

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4504412号
(P4504412)

(45) 発行日 平成22年7月14日(2010.7.14)

(24) 登録日 平成22年4月30日(2010.4.30)

(51) Int.Cl.

F I

H04N 9/07 (2006.01)

H04N 9/07

A

H04N 9/07

C

請求項の数 4 (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2007-307034 (P2007-307034)
 (22) 出願日 平成19年11月28日(2007.11.28)
 (65) 公開番号 特開2009-130898 (P2009-130898A)
 (43) 公開日 平成21年6月11日(2009.6.11)
 審査請求日 平成21年9月8日(2009.9.8)

特許権者において、実施許諾の用意がある。

(73) 特許権者 501324524
 アキュートロジック株式会社
 東京都中央区八丁堀三丁目2番13号
 PMO八丁堀 5階
 (72) 発明者 沢田 保宏
 東京都千代田区神田小川町三丁目7番1号
 ミツワ小川町ビル3階 アキュートロジッ
 ク株式会社内
 (72) 発明者 増田 孝
 東京都千代田区神田小川町三丁目7番1号
 ミツワ小川町ビル3階 アキュートロジッ
 ク株式会社内

審査官 内田 勝久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置及び画像処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

異なる複数の色光を光電変換する画素を有する単板式の撮像素子によって得られた、各画素が単色の輝度情報を有した色モザイク画像から、各画素に複数色の輝度情報を生成すると共に所定の画像変形を施してカラー画像を生成する画像処理装置であって、

前記色モザイク画像を、同一の色光の輝度情報だけを含む複数の色プレーンに分解する色プレーン分解部と、

前記色プレーン分解部で分解された色モザイク画像を、前記複数の色プレーンの夫々毎に記憶するバッファメモリと、

前記バッファメモリに記憶された色モザイク画像から前記カラー画像を生成するデモザイク部と、

を備え、

前記デモザイク部が、

前記バッファメモリに記憶された前記色モザイク画像の複数の色プレーンの夫々毎に、前記画像変形が施された場合の前記カラー画像の画素位置に対応する前記色モザイク画像上のサンプリング座標を算出する座標変換部と、

前記バッファメモリに記憶された前記色モザイク画像の複数の色プレーンの夫々毎に、前記色モザイク画像上のサンプリング座標における各色の画素値を、前記色プレーン内に含まれる同一の色光の画素値から補間生成する補間部と、

前記補間部で補間生成されたサンプリング座標における各色の画素値を合成して前記カ

10

20

ラー画像を生成する色生成部と、
を備えていることを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

前記色モザイク画像を圧縮する圧縮部と、
前記圧縮部で圧縮された前記色モザイク画像を伸長する伸長部と、
を備え、
前記圧縮部が、前記複数の色プレーンの夫々毎に複数のブロックに分割して、該分割されたブロック毎に所定のサイズ以下に圧縮し、
前記バッファメモリが、前記圧縮部で圧縮されたブロック毎の色モザイク画像を記憶し、
前記伸長部が、前記バッファメモリに記憶されたブロック毎に、圧縮された色モザイク画像を伸長し、
前記デモザイク部が、前記伸長部で伸長された色モザイク画像から前記カラー画像を生成する、
ように構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

10

【請求項 3】

異なる複数の色光を光電変換する画素を有する単板式の撮像素子によって得られた、各画素が単色の輝度情報を有した色モザイク画像から、各画素に複数の色の輝度情報を生成すると共に所定の画像変形を施してカラー画像を生成する画像処理方法であって、
前記色モザイク画像を、同一の色光の輝度情報だけを含む複数の色プレーンに分解する色プレーン分解ステップと、
前記色プレーン分解ステップで分解された色モザイク画像を、複数の色プレーンの夫々毎にバッファメモリに記憶する色プレーン記憶ステップと、
前記バッファメモリに記憶された色モザイク画像から前記カラー画像を生成するデモザイクステップと、
を用い、
前記デモザイクステップにおいて、
前記バッファメモリに記憶された前記色モザイク画像の複数の色プレーンの夫々毎に、前記画像変形が施された場合の前記カラー画像の画素位置に対応する前記色モザイク画像上のサンプリング座標を算出する座標変換ステップと、
前記バッファメモリに記憶された前記色モザイク画像の複数の色プレーンの夫々毎に、前記色モザイク画像上のサンプリング座標における各色の画素値を、前記色プレーン内に含まれる同一の色光の画素値から補間生成する補間ステップと、
前記補間ステップで補間生成されたサンプリング座標における各色の画素値を合成して前記カラー画像を生成する色生成ステップと、
を用いることを特徴とする画像処理方法。

20

30

【請求項 4】

前記色モザイク画像を圧縮する圧縮ステップと、
前記圧縮ステップで圧縮された前記色モザイク画像を伸長する伸長ステップと、
を用い、
前記圧縮ステップにおいて、前記複数の色プレーンの夫々毎に複数のブロックに分割して、該分割されたブロック毎に所定のサイズ以下に圧縮し、
前記色プレーン記憶ステップにおいて、前記圧縮ステップで圧縮されたブロック毎の色モザイク画像を前記バッファメモリに記憶し、
前記伸長ステップにおいて、前記バッファメモリに記憶されたブロック毎に、圧縮された色モザイク画像を伸長し、
前記デモザイクステップにおいて、前記伸長ステップで伸長された色モザイク画像から前記カラー画像を生成する、
ことを特徴とする請求項 3 に記載の画像処理方法。

40

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電子的な撮像ユニットを介して撮像された被写体像の画像処理装置及び画像処理方法に関し、特に、単板式のカラーフィルタを有する撮像素子を介して出力されて画素毎に、単一色の輝度情報のみを有するモザイク画像から画素毎に複数色の輝度情報を有するカラー画像を生成すると共に画像変形処理を施す撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

10

従来、デジタルカメラなどの撮像装置において、レンズを介して撮像素子に被写体像を結像し、この撮像素子によって被写体像を光電変換して画像信号を生成する画像処理装置及び画像処理方法が知られている。

【0003】

また、単板式の撮像素子として、マトリクス状に複数の光電変換素子が構成されると共に、その前面に光電変換素子に対応付けてR（赤）G（緑）B（青）の各カラーフィルタが備えられ、このカラーフィルタを介して出力した単一色の画像信号に信号処理を加えてカラー画像を生成する画像処理装置及び画像処理方法がある。

【0004】

つまり、単板式の撮像素子を介して出力された画像では、各画素が単一色の色情報しか持たない色モザイク画像であって、カラー画像を生成するために、各画素に赤色（R）、緑色（G）、青色（B）等の複数の色情報を備える必要がある。

20

【0005】

このため単板式撮像素子を用いた画像処理では、各画素がR、G、B成分のうちの何れかのみの色情報を有する色モザイク画像にもとづいて、いわゆるデモザイク処理（色補間処理ともいう）を行っている。ここで、デモザイク処理とは、色モザイク画像の各画素において不足する他の色情報を、その画素周辺の他の画素の色情報を用いて補間演算することにより、各画素が夫々R、G、B成分の全ての色情報を有するカラー画像を生成する処理である（所謂、色補間処理である）。

【0006】

30

また、単板式撮像素子を用いた画像処理では、前述のように色モザイク画像からデモザイク処理を行った後に、画像のブレや歪等を補正したり所望に応じて画像を拡縮したりする画像変形処理が行われているものがある。

【0007】

つまり、デジタルカメラ等の撮像装置では、前述の被写体を撮影する際に、デジタルカメラがユーザの意思に反して動いてしまうことによる画像の乱れ、所謂ブレや撮像レンズに起因する歪が問題となる。そこで、カメラの動きをジャイロや画像のデジタル信号処理によって検出し、レンズの光軸を光学的に動かしたり、画像信号を電子的に動かしたりする（つまり、画素位置を補正する）ことによって、ブレや歪を補正する技術が知られている。

40

【0008】

また、この際、より高品位の画質を得るためには、平行移動のみならず回転やアオリといった画像変形や、サブピクセル単位での位置補正が行われている。

【0009】

例えば、図9（a）に表したようにイメージセンサの出力画像から若干の回転や拡縮を行った変形後の画像を切り出して出力する際、一般に、イメージセンサからラスタスキャンによって読み出され、変形後の画像もラスタスキャンによって後段に出力することが求められることが多い。ここで、画像変形後の第一ラインを出力する際には、イメージセンサ出力画像の所定領域（ハッチング領域）が参照可能にバッファリングされている必要がある。さらに、90度の回転や上下反転などの画像変形を行う際には、この所定領域が1

50

画面分になる。また、実装上では、書き込み対象のフレームと読み出し対象のフレームとを別々とするダブルバッファの構成となるため、2フレーム分の画像バッファが必要とされる（例えば、特許文献1、2参照）。

【0010】

詳しくは、図9(b)に表したように、「5Mピクセルの単板式カラーイメージセンサからHD動画を出力する」カムコーダを例にとると、従来のデモザイク処理では、ペイヤー配列の各画素に出力画像の各画素に対応付けてカラー画像を生成するために、まず、イメージセンサから出力される5Mピクセルの色モザイク画像から5MのRGBカラー画像（画素毎に複数の色情報を備えたカラー画像である）を生成し、次いで、このRGBカラー画像に対して手ぶれ補正や画像サイズの変更といった画像変形を行い、2Mのカラー画像を出力する。

