

(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2017-91239

(P2017-91239A)

(43) 公開日 平成29年5月25日(2017.5.25)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G06T 5/00 (2006.01)	G06T 5/00 705	5B057
H04N 5/21 (2006.01)	H04N 5/21	5C021

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 33 頁)

(21) 出願番号	特願2015-220986 (P2015-220986)	(71) 出願人	000005049
(22) 出願日	平成27年11月11日 (2015.11.11)		シャープ株式会社
			大阪府堺市堺区匠町1番地
		(71) 出願人	501241645
			学校法人 工学院大学
			東京都新宿区西新宿1丁目24番2号
		(74) 代理人	100120662
			弁理士 川上 桂子
		(74) 代理人	100112715
			弁理士 松山 隆夫
		(74) 代理人	100125704
			弁理士 坂根 剛
		(74) 代理人	100143498
			弁理士 中西 健

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置

(57) 【要約】

【課題】 FHDの映像を、4K映像/8K映像に拡大した場合であっても、エッジ成分を保存しながら、ノイズ成分を適切に低減する画像処理装置を実現する。

【解決手段】 斜め方向成分低減LPF部は、入力画像信号に対して、画像上の斜め方向の高域周波数成分を低減させる2次元LPFによる処理を実行し、処理後の画像信号を、低域画像信号として出力する。エッジ成分保持処理部は、入力画像信号を入力として、入力画像信号のエッジ成分を保持した画像信号を、原画像信号として出力する。制御信号生成部は、入力画像信号に基づいて、合成処理用制御信号を生成する。合成部は、制御信号生成部により生成された合成処理用制御信号に基づいて、原画像信号と、低域画像信号とを合成する処理を行うことで、出力画像信号を取得する。

【選択図】 図1

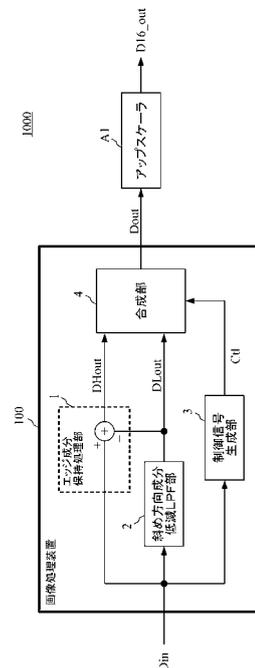


FIG. 1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

入力画像信号に対して、ノイズ低減処理を行う画像処理装置であって、
前記入力画像信号に対して、画像上の斜め方向の高域周波数成分を低減させる 2 次元 L P F による処理を実行し、処理後の画像信号を、低域画像信号として出力する斜め方向成分低減 L P F 部と、

前記入力画像信号を入力として、前記入力画像信号のエッジ成分を保持した画像信号を、原画像信号として出力するエッジ成分保持処理部と、

前記入力画像信号に基づいて、合成処理用制御信号を生成する制御信号生成部と、

前記制御信号生成部により生成された前記合成処理用制御信号に基づいて、前記原画像信号と、前記低域画像信号とを合成する処理、あるいは、前記原画像信号と、前記低域画像信号とのいずれかを選択する処理を行うことで、出力画像信号を取得する選択合成部と、

を備える画像処理装置。

【請求項 2】

前記制御信号生成部は、前記入力画像信号に基づいて、前記入力画像信号が形成する画像上において、処理対象の画素である注目画素が画像上のエッジ領域に含まれるか否かを判定し、当該判定結果を示す前記合成処理用制御信号を生成し、

前記選択合成部は、前記合成処理用制御信号が示す前記判定結果に基づいて、

(1) 前記注目画素が画像上のエッジ領域に含まれる場合、前記原画像信号に含まれる高域成分が強調または保持されるように、前記原画像信号と、前記低域画像信号とを合成する処理を行う、または、前記原画像信号を選択する処理を行い、

(2) 前記注目画素が画像上のエッジ領域に含まれない場合、前記原画像信号に含まれる高域成分が低減されるように、前記原画像信号と、前記低域画像信号とを合成する処理を行う、または、前記低域画像信号を選択する処理を行う、

請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 3】

斜め方向成分低減 L P F 部は、画像上の斜め方向の高域成分を低減させるフィルタ特性を有する、第 1 から第 N の L P F 部 (N : 自然数) を備え、

第 k の L P F 部 (k : 自然数、 $1 \leq k < N$) のカットオフ周波数を $f_c(k)$ とすると

$$f_c(k) > f_c(k+1)$$

であり、

第 k の L P F 部は、前記入力画像信号に対して、フィルタ処理を行い、フィルタ処理後の画像信号を第 k 画像信号として出力し、

前記選択合成部は、

前記合成処理用制御信号の信号値が、注目画素が画像上のエッジ領域に含まれる可能性が低いことを示す信号値である程、第 1 から第 N の L P F 部のうち、カットオフ周波数がより低いフィルタ特性であるフィルタ処理を実行する L P F 部から出力された画像信号を選択することで、前記出力画像信号を取得する、

請求項 1 または 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】

前記第 k の L P F 部は、前記入力画像信号により形成される画像上の画素位置をサンプリング点とし、当該サンプリング点に対応するフィルタ係数によるフィルタ処理を行い、

前記第 1 から第 N の L P F 部は、共通に設定されているフィルタ係数を用いてフィルタ処理を実行し、

前記第 1 から第 N の L P F 部は、それぞれ、異なるサンプリング間隔で取得した、画像上の画素の画素値に対して、前記フィルタ係数を用いて、フィルタ処理を行うことで、それぞれ、異なるカットオフ周波数のフィルタ特性のフィルタ処理を実行する、

請求項 3 に記載の画像処理装置。

【請求項 5】

前記斜め方向成分低減 L P F 部は、

画像上の注目画素を中心として、左斜め上方向である第 1 軸方向の高域成分を低減させるフィルタ特性を有するフィルタ処理を、前記入力画像信号に対して実行し、フィルタ処理後の画像信号を第 1 軸画像信号として出力する第 1 軸 L P F 部と、

画像上の前記注目画素を中心として、右斜め上方向である第 2 軸方向の高域成分を低減させるフィルタ特性を有するフィルタ処理を、前記入力画像信号に対して実行し、フィルタ処理後の画像信号を第 2 軸画像信号として出力する第 2 軸 L P F 部と、

画像上の前記注目画素を中心として、左斜め下方向である第 3 軸方向の高域成分を低減させるフィルタ特性を有するフィルタ処理を、前記入力画像信号に対して実行し、フィルタ処理後の画像信号を第 3 軸画像信号として出力する第 3 軸 L P F 部と、

画像上の前記注目画素を中心として、右斜め下方向である第 4 軸方向の高域成分を低減させるフィルタ特性を有するフィルタ処理を、前記入力画像信号に対して実行し、フィルタ処理後の画像信号を第 4 軸画像信号として出力する第 4 軸 L P F 部と、

を備え、

前記制御信号生成部は、

前記注目画素が画像上のエッジ領域に含まれるか否かと、前記注目画素の前記第 1 軸方向から前記第 4 軸方向の 4 方向にエッジ領域が存在するか否かとを判定し、当該判定結果を示す前記合成処理用制御信号を生成し、

前記選択合成部は、

(1) 前記合成処理用制御信号が、前記注目画素はエッジ領域に含まれず、かつ、前記第 1 軸方向から前記第 4 軸方向のいずれの方向にもエッジ領域が存在しないと判定されたことを示している場合、前記原画像信号を前記出力画像信号として出力する、あるいは、前記原画像信号の高域成分を保持または強調した映像信号を前記出力画像信号として出力し、

(2) 前記合成処理用制御信号が、前記注目画素はエッジ領域に含まれず、かつ、前記第 1 軸方向にエッジ領域が存在すると判定されたことを示している場合、前記第 2 軸画像信号、前記第 3 軸画像信号、および、前記第 4 軸画像信号の少なくとも 1 つを用いて生成した画像信号を、前記出力画像信号として出力し、

(3) 前記合成処理用制御信号が、前記注目画素はエッジ領域に含まれず、かつ、前記第 2 軸方向にエッジ領域が存在すると判定されたことを示している場合、前記第 1 軸画像信号、前記第 3 軸画像信号、および、前記第 4 軸画像信号の少なくとも 1 つを用いて生成した画像信号を、前記出力画像信号として出力し、

(4) 前記合成処理用制御信号が、前記注目画素はエッジ領域に含まれず、かつ、前記第 3 軸方向にエッジ領域が存在すると判定されたことを示している場合、前記第 1 軸画像信号、前記第 2 軸画像信号、および、前記第 4 軸画像信号の少なくとも 1 つを用いて生成した画像信号を、前記出力画像信号として出力し、

(5) 前記合成処理用制御信号が、前記注目画素はエッジ領域に含まれず、かつ、前記第 4 軸方向にエッジ領域が存在すると判定されたことを示している場合、前記第 1 軸画像信号、前記第 2 軸画像信号、および、前記第 3 軸画像信号の少なくとも 1 つを用いて生成した画像信号を、前記出力画像信号として出力する、

請求項 1 に記載の画像処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像処理技術に関する。特に、画像（映像）を拡大処理したときに発生するノイズを低減する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

日本では、FHD (Full High Definition) テレビが普及し、次

10

20

30

40

50

は4Kテレビ/8Kテレビの普及が期待されている。しかし、現在放送されている、地上波デジタル放送/BSデジタル放送では、FHD放送が主流であり、4K放送は、一部のCSチャンネルで放送されている程度である。

【0003】

このため、4Kテレビ/8Kテレビを購入しても、ユーザーは、FHD放送を見る機会が多く、ユーザーは、4Kテレビ/8Kテレビで、FHD映像を4K映像(3840×2160pの映像)/8K映像(7680×4320pの映像)に拡大して見ることが多い。

【0004】

FHD放送で送信される映像は、FHD解像度で表示されて、ユーザーに視聴されることを前提に設計されている。このため、FHD放送で送信される映像を、4K映像/8K映像に拡大して4Kテレビ/8Kテレビで表示すると、拡大された映像において、モスキートノイズ等のデジタル圧縮ノイズが発生し、当該映像を視聴するユーザーに不快感を与えることになる。

10

【0005】

そこで、FHD放送で送信される映像を、4K映像/8K映像に拡大して4Kテレビ/8Kテレビで表示するために、デジタル圧縮ノイズ低減技術を用いる必要がある。このノイズ低減技術として、ローパスフィルタを用いることが考えられる。ローパスフィルタを用いる場合、映像信号により形成される映像(画像)の画素の画素値(例えば、輝度信号の値)を平均化処理する処理が実行されるため、ローパスフィルタ処理後の映像がぼやけてしまう(エッジ成分が損なわれる)という問題がある。

20

【0006】

特許文献1では、FHDの映像に対して、IIRフィルタを用いた処理を実行することで、エッジを保存しながらノイズを低減することで、処理後の映像がぼやけないようにする方法(処理後の映像のエッジ成分が損なわれないようにする方法)が開示されている。

【0007】

特許文献1に開示されているように、特許文献1のDSP(Digital Signal Processor)は、エッジ保存平滑化処理部と、IIR型平均値更新部と、IIRフィルタ係数算出部とを備える。

【0008】

エッジ保存平滑化処理部は、補正対象画素の近傍の参照画素の信号値の平均値および分散値を算出し、算出した平均値および分散値に対してウィナー(Wiener)フィルタを実行する。

30

【0009】

IIRフィルタ係数算出部は、IIR型分散値算出部において適用するIIRフィルタ係数を画像の信号値に応じて更新する。

【0010】

上記のように構成された特許文献1のDSPは、ウィナー(Wiener)フィルタ処理に用いるパラメータを、IIRフィルタを適用した処理によって算出し、算出したパラメータに基づいて、IIR適用処理に用いるフィルタ係数を適応的に変更することで画像信号に応じたノイズ低減処理を実行する。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0011】

【特許文献1】特開2012-256202号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

しかしながら、IIR(無限インパルス応答)フィルタは、少ない回路規模で急峻なフィルタ特性を実現できるが、尾引きや発振などが起きるという問題がある。

50

【 0 0 1 3 】

また、IIRフィルタのフィルタ係数は、画像毎に更新することができないので、ノイズの多い映像では、高域成分が過剰に低減されてしまい、エッジ成分を適切に保存することができないという問題もある。

