

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7123927号

(P7123927)

(45)発行日 令和4年8月23日(2022.8.23)

(24)登録日 令和4年8月15日(2022.8.15)

(51)国際特許分類

F I

A 6 1 B 6/03 (2006.01)

A 6 1 B

6/03

3 5 0 Y

請求項の数 11 (全13頁)

(21)出願番号	特願2019-530016(P2019-530016)	(73)特許権者	590000248
(86)(22)出願日	平成29年12月6日(2017.12.6)		コーニンクレッカ フィリップス エヌ
(65)公表番号	特表2019-535451(P2019-535451 A)		ヴェ
(43)公表日	令和1年12月12日(2019.12.12)		Koninklijke Philips
(86)国際出願番号	PCT/EP2017/081593		N.V.
(87)国際公開番号	WO2018/104349		オランダ国 5 6 5 6 アーヘー アイン
(87)国際公開日	平成30年6月14日(2018.6.14)		ドーフエン ハイテック キャンパス 5 2
審査請求日	令和2年12月1日(2020.12.1)		High Tech Campus 5 2 ,
(31)優先権主張番号	62/430,424		5 6 5 6 AG Eindhoven , N
(32)優先日	平成28年12月6日(2016.12.6)	(74)代理人	etherlands
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)	(74)代理人	100122769
			弁理士 笛田 秀仙
		(74)代理人	100163809
			弁理士 五十嵐 貴裕
		(72)発明者	バーグナー フランク
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 交互打ち消しを使用する画像ノイズ推定

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

X線放射線を放射する放射線源と、  
X線放射線を検出し、それを示す投影データを生成する検出器アレイであって、前記投影データが、複数のビューを含む、当該検出器アレイと、  
前記投影データを再構成し、ノイズのみ画像を生成する第1の処理チェーンと、  
を有する撮像システムであって、  
前記第1の処理チェーンが、前記ビューに所定の乗算係数を乗算し、前処理された投影データを生成する投影データプロセッサを含み、  
前記第1の処理チェーンが、前記前処理された投影データを平行ビームフォーマットにリビンングするリビンングプロセッサを含み、  
前記第1の処理チェーンが、前記リビンングされた前処理された投影データを再構成し、  
前記ノイズのみ画像を生成する再構成プロセッサを含む、  
撮像システム。

## 【請求項 2】

前記第1の処理チェーンが、前記投影データの1つおきのビューにマイナス1を乗算し、  
前記投影データの残りのビューにプラス1を乗算する、請求項1に記載の撮像システム。

## 【請求項 3】

前記投影データを再構成し、構造及びノイズを含む体積画像データを生成する第2の処理チェーン、

10

20

を有する、請求項 1 乃至 2 のいずれか一項に記載の撮像システム。

【請求項 4】

前記ノイズ画像を使用して前記体積画像データをノイズ除去し、ノイズ除去された体積画像データを生成するノイズ除去プロセッサ、  
を有する、請求項 3 に記載の撮像システム。

【請求項 5】

前記ノイズ除去プロセッサが、前記ノイズのみ画像からノイズ分散又はノイズ標準偏差の少なくとも 1 つを推定し、前記ノイズ分散又はノイズ標準偏差が、前記体積画像データをノイズ除去するのに使用される、請求項 4 に記載の撮像システム。

【請求項 6】

撮像システムにより生成された投影データを受信するステップであって、前記投影データが複数のビューを含む、ステップと、  
前記投影データの偶数ビューにマイナス 1 又はプラス 1 の一方を乗算し、前記投影データの奇数ビューに前記マイナス 1 又はプラス 1 の他方を乗算することにより、第 1 の処理チェーンを用いて前記投影データを処理するステップと、  
前記処理された投影データを再構成してノイズのみ画像を生成するステップと、  
前記前処理された投影データを平行ビームフォーマットにリビンングするステップと、  
前記リビンングされたデータを再構成し、前記ノイズのみ画像を生成するステップと、  
を有する方法。

【請求項 7】

前記投影データを再構成して構造の画像を生成する第 2 の処理チェーンを用いて前記投影データを処理するステップ、  
を有する、請求項 6 又は 7 に記載の方法。

【請求項 8】

前記投影データを平行ビームフォーマットにリビンングするステップと、  
前記リビンングされたデータを再構成し、前記構造の画像を生成するステップと、  
を含む、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

関心領域の局所的ノイズ分散又はノイズ標準偏差を取り、これを画像中で移動させることにより前記ノイズのみ画像に基づいてノイズ分散又はノイズ標準偏差の少なくとも 1 つを推定するステップ、  
を有する、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 10】

