

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3889031号

(P3889031)

(45) 発行日 平成19年3月7日(2007.3.7)

(24) 登録日 平成18年12月8日(2006.12.8)

(51) Int. Cl.		F I			
G06T	1/00	(2006.01)	G06T	1/00	290B
G06T	15/00	(2006.01)	G06T	15/00	200
A61B	6/03	(2006.01)	A61B	6/03	360G
A61B	6/02	(2006.01)	A61B	6/02	353B

請求項の数 5 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2006-97191 (P2006-97191)	(73) 特許権者	000153498
(22) 出願日	平成18年3月31日(2006.3.31)		株式会社日立メディコ
(62) 分割の表示	特願2003-133430 (P2003-133430)		東京都千代田区外神田四丁目14番1号
の分割		(74) 代理人	100093872
原出願日	平成6年1月18日(1994.1.18)		弁理士 高崎 芳紘
(65) 公開番号	特開2006-192296 (P2006-192296A)	(72) 発明者	後藤 良洋
(43) 公開日	平成18年7月27日(2006.7.27)		東京都千代田区内神田1丁目1番14号
審査請求日	平成18年3月31日(2006.3.31)		株式会社 日立メディコ内
		審査官	岡本 俊威

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 三次元画像の構成方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

X線CT装置又はMRI装置を含む医用画像診断装置によって得られた被検体の複数の断層像のうちの所望の断層像と被検体のスキャノグラム像とを画面表示し、その画面表示された断層像の所望の位置とスキャノグラム像の所望の位置とで定まる位置を視点として設定する位置入力装置と、

前記断層像を介して前記視点と対向する位置に投影面を配置し、前記複数の断層像のうち前記配置された投影面と前記設定された視点との間に配置される断層像について、前記設定された視点から前記投影面に向かって見た前記断層像の内部を三次元画像を中心投影法にて構成し、その構成された三次元画像の各画素をデプス法による陰影づけアルゴリズムに従ってその画素と前記投影面間の距離に応じて陰影づけを行い、そのデプス法による陰影づけし、その陰影づけされた三次元画像を前記投影面に投影する投影手段と、

前記投影面に投影された三次元画像を表示する表示手段と、

を備えたことを特徴とする医用三次元画像構成装置。

【請求項2】

X線CT装置又はMRI装置を含む医用画像診断装置によって得られた被検体の複数の断層像のうちの所望の断層像と被検体のスキャノグラム像とを画面表示し、その画面表示された断層像の所望の位置とスキャノグラム像の所望の位置とで定まる位置を視点として設定する位置入力装置と、

前記断層像を介して前記視点と対向する位置に投影面を配置し、前記複数の断層像のう

ち前記配置された投影面と前記設定された視点との間に配置される断層像について、前記設定された視点から前記投影面に向かって見た前記断層像の内部を三次元画像を中心投影法にて構成し、その構成された三次元画像の各画素の濃度をボリュームレンダリング法による陰影づけアルゴリズムに従ってその画素と前記視点間の距離に応じて陰影づけを行い、そのボリュームレンダリング法による陰影づけし、その陰影づけされた三次元画像を前記投影面に投影する投影手段と、

前記投影面に投影された三次元画像を表示する表示手段と、

を備えたことを特徴とする医用三次元画像構成装置。

【請求項 3】

前記位置入力装置は、設定する視点の位置を移動更新すると共に、前記投影手段はこの視点の位置の移動に従って投影面の位置も同方向に移動することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の医用三次元画像構成装置。

【請求項 4】

X 線 CT 装置又は MRI 装置を含む医用画像診断装置によって得られた被検体の複数の断層像のうちの所望の断層像と被検体のスキヤノグラム像とを画面表示し、その画面表示された断層像及びスキヤノグラム像に対し位置入力装置を用いて両者の所望の位置を指定してこれを視点として設定する設定ステップと、

前記断層像を介して前記視点と対向する位置に投影面を配置し、前記複数の断層像のうち前記配置された投影面と前記設定された視点との間に配置される断層像について、前記設定された視点から前記投影面に向かって見た前記断層像の内部を三次元画像を中心投影法にて構成し、その構成された三次元画像の各画素をデプス法による陰影づけアルゴリズムに従ってその画素と前記投影面間の距離に応じて陰影づけを行い、そのデプス法による陰影づけし、その陰影づけされた三次元画像を前記投影面に投影する投影ステップと、

前記投影面に投影された三次元画像を表示する表示ステップと、

を備えたことを特徴とする医用三次元画像構成方法。

【請求項 5】

X 線 CT 装置又は MRI 装置を含む医用画像診断装置によって得られた被検体の複数の断層像のうちの所望の断層像と被検体のスキヤノグラム像とを画面表示し、その画面表示された断層像及びスキヤノグラム像に対し位置入力装置を用いて両者の所望の位置を指定してこれを視点として設定する設定ステップと、

前記断層像を介して前記視点と対向する位置に投影面を配置し、前記複数の断層像のうち前記配置された投影面と前記設定された視点との間に配置される断層像について、前記設定された視点から前記投影面に向かって見た前記断層像の内部を三次元画像を中心投影法にて構成し、その構成された三次元画像の各画素の濃度をボリュームレンダリング法による陰影づけアルゴリズムに従ってその画素と前記視点間の距離に応じて陰影づけを行い、そのボリュームレンダリング法による陰影づけし、その陰影づけされた三次元画像を前記投影面に投影する投影ステップと、

