(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第3796799号

(P3796799)

(45)発行日　平成18年7月12日(2006.7.12)　(24)登録日　平成18年4月28日(2006.4.28)

(51)Int.Cl.		F I		
G06T 15/00	(2006.01)	G06T	15/00	200
A61B 5/055	(2006.01)	A61B	5/05	380
A61B 6/03	(2006.01)	A61B	6/03	360G
G06T 1/00	(2006.01)	G06T	1/00	290B

請求項の数 6　(全 13 頁)

(21)出願番号　特願平8-45070
(22)出願日　平成8年3月1日(1996.3.1)
(65)公開番号　特開平9-237352
(43)公開日　平成9年9月9日(1997.9.9)
審査請求日　平成15年2月27日(2003.2.27)

(73)特許権者　000153498
株式会社日立メディコ
東京都千代田区内神田１丁目１番１４号
(74)代理人　100083116
弁理士　松浦　憲三
(72)発明者　永尾　朋洋
東京都千代田区内神田１丁目１番１４号　株式会社日立メディコ内
(72)発明者　後藤　艮洋
東京都千代田区内神田１丁目１番１４号　株式会社日立メディコ内

審査官　伊知地　和之

最終頁に続く

(54)【発明の名称】三次元画像構成方法及び装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

内部空間を有する被検査体の多数の断層像を積み重ねてなるボリューム画像を生成する画像生成ステップと、

このステップにより生成されたボリューム画像の外部にそのボリューム画像を透視変換させるための任意の視点面を設定する視点面設定ステップと、

前記ボリューム画像における前記断層像毎の内側の輪郭点を抽出する内輪郭点抽出ステップと、

前記被検査体の各断層像の外側の輪郭点を抽出する外輪郭点抽出ステップと、

前記内輪郭点抽出ステップにより抽出された内輪郭点を挟んで前記視点面設定ステップにより設定された視点面と対向配置され前記視点面に透視変換する仮想の線光源若しくは点光源を設定する光源設定ステップと、

このステップにより設定された線光源若しくは点光源から前記内輪郭点抽出ステップにより抽出された内輪郭点を前記視点面設定ステップにより設定された視点面へ透視変換すると共に、前記外輪郭点抽出ステップにより抽出された外輪郭点を前記視点面設定ステップにより設定された視点面へ透視変換する透視変換ステップと、

前記光源設定ステップにより設定された線光源若しくは点光源と前記内輪郭点抽出ステップにより抽出された内輪郭点との第１の距離を算出すると共に、前記視点面と断層像毎の外側の輪郭点との第２の距離を算出する算出ステップと、

前記透視変換ステップにより透視変換された内輪郭点と外輪郭点とを三次元画像として

構成する三次元画像構成ステップであって、前記視点面の同一位置にある内輪郭点と外輪郭点のうち前記視点面に近い方の輪郭点を選択し、その選択した輪郭点に対して前記第１の距離及び第２の距離に対応して陰影付けして三次元画像を構成する三次元画像構成ステップと、

を備えたことを特徴とする三次元画像構成方法。

【請求項２】

内部空間を有する被検査体の多数の断層像を積み重ねてなるボリューム画像を生成する画像生成ステップと、

このステップにより生成されたボリューム画像の外部にそのボリューム画像を透視変換させるための任意の視点面を設定する視点面設定ステップと、

前記ボリューム画像における前記断層像毎の内側の輪郭点を抽出する内輪郭点抽出ステップと、

前記被検査体の各断層像の外側の輪郭点を抽出する外輪郭点抽出ステップと、

前記内輪郭点抽出ステップにより抽出された内輪郭点を挟んで前記視点面設定ステップにより設定された視点面と対向配置され前記視点面に透視変換する仮想の線光源若しくは点光源を設定する光源設定ステップと、

このステップにより設定された線光源若しくは点光源から前記内輪郭点抽出ステップにより抽出された内輪郭点を前記視点面設定ステップにより設定された視点面へ透視変換すると共に、前記外輪郭点抽出ステップにより抽出された外輪郭点を前記視点面設定ステップにより設定された視点面へ透視変換する透視変換ステップと、

前記光源設定ステップにより設定された線光源若しくは点光源と前記内輪郭点抽出ステップにより抽出された内輪郭点との第１の距離を算出すると共に、前記視点面と断層像毎の外側の輪郭点との第２の距離を算出する算出ステップと、

前記透視変換ステップにより透視変換された内輪郭点と外輪郭点とを三次元画像として構成する三次元画像構成ステップであって、前記視点面の同一位置にある内輪郭点と外輪郭点のうち前記視点面から遠い方の輪郭点を選択し、その選択した輪郭点に対して前記第１の距離及び第２の距離に対応して陰影付けして被検査体を切断した内側の二次元画像を構成する三次元画像構成ステップと、

を備えたことを特徴とする三次元画像構成方法。

【請求項３】

前記内輪郭点の抽出は、被検査体の内部の基準点からの距離及び方向を変えながら断層像をスキャンし、そのスキャンした断層像を示す画素値に基づいて内輪郭点を抽出することを特徴とする請求項１又は２に記載の三次元画像構成方法。

