

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6071419号
(P6071419)

(45) 発行日 平成29年2月1日(2017.2.1)

(24) 登録日 平成29年1月13日(2017.1.13)

(51) Int.Cl.

H04N 9/07 (2006.01)

F 1

H04N 9/07

C

請求項の数 8 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2012-235862 (P2012-235862)
 (22) 出願日 平成24年10月25日 (2012.10.25)
 (65) 公開番号 特開2014-86956 (P2014-86956A)
 (43) 公開日 平成26年5月12日 (2014.5.12)
 審査請求日 平成27年10月22日 (2015.10.22)

(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 110001243
 特許業務法人 谷・阿部特許事務所
 (72) 発明者 佐々木 良隆
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ャノン株式会社内
 (72) 発明者 矢幡 和浩
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ャノン株式会社内
 審査官 鈴木 肇

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】

画像データに対応したカラーフィルタ情報を入力するカラーフィルタ情報入力手段と、前記カラーフィルタ情報入力手段で入力したカラーフィルタ情報を基づいて、前記画像データの着目領域として用いる画素と参照画素とを含むパラメータを決定するパラメータ決定手段と、

前記パラメータ決定手段で決定したパラメータに基づいて前記画像データを補正する補正手段と、

を備え、

前記パラメータ決定手段は、

10

着目画素に対応する着目領域を決定する着目領域決定手段と、

前記着目領域決定手段で決定された着目領域と画素配置が一致するように参照領域を決定する参照領域決定手段と、

前記参照領域決定手段で決定した参照領域の画素数に基づく補正係数を決定する補正係数決定手段とを含み、

前記補正手段は、前記パラメータ決定手段で決定した補正係数に基づいて参照画素の重みを補正する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、前記着目領域として用いる画素と前記参照画素に対応する参照領域として用いる画素との類似度に基づいて着目画素を補正することによって、前記画像データ

20

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】

前記補正手段は、前記着目領域として用いる画素と、前記参照画素に対応する参照領域として用いる画素との類似度に基づいて該参照画素の重みを算出し、算出した重みを用いて着目画素を補正することによって、前記画像データ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 4】

前記パラメータ決定手段は、前記カラーフィルタ情報に含まれる色毎に、異なる色間の参考画素数の差が小さくなるように参考画素を決定することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の画像処理装置。 10

【請求項 5】

前記画像データはベイヤ配列のカラーフィルタを備えた撮像装置で撮影された画像データであり、前記カラーフィルタ情報入力手段で入力するカラーフィルタ情報は前記ベイヤ配列を示すことを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載の画像処理装置。

【請求項 6】

請求項 1 から 5 のいずれかに記載の画像処理装置を含む撮像装置。

【請求項 7】

画像データに対応したカラーフィルタ情報を入力するカラーフィルタ情報入力ステップと、

前記カラーフィルタ情報入力ステップで入力したカラーフィルタ情報に基づいて、前記画像データの着目領域として用いる画素と参考画素とを含むパラメータを決定するパラメータ決定ステップと、 20

前記パラメータ決定ステップで決定したパラメータに基づいて前記入力した画像データを補正する補正ステップと、

を備え、

前記パラメータ決定ステップは、

着目画素に対応する着目領域を決定する着目領域決定ステップと、

前記着目領域決定ステップで決定された着目領域と画素配置が一致するように参考領域を決定する参考領域決定ステップと、

前記参考領域決定ステップで決定した参考領域の画素数に基づく補正係数を決定する補正係数決定ステップとを含み、 30

前記補正ステップは、前記パラメータ決定ステップで決定した補正係数に基づいて参考画素の重みを補正するステップを含むことを特徴とする画像処理方法。

【請求項 8】

コンピュータを、請求項 1 から 5 のいずれかに記載の画像処理装置として機能させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像データに含まれるノイズを低減する画像処理装置及び画像処理方法に関する。 40

【背景技術】

【0002】

デジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラなどのデジタル撮像装置が広く普及して一般に利用されている。これらのデジタル撮像装置は、CCD や CMOS センサなどの光電荷変換素子（像素子）で受光した光をデジタル信号に変換することでデジタル画像データを生成する。ここで、カラー画像を示す画像データを得るために像素子の手前に光の波長によって透過率の異なるカラーフィルタを規則的に配置する。デジタル撮像装置は、カラーフィルタを透過した光量の違いから色信号を生成する。従って、デジタル撮像装置で記録される画像データ（以下、RAW 画像データという）においてはカラーフィル 50

タの配置に応じたデータが記録される。その後、ホワイトバランス補正や画素補間などの一連の画像処理がRAW画像データに対して行われて、RGB画像などの一般的なカラー画像を示す画像データが生成される。

【0003】

デジタル画像データを生成する過程では、撮像素子や回路の特性により暗電流ノイズ、熱雑音、及びショットノイズなどが発生し、デジタル画像データにノイズが混入する。近年の撮像素子の小型化、高画素化に伴い画素ピッチが極小化しているため、ノイズが目立ちやすくなっている。特に撮影感度を高くした場合などはノイズが顕著に発生し、画質劣化の大きな要因になっている。従って、このようなノイズを低減し、高画質な画像を得るために、RAW画像データに混入したノイズを低減する必要がある。

10

【0004】

従来、ノイズ周波数以下の信号成分を通すローパスフィルタを適用してノイズを低減する手法が知られている。しかしながら、ノイズ以外にエッジもぼけてしまうため高画質な画像を得ることが難しい。そこで、ノイズとエッジに関する情報を何らかの方法で判断し、適応的にノイズ低減を行う方法が数多く提案されている。

【0005】

一般に、適応的なノイズ低減では、着目画素のノイズを低減するために、着目画素近傍の複数の画素を参照画素として選択して、それらの参照画素の適当な加重平均値により着目画素を置き換えることでノイズ低減を行う。

【0006】

適応的なノイズ低減手法の一つとして、着目画素を含む領域（着目領域）を定め、その領域単位で着目画素と参照画素との類似度を求め、この類似度に応じた加重平均値を算出することでノイズ低減を実現する技術がある（特許文献1、特許文献2参照）。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特表2007-536662号公報

【特許文献2】特開2011-39675号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0008】

従来の方法はRGB画像などの一般的なカラー画像、或いはグレースケール画像のように画像内で同レベルの信号値を持つ場合は、着目領域や参照画素を自由に設定することが可能である。しかしながら、RAW画像のように画素毎にカラーフィルタに応じた異なるレベルの信号値を持つ場合、単純に着目領域や参照画素を設定するとノイズが低減できないという問題がある。一方、RAW画像からカラー画像を生成してから従来手法を用いるのでは、RAW画像データにノイズを含んだまま画素補間などを行ってカラー画像データを生成する必要があり、画質劣化の要因になってしまう。

