

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5699165号
(P5699165)

(45) 発行日 平成27年4月8日(2015.4.8)

(24) 登録日 平成27年2月20日(2015.2.20)

(51) Int.Cl. F 1
A 6 1 B 8/14 (2006.01) A 6 1 B 8/14
G 0 6 T 15/08 (2011.01) G 0 6 T 15/08

請求項の数 16 (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2012-554662 (P2012-554662)	(73) 特許権者	000153498
(86) (22) 出願日	平成24年1月19日 (2012.1.19)		株式会社日立メディコ
(86) 国際出願番号	PCT/JP2012/000314		東京都千代田区外神田四丁目14番1号
(87) 国際公開番号	W02012/101989	(74) 代理人	100098017
(87) 国際公開日	平成24年8月2日 (2012.8.2)		弁理士 吉岡 宏嗣
審査請求日	平成26年10月20日 (2014.10.20)	(74) 代理人	100120053
(31) 優先権主張番号	特願2011-14431 (P2011-14431)		弁理士 小田 哲明
(32) 優先日	平成23年1月26日 (2011.1.26)	(72) 発明者	辻田 剛啓
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		東京都千代田区外神田四丁目14番1号
早期審査対象出願			株式会社日立メディコ
			コ内
		審査官	宮澤 浩

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波診断装置および画像処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

超音波探触子と、前記超音波探触子に駆動信号を送る送信部と、前記超音波探触子が測定した検査対象からの超音波信号を用いて前記検査対象の断層ボリュームデータを生成する三次元断層データ生成部と、前記断層ボリュームデータから三次元画像を生成する三次元画像処理部と、前記三次元画像処理部が生成した三次元画像を表示する表示部と、を備える超音波診断装置であって、

前記三次元画像処理部は、

前記断層ボリュームデータに、複数の三次元フィルタ処理を独立して施し、それぞれ、処理後ボリュームデータを生成するフィルタ処理部と、

前記複数の処理後ボリュームデータが生成される毎に、当該複数の処理後ボリュームデータを、重み係数を乗じて加算して合成ボリュームデータを生成する重み付き加算部と、前記合成ボリュームデータが生成される毎に、当該合成ボリュームデータにレンダリング処理を施し、前記三次元画像を得るレンダリング部と、を備えること

を特徴とする超音波診断装置。

【請求項2】

請求項1に記載の超音波診断装置であって、

操作者から前記重み係数の入力を受け付けるインタフェースをさらに備え、

前記重み付き加算部は、前記インタフェースを介して重み係数の入力を受け付ける毎に前記合成ボリュームデータを生成すること

を特徴とする超音波診断装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の超音波診断装置であって、

前記合成ボリュームデータが生成される毎に、当該合成ボリュームデータの輝度勾配を算出する勾配演算部をさらに備え、

前記レンダリング部は、前記勾配演算部が算出した輝度勾配を用い、前記レンダリング処理を実行すること

を特徴とする超音波診断装置。

【請求項 4】

超音波探触子と、前記超音波探触子に駆動信号を送る送信部と、前記超音波探触子が測定した検査対象からの超音波信号を用いて前記検査対象の断層ボリュームデータを生成する三次元断層データ生成部と、前記断層ボリュームデータから三次元画像を生成する三次元画像処理部と、前記三次元画像処理部が生成した三次元画像を表示する表示部と、を備える超音波診断装置であって、

前記三次元画像処理部は、

前記断層ボリュームデータに、複数の三次元フィルタ処理を独立して施し、それぞれ、処理後ボリュームデータを生成するフィルタ処理部と、

前記処理後ボリュームデータが生成される毎に、生成された当該複数の処理後ボリュームデータを、構成ボクセル毎に重み係数を乗算して加算しながらレンダリング処理を施し、前記三次元画像を生成するレンダリング部と、を備えること

を特徴とする超音波診断装置。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の超音波診断装置であって、

前記レンダリング部は、

前記複数の処理後ボリュームデータの第 1 の処理後ボリュームデータと第 2 の処理後ボリュームデータとを、処理対象ボクセルの、投影面からの距離に応じて、前記重み係数を変化させること

