

(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2013-176468

(P2013-176468A)

(43) 公開日 平成25年9月9日(2013.9.9)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 6/00 (2006.01)	A 6 1 B 6/00 3 5 0 P	4 C 0 9 3
A 6 1 B 6/02 (2006.01)	A 6 1 B 6/02 3 0 1	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2012-42389 (P2012-42389)
 (22) 出願日 平成24年2月28日 (2012.2.28)

(71) 出願人 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

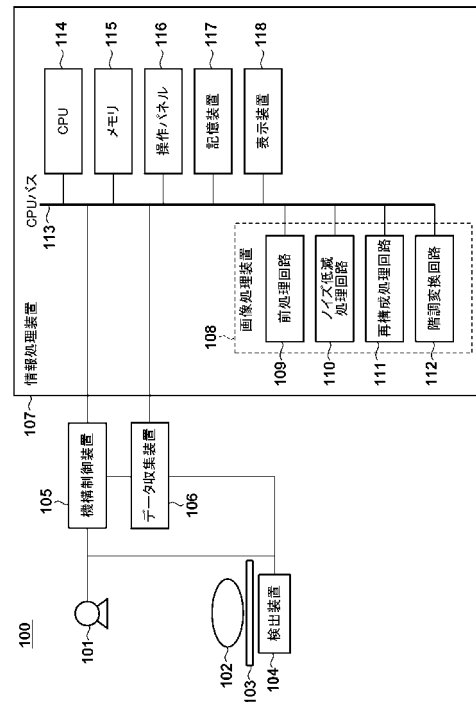
(54) 【発明の名称】 情報処理装置、情報処理方法

(57) 【要約】

【課題】 投影角度を変えながら複数のフレームで同一の被写体を撮影する際に処理時間を増やすことなくより高い精度でノイズ低減処理を実現する為の技術を提供すること。

【解決手段】 被検体に対してそれぞれ異なる角度から放射線を照射して撮影された該被検体の複数枚の投影画像を取得する。第1の投影画像中の着目画素を中心とする第1の探索領域内に該着目画素を中心とする第1の判定領域を設定する。第2の投影画像から、着目画素と同対象が投影されている画素を特定し、該画素を中心とする第2の探索領域を設定する。第1, 2の探索領域内の各画素について、該画素を中心とする領域と第1の判定領域との類似度を求め、該類似度が大きいほど小さい値をとる重み値を用いて、該画素の画素値に対する重み付けを行う。第1, 2の探索領域内の各画素について重み付けを行った画素値の合計値を用いて着目画素の画素値を更新する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

被検体に対してそれぞれ異なる角度から放射線を照射して撮影された該被検体の複数枚の投影画像を取得する手段と、

前記投影画像中の第 1 の投影画像における第 1 の画素と、前記第 1 の投影画像とは異なる第 2 の投影画像から前記角度の情報に基づいて得られた前記第 1 の画素に対応する第 2 の画素と、を得る手段と、

前記第 1 の画素と前記第 2 の画素とを前記角度の情報に基づき得られる重みで加算する手段と

を備えることを特徴とする情報処理装置。

10

【請求項 2】

被検体に対してそれぞれ異なる角度から放射線を照射して撮影された該被検体の複数枚の投影画像を取得する手段と、

第 1 の投影画像中の着目画素を中心とする領域を第 1 の探索領域とし、該第 1 の探索領域内に該着目画素を中心とする領域を第 1 の判定領域として設定する手段と、

前記第 1 の投影画像とは異なる第 2 の投影画像から、前記着目画素と同対象が投影されている画素を特定し、該画素を中心とする領域を第 2 の探索領域として設定する設定手段と、

前記第 1 の探索領域及び前記第 2 の探索領域内の各画素について、該画素を中心とする領域と前記第 1 の判定領域とで画素値の類似度を求め、該類似度が大きいほど小さい値をとる重み値を用いて、該画素の画素値に対する重み付けを行う計算手段と、

20

前記第 1 の探索領域及び前記第 2 の探索領域内の各画素について前記計算手段が重み付けを行った画素値の合計値を用いて、前記着目画素の画素値を更新する更新手段と

を備えることを特徴とする情報処理装置。

【請求項 3】

前記設定手段は、前記第 1 の投影画像を撮影したときの放射線の照射角度と、前記第 2 の投影画像を撮影したときの放射線の照射角度と、を用いて前記着目画素の画素位置を交換し、該交換した画素位置における画素を、前記着目画素の画素値と同対象が投影されている画素として特定することを特徴とする請求項 2 に記載の情報処理装置。

【請求項 4】

30

前記設定手段は、前記第 1 の投影画像を撮影したときの放射線の照射角度と前記第 2 の投影画像を撮影したときの放射線の照射角度との差が大きいほど、よりサイズの小さい前記第 2 の探索領域を設定することを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の情報処理装置。