前記投影面に投影された三次元画像を表示する表示ステップと、

を備えたことを特徴とする医用三次元画像構成方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば X 線 CT 装置で得られた複数の断層像や、MRI 装置などの三次元計測によるボリューム画像を分解して得られた複数の断層像を積み上げて積上げ三次元画像を得、これを任意の方向から見た二次元画像に陰影づけを行って三次元画像（ここでの三次元画像は、画素は二次元配列であって、それに陰影づけして三次元的に見せた画像を指す）として構成する方法及び装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

この種の三次元画像の構成方法は、従来から知られているが、従来方法では、表示画面

10

20

30

40

50

に相当する投影面座標系への画素座標の変換には平行投影（平行投象）による座標変換が用いられていた。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

上記のように従来技術では、画素座標の変換には平行投影が用いられていたが、これは、例えば臓器などの対象物を、その外側から見た三次元画像として構成するには有効であったが、その内側から見た（内部に視点を置いた）三次元画像を構成するには向いていなかった。このため、対象物内部を内視鏡で見ているような三次元画像を得たいという最近の要望を満たすことができないという問題点があった。

10

【0004】

本発明の目的は、対象物内部を内視鏡で見ているような三次元画像を得ることのできる三次元画像の構成方法及び装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明は、X線CT装置又はMRI装置を含む医用画像診断装置によって得られた被検体の複数の断層像のうちの所望の断層像と被検体のスキャノグラム像とを画面表示し、その画面表示された断層像の所望の位置とスキャノグラム像の所望の位置とで定まる位置を視点として設定する位置入力装置と、

前記断層像を介して前記視点と対向する位置に投影面を配置し、前記複数の断層像のうち前記配置された投影面と前記設定された視点との間に配置される断層像について、前記設定された視点から前記投影面に向かって見た前記断層像の内部を三次元画像を中心投影法にて構成し、その構成された三次元画像の各画素をデプス法による陰影づけアルゴリズムに従ってその画素と前記投影面間の距離に応じて陰影づけを行い、そのデプス法による陰影づけし、その陰影づけされた三次元画像を前記投影面に投影する投影手段と、

20

前記投影面に投影された三次元画像を表示する表示手段と、

を備えたことを特徴とする医用三次元画像構成装置を開示する。

更に本発明は、X線CT装置又はMRI装置を含む医用画像診断装置によって得られた被検体の複数の断層像のうちの所望の断層像と被検体のスキャノグラム像とを画面表示し、その画面表示された断層像の所望の位置とスキャノグラム像の所望の位置とで定まる位置を視点として設定する位置入力装置と、

30

前記断層像を介して前記視点と対向する位置に投影面を配置し、前記複数の断層像のうち前記配置された投影面と前記設定された視点との間に配置される断層像について、前記設定された視点から前記投影面に向かって見た前記断層像の内部を三次元画像を中心投影法にて構成し、その構成された三次元画像の各画素の濃度をボリュームレンダリング法による陰影づけアルゴリズムに従ってその画素と前記視点間の距離に応じて陰影づけを行い、そのボリュームレンダリング法による陰影づけし、その陰影づけされた三次元画像を前記投影面に投影する投影手段と、

前記投影面に投影された三次元画像を表示する表示手段と、

を備えたことを特徴とする医用三次元画像構成装置を開示する。

40

【0006】

更に本発明は、X線CT装置又はMRI装置を含む医用画像診断装置によって得られた被検体の複数の断層像のうちの所望の断層像と被検体のスキャノグラム像とを画面表示し、その画面表示された断層像及びスキャノグラム像に対し位置入力装置を用いて両者の所望の位置を指定してこれを視点として設定する設定ステップと、

前記断層像を介して前記視点と対向する位置に投影面を配置し、前記複数の断層像のうち前記配置された投影面と前記設定された視点との間に配置される断層像について、前記設定された視点から前記投影面に向かって見た前記断層像の内部を三次元画像を中心投影法にて構成し、その構成された三次元画像の各画素をデプス法による陰影づけアルゴリズムに従ってその画素と前記投影面間の距離に応じて陰影づけを行い、そのデプス法による

50

陰影づけし、その陰影づけされた三次元画像を前記投影面に投影する投影ステップと、
前記投影面に投影された三次元画像を表示する表示ステップと、
を備えたことを特徴とする医用三次元画像構成方法を開示する。

更に本発明は、X線CT装置又はMRI装置を含む医用画像診断装置によって得られた被検体の複数の断層像のうちの所望の断層像と被検体のスキノグラム像とを画面表示し、その画面表示された断層像及びスキノグラム像に対し位置入力装置を用いて両者の所望の位置を指定してこれを視点として設定する設定ステップと、

前記断層像を介して前記視点と対向する位置に投影面を配置し、前記複数の断層像のうち前記配置された投影面と前記設定された視点との間に配置される断層像について、前記設定された視点から前記投影面に向かって見た前記断層像の内部を三次元画像を中心投影法にて構成し、その構成された三次元画像の各画素の濃度をボリュームレンダリング法による陰影づけアルゴリズムに従ってその画素と前記視点間の距離に応じて陰影づけを行い、そのボリュームレンダリング法による陰影づけし、その陰影づけされた三次元画像を前記投影面に投影する投影ステップと、

10

前記投影面に投影された三次元画像を表示する表示ステップと、
を備えたことを特徴とする医用三次元画像構成方法を開示する。

【発明の効果】

【0007】

以上説明したように本発明によれば、対象物内部を内視鏡で見ているような三次元画像を得ることのできるという効果がある。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

以下、図面を参照して本発明の実施例を説明する。図1は、本発明による三次元画像の構成方法の一実施例を示すフローチャートである。

【0009】

図1に示すように、本発明による三次元画像の構成方法は、ボリューム画像を含む複数の断層像を積み上げて積上げ三次元画像を得、これを任意の方向から見た二次元画像に陰影づけを行って三次元画像として構成する方法において、投影面への各断層像の投影に当たり、各断層像の画素座標の投影面上の座標への変換は中心投影を用いて行い（ステップ11）、投影面上での各画素座標に陰影づけアルゴリズムに従って画素値を与えて陰影づけを行い、三次元画像として構成する（ステップ12）ものである。