を特徴とする超音波診断装置。

【請求項 6】

請求項 4 に記載の超音波診断装置であって、

操作者から前記重み係数の入力を受け付けるインタフェースをさらに備え、

前記レンダリング部は、前記インタフェースを介して重み係数の入力を受け付ける毎に、前記複数の処理後ボリュームデータから前記三次元画像を生成すること

を特徴とする超音波診断装置。

【請求項 7】

請求項 4 に記載の超音波診断装置であって、

前記処理後ボリュームデータが生成される毎に、生成された当該複数の処理後ボリュームデータそれぞれの輝度勾配を算出する勾配演算部をさらに備え、

前記レンダリング部は、前記勾配演算部が算出したそれぞれの輝度勾配を用い、各処理後ボリュームデータにそれぞれ前記レンダリング処理を施すこと

を特徴とする超音波診断装置。

【請求項 8】

請求項 1 または 4 に記載の超音波診断装置であって、

前記複数の三次元フィルタ処理は、第 1 の平滑化係数を用いる第 1 の平滑化処理と、前記第 1 の平滑化係数とは異なる第 2 の平滑化係数を用いる第 2 の平滑化処理とを含むことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 9】

請求項 1 または 4 に記載の超音波診断装置であって、

前記複数の三次元フィルタ処理は、空間的平滑化処理と、鮮鋭化処理とを含むこと

を特徴とする超音波診断装置。

10

20

30

40

50

【請求項 10】

請求項 9 記載の超音波診断装置であって、
前記空間的平滑化処理は、ダイレーションによる拡張処理であることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 11】

請求項 9 に記載の超音波診断装置であって、
操作者から、前記空間的平滑化処理に用いる処理方法および前記鮮鋭化処理に用いる処理方法の入力を受け付けるインタフェースをさらに備え、
前記空間的平滑化処理は、前記処理方法の入力を受け付ける毎に、当該処理方法で前記平滑化ボリュームデータを生成し、
前記鮮鋭化処理は、前記処理方法の入力を受け付ける毎に、当該処理方法で前記鮮鋭化ボリュームデータを生成すること
を特徴とする超音波診断装置。

10

【請求項 12】

超音波探触子と、前記超音波探触子に駆動信号を送る送信部と、前記超音波探触子が測定した検査対象からの超音波信号を用いて前記検査対象の断層ボリュームデータを生成する三次元断層データ生成部と、前記断層ボリュームデータから三次元画像を生成する三次元画像処理部と、前記三次元画像処理部が生成した三次元画像を表示する表示部と、を備える超音波診断装置であって、

前記三次元画像処理部は、前記断層ボリュームデータに空間的な平滑化処理を施し平滑化ボリュームデータを生成する平滑化処理部と、前記平滑化ボリュームデータが生成される毎に、当該断層ボリュームデータと前記平滑化ボリュームデータとを重み係数を乗じて加算して合成ボリュームデータを生成する重み付き加算部と、前記合成ボリュームデータが生成される毎に、当該合成ボリュームデータにレンダリング処理を施し、前記三次元画像を生成するレンダリング部と、を備え、

20

前記超音波診断装置は、操作者から、前記平滑化処理に用いる平滑化係数の入力を受け付けるインタフェースをさらに備え、

前記平滑化処理部は、前記平滑化係数の入力を受け付ける毎に、当該平滑化係数を用いて前記平滑化ボリュームデータを生成すること
を特徴とする超音波診断装置。

30

【請求項 13】

請求項 1 または 4 に記載の超音波診断装置であって、
操作者から、前記三次元フィルタ処理に用いるフィルタ係数の入力を受け付けるインタフェースをさらに備え、
前記フィルタ処理部は、前記フィルタ係数の入力を受け付ける毎に、当該フィルタ係数を用いて前記処理後ボリュームデータを生成すること
を特徴とする超音波診断装置。

【請求項 14】

検査対象に超音波を送信して受信した超音波信号を用いて生成した前記検査対象の断層ボリュームデータに画像処理を施して三次元画像を生成する超音波診断装置における画像処理方法であって、

40

前記三次元画像を生成する処理は、前記断層ボリュームデータに複数の三次元フィルタ処理を独立して施してそれぞれ処理後ボリュームデータを生成し、複数の前記処理後ボリュームデータが生成される毎に、当該複数の処理後ボリュームデータを重み係数を乗じて加算して合成ボリュームデータを生成し、前記合成ボリュームデータが生成される毎に、当該合成ボリュームデータにレンダリング処理を施して前記三次元画像を生成する画像処理方法。

【請求項 15】

検査対象に超音波を送信して受信した超音波信号を用いて生成した前記検査対象の断層ボリュームデータに画像処理を施して三次元画像を生成する超音波診断装置における画像

50

処理方法であって、

前記三次元画像を生成する処理は、前記断層ボリュームデータに複数の三次元フィルタ処理を独立して施してそれぞれ処理後ボリュームデータを生成し、処理後ボリュームデータが生成される毎に、生成された複数の処理後ボリュームデータを構成ボクセル毎に重み係数を乗算して加算しながらレンダリング処理を施して前記三次元画像を生成する画像処理方法。

