

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5142752号
(P5142752)

(45) 発行日 平成25年2月13日 (2013. 2. 13)

(24) 登録日 平成24年11月30日 (2012. 11. 30)

(51) Int. Cl.

F I

A 6 1 B 6/03 (2006. 01)

A 6 1 B 5/00 (2006. 01)

G 0 6 T 1/00 (2006. 01)

G 0 6 T 15/00 (2011. 01)

A 6 1 B 6/03 3 6 0 G

A 6 1 B 5/00 G

G 0 6 T 1/00 2 9 0 B

G 0 6 T 15/00 1 0 0

請求項の数 7 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2008-36462 (P2008-36462)	(73) 特許権者	000003078
(22) 出願日	平成20年2月18日 (2008. 2. 18)		株式会社東芝
(65) 公開番号	特開2009-189740 (P2009-189740A)		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(43) 公開日	平成21年8月27日 (2009. 8. 27)	(73) 特許権者	594164542
審査請求日	平成23年2月18日 (2011. 2. 18)		東芝メディカルシステムズ株式会社
			栃木県大田原市下石上1385番地
		(74) 代理人	100089118
			弁理士 酒井 宏明
		(72) 発明者	南部 恭二郎
			栃木県大田原市下石上1385番地 東芝
			メディカルシステムズ株式会社内
		審査官	井上 香緒梨
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置、画像診断装置、補間画像生成装置および補間画像生成方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画像診断装置により撮像された複数の断層画像および当該断層画像の間を補間する補間画像に基づいて三次元画像を生成する画像処理装置であって、

同一の構造体が撮像された互いに異なる断層画像のうち少なくとも二つの断層画像から当該構造体の断面領域を抽出する断面領域抽出手段と、

前記断面領域抽出手段により抽出された断面領域に係る情報に基づいて三次元空間の場を表す微分方程式の解を導出することによって、当該断面領域の間における前記構造体の配置状態を示す実数値の分布情報を生成する分布情報生成手段と、

前記分布情報生成手段により生成された分布情報に基づいて、前記断面領域の間を補完する断面領域を含んだ補間画像を生成する補間画像生成手段と、

を備えたことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

前記補間画像生成手段は、前記断面領域の間における位置に応じて閾値を設定し、前記分布情報における実数値が当該閾値以上であるか否かに基づいて、前記補間画像を生成することを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 3】

前記断面領域抽出手段により抽出された断面領域を拡張する断面領域拡張手段をさらに備え、

前記分布情報生成手段は、前記断面領域拡張手段により拡張された断面領域に係る情報

10

20

に基づいて前記微分方程式の解を導出することによって、前記分布情報を生成し、

前記補間画像生成手段によって前記補間画像が生成された後に、当該補間画像に含まれる断面領域を縮小する断面領域縮小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 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】

前記分布情報生成手段は、前記微分方程式として熱に関する微分方程式を用いることを特徴とする請求項 1、2 または 3 に記載の画像処理装置。

【請求項 5】

被検体の医用画像を撮像するとともに、撮像した複数の断層画像および当該断層画像の間を補間する補間画像に基づいて三次元画像を生成する画像診断装置であって、

10

同一の構造体が撮像された互いに異なる断層画像のうち少なくとも二つの断層画像から当該構造体の断面領域を抽出する断面領域抽出手段と、

前記断面領域抽出手段により抽出された断面領域に係る情報に基づいて三次元空間の場を表す微分方程式の解を導出することによって、当該断面領域の間における前記構造体の配置状態を示す実数値の分布情報を生成する分布情報生成手段と、

前記分布情報生成手段により生成された分布情報に基づいて、前記断面領域の間を補完する断面領域を含んだ補間画像を生成する補間画像生成手段と、

を備えたことを特徴とする画像診断装置。

【請求項 6】

画像診断装置により撮像された複数の断層画像から三次元画像を生成するための補間画像を生成する補間画像生成装置であって、

20

同一の構造体が撮像された互いに異なる断層画像のうち少なくとも二つの断層画像から当該構造体の断面領域を抽出する断面領域抽出手段と、

前記断面領域抽出手段により抽出された断面領域に係る情報に基づいて三次元空間の場を表す微分方程式の解を導出することによって、当該断面領域の間における前記構造体の配置状態を示す実数値の分布情報を生成する分布情報生成手段と、

前記分布情報生成手段により生成された分布情報に基づいて、前記断面領域の間を補完する断面領域を含んだ補間画像を生成する補間画像生成手段と、

を備えたことを特徴とする補間画像生成装置。

【請求項 7】

30

画像診断装置により撮像された複数の断層画像から三次元画像を生成するための補間画像を生成する補間画像生成方法であって、

同一の構造体が撮像された互いに異なる断層画像のうち少なくとも二つの断層画像から当該構造体の断面領域を抽出するステップと、

抽出された断面領域に係る情報に基づいて三次元空間の場を表す微分方程式の解を導出することによって、当該断面領域の間における前記構造体の配置状態を示す実数値の分布情報を生成するステップと、

生成された分布情報に基づいて、前記断面領域の間を補完する断面領域を含んだ補間画像を生成するステップと、

を含んだことを特徴とする補間画像生成方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、画像診断装置により撮像された複数の断層画像および当該断層画像の間を補間する補間画像に基づいて三次元画像を生成する画像処理装置、画像診断装置、補間画像生成装置および補間画像生成方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、X 線 C T (Computed Tomography) 装置や、M R I (Magnetic Resonance Imaging) 装置、P E T (Positron Emission Tomography)、S P E C T (Single Photon Emiss

50

ion Computed Tomography)、3D-US(Three-dimension ultrasonography)、DVT(Digital Volume Tomography)などの画像診断装置によって撮像された多数の断層画像に基づいて、被検体に含まれる三次元的構造体を抽出する画像処理がある(例えば、特許文献1参照。)。

【0003】

この画像処理は、三次元的構造体の形を描写したり(三次元レンダリング)、その形状のさまざまな特徴量を計測したりするための準備として行われる処理である。通常、この画像処理では、二次元画像である個々の断層画像において、適当な領域識別アルゴリズムを用いて所望の領域とそれ以外の領域とを分別することによって、所望の領域に属する画素をオン、他の画素をオフとした二値画像が生成される。これらの二値画像は、所望の三次元領域を表現するためのデータとなる。

10

【0004】

断層面に直交する方向に延長している構造体については、上記の方法で精巧に描出することができる。しかし、断層面に斜交する方向、あるいは、断層面にほぼ平行の方向に延長している構造体を描出する場合には、断層面の間隔が十分に(描出しようとする構造体の大きさよりも)小さくしなければならず、なるべく多数の断面画像を撮像する必要がある。さもないと、ある断層画像(二次元画像)で分別した所望の領域が、隣接する断層面で分別した領域のどの部分と連結しているかを自動的に決定することができず、三次元領域の連結性が失われてしまう。

【0005】

20

これに関連し、近年では、X線CT装置、MRI装置等の性能が向上し、最高性能を有する機種では、非常に多数の断層面を短時間で撮像できるようになっている。同時に、X線CT装置、MRI装置等では空間解像度も向上しており、一つの断層画像内で細かい構造体が見分けられるようになっている。

【0006】

X線CT装置では、断層面内での空間解像度は、断層面に直交する方向における空間解像度よりも高く、両方の空間解像度を同等にするためには、X線検出器の個数を数倍に増やす必要がある。しかし、個々のX線検出器が測定するX線光子の個数は検出器の個数に反比例して減少するため、検出器の個数を増やした場合には測定値に含まれるノイズが増大する。また、最高性能を有しない下位の機種では、最高性能の機種と比較した場合、断層面内での空間解像度にさほど違いはないが、断層面に直交する方向における空間解像度は遥かに劣る。これは、断層面内での空間解像度がX線検出器の個数よりもむしろX線源の焦点寸法によって制限されているためである。

30

【0007】

また、MRI装置では、三次元フーリエ法を用いた撮像を行うことによって、非常に多数の断面を撮像することが可能であるが、空間解像度を上げようとした場合には、撮像にかかる時間が延長する。

【0008】

そして、いずれの装置であっても、撮像によって得られるデータの量は膨大である。このデータの量は断層面の数に比例するため、最高性能の機種を使用できない場合のみならず、データの通信・保管・処理に必要な機材の容量や手間を考慮して、あまりに多数の断層画像は撮像しないという選択がとられる場合もある。

