

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5497630号  
(P5497630)

(45) 発行日 平成26年5月21日(2014.5.21)

(24) 登録日 平成26年3月14日(2014.3.14)

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

請求項の数 9 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2010-504947 (P2010-504947)	(73) 特許権者	590000248
(86) (22) 出願日	平成20年4月23日 (2008.4.23)		コーニンクレッカ フィリップス エヌ ヴェ
(65) 公表番号	特表2010-524624 (P2010-524624A)		オランダ国 5 6 5 6 アーエー アイ ドーフエン ハイテック キャンパス 5
(43) 公表日	平成22年7月22日 (2010.7.22)		
(86) 国際出願番号	PCT/IB2008/051558	(74) 代理人	100087789
(87) 国際公開番号	W02008/132664		弁理士 津軽 進
(87) 国際公開日	平成20年11月6日 (2008.11.6)	(74) 代理人	100122769
審査請求日	平成23年4月22日 (2011.4.22)		弁理士 笛田 秀仙
審査番号	不服2013-10456 (P2013-10456/J1)	(72) 発明者	ヴェーセ ユエルゲン
審査請求日	平成25年6月5日 (2013.6.5)		オランダ国 5 6 5 6 アーエー アイ ドーフエン ハイテック キャンパス 4 4
(31) 優先権主張番号	07106973.6		
(32) 優先日	平成19年4月26日 (2007.4.26)		
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 外科的処置のためのリスク表示

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

医療処置中の医療機器による解剖学的構造の損傷に関するリスクを計算するシステムであって、

画像データの分割中に識別される対象の位置に基づいて、前記解剖学的構造の位置を得るための構造ユニットと、

前記医療機器の位置を得るための機器ユニットと、

前記医療機器の位置及び前記解剖学的構造の位置に基づいて、前記解剖学的構造の損傷に関するリスクを計算するリスクユニットと、

前記解剖学的構造に関連したリスクデータを得るためのリスクデータユニットとを有し

10

前記リスクデータは、前記解剖学的構造に含まれる組織のタイプと前記医療機器とに依存する、前記医療機器によって前記解剖学的構造を損傷する確率の測度を有し、前記解剖学的構造の損傷に関するリスクは前記リスクデータに基づいて計算される、システム。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のシステムであって、前記解剖学的構造に関連したリスクデータは、画像データの分割中に識別される対象に含まれる、システム。

【請求項 3】

請求項 1 に記載のシステムであって、前記医療機器の経路を発生するための経路ユニッ

20

トをさらに有し、当該経路は、前記医療機器の複数の位置を有する、システム。

【請求項 4】

請求項 3 に記載のシステムであって、評価基準に応じて前記医療装置の経路を評価するための評価ユニットをさらに有するシステム。

【請求項 5】

請求項 1 に記載のシステムの使用であって、前記医療処置を計画し又は監視するための使用。

【請求項 6】

請求項 1 に記載のシステムを有する画像取込装置。

【請求項 7】

請求項 1 に記載のシステムを有するワークステーション。

【請求項 8】

医療処置中の医療機器による解剖学的構造の損傷に関するリスクを計算する方法であって、

画像データの分割中に識別される対象の位置に基づいて、前記解剖学的構造の位置を得るための構造ステップと、

前記医療機器の位置を得るための機器ステップと、

前記医療機器の位置及び前記解剖学的構造の位置に基づいて、前記解剖学的構造の損傷に関するリスクを計算するリスクステップと、

前記解剖学的構造に関連したリスクデータを得るステップとを有し、

前記リスクデータは、前記解剖学的構造に含まれる組織のタイプと前記医療機器とに依存する、前記医療機器によって前記解剖学的構造を損傷する確率の測度を有し、前記解剖学的構造の損傷に関するリスクは前記リスクデータに基づいて計算される、  
方法。

【請求項 9】

医療処置中の医療機器による解剖学的構造の損傷に関するリスクを計算するための命令を有する、コンピュータ装置によりロードされるコンピュータプログラム製品であって、

前記コンピュータ装置は、処理ユニットとメモリとを有し、

当該コンピュータプログラム製品がロードされた後に、

画像データの分割中に識別される対象の位置に基づいて、前記解剖学的構造の位置を得るタスクと、

前記医療機器の位置を得るタスクと、

前記医療機器の位置及び前記解剖学的構造の位置に基づいて、前記解剖学的構造の損傷に関するリスクを計算するタスクと、

前記解剖学的構造に関連したリスクデータを得るタスクと、

を実行するための機能を前記処理ユニットに供給し、

前記リスクデータは、前記解剖学的構造に含まれる組織のタイプと前記医療機器とに依存する、前記医療機器によって前記解剖学的構造を損傷する確率の測度を有し、前記解剖学的構造の損傷に関するリスクは前記リスクデータに基づいて計算される、

コンピュータプログラム製品。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、外科計画及び監視の分野、具体的には、医療処置の間における医療機器による解剖学的構造の損傷に関係したリスクを計算することに関する。

【背景技術】

【0002】

以下に文献 1 と称される「Guidance system and method for surgical procedures with improved feedback」と題した米国特許出願 US 2004/0106916 には、改良されたフィードバックを伴う外科的処置のためのガイダンスシステム及び方法が記述され

10

20

30

40

50

ている。この文献は、医療処置におけるコンピュータ支援型の外科的システムの使用のための方法を記述している。この方法は、関心対象に関する情報を受信し、器具の位置を追跡し、当該器具と関心対象との現在位置のスカラ距離を判定し、外科医のようなユーザに当該スカラ距離の表示を提供するものである。文献1において説明されているシステム及び方法の限界は、ユーザに提供されるフィードバックがスカラ距離の表示に限定されることである。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

有利なものと考えられるのは、当該器具及び関心対象の位置に基づいたさらに有益な情報を提供するためのシステムを備えることである。

【課題を解決するための手段】

【0004】

この問題に対処するため、本発明の一態様において、医療処置中の医療機器による解剖学的構造の損傷に関するリスクを計算するシステムであって、

- ・前記解剖学的構造の位置を得るための構造ユニットと、
- ・前記医療機器の位置を得るための機器ユニットと、
- ・前記医療機器の位置及び前記解剖学的構造の位置に基づいて、前記解剖学的構造の損傷に関するリスクを計算するリスクユニットと、

