

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-136275

(P2017-136275A)

(43) 公開日 平成29年8月10日(2017.8.10)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 34/10 (2016.01)	A 6 1 B 34/10	4 C 0 9 3
A 6 1 B 5/00 (2006.01)	A 6 1 B 5/00 G	4 C 0 9 6
A 6 1 B 6/03 (2006.01)	A 6 1 B 6/03 3 6 0 Q	4 C 1 1 7
A 6 1 B 5/055 (2006.01)	A 6 1 B 5/05 3 8 0	5 B 0 5 7
G 0 6 T 1/00 (2006.01)	A 6 1 B 5/00 D	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2016-20359 (P2016-20359)  
 (22) 出願日 平成28年2月5日 (2016.2.5)

(71) 出願人 306037311  
 富士フイルム株式会社  
 東京都港区西麻布2丁目26番30号  
 (74) 代理人 110001519  
 特許業務法人太陽国際特許事務所  
 (74) 代理人 100073184  
 弁理士 柳田 征史  
 (74) 代理人 100090468  
 弁理士 佐久間 剛  
 (72) 発明者 伊藤 広貴  
 東京都港区赤坂9丁目7番3号 富士フイルム株式会社内  
 Fターム(参考) 4C093 AA22 AA26 CA15 FF13 FF17  
 FF27 FF37 FF42 FG04 FG13  
 FG16

最終頁に続く

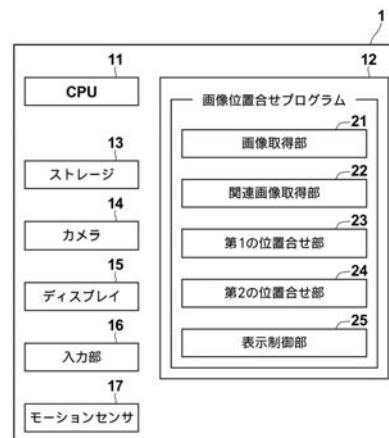
(54) 【発明の名称】 画像位置合せ装置、方法およびプログラム

(57) 【要約】

【課題】 画像位置合せ装置、方法およびプログラムにおいて、関連画像が重畳された映像を見やすくでき、かつ位置合せを精度よく行うことができるようにする。

【解決手段】 第1の位置合せ部23が、映像と撮影対象物に関連する関連画像との第1の位置合せをする。第2の位置合せ部24が、第1の位置合せの結果に基づいて、映像に含まれる対象物と関連画像との第2の位置合せを行う。表示制御部25が、少なくとも第2の位置合せが行われている間、映像に含まれる対象物と前記関連画像とを重畳し、かつ関連画像が重畳された映像の部分領域を拡大して表示する。第2の位置合せ部24は、映像の部分領域の拡大表示中、映像における部分領域よりも大きい領域を用いて第2の位置合せを行う。

【選択図】 図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

撮影の対象物を含む、撮影時刻が異なる 2 以上の画像からなる映像を取得する画像取得手段と、

前記対象物に関連する関連画像を取得する関連画像取得手段と、

前記映像および前記関連画像を表示手段に表示する表示制御手段と、

第 1 の位置合せの指示により、前記映像に含まれる前記対象物と前記関連画像との第 1 の位置合せを行う第 1 の位置合せ手段と、

前記第 1 の位置合せの結果に基づいて、前記映像に含まれる前記対象物と前記関連画像との第 2 の位置合せを行う第 2 の位置合せ手段とを備え、

前記表示制御手段は、少なくとも前記第 2 の位置合せが行われている間、前記映像に含まれる前記対象物と前記関連画像とを重畳し、かつ前記関連画像が重畳された前記映像の部分領域を拡大して前記表示手段に表示し、

前記第 2 の位置合せ手段は、前記映像の部分領域の拡大表示中、前記映像における前記部分領域よりも大きい領域を用いて前記第 2 の位置合せを行うことを特徴とする画像位置合せ装置。

**【請求項 2】**

前記部分領域の指定を受け付ける入力手段をさらに備えた請求項 1 記載の画像位置合せ装置。

**【請求項 3】**

前記表示制御手段は、前記映像から前記指定された部分領域を抽出し、該抽出された部分領域のみを拡大して前記表示手段に表示する請求項 2 記載の画像位置合せ装置。

**【請求項 4】**

前記第 2 の位置合せ手段は、前記映像の部分領域の拡大表示中、前記映像の全領域を用いて前記第 2 の位置合せを行う請求項 1 から 3 のいずれか 1 項記載の画像位置合せ装置。

**【請求項 5】**

前記対象物が少なくとも 1 つの構造物を含む場合、前記関連画像は、前記対象物および前記少なくとも 1 つの構造物の 3 次元形状を表す画像である請求項 1 から 4 のいずれか 1 項記載の画像位置合せ装置。

**【請求項 6】**

撮影の対象物を含む、撮影時刻が異なる 2 以上の画像からなる映像を取得するステップと、

前記対象物に関連する関連画像を取得するステップと、

前記映像および前記関連画像を表示手段に表示するステップと、

第 1 の位置合せの指示により、前記映像に含まれる前記対象物と前記関連画像との第 1 の位置合せを行うステップと、

前記第 1 の位置合せの結果に基づいて、前記映像に含まれる前記対象物と前記関連画像との第 2 の位置合せを行うステップと、

少なくとも前記第 2 の位置合せが行われている間、前記映像に含まれる前記対象物と前記関連画像とを重畳し、かつ前記関連画像が重畳された前記映像の部分領域を拡大して前記表示手段に表示するステップと、

前記映像の部分領域の拡大表示中、前記映像における前記部分領域よりも大きい領域を用いて前記第 2 の位置合せを行うステップとを有することを特徴とする画像位置合せ方法。

**【請求項 7】**

撮影の対象物を含む、撮影時刻が異なる 2 以上の画像からなる映像を取得する手順と、

前記対象物に関連する関連画像を取得する手順と、

前記映像および前記関連画像を表示手段に表示する手順と、

第 1 の位置合せの指示により、前記映像に含まれる前記対象物と前記関連画像との第 1 の位置合せを行う手順と、

10

20

30

40

50

前記第1の位置合せの結果に基づいて、前記映像に含まれる前記対象物と前記関連画像との第2の位置合せを行う手順と、

少なくとも前記第2の位置合せが行われている間、前記映像に含まれる前記対象物と前記関連画像とを重畳し、かつ前記関連画像が重畳された前記映像の部分領域を拡大して前記表示手段に表示する手順と、