【請求項 16】

検査対象に超音波を送信して受信した超音波信号を用いて生成した前記検査対象の断層ボリュームデータに画像処理を施して三次元画像を生成する超音波診断装置における画像処理方法であって、

前記三次元画像を生成する処理は、前記断層ボリュームデータに空間的な平滑化処理を施して平滑化ボリュームデータを生成し、前記平滑化ボリュームデータが生成される毎に、当該断層ボリュームデータと前記平滑化ボリュームデータとを重み係数を乗じて加算して合成ボリュームデータを生成し、前記合成ボリュームデータが生成される毎に、当該合成ボリュームデータにレンダリング処理を施して前記三次元画像を生成し、

前記平滑化処理は、インタフェースから入力される当該平滑化処理に用いる平滑化係数の入力を受け付ける毎に、当該平滑化係数を用いて前記平滑化ボリュームデータを生成する画像処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波を利用して被検体内の診断部位の超音波画像を構築し、表示する超音波診断装置に関し、特に、断層像、血流像、弾性像データの三次元超音波画像を構築可能な超音波診断装置に関する。

【背景技術】

【0002】

超音波診断装置は、超音波探触子により被検体に超音波を送信するとともに被検体からの反射エコー信号を受信し、反射エコー信号を用いて被検体の断層像を生成する。超音波診断装置では、超音波探触子を自動もしくは手動で短軸方向に操作することにより、三次元データを得、得られた三次元データをボリュームレンダリング等の手法により二次元投影面に投影し、投影画像（三次元画像）を表示する。例えば、血流像であれば、血流速度や血流強度、弾性像においては歪みや固さの情報を三次元的に取得し、投影画像を生成し表示する。

【0003】

現在では、反射エコー信号から投影画像生成までの信号処理（画像処理）は、実時間で実施され、三次元画像を動画として表示するリアルタイム3D、または4Dと呼ばれる技術が一般的となっている。

【0004】

しかし、超音波画像には、スペックルノイズなど、超音波特有のアーチファクトが多く、三次元画像の画質を低下させる原因となっている。このようなノイズを低減させて、画質を向上させるために、比較的処理負担の軽い平滑化処理等の三次元フィルタ処理が行われるが、例えば、平滑化処理は、三次元画像のノイズを低減させて画質を向上させる一方で、境界を不鮮明にすることがある。三次元データはデータ量が膨大であるため、画質を向上させるための任意の画像処理を実時間で行うことは困難である。

【0005】

このような問題を解決するものとして、例えば、空間毎に、移動平均法により平滑化したボクセルデータを増幅して使用するか否かを決定し、画質を向上させるものがある（例えば、特許文献1参照）。ここでは、使用するか否かは、周辺輝度の標準偏差により決定する。

【0006】

10

20

30

40

50

また、1度の走査で十分な三次元ボリュームデータが得られない場合、複数のボリュームデータを結合することによって三次元画像の画質を向上する手法がある（例えば、特許文献2参照）。

【0007】

また、対象物の形状を把握可能なボリュームレンダリング画像と、対象物の構造を把握可能なボリュームレンダリング画像との2つの画像を合成することにより、三次元画像の画質を向上する技術がある（例えば、特許文献3参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2007-229283号公報

【特許文献2】特開2009-61182号公報

【特許文献3】特開2006-130071号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

処理が過度である場合、平滑化処理の実施領域を空間ごとに切り替えたとしても、画像が不鮮明になるという平滑化処理の弊害は除去できない。また、平滑化強度は、予め用意されたものの中から選択するしかなく、自由度がない。従って、最適な強度で平滑化を施すことが難しい。

【0010】

また、特許文献2に開示の結合処理は、異なる時間に取得した同一部位のボクセル値を平均することによりなされる。従って、時間的な平滑化効果は得られるが、空間的な平滑化効果は得られない。

【0011】

また、特許文献3に開示の合成処理を実施する場合、レンダリング処理を2回実施する必要がある。レンダリング処理は、平滑化などの三次元フィルタ処理に比べ、演算量が多大であるため、装置への負担が大きい。実時間での実施には適していない。

【0012】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、超音波診断装置への負担を増大することなく、良好な画質の三次元画像を高速に取得可能な技術を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明は、レンダリング処理前に、断層ボリュームデータに対して効果の異なる複数のフィルタ処理を施し、それぞれ、ボリュームデータを得る。得られた各ボリュームデータを、ボクセル毎に予め定めた重みを付けて加算して得られるボリュームデータから三次元画像を生成する。

