

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5400326号
(P5400326)

(45) 発行日 平成26年1月29日 (2014. 1. 29)

(24) 登録日 平成25年11月1日 (2013. 11. 1)

(51) Int. Cl.

F 1

A 6 1 B 6/02 (2006.01)

A 6 1 B 6/02 3 5 3 C

A 6 1 B 6/02 3 0 0 M

請求項の数 8 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2008-188026 (P2008-188026)
 (22) 出願日 平成20年7月22日 (2008. 7. 22)
 (65) 公開番号 特開2009-34503 (P2009-34503A)
 (43) 公開日 平成21年2月19日 (2009. 2. 19)
 審査請求日 平成23年7月7日 (2011. 7. 7)
 (31) 優先権主張番号 0756896
 (32) 優先日 平成19年8月2日 (2007. 8. 2)
 (33) 優先権主張国 フランス (FR)

(73) 特許権者 390041542
 ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ
 クタデイ、リバーロード、1 番
 (74) 代理人 100137545
 弁理士 荒川 聡志
 (74) 代理人 100105588
 弁理士 小倉 博
 (74) 代理人 100129779
 弁理士 黒川 俊久
 (72) 発明者 シルヴァン・ペルナール
 フランス、モンティニー・ル・ブレトンニ
 ユー、リュ・ロメイ・ギャリー、6 番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 トモシンセシス画像を表示するための方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

トモシンセシスによって得られたポリュームを表示する方法であって、
 スライス又はスラブの二次元画像を表示する段階と、
 前記表示された二次元画像上で、前記画像の平面内に位置する二次元の関心のある領域を
 規定するユーザの入力を受領する段階と、
 前記関心のある領域内の前記表示された二次元画像において、前記二次元の関心のある領
 域に関連した関心のあるポリューム内の複数のスライスの画像、前記二次元の関心のある
 領域に関連した関心のあるポリュームの三次元画像、及び前記二次元の関心のある領域に
 関連した前記関心のあるポリュームから得られたスラブのうち、少なくとも 1 つを表示す

10

る段階と、

を有し、
 関心のある領域を規定するために、前記表示された二次元画像上で、二次元の関心のある
 領域の位置及び寸法、関心のある領域の位置によって規定される関心のあるポリュームの
 位置、並びに自動的に又は手動で調節される関心のあるポリュームの深さが規定され、
 前記表示された画像がスラブである場合、前記関心のあるポリュームの深さを前記スラ
 ブの厚さに等しくなるように規定し、前記関心のあるポリューム内の中央のスライスを前記
 スラブの中央の平面に対応させることを特徴とする、方法。

【請求項 2】

トモシンセシスによって得られたポリュームを表示する方法であって、

20

スライス又はスラブの二次元画像を表示する段階と、
前記表示された二次元画像上で、前記画像の平面内に位置する二次元の関心のある領域を規定するユーザの入力を受領する段階と、
前記関心のある領域内の前記表示された二次元画像において、前記二次元の関心のある領域に関連した関心のあるボリューム内の複数のスライスの画像、前記二次元の関心のある領域に関連した関心のあるボリュームの三次元画像、及び前記二次元の関心のある領域に関連した前記関心のあるボリュームから得られたスラブのうち、少なくとも1つを表示する段階と、
を有し、

関心のある領域を規定するために、前記表示された二次元画像上で、二次元の関心のある領域の位置及び寸法、関心のある領域の位置によって規定される関心のあるボリュームの位置、並びに自動的に又は手動で調節される関心のあるボリュームの深さが規定され、前記関心のあるボリュームの深さを規定するために、前記深さを前記関心のある領域の長さ又は幅又は直径に対して調節し、前記関心のあるボリューム内の中央のスライスを前記表示された画像の平面に対応させることを特徴とする、方法。

【請求項3】

トモシンセシスによって得られたボリュームを表示する方法であって、
スライス又はスラブの二次元画像を表示する段階と、
前記表示された二次元画像上で、前記画像の平面内に位置する二次元の関心のある領域を規定するユーザの入力を受領する段階と、
前記関心のある領域内の前記表示された二次元画像において、前記二次元の関心のある領域に関連した関心のあるボリューム内の複数のスライスの画像、前記二次元の関心のある領域に関連した関心のあるボリュームの三次元画像、及び前記二次元の関心のある領域に関連した前記関心のあるボリュームから得られたスラブのうち、少なくとも1つを表示する段階と、
を有し、
それぞれ正方形の又は丸い関心のある領域からそれぞれ立方体の又は球形の関心のあるボリュームを規定することを特徴とする、方法。

【請求項4】

トモシンセシスによって得られたボリュームを表示する方法であって、
スライス又はスラブの二次元画像を表示する段階と、
前記表示された二次元画像上で、前記画像の平面内に位置する二次元の関心のある領域を規定するユーザの入力を受領する段階と、
前記関心のある領域内の前記表示された二次元画像において、前記二次元の関心のある領域に関連した関心のあるボリューム内の複数のスライスの画像、前記二次元の関心のある領域に関連した関心のあるボリュームの三次元画像、及び前記二次元の関心のある領域に関連した前記関心のあるボリュームから得られたスラブのうち、少なくとも1つを表示する段階と、
前記関心のあるボリュームにおいて、ボリュームのサンプリング間隔よりも小さい深さサンプリング間隔を規定する段階と、
前記関心のある領域内で、前記相対的に小さいサンプリング間隔を持つ複数の再構成スライスから得られる画像を表示する段階と
を有することを特徴とする、方法。

【請求項5】

トモシンセシスによって得られたボリュームを表示する方法であって、
スライス又はスラブの二次元画像を表示する段階と、
前記表示された二次元画像上で、前記画像の平面内に位置する二次元の関心のある領域を規定するユーザの入力を受領する段階と、
前記関心のある領域内の前記表示された二次元画像において、前記二次元の関心のある領域に関連した関心のあるボリューム内の複数のスライスの画像、前記二次元の関心のある