【請求項 5】

前記計算手段は、前記第 1 の探索領域及び前記第 2 の探索領域内の各画素について、該画素と前記着目画素との間の距離が大きいほど小さい値をとる重み値を用いて、該画素の画素値に対する重み付けを行うことを特徴とする請求項 2 乃至 4 の何れか 1 項に記載の情報処理装置。

【請求項 6】

更に、

40

前記更新手段により画素値が更新された前記複数枚の投影画像を用いて再構成処理を行うことで、前記被検体の断層像を生成する手段を備えることを特徴とする請求項 2 乃至 5 の何れか 1 項に記載の情報処理装置。

【請求項 7】

情報処理装置が行う情報処理方法であって、

前記情報処理装置の投影画像を取得する手段が、被検体に対してそれぞれ異なる角度から放射線を照射して撮影された該被検体の複数枚の投影画像を取得する工程と、

前記情報処理装置の画素を取得する手段が、前記投影画像中の第 1 の投影画像における第 1 の画素と、前記第 1 の投影画像とは異なる第 2 の投影画像から前記角度の情報に基づいて得られた前記第 1 の画素に対応する第 2 の画素と、を得る工程と、

50

前記情報処理装置の加算手段が、前記第 1 の画素と前記第 2 の画素とを前記角度の情報に基づき得られる重みで加算する工程と
を備えることを特徴とする情報処理方法。

【請求項 8】

情報処理装置が行う情報処理方法であって、

前記情報処理装置の取得手段が、被検体に対してそれぞれ異なる角度から放射線を照射して撮影された該被検体の複数枚の投影画像を取得する工程と、

前記情報処理装置の設定する手段が、第 1 の投影画像中の着目画素を中心とする領域を第 1 の探索領域とし、該第 1 の探索領域内に該着目画素を中心とする領域を第 1 の判定領域として設定する工程と、

前記情報処理装置の設定手段が、前記第 1 の投影画像とは異なる第 2 の投影画像から、前記着目画素と同対象が投影されている画素を特定し、該画素を中心とする領域を第 2 の探索領域として設定する設定工程と、

前記情報処理装置の計算手段が、前記第 1 の探索領域及び前記第 2 の探索領域内の各画素について、該画素を中心とする領域と前記第 1 の判定領域とで画素値の類似度を求め、該類似度が大きいほど小さい値をとる重み値を用いて、該画素の画素値に対する重み付けを行う計算工程と、

前記情報処理装置の更新手段が、前記第 1 の探索領域及び前記第 2 の探索領域内の各画素について前記計算工程で重み付けを行った画素値の合計値を用いて、前記着目画素の画素値を更新する更新工程と

を備えることを特徴とする情報処理方法。

【請求項 9】

コンピュータを、請求項 1 乃至 6 の何れか 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コンピュータプログラム。

【請求項 10】

被検体に対してそれぞれ異なる角度から放射線を照射する放射線撮影装置と、

該放射線撮影装置から照射され且つ該被検体を透過した放射線を複数の投影画像として取得する装置と、

前記投影画像中の第 1 の投影画像における第 1 の画素と前記第 1 の投影画像とは異なる第 2 の投影画像から前記角度の情報に基づいて得られた前記第 1 の画素に対応する第 2 の画素とを得る手段と、

前記第 1 の画素と前記第 2 の画素とを前記角度の情報に基づき得られる重みで加算する手段と

を有する情報処理装置と

を備えることを特徴とする放射線撮影システム、

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、放射線撮影におけるノイズ低減技術に関するものである。

【背景技術】

【0002】

放射線を用いた断層画像による診断装置は 1970 年代に開発されて以降、診断技術の中心として発展、活躍をしている。また、近年では制限された角度を用いて取得した投影画像を用いて断層画像を再構成するトモシンセシスも盛んに行われている。

【0003】

このような診断装置の画質を向上させるために、種々の画像処理を行うのが一般的である。特に、画像に含まれるランダムなノイズを低減する技術は、低被曝で撮像や再構成を行った被写体をより鮮明に再現するために欠かせないものとなっている。

【0004】

近年、効果の高いノイズ低減技術として注目されているものに、NL-means フィ

10

20

30

40

50

ルタ処理がある（非特許文献1）。この技術は、ノイズ低減の対象となる画素の周囲に検索領域を設定し、対象画素と検索領域内の画素との類似度を求める。そして、類似度に基づいて非線形フィルタを作成し、平滑化処理を行うことでノイズ低減処理を行うものである。この技術では、検索領域中に類似度の高い領域が多いほどノイズ低減効果が高くなるという特徴がある。

【0005】

また、特許文献1では、その考え方をさらに拡張したものとして、画素間の類似度について、時間方向に異なる複数枚の画像を用いて判定し、ノイズ低減処理を行う技術が開示されている。

【先行技術文献】

10

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2008-161693号公報

【非特許文献】

【0007】

【非特許文献1】Buades, et al. "A non local algorithm for image denoising" IEEE Computer Vision and Pattern Recognition 2005, Vol 2, pp: 60-65, 2005.

