

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6415093号
(P6415093)

(45) 発行日 平成30年10月31日(2018.10.31)

(24) 登録日 平成30年10月12日(2018.10.12)

(51) Int.Cl.

F 1

H04N 9/07 (2006.01)
G06T 1/00 (2006.01)H04N 9/07
G06T 1/00A
510

請求項の数 12 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2014-91875 (P2014-91875)
 (22) 出願日 平成26年4月25日 (2014.4.25)
 (65) 公開番号 特開2015-211343 (P2015-211343A)
 (43) 公開日 平成27年11月24日 (2015.11.24)
 審査請求日 平成29年4月21日 (2017.4.21)

(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 100090273
 弁理士 國分 孝悦
 (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
 ャノン株式会社内

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】

複数色のカラーフィルタを備えた撮像素子により被写体像を反映した光学像を光電変換して得られた、各画素が前記複数色のカラーフィルタのいずれかの色に対応する画像データを有するモザイク画像データに対し、複数の規定方向について、各画素において欠落している色の画像データを補間するために、各画素の周辺の前記規定方向の画素に係る画像データを用いてそれぞれ補間処理を行う第1の補間手段と、

前記第1の補間手段により前記補間処理が施された各規定方向の画像データの評価を行う評価手段と、

前記モザイク画像データに対し、各画素において欠落している色の画像データを補間するため、各画素の周辺の画素に係る画像データを用いて方向を持たない補間処理を行う第2の補間手段と、

前記モザイク画像データに対し、各画素において欠落している色の画像データを補間するため、エッジ成分を保存する補間処理を行う第3の補間手段と、

前記第3の補間手段により前記補間処理が施された画像データから彩度を検出する彩度検出手段と、

前記彩度検出手段により検出された彩度に基づいて、画素毎に偽解像が発生する領域であるか否かを判定する判定手段と、

前記判定手段によって偽解像が発生する領域であると判定された画素では、前記第2の補間手段の補間処理によって生成された画像データを選択して補間後の前記複数色の画像

データを生成し、前記判定手段によって偽解像が発生する領域ではないと判定された画素では、前記評価手段による評価結果に基づいて、前記第1の補間手段の補間処理によって生成された各規定方向の画像データのいずれかを選択して補間後の前記複数色の画像データを生成する画像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】

前記第2の補間手段は、前記モザイク画像データに対し、ローパスフィルタによる補間処理を行うことを特徴とする請求項1記載の画像処理装置。

【請求項3】

さらに、画像データの差分を検出する差分検出手段を有し、

前記モザイク画像データはペイヤー配列の画像データであり、

10

前記差分検出手段は、赤に対応する画素の水平方向に位置する縁に対応する画素の画像データと、青に対応する画素の水平方向に位置する縁に対応する画素の画像データの差分を検出し、

前記判定手段は、前記差分検出手段により検出された差分、及び、前記彩度検出手段により検出された彩度に基づいて、画素毎に偽解像が発生する領域であるか否かを判定することを特徴とする請求項1又は2記載の画像処理装置。

【請求項4】

前記判定手段は、前記差分検出手段により検出された差分がしきい値を超えるか、かつ前記彩度検出手段により検出された彩度がしきい値を超える場合に、偽解像が発生する領域であると判定することを特徴とする請求項3記載の画像処理装置。

20

【請求項5】

前記モザイク画像データに対し、ホワイトバランス処理を施す補正手段を有し、

前記第1の補間手段、前記第2の補間手段、及び前記第3の補間手段は、前記補正手段によりホワイトバランス処理が施された前記モザイク画像データに対し、前記補間処理を行うことを特徴とする請求項1～4の何れか1項に記載の画像処理装置。

【請求項6】

前記第3の補間手段は、2次微分フィルタを用いて前記補間処理を行うことを特徴とする請求項1～5の何れか1項に記載の画像処理装置。

【請求項7】

前記第3の補間手段は、1次微分フィルタを用いて前記補間処理を行うことを特徴とする請求項1～5の何れか1項に記載の画像処理装置。

30

【請求項8】

前記第3の補間手段は、周辺の画素を用いて方向の連続性を判断し、前記連続性が強いと判断した方向の画素に係る画像データで前記補間処理を行うことを特徴とする請求項1～5の何れか1項に記載の画像処理装置。

【請求項9】

前記評価手段は、前記第1の補間手段により前記補間処理が施された画像データから得られるG信号、R-G信号、及びB-G信号の分散を用いて評価を行うことを特徴とする請求項3記載の画像処理装置。

【請求項10】

複数の規定方向には、水平方向及び垂直方向を含むことを特徴とする請求項1～9の何れか1項に記載の画像処理装置。

40

【請求項11】

複数色のカラーフィルタを備えた撮像素子により被写体像を反映した光学像を光電変換して得られた、各画素が前記複数色のカラーフィルタのいずれかの色に対応する画像データを有するモザイク画像データに対し、複数の規定方向について、各画素において欠落している色の画像データを補間するために、各画素の周辺の前記規定方向の画素に係る画像データを用いてそれぞれ補間処理を行う第1の補間工程と、

前記第1の補間工程で前記補間処理が施された各規定方向の画像データの評価を行う評価工程と、

50

前記モザイク画像データに対し、各画素において欠落している色の画像データを補間するため、各画素の周辺の画素に係る画像データを用いて方向を持たない補間処理を行う第2の補間工程と、

前記モザイク画像データに対し、各画素において欠落している色の画像データを補間するため、エッジ成分を保存する補間処理を行う第3の補間工程と、

前記第3の補間工程で前記補間処理が施された画像データから彩度を検出する彩度検出工程と、

前記彩度検出工程で検出された彩度に基づいて、画素毎に偽解像が発生する領域であるか否かを判定する判定工程と、

前記判定工程で偽解像が発生する領域であると判定された画素では、前記第2の補間工程での補間処理によって生成された画像データを選択して補間後の前記複数色の画像データを生成し、前記判定工程で偽解像が発生する領域ではないと判定された画素では、前記評価工程での評価結果に基づいて、前記第1の補間工程での補間処理によって生成された各規定方向の画像データのいずれかを選択して補間後の前記複数色の画像データを生成する画像生成工程とを有することを特徴とする画像処理方法。