【0009】

そこで本発明では、RAW画像のノイズを低減することが可能な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。

40

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明にかかる画像処理装置は、画像データを入力する画像データ入力手段と、前記画像データ入力手段で入力した画像データに対応したカラーフィルタ情報を入力するカラーフィルタ情報入力手段と、前記カラーフィルタ情報入力手段で入力したカラーフィルタ情報に基づいて、前記画像データの着目領域として用いる画素と参照画素とを含むパラメータを決定するパラメータ決定手段と、前記パラメータ決定手段で決定したパラメータに基づいて前記入力した画像データを補正する補正手段とを備え、前記パラメータ決定手段は、着目画素に対応する着目領域を決定する着目領域決定手段と、前記着目領域決定手段で

50

決定された着目領域と画素配置が一致するように参照領域を決定する参照領域決定手段と、前記参照領域決定手段で決定した参照領域の画素数に基づく補正係数を決定する補正係数決定手段とを含み、前記補正手段は、前記パラメータ決定手段で決定した補正係数に基づいて参照画素の重みを補正することを特徴とする。

【発明の効果】

【0011】

本発明により、RAW画像のように画素毎にカラーフィルタに応じた異なるレベルの信号値を持つ場合でもノイズを低減することが可能になる。従って、任意のカラーフィルタ配列をもつデジタル撮像装置で撮影した画像データであってもノイズを低減した高画質な画像データを生成することが可能になる。

10

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の実施例1に係る画像処理装置のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

【図2】本発明の実施例1に係る画像処理装置の論理構成の一例を示すブロック図である。

【図3】本発明の実施例1に係る画像処理の流れの一例を示すフローチャート図である。

【図4】本発明の実施例1に係るカラーフィルタ情報の例を説明する模式図である。

【図5】本発明の実施例1に係るパラメータ決定処理の流れの一例を示すフローチャート図である。

20

【図6】本発明の実施例1に係る、カラーフィルタ情報から色を選択した結果を説明する模式図である。

【図7】本発明の実施例1に係る、色毎の参照画素の例を示す模式図である。

【図8】本発明の実施例1に係る、色毎の着目領域の例を示す模式図である。

【図9】本発明の実施例1に係る補正処理の流れの一例を示すフローチャート図である。

【図10】本発明の実施例2に係るパラメータ決定処理の流れの一例を示すフローチャート図である。

【図11】本発明の実施例2に係る参照画素候補の決定方法を説明する模式図である。

【図12】本発明の実施例3に係るカラーフィルタ情報の例を説明する模式図である。

【図13】本発明の実施例3に係るパラメータ決定処理の流れの一例を示すフローチャート図である。

30

【図14】本発明の実施例3に係る、参照画素に応じた参照領域の決定方法を説明する模式図である。

【図15】本発明の実施例1に係るノイズ低減方法を説明する模式図である。

【図16】本発明の実施例1に係る参照画素の重みを算出する関数を説明する模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、添付の図面を参照して、本発明を実施する形態について説明する。なお、以下の実施例において示す構成は一例に過ぎず、本発明は図示された構成に限定されるものではない。

40

【実施例1】

【0014】

本実施例における画像処理装置の構成について、図1を参照して説明する。

【0015】

図1において、画像処理装置はCPU101、RAM102、HDD103、汎用インターフェース(I/F)104、モニタ108、及びメインバス109を備える。汎用I/Fは、カメラなどの撮像装置105や、マウス、キーボードなどの入力装置106、及びメモリーカードなどの外部メモリ107をメインバス109に接続する。

【0016】

50

以下では、CPU101がHDD103に格納された各種ソフトウェア（コンピュータプログラム）を動作させることで実現する各種処理について述べる。

【0017】

まず、CPU101はHDD103に格納されている画像処理アプリケーションを起動し、RAM102に展開するとともに、モニタ108にユーザインターフェース（UI）を表示する。続いて、HDD103や外部メモリ107に格納されている各種データ、撮像装置105で撮影されたRAW画像データ、入力装置106からの指示などがRAM102に転送される。さらに、画像処理アプリケーション内の処理に従って、RAM102に格納されているデータはCPU101からの指令に基づき各種演算される。演算結果はモニタ108に表示したり、HDD103または外部メモリ107に格納したりする。なお、HDD103や外部メモリ107に格納されているRAW画像データがRAM102に転送されてもよい。また、不図示のネットワークを介してサーバから送信されたRAW画像データがRAM102に転送されてもよい。10

【0018】

上記の構成に於いて、CPU101からの指令に基づき、画像処理アプリケーションに画像データを入力してノイズを低減した画像データを生成し、出力する処理の詳細について説明する。

【0019】

（Non Local Means）

まず、本実施例で説明するノイズ低減処理について説明しておく。本実施例では、Non Local Means（NLM）と呼ばれる手法を用いる。この手法は、ノイズ低減対象となる着目画素を含む、着目画素の周辺に存在する複数の参照画素の画素値に適応的な重みを掛け、その結果を全て加算した結果で着目画素の画素値を置き換える事でノイズを低減する。参照画素の画素数を N_s 、参照画素の画素値を I_j （ $j = 1 \sim N_s$ ）、参照画素の重みを w_j （ $j = 1 \sim N_s$ ）とすると、ノイズ低減処理後の着目画素の画素値 I_{new} 20は次式になる。

【0020】

【数1】

$$I_{new} = \frac{\sum_{j=1}^{N_s} w_j \times I_j}{\sum_{j=1}^{N_s} w_j} \quad (1) \quad \text{30}$$

【0021】

次に、参照画素の重みの算出方法について、図15及び図16を参照して説明する。

【0022】

図15（a）において、1501は画像データの例を示しており、左上の画素を原点として各画素の画素値を $I(x, y)$ と表すものとする。ここで、1502は着目画素であり、その画素値は $I(4, 4)$ である。1503は着目領域であり、ノイズ低減対象となる着目画素1502を中心とした 3×3 画素の矩形領域である。1504は参照画素であり、着目画素1502を含む 5×5 画素（ $N_s = 25$ ）の矩形領域内の画素である。1505は、参照画素 $I(2, 2)$ の参照領域であり、参照画素 $I(2, 2)$ を中心とし、着目領域と同サイズの 3×3 画素の矩形領域である。尚、参照領域は参照画素毎に存在するが、ここでは参照画素 $I(2, 2)$ の参照領域だけ示している。40

【0023】

参照画素 $I(2, 2)$ の重みを求めるために、まず、着目領域1503と当該参照画素 $I(2, 2)$ の参照領域1505とを比較して類似度を算出する。尚、類似度は所望の方法で求めてよい。例えば、図15（b）のように、着目領域1503の画素を b_s （ p ，50

q)、参照領域 1505 の画素を b_j (p, q) ($j = 1 \sim N_s$) とする。そして、着目領域 1503 と参照領域 1505との空間的に対応する画素の差を類似度とすると、類似度 C_j は次式になる。

