

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5814853号  
(P5814853)

(45) 発行日 平成27年11月17日(2015.11.17)

(24) 登録日 平成27年10月2日(2015.10.2)

(51) Int.Cl.			F I		
<b>G06T</b>	<b>15/08</b>	<b>(2011.01)</b>	G06T	15/08	
<b>A61B</b>	<b>5/055</b>	<b>(2006.01)</b>	A61B	5/05	380
<b>A61B</b>	<b>6/03</b>	<b>(2006.01)</b>	A61B	6/03	360G
<b>G09B</b>	<b>23/28</b>	<b>(2006.01)</b>	G09B	23/28	
<b>A61B</b>	<b>5/00</b>	<b>(2006.01)</b>	A61B	5/00	Z

請求項の数 8 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2012-94380 (P2012-94380)
(22) 出願日	平成24年4月18日 (2012.4.18)
(65) 公開番号	特開2013-222361 (P2013-222361A)
(43) 公開日	平成25年10月28日 (2013.10.28)
審査請求日	平成26年10月22日 (2014.10.22)

(73) 特許権者	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	100073184 弁理士 柳田 征史
(74) 代理人	100090468 弁理士 佐久間 剛
(72) 発明者	榎本 潤 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

審査官 千葉 久博

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 立体モデルデータ生成装置および方法並びにプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の構造物からなる物体の3次元画像を表す3次元画像データから、該物体の立体モデルを作成するための立体モデルデータを生成する立体モデルデータ生成装置であって、前記3次元画像データから生成された、前記物体のサーフェスデータにより表される該物体の表面および前記複数の構造物のサーフェスデータにより表される該複数の構造物の表面の少なくとも1つに、互いに異なる凹凸パターンを付与するパターン付与手段と、該凹凸パターンが付与されたサーフェスデータを含む、前記物体のサーフェスデータおよび前記複数の構造物のサーフェスデータを合成して前記立体モデルデータを生成するデータ生成手段とを備えたことを特徴とする立体モデルデータ生成装置。

【請求項2】

前記3次元画像から、前記物体および前記複数の構造物を抽出する抽出手段と、該抽出された物体および該抽出された複数の構造物のサーフェスデータを生成するサーフェスデータ生成手段とをさらに備えたことを特徴とする請求項1記載の立体モデルデータ生成装置。

【請求項3】

複数の凹凸パターンを記憶する記憶手段をさらに備えたことを特徴とする請求項1または2記載の立体モデルデータ生成装置。

【請求項4】

前記3次元画像は、CT画像またはMR画像から生成されてなることを特徴とする請求

10

20

項 1 から 3 のいずれか 1 項記載の立体モデルデータ生成装置。

【請求項 5】

前記物体が肝臓であり、前記複数の構造物が、肝静脈、門脈、肝動脈、肝臓に含まれる腫瘍および下大静脈の少なくとも 1 つであることを特徴とする請求項 4 記載の立体モデルデータ生成装置。

【請求項 6】

前記物体が肺であり、前記複数の構造物が、肺静脈、肺動脈、気管支および肺結節の少なくとも 1 つであることを特徴とする請求項 4 記載の立体モデルデータ生成装置。

【請求項 7】

複数の構造物からなる物体の 3 次元画像を表す 3 次元画像データから、該物体の立体モデルを作成するための立体モデルデータを生成する立体モデルデータ生成方法であって、

前記 3 次元画像データから生成された、前記物体のサーフェスデータにより表される該物体の表面および前記複数の構造物のサーフェスデータにより表される該複数の構造物の表面の少なくとも 1 つに、互いに異なる凹凸パターンを付与し、

該凹凸パターンが付与されたサーフェスデータを含む、前記物体のサーフェスデータおよび前記複数の構造物のサーフェスデータを合成して前記立体モデルデータを生成することを特徴とする立体モデルデータ生成方法。

【請求項 8】

複数の構造物からなる物体の 3 次元画像を表す 3 次元画像データから、該物体の立体モデルを作成するための立体モデルデータを生成する立体モデルデータ生成方法をコンピュータに実行させるためのプログラムであって、

前記 3 次元画像データから生成された、前記物体のサーフェスデータにより表される該物体の表面および前記複数の構造物のサーフェスデータにより表される該複数の構造物の表面の少なくとも 1 つに、互いに異なる凹凸パターンを付与する手順と、

該凹凸パターンが付与されたサーフェスデータを含む、前記物体のサーフェスデータおよび前記複数の構造物のサーフェスデータを合成して前記立体モデルデータを生成する手順とをコンピュータに実行させることを特徴とするプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、樹脂等の材料を積層させて複数の構造物からなる立体モデルを作成するための立体モデルデータを生成する立体モデルデータ生成装置および方法並びに立体モデルデータ生成方法をコンピュータに実行させるためのプログラムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、医療機器（例えば多検出器型 CT 等）の進歩により質の高い 3 次元画像が画像診断に用いられるようになってきている。また、このような 3 次元画像を解析することにより、体内に存在する様々な臓器の 3 次元形状の把握が容易となり、さらには臓器の中に存在する動脈、静脈、腫瘍といった各組織の相対的な位置関係や立体構造の把握までもが可能になってきている。この際、各種画像処理アルゴリズムを用いて、特定臓器および臓器内の特定の構造物を抽出し、ボリュームレンダリング等の表示手法を用いて、3 次元形状を 2 次元平面に投影してその立体構造を把握することも行われている。

