

(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2013-517031

(P2013-517031A)

(43) 公表日 平成25年5月16日 (2013.5.16)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 5/00 (2006.01)	A 6 1 B 5/00 G	4 C 0 9 3
A 6 1 B 19/00 (2006.01)	A 6 1 B 19/00 5 0 2	4 C 0 9 6
A 6 1 B 6/00 (2006.01)	A 6 1 B 6/00 3 3 0 A	4 C 1 1 7
A 6 1 B 6/03 (2006.01)	A 6 1 B 6/00 3 7 0	4 C 1 6 1
A 6 1 B 5/055 (2006.01)	A 6 1 B 6/03 3 7 7	
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 17 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2012-548489 (P2012-548489)
 (86) (22) 出願日 平成22年12月6日 (2010.12.6)
 (85) 翻訳文提出日 平成24年7月9日 (2012.7.9)
 (86) 国際出願番号 PCT/IB2010/055606
 (87) 国際公開番号 W02011/086431
 (87) 国際公開日 平成23年7月21日 (2011.7.21)
 (31) 優先権主張番号 61/294,502
 (32) 優先日 平成22年1月13日 (2010.1.13)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 590000248
 コーニンクレッカ フィリップス エレク
 トロニクス エヌ ヴィ
 オランダ国 5 6 2 1 ベーアー アイン
 ドーフェン フルーネヴァウツウェッハ
 1
 (74) 代理人 100087789
 弁理士 津軽 進
 (74) 代理人 100122769
 弁理士 笛田 秀仙
 (72) 発明者 ポボヴィック アレクサンドラ
 アメリカ合衆国 ニューヨーク州 1 0 5
 1 0 - 8 0 0 1 ブリアクリフ マノアー
 3 4 5 スカボロー ロード ピーオー
 ボックス 3 0 0 1

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内視鏡手術のための画像積分ベースレジストレーション及びナビゲーション

(57) 【要約】

術前手術計画と術中画像に対する手術道具のリアルタイム追跡は、画像ベースレジストレーションと道具追跡レジストレーションを含む。画像ベースレジストレーションは、術前走査画像 3 1 (例えば 3 D C T / M R I 画像)、術中蛍光透視画像 4 2 (例えば 2 D X 線画像)、及び術中内視鏡画像 2 3 (例えば 2 D 関節鏡画像)を含む身体の解剖領域の複数の画像の積分を実施する。道具追跡レジストレーションは術中内視鏡画像 2 3 内の 1 つ以上の手術道具の追跡の術前走査画像 3 1 及び / 又は術中蛍光透視画像 4 2 内の表現を実施する。

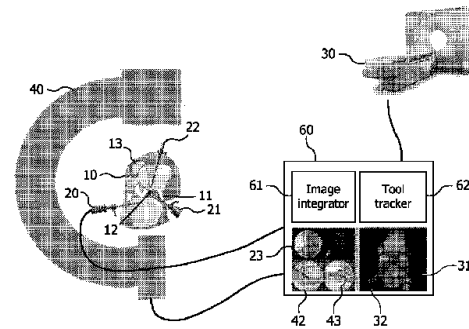


FIG. 4

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

術前走査画像、術中蛍光透視画像、及び術中内視鏡画像を含む身体の解剖領域の複数の画像を積分するための手術ナビゲーションシステムであって、

蛍光透視画像行列と内視鏡画像行列の積分を含む積分画像行列を生成する画像積分器であって、

前記蛍光透視画像行列が前記術中蛍光透視画像と前記術前走査画像の間の変換を含み

、
前記内視鏡画像行列が前記術前走査画像と前記術中内視鏡画像の間の変換を含む、
画像積分器と、

積分追跡行列と走査追跡行列を生成する道具追跡器であって、

前記積分追跡行列が前記積分画像行列と内視鏡追跡行列の積分を含み、

前記走査追跡行列が前記内視鏡画像行列と前記内視鏡追跡行列の積分を含み、

前記内視鏡追跡行列が前記術中内視鏡画像内の手術道具の追跡をあらわす、

道具追跡器と

を有する、手術ナビゲーションシステム。

【請求項 2】

前記画像積分器がさらに、前記術前走査画像と前記術中内視鏡画像の間の変換のための基準として前記術中内視鏡画像内の対象の表面の写真測量再構成を実行する、請求項 1 に記載の手術ナビゲーションシステム。

【請求項 3】

前記蛍光透視画像行列と前記内視鏡画像行列の積分が前記蛍光透視画像行列と前記内視鏡画像行列を含む行列乗算の実行を含む、請求項 1 に記載の手術ナビゲーションシステム。