【請求項４】

内部空間を有する被検査体の多数の断層像を積み重ねてなるボリューム画像を生成する画像生成手段と、

前記生成されたボリューム画像の外部にそのボリューム画像を透視変換させるための任意の視点面を設定する視点面設定手段と、

前記ボリューム画像における前記断層像毎の内側の輪郭点を抽出する内輪郭点抽出手段と、

前記抽出された内輪郭点を挟んで前記視点面設定手段により設定された視点面と対向配置され前記視点面に透視変換する仮想の線光源若しくは点光源を設定する光源設定手段と、

前記設定された線光源若しくは点光源から前記内輪郭点抽出手段により抽出された内輪郭点を前記視点面設定手段により設定された視点面へ透視変換する第１の透視変換手段と、

前記被検査体の各断層像の外側の輪郭点を抽出する外輪郭点抽出手段と、

前記外輪郭点抽出ステップにより抽出された外輪郭点を前記視点面設定手段により設定された視点面へ透視変換する第２の透視変換手段と、

前記光源設定手段により設定された線光源若しくは点光源と前記内輪郭点抽出手により

抽出された内輪郭点との第１の距離と共に、前記視点面と断層像毎の外側の輪郭点との第２の距離を算出する演算手段と、

前記第１の透視変換手段及び第２の透視変換手段によってそれぞれ透視変換された内輪郭点と外輪郭点とを三次元画像として構成する三次元画像構成手段であって、前記視点面の同一位置にある内輪郭点と外輪郭点のうち前記視点面に近い方の輪郭点を選択し、その選択した輪郭点に対して前記第１の距離及び第２の距離に対応して陰影付けして三次元画像を構成する三次元画像構成手段と、

を備えたことを特徴とする三次元画像構成装置。

【請求項５】

内部空間を有する被検査体の多数の断層像を積み重ねてなるボリューム画像を生成する画像生成手段と、

前記生成されたボリューム画像の外部にそのボリューム画像を透視変換させるための任意の視点面を設定する視点面設定手段と、

前記ボリューム画像における前記断層像毎の内側の輪郭点を抽出する内輪郭点抽出手段と、

前記抽出された内輪郭点を挟んで前記視点面設定手段により設定された視点面と対向配置され前記視点面に透視変換する仮想の線光源若しくは点光源を設定する光源設定手段と、

前記設定された線光源若しくは点光源から前記内輪郭点抽出手段により抽出された内輪郭点を前記視点面設定手段により設定された視点面へ透視変換する第１の透視変換手段と、

前記被検査体の各断層像の外側の輪郭点を抽出する外輪郭点抽出手段と、

前記外輪郭点抽出ステップにより抽出された外輪郭点を前記視点面設定手段により設定された視点面へ透視変換する第２の透視変換手段と、

前記光源設定手段により設定された線光源若しくは点光源と前記内輪郭点抽出手により抽出された内輪郭点との第１の距離と共に、前記視点面と断層像毎の外側の輪郭点との第２の距離を算出する演算手段と、

前記第１の透視変換手段及び第２の透視変換手段によってそれぞれ透視変換された内輪郭点と外輪郭点とを三次元画像として構成する三次元画像構成手段であって、前記視点面の同一位置にある内輪郭点と外輪郭点のうち視点面から遠い方の輪郭点を選択し、その選択した輪郭点に対して前記第１の距離及び第２の距離に対応して陰影付けして被検査体を切断した内側の二次元画像を構成する三次元画像構成手段と、

を備えたことを特徴とする三次元画像構成装置。

【請求項６】

前記内輪郭点抽出手段は、被検査体の内部の基準点からの距離及び方向を変えながら断層像をスキャンし、そのスキャンした断層像を示す画素値に基づいて内輪郭点を抽出することを特徴とする請求項４又は５に記載の三次元画像構成装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は三次元画像構成方法及び装置に係り、特にＸ線ＣＴ装置、ＭＲＩ装置等から得られる多数の断層像を積み重ねてなるボリューウム画像を、任意の方向から見るための視点面に透視変換して二次元画像を得るとともに、この二次元画像に陰影付けを行って三次元画像（ここでの三次元画像は、二次元配列の各画素に濃度を付けて三次元的に見せた画像を示す）として構成する三次元画像構成方法及び装置に関する。

【０００２】

【従来の技術】

この種の三次元画像構成方法としては、図１０に示すように被検査体を見るための表示画面に相当する視点面２０を適宜設定し、被検査体の各断層像３０に対して視点面２０からの仮想の平行光源によって照明される輪郭点を抽出し、この抽出した輪郭点の集合である

