

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2013年10月10日(10.10.2013)



(10) 国際公開番号
WO 2013/150824 A1

- (51) 国際特許分類:
H04N 5/232 (2006.01) G06T 5/20 (2006.01)
G06T 5/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/054318
- (22) 国際出願日: 2013年2月21日(21.02.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-085416 2012年4月4日(04.04.2012) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (71) 出願人(米国についてのみ): 青木 透(AOKI Toru) [—/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP), 橋本 充夫(HASHIMOTO Mitsuo) [—/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号

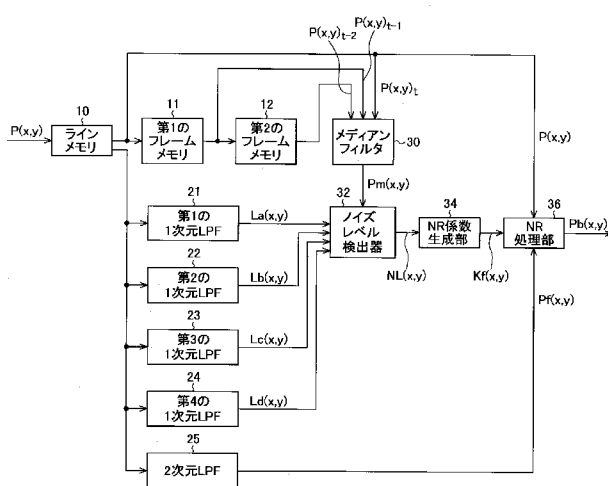
三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 的場 成浩(MATOBA Narihiro) [—/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

- (74) 代理人: 前田 実, 外(MAEDA Minoru et al.); 〒1510053 東京都渋谷区代々木2丁目16番2号 甲田ビル4階 特許業務法人 前田・山形特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,

[続葉有]

(54) Title: IMAGE PROCESSING DEVICE AND METHOD, AND IMAGE PROCESSING PROGRAM

(54) 発明の名称: 画像処理装置及び方法、並びに画像処理プログラム



- 10 Line memory
- 11 First frame memory
- 12 Second frame memory
- 21 First one-dimensional LPF
- 22 Second one-dimensional LPF
- 23 Third one-dimensional LPF
- 24 Fourth one-dimensional LPF
- 25 Two-dimensional LPF
- 30 Median filter
- 32 Noise level detector
- 34 NR coefficient generation unit
- 36 NR processing unit

(57) Abstract: An NR coefficient (Kf) is calculated on the basis of a representative value of a target pixel and the low-pass filter value nearest to the representative value of the target pixel, said low-pass filter value being selected from among a plurality of different-direction one-dimensional low pass filter values corresponding to an input image, and the pixel value of the target pixel and a peripheral low-pass filter (25) are weighted by the NR coefficient (Kf) and added (36). The representative value of the target pixel might be, for example, a median value obtained by filtering a current frame and a past frame in the time axis direction. By this means, noise is reduced in the image processing device without lowering the resolution.

(57) 要約: 入力画像に対する複数の、異なる方向の1次元ローパスフィルタ値のうち、注目画素の代表値との差が最小のものと、注目画素の代表値との差に基づいてNR係数(Kf)を求め、注目画素の画素値と周辺ローパスフィルタ(25)とを、NR係数(Kf)により重み付け加算する(36)。注目画素の代表値は、現フレーム及び過去のフレームを時間軸方向にフィルタリングすることで得られる、例えば中間値である。画像処理装置において、解像度を低下させることなくノイズ低減を行う。



WO 2013/150824 A1

MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラ
シア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッ
パ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,
FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK,
MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：画像処理装置及び方法、並びに画像処理プログラム 技術分野

[0001] この発明は、デジタルカメラなどにおいて入力画像に混入するノイズを除去する画像処理装置及び方法、並びに画像処理プログラムに関するものである。

背景技術

[0002] CCD等の撮像素子を備えたデジタルカメラなどの画像入力装置、およびこの種の画像入力装置から入力した画像を表示するディスプレイなどの画像出力装置では、画像入力系あるいは画像伝送系において画像データにノイズが混入する。この種のノイズは、装置内で画像処理により除去されるのが一般的である。こうした画像入力装置或いは画像出力装置において混入したノイズを除去する従来の方法について説明する。

[0003] ノイズを除去する最も平易で一般的な方法としては、画像処理対象である画素（以下、注目画素と称する）を中心にした複数画素からなる処理ウィンドウを構成し、処理ウィンドウ内の周辺画素の画素値と注目画素の画素値を重み付け加算することによりローパスフィルタをかけるという技術がある。しかしながら、この方法を用いた場合、ノイズ以外の画像に存在する有意なエッジに対しても一律にローパスフィルタがかかるため、画像の解像度を低下させてしまうという問題がある。

[0004] また、他の方法として、処理ウィンドウに対して、プレヴィット（Prewitt）フィルタやソーベル（Sobel）フィルタをかけることでエッジを検出し、注目画素が画像中の有意なエッジであると判断した場合にはローパスフィルタの強度を弱め、あるいは周辺に存在するエッジに沿う方向にローパスフィルタをかけることで、画像の解像度低下を抑えながらノイズを除去するという技術が提案されている（例えば特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2002-185795号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 上記特許文献1に記載の方法は、特定方向に連続するノイズをエッジとして誤判定したり、被写体中に存在する模様をノイズと誤判定することがあるため、解像度の低下を引き起こし、またノイズ低減を十分に行えないという問題がある。

[0007] この発明は、上記問題点を解決するためになされたもので、解像度を低下させることなくノイズ低減を行うことを可能にすることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] この発明に係る画像処理装置は、

複数フレームの時系列で構成される動画像を入力画像として、

注目フレームの注目画素を中心とし、複数の画素からなる処理ウィンドウ内で、前記注目画素と、前記注目画素に対して、それぞれ互いに異なる1次元方向に整列した画素とを用いたローパスフィルタ値を算出する複数の1次元ローパスフィルタと、

前記処理ウィンドウに対して、前記注目画素とその周囲の画素とを用いたローパスフィルタ値を周辺ローパスフィルタ値として出力する周辺ローパスフィルタと、

前記注目フレームの前記注目画素の画素値と、前記注目フレーム以外の1以上のフレームの中で前記注目画素に対応する位置の画素の画素値とに基づいて、前記注目画素についての代表値を求める代表値算出部と、

前記1次元方向のローパスフィルタ値の各々と前記代表値の差分の絶対値を算出し、算出された前記差分の絶対値であって、所定の条件を満たすもののうちの最小値を注目画素のノイズレベルとして出力するノイズレベル検出部と、

前記ノイズレベルを受けて、予め設定された入出力特性により、該ノイズレベルに対応するノイズ低減係数を生成するNR係数生成部と、

前記ノイズ低減係数を用いて前記注目画素の画素値と前記周辺ローパスフィルタ値を重み付け加算するNR処理部とを備え、

前記NR処理部は、前記ノイズ低減係数が大きいほど、前記周辺ローパスフィルタ値に対する重みをより大きくする

ことを特徴とする。

発明の効果

[0009] この発明によれば、本来のエッジによる画素値の変化とノイズを分別せずに周辺ローパスフィルタ値と注目画素の画素値との混合比を調整できるように構成したため、解像度を低下させることなくノイズ低減を行うことが可能となり、高画質の画像を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]この発明の実施の形態1による画像処理装置を示すブロック図である。
[図2]実施の形態1に係る第1のLPFによるフィルタ処理の方法を示す説明図である。
[図3]実施の形態1に係る第2のLPFによるフィルタ処理の方法を示す説明図である。
[図4]実施の形態1に係る第4のLPFによるフィルタ処理の方法を示す説明図である。
[図5]実施の形態1に係る第4のLPFによるフィルタ処理の方法を示す説明図である。
[図6]実施の形態1に係る2次元LPFによるフィルタ処理の方法を示す説明図である。
[図7]実施の形態1に係るNR係数生成部34の入出力特性の一例を表す線図である。
[図8] (a) 及び (b) は、実施の形態1に係るノイズ低減処理の前後の画像信号を示す説明図である。

[図9]この発明の実施の形態2による画像処理装置を示すブロック図である。

[図10]実施の形態2に係る補正係数生成部の入出力特性の一例を表す線図である。

[図11]この発明の実施の形態3に係る画像処理装置を示すブロック図である。

[図12]実施の形態3に係る2番目に小さい方向のノイズレベルと最小となる方向のノイズレベルに対する第1の補間係数の特性の一例を表す線図である。

[図13]実施の形態3に係る最小となる方向のノイズレベルに対する第2の補間係数の特性の一例を表す図である。

発明を実施するための形態

[0011] 実施の形態1.