前記ノイズのみ画像に基づいて前記構造の画像をノイズ除去し、ノイズ除去された構造の画像を生成するステップ、  
を有する、請求項 8 又は 9 に記載の方法。

【請求項 11】

計算システムのプロセッサにより実行される場合に、前記プロセッサに、  
撮像システムによって生成された、複数のビューを含む投影データを受け取るステップと、  
前記投影データの偶数ビューにマイナス 1 又はプラス 1 の一方を乗算し、前記投影データの奇数ビューに前記マイナス 1 又はプラス 1 の他方を乗算するよう構成された第 1 の処理チェーンを用いて前記投影データを処理するステップと、  
前記処理された投影データを再構成してノイズのみ画像を生成するステップと、  
前記前処理された投影データを平行ビームフォーマットにリビンングするステップと、  
前記リビンングされたデータを再構成し、前記ノイズのみ画像を生成するステップと、  
を実行させる、1 以上のコンピュータ実行可能命令をエンコードされたコンピュータ可読記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

## 【 0 0 0 1 】

以下は、広くは、体積画像データをノイズ除去するために画像ノイズを推定することに関し、特に、交互打ち消し (alternating negation) アプローチを使用して画像ノイズを推定することに関し、コンピュータ断層撮影 (CT) 及び / 又は他の X 線撮像のような X 線撮像に対する特定の応用とともに説明される。

## 【 背景技術 】

## 【 0 0 0 2 】

CT スキャナは、z 軸について検査領域の周りを回転する回転可能ガントリ上に取り付けられた X 線管を含む。検出器アレイは、X 線管から検査領域の反対側の角度的弧に対する。X 線管は、検査領域並びにその中の対象及び / 又はオブジェクトの一部を横切る放射線を放射する。検出器アレイは、検査領域を横切る放射線を検出し、それを示す投影データを生成する。再構成器は、投影データを再構成し、検査領域並びにその中の対象及び / 又はオブジェクトの一部を示す体積 (三次元) 画像データを生成する。以下は、ここで使用される投影データを説明する。

10

## 【 0 0 0 3 】

図 1 において、焦点スポット 1 0 2 は、X 線放射線 1 0 4 が放射される放射線源の領域を表す。コリメータ 1 0 6 のようなビーム成形装置は、検査領域 1 0 8 を横切るビーム 1 0 8 (例えば図示された例においてファンビーム) を規定する。検出器アレイ 1 1 2 は、検査領域 1 1 0 を横切って、焦点スポット 1 0 2 の反対側に配置される。検出器アレイ 1 1 2 は、少なくとも 1 行の検出器素子 1 1 4<sub>1</sub>、...、1 1 4<sub>N</sub> (1 1 4) を含む。各検出器素子 1 1 4 は、そこに衝突するファンビームから X 線放射線を検出し、焦点スポット 1 0 2 から検出器素子 1 1 4 までの経路に沿った合計 X 線減衰 (線積分) を示す電気信号を生成する。

20

## 【 0 0 0 4 】

第三世代 CT スキャナ技術を用いて、X 線管 (したがって焦点スポット 1 0 2) 及び検出器アレイ 1 1 2 は、検査領域 1 1 0 の周りの円形経路 1 1 6 に沿って協調して回転する。図 1 は、経路 1 1 6 上で 1 つの角度 1 1 3 (例えば、 $\theta_1$ ) において焦点スポット 1 0 2、ファンビーム 1 0 8 及び検出器アレイ 1 1 2 を示し、図 2 は、経路 1 1 6 上の異なる角度 1 1 5 (例えば、 $\theta_N$ ) において示す。任意の 1 つの角度における検出器素子 1 1 4 に対する線積分のセットが、ここでビューと称される。角度 1 1 3 における線積分のセットは、1 つのビューを表し、角度 1 1 5 における線積分のセットは、他のビューを表す。スキャンに対するビューのセットは、ここで投影データと称される。

30

## 【 0 0 0 5 】

ノイズ除去アルゴリズムは、投影領域 (線積分) において及び / 又は画像領域 (体積画像データ) においてノイズ除去するアルゴリズムを含む。反復的画像領域ノイズ除去に対して、各画素における入力画像ノイズレベルのマップを提供するノイズ画像が、空間的に変化するノイズレベルに対するノイズ除去強度を調整するのに使用される。US 7 7 0 6 4 9 7 B 2 は、画像領域ノイズ除去に対するノイズ画像を決定する方法を記載している。この方法は、投影データを奇数ビュー (例えば、1、3、5、...) 及び偶数ビュー (例えば、2、4、6、...) (又は管の焦点がビューごとに往復して切り替えられる場合に異なる焦点) に分割することを含む。奇数ビューのセットは、奇数ビュー画像を生成するように 1 つの処理チェーンにより再構成され、偶数セットのビューは、偶数ビュー画像を生成するように異なる処理チェーンにより再構成される。奇数及び偶数ビュー画像は、ノイズ画像を作成するように減算される。このアイデアは、2 つのセットのビューが同じ構造のスキャンからのものであることである。このようにして、両方の画像は、本質的に同じ構造を表し、2 つの画像を減算することは、構造を相殺し、無相関のノイズのみを残す。

40

## 【 0 0 0 6 】

図 3 は、このプロセスをフロー図により示す。スキャンから生成された投影データは、3 0 2 において受信され、3 0 4 において奇数ビュー及び偶数ビューに分割される。奇数