被検査体の二次元画像に陰影付けアルゴリズムにしたがって陰影付けを行う方法がある。
【０００３】
即ち、視点面２０から見える被検査体の輪郭点を抽出し、その輪郭点を視点面２０の座標系に透視変換するとともに、透視変換した輪郭点の明るさを輪郭点と視点面との距離に基づいて決定するようにしている。例えば、視点面に近い輪郭点は明るくし、視点面から遠い輪郭点は暗くする。
【０００４】
【発明が解決しようとする課題】
しかしながら、上記のような三次元画像構成方法では、平行光源が被検査体の外側にあるため、例えば気管、食道、胃、腸などの対象臓器を、その外側から見た三次元画像として構成するのには有効であるが、その内部の情報を得ることができないという問題があった。即ち、図１０中の丸で囲まれた突起部（即ち、病巣部）の情報を得ることができなかった。
【０００５】
これに対し、従来の三次元画像構成方法は、被検査体の内部に視点を置き、投影面への各断層像の投影に中心投影による座標変換を用い、被検査体をその内側から見た画像を構成するようにしている。しかし、この方法よって構成される画像は、被検査体を内視鏡で見ているような画像となり、観察範囲が狭いという問題がある。
【０００６】
本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、平行投影される二次元画像に被検査体の内部形状に応じた陰影付けを行うことができ、被検査体の内部形状を広範囲にわたって視認可能な三次元画像構成方法及び装置を提供することを目的とする。
【０００７】
【課題を解決する為の手段】
本発明は前記目的を達成するために、多数の断層像を積み重ねてなるワールド座標系で表現されるボリューウム画像のうち内部空間を有する被検査体を任意の視点面での座標系に透視変換して二次元画像を得るとともに、該二次元画像に前記被検査体の外側の輪郭点と前記視点面との距離に基づいて陰影付けを行い三次元画像として構成する三次元画像構成方法において、各断層像毎に前記被検査体の内側の輪郭点を抽出し、前記被検査体の内部に仮想の線光源を設け、各断層像上における前記光源の位置と前記内側の輪郭点との距離を算出し、前記算出した距離に基づいて前記被検査体の二次元画像に対して更に陰影付けを行うようにしたことを特徴としている。即ち、前記三次元画像構成方法において透視変換及び陰影付けを行うに際し、透視変換は従来通りの方法で行い、陰影付けに関しては各断層像毎に被検査体の内部の仮想の光源からの距離で計算された陰影付けアルゴリズムにしたがって被検査体の外部に施すようにしている。これにより、被検査体の三次元画像を構成した際に、被検査体の外側面に被検査体内部における陰影付けがなされるため、外面を見ることにより内部の凹凸を確認することができ、内部情報が得られる。
【０００８】
また、本発明の他の実施の態様によれば、多数の断層像を積み重ねてなるワールド座標系で表現されるボリューウム画像を任意の視点面での座標系に透視変換して二次元画像を得るとともに、該二次元画像に陰影付けを行って三次元画像として構成する三次元画像構成方法において、各断層像毎に内部空間を有する被検査体の内側の輪郭点を抽出し、前記抽出した輪郭点を前記視点面の座標系に透視変換するとともに、ワールド座標系の輪郭点と視点面との距離を算出し、前記視点面での座標系の同一位置における２つの輪郭点のうち視点面から遠い方の輪郭点を選択するとともに、その選択した輪郭点に対して視点面との距離に対応した濃度を付けることにより被検査体を切断した内側の二次元画像に陰影付けを行うようにしたことを特徴としている。即ち、被検査体をその中心を通る平面によって切断し、その切断した内側の輪郭点を視点面に透視変換するとともに陰影付けアルゴリズムにしたがった陰影付けを行うようにしている。これにより、被検査体の切断された内側の凹凸を確認することができる。

【０００９】
【発明の実施の形態】
以下添付図面に従って本発明に係る三次元画像構成方法及び装置の好ましい実施の形態について詳説する。
まず、本発明に係る三次元画像構成方法の原理について図１乃至図４に基づいて説明する。図１に示すように視点面２０に透視変換される被検査体の各断層像３０から例えば対象臓器として胃を取り出す。この場合、胃以外の臓器の画素を無視して透視変換を行うことにより胃のみを取り出すことができる。
【００１０】
この胃（被検査体）に対して、その内部を貫通する仮想の線光源Ｃを設定する。この線光源は、各断層像３０上では点光源となる。尚、この線光源の位置は、例えば各断層像３０の内部の重心位置を貫通するように計算によって設定してもよいし、操作手段によって各断層像３０の内部の重心の近似位置に設定してもよい。
【００１１】
そして、対象臓器内部に設定した光源によって照明される対象臓器内側の画素を対象に陰影付け計算を行い、その陰影付け計算における結果から内部情報を確認できるようにする。これを図２及び図３を用いて説明する。ここで、ワールド座標系（ｘ，ｙ，ｚ）で表現される断層像３０上の曲線２１で囲まれる範囲を対象臓器とし、その対象臓器の内部に操作側で任意に与えた点光源の位置をｃ（ｘ0,ｙ0,ｚ0)とする。また、位置ｃからの距離をｒ、その距離ｒの増加分をΔｒ、位置ｃから方向をθ、臓器内側の輪郭点をｐ１（ｘ1,ｙ1,ｚ1)、外側の輪郭点をｐ２（ｘ2,ｙ2,ｚ2)とする。尚、ｐ１、ｐ２は、ｃ、ｒ及びθにより与えられる。
【００１２】
図３に示すように対象臓器の内側の輪郭点ｐ１を抽出すると、そのときの距離ｒを光源ｃからの距離Ｒとして記憶する。また、輪郭点ｐ１と同方向の外側の輪郭点ｐ２を抽出すると、その輪郭点ｐ２と視点面２０との距離ＮＲＤを求めるとともに、輪郭点ｐ２の視点面２０上の点ｐ′２を求める。
ここで、輪郭点ｐ２と視点面２０との距離ＮＲＤは以下のようにして求める。
【００１３】
ワールド座標系における原点Ｏを視点面２０に投影した点をＯ′とし、線分ＯＯ′の距離をＮＥＺ、線分ＯＯ′がｘｚ平面となす角をα、線分ＯＯ′のｘｚ平面への射影がｘ軸となす角をβ、点ｐ２が存在する断層像をｙ２とすると、点ｐ２と視点面２０との距離ＮＲＤは、次式、
【００１４】
【数１】
ＮＲＤ＝ＮＥＺ－ｘ２・cos βcos α－ｙ２・cos βsin α－ｚ２・sin β　…（１）
で求められる。
また、視点面２０上に投影された点ｐ２の座標はワールド座標系であるが、その座標を視点面２０におけるＸＹ座標系に変換するには、以下の式を用いる。
【００１５】
【数２】
Ｘ＝ｘ２・cos α－ｚ２・sin α　…（２）
【００１６】
【数３】
Ｙ＝ｘ２・sin αsin β＋ｙ２・cos β＋ｚ２・cos αsin β　…（３）
一方、視点面２０のＸＹ座標系に透視変換された点ｐ２の濃度値を、次式によって算出する。
【００１７】
【数４】
視点面の濃度値＝定数・Ｒ・ＮＲＤ　…（４）