40

【0009】

その場合、前述したように、断層面に垂直な方向の空間解像度が十分でなくなる。その場合、単にレンダリング像(いわゆる3D-CG)を得るためであれば、観察者(人間)が像を目視し、想像によって連結性を解釈することによって、三次元領域の連結性を確保している。

【0010】

【特許文献1】特開平7-234927号公報

【発明の開示】

50

【発明が解決しようとする課題】**【0011】**

しかしながら、例えば、血管等の構造を領域として抽出し、その延長を自動的に追跡することによって、重要な構造とそうでないものを自動判別するような場合には、三次元領域の連結性が特に重要になる。一例をあげれば、三次元領域として細長い構造体を抽出し、この構造体を追跡しようとする場合がある。

【0012】

より具体的には、血管を細長い構造体として抽出し、その血管が空間内のどこを通過しているか、すなわち、一端がどの場所から出発し、他端がどの場所に至っているかを追跡することによって、その血管の名称、機能等を同定しようとする場合である。このような場合に三次元領域の連結性が失われていると、自動的な追跡を行うことができない。

10

【0013】

図25および図26は、従来技術における課題を説明するための図(1)および(2)である。ここで、図25(a)、(b)および(c)は、互いに隣接する三つの断層画像A、BおよびCにおいて抽出された二次元の断面領域(同図に示す黒塗りの領域1A、1B、1C、2A、2Bおよび2C)を模式的に示しており、図26は、これらの断面領域から構成された三次元領域を模式的に示している。ここで、断面領域1A、1Bおよび1Cは、それぞれ同一の細長い構造体1の断面を、断面領域2A、2Bおよび2Cは、それぞれ同一の細長い構造体2の断面を示している。

【0014】

20

このような場合、構造体1および2の三次元画像を生成しようすると、図26に示すように、構造体1の断面領域1A、1Bおよび1Cについては、三次元領域として同一の領域の三断面であることが容易に識別される。しかし、構造体2の断面領域2A、2Bおよび2Cについては、それぞれの位置が離れているため、孤立した三個の領域として識別されてしまう。

【0015】

この発明は、上述した従来技術による課題を解決するためになされたものであり、同一の構造体における連結性を失うことなく三次元画像を生成することが可能な画像処理装置、画像診断装置、補間画像生成装置および補間画像生成方法を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】**【0016】**

上述した課題を解決し、目的を達成するため、請求項1記載の本発明は、画像診断装置により撮像された複数の断層画像および当該断層画像の間を補間する補間画像に基づいて三次元画像を生成する画像処理装置であって、同一の構造体が撮像された互いに異なる断層画像のうち少なくとも二つの断層画像から当該構造体の断面領域を抽出する断面領域抽出手段と、前記断面領域抽出手段により抽出された断面領域に係る情報に基づいて三次元空間の場を表す微分方程式の解を導出することによって、当該断面領域の間における前記構造体の配置状態を示す実数値の分布情報を生成する分布情報生成手段と、前記分布情報生成手段により生成された分布情報に基づいて、前記断面領域の間を補完する断面領域を含んだ補間画像を生成する補間画像生成手段と、を備えたことを特徴とする。

40

【0017】

また、請求項5記載の本発明は、被検体の医用画像を撮像するとともに、撮像した複数の断層画像および当該断層画像の間を補間する補間画像に基づいて三次元画像を生成する画像診断装置であって、同一の構造体が撮像された互いに異なる断層画像のうち少なくとも二つの断層画像から当該構造体の断面領域を抽出する断面領域抽出手段と、前記断面領域抽出手段により抽出された断面領域に係る情報に基づいて三次元空間の場を表す微分方程式の解を導出することによって、当該断面領域の間における前記構造体の配置状態を示す実数値の分布情報を生成する分布情報生成手段と、前記分布情報生成手段により生成された分布情報に基づいて、前記断面領域の間を補完する断面領域を含んだ補間画像を生成

50

する補間画像生成手段と、を備えたことを特徴とする。

【 0 0 1 8 】

また、請求項 6 記載の本発明は、画像診断装置により撮像された複数の断層画像から三次元画像を生成するための補間画像を生成する補間画像生成装置であって、同一の構造体が撮像された互いに異なる断層画像のうち少なくとも二つの断層画像から当該構造体の断面領域を抽出する断面領域抽出手段と、前記断面領域抽出手段により抽出された断面領域に係る情報に基づいて三次元空間の場を表す微分方程式の解を導出することによって、当該断面領域の間における前記構造体の配置状態を示す実数値の分布情報を生成する分布情報生成手段と、前記分布情報生成手段により生成された分布情報に基づいて、前記断面領域の間を補完する断面領域を含んだ補間画像を生成する補間画像生成手段と、を備えたことを特徴とする。

10

【 0 0 1 9 】

また、請求項 7 記載の本発明は、画像診断装置により撮像された複数の断層画像から三次元画像を生成するための補間画像を生成する補間画像生成方法であって、同一の構造体が撮像された互いに異なる断層画像のうち少なくとも二つの断層画像から当該構造体の断面領域を抽出するステップと、抽出された断面領域に係る情報に基づいて三次元空間の場を表す微分方程式の解を導出することによって、当該断面領域の間における前記構造体の配置状態を示す実数値の分布情報を生成するステップと、生成された分布情報に基づいて、前記断面領域の間を補完する断面領域を含んだ補間画像を生成するステップと、を含んだことを特徴とする。

20

【発明の効果】

【 0 0 2 0 】

請求項 1 または 2 記載の本発明によれば、同一の構造体における連結性を失うことなく三次元画像を生成することができるという効果を奏する。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 2 1 】

以下に添付図面を参照して、この発明に係る画像処理装置、画像診断装置、補間画像生成装置および補間画像生成方法の好適な実施例を詳細に説明する。なお、本実施例では、X 線 CT 装置に本発明を適用した場合について説明し、X 線 CT 装置によって撮像された被検体の部位を、三次元画像生成の対象となる構造体とした場合について説明する。

30

【実施例】

【 0 0 2 2 】

まず、本実施例に係る X 線 CT 装置の構成について説明する。図 1 は、本実施例に係る X 線 CT 装置の全体構成を示すブロック図である。同図に示すように、この X 線 CT 装置は、高電圧発生装置 10、高電圧制御装置 20、X 線管 30、X 線検出器 40、回転架台部 50、データ収集装置 60、架台駆動装置 70、寝台装置 80、寝台駆動装置 90 およびコンソール 100 を備える。

【 0 0 2 3 】

高電圧発生装置 10 は、X 線管 30 に高電圧を供給する装置であり、高電圧制御装置 20 は、高電圧発生装置 10 を制御する装置である。X 線管 30 は、高電圧発生装置 10 から供給される高電圧により X 線を発生する真空管であり、X 線検出器 40 は、被検体 P を透過した X 線を検出する検出器である。

40

【 0 0 2 4 】

回転架台部 50 は、高速かつ連続的に回転する円環状のフレームであり、X 線管 30 と X 線検出器 40 とを被検体 P を挟んで対向するように支持している。データ収集装置 60 は、X 線検出器 40 により検出された X 線を用いて投影データを生成し、生成した投影データをコンソール 100 に供給する装置である。

【 0 0 2 5 】

架台駆動装置 70 は、回転架台部 50 を回転駆動させることによって、被検体 P を中心とした円軌道上で X 線管 30 および X 線検出器 40 を旋回させる駆動装置である。寝台装

50

置 80 は、被検体 P を載せる装置であり、天板 81 を有する。寝台駆動装置 90 は、寝台装置 80 の高さを調整したり、回転架台部 50 内にある撮像空間へ天板 81 を移動したりする駆動装置である。

【0026】

コンソール 100 は、操作者から各種の操作を受け付け、高電圧制御装置 20、架台駆動装置 70 および寝台駆動装置 90 を制御する装置である。具体的には、このコンソール 100 は、主制御装置 110、架台制御装置 120、寝台制御装置 130、前処理装置 140、画像再構成装置 150、画像データ記憶装置 160、画像表示装置 170 および三次元画像生成装置 180 を有する。

