

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2020-531083

(P2020-531083A)

(43) 公表日 令和2年11月5日(2020.11.5)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
A 6 1 B 6/03 (2006.01) A 6 1 B 6/03 3 5 O R 4 C O 9 3

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2020-508393 (P2020-508393)	(71) 出願人	590000248
(86) (22) 出願日	平成30年8月8日 (2018.8.8)		コーニンクレッカ フィリップス エヌ
(85) 翻訳文提出日	令和2年2月13日 (2020.2.13)		ヴェ
(86) 国際出願番号	PCT/EP2018/071440		KONINKLIJKE PHILIPS
(87) 国際公開番号	W02019/034486		N. V.
(87) 国際公開日	平成31年2月21日 (2019.2.21)		オランダ国 5656 アーヘー アイン
(31) 優先権主張番号	62/545,520		ドーフエン ハイテック キャンパス 5
(32) 優先日	平成29年8月15日 (2017.8.15)	(74) 代理人	100122769
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		弁理士 笛田 秀仙
		(74) 代理人	100163809
			弁理士 五十嵐 貴裕

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像システム拡張視野

(57) 【要約】

撮像システム(100)は、ボア(150)を備えた回転ガントリ(212)と、回転ガントリによって支持され、ボアの周りを回転し、ボアの少なくとも一部を横断するX線放射線を放出するX線放射線源(100)とを含む。X線放射線源の反対側にある回転ガントリによって支持されている検出器アレイ(120)は、ボア内にある物体(110)を通過したX線を検出し、検リングされるデータ(320、322)に適合することにより、サイノグラム内の切り捨てられる物体(402)の一部を推定し、切り捨てられる物体の推定部分と生成される投影データに基づいて物体の画像(252)を再構成する。出されるX線を示す投影データを生成し、投影データはサイノグラム(216、316、412)を含む。プロセッサは、曲線(400)を、切り捨てられるビュー(314)のセットに隣接するサイノグラム内の物体の複数のビュー(324)からサンプリングされたデータ(320、322)に適合することにより、サイノグラム内の切り捨てられた物体(402)の一部を推定し、切り捨てられる物体の推定部分と生成される投影データに基づいて物体の画像(252)を再構成

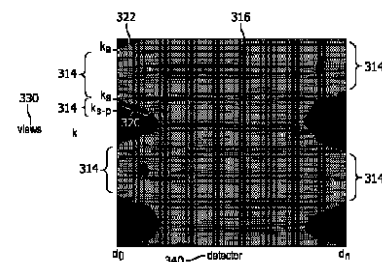


FIG. 3

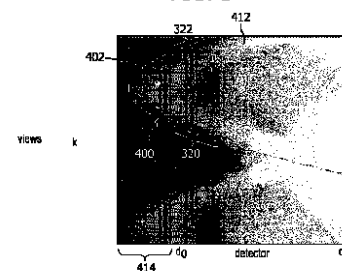


FIG. 4

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

撮像システムであって、
ボアを備えた回転ガントリと、
前記回転ガントリによって支持され、前記ボアの周りを回転し、前記ボアの少なくとも一部を横切るX線放射線を放出するように構成されるX線放射線源と、
前記回転ガントリによって支持され、前記X線放射線源の反対側に配置され、前記ボア内に位置される物体を通過したX線放射線を検出し、前記検出されるX線放射線を示す投影データを生成するように構成される検出器アレイであって、前記投影データはサイノグラムを含む、検出器アレイと、
プロセッサであって、
前記サイノグラム内の前記物体の切り捨てられるビューのセットに隣接する前記サイノグラム内の前記物体の複数のビューからサンプリングされるデータに曲線を適合することによって前記サイノグラム内で切り捨てられる前記物体の一部を推定し、
前記切り捨てられる物体の前記推定される部分及び前記生成される投影データに基づいて前記物体の画像を再構成するように構成される、プロセッサと
を有する、撮像システム。

10

【請求項 2】

前記プロセッサは、前記物体の少なくとも1つのサンプリングされる縁を有するように前記複数のビューを決定するようにさらに構成され、前記少なくとも1つのサンプリングされる縁は検出器位置及び切り捨てられるビューの前記セットに隣接する前記物体の後縁及び前記物体の前縁から成るグループから選択される少なくとも1つのビュー識別子を有する、請求項 1 に記載のシステム。

20

【請求項 3】

前記プロセッサは、
第一の正弦曲線を前記物体の前記前縁に適合し、
第二の正弦曲線を前記物体の前記後縁に適合し、
前記第一の正弦曲線及び前記第二の正弦曲線の間で補間して前記曲線に適合するように更に構成される、請求項 2 に記載のシステム。

30

【請求項 4】

前記プロセッサは、
各々の前記適合曲線に従って、拡張視野内及び視野の外側に位置される切り捨てられるビューの各セット内の前記物体の各範囲を推定するように更に構成され、各回転位置で共通に検出される前記ボア内の領域は視野を規定し、少なくとも1つの回転位置で検出される前記視野を除く前記ボアの第二の領域は拡張視野を規定し、各回転位置における前記生成される投影データはビューを規定する、
請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 5】

前記プロセッサは、
前記物体の切り捨てられるビューのセットを検出するように更に構成され、前記少なくとも1つのサンプリングされる縁は、前記物体の切り捨てられるビューの前記セットに隣接するビューのセットを有する、請求項 2 に記載のシステム。