【0003】

一方、物体の 3 次元形状を表す 3 次元データに基づいて立体モデルを作成するための立体モデル作成装置が提案されている。この立体モデル作成装置は、3 次元データに基づいて、ソリッドモデルの表面を三角形のパッチで覆尽して立体を表現したデータフォーマットである STL (Standard Triangulated Language) フォーマットのデータを作成し、STL データを水平方向に輪切りにすることにより等高線データ（断面データ）を作成し、断面データにしたがって、硬化された材料を繰り返し積層させることにより、立体モデルの作成が可能となっている。

10

20

30

40

50

## 【0004】

このような立体モデルを作成するに際し、立体モデルの表面に模様を付与するために、3次元データに模様のパターンを付与して立体モデルを作成する手法が提案されている（特許文献1参照）。また、立体モデルの作成後に、その表面に凹凸を形成することにより、立体モデルの着色を容易に行う手法も提案されている（特許文献2参照）。

## 【0005】

このような立体モデル作成装置は、押出成形法等の樹脂成形法では作成することができなかった形状のモデルを自在に作成することができるため、コネクタ等の試作部品作成、射出成形用型製作、形状確認用モデル製作等に利用される。

## 【0006】

また、立体モデル作成装置は、医療分野において、上述したCTの他、磁気共鳴イメージング（MRI）等による3次元画像から、臓器や骨等の3次元の立体モデルの作成にも利用され始めている（特許文献3参照）。ここで、立体モデル作成装置において臓器の立体モデルを作成する際には、3次元画像から立体モデルの作成の対象となる臓器を抽出し、抽出した臓器の立体モデルを作成している。また、臓器の内部の血管等の構造物も確認可能な立体モデルも作成可能である。このような臓器の内部を確認可能な立体モデルは、3次元画像から臓器および血管等の構造物を抽出し、臓器の表面を表すサーフェスデータおよび構造部のサーフェスデータを生成し、これらを合成した立体モデルデータに基づいて作成される。

## 【0007】

ここで、肝臓には肝動脈、肝静脈および門脈の3つの血管が存在し、肺には肺動脈、肺静脈、気管等の類似する構造物が存在するため、肝臓の場合、肝臓の表面の一部をカットすることにより、内部の肝動脈、肝静脈および門脈の構造物が認識できるような立体モデルが作成される。また、肺の場合、肺の一部をカットすることにより、内部の肺動脈、肺静脈、気管等の構造物が認識できるような立体モデルが作成される。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0008】

【特許文献1】特開2011-056697号公報

【特許文献2】特開2002-331592号公報

【特許文献3】特開2002-040928号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0009】

上述した臓器の内部を確認可能な立体モデルを作成するためのサーフェスデータにおいては、データ値として臓器および構造物の区別はなされていないため、サーフェスデータから立体モデルを作成した場合、臓器内に含まれる血管等の各種構造物は、すべて単一の色（すなわち材料の色）にて表現される。このため、画像処理アルゴリズムにより特定の構造物を抽出しても、立体モデルにおいては、その構造物を区別できないこととなる。とくに、肝臓には肝動脈、肝静脈および門脈の3つの血管が存在し、肺には肺動脈、肺静脈、気管等の類似する構造物が存在するが、画像処理アルゴリズムにより区別可能なこれらの構造物が、立体モデルにおいては区別できないこととなる。このため、臓器の表面の立体モデルおよび構造物の立体モデルを別個に作成し、それぞれを着色した後に各立体モデルを組み合わせて、臓器内部を確認可能な立体モデルを作成することが行われているが、臓器内の血管等の構造物は複雑に絡み合っているため、臓器表面の立体モデルと構造物の立体モデルとを組み合わせることは困難である。また、着色の作業にも労力を要する。このため、所望とする色に着色した材料を用いて複数の構造物をそれぞれ異なる色にて着色して、複数の構造物からなる立体モデルを一度に作成するカラー立体モデル作成装置が提案されているが、このような立体モデル作成装置は非常に高価である。

## 【0010】

10

20

30

40

50

本発明は上記事情に鑑みなされたものであり、複数の構造物を区別可能な立体モデルを、簡易かつ安価に作成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】

本発明による立体モデルデータ生成装置は、複数の構造物からなる物体の3次元画像を表す3次元画像データから、該物体の立体モデルを作成するための立体モデルデータを生成する立体モデルデータ生成装置であって、

前記3次元画像データから生成された、前記物体のサーフェスデータにより表される該物体の表面および前記複数の構造物のサーフェスデータにより表される該複数の構造物の表面の少なくとも1つに、凹凸パターンを付与するパターン付与手段と、

該凹凸パターンが付与されたサーフェスデータを含む、前記物体のサーフェスデータおよび前記複数の構造物のサーフェスデータを合成して前記立体モデルデータを生成するデータ生成手段とを備えたことを特徴とするものである。

【0012】

「3次元画像」の具体例としては、被検体の胸部（肺）を表すもの、頭部（脳）を表すもの、腹部（肝臓）を表すもの等が挙げられる。また、臓器のみならず、機械等の複数の部品からなる物体の3次元画像を用いてもよい。

【0013】

「物体の表面および複数の構造物の表面の少なくとも1つに凹凸パターンを付与する」とは、物体の表面にのみ凹凸パターンを付与すること、物体の表面には凹凸パターンを付与せず、複数の構造物の表面の少なくとも1つに凹凸パターンを付与すること、および物体の表面および複数の構造物の表面のすべてに凹凸パターンを付与することのいずれをも含む。

【0014】

なお、「表面に凹凸パターンを付与する」とは、サーフェスデータの値を変更して、サーフェスデータにより表される物体あるいは構造物の表面に、凹凸により表される模様が付与されるようにすることを意味する。すなわち、凹凸パターンが付与された後のサーフェスデータを用いて物体あるいは構造物の立体モデルを作成した場合、後から凹凸パターンを形成することなく、立体モデルの表面に凹凸パターンが付与された状態とすることを意味する。

