

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5265849号
(P5265849)

(45) 発行日 平成25年8月14日(2013.8.14)

(24) 登録日 平成25年5月10日(2013.5.10)

(51) Int.Cl.

A 6 1 B 8/00 (2006.01)

F 1

A 6 1 B 8/00

請求項の数 10 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2005-243685 (P2005-243685)	(73) 特許権者	390041542
(22) 出願日	平成17年8月25日(2005.8.25)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
(65) 公開番号	特開2006-61697 (P2006-61697A)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ
(43) 公開日	平成18年3月9日(2006.3.9)		クタデイ、リバーロード、1番
審査請求日	平成20年8月21日(2008.8.21)	(74) 代理人	100137545
(31) 優先権主張番号	10/927, 827		弁理士 荒川 聡志
(32) 優先日	平成16年8月27日(2004.8.27)	(74) 代理人	100105588
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 小倉 博
		(74) 代理人	100106541
			弁理士 伊藤 信和
		(74) 代理人	100129779
			弁理士 黒川 俊久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波画像を3D切り出しするための方法及びシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

対象(426)に対する3次元(3D)切り出しのためのシステム(100、200)であって、

その内部を通過して延びる基準軸(406)を有する対象データと該対象データの近傍にある非対象データとを包含するボリュメトリック・データ組(400)を保存(1002)しているメモリ(202)と、

前記ボリュメトリック・データ組(400)の内部で少なくとも1つの基準スライス(410、411)及び複数の対象スライス(412、414、416)を規定(1004)している処理ユニット(206)であって、該基準スライス(410、411)と該対象スライス(412、414、416)は前記基準軸(406)に沿って互いに交差しかつ前記基準軸(406)を包含しており、該処理ユニット(206)は該基準スライス(410、411)の内部において前記対象データの辺縁位置にある基準点(602、610)を決定(1008)している処理ユニット(206)と、

前記基準点(602、610)に基づいて前記基準スライス(410、411)及び対象スライス(412、414、416)を通過して延びる推定輪郭(408)を生成(1010)している輪郭推定器(210)であって、該推定輪郭(408)は前記対象スライス(412、414、416)と交差して各対象スライス(412、414、416)内で推定輪郭点(604、606、608)を規定している輪郭推定器(210)と、

対象データの実際の輪郭点と実質的に対応するようになるまで前記推定輪郭点(604、

10

20

606、608)を調整(1014)している輪郭調整ユニット(210)と、
を備え、

前記輪郭調整ユニット(210)は、前記推定輪郭点(604、606、608)を調整(1014)するために各対象スライス(412、414、416)ごとに対象点(606)に対する第1の距離を決定し、移動(1014)すると共に、前記移動対象点(606)の移動及び低減係数に応じて、前記対象点(606)に隣接する近傍点を該近傍点の対象スライス上で移動する、
システム(100、200)。

【請求項2】

前記輪郭調整ユニット(210)は、第2の対象スライス(416)内での推定輪郭点(608)と実際の輪郭点の間の差に基づいて第1の対象スライス(414)内の前記推定輪郭点(606)を調整(1014)している、請求項1に記載のシステム(100、200)。

10

【請求項3】

前記処理ユニット(206)は直交する基準スライス(410、411)を規定し、かつ該直交する基準スライス(410、411)のそれぞれにおいて1対の基準点(602、610)を決定している、請求項1に記載のシステム(100、200)。

【請求項4】

前記処理ユニット(206)、輪郭推定器(210)及び輪郭調整ユニット(210)は、前記基準スライス(410、411)及び対象スライス(412、414、416)の内部の前記基準軸(406)と平行に延びる方向にある複数の深度(422)において、前記規定(1004)、決定(1008)、生成(1010)及び調整(1014)の動作を反復している、請求項1に記載のシステム(100、200)。

20

【請求項5】

前記輪郭調整ユニット(210)は、1回の動作で推定輪郭点(604、606、608)を調整(1014)する量に関して制限を確立している、請求項1に記載のシステム(100、200)。

【請求項6】

前記推定輪郭点(604、606、608)は、前記実際の輪郭点と実質的に対応するようになるまで反復的に調整(1014)されている、請求項1に記載のシステム(100、200)。

30

【請求項7】

前記輪郭調整ユニット(210)は、前記推定輪郭(408)と直交する線(904)に基づいて前記推定輪郭点(606)を調整(1014)しようとする方向を決定(1014)している、請求項1に記載のシステム(100、200)。

【請求項8】

対象データ及び前記推定輪郭(408)に関する平滑度(900)に基づいて該第1の距離を低減させている、請求項1に記載のシステム(100、200)。

【請求項9】

互いに直交する2つの基準スライス(410、411)及び少なくとも3つの対象スライス(412、414、416)が規定される、請求項1に記載のシステム(100、200)。

40

【請求項10】

前記輪郭調整ユニット(210)は、前記推定輪郭点(604、606、608)が調整反復の間に移動しなくなるまで、前記推定輪郭点(604、606、608)を反復的に調整(1014)している、請求項1に記載のシステム(100、200)。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【 0 0 0 1 】

本発明は、診断超音波の方法及びシステムに関する。具体的には、本発明は、３次元（３Ｄ）超音波データ組を切り出すための方法及びシステムに関する。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

