

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4965903号
(P4965903)

(45) 発行日 平成24年7月4日(2012.7.4)

(24) 登録日 平成24年4月6日(2012.4.6)

(51) Int.Cl.		F I			
HO4N	9/07	(2006.01)	HO4N	9/07	A
HO4N	5/232	(2006.01)	HO4N	5/232	Z
HO4N	9/68	(2006.01)	HO4N	9/68	103A

請求項の数 4 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2006-167852 (P2006-167852)	(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
(22) 出願日	平成18年6月16日(2006.6.16)	(74) 代理人	100090273 弁理士 園分 孝悦
(65) 公開番号	特開2007-336384 (P2007-336384A)	(72) 発明者	田島 香 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
(43) 公開日	平成19年12月27日(2007.12.27)	審査官	内田 勝久
審査請求日	平成21年6月5日(2009.6.5)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

原色ベイヤー配列に対応した赤、緑及び青色の入力画像の中から緑色の画像信号を抽出する抽出手段と、

前記緑色の入力画像を基に、水平方向の軸上にピークがあるバンドパス特性を有し垂直方向にローパス特性を有する空間フィルタを用いて水平方向の輪郭を強調して水平方向アパーチャ補正信号を生成する第1のアパーチャ補正信号生成手段と、

前記緑色の入力画像を基に、垂直方向の軸上にピークがあるバンドパス特性を有し水平方向にローパス特性を有する空間フィルタを用いて垂直方向の輪郭を強調して垂直方向アパーチャ補正信号を生成する第2のアパーチャ補正信号生成手段と、

前記緑色の入力画像を基に前記水平方向に対して斜め45°方向の輪郭を強調して斜め45°方向アパーチャ補正信号を生成し、前記水平方向に対して斜め135°方向の輪郭を強調して斜め135°方向アパーチャ補正信号を生成する第3のアパーチャ補正信号生成手段と、

前記水平方向アパーチャ補正信号、前記垂直方向アパーチャ補正信号、前記斜め45°方向アパーチャ補正信号、及び前記斜め135°方向アパーチャ補正信号を合成するアパーチャ補正信号合成手段と、を有し、

前記第3のアパーチャ補正信号生成手段は、斜め45°方向の軸上にピークがあるバンドパス特性を有し斜め135°方向にローパス特性を有する空間フィルタを用いて斜め45°方向アパーチャ補正信号を生成し、斜め135°方向の軸上にピークがあるバンドパ

10

20

ス特性を有し斜め45°方向にローパス特性を有する空間フィルタを用いて斜め135°方向アパーチャ補正信号を生成することを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】

原色ベイヤー配列に対応した赤、緑及び青色の入力画像の中から緑色の画像信号を抽出する抽出ステップと、

前記緑色の入力画像を基に、水平方向の軸上にピークがあるバンドパス特性を有し垂直方向にローパス特性を有する空間フィルタを用いて水平方向の輪郭を強調して水平方向アパーチャ補正信号を生成する第1のアパーチャ補正信号生成ステップと、

前記緑色の入力画像を基に、垂直方向の軸上にピークがあるバンドパス特性を有し水平方向にローパス特性を有する空間フィルタを用いて垂直方向の輪郭を強調して垂直方向アパーチャ補正信号を生成する第2のアパーチャ補正信号生成ステップと、

前記緑色の入力画像を基に前記水平方向に対して斜め45°方向の輪郭を強調して斜め45°方向アパーチャ補正信号を生成し、前記水平方向に対して斜め135°方向の輪郭を強調して斜め135°方向アパーチャ補正信号を生成する第3のアパーチャ補正信号生成ステップと、

前記水平方向アパーチャ補正信号、前記垂直方向アパーチャ補正信号、前記斜め45°方向アパーチャ補正信号、及び前記斜め135°方向アパーチャ補正信号を合成するアパーチャ補正信号合成ステップと、を有し、

前記第3のアパーチャ補正信号生成ステップは、斜め45°方向の軸上にピークがあるバンドパス特性を有し斜め135°方向にローパス特性を有する空間フィルタを用いて斜め45°方向アパーチャ補正信号を生成し、斜め135°方向の軸上にピークがあるバンドパス特性を有し斜め45°方向にローパス特性を有する空間フィルタを用いて斜め135°方向アパーチャ補正信号を生成することを特徴とする画像処理方法。

【請求項3】

請求項2記載の画像処理方法の各ステップをコンピュータに実行させるためのプログラム。

【請求項4】

請求項3記載のプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像処理に関する。

【背景技術】

【0002】

デジタルビデオカメラや、デジタルカメラでは、レンズの開口率や撮像素子の受光部が有限であることに起因して、画像信号の高域成分が劣化する。そのため、画像の高域成分を補償し、映像信号の輪郭を強調して、画像の先鋭度を高めるために、アパーチャ補正処理を行っている。

【0003】

従来のアパーチャ補正信号生成処理回路の一例として、水平アパーチャ処理回路と、垂直アパーチャ処理回路を有し、水平、垂直のアパーチャ回路の出力を合成するという構成のものがある（例えば、特許文献1参照）。水平アパーチャ処理回路は、垂直方向のローパスフィルタ（以下LPFという）、水平方向のバンドパスフィルタ（以下BPFという）を縦列接続したものである。垂直アパーチャ処理回路は、水平方向のLPF、垂直方向のBPFを縦列接続したものである。

【0004】

【特許文献1】特開平11-17983号公報（第4頁、図1）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

10

20

30

40

50

しかし、上記従来技術は、水平方向のアーチャ補正信号と垂直方向のアーチャ信号のみを組み合わせているため、斜め方向のエッジについては、適切なアーチャ補正処理が行われず、解像感の低下や、折り返しによるエッジのがたつきという問題が生じる。特に、オフセットサンプリングされた入力画像からアーチャ信号を生成する場合、オフセットサンプリングに起因する折り返し成分抑圧のために、水平・垂直それぞれのアーチャ回路に設けられたLPF処理によって、問題が生じる。すなわち、水平、垂直方向に比べて斜め方向の解像感が低下し、すべての方向に均一なエッジがつかないという問題が生じる。