【0015】

「物体のサーフェスデータおよび複数の構造物のサーフェスデータを合成する」とは、立体モデル作成装置において、複数の構造物および物体の立体モデルを作成可能なように、サーフェスデータを1つの立体モデルデータにまとめることを意味する。

【0016】

なお、本発明による立体モデルデータ生成装置においては、前記パターン付与手段を、前記物体の表面および前記複数の構造物の表面のそれぞれに、互いに異なる凹凸パターンを付与する手段としてもよい。

【0017】

また、本発明による立体モデルデータ生成装置においては、前記3次元画像から、前記物体および前記複数の構造物を抽出する抽出手段と、

該抽出された物体および該抽出された複数の構造物のサーフェスデータを生成するサーフェスデータ生成手段とをさらに備えるものとしてもよい。

【0018】

また、本発明による立体モデルデータ生成装置においては、複数の凹凸パターンを記憶する記憶手段をさらに備えるものとしてもよい。

【0019】

また、本発明による立体モデルデータ生成装置においては、前記3次元画像は、CT画像またはMR画像から生成されてなるものとしてもよい。

【0020】

また、本発明による立体モデルデータ生成装置においては、前記物体を肝臓とし、前記複数の構造物を、肝静脈、門脈、肝動脈、肝臓に含まれる腫瘍および下大静脈の少なくとも1つとしてもよい。

【0021】

また、本発明による立体モデルデータ生成装置においては、前記物体を肺とし、前記複数の構造物を、肺静脈、肺動脈、気管支および肺結節の少なくとも1つとしてもよい。

【0022】

本発明による立体モデルデータ生成方法は、複数の構造物からなる物体の3次元画像を表す3次元画像データから、該物体の立体モデルを作成するための立体モデルデータを生成する立体モデルデータ生成方法であって、

前記3次元画像データから生成された、前記物体のサーフェスデータにより表される該物体の表面および前記複数の構造物のサーフェスデータにより表される該複数の構造物の表面の少なくとも1つに、凹凸パターンを付与し、

該凹凸パターンが付与されたサーフェスデータを含む、前記物体のサーフェスデータおよび前記複数の構造物のサーフェスデータを合成して前記立体モデルデータを生成することを特徴とするものである。

【0023】

なお、本発明による立体モデルデータ生成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】

【0024】

本発明によれば、物体のサーフェスデータにより表される物体の表面および複数の構造物のサーフェスデータにより表される複数の構造物の表面の少なくとも1つに凹凸パターンを付与し、凹凸パターンが付与されたサーフェスデータを含む、物体のサーフェスデータおよび複数の構造物のサーフェスデータを合成して立体モデルデータを生成するようにしたため、立体モデルデータに基づいて作成された立体モデルにおいては、表面に凹凸パターンが形成されることとなる。このため、形成された凹凸パターンにより、複数の構造物を区別して認識でき、これにより、カラー立体モデル作成装置のように高価な装置を用いることなく、複数の構造物を区別可能な立体モデルを、簡易かつ安価に作成できる。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】本発明の実施形態による立体モデルデータ生成装置の構成を示す概略ブロック図

【図2】肝臓領域のサーフェスデータの生成を説明するための図

【図3】サーフェスデータにより表される肝臓領域の斜視図

【図4】肝臓領域の一部を切り取った状態を示す斜視図

【図5】凹凸パターンの例を示す図

【図6】門脈のサーフェスデータに凹凸パターンが付与された状態を示す図

【図7】立体モデルデータの生成を説明するための図

【図8】腫瘍について仮想的な連結部を立体モデルデータに追加した状態を示す図

【図9】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

【図10】作成された立体モデルを示す図

【発明を実施するための形態】

【0026】

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立体モデルデータ生成装置の構成を示す概略ブロック図である。なお、図1に示す立体モデルデータ生成装置1の構成は、補助記憶装置に読み込まれた立体モデルデータ生成プログラムをコンピュータ上で実行することにより実現される。このプログラムは、CD-ROM等の記録媒体に記録され、もしくはインターネット等のネットワークを介して配布され、コンピュータにインストールされる。

【0027】

本実施形態による立体モデルデータ生成装置 1 は、画像取得部 10、記憶部 12、肝臓領域抽出部 14、構造物抽出部 16、サーフェスデータ生成部 18、パターン付与部 20、データ生成部 22、入力部 24 および表示部 26 を備える。また、立体モデルデータ生成装置 1 は、立体モデル作成装置 30 と接続され、立体モデル作成装置 30 に後述する立体モデルデータを出力し、立体モデル作成装置 30 は、立体モデルデータに基づいて立体モデルを作成する。

【0028】

画像取得部 10 は、マルチスライス CT 装置または MRI 装置等のモダリティ 2 において、被写体の腹部を撮影して得られた 3 次元画像 V0 を取得する、通信インターフェースの機能を有する。なお、本実施形態においては、モダリティ 2 はマルチスライス CT 装置

10

【0029】

ここで、3 次元画像 V0 は、診断対象となる腹部を断層面に垂直な方向に沿って順に得られる 2 次元の断層画像を積層することによって取得されるものであり、本実施形態においては、モダリティ 2 において撮影された複数の断層画像を重ね合わせるにより生成される。なお、CT 装置を用いて取得した 3 次元画像は、3 次元空間上での格子点を構成するボクセル（すなわち画素位置）毎に X 線の吸収量を蓄えたデータとなり、各画素位置に対して 1 つの信号値（CT 装置で撮影した場合は、X 線の吸収量を示す値）が与えられたデータとなる。

