

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7355407号
(P7355407)

(45)発行日 令和5年10月3日(2023.10.3)

(24)登録日 令和5年9月25日(2023.9.25)

(51)国際特許分類 F I
A 6 1 B 34/10 (2016.01) A 6 1 B 34/10
A 6 1 B 34/20 (2016.01) A 6 1 B 34/20

請求項の数 3 (全14頁)

(21)出願番号	特願2021-554669(P2021-554669)	(73)特許権者	517402229 キュレクソ インコーポレイテッド CUREXO, INC. 大韓民国 06530 ソウル - シ ソチ ヨ - グ カンナム - デロ 577 4エフ (ジャムウォンドン)
(86)(22)出願日	令和2年3月13日(2020.3.13)	(74)代理人	110001737 弁理士法人スズエ国際特許事務所
(65)公表番号	特表2022-524607(P2022-524607 A)	(72)発明者	チョイ、ジン・ヒョク 大韓民国、12765、ギョンギ - ド、 グアンジュ - シ、バンマル - ギル、70 - 11、303 - 102
(43)公表日	令和4年5月9日(2022.5.9)	(72)発明者	ウ、ドン・ギ 大韓民国、07324、ソウル、ヨンド ウンボ - グ、ヨウイドン - ロ、97、ピ 最終頁に続く
(86)国際出願番号	PCT/KR2020/003565		
(87)国際公開番号	WO2020/185049		
(87)国際公開日	令和2年9月17日(2020.9.17)		
審査請求日	令和3年9月10日(2021.9.10)		
(31)優先権主張番号	10-2019-0028981		
(32)優先日	平成31年3月13日(2019.3.13)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	韓国(KR)		
前置審査			

(54)【発明の名称】 椎弓根スクリューの固定プランニングシステム及び方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

椎弓根スクリューの固定プランニングシステムにおいて、
患者の脊椎の画像を撮影するC - armと、
前記C - armを介して取得したAP (Anterior - Posterior) の2D
画像及びLL (Lateral - Lateral) の2D画像上で椎弓根スクリューのエ
ントリポイント及び挿入エンドポイントを提供する挿入経路提供部と、
基準座標系を基に、前記エントリポイント及び前記挿入エンドポイントの空間座標を算
出する整合部と、
前記エントリポイント及び前記挿入エンドポイントの空間座標を基に、前記椎弓根スク
リューの挿入姿勢を決定し、前記挿入姿勢に応じて前記エントリポイントに向かって、プ
ローブの挿入をガイドするためのガイド装置と、
前記プローブの挿入力を伝達するエンドエフェクタが取り付けられた光学式マーカーが接
続された前記プローブの位置を追跡する光学追跡装置と、
前記光学追跡装置を通して、前記プローブが挿入されるに伴い、前記プローブの末端が
骨に触れ合う始点の座標を、前記エンドエフェクタにより伝達された前記プローブの挿入
力及び前記光学追跡装置により追跡された前記プローブの位置に基づいて取得し、前記挿
入エンドポイントの座標と前記始点の座標との間の距離を算出して椎弓根スクリューの長
さの条件を決定するスクリュー決定部を含むことを特徴とする椎弓根スクリューの固定プ
ランニングシステム。

10

20

【請求項 2】

前記整合部は、前記プローブの位置が整合される前記 A P の 2 D 画像及び前記 L L の 2 D 画像上のピクセルを決定し、

前記挿入経路提供部は、前記整合されたピクセルに、前記プローブの投影画像を表示することを特徴とする請求項 1 に記載の椎弓根スクリューの固定プランニングシステム。

【請求項 3】

前記挿入経路提供部は、施術者が前記 A P の 2 D 画像及び前記 L L の 2 D 画像上に前記エントリポイント及び前記挿入エンドポイントを選択できるユーザーインターフェイスを含むことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 2 の中のいずれか一項に記載の椎弓根スクリューの固定プランニングシステム。

10

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は椎弓根スクリューの固定プランニングシステム及び方法に関し、より具体的には、C - a r m の画像をもとに椎弓根スクリューの長さ、挿入経路などをプランニングするシステム及び方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

椎弓根スクリューは椎弓根 (p e d i c l e) を介して脊椎体 (v e r t e b r a b o d y) に挿入固定されて脊椎を固定するのに使用され、椎弓根スクリューの固定プランニングは施術者が患者及び施術部位に応じて適正な椎弓根スクリューの長さ、直径などを決定し、椎弓根スクリューの挿入経路についての事前計画を策定するための手順である。

20

【0003】

施術者がプランニングを行うことには図 1 に示すような脊椎の体軸断面の画像 (a x i a l v i e w) が最も有利である。C - a r m 装置は、脊椎の体軸断面の画像を提供することができないので、手術前に、コンピュータ断層撮影 (C T) を行って体軸断面の画像を施術者に提供することにより、手術前にプランニングできるようにしている。