【請求項12】

複数色のカラーフィルタを備えた撮像素子により被写体像を反映した光学像を光電変換して得られた、各画素が前記複数色のカラーフィルタのいずれかの色に対応する画像データを有するモザイク画像データに対し、補間処理を行う補間ステップを有する画像処理方法をコンピュータに実行させるためのプログラムであって、

前記補間ステップでは、

複数の規定方向について、各画素において欠落している色の画像データを補間するため、各画素の周辺の前記規定方向の画素に係る画像データを用いてそれぞれ補間処理を行う第1の補間ステップと、

前記第1の補間ステップで前記補間処理が施された各規定方向の画像データの評価を行う評価ステップと、

前記モザイク画像データに対し、各画素において欠落している色の画像データを補間するため、各画素の周辺の画素に係る画像データを用いて方向を持たない補間処理を行う第2の補間ステップと、

前記モザイク画像データに対し、各画素において欠落している色の画像データを補間するため、エッジ成分を保存する補間処理を行う第3の補間ステップと、

前記第3の補間ステップで前記補間処理が施された画像データから彩度を検出する彩度検出ステップと、

前記彩度検出ステップで検出された彩度に基づいて、画素毎に偽解像が発生する領域であるか否かを判定する判定ステップと、

前記判定ステップで偽解像が発生する領域であると判定された画素では、前記第2の補間ステップでの補間処理によって生成された画像データを選択して補間後の前記複数色の画像データを生成し、前記判定ステップで偽解像が発生する領域ではないと判定された画素では、前記評価ステップでの評価結果に基づいて、前記第1の補間ステップでの補間処理によって生成された各規定方向の画像データのいずれかを選択して補間後の前記複数色の画像データを生成する画像生成ステップとをコンピュータに実行させるプログラム。

【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、カラー画像信号に係る補間技術に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、カラー撮像センサにおいては、図17に示すようなベイヤー配列のカラーフィルタが用いられている。カラーフィルタとしては、赤（R:Red）、緑（G:Green）

10

20

30

40

50

)、青(B : B l u e)の3原色フィルタや、シアン(C y a n)、マゼンタ(M a g e n t a)、黄(Y e l l o w)の3つの補色フィルタが用いられている。

【 0 0 0 3 】

しかし、ペイヤー配列のカラーフィルタでは、各画素において1つの信号しか得られないで、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。デモザイキング法としては、バイリニアやバイキューピック補間が知られている。バイリニアやバイキューピック補間では、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には偽解像や偽色(色モアレ)と呼ばれる実際の被写体には存在しない線や色を発生させてしまう。これらの偽解像や偽色は、被写体像が本来有し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。

【 0 0 0 4 】

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。エッジ方向に沿った画素を用いるデモザイキング法は、2つの方法に大別でき、特許文献1ではエッジ方向を周囲の画素を使用して判別し、エッジを跨ぐような補間をせずエッジに沿うように補間する方法が提案されている。また、特許文献1では、まず方向毎に補間を行って数種類の補間結果を生成し、その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。補間方向の適切性の判断には、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、均質性の高い方向がエッジ方向と判定して選択する補間方法が提案されている。

10

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 5 】

【特許文献1】特開2008-35470号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

しかしながら、特許文献1に記載の方法は、撮像センサの画素ピッチと被写体の細かなピッチとが一致するような解像限界付近では、均質性を示す評価値の誤算出による補間ミスを起こして偽解像が発生することが懸念される。本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、画像信号に対するデモザイキング処理を高精度に行えるようにすることを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

本発明に係る画像処理装置は、複数色のカラーフィルタを備えた撮像素子により被写体像を反映した光学像を光電変換して得られた、各画素が前記複数色のカラーフィルタのいずれかの色に対応する画像データを有するモザイク画像データに対し、複数の規定方向について、各画素において欠落している色の画像データを補間するために、各画素の周辺の前記規定方向の画素に係る画像データを用いてそれぞれ補間処理を行う第1の補間手段と、前記第1の補間手段により前記補間処理が施された各規定方向の画像データの評価を行う評価手段と、前記モザイク画像データに対し、各画素において欠落している色の画像データを補間するために、各画素の周辺の画素に係る画像データを用いて方向を持たない補間処理を行う第2の補間手段と、前記モザイク画像データに対し、各画素において欠落している色の画像データを補間するために、エッジ成分を保存する補間処理を行う第3の補間手段と、前記第3の補間手段により前記補間処理が施された画像データから彩度を検出する彩度検出手段と、前記彩度検出手段により検出された彩度に基づいて、画素毎に偽解像が発生する領域であるか否かを判定する判定手段と、前記判定手段によって偽解像が発生する領域であると判定された画素では、前記第2の補間手段の補間処理によって生成された画像データを選択して補間後の前記複数色の画像データを生成し、前記判定手段によつて偽解像が発生する領域ではないと判定された画素では、前記評価手段による評価結果

40

50

に基づいて、前記第1の補間手段の補間処理によって生成された各規定方向の画像データのいずれかを選択して補間後の前記複数色の画像データを生成する画像生成手段とを有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、エッジ成分を保存する補間処理により得られた画像データから検出された彩度に基づいて、画素毎に偽解像が発生する領域であるか判定する。これにより、偽解像が発生する箇所の検出を精度良く行い、デモザイキング処理で発生する偽解像をより適切に補正することができ、画像信号に対するデモザイキング処理を高精度に行うことが可能になる。

10

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の実施形態に係る撮像装置の構成例を示す図である。

【図2】本実施形態におけるデモザイキング部の構成例を示す図である。

【図3】図2に示す水平方向補間部及び垂直方向補間部の構成例を示す図である。

【図4】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を示す図である。

【図5】G r・G b補間部の処理を説明するための図である。

【図6】図2に示す彩度検出用補間部及び方向を持たない補間部の構成例を示す図である。

【図7】彩度検出用G補間部で用いるフィルタ係数の例を示す図である。

20

【図8】方向を持たない補間部の処理を説明するための図である。

【図9】図2に示す偽解像領域判定部の構成例を示す図である。

【図10】偽解像領域しきい値判定処理の例を示すフローチャートである。

【図11】評価値算出処理の例を示すフローチャートである。

【図12】評価値算出処理を説明するための3×3画素領域を示す図である。

【図13】評価値を算出する際に用いるLPFのフィルタ係数の例を示す図である。

【図14】方向選択・画像生成処理の例を示すフローチャートである。

【図15】第2の実施の形態における彩度検出用補間部の構成例を示す図である。

【図16】彩度検出用G H補間部、彩度検出用G V補間部で用いるフィルタ係数の例を示す図である。

30

【図17】ベイヤー配列の画素配置の例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

【0011】

(第1の実施形態)

