

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5017004号
(P5017004)

(45) 発行日 平成24年9月5日 (2012.9.5)

(24) 登録日 平成24年6月15日 (2012.6.15)

(51) Int.Cl.

F I

A 6 1 B 6/00 (2006.01)

A 6 1 B 6/10 (2006.01)

A 6 1 B 6/00 3 2 O

A 6 1 B 6/10 3 5 O

請求項の数 12 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2007-189995 (P2007-189995)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成19年7月20日 (2007.7.20)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2009-22602 (P2009-22602A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成21年2月5日 (2009.2.5)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	平成22年7月16日 (2010.7.16)		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】 放射線画像取得装置及びその方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

放射線発生部及び放射線受像部を有し、被検体の放射線画像を取得する放射線画像取得装置であって、

前記放射線発生部及び前記放射線受像部の移動と、前記被検体を載せる検診台の移動の少なくともいずれかにより、前記放射線発生部が発生した放射線の前記被検体に対する照射位置を移動する移動機構と、

前記放射線の照射により前記放射線受像部から取得された放射線投影画像を表示する表示手段と、

前記表示手段によって表示された放射線投影画像に対する観察者の視線位置を検出する視線検出手段と、

前記視線検出手段で検出された視線位置に基づいて前記移動機構を制御して、前記照射位置を移動する移動制御手段と、

前記放射線発生部、前記放射線受像部、及び前記検診台の3次元空間における位置情報を取得し、前記放射線発生部、前記放射線受像部及び前記検診台を前記位置情報が表す位置関係をもって3次元仮想空間に表示する仮想表示手段と、を備えることを特徴とする放射線画像取得装置。

【請求項 2】

前記観察者の頭部の傾きを検出する傾き検出手段を更に備え、

前記移動制御手段は、前記視線検出手段で検出された視線位置と前記傾き検出手段で検

10

20

出された前記観察者の頭部の傾きとに基づいて前記移動機構を制御することを特徴とする請求項 1 に記載の放射線画像取得装置。

【請求項 3】

前記移動制御手段は、前記視線検出手段が検出した視線位置に基づいて前記放射線の照射位置を移動し、前記傾き検出手段が検出した頭部の傾きに基づいて前記放射線の照射方向を変更することを特徴とする請求項 2 に記載の放射線画像取得装置。

【請求項 4】

前記表示手段は、前記観察者の頭部に装着が可能なシースルー型のヘッドマウントディスプレイの表示領域の一部に設けられて、前記放射線投影画像を表示する表示画面により構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の放射線画像取得装置。

10

【請求項 5】

前記移動制御手段による照射位置の移動により、前記放射線発生部、前記放射線受像部、前記検診台、及び前記被検体において接触が発生するか否かを判定する判定手段と、

前記判定手段により接触が発生すると判定された場合には、前記移動制御手段による照射位置の移動を禁止すると共に、移動を禁止したことを示す表示を前記表示手段により行わせる禁止手段とを更に備えることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の放射線画像取得装置。

【請求項 6】

放射線発生部及び放射線受像部と、前記放射線発生部及び前記放射線受像部の移動と被検体を載せる検診台の移動との少なくともいずれかにより前記放射線発生部が発生した放射線の前記被検体に対する照射位置を移動する移動機構とを有し、前記被検体の放射線画像を取得する放射線画像取得装置の制御方法であって、

20

表示手段が、前記放射線の照射により前記放射線受像部から取得された放射線投影画像を表示部に表示する表示工程と、

視線検出手段が、前記表示部に表示された放射線投影画像に対する観察者の視線位置を検出する視線検出工程と、

移動制御手段が、前記視線検出工程で検出された視線位置に基づいて前記移動機構を制御して、前記照射位置を移動する移動制御工程と、

前記放射線発生部、前記放射線受像部及び前記検診台の 3 次元空間における位置情報を取得し、前記放射線発生部、前記放射線受像部及び前記検診台を前記位置情報が表わす位置関係でもって 3 次元仮想空間に表示する仮想表示工程と、を備えることを特徴とする放射線画像取得装置の制御方法。

30

【請求項 7】

前記観察者の頭部の傾きを検出する傾き検出工程を更に備え、

前記移動制御工程では、前記視線検出工程で検出された視線位置と前記傾き検出工程で検出された前記観察者の頭部の傾きとに基づいて前記移動機構を制御することを特徴とする請求項 6 に記載の放射線画像取得装置の制御方法。

【請求項 8】

前記移動制御工程では、前記視線検出工程で検出された視線位置に基づいて前記照射位置を移動し、前記傾き検出工程で検出された頭部の傾きに基づいて前記放射線の照射方向を変更することを特徴とする請求項 7 に記載の放射線画像取得装置の制御方法。

40

【請求項 9】

前記表示部は、前記観察者の頭部に装着が可能なシースルー型のヘッドマウントディスプレイの表示領域の一部に設けられて、前記放射線投影画像を表示するための表示画面により構成されていることを特徴とする請求項 6 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の放射線画像取得装置の制御方法。

【請求項 10】

前記移動制御工程による照射位置の移動により、前記放射線発生部、前記放射線受像部、前記検診台及び前記被検体において接触が発生するか否かを判定する判定工程と、

50

前記判定工程により接触が発生すると判定された場合には、前記移動制御工程による照射位置の移動を禁止すると共に、移動を禁止したことを示す表示を前記表示部に行う禁止工程とを更に備えることを特徴とする請求項6乃至9のいずれか1項に記載の放射線画像取得装置の制御方法。

【請求項11】

請求項6乃至10のいずれか1項に記載された放射線画像取得装置の制御方法の各工程をコンピュータに実行させるプログラム。

【請求項12】

請求項11に記載されたプログラムを格納したことを特徴とするコンピュータ読み取り可能な記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、被検体内部を放射線投影して得られた放射線画像を表示する放射線画像取得装置及びその制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