以上の処理を図４のように計算する断層像の対象臓器領域全てに対して行うと、視点面２０のＸＹ座標系の同一位置に対して２つの輪郭点が重なるが、視点面２０から見える被検査体の輪郭点は、視点面２０に近い方の輪郭点であるため、視点面２０に近い方の輪郭点のデータを選択する。尚、光源は対象臓器内部では重心を通る曲線光源となり、対象臓器の内部情報を含む陰影付けのための濃度値が計算されることになる。そして、この濃度値を対象臓器外部の陰影付けに用いることにより、対象臓器の外部とともに臓器内部の情報も得ることができる三次元画像を構成することができる。即ち、この構成画像において、対象臓器の内面の凹凸Ｐ０は、対象臓器の表面上に陰影Ｐ０′として表示されることになる。

【００１８】

図５は本発明が適用されるハードウェア構成を示すブロック図である。同図において、５０は中央処理装置（ＣＰＵ）、５１はメインメモリ、５２は磁気ディスク、５３は表示メモリ、５５はマウスコントローラで、これらは共通バス５８に接続されている。磁気ディスク５２には、多数の断層像を積み重ねてなるワールド座標系で表現されるボリューウム画像、座標変換や陰影付けのためのプログラムなどが格納されている。

【００１９】

ＣＰＵ５０は、後述するように多数の断層像及び座標変換や陰影付けのためのプログラムを読み出し、メインメモリ５１を用いて被検査体にその内側の形状に関する陰影付けが施された三次元画像を構成し、その結果を表示メモリ５３に送り、ＣＲＴ５４に表示させる。マウスコントローラ５５に接続されたマウス５６及びキーボード５７は、三次元画像を構成する際の視点面や光源位置などを指定する。また、得られた三次元画像は、必要に応じて磁気ディスク５２に格納される。

【００２０】

次に、上記ＣＰＵ５０の処理内容について図６及び図７に示すフローチャートを参照しながら説明する。

まず、初期設定時に距離値を格納するＺバッファメモリに十分大きな値を設定するとともに、視点面、対象臓器領域、及び輪郭抽出用の閾値などが設定される（ステップＳ１０）。続いて、所定の位置（ｙ０）に対応した断層像を磁気ディスク５２から読み出すとともに、その読み出した断層像に対する光源の位置となる基準値ｃ（ｘ0,ｙ0,ｚ0)を求める（ステップＳ１２）。この場合、読み出した断層像の重心位置を算出し、その重心位置を基準位置とする。

【００２１】

次に、角度θ＝０、距離ｒ＝０に初期化し（ステップＳ１４）、基準値ｃ及びθ、ｒに基づいて点ｐ１を、次式、

【００２２】

【数５】

ｐ１（ｘ1,ｙ1,ｚ1)＝（ｘ０＋ｒ・cos θ，ｙ０，ｚ０＋ｒ・sin θ）…（５）

により算出する（ステップＳ１６）。このようにして求めた点ｐ１の画素値（Ｘ線ＣＴ装置による断層像の場合にはＣＴ値）が、被検査体の内側の輪郭点としての閾値の条件を満たすか否かを判定する（ステップＳ１８）。

【００２３】

点ｐ１の画素値が閾値の条件を満たさない場合には、距離ｒを微小量Δｒだけ大きくし、これを新たな距離ｒとする（ステップＳ２０）。そして、この距離ｒが最大値でない場合（対象臓器領域内の場合）には、ステップＳ１６に戻り、点ｐ１の画素値が閾値の条件を満たすまで、又は距離ｒが最大値になるまでステップＳ１６からステップＳ２２の処理を実行する。

【００２４】

一方、点ｐ１の画素値が閾値の条件を満たす場合には、そのときの距離ｒを基準値ｃから被検査体の内側の輪郭点までの距離Ｒとして格納し（ステップＳ２４）、また、点ｐ１と視点面との間の距離ＮＲＤを求める（ステップＳ２６）。この距離ＮＲＤが初期設定した

Ｚバッファ値よりも小さいか否かを判定し（ステップＳ２８）、小さい場合にはこの距離ＮＲＤをＺバッファメモリに格納する（ステップＳ３０）。

【００２５】

次に、図７に示すように上記距離ｒを微小量Δｒだけ大きくし、これを新たな距離ｒとし（ステップＳ３２）、基準値ｃ及びθ、ｒに基づいて点ｐ２を、次式、

【００２６】

【数６】

$$p2\ (x2, y2, z2) = (x0 + r \cdot \cos\theta,\ y0,\ z0 + r \cdot \sin\theta) \quad \cdots (6)$$