本発明の第1の実施形態について説明する。

図1は、第1の実施形態に係る画像処理装置を有する撮像装置の構成例を示すブロック図である。被写体を反映した光学像(被写体像)は、撮影レンズ101を介して撮像素子102上に結像されて光電変換される。

40

【0012】

撮像素子102は、複数色のカラーフィルタを備える単板カラー撮像素子である。カラーフィルタは、例えばそれぞれ650nm、550nm、450nm近傍に透過主波長帯を持つ赤(R:Red)、緑(G:Green)、青(B:Blue)の3原色カラーフィルタからなり、これら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。単板カラー撮像素子では、図17に示したようにカラーフィルタが画素毎に空間的に配列されており、各画素では単一のカラープレーンにおける光強度を得ることしかできない。このため、撮像素子102からは、モザイク画像信号、すなわち各画素において3原色の内の2色が欠落した画像信号が出力される。

【0013】

50

A / D (アナログ - デジタル) 変換部 103 は、撮像素子 102 からアナログ電圧として出力されるモザイク画像信号をデジタル画像データに変換する。ホワイトバランス部 104 は、ホワイトバランス処理を行う。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 R、G、B が等色になるように R、G、B の各色にゲインをかける。

【 0014 】

デモザイキング部 105 は、3 原色の内の 2 色の画像データが各画素において欠落しているカラー モザイク画像データを補間することによって、すべての画素において R、G、B の 3 色のカラー画像データが揃ったカラー画像を生成する。各画素のカラー画像データは、マトリクス変換部 106 でマトリクス変換処理が施され、ガンマ変換部 107 でガンマ補正処理が施されて、基本的なカラー画像データが生成される。この基本的なカラー画像データに対して、色調整部 108 で画像の見栄えを改善するための各種の処理が施される。例えば、色調整部 108 は、ノイズ低減、彩度強調、色相補正、エッジ強調等の各種の色調整処理を行う。圧縮部 109 は、色調整されたカラー画像データを 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。

【 0015 】

前述した撮像素子 102 から圧縮部 109 までの各機能部の処理動作は、制御部 111 によりバス 113 を介して制御される。制御部 111 は、それらの制御を行う際、メモリ 112 を適宜利用する。圧縮部 109 により圧縮されたデジタル画像データは、制御部 111 の制御の下に記録部 110 によりフラッシュメモリ等の記録媒体に記録される。

【 0016 】

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 2 を参照して説明する。図 2 は、本実施形態におけるデモザイキング部 105 の構成例を示す図である。デモザイキング部 105 は、まず注目画素に対してその周辺の画素を用いて、複数の規定方向のそれぞれの規定方向での補間を行い、その後、方向選択を行うことで、各画素について補間処理結果として R、G、B の 3 原色のカラー画像データを生成する。

【 0017 】

具体的には、デモザイキング部 105 は、入力された各画素のベイヤー画像データ 201 に対し、水平方向補間部 202 により、水平方向の周辺画素を用いて欠落色の画素データを補間することで、水平方向補間の各画素の R、G、B 画像データを生成する。ベイヤー画像データ 201 は、3 原色の内の 2 色の画像データが各画素において欠落している画像データである。また、デモザイキング部 105 は、各画素のベイヤー画像データ 201 に対し、垂直方向補間部 203 により、垂直方向の周辺画素を用いて欠落色の画素データを補間することで、垂直方向補間の各画素の R、G、B 画像データを生成する。

【 0018 】

次に、デモザイキング部 105 は、水平方向補間部 202 で生成された水平方向補間の各画素の R、G、B 画像データについて、水平方向分散度算出部 207 により画素毎に分散度を算出する。また、デモザイキング部 105 は、垂直方向補間部 203 で生成された垂直方向補間の各画素の R、G、B 画像データについて、垂直方向分散度算出部 208 により画素毎に分散度を算出する。そして、デモザイキング部 105 は、評価値算出部 210 により、水平方向分散度算出部 207 及び垂直方向分散度算出部 208 でそれぞれ算出された水平方向の分散度及び垂直方向の分散度から評価結果としての評価値を算出する。

【 0019 】

また、偽解像領域の検出や補正を行うために、デモザイキング部 105 は、G r・G b 補間部 204、彩度検出用補間部 205、及び方向を持たない補間部 206 により、それぞれ各色の画素データを補間する。G r・G b 補間部 204 では、G r 画像データ及び G b 画像データが生成され、彩度検出用補間部 205 及び方向を持たない補間部 206 では、R、G、B 画像データが生成される。デモザイキング部 105 は、偽解像領域判定部 209 により、G r・G b 補間部 204 及び彩度検出用補間部 205 の各出力画像データに基づいて、偽解像が発生する領域である偽解像領域であるか否かの判定を画素毎に行う。

【 0020 】

10

20

30

40

50

方向選択・画像生成部 211 は、評価値算出部 210 で算出された水平方向の評価値と垂直方向の評価値とを比較し、水平方向補間及び垂直方向補間のうちの評価値の高い方向を選択する。この選択の際に、方向選択・画像生成部 211 は、偽解像領域判定部 209 において偽解像領域と判定された画素については、方向を持たない補間部を選択する。そして、方向選択・画像生成部 211 は、選択した方向に係る補間処理後の R、G、B 画像データに基づいて補間画像データを生成し、補間後 RGB 画像データ 212、すなわちデモザイキング・データとして出力する。

【 0021 】

図 2 に示した水平方向補間部 202 及び垂直方向補間部 203 における方向別の補間処理について、図 3 を参照して説明する。図 3 は、水平方向補間部 202 及び垂直方向補間部 203 の構成例を示す図である。図 3 に示すように、水平方向補間部 202 は、水平方向 G 補間部 202a 及び水平方向 R B 補間部 202b を有し、垂直方向補間部 203 は、垂直方向 G 補間部 203a 及び垂直方向 R B 補間部 203b を有する。