前記映像の部分領域の拡大表示中、前記映像における前記部分領域よりも大きい領域を用いて前記第2の位置合せを行う手順とをコンピュータに実行させることを特徴とする画像位置合せプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、映像に含まれる対象物と対象物に関連する関連画像との位置合せを行う画像位置合せ装置、方法およびプログラムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、3次元医用画像を用いた手術シミュレーションが盛んに行われている。手術シミュレーションとは、医用画像から手術対象となる組織、臓器およびその周辺構造を可視化し、実際の手術で行われる手技をシミュレーションするものである。例えば、肝臓の部分切除シミュレーションでは、CT (Computed Tomography) 画像あるいはMRI (Magnetic Resonance Imaging) 画像の断層画像から、肝臓、門脈、静脈、動脈、体表、骨および腫瘍といった組織を抽出し、これらを3次元画像として可視化した画像を生成し、その画像を用いて、例えば肝臓内にある腫瘍を含む肝臓領域を切除する範囲をコンピュータで計算する等して、手術計画を立てる。

20

【0003】

一方、上述したような手術シミュレーションに用いた画像(以下、シミュレーション画像とする)を、手術中に参照したいという要求がある。このため、シミュレーション画像を紙に印刷して手術室に持ち込んだり、手術室に設置されたディスプレイに表示したりすることが行われている。そして医師は、実際の患者の術部を見ながら、確認のために紙に印刷したあるいはディスプレイに表示したシミュレーション画像を見ながら手術を行う。

【0004】

30

しかしながら、患者とシミュレーション画像とを交互に見ながら手術を行うことは、非常に煩わしく、実際の手術対象にシミュレーション画像を重畳させて確認したいという要望がある。このため、手術中に手術の対象部位を撮影して複数の画像からなる映像を取得し、映像にシミュレーション画像を重畳して表示する手法が提案されている。例えば、特許文献1には、光学センサあるいは磁気センサを、術部を撮影するカメラ、術具、もしくは臓器に直接取り付け、それらの相対位置関係をキャリブレーション、すなわち初期位置合せし、初期位置合せ後のカメラの位置および向きの変更、並びに臓器の移動に対して、シミュレーション画像を移動させることにより、手術の対象となる部位とシミュレーション画像とを位置合せして重畳表示する手法が提案されている。

【0005】

40

また、手術の対象となる部位にマーカを配置し、マーカの位置をセンサにより検出して、手術の対象部位とシミュレーション画像とを位置合せし、ヘッドマウントディスプレイに表示する手法(特許文献2参照)、および手術の対象部位にマーカを埋め込み、これをセンサにより検出して手術の対象部位とシミュレーション画像とを位置合せし、モニタに表示する手法も提案されている(特許文献3参照)。

【0006】

一方、センサ等を用いることなく、撮影された患者の画像とシミュレーション画像とを位置合せする手法も提案されている。例えば、特許文献4においては、3次元画像から臓器モデルを生成し、超音波画像にリアルタイムで臓器モデルを重畳させて表示する際に、超音波画像の各フレームと臓器モデルとの間のアフィン変換関数を求め、これに基づいて

50

臓器モデルを変換して超音波画像に重畳させる手法が提案されている。

【0007】

また、取得した画像を見やすくするために、画像を拡大して表示することが行われている。例えば、特許文献5においては、外科手術システムにおいて、取得した白黒画像に同時に取得した蛍光画像を重畳して拡大表示する手法が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2013-202313号公報

【特許文献2】特開2010-259497号公報

【特許文献3】特開2010-200894号公報

【特許文献4】特開2012-205899号公報

【特許文献5】特表2013-531538号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

上述したように、映像にシミュレーション画像を重畳して表示する等の、撮影の対象物を含む映像に対象物に関連する関連画像を表示する場合にも、映像および関連画像における対象部位を拡大することにより、対象部位の確認が容易となる。しかしながら、映像および関連画像を拡大すると、位置合せに必要な情報が映像中に少なくなる。このように位置合せに必要な情報が少なくなると、映像と関連画像とを精度よく位置合せすることができない。

【0010】

本発明は上記事情に鑑みなされたものであり、撮影の対象物に関連する関連画像が重畳された映像を見やすくでき、かつ位置合せを精度よく行うことができるようにすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明による画像位置合せ装置は、撮影の対象物を含む、撮影時刻が異なる2以上の画像からなる映像を取得する画像取得手段と、

対象物に関連する関連画像を取得する関連画像取得手段と、

映像および関連を表示手段に表示する表示制御手段と、

第1の位置合せの指示により、映像に含まれる対象物と関連画像との第1の位置合せを行う第1の位置合せ手段と、

第1の位置合せの結果に基づいて、映像に含まれる対象物と関連画像との第2の位置合せを行う第2の位置合せ手段とを備え、

表示制御手段は、少なくとも第2の位置合せが行われている間、映像に含まれる対象物と関連画像とを重畳し、かつ関連画像が重畳された映像の部分領域を拡大して表示手段に表示し、

第2の位置合せ手段は、映像の部分領域の拡大表示中、映像における部分領域よりも大きい領域を用いて第2の位置合せを行うことを特徴とするものである。

【0012】

「関連画像」とは、映像に含まれる対象物に関連する任意の画像を意味し、例えば、CT画像またはMRI画像から生成した対象物の3次元形状を表す画像、CT画像またはMRI画像から生成した対象物および対象物に含まれる構造物の3次元形状を表す画像、構造物の3次元形状を表す画像上において決定された対象物の切除位置を表す線若しくは矢印等の記号（すなわち手術シミュレーション画像）、またはPET（Positron Emission Tomography）検査若しくはNM（Nuclear Medical）検査（核医学検査）等により取得される機能3次元画像等の画像情報を関連画像として用いることができる。また、対象物の名称および対象物に含まれる構造物の名称等の文字情報を画像化したものも、表示手段に

