

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6818585号
(P6818585)

(45) 発行日 令和3年1月20日(2021.1.20)

(24) 登録日 令和3年1月5日(2021.1.5)

(51) Int.Cl.		F I			
HO4N	9/04	(2006.01)	HO4N	9/04	B
HO4N	9/64	(2006.01)	HO4N	9/64	E
G06T	5/00	(2006.01)	G06T	5/00	700

請求項の数 14 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2017-30246 (P2017-30246)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成29年2月21日 (2017.2.21)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2018-137580 (P2018-137580A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成30年8月30日 (2018.8.30)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	令和2年2月13日 (2020.2.13)		弁理士 大塚 康德
		(74) 代理人	100115071
			弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100112508
			弁理士 高柳 司郎
		(74) 代理人	100116894
			弁理士 木村 秀二
		(74) 代理人	100130409
			弁理士 下山 治
		(74) 代理人	100134175
			弁理士 永川 行光

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】

画像の現像処理を行なう現像手段と、
前記現像処理が行なわれた画像の一部の領域に含まれる画素値について、特異値分解を行なって特異値を取得する取得手段と、
前記特異値を、前記現像処理におけるパラメータの値に応じて補正する補正手段と、
補正された前記特異値を用いて、前記一部の領域の補正された画素値を算出する算出手段と
を備え、

前記補正手段は、前記パラメータの値に応じて設定される係数により、前記特異値を修正した後、所定値を減ずることにより前記補正を行なうことを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】

前記補正手段は、前記特異値のうち、最大値を有する第1の特異値を除いた他の特異値の値を補正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】

画像の現像処理を行なう現像手段と、
前記現像処理が行なわれた画像の一部の領域に含まれる画素値について、特異値分解を行なって特異値を取得する取得手段と、
前記特異値を、前記現像処理におけるパラメータの値に応じて補正する補正手段と、
補正された前記特異値を用いて、前記一部の領域の補正された画素値を算出する算出手段

10

20

段と

を備え、

前記補正手段は、前記特異値のうち、最大値を有する第1の特異値を除いた他の特異値の値を補正するものであって、前記他の特異値の値が、所定範囲に属するか否かを判定し、前記所定範囲に属すると判定された場合に前記他の特異値を特定の値に補正することを特徴とする画像処理装置。

【請求項4】

前記補正手段は、前記所定範囲を、前記パラメータの値に応じて変更することを特徴とする請求項3に記載の画像処理装置。

【請求項5】

前記補正手段は、前記所定範囲を規定する値うち、値の小さい側の変更の度合いを、値が大きい側の変更の度合いよりも大きくすることを特徴とする請求項4に記載の画像処理装置。

【請求項6】

画像の現像処理を行なう現像手段と、
前記現像処理が行なわれた画像の一部の領域に含まれる画素値について、特異値分解を行なって特異値を取得する取得手段と、
前記特異値を、前記現像処理におけるパラメータの値に応じて補正する補正手段と、
補正された前記特異値を用いて、前記一部の領域の補正された画素値を算出する算出手段と

を備え、

前記補正手段は、前記特異値のうち、最大値を有する第1の特異値を除いた他の特異値の値を補正するものであって、前記現像処理における画像の色成分毎のパラメータの値に応じて、該色成分毎に前記他の特異値を補正し、

前記算出手段は、各色成分の前記一部の領域の補正された画素値を、対応する色成分の前記補正された特異値を用いて算出することを特徴とする画像処理装置。

【請求項7】

前記現像処理は、ホワイトバランス処理、色補間処理、ノイズ除去処理、及び、マスキング処理のうち少なくともいずれかを含むことを特徴とする請求項1から6のいずれか1項に記載の画像処理装置。

【請求項8】

前記画像を取得する画像取得手段を更に備えることを特徴とする請求項1から7のいずれか1項に記載の画像処理装置。

【請求項9】

前記特異値分解とは、第1の行列を、直交行列である第2の行列、非対角成分がゼロであって対角成分が負ではない値である第3の行列、および、直交行列である第4の行列、に分解する処理であることを特徴とする請求項1から8のいずれか1項に記載の画像処理装置。

【請求項10】

画像の現像処理を行なう現像工程と、
前記現像処理が行なわれた画像の一部の領域に含まれる画素値について、特異値分解を行なって特異値を取得する取得工程と、
前記特異値を、前記現像処理におけるパラメータの値に応じて補正する補正工程と、
補正された前記特異値を用いて、前記一部の領域の補正された画素値を算出する算出工程と
を含み、

前記補正工程は、前記パラメータの値に応じて設定される係数により、前記特異値を修正した後、所定値を減ずることにより前記補正を行なうことを特徴とする画像処理方法。

【請求項11】

画像の現像処理を行なう現像工程と、

10

20

30

40

50

前記現像処理が行なわれた画像の一部の領域に含まれる画素値について、特異値分解を行なって特異値を取得する取得工程と、

前記特異値を、前記現像処理におけるパラメータの値に応じて補正する補正工程と、
補正された前記特異値を用いて、前記一部の領域の補正された画素値を算出する算出工程と

を含み、

前記補正工程は、前記特異値のうち、最大値を有する第1の特異値を除いた他の特異値の値を補正するものであって、前記他の特異値の値が、所定範囲に属するか否かを判定し、前記所定範囲に属すると判定された場合に前記他の特異値を特定の値に補正することを特徴とする画像処理方法。