【0027】

主制御装置 110 は、操作者から指示された撮像条件に基づいて、高電圧制御装置 20、架台駆動装置 70 および寝台駆動装置 90などを制御することによって、被検体 P の心臓に X 線を曝射し、投影データを収集する装置である。架台制御装置 120 は、主制御装置 110 による制御のもと、架台駆動装置 70 を駆動する装置であり、寝台制御装置 130 は、主制御装置 110 による制御のもと、寝台駆動装置 90 を駆動する装置である。

【0028】

前処理装置 140 は、データ収集装置 60 によって生成された投影データに対して感度補正などの前処理を行う装置であり、画像再構成装置 150 は、前処理装置 140 によって前処理が行われた投影データから画像を再構成する装置である。画像データ記憶装置 160 は、画像再構成装置 150 によって再構成された画像を記憶する記憶装置である。画像表示装置 170 は、主制御装置 110 による制御のもと、画像データ記憶装置 160 に記憶された画像や、後述する三次元画像生成装置 180 によって生成された三次元画像などを表示する装置である。

【0029】

三次元画像生成装置 180 は、画像データ記憶装置 160 により記憶された断層画像、および、当該断層画像の間を補間する補間画像に基づいて、三次元画像を生成する装置である。本実施例では、この三次元画像生成装置 180 の構成に特徴があり、以下で説明する特徴によって、同一の部位における連結性を失うことなく三次元画像を生成することを可能にしている。

【0030】

具体的には、本実施例では、三次元画像生成装置 180 が、同一の部位が撮像された互いに異なる断層画像のうち少なくとも二つの断層画像から当該部位の断面領域を抽出し、抽出した断面領域に係る情報に基づいて三次元空間の場を表す微分方程式の解を導出することによって、当該断面領域の間における部位の配置状態を示す温度分布画像を生成し、生成した温度分布画像に基づいて、断層画像に含まれる断面領域の間を補完する断面領域を含んだ補間画像を生成するようにしている。以下、かかる三次元画像生成装置 180 の構成および処理手順について詳細に説明する。

【0031】

図 2 は、本実施例に係る三次元画像生成装置 180 の機能構成を示すブロック図である。同図に示すように、この三次元画像生成装置 180 は、断面領域抽出部 181 と、断面領域拡張部 182 と、温度分布画像生成部 183 と、補間画像生成部 184 と、断面領域縮小部 185 と、三次元画像生成部 186 とを有する。

【0032】

断面領域抽出部 181 は、同一の部位が撮像された互いに異なる断層画像のうち少なくとも二つの断層画像から当該部位の断面領域を抽出する処理部である。具体的には、この断面領域抽出部 181 は、操作者から指定された少なくとも二つの断層画像を画像データ記憶装置 160 から読み出し、読み出した断層画像を二値化することによって、当該断層画像に含まれている部位の断面領域を抽出する。

【0033】

例えば、断面領域抽出部 181 は、断層画像に含まれる個々の画素について、画素値が

10

20

30

40

50

所定の閾値を越えていた場合には当該画素を白色にし、閾値を超えていなかった場合には当該画素を黒色にすることによって、当該断面画像を二値化する。

【 0 0 3 4 】

図 3 は、断面領域抽出部 1 8 1 による断面領域の抽出を説明するための図である。同図 (a) および (b) は、X 線 C T 装置によって撮像された隣接する二つの断面画像を示している。同図において、黒塗りの部分が二値化によって抽出された断面領域であり、(a) は断面領域 A の二値化画像であり、(b) は断面領域 B の二値化画像である。以下では、それぞれの断面領域 A および B に含まれる画素の集合を集合 A および B と表す。

【 0 0 3 5 】

断面領域拡張部 1 8 2 は、断面領域抽出部 1 8 1 により抽出された断面領域を拡張する処理部である。具体的には、この断面領域拡張部 1 8 2 は、断面領域抽出部 1 8 1 によって抽出された断面領域に対して、所定の拡張処理 (d i l a t i o n 処理) を施すことによって、当該断面領域を拡張する。

10

【 0 0 3 6 】

ここで、所定の拡張処理とは、集合 A に属する全ての画素 p について、以下に示す規則で定義される新たな集合 A ' を生成する処理である。この拡張処理によって、集合 A が占める断面領域が拡張される。

【 0 0 3 7 】

(1) p から半径 r 以内に、集合 A に属する画素が一つでも存在するならば、画素 i は集合 A ' に属する。

20

(2) p から半径 r 以内に、集合 A に属する画素がなければ、画素 i は集合 A ' に属さない。

【 0 0 3 8 】

図 4 および図 5 は、断面領域拡張部 1 8 2 による拡張処理を説明するための図 (1) および (2) である。ここで、図 4 (a) ~ (c) は、断面領域 A および B が拡張処理によって拡張される過程を示しており、図 5 (a) および (b) は、図 4 に示した拡張処理により得られる断面領域 A ' および B ' を示している。

【 0 0 3 9 】

図 4 に示すように、断面領域 A および B に対して拡張処理を行った場合、拡張された後の断面領域 A ' および B ' は、もとの断面領域 (同図 (a) に示す黒塗りの領域) に外接する半径 r の円 (同図 (b) に示す各円) の中心を結んだ図形 (同図 (c) に示す太線で囲まれた図形) と等しい。この結果、図 5 に示すように、拡張された断面領域 A ' および B ' (同図 (a) および (b) 参照) がそれぞれ得られる。

30

【 0 0 4 0 】

なお、上記の拡張処理における半径 r は、断面領域 A と断面領域 B とが空間的にどのくらい離れているか (間隔はいくらか) によって決めるのが適当である。すなわち、半径 r は、断面領域 A と断面領域 B との間隔を d z 、画素の一边の長さを d x とした場合に、例えば以下に示す式で表される。

$$r = d z / (2 \times d x)$$

【 0 0 4 1 】

40

温度分布画像生成部 1 8 3 は、断面領域拡張部 1 8 2 により拡張された断面領域に係る情報に基づいて三次元空間の場を表す微分方程式の解を導出することによって、当該断面領域の間における前記部位の配置状態を示す実数値の分布情報を生成する処理部である。なお、本実施例では、三次元空間の場を表す微分方程式として、熱に関する微分方程式を用いることとし、実数値の分布情報として温度分布画像を生成する場合について説明する。

【 0 0 4 2 】

具体的には、温度分布画像生成部 1 8 3 は、まず、断面領域拡張部 1 8 2 によって拡張された断面領域 A ' および B ' を重ね合わせた上で、それぞれの断面領域に含まれる画素 p を以下の四つの集合のうちいずれかに分類する。

50

- ($A' \cap B'$) : A' において領域内にあり、かつ、 B' において領域内にある。
 ($A' \cap B'^c$) : A' において領域内にあり、かつ、 B' において領域外にある。
 ($A'^c \cap B'$) : A' において領域外にあり、かつ、 B' において領域内にある。
 ($A'^c \cap B'^c$) : A' において領域外にあり、かつ、 B' において領域外にある。

【0043】

図6は、温度分布画像生成部183による画素の分類を説明するための図である。同図に示すように、温度分布画像生成部183は、断面領域 A' および B' を重ね合わせた上で、画素 p を上記の条件に基づいて四つの領域に分類する。なお、ここでは、例えば、 A' の補集合を A'^c と表し、 A' と B'^c との共通部分を($A' \cap B'^c$)と表している。

10

【0044】

続いて、温度分布画像生成部183は、分類した領域に係る情報に基づいて、熱に関する微分方程式 $\Delta T = 0$ の近似解を導出する。このとき、温度分布画像生成部183は、微分方程式を導出するための境界条件として、($A'^c \cap B'^c$)の部分は常に 0°C であり、($A' \cap B'$)の部分は常に 100°C であるとする。なお、ここで、 T は温度分布を表す p の関数であり、 Δ は空間的二階微分演算子(Laplacian)である。

【0045】

具体的な計算方法としては、温度分布画像生成部183は、以下に示すように、画素値として実数値を有する画像を用いて、微分方程式の計算を行う。

【0046】

20

図7は、温度分布画像生成部183による微分方程式の計算を説明するための図である。まず、温度分布画像生成部183は、画素 p の画素値 $T(p)$ が温度を表すとみなし、($A'^c \cap B'^c$)に含まれる全ての画素 p について、その温度を 0°C と設定する($T(p) = 0$; 図7に示す塗りなしの部分)。また、温度分布画像生成部183は、($A' \cap B'$)に含まれる全ての画素 p について、その温度を 100°C と設定する($T(p) = 100$; 同図に示す黒塗りの部分)。これらは境界条件であり、以後、変化はしない。