により算出する（ステップＳ３４）。このようにして求めた点ｐ２の画素値が、被検査体の外側の輪郭点としての条件を満たすか否かを判定する（ステップＳ３６）。この場合には、点ｐ２の画素値が閾値から最初に外れたか否かによって判定される。点ｐ２の画素値が外側の輪郭点としての条件を満たさない場合には、距離（ＮＲＤ－Δｒ・cos θ）を新たな距離ＮＲＤとして算出し（ステップＳ３８）、ステップＳ２８、ステップＳ３０に戻り、Ｚバッファメモリに格納されている距離ＮＲＤの内容を書き換える。

【００２７】

一方、ステップＳ３６において、点ｐ２の画素値が外側の輪郭点としての条件を満たすと判定された場合には、その輪郭点の視点面における濃度値（１画素の濃度がドット数で表される場合にはそのドット数）を前述した（４）式により算出する（ステップＳ４０）。また、ワールド座標系における点ｐ２の位置を、視点面のＸＹ座標系に変換し（上記（２）式及び（３）式）、その座標位置に対応して上記算出した濃度値及び距離ＮＲＤを記憶する（ステップＳ４２）。

【００２８】

次に、角度θを微小角度Δθだけ大きくする（θ＝θ＋Δθ）とともに、距離ｒ＝０にし（ステップＳ４４）、θ＞２πか否かを判定する（ステップＳ４６）。θ＞２πでない場合には、図６のステップＳ１６に戻る。即ち、基準点ｃからの走査する方向を変えて再び被検査体の内側及び外側の輪郭点の抽出し、その輪郭点の濃度値の算出や座標変換等を行う。

【００２９】

一方、θ＞２πの場合には、１つの断層像に対して、その断層像における被検査体の内側及び外側の全ての輪郭点の抽出、濃度値の算出、座標変換等が行われたことになる。従って、この場合には、被検査体（対象臓器領域）の全ての断層像の処理が終了したか否かを判別する（ステップＳ４８）。全ての断層像の処理が終了しない場合には、図６のステップＳ１２に戻り、次の断層像を磁気ディスク５２から読み出し、上記と同様な処理を実行する。

【００３０】

このようにして対象臓器領域の全ての断層像に対する処理が終了すると、ステップＳ５０に進む。このステップＳ５０では、視点面のＸＹ座標系に座標変換された輪郭点は、ＸＹ座標系の同一座標位置に２点存在するため、そのうちの視点面に近い方の輪郭点に対応して取り込んだ濃度値（ＮＲＤの小さい方の輪郭点の濃度値）を採用し、これを表示メモリ５３に記憶させる。これにより、対象臓器の外部を抽出しながら臓器内部の情報も得る三次元画像の構成が終了する。このようにして構成された三次元画像は、表示メモリ５３に記憶された視点面上の各画素の濃度値に基づいて輝度信号を生成し、この輝度信号をＣＲＴ５４に出力することにより、対象臓器の表面にその内部の凹凸等の情報が反映された画像をＣＲＴ５４の画面の表示することができる。また、表示メモリ５３をハードコピー装置に接続することにより、上記画像のハードコピーを得ることもできる。

【００３１】

次に、本発明の他の実施の形態について図８及び図９のフローチャートを参照しながら説明する。尚、図６及び図７に示したフローチャートと共通する部分には同一の符号を付してある。

この実施の形態は、被検査体の内部に光源を設けずに被検査体を視点面と平行な平面によ

って切断し、その内部の輪郭点を視点面に透視変換するとともに陰影付けアルゴリズムにしたがった陰影付けを行い、被検査体の内部を直接確認できるようにしている。

【００３２】

まず、Ｚバッファ値、視点面などを初期設定したのち（ステップＳ１０）、所定の位置（ｙ０）に対応した断層像を磁気ディスク５２から読み出すとともに、その読み出した断層像に対する基準値ｃ（ｘ0,ｙ0,ｚ0)を求める（ステップＳ１２）。この場合の規準値ｃは、断層像の内側の輪郭線を抽出するためのスキャンの基準位置であり、断層像の内側にあればよく、断層像の重心になくてもよい。続いて、角度θ＝０、距離ｒ＝０に初期化し（ステップＳ１４）、基準値ｃ及びθ、ｒに基づいて点ｐ１を算出する（ステップＳ１６）。そして、このようにして求めた点ｐ１の画素値が、閾値の条件を満たすか否かを距離ｒを変えながら判定し、これにより被検査体の内側の輪郭点を抽出する（ステップＳ１６～ステップＳ２２）。

【００３３】

点ｐ１の画素値が閾値の条件を満たす場合には、その点ｐ１と視点面との間の距離ＮＲＤを求め（ステップＳ２６）、この距離ＮＲＤが初期設定したＺバッファ値よりも小さい場合には、これをＺバッファメモリに格納する（ステップＳ２８、ステップＳ３０）。次に、上記輪郭点として抽出した点ｐ１の視点面における濃度値を、その点ｐ１と視点面との距離ＮＲＤにより算出する（ステップＳ１００）。また、ワールド座標系における点ｐ１の位置を、視点面のＸＹ座標系に変換し、その座標位置に対応して上記算出した濃度値及び距離ＮＲＤを記憶する（ステップＳ４２）。