【0014】

効果の異なるフィルタ処理は、例えば、平滑化処理と、鮮鋭化処理といったようにフィルタの種類異なるものであってもよいし、同じフィルタ処理でその強度が異なるものであってもよい。また、フィルタ処理を行わないものを行うものであってもよい。

【0015】

具体的には、超音波探触子と、前記超音波探触子に駆動信号を送る送信部と、前記超音波探触子が測定した検査対象からの超音波信号を用いて前記検査対象の断層ボリュームデータを生成する三次元断層データ生成部と、前記断層ボリュームデータから三次元画像を生成する三次元画像処理部と、前記三次元画像処理部が生成した三次元画像を表示する表示部と、を備える超音波診断装置であって、前記三次元画像処理部は、前記断層ボリュームデータに空間的な平滑化処理を施し平滑化ボリュームデータを生成する平滑化処理部と、前記平滑化ボリュームデータが生成される毎に、当該断層ボリュームデータと前記平滑化ボリュームデータとを重み係数を乗じて加算して合成ボリュームデータを生成する重み

10

20

30

40

50

付き加算部と、前記合成ボリュームデータが生成される毎に、当該合成ボリュームデータにレンダリング処理を施し、前記三次元画像を生成するレンダリング部と、を備えることを特徴とする超音波診断装置を提供する。

【0016】

また、他の態様によれば、超音波探触子と、前記超音波探触子に駆動信号を送る送信部と、前記超音波探触子が測定した検査対象からの超音波信号を用いて前記検査対象の断層ボリュームデータを生成する三次元断層データ生成部と、前記断層ボリュームデータから三次元画像を生成する三次元画像処理部と、前記三次元画像処理部が生成した三次元画像を表示する表示部と、を備える超音波診断装置であって、前記三次元画像処理部は、前記断層ボリュームデータに、複数の三次元フィルタ処理を独立して施し、それぞれ、処理後ボリュームデータを生成するフィルタ処理部と、前記複数の処理後ボリュームデータが生成される毎に、当該複数の処理後ボリュームデータを、重み係数を乗じて加算して、合成ボリュームデータを生成する重み付き加算部と、前記合成ボリュームデータが生成される毎に、当該合成ボリュームデータにレンダリング処理を施し、前記三次元画像を得るレンダリング部と、を備えることを特徴とする超音波診断装置を提供する。

10

【0017】

さらに、他の態様によれば、超音波探触子と、前記超音波探触子に駆動信号を送る送信部と、前記超音波探触子が測定した検査対象からの超音波信号を用いて前記検査対象の断層ボリュームデータを生成する三次元断層データ生成部と、前記断層ボリュームデータから三次元画像を生成する三次元画像処理部と、前記三次元画像処理部が生成した三次元画像を表示する表示部と、を備える超音波診断装置であって、前記三次元画像処理部は、前記断層ボリュームデータに、複数の三次元フィルタ処理を独立して施し、それぞれ、処理後ボリュームデータを生成するフィルタ処理部と、前記処理後ボリュームデータが生成される毎に、生成された当該複数の処理後ボリュームデータを、構成ボクセル毎に重み係数を乗算して加算しながらレンダリング処理を施し、前記三次元画像を生成するレンダリング部と、を備えることを特徴とする超音波診断装置を提供する。

20

【0018】

また、検査対象に超音波を送信して受信した超音波信号を用いて生成した前記検査対象の断層ボリュームデータに画像処理を施し、三次元画像を生成する、超音波診断装置における画像処理方法であって、前記断層ボリュームデータに空間的な平滑化処理を施して平滑化ボリュームデータを生成する平滑化処理ステップと、前記断層ボリュームデータと前記平滑化ボリュームデータとを重み係数を乗じて加算して合成ボリュームデータを生成する重み付き加算ステップと、前記合成ボリュームデータにレンダリング処理を施し、前記三次元画像を生成するレンダリングステップと、を備えることを特徴とする画像処理方法を提供する。

30

【0019】

また、コンピュータを、検査対象に超音波を送信して受信した超音波信号を用いて前記検査対象の断層ボリュームデータを生成する三次元断層データ生成部と、前記断層ボリュームデータに空間的な平滑化処理を施して平滑化ボリュームデータを生成する平滑化処理部と、前記断層ボリュームデータと前記平滑化ボリュームデータとを重み係数を乗じて加算して合成ボリュームデータを生成する重み付き加算部と、前記合成ボリュームデータにレンダリング処理を施して前記三次元画像を生成するレンダリング部として機能させるための、超音波診断装置用プログラムを提供する。