【0047】

さらに、温度分布画像生成部183は、($A' \cap B'^c$)もしくは($A'^c \cap B'$)に含まれる全ての画素 p については、その温度を任意の初期値、例えば、 50°C に設定する($T(p) = 50$)。

30

【0048】

続いて、温度分布画像生成部183は、($A' \cap B'^c$)もしくは($A'^c \cap B'$)に含まれる全ての画素 p について、その温度を、画素 p に上下左右で隣接する四つの画素の温度の平均値で置き換える(同図(b)参照)。この置き換え処理を十分な回数だけ繰り返すことによって、温度分布画像生成部183は、($A' \cap B'^c$)および($A'^c \cap B'$)の部分について、微分方程式の近似解を得ることができる。

【0049】

ここで、前述した熱に関する微分方程式 $\Delta T = 0$ について補足すると、この微分方程式は、以下の式(1)によって表される温度分布 T と時刻 t に関する二次元の熱方程式(あるいは拡散方程式)において、左辺を0としたものである。

40

【数1】

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \Delta T \quad \dots\dots\dots (1)$$

【0050】

すなわち、この微分方程式は、温度変化がなくなった定常状態を表しており、上記で説明した手順で微分方程式の計算を行うことによって、定常状態となった温度分布 T の分布を示す温度分布画像が得られる。

【0051】

図8は、温度分布画像生成部183により生成される温度分布画像を示す図である。同図においては、計算によって得られた温度分布 T を等高線で示しており、中央の黒塗りで

50

示した部分は全て $T = 100$ 、塗りなしで示した部分は全て $T = 0$ である。

【0052】

補間画像生成部 184 は、温度分布画像生成部 183 により生成された分布情報に基づいて、断面領域の間を補完する断面領域を含んだ補間画像を生成する処理部である。具体的には、この補間画像生成部 184 は、断面領域の間における位置に応じて温度の閾値を設定し、温度分布画像生成部 183 によって生成された温度分布画像における温度が当該閾値以上であるか否かに基づいて、補間画像を生成する。

【0053】

図 9 は、補間画像生成部 184 による補間画像の生成を説明するための図である。同図に示すように、補間画像生成部 184 は、断面領域 A の平面と断面領域 B の平面との間を $z : (1 - z)$ に内分する位置にある平面での断面領域（画素の集合） $M(z)$ を生成する。

10

【0054】

このため、補間画像生成部 184 は、まず、 z の値に応じて二つの閾値 $H_A(z)$ および $H_B(z)$ を算出する。ここで、閾値 $H_A(z)$ は、 $A' \cap B'^c$ に含まれる画素用に用いられる閾値であり、閾値 $H_B(z)$ は、 $A'^c \cap B'$ に含まれる画素用に用いられる閾値である。

【0055】

図 10 および図 11 は、補間画像生成部 184 による閾値の算出を説明するための図（1）および（2）である。例えば、図 10 に示すように、補間画像生成部 184 は、以下に示す式で、閾値 $H_A(z)$ および $H_B(z)$ を算出する。

20

$$H_A(z) = 100 \times z$$

$$H_B(z) = 100 \times (z - 1)$$

【0056】

この他の計算方法としては、例えば、図 11 に示すように、単調な曲線で与えられる関数を用いて、それぞれの閾値を算出するようにしてもよい。いずれにせよ、補間画像生成部 184 は、以下の規則に従って、全ての画素 p を振り分けることによって、画素の集合 $M(z)$ を作り、この集合 $M(z)$ で表される画像を補間画像とする。

【0057】

（1）画素 p が $(A' \cap B'^c)$ に含まれる場合、画素 p の温度 $T(p)$ が $H_A(z)$ 以上であれば、画素 p は $M(z)$ に含まれ、さもなければ、含まれないとする。

30

（2）画素 p が $(A'^c \cap B')$ に含まれる場合、画素 p の温度 $T(p)$ が $H_B(z)$ 以上であれば、画素 p は $M(z)$ に含まれ、さもなければ、含まれないとする。

（3）画素 p が $(A' \cap B')$ に含まれる場合、画素 p は $M(z)$ に含まれるとする。

（4）画素 p が $(A'^c \cap B'^c)$ に含まれる場合、画素 p は $M(z)$ に含まれないとする。

【0058】

図 12 は、補間画像生成部 184 により生成される補間画像を示す図である。同図は、閾値を $H_A(z) = 100 \times z$ 、 $H_B(z) = 100 \times (z - 1)$ とした場合の、 $z = 0.25, 0.5, 0.75$ における画素の集合 $M(z)$ を示している。同図において、半影の領域が集合 $M(z)$ を示しており、破線は、集合 A' および集合 B' の領域それぞれの輪郭を示している。同図に示すように、例えば、 $z = 0.25$ とした場合には、 $A' \cap B'^c$ に含まれる画素に適用される閾値は、 $H_A(0.25) = 25^\circ\text{C}$ となり、 $A'^c \cap B'$ に含まれる画素に適用される閾値は、 $H_B(0.25) = 75^\circ\text{C}$ となる。

40

【0059】

このように、補間画像生成部 184 が、断面領域の間における位置に応じて閾値を設定し、温度分布画像における温度が当該閾値以上であるか否かに基づいて、補間画像を生成するので、閾値を調整することによって補間画像上の断面領域の形状を調整することがで

50

き、後に三次元画像が生成される際の部位の三次元的形状を任意に調整することが可能になる。

【0060】

断面領域縮小部185は、補間画像生成部184により生成された補間画像に含まれる断面領域を縮小する処理部である。具体的には、この断面領域縮小部185は、補間画像生成部184によって生成された補間画像に含まれる断面領域に対して、所定の縮小処理(erosion処理)を施すことによって、当該断面領域を縮小する。

【0061】

ここで、所定の縮小処理とは、集合 $M(z)$ Aに属する全ての画素 p について、以下に示す規則で定義される新たな集合 M' を生成する処理である。なお、ここで用いられる半径 r は、断面領域拡張部182による拡張処理において用いられた値とほぼ同じ値であるとする。この縮小処理によって、集合 M が占める断面領域が縮小される。

【0062】

- (1) p から半径 r 以内にある全ての画素が $M(z)$ に属するならば、画素 p は $M'(z)$ に属する。
- (2) p から半径 r 以内に $M(z)$ に属さない画素が一つでもあれば、画素 p は $M'(z)$ に属さない。

【0063】

図13、図14および図15は、断面領域縮小部185による縮小処理を説明するための図(1)、(2)および(3)である。ここで、図13は、 $z = 0.25$ とした場合の断面画像 M が縮小処理によって縮小される過程を示しており、図14は、 $z = 0.5$ とした場合の断面画像 M が縮小処理によって縮小される過程を示しており、図15は、 $z = 0.75$ とした場合の断面画像 M が縮小処理によって縮小される過程を示している。

【0064】

図13、図14および図15に示すように、断面領域 M に対して縮小処理を行った場合、縮小処理によって縮小された後の断面領域 M' の輪郭は、もとの断面領域(各図(a)半影の領域)の境界線上に中心を有する半径 r の円(各図(b)に示す各円)に外接する図形(各図(c)に示す黒塗りの図形)と等しい。この結果、各図(c)に示すように、縮小された断面領域 M' が得られる。

【0065】

三次元画像生成部186は、断面領域抽出部181により抽出された断面領域および断面領域縮小部185により縮小された断面領域に基づいて、部位の三次元画像を生成する処理部である。具体的には、この三次元画像生成部186は、公知の画像補間方法を用いて、断面領域抽出部181によって抽出された断面領域と、断面領域縮小部185によって縮小された断面領域とから、部位の三次元画像を生成する。

【0066】

図16および図17は、三次元画像生成部186による三次元画像の生成を説明するための図(1)および(2)である。ここで、図16は、断面領域抽出部181によって抽出された断面領域AおよびB(同図(a)および(e)参照)と、断面領域縮小部185によって縮小された断面領域 $M'(0.25)$ 、 $M'(0.5)$ および $M'(0.75)$ (同図(b)、(c)および(d)参照)を示しており、図17は、図16に示した各断面領域から生成される部位の三次元画像を示している。