【００３４】

次に、角度θを微小角度Δθだけ大きくするとともに、距離ｒ＝０にし（ステップＳ４４）、θ＞２πか否かを判定する（ステップＳ４６）。θ＞２πでない場合には、図８のステップＳ１６に戻る。即ち、基準点ｃからの走査する方向を変えて再び被検査体の内側の輪郭点の抽出し、その輪郭点の濃度値の算出や座標変換等を行う。

【００３５】

一方、θ＞２πの場合には、１つの断層像に対して、その断層像における被検査体の内側の全ての輪郭点の抽出、濃度値の算出、座標変換等が行われたことになる。従って、この場合には、被検査体の全ての断層像の処理が終了したか否かを判別し（ステップＳ４８）、全ての断層像の処理が終了しない場合には、図８のステップＳ１２に戻り、次の断層像を磁気ディスク５２から読み出し、上記と同様な処理を実行する。

【００３６】

このようにして対象臓器領域の全ての断層像に対する処理が終了すると、ステップＳ１０２に進む。このステップＳ１０２では、視点面のＸＹ座標系に座標変換された輪郭点は、ＸＹ座標系の同一座標位置に２点存在するため、そのうちの視点面から遠い方の輪郭点に対応して取り込んだ濃度値（ＮＲＤの大きい方の輪郭点の濃度値）を採用し、これを表示メモリ５３に記憶させる。これにより、対象臓器をその中心を通る面で切断し、その切断した対象臓器の内側を視点面に透視変換するとともに、陰影付けしてなる三次元画像の構成が終了する。

【００３７】

尚、この実施の形態では、被検査体の全周の輪郭を抽出してから実際に陰影付けを行う輪郭を選択するようにしたが、これに限らず、視点面の設定に基づいて輪郭の抽出範囲（図３に示した角度θ）を決定するようにしてもよい。また、前述したステップＳ１００において、輪郭点として抽出した点ｐ１の視点面における濃度値を決定する際に、光源と輪郭点との距離ｒをパラメータとして追加するようにしてもよい。

【００３８】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、平行投影される二次元画像に被検査体の内部形状に応じた陰影付けを行うようにしたため、本来被検査体の外部からは得られない被検査体の内部の情報（形状）を確認することができ、また、平行投影される二次元画像であるため

、被検査体の内部を内視鏡で見るような画像に比べて観察範囲を拡大することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】図１は本発明の原理を説明するために用いた図である。

【図２】図２は本発明の原理を説明するために用いたワールド座標系で表された断層像と視点面とを示す図である。

【図３】図３は内部空間を有する被検査体の内側及び外側の輪郭抽出を説明するために用いた図である。

【図４】図４は本発明によって被検査体が視点面に透視変換されて三次元画像が構成される様子を示す図である。

【図５】図５は本発明が適用されるハードウェア構成を示すブロック図である。

【図６】図６は図５に示したＣＰＵの処理内容を説明するために用いたフローチャートである。

【図７】図７は図５に示したＣＰＵの処理内容を説明するために用いたフローチャートである。

【図８】図６は図５に示したＣＰＵの処理内容の他の実施の形態を説明するために用いたフローチャートである。

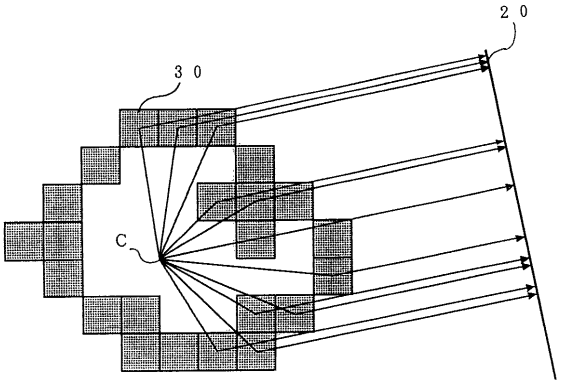
【図９】図７は図５に示したＣＰＵの処理内容の他の実施の形態を説明するために用いたフローチャートである。

【図１０】図１０は従来の三次元画像構成方法の一例を説明するためい用いた図である。

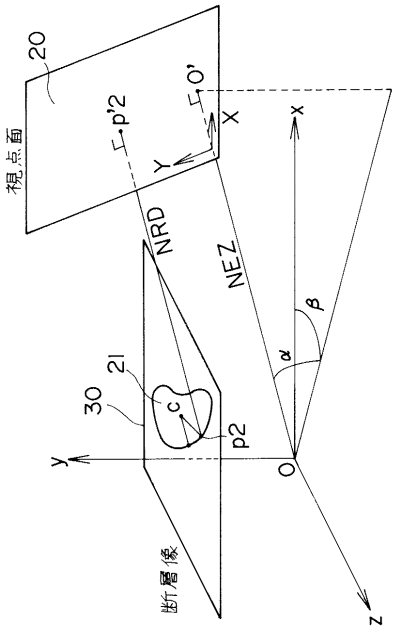
【符号の説明】

２０…視点面
３０…断層像
５０…ＣＰＵ
５１…メインメモリ
５２…磁気ディスク
５３…表示メモリ
５４…ＣＲＴ
５６…マウス
５７…キーボード５７
ｃ…基準値（光源位置）
ＮＲＤ…輪郭点と視点面との距離
Ｒ…光源と内側の輪郭点との距離

