

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6348130号
(P6348130)

(45) 発行日 平成30年6月27日(2018.6.27)

(24) 登録日 平成30年6月8日(2018.6.8)

(51) Int.Cl.

F 1

A 6 1 B 1/00 (2006.01)

A 6 1 B 1/00 5 5 2

A 6 1 B 1/045 (2006.01)

A 6 1 B 1/045 6 1 8

請求項の数 8 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2015-562379 (P2015-562379)
 (86) (22) 出願日 平成26年3月11日(2014.3.11)
 (65) 公表番号 特表2016-511049 (P2016-511049A)
 (43) 公表日 平成28年4月14日(2016.4.14)
 (86) 国際出願番号 PCT/IB2014/000838
 (87) 国際公開番号 WO2014/140813
 (87) 国際公開日 平成26年9月18日(2014.9.18)
 審査請求日 平成29年3月3日(2017.3.3)
 (31) 優先権主張番号 61/775,930
 (32) 優先日 平成25年3月11日(2013.3.11)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 515249123
 アンスティテュ・オスピタローユニベルシ
 テール・ドゥ・シルルジー・ミニーアンバ
 シブ・ギデ・パル・リマージュ
 フランス国、67000・ストラスブール
 、プラス・ドゥ・ロピタル・1
 (73) 特許権者 515249134
 アンスティテュ・ドゥ・ルシエルシュ・シ
 ユール・レ・カンセール・ドゥ・ラパレイ
 ユ・ディジェスティフイー・エール・セ・
 ア・デ
 フランス国、67000・ストラスブール
 、プラス・ドゥ・ロピタル・1、オピタル
 ・シビル

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 デュアルデータ同期を用いた解剖学的部位の位置の再特定

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

特定の場所が内視鏡によって既に探査されている第1または「基準探査」の後の少なくとも1つの「新しい探査」中に、前記特定の場所に可撓性内視鏡の手動または自動の再位置決めを可能にする医療システムにして、

i) 撮像装置(3)が少なくとも装備される可撓性内視鏡(2)、および場合によっては少なくとも1つのツールまたは器具と、

ii) 表示手段(3')、および前記内視鏡(2)と関連した移動制御手段(3'')と

iii) 電磁追跡デバイスまたは光ファイバー追跡デバイスなどの、内視鏡(2)の先端(2')の位置および向きを提供する追跡デバイスまたはシステム(4)と、

iiii) コンピュータ手段(5)および関連した格納手段と

を備え、

内視鏡(2)の前端または先端(2')には、電磁センサ(4')または同様な追跡デバイスが設けられ、電磁センサ(4')または同様な追跡デバイスが、可撓性内視鏡(2)の先端(2')にはり付けられまたは取り付けられ、対応する追跡システム(4)が、3D位置の追跡、およびまた前記先端の向きの追跡を可能にする、医療システム(1)であって、

前記格納手段が、対応する内視鏡先端(2')の姿勢と共に、その「基準探査」中に可撓性内視鏡を通して取得されるビデオを格納するのに適応しており、前記医療システム(

10

20

1) が、「新しい探索」可撓性内視鏡ビデオ、および格納された「基準探索」ビデオを 1 つまたは複数のスクリーン上で、並行して、または、2 つの異なるウィンドウ内で表示することができる手段(5、3)をさらに備え、「基準探索」と「新しい探索」との間の内視鏡先端(2')のライブの向き誤差を計算するように、かつ、コンピュータ手段(5)によって行われ、前述の向き誤差を補償するように画像を回転させ、被験者の身体内で内視鏡(2)の現在の場所に空間的に合致させる「基準探索」の対応する画像を選択する、適応同期アルゴリズムを使用して、人間のユーザによって手動でまたはロボットシステムによって自動的に、ライブの「新しい探索」と格納された「基準探索」との間の同期処理を実現することによって「基準探索」中に既に探索された特定の場所において可撓性内視鏡(2)の再位置決めを行なうように、捕捉されたビデオ画像フレームの各々が、同期して記録される内視鏡先端の姿勢と関連することを特徴とする、医療システム。

10

【請求項 2】

使用される追跡システム(4)または他の追跡システムによってその位置が記録され得る少なくとも 2 つのマーカー(6)をまた備え、これが、被験者の所与の解剖学的場所に配置されることができ、前記場所が、探索される管状器官に依存し、好ましくは被験者が姿勢を変え得るときに顕著な変形または変位を受けず、前記マーカー(6)が、以前のおよびその後の探索において基準点を与えることを特徴とする、請求項 1 に記載の医療システム。

【請求項 3】

第 1 または基準探索とその後のまたは新しい探索の両方の間に視認可能な類似の特徴の抽出およびマッチングを行なう、リアルタイム内視鏡ビデオ解析を実現する手段を備えることを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載の医療システム。

20

【請求項 4】

探索される被験者の身体において特定の対象点を示す第 1 または基準探索可撓性内視鏡ビデオの 1 つまたは複数の画像の対話式の仮想タグ付けを行なうために、マウス、パッド、トラックボール、ジョイスティック、または光トラッキングによってなど、ビデオの画素または画素のグループを正確に選択することを可能にするヒューマンインターフェース装置を備え、この仮想タグ付けが、ビデオの任意の選択された画像にタグを付加することを可能にする特定の「基準探索」ビデオ読み出しによって実現されることを特徴とする、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の医療システム。

30

【請求項 5】

探索される被験者の身体における解剖学的、病理学的、または外科的な特定の特徴などの、視認可能な対象点を抽出し、前記特定の対象点を示す「基準探索」可撓性内視鏡ビデオの 1 つまたは複数の画像に自動仮想タグ付けを実現することができる、ビデオ解析アルゴリズム手段を備えることを特徴とする、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の医療システム。

【請求項 6】

基準探索ビデオの画像にタグ付けされる探索される被験者の身体の同じ特定の対象点を、その後の「新しい探索ビデオ」で位置特定させ、これらの仮想タグの重ね合わせによって、同期化されたその後の「新しい探索」ビデオの同じ場所にこれを付加するために、その後の「新しい探索ビデオ」の解析を実現することができる手段をまた備えることを特徴とする、請求項 4 または請求項 5 に記載の医療システム。

40

【請求項 7】

その後の探索中に時刻 t におけるビデオ画像で管腔位置を解析する画像処理を行い、同様な管腔位置によって「新しい探索」中にその後のライブ位置に近い位置と関連する「基準探索」から画像を選択する手段を備えることを特徴とする、請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の医療システム。

【請求項 8】

解剖学的および/または病理学的な構造の 3D 身体モデルの仮想レンダリングを使った拡張現実技術を用いて、2 つの同期化された可撓性内視鏡ビデオを融合することができる

50

手段を備え、この3Dモデルが、被験者の身体の「新しい探査」前に実現される術前医用画像から抽出されることを特徴とする、請求項1から7のいずれか一項に記載の医療システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、被験者の身体に行われる（一部または全摘出後の）連続する管腔内もしくは管腔外の探査、または同様の処置中に、既に探査されている特定の場所に可撓性内視鏡（また同様の医療デバイス）を迅速かつ正確に再位置決めするための方法およびシステムに関する。

10

【背景技術】

【0002】

術間での生検部位を位置特定し追跡することは、標的化治療を行うための重要な課題を提起する。本発明は、予め標的化された部位に可撓性内視鏡を正確に再位置決めするために、案内ナビゲーションを医療施術者または外科医に提供する。

【0003】

本発明は、より詳細には、被験者の幾分柔軟な管状器官、またはこのような被験者の体内の少なくともとも管状の長い通路に位置する標的部位に関する。

【0004】

第一に、しかし限定的ではないが、予想される器官は、食道および結腸である。

20

【0005】

第1の好ましい言及された実施についての本発明の分野に関して、食道腺癌（OAC）が米国および西欧諸国で急速に頻度増加していることが知られている。胃食道逆流性疾患、慢性的な状態として食道に入る胃酸に起因する良性合併症は、バレット食道（BE）を引き起こす。これは、下部食道の細胞の変質形成を指し、ほとんどの場合、OACの前駆物質である。BEの腺癌への進展は、低度から高度の異形成に進行することが認められている。

【0006】

医療ガイドラインは、年につき最低2回の生検を用いた異形成の程度に応じて異なるレベルの監視間隔を規定している。通常の監視処置は、食道の遠位端の方へ、かつ被疑領域において2cmごとに4象限生検を採用することを必要とする。生検組織は、評価のために病理に送られる。プローブ式共焦点レーザ内視鏡装置などの装置の導入の場合は、リアルタイム可視化および被疑領域の診断が、手術中に行われ得る。また、高解像度狭帯域画像化が、粘膜および上皮組織の目視探査によって診断および監視のために使用されている。