【0067】

図16および図17図に示すように、断面領域抽出部181によって抽出された断面領域と、断面領域縮小部185によって縮小された断面領域とを用いて三次元画像を生成すれば、断面領域の三次元的形状を明瞭に表現することができる。

【0068】

なお、これまでに説明した手順から明らかなように、ひとたび温度分布画像(図8参照)を作成すれば、その温度分布画像から、任意の位置 z ($0 < z < 1$)における中間の断面領域をいくつでも生成することができる。

【 0 0 6 9 】

例えば、中間に四つの断面領域を作りたいければ、 $z = 0.2, 0.4, 0.6, 0.8$ として、 $M(0.2)$ 、 $M(0.4)$ 、 $M(0.6)$ および $M(0.8)$ を生成すればよい。また、温度分布画像を保存しておけば、中間の断面像の枚数を必要に応じて後から増やすことも容易に可能である。

【 0 0 7 0 】

次に、本実施例に係る三次元画像生成装置 180 の処理手順について説明する。図 18 は、本実施例に係る三次元画像生成装置 180 の処理手順を示すフローチャートである。同図に示すように、この三次元画像生成装置 180 では、まず、断面領域抽出部 181 が、操作者から指定された断層画像を二値化して断面領域を抽出する（ステップ S 101）

10

【 0 0 7 1 】

続いて、断面領域拡張部 182 が、断面領域抽出部 181 によって二値化された断層画像に含まれる部位の断面領域を拡張する（ステップ S 102）。その後、温度分布画像生成部 183 が、熱に関する微分方程式（熱方程式）の境界条件を設定した後に（ステップ S 103）、微分方程式（熱方程式）の近似解を算出し（ステップ S 104）、温度分布画像を生成する（ステップ S 105）。

【 0 0 7 2 】

続いて、補間画像生成部 184 が、断面領域の間における位置に応じて温度の閾値を算出し（ステップ S 106）、温度分布画像生成部 183 によって生成された温度分布画像および算出した閾値に基づいて補間画像を生成する（ステップ S 107）。その後、断面領域縮小部 185 が、補間画像生成部 184 によって生成された補間画像に含まれる部位の断面領域を縮小する（ステップ S 108）。

20

【 0 0 7 3 】

そして、所定数の補間画像を生成するまで、補間画像生成部 184 が閾値算出および補間画像生成を行い、さらに、断面領域縮小部 185 が断面領域の縮小を行い、所定数（ z ）の補間画像を生成した場合には（ステップ S 109, Yes）、三次元画像生成部 186 が、断面領域抽出部 181 によって抽出された断層画像の断面領域、および、補間画像生成部 184 によって生成された補間画像の断面領域から三次元画像を生成する（ステップ S 110）。

30

【 0 0 7 4 】

上述してきたように、本実施例では、断面領域抽出部 181 が、同一の部位が撮像された互いに異なる断層画像のうち少なくとも二つの断層画像から当該部位の断面領域を抽出する。また、温度分布画像生成部 183 が、抽出された断面領域に係る情報に基づいて熱に関する微分方程式の解を導出することによって、当該断面領域の間における部位の配置状態を示す温度分布画像を生成する。そして、補間画像生成部 184 が、生成された温度分布画像に基づいて、断層画像に含まれる断面領域の間を補完する断面領域を含んだ補間画像を生成する。これにより、同一の部位における連結性を失うことなく三次元画像を生成することが可能になる。

【 0 0 7 5 】

40

また、本実施例では、断面領域拡張部 182 が、断面領域抽出部 181 により抽出された断面領域を拡張する。また、温度分布画像生成部 183 が、断面領域拡張部 182 により拡張された断面領域に係る情報に基づいて微分方程式の解を導出することによって温度分布画像を生成する。そして、断面領域縮小部 185 が、補間画像生成部 184 によって補間画像が生成された後に、当該補間画像に含まれる断面領域を縮小する。これにより、たとえば、図 26 に示した構造体 2 のように、断層面に対して斜めに交差しているため、基準となる二つの断層画像における断面領域の位置が離れてしまうような部位についても、図 6 に示したように断面領域を重ねることができ、連結性を失うことなく三次元画像を生成することが可能になる。

【 0 0 7 6 】

50

以上、本発明の実施例について説明したが、本発明は上述した実施例以外にも、種々の異なる実施例によって実施されてもよいものである。

【0077】

例えば、図7に示した温度分布画像生成部183による熱方程式の計算において、以下の(1)および(2)のように計算を高速化することもできる。

【0078】

(1) 熱方程式を解く計算には反復が必要だが、必ずしも、温度分布の完全な解を計算する必要はない。そこで、反復一回による画素値の変化が所定の温度(例えば5°Cなど)以下になった場合に反復を打ち切ることによって、反復回数を制御してもよい。あるいは、あらかじめ反復回数を決めておくようにしてもよい。

10

【0079】

(2) 熱方程式を解く計算の適切な反復回数は、領域(A' ∩ B' ^C)および(A' ^C ∩ B')の大きさ(領域が内包する最大の円の直径)によって決まる。これは、0°C、100°Cの熱源からの熱流が領域内に行き渡るまでに要する時間に相当する。したがって、領域(A' ∩ B' ^C)および(A' ^C ∩ B')に含まれる全ての画素について計算を反復して行う代わりに、以下のように、画素を粗視化して計算を実施するようにしてもよい。

【0080】

図19は、画素を粗視化して微分方程式を計算する場合を説明するための図である。同図に示すように、この場合には、温度分布画像生成部183は、隣り合うn×n個の画素のブロック(例えば、n=4とする)を「粗視化した一画素」と考えて、粗視化した画素値の変化が小さくなるまで計算を繰り返し実施する(同図(1)~(2)参照)。

20

【0081】

続いて、温度分布画像生成部183は、nを小さくした粗視化(例えば、n=2とする)を行い、前の計算結果をブロック内の各画素に代入する。そして、温度分布画像生成部183は、粗視化した画素値の変化が小さくなるまで計算を繰り返し実行する(同図(3)~(5)参照)。

【0082】

温度分布画像生成部183は、上記の手順を、nを逐次小さくしながら繰り返す。そして、最後は粗視化せずに(すなわちn=1とする)、本来の画素について、前の計算結果を各画素に代入し、画素値の変化が小さくなるまで計算を繰り返す(同図(6)~(7)参照)。

30

【0083】

この粗視化を使った方法によれば、必要な繰り返し回数を大幅に削減することができる。特に、領域(A' ∩ B' ^C)および(A' ^C ∩ B')の大きさが大きい場合に有効である。

【0084】

また、例えば、断面領域拡張部182による拡張処理、および、断面領域縮小部185による縮小処理において用いられる円(円盤)は、二次元ユークリッド距離によって定義される円、すなわち、中心の座標を(x_c, y_c)、半径をrとして、以下の式を満たす点(x, y)の集合、要するに普通の円である。

40

$$(x - x_c)^2 + (y - y_c)^2 = r^2$$

【0085】

しかし、デジタル画像処理で多くの場合に用いられる拡張処理(dilation処理)および縮小処理(erosion処理)の実装方法は、より簡単に計算できる距離(ユークリッド距離ではない距離)によって定義される円を使用している。

【0086】

例えば、

(a) 中心の座標を(x_c, y_c)、半径をrとして、

$$|x - x_c| + |y - y_c| \leq r$$

50

を満たす点 (x, y) の集合や、あるいは、

(b) 中心の座標を (x_c, y_c) 、半径を r として、

$$\min(|x - x_c|, |y - y_c|) \leq r$$

を満たす点 (x, y) の集合（ここで、 $\min(a, b)$ は、 a, b のうち小さいほうを返す関数である。）

(c) 中心の座標を (x_c, y_c) 、半径を r として、

$$\min(|x - x_c|, |y - y_c|, (|x - x_c| + |y - y_c|) / \sqrt{2}) \leq r$$

を満たす点 (x, y) の集合（ここで、 $\min(a, b, c)$ は、 a, b, c のうち最も小さいものを返す関数である。）などである。特に、(a) は「マンハッタン距離」によって定義される円である。これらの集合は、本発明において上記実施例でユークリッド距離によって定義される縁の代わりに用いることができる。

10

【0087】

ここで、デジタル処理に向けた「円」および Mathematical morphism について説明しておく。図 20 および図 21 は、デジタル処理に向けた円および Mathematical morphism を説明するための図 (1) および (2) である。