図1は、この発明の実施の形態1による画像処理装置の機能構成を示す。

図示の画像処理装置は、例えば図示しない撮像素子などの画像入力系、或いは画像伝送系から供給される、複数フレームの時系列で構成される動画像を入力画像とするものである。画像は、水平方向（ライン方向）及び垂直方向（縦方向）に、即ちマトリクス状に配列された画素から成り、入力画像データは、画像を構成する画素の画素値を表すデータをラスタ順に並べたもので構成される。

[0012] 以下では、入力画像は、ベイア配列された色フィルタを備えた画素を有する単板カラーデジタルカメラから入力された画像であり、撮像素子からはR、Gr、Gb、Bの4色の撮影色の画像信号が画素の配列順に従って順に入力される場合を想定している。

[0013] 図示の画像処理装置は、ラインメモリ10と、第1及び第2のフレームメモリ11及び12と、第1乃至第4の1次元ローパスフィルタ（以下、ローパスフィルタをLPFと称する）21～24と、2次元ローパスフィルタ（LPF）25と、メディアンフィルタ30と、ノイズレベル検出部32と、NR係数生成部34と、NR処理部36とを有する。

[0014] ラインメモリ10は、入力画像データ $P(x, y)$ を受けて所定ライン数分だけ画像データを保持する。ここで所定ライン数 N は例えば17である。

[0015] ラインメモリ10に保持されている N ラインのうちの中央のライン中の画素が順次注目画素として選択され、選択された注目画素を中心として縦方向 N ライン、横方向 M 画素の矩形の領域を処理ウィンドウとして、この処理ウィンドウ内の所定の画素が、それぞれ第1乃至第4の1次元LPF21~24、及び2次元LPF25に出力される。

以下で説明する例では、 M も N と同じく17である。

ラインメモリ10から読み出される注目画素の入力画像データは、ラインメモリ10に入力された入力画像データに対しておよそ $(N/2)$ ライン分の遅れを有するが内容が同じであるので同じ符号 $P(x, y)$ で表す。

[0016] 第1及び第2のフレームメモリ11及び12は、各々画像データを1フレーム分蓄える容量を有し、ラインメモリ10に保持されているデータのうちの、注目画素のデータを、各々1フレーム期間遅延させて出力するための遅延部として用いられている。この結果、第1のフレームメモリ11からは現フレームの1フレーム前の画像データが出力され、第2のフレームメモリ12からは現フレームの2フレーム前の画像データが出力される。

[0017] 1次元LPF21~24は、入力画像データの注目画素を中心とし、水平17画素、垂直17画素からなる処理ウィンドウに対して、それぞれ異なる1次元方向(0度、45度、90度、135度)のLPF値 $L_a(x, y)$ 、 $L_b(x, y)$ 、 $L_c(x, y)$ 、 $L_d(x, y)$ を算出する。

つまり、複数のLPF21~24は、注目フレームの注目画素を中心とし、複数の画素からなる処理ウィンドウ内で、注目画素と、注目画素に対して、それぞれ互いに異なる1次元方向に整列した画素とを用いたローパスフィルタ値を算出する。

[0018] 図2は、処理ウィンドウに対して0度方向のフィルタ処理で用いられる画素を示す。中心に位置する画素は注目画素 $P(x, y)$ である。第1のLPF21では、注目画素 $P(x, y)$ を含む0度方向(水平方向)に整列した画素

(斜線を施した画素) を用いてフィルタリングを行う。

入力画像を構成する画素は、ベイヤ配列された色フィルタを持つものであり、各注目画素についてフィルタ処理を行う場合には、注目画素の周囲の画素(ウィンドウ内の画素)のうち同色のもののみが用いられる。以下で説明する第2乃至第4のLPF22~24、及び2次元LPF25についても同様である。

[0019] 第2のLPF22では、図3に示すように、注目画素 $P(x, y)$ を含む45度方向(水平方向に対して反時計回りに45度回転した方向)に整列した画素(斜線を施した画素)を用いてフィルタリングを行う。

第3のLPF23では、図4に示すように、注目画素 $P(x, y)$ を含む90度方向(垂直方向)に整列した画素(斜線を施した画素)を用いてフィルタリングを行う。

第4のLPF24では、図5に示すように、注目画素 $P(x, y)$ を含む135度方向(水平方向に対して反時計回りに135度回転した方向)に整列した画素(斜線を施した画素)を用いてフィルタリングを行う。

1次元LPF21~24の各々では、例えば注目画素を含む1次元方向の画素(フィルタリングに用いられる画素)の画素値の単純平均を算出することで、各方向の平均画素値 $L_a(x, y)$ 、 $L_b(x, y)$ 、 $L_c(x, y)$ 、 $L_d(x, y)$ を算出し、それぞれ1次元方向のLPF値として出力する。

[0020] 2次元LPF25は、注目画素を中心とする処理ウィンドウ内の画素を用いて2次元方向のLPF値を算出する。実施の形態1では、2次元LPF25は、周辺ローパスフィルタである。

図6は、処理ウィンドウに対するLPF演算で用いられる画素を斜線で示している。図6に示す例では、2次元方向のLPF値として、17画素×17画素からなる処理ウィンドウ内の注目画素及び注目画素と同じ色の画素を用い、それらの全ての平均値 $P_f(x, y)$ を式(1)に従って算出する。

[数1]

$$Pf(x, y) = \frac{1}{81} \sum_{i=-4}^4 \sum_{j=-4}^4 P(x+2i)(y+2j) \quad \dots (1)$$

式(1)において(x, y)は注目画素の座標を表す。

各画素の座標は、画像の左上隅を(0, 0)とし、右方向に1画素間隔進むごとにxが1増加し、下方向に1画素間隔進むごとにyが1増加する。

[0021] メディアンフィルタ30は、ラインメモリ10から出力される画像データ中の現フレームの注目画素の画素値(信号レベル) $P(x, y)_t$ と、第1のフレームメモリ11から出力される1フレーム前の注目画素の画素値 $P(x, y)_{t-1}$ と、第2のフレームメモリ12から出力される2フレーム前の注目画素の画素値 $P(x, y)_{t-2}$ の中間値(中央値) $P_m(x, y)$ を算出し、これを注目画素の代表値として出力する。

メディアンフィルタ30によって代表値算出部が構成されている。

つまり、代表値算出部30は、注目フレームの注目画素の画素値 $P(x, y)_t$ と、注目フレーム以外の1以上のフレームの中で注目画素に対応する位置の画素の画素値とに基づいて時間軸方向のフィルタリングを行うことで、注目画素についての代表値を求める。

また、代表値は、注目画素及びこれに対応する位置の画素を用いた時間軸方向のフィルタリングを行うことにより得られた値である。また、ここでは、代表値は中間値 $P_m(x, y)$ である。

なお、現フレームを特定するための添え字「t」は、フレームを区別する必要がない場合には、省略する。

[0022] ノイズレベル検出部32は、1次元LPF21~24によりそれぞれ算出された1次元方向のLPF値 $L_a(x, y) \sim L_d(x, y)$ の各々と、メディアンフィルタ30から出力される注目画素の代表値 $P_m(x, y)$ との差分の絶対値 $AD_a(x, y)$ 、 $AD_b(x, y)$ 、 $AD_c(x, y)$ 、 $AD_d(x, y)$ を算出し、算出された差分の絶対値の中の最小値 $AD_{min}(x, y)$ を、注目画素のノイズレベル $NL(x, y)$ として出力する。

つまり、ノイズレベル検出部32は、1次元方向のローパスフィルタ値 $L_a(x, y) \sim L_d(x, y)$ の各々と代表値 $P_m(x, y)$ の差分の絶対値 $AD_a(x, y)$, $AD_b(x, y)$, $AD_c(x, y)$, $AD_d(x, y)$ を算出し、算出された差分の絶対値 $AD_a(x, y)$, $AD_b(x, y)$, $AD_c(x, y)$, $AD_d(x, y)$ であって、所定の条件を満たすもののうちの最小値 $D_{min}(x, y)$ を注目画素のノイズレベル $NL(x, y)$ として出力する。

[0023] 上記の差分の絶対値 $AD_a(x, y)$, $AD_b(x, y)$, $AD_c(x, y)$, $AD_d(x, y)$ は、それぞれ以下の式(2a)～(2d)で表される。

$$AD_a(x, y) = |L_a(x, y) - P_m(x, y)| \quad \dots (2a)$$

$$AD_b(x, y) = |L_b(x, y) - P_m(x, y)| \quad \dots (2b)$$

$$AD_c(x, y) = |L_c(x, y) - P_m(x, y)| \quad \dots (2c)$$

$$AD_d(x, y) = |L_d(x, y) - P_m(x, y)| \quad \dots (2d)$$

ノイズレベル検出部32では、上記の差分絶対値 $AD_a(x, y) \sim AD_d(x, y)$ のうちの最小値 $AD_{min}(x, y)$ を注目画素のノイズレベル $NL(x, y)$ として出力する。

[0024] NR係数生成部34は、ノイズレベル検出部32で検出されたノイズレベル $NL(x, y)$ を受け、予め設定された入出力特性により、ノイズ低減係数(NR係数) $K_f(x, y)$ を生成する。

つまり、NR係数生成部34は、ノイズレベル $NL(x, y)$ を受けて、予め設定された入出力特性により、ノイズレベル $NL(x, y)$ に対応するノイズ低減係数 $K_f(x, y)$ を生成する。

NR係数生成部34の入出力特性の一例が図7に示されている。図示の例では、入力画像データの画素値が0から4095までの値を取ることに対応して、検出したノイズレベルも0から4095までの値を取ることを想定している。

検出したノイズレベルに対して、NR係数のレンジを0～64までの65段階で定義し、検出されたノイズレベル $AD_{min}(x, y)$ が大きいほどノ

イズ低減の度合いを強め、ノイズレベル $ADmin(x, y)$ が小さいほどノイズ低減の度合いを弱める特性を示している。

[0025] 図7に示す例では、ノイズレベル $NL(x, y)$ が $DMIN$ 未満では NR 係数 $Kf(x, y)$ は、 $DMINY$ に固定されており、ノイズレベル $NL(x, y)$ が $DMIN$ から $DMAX$ までの範囲では、 NR 係数 $Kf(x, y)$ は、 $DMINY$ から $DMAXY$ までノイズレベル $NL(x, y)$ の増加とともに増加し、ノイズレベル $NL(x, y)$ が第2の所定値 $DMAX$ を超える範囲では、 NR 係数 $Kf(x, y)$ は、 $DMAXY$ に固定されている。

入出力特性を規定する $DMINX$ 、 $DMAXX$ 、 $DMINY$ 、 $DMAXY$ は、画像入力装置における撮影条件に応じて予め設定しておく。

[0026] NR 処理部36では、 NR 係数生成部34で画素毎に算出された NR 係数 $Kf(x, y)$ を用いて注目画素の画素値 $P(x, y)$ と該注目画素についての2次元方向の LPF 値 $Pf(x, y)$ を、下記の式(3)で示すように重み付け加算する。

$$\begin{aligned}
 Pb(x, y) &= (Kf(x, y) \times Pf(x, y) + (1 - Kf(x, y)) \times P(x, y)) / 64 \\
 &\dots (3)
 \end{aligned}$$