10

【0011】

この際、画像変形の対象となる5MのRGBカラー画像をバッファリングする必要があるため、RGBデータを24bit/pixとし、動画処理のためにダブルバッファにすると、バッファメモリに必要な記憶容量が240Mbit(2×5M×24)となる。

【0012】

また、60fpsの処理速度を考慮すると、このバッファメモリに必要な帯域は、各画素を一度ずつ参照するとしても、14.4Gbps(2(書き込みと読み出し分)×5M×24×60)となる。また、バッファメモリに必要な帯域は、実際には複数回参照されることがあるため、これ以上になる。

20

【0013】

また、カラー画像の圧縮技術として、単板式カラーイメージセンサの出力に対して、色補間処理を行うことなく直接圧縮を行ってハードウェアを小さくした技術も知られている（例えば、特許文献3参照）。

【特許文献1】特開2007-228515号公報

【特許文献2】特開2007-228514号公報

【特許文献3】特開2005-217896号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0014】

しかしながら、単板式イメージセンサを用いた画像処理装置において、従来、画像変形をカラー画像(3parm/pix)に対して行っているため、大きな容量と帯域がバッファに必要とされ、消費電力の増大やコストUPが生じる虞があった。また、特許文献3の技術には、ハードウェアの小型化を図るために、カラー画像を生成する前のモザイク画像に対して圧縮を行う技術が開示されているが、それを用いて有効に画像変形及びカラー画像を生成する際の技術が開示されておらず、さらに画像変形と色生成を含めて、発明の余地があった。

【0015】

そこで、本発明は、カラーフィルタを有する単板式撮像素子から出力された色モザイク画像から、画素毎に複数色の輝度情報を有するカラー画像を生成すると共に画像変形処理を行う際に、バッファの記憶容量や帯域を節減して、低消費電力化及び低コスト化を実現できる画像処理装置及び画像処理方法を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0016】

かかる目的を達成するためになされた請求項1に記載の発明は、異なる複数の色光を光電変換する画素を有する単板式の撮像素子によって得られた、各画素が単色の輝度情報を有した色モザイク画像から、各画素に複数色の輝度情報を生成すると共に所定の画像変形を施してカラー画像を生成する画像処理装置であって、前記色モザイク画像を、同一の色光の輝度情報だけを含む複数の色プレーンに分解する色プレーン分解部と、前記色プレー

50

ン分解部で分解された色モザイク画像を、前記複数の色プレーンの夫々毎に記憶するバッファメモリと、前記バッファメモリに記憶された色モザイク画像から前記カラー画像を生成するデモザイク部と、を備え、前記デモザイク部が、前記バッファメモリに記憶された前記色モザイク画像の複数の色プレーンの夫々毎に、前記画像変形が施された場合の前記カラー画像の画素位置に対応する前記色モザイク画像上のサンプリング座標を算出する座標変換部と、前記バッファメモリに記憶された前記色モザイク画像の複数の色プレーンの夫々毎に、前記色モザイク画像上のサンプリング座標における各色の画素値を、前記色プレーン内に含まれる同一の色光の画素値から補間生成する補間部と、前記補間部で補間生成されたサンプリング座標における各色の画素値を合成して前記カラー画像を生成する色生成部と、を備えていることを特徴とする。

10

【0017】

請求項1に記載の画像処理装置によれば、色モザイク画像を同一の色光の輝度情報だけを含む複数の色プレーンに分解する色プレーン分解部と、色プレーン分解部で分解された色モザイク画像を複数の色プレーンの夫々毎に記憶するバッファメモリと、バッファメモリに記憶された色モザイク画像からカラー画像を生成するデモザイク部と、を備え、デモザイク部が、バッファメモリに記憶された色モザイク画像の複数の色プレーンの夫々毎に、画像変形が施された場合のカラー画像の画素位置に対応する色モザイク画像上のサンプリング座標を算出する座標変換部と、バッファメモリに記憶された色モザイク画像の複数の色プレーンの夫々毎に、色モザイク画像上のサンプリング座標における各色の画素値を色プレーン内に含まれる同一の色光の画素値から補間生成する補間部と、補間部で補間生成されたサンプリング座標における各色の画素値を合成してカラー画像を生成する色生成部とを備えているので、単板式撮像素子から出力された色モザイク画像から、画素毎に複数色の輝度情報を有するカラー画像を生成すると共に画像変形処理を行う際に、画像変形をカラー画像に対して行うよりも、バッファの記憶容量や帯域を節減して、低消費電力化及び低コスト化を実現できる。つまり、カラー画像をバッファに記憶する構成によれば1画素あたりRGBに対応付けられた3つの変数が必要となるが、本発明のように色モザイク画像をバッファメモリに記憶することにより、1画素当たりの変数を1つにできて、バッファメモリに必要な容量や帯域を節減して低消費電力化と低コスト化を実現し、画像変形を備えた撮像装置を提供できる。また、請求項1に記載の画像処理装置は、カラー画像の画素位置に対応付けて算出された色プレーン毎の色モザイク画像上のサンプリング座標には、デモザイク（カラー画像の生成）と共に画像変形が反映されているので、デモザイク処理と画像変形処理とを別々に行うよりも処理負荷を軽減できる。

20

30

【0018】

例えば、図3に表したように、「5Mピクセルの単板式カラーイメージセンサからHD動画を出力する」カムコーダを例にとり、この際、色モザイク画像でバッファリングし、色モザイク画像に対して画像変形及びデモザイク処理を行うものとする。この際、色モザイク画像が12bit/pixとし、動画処理のためにダブルバッファにすると、バッファメモリに必要な記憶容量が120Mbit(2×5M×12)となり、図9に表した従来例に較べて記憶容量を半減できる。

40

【0019】

また、請求項1に記載の画像処理装置は、請求項2に記載の発明のように、前記色モザイク画像を圧縮する圧縮部と、前記圧縮部で圧縮された前記色モザイク画像を伸長する伸長部とを備え、前記圧縮部が、前記複数の色プレーンの夫々毎に複数のブロックに分割して、該分割されたブロック毎に所定のサイズ以下に圧縮し、前記バッファメモリが、前記圧縮部で圧縮されたブロック毎の色モザイク画像を記憶し、前記伸長部が、前記バッファメモリに記憶されたブロック毎に、圧縮された色モザイク画像を伸長し、前記デモザイク

50

部が、前記伸長部で伸長された色モザイク画像から前記カラー画像を生成するように構成されていることにより、さらに、バッファメモリの記憶容量を削減できる。また、単板式カラーイメージセンサから出力される色モザイク画像を各色に対応付けて容易に圧縮でき、さらには、圧縮された色モザイク画像を伸長してカラー画像を生成できる。

【 0 0 2 1 】

また、請求項 2 に記載の画像処理装置は、前記圧縮部が、前記輝度の階調に対応付けられた階調圧縮であることが好ましい。

10

【 0 0 2 3 】

また、請求項 1 または請求項 2 に記載の画像処理装置は、前記色モザイク画像の画素値を記憶するキャッシュメモリを備え、前記デモザイク部が、前記バッファメモリを介さずに、前記キャッシュメモリから前記画素値を得ることができるように構成されていることが好ましい。つまり、デモザイク処理において、カラー画像の 1 画素を生成する際に、色モザイク画像における複数の色の画素値を参照するが、カラー画像の隣接する画素を生成するときに、色モザイク画像の同一画素が参照（アクセス）されることが多い。そこで、直前に参照した画素をキャッシュメモリに記憶させることにより、バッファメモリの読み出し帯域を削減できて、さらなる消費電力の削減ができる。

20

【 0 0 2 4 】

また、前記キャッシュメモリが、最近アクセスされた、画素の画素値又は前記ブロック内の画素値群を記憶するように構成されていることが好ましい。

【 0 0 2 5 】

次に、請求項 3 に記載の発明は、異なる複数の色光を光電変換する画素を有する単板式の撮像素子によって得られた、各画素が単色の輝度情報を有した色モザイク画像から、各画素に複数色の輝度情報を生成すると共に所定の画像変形を施してカラー画像を生成する画像処理方法であって、前記色モザイク画像を、同一の色光の輝度情報だけを含む複数の色プレーンに分解する色プレーン分解ステップと、前記色プレーン分解ステップで分解された色モザイク画像を、複数の色プレーンの夫々毎にバッファメモリに記憶する色プレーン記憶ステップと、前記バッファメモリに記憶された色モザイク画像から前記カラー画像を生成するデモザイクステップと、を用い、前記デモザイクステップにおいて、前記バッファメモリに記憶された前記色モザイク画像の複数の色プレーンの夫々毎に、前記画像変形が施された場合の前記カラー画像の画素位置に対応する前記色モザイク画像上のサンプリング座標を算出する座標変換ステップと、前記バッファメモリに記憶された前記色モザイク画像の複数の色プレーンの夫々毎に、前記色モザイク画像上のサンプリング座標における各色の画素値を、前記色プレーン内に含まれる同一の色光の画素値から補間生成する補間ステップと、前記補間ステップで補間生成されたサンプリング座標における各色の画素値を合成して前記カラー画像を生成する色生成ステップと、を用いることを特徴とする。