【 0 0 1 4 】

そこで、本発明は、上記問題点に鑑み、FHDの映像を、4K映像/8K映像に拡大した場合であっても、エッジ成分を保存しながら、ノイズ成分を適切に低減する画像処理装置を実現することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 5 】

上記課題を解決するために、第1の構成は、入力画像信号に対して、ノイズ低減処理を行う画像処理装置であって、斜め方向成分低減LPF部と、エッジ成分保持処理部と、制御信号生成部と、選択合成部と、を備える画像処理装置である。

【 0 0 1 6 】

斜め方向成分低減LPF部は、入力画像信号に対して、画像上の斜め方向の高域周波数成分を低減させる2次元LPFによる処理を実行し、処理後の画像信号を、低域画像信号として出力する。

【 0 0 1 7 】

エッジ成分保持処理部は、入力画像信号を入力として、入力画像信号のエッジ成分を保持した画像信号を、原画像信号として出力する。

【 0 0 1 8 】

制御信号生成部は、入力画像信号に基づいて、合成処理用制御信号を生成する。

【 0 0 1 9 】

選択合成部は、制御信号生成部により生成された合成処理用制御信号に基づいて、原画像信号と、低域画像信号とを合成する処理、あるいは、原画像信号と、低域画像信号とのいずれかを選択する処理を行うことで、出力画像信号を取得する。

【発明の効果】

【 0 0 2 0 】

本発明によれば、FHDの映像を、4K映像/8K映像に拡大した場合であっても、エッジ成分を保存しながら、ノイズ成分を適切に低減する画像処理装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 1 】

【図1】第1実施形態の画像処理システム1000の概略構成図。

【図2】制御信号生成部3の概略構成図。

【図3】斜め方向成分低減用LPFのフィルタ係数(一例)を示す図。

【図4】2次元差分信号Dxにより形成される2次元差分画像の一部の画像領域を模式的に示す図。

【図5】画像処理システム1000で処理された処理結果(一例)を示す図。

【図6】第2実施形態の画像処理システム2000の概略構成図。

【図7】斜め方向成分低減LPF部2Aの概略構成図。

【図8】第1斜め方向用LPFのフィルタ係数(一例)を示す図。

【図9】第2斜め方向用LPFのフィルタ係数(一例)を示す図。

【図10】第3実施形態の画像処理システム3000の概略構成図。

【図11】第3実施形態の変形例の画像処理システム3000Aの概略構成図。

【図12】第4実施形態の画像処理システム4000の概略構成図。

【図13】斜め方向用LPFのフィルタ係数(一例)を示す図。

【図14】第5実施形態の画像処理システム5000の概略構成図。

【図15】時間方向フィルタ部7の概略構成図。

【発明を実施するための形態】

10

20

30

40

50

【 0 0 2 2 】

[第 1 実施形態]

第 1 実施形態について、図面を参照しながら、以下、説明する。

【 0 0 2 3 】

< 1 . 1 : 画像処理システムの構成 >

図 1 は、第 1 実施形態の画像処理システム 1 0 0 0 の概略構成図である。

【 0 0 2 4 】

図 2 は、制御信号生成部 3 の概略構成図である。

【 0 0 2 5 】

図 1 に示すように、画像処理システム 1 0 0 0 は、画像処理装置 1 0 0 と、アップスケーラ A 1 とを備える。 10

【 0 0 2 6 】

画像処理装置 1 0 0 は、図 1 に示すように、エッジ成分保持処理部 1 と、斜め方向成分低減 L P F 部 2 と、制御信号生成部 3 と、合成部 4 とを備える。

【 0 0 2 7 】

なお、以下では、画像処理システム 1 0 0 0 に F H D の解像度を有する映像信号が、映像信号 D_{in} として入力され、画像処理システム 1 0 0 0 から 8 K の解像度を有する映像信号が、映像信号 D_{16_out} として出力される場合について、説明する。

【 0 0 2 8 】

エッジ成分保持処理部 1 は、映像信号 D_{in} と、斜め方向成分低減 L P F 部 2 から出力される映像信号 D_{Lout} とを入力とする。エッジ成分保持処理部 1 は、映像信号 D_{in} と、映像信号 D_{Lout} との差分に基づいて、映像信号 D_{Hout} を取得し、取得した映像信号 D_{Hout} を合成部 4 に出力する。 20

【 0 0 2 9 】

斜め方向成分低減 L P F 部 2 は、映像信号 D_{in} を入力とする。斜め方向成分低減 L P F 部 2 は、映像信号 D_{in} により形成される画像（例えば、1 フレーム画像）に対して、画像上における斜め方向の高域成分を抑制する L P F 処理を実行し、処理後の映像信号を、映像信号 D_{Lout} として、エッジ成分保持処理部 1 と合成部 4 とに出力する。

【 0 0 3 0 】

制御信号生成部 3 は、図 2 に示すように、2 次元差分検出部 3 1 と、最大値検出部 3 2 と、比較部 3 3 とを備える。 30

【 0 0 3 1 】

2 次元差分検出部 3 1 は、映像信号 D_{in} を入力する。2 次元差分検出部 3 1 は、映像信号 D_{in} に基づいて、2 次元差分信号 D_x を取得し、取得した 2 次元差分信号 D_x を最大値検出部 3 2 と、比較部 3 3 とに出力する。

【 0 0 3 2 】

最大値検出部 3 2 は、2 次元差分検出部 3 1 から出力される 2 次元差分信号 D_x を入力する。最大値検出部 3 2 は、入力された 2 次元差分信号 D_x の一定範囲での分布に基づいて、最大値検出結果信号 D_{max} を取得し、取得した最大値検出結果信号 D_{max} を比較部 3 3 に出力する。 40

【 0 0 3 3 】

比較部 3 3 は、2 次元差分検出部 3 1 から出力される 2 次元差分信号 D_x と、最大値検出部 3 2 から出力される最大値検出結果信号 D_{max} とを入力する。比較部 3 3 は、2 次元差分信号 D_x と、最大値検出結果信号 D_{max} との比較結果に基づいて、合成処理用制御信号 C_{tl} を生成する。そして、比較部 3 3 は、生成した合成処理用制御信号 C_{tl} を合成部 4 に出力する。

【 0 0 3 4 】

合成部 4 は、エッジ成分保持処理部 1 から出力される映像信号 D_{Hout} と、斜め方向用 L P F 部 2 1 から出力される映像信号 D_{Lout} と、制御信号生成部 3 から出力される合成処理用制御信号 C_{tl} とを入力する。合成部 4 は、合成処理用制御信号 C_{tl} に基づ 40

いて映像信号 D H o u t の強度を変化させ、映像信号 D L o u t へ加算し、処理後の映像信号を、映像信号 D o u t として、アップスケーラ A 1 に出力する。

【 0 0 3 5 】

アップスケーラ A 1 は、合成部 4 から出力される映像信号 D o u t を入力する。アップスケーラ A 1 は、映像信号 D o u t に対してアップスケール処理を実行し、処理後の映像信号を D 1 6 _ o u t として出力する。

【 0 0 3 6 】

< 1 . 2 : 画像処理システムの動作 >

以上のように構成された画像処理システム 1 0 0 0 の動作について、以下、説明する。

【 0 0 3 7 】

デジタル放送により送信された放送波は、チューナーを通して検波され、検波された信号は、復調され、さらに、復調された信号は、I / P 変換 (インターレース / ノンインターレース変換) される。これにより、F H D (1 9 2 0 × 1 0 8 0 p) の映像を形成することができる映像信号 (F H D の映像信号) が取得される。

【 0 0 3 8 】

そして、このようにして取得された F H D の映像信号が、例えば、画像処理システム 1 0 0 0 に入力される。

【 0 0 3 9 】

映像信号 D i n は、画像処理装置 1 0 0 の斜め方向成分低減 L P F 部に入力される。

【 0 0 4 0 】

斜め方向成分低減 L P F 部 2 では、映像信号 D i n に対して、例えば、図 3 に示すフィルタ係数 (2 次元フィルタ係数) による L P F 処理が実行される。

【 0 0 4 1 】

図 3 では、最上段に画素位置 (映像信号により形成される画像の画素の位置) の水平方向の相対位置を示し、最左端に画素位置の垂直方向の相対位置を示している。なお、処理対象の画素のフィルタ係数は、水平方向の相対位置が「 0 」であり、水平方向の相対位置が「 0 」である位置の値 (図 3 では、「 0 . 3 3 7 4 7 」) である。

【 0 0 4 2 】

つまり、斜め方向成分低減 L P F 部 2 では、映像信号 D i n が形成する画像 (1 フレーム画像) の処理対象画素 (注目画素) とその周辺画素とで構成される 9 × 9 の画像領域 (処理対象画素を中心とする 9 × 9 の画像領域) に含まれる画素 (8 1 個の画素) を用いて、9 × 9 の 2 次元 L P F 処理が実行される。

【 0 0 4 3 】

図 3 に示す 2 次元フィルタでは、注目画素の近辺の画素 (注目画素を中心とする 5 × 5 の領域) に適用するフィルタ係数が正の値であり、注目画素の斜め方向に位置する画素に適用するフィルタ係数が正の値である。そして、図 3 に示す 2 次元フィルタでは、注目画素の垂直方向および水平方向に位置する画素に適用するフィルタ係数が負の値になっている。

【 0 0 4 4 】

このため、図 3 に示す 2 次元フィルタは、水平方向の高域成分および垂直方向の高域成分を保持しつつ、斜め方向の高域成分を低減するフィルタ特性を有する。

【 0 0 4 5 】

このようなフィルタ特性を有する 2 次元フィルタを、映像信号 D i n に対して適用することで、斜め方向成分低減 L P F 部 2 は、水平方向の高域成分および垂直方向の高域成分を保持しつつ、斜め方向の高域成分を低減した映像信号 D L o u t を取得する。

【 0 0 4 6 】

なお、斜め方向成分低減 L P F 部 2 で用いられる 2 次元フィルタのフィルタ係数は、図 3 に示したものに限定されることはなく、水平方向の高域成分および垂直方向の高域成分を保持 (または強調) しつつ、斜め方向の高域成分を低減するフィルタ特性を実現するものであれば、他のフィルタ係数を有するものであってもよい。また、斜め方向成分低減 L

10

20

30

40

50

P F 部 2 で用いられる 2 次元フィルタの次数は、図 3 のように 9×9 に限定されるものではなく、他の次数 ($n \times m$ (n, m : 自然数)) であってもよい。

【0047】

そして、斜め方向成分低減 L P F 部 2 により取得された映像信号 $D L o u t$ は、エッジ成分保持処理部 1 と、合成部 4 とに出力される。

【0048】

エッジ成分保持処理部 1 では、映像信号 $D i n$ から斜め方向成分低減 L P F 部 2 から出力される映像信号 $D L o u t$ を減算する処理が実行され、映像信号 $D H o u t$ が取得される。

【0049】

そして、エッジ成分保持処理部 1 により取得された映像信号 $D H o u t$ は、合成部 4 に出力される。

【0050】

制御信号生成部 3 の 2 次元差分検出部 3 1 では、映像信号 $D i n$ から、2 次元差分信号 $D x$ を取得する処理が実行される。

【0051】

具体的には、映像信号 $D i n$ により形成される画像の処理対象画素 (注目画素) (画像上の座標を (I, J) とする。) の信号値 (画素値) を $D i n (I, J)$ とし、画像上において、注目画素の上下左右に隣接する画素の画素値を、それぞれ、 $D i n (I - 1, J)$ 、 $D i n (I + 1, J)$ 、 $D i n (I, J - 1)$ 、 $D i n (I, J + 1)$ とすると、制御信号生成部 3 は、

$$D x (I, J) = \{ a b s (D (I, J) - D (I, J - 1)) + a b s (D (I, J) - D (I, J + 1)) + a b s (D (I, J) - D (I - 1, J)) + a b s (D (I, J) - D (I + 1, J)) \} / 4$$

$a b s (x)$: 値 x の絶対値を取得する関数

に相当する処理を実行することで、注目画素の 2 次元差分信号 $D x$ の信号値 $D x (I, J)$ を取得する。

【0052】

2 次元差分検出部 3 1 により、上記のようにして取得された 2 次元差分信号 $D x$ は、2 次元差分検出部 3 1 から最大値検出部 3 2 に出力される。