【0004】

C T 画像を基にプランニングが行われても、実際の手術の過程では、モバイル C - a r m の X - 線装置が主に用いられるので、手術前にプランニングされたとおりに手術が行われているかどうかリアルタイム検証したり、プランニングされたとおりに手術器具をナビゲーションするために C T 画像と C - a r m の 2 D 画像の整合 (r e g i s t r a t i o n) の過程が先行しなければならない。また、患者が動いたり C - a r m 機器を移動する場合、整合が再度行わなければならない。

30

【0005】

以上のように、C T 画像に基づくプランニングは体軸断面の画像を活用できる長所にもかかわらず、C T 撮影が長時間の放射線被ばくにより、人体に有害で、C - a r m の 2 D 画像との整合が必要である短所もある。

【0006】

一方、C - a r m の画像は、脊椎の体軸断面の画像を提供することができず、A P (A n t e r i o r - P o s t e r i o r) 画像と L L (L a t e r a l - L a t e r a l) 画像上では、プランニングに必要な脊椎の部分がすべて表示されることもないので、プランニングに不適切な面がある。

40

【0007】

したがって、C - a r m の画像を基にプランニングを行う実務がないが、C - a r m は手術の過程で用いられる機器であるので、C - a r m の画像に基づくプランニングを行うと、3 D の C T 画像と 2 D 画像との間の整合を行う必要がなく、手術中にも必要に応じて手術計画を変更することができる柔軟性を得ることができるなど、多くの長所がある。

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】**

50

【0008】

したがって、本発明は、前述した従来の問題を解決するために案出されたものであり、C - a r mの画像を基づく椎弓根スクリューの固定プランニングが可能なプランニングシステム及び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】

【0009】

前記目的は、本発明の一態様に係る椎弓根スクリューの固定プランニングシステムにおいて、患者の脊椎の画像を撮影するC - a r mと、C - a r mの画像上で椎弓根スクリューのエントリポイント及び挿入エンドポイントを提供する挿入経路提供部と、基準座標系を基に、前記エントリポイント及び前記挿入エンドポイントの空間座標を算出する整合部と、前記エントリポイント及び前記挿入エンドポイントの空間座標を基に、前記椎弓根スクリューの挿入姿勢を決定し、前記挿入姿勢に応じて前記エントリポイントに向かって前記プローブの挿入をガイドするためのガイド装置と、前記プローブが挿入されるに伴い、骨に触れ合う始点の座標を取得し、前記挿入エンドポイントの座標と前記始点の座標との間の距離を算出して椎弓根スクリューの長さの条件を決定するスクリュー決定部を含むことを特徴とする椎弓根スクリューの固定プランニングシステムによって達成することができる。

10

【0010】

ここで、前記エントリポイントはA P (A n t e r i o r - P o s t e r i o r) 画像上で前記挿入エンドポイントと椎弓根の中心を結ぶライン上の任意の点で決定されることができ、また、前記エントリポイントはL L (L a t e r a l - L a t e r a l) 画像上で脊椎体の水平ラインと平行に前記挿入エンドポイントから延びた線上の任意の点で決定されることができる。

20

【0011】

前記システムは、光学式マーカが接続された前記プローブの位置を追跡する光学追跡装置をさらに含み、前記整合部は、前記プローブの位置が整合される前記C - a r mの画像上のピクセルを決定し、前記挿入経路提供部は、前記整合されたピクセルに、前記プローブの投影画像を表示することができる。

【0012】

そして、前記挿入経路提供部は施術者が前記C - a r mの画像上に前記エントリポイント及び前記挿入エンドポイントを選択できるユーザーインターフェイスを含むことができる。

30

【0013】

また、前記目的は、本発明の別の態様に係る椎弓根スクリューの固定プランニング方法において、C - a r mを介して患者の脊椎についてのC - a r mの画像を取得するAステップと、前記C - a r mの画像で椎弓根スクリューのエントリポイント及び挿入エンドポイントを決定するBステップと、基準座標系を基に、前記エントリポイント及び前記挿入エンドポイントの空間座標を算出するCステップと、前記エントリポイント及び前記挿入エンドポイントの空間座標を基に、前記椎弓根スクリューの挿入姿勢を決定し、前記挿入姿勢に応じて前記エントリポイントに向かって前記プローブの挿入をガイドするDステップと、前記基準座標系を基に、前記プローブが挿入されるに伴い、骨に触れ合う始点の座標を取得するEステップと、前記挿入エンドポイントの座標と前記始点の座標との間の距離を算出して椎弓根スクリューの長さの条件を決定するFステップと、を含むことを特徴とする椎弓根スクリューの固定プランニング方法によって達成することができる。

40

【0014】

ここで、前記Bステップにおいて、前記エントリポイントは、A P (A n t e r i o r - P o s t e r i o r) 画像上で前記挿入エンドポイントと椎弓根の中心を結ぶライン上の任意の点で決定されるか、前記エントリポイントは、L L (L a t e r a l - L a t e r a l) 画像上で脊椎体の水平ラインと平行に前記挿入エンドポイントから延びた線上の任意の点で決定されることができる。

