

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5309940号
(P5309940)

(45) 発行日 平成25年10月9日(2013.10.9)

(24) 登録日 平成25年7月12日(2013.7.12)

(51) Int.Cl.		F I	
HO4N 5/335	(2011.01)	HO4N 5/335	
HO4N 1/48	(2006.01)	HO4N 1/46	A
G06T 1/00	(2006.01)	G06T 1/00	460E
HO4N 1/40	(2006.01)	HO4N 1/40	101Z
HO4N 101/00	(2006.01)	HO4N 101:00	

請求項の数 10 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2008-313480 (P2008-313480)
 (22) 出願日 平成20年12月9日(2008.12.9)
 (65) 公開番号 特開2009-177792 (P2009-177792A)
 (43) 公開日 平成21年8月6日(2009.8.6)
 審査請求日 平成23年11月4日(2011.11.4)
 (31) 優先権主張番号 特願2007-339351 (P2007-339351)
 (32) 優先日 平成19年12月28日(2007.12.28)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 000004112
 株式会社ニコン
 東京都千代田区有楽町1丁目12番1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 宇津木 暁彦
 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 木方 庸輔

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置、および撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

欠陥画素の位置情報を記録した欠陥画素位置情報記憶手段と、
 前記欠陥画素を補間対象画素として設定する補間対象画素設定手段と、
 前記補間対象画素の画素値を補間するための補間精度が異なる複数の補間値算出式の中
 から、前記補間対象画素に対して参照画素が全て正常であって、かつ最も補間精度が良い
 補間値算出式を最適補間値算出式として選択する選択手段と、

前記選択手段によって選択された前記最適補間値算出式を用いて前記補間対象画素の画
 素値を補間する補間手段と、を備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】

請求項1に記載の画像処理装置において、

前記補間値算出式は、基準補間値算出式と補助補間値算出式とを含み、

前記選択手段は、複数の前記基準補間値算出式の中から、前記補間対象画素に対して適
 用可能であって、かつ最も補間精度が高い基準補間値算出式を最適基準補間値算出式とし
 て選択した後、前記最適基準補間値算出式に対応する補間精度が異なる複数の前記補助補
 間値算出式の中から、前記補間対象画素に対して参照する画素が全て正常であって、かつ
 最も補間精度が良い補助補間値算出式を最適補助補間値算出式として選択し、

前記補間手段は、前記最適基準補間値算出式を用いて算出された基準補間値と、前記最
 適補助補間値算出式を用いて算出された補助補間値とを合わせた値を、前記補間対象画素
 の画素値とすることを特徴とする画像処理装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の画像処理装置において、

前記選択手段は、補間精度の良い順に、前記補間値算出式で参照する画素がすべて正常であるか否かを判定し、最初に全て正常と判定した補間値算出式を前記最適補間値算出式として選択することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 4】

請求項 2 に記載の画像処理装置において、

前記選択手段は、補間精度の良い順に、前記基準補間値算出式で参照する画素がすべて正常であるか否かを判定し、最初に全て正常と判定した基準補間値算出式を前記最適基準補間値算出式として選択することを特徴とする画像処理装置。

10

【請求項 5】

請求項 2 に記載の画像処理装置において、

前記選択手段は、補間精度の良い順に、前記補助補間値算出式で参照する画素がすべて正常であるか否かを判定し、最初に全て正常と判定した補助補間値算出式を前記最適補助補間値算出式として選択することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の画像処理装置において、

前記補間対象画素の近傍における画像構造の類似方向を判定する類似方向判定手段をさらに備え、

前記選択手段は、前記類似方向判定手段によって判定された類似方向に応じた前記複数の補間値算出式の中から、前記最適補間値算出式を選択することを特徴とする画像処理装置。

20

【請求項 7】

複数の欠陥画素の位置情報を記録した欠陥画素位置情報記憶手段と、

前記欠陥画素の近傍の画素のうち、前記欠陥画素の色と同色の正常な画素を用いて前記欠陥画素の画素値を補間するための補間精度の異なる複数の補間値算出式の中から、前記欠陥画素に対して最も補間精度の良い第 1 の補間値算出式を選択し、前記欠陥画素の近傍の画素のうち、前記欠陥画素の色と異色の正常な画素を用いて前記欠陥画素の画素値を補間するための補間精度の異なる複数の補間値算出式の中から、前記欠陥画素に対して最も補間精度の良い第 2 の補間値算出式を選択し、前記欠陥画素の位置情報、前記第 1 の補間値算出式、および前記第 2 の補間値算出式を用いて前記欠陥画素の画素値を補間する補間手段と、を備えることを特徴とする画像処理装置。

30

【請求項 8】

請求項 7 に記載の画像処理装置において、

前記補間手段は、前記欠陥画素の近傍における画像構造の類似方向を判定し、判定した類似方向に応じた複数の補間値算出式の中から、前記第 1 の補間値算出式と前記第 2 の補間値算出式とを選択することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 9】