50

ビュー処理チェーン 306 及び 308 は、ファンビーム幾何構成から平行ビーム幾何構成に奇数ビューをリビンギし、リビンギされた奇数ビューを再構成し、奇数ビュー画像を生成する。偶数ビュー処理チェーン 310 及び 312 は、ファンビーム幾何構成から平行ビーム幾何構成に偶数ビューをリビンギし、リビンギされた偶数ビューを再構成し、偶数ビュー画像を生成する。314 において、奇数及び偶数ビュー画像は、減算され、ノイズ画像を生成する。処理チェーン 316 及び 318 は、ファンビーム幾何構成から平行ビーム幾何構成に全てのビューをリビンギし、リビンギされたビューを再構成し、構造画像を生成する。320 において、局所ノイズ分散推定が、ノイズ画像から推定され、構造画像に対するノイズマップを生成し、構造画像は、ノイズマップを使用してノイズ除去される。

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

不幸なことに、ノイズ画像を生成するこのアプローチは、ビューが半分に分割されるので角度方向又は半径方向の解像度を低減し、したがって、リビンギ及び再構成チェーンにおいて使用される解像度に負の影響を持つ。リビンギプロセスにおいて、奇数及び偶数ビューは、異なるグリッドに対する補間により再サンプリングされる。リビンギ後の奇数及び偶数データセットは、したがって、最悪の解像度を持ち、高周波ノイズ成分は、正確に再構成されることができない。結果として、最終的なノイズ推定は、再構成に対して使用されるフィルタカーネルに依存して不正確であり得、これは、最適未満のノイズ除去及びノイズ除去画像を生じうる。結果として、ノイズ画像を生成する他のアプローチに対する解決されていない要望が存在する。

20

【課題を解決するための手段】

【0008】

ここに記載される態様は、上記の問題等に対処する。

【0009】

一態様において、撮像システムは、X線放射線を放射するように構成された放射線源と、X線放射線を検出し、これを示す投影データを生成する検出器アレイであって、前記投影データは、複数のビューを含む、検出器アレイと、前記投影データを再構成し、ノイズのみ画像 (noise only image) を生成するように構成された第1の処理チェーンとを含む。

30

【0010】

他の態様において、方法は、撮像システムにより生成された投影データを受信するステップと、前記投影データを再構成し、ノイズのみ画像を生成するように構成された第1の処理チェーンを用いて前記投影データを処理するステップとを含む。

【0011】

他の態様において、コンピュータ可読記憶媒体は、コンピュータ可読命令をエンコードされる。前記コンピュータ可読命令は、プロセッサにより実行される場合に、前記プロセッサに、X線撮像システムを用いてオブジェクト又は対象をスキャンさせ、投影データを生成させ、前記投影データを再構成してノイズのみ画像を生成するように構成された第1の処理チェーンを用いて前記投影データを処理させ、前記投影データを再構成して構造画像を生成するように構成された第2の処理チェーンを用いて前記投影データを処理させ、前記ノイズのみ画像に基づいて前記構造画像をノイズ除去させる。

40

【0012】

本発明は、様々なコンポーネント及びコンポーネントの構成、並びに様々なステップ及びステップの構成の形を取りうる。図面は、好適な実施例を説明する目的のみであり、本発明を限定するように解釈されるべきではない。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】投影データの複数のビューの1つを描写する。

50

【図 2】複数のビューの異なるビューを描写する。

【図 3】ビューを奇数ビュー及び偶数ビューに分割することにより画像領域ノイズ除去に対するノイズ画像を生成する従来技術の方法のフロー図である。

【図 4】投影データプロセッサを含み、ノイズのみ画像を生成する処理チェーンを持つ一例の撮像システムを概略的に示す。

【図 5】投影データプロセッサの一例を概略的に示す。

【図 6】一実施例による一例の方法を示す。

【図 7】ここに記載されるアプローチで生成されたノイズ画像と従来技術のアプローチで生成されたノイズ画像との比較を示す。

【発明を実施するための形態】

【0014】

図 4 は、コンピュータ断層撮影 (CT) スキャナのような撮像システム 400 を示す。撮像システム 400 は、概して静止しているガントリ 402 及び回転ガントリ 404 を含む。回転ガントリ 404 は、ベアリング等により静止ガントリ 402 により回転可能に支持され、長手軸又は z 軸について検査領域 406 の周りを回転する。

【0015】

X 線管のような放射線源 408 は、回転ガントリ 404 により回転可能に支持される。放射線源 408 は、回転ガントリ 404 とともに回転し、検査領域 406 を横切る放射線を放射する。線源コリメータは、概してファン形状の放射線ビームを形成するように前記放射線をコリメートするコリメーション部材を含む。他の実施例において、前記ビームは、概してコーン、楔又は他の形状の放射線ビームを形成するように成形される。