10

【 0022 】

水平方向補間部 202 は、まず水平方向 G 補間部 202a により、周波数帯域の高い G データの補間を行い、次に水平方向 R B 補間部 202b により、R データ及び B データの補間を行い、水平方向補間の R、G、B 画像データ 202c を生成する。同様に、垂直方向補間部 203 は、まず垂直方向 G 補間部 203a により、周波数帯域の高い G データの補間を行い、次に垂直方向 R B 補間部 203b により、R データ及び B データの補間を行い、垂直方向補間の R、G、B 画像データ 203c を生成する。

20

【 0023 】

次に、具体的な方向別補間処理の方法を図 4 に基づいて説明する。G データの補間では、注目画素が G 色のフィルタに係る画素であれば、当該画素の G データをそのまま出力する（式 1）。また、G データの補間では、注目画素が 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であれば、水平方向においては下記の式 2 を用いて補間データを算出し、垂直方向においては下記の式 3 を用いて補間データを算出する。なお、式 1、式 2、式 3 における G33、G34、G43、G44 は、図 4 に便宜的に示した画素符号に対応している（以下の説明においても同様）。例えば G33 が画素 R33 の補間 G データ、G44 が画素 B44 の補間 G データを示す。

【 0024 】

30

【 数 1 】

$$\begin{cases} G34 = G34 \\ G43 = G43 \end{cases} \cdots \text{(式 1)}$$

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

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

40

【 0025 】

R データの補間では、注目画素が R 色のフィルタに係る画素であれば、当該画素の R データをそのまま出力する（式 4）。また、R データの補間では、注目画素が G 色のフィルタに係る画素であれば、下記の式 5 を用いて補間データを算出する。また、R データの補間では、注目画素が B 色のフィルタに係る画素であれば、下記の式 6 を用いて補間データを算出する。R データの補間では、水平方向と垂直方向とで同じ数式を用いる。なお、B データの補間では、R データの補間と同様の手法を用いる。具体的には、下記の式 4～式 6 における R を B に置き換えた数式を用いる。

50

【0026】

【数2】

$$\{R33 = R33 \dots \text{(式4)}$$

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

$$\{R44 = ((R33 - G33) + (R35 - G35) + (R53 - G53) + (R55 - G55)) / 4 + G44 \dots \text{(式6)}$$

10

【0027】

また、前述したように本実施形態におけるデモザイキング部105では、それぞれの規定方向での補間の他に、偽解像の検出や補正を行うための補間を行う。Gr・Gb補間部204は、入力された各画素のベイヤー画像データ201に対し、Gr画素及びGb画素のそれぞれの画素だけを用いて、Gr及びGbの各補間データを算出する。ここで、Gr画素はR画素の横に隣接するG画素を指し、Gb画素はB画素の横に隣接するG画素を指す。Gr・Gb補間部204は、図5に示すようにGr画素、Gb画素に対応するデータからなる画像データに分解する。この際、分解した色フィルタに対応していない画素に対しては、データ値として0を挿入する。その後、Gr・Gb補間部204は、ローパスフィルタ(LPF)による補間処理を行い、すべての画素においてデータを有するGr及びGbの各補間データを算出する。

20

【0028】

また、彩度検出用補間部205は、入力された各画素のベイヤー画像データ201に対し、各画素のR、G、B画像データを生成する。彩度検出用補間部205における補間処理について、図6を参照して説明する。図6は、彩度検出用補間部205及び方向を持たない補間部206の構成例を示す図である。図6に示すように、彩度検出用補間部205は、彩度検出用G補間部205a及び彩度検出用RB補間部205bを有する。

【0029】

彩度検出用補間部205は、まず彩度検出用G補間部205aにより、Gデータの補間を行い、次に彩度検出用RB補間部205bにより、Rデータ及びBデータの補間を行い、彩度検出用のR、G、B画像データ205cを生成する。ここで、彩度を算出するための補間が周辺画素の平均を算出する補間方法であると、色ずれや色にじみが起こり、実際とは異なる色になることで、局所領域の彩度判定に誤りを生じさせる可能性がある。そこで、本実施形態では、色ずれや色にじみが起こりにくいように、エッジ部(エッジ成分)を保存するフィルタ係数を使用して彩度を算出することで、偽解像領域判定部209において彩度を検出する際の精度を向上させる。

30

【0030】

彩度検出用G補間部205aにおけるGデータの補間では、注目画素がG色のフィルタに係る画素であれば、当該画素のGデータをそのまま出力する。また、彩度検出用G補間部205aにおけるGデータの補間では、注目画素が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であれば、図7に示すような2次微分フィルタの係数を用いて下記の式7のように補間データを算出する。図7において、C画素はR画素又はB画素である。なお、下記の式7における各項は、図4に便宜的に示した画素符号に対応している。

40

【0031】

【数3】

$$G33 = \frac{(-R13 - R31 + 4 \cdot R33 - R53)}{8} + \frac{(G23 + G32 + G34 + G43)}{4} \quad \dots \text{式 7}$$

$$G44 = \frac{(-B24 - B42 + 4 \cdot B44 - B64)}{8} + \frac{(G34 + G43 + G45 + G54)}{4} \quad \dots \text{式 7}$$

【0032】

なお、エッジ成分を保存するようなフィルタ係数であれば、この限りではない。本実施形態では、2次微分フィルタを用いて補間を行っているが、周辺画素から連続性が強いと判断される方向の補間を適応的に行い、エッジを保存するようにしても良い。例えば、図4に示したR33画素については、下記の式8のように上下及び左右の画素のデータ値の差の絶対値を算出し、連続性が強い方向を判断する。
10

【0033】

【数4】

$$H\text{diff} = |G32 - G34|$$

$$V\text{diff} = |G23 - G43| \quad \dots \text{式 8}$$

【0034】

Hdiff < Vdiff であれば、水平方向の連続性が強いことになり、彩度検出用G補間部205aは、水平方向の画素の画素データで補間を行う。逆であれば、彩度検出用G補間部205aは、垂直方向の画素の画素データで補間を行う。
20

