

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号

特開2023-116743
(P2023-116743A)

(43)公開日 令和5年8月22日(2023.8.22)

(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

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全15頁)

(21)出願番号	特願2023-100449(P2023-100449)	(71)出願人	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)
(22)出願日	令和5年6月20日(2023.6.20)	(74)代理人	110001737 弁理士法人スズ工国際特許事務所
(62)分割の表示	特願2021-554669(P2021-554669))の分割	(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
原出願日	令和2年3月13日(2020.3.13)	(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
(31)優先権主張番号	10-2019-0028981		最終頁に続く
(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)		

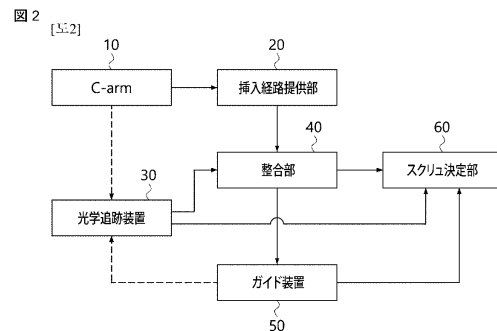
(54)【発明の名称】 椎弓根スクリューの固定プランニングシステム及び方法

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 C - a r mの画像に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。

【解決手段】 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、 C - a r m 10の画像を基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。椎弓根スクリューの固定プランニングシステムは、患者の脊椎の画像を撮影する C - a r mと、挿入姿勢に応じて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50と、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60と、を含む。プランニングの際に用いていた既存のCT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。

【選択図】 図2



【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 - a r m と、
前記 C - a r m を介して取得した A P (A n t e r i o r - P o s t e r i o r) の 2
D 画像及び L L (L a t e r a l - L a t e r a l) の 2 D 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、

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と、

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。

【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。

【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。

【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

10

20

30

40

50

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-arm機器を移動する場合、整合が再度行わなければならない。

【0005】

以上のように、CT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、CT撮影が長時間の放射線被ばくにより、人体に有害で、C-armの2D画像との整合が必要である短所もある。

【0006】

一方、C-arm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、AP(Anterior-Posterior)画像とLL(Lateral-Lateral)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。

10

【0007】

したがって、C-armの画像を基にプランニングを行う実務がないが、C-armは手術の過程で用いられる機器であるので、C-armの画像に基づくプランニングを行うと、3DのCT画像と2D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】

【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-armの画像に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。

20

【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-armと、C-armの画像上で椎弓根スクリューのエントリー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、前記エントリー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、前記エントリー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ー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。

30

【0010】

ここで、前記エントリーポイントはAP(Anterior-Posterior)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、前記エントリーポイントはLL(Lateral-Lateral)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。

40

【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-arm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-armの画像上に前記エントリー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。

50

【 0 0 1 3 】

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。

10

【 0 0 1 4 】

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、AP (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、LL (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。

【 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。

20

【 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CT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ュ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。

30

【 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。

【 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。

40

【 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。

【 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

50

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 10 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 10 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。 10

【発明を実施するための形態】

【0019】

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。

【0020】

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。

【0021】

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。 20

【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。 30

【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。

【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。 40

【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 50

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。

【 0 0 2 8 】

整合部 4 0 は、基準座標系を基準にエン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。

【 0 0 2 9 】

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。

10

【 0 0 3 0 】

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 1 3 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「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。

20

【 0 0 3 1 】

再び図 2 を参照すると、ガイド装置 5 0 は、エン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ユの挿入姿勢を決定し、これによりエン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 5 0 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 3 0 を媒介としてスクリユ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。

30

【 0 0 3 2 】

スクリユ決定部 6 0 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。

【 0 0 3 3 】

スクリユ決定部 6 0 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、椎弓根スクリユ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ユの総長さの合計値を表し、したがって椎弓根スクリユ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。

40

【 0 0 3 4 】

図 3 は、本発明の実施形態に係る椎弓根スクリユ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 4 a 乃至図 1 0 b は、本発明の実施形態に係る椎弓根スクリユ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。

【 0 0 3 5 】

図 3 乃至図 1 0 b 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ユの固定プランニングシステムの動作を説明する。

【 0 0 3 6 】

まず、C - a r m 1 0 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

50

る (S1)。C - arm 10 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 4 a 及び図 4 b 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 - arm 10 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)。

【0038】

図 5 a 及び図 5 b 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 5 a を参照すると、左側の楕円 (以下、第 1 楕円) $ec1_1$ 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) $ec1_2$ 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 $ec1_1$ 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エンドポイント E P 及びエントリポイント M P で代表することができる。

