

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6000659号
(P6000659)

(45) 発行日 平成28年10月5日 (2016. 10. 5)

(24) 登録日 平成28年9月9日 (2016. 9. 9)

(51) Int. Cl.

F I

G 0 6 T 5/00 (2006. 01)

G 0 6 T 5/00 7 0 5

G 0 6 T 1/00 (2006. 01)

G 0 6 T 1/00 2 9 0 A

A 6 1 B 6/00 (2006. 01)

A 6 1 B 6/00 3 5 0 S

A 6 1 B 6/00 3 5 0 N

請求項の数 26 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2012-126542 (P2012-126542)
 (22) 出願日 平成24年6月1日 (2012. 6. 1)
 (65) 公開番号 特開2013-250893 (P2013-250893A)
 (43) 公開日 平成25年12月12日 (2013. 12. 12)
 審査請求日 平成27年6月1日 (2015. 6. 1)

(73) 特許権者 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 100076428
 弁理士 大塚 康德
 (74) 代理人 100112508
 弁理士 高柳 司郎
 (74) 代理人 100115071
 弁理士 大塚 康弘
 (74) 代理人 100116894
 弁理士 木村 秀二
 (74) 代理人 100130409
 弁理士 下山 治
 (74) 代理人 100134175
 弁理士 永川 行光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 情報処理装置、情報処理方法およびプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

入力画像に対して所定方向に加重平均処理をした平均画像を生成する平均画像生成手段と、

前記方向とは異なる方向に、前記平均画像を複数の周波数成分の画像に分解する分解手段と、

前記周波数成分の画像にフィルター処理をして、前記周波数成分の画像に含まれるライン状ノイズを低減する低減手段と、

前記ライン状ノイズが低減された周波数成分の画像を再構成する再構成手段と、

前記平均画像から前記再構成された画像を差し引き、前記所定方向に沿ったライン状ノイズ画像を抽出する抽出手段と、

前記ライン状ノイズ画像に基づいて前記入力画像のライン状ノイズを低減したノイズ低減後画像を生成するノイズ低減後画像生成手段と、

を有することを特徴とする情報処理装置。

【請求項 2】

入力画像を所定方向に複数の周波数成分の画像に分解する分解手段と、

前記周波数成分の画像に対して、前記方向とは異なる方向に加重平均処理をした平均画像を生成する平均画像生成手段と、

前記平均画像にフィルター処理をして、前記異なる方向に沿ったライン状ノイズ画像を抽出する抽出手段と、

10

20

前記ライン状ノイズ画像に基づいて前記周波数成分の画像のライン状ノイズを低減したノイズ低減後画像を生成するノイズ低減後画像生成手段と、

前記ノイズ低減後画像を再構成する再構成手段と、

を有することを特徴とする情報処理装置。

【請求項 3】

前記フィルター処理は、画像の画素値に依存してフィルター係数が変化する非線形フィルターを用いて行なわれることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の情報処理装置。

【請求項 4】

前記フィルター処理では、画素値の差分に応じてフィルター係数が変化し、前記フィルター係数の変化量は前記分解のレベルに応じて可変であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の情報処理装置。

10

【請求項 5】

前記フィルター処理は、フィルター、分散フィルター、MTMフィルター、バイラテラルフィルターのいずれかをハイパスフィルターとして用いて行なわれることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の情報処理装置。

【請求項 6】

前記平均画像生成手段は、前記加重平均処理により前記入力画像を縮小した画像を生成することを特徴とする請求項 1 に記載の情報処理装置。

【請求項 7】

前記平均画像生成手段は、前記周波数成分の画像のそれぞれに対して縮小率を可変に設定し、前記周波数成分の画像を縮小した画像を生成することを特徴とする請求項 2 に記載の情報処理装置。

20

【請求項 8】

入力画像に対して周波数分解処理を実行して複数の周波数成分に分解された周波数分解画像を取得し、前記複数の周波数成分に分解された周波数分解画像において、ライン状ノイズと平行な方向に加重平均処理を実行する処理手段と、

前記加重平均処理された周波数分解画像から前記ライン状ノイズを抽出する抽出手段と、

前記抽出されたライン状ノイズをそれぞれの周波数分解画像から差し引く差分処理を行い、前記周波数分解画像に含まれるライン状ノイズを低減した周波数分解画像を取得する取得手段と、

30

前記ライン状ノイズが低減された前記周波数分解画像を再構成する再構成手段と、

を有することを特徴とする情報処理装置。

【請求項 9】

前記抽出手段は、前記加重平均処理された周波数分解画像にフィルター処理をして、ライン状ノイズを抽出することを特徴とする請求項 8 に記載の情報処理装置。

【請求項 10】

前記フィルター処理は、前記周波数分解画像の画素値に依存してフィルター係数が変化する非線形フィルターを用いて行なわれることを特徴とする請求項 9 に記載の情報処理装置。

