

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5372225号  
(P5372225)

(45) 発行日 平成25年12月18日 (2013.12.18)

(24) 登録日 平成25年9月27日 (2013.9.27)

(51) Int. Cl.	F I
A 6 1 B 19/00 (2006.01)	A 6 1 B 19/00 5 0 2
G 0 6 T 19/00 (2011.01)	G 0 6 T 19/00 G

請求項の数 11 外国語出願 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2012-171135 (P2012-171135)	(73) 特許権者	506410453
(22) 出願日	平成24年8月1日 (2012.8.1)		インテュイティブ サージカル, インコ
(62) 分割の表示	特願2009-518470 (P2009-518470)		ーボレイテッド
原出願日	平成19年6月22日 (2007.6.22)		アメリカ合衆国 カリフォルニア 940
(65) 公開番号	特開2012-213655 (P2012-213655A)		86, サニーベール, カイファー ロ
(43) 公開日	平成24年11月8日 (2012.11.8)	(74) 代理人	100078282
審査請求日	平成24年8月1日 (2012.8.1)		弁理士 山本 秀策
(31) 優先権主張番号	11/478,531	(74) 代理人	100062409
(32) 優先日	平成18年6月29日 (2006.6.29)		弁理士 安村 高明
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100113413
			弁理士 森下 夏樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コンピュータディスプレイ画面の境界領域に表示されるツール位置および識別指標

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

コンピュータディスプレイ画面上の表示領域において表示されている撮影された画像に対するツールの位置を示すコンピュータに実装された方法であって、該撮影された画像は、画像撮影装置によって撮影された画像であり、該方法は、

該撮影された画像のための該画像撮影装置の視野に対する該ツールの現在の位置を決定することと、

該ツールの該決定された現在の位置を示すように、該コンピュータディスプレイ画面上の該表示領域の外側にある境界領域において記号を表示する位置を決定することと、

該境界領域において該決定された位置に該記号を表示することとを含む、方法。

【請求項 2】

コンピュータディスプレイ画面上の表示領域において表示されている撮影された画像に対するツールの位置を示す装置であって、該撮影された画像は、画像撮影装置によって撮影された画像であり、該装置は、

該コンピュータディスプレイ画面と、

該コンピュータディスプレイ画面に結合されたプロセッサとを含む、

該プロセッサは、

該撮影された画像のための該画像撮影装置の視野に対する該ツールの現在の位置を決

10

20

定することと、

該ツールの該決定された現在の位置を示すように、該コンピュータディスプレイ画面  
上の該表示領域の外側にある境界領域において記号を表示する位置を決定することと、

該境界領域において該決定された位置に該記号が表示されるようにすることと  
を行うように構成されている、装置。

【請求項 3】

前記記号は、前記ツールまたは該ツールと関連する患者側マニピュレータのいずれを識  
別する情報を提供する、請求項 2 に記載の装置。

【請求項 4】

前記ツールの前記現在の位置は、該ツールを動かす患者側マニピュレータに対する運動  
像および画像識別技法のうちの少なくとも 1 つを使用することによって決定される、請求  
項 2 に記載の装置。

【請求項 5】

前記ツールは、シャフトを含み、該シャフトは、該シャフトの長さに沿って延在する軸  
を有し、前記プロセッサは、該シャフトの画像の軸を貫通する線が前記境界領域と交差す  
る場所を決定することによって、該境界領域において前記記号を表示する前記位置を決定  
する、請求項 2 に記載の装置。

【請求項 6】

前記プロセッサは、前記ツールの前記現在の位置が、前記表示領域内にある前記コンピ  
ュータディスプレイ画面上の位置に対応するか否かを決定するようにさらに構成されてい  
る、請求項 2 に記載の装置。

【請求項 7】

前記ツールの前記現在の位置が、前記表示領域の外側にある前記ディスプレイ画面上の  
位置に対応する場合、前記プロセッサは、前記コンピュータディスプレイ画面に対する該  
ツールの該位置から該表示領域における基準点まで延在する線が前記境界領域と交差す  
場所を決定することによって、または該コンピュータディスプレイ画面に対する該ツール  
の現在および過去の位置からの該ツールの軌跡を決定し、該軌跡の外挿が該境界領域と交  
差する場所を決定することによって、または該コンピュータディスプレイ画面に対する該  
ツール上の基準点の位置が該表示領域における基準点の位置からである距離を決定し、該  
距離を示すように前記記号のサイズ決定を行うことによって、または該コンピュータディ  
スプレイ画面に対する該ツール上の基準点の位置が該表示領域における基準点の位置から  
である距離を決定し、その色が該距離を示すように該記号を表示することによって、該境  
界領域において該記号を表示する前記位置を決定するように構成されている、請求項 6 に  
記載の装置。

【請求項 8】

前記ツールの前記現在の位置が、前記表示領域の外側にある前記コンピュータディスプ  
レイ画面上の位置に対応する場合、前記プロセッサは、該コンピュータディスプレイ画面  
に対する該ツール上の基準点の位置が該表示領域における基準点の位置からである距離を  
決定することと、前記記号の点滅の頻度が該距離を示し、または前記境界領域において前  
記決定された位置の周囲の該記号の振動の頻度が該距離を示し、または該記号に重ねられ  
た数が該距離を示すように該記号を表示することによって該境界領域において該記号を  
表示するように構成されている、請求項 6 に記載の装置。

【請求項 9】

前記ツールは、シャフトを含み、該シャフトは、該シャフトの長さに沿って延在する軸  
を有し、該ツールの前記位置が、前記表示領域の外側にある前記コンピュータディスプレ  
イ画面上の位置に対応する場合、前記プロセッサは、該軸の配向および該ツールの先端作  
動体の配向のうちの少なくとも 1 つを決定することと、該軸の配向または該先端作動体の配向  
のいずれを示すように配向指標が配向されるために、前記記号の上方に該配向指標を表示  
すること、または該先端作動体の配向を示すように該記号が配向されるために、該記号を  
表示することのいずれを表示することとを行うように構成されている、請求項 6 に記載の

10

20

30

40

50

装置。

【請求項 10】

前記ツールの前記現在の位置が、前記表示領域の中にある前記コンピュータディスプレイ画面上の位置に対応する場合、前記プロセッサは、該表示領域において該ツールの画像を識別するようにさらに構成されており、該ツールの画像が該表示領域において識別できない場合、前記プロセッサは、該ツールの画像が配置されるべき該表示領域にゴーストツールを表示するようにさらに構成されている、請求項 6 に記載の装置。

【請求項 11】

医療ロボットシステムであって、該医療ロボットシステムは、  
手術用ツールと、  
該手術用ツールを配置および配向することが可能となるように、該手術用ツールに機械的に結合されたロボットアームと、  
画像を撮影するための画像装置と、  
コンピュータディスプレイ画面であって、該コンピュータディスプレイ画面上の表示領域に該撮影された画像を表示するためのコンピュータディスプレイ画面と、  
該ロボットアームと該画像装置と該コンピュータディスプレイ画面とに結合されたプロセッサと

を含み、

該プロセッサは、

該撮影された画像のための該画像装置の視野に対する該ツールの現在の位置を決定することと、

該画像装置によって撮影された画像が該コンピュータディスプレイ画面上の表示領域に表示されるようにすることと、

該ツールの該決定された現在の位置を示すように、該コンピュータディスプレイ画面上の該表示領域の外側にある境界領域において記号を表示する位置を決定することと、

該境界領域において該決定された位置に記号が表示されるようにすることと  
を行うように構成されている、医療ロボットシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

(発明の分野)

本発明は、概して、ロボット手術システムに関し、具体的には、コンピュータディスプレイ画面の境界領域に表示されるツール位置および識別指標に関する。

【背景技術】

【0002】

低侵襲外科的処置を行う際に使用されるもの等のロボット手術システムは、従来の観血手術手技と比べて、より少ない痛み、より短い入院期間、正常活動へのより早い復帰、最小瘢痕化、回復時間の短縮、およびより少ない組織損傷を含む、多くの利点を提示する。結果として、ロボット手術システムを使用した低侵襲手術に対する需要は強く、増大している。

【0003】

ロボット手術システムの一例は、カリフォルニア州、サニーベールの Intuitive Surgical, Inc. による da Vinci (登録商標) Surgical System である。da Vinci (登録商標) System は、外科医のコンソール、患者側カート、高性能 3-D 視覚システム、およびヒト手関節をモデルにしている Intuitive Surgical の独自の EndoWrist<sup>TM</sup> 接続型器具を含むので、手術器具を保持するロボットアームの運動に加えられると、観血手術の自然運動に匹敵する、全 6 自由度の運動を可能にする。

【0004】

da Vinci (登録商標) の外科医のコンソールは、2 つの段階走査陰極線管 (「

10

20

30

40

50

ＣＲＴ」)を伴う高解像度立体ビデオディスプレイを有する。該システムは、偏光、シャッター眼鏡またはその他の技法よりも高い忠実度を提示する。それぞれの目は、対物レンズおよび一連の鏡を介して、左目または右目の視野を表示する個々のＣＲＴを見る。外科医は、手術の間中、楽に座ってこのディスプレイを覗き込むが、それは、外科医が３－Ｄの術中画像を表示して操作するのに理想的な場所にする。

