

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第4220780号
(P4220780)

(45) 発行日 平成21年2月4日(2009.2.4)

(24) 登録日 平成20年11月21日(2008.11.21)

(51) Int.Cl.

F I

A 6 1 B 6/00 (2006.01)

A 6 1 B 19/00 (2006.01)

A 6 1 B 6/00 3 7 0

A 6 1 B 6/00 3 6 0 B

A 6 1 B 19/00 5 0 2

請求項の数 4 (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2002-565498 (P2002-565498)	(73) 特許権者	390039413
(86) (22) 出願日	平成14年2月20日 (2002.2.20)		シーメンス アクチエンゲゼルシャフト
(65) 公表番号	特表2004-523295 (P2004-523295A)		Siemens Aktiengesellschaft
(43) 公表日	平成16年8月5日 (2004.8.5)		ドイツ連邦共和国 D-80333 ミュンヘン ヴィッテルスバッハープラッツ 2
(86) 国際出願番号	PCT/DE2002/000615		Wittelsbacherplatz 2, D-80333 Muenchen, Germany
(87) 国際公開番号	W02002/065931		
(87) 国際公開日	平成14年8月29日 (2002.8.29)	(74) 代理人	100075166
審査請求日	平成17年2月18日 (2005.2.18)		弁理士 山口 巖
(31) 優先権主張番号	101 08 547.8		
(32) 優先日	平成13年2月22日 (2001.2.22)		
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 手術システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ロボットまたはマニピュレータ（４）によって案内される外科用医療器具（３）により患者（１）の手術を行なうための手術システムであって、

患者（１）の少なくとも１つの範囲のＸ線像を撮影するためのＸ線装置（２）と、撮影されたＸ線像を画像表示する出力装置（１１）と、撮影中にＸ線装置（２）の位置を検出しかつ手術中に外科用医療器具（３）の位置を持続的に検出するための位置検出システムと、検出された位置を処理しかつ表示されているＸ線像の中へ外科用医療器具（３）の表示を連続的に挿入するための処理装置（１０）とを備え、Ｘ線像と外科用医療器具の表示との混合が、患者（１）の撮影範囲の位置と外科用医療器具（３）の位置との実際の空間的関係に従って位置正しく行なわれる手術システムにおいて、

処理装置（１０）が、Ｘ線装置（２）とＸ線像（１２）内に含まれている情報との関係と、撮影中に位置検出システムによって検出されたＸ線装置（２）の空間位置とから、Ｘ線像（１２）により検出された患者範囲の空間位置を求め、前記患者範囲の求められた空間位置と外科用医療器具（３）の検出された空間位置との直接の空間的関係を作成することを特徴とする手術システム。

【請求項 2】

位置検出システムは、Ｘ線装置（２）に取付けられている第１の位置マーク（５）と、外科用医療器具（３）に取付けられている第２の位置マーク（６）と、Ｘ線装置（２）および外科用医療器具（３）のそれぞれの位置を検出するための位置検出装置（８）とを有

することを特徴とする請求項1記載の手術システム。

【請求項3】

位置検出装置(8)によって患者(1)の少なくとも1つの範囲の位置を検出するための第3の位置マーク(7)が設けられていることを特徴とする請求項2記載の手術システム。

【請求項4】

ロボット(4)を自動制御するもしくはマニピュレータを制御するための制御装置が設けられていることを特徴とする請求項1乃至3の1つに記載の手術システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、患者の手術を行うための手術システムに関する。

【0002】

患者の手術を行う場合、例えば腹腔鏡、内視鏡、針、ロボットなどの外科用医療器具の制御が、例えば腹腔鏡および内視鏡のように直接の目視に基づいて、整形外科におけるロボット技術のように術前の画像形成に基づいて、あるいは例えばコンピュータ断層撮影(CT)制御法および超音波制御法のもとでの穿刺生検法におけるように術中の画像形成に基づいて行なわれる。

【0003】

ロボット支援手術の例としては、膝部手術(いわゆる人工膝関節置換術)および腰部手術(いわゆる人工股関節全置換術)が挙げられる。この種の手術は、従来技術では、もっぱら術前のCT画像を用いて行なわれており、つまり手術すべき範囲の撮影が手術前に行なわれる。しかしながら、この方法の欠点は労力のかかる記録手続につながることである。

20

【0004】

しかしながら、他の複雑な手術では、確実な手術を保証するために、手術中にオンラインの制御画像が要求される。これに属するのは、例えば、もろくなった脊椎体に脊椎体安定化のために無菌性の物質(セメント質)を充填する脊椎整形である。

