

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5677040号
(P5677040)

(45) 発行日 平成27年2月25日 (2015. 2. 25)

(24) 登録日 平成27年1月9日 (2015. 1. 9)

(51) Int. Cl.

H04N 9/07 (2006.01)

F I

H04N 9/07

A

請求項の数 8 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2010-250257 (P2010-250257)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成22年11月8日 (2010. 11. 8)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2012-104968 (P2012-104968A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成24年5月31日 (2012. 5. 31)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	平成25年11月6日 (2013. 11. 6)		弁理士 大塚 康德
		(74) 代理人	100112508
			弁理士 高柳 司郎
		(74) 代理人	100115071
			弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100116894
			弁理士 木村 秀二
		(74) 代理人	100130409
			弁理士 下山 治
		(74) 代理人	100134175
			弁理士 永川 行光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置およびその制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

単板式カラー撮像素子を用いて撮像された第1の画像から、該第1の画像よりも周波数帯域の低い第2の画像を生成する低減手段と、

前記第1の画像と前記第2の画像の各々について、偽色及び色ノイズを抑圧する抑圧手段と、

前記抑圧手段で処理された前記第1の画像の画素における色信号と、当該画素に対応する、前記第2の画像の画素における色信号とを、重み付け合成するための比率係数を算出する算出手段と、

前記比率係数に従って、前記抑圧手段で処理された前記第1の画像の画素における色信号と、当該画素に対応する、前記第2の画像の画素における色信号とを重み付け合成する合成手段と、を有し、

前記算出手段は、前記第1の画像から検出される輝度エッジの度合いに基づく第1の係数と、前記第1の画像から検出される色エッジの度合いに基づく第2の係数とを算出し、前記第1の係数と前記第2の係数に基づいて、前記比率係数を求めることを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

前記算出手段は、前記第1の係数と前記第2の係数のうち、前記第2の画像の色信号の重みがより大きくなる係数を前記合成に用いる比率係数とすることを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

10

20

【請求項 3】

前記算出手段は、前記第 1 の画像から偽色が発生している偽色領域を判断し、着目画素が前記偽色領域に属していると判断した場合に、前記着目画素における前記第 1 の係数を、前記着目画素について検出される輝度エッジの度合いに基づいて算出することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】

前記算出手段は、前記着目画素が前記偽色領域に属していないと判断した場合に、前記着目画素における前記第 1 の係数を、前記第 1 の画像の前記着目画素における色信号の重みを 1 とする値に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】

前記撮像素子が、ベイヤ配列のカラーフィルタを備え、
前記算出手段は、

前記着目画素が、前記ベイヤ配列のカラーフィルタにおける G 1 画素から得られる信号と、G 2 画素から得られる信号との位相差が存在する領域に属すると判断される場合には、前記着目画素が前記偽色領域に属すると判断することを特徴とする請求項 3 または 4 に記載の画像処理装置。

【請求項 6】

前記低減手段が、段階的に周波数帯域が低減された複数の画像を生成し、

前記抑圧手段、前記算出手段、および前記合成手段が、前記複数の画像の各々について、最も周波数帯域が低減された画像と、その次に最も周波数帯域が低減された画像との組み合わせから順に動作を実行するように構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 7】

単板式カラー撮像素子を用いて撮像された第 1 の画像から、該第 1 の画像よりも周波数帯域の低い第 2 の画像を生成する低減工程と、

抑圧手段が、前記第 1 の画像と前記第 2 の画像の各々について、偽色及び色ノイズを抑圧する抑圧工程と、

算出手段が、前記抑圧工程で処理された前記第 1 の画像の画素における色信号と、当該画素に対応する、前記第 2 の画像の画素における色信号とを、重み付け合成するための比率係数を算出する算出工程と、

合成手段が、前記比率係数に従って、前記抑圧工程で処理された前記第 1 の画像の画素における色信号と、当該画素に対応する、前記第 2 の画像の画素における色信号とを重み付け合成する合成工程と、を有し、

前記算出工程において前記算出手段は、前記第 1 の画像から検出される輝度エッジの度合いに基づく第 1 の係数と、前記第 1 の画像から検出される色エッジの度合いに基づく第 2 の係数とを算出し、前記第 1 の係数と前記第 2 の係数に基づいて、前記比率係数を求めることを特徴とする画像処理装置の制御方法。

【請求項 8】

コンピュータを、請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置の各手段として機能させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は画像処理装置およびその制御方法に関し、特に画像中のノイズや偽色を抑圧可能な画像処理装置に関する。