50

【 0 0 1 5 】

そして、前記 B ステップにおいて、施術者がユーザーインターフェイスを介して前記 C - a r m の画像上に前記エントリポイント及び前記挿入エンドポイントを選択することができる。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 6 】

本発明は、プランニングの際に用いていた既存の C T 画像の代わりに、C - a r m の画像を用いるので、患者の放射線被ばくを減らして手術の手順を簡素化することができる。

【 0 0 1 7 】

本発明によれば、手術中にも C - a r m の画像に基づく手術計画を修正して調整することができ、画像の整合を省略することができ、手術の進行のレビュー及び手術器具のナビゲーションの精度を向上させることができる。また、プランニングの過程で活用されたスクリーガイド姿勢に基づいて、連続的に施術に活用することができ、手術の手順を迅速に行うことができる。

10

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 8 】

【 図 1 】 脊椎構造の体軸断面の画像 (a x i a l v i e w) を示す図である。

【 図 2 】 本発明の実施形態に係る椎弓根スクリューの固定プランニングシステムの概略的なブロック構成図である。

【 図 3 】 本発明の実施形態に係る椎弓根スクリューの固定プランニング方法のフローチャートである。

20

【 図 4 a 】 本発明の実施形態に係る椎弓根スクリューの固定プランニング過程を説明するための模式図である。

【 図 4 b 】 本発明の実施形態に係る椎弓根スクリューの固定プランニング過程を説明するための模式図である。

【 図 5 a 】 本発明の実施形態に係る椎弓根スクリューの固定プランニング過程を説明するための模式図である。

【 図 5 b 】 本発明の実施形態に係る椎弓根スクリューの固定プランニング過程を説明するための模式図である。

【 図 6 】 本発明の実施形態に係る椎弓根スクリューの固定プランニング過程を説明するための模式図である。

30

【 図 7 a 】 本発明の実施形態に係る椎弓根スクリューの固定プランニング過程を説明するための模式図である。

【 図 7 b 】 本発明の実施形態に係る椎弓根スクリューの固定プランニング過程を説明するための模式図である。

【 図 8 】 本発明の実施形態に係る椎弓根スクリューの固定プランニング過程を説明するための模式図である。

【 図 9 】 本発明の実施形態に係る椎弓根スクリューの固定プランニング過程を説明するための模式図である。

【 図 1 0 a 】 本発明の実施形態に係る椎弓根スクリューの固定プランニング過程を説明するための模式図である。

40

【 図 1 0 b 】 本発明の実施形態に係る椎弓根スクリューの固定プランニング過程を説明するための模式図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 9 】

以下、添付した図面を参照して、本発明の実施形態を説明する。

【 0 0 2 0 】

図 2 は、本発明の実施形態に係る椎弓根スクリューの固定プランニングシステムの概略的なブロック構成図である。

【 0 0 2 1 】

50

図2を参照すると、本発明の実施形態に係る椎弓根スクリューの固定プランニングシステムは、C - a r m 1 0と、挿入経路提供部2 0と、光学追跡装置3 0と、整合部4 0と、ガイド装置5 0と、スクリュー決定部6 0と、を含んで構成される。

【0022】

C - a r m 1 0は、患者の脊椎の画像を撮影するためのものであり、C字形のフレームの両端に設けられたX - 線ソースとディテクタを介してC - a r mのX - 線画像を撮影する。

【0023】

挿入経路提供部2 0は、C - a r mの画像に対応する椎弓根スクリューのエントリポイント及び挿入エンドポイントを提供するためのものである。ここで、挿入エンドポイントは椎弓根スクリューが脊椎体(p e d i c l e b o d y)に挿入固定される際にスクリューの末端の位置を意味し、エントリポイントは挿入エンドポイントとの相対的な位置関係を介して椎弓根スクリューの挿入経路を決定できるように選択された位置を意味する。

【0024】

エントリポイント及び挿入エンドポイントに関する情報は、C - a r mの画像を基に推薦位置情報を自動的に生成する医用意思決定支援システム(C D S S、C l i n i c a l D e c i s i o n S u p p o r t S y s t e m)によって提供されることができる。医用意思決定支援システムは、C - a r mの画像についてのディープラーニングに基づいて構築されることができ、M L P、C N Nなど、様々なディープラーニングアルゴリズムに基づくA Iまたは医用X A Iが活用されることができる。

【0025】

他の方法では、エントリポイント及び挿入エンドポイントに関する情報は、施術者がU Iを介して直接C - a r mの画像でエントリポイント及び挿入エンドポイントを指定することにより決定することができる。施術者は、専門的な知識を備えているので、医用意思決定支援システムの助けを借りずU Iを介してエントリポイント及び挿入エンドポイントを選択することができるだろう。

【0026】

これとは異なり、エントリポイント及び挿入エンドポイントに関する情報は、患者及び手術部位の定型化された統計的基準等を踏まえに提供され、施術者が専門知識で直接調整するようにするなど、さまざまな方法でも決定することができる。