30

【0007】

これらの場合の各々において、追跡診査中に、胃腸の（GI）専門家は、予め生検が実施され精査された箇所を特定することが要求される。この問題は文字通り、位置の再特定問題と称されている。通常、GI専門家は、内視鏡に印刷マーキング（一般に、柔軟な身体に沿って5cmまたは10cmごとに1つのマーク）を使用し、これは、非常に信頼できない場合があり、かつこれは、内視鏡および光学生検プローブを正確に再位置決めする、したがって疾患を効果的に追跡する彼または彼女の能力を制限する。術間でのこの種の位置の再特定を可能にするための決定論的手段を欠くために、GI専門家は、罹患食道領域全体を精査しまたは生検を施さなければならず、それにより、標的化治療が妨げられる。

40

【0008】

発明者らの知見によれば、手術中に可撓性内視鏡の位置の再特定のこの問題に取り組む以前の努力または提案はない。しかし、手術中に生検箇所を追跡するいくつかのアプローチが存在し、すなわち、Baptiste Allainら、Biopsy site re-localization based on the computation

50

of epipolar lines from two previous endoscope images、International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention (MICCAI)において、12巻、491～498頁、Springer、Heidelberg、2009年1月；Peter Mountneyら、Optical biopsy mapping for minimally invasive cancer screening、International Conference on Medical Image Computing and Computer Assisted Intervention (MICCAI)において、12巻、483～490頁、Springer、Heidelberg、2009年1月；Baptiste Allainら、A system for biopsy site re-targeting with uncertainty in gastroenterology and oropharyngeal examinations、International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention (MICCAI)において、13巻、514～521頁、2010年1月、である。

10

【0009】

これらの各々は、これらが内視鏡フレームの視野の中におよびその中から移動する際に、生検部位をマッピングし追跡するように、解剖学の3D構造の復元を利用する。これらの知られている解決策は、エピソード幾何を用いるか、または同時位置特定およびマッピング (SLAM) に基づく方法を提案している。Selen Atasoyら (「Probabilistic region matching in narrow-band endoscopy for targeted optical biopsy」、International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention (MICCAI)において、12巻、499～506頁、Springer、Heidelberg、2009年1月) は、アフィン変換の不変異方性特徴検出器から得られる特徴一致を用いることによって狭帯域画像における確率的な領域のマッチング法を提案している。

20

30

【0010】

最近になって、Selen Atasoyら (「Endoscopic video manifolds for targeted optical biopsy」、IEEE transactions on medical imaging、31(3): 637～653頁、2012年3月) は、画像マニフォールド学習処理として位置の再特定を定式化することを提案している。低次元空間に内視鏡画像を投影することによって、彼らは、管理可能なセグメントの中に多重干渉中に収集される画像を分類しクラスター化することを提案しており、彼らが主張することは、生検部位の位置の再特定を助けるであろう。しかし、彼らは、術間で抽出されたセグメントのいかなる空間的關係も提供しておらず、したがって、位置の再特定の臨床状況において十分に彼らの結果の使用を明確にしているわけではない。

40

【0011】

本発明者らは、特に、非常に変形しやすい内視鏡シーンと結合される多数の処置にわたる組織テクスチャの経時変化により、多重干渉の全域でマッピングされなければならない、情報抽出のための画像ベース情報のみに依拠することは、非常に信頼できない場合もあり、その場合、特徴の抽出、一致、および追跡の再現性が、重要な課題を提起するという見解を持っている。

【0012】

また、人体内に器具または内視鏡を位置決めするようにしておく追加の方法およびシステムが、たとえば米国特許第7945310号明細書、米国特許出願公開第2005/0

50

085718号明細書、および米国特許出願公開第2007/0055128号明細書によって知られている。

【0013】

それにもかかわらず、これらの他の知られている解決策は、外部撮像システムによって提供される手術前の仮想2Dまたは3D画像を利用する。

【0014】

したがって、これらの解決策は、重要な予備データ処理を必要とし、組織テクスチャの変化、あるいは標的シーンのまたは前記シーンの環境の変形を考慮に入れることができない。

【先行技術文献】

10

【特許文献】

【0015】

【特許文献1】米国特許第7945310号明細書

【特許文献2】米国特許出願公開第2005/0085718号明細書

【特許文献3】米国特許出願公開第2007/0055128号明細書

【非特許文献】

【0016】

【非特許文献1】Baptiste Allainら、Biopsy site re-localization based on the computation of epipolar lines from two previous endoscopic images、International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention (MICCAI)において、12巻、491~498頁、Springer、Heidelberg、2009年1月

20

【非特許文献2】Peter Mountneyら、Optical biopsy mapping for minimally invasive cancer screening、International Conference on Medical Image Computing and Computer Assisted Intervention (MICCAI)において、12巻、483~490頁、Springer、Heidelberg、2009年1月

30

【非特許文献3】Baptiste Allainら、A system for biopsy site re-targeting with uncertainty in gastroenterology and oropharyngeal examinations、International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention (MICCAI)において、13巻、514~521頁、2010年1月

【非特許文献4】Selen Atasoyら、「Probabilistic region matching in narrow-band endoscopy for targeted optical biopsy」、International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention (MICCAI)において、12巻、499~506頁、Springer、Heidelberg、2009年1月

40

【非特許文献5】Selen Atasoyら、「Endoscopic video manifolds for targeted optical biopsy」、IEEE transactions on medical imaging、31(3):637~653頁、2012年3月

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

50

【 0 0 1 7 】

本発明の目的は、前に引用された先行技術の限界を克服することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 8 】

これを受けて、本発明の主な目的は、1つまたは複数の連続する管腔内もしくは管腔外のその後のまたは「新しい探索」あるいは同様の処置中に、可撓性内視鏡を、第1または「基準探索」中に既に探索されている特定の位置に場合によっては数回再位置決めするための方法であって、再位置決めが、人間のユーザによって手動で、あるいは1つまたは複数のスクリーン上に2つの異なるウィンドウ上もしくは内に並行して表示される「新しい探索」可撓性内視鏡ビデオと「基準探索」可撓性内視鏡ビデオとの間の同期処理からまたはそれをを使ったロボットシステムによって自動的に実現される、方法である。

10

【 0 0 1 9 】

本明細書において、探索、インターベンション、または処置に関して、用語「第1の」、「以前の」、または「基準」は、等価な意味を有し、同じタイプの「新しい」、「その後の」、または「現在の」探索、インターベンション、または処置に対して通常、予め（遅れずに）行われている探索、インターベンション、または処置を指し、そのデータは、（全体的に、または部分的にのみ）記録され格納されている。

【 0 0 2 0 】

新しい、その後の、または現在の探索、インターベンション、または処置は、ライブの（リアルタイムの現在の）もの、あるいは記録されたデータにまた基づく探索、インターベンション、または処置であってもよく、したがって、必ずしも後刻実施とは限らない。

20

【 0 0 2 1 】

好ましくは、同期処理は、第1または基準探索と、電磁気、光ファイバー、または任意の他の同様なタイプの追跡デバイスなどの固定された外部基準フレームに従って内視鏡の前記先端の位置および向きを提供する追跡デバイスからのその後のまたは新しい探索との間に記録される可撓性内視鏡の先端の位置およびあるいは向きの位置合わせのみに基づいている。

【 0 0 2 2 】

したがって、たとえば可撓性内視鏡の先端に電磁（E M）センサを取り付けることによって、身体内のその移動は、固定された外部基準フレームに対して追跡され得る。2つの連続するインターベンションについてE Mセンサ位置の間の一致を計算することによって、ガイドドビューが、G I専門家に提供される。このガイドドビューは、その後の、たとえばライブビューされているインターベンションと最もよく一致する予め記録されたインターベンションから抽出されたマッチング画像から成る。

30

【 0 0 2 3 】

あるいは、同期処理は、第1または基準探索と、第1または基準探索とその後のまたは新しい探索の両方の間に視認可能な類似の特徴の抽出およびマッチングを行う、リアルタイム内視鏡ビデオ解析によって改善される追跡デバイスからのその後のまたは新しい探索との間に記録される可撓性内視鏡の先端の位置および向きの位置合わせに基づくことができる。

40

【 0 0 2 4 】

この実施形態と関連して、人は、同期を改善するように特徴記述子を用いることを考えることができる。

【 0 0 2 5 】

基本的な実施は、ビデオ同期を行うように単一のアルゴリズムを利用することができる。このアルゴリズムは、以前の探索の6 D O Fセンサの記録された位置および向き、およびその後の探索中の前記センサのライブ位置および向きのみを使用する。食道または同様な管状器官がいくらかの変形を受ける場合には、または位置合わせステップが不正確な場合には、同期アルゴリズムは、現時点での技術的水準の技術による画像解析を用いて改善され、よりロバストにされ得る。たとえば、特徴記述子は、D a v i d G . L o w e、