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

ここで、断層撮影は、同一の被写体を様々な角度から撮影するものである。そのため、ある画像に含まれている特定の被写体構造は、別の角度で撮影した画像内にも含まれている。しかしながら、ある角度で被写体を撮影したとき、ある画素に投影された被写体構造は、別の角度での撮影時には画像内の別の位置に投影されることになる。特許文献1に開示されている技術は、時間方向に画像内の同じ位置を探索するため、断層撮影に適用した場合、類似度の低い領域を探索することになり、ノイズ低減効果が最適でなくなる可能性がある。また、検索する領域を広げて類似度の高い領域を含めようとすると、処理時間が大きく増加するという課題があった。

30

【0009】

本発明は、上記の課題に鑑みてなされたものであり、投影角度を変えながら複数のフレームで同一の被写体を撮影する際に、処理時間を増やすことなく、より高い精度でノイズ低減処理を実現する為の技術を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の目的を達成するために、例えば、本発明の情報処理装置は、被検体に対してそれぞれ異なる角度から放射線を照射して撮影された該被検体の複数枚の投影画像を取得する手段と、第1の投影画像中の着目画素を中心とする領域を第1の探索領域とし、該第1の探索領域内に該着目画素を中心とする領域を第1の判定領域として設定する手段と、前記第1の投影画像とは異なる第2の投影画像から、前記着目画素と同対象が投影されている画素を特定し、該画素を中心とする領域を第2の探索領域として設定する設定手段と、前記第1の探索領域及び前記第2の探索領域内の各画素について、該画素を中心とする領域と前記第1の判定領域とで画素値の類似度を求め、該類似度が大きいほど小さい値をとる重み値を用いて、該画素の画素値に対する重み付けを行う計算手段と、前記第1の探索領域及び前記第2の探索領域内の各画素について前記計算手段が重み付けを行った画素値の合計値を用いて、前記着目画素の画素値を更新する更新手段とを備えることを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0011】

50

本発明の構成によれば、投影角度を変えながら複数のフレームで同一の被写体を撮影する際に、処理時間を増やすことなく、より精度の良いノイズ低減処理を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】放射線撮影システムの構成例を示すブロック図。

【図2】情報処理装置107が行う処理のフローチャート。

【図3】放射線撮影装置101と検出装置104との位置関係について説明する図。

【図4】ステップS203における処理の詳細を示すフローチャート。

【図5】図4のフローチャートにおける処理の具体例を示す図。

【図6】ステップS402で行う処理を説明する図。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、添付図面を参照し、本発明の好適な実施形態について説明する。なお、以下説明する実施形態は、本発明を具体的に実施した場合の一例を示すもので、特許請求の範囲に記載の構成の具体的な実施例の1つである。

【0014】

[第1の実施形態]

先ず、本実施形態に係る情報処理装置を適用した放射線撮影システムの構成例について、図1のブロック図を用いて説明する。図1の放射線撮影システム100は、被検体に対してそれぞれ異なる角度から放射線を照射して該被検体の複数枚の投影画像を撮影し、該撮影した複数枚の投影画像を用いて再構成処理を行うことで被検体の断層像を生成するトモシンセシス撮影機能を有する。本実施形態では、このようなシステムにおいて、該撮影したそれぞれの投影画像に対して後述するノイズ低減処理を施す。

【0015】

なお、以下の説明における放射線には、一般的に用いられるX線だけに限らず、放射性崩壊によって放出される粒子（光子を含む）の作るビームである線、線、線等の他に、同程度以上のエネルギーを有するビーム、例えば粒子線や宇宙線等も含まれる。

【0016】

図1に示した各部の動作については、情報処理装置107が行う処理のフローチャートを示す図2を用いて説明する。なお、図2の各ステップは、CPU114がメモリ115に格納されているコンピュータプログラムやデータを用いて処理を実行する、若しくは対応する機能部を制御することで実現されるものである。

【0017】

ステップS201では、CPU114は、オペレータが操作パネル116を操作することで入力された撮影開始指示を検知すると、CPUバス113を介して、撮影開始指示を機構制御装置105に対して送出する。

【0018】

CPU114から撮影開始指示を受けた機構制御装置105は、放射線撮影装置101及び検出装置104を制御し、寝台103に載置されている被検体102に対してそれぞれ異なる角度から放射線を照射して該被検体102の複数枚の投影画像を撮影する。

【0019】

より詳しくは、機構制御装置105は、電圧や電流、照射時間などの放射線発生条件を制御し、放射線撮影装置101に、所定の条件（オペレータが操作パネル116を操作して入力した条件）で放射線を発生させる。放射線撮影装置101から照射された放射線は被検体102を透過して検出装置104で検出される。検出装置104は、被検体102を透過した放射線を検出し、検出した放射線の量に応じた電気信号を、データ収集装置106に対して送出する。データ収集装置106は、検出装置104から受けた電気信号に基づく画像を投影画像として生成し、生成した投影画像を、情報処理装置107に対して送出する。この一連の処理により1方向からの放射線撮影による投影画像を撮影すること