10

【請求項12】

画像の現像処理を行なう現像工程と、

前記現像処理が行なわれた画像の一部の領域に含まれる画素値について、特異値分解を行なって特異値を取得する取得工程と、

前記特異値を、前記現像処理におけるパラメータの値に応じて補正する補正工程と、
補正された前記特異値を用いて、前記一部の領域の補正された画素値を算出する算出工程と

を含み、

前記補正工程は、前記特異値のうち、最大値を有する第1の特異値を除いた他の特異値の値を補正するものであって、前記現像処理における画像の色成分毎のパラメータの値に応じて、該色成分毎に前記他の特異値を補正し、

20

前記算出工程は、各色成分の前記一部の領域の補正された画素値を、対応する色成分の前記補正された特異値を用いて算出することを特徴とする画像処理方法。

【請求項13】

前記特異値分解とは、第1の行列を、直交行列である第2の行列、非対角成分がゼロであって対角成分が負ではない値である第3の行列、および、直交行列である第4の行列、に分解する処理であることを特徴とする請求項10から12のいずれか1項に記載の画像処理方法。

【請求項14】

コンピュータを請求項1から9のいずれか1項に記載の画像処理装置の各手段として機能させることを特徴とするプログラム。

30

【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、プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

デジタルカメラ等の撮像装置においては、入射光が撮像素子（イメージセンサ）に露光される前に、写りに影響を及ぼす赤外線や紫外線をカットするフィルタや、高い空間周波数を遮りモアレを軽減するローパスフィルタ等から構成されるフィルタが用いられている。昨今ではこのフィルタからローパスフィルタを取り除くことにより解像感の向上を狙った撮像装置も提供されている。しかしながら、その場合、空間周波数の高い被写体が入力されると色モアレが発生してしまう場合がある。

40

【0003】

この色モアレの発生問題に対し、画像の小領域に対して、その領域の特徴を表わす特異値を複数抽出し、その特異値の中から比較的寄与率が低いものの影響を抑える手法が提案されている（非特許文献1を参照。）。寄与率が最も高い特異値は、その小領域の主要な特徴を表わしており、それに対し寄与率の低い特異値はその主要な特徴からの揺らぎを示しており、当該寄与率の低い特異値を補正することにより小領域内の線形性を上げることができる。色モアレに関しては画像の線形性を損なっている要因であるため、画像中に発

50

生してしまった色モアレを低減することができる。

【0004】

しかしながら、提案技術により色モアレを強く低減すると画像のディテールも失われてしまう一方、画像のディテールを残すために色モアレ低減を弱くかけると色モアレが残ってしまう場合がある。そこで、被写体形状に基づき色モアレが発生しやすいか否かを判別し、色モアレが発生しやすいければ色モアレ低減の強度を上げる技術が提示されている（特許文献1を参照。）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2014-53830号公報

【非特許文献】

【0006】

【非特許文献1】Shunsuke Ono, Isao Yamada, A CONVEX REGULARIZER FOR REDUCING COLOR ARTIFACT IN COLOR IMAGE RECOVERY. CVPR, pages 1775-1781, 2013.

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

色モアレの発生しやすさは被写体形状によるところが大きいが、色モアレが実際にどの程度見えに影響するかは、現像処理におけるパラメータ設定も影響する。

【0008】

そこで、本発明は、色モアレの低減処理において、現像時のパラメータに応じて色モアレ低減処理の強度を変更可能とする技術を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題を解決するための本発明は、画像処理装置であって、
 画像の現像処理を行なう現像手段と、
 前記現像処理が行なわれた画像の一部の領域に含まれる画素値について、特異値分解を行なって特異値を取得する取得手段と、
 前記特異値を、前記現像処理におけるパラメータの値に応じて補正する補正手段と、
 補正された前記特異値を用いて、前記一部の領域の補正された画素値を算出する算出手段とを備え、

前記補正手段は、前記パラメータの値に応じて設定される係数により、前記特異値を修正した後、所定値を減ずることにより前記補正を行なう。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば現像パラメータに応じた色モアレ補正強度を変更すること可能にした画像処理装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】発明の実施形態に対応する画像処理装置及び情報処理装置の構成例を示すブロック図。

【図2】発明の実施形態に対応する撮像装置の構成例を示すブロック図。

【図3】撮像装置における色補間処理の例を示す説明図。

【図4】発明の実施形態に対応する画像処理の一例を示すフローチャート。

【図5】発明の実施形態に対応する色モアレ低減処理の一例を示すフローチャート。

【図6】発明の実施形態に対応する特異値分解を用いたモアレ低減処理の説明図。

【図7】発明の実施形態2及び3に対応する特異値の傾向を例示する図。

【図8】ISO感度とノイズ量との関係を示すグラフ。

【発明を実施するための形態】

10

20

30

40

50

【 0 0 1 2 】

以下に、本発明の実施形態を、添付の図面に基づいて詳細に説明する。各実施形態では、現像パラメータに応じて色モアレ低減処理の強度を変更する実施形態の例を説明する。

【 0 0 1 3 】

〔実施形態 1〕

以下、添付の図面を参照して、発明の第 1 の実施形態を説明する。図 1 (A) は、実施形態 1 に対応する画像処理装置を実現する一例である撮像装置 1 0 0 A の構成を示すブロック図である。撮像装置 1 0 0 A は、例えばデジタルカメラ、デジタルビデオカメラとして実現することができる。また、それ以外に、例えばパーソナルコンピュータ、携帯電話、スマートフォン、PDA、タブレット端末、携帯型メディアプレーヤなどの任意の情報処理端末或いは撮像装置として実現することもできる。