50

「Distinctive Image Futures from Scale-Invariant Keypoints」International Journal of Computer Vision、60巻、No. 2、2004年、91～110頁、またはHerbert Bay、Andreas Ess、Tinne Tuytelaars、Luc Van Gool、「SURF: Speed Up Robust Features」、Computer Vision and Image Understanding (CVIU)、110巻、No. 3、346～359頁、2008年、に開示されるものなどの、以前の探査の各記録された画像について記録され得る。次いで、その後の探査中に、最良の特徴記述子が、ライブ画像から抽出され、以前の探査から画像の部分集合に一致されることができ、これは、センサ位置および向き情報のみを用いて選択されている画像に（距離的に）近い。明らかに、いかなる種類の特徴記述子もこのために使用され得る。したがって、一致記述子および一致品質の数の解析は、センサ位置および向き情報のみから本来選択されるものよりも類似して見える画像を選択するように使用され得る。

10

【0026】

有利なことに、2つの同期化された可撓性内視鏡ビデオは、特定の対象点を示す仮想タグによって向上され、これらの仮想タグは、ユーザによる対話形式での第1または基準探査可撓性内視鏡ビデオに基づいて、および2つの同期化されたビデオの比較に基づく画像解析により自動的にその後のまたは新しい探査可撓性内視鏡ビデオで定義される。

20

【0027】

あるいは、2つの同期化された可撓性内視鏡ビデオは、特定の対象点を示す仮想タグによって向上され、これらの仮想タグは、たとえば解剖学的、病理学的、または外科的な特定の特徴などの、対象の視認可能な点を抽出する自動ビデオ画像解析による自動的に第1または基準探査可撓性内視鏡ビデオに基づいて、およびその後のまたは新しい探査可撓性内視鏡ビデオにおいて対象の同じ視認可能な点を抽出する自動ビデオ画像解析と2つの同期化されたビデオの比較アルゴリズムを組み合わせる画像解析により自動的にその後のまたは新しい探査可撓性内視鏡ビデオで定義される。

【0028】

たとえば、以前の実施形態に関して、人は、基準探査および新しい探査中に生検部位の自動タグ付けを行うように画像解析および特徴記述子を用いることを考えることができる。

30

【0029】

基準探査全体が記録され得るので、これはまた、器具が組織試料を切断し回収するように（または、Maunakea Technologyの共焦点顕微鏡装置を用いて光学試料を実行するように）内視鏡動作チャネルの1つに挿入される生検の方法を含む。現時点での技術的水準の画像解析は、Allan, M., Ourselin, S., Thompson, S., Hawkes, D. J., Kelly, J., Stoyanov, D. (2013), Toward detection and localization of instruments in minimally invasive surgery, IEEE Trans Biomed Eng 60(4), 1050～1058、に開示されるようなビデオ画像において器具位置を追跡することを可能にする。したがって、器具サイズおよびカメラ較正が知られている場合は、カメラフレームに対するその3D位置もまた知られる。これは、（その先端に取り付けられる）センサ（EM）フレームに対するカメラフレームの位置が（たとえば、F. DornaikaおよびR. Horaud, Simultaneous robot-world and hand-eye calibration, Robotics and Automation, IEEE Transactions, 14(4): 617～622、1998年、に説明されている方法を用いて）予め較正されていることを条件として、生検部位は、基準探査ビデオの解析から追跡（EM）フレームにおいて自動的に計算され得るということを意味する。

40

50

【 0 0 3 0 】

いったん生検部位が基準探査においてすべてタグ付けされていると、この場合、新しい探査においてそれらの位置を推定するように特徴記述子を用いることができる。実際、特徴記述子検出の第1のステップは、生検部位を含む基準探査フレームにおいて行われ得る。次いで、画素座標 (u 、 v) を持つ画像において認識される各生検部位について、同じ画像における検出された記述子に対するその相対位置が記録される。その後、記述子は、新しい探査フレームにおいて検出され、基準探査のものに一致される。生検を含むフレームの記述子と一致される少なくとも3つの記述子を含む新しい探査におけるフレーム F_{ex_p} すべてについて、位置合わせ手法を用いて F_{ex_p} における画素生検部位を推定することができる。この位置合わせステップについて多くの可能性がある。重心座標の使用は、3つの記述子が一致されている場合には標準的な選択肢である。しかし、少なくとも4つの記述子が生検部位の周りに見出されている場合には、同相位置合わせがより関連性のある場合がある (同相は、4つまたそれ以上の点を用いて透視歪みをモデリングすることを可能にする)。

10

【 0 0 3 1 】

本発明の可能な実施形態によれば、特定の対象点を示す仮想タグによって向上されるかまたはされない、2つの同期化された可撓性内視鏡ビデオは、解剖学的および/または病理学的構造の3D身体モデルの仮想レンダリングを使った拡張現実技術を用いて融合され、この3Dモデルは、被験者の身体のその後のまたは新しい探査前に実現される術前医用画像から抽出される。

20

【 0 0 3 2 】

拡張現実情報を手術前の3Dモデルから新しい探査画像に加えることは、たとえば、下に説明されるように行われ得る。

【 0 0 3 3 】

術前画像または患者 (通常、3D CTスキャンまたはMRI画像) が利用できる場合には、術前画像フレーム F_{preop} と (EM) 追跡システムフレーム F_{EM} との間のリンク (回転 + 並進) を計算することができる。この計算は、たとえば、 F_{preop} における術前画像から手動でまたは自動的に抽出される食道中心線を用いて行われることができ、 F_{EM} において新しい探査中に評価される食道の軌道に位置合わせされる。これに関連して、食道の軌道は、両フレームにおいて、食道と胃との間の遷移点、および喉の一部を含まなければならない。

30

【 0 0 3 4 】

2つのEMマーカーが患者の胸部に貼り付けられる場合は、 F_{preop} における術前画像から、2つのEMマーカーに自動的に対応する2つの点と食道における1つの点とを手動でまた自動的に抽出することは容易である。この場合、これらの3つの点は、フレーム F_{preop} および F_{EM} を位置合わせするために予め説明されたように使用され得る。

【 0 0 3 5 】

いったん F_{preop} および F_{EM} の相対位置が知られていると、(その先端に取り付けられる) EMセンサフレームに対するカメラフレームの位置が (たとえば、 $F_{Dornaika}$ および R_{Horaud} 、*Simultaneous robot-world and hand-eye calibration*、*Robotics and Automation*、*IEEE Transactions*、14(4): 617~622、1998年、に説明されている方法を用いて) 予め較正されていることを条件として、内視鏡ビデオフレームにおいて術前画像 (3D表面モデルまたはボリュームレンダリング) から抽出される情報をそのまま重ね合わせる。

40

【 0 0 3 6 】

本発明の方法の同期処理は、より正確には次の3つのステップ処理、すなわち、

第1のステップ: 磁気、光ファイバー、または同様な追跡デバイスなどの固定された外部基準フレームによる内視鏡の先端の位置および向きを提供する追跡システムと、管腔内

50

または管腔外の第1または基準探査中に結合されている可撓性内視鏡ビデオとを用いて、可撓性内視鏡の先端の位置を記録するステップ、

第2のステップ：磁気、光ファイバー、または同様な追跡デバイスなどの固定された外部基準フレームによる内視鏡の先端の位置および向きを提供する追跡システムと、管腔内または管腔外のその後のまたは新しい探査中に結合されている可撓性内視鏡ビデオとを用いて、可撓性内視鏡の先端の位置を処理するステップ、特に位置合わせするステップ、

第3のステップ：リアルタイムのその後の探査と第1の探査との間の可撓性内視鏡の先端位置の位置合わせからまたはそれを用いて、その後のまたは新しい探査ビデオおよび第1または基準探査ビデオを同期させるステップ

から成ることができる。

10

【0037】

以前に説明された同期処理の1つまたはいくつかのステップの次の(1から3の)部分的に選択可能な実施形態が予想されることができ、すなわち、

1) 同期の第3のステップは、第1の基準探査およびリアルタイムのその後の探査の両方において視認可能な類似の特徴(複数可)を抽出しかつマッチングする、リアルタイム可撓性内視鏡ビデオ解析によって改善される、リアルタイム探査と基準探査との間の可撓性内視鏡の先端位置の位置合わせからまたはそれを用いて、その後のまたは新しい探査ビデオおよび第1または基準探査ビデオを同期させるステップを含む。