【0053】

図 4 に、2 次元差分信号 $D x$ により形成される 2 次元差分画像の一部の画像領域を模式的に示す。図 4 は、注目画素 (I, J) を中心とした 7×7 の画像領域を示している。

【0054】

モスキートノイズは、輝度変化の大きな輪郭すなわちエッジの周辺に発生するので、その輪郭からモスキートノイズが発生する画素数の平均値を予め求めておく。本実施形態では、2 次元差分検出部 3 1 は、図 4 に示すように、処理対象となる画素 (注目画素) から上下左右 4 画素離れた画素までの 2 次元差分信号値 $D x$ (合計 49 個の 2 次元差分信号値 $D x$) を調べ、2 次元差分信号値 $D x$ が最大となる画素の 2 次元差分信号値 $D x$ を、注目画素の最大値検出結果信号の信号値 $D m a x (I, J)$ とする。

【0055】

つまり、2 次元差分検出部 3 1 は、

$$D m a x (I, J) = m a x (D x (I - x, J - y), \dots, D x (I + x, J + y))$$

$m a x ()$: 要素の最大値を取得する関数

により、注目画素の最大値検出結果信号の信号値 $D m a x (I, J)$ を取得する。なお、図 4 の場合、 $x = y = 3$ であり、2 次元差分検出部 3 1 は、図 4 に示す 7×7 個の 2 次元差分信号値 $D x$ の中の最大値を $D m a x (I, J)$ とする。

【0056】

このようにして取得された最大値検出結果信号 $D m a x$ は、最大値検出部 3 2 から比較

10

20

30

40

50

部 3 3 に出力される。

【 0 0 5 7 】

比較部 3 3 では、注目画素 (I , J) の 2 次元差分信号 D x の信号値 D x (I , J) と、注目画素 (I , J) の最大値検出結果信号 D m a x の信号値 D m a x (I , J) とを比較し、注目画素 (I , J) の合成処理用制御信号 C t l の信号値 C t l (I , J) を取得する。

【 0 0 5 8 】

具体的には、比較部 3 3 は、

(1) D x (I , J) > K x D m a x (I , J) であるとき、

$$C t l (I , J) = 1$$

とし、

(2) D x (I , J) < K x D m a x (I , J) であるとき、

$$C t l (I , J) = [\{ D x (I , J) / (K x D m a x (I , J)) \} - T h] / (1 - T h)$$

とすることで、注目画素 (I , J) の合成処理用制御信号 C t l の信号値 C t l (I , J) を取得する。なお、信号値 C t l (I , J) が 0 以下となる場合は 0 とする。また、上記において、K は係数 (0 < K < 1) であり、T h は 0 以上 1 未満の閾値である。

【 0 0 5 9 】

この最大値検出結果信号 D m a x の信号値 D m a x (I , J) の K 倍の値 (K は 1 以下の値) と比較して、処理対象画素 (注目画素) の 2 次元差分信号 D x の信号値 D x (I , J) がどの程度かにより、比較部 3 3 は、映像信号 D L o u t (映像信号 D i n の低域成分信号) に対する、映像信号 D H o u t (映像信号 D i n の高域成分信号) の加算比率を求めらる。

【 0 0 6 0 】

比較部 3 3 は、上記処理を実行することで、{ D x (I , J) / (K x D m a x (I , J)) } を基に、その値が閾値 T h と比べどの程度大きいかにより、映像信号 D L o u t (映像信号 D i n の低域成分信号) に対する、映像信号 D H o u t (映像信号 D i n の高域成分信号) の加算比率を求めらる。

【 0 0 6 1 】

そして、比較部 3 3 は、以上のようにして求められた加算比率を、注目画素 (I , J) の合成処理用制御信号 C t l の信号値 C t l (I , J) とすることで、合成処理用制御信号 C t l を生成する。

【 0 0 6 2 】

そして、生成された合成処理用制御信号 C t l は、制御信号生成部 3 から合成部 4 に出力される。

【 0 0 6 3 】

合成部 4 では、合成処理用制御信号 C t l に基づいて、映像信号 D L o u t (映像信号 D i n の低域成分信号) と、映像信号 D H o u t (映像信号 D i n の高域成分信号) とが合成され、映像信号 D o u t が取得される。

【 0 0 6 4 】

具体的には、合成部 4 は、注目画素 (I , J) の合成処理用制御信号 C t l の信号値 C t l (I , J) と、注目画素 (I , J) の映像信号 D L o u t の信号値 D L o u t (I , J) と、注目画素 (I , J) の映像信号 D H o u t の信号値 D H o u t (I , J) とを用いて、注目画素 (I , J) の合成処理後の映像信号 D o u t (I , J) を、

$$D o u t (I , J) = D L o u t (I , J) + C t l (I , J) x D H o u t (I , J)$$

に相当する処理を実行することで取得する。

【 0 0 6 5 】

このようにして取得した合成処理後の映像信号 D o u t は、合成部 4 からアップスケーラ A 1 に出力される。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 6 】

アップスケーラ A 1 では、合成部 4 から出力される映像信号 D o u t 映像信号 D o u t に対してランチョス法 (L a n c z o s a l g o r i t h m) などによるアップスケール処理が実行され、アップスケール処理された映像信号 D 1 6 _ o u t が取得される。例えば、アップスケーラ A 1 では、 F H D の映像信号を、 8 K の映像信号にアップスケールする処理が実行される。

【 0 0 6 7 】

以上のようにして、画像処理システム 1 0 0 0 で処理された処理結果 (一例) を、図 5 に示す。

【 0 0 6 8 】

図 5 の上段の画像は、映像信号 D i n により形成される画像 (F H D の原画像) である。

【 0 0 6 9 】

図 5 の中段の画像は、映像信号 D i n (F H D の原画像) を従来技術の画像拡張処理 (ランチョス関数を用いた処理) により縦横ともに 4 倍に拡張した画像 (8 K 映像の画像に相当) である。

【 0 0 7 0 】

図 5 の下段の画像は、映像信号 D i n (F H D の原画像) を画像処理システム 1 0 0 0 で処理することで取得された画像 (8 K 映像の画像に相当) である。

【 0 0 7 1 】

図 5 から分かるように、図 5 の中段の画像では、エッジ周辺でモスキートノイズが目立つが、図 5 の下段の画像では、エッジ成分を適切に保持しつつ、エッジ周辺でモスキートノイズの発生が適切に抑制されているのが分かる。

【 0 0 7 2 】

以上のように、画像処理システム 1 0 0 0 では、 F H D の映像を、 4 K 映像 / 8 K 映像に拡大した場合であっても、エッジ成分を保存しながら、ノイズ成分 (例えば、モスキートノイズ) を適切に低減することができる。

【 0 0 7 3 】

なお、上記において、比較部 3 3 では、

$$C t 1 (I , J) = [\{ D x (I , J) / (K \times D m a x (I , J)) \} - T h] / (1 - T h)$$

に相当する処理が実行されるので、上記処理をハードウェアにより実現する場合、除算回路を設ける必要がある。しかしながら、この場合、必ずしも除算回路により実現する必要はなく、例えば、ビットシフト回路により、上記数式に相当する処理を実現するようにしてもよい。これにより、除算回路を用いた場合に比べて、回路規模を縮小することができる。

【 0 0 7 4 】

また、比較部 3 3 は、以下の処理を実行することで、注目画素 (I , J) の合成処理用制御信号 C t 1 の信号値 C t 1 (I , J) を取得するようにしてもよい。

(A) $D x (I , J) < K \times D m a x (I , J)$ であるとき、

$$C t 1 (I , J) = 1$$

(B) $K \times D m a x (I , J) > D x (I , J) > K \times D m a x (I , J) / 2$ であるとき、

$$C t 1 (I , J) = 0 . 5$$

(C) $K \times D m a x (I , J) / 2 > D x (I , J) > K \times D m a x (I , J) / 4$ であるとき、

$$C t 1 (I , J) = 0 . 2 5$$

(D) $K \times D m a x (I , J) / 4 > D x (I , J) > K \times D m a x (I , J) / 8$ であるとき、

$$C t 1 (I , J) = 0 . 1 2 5$$

10

20

30

40

50

(E) $K \times D_{\max}(I, J) / 8 > D \times (I, J)$ $K \times D_{\max}(I, J) / 16$ であるとき、

$$C_{t1}(I, J) = 0.0625$$

(F) $K \times D_{\max}(I, J) / 16 > D \times (I, J)$ であるとき、

$$C_{t1}(I, J) = 0$$

[第2実施形態]

次に、第2実施形態について、説明する。

【0075】

図6は、第2実施形態の画像処理システム2000の概略構成図である。

【0076】

図7は、斜め方向成分低減LPF部2Aの概略構成図である。

【0077】

画像処理システム2000は、図6に示すように、第1実施形態の画像処理システム1000において、斜め方向成分低減LPF部2を、斜め方向成分低減LPF部2Aに置換した構成を有している。それ以外については、画像処理システム2000は、第1実施形態の画像処理システム1000と同様であるので、詳細な説明を省略する。

【0078】

斜め方向成分低減LPF部2Aは、図7に示すように、第1斜め方向用LPF部21と、第2斜め方向用LPF部22と、を備える。

【0079】

第1斜め方向用LPF部21は、映像信号Dinを入力とする。第1斜め方向用LPF部21は、映像信号Dinにより形成される画像に対して、画像上における右斜め下方向の高域成分を抑制するLPF処理を実行し、処理後の映像信号を、映像信号DL1として、第2斜め方向用LPF部22に出力する。

【0080】

第1斜め方向用LPF部21は、例えば、図8に示すフィルタ係数によるフィルタ処理を映像信号Dinに対して実行する。具体的には、映像信号Dinの注目画素(I, J)の画素値(信号値)をDin(I, J)とし、映像信号DL1の注目画素(I, J)の画素値(信号値)をDL1(I, J)とすると、第1斜め方向用LPF部21は、

$$\begin{aligned} DL1(I, J) = & 0.7188 \times Din(I, J) \\ & + 0.2227 \times \{ Din(I-1, J-1) + Din(I+1, J+1) \} \\ & - 0.1094 \times \{ Din(I-2, J-2) + Din(I+2, J+2) \} \\ & + 0.0234 \times \{ Din(I-3, J-3) + Din(I+3, J+3) \} \\ & + 0.0039 \times \{ Din(I-4, J-4) + Din(I+4, J+4) \} \end{aligned}$$

に相当する処理を実行することで、映像信号DL1の注目画素(I, J)の信号値DL1(I, J)を取得する。

【0081】

図8から分かるように、図8に示すフィルタ係数は、注目画素(I, J)を中心として、画像上の右斜め下方向のサンプル点に対して、LPF特性のインパルス応答により取得される係数と類似する。したがって、図8に示すフィルタ係数によるフィルタ処理を実行することで、画像上の右斜め下方向の高域成分を抑制するフィルタ処理を実現することができる。

【0082】

このようにして、取得された映像信号DL1は、第1斜め方向用LPF部21から第2斜め方向用LPF部22に出力される。

【0083】

第2斜め方向用LPF部22は、第1斜め方向用LPF部21から出力される映像信号DL1を入力する。第2斜め方向用LPF部22は、映像信号DL1により形成される画像に対して、画像上における右斜め上方向の高域成分を抑制するLPF処理を実行し、処理後の映像信号を、映像信号DLoutとして、エッジ成分保持処理部1と合成部4とに

10

20

30

40

50

出力する。

【0084】

第2斜め方向用LPF部22は、例えば、図9に示すフィルタ係数によるフィルタ処理を映像信号Dinに対して実行する。具体的には、映像信号Dinの注目画素(I, J)の画素値(信号値)をDin(I, J)とし、映像信号DL1の注目画素(I, J)の画素値(信号値)をDout(I, J)とすると、第2斜め方向用LPF部22は、

$$\begin{aligned} D_{out}(I, J) = & 0.7188 \times D_{in}(I, J) \\ & + 0.2227 \times \{ D_{in}(I+1, J-1) + D_{in}(I-1, J+1) \} \\ & - 0.1094 \times \{ D_{in}(I+2, J-2) + D_{in}(I-2, J+2) \} \\ & + 0.0234 \times \{ D_{in}(I+3, J-3) + D_{in}(I-3, J+3) \} \\ & + 0.0039 \times \{ D_{in}(I+4, J-4) + D_{in}(I-4, J+4) \} \end{aligned}$$