医学診断で使用するためには多数の超音波法及びシステムが存在している。患者の超音波画像に基づいた患者の検査及び診断を容易にするために様々な機能が提唱されている。例えば、ある種のシステムは、２Ｄ画像のうち対象領域と非対象領域を表している部分を識別するための２Ｄ画像の解析で用いられる画像切り出し機能を提供している。局所的輪郭は、画像データのテクスチャ及びグレイレベル変化の計測（ただし、これに限らない）を含め様々な技法で決定されることがある。対象スライス内部で対象の局所的輪郭を決定するために、自動切り出しアルゴリズムが使用されることがある。さらに最近では、３Ｄボリュームに関する超音波情報を取得するための技法が導入されている。この超音波情報は、ポリュメトリック・データ組として保存される。このポリュメトリック・データ組からは、解析のために切り出し（セグメンテーション）を介するなどにより個々の画像またはスライスが抽出される。

10

【特許文献１】米国特許第５５４０２２９号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 3 】

20

従来では、超音波の方法及びシステムはポリュメトリック・データ組に対して切り出しを迅速に実行することができない。

【 0 0 0 4 】

ポリュメトリック・データ組の切り出しが可能な改良型の方法及びシステムに対する要求が存在する。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 5 】

対象の３次元（３Ｄ）切り出しのための方法を提供する。本方法は、その内部を通過して延びる基準軸を有する対象データと該対象データの近傍にある非対象データとを包含するポリュメトリック・データ組を取得する。本方法は、このポリュメトリック・データ組の内部で少なくとも１つの基準スライス及び複数の対象スライスを規定しており、該基準スライスと該対象スライスは基準軸に沿って互いに交差しかつ基準軸を包含している。基準点は、この基準スライスの内部で対象データの辺縁位置において決定される。基準点を決定した状態で、本方法は、この基準点に基づいて基準スライス及び対象スライスを通過して延びる推定輪郭を作成しており、この推定輪郭は対象スライスと交差して推定境界点を規定している。次いで本方法は、対象データの実際の境界点と実質的に対応するようになるまでこの推定境界点を調整する。

30

【 0 0 0 6 】

対象の３次元（３Ｄ）切り出しのためのシステムを提供する。本システムは、その内部を通過して延びる基準軸を有する対象データと該対象データの近傍にある非対象データとを包含するポリュメトリック・データ組を保存しているメモリを含んでいる。本システムは、このポリュメトリック・データ組の内部で少なくとも１つの基準スライス及び複数の対象スライスを規定している処理ユニットであって、該基準スライスと該対象スライスは基準軸に沿って互いに交差しかつこの基準軸を包含している処理ユニットを含んでいる。この処理ユニットはこの基準スライスの内部において対象データの辺縁位置にある基準点を決定している。本システムは、この基準点に基づいて基準スライス及び対象スライスを通過して延びる推定輪郭を作成している輪郭推定器であって、該推定輪郭は対象スライスと交差して各対象スライス内で推定境界点を規定している輪郭推定器を含んでいる。本システムは、対象データの実際の境界点と実質的に対応するようになるまでこの推定境界点を調整している境界調整ユニットを含んでいる。

40

50

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

図1は、本発明の一実施形態に従って形成した超音波システム100のブロック図である。超音波システム100は、パルス状の超音波信号が身体内に放出されるようにアレイ状トランスジューサ106の内部の複数のトランスジューサ素子104を駆動させる送信器102を含んでいる。多種多様な幾何学構成を使用することができる。この超音波信号は、血球や筋肉組織など身体内の密度境界及び/または構造によって後方散乱を受け、トランスジューサ素子104に戻されるようなエコーを発生させる。このエコーは受信器108によって受信している。受信したエコーは、ビーム形成を実行しかつRF信号を出力しているビーム形成器110に通される。次いで、このRF信号はRFプロセッサ112に通される。別法として、そのRFプロセッサ112は、エコー信号を表すIQデータ対を形成するようにRF信号を復調している複素復調器(図示せず)を含むことがある。次いで、このRFまたはIQ信号データは、一時的に保存するためにRF/IQバッファ114まで直接導かれることがある。

10

【0008】

超音波システム100はさらに、収集した超音波情報(すなわち、RF信号データまたはIQデータ対)を処理して表示システム118上に表示するための超音波情報のフレームを作成するために、信号プロセッサ116を含んでいる。この信号プロセッサ116は、収集した超音波情報に対して選択可能な複数の超音波様式に従った1つまたは複数の処理動作を実行するように適応させている。この例示的实施形態では、収集した超音波情報は、走査セッション中にエコー信号を受信しながらリアルタイムで処理される。代替的な一実施形態では、この超音波情報は、走査セッションの間にRF/IQバッファ114内に一時的に保存され、ライブまたはオフライン動作でリアルタイム性がより低い処理を受けることがある。

20

【0009】

超音波システム100は、人間の眼のおおよその認知速度である50フレーム毎秒を超えるフレームレートで超音波情報を連続して収集することができる。収集した超音波情報は、これより遅いフレームレートで表示システム118上に表示させることがある。即座に表示させる予定がない収集超音波情報の処理済みのフレームを保存するために、画像バッファ122を含めてある。この例示的实施形態では、画像バッファ122は、少なくとも数秒分の超音波情報フレームを保存できるだけの十分な容量をもつ。超音波情報のフレームは、収集の順序や時刻に従ったこれらの取り出しが容易となるような方式で保存されている。画像バッファ122は、ランダム・アクセス・メモリ(RAM)やその他の周知のデータ記憶媒体(ただし、これらに限らない)などの少なくとも1つの記憶デバイスを含むことがある。

30

【0010】

図2は、本発明の代替的な実施形態に従って形成した超音波システム200のブロック図である。システム200は、送信器203及び受信器205と接続されたアレイ状トランスジューサ201を含んでいる。アレイ状トランスジューサ201は、超音波パルスを送信し、走査を受けた超音波ボリューム207の内部にある構造からエコーを受信する。メモリ202は、走査を受けた超音波ボリューム207から導出された受信器205からの超音波データを保存する。ボリューム207は、例えば3D走査、リアルタイム3D撮像、ボリューム走査、位置決めセンサを有するトランスジューサによる2D走査、ボクセル相関技法、2D、またはマトリックスアレイ・トランスジューサを使用したフリーハンド走査(ただし、これらに限らない)など様々な技法によって取得されることがある。

