態と共通する構成ユニット（部）についての説明は省略する。

【0069】

事前処理部1301は、デモザイキング部105でデモザイキング処理を行う前に、ホワイトバランス処理を含む所定の事前処理を行う点で、第1乃至第3実施形態と相違する。所定の事前処理は、デモザイキング部105での分散度とノイズ特性を算出する際の信頼性を向上させるために行われる。

【0070】

図14は、事前処理部1301の構成を示すブロック図である。事前処理部1301は、ホワイトバランス部104と、キズ補正部1401と、倍率色収差補正部1402とを備える。事前処理部1301が備えるホワイトバランス部104は、第1実施形態に係る画像処理装置が備えるホワイトバランス部104と同じである。

【0071】

A/D変換部103から出力されるペイヤー画像データ301Aは、キズ補正部1401へ入力される。キズ補正部1401は、カラー撮像素子102がキズ欠陥画素を有している場合の補正処理（キズ補正処理）を行い、この補正処理は次のような意義を有する。

【0072】

即ち、カラー撮像素子102のキズ欠陥画素は、製造過程で発生し、或いは、内部アナログ回路の特性のばらつき等により発生する。カラー撮像素子102がキズ欠陥画素を有している場合、キズ欠陥画素には実際の被写体像に対応する信号電荷とは異なる信号電荷が蓄積され、画素欠陥を示す画像信号が出力されることとなる。第2実施形態で述べたように、キズ欠陥画素が注目画素となると、デモザイキング部105で算出する分散度やノイズ特性の信頼性が低下してしまい、方向選択を誤ることが懸念される。

【0073】

そこで、事前処理部1301が有するキズ補正部1401は、デモザイキング処理に先んじて、キズ補正処理を行う。キズ補正処理の方法としては、例えば、キズ欠陥画素の位置をメモリに予め記録しておき、キズ補正処理時に、キズ画素については直近の同じ色の画素の画素値に置き換える等の各種の方法を用いることができる。

【0074】

ところで、カラー撮像素系では、結像光学系の色収差に起因して、画像上の明るい部分の周囲に、本来存在しない色が色にじみ（色収差）として現れる。この色収差は、横色収差（倍率色収差）と縦色収差（軸上色収差）に大別される。図15（a）は、倍率色収差を説明する図であり、倍率色収差は、波長によって結像位置が像面に沿う方向にずれる現象である。図15（b）は、軸上色収差を説明する図であり、軸上色収差は、波長によって結像位置が光軸に沿う方向にずれる現象である。

【0075】

一般的に、倍率色収差のにじみ幅は軸上色収差のにじみ幅よりも著しく小さく、絞り値や焦点距離、被写体距離等の撮影条件にも依るが、極端に細い倍率色収差は、補間方向によって発生の仕方が異なって現れる場合がある。その場合、デモザイキング部105の分散度による評価値算出処理において、倍率色収差が悪影響を与えてしまうことが懸念される。そこで、倍率色収差補正部1402は、デモザイキング処理に先んじて倍率色収差の補正処理を行う。

【0076】

倍率色収差の補正処理の方法としては、例えば、RGBのそれぞれの色プレーンに対して異なる歪曲を加える幾何変換を行う方法等が考えられる。その際の歪曲の度合いは、例えば、レンズ種や絞り値、焦点距離、被写体距離等に応じた倍率色収差補正用のデータを予めメモリ112に記録しておき、事前処理時に読み出して補正することができる。また、画像からGプレーンに対するRBのズレを解析して補正する方法等の各種の方法を用いることができる。

【0077】

第４実施形態では、デモザイキング処理に先んじて、事前処理として、キズ補正処理、ホワイトバランス処理及び倍率色収差の補正処理を行っておく。これにより、デモザイキング部１０５で算出する評価値の信頼性を高め、補間精度を向上させることができる。

【００７８】

<その他の実施形態>

以上、本発明をその好適な実施形態に基づいて詳述してきたが、本発明はこれら特定の実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の様々な形態も本発明に含まれる。さらに、上述した各実施形態は本発明の一実施形態を示すものにすぎず、各実施形態を適宜組み合わせることも可能である。