【0088】

デジタル画像上では、図 20 (a) に示すような普通の円の領域を塗りつぶすのは手間がかかる。一方、同図 (b)、(c) および (d) にそれぞれ示すような円の領域を塗り

20

【0089】

具体的には、図 20 (b) に示す円は、図 21 (a) ~ (d) に示すように、中心点だけを塗った画像から始めて、「すでに塗ってある画素に上下左右の四方向のうち、いずれかの方向で隣接している全ての画素を塗る」という操作を r 回繰り返すことによって、容易に得ることができる。

【0090】

また、図 20 (c) に示す円は、中心点だけを塗った画像から始めて、「すでに塗ってある画素に上下左右あるいは斜めの八方向のうち、いずれかの方向で隣接している全ての画素を塗る」という操作を r 回繰り返すことによって、容易に得ることができる。

30

【0091】

そして、図 20 (d) に示す円は、(a) および (b) の操作を交互に繰り返すことによって、容易に得ることができる。このように、同図 (a)、(b) および (c) に示すような円は、デジタル処理に適している。

【0092】

その上、これらの円を用いた dilation (拡張処理) および erosion (縮小処理) の演算については、実際に円を作図することなく高速で計算するアルゴリズムが知られている。このため、ユークリッド距離で定義される円を用いた拡張処理および縮小処理が実装されることは稀である。なお、dilation および erosion は、Mathematical morphism と総称される演算であり、画素からなるデジ

40

【0093】

以上、本実施例の変形例について説明したが、最後に、本実施例に係る X 線 CT 装置の利用例について説明する。図 22 および図 23 は、本実施例に係る X 線 CT 装置の利用例を説明するための図 (1) および (2) である。

【0094】

ここで、図 22 (a) および (b) は、それぞれ、人の肺を X 線 CT 装置で撮像して得られた CT 画像を二値化した二値化画像 (部分的に拡大したもの) である (左が画像 A、右が画像 B)。同図において、白く見える部分は血管、気管支、胸壁などであり、黒く見える部分は肺野である。

50

【0095】

一方、図23(a)~(e)は、本実施例に係るX線CT装置を用いて生成された、画像A、画像B、および、それらの中間に相当する二値化画像M'(0.25)、M'(0.5)およびM'(0.75)をそれぞれ示している。同図に示すように、本実施例に係るX線CT装置を用いた場合、画像Aと画像Bとの中間の形状が無理なく描出されており、画像Aと画像Bとを直接対比した場合(図22(a)および(b)を参照)に比べて、それぞれの部位の繋がりが遥かに分かりやすくなっている。

【0096】

また、本実施例では、三次元空間の場を表す微分方程式として、熱方程式を用いた場合について説明したが、本発明はこれに限られるわけではなく、図8に示したような、例えば、電場や重力場を表す微分方程式など、滑らかかつ整合的な等高線を簡単な演算で作りに出せる式であれば、どのような微分方程式を用いてもよい。

【0097】

図24は、電場を表す微分方程式を用いた場合を説明するための図である。同図は、コンデンサの中の電場を示している。この場合、温度分布画像生成部183に相当する処理部が、画素の画素値が電位を表すとみなし、電場を表す微分方程式の近似解を導出することによって電界分布に関する分布情報を生成する。そして、補間画像生成部184に相当する処理部が、画像Aの断面領域の画素値をプラス電位、画像Bの断面領域の画素値をマイナス電位とするとともに、当該分布情報に基づいて、画像Aと画像Bとの間に補間画像を生成する。

【0098】

また、本実施例では、X線CT装置に本発明を適用した場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば、MRI装置や、PET、SPECT、3D-US、DVTにも同様に適用することができる。

【0099】

また、本実施例において図示した各装置の各構成要素は機能概念的なものであり、必ずしも物理的に図示のように構成されていることを要しない。すなわち、各装置の分散・統合の具体的な形態は図示のものに限られず、その全部または一部を、各種の負荷や使用状況などに応じて、任意の単位で機能的または物理的に分散・統合して構成することができる。

【産業上の利用可能性】

【0100】

以上のように、本発明に係る画像処理装置、画像診断装置、補間画像生成装置および補間画像生成方法は、画像診断装置により撮像された複数の断層画像および当該断層画像の間を補間する補間画像に基づいて三次元画像を生成する場合に有用であり、特に、同一の構造体における連結性を失うことなく三次元画像を生成することが要求される場合に適している。

【図面の簡単な説明】

【0101】

【図1】本実施例に係るX線CT装置の全体構成を示すブロック図である。

【図2】本実施例に係る三次元画像生成装置の機能構成を示すブロック図である。

【図3】断面領域抽出部による断面領域の抽出を説明するための図である。

【図4】断面領域拡張部による拡張処理を説明するための図(1)である。

【図5】断面領域拡張部による拡張処理を説明するための図(2)である。

【図6】温度分布画像生成部による画素の分類を説明するための図である。

【図7】温度分布画像生成部による微分方程式の計算を説明するための図である。

【図8】温度分布画像生成部により生成される温度分布画像を示す図である。

【図9】補間画像生成部による補間画像の生成を説明するための図である。

【図10】補間画像生成部による閾値の算出を説明するための図(1)である。

【図11】補間画像生成部による閾値の算出を説明するための図(2)である。

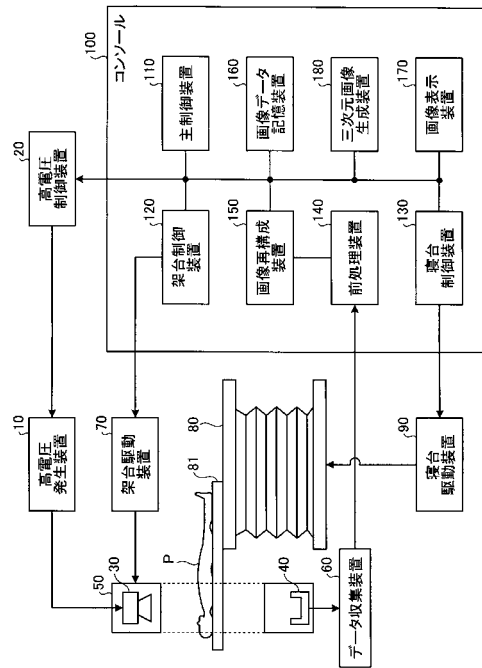
- 【図 1 2】補間画像生成部により生成される補間画像を示す図である。
- 【図 1 3】断面領域縮小部による縮小処理を説明するための図(1)である。
- 【図 1 4】断面領域縮小部による縮小処理を説明するための図(2)である。
- 【図 1 5】断面領域縮小部による縮小処理を説明するための図(3)である。
- 【図 1 6】三次元画像生成部による三次元画像の生成を説明するための図(1)である。
- 【図 1 7】三次元画像生成部による三次元画像の生成を説明するための図(2)である。
- 【図 1 8】本実施例に係る三次元画像生成装置の処理手順を示すフローチャートである。
- 【図 1 9】画素を粗視化して微分方程式を計算する場合を説明するための図である。
- 【図 2 0】デジタル処理に向けた円および Mathematical morphism を説明するための図(1)である。
- 【図 2 1】デジタル処理に向けた円および Mathematical morphism を説明するための図(2)である。
- 【図 2 2】本実施例に係る X 線 CT 装置の利用例を説明するための図(1)である。
- 【図 2 3】本実施例に係る X 線 CT 装置の利用例を説明するための図(2)である。
- 【図 2 4】電場を表す微分方程式を用いた場合を説明するための図である。
- 【図 2 5】従来技術における課題を説明するための図(1)である。
- 【図 2 6】従来技術における課題を説明するための図(2)である。