【0038】

2) 同期処理は、より正確には、次の4つのステップ処理、すなわち、

20

第1のステップ：以前に説明されたような、

第2のステップ：探査される被験者の身体において特定の対象点を示す第1または基準探査可撓性内視鏡ビデオの1つまたは複数の画像の対話式の仮想タグ付けを付加するステップであり、この仮想タグ付けが、マウス、パッド、トラックボール、ジョイスティック、または光トラッキングなどの、ビデオの画素または画素のグループを正確に選択するようにしておく任意の相互作用またはヒューマンインターフェース装置を通してビデオの任意の選択された画像にタグを付加するようにしておく特定の第1または基準探査ビデオ読み出しによって実現される、ステップ、

第3のステップ：前に説明された第2のステップと等価なまたは同一のステップ、

第4のステップ：前に説明された第3のステップ(3つのステップ処理)を行うステップであり、位置合わせ処理が、第2のステップでタグ付けされる探査される被験者の身体の同じ特定の対象点をこのビデオで位置特定させるその後のまたは新しい探査ビデオの解析を付加し、かつこれらの仮想タグの重ね合わせによって、同期化されたその後のまたは新しい探査ビデオの同じ位置にこれを付加することによって改善される、ステップから成る。

30

【0039】

3) 同期処理は、より正確には、次の4つのステップ処理、すなわち、

第1のステップ：前に述べたのと同じ、

第2のステップ：探査される被験者の身体において特定の対象点を示す第1または基準探査可撓性内視鏡ビデオの1つまたは複数の画像に自動的な仮想タグ付けを付加するステップであり、この仮想タグ付けが、好ましくは、たとえば色、輝度、コントラスト、および特徴追跡、ならびに解剖学的、病理学的、または外科的な特定の特徴などの、特徴追跡、対象の視認可能な抽出点に基づく、特定のビデオ解析アルゴリズムを通して自動的に実現される、ステップ、

40

第3のステップ：前に述べた第2のステップ(3つのステップ処理)と等価なまたは同一のステップ、

第4のステップ：前に述べた第3のステップ(3つのステップ処理)を行うステップであり、位置合わせ処理が、第2のステップでタグ付けされる探査される被験者の身体の同じ特定の対象点をこのビデオで位置特定させるその後の新しい探査ビデオの解析を付加し、かつこれらの仮想タグの重ね合わせによって、同期化されたその後の新しい探査ビデオ

50

の同じ位置にこれを付加することによって改善され、第2のステップに使用される対象の点の検出の同じアルゴリズムが、前に説明された第3のステップ(3つのステップ処理)に規定される他の位置合わせアルゴリズムと場合によっては組み合わせられる、ステップから成る。

【0040】

本発明の典型的な用途として、可撓性内視鏡を使った探査は、食道または結腸などの、ヒト被験体の管状器官に行われる。

【0041】

本発明による方法は、被験者の姿勢が変化していないままであるかまたは以前の探査とその後探査との間でほぼ再現され得る場合には、いかなる追加のマーカの使用もなしに実施され得る。

10

【0042】

それにもかかわらず、そうでない場合には、本発明は、その位置が使用される追跡システムまたは他の追跡システムによって記録され得る少なくとも2つのマーカが、予め被験者の所与の解剖学的場所に配置され、探査される管状器官に依存しかつ好ましくは被験者が姿勢を変え得る場合に顕著な変形または変位を受けない前記場所が、好ましくは、少なくとも1つの他の内部の容易に認識可能な解剖学的特徴点と共に以前のおよびその後の探査の基準点を与えるように使用されることを予測することができる。

【0043】

再配置の正確さを増加させるために、基準点は、フレームを定義し取り付けるのに使用され、または第1のおよびその後の探査において被験者と関連のあることができる。

20

【0044】

必要とされる計算資源を制限し、再配置処理を加速するために、本発明による同期処理は、最終探査段階で、すなわち内視鏡の先端が対象の領域に達した場合に集中され得る。したがって、第1のまたは以前の探査中に、限られた数の画像が記録されまたは選択され、これは、好ましくはマーキングされまたはタグ付けされる関連情報を含み、その後の探査中に、現在のまたはライブ内視鏡位置が関連情報を含む画像と関連する位置に近い場合にのみ、ビデオ画像処理および同期ステップが行われ、ガイダンス情報が提供される。

【0045】

本発明の他の特徴によれば、管状器官が探査される場合に、画像処理が行われ、この画像処理は、その後の探査中にビデオ画像で管腔位置を解析し、同様の管腔位置によってその後のライブ位置に近い位置と関連する以前の探査から画像を選択する。

30

【0046】

有利なことに、探査される器官が結腸である場合は、腹壁に取り付けられることが知られている結腸の3つの点または部分は、固定の基準点または場所として使用され、その後の探査中に標的に達することは、逆方向動きを通じて行われることが好ましい。

【0047】

また、再配置処理は、必要とされる場合には内視鏡の回転を考慮に入れることができる。したがって、可撓性内視鏡の先端の向きは、記録され、その3D位置に加えて追跡システムによって利用されて、基準探査とその後探査との間の内視鏡の向きの回転差を評価する。

40

【0048】

実際の観点から本発明を考える場合には、人は、可撓性内視鏡の先端の正確な再配置は2つの連続する操作ステップ、すなわち、

前に説明されたように、予め行われた処置で決定される生検部位などの基準点または位置に近い可撓性内視鏡の先端の近似位置決めを行うことによる、全体の位置特定ステップ

、

その後のまたは現在のインターベンション時にビデオ画像上への以前の処置中に得られる、標的部位または点のマッピングを参照することによる、精密位置決めステップ

を通して行われると考えることができる。

50

【 0 0 4 9 】

また、本発明は、以前に本明細書において説明された方法を実施することができる医療システムを含んでいる。

【 0 0 5 0 】

本発明は、その非限定的な実施例として与えられる前記発明の実施形態についての次の説明および図面によってよりよく理解されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 1 】

【図 1】人の食道の探索中の、本発明の実施形態による可撓性内視鏡および追跡システムを備える医療システムの概略図である。

10

【図 2】人の食道の探索中の、本発明の実施形態による可撓性内視鏡および追跡システムを備える医療システムの概略図である。

【図 3 A】本発明の好ましい実施形態による再配置方法の主要なステップを示す概略的な機能図である。

【図 3 B】本発明の好ましい実施形態による再配置方法の主要なステップを示す概略的な機能図である。

【図 3 C】本発明の好ましい実施形態による再配置方法の主要なステップを示す概略的な機能図である。

【図 4】第 1 のまたは以前の探索の前進移動中、前記第 1 のまたは以前の探索の後退移動中、および管状器官たとえば食道の、たとえばライブのその後の探索中に可撓性内視鏡の先端の異なる軌道（連続する位置）を示す 1 部分の図式表現の図である。その後の探索位置と以前の探索位置との間の点線がユークリッド距離に基づく同期処理に対応し、その後の探索からの位置を考慮すれば、以前の探索から表示されるビデオフレームが以前の探索から最も近い位置と関連するものである図である。

20

【図 5】図 4 によって行われる前進探索中、および後退探索中に得られる管腔の画像を示す図である。

【図 6】食道および対応する一致の可撓性内視鏡の先端の以前およびその後のライブ軌道を示す図である。

【図 7】ライブビュー（左）の、および以前に記録された探索からの最もよく一致する画像（右）の画像を示し、丸で囲んだ部位が内視鏡の熱傷ツールを用いることによって作られるマーキングを示す図である。

30

【図 8】列に配置された複数の内視鏡画像を示し、第 1 の列がライブビデオからのフレームを示し、第 2 の列が最も近い一致を示し、列 3、列 4、および列 5 が、同期処理から得られる 20 個の最も良好な一致からランダムに選択されたフレームを示す図である。

【図 9】（部分的に示される）可撓性内視鏡によって探索を受ける人体の結腸の概略図である。

【図 10 A】第 1 のまたは以前の探索中のロールでの較正および補正を示す、可撓性内視鏡の端部（先端）の部分的な概略図である。

【図 10 B】その後のまたは現在の探索（参照のための x 、 y 、 z がカメラのレンズに付けられ、参照のための x' 、 y' 、 z' がセンサに付けられている）中のロールでの較正および補正を示す、可撓性内視鏡の端部（先端）の部分的な概略図である。

40

【発明を実施するための形態】

【 0 0 5 2 】

図 1 および図 2、および部分的に図 9 は、被験者 7 の管状器官に導入されることができ、本発明による方法を実施することができる可撓性内視鏡 2 を備える、本発明による医療システム 1 を示している。