10

20

30

40

50

領域に関連した関心のあるボリュームの三次元画像、及び前記二次元の関心のある領域に関連した前記関心のあるボリュームから得られたスラブのうち、少なくとも1つを表示する段階と、

を有し、

病変部又は骨折のような放射線医学的徴候を検出するように前記関心のあるボリュームをセグメント化し、また、前記表示された画像について、背景抑圧処理及び/又は前記検出された放射線医学的徴候を強調するために前記セグメント化された関心のあるボリュームの処理を実施し、

前記関心のあるボリューム内で検出された各々の放射線医学的徴候について、放射線医学的徴候が最も明瞭に視覚可能になる最適なスライスを決出し、また、前記関心のある領域において表示された画像が、各々の放射線医学的徴候についての最適なスライス内に位置するボクセルの組合せによって得られることを特徴とする、方法。

10

【請求項6】

トモシンセシスによって得られたボリュームを表示する方法であって、

スライス又はスラブの二次元画像を表示する段階と、

前記表示された二次元画像上で、前記画像の平面内に位置する二次元の関心のある領域を規定するユーザの入力を受領する段階と、

前記関心のある領域内の前記表示された二次元画像において、前記二次元の関心のある領域に関連した関心のあるボリューム内の複数のスライスの画像、前記二次元の関心のある領域に関連した関心のあるボリュームの三次元画像、及び前記二次元の関心のある領域に関連した前記関心のあるボリュームから得られたスラブのうち、少なくとも1つを表示する段階と、

20

を有し、

規定された関心のある領域の位置及び寸法及び/又は関心のある領域において表示された画像の内容が記憶され、

前記関心のあるボリュームの複数の二次元スライス又はスラブの画像を相次いで表示するとき、これらの二次元スライス又はスラブ画像の各々と共通部分を持つ前記記憶された関心のあるボリュームを自動的に表示する、方法。

【請求項7】

トモシンセシスによって得られたボリュームを表示する方法であって、

スライス又はスラブの二次元画像を表示する段階と、

前記表示された二次元画像上で、前記画像の平面内に位置する二次元の関心のある領域を規定するユーザの入力を受領する段階と、

前記関心のある領域内の前記表示された二次元画像において、前記二次元の関心のある領域に関連した関心のあるボリューム内の複数のスライスの画像、前記二次元の関心のある領域に関連した関心のあるボリュームの三次元画像、及び前記二次元の関心のある領域に関連した前記関心のあるボリュームから得られたスラブのうち、少なくとも1つを表示する段階と、

30

を有し、

規定された関心のある領域の位置及び寸法及び/又は関心のある領域において表示された画像の内容が記憶され、

ユーザから受領した入力に対応して、少なくとも1つの記憶された関心のあるボリューム内の中央のスライスに対応する前記スライス又は該中央のスライスを中心としたスラブの画像を表示することを特徴とする、方法。

40

【請求項8】

ボクセルの平均強度、最大強度又は最小強度を計算し、或いは実際に関心のあるボリュームの高さについて平行な又は円錐形の射線に沿った任意の数学的演算子を計算することによって、関心のあるボリュームのスラブ又は三次元画像を決することを特徴とする、請求項1乃至7のいずれかに記載の方法。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、トモシンセシスによって得られたボリュームを表示するための方法及びシステムに関するものである。

【0002】

本発明は、網羅しているものではないが、特に、伝統的な放射線撮影における胸についての3D放射線撮影技術（これは、ディジタル乳房トモシンセシス（DBT）と呼ばれている）、又は他の器官の3D放射線撮影技術に適用可能である。

【背景技術】

【0003】

トモシンセシス・イメージングは、限定された角度の断層撮影を使用する三次元イメージング技術である。この技術は、X線管を異なる複数の角度で使用して取得された一連の二次元（2D）投影画像からの複数のスライスで三次元（3D）ボリュームを再構成することを可能にする。

【0004】

このボリュームにおいて、医療従事者は病変部、例えば、胸における微小石灰化又はオパシティ病巣、或いは肺における癌の可能性のある小結節を識別するように試みる。医療従事者はまた、例えば、手又は肩における骨折を修復しようとすることができる。放射線イメージング技術を用いて視覚可能であるこれらの病変部及び骨折は、一般に「放射線医学的徴候」と呼ぶことができる。

【0005】

最新の技術では、医療従事者はボリュームをスライス毎に検査している。しかしながら、放射線医学的徴候は数個のスライスにわたって分布することがある。その結果、放射線医学的徴候のある所与の1つのスライスを視覚化することによって、医療従事者はこの徴候に関する情報の全てを取得することはできない。従って、放射線医学的徴候に対応するボリューム内に含まれる情報を視覚化できるようにすることが模索されている。既に、ただ1つのスライスだけでなく、幾つかのスライスの集積に対応するスライス、すなわち、「スラブ」と呼ばれる画像を医療従事者に提供することが知られている。

【0006】

この種の画像は、（放射線医学的徴候を含有する領域の外側に位置する領域を含む）画像全体にわたって、トモシンセシスの最初の目的、すなわち、標準的な放射線撮影に対して組織の重畳を低減することとは対照的に、組織重畳型のアーティファクトを強める限り、様々な問題を生じさせる。

【特許文献1】米国特許出願公開第2005/065421号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