【0024】

【数2】

$$C_j = \sum_p \sum_q (b_j(p, q) - b_s(p, q))^2 \quad (2)$$

【0025】

10

類似度 C_j は値が小さいほど着目領域と参照領域の類似度が高くなる。そこで、類似度に応じて、重みを決定する。重みは図 16 に示す関数のように類似度 C_j が小さいほど重みが大きく、類似度 C_j が大きいほど重みが小さくなるように決定すればよく、例えば次式で定まる。

【0026】

【数3】

$$w_j = \exp\left(-\frac{C_j}{h^2}\right) \quad (3)$$

【0027】

20

ここで、 h は重みの大きさを制御する変数であり、 h を大きくするとノイズ低減効果が高くなるが、エッジがぼける。

【0028】

以下同様に、着目領域 1503 と各参照画素の参照領域とを順次比較していくことで、各参照画素の重みが得られる。

【0029】

尚、本実施例におけるノイズ低減処理は、参照画素の重みを着目領域と参照領域の類似度に基づいて決まる処理であればよく、類似度や重みの算出方法などはここで説明した方法に限られるものではない。

【0030】

30

(画像処理装置の論理構成)

以下では、本実施例における画像処理について図 2 と図 3 を参照して説明する。

【0031】

図 2 は本実施例の画像処理装置の論理構成を示す模式図である。図 2 において、画像データ入力部 201 は RAW 画像データを画像処理装置に入力する。RAW 画像データは CPU 101 からの指示に基づき、撮像装置 105 或いは HDD 103 や外部メモリ 107 から入力される。勿論、撮像装置 105 で撮影した RAW 画像データを HDD 103 などの記憶装置に一旦記憶した後で入力してもかまわない。

【0032】

カラーフィルタ情報入力部 202 は、画像データ入力部 201 から入力した RAW 画像データに対応するカラーフィルタ情報を画像処理装置に入力する。カラーフィルタ情報は CPU 101 からの指示に基づき、撮像装置 105 或いは HDD 103 や外部メモリ 107 から入力される。また、ユーザインターフェイス (UI) を介し、キーボードやマウスなどの入力装置 106 で直接指定して入力してもかまわない。尚、カラーフィルタ情報の詳細については後述する。

【0033】

パラメータ決定部 203 は、CPU 101 からの指示に基づいて、カラーフィルタ情報を取得し、ノイズ低減処理に用いるパラメータを決定する。決定したパラメータは RAM 102 に記憶される。尚、パラメータの決定方法に関する詳細は後述する。

【0034】

40

50

補正処理部 204 は、CPU101 からの指示に基づいて、入力された RAW 画像データとパラメータとを取得し、入力された RAW 画像データに対してノイズ低減処理を施し、補正画像データを生成する。生成した補正画像データは RAM102 に記憶される。

【0035】

画像データ出力部 205 は、補正処理部 204 で生成した補正画像データをモニタ 108 や HDD103 などに出力する。尚、出力先はこれに限られるものではなく、例えば、汎用 I/F104 に接続した外部メモリ 107 や、不図示の外部サーバなどに出力してもよいし、プリンタなどを接続して出力しても構わない。

【0036】

(メイン処理フロー)

10

以下では、図 2 で説明した画像処理装置の論理構成における各処理の詳細について、図 3 のフローチャートを参照して説明する。

【0037】

ステップ S301において、画像データ入力部 201 は、RAW 画像データを入力する。

【0038】

ステップ S302 において、カラーフィルタ情報入力部 202 は、ステップ S301 で入力された RAW 画像データに対応するカラーフィルタ情報を入力する。ここで入力するカラーフィルタ情報の例について図 4 を参照して説明する。図 4 は緑 (G) の画素と赤 (R) の画素とが交互に繰り返される行と、青 (B) の画素と緑 (G) の画素とが交互に繰り返される行とが交互に配列されるベイヤ配列を示している。撮像素子を用いてカラー画像を生成する撮像装置はこのようなカラーフィルタを通して受光することで色情報を取得する。以下では、ベイヤ配列をカラーフィルタ情報として入力するとして説明する。但し、本実施例の適用範囲はベイヤ配列に限られたものではなく任意のカラーフィルタを用いて撮影された画像に対して適用可能である。尚、図 4 に示すように、カラーフィルタ情報は、色に応じた画素の配置情報ということもできる。よって、ステップ S302 は配置情報入力処理とも称することができる。

20

【0039】

ステップ S303 において、パラメータ決定部 203 は、ステップ S301 で入力された RAW 画像データの補正処理に用いるパラメータを、ステップ S302 で入力されたカラーフィルタ情報に基づいて決定する。ここで決定するパラメータは少なくとも参照画素と、着目領域として用いる画素とを含む。すなわち、上述した Non Local Means 手法を用いるノイズ低減処理において、各参照画素の重みを導出する際に用いられるパラメータを決定する。尚、パラメータ決定方法の詳細は後述する。

30

【0040】

ステップ S304 において、補正処理部 204 は、ステップ S302 で決定したパラメータを参照してステップ S301 で入力した RAW 画像データにノイズ低減処理を適用して補正画像データを生成する。尚、RAW 画像データの補正処理の詳細は後述する。

【0041】

ステップ S305 において、画像データ出力部 205 は、ステップ S304 で生成した補正画像データを出力する。

40

【0042】

(パラメータ決定処理)

以下では、図 3 で説明したステップ S303 におけるパラメータ決定処理の詳細について図 5 のフローチャート図を参照して説明する。

【0043】

ステップ S501 において、パラメータ決定部 203 は、ステップ S302 で入力されたカラーフィルタ情報を取得する。なお、本実施例では、カラーフィルタ情報として、規則的に配色されたベイヤ配列に関する情報を取得する。

【0044】

50

ステップS502において、パラメータ決定部203は、ステップS501で取得したカラーフィルタ情報からパラメータを決定する色を選択する。ここで、図6を参照してカラーフィルタ情報から得られる色について説明する。図6は、カラーフィルタ情報として取得したベイヤ配列における各色を選択した状態を示しており、グレー画素が選択画素である。従って、図6(a)は赤、図6(b)は緑、図6(c)は青をそれぞれ選択した状態である。このように、カラーフィルタ情報から得られる画素配置は色によって変化する。従って、本実施例で説明するノイズ低減処理を適用するためにはパラメータをカラーフィルタ情報に基づいて適切に設定する必要がある。