【 0 0 5 3 】

より正確には、前記医療システム 1 は、

i) 撮像装置 3 が少なくともとも装備される可撓性内視鏡 2、および場合によっては少なくとも 1 つのツールまたは器具と、

50

i i) 表示手段 3 '、および前記内視鏡 3 と結合された移動制御手段 3 " と、
i i i) 電磁追跡デバイスまたは可撓性光学追跡デバイスなどの、内視鏡 2 の先端 2 ' の位置および向きを提供する追跡デバイスまたはシステム 4 と、
i i i i) コンピュータ手段 (5) および結合された格納手段と
を主として備え、

内視鏡 (2) の前端または先端 (2 ') には、電磁センサ 4 ' または同様な追跡デバイスが設けられ、前記医療システム 1 は、以前に説明されたような方法を実施することができる手段、特にコンピュータ手段 5 内のソフトウェア手段をさらに備える。

【 0 0 5 4 】

可撓性内視鏡 2 の先端 2 ' に固定されまたは取り付けられるセンサ 4 ' および対応する追跡システム 4 は、少なくとも 3 D 位置の追跡、好ましくはまた前記先端の向きの追跡を可能にする。

【 0 0 5 5 】

本発明のシステムの第 1 の実施によれば、かつ図 1 に示されるように、(たとえば、電磁式または光学式の) いかなる外部マーカも、以前の探査中の E M フレームとその後の探査中の E M フレームとの間の位置合わせを行うことが必要とされない。実際、本方法は、喉および食道形状推定に完全に依拠することができ、これは、以前のおよびその後の探査中に行われる。しかし、有効であるべきこの技術の場合、以前のおよびその後の探査中の肩に対する患者の頭の向きがほぼ同じであるべきであり、医療専門家は、胃エントリーポイントに到達しなければならず、これは、(たとえば、食道の中間の大きな腫瘍による食道閉塞の場合は) 恐らくは拘束しており、またはある患者に対して実行できない場合がある。

【 0 0 5 6 】

この問題を解決するために、本発明は、後に提示され、図 2 に示される追加のマーカ 6 を使用することができる。より正確には、少なくとも 2 つの補足 E M マーカーの使用に基づいていることができ、このマーカは、容易に後方に見出され得る解剖学的特徴点の上の、好ましくは胸骨に沿って患者の胸部に貼り付けられ、これは、以前のおよびその後の探査中に患者が同じ姿勢を有していない場合に重要な変形を受けない(患者は、仰向けになった姿勢に、かつ次いで横方への臥床姿勢に横になることができる)。頸切痕は、胸骨終端点ばかりでなく、著しく静的な解剖学的特徴点でもあったことが分かっている。

【 0 0 5 7 】

これに関連して、以前の探査中に、2 つのマーカ 6 が、好ましくはインターベンション中に患者 7 に貼り付けられ、そのうえそれらの位置が記録される。記録される位置は、両方の点について 1 つのみの取得か、または患者がインターベンション中に動かないはずであることが仮定されているので平均された各マーカについて取得の集合であり得る。次いで、その後の探査中に、2 つのマーカ 6 は、ほぼ同じ解剖学的な位置において患者 7 に貼り付けられ、それらの位置は記録される。次いで、位置合わせを行うための第 1 のアプローチが、各探査中に認識される 2 つの点のトリプレットを用いて、3 D / 3 D 点位置合わせ (Arun K S、Huang T S、Blostein S D、"Least-squares fitting of two 3-d point sets"、IEEE transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence を参照されたい) を行うことになる。このトリプレットは、2 つのマーカ位置および食道形状推定時の点 $P_{closest}$ (これは、ほぼ、患者の喉近傍において湾曲した、ライン形状を持つ点の集合である) であることができ、これは、頸切痕に貼り付けられるマーカに最も近い。

【 0 0 5 8 】

しかし、本発明者らは、(胸骨に沿って) 胸骨終端点を反復して見出す際に、ある不確実性があることに気付いた。そのうえ、本発明者らはまた、頸切痕に最も近い点 $P_{closest}$ の相対位置が数ミリメートルという以前の探査とその後の探査との間で変化し得ることを認めた。したがって、3 D / 3 D 位置合わせは、あまり正確でなく、その代わり

10

20

30

40

50

として、以前のおよびその後の探査中に規定され得る次に続くフレームFを位置合わせすることが提案されている。フレームF中心は、頸切痕に貼り付けられるマーカーによって規定され、そのX軸は、頸切痕マーカーと胸骨終端点との間のベクトル $M_j M_s$ によって規定され、そのY軸は、 $M_j M_s$ と、頸切痕マーカーと $P_{c1osest}$ との間のベクトルとの間のクロス乗積によって規定され、次いで、そのZ軸は、X軸とY軸との間のクロス乗積から計算される。その分野の専門家は、2つの点トリプレットの代わりに2つのフレームを位置合わせすることが、胸骨マーカー位置のおよび位置合わせ結果の $P_{c1osest}$ の、不確実性の影響を劇的に減少させることを容易に理解するであろう。

【0059】

本発明は、基本的には、以前の探査からフレームを表示することを目的としており、食道および同様な管状器官のその観点は、ライブの/その後の探査の観点に場合によっては近くにある。最も適応したフレームを見出すことは、計算上コストが高い場合もある。より簡単な実施が可能であり、この実施は、今でも医療専門家のための案内ツールを提供するが、記録された画像フレームの小さいまたは減少した集合を使用するのみである。

【0060】

以前の探査段階中に、医療専門家は、彼が関連すると考える画像に注釈をつける。彼がその上に（矢印または円が関連情報を示すように画像に重ね合わされ得る）関連情報の位置を示す、 i が（たとえば、生検情報または病理学情報を含む）範囲[1 - 50]に属する、約50個の関連画像 R_i があると仮定しよう。その後の探査中に、システムは、1つのスクリーンにその後の探査のライブ画像を示し、ライブ内視鏡位置が重ね合わせステップ後に関連画像 R_i と関連する位置に近い場合（たとえば、内視鏡位置と R_i と関連する位置との間の距離が閾値、たとえば3mmの範囲内である場合）にのみ、関連画像 R_i を表示することになる。また、システムは、（前進または後進の）その方向において内視鏡が R_i と関連する点に近づくように移動されるべきであることを示すことができる。この指示は、有向の矢印、文字（たとえば、FまたはB）、あるいは色インジケータによって与えられ得る。

【0061】

また、本発明は、記録されたフレームの滑らかでない位置を扱う問題を考えることができる。

【0062】

明らかに、いくつかの関連画像が点と関連しており、これは、非常に密接であり、したがって閾値より小さい距離によって分離される。この場合は、システムは、スクリーンにモザイク表現で関連画像すべてを表示することができ、または、システムは、医療専門家に、彼が到達することを望んでいるいくつかの関連画像の中のその関連画像を尋ねることができる。

【0063】

以前の探査中に、システムは、処置中に、対応する画像と関連する（EM）センサを介した内視鏡位置を反復して同時に記録する。したがって、多くの対位置+画像が食道または同様な管状器官における特定の深さについて記録されるが、その結果、前記器官において内視鏡の異なる横方向の位置が生じる。この場合は、かつ本明細書において後ほど説明されるように、その後のライブ探査中に内視鏡の現在の位置に対応する以前の探査からの画像を選択する基本的なアプローチは、医療専門家にとって違和感がある場合がある。実際、時刻 t における表示される画像は、時刻 $t+1$ における画像と非常に異なる場合があり、食道または同様な管状器官における内視鏡の観点は、非常に異なり、この場合、画像流れは、滑らかでない。この現象は、通常、医療専門家が前後探査全体を記録している場合に生じ、図4に示されている。図5で理解できるように、管腔は、同じ探査処置内で、内視鏡の前進運動中にビデオ画像の左側（ $t_0 - t_{200}$ ）に、および内視鏡の後退運動中にビデオ画像の右側（ $t_{200} - t_{400}$ ）にあり得る。

【0064】

また、この現象は、複数の生検が同様な深さにおいてであるが器官の反対の側で行われ

る場合に生じ得る。この問題を解決するために、画像処理アプローチが採用されることができ、これは、時刻 t における画像内の管腔位置を解析し、図 5 に示されるように、同様な管腔位置を持つライブ位置に近い位置と関連する以前の探査から画像を選択する。

【 0 0 6 5 】

本発明によって扱われ得るもう 1 つの問題は、内視鏡の回転を考慮に入れることである。

【 0 0 6 6 】

実際、その後の探査中に、医療専門家は、以前の探査中の向きと異なり得るその軸を中心とする向き（通常、ロールと呼ばれる）を持つ内視鏡を導入する。経験を積んだ医療専門家は、通常、内視鏡でいくつかの特定のマークを注視することによって、おおよそ以前の探査とその後の探査との間で同じ向きを有することができる。しかし、これは、時間がかかり、初心者医療専門家にとってそう容易なことではない。内視鏡の向きが同じでない場合は、本方法は、もちろん、2 つの探査ビデオを同期させることができるが、画像の向きは、同じでないことになり、したがって、両方のビデオに同じ解剖学的構造を認めることは、医療専門家にとってあまり容易でないであろう。