X線画像診断装置のなかでも、特に循環器診断装置は、心血管をはじめとして、頭部、腹部、下肢血管などの全身の動静脈、主として動脈系が診断対象となる。この種のX線診断装置では、血管内に造影剤を注入し、血流をX線透過像で観察して診断する。したがって、全身に対して、いろいろな角度からX線による透視及び撮影が可能でなければならない。

【0003】

そのような循環器診断装置は、X線管、X線受像部（イメージインテンシファイア・TVカメラ、又はフラットパネルディテクタ）、それらを保持する保持装置、検診台（カテーテル寝台）およびX線高電圧装置とその制御部を備えている。循環器診断装置では、全身をいろいろな角度から透視・撮影できるように、一般に保持装置がCアーム形になっている。そして、天板（テーブル）が片持ちされた検診台（カテーテル寝台）と組み合わせることにより、被検体を動かすことなく自由な角度での透視・撮影位置をとることができる。

【0004】

このX線画像診断装置において術者が検査や手術を実施する場合は、透視用モニタに表示された透視像を観察しながらカテーテルの先端を血管内に誘導し、所定の位置まで挿入する。そして再び透視用モニタを観察しながらCアームを動かし診断部位を最適位置に再セットする。このように従来のシステムでは、診断または手術中に、透視用モニタを確認するためには、術者が被検体及びカテーテル挿入部から何度も目を離さなければならなかった。また天板およびCアームを最適位置に動かすためにはフットスイッチを足で操作したり、術者以外の専門の技師が装置をコントロールしていた。

【0005】

最近ではヘッドマウントディスプレイ（以下HMD）上に動作制御を行うための複数の制御スイッチが配置された仮想動作制御盤を表示し、術者一人でも視線入力手段により計測制御や画像切り替えを行うことができる画像診断装置（特許文献1）などがある。

【特許文献1】特開平08-206083号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、上記従来例で述べたフットペダルでCアームを制御する方法では、術者の立ち位置が変わった場合や、フットペダルの数が多くなった場合には、誤動作につながるという危険性があった。また専門の技師が操作室などでCアームを制御する方法では、術者と技師の間で相互の連絡がとりにくいなどの理由から、術者の所望する照射部位に迅

10

20

30

40

50

速にCアームを移動させることが難しいという問題があった。また、上記従来例で述べた特許文献1による画像診断装置では、HMD上に仮想動作制御盤のスイッチ群を表示し、視線入力によってメニュー選択を行っている。しかしながら、制御用のスイッチを視線入力したあとに、X線画像を再表示して位置を確認するという動作が繰り返し行われる。そのため、Cアームを所望の位置に移動させるまでに、時間がかかりすぎるという問題がある。

【0007】

また、Cアームを備えたX線画像診断装置では、装置が3次元的に動作可能である点が最大の特徴である。しかしながら、特許文献1に記載された画像診断装置では、3次元の移動機能を有していないため、Cアームを十分にコントロールできないことは明らかである。また、特許文献1では、天板とスキャナの制御を別々のコントロールスイッチで行う仕組みになっており、さらに上下左右などのボタンを1個ずつ視線入力で選択していく必要がある。そのため、照射部位を所望の位置まで動かすためには、時間がかかりすぎ、速やかな操作が要求される医療の現場では、有効な手段とは到底いえない。

【0008】

以上のように、従来のX線画像診断装置では、術者がX線画像を注視したまま、視線の動きだけで天板及びCアームの動作を立体的にコントロールでき、所望の照射部位に迅速に移動できる機能を有したものは未だ存在しない。

【0009】

本発明は上記問題に鑑みてなされたものであり、術者が人手を介することなく、容易に所望のX線画像を得ることを可能にし、操作性に優れた放射線画像取得装置及びその制御方法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】

上記の目的を達成するための本発明の一態様による放射線画像表示装置は以下の構成を備える。すなわち、

放射線発生部及び放射線受像部を有し、被検体の放射線画像を取得する放射線画像取得装置であって、

前記放射線発生部及び前記放射線受像部の移動と、前記被検体を載せる検診台の移動の少なくともいずれかにより、前記放射線発生部が発生した放射線の前記被検体に対する照射位置を移動する移動機構と、

前記放射線の照射により前記放射線受像部から取得された放射線投影画像を表示する表示手段と、

前記表示手段によって表示された放射線投影画像に対する観察者の視線位置を検出する視線検出手段と、

前記視線検出手段で検出された視線位置に基づいて前記移動機構を制御して、前記照射位置を移動する移動制御手段と、

前記放射線発生部、前記放射線受像部、及び前記検診台の3次元空間における位置情報を取得し、前記放射線発生部、前記放射線受像部及び前記検診台を前記位置情報が表す位置関係でもって3次元仮想空間に表示する仮想表示手段と、を備える。

【0011】

上記の目的を達成するための本発明の一態様による放射線画像表示装置の制御方法は、放射線発生部及び放射線受像部と、前記放射線発生部及び前記放射線受像部の移動と被検体を載せる検診台の移動との少なくともいずれかにより前記放射線発生部が発生した放射線の前記被検体に対する照射位置を移動する移動機構とを有し、前記被検体の放射線画像を取得する放射線画像取得装置の制御方法であって、

表示手段が、前記放射線の照射により前記放射線受像部から取得された放射線投影画像を表示部に表示する表示工程と、

視線検出手段が、前記表示部に表示された放射線投影画像に対する観察者の視線位置を検出する視線検出工程と、

10

20

30

40

50

移動制御手段が、前記視線検出工程で検出された視線位置に基づいて前記移動機構を制御して、前記照射位置を移動する移動制御工程と、

前記放射線発生部、前記放射線受像部及び前記検診台の３次元空間における位置情報を取得し、前記放射線発生部、前記放射線受像部及び前記検診台を前記位置情報が表わす位置関係をもって３次元仮想空間に表示する仮想表示工程と、を備える。

【発明の効果】

【００１２】

本発明によれば、術者が人手を介することなく、容易に所望のＸ線画像を得ることが可能な、操作性に優れた放射線画像取得装置及びその制御方法が提供される。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１３】