【0027】

光学追跡装置3 0は、手術空間内部の基準マーカ(図示せず)を認識し、基準座標系を提供して、光学式マーカが設けられたさまざまな機器や器具の位置を基準座標系の基準に変換(t r a n s f o r m a t i o n)する。

【0028】

整合部4 0は、基準座標系を基準にエントリポイント及び挿入エンドポイントの空間座標を算出するためのものである。つまり、C - a r mの画像上のエントリポイント及び挿入エンドポイントに対応する脊椎内部の位置についての空間座標を算出するためのものである。

【0029】

具体的に、整合部4 0は、例えば、C - a r mのA P画像及びL L画像のそれぞれについての撮影の際にC - a r mのX - 線ソースとディテクタの空間座標をもとに、A P画像及びL L画像上の等しいエントリポイント(または挿入エンドポイント)からX - 線経路に沿って逆投影することにより、相互に交差する位置を決定し、空間座標を算出することができる。ここで、C - a r mのX - 線ソースとディテクタの空間座標は、X - 線ソースとディテクタの光学式マーカを取り付けることにより算出することができる。ただし、ディテクタの表面とC - a r mの画像は同一平面でなければならない。

【0030】

もし、X - 線ソースとディテクタの位置を識別しにくい場合においては、本出願人が2 0 1 9年3月13日付けに韓国特許庁に出願した特許出願第2 0 1 9 - 0 0 2 8 5 9 2号

10

20

30

40

50

「C - a r mベースの医用画像システム及び2 D画像と3 D空間の整合方法」に開示された方法で整合を行うことができる。簡略に説明すれば、ディテクタの表面のA P画像を第3平面にワーピングして、新たに生成された画像から空間上にピクセルを逆投影して、複数の画像から交差する点を求める方式で空間座標を算出することができる。

【0031】

再び図2を参照すると、ガイド装置50は、エントリポイント及び挿入エンドポイントの空間座標をもとに椎弓根スクリューの挿入姿勢を決定し、これによりエントリポイントに向かってプローブの挿入をガイドする。ガイド装置50は、自動または半自動の装置、あるいは医療用ロボットに実装されることができる。公知の医療用ロボットの場合、位置の座標のみ与えられると、光学追跡装置30を媒介としてスクリューを挿入するための位置に自動的に移動し、挿入姿勢に応じて、プローブを挿入することができるようエンドエフェクタ(図示せず)とガイドジグの姿勢を制御することができる。

10

【0032】

スクリュー決定部60は、プローブが挿入されるに伴い、骨に触れ合う始点の座標を取得する。ここで、プローブの末端の挿入深さは、プローブの挿入メカニズムに応じてプローブまたはプローブの挿入力を伝達するエンドエフェクタ(図示せず)等に取り付けられた光学式マーカをもとに算出されることができる。

【0033】

スクリュー決定部60は、挿入エンドポイントの座標と始点の座標との間の距離を算出して、椎弓根スクリューの長さの条件を決定する。ここで、始点と挿入エンドポイントは、脊椎に挿入される椎弓根スクリューの総長さの合計値を表し、したがって椎弓根スクリューの長さの条件は始点から挿入エンドポイントまでの長さ、または、これよりも所定の長さだけ長い長さで決定することができる。

20

【0034】

図3は、本発明の実施形態に係る椎弓根スクリューの固定プランニング方法を示すフローチャートであり、図4a乃至図10bは、本発明の実施形態に係る椎弓根スクリューの固定プランニング過程を説明するための模式図である。

【0035】

図3乃至図10bを参照して、図2に示す本発明の実施形態に係る椎弓根スクリューの固定プランニングシステムの動作を説明する。

30

【0036】

まず、C - a r m10を用いて、患者の脊椎についてのA P画像及びL L画像を取得する(S1)。C - a r m10を用いて、A P画像及びL L画像を撮影することは、本技術分野の通常の知識を有する者に周知された技術であるので、説明の簡略化及び明確化のために詳細な説明を省略する。図4a及び図4bは、本発明の実施形態に係るプランニング過程を説明するためのA P画像とL L画像を示す。

【0037】

C - a r m10は、撮影されたA P画像とL L画像を挿入経路提供部20に提供し、挿入経路提供部20はA P画像とL L画像で椎弓根スクリューのエントリポイント及び挿入エンドポイントを決定することにより、椎弓根スクリューまたはプローブの挿入経路を提供する(S2)。

40

【0038】

図5a及び図5bは、本発明の実施形態に係りA P画像とL L画像のそれぞれに、エントリポイント及び挿入エンドポイントが表示された例を示す。

【0039】

図5aを参照すると、左側の楕円(以下、第1楕円)e c l₁は挿入エンドポイントE Pを示し、右側楕円(以下、第2の楕円)e c l₂はエントリポイントM Pを示し、これを表示している。つまり、楕円で表現されている理由は、A P画像の撮影方向で椎弓根スクリューが斜線方向に挿入される点と椎弓根スクリューの直径を表現するためのものであり、第1楕円e c l₁は椎弓根スクリューの末端面を示すもので、楕円の中心点を挿入工