【背景技術】

【0002】

CCD イメージセンサや CMOS イメージセンサ等の単板式カラー撮像素子を備え、光学像をデジタル画像データとして記憶する、デジタルカメラ等の撮像装置が知られている。このような撮像装置には、高画質な撮像画像が望まれるが、暗い場所や夜間のように十

10

20

30

40

50

分な S / N 比(signal/noise ratio)が得られない環境下では、色成分のノイズ(色ノイズ)が画質を大きく低下させる。また、画質低下の要因として、撮像素子の例えば暗電流などに起因するノイズ成分の重畳が挙げられる。

【 0 0 0 3 】

しかしながら、特に近年は高感度撮影に対する要求が高く、暗所や夜間においてもノイズが少なく、高画質な撮像画像が得られることが望まれている。

【 0 0 0 4 】

このような技術的背景から、色ノイズを抑圧するための様々な方法が提案されている。例えば、特許文献 1 には、高周波成分について、エッジ成分を保存しつつノイズを除去した後に低周波成分と合成する方法が提案されている。また、特許文献 2 には、輝度成分、色差成分それぞれについて、解像度の異なる低周波画像および高周波画像を生成し、異なるノイズ抑圧を行った後に合成する方法が提案されている。

特許文献 1, 2 に記載された方法はいずれも、輝度成分、色成分を高周波成分と低周波成分に分け、個別にノイズ抑圧処理した後で合成するという構成である。

【 0 0 0 5 】

また、カラーフィルタを用いた単板式カラー撮像素子で撮像された画像を処理する過程では、空間周波数の高い被写体を撮像した部分に、本来無いはずの色が出現する偽色という問題が生ずる。そのため、従来、被写体の高周波領域に発生する偽色を抑圧する方法として、着目画素の色補間を、着目画素の周囲の画素を用いて行なうことが行われている。

【 0 0 0 6 】

特許文献 3 及び 4 では、ベイア配列のカラーフィルタを備えた撮像素子から得られる画像に対し、偽色を抑制した色補間を行う方法を提案している。原色ベイア配列の単位パターンは、

R | G 1

- - + - -

G 2 | B

である。なお、単位パターン中 2 つ含まれる緑 (G) フィルタのうち、赤 (R) フィルタと水平方向に、青 (B) フィルタと垂直方向に隣接する G フィルタを G 1 フィルタ、R フィルタと垂直方向に、B フィルタと水平方向に隣接する G フィルタを G 2 フィルタとする。

【 0 0 0 7 】

特許文献 3 では、着目画素の色補間を行う際、着目画素の上下に隣接する G 1 または G 2 画素の値の相関度と、左右に隣接する G 1 または G 2 画素の値の相関度の大小関係により、G 1 画素と G 2 画素のどちらの値を用いて色差成分を求めるかを決定している。

【 0 0 0 8 】

また、特許文献 4 では、(R - G 1) の値と (R - G 2) の値とを、その差に応じた加重平均して色差成分 R - G を、(B - G 1) の値と (B - G 2) の値とを、その差に応じた加重平均して色差成分 B - G を、それぞれ求めている。

【 0 0 0 9 】

また、特許文献 5 には、着目画素の水平方向および垂直方向に位置する画素の相関に応じて、補間に用いる画素を適応的に選択して輝度成分を生成することで、モアレを抑圧し、画像全体で違和感がない画像を生成することが提案されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 0 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 8 - 0 1 5 7 4 1 号公報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 7 - 2 7 2 5 3 6 号公報

【 特許文献 3 】 特開 2 0 0 2 - 3 0 0 5 9 0 号公報

【 特許文献 4 】 特開平 8 - 0 2 3 5 4 1 号公報

【 特許文献 5 】 特開 2 0 0 7 - 3 3 6 3 8 4 号公報

10

20

30

40

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

特許文献1, 2では、色ノイズの抑圧については考慮されているものの、偽色の抑制については考慮されていない。また、引用文献3～5では、偽色の抑制については考慮されているが、色ノイズの抑圧については考慮されていない。

【0012】

色ノイズの抑圧と偽色の抑圧はどちらか一方を行えばよいものではなく、色ノイズと偽色の双方が抑圧された画像が要求されている。しかしながら、従来は、色ノイズの抑圧と偽色の抑圧の両方を効率的に実行するための方法についての提案はされていなかった。