を有するシステムが提供される。

【0005】

例えば、当該解剖学的構造は、肝臓の血管のツリーとしてもよく、当該医療機器は、生検針としてもよく、当該医療処置は、肝生検としてもよい。生検針の先端は、患者の肝臓組織の目標箇所に位置づけられる必要がある。当該構造ユニットは、肝臓の血管ツリーの位置を得るように構成されるようにしてもよい。肝臓の血管ツリーの位置は、中心線ポイントの複数の座標及び肝臓血管の対応する直径により規定することができる。当該中心線ポイントの座標と肝臓血管の対応の直径は、例えば、A.F. Frangi氏、W.J. Niessen氏、K.L. Vincken氏及びM.A. Viergever氏による、Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention - MICCAI'98, W.M. Wells, A. Colchester and S.L. Delp (Eds.), Lecture Notes in Computer Science, vol. 1496, Springer Verlag, Berlin, Germany, 1998, pages 130-137における「Multiscale vessel enhancement filtering」と題された論文に記述された方法を用いて、画像データから得ることができる。この機器ユニットは、例えば、生検針の先端の座標及び生検針の軸の方向性コサインを有する生検針の位置を得るように構成可能である。当該リスクユニットは、肝臓の血管の中心線ポイントの座標及び対応の距離と、生検針の軸の方向性コサインと、生検針先端の座標とに基づいて、肝臓の血管ツリーの血管に穴を開けるリスクを計算するよう構成されるようにしてもよい。計算されたリスク値は、例えば、肝臓の血管ツリーと生検針の先端との間の距離と、肝臓の血管の中心線ポイントの座標及び対応の距離に基づいて計算される肝臓の血管ツリーと生検針の軸との間の距離と、に依存しうる。このリスク、例えば、当該血管を傷つける確率は、肝生検のような医療処置を計画又は誘導するための有益な情報を医師に提供することができる。

【0006】

本システムの一実施例において、解剖学的構造の位置は、画像データの分割（セグメンテーション）の間に識別された対象の位置に基づいている。この対象は、当該解剖学的構造又は他の構造を表しうる。例えば、本システムは、画像データを有する入力データを受信するよう構成されてもよい。放射線投射（ray casting）を用いた検出技術は、画像データにおける解剖学的構造を表す対象物の位置を計算するために構造ユニット110により使われるようにしてもよい。適切な検出技術は、Proceedings CARS, 2005, pages 230-235において「Fast automated object detection by recursive casting of search rays」と題されたC. Lorenz氏及びJ. von Berg氏による論文に記述されている。本システムの

10

20

30

40

50

実施例において、解剖学的構造を表す対象は、画像データのうちのデータ要素が当該解剖学的構造を表すかを判定する2進マスクとすることができる。この2進マスクは、画像データ分類子を用いて得ることができる。陽電子放出型断層撮影脳画像データのデータ要素を分類するための模範的なデータ分類子は、Proceedings of the 6th Nordic Signal Processing Symposium NORSIG, 2004, pages 73-76において「Comparison of Pattern Classification Methods in Segmentation of Dynamic PET Brain Images」と題されたHeidi Koivistoinen氏、Jussi Tohka氏及びUlla Ruotsalainen氏による論文に記述されている。本システムの他の実施例において、解剖学的オブジェクトを表す対象を、セグメンテーションの間に画像データに適合した多角形のメッシュを有するモデルとすることができる。3角形のメッシュを画像データに適合させるための方法は、Proc. IPMI, 2001, pages 380-387において「Shape constrained deformable models for 3D medical image segmentation」と題されたJ. Weese氏、M. Kaus氏、C. Lorenz氏、S. Lobregt氏、R. Truyen氏及びV. Pekar氏による論文に記述されている。この構造ユニットは、解剖学的構造の位置を得るために、2元マスク又は多角形メッシュのような対象を用いるよう構成可能である。

10

## 【0007】

本システムの実施例において、当該システムは、さらに、当該解剖学的構造に関連づけられたリスクデータを得るためのリスクデータユニットを有し、当該解剖学的構造を損傷させることに関係する計算されたリスクは、さらにこのリスクデータに基づいている。このリスクデータは、例えば、医療機器により当該対象により表わされる解剖学的構造にダメージを与える確率の測度を有するようによい。この確率は、通常、当該解剖学的構造に含まれる組織のタイプと当該医療機器とに依存する。例えば、神経又は血管を損傷させる確率は、骨構造を損傷する確率とは相違し、血小板滞積の影響を受ける血管の一部を傷つける確率は、血管の健康な部分を傷つける確率とは普通は異なり、生検針を用いて血管を傷つける確率は、静脈内カテーテルを用いて血管を傷つける確率とは相違する。当該リスクデータはまた、解剖学的構造を傷つけることに関係した成り行き重大さを表すようによい。例えば、主要な血液動脈を傷つけることは、通常、小静脈を損傷することよりも非常に危険性が高い。解剖学的構造に関連したリスクデータは、解剖学的構造を表す対象、例えば、データ要素の種類又は解剖学的構造を表す変形可能なモデルに割り当てられるようによい。

20

30

## 【0008】

本システムの実施例において、解剖学的構造に関連したリスクデータは、画像データの分割(セグメンテーション)の間において識別される対象に含まれる。この対象は、当該解剖学的構造又は他の構造を表しうる。新しい対象、例えば解剖学的構造の形状モデルは、リスクデータを有する。このデータは、自動化された画像分割の間、例えば、解剖学的対象の形状モデルの画像データへの適合の間において、当該解剖学的構造に関連づけられることになるようによい。これにより、例えば、リスクデータを当該解剖学的構造に関連づけるための手動による対話動作を減らすことによって、当該リスクデータを当該解剖学的構造に関連づけることが良好にして簡単になる。