10

20

30

40

50

が出来る。

【 0 0 2 0 】

このような放射線撮影を、放射線撮影装置 1 0 1 と検出装置 1 0 4 との位置関係を変化させながら複数回行うことで、被検体 1 0 2 に対してそれぞれ異なる角度から放射線を照射して該被検体 1 0 2 の複数枚の投影画像を撮影することができる。ここで、該複数枚の投影画像の撮影における放射線撮影装置 1 0 1 と検出装置 1 0 4 との位置関係について、図 3 を用いて説明する。

【 0 0 2 1 】

図 3 (A) に示すように、放射線撮影装置 1 0 1 は、被検体 1 0 2 に対してそれぞれ異なる角度から放射線を照射するために、被検体 1 0 2 の体軸周りに (回転中心位置 3 0 1 周りに) 回転移動しながら放射線を照射する。検出装置 1 0 4 は、紙面左右に移動可能に構成されており、放射線撮影装置 1 0 1 から照射され且つ被検体 1 0 2 を透過した放射線を検出するために、被検体 1 0 2 をはさんで放射線撮影装置 1 0 1 と対向する位置に移動する。換言すれば、検出装置 1 0 4 は、放射線撮影装置 1 0 1 の位置と回転中心位置 3 0 1 とを通る直線上に位置するように平行移動する。

10

【 0 0 2 2 】

図 3 (A) では、放射線撮影装置 1 0 1 は、回転中心位置 3 0 1 周りに、 θ 度 (例えば -40 度 ~ 40 度) の範囲で回転する。ここで、この回転の角度 Z (放射線投影角度) は、放射線撮影装置 1 0 1 と回転中心位置 3 0 1 とを通る直線と、検出装置 1 0 4 の移動範囲の中心位置 3 0 2 と回転中心位置 3 0 1 とを通る直線と、がなす角度である。

20

【 0 0 2 3 】

そして例えば、放射線照射角度 Z を 1 度変化させるたびに 1 回の放射線照射を行って 1 枚の投影画像を撮影することで、各 Z について投影画像を撮影することが出来る。例えば、80 枚の投影画像を 15 FPS (Frame Per Second) で撮影すると 5 秒程度で画像の収集ができる。放射線の撮影条件も任意の条件が設定可能であるが、胸部などの撮影では 100 kV、1 mA s 程度で行えばよい。また、検出装置 1 0 4 と放射線撮影装置 1 0 1 との間の距離は透視撮影装置や一般撮影装置の設定範囲 100 cm \sim 150 cm 程度に設定される。

【 0 0 2 4 】

一方、検出装置 1 0 4 は、放射線投影角度 Z が変化するたびに、被検体 1 0 2 をはさんで放射線撮影装置 1 0 1 と対向する位置に移動する。機構制御装置 1 0 5 は、放射線投影角度 Z が変化するたびに、検出装置 1 0 4 の移動量を計算し、計算した移動量だけ検出装置 1 0 4 を移動させる。ここで、この移動量の計算について図 3 (B) を用いて説明する。

30

【 0 0 2 5 】

図 3 (B) に示す如く、放射線照射角度が Z に変化した場合に、検出装置 1 0 4 が中心位置 3 0 2 から移動する距離は、回転中心位置 3 0 1 と中心位置 3 0 2 との間の距離を P とすると、 $P \tan Z$ で与えられる。即ち、中心位置 3 0 2 から $P \tan Z$ だけ移動した位置 3 0 3 に検出装置 1 0 4 を移動させることで、放射線撮影装置 1 0 1 から放射線照射角度 Z で放射線を照射しても、検出装置 1 0 4 はこの放射線を検出することが出来る。ここで、放射線撮影装置 1 0 1 の位置と移動後の検出装置 1 0 4 の位置 3 0 3 とを通る直線は常に回転中心位置 3 0 1 を通る。

40

【 0 0 2 6 】

然るに、上記のステップ S 2 0 1 では、複数枚の投影画像が撮影されるので、撮影された投影画像は順次、メモリ 1 1 5 に格納される。

【 0 0 2 7 】

図 2 に戻って、次に、ステップ S 2 0 2 では、画像処理装置 1 0 8 内の前処理回路 1 0 9 は、メモリ 1 1 5 に格納されている投影画像を順次読み出し、該読み出した投影画像に対して、オフセット補正処理やゲイン補正処理、欠陥補正処理等の前処理を行う。そして前処理回路 1 0 9 は、前処理を行った投影画像をメモリ 1 1 5 に格納する。

50

【0028】

ステップS203では、画像処理装置108内のノイズ低減処理回路110は、メモリ115に格納されている前処理済みの投影画像を順次読み出し、該読み出した投影画像に対して、ノイズを低減させるための処理を行う。ステップS203における処理の詳細については後述する。そしてノイズ低減処理回路110は、ノイズ低減処理を行った投影画像をメモリ115に格納する。