10

20

30

40

50

表示する場合には画像と見なせるため、関連画像として用いることができる。

【0013】

「第1の位置合せの指示」とは、関連画像を平行移動、回転移動、拡大縮小および向き  
の少なくとも1つを変更して、映像に含まれる対象物に関連画像を一致させる指示を意味  
する。なお、「向きを変更する」とは、表示手段の表示面に平行なあるいは表示面に沿っ  
た軸の周りに関連画像を回転させることを意味する。一方、「回転移動」とは、表示手段  
の表示面に直交する軸の回りの回転を意味する。

【0014】

「少なくとも第2の位置合せが行われている間」とは、第2の位置合せが行われている  
間のみならず、第1の位置合せが行われている間も含む。

10

【0015】

「部分領域よりも大きい領域」とは、部分領域よりも大きければよく、必ずしも部分領  
域を含んでいる必要はない。

【0016】

なお、本発明による画像位置合せ装置においては、部分領域の指定を受け付ける入力手  
段をさらに備えるものとしてもよい。

【0017】

この場合、表示制御手段は、映像から指定された部分領域を抽出し、抽出された部分領  
域のみを拡大して表示手段に表示するものであってもよい。

【0018】

画像取得手段は対象物を含むように撮影を行うが、撮影を続けている間に撮影範囲が変  
化する場合がある。「映像から指定された部分領域を抽出する」とは、映像を構成する、  
順次取得される画像から部分領域に対応する領域を抽出し、撮影範囲が変化しても、指  
定された部分領域の画像と同一の画像が拡大されて表示手段に表示されるようにするこ  
を意味する。

20

【0019】

また、本発明による画像位置合せ装置においては、第2の位置合せ手段は、映像の部分  
領域の拡大表示中、映像の全領域を用いて第2の位置合せを行うものであってもよい。

【0020】

また、本発明による画像位置合せ装置においては、対象物が少なくとも1つの構造物を  
含む場合、関連画像は、対象物および少なくとも1つの構造物の3次元形状を表す画像で  
あってもよい。

30

【0021】

本発明による画像位置合せ方法は、撮影の対象物を含む、撮影時刻が異なる2以上の画  
像からなる映像を取得するステップと、

対象物に関連する関連画像を取得するステップと、

映像および関連画像を表示手段に表示するステップと、

第1の位置合せの指示により、映像に含まれる対象物と関連画像との第1の位置合せを  
行うステップと、

第1の位置合せの結果に基づいて、映像に含まれる対象物と関連画像との第2の位置合  
せを行うステップと、

40

少なくとも第2の位置合せが行われている間、映像に含まれる対象物と関連画像とを重  
畳し、かつ関連画像が重畳された映像の部分領域を拡大して表示手段に表示するステッ  
プと、

映像の部分領域の拡大表示中、映像における部分領域よりも大きい領域を用いて第2の  
位置合せを行うステップとを有することを特徴とするものである。

【0022】

なお、本発明による画像位置合せ方法をコンピュータに実行させるためのプログラムと  
して提供してもよい。

【発明の効果】

50

## 【 0 0 2 3 】

本発明によれば、映像および関連画像が表示手段に重畳表示され、映像に含まれる対象物と関連画像との第1の位置合せが行われる。第1の位置合せの終了後、第1の位置合せの結果に基づいて、関連画像と映像に含まれる対象物との第2の位置合せが行われる。そして、少なくとも第2の位置合せが行われている間、映像に含まれる対象物と関連画像とが重畳され、かつ関連画像が重畳された映像の部分領域が拡大されて表示される。さらに、映像の部分領域の拡大表示中、映像における部分領域よりも大きい領域を用いて第2の位置合せが行われる。このように、拡大表示された部分領域を表示することにより、関連画像が重畳された映像を見やすくすることができる。また、第2の位置合せは、部分領域よりも大きい領域を用いて行われるため、部分領域のみを用いる場合よりも、位置合せのために必要な情報を多くすることができ、これにより、第2の位置合せを精度よく行うことができる。

10

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 2 4 】

【 図 1 】 本発明の実施形態による画像位置合せ装置を適用した、手術支援システムの概要を示すハードウェア構成図

【 図 2 】 タブレット端末に位置合せプログラムをインストールすることにより実現された画像位置合せ装置の概略構成を示す図

【 図 3 】 関連画像の一例を示す図

【 図 4 】 本実施形態において行われる処理を示すフローチャート

20

【 図 5 】 第1の位置合せの際にディスプレイに表示される初期術中画像を示す図

【 図 6 】 不変位置を中心とした領域の設定を説明するための図

【 図 7 】 現在表示されている術中画像の初期術中画像に対する位置のずれを説明するための図

【 図 8 】 関連画像と術中映像との重畳表示を説明するための図

【 図 9 】 部分領域の指定を説明するための図

【 図 1 0 】 ディスプレイに表示される拡大された部分領域を示す図

【 図 1 1 】 関連画像の他の例を示す図

【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 2 5 】

30

以下、図面を参照して本発明の実施形態について説明する。図1は、本発明の実施形態による画像位置合せ装置を適用した、手術支援システムの概要を示すハードウェア構成図である。図1に示すように、このシステムでは、本実施形態による画像位置合せ装置1、3次元画像撮影装置2、および画像保管サーバ3が、ネットワーク4を経由して通信可能な状態で接続されている。

## 【 0 0 2 6 】

3次元画像撮影装置2は、被検体7の手術の対象となる部位を撮影することにより、その部位を表す3次元画像V0を生成する装置であり、具体的には、CT装置、MRI装置、およびPET装置等である。この3次元画像撮影装置2により生成された3次元画像V0は画像保管サーバ3に送信され、保存される。なお、本実施形態においては、被検体7の手術の対象部位は肝臓であり、3次元画像撮影装置2はCT装置であり、被検体7の腹部の3次元画像V0が生成されるものとする。