つまり、 NR 処理部36は、ノイズ低減係数 $Kf(x, y)$ を用いて注目画素の画素値 $P(x, y)$ と周辺ローパスフィルタ値 $Pf(x, y)$ を重み付け加算する。

式(3)で示すように、2次元方向の LPF 値 $Pf(x, y)$ を NR 係数 $Kf(x, y)$ で重み付けし、注目画素の画素値 $P(x, y)$ を $(64 - Kf(x, y))$ で重み付けする。

式(3)の演算の結果得られた値 $Pb(x, y)$ は、ノイズ低減処理後の画素値 $Pb(x, y)$ として NR 処理部36から出力される。

[0027] このような処理を行うことにより、各画素について求めたノイズレベル $NL(x, y) = ADmin(x, y)$ が大きいほど、各画素についての NR 係

数 $K_f(x, y)$ が大きくなり、2次元LPF値 $P_f(x, y)$ の混合比が大きくなり、ノイズ低減(NR)効果が強まる。差分絶対値の最小値 $A_{min}(x, y)$ が大きいかは、画素値の変化に方向性のあるエッジではなく、画素値の変化に方向性のないノイズであることを示す。

つまり、NR処理部36は、ノイズ低減係数 $K_f(x, y)$ が大きいかほど、周辺ローパスフィルタ値 $P_f(x, y)$ に対する重みをより大きくする。

[0028] 上記一連の処理に関し、処理ウィンドウのR、Gr、Gb、Bの4つの撮影色のうち一つの色のみについて説明したが、他の各色に対しても同様に行う。

4つの撮影色についてそれぞれ同様の処理を行うためには、図1のLPF21~25、メディアンフィルタ30、ノイズレベル検出部32、NR係数生成部34、及びNR処理部36をそれぞれ別個に(撮影色毎に)設けても良く、同じ回路で順番に処理することとしても良い。

[0029] 以上のようにノイズ低減処理を行うことにより、解像度を損なうことなく画面全体のノイズレベルの均一化を図ることができるため、高画質なノイズ低減効果が得られる。

[0030] 図8(a)及び(b)は、上記ノイズ低減処理の前後の画像信号の例を示す。簡単のため、1次元信号として示している。

図8(a)は、図1の画像処理装置に入力される画像信号を示す。図において、破線で記載した信号は本来被写体が持つ画素値の変化を示しているが、画像処理装置の入力側の撮像素子、増幅回路等のアナログ回路で混入したノイズの影響で実線のような信号として入力されている。

図8(b)は、図8(a)の信号に対して図7の入出力特性によりノイズ低減処理を行った後の画像信号を示す。

図8(a)及び(b)から、ノイズ信号が抑圧され、一方、本来画像内に含まれるエッジが保持されていることが確認できる。これは、ノイズレベル検出部32において0度~135度の1次元方向のLPF値の各々と注目画素の代表値の差分絶対値を算出し、その最小値を注目画素のノイズレベルN

$L(x, y)$ とすることで、ノイズレベルを正確に検出し、検出されたノイズレベルに応じた強さでノイズ低減処理を行っているためである。

[0031] 以上のように、この実施の形態 1 によれば、注目画素を中心とした複数画素からなる処理ウィンドウに対して、注目画素を含むそれぞれ異なる 1 次元方向の複数の L P F 値を算出すると共に、上記処理ウィンドウに対して、注目画素を含む 2 次元方向の L P F 値を算出し、注目画素については複数フレーム間での代表値を算出し、それぞれの 1 次元方向の L P F 値と代表値の差分絶対値を算出し、算出された差分絶対値のうちの最小値を注目画素のノイズレベル $NL(x, y)$ として検出し、予め設定した入出力特性により、ノイズレベル $NL(x, y)$ に対応する NR 係数 $K_f(x, y)$ を生成し、生成した NR 係数 $K_f(x, y)$ を用いて注目画素の画素値 $P(x, y)$ と 2 次元方向 L P F 値 $P_f(x, y)$ を重み付け加算することでノイズ低減を行うようにしている。

[0032] このように、ノイズレベルを正確に検出することができるように構成したため、解像度を低下させることなくノイズ低減を行うことが可能となり、高画質の画像を得ることができる。さらに、時間軸方向を参照して代表値、例えば中間値を求めることにより、ノイズ除去性能及びエッジ保存性能が向上するとともに、時間軸方向で参照する画素数は最小限であるため、小規模な回路で実現できる。

[0033] また、注目画素のノイズレベル $NL(x, y)$ の検出は、画像中に本来存在するエッジと撮像系で付加されたノイズを区別することなくレベル抑圧を行う構成にしたため、S o b e l フィルタなどを用いて画像中のエッジとノイズを区別してノイズのみにノイズ低減を行う構成に比べて、粒状感が均一で、かつノイズレベルが低い画像を出力することが可能になる。

[0034] また、実施の形態 1 によれば、メディアンフィルタ 3 0 で算出した現フレームの注目画素、1 フレーム前の注目画素及び、2 フレーム前の注目画素の各画素値の中間値は、ノイズレベルの検出のみで使用し、NR 処理部 3 6 での重み付け加算では使用しない。このように構成することで、ノイズ低減処

理後の画像には現フレームの画素のみが使用されることになり、現フレームと1フレーム前との間で動きがある被写体を撮影した場合でも、現フレームの画素のみが使用されることにより、動きのある被写体でもブレが生じることなくノイズ低減処理を行うことができる。

[0035] なお、上記の例では、単板カラーセンサを使用して撮影した画像の全撮影色に対して一律な入出力特性によりNR係数を生成しているが、本発明はこれに限定されず、入力画像の撮影色毎に（色成分毎に）異なる入出力特性を用いる構成としてもよい。これにより、色成分毎の画像入力系又は画像伝送系の特性に応じて、従って、入力画像の特性に応じて最適なノイズ低減を行うことができる。

つまり、入力画像 $P(x, y)$ が複数の色成分を含むものであり、NR係数生成部34は、入力画像 $P(x, y)$ の色成分毎に入力画像 $P(x, y)$ の特性に応じた入出力特性で色成分毎のノイズ低減係数 $K_f(x, y)$ を生成する。

また、入力画像 $P(x, y)$ が複数の色成分を含むものであり、

補正係数 $K_f(x, y)$ は、入力画像 $P(x, y)$ の色成分毎に生成されるものであり、入力画像 $P(x, y)$ の特性に応じて異なる入出力特性で生成される。ここで、補正係数は、ノイズ低減係数 $K_f(x, y)$ である。

[0036] また、上記の例では、1次元ローパスフィルタ21～24で、処理ウィンドウ内に位置し、所定方向に並んだ、同じ色の画素を全て用いLPF値を算出し、2次元ローパスフィルタ25で、処理ウィンドウ内の同じ色の画素をすべて用いて、LPF値を算出しているが、本発明はこれに限定されず、メディアンフィルタ30で算出した中間値と比較的近い画素値を持つ（すなわち、所定のレベル差内にある）画素値のみを選択してLPF値の算出に用いる構成にしてもよい。これにより、注目画素と明らかに特徴が異なる領域が処理ウィンドウ内に含まれていた場合に、異なる領域の特徴を排除した演算が可能になり、より高解像度のノイズ低減が可能になる。

つまり、1次元ローパスフィルタ21～24と周辺ローパスフィルタ25

とは、処理ウィンドウ内で、代表値から所定のレベル差内にある画素値のみを選択してそれぞれのローパスフィルタ値を求めることで得られるものである。

[0037] また、上記の例では、ノイズレベル検出部32でノイズレベルNL(x, y)を検出する際、それぞれの1次元方向のLPF値と注目画素の代表値(中間値)との差分絶対値のうちの、最小値をノイズレベルNL(x, y)と推定したが、本発明はこれに限定されず、第1乃至第4の1次元LPF21~24で算出したLPF値のうちの最小のものと最大のものをを用いて、最小のものに対応するフィルタリング方向が最大のものに対応するフィルタリング方向と直交方向であった場合に最小のものに対応するフィルタリング方向を真のエッジ方向と判定し、該最小のものをノイズレベルと推定するように構成してもよい。

この場合、例えば、最小のものに対応するフィルタリング方向が最大のものに対応するフィルタリング方向と直交しないときは、最小のものに代わり2番目に小さいものに対応するフィルタリング方向が、最大のものに対応するフィルタリング方向と直交するかどうかを判断し、直交していれば、2番目に小さいものをノイズレベルであるとして処理を行う。2番目に小さいものに対応するフィルタリング方向も最大のものに対応するフィルタリング方向と直交していなければ3番目に小さいものを調べる。一般化して言えば、N番目(Nは2以上の整数)に小さいものまで順に調べ、最初に最大のものに対応するフィルタリング方向に直交するとの条件を満たした差分絶対値をノイズレベルであるとして処理する。N番目まで調べても、最大のものに対応するフィルタリング方向に直交するとの条件が満たされないときは、元のルールに戻り、最小のものがノイズレベルであるとして処理をする。

以上の処理は、複数の1次元方向のLPF値から、所定の条件を満たすもののうちで代表値との差分絶対値が最小のものを抽出して、ノイズレベルとして用いる処理であると言える。

このように、複数のエッジ方向からノイズレベルNL(x, y)を検出する

処理を行うことにより、ランダムノイズの影響で誤った方向のノイズレベル絶対値が選択される可能性が減少し、より正確なノイズレベルを算出することが可能になる。

[0038] また、上記の例では、NR係数生成部34で算出するNR係数を65段階で算出しているが、本発明はこれに限定されず、NR係数の段階数は、入力画像のビット幅等の要因によって任意に決定し得る。

[0039] また、上記の例では、1次元方向のLPF値の各々および2次元方向のLPF値を、注目画素及びその周囲の画素の画素値の単純平均により算出しているが、本発明はこれに限定されず、注目画素の周囲の画素の各々に対して注目画素からの距離に応じた重みを付けて平均を算出するように構成してもよい。これによって、注目画素に近い画素の特徴量を重んじた算出が可能になり、特に比較的ノイズが少ない条件で、より正確なノイズレベル検出が可能になる。