【0006】

本発明の目的は、斜め方向のアーチャ補正処理についてモアレを抑圧し、解像度を高めることである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の画像処理装置は、原色ベイヤー配列に対応した赤、緑及び青色の入力画像の中から緑色の画像信号を抽出する抽出手段と、前記緑色の入力画像を基に、水平方向の軸上にピークがあるバンドパス特性を有し垂直方向にローパス特性を有する空間フィルタを用いて水平方向の輪郭を強調して水平方向アーチャ補正信号を生成する第1のアーチャ補正信号生成手段と、前記緑色の入力画像を基に、垂直方向の軸上にピークがあるバンドパス特性を有し水平方向にローパス特性を有する空間フィルタを用いて垂直方向の輪郭を強調して垂直方向アーチャ補正信号を生成する第2のアーチャ補正信号生成手段と、前記緑色の入力画像を基に前記水平方向に対して斜め45°方向の輪郭を強調して斜め45°方向アーチャ補正信号を生成し、前記水平方向に対して斜め135°方向の輪郭を強調して斜め135°方向アーチャ補正信号を生成する第3のアーチャ補正信号生成手段と、前記水平方向アーチャ補正信号、前記垂直方向アーチャ補正信号、前記斜め45°方向アーチャ補正信号、及び前記斜め135°方向アーチャ補正信号を合成するアーチャ補正信号合成手段と、を有し、前記第3のアーチャ補正信号生成手段は、斜め45°方向の軸上にピークがあるバンドパス特性を有し斜め135°方向にローパス特性を有する空間フィルタを用いて斜め45°方向アーチャ補正信号を生成し、斜め135°方向の軸上にピークがあるバンドパス特性を有し斜め45°方向にローパス特性を有する空間フィルタを用いて斜め135°方向アーチャ補正信号を生成することを特徴とする。

【0008】

また、本発明の画像処理方法は、原色ベイヤー配列に対応した赤、緑及び青色の入力画像の中から緑色の画像信号を抽出する抽出ステップと、前記緑色の入力画像を基に、水平方向の軸上にピークがあるバンドパス特性を有し垂直方向にローパス特性を有する空間フィルタを用いて水平方向の輪郭を強調して水平方向アーチャ補正信号を生成する第1のアーチャ補正信号生成ステップと、前記緑色の入力画像を基に、垂直方向の軸上にピークがあるバンドパス特性を有し水平方向にローパス特性を有する空間フィルタを用いて垂直方向の輪郭を強調して垂直方向アーチャ補正信号を生成する第2のアーチャ補正信号生成ステップと、前記緑色の入力画像を基に前記水平方向に対して斜め45°方向の輪郭を強調して斜め45°方向アーチャ補正信号を生成し、前記水平方向に対して斜め135°方向の輪郭を強調して斜め135°方向アーチャ補正信号を生成する第3のアーチャ補正信号生成ステップと、前記水平方向アーチャ補正信号、前記垂直方向アーチャ補正信号、前記斜め45°方向アーチャ補正信号、及び前記斜め135°方向アーチャ補正信号を合成するアーチャ補正信号合成ステップと、を有し、前記第3のアーチャ補正信号生成ステップは、斜め45°方向の軸上にピークがあるバンドパス特性を有し斜め135°方向にローパス特性を有する空間フィルタを用いて斜め45°方向アーチャ補正信号を生成し、斜め135°方向の軸上にピークがあるバンドパス特性を有し斜め45°方向にローパス特性を有する空間フィルタを用いて斜め135°方向アーチャ補正信号を生成することを特徴とする。

10

20

30

40

50

【発明の効果】

【0009】

斜め方向の解像感を高め、モアレを抑圧することができ、全ての方向の輪郭を均一な強度にすることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

以下、図面を参照しながら本発明の好適な実施の形態を説明する。

本発明の実施形態は、図3に示すような原色ベイヤー配列のRGBカラー値に対応した画像信号から、アパーチャ補正信号を生成するアパーチャ補正信号生成処理回路である。

【0011】

本実施形態のアパーチャ補正信号生成処理回路（画像処理装置）の概略構成を図1に示す。図1において、RAW画像は、輪郭（以下、エッジという）方向推定ユニット1とアパーチャ信号生成ユニット2で並列に処理された後、それぞれの出力信号がアパーチャ信号合成ユニット3に入力され、最終的なアパーチャ補正信号が出力される。

【0012】

ここで、入力信号であるRAW画像信号は、図3に示すような、画素ごとに配置される色フィルタに対応してR、G、B（赤、緑、青）いずれかのカラー値を有し、図示しないWB調整手段で、あらかじめホワイトバランス（WB）が補正されているものとする。

【0013】

以下、エッジ方向推定ユニット1、アパーチャ信号生成ユニット2、アパーチャ信号合成ユニット3の構成と動作について、順次説明していく。

【0014】

まず、エッジ方向推定ユニット1について説明する。エッジ方向推定ユニット（エッジ方向推定手段）1は、垂直方向相関検出処理手段11、水平方向相関検出処理手段12、相関判定処理手段13で構成される。エッジ方向推定ユニット1は、RAW画像の着目画素及びその周辺画素の信号を基に着目画素のエッジの方向を推定し、着目画素におけるエッジ方向を示す相関係数Tを出力する。ここでは、図2に示す、画像の局所領域を例に、エッジ方向の推定処理について説明する。

【0015】

垂直方向相関検出処理手段11では、着目画素P22と、垂直方向の隣接画素P02、P12、P32、P42を用い、式(1)に示す演算によって、垂直相関値vdiffを生成する。また、水平方向相関検出処理手段12では、着目画素P22と、水平方向の隣接画素P20、P21、P23、P24を用い、式(2)に示す演算により、水平相関値hdiffを算出する。