【0016】

一又は二次元放射線感知検出器アレイ 410 は、検査領域 406 を横切って放射線 408 の反対側の角度的弧に対する。検出器アレイ 410 は、z 軸方向に沿って延在する検出の 1 以上の行を含む。検出器アレイ 410 は、検査領域 406 を横切る放射線を検出し、それを示す投影データを生成する。

【0017】

ここに記載されるように、前記投影データは、複数のビューを含み、各ビューは、検査領域 406 の周りの放射線源 408 及び検出器アレイ 410 として、データが取得される回転の異なる角度に対応する。各ビューは、検出器アレイ 410 の検出器により出力された複数の値 (線積分) を含み、各値は、放射線 408 から検出器アレイ 410 の当該値を生成する検出器までの経路に沿った X 線減衰を示す。

【0018】

第 1 の (従来の) 処理チェーン 412 は、リビンングプロセッサ 414 及び再構成プロセッサ 416 を含む。第 2 の処理チェーン 418 は、投影データプロセッサ 420、リビンングプロセッサ 414 及び再構成プロセッサ 416 を含む。この例において、処理チェーン 412 及び 418 は、リビンングプロセッサ及び再構成プロセッサ 416 を共有する。変形例において、処理チェーン 412 及び 418 の各々は、独自のリビンングプロセッサ及び / 又は再構成プロセッサを持つ。

【0019】

第 1 の処理チェーン 412 に対して、リビンングプロセッサ 414 は、ファンビーム幾何構成から平行ビーム幾何構成に前記ビューをリビンングする。再構成プロセッサ 416 は、前記リビンングされたビューを再構成し、(「構造画像」と称される) 体積画像データを生成する。第 2 の処理チェーン 418 に対して、投影データプロセッサ 420 は、リビンングプロセッサ 414 によるリビンング及び再構成プロセッサ 416 による再構成の前に前記ビューを前処理し、前記投影データにおいて表された構造は、リビンング及び再構成動作中に相殺し、ノイズのみ画像を生成する。

【0020】

投影データプロセッサ 420 の一例は、図 5 に示される。乗算器 502 は、前記投影データのビューに所定の乗算係数 504 を乗算する。一例において、これは、第 1 のビュー

10

20

30

40

50

にプラス 1 の値を、第 2 のビューにマイナス 1 の値を、第 3 のビューにプラス 1 の値を、第 4 のビューにマイナス 1 の値を、... ( n - 1 ) 番目のビューにプラス 1 の値を、n 番目のビューにマイナス 1 の値を乗算することを含み、逆も同様であり、その場合、第 1 のビューがマイナス 1 の値を乗算され、第 2 のビューがマイナス 1 の値を乗算され、...以下同様である。このアプローチは、ここで交互打ち消しアプローチと称される。

#### 【 0 0 2 1 】

一般に、所定の乗算係数 5 0 4 は、ビューごとにプラス 1 とマイナス 1 との間で交代する。変形例において、乗算係数 5 0 4 は、ビューごとに交代する必要はない。例えば、他の例において、乗算係数 5 0 4 は、代わりに、2 又はそれ以上のビューごとに交代することができる。例えば、これは、第 1 のビューにプラス 1 の値を、第 2 のビューにプラス 1 の値を、第 3 のビューにマイナス 1 の値を、第 4 のビューにマイナス 1 の値を、...乗算することを含む。他の変形例において、所定の乗算係数 5 0 4 は、プラス及びマイナス 1 以外の値を含むことができる。

10

#### 【 0 0 2 2 】

図 4 に戻って、第 1 の処理チェーン 4 1 2 の出力は、ノイズを持つスキャンされた構造を表す画素 / ボクセルを持つ従来の体積画像データであり、第 2 の処理チェーン 4 1 8 の出力は、ノイズのみ画像である。この例において、両方の処理チェーン 4 1 2 及び 4 1 8 を用いて、リビニングプロセッサ 4 1 4 は、従来の又は他のファンから平行への ( fan-to-parallel ) ビームリビニングアルゴリズムを実施し、再構成プロセッサ 4 1 6 は、従来の又は他のフィルタ逆投影 ( F B P ) 再構成アルゴリズム及び / 又は反復的再構成のような他の再構成アルゴリズム及び / 又は他の再構成アルゴリズムを実施する。

20

#### 【 0 0 2 3 】

ファンから平行へのビームリビニングの非限定的な例は、1997 年 11 月 26 日に出版され、"Real time continuous CT imaging"と題された US 6 0 7 8 6 3 9 A に記載されており、フィルタ逆投影再構成の非限定的な例は、2004 年 2 月 9 日に出版され、"System and method for helical cone-beam computed tomography with exact reconstruction"と題された US 2 0 0 6 / 0 1 4 0 3 3 5 A 1 に記載されており、両方の文献が、参照により全体的にここに組み込まれる。他のアプローチも、ここで考えられる。

