

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6041133号
(P6041133)

(45) 発行日 平成28年12月7日(2016.12.7)

(24) 登録日 平成28年11月18日(2016.11.18)

(51) Int.Cl.

F 1

H04N 1/409 (2006.01)
G06T 5/00 (2006.01)H04N 1/40
G06T 5/00101C
705

請求項の数 14 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2012-255986 (P2012-255986)
 (22) 出願日 平成24年11月22日 (2012.11.22)
 (65) 公開番号 特開2014-14064 (P2014-14064A)
 (43) 公開日 平成26年1月23日 (2014.1.23)
 審査請求日 平成27年3月4日 (2015.3.4)
 (31) 優先権主張番号 特願2012-130577 (P2012-130577)
 (32) 優先日 平成24年6月8日 (2012.6.8)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 314012076
 パナソニックIPマネジメント株式会社
 大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号
 (74) 代理人 110001427
 特許業務法人前田特許事務所
 (72) 発明者 今川 太郎
 大阪府門真市大字門真1006番地 パナ
 ソニック株式会社内

審査官 鈴木 明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置、画像処理方法、画像処理プログラムおよびチップ回路

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

入力画像に対してノイズ平準化処理を行う画像処理装置であって、
 前記入力画像の着目画素に関して、ランダムに定められた各参照画素について、当該着目画素を含む第1の領域と当該参照画素を含む第2の領域との類似度を算出し、この類似度が高くなるにつれて値が大きくなる乗算係数を、前記各参照画素についてそれぞれ算出する第1の算出部と、

前記各参照画素に割り当てられた乱数を算出する第2の算出部と、
前記各参照画素について、当該参照画素の画素値に、当該参照画素についての前記乗算係数と、当該参照画素に割り当てられた乱数とを乗算して、第1乗算結果をそれぞれ求め、前記各参照画素についてそれぞれ求めた前記第1乗算結果の総和を演算する積和演算部と、

前記各参照画素について、当該参照画素についての前記乗算係数に、当該参照画素に割り当てられた乱数を乗算して、第2乗算結果をそれぞれ求め、前記各参照画素についてそれぞれ求めた前記第2乗算結果の総和を演算する係数総和部と、

前記積和演算部の演算結果を前記係数総和部の演算結果で除算し、当該除算結果を、前記着目画素の画素値として出力する除算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】

請求項1の画像処理装置において、

10

20

前記入力画像は、カラーフィルタを介して当該画像処理装置に入力されるものであり、
前記着目画素と前記各参照画素とは同色の画素である
ことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 3】

請求項 2 の画像処理装置において、
前記各参照画素は、前記着目画素から偶数列あるいは偶数行離れた位置に存在する
ことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 4】

請求項 1 の画像処理装置において、
前記入力画像は、輝度画像および色差画像を含むカラー画像であり、
前記第 2 の算出部は、前記輝度画像と前記色差画像とで、前記乱数の期待値を変更する
ことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 5】

請求項 1 の画像処理装置において、
前記入力画像は、輝度画像および色差画像を含むカラー画像であり、
前記色差画像において前記各参照画素が定められた画素の範囲は、前記輝度画像よりも
広い
ことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 6】

請求項 1 の画像処理装置において、
前記第 1 の算出部は、前記着目画素と前記各参照画素との類似度を判定するものあり
、
前記第 2 の算出部は、前記第 1 の算出部による類似度の判定結果に応じて前記乱数の期
待値を変更する
ことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 7】

請求項 1 の画像処理装置において、
前記第 1 の算出部は、前記着目画素と前記各参照画素との類似度を判定するものあり
、
前記類似度が低い参照画素が多くなるにつれて、前記入力画像において前記各参照画素
が定められた画素の範囲が広くなる
ことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 8】

請求項 1 の画像処理装置において、
前記入力画像は、当該画像処理装置に複数入力されるものであり、
前記着目画素は、前記複数入力される入力画像のいずれかに設定され、
前記各参照画素は、前記着目画素が設定される入力画像および当該入力画像の前および
後の少なくとも一方の入力画像に設定される
ことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 9】

請求項 8 の画像処理装置において、
前記着目画素および前記各参照画素は、前記複数入力される入力画像のそれぞれに設定
されるものであり、
前記各参照画素は、前記着目画素が前記複数入力される入力画像のそれぞれにおける同
一の画素である場合、前記複数入力される入力画像において、それぞれ異なる画素である
ことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 10】

請求項 1 の画像処理装置において、
前記乱数は、1あるいは0の値をとる2値乱数である
ことを特徴とする画像処理装置。

10

20

30

40

50

【請求項 1 1】

請求項 1 の画像処理装置において、
前記乱数は、多値乱数である
ことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 1 2】

入力画像に対してノイズ平準化処理を行う画像処理方法であって、
前記入力画像の着目画素に関して、ランダムに定められた各参照画素について、当該着
目画素を含む第 1 の領域と当該参照画素を含む第 2 の領域との類似度を算出する類似度算
出ステップと、
前記類似度が高くなるにつれて値が大きくなる乗算係数を、前記各参照画素についてそ
れぞれ算出する第 1 の算出ステップと、

前記各参照画素に割り当てられた乱数を算出する第 2 の算出ステップと、
前記各参照画素について、当該参照画素の画素値に、当該参照画素についての前記乗算
係数と、当該参照画素に割り当てられた乱数とを乗算して、第 1 乗算結果をそれぞれ求め
、前記各参照画素についてそれぞれ求めた前記第 1 乗算結果の総和を演算する積和演算ス
テップと、

前記各参照画素について、当該参照画素についての前記乗算係数に、当該参照画素に割
り当てられた乱数を乗算して、第 2 乗算結果をそれぞれ求め、前記各参照画素についてそ
れぞれ求めた前記第 2 乗算結果の総和を演算する係数総和ステップと、

前記積和演算ステップの演算結果を前記係数総和ステップの演算結果で除算し、当該除
算結果を、前記着目画素の画素値として算出する除算ステップとを備えている
ことを特徴とする画像処理方法。

【請求項 1 3】

コンピュータに、入力画像に対してノイズ平準化処理を行わせるための画像処理プログ
ラムであって、

前記入力画像の着目画素に関して、ランダムに定められた各参照画素について、当該着
目画素を含む第 1 の領域と当該参照画素を含む第 2 の領域との類似度を算出する類似度算
出機能、