請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の画像処理装置において、

前記最も補間精度が良い補間値算出式とは、最も参照画素数が多い補間値算出式であることを特徴とする画像処理装置。

40

【請求項 10】

被写体像を撮像する撮像素子と、

前記撮像素子から出力される画像信号に対して画像処理を行なって画像データを生成する請求項 1 ~ 9 のいずれかに記載の画像処理装置と、を備え、

前記画像処理装置は、前記撮像素子から出力される画像信号を用いて、前記撮像素子に含まれる欠陥画素の画素値を補間して、前記画像データを生成することを特徴とする撮像装置。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像処理装置、および撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

次のような画像処理装置が知られている。この画像処理装置は、画像データ内の塊欠陥画素を補間する（例えば、特許文献1）。

また、別な画像処理装置は、別の色成分の凹凸構造を検出して補間値に加える欠陥補正を行っている（例えば、特許文献2）。

【0003】

【特許文献1】特開2005-223815号公報

【特許文献2】特許第3951992号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

一般に、Bayer画像において欠落する色成分は、次のように補間される。すなわち、まず、対象箇所周囲の画素のうち、対象色成分と同じ色の画素値を用いて平均値を求める。そして、対象色成分とは異なる色の画素値などを用いて対象箇所における凹凸構造を抽出し、抽出した値を平均値に加える。これにより、微細構造再現精度や偽色抑制精度を向上している。しかしながら、従来の画像処理装置では、任意の形状の塊欠陥の補正を行う際に、別の色成分の凹凸を補間値に加えるものがないため、微細構造再現精度や偽色抑制精度が充分とは言えない。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明による画像処理装置は、欠陥画素の位置情報を記録した欠陥画素位置情報記憶手段と、欠陥画素を補間対象画素として設定する補間対象画素設定手段と、補間対象画素の画素値を補間するための補間精度の異なる複数の補間値算出式の中から、補間対象画素に対して参照する画素が全て正常であって、かつ最も補間精度が良い補間値算出式を最適補間値算出式として選択する選択手段と、選択手段によって選択された最適補間値算出式を用いて補間対象画素の画素値を補間する補間手段と、を備えることを特徴とする。

本発明では、補間値算出式は、基準補間値算出式と補助補間値算出式とを含み、選択手段は、補間精度の異なる複数の基準補間値算出式の中から、補間対象画素に対して参照する画素が全て正常であって、かつ最も補間精度が良い基準補間値算出式を最適基準補間値算出式として選択した後、最適基準補間値算出式に対応する補間精度の異なる複数の補助補間値算出式の中から、補間対象画素に対して参照する画素が全て正常であって、かつ最も補間精度が良い補助補間値算出式を最適補助補間値算出式として選択し、補間手段は、最適基準補間値算出式を用いて算出された基準補間値と、最適補助補間値算出式を用いて算出された補助補間値とを合わせた値を、補間対象画素の画素値とするようにしてもよい。

選択手段は、補間精度の良い順に補間値算出式が適用可能かを判定し、最初に適用可能と判定した補間値算出式を最適補間値算出式として選択するようにしてもよい。

選択手段は、補間精度の良い順に基準補間値算出式で参照する画素が全て正常であるか否かを判定し、最初に全て正常と判定した基準補間値算出式を最適基準補間値算出式として選択するようにしてもよい。

選択手段は、補間精度の良い順に補助補間値算出式で参照する画素が全て正常であるか否かを判定し、最初に全て正常と判定した補助補間値算出式を最適補助補間値算出式として選択するようにしてもよい。

補間対象画素の近傍における画像構造の類似方向を判定する類似方向判定手段をさらに備え、選択手段は、類似方向判定手段によって判定された類似方向に応じた複数の補間値算出式の中から、最適補間値算出式を選択するようにしてもよい。

10

20

30

40

50

本発明による画像処理装置は、複数の欠陥画素の位置情報を記録した欠陥画素位置情報記憶手段と、欠陥画素の近傍の画素のうち、欠陥画素の色と同色の正常な画素を用いて欠陥画素の画素値を補間するための補間精度の異なる複数の補間値算出式の中から、欠陥画素に対して最も補間精度の良い第1の補間値算出式を選択し、欠陥画素の近傍の画素のうち、欠陥画素の色と異色の正常な画素を用いて欠陥画素の画素値を補間するための補間精度の異なる複数の補間値算出式の中から、欠陥画素に対して最も補間精度の良い第2の補間値算出式を選択し、欠陥画素の位置情報、第1の補間値算出式、および第2の補間値算出式を用いて欠陥画素の画素値を補間する補間手段と、を備えることを特徴とする。

補間手段は、欠陥画素の近傍における画像構造の類似方向を判定し、判定した類似方向に応じた複数の補間値算出式の中から、第1の補間値算出式と第2の補間値算出式とを選択するようにしてもよい。