【０００５】

立体内視鏡は、手術部位付近に配置され、立体ビデオディスプレイに表示するための左右像を撮影する。しかし、器具がディスプレイ上の表示領域の外側にある時、外科医は、その時点で器具がどれだけ離れているか、またはどの方向にあるか分からない場合がある。このため、外科医が手術部位に器具を誘導することが困難となる。また、器具が不意に視野に現れた場合、外科医を当惑させる場合がある。器具がディスプレイの表示領域内にある時でさえ、外科医は、それがどの器具なのか、またはどの患者側マニピュレータ（例えば、患者側カート上のロボットアーム）に器具が関連しているのか分からない場合がある。これにより、例えば、外科的処置中に外科医が患者側の助手に器具を別のものと交換するように指示することが困難となる。

10

【０００６】

ディスプレイ上の表示領域の外側にある器具の場所を特定するために、器具が表示領域の中に現れるまで内視鏡を移動させる必要があってもよい。この場合、手術器具が手術部位に誘導されている場合、カメラのズームおよび焦点制御もまた、頻繁な調整を必要とする場合があり、プロセスを外科医にとって退屈で時間のかかるものにする。偶然に器具がカメラ視野（「ＦＯＶ」）にあるが、視野に対する拡大調整のために表示領域の外側にある場合、器具が表示領域の中に戻るように、縮小調整を行ってもよい。しかし、そのような縮小は、外科医による厳重な検査を必要とする、細心の注意を要する外科的処置が行われている時に望ましくない場合がある。

20

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【０００７】

したがって、本発明の様々な側面のうちの１つの目的は、ツールが画面の表示領域の外側にある時に、コンピュータディスプレイ画面に表示されている画像に対するツール位置を示すための方法である。

30

【０００８】

本発明の様々な側面の別の目的は、ツールが画面の表示領域の外側にある時に、コンピュータディスプレイ画面に表示されている画像からのツールの距離を示すための方法である。

【０００９】

本発明の様々な側面の別の目的は、ツールが画面の表示領域の外側にある時に、コンピュータディスプレイ画面に表示されている画像に対するツールの配向を示すための方法である。

【００１０】

本発明の様々な側面の別の目的は、ツールが画面の表示領域の中に閉塞されている時に、コンピュータディスプレイ画面に表示されている画像に対するツール位置または配向を示すための方法である。

40

【００１１】

本発明の様々な側面のなおも別の目的は、外科医の動作および外科医と助手のコミュニケーションを向上するように、どの患者側マニピュレータがどの手術器具に接続されているかを明確に識別する、コンピュータディスプレイ画面上のツール識別を示すための方法である。

【００１２】

これら、および付加的な目的は、本発明の様々な側面によって達成され、簡潔に述べると、１つの側面は、ツールの位置を決定することと、ツールの位置を示すようコンピュー

50

タディスプレイ画面の境界領域中で記号の位置を決定することと、境界領域中の決定された位置で記号を表示することとを備える、コンピュータディスプレイ画面にツールの位置を示すためのコンピュータに実装される方法である。

【 0 0 1 3 】

別の側面は、コンピュータディスプレイ画面に結び付けられ、ツールの現在の位置を決定し、ツールの位置を示すようコンピュータディスプレイの境界領域中で記号の位置を決定し、記号を境界領域中の決定された位置に表示させるように、構成されるプロセッサを備える、コンピュータディスプレイ画面にツールの位置を示すための装置である。

【 0 0 1 4 】

なおも別の側面は、手術用ツールと、手術用ツールを配置して配向することが可能となるように手術用ツールに機械的に連結される第1のロボットアームと、カメラと、カメラを配置して配向することが可能となるようカメラに機械的に連結される第2のロボットアームと、コンピュータディスプレイ画面と、ロボットアーム、カメラ、およびコンピュータディスプレイ画面に連結されるプロセッサとを備えており、プロセッサは、ツールの位置を示すために記号をコンピュータディスプレイ画面の境界領域に表示させるように構成されている、医療ロボットシステムである。

【 0 0 1 5 】

該方法、装置、および医療ロボットシステムの好ましい実施形態では、記号は、記号に書かれた、またはそれに隣接して表示されたテキストまたは数値情報等の、関連する色またはその他何らかの手段によってツールおよび/またはその関連する画面に連続的に表示されてもよい。あるいは、ポインティングデバイスを使用して、カーソルが記号の上方に配置された時、または記号がクリックされた時に表示されるだけであってもよい。

【 0 0 1 6 】

本発明の様々な側面の付加的な目的、特徴、および利点は、その好ましい実施形態の次の説明により明白となり、その説明は、添付図面と併せて理解するべきである。

例えば、本願発明は以下の項目を提供する。

( 項目 1 )

コンピュータディスプレイ画面にツールの位置を示すコンピュータに実装される方法であって、

該ツールの位置を決定することと、

該ツールの該位置を示すために、該コンピュータディスプレイ画面に表示される画像の周囲の境界領域の中に記号の位置を決定することと、

該境界領域の中の該決定された位置において該記号を表示することと

を備える、方法。

( 項目 2 )

前記記号は、前記ツールを識別する情報を提供する、項目1に記載のコンピュータに実装される方法。

( 項目 3 )

前記記号は、前記ツールと関連する患者側マニピュレータを識別する情報を提供する、項目1に記載のコンピュータに実装される方法。

( 項目 4 )

前記記号は、前記患者側マニピュレータと関連し、かつそれに示される色である、項目3に記載のコンピュータに実装される方法。

( 項目 5 )

前記記号は、前記患者側マニピュレータと関連し、かつそれに示される数字で印される、項目3に記載のコンピュータに実装される方法。

( 項目 6 )

前記ツールの前記位置は、前記コンピュータディスプレイ画面に表示されている前記画像を提供する画像装置の基準フレームにおいて決定される、項目1に記載のコンピュータに実装される方法。

10

20

30

40

50

(項目 7)

前記ツールの前記位置は、前記ツールを動かす患者側マニピュレータに対する運動像を使用して決定される、項目 6 に記載のコンピュータに実装される方法。

(項目 8)

前記ツールの前記位置は、画像識別技法を使用して決定される、項目 6 に記載のコンピュータに実装される方法。

(項目 9)

前記ツールは、シャフトの長さに沿って延在する軸を有するシャフトを含み、前記境界領域の中における前記記号の前記位置の前記決定は、該シャフトの該軸を貫通する線が該境界領域と交差する場所を決定することを含む、項目 1 に記載のコンピュータに実装される方法。

10

(項目 10)

前記ツールの前記位置が、前記コンピュータディスプレイ画面に表示されている前記画像を含む表示領域の中にあるか否かを決定することをさらに備える、項目 1 に記載のコンピュータに実装される方法。

(項目 11)

前記ツールの前記位置が前記表示領域の外側にある場合、前記境界領域の中の前記記号の前記位置の前記決定は、該ツールの該位置から該表示領域の中の基準点まで延在する線が該境界領域と交差する場所を決定することを備える、項目 10 に記載のコンピュータに実装される方法。

20

(項目 12)

前記ツールの前記位置が前記表示領域の外側にある場合、前記境界領域の中の前記記号の前記位置の前記決定は、該ツールの現在および過去の位置からの該ツールの軌跡を決定することと、該軌跡の外挿が該境界領域と交差する場所を決定することとを備える、項目 10 に記載のコンピュータに実装される方法。

(項目 13)

前記ツールの前記位置が前記表示領域の外側にある場合、前記境界領域の中の前記記号の前記表示は、該表示領域の中の基準点の位置からの該ツール上の基準点の位置の距離を決定することと、該距離を示すように該記号のサイズ決定を行うこととを備える、項目 10 に記載のコンピュータに実装される方法。

30

(項目 14)

前記ツールの前記位置が前記表示領域の外側にある場合、前記境界領域の中の前記記号の前記表示は、該表示領域の中の基準点の位置からの該ツール上の基準点の位置の距離を決定することと、その色が該距離を示すように該記号を表示することとを備える、項目 10 に記載のコンピュータに実装される方法。

(項目 15)

前記記号の前記色の強度は、前記距離を示す、項目 14 に記載のコンピュータに実装される方法。

(項目 16)

色のスペクトルにおける前記記号の色の前記位置は、前記距離を示す、項目 14 に記載のコンピュータに実装される方法。

40

(項目 17)

前記ツールの前記位置が前記表示領域の外側にある場合、前記境界領域の中の前記記号の前記表示は、該表示領域の中の基準点の位置からの該ツール上の基準点の位置の距離を決定することと、該記号の点滅の頻度が該距離を示すように該記号を表示することとを備える、項目 10 に記載のコンピュータに実装される方法。

(項目 18)