40

【請求項 6】

前記適合曲線は、前記ビューの関数として検出器位置を含み、前記適合曲線の前記検出器位置は仮想検出器の位置を含む、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 7】

前記プロセッサは、
前記適合曲線に従って前記サイノグラムで切り捨てられる前記物体の前記推定部分に基づいて画像領域の座標系内で画像マスクを生成するように更に構成され、前記画像マスク

50

は前記画像領域内の拡張視野及び視野内の前記物体の面積又は体積を表す、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 8】

撮像するための方法であって、

検出器アレイによって生成される物体のサイノグラムを受信するステップと、

前記サイノグラム内の前記物体の切り捨てられるビューのセットに隣接する前記サイノグラム内の前記物体の複数のビューからサンプリングされるデータに曲線を適合することによって前記サイノグラム内で切り捨てられる前記物体の一部を推定するステップと、

前記切り捨てられる物体の前記推定される部分及び前記サイノグラムに基づいて前記物体の画像を再構成するステップと

10

を有する、方法。

【請求項 9】

前記物体の少なくとも 1 つのサンプリングされる縁を有するように前記複数のビューを決定するステップであって、前記少なくとも 1 つのサンプリングされる縁は検出器位置及び切り捨てられるビューの前記セットに隣接する前記物体の後縁及び前記物体の前縁から成るグループから選択される少なくとも 1 つのビュー識別子を有する、ステップを更に有する、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

前記曲線を推定するステップは、

第一の正弦曲線を前記物体の前記前縁に適合するステップと、

20

第二の正弦曲線を前記物体の前記後縁に適合するステップと、

前記第一の正弦曲線及び前記第二の正弦曲線の間で補間するステップと

を有する、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

前記曲線を推定するステップは、

各々の前記適合曲線に従って、拡張視野内及び視野の外側に位置される切り捨てられるビューの各セット内の前記物体の各範囲を推定するステップであって、前記検出器アレイの各回転位置で共通に検出される撮像装置のボア内の領域及び前記ボアの周りの線源は視野を規定し、少なくとも 1 つの回転位置で検出される前記視野を除く前記ボアの第二の領域は拡張視野を規定し、各回転位置における前記生成される投影データはビューを規定する、ステップ

30

を有する、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 12】

前記物体の切り捨てられるビューの前記セットを検出するステップであって、前記少なくとも 1 つのサンプリングされる縁は、前記物体の切り捨てられるビューの前記セットに隣接するビューのセットを有する、ステップ

を更に有する、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 13】

前記適合曲線は前記ビューの関数としての検出器位置であり、前記適合曲線の前記検出器位置は仮想検出器の位置を含む、請求項 8 に記載の方法。

40

【請求項 14】

前記適合曲線に従って前記サイノグラムで切り捨てられる前記物体の前記推定部分に基づいて画像領域の座標系内で画像マスクを生成するステップであって、前記マスクは前記画像領域内の拡張視野及び視野内の前記物体の面積又は体積を表す、ステップを更に有する、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 15】

検出器アレイによって生成される物体のサイノグラムを受信させ、

前記サイノグラム内の前記物体の切り捨てられるビューのセットに隣接する前記サイノグラム内の前記物体の複数のビューからサンプリングされるデータに曲線を適合することによって前記サイノグラム内で切り捨てられる前記物体の一部を推定させ、

50

前記切り捨てられる物体の前記推定される部分及び前記サイノグラムに基づいて前記物体の画像を再構成させる

ように一つ又はそれより多くのプロセッサを制御する命令を担持する非一時的なコンピュータ可読記憶媒体。

【請求項 16】

前記一つ又はそれより多くのプロセッサは、

前記物体の少なくとも 1 つのサンプリングされる縁を有するように前記複数のビューを決定するように更に制御され、前記少なくとも 1 つのサンプリングされる縁は検出器位置及び切り捨てられるビューの前記セットに隣接する前記物体の後縁及び前記物体の前縁から成るグループから選択される少なくとも 1 つのビュー識別子を有する、

請求項 15 に記載の非一時的なコンピュータ可読記憶媒体。

10

【請求項 17】

前記一つ又はそれより多くのプロセッサは、

第一の正弦曲線を前記物体の前記前縁に適合させ、

第二の正弦曲線を前記物体の前記後縁に適合させ、

前記第一の正弦曲線及び前記第二の正弦曲線の間で補間させる

ように更に制御される、請求項 16 に記載の非一時的なコンピュータ可読記憶媒体。

【請求項 18】

前記一つ又はそれより多くのプロセッサは、

前記適合曲線に従って前記サイノグラムで切り捨てられる前記物体の前記推定部分に基づいて画像領域の座標系内で画像マスクを生成するようにさらに制御され、前記画像マスクは前記画像領域内の拡張視野及び視野内の前記物体の面積又は体積を表す、
請求項 15 に記載の非一時的なコンピュータ可読記憶媒体。