40

## 【0009】

本システムの実施例において、当該システムは、当該医療装置のバスであって、当該医療装置の複数の位置を有するバスを発生するためのバスユニットをさらに有する。このバスユニットは、ユーザから当該バスを発生するためのバス入力を得ることができ、また、医療処置を計画するために用いることができる。或いは、バス入力は、当該医療処置の間において当該医療機器を監視するための監視システムから得られるようによい。

## 【0010】

本システムの実施例において、当該システムは、評価基準に応じて当該医療機器のバスを評価するための評価ユニットをさらに有する。この評価ユニットは、当該医療機器のバスに沿った複数の位置においてリスクユニットにより計算される解剖学的構造を傷つける

50

ことに関係するリスクに基づいて最大値と平均リスクとを計算するように構成可能である。この評価ユニットは、さらに、複数のパスを評価し、最適なパス、例えば、閾値よりも小さい最小平均リスク及び最大リスクを有しかつ解剖学的構造によりブロックされないパスを選択するように構成可能である。

【0011】

本システムの実施例において、当該システムは、医療処置を計画するために用いられる。例えば、当該システムは、解剖学的構造を傷つけることに関するリスクを最小にする当該医療機器の最適パスを判定するために用いることができる。他の実施例において、当該システムは、医療処置の間、解剖学的構造を傷つけることに関するリスクのリアルタイムのモニタリングのために用いられる。

10

【0012】

当業者であれば、当該システムの上述した実施例の2つ以上を、有用な方法で組み合わせることができることが分かる筈である。

【0013】

本発明の他の態様において、本発明によるシステムは、画像取込装置に装備される。

【0014】

本発明の他の態様において、本発明によるシステムは、ワークステーションに備えられる。

【0015】

本発明の他の態様において、医療処置中の医療機器による解剖学的構造の損傷に関するリスクを計算する方法であって、

20

- ・前記解剖学的構造の位置を得るための構造ステップと、
- ・前記医療機器の位置を得るための機器ステップと、
- ・前記医療機器の位置及び前記解剖学的構造の位置に基づいて、前記解剖学的構造の損傷に関するリスクを計算するリスクステップと、

を有する方法が提供される。

【0016】

本発明の他の態様において、医療処置中の医療機器による解剖学的構造の損傷に関するリスクを計算するための命令を有する、コンピュータ装置によりロードされるコンピュータプログラム製品であって、

30

前記コンピュータ装置は、処理ユニットとメモリとを有し、当該コンピュータプログラム製品がロードされた後に、

- ・前記解剖学的構造の位置を得るタスクと、
- ・前記医療機器の位置を得るタスクと、
- ・前記医療機器の位置及び前記解剖学的構造の位置に基づいて、前記解剖学的構造の損傷に関するリスクを計算するタスクと、

を実行するための機能を前記処理ユニットに供給するコンピュータプログラム製品が提供される。

【0017】

画像取込装置、ワークステーション、方法、及び/又はコンピュータプログラム製品の変更及び変形は、当該システムの記述した変更及び変形に対応するものであり、ここに提示の詳細な説明に基づいて当業者が行うことのできるものである。

40

【図面の簡単な説明】

【0018】

本発明のこれらの態様及びその他の態様は、以下に説明する実現形態及び実施例について、添付の図面を参照して明らかとされる。

【図1】本システムの模範的实施例を概略的に示すブロック図。

【図2】肝臓の血管の複数の部分への分割を示すものであり、各部分が部分特有のリスクデータに関連づけられているところの図。

【図3】当該方法の模範的实现形態のフローチャート。

50

【図4】画像取込装置の模範的实施例を概略的に示す図。

【図5】当該ワークステーションの模範的实施例を概略的に示す図。図面を通して、同じ参照数字は同様の構成要素を示すために用いられる。

【発明を実施するための形態】

【0019】

図1は、リスクを計算するためのシステム100の模範的实施例のブロック図を概略的に示しており、このリスクは、医療処置の間において医療機器により解剖学的構造を傷つけることに関するものである。このシステムは、

- ・当該解剖学的構造の位置を求めるための構造ユニット110と、
- ・当該医療機器の位置を求めるための機器ユニット120と、
- ・当該医療機器の位置及び当該解剖学的構造の位置に基づいて、当該解剖学的構造を傷つけることに関係するリスクを計算するためのリスクユニット130と、

を有する。

10

【0020】

システム100の模範的实施例は、さらに次のユニットを有する。

- ・解剖学的構造に関連づけられたリスクデータを求めるためのリスクデータユニット125
- ・医療機器のパスを発生するためのパスユニット140
- ・評価基準に応じて当該医療機器のパスを評価するための評価ユニット150
- ・システム100を制御するための制御ユニット160
- ・システム100のユーザと通信を行うためのユーザインターフェース165
- ・データを記憶するためのメモリユニット170

20

【0021】

システム100の実施例において、到来するデータのための3つの入力コネクタ181、182及び183がある。第1の入力コネクタ181は、限定はしないがハードディスク、磁気テープ、フラッシュメモリ又は光ディスクなどのデータ記憶手段から入って来るデータを受信するよう構成される。第2の入力コネクタ182は、限定はしないがマウス又はタッチスクリーンなどのユーザ入力装置から入って来るデータを受信するよう構成される。第3の入力コネクタ183は、キーボードのようなユーザ入力装置から入って来るデータを受信するよう構成される。入力コネクタ181、182及び183は、入力制御ユニット180に接続される。

30

【0022】

システム100の実施例において、送出データのための2つの出力コネクタ191及び192がある。第1の出力コネクタ191は、ハードディスク、磁気テープ、フラッシュメモリ、又は光ディスクのようなデータ記憶手段にデータを出力するよう構成される。第2の出力コネクタ192は、表示装置にデータを出力するよう構成される。出力コネクタ191及び192は、出力制御ユニット190を介してそれぞれのデータを受信する。

