

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6987622号
(P6987622)

(45) 発行日 令和4年1月5日(2022.1.5)

(24) 登録日 令和3年12月3日(2021.12.3)

(51) Int.Cl.

H04N 9/07 (2006.01)

F 1

H04N 9/07
H04N 9/07C
A

請求項の数 9 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2017-225837 (P2017-225837)
 (22) 出願日 平成29年11月24日 (2017.11.24)
 (65) 公開番号 特開2019-97062 (P2019-97062A)
 (43) 公開日 令和1年6月20日 (2019.6.20)
 審査請求日 令和2年11月20日 (2020.11.20)

(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 萩野 洋
 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】

水平方向、垂直方向にベイヤ配列に基づく R G B 信号を有する入力画像信号に対して、
G 信号を算出する画像処理装置であって、

入力画像信号を垂直方向に補間して色差信号を算出する第 1 の色差信号算出手段と、
 前記入力画像信号を水平方向に補間して色差信号を算出する第 2 の色差信号算出手段と

、
 前記第 1 の色差信号算出手段により算出された色差信号に対してフィルタ処理を行う第 1 のフィルタ処理手段と、

前記第 2 の色差信号算出手段により算出された色差信号に対してフィルタ処理を行う第 2 のフィルタ処理手段と、

R 信号及び B 信号の少なくとも 1 つの強度を算出する色信号強度算出手段と、

前記第 1 のフィルタ処理手段によるフィルタ処理の結果と、前記第 2 のフィルタ処理手段によるフィルタ処理の結果と、前記色信号強度算出手段により算出された前記 R 信号及び B 信号の少なくとも 1 つの強度とに基づき、前記 G 信号を算出する色信号算出手段とを有し、

前記第 1 のフィルタ処理手段と前記第 2 のフィルタ処理手段は、前記色信号強度算出手段によって算出された前記 R 信号及び B 信号の少なくとも 1 つの強度が予め設定した閾値以上である場合には、フィルタ処理を行わないようにすることを特徴とする画像処理装置。

10

20

【請求項 2】

水平方向、垂直方向にベイヤ配列に基づく R G B 信号を有する入力画像信号に対して、G 信号を算出する画像処理装置であって、

 入力画像信号を垂直方向に補間して色差信号を算出する第 1 の色差信号算出手段と、
 前記入力画像信号を水平方向に補間して色差信号を算出する第 2 の色差信号算出手段と、

 前記第 1 の色差信号算出手段により算出された色差信号に対してフィルタ処理を行う第 1 のフィルタ処理手段と、

 前記第 2 の色差信号算出手段により算出された色差信号に対してフィルタ処理を行う第 2 のフィルタ処理手段と、

 R 信号及び B 信号の少なくとも 1 つの強度を算出する色信号強度算出手段と、

 前記第 1 のフィルタ処理手段によるフィルタ処理の結果と、前記第 2 のフィルタ処理手段によるフィルタ処理の結果と、前記色信号強度算出手段により算出された前記 R 信号及び B 信号の少なくとも 1 つの強度とに基づき、前記 G 信号を算出する色信号算出手段とを有し、

 前記第 1 のフィルタ処理手段と前記第 2 のフィルタ処理手段は、前記色信号強度算出手段によって算出された前記 R 信号及び B 信号の少なくとも 1 つの強度が予め設定した閾値より小さい場合には、前記 R 信号及び B 信号の少なくとも 1 つの強度に応じたフィルタ処理を行うことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 3】

水平方向、垂直方向にベイヤ配列に基づく R G B 信号を有する入力画像信号に対して、補間処理を行うことで G 信号を算出する画像処理装置であって、

 前記入力画像信号に対して色差信号を用いないで前記 G 信号を補間する第 1 の補間手段と、

 前記入力画像信号に対して色差信号を用いて前記 G 信号を補間する第 2 の補間手段と、
 R 信号及び B 信号の少なくとも 1 つの強度を算出する色信号強度算出手段と、

 前記色信号強度算出手段の算出結果に基づいて、前記第 1 の補間手段により補間された G 信号と前記第 2 の補間手段により補間された G 信号とを合成する合成手段と、

 前記合成手段による合成結果に基づき、最終的な前記 G 信号を算出する色信号算出手段とを有し、

 前記合成手段は、前記色信号強度算出手段によって算出された前記 R 信号及び B 信号の少なくとも 1 つの強度が高いほど、前記第 1 の補間手段の補間結果の割合が高くなるように合成処理を行うことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 4】

前記第 2 の補間手段は、

 入力画像信号を垂直方向に補間して色差信号を算出する第 1 の色差信号算出手段と、

 前記入力画像信号を水平方向に補間して色差信号を算出する第 2 の色差信号算出手段と、

 前記第 1 の色差信号算出手段により算出された色差信号に対してフィルタ処理を行う第 1 のフィルタ処理手段と、

 前記第 2 の色差信号算出手段により算出された色差信号に対してフィルタ処理を行う第 2 のフィルタ処理手段とを有し、

 前記第 1 のフィルタ処理手段および前記第 2 のフィルタ処理手段によって処理された信号に基づいて前記 G 信号を補間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】

前記第 1 のフィルタ処理手段は、前記第 1 の色差信号算出手段により算出された色差信号に対して上方向および下方向のフィルタ処理を行い、

 前記第 2 のフィルタ処理手段は、前記第 2 の色差信号算出手段により算出された色差信号に対して左方向および右方向のフィルタ処理を行う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。

10

20

30

40

50

【請求項 6】

水平方向、垂直方向にベイヤ配列に基づく R G B 信号を有する入力画像信号に対して、
G 信号を算出する画像処理方法であって、

 入力画像信号を垂直方向に補間して色差信号を算出する第 1 の色差信号算出ステップと
`

 前記入力画像信号を水平方向に補間して色差信号を算出する第 2 の色差信号算出ステップと、

 前記第 1 の色差信号算出ステップにより算出された色差信号に対してフィルタ処理を行う第 1 のフィルタ処理ステップと、

 前記第 2 の色差信号算出ステップにより算出された色差信号に対してフィルタ処理を行う第 2 のフィルタ処理ステップと、

 R 信号及び B 信号の少なくとも 1 つの強度を算出する色信号強度算出ステップと、

 前記第 1 のフィルタ処理ステップによるフィルタ処理の結果と、前記第 2 のフィルタ処理ステップによるフィルタ処理の結果と、前記色信号強度算出ステップにより算出された前記 R 信号及び B 信号の少なくとも 1 つの強度とに基づき、前記 G 信号を算出する色信号算出ステップとを有し、

 前記第 1 のフィルタ処理ステップと前記第 2 のフィルタ処理ステップでは、前記色信号強度算出ステップによって算出された前記 R 信号及び B 信号の少なくとも 1 つの強度が予め設定した閾値以上である場合には、フィルタ処理を行わないようにすることを特徴とする画像処理方法。

10

【請求項 7】

水平方向、垂直方向にベイヤ配列に基づく R G B 信号を有する入力画像信号に対して、
G 信号を算出する画像処理方法であって、

 入力画像信号を垂直方向に補間して色差信号を算出する第 1 の色差信号算出ステップと、

 前記入力画像信号を水平方向に補間して色差信号を算出する第 2 の色差信号算出ステップと、

 前記第 1 の色差信号算出ステップにより算出された色差信号に対してフィルタ処理を行う第 1 のフィルタ処理ステップと、

 前記第 2 の色差信号算出ステップにより算出された色差信号に対してフィルタ処理を行う第 2 のフィルタ処理ステップと、

20

 R 信号及び B 信号の少なくとも 1 つの強度を算出する色信号強度算出ステップと、

 前記第 1 のフィルタ処理ステップによるフィルタ処理の結果と、前記第 2 のフィルタ処理ステップによるフィルタ処理の結果と、前記色信号強度算出ステップにより算出された前記 R 信号及び B 信号の少なくとも 1 つの強度とに基づき、前記 G 信号を算出する色信号算出ステップとを有し、