【0030】

20

なお、3 次元画像 V0 には、DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) 規格で規定された付帯情報が付加される。付帯情報は、例えば、3 次元画像を識別するための画像 ID、被写体を識別するための患者 ID、検査を識別するための検査 ID、画像情報毎に割り振られるユニークな ID (UID)、その画像情報が生成された検査日、検査時刻、その画像情報を取得するための検査で使用されたモダリティの種類、患者氏名、年齢、性別等の患者情報、検査部位（撮影部位、本実施形態においては腹部）、撮影条件（造影剤の使用有無や、放射線量等）、1 回の検査で複数の画像を取得したときのシリーズ番号あるいは採取番号等の情報が含まれる。

【0031】

記憶部 12 は、ハードディスク等の大容量の記憶装置であり、3 次元画像 V0 が記憶される。また、記憶部 12 には、後述する凹凸パターンのデータも記憶されている。

30

【0032】

肝臓領域抽出部 14 は、3 次元画像 V0 から肝臓領域を抽出する。肝臓領域の抽出には、3 次元画像 V0 における肝臓が存在する CT 値の範囲を推定し、その値を用いてしきい値処理を行い、これにより抽出された領域に、モフォロジーフィルタを適用する手法、「非剛体レジストレーションを適用した多時相腹部造影 CT 画像からの肝臓領域自動抽出法」、コンピュータ支援画像診断学会論文誌、Vol.7, No.4-1, Jun. 2003.」に記載されたように、時系列で撮影された複数の肝臓フェーズ画像を用いて、肝臓領域の造影パターンを検出し、それを用いて肝臓領域を抽出する手法、「A Liver Level Set (LLS) Algorithm for Extracting Liver's Volume Containing Disconnected Regions Automatically」、IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security, VOL.8 No.12, December 2008」および「Level set methodを用いた肝臓領域抽出方法の開発と評価」、コンピュータ支援診断学会論文誌、Vol.7, No.4-2, Jun. 2003.」に記載されたレベルセット法を用いることができる。なお、肝臓領域を抽出する手法は、これらの手法に限定されるものではなく、任意の手法を用いることができる。

40

【0033】

構造物抽出部 16 は、3 次元画像 V0 に基づいて、肝臓領域における肝動脈、肝静脈、門脈および腫瘍を抽出する。なお、以降の説明においては、肝動脈、肝静脈、門脈および腫瘍をまとめて構造物と称する場合があるものとする。肝動脈、肝静脈および門脈（以下、単に血管と称する場合があるものとする）を抽出する手法としては、例えば特開 201

50

0 - 2 2 0 7 4 2号公報に記載された、線状構造からなる対象組織を表す複数の候補点の位置情報と主軸方向を算出し、算出された位置情報および主軸方向に基づいた変数とするコスト関数を用いて、複数の候補点が接続されるように再構築する手法、特開2011-212314号公報に記載された、自動で血管を区別して抽出する手法を用いることができる。

【0034】

また、血管を抽出する手法として、第1および第2の線状構造物のそれぞれ1つの起始部から分岐を繰り返しながら離れる方向に広がって延びるという特徴に基づいて、各ノード毎に、各ノードに接続可能な複数のノード間を結ぶ複数のエッジについて接続しやすさを表すコストを重み付けするコスト関数により、第1の木構造の根ノードに対応する第1の根ノードおよび第2の木構造の根ノードに対応する第2の根ノードのそれぞれから各ノードを接続して木構造を作成する手法を用いることができる。この手法において、第1および第2の線状構造物を、肝臓内の肝動脈および肝静脈とすることにより、肝動脈および肝静脈を区別して抽出できる。また、この手法において、第1および第2の線状構造物を門脈および肝動脈または肝静脈とすることにより、門脈および肝動脈または肝静脈を区別して抽出できる。なお、この手法において、起始部は、任意の方法により特定したものであってもよく、起始部に基づいて周知の方法により起始部に対応する根ノードを特定してよい。例えば、表示された画像上でマウス等の入力装置により起始部を指定してもよく、起始部が既知である所定の構造物を表す複数の教師データを機械学習することにより、起始部を検出する起始部検出部をさらに備えるものとし、この起始部検出部により検出してもよい。なお、教師データを機械学習して根ノードを抽出する周知の種々の方法を用いることができ、例えば、アダブースト(Adaboost)法により教師データにおいて既知である起始部の特徴量に基づいて起始部を検出することが考えられる。

【0035】

また、肝動脈と門脈とは並走しており、その相違は血管径が動脈の方が門脈よりもはるかに細い点にある。また、造影剤を使用した場合、早期の時相において動脈が造影され、その後門脈が造影される。このため、造影剤を使用して多時相にて取得したCT画像を用いて、血管径の相違および造影されるタイミングに基づいて、肝動脈と門脈とを区別して抽出してもよい。

【0036】

これにより、構造物抽出部16は、3次元画像V0から肝臓領域内の肝動脈、肝静脈および門脈を抽出する。

【0037】

また、腫瘍については、「“Liver tumors segmentation from CTA images using voxels classification and affinity constraint propagation”, Int J CARS, 2010.」に記載された、Voxel Classificationを利用した手法等を用いることができる。なお、肝動脈、肝静脈、門脈および腫瘍を抽出する手法は、これらの手法に限定されるものではなく、任意の手法を用いることができる。