以下、添付の図面を参照して、本発明の好適な実施形態を説明する。

実施形態では、被検体の放射線画像を取得する放射線画像取得装置として、Ｘ線画像診断装置を例に挙げて本発明を説明する。図１は実施形態によるＸ線画像診断装置の構成を示す図である。

【００１４】

図１に示されるように、本実施形態のＸ線画像診断装置は、検査室に設けられ、

- ・天井走行部１０１によって矢印Ｘ－Ｙ方向に移動する天井懸垂部１０２と、
- ・その天井懸垂部１０２の先端で矢印Ａ方向に回転し矢印Ｂ方向に（アームに沿って）スライドするＣアーム１０３と、
- ・Ｃアーム１０３の一方の端部に保持された放射線発生部としてのＸ線管１０４と、
- ・Ｃアーム１０３の他方の端部にＸ線管１０４と対向して取り付けられ、矢印Ｃ方向（Ｘ線管１０４とＸ線受像部１０５を結ぶ軸方向）に前進後退する、放射線受像部としてのＸ線受像部１０５と、
- ・被検体を載せ矢印Ｄ方向にスライドする天板１０６を有し、上下（矢印Ｅ方向）に昇降する検診台１０７と、
- ・上述の各可動部で構成される移動機構（矢印Ａ、Ｂ、Ｃ、Ｄ、ＥおよびＸ－Ｙ方向への各部の移動を実現するための機構）とシステム全体を制御する制御装置１０８と、
- ・撮像したＸ線画像を表示する表示装置１０９と、
- ・術者の頭部に装着しＸ線画像と実際の患者の様子を観察することができるとともに、得られたＸ線画像を表示するための表示部を提供するシースルータイプのヘッドマウントディスプレイ（ＨＭＤ１１０）と、
- ・ＨＭＤ１１０を装着した術者（観察者）の視線位置を検出する視線検出部と、
- ・上記術者（観察者）の検察室における位置を検出するマット上の感圧センサ１１１とを備えている。

【００１５】

シースルー型のＨＭＤ１１０は、ヴァーチャルリアリティの技術分野において公知のものであり、外見的には水中眼鏡型やヘルメット型をしており、術者等の頭部に装着される。本実施形態で採用されるＨＭＤ１１０は、ＨＭＤの視線正面方向の一部、例えば下半分が透明なカバーまたはレンズ等で覆われ、前方の視界が観察可能になっている。そして、この視野の一部（例えば上側）に小型液晶ディスプレイ等の表示装置が配置され、映像信号を受けて画像を表示できるようになっている。

【００１６】

本実施形態のＸ線画像診断装置においては、術者は頭部にシースルー型のＨＭＤ１１０を装着して、ＨＭＤ１１０上に表示したＸ線画像の一部を注視したり、頭部を動かすだけで、所望の照射部位にＣアーム１０３を移動することを可能とする。なお、本実施形態では、Ｘ線撮影及びＸ線透視を総称してＸ線投影という。

【００１７】

図１１は本実施形態におけるＸ線画像診断装置の制御装置１０８の機能を説明するブロック図である。天板１０６に横臥した被検体１にＸ線管１０４からＸ線が照射され、被検

10

20

30

40

50

体 1 を透過した X 線（透過 X 線）は、X 線受像部 1 0 5 に入射する。X 線受像部 1 0 5 は、透過 X 線をイメージインテンシファイアで光学像に変換し、テレビカメラでその光学像をアナログ信号に変換する。このアナログ信号は A / D 変換部 1 1 0 1 でデジタル信号に変換され、画像処理部 1 1 0 2 に送られる。画像処理部 1 1 0 2 は、送られてきたデジタル画像信号に対して、コントラスト、ガンマ特性変換等の画像処理を施し、ディスク等の記録部 1 1 0 3 に記録・収集する。その後、デジタル画像信号は H M D 1 1 0 の画像表示部 1 1 2 1 に被検体 1 の X 線画像として表示される。このとき、感圧センサ 1 1 1 によって検出された検査室内の術者の位置に基づいて、H M D 1 1 0 の画像表示部 1 1 2 1 に表示させる X 線画像の回転を制御する。また、H M D 1 1 0 の視線検出部 1 1 2 2 で検出された視線情報と、頭部の傾きを検出する頭部方位検出部 1 1 2 3 で検出された方位情報に基づいて、位置算出部 1 1 0 4 は移動後の X 線管 1 0 4 と X 線受像部 1 0 5 及び天板 1 0 6 の仮想座標位置と移動量を算出する。なお、頭部方位検出部 1 1 2 3 としては、ジャイロセンサなどを用いることができる。移動制御部 1 1 0 5 では、上記算出された移動量に基づいて、C アーム 1 0 3 と天板 1 0 6 が接続されたシステム全体の動作をコントロールする。画像処理部 1 1 0 2 , 位置算出部 1 1 0 4 , 移動制御部 1 1 0 5 の機能は、コンピュータ可読メモリに記憶されたプログラムを読み出し、C P U が実行することによって達成できるが、ハードウェアによって実現してもよい。

【 0 0 1 8 】

次に図 2 の X 線画像診断装置の処理フローチャートを用いて、本実施形態の X 線画像診断装置による処理の流れについて詳しく説明する。

【 0 0 1 9 】

< ステップ S 2 0 1 >

装置の主電源が O N されると、ステップ S 2 0 1 において、視線検出機能を有する視線検出部 1 1 2 2 と角度検出機能を有する頭部方位検出部 1 1 2 3 を具備した H M D 1 1 0 が起動される。視線検出機能とジャイロセンサなどの角度検出機能を用いて装着者が見ようとする視線位置と頭部の傾きを検出することができる。なお、視線検出機能と角度検出機能を有する H M D、すなわち、視線検出部 1 1 2 2 と頭部方位検出部 1 1 2 3 とを有する H M D としては、例えば特開平 8 - 3 2 8 5 1 2 や、特開平 1 1 - 1 7 7 9 0 7 に記載された装置を適用することができる。また、検査室の C アーム 1 0 3 および検診台 1 0 7 の周囲の床に敷かれた感圧センサ 1 1 1 から術者の位置情報を取得する。