【 0 0 6 7 】

この点について、本発明の方法は、以前の探査とその後の探査との間のライブの向き誤差を計算するように改善され得る。いったん向き誤差が計算されると、システムは、回転誤差が低減されるように内視鏡が回転されるべきであるその方向に、ライブビデオスクリーン上に矢印で指示を出すことができる。また、度での回転誤差が表示され、更新され得る。

【 0 0 6 8 】

いったん向き誤差が計算されると、システムはまた、以前の探査ビデオに対する、またはその後の探査ビデオに対する誤差を補償する回転を自動的に加えることができる。

【 0 0 6 9 】

以下に、以前の探査とその後の探査との間のライブの向き誤差がいかに計算され得るかが、例示として説明される。食道または同様な管状器官内部の可撓性内視鏡を追跡するために、6 D O F 電磁センサが、内視鏡の先端にセットされる。以前の探査中の記録ステップは、内視鏡先端の 3 D 位置ばかりでなく、その向き（ロール、ヨー、ピッチ）も含む。また、その後の探査中に、内視鏡先端の向きが取得される。

【 0 0 7 0 】

次の 2 つの場合が起こり得る。すなわち、

内視鏡先端のカメラと 6 D O F センサとの間の相対的な向きが以前の探査中とその後の探査中とで同じである（すなわち、以前の探査中に使用されている内視鏡がその後の探査中と同じであるか、または各製造された内視鏡が内視鏡先端のカメラと 6 D O F センサとの間で同じ相対的な向きを有することを内視鏡製造業者が保証している）場合には、向き誤差は、ライブ内視鏡位置の 6 D O F センサ向きとライブ内視鏡位置に一致されている以前の探査からの位置における記録された 6 D O F センサ向きとの間のロール差によって与えられ得る。

【 0 0 7 1 】

これに反して、内視鏡先端のカメラと 6 D O F センサとの間の相対的な向きが以前の探査中とその後の探査中とで同じでない場合には、予備較正ステップが、以前の探査中の内視鏡カメラフレーム（その z 軸は、通常、カメラ視点に沿って選択される）と 6 D O F センサフレーム（その z 軸は、通常、E M センサコイルに沿っており、したがってこのような状況ではカメラ z 軸にほとんど平行である）との間のロール差 R_1 、および、その後の探査中の内視鏡カメラフレームと 6 D O F センサフレームとの間のロール差 R_2 を計算するために必要である（これは、図 1 0 A および図 1 0 B に示されている）。この場合、 R_1 と R_2 との差により、カメラと 6 D O F センサとの間の同じ相対位置を持つ同じ内視鏡が以前のおよびその後の探査中に使用されていることを模擬することができる。したがって、前に説明された方法は良好に使用され得る。

【 0 0 7 2 】

本発明の実用的な実施形態が、食道探查に関して、例示としてより正確に説明されることになる。

【 0 0 7 3 】

システム構成 1 は、おおよそ患者 7 の胸部の上方に配置され、チタニウムアームを用いて適切な位置に固定される適応した作業範囲を持つ E M 場発生器 4 から成る。6 D O F E M センサ 4 ' が、可撓性内視鏡 2 の作業チャネルに挿入され、内視鏡の先端 2 ' に固定される。E M T S および内視鏡 2 は、ラップトップ型のまたは同様なコンピュータ関係 5 に接続され、これは、データを同期的に記録する。インターベンションの記録は、内視鏡 2 から捕捉される対応する画像フレームを持つ、E M センサ姿勢のリスト（内視鏡の先端 2 ' の軌道）から成る。可能なライブのその後の処置中に、以前に行われたインターベンションの記録を考慮すれば、対応する画像が、記録に見出されることができ、これは、食道における内視鏡の現在の位置に空間的に一致する。

10

【 0 0 7 4 】

図 3 A ~ 図 3 C は、本発明の方法のワークフローの概観を与えている。使用される処理は、3つの部分または段階に分割される。すなわち、

取得段階：記録されたデータがタグ付けされ、さらなる処理のために格納される段階、

位置合わせ段階：ライブ処置の E M T S 基準フレームの位置合わせ、および案内ビューを与えるために選択された以前に記録されたインターベンションを行うための段階、および

20

同期段階：ライブインターベンションの軌道と以前に位置合わせされた記録との間の空間的同期を行うための段階

である。

【 0 0 7 5 】

取得段階は、図 3 A に概略的に示されている。

【 0 0 7 6 】

この段階中に、G I 専門家は、インターベンションの記録および関連画像のタグ付けを行う。可撓性内視鏡は、食道を通過してゆっくり案内され、同時に、内視鏡から取得される E M センサ姿勢および対応する画像が、データベースに記録される。記録は、バブル、モーションブラー、スペキュラーハイライト、および焦点外画像のある、多くの情報価値のないフレームを含む。第 1 に、これらの情報価値のないフレームは検出され、M K B a s h a r a、Automatic detection of information frames from wireless capsule endoscopy images、Medical image analysis、14 (3) : 4 4 9 - 7 0、6 月 2 0 1、に説明されている方法を用いてさらなる処理から除外される。G I 専門家は、括約筋が位置合わせ段階においてランドマークとして使用されるので、括約筋を含む画像にタグ付けする。括約筋は、これが安定であり、良好な繰返し精度で到達され得るので解剖学的ランドマークとして使用される。生検処置を含む内視鏡フレームはタグ付けされ、オフラインステップにおいて、専門家は、タグ付けされた生検画像を見直し、処置に最も関連性のある生検画像を選択する。この段階において、専門家は、補足情報を記録の画像に追加するように選択することができ、これは、同期段階中に利用できるであろう。

30

40

【 0 0 7 7 】

位置合わせ段階は、図 3 B に示されている。

【 0 0 7 8 】

E M T S の構成は常に術間で変更されることになるので、位置合わせは、ライブインターベンションの E M T S 基準フレームとガイドドビューを提供するために選択される以前のインターベンションの記録との間で行われなければならない。好ましくは、オンラインの位置合わせが、手術室に更なる制約を導入することなく使用される。これを達成するために、第 1 に、G I 専門家が内視鏡を食道に導き、括約筋まで内視鏡を案内している時

50

に E M センサ位置が記録される。食道はかなり直線的であり、非常に最小の横方向移動を示すという関連知識が使用される。したがって、ライブ軌道および以前のインターベンションの軌道の最も大きい主成分が、各軌道についてベクトル $Z = [0 \ 0 \ 1]^T$ に沿って 3 D 方位合わせを得るように使用され得る。次いで、タグ付けされた括約筋位置が、翻訳 t を取得するように使用されることができ、 R に加えて、これは、さらなる位置合わせ改良のためにイテラティブ クローゼスト ポイント (I C P) のための初期設定を提供する。

【 0 0 7 9 】

同期段階は、図 3 C に示されている。

【 0 0 8 0 】

いったん基準フレームが位置合わせされると、現在のインターベンションからのセンサ位置と以前に記録されたインターベンションとの間の空間的一致が計算される。バイナリツリーとして以前のインターベンションの軌道を分割することによって、現在のセンサ位置に対する (ユークリッドの意味における) 最も近い隣接点の探索が行われる。ナビゲーション中の食道の局所的な変形により、軌道は、滑らかでなく、 (ベクトル z に沿って、喉を括約筋に接続する) 中心食道線からずれを示し (図 6) 、これは、マーキングされた深さの差との誤一致を引き起こす場合もある。軌道はベクトル z に沿って位置合わせされるので、探索空間は、 Δz (およそ 2 mm) 内にあるように拘束される。最も近い隣接点は、以前の処置中に取得される食道における領域の対応する最良のマッチング画像を与える。特に、生検部位の位置を含むようにタグ付けされた一致した画像は、見直しのためにより局所的な領域を G I 専門家に提供する。図 7 は、同期段階の結果を不満に思っている。 I C P は、ベクトル z に沿って回転に至るまで変形を見つけ出すが、探索空間はこの方向に沿って拘束されるので、最も近い隣接点の決定は、これによって影響を受けない。

【 0 0 8 1 】

本発明者らは、 N D I \ c o p t r i g h t A u r o r a E M T S (所与の作業量において 0 . 5 mm の精度) を用いて、本発明の方法およびシステムに基づく実験を行った。