10

【0013】

従って、本発明は、偽色と色ノイズの双方を効果的に抑圧可能な画像処理装置およびその制御方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0014】

また、上述の目的は、単板式カラー撮像素子を用いて撮像された第1の画像から、第1の画像よりも周波数帯域の低い第2の画像を生成する低減手段と、第1の画像と第2の画像の各々について、偽色及び色ノイズを抑圧する抑圧手段と、抑圧手段で処理された第1の画像の画素における色信号と、当該画素に対応する、第2の画像の画素における色信号とを、重み付け合成するための比率係数を算出する算出手段と、比率係数に従って、抑圧手段で処理された第1の画像の画素における色信号と、当該画素に対応する、第2の画像の画素における色信号とを重み付け合成する合成手段と、を有し、算出手段は、第1の画像から検出される輝度エッジの度合いに基づく第1の係数と、第1の画像から検出される色エッジの度合いに基づく第2の係数とを算出し、第1の係数と第2の係数に基づいて、比率係数を求めることを特徴とする画像処理装置によって達成される。

20

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、偽色と色ノイズの双方を効果的に抑圧可能な画像処理装置およびその制御方法が実現できる。

【図面の簡単な説明】

30

【0016】

【図1】本発明の実施形態に係る画像処理装置の一例としての撮像装置の構成例を示すブロック図。

【図2】図1の色差信号処理部109の構成例を示すブロック図。

【図3】図2のMIX比率演算部205の構成例を示すブロック図。

【図4】CZP（円形ゾンプレート）を示す図。

【図5】CZPの中心部から水平に延びた軸上に位置するG1, G2信号の例を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、図面を参照しながら、本発明をその例示的な実施形態を用いて詳細に説明する。

40

図1は、本発明の実施形態に係る画像処理装置の一例としての撮像装置の構成例を示すブロック図である。しかしながら、本発明に係る画像処理装置において、撮像を行うための構成は必須でなく、撮像画像を処理可能な任意の装置において実施可能である。

【0018】

制御部100は、例えばCPU、RAM、ROMなどを有し、ROMに記憶されたプログラムをRAMに展開してCPUで実行することにより、撮像装置の各部の動作を制御する。なお、図1においては、図が煩雑にならないよう、制御部100と各機能ブロックとの接続線を省略している。また、図1において、107～113の機能ブロックはハードウェアで実現されても良いが、以下の説明においては、制御部100のCPUがソフトウェアを実行することによって実現されるものとする。

50

【 0 0 1 9 】

例えば操作部 1 1 6 に含まれる撮影ボタンが半押しされるなど、撮影スタンバイの指示が与えられると、制御部 1 0 0 は、同期信号生成部 1 0 1 に対し、画像信号を取得するためのフレーム同期信号（水平同期信号および垂直同期信号）の発生を指示する。

【 0 0 2 0 】

この指示に応答して、同期信号生成部 1 0 1 は、アナログ信号の処理に係るブロックに対するタイミングパルスの供給を、タイミングパルス発生部 1 0 2 に指示する。タイミングパルス発生部 1 0 2 は、同期信号生成部 1 0 1 の指示を受けて、アナログ信号の処理に係る撮像処理部 1 0 3、C D S / A G C 1 0 4、A / D 変換部 1 0 5 にタイミングパルスを供給する。

10

【 0 0 2 1 】

C D S / A G C 1 0 4 は、単板式カラー撮像素子を有する撮像処理部 1 0 3 が出力するアナログ画像信号から暗電流成分を除去したり、ゲイン調整を行うことにより画像信号の S / N 比を改善する。A / D 変換部 1 0 5 はタイミングパルス発生部 1 0 2 より供給されるタイミングに従い、アナログ画像信号をデジタル画像データに変換し、F I F O 1 0 6 に出力する。

【 0 0 2 2 】

F I F O 1 0 6 は、デジタル画像データの一時バッファとして機能する。F I F O 1 0 6 の後段の機能ブロックはデジタル信号処理に係るブロックである。W B 処理部 1 0 7 以降のデジタル信号処理に要する時間は一定でなく、A / D 変換部 1 0 5 の出力タイミングで直ちにデジタル信号処理を開始できるとは限らないため、F I F O 1 0 6 によりタイミングのずれを吸収する。