30

【0010】

ここで、MRI装置などでは、X線CT装置のように二次元的に1スライスずつ画像を計測せず、三次元的に複数スライスの画像を計測でき、したがって、二次元的な画像が三次元的に配列した画像が得られるが、これをボリューム画像という。このボリューム画像（三次元的に配列した画像）は、二次元的配列（スライス配列）画像に分解できるもので、本発明方法での「複数の断層像」にはボリューム画像も含まれる。

【0011】

以下、前記中心投影による座標変換について詳述する。

40

中心投影による投影面への各断層像の投影に当たっての、各断層像の画素座標の投影面上の座標への変換は次のように行われる。

【0012】

図2に示す例では、説明を簡単化するため投影面と断層像面、更にはx-y面が各々平行であるように座標系をとっている。この図2において、x, y, zは三次元座標系(x, y, z)の各軸、e点(x1, y1, d1)は視点eの位置、P点(X, Y)は投影面（表示画面に相当する）21上の点、S点(x0, y0, d0)はe点(x1, y1, d1)とP点(X, Y)を通る直線22と断層像23Aの交わる点、である。

【0013】

また、Dは投影面21の投影面21の位置（z軸上）で、任意に設定可能である。

50

【 0 0 1 4 】

d0は断層像 2 3 A の位置 (z 軸上) で、計測時に決まる。

【 0 0 1 5 】

d1は視点 e の z 座標、である。

【 0 0 1 6 】

これによれば、次の式が成り立つ。

【 0 0 1 7 】

$$X = \{ (D - d1) / (d0 - d1) \} \times (x0 - x1) + x1 \dots (1)$$

$$Y = \{ (D - d1) / (d0 - d1) \} \times (y0 - y1) + y1 \dots (2)$$

$$x0 = \{ (d0 - D) / (d1 - D) \} \times (x1 - x) + X \dots (3)$$

$$y0 = \{ (d0 - D) / (d1 - D) \} \times (y1 - y) + Y \dots (4)$$

投影された画像を投影面 2 1 に相当する表示画面 (図示せず) 上に、縦 5 1 2 画素 × 横 5 1 2 画素で表示するとき、X, Y は - 2 5 6 から + 2 5 6 までの値を取る。それぞれの X, Y に対して d0 の断層像 2 3 A 上では上掲 (3), (4) 式により x0, y0 が決まり、どの点が投影すべきかが決まる。断層像 2 3 は複数あって、d0 も複数個あるので、1 組の X, Y に対して複数の投影すべき点 x0, y0 が決まる。

【 0 0 1 8 】

同様の座標系において、断層像 2 3 A の他にも断層像 2 3 B ~ 2 3 E を用意し、y 軸方向から見た図を図 3 (a) に示す。

この図 3 (a) において、断層像 2 3 A ~ 2 3 E は同一対象物について同一方向に等間隔で得られた断層像 (図示例では等間隔であるが、必ずしも等間隔である必要はない) であり、断層像 2 3 B には、臓器領域 B1, B2, B3 が強調して書いてある。臓器領域 B1, B2, B3 を投影面 2 1 に投影すると B1', B2', B3' となる。同様に、断層像 2 3 C の臓器領域 C1, C2 を投影面 2 1 に投影すると C1', C2' となる。

【 0 0 1 9 】

ここで、投影データ (ここでは、B1', B2', B3'; C1', C2') を表示メモリ (図示せず) に書く時は、三次元的効果を出すために、視点 e から見てより遠くに存在する投影データを先に書き込み、それより近くの投影データは後から上書きする。したがってここでは、投影データ C1, C2 より投影データ B1, B2, B3 の方が視点 e より遠くに存在するので、投影データ B1', B2', B3' を先に書いて、投影データ C1', C2' は後から上書きすることになる。なお図 3 (a) では、投影データ B1', B2', B3'; C1', C2' は各々投影面 2 1 から離して示しているが、これは表示メモリに書き込む投影データ B1', B2', B3'; C1', C2' の順番を判り易くしたために過ぎず、最初に書かれる投影データ B1', B2', B3' も、それに上書きされる投影データ C1', C2' も実際には投影面 2 1 上に書かれる。

【 0 0 2 0 】

図 3 (b) は、図 3 (a) よりも一般化して示したもので、投影面と断層像面が平行でない場合の例である。この場合は、断層像 2 3 A, 2 3 B, 2 3 C ... から補間演算で投影面 2 1 と平行な面に向けられた断層像 2 3 a, 2 3 b, 2 3 c ... を作っておく必要がある。その他は、図 3 (a) の場合と同様である。なお、b1'; c1', c2'; d1' は、補間演算された断層像 2 3 b, 2 3 c, 2 3 d 上の臓器領域 b1; c1, c2; d1 の投影データである。

【 0 0 2 1 】

図 4 は、視点、断層像及び投影面がより複雑な位置関係をもった場合の中心投影による座標変換を説明するための図で、断層像 2 3 上の S 点 (x0, z0, y0) の投影結果が投影面上の P 点 (x, y, z) になることを示す。

【 0 0 2 2 】

この図 4 において、中心投影による投影面 2 1 への断層像 2 3 の投影に当たっての、断層像 2 3 の画素座標の投影面 2 1 上の座標への変換は次のように行われる。ここで、a は x 軸と投影面 2 1 の交わる点、b は y 軸と投影面 2 1 の交わる点、c は z 軸と投影面 2 1