前記ツールの前記位置が前記表示領域の外側にある場合、前記境界領域の中の前記記号の前記表示は、該表示領域の中の基準点の位置からの該ツール上の基準点の位置の距離を決定することと、該境界領域の中の前記決定された位置の周囲の前記記号の振動の頻度が

50

該距離を示すように、該記号を表示することとを備える、項目 10 に記載のコンピュータに実装される方法。

(項目 19)

前記ツールの前記位置が前記表示領域の外側にある場合、前記境界領域の中の前記記号の前記表示は、該表示領域の中の基準点の位置からの該ツール上の基準点の位置の距離を決定することと、該記号に距離数を重ねることによって該距離が示されるように、該記号を表示することとを備える、項目 10 に記載のコンピュータに実装される方法。

(項目 20)

前記ツールの前記位置が前記表示領域の外側にある場合、該ツールの該位置の前記決定は、該ツールの先端作動体の配向を決定することを含み、前記境界領域の中の前記記号の前記表示は、該先端作動体の該配向を示すように配向指標が配向されるために、該記号の上方に配向指標を表示することとを備える、項目 10 に記載のコンピュータに実装される方法。

10

(項目 21)

前記ツールは、シャフトの長さに沿って延在する軸を有するシャフトを含み、該ツールの前記位置が前記表示領域の外側にある場合、該ツールの該位置の前記決定は、該軸の配向を決定することを含み、前記境界領域の中の前記記号の前記表示は、該軸の該配向を示すように配向指標が配向されるために、該記号の上方に配向指標を表示することとを備える、項目 10 に記載のコンピュータに実装される方法。

(項目 22)

20

前記ツールの前記位置が前記表示領域の外側にある場合、該ツールの該位置の前記決定は、該ツールの先端作動体の配向を決定することを含み、前記境界領域の中の前記記号の前記表示は、該先端作動体の該配向を示すように該記号が配向されるために、該記号を表示することとを備える、項目 10 に記載のコンピュータに実装される方法。

(項目 23)

前記ツールが前記表示領域の中にある場合、該表示領域の中で該ツールの画像を識別することをさらに備える、項目 10 に記載のコンピュータに実装される方法。

(項目 24)

前記ツールの前記画像が前記表示領域の中で識別できない場合、該ツールが配置されるべき該表示領域にゴーストツールを表示することとを備える、項目 23 に記載のコンピュータに実装される方法。

30

(項目 25)

前記表示領域は、立体的な左右の 2 次元像を含み、前記ツールの前記画像の前記識別は、

該ツールの 3 次元コンピュータモデルを生成することと、

該コンピュータディスプレイ画面の前記基準フレームにおける該ツールの前記現在の位置および配向と一致するように該コンピュータモデルを配置および配向することと、

該左右の 2 次元像のうちの選択された一方に投影する該コンピュータモデルの 2 次元輪郭を生成することと、

該コンピュータモデルの該 2 次元輪郭を、該左右の 2 次元像のうちの該選択された一方と相互関連させることと

40

を備える、項目 23 に記載のコンピュータに実装される方法。

(項目 26)

前記ツールの前記画像が前記左右の 2 次元像のうちの前記選択された一方において識別されない場合、前記コンピュータ画面に表示されている際に該左右の 2 次元像のうちの該選択された一方の上のオーバーレイとして表示されるように、少なくとも該ツールの該コンピュータモデルの前記 2 次元輪郭を表示することをさらに備える、項目 24 に記載のコンピュータに実装される方法。

(項目 27)

前記ツールの前記画像が前記左右の 2 次元像のうちの前記選択された一方において識別

50

されない場合、前記コンピュータディスプレイ画面の前記基準フレームにおける前記ツールの前記位置および配向で該ツールの3次元ゴースト像として現れるように、該左右の2次元像の対応するものにおいて、該ツールの左右の2次元ゴースト像を重ねることをさらに備える、項目24に記載のコンピュータに実装される方法。

(項目28)

コンピュータディスプレイ画面にツールの位置を示す装置であって、  
該コンピュータディスプレイ画面に結び付けられ、かつ、  
前記ツールの現在の位置を決定し、  
該ツールの該位置を示すように該コンピュータディスプレイ画面に表示される画像の周囲の境界領域の中で記号の位置を決定し、  
該記号を該境界領域の中の該決定された位置に表示させる  
ように構成されるプロセッサを備える、装置。

10

(項目29)

前記記号は、前記ツールを識別する情報を提供する、項目28に記載の装置。

(項目30)

前記記号は、前記ツールと関連する患者側マニピュレータを識別する情報を提供する、項目28に記載の装置。

(項目31)

前記記号は、前記患者側マニピュレータと関連し、かつそれに示される色である、項目30に記載の装置。

20

(項目32)

前記記号は、前記患者側マニピュレータと関連し、かつそれに示される数字で印される、項目30に記載の装置。

(項目33)

前記ツールの前記位置は、前記コンピュータディスプレイ画面に表示されている前記画像を提供する画像装置の基準フレームにおいて決定される、項目28に記載の装置。

(項目34)

前記ツールの前記位置は、前記ツールを動かす患者側マニピュレータに対する運動像を使用して決定される、項目33に記載の装置。

(項目35)

前記ツールの前記位置は、画像識別技法を使用して決定される、項目33に記載の装置。

30

(項目36)

前記ツールは、シャフトの長さに沿って延在する軸を有するシャフトを含み、前記プロセッサは、該シャフトの該軸を貫通する線が前記境界領域と交差する場所を決定することによって、前記記号の前記位置を決定する、項目28に記載の装置。

(項目37)

前記プロセッサは、前記ツールの前記位置が、前記コンピュータディスプレイ画面に表示されている前記画像を含む表示領域内にあるか否かを決定するようにさらに構成される、項目28に記載の装置。

40

(項目38)

前記ツールの前記位置が前記表示領域の外側にある場合、前記プロセッサは、該ツールの該位置から該表示領域の中の基準点まで延在する線が前記境界領域と交差する場所を決定することによって、該境界領域の中の前記記号の前記位置を決定するように構成される、項目37に記載の装置。

(項目39)

前記ツールの前記位置が前記表示領域の外側にある場合、前記プロセッサは、該ツールの現在および過去の位置からの該ツールの軌跡を決定し、かつ該軌跡の外挿が境界領域と交差する場所を決定することによって、該境界領域の中の前記記号の前記位置を決定するように構成される、項目37に記載の装置。

50

( 項目 4 0 )

前記ツールの前記位置が前記表示領域の外側にある場合、前記プロセッサは、該表示領域の中の基準点の位置からの該ツール上の基準点の位置の距離を決定し、かつ該距離を示すよう前記記号のサイズ決定を行うことによって、前記境界領域に該記号を表示するように構成される、項目 3 7 に記載の装置。

( 項目 4 1 )

前記ツールの前記位置が前記表示領域の外側にある場合、前記プロセッサは、該表示領域の中の基準点の位置からの該ツール上の基準点の位置の距離を決定し、かつその色が該距離を示すように、前記記号を表示することによって、前記境界領域に該記号を表示するように構成される、項目 3 7 に記載の装置。

10

( 項目 4 2 )

前記記号の前記色の強度は、前記距離を示す、項目 4 1 に記載の装置。

( 項目 4 3 )

色のスペクトルにおける前記記号の色の前記位置は、前記距離を示す、項目 4 1 に記載の装置。

( 項目 4 4 )

前記ツールの前記位置が前記表示領域の外側にある場合、前記プロセッサは、該表示領域の中の基準点の位置からの該ツール上の基準点の位置の距離を決定することによって前記境界領域に前記記号を表示するように構成され、該記号の点滅の頻度は、該距離を示す、項目 3 7 に記載の装置。

20

( 項目 4 5 )

前記ツールの前記位置が前記表示領域の外側にある場合、前記プロセッサは、該表示領域の中の基準点の位置からの該ツール上の基準点の位置の距離を決定することによって前記境界領域に前記記号を表示するように構成され、該境界領域の中の前記決定された位置の周囲の該記号の振動の頻度は、該距離を示す、項目 3 7 に記載の装置。( 項目 4 6 )

前記ツールの前記位置が前記表示領域の外側にある場合、前記プロセッサは、該表示領域の中の基準点の位置からの該ツール上の基準点の位置の距離を決定することによって前記境界領域に前記記号を表示するように構成され、該距離は、該記号に距離数を重ねることによって示される、項目 3 7 に記載の装置。

( 項目 4 7 )

前記ツールの前記位置が前記表示領域の外側にある場合、前記プロセッサは、該ツールの先端作動体の前記位置および配向を決定し、かつ該先端作動体の該配向を示すように配向指標が配向されるために、前記記号の上方に配向指標を表示するように構成される、項目 3 7 に記載の装置。

30

( 項目 4 8 )

前記ツールは、シャフトの長さに沿って延在する軸を有するシャフトを含み、該ツールの前記位置が前記表示領域の外側にある場合、前記プロセッサは、該軸の配向を決定し、かつ該軸の配向を示すように配向指標が配向されるために、前記記号の上方に配向指標を表示するように構成される、項目 3 7 に記載の装置。

( 項目 4 9 )

