

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2018-521711

(P2018-521711A)

(43) 公表日 平成30年8月9日(2018.8.9)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 34/10 (2016.01)	A 6 1 B 34/10	4 C 0 9 3
A 6 1 B 6/03 (2006.01)	A 6 1 B 6/03 3 7 7	4 C 0 9 6
A 6 1 B 5/055 (2006.01)	A 6 1 B 6/03 3 6 0 Q	4 C 1 6 0
G O 1 T 1/161 (2006.01)	A 6 1 B 5/05 3 9 0	4 C 1 8 8
A 6 1 B 8/14 (2006.01)	G O 1 T 1/161 D	4 C 6 0 1
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 16 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2017-557960 (P2017-557960)
 (86) (22) 出願日 平成28年5月6日 (2016.5.6)
 (85) 翻訳文提出日 平成29年12月21日 (2017.12.21)
 (86) 国際出願番号 PCT/NL2016/050327
 (87) 国際公開番号 W02016/178579
 (87) 国際公開日 平成28年11月10日 (2016.11.10)
 (31) 優先権主張番号 2014772
 (32) 優先日 平成27年5月6日 (2015.5.6)
 (33) 優先権主張国 オランダ (NL)

(71) 出願人 511118252
 エラスムス ユニバーシティ メディカル
 センター ロッテルダム
 Erasmus University
 Medical Center Rott
 erdam
 オランダ国 ロッテルダム ドクトル モ
 レワテルプレイン 50
 Dr. Molewaterplein 5
 0, Rotterdam The Net
 herlands
 (74) 代理人 100084412
 弁理士 永井 冬紀
 (74) 代理人 100169018
 弁理士 網屋 美湖

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 脊椎ナビゲーション方法、脊椎ナビゲーションシステムおよびコンピュータプログラム製品

(57) 【要約】

本発明は脊椎ナビゲーション方法に関する。この方法は、被験者の脊椎のMRI、X線またはCTに基づいて得られた2次元画像を用意する工程と、超音波イメージング装置を前記被験者の脊椎の上に用いて超音波2次元画像を生成する工程とを備える。さらに、この方法は、前記超音波2次元画像を前記MRI、X線またはCTに基づいて得られた2次元画像に一致させる工程と、前記MRI、X線またはCTに基づいて得られた2次元画像中の脊椎プロフィルの予め指定されたセグメントを前記超音波2次元画像中の対応するセグメントに関係付ける工程とを備える。

【選択図】なし

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

脊椎ナビゲーション方法であって、

- 被験者の脊椎のMRI、X線またはCTに基づいて得られた2次元画像を用意する工程と、
- 超音波イメージング装置を前記被験者の脊椎の上に用いて超音波2次元画像を生成する工程と、
- 前記超音波2次元画像を前記MRI、X線またはCTに基づいて得られた2次元画像に一致させる工程と、
- 前記MRI、X線またはCTに基づいて得られた2次元画像中の脊椎プロフィルの予め指定されたセグメントを前記超音波2次元画像中の対応するセグメントに関係付ける工程と

10

を備える脊椎ナビゲーション方法。

【請求項 2】

請求項1に記載の脊椎ナビゲーション方法において、

前記超音波画像を前記MRI、X線またはCTに基づいて得られた2次元画像に一致させる工程は、

- 前記MRI、X線またはCTに基づいて得られた2次元画像上の複数の脊椎突起の外側輪郭をたどってMRI、X線またはCT脊椎プロフィルを生成するサブ工程と、
- 前記超音波画像上の複数の脊椎突起の外側輪郭をたどって超音波脊椎プロフィルを生成するサブ工程と、
- 前記超音波脊椎プロフィルを前記MRI、X線またはCT脊椎プロフィルに適合させるサブ工程と

20

を備える脊椎ナビゲーション方法。

【請求項 3】

請求項1または2に記載の脊椎ナビゲーション方法において、

前記MRI、X線またはCTに基づいて得られた画像は単一または複数のラベルされた突起を含む脊椎ナビゲーション方法。

【請求項 4】

請求項1～3のいずれか一項に記載の脊椎ナビゲーション方法において、

30

さらに、前記MRI、X線またはCTに基づいて得られた画像中の対応する予め指定されたセグメントに関係付けられている前記超音波画像中のセグメントを可視化することを含む脊椎ナビゲーション方法。

【請求項 5】

請求項1～4のいずれか一項に記載の脊椎ナビゲーション方法において、

前記生成する工程、前記一致させる工程および前記関係付ける工程は反復して実行される脊椎ナビゲーション方法。

【請求項 6】

請求項1～5のいずれか一項に記載の脊椎ナビゲーション方法において、

40

さらに、前記MRI、X線またはCTに基づいて得られた2次元画像中の脊椎プロフィルの予め指定されたセグメントを、前記被験者の脊椎に対する前記超音波イメージング装置の位置に関係付ける工程を備える脊椎ナビゲーション方法。

【請求項 7】

請求項6に記載の脊椎ナビゲーション方法において、

前記関係付ける工程は、前記予め指定されたセグメントと、前記被験者の脊椎に対する超音波イメージング装置の実際の位置との間の距離を決定することを含む脊椎ナビゲーション方法。

【請求項 8】

請求項6または7に記載の脊椎ナビゲーション方法において、

前記超音波イメージング装置を前記脊椎上で移動させる工程と、

50

前記超音波イメージング装置の位置を前記予め指定されたセグメントに繰り返し関係付ける工程と
を含む脊椎ナビゲーション方法。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の脊椎ナビゲーション方法において、

前記移動させる工程は、前記予め指定されたセグメントと前記超音波イメージング装置の実際の位置との間の距離が予め定義されたオフセット値より小さくなるまで実行される脊椎ナビゲーション方法。

【請求項 10】

請求項 8 または 9 に記載の脊椎ナビゲーション方法において、

前記予め指定されたセグメントと前記超音波イメージング装置の実際の位置との間の距離が予め定義されたオフセット値よりも小さいときに報知信号を生成する工程を含む脊椎ナビゲーション方法。