10

20

30

40

50

の交わる点、である。

【 0 0 2 3 】

また、 α は原点から投影面 2 1 に下ろした垂線を $z - x$ 面に投影した線が x 軸となす角 β は前記垂線が $x - z$ 面となす角 e 点 (x_1, y_1, z_1) は視点 e の位置、 P 点 (x, y, z) は投影面 (表示画面に相当する) 2 1 上の点、 S 点 (x_0, z_0, y_0) は e 点 (x_1, y_1, z_1) と P 点 (x, y, z) を通る直線 2 2 と断層像 2 3 の交わる点、とすると、次の式が成り立つ。

【 0 0 2 4 】

まず、投影面 2 1 は $(x/a) + (y/b) + (z/c) = 1 \dots (5)$
で表わされる。また e 点 (x_1, y_1, d_1) と P 点 (x, y, z) を通る直線 2 2 は $(x_0 - x)/(x_1 - x) = (y_0 - y)/(y_1 - y) = (z_0 - z)/(z_1 - z) \dots (6)$ 10
で与えられる。

【 0 0 2 5 】

投影面 2 1 が C_1 点 (x_{c1}, y_{c1}, z_{c1}) を通るとき、

$$k_1 = \sin \alpha$$

$$k_2 = \cos \alpha / \sin \beta$$

$$k_3 = \cos \alpha \cdot \cos \beta / \sin \beta$$

$$a_i = 1/a$$

$$b_i = 1/b$$

$$c_i = 1/c$$

20

として、

$$z = [X \cdot k_1 - Y \cdot k_2 - y_{c1} \cdot k_3 - \{(c_i \cdot k_3 \cdot z_{c1})/b_i\} + \{(a_i \cdot k_3 \cdot X)/(b_i \cdot \cos \alpha)\} - \{(a_i \cdot k_3 \cdot x_{c1})/b_i\}] / [1 - \{(c_i \cdot k_3)/b_i\} + \{(a_i \cdot k_3 \cdot \sin \alpha)/(b_i \cdot \cos \alpha)\}] \dots (7)$$

$$x = (X - z \cdot \sin \alpha) / \cos \alpha \dots (8)$$

$$y = [y_{c1} + \{-c_i \cdot (z - z_{c1}) - a_i \cdot (x - x_{c1})\}] / b_i \dots (9)$$

ここで、上記 C_1 点 (x_{c1}, y_{c1}, z_{c1}) には、例えば、視点 $e(x_1, y_1, z_1)$ から投影面 2 1 に下ろした垂線と投影面 2 1 の交わる点 (この点と視点 e 間の距離 h) として

$$z_{c1} = z_1 + - [h / \sqrt{1 + (c_2/a_2) + (c_2/b_2)}] \dots (10)$$

30

$$(\text{「} z_1 + - \text{」の「} - \text{」は } z_0 < z_{c1} \text{ のとき}) \dots (10)$$

$$x_{c1} = x_1 + \{c \cdot (z_1 - z_{c1})/a\} \dots (11)$$

$$y_{c1} = y_1 + \{c \cdot (z_1 - z_{c1})/b\} \dots (12)$$

を使ってもよい。

【 0 0 2 6 】

投影された画像を投影面 2 1 に相当する表示画面 (図示せず) 上に、縦 5 1 2 画素 $\times$ 横 5 1 2 画素で表示するとき、 X, Y は - 2 5 6 から + 2 5 6 までの値を取る。それぞれの X, Y に対して上掲 (7), (8), (9) 式により x, y が決まる。 e 点の x_1, y_1, z_1 は任意に与えるので、下掲 (13), (14) 式により、 $y_0 = d_0$ の断層像上で画素 S 点の座標 x_0, z_0 が決まる。

40

【 0 0 2 7 】

$$x_0 = \{(d_0 - y)/(y_1 - y)\} \times (x_1 - x) + x \dots (13)$$

$$z_0 = \{(d_0 - y)/(y_1 - y)\} \times (z_1 - z) + z \dots (14)$$

断層像は複数あって、 d_0 も複数個あるので、1 組の X, Y に対して複数の投影すべき点 x_0, y_0 が決まる。

【 0 0 2 8 】

なお、図 4 中の R は視点 e から S 点までの距離を示すもので、この R は P 点の画素値 (輝度) を求める際のパラメータとなる。 P 点の画素値は、設定された画素値 (輝度) の最大値 $R_{\max}$ から上記 R を引算した値に比例する。

【 0 0 2 9 】

50

以上のような座標変換を、表示画面に相当する投影面 2 1 上の全ての点について行う。
また、全ての断層像 2 3 について行う。

【 0 0 3 0 】

本発明では、また二次元表示画面に表示するときに、遠近間が与えられて三次元画像として表示されるようにするために陰影づけを行う。陰影づけには、所定の陰影づけアルゴリズムが用いられるもので、その陰影づけアルゴリズムに従って前記投影面 2 1 上での各画素座標に画素値を与える。

【 0 0 3 1 】

まず、陰影づけアルゴリズムとしてデプス法を用いたときの三次元画像構成手順を図 2 及び図 5 を参照して説明する。ここでデプス法とは、断層像 2 3 上の各画素からそれを投影する箇所までの距離 R に応じて陰影を付ける方法で、本発明方法（中心投影）の場合は、断層像 2 3 上の各画素から視点 e までの距離 R に応じて陰影を付ける。なお、従来方法（平行投影）の場合は、断層像 2 3 上の各画素から投影面（視点面）に垂線を下ろし、その交点と画素までの距離 R に応じて陰影を付ける。いずれの場合にあって、通常は、その距離 R が長い程、陰影を濃く（暗く）する。