【 0 0 2 0 】

< ステップ S 2 0 2 >

次に、ステップ S 2 0 2 において H M D の画像表示部 1 1 2 1 に X 線画像を表示する。

【 0 0 2 1 】

図 3 は、H M D に表示する画像の初期設定状態を示した図である。図 3 の 3 0 1 はシースルー機能を有する H M D を通して装着者が実際の風景を観察可能な表示領域である。図 3 の 3 0 2 は X 線画像であり、画像処理部 1 1 0 2 で補正処理がなされた画像データが装着者が実際に見ている表示領域 3 0 1 の風景の上に重ねて表示される。このように、本実施形態の画像表示部 1 1 2 1 は、術者（観察者）の頭部に装着が可能なシースルー型のヘッドマウントディスプレイである。そして、このヘッドマウントディスプレイには、シースルー画像の表示領域 3 0 1 の一部に放射線が投影されることによって得られる放射線投影画像である X 線画像 3 0 2 を表示する表示画面が設けられている。

【 0 0 2 2 】

なお、画像処理部 1 1 0 2 は、感圧センサ 1 1 1 からの術者の位置情報に基づいて X 線画像 3 0 2 の回転処理を行う。図 1 4 は、その具体例を示すものである。図 1 4 (a) に示すように、術者が天板 1 0 6 の下側（患者の下方）に位置する場合には、実際の患者の方向と X 線画像の表示方向が合っているので、画像処理部 1 1 0 2 は、X 線画像の回転処理を実行しない。また、図 1 4 (b) に示すように、術者が天板 1 0 6 の左側に位置する場合には、画像処理部 1 1 0 2 は、表示される X 線画像 3 0 2 の 9 0 度の右回転処理を行い、実際の患者の方向に合わせる。また、図 1 4 (c) に示すように、術者が天板 1 0 6

の右側に位置する場合には、画像処理部 1 1 0 2 は、表示される X 線画像 3 0 2 の 9 0 度の右回転処理を行い、実際の患者の方向に合わせる。

このような処理により、術者による X 線画像と実際の患者の患部の位置把握が容易となる。

【 0 0 2 3 】

< ステップ S 2 0 3 >

次にステップ S 2 0 3 において、視線検出部 1 1 2 2 は、HMD 装着者の視点を抽出し、図 3 の X 線画像 3 0 2 を注視したかどうかを判定する。

【 0 0 2 4 】

以下に、HMD 装着者が X 線画像 3 0 2 を注視したか否かの判定の方法について図 4 を用いて詳しく述べる。

【 0 0 2 5 】

まず、視線検出部 1 1 2 2 により、HMD 装着者の視線位置の計測を行う。視線位置の計測は定期的に繰り返し行われ、視点を図 4 の 4 0 1 , 4 0 2 , 4 0 3 のように検出したとする。視点の位置座標を (X_1, Y_1) , (X_2, Y_2) , (X_3, Y_3) 、検出した時の相対時刻を t_1 , t_2 , t_3 とし、相対時刻の関係が $t_1 < t_2 < t_3$ になっているとする。この場合、視点が X 線画像 3 0 2 の表示領域内に、連続して所定の時間以上存在する場合に、X 線画像が注視されたとみなし、処理を次のステップ 2 0 4 に移行させる。また、視点が X 線画像 3 0 2 の領域内に連続して所定時間以上存在しなかった場合、或いは、X 線画像 3 0 2 の領域外に視点が検出された場合は、X 線画像が注視されていないと判断され、S 2 0 3 の処理が繰り返される。

【 0 0 2 6 】

< ステップ S 2 0 4 >

上述のステップ S 2 0 3 により X 線画像が注視されていると判断された場合、照射位置を移動制御するステップに移行する。視線検出部 1 1 2 2 と頭部方位検出部 1 1 2 3 は、HMD 1 1 0 の装着者の視点位置と頭の傾きを抽出する。図 6 は、X 線画像 3 0 2 の部分領域と、その領域内で視点が検出された場合に移動する相対位置の関係を示した図である。

【 0 0 2 7 】

領域 A で視点が検出された場合は X 線管 1 0 4 と X 線受像部 1 0 5 の天板 1 0 6 (被検体 1) に対する 2 次元的な移動は行わない。それ以外の B , C , D , E , F , G , H , I 領域で視点が検出された場合は、それぞれ図 6 の一覧表に示した方向に移動する処理が行われる。たとえば、図 7 の 7 0 1 に示す領域 H に視点が検出された場合には、造影剤やカテーテルがさらに現在の位置から 7 0 2 で示すベクトル方向に移動していくことが想定される。従って、照射部位を現在の位置よりも 7 0 2 で示すベクトル方向に移動させる処理を行う。これにより、照射部位は図 8 の 8 0 1 から 8 0 2 に移動することになる。より具体的には、図 1 の天井懸垂部 1 0 2 を X 方向に x_1 、Y 方向に y_1 だけ移動させることにより、図 8 の 8 0 3 に示すベクトル量の移動が可能になる。具体的には、視線検出部 1 1 2 2 は、視点の検出を一定の時間ごとに繰り返し行う。そして、視点がどの領域で検出されたかにより、移動する方向が決定され、移動制御部 1 1 0 5 により、予め定められた移動量で 2 次元的な照射位置が移動する仕組みになっている。このように、移動制御部 1 1 0 5 は、視線検出部 1 1 2 2 が検出した視線位置に基づいて、2 次元的な照射位置を制御する。

【 0 0 2 8 】

また、図 5 に示されるように、X 線画像 3 0 2 の周囲に矢印アイコン 5 0 1 ~ 5 0 8 を表示し、この矢印アイコンを視線入力する方法でもよい。この場合は、X 線画像 3 0 2 と矢印アイコン 5 0 1 ~ 5 0 8 を画像処理部 1 1 0 2 において画像合成し、HMD 1 1 0 の画像表示部 1 1 2 1 に表示する。どの矢印アイコンが視線で選択されたかによって移動方向が決まる。また、移動制御部 1 1 0 5 は、矢印アイコンが選択されるごとに予め定められた移動量で照射位置の移動制御を実行する。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 9 】