前記ツールが前記表示領域中にある場合、前記プロセッサは、該ツールの先端作動体の前記位置および配向を決定し、かつ該先端作動体の該配向を示すように前記記号が配向されるために、該記号を表示するように構成される、項目 3 7 に記載の装置。

40

( 項目 5 0 )

前記ツールが前記コンピュータディスプレイ画面に表示されている前記表示領域の中にある場合、前記プロセッサは、該表示領域の中で該ツールの画像を識別するようにさらに構成される、項目 3 7 に記載の装置。

( 項目 5 1 )

前記ツールの前記画像が前記表示領域の中で識別できない場合、前記プロセッサは、該ツールが配置されるべき該表示領域にゴーストツールを表示するようにさらに構成される

50

、項目 5 0 に記載の装置。

(項目 5 2)

前記表示領域は、立体的な左右の 2 次元像を含み、前記プロセッサは、

前記ツールの 3 次元コンピュータモデルを生成し、

前記コンピュータディスプレイ画面の前記基準フレームにおける該ツールの現在の位置および配向と一致するように該コンピュータモデルを配置および配向し、

該左右の 2 次元像のうちの選択された一方に投影する該コンピュータモデルの 2 次元輪郭を生成し、

該コンピュータモデルの前記 2 次元輪郭を、該左右の 2 次元像のうちの該選択された一方と相互相関させることによって、該ツールの前記画像を識別するように構成される、項目 5 0 に記載の装置。

10

(項目 5 3)

前記ツールの前記画像が前記左右の 2 次元像のうちの前記選択された一方において識別されない場合、前記プロセッサは、少なくとも該ツールの前記コンピュータモデルの前記 2 次元輪郭を、前記コンピュータ画面に表示されている際に該左右の 2 次元像のうちの該選択された一方の上のオーバーレイとして表示させるようにさらに構成される、項目 5 2 に記載のプロセッサ。

(項目 5 4)

前記ツールの前記画像が前記左右の 2 次元像のうちの前記選択された一方において識別されない場合、前記プロセッサは、前記コンピュータディスプレイ画面の前記基準フレームにおける該ツールの前記位置および配向で該ツールの 3 次元ゴースト像として現れるよう、該ツールの左右の 2 次元ゴースト像を、該左右の 2 次元像の対応するものにおいて重ねさせるようにさらに構成される、項目 5 2 に記載の装置。

20

(項目 5 5)

手術用ツールと、

該手術用ツールを配置および配向することが可能となるように、該手術用ツールに機械的に連結されるロボットアームと、

画像装置と、

コンピュータディスプレイ画面と、

該ロボットアーム、該画像装置、および該コンピュータディスプレイ画面に連結されるプロセッサと

30

を備えており、

該プロセッサは、該画像装置によって撮影される画像を、該コンピュータディスプレイ画面の表示領域に表示させ、該ツールの位置を示すよう、記号を該表示領域の周囲の境界領域に表示させるように構成される、医療ロボットシステム。

(項目 5 6)

前記記号は、前記ツールを識別する情報を提供する、項目 5 5 に記載のシステム。

(項目 5 7)

前記記号は、前記ツールと関連する患者側マニピュレータを識別する情報を提供する、項目 5 5 に記載のシステム。

40

(項目 5 8)

前記記号は、前記患者側マニピュレータと関連し、かつそれに示される色である、項目 5 7 に記載のシステム。

(項目 5 9)

前記記号は、前記患者側マニピュレータと関連し、かつそれに示される数字で印される、項目 5 7 に記載のシステム。

(項目 6 0)

前記ツールの前記位置は、前記画像装置の基準フレームにおいて決定される、項目 5 5 に記載のシステム。

(項目 6 1)

50

前記ツールの前記位置は、前記ツールを動かす患者側マニピュレータに対する運動学を使用して決定される、項目 6 0 に記載のシステム。

( 項目 6 2 )

前記ツールの前記位置は、画像識別技法を使用して決定される、項目 6 0 に記載のシステム。

( 項目 6 3 )

前記ツールは、シャフトの長さに沿って延在する軸を有するシャフトを含み、前記プロセッサは、該シャフトの該軸を貫通する線が前記境界領域と交差する場所を決定することによって、該境界領域の中の前記記号の前記位置を決定するように構成される、項目 5 5 に記載のシステム。

10

( 項目 6 4 )

前記プロセッサは、前記ツールの前記位置が、前記コンピュータディスプレイ画面に表示されている前記表示領域の中にあるか否かを決定するようにさらに構成される、項目 5 5 に記載のシステム。

( 項目 6 5 )

前記ツールが前記表示領域の外側にある時、前記プロセッサは、該ツールの先端作動体の配向を示すよう、前記記号を前記コンピュータディスプレイ画面の前記境界に表示させるようにさらに構成される、項目 5 5 に記載のシステム。

( 項目 6 6 )

前記ツールが前記表示領域の外側にある時、前記プロセッサは、前記ツール上の基準点の位置から前記表示領域の基準点の距離を示すよう、前記記号を前記コンピュータディスプレイ画面の前記境界に表示させるようにさらに構成される、項目 5 5 に記載のシステム。

20

。

( 項目 6 7 )

前記距離は、前記表示された記号のサイズによって示される、項目 6 6 に記載のシステム。

( 項目 6 8 )

前記距離は、前記表示された記号の色によって示される、項目 6 6 に記載のシステム。

( 項目 6 9 )

前記距離は、前記表示された記号の明るさによって示される、項目 6 6 に記載のシステム。

30

( 項目 7 0 )

前記距離は、前記表示された記号の点滅の頻度によって示される、項目 6 6 に記載のシステム。

( 項目 7 1 )

前記点滅の頻度は、前記距離が減少するにつれて増加する、項目 7 0 に記載のシステム。

。

( 項目 7 2 )

前記境界領域の中の前記決定された位置の周囲の前記記号の振動の頻度は、前記距離を示す、項目 6 6 に記載のシステム。

40

( 項目 7 3 )

前記距離は、前記記号に距離数を重ねることによって示される、項目 6 6 に記載のシステム。

( 項目 7 4 )

前記画像装置は、少なくとも 1 つのカメラを含む、項目 5 5 に記載のシステム。

( 項目 7 5 )

前記画像装置は、MRI 像を撮影する、項目 5 5 に記載のシステム。

( 項目 7 6 )

前記画像装置は、超音波画像を撮影する、項目 5 5 に記載のシステム。

【図面の簡単な説明】

50

## 【 0 0 1 7 】

【図 1】図 1 は、本発明の側面を利用したロボット手術システムを採用した手術室の上面図を図示する。

【図 2】図 2 は、内視鏡カメラの F O V の中に配置された 2 つのツールを図示する。

【図 3】図 3 は、内視鏡カメラの F O V の中に配置された 1 つのツール、および外に配置された 1 つのツールを図示する。

【図 4】図 4 は、本発明の側面を利用した、ツールが内視鏡カメラの F O V の外にある時にツールの位置を示すための方法によって生じる、第 1 のコンピュータディスプレイ画面を図示する。

【図 5】図 5 は、本発明の側面を利用した、ツールが内視鏡カメラの F O V の外にある時にツールの位置を示すための方法によって生じる、第 2 のコンピュータディスプレイ画面を図示する。

10

【図 6】図 6 は、本発明の側面を利用した、ツールが内視鏡カメラの F O V の外にある時にツールの位置を示すための方法によって生じる、第 3 のコンピュータディスプレイ画面を図示する。

【図 7】図 7 は、本発明の側面を利用した、ツールが内視鏡カメラの F O V の中に閉塞されている時にツールの位置を示すための方法によって生じる、第 4 のコンピュータディスプレイ画面を図示する。

【図 8】図 8 は、本発明の側面を利用した、ツールが内視鏡カメラの F O V の外側にある、または中に閉塞されている時にツールの位置を示すための方法のフロー図を図示する。

20

【図 9】図 9 は、本発明の側面を利用する、図 8 に関して説明される方法を行うように構成されたロボット手術システムで使用されるような、内視鏡カメラ基準フレームにおける点の左右像を図示する。

【図 1 0】図 1 0 および図 1 1 はそれぞれ、コンピュータモニタの左表示領域に表示される完全な左カメラ像と、コンピュータモニタの左表示領域に表示される部分的な左カメラ像とを示す。

【図 1 1】図 1 0 および図 1 1 はそれぞれ、コンピュータモニタの左表示領域に表示される完全な左カメラ像と、コンピュータモニタの左表示領域に表示される部分的な左カメラ像とを示す。

【図 1 2】図 1 2 は、本発明の側面を利用する図 8 に関して説明される方法で使用してもよい、カメラ像中でツールを識別するための方法のフロー図を図示する。

30

【発明を実施するための形態】

## 【 0 0 1 8 】

図 1 は、一例として、ロボット手術システムを採用した手術室の上面図を図示する。この場合のロボット手術システムは、通常 1 名以上の助手（「A」）の補助により、手術台（「O」）に横たわる患者（「P」）に対して低侵襲診断または外科的処置を行いながら、外科医（「S」）によって利用されるコンソール（「C」）を含む低侵襲ロボット手術（MIRS）システム 1 0 0 である。