【0038】

サーフェスデータ生成部18は、抽出された肝臓領域および構造物の表面を表すサーフェスデータを生成する。後述するように立体モデルを作成する場合、肝臓表面の厚さが0では、立体モデルを作成することができないため、所定の厚さを有するものとする必要がある。このため、サーフェスデータ生成部18は、図2の肝臓領域の断面図に示すように、抽出された肝臓領域(図2(a))に対して、数ピクセルのエロージョン処理を行って肝臓領域を縮小し(図2(b))、縮小した肝臓領域を元の肝臓領域から減算することにより、肝臓領域の表面を抽出する(図2(c))。なお、図2において実線が肝臓の輪郭を、破線が被写体の胴体の輪郭をそれぞれ示す。そして、「William E. Lorensen, Harvey E. Cline: Marching Cubes: A high resolution 3D surface construction algorithm. In: Computer Graphics, Vol. 21, Nr. 4, July 1987」に記載された、等方向3次元ボクセルデータをポリゴンデータに変換するアルゴリズムであるマーチングキューブ法を用

10

20

30

40

50

いて、肝臓領域の表面の等信号値面を抽出して、3次元のサーフェスデータを生成する。一方、血管および腫瘍については、抽出された血管および腫瘍の表面のデータを、マーキングキューブ法を用いて3次元のサーフェスデータに変換する。サーフェスデータにより表される肝臓領域の斜視図を図3に示す。

【0039】

なお、血管および腫瘍は肝臓の内部に存在するため、肝臓の立体モデルを血管および腫瘍とともに作成した場合、内部に存在する血管および腫瘍を観察することができなくなる。このため、図4に示すように、肝臓のサーフェスデータにおける一部のデータを消去することにより、肝臓領域の一部を切り取り、切り取った部分から肝臓の内部を観察できるようにすることが好ましい。図4においては、画像G1が一部が切り取られた肝臓領域の表面を、画像G2が切り取った部分をそれぞれ示す。なお、切り取る位置は、ユーザが入力部24を用いて任意に設定してもよく、実際の手術の際に切り取る領域と一致させるようにしてもよい。

【0040】

パターン付与部20は、肝臓領域の表面並びに血管および腫瘍の表面の少なくとも1つに凹凸パターンを付与する。具体的には、サーフェスデータにより表される肝臓領域の表面あるいは構造物の表面に、凹凸パターンが付与されるように、サーフェスデータの値を変更する。本実施形態においては、門脈および静脈の表面にそれぞれ異なる凹凸パターンを付与するものとするが、これに限定されるものではなく、肝臓領域の表面あるいは肝動脈の表面にそれぞれ異なる凹凸パターンを付与してもよく、肝臓領域の表面並びに血管および腫瘍の表面のすべてに、それぞれ異なる凹凸パターンを付与してもよい。なお、凹凸パターンを付与する物体あるいは構造物は、ユーザが入力部24を用いて任意に選択できるものであってもよく、物体あるいは構造物の種類に応じてあらかじめ定められているものであってもよく、物体および構造物からランダムに選択されたものであってもよい。

【0041】

図5は凹凸パターンの例を示す図である。図5において黒色の部分が凹部となっているものとするが、これに限定されるものではない。なお、凹凸パターンのデータは、記憶部12に記憶されている。また、凹凸パターンは、ユーザが入力部24を用いて任意に選択できるものであってもよく、構造物の種類に応じてあらかじめ定められているものであってもよく、凹凸パターンをランダムに選択して付与するものであってもよい。凹凸パターン付与後のサーフェスデータにより表される門脈を図6に示す。なお、図6においては凹凸パターンが付与された状態を斜線にて示している。

【0042】

データ生成部22は、凹凸パターンが付与された、肝臓領域のサーフェスデータ並びに血管および腫瘍のサーフェスデータを合成して立体モデルデータを生成する。具体的には、立体モデル作成装置30において、複数の構造物および物体の立体モデルを作成可能なように、サーフェスデータを1つの立体モデルデータにまとめる。

【0043】

以下、立体モデルデータの生成について説明する。図7は立体モデルデータの生成を説明するための図である。なお、ここでは説明を簡単にするため、ある断面における肝臓領域、門脈および腫瘍のサーフェスデータを合成する場合について説明する。肝臓領域、門脈および腫瘍のサーフェスデータを、同一断面において切断した場合、その断面の画像はそれぞれ断面画像G11、G12、G13に示すものとなる。なお、断面画像G12、G13においては、説明のための肝臓領域の輪郭を破線で示している。ここで、立体モデル作成装置においては、断面データにしたがって材料を繰り返し積層させることにより立体モデルを作成する。このため、同一断面において対応する構造物が積層されるように、肝臓領域、門脈および腫瘍のサーフェスデータを、対応する断面位置が一致するように合成する。合成されたサーフェスデータのある断面画像G11～G13と同一断面の画像は断面画像G14となる。データ生成部22は、このようにしてサーフェスデータを合成し、さらにサーフェスデータを上述したSTLフォーマットに変換して立体モデルデータを生

10

20

30

40

50

成する。

【 0 0 4 4 】

なお、腫瘍は肝臓内において、血管にも肝臓表面にも接触していない場合がある。この場合、立体モデルを作成すると、腫瘍は肝臓表面および血管とは別個のモデルとして作成されてしまう。このため、腫瘍が血管にも肝臓表面にも接触していない場合、図 8 に示すように仮想的な連結部 C 0 を立体モデルデータに追加する。

【 0 0 4 5 】

入力部 2 4 は、キーボードおよびマウス等の公知の入力装置からなる。

【 0 0 4 6 】

表示部 2 6 は、液晶、C R T 等の公知の表示装置からなる。

10

【 0 0 4 7 】

立体モデル作成装置 3 0 は、立体モデルデータを水平方向に輪切りにすることにより等高線データ（断面データ）を作成し、断面データにしたがって、硬化された材料を繰り返し積層させることにより、立体モデルを作成する。

