【公報種別】特許法第１７条の２の規定による補正の掲載
【部門区分】第１部門第２区分
【発行日】平成22年9月30日(2010.9.30)

【公開番号】特開2008-55158(P2008-55158A)
【公開日】平成20年3月13日(2008.3.13)
【年通号数】公開・登録公報2008-010
【出願番号】特願2007-217731(P2007-217731)
【国際特許分類】
Ａ６１Ｂ　6/03　(2006.01)
【ＦＩ】
Ａ６１Ｂ　6/03　３２０Ｂ
Ａ６１Ｂ　6/03　３５０Ｐ

【手続補正書】
【提出日】平成22年8月16日(2010.8.16)
【手続補正１】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】発明の名称
【補正方法】変更
【補正の内容】
【発明の名称】多線源ＩＧＣＴデータのための解析的再構成方法
【手続補正２】
【補正対象書類名】特許請求の範囲
【補正対象項目名】全文
【補正方法】変更
【補正の内容】
【特許請求の範囲】
【請求項１】
軸横断方向に分散して配置された少なくとも１つのＸ線点源（７０５、７０６）を一部に含み、且つ長手方向に分散して配置された多数のＸ線点源（７０５、７０６、７０７）から放出される前記長手方向にオフセットしたＸ線ビームを用いて取得された多重軸ＣＴデータセットからウインドー方式でコーン・ビームを再構成するウインドー方式コーン・ビーム再構成方法であって、
前記多重軸ＣＴデータセットから投影データを得るステップ（２１０１）と、
前記１つまたは複数の軸横断方向にオフセットされたＸ線点源（７０５、７０６）の軌跡を平行化する微分化演算を前記投影データに適用する導関数ステップ（２１０５）と、
前記導関数ステップ処理後の前記投影データにヒルベルト変換を施す（２１０６）ステップと、
ヒルベルト変換後の前記投影データに逆投影処理を施して再構成ボリューム画像データを生成する逆投影ステップと、
前記再構成されたボリューム画像データを、ＩＣＧＴシステムにより走査された対象の三次元表現であるところの再構成ボリュームとして、出力するステップ（２１０７）とを備えた方法であって、
前記軸横断方向にオフセットされたＸ線源点（７０５、７０６）の各々についてのデータに対する前記逆投影処理が、他のＸ線源点（７０７）からのデータとは独立して行われることを特徴とする再構成方法。
【請求項２】
前記多数の軸横断方向Ｘ線点源（７０５、７０６、７０７）は、多重軸ＣＴ装置のアイソセンタを中心とした円弧に沿って長手方向に分散されていることを特徴とする請求項１に

記載の方法。
【請求項３】
前記逆投影ステップの前、または逆投影ステップの間に、前記投影データに軌跡対向写像（「ＴＯＭ」）ウインドーを適用するステップ（２１０３）をさらに含むことを特徴とする請求項１または２に記載の方法。
【請求項４】
前記ヒルベルト変換と共に半画素のピクセルシフトを施すステップ（１１０２）をさらに含むことを特徴とする請求項１乃至３のいずれかに記載の方法。
【請求項５】
１又は複数の軸走査（アキシャル・スキャン）で構成された多重軸ＣＴデータセットであって、少なくとも長手方向に分散された多数のＸ線点源から放出されて長手方向にオフセットしたＸ線ビームを用いて取得される前記多重軸ＣＴデータセットを解析的に再構成する方法であって、
前記Ｘ線点源の各々に対応するデータを独立に微分するステップ（１２０１）と、
前記独立して微分されたデータに、データ間の重なりを勘案した重み付けを施す第1の重み付けステップ（１２０２）と、
前記第1の重み付けステップで得られたデータに、ヒルベルト変換反転の方向に直交する方向に対する射線方向を勘案した重みを加重する第2の重み付けステップ（１２０３）と、
軌跡対向写像（「ＴＯＭ=Trajectory opposite mapping」）ウインドー処理を施すＴＯＭウインドーステップ（１２０４）と、
逆投影を実行する逆投影ステップ（１２０５）と、
予め定義されている一組の線に沿って前記ヒルベルト変換反転を実行するステップ（１２０６）と、
「ＩＧＣＴ」システムにより走査された対象の三次元表現である再構成されたボリュームを出力するステップ（１２０７）と
を備えたことを特徴とする再構成方法。
【請求項６】
少なくとも長手方向に分散された前記多数のＸ線点源（７０５、７０６、７０７）は、多数の軸横断方向Ｘ線点源（７０５、７０６）をさらに含んでいる、請求項５に記載の方法。
【請求項７】
前記多数の軸横断方向Ｘ線点源（７０５、７０６、７０７）は、アイソセンタを中心とした円弧に沿って長手方向に分散されている、請求項６に記載の方法。
【請求項８】
前記第1重み付けステップ（１２０２）は、
各々の微分されたデータ点を、前記選択された線に対する当該データ点の対応する射線の配向に応じて１又は－１のいずれかの重み値で加重するステップ、をさらに含むことを特徴とする請求項5乃至7のいずれかに記載の方法。
【請求項９】
前記逆投影ステップ（１２０５）において、前記ＴＯＭウインドー処理にフェザリングを適用するステップ（１２０８）をさらに含んでいる請求項5乃至８のいずれかに記載の方法。
【請求項１０】
前記フェザリングのステップ（１２０８）は、
データ点が、フェザリング領域内で且つＴＯＭウインドー境界の内側に位置するか否かを判定するステップ（１６０１）と、
前記フェザリング領域の外側に位置する点を全加重で受け入れるステップ（１６０２）と、
前記フェザリング領域の外側で且つ前記ＴＯＭウインドー境界の外側に位置する点を無