## 【 0 0 1 9 】

コンソールは、外科医に対して手術部位の画像を表示するための 3 - D モニタ 1 0 4、1 つ以上の操作可能なマスタマニピュレータ 1 0 8 および 1 0 9（本願では、「制御装置」および「入力装置」とも呼ばれる）、およびプロセッサ 1 0 2 を含む。制御装置 1 0 8 および 1 0 9 は、ジョイスティック、グローブ、トリガガン、手動制御器、または同類のもの等の、種々の入力装置のうちのいずれか 1 つ以上を含んでもよい。プロセッサ 1 0 2 は、コンソールに組み込まれた、またはその隣に配置されたパーソナルコンピュータである。

40

## 【 0 0 2 0 】

プロセッサ 1 0 2 が、それらのそれぞれの関連スレーブマニピュレータ 1 2 8 および 1 2 9（本願では、「ロボットアーム」および「患者側マニピュレータ」とも呼ばれる）を、それらのそれぞれの取り外し可能に連結された手術器具 1 3 8 および 1 3 9（本願では

50

、「ツール」とも呼ばれる)を適宜に操作させるように、制御装置108および109を操作することによって、外科医は、低侵襲外科的処置を行う一方で、外科医は、手術部位が立体内視鏡140(左右の立体像を撮影するための左右のカメラを有する)によって撮影され、コンソール3-Dモニタ104に表示されると、それを3-Dで見る。

#### 【0021】

ツール138および139のそれぞれ、ならびに内視鏡140は、好ましくは、切開166等の対応する低侵襲切開を通して手術部位へと下方に伸びるよう、患者の体内にカニユーレまたはその他のツールガイド(図示せず)を通して挿入される。ロボットアームのそれぞれは、従来、共に連結されて接合部163等のモータ制御接合部を通して操作される、リンケージ162等のリンケージで形成されている。

10

#### 【0022】

一度に使用される手術ツールの数、およびその結果として、システム100で使用されているロボットアームの数は、概して、いくつかある要因の中で特に、診断および外科的処置、および手術室内の広さの制約に依存する。処置中に使用されているツールのうちの1つ以上を変える必要がある場合、外科医は助手に、もはや使用していないツールをそのロボットアームから取り外し、それを手術室中のトレイ(「T」)からの別のツール131と交換するように指示してもよい。助手が交換されるツールを識別することを補助するために、ロボットアーム122、128、および129のそれぞれには、その設定接合部の上等、その上に印刷された識別番号または色指標があってもよい。

#### 【0023】

20

好ましくは、モニタ104は、外科医が実際に手術部位を直接見下ろしていると感じるように配向された投影像を表示するように、外科医の手の付近に配置される。そのためには、ツール138および139の画像は、好ましくは、外科医の手が位置する場所に実質的に位置するように見える。こうするために、プロセッサ102は、好ましくは、内視鏡140によって見えるとおりそれらの関連ツール138および139の配向と適合するよう、制御装置108および109の配向を変える。

#### 【0024】

プロセッサ102は、システム100における様々な機能を果たす。それが果たす1つの重要な機能は、外科医が、それらのそれぞれのツール138および139を効果的に動かす、および/または操作することができるよう、バス110をわたる制御信号を介して、それらのそれぞれのロボットアーム128および129へと、制御装置108および109の機械的運動を変換し、伝達することである。別の重要な機能は、本願で説明されるように、ツールがモニタ104に表示されているカメラ撮影像の外側にある、またはモニタ104に表示されているカメラ撮影像の中に閉塞されている時にツールの位置を示すための方法を実装することである。なおも別の重要な機能は、モニタ104上でツールおよび/またはそれらのそれぞれの患者側マニピュレータを直ちに識別して、外科医/助手のコミュニケーションを促進するための方法を実装することである。

30

#### 【0025】

パーソナルコンピュータとして説明されるものの、プロセッサ102は、実際においては、ハードウェア、ソフトウェア、およびファームウェアの任意の組み合わせによって実装してもよいことが十分理解される。また、本願で説明されるようなその機能は、1つのユニットによって行われるか、または異なる構成要素間で分担してもよく、次に、そのそれぞれは、ハードウェア、ソフトウェア、およびファームウェアの任意の組み合わせによって実装してもよい。

40

#### 【0026】

低侵襲外科的処置を行っている間、ツール138および139は、好ましくは、外科医がモニタ104上でそれらを適宜に見て、処置中に使用できるように、モニタ104の表示領域200内に保たれる(図2に示されるように)。しかし、ツール138のうちの1つがモニタ104の表示領域200の外側にある時は(図3に示されるように)、外科医は、モニタ104上でそのツールを見ることができず、結果として、処置中にそれを適切

50

に使用することができなくなる。また、外科医は、視野外のツールが表示領域 200 に対して現在配置されている場所を知らずに、視野外のツールをモニタ 104 の表示領域 200 の中に移動させることが困難な場合がある。

【0027】

視野外のまたは閉塞されているツールについて、外科医にツールの位置を示すために、プロセッサ 102 は、図 8 に関して説明されるように、モニタ 104 にツール位置を示すための方法を実装する、グラフィカルユーザインターフェース（「GUI」）コンピュータプログラムにより構成される。しかし、GUI のこの側面を説明する前に、GUI によって生成される出力の例を図 4 ~ 7 に関して図示および説明する。

【0028】

図 4 ~ 7 のそれぞれにおいて、モニタ 104 の表示領域 300 は、図 10 で示されるように、内視鏡 140 の FOV に対応してもよく（FOV 全体の適切な尺度構成を伴う）、または、図 11 で示されるように、内視鏡 140 の FOV の一部のみに対応してもよい（モニタ 104 に表示される FOV の一部における画像の縮小に対応する、適切な尺度構成を伴う）。表示領域 300 内のツールは、表示領域 300 内の太い線の中に見える。表示領域 300 に外接しているのは、境界領域 400 であり、そこには対応するツールの位置を示すように、クリック不可の記号またはクリック可能なアイコン（以降、まとめて「記号」と呼ばれる）が配置されている。

【0029】

記号はまた、好ましくは、それらのそれぞれのツールおよび/または関連した患者側マニピュレータを識別する情報を提供する。それらがこれを行うことができる 1 つの方法は、それらの設定接合部の上等、患者側マニピュレータの上に印刷された色表示と適合するような色によるものである。例えば、患者側マニピュレータ 122、128、および 129 は、それぞれ赤、緑、および黄として色分けしてもよく、それらの取り付けられたツールに対応する記号もまた、同じ方法で色分けしてもよい。あるいは、数字指標および/またはその他の識別情報はまた、それらの設定接合部の上等、患者側マニピュレータの上に印刷された数字と適合してもよい記号の上で、またはそれに隣接して表示してもよい。例えば、患者側マニピュレータ 122、128、および 129 はそれぞれ、1、2、および 3 と番号をつけてもよく、それらの取り付けられたツールに対応する記号もまた、同じ方法で番号をつけてもよい。テキスト情報が記号に提供される場合、テキストは記号の上に書かれるか、またはそれに隣接して表示されてもよい。それは、コンピュータディスプレイ画面に連続的に表示されるか、または、ポインティングデバイスを使用して、カーソルが記号の上方に配置された時、または記号がクリックされた時に、表示されるだけであってもよい。

【0030】

表示領域 300 の外側のツールは、GUI によって実装される方法のある側面を説明する目的のために、点線で示される。これらの点線のツール（または点線のツールの延長）は、モニタ 104 上では外科医によって見えないことが十分理解される。しかし、図 4 ~ 7 における表示領域 300 に対するそれらの相対的な位置は、内視鏡カメラの基準フレームにおける内視鏡 140 の FOV の中、またはそれに対する相対的な位置に対応する。

【0031】

図 4 ~ 7 に示されるツールは、2-D 画像のように見えるものの、これは限定として解釈されるものではなく、むしろ説明の目的のためだけの簡略化として解釈されるものであることが、十分理解される。好ましくは、3-D 画像は、表示領域 300 に表示される。記号、特に、記号に重ね合わせられる先端作動体またはツールシャフトの配向表示は、境界領域 400 の中に 2-D または 3-D で現れてもよい。また、本願で説明される例は、内視鏡 140 によって撮影される画像を指すものの、本発明の様々な側面はまた、モニタ 104 の表示領域 300 に表示することができる、MRI、超音波、またはその他の画像診断技術を使用するもの等の、その他の種類の画像装置によって撮影される画像にも該当することが、十分理解される。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 2 】

図 4 は、第 1 の例として、モニタ 1 0 4 に表示された G U I 生成画面を図示し、第 1 の記号 4 1 0 は、境界領域 4 0 0 中に配置されて視野外ツール 1 3 8 の位置を示し、配向指標 4 1 1 は、記号 4 1 0 の上に重ね合わせられて視野外ツール 1 3 8 の先端作動体 2 1 5 の現在の配向を示す。視野内ツール 1 3 9 は、境界領域 4 0 0 中の第 2 の記号 4 2 0 から表示領域 3 0 0 内へと部分的に延在して示される。