30

 前記第 1 のフィルタ処理ステップと前記第 2 のフィルタ処理ステップでは、前記色信号強度算出ステップによって算出された前記 R 信号及び B 信号の少なくとも 1 つの強度が予め設定した閾値より小さい場合には、前記 R 信号及び B 信号の少なくとも 1 つの強度に応じたフィルタ処理を行うことを特徴とする画像処理方法。

40

【請求項 8】

水平方向、垂直方向にベイヤ配列に基づく R G B 信号を有する入力画像信号に対して、
補間処理を行うことで G 信号を算出する画像処理方法であって、

 前記入力画像信号に対して色差信号を用いないで前記 G 信号を補間する第 1 の補間ステップと、

 前記入力画像信号に対して色差信号を用いて前記 G 信号を補間する第 2 の補間ステップと、

 R 信号及び B 信号の少なくとも 1 つの強度を算出する色信号強度算出ステップと、

 前記色信号強度算出ステップの算出結果に基づいて、前記第 1 の補間ステップにおいて補間された G 信号と前記第 2 の補間ステップにおいて補間された G 信号とを合成する合成

50

ステップと、

前記合成ステップによる合成結果に基づき、最終的な前記 G 信号を算出する色信号算出
ステップとを有し、

前記合成ステップは、前記色信号強度算出ステップによって算出された前記 R 信号及び
B 信号の少なくとも 1 つの強度が高いほど、前記第 1 の補間ステップの補間結果の割合が
高くなるように合成処理を行うことを特徴とする画像処理方法。

【請求項 9】

コンピュータを、請求項 1 ~ 5 の何れか 1 項に記載の画像処理装置の各手段として機能
させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

10

【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】

特許文献 1 には、輝度信号の主成分となる G 信号の補間を行う際に、縦方向、又は横方
向の相関を判別し、縦方向の相関がある場合には縦方向に L P F 処理を行い、横方向の相
関がある場合には横方向に L P F 処理を行う技術が開示されている。そして、縦方向にも
横方向にも相関がない場合には、2 次元の L P F 処理を行うことで、縦方向、横方向のエ
ッジがぼけないようにする。

20

【0003】

しかし、特許文献 1 の技術では、縦又は横方向の相関がない場合には 2 次元の L P F 処
理となるため、例えば斜め方向のエッジは、縦方向、横方向のエッジに比べてぼやけてし
まう。

【0004】

そこで、非特許文献 1 には、R 又は B 画素の位置の G 信号の算出方法が開示されてい
る。非特許文献 1 では、着目画素を含む上、下、左、右方向に、G 画素と、着目画素と同色
の画素との色差信号をそれぞれ算出し、各方向の色差信号を合成した色差信号を着目画素
に加算することで G 信号を算出する。このとき、非特許文献 1 では、各方向の色差信号を
、該当する方向の色差信号の傾きに応じて合成することで、方向に因らず解像感の高い画
像を生成する。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特許第 3862506 号公報

【非特許文献】

【0006】

**【非特許文献 1】I. Pekkucuksen , Y. Altunbasak , "Gradient based threshold free co
lor filter array interpolation" , I C I P 2 0 1 0**

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかし、非特許文献 1 では、R、B 信号を用いて G 信号を生成しているために、赤色被
写体や青色被写体のように、G 信号より、R、B 信号の信号値が高い被写体では、以下
のような問題が発生する。つまり、G 信号に対して、R、B 信号のサンプリングが少ないこ
とに起因した R、B 信号の折り返しが、G 信号に存在するエッジよりも振幅の高いエッジ
として G 信号に加算されることで、折り返しによる偽パターンが目立つ場合がある。

【0008】

本発明は前述の問題点に鑑み、G 信号より、R、B 信号の信号値が高い赤色や青色のよ
うな被写体に発生する偽パターンを低減した画像を生成できるようにすることを目的とし

50

ている。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明に係る画像処理装置は、水平方向、垂直方向にベイヤ配列に基づくR G B信号を有する入力画像信号に対して、G信号を算出する画像処理装置であって、入力画像信号を垂直方向に補間して色差信号を算出する第1の色差信号算出手段と、前記入力画像信号を水平方向に補間して色差信号を算出する第2の色差信号算出手段と、前記第1の色差信号算出手段により算出された色差信号に対してフィルタ処理を行う第1のフィルタ処理手段と、前記第2の色差信号算出手段により算出された色差信号に対してフィルタ処理を行う第2のフィルタ処理手段と、R信号及びB信号の少なくとも1つの強度を算出する色信号強度算出手段と、前記第1のフィルタ処理手段によるフィルタ処理の結果と、前記第2のフィルタ処理手段によるフィルタ処理の結果と、前記色信号強度算出手段により算出された前記R信号及びB信号の少なくとも1つの強度に基づき、前記G信号を算出する色信号算出手段とを有し、前記第1のフィルタ処理手段と前記第2のフィルタ処理手段は、前記色信号強度算出手段によって算出された前記R信号及びB信号の少なくとも1つの強度が予め設定した閾値以上である場合には、フィルタ処理を行わないようにすることを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、G信号より、R、B信号の信号値が高い赤色や青色のような被写体に発生する偽パターンを低減した画像を生成することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】原色ベイヤ配列の1単位を示す図である。

【図2】実施形態に係る輝度信号生成部の構成例を示すブロック図である。

【図3】第1の実施形態のG補間回路の構成例を示すブロック図である。

【図4】第1の実施形態におけるG補間回路の処理の流れの一例を示すフローチャートである。

【図5】赤、青被写体検出回路の構成例を示すブロック図である。

【図6】赤、青被写体検出回路の処理の流れの一例を示すフローチャートである。

30

【図7】色信号Cと色信号強度との関係を説明するための図である。

【図8】第2の実施形態のG補間回路の構成例を示すブロック図である。

【図9】第2の実施形態の第1のG補間回路の構成例を示すブロック図である。

【図10】第2の実施形態の第2のG補間回路の構成例を示すブロック図である。

【図11】第2のG補間回路の処理の流れの一例を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0012】

(第1の実施形態)

図1は、本発明の第1の実施形態によるベイヤ配列の色フィルタを有する撮像素子を示す図である。撮像装置は、CMOSイメージセンサ等の撮像素子を有する。撮像装置は、デジタルカメラ、ビデオカメラの他、スマートフォン、タブレット、工業用カメラ、医療用カメラ等に適用可能である。撮像素子は、2次元行列状に配置された複数の画素を有し、複数の画素の各々は、色フィルタ（例えば、赤（R）、緑（G）、青（B）の3色のうちの一つの色フィルタ）を有する。図1は、原色ベイヤ配列の1単位の色フィルタを示す。撮像素子は、画素毎に、光電変換を行い、アナログデジタル変換を行い、デジタルのR信号（赤信号）、G1信号（緑信号）、G2信号（緑信号）、又はB信号（青信号）を出力する。G1信号及びG2信号は、G信号（緑信号）である。このようにG信号は、R信号、B信号に対してサンプリング数が多い。ベイヤ配列の色フィルタを有する撮像装置は、各画素においてR、G、Bのうちの一つの色信号しか得られないため、各画素においてRG Bすべての色信号を求める場合には、後段の図2の輝度信号生成部200で補間処理

40

50

を行う必要がある。

【0013】

図2は、本実施形態による輝度信号生成部200の構成例を示す図である。輝度信号生成部200は、画像処理装置であり、図1の撮像素子からベイヤ配列のデジタルのR信号、G信号及びB信号を入力する。輝度信号生成部200は、WB回路(ホワイトバランス回路)201と、G補間回路202と、R補間回路203と、B補間回路204と、APC回路205と、輝度信号生成回路206と、加算回路207とを有する。

【0014】

WB回路201は、撮像素子からベイヤ配列のデジタルの画像信号(R信号、G信号及びB信号)を入力し、画像信号のホワイトバランスを補正する。G補間回路202は、WB回路201から出力されるベイヤ配列の画像信号を入力し、図1のR画素及びB画素の位置のG信号を補間により算出し、全画素のG信号を出力する。R画素は赤フィルタが設けられた画素であり、B画素は青フィルタが設けられた画素であり、G画素は緑フィルタが設けられた画素である。G補間回路202の処理の詳細は後述する。