【0016】

$$vdiff = |2 \times P22 - P20 - P24| + |P21 - P23| \quad \dots (1)$$

$$hdiff = |2 \times P22 - P20 - P24| + |P21 - P23| \quad \dots (2)$$

【0017】

相関判定処理手段13では、垂直相関値vdiffと水平相関値hdiffの差分に対して、所定の閾値th1, th2, -th1, -th2（ただし、|th2| > |th1|とする。）による条件判定を行い、着目画素におけるエッジの方向を推定する。そして、着目画素におけるエッジ方向の推定結果を示すパラメータとして、相関係数Tが生成される。

【0018】

ここで、図13のフローチャートを用いて、水平相関値hdiffと垂直相関値vdiffとの差分を用いた、エッジの方向推定処理の手順を説明する。

【0019】

図13より、ステップS01で、エッジ方向推定処理を開始する。ステップS02では、hdiff - vdiffと閾値th2を用いた条件分岐を行う。ステップS02において、hdiff - vdiffがth2以上である場合には、ステップS03において、相関係数Tに1.0を設定し、ステップS02の条件を満たさない場合には、ステップS04の条件分岐に移行する。

【0020】

10

20

30

40

50

ステップS04では、 $hdiff - vdiff$ と閾値 $- th2$ を用いた条件分岐を行う。 $hdiff - vdiff$ が $- th2$ よりも小さい場合には、ステップS05において、相関係数Tに $- 1.0$ を設定し、ステップS04の条件を満たさない場合には、ステップS06の条件分岐に移行する。

【 0 0 2 1 】

ステップS06では、 $hdiff - vdiff$ と閾値 $th1$ 、 $th2$ を用いた条件分岐を行う。 $hdiff - vdiff$ が $th1$ 以上かつ、 $th2$ よりも小さい場合には、ステップS07において、相関係数Tに $T=(hdiff - vdiff - th1)/(th2 - th1)$ を設定する。ステップS06の条件を満たさない場合には、ステップS08の条件分岐に移行する。

【 0 0 2 2 】

ステップS08では、 $hdiff - vdiff$ と閾値 $- th1$ 、 $- th2$ を用いた条件分岐を行う。 $hdiff - vdiff$ が $- th2$ 以上かつ、 $- th1$ よりも小さい場合には、ステップS09において、相関係数Tに $T=(hdiff - vdiff + th1)/(th1 - th2)$ を設定する。ステップS09の条件を満たさない場合には、相関係数Tに $T=0.0$ を設定する。

【 0 0 2 3 】

以上の手順で求められた、相関係数T と $hdiff - vdiff$ との関係をグラフとして図示すると、図 1 4 のようになる。また、エッジの方向を、図 1 5 に示すように、着目画素におけるエッジの方向と水平方向軸とのなす角度 θ として定義すると、前述の相関係数Tとエッジの方向を示す角度 θ の関係は、図 1 6 のように対応づけることができる。

【 0 0 2 4 】

次に、複数種類のアパーチャ補正信号を生成する、アパーチャ信号生成ユニット 2 の動作について、図 1 を参照しながら説明する。

【 0 0 2 5 】

色分離処理手段 (抽出手段) 2 0 は、オフセットサンプリングにより、R (赤)、G (緑) 及び B (青) の RAW 画像の中から G の画像信号を抽出する。アパーチャ信号生成ユニット 2 は、色分離処理手段 2 0 でオフセットサンプリングされた G 信号を入力画像とする。そして、アパーチャ信号生成ユニット 2 は、垂直方向アパーチャ補正信号 $vapc$ 、水平方向アパーチャ補正信号 $hapc$ 、斜め 45° 方向のアパーチャ補正信号 $dapc1$ 、斜め 135° 方向のアパーチャ補正信号 $dapc2$ を生成する。

【 0 0 2 6 】

アパーチャ信号生成ユニット 2 の入力であるオフセットサンプリングされた G 信号は、前段の色分離手段 2 0 で生成される。色分離手段 2 0 では、RAW 画像について、例えば、G のフィルタが配置された画素はそのまま画素値を出力し、R 又は B のフィルタが配置された画素は画素値を 0 で置き換えて出力する処理を行う。これにより、オフセットサンプリングされた G 画素のみを抽出した画像を生成する。

【 0 0 2 7 】

垂直方向アパーチャ補正信号 $vapc$ は、オフセットサンプリングされた G 信号を入力画像として、垂直方向 BPF 処理手段 2 1 と水平方向 LPF 処理手段 2 2 を縦列接続した系で生成される。垂直方向 BPF 処理手段 2 1 と水平方向 LPF 処理手段 2 2 は、垂直方向アパーチャ補正信号生成手段であり、入力画像を基に垂直方向の輪郭を強調して垂直方向アパーチャ補正信号 $vapc$ を生成する。

【 0 0 2 8 】

水平方向アパーチャ補正信号 $hapc$ は、オフセットサンプリングされた G 信号を入力画像として、水平方向 BPF 処理手段 2 3 と垂直方向 LPF 処理手段 2 4 を縦列接続した系で生成される。水平方向 BPF 処理手段 2 3 と垂直方向 LPF 処理手段 2 4 は、水平方向アパーチャ補正信号生成手段であり、入力画像を基に水平方向の輪郭を強調して水平方向アパーチャ補正信号 $hapc$ を生成する。

【 0 0 2 9 】

垂直方向 BPF 処理手段 2 1、水平方向 BPF 処理手段 2 3 では、それぞれ、オフセットサンプリングされた入力画像に含まれる中域成分を抽出するフィルタ処理を行う。ここで用いる BPF フィルタの周波数振幅特性の一例を図 4 に示す。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 0 】

また、水平方向狭帯域LPF処理手段 2 2、垂直方向狭帯域LPF処理手段 2 4では、それぞれ、前段のバンドパスフィルタ処理で抽出される周波数成分と直交方向の周波数成分について、低域成分のみを通過させるフィルタ処理を行う。各LPFの周波数特性の一例を示すと図5のようになる。

