

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4305071号
(P4305071)

(45) 発行日 平成21年7月29日(2009.7.29)

(24) 登録日 平成21年5月15日(2009.5.15)

(51) Int. Cl.		F I			
HO4N	9/07	(2006.01)	HO4N	9/07	C
HO4N	9/64	(2006.01)	HO4N	9/07	A
			HO4N	9/64	R

請求項の数 15 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2003-188428 (P2003-188428)
(22) 出願日	平成15年6月30日(2003.6.30)
(65) 公開番号	特開2005-26863 (P2005-26863A)
(43) 公開日	平成17年1月27日(2005.1.27)
審査請求日	平成18年6月12日(2006.6.12)

(73) 特許権者	00004112 株式会社ニコン 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
(74) 代理人	100084412 弁理士 永井 冬紀
(74) 代理人	100078189 弁理士 渡辺 隆男
(72) 発明者	陳 浙宏 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

審査官 井上 健一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 信号補正方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の種類の信号を複数の点で取得し、
着目点の前記複数の種類の信号値と所定の関係にある前記複数の種類の信号値を有する点を抽出し、

前記着目点の前記複数の種類の信号値と前記抽出した点の前記複数の種類の信号値とに基づき、前記着目点の前記複数の種類の信号を補正し、

前記所定の関係は、前記複数の種類の信号を前記複数の種類の数に相当する次元の座標で表したとき、前記着目点の前記複数の種類の信号値による座標点を通る所定の傾きの直線上に実質的に位置する関係に対応することを特徴とする信号補正方法。

10

【請求項2】

請求項1記載の信号補正方法において、
前記所定の傾きは、前記複数の種類の信号に対応して備えられた複数の増幅器のゲインに基づき求められることを特徴とする信号補正方法。

【請求項3】

請求項1記載の信号補正方法において、
前記所定の傾きは、前記複数の点の前記複数の種類の信号値の分布状態に基づき求められることを特徴とする信号補正方法。

【請求項4】

請求項1から3のいずれかに記載の信号補正方法において、

20

前記複数の点は、位置的に実質上異なる点であることを特徴とする信号補正方法。

【請求項 5】

請求項 1 から 3 のいずれかに記載の信号補正方法において、

前記複数の点は、時間的に実質上異なる点であることを特徴とする信号補正方法。

【請求項 6】

請求項 1 から 5 のいずれかに記載の信号補正方法において、

前記着目点の前記複数の種類の信号値と前記抽出した点の前記複数の種類の信号値とを使用して前記複数の種類の信号のそれぞれの平均値を求め、前記着目点の前記複数の種類の信号値を前記求めた平均値で置き換えることを特徴とする信号補正方法。

【請求項 7】

請求項 1 から 6 のいずれかに記載の信号補正方法において、

前記複数の種類の信号は、お互いに相関性のある信号であることを特徴とする信号補正方法。

【請求項 8】

請求項 1 から 7 のいずれかに記載の信号補正方法において、

前記複数の種類の信号は、各点間で平坦性がある信号であることを特徴とする信号補正方法。

【請求項 9】

画素に色に関する信号を含む画像データを取得し、

注目画素の色に関する信号とその周辺画素の色に関する信号が、その色に関する信号を構成する色成分による座標で表したとき、前記注目画素の色に関する信号の座標上の点と前記周辺画素の色に関する信号の座標上の点が所定の傾きの直線上に実質的に位置する関係にあると判断できるとき、前記注目画素の色に関する信号の値と前記周辺画素の色に関する信号の値との平均の値を、前記注目画素の色に関する信号の値とすることを特徴とする信号補正方法。

【請求項 10】

画素に色に関する信号を含む画像データを取得し、

注目画素の色に関する信号とその周辺画素の色に関する信号が、所定の色を基準として互いに対称の関係にあると判断できるとき、前記注目画素の色に関する信号の値と前記周辺画素の色に関する信号の値との平均の値を、前記注目画素の色に関する信号の値とする

信号補正方法において、
前記色に関する信号は、色差 C b 成分および色差 C r 成分の色差信号であり、
前記所定の色を基準として互いに対称の関係にあることは、C r C b 座標系で見たとき、前記注目画素の色差 C r 成分 C b 成分の点と前記周辺画素の色差 C r 成分色差 C b 成分の点を結ぶ直線が実質傾き + 1 あるいは - 1 であるかどうかによって判断することを特徴とする信号補正方法。

【請求項 11】

請求項 9 または 10 に記載の信号補正方法において、

前記画素に色に関する信号を含む画像データは、RGB 表色系の画像データであって 1 画素に RGB のいずれかの色成分の色信号しか含まない画像データより生成された画像データであることを特徴とする信号補正方法。

【請求項 12】

画素に少なくとも第 1 の色相に関する信号と第 2 の色相に関する信号を含む画像データを取得し、

各画素を前記第 1 の色相に関する信号と前記第 2 の色相に関する信号による座標で表したとき、注目画素とその周辺画素とが前記座標上で所定の傾きの直線上に実質的に位置すると判断できるとき、前記注目画素の第 1 の色相に関する信号の値と前記周辺画素の第 1 の色相に関する信号の値との平均の値を前記注目画素の第 1 の色相に関する信号の値とし、前記注目画素の第 2 の色相に関する信号の値と前記周辺画素の第 2 の色相に関する信号の値との平均の値を前記注目画素の第 2 の色相に関する信号の値とすることを特徴とする

10

20

30

40

50

信号補正方法。

【請求項 1 3】

請求項 1 ~ 1 2 のいずれかに記載の信号補正方法の手順をコンピュータに実行させるための信号補正処理プログラム。

【請求項 1 4】

請求項 1 3 の信号補正処理プログラムを記録したコンピュータ読みとり可能な記録媒体。

【請求項 1 5】

請求項 1 3 の信号補正処理プログラムを搭載した信号補正処理装置。

【発明の詳細な説明】

10

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、画像信号などの信号を補正する信号補正方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

R G B ベイヤ配列のカラーフィルタを備えた撮像素子で撮像し、R G B 画像データを生成することが知られている。このような撮像素子から各画素の電荷信号を読み出すとき、高速化を図るため、2チャンネルで読み出す手法がある。各チャンネルで読み出された電荷信号を各チャンネルに対応する増幅器で所定のレベルに増幅し、A / D 変換などを経て R G B 画像データが生成される。生成された R G B 画像データには、読み出し回路や増幅器などによる種々のノイズがのることがある。このノイズを低減する方法として、画像データに対して一定の大きさのローパスフィルタをかけることが知られている。すなわち、着目画素に対して所定範囲の周辺画素を使用して平均を求めて置き換え、順次すべての画素に対して行う処理である（例えば特許文献 1 参照）。

20

【0003】

【特許文献 1】

特開 2 0 0 0 - 3 4 1 7 0 7 号公報

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、ローパスフィルタは一定の大きさであるため、低周波ノイズがなおも残存し、色斑ノイズとして現われることがある。特に画像の平坦部においてそのノイズは目だつ。

30

【0005】

本発明は、複数の信号にノイズ等が含まれる場合、効果的に補正する信号補正方法を提供する

【0006】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 の発明は、信号補正方法に適用され、複数の種類の信号を複数の点で取得し、着目点の複数の種類の信号値と所定の関係にある複数の種類の信号値を有する点を抽出し、着目点の複数の種類の信号値と抽出した点の複数の種類の信号値とに基づき、着目点の複数の種類の信号を補正し、所定の関係は、複数の種類の信号を複数の種類の数に相当する次元の座標で表したとき、着目点の複数の種類の信号値による座標点を通過する所定の傾きの直線上に実質的に位置する関係に対応することを特徴とするものである。

40

請求項 2 の発明は、請求項 1 記載の信号補正方法において、所定の傾きは、複数の種類の信号に対応して備えられた複数の増幅器のゲインに基づき求められることを特徴とするものである。

請求項 3 の発明は、請求項 1 記載の信号補正方法において、所定の傾きは、複数の点の複数の種類の信号値の分布状態に基づき求められることを特徴とするものである。

請求項 4 の発明は、請求項 1 から 3 のいずれかに記載の信号補正方法において、複数の点は、位置的に実質上異なる点であることを特徴とするものである。

請求項 5 の発明は、請求項 1 から 3 のいずれかに記載の信号補正方法において、複数の

50

点は、時間的に実質上異なる点であることを特徴とするものである。

請求項 6 の発明は、請求項 1 から 5 のいずれかに記載の信号補正方法において、着目点の複数の種類の信号値と抽出した点の複数の種類の信号値とを使用して複数の種類の信号のそれぞれの平均値を求め、着目点の複数の種類の信号値を求めた平均値で置き換えることを特徴とするものである。