## 【 0 0 3 3 】

この例では、第 1 の記号 4 1 0 の位置は、線 4 0 2 と境界領域 4 0 0 との交点によって決定され、線 4 0 2 は、視野外ツール 1 3 8 上の基準点からモニタ 1 0 4 の表示領域 3 0 0 の中心点 4 0 1 へと延在する。第 2 の記号 4 2 0 の位置は、視野内ツール 1 3 9 のシャフト 2 2 2 と境界領域 4 0 0 との交点によって決定される。

## 【 0 0 3 4 】

視野外ツール 1 3 8 が表示領域 3 0 0 から離れている距離は、その記号のサイズ、色、明るさ / 強度、点滅頻度、または振動頻度による等、多数の方法で示されてもよい。あるいは、距離は、単純に記号の上方に距離数（センチメートル単位の距離等）を表示することによって示してもよい。例えば、ツール 1 3 9 等のツールが視野の中にある時、視野内ツール 1 3 9 の記号 4 2 0 等の記号は、最大サイズであってもよい。しかし、ツール 1 3 8 等のツールが視野外である時、その記号のサイズは、視野外ツールが表示領域 3 0 0 から離れている距離を示してもよく、ツールが表示領域 3 0 0 への進入に近づくように移動するにつれてさらに大きくなる。あるいは、記号の色は、色のスペクトルを使用して距離を示してもよく、または、記号の明るさ / 強度または記号の点滅頻度が、ツールが表示領域 3 0 0 への進入に近づいて移動するにつれて増加することによって、距離を示してもよく、または、その正常位置の周囲の記号の振動頻度が、ツールが表示領域 3 0 0 内に近づくように動かされるにつれて、減少してもよい。

## 【 0 0 3 5 】

図 5 は、第 2 の例として、モニタ 1 0 4 に表示された G U I 生成画面を図示し、第 1 の記号 5 1 0 は、境界領域 4 0 0 の中に配置されて、視野外ツール 1 3 8 の位置を示し、配向指標 5 1 1 が、記号 5 1 0 の上に重ね合わせられて視野外ツール 1 3 8 のシャフト 2 1 7 の現在の配向を示す。

## 【 0 0 3 6 】

この例では、第 1 の記号 5 1 0 の位置は、線 5 0 2 と境界領域 4 0 0 との交点によって決定され、線 5 0 2 は、シャフト 2 1 7 の軸に沿って延在する。視野外ツール 1 3 8 が表示領域 3 0 0 から離れている距離は、図 4 に関する上記と同じ方法で示してもよい。

## 【 0 0 3 7 】

図 6 は、第 3 の例として、モニタ 1 0 4 に表示された G U I 生成画面を図示し、第 1 の記号 6 1 0 は、境界領域 4 0 0 の中に配置されて視野外ツール 1 3 8 の位置を示し、配向指標 6 1 1 は、記号 6 1 0 の上に重ね合わせられて視野外ツール 1 3 8 のシャフト 2 1 7 の現在の配向を示す。

## 【 0 0 3 8 】

この例では、第 1 の記号 6 1 0 の位置は、軌跡 6 0 2 と境界領域 4 0 0 との交点によって決定され、軌跡 6 0 2 は、内視鏡カメラの基準フレームの中を移動するにつれて、視野外ツール 1 3 8 上の基準点の経路によって画定される。こうして、記号 6 1 0 は、境界領域 4 0 0 内に配置され、そこで、ツールがその現在の軌跡に沿って続く場合（または、軌跡が逆になったように見える、表示領域 3 0 0 から離れていく場合）、まず表示領域 3 0 0 中に現れる。例えば、軌跡を決定するために時間の 2 つの点のみが使用される場合、ツール 1 3 8 が時間  $t_1$  における第 1 の場所から時間  $t_2$  における第 2 の場所まで移動すると、基準点の経路は、2 つの点を通して延在する線によって表される。時間  $t_2$  が現在の時間であり、時間  $t_1$  が以前の時間である場合、シャフト 2 1 7 の現在の配向は、配向指標 6 1 1 によって示される。視野外ツール 1 3 8 の軌跡を画定するために時間の 2 つより多い点を使用することによって、軌跡は、さらに精密な曲線を呈してもよい。視野外ツ

ル 1 3 8 が表示領域 3 0 0 から離れている距離は、図 4 に関する上記と同じ方法で示してもよい。

【 0 0 3 9 】

図 7 は、第 4 の例として、モニタ 1 0 4 に表示された G U I 生成画面を図示し、ツール 1 3 8 および 1 3 9 は両方とも、表示領域 3 0 0 内となるように配置されているが、ツール 1 3 8 の先端作動体は、物体 7 0 0 によって閉塞されている。この場合、ツールのそれぞれが表示領域 3 0 0 の中にあるため、それらのそれぞれの記号 7 1 0 および 4 2 0 は、最大サイズである。ツール 1 3 8 の先端作動体は、物体 7 0 0 によって閉塞されているものの、先端作動体のゴースト像 7 1 1 (例えば、コンピュータモデル)が、物体 7 0 0 の上方に適切な位置および配向で示される。ゴースト像 7 1 1 があまりにも邪魔であれば、代わりに、プログラムされた、または外科医の選択によるオプションのいずれかで、先端作動体の輪郭を使用してもよい。

【 0 0 4 0 】

前述のように、記号 4 2 0、4 1 0、5 1 0、6 1 0、および 7 1 0 は、クリック不可の記号またはクリック可能なアイコンであってもよい。前者の場合、外科医がマウス等のポインティングデバイスのカーソルをクリック不可の記号上を通過させた場合に、関連ツールについての追加情報が提供されてもよい。後者の場合、外科医がポインティングデバイスを使用してクリック可能なアイコンをクリックした場合に、関連ツールについての追加情報が提供されてもよい。いずれの場合も、追加情報は、その関連した患者側マニピュレータを識別する情報に加える情報であり、それは、記号の上またはそれに隣接して常に表示されている、その色または数字によって示されてもよい。そのような追加情報の例は、ツールの種類およびその関連マスタマニピュレータの識別を含んでもよい。追加情報は、ピクチャ・イン・ピクチャ等の別のウィンドウで提供してもよく、または、記号に隣接する、またはそれに重ね合わせられるテキストとして提供してもよい。別のウィンドウが提供されると、追加情報は、内視鏡 1 4 0 の F O V、およびその外側の全てのツールのコンピュータ生成モデルを含む、手術部位の縮小されたコンピュータ生成像をさらに含んでもよい。

【 0 0 4 1 】

円として示されているが、記号 4 2 0、4 1 0、5 1 0、6 1 0、および 7 1 0 は、多くの異なる形状のうちのいずれか 1 つ以上で表示されてもよい。例えば、表示領域 3 0 0 の内側に見えるようにツールが配置されている時、ゴーストシャフトが境界領域 4 0 0 に表示されるように、記号が、ツールシャフトのコンピュータモデルという形をとってもよい。一方で、表示領域 3 0 0 の外側になるようにツールが配置されている時、ゴースト先端作動体が境界領域 4 0 0 に表示されるように、記号が、ツールの遠位端のコンピュータモデルという形をとってもよい。ツールが表示領域 3 0 0 の外側から表示領域 3 0 0 の中へと移動するにつれて、そのとき、記号はゴースト先端作動体からゴーストシャフトヘシームレスに変わり、ツールが表示領域 3 0 0 の内側から表示領域 3 0 0 の外側に移動する時は、逆もまた同様である。ゴーストシャフトまたはゴースト先端作動体の配向は、場合によっては、好ましくは、実際のツールの配向に適合する。ツールが表示領域 3 0 0 の外側にある時、ゴースト先端作動体のサイズは、記号について前述したように、表示領域 3 0 0 からのその距離を示してもよい。同様に、ツールおよび/またはその患者側マニピュレータを識別するために、ゴーストシャフトまたはゴースト先端作動体は、場合によっては、記号について前述したように、色分けするか、または数値的に番号をつけてもよい。

【 0 0 4 2 】

図 8 は、一例として、モニタ 1 0 4 にツールの位置および識別を示すための方法のフロー図を図示する。該方法は、好ましくは、処理ユニット 1 0 2 において実行される G U I によって、各ツールに対して行われる。8 0 1 において、ツールの位置および配向は、撮影された画像がモニタ 1 0 4 に表示されている、画像装置の基準フレームにおいて決定される。この例の目的のために、画像は内視鏡 1 4 0 の立体カメラによって撮影されるとして説明されるが、他の画像診断技術を使用した他の画像装置によって撮影される画像もま

た、該方法と共に使用してもよいことが十分理解される。また、この例の目的のために、カメラの完全なFOVは、図10で示されるように、表示領域300に表示されると仮定される。したがって、そのような場合、ツールがカメラのFOVの外側にある時、ツールの位置および配向は、従来の画像技法を使用して決定できない場合がある。