40

【0011】

トランスジューサ201は、関心領域(ROI)の走査中に、直線状経路や弓状経路などに沿って移動させることがある。直線状または弓状の各位置において、トランスジューサ201は複数の走査面204を取得する。これらの走査面204はメモリ202内に保存され、次いでスライス抽出ユニット206に送られる。幾つかの実施形態では、そのト

50

ランスジューサ 2 0 1 は走査面 2 0 4 ではなくラインを取得することがあり、またメモリ 2 0 2 は走査面 2 0 4 ではなくランスジューサ 2 0 1 が取得したラインを保存することがある。データ・スライスは、スライス・データから対象輪郭を抽出する切り出しユニット 2 1 0 に送られる。切り出しユニット 2 1 0 の出力は、超音波 (U S) データと一緒にボリューム表示プロセッサ 2 1 2 に送られる。ボリューム表示プロセッサ 2 1 2 の出力は、ビデオ・プロセッサ 2 1 4 に送られ、次いでディスプレイ 2 1 6 に送られる。

【 0 0 1 2 】

図 3 は、システム 1 0 0 (図 1 参照) によって収集した対象 3 0 6 の例示的な走査 3 0 0 を表している。アレイ状ランスジューサ 1 0 6 は、ランスジューサ 1 0 6 の辺縁に沿って直線的に位置決めされた複数のランスジューサ素子 1 0 4 を含む。ランスジューサ素子 1 0 4 は送信器 1 0 2 及び受信器 1 0 8 (図 1 参照) と結合されており、また送信器 1 0 2 からの送信信号に応答してアレイ状ランスジューサ 1 0 6 のうち各ランスジューサ素子 1 0 4 の近傍にある辺縁から放出される超音波ビームまたは波動 3 0 2 を発生させている。この送信信号は、各ランスジューサ素子 1 0 4 の発射を制御し、所定の経路に沿って超音波波動 3 0 2 がステアリングされるように位相調整されることがある。単に例示を目的として、4 つのランスジューサ素子 1 0 4 を図示している。アレイ状ランスジューサ 1 0 6 は、任意の数のランスジューサ素子 1 0 4 を包含することがある。各波動 3 0 2 は、関心対象 3 0 6 を含むことがある関心対象ボリューム 3 0 4 内に投射されており、またこの波動は隣接するランスジューサ素子 1 0 4 から放出される 1 つまたは複数の波動 3 0 2 と重複することがある。対象 3 0 6 は、対象 3 0 6 に当たる波動 3 0 2 を吸収、送出、屈折及び/または反射することがある。対象 3 0 6 から反射された波動すなわちエコーは、ランスジューサ素子 1 0 4 によって受け取られてシステム 1 0 0 によって処理され、ボリューム 3 0 4 内部の対象 3 0 6 及び別の対象を示す画像またはステアリング・フレームを作成する。

【 0 0 1 3 】

図 4 は、形状が概して球形であると共に本発明の一実施形態に従ってスライス切断した対象 4 2 6 を包含するボリュームトリック・データ組 4 0 0 の斜視図を表している。超音波システム 2 0 0 は、対象データと該対象データの近傍にある非対象データとを包含するボリュームトリック・データ組 (V D S) 4 0 0 を取得する。取得されたデータは対象 4 2 6 を規定しており、図 2 のメモリ 2 0 2 などのメモリ内に保存されることがある。対象 4 2 6 は、形状が球形であることや球形でないことがある。以下で説明することにするが、推定する球状輪郭ボリューム 4 0 2 は対象 4 2 6 の内部に規定されており、またこの輪郭ボリューム 4 0 2 は外方成長過程のための初期開始点として使用される。この過程は、対象 4 2 6 の形状が近似されるまで輪郭ボリューム 4 0 2 を反復して外方に拡張している。基準軸 4 0 6 は対象 4 2 6 の中心 4 2 0 の位置に配置されると共に、これを通過して延びている。複数の基準スライス 4 1 0 及び 4 1 1 と対象スライス 4 1 2、4 1 4 及び 4 1 6 とは基準軸 4 0 6 に沿って互いに交差すると共に、該基準軸 4 0 6 を含んでいる。基準軸 4 0 6 に沿って深度 4 2 2 にある 1 つの点 (例えば、中心 4 2 0) において、直交切断面 4 0 4 が基準軸 4 0 6 と直角に交差している。直交面 4 0 4 の基準スライス 4 1 0 との交差によって、直交面 4 0 4 の内部に基準線 4 2 4 が形成される。対象 4 2 6 の辺縁は基準線 4 2 4 に沿って対象データの相対する側に位置特定されている。

【 0 0 1 4 】

図 5 は、対象 4 2 6 を通じて様々な深度 4 2 2 で取得した図 4 のボリュームトリック・データ組 4 0 0 を切る一連のスライスすなわち切断面 5 0 2、5 0 6、5 1 0 及び 5 1 4 の上面図である。切断面 5 0 2、5 0 6、5 1 0 及び 5 1 4 は、切断面 4 0 4 の場合と同様に基準軸 4 0 6 と直角である。面 5 0 2、5 0 6、5 1 0 及び 5 1 4 のそれぞれの面内で、対象 4 2 6 の 1 つの輪郭が形成されることがある。対応する面 5 0 2、5 0 6、5 1 0 及び 5 1 4 の内部に形成された輪郭 5 0 4、5 0 8、5 1 2 及び 5 1 6 は、対象データが V D S 4 0 0 の非対象データと出合っている境界を意味している。対象 4 2 6 全体に関する輪郭モデルは、基準軸 4 0 6 に沿って対象 4 2 6 を切り出す同様に対応する切断面内で