40

【請求項 11】

前記フィルター処理では、前記周波数分解画像の画素値の差分に応じてフィルター係数が変化し、前記フィルター係数の変化量は前記分解のレベルに応じて可変であることを特徴とする請求項 9 に記載の情報処理装置。

【請求項 12】

前記フィルター処理は、フィルター、分散フィルター、MTMフィルター、バイラテラルフィルターのいずれかをハイパスフィルターとして用いて行なわれることを特徴とする請求項 9 乃至 11 のいずれか 1 項に記載の情報処理装置。

【請求項 13】

前記処理手段は、前記加重平均処理により前記入力画像を縮小した周波数分解画像を生

50

成することを特徴とする請求項 8 乃至 12 のいずれか 1 項に記載の情報処理装置。

【請求項 14】

前記処理手段は、前記周波数分解画像のそれぞれに対して縮小率を可変に設定し、前記周波数分解画像を縮小した画像を生成することを特徴とする請求項 13 に記載の情報処理装置。

【請求項 15】

入力画像を所定の方向に複数の周波数成分の画像に分解する分解手段と、

前記周波数成分の画像に対して、前記方向とは異なる方向に加重平均処理をした画像を生成する生成手段と、

前記加重平均処理された画像にフィルター処理をして、前記異なる方向に沿ったライン状ノイズを抽出する抽出手段と、

前記周波数成分の画像から前記ライン状ノイズを差し引いた差分画像を生成する差分画像生成手段と、

前記差分画像を再構成する再構成手段と、

を有することを特徴とする情報処理装置。

【請求項 16】

前記フィルター処理は、画像の画素値に依存してフィルター係数が変化する非線形フィルターを用いて行なわれることを特徴とする請求項 15 に記載の情報処理装置。

【請求項 17】

前記フィルター処理では、画素値の差分に応じてフィルター係数が変化し、前記フィルター係数の変化量は前記分解のレベルに応じて可変であることを特徴とする請求項 15 に記載の情報処理装置。

【請求項 18】

前記フィルター処理は、フィルター、分散フィルター、MTMフィルター、バイラテラルフィルターのいずれかをハイパスフィルターとして用いて行なわれることを特徴とする請求項 15 乃至 17 のいずれか 1 項に記載の情報処理装置。

【請求項 19】

前記生成手段は、前記加重平均処理により前記入力画像を縮小した画像を生成することを特徴とする請求項 15 に記載の情報処理装置。

【請求項 20】

前記生成手段は、前記周波数成分の画像のそれぞれに対して縮小率を可変に設定し、前記周波数成分の画像を縮小した画像を生成することを特徴とする請求項 15 に記載の情報処理装置。