請求項 7 の発明は、請求項 1 から 6 のいずれかに記載の信号補正方法において、複数の種類の信号は、お互いに相関性のある信号であることを特徴とするものである。

請求項 8 の発明は、請求項 1 から 7 のいずれかに記載の信号補正方法において、複数の種類の信号は、各点間で平坦性がある信号であることを特徴とするものである。

請求項 9 の発明は、信号補正方法に適用され、画素に色に関する信号を含む画像データを取得し、注目画素の色に関する信号とその周辺画素の色に関する信号が、その色に関する信号を構成する色成分による座標で表したとき、注目画素の色に関する信号の座標上の点と周辺画素の色に関する信号の座標上の点が所定の傾きの直線上に実質的に位置する関係にあると判断できるとき、注目画素の色に関する信号の値と周辺画素の色に関する信号の値との平均の値を、注目画素の色に関する信号の値とすることを特徴とするものである。

請求項 10 の発明は、信号補正方法に適用され、画素に色に関する信号を含む画像データを取得し、注目画素の色に関する信号とその周辺画素の色に関する信号が、所定の色を基準として互いに対称の関係にあると判断できるとき、注目画素の色に関する信号の値と周辺画素の色に関する信号の値との平均の値を、注目画素の色に関する信号の値とし、色に関する信号は、色差 C b 成分および色差 C r 成分の色差信号であり、所定の色を基準として互いに対称の関係にあることは、C r C b 座標系で見たとき、注目画素の色差 C r 成分 C b 成分の点と周辺画素の色差 C r 成分 C b 成分の点を結ぶ直線が実質傾き + 1 あるいは - 1 であるかどうかによって判断することを特徴とするものである。

請求項 11 の発明は、請求項 9 または 10 に記載の信号補正方法において、画素に色に関する信号を含む画像データは、RGB 表色系の画像データであって 1 画素に RGB のいずれかの色成分の色信号しか含まない画像データより生成された画像データであることを特徴とするものである。

請求項 12 の発明は、信号補正方法に適用され、画素に少なくとも第 1 の色相に関する信号と第 2 の色相に関する信号を含む画像データを取得し、各画素を第 1 の色相に関する信号と第 2 の色相に関する信号による座標で表したとき、注目画素とその周辺画素とが座標上で所定の傾きの直線上に実質的に位置すると判断できるとき、注目画素の第 1 の色相に関する信号の値と周辺画素の第 1 の色相に関する信号の値との平均の値を注目画素の第 1 の色相に関する信号の値とし、注目画素の第 2 の色相に関する信号の値と周辺画素の第 2 の色相に関する信号の値との平均の値を注目画素の第 2 の色相に関する信号の値とすることを特徴とするものである。

請求項 13 の発明は、信号補正処理プログラムに適用され、請求項 1 ~ 12 のいずれかに記載の信号補正方法の手順をコンピュータに実行させるものである。

請求項 14 の発明は、コンピュータ読みとり可能な記録媒体に適用され、請求項 13 の信号補正処理プログラムを記録したものである。

請求項 15 の発明は、信号補正処理装置に適用され、請求項 13 の信号補正処理プログラムを搭載したものである。

【 0 0 0 7 】

【発明の実施の形態】

- 第 1 の実施の形態 -

図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態である電子カメラ（デジタルカメラ）の構成を示す図である。撮影レンズなどから構成される撮影光学系 1 は、被写体像を撮像素子 2 の撮像面に結像する。撮像素子 2 は、RGB ベイア配列のカラーフィルタを有し、撮像面に結像された被写体像を各画素単位に光電変換する。光電変換された各画素の電荷は、高速化のため、チャンネル 3 およびチャンネル 4 の 2 チャンネルで読み出される。

【 0 0 0 8 】

図 2 は、R G B ベイア配列のカラーフィルタを有する撮像素子 2 の例を示す図である。例えば水平（x 方向）2 列ごとに垂直（y 方向）転送を行い、奇数列および偶数列の電荷は、チャンネル 3 およびチャンネル 4 を介して同タイミングで順次水平方向に読み出される。最下段を奇数列とすると、奇数列は G b、B、G b、B . . . の色成分の画素で構成され、偶数列は R、G r、R、G r . . . の色成分の画素で構成されている。従って、チャンネル 3 は常に奇数列、すなわち G b、B、G b、B . . . の色成分の電荷を読み出す。チャンネル 4 は常に偶数列、すなわち R、G r、R、G r . . . の色成分の電荷を読み出す。

【 0 0 0 9 】

チャンネル 3、4 を介して読み出された電荷信号は、増幅器（AMP）5、6 により一定のゲインで増幅され、A / D 変換器 7、8 でデジタルデータに変換される。デジタルデータに変換された信号は、分配器 9、10 を介して各バッファ 11 ~ 14 に順次格納される。分配器 9 は、シリーズに並んだ G b 成分の色信号（データ）と B 成分の色信号（データ）を、それぞれのバッファ 11、12 に順次分配して格納する。バッファ 11 は G b 成分用のバッファであり、バッファ 12 は B 成分用のバッファである。分配器 10 は、シリーズに並んだ R 成分の色信号（データ）と G r 成分の色信号（データ）を、それぞれのバッファ 13、14 に順次分配して格納する。バッファ 13 は R 成分用のバッファであり、バッファ 14 は G r 成分用のバッファである。

【 0 0 1 0 】

制御装置 15 は、各バッファに格納されたデータを後述する処理を行い、R G B 画像データを生成する。マイクロプロセッサおよび周辺回路で構成され、ROM（不図示）に格納された所定の制御プログラムを実行する。なお、制御装置 15 を A S I C により構成してもよい。

【 0 0 1 1 】

第 1 の実施の形態の構成において、撮像素子 2 やチャンネル 3、4 を含む読み出し回路や増幅器 5、6 など種々のアナログ的なノイズがのる。また、第 1 の実施の形態では、上述したように 2 チャンネルで信号を読み出すため、2 チャンネル間の信号には相関性があり、またノイズにも 2 チャンネル間で相関性がある。本発明は、この相関性のある信号に含まれるノイズを、その相関性の性質を利用して効果的に除去あるいは補正するものである。

【 0 0 1 2 】

以下、本実施の形態のノイズ除去の原理について説明する。相関性のある 2 つの信号を A と B とし、真の信号を S、ノイズを N とすると、信号 A、B は次の式（1）（2）で表される。

$$A = S_a + N_a \quad \dots (1)$$

$$B = S_b + N_b \quad \dots (2)$$

【 0 0 1 3 】

本実施の形態では、相関性のある 2 つの信号は、例えば、信号 A をチャンネル 3 を介して取得された B 成分の信号（データ）、信号 B をチャンネル 4 を介して取得された R 成分の信号（データ）である。ここでは、データも信号も同義であるので、以下、特に混乱しない限りデジタルデータも信号として表現する。

【 0 0 1 4 】

ある着目点の信号 A 0、B 0 は、真値 S a 0、S b 0 とノイズ N a 0、N b 0 から構成され、次の式（3）（4）で表される。ベイア配列では、各画素に 1 つの色成分の色信号しか含まれないので、ここで言う着目点とは、R、G r、G b、B 画素の 4 画素ブロックのことを言う。他の点も同様である。

$$A_0 = S_{a0} + N_{a0} \quad \dots (3)$$

$$B_0 = S_{b0} + N_{b0} \quad \dots (4)$$

【 0 0 1 5 】

10

20

30

40

50

図3は、ノイズ N_a 、 N_b が含まれる信号 A 、 B の分布を示す図であり、着目点の信号 A_0 、 B_0 が、四角形21の右上隅に位置している例が示されている図である。図3は横軸に信号 A 縦軸に信号 B をとっているのので、この座標を以下 AB 座標と言う。信号 A 、 B は、平坦な領域の信号であることを前提とする。第1の実施の形態で平坦とは、相関性のある2つの信号を B 成分の信号と R 成分の信号としているので、色が均一であることをいう。また、平坦であるので、各点の信号 A 、 B の真値はすべて S_{a0} 、 S_{b0} となる。