【００７９】

例えば、第１実施形態において、画像生成部３０９は、Ｈ方向補間部３０２とＶ方向補間部３０３にて生成された補間データのいずれかを選択して出力するとした。但し、このような処理に限定されず、Ｈ方向補間部３０２とＶ方向補間部３０３にて生成された補間データを、下記式２７を用いて、重み付けして加算し、出力するようにしてもよい。ここで、“ G_h ”はＨ方向補間部３０２による補間データであり、“ G_v ”はＶ方向補間部３０３による補間データであり、“ G ”は、画像生成部３０９から出力される補間データである。下記式２７では、Ｖ方向（垂直方向）の分散度に対してＨ方向（水平方向）の分散度が小さくなるほど、水平方向の補間データの重み付けが大きくなるようにしている。

【００８０】

【数９】

$$G = G_h * \frac{\sigma_v^2}{\sigma_h^2 + \sigma_v^2} + G_v * \frac{\sigma_h^2}{\sigma_h^2 + \sigma_v^2} \quad \cdots \text{式} 27$$

本発明は以下の処理を実行することによっても実現される。即ち、上述した実施形態の機能を実現するソフトウェア（プログラム）をネットワーク又は各種記憶媒体を介してシステム或いは装置に供給し、そのシステム或いは装置のコンピュータ（又はＣＰＵやＭＰＵ等）がプログラムコードを読み出して実行する処理である。この場合、そのプログラム、及び該プログラムを記憶した記憶媒体は本発明を構成することになる。

【符号の説明】

【００８１】

- １０２ カラー撮像素子
- １０３ Ａ／Ｄ変換部
- １０５ デモザイキング部
- １１１ 制御部
- ３０２ Ｈ方向補間部
- ３０３ Ｖ方向補間部
- ３０４ Ｈ方向分散度算出部
- ３０５ Ｖ方向分散度算出部
- ３０６ Ｈ方向ノイズ特性算出部
- ３０７ Ｖ方向ノイズ特性算出部
- ３０８ 評価値算出部
- ３０９ 画像生成部
- ９０１ ノイズ特性算出部
- １３０１ 事前処理部
- １４０１ キズ補正部
- １４０２ 倍率色収差補正部