【請求項 4】

前記積分画像行列と内視鏡追跡行列の積分が前記積分画像行列と前記内視鏡追跡行列を含む行列乗算の実行を含む、請求項 1 に記載の手術ナビゲーションシステム。

【請求項 5】

前記内視鏡画像行列と前記内視鏡追跡行列の積分が前記内視鏡画像行列と前記内視鏡追跡行列を含む行列乗算の実行を含む、請求項 1 に記載の手術ナビゲーションシステム。

【請求項 6】

前記積分追跡行列の関数として手術道具のオーバーレイを持つ前記術中蛍光透視画像を表示するための表示装置をさらに有する、請求項 1 の手術ナビゲーションシステム。

【請求項 7】

前記走査追跡行列の関数として手術道具のオーバーレイを持つ前記術前走査画像を表示するための表示装置をさらに有する、請求項 1 に記載の手術ナビゲーションシステム。

【請求項 8】

前記道具追跡器がさらに前記術中内視鏡画像内の前記手術道具の写真測量追跡を実行する、請求項 1 に記載の手術ナビゲーションシステム。

【請求項 9】

前記術前走査画像がコンピュータ断層撮影画像、磁気共鳴画像、超音波画像、及び X 線画像からなる群から選択される、請求項 1 に記載の手術ナビゲーションシステム。

【請求項 10】

術前走査画像、術中蛍光透視画像、及び術中内視鏡画像を含む身体の解剖領域の複数の画像を積分するための手術ナビゲーションシステムであって、

蛍光透視画像行列と内視鏡画像行列の積分を含む積分画像行列を生成する画像積分器であって、

前記蛍光透視画像行列が前記術中蛍光透視画像と前記術前走査画像の間の変換を含み

、
前記内視鏡画像行列が前記術前走査画像と前記術中内視鏡画像の間の変換を含む、

10

20

30

40

50

画像積分器と、

積分追跡行列を生成する道具追跡器であって、

前記積分追跡行列が前記積分画像行列と内視鏡追跡行列の積分を含み、

前記内視鏡追跡行列が前記術中内視鏡画像内の手術道具の追跡をあらわす、

道具追跡器と

を有する、手術ナビゲーションシステム。

【請求項 1 1】

前記画像積分器がさらに、前記術前走査画像と前記術中内視鏡画像の間の変換のための基準として前記術中内視鏡画像内の対象の表面を再構成する、請求項 1 0 に記載の手術ナビゲーションシステム。

10

【請求項 1 2】

前記蛍光透視画像行列と前記内視鏡画像行列の積分が前記蛍光透視画像行列と前記内視鏡画像行列を含む行列乗算の実行を含む、請求項 1 0 に記載の手術ナビゲーションシステム。

【請求項 1 3】

前記積分画像行列と内視鏡追跡行列の積分が前記積分画像行列と前記内視鏡追跡行列を含む行列乗算の実行を含む、請求項 1 0 に記載の手術ナビゲーションシステム。

【請求項 1 4】

前記積分追跡行列の関数として手術道具のオーバーレイを持つ前記術中蛍光透視画像を表示するための表示装置をさらに有する、請求項 1 0 に記載の手術ナビゲーションシステム。

20

【請求項 1 5】

前記道具追跡器がさらに前記術中内視鏡画像内の前記手術道具の写真測量追跡を実行する、請求項 1 0 に記載の手術ナビゲーションシステム。

【請求項 1 6】

術前走査画像、術中蛍光透視画像、及び術中内視鏡画像を含む身体の解剖領域の複数の画像を積分するための手術ナビゲーション方法であって、

蛍光透視画像行列と内視鏡画像行列の積分を含む積分画像行列を生成するステップであって、

前記蛍光透視画像行列が前記術中蛍光透視画像と前記術前走査画像の間の変換を含み

30

、
前記内視鏡画像行列が前記術前走査画像と前記術中内視鏡画像の間の変換を含む、
ステップと、

積分追跡行列と走査追跡行列を生成するステップであって、

前記積分追跡行列が前記積分画像行列と内視鏡追跡行列の積分を含み、

前記走査追跡行列が前記内視鏡画像行列と前記内視鏡追跡行列の積分を含み、

前記内視鏡追跡行列が前記術中内視鏡画像内の手術道具の追跡をあらわす、

ステップと

を有する、手術ナビゲーション法。

【請求項 1 7】

前記蛍光透視画像行列と前記内視鏡画像行列の積分が前記蛍光透視画像行列と前記内視鏡画像行列を含む行列乗算の実行を含む、請求項 1 6 に記載の手術ナビゲーション法。

40

【請求項 1 8】

前記積分画像行列と内視鏡追跡行列の積分が前記積分画像行列と前記内視鏡追跡行列を含む行列乗算の実行を含む、請求項 1 6 に記載の手術ナビゲーション法。

【請求項 1 9】

前記内視鏡画像行列と前記内視鏡追跡行列の積分が前記内視鏡画像行列と前記内視鏡追跡行列を含む行列乗算の実行を含む、請求項 1 6 に記載の手術ナビゲーション法。

【請求項 2 0】

前記積分追跡行列の関数として手術道具のオーバーレイを持つ前記術中蛍光透視画像を

50

表示するステップと、

前記走査追跡行列の関数として手術道具のオーバーレイを持つ前記術前走査画像を表示するステップとをさらに有する、請求項 16 に記載の手術ナビゲーション法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は概して、術前計画及び術中画像に対する身体の解剖領域内の手術道具のリアルタイム追跡に関する。本発明は特に手術道具のリアルタイム追跡及び位置特定のための術前走査画像、術中蛍光透視画像及び術中内視鏡画像の積分に関する。

【背景技術】

10

【0002】

最小侵襲内視鏡手術は、硬い若しくは柔軟な内視鏡が自然開口若しくは皮膚の小切開（すなわちポート）を通して患者の体内に導入される外科手術である。手術部位に関する手術道具の外科医への視覚的フィードバックを提供するために内視鏡を使用して、同様のポートを通して患者の体内へ追加の手術道具が導入される。