10

最も補間精度が良い補間値算出式とは、最も参照画素数が多い補間値算出式であるようにしてもよい。

本発明による撮像装置は、被写体像を撮像する撮像素子と、撮像素子から出力される画像信号に対して画像処理を行なって画像データを生成する上記いずれかの画像処理装置とを備え、画像処理装置は、撮像素子から出力される画像信号を用いて、撮像素子に含まれる欠陥画素の画素値を補間して、画像データを生成することを特徴とする。

【発明の効果】

【0006】

本発明によれば、撮像素子の任意の形状の塊画素欠陥を補正するにあたって、微細構造再現精度や偽色抑制精度を向上することができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

第1の実施の形態

図1は、第1の実施の形態におけるデジタルカメラの一実施の形態の構成を示すブロック図である。デジタルカメラ100は、レンズ101と、撮像素子102と、欠陥画素補正部103と、画像処理部104と、画像記録部105とを備えている。

【0008】

レンズ101は、複数の光学レンズにより構成され、被写体像を撮像素子102へ結像する。撮像素子102は、例えばCCDやCMOSセンサであり、この撮像素子102が一定時間露光することにより、光学像が画像データとして得られる。撮像素子102は、取得した画像データを欠陥画素補正部103へ出力する。このとき、撮像素子102が塊画素欠陥を有している場合には、撮像素子102で取得した画像データには、欠陥画素が発生することになる。欠陥画素補正部103は、後述する処理を行って、このような塊画素欠陥を有する撮像素子で撮像された画像データ内の欠陥画素を補正して、補正後の画像データを画像処理部104へ出力する。

30

【0009】

なお、本実施の形態では、撮像素子102から入力される画像データは、Bayer配列の画像データであるものとする。また、この画像データ内の欠陥画素は、大きさが4×4画素以内の任意形状であるものとする。本実施の形態では、画像データ内の各画素の位置を座標値によって特定するものとし、画像の左の方がx座標が小さく、上の方がy座標が小さいものとする。

40

【0010】

画像処理部104は、入力された画像データに対して、ホワイトバランス処理、色補間処理、エッジ強調処理、サイド強調処理などの公知の画像処理を施した後、画像処理後の画像データを画像記録部105へ出力する。画像データを画像記録部105は、例えば、メモリカードなどの外部記憶媒体や、フラッシュメモリなどの内部記憶媒体に画像データを記録する。なお、欠陥画素補正部103、画像処理部104、および画像記録部105は、CPUおよびその他の周辺回路により構成されている。

【0011】

50

図2は、欠陥画素補正部103の構成を示すブロック図である。以下、この図2を用いて、欠陥画素補正部103によって実行される処理について説明する。欠陥画素補正部103は、類似方向判定部103aと、補間値算出方法供給部103bと、欠陥画素位置情報記録部103cと、最適補間値算出方法選択部103dと、補間生成対象画素設定部103eと、欠陥画素補間生成部103fとを備えている。なお、欠陥画素位置情報記録部103cは、後述する欠陥画素位置情報を記録するためのメモリ、例えばフラッシュメモリである。なお、類似方向判定部103aと、最適補間値算出方法選択部103dと、補間生成対象画素設定部103eと、欠陥画素補間生成部103fとが演算処理部を構成している。

【0012】

欠陥画素位置情報記録部103cには、画像データ内の欠陥画素の位置や分布を特定するための欠陥画素位置情報として、塊欠陥位置 (P, Q) と欠陥マップ $D(i, j)$ ($i = 0 \sim 3, j = 0 \sim 3$)が記録されている。塊欠陥位置 (P, Q) は、画像内の 4×4 画素の塊欠陥領域の左上端の座標値である。また、欠陥マップ $D(i, j)$ ($i = 0 \sim 3, j = 0 \sim 3$)は、塊欠陥領域のそれぞれの画素が欠陥かどうかを指定するためのマップ情報である。なお、塊欠陥位置 (P, Q) と欠陥マップ $D(i, j)$ ($i = 0 \sim 3, j = 0 \sim 3$)は、デジタルカメラを出荷する前に、撮像素子の欠陥画素特性を調査した結果に基づいて生成されているものとする。

【0013】

この欠陥マップ $D(i, j)$ は、図3に示すように、0と1のコード値によって正常画素と欠陥画素とを区別している。すなわち、欠陥マップ $D(i, j)$ においては、画像データ上の画素 $(P + i, Q + j)$ が正常画素なら $D(i, j) = 0$ となり、画像データ上の画素 $(P + i, Q + j)$ が欠陥画素なら $D(i, j) = 1$ となる。なお、ここで言う正常画素とは、出力低下などの異常性のある画素に対して、ゲイン補正などの不図示の前補正処理を施すことによって正常な出力値に補正された画素を含む。以下の説明では、1つの塊欠陥を補正する例について説明するが、同じ処理を繰り返すことによって複数の塊欠陥を補正することができる。