【 0 0 3 2 】

図 5 中のステップ 3 0 では、表示画面に相当する投影面 2 1 をゼロクリアする。ここでは、投影面 2 1 として表示メモリ（図示せず）上に配列 $P R G(x, y)$ をとるので、 $P R G(x, y) = 0$ となる。

【 0 0 3 3 】

ステップ 3 1 では、視点 e から見て、投影面 2 1 側にある全ての断層像 2 3 をしきい値処理する。断層像 2 3 の配列 $E X T i(x, y)$ に対し、該当する画素値（ $C T$ 値）がしきい値の範囲内ならば 1、範囲外ならば 0 をバッファメモリ（ $R A M$ ）に記録する。なお i は断層像番号を表わす。

【 0 0 3 4 】

ここでしきい値処理は、例えば骨だけ構成、表示するなど、特定の臓器、対象物を抽出して構成、表示したい時などに行われるもので、抽出対象物に応じてしきい値が定められる。

【 0 0 3 5 】

ステップ 3 2 では、視点 e から最も遠い断層像 $E X T k 1(x_0, y_0)$ を選ぶ（この時 $i = k 1$ ）。

ただし、Z バッファ法を応用する場合は、最初の（視点 e に最も近い）断層像でよい。

【 0 0 3 6 】

ここで Z バッファ法とは、平行投影の場合における隠面消去法の 1 つで、断層像上の各画素から投影面（視点面）に垂線を下ろし、その交点と画素までの距離 R を計算して（したがって画素値も決まり）、それが投影面に近いとされたときだけ、メモリに上書きする方法である。

【 0 0 3 7 】

ステップ 3 3 では、断層像上の座標を $x_0 = 0, y_0 = 0$ とする。ステップ 3 4 では、二値化した断層像 2 3 の配列 $E X T i$ の画素（ x_0, y_0 ）が 1 か 0 かを判定する。0 ならば、しきい値の範囲外なので何もしないでステップ 3 8 に飛ぶ。1 ならば、ステップ 3 5 に進む。

【 0 0 3 8 】

ステップ 3 5 では、 x_0, y_0, d_0 と視点 e の座標及び前掲（1）、（2）式を使って X, Y を得る。ステップ 3 6 では、 S 点（ x_0, y_0, d_0 ）と視点 e の位置（ x_1, y_1, d_1 ）間の距離 R を求める。

【 0 0 3 9 】

ステップ 3 7 では、視点 e に近い程明るくしたいので、 $P R G(X, Y) = \text{最大明るさ} - \text{定数} \times R$ とする。上記 Z バッファ法を応用するときは、表示メモリの記憶値と比較して明るい方を残す。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 0 】

ステップ 3 8 では、 x 軸方向に 1 画素だけ進める (x_0 の値を更新する)。ステップ 3 9 では、 x_0 が最大になるまでステップ 3 4 に戻り、それを繰り返す。最大になったら次のステップ 4 0 に進む。

【 0 0 4 1 】

ステップ 4 0 では、 y 軸方向に 1 ライン進める (y_0 の値を更新する)。この際、 $x_0 = 0$ とする。ステップ 4 1 では、 y_0 が最大になるまでステップ 3 4 に戻り、それを繰り返す。最大になったら次のステップ 4 2 に進む。

【 0 0 4 2 】

ステップ 4 2 では、視点 e から次に遠い断層像 $E X T k_2$ を選ぶ。また $i = k_2$ とする。上記 Z バッファ法を使うときは、2 番目の断層像となるステップ 4 3 では、全ての断層像 $E X T i$ (x_0, y_0) について、以上の処理をしたか否かを判定し、終わってなければステップ 3 3 に飛ぶ。終わっていれば、処理を終了する。以上で、対象物内部を内視鏡で見ているような三次元画像が構成される。

【 0 0 4 3 】

以上の説明では、ステップ 3 1 におけるしきい値処理に、二値化処理をしていたが、二値化せずに断層像の画素値 ($C T$ 値) そのものを使うこともできる。この場合、ステップ 3 7 では画素値そのものを前記メモリ上書きすることになり、ステップ 3 4 においては 1 か否かではなく、画素値そのものについて、抽出対象物の画素値をしきい値としきい値処理することになる。また、上記二値化処理はステップ 3 1 で行わずに、その後の部分、例えばステップ 3 4 部分で行ってもよい。この場合も、ステップ 3 4 においては 1 か否かではなく、画素値そのものについて、抽出対象物の画素値をしきい値としきい値処理することになる。

【 0 0 4 4 】

この場合のしきい値処理する断層像の順序は、視点 e に最も近い断層像から始め、 P 点に向けて順次行ったほうが、無駄な演算がなく、全体の処理時間が短くなる。これは、視点 e に最も近い対象物が最後に残るように構成するため前後の関係、すなわち奥行が表示でき、三次元的に画像が見えるようになる (三次元画像が構成される) が、視点 e に最も近い断層像から処理を開始する順序によれば、処理を開始して抽出対象物が見つかった場合にはそれ以後の処理が必要なくなるからである。

【 0 0 4 5 】

次に、陰影づけアルゴリズムとしてボリュームレンダリング法 (例えば、Ma e c L e v o y 著「Display of Surfaces from Volume Data」; IEEE Computer Graphics & Applications May 1988 29 - 37 ページ) を用いたときの三次元画像構成手順を図 2 及び図 6 を参照して説明する。

【 0 0 4 6 】

図 6 のステップ 4 0 0 では、画面に相当する投影面 2 1 をゼロクリアする。ステップ 4 0 1 では、投影面 2 1 上の座標の X, Y を $X = 0, Y = 0$ とし、構成されるべき三次元画像の濃度 I を初期値 $I = 0$ とする。