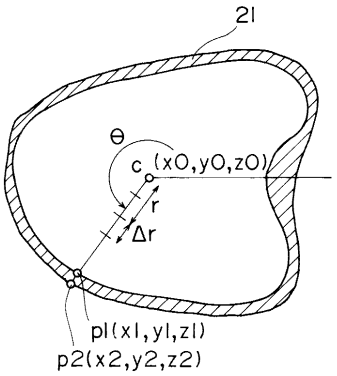
【図１】


20
30
C

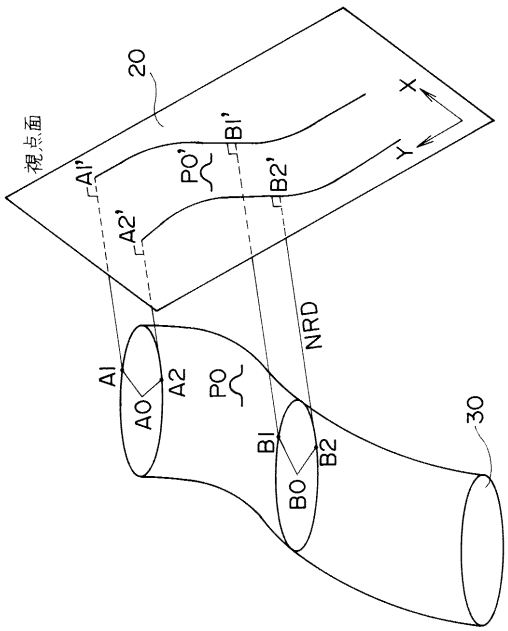
【図２】


20
視点面
p'2
O'
X
Y
x
NRD
NEZ
β
α
21
30
c
p2
y
O
z
断層像

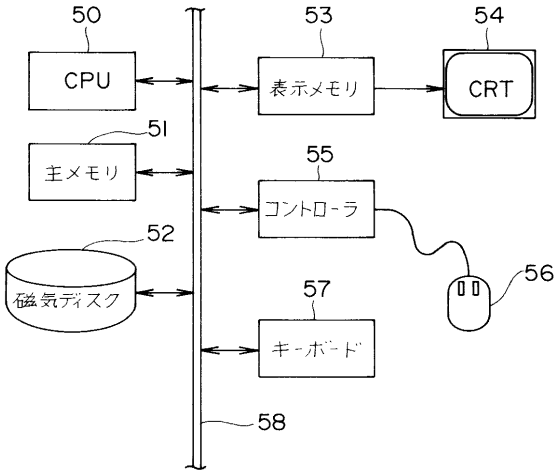
【図３】


21
Θ
c (x0,y0,z0)
r
Δr
p1(x1,y1,z1)
p2(x2,y2,z2)

