

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-200000

(P2014-200000A)

(43) 公開日 平成26年10月23日(2014.10.23)

(51) Int.Cl.		F I				テーマコード (参考)
HO4N	9/07	(2006.01)	HO4N	9/07	C	5B057
G06T	3/40	(2006.01)	HO4N	9/07	A	5C065
G06T	1/00	(2006.01)	G06T	3/40	C	
			G06T	1/00	510	

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 54 頁)

(21) 出願番号 特願2013-74577 (P2013-74577)  
 (22) 出願日 平成25年3月29日 (2013.3.29)

(71) 出願人 000002185  
 ソニー株式会社  
 東京都港区港南1丁目7番1号  
 (74) 代理人 100082131  
 弁理士 稲本 義雄  
 (74) 代理人 100121131  
 弁理士 西川 孝  
 (72) 発明者 奥村 明弘  
 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内  
 (72) 発明者 藤沢 一郎  
 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

最終頁に続く

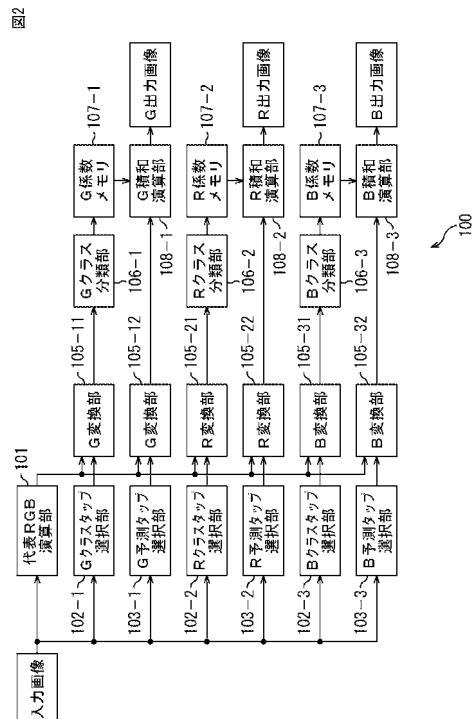
(54) 【発明の名称】 画像処理装置および方法、並びにプログラム

(57) 【要約】

【課題】 画像処理による解像度変換に際して、複数の色成分により構成される色フィルタレイを有するイメージセンサの出力から、画質を劣化させることなく、各色成分の画像信号を得ることができるようにする。

【解決手段】 単板式画素部から出力される第1の画像の指定領域における各色成分の代表値をそれぞれ演算する代表値演算部と、指定領域の特徴量に基づくクラス分類の結果に基づいて、予め記憶されている係数を読み出し、指定領域内の所定の画素に係る予測タップの各色成分の画素値を、複数の色成分のうち、1の色成分の画素値を基準とし、代表値を用いてオフセットすることにより得られる変換値に変換する色成分変換部と、変換値を変数とし、係数を用いた積和演算により、複数の色成分における各色成分の画素のみで構成され、第1の画像とは解像度の異なる画像である第2の画像の画素値をそれぞれ演算する。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

複数の色成分の各色成分に対応する画素を平面上に規則的に配置した単板式画素部から出力される画像信号により構成される第 1 の画像から、所定の画素数で構成される領域である指定領域を選択するとともに、前記指定領域における前記各色成分の代表値をそれぞれ演算する代表値演算部と、

前記指定領域の画素値から得られる特徴量に基づいて、前記指定領域をクラス分類するクラス分類部と、

前記クラス分類の結果に基づいて、予め記憶されている係数を読み出す係数読み出し部と、

前記指定領域内の所定の画素に係る画素値を予測タップとし、前記予測タップの各色成分の画素値を、前記複数の色成分のうち、1 の色成分の画素値を基準とし、前記代表値を用いてオフセットすることにより得られる変換値に変換する色成分変換部と、

前記変換値を変数とし、前記読み出された係数を用いた積和演算により、前記複数の色成分における各色成分の画素のみで構成され、前記第 1 の画像とは解像度の異なる画像である第 2 の画像の画素値をそれぞれ演算する積和演算部と

を備える画像処理装置。

## 【請求項 2】

前記単板式画素部は、R、G、B の各色成分を有する画素部であり、

前記代表値演算部は、

前記 R または B の画素の周囲の G の画素に基づいて、前記 R または B の画素の補間値  $g$  を算出し、

前記 G の画素の周囲の R の画素または B の画素に基づいて、それぞれ前記 G の画素の補間値  $r$  および補間値  $b$  を算出し、

前記 G の画素から直接得られる入力値  $G$  と前記補間値  $g$  との平均値により、G の代表値を演算し、

前記補間値  $r$  と前記入力値  $G$  との差分、および、前記 R の画素から直接得られる入力値  $R$  と前記補間値  $g$  との差分、並びに前記 G の代表値に基づいて R の代表値を演算し、

前記補間値  $b$  と前記入力値  $G$  との差分、および、前記 B の画素から直接得られる入力値  $B$  と前記補間値  $g$  との差分、並びに前記 G の代表値に基づいて B の代表値を演算する

請求項 1 に記載の画像処理装置。

## 【請求項 3】

前記色成分変換部は、

前記第 2 の画像が G の画素のみで構成される画像である場合、

前記入力値  $R$  を、前記 R の代表値と前記 G の代表値の差分によりオフセットし、

前記入力値  $B$  を、前記 B の代表値と前記 G の代表値の差分によりオフセットし、

前記第 2 の画像が R の画素のみで構成される画像である場合、

前記入力値  $G$  を、前記 G の代表値と前記 R の代表値の差分によりオフセットし、

前記入力値  $B$  を、前記 B の代表値と前記 R の代表値の差分によりオフセットし、

前記第 2 の画像が B の画素のみで構成される画像である場合、

前記入力値  $G$  を、前記 G の代表値と前記 B の代表値の差分によりオフセットし、

前記入力値  $R$  を、前記 R の代表値と前記 B の代表値の差分によりオフセットする

請求項 2 に記載の画像処理装置。

## 【請求項 4】

前記単板式画素部が、ベイヤー配列の画素を斜めに配置した斜めベイヤー配列の画素部とされる

請求項 3 に記載の画像処理装置。

## 【請求項 5】

前記複数の色成分の画像のうち、第 1 の色成分のみで構成される第 2 の画像を生成し、

前記複数の色成分の画像のうち、前記第 1 の色成分とは異なる第 2 の色成分のみで構成

10

20

30

40

50

される第 2 の画像を生成する場合、

前記第 1 の色成分のみで構成される第 2 の画像から、前記予測タップが取得される  
請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 6】

前記予測タップの仮想色差を演算する仮想色差演算部をさらに備え、

前記複数の色成分の画像のうち、第 1 の色成分とは異なる第 2 の色成分のみで構成される第 2 の画像を生成する場合、

前記積和演算部は、前記予測タップの仮想色差を変数とし、前記読み出された係数を用いた積和演算により、前記第 2 の画像の仮想色差を演算し、

前記第 1 の画像における指定領域から前記第 2 の色成分に対応する画素のみで構成される前記予測タップが取得される

請求項 1 に記載の画像処理装置。

10

【請求項 7】

前記仮想色差演算部は、

前記予測タップを構成する画素の値に、色空間の規格により規定されるマトリックス係数を乗じて前記仮想色差を演算する

請求項 6 に記載の画像処理装置。

【請求項 8】

前記指定領域内の所定の画素に係る画素値をクラスタップとし、前記クラスタップの各色成分の画素値を、前記複数の色成分のうち、1 の色成分の画素値を基準とし、前記代表値を用いてオフセットすることにより得られる変換値に変換する他の色成分変換部をさらに備え、

20

前記クラス分類部は、前記他の色成分変換部により変換された前記変換値に基づいて、前記クラスタップの特徴量を決定する

請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 9】

前記係数読み出し部により読み出される係数は、予め学習により求められ、

前記学習では、

前記単板式画素部と被写体の間に配置される光学ローパスフィルタより、前記被写体に近い位置に配置された、前記複数の色成分のそれぞれに対応する画素のみで構成された複数の画素部からそれぞれ出力される画像信号により構成される画像を教師画像とし、

30

前記単板式画素部から出力される画像信号により構成される画像を生徒画像とし、

前記生徒画像の画素と前記教師画像の画素をマッピングさせた正規方程式を解くことにより前記係数が算出される

請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 10】

代表値演算部が、複数の色成分の各色成分に対応する画素を平面上に規則的に配置した単板式画素部から出力される画像信号により構成される第 1 の画像から、所定の画素数で構成される領域である指定領域を選択するとともに、前記指定領域における前記各色成分の代表値をそれぞれ演算し、

40

クラス分類部が、前記指定領域の画素値から得られる特徴量に基づいて、前記指定領域をクラス分類し、

係数読み出し部が、前記クラス分類の結果に基づいて、予め記憶されている係数を読み出し、

色成分変換部が、前記指定領域内の所定の画素に係る画素値を予測タップとし、前記予測タップの各色成分の画素値を、前記複数の色成分のうち、1 の色成分の画素値を基準とし、前記代表値を用いてオフセットすることにより得られる変換値に変換し、

積和演算部が、前記変換値を変数とし、前記読み出された係数を用いた積和演算により、前記複数の色成分における各色成分の画素のみで構成され、前記第 1 の画像とは解像度の異なる画像である第 2 の画像の画素値をそれぞれ演算するステップ

50

を含む画像処理方法。

【請求項 1 1】

コンピュータを、

複数の色成分の各色成分に対応する画素を平面上に規則的に配置した単板式画素部から出力される画像信号により構成される第 1 の画像から、所定の画素数で構成される領域である指定領域を選択するとともに、前記指定領域における前記各色成分の代表値をそれぞれ演算する代表値演算部と、

前記指定領域の画素値から得られる特徴量に基づいて、前記指定領域をクラス分類するクラス分類部と、

前記クラス分類の結果に基づいて、予め記憶されている係数を読み出す係数読み出し部と、

前記指定領域内の所定の画素に係る画素値を予測タップとし、前記予測タップの各色成分の画素値を、前記複数の色成分のうち、1 の色成分の画素値を基準とし、前記代表値を用いてオフセットすることにより得られる変換値に変換する色成分変換部と、

前記変換値を変数とし、前記読み出された係数を用いた積和演算により、前記複数の色成分における各色成分の画素のみで構成され、前記第 1 の画像とは解像度の異なる画像である第 2 の画像の画素値をそれぞれ演算する積和演算部とを備える画像処理装置として機能させる

プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本技術は、画像処理装置および方法、並びにプログラムに関し、特に、画像処理による解像度変換に際して、複数の色成分により構成される色フィルタアレイを有するイメージセンサの出力から、画質を劣化させることなく、各色成分の画像信号を得ることができるようにする画像処理装置および方法、並びにプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、いわゆる 4 k 2 k や 8 k 4 k など画像の解像度向上に対する要求が高まっているが、例えば、イメージセンサのサイズを拡大するなどしても、光学系の大きさや重量などの点から十分な解像度向上を実現することが困難になってきた。また、イメージセンサの感度の面からもフレームレートを増加させることが困難になってきている。

【0003】

このため、イメージセンサのセルの面積をこれ以上小さくすることなく、解像度を向上させる技術が求められている。例えば、低解像度の入力画像に対して画像処理を施すことによって、出力画像の画素を生成し、高解像度の出力画像を得る技術などが求められる。

【0004】

また、イメージセンサを用いた撮像装置には、主に、1 つのイメージセンサを用いた単板方式のもの（以後、単板式カメラという）と、3 つのイメージセンサを用いた 3 板方式のもの（以後、3 板式カメラという）とがある。

【0005】

3 板式カメラでは、例えば R 信号用、G 信号用および B 信号用の 3 つのイメージセンサを用いて、その 3 つのイメージセンサにより 3 原色信号を得る。そして、この 3 原色信号から生成されるカラー画像信号が記録媒体に記録される。

【0006】

単板式カメラでは、1 画素毎に割り当てられた色フィルタアレイからなる色コーディングフィルタが前面に設置された 1 つのイメージセンサを用いて、色コーディングフィルタにより色コーディングされた色成分の信号を 1 画素毎に得る。色コーディングフィルタを構成する色フィルタアレイとしては、例えば、R (Red), G (Green), B (Blue) の原色フィルタアレイや、Ye (Yellow), Cy (Cyanogen), Mg (Magenta) の補色フィ

10

20

30

40

50

ルタアレイが用いられている。そして、単板式カメラにおいては、イメージセンサにより1画素毎に1つの色成分の信号を得て、各画素が持っている色成分の信号以外の色信号を線形補間処理により生成して、3板式カメラにより得られる画像に近い画像を得ようとしていた。ビデオカメラなどにおいて、小型化、軽量化を図る場合に、単板式が採用されている。

【0007】

色コーディングフィルタを構成する色フィルタアレイとして、ベイヤー配列の色フィルタアレイが用いられることが多い。ベイヤー配列では、Gの色フィルタが市松状に配され、残った部分にRとBが一行毎に交互に配されている。

【0008】

この場合、イメージセンサは、R、G、Bの3原色のうちの1つの色のフィルタが配置された各画素から、そのフィルタの色に対応する画像信号のみが出力される。すなわち、Rの色フィルタが配置された画素からは、R成分の画像信号は出力されるが、G成分およびB成分の画像信号は出力されない。同様に、Gの画素からは、G成分の画像信号のみが出力され、R成分およびB成分の画像信号は出力されず、Bの画素からは、B成分の画像信号のみが出力され、R成分およびG成分の画像信号は出力されない。

【0009】

しかしながら、画像処理の後段において各画素の信号を処理する際、各画素毎にR成分、G成分およびB成分の画像信号が必要となる。そこで、従来の技術では、 $n \times m$  ( $n$ および $m$ は正の整数)個の画素で構成されるイメージセンサの出力から、 $n \times m$ 個のR画素の画像信号、 $n \times m$ 個のG画素の画像信号および $n \times m$ 個のB画素の画像信号が、それぞれ補間演算により求められ、後段に出力される。

【0010】

また、 $n \times m$ 個のR画素の画像信号から $2n \times 2m$ 個のR画素の画像信号が補間演算により求められ、 $n \times m$ 個のG画素の画像信号から $2n \times 2m$ 個のG画素の画像信号が補間演算により求められ、さらに、 $n \times m$ 個のB画素の画像信号から、 $2n \times 2m$ 個のB画素の画像信号が演算により求められる技術も提案されている(例えば、特許文献1参照)。

【0011】

特許文献1の技術によれば、入力画像における注目画素に対応する画素およびその周辺の画素値を変数とし、予め学習により得られた係数を用いた積和演算により出力画像の注目画素の画素値を予測する。このようにすることで、単板式カメラのイメージセンサの出力から、3原色信号を生成するとともに、原画像の4倍の画素密度の画像信号を生成することも可能となる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0012】

【特許文献1】特開2000-341705号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

ところで、特許文献1の場合、イメージセンサにおけるR、G、Bのそれぞれに対応する画素値が、そのまま、予測演算の変数であるタップとして用いられる。

【0014】

しかしながら、R、G、Bの各画素値は、もともと相関が小さいため、例えば、注目画素周辺の複数の画素値をタップとして入力しても、予測演算において、十分な効果を発揮することができなかった。

【0015】

また、単板式カメラのイメージセンサでは、偽色やアーティファクトなどの影響を回避するため、一般的に、イメージセンサに入射する光が光学ローパスフィルタを通過するようになされている。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 6 】

しかしながら、このように光学ローパスフィルタを通過させることにより、画像がぼけてしまうことがあった。

## 【 0 0 1 7 】

すなわち、従来の技術では、単板式カメラにおいて、画像のぼけ、偽色やアーティファクトなどの画質劣化を引き起こすことなく、3原色信号を得ることが難しかった。

## 【 0 0 1 8 】

このような状況の下、低解像度の入力画像から高解像度の出力画像を得る画像処理においても、従来の技術では、ベイヤー変換時に発生する偽色やアーティファクトなどの画質劣化が強調されてしまうため、十分な効果をあげることができなかった。

10

## 【 0 0 1 9 】

本技術はこのような状況に鑑みて開示するものであり、画像処理による解像度変換に際して、複数の色成分により構成される色フィルタアレイを有するイメージセンサの出力から、画質を劣化させることなく、各色成分の画像信号を得ることができるようになるものである。

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 2 0 】

本技術の一側面は、複数の色成分の各色成分に対応する画素を平面上に規則的に配置した単板式画素部から出力される画像信号により構成される第1の画像から、所定の画素数で構成される領域である指定領域を選択するとともに、前記指定領域における前記各色成分の代表値をそれぞれ演算する代表値演算部と、前記指定領域の画素値から得られる特徴量に基づいて、前記指定領域をクラス分類するクラス分類部と、前記クラス分類の結果に基づいて、予め記憶されている係数を読み出す係数読み出し部と、前記指定領域内の所定の画素に係る画素値を予測タップとし、前記予測タップの各色成分の画素値を、前記複数の色成分のうち、1の色成分の画素値を基準とし、前記代表値を用いてオフセットすることにより得られる変換値に変換する色成分変換部と、前記変換値を変数とし、前記読み出された係数を用いた積和演算により、前記複数の色成分における各色成分の画素のみで構成され、前記第1の画像とは解像度の異なる画像である第2の画像の画素値をそれぞれ演算する積和演算部とを備える画像処理装置である。

20

## 【 0 0 2 1 】

前記単板式画素部は、R、G、Bの各色成分を有する画素部であり、前記代表値演算部は、前記RまたはBの画素の周囲のGの画素に基づいて、前記RまたはBの画素の補間値gを算出し、前記Gの画素の周囲のRの画素またはBの画素に基づいて、それぞれ前記Gの画素の補間値rおよび補間値bを算出し、前記Gの画素から直接得られる入力値Gと前記補間値gとの平均値により、Gの代表値を演算し、前記補間値rと前記入力値Gとの差分、および、前記Rの画素から直接得られる入力値Rと前記補間値gとの差分、並びに前記Gの代表値に基づいてRの代表値を演算し、前記補間値bと前記入力値Gとの差分、および、前記Bの画素から直接得られる入力値Bと前記補間値gとの差分、並びに前記Gの代表値に基づいてBの代表値を演算することができる。

30

## 【 0 0 2 2 】

前記色成分変換部は、前記第2の画像がGの画素のみで構成される画像である場合、前記入力値Rを、前記Rの代表値と前記Gの代表値の差分によりオフセットし、前記入力値Bを、前記Bの代表値と前記Gの代表値の差分によりオフセットし、前記第2の画像がRの画素のみで構成される画像である場合、前記入力値Gを、前記Gの代表値と前記Rの代表値の差分によりオフセットし、前記入力値Bを、前記Bの代表値と前記Rの代表値の差分によりオフセットし、前記第2の画像がBの画素のみで構成される画像である場合、前記入力値Gを、前記Gの代表値と前記Bの代表値の差分によりオフセットし、前記入力値Rを、前記Rの代表値と前記Bの代表値の差分によりオフセットすることができる。

40

## 【 0 0 2 3 】

50

前記単板式画素部が、ベイヤー配列の画素を斜めに配置した斜めベイヤー配列の画素部とされるようにすることができる。

【0024】

前記複数の色成分の画像のうち、第1の色成分のみで構成される第2の画像を生成し、前記複数の色成分の画像のうち、前記第1の色成分とは異なる第2の色成分のみで構成される第2の画像を生成する場合、前記第1の色成分のみで構成される第2の画像から、前記予測タップが取得されるようにすることができる。

【0025】

前記予測タップの仮想色差を演算する仮想色差演算部をさらに備え、前記複数の色成分の画像のうち、第1の色成分とは異なる第2の色成分のみで構成される第2の画像を生成する場合、前記積和演算部は、前記予測タップの仮想色差を変数とし、前記読み出された係数を用いた積和演算により、前記第2の画像の仮想色差を演算し、前記第1の画像における指定領域から前記第2の色成分に対応する画素のみで構成される前記予測タップが取得されるようにすることができる。

【0026】

前記仮想色差演算部は、前記予測タップを構成する画素の値に、色空間の規格により規定されるマトリックス係数を乗じて前記仮想色差を演算するようにすることができる。

【0027】

前記指定領域内の所定の画素に係る画素値をクラスタップとし、前記クラスタップの各色成分の画素値を、前記複数の色成分のうち、1の色成分の画素値を基準とし、前記代表値を用いてオフセットすることにより得られる変換値に変換する他の色成分変換部をさらに備え、前記クラス分類部は、前記他の色成分変換部により変換された前記変換値に基づいて、前記クラスタップの特徴量を決定するようにすることができる。