彩度検出用RB補間部205bは、前述した式4～式6を用いた場合と同様にしてR及びBの補間データを算出する。

【0035】

また、方向を持たない補間部206は、入力された各画素のベイナー画像データ201に対し、偽解像判定領域判定部209で偽解像領域と判定された画素領域に適用するための各画素のR、G、B画像データを生成する。方向を持たない補間部206における補間処理について、図6を参照して説明する。図6に示したように、方向を持たない補間部206は、方向を持たないG補間部206a及び方向を持たないRB補間部206bを有する。
30

【0036】

方向を持たない補間部206は、まず方向を持たないG補間部206aにより、Gr・Gb補間部204で行う補間と同様の手法で、すべての画素においてデータを有するGr及びGbの各補間データを算出する。さらに、方向を持たない補間部206は、方向を持たないG補間部206aにより、各画素のGr、Gb画像データから、図8に示すようにすべての画素においてGrデータとGbデータの加算平均を行う。これにより、Gr画素とGb画素のデータ値の差を無くすことができる。この補間結果を偽解像判定領域部209で偽解像領域と判定された領域に用いることにより、偽解像を補正できる。

【0037】

方向を持たない補間部206は、次に方向を持たないRB補間部206bにより、Rデータ及びBデータを補間する。方向を持たないRB補間部206bは、前述した式4～式6を用いた場合と同様にしてR及びBの補間データを算出する。以上のようにして、少なくとも異なる2つの方向の画素を用いて補間データを算出し、方向を持たないR、G、B画像データ206cを生成する。
40

【0038】

図2に示した偽解像領域判定部209における偽解像領域の判定処理について、図9及び図10を参照して説明する。図9は、偽解像領域判定部209の構成例を示す図である。図10は、偽解像領域しきい値判定処理の例を示すフローチャートである。図9に示すように、偽解像領域判定部209は、GrGb差分算出部(差分検出部)209a、彩度
50

算出部 209b、及び偽解像領域しきい値判定部 209c を有する。

【0039】

G_r G_b 差分算出部 209a は、G_r・G_b 補間部 204 から出力された G_r データ及び G_b データが入力され、画素毎に G_r データと G_b データとの差分検出を行い、差分の絶対値 G_{r-b} を下記の式 9 により算出する。また、彩度算出部 209b は、彩度検出用補間部 205 から出力された彩度検出用の R、G、B 画像データ 205c が入力され、画素毎に下記の式 10 を用いて彩度 C を算出する。

【0040】

【数 5】

10

$$G_{r-b} = |G_r - G_b| \quad \dots \text{(式 9)}$$

$$C = \sqrt{(R - G)^2 + (B - G)^2} \quad \dots \text{(式 10)}$$

【0041】

偽解像領域しきい値判定部 209c は、G_r G_b 差分算出部 209a から出力された値 G_{r-b} 及び彩度算出部 209b から出力された彩度 C に基づいて、画素毎に偽解像領域であるか否かの判定を行う。偽解像領域しきい値判定部 209c における偽解像領域しきい値判定処理を、図 10 に示すフローチャートに基づいて説明する。

【0042】

20

偽解像領域しきい値判定部 209c は、対象画素について、G_r データ及び G_b データの差分絶対値 G_{r-b} と定数のしきい値 THa とを比較し、差分絶対値 G_{r-b} がしきい値 THa より大きいか否かを判別する (S1001)。その結果、差分絶対値 G_{r-b} がしきい値 THa より大きければ、次に、偽解像領域しきい値判定部 209c は、彩度 C と定数のしきい値 THb とを比較し、彩度 C がしきい値 THb より大きいか否かを判別する (S1002)。その結果、彩度 C がしきい値 THb より大きければ、偽解像領域しきい値判定部 209c は、対象画素が偽解像領域であると判定する (S1003)。偽解像領域しきい値判定部 209c は、画像の全画素について、ステップ S1001 ~ S1003 の処理を行う。

【0043】

30

前述した偽解像領域しきい値判定処理では、G_r データ及び G_b データの差分絶対値 G_{r-b} と彩度 C のそれぞれを定数のしきい値と比較して判定を行うようにしているが、しきい値を輝度や色相等に応じて非線形に変更することも可能である。さらに、これらの変更をユーザが設定できるようにしても良い。

【0044】

次に、本実施形態における評価値算出処理を、図 11 に示すフローチャートに基づいて説明する。図 11 は、評価値算出処理の例を示すフローチャートである。

評価値算出処理において、図 2 に示した水平方向分散度算出部 207 は、各画素について欠落色の画素データを補間した水平方向補間の R、G、B 画像データ 202c を、均等色空間の色信号 (値) に変換する (S1101)。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 の色空間を使用する。ここで、G、R-G、B-G の色空間ではなく、L*a*b* 均等色空間を用いても良いが、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 信号をそのまま用い、a*、b* の代わりに R-G、B-G を色差信号としている。

40

【0045】

次に、水平方向分散度算出部 207 は、G、R-G、B-G の各信号に対してそれぞれ分散度 G_h^2 、 $R-G_h^2$ 、 $B-G_h^2$ を算出する (S1102)。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ものとするが、 5×5 領域の画素や 7×7 領域の画素を用いて算出しても良く、この限りではない。また、領域内の全画素での分散ではなく、水平方向について G 信号の分散を算出するのであれば、図 12 (A) に示すように

50

、 $h_{11} \sim h_{13}$ 、 $h_{21} \sim h_{23}$ 、 $h_{31} \sim h_{33}$ の各々3画素を用いて、G信号の分散 G_1^2 、 G_2^2 、 G_3^2 を算出する。そして、それら分散 G_1^2 、 G_2^2 、 G_3^2 の中で最も大きい分散値 G_h^2 をG信号の分散値とする。R-G信号、B-G信号の分散についても、図12(B)及び図12(C)に示すようにG信号の分散度算出と同様の処理を行うようにして良い。

【0046】

続いて、水平方向分散度算出部207は、下記の式11を用いて水平方向の分散度 σ_h^2 を算出する(S1103)。水平方向分散度算出部207は、水平方向補間のR、G、B画像データ202cの全画素について、画素毎に前述したステップS1101～S1103の処理を行う。

10

【0047】

【数6】

$$\sigma_h^2 = \sigma_{Gh}^2 + \sigma_{R-Gh}^2 + \sigma_{B-Gh}^2 \quad \dots \text{(式11)}$$