30

40

【 0 0 2 6 】

請求項 3 に記載の画像処理方法によれば、色モザイク画像を同一の色光の輝度情報だけを含む複数の色プレーンに分解する色プレーン分解ステップと、色プレーン分解ステップで分解された色モザイク画像を複数の色プレーンの夫々毎にバッファメモリに記憶する色

50

プレーン記憶ステップと、バッファメモリに記憶された色モザイク画像からカラー画像を生成するデモザイクステップと、を用い、デモザイクステップにおいて、バッファメモリに記憶された色モザイク画像の複数の色プレーンの夫々毎に、画像変形が施された場合のカラー画像の画素位置に対応する色モザイク画像上のサンプリング座標を算出する座標変換ステップと、バッファメモリに記憶された色モザイク画像の複数の色プレーンの夫々毎に、色モザイク画像上のサンプリング座標における各色の画素値を、色プレーン内に含まれる同一の色光の画素値から補間生成する補間ステップと、補間ステップで補間生成されたサンプリング座標における各色の画素値を合成してカラー画像を生成する色生成ステップと、を用いることにより、請求項 1 に記載の発明と同様に、画像変形をカラー画像に対して行うよりも、バッファの記憶容量や帯域を節減して、低消費電力化及び低コスト化を実現できる。また、請求項 3 に記載の画像処理方法は、カラー画像の画素位置に対応付けて算出された色プレーン毎の色モザイク画像上のサンプリング座標には、デモザイク（カラー画像の生成）と共に画像変形が反映されているので、デモザイク処理と画像変形処理とを別々に行うよりも処理負荷を軽減できる。

10

【 0 0 2 7 】

また、請求項 3 に記載の画像処理方法は、請求項 4 に記載の発明のように、前記色モザイク画像を圧縮する圧縮ステップと、前記圧縮ステップで圧縮された前記色モザイク画像を伸長する伸長ステップと、を用い、前記圧縮ステップにおいて、前記複数の色プレーンの夫々毎に複数のブロックに分割して、該分割されたブロック毎に所定のサイズ以下に圧縮し、前記色プレーン記憶ステップにおいて、前記圧縮ステップで圧縮されたブロック毎の色モザイク画像を前記バッファメモリに記憶し、前記伸長ステップにおいて、前記バッファメモリに記憶されたブロック毎に、圧縮された色モザイク画像を伸長し、前記デモザイクステップにおいて、前記伸長ステップで伸長された色モザイク画像から前記カラー画像を生成することにより、請求項 2 に記載の発明と同様に、さらに、バッファメモリの記憶容量を削減できる。また、単板式カラーイメージセンサから出力される色モザイク画像を各色に対応付けて容易に圧縮でき、さらには、圧縮された色モザイク画像を伸長してカラー画像を生成できる。

20

30

【 0 0 2 9 】

また、請求項 4 に記載の画像処理方法は、前記圧縮ステップが、前記輝度の階調に対応付けられた階調圧縮であることが好ましい。

【 0 0 3 1 】

また、請求項 3 または請求項 4 に記載の画像処理方法は、前記色モザイク画像の画素値を記憶するキャッシュメモリを用い、前記デモザイクステップが、前記バッファメモリを介さずに、前記キャッシュメモリから前記画素値を得ることができるように構成されていることが好ましい。つまり、デモザイク処理において、カラー画像の 1 画素を生成する際に、色モザイク画像における複数の色の画素値を参照するが、カラー画像の隣接する画素を生成するときに、色モザイク画像の同一画素が参照（アクセス）されることが多い。そこで、直前に参照した画素をキャッシュメモリに記憶させることにより、バッファメモリの読み出し帯域を削減できて、さらなる消費電力の削減ができる。

40

【 0 0 3 2 】

また、前記キャッシュメモリが、最近アクセスされた、画素の画素値又は前記ブロック内の画素値群を記憶するように構成されていることが好ましい。

50

【発明の効果】

【0033】

本発明の画像処理装置及び画像処理方法は、色モザイク画像を同一の色光の輝度情報だけを含む複数の色プレーンに分解して色モザイク画像を複数の色プレーンの夫々毎にバッファメモリに記憶し、次いで、バッファメモリに記憶された色モザイク画像の複数の色プレーンの夫々毎に、画像変形が施された場合のカラー画像の画素位置に対応する色モザイク画像上のサンプリング座標を算出し、次いで、バッファメモリに記憶された色モザイク画像の複数の色プレーンの夫々毎に、色モザイク画像上のサンプリング座標における各色の画素値を、色プレーン内に含まれる同一の色光の画素値から補間生成し、次いで、補間生成されたサンプリング座標における各色の画素値を合成してカラー画像を生成することにより、単板式撮像素子から出力された色モザイク画像から、画素毎に複数色の輝度情報を有するカラー画像を生成すると共に画像変形処理を行う際に、画像変形をカラー画像に対して行うよりも、バッファの記憶容量や帯域を節減して、低消費電力化及び低コスト化を実現できる。つまり、カラー画像をバッファに記憶する構成によれば1画素あたりRGBに対応付けられた3つの変数が必要となるが、本発明のように色モザイク画像をバッファメモリに記憶することにより、1画素当たりの変数を1つにできて、バッファメモリに必要な容量や帯域を節減して低消費電力化と低コスト化を実現し、画像変形を備えた撮像装置を提供できる。また、カラー画像の画素位置に対応付けて算出された色プレーン毎の色モザイク画像上のサンプリング座標には、デモザイク（カラー画像の生成）と共に画像変形が反映されているので、デモザイク処理と画像変形処理とを別々に行うよりも処理負荷を軽減できる。

10

20

【0034】

また、本発明の画像処理装置及び画像処理方法は、複数の色プレーンの夫々毎に複数のブロックに分割して、該分割されたブロック毎に所定のサイズ以下に圧縮し、次いで、バッファメモリに圧縮されたブロック毎の色モザイク画像を記憶し、次いで、バッファメモリに記憶されたブロック毎に圧縮された色モザイク画像を伸長し、伸長された色モザイク画像からカラー画像を生成することにより、さらに、バッファメモリの記憶容量を削減できる。また、単板式カラーイメージセンサから出力される色モザイク画像を各色に対応付けて容易に圧縮でき、さらには、圧縮された色モザイク画像を伸長してカラー画像を生成できる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0038】

(第1の実施形態)

次に、本発明の画像処理装置及び画像処理方の第1の実施形態を、図面にもとづいて説明する。

40

【0039】

図1は、本発明の画像処理装置及び画像処理方法が適用された第1の実施形態の撮像装置1の構成を表したブロック図、図2は、同第1の実施形態における色プレーン分解部と色生成部の機能説明図であって、(a)が撮像ユニット2から出力されるベイヤー配列の色モザイク画像を表した図、(b)、(c)、(d)、(e)が、夫々、色プレーン分解部で生成されたRプレーン、Grプレーン、Gbプレーン、Bプレーンの配置を表した図、(f)がサンプリング座標における画素値を補間算出する際の説明図である。

【0040】

50

また、図3は、同第1の実施形態における、色モザイク画像から画像変形及びカラー画像を生成するデモザイク処理の説明図、図4は、同第1の実施形態の画像処理及び画像処理プログラムにおけるカラー画像生成の手順を表したフローチャートである。

【0041】

撮像装置1は、例えば携帯電話などのモバイル機器に搭載されたカメラモジュールであって、図1に表したように、被写体像Pを撮像素子5に導いてデジタル画像信号（モザイク状の画像信号である）として出力する撮像ユニット2と、撮像ユニット2を介して出力されたデジタル画像信号に基づいて、被写体に対する撮像ユニット2のブレ補正や所定の画像変形を行うと共に画素毎に複数の色情報を備えたカラー画像を生成する画像処理装置100とによって構成されている。また、本実施例の撮像装置1は、図3に表したように、画像処理装置100において、撮像ユニット2から出力された色モザイク画像を後述のバッファメモリ21に記憶し、バッファメモリ21にアクセスして画像変形やデモザイク処理を行うように構成されている。

10

【0042】

次に、図1に表したように、撮像ユニット2は、被写体像Pを撮像素子5に導く撮像レンズ3、受光した撮像光を電気量に変換して出力する撮像素子（CCD：Charge Coupled Devices）5、撮像素子5から出力されるアナログ画像信号をデジタル画像信号Cに変換して出力するAFE（Analog Front End）6、撮像素子5及びAFE6を所定の周期で制御するTG（Timing Generator）13、被写体に対する撮像装置1のブレを検知し、そのブレ量に応じた電気信号を出力する角速度センサ15等が備えられている。

20

【0043】

撮像素子5は、単板式撮像素子であって、複数の光電変換素子がマトリクス状に配置され、その前面には光電変換素子に対応付けてR（赤）G（緑）B（青）3原色のベイヤー（Bayer）配列からなるカラーフィルタ5aを備え、各色のフィルタ部を通過した単一色の光量をアナログ電気信号に変換するように構成されている。また、撮像素子5から、アナログ電気信号がラスタ順次で出力される。