従って、本発明の1つの目的は、医療従事者にとって使用するのが容易であり且つ分析したい放射線医学的徴候について出来る限り多量の情報を医療従事者に提供する表示方法を提案することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明によれば、トモシンセシスによって得られたボリュームを表示する方法を提供する。該方法は、a) 二次元スライス又はスラブ画像を表示する段階と、b) 前記表示された画像上で、前記画像の平面内に位置する二次元の関心のある領域に関連した少なくとも1つの関心のあるボリュームを選択する段階と、c) 前記関心のある領域において、医療従事者の希望に従って、関心のあるボリューム内の複数のスライスの画像、及び/又は関心のあるボリュームの三次元画像、及び/又は関心のあるボリュームから得られたスラブを表示する段階とを有する。

【0009】

前記段階 b) における関心のあるボリュームを規定するために、前記表示された画像上で、二次元の関心のある領域の位置及び寸法、関心のある領域の位置によって規定される関心のあるボリュームの位置、並びに自動的に又は手動で調節される関心のあるボリュームの深さを規定することが有利である。

【 0 0 1 0 】

前記表示された画像がスラブである場合、関心のあるボリュームの深さをスラブの厚さに等しくなるように規定し、関心のあるボリューム内の中央のスライスをスラブの中央の平面に対応させる。

【 0 0 1 1 】

本発明方法の一変形によれば、関心のあるボリュームの深さを規定するために、前記深さを関心のある領域の長さ又は幅又は直径に対して調節し、関心のあるボリューム内の中央のスライスを前記表示された画像の平面に対応させる。

【 0 0 1 2 】

特定の一実施形態によれば、それぞれ正方形の又は丸い関心のある領域からそれぞれ立方体の又は球形の関心のあるボリュームを規定する。

【 0 0 1 3 】

関心のあるボリュームにおいて、ボリュームの深さサンプリング間隔よりも小さい深さサンプリング間隔を持つ複数の再構成スライスの画像を考慮することは特に有利であり、前記段階 c) における関心のある領域での表示された画像は、相対的に小さいサンプリング間隔を持つこれらの再構成スライスから得られる。

【 0 0 1 4 】

随意選択により、病変部又は骨折のような放射線医学的徴候を検出するように関心のあるボリュームをセグメント化し、また、関心のある領域において表示された画像について、背景抑圧処理を行い及び / 又は前記検出された放射線医学的徴候を現出させる処理を行う。

【 0 0 1 5 】

関心のあるボリューム内の検出された各々の放射線医学的徴候について、放射線医学的徴候が最も明瞭に視覚可能になるいわゆる最適なスライスを決定することができ、また、関心のある領域において表示された画像は、各々の放射線医学的徴候についての最適なスライス内に位置するボクセルの組合せによって得られる。

【 0 0 1 6 】

また、ボクセルの平均強度(intensity)、最大強度又は最小強度を計算し、或いは実際に関心のあるボリュームの高さについて平行な又は円錐形の射線に沿った任意の数学的演算子を計算することによって、関心のあるボリュームのスラブ又は三次元画像を計算することができる。

【 0 0 1 7 】

また、セグメント化された関心のあるボリュームの三次元画像を表示するためにボリューム・レンダリング又は表面レンダリング技術を実行することができる。

【 0 0 1 8 】

また、段階 b) において選択された関心のあるボリュームの位置及び寸法、段階 c) において選択された表示モード、及び / 又は関心のある領域において表示された画像の内容を記憶しておくことは特に有利である。

【 0 0 1 9 】

ボリューム内の複数の二次元スライス又はスラブの画像を相次いで表示するとき、これらの二次元スライス又はスラブ画像の各々と共通部分を持つ記憶された関心のあるボリュームを自動的に表示することができる。

【 0 0 2 0 】

医療従事者による行為を介して、少なくとも 1 つの記憶された関心のあるボリューム内の中央のスライスにそれぞれ対応する又は該中央のスライスをそれぞれ中心としたスライス又はスラブの画像を表示することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 1 】

本発明の別の目的は、トモシンセシスによって取得された画像を表示するためのシステムに関するものであり、本システムは、スライス又はスラブの二次元画像の表示手段と、前記表示されたスライス画像上で、該画像の平面内に位置する関心のある領域に関連した関心のあるボリュームを選択する手段と、前記関心のある領域において、医療従事者の希望に従って、関心のあるボリューム内の複数のスライス画像、及び／又は関心のあるボリュームの三次元画像、及び／又は関心のあるボリュームから得られたスラブを表示する手段と、を有する。

【 0 0 2 2 】

このシステムはまた、関心のあるボリュームに関する情報をエクスポートし、保存し、印刷し及び／又は回復するための手段を含むことができる。

10

【 0 0 2 3 】

本発明の別の目的は、X線源、データ取得手段及びデータ処理手を有する種類の放射線撮影装置に関するものであり、この放射線撮影装置は、本発明に従った表示手段を有する。

【 0 0 2 4 】

好ましくは、上記の表示方法は、メモリを有するPC型コンピュータ及びコンピュータ・プログラムを実行する処理ユニットのような、処理方法の様々な段階を実現するための手段を有する処理装置を使用して実施される。

20

【 0 0 2 5 】

このコンピュータ・プログラムは、特に、前述の方法の様々な段階を実行することのできる1つ又は幾つかのアルゴリズムを有する。従って、本発明の最後の目的は、媒体上に記録されるようなコンピュータ・プログラムに関する。

【 0 0 2 6 】

本発明の他の特徴及び利点は、単に例として示し且つ全てを網羅しているものではない以下の説明を、添付の図面を参照して読むことにより、明らかになる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 2 7 】

[トモシンセシス・システムについての概要の説明]

本発明を実施することのできるイメージング・システムの一例の概略図を図1に示す。イメージング・システムを構成する様々な装置を簡単に説明するが、これらの装置は当業者には公知のものである。