【0045】

ステップS503において、パラメータ決定部203は、ステップS502で選択した色の画素の補正処理を利用する参考画素(画素群)を、パラメータとして決定する。通常、カラーフィルタの色が異なると光の透過率も異なるため、同じ光が入射しても、撮像素子が受光する光の量は色毎に異なる。従って、RAW画像における信号レベルも色毎に異なるため、異なる色同士の信号レベルを比較することはできない。そこで、ある着目画素のノイズ低減処理を利用する参考画素は、その着目画素と同じ色の画素である必要がある。逆に言うと、同じ色の画素である限り、RAW画像データ中の全ての画素を補正処理に利用可能であるため、画像全体の同じ色の画素を、パラメータとして用いる参考画素として決定しても良い。しかしながら、参考画素が多くなると処理に莫大な時間がかかるため、実用性に欠ける。そこで、着目画素近傍に限って、パラメータとして用いる参考画素を決定しても良い。例えば、着目画素を中心とした所定の範囲のブロック内の参考画素をパラメータとして決定してもよい。この場合、ステップS503で決定される参考画素は、上記所定の範囲(例えば、 9×9 など)を示す値が関連付けられて決定される。

【0046】

ステップS504において、パラメータ決定部203は、ステップS503で決定した参考画素の数が他の色の参考画素数と一致するかどうか判定する。パラメータ決定部203は、参考画素数が一致すればステップS505に移行し、一致しなければS503に移行して処理を継続する。なお、フローの初期処理では、そのままステップS505に移行する。

【0047】

ここで、ステップS503及びステップS504に関する参考画素決定方法について図7を参照して説明する。図7はステップS503において、カラーフィルタがベイヤ配列の場合に決定される各色の参考画素の例である。図7(a)は赤、図7(b)は青、図7(c)は緑がステップS502で選択された場合をそれぞれ示している。また、黒画素が着目画素、グレー画素が着目画素に対応する参考画素を示しており、着目画素を中心とした 9×9 画素の範囲内の同色の画素を参考画素として決定した場合の例である。ステップS503では、このように着目画素近傍に限って参考画素を決定することができる。

【0048】

ところで、図7(a)及び図7(b)の参考画素数は25画素、図7(c)の参考画素数は41画素である(着目画素も参考画素に含めてカウントしている)。通常、ノイズ低減処理では参考画素が多いほどノイズ低減効果が高く、参考画素が少ないほどノイズ低減効果が低くなる。従って、この例の場合は緑の画素だけがノイズ低減効果が高くなるため、補正処理後の画像において赤や青のノイズが目立つ場合がある。そこで、ステップS504ではパラメータ決定部203は、参考画素数が他の色の参考画素数と一致するかどうか判定し、一致しない場合はステップS503で改めて参考画素を決定する。例えば、既に図7(a)及び(b)で示す赤及び青の色に対応する参考画素が決定されている場合に、緑の色に対応する参考画素を決定しようとする場合を想定する。このような場合、ステップS503で図7(c)に示す参考画素が決定されると、ステップS504でNOと判定され、その後、図7(d)に示すように 7×7 画素の範囲内の25画素を緑の色に対応する参考画素と決定することができる。

【0049】

10

20

30

40

50

尚、参照画素の選び方はこの限りではなく参照画素数及び参照画素として選択する範囲は任意に設定可能である。例えば、参照画素として選択する範囲は着目画素からの距離が所望の閾値以下などの条件で設定してもよい。この場合、ステップ S 5 0 3 で決定される参照画素は、上記着目画素からの距離を示す値が関連付けられて決定されてもよい。また、ここでは赤、青、緑それぞれの参照画素数が一致する例を示したが、カラーフィルタの配置や参照画素として選択する範囲の選び方によっては必ずしも一致させることはできない場合があり得る。そのような場合であっても、カラーフィルタ情報に基づいて色間の参照画素数が略一致するように参照画素を決定すればよい。

【 0 0 5 0 】

ステップ S 5 0 5において、パラメータ決定部 2 0 3 は、ステップ S 5 0 2 で選択した色の画素の補正処理に利用する着目領域として用いる画素（画素群）を、パラメータとして決定する。10

【 0 0 5 1 】

ステップ S 5 0 6において、パラメータ決定部 2 0 3 は、ステップ S 5 0 5 で決定した着目領域として用いる画素によって類似度が算出可能かどうか判定する。算出可能であればパラメータ決定部 2 0 3 は、ステップ S 5 0 7 に移行し、算出不可能であればステップ S 5 0 5 に移行して処理を継続する。

【 0 0 5 2 】

ここで、ステップ S 5 0 5 及びステップ S 5 0 6 に関する着目領域決定方法について図 8 を参照して説明する。図 8 はカラーフィルタがベイヤ配列の場合の各色の着目領域と参照領域の例を示す図である。図 8 (a) は赤、図 8 (b) は青、図 8 (c) は緑が選択された場合の着目領域として用いる画素をそれぞれ示している。また、黒画素が着目画素、グレー画素が着目領域であり、着目画素を中心とした 3×3 画素の範囲を着目領域として用いる画素と決定した場合の例を示している。ステップ S 5 0 5 では、このように、着目画素を中心とした任意の画素を、着目領域として用いる画素として決定することができる。20

【 0 0 5 3 】

なお、着目領域は着目画素に応じて変化し得るものであるが、本実施例ではカラーフィルタがベイヤ配列の場合を説明するため、着目領域として用いる画素（着目画素を中心とした所定の範囲内の画素）は R A W 画像データに対して共通とすることができる。例えば、図 8 (a) の場合では、8 0 1 を着目画素とした場合の着目領域の画素の配置は、8 0 2 を着目画素とした場合の着目領域の画素の配置と同じである。したがって、ステップ S 5 0 5 では、R A W 画像データに対して共通の、着目領域として用いる画素（着目画素を中心とした所定の範囲内の画素）を決定することができる。30

【 0 0 5 4 】

ところで、式 (2) に基づいて着目領域と参照領域の類似度を求めるには、着目領域の各色の画素配置と参照領域の各色の画素配置とは一致している必要がある。図 8 (a) 及び図 8 (b) のケースでは、各色の画素配置は一致する。しかしながら、図 8 (c) のように緑の着目領域を決定すると、図 8 (c) に示す着目領域と、図 8 (d) の黒画素で示す緑の参照画素及びグレー画素で示す参照領域とは、各色の画素配置が異なるため類似度を求めることができない。そこで、ステップ S 5 0 6 ではパラメータ決定部 2 0 3 は、ステップ S 5 0 5 で決定した着目領域として用いる画素を用いて、ステップ S 5 0 3 で決定した参照画素に対応した参照領域との類似度が算出可能かどうか判定する。類似度が算出できない場合、ステップ S 5 0 5 で改めて着目領域として用いる画素を選択しなおす。例えば、図 8 (e) のように、色の異なる画素を除いて着目領域として用いる画素を決定する。すなわち、着目領域のうち、着目画素の上下左右の画素を除いた画素を、着目領域として用いる画素として決定する。このように着目領域として用いる画素を決定することで、図 8 (f) に示すように、他の緑の画素の参照領域とも画素配置が一致するため類似度を算出可能になる。尚、着目領域の決定方法はこれに限られるものではなく、類似度が算出できる限り任意に決めて構わない。4050