【0044】

前述の原色ベイヤー配列は、図2（a）に表したように、G色のフィルタが市松模様で配置され、G色フィルタとR色フィルタが交互に配置された列とGフィルタとBフィルタが配置された列とが交互に構成されている。また、本実施例では、図2（a）において、Rに並んで一方向に配置されたG色をGrと表し、Bに並んで一方向に配置されたG色をGbと表す。

30

【0045】

AFE6は、撮像素子5を介して出力されたアナログ画像信号に対してノイズを除去する相関二重サンプリング回路（CDS：Correlated Double Sampling）7、相関二重サンプリング回路7で相関二重サンプリングされた画像信号を増幅する可変利得増幅器（AGC：Automatic Gain Control）8、可変利得増幅器8を介して入力されたアナログ画像信号をデジタル画像信号に変換するA/D変換器9、等によって構成され、撮像素子5から出力された画像信号を、デジタル画像信号Cに変換して画像処理装置100に出力する。

40

【0046】

なお、撮像ユニット2において、撮像素子5、相関二重サンプリング回路7、可変利得増幅器8、A/D変換器9等に代えて、CMOS（Complementary Metal Oxide Semiconductor）センサを用いてもよい。撮像素子5から出力される画素毎の信号が単一色の情報しかもたないので、撮像ユニット2から画像処理装置100に、モザイク状の画像信号が出力される。なお、AD変換された直後の色モザイク画像は、RAWデータとも呼ばれる。

【0047】

50

角速度センサ 15 は、例えば公知の振動ジャイロによって構成され、当該撮像ユニット 2 の、被写体に向かって前後方向のブレ、左右方向のブレ、上下方向のブレ、前後方向を回転軸とする回転ブレ、左右方向を回転軸とする回転ブレ、上下方向を回転軸とする回転ブレ等に応じた電気信号（以下、ブレ信号という）を生成して画像処理装置 100 に出力する。なお、角速度センサ 15 に代えて、 piezo 型の 3 軸加速度センサを用いたり、互いに直交する 3 軸方向に対応付けて複数の加速度センサを用いたりしてもよい。さらに、ブレを検出する際に、前述のセンサによるブレ検出の代わりに、画像処理装置 100 において、所定時間内において撮影される複数の画像間の画像信号の差分を検出して、これらの差分にもとづいて前述のブレを検出してよい。

10

【0048】

次に、画像処理装置 100 は、撮像ユニット 2 から出力されたモザイク画像を格納（記憶）するバッファメモリ 21、バッファメモリ 21 から出力された色モザイク画像に対して所定の画像変形を施したカラー画像を生成するデモザイク部 28、色生成部 33 から出力されたカラー画像信号に対して色画像の見栄えを良くするために公知のガンマ補正や彩度補正、エッジ強調等を行う視覚補正部 34、視覚補正部 34 を介して出力されたカラー画像を例えば J P E G 等の方法で圧縮する圧縮部 35、圧縮部 35 を介して出力されたカラー画像を例えばフラッシュメモリ等の記録媒体に記録する記録部 36、C P U (C e n t r a l P r o c e s s i n g U n i t) 18、R O M (R e a d O n l y M e m o r y) 19 等によって構成され、C P U 18 が R O M 19 に格納された制御用プログラムに従って、当該撮像装置 1 及び画像処理装置 100 の各処理を制御する。

20

【0049】

また、画像処理装置 100 は、撮像レンズ 3 のレンズステートに対応付けて撮像ユニット 2 の歪曲収差を補正するための歪曲収差係数を記録した収差係数テーブル 38、角速度センサ 15 から出力されたブレ信号に基づいて、撮像ユニット 2 から入力された色モザイク画像に対するブレの補正値を算出するブレ検出部 40、等を備えている。

【0050】

バッファメモリ 21 は、D R A M 等で実現され、ベイヤー配列に対応付けられて、R の画素信号を記憶する R プレーンメモリ 22 と、G r の画素信号を記憶する G r プレーンメモリ 23 a と、G b の画素信号を記憶する G b プレーンメモリ 23 b と、B の画素信号を記憶する B プレーンメモリ 24 と、によって構成され、R 画素、G r 画素、G b 画素、B 画素を各々ラスタ順次でシーケンシャルに格納し、C P U 18 からの指令に基づき、これらの画素信号（以下、画素値という）を、デモザイク部 28 におけるサンプリング部 31 に出力する。本発明における色プレーン分解部は、バッファメモリ 21 によってその機能が発現される。

30

【0051】

収差係数テーブル 38 には、撮像レンズ 3 に起因する収差を示す収差係数が格納されている。この収差係数は、デモザイク部 28 における座標変換部 30 に出力される。

40

【0052】

ブレ検出部 40 は、角度センサ 15 から出力されたブレの電気信号に基づいて、被写体に対する撮像ユニット 2 のブレを検出して、ブレを補正するためのブレ補正パラメータ（ z 、 dx 、 dy 、 θ_x 、 θ_y 、 θ_z 等）を、デモザイク部 28 における座標変換部 30 に出力する。

【0053】

ブレ補正パラメータ（以下、ブレ補正値ともいう）において、被写体に対して、 z が撮像ユニット 2 の前後方向のブレに伴う被写体像の大きさの補正値、 dx が左右方向あるい

50

はヨー軸のブレに伴う被写体像の左右位置の補正值、 d_y が上下方向あるいはピッチ軸のブレに伴う被写体像の上下位置の補正值、 θ が前後方向を回転軸とするブレに伴う被写体像の回転の補正值、 d_y が上下方向あるいはピッチ軸のブレに伴う被写体像の上下方向のアオリの補正值、 x が左右方向あるいはヨー軸のブレに伴う被写体像の左右方向のアオリの補正值である。また、ブレ補正パラメータ z には、撮像装置1のズーム倍率を含めてもよい。

【0054】

次に、デモザイク部28は、各種の収差補正や手ぶれ補正、画像の拡大縮小といった画像変形が統合されており、出力するカラー画像の画素座標を走査する出力画素走査部29、出力画素走査部29から出力された画素座標を表す信号と、ブレ検出部40と収差係数テーブル38から出力された信号にもとづいて、出力するカラー画像の画素位置に対応する色モザイク画像上のサンプリング座標を計算する座標変換部30、座標変換部30で算出されたサンプリング座標に近傍する色モザイク画像上の色毎の画素の画素値をバッファメモリ21から読む込むサンプリング部31、R、Gr、Gb、Bの色プレーン毎に、サンプリング部31を介して得られた画素値からサンプリング座標における画素値を補間生成する補間部32、補間部32で得られたサンプリング座標における各色の画素値を合成して画素毎に複数の色成分を備えた色データを生成する色生成部33等を備えている。

【0055】

また、前述の画像変形を行うと、色モザイク画像と出力カラー画像の画素位置は単純には対応しないので、本デモザイク部28における座標変換部30を介してその対応付けがなされる。次に、デモザイク部28処理の詳細を説明する。

【0056】

出力画素走査部29において、出力するカラー画像の全ての画素をラスタ順次で走査し、各画素の座標(u_d, v_d)を座標変換部30に出力する。

【0057】

次に、座標変換部30は、ブレ検出部40から出力されたブレ補正パラメータ及び収差係数テーブル38に格納された収差係数に基づき、歪曲収差補正や手ぶれ補正、デジタルズームといった画像変形を含めて、出力するカラー画像の画素位置(u_d, v_d)に対応する色モザイク画像上のサンプリング座標を計算する。なお、本発明における画像変形は、座標変換部30によってその機能が発現される。

【0058】

まず、座標系として、画素位置に対応つけられた座標系を uv で表し、補正計算で用いる便宜上の座標系を xy で表す。また、添え字 s は色モザイク画像上での座標を示し、添え字 d は出力カラー画像上での座標を示す。

【0059】

また、カラー画像の双方に対して、正規化された xy 座標系を導入する。また、 xy 座標系では画像中心を原点とし、その画像対角長を2とする。

【0060】

すなわち、カラー画像のサイズを 1920×1080 画素とすれば、出力するカラー画像の画素位置(u_d, v_d)の xy 座標系による表現は(式1)となる。つまり、カラー画像のサイズが 1920×1080 の等間隔からなる画素配列で構成されている際には、 $(1920^2 + 1080^2) / 2$ を算出し、画像中心(u_d, v_d) = (960, 540)が原点(x_d, y_d) = (0, 0)となるようにオフセット(x, y) = (960 / 1100, 540 / 1100) = (0.87, 0.49)を与え、(式1)となる。

10

20

30

40

【数 1】

$$\begin{pmatrix} x_d \\ y_d \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} U_d/1100-0.87 \\ V_d/1100-0.49 \end{pmatrix} \quad \dots \text{式1}$$

【0061】

次に、前述のブレ補正のパラメータ（ z 、 ψ_x 、 ψ_y 、 dx 、 dy 、 x_s 、 y_s ）を適用し、ブレ補正後の座標（ x_s 、 y_s ）を（式2）によって算出する。なお、（式2）において、 $x_s = wx_s / w$ 、 $y_s = wy_s / w$ 、とする。

10

【数 2】

$$\begin{pmatrix} wx_s \\ wy_s \\ w \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} z \cos \theta & z \sin \theta & dx \\ -z \sin \theta & z \cos \theta & dy \\ \psi_x & \psi_y & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_d \\ y_d \\ 1 \end{pmatrix} \quad \dots \text{式2}$$