50

ンドポイントEP及びエン트리ポイントMPで代表することができる。

【0040】

図5bを参照すると、右側の楕円（以下、第3楕円） $ec1_3$ は挿入エンドポイントEPを示し、左側の楕円（以下、第4楕円） $ec1_4$ はエン트리ポイントMPを示す。図5a及び図5bに示すエン트리ポイントMP及び挿入エンドポイントEPは、互いに連動される所に位置する。

【0041】

図6を参照すると、AP画像とLL画像は垂直方向に患者の脊椎を撮影したものであるため、AP画像上の任意の点 $P_{AP\text{img}}$ 、例えばエントリポイントをX-線の照射方向に対して逆方向に延びると、ソース S_{AP} に至るラインを得ることができ、LL画像の撮影際のX-線の照射方向と重複する領域と交差するラインを得ることができ、このラインをLL画像に投影すると、第1ライン L_1 を求めることができる。AP画像上の任意の点 $P_{AP\text{img}}$ 、例えばエントリポイントに対応するLL画像上のエントリポイント $P_{LL\text{img}}$ は、第1ライン L_1 上のピクセルの中の一つである。したがって、AP画像上でエントリポイントの位置を変更すると、第1ライン L_1 の位置が変更され、LL画像上のエントリポイントの位置と一緒に修正される。

10

【0042】

挿入経路提供部20はAP画像を表示して、施術者にエントリポイント $P_{AP\text{img}}$ を選択するようにして、これに対応する第1ライン L_1 をLL画像に表示した後、施術者が第1ライン L_1 上でエントリポイント $P_{LL\text{img}}$ を選択することにより、AP画像とLL画像でのエントリポイントMPを入力することができる。また、前述したように、施術者を補助する医用意思決定支援システムに基づいてエントリポイントMPを推奨して表示する方式などでエントリポイントMPのほかにも、挿入エンドポイントEPを表示することができる。

20

【0043】

このように、図5a、図5b及び図6を介して説明したAP画像とLL画像との間のピクセル座標の整合はAP画像及びLL画像上のすべてのピクセルに対して適用することができる。

【0044】

図7a及び図7bは、AP画像上で挿入エンドポイントの位置が決定される過程を説明するための模式図である。

30

【0045】

図7aにおいて長手方向に表示されたライン SL は、脊椎の棘突起（*spinous process*）を表し、棘突起 SL の右側に表示された円 C は椎弓根の位置を表示する。AP画像上の挿入エンドポイントEPは、椎弓根を示す円 C と棘突起 SL との間に位置するように選択され、挿入エンドポイントEPを中心とする楕円 $ec1_1$ も円 C と棘突起 SL との間に位置するようにすることにより、挿入エンドポイントEPの位置及び楕円の形が決定される。

【0046】

図7bを参照すると、第1楕円 $ec1_1$ と椎弓根を示す円 C の中心点を結ぶ第2ライン L_2 上でエントリポイントMPが選択されることができる。挿入エンドポイントEPを過ぎて第2ライン L_2 に直交する第1楕円 $ec1_1$ の長軸と第1楕円 $ec1_1$ が出会う二つの点をそれぞれ EP_1 、 EP_2 といい、エントリポイントMPを過ぎて第2ライン L_2 に直交する第2楕円 $ec1_2$ の長軸と第2楕円 $ec1_2$ が出会う二つの点を MP_1 、 MP_2 というとき、 EP_1 と MP_1 を結ぶライン T_1 と EP_2 と MP_2 を結ぶライン T_2 を得ることができる。

40

【0047】

AP画像から得られた二つの点（ EP_1 、 EP_2 ） $_{AP}$ とこれに対応する方法でLL画像から得られる二つの点（ EP_1 、 EP_2 ） $_{LL}$ をX-線経路に沿って逆投影して相互に交差する二つの点 EP_{1_3d} 、 EP_{2_3d} を決定し、空間座標を算出する。このように得ら

50

れた空間座標上の二つの点 EP_{1_3d} , EP_{2_3d} の間の距離を求めることにより、椎弓根スクリューの直径を算出することができる。

【0048】

挿入エンドポイント EP を移動させると、第1楕円 ec_{l_1} の形状が変更され、これに連動して第2楕円 ec_{l_2} の形状も変更される。

【0049】

図8は、LL画像上での挿入エンドポイントに対応する第3楕円 ec_{l_3} とエン트리ポイントに対応する第4楕円 ec_{l_4} が決定される過程を説明するための模式図である。