【0040】

図 5 b 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 E P を示し、左側の楕円 (以下、第 4 楕円) $ec1_4$ はエントリポイント M P を示す。図 5 a 及び図 5 b に示すエントリポイント M P 及び挿入エンドポイント E P は、互いに連動される所に位置する。

【0041】

図 6 を参照すると、A P 画像と L L 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、A P 画像上の任意の点 P_{APimg} 、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、L L 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 L L 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。A P 画像上の任意の点 P_{APimg} 、例えばエントリポイントに対応する L L 画像上のエントリポイント P_{LLimg} 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、A P 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、L L 画像上のエントリポイントの位置が一緒に修正される。

【0042】

挿入経路提供部 20 は A P 画像を表示して、施術者にエントリポイント P_{APimg} 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 L L 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_{LLimg} を選択することにより、A P 画像と L L 画像でのエントリポイント M P 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 M P を推奨して表示する方式などでエントリポイント M P のほかにも、挿入エンドポイント E P を表示することができる。

【0043】

このように、図 5 a、図 5 b 及び図 6 を介して説明した A P 画像と L L 画像との間のピクセル座標の整合は A P 画像及び L L 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 7 a 及び図 7 b は、A P 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。

【0045】

10

20

30

40

50

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L2上でエンリポイントMPが選択されることができ、挿入エンドポイントEPを過ぎて第2ラインL2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EP1、EP2といい、エンリポイントMPを過ぎて第2ラインL2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MP1、MP2というとき、EP1とMP1を結ぶラインT1とEP2とMP2を結ぶラインT2を得ることができる。

10

【0047】

AP画像から得られた二つの点 (EP1、EP2)_{AP}とこれに相応する方法でLL画像から得られる二つの点 (EP1、EP2)_{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EP1_{3d}、EP2_{3d}を決定し、空間座標を算出する。このように得られた空間座標上の二つの点EP1_{3d}、EP2_{3d}の間の距離を求めることにより、椎弓根スクリーンの直径を算出することができる。

20

【0048】

挿入エンドポイントEPを移動させると、第1楕円 $ec1_1$ の形状が変更され、これに連動して第2楕円 $ec1_2$ 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 $ec1_3$ とエンリポイントに対応する第4楕円 $ec1_4$ 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リ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リ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 $ec1_3$ 及び第4楕円の大きさ $ec1_4$ 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。

30

【0051】

LL画像でもAP画像と同じ方法でT1、T2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とエンリポイントMPを過ぎる第2ラインL2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。

【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リポイント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ーを認識して設定される。

40

【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リポイント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L3及び第4ラインL4の交差点PをエンリポイントMPに整合される空間座標で求めることができる。

【0054】

50

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、A P 画像及び L L 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 2 0 1 9 - 0 0 2 8 5 9 2 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 A P 画像や L L 画像に置き換えることができる。

【 0 0 5 5 】

ガイド装置 5 0 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、これに伴って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 (S 4) 。

10

【 0 0 5 6 】

医療用ロボットにおいては、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 (g r i p p e r) 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、エントリ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 5 0 など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) 。

20

【 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。

30

【 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。

40

【 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 】

【 0 0 6 3 】

1 0 : C - a r m

50

20 : 挿入経路提供部
 30 : 光学追跡装置
 40 : 整合部
 50 : ガイド装置
 60 : スクリュー決定部

【0064】

以下に、原出願の当初の特許請求の範囲に記載された発明を付記する。

[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 - 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、

10

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。

20

[2]

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を特徴と
 する[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。

[3]

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を
 特徴とする[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。

[4]

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、

30

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[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。

[5]

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を特徴とする[
 1]乃至[4]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。

40

[6]

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プロ

50

ープ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。

[7]

前記Bステップにおいて、前記エントリーポイントは、AP (Anterior - Posterior) 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を特徴とする [6] に記載の椎弓根スクリューの固定プランニング方法。

10

[8]

前記Bステップにおいて、前記エントリーポイントは、LL (Lateral - Lateral) 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を特徴とする [6] に記載の椎弓根スクリューの固定プランニングの方法。

[9]

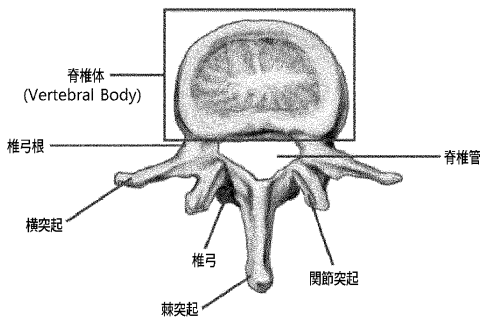
前記Bステップにおいて、施術者がユーザーインターフェイスを介して前記C - arm の画像上に前記エントリーポイント及び前記挿入エンドポイントを選択することを特徴とする [6] 乃至 [8] の中のいずれか一項に記載の椎弓根スクリューの固定プランニング方法。