#### 【 0 0 2 4 】

ノイズ除去プロセッサ 4 2 2 は、前記再構成画像 ( 3 D 画像データ ) 及び前記ノイズ画像の両方を受信し、前記ノイズ画像を使用して前記再構成画像をノイズ除去する。例えば、ノイズ除去プロセッサ 4 2 2 は、前記ノイズ画像からノイズ分散及び / 又はノイズ標準偏差の推定値又はノイズマップを生成する。一例において、これは、小さな関心領域 ( R O I ) の局所的分散又は標準偏差を取り、これを画像中で移動させることにより達成される。ノイズ標準偏差を使用する一例の画像領域ノイズ除去アルゴリズムは、2012 年 1 月 12 日に出版され、"Image domain de-noising"と題された US 9 1 5 9 1 2 2 B 2、2014 年 6 月 26 日に出版され、"Methods of utilizing image noise information"と題された US 2 0 1 6 / 0 1 4 0 7 2 5 A 1、及び 2015 年 10 月 29 日に出版され、"Enhanced image data/dose reduction"と題された US 8 9 3 8 1 1 0 B 2 に記載されており、これらは、参照により全体的にここに組み込まれる。

30

40

#### 【 0 0 2 5 】

カウチのような対象支持台 4 2 4 は、検査領域 4 0 6 において人間の患者のようなオブジェクト又は対象を支持する。対象支持台 4 2 4 は、前記オブジェクト又は対象を乗せる、スキャンする及び / 又は降ろすために前記オブジェクト又は対象を移動するように構成される。汎用計算システム又はコンピュータは、オペレータコンソール 4 2 6 として機能する。コンソール 4 2 6 は、モニタのような人間可読出力装置と、キーボード、マウス等のような入力装置とを含む。コンソール 4 2 6 上にあるソフトウェアは、オペレータがグラフィカルユーザインタフェース ( G U I ) により又は他の方法で撮像システム 4 0 0 とインタラクトする及び / 又は操作することを可能にする。これは、前記再構成画像をノイズ除去するのにノイズ除去プロセッサ 4 2 2 を使用するもののような撮像プロトコルを選

50

択することを含む。

【 0 0 2 6 】

上記のことは、撮像システム 4 0 0 から直接的に来る投影データを示すが、変形例において、前記投影データは、画像保管通信システム ( P A C S )、放射線医学情報システム ( R I S )、病院情報システム ( H I S ) 及び / 又は他のデータリポジトリのようなデータリポジトリから受信される及び / 又は取り出されることができる。加えて又は代わりに、前記再構成画像、前記ノイズ画像及び / 又は前記ノイズ除去された再構成画像は、前記データリポジトリに記憶されることができる。

【 0 0 2 7 】

加えて又は代わりに、投影データプロセッサ 4 2 0、リビンングプロセッサ 4 1 4、再構成プロセッサ 4 1 6、及びノイズ除去プロセッサ 4 2 2 の少なくとも 1 つは、コンソール 4 2 6 及び / 又は撮像システム 4 0 0 から離れた外部の計算装置の一部である。例えば、これらのコンポーネントの 1 以上が、「クラウド」ベースのサービスの一部であることができる、複数の装置にわたって分散される、他の撮像システムの一部である等であることができる。

【 0 0 2 8 】

図 6 は、一実施例による一例の方法をここに示す。

【 0 0 2 9 】

前記方法の動作の順序が限定的ではないと理解されるべきである。このようなものとして、他の順序が、ここで考えられる。加えて、1 以上の動作が、省略されてもよく、及び / 又は 1 以上の追加の動作が、含められてもよい。

【 0 0 3 0 】

6 0 2 において、対象又はオブジェクトのスキャンからの投影データが、得られる。前記投影データは、スキャン中に撮像システム 4 0 0 及び / 又は他の撮像システムにより生成され、そこから及び / 又はデータリポジトリから得られることができる。

【 0 0 3 1 】

6 0 4 及び 6 0 6 において、前記投影データは、ファンビームから平行ビームフォーマットに前記投影データをリビンングし、フィルタ逆投影により前記平行ビームデータを再構成し、前記スキャンされた対象又はオブジェクトの構造画像 ( 体積画像データ ) を生成することを含む従来の処理チェーンによって処理される。

【 0 0 3 2 】

6 0 8 において、前記投影データは、また、ここに記載されるように、ビューにプラス 1 及びマイナス 1 を又は逆に乗算することを交互に行うことにより前処理され、前処理された投影データを生成する。

【 0 0 3 3 】

6 1 0 及び 6 1 2 において、前記前処理された投影データは、ファンビームから平行ビームフォーマットに前記前処理された投影データをリビンングし、フィルタ逆投影により前記平行ビームデータを再構成することを含む従来の処理チェーンによって処理され、ノイズのみ画像を生成する。

【 0 0 3 4 】

6 1 4 において、前記構造画像は、ここに記載されるように、前記ノイズ画像を使用してノイズ除去され、ノイズ除去された構造画像を生成する。

【 0 0 3 5 】

上記の方法は、コンピュータ可読記憶媒体上にエンコード又は埋め込まれたコンピュータ可読命令を用いて実施されてもよく、前記コンピュータ可読命令は、コンピュータプロセッサにより実行される場合に、前記プロセッサに、記載された動作を実行させる。加えて又は代わりに、前記コンピュータ可読命令の少なくとも 1 つは、信号、搬送波又は他の一時的媒体により運ばれる。