20

【請求項 19】

前記一つ又はそれより多くのプロセッサは、

各々の前記適合曲線に従って、拡張視野内及び視野の外側に位置される切り捨てられるビューの各セット内の前記物体の各範囲を推定するようにさらに制御され、前記検出器アレイの各回転位置で共通に検出される撮像装置のボア内の領域及び前記ボアの周りの線源は視野を規定し、少なくとも 1 つの回転位置で検出される前記視野を除く前記ボアの第二の領域は拡張視野を規定し、各回転位置における前記生成される投影データはビューを規定する、

請求項 15 に記載の非一時的なコンピュータ可読記憶媒体。

30

【請求項 20】

前記一つ又はそれより多くのプロセッサは、

前記物体の切り捨てられるビューの前記セットを検出するようにさらに制御され、前記少なくとも 1 つのサンプリングされる縁は、前記物体の切り捨てられるビューの前記セットに隣接するビューのセットを有する、

請求項 15 に記載の非一時的なコンピュータ可読記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

以下は概して撮像に関し、より具体的には視野外の対象物又は被検体の一部の推定に関するものであり、コンピュータ断層撮影 (CT) 医用撮像への特定の応用とともに説明されているが、他の撮像モダリティにも適している。

【背景技術】

【0002】

CT 撮像装置の例を図 1 に示す。CT 撮像装置は、被検体又は物体 110 の一部を横断し、検出器 120、 d_0 、 d_1 、 d_2 、... d_n 、 d_{n+1} 、 d_{n+2} 、... d_{n+M} によって検出される X 線放射 105 を放出する線源 100 を含む。体積測定スキャンの場合、線源 100 及び検出器 120 は、物体 110 の周りを協調して回転する。検出器 120 は、回転すると、回転経路 (収集間隔

50

）に沿った所定の複数の弧で放射線を検出する。各収集間隔について、各検出器 d_i はそれに入射するX線放射を検出し、線源100から検出器120までの経路に沿った全X線減衰（線積分又は投影データ）を示す電気信号を生成する。収集間隔の線積分のセットは、投影又はビューと呼ばれる。

【0003】

視野（FOV）140は、線源100と検出器120の相対位置、及び開口部又はボア150の開口のサイズによって制約され得る検出器120の長さによって規定される。FOV 140は、ボア150の中心Xと同心であり、線源100及び検出器120が回転するとき、線源100から外側検出器 d_o 及び d_n まで横断する（仮想円に接する）周辺X線105によって境界付けられる仮想円内の領域と考えることができる。すなわち、FOV 140は、各投影ビューの異なる回転位置からの放出放射線105によって共通に横断されるボア150の領域を含む。被検体の一部及び/又はFOV 140外の物体170について、少なくとも180度にファン角度を加えたこの領域に対して一部のデータは取得されないため、不完全なデータが取得され、投影データが体積画像データに再構成されるとき、部分スキャンアーチファクトがもたらされる。残念ながら、部分スキャンアーチファクトにより、体積画像データ内のFOV 140の外側の物体170は診断又は治療計画の目的に適さない可能性がある。

【0004】

「CTスキャンの視野を拡張する新しい再構成アルゴリズム」（2004）においてJ. Hsiehらによって示されているように、切り捨てアーチファクトに対処する1つのアプローチは、物体110がFOV 140内に完全に収まるように、より大きなボア150とより大きなFOV 140を備えたCT撮像システムを構築することにある。Hsiehによる他のアプローチは、部分的なウォーターシリンダーを使用して、各々の切り捨てられるビュー k_i のために検出される減衰値にラインを適合させることにある。しかしながら、このアプローチはすべての物体形状に対して正確ではなく、アーチファクトにつながる可能性がある。「切り捨てられる画像の物体サポートを推定するアルゴリズム」（2014）においてS. Hsiehによって説明される別のアプローチは、反復アプローチによって物体の切り捨てられる部分を推定しようとするにある。残念ながら、これには時間がかかり、計算コストが高くなる可能性がある。以下の発明は、サイノグラム領域で物体の範囲を直接推定するための高速で正確な方法を提供する。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本明細書で説明される態様は、上記で参照された問題及びその他に対処する。

【課題を解決するための手段】

【0006】

以下は、サイノグラム内の複数のビューにわたって被検体の一部のサンプリングされた縁に曲線を適合することにより、拡張視野内の被検体の範囲を推定するシステム及び方法の実施形態を説明する。被検体のサンプリングされた部分は、ビューのセットで切り捨てられる被検体の部分の前縁及び/又は後縁を含むことができる。推定された被検体の範囲はマスクとして画像領域に反転され、逆投影される。マスクは、画像領域内の他のアルゴリズムで調整できる。画像領域でマスクを使用するか、又は投影領域で近似曲線によって推定された範囲を使用することにより、被検体の画像を生成できる。

【0007】

一態様では、撮像システムは、ボアを備えた回転ガントリと、回転ガントリによって支持され、ボアの周りを回転し、ボアの少なくとも一部を横切るX線放射を放出するX線放射源とを含む。X線放射源の反対側に位置する回転ガントリによって支持された検出器アレイは、ボア内に位置する物体を横断したX線放射を検出し、検出されたX線放射を示す投影データを生成する。投影データにはサイノグラムが含まれる。プロセッサは、サイノグラム内の物体の切り捨てられるビューのセットに隣接するサイノグラム内の物体の複数のビューからサンプリングされるデータに曲線を適合することにより、サイノグラムで切