【 0 0 8 2 】

本発明の方法は、各組が 4 つの記録から成る、異なるブタに生体内での配列の 3 つの組で試験された。事前のマーキングが、生検部位を模擬するように 2 c m ごとにデュアルナイフを用いて食道に対して行われた。異なる時刻に行われる現実的な手術処置を複製するために、 E M 場エミッタが、各記録の前にランダムに再位置決めされた。予め説明されたステップは、基準としての第 1 の記録、および追跡して行う処置を模倣する 3 つの他の記録を使って行われた。アプローチの品質評価が、同期段階の出力を 5 人の専門家に提示することによって行われた。

【 0 0 8 3 】

図 7 に示されるように、2 つの画像、すなわちライブストリームをインターベンションから評価するフレームを表示する 1 つの画像、および対応するマッチングフレームを予め記録されたインターベンションから表示する第 2 の画像が提示された。デュアルナイフによって行われたマーキングと基準として他の視認可能なランドマークとを用いて、専門家は、本発明者らのアプローチを用いて提示された一致した画像の妥当性および品質を評価した。それらの経験のフィードバックが定量化された。評価実験は、明らかに、本発明のシステムが模擬された生検部位を位置を再特定させるのに非常に有用であることを専門家が見出したことを示している。しかし、一致した画像が必ずしも理想的視点 (図 8 、結果 a 、 b 、および e) を提供したわけではないことが示唆された。加えられた調査時に、発明者らは、20 個の最良の隣接点を考えることによって、最良の画像の選択が、最良の視点を受け入れるようにさらに精密にし得ることを認めた。図 8 は、これらのフレームのサンプルを示している。

【 0 0 8 4 】

このアプローチは、 G I 専門家に、より進んだガイダンスを既に提供しているが、フレ

10

20

30

40

50

ーム選択は、これらの最良の隣接点に対して画像解析を行うことによってさらに改善され得る。

【 0 0 8 5 】

本発明の例示的な実用的な実施形態のこれまでの説明は、より詳細には、食道に対する適用にある。

【 0 0 8 6 】

次に、予め同様に示されているように、本発明の方法およびシステムは、既に探査された特定の場所において、他の管状の幾分変形可能な器官に可撓性内視鏡を迅速かつ正確に再位置決めまたは再配置するように使用され適用され得る。

【 0 0 8 7 】

これは、たとえば、非常に伸張性のあり変形可能であり、また決して形状が真っ直ぐでないことが知られている結腸の場合に当てはまる。

【 0 0 8 8 】

結腸のこの特定の特徴により、本発明の方法は、結腸の解剖について次の情報を考慮に入れる。すなわち、腹壁に取り付けられ、したがって基準ランドマークとして考慮され得る結腸の3つの部分が存在し、すなわち、右および左結腸曲、腸移行の盲腸である。これらの3つの部分は、医療専門家によって容易に認識されることができ、それらの位置は（以前のおよびその後の）探査中に記録されるので、この場合、以前の探査時の各中間軌道のサイズをその後の探査時の対応するものにマッピングすることができる。医療専門家（手術者）は、第1に、現在の探査時の3つの固定点に達し、コンピュータは、以前のおよびその後の探査時の各一致した部分の長さが同じ値を有するように、各部分の長さに対する比率を適用することによって3つの結腸部分を一致させる。次いで、医療専門家は、彼が関連部位に接近していることを本発明の方法が示すまで、内視鏡を僅かに移動することによって以前の探査中に注釈をつけられまたは記録された関連部位に達することができる。医療専門家が結腸において前方に移動させることによって本発明の方法を使用して標的に達しようとする場合に、本システムによって提供される情報は正確であり得ない可能性があることを強調することが重要である。実際、結腸の予測できない弾性変形が、主として、前進運動中に、ほとんど後退運動中ではなく起こることがよく知られている。

【 0 0 8 9 】

これは前述の明細書に由来するように、本発明は、全く単刀直入な方法およびシステムを提案しており、実時間（50 Hz ~ 100 Hzでの軌跡マッチング）の作業が、手術室プロトコルに対して最小の変化で使用されることができ、オフラインステップの大半は、容易に自動化され得る。そのうえ、本システムは、時間的にスケーラブルなので、記録が、情報の損失なしでGI専門家の間で共有され得る。最後に、本発明の方法は、画像の品質に依拠していないので、術間での比較について通常の内視鏡画像アーチファクトに対してロバストである。

【 0 0 9 0 】

本発明は、もちろん、本明細書において説明され提示された好ましい実施形態に限定されるものではなく、本発明の範囲を逸脱することなく、変更が行われることができ、または均等物が使用され得る。