【0029】

ステップS204では画像処理装置108内の再構成処理回路111は、ノイズ低減処理回路110によりノイズが低減されたそれぞれの投影画像をメモリ115から読み出し、該それぞれの投影画像を用いて三次元再構成処理を行って1枚の断層像を生成する。ここで行う三次元再構成処理は、公知のいかなる方法を用いてもよい。例えば、再構成フィルタを用いたFBP(Filtered Back Projection)法や、逐次近似再構成法などが好適である。そして再構成処理回路111は、この生成した1枚の断層像をメモリ115に格納する。

10

【0030】

ステップS205では、画像処理装置108内の階調変換回路112は、再構成処理回路111によって生成された断層像をメモリ115から読み出し、該読み出した断層像に対して適切な階調変換処理を行う。そしてCPU114は、オペレータが操作パネル116を操作して入力した指示に従って、この階調変換済み断層像を表示装置118に表示したり、記憶装置117に格納したりする。階調変換済み断層像の出力先やその取り扱いについては特定の形態に限るものではない。

20

【0031】

次に、上記のステップS203における処理の詳細について、同処理のフローチャートを示す図4を用いて説明する。

【0032】

ステップS401では、ノイズ低減処理回路110は、まだノイズ低減処理を施していない投影画像を第1の投影画像としてメモリ115から読み出し、該読み出した第1の投影画像中の画素位置(X、Y)を中心とする領域を第1の探索領域として設定する。なお、メモリ115から読み出した投影画像に対して最初にステップS401の処理を行う場合は $X = Y = 0$ である。

30

【0033】

ステップS402では、ノイズ低減処理回路110は、第1の投影画像とは異なる投影角度で撮影された投影画像を第2の投影画像としてメモリ115から読み出す。そしてノイズ低減処理回路110は、第2の投影画像において、第1の投影画像における画素位置(X、Y)における画素(着目画素)と同対象が投影されている画素を特定し、該画素を中心とする領域を第2の探索領域として設定する。ステップS402における処理の詳細については後述する。

【0034】

ここで、ステップS401及びステップS402における処理について、図5(A)を例にとり説明する。

40

【0035】

ステップS401では、まだノイズ低減処理を施していない投影画像として投影画像501がメモリ115から読み出され、該投影画像501において着目画素503を中心とする第1の探索領域505が設定される。

【0036】

ステップS402では、投影画像501とは異なる投影角度で撮影された投影画像502がメモリ115から読み出される。そして、投影画像502において、着目画素503と同対象が撮影されている画素が画素509として特定され、画素509を中心とする第2の探索領域506が設定される。ここで、第2の探索領域506のサイズは、例えば、投影画像501の撮影時における放射線照射角度と投影画像502の撮影時における放射

50

線照射角度との差に応じて決定しても良い。好適な例として、2つの放射線照射角度の差が大きいほど、第2の探索領域506のサイズを第1の探索領域505のサイズよりも小さくする。

【0037】

ステップS403ではノイズ低減処理回路110は、第1の探索領域内に、着目画素を中心とする領域を第1の判定領域として設定する。図5(A)の例では、着目画素503及び該着目画素503に隣接する8画素から成る3画素×3画素の領域が第1の判定領域504として設定されている。第1の判定領域のサイズは、第2の探索領域のサイズよりも小さくする。

【0038】

ステップS404では、ノイズ低減処理回路110は、第1の探索領域及び第2の探索領域内の各画素について、該画素を中心とする領域と第1の判定領域とで画素値の類似度を求める。

【0039】

図5(A)の例では、第1の探索領域及び第2の探索領域内の各画素位置のうち、画素位置(x、y)における画素507及び該画素507に隣接する8画素から成る3画素×3画素の領域が第2の判定領域508として設定されている。ここで、第2の判定領域508のサイズは、第1の判定領域504のサイズと同じとする。そして、第2の判定領域508と第1の判定領域504とで画素値の類似度 $I_v(x, y)$ を求める。

【0040】

第2の判定領域508と第1の判定領域504とで画素値の類似度を求める計算処理の一例について、図5(B)を用いて説明する。図5(B)では、第2の判定領域508内の画素位置を $v(i, j)$ (画素507の位置は $v(0, 0)$)、第1の判定領域504内の画素位置を $u(i, j)$ (着目画素503の位置は $u(0, 0)$)、としている。このとき、第2の判定領域508と第1の判定領域504との間の画素値の類似度 $I_v(x, y)$ は、以下の式で求めることができる。

【0041】

【数1】

$$I_v(x, y) = \frac{1}{D} \sum_i \sum_j \{u(i, j) - v(i, j)\}^2 \exp\left(-\frac{i^2 + j^2}{h_1^2}\right)$$

$$D = \sum_x \sum_y I_v(x, y)$$

【0042】

即ち、第2の判定領域508と第1の判定領域504とで位置的に対応する画素の組(i、j)が共に同じ画素(第1の画素、第2の画素)の組ごとに、画素値の差の二乗を、画素507若しくは着目画素503からの距離に応じた重み値で重み付けする。そして組ごとに重み付けした結果を合計(加算)し、該合計の結果を類似度としている。