【請求項 11】

請求項 1 ~ 10 のいずれか一項に記載の脊椎ナビゲーション方法において、

前記 M R I、X 線または C T に基づいて得られた 2 次元画像中の脊椎プロフィルの前記予め指定されたセグメントは脊椎突起または連続する脊椎突起同士の間のスポットの外側輪郭である脊椎ナビゲーション方法。

【請求項 12】

請求項 1 ~ 11 のいずれか一項に記載の脊椎ナビゲーション方法において、

さらに、前記被験者の脊椎の上の皮膚上に前記超音波イメージング装置の位置を印付けする工程を含む脊椎ナビゲーション方法。

【請求項 13】

被験者の脊椎の超音波 2 次元画像を生成するための超音波イメージング装置と、
コンピューティングシステムとを備え、
前記コンピューティングシステムは、

- 前記被験者の脊椎の M R I、X 線または C T に基づいて得られた 2 次元画像を用意する工程と、
- 前記超音波 2 次元画像を、前記被験者の脊椎の前記 M R I、X 線または C T に基づいて得られた 2 次元画像に一致させる工程と、
- 前記 M R I、X 線または C T 画像中の脊椎プロフィルの予め指定されたセグメントを前記超音波 2 次元画像中の対応するセグメントに関係付ける工程と

を実行する
脊椎ナビゲーションシステム。

【請求項 14】

請求項 13 に記載の脊椎ナビゲーションシステムにおいて、

前記超音波イメージング装置は手持ち式ユニットである脊椎ナビゲーションシステム。

【請求項 15】

請求項 13 または 14 に記載の脊椎ナビゲーションシステムにおいて、

前記超音波イメージング装置は、超音波イメージング装置の位置を前記被験者の腰椎の上の皮膚に印付けするための印付けユニットを含む脊椎ナビゲーションシステム。

【請求項 16】

請求項 13、14 または 15 に記載の脊椎ナビゲーションシステムにおいて、

さらに、前記 M R I、X 線または C T 画像上の前記セグメントを予め指定するためのユーザーインターフェースを含む脊椎ナビゲーションシステム。

【請求項 17】

請求項 13 ~ 16 のいずれか一項に記載の脊椎ナビゲーションシステムにおいて、

さらに、前記 M R I、X 線または C T 2 次元画像および / または前記超音波画像を表示するためのディスプレイを含む脊椎ナビゲーションシステム。

【請求項 18】

10

20

30

40

50

脊椎ナビゲーションのためのコンピュータプログラム製品であって、前記コンピュータ製品は、

- 被験者の脊椎のMRI、X線またはCTに基づいて得られた2次元画像を用意する工程と、
- 超音波イメージング装置を前記被験者の脊椎上に用いて超音波2次元画像を生成する工程と、
- 前記超音波2次元画像を前記MRI、X線またはCTに基づいて得られた2次元画像に一致させる工程と、
- 前記MRI、X線またはCTに基づいて得られた2次元画像中の脊椎プロフィルの予め指定されたセグメントを前記超音波2次元画像中の対応するセグメントに関係付ける工程と

を含むプロセスをプロセッサに実行させるコンピュータ読み取り可能なコードを含むコンピュータプログラム製品。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は脊椎ナビゲーション方法に関する。

【背景技術】

【0002】

臨床実務で判明しているように、腰椎の手術の1～3%の事例において、手術用進入口が意図している位置から逸脱してしまい、合併症を引き起こしている。腰椎手術用の進入口の位置は、一般に、解剖学的ランドマーク構造の触診により特定されるか、またはX線により特定される。しかしながら、解剖学的ランドマーク構造の触診は、例えば脂肪組織および/または逸脱した腰椎のせいで、常に正確に実行可能であるとは言えない。一方、移動式X線装置は高価である。加えて、移動式X線装置は手術室内で操作するのが容易ではなく、患者およびスタッフが有害なX線ビームに曝される。

【0003】

また、MRI装置またはCT装置のような比較的に高解像度の画像を生成する他の画像生成装置は高価であり、かつ大型である。

【発明の概要】

【0004】

本発明の目的は、正確であり、かつ手術室内において容易に利用可能である脊椎ナビゲーション方法を提供することである。この目的のために、本発明の一態様に従う脊椎ナビゲーション方法は、MRI、X線またはCTに基づいて得られた被験者の脊椎の2次元画像を用意する工程と、前記被験者の脊椎に対して超音波イメージング装置を用いて超音波2次元画像を生成する工程と、前記超音波2次元画像を前記MRI、X線またはCTに基づいて得られた2次元画像と一致させる工程と、前記MRI、X線またはCTに基づいて得られた2次元画像上の予め指定されたセグメントを前記超音波2次元画像における対応するセグメントに関係付ける工程とを包含する。

【0005】

超音波イメージング技術を適用し、得られた超音波2次元画像を予め生成された手術前のMRI、X線またはCTに基づいて得られた2次元画像と一致させることにより、前記MRI、X線またはCTに基づいて得られた脊椎プロフィルの予め指定されたセグメントを超音波2次元画像における対応するセグメントに関係付けることが可能である。それによりMRI、X線またはCT技術の相対的に高い正確さを、コンパクトで使用しやすい超音波イメージング装置とともに利用することができる。その結果、大型で潜在的には有害な、移動式MRI、X線またはCTイメージング装置あるいは固定式MRI、X線またはCTイメージング装置が手術室内でもはや必要とされなくなる。一方で、腰椎手術等の脊椎手術において、要求される正確さで、予め指定された進入位置を決定することができる。MRI、X線またはCTに基づいて得られた画像中の脊椎プロフィルの予め指定された

10

20

30

40

50

セグメントを超音波２次元画像中の対応するセグメントに関係付けると、超音波画像中の脊椎の輪郭が認識可能となる。一例として、MRI、X線またはCTに基づいて得られた画像との関係付けが確立されるならば、超音波画像中の脊椎突起の特定の高さ、名称またはラベルが認識可能である。