次に、HMD 110を装着した術者が、頭を左右上下に動かしした場合のCアーム103の移動方向について図9を用いて説明する。HMD 110に取り付けたジャイロセンサなどの方向センサを具備した頭部方位検出部1123は、図9の901~905に示すような頭部の傾きを検出する。901のように頭の傾きがほぼまっすぐのときは、Cアームの回転移動は行わない。902, 903のように、頭の傾きが左右に傾いた場合は、図1の天井懸垂部102の先端で矢印A方向に回転する。更に、904, 905のように頭の傾きが前後に傾いた場合は、Cアームを矢印B方向にスライドさせる。

【 0 0 3 0 】

よって、それぞれの頭の動きに対応したCアーム103の回転方向は以下のようになる

- ・ 901（傾きなし）
- ・ 902（頭部が右に傾いている）
- ・ 903（頭部が左に傾いている）
- ・ 904（頭部が後ろに傾いている）
- ・ 905（頭部が前に傾いている）

X線画像302を注視していると判定された状態で、頭部を所定の時間（S秒）以上、上記いずれかの方向に傾けた場合に、その傾けた方向に従って、上記901～905のどれか一つの移動が選択されたとみなす。このとき、基本移動量を 度とすると、回転移動の移動量は（首を傾けている時間÷S）× となり、傾ける度に基本移動量だけ移動する。このように、移動制御部1105は、頭部方位検出部1123が検出した頭部の傾きに基づいて照射角度（照射方向）を制御する。

【 0 0 3 1 】

また、本実施形態ではX - Y方向の移動と、回転移動を同時にコントロールすることを特徴としている。従って、術者が図7の701を注視しながら、頭部を図9の903のように左に傾けた場合は、図8の803に示すようなベクトル移動を行いながら、天井懸垂部102の先端で矢印A方向に反時計回りにCアームが回転する。このようにして、術者は移動するX線画像を観察しながら、照射部位の移動や照射角度をリアルタイムにコントロールすることが可能になる。

【 0 0 3 2 】

<ステップS205>

ステップS205において、位置算出部1104は、Cアームおよび天板の相対位置を算出する。

【 0 0 3 3 】

図１０はＣアーム１０３と天板１０６の相対位置を示した図である。Ｐを中心とする３次元の仮想空間にＣアーム１０３及び天板１０６の位置座標を記録していく。視線及び頭部の傾きの検出後Ｃアーム１０３や天板１０６の移動量が算出されるので、移動後の位置座標を算出し記録していく。図１０において、Ｘ線受像部１０５のＰ１～Ｐ４の相対位置と、Ｘ線管１０４のＱ１～Ｑ４の相対位置と、天板１０６のＴ１～Ｔ４及びＳ１～Ｓ４の相対位置を算出する。天板１０６の上部の四隅Ｔ１～Ｔ４は、天板１０６上に被検体１が横たわったときを想定し、予め被検体の高さを含んだ座標位置になっている。これによりバーチャルな３次元空間において、リアルタイムにＣアーム１０３及び天板１０６の現在の位置を確認することができる。

【 0 0 3 4 】

本実施形態の GUI においては、装置のバーチャルな座標位置を表示した例は説明していないが、例えば図 10 のようなコンピュータグラフィックを作成し、HMD 110 上にリアルタイムに表示することは十分に可能である。すなわち、X 線管 104、X 線受像部 105 及び天板 106 の 3 次元空間における位置情報に基づいて、それらの位置関係を 3 次元仮想空間により仮想表示するようにしてもよい。これにより、例えば、装置の動作のシミュレーションを目的とした表示や、視線入力の練習を目的とした表示において、これ

ら各点の相対位置をユーザに提示することも可能になる。

【 0 0 3 5 】

< ステップ S 2 0 6 >

ステップ S 2 0 6 において、移動制御部 1 1 0 5 は、ステップ S 2 0 5 で求めた仮想空間上の座標位置情報から、移動後の X 線管 1 0 4、X 線受像部 1 0 5、天板 1 0 6 (被検体 1) の位置関係が安全であるか否かを確認する。C アーム 1 0 3 及び天板 1 0 6 の動作をコントロールするシステムにおいては、操作者の判断ミスや操作ミスなどにより、例えば X 線受像部 1 0 5 が被検体 1 に接触するなど、危険な位置に移動する場合がある。従来の装置では通常、衝突回避のインターロック機能が備わっているが、この機能は衝突しそうな直前に、ロック機能が作動し装置が停止するものである。そのため、停止後に適正な位置に装置を移動させるために手間がかかり、治療作業の中断が避けられなかった。これに対して本実施形態の X 線画像診断装置は、ロック機能が作動する前に危険を察知し、自動的に動作をキャンセルする。すなわち、まず、移動制御部 1 1 0 5 による照射位置の移動により、X 線管 1 0 4、X 線受像部 1 0 5、天板 1 0 6 及び被検体 1 において接触が発生するか否かを判定する。そして、接触が発生すると判定された場合には、移動制御部 1 1 0 5 は、照射位置や照射方向の移動を禁止すると共に、移動を禁止したことを示す表示を画像表示部 1 1 2 1 に行う。

10

【 0 0 3 6 】

より具体的には、図 1 0 の C アーム 1 0 3 と天板 1 0 6 の仮想座標位置において、P 1 ~ P 4、または Q 1 ~ Q 4 が T 1 ~ T 4 と S 1 ~ S 4 から所定距離範囲内に近づく場合に、接触の危険があるとみなす。接触の危険があるとみなされた場合は、処理はステップ S 2 0 7 に移行する。また接触の危険がないと判断した場合はステップ 2 0 8 の処理に進む。

20

【 0 0 3 7 】

< ステップ S 2 0 7 >

ステップ S 2 0 7 では、ワーニング表示を行うと共に、ステップ S 2 0 5 で算出された相対位置への C アーム 1 0 3、天板 1 0 6 の移動をキャンセルする。