10

【 0 0 1 4 】

図 1 (A) において、光学系 1 0 1 A は、レンズ群、シャッタ、絞りから構成され、CPU 1 0 3 A により動作が制御される。被写体からの光は、光学系 1 0 1 A を通って撮像素子 1 0 2 A 上に結像する。撮像素子 1 0 2 A は、光学系 1 0 1 A を通って結像した光を画像信号に変換する。CPU 1 0 3 A は、入力された信号やプログラムに従って、各種の演算や、撮像装置 1 0 0 を構成する各部分の制御を行う。

【 0 0 1 5 】

一次記憶部 1 0 4 A は、一時的なデータを記憶し、CPU 1 0 3 A の作業用に使われる。一時記憶部 1 0 4 A は、例えば RAM として構成される。二次記憶部 1 0 5 A は、撮像装置 1 0 0 A を制御するためのプログラム (ファームウェア) や各種の設定情報を記憶する。二次記憶部 1 0 5 A は、例えば ROM、或いは、ハードディスクとして構成される。記憶媒体 1 0 6 A は、光学系 1 0 1 A によって結像され、撮像素子 1 0 2 A によって電気信号に変換され、CPU 1 0 3 A によって処理された画像データなどを記憶する。なお、撮影後に記憶媒体 1 0 6 A は撮像装置 1 0 0 A から取り外すことが可能であり、外部のパーソナルコンピュータなどに装着して記録されたデータを読み出すことが可能である。つまり、撮像装置 1 0 0 A は記憶媒体 1 0 6 A へのアクセス機能を有し、記憶媒体 1 0 6 A へのデータの読み書きが行えればよい。表示部 1 0 7 A は、液晶ディスプレイ等により構成され、撮影時のビューファインダー画像の表示、撮影した画像の表示、対話的な操作のための文字表示などを行う。操作部 1 0 8 A は、使用者の操作を受け付けるためのものである。操作部 1 0 8 A には、例えばボタンやレバー、タッチパネルなどを用いることが可能である。

20

30

【 0 0 1 6 】

通信部 1 0 9 A は、外部装置と接続し制御コマンドやデータの送受信を行う。接続を確立し、データ通信するためのプロトコルとしては、例えば P T P (Picture Transfer Protocol) が用いられる。なお、通信部 1 0 9 A は、例えば U S B (Universal Serial Bus) ケーブルなどの有線接続により通信を行ってもよい。また、無線 LAN などの無線接続により通信を行ってもよい。また、外部装置と直接接続してもよいし、サーバを経由し、インターネットなどのネットワークを介して外部装置と接続してもよい。

【 0 0 1 7 】

図 1 (A) は、デジタルカメラ等として機能する場合を考慮して光学系 1 0 1 A、撮像素子 1 0 2 A を含む構成を示した。しかし、発明の実施形態として、画像を生成し、記録することが可能な情報処理装置、画像処理装置、或いは、画像記録装置等として、光学系 1 0 1 A、撮像部 1 0 2 A を有しない構成で実現してもよい。そこで、図 1 (B) に、本実施形態の画像処理装置を情報処理装置 1 0 0 B として構成する場合の構成例を示す。

40

【 0 0 1 8 】

図 1 (B) において、表示部 1 0 7 B は、撮影画像の表示や対話的な操作のための文字表示などを行う。操作部 1 0 8 B は、使用者の操作を受け付けるためのものである。操作部 1 0 8 B は例えばキーボードやポインティング装置などを用いることが可能である。CPU 1 0 3 B は、入力された信号やプログラムに従って、各種の演算や、情報処理装置 1

50

00Bを構成する各部分の制御を行う。一次記憶部104Bは、一時的なデータを記憶し、CPU103Bの作業用に使われる。一時記憶部104Bは、例えばRAMとして構成される。二次記憶部105Bは、画像処理を行うためのプログラムや各種の設定情報を記憶する。二次記憶部105Bは、例えばROM、或いは、ハードディスクとして構成される。通信部109Bは、外部装置と接続し制御コマンドやデータの送受信を行う。通信部109Bの形態は通信部109Aと同じような形態を選択することも可能である。

【0019】

上記の通り、本実施形態に対応する画像処理装置は、撮像装置100Aや情報処理装置100Bとして構成が可能であり、以下では、これらを総称して画像処理装置100と呼び、個々の構成要素についても、説明の簡単のために、例えばCPU103のようにAまたはBの符号を省略する。

10

【0020】

次に、図2を参照して、画像処理装置100の構成例及び、画像処理装置100における画像生成の過程を説明する。図2は、画像処理装置100を撮像装置100Aとして構成した場合の具体的な構成例を示す。

【0021】

カメラに入射される光201はレンズ202を通過し、絞り203で光量調節を行われ、シャッタ(不図示)が開いている時間だけセンサ205に露光されることになる。また、光201はセンサ205に露光される前に、写りに影響を及ぼす赤外線や紫外線をカットするフィルタや、高い空間周波数を遮りモアレを軽減するローパスフィルタ等から構成されるフィルタ204を通過する。センサ205で露光された光は、電荷量として蓄積され、CDS・AGC回路206で雑音除去やゲイン増幅がなされ、A/D変換器207でデジタルデータに変換される。