【０００６】

本発明は、また、脊椎ナビゲーションシステムに関する。

【０００７】

さらに、本発明はコンピュータプログラム製品に関する。コンピュータプログラム製品は、フラッシュメモリ、CDまたはDVDのようなデータキャリアに記憶された一組のコンピュータ実行可能な指示を含んでもよい。このコンピュータ実行可能な指示の組は、プログラム可能なコンピュータが上述の方法を実行できるようにしてもよいが、遠隔サーバー、例えばインターネットから、例えばアプリ（app）としてダウンロードして入手してもよい。

10

【０００８】

本発明の他の有利な実施の形態が特許請求の範囲に記載されている。

【０００９】

単なる例示として、本発明の実施の形態が添付図面を参照して以下に説明される。

【図面の簡単な説明】

【００１０】

【図１】図１はヒト腰椎の概略側断面図である。

20

【図２】図２は腰椎のX線画像を示す図である。

【図３】図３は本発明の脊椎ナビゲーションシステムを示す図である。

【図４】図４は被験者の脊椎の超音波画像を示す図である。

【図５】図５はX線画像と超音波画像が一致していることを示す図である。

【図６】図６は本発明の方法の一実施の形態を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【００１１】

これらの添付図面は、単に本発明の好適な一実施の形態を図示するものである。図中、同じ参照符号は同等または相当する部分を示す。

30

【００１２】

図１はヒト腰椎１の概略側断面図であり、ヒト腰椎１は中枢神経２、より正確には馬尾（cauda equine）を有する腰椎嚢（lumbar sac）と、複数の脊椎突起３a～dとを含み、脊椎突起３a～dは中枢神経２から後方に被験者の背中の皮膚４の方へ延在する。さらに、腰椎１は複数の椎間板５a～cを含み、これらは中枢神経２から脊椎突起３a～dとは反対側に延在している。滑脱ヘルニア症の椎間板５bのせいで、中枢神経２が変形を受けて静的圧力下にある、生理的症状を引き起こしている。

【００１３】

滑脱ヘルニア症椎間板の治療は、例えば神経外科医または整形外科医による腰椎手術により行うことができる。この手術は、手術装置１０を用いて、２つの脊椎突起３の間、側断面図においてＬ３脊椎突起３bとＬ４脊椎突起３cの間の腰椎１に接近することにより行われる。しかしながら、腰椎１への進入は、滑脱ヘルニア症椎間板５bの位置によっては、他の脊椎突起３の間、例えばＬ４とＬ５の間、またはＬ５とＳ１の間で行うこともあり得る。診断目的では、MRI画像を生成して椎間板の位置を分析し、髄核ヘルニア（Hernia Nuclei Pulposi、HNP）が存在するか否かを特定する。

40

【００１４】

図２は腰椎１のX線画像２０を示す図である。このX線画像は脊椎ナビゲーションのために生成され、手術において進入点を決定するのに用いられる。なお、X線画像の代わりに、他の２次元画像を、例えばCTイメージングまたは２D、３Dまたは４DMRIのようなMRIイメージングに基づいて生成することも可能である。図２において、椎体の中央を貫き椎体の位置を維持するバーが設けられている模型の腰椎１のX線画像が示されて

50

いる。

【 0 0 1 5 】

図 3 は本発明の脊椎ナビゲーションシステム 3 4 を示す図である。このシステム 3 4 は超音波イメージング装置 3 5 と、処理工程を実行するためのコンピューティングシステム 3 7 とを備える。超音波イメージング装置 3 5 は、被験者の背中の皮膚 4 に対して配置される手持ち式ユニットとして実装される。この手持ち式ユニットは、皮膚 4 に沿って、腰椎 1 に実質的に平行な、一次元移動方向 M に移動させることができる。図示の実施の形態では、超音波イメージング装置 3 5 は印付けユニット 3 6 を備え、被験者の腰椎 1 の上の皮膚 4 上に超音波イメージング装置の位置を印付けすることができるようにしている。コンピューティングシステム 3 7 は、処理工程を実行するためのプロセッサ 3 8 を備えると

10

【 0 0 1 6 】

脊椎ナビゲーションシステム 3 4 を使用している間、MRI、X 線または CT に基づいて得られた 2 次元画像、例えば被験者の腰椎 1 の X 線画像 2 0 が、上述のようにして、好ましくは DICOM 方式で提供される。本実施の形態において、X 線 2 次元画像 2 0 の生成は、実際の手術プロセスに先立って、例えば 2 週間程度前に行って手術前の画像を用意し、脊椎ナビゲーション方法を支援している。X 線画像 2 0 を生成するために、被験者に X 線ビームが照射される。この照射は、通常、別の X 線画像記録室において専用装置を用いて行われる。この X 線画像記録室は有害な X 線ビームから人々を保護するための保護手段が設けられている。

20

【 0 0 1 7 】

ついで、手持ち式超音波イメージング装置 3 5 を用いて被験者の腰椎 1 の超音波 2 次元画像 3 0 が生成される。超音波イメージングの間、被験者は手術室内にいてもよく、随意に手術台の上にさえいてもよいが、これは超音波装置 3 5 が手持ち式であるおかげである。手持ち式ユニット 3 5 は 1 個または複数個の超音波振動子を備え、超音波を送信し、被験者の腰椎 1 と相互作用した超音波を受信できる。図示の実施の形態では、超音波イメージング装置 3 5 は反射型である。しかしながら、原則的には、透過型超音波イメージング装置も利用可能である。超音波 2 次元画像 3 0 は送受信された超音波に基づいて生成される。この生成プロセスは手持ち式ユニット 3 5 内で実行されるか、あるいは別途、例えばコンピューティングシステム 3 7 内で実行される。いずれにしても、超音波画像 3 0 は、さらなる処理工程のために、例えば送信線 3 3 を介してコンピューティングシステム 3 7 で取得可能とされる。