【0023】

当業者は、入力コネクタ181、182及び183に入力装置を接続し、システム100の出力コネクタ191及び192に出力装置を接続する沢山の方法があることが分かる筈である。これら方法は、限定はしないが、有線及び無線接続、限定はしないがローカルエリアネットワーク(LAN)及びワイドエリアネットワーク(WAN)などのデジタルネットワーク、インターネット、デジタル電話ネットワーク、及びアナログ電話ネットワークを有する。

40

【0024】

システム100の実施例において、システム100は、メモリユニット170を有する。システム100は、入力コネクタ181、182及び183のいずれかを介して外部装置から入力データを受信し、メモリユニット170にその受信した入力データを記憶するよう構成される。入力データをメモリユニット170にロードすることは、システム100のユニットによる関連のデータ部分に対する素早いアクセスを可能にする。入力データ

50

は、例えば、解剖学的対象及び医療機器の位置を有することができる。オプションとして、入力データは、分割された画像データを有するようにしてもよい。メモリユニット170は、限定はしないが、ランダムアクセスメモリ(RAM)チップ、読出専用メモリ(ROM)チップ及び/又はハードディスクドライブ及びハードディスクのような装置により実現可能である。メモリユニット170は、さらに、出力データを記憶するように構成可能である。出力データは、例えば、解剖学的構造を傷つけることに関係するリスクを有するようにしてもよい。メモリユニット170はまた、構造ユニット110、機器ユニット120、リスクデータユニット125、リスクユニット130、パスユニット140、評価ユニット150、制御ユニット160及びユーザインターフェース165を有するシステム100の各ユニットに対して、メモリバス175を介して、データを受信しデータを転送するよう構成するようにしてもよい。メモリユニット170はさらに、出力コネクタ191及び192のいずれかを介して出力データが外部装置に利用可能なものとなるようにするよう構成される。メモリユニット170にシステム100の各ユニットからのデータを記憶することは、システム100の各ユニットの性能や、システム100の各ユニットから外部装置への出力データの転送のレートを有利なものとなるよう向上させることができる。

10

**【0025】**

或いは、システム100は、メモリユニット170及びメモリバス175を有しないものとすることができる。システム100により用いられる入力データは、システム100の各ユニットに接続された外部メモリ又はプロセッサのような少なくとも1つの外部装置により供給可能である。同様に、システム100により生成された出力データは、システム100の各ユニットに接続された外部メモリ又はプロセッサなどの少なくとも1つの外部装置に供給されるようにしてもよい。システム100の各ユニットは、内部接続部又はデータバスを介して互いにデータを受信し合うよう構成可能である。

20

**【0026】**

システム100の実施例において、システム100は、システム100においてワークフローを制御するための制御ユニット160を有する。この制御ユニットは、システム100の各ユニットから制御データを受信し、当該各ユニットへ制御データを供給するよう構成することができる。例えば、機器ユニット120により当該医療機器の位置が得られた後、機器ユニット120は、「医療機器の位置が得られる」という制御データを制御ユニット160に伝送するよう構成されてもよく、制御ユニット160は、医療機器及び解剖学的構造の位置に基づいて、「リスク値を計算せよ」という制御データをリスクユニット130に供給し、リスクユニット130にリスクを計算させることを要求するよう構成してもよい。或いは、制御機能をシステム100の他のユニットに実現してもよい。

30

**【0027】**

システム100の実施例において、システム100は、システム100のユーザと通信するためのユーザインターフェース165を有する。ユーザインターフェース165は、ユーザ入力、例えば、医療機器の位置を得るための入力を得るよう構成されてもよい。このユーザインターフェースはさらに、画像データ、当該解剖学的構造を表す対象、及び/又は当該医療機器を表す機器対象に基づく視界を表示するよう構成可能である。オプションとして、当該ユーザインターフェースは、医療機器の経路を計画するためのモードなどのシステム100の動作のモードを選択するためのユーザ入力を受信するよう構成可能である。当業者は、より多くの機能がシステム100のユーザインターフェース165において有利に実現可能であることが分かる筈である。

40

**【0028】**

システム100の構造ユニット110は、解剖学的構造の位置を得るために構成される。システム100の実施例において、当該位置は、例えば、解剖学的構造の質量中心の位置と、その解剖学的構造の慣性テンソルの主軸を判定する方向性コサインとを有することができる。システム100の他の実施例において、当該位置は、当該解剖学的構造の表面上に分布したサンプルポイントの座標を有することができる。構造ユニット110は、シ

50

ステム100に対する入力として当該解剖学的構造の位置を受信するように構成可能である。或いは、構造ユニット110は、解剖学的構造の位置、例えば画像データを計算するための入力データを受信し、当該入力データに基づいて解剖学的構造の位置を計算するように構成可能である。当業者は、解剖学的構造の位置を求めるための数多くの有用な方法があることが分かる筈である。説明する例は、本発明を例示するものであり、請求項の範囲を限定するものと解釈してはならない。

#### 【0029】

当業者は、解剖学的構造が複数の基礎構造部を有するようにすることができることが分かる筈である。例えば、かかる構造は、各々が少なくとも1つの血管部分を有する複数の血管ツリーを有する肝臓動脈とすることができる。他の例は心臓、すなわち、2つの心房、2つの心室、左心室心筋、大動脈幹及び肺動脈を有する解剖学的構造である。この解剖学的構造の基礎構造部は、異なる組織、例えば、骨、筋肉、血管壁及び/又は神経を有するものとすることができる。

10

#### 【0030】

システム100の装置ユニット120は、医療機器の位置を得るように構成される。生検針、椎体形成針又はカテーテルのような医療機器の位置は、例えば、医療機器の先端の位置及び主軸の方向性コサインを有するものとすることができる。システム100の実施例において、当該機器ユニットは、医療機器の位置を計算するための入力データを受信するように構成可能である。例えば、入力データは、ユーザにより供給されるデータを有することができる。医療機器の表現は、画像データに基づいて解剖学的構造の画像を表示することもできるディスプレイに表示可能である。ユーザは、ユーザ入力装置、例えばマウス又はトラックボールを用いて医療機器の位置を変えることができる。ユーザは、医療機器の位置を判定するために医療機器の表示された描写及び解剖学的構造の表示された画像を用いることができる。画像データに基づいて描写された解剖学的構造の視界は、医療機器の位置に基づいて、ユーザインターフェース165により判定されることが可能である。実施例において、入力データは、医療機器トラッキングシステムからの電磁信号を有し、機器ユニットは、この入力データに基づいて、医療機器の位置を計算するよう構成される。或いは、医療機器の位置は、システム100への入力として得ることができる。