【0016】

四角形21は、ノイズ N_a 、 N_b が含まれる信号 A 、 B の分布の範囲である。四角形21の右上隅は、信号 A のノイズ N_a と信号 B のノイズ N_b が、共に正方向に最大値を示している場合である。四角形21の左下隅は、信号 A のノイズ N_a と信号 B のノイズ N_b が、共に負方向に最大値を示している場合である。四角形21の左上隅は、信号 A のノイズ N_a が負方向に最大値、信号 B のノイズ N_b が正方向に最大値を示している場合である。四角形21の右下隅は、信号 A のノイズ N_a が正方向に最大値、信号 B のノイズ N_b が負方向に最大値を示している場合である。

【0017】

図3の着目点の信号 A_0 、 B_0 は、四角形21の右上隅に位置しているので、正方向のノイズの最大値 $+N_{a0}$ 、 $+N_{b0}$ を含む。この着目点の信号 A_0 、 B_0 のノイズを除去するには、逆のノイズ成分 $-N_{a0}$ 、 $-N_{b0}$ を含む四角形21の左下隅に位置する信号 A_1 、 B_1 を見つけてその平均を取るのが最も効果的である。信号 A_1 、 B_1 を式で表すと次の式(5)(6)となる。

$$A_1 = S_{a0} - N_{a0} \quad \dots (5)$$

$$B_1 = S_{b0} - N_{b0} \quad \dots (6)$$

【0018】

着目点の信号 A_0 、 B_0 と逆成分のノイズを含む信号 A_1 、 B_1 とは、斜線22上に位置する。この斜線22は、傾き $k = N_{b0} / N_{a0}$ の値をもつ斜線である。この斜線22の中心は S_{a0} 、 S_{b0} で示され、着目点の信号 A_0 、 B_0 の真値を示している。しかし、この逆成分のノイズを含む信号 A_1 、 B_1 を簡単に特定することはできない。一方、ノイズがランダムかつ均等に発生する前提で考えると、着目点の信号 A_0 、 B_0 を通る傾き k の斜線上に位置する各点の信号の平均値は丁度 S_{a0} 、 S_{b0} になると考えられる。

【0019】

そこで、本実施の形態では、着目点の信号 A_0 、 B_0 が取得されると、 AB 座標上で信号 A_0 、 B_0 を通りかつ傾き k の斜線を求める。そして、この斜線上に位置する点の信号 A 、 B の平均値を求め、その値を着目点の信号 A_0 、 B_0 の値に対して置き換える。このようにして、着目点のノイズを含んだ信号値が真値に補正される。

【0020】

なお、着目点の信号 A_0 、 B_0 が、図3の左上隅に位置する場合は、右下隅の信号を見つけてそれとの平均を取るのが最も効果的である。従って、この場合は、傾き $k = -N_{b0} / N_{a0}$ の斜線を求めて、前述と同様に、この斜線上の点の平均を求める。このとき、着目点の信号 A_0 、 B_0 を取得したとき、 $\pm k$ のどちらの傾きの斜線を採用するか、また、その傾き k の値をどのような値とするかが問題となる。これについては、後述する。

【0021】

次に、着目点の信号 A_0 、 B_0 が最大ノイズ値よりも小さいノイズを含む場合について説明する。図4は、図3と同様な図であって、着目点の信号 A_0 、 B_0 が四角形21の内部に位置している例が示されている図である。着目点の信号 A_0 、 B_0 を通る傾き k を持つ直線23上の各点の平均値は $ave1A_0$ 、 $ave1B_0$ となる。傾き $-k$ を持つ直線24上の各点の平均値は $ave2A_0$ 、 $ave2B_0$ となる。このとき、点線がより長い方の直線23の中心点 $ave1A_0$ 、 $ave1B_0$ が四角形中心点 S_{a0} 、 S_{b0} により近い。なお、点線がより長い方の直線とは、サンプル数が多いほうの直線とみなすことができる。

【0022】

10

20

30

40

50

このように、着目点の信号 A_0 , B_0 と真値を通る直線の傾きが $\pm k$ でない場合であっても、傾き $\pm k$ の直線上の信号を平均することで十分なノイズ（誤差）の低減を達成することができる。これは、図4において、着目点の信号 A_0 , B_0 の座標点より、平均値 $ave1A_0$, $ave1B_0$ の座標点の方が、真値 Sa_0 , Sb_0 の座標点に十分に近い位置にあることより明らかである。

【0023】

図5は、制御装置15が行うノイズ除去処理のフローチャートを示す図である。ステップS1では、バッファ11~14から、G成分、B成分、R成分、Gr成分の信号（データ）を取得する。本実施の形態では、バッファ12からのB成分の信号とバッファ13からのR成分の信号を、相関のある2つの信号として処理をする。また、バッファ11からのG成分の信号とバッファ14からのGr成分の信号を、相関のある2つの信号として処理をする。

10

【0024】

ステップS2では、取得した信号に基づき平坦部か否かを判定する。本実施の形態のノイズ除去処理は、平坦部であることを前提としている。B成分の信号とR成分の信号との組み合わせでは、平坦とは色が均一であることを言う。G成分の信号同士の組み合わせでは、平坦とは輝度が均一であることを言う。

【0025】

図6は、2つの信号A, Bのバッファを示す図である。例えば、B成分の信号とR成分の信号との組み合わせでは、バッファ12とバッファ13を示す図である。バッファは、着目点（着目画素）を中心に $\pm n$ 個の信号（データ）が格納できるように構成されている。このようなバッファから読み込まれた信号に対して、次の条件式を満足するのであれば平坦であるとみなす。すなわち、着目点（0）と参照点（i）の信号の差分が所定の値 thA , thB 以下であれば、 A_0 と A_i 間および B_0 と B_i 間は平坦であるとみなす。この所定の値 thA , thB はノイズの最大値よりも十分大きな値を設定する。

20

$$|A_0 - A_i| < thA \quad \text{and} \quad |B_0 - B_i| < thB \quad \dots (7)$$

【0026】

ステップS3では、着目点の信号 A_0 , B_0 と平坦であるとみなされた参照点の信号 A_i , B_i とに相関性があるか否かを判定する。相関性があるとは、前述したとおり、AB座標上で、参照点の信号 A_i , B_i が、着目点の信号 A_0 , B_0 を通る傾き $\pm k$ の直線上にあるか否かを判定する。具体的には、次の式（8）（9）のいずれかを満足すれば相関性があると判定する。aは許容誤差であり、傾きkにある程度幅を持たせるものである。

30

$$(B_0 - B_i) / (A_0 - A_i) = +k \pm a \quad \dots (8)$$

$$(B_0 - B_i) / (A_0 - A_i) = -k \pm a \quad \dots (9)$$

【0027】

式（8）を満たす場合は、次式（10）~（12）を実行し、式（9）を満たす場合は、次式（13）~（15）を実行する。

$$SumAplus = SumAplus + A_i \quad \dots (10)$$

$$SumBplus = SumBplus + B_i \quad \dots (11)$$

$$Nplus = Nplus + 1 \quad \dots (12)$$

40

$$SumAminus = SumAminus + A_i \quad \dots (13)$$

$$SumBminus = SumBminus + B_i \quad \dots (14)$$

$$Nplus = Nplus + 1 \quad \dots (15)$$

【0028】

ステップS2~S3を、参照点iが $-n$ から $+n$ の範囲において繰り返す。

【0029】

ステップS4では、信号合成処理を行う。まず、合成信号の選択を行う。

$Nplus > Nminus$ なら次式（16）~（18）を実行する。

$$SumA = SumAplus \quad \dots (16)$$

$$SumB = SumBplus \quad \dots (17)$$

50

$N = N_{plus} \dots (18)$

【0030】

$N_{plus} < N_{minus}$ なら次式(19)~(21)を実行する。

$SumA = SumA_{minus} \dots (19)$

$SumB = SumB_{minus} \dots (20)$

$N = N_{minus} \dots (21)$

【0031】

$N_{plus} = N_{minus}$ なら次式(22)~(24)を実行する。

$SumA = (SumA_{plus} + SumA_{minus}) / 2 \dots (22)$

$SumB = (SumB_{plus} + SumB_{minus}) / 2 \dots (23)$

$N = (N_{plus} + N_{minus}) / 2 \dots (24)$

【0032】

N_{plus} が多くカウントされ、 N_{minus} がほとんどカウントされていない場合には、着目点の信号が四角形21のほぼ右上隅にあるか左下隅にあるかということの意味する。 N_{minus} が多くカウントされ、 N_{plus} がほとんどカウントされていない場合には、着目点の信号が四角形21のほぼ左上隅にあるか右下隅にあるかということの意味する。 N_{plus} も N_{minus} もある程度カウントされている場合は、四角形21の4隅を除く位置にあり、カウント数が多いほうが採用される。図4でも説明したように、カウント数が多いほうの傾きを採用する方が、より真値に近づいた値を求めることができる。