30

【 0 0 1 8 】

図 4 は被験者の腰椎 1 の超音波画像 3 0 を示す図である。一般に、超音波画像 3 0 中の腰椎構造体は対応する X 線画像 2 0 中の腰椎構造体よりも不鮮明である。図示の実施の形態では、印付けユニット 3 6 は超音波画像 3 0 中で見ることができる。

【 0 0 1 9 】

次の工程として、プロセッサ 3 8 は超音波画像 3 0 を被験者の腰椎の X 線画像 2 0 に一致させる。

40

【 0 0 2 0 】

図 5 は X 線画像 2 0 と超音波画像 3 0 とが一致していることを示す図である。この場合、画像 2 0 と画像 3 0 は、図 2 および図 4 に示す図を写したものである。図 5 の左側は X 線画像 2 0 を示す。本発明の一態様では、X 線脊椎プロフィール 4 1 の生成は X 線画像 2 0 上の複数の脊椎突起 3 a ~ c の外側輪郭をたどって行われる。同様に、超音波脊椎プロフィール 4 2 の生成は、超音波画像 3 0 上の複数の脊椎突起の外側輪郭をたどって行われる。図 5 の右側には、脊椎プロフィール 4 1、4 2 の両方が示されている。ついで、超音波脊椎プロフィール 4 2 が X 線脊椎プロフィール 4 1 に適合させられる。この適合は、最小二乗法のような何らかの最適化を用いて、両プロフィールが最大の相関を有するまで、超音波脊椎プ

50

ロフィル 4 2 を X 方向および / または Y 方向にシフトすることにより行われる。

【 0 0 2 1 】

X 線脊椎プロフィール 4 1、より一般的には、MRI、X 線または CT に基づいて得られた脊椎プロフィール、並びに対応する超音波脊椎プロフィール 4 2 は、完全な脊椎プロフィールを含んでいてもよく、あるいはその骨構造、すなわち突起または多数の連続する突起の少なくとも一部分に相当する最少部分を含んでいてもよい。好ましくは、脊椎突起間の非骨構造は両脊椎プロフィール 4 1、4 2 を相関させるためには使用されない。その理由は、これらのスペースは患者の姿勢の変化により変動することがあるからである。複数の突起の場合、脊椎プロフィール 4 1、4 2 は、一連の分離した連続する突起の輪郭から構成されていてもよい。さらに、脊椎プロフィール 4 1、4 2 は単一の脊椎突起の外側輪郭をたどるようにし、あるいは複数の脊椎突起、例えば特定の脊椎突起および / またはそれに続く脊椎突起、の外側輪郭をたどるようにし、それにより一致させるプロセスの信頼性を向上させるようにしてもよい。

10

【 0 0 2 2 】

MRI、X 線または CT に基づいて得られた 2 次元画像 2 0 を超音波 2 次元画像 3 0 に一致させる工程は、数理的スキームを用いて、例えば、ピング・ジアン他著「ガウス混合モデルを用いた頑健な点群レジストレーション手法」IEEE トランザクションズ オン パターン アナリシス アンド マシン インテリジェンス、第 3 3 巻第 8 号、2 0 1 1 年 8 月、第 1 6 3 3 ~ 1 6 4 5 頁 (“ Robust Point Set Registration Using Gaussian Mixture Models ” by Bing Jian et al. in IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence, Vol. 33, No. 8, August 2011, pages 1633 - 1645) の論文に記載されているガウス混合モデルを用いて実行することができる。

20

【 0 0 2 3 】

さらに、MRI、X 線または CT 脊椎プロフィール 4 1 を生成する工程と超音波脊椎プロフィール 4 2 を生成する工程の実行は標準的なパターン認識モデルを用いて行うことができる。これらのパターン認識モデルには、セグメンテーション、例えば、自然画像におけるエッジ検出のために導入されたいわゆる構造化フォレストフレームワーク (structure forest framework) が含まれる。この構造化フォレストフレームワークは、ピョートル・ドラールと C . ローレンス・ジトニック著、「迅速なエッジ検出のための構造化フォレスト」、2 0 1 3 IEEE インターナショナル コンフェレンス オン コンピュータ ビジョン 第 1 8 4 1 ~ 1 8 4 8 頁、IEEE、2 0 1 3 年 1 2 月号 (“ Structured Forest for Fast Edge Detection ” by Piotr Dollár and C. Lawrence Zitnick in 2013 IEEE International conference on Computer Vision, pages 1841 - 1848, IEEE, Dec 2013) の論文に記載されている。あるいはまた、例えばそれぞれの画像と相互作用するユーザーインタフェースを用いることによって、ユーザーが両プロフィールの少なくとも 1 つを形成してもよい。

30

40

【 0 0 2 4 】

次の工程として、X 線画像 2 0 中の脊椎プロフィールの予め指定されたセグメント 2 1 が、超音波 2 次元画像中の対応するセグメントに関係付けられる。一般に、それぞれの突起のラベルまたは名称、例えば L 3 または L 4、は知られているので、超音波画像中にどの突起が存在しているか否かも知られる。すなわち、同じ高さ、ラベルまたは名称をその超音波画像中の関係付けられた突起に割り当てることができる。ついで、どの椎体が超音波イメージング装置によりイメージングされているかが知られる。予め指定されたセグメント 2 1 は特定の脊椎突起、複数の特定の脊椎突起または下記のユーザーにより指定された位置を含んでいてもよい。

50

【 0 0 2 5 】

好ましくは、MRI、X線またはCTに基づいて得られた画像はL5またはS1のようにラベルされた単一もしくは複数の突起を含む。MRI、X線またはCTに基づいて得られた画像中に含まれる突起のラベル付けは、例えば事前に入力された脊椎データもしくはライブラリ中の脊椎データに基づいて、例えばシステムのユーザーが突起を特定することにより、または自動的に突起を特定することにより、行うことができる。

