

(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.

HO 4 N 9/07 (2006. 01)

F I

HO 4 N 9/07 C

HO 4 N 9/07 A

請求項の数 9 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2017-225837 (P2017-225837)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成29年11月24日 (2017. 11. 24)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2019-97062 (P2019-97062A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	令和1年6月20日 (2019. 6. 20)	(74) 代理人	100090273
審査請求日	令和2年11月20日 (2020. 11. 20)		弁理士 國分 孝悦
		(72) 発明者	荻野 洋
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
		審査官	大室 秀明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置、画像処理方法及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

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

。

【請求項 2】

水平方向、垂直方向にバイヤ配列に基づく 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、垂直方向にバイヤ配列に基づく 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。

【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。

【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、

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。

【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

10

20

30

40

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】

【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LPF処理を行い、横方向の相関がある場合には横方向にLPF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LPF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。

【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LPF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。

【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 color filter array interpolation", I C I P 2010

【発明の概要】

【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

10

20

30

40

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RGB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。

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1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1つの色信号しか得られないため、各画素においてRGB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。

【 0 0 1 3 】

図 2 は、本実施形態による輝度信号生成部 2 0 0 の構成例を示す図である。輝度信号生成部 2 0 0 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 2 0 0 は、W B 回路（ホワイトバランス回路）2 0 1 と、G 補間回路 2 0 2 と、R 補間回路 2 0 3 と、B 補間回路 2 0 4 と、A P C 回路 2 0 5 と、輝度信号生成回路 2 0 6 と、加算回路 2 0 7 とを有する。

【 0 0 1 4 】

W B 回路 2 0 1 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 2 0 2 は、W B 回路 2 0 1 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 2 0 2 の処理の詳細は後述する。

【 0 0 1 5 】

R 補間回路 2 0 3 は、W B 回路 2 0 1 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 2 0 3 は、W B 回路 2 0 1 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 L P F（ローパスフィルタ）処理により R 信号を算出する。

【 0 0 1 6 】

B 補間回路 2 0 4 は、W B 回路 2 0 1 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 2 0 4 は、W B 回路 2 0 1 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 L P F 処理により B 信号を算出する。

【 0 0 1 7 】

A P C 回路 2 0 5 は、G 補間回路 2 0 2 から出力される G 信号に対して、H P F（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 2 0 7 は、G 補間回路 2 0 2 が出力する G 信号と A P C 回路 2 0 5 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 2 0 6 は、加算回路 2 0 7 が出力する G 信号と、R 補間回路 2 0 3 が出力する R 信号と、B 補間回路 2 0 4 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。

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

【 0 0 1 8 】

図 3 は、図 2 の G 補間回路 2 0 2 の構成例を示すブロック図である。G 補間回路 2 0 2 は、G 画素 V 補間回路 3 0 1 と、G 画素 H 補間回路 3 0 2 と、R、B 画素 V 補間回路 3 0 3 と、R、B 画素 H 補間回路 3 0 4 と、V 色差算出回路 3 0 5 と、H 色差算出回路 3 0 6 とを有する。さらに、G 補間回路 2 0 2 は、V 色差傾き算出回路 3 0 7 と、H 色差傾き算出回路 3 0 8 と、赤、青被写体検出回路 3 0 9 と、N フィルタ回路 3 1 0 と、S フィルタ回路 3 1 1 と、W フィルタ回路 3 1 2 と、E フィルタ回路 3 1 3 とを有する。さらに、G 補間回路 2 0 2 は、N 重み算出回路 3 1 4 と、S 重み算出回路 3 1 5、W 重み算出回路 3 1 6 と、E 重み算出回路 3 1 7 と、合成回路 3 1 8 と、加算回路 3 1 9 とを有する。

【 0 0 1 9 】

図 4 は、G 補間回路 2 0 2 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 S 4 0 1 では、G 画素 V 補間回路 3 0 1 は、W B 回路 2 0 1 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 3 0 1 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 3 0 1 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。

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

【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。

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

【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。

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

【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。

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

【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)