【0062】

ブレ検出部40は、ブレ補正パラメータ（ z 、 dx 、 dy 、 ψ_x 、 ψ_y 、 x_s 等）を座標変換部30に出力する代わりに、このブレ補正パラメータを含む（式2）の行列自体を、座標変換部30に出力してもよい。そして、座標変換部30は、その行列自体をそのまま適用して、ブレ補正後の座標（ x_s 、 y_s ）を算出すればよい。

20

【0063】

さらに、ブレ補正後の座標に対して収差係数テーブル38に格納された歪曲収差補正の係数 k_1 、 k_2 、 p_1 、 p_2 を適用し、バッファメモリ21に格納されたGrプレーン及びGbプレーンにおけるサンプリング座標 x_{sG} 、 y_{sG} を、 $x_{sG} = x' (1 + k_1 r'^2 + k_2 r'^4) + 2p_1 x' y' + p_2 (r'^2 + 2x'^2)$ 、 $y_{sG} = y' (1 + k_1 r'^2 + k_2 r'^4) + 2p_2 x' y' + p_1 (r'^2 + 2y'^2)$ の演算式で算出する。この際、 $r'^2 = x'^2 + y'^2$ とする。

【0064】

k_1 、 k_2 、 p_1 、 p_2 は、撮像レンズ3の歪曲収差を示す係数であって、 k_1 、 k_2 が放射線方向の歪み、 p_1 、 p_2 が接線方向の歪を示している。

30

【0065】

さらに、収差係数テーブル38に格納された色収差係数 k_R 、 k_B 、 d_{Rx} 、 d_{Ry} 、 d_{Bx} 、 d_{By} を適用し、撮像レンズ3の色収差を考慮してRプレーン、Bプレーンにおけるサンプリング座標（ x_{sR} 、 y_{sR} ）（ x_{sB} 、 y_{sB} ）を（式3）、（式4）によって算出する。

【数 3】

$$\begin{pmatrix} x_{sR} \\ y_{sR} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} k_R & 0 & d_{Rx} \\ 0 & k_R & d_{Ry} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_{sG} \\ y_{sG} \\ 1 \end{pmatrix} \quad \dots \text{式3}$$

40

【数 4】

$$\begin{pmatrix} x_{sB} \\ y_{sB} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} k_B & 0 & d_{Bx} \\ 0 & k_B & d_{By} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_{sG} \\ y_{sG} \\ 1 \end{pmatrix} \quad \dots \text{式4}$$

【0066】

ここで、 k_R 、 k_B は、Grプレーン及びGbプレーンを基準にした際のR、Bプレーンの倍率、 d_{Rx} 、 d_{Ry} は、Grプレーン及びGbプレーンを基準にした際のRプレーンの平行ズレ量、 d_{Bx} 、 d_{By} は、Grプレーン及びGbプレーンを基準にした際のBプレーンの平行ズレ量である。

50

【 0 0 6 7 】

そして、色モザイク画像のサイズを 2560×1920 画素とすれば、対応する色モザイク画像の画素位置 (u_s, v_s) の x, y 座標系による表現は (式5)、(式6)、(式7) となる。つまり、色モザイク画像が 2560×1920 の等間隔からなる画素配列で構成されている際には、 $\frac{(2560^2 + 1920^2)}{2} = 1600$ を算出し、画像中心 $(u_s, v_s) = (1280, 960)$ が原点 $(x_s, y_s) = (0, 0)$ となるようにオフセット $(u, v) = (1280, 960)$ を与え、(式5)、(式6)、(式7) となる。

【数5】

$$\begin{pmatrix} U_{sR} \\ V_{sR} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_{sR} \times 1600 + 1280 \\ Y_{sR} \times 1600 + 960 \end{pmatrix} \quad \dots \text{式5}$$

10

【数6】

$$\begin{pmatrix} U_{sG} \\ V_{sG} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_{sG} \times 1600 + 1280 \\ Y_{sG} \times 1600 + 960 \end{pmatrix} \quad \dots \text{式6}$$

【数7】

$$\begin{pmatrix} U_{sB} \\ V_{sB} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_{sB} \times 1600 + 1280 \\ Y_{sB} \times 1600 + 960 \end{pmatrix} \quad \dots \text{式7}$$

20

【 0 0 6 8 】

なお、画素は (u, v) の整数格子に存在するが、(式5)、(式6)、(式7) で算出されるサンプリング座標の値は、整数と限らず、小数点以下を含む実数となる。

【 0 0 6 9 】

次に、図2に表したように、サンプリング部31は、バッファメモリ21で記憶された色モザイク画像から、R画素群、Gr画素群、Gb画素群、B画素群毎に、座標変換部30で算出したサンプリング座標の周囲に位置する画素の値を出力する。

【 0 0 7 0 】

詳しくは、R画素群からは (u_{sR}, v_{sR}) の周囲、Gr画素群からは (u_{sG}, v_{sG}) の周囲、Gb画素群からは (u_{sG}, v_{sG}) の周囲、B画素群からは (u_{sB}, v_{sB}) の周囲に位置する画素の値を出力する。

30

【 0 0 7 1 】

そして、前述のように、サンプリング位置 (u_s, v_s) が整数座標とは限らないので、 (u_s, v_s) を囲む4つの有値画素の値を読み込む。

【 0 0 7 2 】

図2に表したように、Rプレーン、Grプレーン、Gbプレーン、Bプレーンのどのプレーンも、縦横の格子点状に4つの有値画素を持つため、サンプリング座標401、402、403、404を囲む4つの有値画素は、当該サンプリング座標 u_{sR} が $(100.8, 101.4)$ であれば、これを囲む4つの画素 (u, v) が、 $(100, 100)$ 、 $(100, 102)$ 、 $(102, 100)$ 、 $(102, 102)$ となり、これら4つの画素の値をバッファメモリ21から読み取る。

40

【 0 0 7 3 】

次に、補間部32は、図2(f)に表したように、サンプリング座標を介して対向する有値画素間の距離の比(ここでは、 x 方向が $0.4 : 0.6$ 、 y 方向が $0.7 : 0.3$ である)を求め、4つの有値画素の画素値を用いて、サンプリング位置 $(100.8, 101.4)$ におけるRの画素値を補間によって算出する。

【 0 0 7 4 】

例えば、Rプレーンに対して、4つの有値画素の画素値を $R(100, 100)$ 、 $R($

50

100, 102)、 $R(102, 100)$ 、 $R(102, 102)$ で表し、サンプリング位置(100.8, 101.4)のRの画素値を $R(100.8, 101.4)$ で表すと、Rプレーン上でのサンプリング座標401の画素値(100.8, 101.4)を、 $R(100.8, 101.4) = 0.6 * 0.3 * R(100, 100) + 0.6 * 0.7 * R(100, 102) + 0.4 * 0.3 * R(102, 100) + 0.4 * 0.7 * R(102, 102)$ によって算出し、Rのサンプリング値 $R_{sample}(u_{sR}, v_{sR})$ とする。

【0075】

また、Gr画素群、Gb画素群、B画素群からも同様にサンプリング座標における画素値を補間によって算出し、夫々、 $Gr_{sample}(u_{sG}, v_{sG})$ 、 $Gb_{sample}(u_{sG}, v_{sG})$ 、 $B_{sample}(u_{sB}, v_{sB})$ とする。

10

【0076】

次に、色生成部33は、補間部32で得られた色毎のサンプリング値 $R_{sample}(u_{sR}, v_{sR})$ 、 $Gr_{sample}(u_{sG}, v_{sG})$ 、 $Gb_{sample}(u_{sG}, v_{sG})$ 、 $B_{sample}(u_{sB}, v_{sB})$ から画素毎の色情報(RGB成分) $R(u_d, v_d)$ 、 $G(u_d, v_d)$ 、 $B(u_d, v_d)$ を生成する。

【0077】

この際、単純には、 $R(u_d, v_d) = R_{sample}(u_{sR}, v_{sR})$ 、 $B(u_d, v_d) = B_{sample}(u_{sB}, v_{sB})$ 、 $G(u_d, v_d) = (Gr_{sample}(u_{sG}, v_{sG}) + Gb_{sample}(u_{sG}, v_{sG})) / 2$ とする。

20

【0078】

また、色生成部33では、さらに偽色抑制を行う。偽色抑制の一例としては、撮像素子5によって構成されるベイヤー配列のカラーイメージセンサでは、ナイキスト周波付近の高周波に赤や青の偽色が発生し易いので、GrとGbの差分をとることでこれらの縞模様を検出することができ、偽色を抑制できる。

【0079】

詳しくは、まず、高周波成分 $K = Gr_{sample}(u_{sG}, v_{sG}) - Gb_{sample}(u_{sG}, v_{sG})$ を算出する。