【0014】

まず、撮像素子102から出力された画像データは、類似方向判定部103aへ入力される。類似方向判定部103aは、欠陥画素位置情報記録部103cから上述した塊欠陥位置 (P, Q) を読み込む。そして、類似方向判定部103aは、塊欠陥領域からの距離が4画素以内の領域、(つまり、欠陥領域 4×4 を中心とする 12×12 の領域のうち、中心の 4×4 を除く領域)において、同色画素の隣接画素差分絶対値和である、 CV 、 CH 、 $C45$ 、および $C135$ を算出する。ここで、 CV は縦方向に隣接する画素の差分絶対値和であり、 CH は横方向に隣接する画素の差分絶対値和である。また、 $C45$ は斜め45度方向に隣接する画素の差分絶対値和であり、 $C135$ は斜め135度方向に隣接する画素の差分絶対値和である。そして、類似方向判定部103aは、この4方向のうち、画素差分絶対値和が最も小さくなる方向を類似方向と判定する。

【0015】

補間値算出方法供給部103bは、類似方向判定部103aが判定した類似方向に応じた複数の補間値算出方法を最適補間値算出方法選択部103dへ出力する。すなわち、類似方向が横、縦、斜め45度、斜め135度のそれぞれの場合の補間値算出方法があらかじめ設定されてメモリに記録されており、補間値算出方法供給部103bは、その中から類似方向判定部103aによる判定結果に応じた方向の補間値算出方法を選択して、最適補間値算出方法選択部103dへ出力する。

【0016】

例えば、類似方向判定部103aによる類似方向の判定結果が横方向であった場合には、補間値算出方法供給部103bは、横方向の画素を参照する複数の補間値算出方法として、以下の補間値算出方法1から補間値算出方法8の8通りの補間値算出方法(補間値算出式)を最適補間値算出方法選択部103dへ出力する。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 7 】

補間値算出方法 1 : $n = 6$ 、 $X = \{-2, 2, -3, -1, 1, 3\}$ 、 $Y = \{0, 0, 0, 0, 0, 0\}$ 、 $K = \{2, 2, -1, 1, 1, -1\}$

補間値算出方法 2 : $n = 4$ 、 $X = \{-2, 2, -3, -1\}$ 、 $Y = \{0, 0, 0, 0\}$ 、 $K = \{2, 2, -1, 1\}$

補間値算出方法 3 : $n = 4$ 、 $X = \{-2, 2, 1, 3\}$ 、 $Y = \{0, 0, 0, 0\}$ 、 $K = \{2, 2, 1, -1\}$

補間値算出方法 4 : $n = 2$ 、 $X = \{-2, 2\}$ 、 $Y = \{0, 0\}$ 、 $K = \{2, 2\}$

補間値算出方法 5 : $n = 3$ 、 $X = \{-2, -3, -1\}$ 、 $Y = \{0, 0, 0\}$ 、 $K = \{4, -2, 2\}$

補間値算出方法 6 : $n = 3$ 、 $X = \{2, 1, 3\}$ 、 $Y = \{0, 0, 0\}$ 、 $K = \{4, 2, -2\}$

補間値算出方法 7 : $n = 1$ 、 $X = \{-2\}$ 、 $Y = \{0\}$ 、 $K = \{4\}$

補間値算出方法 8 : $n = 1$ 、 $X = \{2\}$ 、 $Y = \{0\}$ 、 $K = \{4\}$

10

【 0 0 1 8 】

なお、上記補間値算出方法 1 における「 $X = \{-2, 2, -3, -1, 1, 3\}$ 」という表記は、配列 X の各値が、 $X[0] = -2$ 、 $X[1] = 2$ 、 $X[2] = -3$ 、 $X[3] = -1$ 、 $X[4] = 1$ 、 $X[5] = 3$ であることを表す。また、それぞれの補間値算出方法は、パラメータ n 、 X 、 Y 、および K を持つ構造体として出力される。

【 0 0 1 9 】

上記 n および配列 X 、 Y 、 K は、補間方法を特定するパラメータであり、座標 (x, y) の画素値 $A(x, y)$ を算出する処理は次の補間式 (1) によりなされる。

20

【 数 1 】

$$\text{【数1】 } A(x, y) = \frac{1}{4} \sum_{i=0}^{n-1} (K[i] \times A(x + X[i], y + Y[i])) \quad \dots(1)$$

【 0 0 2 0 】

例えば、補間値算出方法 1 の補間式は次式 (2) のようになる。

30

【 数 2 】

$$\text{【数2】 } A(x, y) = \frac{1}{2}(A(x-2, y) + A(x+2, y)) + \frac{1}{4}(-A(x-3, y) + A(x-1, y) + A(x+1, y) - A(x+3, y)) \quad \dots(2)$$

ここで、式 (2) に示す補間式の第一項は、 (x, y) の左右の同色画素の平均を求めることにより基準となる補間値を算出している。そして、第二項は (x, y) の左右の異色画素を用いて微細な凹凸構造を抽出して基準となる補間値に加算することにより微細構造の再現性を向上させている。

【 0 0 2 1 】

40

また、補間値算出方法 2 の補間式は次式 (3) のようになる。

【 数 3 】

$$\text{【数3】 } A(x, y) = \frac{1}{2}(A(x-2, y) + A(x+2, y)) + \frac{1}{4}(-A(x-3, y) + A(x-1, y)) \quad \dots(3)$$