において、G画素V補間回路301が出力する信号がG信号 $Gv_{i,j}$ であり、R、B画素V補間回路303が出力する信号がR信号 $Rv_{i,j}$ の場合、垂直方向の色差信号 $Diff_v$ 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。

$$Diff_v_{i,j} = Gv_{i,j} - Rv_{i,j} \quad \cdots (6)$$

【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 $Gh_{i,j}$ であり、R、B画素H補間回路304が出力する信号がR信号 $Rh_{i,j}$ の場合、水平方向の色差信号 $Diff_h$ 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。

$$Diff_h_{i,j} = Gh_{i,j} - Rh_{i,j} \quad \cdots (7)$$

【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 $Diff_v$ 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。

$$Grad_v_{i,j} = |Diff_v_{i-1,j} - Diff_v_{i+1,j}| \quad \cdots (8)$$

【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 $Diff_h$ 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。

$$Grad_h_{i,j} = |Diff_h_{i,j-1} - Diff_h_{i,j+1}| \quad \cdots (9)$$

【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 $Diff_v$ 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 $Filter_n$ を次式(11)により算出する。

【0030】

【数 1】

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

【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。

$$Diff_n_{i,j} = i_{i,j} \times Diff_v_{i,j} + (1.0 - i_{i,j}) \times Fil_n_{i,j} \quad \dots (12)$$

【0032】

10

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】

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

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。

$$Diff_s_{i,j} = i_{i,j} \times Diff_v_{i,j} + (1.0 - i_{i,j}) \times Fil_s_{i,j} \quad \dots (14)$$

【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】

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

【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。

$$Diff_w_{i,j} = i_{i,j} \times Diff_h_{i,j} + (1.0 - i_{i,j}) \times Fil_w_{i,j} \quad \dots (16)$$

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】

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

【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。

$$Diff_e_{i,j} = \dots_{i,j} \times Diff_h_{i,j} + (1.0 - \dots_{i,j}) \times Fil_e_{i,j} \quad \dots (18)$$

【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】

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】

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 $Diff_n$ と、Sフィルタ回路311から入力される色差信号 $Diff_s$ とを入力する。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 $Diff_w$ と、Eフィルタ回路313から入力される色差信号 $Diff_e$ とを入力する。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 $Diff_n$ と、色差信号 $Diff_s$ と、色差信号 $Diff_w$ と、色差信号 $Diff_e$ とを合成し、色差信号 $Diff_mix$ を次式(23)により算出する。

$$Diff_mix_{i,j} = (W_{n_{i,j}} \times Diff_n_{i,j} + W_{s_{i,j}} \times Diff_s_{i,j} + W_{w_{i,j}} \times Diff_w_{i,j} + W_{e_{i,j}} \times Diff_e_{i,j}) / W_{t_{i,j}} \quad 10$$

$$W_{t_{i,j}} = W_{n_{i,j}} + W_{s_{i,j}} + W_{w_{i,j}} + W_{e_{i,j}} \quad \dots (23)$$

【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 $Diff_mix$ 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】

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】

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処理によりR信号を算出する。

【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信号を補間により算出し、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処理により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503は、WB回路201が出力するペ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。

30

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

【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 $Th1$ 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 $Th2$ 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 $Th2$ は、第1の閾値 $Th1$ 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 $Th1$ より大きく、かつ色信号Cが第2の閾値 $Th2$ 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

【 0 0 6 3 】

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 3 0 9 を設けている。赤、青被写体検出回路 3 0 9 は、色信号 C を算出して色信号強度 を算出し、フィルタ回路 3 1 0 ~ 3 1 3 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。

【 0 0 6 4 】

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 は 1 . 0 となり、フィルタ回路 3 1 0 ~ 3 1 3 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 3 1 0 ~ 3 1 3 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 3 1 9 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。

【 0 0 6 5 】

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 は 0 . 0 となり、フィルタ回路 3 1 0 ~ 3 1 3 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 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。

【 0 0 6 6 】

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。

【 0 0 6 7 】

（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 2 0 0 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。