【0048】

また、垂直方向分散度算出部208は、垂直方向補間のR、G、B画像データ203cを用いて、ステップS1101～S1103の処理と同様のステップS1104～S1106の処理を行い、下記の式12を用いて垂直方向の分散度 σ_v^2 を算出する。垂直方向分散度算出部208は、垂直方向補間のR、G、B画像データ203cの全画素について、画素毎にステップS1104～S1106の処理を行う。

20

【0049】

【数7】

$$\sigma_v^2 = \sigma_{Gv}^2 + \sigma_{R-Gv}^2 + \sigma_{B-Gv}^2 \quad \dots \text{(式12)}$$

【0050】

次に、評価値算出部210は、前述のようにしてそれぞれ算出された水平方向の分散度 σ_h^2 及び垂直方向の分散度 σ_v^2 から、下記の式13を用いて水平方向の評価値 Ch 及び垂直方向の評価値 Cv を画素毎に算出する。以上の処理により、画素毎に評価値 Ch 、 Cv が算出され、結果として評価値の2次元プレーンが生成される(S1107)。

30

【0051】

【数8】

$$Ch = \frac{\sigma_h^2}{\sigma_h^2 + \sigma_v^2}$$

$$Cv = \frac{\sigma_v^2}{\sigma_h^2 + \sigma_v^2} \quad \dots \text{(式13)}$$

【0052】

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、隣接する画素間で評価値が大きく異なると、トーンジャンプ等の画質劣化の要因となる場合がある。そこで、評価値算出部210は、生成した評価値プレーンに対してローパスフィルタ(LPF)処理を施す(S1108)。LPFのフィルタ係数に関しては、図13(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、又は図13(B)に示すようなフィルタ長が5画素の[1, 4, 6, 4, 1]を用いても良いが、縦横の両方向でフィルタをかけることが望ましい。

40

【0053】

方向選択・画像生成部211は、各画素について、評価値算出部210で算出される評価結果としての評価値 Ch 、 Cv 及び偽解像領域判定部209での判定結果に基づいて、水平方向補間、垂直方向補間、方向を持たない補間の何れかの画素データを選択する。

50

れにより、方向選択・画像生成部 211 は、全画素においてそれぞれ R、G、B の色成分の画像データが存在する R G B 補間画像データを生成して、補間後 R G B 画像データ 212（デモザイキング・データ）として出力する。

【0054】

次に、方向選択・画像生成部 211 における方向選択・画像生成処理について、図 14 を参照して説明する。図 14 は、方向選択・画像生成処理の例を示すフローチャートである。方向選択・画像生成部 211 は、対象画素について、まず、偽解像領域であると判定されているか否かを判別する（S1401）。その結果、偽解像領域であると判定されていれば、方向選択・画像生成部 211 は、方向を持たない補間部 206 での補間処理で生成された方向を持たない R、G、B 画像データ 206c を選択し、補間後 R G B 画像データ 212 として出力する（S1402）。

10

【0055】

一方、偽解像領域であると判定されていなければ、方向選択・画像生成部 211 は、水平方向の評価値 Ch と垂直方向の評価値 Cv を比較し、水平方向の評価値 Ch が垂直方向の評価値 Cv より小さいか否かを判別する（S1403）。その結果、水平方向の評価値 Ch が垂直方向の評価値 Cv より小さければ、方向選択・画像生成部 211 は、水平方向補間の R、G、B 画像データ 202c を選択し、補間後 R G B 画像データ 212 として出力する（S1404）。一方、水平方向の評価値 Ch が垂直方向の評価値 Cv より小さくなければ、方向選択・画像生成部 211 は、垂直方向補間の R、G、B 画像データ 203c を選択し、補間後 R G B 画像データ 212 として出力する（S1405）。

20

【0056】

第 1 の実施形態によれば、色ずれや色にじみが起こりにくい、エッジ部を保存する補間処理で生成された彩度検出用の R、G、B 画像データから算出した彩度と、Gr データ及び Gb データの差分とに基づいて、画素毎に偽解像が発生する領域であるか判定する。そして、偽解像が発生する領域と判定された画素については、方向を持たない補間部で生成された補間データを画素データとして選択する。これにより、偽解像が発生する領域（画素）の検出を精度良く行い、デモザイキング処理（色補間処理）で発生する偽解像をより適切に補正することができ、画像信号に対するデモザイキング処理を高精度に行うことが可能になる。

30

【0057】

（第 2 の実施形態）

次に、本発明の第 2 の実施形態について説明する。

前述した第 1 の実施形態では、彩度検出用 G 補間部 205 の彩度検出用 G 補間部 205a における G データの補間では、注目画素が 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である場合、図 7 に示したような 2 次微分フィルタの係数を用いていた。これに対し、第 2 の実施形態では、1 次微分フィルタの係数を用いて G データを補間する構成としている。第 2 の実施形態における撮像装置及びデモザイキング部 105 の構成は、第 1 の実施形態において図 1、図 2 を参照して説明したものとほぼ同様であるので、それらの説明は省略する。第 2 の実施形態では、彩度検出用補間部 205 の内部構成が第 1 の実施形態と異なる。

40

【0058】

図 15 は、第 2 の実施形態における彩度検出用補間部 205 の構成例を示す図である。図 15 に示すように、彩度検出用補間部 205 は、彩度検出用 GH 補間部 205d、彩度検出用 GV 補間部 205e、彩度検出用 GF 補間合成部 205f、及び彩度検出用 RB 補間部 205b を有する。

【0059】

第 2 の実施形態において、彩度検出用 GH 補間部 205d における G データの補間では、注目画素が G 色のフィルタに係る画素であれば、当該画素の G データをそのまま出力する。彩度検出用 GH 補間部 205d における G データの補間では、注目画素が 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であれば、図 16 (A) に示すような水平

50

方向の傾きを考慮した1次微分フィルタの係数を用いて下記の式14のように補間を行う。なお、下記の式14における各項は、図4に便宜的に示した画素符号に対応している。

【0060】

【数9】

$$\begin{aligned} G33 &= (-R31 + R35)/2 + (G32 + G34)/2 \\ G44 &= (-B42 + B46)/2 + (G43 + G45)/2 \quad \cdots \text{ (式14)} \end{aligned}$$