多くの複数の輪郭を生成させることによって取得されることがある。

【 0 0 1 5 】

図 6 は、基準スライス及び対象スライス 4 1 0、4 1 1、4 1 2、4 1 4 及び 4 1 6 を含んだ図 4 の面 4 0 4 の上面図である。基準点 6 0 2 及び 6 1 0（境界点とも呼ぶ）はそれぞれ、深度 4 2 2（図 4）にある対応する基準スライス 4 1 0 及び 4 1 1 内で直交切断面 4 0 4 が基準スライス 4 1 0 及び 4 1 1 と交差する箇所に存在する。基準スライス 4 1 0 及び 4 1 1 は互いに直交することがあり、またこれらは手作業でまたは自動的に選択されることがある。基準点 6 0 2 及び 6 1 0 は、対応する基準スライス 4 1 0 及び 4 1 1 内における対象 4 2 6 の輪郭上の位置を示している。対象 4 2 6 の境界上の基準点 6 0 2 及び 6 1 0 を識別するためには様々な技法が使用されることがある。現行の技法には、画像データ内におけるテクスチャ及びグレイレベル変化の計測（ただし、これに限らない）が含まれる。

10

【 0 0 1 6 】

基準点 6 0 2 及び 6 1 0 を配置し終った後、切断面 4 0 4 内で滑らかな推定輪郭線 4 0 8 が推定される。図 4 の例では、推定輪郭線 4 0 8 は形状が円形である。推定輪郭線 4 0 8 は、直交面 4 0 4 の近傍において対応する境界点 6 0 4、6 0 6 及び 6 0 8 の位置で対象スライス 4 1 2、4 1 4 及び 4 1 6 と交差する。輪郭推定器は、第 1 の四分円と同様にして対象点を決定すると共に、図 6 のその他の四分円に関しても推定輪郭を完了させ、深度 4 2 2 における輪郭ボリューム 4 0 2 に関する推定輪郭 4 0 8 を得ている。輪郭推定器は、図 2 の切り出しユニット 2 1 0 内に含まれることがある。次いで輪郭推定器は、基準スライス及び対象スライスと交差する直交切断面の近傍にある基準軸 4 0 6 に沿った様々な深度において輪郭ボリューム 4 0 2 の推定輪郭を完了させる。これらの推定輪郭は、その各々が異なる深度にあり、図 4 の輪郭ボリューム 4 0 2 の形状など対象 4 2 6 に関する開始形状（beginning shape）を規定している。その輪郭が対象 4 2 6 の境界内に来ようように推定されている限りにおいて、この開始形状は重要ではなく、例えば球形状とすることができる。

20

【 0 0 1 7 】

図 7 は、図 6 に関して記載した推定輪郭上及び対象スライス内部にある近傍点 7 0 0 を表している。図 7 は、図 4 及び図 6 の 3 つの対象スライス 4 1 2、4 1 4 及び 4 1 6 を 3 D 斜視図で表している。点 6 0 6 は近傍点の考え方を例証するために選択したものである。推定輪郭 4 0 8 に沿って、点 6 0 6 は対応する対象スライス 4 1 2 及び 4 1 6 内の近隣値 6 0 4 及び 6 0 8 を有している。対象スライス 4 1 2 及び 4 1 6 は点 6 0 6 を包含する対象スライス 4 1 4 と隣り合っている。さらに、推定輪郭 4 0 8 と隣り合った推定輪郭 7 0 2 及び 7 0 4 内に存在する点も、点 6 0 6 に対する近隣値を提供することがある。具体的には、推定輪郭 7 0 2 の対象点 6 1 2、6 1 8 及び 6 2 2 と、推定輪郭 7 0 4 の対象点 6 1 4、6 1 6 及び 6 2 0 とが、対象点 6 0 6 に対する近隣値を提供する。したがって、点 6 0 6 は 8 つの近傍点 6 1 2、6 1 8、6 2 2、6 0 4、6 0 8、6 1 4、6 1 6 及び 6 2 0 と関連付けさせることがある。別法として、点 6 0 6 に対する近隣値として点 6 0 4、6 0 8、6 1 6 及び 6 1 8 だけを選択することがあり、このケースでは、点 6 0 6 は 4 つの近隣値を有することになる。記載した方式によって、推定輪郭上の 1 つの点を近傍点の組と関連付けさせることができる。

30

40

【 0 0 1 8 】

図 8 は、図 7 の点の別の像であり、点 6 0 6 とこの点 6 0 6 の 8 つの近傍点 6 1 2、6 1 8、6 2 2、6 0 4、6 0 8、6 1 4、6 1 6 及び 6 2 0 との間の角錐様の接続 8 0 0 を表している。点 6 0 6 はこの角錐の尖端にあり、取り囲んでいる近傍点は角錐の底面を形成している。例示的な一方法は、推定輪郭上の点（例えば、点 6 0 6）を外方に拡張させる、すなわち押すように動作している。しかし、点 6 0 6 を外方に移動させる量は、本明細書では簡単に検討することにする 2 種類の規則による制約を受けることがある。点を外方に移動させる量を制約する規則に加えて、その点を包含する対象スライスの内部のみで移動するようにその点はさらに制約を受けている。