前記類似度が高くなるにつれて値が大きくなる乗算係数を、前記各参照画素についてそ
れぞれ算出する第 1 の算出機能、

前記各参照画素に割り当てられた乱数を算出する第 2 の算出機能、
前記各参照画素について、当該参照画素の画素値に、当該参照画素についての前記乗算
係数と、当該参照画素に割り当てられた乱数とを乗算して、第 1 乗算結果をそれぞれ求め
、前記各参照画素についてそれぞれ求めた前記第 1 乗算結果の総和を演算する積和演算機
能、

前記各参照画素について、当該参照画素についての前記乗算係数に、当該参照画素に割
り当てられた乱数を乗算して、第 2 乗算結果をそれぞれ求め、前記各参照画素についてそ
れぞれ求めた前記第 2 乗算結果の総和を演算する係数総和機能、および

前記積和演算機能による演算結果を前記係数総和機能による演算結果で除算し、当該除
算結果を、前記着目画素の画素値として算出する除算機能、をコンピュータに実行させ
ることを特徴とする画像処理プログラム。

【請求項 1 4】

請求項 1 3 の画像処理プログラムが組み込まれている
ことを特徴とするチップ回路。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、撮像された画像に含まれるノイズを低減する画像処理装置に関する。

【背景技術】

【0002】

10

20

30

40

50

特許文献1は、画像内の着目画素から空間的にランダムに軸を設定し、その軸上の画素に対してノイズ平滑化処理を行う画像処理装置を開示する。これにより、処理後の画像に含まれるノイズの周波数が低周波成分に偏ることを抑制することができる。

【0003】

また、非特許文献1は、画像内の着目画素と、その周辺画素の画素値の違いを考慮してノイズ平滑化処理を行う画像処理技術を開示する。これにより、画像中の模様を残しつつ、ノイズを低減することできる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平09-138849号公報

10

【非特許文献】

【0005】

【非特許文献1】トマシ、マンドウッチ著 (C.Tomash and R.Maduchi) , 「濃淡画像及びカラー画像のためのバイラテラルフィルタリング (Bilateral Filtering for Gray and Color Images)」, 1998年 米国電気電子技術者協会 コンピュータビジョン国際会議予稿集 (Proceedings of the 1998 IEEE International Conference on Computer Vision, Bombay, India)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0006】

本開示は、画像に含まれるノイズの周波数分布特性を維持しつつ、ノイズを低減することができる画像処理装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本開示における、入力画像に対してノイズ平準化処理を行う画像処理装置は、前記入力画像は、前記入力画像の着目画素に関して、ランダムに定められた各参照画素について、当該着目画素を含む第1の領域と当該参照画素を含む第2の領域との類似度を算出することによって、この類似度が高くなるにつれて値が大きくなる乗算係数を、それぞれ算出する第1の算出部と、前記各参照画素に割り当てられた乱数を算出する第2の算出部と、前記各参照画素の画素値に、前記各参照画素についての前記乗算係数と、前記各参照画素に割り当てられた乱数とを乗算し、当該乗算結果の総和を演算する積和演算部と、前記各参照画素についての前記乗算係数に、前記各参照画素に割り当てられた乱数を乗算し、当該乗算結果の総和を演算する係数総和部と、前記積和演算部の演算結果を前記係数総和部の演算結果で除算し、当該除算結果を、前記着目画素の画素値として出力する除算部とを備えている。

30

【発明の効果】

【0008】

本開示における画像処理装置は、画像に含まれるノイズの周波数分布特性を維持しつつ、ノイズを低減することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】実施の形態1に係る画像処理装置の構成を示すブロック図である。

【図2】実施の形態1に係る画像処理装置の動作を説明するためのフローチャートである。

【図3】入力画像における各画素および各領域を説明するための図である。

【図4】ノイズ平準化処理における複数の関数の周波数特性を示す図である。

【図5】カラーフィルタレイを介して得られた画像とその画像内の各画素の例を示す図である。

【図6】輝度画像および色差画像における参照画素の設定例を示す図である。

50

【図7】1つの画像における参照画素の設定例を示す図である。

【図8】複数の画像における着目画素と参照画素の設定例を示す図である。

【図9】複数の画像が入力される場合における画像処理装置の動作を説明するためのフローチャートである。

【図10】複数の画像における着目画素と参照画素の別の設定例を示す図である。

【図11】多値乱数を用いた場合の参照画素の設定例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、適宜図面を参照しながら、実施の形態を詳細に説明する。但し、必要以上に詳細な説明は省略する場合がある。例えば、既によく知られた事項の詳細説明や実質的に同一の構成に対する重複説明を省略する場合がある。これは、以下の説明が不必要に冗長になるのを避け、当業者の理解を容易にするためである。

10

【0011】

なお、発明者は、当業者が本開示を十分に理解するために添付図面および以下の説明を提供するのであって、これらによって特許請求の範囲に記載の主題を限定することを意図するものではない。

【0012】

(実施の形態1)

以下、図1～図4を用いて、実施の形態1を説明する。

【0013】

20

[1-1. 画像処理装置の構成]

図1は、実施の形態1に係る画像処理装置の構成を示すブロック図である。画像処理装置10は、第1の算出部11と、第2の算出部12と、積和演算部13と、係数総和部14と、除算部15と、出力部16とを備える。

【0014】

画像処理装置10は、入力画像Iを受け、入力画像Iに対して、以下に示す式(1)に示されるノイズ平準化処理を施して出力画像I'を生成する。出力画像I'は、ノイズ平準化処理によって入力画像Iに含まれるランダムノイズ(以下、ノイズと表記する。)が低減された画像である。なお、本実施の形態ではモノクロ画像を扱うこととする。

【0015】

30

【数1】

$$I'(x, y) = \frac{\sum_{u, v \in R1} (f(x, u, y, v)g(x, u, y, v)I(x+u, y+v))}{\sum_{u, v \in R1} f(x, u, y, v)g(x, u, y, v)} \quad \dots (1)$$