【0033】

次に、式(25)(26)により信号合成を行う。すなわち、求めた平均値で着目点の信号値を置き換える。これにより、着目点の信号 A_0 、 B_0 は、誤差が除去された信号 A_0' 、 B_0' に置き換えられ、誤差が補正される。

$A_0' = AveSumA = SumA / N \dots (25)$

$B_0' = AveSumB = SumB / N \dots (26)$

なお、式(25)(26)の代わりに、式(27)(28)あるいは式(29)(30)を使用してもよい。

$A_0' = (A_0 + SumA) / (N + 1) \dots (27)$

$B_0' = (B_0 + SumB) / (N + 1) \dots (28)$

$A_0' = (A_0 + AveSumA) / 2 \dots (29)$

$B_0' = (B_0 + AveSumB) / 2 \dots (30)$

【0034】

ステップS5では、誤差が除去された各RGBの信号に基づき、RGBの画像データが生成される。また、必要に応じて補間処理、ホワイトバランス、補正などの画像処理を実行する。

【0035】

次に、傾き k の値の求め方を説明する。 k の値は増幅回路5、6のゲインに依存することが想定できるので、次の式(31)より求める。増幅回路5のゲインを $GainA$ と増幅回路6のゲインを $GainB$ とする。増幅回路5のゲインと増幅回路6のゲインが等しく設定されていれば、 $k = 1$ となる。

$k = GainA / GainB \dots (31)$

【0036】

なお、 k は2つ信号のノイズ統計的特性(分散値、標準偏差値、 $p - p$ 値、その他)により求めてもよい。例えば、図3のような信号A、Bの分布図を得ることができれば、その分布図より k の値を求めることができる。また、ホワイトバランスの時に使用する係数に基づいてもよい。すなわち、ノイズ除去処理を実行する時点で、確定しているいろいろな係数に基づいて求めることができる。また、2つの信号間の相関性を保つために、 $1 / 2 |k| - 2$ に制限を加えるとよい。

【0037】

このようにして処理される第1の実施の形態の電子カメラでは、次のような効果を奏する

10

20

30

40

50

。(1) 着目点の信号自身の値に応じたローパスフィルタ効果が得られる。すなわち、着目点のノイズを除去するのに適した信号のみをみつけて、その値を使用して信号を補正するので、効率よくノイズを除去し信号を補正することができる。効率よいノイズ除去により、カラー画像においては、色斑ノイズが効率よく除去される。

(2) 大きいノイズほどノイズ除去効果も大きい。すなわち、着目点が4隅に存在するとき、傾き k の直線は四角形21の中心を通るので、真値に近い $A0'$ 、 $B0'$ 値を得ることができる。

(3) 必要時のみ極限值(図3の四角形の4隅)を使用するので、補正の計算に誤った信号値が入り込むことがない。すなわち、図3において、着目点に対角線上にないときは、4隅のノイズの大きな信号値は使用しないので、誤った補正值を計算することがなくなる。

(4) 広範囲のローパスフィルタを必要とせず、処理が軽い。すなわち、傾き k の直線上にある信号のみを使用して計算するので処理が軽い。

【0038】

なお、上記実施の形態では、相関性のある2つの信号による2次元の例で説明をしたが、この内容に限定する必要はない。相関性のある3つ以上の信号による3次元以上の場合であってもよい。3次元の場合は、3次元座標において所定の傾きを有する直線上に存在する信号で補正をするようにすればよい。

【0039】

また、上記実施の形態では、撮像素子からの画像信号の例で説明をしたが、この内容に限定する必要はない。例えば、音声信号などにも本実施の形態の内容を適用することができる。例えば、2つの相関のある信号としては、ステレオ音声信号の両チャンネルの信号として考え、時系列的に出力される信号間について上記と同様な処理をすればよい。各点とは、時系列的にサンプリングされる各点を言う。平坦部とは、音が一定であると考えればよい。

【0040】

また、上記実施の形態では、R、Gr、Gb、Bの4画素ブロックを1つの点として考える例を説明をしたが、この内容に限定する必要はない。例えば、補間処理などで1画素に複数の信号が含まれている場合は、画素単位を各点として考えればよい。また、複数の撮像素子で撮像して1画素に複数の色成分の信号が含まれる場合も同様である。あるいは、4画素単位をさらに多い8画素単位としてもよい。すなわち、複数の信号が観察される各点は、その信号の状況に応じて適宜決められた単位とすればよい。

【0041】

また、上記実施の形態では、電子カメラの静止画の例で説明をしたが、この内容に限定する必要はない。例えば、ビデオで撮像される画像にも本実施の形態の内容を適用することができる。すなわち、走査線に合わせて時系列に取得した画像信号に対して、上記の実施の形態の内容を適用することができる。

【0042】

また、上記実施の形態では、電子カメラの例で説明をしたが、この内容に限定する必要はない。例えば、次に示す第2の実施の形態と同様に、パーソナルコンピュータ上で処理するようにしてもよい。すなわち、撮像素子2で撮像し生成したRGB画像データをパソコンに読み込み、パソコン上のソフトで実行すればよい。

【0043】

- 第2の実施の形態 -

第1の実施の形態では、撮像素子2やチャンネル3, 4や増幅器5, 6などにおいて入り込むノイズなどを除去する方法について説明した。すなわち、ハードウェア回路上で発生するノイズの影響を除去するものであった。第2の実施の形態では、ソフトウェア処理によって入り込むノイズ(誤差)について、除去する方法を説明する。

【0044】

10

20

30

40

50

R G B ベイヤ配列のカラーフィルタを備えた撮像素子で撮像された画像データには、各画素に R G B いずれか 1 つの色成分の色情報（色信号）しか存在しない。このような画像データを使用して、各画素に各色成分の色情報を生成する補間処理が知られている。しかし、補間処理をすることにより、補間値に誤差すなわちノイズが入り込むことがある。これにより、偽構造や偽色、特にナイキスト周波数近傍に周期的な色モアレが発生し、画質を劣化させることがある。

【 0 0 4 5 】

この色斑や色モアレを軽減する方法として、被写体に含まれる高周波数成分を予め除去するため、撮像素子の前に光学的ローパスフィルタ（OLPF）を使用する方法がある。しかし、光学的ローパスフィルタの効果を強くすれば、偽構造や偽色の発生をより軽減できるが、画像に含まれる高周波数成分が必要以上に抑えられ、解像感が低下する。一方、効果の弱い光学的ローパスフィルタを使用したり、光学的ローパスフィルタ自体を使用しないで撮像したカラー画像について、後処理工程において、色斑や色モアレを軽減する方法がある。例えば、R G B カラー画像を $L * a * b$ 色空間に変換した後、 $a * b$ 面に適用半径の広いメディアンフィルタ処理をして、色モアレを軽減させる手法がある。

10

【 0 0 4 6 】

しかし、上記のような手法だと、色斑や色モアレではない正常な色合いも破壊してしまう恐れが高い。さらに、メディアンフィルタ処理は負荷が大きいため、処理に時間がかかったり、回路規模が大きくなるという問題も生じる。第 2 の実施の形態では、正常な色合いへの影響を最小限に留めつつ、色斑や色モアレを効果的に抑制する信号補正方法を提供するものである。ノイズ（誤差）除去の基本的原理は、第 1 の実施の形態と同様である。

20

【 0 0 4 7 】

図 7 は、第 2 の実施の形態のパーソナルパーソナルコンピュータ（以下パソコンと言う）101 を示す図である。以下で説明する画像処理プログラムは、パソコン 101 上で実行される。パソコン 101 は、デジタルカメラ 102 と接続可能であり、デジタルカメラ 102 で撮像されたカラー画像データを受信する。また、パソコン 101 は、デジタルカメラ 102 で撮像されたカラー画像データをメモリカード 103 を介して受け取ることができる。さらに、パソコン 101 は、C D - R O M 104 などの記録媒体に記録されたカラー画像データを取得することもできる。さらにまた、インターネット 105 を介して他のコンピュータ 106 より送信されたカラー画像データを取得することもできる。本実施の形態の画像処理プログラムは、このように取得されたカラー画像データについて、色斑および色モアレを抑制する画像処理を行う。