り捨てられる物体の一部を推定し、切り捨てられる物体の推定部分と生成される投影データに基づいて物体の画像を再構成する。

【0008】

別の態様では、撮像方法は、検出器アレイによって生成される物体のサイノグラムを受信するステップを含む。サイノグラムで切り捨てられる物体の一部は、サイノグラム内で物体の切り捨てられるビューのセットに隣接するサイノグラムで物体の複数のビューからサンプリングされるデータに曲線を適合することによって推定される。切り捨てられる物体の推定部分とサイノグラムに基づいて、物体の画像が再構成される。

【0009】

別の態様では、命令を担持する非一時的なコンピュータ可読記憶媒体が、検出器アレイによって生成される物体のサイノグラムを受信し、サイノグラム内の前記物体の切り捨てられるビューのセットに隣接する前記サイノグラム内の前記物体の複数のビューからサンプリングされるデータに曲線を適合することによって前記サイノグラム内で切り捨てられる前記物体の一部を推定するように1つ以上のプロセッサを制御する。1つ以上のプロセッサはさらに、切り捨てられる物体の推定部分及びサイノグラムに基づいて物体の画像を再構成するように制御される。

【0010】

本発明のこれらの態様及び他の態様は、以下に記載される実施形態を参照して明らかになり、説明されるであろう。

【0011】

本発明は、様々な構成要素及び構成要素の配置、ならびに様々なステップ及びステップの配置の形をとることができる。図面は、好ましい実施形態を説明するためだけのものであり、本発明を限定するものとして解釈されるべきではない。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】従来技術の視野を概略的に示している。

【図2】拡張視野内の物体又は被検体の範囲を推定するCTシステムの実施形態を示している。

【図3】切り捨てられる物体又は被検体のシミュレートされる2次元サイノグラムの例を示している。

【図4】拡張される視野内で完全なデータを提供するために切り捨てられるデータを増強するために使用される仮想データを伴う物体及び/又は被検体のシミュレートされる2次元サイノグラムの例示的な部分を示す。

【図5】投影領域内の適合曲線によって推定される範囲から伝播される画像領域内の例示的な画像マスクを示している。

【図6】サイノグラム内の複数のビューの間の物体又は被検体の一部のサンプリングされる縁に適合する曲線の例を示している。

【図7】推定範囲を含む投影領域マスクの例を示す。

【図8】本明細書の実施形態によるフローチャートを示す。

【発明を実施するための形態】

【0013】

図2を参照すると、拡張視野(eFOV)160内にある視野(FOV)140の外側の物体又は被検体110の範囲を推定するシステム200の実施形態が概略的に示されている。FOV140は、各回転位置で共通に検出されるボア150の領域を含む。eFOV160は、FOV140を除外し、少なくとも1つの回転位置で検出されるボア150内に第2の領域を含む。

【0014】

システム200は、固定ガントリ214によって支持される回転ガントリ212を含むCT撮像装置210を含むことができる。回転ガントリは、線源100及び検出器120を支持する。検出器120は、物体110の投影データを生成し、サイノグラム216と

10

20

30

40

50

して記憶及び／又は表示される。サイノグラム216は、投影/ビュー(k_i)対検出器 d_0, \dots, d_n として配列される減衰値の2次元アレイである。サイノグラム216のビューは、回転位置、例えば、連続した回転位置によって順序付けられている。検出器120は、個々の検出器の $M \times N$ アレイを含むことができ、 M 及び N は1以上の整数であり、例えば xy 平面で、 M は「 z 」方向に沿っており、 N は「 z 」方向を横切る方向に沿っている。以下は、 $M \times N$ アレイに拡張可能な検出器120の $1 \times N$ アレイを使用して説明される。

【0015】

切り捨て識別子220は、 k_s から k_e までの切り捨てられるビュー314の範囲又はセットを識別する。切り捨てられるビュー314の例は、図3のシミュレートされるサイノグラム316に示されている。切り捨てられるビュー314の各セットは、連続した回転位置を含むビューのグループを表す。図3では、ビュー330が垂直軸上に表され、検出器340が水平軸上に表され、先頭の検出器 d_0 が空気を示す減衰値から、皮膚、軟組織、又は他の所定の値を示す値のような、非空気を示す減衰値に変化するか、又は後続の検出器 d_n が空気を示す減衰値から非空気を示す減衰値に変化する場合、切り捨てが識別される。 k_s から k_e までの識別される切り捨てられるビュー314は、1つの切り捨ての開始及び終了に対応する。これらの切り捨てられるビュー314は、物体又は被検体170の一部が、検出される放射線の経路を去り、線源100及び検出器120が回転するときに、検出される放射線の経路に再び入る場所を表す。

【0016】

図2及び図3を参照すると、切り捨て識別子230は、それぞれ識別される切り捨てのビューに先行及び／又は後続する複数のビュー324にわたる物体又は被検体170の部分の前縁320及び／又は後縁322の検出器を識別する。例えば、切り捨て識別子240は、ビュー k_s 乃至 $k_s + p$ に対する前縁320を特定し、ここで p はビューの所定の整数であり、検出器120の初期検出器 d_0 は回転の方向にある。 p の値は、所定の値、統計的サンプリング基準、それらの組み合わせ、及び／又は他の値であり得る。前縁320のビュー324の各ビューの検出器は、第1の検出器 d_j を含み、同じビューにおける第1の検出器 d_j から次の検出器 d_{j+1} への減衰値は、空気(又は他の所定の値)から物体又は被検体170の部分に変化する。後縁322も同様に識別される。前縁320及び／又は後縁322は、回転方向の第一の検出器(d_0, \dots, d_p)及び／又は最後の検出器(d_{n-p}, \dots, d_n)などの検出器アレイ120内の外側検出器に対応し、回転方向に後続する。