【0005】

本発明の課題は、術中のX線像に基づいて手術中における外科用医療器具の信頼性のある正確な制御を可能にする患者の手術を行うための手術システムを提供することにある。

30

【0006】

この課題は、本発明によれば、ロボットまたはマニピュレータによって案内される外科用医療器具により患者の手術を行なうための手術システムであって、

患者の少なくとも1つの範囲のX線像を撮影するためのX線装置と、撮影されたX線像を画像表示する出力装置と、撮影中にX線装置の位置を検出しかつ手術中に外科用医療器具の位置を持続的に検出するための位置検出システムと、検出された位置を処理しかつ表示されているX線像の中へ外科用医療器具の表示を連続的に挿入するための処理装置とを備え、X線像と外科用医療器具の表示との混合が、患者の撮影範囲の位置と外科用医療器具の位置との実際の空間的關係に従って位置正しく行なわれる手術システムにおいて、

処理装置が、X線装置とX線像内に含まれている情報との関係と、撮影中に位置検出システムによって検出されたX線装置の空間位置とから、X線像により検出された患者範囲の空間位置を求め、前記患者範囲の求められた空間位置と外科用医療器具の検出された空間位置との直接の空間的關係を作成することによって解決される。

40

【0007】

本発明による外科用医療器具により患者の手術を行うための手術システムは、患者の少なくとも1つの範囲(身体部分、器官)のX線像を撮影するためのX線装置と、撮影されたX線像を画像表示する出力装置と、撮影中にX線装置の位置を検出しかつ手術中に外科用医療器具の位置を持続的に検出するための位置検出システムとを含む。

【0008】

検出された位置は処理装置によって処理される。この処理装置は手術中に連続的に、表

50

示されたX線像に外科用医療器具の表示を挿入する。X線像と外科用医療器具の表示との混合は、患者の撮影範囲の位置と外科用医療器具の位置との間の実際の（すなわち真の）空間位置に従って位置正しく行なわれる。

【0009】

本発明によれば、患者つまり外科手術を施されるべき範囲（身体部分、例えば器官）のX線撮影が行われ、位置検出システムによりX線撮影を行われた空間位置が検出される。外科手術中、位置検出システムによってオンラインで少なくとも1つの外科用医療器具の位置が検出され、X線撮影（X線像）の表示の中に適当な表示（すなわち、外科用医療器具の画像）が挿入される。この挿入は、外科用医療器具が現在に該当範囲にある相対的位置に従って位置正しく、すなわち、外科用医療器具とX線像により撮影された身体部分との表示された空間的關係が相互の実際の（すなわち真の）空間的關係に等しくなるように行なわれる。

10

【0010】

外科用医療器具はロボットまたはマニピュレータによって案内されるので、自動的に、もしくは手動の手術におけるよりも著しく高い正確さでもって、部分的に特定のプロセスを実行することができる。

【0011】

ロボットは、例えば腰部手術において正確に決められた範囲に穴広げが行なわれる腰部の定められた範囲の穴広げのような特定のプロセスの自動的な実行を可能にする。

【0012】

20

これに対して、マニピュレータは、例えば外科医によってジョイスティックにて案内されるロボットアームから構成されている。マニピュレータは外科医に、手によるよりも極めて正確な作業を可能にさせる。というのは、マニピュレータによって、例えば外科用医療器具を伝動比に基づいて正確に案内することができ、場合によっては外科医の震えを補償することができるからである。

【0013】

本発明の利点は、手術をそのように進行させるために外科手術中にオンラインで制御X線像を撮影することができることである。それによりX線像上で可視化された手術の経過を外科用医療器具の案内に取り入れることができる。

【0014】

30

本発明の他の利点は、従来手動で行なわれていた骨格の手術の幾つかはロボット支援にて実施することができることにある。というのは、本発明によれば、手術中（すなわち術中）にX線像、例えば3次元X線像によって、信頼性のある十分な画像形成を行うことができるからである。

【0015】

それにより、X線像によるオンライン制御を要求するロボットもしくはマニピュレータを手術に使用することが可能になる。

【0016】

本発明の好ましい実施態様は従属請求項に記載されている。

【0017】

40

位置検出システムは、X線装置、例えばCアーム装置に取付けられている第1の位置マークと、外科用医療器具またはその外科用医療器具を案内するロボットもしくはマニピュレータに取付けられている第2のマークと、X線装置および外科用医療器具のそれぞれの位置を検出するための位置検出装置とを有する。第1の位置マークとX線装置によって検出される患者身体部分の空間位置との空間的關係は既知であり、第2のマークと外科用医療器具の動作範囲（例えば先端）との空間的關係は既知である。