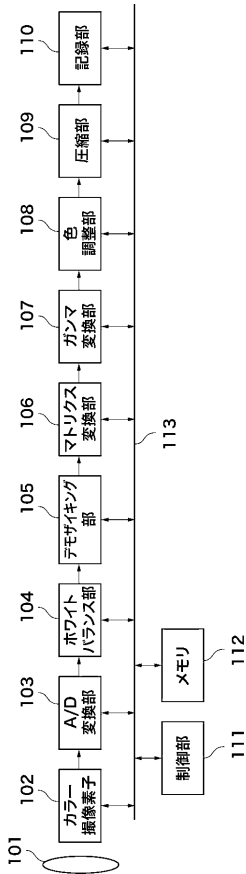
10

20

30

40

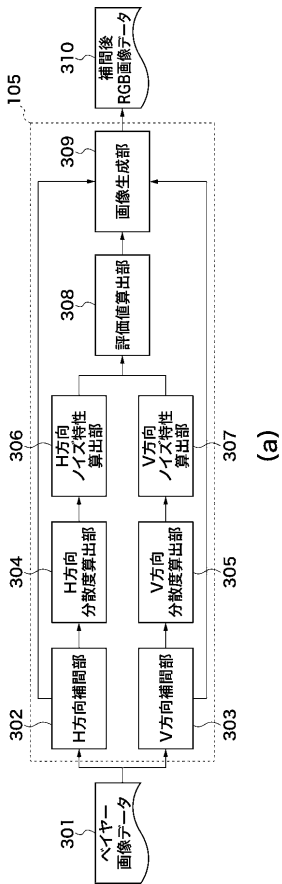
【図 1】



【図 2】

R	G	R	G
G	B	G	B
R	G	R	G
G	B	G	B

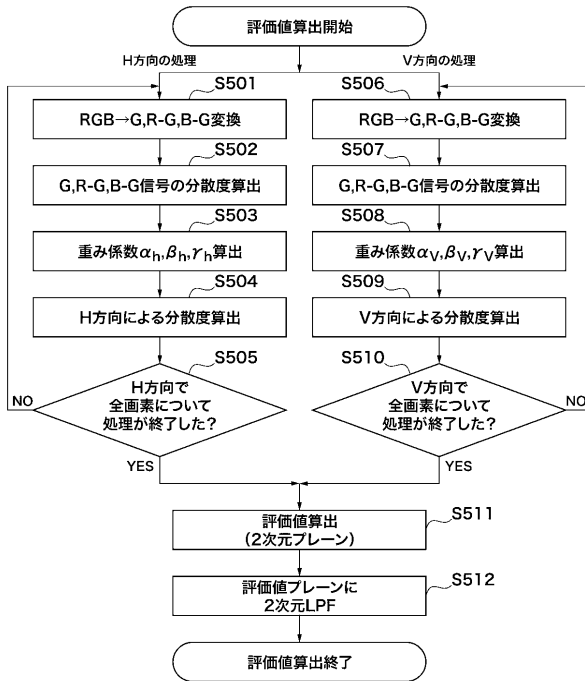
【図 3】



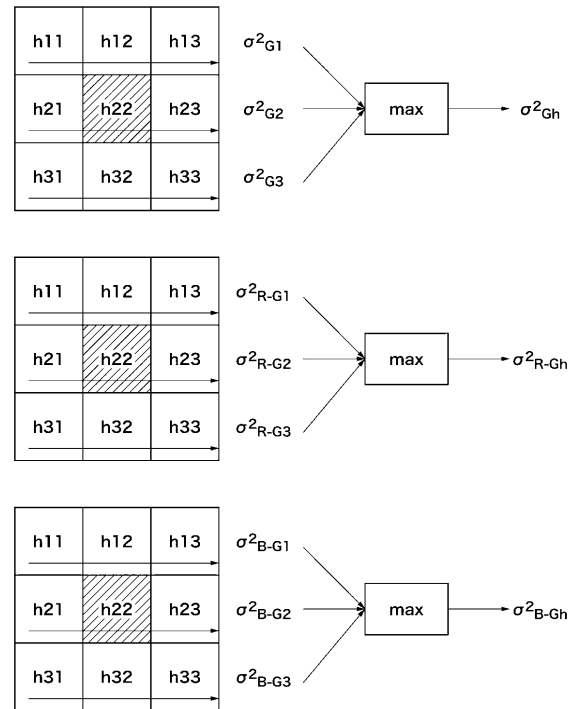
【図 4】

R11	G12	R13	G14	R15	G16
G21	B22	G23	B24	G25	B26
R31	G32	R33	G34	R35	G36
G41	B42	G43	B44	G45	B46
R51	G52	R53	G54	R55	G56
G61	B62	G63	B64	G65	B66