20

【0022】

デジタルデータに変換された画像に対し現像処理が施される。当該画像には、ホワイトバランス208でRGBの各色成分についてゲインの調整を行われ、色補間処理209で図3(A)のように、例えばRGB3つのカラープレーンが生成される。そして、RGB3プレーンとなった画像データは、ノイズリダクション210により、画像に生じるノイズを軽減される。ノイズが軽減された画像データは次に、マスキング処理211でRGBの色の色相に関する調整を行われ、ガンマ変換212でディスプレイ等に表示する為に必要な処理が施される。こうして作成された画像データを元にJPEG変換213でJPEGへの圧縮等を行い、最終的な画像214が生成される。

30

【0023】

次に、図2の構成により生成される画像データにおいて発生するモアレについて説明する。図2の構成において、解像度を向上させるためにフィルタ204からローパスフィルタを除去すると、空間周波数の高い被写体が入力されると色モアレが発生してしまう場合がある。

【0024】

図3(B)、(C)は色モアレの発生要因の例を示したものである。図3(B)、(C)では図中に示すように、斜め方向に白と黒の線が露光されている状態を示している。このような被写体に色補間処理209を施すと、例えば図3(B)では、RとBは一面高い値であるのに対し、Gが一面低い値だと認識してしまうことにより、白と黒の線であるものがマゼンタになってしまう。また、図3(C)では、RとBは一面低い値であるのに対し、Gが一面高い値だと認識してしまうことにより、白と黒の線であるものが緑になってしまう。このようにして色モアレが発生してしまう場合がある。

40

【0025】

また、このような色モアレの強度は、ホワイトバランス208からマスキング処理211等を含む現像処理において設定される現像パラメータが影響する。例えば、ホワイトバランス処理208において、RやBにかかるゲインを上げると、色モアレも強調されてしまうため、色モアレの目立ち方も合わせて強くなっていく。また、マスキング処理211

50

において、彩度を強調するような処理を行った場合も、同様に色モアレが強調され、色モアレの目立ち方が強くなっていく。そのため、このような現像パラメータを考慮しないで同程度の色モアレ低減処理を行ってしまうと、補正不足となってしまう場合がある。

【0026】

このような現像パラメータ（例えば、ホワイトバランスゲイン、彩度強調、ノイズリダクション用の設定パラメータを含む）を取得する方法は種々存在する。例えば、画像処理装置100のような場合には、前述したように、二次記憶部105に記憶された各種の設定情報を取得することによって可能である。または、記憶媒体106にCPU103が画像を記録する際に予め現像パラメータをヘッダ情報として記載しておき、CPU103が記憶媒体106から記録した画像を読み込む際にそのヘッダ情報を参照することによって

10

【0027】

また、ヘッダ情報が未知のファイルが入力された場合においても、例えばJ E I T A規格で規定されるE x i f情報を参照することにより実現することが可能である。例えば、彩度情報に関して、E x i f情報に記載されている撮影彩度の情報を利用することが挙げられる。また、ノイズリダクションの強度に関しては、E x i f情報から取得したI S O感度情報と、画像のノイズ量との関係性から推測することが可能である。

【0028】

この場合、例えば図8のようにI S O感度とノイズ量の関係性に対する標準的な関係を示した標準ライン801を定義し、実際のI S O感度とノイズ量の関係がこのラインからどの程度乖離しているかにより、ノイズリダクション強度を推定することが可能である。また、ホワイトバランスゲインに関しては、E x i f情報に記載されている光源情報やフラッシュ発光の情報からホワイトバランスゲインを見積もることも可能となる。このようにして、撮影時パラメータを取得、または推定することができる。

20

【0029】

以下、色モアレを低減するための本実施形態に対応する画像処理を具体的に説明する。本実施形態に対応する具体的な画像処理例を示すに当たり、図4のフローチャートを参照して現像パラメータに応じて色モアレ低減処理の強度を変更する例を示す。図4のフローチャートは、CPU103が二次記憶装置105に格納された対応プログラムを実行することにより実現できる。

30

【0030】

まず、S401において、CPU103は処理対象の画像を取得する。当該画像取得は、例えば、撮像素子102Aで生成された画像信号に基づく画像を取得することであってもよいし、或いは、記憶媒体106に記録された画像を取得することであってもよい。次に、S402において、CPU103は現像パラメータを取得する。現像パラメータとしては、例えば二次記憶部105に記憶された各種の設定情報を取得することができる。または、ステップS401で取得した画像から現像パラメータを取得してもよい。次に、S403において、CPU103は色モアレ低減パラメータを決定し、続くステップS404において実際の色モアレ低減を行う。

【0031】

ここで、ステップS404での色モアレ低減処理の説明にあたり、まず、基礎となる色モアレ低減処理（非特許文献1）に関して図5及び図6を参照して説明する。

40

【0032】

まず、図5において、S501においてCPU103は、処理対象の画像のうちから一部の領域を選択する。図6の例においては、処理対象画像601から小領域602が選択されている。S502において、CPU103は、選択した小領域内の画素値を用いて行列を作成する。図6の例では、10ピクセル×10ピクセルの小領域602から各画素のR G B値を取得し、各行に各ピクセルの画素値、各列にR、G、Bそれぞれを配置することにより、100行3列の行列X603を作成することができる。続くS503では、画素値行列に対して特異値分解処理を行なう。特異値分解処理とは、任意のm×n行列Aを