[0040] また、上記の例では、NR係数 $K_f(x, y)$ に基づいてNR処理部36で注目画素の画素値 $P(x, y)$ と2次元方向のLPF値 $P_f(x, y)$ とを重み付け加算しているが、本発明はこれに限定されず、2次元方向のLPF値 $P_f(x, y)$ の代わりに、例えば差分絶対値が最小であった方向の1次元LPF値($L_a(x, y) \sim L_d(x, y)$ のいずれか)を重み付け加算に用いることとしても良い。この場合は2次元方向のLPF値 $P_f(x, y)$ を用いる場合に比べて狭い範囲でのフィルタ値を用いた重み付け加算になるため、入力画像に比較的ノイズが少ない場合に特に解像度が完全に維持可能である点で有効である。

要するに、注目画素とその周辺の画素を用いたLPF値(周辺ローパスフィルタ値)を求めて、NR処理部36における、注目画素の代表値との重み付け加算に用いれば良い。

つまり、周辺ローパスフィルタ25は、処理ウィンドウに対して、注目画素とその周囲の画素とを用いたローパスフィルタ値を周辺ローパスフィルタ値として出力する。

[0041] また、上記の例では、2次元方向のLPF値を求めるための式(1)による平均値算出処理において、 17×17 画素からなる処理ウィンドウ内の同色画素を用いて演算しているが、本発明はこれに限定されず、実現する装置コストや入力される画像信号のS/N比などに基づいて他のウィンドウサイズを用いてもよい。また、この場合、式(1)の分母が2のべき乗になるような画素数の選択を行うことで、一般的な除算器(除数がどのような値であっても対応可能な除算器)を削減するようにしてもよい。

また、上記の例では、式(3)を用いたNR処理において64による除算を行っているが、64以外の値で除算を行うようにしても良い。但し、除数が2のべき乗であれば、ハードウェアで実現する場合、ビットシフトにより除算を行うことができ、一般的な除算器は不要であり、ソフトウェアで実現する場合は演算の実行速度の向上が可能になる。

[0042] また、注目画素の代表値としてメディアンフィルタ30で得られる中間値を用いるようにしたが、ラインメモリ10から出力される画像データ中の現フレームの注目画素の画素値と、第1のフレームメモリ11から出力される1フレーム前の注目画素の画素値と、第2のフレームメモリ12から出力される2フレーム前の注目画素の画素値を基に平均値を求め、これを注目画素の代表値としてもよい。つまり、この場合には、代表値は平均値である。このため、代表値算出部は、平均値を算出する。

[0043] また、中間値、平均値以外の時間軸方向のフィルタリングの結果として得られる値を上記代表値として用いても良い。例えば、時間軸方向に巡回型フィルタを用いて得られた値を注目画素の代表値としてもよい。つまり、この場合には、代表値は巡回型フィルタで算出した値である。このため、代表値算出部は、巡回型フィルタである。

[0044] さらに、現フレームの画素値と、1フレーム前の画素値と、2フレーム前の画素値を求めたが、3フレーム以上前の過去のフレームの画素値をも用いて代表値を求めても良く、要するに、現フレームにおける注目画素の画素値と現フレーム以外の1以上のフレームにおける、注目画素と同じ2次元座標

の画素とを用いた時間軸方向のフィルタリングの結果得られる値を用いれば良い。

[0045] なお、フレーム間で画像の動き（ずれ）が生じた場合には、動きを補償した上で、時間軸方向のフィルタリングを行っても良い。例えば、現フレームの注目画素と、現フレームの注目画素（と同じ画像部分を表す画素）が、過去の1又は2以上のフレームにおいて位置していたと推定される位置（動き元）の画素（注目画素に対応する画素）とを用いて、これらの代表値を求めれば良い。要するに、現フレームにおける注目画素と、過去のフレームにおける、上記注目画素に対応する画素を用いれば良い。

また、そのようにする代わりに、動きが発生した場合には、現フレーム以外のフレームの注目画素の画素値を用いずに、現フレームの注目画素の画素値を代表値として用いることとしても良い。

[0046] 実施の形態2.

図9は、この発明の実施の形態2による画像処理装置の機能構成を示す。図9において、図1と同様の構成要素には同一符号を付す。

実施の形態1と同様の構成要素は、ラインメモリ10、フレームメモリ11、12、メディアンフィルタ30、1次元フィルタ21、22、23、24、2次元フィルタ25、ノイズレベル検出部32及びNR処理部36である。

実施の形態2は、補正係数生成部38を設けた点、及び図1のNR係数生成部34の代わりに、NR係数生成部44を設けた点で実施の形態1と異なる。

[0047] NR係数生成部44は、NR係数算出部44aと、NR係数補正部44bを備える。

NR係数算出部44aは、図1のNR係数生成部34と同様に構成され、同様の方法でNR係数 $K_f(x, y)$ を生成する。

NR係数補正部44bは、NR係数算出部44aから出力されるNR係数 $K_f(x, y)$ を、補正係数生成部38から出力される補正係数 $h_y(x,$

y) に基づいて補正し、補正されたNR係数 $K_f b(x, y)$ を生成する。

具体的には、下記の式(4)で示すように、NR係数 $K_f(x, y)$ に補正係数 $h_y(x, y)$ を乗算し、64で割ることで、補正後のNR係数 $K_f b(x, y)$ を算出する。

$$K_f b(x, y) = K_f(x, y) \times h_y(x, y) / 64 \quad \dots (4)$$

つまり、NR係数生成部44は、ノイズレベル検出部32で検出されたノイズレベル $N_L(x, y)$ と、補正係数生成部38で生成された補正係数 $h_y(x, y)$ に基づいて、NR係数 $K_f b(x, y)$ を生成する。式(4)に従って、補正後のNR係数 $K_f b(x, y)$ を算出することで、補正係数 $h_y(x, y)$ が減少するほど、補正後のNR係数 $K_f b(x, y)$ も減少する。

つまり、補正係数 $h_y(x, y)$ は、周辺ローパスフィルタ値 $P_f(x, y)$ が所定値よりも低い範囲で周辺ローパスフィルタ値 $P_f(x, y)$ の減少とともに、減少し、補正係数 $h_y(x, y)$ が減少するほど、ノイズ低減係数 $K_f(x, y)$ は減少する。

[0048] 補正係数生成部38は、2次元LPF25の出力 $P_f(x, y)$ により表される、各画素を中心とする周辺領域の画像の明るさ(色成分毎の明るさ乃至強度)に応じて、補正係数 $h_y(x, y)$ を生成する。

補正係数生成部38に入力される2次元LPF25の出力 $P_f(x, y)$ の値と補正係数 $h_y(x, y)$ との関係(入出力特性)としては、例えば図10に示されるものが用いられる。図示の例では、0から4095までの値を取る2次元LPF値 $P_f(x, y)$ に対して、補正係数が取り得る値を0から128までの129段階とし、補正を行わない(補正後の係数 $K_f b(x, y)$ を、補正前の係数 $K_f(x, y)$ に等しくする)場合には、補正係数の値が64になるようにしている。これは、上記のように、補正係数の値を64で割った値を、NR係数 $K_f(x, y)$ に掛けることで補正を行うこととしているためである。

[0049] 図10で符号NR1HXとNR1HYは入出力特性を規定するために予め

設定された値を示す。このうち値NR1HXは、NR係数に対して補正を行う範囲の上限を決める上限値であり、上限値NR1HXを大きくすればするほどNR係数に対する補正の範囲が広がる。値NR1HYは、補正の度合いを決める値であり、値NR1HYを小さな値にすればするほど、NR係数をより小さな値にするための補正の度合いが強くなる。

[0050] 図10の入出力特性を用いる場合、2次元LPF値 $Pf(x, y)$ が上限値NR1HX未満の場合に、即ち画像の暗部において、NR係数生成部44から出力されるNR係数をより小さな値とし、ノイズ低減作用を弱めることができる。

[0051] なお、図10のように、暗部で補正係数 $hy(x, y)$ を64よりも小さな値にする代わりに、明部で（例えば所定の下限值よりも大きい範囲で）補正係数 $hy(x, y)$ を64よりも大きな値にすることとしても良い。さらに、暗部で補正係数 $hy(x, y)$ を小さな値にするとともに、明部で補正係数 $hy(x, y)$ を64よりも大きな値にすることとしても良い。

[0052] 以上のように、この実施の形態2によれば、画像中の明部（各色の強い部分）や暗部（各色の弱い部分）において、ノイズ低減の度合いを変更することが可能になり、例えば入力画像の明るい領域に合わせてNR係数を調整した場合に信号レベルの低い部分（暗部）がぼけてしまうなど、入力画像の明るさ（色の強度）の違いによる画質の低下を防ぐことができる。

[0053] なお、この実施の形態2の例では、2次元LPF値 $Pf(x, y)$ に基づく補正を129段階で切り替え可能にしているが、本発明はこれに限定されず、切替の段階数は、例えば撮像素子の特性に依存する入力画像の特性に応じて変えることができる。また、式(4)では補正係数 $hy(x, y)$ を64で除算した値を係数 $Kf(x, y)$ に乗算することとしているが、本発明はこれに限定されず、64以外の値で除算することとしても良い。但し、除算に用いる値を2のべき乗にすれば、ビットシフトにより、係数 $Kf(x, y)$ に乗算する値を求めることができ、ハードウェアで処理を行なう場合は一般的な除算器を削減できるため回路規模の簡略化が可能になり、また、ソ

フトウェアで処理を行う場合は処理速度の高速化が可能になる。

[0054] また、実施の形態2の例では、単板カラーセンサを使用して撮影した画像に対し各色の画素値（各色の強度）に基づく補正を全撮影色に対して一律に行っているが、本発明はこれに限定されず、撮影色毎に（色成分毎に）異なる入出力特性で補正係数を生成する構成としてもよい。これにより、色成分毎の画像入力系又は画像伝送系の特性に応じて、従って、入力画像の特性に応じて最適なノイズ低減処理を行うことができる。

[0055] 色成分毎に補正係数を生成するためには、実施の形態1に関して説明したのと同様に、図9のLPF21～25、メディアンフィルタ30、ノイズレベル検出部32、NR係数生成部34、NR処理部36及び補正係数生成部38をそれぞれ別個に（撮影色毎に）設けても良く、同じ回路で順番に処理することとしても良い。

[0056] 実施の形態3.