【0055】

ステップS507において、パラメータ決定部203は、ステップS501で取得したカラーフィルタ情報に含まれる全ての色に対してパラメータ決定が終了したかどうか判定する。終了していれば、パラメータ決定部203は、パラメータ決定処理を終了し、終了していなければステップS502に移行して処理を継続する。

【0056】

(補正処理)

以下では、図2で説明したステップS304における補正処理の詳細について図9のフローチャート図を参照して説明する。

【0057】

ステップS901において、補正処理部204は、ステップS301で入力されたRAW画像データを取得する。

10

【0058】

ステップS902において、補正処理部204は、ステップS303で決定されたパラメータを取得する。

【0059】

ステップS903において、補正処理部204は、ステップS901で取得したRAW画像データから未処理画素を選択する。

【0060】

ステップS904において、補正処理部204は、ステップS902で取得したパラメータからステップS903で選択した画素に対応するパラメータを選択する。

20

【0061】

ステップS905において、補正処理部204は、ステップS904で選択したパラメータを用いて、ステップS903で選択した画素を補正する。具体的には、式(1)から式(3)を適用すればよい。

【0062】

ステップS906において、補正処理部204は、ステップS901で取得したRAW画像データの全画素の補正処理が終了したかどうか判定する。終了していれば補正処理部204は、ステップS907に移行し、終了していなければステップS903に移行して処理を継続する。

30

【0063】

ステップS907において、補正処理部204は、ステップS903からステップS906で補正処理することによって生成した補正画像データを出力する。

【0064】

以上の処理により、RAW画像データのような画素毎に異なるレベルの信号値を持つ場合でもノイズ低減処理が適用可能になり、ノイズを低減した高画質な画像データを得ることができる。

【実施例2】**【0065】**

実施例1では、カラーフィルタ情報が備える色毎にパラメータを決定する方法について説明した。色毎にパラメータを決定する方法では、各色が参照画素になるため、着目領域を同色の全ての画素で一致するように決定する必要がある。そこで本実施例では、着目領域が同色の全ての画素で一致しなくてもよい手法について、すなわち、着目領域が一致するように参照画素を決定する方法について説明する。すなわち実施例1においては、参照画素を先に決定し、その参照画素に対応するように着目領域として用いる画素を決定する例を説明した。実施例2では、着目領域として用いる画素を先に決定し、その着目領域として用いる画素に対応する参照画素を決定する例を説明する。

40

【0066】

実施例2の画像処理装置の構成等については、実施例1で説明したものと同様のものとすることができる。以下では、実施例1との重複部分の説明は省略して、差異のみ説明す

50

る。

【0067】

図3で説明したステップS303におけるパラメータ決定処理の詳細について図10のフローチャート図を参照して説明する。

【0068】

ステップS1001において、パラメータ決定部203は、カラーフィルタ情報を取得する。ステップS1001はステップS501と同様である。

【0069】

ステップS1002において、パラメータ決定部203は、参照画素候補以外の未処理画素を選択する。参照画素候補については後述する。

10

【0070】

ステップS1003において、パラメータ決定部203は、ステップS1002で選択した画素に対応する着目領域として用いる画素を決定する。

【0071】

ステップS1004において、パラメータ決定部203は、ステップS1003で決定した着目領域として用いる画素の画素配置と一致する画素配置を構成する画素を参照画素候補として設定する。

【0072】

ステップS1005において、パラメータ決定部203は、全ての画素がいずれかの着目領域に対応した参照画素候補として設定されたかどうか判定する。設定が終了していればパラメータ決定部203は、ステップS1006に移行し、終了していなければステップS1002に移行して処理を継続する。

20

【0073】

ここで、ステップS1003からステップS1005に関する参照画素候補設定方法について図11を参照して説明する。まず、ステップS1002において図11(a)の黒画素で表される緑(G)の画素が選択されたものとする。ステップS1003において、パラメータ決定部203は、図11(a)の黒画素で表される緑(G)画素を着目画素とする所定の範囲の画素を着目領域として用いる画素として決定する。図11(a)の例では、緑(G)画素を着目画素とする3×3画素を、着目領域として用いる画素として決定する。

30

【0074】

次にステップS1004において、パラメータ決定部203は、図11(a)で示す着目領域として用いる画素が一致する画素、即ち、図11(a)で選択した着目領域を用いて類似度が算出可能な画素を参照画素候補として設定する。すなわち、図11(a)で選択した着目領域内の画素の配置と同様の画素の配置となる画素を、参照画素候補として設定する。従って、図11(a)の着目領域として用いる画素に対応する参照画素候補は図11(b)のグレー画素になる。以下、図11(c)に示す着目領域として用いる画素に対応する参照画素候補が図11(d)である。図11(e)に示す着目領域として用いる画素に対応する参照画素候補が図11(f)である。図11(g)に示す着目領域として用いる画素に対応する参照画素候補が図11(h)である。このようにして全ての画素が参照画素候補に設定されるまでステップS1003とS1004を繰り返す。従って、本実施例では、緑が2通り、青と赤が1通りの計4通りの着目領域として用いる画素に対応した参照画素候補に分類される。ここで、緑の2通りは同じ色であるが、以下では4色に分類されたとして説明する。

40

【0075】

ステップS1006において、パラメータ決定部203は、ステップS1002からステップS1005で設定された4色から1色を選択する。

【0076】

ステップS1007において、パラメータ決定部203は、ステップS1006で選択された色に属する画素の補正処理に利用する参照画素を決定する。

50

【0077】

ステップS1008において、パラメータ決定部203は、ステップS1007で決定した参照画素数が他の色の参照画素数と一致するかどうか判定する。参照画素数が一致すればステップS1009に移行し、一致しなければステップS1007に移行して処理を継続する。

【0078】

ここで、実施例1では参照画素を色毎に、且つ色間で参照画素数が略一致するように決定した。本実施例では参照画素候補毎に且つ参照画素候補間で参照画素数が略一致するよう10に決定すればよい。即ち、ステップS1007とステップS1008の処理は、実施例1におけるステップS503、ステップS504と同様のため説明は省略する。