30

【 0 0 4 8 】

- 色モアレの発生メカニズム -

まず、色モアレの発生メカニズムについて説明する。デジタルカメラ 102 は、R（赤）、G（緑）、B（青）の色成分がベイヤ配列されたカラーフィルタを有する撮像素子（不図示）で被写体を撮像し、カラー画像データを取得する。カラー画像データを構成する各々の画素には、R G B の何れか 1 つの色成分の色情報しか存在しない。本実施の形態では、この段階のカラー画像データをパソコン 101 が取得する。パソコン 101 では、この R G B の何れか 1 つの色成分の色情報しか存在しない R G B 表色系の画像データを使用して、各画素すべてに輝度成分 Y の輝度情報と色差成分 $C r$ 、 $C b$ の色差情報を生成することが行われる。

40

【 0 0 4 9 】

R G B の何れか 1 つの色成分の色情報しか存在しない R G B 表色系の画像データから、各画素すべてに Y C b C r 成分の輝度情報色差情報を生成する方法については、現在までに各種の方法が提案されている。例えば、周辺画素との類似性を考慮した補間処理により、すべての画素についていったん R G B 成分の色情報を生成し、生成した R G B 成分の色情報を使用して Y C b C r 成分の輝度情報色差情報を生成する方法がある。また、本願発明者が提案した国際公開第 02 / 21849 号に開示された方法では、すべての画素にいったん R G B 成分の色情報を生成するのではなく、R G B の何れか 1 つの色成分の色情報し

50

が存在しないRGB表色系の画像データを使用して、直接YCbCr成分の輝度情報色差情報を生成する方法である。これらのいずれの方法も、着目画素の周辺に存在する画素の各色成分の色情報を使用し、補間処理や他の演算処理を行う。

【0050】

このようにして生成されたYCbCr面に、各種の画像処理が施されたりした後、必要に応じて再びRGB表色系に変換される。その結果、全ての画素にRGB色成分の色情報が生成された解像度の高い高画質なカラー画像を得ることができる。

【0051】

ベイヤ配列は、第1の実施の形態の図2に示すようにRGB3色の色成分が互いにずれた位置に配置されている。このようなベイヤ配列のカラーフィルタを有する撮像素子で、例えば、色相面が平らで、輝度面だけが高周波数成分を含む被写体を撮像する場合を考える。従来技術の方法で、すべての画素にYCbCr成分の輝度情報色差情報を生成する場合、最終結果のカラー画像に色モアレが生じる場合がある。これは、CrCb成分の色差情報に周期的な誤差が入りこみ、Y成分の輝度情報が正しく復元されるかどうかに関係なく、この誤差が原因として色モアレが生じると考えられる。

10

【0052】

図8は、ベイヤ配列の周波数空間において色モアレが発生しやすいポイントを示した図である。図2において、横方向をx軸、縦方向をy軸とする。fNxはx軸方向のナイキスト周波数、fNyはy軸方向のナイキスト周波数。図8は、ナイキスト周波数近傍で色モアレが発生しやすいことを示している。

20

【0053】

図9は、色モアレが発生している画素の色差情報値(色差値)を示すグラフである。横軸に画素座標を取り、縦軸に色差値を取る。色差値が一定の場合は、色の変化もなく一定である。しかし、図9に示すようにCr色差成分あるいはCb色差成分の色差値が一定の周期で繰り返していることは、画素位置に応じてある色の組み合わせが交互に出現していることを示している。すなわち、色モアレが発生していることを示している。Cr0あるいはCb0は、原画像すなわち基底色の色差値を示している。

【0054】

色モアレが発生している一方の色の領域1および他方の色の領域2の色差値を、横軸をCr値、縦軸をCb値とするCrCb座標系にプロットしてみると、図10に示すような現象が観察できる。領域1の画素のCrCbは、エリア111およびエリア112あたりにプロットされ、領域2の画素のCrCbは、エリア113およびエリア114あたりにプロットされた。エリア111およびエリア113の組は、CrCb座標系上約-45度の直線上に位置し、エリア112とエリア114の組は、CrCb座標系上約+45度の直線上に位置する。この-45度の直線上および+45度の直線上にあらわれるCrCbの対を色ペアと呼ぶ。-45度直線上の色ペアの数の方が、+45度直線上の色ペアの数より多くプロットされた。

30

【0055】

- 傾き - 45度について -

- 45度の直線上に位置する色ペアは、「誤差は、輝度面の変化に対して色ペア間で別の振る舞いをし、補間処理をした近傍の画素で相殺されるからである」と考えられる。すなわち、近傍の画素間でエネルギー保存の法則が働くように、誤差が相殺される。

40

【0056】

図11は、この内容を説明する図である。領域1のR画素で輝度成分(Y成分)を表色系変換処理により生成するとき、ナイキスト周波数近傍の細かい凹凸パターンを平均化した値、つまり谷と山の間値となる。R画素位置に山があると-Eの誤差が入り込み、B画素位置に谷が存在して+Eの誤差が入る。この内容を式で表すと次式(101)(102)となる。ここで、Yr1およびYb1は、本来計算されるべき正確なY成分の値を示している。

$$Y_{r1}' = Y_{r1} - E \quad \dots (101)$$

50

$$Y_{b1}' = Y_{b1} + E \dots (102)$$

【0057】

このように、輝度成分に $\pm E$ の誤差が入り込むと、この誤差は色差面にも伝播する。領域1のR画素の色差成分 C_{r1}' は、次の式(103)となる。また、領域1のB画素の色差成分 C_{b1}' は、次の式(104)となる。ここで、 R_1 は領域1のR画素のR成分の色情報の値、 B_1 は領域1のB画素のB成分の色情報の値、 C_{r1} および C_{b1} は、本来計算されるべき正確な色差値である。

$$\begin{aligned} C_{r1}' &= R_1 - Y_{r1}' \\ &= R_1 - Y_{r1} + \Delta E \\ &= C_{r1} + \Delta E \dots (103) \end{aligned}$$

10

$$\begin{aligned} C_{b1}' &= B_1 - Y_{b1}' \\ &= B_1 - Y_{b1} - \Delta E \\ &= C_{b1} - \Delta E \dots (104) \end{aligned}$$

【0058】

なお、R画素において、色差成分 C_b を生成する場合は、周辺のB画素の色差成分 C_{b1}' 等を使用するので、上記B画素と同様な誤差が入り込む。B画素において、色差成分 C_r を生成する場合も、同様に、周辺のR画素の色差成分 C_{r1}' 等を使用するので、上記R画素と同様な誤差が入り込む。

20

【0059】

色ペアのもう一方の領域2では、領域1と逆の振る舞いをするため、R画素で輝度成分を生成処理するとき、 $+E$ の誤差が入り込み、B画素では $-E$ の誤差が入り込む。その結果、領域2のR画素のY成分 Y_{r2}' は次の式(105)となり、領域2のB画素のY成分 Y_{b2}' は次の式(106)となる。また、領域2のR画素の色差成分 C_{r2}' は、次の式(107)となり、領域2のB画素の色差成分 C_{b2}' は、次の式(108)となる。

$$Y_{r2}' = Y_{r2} + \Delta E \dots (105)$$

30

$$Y_{b2}' = Y_{b2} - \Delta E \dots (106)$$

$$\begin{aligned} C_{r2}' &= R_2 - Y_{r2}' \\ &= R_2 - Y_{r2} - \Delta E \\ &= C_{r2} - \Delta E \dots (107) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{b2}' &= B_2 - Y_{b2}' \\ &= B_2 - Y_{b2} + \Delta E \\ &= C_{b2} + \Delta E \dots (108) \end{aligned}$$

40

【0060】

図12は、式(103)(104)(107)(108)を $C_r C_b$ 座標系に表した図である。ここで、色相の変化がない画像を前提としているので、 $C_{r1} = C_{r2} = C_{r0}$ とし、 $C_{b1} = C_{b2} = C_{b0}$ とする。すなわち、 C_{r0} 、 C_{b0} は、基底色の色差成分である。図12は、図10の -45 度直線の色ペアとほぼ一致する。

【0061】

- 傾き $+45$ 度について -

次に、 $+45$ 度の直線上に位置する色ペアは、「誤差は、輝度面の変化に対して色ペア間で相殺され、補間処理をした近傍の画素間で同じような振る舞いをするからである」と考えられる。すなわち、色ペア間でエネルギー保存の法則が働くように、誤差が相殺される