【請求項 21】

ライン状ノイズを低減する情報処理方法であって、

入力画像に対して所定の方向に加重平均処理をした平均画像を生成する平均画像生成工程と、

前記方向とは異なる方向に、前記平均画像を複数の周波数成分の画像に分解する分解工程と、

前記周波数成分の画像にフィルター処理をして、前記周波数成分の画像に含まれるライン状ノイズを低減する低減工程と、

前記ライン状ノイズが低減された周波数成分の画像を再構成する再構成工程と、

前記平均画像から前記再構成された画像を差し引き、前記所定の方向に沿ったライン状ノイズ画像を抽出する抽出工程と、

前記ライン状ノイズ画像に基づいて前記入力画像のライン状ノイズを低減したノイズ低減後画像を生成するノイズ低減後画像生成工程と、

を有することを特徴とする情報処理方法。

【請求項 22】

ライン状ノイズを低減する情報処理方法であって、

入力画像を所定の方向に複数の周波数成分の画像に分解する分解工程と、

10

20

30

40

50

前記周波数成分の画像に対して、前記方向とは異なる方向に加重平均処理をした平均画像を生成する平均画像生成工程と、

前記平均画像にフィルター処理をして、前記異なる方向に沿ったライン状ノイズ画像を抽出する抽出工程と、

前記ライン状ノイズ画像に基づいて前記周波数成分の画像のライン状ノイズを低減したノイズ低減後画像を生成するノイズ低減後画像生成工程と、

前記ノイズ低減後画像を再構成する再構成工程と、

を有することを特徴とする情報処理方法。

【請求項 2 3】

ライン状ノイズを低減する情報処理方法であって、

入力画像に対して所定の方向に加重平均処理をした画像を生成する生成工程と、

前記方向とは異なる方向に、前記加重平均処理された画像を複数の周波数成分の画像に分解する分解工程と、

前記周波数成分の画像にフィルター処理をして、前記周波数成分の画像に含まれるライン状ノイズを低減する低減工程と、

前記ライン状ノイズが低減された周波数成分の画像を再構成する再構成工程と、

前記加重平均処理された画像から前記再構成された画像を差し引き、前記所定の方向に沿ったライン状ノイズを抽出する抽出工程と、

前記入力画像から前記ライン状ノイズを差し引いた差分画像を生成する差分画像生成工程と、

を有することを特徴とする情報処理方法。

【請求項 2 4】

ライン状ノイズを低減する情報処理方法であって、

入力画像を所定の方向に複数の周波数成分の画像に分解する分解工程と、

前記周波数成分の画像に対して、前記方向とは異なる方向に加重平均処理をした画像を生成する生成工程と、

前記加重平均処理された画像にフィルター処理をして、前記異なる方向に沿ったライン状ノイズを抽出する抽出工程と、

前記周波数成分の画像から前記ライン状ノイズを差し引いた差分画像を生成する差分画像生成工程と、

前記差分画像を再構成する再構成工程と、

を有することを特徴とする情報処理方法。

【請求項 2 5】

入力画像に対して周波数分解処理を実行して複数の周波数成分に分解された周波数分解画像を取得し、前記複数の周波数成分に分解された周波数分解画像において、ライン状ノイズと平行な方向に加重平均処理を実行する処理工程と、

前記加重平均処理された周波数分解画像から前記ライン状ノイズを抽出する抽出工程と、

前記抽出されたライン状ノイズをそれぞれの周波数分解画像から差し引く差分処理を行い、前記周波数分解画像に含まれるライン状ノイズを低減した周波数分解画像を取得する取得工程と、

前記ライン状ノイズが低減された前記周波数分解画像を再構成する再構成工程と、

を有することを特徴とする情報処理方法。

【請求項 2 6】

コンピュータを、請求項 1 乃至 2 0 のいずれか 1 項に記載の情報処理装置の各手段として機能させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、情報処理装置、情報処理方法およびプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

医療現場では、放射線（例えば、X線）を用いた動画撮影に基づく診断や治療が盛んに行なわれており、最近では、平面検出器(Flat Panel Detector)を用いたX線撮影装置が頻繁に使用されるようになってきている。これらはフォトダイオードをアレイ上に配列することで、X線検出面の平坦化を実現しており、従来のイメージインテンシファイアーを用いたX線撮影装置で生じていた電子光学的な歪みの問題を解決している。しかしながら、平面検出器はフォトダイオードで光電変換された信号を長い信号線を通して読み出すため、外的又は内的な要因の影響により画像にノイズが生じ易い。

【0003】

10

また、放射線を用いた撮影では、人体の被ばくを低減するため、低線量での撮影が要求される。そのため、読み取られる信号が極めて小さな値となり、画像に僅かなゆらぎが生じて視認されてしまう。特に、縦や横に走る筋状のムラ（以下、「ライン状ノイズ」と呼ぶ）は、人間の目が敏感に検知するため、診断および治療時の画質に大きな影響を与える。

従来、ライン状ノイズを低減させる手法として、特許文献1に示されるように、空間フィルタを用いた技術が知られている。特許文献1の手法では、ライン状ノイズを含んだ元画像を横方向に加重平均して、ランダムノイズを低減した画像から非線形ハイパスフィルタを用いてライン状ノイズを抽出する。そして、そのライン状ノイズを元画像から差し引くことでライン状ノイズを低減する方法が記載されている。

20

【0004】

また、特許文献2には、ライン状ノイズを含んだ元画像を横方向に加重平均して、ランダムノイズを低減した画像を元画像に線形結合、時間方向にリカーシブ処理することで、ライン状ノイズを低減する方法が記載されている。

【0005】

また、特許文献3には、画像を複数の周波数帯域に分解してからノイズ低減をする方法が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

30

【特許文献1】特開2011-028588号公報

【特許文献2】特開2011-134118号公報

【特許文献3】特許第4072491号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

特許文献1の手法では、ライン状ノイズに空間フィルタ処理を実施し、ライン状ノイズを低減させている。この場合、空間フィルタのタップ数は有限のサイズしか持ちえない。したがって、被写体と同程度の空間周波数帯域の低周波のライン状ノイズに対応するのは困難である。この結果、画像に低周波のうねりが残存してしまい、動画像ではフリッカのように見えてしまう。

40

【0008】

特許文献2の手法では、時間方向のリカーシブ処理を行うため低周波のライン状ノイズを低減することが可能である。しかしながら、リカーシブフィルタは安定するまでに時間がかかるため、撮影の10数フレームはライン状ノイズを低減することが困難である。また、特許文献2の手法を静止画撮影に適用することはできない。

【0009】

特許文献3の手法では、画像を複数の周波数帯域に分解することでランダムノイズ低減を行うものである。この手法は各周波数帯域にノイズ低減処理をすることで、全周波数帯域のランダムノイズを低減することが可能である。しかしながら、ライン状ノイズを対象

50

とした手法ではないため、ライン状ノイズを低減する効果は低い。

【0010】

また、当業者が容易に想定しうるように、高速フーリエ変換などを用いて周波数領域に画像を変換してからフィルター処理を行い、ライン状ノイズを低減することも可能である。この方法では全周波数帯域の処理を行うことが可能であるが、周波数領域に画像が変換されると画像の位置情報が失われる。この結果、フィルターのような非線形フィルターを用いることができなくなるため、被写体とノイズの分離が困難になる。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであり、ランダムノイズの影響を受けにくく、被写体に影響を与えにくい1枚の画像から全空間周波数帯域のライン状ノイズを低減できる技術の提供を目的とする。