【0043】

このような類似度 $I_v(x, y)$ を、第1の探索領域及び第2の探索領域内の各画素位置(第1の探索領域及び第2の判定領域内における全ての(x、y))について求める。なお、類似度の算出方法としては、この例で示した差の2乗和に限らず、差の絶対値和や、正規化相関など、既知のいかなる指標を用いてもよい。

【0044】

ステップS405ではノイズ低減処理回路110は、第1の探索領域及び第2の探索領域内の各画素位置における画素の画素値に対し、該画素位置について求めた類似度が大きいほど小さい値をとる重み値を用いて重み付けを行う。そして、重み付けを行った各画素値の合計値を用いて着目画素の画素値を更新する。より具体的には、第1の探索領域及び

10

20

30

40

50

第2の探索領域内の画素位置 (x , y) における画素の画素値を w (x , y) とすると、画素位置 (X , Y) における着目画素の新たな画素値 u (X , Y) は以下の式を計算することで求めることが出来る。

【 0 0 4 5 】

【 数 2 】

$$u(X, Y) = \frac{1}{C} \sum_x \sum_y \exp\left(-\frac{I_v(x, y)G}{h_2^2}\right) w(x, y)$$

$$C = \sum_X \sum_Y u(X, Y)$$

10

【 0 0 4 6 】

この式において G は、画素位置 (x , y) と画素位置 (X , Y) との間の距離に対応する定数であり、例えば、該距離が大きいほど小さい値をとる。

【 0 0 4 7 】

ステップ S 4 0 6 では、ノイズ低減処理回路 1 1 0 は、第1の投影画像中の全ての画素について新たな画素値を求めたか否かを判断する。この判断の結果、まだ新たな画素値を求めている画素が残っている場合には、処理はステップ S 4 0 8 に進む。一方、第1の投影画像中の全ての画素について新たな画素値を求めた場合には、処理はステップ S 4 0 7 に進む。

20

【 0 0 4 8 】

ステップ S 4 0 8 では、ノイズ低減処理回路 1 1 0 は、画素位置 (X , Y) を更新する。例えば、投影画像をラインごとに左端画素から右端画素の順に処理する場合、X を1つインクリメントし、X が投影画像の右端に達した場合には、X = 0 とした上で Y を1つインクリメントする。そして処理はステップ S 4 0 1 に進み、第1の投影画像において、更新後の画素位置 (X , Y) を中心とする領域を第1の探索領域として設定する。

【 0 0 4 9 】

ステップ S 4 0 7 では、ノイズ低減処理回路 1 1 0 は、メモリ 1 1 5 に格納されている全ての投影画像について、ノイズ低減処理を行ったか否かを判断する。この判断の結果、全ての投影画像についてノイズ低減処理を行った場合には、図4のフローチャートを終了してステップ S 2 0 4 に進む。一方、まだノイズ低減処理を行っていない投影画像がメモリ 1 1 5 に残っている場合には、処理はステップ S 4 0 9 に進む。

30

【 0 0 5 0 】

ステップ S 4 0 9 では、ノイズ低減処理回路 1 1 0 は、まだノイズ低減処理を行っていない投影画像を、次にメモリ 1 1 5 から読み出す対象画像として選択する。そして処理はステップ S 4 0 1 に進み、ステップ S 4 0 9 で選択された投影画像を第1の投影画像としてメモリ 1 1 5 から読み出し、この読み出した投影画像について以降のステップの処理を行う。

40

【 0 0 5 1 】

次に、第2の投影画像において、第1の投影画像における画素位置 (X , Y) における画素 (着目画素) と同対象が投影されている画素を特定するためにステップ S 4 0 2 で行う処理について、図6を用いて説明する。

【 0 0 5 2 】

図6では、放射線撮影装置 1 0 1 が放射線照射角度 で放射線を照射することで得られる投影画像が投影画像 5 0 1、放射線撮影装置 1 0 1 が放射線照射角度 で放射線を照射することで得られる投影画像が投影画像 5 0 2、であるとしている。

【 0 0 5 3 】

いま、被検体 1 0 2 の関心点として、回転中心位置 3 0 1 を通る断面 6 0 3 から、Z 方

50

向に L 移動した被検体 102 の関心断面 607 中の関心点 604 について注目することにし、投影画像 501 上で関心点 604 を投影する点を着目画素 503 とする。また、投影画像 501 の中心点 605 を原点としたときの着目画素 503 の座標を (X , Y) とする。

【0054】

また、着目画素 503 と同様に、投影画像 502 上で関心点 604 を投影する点を画素 509 とし、投影画像 502 の中心点 606 を原点としたときの画素 509 の座標を (X , Y) とする。回転半径を r とすると、座標 (X , Y) は以下の式で表すことができる。