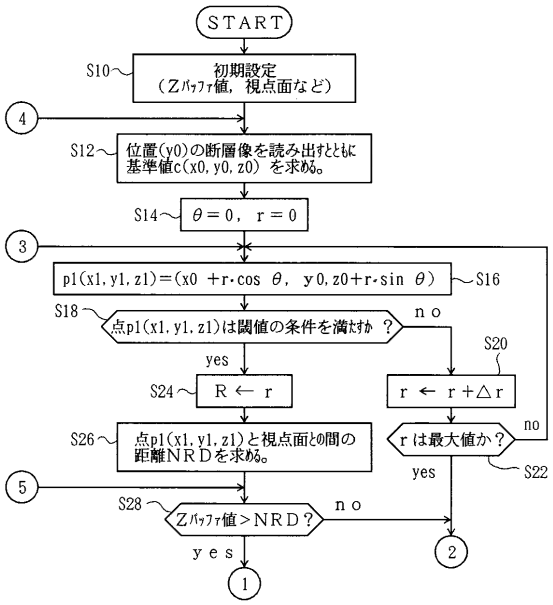
【図４】


20
視点面
A1'
P0'
B1'
B2'
A2'
X
Y
NRD
A1
A0
A2
P0
B1
B0
B2
30

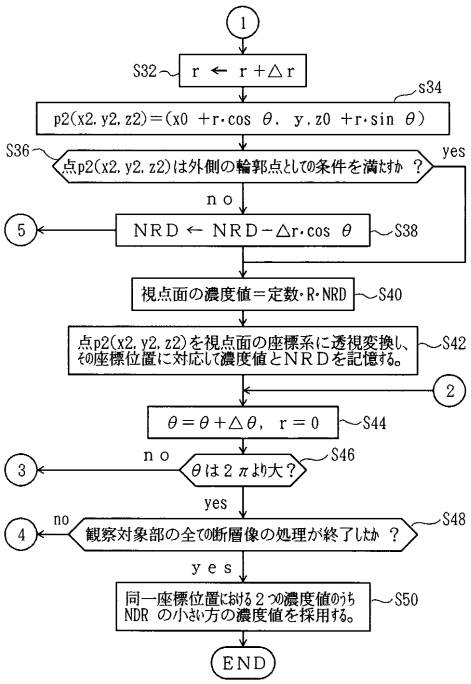
【図５】


50
CPU
53
表示メモリ
54
CRT
51
主メモリ
55
コントローラ
52
磁気ディスク
56
57
キーボード
58

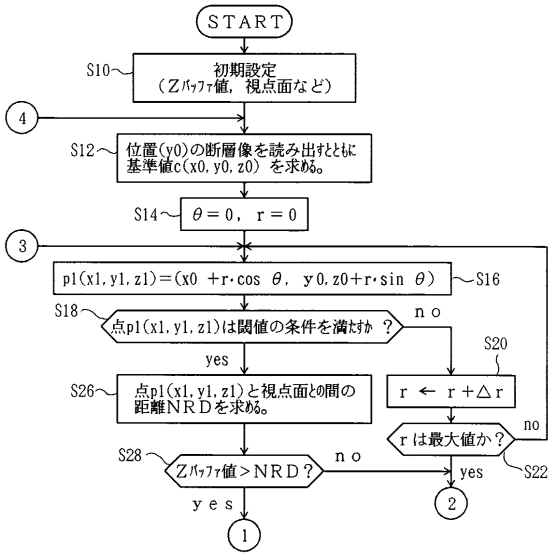
【図６】


START
S10
初期設定
（Zバッファ値，視点面など）
4
S12
位置(y0)の断層像を読み出すとともに
基準値c(x0,y0,z0) を求める。
S14
θ＝0，r＝0
3
p1(x1,y1,z1)＝(x0 ＋r･cos θ，y0,z0＋r･sin θ)
S16
S18
点p1(x1,y1,z1)は閾値の条件を満たすか ？
no
S20
yes
S24
R ← r
r ← r＋△r
S26
点p1(x1,y1,z1)と視点面との間の
距離NRDを求める。
r は最大値か？
no
yes
S22
5
S28
Zバッファ値＞NRD？
no
yes
2
1

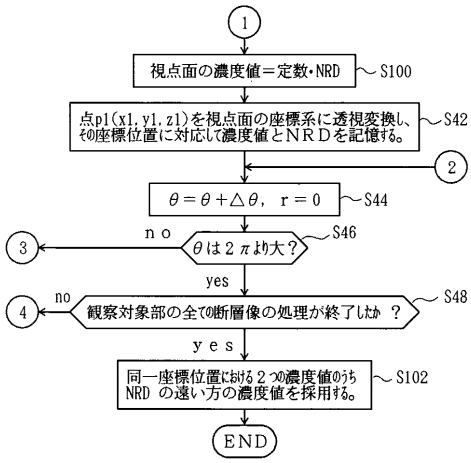
【図７】


1
S32
r ← r＋△r
s34
p2(x2,y2,z2)＝(x0 ＋r･cos θ，y,z0 ＋r･sin θ)
S36
点p2(x2,y2,z2)は外側の輪郭点としての条件を満たすか ？
yes
no
5
NRD ← NRD－△r･cos θ
S38
視点面の濃度値＝定数･R･NRD
S40
点p2(x2,y2,z2)を視点面の座標系に透視変換し、
その座標位置に対応して濃度値とNRDを記憶する。
S42
2
θ＝θ＋△θ，r＝0
S44
3
no
θは２πより大？
S46
yes
4
no
観察対象部の全ての断層像の処理が終了したか ？
S48
yes
同一座標位置における２つの濃度値のうち
NDR の小さい方の濃度値を採用する。
S50
END

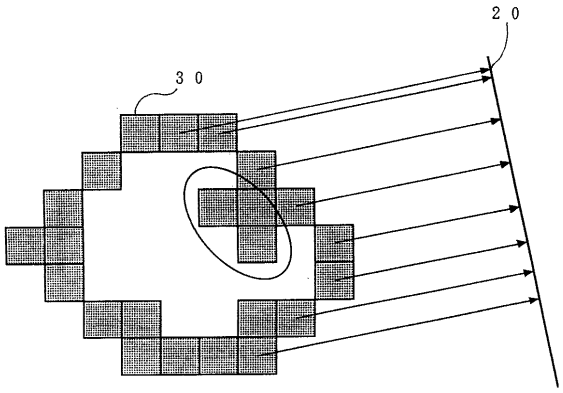
【図８】


START
S10
初期設定
（Zバッファ値，視点面など）
4
S12
位置(y0)の断層像を読み出すとともに
基準値c(x0,y0,z0) を求める。
S14
θ＝0，r＝0
3
p1(x1,y1,z1)＝(x0 ＋r･cos θ，y0,z0＋r･sin θ)
S16
S18
点p1(x1,y1,z1)は閾値の条件を満たすか ？
no
S20
yes
S26
点p1(x1,y1,z1)と視点面との間の
距離NRDを求める。
r ← r＋△r
r は最大値か？
no
S28
Zバッファ値＞NRD？
no
yes
S22
yes
2
1

【図９】


1
視点面の濃度値＝定数・NRD
S100
点p1(x1,y1,z1)を視点面の座標系に透視変換し、その座標位置に対応して濃度値とＮＲＤを記憶する。
S42
2
θ＝θ＋△θ，ｒ＝0
S44
ｎｏ
θは２πより大？
S46
3
yes
no
観察対象部の全ての断層像の処理が終了したか ？
S48
4
ｙｅｓ
同一座標位置における２つの濃度値のうちNRD の遠い方の濃度値を採用する。
S102
END

【図１０】


２０
３０

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平０８－０１６８１３（ＪＰ，Ａ）
特開昭６２－１６４１７４（ＪＰ，Ａ）
特開平０２－０３３６８１（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－０７６５５３（ＪＰ，Ａ）
特開昭６３－１４５６３８（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
G06T 15/00
G06T 17/40
A61B 5/055
A61B 6/03
G06T 1/00