【0061】

10

また、彩度検出用GV補間部205eにおけるGデータの補間では、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、図16(B)に示すような垂直方向の傾きを考慮した1次微分フィルタ係数を用いて下記の式15のように補間を行う。

【0062】

【数10】

$$\begin{aligned} G33 &= (-R13 + R53)/2 + (G23 + G43)/2 \\ G44 &= (-B24 + B64)/2 + (G34 + G54)/2 \quad \cdots \text{ (式15)} \end{aligned}$$

【0063】

20

なお、図16(A)及び図16(B)において、C画素はR画素又はB画素である。また、フィルタ係数は、図16(A)及び図16(B)に例示したものに限られるものではない。例えばR画素の重みを1以外にしても良い。

【0064】

彩度検出用G補間合成部205fは、彩度検出用GH補間部205dにより得られる補間データと、彩度検出用GV補間部205eにより得られる補間データを基に、補間されたR、B画素位置のGデータにおいて加算平均を行う。彩度検出用RB補間部205bは、第1の実施形態と同様に式4～式6を用いた場合と同様にしてRデータ及びBデータの補間を行う。以降の実施方法は、第1の実施形態と同じであるため省略する。

30

【0065】

第2の実施形態によれば、彩度の検出に用いる補間データの生成では、1次微分フィルタを用いて、エッジ成分を保存している。これにより、第1の実施形態と同様に、色にじみや色ずれが起こりにくく、偽解像が発生する領域(画素)の検出を精度良く行うことができ、デモザイキング処理(色補間処理)で発生する偽解像をより適切に補正することができる。

【0066】

(本発明の他の実施形態)

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、前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。

40

【0067】

なお、前記実施形態は、何れも本発明を実施するにあたっての具体化のほんの一例を示したものに過ぎず、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されなければならないものである。すなわち、本発明はその技術思想、又はその主要な特徴から逸脱することなく、様々な形で実施することができる。

【符号の説明】

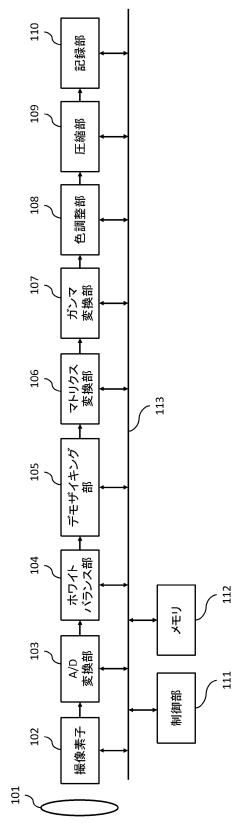
【0068】

105：デモザイキング部 202：水平方向補間部 203：垂直方向補間部 204：

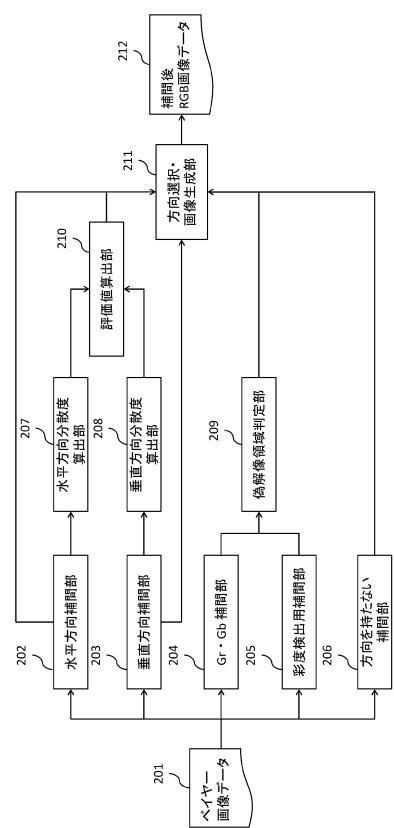
50

G r · G b 補間部 205 : 彩度検出用補間部 206 : 方向を持たない補間部 207
 : 水平方向分散度算出部 208 : 垂直方向分散度算出部 209 : 偽解像領域判定部
 209 a : G r G b 差分算出部 209 b : 彩度算出部 209 c : 偽解像領域しきい値
 判定部 210 : 評価値算出部 211 : 方向選択・画像生成部

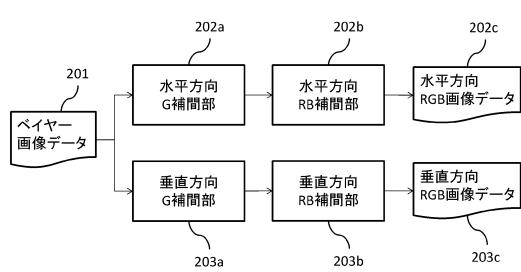
【図1】



【図2】



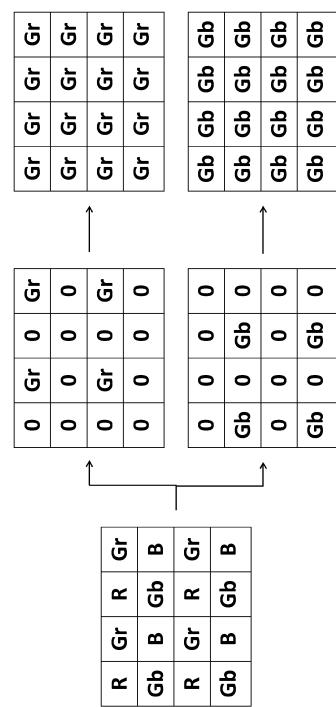
【図3】



【図4】

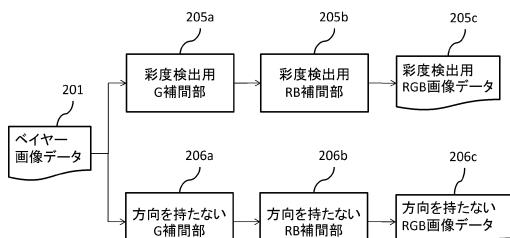
R11	G12	R13	G14	R15	G16
G21	B22	G23	B24	G25	B26
R31	G32	R33	G34	R35	G36
G41	B42	G43	B44	G45	B46
R51	G52	R53	G54	R55	G56
G61	B62	G63	B64	G65	B66