図11は、この発明の実施の形態3による画像処理装置の機能構成を示す。図11において、図9と同様の構成要素には同一符号を付す。

実施の形態2（図9）と同様の構成要素は、ラインメモリ10、フレームメモリ11、12、メディアンフィルタ30、1次元フィルタ21、22、23、24、及び2次元フィルタ25である。

実施の形態3の画像処理装置は、図9のノイズレベル検出部32、NR処理部36、及びNR係数生成部44の代わりに、ノイズレベル検出部37、NR処理部39、NR係数生成部45を備える。ノイズレベル検出部37、NR処理部39、NR係数生成部45は、それぞれ概してノイズレベル検出部32、NR処理部36、及びNR係数生成部44と同じであるが、以下のような差異がある。特に、NR処理部39は、後に詳しく述べるように、第1の1次元LPF～第4の1次元LPFの出力を参照する点でNR処理部36と異なる。

[0057] また、実施の形態2では、NR係数算出部44aでNR係数 $K_f(x, y)$ のみを算出していたが、実施の形態3では、NR係数算出部45aでNR

係数 $K_{g1}(x, y) \sim K_{g5}(x, y)$ の5種類のNR係数を算出する。
NR係数 $K_{g1}(x, y)$ は第1の1次元LPFの出力値に対する係数、NR係数 $K_{g2}(x, y)$ は第2の1次元LPFの出力値に対する係数、NR係数 $K_{g3}(x, y)$ は第3の1次元LPFの出力値に対する係数、NR係数 $K_{g4}(x, y)$ は第4の1次元LPFの出力値に対する係数、NR係数 $K_{g5}(x, y)$ は2次元LPFの出力値に対する係数である。

[0058] 実施の形態3のノイズレベル検出部37では、式(2a)～(2d)に従って差分絶対値 $ADa(x, y) \sim ADd(x, y)$ を算出し、算出された差分絶対値のうち最小値を注目画素のノイズレベル $NL1(x, y)$ として出力し、2番目に小さい値をノイズレベル $NL2(x, y)$ として出力する。

また、ノイズレベル $NL1(x, y)$ に対応する1次元LPFの方向を $DR1(x, y)$ として出力する。 $DR1(x, y)$ には1次元LPFの番号(1～4)のいずれかが格納される。

つまり、ノイズレベル検出部37では、1次元方向のローパスフィルタ値の各々と代表値との差分の絶対値 $ADa(x, y) \sim ADd(x, y)$ を算出し、算出された差分の絶対値 $ADa(x, y) \sim ADd(x, y)$ であって、所定の条件を満たすもののうち最小値を注目画素のノイズレベル $NL1(x, y)$ として出力し、それに対応する1次元方向ローパスフィルタの方向を $DR1(x, y)$ として出力し、2番目に小さい値とを注目画素のノイズレベル $NL2(x, y)$ として出力する。

[0059] 実施の形態3のNR係数算出部45aでは、ノイズレベル $NL1(x, y)$ 、 $NL2(x, y)$ 、方向 $DR1(x, y)$ から、第1の1次元LPFの出力値に対するNR係数 $K_{g1}(x, y)$ 、第2の1次元LPFの出力値に対するNR係数 $K_{g2}(x, y)$ 、第3の1次元LPFの出力値に対するNR係数 $K_{g3}(x, y)$ 、第4の1次元LPFの出力値に対するNR係数 $K_{g4}(x, y)$ 及び2次元LPFの出力値に対するNR係数 $K_{g5}(x, y)$ を算出する。

NR係数算出部45aでは、最小値 $NL1(x, y)$ とそれに対応する1次

元方向ローパスフィルタの方向 $DR1(x, y)$ と、前記2番目に小さい値 $NL2(x, y)$ から、注目画素の画素値と周辺ローパスフィルタ値 $Pf(x, y)$ と複数の1次元ローパスフィルタ値 $La(x, y) \sim Ld(x, y)$ を重み付け加算するためのノイズ低減係数を生成する。

[0060] NR係数 $Kg1(x, y) \sim Kg5(x, y)$ の算出では、最初に方向 $DR1(x, y)$ とは方向が異なる1次元LPFに対応するNR係数を全て0に設定する。例えば、方向 $DR1(x, y)$ が1である場合には、NR係数 $Kg2(x, y) \sim Kg4(x, y)$ は0に設定する。

[0061] 次に、方向 $DR1(x, y)$ に対応する1次元LPFの出力値と2次元LPFの出力値との間を補間するための、第1の補間係数 $KL1(x, y)$ を算出する。図12に示すように、2番目に小さい値となる方向のノイズレベル $NL2(x, y)$ と最小値となる方向のノイズレベル $NL1(x, y)$ との比率（後者に対する前者の比）を参照して、第1の補間係数 $KL1(x, y)$ を算出する。前記比率が $R1min$ 以下である場合には、第1の補間係数 $KL1(x, y)$ を最小値（例えば0）とし、前記比率が $R1max$ 以上である場合には、第1の補間係数 $KL1(x, y)$ を最大値（例えば64）にする。そして、前記比率が $R1min$ と $R1max$ の間にある場合には、第1の補間係数 $KL1(x, y)$ を最小値と最大値の間を線形に増加させた値とする。

[0062] 次に、1次元LPFもしくは2次元LPFの出力値と注目画素の画素値との間を補間するための、第2の補間係数 $KL2(x, y)$ を算出する。図13に示すように、最小値となる方向のノイズレベル $NL1(x, y)$ が $R2MINX$ 以下の場合には、第2の補間係数 $KL2(x, y)$ を $R2MINY$ とし、最小値となる方向のノイズレベル $NL1(x, y)$ が $R2MAXX$ 以上の場合には、第2の補間係数 $KL2(x, y)$ を $R2MAXY$ とする。最小値となる方向のノイズレベル $NL1(x, y)$ が $R2MINX$ と $R2MAXX$ の間の場合には、 $R2MINY$ と $R2MAXY$ の間を線形に増加させた値とする。

[0063] 最後に、式（５）に従って最小値となる方向の１次元ＬＰＦに対応するＮＲ係数 $K_g N(x, y)$ （ N は１～４のいずれか）を算出し、式（６）に従って２次元ＬＰＦに対応するＮＲ係数 $K_g 5(x, y)$ を算出する。

$$K_g N(x, y) = K_{L1}(x, y) \times K_{L2}(x, y) \div 64 \quad \dots (5)$$

$$K_g 5(x, y) = (64 - K_{L1}(x, y)) \times K_{L2}(x, y) \div 64 \quad \dots (6)$$

[0064] 実施の形態３のＮＲ係数補正部４５ｂでは、ＮＲ係数 $K_g 1(x, y) \sim K_g 5(x, y)$ のそれぞれに対して、式（４）と同様に補正係数 $h_y(x, y)$ を乗算した後に６４で除算して、補正後のＮＲ係数 $K_g b 1(x, y) \sim K_g b 5(x, y)$ のそれぞれを算出する。

[0065] 実施の形態３のＮＲ処理部３９では、式（７）に従って、注目画素の画素値と全ての１次元ＬＰＦの出力値と２次元ＬＰＦの出力値の重み付け加算を行う。

$$\begin{aligned} P_b(x, y) &= K_{gb1}(x, y) \times L_a(x, y) + K_{gb2}(x, y) \times L_b(x, y) \\ &+ K_{gb3}(x, y) \times L_c(x, y) + K_{gb4}(x, y) \times L_d(x, y) \\ &+ K_{gb5}(x, y) \times P_f(x, y) \\ &+ (1 - K_{gb1}(x, y) - K_{gb2}(x, y) - K_{gb3}(x, y) \\ &- K_{gb4}(x, y) - K_{gb5}(x, y)) \times P(x, y) \\ &\dots (7) \end{aligned}$$

式（７）の演算の結果得られた値 $P_b(x, y)$ は、ノイズ低減処理後の画素値 $P_b(x, y)$ としてＮＲ処理部３９から出力される。

つまり、ＮＲ処理部３９では、ノイズ低減係数に従って、注目画素の画素値と周辺ローパスフィルタ値と複数の１次元ローパスフィルタ値を重み付け加算する。

[0066] 以上本発明を画像処理装置として説明したが、該画像処理装置で実施される画像処理方法も本発明の一部を成す。さらに、該画像処理方法をコンピュータに実行させるための画像処理プログラムもまた本発明の一部を成す。

[0067] なお、以上のように本発明の実施の形態について説明したが、本発明はこれらの実施の形態に限るものではない。

符号の説明

[0068] 10 ラインメモリ、 11 第1のフレームメモリ、 12 第2のフレームメモリ、 21~24 1次元LPF、 25 2次元LPF、 32, 37 ノイズレベル検出部、 34 NR係数生成部、 36, 39 NR処理部、 38 補正係数生成部、 30 メディアンフィルタ、 44, 45 NR係数生成部、 44a, 45a NR係数算出部、 44b, 45b NR係数補正部。

請求の範囲

[請求項1]

複数フレームの時系列で構成される動画像を入力画像として、

注目フレームの注目画素を中心とし、複数の画素からなる処理ウィンドウ内で、前記注目画素と、前記注目画素に対して、それぞれ互いに異なる1次元方向に整列した画素とを用いたローパスフィルタ値を算出する複数の1次元ローパスフィルタと、

前記処理ウィンドウに対して、前記注目画素とその周囲の画素とを用いたローパスフィルタ値を周辺ローパスフィルタ値として出力する周辺ローパスフィルタと、

前記注目フレームの前記注目画素の画素値と、前記注目フレーム以外の1以上のフレームの中で前記注目画素に対応する位置の画素の画素値とに基づいて時間軸方向のフィルタリングを行うことで、前記注目画素についての代表値を求める代表値算出部と、