【0015】

R補間回路203は、WB回路201が出力するベイヤ配列の入力画像信号に対して、図1の入力画像のG画素及びB画素の位置のR信号を補間により算出し、全画素のR信号を出力する。例えば、R補間回路203は、WB回路201が出力するベイヤ配列の入力画像信号に対して、R画素以外の信号レベルを0にした後、2次元のLPF(ローパスフィルタ)処理によりR信号を算出する。

【0016】

B補間回路204は、WB回路201が出力するベイヤ配列の入力画像信号に対して、図1の入力画像のR画素及びG画素の位置のB信号を補間により算出し、全画素のB信号を出力する。例えば、B補間回路204は、WB回路201が出力するベイヤ配列の入力画像信号に対して、B画素以外の信号レベルを0にした後、2次元のLPF処理によりB信号を算出する。

【0017】

APC回路205は、G補間回路202から出力されるG信号に対して、HPF(ハイパスフィルタ)等を適応することでアパー・チャ補正信号を生成する。加算回路207は、G補間回路202が出力するG信号とAPC回路205の出力信号とを加算し、全画素のG信号を出力する。輝度信号生成回路206は、加算回路207が出力するG信号と、R補間回路203が出力するR信号と、B補間回路204が出力するB信号とを基に、次式(1)により、全画素の輝度信号Yを生成する。

$$Y = 0.3R + 0.59G + 0.11B \quad \dots (1)$$

【0018】

図3は、図2のG補間回路202の構成例を示すブロック図である。G補間回路202は、G画素V補間回路301と、G画素H補間回路302と、R、B画素V補間回路303と、R、B画素H補間回路304と、V色差算出回路305と、H色差算出回路306とを有する。さらに、G補間回路202は、V色差傾き算出回路307と、H色差傾き算出回路308と、赤、青被写体検出回路309と、Nフィルタ回路310と、Sフィルタ回路311と、Wフィルタ回路312と、Eフィルタ回路313とを有する。さらに、G補間回路202は、N重み算出回路314と、S重み算出回路315、W重み算出回路316と、E重み算出回路317と、合成回路318と、加算回路319とを有する。

【0019】

図4は、G補間回路202の画像処理方法の流れを示すフローチャートである。ステップS401では、G画素V補間回路301は、WB回路201が出力するベイヤ配列の入力画像信号に対して、垂直方向に補間処理を行うことによりG信号を算出し、全画素のG信号を出力する。具体的には、G画素V補間回路301は、着目画素がG画素の場合には、そのままG信号として出力し、着目画素がR画素又はB画素の場合には、垂直方向にG信号の補間処理を行うことによりG信号を算出する。例えば、G画素V補間回路301は

10

20

30

40

50

、画像における着目画素のX座標及びY座標を(j, i)としたとき、着目画素がR画素の場合、G信号 $G_{V,i,j}$ を次式(2)により算出する。また、G画素V補間回路301は、着目画素がB画素の場合も、着目画素がR画素の場合と同様の方法によりG信号を算出する。

$$G_{V,i,j} = (G_{i-1,j} + G_{i+1,j}) / 2 \quad \dots \dots (2)$$

【0020】

次に、ステップS402では、G画素H補間回路302は、WB回路201が出力する入力画像信号に対して、水平方向に補間処理を行うことによりG信号を算出し、全画素のG信号を出力する。具体的には、G画素H補間回路302は、着目画素がG画素の場合には、そのままG信号として出力し、着目画素がR画素又はB画素の場合には、水平方向にG信号の補間処理を行うことによりG信号を算出する。例えば、G画素H補間回路302は、着目画素がR画素の場合、G信号 $G_{h,i,j}$ を次式(3)により算出する。また、G画素H補間回路302は、着目画素がB画素の場合も、着目画素がR画素の場合と同様の方法によりG信号を算出する。

$$G_{h,i,j} = (G_{i,j-1} + G_{i,j+1}) / 2 \quad \dots \dots (3)$$

【0021】

次に、ステップS403では、R, B画素V補間回路303は、WB回路201が出力する入力画像信号に対して、垂直方向に補間処理を行うことによりR信号及びB信号を算出し、全画素のR信号及びB信号を出力する。具体的には、R, B画素V補間回路303は、着目画素がR画素又はB画素の場合には、そのままR信号又はB信号として出力する。R, B画素V補間回路303は、着目画素がG画素の場合に、着目画素の垂直方向がR画素の場合には、垂直方向に補間処理を行うことによりR信号を算出し、着目画素の垂直方向がB画素の場合には、垂直方向に補間処理を行うことによりB信号を算出する。例えば、R, B画素V補間回路303は、着目画素がG画素であり、着目画素の垂直方向がR画素の場合には、R信号 $R_{V,i,j}$ を次式(4)により算出する。また、R, B画素V補間回路303は、着目画素の垂直方向がB画素の場合も、着目画素の垂直方向がR画素の場合と同様の方法によりB信号を算出する。

$$R_{V,i,j} = (R_{i-1,j} + R_{i+1,j}) / 2 \quad \dots \dots (4)$$

【0022】

次に、ステップS404では、R, B画素H補間回路304は、WB回路201が出力する入力画像信号に対して、水平方向に補間処理を行うことによりR信号及びB信号を算出し、全画素のR信号及びB信号を出力する。具体的には、R, B画素H補間回路304は、着目画素がR画素又はB画素の場合には、そのままR信号又はB信号として出力する。R, B画素H補間回路304は、着目画素がG画素の場合に、着目画素の水平方向がR画素の場合には、水平方向に補間処理を行うことによりR信号を算出し、着目画素の水平方向がB画素の場合には、水平方向に補間処理を行うことによりB信号を算出する。例えば、R, B画素H補間回路304は、着目画素がG画素であり、着目画素の水平方向がR画素の場合には、R信号 $R_{h,i,j}$ を次式(5)により算出する。また、R, B画素H補間回路304は、着目画素の水平方向がB画素の場合も、着目画素の水平方向がR画素の場合と同様の方法によりB信号を算出する。

$$R_{h,i,j} = (R_{i,j-1} + R_{i,j+1}) / 2 \quad \dots \dots (5)$$

【0023】

なお、ステップS401～S404において、G画素とR, B画素の垂直及び水平方向の補間方法として、式(2)～(5)を用いて着目画素の隣接画素から補間を行ったが、これに限定されず、隣接画素以外の画素を用いて補間を行ってもよい。

【0024】

次に、ステップS405では、V色差算出回路305は、G画素V補間回路301から出力されたG信号から、R, B画素V補間回路303から出力されたR信号又はB信号を減算することにより、入力画像信号の垂直方向の色差信号を算出する。V色差算出回路305は、第1の色差信号算出手段である。V色差算出回路305は、着目画素(j, i)