【符号の説明】

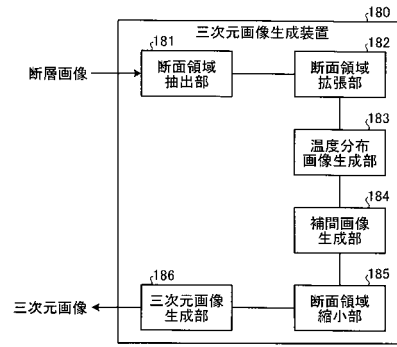
【 0 1 0 2 】

1 0	高電圧発生装置	20
2 0	高電圧制御装置	
3 0	X 線管	
4 0	X 線検出器	
5 0	回転架台部	
6 0	データ収集装置	
7 0	架台駆動装置	
8 0	寝台装置	
8 1	天板	
9 0	寝台駆動装置	
1 0 0	コンソール	30
1 1 0	主制御装置	
1 2 0	架台制御装置	
1 3 0	寝台制御装置	
1 4 0	前処理装置	
1 5 0	画像再構成装置	
1 6 0	画像データ記憶装置	
1 7 0	画像表示装置	
1 8 0	三次元画像生成装置	
1 8 1	断面領域抽出部	
1 8 2	断面領域拡張部	40
1 8 3	温度分布画像生成部	
1 8 4	補間画像生成部	
1 8 5	断面領域縮小部	
1 8 6	三次元画像生成部	