前記1次元方向のローパスフィルタ値の各々と前記代表値の差分の絶対値を算出し、算出された前記差分の絶対値であって、所定の条件を満たすもののうちの最小値を注目画素のノイズレベルとして出力するノイズレベル検出部と、

前記ノイズレベルを受けて、予め設定された入出力特性により、該ノイズレベルに対応するノイズ低減係数を生成するNR係数生成部と、

前記ノイズ低減係数を用いて前記注目画素の画素値と前記周辺ローパスフィルタ値を重み付け加算するNR処理部とを備え、

前記NR処理部は、前記ノイズ低減係数が大きいほど、前記周辺ローパスフィルタ値に対する重みをより大きくする

ことを特徴とする画像処理装置。

[請求項2]

前記代表値が中間値であることを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

[請求項3]

前記代表値が平均値であることを特徴とする請求項1に記載の画像

処理装置。

[請求項4] 前記代表値が巡回型フィルタで算出した値であることを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

[請求項5] 前記周辺ローパスフィルタ値が2次元ローパスフィルタ値であることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の画像処理装置。

[請求項6] 前記1次元ローパスフィルタと前記周辺ローパスフィルタとは、前記処理ウィンドウ内で、前記代表値から所定のレベル差内にある画素値のみを選択してそれぞれのローパスフィルタ値を求めることで得られるものであることを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載の画像処理装置。

[請求項7] 前記周辺ローパスフィルタ値に基づいて補正係数を生成する補正係数生成部をさらに有し、

前記NR係数生成部は、前記ノイズレベル検出部で検出されたノイズレベルと、前記補正係数生成部で生成された補正係数に基づいて、前記NR係数を生成する

ことを特徴とする請求項1乃至6のいずれかに記載の画像処理装置。

[請求項8] 前記補正係数は、前記周辺ローパスフィルタ値が所定値よりも低い範囲で前記周辺ローパスフィルタ値の減少とともに、減少し、

前記補正係数が減少するほど、前記ノイズ低減係数は減少することを特徴とする請求項7に記載の画像処理装置。

[請求項9] 前記ノイズレベル検出部は、前記1次元方向のローパスフィルタ値の各々と前記代表値との差分の絶対値を算出し、算出された前記差分の絶対値であって、所定の条件を満たすもののうちの最小値とそれに対応する1次元方向ローパスフィルタの方向と、2番目に小さい値とを注目画素のノイズレベルとして出力し、

前記NR係数生成部は、前記最小値とそれに対応する1次元方向ローパスフィルタの方向と、前記2番目に小さい値から、前記注目画素

の画素値と前記周辺ローパスフィルタ値と前記複数の1次元ローパスフィルタ値を重み付け加算するためのノイズ低減係数を生成し、

前記NR処理部は、前記ノイズ低減係数に従って、前記注目画素の画素値と前記周辺ローパスフィルタ値と前記複数の1次元ローパスフィルタ値を重み付け加算することを特徴とする請求項1乃至8のいずれかに記載の画像処理装置。

[請求項10]

前記入力画像が複数の色成分を含むものであり、

前記NR係数算出部は、前記入力画像の色成分毎に前記入力画像の特性に応じた入出力特性で色成分毎のノイズ低減係数を生成することを特徴とする請求項1乃至9のいずれかに記載の画像処理装置。

[請求項11]

前記入力画像が複数の色成分を含むものであり、

前記補正係数は、前記入力画像の色成分毎に生成されるものであり、

前記入力画像の特性に応じて異なる入出力特性で生成されることを特徴とする請求項7乃至9のいずれかに記載の画像処理装置。

[請求項12]

複数フレームの時系列で構成される動画像を入力画像として、

注目フレームの注目画素を中心とし、複数の画素からなる処理ウィンドウ内で、前記注目画素と、前記注目画素に対して、それぞれ互いに異なる1次元方向に整列した画素とを用いたローパスフィルタ値を算出する複数の1次元ローパスフィルタリングステップと、

前記処理ウィンドウに対して、前記注目画素とその周囲の画素とを用いたローパスフィルタ値を周辺ローパスフィルタ値として出力する周辺ローパスフィルタリングステップと、

前記注目フレームの前記注目画素の画素値と、前記注目フレーム以外の1以上のフレームの中で前記注目画素に対応する位置の画素の画素値とに基づいて、前記注目画素についての代表値を求める代表値算出ステップと、

前記1次元方向のローパスフィルタ値の各々と前記代表値の差分の

絶対値を算出し、算出された前記差分の絶対値であって、所定の条件を満たすもののうちの最小値を注目画素のノイズレベルとして出力するノイズレベル検出ステップと、

前記ノイズレベルを受けて、予め設定された入出力特性により、該ノイズレベルに対応するノイズ低減係数を生成するNR係数生成ステップと、

前記ノイズ低減係数を用いて前記注目画素の画素値と前記周辺ローパスフィルタ値を重み付け加算するNR処理ステップとを備え、

前記NR処理ステップは、前記ノイズ低減係数が大きいほど、前記周辺ローパスフィルタ値に対する重みをより大きくする

ことを特徴とする画像処理方法。

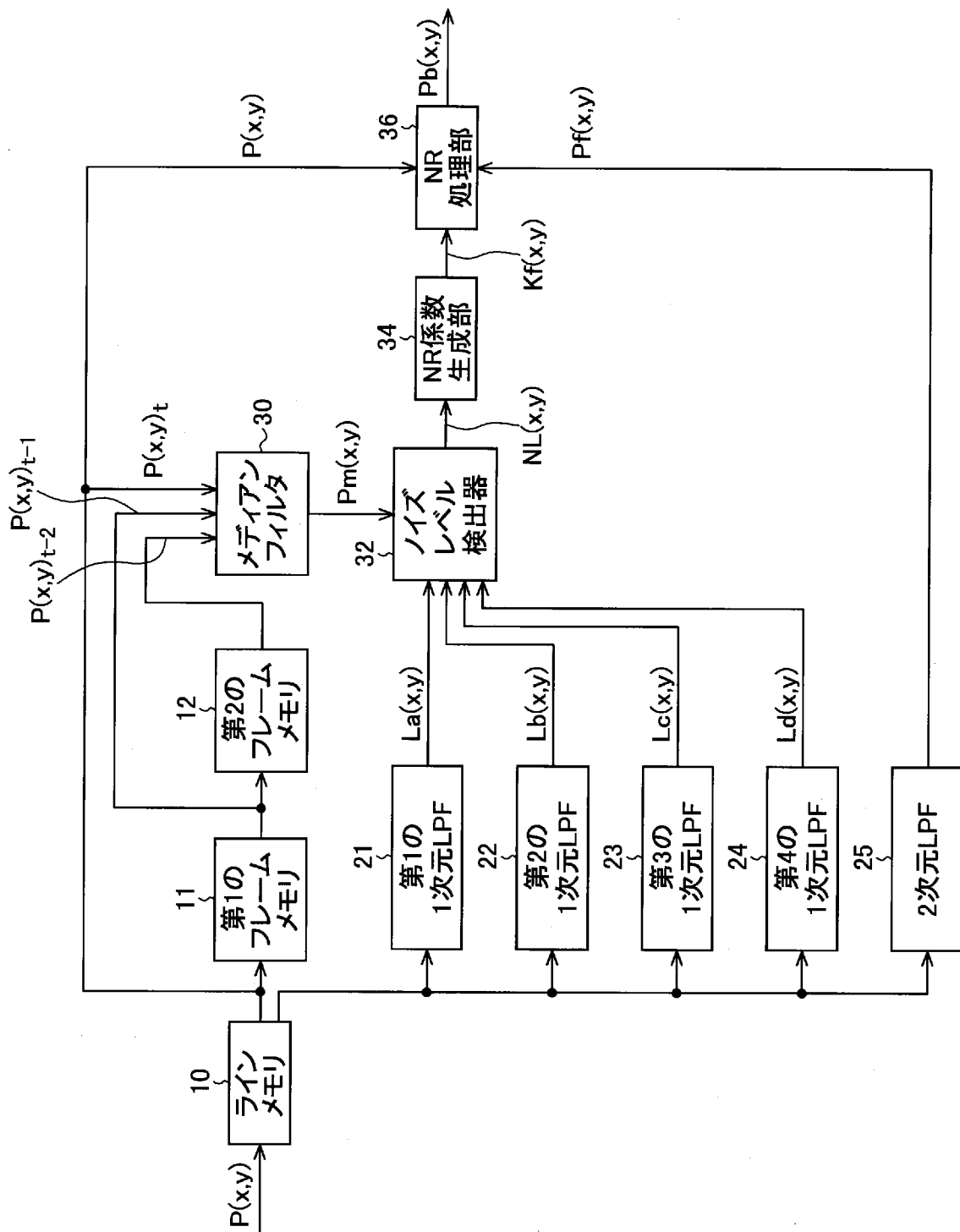
[請求項13] 前記周辺ローパスフィルタ値に基づいて補正係数を生成する補正係数生成ステップをさらに備え、

前記NR係数生成ステップは、前記ノイズレベル検出ステップで検出されたノイズレベルと、前記補正係数生成ステップで生成された補正係数に基づいて、前記NR係数を生成する










ことを特徴とする請求項12に記載の画像処理方法。

[請求項14] 請求項12又は13の画像処理方法の各ステップの処理をコンピュータに実行させるための画像処理プログラム。

[図1]