【 0 0 6 8 】

図 8 は、本発明の第 2 の実施形態による G 補間回路 2 0 2 の構成例を示すブロック図である。G 補間回路 2 0 2 は、第 1 の G 補間回路 8 0 1 と、第 2 の G 補間回路 8 0 2 と、赤、青被写体検出回路 8 0 3 と、合成回路 8 0 4 とを有する。第 1 の G 補間回路 8 0 1 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ずに 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 8 0 2 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 8 0 4 は合成手段であり、赤、青被写体検出回路 8 0 3 から出力される色信号強度 に基づいて、第 1 の G 補間回路 8 0 1 により補間された第 1 の G 信号と第 2 の G 補間回路 8 0 2 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 8 0 3 は、第 1 の実施形態の図 5 の赤、青被写体検出回路 3 0 9 と同様の回路である。

【 0 0 6 9 】

図 9 は、第 1 の G 補間回路 8 0 1 の構成例を示すブロック図である。第 1 の G 補間回路 8 0 1 は、0 挿入回路 9 0 1 と、H V 補間回路 9 0 2 とを有する。0 挿入回路 9 0 1 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、H V 補間回路 9 0 2 は、0 挿入回路 9 0 1 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、H V 補間回路 9 0 2 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

る。

【 0 0 7 0 】

図 1 0 は、第 2 の G 補間回路 8 0 2 の構成例を示すブロックである。第 2 の G 補間回路 8 0 2 は、G 画素 V 補間回路 1 0 0 1 と、G 画素 H 補間回路 1 0 0 2 と、R , B 画素 V 補間回路 1 0 0 3 と、R , B 画素 H 補間回路 1 0 0 4 と、V 色差算出回路 1 0 0 5 と、H 色差算出回路 1 0 0 6 とを有する。さらに、第 2 の G 補間回路 8 0 2 は、V 色差傾き算出回路 1 0 0 7 と、H 色差傾き算出回路 1 0 0 8 と、N フィルタ回路 1 0 0 9 と、S フィルタ回路 1 0 1 0 と、W フィルタ回路 1 0 1 1 と、E フィルタ回路 1 0 1 2 とを有する。さらに、第 2 の G 補間回路 8 0 2 は、N 重み算出回路 1 0 1 3 と、S 重み算出回路 1 0 1 4 と、W 重み算出回路 1 0 1 5 と、E 重み算出回路 1 0 1 6 と、合成回路 1 0 1 7 と、加算回路 1 0 1 8 とを有する。

10

【 0 0 7 1 】

図 1 1 は、第 2 の G 補間回路 8 0 2 の処理の流れを示すフローチャートである。ステップ S 1 1 0 1 では、G 画素 V 補間回路 1 0 0 1 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 1 0 0 1 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 1 0 0 1 は、着目画素が R 画素の場合、G 信号 $G_{v,i,j}$ を次式 (2 7) により生成する。

20

$$G_{v,i,j} = (G_{i-1,j} + G_{i+1,j}) / 2 + (2 \times R_{i,j} - R_{i-2,j} + R_{i+2,j}) / 4 \quad \dots (2 7)$$

【 0 0 7 2 】

なお、G 画素 V 補間回路 1 0 0 1 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。

【 0 0 7 3 】

次に、ステップ S 1 1 0 2 では、G 画素 H 補間回路 1 0 0 2 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 1 0 0 2 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 1 0 0 2 は、着目画素が R 画素の場合、G 信号 $G_{h,i,j}$ を次式 (2 8) により生成する。

30

$$G_{h,i,j} = (G_{i,j-1} + G_{i,j+1}) / 2 + (2 \times R_{i,j} - R_{i,j-2} + R_{i,j+2}) / 4 \quad \dots (2 8)$$

【 0 0 7 4 】

なお、G 画素 H 補間回路 1 0 0 2 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。

【 0 0 7 5 】

次に、ステップ S 1 1 0 3 では、R , B 画素 V 補間回路 1 0 0 3 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 1 0 0 3 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 1 0 0 3 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 1 0 0 3 は、R 信号 $R_{v,i,j}$ を次式 (2 9) により生成する。

40

$$R_{v,i,j} = (R_{i-1,j} + R_{i+1,j}) / 2 + (2 \times G_{i,j} - G_{i-2,j} + G_{i+2,j}) / 4 \quad \dots (2 9)$$

【 0 0 7 6 】

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。

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

【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 $Diff_v$ 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 $Diff_h$ 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 $Grad_h$ を算出しても良い。H 色差傾き算出回路 1008 は、算出した水平方向の色差の傾き信号 $Grad_h$ を、W 重み算出回路 1015、E 重み算出回路 1016 にそれぞれ出力する。