【0018】

位置検出システムは、例えば光学式、音響式または電磁式のシステムであってもよい。

【0019】

例えば手術中における患者の動きを取り込むために、患者つまりX線像を検出される患

50

者範囲が同様に位置検出システムにより検出される。このために、該当範囲の周辺には患者位置（つまり該当身体部分の位置）を検出するための第3の位置マークが取付けられ、第3の位置センサーの位置が持続的に検出され、処理装置が場合によっては患者の動きを表示画像に挿入する。第3の位置マークは該当範囲（例えば膝）に関係して固定して取付けられていなければならない。この場合同様に第3の位置センサーと該当身体部分との空間的關係は既知である。

【0020】

本発明による手術システムは、ロボットを使用する場合には、例えば上述の如き自動化された手術においてロボットを自動制御する制御装置を含む。この制御装置は、取得されたX線データセット（もしくはX線像）、X線像と共に表示される範囲の位置および外科用医療器具の位置を考慮する。

10

【0021】

マニピュレータを使用する場合には、手術は制御装置によって自動制御されるので、例えばマニピュレータは意図しない患者負傷を避けるために、限られたまたは予め定められた動作範囲のみを制御できればよい。

【0022】

以下において添付図面を参照しながら優れた実施例に基づいて本発明を更に詳細に説明する。図1は本発明による手術システムの概略構成図を示し、図2は本発明の概念を示す機能ブロック図を示す。

【0023】

図1に基づいて次に本発明による手術システムを説明する。

20

【0024】

本発明による手術システムは、X線装置2、例えば2次元および3次元のX線像（もしくはX線データセット）の撮影のための可動Cアーム形X線装置を含む。X線装置2により、例えば手術台9の上にいる患者1の膝部の2次元もしくは3次元のX線データセットが収集される。

【0025】

3次元のX線データセットは、まずX線装置2によって患者1の定められた範囲から多数の2次元のX線像が撮影されることによって得られる。その際に、X線装置2のCアームによって、定められた範囲（例えば膝部）から多数の2次元のX線像が異なる角度で撮影される。このようにして得られた2次元のX線データセットがコンピュータによって公知の投影マトリックスを用いて少なくとも1つの3次元のX線データセットに投影される。このようにして、定められたボリュームを持つ3次元の範囲が撮影されて表示される。

30

【0026】

さらに、本発明による手術システムは、ロボット4またはマニピュレータによって案内される外科用医療器具3と、位置検出装置8とを含む。

【0027】

位置検出装置8は位置検出システムの構成部分であり、外科用医療器具3およびX線装置2の位置を検出するのに用いられる。このために、X線装置2には第1の位置マーク5が取付けられ、外科用医療器具3もしくは外科用医療器具3を案内するロボット4には第2の位置マーク6が取付けられている。

40

【0028】

本発明による手術システムは、さらにロボットを自動制御するもしくはマニピュレータ4を制御するための制御装置20を含む。

【0029】

オンライン画像形成は、本発明によれば、直接の手術周辺における関心器官の画像化、すなわち手術中における必要なX線像の撮影を可能にする。それにより、手術をするための労力のかかる記録手続につながる手術前（すなわち術前）のX線像撮影が除かれる。

【0030】

術前の画像形成と手術との間の時間、もしくは手術中における該当範囲の対象物移動、

50

変形、整復などが起こり得るという問題は補償される。なぜならば、該当範囲の手術中の画像形成によって修正が行なわれ、幾何学的に正確な画像化が得られるからである。

【0031】

外科用医療器具3の空間位置と2次元もしくは3次元のX線像で表示される患者範囲の空間位置との間の関係を作成するためには、ロボット4もしくは外科用医療器具3に取付けられた第2のマーク6と外科用医療器具3の動作範囲(例えば先端)との間の関係を知らなければならない。

【0032】

さらに、X線装置2に取付けられている第1のマーク5と撮影されたX線像の空間位置との関係を知らなければならない。この関係は、ドイツ特許出願第10042963.7号によるSiemens AGの特許出願"Verfahren zur Ermittlung einer Koordinantentransformation fuer die Navigation eines Objekt"において詳しく開示されている。

10

【0033】

この既知の関係によって、X線像(X線データセット)、患者(つまり該当範囲ないしは器官)と外科用医療器具との間における直接の空間的關係が処理装置10によって作成され、ディスプレイ(表示装置11)に表示され、それによって外科用医療器具を画像制御により案内して操作することができる。この空間的關係は、制御装置20によっても既に述べたようにロボットの自動制御もしくはマニピュレータ4の制御のために継続処理することができる。