40

## 【 0 0 2 7 】

画像保管サーバ3は、各種データを保存して管理するコンピュータであり、大容量外部記憶装置およびデータベース管理用ソフトウェアを備えている。画像保管サーバ3は、有線あるいは無線のネットワーク4を介して他の装置と通信を行い、画像データ等を送受信する。具体的には3次元画像撮影装置2で生成された3次元画像V0等の画像データをネットワーク経由で取得し、大容量外部記憶装置等の記録媒体に保存して管理する。なお、画像データの格納形式やネットワーク4経由での各装置間の通信は、DICOM (Digital Imaging and COmmunication in Medicine) 等のプロトコルに基づいている。

50

## 【0028】

画像位置合せ装置1は、1台のコンピュータに、本発明の画像位置合せプログラムをインストールしたものである。本実施形態においては、コンピュータは、装置の操作者である医師が直接操作するネットワーク4と無線接続されたタブレット端末である。位置合せプログラムは、DVD (Digital Versatile Disc)、CD-ROM (Compact Disc Read Only Memory) 等の記録媒体に記録されて配布され、その記録媒体からタブレット端末にインストールされる。もしくは、ネットワークに接続されたサーバコンピュータの記憶装置、あるいはネットワークストレージに、外部からアクセス可能な状態で記憶され、要求に応じてタブレット端末にダウンロードされ、インストールされる。

## 【0029】

図2はタブレット端末に画像位置合せプログラムをインストールすることにより実現された画像位置合せ装置の概略構成を示す図である。図2に示すように、画像位置合せ装置1は、標準的なタブレット端末の構成として、CPU (Central Processing Unit) 11、メモリ12、ストレージ13、カメラ14、液晶等のディスプレイ15、タッチパネル式の入力部16、およびモーションセンサ17を備えている。

## 【0030】

ストレージ13には、ネットワーク4を経由して画像保管サーバ3から取得した3次元画像V0および画像位置合せ装置1での処理によって生成された画像を含む各種情報が記憶されている。

## 【0031】

カメラ14は、レンズ、CCD (Charge Coupled Device) 等の撮像素子および取得した画像に画質を向上させるための処理を行う画像処理部等を備える。医師は画像位置合せ装置1、すなわちタブレット端末のカメラ14を用いて、手術中の被検体7における手術の対象部位である、開腹された被検体7の肝臓を撮影することにより、撮影時刻が異なる2以上の画像からなる、肝臓を含む術中の術中映像L0を取得する。なお、本実施形態においては、肝臓が撮影の対象物となる。術中映像L0は30fps等の所定のフレームレートによる術中画像が連続する動画像となる。

## 【0032】

モーションセンサ17は、タブレット端末のある位置を基準としたx軸、y軸およびz軸の3軸の加速度、3軸の角速度および3軸の傾きを検出する9軸のモーションセンサである。これにより、モーションセンサ17は、タブレット端末の動き、すなわちカメラ14の動きを検出する。モーションセンサ17が検出した加速度、角速度および傾きは動き情報としてCPU11に出力され、必要な処理に使用される。

## 【0033】

また、メモリ12には、画像位置合せプログラムが記憶されている。画像位置合せプログラムは、CPU11に実行させる処理として、撮影の対象物である肝臓を含む術中映像L0および3次元画像V0を取得する画像取得処理、術中映像L0に含まれる対象物である肝臓に関連する関連画像S0を取得する関連画像取得処理、術中映像L0に含まれる肝臓と関連画像S0とを初期位置合せである第1の位置合せをする第1の位置合せ処理、術中映像L0に含まれる肝臓と関連画像S0とを位置合せする第2の位置合せ処理、および少なくとも第2の位置合せが行われている間、術中映像L0に含まれる肝臓と関連画像S0とを重畳し、かつ関連画像S0が重畳された術中映像L0の部分領域を拡大してディスプレイ15に表示する表示制御処理を規定している。なお、第2の位置合せ処理は、術中映像L0の部分領域の拡大表示中、術中映像L0における部分領域よりも大きい領域を用いて第2の位置合せを行う。

## 【0034】

そして、CPU11がプログラムに従いこれらの処理を実行することで、タブレット端末は、画像取得部21、関連画像取得部22、第1の位置合せ部23、第2の位置合せ部24、および表示制御部25として機能する。なお、画像位置合せ装置1は、画像取得処理、関連画像取得処理、第1の位置合せ処理、第2の位置合せ処理および表示制御処理を

10

20

30

40

50

それぞれ行うプロセッサを備えるものであってもよい。

【0035】

画像取得部21は、3次元画像V0およびカメラ14により撮影された手術中の被検体7の対象部位を含む術中映像L0を取得する。画像取得部21は、3次元画像V0が既にストレージ13に記憶されている場合には、ストレージ13から取得するようにしてもよい。なお、本実施形態においては、術中映像L0は、開腹された被検体7の上方から医師が肝臓を撮影することにより取得される。

【0036】

関連画像取得部22は、肝臓の手術のシミュレーション画像を関連画像S0として生成する。このため、関連画像取得部22は、まず3次元画像V0から肝臓並びに肝臓に含まれる肝動脈、肝静脈および病変を抽出する。関連画像取得部22は、3次元画像V0中の各画素が、肝臓並びに肝臓に含まれる動脈、静脈および病変(以下肝臓等とする)を示す画素であるか否かを識別する識別器を備える。識別器は、肝臓等を含む複数のサンプル画像を、例えばアダプスティングアルゴリズム等の手法を用いて機械学習することにより取得される。関連画像取得部22は、識別器を用いて3次元画像V0から肝臓等を抽出する。

10

【0037】

そして、関連画像取得部22は、肝臓等の3次元形状を表す画像を関連画像S0として生成する。具体的には、抽出した肝臓等をあらかじめ定めた投影面に投影した投影像を、関連画像S0として生成する。ここで、投影面としては、例えば、被検体7の肝臓を正面から臨む面とすればよい。なお、投影の具体的な方法としては、例えば、公知のボリュームレンダリングの手法等を用いる。