【 0 0 3 8 】

すなわち、算出された相対位置に C アーム 1 0 3 と天板 1 0 6 を移動すると危険であると判断された場合は、図 1 2 に示すように X 線画像 3 0 2 上にワーニングメッセージ 1 2 0 1 を一定時間だけ合成表示し、当該移動を自動的にキャンセルする。これにより術者は、自分が指示した装置の移動が危険回避のために取り消されたことを画面上で瞬時に確認できる。

30

【 0 0 3 9 】

なお、図 1 2 の例では、ワーニングをある一定時間 X 線画像上に表示する手法を説明したがこれに限られるものではない。例えば、図 1 3 に示されるように、接触の危険がある方向を X 線画像 3 0 2 上に表示するようにしてもよい。

【 0 0 4 0 】

< ステップ S 2 0 8 >

一方、ステップ S 2 0 6 で接触の危険がないと判断された場合には、ステップ S 2 0 8 において、移動制御部 1 1 0 5 は、ステップ S 2 0 5 で算出された移動量に基づいて移動機構を制御し、C アーム 1 0 3 および天板 1 0 6 を移動させる。すなわち、移動制御部 1 1 0 5 は、視線検出部 1 1 2 2 で検出された視線位置と頭部方位検出部 1 1 2 3 で検出された術者の頭部の傾きとに基づいて移動機構を制御する。これにより、術者が意図する照射位置、照射方向による X 線投影画像が取得され、画像表示部 1 1 2 1 に表示される。

40

【 0 0 4 1 】

このように本実施形態の X 線画像診断装置においては、術者が装置を直接触らないで、X 線画像を注視したり頭部を動かしたりすることで所望する位置にコントロールすることが可能になる。

【 0 0 4 2 】

50

以上のように、本実施形態のX線画像診断装置によれば、シースルー型HMDに、実写像とX線画像の両方を表示するとともに、X線画像を注視する術者の視線位置に応じて投影部位（照射部位）を移動させる。このため、術者は、HMDにおいて、例えばカテーテル注入部（実写）とカテーテル先端部（X線画像）の両方を観察できる。また、X線画像上のカテーテル先端部を注視することにより、カテーテルの先端部の移動に応じて自動的に照射部位が移動するので、術者は移動機構の操作から解放される。

【0043】

以上説明したように、本実施形態のX線画像診断装置によれば、シースルー型HMDに表示されるX線画像の映像を注視しながら天板やCアームの動きを制御することができるので、治療作業の中断が行われずに効率のよい診断や治療が可能になる。また、これまで

10

【0044】

また、術者はフットスイッチなどの操作のために注意を払わなくてもよいので、格段に診断や治療への集中力が高まり、被検者の人命にかかわる装置の安全性が飛躍的に向上することになる。

【0045】

また、従来の装置が通常備えている衝突回避のインターロック機能は、衝突しそうになる直前にロック機能が作動して装置を停止させるものである。このため、ロック解除後に適正な位置に装置を復帰させるために手間がかかり、治療作業の中断は避けられなかった。これに対して、本実施形態のX線画像診断装置は、ロック機能が作動する前に危険を察知し、自動的に動作をキャンセルするので、治療作業を中断することなく接触を回避することが可能になる。

20

【0046】

なお、Cアーム103や天板106の移動は上記実施形態に限られるものではない。例えば、検診台107の天板106を起倒動、左右動、長手動、上下動及びローリング運動が可能のように構成しても良い。視線位置と頭部の傾きの検出に応じた照射位置、照射方向の変更はCアーム103または天板106の移動、またはそれらの組み合わせにより実現されればよい。

30

【0047】

以上、実施形態を詳述したが、本発明は、例えば、システム、装置、方法、プログラムもしくは記憶媒体等としての実施態様をとることが可能である。具体的には、複数の機器から構成されるシステムに適用しても良いし、また、一つの機器からなる装置に適用しても良い。

【0048】

尚、本発明は、ソフトウェアのプログラムをシステム或いは装置に直接或いは遠隔から供給し、そのシステム或いは装置のコンピュータが該供給されたプログラムコードを読み出して実行することによって前述した実施形態の機能が達成される場合を含む。この場合、供給されるプログラムは実施形態で図に示したフローチャートに対応したコンピュータプログラムである。

40

【0049】

従って、本発明の機能処理をコンピュータで実現するために、該コンピュータにインストールされるプログラムコード自体も本発明を実現するものである。つまり、本発明は、本発明の機能処理を実現するためのコンピュータプログラム自体も含まれる。

【0050】

その場合、プログラムの機能を有していれば、オブジェクトコード、インタプリタにより実行されるプログラム、OSに供給するスクリプトデータ等の形態であっても良い。

【0051】

コンピュータプログラムを供給するためのコンピュータ読み取り可能な記憶媒体として

50

は以下が挙げられる。例えば、フロッピー（登録商標）ディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、MO、CD-ROM、CD-R、CD-RW、磁気テープ、不揮発性のメモ리카ード、ROM、DVD（DVD-ROM、DVD-R）などである。

【0052】

その他、プログラムの供給方法としては、クライアントコンピュータのブラウザを用いてインターネットのホームページに接続し、該ホームページから本発明のコンピュータプログラムをハードディスク等の記録媒体にダウンロードすることが挙げられる。この場合、ダウンロードされるプログラムは、圧縮され自動インストール機能を含むファイルであってもよい。また、本発明のプログラムを構成するプログラムコードを複数のファイルに分割し、それぞれのファイルを異なるホームページからダウンロードすることによっても実現可能である。つまり、本発明の機能処理をコンピュータで実現するためのプログラムファイルを複数のユーザに対してダウンロードさせるWWWサーバも、本発明に含まれるものである。

10

【0053】

また、本発明のプログラムを暗号化してCD-ROM等の記憶媒体に格納してユーザに配布するという形態をとることもできる。この場合、所定の条件をクリアしたユーザに、インターネットを介してホームページから暗号を解く鍵情報をダウンロードさせ、その鍵情報を使用して暗号化されたプログラムを実行し、プログラムをコンピュータにインストールさせるようにもできる。