50

、 $A = U \times S \times V$ となる行列式に分解する処理をいう。ここで、 U は $m \times m$ の直交行列であり、 V は $n \times n$ の直交行列である。また、 S は $m \times n$ の非対角成分が0、対角成分が非負で大きさの順に並んだ行列である。このとき S の対角成分で非0値を特異値と呼ぶ。

【0033】

本実施形態では、図6の行列 X_{603} 、行列 U_{604} 、行列 S_{605} 、行列 V_{606} により、 $X = U \times S \times V^t$ と表される。 X_{603} は100行3列の行列、 U_{604} は100行100列の直交行列、 S_{605} は対角成分に3つの特異値を有する100行3列の対角行列（特異値以外の成分は全て0）、 V は3行3列の直交行列を表わす。（ V^t は V の転置行列を表わす）。ここで行列 S_{605} に現れる3つの特異値に関し、最大値（第1特異値）は小領域602のリニアな特徴を表し、数値のより小さいもの（第2、第3特異値）はノイズ成分や色モアレ成分等の非リニアな特徴が表わされることとなる。

10

【0034】

そこで、 S_{604} においてCPU103は、これら比較的数字の少ない特異値の寄与率を減らすことにより、小領域602のリニア性を向上させる。例えば、行列 S_{605} から、第2・第3特異値の数値から所定値を減算して得られた行列 S_{out608} を生成する。その後、 S_{605} においてCPU103は、行列 $U(604 = 607)$ と行列 $V(606 = 609)$ とかけ合わせることで、リニア性を向上させた画素値の行列610を取得することができる。このようリニア性が向上した画素値においては色モアレ成分が低減されたものとなる。

【0035】

上記処理においては、例えば、 S の3つの特異値 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 に対するそれぞれの軽減量を w_1 、 w_2 、 w_3 とし、

$$i_{out} = \text{MAX}(\lambda_i - w_i, 0) \quad \text{式(1)}$$

$$(i = 1, 2, 3)$$

とすることにより、リニア性を向上させ、色モアレを低減させることが可能となる。（ここで、 $\text{MAX}(a, b)$ は、 a と b のうち、数値の大きいものを選択する。）このようにして、画像中から色モアレを低減させることが可能となる。

20

【0036】

しかしながら、このような特異値の補正処理では、前述したように現像パラメータによっては色モアレが補正不足となる場合がある。例えば図2のマスキング処理211で行われるような現像パラメータを変化させた場合を考える。このような現像パラメータには、例えば画像中の彩度を強調するパラメータが含まれる。これは例えば自然風景を鮮やかに仕上げる等の目的で使用される場合がある。しかし、このパラメータを強めて現像した場合、色モアレに関しても強調されることになってしまう。このとき、前述の第1特異値に現れるような、画像のリニアな特性は大きくは変わらないまま、色モアレが強調されることとなる。そのため、前述の特異値のうち、2・3番目に寄与率の大きい λ_2 や λ_3 の値が大きくなる傾向にある。この時の S の対角成分を λ_{2s} 、 λ_{3s} とした時、彩度を強調しない場合の特異値に対する増加割合を示す係数を n_2 、 n_3 とすると、例えば以下のようになる。

30

【0037】

$$\lambda_{is} = \lambda_i \times n_i \quad \text{式(2)}$$

$$(i = 2, 3), (n_i > 1)$$

このような場合に前述の式(1)と同様の軽減率 $w_1 \sim w_3$ を設定すると

$$i_{s_out} = \lambda_{is} - w_i = (\lambda_i \times n_i) - w_i = \lambda_i - w_i + (n_i - 1) \lambda_i$$

$$= i_{out} + (n_i - 1) \lambda_i \quad \text{式(3)}$$

$$(i = 2, 3)$$

のようになり、本来の狙い i_{out} よりも $(n_i - 1) \lambda_i$ の分だけ大きい値になってしまう。そこで、本実施形態においては、CPU103は S_{403} において、現像パラメータに応じて色モアレ低減パラメータを修正（変更）することにより、色モアレ低減を

40

50

行う。

【0038】

例えば、式(2)に対して

$$i_{out} = \text{MAX}(i \div n_i - w_i, 0) \quad \text{式(4)}$$

式(4)において、係数 n_i の値は彩度を変化させた場合の変化量に応じて決定され、色モアレ低減処理の強度を、彩度を強調していない時のものに近づけることが可能となる。なお、この時の係数 n_i は、例えば実測等により求めておいてもよい。また、例えば現像時パラメータの各値に応じて、係数 n_i の値をテーブル化しておき、使用された現像パラメータの値に応じた係数を選択することができる。また、複数の現像パラメータがある場合には、組み合わせに応じて係数を決定することができる。このようにして色モアレ低減がなされた画像に関して、CPU103は記憶媒体106等に生成された画像を記録し、処理を終了する。

10

【0039】

本実施形態によれば、現像処理において用いられる現像パラメータの値に応じて色モアレ低減パラメータを修正することにより、現像パラメータが変化した場合にも適した色モアレ低減処理を行うことが可能となる。

【0040】

[実施形態2]

上述の実施形態1においては、色モアレ低減手法として、特異値 $\tau_1 \sim \tau_3$ に対し一律の軽減量を適用する手法を説明した。これに対し本実施形態では、色モアレ低減パラメータの変化のさせ方の他の例に関して説明する。

20

【0041】

ある被写体を撮影した画像について、例えば、色モアレの発生していない領域(「ベタ部」という)、色モアレの発生している領域(「偽色部」という)、エッジを含む領域(「エッジ部」という)に分類することができる。このときの各領域における特異値の傾向を、図7を参照して説明する。