20

【 0 0 2 3 】

W B 処理部 1 0 7 は、カラー画像における各色画素間でのゲイン調整（ホワイトバランス調整）を行う。画素補間部 1 0 8 は、カラーフィルタを有する撮像素子で撮像された画像の各画素について、不足する色成分の情報を補間する。例えば、撮像処理部 1 0 3 が上述したベイヤ配列のカラーフィルタを備えた撮像素子を有する場合、着目画素が R 画素であれば B、G の色成分をそれぞれ周囲の B、G（G 1、G 2）画素から補間する。色補間処理は同時化処理とも呼ばれる。補間方法に特に制限はなく、公知の方法のいずれかを採用しうる。

30

【 0 0 2 4 】

色差信号処理部 1 0 9 は、着目画素の R G B 信号から色差信号（C r、C b）を生成する。色 処理部 1 1 0 は、色差信号に対してガンマ処理を施す。C h r o m a・k n e e 処理部 1 1 1 は、ガンマ処理後の彩度ゲインを調整する。輝度信号処理部 1 1 2 は輝度信号（Y）を生成する。輝度信号処理部 1 1 2 は、例えば $Y = 0.6G + 0.3R + 0.1B$ という式により輝度信号を生成することができる。輝度 処理部 1 1 3 は輝度信号をガンマ補正する。

【 0 0 2 5 】

なお、色差信号 C r（C b）は $R - Y$ （ $B - Y$ ）で定義されるが、人間が緑色光を最も明るく感じるという比視感度特性を有することから、G を簡易輝度として、C r を $R - G$ 、C b を $B - G$ として求めても良い。

40

【 0 0 2 6 】

生成された輝度信号・色差信号（色信号）それぞれは、一時記憶部 1 1 4 に記憶される。記憶制御部 1 1 5 は、制御部 1 0 0 に従い、一時記憶部 1 1 4 の書き込み／読み出しを制御する。

【 0 0 2 7 】

次に、色差信号処理部 1 0 9 の構成及び動作について、図 2 を用いて説明する。

色差信号処理部 1 0 9 は、入力される着目画素の信号にローパスフィルタ（L P F）とダウンサンプル部（解像度低減手段）を繰り返し適用することで、空間周波数と解像度（画素数）が段階的に低くなる画像を逐次生成する。例えば、水平、垂直方向とも 1 / 2 に

50

サイズを縮小していく様なダウンサンプリングを適用する場合、フィルタ係数[1, 2, 1]のローパスフィルタのように、ナイキスト点の周波数特性を0にする様なローパスフィルタを適用する。

【0028】

図2では、ローパスフィルタ206及びダウンサンプル部207を適用した水平、垂直とも1/2の解像度の画像と、さらにローパスフィルタ226及びダウンサンプル部227を適用した水平、垂直とも1/4の解像度の画像を生成する構成を例示している。しかし、より低い周波数かつ解像度の画像を生成するようにしても良い。何段階の画像を生成するかは元画像の解像度などを考慮して適宜定めることができる。すなわち、図2では元の解像度を含めた3つの画像のそれぞれについて偽色および色ノイズを抑制したのち、合成する構成を例示しているが、4つ以上の異なる解像度を有する画像を処理するように構成することもできる。

10

【0029】

以下の説明では、ある解像度の画像を処理する機能ブロック群240~242の各々を「階層」として取り扱う。従って、図2は3階層の構成を有する。なお、図2において、元の1/4の解像度を有する画像を処理する階層242については、1/2の解像度を有する画像を処理する階層241と同様の構成を有するため、簡略化して図示している。

【0030】

以下、各階層の構成及び動作を説明する。第1階層240は、画素補間部108が出力する画像を処理する階層である。偽色抑圧部201は、着目画素の色成分(RGB成分)から、偽色を抑圧した色差信号Cr, Cbを生成する。また、色ノイズ抑圧部202は、偽色抑圧部201が出力する色差信号Cr, Cbに対し、例えば上述の特許文献1や2において帯域分離された画像の1つに実施されるようなノイズ低減処理により、ノイズ抑制を行う。なお、ある画像に対して偽色抑圧及び色ノイズ抑圧を行う方法は本技術分野において周知であり、本発明においてもこれら周知の方法を適宜採用することができるため、偽色抑圧部201及び色ノイズ抑圧部202の処理の具体的な説明は省略する。