【 0 0 2 6 】

好ましくは、超音波2次元画像中の関係付けられたセグメントの視覚化は、例えばこのセグメントを強調（ハイライト）することにより、このセグメントにポインタを表示することにより、または超音波画像にラベル情報を含めることによって行われる。追加的にまたは代替的に、可聴信号、可視信号または可触信号を生成してユーザーにMRI、X線またはCTに基づいて得られた画像中の脊椎プロファイルの予め指定されたセグメントが超音波画像中の対応するセグメントに関係付けられたことを知らせるようにしてもよい。

10

【 0 0 2 7 】

さらに、本方法は、MRI、X線またはCTに基づいて得られた画像中の脊椎プロファイルの予め指定されたセグメントを、被験者の腰椎1に対する超音波イメージング装置の位置に関係付ける工程を備えていてもよい。この関係付けは、例えば超音波イメージング装置35上の印付けユニット36の位置を超音波画像30上に可視化してマッピングすることにより（図4参照）実行することができる。あるいはX線画像20上の対応する位置36'に対する超音波画像上の他の参照点をマッピングすることにより実行することができる。ついで、この対応する印付け位置36'と予め指定されたセグメント21との間のオフセット（離隔距離）Dを決定し、それによりX線画像20上の予め指定されたセグメント21と被験者の腰椎1に対する超音波イメージング装置35の実際の位置との間の距離を決定することができる。

20

【 0 0 2 8 】

あるいはまた、外科医が触診し、MRI、X線またはCTに基づいて得られた画像中の既知の高さに関係付けられた、ある高さからカウントすることにより他の脊椎の高さを見出し、好ましくは、ユーザーにより指定され、例えば、外科医により手術用の所望の進入位置が指定される。好適な一実施の形態では、脊椎ナビゲーションシステム34は、例えばコンピュータのマウスを使用して、X線画像20上にセグメント21を予め指定するためのユーザーインターフェースを備えている。さらに、脊椎ナビゲーションシステム34は、X線画像20および/または超音波画像30を表示するためのディスプレイを備えていると有利である。このプロセスの間、X線画像20をディスプレイ上に描画することが可能であり、外科医は、腰椎に接近することが望まれる2つの脊椎突起の間の進入場所を指摘することができる。

30

【 0 0 2 9 】

実地では、超音波画像生成工程、両画像を一致させる工程、および予め指定されたセグメント21を超音波イメージング装置の位置に関係付ける工程の実行は、例えば超音波イメージング装置35を腰椎1に沿って、主に腰椎1の向きに平行な移動方向Mに移動させることによって、繰り返し行うことができる。ついで、脊椎ナビゲーションシステム34のユーザーは、イメージング装置35が予め指定されたセグメント21に向かって移動しているか、またはこれから遠ざかって移動しているかを測定してこの予め指定されたセグメント21を見出すことができる。

40

【 0 0 3 0 】

原則として、超音波イメージング装置は、予め指定されたセグメント21と実際の超音波イメージング装置の位置との間の距離Dが予め定義されたオフセット値よりも小さくなるまで、腰椎1に実質的に平行な1次元方向Mに沿って移動またはスワイプさせることができる。

【 0 0 3 1 】

超音波画像は1次元方向に移動されるので、MRI、X線またはCTに基づいて得られ

50

た画像と超音波画像が一致しさえすれば、オフセット値Dを決定するプロセスは1次元の計算問題となる。したがって、オフセット値Dは比較的容易に計算することができる。

【0032】

さらに、この距離が予め定義されたオフセット値よりも小さくなると報知信号、例えば可聴信号、可視信号または可触信号を生成して、ユーザーに予め指定されたセグメント21が到達したことを報知できるようにしてもよい。このように、超音波イメージング装置の位置が予め指定されたスポットに近いまたは同じスポットであることの観測は、ディスプレイ上の一一致した表示(v i e w)を検分することによって、または自動的に実行することができる。ナビゲーションシステム34を使用することによって、予め指定されたセグメント21がX線画像20と超音波イメージング装置35を用いて被験者の皮膚4上に投影される。

10

【0033】

MRI、X線またはCTに基づいて得られた2次元画像中の脊椎プロフィルの予め指定されたセグメントは、特定の脊椎突起の外側輪郭であってもよい。ついで、本システムのユーザーは、特定の脊椎突起、さらに詳しくはMRI、X線またはCTに基づいて得られた2次元画像中の脊椎突起の高さを超音波画像中の対応するセグメントに関係付けることができ、そして随意に、被験者のイメージングされた脊椎に対する超音波イメージング装置の位置に関係付けることができる。また、続く脊椎突起の間の手術用進入点を決定することができる。

【0034】

20

ついで、ユーザーは印付けユニット36を用いて被験者の皮膚4上に位置を印付けすることができる。

【0035】

上述の脊椎ナビゲーション方法は手術用進入点を示すのに使用できるだけでなく、手術中の通過点または同定点を示すのにも使用できる。一例として、脊椎ナビゲーション方法は、いわゆる筋膜、すなわち筋肉と脊椎突起とを覆う層、に到達するときに適用して、特に比較的厚い皮下脂肪層を持つ被験者の場合、不正確な方向で組織深くまでたどってしまうことを防止することができる。後者の場合、触診は不可能であると考えられる。筋膜に接近するときに脊椎ナビゲーションを適用する過程で、超音波イメージング装置が無菌的に掛けられる。ついで、患者の皮膚が切開された後に再度脊椎ナビゲーション方法を用い、例えばより高品質の画像を得たり、および/または肥満した患者の場合に位置を確かめたりして、皮膚を切開した後に誤った方向をたどることを防止することができる。上述の脊椎ナビゲーション方法は既知のいくつかの煩雑な方法の代替方法として用いることができる。これら既知の方法は、無菌的に掛けられたCアークを所定の位置に置き、筋膜の層に到達したときにさらなるX線画像を作成し、滅菌インクを注入し、インクの道をたどって筋膜までさらに切開し、または滅菌腰椎穿刺針を正しい脊椎突起の間の位置に置くことを含む。