50

【 0 0 1 9 】

例えば、点 6 0 6 は図 7 の矢印 A の方向で外方に移動させることがあるが、点 6 0 6 は点 6 0 6 が関連する対象スライス 4 1 4 の内部でのみを移動させることがある。点 6 0 6 に関するこの関連する近傍点は、点 6 0 6 に対して伸縮性の接続を有するように想定されることがある。点 6 0 6 が外方に移動しようとするのに伴って、これらの近傍点 6 1 2、6 1 8、6 2 2、6 0 4、6 0 8、6 1 4、6 1 6 及び 6 2 0 は点 6 0 6 を引き戻そうとする。この結果、点 6 0 6 は矢印 A の方向に外方に移動するが、近傍点による引き戻しがない場合に生ずる可能性があるような最初に割り当てられたある量まで移動しないことがある。矢印 A は、点 6 0 6 において点輪郭と直交する、すなわち直角な方向を指しており、点 6 0 6 が移動する方向を示している。さらに、これらの近傍点は点 6 0 6 の移動によって外方に引っ張られることがあるが、各近傍点はその点を包含する対象スライスの内部でのみ移動することがある。実際に、ある境界点は近傍点と相互に関連しており、境界点の動きは近傍点による影響を受けると共に近傍点の動きに影響を与えている。例えば、境界点 6 0 6 が有するある推定近傍点が該近傍点と実際の境界点の間の差が非常に小さくなるような近傍点であれば、この近傍点は移動しないことがあり、またこの近傍点の移動しないことによって同様に境界点 6 0 6 の移動が防止されることがある。

10

【 0 0 2 0 】

第 1 種の規則は、近傍点に対する点 6 0 6 の外方への移動を規制している。図 8 の例では、対象点 6 0 6 に対するメッシュ状の近傍対象点を用いることによって、平滑度の計測が可能対象点 6 0 6 における輪郭を形成させることがある。対象点 6 0 6 は、近傍点によって形成される複数の角度に関する頂点として選択されることがある。例えば対象点 6 0 6 は、点 6 0 6 から近傍点 6 1 8 及び 6 1 6 まで描かれた線によって 1 つの角度を形成している。この角度は、3 つ組の点（例えば、角度（6 1 8、6 0 6、6 1 6））の形で表記されることがあり、この 3 つ組値のうちの真ん中の点がこの角度の頂点にあたる。対象点 6 0 6 によって形成される別の角度は、（6 0 8、6 0 6、6 0 4）、（6 2 2、6 0 6、6 1 2）及び（6 2 2、6 0 6、6 1 4）である。対象点 6 0 6 が近傍対象点とで形成する複数の角度の計測値を使用して、図 9 に例証するように対象点 6 0 6 における輪郭ボリューム 4 0 2 の尖鋭度や平滑度が示されることがある。

20

【 0 0 2 1 】

図 9 は、図 8 の点を使用して、点 6 0 6 における輪郭の平滑度 9 0 0 の計測値を例証したものである。図 9 は、対象点 6 0 6 を図 8 の近傍点 6 1 8 及び 6 1 6 に接続した線によって形成される角度（6 1 8、6 0 6、6 1 6）を表しており、この角度は角度 9 0 2 とも示している。角度 9 0 2 の計測値が小さいほど、点 6 0 6 における輪郭がより尖鋭であることがある。角度 9 0 2 が大きいほど、点 6 0 6 における輪郭がより滑らかであることがある。対象点 6 0 6 が近傍対象点とでつくる角度の計測値は点 6 0 6 における輪郭の平滑度の計測値と相関することがあり、またこの角度計測値が低減係数（reduction factor）の定義に使用されることがある。ある決定された時刻において点 6 0 6 を移動させようとする場合、点 6 0 6 には、点 6 0 6 の位置で輪郭に接する接線 9 0 6 と直交する法線（垂直線）9 0 4 に沿って外方に移動する際に 1 ミリメートル（1 mm）の制限値が割り当てられることがある。

30

40

【 0 0 2 2 】

代替的な実施形態では、境界点に対して割り当てられる初期外方移動量は 1 . 0 mm と対比して 0 . 5 mm または 2 . 0 mm とすることがある。この決定された時刻において、点 6 0 6 の位置の輪郭は非常に滑らかであることがあり、また平滑度関連の低減係数はわずか 0 . 1 mm であることがある。この低減係数 0 . 1 mm を最初に割り当てられた 1 mm から差し引くことによって 0 . 9 mm の許容移動量が得られる。この決定された時刻において、対象点 6 0 6 は法線 9 0 4 に沿って外方に 0 . 9 mm だけ移動する。決定された別の時刻、あるいは点 6 0 6 の移動の反復において、この輪郭は点 6 0 6 の位置でより尖鋭であることがあり、また低減係数 0 . 8 が算出されることがある。この反復では、点 6 0 6 は法線 9 0 4 に沿って外方に $(1 - 0 . 8) = 0 . 2 \text{ mm}$ だけ移動する。対象点の位

50

置における輪郭ボリューム 402 の平滑度の計測値は、対象点に割り当てられた初期移動量から対象点の移動を制限するために適用される低減係数と関連付けされることがある。

【0023】

対象点 606 が法線 904 に沿って移動すると、点 606 は周囲の近傍点に対して引っ張り力を作用させ、これによりこれら近傍点をそのそれぞれの対象スライス内で同様に外方に移動させることがある。点 606 が図 7 の矢印 A の方向に移動する際に近傍点 618 に対して許容させる移動量は、図 8 に記載したような近傍対象点を伴う対象点 606 において確定した輪郭の平滑度によって決定される。近傍対象点に対して許容させる移動量は、本明細書に記載したような低減規則による制限を受けることがある。