20

#### 【0031】

システム100のリスクユニット130は、医療機器の位置及び解剖学的構造の位置に基づいて、解剖学的構造を傷つけることに関するリスクを計算するよう構成される。解剖学的構造の位置は、第1の座標系で与えられることが可能であり、医療機器の位置は、第2の座標系で与えられることが可能である。当業者は、解剖学的構造を傷つけることに関係するリスクを計算することは、第1の座標系と第2の座標系との間の関係を知る必要があることを理解することになる。第2の座標系による医療機器の位置と、第1の座標系と第2の座標系との関係とを知れば、第1の座標系で医療機器の位置を計算することができる。よって、詳細な説明の一般性を歪曲することなく、第1及び第2の座標系を、同じ座標系、例えば、人の解剖学的組織構造の矢状面、冠状面及び軸平面により規定される系であるとみなすことができる。

30

#### 【0032】

普通、医療機器による解剖学的構造の損傷に関係するリスクは、医療機器及び解剖学的構造の各部分、各軸及び各平面の間の距離及び角度に依存するものとすることができる。これら距離及び角度は、医療機器及び解剖学的構造の位置に基づいて計算可能である。解剖学的構造の損傷に関係するリスクは、限定はしないが、医療機器の解剖学的構造と衝突する確率に基づいたものとするすることができる。

40

#### 【0033】

実施例において、システム100は、解剖学的構造に関連づけられるリスクデータを得るためのリスクデータユニット125をさらに有する。解剖学的構造の損傷に関するその計算されたリスクは、さらにリスクデータに基づいている。このリスクデータは、解剖学的構造と衝突する医療機器によりダメージを受ける解剖学的構造の確率及び/又は解剖学

50



的構造に対するダメージに関する健康障害を有するものとする事ができる。したがって、解剖学的構造の損傷に関する計算されたリスクは、さらに、限定はしないが、解剖学的構造と衝突する医療機器によりダメージを受ける解剖学的構造の確率又は解剖学的構造に対する当該ダメージに関係した健康障害に基づくものとされる。解剖学的構造に衝突する医療機器によりダメージを受ける解剖学的構造の確率は、当該衝突により影響を受ける解剖学的構造の部分及び当該衝突における解剖学的構造に対する医療機器の位置に依存するものとする事ができる。

【 0 0 3 4 】

例えば、当該医療処置の間に血管を傷つけることに関係するリスクは、医療処置の種類と医療機器とに依存しうるものである。肝臓血管は、肝生検の間に針により穴が空けられるようにすることができる。同じ肝臓血管は、手術において外科用メスにより切られる場合がある。これら典型的なイベントに関係するリスクは、解剖学的構造、すなわち肝臓血管に関連したリスクデータに含まれるようにしてもよい。

10

【 0 0 3 5 】

システム 100 の実施例において、解剖学的構造に関連づけられたリスクデータは、他の解剖学的構造を表す対象に含まれるようにしてもよい。幾つかのケースにおいて、解剖学的構造は、不可視のものとする事ができ、或いは画像データに基づいた視界において視覚化されるようにしてもよい。例えば、複雑な解剖学的構造は、放射線を強力に吸収する幾つかの組織と、当該放射線に対して透明な他の組織とを有しうる。例えば、脊椎骨の位置は、x線を強く吸収し、CTスキャンにおいて簡単に判定可能であるが、脊髄は、x線に対してほぼ透明なものである。脊椎骨に対する脊髄の位置は知られているので、椎体形成術における脊髄損傷のリスクは、脊柱の脊椎骨に関連したリスクデータに基づいたものとする事ができる。

20

【 0 0 3 6 】

システム 100 の実施例において、解剖学的構造に関連したリスクデータは、医療処置の目的を達成し損じ、不必要なダメージを、当該解剖学的構造又は他の解剖学的構造に負わせてしまうリスクを計算するためのデータを有してもよい。このリスクは、例えば、当該医療処置の対象とされた解剖学的構造とは異なる他の解剖学的構造に当該医療機器を適用することに起因しうるものである。さらに、このリスクは、例えば、当該医療処置の対象とされた解剖学的構造の領域へのアクセスを偶発的にブロックする、他の解剖学的構造に当該医療機器を適用することに起因しうる。さらに、このリスクは、当該医療機器を当該医療構造に誤って適用することにも起因しうる。

30

【 0 0 3 7 】

システム 100 の実施例において、解剖学的構造に関連したリスクデータは、解剖学的構造を損傷するリスクをどのようにして減らすかについての手掛かりをユーザに提供するためのデータを有してもよい。この手掛かりは、どのように医療処置を進めるかについての情報及び/又は警報を有してもよい。システム 100 は、解剖学的構造及び医療機器の位置や当該リスクデータを用いて、どのようにして最小のリスクで医療処置を続けるかについての最適な手掛かりをユーザに提供するように構成可能である。

【 0 0 3 8 】

実施例において、システム 100 は、解剖学的構造の形状モデルを画像データに適合させるための分割(セグメンテーション)ユニットを有する。この形状モデルの適合したメッシュによって、システム 100 は、解剖学的構造の位置を得ることができる。有利なのは、当該形状モデルが、システム 100 による使用のためにリスクデータをさらに有することが可能なものとする事である。

40

【 0 0 3 9 】

実施例において、システム 100 は、他の解剖学的構造の形状モデルを画像データに適合させるための分割ユニットを有する。形状モデルの適合されたメッシュによって、システム 100 は、他の解剖学的構造の位置に基づいて当該解剖学的構造の位置を得ることができる。有利なのは、他の解剖学的構造の形状モデルは、システム 100 によ