【0017】

図2乃至4を参照すると、曲線適合器230は、物体110の前縁320、物体110の後縁322、又はそれらの組み合わせの識別される検出器位置の関数として、識別されるビューに曲線400を適合させる。図4では、適合曲線400は、仮想検出器414を備えた部分的にシミュレートされるサイノグラム412に示されている。適合曲線400は、仮想検出器414を使用して拡張視野160内の物体又は被検体170の部分の範囲402を規定する。すなわち、範囲402は、適合線400と、切り捨てられるビュー314の端部(d_0 又は d_n など)の初期検出器の線との間の領域を含む。適合曲線400は、サイノグラム120内の前縁320及び／又は後縁322のサンプリングされる検出器位置を含むサンプルセットに基づいて適合される。そのような線は、物体又は被検体170の切り捨てられるビュー314の各々の識別されるセットに適合される。

【0018】

図2乃至5を参照すると、マスク生成器240は、適合線400によって規定され、画像領域に逆投影される拡張視野の範囲でサイノグラム216から伝播される画像マスク242(図5)を生成することができる。バイナリ画像マスク(例えば、黒及び他の1つの値)などの画像マスク242は、物体110を示す第1の値500と、空気又は非被検体を示す第2の値510とを含む。第1の値500及び第2の値510は、画像領域の xy 座標系で表される。画像マスク242は、画像再構成の現在の方法を使用して他の画像領域マスク244を精緻化するために使用することができる。例えば、画像マスク24

10

20

30

40

50

2 は、画像マスク 2 4 2 と他の画像領域マスク 2 4 4 との交点を使用して精緻化することができる。画像マスク 2 4 2 は、水又は他の所定値などの減衰値で満たすことができる。

【 0 0 1 9 】

引き続き図 2 乃至 5 を参照すると、画像再構成器 2 5 0 は、適合線 4 0 0 及びサイノグラム 2 1 6 によって規定される物体 1 1 0 の範囲 4 0 2 に基づいて物体 1 1 0 の画像 2 5 2 を再構成する。一つの実施例において、再構成器 2 5 0 は、範囲 4 0 2 を追加の制約として使用して、投影領域におけるデータ外挿技術をさらに改善する。たとえば、部分ウォーターシリンダーを個々のビューに合わせたラインは、適合線 400 を使用して平滑化できる。

【 0 0 2 0 】

いくつかの実施形態では、画像再構成器 2 5 0 は、再構成又は反復再構成において画像マスク 2 4 2 又はその精緻化を使用する。例えば、再構成画像 2 5 2 内の画像マスク 2 4 2 によって規定される拡張視野内の被検体 1 7 0 の部分は、水又は他の物質を示す推定ハウズフィールドユニット (H U) で満たすことができる。場合によっては、eFOV 160 の満たされる部分は、一部の放射線治療アプリケーションに十分な品質の計算上高速な推定を提供する。精緻化は、FOV 140 内の画像の詳細を放射状に外挿することによって遷移を滑らかにし、推定 HU を使用して eFOV 160 で満たされる再構成画像と結果をブレンドする。

【 0 0 2 1 】

さらなる精緻化は、精緻化される画像を投影領域に前方投影し、仮想検出器 414 及びサイノグラム 216 で表される eFOV 160 の前方投影の一部を使用して、仮想検出器 414 を使用する物体 110 又は範囲 402 の推定部分を備える精緻化されるサイノグラムを生成することによって、精緻化される画像において eFOV 160 に更なる詳細を追加することができる。それから、範囲 402 を備えた精緻化されるサイノグラムを逆投影して、再構成画像 252 を生成することができる。いくつかの例において、更なる精緻化は、 eFOV 160 における物体の更なる詳細を提供し得る。

【 0 0 2 2 】

引き続き図 2 乃至 5 を参照すると、ユーザインターフェース 2 6 0 は、再構成画像 2 5 2 をディスプレイ装置 2 6 2 に表示し、及び / 又は画像アーカイブ及び通信システム (P A C S)、放射線情報システム (R I S)、電子医用記録 (E M R) などのストレージサブシステムに画像 2 5 2 を格納することができる。

【 0 0 2 3 】

切り捨て識別子 2 2 0、曲線適合器 2 3 0、マスク生成器 2 4 0、画像再構成器 2 5 0、及びユーザインターフェース 2 6 0 は、デジタルプロセッサ、マイクロプロセッサ、電子プロセッサ、光学装置などの構成されるコンピュータプロセッサ 2 6 4 によって適切に具現化される。プロセッサ、マルチプロセッサ、ピアツーピア又は協調動作プロセッサを含むプロセッサの分散、プロセッサのクライアント / サーバー配置など、構成されるプロセッサ 2 6 4 によって適切に具現化され、切り捨てられるビューを識別し、前縁 320 及び / 又はトレーリング縁 3 2 2 を識別及びサンプリングし、曲線 4 0 0 に適合させ、画像マスク 2 4 2 を生成し、画像 2 5 2 を再構成し、表示装置 2 6 2 及び 1 つ以上の入力装置 2 6 6 を操作するように構成される。