【0028】

前記係数読み出し部により読み出される係数は、予め学習により求められ、前記学習では、前記単板式画素部と被写体の間に配置される光学ローパスフィルタより、前記被写体に近い位置に配置された、前記複数の色成分のそれぞれに対応する画素のみで構成された複数の画素部からそれぞれ出力される画像信号により構成される画像を教師画像とし、前記単板式画素部から出力される画像信号により構成される画像を生徒画像とし、前記生徒画像の画素と前記教師画像の画素をマッピングさせた正規方程式を解くことにより前記係数が算出されるようにすることができる。

【0029】

本技術の一側面は、代表値演算部が、複数の色成分の各色成分に対応する画素を平面上に規則的に配置した単板式画素部から出力される画像信号により構成される第1の画像から、所定の画素数で構成される領域である指定領域を選択するとともに、前記指定領域における前記各色成分の代表値をそれぞれ演算し、クラス分類部が、前記指定領域の画素値から得られる特徴量に基づいて、前記指定領域をクラス分類し、係数読み出し部が、前記クラス分類の結果に基づいて、予め記憶されている係数を読み出し、色成分変換部が、前記指定領域内の所定の画素に係る画素値を予測タップとし、前記予測タップの各色成分の画素値を、前記複数の色成分のうち、1の色成分の画素値を基準とし、前記代表値を用いてオフセットすることにより得られる変換値に変換し、積和演算部が、前記変換値を変数とし、前記読み出された係数を用いた積和演算により、前記複数の色成分における各色成分の画素のみで構成され、前記第1の画像とは解像度の異なる画像である第2の画像の画素値をそれぞれ演算するステップを含む画像処理方法である。

【0030】

本技術の一側面は、コンピュータを、複数の色成分の各色成分に対応する画素を平面上に規則的に配置した単板式画素部から出力される画像信号により構成される第1の画像から、所定の画素数で構成される領域である指定領域を選択するとともに、前記指定領域における前記各色成分の代表値をそれぞれ演算する代表値演算部と、前記指定領域の画素値から得られる特徴量に基づいて、前記指定領域をクラス分類するクラス分類部と、前記ク

10

20

30

40

50

ラス分類の結果に基づいて、予め記憶されている係数を読み出す係数読み出し部と、前記指定領域内の所定の画素に係る画素値を予測タップとし、前記予測タップの各色成分の画素値を、前記複数の色成分のうち、1の色成分の画素値を基準とし、前記代表値を用いてオフセットすることにより得られる変換値に変換する色成分変換部と、前記変換値を変数とし、前記読み出された係数を用いた積和演算により、前記複数の色成分における各色成分の画素のみで構成され、前記第1の画像とは解像度の異なる画像である第2の画像の画素値をそれぞれ演算する積和演算部とを備える画像処理装置として機能させるプログラムである。

#### 【0031】

本技術の一側面においては、複数の色成分の各色成分に対応する画素を平面上に規則的に配置した単板式画素部から出力される画像信号により構成される第1の画像から、所定の画素数で構成される領域である指定領域を選択するとともに、前記指定領域における前記各色成分の代表値がそれぞれ演算され、前記指定領域の画素値から得られる特徴量に基づいて、前記指定領域がクラス分類され、前記クラス分類の結果に基づいて、予め記憶されている係数を読み出され、前記指定領域内の所定の画素に係る画素値を予測タップとし、前記予測タップの各色成分の画素値が、前記複数の色成分のうち、1の色成分の画素値を基準とし、前記代表値を用いてオフセットすることにより得られる変換値に変換され、前記変換値を変数とし、前記読み出された係数を用いた積和演算により、前記複数の色成分における各色成分の画素のみで構成され、前記第1の画像とは解像度の異なる画像である第2の画像の画素値がそれぞれ演算される。

#### 【発明の効果】

#### 【0032】

本技術によれば、画像処理による解像度変換に際して、複数の色成分により構成される色フィルタアレイを有するイメージセンサの出力から、画質を劣化させることなく、各色成分の画像信号を得ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0033】

【図1】単板式カメラのイメージセンサにおける画像信号の取得方式を説明する図である。

【図2】本技術を適用した画像処理装置の一実施の形態に係る構成例を示すブロック図である。

【図3】指定エリアの例を示す図である。

【図4】補間値 $g$ の算出方式の例を説明する図である。

【図5】補間値 $r$ の算出方式の例を説明する図である。

【図6】補間値 $b$ の算出方式の例を説明する図である。

【図7】図2の画像処理装置に対応する学習装置の構成例を示す図である。

【図8】図2の画像処理装置、または、図7の学習装置において取得されるクラスタップまたは予測タップの構造の例を示す図である。

【図9】図2の画像処理装置による画像処理の例を説明するフローチャートである。

【図10】代表RGB演算処理の例を説明するフローチャートである。

【図11】図7の学習装置による係数学習処理の例を説明するフローチャートである。

【図12】本技術を適用した画像処理装置の別の実施の形態に係る構成例を示すブロック図である。

【図13】図12の画像処理装置において取得されるクラスタップまたは予測タップの構造の例を示す図である。

【図14】図12の画像処理装置において取得されるクラスタップまたは予測タップの構造の例を示す図である。

【図15】図12の画像処理装置において取得されるクラスタップまたは予測タップの構造の例を示す図である。

【図16】本技術を適用した画像処理装置のさらに別の実施の形態に係る構成例を示すブ

10

20

30

40

50

ロック図である。

【図 17】図 16 の画像処理装置において取得されるクラスタップまたは予測タップの構造の例を示す図である。

【図 18】図 12 の画像処理装置において取得されるクラスタップまたは予測タップの構造の例を示す図である。

【図 19】図 2 の画像処理装置において、ベイヤー配列の画素により構成される画像の解像度を変換する場合のクラスタップまたは予測タップを説明する図である。

【図 20】ベイヤー配列の画素の配置を説明する図である。

【図 21】斜めベイヤー配列の画素の配置を説明する図である。

【図 22】図 2 の画像処理装置において、斜めベイヤー配列の画素により構成される画像の解像度を変換する場合のクラスタップまたは予測タップを説明する図である。

10

【図 23】図 12 の画像処理装置において、ベイヤー配列の画素により構成される画像の解像度を変換する場合のクラスタップまたは予測タップの例を示す図である。

【図 24】図 12 の画像処理装置において、斜めベイヤー配列の画素により構成される画像の解像度を変換する場合のクラスタップまたは予測タップの例を示す図である。

【図 25】図 16 の画像処理装置において、ベイヤー配列の画素により構成される画像の解像度を変換する場合のクラスタップまたは予測タップを説明する図である。

【図 26】図 16 の画像処理装置において、ベイヤー配列の画素により構成される画像の解像度を変換する場合のクラスタップまたは予測タップを説明する図である。

【図 27】図 16 の画像処理装置において、ベイヤー配列の画素により構成される画像の解像度を変換する場合のクラスタップまたは予測タップを説明する図である。

20

【図 28】図 16 の画像処理装置において、斜めベイヤー配列の画素により構成される画像の解像度を変換する場合のクラスタップまたは予測タップの例を示す図である。

【図 29】図 16 の画像処理装置において、斜めベイヤー配列の画素により構成される画像の解像度を変換する場合のクラスタップまたは予測タップの例を示す図である。

【図 30】パーソナルコンピュータの構成例を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0034】

以下、図面を参照して、ここで開示する技術の実施の形態について説明する。

【0035】

30

図 1 は、単板式カメラのイメージセンサにおける画像信号の取得方式を説明する図である。

【0036】

この例では、被写体 11 で反射した光が、光学ローパスフィルタ 12 を通過してイメージセンサ 13 により受光されるようになされている。

【0037】

単板式カメラでは、1画素毎に割り当てられた色フィルタアレイからなる色コーディングフィルタが前面に設置された 1つのイメージセンサを用いて、色コーディングフィルタにより色コーディングされた色成分の信号を 1画素毎に得る。

【0038】

40

ここでは、イメージセンサ 13 においてベイヤー配列の色フィルタアレイが用いられており、Gの色フィルタが市松状に配され、残った部分にRとBが一行毎に交互に配されている。すなわち、イメージセンサ 13 中の矩形の領域内の 4画素は、2つのGの画素と、それぞれ1つのRの画素およびBの画素により構成されることになる。

【0039】

単板式カメラでは、画像処理の後段において各画素の信号を処理する際、各画素毎にR成分、G成分およびB成分の画像信号が必要となる。このため、イメージセンサ 13 から出力される画素値に基づいて、各画素毎にR成分、G成分およびB成分の画素値を補間演算などにより求める必要がある。

【0040】

50

また、イメージセンサ 13 においては、偽色やアーティファクトなどの影響を回避するため、イメージセンサに入射する光が光学ローパスフィルタ 12 を通過するようになされている。しかしながら、このように光学ローパスフィルタ 12 を通過させることにより、画像がぼけてしまうことがあった。

【0041】

そこで、本技術では、イメージセンサ 13 から出力される画素値に基づいて、あたかも枠（図中の点線の矩形）14 に、R 成分、G 成分および B 成分のそれぞれに対応する 3 つのイメージセンサを配置した場合に得られる画素値を求めることができるようにする。

【0042】

図 2 は、本技術を適用した画像処理装置の一実施の形態に係る構成例を示すブロック図である。この画像処理装置 100 は、入力画像における注目画素に対応する画素およびその周辺の画素値を変数とし、予め学習により得られた係数を用いた積和演算により出力画像の注目画素の画素値を予測するようになされている。

10

【0043】

画像処理装置 100 に入力される入力画像は、例えば、ベイヤー配列の色フィルタアレイが用いられたイメージセンサの出力値により構成される画像とされる。すなわち、入力画像は、例えば、図 1 のイメージセンサ 13 から出力される信号に対応する画像とされる。従って、入力画像では、R の色フィルタが配置された画素からは、R 成分の画像信号は得られるが、G 成分および B 成分の画像信号は得られない。同様に、G の画素からは、G 成分の画像信号のみが得られ、R 成分および B 成分の画像信号は得られず、B の画素からは、B 成分の画像信号のみが得られ、R 成分および G 成分の画像信号は得られない。

20

【0044】

図 2 の画像処理装置 100 は、代表 RGB 演算部 101、並びに、それぞれ、R、G、B の各色に対応した、各クラスタップ選択部、各予測タップ選択部、各色変換部、各クラス分類部、各係数メモリ、および各積和演算部により構成されている。

【0045】

代表 RGB 演算部 101 は、後述するクラスタップまたは予測タップを取得するための画像の中の領域（指定エリアと称することにする）における、R、G、B の各色成分の画素値の基準となる代表値として、それぞれ  $D_r$ 、 $D_b$ 、および  $D_g$  を演算する。

【0046】

例えば、図 3 の太線の枠で示されるように、指定エリアが設定されるものとする。図 3 では、図中の円のそれぞれが、入力画像の画素を表しており、中央のハッチングされた円で示される画素が、クラスタップまたは予測タップの中心画素とされる。なお、各円内に記された R、G、B の文字は、各画素の色成分を表している。

30

【0047】

指定エリアは、中心画素を中心としてクラスタップまたは予測タップを含む領域として任意に設定され得るが、クラスタップまたは予測タップを大幅に超える領域とすると、画像の領域に応じた最適な処理を施すことが困難になる。このため、指定エリアは、クラスタップまたは予測タップと同じ領域とされることが望ましい。

【0048】

なお、以後の説明においては、演算により算出される平均値、補間値、代表値などが適宜参照されるが、演算前の入力画像の画素値のそれぞれは、各画素の色成分に応じて、入力値 G、入力値 R、および入力値 B と称して区別することにする。すなわち、ベイヤー配列のイメージセンサの R の色フィルタが配置された画素から直接得られる画素値を入力値 R とし、ベイヤー配列のイメージセンサの G の色フィルタが配置された画素から直接得られる画素値を入力値 G とし、ベイヤー配列のイメージセンサの B の色フィルタが配置された画素から直接得られる画素値を入力値 B とする。

40

【0049】

この例では、図中の太線で囲まれた領域であって、中心画素を中心とした  $2.5 (= 5 \times 5)$  画素により構成される領域が指定エリアとされている。

50

## 【0050】

代表RGB演算部101は、最初に、G成分の代表値 $D_g$ を算出する。

## 【0051】

このとき、代表RGB演算部101は、図4に示されるように、指定エリア内のR成分の画素、または、B成分の画素を中心画素とし、中心画素の周囲（上下左右）の4つの画素である画素G1乃至画素G4の入力値 $G_1$ 乃至入力値 $G_4$ を平均することにより、中心画素の画素位置における補間されたG成分の値である補間値 $g$ を算出する。これにより、入力画像ではG成分を有していなかったR成分の画素とB成分の画素が、補間されたG成分（補間値 $g$ ）を有することになる。

## 【0052】

そして、代表RGB演算部101は、指定エリア内の全てのGの画素（この例では12個）の入力値 $G$ と補間値 $g$ との平均値を代表値 $D_g$ として算出する。

## 【0053】

次に、代表RGB演算部101は、R成分の代表値 $D_r$ を算出する。この際、代表RGB演算部101は、指定エリア内のGの画素のそれぞれの画素位置における補間されたR成分の値である補間値 $r$ を算出する。例えば、図4の画素G1または画素G4に示される位置の補間値 $r$ を算出する場合、図5に示されるように、この場合、Gの画素の左右両隣に位置する画素R1と画素R2の平均値が補間値 $r$ とされる。

## 【0054】

これにより、指定エリア内のGの画素の画素位置では、入力値 $G$ および補間値 $r$ を得ることができ、指定エリア内のRの画素の画素位置では、入力値 $R$ および補間値 $g$ を得ることができる。

## 【0055】

そして、各画素位置において、（補間値 $r$  - 入力値 $G$ ）および（入力値 $R$  - 補間値 $g$ ）が算出され、算出されたそれぞれの（補間値 $r$  - 入力値 $G$ ）および（入力値 $R$  - 補間値 $g$ ）の平均値に、代表値 $D_g$ を加算した値として代表値 $D_r$ が算出される。

## 【0056】

さらに、代表RGB演算部101は、B成分の代表値 $D_b$ を算出する。この際、代表RGB演算部101は、指定エリア内のGの画素のそれぞれの画素位置における補間されたB成分の値である補間値 $b$ を算出する。例えば、図4の画素G1または画素G4に示される位置の補間値 $b$ を算出する場合、図6に示されるように、Gの画素の上下両隣に位置する画素B1と画素B2の平均値が補間値 $b$ とされる。

## 【0057】

これにより、指定エリア内のGの画素の画素位置では、入力値 $G$ および補間値 $b$ を得ることができ、指定エリア内のBの画素の画素位置では、入力値 $B$ および補間値 $g$ を得ることができる。

## 【0058】

そして、各画素位置において、（補間値 $b$  - 入力値 $G$ ）および（入力値 $B$  - 補間値 $g$ ）が算出され、算出されたそれぞれの（補間値 $b$  - 入力値 $G$ ）および（入力値 $B$  - 補間値 $g$ ）の平均値に、代表値 $D_g$ を加算した値として代表値 $D_b$ が算出される。

## 【0059】

図2に戻って、Gクラスタップ選択部102-1は、G成分の画像を生成するため必要となるクラスタップであるGクラスタップを入力画像から選択して取得する。Gクラスタップは、例えば、出力画像の注目画素に対応する位置の入力画像の画素を中心画素とし、中心画素を中心とした所定の個数の画素で構成される。

## 【0060】

Gクラスタップ選択部102-1により選択されたGクラスタップは、G変換部105-11に供給される。G変換部105-11は、Gクラスタップを構成する各画素値にG変換処理を施すものとされる。

## 【0061】

10

20

30

40

50

G変換処理は、例えば、次のようにして行われる。Gクラスタップを構成する画素値が入力値Gである場合、変換値G'を演算し、Gクラスタップを構成する画素値が入力値Rである場合、変換値R'を演算し、Gクラスタップを構成する画素値が入力値Bである場合、変換値B'を演算する。

【0062】

ここで、変換値G'、変換値R'、および変換値B'は、それぞれ式(1)乃至式(3)により演算される。

【0063】

【数1】

$$G' = G$$

・・・(1)

【数2】

$$R' = R - (Dr - Dg)$$

・・・(2)

【数3】

$$B' = B - (Db - Dg)$$

・・・(3)

【0064】

このようなG変換処理が施されることにより、Gクラスタップを構成する各画素値の相関性を高めることができる。すなわち、入力画像のRの画素およびBの画素のそれぞれの画素値が、Gの画素の画素値を基準としてオフセットされることになり、Gクラスタップを構成する各画素値の色成分の違いによる変化を除去することができる。

【0065】

図2に戻って、G変換部105-11から出力されるGクラスタップは、Gクラス分類部106-1に供給される。なお、G変換部105-11から出力されるGクラスタップは、上述した式(1)乃至式(3)により演算された変換値G'、変換値R'、および変換値B'により構成されることになる。

【0066】

Gクラス分類部106-1は、供給されたGクラスタップをADRC(Adaptive Dynamic Range Coding)により符号化してクラスコードを生成する。ここで生成されたクラスコードは、G係数メモリ107-1に出力される。

【0067】

G係数メモリ107-1は、Gクラス分類部106-1から出力されたクラスコードに対応づけられて記憶されている係数を読み出してG積和演算部108-1に供給する。なお、G係数メモリ107-1には、予め学習により求められた係数であって、後述する積和演算に用いられる係数が、クラスコードに対応づけられて記憶されている。

【0068】

G予測タップ選択部103-1は、G成分の画像を生成するため必要となる予測タップであるG予測タップを入力画像から選択して取得する。G予測タップは、例えば、出力画像の注目画素に対応する位置の入力画像の画素を中心画素とし、中心画素を中心とした所定の個数の画素で構成される。

【0069】

G予測タップ選択部103-1により選択されたG予測タップは、G変換部105-12に供給される。G変換部105-12は、G予測タップを構成する各画素値にG変換処理を施すものとされる。

【0070】

G変換部105-12によるG変換処理は、G変換部105-11によるものと同様で

10

20

30

40

50

ある。すなわち、上述した式(1)乃至式(3)により、G予測タップを構成する画素値が入力値Gである場合、変換値G'を演算し、G予測タップを構成する画素値が入力値Rである場合、変換値R'を演算し、G予測タップを構成する画素値が入力値Bである場合、変換値B'を演算する。

【0071】

G変換部105-12から出力されるG予測タップは、G積和演算部108-1に供給される。なお、G変換部105-12から出力されるG予測タップは、上述した式(1)乃至式(3)により演算された変換値G'、変換値R'、および変換値B'により構成されることになる。

【0072】

G積和演算部108-1は、予め設定された線形一次式において、G変換部105-12から出力されるG予測タップを変数として代入し、G係数メモリ107-1から供給された係数を用いて予測値の演算を行う。すなわち、G積和演算部108-1は、出力画像となるG成分の画像(G出力画像と称する)における注目画素の画素値を、G予測タップに基づいて予測演算する。

【0073】

ここで、出力画像の注目画素の画素値の予測演算について説明する。

【0074】

いま、例えば、ベイヤー配列の色フィルタアレイを有するイメージセンサから出力される画像データを第1の画像データとし、図1の枠14に配置されたG成分のイメージセンサから出力される画像データを第2の画像データとする。そして、第1の画像データの画素値から第2の画像データの画素値を所定の予測演算により求めることを考える。

【0075】

所定の予測演算として、例えば、線形1次予測演算を採用することとすると、第2の画像データ(以下、適宜、第2の画像の画素という)の画素の画素値yは、次の線形1次式によって求められることになる。

【0076】

【数4】

$$y = \sum_{n=1}^N w_n x_n$$

・・・(4)

【0077】

但し、式(4)において、 $x_n$ は、第2の画像の画素yについての予測タップを構成する、n番目の第1の画像データの画素(以下、適宜、第1の画像の画素という)の画素値を表し、 $w_n$ は、n番目の第1の画像の画素(の画素値)と乗算されるn番目のタップ係数を表す。なお、式(4)では、予測タップが、N個の第1の画像の画素 $x_1, x_2, \dots, x_N$ で構成されるものとしてある。