50

【 0 0 6 2 】

図 1 3 は、この内容を説明する図である。領域 1 の R 画素で輝度成分を表色系変換処理により生成するとき、 $-E$ の誤差が入り込んだとすると、領域 1 の R 画素の Y 成分 Y_{r1}' は次の式 (1 0 9) となる。また、補間処理される最も近傍の B 画素では、R 画素と同じ振る舞いをするため $-E$ の誤差が入り込む。従って、領域 1 の B 画素の Y 成分 Y_{b1}' は次の式 (1 1 0) となる。また、領域 1 の R 画素の色差成分 C_{r1}' は、次の式 (1 1 1) となり、領域 1 の B 画素の色差成分 C_{b1}' は、次の式 (1 1 2) となる。

$$Y_{r1}' = Y_{r1} - \Delta E \dots (109)$$

$$Y_{b1}' = Y_{b1} - \Delta E \dots (110)$$

$$\begin{aligned} C_{r1}' &= R_1 - Y_{r1}' \\ &= R_1 - Y_{r1} + \Delta E \\ &= C_{r1} + \Delta E \dots (111) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{b1}' &= B_1 - Y_{b1}' \\ &= B_1 - Y_{b1} + \Delta E \\ &= C_{b1} + \Delta E \dots (112) \end{aligned}$$

【 0 0 6 3 】

色ペアのもう一方の領域 2 では、領域 1 と逆の振る舞いをするため、R 画素で輝度成分を生成処理するとき、 $+E$ の誤差が入り込み、B 画素でも $+E$ の誤差が入り込む。その結果、領域 2 の R 画素の Y 成分 Y_{r2}' は次の式 (1 1 3) となる。領域 2 の B 画素の Y 成分 Y_{b2}' は次の式 (1 1 4) となる。また、領域 2 の R 画素の色差成分 C_{r2}' は、次の式 (1 1 5) となり、領域 2 の B 画素の色差成分 C_{b2}' は、次の式 (1 1 6) となる。

$$Y_{r2}' = Y_{r2} + \Delta E \dots (113)$$

$$Y_{b2}' = Y_{b2} + \Delta E \dots (114)$$

$$\begin{aligned} C_{r2}' &= R_2 - Y_{r2}' \\ &= R_2 - Y_{r2} - \Delta E \\ &= C_{r2} - \Delta E \dots (115) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{b2}' &= B_2 - Y_{b2}' \\ &= B_2 - Y_{b2} - \Delta E \\ &= C_{b2} - \Delta E \dots (116) \end{aligned}$$

【 0 0 6 4 】

図 1 4 は、式 (1 1 1) (1 1 2) (1 1 5) (1 1 6) を $C_r C_b$ 座標系に表した図である。ここで、色相の変化がない画像を前提としているので、図 1 2 と同様に、 $C_{r1} = C_{r2} = C_{r0}$ とし、 $C_{b1} = C_{b2} = C_{b0}$ とする。図 1 4 は、図 1 0 の $+45$ 度直線の色ペアとほぼ一致する。

【 0 0 6 5 】

以上より、表色系変換処理等により生成された色差面において、対象画素 (着目画素) に対して -45 度の直線上の色ペアまたは $+45$ 度の直線上の色ペアが検出できれば、色モアレの原因となる誤差が入り込んでいるということが想定できる。従って、検出した色ペア間で色差値の平均を取り、その平均値でそれぞれの色差値を置き換えれば誤差が取り除かれた色差面を生成することができる。その結果、色モアレが抑制されたカラー画像を取

10

20

30

40

50

得することができる。なお、この手法により、ランダムに発生する色斑ノイズについても効果的に抑制できることが確認されている。なお、色斑ノイズ除去の原理については第1の実施の形態で説明したとおりである。

【0066】

図15は、本実施の形態の画像処理プログラムの制御フローチャートを示す図である。ステップS11では、表色系変換済みのYCbCr成分の画像データを取得する。YCbCr成分の画像データは、前述した通り、RGBの何れか1つの色成分の色情報しか存在しないRGB表色系の画像データから、種々の方法により生成される。

【0067】

ステップS12では、Y面についてローパスフィルタ(LPF)をかける。例えば、次の式(117)で示すようなローパスフィルタである。[i,j]は、フィルタリング対象画素の座標を示す。

$$Y[i,j]=\{4*Y[i,j]+2*(Y[i-1,j]+Y[i+1,j]+Y[i,j-1]+Y[i,j+1])+1*(Y[i-1,j-1]+Y[i+1,j-1]+Y[i-1,j+1]+Y[i+1,j+1])\}/16 \dots (117)$$

このような、ローパスフィルタをかけるのは、後述の処理により、ナイキスト周波数近傍の空間周波数を有する領域を抽出するためである。

【0068】

ステップS13では、対象画素(着目画素)を決める。ステップS14では、ステップS12でローパスフィルタがかけられたY面のデータを使用して周辺画素との平坦度を評価する。ステップS15では、平坦であるとされた領域と平坦でないとされた領域を分割する。ナイキスト周波数近傍の画像は、上述のようなローパスフィルタをかけると、画像が平坦になる。これにより、平坦であると評価され分割された領域を、ナイキスト周波数近傍の領域として抽出することができる。

【0069】

ステップS16では、対象画素とステップS15で平坦とされた領域内の周辺画素との間で、CrCb座標系でお互いを結ぶ直線の傾きを評価する。その傾きが±1であるとステップS17に進み、傾きが±1でないと判断すると次の周辺画素に移りにステップS16の処理を繰り返す。周辺画素とは、色モアレが生じている2つの色を含む範囲とする必要がある。例えば、対象画素を中心とした33×33画素とする。

【0070】

傾きが±1かどうかとは、前述した+45度直線上の色ペアか-45度直線上の色ペアかどうかを評価することである。具体的には、対象画素の色差成分の値をCr1Cb1とし、周辺画素の色差成分の値をCr2Cb2とした場合、次の式(118)を満足すると+45度(傾き=1)、次の式(119)を満足すると-45度(傾き=-1)であると評価することができる。

$$Cr1 - Cr2 = Cb1 - Cb2 \dots (118)$$

$$Cr1 - Cr2 = Cb2 - Cb1 \dots (119)$$

【0071】

誤差も考慮して、式(118)(119)を次の式(120)(121)に置き換えるようにしてもよい。thは、例えば0.2あるいは0.5のような値とする。下式で±thとは、±th以内を意味している。

$$(Cb1 - Cb2) / (Cr1 - Cr2) = 1 \pm th \dots (120)$$

$$(Cb1 - Cb2) / (Cr1 - Cr2) = -1 \pm th \dots (121)$$

【0072】

ステップS17では、傾き+1と評価された画素のCr、Cbの積算平均および傾き-1と評価された画素のCr、Cbの積算平均をそれぞれ計算する。傾き+1(+45度)については次の式(122)から(125)を使用して、傾き-1(-45度)については

次の式(126)から(129)を使用して、積算平均を求める。SumCr、SumCbは、対象画素自体の色差成分の値Cr1、Cb1を含み、傾き+1あるいは-1と評価された周辺画素の色差成分の値Cr2、Cb2を順次足していく式である。AveCr、AveCbは、積算されたSumCr、SumCbを、カウントされた数Nで割り算し平均を求める式である。Nは対象画素も含めるため+1する。

$$+45 \text{ SumCr} = +45 \text{ SumCr} + \text{Cr}2 \quad \dots (122)$$

$$+45 \text{ SumCb} = +45 \text{ SumCb} + \text{Cb}2 \quad \dots (123)$$

$$+45 \text{ AveCr} = +45 \text{ SumCr} / \text{N} \quad \dots (124)$$

$$+45 \text{ AveCb} = +45 \text{ SumCb} / \text{N} \quad \dots (125)$$

$$-45 \text{ SumCr} = -45 \text{ SumCr} + \text{Cr}2 \quad \dots (126)$$

$$-45 \text{ SumCb} = -45 \text{ SumCb} + \text{Cb}2 \quad \dots (127)$$

$$-45 \text{ AveCr} = -45 \text{ SumCr} / \text{N} \quad \dots (128)$$

$$-45 \text{ AveCb} = -45 \text{ SumCb} / \text{N} \quad \dots (129)$$

10

【0073】

ステップS18では、周辺画素すべて終了したかどうかを判断する。まだ、すべてを終了していないと判断するとステップS16に戻り処理を繰り返す。すべてを終了したと判断するとステップS19に進む。ステップS19では、傾き+1および傾き-1と評価された画素数のうち、多いほうの積算平均を使用して対象画素のCrCbを書き換える。