30

【0036】

さらに、一致させる工程は種々の択一的な態様で実行することができる。一例として、2次元X線画像20および超音波画像30は部分的にまたは完全に相互にマッピングして最適の相関を得ることができる。

40

【0037】

図6は本発明の方法の一実施の形態のフローチャートである。本方法は脊椎ナビゲーションに用いられる。本方法は、被験者の脊椎のMRI、X線またはCTに基づいて得られた2次元画像を用意する工程110と、この被験者の脊椎に超音波イメージング装置を用いて超音波2次元画像を生成する工程120と、超音波2次元画像をMRI、X線またはCTに基づいて得られた2次元画像に一致させる工程130と、MRI、X線またはCTに基づいて得られた2次元画像中の脊椎プロフィルの予め指定されたセグメントを超音波2次元画像中の対応するセグメントに関係付ける工程140とを備える。

【0038】

50

実地では、本方法の実行は、X線と超音波の両方を用いて脊椎突起をイメージングし、例えば骨のセグメンテーション (bone segmentation) により超音波画像から脊椎突起の形状を検索し、検索された形状をX線画像中のそれらの構造の対応する形状と比較することにより行うことができる。X線画像では、形状とラベル、すなわち名称は既知である。このように、一致させるプロセスにおいてX線画像中の最も類似する形状を探すことにより、超音波画像中の高さをX線画像中の関係付けられた対応する高さに基づいて特定することができるので、椎体のどの高さまたはラベル名称が超音波装置により現在イメージングされているかを決定することができる。

【0039】

脊椎ナビゲーションを実行する方法はコンピュータサーバーのような専用のハードウェア構造を用いて行うことができる。別のやり方では、本方法は、また、コンピュータプログラム製品を用いて少なくとも部分的に実行することができる。このコンピュータプログラム製品は、コンピュータシステムまたは制御ユニットのプロセッサに上述の方法の工程の少なくとも1つを含むプロセスを実行させる指令を含む。すべての(サブ)工程が原則として単一のプロセッサ上で実行することができる。しかしながら、少なくとも1つの工程、例えば超音波画像をMRI、X線またはCTに基づいて得られた画像に一致させる工程を別のプロセッサで実行してもよい。プロセッサに特定のソフトウェアモジュールをロードすることができる。専用のソフトウェアモジュールを、例えばインターネットから供給することができる。

【0040】

本発明は上述の実施の形態に限定されない。多くの変形例が可能である。

【0041】

この文脈では、本発明は滑脱椎間板ヘルニアまたはHNPの場合に適用可能であるだけでなく、他の腰椎手術、例えば腰部脊椎管狭窄症および脊椎内腫瘍、またはより一般的には胸椎または頸椎手術のような脊椎手術にも適用可能である。

【0042】

さらに、本出願の文脈において、MRI、X線またはCTに基づいて得られた2次元画像または超音波2次元画像は脊椎全体の画像またはその一部分の画像、例えば脊椎の腰部部分の2次元画像であってもよい。

【0043】

これらおよび他の実施の形態は当業者には明らかであり、特許請求の範囲に記載の本発明の範囲内である。明瞭かつ簡略な記載のために特徴は同じ実施の形態または別の実施の形態の一部として記載されている。しかしながら、本発明の範囲には上述の特徴のすべてまたはいくつかの組合せを有する実施の形態が含まれていてもよい。