【0003】

例えば、図 1 は膝 10 の前十字靱帯（"ACL"）の関節鏡視下手術の略図を図示し、ACL 11、軟骨 12、及び膝蓋骨 13 を持つ様子が示される。関節鏡視下手術は術前フェーズと術中フェーズを含む。

【0004】

20

術前フェーズは膝 10 の診断的評価及び膝 10 の ACL 関節鏡視下手術の計画のための膝 10 の三次元（"3D"）走査イメージング（例えば CT 画像、MRI 画像、超音波画像、X 線画像など）を含む。

【0005】

術中フェーズは膝 10 の前部におけるポートを通した関節鏡 20（すなわち関節用内視鏡）の導入を含み、これによって関節鏡 20 は膝 10 の様々な領域、特に ACL 11 及び軟骨 12 の損傷部位のリアルタイム画像を取得するために動かされ、及び / 又は回転され得る。さらに、かん流器具 22 が膝 10 の後部におけるポートを通して導入され、トリミング器具 21 のような様々な手術器具が関節鏡 20 の視野角に垂直な角度で膝 10 の前部におけるポートを通して導入され、損傷した軟骨 12 に対する手術部位の視覚化を容易にする。

30

【0006】

本発明の前に、手術道具 20 22 の位置及び方向を追跡するための 2 つの主要な方法があった。

【0007】

第 1 の方法は、ナビゲーションを伴わないフリーハンド技術であり、これによって外科医は 3 つの（3）異なるモダリティを通して手術野を見る。例えば、図 2 に示す通り、CT スキャナ 30 が診断及び手術計画目的で術前 CT 走査画像 31 を取得するために使用される。X 線装置 40 は、膝 10 に対する 1 つ以上の手術道具 20 22 の位置及び方向を見るために、画像例 41 など、1 つ以上の術中二次元（"2D"）蛍光透視画像を取得するために使用される。そして、関節鏡 20 は膝 10 の手術部位を見るために、画像例 23 など、術中関節鏡画像を継続的に取得するために使用される。

40

【0008】

外科医は異なる表示画面上、若しくは同じ表示画面上で画像を見る可能性がある。いずれの場合も、この方法は膝 10、特に膝 10 の手術部位に対する手術道具 20 22 の 1 つ以上の位置及び方向の追跡を容易にする画像間の関連性を確立することができない。

【0009】

第 2 の方法は、外部位置追跡システムの使用によって膝 10 に対する手術道具 20 22 の 1 つ以上の位置及び方向を追跡する問題を解決するナビゲーションベース外科手術である。例えば、図 3 はシステム 50 の追跡カメラの座標系においてトリミング器具 21 の

50

位置及び方向を追跡するための光学追跡システム 50 を図示し、これによって、走査画像 31 及び蛍光透視画像 42 の各座標系におけるオーバーレイ例 32 及び 43 など、走査画像及び蛍光透視画像（群）におけるオーバーレイとしてトリミング器具 21 を提示するために、患者レジストレーション手順が実行されなければならない。レジストレーションは、患者の皮膚若しくは骨に取り付けられ、トリミング器具 21 で触診される、蛍光透視画像 42 上に見える基準マーカを使用し得る。代替的に、CT 走査画像 31 と蛍光透視画像 42 を含むマーカなしレジストレーションが実行され得る。

【0010】

図 3 に示す第 2 の方法は、膝 10 及び術前計画に対するトリミング器具 21 の位置及び方向のリアルタイムフィードバックを外科医に与える。しかしながら、光学追跡システム 50 若しくは別の外部追跡システム（例えば電磁追跡システム）の使用は患者レジストレーションを介する外科手術の時間を増加し、道具 20 22 の全てを追跡することができず、外科医に物理的運動制限を加え得る（例えばシステム 50 とトリミング器具 21 の間の視線が常に維持されなければならない）。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

本発明は、画像ベースレジストレーションと道具追跡を含む、術前手術計画と術中画像に対する手術道具のリアルタイム追跡を提供する。画像ベースレジストレーションは、術前走査画像（例えば 3DCT/MRI 画像）、術中蛍光透視画像（例えば 2DX 線画像）及び術中内視鏡画像（例えば 2D 関節鏡画像）を含む身体の解剖領域の複数の画像の積分を実施する。道具追跡は術中内視鏡画像を介して 1 つ以上の手術道具の追跡の術前走査画像及び / 又は術中蛍光透視画像内の表現を実施する。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明の 1 つの形態は、術前走査画像（例えば 3DCT/MRI 画像）、術中蛍光透視画像（例えば 2DX 線画像）、及び術中内視鏡画像（例えば 2D 関節鏡画像）を含む身体の解剖領域の複数の画像を積分するための手術ナビゲーションシステムである。手術ナビゲーションシステムは画像積分器と道具追跡器を含む。作動中、画像積分器は蛍光透視画像行列と内視鏡画像行列の積分（例えば行列乗算）を含む積分画像行列を生成し、蛍光透視画像行列は術中蛍光透視画像と術前走査画像の間の変換を含み、内視鏡画像行列は術前走査画像と術中内視鏡画像の間の変換を含む。そして道具追跡器は積分追跡行列を生成し、積分追跡行列は積分画像行列と内視鏡追跡行列の積分（例えば行列乗算）を含み、内視鏡追跡行列は術中内視鏡画像内の手術道具の追跡をあらわす。