【0079】

ステップS1009において、パラメータ決定部203は、ステップS1002からステップS1005によって設定された参照画素候補全てに対して処理が終了したかどうか判定する。終了していればパラメータ決定部203は、この処理を終了し、終了していないければステップS1006に移行して処理を継続する。

【0080】

以上の処理により、本実施例では着目領域として用いる画素を決定し、その決定した着目領域として用いる画素が一致するように参照画素を決定する。これにより、画素毎に異なるレベルの信号値を持つ場合でもノイズ低減処理が適用可能になり、ノイズを低減した高画質な画像データを得ることができる。

20

【実施例3】**【0081】**

実施例2では、カラーフィルタ情報としてペイヤ配列を例として説明した。ここで、カラーフィルタのランダム性が高い場合、着目画素に対して参照画素が疎になりノイズ低減効果が低下する場合がある。参照画素が疎になる場合について図12を参照して説明する。図12はペイヤ配列よりもランダム性の高いカラーフィルタの例であり、黒画素を着目画素、グレー画素を着目領域とする。ここで、着目画素近傍の黒枠の画素は、着目画素と同じ赤画素であるが、近傍の画素配列が一致しないため実施例2の方法では参照画素候補として選択されない。

【0082】

30

そこで、本実施例では、カラーフィルタのランダム性が高い場合に参照画素毎に参照領域を変更して処理する方法について説明する。実施例3では、各着目画素に対して、着目領域として用いる画素及びその着目領域に対応する参照画素が決定される例を説明する。すなわち、画像データの着目領域として用いる画素配置と、該着目領域内の画素配置に少なくとも一部が対応する画素配置を含む参照領域を構成する参照画素とを決定する。

【0083】

実施例3の画像処理装置の装置構成等は実施例1で説明したものと同様の構成とすることができます。以下では、実施例1及び実施例2との重複部分の説明は省略して、差異のみ説明する。

【0084】

40

図3で説明したステップS303におけるパラメータ決定処理の詳細について図13のフローチャート図を参照して説明する。

【0085】

ステップS1301において、パラメータ決定部203は、カラーフィルタ情報を取得する。ステップS1301は、ステップS501と同様である。

【0086】

ステップS1302において、パラメータ決定部203は、未処理の画素を着目画素として選択する。

【0087】

ステップS1303において、パラメータ決定部203は、参照画素を決定する。ステ

50

ツップS1303では、ステップS1302で選択された画素の色と同じ画素を参照画素として決定する。図12の例では、黒画素で示す赤(R)が着目画素としてステップS1302で選択されたものとする。すると、ステップS1303では、ステップS1302で選択された画素と同じ赤の画素を参照画素として決定する。本実施例では、着目画素の近傍の、着目画素と同色の画素を参照画素として決定する例を説明するが、どのように参照画素を決定してもよい。

【0088】

ステップS1304において、パラメータ決定部203は、ステップS1303で決定した参照画素の数が所定の設定値と一致するかを判定する。所定の設定値とは、例えば参照画素として何画素を用いるかを予め設定された値である。ステップS1304で参照画素数が所定の設定値と一致していない場合には、ステップS1303へ戻り、一致している場合には、ステップS1305へパラメータ決定部203は処理を進める。10

【0089】

ステップS1305において、パラメータ決定部203は、着目領域として用いる画素を決定する。すなわち、ステップS1302で選択された着目画素に対応する着目領域として用いる画素を決定する。ステップS1305においては、ステップS1003と同様に、着目画素から所定の範囲内の画素を着目画素として用いる画素として決定することができる。図12の例では、グレーで示す画素が着目領域として用いる画素として決定された例を示している。

【0090】

ステップS1306において、パラメータ決定部203は、ステップS1303で決定した参照画素から1画素を選択する。図12の例では、太枠で囲まれた3つの赤(R)の参照画素から1画素を選択する。20

【0091】

ステップS1307において、パラメータ決定部203は、ステップS1306で選択した画素に対応する参照領域を決定する(参照領域決定処理)。

【0092】

ステップS1308において、パラメータ決定部203は、ステップS1307で決定された参照領域の参照画素数に応じて補正係数を決定する(補正係数決定処理)。

【0093】

ここで、ステップS1306からステップS1308に関する、参照領域を決定して補正係数を決定する方法について図14を参照して説明する。尚、ステップS1302で選択された着目画素及びステップS1305で決定される着目領域として用いられる画素は、図12で説明した着目画素及び着目領域として用いられる画素とする。図14において、黒枠が参照画素、グレー画素が参照領域を示している。ステップS1306において、図14(a)に示す参照画素が選択された場合、着目領域と参照領域の画素配置が全て一致するため、ステップS1307では着目領域と同じ画素配置の領域が参照領域として決定される。一方、図14(b)に示す参照画素が選択された場合、着目領域と参照領域の画素配置は一致しない。そこで、ステップS1307では、画素配置が一致する、グレー画素だけが参照領域として決定される。以下、図14(c)、図14(d)に示す参照画素が選択された場合も同様である。従って、各参照領域の各参照画素数は図14(a)では9画素、図14(b)、図14(c)では5画素、図14(d)では3画素になる。ところで、式(2)に基づいて着目領域と参照領域の類似度を算出する場合、画素数が異なると類似度を直接比較することができなくなる。そこで、ステップS1308において、参照画素数に応じた補正係数を、パラメータとして求める。尚、補正是所望の方法を利用可能である。例えば、類似度を参照画素数で正規化する場合、参照画素数Nsが補正值となり、補正後の類似度C_{j'}は次式になる。3040

【0094】

【数4】

$$C_j' = \frac{C_j}{N_s} \quad (4)$$

【0095】

ステップS1309において、パラメータ決定部203は、全参照画素の補正領域及び補正係数の算出が終了したかどうか判定する。終了していればステップS1309に移行し、終了していなければステップS1306に移行して処理を継続する。

【0096】

なお、図示していないが、ステップS1307の後に、ステップS1307で決定された参照領域に応じて、ステップS1305で決定された着目領域として用いられる画素を変更する処理を行っても良い。例えば、図14(b)に示すように参照領域が決定された場合には、同じ画素配置の領域のみを着目領域とするように、ステップS1305で決定された着目領域として用いる画素を変更してもよい。

【0097】

ステップS1310において、パラメータ決定部203は、全画素のパラメータ決定処理が終了したかどうか判定する。終了していれば、パラメータ決定処理を終了し、終了していなければステップS1302に移行して処理を継続する。

【0098】

以上の処理により、カラーフィルタの配置がランダムであってもノイズ低減処理が適用可能になり、ノイズを低減した高画質な画像データを得ることができる。

【0099】

<その他の実施例>

実施例1から実施例3では、画像処理アプリケーションに画像データを入力してノイズを低減した画像データを生成する例を説明したが、撮像装置で撮影した画像データに対して撮像装置内の画像処理ハードウェア上で処理する方法であってもかまわない。