【0085】

次に、ステップ S1109 では、N フィルタ回路 1009 は、V 色差算出回路 1005 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 1009 は、V 色差算出回路 1005 から出力された色差信号 $Diff_v$ を用いて、着目画素 (j, i) における上方向のフィルタ処理の結果 $Diff_n$ を次式 (31) により算出する。

【0086】

10

【数9】

$$Diff_n_{i,j} = (\sum_{a=i-4}^i Diff_v_{a,j}) / 5 \quad \dots (31)$$

【0087】

ステップ S1110 では、S フィルタ回路 1010 は、V 色差算出回路 1005 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 1010 は、V 色差算出回路 1005 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 $Diff_s$ を次式 (32) により算出する。

20

【0088】

【数10】

$$Diff_s_{i,j} = (\sum_{a=i}^{i+4} Diff_v_{a,j}) / 5 \quad \dots (32)$$

【0089】

ステップ S1111 では、W フィルタ回路 1011 は、H 色差算出回路 1006 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 1011 は、H 色差算出回路 1006 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 $Diff_w$ を次式 (33) により算出する。

30

【0090】

【数11】

$$Diff_w_{i,j} = (\sum_{a=i-4}^i Diff_h_{i,a}) / 5 \quad \dots (33)$$

【0091】

40

ステップ S1112 では、E フィルタ回路 1012 は、H 色差算出回路 1006 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 1012 は、H 色差算出回路 1006 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 $Diff_e$ を次式 (34) により算出する。

【0092】

【数 1 2】

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

【0093】

ステップ S 1 1 1 3 では、N 重み算出回路 1 0 1 3 は、図 3 の N 重み算出回路 3 1 4 と同様に上方向の重み W_n を式 (1 9) により算出する。

【0094】

ステップ S 1 1 1 4 では、S 重み算出回路 1 0 1 4 は、図 3 の S 重み算出回路 3 1 5 と同様に下方向の重み W_s を式 (2 0) により算出する。

10

【0095】

ステップ S 1 1 1 5 では、W 重み算出回路 1 0 1 5 は、図 3 の W 重み算出回路 3 1 6 と同様に左方向の重み W_w を式 (2 1) により算出する。

【0096】

ステップ S 1 1 1 6 では、E 重み算出回路 1 0 1 6 は、図 3 の E 重み算出回路 3 1 7 と同様に右方向の重み W_e を式 (2 2) により算出する。

【0097】

ステップ S 1 1 1 7 では、合成回路 1 0 1 7 は、図 3 の合成回路 3 1 8 と同様に、重み W_n 、 W_s 、 W_w および W_e 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 1 0 1 7 は、色差信号 Diff_mix を式 (2 3) により算出する。

20

【0098】

ステップ S 1 1 1 8 では、加算回路 1 0 1 8 は、WB 回路 2 0 1 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 1 0 1 7 で合成された色差信号 Diff_mix を加算し、第 2 の G 信号を出力する。加算回路 1 0 1 8 の出力信号は、第 2 の G 補間回路 8 0 2 の出力信号である。上記の結果、第 2 の G 補間回路 8 0 2 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】

30

次に、図 8 の合成回路 8 0 4 の合成処理について説明する。合成回路 8 0 4 は、赤、青被写体検出回路 8 0 3 からの色信号強度に基づいて、第 1 の G 補間回路 8 0 1 からの第 1 の G 信号と第 2 の G 補間回路 8 0 2 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 8 0 4 から出力される G 信号は、G 補間回路 2 0 2 の出力信号である。合成回路 8 0 4 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 8 0 4 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 $\alpha_{i,j}$ を用いて、最終的な G 信号 $G_sig_{i,j}$ を次式 (3 5) により算出する。つまり、合成係数 $\alpha_{i,j}$ 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。

$$G_sig_{i,j} = \alpha_{i,j} \times G1_sig_{i,j} + (1.0 - \alpha_{i,j}) \times G2_sig_{i,j} \quad \dots (35)$$

40

【0100】

合成回路 8 0 4 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 8 0 4 は、合成係数 α 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。

50

【 0 1 0 1 】

(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。

【 0 1 0 2 】

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ては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】