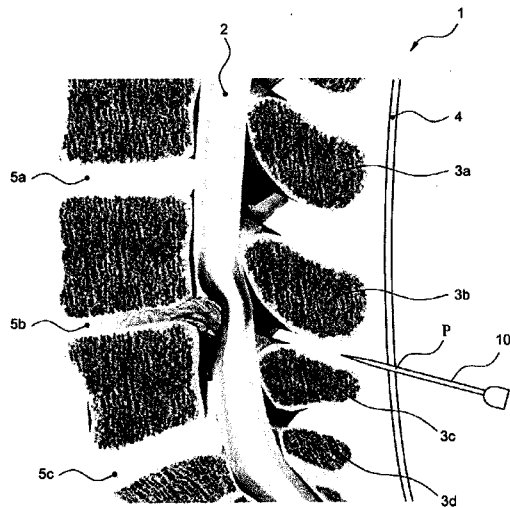
10

20

30

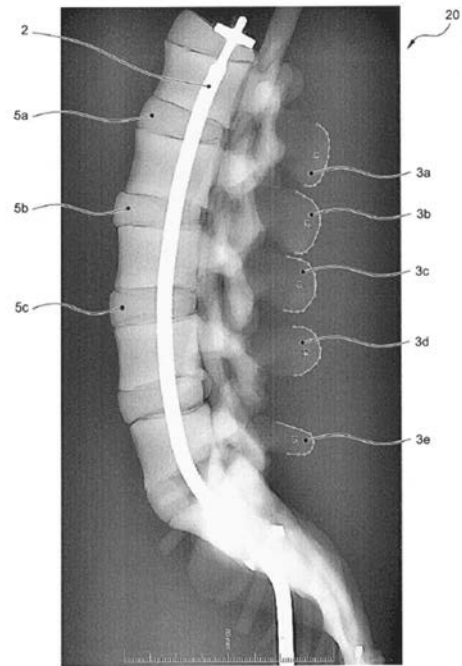
【図 1】

【図1】



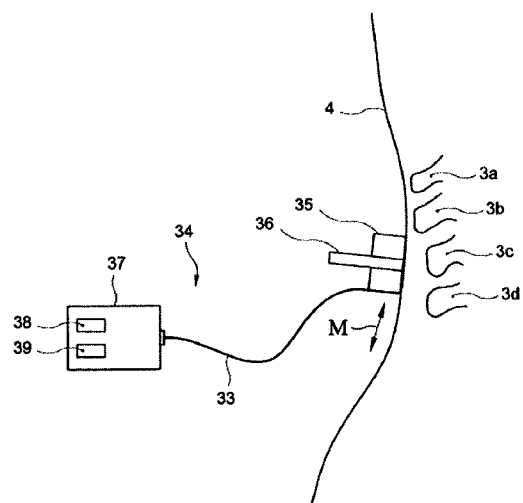
【図 2】

【図2】



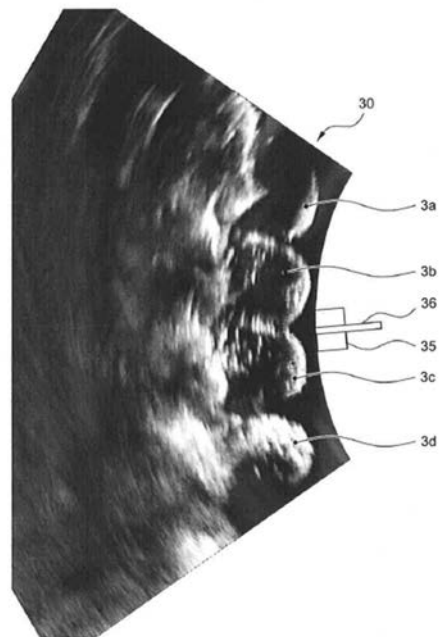
【図 3】

【図3】

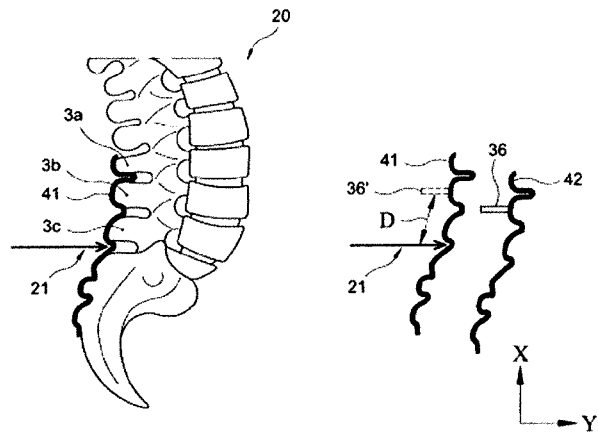


【図 4】

【図4】

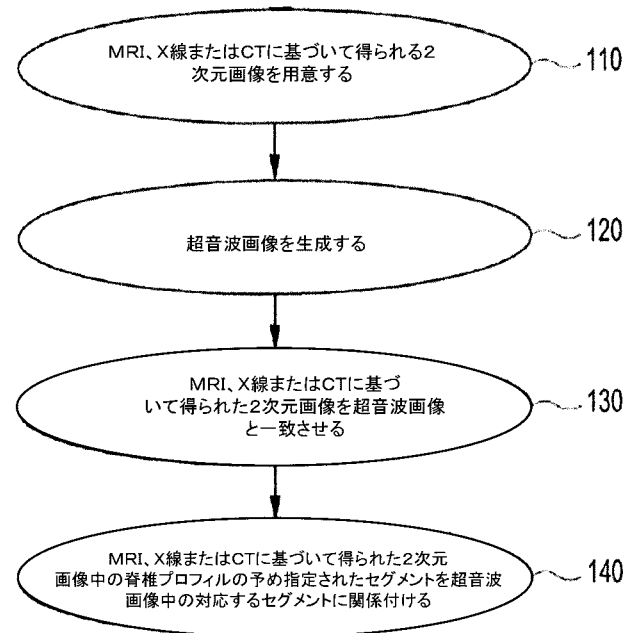


【図5】



【図6】

【図6】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/NL2016/050327

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. A61B5/00 A61B6/00 A61B8/08 A61B34/20 G06T7/00
ADD. A61B5/055 A61B6/03 A61B90/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A61B G06T

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, BIOSIS, COMPENDEX, EMBASE, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	RASOULIAN A ET AL: "Group-wise Feature-based Registration of CT and Ultrasound Images of Spine", PROCEEDINGS OF SPIE, vol. 7625, 76250R, 23 February 2010 (2010-02-23), pages 1-9, XP040547909, BELLINGHAM, USA DOI: 10.1117/12.844598	1-4, 11, 13, 14, 16-18
Y	page 2, last paragraph - page 5, paragraph 2 figures 1,3 ----- -/--	6-10, 12, 15

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"Z" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

6 October 2016

Date of mailing of the international search report

14/10/2016

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel: (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Görlach, Tobias

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/NL2016/050327

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	LEONARD J: "Sensor fusion for surgical applications", DAYTON SECTION SYMPOSIUM, 1998. THE 15TH ANNUAL AESS/IEEE FAIRBORN, OH, USA 14-15 MAY 1998, NEW YORK, NY, USA, IEEE, US, 14 May 1998 (1998-05-14), pages 37-44, XP010293670, DOI: 10.1109/DAYTON.1998.694552 ISBN: 978-0-7803-4922-3 page 38, paragraph 2 page 38, last paragraph - page 44, paragraph 1 figures 4a-5c -----	1,5,11, 13,14, 16-18
Y	GALIANO ET AL: "Ultrasound-Guided and CT-Navigation-Assisted Periradicular and Facet Joint Injections in the Lumbar and Cervical Spine: A New Teaching Tool to Recognize the Sonoanatomic Pattern", REGIONAL ANESTHESIA AND PAIN MEDICINE, LIPPINCOTT WILLIAMS & WILKINS, US, vol. 32, no. 3, 1 May 2007 (2007-05-01), pages 254-257, XP022095986, ISSN: 1098-7339, DOI: 10.1016/J.RAPM.2007.02.008 page 254, right-hand column, last paragraph - page 256, right-hand column, paragraph 1 figures -----	6-10,12, 15
A	US 6 190 320 B1 (LELONG PIERRE [FR]) 20 February 2001 (2001-02-20) column 2, line 60 - column 3, line 3 column 5, line 10 - column 8, line 45 figures 1A-B,4A-D,5 -----	1-18
A	BRENDEL ET AL: "In vivo evaluation and in vitro accuracy measurements for an ultrasound-CT registration algorithm", INTERNATIONAL CONGRESS SERIES, EXCERPTA MEDICA, AMSTERDAM, NL, vol. 1281, 1 May 2005 (2005-05-01), pages 583-588, XP005081734, ISSN: 0531-5131, DOI: 10.1016/J.ICS.2005.03.075 the whole document -----	1-18
A	US 2014/276001 A1 (UNGI TAMAS [CA] ET AL) 18 September 2014 (2014-09-18) paragraph [0044] paragraph [0048] paragraph [0038] - paragraph [0040] paragraph [0050] - paragraph [0056] -----	1-18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/NL2016/050327