【0024】

第 2 種の低減規則は、点 606 の外方への移動を制限しており、点 606 の局所的エリア内に潜在する画像情報の使用と関連している。画像情報を使用して、対象 426 の実際の輪郭への対象点 606 の接近度が決定されることがある。対象点 606 が対象 426 の輪郭上に位置している場合、対象点 606 は移動させるべきでない。画像情報には、グレイレベル変化、変化の傾斜、局所統計値、テクスチャ計測値及び強度などの対象データの変化に関する計測値を含むことがある。こうした計測値から低減係数が導き出されることがある。例えば、対象点 606 の近くのグレイレベルが対象 426 の境界を示唆するように劇的に変化している場合、このグレイレベル変化に対して大きな低減係数（例えば 0.9 または 1.0 mm）を関連付けすることがある。このケースでは、対象点 606 は、移動の許容が非常にわずか（ $1 - 0.9 = 0.1 \text{ mm}$ ）であるか、あるいは全く許容されない（ $1 - 1 = 0 \text{ mm}$ ）。

【0025】

低減係数は、本明細書に記載した第 1 及び第 2 種の規則によって計算する、すなわち関連付けすることがある。対象点を移動させる際に、その対象点の位置における輪郭の平滑度、並びにこの対象点の局所域内に潜在する画像情報に基づいた低減係数によって対象点の動きを制限することがある。その輪郭が極めて滑らかでありかつその画像情報が対象点の近くに対象境界が全く存在しないことを示唆している場合、この対象点は全許容距離（例えば、1 mm）移動することが許容されることがある。別法として、その輪郭が尖鋭であるかつ/またはその画像情報がその対象点が対象境界の位置にあることを示唆している場合、その対象点は非常にわずかしか移動させないか、全く移動させないことがある。

【0026】

図 10 は、ボリュメトリック・データ組 (VDS) 400 を切り出すための例示的な一方法を表した流れ図 1000 である。1002 では、対象データと該対象データの近傍にある非対象データとを伴う VDS 400 が取得される。図 4 の例では、その対象データは、非対象データによって取り囲まれた対象 426 を規定している。1004 では、VDS 400 の基準スライス 410 及び 411 並びに対象スライス 412 ~ 416 は、対象 426 の中心（図 4）を含みかつ該中心を通過することがある基準軸 406 により、かつ該基準軸 406 を基準として規定されている。基準スライス 410 及び 411 並びに対象スライス 412 ~ 416 は基準軸 406 に沿って互いに交差すると共に、この基準軸 406 を包含している。1006 では、基準軸 406 と直角でありかつ該基準軸 406 に沿ったある深度にある面 404 が選択される。面 404 は基準スライス及び対象スライス 410 ~ 416 と交差し、これにより直交切り出し面 404 の内部で基準線 424 及び対象線 427 を規定する。

【0027】

1008 において本方法は、各基準線 424 上で、対象 426 の輪郭の近似となっているが対象 426 の輪郭内部にあるような、対象 426 の相対する辺縁上にその各々がある 1 対の基準点を見つけ出す。任意選択では、これらの基準点は、基準スライス 410 のデータ内容に基づいて自動的に決定されることがある。別法として、基準スライス 410 は、マウス、トラックボール、タッチスクリーン、その他を用いて基準点を手作業で指定するユーザに対して提示されることがある。1010 では、本方法は次いで、直交切り出し

10

20

30

40

50

面 4 0 4 内に位置しているが対象 4 2 6 の輪郭内部にあるような対象 4 2 6 の滑らかな輪郭線 4 0 8 を推定する。この推定輪郭線 4 0 8 は基準点 6 0 2 及び 6 1 0 (図 6) を通過しており、またこれら基準点 6 0 2 及び 6 1 0 に基づいて、この推定輪郭線 4 0 8 は対象スライス 4 1 2 ~ 4 1 6 の対象線と交差し、対応した推定対象点 6 0 4、6 0 6 及び 6 0 8 を決定している。この推定輪郭は、切断面 4 0 4 によって決定された深度で、かつ対象 4 2 6 の真の輪郭内部に位置している。本方法は 1 0 1 2 において、直交する切断面による V D S 4 0 0 の切り出し、並びに対象 4 2 6 の推定輪郭の形成が完了したか否かを判定する。

【 0 0 2 8 】

切り出しは、所定の数の直交切断面によって基準軸 4 0 6 に沿って V D S 4 0 0 全体を切り出し、各切断面と関連付けされた基準点 6 0 2 及び 6 1 0 並びに対象点 6 0 4、6 0 6 及び 6 0 8 を含む輪郭点 6 2 4 が得られた時点で完了とすることがある。切り出しが完了していない場合は、処理は 1 0 1 2 から 1 0 0 6 に戻り、V D S 4 0 0 の切り出しのための別の切断面が選択される。切り出しが完了している場合は、1 0 1 4 において、各切断面内の滑らかな推定輪郭を対象 4 2 6 の実際の輪郭に向かって外方に成長させる反復過程を開始する。境界調整ユニット (例えば、図 2 のボリューム・レンダリング・プロセッサ 2 1 2) によって、対象 4 2 6 の実際の境界点と実質的に対応するようになるまで境界点 6 2 4 を外方に調整する。第 1 の反復は、推定輪郭のすべてに関する境界点 6 2 4 が外方に成長することを許容することによって実行される。各境界点 6 2 4 は、当該点の輪郭に対する法線に沿って外方にある制限された距離だけ移動するように選択されることがある。ある点が 1 回の動作で移動できる最大距離は、ある所定の量 (例えば、1 mm) に制限されている。境界点 6 2 4 の移動は、関連付けされた対象スライスの内部に来ているように制約を受ける。