10

20

30

40

50

において、G画素V補間回路301が出力する信号がG信号 $G v_{i,j}$ であり、R,B画素V補間回路303が出力する信号がR信号 $R v_{i,j}$ の場合、垂直方向の色差信号 Dif_f_v を次式(6)により算出する。また、V色差算出回路305は、R,B画素V補間回路303が出力する信号がB信号の場合も、R,B画素V補間回路303が出力する信号がR信号の場合と同様の方法により、G信号とB信号の垂直色差信号を算出する。

$$Dif_f_v = G v_{i,j} - R v_{i,j} \quad \dots (6)$$

【0025】

次に、ステップS406では、H色差算出回路306は、G画素H補間回路302から出力されたG信号から、R,B画素H補間回路304から出力されたR信号又はB信号を減算することにより、入力画像信号の水平方向の色差信号を算出する。H色差算出回路306は、第2の色差信号算出手段である。H色差算出回路306は、着目画素(j,i)において、G画素H補間回路302が出力する信号がG信号 $G h_{i,j}$ であり、R,B画素H補間回路304が出力する信号がR信号 $R h_{i,j}$ の場合、水平方向の色差信号 Dif_f_h を次式(7)により算出する。また、H色差算出回路306は、R,B画素H補間回路304が出力する信号がB信号の場合も、R,B画素H補間回路304が出力する信号がR信号の場合と同様の方法により、G信号とB信号の水平色差信号を算出する。

$$Dif_f_h = G h_{i,j} - R h_{i,j} \quad \dots (7)$$

【0026】

次に、ステップS407では、V色差傾き算出回路307は、V色差算出回路305から出力された色差信号を基に、垂直方向の色差の傾きを算出する。具体的には、V色差傾き算出回路307は、着目画素(j,i)において、V色差算出回路305から出力された色差信号 Dif_f_v を基に、垂直方向の色差の傾き信号 $Grad_v$ を次式(8)により算出する。

$$Grad_v = | Dif_f_v_{i-1,j} - Dif_f_v_{i+1,j} | \quad \dots (8)$$

【0027】

次に、ステップS408では、H色差傾き算出回路308は、H色差算出回路306から出力された色差信号を基に、水平方向の色差の傾きを算出する。具体的には、H色差傾き算出回路308は、着目画素(j,i)において、H色差算出回路306から出力された色差信号 Dif_f_h を基に、水平方向の色差の傾き信号 $Grad_h$ を次式(9)により算出する。

$$Grad_h = | Dif_f_h_{i,j-1} - Dif_f_h_{i,j+1} | \quad \dots (9)$$

【0028】

次に、ステップS409では、赤、青被写体検出回路309は、R信号の強度が高い赤色の被写体、又は、B信号の強度が高い青色の被写体、若しくはR信号、B信号が両方とも高いマゼンタ色の被写体を検出する。赤、青被写体検出回路309は、色信号強度算出手段である。赤、青被写体検出回路309の処理の詳細は後述するが、赤、青被写体検出回路309では、被写体が赤色、青色、若しくはマゼンタ色である程度に応じて0.0~1.0の間の色信号強度を出力する。色信号強度は、例えば、被写体が赤色、青色、若しくはマゼンタ色の被写体でないと判断される場合には0.0と出力され、被写体が赤色、青色、若しくはマゼンタ色の被写体であると判断される場合には1.0と出力される。

【0029】

次に、ステップS410では、Nフィルタ回路310は、V色差算出回路305から出力された色差信号に対して、赤、青被写体検出回路309から出力された色信号強度に基づいて上方向のフィルタ処理を行う。具体的には、まず、Nフィルタ回路310は、V色差算出回路305から出力された色差信号 Dif_f_v を用いて、着目画素(j,i)における上方向のフィルタ処理の結果 Fil_n を次式(11)により算出する。

【0030】

【数1】

$$Fil_n_{i,j} = (\sum_{a=i-4}^i Diff_v_{a,j}) / 5 \quad \dots (11)$$

【0031】

次に、Nフィルタ回路310は、色信号強度に基づいて、色差信号Diff_nを次式(12)により算出して出力する。

$$\begin{aligned} Diff_n_{i,j} &= v_{i,j} \times Diff_v_{i,j} \\ &+ (1.0 - v_{i,j}) \times Fil_n_{i,j} \quad \dots (12) \end{aligned}$$

【0032】

次に、ステップS411では、Sフィルタ回路311は、V色差算出回路305から出力された色差信号に対して、赤、青被写体検出回路309から出力された色信号強度に基づいて下方向のフィルタ処理を行う。具体的には、まず、Sフィルタ回路311は、V色差算出回路305から出力された色差信号Diff_vを用いて、着目画素(j,i)における下方向のフィルタ処理の結果Fil_sを次式(13)により算出する。

【0033】

【数2】

$$Fil_s_{i,j} = (\sum_{a=i}^{i+4} Diff_v_{a,j}) / 5 \quad \dots (13)$$

10

20

【0034】

次に、Sフィルタ回路311は、色信号強度に基づいて、色差信号Diff_sを次式(14)により算出して出力する。

$$\begin{aligned} Diff_s_{i,j} &= v_{i,j} \times Diff_v_{i,j} \\ &+ (1.0 - v_{i,j}) \times Fil_s_{i,j} \quad \dots (14) \end{aligned}$$

【0035】

次に、ステップS412では、Wフィルタ回路312は、H色差算出回路306から出力された色差信号に対して、赤、青被写体検出回路309から出力された色信号強度に基づいて左方向のフィルタ処理を行う。具体的には、まず、Wフィルタ回路312は、H色差算出回路306から出力された色差信号Diff_hを用いて、着目画素(j,i)における左方向のフィルタ処理の結果Fil_wを次式(15)により算出する。

30

【0036】

【数3】

$$Fil_w_{i,j} = (\sum_{a=i-4}^i Diff_h_{a,j}) / 5 \quad \dots (15)$$

【0037】

次に、Wフィルタ回路312は、色信号強度に基づいて、色差信号Diff_wを次式(16)により算出して出力する。

$$\begin{aligned} Diff_w_{i,j} &= v_{i,j} \times Diff_h_{i,j} \\ &+ (1.0 - v_{i,j}) \times Fil_w_{i,j} \quad \dots (16) \end{aligned}$$

40

【0038】

次に、ステップS413では、Eフィルタ回路313は、H色差算出回路306から出力された色差信号に対して、赤、青被写体検出回路309から出力された色信号強度に基づいて右方向のフィルタ処理を行う。具体的には、まず、Eフィルタ回路313は、H色差算出回路306から出力された色差信号Diff_hを用いて、着目画素(j,i)における右方向のフィルタ処理の結果Fil_eを次式(17)により算出する。

【0039】

【数4】

$$Fil_e_{i,j} = (\sum_{a=i}^{i+4} Diff_h_{i,a}) / 5 \quad \dots (17)$$

【0040】

次に、E フィルタ回路313は、色信号強度に基づいて、色差信号Diff_eを次式(18)により算出して出力する。

$$\begin{aligned} Diff_e_{i,j} &= \sum_{i,j} \times Diff_h_{i,j} \\ &+ (1.0 - \sum_{i,j}) \times Fil_e_{i,j} \quad \dots (18) \end{aligned}$$

【0041】

10

次に、ステップS414では、N重み算出回路314は、V色差傾き算出回路307から出力された垂直方向の色差の傾き信号Grad_vを基に、上方向の重みWnを次式(19)により算出する。

【0042】

【数5】

$$Wn_{i,j} = 1 / (\sum_{a=i-4}^i \sum_{b=j-2}^{j+2} Grad_v_{a,b})^2 \quad \dots (19)$$

【0043】

20

次に、ステップS415では、S重み算出回路315は、V色差傾き算出回路307から出力された垂直方向の色差の傾き信号Grad_vを基に、下方向の重みWsを次式(20)により算出する。

【0044】

【数6】

$$Ws_{i,j} = 1 / (\sum_{a=i}^{i+4} \sum_{b=j-2}^{j+2} Grad_v_{a,b})^2 \quad \dots (20)$$

【0045】

30

次に、ステップS416では、W重み算出回路316は、H色差傾き算出回路308から出力された水平方向の色差の傾き信号Grad_hを基に、左方向の重みWwを次式(21)により算出する。

【0046】

【数7】

$$Ww_{i,j} = 1 / (\sum_{a=i-2}^{i+2} \sum_{b=j-4}^j Grad_h_{a,b})^2 \quad \dots (21)$$

【0047】

40

次に、ステップS417では、E重み算出回路317は、H色差傾き算出回路308から出力された水平方向の色差の傾き信号Grad_hを基に、右方向の重みWeを次式(22)により算出する。

【0048】

【数8】

$$We_{i,j} = 1 / (\sum_{a=i-2}^{i+2} \sum_{b=j}^{j+4} Grad_h_{a,b})^2 \quad \dots (22)$$