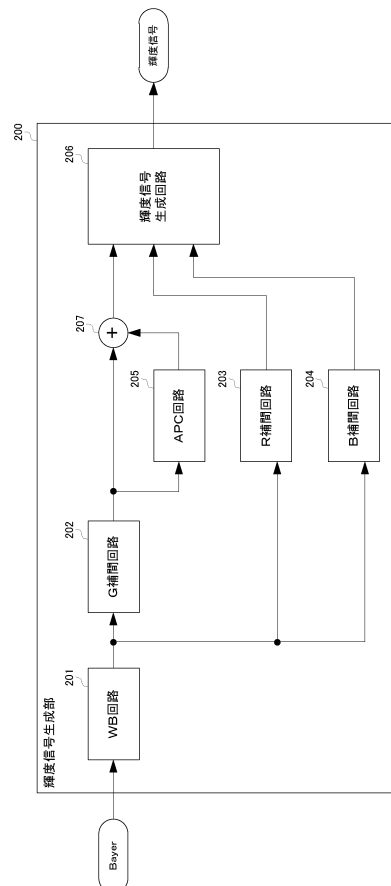
【 0 1 0 3 】

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

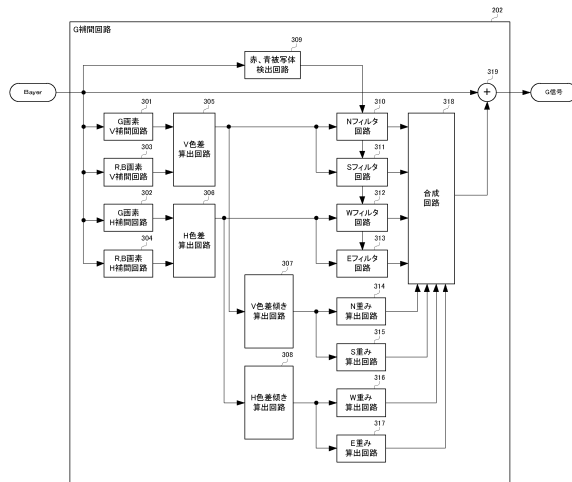
【図1】

R	G1
G2	B

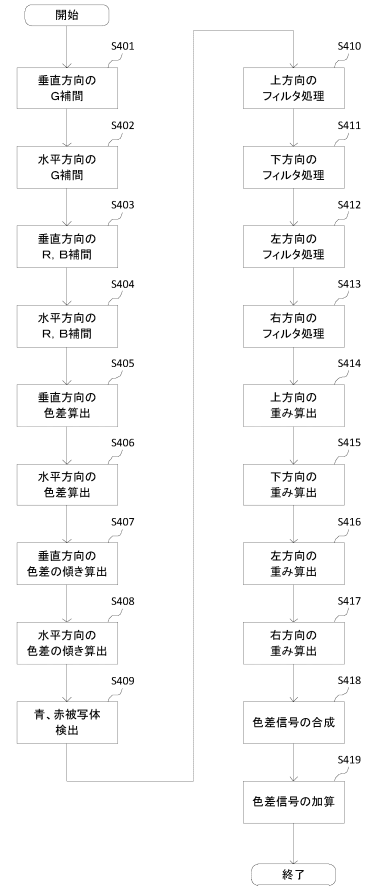
【図2】



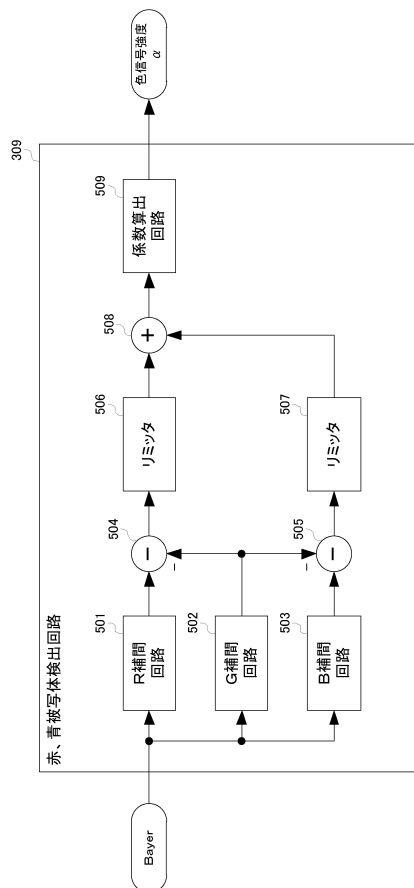
【図 3】



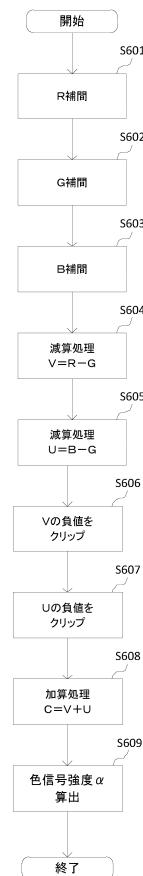
【図 4】



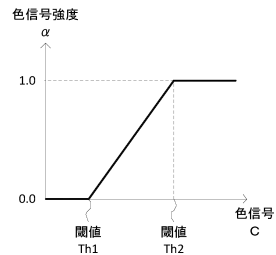