【 0 0 3 1 】

斜め45°方向のオーバーチャ補正信号dapc1は、オフセットサンプリングされたG信号を入力画像として、斜め45°方向SPF処理手段 2 5で生成される。斜め45°方向SPF処理手段 2 5では、水平方向に対して45°傾いた輪郭線を強調し、オフセットサンプリングによる折り返しを抑圧する特性の空間フィルタ処理を行う。斜め45°方向SPF処理手段 2 5は、斜め45°方向オーバーチャ補正信号生成手段であり、入力画像を基に水平方向に対して斜め45°方向の輪郭を強調して斜め45°方向オーバーチャ補正信号dapc1を生成する。

10

【 0 0 3 2 】

斜め45°方向SPF処理手段 2 5で用いられている空間フィルタの周波数特性を示す等高線図は、図6のようになる。図6において、横軸Hは、水平方向の周波数成分、縦軸Vは垂直方向の周波数成分を示す。

【 0 0 3 3 】

また、図8は、図6を、斜め45°方向の軸で切った断面のグラフである。図8に示すように、斜め45°方向のナイキスト周波数よりも、やや低い周波数でピークを持つバンドパス特性となっている。このバンドパス特性によって、斜め45°方向のエッジを強調することができる。

20

【 0 0 3 4 】

また、図6を、斜め135°方向の軸で切った断面のグラフは、図5に示すような、ローパス特性となる。このローパス処理によって、オフセットサンプリングによる斜め方向の折り返し成分が抑圧できる。

【 0 0 3 5 】

斜め135°方向のオーバーチャ補正信号dapc2は、オフセットサンプリングされたG信号を入力画像として、斜め135°方向SPF処理手段 2 6で生成される。斜め135°方向SPF処理手段 2 6では、水平方向に対して135°傾いた輪郭線を強調し、オフセットサンプリングによる折り返しを抑圧する特性の空間フィルタ処理を行う。斜め135°方向SPF処理手段 2 6は、斜め135°方向オーバーチャ補正信号生成手段であり、入力画像を基に水平方向に対して斜め135°方向の輪郭を強調して斜め135°方向オーバーチャ補正信号dapc2を生成する。

30

【 0 0 3 6 】

斜め135°方向SPF処理手段 2 6で用いられている空間フィルタの周波数特性を示す等高線図は、図7のようになる。図7において、横軸Hは、水平方向の周波数成分、縦軸Vは垂直方向の周波数成分を示す。

【 0 0 3 7 】

また、図8は、図7を斜め135°方向の軸で切った断面のグラフである。図8に示すように、斜め135°方向のナイキスト周波数よりも、やや低い周波数でピークを持つバンドパス特性となっている。このバンドパス処理によって、斜め135°方向のエッジを強調することができる。

40

【 0 0 3 8 】

また、図7を、斜め45°方向の軸で切った断面のグラフは、図5に示すような、ローパス特性となる。このローパス処理によって、オフセットサンプリングによる斜め方向の折り返し成分が抑圧できる。

【 0 0 3 9 】

上記一連の処理により、オーバーチャ信号生成ユニット2において、着目画素における垂直、水平、斜め45°、斜め135°の方向のエッジを強調する、4種類のオーバーチャ補正信号を生成することができる。

【 0 0 4 0 】

50

最後に、アパーチャ信号合成ユニット（アパーチャ補正信号合成手段）3の動作について説明する。アパーチャ信号合成ユニット3は、エッジ方向推定ユニット1から出力される相関係数 T を用いて、アパーチャ信号生成ユニット2から出力される4種類のアパーチャ補正信号（hapc、vapc、dapc1、dapc2）を合成する。そして、アパーチャ信号合成ユニット3は、最終的なアパーチャ補正信号apc_outを出力する。

【0041】

本実施形態では、4種類のアパーチャ補正信号の相互関係と、それらのアパーチャ補正信号によって抽出される領域の対象性を考慮し、式(3)に示す演算を行って、アパーチャ補正信号を生成する。

【0042】

$$\text{apc_out} = (\text{hapc} + \text{vapc}) \times |T| + (\text{dapc1} + \text{dapc2}) \times (1.0 - |T|) \quad \cdot \cdot \cdot \quad (3)$$

【0043】

ここで、図10は、図9に示すCZPチャートを入力画像としたとき、垂直方向アパーチャ補正信号vapc、水平方向アパーチャ補正信号hapcで強調される周波数成分と、相関係数 T とを対応づけて空間的に示した模式図である。CZPは、サーキュラーゾーンプレートである。同様に、図11は、図9に示すCZPチャートを入力画像としたとき、斜め45°方向アパーチャ補正信号dapc1、斜め135°方向アパーチャ補正信号dapc2で強調される周波数成分と、相関係数 T とを対応づけて空間的に示した模式図である。これらの図において、縦軸 V は垂直方向の周波数成分、横軸 H は水平方向の周波数成分、原点は直流成分であることを示す。

【0044】

式(3)において、vapc+hapcの値が支配的になるのは、相関係数 T が $T=1$ 又は $T=-1$ の近傍のときである。図10に示すように、相関係数 T が $T=1$ 又は $T=-1$ の近傍である場合には、垂直方向アパーチャ補正信号vapcで強調される信号成分と水平方向アパーチャ補正信号hapcで強調される信号成分は重ならない。そのため、vapcとhapcを加算して扱っても画質に悪影響は生じない。

【0045】

同様に、式(3)において、dapc1+dapc2の値が支配的になるのは、相関係数 T が $T=0$ の近傍のときである。相関係数 T が $T=0$ の近傍の場合、図11に示すように、dapc1とdapc2の周波数帯域は重ならないので、あらかじめ加算して扱っても、画質に悪影響は出ない。