【0012】

上記課題を解決するため、本発明の一つの側面に係る情報処理装置は、入力画像に対して所定方向に加重平均処理をした平均画像を生成する平均画像生成手段と、

前記方向とは異なる方向に、前記平均画像を複数の周波数成分の画像に分解する分解手段と、

前記周波数成分の画像にフィルター処理をして、前記周波数成分の画像に含まれるライン状ノイズを低減する低減手段と、

前記ライン状ノイズが低減された周波数成分の画像を再構成する再構成手段と、

前記平均画像から前記再構成された画像を差し引き、前記所定方向に沿ったライン状ノイズ画像を抽出する抽出手段と、

前記ライン状ノイズ画像に基づいて前記入力画像のライン状ノイズを低減したノイズ低減後画像を生成するノイズ低減後画像生成手段と、を有することを特徴とする。

【0013】

上記課題を解決するため、本発明の他の側面に係る情報処理装置は、入力画像を所定方向に複数の周波数成分の画像に分解する分解手段と、

前記周波数成分の画像に対して、前記方向とは異なる方向に加重平均処理をした平均画像を生成する平均画像生成手段と、

前記平均画像にフィルター処理をして、前記異なる方向に沿ったライン状ノイズ画像を抽出する抽出手段と、

前記ライン状ノイズ画像に基づいて前記周波数成分の画像のライン状ノイズを低減したノイズ低減後画像を生成するノイズ低減後画像生成手段と、

前記ノイズ低減後画像を再構成する再構成手段と、を有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、ランダムノイズの影響を受けにくく、被写体に影響を与えにくい1枚の画像から全空間周波数帯域のライン状ノイズを低減した画像を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の実施形態に係る情報処理装置の構成例を示す図。

【図2】第1実施形態の手順を示すフローチャート。

【図3】ラブラシアンピラミッドによる分解および再構成を説明する図。

【図4】ラブラシアンピラミッドによる分解の周波数特性を説明する図。

【図5】第2実施形態の手順を示すフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【0016】

(第1実施形態)

以下、図面を参照して、本発明の実施形態を例示的に説明する。図1は、本発明の実施形態に係る情報処理装置の機能的な構成例を示す図である。情報処理装置100は、CP

10

20

30

40

50

U 1 0 6、メインメモリ 1 1 0、キーボードやタッチパネルを備えた操作パネル 1 0 8、処理した画像を表示するディスプレイ 1 0 9、画像処理回路 1 1 1 を有する。また、情報処理装置 1 0 0 は、G P U 1 0 7 (Graphics Processing Unit) 等のグラフィック制御部、ネットワークカード等の通信部を有してもよい。情報処理装置 1 0 0 が X 線撮影装置として機能する場合は、X 線管 1 0 1 と平面検出器 1 0 3 とそれらを制御して被写体 1 0 2 を撮影するデータ収集回路 1 0 4 などとも具備する。なお、これら各構成回路は、バス 1 0 5 等により接続され、C P U 1 0 6 がメインメモリ 1 1 0 に記憶されたプログラムを実行することで制御される。

【 0 0 1 7 】

画像処理回路 1 1 1 は、ランダムノイズ低減回路 1 1 2、分解回路 1 1 3、ライン状ノイズ抽出回路 1 1 4、再構成回路 1 1 5、差分回路 1 1 6 および補間差分回路 1 1 7 を有する。ランダムノイズ低減回路 1 1 2 は画像からランダムノイズ低減画像を生成する。分解回路 1 1 3 は画像を複数の周波数帯域の画像に分解する。ライン状ノイズ抽出回路 1 1 4 は分解された画像にライン状ノイズ低減処理を行う。再構成回路 1 1 5 はライン状ノイズ低減処理された分解画像を再構成する。差分回路 1 1 6 は再構成した画像をランダムノイズ低減画像から差し引きライン状ノイズ画像を抽出する。補間差分回路 1 1 7 はライン状ノイズ画像を画像から補間して差分する。

【 0 0 1 8 】

次に図 2 に示すフローチャートを用いて本発明の第 1 実施形態に係る情報処理装置の動作および情報処理方法 (ライン状ノイズ低減処理方法) について詳細に説明する。

【 0 0 1 9 】

まず、データ収集回路 1 0 4 によって平面検出器 1 0 3 で撮影された画像はバス 1 0 5 を介して画像処理回路 1 1 1 に転送される。そして、ステップ S 2 0 1 において、ランダムノイズ低減回路 1 1 2 はライン状ノイズに対して水平方向に (すなわちライン状ノイズに対して平行に) 入力画像を縮小 (横縮小) するとともに画素値を加重平均する。ここで、ランダムノイズ低減回路 1 1 2 は、入力画像の所定の方向 (ライン状ノイズに対して平行) に加重平均処理をした画像を生成する生成部として機能する。例えば、入力画像の横画素数 1 0 0 0 から縮小画像の横画素数 1 0 0 画素に縮小する場合、縮小画像の 1 画素の画素値は入力画像の 1 0 画素の平均値で構成される。