【0049】

次に、ステップS418では、合成回路318は、N重み算出回路314から入力される重みWn、S重み算出回路315から入力される重みWs、W重み算出回路316から

50

入力される重み W_w 及び E 重み算出回路 317 から入力される重み W_e を入力する。また、合成回路 318 は、N フィルタ回路 310 から入力される色差信号 D_{iff_n} と、S フィルタ回路 311 から入力される色差信号 D_{iff_s} を入力する。また、合成回路 318 は、W フィルタ回路 312 から入力される色差信号 D_{iff_w} と、E フィルタ回路 313 から入力される色差信号 D_{iff_e} を入力する。合成回路 318 は、重み W_n 、重み W_s 、重み W_w 及び重み W_e に基づいて、色差信号 D_{iff_n} と、色差信号 D_{iff_s} と、色差信号 D_{iff_w} と、色差信号 D_{iff_e} を合成し、色差信号 D_{iff_mix} を次式(23)により算出する。

$$D_{iff_mix} = (W_n \times D_{iff_n} + W_s \times D_{iff_s} + W_w \times D_{iff_w} + W_e \times D_{iff_e}) / W_t$$

$$W_t = W_n + W_s + W_w + W_e$$

$$\dots (23)$$

10

【0050】

次に、ステップ S419 では、加算回路 319 は、G 補間回路 202 に入力された入力画像信号の着目画素が R 画素又は B 画素の場合には、着目画素の信号に対して合成回路 318 で合成された色差信号 D_{iff_mix} を加算して G 信号を算出して出力する。また、加算回路 319 は、着目画素が G 画素の場合には、G 補間回路 202 に入力された画像信号をそのまま出力する。加算回路 319 の出力信号は、G 補間回路 202 の出力信号である。

【0051】

20

以上のように、N フィルタ回路 310 は上方向のフィルタ処理を行い、S フィルタ回路 311 は下方向のフィルタ処理を行い、W フィルタ回路 312 は左方向のフィルタ処理を行い、E フィルタ回路 313 は右方向のフィルタ処理を行う。N フィルタ回路 310 と S フィルタ回路 311 は、第 1 のフィルタ処理手段であり、垂直方向の色差信号に対してフィルタ処理を行う。W フィルタ回路 312 と E フィルタ回路 313 は、第 2 のフィルタ処理手段であり、水平方向の色差信号に対してフィルタ処理を行う。そして、着目画素が R 画素又は B 画素の場合には、フィルタ処理後の色差信号が、合成回路 318 で方向毎の重みで合成された後に、加算回路 319 で着目画素に加算され、G 補間回路 202 の出力となる G 信号が生成される。

【0052】

30

図 5 は、図 3 の赤、青被写体検出回路 309 の構成例を示すブロック図である。赤、青被写体検出回路 309 は、R 補間回路 501 と、G 補間回路 502 と、B 補間回路 503 と、減算器 504 と、減算器 505 と、リミッタ 506 と、リミッタ 507 と、加算器 508 と、係数算出回路 509 とを有する。

【0053】

図 6 は、赤、青被写体検出回路 309 の画像処理方法の流れを示すフローチャートである。ステップ S601 では、R 補間回路 501 は、WB 回路 201 が出力するベイヤ配列の入力画像信号に対して、G 画素及び B 画素の位置の R 信号を補間に算出し、全画素の R 信号を出力する。例えば、R 補間回路 501 は、WB 回路 201 が出力するベイヤ配列の入力画像信号に対して、R 画素以外の信号レベルを 0 にした後、2 次元の LPF 处理により R 信号を算出する。

40

【0054】

ステップ S602 では、G 補間回路 502 は、WB 回路 201 が出力するベイヤ配列の入力画像信号に対して、R 画素及び B 画素の位置の G 信号を補間に算出し、全画素の G 信号を出力する。例えば、G 補間回路 502 は、WB 回路 201 が出力するベイヤ配列の入力画像信号に対して、G 画素以外の信号レベルを 0 にした後、2 次元の LPF 处理により G 信号を算出する。

【0055】

ステップ S603 では、B 補間回路 503 は、WB 回路 201 が出力するベイヤ配列の入力画像信号に対して、R 画素及び G 画素の位置の B 信号を補間に算出し、全画素の

50

B信号を出力する。例えば、B補間回路503は、WB回路201が出力するベイヤ配列の入力画像信号に対して、B画素以外の信号レベルを0にした後、2次元のLPF処理によりB信号を算出する。

【0056】

次に、ステップS604では、減算器504は、R補間回路501から出力されたR信号から、G補間回路502から出力されたG信号を減算する。減算器504は、着目画素(j, i)において、R補間回路501が出力する信号がR信号 $R_{i,j}$ であり、G補間回路502が出力する信号がG信号 $G_{i,j}$ である場合、減算結果である色差信号 $V_{i,j}$ は次式(24)により算出する。

$$V_{i,j} = R_{i,j} - G_{i,j} \quad \dots (24)$$

10

【0057】

ステップS605では、減算器505は、B補間回路503から出力されたB信号から、G補間回路502から出力されたG信号を減算する。減算器505は、着目画素(j, i)において、B補間回路503が出力する信号がB信号 $B_{i,j}$ であり、G補間回路502が出力する信号がG信号 $G_{i,j}$ である場合、減算結果である色差信号 $U_{i,j}$ は次式(25)により算出する。

$$U_{i,j} = B_{i,j} - G_{i,j} \quad \dots (25)$$

【0058】

ステップS606では、リミッタ506は、減算器504から出力された色差信号 V に対して、負の信号を0にクリップする。このようにクリップ処理を行うことで、R信号よりG信号が大きい場合、つまり赤色被写体である可能性がない場合には、色差信号 V が0を出力する。

20

【0059】

ステップS607では、リミッタ507は、減算器505から出力された色差信号 U に対して、負の信号を0にクリップする。このようにクリップ処理を行うことで、B信号よりG信号が大きい場合、つまり青色被写体である可能性がない場合には、色差信号 U が0を出力する。

【0060】

ステップS608では、加算器508は、リミッタ506から出力された色差信号 V と、リミッタ507から出力された色差信号 U とを加算する。加算器508は、着目画素(j, i)において、リミッタ506から出力される色差信号 V が $V_{i,j}$ であり、リミッタ507から出力された色差信号 U が $U_{i,j}$ である場合、加算結果である色信号 $C_{i,j}$ は次式(26)により算出する。

$$C_{i,j} = V_{i,j} + U_{i,j} \quad \dots (26)$$

30

【0061】

ステップS609では、係数算出回路509は、加算器508から出力される色信号 C に基づいて、赤色、青色、若しくはマゼンタ色である程度を示す色信号強度を算出する。

【0062】

図7は、係数算出回路509が、加算器508から出力される色信号 C から、色信号強度を算出する際の変換テーブルの一例を示す図である。図7において、横軸は色信号 C を示し、縦軸は色信号強度を示す。係数算出回路509は、算出結果である色信号 C が予め設定された第1の閾値 T_{h1} 以下である場合には、被写体が赤色、青色、若しくはマゼンタ色ではないとみなせるので、色信号強度として0.0を出力する。また、係数算出回路509は、算出結果である色信号 C が第2の閾値 T_{h2} 以上である場合には、被写体が赤色、青色、若しくはマゼンタ色であるとみなせるので、色信号強度として1.0を出力する。ここで、第2の閾値 T_{h2} は、第1の閾値 T_{h1} より大きい。係数算出回路509は、算出結果である色信号 C が第1の閾値 T_{h1} より大きく、かつ色信号 C が第2の閾値 T_{h2} 未満である場合には、色信号 C の大きさに応じて線形的に0.0 ~ 1.0の間の色信号強度を算出する。

40

50

【0063】

本実施形態では、赤色や青色のような被写体に発生する偽パターンを低減するために、赤、青被写体検出回路309を設けている。赤、青被写体検出回路309は、色信号Cを算出して色信号強度₁を算出し、フィルタ回路310～313でフィルタ処理を行っていない色差信号の割合を調整する。