【0013】

道具追跡はさらに若しくは代替的に走査追跡行列を生成し、走査追跡行列は内視鏡画像行列と内視鏡追跡行列の積分（例えば行列乗算）を含む。

【0014】

本発明の目的のため、本明細書で使用される"生成する"という語は、コンピュータ処理及びメモリ記憶 / 検索目的のために利用可能な情報（例えばデータ、テキスト、画像、音声及びビデオ）、特に画像データセット及びビデオフレームを、作成、供給、提供、取得、生成、形成、発展、展開、修正、変換、変更、若しくは他の方法で作成するための、当技術分野で現在若しくは後に知られる任意の技術を包含すると広く定義され、本明細書で使

【0015】

加えて、本明細書で使

10

20

30

40

50

内視鏡を操作する)の経過中に起こる、実行される、若しくは引き起こされる任意の活動をあらわすと広く定義される。内視鏡応用の例は、限定されないが、関節鏡検査、気管支鏡検査、結腸鏡検査、腹腔鏡検査、脳内視鏡検査、及び内視鏡心臓手術を含む。内視鏡心臓手術の例は、限定されないが、内視鏡冠動脈バイパス、内視鏡僧帽弁及び大動脈弁修復及び置換を含む。

【0016】

ほとんどの場合、術前活動及び術中活動は、明確に個別の期間中に起こる。それにもかかわらず本発明は術前及び術中期間のいかなる程度までの重なりも含む場合を包含する。

【0017】

さらに、"内視鏡"という語は身体の内部から撮像する能力を持つ任意の種類の内視鏡によって取得される画像の特性化として本明細書で広く定義され、"蛍光透視鏡"という語は身体の内部構造のリアルタイム画像を提供する能力を持つ任意の種類の蛍光透視鏡によって取得される画像の特性化として本明細書で広く定義される。本発明の目的の内視鏡の例は、限定されないが、柔軟な若しくは硬い、任意の種類のスコープ(例えば内視鏡、関節鏡、気管支鏡、胆道鏡、結腸鏡、膀胱鏡、十二指腸内視鏡、胃カメラ、子宮鏡、腹腔鏡、咽頭鏡、神経内視鏡、耳鏡、プッシュ小腸鏡、鼻咽頭鏡、S状結腸鏡、副鼻腔鏡、胸腔鏡など)、及び画像システムを備えるスコープと同様の任意の装置(例えばイメージングでの入れ子カニューレ)を含む。イメージングは局所的で、表面画像は光ファイバ、レンズ、若しくは小型(例えばCCDベース)撮像システムで光学的に取得され得る。本発明の目的のための蛍光透視鏡の例は、限定されないが、X線撮像システムを含む。

10

20

【0018】

本発明の前述の形態と他の形態、及び本発明の様々な特徴と利点は、添付の図面と併せて読まれる本発明の様々な実施形態の以下の詳細な記載からさらに明らかとなる。詳細な記載と図面は限定ではなく本発明の例示に過ぎず、本発明の範囲は添付の請求項とその均等物によって定義される。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】当技術分野で既知のACL関節鏡視下手術の略図を図示する。

【図2】当技術分野で既知の手術ナビゲーションを伴わないACL関節鏡視下手術例を図示する。

30

【図3】当技術分野で既知の手術ナビゲーションを伴うACL関節鏡視下手術例を図示する。

【図4】本発明の手術ナビゲーションシステムの実施形態例にかかる、手術ナビゲーションを伴うACL関節鏡視下手術例を図示する。

【図5】本発明にかかる画像積分法の実施形態例をあらわすフローチャートを図示する。

【図6】本発明にかかる道具追跡法の実施形態例をあらわすフローチャートを図示する。

【図7】本発明にかかる手術ナビゲーション法の実施形態例をあらわすフローチャートを図示する。

【発明を実施するための形態】

【0020】

40

図4を参照すると、画像ベースレジストレーションと道具追跡を含む術前手術計画及び術中画像に対する手術道具のリアルタイム追跡のための本発明の手術ナビゲーションシステム60が図示される。このために、システム60は画像積分器61、道具追跡器62、及び画像23, 31, 43を示すための表示装置を含む。画像積分器61は、術前走査画像(例えば3DCT/MRI画像)、術中蛍光透視画像(例えば2DX線画像)、及び術中内視鏡画像(例えば2D関節鏡画像)を含む身体の解剖領域の複数の画像の積分を含む画像ベースレジストレーションを実施するために構造的に構成される任意の装置として本明細書で広く定義される。道具追跡器62は、術中内視鏡画像内の手術道具の追跡の表現として術前走査画像及び/又は術中蛍光透視画像内の手術装具のオーバーレイを含む道具追跡を実施するために構造的に構成される任意の装置として本明細書で広く定義される。

50

表示装置は、例えば画像及び追跡された手術道具の拡張仮想視覚化など、任意の適切な技術の下で画像及び追跡された手術道具を表示するために構造的に構成される任意の装置として本明細書で広く定義される。