30

【 0 0 2 8 】

従来、トモシンセシス装置10はX線源12を有し、X線源12は、C形アーム、脚部又は検査用テーブルのような支持体に固定することができ、該支持体は制限された領域14内でのX線源12の移動を可能にする。図1において、図面を簡単にするために、制限された領域14は平坦であるが、当業者に理解されるように、この図示の配置は全てを網羅したものではなく、例えば、X線源12は円弧に従って又は三次元領域内を移動することができる。患者18のような被検体が配置される領域を横切るX線束16の寸法及び形状を規定するようにコリメータを配置することができる。X線の一部20は患者18を通過して、検出器22に衝突する。検出器22は、例えば、全体的に複数の画素に対応する複数の検出素子を含むことができ、それらは入射X線の強度を表す電気信号を発生する。これらの信号は取得されて、実時間で又はほぼ実時間で、被検体の細部の画像を再構成するように処理される。従来では、幾つかのX線撮影ビューを得るように信号は患者の周りの幾つかの角度に応じて記録される。

40

【 0 0 2 9 】

線源12は制御装置24によって制御され、制御装置24は電力と検査シーケンス用の制御信号との両方を線源に供給する。より詳しく述べると、制御装置24は、X線制御装置26を介してX線源12の作動及び動作を制御する。制御装置24はまた、モータ制御装置28を介して、制限された領域14内での線源12の動きを制御する。モータ制御装

50

置 2 8 は、線源 1 2 を患者 1 8 及び検出器 2 2 に対して所望の位置及び配向にするように線源 1 2 を動かす。更に、検出器 2 2 は制御装置 2 4 に結合され、制御装置 2 4 は検出器 2 2 で発生された信号の取得を制御する。全体的にみれば、制御装置 2 4 は、検査プロトコルを実行して、その結果得られるデータを取得するように、イメージング・システムの動作を制御する。

【 0 0 3 0 】

更に、制御装置 2 4 はデータ取得システム 3 0 を有し、データ取得システム 3 0 は検出器 2 2 からアナログ信号を受け取って、それらを後で処理装置、例えば、コンピュータ 3 2 によって処理するためのデジタル信号へ変換する。コンピュータ 3 2 は、コンピュータ 3 2 によって処理されたデータ又コンピュータ 3 2 によって処理すべきデータを記憶することのできるメモリ 3 4 を含む（又は、該メモリ 3 4 と通信する）ことができる。コンピュータによってアクセス可能であり且つ所望量のデータ及び／又はコードの記憶が可能である任意の種類メモリ装置を使用することができる。更に、メモリ 3 4 は、システム 1 0 に対して現場に又は遠隔に置くことのできる同様な又は異なる種類の 1 つ又は複数のメモリ装置を含むことができる。これらのメモリ装置は、データ、処理パラメータ又は本書で述べる様々な装置を実行するためのコンピュータ・プログラムを記憶することができる。

10

【 0 0 3 1 】

コンピュータ 3 2 は、典型的には、トモシンセシス装置 1 0 を制御するために使用される。この目的のため、コンピュータ 3 2 は、伝統的にマウス、キーボード及び／又は他の周辺装置を備えたワークステーション 3 6 を介して、オペレータによる指令及び取得パラメータを受け取るように構成されている。

20

【 0 0 3 2 】

ワークステーションに結合された表示スクリーン 3 8 が再構成画像の表示を可能にする。画像はまた、ワークステーションに結合することのできるプリンタ 4 0 を使用して印刷することでもできる。更に、ワークステーションはまた画像保管通信システム 4 2 (P A C S) に結合することができる。P A C S 4 2 は、他の人が遠隔で画像及び画像データにアクセスすることできるように、遠隔のシステム 4 4 に結合することができる。

【 0 0 3 3 】

勿論、この例は全てを網羅したものではなく、また上述した装置の各々は所望の実施構成に従って他の装置に結合することができる。

30

【 0 0 3 4 】

検出器 2 2 のによって収集されたデータは、典型的には、線源から検出器へ至る射線に沿って分析された物体の減弱係数の積分を視覚化するようにデータを調整するために、取得システム 3 0 及び／又はコンピュータ 3 2 で補正、前処理及び／又は較正を受ける。処理されたデータは、通常「投影画像」と呼ばれるが、再構成アルゴリズムによって使用することができる。トモシンセシスでは、ある特定の数の投影画像が取得され、その各々は被検体及び／又は検出器に対して異なる角度に対応する。断層撮影再構成アルゴリズムは当業者に周知であり、複数の投影画像からボリュームの三次元画像を形成することができる。

40

【 0 0 3 5 】

[本発明の説明]

D B T イメージングの場合、患者の胸の画像が、胸の三次元表現を再構成することができるように異なる角度で撮られる。一旦再構成されると、この三次元表現により、胸の内部構造を観察し突き止めることが可能になる。三次元表現は典型的には検出器に平行な一組のスライスで構成され、それらのスライスは重畳されていて、圧迫された胸（乳房）のボリュームを表す。これらのスライスにおいて、医療従事者は、良性又は悪性病变部であることのある異常、例えば、オパシティ、微小石灰化病巣のような異常を検出することができる。

【 0 0 3 6 】

50

図 2 に例示されているように、（スライス又はスラブの画像であってよい）二次元画像上の窓内に、（例えば、医療従事者が検出することができ且つより詳しく分析したいと望む病変部を含んでいる特別に関心のある領域に対応する）サムネイル画像を表示することが、医療従事者に対して提案される。この窓内には、放射線医学的徴候についての局所的な動的な拡大（ズーム）及び／又は強調の調節のような特別な局所的表示を適用することができる。