この式 (3) に示す補間式では、凹凸構造を抽出する第二項が不完全なので補間値算出方法 1 に比べて補間精度がやや劣る。

【 0 0 2 2 】

また、補間値算出方法 5 の補間式は次式 (4) のようになる。

50

【数4】

$$\text{【数4】 } A(x, y) = A(x-2, y) + \frac{1}{4}(-A(x-3, y) + A(x-1, y)) \cdots(4)$$

この式(4)に示す補間式では、基準となる補間値算出で(x, y)の左側の画素しか参照していないので、補間値算出方法1や2よりも補間精度が劣る。このように、補間値算出方法は、補間精度が良い順に並んでいる。

【0023】

補間生成対象画素設定部103eは、欠陥画素位置情報記録部103cから欠陥マップD(i, j) (i = 0 ~ 3, j = 0 ~ 3)を読み込み、欠陥マップD(i, j)内におけるD(p, q) = 1を満たす画素の画素位置(補間生成対象画素相対位置)(p, q)を特定する。例えば、図3に示す欠陥マップD(i, j)においては、補間生成対象画素設定部103eは、(p, q)として(1, 1)、(1, 2)、(2, 1)、(2, 2)、(3, 2)を補間生成対象画素相対位置として特定する。そして、補間生成対象画素設定部103eは、欠陥マップD(i, j)、および補間生成対象画素相対位置(p, q)を最適補間値算出方法選択部103dへ出力する。

10

【0024】

最適補間値算出方法選択部103dは、補間値算出方法供給部103bから入力された補間値算出方法1から8と、補間生成対象画素設定部103eから入力された欠陥マップD(i, j)、および補間生成対象画素相対位置(p, q)を取得する。そして、最適補間値算出方法選択部103dは、欠陥マップD(i, j)を参照しながら、各補間生成対象画素相対位置(p, q)に対して補間値算出方法1から8のいずれが適用可能であるかを判定する。このとき、最適補間値算出方法選択部103dは、補間値算出方法1から順に当該判定を行う。

20

【0025】

最適補間値算出方法選択部103dは、補間値算出方法が参照する画素が全て正常である場合に、その補間値算出方法は適用可能であると判定する。具体的には、最適補間値算出方法選択部103dは、欠陥マップD(i, j)においてi, jが負または4以上の場合の値を0に設定したときに次式(5)が成立する場合に、その補間値算出方法は適用可能であると判定する。

30

【数5】

$$\text{【数5】 } \sum_{i=0}^{n-1} D(p+X[i], q+Y[i]) = 0 \cdots(5)$$

【0026】

最適補間値算出方法選択部103dは、上記判定を行った結果、最初に適用可能と判定した補間値算出方法を最適補間値算出方法として選択する。例えば、図3に示す欠陥マップD(i, j)においては、(p, q) = (1, 1)に対しては補間値算出方法2が最適補間値算出方法として選択され、(p, q) = (1, 2)に対しては補間値算出方法3が最適補間値算出方法として選択される。また、(p, q) = (2, 1)に対しては補間値算出方法5が最適補間値算出方法として選択され、(p, q) = (2, 2)に対しては補間値算出方法4が最適補間値算出方法として選択され、(p, q) = (3, 2)に対しては補間値算出方法6が最適補間値算出方法として選択される。

40

【0027】

上述したように補間値算出方法は補間精度が良い順に1から並んでおり、最適補間値算出方法選択部103dは、補間値算出方法1から順番に補間値算出方法が適用可能か否か

50

の判定を行って最適補間値算出方法を選択するため、適用可能な補間値算出方法の中で最も補間精度が良い補間値算出方法を最適補間値算出方法として選択することができる。なお、塊欠陥の幅が4画素以下の場合には、補間値算出方法7と8の少なくともどちらか一方は適用可能と判定されるため、必ず補間値算出方法7か8のいずれかの補間値算出方法が選択されることになる。

【0028】

最適補間値算出方法選択部103dは、各補間生成対象画素相対位置(p, q)と、各補間生成対象画素相対位置(p, q)を補間するための最適補間値算出方法とを欠陥画素補間生成部103fへ出力する。

【0029】

欠陥画素補間生成部103fは、最適補間値算出方法選択部103dから入力される補間生成対象画素相対位置(p, q)とそれを補間するための最適補間値算出方法とを取得する。また、欠陥画素補間生成部103fは、欠陥画素位置情報記録部103cから上述した塊欠陥位置(P, Q)を読み込む。そして、欠陥画素補間生成部103fは、各補間生成対象画素相対位置(p, q)に対して、最適補間値算出方法のパラメータn、X、Y、およびKを用いて、次式(6)により欠陥画素A(P+p, Q+q)を補間生成する。

【数6】

$$\text{【数6】 } A(P+p, Q+q) = \frac{1}{4} \sum_{i=0}^{n-1} (K[i] \times A(P+p+X[i], Q+q+Y[i])) \quad \dots(6)$$