【0064】

赤色、青色、若しくはマゼンタ色の被写体である場合（色信号Cが第2の閾値以上の場合）には、色信号強度₁は1.0となり、フィルタ回路310～313はフィルタ処理を行わない（フィルタ処理の特性を変更する）。このように、被写体が赤色、青色、若しくはマゼンタ色あり、着目画素がR画素又はB画素の場合、フィルタ回路310～313から出力される色差信号は式（2）～式（7）から、着目画素の左右又は上下のG画素と着目画素との差分となる。そして、加算回路319で着目画素に加算されると、結果的に左右又は上下のG信号から算出した値となる。その結果、R信号及びB信号を用いずにG信号を生成できるため、G信号に対して、R、B信号のサンプリングが少ないと起因したR、B信号の折り返しがG信号にも生じることを防止することができる。10

【0065】

一方、被写体が赤色でも青色でもマゼンタ色でもない場合には、色信号強度₁は0.0となり、フィルタ回路310～313はフィルタ処理を行う。このように、被写体が赤色でも青色でもマゼンタ色でもない場合には、フィルタ処理を行うことで、G信号だけでなく、R、B信号も用いてG信号を生成でき、方向に因らず解像感の高い画像を生成することができる。さらに、色信号強度₁が0.0～1.0の場合には、その強度に応じてフィルタ処理を行わない色差信号の強度を変化させることで、赤色や青色のような被写体に発生する偽パターンを低減し、画質を向上させることができる。20

【0066】

以上のように本実施形態によれば、ベイヤ配列の画像信号からG信号及び輝度信号を生成する際に、赤色や青色のような被写体に発生する偽パターンを低減した上で、方向に因らず解像感の高い画像を得ることができる。

【0067】**(第2の実施形態)**

以下、本発明の第2の実施形態について説明する。本実施形態に係る輝度信号生成部200の構成は図2と同様である。なお、本実施形態では、第1の実施形態と異なる部分についてのみ説明する。30

【0068】

図8は、本発明の第2の実施形態によるG補間回路202の構成例を示すブロック図である。G補間回路202は、第1のG補間回路801と、第2のG補間回路802と、赤、青被写体検出回路803と、合成回路804とを有する。第1のG補間回路801は第1の補間手段であり、画像信号に対して色差信号を用いないでG信号を補間し、第1のG信号を出力する。第2のG補間回路802は第2の補間手段であり、画像信号に対して色差信号を用いてG信号を補間し、第2のG信号を出力する。合成回路804は合成手段であり、赤、青被写体検出回路803から出力される色信号強度₁に基づいて、第1のG補間回路801により補間された第1のG信号と第2のG補間回路802により補間された第2のG信号とを合成する。その詳細は、後述する。なお、赤、青被写体検出回路803は、第1の実施形態の図5の赤、青被写体検出回路309と同様の回路である。40

【0069】

図9は、第1のG補間回路801の構成例を示すブロック図である。第1のG補間回路801は、0挿入回路901と、HV補間回路902とを有する。0挿入回路901は、入力された画像信号のうちのR画素とB画素の信号レベルを0にする。次に、HV補間回路902は、0挿入回路901が出力する画像信号に対して、水平方向および垂直方向に補間処理を行うことにより、G信号を算出する。このとき、HV補間回路902は、水平方向および垂直方向の補間処理には、例えば(1, 2, 1)/2の係数のフィルタを用い50

る。

【0070】

図10は、第2のG補間回路802の構成例を示すブロックである。第2のG補間回路802は、G画素V補間回路1001と、G画素H補間回路1002と、R，B画素V補間回路1003と、R，B画素H補間回路1004と、V色差算出回路1005と、H色差算出回路1006とを有する。さらに、第2のG補間回路802は、V色差傾き算出回路1007と、H色差傾き算出回路1008と、Nフィルタ回路1009と、Sフィルタ回路1010と、Wフィルタ回路1011と、Eフィルタ回路1012とを有する。さらに、第2のG補間回路802は、N重み算出回路1013と、S重み算出回路1014と、W重み算出回路1015と、E重み算出回路1016と、合成回路1017と、加算回路1018とを有する。
10

【0071】

図11は、第2のG補間回路802の処理の流れを示すフローチャートである。ステップS1101では、G画素V補間回路1001は、入力画像信号に対して、垂直方向に補間処理を行うことにより、G信号を生成する。具体的には、G画素V補間回路1001は、着目画素がG画素の場合には、G画素の信号をそのままG信号として出力し、着目画素がR画素またはB画素の場合には、垂直方向に補間処理を行うことにより、G信号を生成する。例えば、画像における着目画素のX座標およびY座標を(j, i)としたとき、G画素V補間回路1001は、着目画素がR画素の場合、G信号 $G_{v_{i,j}}$ を次式(27)により生成する。
20

$$G_{v_{i,j}} = (G_{i-1,j} + G_{i+1,j}) / 2 + (2 \times R_{i,j} - R_{i-2,j} + R_{i+2,j}) / 4 \\ \dots (27)$$

【0072】

なお、G画素V補間回路1001は、着目画素がB画素の場合も、上記と同様の方法で、G信号を生成する。

【0073】

次に、ステップS1102では、G画素H補間回路1002は、入力画像信号に対して、水平方向に補間処理を行うことにより、G信号を生成する。具体的には、G画素H補間回路1002は、着目画素がG画素の場合には、G画素の信号をそのままG信号として出力し、着目画素がR画素またはB画素の場合には、水平方向に補間処理を行うことにより、G信号を生成する。例えば、G画素H補間回路1002は、着目画素がR画素の場合、G信号 $G_{h_{i,j}}$ を次式(28)により生成する。
30

$$G_{h_{i,j}} = (G_{i,j-1} + G_{i,j+1}) / 2 + (2 \times R_{i,j} - R_{i,j-2} + R_{i,j+2}) / 4 \\ \dots (28)$$

【0074】

なお、G画素H補間回路1002は、着目画素がB画素の場合も、上記と同様の方法で、G信号を生成する。

【0075】

次に、ステップS1103では、R，B画素V補間回路1003は、入力画像信号に対して、垂直方向に補間処理を行うことにより、R信号またはB信号を生成する。具体的には、R，B画素V補間回路1003は、着目画素がR画素またはB画素の場合には、R画素またはB画素の信号をそのままR信号またはB信号として出力する。R，B画素V補間回路1003は、着目画素がG画素の場合に、着目画素の垂直方向がR画素の場合には、垂直方向に補間処理を行うことでR信号を生成し、同様に、着目画素の垂直方向がB画素の場合には、垂直方向に補間処理を行うことでB信号を生成する。例えば、着目画素がG画素で、着目画素の垂直方向がR画素の場合、R，B画素V補間回路1003は、R信号 $R_{v_{i,j}}$ を次式(29)により生成する。
40

$$R_{v_{i,j}} = (R_{i-1,j} + R_{i+1,j}) / 2 + (2 \times G_{i,j} - G_{i-2,j} + G_{i+2,j}) / 4 \\ \dots (29)$$

【0076】

50

なお、R，B画素V補間回路1003は、着目画素の垂直方向がB画素の場合、上記と同様の方法で、B信号を生成する。

【0077】

次に、ステップS1104では、R，B画素H補間回路1004は、入力画像信号に対して、水平方向に補間処理を行うことにより、R信号またはB信号を生成する。具体的には、R，B画素H補間回路1004は、着目画素がR画素またはB画素の場合には、R画素またはB画素の信号をそのままR信号またはB信号として出力する。R，B画素H補間回路1004は、着目画素がG画素の場合に、着目画素の水平方向がR画素の場合には、水平方向に補間処理を行うことでR信号を生成し、同様に、着目画素の水平方向がB画素の場合には、水平方向に補間処理を行うことでB信号を生成する。例えば、着目画素がG画素で、着目画素の水平方向がR画素の場合、R，B画素H補間回路1004は、R信号R_{h_{i,j}}を次式(30)により生成する。

$$R_{h_{i,j}} = (R_{i,j-1} + R_{i,j+1}) / 2 + (2 \times G_{i,j} - G_{i,j-2} + G_{i,j+2}) / 4 \\ \dots (30)$$

【0078】

なお、R，B画素H補間回路1004は、着目画素の水平方向がB画素の場合、上記と同様の方法で、B信号を生成する。また、ステップS1101～S1104の補間方法として、式(27)～(30)を用いたが、これに限定されず、例えば第1の実施形態のように式(2)～(5)を用いて同色画素を各方向に線形補間してもよい。