【0078】

ここで、第2の画像の画素の画素値yは、式(4)に示した線形1次式ではなく、2次以上の高次の式によって求めるようにすることも可能である。

【0079】

いま、第kサンプルの第2の画像の画素の画素値の真値を $y_k$ と表すとともに、式(4)によって得られるその真値 $y_k$ の予測値を $y_k'$ と表すと、その予測誤差 $e_k$ は、次式で表される。

【0080】

【数5】

$$e_k = y_k - y_k'$$

・・・(5)

10

20

30

40

50

【 0 0 8 1 】

いま、式 ( 5 ) の予測値  $y_k'$  は、式 ( 4 ) にしたがって求められるため、式 ( 5 ) の  $y_k'$  を、式 ( 4 ) にしたがって置き換えると、次式が得られる。

【 0 0 8 2 】

【 数 6 】

$$e_k = y_k - \left( \sum_{n=1}^N w_n x_{n,k} \right)$$

・・・ ( 6 )

【 0 0 8 3 】

10

但し、式 ( 6 ) において、 $x_{n,k}$  は、第  $k$  サンプルの第 2 の画像の画素についての予測タップを構成する  $n$  番目の第 1 の画像の画素を表す。

【 0 0 8 4 】

式 ( 6 ) ( または式 ( 5 ) ) の予測誤差  $e_k$  を 0 とするタップ係数  $w_n$  が、第 2 の画像の画素を予測するのに最適なものとなるが、すべての第 2 の画像の画素について、そのようなタップ係数  $w_n$  を求めることは、一般には困難である。

【 0 0 8 5 】

そこで、タップ係数  $w_n$  が最適なものであることを表す規範として、例えば、最小自乗法を採用することとすると、最適なタップ係数  $w_n$  は、次式で表される自乗誤差の総和  $E$  を最小にすることで求めることができる。

20

【 0 0 8 6 】

【 数 7 】

$$E = \sum_{k=1}^K e_k^2$$

・・・ ( 7 )

【 0 0 8 7 】

但し、式 ( 7 ) において、 $K$  は、第 2 の画像の画素  $y_k$  と、その第 2 の画像の画素  $y_k$  についての予測タップを構成する第 1 の画像の画素  $x_{1,k}, x_{2,k}, \dots, x_{N,k}$  とのセットのサンプル数 ( 学習用のサンプルの数 ) を表す。

30

【 0 0 8 8 】

式 ( 7 ) の自乗誤差の総和  $E$  の最小値 ( 極小値 ) は、式 ( 8 ) に示すように、総和  $E$  をタップ係数  $w_n$  で偏微分したものを 0 とする  $w_n$  によって与えられる。

【 0 0 8 9 】

【 数 8 】

$$\frac{\partial E}{\partial w_n} = e_1 \frac{\partial e_1}{\partial w_n} + e_2 \frac{\partial e_2}{\partial w_n} + \dots + e_k \frac{\partial e_k}{\partial w_n} = 0 \quad (n=1, 2, \dots, N)$$

・・・ ( 8 )

【 0 0 9 0 】

40

そこで、上述の式 ( 6 ) をタップ係数  $w_n$  で偏微分すると、次式が得られる。

【 0 0 9 1 】

【 数 9 】

$$\frac{\partial e_k}{\partial w_1} = -x_{1,k}, \quad \frac{\partial e_k}{\partial w_2} = -x_{2,k}, \quad \dots, \quad \frac{\partial e_k}{\partial w_N} = -x_{N,k}, \quad (k=1, 2, \dots, K)$$

・・・ ( 9 )

【 0 0 9 2 】

式 ( 8 ) と ( 9 ) から、次式が得られる。

【 0 0 9 3 】

50

【数 1 0】

$$\sum_{k=1}^K e_k X_{1,k} = 0, \sum_{k=1}^K e_k X_{2,k} = 0, \dots, \sum_{k=1}^K e_k X_{N,k} = 0$$

・・・(10)

【0094】

式(10)の $e_k$ に、式(6)を代入することにより、式(10)は、式(11)に示す正規方程式で表すことができる。

【0095】

【数 1 1】

$$\begin{bmatrix} \left(\sum_{k=1}^K X_{1,k} X_{1,k}\right) & \left(\sum_{k=1}^K X_{1,k} X_{2,k}\right) & \dots & \left(\sum_{k=1}^K X_{1,k} X_{N,k}\right) \\ \left(\sum_{k=1}^K X_{2,k} X_{1,k}\right) & \left(\sum_{k=1}^K X_{2,k} X_{2,k}\right) & \dots & \left(\sum_{k=1}^K X_{2,k} X_{N,k}\right) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \left(\sum_{k=1}^K X_{N,k} X_{1,k}\right) & \left(\sum_{k=1}^K X_{N,k} X_{2,k}\right) & \dots & \left(\sum_{k=1}^K X_{N,k} X_{N,k}\right) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \left(\sum_{k=1}^K X_{1,k} Y_k\right) \\ \left(\sum_{k=1}^K X_{2,k} Y_k\right) \\ \vdots \\ \left(\sum_{k=1}^K X_{N,k} Y_k\right) \end{bmatrix}$$

10

20

・・・(11)

【0096】

式(11)の正規方程式は、例えば、掃き出し法(Gauss-Jordanの消去法)などを用いることにより、タップ係数 $w_n$ について解くことができる。

【0097】

式(11)の正規方程式を、クラスごとにたてて解くことにより、最適なタップ係数(ここでは、自乗誤差の総和Eを最小にするタップ係数) $w_n$ を、クラスごとに求めることができる。例えば、このようにして求められたタップ係数 $w_n$ が、G係数メモリ107-1にG係数として記憶されている。なお、係数を学習によって予め求める方式の詳細については後述する。

30

【0098】

例えば、式(4)の画素 $x_1, x_2, \dots, x_N$ に、G変換部105-12の処理を経たG予測タップを代入し、式(4)におけるタップ係数 $w_n$ が、G係数メモリ107-1から供給され、G積和演算部108-1で式(4)の演算が行われることによって、出力画像の注目画像の画素値が予測される。

【0099】

このように、各注目画素のそれぞれについて予測することにより、G出力画像を得ることができる。

40

【0100】

Rクラスタップ選択部102-2は、R成分の画像を生成するため必要となるクラスタップであるRクラスタップを入力画像から選択して取得する。Rクラスタップは、例えば、出力画像の注目画素に対応する位置の入力画像の画素を中心画素とし、中心画素を中心とした所定の個数の画素で構成される。

【0101】

Rクラスタップ選択部102-2により選択されたRクラスタップは、R変換部105-21に供給される。R変換部105-21は、Rクラスタップを構成する各画素値にR変換処理を施すものとされる。

【0102】

50

R変換処理は、例えば、次のようにして行われる。Rクラスタップを構成する画素値が入力値Gである場合、変換値G'を演算し、Rクラスタップを構成する画素値が入力値Rである場合、変換値R'を演算し、Rクラスタップを構成する画素値が入力値Bである場合、変換値B'を演算する。

【0103】

ここで、変換値G'、変換値R'、および変換値B'は、それぞれ式(12)乃至式(14)により演算される。

【0104】

【数12】

$$G' = G - (Dg - Dr)$$

10

・・・(12)

【数13】

$$R' = R$$

・・・(13)

【数14】

$$B' = B - (Db - Dr)$$

・・・(14)

20

【0105】

このようなR変換処理が施されることにより、Rクラスタップを構成する各画素値の相関性を高めることができる。すなわち、入力画像のGの画素およびBの画素のそれぞれの画素値が、Rの画素の画素値を基準としてオフセットされることになり、Rクラスタップを構成する各画素値の色成分の違いによる変化を除去することができる。

【0106】

図2に戻って、R変換部105-21から出力されるRクラスタップは、Rクラス分類部106-2に供給される。なお、R変換部105-21から出力されるRクラスタップは、上述した式(12)乃至式(14)により演算された変換値G'、変換値R'、および変換値B'により構成されることになる。

30

【0107】

Rクラス分類部106-2は、供給されたRクラスタップをADRC(Adaptive Dynamic Range Coding)により符号化してクラスコードを生成する。ここで生成されたクラスコードは、R係数メモリ107-2に出力される。

【0108】

R係数メモリ107-2は、Rクラス分類部106-2から出力されたクラスコードに対応づけられて記憶されている係数を読み出してR積和演算部108-2に供給する。なお、R係数メモリ107-2には、予め学習により求められた係数であって、後述する積和演算に用いられる係数が、クラスコードに対応づけられて記憶されている。

【0109】

R予測タップ選択部103-2は、R成分の画像を生成するため必要となる予測タップであるR予測タップを入力画像から選択して取得する。R予測タップは、例えば、出力画像の注目画素に対応する位置の入力画像の画素を中心画素とし、中心画素を中心とした所定の個数の画素で構成される。

40

【0110】

R予測タップ選択部103-2により選択されたR予測タップは、R変換部105-22に供給される。R変換部105-22は、R予測タップを構成する各画素値にR変換処理を施すものとされる。

【0111】

R変換部105-22によるR変換処理は、R変換部105-21によるものと同様で

50

ある。すなわち、上述した式(12)乃至式(14)により、R予測タップを構成する画素値が入力値Gである場合、変換値G'を演算し、R予測タップを構成する画素値が入力値Rである場合、変換値R'を演算し、R予測タップを構成する画素値が入力値Bである場合、変換値B'を演算する。

【0112】

R変換部105-22から出力されるR予測タップは、R積和演算部108-2に供給される。なお、R変換部105-21から出力されるR予測タップは、上述した式(12)乃至式(14)により演算された変換値G'、変換値R'、および変換値B'により構成されることになる。

【0113】

R積和演算部108-2は、予め設定された線形一次式において、R変換部105-22から出力されるR予測タップを変数として代入し、R係数メモリ107-2から供給された係数を用いて予測値の演算を行う。すなわち、R積和演算部108-2は、出力画像となるR成分の画像(R出力画像と称する)における注目画素の画素値を、R予測タップに基づいて予測演算する。

【0114】

例えば、式(4)の画素 $x_1, x_2, \dots, x_N$ に、R変換部105-22の処理を経たR予測タップを代入し、式(4)におけるタップ係数 $w_n$ が、R係数メモリ107-2から供給され、R積和演算部108-2で式(4)の演算が行われることによって、出力画像の注目画像の画素値が予測される。

【0115】

このように、各注目画素のそれぞれについて予測することにより、R出力画像を得ることができる。

【0116】

Bクラスタップ選択部102-3は、B成分の画像を生成するため必要となるクラスタップであるBクラスタップを入力画像から選択して取得する。Bクラスタップは、例えば、出力画像の注目画素に対応する位置の入力画像の画素を中心画素とし、中心画素を中心とした所定の個数の画素で構成される。

【0117】

Bクラスタップ選択部102-3により選択されたBクラスタップは、B変換部105-31に供給される。B変換部105-31は、Bクラスタップを構成する各画素値にB変換処理を施すものとされる。

【0118】

B変換処理は、例えば、次のようにして行われる。Bクラスタップを構成する画素値が入力値Gである場合、変換値G'を演算し、Bクラスタップを構成する画素値が入力値Rである場合、変換値R'を演算し、Bクラスタップを構成する画素値が入力値Bである場合、変換値B'を演算する。

【0119】

ここで、変換値G'、変換値R'、および変換値B'は、それぞれ式(15)乃至式(17)により演算される。

【0120】

【数15】

$$G' = G - (Dg - Db)$$

・・・(15)

【数16】

$$R' = R - (Dr - Db)$$

・・・(16)

10

20

30

40

【数 17】

$$B' = B$$

・・・ (17)

【0121】

このような B 変換処理が施されることにより、B クラスタップを構成する各画素値の相関性を高めることができる。すなわち、入力画像の G の画素および R の画素のそれぞれの画素値が、B の画素の画素値を基準としてオフセットされることになり、B クラスタップを構成する各画素値の色成分の違いによる変化を除去することができる。

【0122】

図 2 に戻って、B 変換部 105 - 31 から出力される B クラスタップは、B クラス分類部 106 - 3 に供給される。なお、B 変換部 105 - 31 から出力される B クラスタップは、上述した式 (15) 乃至式 (17) により演算された変換値  $G'$ 、変換値  $R'$ 、および変換値  $B'$  により構成されることになる。

【0123】

B クラス分類部 106 - 3 は、供給された B クラスタップを A D R C (Adaptive Dynamic Range Coding) により符号化してクラスコードを生成する。ここで生成されたクラスコードは、B 係数メモリ 107 - 3 に出力される。

【0124】

B 係数メモリ 107 - 3 は、B クラス分類部 106 - 3 から出力されたクラスコードに対応づけられて記憶されている係数を読み出して B 積和演算部 108 - 3 に供給する。なお、B 係数メモリ 107 - 3 には、予め学習により求められた係数であって、後述する積和演算に用いられる係数が、クラスコードに対応づけられて記憶されている。

【0125】

B 予測タップ選択部 103 - 3 は、B 成分の画像を生成するため必要となる予測タップである B 予測タップを入力画像から選択して取得する。B 予測タップは、例えば、出力画像の注目画素に対応する位置の入力画像の画素を中心画素とし、中心画素を中心とした所定の個数の画素で構成される。

【0126】

B 予測タップ選択部 103 - 3 により選択された B 予測タップは、B 変換部 105 - 32 に供給される。B 変換部 105 - 32 は、B 予測タップを構成する各画素値に B 変換処理を施すものとされる。

【0127】

B 変換部 105 - 32 による B 変換処理は、B 変換部 105 - 31 によるものと同様である。すなわち、上述した式 (15) 乃至式 (17) により、B 予測タップを構成する画素値が入力値  $G$  である場合、変換値  $G'$  を演算し、B 予測タップを構成する画素値が入力値  $R$  である場合、変換値  $R'$  を演算し、B 予測タップを構成する画素値が入力値  $B$  である場合、変換値  $B'$  を演算する。

【0128】

B 変換部 105 - 32 から出力される B 予測タップは、B 積和演算部 108 - 3 に供給される。なお、B 変換部 105 - 31 から出力される B 予測タップは、上述した式 (15) 乃至式 (17) により演算された変換値  $G'$ 、変換値  $R'$ 、および変換値  $B'$  により構成されることになる。

【0129】

B 積和演算部 108 - 3 は、予め設定された線形一次式において、B 変換部 105 - 32 から出力される B 予測タップを変数として代入し、B 係数メモリ 107 - 3 から供給された係数を用いて予測値の演算を行う。すなわち、B 積和演算部 108 - 3 は、出力画像となる B 成分の画像 (B 出力画像と称する) における注目画素の画素値を、B 予測タップに基づいて予測演算する。

【0130】

10

20

30

40

50

例えば、式(4)の画素 $x_1, x_2, \dots, x_N$ に、B変換部105-32の処理を経たB予測タップを代入し、式(4)におけるタップ係数 $w_n$ が、B係数メモリ107-3から供給され、B積和演算部108-3で式(4)の演算が行われることによって、出力画像の注目画像の画素値が予測される。

【0131】

このように、各注目画素のそれぞれについて予測することにより、B出力画像を得ることができる。

【0132】

次に、G係数メモリ107-1、R係数メモリ107-2、およびB係数メモリ107-3に記憶される係数の学習について説明する。

10

【0133】

図7は、図2の画像処理装置100に対応する学習装置の構成例を示すブロック図である。

【0134】

図7に示される学習装置200は、注目画素選択部201、生徒画像生成部202、代表RGB演算部203、クラスタップ選択部204、予測タップ選択部205、色変換部206-1、色変換部206-2、クラス分類部207、正規方程式加算部208、および係数データ生成部209を備えている。

【0135】

学習装置200において係数の学習を行う場合、例えば、図1の枠4に、R成分、G成分およびB成分のそれぞれに対応する3つのイメージセンサを配置して得られたG成分の画像、R成分の画像、およびB成分の画像を教師画像として用意する。

20

【0136】

生徒画像生成部202は、例えば、光学ローパスフィルタのシミュレーションモデルを用いるなどして、教師画像を劣化させるとともに、ベイヤー配列に従って配置された画素により構成されるイメージセンサから出力される画像を生成する。このようにして生成された画像が生徒画像とされる。

【0137】

注目画素選択部201は、教師画像の中の任意の1画素を注目画素として選択する。なお、注目画素として選択された画素の座標値などが、代表RGB演算部203、クラスタップ選択部204、および、予測タップ選択部205に供給されるようになされている。

30

【0138】

代表RGB演算部203は、生徒画像の中の指定エリア内の画素について、図2の代表RGB演算部101の場合と同様に、代表値 $D_g$ 、代表値 $D_r$ 、代表値 $D_b$ を算出する。なお、指定エリアは、注目画素選択部201により選択された注目画素に対応する位置の画素を中心とした所定の領域として設定される。

【0139】

クラスタップ選択部204は、生徒画像の中の指定エリア内の画素からクラスタップを選択して取得する。なお、注目画素選択部201が、教師画像の中のG成分の画像から注目画素を選択した場合、クラスタップ選択部204は、Gクラスタップを選択するようになされている。また、注目画素選択部201が、教師画像の中のR成分の画像から注目画素を選択した場合、クラスタップ選択部204は、Rクラスタップを選択し、注目画素選択部201が、教師画像の中のB成分の画像から注目画素を選択した場合、クラスタップ選択部204は、Bクラスタップを選択するようになされている。

40

【0140】

予測タップ選択部205は、生徒画像の中の指定エリア内の画素から予測タップを選択して取得する。なお、注目画素選択部201が、教師画像の中のG成分の画像から注目画素を選択した場合、予測タップ選択部205は、G予測タップを選択するようになされている。また、注目画素選択部201が、教師画像の中のR成分の画像から注目画素を選択した場合、予測タップ選択部205は、R予測タップを選択し、注目画素選択部201が

50

、教師画像の中のB成分の画像から注目画素を選択した場合、予測タップ選択部205は、B予測タップを選択するようになされている。

【0141】

色変換部206-1は、クラスタップ選択部204により取得されたクラスタップに所定の変換処理を施す。ここで、クラスタップ選択部204によりGクラスタップが取得された場合、色変換部206-1は、G変換処理を施すようになされている。また、クラスタップ選択部204によりRクラスタップが取得された場合、色変換部206-1は、R変換処理を施し、クラスタップ選択部204によりBクラスタップが取得された場合、色変換部206-1は、B変換処理を施すようになされている。

【0142】

色変換部206-1の処理を経たクラスタップは、クラス分類部207に供給される。

【0143】

色変換部206-2は、予測タップ選択部205により取得された予測タップに所定の変換処理を施す。ここで、予測タップ選択部205によりG予測タップが取得された場合、色変換部206-2は、G変換処理を施すようになされている。また、予測タップ選択部205によりR予測タップが取得された場合、色変換部206-2は、R変換処理を施し、予測タップ選択部205によりB予測タップが取得された場合、色変換部206-2は、B変換処理を施すようになされている。

【0144】

色変換部206-2の処理を経た予測タップは、正規方程式加算部208に供給される。

【0145】

クラス分類部207は、供給されたクラスタップをADRC (Adaptive Dynamic Range Coding) により符号化してクラスコードを生成する。ここで生成されたクラスコードは、クラスタップとともに、正規方程式加算部208に供給される。

【0146】

正規方程式加算部208は、例えば、上述した式(4)に示される線形1次式を生成する。このとき、色変換部の処理を経たクラスタップが式(4)の画素 $x_1, x_2, \dots, x_N$ として用いられる。

【0147】

注目画素選択部201が新たな注目画素を選択すると、上述した場合と同様にして新たに線形1次式が生成されることになる。正規方程式加算部208は、このように生成される線形1次式をクラスコード毎に加算し、式(11)の正規方程式を生成する。

【0148】

係数データ生成部209は、式(11)の正規方程式を、例えば、掃き出し法(Gauss-Jordanの消去法)などを用いることにより、タップ係数 $w_n$ について解く。そして、係数データ生成部209は、注目画素が設定された教師画像の種類(G成分の画像、R成分の画像、または、B成分の画像)に応じて、得られたタップ係数 $w_n$ を、G出力画像の予測演算を行うために必要となるG係数、R出力画像の予測演算を行うために必要となるR係数、または、B出力画像の予測演算を行うために必要となるB係数として出力する。

【0149】

このようにして、得られたクラスコード毎のG係数、R係数、およびB係数が、図2のG係数メモリ107-1、R係数メモリ107-2、B係数メモリ107-3に記憶されることになる。