【0074】

ステップS20では、すべての対象画素について終了したかどうかを判断する。まだ、すべてを終了していないと判断するとステップS13に戻り処理を繰り返す。すべてを終了したと判断すると処理を終了する。

20

【0075】

このようにして、第2の実施の形態の画像処理プログラムを使用すると次のような効果を奏する。

(1) 正常な色合いへの影響を最小限に留めつつ、色モアレや色斑などの色ノイズを効果的に抑制することができる。

(2) 種々の表色系変換や補間処理を経た画像データに対して処理を行うことができるので、高精細、高画質、かつ色モアレや色斑などの色ノイズが抑制されたカラー画像データを取得することができる。

30

(3) ナイキスト周波数周辺の領域に限って演算を施すことができるので、処理の負荷は軽減され、確実に色モアレを抑制することができる。

【0076】

なお、上記第2の実施の形態の画像処理プログラムは、CD-ROMなどの記録媒体で提供される。その場合、図7のCD-ROM104を画像処理プログラムが記録されたCD-ROMに置き換えればよい。提供する記録媒体は、CD-ROM以外の記録媒体であってもよい。例えば、DVDやフレキシブルディスクや磁気テープなどであってもよい。また、画像処理プログラムをインターネットなどに代表される通信回線などの伝送媒体を介して提供することも可能である。すなわち、プログラムを、伝送媒体を搬送する搬送波上の信号に変換して送信することも可能である。その場合、図7のコンピュータ106を画像処理プログラムを提供するサーバーコンピュータに置き換えればよい。

40

【0077】

上記第2の実施の形態では、パソコン101上で実行する画像処理プログラムの例で説明をしたが、この内容に限定する必要はない。この画像処理プログラムをデジタルカメラ(電子カメラ)に搭載するようにしてもよい。図16は、このデジタルカメラの構成を示すブロック図である。

【0078】

撮影レンズなどから構成される撮影光学系111は、被写体像を撮像素子112の撮像面に結像する。撮像素子112は、前述したとおりベイア配列のカラーフィルタを有し、被写体像を取得してRGB表色系のカラー画像データを生成する。撮像素子112は、例え

50

ばCCDなどから構成される。RGBカラー画像データは、制御装置113に送信され、制御装置113は、上記の画像処理をはじめ各種の画像処理を行う。すなわち、制御装置113は、上述した画像処理プログラムを実行する。操作部114は、シャッターレリーズボタンや各種のスイッチから構成される。制御装置113により画像処理された後生成されたカラー画像データは、モニタ115上に表示されたり、メモリカード116に記憶されたりする。メモリカード116に記憶された画像データは、通信I/F117を介して外部のパソコン等に送信することができる。デジタルカメラは、図16以外の構成のデジタルカメラであってもよい。

【0079】

上記第2の実施の形態では、画像データにローパスフィルタをかけ、ナイキスト周波数周辺領域を抽出する例を説明したが、この内容に限定する必要はない。ナイキスト周波数周辺領域を抽出せず、対象画素と所定の周辺画素すべてについて、色ペアを検出する処理をするようにしてもよい。具体的には、図15のステップS12、S14、S15を省略してもよい。

10

【0080】

上記第2の実施の形態では、画素単位にYCbCr成分を生成する例を説明した。この画素とは、必ずしも撮像素子の画素に対応しなくてもよい。画像データの1単位を画素と考えればよい。この場合、撮像素子の画素もこの1単位になるが、例えば、ベイヤ配列の1R2G1Bの4つの画素を1つの単位としてもよい(例えば、図11、図13に示されるような単位)。そのような単位で、YCbCrの成分を生成するようにしてもよい。

20

【0081】

上記第2の実施の形態では、輝度成分としてY成分を生成する例を説明したが、この内容に限定する必要はない。例えば、G成分をそのまま輝度成分としてもよい。この場合、G面補間処理が必要となる。色差成分CrはR-G、色差成分CbはB-Gとしてもよい。このようにG面補間された画像データを使用する場合にも、色モアレや色斑の原因となる誤差が入り込むので、上記第2の実施の形態と同様な処理を行えばよい。

【0082】

上記第2の実施の形態では、対象画素と周辺画素との間で-45度(あるいは+45度)直線上の色ペアの関係がある場合、複数の周辺画素の積算平均を演算する例を説明したが、この内容に限定する必要はない。第2の実施の形態の基本的な考え方は、ある画素とある画素がCrCb座標系で-45度(あるいは+45度)直線上の色ペアの関係がある場合、それぞれの画素の色差値の平均値をそれぞれの色差値とすれば、誤差が補正されることにある。

30

【0083】

上記第2の実施の形態では、色相、すなわち色を表す成分として色差成分を使用する例を説明したが、この内容に限定する必要はない。その他の色相を示す成分であってもよい。例えば、R/Y、B/Yのような、R成分とY成分との比、B成分とY成分との比のような成分を使用してもよい。また、その他の表色系に変換し、その色成分を使用するようによい。

【0084】

上記第2の実施の形態では、YCbCrの色空間にて上記実施の形態の処理を行う例を説明した。これは、YCbCrの色空間が補間処理等により生成されることを前提とするものである。すなわち、誤差が入り込む補間処理等の演算が行われた同じ色空間で上記実施の形態の処理を行うのが効果的であるからである。

40

【0085】

上記第2の実施の形態では、CbCr座標系において、-45度の直線上にある色ペアおよび+45度直線上にある色ペアを求める例を説明した。これらの色ペアのCbCr値を平均することにより基底色の色差求めることができた。すなわち、色ペアは基底色を基準にいわゆる補色類似の関係にあると言える。ここで言う補色類似の関係とは、色ペアの色を混色すると基底色の色になる関係を言い、CbCr座標系において、-45度の直線上

50

あるいは+45度直線上にある関係を言う。また、別の言い方をすれば、色ペアの色差値（色相値）が、ある色の色差値を基準に対称の関係にあると言える。

【0086】

上記色ペアを求めるにあたり、選択条件として、所定彩度以下である制限を加えたり、所定周波数成分以上の輝度分布である制限を加えたり、所定周波数成分以下の輝度分布である制限を加えたりしてもよい。このような制限を加えることにより、処理が迅速になり、しかも確実に色モアレや色斑を抑制することができるようになる。

【0087】

また、上記第2の実施の形態では、静止画の例で説明をしたが、この内容に限定する必要はない。例えば、ビデオで撮像される動画像にも本実施の形態の内容を適用することができる。

10

【0088】

上記第1の実施の形態では、ノイズ（誤差）がのった信号がある程度全体に分布していたが、第2の実施の形態の色モアレでは、図3を参照して説明すれば、四角形21の4隅に分布が集中しているといえる。しかし、第1の実施の形態と第2の実施の形態のノイズ（誤差）除去の考え方は、基本的に同一である。また、色斑ノイズを考えたとき、分布は第1の実施の形態と同様に全体に分布していると考えられる。従って、色モアレノイズも色斑ノイズも除去するためには、第1の実施の形態で説明した処理を行えばよい。

【0089】

上記では、種々の実施の形態および変形例を説明したが、本発明はこれらの内容に限定されるものではない。本発明の技術的思想の範囲内で考えられるその他の態様も本発明の範囲内に含まれる。

20

【0090】

【発明の効果】

本発明は、以上説明したように構成しているので、次のような効果を奏する。着目点の信号自身に応じた補正すなわちノイズ除去や誤差除去効果が得られる。しかも、補正のための負荷は小さくてすむ。特に、画像データにおいて、色モアレや色斑などの色ノイズが効果的に除去される。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態の電子カメラの構成を示す図である。