【 0 0 3 6 】

比較として、図 7 は、構造画像 7 0、ここに記載されたアプローチを使用するノイズ画

10

20

30

40

50

像 704、及び図 3 に記載された従来のアプローチを使用するノイズ画像 706 を示す。ノイズ画像 704 及び 706 は、構造画像 702 の各画素 / ボクセルに対するノイズ値を示す。ノイズ標準偏差は、構造画像 702 の関心領域 (ROI) 708 の画素 / ボクセル値に対して計算される。一般に、ROI 708 は、同じ又は同様の CT 数 (フラット) を持つとみられる同じ解剖学的組織の領域上に配置される。この例において、ROI 708 に対するノイズ標準偏差は、73 である。

【0037】

ノイズ画像 704 において、ROI 710 は、構造画像 702 内の ROI 708 と同じ場所に配置される。従来技術のノイズ画像 706 において、ROI 712 も、構造画像 702 内の ROI 708 と同じ場所に配置される。示されるように、ここに記載されたアプ  
10  
プローチを使用することは、構造画像 702 の ROI 708 に対するノイズ標準偏差に近く、従来のノイズ画像 706 の ROI 712 に対するノイズ標準偏差と比較すると構造画像 702 の ROI 708 に対するノイズ標準偏差により近いノイズ標準偏差を生成する。

【0038】

本発明は、好適な実施例を参照して説明されている。修正例及び変更例は、先行する詳細な説明を読み、理解すると、他者が思いつきうる。本発明は、添付の請求項又はその同等物の範囲に入る限り、全てのこのような修正例及び変更例を含むと解釈されることを意図される。

以下、本発明の各種形態を付記する。

(付記 1)

20

X 線放射線を放射する放射線源と、

X 線放射線を検出し、それを示す投影データを生成する検出器アレイであって、前記投影データが、複数のビューを含む、当該検出器アレイと、

前記投影データを再構成し、ノイズのみ画像を生成する第 1 の処理チェーンと、  
を有する撮像システム。

(付記 2)

前記第 1 の処理チェーンが、前記ビューに所定の乗算係数を乗算し、前処理された投影データを生成する投影データプロセッサを含む、付記 1 に記載の撮像システム。

(付記 3)

前記所定の乗算係数が、前記前処理された投影データの 1 つおきのビューにマイナス 1 を乗算する、付記 2 に記載の撮像システム。

30

(付記 4)

前記所定の乗算係数が、前記前処理された投影データの残りのビューにプラス 1 を乗算する、付記 3 に記載の撮像システム。

(付記 5)

前記第 1 の処理チェーンが、前記前処理された投影データを平行ビームフォーマットにリビンングするリビンングプロセッサを含む、付記 2 乃至 4 のいずれか一項に記載の撮像システム。

(付記 6)

前記第 1 の処理チェーンが、前記リビンングされた前処理された投影データを再構成し、前記ノイズのみ画像を生成する再構成プロセッサを含む、付記 5 に記載の撮像システム。

40

(付記 7)

前記投影データを再構成し、構造及びノイズを含む体積画像データを生成する第 2 の処理チェーン、  
を有する、付記 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の撮像システム。

(付記 8)

前記ノイズ画像を使用して前記体積画像データをノイズ除去し、ノイズ除去された体積画像データを生成するノイズ除去プロセッサ、  
を有する、付記 7 に記載の撮像システム。

(付記 9)

50



前記ノイズ除去プロセッサが、前記ノイズのみ画像からノイズ分散又はノイズ標準偏差の少なくとも1つを推定し、前記ノイズ分散又はノイズ標準偏差が、前記体積画像データをノイズ除去するのに使用される、付記8に記載の撮像システム。

(付記10)

撮像システムにより生成された投影データを受信するステップであって、前記投影データが複数のビューを含む、ステップと、

前記投影データを再構成してノイズのみ画像を生成する第1の処理チェーンを用いて前記投影データを処理するステップと、

を有する方法。

(付記11)

前記投影データを処理するステップが、

前処理された投影データを生成するように前記投影データのビューに所定の乗算係数を乗算するステップ、

を含む、付記10に記載の方法。

(付記12)

前記乗算するステップが、

偶数ビューにマイナス1又はプラス1の一方を乗算し、奇数ビューにマイナス1又はプラス1の他方を乗算するステップ、

を含む、付記11に記載の方法。

(付記13)

前記前処理された投影データを平行ビームフォーマットにリビンングするステップと、

前記リビンングされたデータを再構成し、前記ノイズのみ画像を生成するステップと、

を有する、付記11乃至12のいずれか一項に記載の方法。

(付記14)