【0042】

まず、第1特異値については、似たような被写体であれば画像のリニアな特性は大きくは変わらないため、図7(A)のように、ベタ部、偽色部、エッジ部共にほぼ似た値を取る傾向にある。これに対し、第2、第3特異値については、ベタ部では他に対して比較的低い値を取り、エッジ部では偽色部よりも高い値を取る傾向にあるため、図7(B)のような傾向となる。そこで、これに対し、図7(B)中に示すような閾値X、閾値Yを定め、閾値XとYとで特定される所定範囲に第2、第3特異値が属すると判定される場合に、当該値を色モアレとして除去対象とすることも可能である。これは、例えば以下の式で実現することが可能となる。

30

【0043】

$$i_{out} = \begin{cases} i & (\text{if } i \leq X) \\ X & (\text{if } X < i < Y) \\ i & (\text{if } Y \leq i) \end{cases} \quad \text{式(5)}$$

($i = 2, 3$)

40

本実施形態では、第2、第3特異値が偽色部と推定される所定範囲に属する数値を有すると判定された場合、当該値を特定の値に変更する。当該特定の値は、例えば、所定範囲を値の小さい側に外れた値であってもよいし、所定範囲内の例えば最小値であってもよいが、特定の値の決定方法はこれらに限られない。式(5)の場合、ベタ部相当の値まで減らし、そうでない場合はそのまま維持することを意味している。このような場合において実施形態1で説明した色モアレ低減処理を行う場合、現像パラメータの各値に応じて、閾値X、閾値Yをシフトして、所定範囲を変更すればよい。これは、実施形態1と同様に現像処理を行なうことにより、第2、第3特異値の値が大きくなる傾向にあるので、当該増加率に応じて閾値をシフトさせるものである。例えば、以下の式(6)に従い現像パラメータに応じて色モアレ低減パラメータをコントロールすることができる。

50

【0044】

$$X = X \times n'_i, Y = Y \times n'_i \quad \text{式(6)}$$

なお、この時の係数 n'_i に関しても、例えば実測等により求めることが可能である。また、実施形態1と同様に係数 n'_i の値をテーブル化しておき、使用された現像パラメータの値に応じた係数 n'_i を選択することができる。また、複数の現像パラメータがある場合には、組み合わせに応じて係数 n'_i の値を決定することができる。

【0045】

本実施形態においても、現像処理において用いられる現像パラメータの値に応じて色モアレ低減パラメータを修正することにより、現像パラメータが変化した場合にも適した色モアレ低減処理を行うことが可能となる。特に、補正対象の特異値を特定するための閾値を現像パラメータの値に応じて修正することで、偽色部を的確に選択して補正することができる。

10

【0046】

[実施形態3]

上記の実施形態においては、現像時の彩度強調のパラメータに応じて色モアレ低減パラメータを変化させる手法を提示した。しかし、本発明においてはそれに限られるものではなく、例えば彩度を弱めて現像した場合や、その他にもノイズ除去処理(ノイズリダクション)を強め・弱めにかけた場合、また、ホワイトバランスのゲインが高い・低い場合等が挙げられる。

【0047】

まず、彩度を弱めて現像した場合に関しては、実施形態1の各式において $n_i < 1$ と読み替えることにより実施可能となる。なお、この場合は、式(3)における $(n_i - 1)$ が負の値となるため、本来の狙い i_out よりもさらに小さい値となってしまうため、過補正となってしまう。そこで、本実施形態では式(2)とは異なり、 i を n_i で割ることにする。

20

【0048】

$$i_out = \text{MAX}(i \div n_i - w_i, 0) \quad \text{式(7)}$$

$$(n_i < 1)$$

即ち、彩度を強めて現像した場合においては強調された色モアレに対する低減処理の強度が不足しないようにし、彩度を弱めて現像した場合においては、弱められた色モアレ、及び通常領域に対して過補正とならないようにすることが可能となる。

30

【0049】

次に、ノイズリダクションを強めにかけた場合、例えば フィルタ等によりエッジを残してノイズリダクションを行うと、実施形態2で示した図7(B)の関係性は図7(C)のようになる傾向にある。つまり、ベタ部やベタ部に近い偽色部に関してはノイズリダクションにより、特異値の値は下がるが、エッジ部やエッジ部に近い偽色部に関しては大きくは変わらない。そのため、通常時と同様に、XからYの範囲内にある特異値にのみ補正を行った場合は、 X_n からXの範囲にある偽色部が消え無くなってしまふ。そこで、例えばノイズリダクションが強くかかっている場合には、閾値X、Yに関して

$$X_n = X \times n_x, Y_n = Y \times n_y \quad \text{式(8)}$$

$$(n_y < n_x < 1)$$

40

といったように変更することにより、通常時相当に補正をかけることが可能となる。逆にノイズリダクションが弱い場合に関しては図7(D)に示すような傾向になり、 $X = X_n$ の範囲にあるベタ部を余計に消してしまう。そこで、彩度の時と同様に n_x 、 n_y に関して1より大きい数値 $(1 < n_y < n_x)$ と置き換えることによって対応可能である。この時、 X_n のシフトの度合いが大きく、 Y_n のシフトの度合いが小さい。

【0050】

また、ホワイトバランスの場合、色成分毎にゲインが異なる場合があり、例えば光源によってはRにかかるゲインが高かったりBにかかるゲインが高かったりということが起こる場合がある。これに対し、例えばRとBのうち、ホワイトバランスゲインの大きいほう