【 0 0 4 8 】

次いで、本実施形態において行われる処理について説明する。図 9 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、3次元画像 V 0 は、画像取得部 1 0 により取得されて、記憶部 1 2 に記憶されているものとする。操作者が入力部 2 4 を操作することにより、肝臓領域抽出部 1 4 が3次元画像 V 0 から肝臓領域を抽出し（ステップ S T 1）、構造物抽出部 1 6 が3次元画像 V 0 から肝臓内の肝動脈、肝静脈、門脈および腫瘍を抽出する（構造物抽出、ステップ S T 2）。なお、ステップ S T 1、S T 2 は、ステップ S T 2 を先に行ってもよく、並列に行ってもよい。

20

【 0 0 4 9 】

そして、サーフェスデータ生成部 1 8 が、肝臓領域、肝臓内の肝動脈、肝静脈、門脈および腫瘍のサーフェスデータを生成する（ステップ S T 3）。さらに、パターン付与部 2 0 が、肝臓領域、肝臓内の肝動脈、肝静脈、門脈および腫瘍のサーフェスデータの少なくとも1つに凹凸パターンを付与し（ステップ S T 4）、データ生成部 2 2 が、凹凸パターンが付与された肝臓領域、肝臓内の肝動脈、肝静脈、門脈および腫瘍のサーフェスデータを合成して立体モデルデータを生成する（ステップ S T 5）。そして、立体モデル作成装置 3 0 が立体モデルデータに基づいて立体モデルを作成し（ステップ S T 6）、処理を終了する。

30

【 0 0 5 0 】

図 1 0 は作成された立体モデルを示す図である。なお、ここでは説明を容易に行うために、構造物として肝動脈は含まず、肝静脈、門脈および腫瘍のみを含む立体モデルが作成され、門脈にのみ凹凸パターンが付与されたものとする。図 1 0 に示すように立体モデル 4 0 は、肝臓表面 4 2、肝静脈 4 4、門脈 4 6 および腫瘍 4 8 を含み、門脈 4 6 の表面に凹凸パターンが付与されている。

【 0 0 5 1 】

このように、本実施形態によれば、肝臓領域の表面並びに血管および腫瘍の表面の少なくとも1つに凹凸パターンを付与し、凹凸パターンが付与された肝臓領域のサーフェスデータ並びに血管および腫瘍のサーフェスデータを合成して立体モデルデータを生成するようにしたため、立体モデルデータにより作成された立体モデルにおいては、表面の凹凸パターンにより、複数の構造物を区別できることとなる。とくに本実施形態においては、門脈および肝静脈に異なる凹凸パターンを付与しているため、肝動脈、肝静脈および門脈のように類似する形状を有する構造物を区別して認識できることとなる。このため、カラー立体モデル作成装置のように高価な装置を用いることなく、複数の構造物を区別可能な立体モデルを、簡易かつ安価に作成できる。

40

【 0 0 5 2 】

なお、上記実施形態においては、立体モデルデータ生成装置 1 において、肝臓領域および構造物を抽出して、これらのサーフェスデータを生成しているが、立体モデルデータ生

50

成装置 1 とは別個の外部装置において肝臓領域および構造物を抽出し、これらのサーフェスデータを生成し、立体モデルデータ生成装置 1 においては、外部装置からサーフェスデータのみを取得するようにして、立体モデルデータを生成するようにしてもよい。この場合、本実施形態による立体モデルデータ生成装置 1 においては、肝臓領域抽出部 1 4 および構造物抽出部 1 6 は不要となる。

【 0 0 5 3 】

また、上記実施形態においては、構造物抽出部 1 6 において、肝動脈、肝静脈、門脈および腫瘍を抽出しているが、これらに加えて下大静脈を抽出してもよい。また、肝静脈、門脈、肝動脈、肝臓に含まれる腫瘍および下大静脈の少なくとも 1 つを抽出するようにしてもよい。

10

【 0 0 5 4 】

また、上記実施形態においては、肝臓領域の立体モデルを作成しているが、胸部の 3 次元画像 V 0 を用いて、肺領域の立体モデルを作成してもよい。この場合、肺領域、肺静脈、肺動脈、気管支および肺結節の少なくとも 1 つを 3 次元画像 V 0 から抽出し、肺の表面のサーフェスデータ、肺静脈、肺動脈、気管支および肺結節の少なくとも 1 つのサーフェスデータを生成する。そして、肺の表面のサーフェスデータ、肺静脈、肺動脈、気管支および肺結節の少なくとも 1 つのサーフェスデータに、互いに異なる凹凸パターンを付与して立体モデルデータを生成すればよい。

【 0 0 5 5 】

なお、肺領域を抽出する手法としては、3 次元画像 V 0 から画素毎の信号値をヒストグラム化し、肺領域をしきい値処理することにより抽出する方法、肺領域を表すシード点に基づく領域拡張法等、任意の手法を用いることができる。肺静脈、肺動脈を抽出する手法としては、上述した肝臓内の肝動脈および肝静脈を抽出する手法を用いることができる。気管支を抽出する手法としては、領域拡張法により気管支領域内の画素の集合を抽出し、抽出された気管支領域に対して細線化処理を行い、得られた気管支を表す細線の連結関係に基づいて細線上の各画素を端点、エッジ（辺）および分岐点に分類することによって、気管支を表す木構造データを得る手法を用いることができる。肺結節を抽出する手法としては、上述した腫瘍を抽出する手法を用いることができる。