【0080】

次に、 $SumRB = R_{sample}(u_{sR}, v_{sR}) + B_{sample}(u_{sB}, v_{sB})$ 、 $DiffRB = R_{sample}(u_{sR}, v_{sR}) - B_{sample}(u_{sB}, v_{sB})$ として、 $DiffRB' = sign(DiffRB) * max(0, abs(DiffRB) - abs(K))$ の演算式を用いて、 $abs(DiffRB)$ から $abs(K)$ を、0を跨がないように減じ、 $DiffRB'$ を算出する。なお、 $sign$ は符号を+1/0/-1で、 abs は絶対値を求める演算子である。

30

【0081】

次に、 $R(u_d, v_d) = (SumRB + DiffRB') / 2$ 、 $G(u_d, v_d) = (Gr_{sample}(u_{sG}, v_{sG}) + Gb_{sample}(u_{sG}, v_{sG})) / 2$ 、 $B(u_d, v_d) = (SumRB - DiffRB') / 2$ の演算式を用いて、カラー画像における各画素の色成分を再生成する。これにより、高周波部に発生する赤と青の偽色を抑制した色生成ができる。

40

【0082】

次に、視覚補正部34でトーンカーブ(ガンマ)補正、彩度強調、エッジ強調といった画像補正を行い、その後、圧縮部35でカラー画像のデジタル画像信号をJPEG(Joint Photographic Experts Group)等の方法で圧縮し、記録部36で、圧縮されたデジタル画像信号を記録媒体に記憶する。

【0083】

次に、図4に基づいて、撮像ユニット2を介して入力した色モザイク画像(入力画像)からブレ補正及び歪曲収差等の画像変形を行い、カラー画像(出力画像)を生成する際の

50

手順を説明する。この手順は、CPU 18がROM 19に格納されたプログラムに基づいて、各機能部に指令信号を与えて実行する。また、図4におけるSはステップを表している。また、本発明のデモザイクステップがS 180～S 210によってその機能が発現され、本発明の画像変形がS 180によってその機能が発現される。

【0084】

まず、この手順は、オペレータによって画像処理装置100に起動信号が入力された際にスタートする。

【0085】

次いで、S 110において、撮像ユニット2を介して色モザイク画像を取得し、その後S 120に移る。

【0086】

次いで、S 120において、色モザイク画像をバッファメモリ21に読み込み、バイヤー配列に対応付けて、Rの画素信号、Grの画素信号、Gbの画素信号、Bの画素信号毎に記憶し、その後、S 190に移る。なお、本発明における色プレーン分解ステップ及び色プレーン記憶ステップは、S 120によってその機能が発現される。

【0087】

一方、S 130において、出力画素走査部29を用いて、出力画像（カラー画像）を走査して処理対象画素（ u_d, v_d ）を順次取得し、その後、S 180に移る。

【0088】

また、S 140において、レンズステート検出部37を用いて、焦点距離や被写体距離に対応付けられたレンズステートを検出し、その後、S 150において、レンズステートに対応付けられて格納された収差係数やズーム倍率等を収差係数テーブル38から取得し、その後、S 180に移る。

【0089】

また、S 160において、角速度センサ15及びブレ検出部40を用いて、撮像装置1Aのブレ量を検出し、その後、S 170に移り、S 170でブレ量補正のためのパラメータを取得し、その後、S 180に移る。

【0090】

次いで、S 180において、座標変換部30を用い、S 150で取得した収差係数、S 170で取得したブレ補正パラメータ等を用い、S 130で取得した出力画像（カラー画像）の処理対象における画素位置に対して、歪曲収差や手ぶれ、ズーム倍率などの画像変形処理を加えた座標（ u_s, v_s ）を算出し、その後、S 190に移る。なお、本発明における座標変換ステップは、S 180によってその機能が発現される。

【0091】

次いで、S 190において、サンプリング部31を用い、バッファメモリ21から、座標変換部30で算出したサンプリング座標の周囲に位置する、R、Gr、Gb、B毎の画素値を取得し、その後、S 200に移る。

【0092】

次いで、S 200において、補間部32を用い、R、Gr、Gb、B毎に、サンプリング座標の周囲に位置する画素の画素値からサンプリング座標に位置する画素値 $R_{sample}(u_{sR}, v_{sR})$ 、 $Gr_{sample}(u_{sG}, v_{sG})$ 、 $Gb_{sample}(u_{sG}, v_{sG})$ 、 $B_{sample}(u_{sB}, v_{sB})$ を補間生成し、その後、S 210に移る。なお、本発明における補間ステップは、S 200によってその機能が発現される。

10

20

30

40

50

【0093】

次いで、S210において、色生成部33を用い、サンプリング部31で算出された各色のサンプリング値を合成することにより、処理対象画素毎に複数色の色情報 $R(u_d, v_d)$ 、 $G(u_d, v_d)$ 、 $B(u_d, v_d)$ を生成し、その後、S220に移る。なお、本発明における色生成ステップは、S210によってその機能が発現される。

【0094】

次いで、S220において、出力画像内における次の走査画素の有無を判定し、画素無し(No)と判定された際にはS230に移り、画素有リ(Yes)と判定された際にはS180～S220を繰り返し、S220で画素無し(No)に至った際にS230に移る。

10

【0095】

次いで、S230において、視覚補正部34を用いて、色生成部33で生成されたカラー画像に対して、トーンカーブ(ガンマ)補正、彩度強調、エッジ強調といった画像補正を行い、その後、S240に移る。

【0096】

次いで、S240において、圧縮部35を用いて、視覚補正部34を介して出力されたカラー画像のデジタル画像信号をJPEG(Joint Photographic Experts Group)等の方法で圧縮し、記録時の画像データのサイズを小さくし、その後、S250に移る。

20

【0097】

次いで、S250において、記録部36を用いて、圧縮されたデジタル画像信号をフラッシュメモリ等の記録媒体に記憶し、その後、本画像処理プログラムを終了する。

【0098】

以上のように、第1の実施形態に記載の画像処理装置100及び画像処理方法は、画像変形を行う際に必要な画像データのバッファリングを色モザイク画像で行うことにより、バッファメモリ21の容量を、1画素あたり1変数に抑えることができ、バッファメモリ21の記憶容量や帯域を節減し、低コスト及び低消費電力で色モザイク及び画像変形を備えた撮像装置1を実現できる。

30

【0099】

(第2の実施形態)

次に、図5～図8を用いて、本発明の第2の実施形態を説明する。図5は、本発明の画像処理装置及び画像処理方法が適用された第2の実施形態の撮像装置1Aの構成を表したブロック図、図6は、同第2の実施形態の画像処理装置及び画像処理方法におけるカラー画像生成の手順を表したフローチャート、図7は、図6中の圧縮及びキャッシュコントローラの手順の詳細を表すフローチャートである。

40

【0100】

尚、第2の実施形態における撮像装置1Aは、基本的に第1の実施形態で表した撮像装置1と同じ構成なので、共通と成る構成部分については同一の符号を付与して詳細な説明を省き、特徴と成る部分について以下に説明する。

【0101】

撮像装置1Aにおける画像処理装置100Aには、撮像ユニット2から出力されたデモザイク画像を圧縮する圧縮部20、圧縮されてバッファメモリ21に格納されたデモザイク画像を読み込んで伸長する伸長部25、デモザイク部28からの要求に応じてキャッシュメモリ27又は伸長部25から画素データをサンプリング部31に出力するキャシュ

50

コントローラ 26、キャッシュコントローラ 26 で取得した最新の画素群を記憶するキャッシュメモリ 27、等が備えられている。

【0102】

まず、撮影された色モザイク画像が、撮像素子 5 からラスタ順次で各画素の露光量に応じたアナログ信号として A/D 変換器 9 に出力される。

【0103】

次に、A/D 変換器 9 は、このアナログ信号を 12 bit のデジタル信号（以下、画素値という）に変換して、この画素値を圧縮部 20 に出力する。

【0104】

次に、圧縮部 20 は、A/D 変換器 9 から順次入力される画素値群を、色画素毎に水平 8 画素のブロック単位で蓄積し、蓄積されたブロックデータを $12 \times 8 = 96$ bit から 64 bit に圧縮し、バッファメモリ 21 に出力する。なお、本発明における色プレーン分解部は、圧縮部 20 によってその機能が発現される。また、本発明における圧縮部の機能が圧縮部 20 によって発現され、本発明における伸長部の機能が伸長部 25 によって発現される。

10

【0105】

一方、デモザイク部 28 は、カラー画像をラスタ順次で生成する。この際、画像変形を行うので、キャッシュコントローラ 26 を介して、色モザイク画像に対し、非ラスタ順次のサンプリングを要求する。

20

【0106】

次に、キャッシュコントローラ 26 は、このサンプリング要求を受けて、要求された画素の画素値がキャッシュメモリ 27 に格納されていれば、バッファメモリ 21 にアクセスすることなしにキャッシュメモリ 27 からその画素値を読み込み、サンプリング部 31 に出力する。

【0107】

また、キャッシュコントローラ 26 は、要求された画素の画素値がキャッシュメモリ 27 に格納されていなければ、バッファメモリ 21 に対して該画素を含むブロックデータをアクセスする。