【0030】

これによって、欠陥画素補間生成部103fは、最適補間値算出方法選択部103dで選択された最適補間値算出方法を用いて算出した最適な補間値を用いて補画像データ内の欠陥画素A(P+p, Q+q)を補間生成することができる。

【0031】

以上説明した第1の実施の形態によれば、以下のような作用効果を得ることができる。(1)欠陥画素位置情報記録部103cには、撮像素子の欠陥画素位置情報を記録しておく、補間値算出方法供給部103bは、欠陥画素における画素値を補間生成するための複数の補間値算出方法を最適補間値算出方法選択部103dへ供給し、補間生成対象画素設定部103eは、欠陥画素を補間生成対象画素として設定するようにした。そして、最適補間値算出方法選択部103dは、補間値算出方法供給部103bから供給された補間値算出方法の中から、補間生成対象画素設定部103eによって設定された補間生成対象画素に対して適用可能であって、かつ最も補間精度が高い補間値算出方法を最適補間値算出方法として選択するようにした。そして、欠陥画素補間生成部103fは、最適補間値算出方法選択部103dによって選択された最適補間値算出方法を用いて補間生成対象画素における画素値を補間生成するようにした。これによって、画像データの欠陥画素を補間するにあたって、微細構造再現精度や偽色抑制精度を向上することができる。

【0032】

(2)補間値算出方法供給部103bは、各補間値算出方法について、補間生成対象画素に対する補間参照画素の相対位置情報を最適補間値算出方法選択部103dへ供給し、最適補間値算出方法選択部103dは、画像データ内における補間生成対象画素の位置と、補間参照画素の相対位置情報に基づいて、画像データ内における補間参照画素の位置を求め、画像データ内における補間参照画素の位置と、欠陥画素位置情報とに基づいて、補間参照画素が欠陥画素か否かを判定し、補間参照画素が欠陥画素ではないと判定した場合に、その補間値算出方法を適用可能と判定するようにした。これによって、正常画素のみを参照画素として補間を行うことができるため、補間精度を向上することができる。

【0033】

(3)最適補間値算出方法選択部103dは、補間精度の良い順に補間値算出方法が適用可能か判定し、最初に適用可能と判定した補間値算出方法を最適補助補間値算出方法とし

10

20

30

40

50

て選択するようにした。これによって、最も精度の高い補間値算出方法を使用して、欠陥画素を補間することができる。

【 0 0 3 4 】

(4) 類似方向判定部 1 0 3 a は、補間生成対象画素の近傍における画像構造の類似方向を判定し、補間値算出方法供給部 1 0 3 b は、類似方向判定部 1 0 3 a によって判定された類似方向に基づいて、複数の補間値算出方法を供給するようにした。これによって、補間生成対象画素と類似する方向に存在する画素の画素値を用いて、精度高く補間を行うことが可能となる。

【 0 0 3 5 】

第 2 の実施の形態

10

第 2 の実施の形態では、最適補間値算出方法選択部 1 0 3 d は、補間生成対象画素相対位置 (p , q) の周囲の画素のうち、補間生成対象画素相対位置 (p , q) と同じ色の画素を用いて補間生成対象画素相対位置 (p , q) を補間した後、補間生成対象画素相対位置 (p , q) の周囲の画素のうち、補間生成対象画素相対位置 (p , q) とは異なる色の画素を用いて補間生成対象画素相対位置 (p , q) を補間する。補間値算出方法供給部 1 0 3 b は、このために用いる補間値算出方法を最適補間値算出方法選択部 1 0 3 d へ出力する。

【 0 0 3 6 】

なお、第 2 の実施の形態では、図 1 から図 3 の各図については、第 1 の実施の形態と同様のため、説明を省略する。また、図 2 に示す各部 1 0 3 a から 1 0 3 f のうち、類似方向判定部 1 0 3 a 、欠陥画素位置情報記録部 1 0 3 c 、および補間生成対象画素設定部 1 0 3 e による処理については、第 1 の実施の形態と同様のため、説明を省略する。

20

【 0 0 3 7 】

補間値算出方法供給部 1 0 3 b は、類似方向判定部 1 0 3 a が判定した類似方向に応じた複数の補間値算出方法を最適補間値算出方法選択部 1 0 3 d へ出力する。例えば、類似方向判定部 1 0 3 a による類似方向の判定結果が横方向であった場合には、補間値算出方法供給部 1 0 3 b は、以下の基準補間値算出方法 1 から 3 、および各基準補間値算出方法に対応する補助補間値算出方法を最適補間値算出方法選択部 1 0 3 d へ出力する。

【 0 0 3 8 】

基準補間値算出方法 1 : $n = 2$ 、 $X = \{ - 2 , 2 \}$ 、 $Y = \{ 0 , 0 \}$ 、 $K = \{ 2 , 2 \}$