【0016】

式(1)において、I(x, y)は入力画像Iを、I(x+u, y+v)は入力画像Iに含まれる画素(x, y)の周辺画素を、I'(x, y)は出力画像I'を表す。

40

【0017】

第1の算出部11は、式(1)に示すg(x, u, y, v)の算出処理を行う。ここで、g(x, u, y, v)は、入力画像Iに含まれる、画素(x, y)で示される着目画素と画素(x+u, y+v)で示される参照画素との乗算係数(以下、乗算係数gと表記する。)を表す。また、式(1)におけるu, v R1は、画素(x, y)の周辺領域、例えば、後述する第1および第2の領域24, 25を示す。

【0018】

図2は、入力画像と、その画像内の各画素および各領域の例を示す図である。図2に示す入力画像Iには、ノイズ平準化処理の対象となる着目画素20と、第1の乱数値が割り当てられた複数の参照画素21と、第2の乱数値が割り当てられた複数の非参照画素22

50

とが設定されている。本実施の形態では、入力画像 I の各画素には、例えば 0 と 1 からなる 2 値の乱数が割り当てられており、第 1 の乱数値として 1 が割り当てられている画素が参考画素 21 である。なお、入力画像 I において、全ての画素に乱数が割り当てられている必要はなく、ノイズ平準化処理の対象となる範囲の画素に乱数が割り当てられていればよい。また、第 2 の乱数値として 0 が割り当てられている画素は非参考画素 22 である。

【0019】

図 2 において、点線で囲まれた領域は、着目画素 20 を中心とした複数の画素を含む第 1 の領域 24 である。太線で囲まれた領域は、参考画素 21 を中心とした複数の画素を含む第 2 の領域 25 である。なお、本実施の形態では、第 1 および第 2 の領域 24, 25 は同形状であるとする。

10

【0020】

第 1 の算出部 11 は、以下の数式(2), (3)を用いて、第 1 および第 2 の領域 24, 25 の類似度を判定し、判定結果に基づいて乗算係数 g を算出する。

【0021】

【数 2】

$$g(x, u, y, v) = w(S(x, u, y, v)) \quad \cdots(2)$$

【0022】

【数 3】

20

$$S(x, u, y, v) = D(J(x, y), J(x + u, y + v)) \quad \cdots(3)$$

【0023】

数式(2)は乗算係数 g を算出するために用いられ、数式(3)は第 1 および第 2 の領域 24, 25 の類似度を算出するために用いられる。

【0024】

数式(2)において、 $S(x, u, y, v)$ は、画素 (x, y) と画素 $(x + u, y + v)$ との類似度を示す。本実施の形態では、この S の値が小さいほど、両画素が似ていることを示し、 S の値が大きいほど、両画素が似ていないことを示す。また、 w は、単調減少関数である。ここで、単調減少関数 w とは、 S の値が大きくなるにつれて値が小さくなり、 S の値が小さくなるにつれて値が大きくなるような関数であり、例えば、ガウス関数、指数関数、線形関数、および区分線形関数などである。

30

【0025】

数式(3)において、 $J(x, y)$ は、画素 (x, y) を含む第 1 の領域 24 を示し、 $J(x + u, y + v)$ は、画素 $(x + u, y + v)$ を含む第 2 の領域 25 を示す。また、 D は、第 1 および第 2 の領域 24, 25 に含まれる画素の画素値の差を算出する関数である。つまり、関数 D を用いて、第 1 および第 2 の領域 24, 25 において対応する画素の画素値の差を用いて類似度を示す S を算出することができる。

【0026】

本実施の形態では、数式(2), (3)によって、着目画素 20 と参考画素 21 の類似度を、第 1 および第 2 の領域 24, 25 の類似度を用いて評価している。関数 D として、例えば、第 1 および第 2 の領域 24, 25 において対応する画素の画素値の差分絶対値の和を求める関数や、画素値の差分の 2 乗和を求める関数を用いることができる。

40

【0027】

以上のように、第 1 の算出部 11 において、第 1 および第 2 の領域 24, 25 の類似度に基づいて乗算係数 g が算出される。なお、図 2 において、第 2 の領域 25 は、複数の参考画素 21 のそれぞれに対応して設定されるため、第 1 の算出部 11 は、各参考画素 21 に対応する乗算係数 g を算出することになる。

【0028】

50

第2の算出部12は、数式(1)に示す $f(x, u, y, v)$ の算出処理を行う。 $f(x, u, y, v)$ は、入力画像 I の各画素に割り当てられた乱数(以下、乱数 f と表記する。)である。なお、第2の算出部12は、乱数 f を逐次発生してもよいし、あらかじめ生成された乱数 f をメモリ等から読み出して用いてもよい。また、乱数 f の期待値 e は一定、あるいは一定に近い値とする。例えば、図2において、乱数 f の期待値 e は0.1である。ここで、乱数 f として、複数の参照画素21に割り当てられた乱数値(本実施の形態では1)を乱数 f_1 と表記することとする。

【0029】

積和演算部13は、数式(1)に示す分子の演算を行う。具体的に、積和演算部13は、複数の参照画素21の画素値と、各参照画素21に対応する乗算係数 g と、乱数 f_1 とを乗算する。そして、乗算結果の総和を演算する。

10

【0030】

係数総和部14は、数式(1)に示す分母の演算を行う。具体的に、係数総和部14は、複数の参照画素21のそれぞれに対応する乗算係数 g と乱数 f_1 とを乗算し、乗算結果の総和を演算する。

【0031】

除算部15は、数式(1)に示す除算を行う。つまり、除算部15によって加算平均が行われて、出力画像 I' が生成される。そして、出力部16から出力画像 I' が出力される。出力部16はSDI(Serial Digital Interface)端子、HDMI(High-Definition Multimedia Interface)端子などの映像端子である。

20

【0032】

[1-2. 画像処理装置の動作]

以上のように構成された画像処理装置10について、その動作を説明する。

【0033】

図3は、本実施の形態に係る画像処理装置の動作を説明するためのフローチャートである。

【0034】

まず、ステップS10において、画像処理装置10に入力画像 I が入力される。

【0035】

ステップS11では、第1の領域24と第2の領域25との類似度に基づく単調減少関数を用いて、入力画像 I に含まれる複数の参照画素21のそれぞれに対応する複数の乗算係数 g が算出される。