【 0 0 3 7 】

医療従事者は、関心のある領域を定めたスライスに隣接するスライスを含む関心のあるボリューム（VOI）について分析を進めることができる。

【 0 0 3 8 】

この関心のあるボリュームは、コンピュータ支援検出（CAD）システムによって自動的に、又は手動で、規定することができる。

【 0 0 3 9 】

コンピュータ支援検出システムが使用されるとき、この関心のあるボリュームの位置、長さ、幅及び深さが自動的に規定される。

【 0 0 4 0 】

関心のあるボリュームを手動で規定する場合、このVOIの（検出器に平行な）位置、長さ及び幅（それぞれ、 $[Xmin, Xmax]$ 、 $[Ymin, Ymax]$ ）が、例えば、病変部を囲む2D窓の縁を移動し及び寸法変更することによって、関心のあるスライス（又はスラブ）から決定される。関心のあるボリュームの（検出器に対して垂直な）Z位置と間隔 $[Zmin, Zmax]$ によって定められる深さとを規定する幾つかの方法が可能である。

【 0 0 4 1 】

深さは検出器に直角なビューに基づいて寸法を求めることができる。しかしながら、これらのビューは必ずしも非常に読み取り易いとは限らない。というのは、情報が、限られた取得角度に起因する再構成アーティファクトにより損害を受けているからである。

【 0 0 4 2 】

別の可能性は、病変部の始めと終わりにおける対応するスライスを指示することによってZmin及びZmaxの値を定めることである。この目的のため、医療従事者は病変部を含んでいる第1のスライスを探し、これはボタンを押すことによって記録する。次いで、頂部又は底部へ向かって複数のスライスを通して病変部の最後のスライスを探し、これは同様に記録する。従って、関心のあるボリュームの深さは病変部の厚さに対応する。

【 0 0 4 3 】

第3の可能性は、スラブが病変部を含むようになるまで関心のあるスライスを中心としたスラブの厚さを次第に増大させることによって、関心のあるスライスからの深さを定めることであり、スラブは近隣の複数のスライスの組合せである。この場合、関心のあるスライスは、関心のあるボリュームの中央のスライスに対応する。

【 0 0 4 4 】

第4の可能性によれば、深さは、2D窓の長さ及び／又は幅に従ったデフォルト(default)によって定めることもできる。特定の実施形態では、正方形の窓を使用するとき、対応する立方体の関心のあるボリュームは、深さを長さ及び幅に等しいと考えることによって定めることができる。この場合、関心のあるスライスは、関心のあるボリュームの中央のスライスに対応する。次いで、深さはユーザによって調節することができる。深さを定めるこの態様は、探している放射線医学的徴候がボリューム内に等方性に分布しているときによく適合する。

【 0 0 4 5 】

最後に、表示された画像がスラブである場合、関心のあるボリュームの深さは、スラブの厚さに等しいとして定めることができる。

【 0 0 4 6 】

システムは、2D窓内に3D情報を表示する異なる方法を医療従事者に提供する機能を持ち、これに次いでは以下に説明する。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 7 】

ここで、本発明が矩形の窓での表示に制限されず、窓に任意の適当な形状を用いることができること、例えば、球形の関心のあるボリュームを生じさせる円（形）を用いることができることを指摘しておきたい。ここで、窓についての用語「長さ」及び「幅」は、正規直交座標系（ X 、 Y ）における窓の最大寸法を表しており、円の場合にはその直径を意味する。

【 0 0 4 8 】

〔 関心のある 3 D ボリュームの表示方法 〕

窓内の表示は、図 3 a に示されているように、関心のあるボリュームの部分画像の全てにおいて計算されたスラブを使用して行うことができる。このために、 Z_{min} と Z_{max} との間の高さを持つ複数のスライスについて Z 軸（検出器に垂直な軸）に沿って演算子（MIP（最大強度画素）タイプの演算子又は平均又は最小強度又は当業者に公知の任意の他の適当な演算子）を適用する。この場合、複数のスライスの組合せは、 Z 軸に従った平行な射線を考慮して行われる。

10

【 0 0 4 9 】

スラブはまた、ボクセルの強度の平均を取ることによって、或いは線源と検出器との間及び Z_{min} と Z_{max} との間で射線が辿る経路に沿った最大（又は最小）値を考慮することによって、計算することができる。この動作は、関心のあるボリュームの標準的な取得に類似する再投影で関心のあるボリュームを提供する。この表現の利点は、医療従事者が慣れている 2 D 投影を分析するのと同じやり方で関心のあるボリュームを分析できることである。この再投影はまた取得システムの円錐形の幾何学的形状を考慮し、これは、 Z 軸に従った組合せに対して、表示されたスラブ内の再構成アーティファクトの影響を低減し且つ局所的な構造のより良好な配列からの利点を得る。

20

【 0 0 5 0 】

一変形によれば、図 3 b 及び 3 c を参照して説明すると、「シネ・ループ」が実現され、この場合、装置は関心のあるボリュームに対応する異なる複数のスライスを窓内に自動的に表示する。 Z_{min} と Z_{max} との間の複数のスライスのみが表示される。

【 0 0 5 1 】

これらの異なる画像は相次いで、例えば、毎秒ほぼ 10 画像の速度で表示され、或いはユーザが手動で一画像から次の画像へ進めることができる。この一組の画像、又はその一部分の画像は、関心のあるボリュームに含まれている情報の全てを同時に示すようにスクリーン上の別の場所に表示することもできる。

30

【 0 0 5 2 】

別の変形によれば、図 3 d 及び 3 e に示されるように、カメラの光学軸の方向に平行な射線に沿った積分によって、或いは射線に沿った最大（又は最小）値又は当業者に公知の任意の他の適当な演算子の選択によって得られた、異なるカメラ位置から生じるビューを相次いで表示することにより、選択された区域の 3 D ビューを表示することが可能である。この積分は、検出器に直角な方向に再構成アーティファクトが存在する場合、平行な射線又は幾何学的形状に関連した射線（「転倒(tumble)ビュー」）を考慮することによって計算することができる。これらのアーティファクトは、投影画像が線源の低いアンギュレーションで取得されることに由来する。