【図 5】



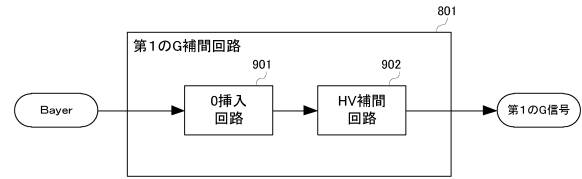
【図 6】



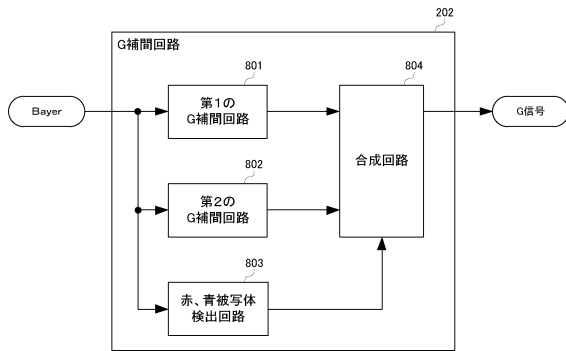
【図 7】



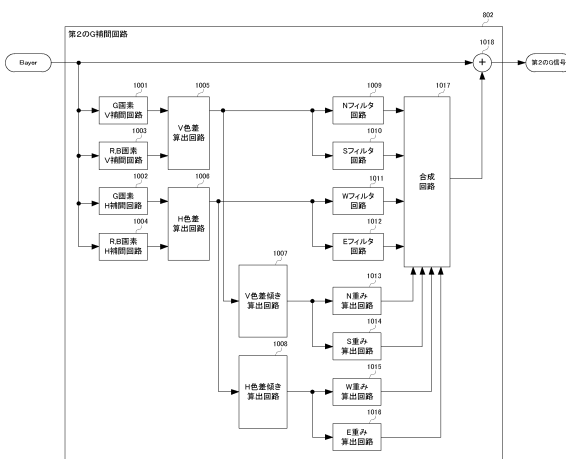
【図 9】



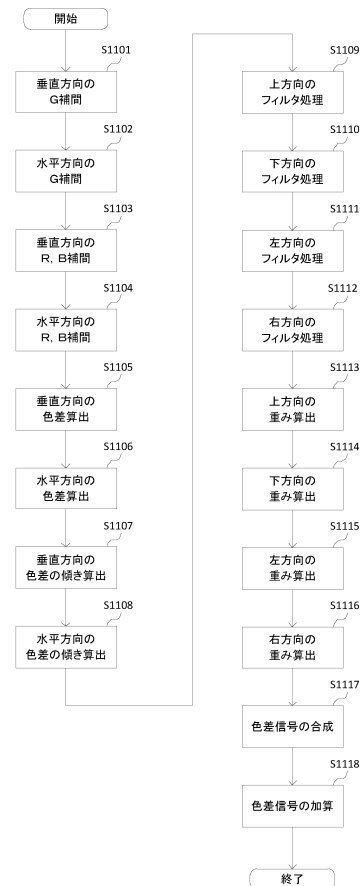
【図 8】



【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)

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