30

【0108】

次に、バッファメモリ 21 は、キャッシュコントローラ 26 からアクセスされたブロックデータを伸長部 25 に出力する。

【0109】

次に、伸長部 25 は、バッファメモリ 21 から入力されたブロックデータを伸長して、8 つの 12 bit の画素値を再生する。

【0110】

次に、キャッシュコントローラ 26 は、伸長部 25 から、再生された 8 つの 12 bit の画素値を受けてデモザイク部 28 のサンプリング部 31 に出力すると同時に、この 8 つの 12 bit の画素値をキャッシュメモリ 27 に格納する。なお、キャッシュコントローラ 26 は、キャッシュメモリ 27 が満杯であれば、LRU (Least - Recently - Used) 法等の既知のキャッシュ制御法で更新する。

40

【0111】

キャッシュメモリ 27 は、キャッシュコントローラ 26 及びデモザイク部 28 と同一の半導体集積回路上に SRAM として集積され、バッファメモリ 21 に比べて小容量・高速のメモリとなって実装されている。また、本実施例のキャッシュメモリ 27 は、リードキャッシュとして動作する。また、キャッシュメモリ 27 のラインサイズは、1 ブロックの画素値群を格納できるように構成されている。

【0112】

50

次に、デモザイク部 28 は、第 1 の実施形態と同じように、キャッシュコントローラ 26 を介して入力された色モザイク画像の各画素データを用い、サンプリング部 31 において、座標変換部 30 で算出したサンプリング座標の周囲に位置する、R、Gr、Gb、B 毎の画素値を取得し、その後、補間部 32 において、R、Gr、Gb、B 毎に、サンプリング座標の周囲に位置する画素の画素値からサンプリング座標に位置する画素値 $R_{sample}(u_{sR}, v_{sR})$ 、 $Gr_{sample}(u_{sG}, v_{sG})$ 、 $Gb_{sample}(u_{sG}, v_{sG})$ 、 $B_{sample}(u_{sB}, v_{sB})$ を補間生成し、その後、色生成部 33 において、処理対象画素毎に複数色の色情報 $R(u_d, v_d)$ 、 $G(u_d, v_d)$ 、 $B(u_d, v_d)$ を生成する。

10

【0113】

次に、図 6、図 7 に基づいて、撮像ユニット 2 を介して入力した色モザイク画像（入力画像）からブレ補正及び歪曲収差等の画像変形を行い、カラー画像（出力画像）を生成する際の手順を説明する。この手順は、CPU 18 が ROM 19 に格納されたプログラムに基づいて、各機能部に指令信号を与えて実行する。また、本フローチャートにおいて第 1 の形態で表したフローチャートと共通するステップについては、同一の番号を付与し、その詳細な説明を省く。なお、本発明における圧縮ステップが S300 によってその機能が発現され、本発明の伸長ステップが S500 によってその機能が発現される。

【0114】

まず、この手順は、オペレータによって画像処理装置 100A に起動信号が入力された際にスタートする。

20

【0115】

次いで、S110 において、撮像ユニット 2 を介して色モザイク画像を取得し、その後 S300 の圧縮ステップに移る。

【0116】

次いで、S300 では、図 7(a) に表したように、まず、S310 のブロック分割ステップにおいて色モザイク画像データをブロックごとに分割し、その後、S320 に移る。この際、ペイヤー配列の R、Gr、Gb、B の画素毎に、垂直 1 画素 × 水平 8 画素をブロック単位とし、これら 8 つの 12 bit 画素値 ($x(n)$, $n = 1 \dots 8$) を画素値群とし、次の S320 ~ S350 の処理を行う。なお、本発明における色プレーン分解ステップが S310 によってその機能が発現される。

30

【0117】

次いで、S320 において、画素値群内の $x(n)$ の最小値 Min 及びレンジ R (= 最大値 - 最小値) を求め、その後、S330 に移る。

【0118】

次いで、S330 において、S320 で求めたレンジ R を用い、共通指数 E を $E = \log_2(R \times 128 / 127) - 6$ の演算式で算出し、その後、S340 に移る。この際、E が非整数であれば E を切り上げ、E が負であれば 0 として E を非負整数とする。

【0119】

次いで、S340 において、仮数 $M(n)$ を $M(n) = (x(n) - \text{Min}) / 2^E$ の演算式を用いて算出する。この際、仮数 $M(n)$ が非整数であれば、仮数 $M(n)$ を四捨五入して整数とし、その後、S350 に移る。

40

【0120】

これにより、Min が 12 bit、E が 0 ~ 7 の整数値を取り得るので 3 bit で表され、 $M(n)$ が 0 ~ 63 の整数値を取り得るので 6 bit で表される。また、S330 の E を求める演算式では、R に $(128 / 127)$ を乗じることによって、S340 の仮数算出ステップにおける四捨五入によるオーバーフローに備えている。これらのデータを並べると 63 bit ($12 + 3 + 6 \times 8 = 63$) となる。

【0121】

次いで、S350 において、これらのデータ 63 bit ($12 + 3 + 6 \times 8 = 63$) を

50

一纏めにして8つの画素群を圧縮データとし、その後、図6のS400に移る。なお、S310～S350によって、本発明の階調圧縮が実現される。

【0122】

次いで、S400において、S350で圧縮されたデータをバッファメモリ21に格納し、その後、S500に移る。なお、バッファメモリ21として汎用DRAMを用いる場合、これらの多くは 8×2^n bitをアクセス単位としているため、1 bit追加し、64 bitバウンダリで格納するのが効率的である。

【0123】

次いで、S500において、伸長部25を用い、バッファメモリ21から63 bitの圧縮データを読み込み、該圧縮データを8つの12 bit画素値 $x'(n)$ に伸長し、その後、S600に移る。この際、S500では、バッファメモリ21から所望の画素データが含まれる63 (又は64) bitのカプセル化したデータを読み込み、12 bitをMin、3 bitをE、8つの6 bitデータを $M(n)$ に分解し、これらの分解されたデータから、 $x'(n) = M(n) \times 2^E + \text{Min}$ とし、画素値群を再現する。

【0124】

また、S350のカプセル化ステップでは、可逆圧縮部の機能を備えてもよい。また圧縮部20では、63 bitのデータに可逆圧縮を試み、63 bit以下に圧縮できなければ、可逆圧縮使用フラグ1 bitをfalseにセットして付与し、64 bitのデータとしてバッファメモリ21に格納する。

【0125】

また、63 bit以下に圧縮できる場合、可逆圧縮使用フラグ1 bitをtrueにセットして付与し、その後に、圧縮されたデータを続けてバッファメモリ21に格納する。これにより、バッファメモリ21の書き換え量を削減できて、更なる省電力化が実現できる。また、可逆圧縮としては、ラングレス圧縮やエントロピー符号化を用いることができる。

【0126】

一方、S500の伸長ステップでは、バッファメモリ21から64 bitの圧縮データを読み込み、まず可逆圧縮使用フラグを確認し、可逆圧縮使用フラグがfalseであれば、続く63 bitから12 bitで表された8つの画素値 $x'(n)$ を出力する。また、可逆圧縮使用フラグがtrueであれば、続くデータを可逆伸長した後に12 bitで表された8つの画素値 $x'(n)$ を出力する。

【0127】

次いで、S600のキャッシュコントローラステップは、図7(b)に表したように、デモザイク部28からのアクセス要求に応じ、S610において、デモザイク部28から要求された画素データがキャッシュメモリ27に有るか否かを判定し、画素データが有ると判定(yes)された際にはS620に移り、画素データが無い(No)と判定された際にはS611に移る。

【0128】

次いで、S611において、要求画素を含む圧縮データを読み込み、その後、S612に移る。

【0129】

次いで、S612において、伸長部25を用い、圧縮データを伸長して要求された画素値を含む画素値群を取得し、その後、S613において、伸長された画素値群をキャッシュメモリ27に格納すると同時に、S630に移る。

【0130】

一方、S610で画素データが有る(yes)際には、S620において、キャッシュメモリ27から該画素値を読み出し、その後、S630に移る。

10

20

30

40

50

【0131】

次いで、S630において、デモザイク部28から要求された画素値をデモザイク部28に出力し、その後、図6のS190に移る。

【0132】

次いで、第1の実施形態と同じように、S180～S210において画像変形及びデモザイク処理が行われ、その後、S230の視覚補正ステップ、S240の圧縮ステップを行った後に、本処理を終了する。

【0133】

以上のように、第2の実施形態に記載の画像処理装置100A及び画像処理方法は、バッファメモリ21に格納する色モザイク画像データを、圧縮部20を用いて圧縮することにより、必要となるバッファメモリの記憶容量を削減でき、また、bit深度が8の倍数になっていない色モザイク画像に対しても、圧縮率を適切に設定することにより、汎用の 8×2^n 幅のDRAMを効率よく利用できる。

10

【0134】

また、デモザイク部28において、カラー画像の1画素を生成するために色モザイク画像における複数の画素の画素値を参照するが、カラー画像の隣接する画素を生成する場合には、色モザイク画像における同一画素を参照（アクセス）することが多い。これに応じ、第2の実施形態に記載の画像処理装置100A及び画像処理方法は、キャッシュメモリ27を導入しているので、バッファメモリ21の読み出し帯域を削減でき、さらなる消費電力の削減ができる。

20

【0135】

(変形例)