【 0 0 4 7 】

ステップ 4 0 2 では、視点 e に最も近い断層像 2 3 を選ぶ。ステップ 4 0 3 では、前掲 (3), (4) 式を使って、断層像上の点 x_0, y_0 を求める。

【 0 0 4 8 】

ステップ 4 0 4 では、点 (x_0, y_0, d_0) での反射光、透過光 (各々光量) を、上掲などの一般的なボリュームレンダリング法で求める。なお、(x_0, y_0) はステップ 4 0 3 で求められたもの、 d_0, d_1 及び D は予め任意に与えられているので既知である。

【 0 0 4 9 】

ステップ 4 0 5 では、 $I \leftarrow (I + \text{反射光})$ とする (I の値を更新する)。ステップ 4 0 6 では、視点 e に次に近い断層像 2 3 を選ぶ。ステップ 4 0 7 では、視点 e から見て、投

10

20

30

40

50

影面 2 1 方向の全ての断層像について実行したか否かを判定し、実行していなければステップ 4 0 3 に飛ぶ。実行終了していれば、次に進む。

【 0 0 5 0 】

ステップ 4 0 8 では、最終的に得られた濃度 I を表示メモリに格納する。ステップ 4 0 9 では、 X を 1 だけ増やす (X の値を更新する)。ステップ 4 1 0 では、 X が最大になるまでステップ 4 0 2 に戻し、それを繰り返す。最大になったら次のステップ 4 1 1 に進む。

【 0 0 5 1 】

ステップ 4 1 1 では、 Y 方向に 1 だけ進める (Y の値を更新する)。この際、 $X = 0$ とする。ステップ 4 1 2 では、 Y が最大になるまでステップ 4 0 2 に戻り、それを繰り返す。最大になったら処理を終了する。以上で、対象物内部を内視鏡で見ているような三次元画像が構成される。

10

【 0 0 5 2 】

なお、上述陰影づけ処理 (デプス法及びボリュームレンダリング法共) において、視点 e の位置を図示しないマウスやトラックボールなどの位置入力装置の位置入力操作と連動させて移動させれば、対象物内部を内視鏡を動かしながら見ているような三次元画像が得られる。この場合、視点 e の位置を移動させるに従って投影面 2 1 も同方向に移動させれば、上記三次元画像に急激な拡大が生じなく、画質の劣化も生じない。この際の投影面 2 1 の移動速度は、視点 e の位置移動速度と同一でもよく、また任意に調整可能としてもよい。

20

【 0 0 5 3 】

図 7 は本発明方法が適用可能なハードウェア構成例を示すブロック図である。この図 7 において、5 0 は CPU、5 1 は主メモリ、5 2 は磁気ディスク、5 3 は表示メモリ、5 5 はマウスコントローラで、これらは共通バス 5 7 に接続されている。磁気ディスク 5 2 には、複数の断層像及び座標変換や陰影づけのためのプログラムなどが格納されている。

【 0 0 5 4 】

CPU 5 0 は、これら複数の断層像及び座標変換や陰影づけのためのプログラムを読み出し、主メモリ 5 1 を用いて対象物内部を内視鏡で見ているような三次元画像を構成し、その結果を表示メモリ 5 3 に送り、CRT モニタ 5 4 に表示させる。マウスコントローラ 5 5 に接続されたマウス 5 6 は、三次元画像を構成する際の、視点位置などを指定する。得られた三次元画像は、必要に応じて磁気ディスク 5 2 に格納される。

30

【 0 0 5 5 】

マウス 5 6 による視点位置の指定は、例えばスキャノグラム像と CT 像 (断層像) を用いて図 8 に示すように行われる。図 8 において、5 6 はマウス、7 0 は前記 CRT モニタ 5 4 の画面、7 0 a はスキャノグラム像、7 0 b は CT 像で、マウス 5 6 により、スキャノグラム像 7 0 a と CT 像 7 0 b の所望位置に視点 7 1, 7 2 を指定することにより、対象物内部の三次元位置 (前記視点 e) が指定される。7 0 c はこれにより構成、表示された三次元画像で、手前から腎臓、肝臓が見え、ほぼ中央から右手前側に向けて血管が走っている様子が三次元画像で表示されている。

【 0 0 5 6 】

また、視点を左右方向に僅かにずらした 2 つの視点 (左目用視点と右目用視点) を予め設定して 2 枚 1 組の投影像 (三次元画像) を構成し、左目用視点で得られた画像は左目だけで、右目用視点で得られた画像は右目だけで、各々見えるようにすれば、構成後の三次元画像をステレオ視可能である。

40

【 0 0 5 7 】

このようなステレオ視可能な三次元画像の構成例を図 9 に、同じくステレオ視可能なハードウェア構成例を図 1 0 に示す。図 9 において、 e_L は左目用視点、 e_R は右目用視点、6 0 L は左目用視点 e_L による三次元画像 (左目用三次元画像)、6 0 R は右目用視点 e_R による三次元画像 (右目用三次元画像) であり、その他は図 2 と同様である。

【 0 0 5 8 】

50

図 10 において、90L は前記左目用三次元画像 60L の表示メモリ、90R は前記右目用三次元画像 60R の表示メモリ、91 は左目用三次元画像 60L は左目のみで、右目用三次元画像 60R は右目のみで、各々見られるように構成したディスプレイ（例えばヘッドマウンテッド・ディスプレイ）である。上記ディスプレイ 91 により、左目用三次元画像 60L を左目で、右目用三次元画像 60R を右目で見ることにより、構成後の三次元画像がステレオ視される。