【0054】

20

また、コンピュータが、読み出したプログラムを実行することによって、前述した実施形態の機能が実現される他、そのプログラムの指示に基づき、コンピュータ上で稼動しているOSなどとの協働で実施形態の機能が実現されてもよい。この場合、OSなどが、実際の処理の一部または全部を行ない、その処理によって前述した実施形態の機能が実現される。

【0055】

さらに、記録媒体から読み出されたプログラムが、コンピュータに挿入された機能拡張ボードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに書き込まれて前述の実施形態の機能の一部或いは全てが実現されてもよい。この場合、機能拡張ボードや機能拡張ユニットにプログラムが書き込まれた後、そのプログラムの指示に基づき、その機能拡張ボードや機能拡張ユニットに備わるCPUなどが実際の処理の一部または全部を行なう。

30

【図面の簡単な説明】

【0056】

【図1】実施形態によるX線画像診断装置の構成例を示す図である。

【図2】実施形態のX線診断装置による動作を示すフローチャートである。

【図3】シースルー型のヘッドマウントディスプレイにおけるX線画像の表示例を示す図である。

【図4】X線画像を選択する方法を説明する図である。

【図5】シースルー型のヘッドマウントディスプレイにおけるX線画像の、別の表示例を示す図である。

40

【図6】X線画像の領域分割と移動方向の割り当てを説明する図である。

【図7】X線画像における視点位置と照射位置の移動例を示した図である。

【図8】照射位置の2次元的な移動の例を示す図である。

【図9】頭部の傾きとCアームの移動方向の対応を示す図である。

【図10】Cアームと天板の相対位置を説明する図である。

【図11】実施形態によるX線画像診断装置の制御構成例を示すブロック図である。

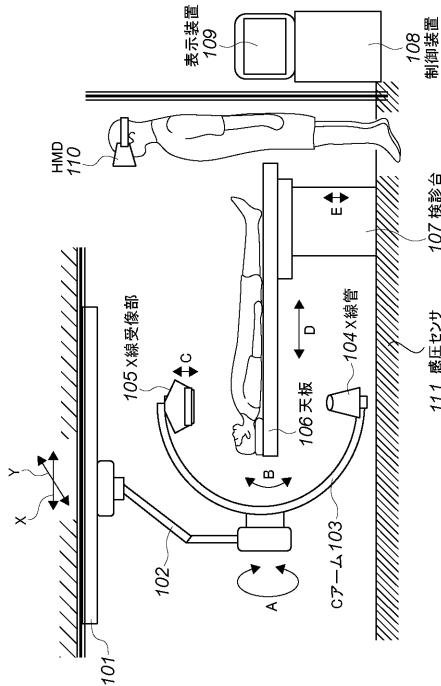
【図12】接触回避のワーニング表示の例を示す図である。

【図13】接触回避のワーニング表示の他の例を示す図である。

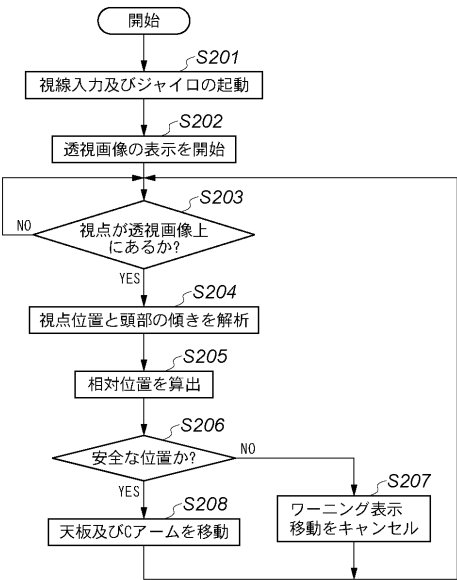
【図14】術者の位置情報に基づいてX線画像の回転処理を行う具体例を示す図である。