前記投影データを再構成して構造の画像を生成する第2の処理チェーンを用いて前記投影データを処理するステップ、

を有する、付記10乃至12のいずれか一項に記載の方法。

(付記15)

前記投影データを平行ビームフォーマットにリビンングするステップと、

前記リビンングされたデータを再構成し、前記構造の画像を生成するステップと、

を含む、付記14に記載の方法。

(付記16)

関心領域の局所的ノイズ分散又はノイズ標準偏差を取り、これを画像中で移動させることにより前記ノイズのみ画像に基づいてノイズ分散又はノイズ標準偏差の少なくとも1つを推定するステップ、

を有する、付記13に記載の方法。

(付記17)

前記ノイズのみ画像に基づいて前記構造の画像をノイズ除去し、ノイズ除去された構造の画像を生成するステップ、

を有する、付記15乃至16のいずれか一項に記載の方法。

(付記18)

計算システムのプロセッサにより実行される場合に、前記プロセッサに、

X線撮像システムを用いてオブジェクト又は対象をスキャンさせ、複数のビューを含む投影データを生成させ、

前記投影データを再構成してノイズのみ画像を生成する第1の処理チェーンを用いて前記投影データを処理させ、

前記投影データを再構成して構造画像を生成する第2の処理チェーンを用いて前記投影データを処理させ、

前記ノイズのみ画像に基づいて前記構造画像をノイズ除去させる、

1以上のコンピュータ実行可能命令をエンコードされたコンピュータ可読記憶媒体。

10

20

30

40

50

( 付記 1 9 )

前記プロセッサが、

前処理された投影データを生成するように前記投影データのビューに所定の乗算係数を乗算し、

前記前処理された投影データを平行ビームフォーマットにリビンングし、

前記ノイズのみ画像を生成するように前記リビンングされたデータを再構成する、

付記 1 8 に記載のコンピュータ可読記憶媒体。

( 付記 2 0 )