【 0 0 2 0 】

この操作により、ランダムノイズは $1 / 10$ に低減される。縮小率は高ければ高いほどランダムノイズが低減され、ライン状ノイズを抽出しやすくなるが、ライン状ノイズも水平方向に分布を持っているため、ライン状ノイズの状態に合わせて適切な縮小率を設定する。また、次段階以降の処理時間の制限を受けない場合は、横縮小を行わずに、水平方向に一次元ローパスフィルターで入力画像を平滑化して、ランダムノイズを低減してもよい。

【 0 0 2 1 】

次にステップ S 2 0 2 において、分解回路 1 1 3 (分解部) はライン状ノイズに対して垂直な方向に、ランダムノイズ低減画像を複数の周波数帯域に 1 次元分解する。本実施形態では周波数分解にラプラシアンピラミッドを用いる。図 3 に周波数分解の概念図を示す。分解回路 1 1 3 (図 3 (a)) に入力されるランダムノイズ低減画像 L 1 に対して図 3 (b) に示すような 1 次元ローパスフィルターを用いてエイリアシング防止処理を行い、 $1 / 2$ にダウンサンプリングすることで低解像度画像 L 2 を得ることができる。また高周波成分 H 1 は L 2 を 2 倍にアップサンプリングし、1 次元ローパスフィルター (L P F) を用いてエイリアシング防止処理を行い、ランダムノイズ低減画像 L 1 から差分することで得ることができる。以上の処理を逐次的に行って n レベルの低周波成分 L n 画像および高周波成分 H n 画像を生成することができ、複数の周波数帯域の画像が生成される。

図 4 (a) にラプラシアン分解によって生成される各周波数帯域画像の周波数特性の例を示す。高さ 1 0 0 0 画素の画像を L 1 0 まで分解した場合、L 1 0 は数画素のレベルまで分解される。また、各レベルの高周波成分 H n 画像はランダムノイズ低減画像 L 1 を帯

10

20

30

40

50

域制限したものとなっている。図 4 (b) に示すように周波数分解成分をすべて重ね合わせればすべての帯域で振幅 1 となり、ランダムノイズ低減画像 L 1 を再現することができる。

【 0 0 2 2 】

次に、ステップ S 2 0 3 において、ライン状ノイズ抽出回路 1 1 4 と差分回路 1 1 6 を用いて、フィルター処理、およびライン状ノイズ低減処理を各周波数分解画像に施す。ここで、ライン状ノイズ抽出回路 1 1 4 および差分回路 1 1 6 は周波数成分の画像に含まれるノイズを低減する低減部として機能する。ライン状ノイズ抽出回路 1 1 4 は、周波数分解した各レベルの低周波成分 L n 画像に非線形フィルター（例えば、一次元 フィルター）を用いて、低周波成分 L n 画像からライン状ノイズ成分を抽出する（フィルター処理）

10

【 0 0 2 3 】

非線形フィルターは、画像の画素値に依存してフィルター係数が変化するフィルターである。一次元 フィルター（以下、「 フィルター」という）とはフィルターに用いる画素値の差を比較して、その差が大きいときにフィルター係数を減衰もしくはゼロにする非線形フィルターである。フィルター処理では、画素値の差分に応じてフィルター係数が変化し、フィルター係数の変化量は周波数分解のレベルに応じて可変である。すなわち、フィルターに用いる中心画素値と周辺画素値の差が大きいときはフィルター係数を変化させてフィルターの影響を抑制することで、被写体のエッジ成分（被写体成分）を保存することができる。通常 フィルターはローパスフィルターとして用いられ、式 (1) によって表現される。ここで、G はフィルター係数、I n (i) はフィルターへの入力画素値、O u t (i) はフィルターの出力画素値、F は非線形（区分線形）関数で 値を閾値として出力を制御する。

20

【 0 0 2 4 】

【数 1】

$$Out(i) = In(i) - \sum_{j=-h}^h G(j)F(In(i) - In(i+j)) \quad \dots \text{式 (1)}$$

30

$$F(p) = p \quad \text{for } |p| < \varepsilon$$

$$F(p) = 0 \quad \text{for } |p| \geq \varepsilon$$

【 0 0 2 5 】

本実施形態では、このフィルターをハイパスフィルターとして用いる。すなわち、ローパスフィルターの入力画像から出力画像を差し引けばハイパスフィルターになるので、ハイパスフィルターは式 (2) で表現される。