【図面の簡単な説明】

【0059】

【図 1】本発明方法の概略を示すフローチャートである。

【図 2】本発明方法における断層像の画素座標の投影面上の座標への変換を説明するための図である。 10

【図 3】同じく複数の断層像についての画素座標の投影面上の座標への変換を説明するための図である。

【図 4】視点、断層像及び投影面がより複雑な位置関係をもった場合の中心投影による座標変換を説明するための図である。

【図 5】陰影づけアルゴリズムとしてデプス法を用いたときの三次元画像構成手順の一例を示すフローチャートである。

【図 6】陰影づけアルゴリズムとしてボリュームレンダリング法を用いたときの三次元画像構成手順の一例を示すフローチャートである。

【図 7】本発明方法が適用可能なハードウェア構成例を示すブロック図である。 20

【図 8】視点の位置をスキャノグラム像と CT 像を用いて指定可能とした場合の CRT モニタ画面の表示の一例を示す図である。

【図 9】ステレオ視可能な三次元画像の構成例を示す図である。

【図 10】ステレオ視可能としたハードウェア構成例を示すブロック図である。

【符号の説明】

【0060】

x x 軸

y y 軸

z z 軸

21 投影面

22 直線

23 (23A ~ 23E) 断層像

e 視点 (視点の位置)

P 投影面上の点、

S e と P を通る直線と断層像の交わる点

X 投影面上の X 軸

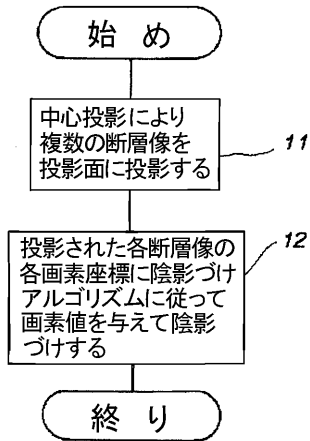
Y 投影面上の Y 軸

B1, B2, B3, C1, C2, b1, c1, c2, d1 臓器領域

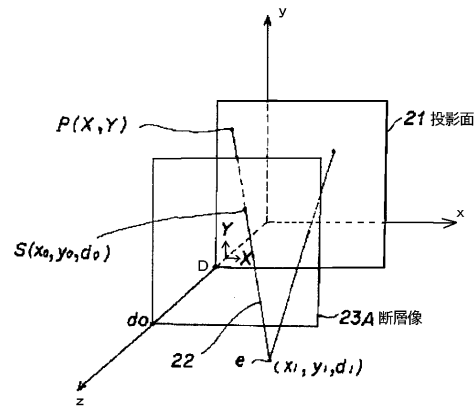
B1', B2', B3', C1', C2, b1', c1', c2', d1' 投影データ