30

【図2】ベイヤ配列を示す図である。

【図3】ノイズが含まれる信号A、Bの分布を示す図であり、着目点の信号が四角形の右上隅に位置している例が示されている図である。

【図4】ノイズが含まれる信号A、Bの分布を示す図であり、着目点の信号が四角形の内部に位置している例が示されている図である。

【図5】制御装置が行うノイズ除去処理のフローチャートを示す図である。

【図6】2つの信号A、Bのバッファを示す図である。

【図7】第2の実施の形態の画像処理プログラムが実行されるパソコンを示す図である。

【図8】ベイヤ配列の周波数空間において色モアレが発生しやすいポイントを示した図である。

40

【図9】色モアレが発生している画素の色差情報値（色差値）を示すグラフである。

【図10】色モアレの現象をCrCb座標系に示した図である。

【図11】-45度の直線上に位置する色ペアを説明する図である。

【図12】-45度の直線上に位置する色ペアをCrCb座標系に表した図である。

【図13】+45度の直線上に位置する色ペアを説明する図である。

【図14】+45度の直線上に位置する色ペアをCrCb座標系に表した図である。

【図15】第2の実施の形態の画像処理プログラムの制御フローチャートを示す図である。

。

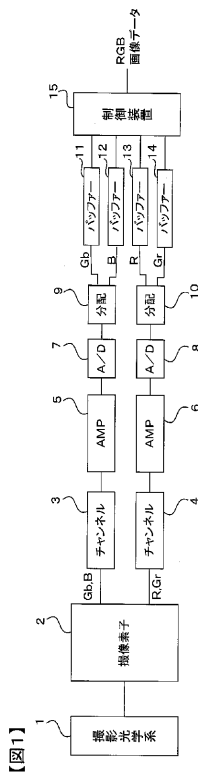
【図16】デジタルカメラの構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

50

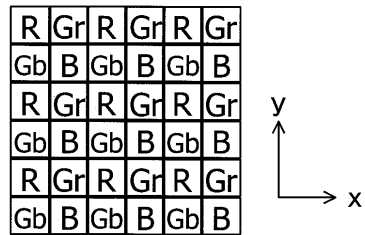
- 1 撮影光学系
- 2 撮像素子
- 3、4 チャンネル
- 5、6 増幅器 (AMP)
- 7、8 A/D変換器
- 9、10 分配器
- 11~14 バッファ
- 15 制御装置
- 101 パーソナルコンピュータ
- 102 デジタルカメラ
- 103 メモリカード
- 104 CD-ROM
- 105 インターネット

【図1】



【図2】

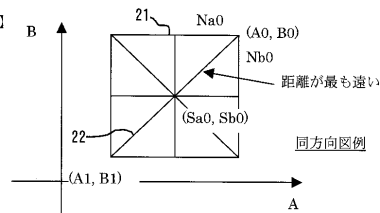
【図2】



Bayer配列

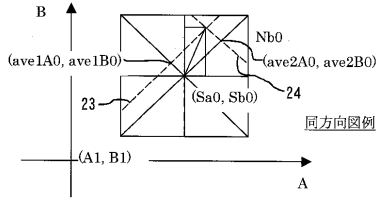
【図3】

【図3】



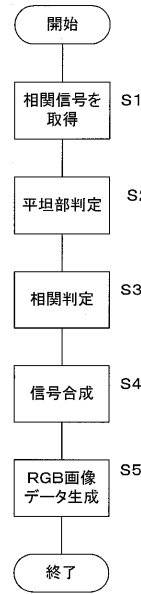
【図4】

【図4】



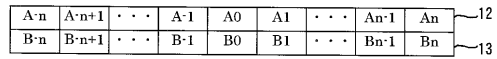
【図5】

【図5】



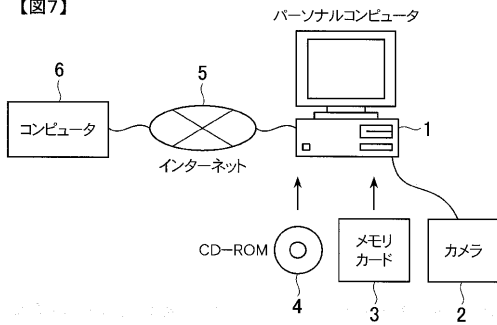
【図6】

【図6】



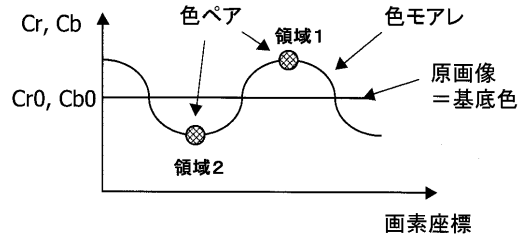
【図7】

【図7】



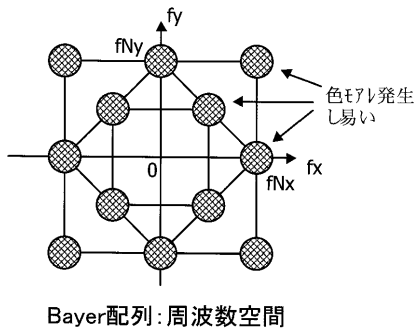
【図9】

【図9】



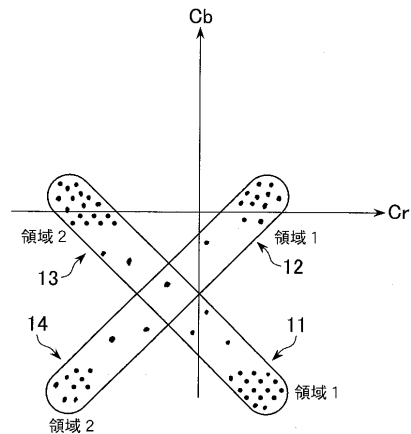
【図8】

【図8】



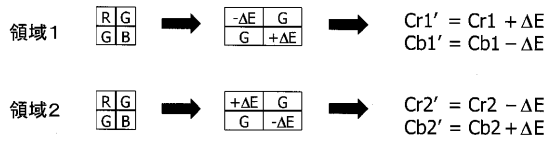
【図10】

【図10】



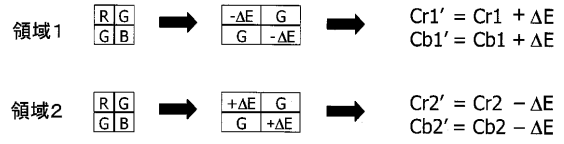
【図11】

【図11】



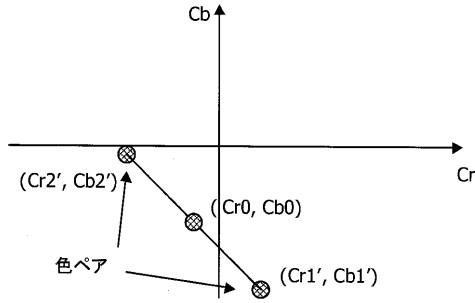
【図13】

【図13】



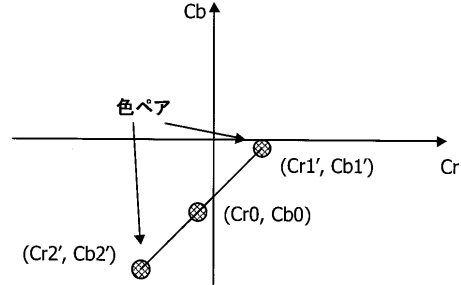
【図12】

【図12】



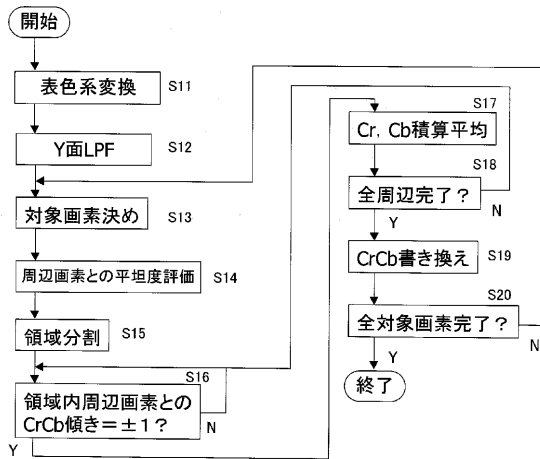
【図14】

【図14】



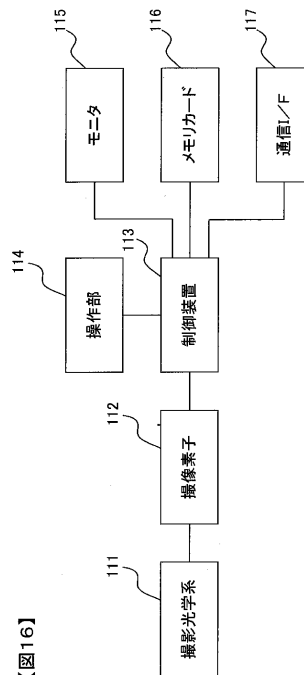
【図15】

【図15】



【図16】

【図16】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特表2004-511054(JP,A)
特開平03-085972(JP,A)
特開平01-011474(JP,A)
特開2004-229232(JP,A)
特開平10-207490(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 9/04-9/11
H04N 9/64-9/78
G10L 19/00-21/06