【0055】

【数3】

$$x_{\beta} = \frac{(r \cos \alpha - L)(r \cos \beta + P)}{(r \cos \alpha + P)(r \cos \beta - L)} x_{\alpha} - \left\{ \frac{r \sin \alpha + P \tan \alpha}{r \cos \alpha + P} - \frac{r \sin \beta + P \tan \beta}{r \cos \beta - L} \right\} L$$

$$y_{\beta} = \frac{(r \cos \alpha - L)(r \cos \beta + P)}{(r \cos \alpha + P)(r \cos \beta - L)} y_{\alpha}$$

【0056】

L は回転中心位置 301 を通る断面を原点とし、被写体厚以内の任意の値を取る。ここでは、ノイズ低減効果をより大きくしたい被写体構造のある面を L として選ぶのが好ましい。以上の処理により、放射線照射角度 で撮影した画像の任意の画素に投影された被写体構造が、放射線照射角度 で撮影した画像内のどの位置に投影されるかを算出することが可能となる。

【0057】

以上の説明により、本実施形態によれば、ある画素のノイズ低減を行う際に、類似度の高い領域を複数の画像から効率的に選択することができる。そのため、類似度に基づいて生成する非線形フィルタによるノイズ低減処理をより最適化することが可能となり、従来手法に比べて高性能にノイズ除去された画像を得ることができる。

【0058】

また、ここでは、好ましい実施形態としてトモシンセシス撮影装置を例にとって説明したが、その要旨の範囲内で種々の変形および変更が可能である。例えば、CT装置など、同一の被写体を様々な角度から撮影する装置全般に適用することができる。

【0059】

[第2の実施形態]

第1の実施形態では、ノイズ低減処理は、図1に示したシステム中の情報処理装置107に組み込まれた画像処理装置108内で行っていた。しかし、このようなノイズ低減処理は、例えば、該システムによって撮影された複数枚の投影画像さえ取得できるコンピュータであれば、該システム外の装置によって行われても良い。例えば、このようなシステムによって撮影された複数枚の投影画像をデータベースなどに登録しておけば、一般のPC(パーソナルコンピュータ)等は、このデータベースにアクセスしてこれらの投影画像を取得することができる。これによりこのPCは、これら各投影画像に対して上記のノイズ低減処理を行うことができる。

【0060】

また、画像処理装置108内の各部はハードウェアで構成しても良いが、コンピュータプログラムで構成しても良い。この場合、このコンピュータプログラムは記憶装置117に格納しておき、CPU114が必要に応じてメモリ115に読み出して実行することで、CPU114は、画像処理装置108内の各部の機能を実現することができる。もちろん、このコンピュータプログラムは、システム外の装置によって実行されても良い。

10

20

30

40

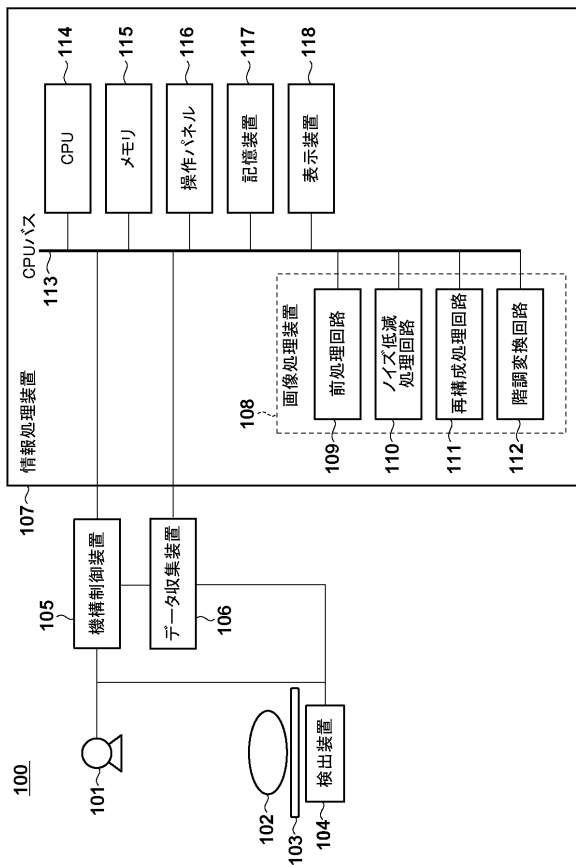
50

【0061】

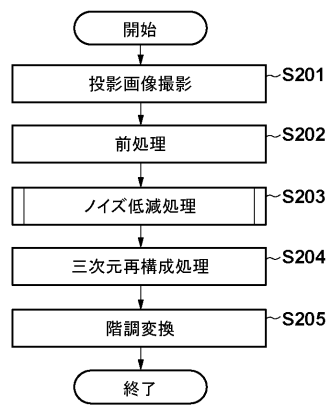
(その他の実施例)

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。即ち、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、そのシステム或いは装置のコンピュータ(またはCPUやMPU等)がプログラムを読み出して実行する処理である。