【 0 0 2 6 】

【数 2】

$$Out(i) = \sum_{j=-h}^h G(j)F(In(i) - In(i+j)) \quad \dots \text{式 (2)}$$

40

【 0 0 2 7 】

ハイパスフィルターは被写体成分を示すエッジを抽出せずに、ノイズのみを抽出することが可能である。したがって、ライン状ノイズの標準偏差 に応じて適切な値、例えば = 3 などを用いることで、被写体成分を抽出せずにライン状ノイズのみを抽出することができる。

50

【 0 0 2 8 】

また、フィルタ係数 G はラプラシアンピラミッド分解で使用する図 3 (b) に示されているものと同等か、やや広めの帯域を持つものを使用する。これにより、周波数分解により帯域制限された各画像の帯域をカバーすることができる。なお、同様な機能を持つ非線形フィルタとして、分散フィルタ、MTMフィルタやバイラテラルフィルタなどが知られており、これらのフィルタを非線形ハイパスフィルタとして使用することも可能である。

【 0 0 2 9 】

また、周波数分解でローパスフィルタを用いてエイリアシング処理を行っているので、式 (3) に従ってライン状ノイズの振幅が抑制されることを考慮し、各レベルの σ 値を求めてもよい。 h は図 3 (b) で示されるローパスフィルタの係数であり、 σ_1 は入力画像のライン状ノイズの標準偏差と等しい。

10

【 0 0 3 0 】

【 数 3 】

$$\sigma_{N+1} = \sqrt{\sum h(j)^2} \sigma_N \cdots \text{式 (3)}$$

【 0 0 3 1 】

平面検出器 1 0 3 のハードウェアの特性や周囲の電磁ノイズの状況に応じてライン状ノイズの特有の周波数成分が強くなる場合が生じ得る。この場合、その周波数レベルにおける σ 値を適切 (可変) に設定することで、周波数レベルに応じたフィルタ係数を変化させて効果的なライン状ノイズの抽出を行うことができる。

20

【 0 0 3 2 】

平面検出器 1 0 3 が動画、静止画、ピニング、フレームレートなど様々な駆動モードを持っている場合、その駆動モードのライン状ノイズの大きさに合わせて σ 値を切り替えることも効果的である。

【 0 0 3 3 】

次にステップ S 2 0 4 において、再構成回路 1 1 5 (再構成部) は各周波数分解画像を再構成する。この処理は図 3 (c) に示すように各周波数レベルの低周波成分 L_{n+1} 画像をアップサンプリングし、図 3 (b) に示すようなローパスフィルタ (L P F) で処理して、 H_n' に加算することで逐次的に行われる。ここで H_n' は高周波成分 H_n 画像からライン状ノイズ低減処理でライン状ノイズが取り除かれたものである。したがって、再構成されたランダムノイズ低減画像 L_1' は全周波数領域のライン状ノイズが低減されたものとなる。

30

【 0 0 3 4 】

次にステップ S 2 0 5 において、差分回路 1 1 6 は、ランダムノイズ低減画像から、先のステップ S 2 0 4 で再構成されたランダムノイズ低減画像を差し引く差分処理 ($L_1 - L_1'$) を行う。再構成されたランダムノイズ低減画像 L_1' は全周波数領域のライン状ノイズが低減されたものであるため、差分処理 ($L_1 - L_1'$) により、ライン状ノイズ画像を取得 (抽出) することができる。

40

【 0 0 3 5 】

最後にステップ S 2 0 6 において、補間差分回路 1 1 7 (差分画像生成部) は、入力画像から、先のステップ S 2 0 5 の差分処理により取得したライン状ノイズ画像を差し引く。これによって入力画像から全周波数帯域のライン状ノイズを低減することができる。ライン状ノイズ画像が縮小されている場合は単純に、縮小時に用いた入力画像のうち対応する画素から差し引けばよい。例えば、入力画像が幅 1 0 0 0 画素であり、ライン状ノイズ画像が幅 1 0 0 画素の場合、入力画像の横から 1 ~ 1 0 画素目まではライン状ノイズ画像の横から 1 画素目を差し引く。同様に、入力画像の 1 1 ~ 2 0 画素目まではライン状ノイズ画像の横から 2 画素目を差し引けばよい。

50

【 0 0 3 6 】

以上の処理により入力画像の全周波数帯域に渡ってライン状ノイズを低減することが可能となる。これにより、動画像においては診断の邪魔になるフリッカ状のライン状ノイズを最初のフレームから低減された動画像を提供することができる。また、静止画像においても全周波数帯域のライン状ノイズが低減された従来よりも高品位な画像を提供することができる。

【 0 0 3 7 】

(第 2 実施形態)

次に本発明の第 2 実施形態に係る情報処理装置の動作および情報処理方法 (ライン状ノイズ低減処理方法) について図 5 を用いて詳細に説明する。第 1 実施形態と重複する部分の説明は省略する。また、情報処理装置の機能構成は第 1 実施形態で説明した図 1 の構成と共通であるため個別の説明は省略し、図 1 の構成要素を参照して本実施形態の詳細を説明する。