50

る使用のために、医療処置の対象とされた解剖学的構造に関連したリスクデータをさらに有しうるものとするのである。

【0040】

最小の侵襲性の外科医療処置の例を用いて本発明をさらに説明する。最小侵襲手術は、小さい切開を通じて行われる。外科用機器、顕微鏡を備えた小型カメラ又は微小光ファイバフラッシュ装置のような全ての所要の器具は、そうした切開を通じて挿入される。最小侵襲手術の例は、生検、経皮的エタノール注入法又は肝腫瘍の高周波アブレーション及び椎体形成術である。

【0041】

最小侵襲手術の間における外科用器具の配置は、視覚的検査の限定された可能性のために、解剖学的構造の損傷に関するリスクに関連づけられるものとする事ができる。解剖学的構造を傷つけることは、最小侵襲手術の間に生じる多くの問題の原因になることが多い。解剖学的構造を傷つけることに関するリスクは、医療処置の適切な計画及び/又は監視によって制限させる事ができる。

【0042】

システム100の実施例において、手術前に得られる多次元例えば3次元の画像データは、モデルに基づく方策により分割される。このモデルは、モデル化された解剖学的構造の形状に関する情報、例えば、画像データに適合するための三角形のメッシュを有する。新しいモデルは、リスクデータをさらに有する。例えば、リスクデータの一部は、当該三角形のメッシュの各三角形に割り当てられるようにすることができる。或いは、三角形のメッシュの各三角形は、異なるリスク分類に分割され、リスクデータの部分は各リスク分類に割り当てられることができる。このリスクデータは、適合したメッシュの三角形に対応する位置において医療機器により解剖学的構造を損傷する確率を表すことができる。さらに、リスクデータは、当該位置において解剖学的構造を傷つけることに起因する患者の健康への危険を表すようにしてもよい。

【0043】

肝生検のために、肝臓に近い器官のモデルは、画像データに適合させられることが可能である。このような器官は、例えば、腎臓、肺及び結腸である。他の解剖学的構造は、胆嚢及び胆管である。器官特有のリスクデータを、各器官のモデルに割り当ててもよい。他のリスクデータを、肝臓血管のモデルに割り当ててもよい。例えば、各肝臓血管ツリーモデルの分割の各部には、当該モデル部分に特有のリスクデータの一部が割り当て可能である。リスクデータは、当該モデル部分を傷つけるリスクを計算するためのリスク関数を有してもよい。このリスク関数は、画像データへのモデル適合の後に計算される当該肝臓血管ツリーモデル部分の平均直径の関数とすることができる。

【0044】

或いは、小さい血管は、画像データにおいて識別するのが難しい場合があり、それ故に画像データに適合したメッシュモデルによりこれら血管を表すことが難しい可能性がある。こうした血管を確率密度により表してもよい。確率密度は、肝臓血管のモデルに含まれるようにしてもよい。確率密度は、画像データに適合した大きな血管を表すモデルメッシュに基づいて、画像データに対応付け可能である。或いは、肝臓の血管のツリーの各部の位置を、確率密度により表してもよい。この確率密度は、他の解剖学的構造のモデルに含まれるようにしてもよく、当該他の解剖学的構造に基づいて画像データに対応付けられるようにしてもよい。

【0045】

図2は、肝臓血管の多数の部分への分割を示しており、各部分が部分特有のリスクデータに関連づけられている。かかる部分、すなわち肝臓血管のサブツリーは、色分けされ又はグレーコード化されることが可能である。

【0046】

実施例において、システム100はさらに、肝生検処置のための生検針経路を計画するように構成される。種々の経路計画処理が可能である。半自動処置において、医師は、所

10

20

30

40

50

望の針経路を示す。例えば、ユーザインターフェース165は、画像データ及び当該生検針を表す針オブジェクトの3D視界を表示するよう構成可能である。医師は、肝臓の目標領域に向かってその針オブジェクトを引き込むようマウスのようなユーザ入力装置を用いることができる。解剖学的構造の損傷に関するリスクは、生検針オブジェクトの多数の位置で、例えば一定の時間間隔又は一定の経路間隔でリスクユニット130により自動的に計算され、ユーザに通信可能である。リスクは、例えば、当該針の軸と肝臓血管における最も近接したポイントとの間の距離 $D_1$ に規定された臨界距離 $D_c$ を加えたものの合計と生検針先端と肝臓血管における当該最も近接したポイントとの間の距離 $D_2$ との比 $R = (D_1 + D_c) / D_2$ として規定することができる。この比が大きくなるほど、血管を傷つけるリスクが高くなる。ユーザは、生検針の方向を変えること及び/又は生検針の既に決定された経路の部分キャンセルすることのために当該通信されたリスクを用いることができる。半自動でユーザ構成された生検針経路は、当該リスクが予め規定されたリスク閾値よりも常に小さい場合に許容可能なものとみなすことができる。

10

**【0047】**

システム100の実施例において、生検針経路は、経路ユニット140により自動的に発生される。例えば、医師は、生検針先端及び肝臓の目標領域の開始ポイントを示す。経路計画の各ステップにおいて、当該経路の次のポイントは、候補ポイント毎に計算される解剖学的構造の損傷に関するリスクに基づいて、有限数の候補ポイントから選択される。候補ポイントは、候補ポイントから目標の組織までの距離が、現在ポイントから目標組織までの距離よりも小さくなるように、経路ユニット140により発生されるようにすることができる。現在ポイントから始まり当該候補ポイントで終わるベクトルにより規定される軸は、生検針の候補軸を規定する。最も低いリスクに対応する候補ポイントは、当該経路の次のポイントとして選択され、後続のポイント発生のための現在ポイントになる。オプションとして、経路計画の各ステップにおいて、経路の複数のポイントが判定されるようにしてもよい。