20

【 0 0 5 6 】

また、上記実施形態においては、人体の臓器の立体モデルを作成するための立体モデルデータを生成しているが、複数の部品からなる例えば自動車のエンジン等の機械の立体モデルを作成する場合にも本発明を適用できる。この場合、部品毎にサーフェスデータを生成し、複数の部品の少なくとも 1 つに互いに異なる凹凸パターンを付与して立体モデルデータを生成することにより、この立体モデルデータに基づいて立体モデルを作成した場合、異なる部品の表面にそれぞれ異なる凹凸パターンが付与された立体モデルを作成することができる。

30

【 符号の説明 】

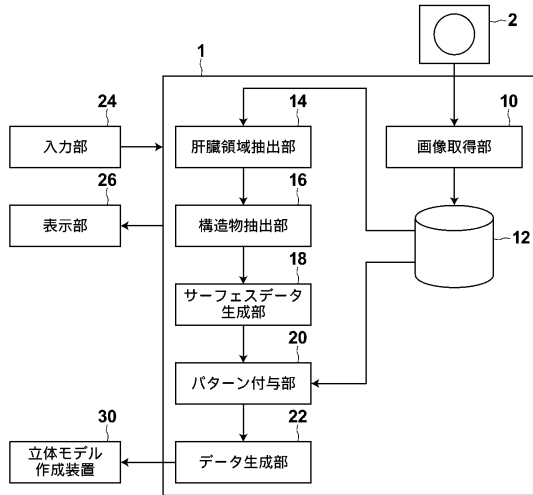
【 0 0 5 7 】

- 1 立体モデルデータ生成装置
- 2 モダリティ
- 1 0 画像取得部
- 1 2 記憶部
- 1 4 肝臓領域抽出部
- 1 6 構造物抽出部
- 1 8 サーフェスデータ生成部
- 2 0 パターン付与部
- 2 2 データ生成部
- 2 4 入力部
- 2 6 表示部
- 3 0 立体モデル作成装置