30

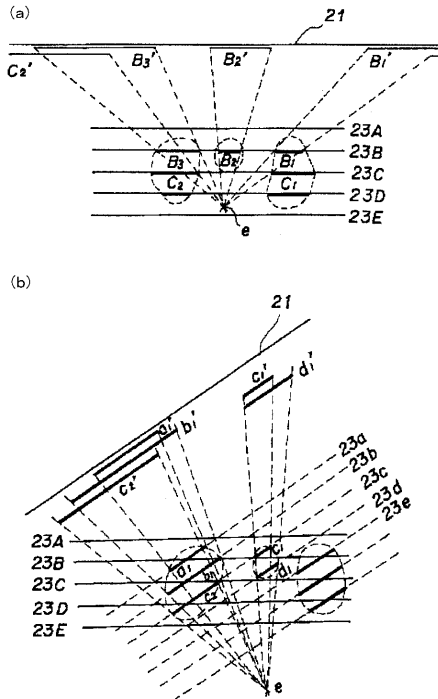
【図 1】



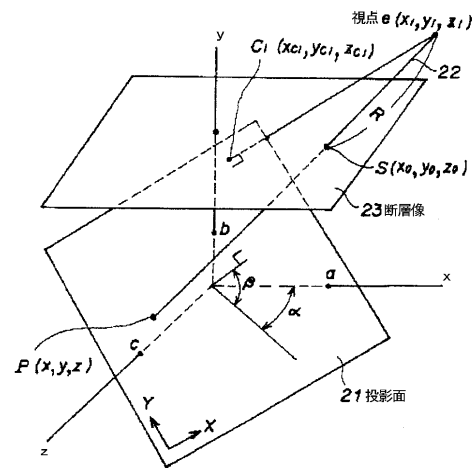
【図 2】



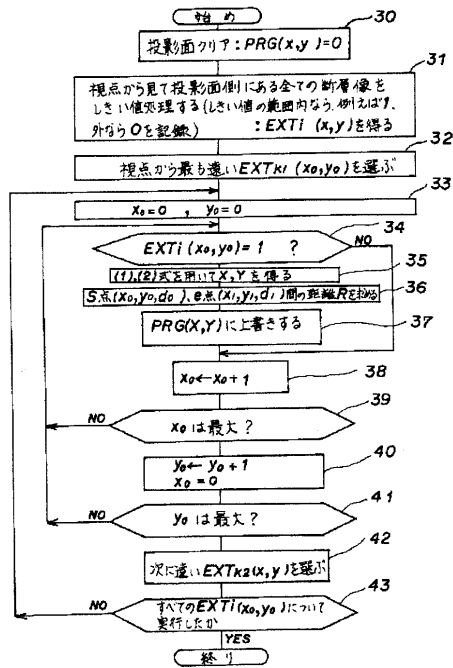
【図 3】



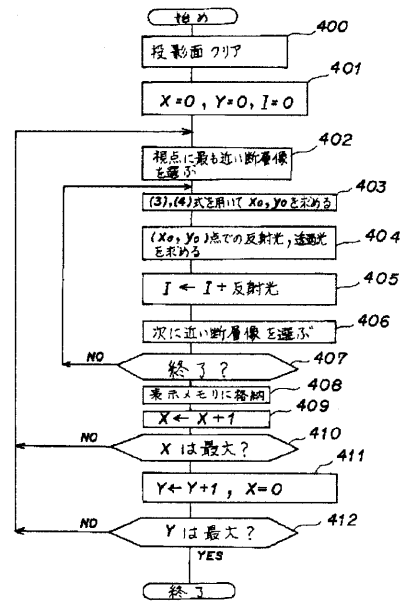
【図 4】



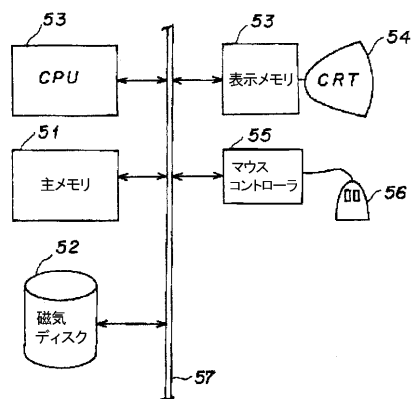
【図 5】



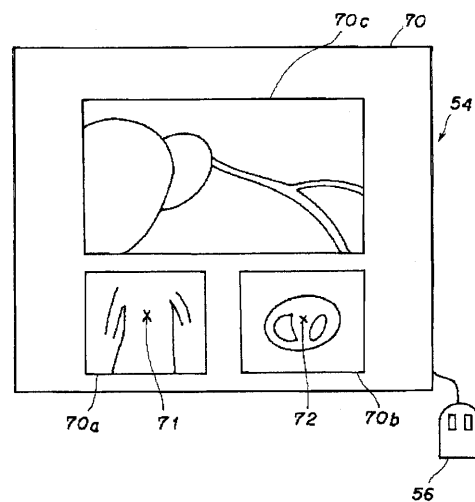
【図 6】



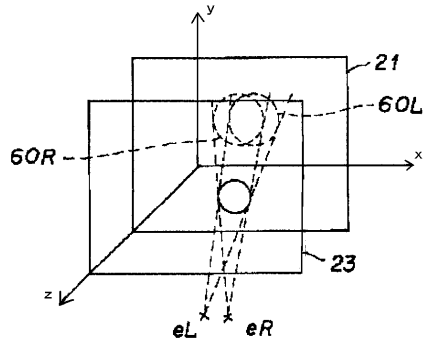
【図 7】



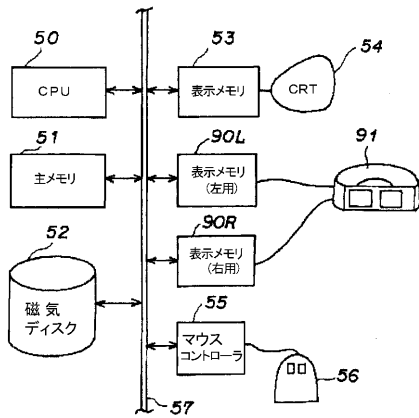
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平07-210704(JP,A)
特開平01-209583(JP,A)
特開平01-242038(JP,A)
特開平02-058183(JP,A)
特開平03-118039(JP,A)
特開平05-266215(JP,A)
特開平01-098084(JP,A)
特開平05-346963(JP,A)
特開昭62-016741(JP,A)
特開昭61-013374(JP,A)
特開昭63-240851(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06T 1/00, 15/00 - 17/40
A61B 6/00 - 6/03

专利名称(译)	用于构建三维图像的方法和设备		
公开(公告)号	JP3889031B2	公开(公告)日	2007-03-07
申请号	JP2006097191	申请日	2006-03-31
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立医药		
申请(专利权)人(译)	株式会社日立メディコ		
当前申请(专利权)人(译)	株式会社日立メディコ		
[标]发明人	後藤良洋		
发明人	後藤 良洋		
IPC分类号	G06T1/00 G06T15/00 A61B6/03 A61B6/02 A61B5/055 G06T15/08		
FI分类号	G06T1/00.290.B G06T15/00.200 A61B6/03.360.G A61B6/02.353.B A61B5/05.380 A61B5/055.380 G06T15/08 G06T7/00.612		
F-TERM分类号	4C093/AA22 4C093/AA26 4C093/CA23 4C093/DA01 4C093/DA02 4C093/DA03 4C093/FF42 4C093/FF43 4C093/FG05 4C093/FG07 4C093/FH02 4C096/AA20 4C096/AB50 4C096/AD14 4C096/AD25 4C096/DC14 4C096/DC18 4C096/DC21 4C096/DC33 4C096/DC36 5B057/AA09 5B057/BA03 5B057/BA07 5B057/BA24 5B057/CA02 5B057/CA08 5B057/CA12 5B057/CA16 5B057/CB02 5B057/CB08 5B057/CB13 5B057/CB16 5B057/CD02 5B057/CD03 5B057/CD14 5B057/CE08 5B057/CE11 5B080/AA17 5B080/BA02 5B080/BA07 5B080/CA01		
其他公开文献	JP2006192296A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种通过堆叠包括体积图像并从任意方向观察它的多个断层图像来对堆叠的三维图像的二维图像进行着色来构建三维图像的方法，获得内窥镜所见的三维图像。提供了通过中心投影在投影平面上投影多个断层图像的步骤和通过根据阴影算法将像素值给予每个投影断层图像的像素坐标的阴影步骤。点域5

【 図 1 】