【0050】

AP画像で選択された挿入エンドポイントとエン트리ポイントに連動してLL画像上で挿入エンドポイントとエン트리ポイントを選択する過程は、前述した。同様に、図8に示されている第3楕円 ec_{l_3} 及び第4楕円の大きさ ec_{l_4} は、AP画像の第1楕円及び第2楕円のピクセルの整合方法（図6を参照して説明された方法）で決定されることができる。したがって、第1乃至第4楕円の中の一つの楕円が中心点の移動または直径の変化によって形状が変更されると、残りの三つの楕円もこれに連動するように形状が変更される。

10

【0051】

LL画像でもAP画像と同じ方法で T_1 、 T_2 に対応するラインを決定することができる。LL画像で挿入エンドポイント EP とエン트리ポイント MP を過ぎる第2ライン L_2 と脊椎体 (vertebra body) の画像上に表示される水平ライン VB と平行に位置させる。

20

【0052】

再び図3を参照すると、次のステップにおいて整合部40が基準座標系をもとにエン트리ポイント MP と挿入エンドポイント EP の空間座標を算出する (S3)。ここで、基準座標系は、光学追跡装置30が医療空間に設けられた基準光学式マーカを認識して設定される。

【0053】

図9に示すように、互いに垂直なAP画像とLL画像上に表示されたエン트리ポイント MP (または挿入エンドポイント) をX線の照射方向の逆方向に投影する第3ライン L_3 及び第4ライン L_4 の交差点 P をエン트리ポイント MP に整合される空間座標で求めることができる。

30

【0054】

ただし、図9に示すような方法で空間座標を換算するためには、AP画像及びLL画像撮影の際にソースの位置と画像が結ばれるディテクタ平面の位置情報が必要である。ディテクタ平面の位置を知ることができない場合には、前述した本出願人の特許出願第2019-0028592号に開示されたように、空間位置を知ることができるX線の照射経路上の平面にワーピングのアルゴリズムを適用して画像を生成することにより、生成された画像を図9に開示されたAP画像やLL画像に置き換えることができる。

【0055】

ガイド装置50は、エン트리ポイント及び挿入エンドポイントの空間座標をもとに椎弓根スクリューの挿入姿勢を決定し、これに伴ってエン트리ポイントに向かってプローブの挿入をガイドする (S4)。

40

【0056】

医療用ロボットにおいては、エン트리ポイント及び挿入エンドポイントの空間座標の提供を受け、医療用ロボットが適正の位置に移動し、プローブの挿入方向をガイドするプローブグリッパー (gripper) を挿入の姿勢に合わせて位置させる。医療用ロボットが与えられた座標に合わせて移動し、エン트리ポイントと挿入エンドポイントを結ぶ挿入経路に向けてエンドエフェクタに装着されたプローブグリッパーの方向を設定する技術は、本技術分野で周知の技術であるので、本明細書においては具体的な説明を省略する。また、医療用ロボットではなくとも、公知のブリッジタイプの手術器具ガイド装置50など

50

も類似する方式で制御することができる。

【 0 0 5 7 】

スクリュー決定部 6 0 は、プローブが挿入されるに伴い、プローブの末端が骨に触れ合い始める点（以下、始点）S P の座標を取得する（ S 5 ）。

【 0 0 5 8 】

図 1 0 a 及び図 1 0 b は、プローブ p r が挿入されて始点に触れ合った状態を示す A P 画像及び L L 画像である。

【 0 0 5 9 】

挿入されたプローブ p r の末端の位置 S P は、プローブの挿入深さに応じて変わるが、プローブまたはガイド装置 5 0 に取り付けられた光学式マーカを媒介として空間座標で算出することができる。プローブの末端の空間座標は、図 9 に示すように、X - 線の照射方向に沿って A P 画像及び L L 画像上の位置に整合されて、図 1 0 a 及び図 1 0 b に示すように、リアルタイムで追跡することができる。

10

【 0 0 6 0 】

スクリュー決定部 6 0 は、始点 S P の座標と挿入エンドポイント E P との間の座標をもとに二つの点間の距離を計算することにより、椎弓根スクリューの長さの条件を決定する（ S 6 ）。椎弓根スクリューの長さは、始点の座標と挿入エンドポイントとの間の 3 D 空間上の距離と一致するか、これより所定の大きさだけさらに長い長さで選択されることができる。

【 0 0 6 1 】

以上説明したように、本発明は、C - a r m の画像に基づいてプローブを挿入するに伴い、スクリューの長さを決定することができるのみならず、プローブの挿入のために設定されたガイドを椎弓根スクリューを挿入するのに用いることができるので、手術を迅速かつさらに正確に行うことができる。

20

【 0 0 6 2 】

今まで本発明の実施形態を説明したが、本発明が属する技術分野の通常の知識を有する者は、本発明の技術的思想を逸脱しない範囲で、本発明の実施形態を変形したり置換することを理解することができる。したがって、本発明の保護範囲は、特許請求の範囲に記載された技術的思想とその均等物に及ぶものと理解されるべきである。