【 0 0 2 4 】

構成されるコンピュータプロセッサは、光ディスク、磁気ディスク、構成されるプロセッサを備えた計算装置の半導体メモリなどのコンピュータ可読記憶媒体 268 に格納される少なくとも 1 つのコンピュータ可読命令を実行し、一時的な媒体を除外し、開示される技術を実行するための物理メモリ及び / 又は他の非一時的な媒体を含む。構成されるプロセッサは、搬送波、信号、又は他の一時的な媒体によって運ばれる 1 つ又は複数のコンピュータ可読命令を実行することもできる。図 2 の図に示されているコンポーネント間の線は、通信パスを表している。

【 0 0 2 5 】

構成されるプロセッサ 2 6 4、表示装置 2 6 2、及び入力装置 2 6 6 は、コンソール、

10

20

30

40

50

ラップトップコンピュータ、デスクトップコンピュータ、タブレットコンピュータ、スマートフォン、身体装着計算装置、サーバー、又は計算装置などの協調的な配置などの計算装置 270 を含むことができる。ディスプレイ装置 262 は、コンピュータディスプレイ、スマートフォンディスプレイ、プロジェクタ、身体装着型ディスプレイ、テレビ (TV)、それらの組み合わせなどによって適切に具現化される。入力装置 266 は、キーボード、マウス、トラックボール、マイクロフォン、それらの組み合わせなどにより適切に具現化される。

【0026】

サイノグラム 216、画像マスク 242、他の画像領域マスク 244、及び再構成画像 252 は、データ構造、ファイル構造、データベース編成、画像フォーマットなどを含むことができる電子メモリ又はコンピュータメモリによって適切に具現化される。

10

【0027】

いくつかの実施形態では、切り捨て識別子 220、曲線適合器 230、マスク生成器 240、画像再構成器 250、及びユーザインターフェース 260 は、コンピュータプログラム製品として適切に具現化される。

【0028】

図 6 を参照すると、シミュレートされるサイノグラム 412 の複数のビューにわたる物体 110 の一部のサンプリングされる縁 320、322 に適合する曲線の例が概略的に示されている。図 6 では、第 1 の正弦曲線 600 が第 1 のサンプリングされる複数のビュー 602 にわたって前縁 320 に適合される。第 2 の正弦曲線 610 が第 2 のサンプリングされる複数のビュー 612 にわたって後縁 322 に適合される。サンプルセットされるは

20

$$(\hat{k}, \hat{d})$$

で表される。ここで、

$$\hat{d} = d(\hat{k})$$

であり、

$$\hat{k}$$

はビュー識別子であり、

$$\hat{d}$$

は検出器識別子又は位置である。

【0029】

正弦関数は、

$$f_{a,b,c}(k) = a * \sin\left(b * k * \frac{2\pi}{N} + c\right) + s,$$

を含めることができる。ここで、a は振幅を表し、b は周波数を表し、k はビューを表し、c は位相を表し、N は 1 回転あたりのビューの数を表し、s は回転中心からのオフセットを表す。目的関数は、適合される正弦波とサンプルセットとの間の平均二乗誤差に対して、

40

$$\varphi_{a,b,c} = \sum_k (f_{a,b,c}(k) - f(\hat{k}))^2$$

として規定される。目的関数を最小化する a、b、c の値は、Nelder・Mead シンプレックスアルゴリズムなどの数値法アルゴリズム又は他の数値法又は他のアルゴリズムを使用して見つけることができる。

【0030】

第 1 の正弦曲線 600 及び第 2 の正弦曲線 610 を補間して、適合曲線 400 を生成す

50

ることができる。例えば、適合曲線 4 0 0 は、第 1 の正弦曲線 6 0 0 及び第 2 の正弦曲線 610 の平均、加重平均又は他の関数を使用して点ごとに補間することができる。2 セットのパラメータ (a1、b1、c1) 及び (a2、b2、c2) で規定される 2 つの曲線間の補間の 1 つの数式は、

$$f(k) = \left(\frac{k}{nk}\right) \cdot f_{a1,b1,c1}(k) + \frac{nk-k}{nk} \cdot f_{a2,b2,c2}(k)$$

で与えられる。ここで、nk は k_s から k_e までの切り捨てられるビューの数を表す。

【0031】

図 7 を参照すると、範囲 4 0 2 を備えた例示的な投影領域マスク又はサイノグラムマスク 7 0 0 が示されている。サイノグラムマスク 7 0 0 は、仮想検出器 4 1 4 を使用して e F O V 1 6 0 内の範囲を示している。サイノグラムマスク 7 0 0 は、画像に寄与せずに、空気のみを通過する検出 X 線の第 1 の領域 7 1 0 を含む。サイノグラムマスク 700 は、画像に寄与し、物体 110 のある部分を通過する検出 X 線の第 2 の領域 720 を含む。