【0021】

図5は画像積分器61によって実行される画像積分法をあらわすフローチャート70を図示する。図5を参照すると、フローチャート70は蛍光透視経路と内視鏡経路を持ち、両経路は画像積分ステージS74へ通じる。蛍光透視経路は術中蛍光透視画像（例えば図4の画像41）と術前走査画像（例えば図4の画像31）の蛍光透視画像レジストレーションを包含するフローチャート70のステージS71を含む。ステージS71の一実施形態において、蛍光透視画像レジストレーションは、基準画像として3D術前走査画像と合わせるために標的画像として2D術中蛍光透視画像の当技術分野で既知の剛体空間変換を含み、それによって蛍光透視画像行列 $T_{X \rightarrow C_T}$ ($T_{C_T \rightarrow X} = T^{-1}_{X \rightarrow C_T}$ 、 T^{-1} は当技術分野で既知の行列反転をあらわす) を生成する。代替的に、蛍光透視画像レジストレーションは基準画像として2D術中蛍光透視画像と合わせるために標的画像として3D術前走査画像の当技術分野で既知の剛体空間変換を含み、それによって蛍光透視画像行列 ($T_{C_T \rightarrow X}$) を生成する。

10

【0022】

ステージS71は外科手術中に外科医によって決定される必要に応じて、蛍光透視鏡（例えば図4のX線システム40）による新たな画像フレームの各々の生成時に画像積分器60によって実行される。

20

【0023】

内視鏡経路はフローチャート70のステージS72とステージS73を含む。ステージS72は術中内視鏡画像（例えば図4の画像23）内の対象の表面再構成を包含する。ステレオ内視鏡（例えば同時に2つの画像を取得する2つのカメラを持つ関節鏡）のためのステージS72の実施形態例において、当技術分野で既知の任意の立体3D再構成法が使用され得る。

【0024】

単眼内視鏡（例えば画像を取得する単一カメラ関節鏡）のためのステージS72の実施形態例において、当技術分野で既知の任意の写真測量再構成法が使用され得る。例えば単眼内視鏡の速度を考えると、オプティカルフローから深度図が引き出され得る。具体的には、オプティカルフローは画像時系列内のあらゆる点若しくは特徴の動きをあらわすベクトル場であり、それによって連続スライスにおいて動いていないオプティカルフロー上の点は消失点（"FOE"）と呼ばれる。内視鏡の光学軸はその動きと合わせられ、従ってFOEは内視鏡の動きと合わせられる。深度情報（Z）はFOEからのあらゆる点若しくは特徴の距離（D）、あらゆる点におけるオプティカルフローの振幅（V）及び内視鏡の速度（v）が分かることによって $Z = v * D / V$ に従って引き出され得る。内視鏡のX及びY位置は内部カメラパラメータ（例えば焦点など）から計算され得る。

30

【0025】

当業者によって理解される通り、内視鏡は光学的キューを使用せずに表面再構成目的で回転され、代替的に内視鏡は光学的キューを使用して表面再構成目的で回転される必要がない。

40

【0026】

ステージS73は術前走査画像（例えば図4の画像31）と術中内視鏡画像（例えば図4の画像23）内の表面再構成の内視鏡画像レジストレーションを包含する。ステージS73の一実施形態例において、内視鏡画像レジストレーションは、基準画像として3D術前走査画像と合わせるために標的画像として術中内視鏡画像内の表面再構成の当技術分野で既知の剛体空間変換を含み、それによって内視鏡画像行列 $T_{C_T \rightarrow E}$ ($T_{E \rightarrow C_T} = T^{-1}_{C_T \rightarrow E}$) を生成する。具体的に、術前走査画像に示される骨表面が定義済み固有ハウズフィールド単位（例えば175HU）における画像閾値化を用いてセグメント化され得、反復最近点（ICP）アルゴリズムが画像を変換するために実行され得る。代替的

50

に、内視鏡画像レジストレーションは基準画像として術中内視鏡画像内の表面再構成と合わせるために標的画像として3D術前走査画像の当技術分野で既知の剛体空間変換を含み、それによって内視鏡画像行列 $T_{E \rightarrow C \rightarrow T}$ を生成する。

【0027】

ステージS73は外科手術中に継続的に内視鏡装置（例えば図4の関節鏡40）による新たな画像フレームの各々の生成時に画像積分器60によって実行される。

【0028】

ステージS74はステージS71の蛍光透視画像行列 $T_{X \rightarrow C \rightarrow T}$ とステージS73の内視鏡画像行列 $T_{C \rightarrow T \rightarrow E}$ の画像積分を包含する。ステージS74の一実施形態例において、画像積分は蛍光透視画像行列 $T_{X \rightarrow C \rightarrow T}$ と内視鏡画像行列 $T_{C \rightarrow T \rightarrow E}$ の当技術分野で既知の行列乗算を含み、それによって積分画像行列 $T_{X \rightarrow E}$ ($T_{E \rightarrow X} = T^{-1}_{E \rightarrow T} T_{T \rightarrow X}$) をもたらす。

10

【0029】

フローチャート70は外科手術中ループにとどまり、ステージS71の最新蛍光透視画像レジストレーションと積分される内視鏡経路S72とS73によってステージS74は継続的に更新される。

【0030】

図6は道具追跡器62（図4）によって実行される道具追跡法をあらわすフローチャート80を図示する。図6を参照すると、フローチャート80のステージS81は術中内視鏡画像（例えば図4の画像23）内の手術道具の追跡と、術中内視鏡画像（E）における手術道具（T）の位置をあらわす内視鏡画像行列 $T_{T \rightarrow E}$ の生成を包含する（例えば内視鏡画像行列 $T_{T \rightarrow E}$ は道具先端を平行移動成分に、道具方向を回転成分に示す変換行列であり得る）。ステージS81の一実施形態例において、道具追跡器61は当技術分野で既知の写真測量追跡法を実行する。具体的には、手術道具は通常、内視鏡画像の背景（例えば骨）と比較して内視鏡画像内で高コントラストを持つ。従って、3つの（3）カラーチャンネルでの閾値化を用いて画像をセグメント化することによって内視鏡画像内の手術道具の位置を検出することが可能である。代替的に、手術道具の先端は体内でほとんど観察できない個別の色（例えば緑）で着色され得、これは緑色チャンネルによるセグメンテーションを簡略化し得る。いずれの場合も、手術道具が内視鏡画像のセグメンテーションによって検出されると、本明細書で先に記載した深度推定法が内視鏡フレームに対する道具の深度を推定するために使用され得る。