50

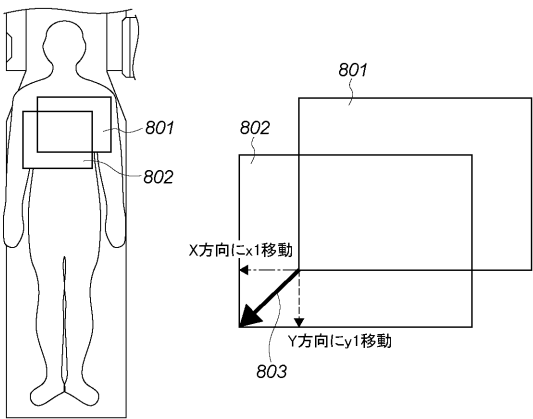
【図 1】



【図 2】



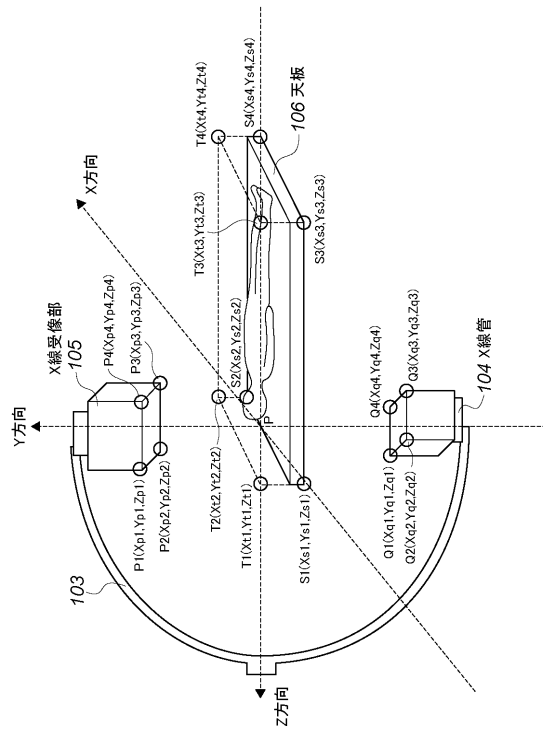
【図 8】



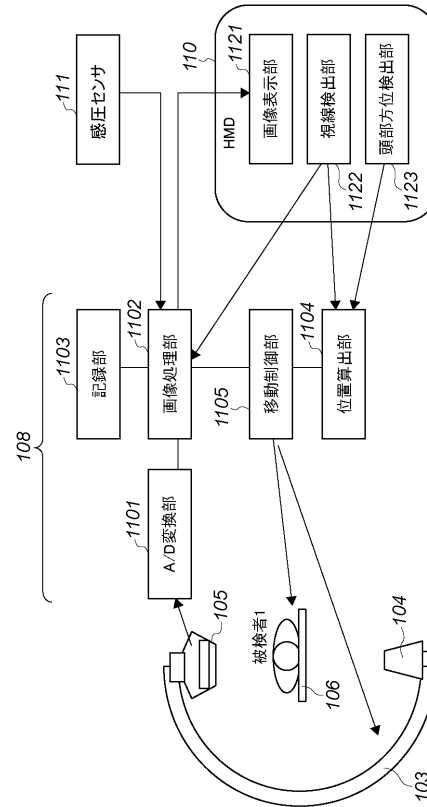
【図 9】

905		頭部が前に傾いている	
904		頭部が後ろに傾いている	
903		頭部が左に傾いている	
902		頭部が右に傾いている	
901		頭部の傾きはなし	

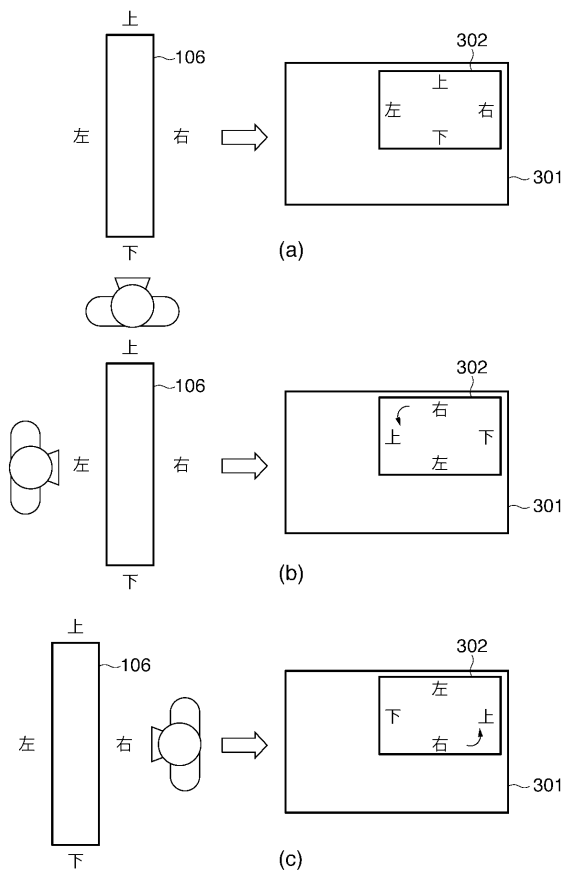
【図10】



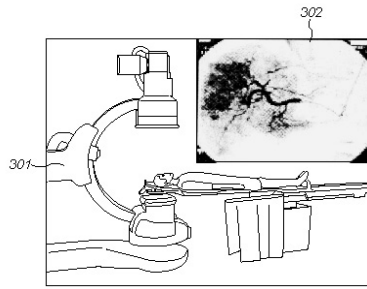
【図11】



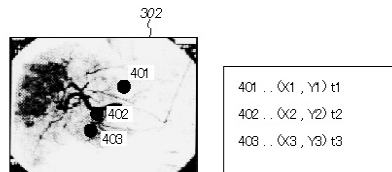
【図14】



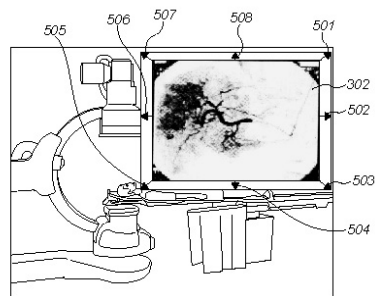
【図 3】



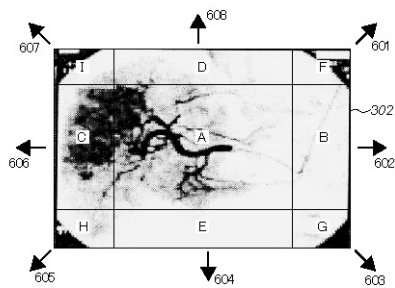
【図 4】



【図 5】

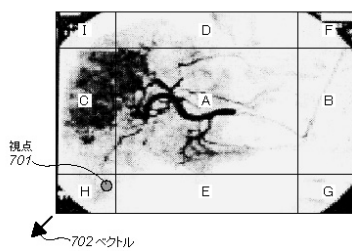


【図 6】

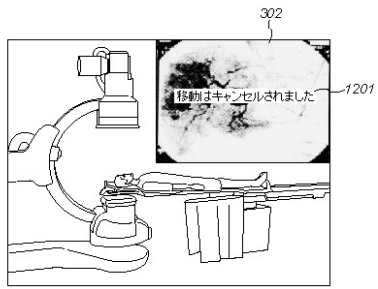


領域	移動方向 (ベクトル)
A	移動しない
B	602
C	606
D	608
E	604
F	601
G	603
H	605
I	607

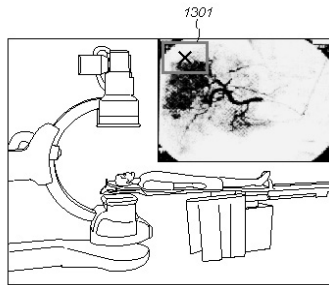
【図 7】



【図 12】



【図 13】



フロントページの続き

(72)発明者 杉山 新子
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

審査官 松谷 洋平

(56)参考文献 特開平08-206083(JP,A)
特開平05-031068(JP,A)
特開2004-081569(JP,A)
特開2002-238888(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 6/00
A61B 6/10