【図 3 C】

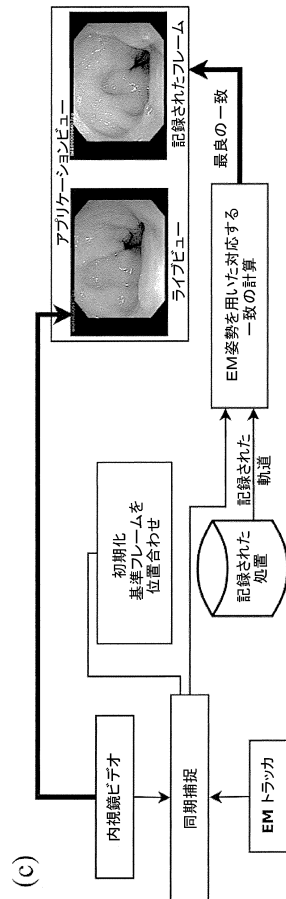


Fig. 3C

【図 4】

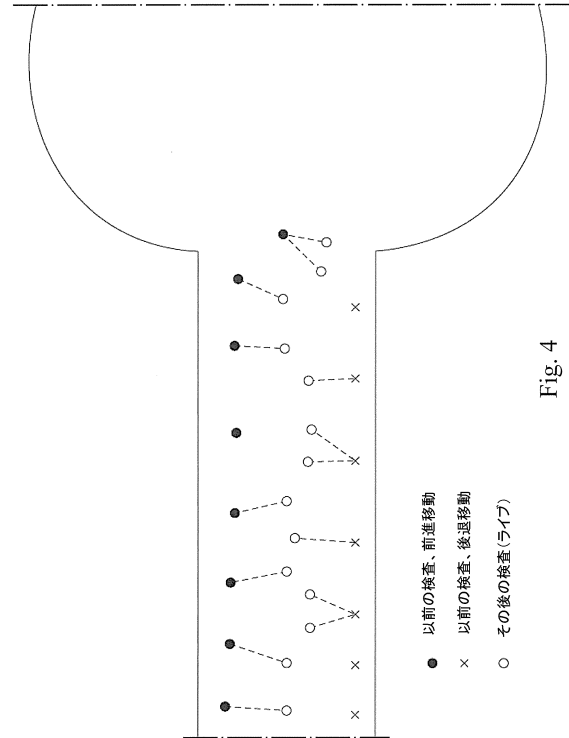


Fig. 4

【図 5】

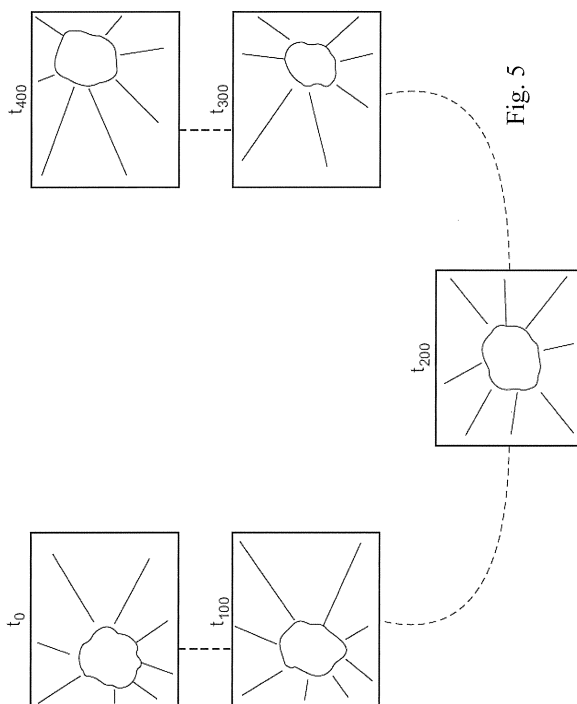


Fig. 5

【図 6】

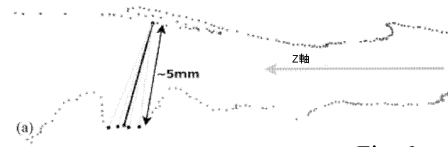


Fig. 6

【図 7】

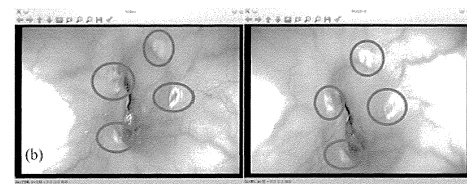


Fig. 7

【図 8】

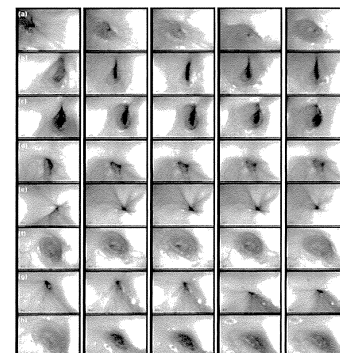
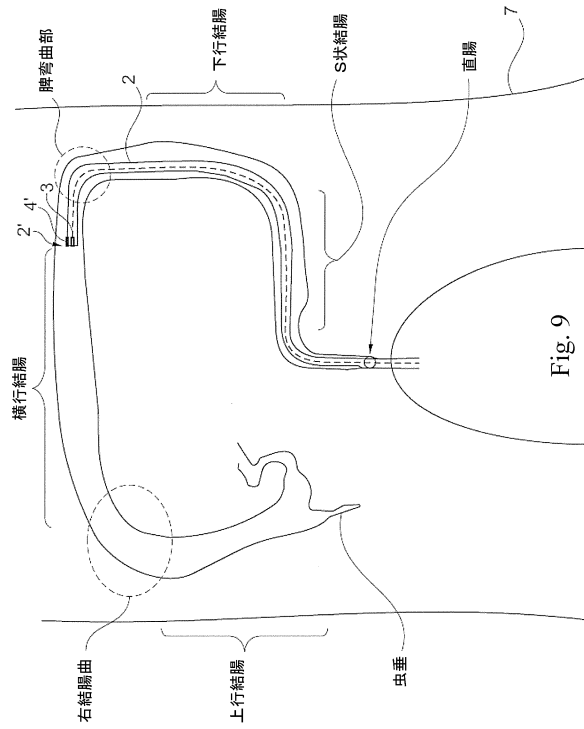
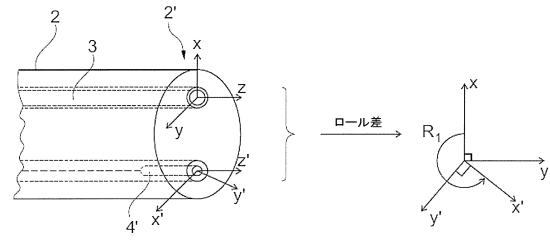


Fig. 8

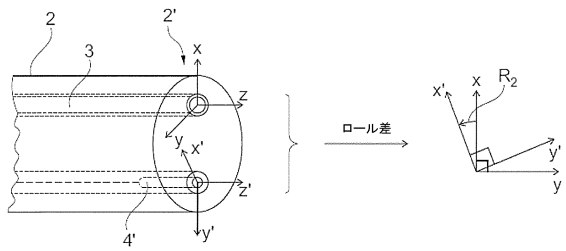
【図 9】



【図 10 A】



【図 10 B】



フロントページの続き

(74)代理人 110001173

特許業務法人川口国際特許事務所

(72)発明者 ニコロー, ステファヌ

ドイツ国、7 7 6 9 4・ケール、ニーベルンゲンシュトラッセ・3 2

(72)発明者 ベムーリ, アナント・スーラジ

フランス国、6 7 0 0 0・ストラスブール、リュ・デュ・ドーム・7

(72)発明者 ソレ, リュック

フランス国、6 7 2 0 2・ボルフイスハイム、リュ・デュ・クリモン・2 7

(72)発明者 マレスコー, ジャック

フランス国、6 7 3 1 0・シャラヒベルクハイム、リュ・ブランシバル・5 0

審査官 伊藤 昭治

(56)参考文献 特開2 0 0 9 - 0 7 7 7 6 5 (J P , A)

特表2 0 0 6 - 5 1 3 0 1 1 (J P , A)

特開2 0 0 8 - 1 0 4 8 7 7 (J P , A)

米国特許出願公開第2 0 0 8 / 0 0 9 7 1 5 6 (U S , A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

A 6 1 B 1 / 0 0 - 1 / 3 2

G 0 2 B 2 3 / 2 4 - 2 3 / 2 6

专利名称(译)	使用双数据同步重新指定解剖部位的位置		
公开(公告)号	JP6348130B2	公开(公告)日	2018-06-27
申请号	JP2015562379	申请日	2014-03-11
[标]申请(专利权)人(译)	男研究所俄罗斯资本家のUni-贝尔乳木果德尾吉志留纪安妮迷你不羈巴斯德锐美帕尔研究所DUR外壳格哈德·河畔ECRIN售日拉帕Reiyu阿迪杰僵硬海耶尔细胞阿德		
申请(专利权)人(译)	研究所-Osupitaro - Yuniberushiteru德Shiruruji迷你 - Anbashibu甲德锐美帕尔德研究所RECHERCHE河畔莱康售德Rapareiyuölgeの僵硬 - 李晒ALE-A-DE		
当前申请(专利权)人(译)	研究所-Osupitaro - Yuniberushiteru德Shiruruji迷你 - Anbashibu甲德锐美帕尔德研究所RECHERCHE河畔莱康售德Rapareiyuölgeの僵硬 - 李晒ALE-A-DE		
[标]发明人	ニコローステファヌ ベムーリアナントスーラジ ソレリュック マレスコージャック		
发明人	ニコロー,ステファヌ ベムーリ,アナント・スーラジ ソレ,リュック マレスコー,ジャック		
IPC分类号	A61B1/00 A61B1/045		
CPC分类号	A61B1/04 A61B1/00009 A61B1/0016 A61B5/062 A61B34/20 A61B2034/2051 A61B2034/2055 A61B2034/2065 A61B2090/364 G06K9/00758 G06K9/4671 G06T7/0014 G06T7/74 G06T19/006 G06T2207/30004 H04N5/2251		
FI分类号	A61B1/00.552 A61B1/045.618		
审查员(译)	伊藤商事		
优先权	61/775930 2013-03-11 US		
其他公开文献	JP2016511049A JP2016511049A5		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)	(19) 日本国特許庁 (JP)		(12) 特 許 公 報 (B2)		(11) 特許番号 特許第6348130号 (P6348130)	
	(45) 発行日 平成30年6月27日 (2018. 6. 27)		(24) 登録日 平成30年6月8日 (2018. 6. 8)			
	(51) Int. Cl. A 6 1 B 1/00 (2006. 01) A 6 1 B 1/045 (2006. 01)		F I A 6 1 B 1/00 5 5 2 A 6 1 B 1/045 6 1 8			
					請求項の数 8 (全 21 頁)	
本発明涉及一種使用双数据同步重新识别解剖部位的位置的方法和系统。在第一次或“参考调查”期间已经探索的特定位置，可能在一个或多个连续的腔内或腔外随后或“新探索”或类似程序中偏转一种用于重新定位性内窥镜的方法，可能多次，其中重新定位由人类用户手动或在一个或多个屏幕上的两个或更多个不同窗口上并行执行或者“新探索的”柔性内窥镜视频和显示的“参考探测”柔性内窥镜视频之间的“同步”。	(21) 出願番号 特願2015-562379 (P2015-562379)		(73) 特許権者 515249123			
	(86) (22) 出願日 平成26年3月11日 (2014. 3. 11)		アンスティチュ・オスピタローユニベルシ			
	(65) 公表番号 特表2016-511049 (P2016-511049A)		テール・ドゥ・シルルジー・ミニーアンバ			
	(43) 公表日 平成28年4月14日 (2016. 4. 14)		シブ・ギデ・バル・リマージュ			
	(86) 国際出願番号 PCT/JP2014/000838		フランス国、67000・ストラスブール			
	(87) 国際公開番号 WO2014/140813		、プラス・ドゥ・ロビタル・1			
	(87) 国際公開日 平成26年9月18日 (2014. 9. 18)		(73) 特許権者 515249134			
	審査請求日 平成29年3月3日 (2017. 3. 3)		アンスティチュ・ドゥ・ルシエルシュ・シ			
	(31) 優先権主張番号 61/775, 930		ュール・レ・カンセル・ドゥ・ラバレイ			
	(32) 優先日 平成25年3月11日 (2013. 3. 11)		ユ・ティジェスティフイー・ユール・セ・			
	(33) 優先権主張国 米国 (US)		ア・デ			
			フランス国、67000・ストラスブール			
			、プラス・ドゥ・ロビタル・1、オピタル			
			・シビル			
			最終頁に続く			
	(54) 【発明の名称】 デュアルデータ同期を用いた解剖学的部位の位置の再特定					