【0079】

次に、ステップS1105では、V色差算出回路1005は、G画素V補間回路1001が出力したG信号から、R，B画素V補間回路1003が出力したR信号またはB信号を減算し、垂直方向の色差信号を生成する。例えば、V色差算出回路1005は、図3のV色差算出回路305と同様に垂直方向の色差信号Dif_vを式(6)により算出する。

【0080】

次に、ステップS1106では、H色差算出回路1006は、G画素H補間回路1002が出力したG信号から、R，B画素H補間回路1004が出力したR信号またはB信号を減算し、水平方向の色差信号を生成する。例えば、H色差算出回路1006は、図3のH色差算出回路306と同様に水平方向の色差信号Dif_hを式(7)により算出する。

【0081】

次に、ステップS1107では、V色差傾き算出回路1007は、V色差算出回路1005から出力された色差信号を基に、垂直方向の色差の傾きを算出する。具体的には、V色差傾き算出回路1007は、図3のV色差傾き算出回路307と同様に、垂直方向の色差の傾き信号Grad_vを式(8)により算出する。

【0082】

なお、傾き信号Grad_vを算出する式は、式(8)に限定されない。V色差傾き算出回路1107は、例えば、着目画素と上下の隣接画素のそれぞれの差分に基づいて、傾き信号Grad_vを算出しても良い。V色差傾き算出回路1007は、算出した垂直方向の色差の傾き信号Grad_vを、N重み算出回路1013、S重み算出回路1014にそれぞれ出力する。

【0083】

次に、ステップS1108では、H色差傾き算出回路1008は、H色差算出回路1006から出力された色差信号を基に、水平方向の色差の傾きを算出する。具体的には、H色差傾き算出回路1008は、図3のH色差傾き算出回路308と同様に、水平方向の色差の傾き信号Grad_hを式(9)により算出する。

【0084】

なお、傾き信号Grad_hを算出する式は、式(9)に限定されない。H色差傾き算出回路1008は、例えば、着目画素と左右の隣接画素のそれぞれの差分に基づいて、傾

10

20

30

40

50

き信号 G r a d _ h を算出しても良い。H 色差傾き算出回路 1 0 0 8 は、算出した水平方向の色差の傾き信号 G r a d _ h を、W 重み算出回路 1 0 1 5 、 E 重み算出回路 1 0 1 6 にそれぞれ出力する。

【 0 0 8 5 】

次に、ステップ S 1 1 0 9 では、N フィルタ回路 1 0 0 9 は、V 色差算出回路 1 0 0 5 から出力された色差信号に対して、上方向のフィルタ処理を行う。具体的には、N フィルタ回路 1 0 0 9 は、V 色差算出回路 1 0 0 5 から出力された色差信号 D i f f _ v を用いて、着目画素 (j , i) における上方向のフィルタ処理の結果 D i f f _ n を次式 (3 1) により算出する。

【 0 0 8 6 】

【 数 9 】

$$\text{Diff_n}_{i,j} = (\sum_{a=i-4}^i \text{Diff_v}_{a,j}) / 5 \quad \dots (31)$$

【 0 0 8 7 】

ステップ S 1 1 1 0 では、S フィルタ回路 1 0 1 0 は、V 色差算出回路 1 0 0 5 から出力された色差信号に対して、下方向のフィルタ処理を行う。具体的には、S フィルタ回路 1 0 1 0 は、V 色差算出回路 1 0 0 5 から出力された色差信号 D i f f _ v を用いて、着目画素 (j , i) における下方向のフィルタ処理の結果 D i f f _ s を次式 (3 2) により算出する。

【 0 0 8 8 】

【 数 1 0 】

$$\text{Diff_s}_{i,j} = (\sum_{a=i}^{i+4} \text{Diff_v}_{a,j}) / 5 \quad \dots (32)$$

【 0 0 8 9 】

ステップ S 1 1 1 1 では、W フィルタ回路 1 0 1 1 は、H 色差算出回路 1 0 0 6 から出力された色差信号に対して、左方向のフィルタ処理を行う。具体的には、W フィルタ回路 1 0 1 1 は、H 色差算出回路 1 0 0 6 から出力された色差信号 D i f f _ h を用いて、着目画素 (j , i) における左方向のフィルタ処理の結果 D i f f _ w を次式 (3 3) により算出する。

【 0 0 9 0 】

【 数 1 1 】

$$\text{Diff_w}_{i,j} = (\sum_{a=i-4}^i \text{Diff_h}_{i,a}) / 5 \quad \dots (33)$$

【 0 0 9 1 】

ステップ S 1 1 1 2 では、E フィルタ回路 1 0 1 2 は、H 色差算出回路 1 0 0 6 から出力された色差信号に対して、右方向のフィルタ処理を行う。具体的には、E フィルタ回路 1 0 1 2 は、H 色差算出回路 1 0 0 6 から出力された色差信号 D i f f _ h を用いて、着目画素 (j , i) における右方向のフィルタ処理の結果 D i f f _ e を次式 (3 4) により算出する。

【 0 0 9 2 】

10

20

30

40

【数12】

$$\text{Diff_e}_{i,j} = (\sum_{a=i}^{i+4} \text{Diff_h}_{i,a}) / 5 \quad \dots \quad (34)$$

【0093】

ステップS1113では、N重み算出回路1013は、図3のN重み算出回路314と同様に上方方向の重みWnを式(19)により算出する。

【0094】

ステップS1114では、S重み算出回路1014は、図3のS重み算出回路315と同様に下方向の重みWsを式(20)により算出する。 10

【0095】

ステップS1115では、W重み算出回路1015は、図3のW重み算出回路316と同様に左方向の重みWwを式(21)により算出する。

【0096】

ステップS1116では、E重み算出回路1016は、図3のE重み算出回路317と同様に右方向の重みWeを式(22)により算出する。

【0097】

ステップS1117では、合成回路1017は、図3の合成回路318と同様に、重みWn、Ws、WwおよびWeを基に、色差信号Diff_n、Diff_s、Diff_wおよびDiff_eを合成する。そして、合成回路1017は、色差信号Diff_mxを式(23)により算出する。 20

【0098】

ステップS1118では、加算回路1018は、WB回路201が出力した画像信号に対して、着目画素がR画素またはB画素の場合には合成回路1017で合成された色差信号Diff_mxを加算し、第2のG信号を出力する。加算回路1018の出力信号は、第2のG補間回路802の出力信号である。上記の結果、第2のG補間回路802は、R画素またはB画素の画素位置に対して、方向に因らず解像感の高いG信号を算出することができる。

【0099】

次に、図8の合成回路804の合成処理について説明する。合成回路804は、赤、青被写体検出回路803からの色信号強度に基づいて、第1のG補間回路801からの第1のG信号と第2のG補間回路802からの第2のG信号とを合成し、最終的なG信号を出力する。合成回路804から出力されるG信号は、G補間回路202の出力信号である。合成回路804は、画像における着目画素のX座標およびY座標を(j, i)としたとき、最終的なG信号G_sig(i, j)を出力する。具体的には、合成回路804は、着目画素における第1のG信号G1_sig(i, j)、第2のG信号G2_sig(i, j)、合成係数*i, j*を用いて、最終的なG信号G_sig(i, j)を次式(35)により算出する。つまり、合成係数*i, j*が大きいほど、第1のG信号の補間結果の割合が高くなる。

$$G_sig(i, j) = i, j \times G1_sig(i, j) + (1.0 - i, j) \times G2_sig(i, j) \quad \dots \quad (35) \quad 40$$

【0100】

合成回路804は、色信号強度が0.0である場合、つまり、被写体が赤色でも青色でもマゼンタ色でもない場合には、方向に因らず解像感の高い画像を生成できる第2のG信号G2_sigを最終的なG信号G_sigとして出力する。また、合成回路804は、合成係数が1.0である場合、つまり、被写体が赤色、青色、若しくはマゼンタ色である場合には、G信号のみから生成した第1のG信号G1_sigを最終的なG信号G_sigとして出力する。これにより、G信号に対して、R、B信号のサンプリングが少ないことに起因したR、B信号の折り返しがG信号にも生じることを防止することができる。