20

【0034】

本発明の好ましい実施例では、X線装置によって検出される患者1の範囲(例えば膝部)に第3の位置マーク7が取付けられている。この第3の位置マーク7は同様に位置検出装置によって記録される。それにより、手術中における万一の患者の動きを、この動きを処理装置10によって患者1の表示の中における外科用医療器具3の表示へ挿入しディスプレイ11に示すことによって、外科用医療器具3の画像表示の際に考慮することができる。このようにして、患者1の撮影範囲と外科用医療器具3との表示されている現在の空間的關係が実際の空間的關係と一致することが保証される。

30

【0035】

図2は本発明による外科用医療器具の制御動作を示す機能ブロック図を示す。

【0036】

X線装置2は一方で2次元もしくは3次元のX線像12を供給する。他方では位置検出システムによってX線装置の空間位置13が検出される。X線装置(もしくはその位置マーク)の空間位置13から、例えば先に引用した特許出願"Verfahren zur Ermittlung einer Koordinantentransformation fuer die Navigation eines Objekt"におけるように、X線像もしくはこのX線像の表示により検出される範囲の実際の空間位置14が求められる。

40

【0037】

さらに、位置検出システムによって外科用医療器具つまりロボットまたはマニピュレータの位置15が検出される。

【0038】

撮影されたX線像12、撮影範囲の位置14および外科用医療器具の位置15は、外科用医療器具の制御16もしくは案内(外科用医療器具の位置15)に作用し、それにより手術17に作用する。その場合に、外科用医療器具の制御16はマニピュレータにより手動にて、またはロボットにより自動的に行なわれる。

【図面の簡単な説明】

【0039】

50

【図 1】 本発明による手術システムの概略構成図である。

【図 2】 本発明の概念を示す機能ブロック図である。

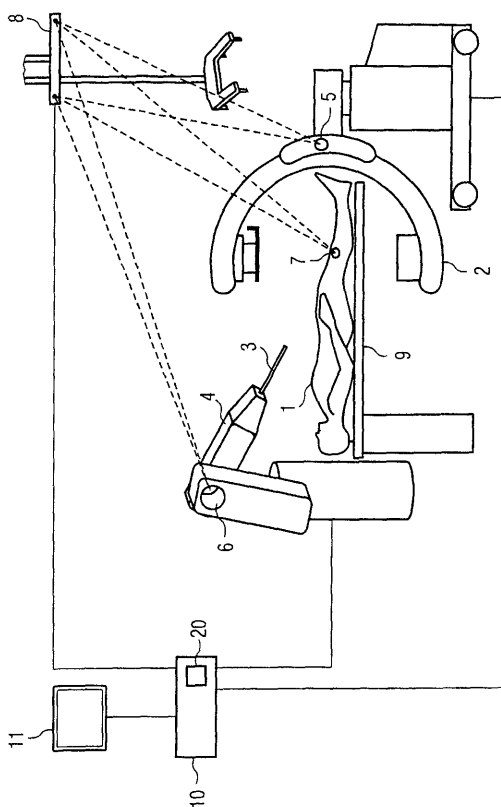
【符号の説明】

【 0 0 4 0 】

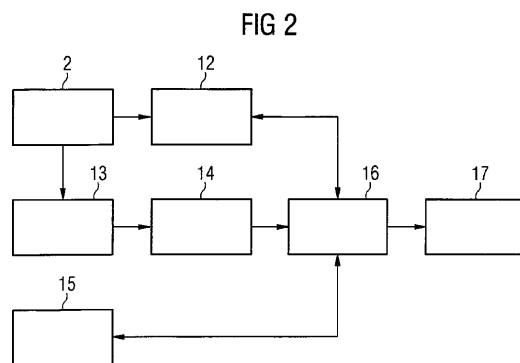
- 1 患者
- 2 X線装置（Cアーム形X線装置）
- 3 外科用医療器具
- 4 ロボットもしくはマニピュレータ
- 5 第1の位置マーク
- 6 第2の位置マーク
- 7 第3の位置マーク
- 8 位置検出装置
- 9 手術台
- 10 処理装置
- 11 表示装置
- 12 X線像
- 13 X線装置2の位置
- 14 撮影範囲の位置
- 15 外科用医療器具の位置

10

【図 1】



【図 2】



フロントページの続き

(72)発明者 グラウマン、ライナー

ドイツ連邦共和国 9 1 3 1 5 ヘビシュタット グラスリッツァー シュトラーセ 3 3

審査官 松谷 洋平

(56)参考文献 独国特許出願公開第 1 9 8 0 7 8 8 4 (D E, A 1)

特開平 1 0 - 2 8 6 2 5 1 (J P, A)

特表 2 0 0 0 - 5 1 0 7 3 0 (J P, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., D B名)

A61B 6/00

A61B 19/00