20

**【0048】**

システム100の実施例において、数多くの生検針経路は、生検針の開始ポイント及び肝臓の目標領域に基づいて経路ユニット140により発生される。各経路は、評価ユニット150により評価される。評価基準は、1つ又は複数の条件に基づくものとすることができる。1つの条件は、候補経路による最大リスクは予め規定された或いはユーザ規定のリスク閾値よりも小さい、とすることができる。他の条件は、候補経路に対して計算された平均リスクが最も小さい、とすることができる。さらに他の条件は、生検針の先端と解剖学的構造との間の距離が距離閾値よりも常に大きい、とすることができる。またさらに他の条件は、当該経路長は経路長閾値よりも小さい、とすることができる。また別の条件は、予め規定された或いはユーザ規定の角度範囲のうちの或る角度において当該目標組織に生検針が近づく、とすることができる。当業者は、一般には医療装置の、そして具体的には生検針の経路を評価するために沢山の有益な条件を用いることができることが分かる筈である。かかる条件を満たす候補経路は、計画された生検針経路とすることができる。システム100は、ユーザにその計画された経路を示すよう構成されてもよい。

30

**【0049】**

システム100の実施例において、画像データは、或る期間にわたって患者の体の領域に含まれる解剖学的構造を表す4次元画像データとされる。この画像データは、当該期間のうちの複数の時点において分割可能である。これにより、例えば呼吸動作による解剖学的構造の形状及び/又は位置の変化を取り込むことが可能となる。したがって、医療機器による解剖学的構造の損傷に関する計算されたリスクは時間とともに変化する可能性がある。

40

**【0050】**

システム100の実施例において、解剖学的構造の形状及び位置に対する医療機器の影響を計算してもよい。これにより、リスクユニット130は、医療機器による解剖学的構造の損傷に関するリスクをより正確に計算することができる。

50

## 【 0 0 5 1 】

実施例において、システム 1 0 0 はさらに、肝生検において生検針経路を監視するよう構成される。このため、手術前に得られた画像データは、例えば超音波又は x 線蛍光透視法を用いて得られる手術中の画像データに対応付けされることが可能である。医療機器を示す手術中の画像の対応付けをすることにより、解剖学的構造に対する医療機器の位置を判定することができる。或いは、医療機器の位置は、医療機器追従システムを用いて判定可能である。医療機器追従システムの座標系と、解剖学的構造の座標系との関係は、患者の体の既知の個所に位置づけられる、マーカ例えば高周波エミッタの位置に基づいて計算可能である。肝生検のような医療処置の間、解剖学的構造を傷つけることに関する計算されたリスクは、視覚的及び / 又は聴覚的ユーザフィードバックシステムを用いて医師に通信されてもよい。計算されたリスクがリスク閾値よりも高いことを示すための警報信号を通信してもよい。さらに、システム 1 0 0 は、医療機器の計画された経路と医療機器の実際の位置との差を通信するように構成可能である。さらに、システム 1 0 0 は、解剖学的構造を傷つけるリスクを減らすことに関する情報を有する手掛かり、例えば、医療処置をどのように進めるかを、解剖学的構造に関連したリスクデータに基づいて通信するよう構成可能である。

10

## 【 0 0 5 2 】

当業者は、システム 1 0 0 は、医療機器による解剖学的構造の損傷のリスクが存在する多くの医療処置に適用可能な、医療処置を計画又は監視する際に医師を補助するための有用な器具であることが分かる筈である。

20

## 【 0 0 5 3 】

当業者はさらに、本システムは、限定はしないが、標準の X 線、コンピュータ断層撮影 ( C T )、磁気共鳴映像法 ( M R I )、超音波 ( U S )、陽電子放射断層撮影法 ( P E T )、単光子放射型コンピュータ断層撮影法 ( S P E C T ) 及び核医学 ( N M ) などの様々な取込モダリティにより得られる多次元画像データとともに用いることができるものであることが分かる筈である。

## 【 0 0 5 4 】

当業者はさらに、システム 1 0 0 の他の実施例も可能であることが分かることになる。特に、本システムの各ユニットを再定義しそれらの機能を再配分することができる。

## 【 0 0 5 5 】

システム 1 0 0 のユニットは、プロセッサを用いて実現可能である。通常は、それらの機能は、ソフトウェアプログラム製品の制御の下で行われる。実行中、当該ソフトウェアプログラム製品は、通常、 R A M のようなメモリにロードされ、そこから実行される。このプログラムは、 R O M、ハードディスク又は磁氣的及び / 又は光学的記憶装置のようなバックグラウンドメモリからロードされるようにすることが可能であり、或いはインターネットのようなネットワークを介してロードされることが可能である。オプションとして、特定用途向け集積回路が、説明した機能を提供するものとする事ができる。

30

## 【 0 0 5 6 】

図 3 は、医療処置中に医療機器により解剖学的構造を傷つけることに関するリスクを計算する方法 3 0 0 の模範的实现例のフローチャートを示している。方法 3 0 0 の第 1 のステップは、解剖学的構造の位置を得るための構造ステップ 3 1 0 である。構造ステップ 3 1 0 の後、方法 3 0 0 は、医療機器の位置を得るための機器ステップ 3 2 0 に続く。機器ステップ 3 2 0 の後、方法 3 0 0 は、医療機器の位置及び解剖学的構造の位置に基づいて、解剖学的構造の損傷に関するリスクを計算するためのリスクステップ 3 3 0 に続く。リスクステップ 3 3 0 の後、方法は終結する。

40

## 【 0 0 5 7 】

方法 3 0 0 におけるステップの順序は、義務ではなく、当業者は、本発明が意図するような概念を逸脱することなく、幾つかのステップの順序を変えたり、又はスレッドモデル、マルチプロセッサシステム又は多重プロセスを用いて幾つかのステップを同時に行うことができる。オプションとして、本発明の方法 3 0 0 の 2 つ以上のステップを 1 つのステ

50

ップに組み合わせることができる。オプションとして、本発明の方法300のステップを複数のステップに分割することができる。他のオプションのステップ、例えば解剖学的構造に関連したリスクデータを得るためのリスクデータステップを、方法300により実現することもできる。