【 0 0 2 9 】

しかし、各境界点 6 2 4 に対して許容される外方成長の量は、1 組の低減係数だけ所定の初期量から調整を受けることがある。境界点 6 2 4 は、低減規則 / 低減係数の制約の域内で外方に成長することが許容される。したがって例えば、ある点は、当初は移動量 1 mm が割り当てられているが、低減係数が 0.3 であるため $1 - 0.3 = 0.7$ mm しか移動しないことがある。ある点の外方への成長によってさらに、周囲の近傍点も同様に外方に引っ張られる。ある直交切り出し片に関連する境界点 6 2 4 を外方に成長させた後、外方成長させる境界点 6 2 4 の別の切り出し片が選択される。境界点を外方に成長させる過程は、境界点のすべての切り出し片を成長させ終わるまで継続される。境界点 6 2 4 の成長に関する 1 回の行程が完了した時点で、本方法は 1 0 1 6 において、低い全体成長量または移動量に関する何らかの基準に基づき、当該切り出し片に関して別の成長反復を実施すべきか否かを判定する。

【 0 0 3 0 】

一実施形態では、境界点 6 2 4 の成長は、境界点 6 2 4 のうち所定のわずかな数または比率しか移動しなくなった時点で完了させている。別の実施形態では、境界点 6 2 4 のうちある所定の少ない数または比率がある所定のわずかな量の範囲でしか移動しなくなった時点で成長を完了させることがある。さらに別の代替的な実施形態では、すべての境界点 6 2 4 に対する移動レートがある所定の値未満になった時点で成長を完了させることがある。1 0 1 6 において境界点 6 2 4 の外方成長が完了したと判定されたら、境界点 6 2 4 によって形成させて得られた 3 D 輪郭ボリューム 4 0 2 によって対象 4 2 6 が実質的にモデル化される。

【 0 0 3 1 】

上では、診断用超音波システムの例示的な実施形態について詳細に記載した。本システムは、本明細書に記載した特定の実施形態に限定されるものではなく、むしろ、各システム構成要素は本明細書に記載した別の構成要素と独立にまた個別に利用されることもある。各システム構成要素は別のシステム構成要素と組み合わせて使用することも可能である。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 2 】

本発明を、具体的な様々な実施形態に関して記載してきたが、当業者であれば、本発明が本特許請求の範囲の精神及び趣旨の域内にある修正を伴って実施できることを理解するであろう。また、図面の符号に対応する特許請求の範囲中の符号は、単に本願発明の理解をより容易にするために用いられているものであり、本願発明の範囲を狭める意図で用いられたものではない。そして、本願の特許請求の範囲に記載した事項は、明細書に組み込まれ、明細書の記載事項の一部となる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 3 】