【 符号の説明 】

30

【 0 0 6 3 】

1 0 : C - a r m

2 0 : 挿入経路提供部

3 0 : 光学追跡装置

4 0 : 整合部

5 0 : ガイド装置

6 0 : スクリュー決定部

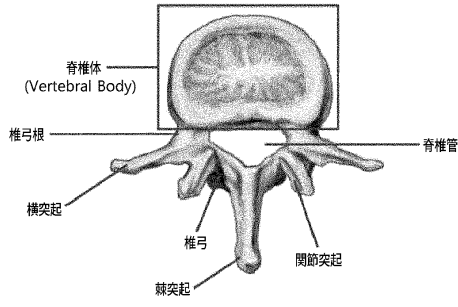
40

50

【 図 面 】

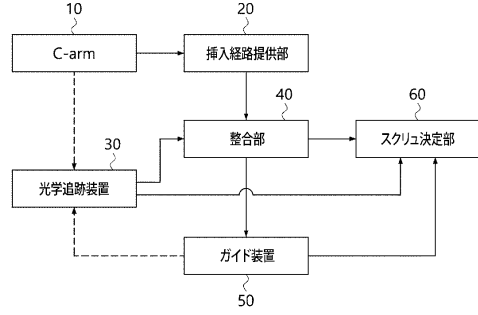
【 図 1 】

図 1 [5:1]



【 図 2 】

図 2 [5:2]

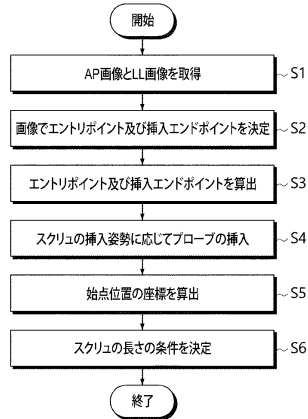


10

【 図 3 】

図 3

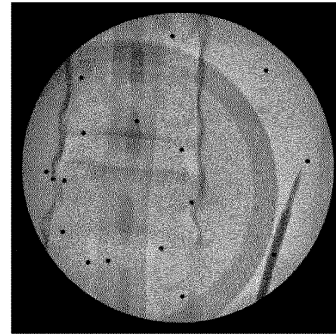
[5:3]



【 図 4 a 】

図 4a

[5:4a]