10

に相当する処理を実行することで、映像信号Doutの注目画素(I, J)の信号値Dout(I, J)を取得する。

【0085】

図9から分かるように、図9に示すフィルタ係数は、注目画素(I, J)を中心として、画像上の右斜め上方向のサンプル点に対して、LPF特性のインパルス応答により取得される係数と類似する。したがって、図9に示すフィルタ係数によるフィルタ処理を実行することで、画像上の右斜め上方向の高域成分を抑制するフィルタ処理を実現することができる。

20

【0086】

このようにして、取得された映像信号Doutは、第2斜め方向用LPF部22からエッジ成分保持処理部1および合成部4に出力される。

【0087】

第1実施形態の斜め方向成分低減LPF部2において適用されるフィルタは、図3に示すように、「0」の軸を中心に対称な値になっているので、画素値Din(I-4, J-4)、画素値Din(I-4, J+4)、画素値Din(I+4, J-4)、および、画素値Din(I+4, J+4)に適用されるフィルタ係数は、同じ値である。したがって、第1実施形態の斜め方向成分低減LPF部2において、予めそれらの画素値の和を取ってからフィルタ係数を乗算するにすれば、合計25個の乗算器を設けることで、当該処理を実現することができる。

30

【0088】

しかし、乗算器は比較的回路規模が大きいので、できるだけ減らした方がよい。そこで、本実施形態の画像処理システム2000では、図9に示すように、画像上の斜め方向のサンプル点に対して適用させるフィルタ係数のみを有するフィルタにより、フィルタ処理を実行する。つまり、画像処理システム2000では、第1斜め方向用LPF部21が図8のフィルタ係数によるフィルタ処理(斜め方向のサンプル点にフィルタ係数を乗算して加算する処理)を行い、第2斜め方向用LPF部22が図9のフィルタ係数によるフィルタ処理(斜め方向のサンプル点にフィルタ係数を乗算して加算する処理)を行うことで、フィルタ処理を実行する。

【0089】

40

このように、図8や図9で示す画像処理システム2000では、注目画素(I, J)を中心に対称となる、このフィルタ係数を用いてフィルタ処理を実行するので、斜め方向成分低減LPF部2Aでの処理をハードウェアで実現する場合、乗算器の数は、第1斜め方向用LPF部21での処理用として5個、第2斜め方向用LPF部22での処理用として5個の合計10個で済み、第1実施形態の場合に比べて、回路規模を大幅に削減することができる。

【0090】

以上のように、本実施形態の画像処理システム2000では、より少ない数のフィルタ係数を用いてフィルタ処理を実行することにより、画像上の斜め方向の高域成分を低減する処理を行う。これにより、画像処理システム2000では、少ない演算量で処理を実行

50

することができ、また、ハードウェアでフィルタ処理を実現する場合、回路規模を削減することができる。

【0091】

そして、本実施形態の画像処理システム2000においても、第1実施形態と同様に、FHDの映像を、4K映像/8K映像に拡大した場合であっても、エッジ成分を保存しながら、ノイズ成分（例えば、モスキートノイズ）を適切に低減することができる。

【0092】

なお、斜め方向成分低減LPF部2Aで用いられるフィルタのフィルタ係数は、図8、図9に示したものに限定されることはなく、水平方向の高域成分および垂直方向の高域成分を保持（または強調）しつつ、斜め方向の高域成分を低減するフィルタ特性を実現するものであれば、他のフィルタ係数を有するものであってもよい。また、斜め方向成分低減LPF部2Aで用いられるフィルタの次数（フィルタのタップ数）は、図8、9のように9個に限定されるものではなく、他の数であってもよい。

【0093】

[第3実施形態]

次に、第3実施形態について、説明する。

【0094】

図10は、第3実施形態の画像処理システム3000の概略構成図である。

【0095】

画像処理システム3000は、図10に示すように、アップコンバータA2と、画像処理装置300とを備える。

【0096】

画像処理装置300は、図10に示すように、マトリックス遅延部5と、エッジ保持処理部1Aと、斜め方向成分低減LPF部2Bと、制御信号生成部3と、選択部4Aとを備える。

【0097】

なお、説明便宜のために、画像処理装置300に入力される映像信号D0は、FHDの映像信号であるものとし、アップコンバータA2により、8Kの映像信号にアップコンバートされるものとして、説明する。

【0098】

アップコンバータA2は、FHDの映像信号D0を入力し、映像信号D0に対して、アップコンバート処理を行い、8Kの映像信号Dinを取得する。そして、アップコンバータA2は、取得した8Kの映像信号Dinを画像処理装置300のマトリックス遅延部5に出力する。

【0099】

マトリックス遅延部5は、8Kの映像信号Dinに対して、マトリックス遅延処理（例えば、 32×32 マトリックス遅延処理）を行い、画像上において、処理対象の画素（注目画素）を中心とする所定の画像領域の各画素に対応する信号値（映像信号Dinの信号値）を取得する。マトリックス遅延部5は、8Kの映像信号Dinから、例えば、 33 画素 $\times 33$ 画素からなる画像領域の各画素に対応する映像信号Dinの信号値（画素値）を取得する（ 33 画素 $\times 33$ 画素からなる画像領域の空間データを取得する）。

【0100】

なお、マトリックス遅延部5により取得された空間データは、Dmtと表記し、注目画素（I, J）の画素値をDmt（I, J）と表記する。

【0101】

マトリックス遅延部5は、取得した空間データDmt（映像信号Dmt）をエッジ成分保持処理部1Aの第1LPF部L1と、斜め方向成分低減LPF部2Bの第2LPF部L2～第kLPF部と、制御信号生成部3とに出力する。

【0102】

FHD映像を8K映像へアップコンバートした場合、8K映像信号により形成される画

10

20

30

40

50

像上において、元々の原画像（FHD映像信号により形成される画像）に存在していた画素に対応する画素は、16画素に1画素の割合（縦横それぞれ、4画素に1画素の割合）でしか存在しない。そして、元々の原画像（FHD映像信号により形成される画像）の周波数帯域は、8K映像信号により形成される画像の周波数帯域の縦1/4×横1/4となる。

【0103】

そこで、第1LPF部L1、第2LPF部L2～第kLPF部Lkへ入力する画素は、1画素飛ばし、2画素飛ばし、3画素飛ばし等にするこゝで、LPFを実現するために必要となるタップ数を少なくすることができる。また、このようにすることで、フィルタの特性を変えることができる。飛ばす画素数が多いほど、カットオフ周波数の低いフィルタとして働く。

10

【0104】

第1LPF部L1では、1画素間隔（1ドット間隔）で斜め2方向のLPF特性となるフィルタ係数により、フィルタ処理（LPF処理）を実行する。

【0105】

具体的には、図8、図9に示したフィルタ係数を用いて、

$$A(0, 0) = 0.7188$$

$$A(-1, -1) = A(1, 1) = 0.2227$$

$$A(-2, -2) = A(2, 2) = -0.1094$$

$$A(-3, -3) = A(3, 3) = 0.0234$$

$$A(-4, -4) = A(4, 4) = 0.0039$$

$$A(1, -1) = A(-1, 1) = 0.2227$$

$$A(2, -2) = A(-2, 2) = -0.1094$$

$$A(3, -3) = A(-3, 3) = 0.0234$$

$$A(4, -4) = A(-4, 4) = 0.0039$$

20

とし、下記数式に相当する処理を実行することにより、第1LPF部L1は、フィルタ処理後の注目画素（I, J）の信号値D1（I, J）を取得する。

【数1】

$$D1(I, J) = \sum_{x=-4}^4 A(-x, -x) \times Dmt(I - x, J - x)$$

30

$$+ \sum_{x=-4}^4 A(x, -x) \times Dmt(I + x, J - x)$$

$$- A(0, 0) \times Dmt(I, J)$$

40

…(1)

なお、上記数式の最後の項は、第1項と第2項でA(0, 0)×Dmt(I, J)の値を合計2回加算しているのゝで、1回分を減算するための項である。

【0106】

上記のように、第1LPF部L1では、1画素間隔（1ドット間隔）で斜め2方向のLPF特性となるフィルタ係数により、フィルタ処理（LPF処理）を実行するので、カットオフ周波数が高く、高域成分があまり低減されない。つまり、第1LPF部L1により

50

処理された映像信号は、エッジ成分を保持した画像を形成する映像信号となる。

【0107】

なお、第1LPF部L1では、LPFフィルタ処理を行わずに、入力された映像信号Dmtを、そのまま映像信号Doutとして、出力するようにしてもよい。

【0108】

第1LPF部L1により取得されたフィルタ処理後の映像信号D1は、第1LPF部L1から選択部4Aに出力される。

【0109】

第2LPF部L2では、3画素間隔(3ドット間隔)で斜め2方向のLPF特性となるフィルタ係数により、フィルタ処理(LPF処理)を実行する。

10

【0110】

具体的には、図8、図9に示したフィルタ係数を用いて、

$$A(0, 0) = 0.7188$$

$$A(-1, -1) = A(1, 1) = 0.2227$$

$$A(-2, -2) = A(2, 2) = -0.1094$$

$$A(-3, -3) = A(3, 3) = 0.0234$$

$$A(-4, -4) = A(4, 4) = 0.0039$$

$$A(1, -1) = A(-1, 1) = 0.2227$$

$$A(2, -2) = A(-2, 2) = -0.1094$$

$$A(3, -3) = A(-3, 3) = 0.0234$$

$$A(4, -4) = A(-4, 4) = 0.0039$$

20

とし、下記数式に相当する処理を実行することにより、第2LPF部L2は、フィルタ処理後の注目画素(I, J)の信号値D2(I, J)を取得する。

【数2】

$$D2(I, J) = \sum_{x=-4}^4 A(-x, -x) \times Dmt(I - 3x, J - 3x)$$

30

$$+ \sum_{x=-4}^4 A(x, -x) \times Dmt(I + 3x, J - 3x)$$

$$- A(0, 0) \times Dmt(I, J)$$

…(2)

40

なお、上記数式の最後の項は、第1項と第2項でA(0, 0) × Dmt(I, J)の値を合計2回加算しているため、1回分を減算するための項である。

【0111】

上記のように、第2LPF部L2では、3画素間隔(3ドット間隔)で斜め2方向のLPF特性となるフィルタ係数により、フィルタ処理(LPF処理)を実行するので、カットオフ周波数はそれ程高くなく、斜め方向の高域成分を適切に低減することができる。つまり、第2LPF部L2により処理された映像信号は、斜め方向の高域成分を適切に低減した画像を形成する映像信号となる。

【0112】

第2LPF部L2により取得されたフィルタ処理後の映像信号D2は、第2LPF部L

50

2 から選択部 4 A に出力される。

【 0 1 1 3 】

第 k L P F 部 L k では、4 画素間隔（4 ドット間隔）で斜め 2 方向の L P F 特性となるフィルタ係数により、フィルタ処理（L P F 処理）を実行する。

【 0 1 1 4 】

具体的には、図 8、図 9 に示したフィルタ係数を用いて、

$$A(0, 0) = 0.7188$$

$$A(-1, -1) = A(1, 1) = 0.2227$$

$$A(-2, -2) = A(2, 2) = -0.1094$$

$$A(-3, -3) = A(3, 3) = 0.0234$$

$$A(-4, -4) = A(4, 4) = 0.0039$$

$$A(1, -1) = A(-1, 1) = 0.2227$$

$$A(2, -2) = A(-2, 2) = -0.1094$$

$$A(3, -3) = A(-3, 3) = 0.0234$$

$$A(4, -4) = A(-4, 4) = 0.0039$$

10

とし、下記数式に相当する処理を実行することにより、第 k L P F 部 L k は、フィルタ処理後の注目画素（I, J）の信号値 $D_2(I, J)$ を取得する。

【 数 3 】

$$Dk(I, J) = \sum_{x=-4}^4 A(-x, -x) \times Dmt(I - 4x, J - 4x)$$

$$+ \sum_{x=-4}^4 A(x, -x) \times Dmt(I + 4x, J - 4x)$$

$$- A(0, 0) \times Dmt(I, J)$$

20

30

…(3)