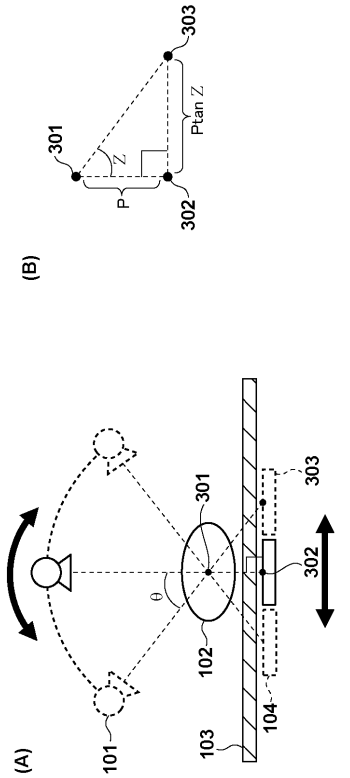
【図1】



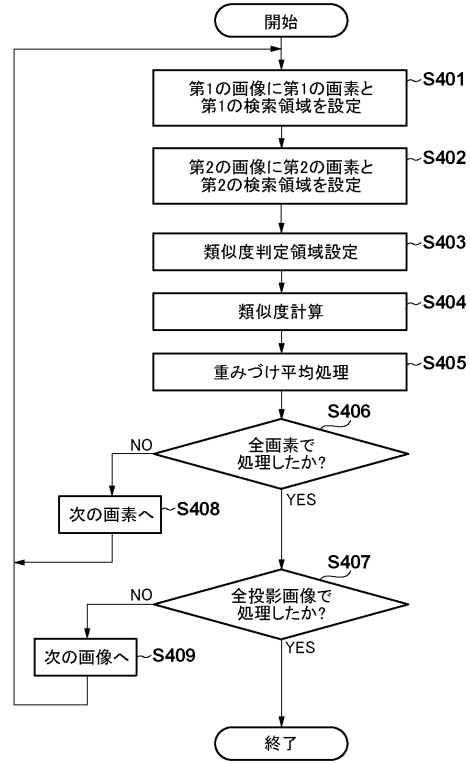
【図2】



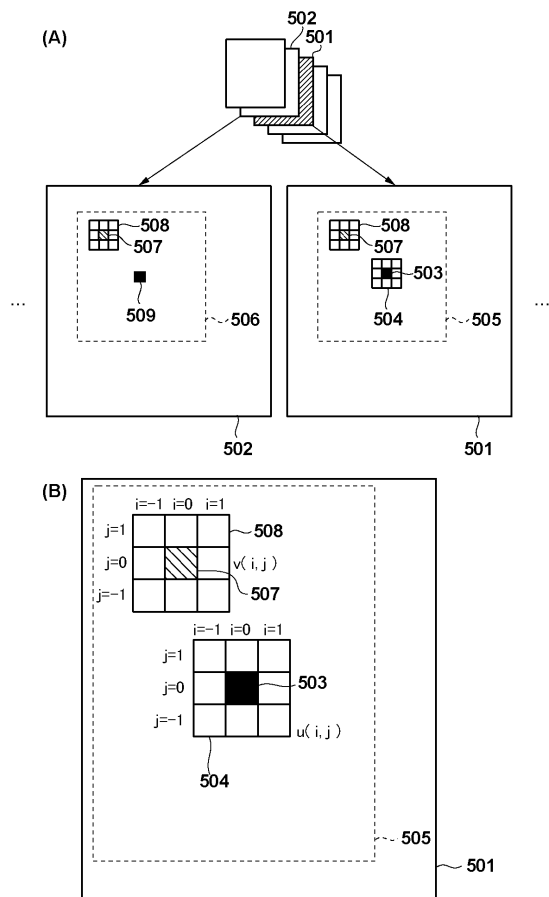
【図3】



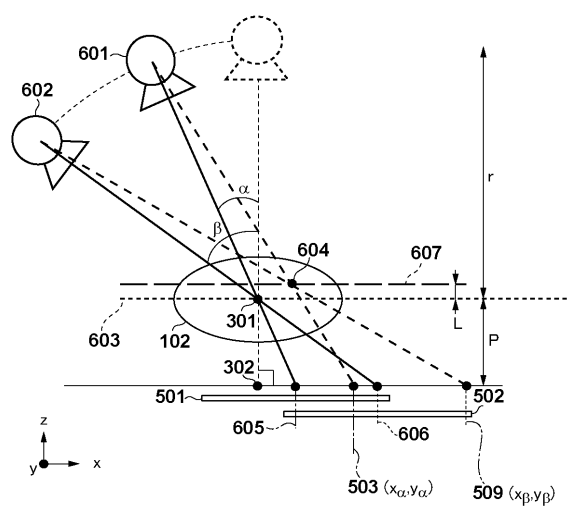
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 小林 剛

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

Fターム(参考) 4C093 AA01 AA11 CA06 EC24 FA55 FD12 FF33