40

【 0 0 5 3 】

〔 セグメント化した関心のある 3 D ボリュームの表示方法 〕

更に、これらの異なるビューは、微小石灰化又はオパシティを構成することのある物体を前に持って来るように、及び / 又は周囲の組織の視覚性を低減するように処理することができる。

【 0 0 5 4 】

この動作は、関心のあるボリュームに含まれている情報のより高速な且つより精密な分析を可能にするが、セグメント化段階を必要とする。関心のあるボリュームのセグメント化は、放射線医学的徴候を構成している可能性のあるボクセルを自動的に検出することを

50

可能にする。

【 0 0 5 5 】

このために、セグメント化したボクセルの強度を、それらが属する病変部の周囲の組織の強度に対して増大させることができる。特定の一実施形態では、石灰化ボクセルの強度を、ボリウム内の全てのボクセルの最大強度レベルよりも大きいレベルに増大させることができる。この技術は、MIP演算子を用いての関心のあるボリウム又はスラブの3D表示の際に、セグメント化した病変部がはっきりと示されて、緻密な組織によって隠蔽されないことを保証することができる。微小石灰化の形状（これは、例えば、等方性と仮定することができる）のような以前に取得した情報を使用することによって、Z方向のアーティファクトの表示を低減することが可能である処理を適用することもできる。

10

【 0 0 5 6 】

またボリウムを表示することも可能であり、この場合、決定した値を病変部のボクセルに属させ、且つ他のボクセルには異なる値を割り当てて、関心のあるボリウムを二値形式にする。この方法では、表面レンダリング又はボリウム・レンダリング技術を使用して、二次元の窓内に微小石灰化部又はセグメント化した塊を3Dで表示することができる。また、Z方向におけるアーティファクトを低減するための適切な処理を適用することができる。関心のあるボリウムを二値形式にする主な利点は、医療従事者が関心のあるボリウムの中の微小石灰化部の相対的な位置をより正確に評価することができることであり、これは重要な臨床情報である。また、微小石灰化部の相対的な距離又は病変部の範囲をより容易に測定することもできる。

20

【 0 0 5 7 】

得られる画像は、関心のあるボリウムから得られた図4c及び4dに示される種類の画像であり、その中の2つのスライスが画像4a及び4bに示されている。

【 0 0 5 8 】

[関心のあるボリウムを高精細度で表示する方法]

更に、医療従事者が有意な精度を必要とする情報を探すとき、選択するされた窓内で、ボリウムのスライス間距離よりも遙かに小さいZ方向サンプリング間隔を使用することができる。

【 0 0 5 9 】

実際に、コンピュータの動作能力及びメモリの大きさに起因して、2つのスライスの間の距離は典型的には1mm程度である。

30

【 0 0 6 0 】

微小石灰化部の大きさは100µmと1mmとの間で変化することがある。従って、平均微小石灰化部に対応するボクセルの強度は一般に再構成アーティファクトによって発生される。更に、球形微小石灰化部のコントラスト対ノイズ比(CNR)が微小石灰化部の中心を通るスライスにとって最適であることが知られている。その結果、1mm程度のスライス間隔の場合、微小石灰化部を最適に表示できない虞がある。

【 0 0 6 1 】

しかしながら、より限られた関心のあるボリウムに制限した場合、少なくともX及びYサンプリング間隔に等しいZサンプリング間隔にすると、ボリウムを高精細度で実時間で計算することが可能である。この高精細度のボリウムは、例えば、SBP、FBP、ART、SART、MLEMのような当業者に公知の再構成技術を使用して求めることができる。従って、再構成アーティファクトに由来するのではなく実際に存在するカルシウム（石灰化部）に由来するより精密な輪郭を観察することができる。

40

【 0 0 6 2 】

更に、関心のあるボリウムに制限した場合、実時間で高精細度のセグメント化を生じることが可能である。このためには、より高速の処理のために、再構成の前に投影をフィルタ処理することを必要とすることがある。

【 0 0 6 3 】

高精細度の関心のあるボリウムから、スラブ表示、「シネ・ループ」表示、又は強調

50

した又はセグメント化した画素を持つ3Dビューの表示を2D窓内に提供することができる。前に述べたように、3Dビューの場合、関心のあるボリュームを二値形式にしたとき、表面レンダリング又はボリューム・レンダリングを適用することができる。Z方向におけるアーティファクトを低減するための適当な処理も適用することができる。

【0064】

関心のあるボリューム内の各々のセグメント化した微小石灰化部について、この微小石灰化部のスライス獲得用光学表示は、例えば、コントラスト対ノイズ比(CNR)を最大にすることによって、自動的に決定することができる。従って、窓内に表示される画像は、様々な最適なスライスに位置するボクセルの(平行な射線又はシステムの円錐形の幾何学的形状に関連した射線に従った)組合せにより得ることができる。これにより、医療従事者は微小石灰化部のより素早い分析のための一組の最適な情報を含む関心のあるボリュームの全体的なビューを得ることが可能になる。

10

【0065】

勿論、明らかなように、ボリューム内で、幾つかの関心のあるボリュームを同時に定めることができ、このツールにより医療従事者はその得られた画像内で幾つかの窓を同時に開くことが可能になる。

【0066】

また、この(これらの)窓内に表示される情報は、記憶及び/又はエクスポートの対象とすることができ、例えば、印刷し、DVDに記録し、レポートに編集し、又はビデオに録画することができる。様々な関心のあるボリュームは個別にエクスポートし、又はボリューム内でのそれらの相対的な位置を示すただ1つの画像でエクスポートすることができる。