なお、上記数式の最後の項は、第 1 項と第 2 項で $A(0, 0) \times Dmt(I, J)$ の値を合計 2 回加算しているため、1 回分を減算するための項である。

【 0 1 1 5 】

上記のように、第 k L P F 部 L k では、4 画素間隔（4 ドット間隔）で斜め 2 方向の L P F 特性となるフィルタ係数により、フィルタ処理（L P F 処理）を実行するので、カットオフ周波数は、第 2 L P F 部 L 2 のカットオフ周波数よりもさらに低くなり、斜め方向の高域成分を第 2 L P F 部 L 2 よりも強く低減することができる。つまり、第 k L P F 部 L k により処理された映像信号は、斜め方向の高域成分を、第 2 L P F 部 L 2 よりも強く低減した画像を形成する映像信号となる。

40

【 0 1 1 6 】

第 k L P F 部 L k により取得されたフィルタ処理後の映像信号 D_k は、第 k L P F 部 L k から選択部 4 A に出力される。

【 0 1 1 7 】

制御信号生成部 3 では、第 1 実施形態と同様の処理が実行され、映像信号 Dmt （空間データ Dmt ）から、合成処理用制御信号 Ctl が生成される。

【 0 1 1 8 】

50

なお、第1実施形態では、制御信号生成部3では、

$$D_x(I, J) = \{ \text{abs}(D(I, J) - D(I, J - 1)) + \text{abs}(D(I, J) - D(I, J + 1)) + \text{abs}(D(I, J) - D(I - 1, J)) + \text{abs}(D(I, J) - D(I + 1, J)) \} / 4$$

$\text{abs}(x)$: 値 x の絶対値を取得する関数

に相当する処理を実行することで、注目画素の2次元差分信号 D_x の信号値 $D_x(I, J)$ を取得する場合について、説明した。つまり、第1実施形態では、制御信号生成部3は、注目画素の画素値と、注目画素の上下左右に隣接する画素の画素値との差分の絶対値の和を $D_x(I, J)$ としたが、これに限定されることはない。例えば、本実施形態では、制御信号生成部3は、注目画素の画素値と、注目画素の上下左右に n 画素(n :自然数)離れて隣接する画素の画素値との差分の絶対値の和を $D_x(I, J)$ としてもよい。つまり、制御信号生成部3は、

10

$$D_x(I, J) = \{ \text{abs}(D(I, J) - D(I, J - n)) + \text{abs}(D(I, J) - D(I, J + n)) + \text{abs}(D(I, J) - D(I - n, J)) + \text{abs}(D(I, J) - D(I + n, J)) \} / 4$$

として、 $D_x(I, J)$ を取得してもよい。例えば、 $n = 2$ として、制御信号生成部3は、上記処理により、 $D_x(I, J)$ を取得してもよい。

【0119】

制御信号生成部3では、信号値が大きい程、エッジである確率が高いことを示すようにして、合成処理用制御信号 Ctl を生成する。なお、合成処理用制御信号 Ctl の信号値は、 $0 \leq Ctl(I, J) \leq 1$ を満たす実数値として設定されてもよい。あるいは、合成処理用制御信号 Ctl の信号値は、複数の離散値として設定されてもよい。

20

【0120】

このようにして生成された合成処理用制御信号 Ctl は、制御信号生成部3から選択部4Aに出力される。

【0121】

選択部4Aでは、合成処理用制御信号 Ctl の信号値が大きい程、カットオフ周波数の高いLPF処理が実行された映像信号を選択する。例えば、 $k = 3$ である場合、つまり、画像処理装置300が、第1LPF部 L_1 と、第2LPF部 L_2 と、第 k LPF部 L_k ($k = 3$)とを備える場合、閾値を th_1 、 th_2 ($th_1 < th_2$)とすると、

30

(1) $Ctl(I, J) > th_2$ である場合(注目画素がエッジ部分に含まれる可能性が高い場合)、選択部4Aは、第1LPF部から出力される映像信号 D_1 を選択し、映像信号 D_{out} として出力する。つまり、選択部4Aは、

$$D_{out}(I, J) = D_1(I, J)$$

として、映像信号 D_{out} を出力する。

(2) $th_2 \leq Ctl(I, J) < th_1$ である場合(注目画素がエッジ部分に含まれる可能性が中程度である場合)、選択部4Aは、第2LPF部から出力される映像信号 D_2 を選択し、映像信号 D_{out} として出力する。つまり、選択部4Aは、

$$D_{out}(I, J) = D_2(I, J)$$

として、映像信号 D_{out} を出力する。

40

(3) $Ctl(I, J) < th_1$ である場合(注目画素がエッジ部分に含まれる可能性が低い場合)、選択部4Aは、第 k LPF部($k = 3$)から出力される映像信号 D_k を選択し、映像信号 D_{out} として出力する。つまり、選択部4Aは、

$$D_{out}(I, J) = D_k(I, J)$$

として、映像信号 D_{out} を出力する。

【0122】

なお、閾値 th_1 、 th_2 は、合成処理用制御信号 Ctl の信号値のとり範囲に応じて決定される。

【0123】

以上のように、画像処理システム3000では、注目画素がエッジ近傍に存在するか否

50

かを判定し、その判定結果に応じて、カットオフ周波数の異なる複数のLPF処理が実行された映像信号（映像信号D1～Dk）から、適切な映像信号を選択して、出力する。

【0124】

画像処理システム3000の第2LPF部L2～第kLPF部Lkにより実行されるフィルタのフィルタ特性は、異なるカットオフ周波数を有し、かつ、斜め方向の高域成分を抑制するフィルタである。したがって、画像処理システム3000では、上記のように処理することで、FHDの映像を、4K映像/8K映像に拡大した場合であっても、エッジ成分を保存しながら、ノイズ成分（例えば、モスキートノイズ）を適切に低減することができる。

【0125】

変形例

次に、第3実施形態の変形例について、説明する。

【0126】

図11は、本変形例の画像処理システム3000Aの概略構成図である。

【0127】

本変形例の画像処理システム3000Aは、図11に示すように、第3実施形態の画像処理システム3000において、選択部4Aの後段に、ポストLPF部6を追加した構成を有している。それ以外については、本変形例の画像処理システム3000Aは、画像処理システム3000と同様である。

【0128】

図11に示すように、選択部4Aから出力される映像信号を、映像信号Dout0とすると、ポストLPF部6は、選択部4Aから出力される映像信号Dout0を入力とし、映像信号Dout0に対して、画像処理システム3000Aに入力される映像信号D0（例えば、FHDの映像信号）の周波数帯域を通過させるが、当該周波数帯域より高い周波数帯域の周波数成分を遮断（低減）するフィルタ特性を有するLPF処理を実行する。

【0129】

そして、ポストLPF部6は、処理後の映像信号を、映像信号Doutとして出力する。

【0130】

画像処理システム3000Aでは、上記のように、ポストLPF部6による処理を行うことで、隣接する画素で適用されるLPFの特性が変わることで、出力される映像に不連続に見える画像領域が発生することを適切に防止することができる。

【0131】

[第4実施形態]

次に、第4実施形態について、説明する。

【0132】

図12は、第4実施形態の画像処理システム4000の概略構成図である。

【0133】

図13は、斜め方向用LPFのフィルタ係数（一例）を示す図である。

【0134】

画像処理システム4000は、図12に示すように、第3実施形態の画像処理システム3000において、斜め方向成分低減LPF部2Bを、斜め方向成分低減LPF部2Cに置換し、制御信号生成部3を、制御信号生成部3Aに置換し、選択部4Aを合成部4Bに置換した構成を有している。それ以外については、第4実施形態の画像処理システム4000は、画像処理システム3000と同様である。

【0135】

斜め方向成分低減LPF部2Cは、図12に示すように、第1軸LPF部LL1と、第2軸LPF部LL2と、第3軸LPF部LL3と、第4軸LPF部LL4とを備える。

【0136】

第1軸LPF部LL1は、マトリックス遅延部5から出力される映像信号Dmtを入力

10

20

30

40

50

し、映像信号 Dmt に対して、図 13 の領域 $Co e_A \times 1$ に含まれるフィルタ係数を用いたフィルタ処理を実行する。具体的には、第 1 軸 LPF 部 LL1 は、 n 画素間隔 (n ドット間隔) (n : 自然数) で、図 12 の $Co e_A \times 1$ が示す方向である第 1 軸方向の LPF 特性となるフィルタ係数により、フィルタ処理 (LPF 処理) を実行する。

【0137】

具体的には、図 13 に示したフィルタ係数を用いて、

$$\begin{aligned} A(0, 0) &= 0.7188 \\ A(-1, -1) &= 0.2227 \times 2 \\ A(-2, -2) &= -0.1094 \times 2 \\ A(-3, -3) &= 0.0234 \times 2 \\ A(-4, -4) &= 0.0039 \times 2 \end{aligned}$$

10

とし、下記数式に相当する処理を実行することにより、第 1 軸 LPF 部 LL1 は、フィルタ処理後の注目画素 (I, J) の信号値 $Da1(I, J)$ を取得する。

【数 4】

$$Da1(I, J) = \sum_{x=0}^4 A(-x, -x) \times Dmt(I - nx, J - nx) \quad \dots(4)$$

20

そして、第 1 軸 LPF 部 LL1 は、フィルタ処理後の映像信号 $Da1$ を合成部 4B に出力する。

【0138】

第 2 軸 LPF 部 LL2 は、マトリックス遅延部 5 から出力される映像信号 Dmt を入力し、映像信号 Dmt に対して、図 13 の領域 $Co e_A \times 2$ に含まれるフィルタ係数を用いたフィルタ処理を実行する。具体的には、第 2 軸 LPF 部 LL2 は、 n 画素間隔 (n ドット間隔) (n : 自然数) で、図 12 の $Co e_A \times 2$ が示す方向である第 2 軸方向の LPF 特性となるフィルタ係数により、フィルタ処理 (LPF 処理) を実行する。

30

【0139】

具体的には、図 13 に示したフィルタ係数を用いて、

$$\begin{aligned} A(0, 0) &= 0.7188 \\ A(1, -1) &= 0.2227 \times 2 \\ A(2, -2) &= -0.1094 \times 2 \\ A(3, -3) &= 0.0234 \times 2 \\ A(4, -4) &= 0.0039 \times 2 \end{aligned}$$

とし、下記数式に相当する処理を実行することにより、第 2 軸 LPF 部 LL2 は、フィルタ処理後の注目画素 (I, J) の信号値 $Da2(I, J)$ を取得する。

40

【数 5】

$$Da2(I, J) = \sum_{x=0}^4 A(x, -x) \times Dmt(I + nx, J - nx) \quad \dots(5)$$

50

そして、第2軸LPF部LL2は、フィルタ処理後の映像信号Da2を合成部4Bに出力する。

【0140】

第3軸LPF部LL3は、マトリクス遅延部5から出力される映像信号Dmtを入力し、映像信号Dmtに対して、図13の領域Coe__Ax3に含まれるフィルタ係数を用いたフィルタ処理を実行する。具体的には、第3軸LPF部LL3は、n画素間隔（nドット間隔）（n：自然数）で、図12のCoe__AX3が示す方向である第3軸方向のLPF特性となるフィルタ係数により、フィルタ処理（LPF処理）を実行する。

【0141】

具体的には、図13に示したフィルタ係数を用いて、

$$\begin{aligned} A(0, 0) &= 0.7188 \\ A(-1, 1) &= 0.2227 \times 2 \\ A(-2, 2) &= -0.1094 \times 2 \\ A(-3, 3) &= 0.0234 \times 2 \\ A(-4, 4) &= 0.0039 \times 2 \end{aligned}$$

とし、下記数式に相当する処理を実行することにより、第3軸LPF部LL3は、フィルタ処理後の注目画素（I，J）の信号値Da3（I，J）を取得する。

【数6】

$$Da3(I, J) = \sum_{x=0}^4 A(-x, x) \times Dmt(I - nx, J + nx) \dots (6)$$

そして、第3軸LPF部LL3は、フィルタ処理後の映像信号Da3を合成部4Bに出力する。

【0142】

第4軸LPF部LL4は、マトリクス遅延部5から出力される映像信号Dmtを入力し、映像信号Dmtに対して、図13の領域Coe__Ax4に含まれるフィルタ係数を用いたフィルタ処理を実行する。具体的には、第4軸LPF部LL4は、n画素間隔（nドット間隔）（n：自然数）で、図12のCoe__AX4が示す方向である第4軸方向のLPF特性となるフィルタ係数により、フィルタ処理（LPF処理）を実行する。