【図5】



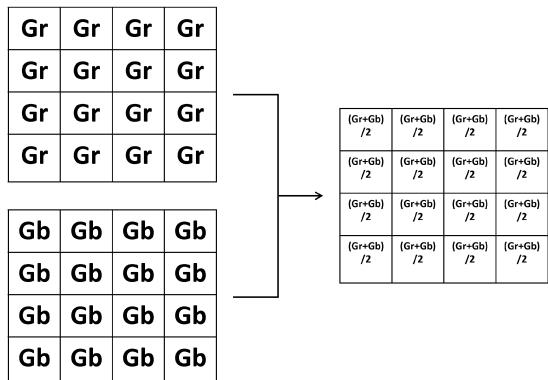
【図6】

【図7】

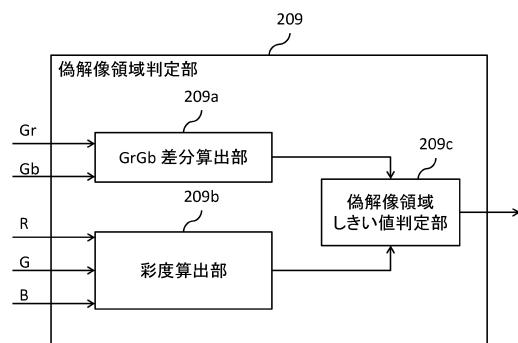


		C -1		
		G 1		
C -1	G 1	C 4	G 1	C -1
		G 1		
		C -1		

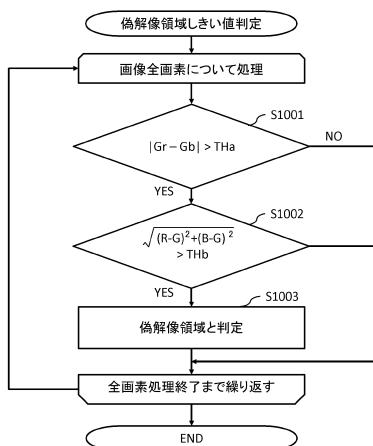
【図8】



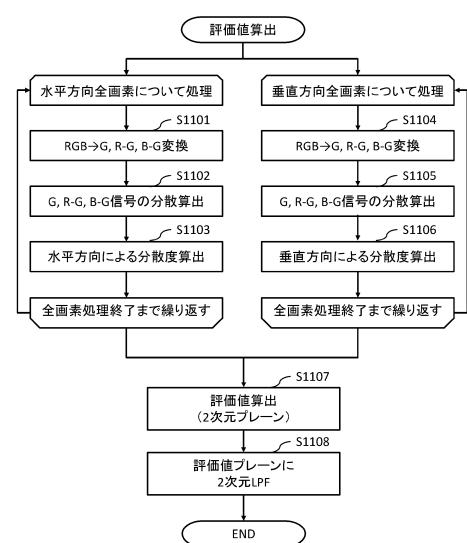
【図9】



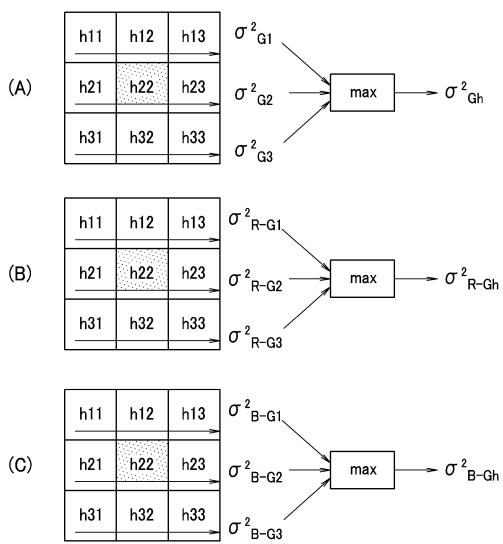
【図10】



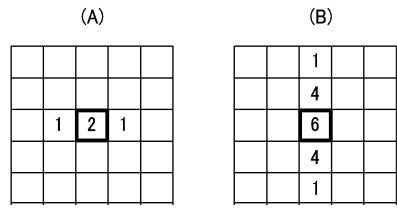
【図11】



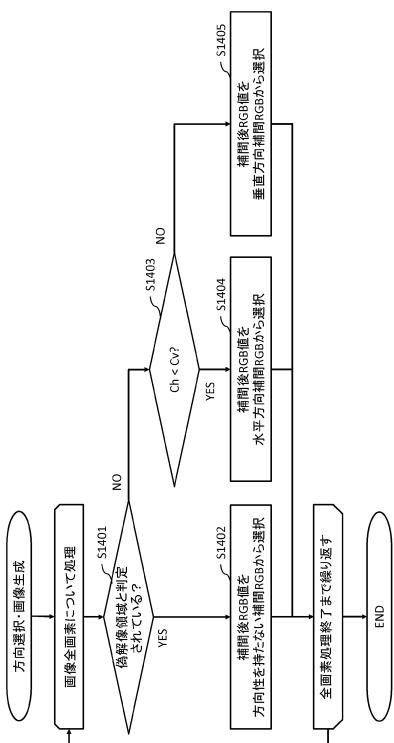
【図1-2】



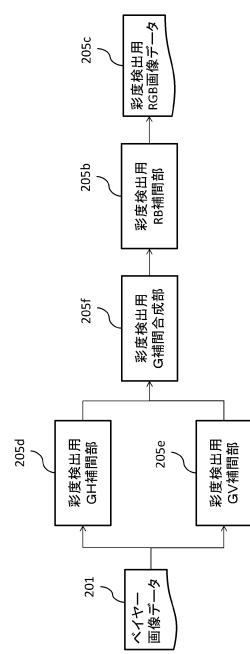
【図1-3】



【図1-4】



【図1-5】



【図 1 6】

(A)					(B)				
		C				C			
		G				G			
C	G	C	G	C	C	G	C	G	C
-1	1	1	1	1		-1			
		G				G			
		C				1			

【図 1 7】

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

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2010-252231(JP, A)
国際公開第2011/045849(WO, A1)
特開2008-258931(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

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
H 04 N 1 / 4 0 - 1 / 4 0 9
H 04 N 5 / 2 2 2 - 5 / 2 5 7
H 04 N 9 / 0 4 - 9 / 1 1
H 04 N 9 / 4 4 - 9 / 7 8