【0150】

このようにして、係数の学習が行われる。

【0151】

図8は、図2の画像処理装置100、または、図7の学習装置200において取得されるクラスタップまたは予測タップの構造の例を示す図である。ここで、クラスタップは、上述したGクラスタップ、Rクラスタップ、およびBクラスタップを総称しており、予測

10

20

30

40

50

タップは、上述した G 予測タップ、R 予測タップ、および B 予測タップを総称している。

【0152】

図8の例では、出力画像の注目画素に対応する入力画像の画素（中心画素）を中心とした9（＝3×3）個の画素により構成されるクラスタップまたは予測タップが示されている。また、ここでは、4個の画素（R成分の画素1個、B成分の画素1個、G成分の画素2個）を単位として構成されるベイヤー配列の画素において、4個の単位画素のそれぞれを中心画素とする場合について、クラスタップまたは予測タップの構造の例が示されている。

【0153】

図8Aは、ベイヤー配列の画素におけるR成分の画素を中心画素とする場合のクラスタップまたは予測タップの例を示す図である。

10

【0154】

図8Bは、ベイヤー配列の画素におけるG成分の画素を中心画素とする場合のクラスタップまたは予測タップの例を示す図である。

【0155】

図8Cは、ベイヤー配列の画素における別のG成分の画素を中心画素とする場合のクラスタップまたは予測タップの例を示す図である。

【0156】

図8Dは、ベイヤー配列の画素におけるB成分の画素を中心画素とする場合のクラスタップまたは予測タップの例を示す図である。

20

【0157】

なお、クラスタップと予測タップは同じ構造としてもよいし、異なる構造としてもよい。また、クラスタップの中で、Gクラスタップ、Rクラスタップ、およびBクラスタップの構造が同じであってもよいし、異なってもよい。同様に、予測タップの中で、G予測タップ、R予測タップ、およびB予測タップの構造が同じであってもよいし、異なってもよい。

【0158】

図9は、図2の画像処理装置100による画像処理の例を説明するフローチャートである。

【0159】

ステップS21において、画像処理の対象となる画像（入力画像）が入力されたか否かが判定され、入力されたと判定されるまで待機する。ステップS21において、画像が入力されたと判定された場合、処理は、ステップS22に進む。

30

【0160】

なお、上述したように、入力画像は、例えば、ベイヤー配列の色フィルタアレイが用いられたイメージセンサの出力値により構成される画像とされる。従って、入力画像では、Rの色フィルタが配置された画素からは、R成分の画像信号は得られるが、G成分およびB成分の画像信号は得られない。同様に、Gの画素からは、G成分の画像信号のみが得られ、R成分およびB成分の画像信号は得られず、Bの画素からは、B成分の画像信号のみが得られ、R成分およびG成分の画像信号は得られない。

40

【0161】

ステップS22において、注目画素が設定される。これにより、入力画像における中心画素が定まることになる。

【0162】

ステップS23において、代表RGB演算部101は、図10を参照して後述する代表RGB演算処理を実行する。これにより、上述した代表値D<sub>g</sub>、代表値D<sub>r</sub>、および代表値D<sub>b</sub>が演算される。

【0163】

ステップS24において、Gクラスタップ選択部102-1、Rクラスタップ選択部102-2、または、Bクラスタップ選択部102-3は、それぞれGクラスタップ、Rク

50

ラストアップ、または、Bクラスアップを取得する。

【0164】

なお、G出力画像を生成する場合は、Gクラスアップが取得され、R出力画像を生成する場合は、Rクラスアップが取得され、B出力画像を生成する場合は、Bクラスアップが取得される。これ以降は、説明を簡単にするため、G出力画像を生成する場合について説明する。

【0165】

ステップS25において色変換が行われる。例えば、G出力画像を生成する場合、G変換部105-11がG変換を行う。このとき、上述した式(1)乃至式(3)により、変換値G'、変換値R'、および変換値B'が演算される。

10

【0166】

ステップS26においてクラス分類が行われる。例えば、G出力画像を生成する場合、Gクラス分類部106-1が、供給されたGクラスアップをADRC(Adaptive Dynamic Range Coding)により符号化してクラスコードを生成することでクラス分類する。

【0167】

ステップS27において、予測タップが取得される。例えば、G出力画像を生成する場合、G予測タップ選択部103-1がG予測タップを取得する。

【0168】

ステップS28において、色変換が行われる。例えば、G出力画像を生成する場合、G変換部105-12がG変換を行う。このとき、上述した式(1)乃至式(3)により、変換値G'、変換値R'、および変換値B'が演算される。

20

【0169】

ステップS29において、係数が読み出される。例えば、G出力画像を生成する場合、G係数メモリ107-1から、ステップS26の処理で生成されたクラスコードに対応づけられて記憶されている係数が読み出される。

【0170】

ステップS30において、注目画素値が予測される。例えば、G出力画像を生成する場合、式(4)の画素 $x_1, x_2, \dots, x_N$ に、ステップS28の処理で色変換されたG予測タップを代入し、式(4)におけるタップ係数 $w_n$ として、ステップS29の処理で読み出された係数が供給され、G積和演算部108-1が式(4)の演算を行うことにより、出力画像の注目画素の画素値が予測される。

30

【0171】

ステップS31において、次の注目画素があるか否かが判定され、次の注目画素があると判定された場合、処理は、ステップS22に戻り、それ以降の処理が繰り返し実行される。

【0172】

ステップS31において、次の注目画素がないと判定された場合、処理は終了する。

【0173】

このようにして、画像生成処理が実行される。

【0174】

次に、図10のフローチャートを参照して、図9のステップS23の代表RGB演算処理の詳細な例について説明する。

40

【0175】

ステップS41において、代表RGB演算部101は、入力画像の中の指定エリアにおいて、R成分の画素とB成分の画素の補間値 $g$ を算出する。このとき、例えば、図4に示されるように、指定エリア内の中心画素の周囲(上下左右)の4つのGの画素である画素G1乃至画素G4の入力値G1乃至入力値G4を平均することにより、中心画素の画素位置における補間されたG成分の値である補間値 $g$ を算出する。

【0176】

ステップS42において、代表RGB演算部101は、代表値 $Dg$ を算出する。このと

50

き、指定エリア内の全てのGの画素の入力値GとステップS 4 1で算出された補間値gとの平均値が代表値D gとして算出される。

【0177】

ステップS 4 3において、代表RGB演算部101は、G成分の画素の補間値rを算出する。例えば、図4の画素G1または画素G4に示される位置の補間値rを算出する場合、図5に示されるように、この場合、Gの画素の左右両隣に位置する画素R1と画素R2の平均値が補間値rとされる。

【0178】

これにより、指定エリア内のGの画素の画素位置では、入力値Gおよび補間値rを得ることができ、指定エリア内のRの画素の画素位置では、入力値Rおよび補間値gを得ることができる。

10

【0179】

ステップS 4 4において、代表RGB演算部101は、代表値Drを算出する。このとき、各画素位置において、(補間値r - 入力値G)および(入力値R - 補間値g)が算出され、算出されたそれぞれの(補間値r - 入力値G)および(入力値R - 補間値g)の平均値に、代表値Dgを加算した値として代表値Drが算出される。

【0180】

ステップS 4 5において、代表RGB演算部101は、G成分の画素の補間値bを算出する。例えば、図4の画素G1または画素G4に示される位置の補間値bを算出する場合、図6に示されるように、Gの画素の上下両隣に位置する画素B1と画素B2の平均値が補間値bとされる。

20

【0181】

これにより、指定エリア内のGの画素の画素位置では、入力値Gおよび補間値bを得ることができ、指定エリア内のBの画素の画素位置では、入力値Bおよび補間値gを得ることができる。

【0182】

ステップS 4 6において、代表RGB演算部101は、代表値Dbを算出する。このとき、各画素位置において、(補間値b - 入力値G)および(入力値B - 補間値g)が算出され、算出されたそれぞれの(補間値b - 入力値G)および(入力値B - 補間値g)の平均値に、代表値Dgを加算した値として代表値Dbが算出される。

30

【0183】

このようにして、代表RGB演算処理が実行される。

【0184】

次に、図11のフローチャートを参照して、図7の学習装置200による係数学習処理の例について説明する。

【0185】

ステップS 6 1において、教師画像が入力されたか否かが判定され、入力されたと判定されるまで待機する。ステップS 6 1において、教師画像が入力されたと判定された場合、処理は、ステップS 6 2に進む。

【0186】

40

なお、上述したように、教師画像は、例えば、図1の枠14に、R成分、G成分およびB成分のそれぞれに対応する3つのイメージセンサを配置して得られたG成分の画像、R成分の画像、およびB成分の画像とされる。

【0187】

ステップS 6 2において、生徒画像生成部202は、生徒画像を生成する。このとき、例えば、光学ローパスフィルタのシミュレーションモデルを用いるなどして、教師画像を劣化させるとともに、ベイヤー配列に従って配置された画素により構成されるイメージセンサから出力される画像が生成され、生徒画像とされる。

【0188】

ステップS 6 3において、注目画素選択部201は、教師画像の中の任意の1画素を注

50

目画素として選択（設定）する。これにより、生徒画像の中の中心画素が定まることになる。

【0189】

ステップS64において、代表RGB演算部203は、図10のフローチャートを参照して上述した代表RGB演算処理を実行する。これにより、代表値D<sub>g</sub>、代表値D<sub>r</sub>、代表値D<sub>b</sub>が算出される。

【0190】

ステップS65において、クラスタップ選択部204は、生徒画像の中の指定エリア内の画素からクラスタップを選択して取得する。

【0191】

ここで、注目画素選択部201が、教師画像の中のG成分の画像から注目画素を選択した場合、クラスタップ選択部204は、Gクラスタップを選択するようになされている。また、注目画素選択部201が、教師画像の中のR成分の画像から注目画素を選択した場合、クラスタップ選択部204は、Rクラスタップを選択し、注目画素選択部201が、教師画像の中のB成分の画像から注目画素を選択した場合、クラスタップ選択部204は、Bクラスタップを選択するようになされている。

【0192】

ステップS66において、色変換部206-1は、ステップS65の処理で取得されたクラスタップに所定の変換処理を施す。

【0193】

ここで、クラスタップ選択部204によりGクラスタップが取得された場合、色変換部206-1は、G変換処理を施すようになされている。また、クラスタップ選択部204によりRクラスタップが取得された場合、色変換部206-1は、R変換処理を施し、クラスタップ選択部204によりBクラスタップが取得された場合、色変換部206-1は、B変換処理を施すようになされている。

【0194】

ステップS67において、クラス分類部207は、供給されたクラスタップをADRC（Adaptive Dynamic Range Coding）により符号化してクラスコードを生成する。ここで生成されたクラスコードは、クラスタップとともに、正規方程式加算部208に供給される。

【0195】

ステップS68において、予測タップ選択部205は、生徒画像の中の指定エリア内の画素から予測タップを選択して取得する。

【0196】

ここで、注目画素選択部201が、教師画像の中のG成分の画像から注目画素を選択した場合、予測タップ選択部205は、G予測タップを選択するようになされている。また、注目画素選択部201が、教師画像の中のR成分の画像から注目画素を選択した場合、予測タップ選択部205は、R予測タップを選択し、注目画素選択部201が、教師画像の中のB成分の画像から注目画素を選択した場合、予測タップ選択部205は、B予測タップを選択するようになされている。

【0197】

ステップS69において、色変換部206-2は、ステップS68の処理で取得された予測タップに所定の変換処理を施す。

【0198】

ここで、予測タップ選択部205によりG予測タップが取得された場合、色変換部206-2は、G変換処理を施すようになされている。また、予測タップ選択部205によりR予測タップが取得された場合、色変換部206-2は、R変換処理を施し、予測タップ選択部205によりB予測タップが取得された場合、色変換部206-2は、B変換処理を施すようになされている。

【0199】

10

20

30

40

50

ステップ S 7 0 において、正規方程式加算部 2 0 8 は、正規方程式の足し込みを行う。

【 0 2 0 0 】

上述したように、正規方程式加算部 2 0 8 は、例えば、上述した式 ( 4 ) に示される線形 1 次式を生成し、色変換部の処理を経たクラスタップが式 ( 4 ) の画素  $x_1, x_2, \dots, x_N$  として用いられる。そして、正規方程式加算部 2 0 8 は、このようにして生成した線形 1 次式を、ステップ S 6 7 の処理で生成されたクラスコード毎に足し込んで、式 ( 1 1 ) の正規方程式を生成する。

【 0 2 0 1 】

ステップ S 7 1 において、次の注目画素があるか否かが判定され、次の注目画素があると判定された場合、処理は、ステップ S 6 3 に戻り、それ以降の処理が繰り返し実行される。

10

【 0 2 0 2 】

一方、ステップ S 7 1 において、次の注目画素がないと判定された場合、処理は、ステップ S 7 2 に進む。

【 0 2 0 3 】

ステップ S 7 2 において、係数データ生成部 2 0 9 は、係数を算出する。

【 0 2 0 4 】

このとき、上述したように、係数データ生成部 2 0 9 は、式 ( 1 1 ) の正規方程式を、例えば、掃き出し法 ( Gauss-Jordan の消去法 ) などを用いることにより、タップ係数  $w_n$  について解く。そして、係数データ生成部 2 0 9 は、注目画素が設定された教師画像の種類 ( G 成分の画像、R 成分の画像、または、B 成分の画像 ) に応じて、得られたタップ係数  $w_n$  を、G 出力画像の予測演算を行うために必要となる G 係数、R 出力画像の予測演算を行うために必要となる R 係数、または、B 出力画像の予測演算を行うために必要となる B 係数として出力する。

20

【 0 2 0 5 】

このようにして、得られたクラスコード毎の G 係数、R 係数、および B 係数が、図 2 の G 係数メモリ 1 0 7 - 1、R 係数メモリ 1 0 7 - 2、B 係数メモリ 1 0 7 - 3 に記憶され、図 9 のステップ S 2 9 の処理で読み出されることになる。

【 0 2 0 6 】

このようにして、係数学習処理が実行される。

30

【 0 2 0 7 】

ところで、図 2 を参照して上述した実施の形態では、G 出力画像、R 出力画像、および B 出力画像が同時に生成され得るものとされていた。しかしながら、ベイヤー配列においては、単位面積あたりの G の画素数が多いため、予測精度が高い。また、カラーフィルタの特性上、G の方が R または B と比較して S N 比が良好となる。このため、例えば、先に G 出力画像を生成してから、その生成した G 出力画像を用いて R 出力画像と B 出力画像を生成するようにしてもよい。このようにすることで、ノイズ量や解像度 ( 周波数特性 ) の面でより品質の高い画像処理を行うことが可能となる。

【 0 2 0 8 】

図 1 2 は、本技術を適用した画像処理装置の別の実施の形態に係る構成例を示すブロック図である。同図に示される画像処理装置 1 5 0 は、先に G 出力画像を生成してから、その生成した G 出力画像を用いて R 出力画像と B 出力画像を生成するようになされている。

40

【 0 2 0 9 】

図 1 2 における代表 R G B 演算部 1 5 1 は、図 2 の代表 R G B 演算部 1 0 1 と同様に構成されるものなので詳細な説明は省略する。

【 0 2 1 0 】

また、図 1 2 において、G 出力画像の生成に係る機能ブロックである、G クラスタップ選択部 1 5 2 - 1、G 変換部 1 5 5 - 1 1、G クラス分類部 1 5 6 - 1、G 係数メモリ 1 5 7 - 1、G 予測タップ選択部 1 5 3 - 1、G 変換部 1 5 5 - 1 2、および、G 積和演算部 1 5 8 - 1 は、それぞれ図 2 の G クラスタップ選択部 1 0 2 - 1、G 変換部 1 0 5 - 1

50

1、Gクラス分類部106-1、G係数メモリ107-1、G予測タップ選択部103-1、G変換部105-12、および、G積和演算部108-1と同様に構成されるものなので詳細な説明は省略する。

【0211】

図12の構成の場合、図2の場合とは異なり、G積和演算部108-1から出力されるデータが遅延部161-1を介して、Rクラスタップ選択部152-2およびR予測タップ選択部153-2、並びに、Bクラスタップ選択部152-3およびB予測タップ選択部153-3に供給されるようになされている。また、図12の構成の場合、図2の場合とは異なり、代表RGB演算部151から出力されるデータが、遅延部161-2を介して、R変換部155-21およびR変換部155-22、並びに、B変換部155-31およびB変換部155-32に供給されるようになされている。

10

【0212】

図12の構成の場合、Rクラスタップ選択部152-2は、R成分の画像を生成するため必要となるクラスタップであるRクラスタップをG出力画像から選択して取得する。Rクラスタップは、例えば、出力画像の注目画素に対応する位置のG出力画像の画素を中心画素とし、中心画素を中心とした所定の個数の画素で構成される。

【0213】

Rクラスタップ選択部152-2により選択されたRクラスタップは、R変換部155-21に供給される。R変換部155-21は、Rクラスタップを構成する各画素値にR変換処理を施すものとされる。

20

【0214】

ここでのR変換処理は、例えば、次のようにして行われる。

【0215】

図2の場合とは異なり、図12の場合、Rクラスタップ選択部152-2によりG出力画像からRクラスタップが選択される。従って、いまの場合、Rクラスタップは、全てG成分の画素により構成されていることになる。いま、G出力画像のG成分の画素を予測値 $G_p$ で表すことにする。

【0216】

R変換部155-21は、Rクラスタップを構成する各画素値に式(18)の演算を施して変換値 $G_p'$ を算出する。

30

【0217】

【数18】

$$G_p' = G_p - (D_g - D_r)$$

・・・(18)

【0218】

このようなR変換処理が施されることにより、Rクラスタップを構成する各画素値の相関性を高めることができる。すなわち、G出力画像の画素値が、入力画像のRの画素の画素値を基準としてオフセットされることになり、Rクラスタップを構成する各画素値の色成分の違いによる変化を除去することができる。

40

【0219】

R変換部155-21から出力されるRクラスタップは、Rクラス分類部156-2に供給される。なお、R変換部155-21から出力されるRクラスタップは、上述した式(18)により演算された変換値 $G_p'$ により構成されることになる。

【0220】

Rクラス分類部156-2は、供給されたRクラスタップをADRC(Adaptive Dynamic Range Coding)により符号化してクラスコードを生成する。ここで生成されたクラスコードは、R係数メモリ157-2に出力される。

【0221】

R係数メモリ157-2は、Rクラス分類部156-2から出力されたクラスコードに

50

対応づけられて記憶されている係数を読み出してR積和演算部158-2に供給する。なお、R係数メモリ157-2には、予め学習により求められた係数であって、後述する積和演算に用いられる係数が、クラスコードに対応づけられて記憶されている。

【0222】

なお、図12の構成の画像処理装置150を用いる場合、R係数メモリ157-2に記憶される係数の学習の際にも、やはり、G出力画像を教師画像としてR出力画像を生成するための学習が行われるものとする。

【0223】

R予測タップ選択部153-2は、R成分の画像を生成するため必要となる予測タップであるR予測タップをG出力画像から選択して取得する。R予測タップは、例えば、出力画像の注目画素に対応する位置のG出力画像の画素を中心画素とし、中心画素を中心とした所定の個数の画素で構成される。なお、図2の場合とは異なり、図12の場合、R予測タップ選択部153-2によりG出力画像からR予測タップが選択される。従って、いまの場合、R予測タップは、全てG成分の画素により構成されていることになる。

10

【0224】

R予測タップ選択部153-2により選択されたR予測タップは、R変換部155-2に供給される。R変換部155-2は、R予測タップを構成する各画素値にR変換処理を施すものとされる。

【0225】

R変換部155-2によるR変換処理は、R変換部155-21によるものと同様である。すなわち、上述した式(18)により、変換値 $G_p'$ が演算される。

20

【0226】

R変換部155-22から出力されるR予測タップは、R積和演算部158-2に供給される。なお、R変換部155-21から出力されるR予測タップは、上述した式(18)により演算された変換値 $G_p'$ により構成されることになる。

【0227】

R積和演算部158-2は、図2のR積和演算部108-2と同様に構成されるものであるが、出力画像となるR成分の画像(R出力画像と称する)における注目画素の画素値を、R予測タップに基づいて予測演算する。

【0228】

このように、各注目画素のそれぞれについて予測することにより、R出力画像を得ることができる。

30

【0229】

また、図12の構成の場合、Bクラスタップ選択部152-3は、B成分の画像を生成するため必要となるクラスタップであるBクラスタップをG出力画像から選択して取得する。Bクラスタップは、例えば、出力画像の注目画素に対応する位置のG出力画像の画素を中心画素とし、中心画素を中心とした所定の個数の画素で構成される。