30

【0036】

ステップS12では、入力画像 I の各画素に割り当てられた乱数 f が算出される。これにより、各参照画素21に割り当てられた乱数 f_1 が算出される。

【0037】

ステップS13では、各参照画素21の画素値と、各参照画素21に対応する乗算係数 g と、乱数 f_1 とが乗算され、乗算結果の総和である Sum_1 が算出される。

【0038】

ステップS14では、各参照画素21に対応する乗算係数 g と乱数 f_1 とが乗算され、乗算結果の総和である Sum_2 が算出される。

40

【0039】

ステップS15では、 Sum_1 が Sum_2 で除算されることによって、着目画素20の画素値が算出される。以上のようなノイズ平準化処理を、入力画像 I の全ての着目画素20について繰り返し行うことで、出力画像 I' が生成される。

【0040】

ステップS16では、上述した処理の結果として得られた出力画像 I' が出力される。なお、ステップS11とステップS12の順序を入れ替えてよい。

【0041】

[1-3. 効果等]

50

以上のように、本実施の形態では、着目画素 20 を含む第 1 の領域 24 と、参照画素 21 を含む第 2 の領域 25 との類似度に基づく単調減少関数を用いて、着目画素 20 と参照画素 21 との乗算係数 g が算出される。参照画素 21 は、入力画像 I に含まれる画素のうち、乱数 f_1 が割り当てられた画素である。つまり、複数の参照画素 21 は、入力画像 I においてランダムに存在する。

【0042】

そして、各参照画素 21 の画素値と、各参照画素 21 に対応する乗算係数 g と、乱数 f_1 とが乗算され、この乗算結果の総和 Sum_1 が演算される。また、各参照画素 21 に対応する乗算係数 g と乱数 f_1 とが乗算され、この乗算結果の総和 Sum_2 が演算される。そして、 Sum_1 が Sum_2 で除算されることで、着目画素 20 に対するノイズ平準化処理が行われる。¹⁰ したがって、入力画像 I に含まれる複数の画素に対してノイズ平準化処理を行うことで、入力画像 I に含まれるノイズが低減された出力画像 I' が生成される。

【0043】

本実施の形態では、ノイズ平準化処理に、第 2 の算出部 12 から得られる 2 値乱数が用いられる。以下、この効果について説明する。

【0044】

図 4 は、ノイズ平準化処理における複数の関数の周波数特性を示す図である。図 4 に示すように、指数関数およびガウス関数をノイズ平準化処理に用いた場合、ノイズの周波数成分のうち、低周波成分の強度が高く、高周波成分の強度が低くなっているのがわかる。²⁰ 図 4 において、強度が 1 であるということは、ノイズをそのまま通すこと、つまり出力画像にノイズがそのまま現れることを示すため、指数関数やガウス関数を用いた場合、低周波成分のノイズをより多く通し、高周波成分のノイズが 10 % 以下に低減されることになる。したがって、指数関数やガウス関数を用いたノイズ平準化処理では、処理後の画像におけるノイズの周波数成分が低周波に偏ってしまう。換言すると、処理後の画像において、不要なノイズが除去されるだけでなく、例えば画像の質感を保つために必要なノイズも除去されてしまうおそれがある。このようなノイズが除去されると、人間は、その画像を CG (Computer Graphics) であるかのように感じてしまう。

【0045】

これに対して、本実施の形態では、図 2 に示すように、各画素に 2 値の乱数 f を割り当て、乱数 f のうち乱数 f_1 が割り当てられた画素を参照画素 21 としている。このように、2 値乱数を用いたノイズ平準化処理では、図 4 に示すように、ノイズの周波数成分の強度が、低周波から高周波にわたってほぼ一様であることがわかる。したがって、2 値乱数を用いたノイズ平準化処理では、低周波成分のノイズであっても高周波成分のノイズであっても、偏りなく、ノイズをほぼ一様に通す。なお、「ほぼ一様に通す」とは、例えば、ノイズの各周波数成分を約 10 % またはそれ以上通すことをいう。

【0046】

このように、本実施の形態では、ノイズの周波数成分が低周波に偏ることを抑制することができるため、入力画像 I に含まれるノイズの周波数分布特性を維持することができる。すなわち、出力画像 I' に必要なノイズを残すことができるため、出力画像 I' は、人間の視覚に自然な画像として映る。⁴⁰

【0047】

一般に、画像に含まれる複数の画素について、それらの位置と関係ない乱数を用いてノイズ平準化処理を行うと、画像中のエッジ部分や模様部分のように、画素値が大きく変化する画素が大幅に乱れるおそれがある。

【0048】

本実施の形態では、着目画素 20 と参照画素 21 との乗算係数 g を、着目画素 20 を含む第 1 の領域 24 と参照画素 21 を含む第 2 の領域 25 との類似度に基づく単調減少関数を用いて算出することで、この乱れを抑制することができる。また、本実施の形態では、画素同士ではなく、第 1 および第 2 の領域 24, 25 の類似度を用いているため、ノイズの影響を抑制でき、類似度を高精度に比較することができる。⁵⁰

【0049】

以上、本実施の形態によると、ノイズ平準化処理に用いる参照画素がランダムに選択されるため、画像に含まれるノイズの周波数分布特性を維持しつつ、ノイズを低減することができる。

【0050】

- 変形例 1 -

実施の形態 1 では、入力画像 I をモノクロ画像として説明したが、画像処理装置 10 は、カラーフィルタアレイ（以下、CFA と表記する。）を介して得られる CFA 画像に対して、直接ノイズ平準化処理を行ってもよい。以下、入力画像 I を CFA 画像とした場合について説明する。

10

【0051】

図 5 は、カラーフィルタアレイを介して得られた画像とその画像内の各画素の例を示す図である。図 5 (A) に示す画像は、R (赤) , G (緑) , B (青) , W (白) の 4 種類のカラーフィルタを介して得られた画像である。図 5 (A) において、着目画素 20 は画素 W であり、参照画素 21 は着目画素 20 と同色の画素 W である。図 5 (A) において、斜線が付された参照画素 21 である画素 W には第 1 の乱数値として 1 が割り当てられている。