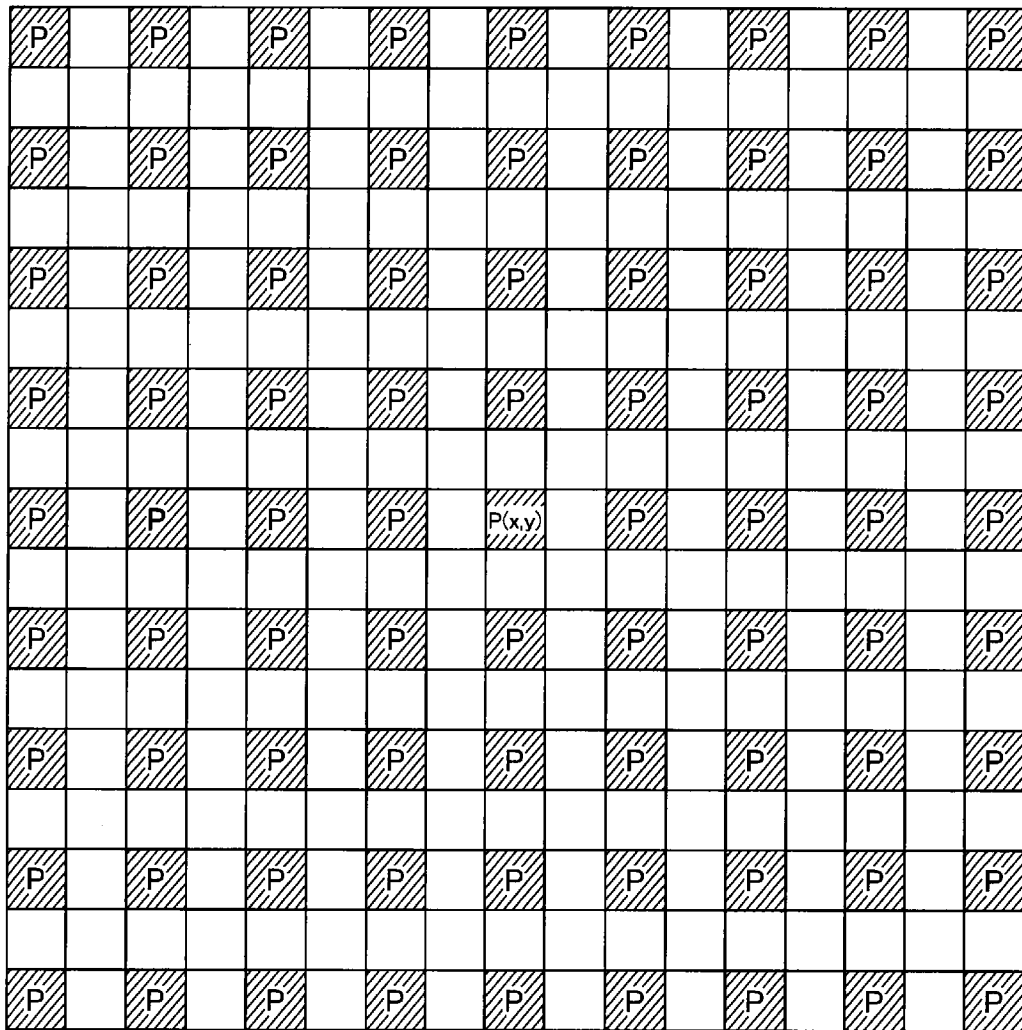
[図4]

P		P		P		P				P		P		P		P
P		P		P		P				P		P		P		P
P		P		P		P				P		P		P		P
P		P		P		P				P		P		P		P
P		P		P		P				P		P		P		P
P		P		P		P				P		P		P		P
P		P		P		P				P		P		P		P
P		P		P		P				P		P		P		P
P		P		P		P				P		P		P		P

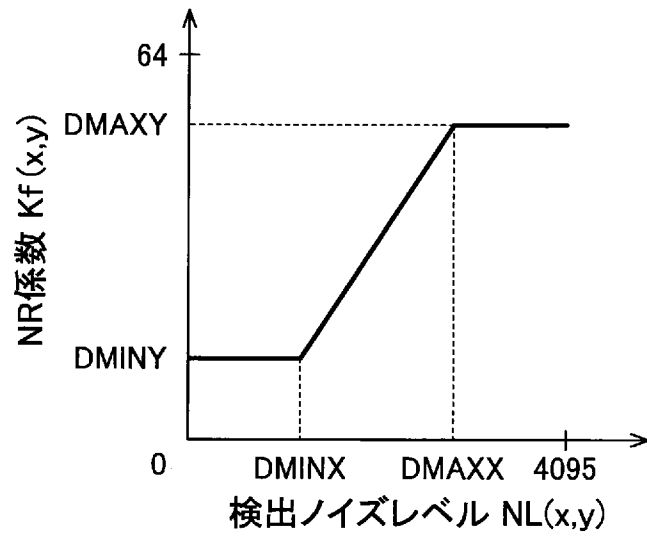
[図5]

		P		P		P		P		P		P		P
P				P		P		P		P		P		P
P		P				P		P		P		P		P
P		P		P				P		P		P		P
P		P		P		P				P		P		P
P		P		P		P		P				P		P
P		P		P		P		P		P				P
P		P		P		P		P		P		P		

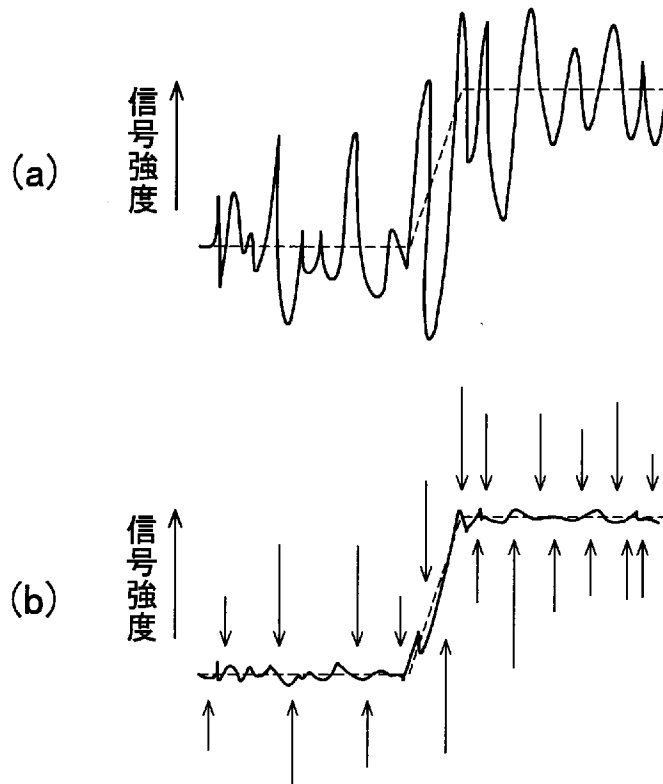
[図6]



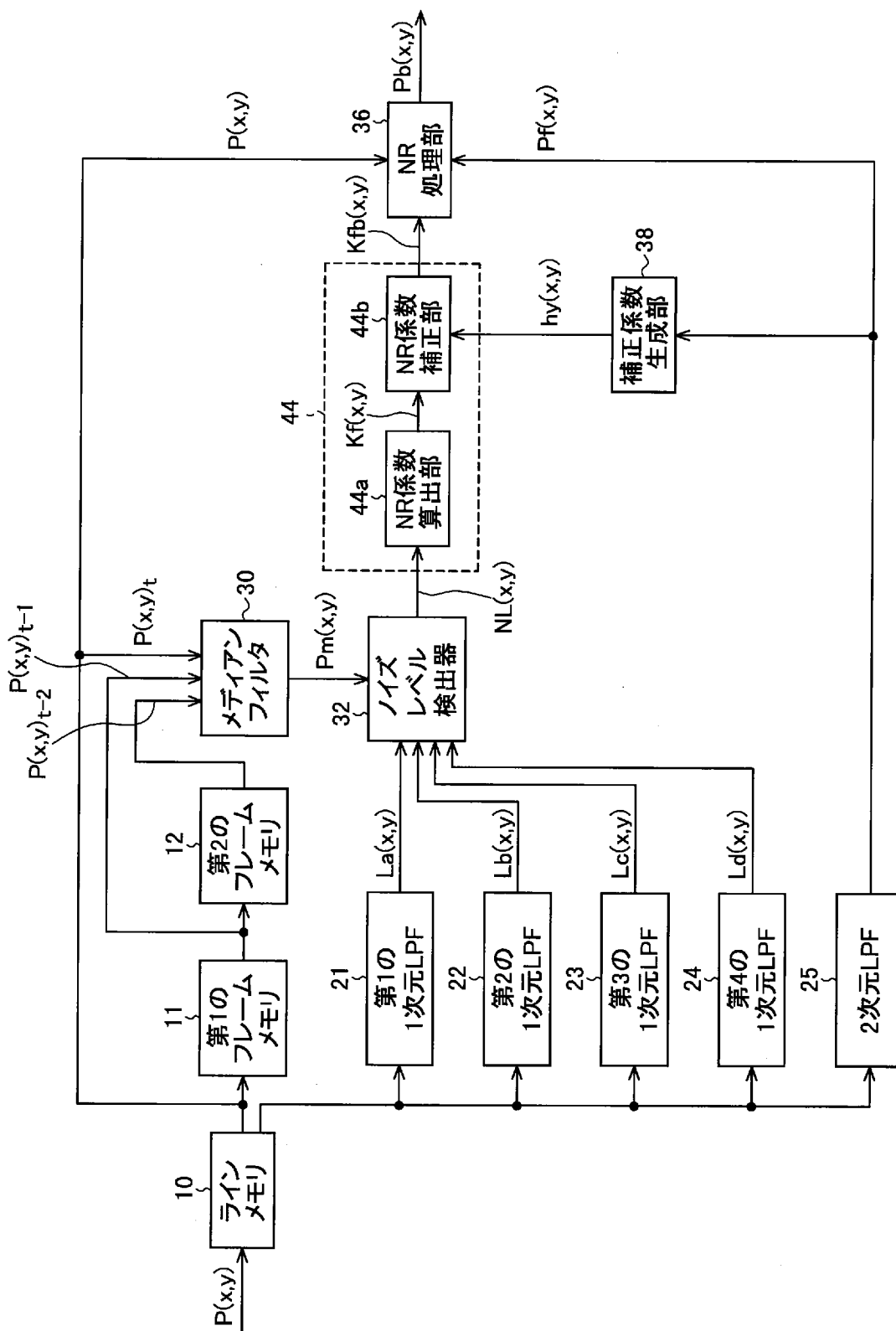
[図7]