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6190320	B1	20-02-2001	DE 69922317 D1 05-01-2005
			EP 0991015 A1 05-04-2000
			JP 2000102538 A 11-04-2000
			US 6190320 B1 20-02-2001

US 2014276001	A1	18-09-2014	NONE

フロントページの続き

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)
A 6 1 B 17/56 (2006.01) A 6 1 B 8/14
A 6 1 B 17/56

(81) 指定国 AP (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(72) 発明者 レーンストラ , シーハー
オランダ国 3 0 1 5 ヘーエー ロッテルダム , ドクトル モレワテルブレイン 5 0 セー
ノオー

F ターム (参考) 4C093 AA22 CA18 CA22 DA10 FF35 FF37
4C096 AA18 AC06 AD14 DC18
4C160 LL39 LL70
4C188 KK31 KK32
4C601 DD10 EE09 EE11 EE16 JC21 JC23 LL33

专利名称(译)	脊柱导航方法，脊柱导航系统和计算机程序产品		
公开(公告)号	JP2018521711A	公开(公告)日	2018-08-09
申请号	JP2017557960	申请日	2016-05-06
[标]申请(专利权)人(译)	鹿特丹伊拉斯谟大学医疗中心		
申请(专利权)人(译)	伊拉斯姆斯大学医学中心鹿特丹		
[标]发明人	レーンストラシーハー		
发明人	レーンストラ, シーハー		
IPC分类号	A61B34/10 A61B6/03 A61B5/055 G01T1/161 A61B8/14 A61B17/56		
CPC分类号	A61B34/20 A61B5/0035 A61B5/055 A61B5/4566 A61B6/03 A61B6/032 A61B6/463 A61B6/506 A61B6/5247 A61B8/0841 A61B8/085 A61B8/14 A61B8/15 A61B8/4427 A61B8/4477 A61B8/463 A61B8/468 A61B8/5261 A61B2034/2063 A61B2034/2065 A61B2090/364 A61B2090/374 A61B2090/376 A61B2090/378 G06K9/6202 G06T7/0012 G06T7/33 G06T7/70 G06T2207/10072 G06T2207/10081 G06T2207/10088 G06T2207/10116 G06T2207/10132 G06T2207/30012		
FI分类号	A61B34/10 A61B6/03.377 A61B6/03.360.Q A61B5/05.390 G01T1/161.D A61B8/14 A61B17/56		
F-TERM分类号	4C093/AA22 4C093/CA18 4C093/CA22 4C093/DA10 4C093/FF35 4C093/FF37 4C096/AA18 4C096/AC06 4C096/AD14 4C096/DC18 4C160/LL39 4C160/LL70 4C188/KK31 4C188/KK32 4C601/DD10 4C601/EE09 4C601/EE11 4C601/EE16 4C601/JC21 4C601/JC23 4C601/LL33		
优先权	2014772 2015-05-06 NL		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明涉及一种脊柱导航方法。该方法包括以下步骤：准备基于受试者脊柱的MRI，X射线或CT获得的二维图像;使用受试者脊柱上的超声成像装置产生超声二维图像和的步骤。此外，该方法包括以下步骤：将超声二维图像与基于MRI，X射线或CT获得的二维图像匹配，匹配基于MRI，X射线或CT获得的二维图像。并且将图像中脊柱轮廓的预先指定的片段与超声二维图像中的对应片段相关联。【选择图】无

(19) 日本国特許庁 (JP)	(12) 公 表 特 許 公 報 (A)	(11) 特許出願公表番号 特表2018-521711 (P2018-521711A) (43) 公表日 平成30年8月9日 (2018. 8. 9)
(51) Int. Cl. A 6 1 B 34/10 (2016. 01) A 6 1 B 6/03 (2006. 01) A 6 1 B 5/055 (2006. 01) G 0 1 T 1/161 (2006. 01) A 6 1 B 8/14 (2006. 01)	F I A 6 1 B 34/10 A 6 1 B 6/03 3 7 7 A 6 1 B 6/03 3 6 0 Q A 6 1 B 5/05 3 9 0 G 0 1 T 1/161 D 審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 16 頁) 最終頁に続く	テーマコード (参考) 4 C 0 9 3 4 C 0 9 6 4 C 1 6 0 4 C 1 8 8 4 C 6 0 1
(21) 出願番号 特願2017-557960 (P2017-557960) (86) (22) 出願日 平成28年5月6日 (2016. 5. 6) (86) 翻訳文提出日 平成28年12月21日 (2017. 12. 21) (86) 国際出願番号 PCT/NL2016/050327 (87) 国際公開番号 W02016/178579 (87) 国際公開日 平成28年11月10日 (2016. 11. 10) (31) 優先権主張番号 2014772 (32) 優先日 平成27年5月6日 (2015. 5. 6) (33) 優先権主張国 オランダ (NL)	(71) 出願人 511118252 エラスムス ユニバーシティ メディカル センター ロッテルダム Erasmus University Medical Center Rott terdam オランダ国 ロッテルダム ドクトル モ レワテルブレイン 50 Dr. Molewaterplein 5 0, Rotterdam The Net herlands (74) 代理人 100084412 弁理士 永井 冬紀 (74) 代理人 100169018 弁理士 綱屋 美樹 最終頁に続く	
(54) 【発明の名称】 脊椎ナビゲーション方法、脊椎ナビゲーションシステムおよびコンピュータプログラム製品		