20

【0038】

この際、肝臓並びに肝臓に含まれる肝動脈、肝静脈および病変毎に異なる色を定義して関連画像S0を生成してもよく、異なる透明度を定義して関連画像S0を生成してもよい。例えば、肝動脈を赤色、肝静脈を青色、病変を緑色としたり、肝臓の不透明度を0.1、肝動脈および肝静脈の不透明度を0.5、病変の不透明度を0.8としたりしてもよい。これにより、図3に示すような関連画像S0が生成される。このように、関連画像S0において、肝臓並びに肝臓に含まれる肝動脈、肝静脈および病変毎に異なる色または不透明度を定義することにより、肝臓並びに肝臓に含まれる肝動脈、肝静脈および病変を容易に識別することができる。なお、異なる色および異なる透明度の双方を定義して関連画像S0を生成してもよい。生成された関連画像S0はストレージ13に保存される。

30

【0039】

以下、第1および第2の位置合せ部23, 24および表示制御部25の説明と併せて、本実施形態において行われる処理について説明する。

【0040】

図4は本実施形態において行われる処理を示すフローチャートである。なお、関連画像S0は既に生成されて、ストレージ13に保存されているものとする。まず、被検体7の肝臓が撮影されて術中映像L0が取得される(ステップST1)。そして、表示制御部25が関連画像S0を術中映像L0に重畳してディスプレイ15に表示する(ステップST2)。なお、この段階においては、関連画像S0はディスプレイ15におけるあらかじめ定められた位置に表示される。

40

【0041】

続いて、第1の位置合せ部23が、第1の位置合せの指示がなされたか否かの監視を開始し(ステップST3)、ステップST3が肯定されると、第1の位置合せ部23が、医師による第1の位置合せの指示を受け付ける(ステップST4)。これにより、第1の位置合せ部23が初期位置合せである第1の位置合せを行う。

【0042】

図5は第1の位置合せの際にディスプレイ15に表示される画像を示す図である。上述したように表示された関連画像S0は、入力部16の操作、すなわちディスプレイ15へ

50

のタッチ操作により、平行移動、回転および拡大縮小が可能となっている。なお、ディスプレイ15の表示面にx軸およびy軸を、表示面に直交する方向にz軸を設定した場合、回転は3軸の任意の方向に可能となっている。本実施形態における回転とは、z軸の周りの回転を意味する。また、関連画像S0に対してz軸の周りの回転以外の回転、すなわちx軸および/またはy軸の周りの回転がなされた場合、関連画像S0の向きが変更される。本実施形態においては、関連画像S0のx軸および/またはy軸の周りの回転を向きの変更と定義する。

#### 【0043】

ここで、関連画像S0の向きが変更された場合、関連画像S0の投影面が変化する。このため、関連画像取得部22は、関連画像S0の向きが変更されて投影面が変化した場合、関連画像S0を改めて生成する。

10

#### 【0044】

医師は、ディスプレイ15に表示された術中映像L0および関連画像S0を見ながら、関連画像の位置が、術中映像L0に含まれる肝臓の位置と一致するように、関連画像S0を平行移動、回転および拡大縮小する。また、必要であれば、関連画像S0の向きを変更する。この際、関連画像S0の透明度を変更するようにしてもよい。関連画像S0の透明度の変更は、入力部16からの指示によるものであってもよく、第1の位置合せのために、医師がディスプレイ15にタッチ操作を行ったときに、透明度を変更するようにしてもよい。

#### 【0045】

そして、関連画像S0の位置が、術中映像L0に含まれる肝臓の位置と一致した時点で、入力部16を用いて第1の位置合せ終了の指示を行うことにより、第1の位置合せが完了する。なお、第1の位置合せ終了の指示は、入力部16の操作により、終了指示を行うボタンをディスプレイ15に表示させたり、ダブルタップ等の所定の操作により行うようにすればよい。これにより、第1の位置合せ終了時にディスプレイ15に表示されていた術中映像L0の1つのフレームである術中画像が初期術中画像Tfとしてストレージ13に保存される。

20

#### 【0046】

なお、本実施形態においては、手術の対象部位は肝臓であり、手術中に肝臓は切除されて移動する可能性がある。このため、本実施形態においては、第1の位置合せ終了時にディスプレイ15に、術中映像L0の1つのフレームである初期術中画像Tfを表示しておき、手術中に移動しない不変位置の指定を受け付ける。例えば、図6に示す初期術中画像Tfにおいて、鉗子30等の手術用具が存在する部位は手術中には移動しない。また、肝臓の左葉を切除する場合、肝臓の右葉は手術中には移動しない。このため、本実施形態においては、入力部16により鉗子30のエッジ上の位置O1あるいは肝臓の右葉の位置O2等、手術中に移動しない不変位置の指定を受け付け、不変位置をストレージ13に保存しておく。

30

#### 【0047】

続いて、第1の位置合せ部23は、第1の位置合せ終了の指示がなされたか否かを判断する(ステップST5)。なお、ステップST5の処理は第2の位置合せ部24が行うようにしてもよい。ステップST5が否定されるとステップST4に戻り、引き続き第1の位置合せの指示を受け付けられる。ステップST5が肯定されると、第2の位置合せ部24が第2の位置合せを行う(ステップST6)。

40

#### 【0048】

第1の位置合せ後、医師は手術を進める。手術中、医師はタブレット端末を被検体7の上方に常時保持しておくことはできないため、タブレット端末による対象部位の撮影は一時的に中断され、その後、病変の位置の確認等、必要なときにタブレット端末を用いての対象物である肝臓の撮影が行われる。この際、タブレット端末の位置は第1の位置合せを行った位置から移動され、肝臓の撮影が再度行われることとなる。このような状況においては、カメラ14は、初期術中画像Tfとは位置がずれるため、ディスプレイ15に表示

50

される術中映像 L 0 は、図 7 に示すように、初期術中画像 T f に対して位置がずれることとなる。また、タブレット端末を被検体 7 の上方に保持しておく場合においても、タブレット端末を手で持っている限り、タブレット端末は動いてしまい、ディスプレイ 1 5 に表示される術中映像 L 0 は初期術中画像 T f に対して位置がずれることとなる。

【 0 0 4 9 】

第 2 の位置合せ部 2 4 は、上述した不変位置に基づいて、初期術中画像 T f と、第 1 の位置合せの終了後に取得される、術中映像 L 0 を構成する術中画像 ( T 1 とする ) との相対的な位置の相違を表す位置情報を取得する。なお、術中画像 T 1 は、第 1 の位置合せの終了直後に取得されるものであってもよく、関連画像 S 0 と術中映像 L 0 に含まれる肝臓とが重畳表示された状態の観察に支障がない程度、第 1 の位置合せの終了時から遅れて取得されるものであってもよい。