【0230】

Bクラスタップ選択部152-3により選択されたBクラスタップは、B変換部155-31に供給される。B変換部155-31は、Bクラスタップを構成する各画素値にB変換処理を施すものとされる。

40

【0231】

ここでのB変換処理は、例えば、次のようにして行われる。

【0232】

図2の場合とは異なり、図12の場合、Bクラスタップ選択部152-3によりG出力画像からBクラスタップが選択される。従って、いまの場合、Bクラスタップは、全てG成分の画素により構成されていることになる。いま、G出力画像のG成分の画素を予測値 $G_p$ で表すことにする。

【0233】

B変換部155-31は、Bクラスタップを構成する各画素値に式(19)の演算を施

50

して変換値  $G_p'$  を算出する。

【 0 2 3 4 】

【 数 1 9 】

$$G_p' = G_p - (D_g - D_b)$$

．．． ( 1 9 )

【 0 2 3 5 】

このような B 変換処理が施されることにより、B クラスタップを構成する各画素値の相関性を高めることができる。すなわち、G 出力画像の画素値が、入力画像の B の画素の画素値を基準としてオフセットされることになり、B クラスタップを構成する各画素値の成分の違いによる変化を除去することができる。

10

【 0 2 3 6 】

B 変換部 1 5 5 - 3 1 から出力される B クラスタップは、B クラス分類部 1 5 6 - 3 に供給される。なお、B 変換部 1 5 5 - 3 1 から出力される B クラスタップは、上述した式 ( 1 9 ) により演算された変換値  $G_p'$  により構成されることになる。

【 0 2 3 7 】

B クラス分類部 1 5 6 - 3 は、供給された B クラスタップを A D R C ( Adaptive Dynamic Range Coding ) により符号化してクラスコードを生成する。ここで生成されたクラスコードは、B 係数メモリ 1 5 7 - 3 に出力される。

【 0 2 3 8 】

B 係数メモリ 1 5 7 - 3 は、B クラス分類部 1 5 6 - 3 から出力されたクラスコードに対応づけられて記憶されている係数を読み出して B 積和演算部 1 5 8 - 3 に供給する。なお、B 係数メモリ 1 5 7 - 3 には、予め学習により求められた係数であって、後述する積和演算に用いられる係数が、クラスコードに対応づけられて記憶されている。

20

【 0 2 3 9 】

なお、図 1 2 の構成の画像処理装置 1 5 0 を用いる場合、B 係数メモリ 1 5 7 - 3 に記憶される係数の学習の際にも、やはり、G 出力画像を教師画像として B 出力画像を生成するための学習が行われるものとする。

【 0 2 4 0 】

B 予測タップ選択部 1 5 3 - 3 は、B 成分の画像を生成するため必要となる予測タップである B 予測タップを G 出力画像から選択して取得する。B 予測タップは、例えば、出力画像の注目画素に対応する位置の G 出力画像の画素を中心画素とし、中心画素を中心とした所定の個数の画素で構成される。なお、図 2 の場合とは異なり、図 1 2 の場合、B 予測タップ選択部 1 5 3 - 3 により G 出力画像から B 予測タップが選択される。従って、いまの場合、B 予測タップは、全て G 成分の画素により構成されていることになる。

30

【 0 2 4 1 】

B 予測タップ選択部 1 5 3 - 3 により選択された B 予測タップは、B 変換部 1 5 5 - 3 2 に供給される。B 変換部 1 5 5 - 3 2 は、B 予測タップを構成する各画素値に B 変換処理を施すものとされる。

【 0 2 4 2 】

B 変換部 1 5 5 - 3 2 による B 変換処理は、B 変換部 1 5 5 - 3 1 によるものと同様である。すなわち、上述した式 ( 1 9 ) により、変換値  $G_p'$  が演算される。

40

【 0 2 4 3 】

B 変換部 1 5 5 - 3 2 から出力される B 予測タップは、B 積和演算部 1 5 8 - 3 に供給される。なお、B 変換部 1 5 5 - 3 1 から出力される B 予測タップは、上述した式 ( 1 9 ) により演算された変換値  $G_p'$  により構成されることになる。

【 0 2 4 4 】

B 積和演算部 1 5 8 - 3 は、図 2 の B 積和演算部 1 0 8 - 3 と同様に構成されるものであるが、出力画像となる B 成分の画像 ( B 出力画像と称する ) における注目画素の画素値を、B 予測タップに基づいて予測演算する。

50

## 【0245】

このように、各注目画素のそれぞれについて予測することにより、B出力画像を得ることができる。

## 【0246】

図13は、図12の画像処理装置150において取得されるGクラスタップまたはG予測タップの構造の例を示す図である。

## 【0247】

図13の例では、出力画像の注目画素に対応する入力画像の画素(中心画素)を中心とした9(=3×3)個の画素により構成されるクラスタップまたは予測タップが示されている。また、ここでは、4個の画素(R成分の画素1個、B成分の画素1個、G成分の画素2個)を単位として構成されるベイヤー配列の画素において、4個の単位画素のそれぞれを中心画素とする場合について、クラスタップまたは予測タップの構造の例が示されている。

10

## 【0248】

図13Aは、ベイヤー配列の画素におけるR成分の画素を中心画素とする場合のクラスタップまたは予測タップの例を示す図である。

## 【0249】

図13Bは、ベイヤー配列の画素におけるG成分の画素を中心画素とする場合のクラスタップまたは予測タップの例を示す図である。

## 【0250】

図13Cは、ベイヤー配列の画素における別のG成分の画素を中心画素とする場合のクラスタップまたは予測タップの例を示す図である。

20

## 【0251】

図13Dは、ベイヤー配列の画素におけるB成分の画素を中心画素とする場合のクラスタップまたは予測タップの例を示す図である。

## 【0252】

なお、クラスタップと予測タップは同じ構造としてもよいし、異なる構造としてもよい。

## 【0253】

図14は、図12の画像処理装置150において取得されるRクラスタップまたはR予測タップの構造の例を示す図である。同図に示されるように、RクラスタップまたはR予測タップは、G出力画像から取得されるので、図中の円の中は、全てGpと記載されている。

30

## 【0254】

図14の例では、出力画像の注目画素に対応する入力画像の画素(中心画素)を中心とした十字型の5個の画素により構成されるクラスタップまたは予測タップが示されている。また、ここでは、4個の画素(R成分の画素1個、B成分の画素1個、G成分の画素2個)を単位として構成されるベイヤー配列の画素において、4個の単位画素のそれぞれを中心画素とする場合について、クラスタップまたは予測タップの構造の例が示されている。

40

## 【0255】

図14Aは、ベイヤー配列の画素におけるR成分の画素を中心画素とする場合のクラスタップまたは予測タップの例を示す図である。

## 【0256】

図14Bは、ベイヤー配列の画素におけるG成分の画素を中心画素とする場合のクラスタップまたは予測タップの例を示す図である。

## 【0257】

図14Cは、ベイヤー配列の画素における別のG成分の画素を中心画素とする場合のクラスタップまたは予測タップの例を示す図である。

## 【0258】

50

図 1 4 D は、ベイヤー配列の画素における B 成分の画素を中心画素とする場合のクラスタップまたは予測タップの例を示す図である。

【 0 2 5 9 】

なお、クラスタップと予測タップは同じ構造としてもよいし、異なる構造としてもよい。

【 0 2 6 0 】

図 1 5 は、図 1 2 の画像処理装置 1 5 0 において取得される B クラスタップまたは B 予測タップの構造の例を示す図である。同図に示されるように、B クラスタップまたは B 予測タップは、G 出力画像から取得されるので、図中の円の中は、全て G p と記載されている。

10

【 0 2 6 1 】

図 1 5 の例では、出力画像の注目画素に対応する入力画像の画素（中心画素）を中心とした十字型の 5 個の画素により構成されるクラスタップまたは予測タップが示されている。また、ここでは、4 個の画素（R 成分の画素 1 個、B 成分の画素 1 個、G 成分の画素 2 個）を単位として構成されるベイヤー配列の画素において、4 個の単位画素のそれぞれを中心画素とする場合について、クラスタップまたは予測タップの構造の例が示されている。

【 0 2 6 2 】

図 1 5 A は、ベイヤー配列の画素における R 成分の画素を中心画素とする場合のクラスタップまたは予測タップの例を示す図である。

20

【 0 2 6 3 】

図 1 5 B は、ベイヤー配列の画素における G 成分の画素を中心画素とする場合のクラスタップまたは予測タップの例を示す図である。

【 0 2 6 4 】

図 1 5 C は、ベイヤー配列の画素における別の G 成分の画素を中心画素とする場合のクラスタップまたは予測タップの例を示す図である。

【 0 2 6 5 】

図 1 5 D は、ベイヤー配列の画素における B 成分の画素を中心画素とする場合のクラスタップまたは予測タップの例を示す図である。

【 0 2 6 6 】

30

なお、クラスタップと予測タップは同じ構造としてもよいし、異なる構造としてもよい。

【 0 2 6 7 】

図 1 2 に示されるように画像処理装置を構成することで、例えば、図 2 の構成の場合と比較して、ノイズ量や解像度（周波数特性）の面でより品質の高い画像処理を行うことが可能となる。

【 0 2 6 8 】

図 2 および図 1 2 を参照して上述した例においては、色変換により画素値を変換値に置き換えてクラス分類、積和演算が行われるものとして説明したが、例えば、画素値を色差に置き換えてクラス分類、積和演算が行われるようにしてもよい。

40

【 0 2 6 9 】

図 1 6 は、本技術を適用した画像処理装置のさらに別の実施の形態に係る構成例を示すブロック図である。同図に示される画像処理装置 1 8 0 は、先に G 出力画像を生成してから、その生成した G 出力画像を用いて R 出力画像と B 出力画像を生成するようになされている。また、生成した G 出力画像を用いて R 出力画像と B 出力画像を生成する際に、画素値を色差に置き換えてクラス分類、積和演算が行われるようになされている。

【 0 2 7 0 】

図 1 6 における代表 R G B 演算部 1 8 1 は、図 2 の代表 R G B 演算部 1 0 1 と同様に構成されるものなので詳細な説明は省略する。

【 0 2 7 1 】

50

また、図 16 において、G 出力画像の生成に係る機能ブロックである、G クラスタップ選択部 182 - 1、G 変換部 185 - 11、G クラス分類部 186 - 1、G 係数メモリ 187 - 1、G 予測タップ選択部 183 - 1、G 変換部 185 - 12、および、G 積和演算部 188 - 1 は、それぞれ図 2 の G クラスタップ選択部 102 - 1、G 変換部 105 - 11、G クラス分類部 106 - 1、G 係数メモリ 107 - 1、G 予測タップ選択部 103 - 1、G 変換部 105 - 12、および、G 積和演算部 108 - 1 と同様に構成されるものなので詳細な説明は省略する。

【0272】

図 16 の構成の場合、図 2 の場合とは異なり、入力画像が遅延部 191 - 1 を介して R クラスタップ選択部 182 - 2 および R 予測タップ選択部 183 - 2、並びに、B クラスタップ選択部 182 - 3 および B 予測タップ選択部 183 - 3 に供給されるようになされている。

10

【0273】

また、図 16 の構成の場合、図 2 の場合とは異なり、G 積和演算部 108 - 1 から出力されるデータが、R 変換部 189 - 2 および B 変換部 189 - 3 に供給されるようになされている。

【0274】

また、図 16 の構成の場合、代表 RGB 演算部 181 から出力されるデータが、遅延部 191 - 2 を介して、(R - G) 変換部 185 - 21 および (R - G) 変換部 185 - 22、並びに、(B - G) 変換部 185 - 31 および (B - G) 変換部 185 - 32 に供給されるようになされている。

20

【0275】

さらに、図 16 の構成を採用する場合、R クラスタップ、B クラスタップ、R 予測タップ、および B 予測タップの構造が、図 2 または図 12 の場合とは異なる。なお、図 16 の構成を採用する場合においても、G クラスタップおよび G 予測タップの構造は、図 13 を参照して上述した場合と同様である。

【0276】

図 17 は、図 16 の画像処理装置 180 において取得される R クラスタップまたは R 予測タップの構造の例を示す図である。

【0277】

図 17 の例では、十字型の 5 個の画素により構成されるクラスタップまたは予測タップが示されている。また、ここでは、4 個の画素 (R 成分の画素 1 個、B 成分の画素 1 個、G 成分の画素 2 個) を単位として構成されるベイヤー配列の画素において、4 個の単位画素のそれぞれを中心画素とする場合について、クラスタップまたは予測タップの構造の例が示されている。

30

【0278】

図 17 A は、ベイヤー配列の画素における R 成分の画素を中心画素とする場合のクラスタップまたは予測タップの例を示す図である。

【0279】

図 17 B は、ベイヤー配列の画素における G 成分の画素を中心画素とする場合のクラスタップまたは予測タップの例を示す図である。

40

【0280】

図 17 C は、ベイヤー配列の画素における別の G 成分の画素を中心画素とする場合のクラスタップまたは予測タップの例を示す図である。

【0281】

図 17 D は、ベイヤー配列の画素における B 成分の画素を中心画素とする場合のクラスタップまたは予測タップの例を示す図である。

【0282】

図 17 A 乃至図 17 D に示されるように、R クラスタップまたは R 予測タップを構成する 5 個の画素は、全て R 成分の画素とされており、G 成分の画素および B 成分の画素は含

50

まれていない。また、図 17 B 乃至図 17 D においては、R クラスタップまたは R 予測タップの中心となる画素が、図中ハッチングされた円で示される本来の中心画素に隣接する位置の画素とされている。

【0283】

なお、クラスタップと予測タップは同じ構造としてもよいし、異なる構造としてもよい。

【0284】

図 18 は、図 16 の画像処理装置 180 において取得される B クラスタップまたは B 予測タップの構造の例を示す図である。

【0285】

図 18 の例では、十字型の 5 個の画素により構成されるクラスタップまたは予測タップが示されている。また、ここでは、4 個の画素（R 成分の画素 1 個、B 成分の画素 1 個、G 成分の画素 2 個）を単位として構成されるベイヤー配列の画素において、4 個の単位画素のそれぞれを中心画素とする場合について、クラスタップまたは予測タップの構造の例が示されている。

【0286】

図 18 A は、ベイヤー配列の画素における R 成分の画素を中心画素とする場合のクラスタップまたは予測タップの例を示す図である。

【0287】

図 18 B は、ベイヤー配列の画素における G 成分の画素を中心画素とする場合のクラスタップまたは予測タップの例を示す図である。

【0288】

図 18 C は、ベイヤー配列の画素における別の G 成分の画素を中心画素とする場合のクラスタップまたは予測タップの例を示す図である。

【0289】

図 18 D は、ベイヤー配列の画素における B 成分の画素を中心画素とする場合のクラスタップまたは予測タップの例を示す図である。

【0290】

図 18 A 乃至図 18 D に示されるように、B クラスタップまたは B 予測タップを構成する 5 個の画素は、全て B 成分の画素とされており、G 成分の画素および R 成分の画素は含まれていない。また、図 18 A 乃至図 18 C においては、B クラスタップまたは B 予測タップの中心となる画素が、図中ハッチングされた円で示される本来の中心画素に隣接する位置の画素とされている。

【0291】

なお、クラスタップと予測タップは同じ構造としてもよいし、異なる構造としてもよい。

【0292】

図 16 に戻って、R クラスタップ選択部 182 - 2 は、R 成分の画像を生成するため必要となるクラスタップである R クラスタップを入力画像から選択して取得する。

【0293】

R クラスタップ選択部 152 - 2 により選択された R クラスタップは、(R - G) 変換部 185 - 21 に供給される。(R - G) 変換部 185 - 21 は、R クラスタップを構成する各画素値に (R - G) 変換処理を施すものとされ、(R - G) 変換処理により仮想色差が算出される。

【0294】

すなわち、(R - G) 変換部 185 - 21 は、R クラスタップを構成する各画素値に式 (20) の演算を施して仮想色差 R G c を算出する。

【0295】

10

20

30

40

【数 2 0】

$$RGc = R - g$$

．．． ( 2 0 )

【 0 2 9 6】

なお、式 ( 2 0 ) における補間値  $g$  は、代表 RGB 演算部 1 8 1 から供給される。

【 0 2 9 7】

R 変換部 1 8 5 - 2 1 から出力される R クラスタップは、R クラス分類部 1 8 6 - 2 に供給される。なお、R 変換部 1 8 5 - 2 1 から出力される R クラスタップは、上述した式 ( 2 0 ) により演算された仮想色差  $RGc$  により構成されることになる。

10

【 0 2 9 8】

R クラス分類部 1 8 6 - 2 は、供給された R クラスタップを ADRC ( Adaptive Dynamic Range Coding ) により符号化してクラスコードを生成する。ここで生成されたクラスコードは、( R - G ) 係数メモリ 1 8 7 - 2 に出力される。

【 0 2 9 9】

( R - G ) 係数メモリ 1 8 7 - 2 は、R クラス分類部 1 8 6 - 2 から出力されたクラスコードに対応づけられて記憶されている係数を読み出して ( R - G ) 積和演算部 1 8 8 - 2 に供給する。なお、( R - G ) 係数メモリ 1 8 7 - 2 には、予め学習により求められた係数であって、後述する積和演算に用いられる係数が、クラスコードに対応づけられて記憶されている。

20

【 0 3 0 0】

なお、図 1 6 の構成の画像処理装置 1 8 0 を用いる場合、( R - G ) 係数メモリ 1 8 7 - 2 に記憶される係数の学習の際にも、やはり、仮想色差をクラスタップまたは予測タップとして R 出力画像を生成するための学習が行われるものとする。

【 0 3 0 1】

R 予測タップ選択部 1 8 3 - 2 は、R 成分の画像を生成するため必要となる予測タップである R 予測タップを入力画像から選択して取得する。

【 0 3 0 2】

R 予測タップ選択部 1 8 3 - 2 により選択された R 予測タップは、( R - G ) 変換部 1 8 5 - 2 2 に供給される。( R - G ) 変換部 1 8 5 - 2 2 は、R 予測タップを構成する各画素値に ( R - G ) 変換処理を施すものとされ、( R - G ) 変換処理により仮想色差が算出される。

30

【 0 3 0 3】

( R - G ) 変換部 1 8 5 - 2 2 による ( R - G ) 変換処理は、( R - G ) 変換部 1 8 5 - 2 1 によるものと同様である。すなわち、上述した式 ( 2 0 ) により、仮想色差  $RGc$  が演算される。

【 0 3 0 4】

( R - G ) 変換部 1 8 5 - 2 2 から出力される R 予測タップは、( R - G ) 積和演算部 1 8 8 - 2 に供給される。なお、( R - G ) 変換部 1 8 5 - 2 1 から出力される R 予測タップは、上述した式 ( 2 0 ) により演算された仮想色差  $RGc$  により構成されることになる。

40

【 0 3 0 5】

( R - G ) 積和演算部 1 8 8 - 2 は、出力画像となる R 成分の画像 ( R 出力画像と称する ) における注目画素の ( R - G ) の色差を、R 予測タップに基づいて予測演算する。

【 0 3 0 6】

R 変換部 1 8 9 - 2 は、( R - G ) 積和演算部 1 8 8 - 2 から出力された注目画素の ( R - G ) の色差の予測値 ( R - G )  $p$  を、例えば、式 ( 2 1 ) の演算によって R 成分の画素値の予測値  $R_p$  に変換する。

【 0 3 0 7】

【数 2 1】

$$R_p = (R - G)_p + G_p$$

・・・ (2 1)

【0 3 0 8】

このように、各注目画素のそれぞれについて予測することにより、R出力画像を得ることができる。

【0 3 0 9】

Bクラスタップ選択部 1 8 2 - 3 は、B成分の画像を生成するため必要となるクラスタップであるBクラスタップを入力画像から選択して取得する。

10

【0 3 1 0】

Bクラスタップ選択部 1 5 2 - 3 により選択されたBクラスタップは、(B - G)変換部 1 8 5 - 3 1 に供給される。(B - G)変換部 1 8 5 - 3 1 は、Bクラスタップを構成する各画素値に(B - G)変換処理を施すものとされ、(B - G)変換処理により仮想色差が算出される。