【図 1】本発明の一実施形態に従って形成した超音波システムのブロック図である。 10

【図 2】本発明の代替的な実施形態に従って形成した超音波システムのブロック図である。

【図 3】図 1 に示した超音波システムによって収集される対象の例示的な走査の図である。

【図 4】対象を含むと共に本発明の一実施形態に従ってスライス切断したボリュメトリック・データ組の斜視図である。

【図 5】対象を通る様々な深度で取得した図 4 のボリュメトリック・データ組を切る一連のスライスの上図である。

【図 6】図 4 の対象の輪郭を推定している切断面と該切断面内部の点の上図である。

【図 7】図 6 の隣接するスライス内部にある近傍点を表した斜視図である。 20

【図 8】図 7 の 1 つの点に接続させた近傍点を示した斜視図である。

【図 9】図 8 の 1 つの点と 2 つの近傍点との間で形成される角度を表した図である。

【図 10】対象のボリュメトリック・データ組を切り出すための例示的な方法の流れ図である。

【符号の説明】

【 0 0 3 4 】

1 0 0 超音波システム

1 0 2 送信器

1 0 4 トランスジューサ素子

1 0 6 アレイ状トランスジューサ 30

1 0 8 受信器

1 1 0 ビーム形成器

1 1 2 R F プロセッサ

1 1 4 R F / I Q バッファ

1 1 6 信号プロセッサ

1 1 8 表示システム

1 2 2 画像バッファ

2 0 0 超音波システム

2 0 1 アレイ状トランスジューサ

2 0 2 メモリ 40

2 0 3 送信器

2 0 4 走査面

2 0 5 受信器

2 0 6 スライス抽出ユニット

2 0 7 超音波ボリューム

2 1 0 切り出しユニット

2 1 2 ボリューム表示プロセッサ

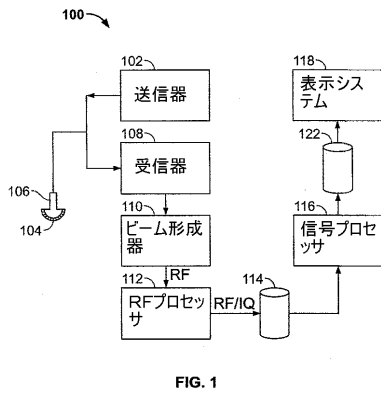
2 1 4 ビデオ・プロセッサ

2 1 6 ディスプレイ

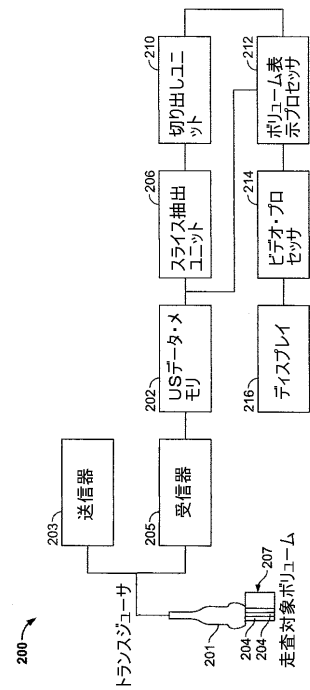
3 0 0 例示的な走査 50

3 0 2	超音波	
3 0 4	関心対象ボリューム	
3 0 6	関心対象	
4 0 0	ポリュメトリック・データ組	
4 0 2	輪郭ボリューム	
4 0 4	直交切断面	
4 0 6	基準軸	
4 1 0	基準スライス	
4 1 1	基準スライス	
4 1 2	対象スライス	10
4 1 4	対象スライス	
4 1 6	対象スライス	
4 2 0	対象の中心	
4 2 2	深度	
4 2 4	基準線	
4 2 6	対象	
4 2 7	対象線	
5 0 2	切断面	
5 0 4	輪郭	
5 0 6	切断面	20
5 0 8	輪郭	
5 1 0	切断面	
5 1 2	輪郭	
5 1 4	切断面	
5 1 6	輪郭	
6 0 2	基準点	
6 0 4	境界点	
6 0 6	境界点	
6 0 8	境界点	
6 1 0	基準点	30
6 1 2	推定輪郭の対象点	
6 1 4	推定輪郭の対象点	
6 1 6	推定輪郭の対象点	
6 1 8	推定輪郭の対象点	
6 2 0	推定輪郭の対象点	
6 2 2	推定輪郭の対象点	
6 2 4	境界点	
7 0 0	近傍点	
7 0 2	推定輪郭	
7 0 4	推定輪郭	40
9 0 2	角度	
9 0 4	法線	
9 0 6	接線	

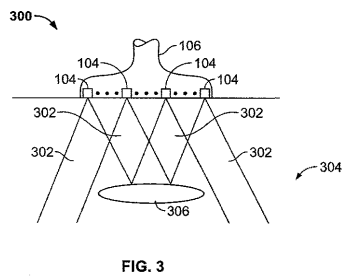
【図 1】



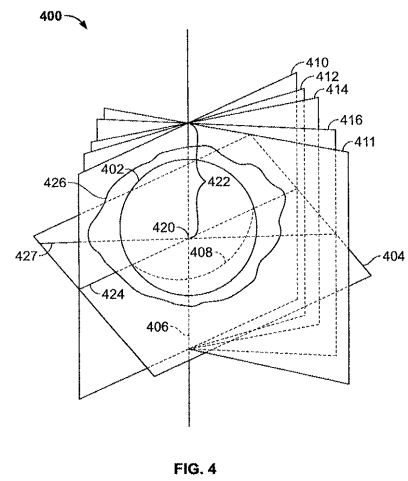
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【図 5】

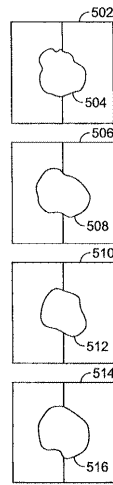


FIG. 5

【図 6】

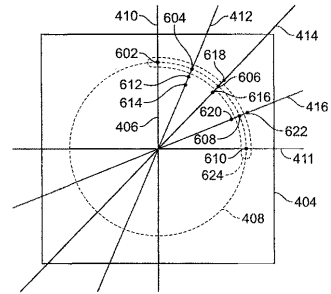


FIG. 6

【図 7】

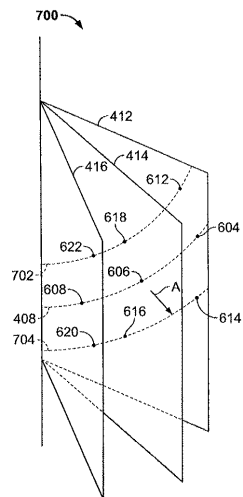


FIG. 7

【図 8】

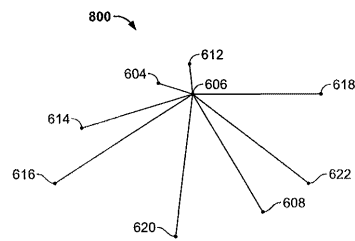


FIG. 8

【図 9】

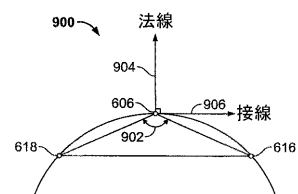


FIG. 9

【図 10】

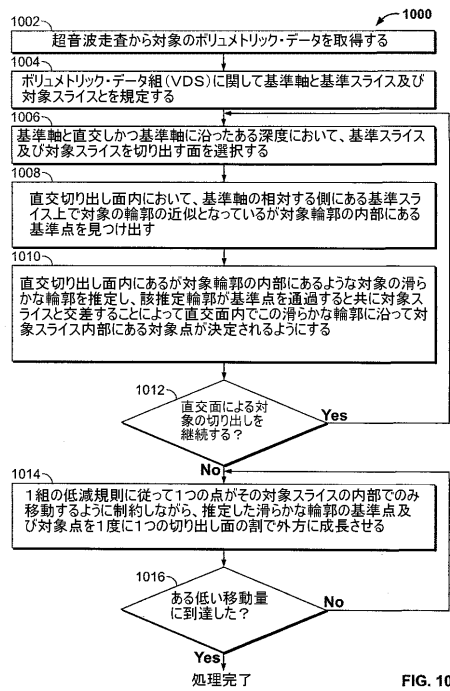


FIG. 10

フロントページの続き

(72)発明者 アーミン・ショイスヴォル

オーストリア、ウェルス、オッフエンバッハシュトラッセ・15 / 1 / アー - 4600番

(72)発明者 ヨハネス・ルイズ

オーストリア、ウィーン、オット - プロブシュト - シュトラッセ・30 / 6 / 4・アー1100番

審査官 五閑 統一郎

(56)参考文献 特開2000 - 107183 (JP, A)

特開2002 - 306480 (JP, A)

特開平11 - 221219 (JP, A)

特開2003 - 265475 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 8 / 00

[illegible]