20

【0031】

MIX比率演算部205は、G信号と、色ノイズ抑圧部202からの色差信号Cr, Cbから、現階層で偽色抑圧及び色ノイズ抑圧を行った色差信号Cr, Cbと、下位階層から供給される色差信号Cr, Cbを合成する比率係数Kを算出する。MIX比率演算部205は、着目画素(もしくは領域)が色変化の少ない領域もしくは偽色の発生している領域に属する画素であると判断される場合には、下位階層からの色差信号Cr, Cbの合成比率が高くなるような比率係数Kを算出する。MIX比率演算部205の構成及び動作の詳細については、図3を参照して後述する。

30

【0032】

加算器209は、MIX比率演算部205が出力する比率係数Kを1から減じ、係数(1-K)を算出する。乗算器210は、現階層で偽色抑圧及び色ノイズ抑圧を行った着目画素の色差信号Cr, Cbに対し、比率係数Kを乗じて出力する。乗算器211は、下位階層241から供給される着目画素の色差信号Cr, Cbに対し、係数(1-K)を乗じて出力する。加算器212は、乗算器210及び211の出力を加算し、合成された色差信号Cr, Cbを色差信号処理部109の出力として色処理部110へ供給する。

40

【0033】

第2階層241は、画素補間部108が出力する画像にローパスフィルタ206及びダウンサンプル部207を適用し、帯域制限された低解像度の画像(第1低解像度画像)を処理する階層である。第2階層における偽色抑圧部221、色ノイズ抑圧部222、MIX比率演算部225、加算器229、乗算器230、乗算器231、加算器232は、第1階層における対応する構成と同様の構成および動作を行うため、説明を省略する。解像度増加手段としてのアップサンプル部208は、加算器232が出力する合成色差信号Cr, Cbの解像度を第1階層で処理した画像と同じ解像度に増加させる。アップサンプル部208は、ダウンサンプル部207により低減された解像度を元に戻す機能を有する。

50

アップサンプル部 208 は例えば、水平方向、垂直方向それぞれについて、既存画素 A , B 間に 1 画素 C を内挿する場合、 $C = (A / 2 + B / 2)$ の様な線形補間を用いることができる。なお、解像度を増加させるための画素補間方法に制限はなく、双三次補間法（バイキュービック法）などの周知の補間方法を適宜採用することができる。

【0034】

第3階層 242 は、第2階層 241 のダウンサンプル部 207 の出力する画像にローパスフィルタ 226 及びダウンサンプル部 227 を適用し、さらに帯域制限された低解像度の画像（第2低解像度画像）を処理する階層である。第3階層 242 の構成及び動作は、処理対象の画像の帯域及び解像度が異なる以外、第2階層 241 と同様であるため、説明を省略する。第3階層 242 で処理された色差信号 C_r , C_b は、アップサンプル部 228 により第2階層 241 で処理される画像と同じ解像度に変換され、乗算器 231 に供給される。

10

【0035】

なお、図2の例では、第3階層 242 が再下位階層として記載したが、さらに下位の階層を設けることも可能であることは上述したとおりである。また、第3階層が無くても良い。階層数の決定方法に特に制限はないが、元画像の解像度や、マルチレート信号処理のための帯域分離数によって決定することができる。マルチレート信号処理は、各階層で処理する画像のうち、解像度の低い画像は S/N 比が高く、解像度の高い画像は S/N 比が低いという特性を利用し、目的に応じた階層の画像を利用して画像処理を行う技術である。このようなマルチレート信号処理は本技術分野において周知であり、また本発明には直接関係しないため、詳細な説明は省略する。

20

【0036】

図3は、図2の MIX 比率演算部 205 , 225 の構成例を示すブロック図である。

色エッジ検出部 2051 は、着目画素の色差信号 C_r , C_b を入力としてそれぞれ信号の急峻な変化の度合いを検出する。色エッジ検出部 2051 は、例えば、フィルタ係数 $[-1, 2, -1]$ を有する空間フィルタで実現可能である。係数 K_b 算出部 2052 は、色エッジの検出結果としてのフィルタ適用結果のうち、色エッジの度合いが高いと考えられる方を、予め定めた関数によって 0 ~ 1 の間の係数 K_b （第2の比率係数）にマッピングする。例えば係数 K_b 算出部は、色エッジの度合いが高いと考えられるフィルタ適用結果ほど 1 に近く、度合いが低いと考えられるフィルタ適用結果ほど 0 に近い値の K_b を出力する。