10

【 0 0 3 8 】

まず、データ収集回路 1 0 4 によって平面検出器 1 0 3 で撮影された画像はバス 1 0 5 を介して画像処理回路 1 1 1 に転送される。そして、ステップ S 5 0 1 において、分解回路 1 1 3 は入力画像を複数の周波数帯域に 1 次元分解する。ここで用いる周波数分解の方法は第 1 実施形態で説明した方法と同様のものである。

【 0 0 3 9 】

次にステップ S 5 0 2 において、ランダムノイズ低減回路 1 1 2 は、ライン状ノイズに対して水平方向に (すなわちライン状ノイズと平行に) 各周波数分解画像の低周波成分 L_n を縮小 (横縮小) するとともに画素値を加重平均する。その方法は第 1 実施形態と同様のものであるが、本実施形態では、周波数成分の画像のそれぞれに対して縮小率を可変に設定することができる。すなわち、ライン状ノイズの水平方向の分布が小さい周波数帯域では、縮小率をより高く設定することで、ランダムノイズを強く抑制する。また、ライン状ノイズの水平方向の分布が大きい周波数帯域では、縮小率を低めに設定することでライン状ノイズの分布を縮小画像に反映させる。これにより、各周波数帯域のライン状ノイズの水平方向の分布に合わせて、より効果的なライン状ノイズの抽出が可能になる。

20

【 0 0 4 0 】

なお、第 1 実施形態でも説明したように横縮小を行わず、一次元ローパスフィルタで各周波数分解画像の低周波成分 L_n を平滑化して、ランダムノイズを低減してもよい。その場合は、一次元ローパスフィルタの通過域を周波数分解画像のライン状ノイズの分布に応じて変更すればよい。

30

【 0 0 4 1 】

次にステップ S 5 0 3 において、ライン状ノイズ抽出回路 1 1 4 を用いて、ランダムノイズが低減された各周波数分解画像の低周波成分 L_n からライン状ノイズ画像を抽出する。ライン状ノイズ画像の抽出方法は第 1 実施形態と同様のものである。ライン状ノイズ抽出回路 1 1 4 は、加重平均処理された周波数分解画像の低周波成分 L_n に非線形フィルタを用いて、低周波成分 L_n 画像からライン状ノイズ成分を抽出する (フィルタ処理)

40

【 0 0 4 2 】

次にステップ S 5 0 4 において、補間差分回路 1 1 7 は、各周波数分解画像の高周波成分 H_n からステップ S 5 0 3 で抽出されたライン状ノイズ画像を差し引く差分処理を行う。ライン状ノイズ画像が縮小されている場合は単純に、縮小時に用いた入力画像のうち対応する画素から差し引けばよい。例えば高周波成分 H_n 画像が幅 1 0 0 0 画素であり、ライン状ノイズ画像が幅 1 0 0 画素の場合、高周波成分 H_n 画像の横から 1 ~ 1 0 画素目まではライン状ノイズ画像の横から 1 画素目を差し引く。高周波成分 H_n 画像の 1 1 ~ 2 0 画素目まではライン状ノイズ画像の横から 2 画素目を差し引けばよい。これにより、ライン状ノイズが低減された高周波成分 H_n' 画像が生成される。

【 0 0 4 3 】

50

最後にステップS505において、再構成回路115は、各周波数分解画像を再構成する。再構成されたランダムノイズ低減画像L1'は全周波数領域のライン状ノイズが低減されたものとなる。再構成の方法は第1実施形態と同じである。

【0044】

以上の処理により入力画像の全周波数帯域に渡ってライン状ノイズを低減することが可能となる。また、各周波数帯域におけるライン状ノイズの水平方向の分布を加味することで、さらに効果的なライン状ノイズ低減処理を行い、より高品位な画像を提供することができる。

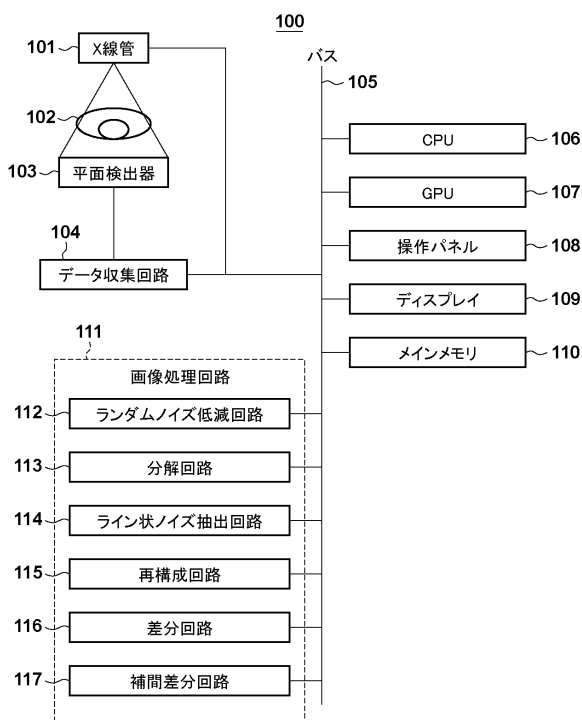
以上が本発明の代表的な実施形態の例であるが、本発明は、上記及び図面に示す実施形態に限定することなく、その要旨を変更しない範囲内で適宜変形して実施できるものである。また、本発明は、例えば、システム、装置、方法、プログラム若しくは記憶媒体等としての実施態様を採ることもできる。具体的には、複数の機器から構成されるシステムに適用してもよいし、また、一つの機器からなる装置に適用してもよい。