10

【 0 0 5 0 】

まず、第 2 の位置合せ部 2 4 は、位置情報を取得するために、不変位置を基準として、術中画像 T 1 と初期術中画像 T f とのテンプレートマッチングを行う。なお、テンプレートマッチングの手法としては、図 6 に示すように不変位置 O 1 , O 2 を中心とした領域 A 1 , A 2 を初期術中画像 T f に設定し、領域 A 1 , A 2 と術中画像 T 1 との対応関係に基づいて、術中画像 T 1 の初期術中画像 T f に対する平行移動成分、回転成分および拡大率の少なくとも 1 つを位置情報として算出する手法を用いることができる。なお、回転とは、上記 z 軸の周り ( すなわち x y 平面における ) 2 次元的な回転を意味する。

【 0 0 5 1 】

20

ここで、位置情報は、現在表示されている術中画像 T 1 の初期術中画像 T f に対する相対的な位置の相違を表すものである。このため、位置情報は、現在のカメラ 1 4 の位置と、第 1 の位置合せ時のカメラ 1 4 の位置との相対的な位置の相違に相当するものとなる。

【 0 0 5 2 】

第 2 の位置合せ部 2 4 は、位置情報を用いて初期術中画像 T f と術中画像 T 1 とを位置合せし、この位置合せの結果を用いて第 2 の位置合せを行う。すなわち、位置合せされた術中画像 T 1 に関連画像 S 0 を重畳表示する。この際、関連画像 S 0 は、位置情報に基づいて、平行移動、回転および / または拡大縮小される。これにより、図 8 に示すように、関連画像 S 0 は、初期術中画像 T f と位置合せした位置と同様の位置において、術中映像 L 0 に重畳表示されることとなる。

30

【 0 0 5 3 】

次いで、表示制御部 2 5 が、医師による術中映像 L 0 の部分領域が指定されたか否かを判定する ( ステップ S T 7 ) 。ステップ S T 7 が否定されるとステップ S T 6 に戻り、引き続き第 2 の位置合せが行われる。ステップ S T 6 が肯定されると、表示制御部 2 5 は、指定された部分領域をディスプレイ 1 5 に拡大表示し ( ステップ S T 8 ) 、ステップ S T 6 に戻る。

【 0 0 5 4 】

図 9 は部分領域の指定を説明するための図である。図 9 に示すように、医師が拡大したい部分領域 B 0 を、関連画像 S 0 が重畳表示されている術中映像 L 0 において指定する。なお、部分領域 B 0 の指定は、入力部 1 6 を用いてディスプレイ 1 5 上に領域を指示することにより行う。具体的にはディスプレイ 1 5 上において、矩形の領域を指でなぞって指定したり、対角線の両端を指定したりすることにより、部分領域 B 0 の指定を行う。これにより、表示制御部 2 5 は、術中映像 L 0 から部分領域 B 0 を切り出して、図 1 0 に示すように、部分領域 B 0 をディスプレイ 1 5 に拡大表示する。

40

【 0 0 5 5 】

ここで、部分領域 B 0 を拡大表示した後の第 2 の位置合せは、部分領域 B 0 を用いて行うことが考えられる。しかしながら、部分領域 B 0 には、初期術中画像 T f に含まれる不変位置が含まれないか、含まれるとしても位置合せを行うには不十分な数しか含まれない。このため、部分領域 B 0 を用いたのでは第 2 の位置合せを精度よく行うことができない。本実施形態においては、部分領域 B 0 を拡大表示した後の第 2 の位置合せは、術中映像

50

L 0 において部分領域 B 0 よりも大きい領域を用いて行われる。部分領域 B 0 よりも大きい領域としては、術中映像 L 0 の全体を用いればよいが、これに限定されるものではない。また、部分領域 B 0 よりも大きい領域には、部分領域 B 0 の全体が含まれていても、部分領域 B 0 の一部の領域のみが含まれていてもよい。また、部分領域 B 0 を含まないものであってもよい。

【 0 0 5 6 】

このように、本実施形態においては、部分領域 B 0 の拡大表示中、術中映像 L 0 における部分領域 B 0 よりも大きい領域を用いて第 2 の位置合せを行うようにしたものである。このため、拡大表示された部分領域 B 0 を表示することにより、関連画像 S 0 が重畳された術中映像 L 0 を見やすくすることができる。また、第 2 の位置合せは、部分領域 B 0 よりも大きい領域を用いて行われるため、部分領域 B 0 のみを用いる場合よりも、位置合せのために必要な情報を多くすることができ、これにより、第 2 の位置合せを精度よく行うことができる。

10

【 0 0 5 7 】

ここで、タブレット端末を被検体 7 の上方に保持しておく場合、タブレット端末を手で持っている限り、タブレット端末は動いてしまい、ディスプレイ 1 5 に表示される術中映像 L 0 は初期術中画像 T f に対して位置がずれることとなる。この場合、拡大表示される部分領域 B 0 は、タブレット端末の移動に応じて移動するように表示してもよいが、指定された部分領域 B 0 に対応する領域を順次取得される術中映像 L 0 から抽出することにより、タブレット端末が移動しても、拡大表示される部分領域 B 0 がディスプレイ 1 5 上において移動しないようにすることができる。これにより、表示される部分領域 B 0 が手ぶれ等によりぶれて見にくくなることを防止できる。

20

【 0 0 5 8 】

なお、上記実施形態においては、第 2 の位置合せ時に部分領域を拡大表示しているが、第 1 の位置合せ時に部分領域の指定を受け付けて、指定された部分領域を拡大表示してもよい。

【 0 0 5 9 】

また、上記実施形態においては、関連画像 S 0 として、C T 装置等のモダリティにより生成した 3 次元画像 V 0 から抽出した肝臓の投影像を用いているが、これに限定されるものではなく、P E T 検査または核医学検査等により取得される機能 3 次元画像を関連画像として用いてもよい。また、関連画像 S 0 としては、画像情報に限定されるものではなく、図 1 1 に示すような切除位置を表す線、すなわち切除ライン 4 0 を含むシミュレーション画像 S 0、矢印等の記号、または切除位置周囲の部位および組織名等の文字情報を用いてもよい。また、画像情報、記号および文字情報を併せて関連画像として用いるようにしてもよい。