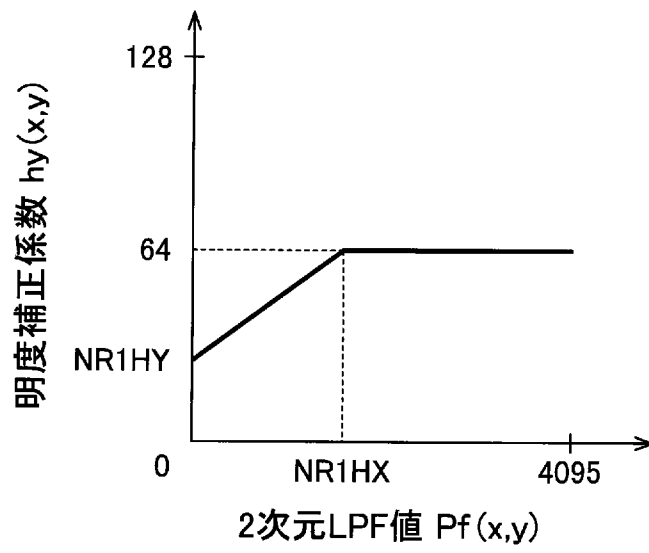
[図8]



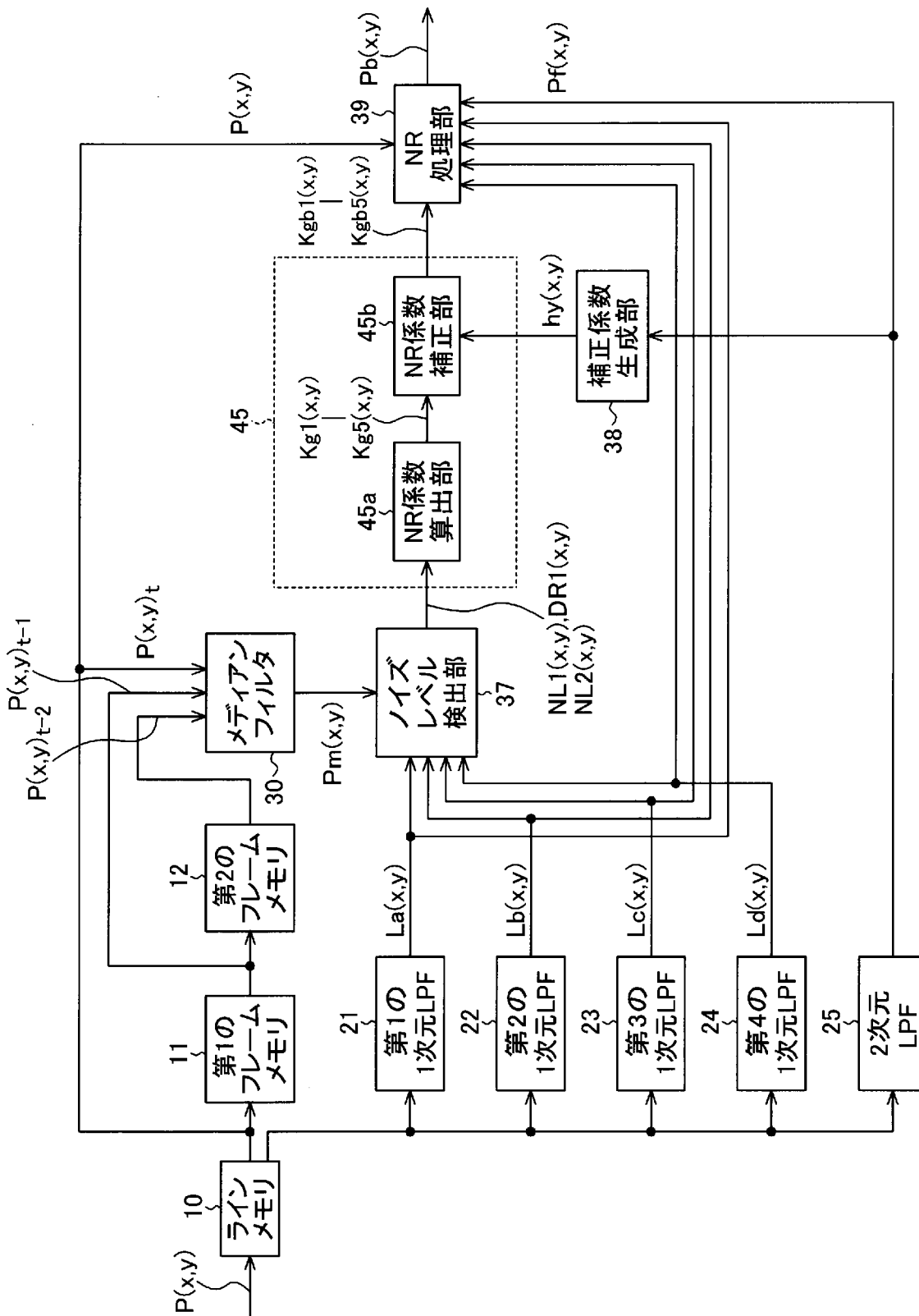
[図9]



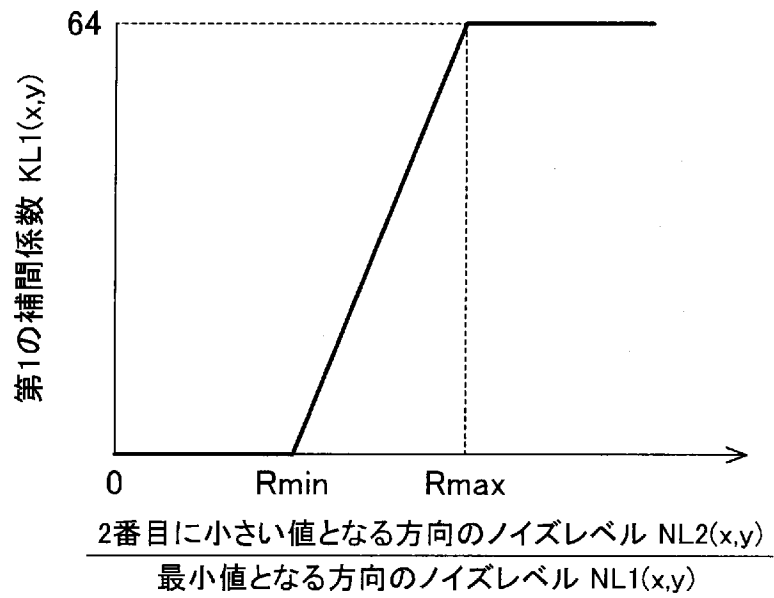
[図10]



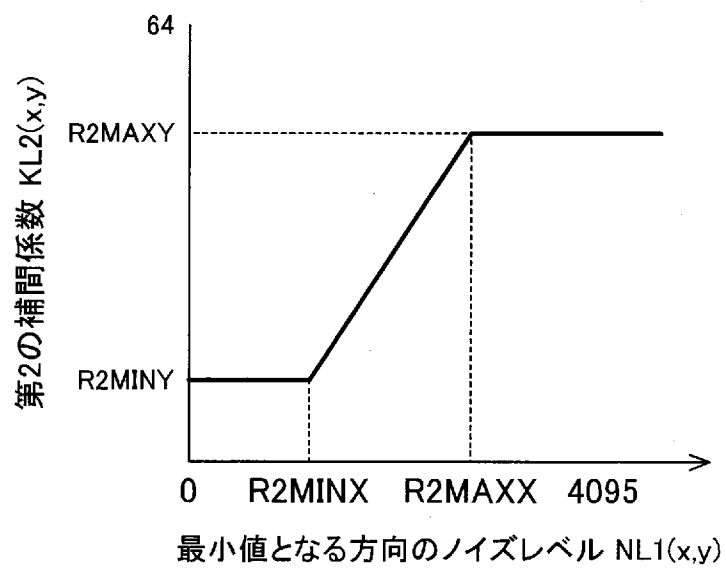
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/054318

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N5/232(2006.01)i, G06T5/00(2006.01)i, G06T5/20(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04N5/232, G06T5/00, G06T5/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-39832 A (Mitsubishi Electric Corp.), 18 February 2010 (18.02.2010), paragraphs [0008] to [0017]; fig. 1, 7 (Family: none)	1-14
A	Toshiaki SHIMADA et al., "A Study on Noise Reduction using Multi Frame", Proceedings of the 2009 IEICE General Conference, Joho System 2, 04 March 2009 (04.03.2009), page 52	1-14
A	JP 2004-72422 A (Olympus Corp.), 04 March 2004 (04.03.2004), paragraphs [0058] to [0081] & US 2004/0027469 A1	1-14

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
01 April, 2013 (01.04.13)Date of mailing of the international search report
09 April, 2013 (09.04.13)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. H04N5/232(2006.01)i, G06T5/00(2006.01)i, G06T5/20(2006.01)i

B. 調査を行った分野
 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. H04N5/232, G06T5/00, G06T5/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの
 日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2013年
 日本国実用新案登録公報 1996-2013年
 日本国登録実用新案公報 1994-2013年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2010-39832 A (三菱電機株式会社) 2010.02.18, 【0008】 - 【0017】, 【図1】, 【図7】 (ファミリーなし)	1-14
A	嶋田敏明 外3名, マルチフレームノイズリダクションの検討, 電子情報通信学会2009年総合大会講演論文集 情報・システム2, 2009.03.04, 第52頁	1-14
A	JP 2004-72422 A (オリンパス株式会社) 2004.03.04, 【0058】 - 【0081】 & US 2004/0027469 A1	1-14

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

<p>* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願</p>	<p>の日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献</p>
---	---

国際調査を完了した日 01.04.2013	国際調査報告の発送日 09.04.2013
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 佐藤 実 電話番号 03-3581-1101 内線 3531