30

基準補間値算出方法 1 に対応する補助補間値算出方法 1 : $n = 4$ 、 $X = \{ - 3 , - 1 , 1 , 3 \}$ $Y = \{ 0 , 0 , 0 , 0 \}$ 、 $K = \{ - 1 , 1 , 1 , - 1 \}$

基準補間値算出方法 1 に対応する補助補間値算出方法 2 : $n = 2$ 、 $X = \{ - 3 , - 1 \}$ 、 $Y = \{ 0 , 0 \}$ 、 $K = \{ - 1 , 1 \}$

基準補間値算出方法 1 に対応する補助補間値算出方法 3 : $n = 2$ 、 $X = \{ 1 , 3 \}$ 、 $Y = \{ 0 , 0 \}$ 、 $K = \{ 1 , - 1 \}$

基準補間値算出方法 1 に対応する補助補間値算出方法 4 : $n = 0$ 、 $X = \{ \}$ 、 $Y = \{ \}$ 、 $K = \{ \}$

【 0 0 3 9 】

40

基準補間値算出方法 2 : $n = 1$ 、 $X = \{ - 2 \}$ 、 $Y = \{ 0 \}$ 、 $K = \{ 2 \}$

基準補間値算出方法 2 に対応する補助補間値算出方法 1 : $n = 2$ 、 $X = \{ - 3 , - 1 \}$ 、 $Y = \{ 0 , 0 \}$ 、 $K = \{ - 1 , 1 \}$

基準補間値算出方法 2 に対応する補助補間値算出方法 2 : $n = 0$ 、 $X = \{ \}$ 、 $Y = \{ \}$ 、 $K = \{ \}$

【 0 0 4 0 】

基準補間値算出方法 3 : $n = 1$ 、 $X = \{ - 2 \}$ 、 $Y = \{ 0 \}$ 、 $K = \{ 2 \}$

基準補間値算出方法 3 に対応する補助補間値算出方法 1 : $n = 2$ 、 $X = \{ 1 , 3 \}$ 、 $Y = \{ 0 , 0 \}$ $K = \{ 1 , - 1 \}$

基準補間値算出方法 3 に対応する補助補間値算出方法 2 : $n = 0$ 、 $X = \{ \}$ 、 $Y = \{ \}$

50

}、 $K = \{ \}$

【0041】

最適補間値算出方法選択部103dは、補間値算出方法供給部103bから入力された基準補間値算出方法1から3と、それぞれの基準補間値算出方法に対応する補助補間値算出方法を取得する。また、最適補間値算出方法選択部103dは、補間生成対象画素設定部103eから入力された欠陥マップ $D(i, j)$ 、および補間生成対象画素相対位置 (p, q) を取得する。

【0042】

最適補間値算出方法選択部103dは、上述した第1の実施の形態と同様に、各補間生成対象画素相対位置 (p, q) について基準補間値算出方法1から順に適用可能か判定し、最初に適用可能と判定されたものを最適基準補間値算出方法として選択する。次に、最適補間値算出方法選択部103dは、最適基準補間値算出方法に対応する補助補間値算出方法を1から順に適用可能か判定し、最初に適用可能と判定されたものを最適補助補間値算出方法として選択する。

10

【0043】

そして、最適補間値算出方法選択部103dは、各補間生成対象画素相対位置 (p, q) と、各補間生成対象画素相対位置 (p, q) を補間するための最適基準補間値算出方法および最適補助補間値算出方法とを欠陥画素補間生成部103fへ出力する。

【0044】

欠陥画素補間生成部103fは、最適補間値算出方法選択部103dから入力される補間生成対象画素相対位置 (p, q) と、それを補間するための最適基準補間値算出方法および最適補助補間値算出方法とを取得する。また、欠陥画素補間生成部103fは、欠陥画素位置情報記録部103cから上述した塊欠陥位置 (P, Q) を読み込む。

20

【0045】

そして、欠陥画素補間生成部103fは、まず、各補間生成対象画素相対位置 (p, q) に対して、最適基準補間値算出方法のパラメータ n 、 X 、 Y 、および K を用いて、次式(7)により欠陥画素 $A(P+p, Q+q)$ の基準補間値を補間生成する。

【数7】

$$\text{【数7】 } A(P+p, Q+q) = \frac{1}{4} \sum_{i=0}^{n-1} (K[i] \times A(P+p+X[i], Q+q+Y[i])) \quad \dots(7)$$

30

【0046】

次に、欠陥画素補間生成部103fは、最適補助補間値算出方法のパラメータ n 、 X 、 Y 、および K を用いて、次式(8)により欠陥画素 $A(P+p, Q+q)$ に補助補間値を加算する。

【数8】

$$\text{【数8】 } A(P+p, Q+q)+ = \frac{1}{4} \sum_{i=0}^{n-1} (K[i] \times A(P+p+X[i], Q+q+Y[i])) \quad \dots(8)$$

40

【0047】

以上説明した第2の実施の形態によれば、第1の実施の形態における作用効果に加えて、次のような効果を得ることができる。すなわち、最適補間値算出方法を、最適基準補間値算出方法と最適補助補間値算出方法とに分けて算出し、これらを用いて欠陥画素 $A(P+p, Q+q)$ を補間生成するようにしたので、補間値算出方法を記録するためのメモリ量や最適補間値選択の演算量を節約するという効果を得ることができる。