30

【 0 0 6 0 】

また、上記実施形態においては、医師による部分領域 B 0 の指定を受け付けているが、術中映像 L 0 に含まれる肝臓における病変を含む領域、あるいは関連画像 S 0 における手術の際の切除ラインを含む領域を部分領域 B 0 として自動で抽出し、抽出した部分領域 B 0 を拡大表示するようにしてもよい。

40

【 0 0 6 1 】

また、上記実施形態において、モーションセンサ 1 7 によりタブレット端末、すなわちカメラ 1 4 の動きを検出し、検出した動きを用いて第 2 の位置合せを行うようにしてもよい。この場合、モーションセンサ 1 7 により検出するタブレット端末、すなわちカメラ 1 4 の動きは、第 1 の位置合せの開始時と第 2 の位置合せを行う現時点との間の動きであってもよく、現時点で取得した術中画像とその前に取得した術中画像との間の動きであってもよい。前者の場合、モーションセンサ 1 7 が検出した動きは、現時点での術中画像と初期術中画像 T f との平行移動量、回転移動量および拡大縮小量を表すものとなる。このため、モーションセンサ 1 7 が検出した動きに基づいて、関連画像 S 0 を第 1 の位置合せ時から、平行移動、回転移動および拡大縮小して術中映像 L 0 に重畳することにより、第 2

50

の位置合せが行われる。後者の場合、モーションセンサ 17 が検出した動きに基づいて、関連画像 S 0 を前回の第 2 の位置合せ時から、平行移動、回転移動および拡大縮小して術中映像 L 0 に重畳することにより、第 2 の位置合せが行われる。

【 0 0 6 2 】

また、上記実施形態においては、初期術中画像 T f をディスプレイ 15 に表示して、操作者が手動で関連画像 S 0 との第 1 の位置合せを行っているが、初期術中画像 T f に含まれる肝臓と関連画像 S 0 とを自動で初期位置合せしてもよい。この場合、静止画像である初期術中画像 T f を用いているため、第 1 の位置合せの処理を迅速に行うことができる。

【 0 0 6 3 】

また、上記実施形態においては、第 1 の位置合せ時に関連画像 S 0 を用いているが、関連画像 S 0 に含まれる肝臓の輪郭のみを境界画像として抽出し、境界画像を用いて第 1 の位置合せを行うようにしてもよい。

10

【 0 0 6 4 】

また、上記実施形態においては、タブレット端末に術中映像 L 0 および関連画像 S 0 を重畳表示しているが、術中映像 L 0 をヘッドマウントディスプレイに表示する際の関連画像 S 0 との位置合せを行う場合にも本発明を適用できる。また、術中映像 L 0 を、手術台の上部に設置されたカメラにより撮影し、撮影により取得した画像を手術室内あるいは手術室外のディスプレイに表示する際の関連画像 S 0 との位置合せを行う場合にも本発明を適用できる。この場合、本実施形態による画像位置合せ装置 1 はコンピュータにインストールされ、コンピュータにおいて術中映像 L 0 と関連画像 S 0 との位置合せが行われ、コンピュータに接続されたヘッドマウントディスプレイおよびディスプレイはコンピュータに、術中映像 L 0 と関連画像 S 0 とが重畳表示される。また、部分領域 B 0 の指定は、ヘッドマウントディスプレイ等に表示された術中映像を見ながら行えばよい。

20

【 0 0 6 5 】

また、上記実施形態においては、関連画像取得部 22 において関連画像 S 0 を生成しているが、画像位置合せ装置 1 とは別個に設けられた関連画像取得装置において、関連画像 S 0 を生成するようにしてもよい。この場合、関連画像取得部 22 は、関連画像 S 0 を生成する必要がなくなるため、装置の構成を簡易なものとすることができる。

【 0 0 6 6 】

また、上記実施形態においては、関連画像 S 0 を平行移動、回転移動、拡大縮小および向きを変更して第 1 の位置合せを行っているが、各種方向を向いた複数の関連画像を用意しておき、第 1 の位置合せ時の術中映像 L 0 に含まれる対象部位の向きに最も一致した向きの関連画像を選択して第 1 の位置合せを行うようにしてもよい。

30

【 0 0 6 7 】

また、上記実施形態においては、肝臓に含まれる肝動脈等を抽出して関連画像 S 0 に含めるようにしているが、手術の対象部位である肝臓のみを抽出し、肝臓のみの 3 次元形状を表す画像を関連画像 S 0 として用いるようにしてもよい。

【 0 0 6 8 】

また、上記実施形態においては、対象物として肝臓を用いているが、これに限定されるものではなく、任意の部位を手術の対象とする場合における、術中映像 L 0 と関連画像 S 0 とを重畳表示する際に、本発明を適用することができる。

40

【 0 0 6 9 】

また、上記実施形態においては、人体における手術の対象となる部位を対象物としているが、人体以外を被写体とする映像に含まれる対象物と対象物の関連画像 S 0 との位置合せを行う際にも、本発明を適用できることはもちろんである。

【 0 0 7 0 】

以下、本発明の実施形態の効果について説明する。

【 0 0 7 1 】

部分領域の指定を受け付けることにより、ユーザが所望とする部分領域を拡大表示することができる。

50

【 0 0 7 2 】

指定された部分領域のみを拡大して表示することにより、撮影を続けている間に表示される部分領域が変更されることがなくなるため、表示される画像が手ぶれ等によりぶれて見にくくなることを防止することができる。