【0143】

具体的には、図13に示したフィルタ係数を用いて、

$$\begin{aligned} A(0, 0) &= 0.7188 \\ A(1, 1) &= 0.2227 \times 2 \\ A(2, 2) &= -0.1094 \times 2 \\ A(3, 3) &= 0.0234 \times 2 \\ A(4, 4) &= 0.0039 \times 2 \end{aligned}$$

とし、下記数式に相当する処理を実行することにより、第4軸LPF部LL4は、フィルタ処理後の注目画素（I，J）の信号値Da4（I，J）を取得する。

【数 7】

$$Da4(I, J) = \sum_{x=0}^4 A(x, x) \times Dmt(I + nx, J + nx)$$

…(7)

10

そして、第 4 軸 L P F 部 L L 4 は、フィルタ処理後の映像信号 D a 4 を合成部 4 B に出力する。

【0 1 4 4】

制御信号生成部 3 A は、マトリックス遅延部 5 から出力される映像信号 D m t を入力とする。制御信号生成部 3 A は、映像信号 D m t (空間データ D m t) から、上記実施形態と同様の処理を実行し、注目画素 (I, J) が画像上のエッジ領域に含まれるか否かを判定する。

(1) 制御信号生成部 3 A は、注目画素が画像上のエッジ領域に含まれると判定した場合、制御信号 C t l 2 の信号値を「0」にして、合成部 4 B に出力する。

20

(2) 制御信号生成部 3 A は、注目画素が画像上のエッジ領域に含まれず、かつ、注目画素の左上方向 (第 1 軸方向) にエッジ領域が存在すると判定した場合、制御信号 C t l 2 の信号値を「1」にして、合成部 4 B に出力する。

(3) 制御信号生成部 3 A は、注目画素が画像上のエッジ領域に含まれず、かつ、注目画素の右上方向 (第 2 軸方向) にエッジ領域が存在すると判定した場合、制御信号 C t l 2 の信号値を「2」にして、合成部 4 B に出力する。

(4) 制御信号生成部 3 A は、注目画素が画像上のエッジ領域に含まれず、かつ、注目画素の左下方向 (第 3 軸方向) にエッジ領域が存在すると判定した場合、制御信号 C t l 2 の信号値を「3」にして、合成部 4 B に出力する。

(5) 制御信号生成部 3 A は、注目画素が画像上のエッジ領域に含まれず、かつ、注目画素の右下方向 (第 4 軸方向) にエッジ領域が存在すると判定した場合、制御信号 C t l 2 の信号値を「4」にして、合成部 4 B に出力する。

30

【0 1 4 5】

合成部 4 B は、制御信号生成部 3 A からの制御信号 C t l 2 の信号値に基づいて、出力する映像信号 D o u t を生成する。具体的には、合成部 4 B は、以下のようにして、映像信号 D o u t を生成する。

(1) 制御信号 C t l 2 の信号値が「0」である場合、注目画素はエッジ領域に含まれず、かつ、第 1 軸方向～第 4 軸方向のいずれの方向にも、エッジ領域が存在しないので、合成部 4 B は、エッジ成分が保持された映像信号 D 1 を、映像信号 D o u t として、出力する。つまり、合成部 4 B は、

40

$$D o u t (I, J) = D 1 (I, J)$$

とする映像信号 D o u t を出力する。

(2) 制御信号 C t l 2 の信号値が「1」である場合、注目画素はエッジ領域に含まれず、かつ、第 1 軸方向の方向にエッジ領域が存在するので、合成部 4 B は、エッジ領域が検出された方向の L P F 処理を実行された映像信号 D a 1 を採用せず、それ以外の映像信号 D a 2 ~ D a 4 を合成することで、映像信号 D o u t を生成する。つまり、合成部 4 B は、

$$D o u t (I, J) = \{ D 2 (I, J) + D 3 (I, J) + D 4 (I, J) \} / 3$$

あるいは、

$$D o u t (I, J) = \{ D 2 (I, J) + D 3 (I, J) \} / 4 + D 4 (I, J) /$$

50

2

などにより生成した映像信号 D_{out} を出力する。

(3) 制御信号 Ctl_2 の信号値が「2」である場合、注目画素はエッジ領域に含まれず、かつ、第2軸方向の方向にエッジ領域が存在するので、合成部4Bは、エッジ領域が検出された方向のLPF処理を実行された映像信号 D_{a2} を採用せず、それ以外の映像信号 D_{a1} 、 D_{a3} 、 D_{a4} を合成することで、映像信号 D_{out} を生成する。つまり、合成部4Bは、

$$D_{out}(I, J) = \{ D_1(I, J) + D_3(I, J) + D_4(I, J) \} / 3$$

あるいは、

$$D_{out}(I, J) = \{ D_1(I, J) + D_4(I, J) \} / 4 + D_3(I, J) /$$

10

2

などにより生成した映像信号 D_{out} を出力する。

(4) 制御信号 Ctl_2 の信号値が「3」である場合、注目画素はエッジ領域に含まれず、かつ、第3軸方向の方向にエッジ領域が存在するので、合成部4Bは、エッジ領域が検出された方向のLPF処理を実行された映像信号 D_{a3} を採用せず、それ以外の映像信号 D_{a1} 、 D_{a2} 、 D_{a4} を合成することで、映像信号 D_{out} を生成する。つまり、合成部4Bは、

$$D_{out}(I, J) = \{ D_1(I, J) + D_2(I, J) + D_4(I, J) \} / 3$$

あるいは、

$$D_{out}(I, J) = \{ D_1(I, J) + D_4(I, J) \} / 4 + D_2(I, J) /$$

20

2

などにより生成した映像信号 D_{out} を出力する。

(5) 制御信号 Ctl_2 の信号値が「4」である場合、注目画素はエッジ領域に含まれず、かつ、第4軸方向の方向にエッジ領域が存在するので、合成部4Bは、エッジ領域が検出された方向のLPF処理を実行された映像信号 D_{a4} を採用せず、それ以外の映像信号 $D_{a1} \sim D_{a3}$ を合成することで、映像信号 D_{out} を生成する。つまり、合成部4Bは、

$$D_{out}(I, J) = \{ D_1(I, J) + D_2(I, J) + D_3(I, J) \} / 3$$

あるいは、

$$D_{out}(I, J) = \{ D_{12}(I, J) + D_3(I, J) \} / 4 + D_1(I, J)$$

30

/ 2

などにより生成した映像信号 D_{out} を出力する。

【0146】

画像処理システム4000では、上記のように処理することで、エッジ領域が存在する方向の高域成分を抑制したフィルタ処理後の映像信号を除外して生成された映像信号 D_{out} を取得することができる。このため、画像処理システム4000では、FHDの映像を、4K映像/8K映像に拡大した場合であっても、エッジ成分を保存しながら、ノイズ成分(例えば、モスキートノイズ)をより適切に低減することができる(より滑らかな映像信号を取得することができる)。

【0147】

40

なお、合成部4Bにおいて、映像信号 $D_{a1} \sim D_{a4}$ を合成する場合の映像信号 $D_{a1} \sim D_{a4}$ に対する重み付け(乗算する係数)は、上記以外ののものであってもよい。

【0148】

[第5実施形態]

次に、第5実施形態について、説明する。

【0149】

図14は、第5実施形態の画像処理システム5000の概略構成図である。

【0150】

図15は、時間方向フィルタ部7の概略構成図である。

【0151】

50

画像処理システム5000は、図14に示すように、第1実施形態の画像処理システム1000において、エッジ成分保持処理部1と合成部4との間に、時間方向フィルタ部7を追加した構成を有している。それ以外については、第5実施形態の画像処理システム5000は、第1実施形態の画像処理システム1000と同様である。

【0152】

時間方向フィルタ部7は、エッジ成分保持処理部1から出力される映像信号DHoutを入力する。時間方向フィルタ部7は、映像信号DHoutに対して、時間方向のLPF処理を実行し、処理後の映像信号を映像信号D1Houtとして合成部4に出力する。

【0153】

なお、合成部4では、第1実施形態において、映像信号DHoutを、映像信号D1Houtとして、第1実施形態と同様の処理が実行される。

【0154】

時間方向フィルタ部7は、図15に示すように、第1係数器71と、加算器72と、第2係数器73と、フレームメモリ74とを備える。

【0155】

時間方向フィルタ部7の第1係数器71は、入力された映像信号DHoutに対して、係数 $(1 - \alpha)$ ($0 < \alpha < 1$)を乗算することで取得した映像信号DH1 ($= \alpha \times DHout$)を加算器72に出力する。

【0156】

加算器72は、第1係数器71から出力される映像信号DH1と、第2係数器73から出力される映像信号DH2とを加算する。そして、加算器72は、加算して取得した映像信号を映像信号D1Houtとして、フレームメモリ74と、合成部4とに出力する。

【0157】

フレームメモリ74は、少なくとも1フレーム分の映像信号のデータを保持することができるメモリである。フレームメモリ74は、加算器72から出力される映像信号D1Houtを入力し、記憶する。そして、フレームメモリ74は、記憶している、現フレーム(現在処理対象のフレーム)のNフレーム前(N:自然数)(本実施形態では、N=1とする)のフレームの映像信号D1Hout__pastを第2係数器73に出力する。

【0158】

第2係数器73は、フレームメモリ74から出力される映像信号D1Hout__pastを入力し、係数 β ($0 < \beta < 1$)を乗算することで取得した映像信号DH1 ($= \beta \times D1Hout_past$)を加算器72に出力する。

【0159】

つまり、時間方向フィルタ部7は、

$$D1Hout = (1 - \alpha) \times DHout + \alpha \times D1Hout_past$$
に相当する処理を実行することで、映像信号D1Houtを取得する。

【0160】

これにより、画像処理システム5000では、時間軸方向に発生するノイズ(時間的に変化するモスキートノイズ)を効果的に低減させることができる。

【0161】

[他の実施形態]

上記実施形態(変形例を含む)で説明した画像処理システム、画像処理装置において、フィルタ処理に用いるフィルタ係数は、一例であり、他のフィルタ係数により処理を実行するようにしてもよい。また、フィルタ処理後の映像信号の信号レベルが所定の範囲に収まるように、映像信号に対して、ゲイン調整、オフセット調整等を行うようにしてもよい。

【0162】

また、各機能ブロックに入力される映像信号、各機能ブロックから出力される映像信号に対しても、映像信号の信号レベルが所定の範囲に収まるように、映像信号に対して、ゲイン調整、オフセット調整等を行うようにしてもよい。

10

20

30

40

50

【0163】

また、上記実施形態（変形例を含む）で説明した画像処理システム、画像処理装置において、各ブロックは、LSIなどの半導体装置により個別に1チップ化されても良いし、一部又は全部を含むように1チップ化されても良い。

【0164】

なお、ここでは、LSIとしたが、集積度の違いにより、IC、システムLSI、スーパーLSI、ウルトラLSIと呼称されることもある。

【0165】

また、集積回路化の手法はLSIに限るものではなく、専用回路又は汎用プロセッサで実現してもよい。LSI製造後に、プログラムすることが可能なFPGA(Field Programmable Gate Array)や、LSI内部の回路セルの接続や設定を再構成可能なりコンフィギュラブル・プロセッサを利用してよい。

10

【0166】

さらには、半導体技術の進歩又は派生する別技術によりLSIに置き換わる集積回路化の技術が登場すれば、当然、その技術を用いて機能ブロックの集積化を行ってもよい。バイオ技術の適用等が可能性としてあり得る。

【0167】

また、上記各実施形態の各機能ブロックの処理の一部または全部は、プログラムにより実現されるものであってもよい。そして、上記各実施形態の各機能ブロックの処理の一部または全部は、コンピュータにおいて、中央演算装置(CPU)、マイクロプロセッサ、プロセッサ等により行われる。また、それぞれの処理を行うためのプログラムは、ハードディスク、ROMなどの記憶装置に格納されており、ROMにおいて、あるいはRAMに読み出されて実行される。