#### 【0043】

結果として、ツールの位置および配向（本願では「ツール状態」とも呼ばれる）は、まず、ツールのロボットアームにおける接合部センサから情報を受信し、ロボットアームの運動像に情報を適用することによって、ツール基準フレームにおいて推定される。この場合のツール状態は、主にロボットアームの運動像から決定されるため、たとえツールが内視鏡140のFOVの外側にある、または内視鏡140のFOVの中に閉塞されていても、容易に決定することができる。

10

#### 【0044】

次いで、推定されたツール状態は、カメラ基準フレームに変換され、あらかじめ決定されたエラー変換を使用して修正される。エラー変換は、そのロボットアームの運動像を使用して決定されるツール状態とビデオ画像処理を使用して決定されるツール状態との差異から決定してもよい。エラー変換は、まず、術前の校正ことで決定し、低侵襲外科的処置中にツールが内視鏡140のFOVの中にある時に、周期的に更新してもよい。

#### 【0045】

しかし、図11の領域1101によって示されるように、カメラのFOVの一部のみがモニタ104の表示領域300に表示された場合、図11の領域1102によって示されるように、ツールがモニタ104の表示領域300に表示されていないカメラのFOVの一部の中にある場合にツール位置を決定するために、従来の画像技法を使用することが、なおも可能であってもよい。図10および11の両方において、左のカメラ像I1のみが示されていることに注意されたい。しかし、3-Dディスプレイに対して、例えば、図9に関して説明されるように、対応する右のカメラ像I2も必要であるが、本願では説明を簡素化するために図示されていないことが、十分理解されべきである。

20

#### 【0046】

ツールの位置および配向を決定するため、具体的には、ツール追跡を行うための付加的な詳細は、例えば、参照することにより本願に組み込まれる、2005年5月16日出願の「Methods and Systems for Performing 3-D Tool Tracking by Fusion of Sensor and/or Camera derived Data during Minimally Invasive Robotic Surgery」と題された、共同所有された米国出願第11/130,471号で説明されている。

30

#### 【0047】

802において、ツールの位置がモニタ104の表示領域300の中にあるか否かの決定が行われ、この例において、これは、ツールが内視鏡140のFOVの中にあるか否かを決定するステップと同等である。この後者の決定は、エピポラ幾何学を使用して行ってもよい。例えば、図9を参照して、内視鏡140は、基線距離「b」によって分離され、カメラの焦点距離「f」で画定される像平面I1およびI2を有する、2つのカメラC1およびC2を含む。像平面I1およびI2は、異なる内部および外部カメラ形態の影響を除去するために、従来のステレオ補正アルゴリズムを使用してゆがめられる。

40

#### 【0048】

カメラ基準フレームにおける点Pは、点P、カメラC1およびC2の2つの光心、および像点P1およびP2を含むエピポラ平面によって、像点P1およびP2において像平面I1およびI2に投影される。次いで、点Pの位置は、基線距離「b」および焦点距離「f」に対する既知の値、およびそれらのそれぞれの像平面の中心点（すなわち、y1およびy2軸とx軸との交点における）からの像点P1およびP2の距離から計算される視差「d」を使用して、カメラ基準フレームにおいて決定してもよい。

#### 【0049】

50

よって、ツールが内視鏡 140 の F O V の中にあるためには、ツール上の少なくとも 1 つの点が、2 つの像平面 I 1 および I 2 のうちの少なくとも一方に投影されなければならない。例えば、近くの点に対して計算された視差情報を使用して、2 つの像平面 I 1 および I 2 の一方のみに投影されたツール上の点の位置を推定することが可能であってもよいが、好ましくは、視差値を点に対して計算することができ、その結果として、その深度を直接決定することが可能となるように、ツール上の点は、2 つの像平面 I 1 および I 2 の両方に投影される。また、形の上ではツールが内視鏡 140 の F O V の中にあってもよいが、実際の理由によってツールの 1 点のみがその中にある場合は、好ましくは、ツールが外科医によってモニタ 104 において視覚的に識別可能となるように、十分な数の点が必要とされる。

10

#### 【0050】

ここで、802 において、ツールの位置がモニタ 104 の表示領域 300 の外側であると決定された場合、803 において、表示領域 300 に外接する境界領域 400 の中の記号に対する位置は、記号の位置が表示領域 300 に対するツールの位置を示すように決定される。そのような決定の例は、図 4 ~ 6 に関して前述している。境界領域 400 の中の記号の位置を決定した後、804 において、記号は、その決定された位置において境界領域 400 に表示される。また、配向指標は、図 4 ~ 6 に関して説明されたように、提供される情報を識別する、記号およびその他のツールおよび / またはそのロボットアームに重ね合わせてもよい。次いで、該方法は、801 に戻ることによって、別の処理間隔に対して反復する。

20

#### 【0051】

一方、802 において、ツールの位置がモニタ 104 の表示領域 300 内であると決定された場合、805 において、内視鏡 140 の F O V の中でツールを識別する試行が行われる。このタスクを行うための一例として図 12 を参照すると、1201 において、ツールの 3 - D コンピュータモデルが生成される。これは概して、一度きりの術前プロセスである。1202 において、ツールの 3 - D コンピュータモデルは、801 で決定されるツール状態に従って、配置および配向される。1203 において、ツールのコンピュータモデルの左右の 2 - D 輪郭は、ツールの 3 - D コンピュータモデルの輪郭を、内視鏡 140 の左右のカメラ C 1 および C 2 の左右の像平面 I 1 および I 2 に投影することによって生成される。1204 において、左像平面 I 1 に対して 1203 で生成されたツールのコンピュータモデルの 2 - D 輪郭は、左カメラ C 1 によって撮影される左カメラ像と相互相関し、および / または、右像平面 I 2 に対して 1203 で生成されたツールのコンピュータモデルの 2 - D 輪郭は、右カメラ C 2 によって撮影される右カメラ像と相互相関する。

30

#### 【0052】

806 において、例えば、1204 で計算される相互相関値が、左右のカメラ像の一方または両方に対する閾値を満たす、または超えるかどうかを決定することによって、ツールが内視鏡 140 の F O V の中で識別されているか否かの決定が行われる。806 の結果が「はい」であれば、ツールが、右および / または左のカメラ像で識別されている。次いで、この方法は、803 へと進んで境界領域 400 の中の記号位置を決定し、この場合、単純に、境界領域 400 とツールシャフトとの交点によって決定してもよい。次いで、該方法は、804 へと進んで境界領域 400 の中の決定された位置に記号を表示し、次いで 801 へと進んで別の処理期間に対して方法を反復する。

40

#### 【0053】

しかし、806 の結果が「いいえ」であれば、ツールはおそらく、別の物体によって閉塞されている。その場合、807 において、ツールの 3 - D コンピュータモデルを左平面像 I 1 に投影することによって生成されたツールのコンピュータモデルの 2 - D 輪郭は、カメラ C 1 によって撮影された左カメラ像に重ね合わせられ、ツールの 3 - D コンピュータモデルを右平面像 I 2 に投影することによって生成されたツールのコンピュータモデルの 2 - D 輪郭は、カメラ C 2 によって撮影された右カメラ像に重ね合わせられる。結果として、ツールのコンピュータモデルの 3 - D 輪郭は、閉塞物に重ね合わせられて、モニタ

50

104の表示領域300に表示される。あるいは、ツールの完全3-Dコンピュータモデルは、内視鏡140のカメラC1およびC2によって撮影される左右のカメラ像の上に、3-Dコンピュータモデルの適切な左右の画像を重ね合わせることによって、閉塞物の上方にその輪郭としてよりもむしろ、ゴーストツールとして表示してもよい。

【0054】

次いで、該方法は、803へと進んで境界領域400の中の記号位置を決定し、この場合、単純に、境界領域400とツールシャフトとの交点によって決定してもよい。次いで、該方法は、804へと進んで境界領域400の中の決定された位置に記号を表示し、次いで801へと進み、別の処理期間に対して方法を反復する。