50

の値に応じて、彩度強調の際と同様に式(4)を適用することにより、ホワイトバランスゲインによって強調された色モアレを補正することができる。また、例えばRのホワイトバランスゲインが大きく、Bのホワイトバランスゲインが小さいような時には、式(4)に対してそれぞれのゲインに応じた n_R 、 n_B を設定し、まず

$$i_out = \text{MAX}(i \div n_R - w_i, 0) \quad \text{式(9)}$$

の軽減率で算出した特異値を元に計算した結果からはRのみを採用し、

$$i_out = \text{MAX}(i \div n_B - w_i, 0) \quad \text{式(10)}$$

の軽減率で算出した特異値を元に計算した結果からはG、Bのみを採用するといったような手法により、それぞれ適した色モアレ軽減を行うといったことも可能となる。

【0051】

このようにして、彩度強調やノイズリダクション、ホワイトバランスゲイン等の現像パラメータに応じて適した色モアレ低減のパラメータを算出することが可能となる。

【0052】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

【0053】

(その他の実施例)

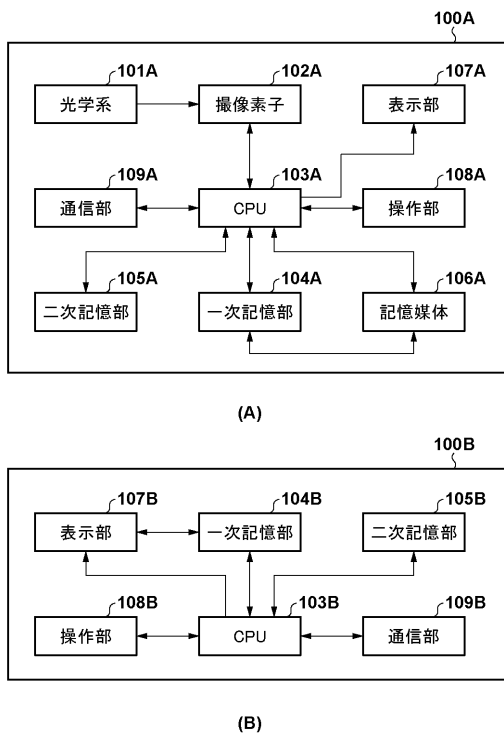
本発明は、上述の実施形態の1以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける1つ以上のプロセッサがプログラムを読み出し実行する処理でも実現可能である。また、1以上の機能を実現する回路(例えば、ASIC)によっても実現可能である。