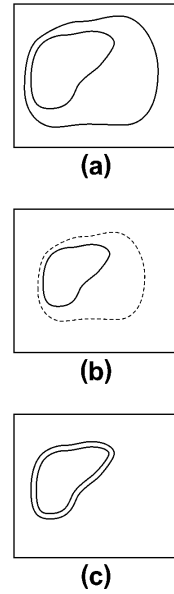
40

50

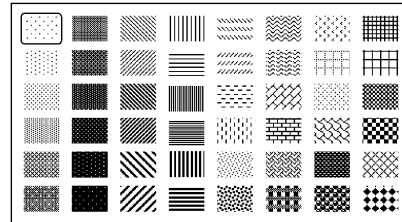
【図1】



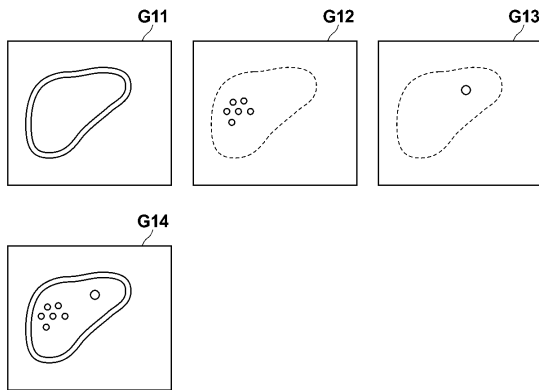
【図2】



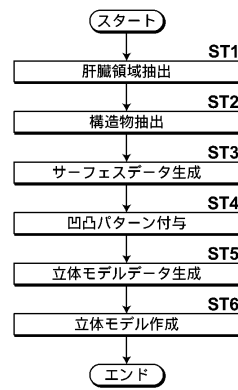
【図5】



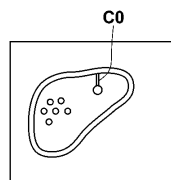
【図7】



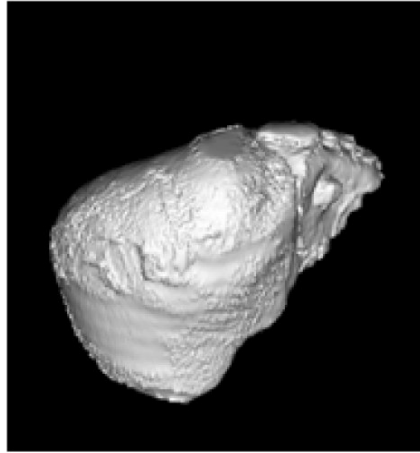
【図9】



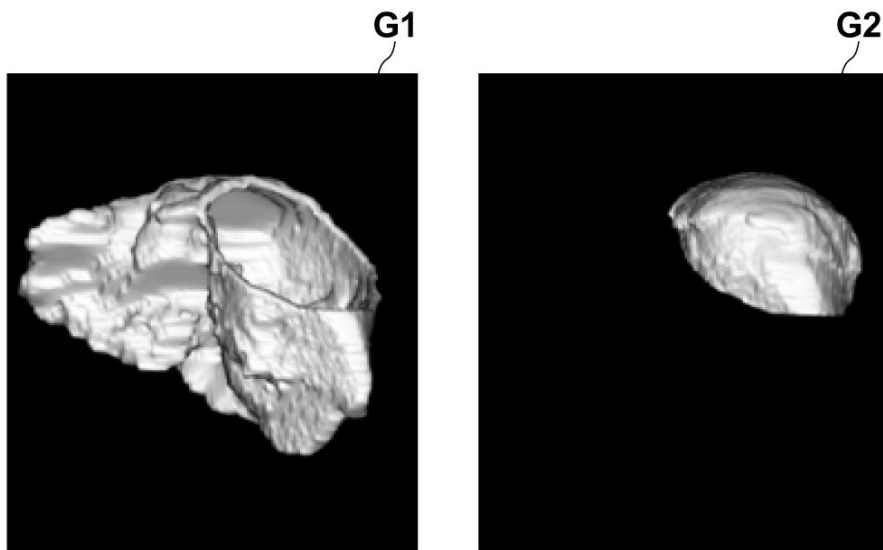
【図8】



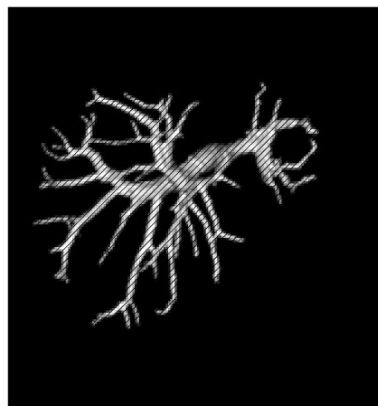
【 図 3 】



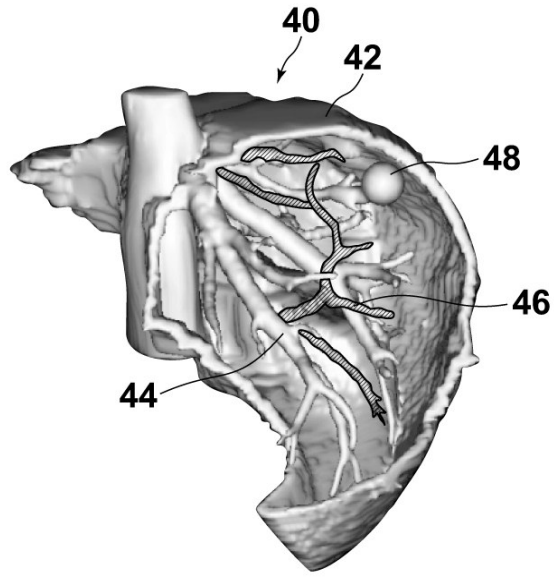
【 図 4 】



【 図 6 】



【図10】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2011-253009(JP,A)  
特開2002-040928(JP,A)  
米国特許出願公開第2008/0123927(US,A1)  
国際公開第2005/037529(WO,A1)  
木崎健太郎, "デジタル「シボ」で格好いい樹脂部品", 日経ものづくり, 日本, 日経BP社,  
2009年 9月 1日, 第660号, p.81-88

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06T 15/00 - 15/87  
A61B 5/00  
A61B 5/055  
A61B 6/03  
G09B 23/28

专利名称(译)	立体模型数据生成装置，方法和程序		
公开(公告)号	<a href="#">JP5814853B2</a>	公开(公告)日	2015-11-17
申请号	JP2012094380	申请日	2012-04-18
[标]申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
[标]发明人	榎本潤		
发明人	榎本 潤		
IPC分类号	G06T15/08 A61B5/055 A61B6/03 G09B23/28 A61B5/00		
CPC分类号	G06T15/04 G06T7/12 G06T17/00 G06T19/00 G06T2207/10081 G06T2207/10088 G06T2207/30056 G06T2207/30061 G06T2207/30064 G06T2207/30101 G06T2210/41 G09B23/288 G09B23/30		
FI分类号	G06T15/08 A61B5/05.380 A61B6/03.360.G G09B23/28 A61B5/00.Z A61B5/055.380		
F-TERM分类号	2C032/CA03 2C032/CA06 4C093/AA22 4C093/BA07 4C093/DA02 4C093/DA10 4C093/FF16 4C093/FF42 4C093/FH09 4C096/AC04 4C096/DC19 4C096/DC36 4C096/DE06 4C096/DE09 4C117/XB09 4C117/XD27 4C117/XE44 4C117/XE45 4C117/XF21 4C117/XF23 4C117/XH16 4C117/XK04 4C117/XK19 4C117/XK34 4C117/XL13 4C117/XR07 4C117/XR08 5B080/AA17 5B080/AA19 5B080/CA00 5B080/FA00 5B080/GA00		
代理人(译)	佐久间刚		
其他公开文献	JP2013222361A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

<p>摘要(译)</p> <p>要解决的问题是产生能够以低成本区分多个结构的三维模型。解决方案：肝脏区域提取单元14和结构提取单元16从三维图像V 0中提取诸如肝脏区域，肝动脉，肝静脉等的结构，并且表面数据生成部分18提取肝脏区域和结构表面数据。图案赋予部20对肝脏区域和结构体的表面中的至少一个赋予凹凸图案，数据生成部22合成肝脏区域的表面数据和给予凹凸图案的结构，生成模型数据。三维模型创建设备30基于三维模型数据创建肝脏的三维模型。点域1</p>	<p>(21) 出願番号 特願2012-94380 (P2012-94380)</p> <p>(22) 出願日 平成24年4月18日 (2012. 4. 18)</p> <p>(65) 公開番号 特開2013-222361 (P2013-222361A)</p> <p>(43) 公開日 平成25年10月28日 (2013. 10. 28)</p> <p>審査請求日 平成26年10月22日 (2014. 10. 22)</p>	<p>(73) 特許権者 306037311 富士フイルム株式会社 東京都港区西麻布2丁目2-6番30号</p> <p>(74) 代理人 100073184 弁理士 柳田 征史</p> <p>(74) 代理人 100090468 弁理士 佐久間 剛</p> <p>(72) 発明者 榎本 潤 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</p> <p>審査官 千葉 久博</p>
	最終頁に続く	