20

【 図 面 】

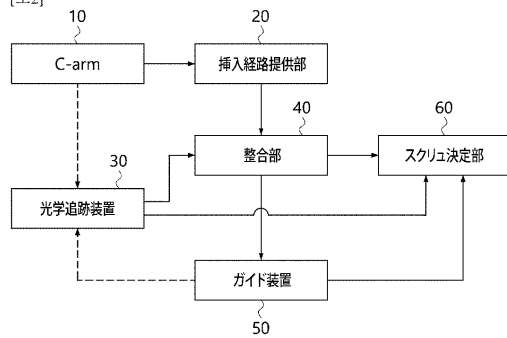
【 図 1 】

図 1 [5:1]



【 図 2 】

図 2 [5:2]



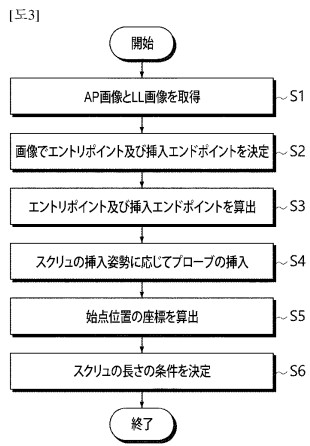
30

40

50

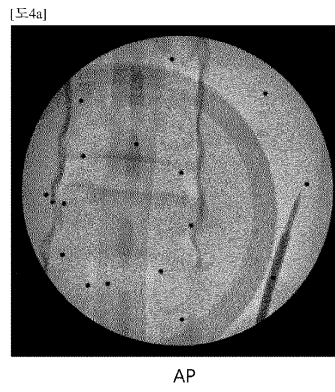
【 図 3 】

図 3



【 図 4 a 】

図 4a

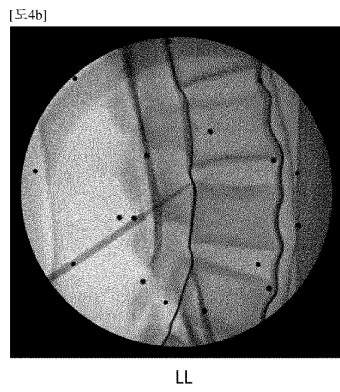


10

20

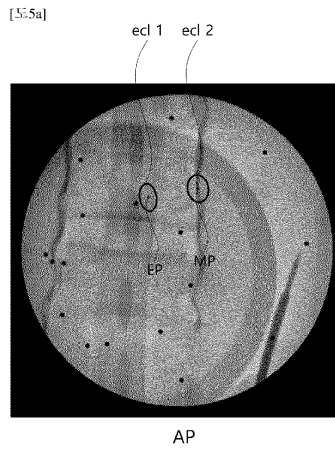
【 図 4 b 】

図 4b



【 図 5 a 】

図 5a



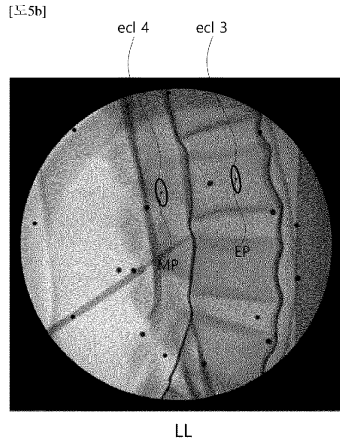
30

40

50

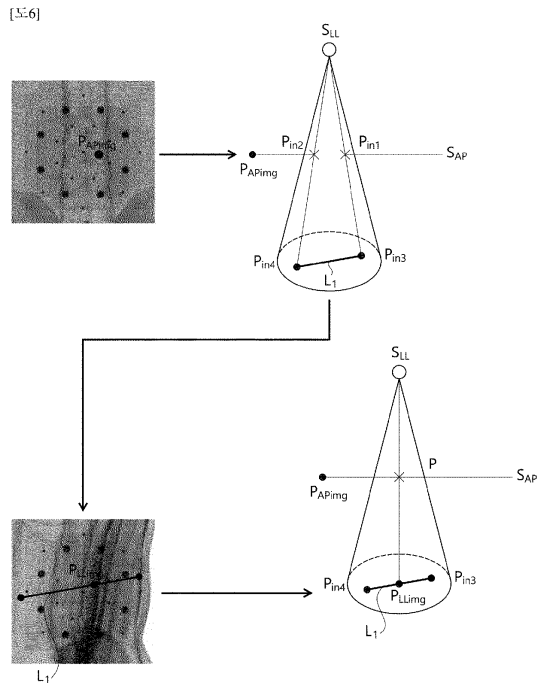
【 図 5 b 】

図 5b



【 図 6 】

図 6

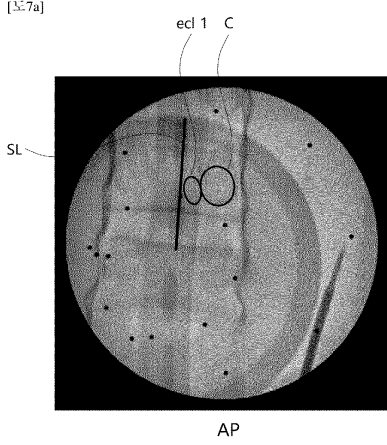


10

20