【符号の説明】

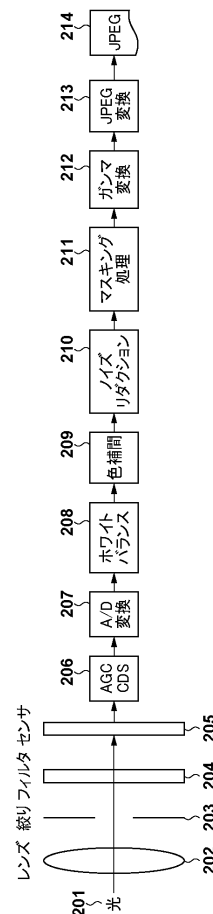
【0054】

100：撮像装置、101：光学系、102：撮像素子、103：CPU

【図1】



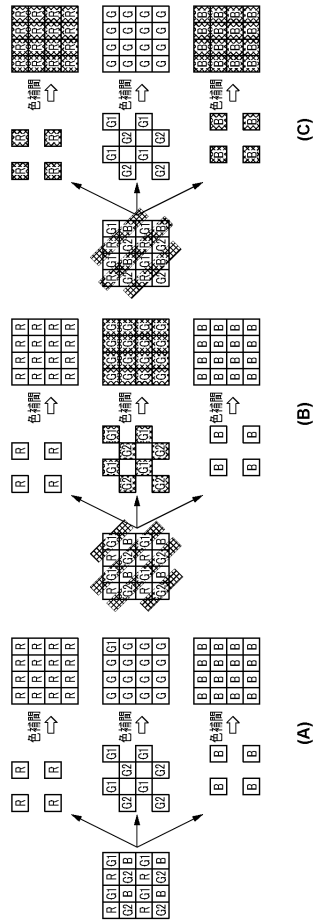
【図2】



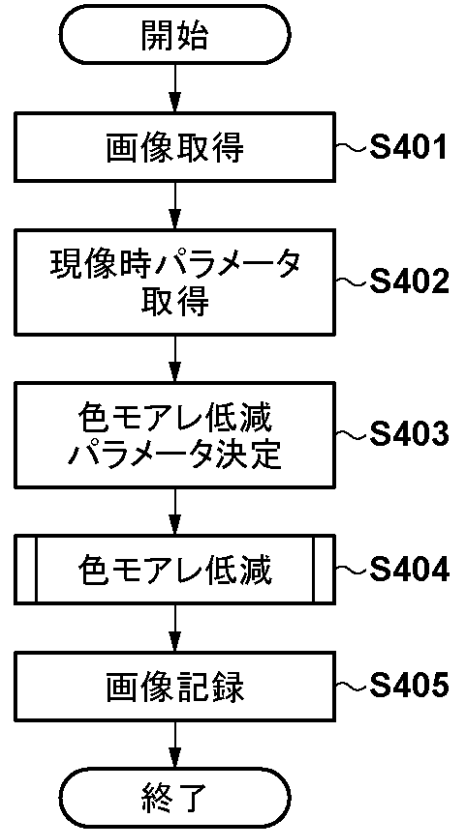
10

20

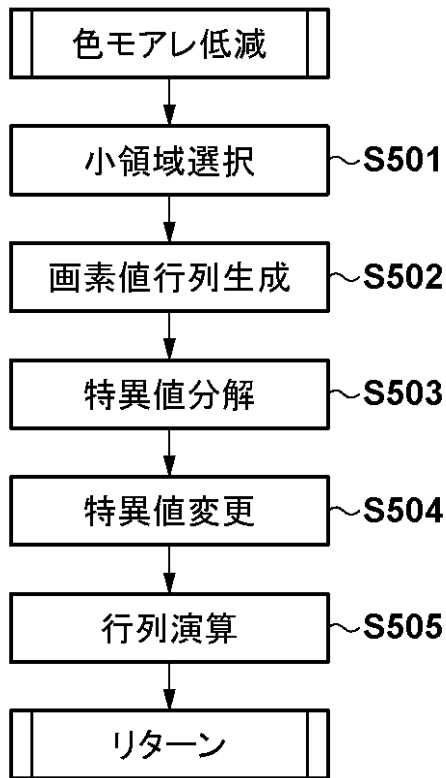
【図3】



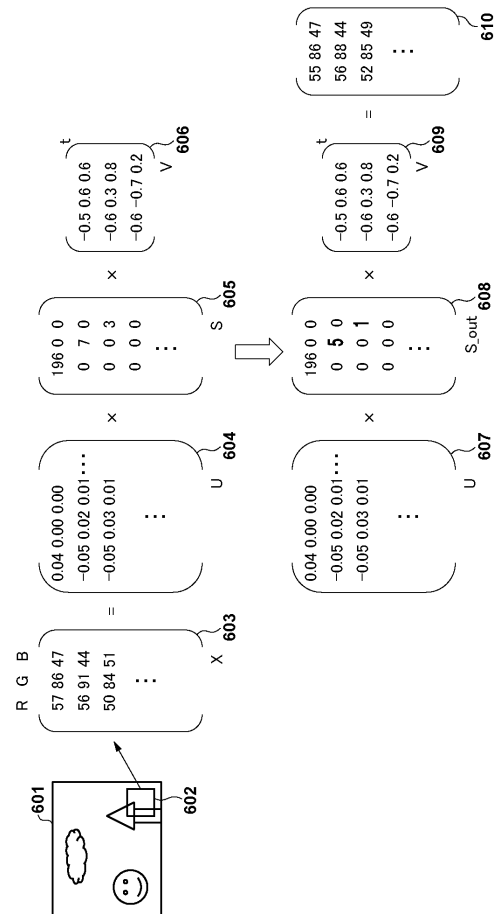
【図4】



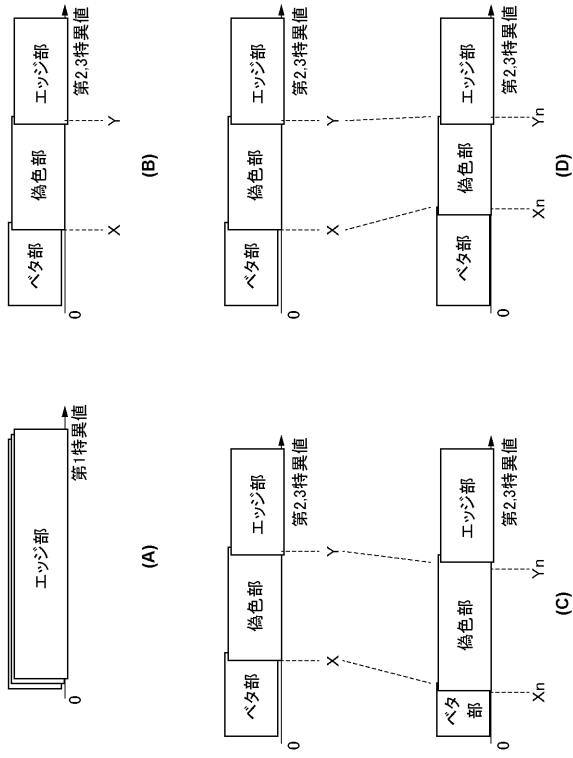
【図5】



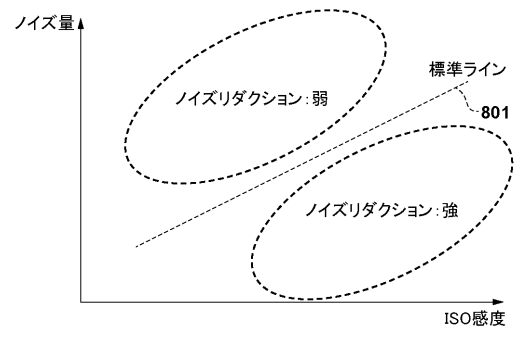
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 古谷 浩平
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

(56)参考文献 特開2017-028594(JP, A)
国際公開第2014/125659(WO, A1)
特開2006-127420(JP, A)
特開2003-163939(JP, A)
米国特許出願公開第2011/0317916(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06T 1/00 - 1/40
G06T 3/00 - 5/50
G06T 9/00 - 9/40
H04N 9/04 - 9/11
H04N 9/44 - 9/78