【0052】

また、図 5 (B) に示す画像は、CFA が Bayer 配列である場合の画像の例を示す。図 5 (B) において、着目画素 20 は画素 G であり、参照画素 21 は着目画素 20 と同色の画素 G である。図 5 (B) において、斜線が付された参照画素 21 である画素 G には第 1 の乱数値として 1 が割り当てられている。

20

【0053】

図 5 において、着目画素 20 および参照画素 21 以外の画素は第 2 の乱数値として 0 が割り当てられた非参照画素 22 (図 2 参照) である。図 5 に示すように、画素の配置、つまり CFA の配置が上下 2 画素単位で同一色の画素が現れるような周期性を持つ場合、各参照画素 21 は、着目画素 20 から偶数列だけ離れた位置、あるいは偶数行だけ離れた位置に存在するように設定されていてもよい。

【0054】

図 5 に示すような CFA 画像を用いる場合、第 1 および第 2 の領域 24, 25 (図 2 参照) には、参照画素 21 と異なる色の画素が含まれていてもよい。これにより、第 1 および第 2 の領域 24, 25 の類似度の判定に用いられる画素数が増えるため、類似度の判定精度を向上することができる。

30

【0055】

以上のように、本変形例によると、CFA 画像に対して、通常のカラー画像へのデモザイク処理 (demosaicing) を行うことなく、画像に含まれるノイズを除去することができる。

【0056】

一般に、ノイズを含む画像をデモザイク処理すると、隣接する異なる色の画素のノイズが相互に影響し、実際には存在しない色 (偽色 : false color) が生じることがある。

40

【0057】

これに対して、本変形例では、CFA 画像に対して、直接、ノイズ平準化処理を行うことができるため、デモザイク処理が不要となる。したがって、上述した偽色が発生するこがない。

【0058】

なお、本変形例では、4 色の CFA を用いた場合について説明したが、色の種類および数は任意である。また、CFA の各画素の配置はランダムであってもよい。

【0059】

- 変形例 2 -

次に、画像処理装置 10 にカラー画像を入力する場合について説明する。カラー画像は

50

、例えば、R, G, B、あるいはY, Cb, Crといった複数のチャネルを含んでいる。本変形例では、Y, Cb, Crのチャネルを含むカラー画像への適用例を説明する。

【0060】

図6は、輝度画像および色差画像における参照画素の例を示す図である。図6(A), (B)は同一のカラー画像を構成するものであり、図6(A)は、Y(輝度)画像における着目画素と第1の乱数値として1が割り当てられた複数の参照画素の例を示す。また、図6(B)は、CbCr(色差)画像における着目画素と第1の乱数値として1が割り当てられた複数の参照画素の例を示す。

【0061】

ここで、図6(A)に示す各画素に割り当てられた乱数の期待値eは例えば0.075であり、図6(B)に示す各画素に割り当てられた乱数の期待値eは例えば0.125である。したがって、色差画像における参照画素21の数は、輝度画像における参照画素21の数よりも多くなる。

【0062】

このように、輝度画像に対する乱数の期待値よりも色差画像に対する乱数の期待値を上げることで、色差画像に含まれるノイズ除去効果を高めることができる。なお、輝度画像および色差画像のそれぞれに対するノイズ平準化処理において、乱数の期待値が変更可能であればよい。

【0063】

また、輝度画像と色差画像とで乱数の期待値を変えずに、参照画素の設定範囲を広げてもよい。具体的に、輝度画像に対しては、例えば 10×10 の画素の範囲に参照画素を設定し、色差画像に対しては、例えば 15×15 の画素の範囲に参照画素を設定するようにしてもよい。このように、輝度画像と色差画像とで、参照画素の設定範囲を変更してもよい。

【0064】

一般に、画像に対するノイズ除去効果が高まりすぎると、画像のぼけが増加する場合がある。ところが、人間の視覚特性では、画像の輝度成分よりも色差成分の空間分解能が低いため、色差画像のノイズがより多く除去されることによって色差画像のぼけが増加しても、人間の視覚に影響を与えにくい。したがって、人間は、色差画像のノイズがより多く除去されたカラー画像を自然な画像として見ることができる。

【0065】

以上のように、画像を構成するチャネルに応じて乱数の期待値を変更したり、参照画素の設定範囲を変更したりすることで、主観的な画質を維持しながら、ノイズ除去効果を効率的に高めることができる。

【0066】

なお、いわゆるRGB画像に含まれるノイズの強度や視認性に基づいて、RGB画像を構成する各チャネルに応じて、乱数の期待値を変更したり、参照画素の設定範囲を変更したりしてもよい。

【0067】

- 变形例3 -

変形例2では、カラー画像を構成する各チャネルに応じて、乱数の期待値や参照画素の設定範囲を変更する場合について説明したが、1つの画像内における着目画素と参照画素との類似度に基づいて、乱数の期待値や参照画素の設定範囲を変更してもよい。

【0068】

例えば、任意の着目画素20について、係数総和部14が演算した結果(式(1)の分母)の値が小さい場合、除算部15による加算平均の効果が低くなる。これは、その任意の着目画素20の周辺に、着目画素20と類似した画素が少ない場合に生じる。したがって、このような場合に、乱数の期待値や参照画素の設定範囲を変更して、ノイズ除去効果を高めるようにしてもよい。以下、このような場合について、図7を用いて具体的に説明する。

10

20

30

40

50

【0069】

図7は、1つの画像内における参照画素の設定例を示す図である。図7(A)は2値乱数の期待値eが0.075である場合を示す。

【0070】

図7(A)に示す着目画素20に対するノイズ平準化処理において、係数総和部14の演算結果の値が所定値以下であった場合、ノイズ平準化処理に用いる参照画素21の数を増やすために、2値乱数の期待値eを上げる。

【0071】

図7(B)は、2値乱数の期待値eが0.125である場合を示す。期待値eを上げることにより、図7(B)に示す参照画素21の数は、図7(A)よりも多くなる。

10

【0072】

また、図7(C)に示すように、参照画素21の設定範囲を広げてもよい。なお、2値乱数の期待値eを上げるとともに、参照画素21の設定範囲を広げてもよい。つまり、ノイズ平準化処理において、参照画素21の数が増加するようにすればよい。