20

30

【0031】

フローチャート80のステージS82は内視鏡追跡行列 $T_{T \rightarrow E}$ ($T_{E \rightarrow T} = T^{-1}_{E \rightarrow T} T_{T \rightarrow E}$) と積分画像行列 $T_{X \rightarrow E}$ の積分による術中蛍光透視画像内の手術道具の追跡を包含する。ステージS82の一実施形態例において、積分は内視鏡追跡行列 $T_{T \rightarrow E}$ と積分画像行列 $T_{X \rightarrow E}$ の逆行列の当技術分野で既知の行列乗算を含み、それによって蛍光透視追跡行列 $T_{T \rightarrow X}$ ($T_{X \rightarrow T} = T^{-1}_{X \rightarrow E} T_{E \rightarrow T}$) をもたらす。

【0032】

フローチャート80のステージS83は内視鏡追跡行列 $T_{T \rightarrow E}$ と内視鏡画像行列 $T_{C \rightarrow T \rightarrow E}$ の積分による術前走査画像内の手術道具の追跡を包含する。ステージS83の一実施形態例において、積分は内視鏡追跡行列 $T_{T \rightarrow E}$ と内視鏡画像行列 $T_{C \rightarrow T \rightarrow E}$ の逆行列の当技術分野で既知の行列乗算を含み、それによって走査追跡行列 $T_{T \rightarrow C \rightarrow T}$ ($T_{C \rightarrow T \rightarrow T} = T^{-1}_{C \rightarrow T \rightarrow E} T_{E \rightarrow T}$) をもたらす。

40

【0033】

ステージS82とS83の結果は、例えば図4に示した術前走査画像31の追跡オーバーレイ32、及び図4に示した術中蛍光透視画像42の追跡オーバーレイ43など、術前走査画像と術中蛍光透視画像内の手術道具のリアルタイム追跡の表示である。これは外部撮像システム（ただし1つは内視鏡装置を補完するために使用され得る）と患者レジストレーションの必要なしに達成される。

【0034】

50

図 7 は A C L 関節鏡視下手術の背景でフローチャート 7 0 (図 5) 及びフローチャート 8 0 (図 6) を実施する手術ナビゲーション法をあらわすフローチャート 9 0 を図示する。

【 0 0 3 5 】

具体的に、フローチャート 9 0 のステージ S 9 1 は術前走査画像 (例えば 3 D C T 画像、3 D M R I 画像、3 D X 線画像、3 D 蛍光透視画像など) の取得を包含する。フローチャート 9 0 のステージ S 9 2 は A L C 関節鏡視下手術のための患者の準備を包含する。例えば、患者準備は手術のための膝の腱のグレーティングと膝の固定を含み得る。フローチャート 9 0 のステージ S 9 3 は術中蛍光透視画像 (例えば 2 D X 線画像) の取得とステージ S 7 1 (図 5) の蛍光透視レジストレーションの実行を包含する。

10

【 0 0 3 6 】

フローチャート 9 0 を通る第 1 経路はステージ S 9 5 S 9 8 へ進むステージ S 9 3 を含む。ステージ S 9 5 は膝の中の関節鏡 (例えば図 4 の関節鏡 2 0) の配置を包含する。ステージ S 9 6 は膝の中の追加の手術道具 (例えば図 4 のトリミング器具 2 1 及びかん流器具 2 2) の配置を包含する。ステージ S 9 7 は術中内視鏡画像の取得とステージ S 7 2 (図 5) の表面再構成の実行、ステージ S 7 3 (図 5) の内視鏡レジストレーション、ステージ S 7 4 (図 5) の画像積分を包含する。そしてステージ S 9 8 はフローチャート 8 0 (図 6) にかかる手術道具の追跡を包含する。

【 0 0 3 7 】

決定ステージ S 9 9 S 1 0 1 は (1) 関節鏡が外科医によって動かされているまで (これはステージ S 9 7 へ戻ることを必要とする) 、 (2) 追跡されるべき新たな手術道具が外科医によって膝の中に導入されるまで (これはステージ S 9 6 へ戻ることを必要とする) 、又は (3) 外科医が新たな蛍光透視画像の必要性を決定するまで (これはステージ S 9 3 へ戻ることを必要とする) 、外科手術ステージ S 1 0 2 と道具追跡ステージ S 9 8 の間の連続ループを可能にする。ステージ S 9 3 へ戻ると、関節鏡及び追跡された手術道具がまだ配置されている場合は、決定ステージ S 9 4 を介してステージ S 9 7 へ進む。

20

【 0 0 3 8 】

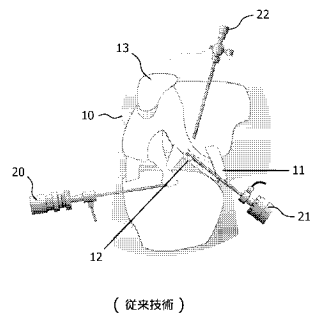
実際には、当業者は他の内視鏡応用のためにフローチャート 9 0 を実施する方法を理解するだろう。