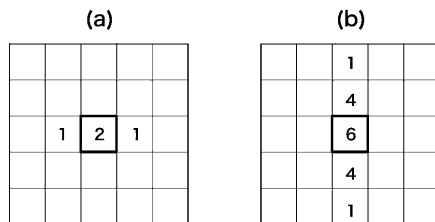
【図5】



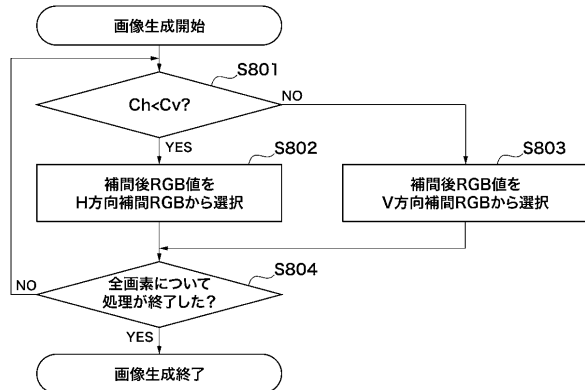
【図6】



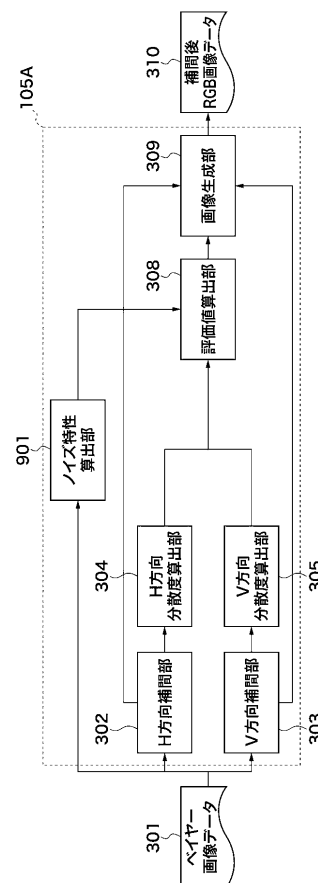
【図7】



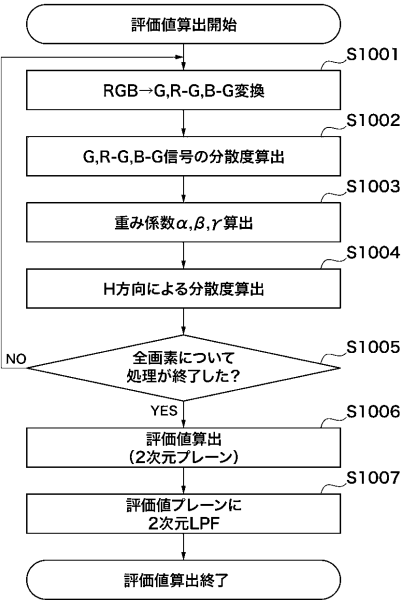
【図8】



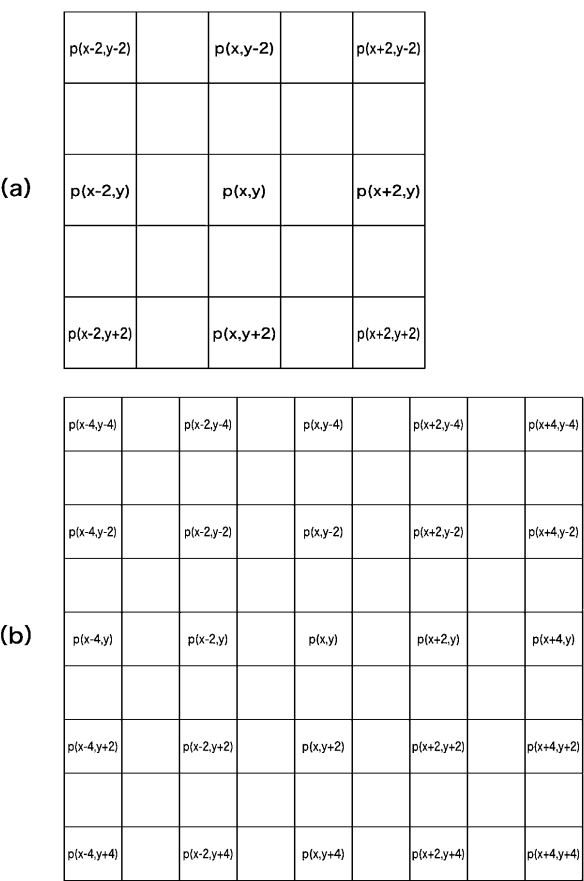
【図9】



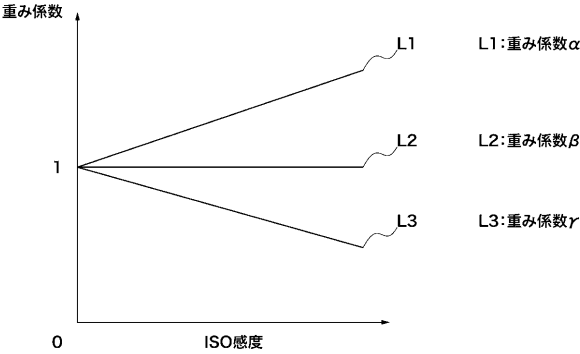
【図 10】



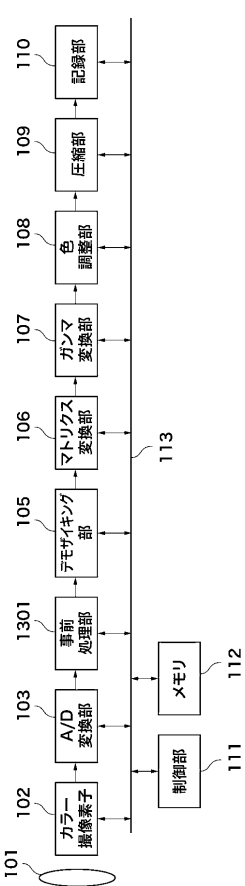
【図 11】



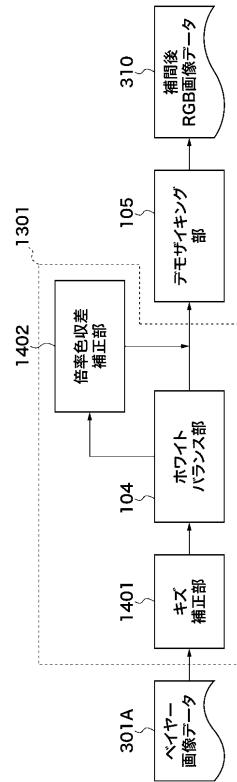
【図 12】



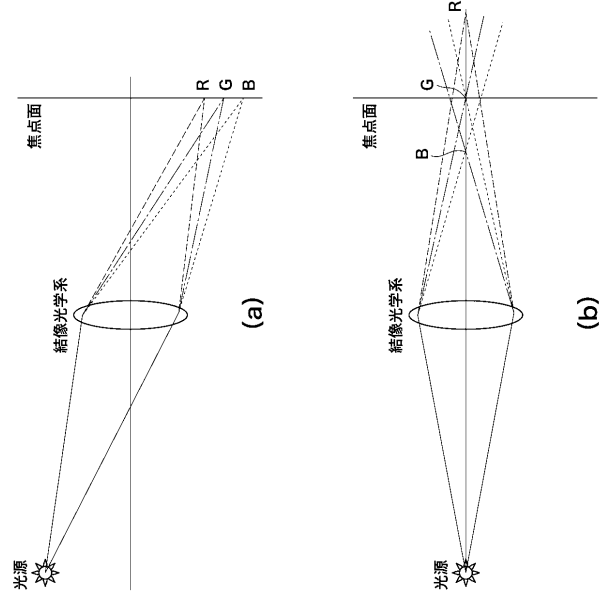
【図 13】



【図 14】



【図 15】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 1 1 - 2 2 0 7 4 5 (J P , A)
特開 2 0 1 0 - 2 5 2 2 3 1 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 2 5 8 9 3 2 (J P , A)
国際公開第 2 0 0 5 / 0 8 1 5 4 3 (W O , A 1)
特開 2 0 1 2 - 0 0 4 7 8 7 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 6 T 1 / 0 0 - 1 / 4 0
G 0 6 T 3 / 0 0 - 5 / 5 0
G 0 6 T 9 / 0 0 - 9 / 4 0
H 0 4 N 1 / 4 0 - 1 / 4 0 9
H 0 4 N 1 / 4 6 - 1 / 4 8
H 0 4 N 1 / 5 2
H 0 4 N 1 / 6 0
H 0 4 N 9 / 0 4 - 9 / 1 1