【0073】

以上、本変形例によると、各着目画素20に対するノイズ除去効果を、画像内で均一化することができるとともに、画像内のノイズ除去効果を高めることができる。

【0074】

- 变形例4 -

上述した画像処理装置10は、カラー画像やモノクロ画像など、単一の画像に対してノイズ平準化処理を行うものとして説明したが、時間的に連続して撮像された複数の画像に対してノイズ平準化処理を行ってもよい。つまり、画像処理装置10は、動画像に対しても適用することができる。

20

【0075】

図8は、時間的に連続して入力された画像における着目画素と参照画素の設定例を示す図である。

【0076】

図8(A)は時刻t-1における入力画像の例、図8(B)は時刻tにおける入力画像の例、図8(C)は時刻t+1における入力画像の例を示す。

30

【0077】

図8では、連続する入力画像のうち、例えば図8(B)の入力画像に着目画素20が設定され、図8(A)～(C)の入力画像のそれぞれに複数の参照画素が設定されている。つまり、複数入力される画像のうちのいずれかに着目画素20が設定されており、着目画素20が設定された画像と、この画像の前後に入力された画像とにそれぞれ複数の参照画素21が設定されている。したがって、本変形例では、第1の領域24(図2参照)は図8(B)に示す画像に設定され、第2の領域25(図2参照)は図8(A)～(C)に示す画像のそれぞれに設定される。

【0078】

本変形例における画像処理装置10について、その動作を説明する。

【0079】

図9は、複数の画像が入力される場合における画像処理装置の動作を説明するためのフローチャートである。

40

【0080】

ステップS20において、画像処理装置10に入力画像Iが入力される。

【0081】

ステップS21では、入力画像Iの第1の領域24と、入力画像Iおよびその前後の画像の第2の領域25との類似度に基づく単調減少関数を用いて、各時刻における画像のそれぞれに含まれる複数の参照画素21に対応する複数の乗算係数g(t)が算出される。なお、乗算係数g(t)は、乗算係数gに時間軸方向の概念を含めたものである。

【0082】

50

ステップ S 2 2 では、各時刻における画像のそれぞれに割り当てられた乱数 $f(t)$ が算出される。これにより、各時刻における画像のそれぞれに含まれる各参照画素 2 1 に割り当てられた乱数 $f_1(t)$ が算出される。なお、乱数 $f(t)$ および乱数 $f_1(t)$ は、乱数 f および乱数 f_1 に時間軸方向の概念を含めたものである。

【 0 0 8 3 】

ステップ S 2 3 では、各時刻における各参照画素 2 1 の画素値と、各参照画素 2 1 に対応する乗算係数 $g(t)$ と、乱数 $f_1(t)$ とが乗算され、乗算結果の総和である Sum_1 が算出される。

【 0 0 8 4 】

ステップ S 2 4 では、乗算係数 $g(t)$ と乱数 $f_1(t)$ とが乗算され、乗算結果の総和である Sum_2 が算出される。 10

【 0 0 8 5 】

ステップ S 2 5 では、 Sum_1 が Sum_2 で除算される。以上のようなノイズ平準化処理を、入力画像 I の全ての着目画素 2 0 について繰り返し行うことで、出力画像 I' が生成される。

【 0 0 8 6 】

ステップ S 2 6 では、上述した処理の結果として得られた出力画像 I' が出力される。なお、ステップ S 2 1 とステップ S 2 2 の順序を入れ替えてよい。

【 0 0 8 7 】

以上、本変形例では、時間軸方向における複数の画像をノイズ平準化処理に用いることができる。したがって、単一の画像を用いてノイズ平準化処理を行う場合に比べて参照画素 2 1 の数が多くなるため、ノイズ除去効果が向上する。 20

【 0 0 8 8 】

- 变形例 5 -

変形例 4 では、複数の画像を用いて 1 つの画像に含まれるノイズを除去する場合について説明したが、複数の画像のそれぞれに対してノイズ平準化処理を行ってよい。

【 0 0 8 9 】

図 1 0 は、時間的に連続して入力された複数の画像における着目画素と参照画素の別の設定例を示す図である。

【 0 0 9 0 】

図 1 0 (A) は、時刻 $t - 1$ における入力画像の例、図 1 0 (B) は時刻 t における入力画像の例、図 1 0 (C) は時刻 $t + 1$ における入力画像の例を示す。 30

【 0 0 9 1 】

図 1 0 (A) ~ (C) に示す画像において、着目画素 2 0 A ~ 2 0 C は同じ画素位置に設定されているとする。そして、図 1 0 (A) ~ (C) に示す画像内の各参照画素 2 1 A ~ 2 1 C は、それぞれ異なる画素位置に設定される。つまり、各時刻における画像において、同じ位置の着目画素 2 0 A ~ 2 0 C に対して、参照画素 2 1 A ~ 2 1 C の位置がそれぞれ異なるように乱数 $f(t)$ が割り当てられる。ここで、図 1 0 (A) ~ (C) に示す各画像における乱数 $f(t)$ の期待値 e はそれぞれ同じであってもよく、各画像における参照画素 2 1 A ~ 2 1 C の設定範囲は同じであってもよい。 40

【 0 0 9 2 】

以上、本変形例では、連続する複数の画像における同じ位置の画素に対するノイズ除去効果が時間的に変化することになる。また、画像に残存するノイズの時間的な周波数特性が低周波に偏ることを抑制することができる。その結果、複数の画像を動画像として再生する場合に、違和感の少ない自然なノイズを残したまま、その動画像を見ることができる。

【 0 0 9 3 】

- 变形例 6 -

上述した実施の形態 1 および各変形例では、2 値乱数を用いる場合について説明したが、3 値以上の多値乱数を用いてよい。

10

20

30

40

50

【0094】

図11は、多値乱数を用いた場合の参照画素の設定例を示す図である。図11において、乱数は、例えば第1～第4の乱数値を含んでおり、これらの値は例えば0から1の間をとる。参照画素21は、乱数として第1の乱数値（例えば1）が割り当てられた画素である。また、参照画素23は、第1の乱数値よりも小さく、かつ第2の乱数値（例えば0）よりも大きい第3の乱数値（例えば0.6）が割り当てられた画素であり、参照画素26は、第3の乱数値よりも小さく、かつ第2の乱数値よりも大きい第4の乱数値（例えば0.3）が割り当てられた画素である。