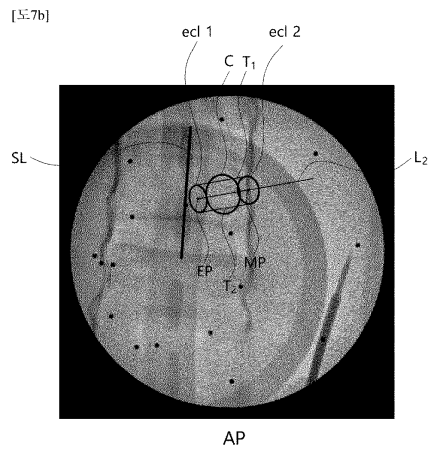
【 図 7 a 】

図 7a



【 図 7 b 】

図 7b



30

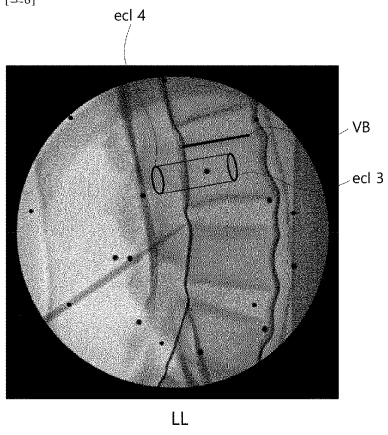
40

50

【 図 8 】

図 8

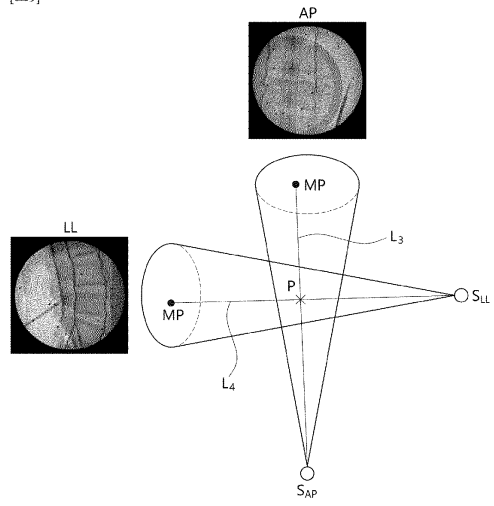
[図8]



【 図 9 】

図 9

[図9]



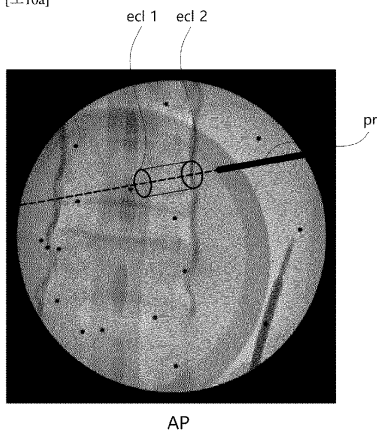
10

20

【 図 10 a 】

図 10a

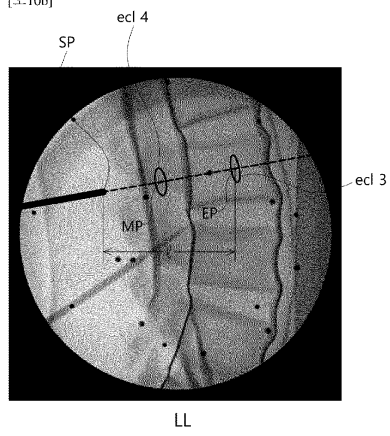
[図10a]



【 図 10 b 】

図 10b

[図10b]



30

40

50

フロントページの続き

ー - 9 0 5

(72)発明者 ワン、スン・タク

大韓民国、0 3 6 2 2、ソウル、ソデムン - グ、ムンワチョン - ギル、1 0 4、3 0 2ホ

(72)発明者 イ、ソン

大韓民国、0 6 2 8 5、ソウル、ガンナム - グ、ヨンドン - デロ、2 2 0、7 - 1 2 0 3