加重で拒絶するステップ（１６０３）とをさらに含んでいることを特徴とする請求項９に記載の方法。
【請求項１１】
前記全加重は、前記データ点が位置する実際の位置と前記ＴＯＭウインド-境界との間の距離を算出するステップ（１６０４）により算出されることを特徴とする請求項１０に記載の方法。
【請求項１２】
フェザリングを適用する前記ステップは、
画像領域において、予め決められたＴＯＭウインド-境界の両側にフェザリング距離を画定するステップ（１５０１）と、
前記フェザリング距離をＸ線検出器に投影するステップ（１５０２）と、
をさらに含んでいることを特徴とする請求項９に記載の方法。
【請求項１３】
ＴＯＭウインドー処理を施す前記ステップ（１２０４）は、
多重軸ＣＴデータセットの各々の軸走査（アキシャル・スキャン）について、予め選択された走査経路の上方の軸走査経路及び前記予め選択された走査経路の下方の軸走査経路をＸ線検出器に投影することにより、ＴＯＭウインド-の上方境界及び下方境界を形成するステップ（１７０１）と、
互いから２走査分以上離隔した走査経路を選択するステップ（１７０２）と、
最終画像の値を、前記上方ＴＯＭウインド-境界と前記下方ＴＯＭウインド-境界との間の走査経路の数の２分の１で除算するステップ（１７０３）と、
空間の予め決められた円筒の外部にＸ線量を投与することを回避するように、前記軸走査の１又は複数の外側走査経路のＴＯＭウインド-境界を縮小するステップ（１７０５）と
をさらに含んでいることを特徴とする請求項5乃至１３のいずれかに記載の方法。
【請求項１４】
各々の外側走査経路において、その各々がもう１本の走査経路の投影により境界付けられる多数のＴＯＭウインド-を画定するステップ（１７０６）と、
前記多数のＴＯＭウインド-の各々に異なる加重を割り当てるステップ（１７０７）とをさらに含んでいる請求項１３に記載の方法。
【手続補正３】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００１７
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００１７】
図６は、図５の組み換え後のマルチ・スライスＩＧＣＴ投影データを再構成する方法を示す図６００である。図６を参照すると、さらに正確な再構成を生成するようにサイノグラム情報を結合する一つの方法は、画像領域においてデータを結合するものである。先ず、各々のデータ集合（各々の線源ｚ位置）に対応するスライス６０１、６０２、６０３、６０４、６０５、６０６、６０７、６０８及び６０９を、各々のデータ集合毎に一組ずつのスライス（又は再構成された容積）が得られるように、再構成する。図６では、各々のデータ集合６１０、６２０、６３０が３組のスライスを含んでいる。例えば、第一のデータ集合６１０はスライス６０１、６０２及び６０３を含んでいる。第二のデータ集合６２０はスライス６０４、６０５及び６０６を含んでいる。第三のデータ集合６３０はスライス６０７、６０８及び６０９を含んでいる。次いで、これら３組のデータ集合を最も近接した線源からのスライスのみを用いることにより結合するか、又は加重平均を施すことにより結合する。例えば、ｚ軸に沿った３個の線源の場合には、中央の線源からの再構成は、最上のスライス及び最下のスライスにおいてコーン・ビーム・アーティファクトを蒙る。しかしながら、最上の線源からの再構成容積はアーティファクト不含の最上のスライスを