【0095】

つまり、本変形例では、参照画素21, 23, 26を用いて、着目画素20に対するノイズ平準化処理が行われる。 10

【0096】

このように、多値乱数を用いると、2値乱数を用いる場合に比べて、乱数値を小刻みに変化させることができるために、画像内に突然的に存在する、画素値が極端に大きい画素や極端に小さい画素の影響を受けにくくなる。

【0097】

(他の実施の形態)

以上のように、本出願において開示する技術の例示として、実施の形態1および変形例1～6を説明した。しかしながら、本開示における技術は、これに限定されず、適宜、変更、置き換え、付加、省略などを行った実施の形態にも適用可能である。また、上記実施の形態1および変形例1～6で説明した各構成要素を組み合わせて、新たな実施の形態とすることも可能である。 20

【0098】

そこで、以下、他の実施の形態を例示する。

【0099】

実施の形態1における図1において、除算部15と出力部16とを一体としてもよい。また、図2において、第1および第2の領域24, 25は重なっていなくてもよい。また、第1の領域24に参照画素21が含まれていなくてもよく、第2の領域25には少なくとも1つの参照画素が含まれていればよい。さらに、着目画素20は第1の領域24の中心でなくてもよく、参照画素21は第2の領域25の中心でなくてもよい。また、第1の領域24の形状および第2の領域25の形状は、完全に一致していなくてもよく、ほぼ同じであればよい。つまり、第1の領域24と第2の領域25との類似度の比較ができるればよい。 30

【0100】

また、実施の形態1において、数式(2)に示す関数wとして複数の関数を例示したが、例示した複数の関数を、画像に含まれるノイズの強度に応じて切り替えてよい。また、関数wとして1つの関数を用いる場合、画像に含まれるノイズの強度に応じて、その関数の形状を変化させてよい。

【0101】

また、実施の形態1および変形例1～6において、乱数値および期待値eは任意である。 40

【0102】

また、変形例4および変形例5において、画像処理装置10に入力される複数の画像は、時間的に連続している必要はない。また、時刻tにおける画像と、時刻tよりも時間的に前の画像および後の画像の少なくとも一方を用いててもよい。

【0103】

また、変形例5における図10(A)～(C)に示す各画像を、変形例4で説明した方法で生成してもよい。

【0104】

また、実施の形態1および変形例1～6では、ハードウェアである画像処理装置10に 50

よってノイズ平準化処理を行う場合について説明したが、コンピュータプログラムとしてソフトウェアによりノイズ平準化処理を実現してもよい。

【0105】

コンピュータプログラムは、例えばコンピュータが読み取り可能な、C D - R O M (Compact Disc Read Only Memory) 等の記録媒体に記録して配布されたり、インターネット等の通信回線を介して配布されたりする。このコンピュータプログラムは、図3や図9に示すフローチャートの各処理をコンピュータに実行させるような画像処理プログラムである。つまり、この画像処理プログラムは、図1に示す、第1の算出部11、第2の算出部12、積和演算部13、係数総和部14、除算部15のそれぞれの機能をコンピュータに実行させるものである。なお、ソフトウェアおよびハードウェアを混在させてもよい。

10

【0106】

さらに、上述のコンピュータプログラムが組み込まれた、いわゆるデジタル信号プロセッサ (D S P : Digital Signal Processor) のような、1つまたは複数のチップ回路を用いて、ノイズ平準化処理を実現してもよい。

【0107】

以上のように、本開示における技術の例示として、実施の形態を説明した。そのためには、添付図面および詳細な説明を提供した。

【0108】

したがって、添付図面および詳細な説明に記載された構成要素の中には、課題解決のために必須な構成要素だけでなく、上記技術を例示するために、課題解決のために必須でない構成要素も含まれ得る。そのため、それらの必須ではない構成要素が添付図面や詳細な説明に記載されていることをもって、直ちに、それらの必須ではない構成要素が必須であるとの認定をするべきではない。

20

【0109】

また、上述の実施の形態は、本開示における技術を例示するためのものであるから、特許請求の範囲またはその均等の範囲において種々の変更、置き換え、付加、省略などを行うことができる。

【産業上の利用可能性】

【0110】

本開示は、画像に含まれるノイズを低減する画像処理装置として有用である。具体的には、デジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラ、カメラ機能付き携帯電話機、スマートフォンなどに適用可能である。また、本開示は、ノイズを低減するためのコンピュータプログラムとしても適用可能であり、さらに、そのようなコンピュータプログラムを組み込んだD S P等のハードウェアに適用可能である。

30

【符号の説明】

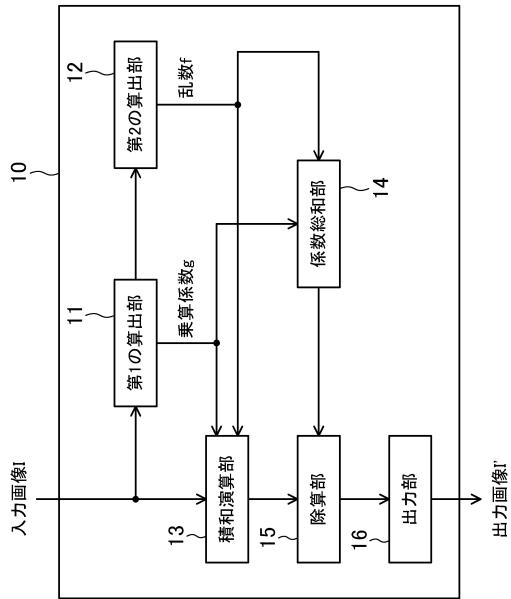
【0111】

1 0	画像処理装置
1 1	第1の算出部
1 2	第2の算出部
1 3	積和演算部
1 4	係数総和部
1 5	除算部
2 0	着目画素
2 1	参照画素
2 4	第1の領域
2 5	第2の領域
f	乱数
g	乗算係数
I	入力画像
I'	出力画像