【0100】

また、実施例1から実施例3では、赤、緑、青の3色のカラーフィルタの例を説明したが2色或いは4色以上の場合にも適用可能である。

【0101】

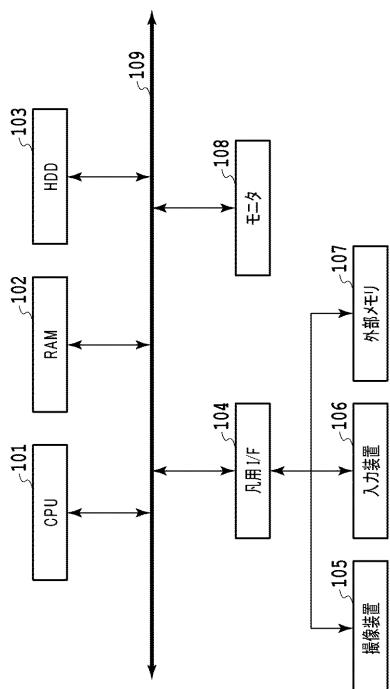
また、本発明は、以下の処理を実行することによっても実現される。即ち、上述した実施形態の機能を実現するソフトウェア(プログラム)を、ネットワーク又は各種記憶媒体を介してシステム或いは装置に供給し、そのシステム或いは装置のコンピュータ(またはCPUやMPU等)がプログラムを読み出して実行する処理である。

10

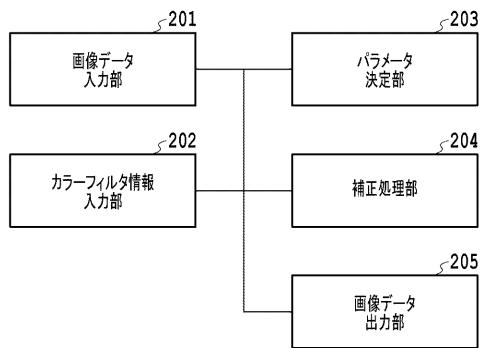
20

30

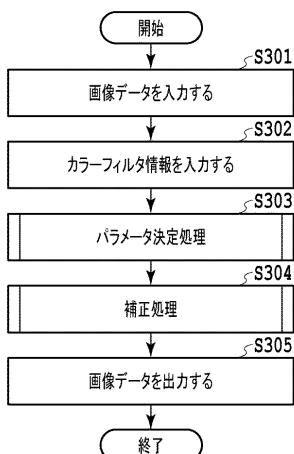
【図1】



【図2】



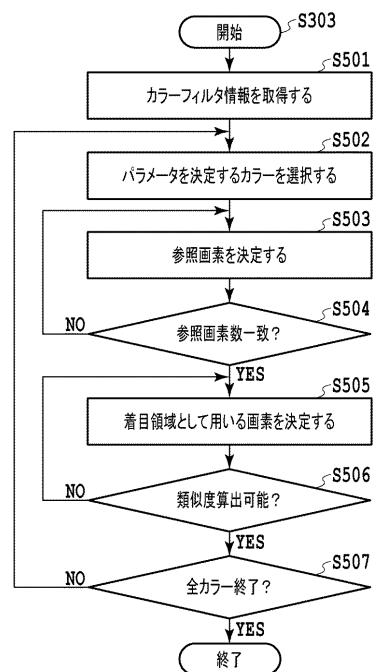
【図3】



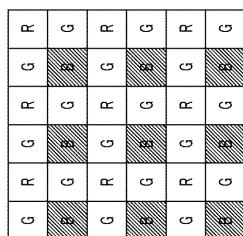
【図4】

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

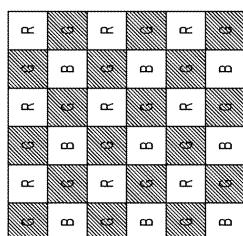
【図5】



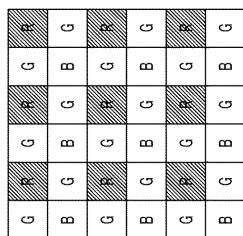
【図6】



三

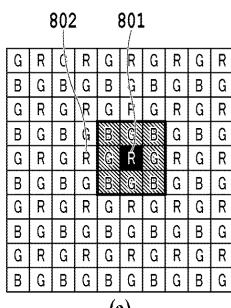


6

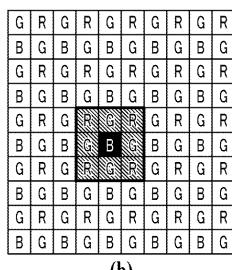


(a)

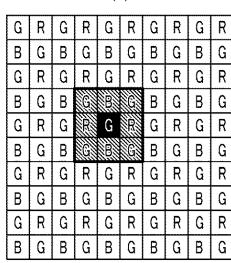
〔 図 8 〕



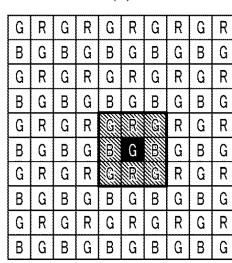
(a)



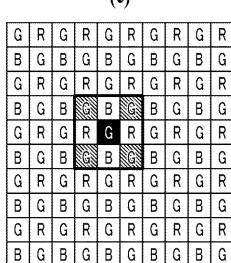
(b)



(e)



(d)

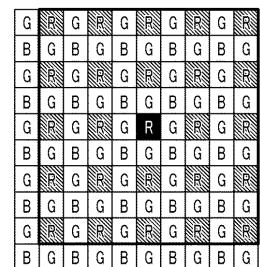


(e)

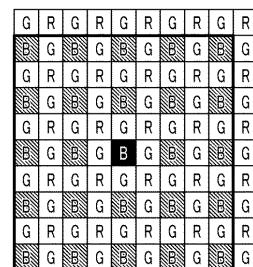
G	R	G	R	G	R	G	R	G	R
B	G	B	G	B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	G	R	G	R	G	R
B	G	B	G	B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	G	R	G	R	G	R
B	G	B	G	B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	G	R	G	R	G	R
B	G	B	G	B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	G	R	G	R	G	R
B	G	B	G	B	G	B	G	B	G

(f)

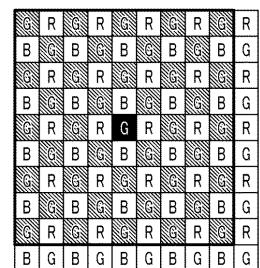
【図7】



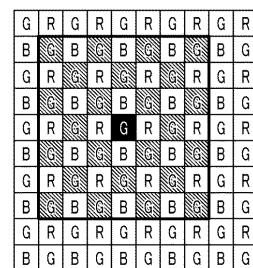
(a)