提供し、最下の線源についても同様である。従って本質的に、この実施形態では、あらゆるｚ位置について各々の線源に関連した３個の再構成容積からの最良のスライス６０１、６０５、６０９が選択されて、単一の容積６４０になるように結合される。
【非特許文献１】"MTF analysis of a prototype table-top inverse-geometry volumetric CT system", Schmidt et al., 20 April 2005, SPIE, Volume 5745, pages 17 1 - 178
【非特許文献２】"Image Reconstruction from Truncated Cone-Beam Data", Pack, May 2005, Doctoral Dissertation, University of Utah, Pages 1-149)
【非特許文献３】"Generalized PI method for helical cone beam reconstruction using a general window function", Tang et al., 8 July 2005, Eighth International Meeting on Fully Three-dimensional Image Reconstruction in Radiology and Nuclear Medicine, Pages 3 19-322
【非特許文献４】"Exact Helical reconstruction using native cone-beam geometries", Noo et al., 2003, Physics in Medicine and Biology, Volume 48, Pages 3787-3818
【非特許文献５】"Double-Centering Method for Increasing Efficiency of Cone-Beam X-Ray CT Reconstruction", A. Hein, M.D. Silver, and K. Taguchi, 2002
【特許文献１】米国発行特許第７０６２００６号（対応日本特許無し）
【特許文献２】米国早期公開特許２００６－０２１００１５（対応日本特許無し）
【特許文献３】米国早期公開特許２００４－０２５８１９６（対応日本特許２００５００７１８２Ａ２）
【特許文献４】米国早期公開特許２００４－０２１３３７８（対応日本特許２００６５２４５４８Ｔ２）
【手続補正４】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００２０
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００２０】
多線源反転幾何型構成計算機式断層写真法（「ＩＧＣＴ」）スキャナを用いて取得されるＸ線投影データ（例えば１又は複数のサイノグラム）を再構成する方法の実施形態を開示する。第一の方法の実施形態は、ＩＧＣＴサイノグラムを、先ず「ｚ」において、次いで「ｘｙ」において組み換えることにより処理し、「ｘｙ」組み換え時にフェザリングを施す。これにより、多重軸（マルチ・アキシャル）第三世代サイノグラムの等価物が生成され、この等価物をさらに平行導関数及び／又はヒルベルト変換を用いて処理することができる。また、「ＴＯＭウインドー」若しくは「ＴＯＭ窓」（以下、「ＴＯＭ窓」と略す。尚、フェザリング処理を併用）手法及び結合逆投影手法を適用して、再構成された容積を生成することができる。第二の方法の実施形態は、ＩＧＣＴサイノグラムを、平行導関数及び／又は冗長加重を用いて処理する。また、第二の方法はシグナム（signum）加重、「ＴＯＭウインドー処理」若しくは「ＴＯＭ窓掛け」処理（以下、「「ＴＯＭ窓掛け」と略す、フェザリング併用）、逆投影、及びヒルベルト変換反転を用いて、再構成された容積を生成することもできる。「シグナム加重」との用語は、関数を用いて正の値には１を、また負の値には－１を返す加重方法を指す（関数の一例は次式ｆ（ｘ）＝ｓｉｇｎφである。）。当業者には認められるように、「ヒルベルト変換」及び「ヒルベルト変換反転」との用語は互換ではない。ヒルベルト変換はそれ自体の反転（逆変換）を有するが、ヒルベルト変換が画像領域において実行されるときには、データは無限領域にわたって利用可能である訳ではないので単純なコンボリューションを用いていたのでは変換を行なうことができない。従って、画像領域において実行されるヒルベルト変換を「ヒルベルト変換反転(Hilbert Transform Inversion)」と呼ぶ。
【手続補正５】
【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】００２３
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００２３】
これらの利点及び他の利点は、軌跡対向写像窓（trajectory opposite mapping。以下、「ＴＯＭ窓」または「ＴＯＭウインドー」）と呼ばれる手法を用いることにより、部分的に達成され得る。ＴＯＭ窓は、幾つかの螺旋再構成アルゴリズムに用いられている公知のＴＡＭ窓の改変である。ＴＡＭ窓（K. C. Tam, S. Samarasekera, and F. Sauer, “Exact cone beam CT with a spiral scan,” Physics in Medicine and Biology, vol. 43, no. 4, pp. 1015-1024, 1998）は、窓の発明者の一人であるKwok Tamに因んでこのように呼ばれており、螺旋形の線源軌跡の検出器への投影として定義される。ＴＡＭ窓を用いる場合にはＴＡＭ境界（例えば螺旋形の線源軌跡の投影の各エッジ）によって局限される検出器の部分（１又は複数）のみを用いて、所望の容積を再構成する。ＴＯＭ窓はＴＡＭ窓の概念を修正すると共に拡張して、ｚ方向にオフセットされた多重円取得を扱えるようにしたものである。