前記プロセッサが、

前処理された投影データを生成するように前記投影データに交互打ち消しを使用する、

付記 1 8 に記載のコンピュータ可読記憶媒体。

【 図 面 】

【 図 1 】

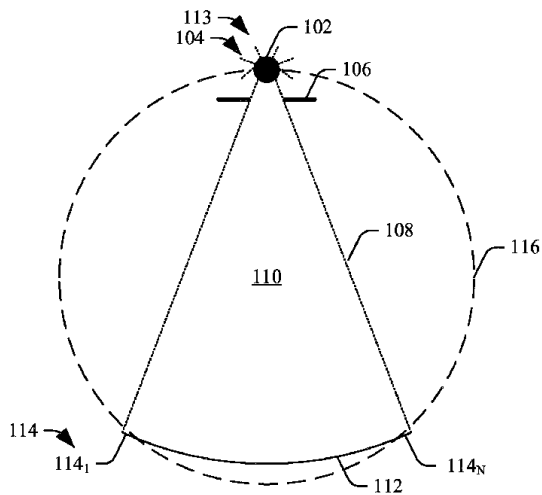


FIGURE 1

【 図 2 】

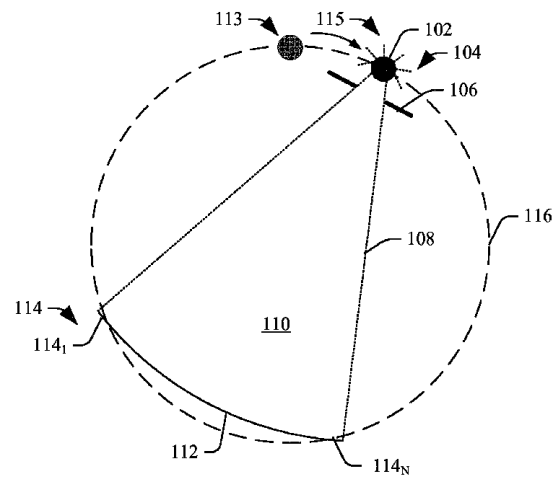


FIGURE 2

10

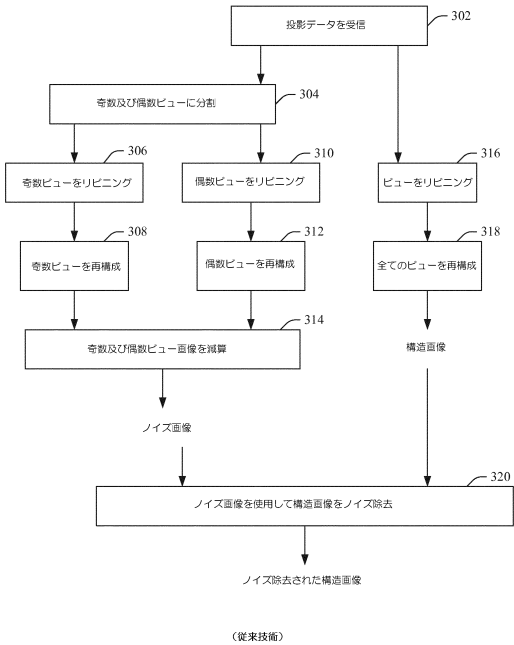
20

30

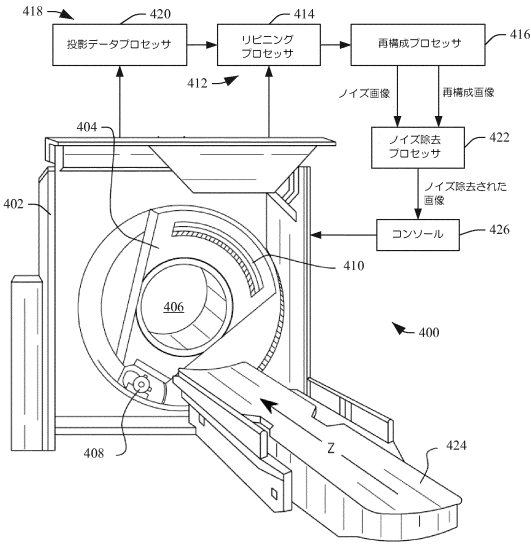
40

50

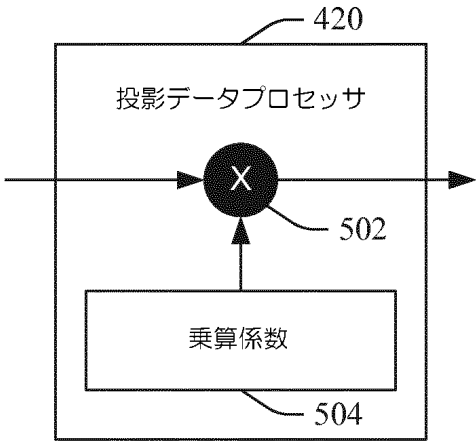
【図 3】



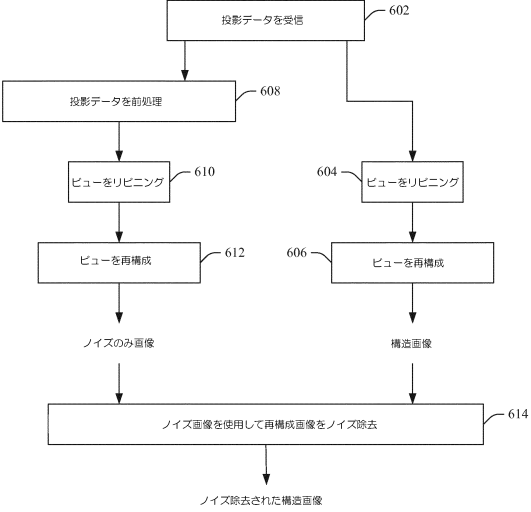
【図 4】



【図 5】



【図 6】



10

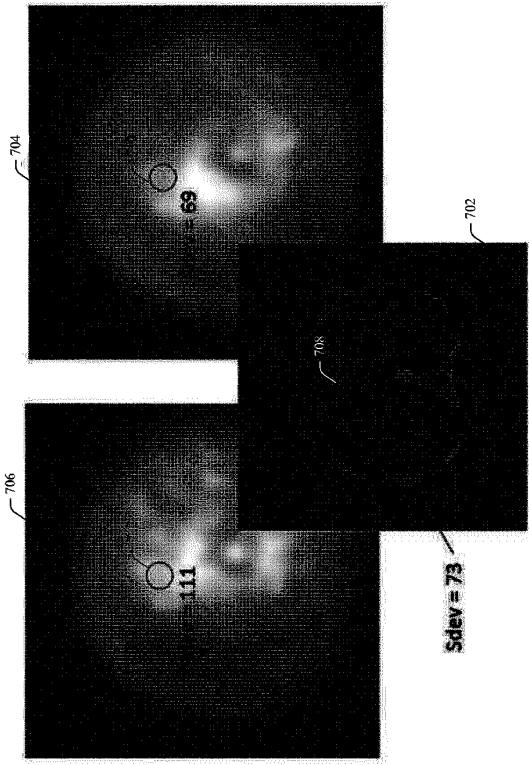
20

30

40

50

【 図 7 】



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

- オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 5  
(72)発明者 ブレンデル バーンハード ヨハネス  
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 5  
(72)発明者 コーラー トーマス  
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 5  
(72)発明者 ブラウン ケビン マーティン  
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 5  
審査官 松岡 智也  
(56)参考文献 特開 2 0 1 8 - 0 0 0 6 1 8 ( J P , A )  
米国特許出願公開第 2 0 0 9 / 0 2 3 2 2 6 9 ( U S , A 1 )  
国際公開第 2 0 1 5 / 0 1 2 3 2 3 ( W O , A 1 )  
(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)  
A 6 1 B 6 / 0 0 - 6 / 1 4  
J S T P l u s / J M E D P l u s / J S T 7 5 8 0 ( J D r e a m I I I )  
医中誌 W E B