【0046】

また、vapc+hapc、dapc1+dapc2をそれぞれ、ひとまとまりの周波数帯域として扱うと、 $T=0$ から $T=1$ までの相関係数を用いた合成処理と、 $T=0$ から $T=-1$ までの相関係数を用いた合成処理は等価である。相関係数 T の絶対値をとったものを、合成処理の制御パラメータとして用いることができる。

【0047】

ここで、図9に示すCZPチャートを入力画像としたとき、vapc+hapcで強調される周波数成分、dapc1+dapc2で強調される周波数成分と、相関係数の絶対値 $|T|$ とを対応づけて空間的に示すと、図12のようになる。図12で示すように、相関係数が $|T|=1$ に近づくほど、垂直方向アパーチャ補正信号vapc又は、水平方向アパーチャ補正信号hapcの出力が支配的になる。 $|T|=0$ に近づくほど、斜め45°方向アパーチャ補正信号dapc1又は、斜め135°方向アパーチャ補正信号dapc2の出力が支配的になる。また、式(3)より、 $|T|$ の値を用いて、vapc+hapcと、dapc1+dapc2の出力が、合成されるため、垂直、水平、斜め45°、斜め135°の4種類のアパーチャ信号が、エッジの方向に伴って、連続的に変化できるよう、合成することができる。

【0048】

以上のように、本実施形態では、着目画素におけるエッジの方向を考慮したアパーチャ補正信号を生成することができる。特に、オフセットサンプリングされた画像信号からアパーチャ補正信号を生成する際には、斜め方向のエッジに適したアパーチャ生成処理とし

10

20

30

40

50

て、オフセットサンプリングのサンプリング構造を考慮した空間フィルタの出力が支配的になる。そのため、水平方向及び垂直方向のアーチャ信号のみを合成した従来のアーチャ補正信号生成処理回路に比べて、オフセットサンプリングによる折り返し成分を抑圧しつつ、斜め方向の解像感を向上させることができる。

【0049】

次に上記実施形態のアーチャ補正信号生成処理回路を用いた撮像装置について説明する。

【0050】

図17(a)は、本実施形態のアーチャ補正信号生成処理回路(画像処理装置)を用いた撮像装置を示すブロック図である。撮像装置は、デジタルビデオカメラやデジタルカメラ等である。図17(a)において、201が、レンズ及び絞りからなる光学系、202が、メカニカルシャッタ(メカシャッタと図示する)、203が、固体撮像素子である。204が、アナログ信号処理を行うCDS回路、205が、アナログ信号をデジタル信号に変換するA/D変換器、206が、撮像素子203、CDS回路204及びA/D変換器205を動作させる信号を発生するタイミング信号発生回路である。207が、光学系201、メカニカルシャッタ202及び撮像素子203の駆動回路、208が、撮影した画像データに必要な信号処理を行う信号処理回路、209が、信号処理された画像データを記憶する画像メモリである。210が、撮像装置から取り外し可能な画像記録媒体(記録媒体と図示する)、211が、信号処理された画像データを符号化圧縮し、画像記録媒体210に記録する記録回路、212が、信号処理された画像データを表示する画像表示装置である。213が、画像表示装置212に画像を表示する表示回路、214が、撮像装置全体を制御するシステム制御部である。215が、システム制御部214で実行される制御方法を記載したプログラム、プログラムを実行する際に使用されるパラメータやテーブル等の制御データ、及び、キズアドレス等の補正データを記憶しておく不揮発性メモリ(ROM)である。216が、不揮発性メモリ215に記憶されたプログラム、制御データ及び補正データを転送して記憶しておく、システム制御部214が撮像装置を制御する際に使用する揮発性メモリ(RAM)となっている。

【0051】

以下、上述のように構成された撮像装置を用いてメカニカルシャッタ202を使用した撮影動作について説明する。撮影動作に先立ち、撮像装置の電源投入時等のシステム制御部214の動作開始時において、不揮発性メモリ215から必要なプログラム、制御データ及び補正データを揮発性メモリ216に転送して記憶しておくものとする。また、これらのプログラムやデータは、システム制御部214が撮像装置を制御する際に使用する。また、これらのプログラムやデータは、必要に応じて、追加のプログラムやデータを不揮発性メモリ215から揮発性メモリ216に転送したり、システム制御部214が直接不揮発性メモリ215内のデータを読み出して使用したりするものとする。

【0052】

まず、光学系201は、システム制御部214からの制御信号により、絞りとレンズを駆動して、適切な明るさに設定された被写体像を撮像素子203上に結像させる。次に、メカニカルシャッタ202は、システム制御部214からの制御信号により、必要な露光時間となるように撮像素子203の動作に合わせて撮像素子203を遮光するように駆動される。この時、撮像素子203が電子シャッタ機能を有する場合は、メカニカルシャッタ202と併用して、必要な露光時間を確保してもよい。撮像素子203は、システム制御部214により制御されるタイミング信号発生回路206が発生する動作パルスをもとにした駆動パルスで駆動され、被写体像を光電変換により電気信号に変換し、アナログ画像信号を生成して出力する。撮像素子203から出力されたアナログの画像信号は、システム制御部214により制御されるタイミング信号発生回路206が発生する動作パルスにより、CDS回路204でクロック同期性ノイズを除去し、A/D変換器205でデジタル画像信号に変換される。次に、システム制御部214により制御される信号処理回路208において、A/D変換器205出力のデジタル画像信号(RAWと表記する)から、

10

20

30

40

50

輝度・色差信号を生成する。

【 0 0 5 3 】

ここで、本実施形態のオーバーチャ補正信号生成処理回路が含まれる信号処理回路 2 0 8 の構成と動作について、図 1 7 (b) を参照しながら説明する。図 1 7 (b) において、3 0 0 は、同時化処理回路、3 0 1 は、YCマトリクス処理回路、3 0 2 は、オーバーチャ補正信号生成処理回路、3 0 3 は、ベースクリップ処理回路、3 0 4 は、ゲイン処理回路、3 0 5 は、加算回路である。