以上、本発明の一実施例について説明したが、本発明は、前記実施例に限定されるものでなく、種々の態様を取ることができる。

【0136】

例えば、キャッシュメモリをさらに有効に用いるために、出力画素走査部29における走査順序を構成してもよい。つまり、カラー画像の全ての画素を走査する際に、ローカリティの高い走査を行う。このような走査の例として、ヒルベルト曲線の活用が挙げられる。例えば、図8に表したように、出力カラー画像を 8×8 のブロックに分割し、各ブロック内をヒルベルト曲線に沿って走査し、各画素の座標を座標変換部30に出力するように構成してもよい。また、1つのブロック内の画素走査が終われば、ラスタ順次に次のブロックを走査する。

30

【0137】

また、圧縮部20は、Motion JPEGやMPEGのように、縦8画素のブロックベースの圧縮方式を利用することにより、ラスタ入力に必要なラスタブロック変換を不要にできる。

【0138】

また、本実施例の撮像装置1、1Aにおいて、さらに、撮像レンズ3を光軸方向にスライドさせるスライド機構と撮像レンズ3の位置を検出する検出部を備え、座標変換部30において、撮像レンズ3のレンズステートに対応付け、撮像ユニット2の収差係数テーブル38に格納されている収差係数を補正するように座標変換をおこなってもよい。

40

【図面の簡単な説明】

【0139】

【図1】本発明の画像処理装置及び画像処理方法が適用された、第1の実施形態の撮像装置1の構成を表したブロック図である。

【図2】同第1の実施形態における色プレーン分解部と色生成部の機能説明図であって、(a)が撮像ユニット2から出力されるベイヤー配列の色モザイク画像を表した図、(b)、(c)、(d)、(e)が、夫々、色プレーン分解部で生成されたRプレーン、Grプレーン、Gbプレーン、Bプレーンの配置を表した図、(f)がサンプリング座標にお

50

ける画素値を補間算出する際の説明図である。

【図3】同第1の実施形態における、色モザイク画像から画像変形及びカラー画像を生成するデモザイク処理の説明図である。

【図4】同第1の実施形態の画像処理装置及び画像処理方法におけるカラー画像生成の手順を表したフローチャートである。

【図5】本発明の画像処理装置及び画像処理方法が適用された、第2の実施形態の撮像装置1Aの構成を表したブロック図である。

【図6】同第2の実施形態の画像処理装置及び画像処理方法におけるカラー画像生成の手順を表したフローチャートである。

【図7】図6中の圧縮及びキャッシュコントローラの手順の詳細を表すフローチャートである。

10

【図8】変形例における、キャッシュメモリからブロック毎に画素値を出力する際の走査例を表した図である。

【図9】従来のデモザイク処理及び画像変形処理の説明図である。

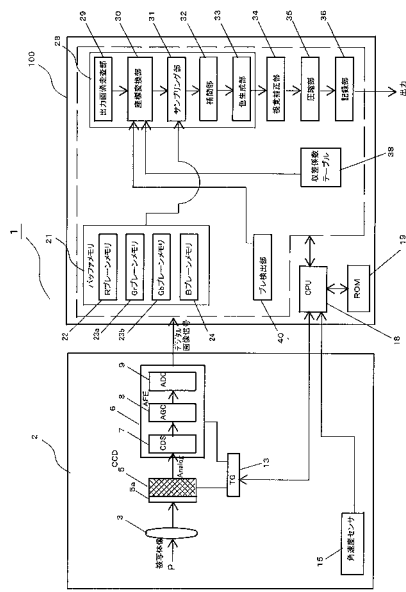
【符号の説明】

【0140】

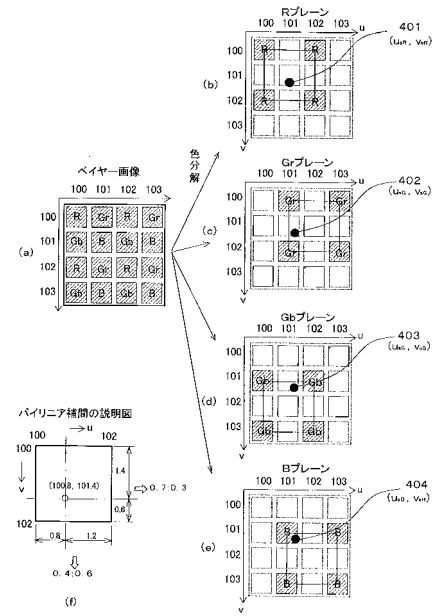
1, 1A...撮像装置、2...撮像ユニット、3...撮像レンズ、5...撮像素子、5a...ベイヤー配列のカラーフィルタ、6...AFE(Analog Front End)、7...相関二重サンプリング回路、8...可変利得増幅器(AGC:Automatic Gain Control)、9...A/D変換器、13...TG(Timing Generator)、15...角速度センサ、18...CPU(Central Processing Unit)、19...ROM(Read Only Memory)、20...圧縮部、21...バッファメモリ、22...Rプレ-ンメモリ、23a...Grプレーンメモリ、23b...Gbプレーンメモリ、24...Bプレーンメモリ、25...伸長部、26...キャッシュコントローラ、27...キャッシュメモリ、28...デモザイク部、29...出力画素走査部、30...座標変換部、31...サンプリング部、32...補間部、33...色生成部、34...視覚補正部、35...圧縮部、36...記録部、38...収差係数テーブル、40...ブレ検出部、100, 100A...画像処理装置。

20

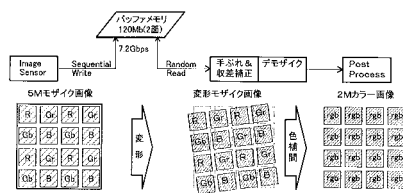
【図 1】



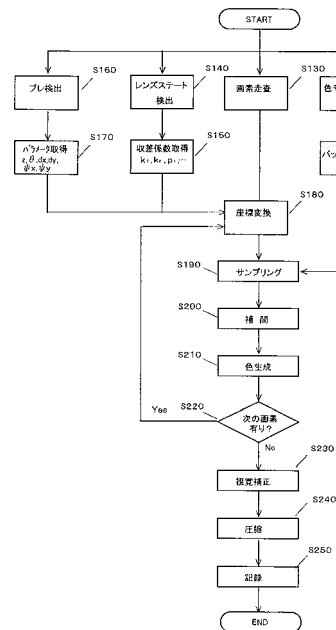
【図 2】



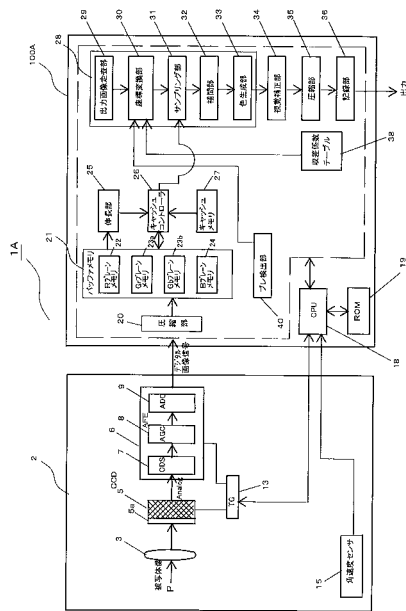
【図 3】



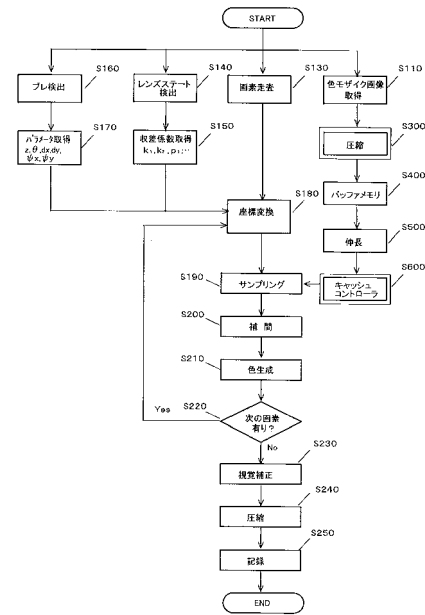
【図 4】



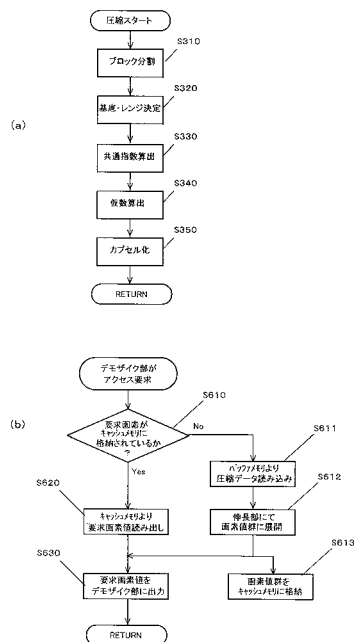
【図 5】



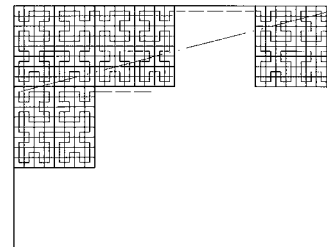
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2006-211334(JP,A)
特開2007-228515(JP,A)
特開2005-217896(JP,A)
国際公開第2005/117455(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N	9/04	~	9/11
H04N	9/44	~	9/78