(b)

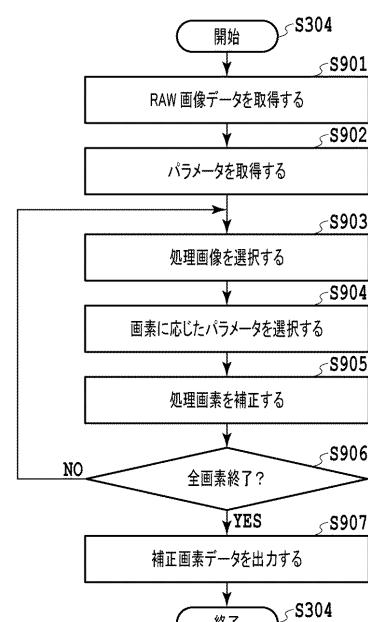


(c)

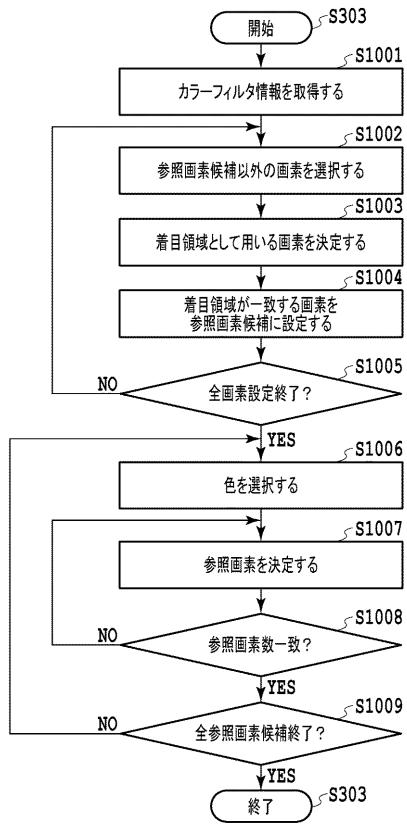


(d)

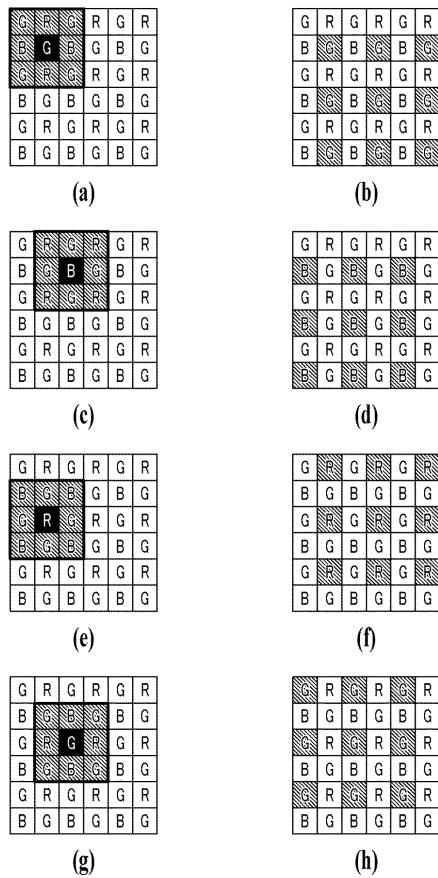
〔 9 〕



【図10】



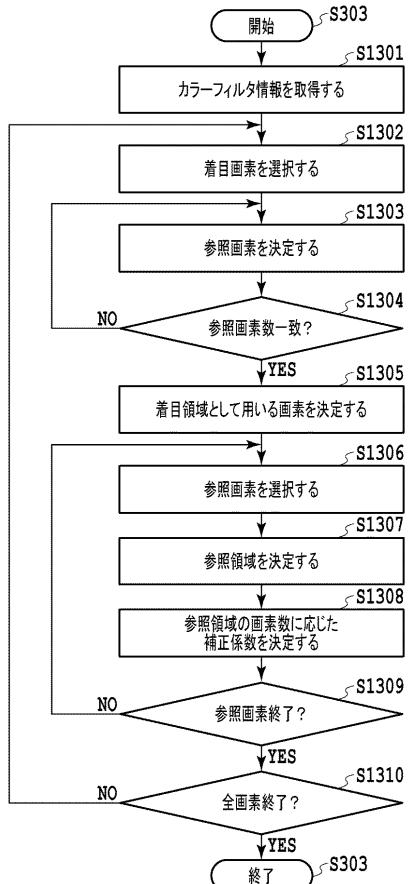
【図11】



【図12】

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

【図13】



【図14】

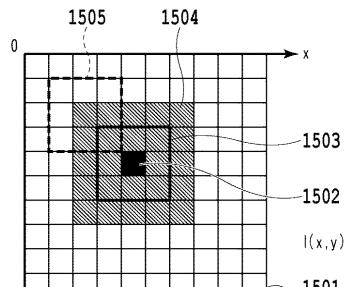
G	R	G	G	B	G
B	G	B	R	B	R
G	R	G	G	B	G
G	B	G	G	R	G
R	G	R	B	G	B
G	B	G	G	R	G

(a)

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

(b)

【図15】



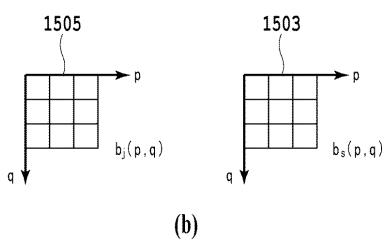
(a)

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

(c)

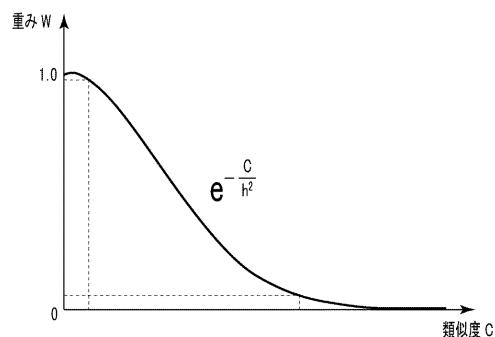
G	R	G	G	B	G
B	G	B	R	G	R
G	R	G	G	B	G
G	B	G	G	R	G
R	G	R	B	G	B
G	B	G	G	R	G

(d)



(b)

【図16】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2010-245977(JP,A)
特開2005-303731(JP,A)
米国特許出願公開第2011/0194763(US,A1)
国際公開第2007/020930(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 04 N	9 / 0 4	-	9 / 1 1
G 06 T	1 / 0 0	-	1 / 4 0
G 06 T	3 / 0 0	-	5 / 5 0
G 06 T	9 / 0 0	-	9 / 4 0