AP

20

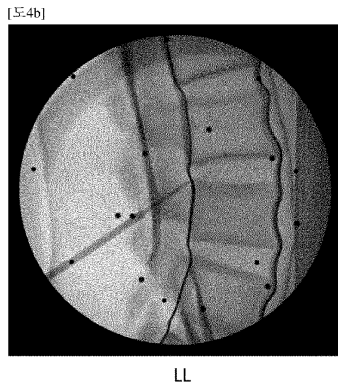
30

40

50

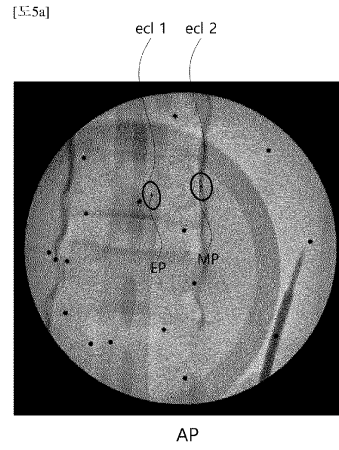
【 図 4 b 】

図 4b



【 図 5 a 】

図 5a

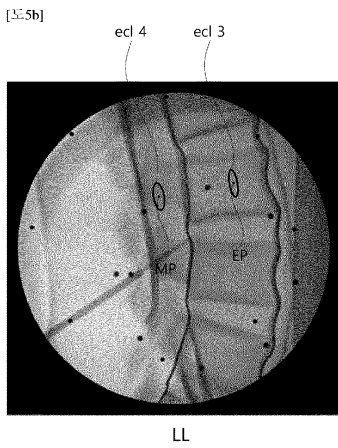


10

20

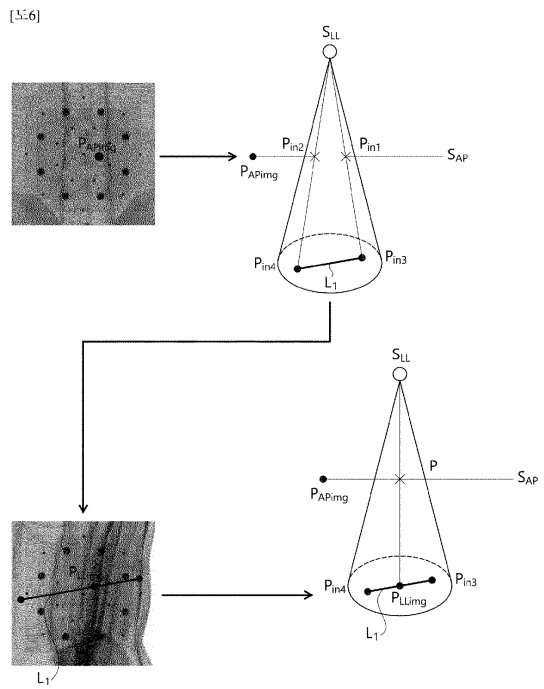
【 図 5 b 】

図 5b



【 図 6 】

図 6



30

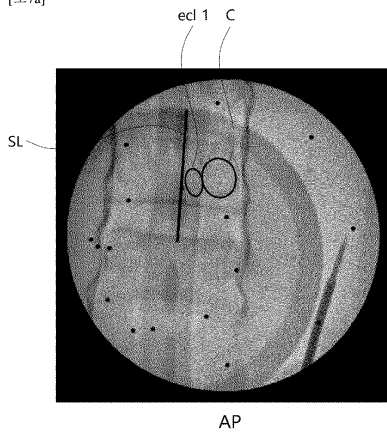
40

50

【 図 7 a 】

図 7a

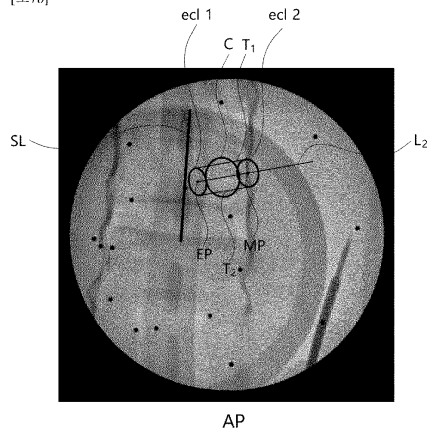
[図 7a]



【 図 7 b 】

図 7b

[図 7b]



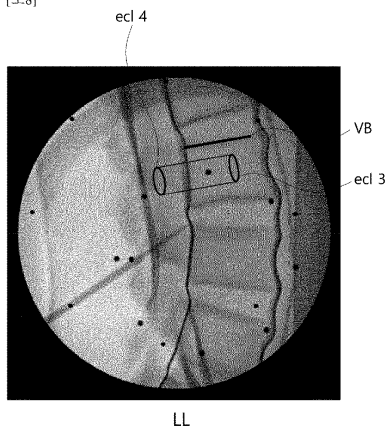
10

20

【 図 8 】

図 8

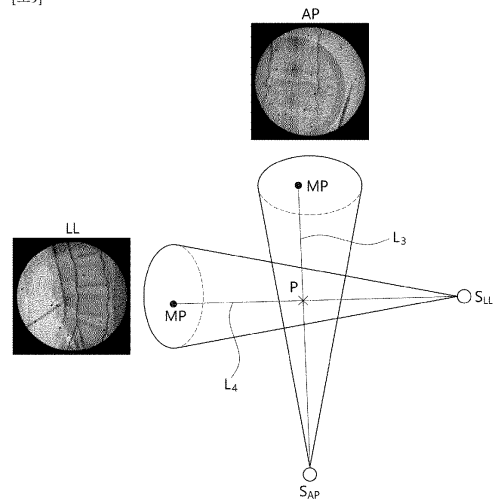
[図 8]



【 図 9 】

図 9

[図 9]



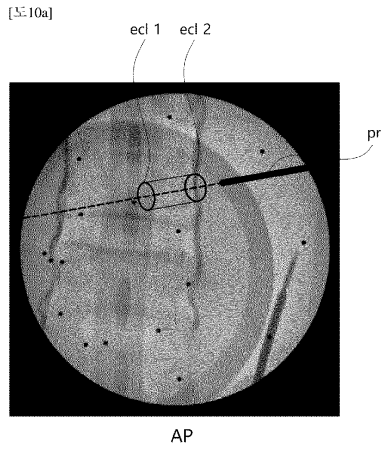
30

40

50

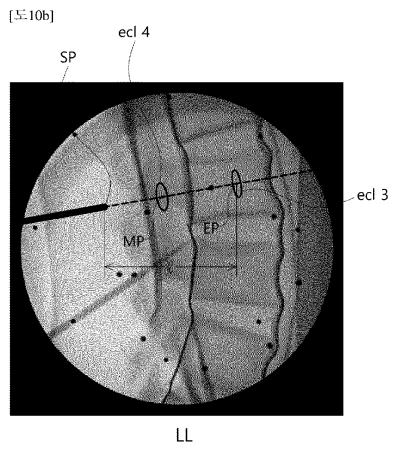
【 10 a 】

10a



【 10 b 】

10b



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- - 9 0 5

(72)発明者 ワン、スン・タク

大韓民国、03622、ソウル、ソデムン - グ、ムンワチョン - ギル、104、302ホ

(72)発明者 イ、ソン

大韓民国、06285、ソウル、ガンナム - グ、ヨンドン - デロ、220、7 - 1203

審査官 菊地 康彦

(56)参考文献 特開2018 - 079304 (JP, A)

特表2008 - 537496 (JP, A)

米国特許出願公開第2010 / 0241129 (US, A1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

A61B 34 / 10 - 34 / 20