【0055】

本発明の様々な側面を好ましい実施形態に関して説明したが、本発明は、添付の請求項の全範囲内での完全な保護が与えられることが理解されるであろう。

10

【図1】

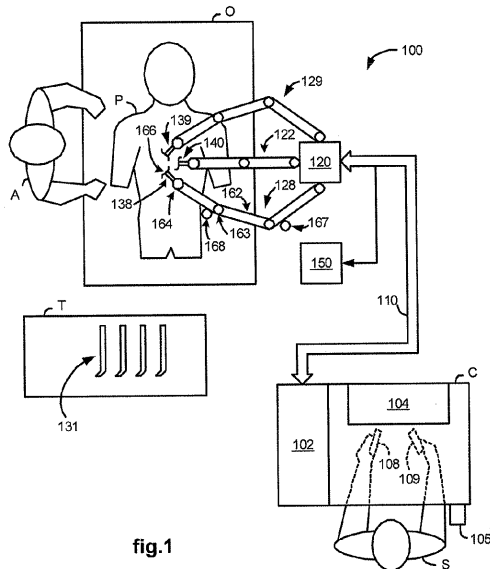


fig.1

【図2】

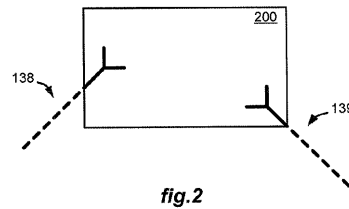


fig.2

【図3】

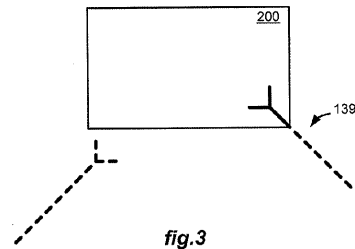


fig.3

【図 4】

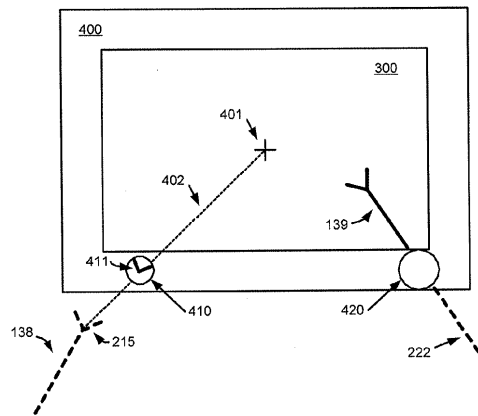


fig.4

【図 5】

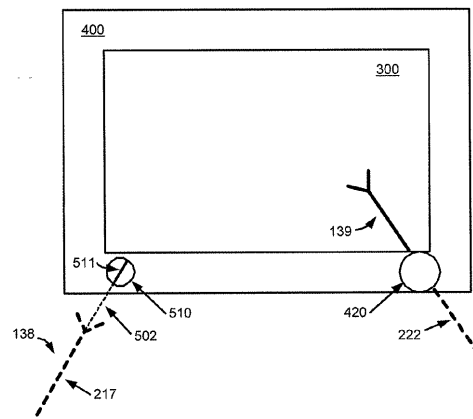


fig.5

【図 6】

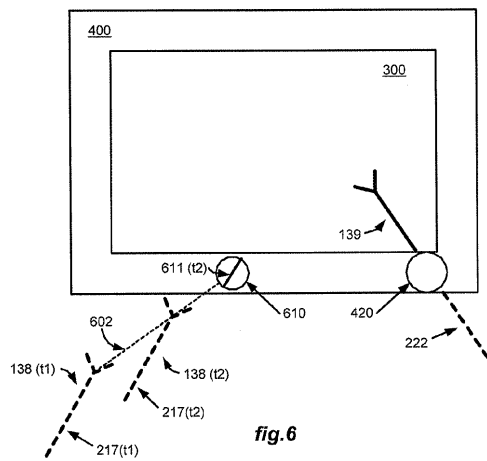


fig.6

【図 7】

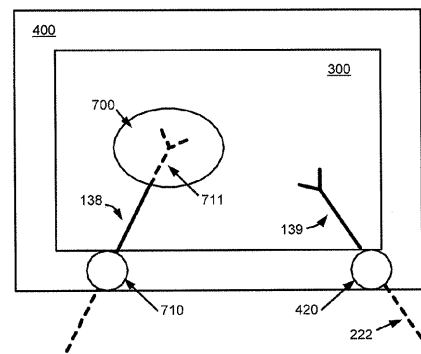


fig.7

【図 8】

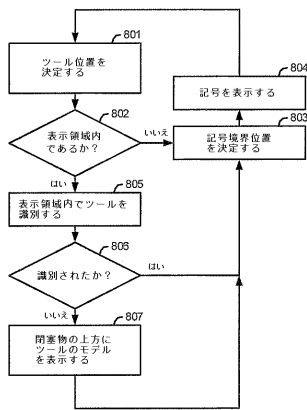


fig.8

【図 9】

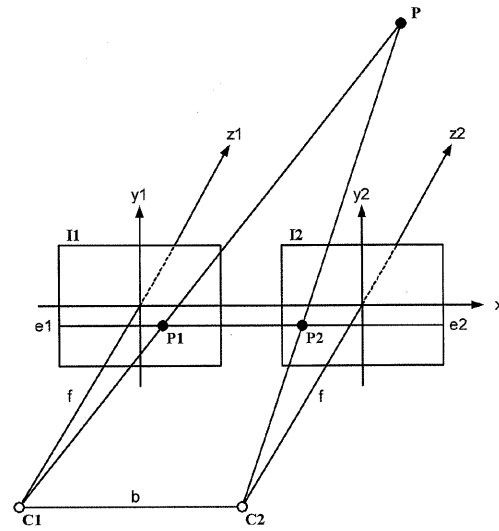


fig.9

【図 10】

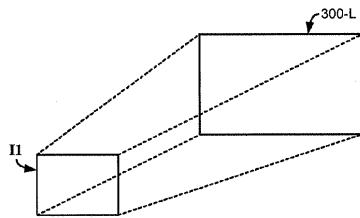


fig.10

【図 12】

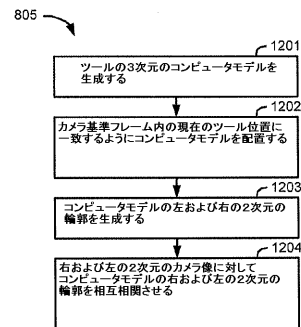


fig.12

【図 11】

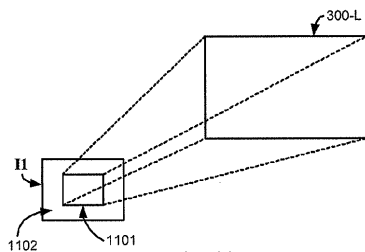


fig.11

---

フロントページの続き

(72)発明者 デイビッド ラーキン

アメリカ合衆国 カリフォルニア 94025, メンロ パーク, ウッドランド アベニュー  
913

(72)発明者 トーマス ニクソン

アメリカ合衆国 カリフォルニア 95051, サンタ クララ, ニコルソン アベニュー  
685

(72)発明者 デイビッド ミンツ

アメリカ合衆国 カリフォルニア 94086, サニーベイル, フランシス ストリート 1  
49

審査官 宮崎 敏長

(56)参考文献 特開平01-280449(JP,A)

特開平04-231034(JP,A)

国際公開第1995/007055(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 19/00

A61B 1/04

A61B 8/00

G06T 19/00

G06F 3/048 - G06F 3/0489

专利名称(译)	工具位置和识别指示器显示在计算机显示屏的边界区域中		
公开(公告)号	<a href="#">JP5372225B2</a>	公开(公告)日	2013-12-18
申请号	JP2012171135	申请日	2012-08-01
[标]申请(专利权)人(译)	直观外科手术公司		
申请(专利权)人(译)	直觉外科公司		
当前申请(专利权)人(译)	Intuitive Surgical公司		
[标]发明人	デイビッドラーキン トーマスニクソン デイビッドミンツ		
发明人	デイビッド ラーキン トーマス ニクソン デイビッド ミンツ		
IPC分类号	A61B19/00 G06T19/00		
CPC分类号	B25J9/1692 A61B1/00009 A61B1/0005 A61B1/0051 A61B1/04 A61B1/3132 A61B17/00234 A61B34/10 A61B34/20 A61B34/25 A61B34/30 A61B34/37 A61B34/74 A61B90/36 A61B90/361 A61B90/37 A61B2017/00199 A61B2017/00292 A61B2017/00296 A61B2034/102 A61B2034/107 A61B2034/2057 A61B2034/2065 A61B2034/301 A61B2034/741 A61B2034/742 A61B2090/365 A61B2090/367 A61B2090/371 A61B2090/373 B25J9/1694 B25J9/1697 G05B2219/39449 G05B2219/40607 G05B2219/45123		
FI分类号	A61B19/00.502 G06T19/00.G A61B34/00 A61B34/35 G06T19/00.600		
F-TERM分类号	5B050/BA04 5B050/BA09 5B050/BA13 5B050/DA07 5B050/DA10 5B050/EA07 5B050/EA13 5B050/EA19 5B050/EA27 5B050/FA02 5B050/FA06		
代理人(译)	夏木森下		
优先权	11/478531 2006-06-29 US		
其他公开文献	JP2012213655A5 JP2012213655A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

# 摘要(译)

要解决的问题：提供显示在计算机显示屏边界区域的工具位置和识别指示器。解决方案：内窥镜捕获手术部位的图像，以便在监视器的查看区域中显示。当工具在观察区域外时，GUI通过将符号定位在观察区域周围的边界区域中来指示工具的位置，以指示工具位置。视线外工具与观看区域的距离可以由符号的大小，颜色，亮度或闪烁或振荡频率指示。距离号码也可以显示在符号上。工具的轴或末端执行器的定向可以通过叠加在符号上的方向指示器或符号本身的方向来指示。当工具在观察区域内但被对象遮挡时，GUI将遮蔽工具叠加在遮挡对象上的当前位置和方向上。