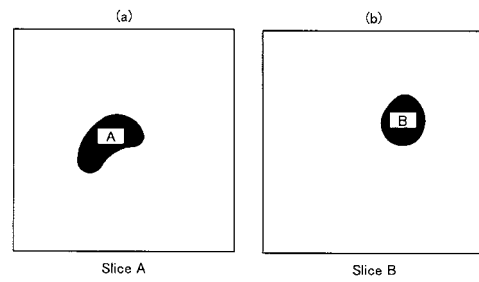
【図 1】



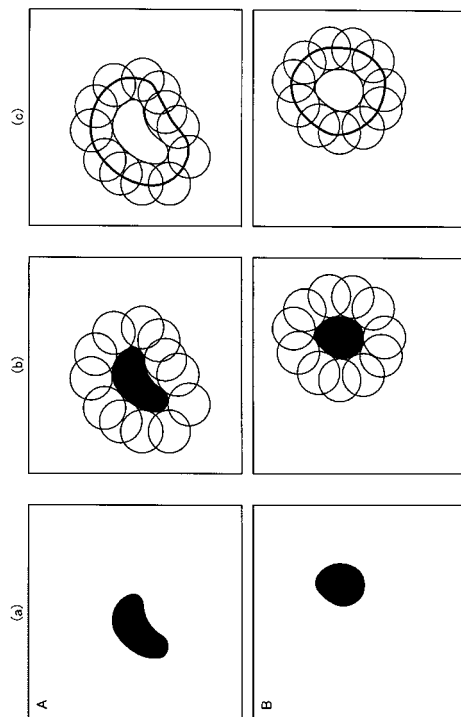
【図 2】



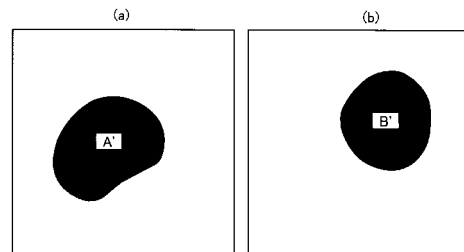
【図 3】



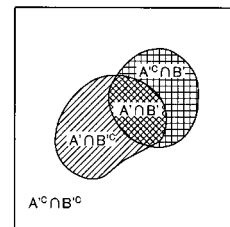
【図 4】



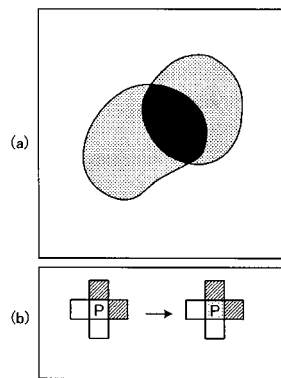
【図 5】



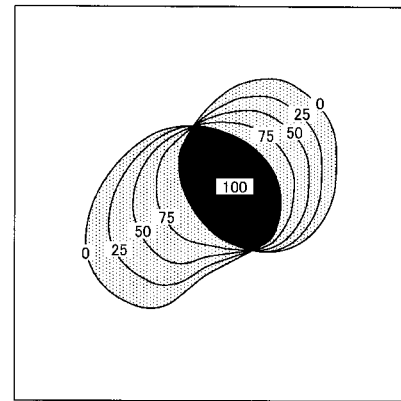
【図 6】



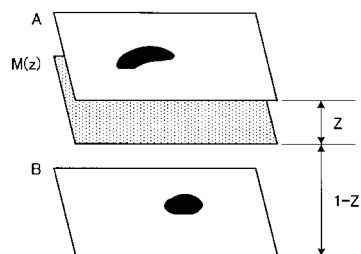
【図 7】



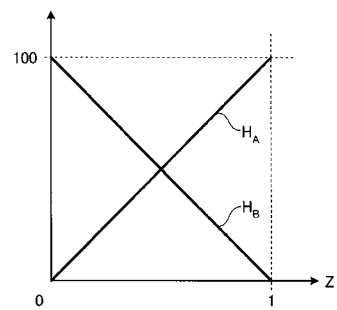
【図 8】



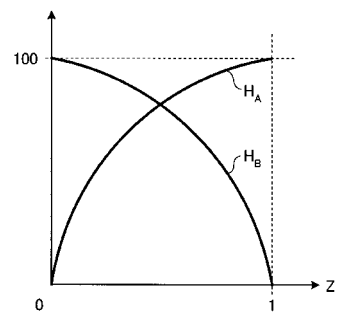
【図 9】



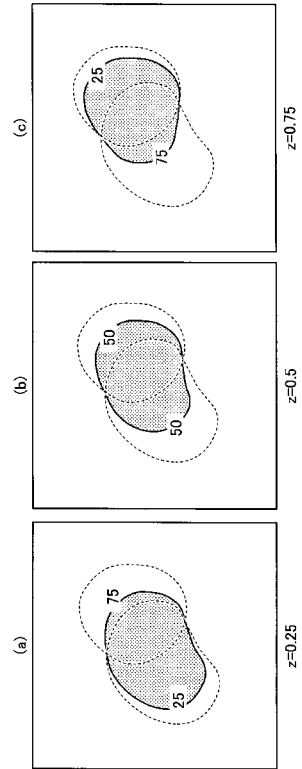
【図 10】



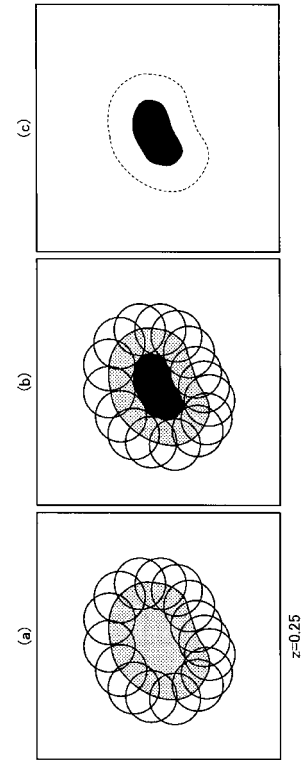
【図 11】



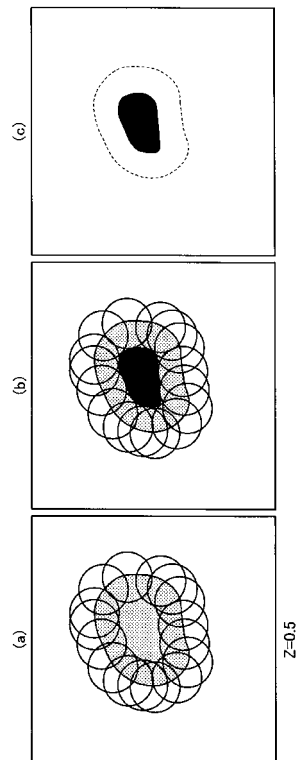
【図 1 2】



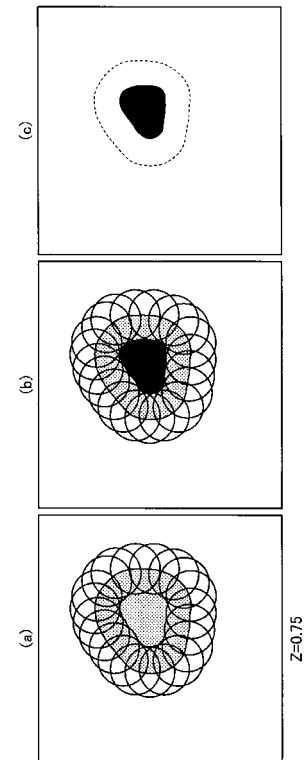
【図 1 3】



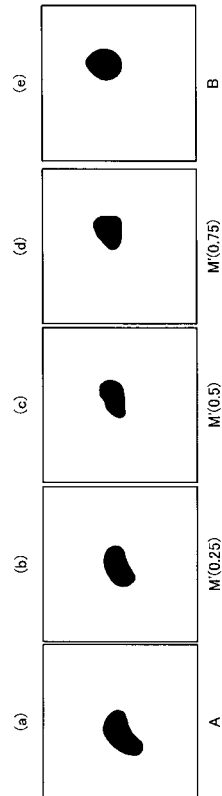
【図 1 4】



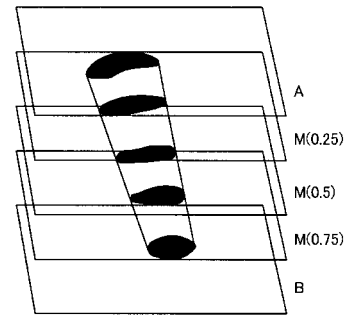
【図 1 5】



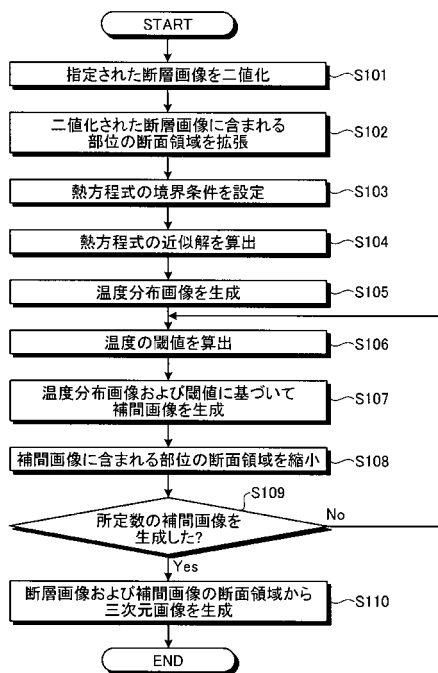
【図 16】



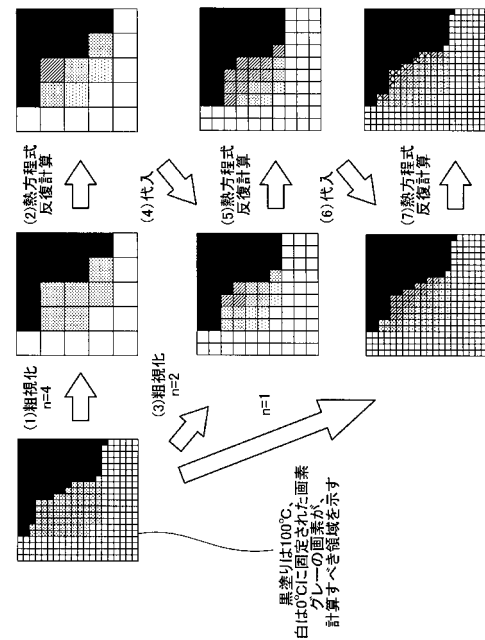
【図 17】



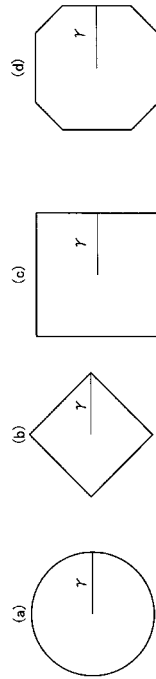
【図 18】



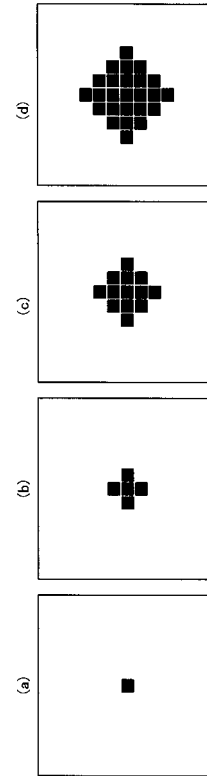
【図 19】



【図 20】



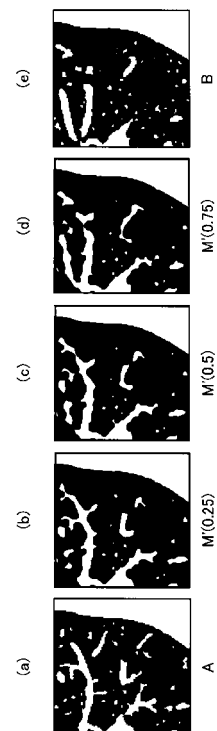
【図 21】



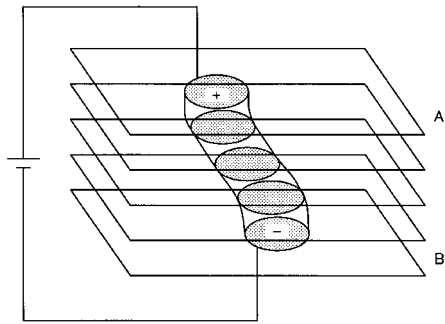
【図 22】



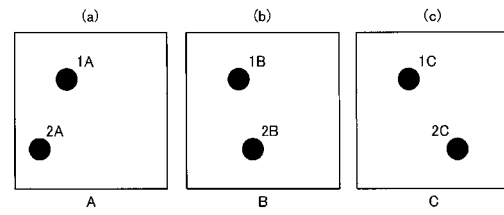
【図 23】



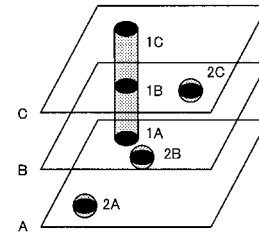
【図 2 4】



【図 2 5】



【図 2 6】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 0 6 - 0 8 7 8 2 7 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

A 6 1 B	6 / 0 3
A 6 1 B	5 / 0 0
A 6 1 B	5 / 0 5 5
A 6 1 B	8 / 0 0
G 0 1 T	1 / 1 6 1
G 0 6 T	1 / 0 0
G 0 6 T	1 5 / 0 0

专利名称(译)	图像处理装置，图像诊断装置，插值图像生成装置，		
公开(公告)号	JP5142752B2	公开(公告)日	2013-02-13
申请号	JP2008036462	申请日	2008-02-18
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社东芝 东芝医疗系统株式会社		
申请(专利权)人(译)	东芝公司 东芝医疗系统有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	东芝公司 东芝医疗系统有限公司		
[标]发明人	南部恭二郎		
发明人	南部 恭二郎		
IPC分类号	A61B6/03 A61B5/00 G06T1/00 G06T15/00 G06T15/08		
FI分类号	A61B6/03.360.G A61B5/00.G G06T1/00.290.B G06T15/00.100 G06T15/00.200 G06T15/00.501 G06T15/08 G06T7/00.612		
F-TERM分类号	4C093/AA22 4C093/BA03 4C093/CA23 4C093/DA03 4C093/FF16 4C093/FF33 4C093/FF42 4C117/XB09 4C117/XE23 4C117/XE44 4C117/XK02 4C117/XK04 5B057/AA09 5B057/BA03 5B057/BA07 5B057/BA24 5B057/CA08 5B057/CA13 5B057/CA16 5B057/CC02 5B057/CD05 5B057/CD14 5B057/DA16 5B057/DA17 5B057/DB03 5B057/DB09 5B057/DC05 5B057/DC36 5B080/AA17 5B080/FA08 5B080/FA15 5L096/AA03 5L096/AA06 5L096/AA09 5L096/BA06 5L096/BA13 5L096/CA18 5L096/DA01 5L096/EA02 5L096/EA31 5L096/EA33 5L096/EA43 5L096/FA06 5L096/GA05		
代理人(译)	酒井宏明		
其他公开文献	JP2009189740A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：使得可以生成三维图像而不会在同一结构中失去连接性。截面面积提取单元从相同区域的不同断层图像的至少两个断层图像中提取部分的截面面积。另外，温度分布图像生成单元183基于关于提取的横截面区域的信息导出热方程的解，从而生成指示横截面区域之间的部分的布置状态的温度分布图像。然后，基于温度分布图像，插值图像生成单元184生成包括补充包括在断层图像中的横截面区域的横截面区域的插值图像。 .The

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \Delta T$$