【0 3 1 1】

すなわち、(B - G)変換部 1 8 5 - 3 1 は、Bクラスタップを構成する各画素値に式(2 2)の演算を施して仮想色差BGcを算出する。

【0 3 1 2】

【数 2 2】

$$BGc = B - g$$

20

・・・ (2 2)

【0 3 1 3】

なお、式(2 2)における補間値gは、代表RGB演算部 1 8 1 から供給される。

【0 3 1 4】

(B - G)変換部 1 8 5 - 3 1 から出力されるBクラスタップは、Bクラス分類部 1 8 6 - 3 に供給される。なお、(B - G)変換部 1 8 5 - 3 1 から出力されるBクラスタップは、上述した式(2 0)により演算された仮想色差BGcにより構成されることになる。

30

【0 3 1 5】

Bクラス分類部 1 8 6 - 3 は、供給されたBクラスタップをADRC (Adaptive Dynamic Range Coding) により符号化してクラスコードを生成する。ここで生成されたクラスコードは、(B - G)係数メモリ 1 8 7 - 3 に出力される。

【0 3 1 6】

(B - G)係数メモリ 1 8 7 - 3 は、Bクラス分類部 1 8 6 - 3 から出力されたクラスコードに対応づけられて記憶されている係数を読み出して(B - G)積和演算部 1 8 8 - 3 に供給する。なお、(B - G)係数メモリ 1 8 7 - 3 には、予め学習により求められた係数であって、後述する積和演算に用いられる係数が、クラスコードに対応づけられて記憶されている。

40

【0 3 1 7】

なお、図 1 6 の構成の画像処理装置 1 8 0 を用いる場合、(B - G)係数メモリ 1 8 7 - 3 に記憶される係数の学習の際にも、やはり、仮想色差をクラスタップまたは予測タップとしてB出力画像を生成するための学習が行われるものとする。

【0 3 1 8】

B予測タップ選択部 1 8 3 - 3 は、B成分の画像を生成するため必要となる予測タップであるB予測タップを入力画像から選択して取得する。

【0 3 1 9】

B予測タップ選択部 1 8 3 - 3 により選択されたB予測タップは、(B - G)変換部 1 8 5 - 3 2 に供給される。(B - G)変換部 1 8 5 - 3 2 は、B予測タップを構成する各

50

画素値に ( B - G ) 変換処理を施すものとされ、( B - G ) 変換処理により仮想色差が算出される。

【 0 3 2 0 】

( B - G ) 変換部 1 8 5 - 3 2 による ( B - G ) 変換処理は、( B - G ) 変換部 1 8 5 - 3 1 によるものと同様である。すなわち、上述した式 ( 2 2 ) により、仮想色差 B G c が演算される。

【 0 3 2 1 】

( B - G ) 変換部 1 8 5 - 3 2 から出力される B 予測タップは、( B - G ) 積和演算部 1 8 8 - 3 に供給される。なお、( B - G ) 変換部 1 8 5 - 3 1 から出力される B 予測タップは、上述した式 ( 2 2 ) により演算された仮想色差 B G c により構成されることにな

10

【 0 3 2 2 】

( B - G ) 積和演算部 1 8 8 - 3 は、出力画像となる B 成分の画像 ( B 出力画像と称する ) における注目画素の ( B - G ) の色差を、B 予測タップに基づいて予測演算する。

【 0 3 2 3 】

B 変換部 1 8 9 - 3 は、( B - G ) 積和演算部 1 8 8 - 3 から出力された注目画素の ( B - G ) の色差の予測値 ( B - G ) p を、例えば、式 ( 2 3 ) の演算によって B 成分の画素値の予測値 B p に変換する。

【 0 3 2 4 】

【 数 2 3 】

20

$$B_p = (B-G)p + G_p$$

・・・ ( 2 3 )

【 0 3 2 5 】

このように、各注目画素のそれぞれについて予測することにより、B 出力画像を得ることができる。

【 0 3 2 6 】

また、仮想色差を算出する際に、各色成分の画素値に、例えば、B T 7 0 9、B T 6 0 1 などに規定されるマトリクス係数であって、R G B から Y、p b、または p r への変換を行う際に用いられる係数が乗じられるようにしてもよい。このようにすることで、出力画像においてより良好な S / N 比を実現することができる。

30

【 0 3 2 7 】

以上においては、単板式カメラのイメージセンサから出力される画像信号に対応する画像の画素値に基づいて、同一の解像度の G 出力画像、R 出力画像、および B 出力画像の画素値をそれぞれ生成 ( 予測 ) する例について説明した。

【 0 3 2 8 】

しかし、単板式カメラのイメージセンサから出力される画像信号に対応する画像の画素値に基づいて、解像度の異なる G 出力画像、R 出力画像、および B 出力画像の画素値をそれぞれ生成 ( 予測 ) することも可能である。例えば、単板式カメラのイメージセンサに配置された画素数を超える画素の G 出力画像、R 出力画像、および B 出力画像の画素値をそれぞれ生成 ( 予測 ) し、解像度を変換することもできる。

40

【 0 3 2 9 】

図 1 9 は、図 2 を参照して上述した画像処理装置 1 0 0 において、ベイヤー配列の画素により構成される画像の解像度を変換する場合のクラスタップまたは予測タップと、G 出力画像、R 出力画像、および B 出力画像の画素の位置の関係を説明する図である。図 1 9 の例では、中心画素を中心とした 9 ( = 3 × 3 ) 個の画素により、クラスタップまたは予測タップが構成されている。

【 0 3 3 0 】

図 1 9 A には、単板式カメラのイメージセンサにおけるベイヤー配列の画素のうち、R 成分の画素を中心画素とした場合のクラスタップまたは予測タップと、G 出力画像、R 出

50

力画像、およびB出力画像の画素の位置の関係が示されている。同図においては、ハッチングされた円内にRが記された画素が中心画素とされ、小さい黒い丸がG出力画像、R出力画像、およびB出力画像の画素の位置とされる。

【0331】

図19Aに示されるように、中心画素であるR成分の画素の周囲の4つの位置に、G出力画像、R出力画像、およびB出力画像の画素が配置されている。すなわち、図19Aに示される9個の予測タップに基づいて、4通りの画素値が予測(生成)されることになる。なお、ここでは、G予測タップ、R予測タップ、および、B予測タップが同一の構造であるものとし、G出力画像、R出力画像、およびB出力画像のそれぞれについて、4通りの画素値が予測(生成)されるものとする。

10

【0332】

図19Bには、単板式カメラのイメージセンサにおけるベイヤー配列の画素のうち、G成分の画素を中心画素とした場合のクラスタップまたは予測タップと、G出力画像、R出力画像、およびB出力画像の画素の位置の関係が示されている。同図においては、ハッチングされた円内にGが記された画素が中心画素とされ、小さい黒い丸がG出力画像、R出力画像、およびB出力画像の画素の位置とされる。

【0333】

図19Bに示されるように、中心画素であるG成分の画素の周囲の4つの位置に、G出力画像、R出力画像、およびB出力画像の画素が配置されている。すなわち、図19Bに示される9個の予測タップに基づいて、4通りの画素値が予測(生成)されることになる。なお、ここでは、G予測タップ、R予測タップ、および、B予測タップが同一の構造であるものとし、G出力画像、R出力画像、およびB出力画像のそれぞれについて、4通りの画素値が予測(生成)されることになる。

20

【0334】

同様に、図19Cには、単板式カメラのイメージセンサにおけるベイヤー配列の画素のうち、別のG成分の画素を中心画素とした場合のクラスタップまたは予測タップと、G出力画像、R出力画像、およびB出力画像の画素の位置の関係が示されている。また、図19Dには、単板式カメラのイメージセンサにおけるベイヤー配列の画素のうち、B成分の画素を中心画素とした場合のクラスタップまたは予測タップと、G出力画像、R出力画像、およびB出力画像の画素の位置の関係が示されている。

30

【0335】

ところで、近年、単板式カメラのイメージセンサの画素密度を高める工夫が考えられている。例えば、ベイヤー配列のイメージセンサの画素の配置を、斜めに変更することにより、画素密度を高めることができる。

【0336】

例えば、図20に示されるようなベイヤー配列の画素の配置を、図21に示されるように変更する。図20および図21においては小さい矩形によりイメージセンサの画素が示されており、それらの矩形の中に記されたR、G、Bの文字は、各画素の色成分を表している。

40

【0337】

イメージセンサの画素を配置する際には、例えば、光の混入などを回避するため、上下左右に隣接する画素間の距離には制約があり、一定の距離より短くすることができない。しかしながら、画素を斜めに配置することにより、上下左右に隣接する画素間の距離を保持したまま、単位面積あたりの画素数を多くすることができる。

【0338】

例えば、図20に示されるようなベイヤー配列の画素の配置を図21に示されるように変更した場合、同一の面積に2倍の画素を配置することが可能となる。

【0339】

ここで、図21に示されるような画素の配置を斜めベイヤー配列と称することにする。

【0340】

50

図 2 2 は、図 2 を参照して上述した画像処理装置 1 0 0 において、斜めベイヤー配列の画素により構成される画像の解像度を変換する場合のクラスタップまたは予測タップと、G 出力画像、R 出力画像、および B 出力画像の画素の位置の関係を説明する図である。図 2 2 の例では、中心画素を中心とした 9 ( = 3 × 3 ) 個の画素により、クラスタップまたは予測タップが構成されている。同図においては、ハッチングされた円内に G が記された画素が中心画素とされ、小さい黒い丸が G 出力画像、R 出力画像、および B 出力画像の画素の位置とされる。

【 0 3 4 1 】

図 2 2 に示されるように、G 出力画像、R 出力画像、および B 出力画像の画素は、入力画像における G 成分の画素と R 成分の画素との間、または、G 成分の画素と B 成分の画素との間に配置されることになる。従って、斜めベイヤー配列の画素により構成される画像の解像度を変換する場合のクラスタップまたは予測タップは、常に G 成分の画素を中心としたものになり、図 2 2 A または図 2 2 B に示されるように、クラスタップまたは予測タップが取得されることになる。

10

【 0 3 4 2 】

なお、ここでは、G 予測タップ、R 予測タップ、および、B 予測タップが同一の構造であるものとし、G 出力画像、R 出力画像、および B 出力画像のそれぞれについて、図 2 2 A または図 2 2 B に示されるように画素値が予測 ( 生成 ) されるものとする。

【 0 3 4 3 】

また、画像の解像度を変換する場合も、例えば、先に G 出力画像を生成してから、その生成した G 出力画像を用いて R 出力画像と B 出力画像を生成するようにしてもよい。このようにすることで、ノイズ量や解像度 ( 周波数特性 ) の面でより品質の高い画像処理を行うことが可能となる。

20

【 0 3 4 4 】

図 2 3 は、図 1 2 を参照して上述した画像処理装置 1 5 0 において、ベイヤー配列の画素により構成される画像の解像度を変換する場合の R クラスタップ若しくは R 予測タップ、または、B クラスタップ若しくは B 予測タップの例を示す図である。図 2 3 の例では、中心画素を中心とした 9 ( = 3 × 3 ) 個の画素により、G クラスタップまたは G 予測タップが構成されるものとされる。上述したように、画像処理装置 1 5 0 は、先に G 出力画像を生成してから、その生成した G 出力画像を用いて R 出力画像と B 出力画像を生成するようになされている。

30

【 0 3 4 5 】

なお、図 1 2 を参照して上述した画像処理装置 1 5 0 において、ベイヤー配列の画素により構成される画像の解像度を変換する場合のクラスタップまたは予測タップと、G 出力画像の画素の位置の関係は、図 1 9 と同様になる。

【 0 3 4 6 】

従って、図 1 2 を参照して上述した画像処理装置 1 5 0 において、ベイヤー配列の画素により構成される画像の解像度を変換する場合、G 予測タップ ( または G クラスタップ ) と、R 予測タップ ( または R クラスタップ ) の構造が異なることになる。また、G 予測タップ ( または G クラスタップ ) と、B 予測タップ ( または R クラスタップ ) の構造が異なることになる。

40

【 0 3 4 7 】

図 2 3 においては、中に R , G , B の文字が記された円により、入力画像の画素が示されており、R , G , B の文字が記された円の周囲の 4 つの白い丸が G 出力画像の画素を表している。そして、G 出力画像のうち、点線の円で示されるものがクラスタップまたは予測タップとされ、黒く塗られた点線の円がクラスタップまたは予測タップの中心画素を表している。

【 0 3 4 8 】

図 2 3 A には、G 出力画像生成時の G 予測タップ ( または G クラスタップ ) が、単板式カメラのイメージセンサにおけるベイヤー配列の画素のうち、R 成分の画素を中心画素と

50

する場合の、R予測タップ（若しくはRクラスタップ）、または、B予測タップ（若しくはBクラスタップ）が示されている。

【0349】

図23Bには、G出力画像生成時のG予測タップ（またはGクラスタップ）が、単板式カメラのイメージセンサにおけるベイヤー配列の画素のうち、G成分の画素を中心画素とする場合の、R予測タップ（若しくはRクラスタップ）、または、B予測タップ（若しくはBクラスタップ）が示されている。

【0350】

図23Cには、G出力画像生成時のG予測タップ（またはGクラスタップ）が、単板式カメラのイメージセンサにおけるベイヤー配列の画素のうち、別のG成分の画素を中心画素とする場合の、R予測タップ（若しくはRクラスタップ）、または、B予測タップ（若しくはBクラスタップ）が示されている。

10

【0351】

図23Dには、G出力画像生成時のG予測タップ（またはGクラスタップ）が、単板式カメラのイメージセンサにおけるベイヤー配列の画素のうち、B成分の画素を中心画素とする場合の、R予測タップ（若しくはRクラスタップ）、または、B予測タップ（若しくはBクラスタップ）が示されている。

【0352】

図24は、図12を参照して上述した画像処理装置150において、斜めベイヤー配列の画素により構成される画像の解像度を変換する場合のRクラスタップ若しくはR予測タップ、または、Bクラスタップ若しくはB予測タップの例を示す図である。図24の例では、中心画素を中心とした9（=3×3）個の画素により、GクラスタップまたはG予測タップが構成されるものとされる。上述したように、画像処理装置150は、先にG出力画像を生成してから、その生成したG出力画像を用いてR出力画像とB出力画像を生成するようになされている。

20

【0353】

なお、図12を参照して上述した画像処理装置150において、斜めベイヤー配列の画素により構成される画像の解像度を変換する場合のクラスタップまたは予測タップと、G出力画像の画素の位置の関係は、図22と同様になる。

【0354】

従って、図12を参照して上述した画像処理装置150において、斜めベイヤー配列の画素により構成される画像の解像度を変換する場合、G予測タップ（またはGクラスタップ）と、R予測タップ（またはRクラスタップ）の構造が異なることになる。また、G予測タップ（またはGクラスタップ）と、B予測タップ（またはRクラスタップ）の構造が異なることになる。

30

【0355】

図24においては、中にR、G、Bの文字が記された円により、入力画像の画素が示されており、R、G、Bの文字が記された円の周囲の4つの白い丸がG出力画像の画素を表している。そして、G出力画像のうち、点線の円で示されるものがクラスタップまたは予測タップとされ、黒く塗られた点線の円がクラスタップまたは予測タップの中心画素を表している。

40

【0356】

図24Aには、G出力画像生成時のG予測タップ（またはGクラスタップ）が図22Aに示されるものである場合の、R予測タップ（若しくはRクラスタップ）、または、B予測タップ（若しくはBクラスタップ）が示されている。

【0357】

図24Bには、G出力画像生成時のG予測タップ（またはGクラスタップ）が図22Bに示されるものである場合の、R予測タップ（若しくはRクラスタップ）、または、B予測タップ（若しくはBクラスタップ）が示されている。

【0358】

50

また、画像の解像度を変換する場合も、例えば、画素値を色差に置き換えてクラス分類、積和演算が行われるようにしてもよい。

【0359】

図25は、図16を参照して上述した画像処理装置180において、ベイヤー配列の画素により構成される画像の解像度を変換する場合のGクラスタップまたはG予測タップと、G出力画像の画素の位置の関係を説明する図である。図25の例では、中心画素を中心とした9(=3×3)個の画素により、クラスタップまたは予測タップが構成されている。また、ここでは、4個の画素(R成分の画素1個、B成分の画素1個、G成分の画素2個)を単位として構成されるベイヤー配列の画素において、4個の単位画素のそれぞれを中心画素とする場合について、クラスタップまたは予測タップの構造の例が示されている。

10

【0360】

図25では、中にR、G、Bの文字が記された円により、入力画像の画素が示されており、R、G、Bの文字が記された円の周囲の4つの白い丸がG出力画像の画素を表している。

【0361】

上述したように、画像処理装置180は、先にG出力画像を生成してから、その生成したG出力画像を用いてR出力画像とB出力画像を生成するようになされている。ただし、RクラスタップおよびR予測タップ、並びにBクラスタップおよびB予測タップは、入力画像から直接取得される。また、生成したG出力画像を用いてR出力画像とB出力画像を生成する際に、画素値を色差に置き換えてクラス分類、積和演算が行われるようになされている。

20

【0362】

図25Aには、単板式カメラのイメージセンサにおけるベイヤー配列の画素のうち、R成分の画素を中心画素とした場合のGクラスタップまたはG予測タップと、G出力画像の画素の位置の関係が示されている。同図においては、ハッチングされた円内にRが記された画素が中心画素とされ、小さい黒い丸がこれから生成されるG出力画像の画素の位置とされる。また、同図には参考のため、G出力画像の全ての画素の位置が小さい白い丸によって表されている。

【0363】

図25Aに示されるように、中心画素であるR成分の画素の周囲の4つの位置に、G出力画像の画素が配置されている。すなわち、図25Aに示される9個の予測タップに基づいて、4通りの画素値が予測(生成)されることになる。

30

【0364】

図25Bには、単板式カメラのイメージセンサにおけるベイヤー配列の画素のうち、G成分の画素を中心画素とした場合のGクラスタップまたはG予測タップと、G出力画像の画素の位置の関係が示されている。同図においては、ハッチングされた円内にGが記された画素が中心画素とされ、小さい黒い丸がこれから生成されるG出力画像の画素の位置とされる。また、同図には参考のため、G出力画像の全ての画素の位置が小さい白い丸によって表されている。

40

【0365】

図25Bに示されるように、中心画素であるG成分の画素の周囲の4つの位置に、G出力画像の画素が配置されている。すなわち、図25Bに示される9個の予測タップに基づいて、4通りの画素値が予測(生成)されることになる。

【0366】

同様に、図25Cには、単板式カメラのイメージセンサにおけるベイヤー配列の画素のうち、別のG成分の画素を中心画素とした場合のGクラスタップまたはG予測タップと、G出力画像の画素の位置の関係が示されている。また、図25Dには、単板式カメラのイメージセンサにおけるベイヤー配列の画素のうち、B成分の画素を中心画素とした場合のGクラスタップまたはG予測タップと、G出力画像の画素の位置の関係が示されている。

50

## 【0367】

なお、クラスタップと予測タップは同じ構造としてもよいし、異なる構造としてもよい。

## 【0368】

図26は、図16を参照して上述した画像処理装置180において、ベイヤー配列の画素により構成される画像の解像度を変換する場合のRクラスタップまたはR予測タップと、R出力画像の画素の位置の関係を説明する図である。図26の例では、十字型の5個の画素により、クラスタップまたは予測タップが構成されている。

## 【0369】

また、ここでは、4個の画素（R成分の画素1個、B成分の画素1個、G成分の画素2個）を単位として構成されるベイヤー配列の画素において、4個の単位画素のそれぞれを中心画素とする場合について、クラスタップまたは予測タップの構造の例が示されている。

10

## 【0370】

図26Aは、ベイヤー配列の画素におけるR成分の画素を中心画素とする場合のクラスタップまたは予測タップの例を示す図である。

## 【0371】

同図においては、ハッチングされた円内にRが記された画素が中心画素とされ、小さい黒い丸がこれから生成されるR出力画像の画素の位置とされる。また、同図には参考のため、R出力画像の全ての画素の位置が小さい白い丸によって表されている。

20

## 【0372】

図26Aに示されるように、中心画素であるR成分の画素の周囲の4つの位置に、R出力画像の画素が配置されている。すなわち、図26Aに示される5個の予測タップに基づいて、4通りの画素値が予測（生成）されることになる。