【0101】

(その他の実施形態)

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ー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。

【0102】

なお、上記実施形態は、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。

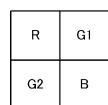
10

【符号の説明】

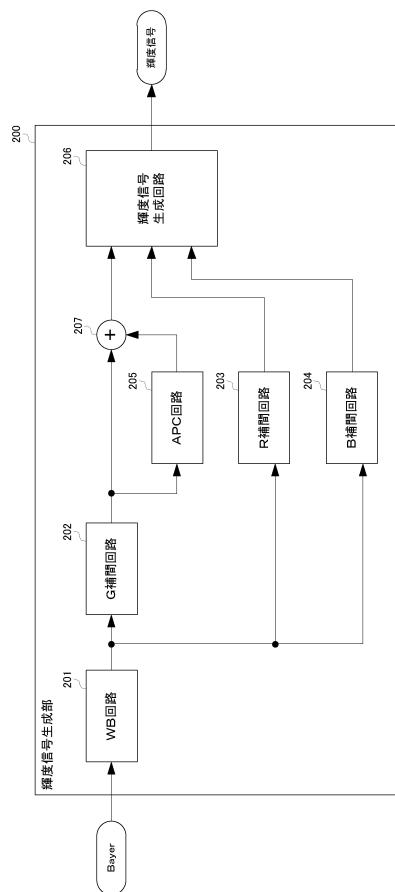
【0103】

305 V色差算出回路、306 H色差算出回路、309 赤、青被写体検出回路、310 Nフィルタ回路、311 Sフィルタ回路、312 Wフィルタ回路、313 Eフィルタ回路

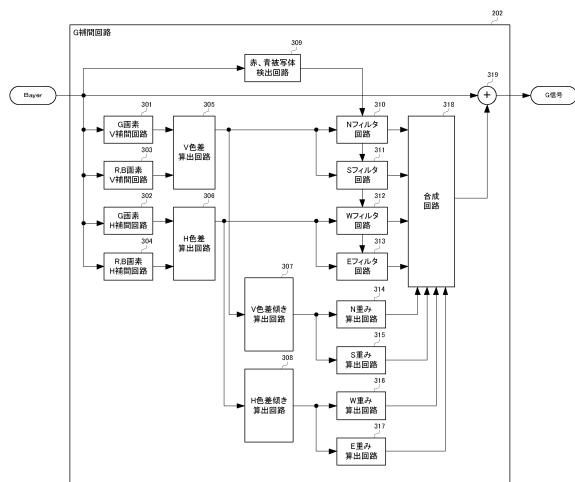
【図1】



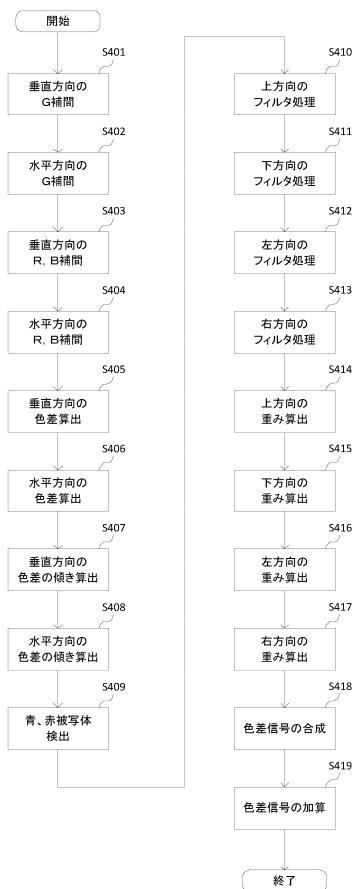
【図2】



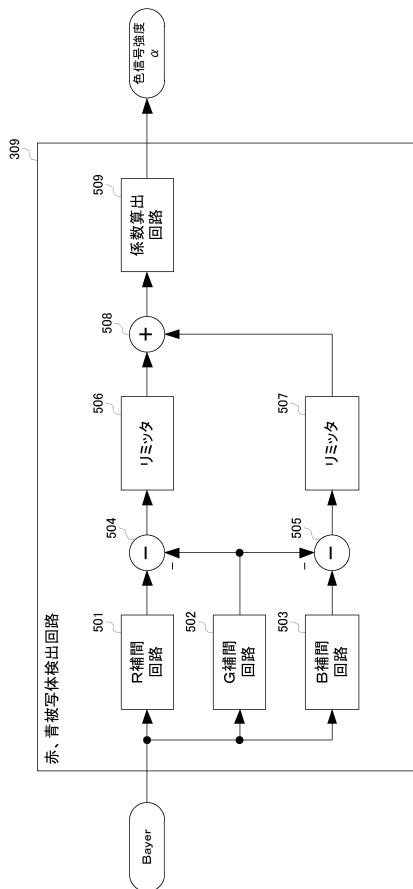
【図3】



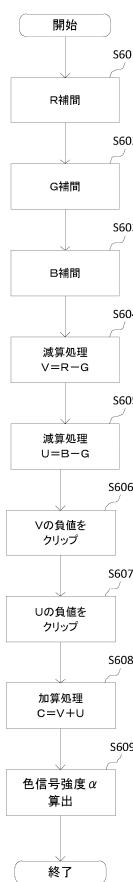
【図4】



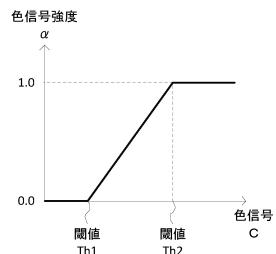
【図5】



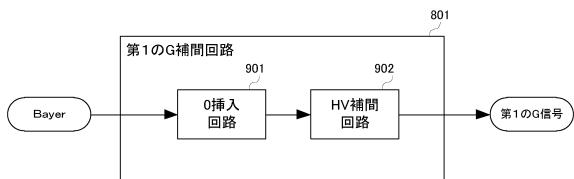
【図6】



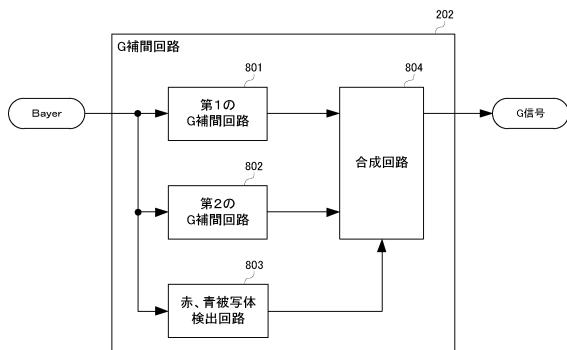
【図7】



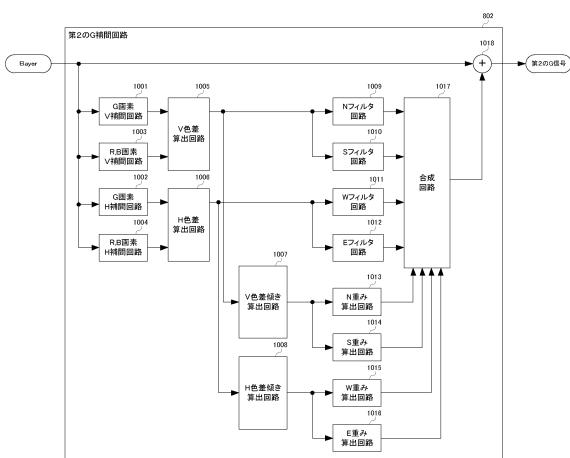
【図9】



【図8】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2001-061157(JP,A)
特開2010-041511(JP,A)
特開2014-082782(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 06 T 1 / 00 - 1 / 40
G 06 T 3 / 00 - 5 / 50
G 06 T 9 / 00 - 9 / 40
H 04 N 9 / 04 - 9 / 11