20

【0067】

様々な関心のあるボリュームは、ボリューム内の相次ぐスライスの表示中に動的に表示することができる。このとき、それらの関心のあるボリュームは、それらが表示されているスライスと共通部分を持っているかどうかに従って現れたり消えたりする。表示システムはまた、制御についての医療従事者の単純な行為によって、中間のスライスの全てを視覚化することを必要とせず、1つの関心のあるボリュームから別の関心のあるボリュームへ移動させることのできるナビゲーション機構を組み込むことができる。システムはまた、医療従事者の行為によって、関心のあるボリュームの中央のスライス(用語「ブックマーク」が使用される)に対応するボリュームのスライスを表示するか、又は関心のあるボリュームの最小高さから最大高さまでの間にある複数のスライスを積分することによって得られるスラブを表示することができる。

30

【0068】

関心のあるボリュームの位置のような、処理された異なるボリュームを回復させるために必要とされる情報、又は適用された処理は、保存のため及びその後のワークステーション又はPACSでの第2の読取りのためにエクスポートすることができる。医療従事者及び/又はコンピュータ支援検出(CAD)システムによって供給される関心のあるボリュームに対する任意の他の情報、例えば、識別された要素の性質(塊、クラスター又は微小石灰化部)、BI-RADコード、病変部の大きさ、病変部-胸間距離、又は病変部についての信頼性指数もまたエクスポートすることができる。特に有利なことは、各窓について、ボリュームの局所的分析のために医療従事者によって行われた調節を記憶して(「保存状態」と呼ばれる)、これらの調節がその後の読取りの際に自動的に適用されるようにすることもできることである。

40

【0069】

上述の説明はトモシンセシスによるマンモグラフィ(DBT)に適用可能であるが、本発明はまた伝統的なX線撮影における他の器官の視覚化に適用することができる。

【0070】

そこで、図5に手のX線撮影画像を示し、この場合、2つの窓が定められている。縁を点線で示した上側の窓には、関心のあるボリュームがある倍率で「シネ・ループ」モード

50

で表示される。従って、これは、幾つかのスライスにわたって分布した中指の関節の全体を拡大表示することを可能にする。下側の窓は関心のある３Ｄボリュームの表示に対応し、この場合、骨折を観察することができる。

【００７１】

本発明の別の実施形態が図６に示されており、図６は患者の肺のＸ線撮影画像を例示する。画像の左側に位置する第１の窓には、癌の疑いのある肺結節の関心のある３Ｄボリュームが表示されている。図の右側に位置する第２の窓には、関心のあるボリュームのスラブが表示されている。

【００７２】

従って、明らかなように、本発明は、特に有利な態様で、医療従事者が関心のあるボリュームを局部的に規定して、ボリューム内の複数のスライスから又はスラブから３Ｄ情報を得ると共に、この情報を２Ｄ窓内に表示することを可能にする。

【００７３】

更に、本発明は、より精密な情報を表示して、放射線医学的徴候に対応するボクセルを示し、その結果としてより素早い読取り及び関心のあるボリューム内のこれらの徴候の相対的な位置のより精密な評価を行うことを可能にする。

【００７４】

本発明はまた、放射線医学的徴候の輪郭、強度及び形状をより精密に決定するために、関心のあるボリュームに制限された高精細度の３Ｄ情報を表示することを可能にする。

【００７５】

最後に、本発明が上述の様々な例に制限されず、より一般的に、トモシンセシス技術を使用して得られた画像内の放射線医学的徴候の視覚化に適用することができることは言うまでもない。また、図面の符号に対応する特許請求の範囲中の符号は、単に本願発明の理解をより容易にするために用いられているものであり、本願発明の範囲を狭める意図で用いられたものではない。そして、本願の特許請求の範囲に記載した事項は、明細書に組み込まれ、明細書の記載事項の一部となる。

【図面の簡単な説明】

【００７６】

【図１】トモシンセシス・イメージング・システムの概略図である。

【図２】本発明の可能な一実施形態による方法に従って表示された胸の画像を示す写図である。

【図３ a】図２の表示窓内に生成することのできる異なる種類の表示を示す写図である。

【図３ b】図２の表示窓内に生成することのできる異なる種類の表示を示す写図である。

【図３ c】図２の表示窓内に生成することのできる異なる種類の表示を示す写図である。

【図３ d】図２の表示窓内に生成することのできる異なる種類の表示を示す写図である。

【図３ e】図２の表示窓内に生成することのできる異なる種類の表示を示す写図である。

【図４ a】図２の画像窓内に生成することのできる２つの他の表示方法の一例を示す写図である。

【図４ b】図２の画像窓内に生成することのできる２つの他の表示方法の一例を示す写図である。

【図４ c】図２の画像窓内に生成することのできる２つの他の表示方法の一例を示す写図である。

【図４ d】図２の画像窓内に生成することのできる２つの他の表示方法の一例を示す写図である。

【図５】手の画像について生成することのできる２つの表示方法を示す写図である。

【図６】肺のＸ線写真について生成することのできる２つの表示モデルを示す写図である。

【符号の説明】

【００７７】

１０ トモシンセシス装置

10

20

30

40

50

- 1 2 X線源
- 1 4 制限された領域
- 1 6 X線束
- 1 8 患者
- 2 0 患者を通過するX線部分
- 2 2 検出器
- 2 4 制御装置