## 【0373】

図26Bは、ベイヤー配列の画素におけるG成分の画素を中心画素とする場合のクラスタップまたは予測タップの例を示す図である。

## 【0374】

同図においては、ハッチングされた円内にGが記された画素が中心画素とされ、小さい黒い丸がこれから生成されるR出力画像の画素の位置とされる。また、同図には参考のため、R出力画像の全ての画素の位置が小さい白い丸によって表されている。

30

## 【0375】

図26Bに示されるように、中心画素であるG成分の画素の周囲の4つの位置に、R出力画像の画素が配置されている。すなわち、図26Bに示される5個の予測タップに基づいて、4通りの画素値が予測（生成）されることになる。

## 【0376】

同様に、図26Cは、ベイヤー配列の画素における別のG成分の画素を中心画素とする場合のクラスタップまたは予測タップの例を示す図であり、図26Dは、ベイヤー配列の画素におけるB成分の画素を中心画素とする場合のクラスタップまたは予測タップの例を示す図である。

40

## 【0377】

図26A乃至図26Dに示されるように、RクラスタップまたはR予測タップを構成する5個の画素は、全てR成分の画素とされており、G成分の画素およびB成分の画素は含まれていない。また、図26B乃至図26Dにおいては、RクラスタップまたはR予測タップの中心となる画素が、図中ハッチングされた円で示される本来の中心画素に隣接する位置の画素とされている。

## 【0378】

なお、クラスタップと予測タップは同じ構造としてもよいし、異なる構造としてもよい。

## 【0379】

50

図 27 は、図 16 を参照して上述した画像処理装置 180 において、ベイヤー配列の画素により構成される画像の解像度を変換する場合の B クラスタップまたは B 予測タップと、B 出力画像の画素の位置の関係を説明する図である。図 27 の例では、十字型の 5 個の画素により、クラスタップまたは予測タップが構成されている。

【0380】

また、ここでは、4 個の画素（R 成分の画素 1 個、B 成分の画素 1 個、G 成分の画素 2 個）を単位として構成されるベイヤー配列の画素において、4 個の単位画素のそれぞれを中心画素とする場合について、クラスタップまたは予測タップの構造の例が示されている。

【0381】

図 27 A は、ベイヤー配列の画素における R 成分の画素を中心画素とする場合のクラスタップまたは予測タップの例を示す図である。

【0382】

同図においては、ハッチングされた円内に R が記された画素が中心画素とされ、小さい黒い丸がこれから生成される B 出力画像の画素の位置とされる。また、同図には参考のため、B 出力画像の全ての画素の位置が小さい白い丸によって表されている。

【0383】

図 27 A に示されるように、中心画素である R 成分の画素の周囲の 4 つの位置に、B 出力画像の画素が配置されている。すなわち、図 27 A に示される 5 個の予測タップに基づいて、4 通りの画素値が予測（生成）されることになる。

【0384】

図 27 B は、ベイヤー配列の画素における G 成分の画素を中心画素とする場合のクラスタップまたは予測タップの例を示す図である。

【0385】

同図においては、ハッチングされた円内に G が記された画素が中心画素とされ、小さい黒い丸がこれから生成される B 出力画像の画素の位置とされる。また、同図には参考のため、B 出力画像の全ての画素の位置が小さい白い丸によって表されている。

【0386】

図 27 B に示されるように、中心画素である G 成分の画素の周囲の 4 つの位置に、B 出力画像の画素が配置されている。すなわち、図 27 B に示される 5 個の予測タップに基づいて、4 通りの画素値が予測（生成）されることになる。

【0387】

同様に、図 27 C は、ベイヤー配列の画素における別の G 成分の画素を中心画素とする場合のクラスタップまたは予測タップの例を示す図であり、図 27 D は、ベイヤー配列の画素における B 成分の画素を中心画素とする場合のクラスタップまたは予測タップの例を示す図である。

【0388】

図 27 A 乃至図 27 D に示されるように、B クラスタップまたは B 予測タップを構成する 5 個の画素は、全て B 成分の画素とされており、G 成分の画素および R 成分の画素は含まれていない。また、図 27 A 乃至図 27 C においては、B クラスタップまたは B 予測タップの中心となる画素が、図中ハッチングされた円で示される本来の中心画素に隣接する位置の画素とされている。

【0389】

なお、クラスタップと予測タップは同じ構造としてもよいし、異なる構造としてもよい。

【0390】

図 28 は、図 16 を参照して上述した画像処理装置 180 において、斜めベイヤー配列の画素により構成される画像の解像度を変換する場合の R クラスタップまたは R 予測タップの例を示す図である。上述したように、画像処理装置 150 は、先に G 出力画像を生成してから、その生成した G 出力画像を用いて R 出力画像と B 出力画像を生成するようにな

10

20

30

40

50

されている。ただし、RクラスタップおよびR予測タップ、並びにBクラスタップおよびB予測タップは、入力画像から直接取得される。また、生成したG出力画像を用いてR出力画像とB出力画像を生成する際に、画素値を色差に置き換えてクラス分類、積和演算が行われるようになっている。

【0391】

なお、図16を参照して上述した画像処理装置150において、斜めベイヤー配列の画素により構成される画像の解像度を変換する場合のGクラスタップまたはG予測タップと、G出力画像の画素の位置の関係は、図22と同様になる。

【0392】

図28では、中にR, G, Bの文字が記された円により、入力画像の画素が示されており、R, G, Bの文字が記された円の周囲の4つの白い丸がG出力画像、R出力画像、またはB出力画像の画素を表している。

10

【0393】

図28においては、ハッチングされた円内にGが記された画素が中心画素とされ、小さい黒い丸がこれから生成されるR出力画像の画素の位置とされる。また、同図には参考のため、R出力画像の全ての画素の位置が小さい白い丸によって表されている。ここでは、右または左に傾いた斜めの長形状の6個の画素により、RクラスタップまたはR予測タップが構成されている。

【0394】

図28Aには、G予測タップ（またはGクラスタップ）が図22Aに示されるものである場合の、R予測タップまたはRクラスタップが示されている。

20

【0395】

図28Bには、G予測タップ（またはGクラスタップ）が図22Bに示されるものである場合の、R予測タップまたはRクラスタップが示されている。

【0396】

図28Aおよび図28Bに示されるように、中心画素であるG成分の画素の周囲の4つの位置に、R出力画像の画素が配置されている。すなわち、図28Aおよび図28Bに示される6個の予測タップに基づいて、4通りの画素値が予測（生成）されることになる。

【0397】

図29は、図16を参照して上述した画像処理装置180において、斜めベイヤー配列の画素により構成される画像の解像度を変換する場合のBクラスタップまたはB予測タップの例を示す図である。

30

図29では、中にR, G, Bの文字が記された円により、入力画像の画素が示されており、R, G, Bの文字が記された円の周囲の4つの白い丸がG出力画像、R出力画像、またはB出力画像の画素を表している。

【0398】

図29においては、ハッチングされた円内にGが記された画素が中心画素とされ、小さい黒い丸がこれから生成されるR出力画像の画素の位置とされる。また、同図には参考のため、B出力画像の全ての画素の位置が小さい白い丸によって表されている。ここでは、左または右に傾いた斜めの長形状の6個の画素により、BクラスタップまたはB予測タップが構成されている。

40

【0399】

図29Aには、G予測タップ（またはGクラスタップ）が図22Aに示されるものである場合の、B予測タップまたはBクラスタップが示されている。

【0400】

図29Bには、G予測タップ（またはGクラスタップ）が図22Bに示されるものである場合の、B予測タップまたはBクラスタップが示されている。

【0401】

図29Aまたは図29Bに示されるように、中心画素であるG成分の画素の周囲の4つの位置に、R出力画像の画素が配置されている。すなわち、図29Aまたは図29Bに示

50

される6個の予測タップに基づいて、4通りの画素値が予測(生成)されることになる。

【0402】

このように、本技術によれば、単板式カメラのイメージセンサから出力される画像信号に対応する画像の画素値に基づいて、解像度の異なるG出力画像、R出力画像、およびB出力画像の画素値をそれぞれ生成(予測)することもできる。また、この際、例えば、ベイヤー配列のイメージセンサの画素の配置を、斜めに変更することにより、画素密度を高めるようにした、斜めベイヤー配列のイメージセンサから出力される画像信号に対応する画像の解像度を変換することもできる。

【0403】

なお、上述した一連の処理は、ハードウェアにより実行させることもできるし、ソフトウェアにより実行させることもできる。上述した一連の処理をソフトウェアにより実行させる場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが、専用のハードウェアに組み込まれているコンピュータ、または、各種のプログラムをインストールすることで、各種の機能を実行することが可能な、例えば図30に示されるような汎用のパーソナルコンピュータ700などに、ネットワークや記録媒体からインストールされる。

10

【0404】

図30において、CPU(Central Processing Unit)701は、ROM(Read Only Memory)702に記憶されているプログラム、または記憶部708からRAM(Random Access Memory)703にロードされたプログラムに従って各種の処理を実行する。RAM703にはまた、CPU701が各種の処理を実行する上において必要なデータなども適宜記憶される。

20

【0405】

CPU701、ROM702、およびRAM703は、バス704を介して相互に接続されている。このバス704にはまた、入出力インタフェース705も接続されている。

【0406】

入出力インタフェース705には、キーボード、マウスなどよりなる入力部706、LCD(Liquid Crystal display)などよりなるディスプレイ、並びにスピーカなどよりなる出力部707、ハードディスクなどより構成される記憶部708、モデム、LANカードなどのネットワークインタフェースカードなどより構成される通信部709が接続されている。通信部709は、インターネットを含むネットワークを介しての通信処理を行う。

30

【0407】

入出力インタフェース705にはまた、必要に応じてドライブ710が接続され、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、或いは半導体メモリなどのリムーバブルメディア711が適宜装着され、それらから読み出されたコンピュータプログラムが、必要に応じて記憶部708にインストールされる。

【0408】

上述した一連の処理をソフトウェアにより実行させる場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが、インターネットなどのネットワークや、リムーバブルメディア711などからなる記録媒体からインストールされる。

【0409】

40

なお、この記録媒体は、図30に示される、装置本体とは別に、ユーザにプログラムを配信するために配布される、プログラムが記録されている磁気ディスク(フロッピディスク(登録商標)を含む)、光ディスク(CD-ROM(Compact Disk-Read Only Memory),DVD(Digital Versatile Disk)を含む)、光磁気ディスク(MD(Mini-Disk)(登録商標)を含む)、もしくは半導体メモリなどよりなるリムーバブルメディア711により構成されるものだけでなく、装置本体に予め組み込まれた状態でユーザに配信される、プログラムが記録されているROM702や、記憶部708に含まれるハードディスクなどで構成されるものも含む。

【0410】

本明細書において上述した一連の処理は、記載された順序に沿って時系列的に行われる

50

処理はもちろん、必ずしも時系列的に処理されなくとも、並列的あるいは個別に実行される処理をも含むものである。

【0411】

また、本技術の実施の形態は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本技術の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。

【0412】

なお、本技術は以下のような構成も取ることができる。

【0413】

(1)

複数の色成分の各色成分に対応する画素を平面上に規則的に配置した単板式画素部から出力される画像信号により構成される第1の画像から、所定の画素数で構成される領域である指定領域を選択するとともに、前記指定領域における前記各色成分の代表値をそれぞれ演算する代表値演算部と、

前記指定領域の画素値から得られる特徴量に基づいて、前記指定領域をクラス分類するクラス分類部と、

前記クラス分類の結果に基づいて、予め記憶されている係数を読み出す係数読み出し部と、

前記指定領域内の所定の画素に係る画素値を予測タップとし、前記予測タップの各色成分の画素値を、前記複数の色成分のうち、1の色成分の画素値を基準とし、前記代表値を用いてオフセットすることにより得られる変換値に変換する色成分変換部と、

前記変換値を変数とし、前記読み出された係数を用いた積和演算により、前記複数の色成分における各色成分の画素のみで構成され、前記第1の画像とは解像度の異なる画像である第2の画像の画素値をそれぞれ演算する積和演算部と

を備える画像処理装置。

(2)

前記単板式画素部は、R、G、Bの各色成分を有する画素部であり、

前記代表値演算部は、

前記RまたはBの画素の周囲のGの画素に基づいて、前記RまたはBの画素の補間値gを算出し、

前記Gの画素の周囲のRの画素またはBの画素に基づいて、それぞれ前記Gの画素の補間値rおよび補間値bを算出し、

前記Gの画素から直接得られる入力値Gと前記補間値gとの平均値により、Gの代表値を演算し、

前記補間値rと前記入力値Gとの差分、および、前記Rの画素から直接得られる入力値Rと前記補間値gとの差分、並びに前記Gの代表値に基づいてRの代表値を演算し、

前記補間値bと前記入力値Gとの差分、および、前記Bの画素から直接得られる入力値Bと前記補間値gとの差分、並びに前記Gの代表値に基づいてBの代表値を演算する

(1)に記載の画像処理装置。

(3)

前記色成分変換部は、

前記第2の画像がGの画素のみで構成される画像である場合、

前記入力値Rを、前記Rの代表値と前記Gの代表値の差分によりオフセットし、

前記入力値Bを、前記Bの代表値と前記Gの代表値の差分によりオフセットし、

前記第2の画像がRの画素のみで構成される画像である場合、

前記入力値Gを、前記Gの代表値と前記Rの代表値の差分によりオフセットし、

前記入力値Bを、前記Bの代表値と前記Rの代表値の差分によりオフセットし、

前記第2の画像がBの画素のみで構成される画像である場合、

前記入力値Gを、前記Gの代表値と前記Bの代表値の差分によりオフセットし、

前記入力値Rを、前記Rの代表値と前記Bの代表値の差分によりオフセットする

(2)に記載の画像処理装置。

10

20

30

40

50

( 4 )

前記単板式画素部が、ベイヤー配列の画素を斜めに配置した斜めベイヤー配列の画素部とされる

( 3 )に記載の画像処理装置。

( 5 )

前記複数の色成分の画像のうち、第 1 の色成分のみで構成される第 2 の画像を生成し、前記複数の色成分の画像のうち、前記第 1 の色成分とは異なる第 2 の色成分のみで構成される第 2 の画像を生成する場合、

前記第 1 の色成分のみで構成される第 2 の画像から、前記予測タップが取得される

( 1 )乃至( 4 )のいずれかに記載の画像処理装置。

10

( 6 )

前記予測タップの仮想色差を演算する仮想色差演算部をさらに備え、

前記複数の色成分の画像のうち、第 1 の色成分とは異なる第 2 の色成分のみで構成される第 2 の画像を生成する場合、

前記積和演算部は、前記予測タップの仮想色差を変数とし、前記読み出された係数を用いた積和演算により、前記第 2 の画像の仮想色差を演算し、

前記第 1 の画像における指定領域から前記第 2 の色成分に対応する画素のみで構成される前記予測タップが取得される

( 1 )乃至( 5 )のいずれかに記載の画像処理装置。

20

( 7 )

前記仮想色差演算部は、

前記予測タップを構成する画素の値に、色空間の規格により規定されるマトリックス係数を乗じて前記仮想色差を演算する

( 6 )に記載の画像処理装置。

( 8 )

前記指定領域内の所定の画素に係る画素値をクラスタップとし、前記クラスタップの各色成分の画素値を、前記複数の色成分のうち、1 の色成分の画素値を基準とし、前記代表値を用いてオフセットすることにより得られる変換値に変換する他の色成分変換部をさらに備え、

前記クラス分類部は、前記他の色成分変換部により変換された前記変換値に基づいて、前記クラスタップの特徴量を決定する

30

( 1 )乃至( 7 )のいずれかに記載の画像処理装置。

( 9 )

前記係数読み出し部により読み出される係数は、予め学習により求められ、

前記学習では、

前記単板式画素部と被写体の間に配置される光学ローパスフィルタより、前記被写体に近い位置に配置された、前記複数の色成分のそれぞれに対応する画素のみで構成された複数の画素部からそれぞれ出力される画像信号により構成される画像を教師画像とし、

前記単板式画素部から出力される画像信号により構成される画像を生徒画像とし、

前記生徒画像の画素と前記教師画像の画素をマッピングさせた正規方程式を解くことにより前記係数が算出される

40

( 1 )乃至( 8 )のいずれかに記載の画像処理装置。

( 10 )

代表値演算部が、複数の色成分の各色成分に対応する画素を平面上に規則的に配置した単板式画素部から出力される画像信号により構成される第 1 の画像から、所定の画素数で構成される領域である指定領域を選択するとともに、前記指定領域における前記各色成分の代表値をそれぞれ演算し、

クラス分類部が、前記指定領域の画素値から得られる特徴量に基づいて、前記指定領域をクラス分類し、

係数読み出し部が、前記クラス分類の結果に基づいて、予め記憶されている係数を読み

50

出し、

色成分変換部が、前記指定領域内の所定の画素に係る画素値を予測タップとし、前記予測タップの各色成分の画素値を、前記複数の色成分のうち、1の色成分の画素値を基準とし、前記代表値を用いてオフセットすることにより得られる変換値に変換し、

積和演算部が、前記変換値を変数とし、前記読み出された係数を用いた積和演算により、前記複数の色成分における各色成分の画素のみで構成され、前記第1の画像とは解像度の異なる画像である第2の画像の画素値をそれぞれ演算するステップを含む画像処理方法。

(11)

コンピュータを、

複数の色成分の各色成分に対応する画素を平面上に規則的に配置した単板式画素部から出力される画像信号により構成される第1の画像から、所定の画素数で構成される領域である指定領域を選択するとともに、前記指定領域における前記各色成分の代表値をそれぞれ演算する代表値演算部と、

前記指定領域の画素値から得られる特徴量に基づいて、前記指定領域をクラス分類するクラス分類部と、

前記クラス分類の結果に基づいて、予め記憶されている係数を読み出す係数読み出し部と、

前記指定領域内の所定の画素に係る画素値を予測タップとし、前記予測タップの各色成分の画素値を、前記複数の色成分のうち、1の色成分の画素値を基準とし、前記代表値を用いてオフセットすることにより得られる変換値に変換する色成分変換部と、

前記変換値を変数とし、前記読み出された係数を用いた積和演算により、前記複数の色成分における各色成分の画素のみで構成され、前記第1の画像とは解像度の異なる画像である第2の画像の画素値をそれぞれ演算する積和演算部とを備える画像処理装置として機能させる

プログラム。

【符号の説明】

【0414】

100 画像処理装置, 101 代表RGB演算部, 102-1 Gクラスタップ選択部, 102-2 Rクラスタップ選択部, 102-3 Bクラスタップ選択部, 103-1 G予測タップ選択部, 103-2 R予測タップ選択部, 103-3 B予測タップ選択部, 105-11 G変換部, 105-12 G変換部, 105-21 R変換部, 105-22 R変換部, 105-31 B変換部, 105-32 B変換部, 106-1 Gクラス分類部, 106-2 Rクラス分類部, 106-3 Bクラス分類部, 107-1 G係数メモリ, 107-2 R係数メモリ, 107-3 B係数メモリ, 108-1 G積和演算部, 108-2 R積和演算部, 108-3 B積和演算部, 150 画像処理装置, 151 代表RGB演算部, 152-1 Gクラスタップ選択部, 152-2 Rクラスタップ選択部, 152-3 Bクラスタップ選択部, 153-1 G予測タップ選択部, 153-2 R予測タップ選択部, 153-3 B予測タップ選択部, 155-11 G変換部, 155-12 G変換部, 155-21 R変換部, 155-22 R変換部, 155-31 B変換部, 155-32 B変換部, 156-1 Gクラス分類部, 156-2 Rクラス分類部, 156-3 Bクラス分類部, 157-1 G係数メモリ, 157-2 R係数メモリ, 157-3 B係数メモリ, 158-1 G積和演算部, 158-2 R積和演算部, 158-3 B積和演算部, 185-21 (R-G)変換部, 185-22 (R-G)変換部, 185-31 (B-G)変換部, 185-32 (B-G)変換部, 188-2 (R-G)積和演算部, 188-3 (B-G)積和演算部