【0032】

範囲 4 0 2 を有するサイノグラムマスク 7 0 0 は、反転され、画像領域に逆投影される。結果のマスク画像は、空気を通過する光線が画像に寄与する領域と、画像に寄与しない他のすべての領域を識別する。図 5 に示すように、第 2 の反転により、画像領域内の物体 1 1 0 の領域を示す画像マスク 2 4 2 が得られる。

【0033】

図 8 は、本明細書の実施形態によるフローチャートを示す。

【0034】

8 0 0 で、被検体のサイノグラム 2 1 6 が受け取られる。サイノグラム 2 1 6 は、C T 撮像装置 2 1 0 から直接受信され、C T 撮像装置 2 1 0 によって生成されるか、又は記憶サブシステムから間接的に受信されることができる。サイノグラム 2 1 6 は投影データを含む。例えば、各行は、順序付けられた回転位置からの物体 110 のビューを表し、各列は、空間的に順序付けられた検出器アレイの検出器を表す。

【0035】

810 では、受信サイノグラム 216 で切り捨てられるビューのセット 314 が識別される。切り捨てられるビューのセット 314 は、空気の値を超えるなどの所定のしきい値を超える減衰値を有する先頭又は末尾の検出器によって識別することができる。

【0036】

8 2 0 で、切り捨てられるビュー 3 1 4 の各セットについて、サイノグラム 2 1 6 で表される物体 1 1 0 の縁が複数のビューにわたってサンプリングされる。サンプリングされる縁は、検出器の位置と、物体 1 1 0 の前縁 3 2 0 及び / 又は後縁 3 2 2 のビュー識別子を含む。前縁 3 2 0 は、切り捨てられるビュー 3 1 4 のセットの直後に続く。後縁 3 2 2 は、切り捨てられるビュー 3 1 4 のセットの直前にある。

【0037】

8 3 0 で、切り捨てられるビュー 3 1 4 の各セットについて、曲線 4 0 0 はサンプリングされる縁に適合される。適合曲線 4 0 0 は、ビューの関数として、仮想検出器 4 1 4 まで拡張される検出器の位置又は場所を含む。適合曲線 4 0 0 は、2 つの適合曲線 6 0 0、6 1 0 の補間、サンプリングされる前縁 3 2 0 に適合される第 1 の曲線 6 0 0、及びサンプリングされる後縁 3 2 2 に適合される第 2 の曲線 6 1 0 を含み得る。他の適合曲線は考えられる。

【0038】

8 4 0 では、サイノグラムマスク 7 0 0 が生成され、画像マスク 2 4 2 として切り捨てられるビュー 3 1 4 の各セットに対する適合曲線 4 0 0 によって規定される範囲 4 0 2 で画像領域に伝播される。画像マスク 2 4 2 は、他の画像領域マスク 2 4 4 を使用して精緻化することができ、視野 1 4 0 及び拡張視野 1 6 0 内の物体 1 1 0 によって占有される空間領域又は体積を規定する。いくつかの実施形態では、画像マスク 2 4 2 は省略でき、投

10

20

30

40

50

影領域内の曲線 400 によって規定される範囲 402 は、投影領域内の範囲 402 を規定する他の技術をさらに精緻化するために使用される。

【0039】

850 で、物体 110 の画像 252 は、適合曲線 400 により規定される範囲 402 に基づいてサイノグラム 212 から再構成され得る。画像 252 は、画像領域の画像マスク 242 及びサイノグラム 252 を使用して再構成され得る。画像 252 は、適合曲線 400 によって規定される範囲 402 によって規定されるか、それによって精緻化される投影データを使用して再構成することができる。

【0040】

860 で、再構成される画像 252 は、ディスプレイ装置 262 に表示され、及び/又はストレージサブシステムに保存され得る。

10

【0041】

上記は、コンピュータ可読記憶媒体にエンコード又は埋め込まれたコンピュータ可読命令によって実装され、コンピュータプロセッサによって実行されると、プロセッサに記述される動作を実行させる。追加的又は代替的に、コンピュータ可読命令の少なくとも1つは、信号、搬送波、又は他の一時的な媒体によって実行される。

【0042】

上記の手順は、異なる順序で実行でき、及び/又は一部の手順を省略できる。

【0043】

本発明は、図面及び前述の説明において詳細に図示及び説明されているが、そのような図示及び説明は、例示的又は例証的であり、限定的ではないと見なされるべきである。本発明は、開示される実施形態に限定されない。開示される実施形態に対する他の変形は、図面、開示、及び添付の特許請求の範囲の研究から、請求される発明を実施する際に当業者によって理解及び達成され得る。

20

【0044】

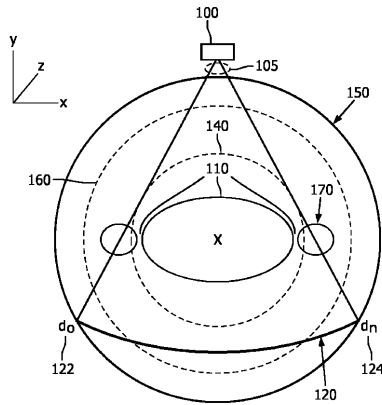
請求項において、「含む」という語は他の要素又はステップを除外せず、不定冠詞「a」又は「an」は複数を除外しない。単一のプロセッサ又は他のユニットは、特許請求の範囲に記載されているいくつかのアイテムの機能を果たし得る。特定の手段が相互に異なる従属請求項に記載されているという単なる事実は、これらの手段の組み合わせが有利に使用できないことを示すものではない。