【 0 0 3 9 】

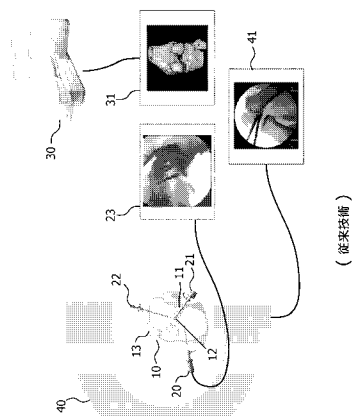
本発明の様々な実施形態が図示され記載されているが、本明細書に記載の方法とシステムは例であって、様々な変更と修正がなされてもよく、本発明の真の範囲から逸脱することなく均等物がその要素と置換されてもよいことが当業者によって理解される。加えて、多くの修正は本発明の教示をその中心範囲から逸脱することなく適合させるようになされてもよい。従って、本発明は本発明を実行するために考えられた最良の形態として開示された特定の実施形態に限定されず、本発明は添付の請求項の範囲内にある全実施形態を含むことが意図される。

30

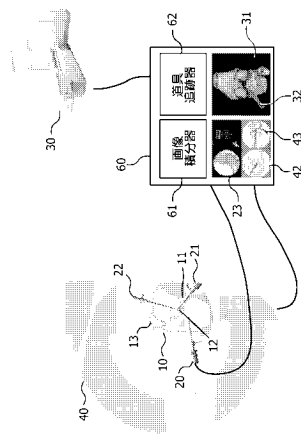
【図 1】



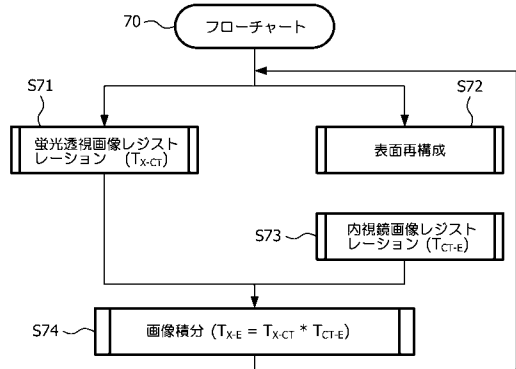
【図 2】



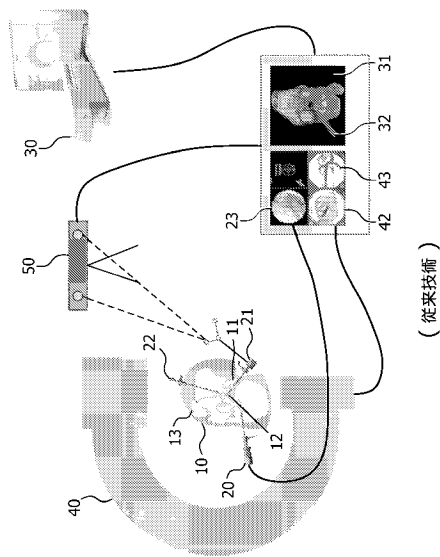
【図 4】



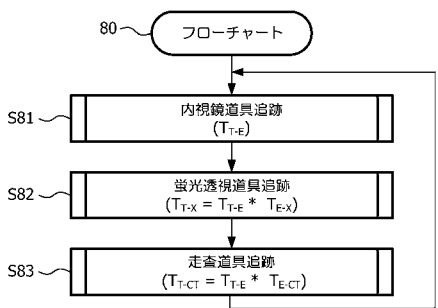
【図 5】



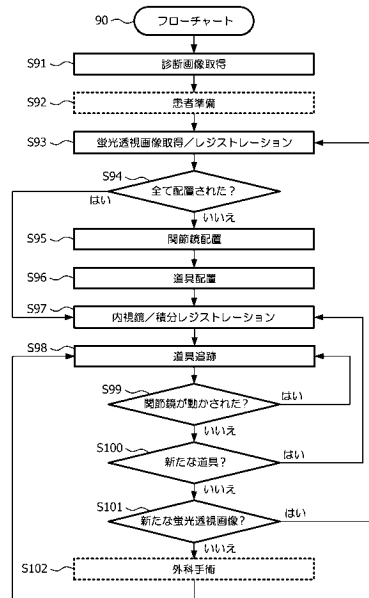
【図 3】



【図 6】



【図 7】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/IB2010/055606

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. A61B19/00 A61B1/00

ADD. A61B1/04

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

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 practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2009/045827 A2 (INTUITIVE SURGICAL INC [US]) 9 April 2009 (2009-04-09) paragraphs [0032] - [0098], [0191] - [0213]; figures 4-17 -----	1-15
A	US 6 036 637 A (KUDO MASAHIRO [JP]) 14 March 2000 (2000-03-14) column 12; figures 5,14-17 -----	1-15
A	US 2008/097155 A1 (GATTANI ABHISHEK [US] ET AL) 24 April 2008 (2008-04-24) paragraphs [0037], [0047] - [0057], [066] -----	1-15
A	WO 2008/103383 A1 (GILDENBERG PHILIP L [US]) 28 August 2008 (2008-08-28) paragraphs [0018], [0022] - [0033] ----- -/-	1-15