【 0 0 5 4 】

同時化処理回路 3 0 0 では、画像上のすべての画素位置において、RGBの色信号が得られるよう、A / D変換器 2 0 5 出力のデジタル画像信号から、RGBの各色フィルタに対応した画素を抽出して、RGB毎に補間を行う。

10

【 0 0 5 5 】

YCマトリクス処理回路 3 0 1 では、同時化処理回路 3 0 0 の出力であるR、G、Bの各信号に対して、式 (4) ~ 式 (6) に示す演算を行い、色差信号Cr、Cb、低域輝度信号YLを生成する。

【 0 0 5 6 】

$$YL = (9 \times G + 5 \times R + 2 \times B) / 16 \quad \dots (4)$$

$$Cr = R - YL \quad \dots (5)$$

$$Cb = B - YL \quad \dots (6)$$

【 0 0 5 7 】

20

オーバーチャ補正信号生成処理回路 3 0 2 は、前述したように、A / D変換器 2 0 5 出力のデジタル画像信号から、垂直、水平、斜め45°、斜め135°の各方向のオーバーチャ補正信号、及び、着目画素におけるエッジの方向を示す相関係数Tを算出する。そして、オーバーチャ補正信号生成処理回路 3 0 2 は、相関係数Tを用いて、垂直、水平、斜め45°、斜め135°の各方向のオーバーチャ補正信号を合成する。

【 0 0 5 8 】

ベースクリップ回路 3 0 3 では、オーバーチャ補正信号生成処理回路 3 0 2 から出力される、エッジの方向に適応的に合成されたオーバーチャ補正信号について、信号の振幅が、所定の値よりも小さい場合に、ノイズとみなして0にクリップする。ノイズとみなす振幅レベルは、撮影モードや、被写体の輝度レベルに応じて、それぞれ適切な値となるよう、システム制御部 2 1 4 によって制御されている。

30

【 0 0 5 9 】

ゲイン処理回路 3 0 4 では、ベースクリップ回路 3 0 3 の出力である、所定の小振幅成分がクリップされたオーバーチャ補正信号に対して、ゲインをかけ、オーバーチャ補正信号を調整する。ゲインのレベルは、撮影モードや、被写体の輝度レベルに応じて、それぞれ適切な値となるよう、システム制御部 2 1 4 によって制御されている。

【 0 0 6 0 】

加算回路 3 0 5 では、ゲイン処理回路 3 0 4 の出力である、ゲイン調整されたオーバーチャ補正信号を、YCマトリクス処理回路 3 0 1 の出力である低域輝度信号YLに加算し、最終的な輝度信号Yを生成する。

40

【 0 0 6 1 】

以上のようにして、信号処理回路 2 0 8 において、A / D変換器 2 0 5 出力のデジタル画像信号 (RAWと表記する) から、輝度信号Yと色差信号Cr、Cbからなる画像データが生成される。

【 0 0 6 2 】

ここで、画像メモリ 2 0 9 は、信号処理中のデジタル画像信号を一時的に記憶したり、信号処理されたデジタル画像信号を記憶したりするために用いられる。信号処理回路 2 0 8 で信号処理された画像データや画像メモリ 2 0 9 に記憶されている画像データは、記録回路 2 1 1 において、画像記録媒体 2 1 0 に適したデータに符号化圧縮されて画像記録媒体 2 1 0 に記録される。画像記録媒体 2 1 0 に適したデータは、例えば階層構造を持つ

50

ファイルシステムデータである。また、信号処理回路208で信号処理された画像データや画像メモリ209に記憶されている画像データは、信号処理回路208で図示しない解像度変換処理回路によって画像データに解像度変換される。その後、これらの画像データは、表示回路213において画像表示装置212に適した信号（例えばNTSC方式のアナログ信号等）に変換されて画像表示装置212に表示される。

【0063】

また、信号処理回路208においては、システム制御部214からの制御信号により信号処理をせずにデジタル画像信号をそのまま画像データとして、画像メモリ209や記録回路211に出力してもよい。

【0064】

また、信号処理回路208は、システム制御部214から要求があった場合に、信号処理の過程で生じたデジタル画像信号や画像データの情報をシステム制御部214に出力する。上記情報は、例えば、画像の空間周波数、指定領域の平均値、圧縮画像のデータ量等の情報、あるいは、それらから抽出された情報である。さらに、記録回路211は、システム制御部214から要求があった場合に、画像記録媒体210の種類や空き容量等の情報をシステム制御部214に出力する。

【0065】

さらに、画像記録媒体210に画像データが記録されている場合の再生動作について説明する。システム制御部214からの制御信号により記録回路211は、画像記録媒体210から画像データを読み出す。同じくシステム制御部214からの制御信号により信号処理回路208は、画像データが圧縮画像であった場合には、画像伸長処理を行い、画像メモリ209に記憶する。画像メモリ209に記憶されている画像データは、信号処理回路208で解像度変換処理を実施された後、表示回路213において画像表示装置212に適した信号に変換されて画像表示装置212に表示される。

【0066】

以上のような構成で、着目画素におけるエッジの方向を考慮したアパーチャ補正信号を生成することにより、オフセットサンプリングによる折り返し成分を抑圧しつつ、斜め方向の解像感を向上させることができる。

【0067】

着目画素におけるエッジの方向を考慮して、複数種類の方向のアパーチャ補正信号を合成することにより、解像感の低下や、折り返しによるエッジのがたつきを低減し、品位の良いアパーチャ補正信号を生成することができる。また、オフセットサンプリングされた入力画像に対して、水平アパーチャ補正信号、垂直アパーチャ信号と、オフセットサンプリングのサンプリング構造を考慮した斜めアパーチャ信号を合成する。これにより、斜め方向の解像感を維持したまま、オフセットサンプリングに起因するモアレを抑圧することができ、全ての方向について、均一な強度のエッジを付加することができる。