【0045】

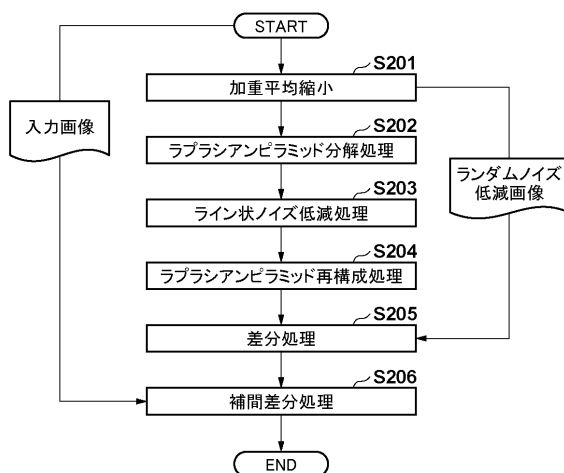
(その他の実施例)

また、本発明は、以下の処理を実行することによっても実現される。上述した実施形態の機能を実現するソフトウェア(プログラム)を、ネットワーク又は各種記憶媒体を介してシステム或いは装置に供給し、システム或いは装置のコンピュータ(またはCPUやMPU、GPU等)がプログラムを読み出して実行する処理である。

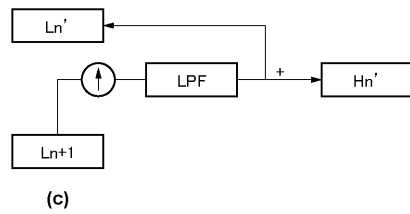
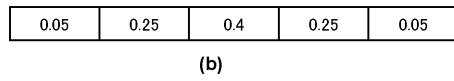
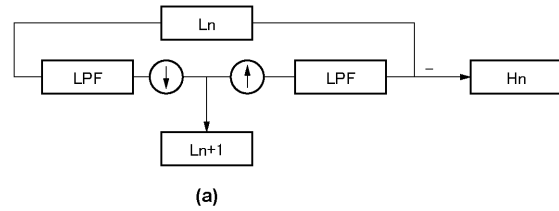
【図1】



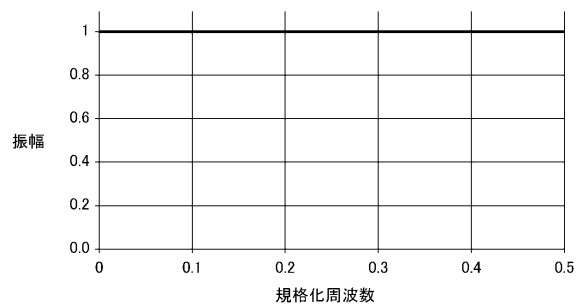
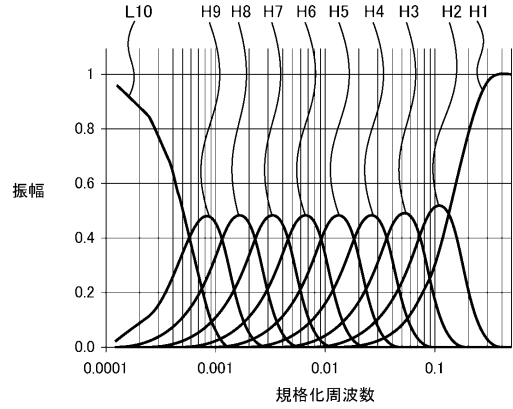
【図2】



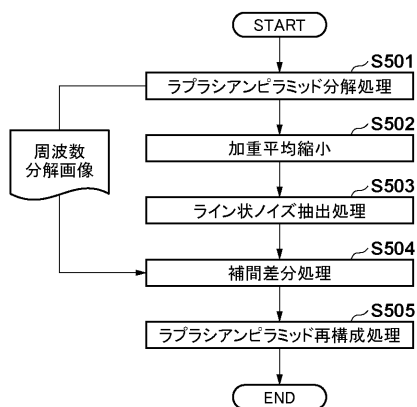
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(72)発明者 野田 剛司

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

審査官 広 島 明芳

(56)参考文献 特開2007-042124(JP,A)

特開2011-028588(JP,A)

特開2010-009348(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06T 1/00 - 5/50

A61B 6/00