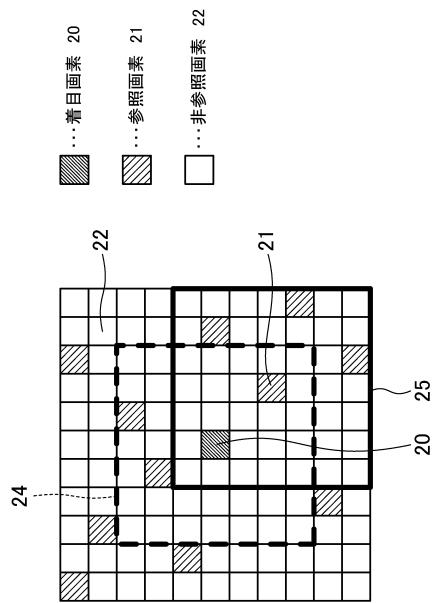
40

50

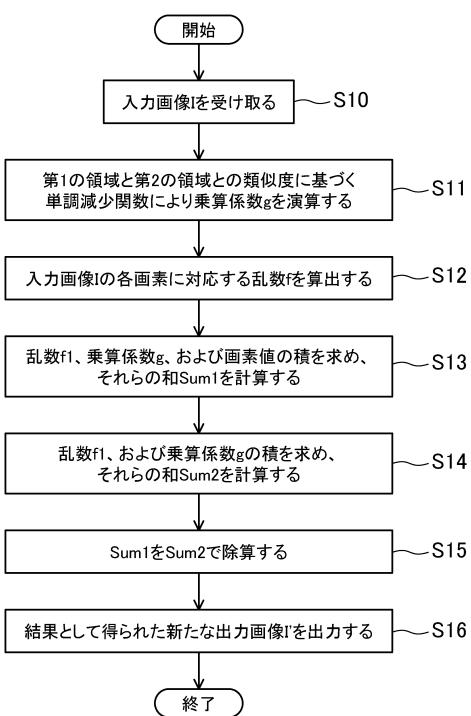
【図1】



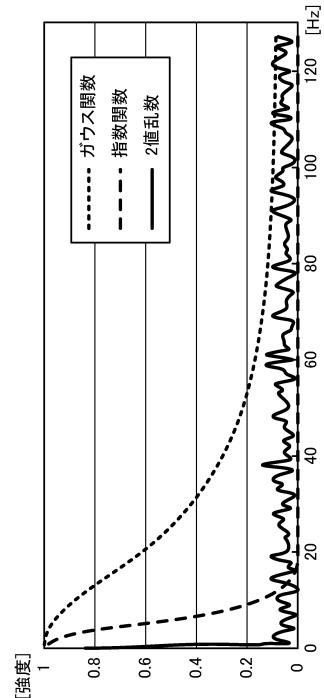
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

(A)

R	G	R	G	R	G	R	G	R	G
W	B	W	B	W	B	W	B	W	B
R	G	R	G	R	G	R	G	R	G
W	B	W	B	W	B	W	B	W	B
R	G	R	G	R	G	R	G	R	G
W	B	W	B	W	B	W	B	W	B
R	G	R	G	R	G	R	G	R	G
W	B	W	B	W	B	W	B	W	B
R	G	R	G	R	G	R	G	R	G
W	B	W	B	W	B	W	B	W	B

21 20

(B)

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

21 20

【図7】

(A)

20 21

(B)

20 21

【図6】

(A)

20 21

(B)

20 21

(C)

20 21

【図8】

(C)

21

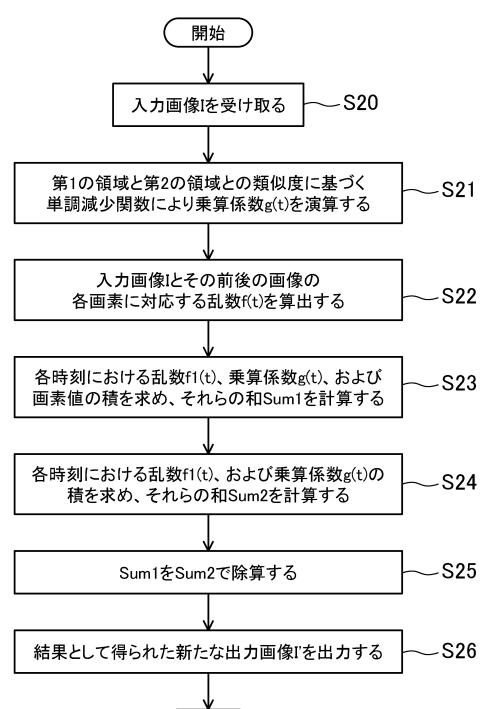
(B)

20

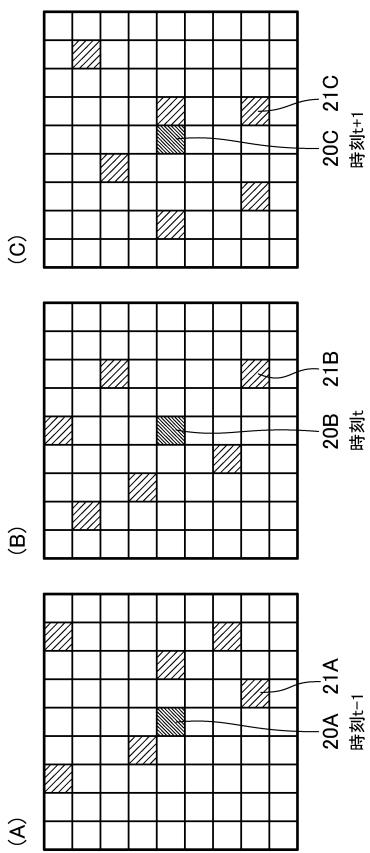
(A)

21

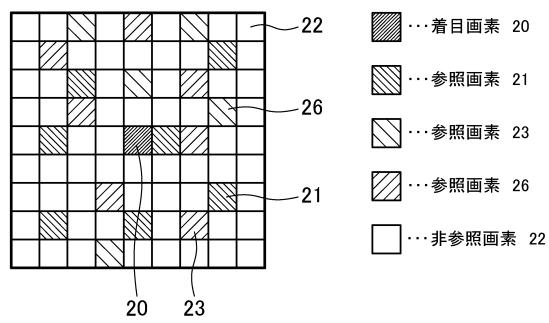
【図9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2004-015322(JP,A)
特開2004-040247(JP,A)
特開2009-049709(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 04 N	1 / 40 - 1 / 409
G 06 T	5 / 00