【0068】

なお、図1のアパーチャ補正信号生成回路は、ハードウェア構成に限定されず、プログラムのソフトウェアにより実行するようにしてもよい。その場合、図1の回路の処理方法をシステム制御部（コンピュータ）214に実行させるためのプログラムをROM215に記憶させる。システム制御部（コンピュータ）214は、ROM215内のプログラムを実行することにより、図1のアパーチャ補正信号生成回路と同じ処理を行う。そのプログラムは、メモリカード等のシステム制御部214（コンピュータ）が読み取り可能な記録媒体に記録することができる。

【0069】

本実施形態は、システム制御部214のコンピュータがプログラムを実行することによっても実現することができる。また、プログラムをコンピュータに供給するための手段、例えばかかるプログラムを記録したCD-ROM等のコンピュータ読み取り可能な記録媒体又はかかるプログラムを伝送するインターネット等の伝送媒体も本発明の実施形態として適用することができる。また、上記のプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能

10

20

30

40

50

な記録媒体等のコンピュータプログラムプロダクトも本発明の実施形態として適用することができる。上記のプログラム、記録媒体、伝送媒体及びコンピュータプログラムプロダクトは、本発明の範疇に含まれる。記録媒体としては、例えばフレキシブルディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、磁気テープ、不揮発性のメモリカード、ROM等を用いることができる。

【0070】

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。

【図面の簡単な説明】

【0071】

【図1】本発明の実施形態のオーバーチャ補正信号生成処理回路の構成例を示すブロック図である。

【図2】画像上の局所領域の画素の配列を示す模式図である。

【図3】RGBベイヤ - 配列の一例を示す模式図である。

【図4】水平方向BPF処理、垂直方向BPF処理の周波数特性を示す図である。

【図5】各方向でのオーバーチャ処理手段において、バンドパス特性と直交方向のローパス特性を示すグラフである。

【図6】斜め45°方向オーバーチャ処理手段の周波数特性を示す等高線図である。

【図7】斜め135°方向オーバーチャ処理手段の周波数特性を示す等高線図である。

【図8】斜め45°方向、斜め135°方向オーバーチャ処理手段のバンドパス特性を示すグラフである。

【図9】CZP(サーキュラーゾーンプレート)を示す図である。

【図10】CZPを入力画像としたとき、水平方向オーバーチャ処理手段、垂直方向オーバーチャ処理手段で強調される周波数帯域と、相関係数Tとの対応を示す模式図である。

【図11】CZPを入力画像としたとき、斜め45°方向オーバーチャ処理手段、斜め135°方向オーバーチャ処理手段で強調される周波数帯域と、相関係数Tとの対応を示す模式図である。

【図12】CZPを入力画像としたとき、水平方向オーバーチャ処理手段、垂直方向オーバーチャ処理手段、斜め45°方向オーバーチャ処理手段、斜め135°方向オーバーチャ処理手段で強調される周波数帯域と、相関係数 $|T|$ との対応を示す模式図である。

【図13】エッジ方向推定処理の手順を示すフローチャートである。

【図14】垂直方向相関値Vdiffと水平方向相関値Hdiffの差分、Hdiff-Vdiffと、相関係数Tとの関係を示したグラフである。

【図15】エッジの方向を示す角度 θ を定義した模式図である。

【図16】エッジの方向を示す角度 θ と、相関係数Tとの関係を示したグラフである。

【図17】本実施形態のオーバーチャ補正信号生成処理回路を用いた撮像装置の構成例を示すブロック図である。

【符号の説明】

【0072】

1 エッジ方向推定ユニット

2 オーバーチャ信号生成ユニット

3 オーバーチャ信号合成ユニット

vdiff 垂直相関値

hdiff 水平相関値

T 相関係数

エッジの方向を示す角度

vapc 垂直方向オーバーチャ信号

hapc 水平方向オーバーチャ信号

10

20

30

40

50

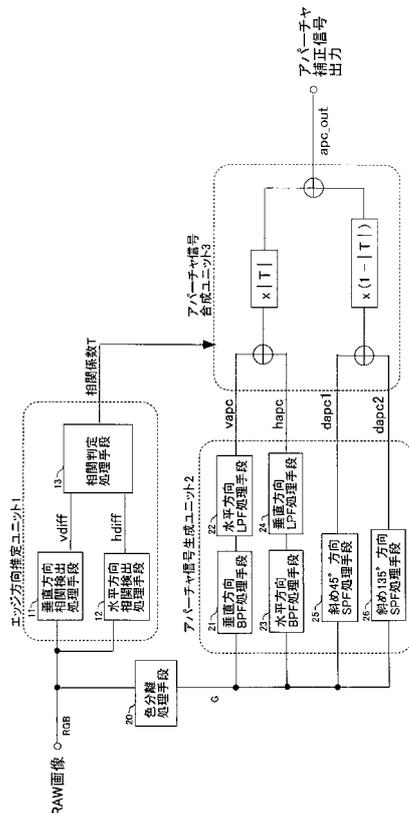
- dpac1 斜め45°方向アパーチャ信号
- dapc2 斜め135°方向アパーチャ信号
- 2 0 1 光学系
- 2 0 2 メカニカルシャッタ
- 2 0 3 撮像素子
- 2 0 4 C D S回路
- 2 0 5 A / D変換器
- 2 0 6 タイミング信号発生回路
- 2 0 7 駆動回路
- 2 0 8 信号処理回路
- 2 0 9 画像メモリ
- 2 1 0 画像記録媒体
- 2 1 1 記録回路
- 2 1 2 画像表示装置
- 2 1 3 表示回路
- 2 1 4 システム制御部
- 2 1 5 不揮発性メモリ (R O M)
- 2 1 6 揮発性メモリ (R A M)
- 3 0 0 同時化处理回路
- 3 0 1 Y Cマトリクス処理回路
- 3 0 2 アパーチャ補正信号生成処理回路
- 3 0 3 ベースクリップ処理回路
- 3 0 4 ゲイン処理回路
- 3 0 5 加算回路