#### 【0058】

図4は、システム100を使う画像取込装置400の模範的な実施例を概略的に示しており、この画像取込装置400は、システム100と内部接続を介して接続された画像取込ユニット410と、入力コネクタ401と、出力コネクタ402とを有する。この構成は、画像取込装置400の能力を向上させるものであり、医療処置中の医療機器による解剖学的構造の損傷に関するリスクを計算するためのシステム100の有利な機能を当該画像取込装置400に提供するものである。画像取込装置の例は、限定はしないが、CTシステム、X線システム、MRIシステム、USシステム、PETシステム、SPECTシステム及びNMシステムを含む。

10

#### 【0059】

図5は、ワークステーション500の模範的な実施例を概略的に示している。このワークステーションは、システムバス501を有する。プロセッサ510、メモリ520、ディスク入力/出力(I/O)アダプタ530及びユーザインターフェース540は、システムバス501に動作可能に接続される。ディスク記憶装置531は、ディスクI/Oアダプタ530に動作可能に結合される。キーボード541、マウス542及びディスプレイ543は、ユーザインターフェース540に動作可能に結合される。コンピュータプログラムとして実現される本発明のシステム100は、ディスク記憶装置531に記憶される。ワークステーション500は、プログラム及び入力データをメモリ520にロードし、そのプログラムをプロセッサ510で実行するよう構成される。ユーザは、キーボード541及び/又はマウス542を用いてワークステーション500に情報を入力することができる。ワークステーションは、表示装置543及び/又はディスク531に情報を出力するよう構成される。当業者は、当該技術において知られているワークステーション500の沢山の他の実施例が存在し、提示の実施例は本発明を例示する目的に適うものであって、この特定の実施例に本発明を限定するものと解釈してはならないことを理解することになる。

20

#### 【0060】

なお、上述した実施例は、本発明を限定するのではなく例示するものであり、当業者であれば、添付の請求項の範囲を逸脱することなく代替の実施例を構成することができる筈である。請求項において、括弧内の参照符号は、その請求項を限定するものと解釈してはならない。「有する」なる文言は、請求項又は詳細な説明に挙げられていない要素又はステップの存在を排除するものではない。要素の単数表現は、そうした要素の複数の存在を排除しない。本発明は、幾つかの個別の要素を有するハードウェアにより、そしてプログラムされたコンピュータにより実現することができる。幾つかのユニットを列挙するシステムの請求項において、これらユニットのうち幾つかが同一アイテムのハードウェア又はソフトウェアにより実現可能である。第1、第2及び第3などの文言の使用は、順序を示すものではない。これら文言は、名称として理解されるべきものである。

30

40

【 図 1 】

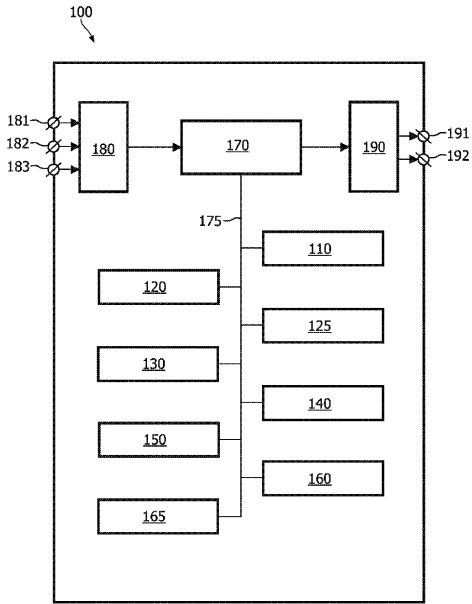
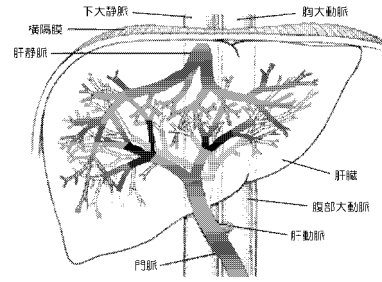


FIG. 1

【 図 2 】



【 図 3 】

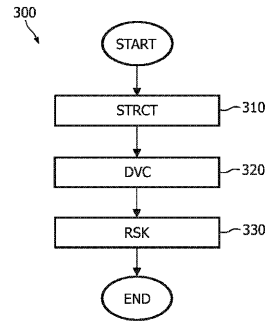


FIG. 3

【 図 4 】

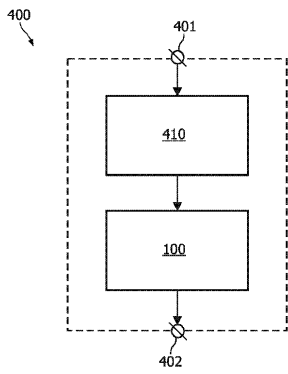


FIG. 4

【 図 5 】

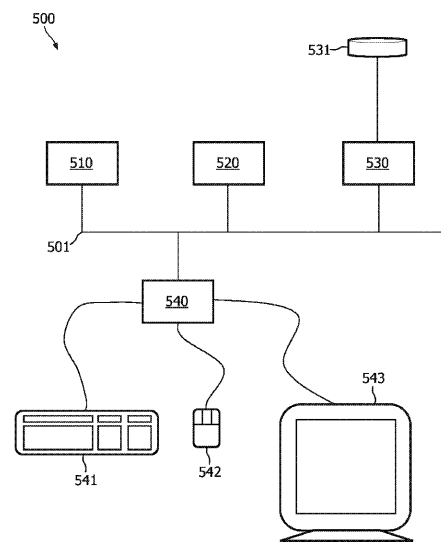


FIG. 5

---

フロントページの続き

- (72)発明者 グロス アレクサンドラ  
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフェン ハイテック キャンパス 4 4
- (72)発明者 ブレドノ ヨエルク  
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフェン ハイテック キャンパス 4 4

合議体

審判長 横林 秀治郎

審判官 高木 彰

審判官 蓮井 雅之

- (56)参考文献 特開平 1 1 - 1 6 1 8 1 3 ( J P , A )  
特開平 0 8 - 1 0 2 6 6 ( J P , A )

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)  
A61B19/00