☒ 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 document 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.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 March 2011

Date of mailing of the international search report

11/04/2011

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

Herberhold, C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/IB2010/055606

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 10 2006 041055 A1 (SIEMENS AG [DE]) 20 March 2008 (2008-03-20) paragraphs [0021] - [0031] -----	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/IB2010/055606**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of Item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☒ Claims Nos.: **16-20**
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
see FURTHER INFORMATION sheet PCT/ISA/210
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of Item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

International Application No. PCT/ IB2010/ 055606

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

Continuation of Box II.1

Claims Nos.: 16-20

Tracking of a surgical tool within intra-operative endoscopic images in the context of a surgical navigation method qualifies as surgical. It is an intrinsic characteristic of navigation that the tool is moved within the different tracking steps and the movement of the tool is adapted (i.e. functionally dependent on) based on the result of the imaging/tracking interactively. Consequently, in a navigation method, the movement of the tool is intrinsic to the method and thus part of the method. The movement of a surgical tool within the body is clearly surgical. The method defined in claims 16-20 is therefore a method of treatment of the human or animal body by surgery. No international search and no preliminary examination are required for such methods (Art. 17(2)(a)i, Rule 39.1(iv); Art. 34(4)(a)I, Rule 67.1(iv), PCTGL 9.08-9.10).

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/IB2010/055606

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2009045827 A2	09-04-2009	NONE	
US 6036637 A	14-03-2000	NONE	
US 2008097155 A1	24-04-2008	NONE	
WO 2008103383 A1	28-08-2008	EP 2143038 A1 US 2008243142 A1	13-01-2010 02-10-2008
DE 102006041055 A1	20-03-2008	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	1/04	(2006.01)	A 6 1 B 5/05 3 9 0	
			A 6 1 B 1/04 3 7 0	

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

F ターム(参考) 4C093 AA01 AA13 AA22 DA10 FF31 FF37 FF42
 4C096 AA18 DC36
 4C117 XB20 XD34 XE34 XE44 XE45 XK04 XK08 XK11 XK24 XR07
 XR08
 4C161 AA01 AA03 AA04 AA06 AA07 AA11 AA12 AA13 AA15 AA16
 AA24 AA25 CC06 HH51 HH56 NN05 SS21

专利名称(译)	基于图像集成的内窥镜手术登记和导航		
公开(公告)号	JP2013517031A	公开(公告)日	2013-05-16
申请号	JP2012548489	申请日	2010-12-06
[标]申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司的Vie		
[标]发明人	ポポヴィックアレクサンドラ		
发明人	ポポヴィック アレクサンドラ		
IPC分类号	A61B5/00 A61B19/00 A61B6/00 A61B6/03 A61B5/055 A61B1/04		
CPC分类号	A61B1/0005 A61B1/042 A61B34/20 A61B90/361 A61B2034/105 A61B2034/2065 A61B2090/364 A61B2090/376 G06T7/70		
FI分类号	A61B5/00.G A61B19/00.502 A61B6/00.330.A A61B6/00.370 A61B6/03.377 A61B5/05.390 A61B1/04.370		
F-TERM分类号	4C093/AA01 4C093/AA13 4C093/AA22 4C093/DA10 4C093/FF31 4C093/FF37 4C093/FF42 4C096/AA18 4C096/DC36 4C117/XB20 4C117/XD34 4C117/XE34 4C117/XE44 4C117/XE45 4C117/XK04 4C117/XK08 4C117/XK11 4C117/XK24 4C117/XR07 4C117/XR08 4C161/AA01 4C161/AA03 4C161/AA04 4C161/AA06 4C161/AA07 4C161/AA11 4C161/AA12 4C161/AA13 4C161/AA15 4C161/AA16 4C161/AA24 4C161/AA25 4C161/CC06 4C161/HH51 4C161/HH56 4C161/NN05 4C161/SS21		
优先权	61/294502 2010-01-13 US		
其他公开文献	JP2013517031A5 JP5795599B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

术前手术计划和术中图像手术工具的实时跟踪包括基于图像的配准和仪器跟踪登记。可以在身体解剖结构上执行基于图像的配准，包括术前扫描图像31（例如，3D CT / MRI图像），术中荧光透视图像42（例如2D X射线图像）和术中内窥镜图像23（例如2D关节镜图像）。执行区域的多个图像的集成。工具跟踪配准实现术中扫描图像31中的表示和/或术中内窥镜图像23中的一个或多个外科手术工具的跟踪的术中荧光透视图像42。

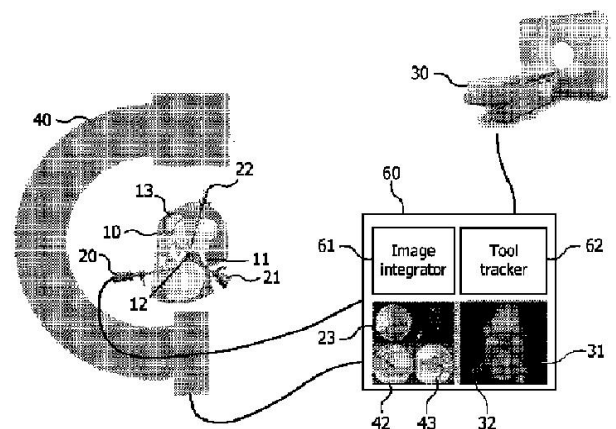


FIG. 4