10

20

【 図 1 】

【 図 2 】

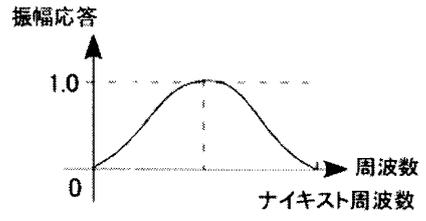


P ₀₀	P ₀₁	P ₀₂	P ₀₃	P ₀₄
P ₁₀	P ₁₁	P ₁₂	P ₁₃	P ₁₄
P ₂₀	P ₂₁	P ₂₂	P ₂₃	P ₂₄
P ₃₀	P ₃₁	P ₃₂	P ₃₃	P ₃₄
P ₄₀	P ₄₁	P ₄₂	P ₄₃	P ₄₄

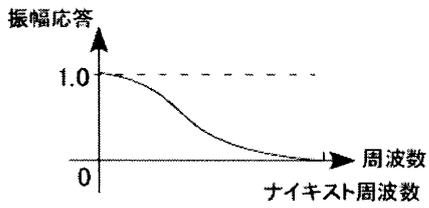
【 図 3 】

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

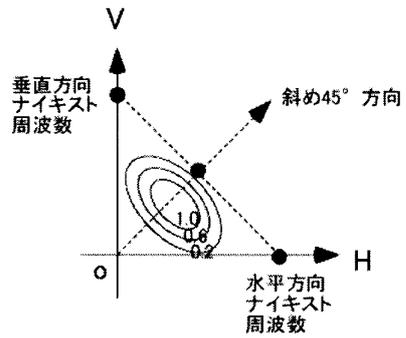
【 図 4 】



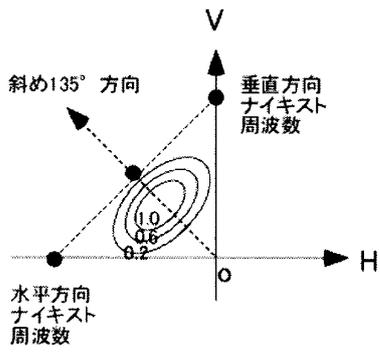
【 図 5 】



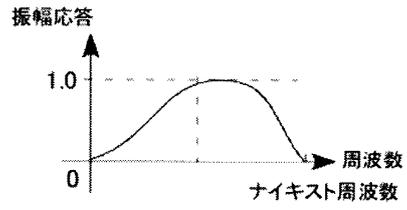
【 図 6 】



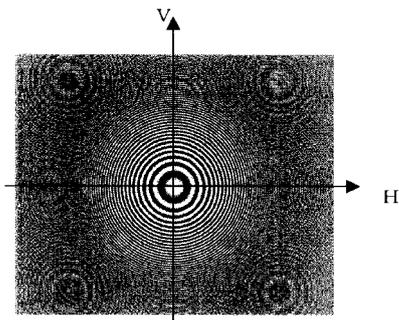
【図7】



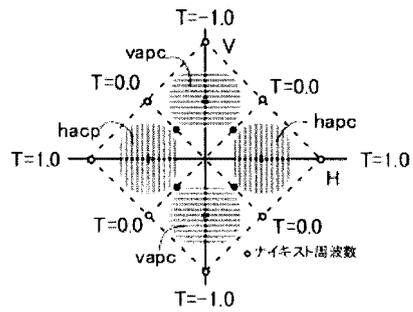
【図8】



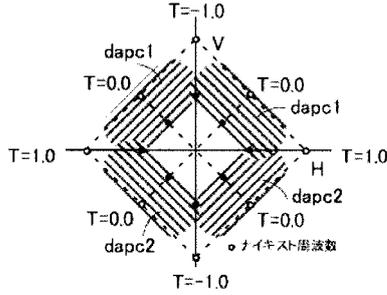
【図9】



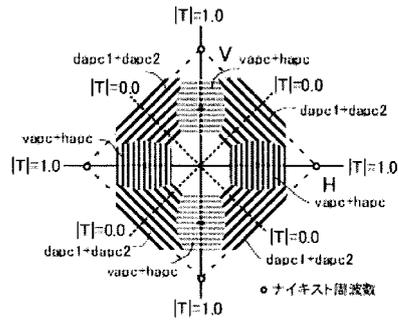
【図10】



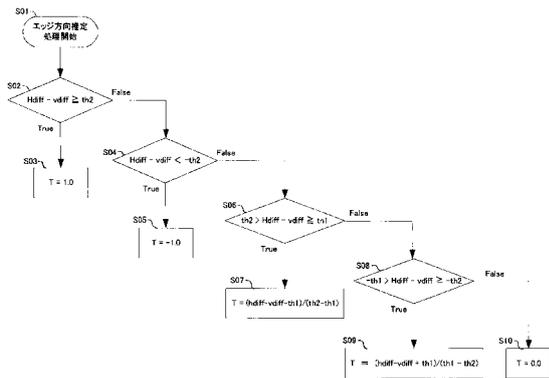
【図 1 1】



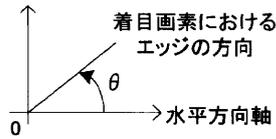
【図 1 2】



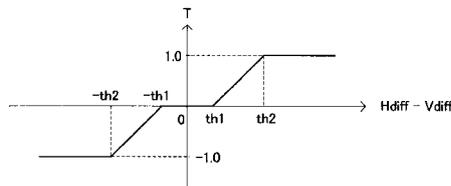
【図 1 3】



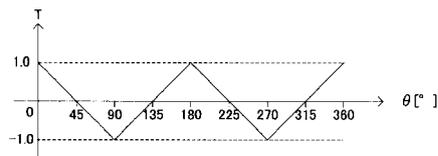
【図 1 5】



【図 1 4】



【図 1 6】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2001-144995(JP,A)
特開2005-130241(JP,A)
特開2005-142832(JP,A)
特開2003-348609(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 9/04 ~ 9/11
H04N 5/222 ~ 5/257
H04N 9/44 ~ 9/78