30

【0037】

係数 K_b は、値が小さいほど合成時に下位階層の信号に大きな重みを与える。従って、 $K_b = 0$ であれば、下位階層の（アップサンプルされた）色信号がそのまま上位階層に供給される。また、 $K_b = 1$ なら自身の階層の色信号がそのまま上位階層に供給される。 $0 < K_b < 1$ の範囲では、自身の階層の信号：下位階層の信号 = $K_b : 1 - K_b$ の比率で重み付け合成される。この重み付け合成は、例えば階層 241 では加算器 229 , 232 及び乗算器 230 , 231 によって実行される。

【0038】

検出される色エッジの度合いが小さい部分は、色の変化が小さい平坦な領域である。このような領域では、色ノイズ抑制部での処理によるノイズ抑制効果より、低周波画像である下位階層の信号を用いた方が良好なノイズ抑制効果が得られる。そのため、検出される色エッジの度合いが小さいほど、下位階層からの画像信号の比率が高い合成がなされるよう、係数 K_b の値を小さくする。

40

【0039】

簡易輝度演算部 2053 は、輝度信号を生成する。ここでは、上述の通り、人間の比視感度特性を利用し、G 信号を用いて輝度信号を生成する。例えば、簡易輝度演算部 2053 は、画素補間部 108 での同時化処理で得られた G 信号をそのまま用いても良いし、処理する画素を含んだフィルタパターンに含まれる G_1 , G_2 画素の信号の平均値 $(G_1 + G_2) / 2$ を輝度信号 Y として生成してもよい。

50

【 0 0 4 0 】

輝度エッジ検出部 2 0 5 4 は、輝度信号 Y のエッジ（立ち上がり及び立ち下がりエッジ）を検出する。輝度エッジ検出部 2 0 5 4 は、例えば、フィルタ係数 $[-1, 0, 1]$ の空間フィルタで実現可能である。係数 $K a'$ 算出部 2 0 5 5 は、輝度エッジの検出結果を $0 \sim 1$ の間の係数 $K a'$ にマッピングする。例えば係数 $K a'$ 算出部は、検出された輝度エッジの度合いが高いほど 1 に近く、度合いが低いほど 0 に近い値の $K a'$ を出力する。

【 0 0 4 1 】

係数 $K a'$ は、値が小さいほど合成時に下位階層の信号に大きな重みを与える。従って、 $K a' = 0$ であれば、下位階層の信号がそのまま（アップサンプリングされて）上位階層に供給される。また、 $K a' = 1$ なら自身の階層の信号がそのまま上位階層に供給される。 $0 < K a' < 1$ の範囲では、自身の階層の信号：下位階層の信号 = $K a' : 1 - K a'$ の比率で重み付け合成される。この重み付け合成は、例えば階層 2 4 1 では加算器 2 2 9, 2 3 2 及び乗算器 2 3 0, 2 3 1 によって実行される。

【 0 0 4 2 】

係数 $K b$ は色ノイズの抑制に関し、下位階層の画像と現階層の画像のどちらに重み付けして合成すべきかという指標であったが、係数 $K a'$ は、偽色の抑制に関して下位階層の画像と現階層の画像のどちらに重み付けして合成すべきかという指標である。偽色領域である可能性が高いほど係数 $K a'$ を小さい値にする。

【 0 0 4 3 】

ここで、偽色領域の推定の方法について説明する。図 4 は C Z P（円形ゾーンプレート）と呼ばれる画像を示し、画像の中心を原点とする同心円が、ピッチを狭めながら幾重にも並んだ画像である（中心から外側に向かって空間周波数が高くなる）。図 5 は C Z P の中心部から水平に延びた軸上に位置する G 1, G 2 信号値をプロットしたものである。ここでいう G 1, G 2 信号値は、G 1 画素値を補間して得られた値と、G 2 画素値を補間して得られた値である。

【 0 0 4 4 】

図 5 において、C Z P の原点は右端であり、左に向かって空間周波数が増加している。図 5 (a) の曲線 1 0 0 1 及び 1 0 0 2 は、図 2 の色差信号処理部 1 0 9 の入力信号である G 1 及び G 2 信号の変化を示している。また、図 5 (b) の曲線 1 0 0 3 及び 1 0 0 4 は、同じ G 1 及び G 2 信号について、ローパスフィルタ 2 0 6 及びダウンサンプル部 2 0 7 の適用後の状態を示している。さらに、図 5 (c) の曲線 1 0 0 5 及び 1 0 0 6 は同じ G 1 及び G 2 信号について、ローパスフィルタ 2 2 6 及びダウンサンプル部 2 2 7 の適用後の状態を示している。なお、図 5 においては、説明及び理解を容易にするため、ダウンサンプル部 2 0 7, 2 2 7 によるダウンサンプルが行われた画像の G 1 及び G 2 信号を、それぞれ、図 2 の色差信号処理部 1 0 9 の入力信号と同じ大きさになるよう拡大して補間したものとする。従って、図 5 (a), (b), (c) の横軸は共通である。