【0048】

さらに、第2の実施の形態によると、補助所補間値を基準補間値と区別して算出するので、補助補間値に対して修正を加えることができる。例えば、補助補間値が大きくなり過

50

ぎないようにクリッピング処理を行うようにしてもよい。具体的には、補助補間値の絶対値が画素値の値域の8分の1程度の所定値以内になるように制限すればよい。そのような処理を行うことにより以下の効果がある。

【0049】

欠陥補正を行う箇所の基準補間値の色成分の大きさに対して、補助補間値の色成分が大きい場合、補助補間値として算出される高周波成分の大きさが基準補間値の色成分の実際の高周波成分よりも大きくなり、不適切な構造を加えてしまう場合がある。したがって、補助補間値が大きな値になる場合には、それをそのまま基準補間値に加えるのは望ましくなく、上記処理のように補助補間値の大きさを制限して加えることが望ましい。なお、補助補間値の絶対値が画素値の値域の8分の1程度の所定値以内になるように制限する代わりに、例えば基準補間値の半分程度の値以内に制限するようにしてもよい。

10

【0050】

変形例

なお、上述した実施の形態のデジタルカメラは、以下のように変形することもできる。
 (1) 上述した第1の実施の形態では、例えば、類似方向判定部103aによる類似方向の判定結果が横方向であった場合に、補間値算出方法供給部103bは、補間値算出方法1から補間値算出方法8の8通りの補間値算出方法を最適補間値算出方法選択部103dへ出力する例について説明した。また、上述した第2の実施の形態では、例えば、類似方向判定部103aによる類似方向の判定結果が横方向であった場合に、補間値算出方法供給部103bは、基準補間値算出方法1から3、および各基準補間値算出方法に対応する補助補間値算出方法を最適補間値算出方法選択部103dへ出力する例について説明した。しかしながら、補間値算出方法供給部103bが出力する補間値算出方法は、上記各方法に限定されず、公知の様々な補間値算出方法を適用することも可能である。

20

【0051】

(2) 上述した第1および第2の実施の形態では、欠陥画素の補正処理をデジタルカメラ100上で行う例について説明した。しかしながら、撮像素子を備えた他の画像処理装置、例えばカメラ付き携帯電話やビデオカメラ等で処理を行うようにしてもよい。

【0052】

なお、本発明の特徴的な機能を損なわない限り、本発明は、上述した実施の形態における構成に何ら限定されない。

30

【図面の簡単な説明】

【0053】

【図1】デジタルカメラの一実施の形態の構成を示すブロック図である。

【図2】欠陥画素補正部103の構成を示すブロック図である。

【図3】欠陥マップD(i, j)の具体例を示す図である。

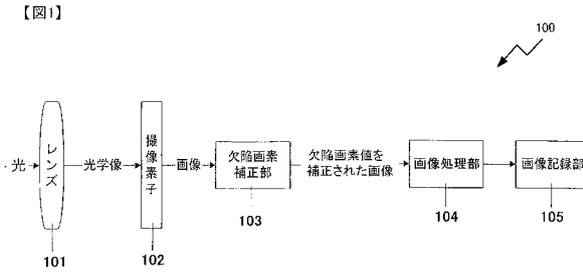
【符号の説明】

【0054】

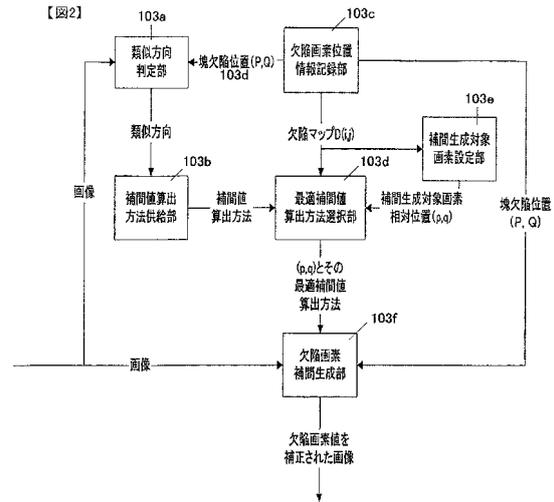
100 デジタルカメラ、101 レンズ、102 撮像素子、103 欠陥画素補正部、103a 類似方向判定部、103b 補間値算出方法供給部、103c 欠陥画素位置情報記録部、103d 最適補間値算出方法選択部、103e 補間生成対象画素設定部、103f 欠陥画素補間生成部、104 画像処理部、105 画像記録部

40

【図1】



【図2】



【図3】

【図3】 欠陥マップD(i,j)の例

0	0	0	0
0	1	1	0
0	1	1	1
0	0	0	0

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平11-220661(JP,A)
特開平09-284783(JP,A)
特開2000-308082(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04N 5/335