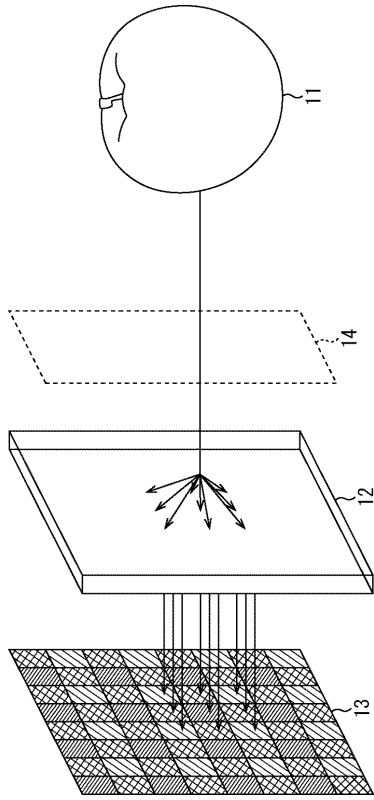
10

20

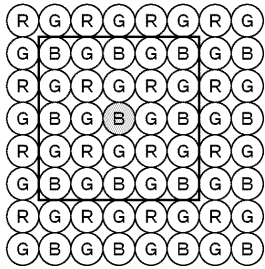
30

40

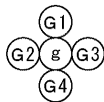
【 図 1 】  
図1



【 図 3 】  
図3



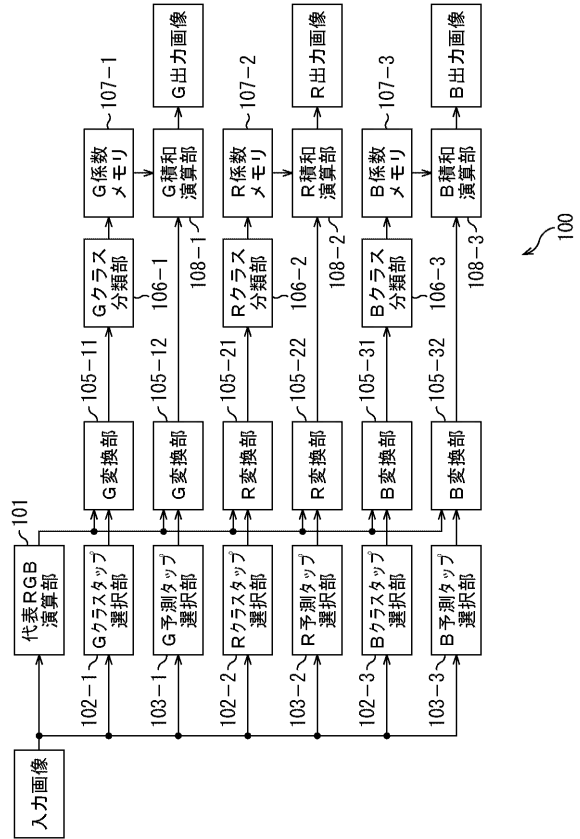
【 図 4 】  
図4



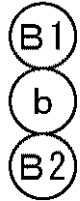
【 図 5 】  
図5



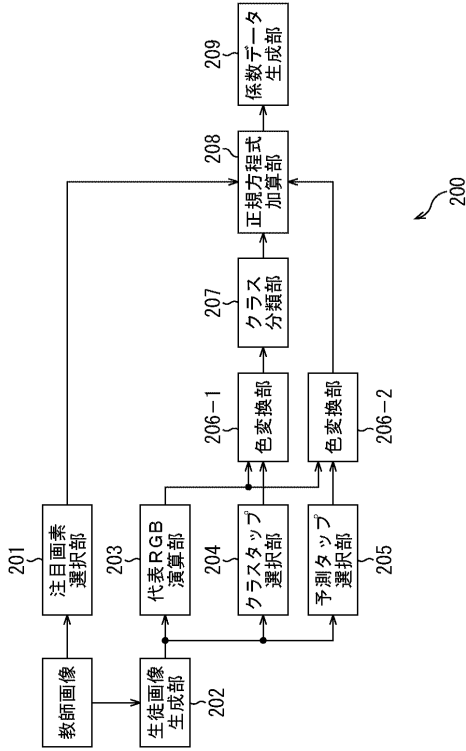
【 図 2 】  
図2



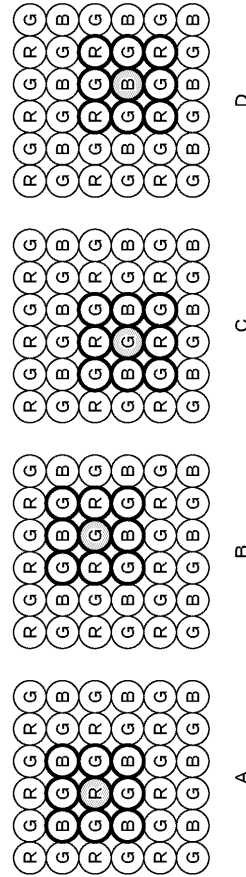
【 図 6 】  
図6



【 図 7 】  
図7



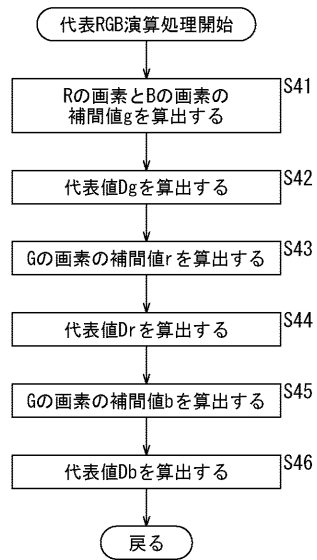
【 図 8 】  
図8



【 図 9 】  
図9

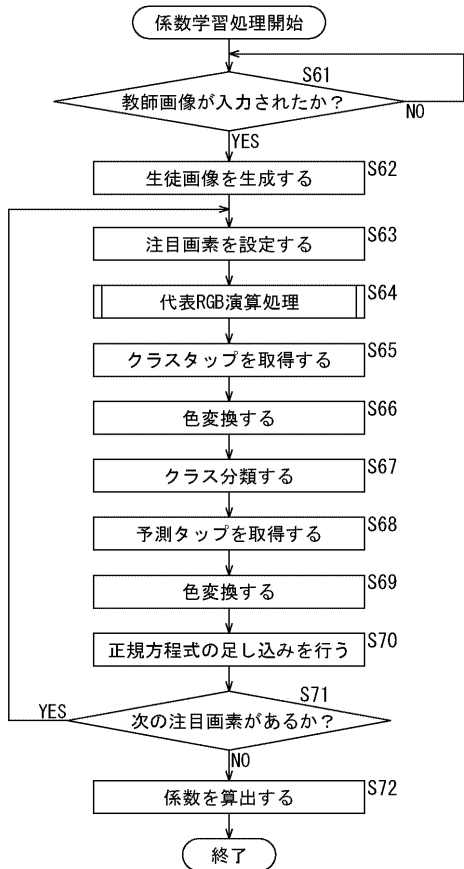


【 図 10 】  
図10



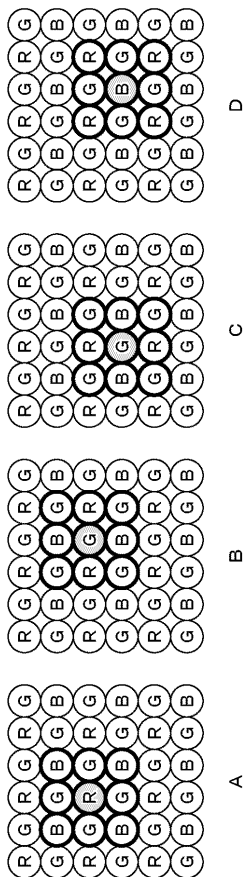
【 図 1 1 】

図11



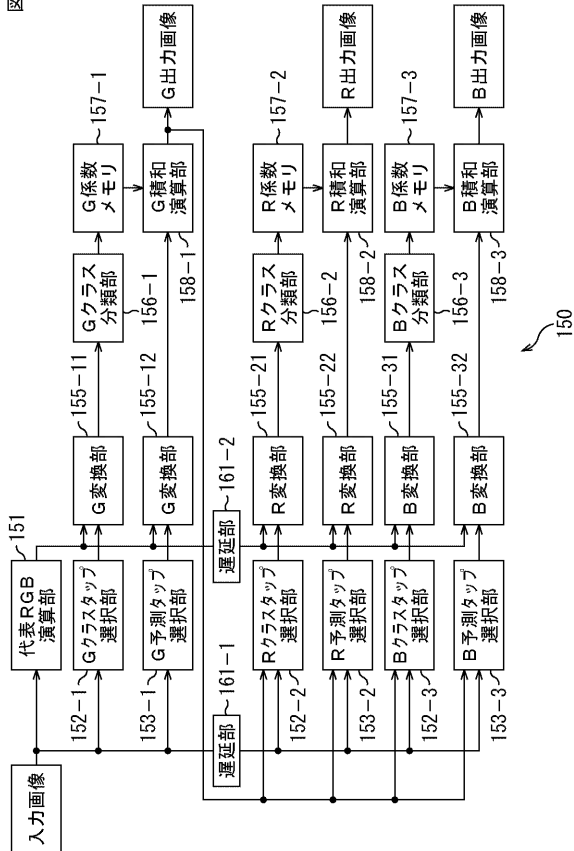
【 図 1 3 】

図13



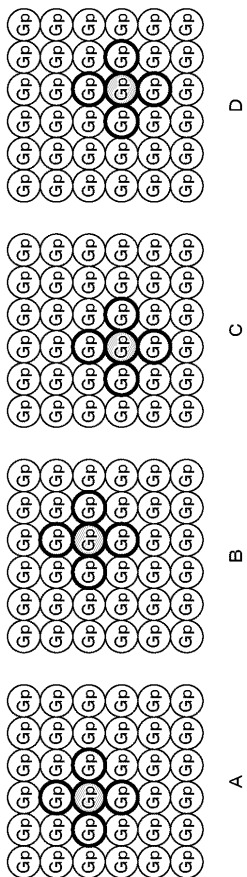
【 図 1 2 】

図12



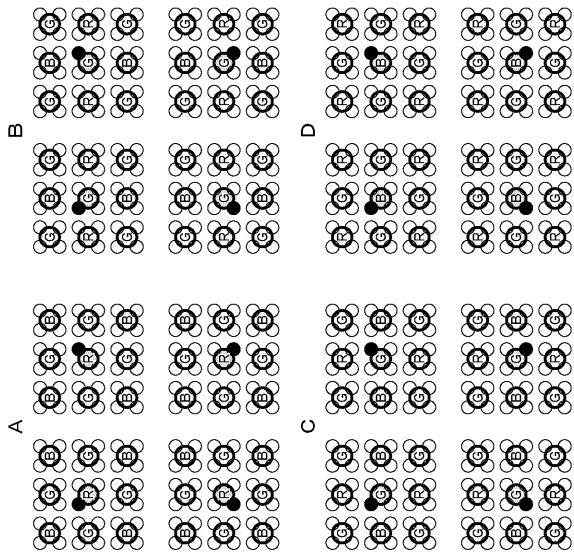
【 図 1 4 】

図14





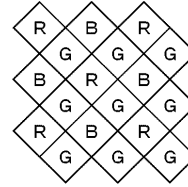
【 図 19 】  
図19



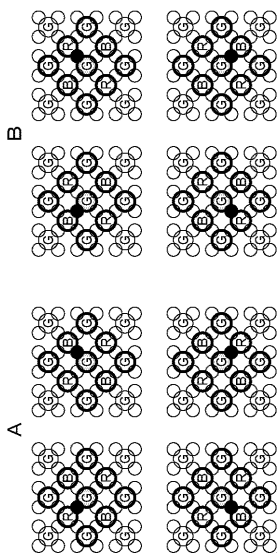
【 図 20 】  
図20

R	G	R
G	B	G
R	G	R

【 図 21 】  
図21



【 図 22 】  
図22



【 図 23 】  
図23

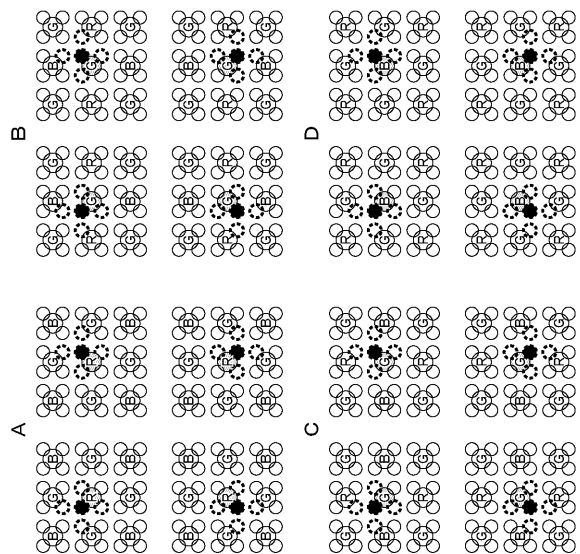


図24 【 図 2 4 】

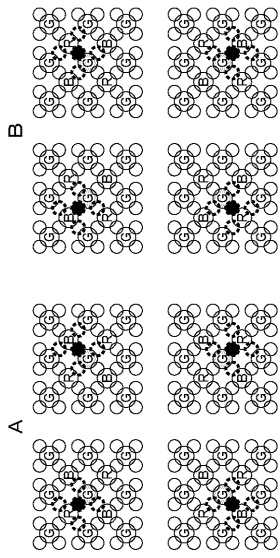


図25 【 図 2 5 】

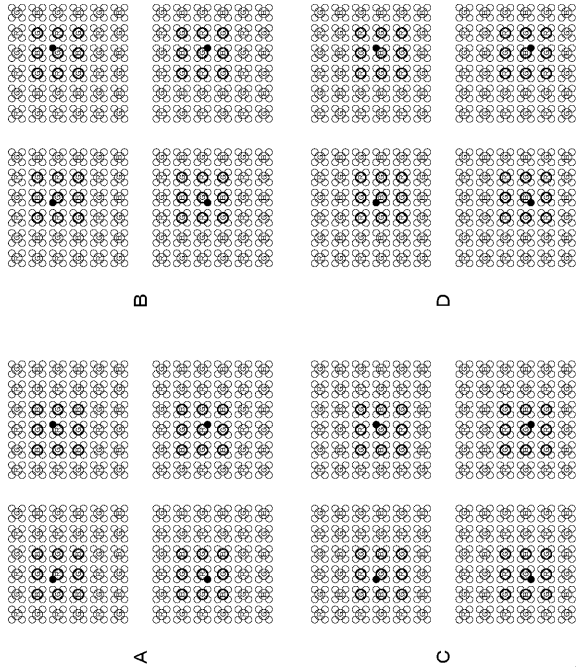


図26 【 図 2 6 】

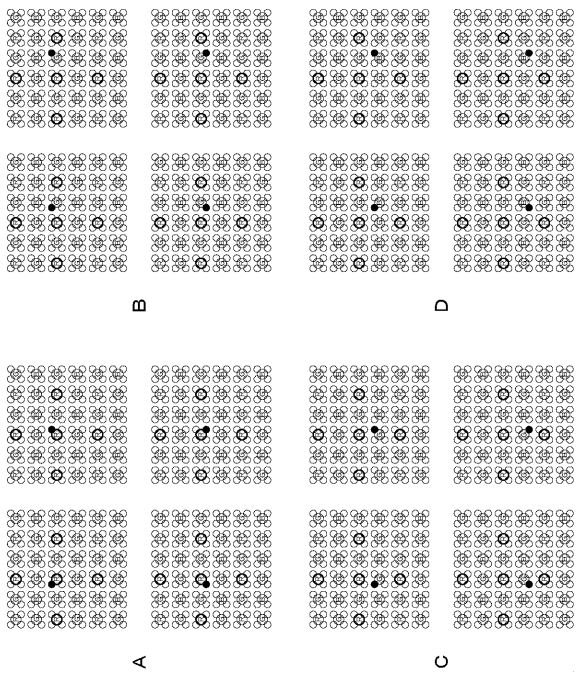


図27 【 図 2 7 】

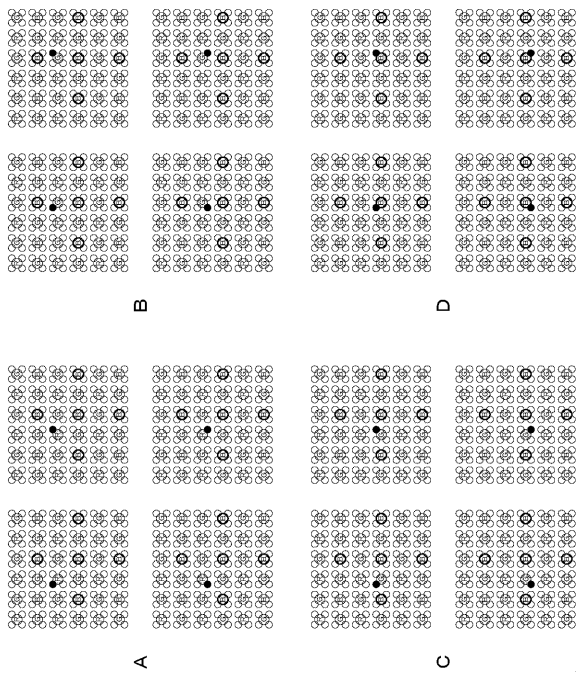


図28 【 2 8 】

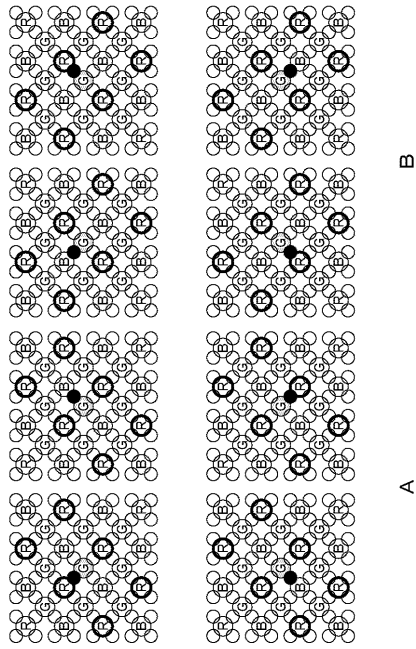


図29 【 2 9 】

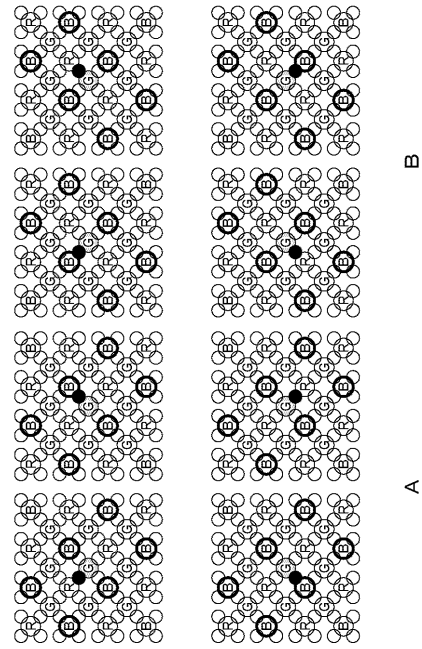
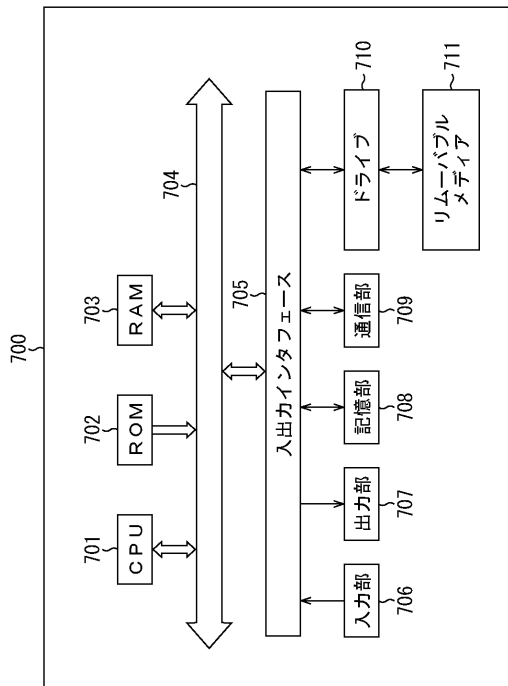


図30 【 3 0 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 安藤 勝俊

東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

(72)発明者 土屋 隆史

東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

Fターム(参考) 5B057 CA01 CA08 CA12 CA16 CB01 CB08 CB12 CB16 CC02 CD06  
CE16 CH09 DA17 DB02 DB06 DB09 DC33 DC40  
5C065 BB13 BB48 CC01 DD01 DD17 EE06 EE10 EE14 GG05 GG13