【 符号の説明 】

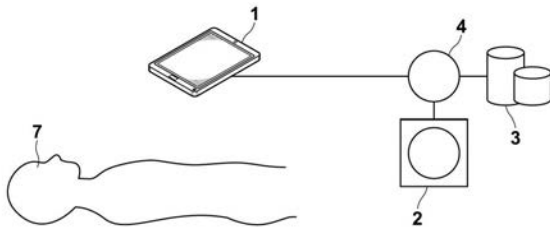
【 0 0 7 3 】

- 1 画像位置合せ装置
- 2 3次元画像撮影装置
- 3 画像保管サーバ
- 4 ネットワーク
- 1 1 CPU
- 1 2 メモリ
- 1 3 ストレージ
- 1 4 カメラ
- 1 5 ディスプレイ
- 1 6 入力部
- 1 7 モーションセンサ
- 2 1 画像取得部
- 2 2 関連画像取得部
- 2 3 第1の位置合せ部
- 2 4 第2の位置合せ部
- 2 5 表示制御部

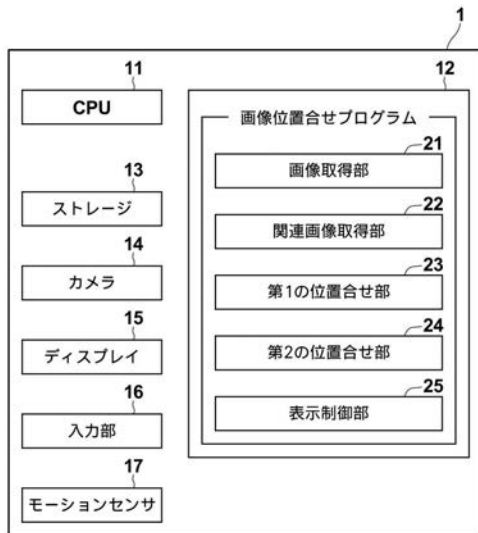
10

20

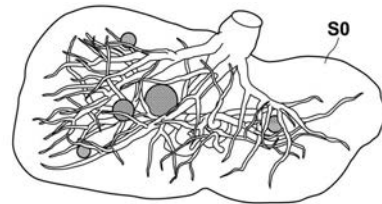
【 図 1 】



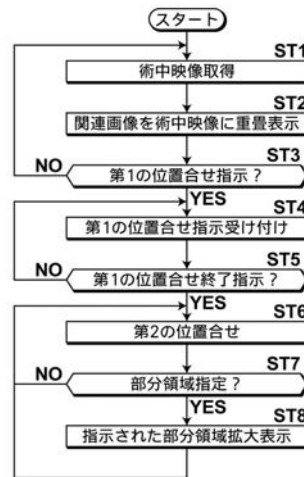
【 図 2 】



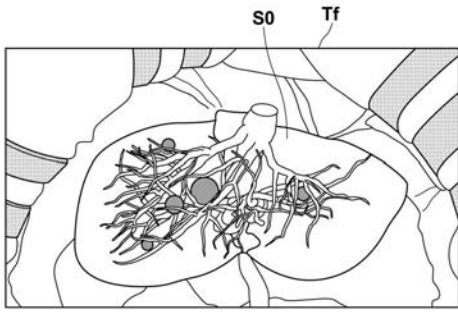
【 図 3 】



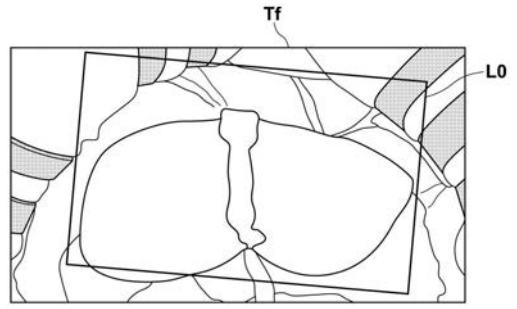
【 図 4 】



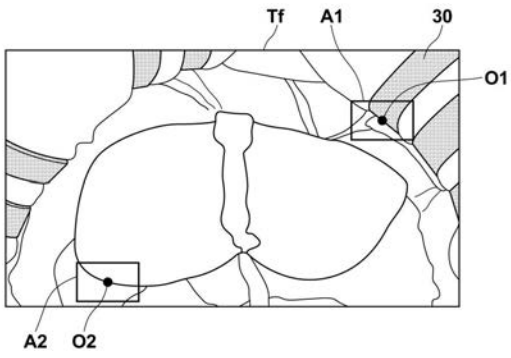
【 図 5 】



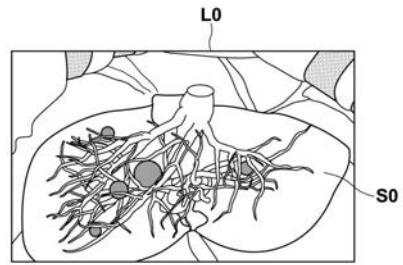
【 図 7 】



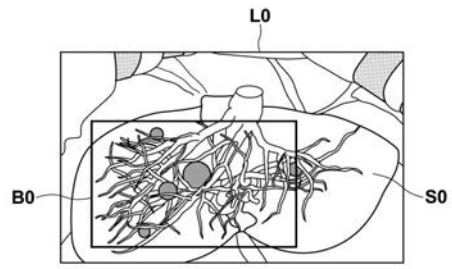
【 図 6 】



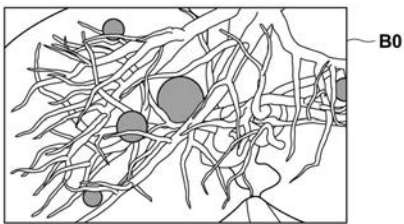
【 図 8 】



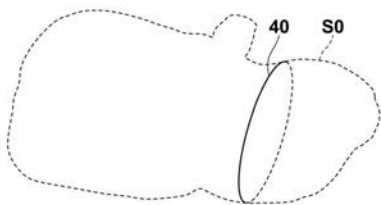
【 図 9 】



【 図 1 0 】



【 図 1 1 】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

G 0 6 T    1/00    2 9 0 B

Fターム(参考) 4C096 AA20 AC04 DC15 DC16 DC33 DC36 DD05 DD07 DD10 DE06  
DE07  
4C117 XE43 XE44 XE45 XE75 XG14 XG40 XJ01 XK13 XK19 XK24  
XR07 XR08 XR10  
5B057 AA07 AA09 BA02 BA03 BA07 CA08 CA13 CA16 CB08 CB13  
CB16 CC03 CD02 CD03 CD05 CE08 CH18 DA07 DA08 DB03  
DB09 DC33 DC40