【 0 0 4 5 】

また、図 5 に示す F 0 ~ F 4 は、C Z P における空間周波数の任意の値を示すものであり、画像（C Z P）の中心の空間周波数を F 0 とし、画像の外側に向かうにつれ、F 1, F 2, F 3, F 4 の順で空間周波数が高くなる。

【 0 0 4 6 】

図 5 (a) ~ (c) のそれぞれで、G 1 と G 2 信号との関係をみると、高周波領域において位相差が生じていることが分かる。G 1 信号と G 2 信号とに位相差が発生している領域は偽色領域（偽色信号の発生する領域）と判断できるため、位相差の有無の判定により偽色領域かどうかを判断することができる。

【 0 0 4 7 】

具体的には、ペイヤ配列における G 1, G 2 画素それぞれについて隣接する（又は、近傍の）同種画素との傾き（差分で良い） G 1, G 2 を算出し、その傾きの関係が、

$$G 1 \times G 2 < 0 \cdots (式 1)$$

を満たす場合、偽色領域であると判断することができる。つまり、同方向における傾きの

関係が反転している場合には位相差が存在すると判断できる。

【 0 0 4 8 】

なお、傾きを例えば水平および垂直の両方向について算出し、例えば水平方向、垂直方向のいずれかにおいて式 1 の関係を満たす場合に偽色領域と判断してもよい。また、偽色領域かどうかの判定は、画素単位ではなく複数画素からなる領域単位で求めても良い。例えば、ある領域について、式 1 を満たす画素の割合が所定の閾値以上であれば、その領域を偽色領域と判断しても良い。

【 0 0 4 9 】

このような方法を適用すると、図 5 (a) において、色差信号処理部 1 0 9 に入力された時点の画像における G 1 及び G 2 信号については、空間周波数が F 1 よりも高くなる領域 2 ~ 4 が、偽色領域であると判断できる。また、ローパスフィルタ 2 0 6 適用後の画像の G 1 及び G 2 信号 (図 5 (b)) については、空間周波数が F 2 よりも高くなる領域 3 ~ 4 が偽色領域であると判断できる。また、さらにローパスフィルタ 2 2 6 適用後の G 1 及び G 2 信号 (図 5 (c)) については、空間周波数が F 3 より高くなる領域 4 が偽色領域であると判断できる。従って、M I X 比率演算部 2 0 5 , 2 2 5 において偽色領域と判断される場合には、色差信号においてもより下位階層の信号の合成比率を高めた方が、偽色の影響を抑圧できる。

【 0 0 5 0 】

位相検出部 2 0 5 6 は、式 1 の関係を利用して G 1 , G 2 信号の位相差の発生を検出し、位相差が検出された画素を (又は上述のように領域単位で) 偽色領域と判断する。位相検出部 2 0 5 6 の出力は 0 又は 1 であり、偽色領域と判断したときには 1 を、偽色領域と判断しないときは 0 を出力する。

【 0 0 5 1 】

セレクト 2 0 5 7 は、位相検出部 2 0 5 6 の判断結果に応じて、算出部 2 0 5 5 が算出した係数 K a ' か、固定値 1 のいずれかを、偽色の抑圧を目的とした係数 K a (第 1 の比率係数) として選択する。これにより、偽色領域でないと判断された画素 (又は領域) については、係数 K a ' ではなく固定値 1、すなわち現階層を 1 0 0 % とする合成比率が係数 K a として選択される。

【 0 0 5 2 】

係数 K a と、係数 K b 算出部 2 0 5 2 が算出した係数 K b は、比較器 2 0 5 8 とセレクト 2 0 5 9 に入力される。比較器 2 0 5 8 は係数 K a 及び係数 K b を比較し、 $K a < K b$ なら 0 を、 $K b < K a$ なら 1 をセレクト 2 0 5 9 に出力する。セレクト 2 0 5 9 は、比較器 2 0 5 8 からの値が 0 であれば係数 K a を、1 であれば係数 K b を、現階層の合成係数 K として選択する。つまり、係数 K a と K b のうち、小さい値を有する係数 (下位階層により大きく重み付けする係数) が、現階層の合成係数 K として選択される。