20

【0168】

また、上記実施形態の各処理をハードウェアにより実現してもよいし、ソフトウェア(OS(オペレーティングシステム)、ミドルウェア、あるいは、所定のライブラリとともに実現される場合を含む。)により実現してもよい。さらに、ソフトウェアおよびハードウェアの混在処理により実現してもよい。なお、上記実施形態に係る画像処理システム、画像処理装置をハードウェアにより実現する場合、各処理を行うためのタイミング調整を行う必要があるのは言うまでもない。上記実施形態においては、説明便宜のため、実際のハードウェア設計で生じる各種信号のタイミング調整の詳細については省略している。

30

【0169】

また、上記実施形態における処理方法の実行順序は、必ずしも、上記実施形態の記載に制限されるものではなく、発明の要旨を逸脱しない範囲で、実行順序を入れ替えることができるものである。また、上記実施形態における処理方法において、発明の要旨を逸脱しない範囲で、一部のステップが、他のステップと並列に実行されるものであってもよい。

【0170】

前述した方法をコンピュータに実行させるコンピュータプログラム及びそのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体は、本発明の範囲に含まれる。ここで、コンピュータ読み取り可能な記録媒体としては、例えば、フレキシブルディスク、ハードディスク、CD-ROM、MO、DVD、DVD-ROM、DVD-RAM、大容量DVD、次世代DVD、半導体メモリを挙げることができる。

40

【0171】

上記コンピュータプログラムは、上記記録媒体に記録されたものに限られず、電気通信回線、無線又は有線通信回線、インターネットを代表とするネットワーク等を経由して伝送されるものであってもよい。

【0172】

なお、本発明の具体的な構成は、前述の実施形態に限られるものではなく、発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更および修正が可能である。

【0173】

50

[付記]

なお、本発明は、以下のように表現することもできる。

【 0 1 7 4 】

第 1 の発明は、入力画像信号に対して、ノイズ低減処理を行う画像処理装置であって、斜め方向成分低減 L P F 部と、エッジ成分保持処理部と、制御信号生成部と、選択合成部と、を備える画像処理装置である。

【 0 1 7 5 】

斜め方向成分低減 L P F 部は、入力画像信号に対して、画像上の斜め方向の高域周波数成分を低減させる 2 次元 L P F による処理を実行し、処理後の画像信号を、低域画像信号として出力する。

【 0 1 7 6 】

エッジ成分保持処理部は、入力画像信号を入力として、入力画像信号のエッジ成分を保持した画像信号を、原画像信号として出力する。

【 0 1 7 7 】

制御信号生成部は、入力画像信号に基づいて、合成処理用制御信号を生成する。

【 0 1 7 8 】

選択合成部は、制御信号生成部により生成された合成処理用制御信号に基づいて、原画像信号と、低域画像信号とを合成する処理、あるいは、原画像信号と、低域画像信号とのいずれかを選択する処理を行うことで、出力画像信号を取得する。

【 0 1 7 9 】

この画像処理装置では、選択合成部が、合成処理用制御信号に基づいて、エッジ成分を保持している原画像信号と、斜め方向のノイズ成分を低減した低域画像信号とを用いて、合成処理あるいは選択処理を実行する。したがって、この画像処理装置では、例えば、FHD の映像を、4 K 映像 / 8 K 映像に拡大した場合であっても、エッジ成分を保存しながら、ノイズ成分（例えば、モスキートノイズ）を適切に低減することができる。

【 0 1 8 0 】

第 2 の発明は、第 1 の発明であって、制御信号生成部は、入力画像信号に基づいて、入力画像信号が形成する画像上において、処理対象の画素である注目画素が画像上のエッジ領域に含まれるか否かを判定し、当該判定結果を示す合成処理用制御信号を生成する。

【 0 1 8 1 】

選択合成部は、合成処理用制御信号が示す判定結果に基づいて、

(1) 注目画素が画像上のエッジ領域に含まれる場合、原画像信号に含まれる高域成分が強調または保持されるように、原画像信号と、低域画像信号とを合成する処理を行う、または、原画像信号を選択する処理を行い、

(2) 注目画素が画像上のエッジ領域に含まれない場合、原画像信号に含まれる高域成分が低減されるように、原画像信号と、低域画像信号とを合成する処理を行う、または、低域画像信号を選択する処理を行う。

【 0 1 8 2 】

これにより、この画像処理装置では、画像上のエッジ領域に含まれる画素に相当する映像信号に対しては、エッジ成分（高域成分）を保持し、画像上のエッジ領域に含まれない画素に相当する映像信号に対しては、画像上の斜め方向の高域成分を適切に抑制することができる。その結果、この画像処理装置では、例えば、FHD の映像を、4 K 映像 / 8 K 映像に拡大した場合であっても、エッジ成分を保存しながら、ノイズ成分（例えば、モスキートノイズ）を適切に低減することができる。

【 0 1 8 3 】

第 3 の発明は、第 1 または第 2 の発明であって、斜め方向成分低減 L P F 部は、画像上の斜め方向の高域成分を低減させるフィルタ特性を有する、第 1 から第 N の L P F 部（N：自然数）を備える。

【 0 1 8 4 】

第 k の L P F 部（k：自然数、 $1 \leq k < N$ ）のカットオフ周波数を $f_c(k)$ とすると

10

20

30

40

50

、
 $f_c(k) > f_c(k+1)$

である。

【0185】

第kのLPF部は、入力画像信号に対して、フィルタ処理を行い、フィルタ処理後の画像信号を第k画像信号として出力する。

【0186】

選択合成部は、合成処理用制御信号の信号値が、注目画素が画像上のエッジ領域に含まれる可能性が低いことを示す信号値である程、第1から第NのLPF部のうち、カットオフ周波数がより低いフィルタ特性であるフィルタ処理を実行するLPF部から出力された画像信号を選択することで、出力画像信号を取得する。

10

【0187】

これにより、この画像処理装置では、注目画素が画像上のエッジ領域に含まれる可能性が低い程、画像上の斜め方向の高域成分を強く低減するフィルタ処理を実行した映像信号を出力映像信号とすることができる。したがって、この画像処理装置では、例えば、FHDの映像を、4K映像/8K映像に拡大した場合であっても、エッジ成分を保存しながら、ノイズ成分(例えば、モスキートノイズ)を適切に低減することができる。

【0188】

合成処理用制御信号の信号値が0以上1以下の範囲の実数値をとる場合であって、注目画素が画像上のエッジ領域に含まれる可能性が高い程、当該注目画素に対応する合成処理用制御信号の信号値が大きな値(「1」に近い値)をとるように設定されている場合、「合成処理用制御信号の信号値が、注目画素が画像上のエッジ領域に含まれる可能性が低いことを示す信号値である程」とは、合成処理用制御信号の信号値が「0」に近い値である程、という意味である。

20

【0189】

第4の発明は、第3の発明であって、第kのLPF部は、入力画像信号により形成される画像上の画素位置をサンプリング点とし、当該サンプリング点に対応するフィルタ係数によるフィルタ処理を行う。

【0190】

第1から第NのLPF部は、共通に設定されているフィルタ係数を用いてフィルタ処理を実行する。

30

【0191】

第1から第NのLPF部は、それぞれ、異なるサンプリング間隔で取得した、画像上の画素の画素値に対して、フィルタ係数を用いて、フィルタ処理を行うことで、それぞれ、異なるカットオフ周波数のフィルタ特性のフィルタ処理を実行する。

【0192】

これにより、この画像処理装置では、共通に設定されているフィルタ係数(例えば、2次元フィルタ係数)を用いて、サンプリング間隔を変更することで、異なるフィルタ処理を実現することができる。

【0193】

第5の発明は、第1の発明であって、斜め方向成分低減LPF部は、第1軸LPF部と、第2軸LPF部と、第3軸LPF部と、第4軸LPF部と、を備える。

40

【0194】

第1軸LPF部は、画像上の注目画素を中心として、左斜め上方向である第1軸方向の高域成分を低減させるフィルタ特性を有するフィルタ処理を、入力画像信号に対して実行し、フィルタ処理後の画像信号を第1軸画像信号として出力する。

【0195】

第2軸LPF部は、画像上の注目画素を中心として、右斜め上方向である第2軸方向の高域成分を低減させるフィルタ特性を有するフィルタ処理を、入力画像信号に対して実行し、フィルタ処理後の画像信号を第2軸画像信号として出力する。

50

【0196】

第3軸LPF部は、画像上の注目画素を中心として、左斜め下方向である第3軸方向の高域成分を低減させるフィルタ特性を有するフィルタ処理を、入力画像信号に対して実行し、フィルタ処理後の画像信号を第3軸画像信号として出力する。

【0197】

第4軸LPF部は、画像上の注目画素を中心として、右斜め下方向である第4軸方向の高域成分を低減させるフィルタ特性を有するフィルタ処理を、入力画像信号に対して実行し、フィルタ処理後の画像信号を第4軸画像信号として出力する。

【0198】

制御信号生成部は、注目画素が画像上のエッジ領域に含まれるか否かと、注目画素の第1軸方向から第4軸方向の4方向にエッジ領域が存在するか否かとを判定し、当該判定結果を示す合成処理用制御信号を生成する。

10

【0199】

選択合成部は、以下の処理を行う。

(1) 合成処理用制御信号が、注目画素はエッジ領域に含まれず、かつ、第1軸方向から第4軸方向のいずれの方向にもエッジ領域が存在しないと判定されたことを示している場合、選択合成部は、原画像信号を出力画像信号として出力する、あるいは、原画像信号の高域成分を保持または強調した映像信号を出力画像信号として出力する。

(2) 合成処理用制御信号が、注目画素はエッジ領域に含まれず、かつ、第1軸方向にエッジ領域が存在すると判定されたことを示している場合、選択合成部は、第2軸画像信号、第3軸画像信号、および、第4軸画像信号の少なくとも1つを用いて生成した画像信号を、出力画像信号として出力する。

20

(3) 合成処理用制御信号が、注目画素はエッジ領域に含まれず、かつ、第2軸方向にエッジ領域が存在すると判定されたことを示している場合、選択合成部は、第1軸画像信号、第3軸画像信号、および、第4軸画像信号の少なくとも1つを用いて生成した画像信号を、出力画像信号として出力する。

(4) 合成処理用制御信号が、注目画素はエッジ領域に含まれず、かつ、第3軸方向にエッジ領域が存在すると判定されたことを示している場合、選択合成部は、第1軸画像信号、第2軸画像信号、および、第4軸画像信号の少なくとも1つを用いて生成した画像信号を、出力画像信号として出力する。

30

(5) 合成処理用制御信号が、注目画素はエッジ領域に含まれず、かつ、第4軸方向にエッジ領域が存在すると判定されたことを示している場合、選択合成部は、第1軸画像信号、第2軸画像信号、および、第3軸画像信号の少なくとも1つを用いて生成した画像信号を、出力画像信号として出力する。

【0200】

この画像処理装置では、上記のように処理することで、エッジ領域が存在する方向の高域成分を抑制したフィルタ処理後の画像信号を除外して生成された出力画像信号を取得することができる。このため、この画像処理装置では、FHDの映像を、4K映像/8K映像に拡大した場合であっても、エッジ成分を保存しながら、ノイズ成分(例えば、モスキートノイズ)をより適切に低減することができる(より滑らかな画像信号(映像信号)を取得することができる)。

40

【産業上の利用可能性】

【0201】

本発明によれば、FHDの映像を、4K映像/8K映像に拡大した場合であっても、エッジ成分を保存しながら、ノイズ成分を適切に低減する画像処理装置を実現することができるので、映像関連産業分野において、有用であり、当該分野において実施することができる。

【符号の説明】

【0202】

100、200、300、400、500 画像処理装置

50

- 1、 1 A エッジ成分保持処理部
- 2、 2 A、 2 B、 2 C 斜め方向成分低減 L P F 部
- 3 制御信号生成部
- 4、 4 B 合成部 (選択合成部)
- 4 A 選択部 (選択合成部)