【図1】

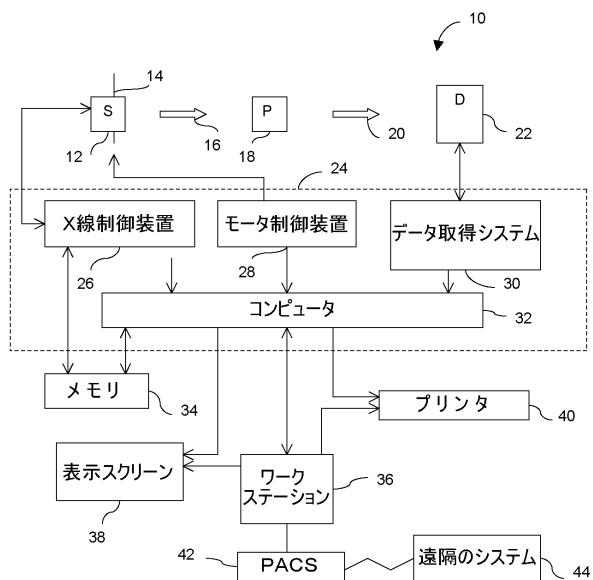


FIG. 1

【図 2】

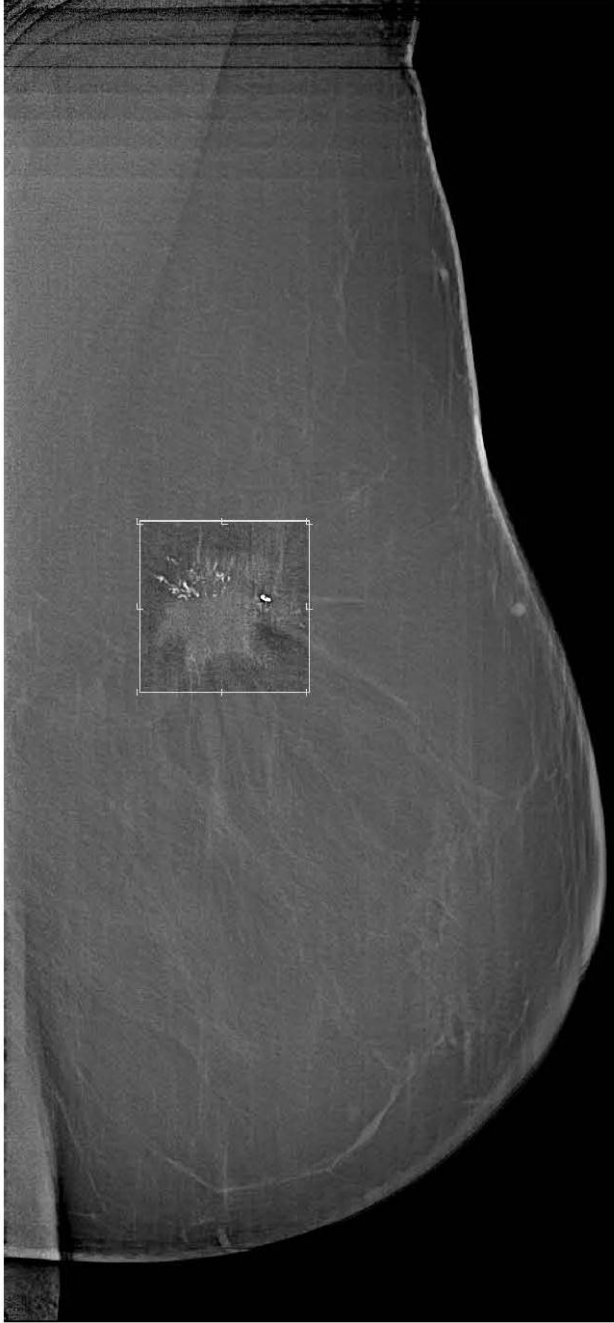
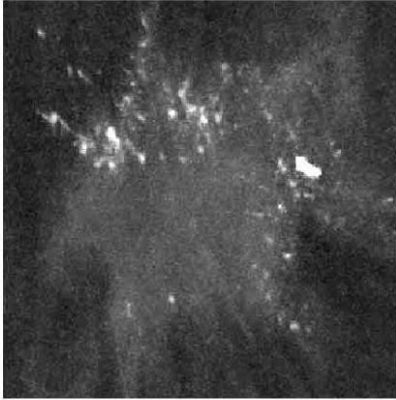
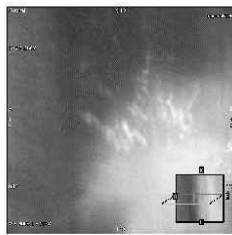


FIG. 2

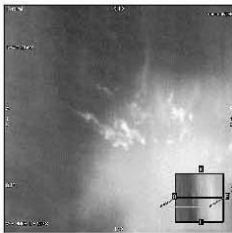
【図 3 a】

FIG. 3a

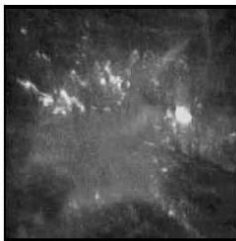
【図 3 b】

FIG. 3b

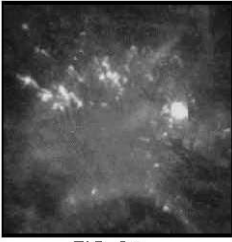
【図 3 c】

FIG. 3c

【図 3 d】

FIG. 3d

【図 3 e】

FIG. 3e

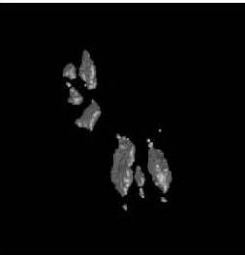
【図 4 a】

FIG. 4a

【図 4 b】

FIG. 4b

【図 4 c】

FIG. 4c

【図 4 d】

FIG. 4d

【図 5】



FIG. 5

【図 6】



FIG. 6

フロントページの続き

- (72)発明者 ブルーノ・ル・コルニュ
フランス、ジフ・シュル・イヴェット、アレ・デ・ラセルマ、9番
- (72)発明者 フランソワ・ペーター
フランス、パリ、ブールヴァール・ラスパイル、268番

審査官 泉 卓也

- (56)参考文献 特開2008-068032(JP,A)
特開平04-303428(JP,A)
特開平09-081786(JP,A)
特開2005-125080(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 6/00 - 6/14