【 0 0 5 3 】

このように、本実施形態においては、原画像から、原画像よりも解像度及び空間周波数帯域が低い低解像度画像を生成する。そして、原画像と低解像度画像の各々に対して色差信号に偽色及び色ノイズの抑制処理を適用した後に、低解像度画像の解像度を戻して原画像と合成する。この際、原画像において少なくとも偽色領域もしくは色変化の少ない領域 (画素) については、低解像度画像の合成比率を高くすることにより、効果的に偽色及び色ノイズを抑制した色差信号を生成することができる。

【 0 0 5 4 】

(他の実施形態)

なお、上述の実施形態において階層をより多くした場合、2 番目に最も解像度及び周波数帯域が低減された低解像度画像の処理を、階層 2 4 1 と同様に、最も解像度及び周波数帯域が低減された低解像度画像の処理を、階層 2 4 2 と同様に行う。次に、3 番目に最も解像度及び周波数帯域が低減された低解像度画像の処理を、階層 2 4 1 と同様に、2 番目に最も解像度及び周波数帯域が低減された低解像度画像の処理を、階層 2 4 2 と同様に行う。この処理を順に実行することで、任意の数の階層に対応可能である。

10

20

30

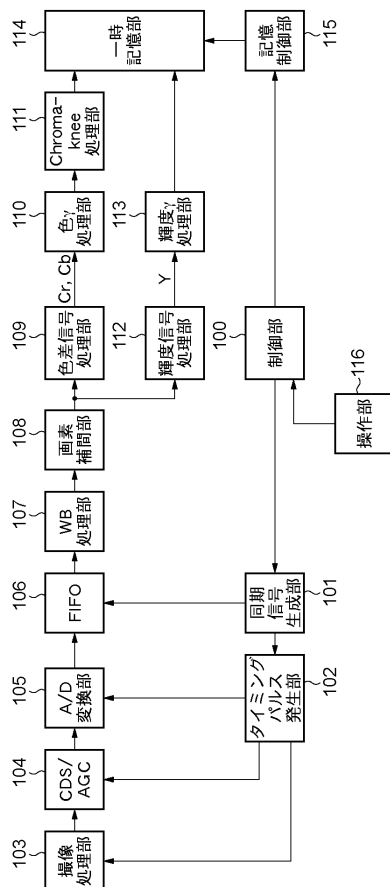
40

50

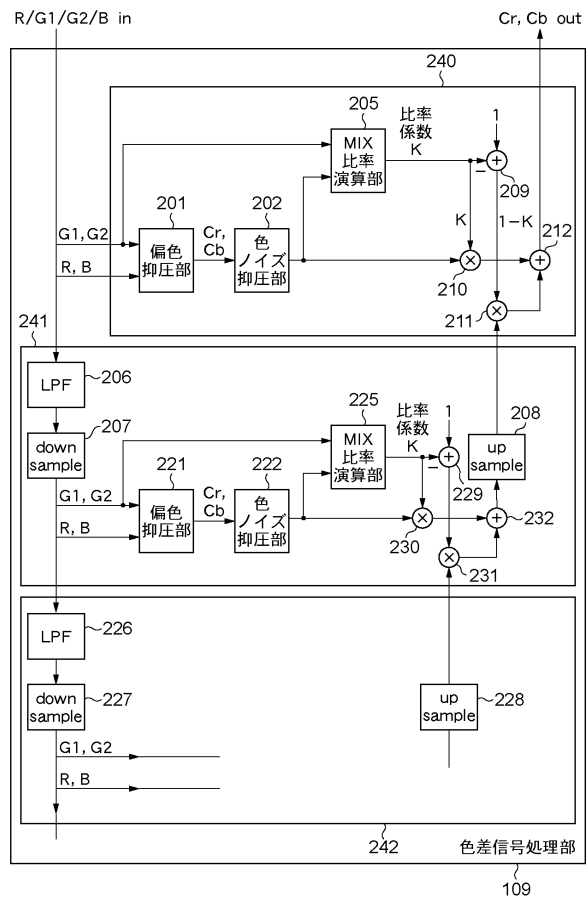
【 0 0 5 5 】

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。

【 図 1 】



【 図 2 】



フロントページの続き

(72)発明者 平井 雄一
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 内田 勝久

(56)参考文献 特開2010-206776(JP,A)
特開2009-200635(JP,A)
特開2006-311000(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04N 9/04 ~ 9/11