30

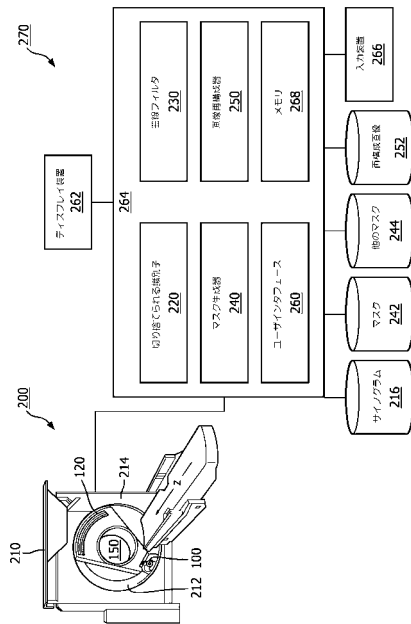
【0045】

コンピュータプログラムは、他のハードウェアとともに、又は他のハードウェアの一部として提供される光記憶媒体又はソリッドステート媒体などの適切な媒体に格納/配布できるが、インターネット又は他の有線又は無線の通信システムなどの他の形式で配布することもできる。請求項中の参照符号は、範囲を限定するものと解釈されるべきではない。

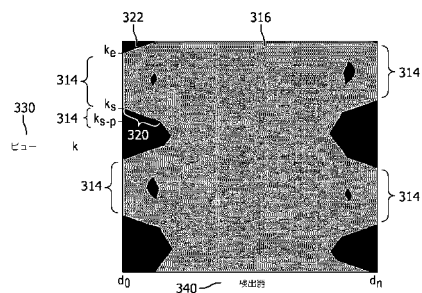
【図 1】

FIG. 1
Prior art

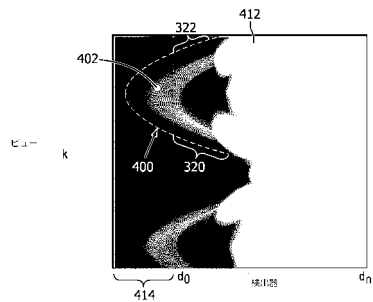
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【図 5】

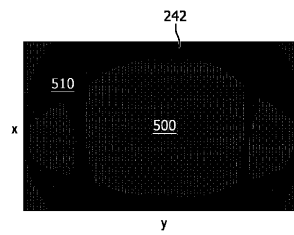
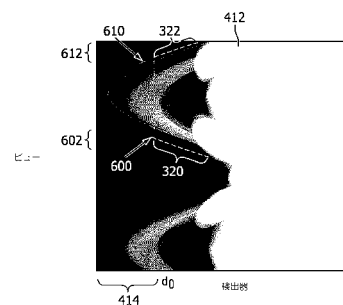
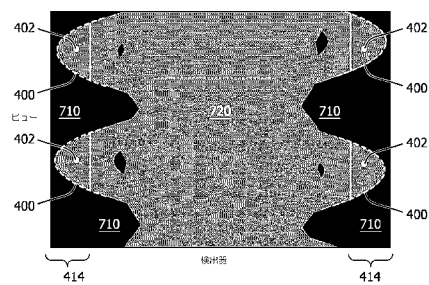


FIG. 5

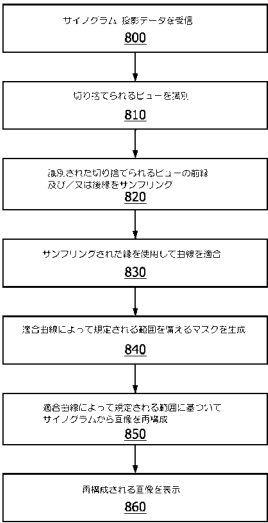
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2018/071440

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. G06T11/00
ADD.

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06T

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

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

EPO-Internal, COMPENDEX, INSPEC, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2007/253523 A1 (ZAMYATIN ALEKSANDR A [US]) 1 November 2007 (2007-11-01)	1,2,4-9, 11-16, 18-20
A	figures 1a, 2, 3a, 3b paragraph [0072] - paragraph [0077] -----	3,10,17
X	ZAMYATIN ALEXANDER ET AL: "Extension of the reconstruction field of view and truncation correction using sinogram decomposition", MEDICAL PHYSICS, AIP, MELVILLE, NY, US, vol. 34, no. 5, 18 April 2007 (2007-04-18), pages 1593-1604, XP012103397, ISSN: 0094-2405, DOI: 10.1118/1.2721656	1,2,4-9, 11-16, 18-20
A	the whole document -----	3,10,17



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 October 2018

Date of mailing of the international search report

12/11/2018

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Werling, Alexander

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2018/071440

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2007253523 A1	01-11-2007	CN 101071507 A	14-11-2007
		JP 4936977 B2	23-05-2012
		JP 2007296352 A	15-11-2007
		US 2007253523 A1	01-11-2007

フロントページの続き

(81)指定国・地域 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT

(72)発明者 ブラウン ケヴィン マーティン

オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフェン ハイ テック キャンパス 5

Fターム(参考) 4C093 AA22 BA03 CA13 FA33 FD07 FD20

【要約の続き】

する。