【 図 1 】

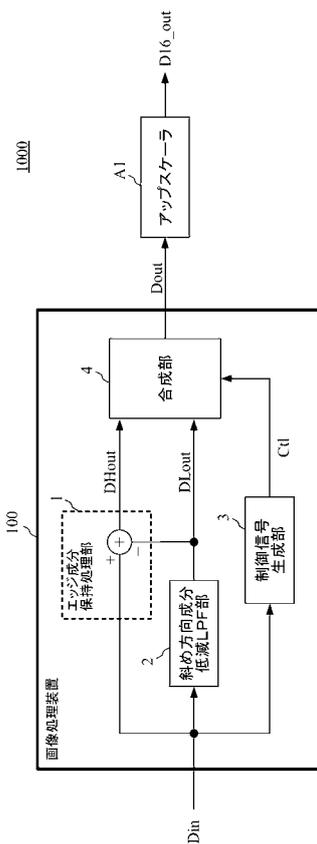


FIG. 1

【 図 2 】

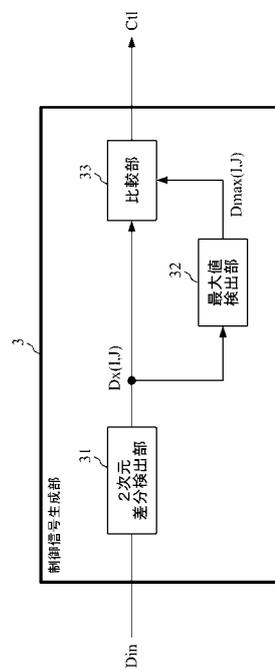


FIG. 2

【 図 3 】

斜め方向成分低減用LPF(2次元LPF)のフィルタ係数(一例)

	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
-4	0.00343	0.01282	-0.00524	-0.02330	-0.03404	-0.02330	-0.00524	0.01282	0.00343
-3	0.01282	0.04791	-0.01956	-0.08703	-0.12715	-0.08703	-0.01956	0.04791	0.01282
-2	-0.00524	-0.01956	0.00799	0.03554	0.05192	0.03554	0.00799	-0.01956	-0.00524
-1	-0.02330	-0.08703	0.03554	0.15811	0.23099	0.15811	0.03554	-0.08703	-0.02330
0	-0.03404	-0.12715	0.05192	0.23099	0.33747	0.23099	0.05192	-0.12715	-0.03404
1	-0.02330	-0.08703	0.03554	0.15811	0.23099	0.15811	0.03554	-0.08703	-0.02330
2	-0.00524	-0.01956	0.00799	0.03554	0.05192	0.03554	0.00799	-0.01956	-0.00524
3	0.01282	0.04791	-0.01956	-0.08703	-0.12715	-0.08703	-0.01956	0.04791	0.01282
4	0.00343	0.01282	-0.00524	-0.02330	-0.03404	-0.02330	-0.00524	0.01282	0.00343

FIG. 3

【 図 4 】

2次元差分画像

$Dx(i-x, j-y)$									$Dx(i+x, j-y)$
				$Dx(i, j)$					
$Dx(i-x, j+y)$									$Dx(i+x, j+y)$

$$D_{max}(i, j) = \max(Dx(i-x, j-y) \sim Dx(i+x, j+y))$$

FIG. 4

【 図 5 】



FIG. 5

【 図 6 】

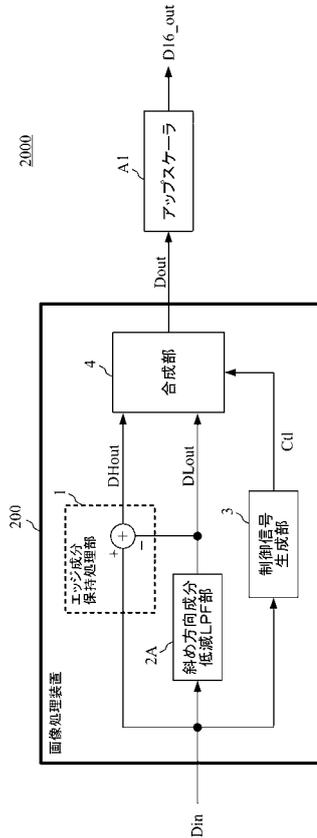


FIG. 6

【 図 7 】

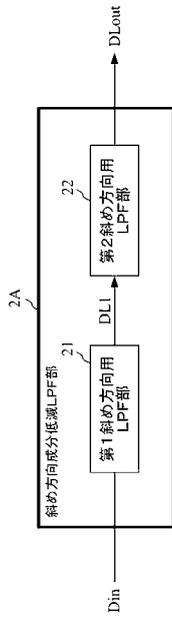


FIG. 7

【 図 8 】

第1斜め方向用LPFのフィルタ係数(一例)

	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
-4	0.0039								
-3		0.0234							
-2			-0.1094						
-1				0.2227					
0					0.7188				
1						0.2227			
2							-0.1094		
3								0.0234	
4									0.0039

FIG. 8

【 図 9 】

第2斜め方向用LPFのフィルタ係数(一例)

	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
-4	0.0039								
-3		0.0234							
-2			-0.1094						
-1				0.2227					
0					0.7188				
1						0.2227			
2							-0.1094		
3								0.0234	
4									0.0039

FIG. 9

【 図 10 】

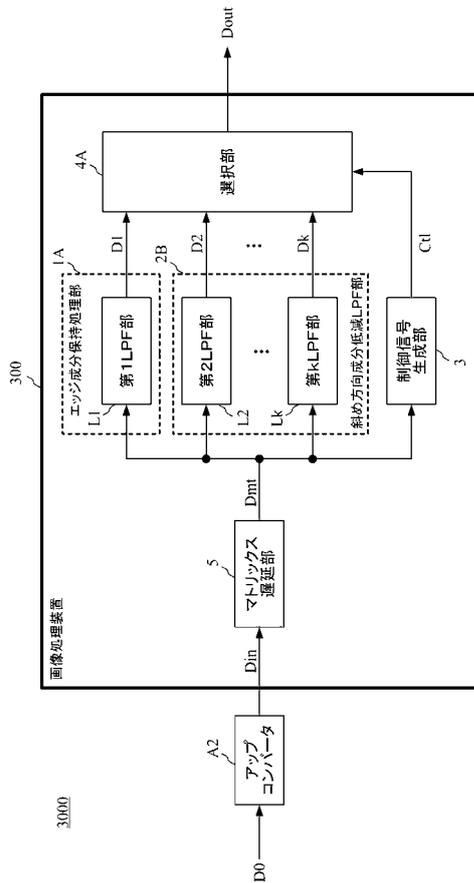


FIG. 10

【図 1 1】

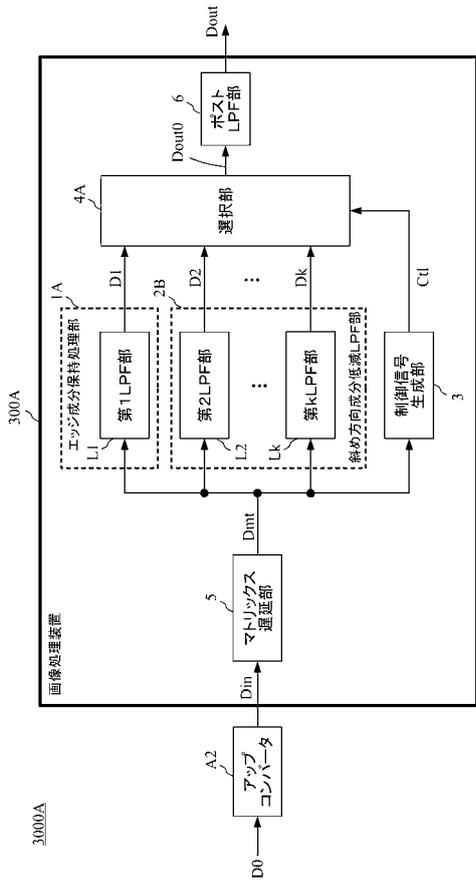


FIG. 11

【図 1 2】

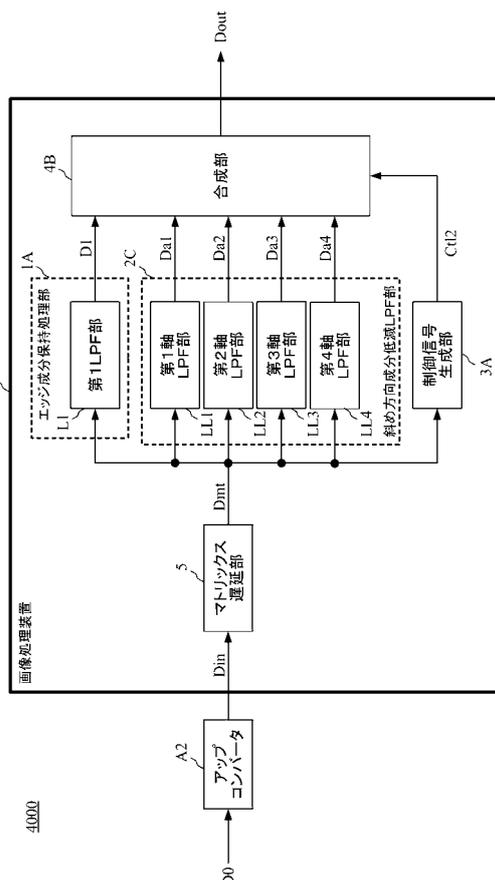


FIG. 12

【図 1 3】

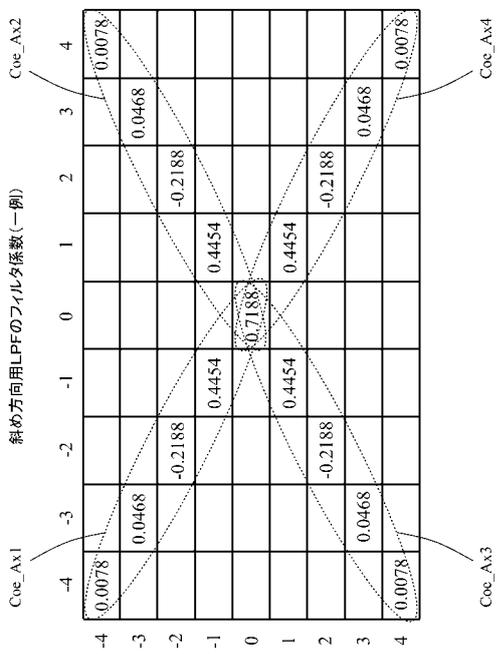


FIG. 13

【図 1 4】

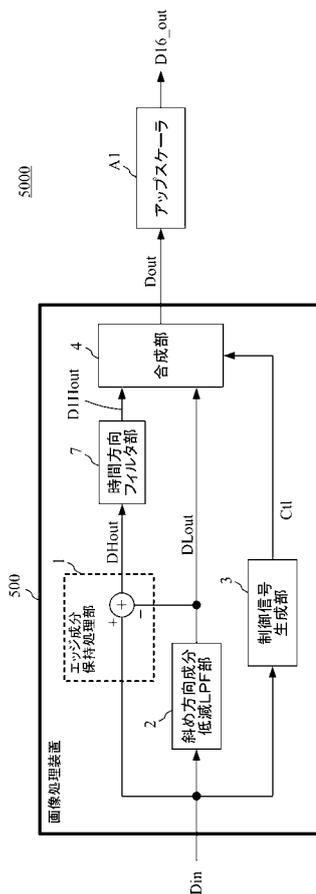


FIG. 14

【 図 15 】

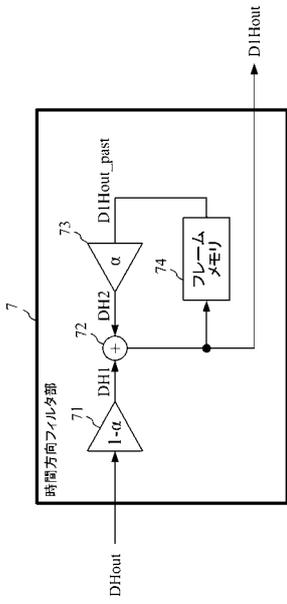


FIG. 15

フロントページの続き

(72)発明者 沼尾 孝次

大阪府大阪市阿倍野区長池町2-2番2-2号 シャープ株式会社内

(72)発明者 合志 清一

東京都新宿区西新宿1丁目2-4番2号 学校法人工学院大学内

Fターム(参考) 5B057 CA08 CA12 CA16 CB08 CB12 CB16 CD05 CE05 CE06 CH09
CH11 CH18 DA08 DA17 DB02 DB09 DC16
5C021 PA34 PA38 PA52 PA56 PA62 PA66 PA67 RA02 XB02 XB16
YA01 ZA11