40

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、超音波診断装置への負担を増大することなく、良好な画質の三次元画像を高速に取得できる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】第1の実施形態の超音波診断装置のブロック図である。

50

【図 2】第 1 の実施形態の三次元画像処理部の機能ブロック図である。

【図 3】第 1 の実施形態の三次元画像処理のフローチャートである。

【図 4】(a) ~ (c) は、第 1 の実施形態の三次元画像処理で生成されるボリュームデータを説明するための図である。

【図 5】(a) ~ (c) は、第 1 の実施形態で生成される三次元画像を説明するための図である。

【図 6】(a) ~ (c) は、第 1 の実施形態の重み係数設定インタフェースを説明するための図である。

【図 7】(a) ~ (c) は、第 1 の実施形態の平滑化係数設定インタフェースを説明するための図である。

10

【図 8】第 2 の実施形態の三次元画像処理部の機能ブロック図である。

【図 9】第 2 の実施形態の三次元画像処理のフローチャートである。

【図 10】第 3 の実施形態の三次元画像処理部の機能ブロック図である。

【図 11】第 3 の実施形態の三次元画像処理のフローチャートである。

【図 12】(a) ~ (c) は、第 3 の実施形態の平滑化処理方法および鮮鋭化処理方法設定インタフェースを説明するための図である。

【図 13】第 4 の実施形態の三次元画像処理部の機能ブロック図である。

【図 14】第 4 の実施形態の三次元画像処理のフローチャートである。

【図 15】第 4 の実施形態で生成されるボリュームデータを説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

20

【 0 0 2 2 】

< < 第 1 の実施形態 > >

以下、本発明の実施の形態について図面に基づいて説明する。以下、本発明の実施形態を説明するための全図において、同一機能を有するものは同一符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。本実施形態では、三次元画像変換後の断層ボリュームデータと、当該断層ボリュームに対し平滑化処理を行ったデータとを、予め定めた重みを付して加算することにより生成した合成ボリュームデータから三次元画像を生成する。超音波診断装置は、超音波探触子と、超音波探触子に駆動信号を送る送信部と、超音波探触子が測定した検査対象からの超音波信号を用いて検査対象の断層ボリュームデータを生成する三次元断層データ生成部と、断層ボリュームデータから三次元画像を生成する三次元画像処理部と、三次元画像処理部が生成した三次元画像を表示する表示部とを備える。

30

【 0 0 2 3 】

まず、本実施形態の超音波診断装置 0 0 0 1 について、図 1 を用いて説明する。図 1 に示すように、超音波診断装置 0 0 0 1 は、被検体 0 0 1 0 に当接させて用いる超音波探触子 0 0 0 2 と、超音波探触子 0 0 0 2 を介して被検体 0 0 1 0 に一定の時間間隔で超音波を繰り返し送信する送信部 0 0 0 5 と、被検体 0 0 1 0 から反射した反射エコー信号を受信する受信部 0 0 0 6 と、送信部 0 0 0 5 と受信部 0 0 0 6 との動作を制御する送受信制御部 0 0 0 7 と、受信部 0 0 0 6 で受信された反射エコー信号を整相加算する整相加算部 0 0 0 8 とを備える。

【 0 0 2 4 】

40

超音波探触子 0 0 0 2 は、複数の振動子を備え、被検体 0 0 1 0 に振動子を介して超音波を送信するとともに、反射エコー信号を受信する。複数の振動子は、矩形又は扇形に配列され、その配列方向と直交する方向（短軸方向）に振動子を機械的に振ることにより、超音波を三次元的に送受信する。なお、超音波探触子 0 0 0 2 として、複数の振動子が二次元配列され、超音波の送受信を電子的に制御することで、超音波を三次元的に送受信するものを用いてもよい。

【 0 0 2 5 】

送信部 0 0 0 5 は、超音波探触子 0 0 0 2 に駆動信号を送る。送信部 0 0 0 5 は、超音波探触子 0 0 0 2 の振動子を駆動して超音波を発生させるための送波パルスを生成する。その際、超音波探触子 0 0 0 2 の各振動子に受け渡す送波信号の位相を制御し、送信され

50

る超音波の収束点をおある深さに設定する。また、受信部0006は、超音波探触子0002の各振動子が受信した反射エコー信号を所定のゲインで増幅してRF信号すなわち受信信号を生成する。送受信制御部0007は、送信部0005と受信部0006との動作を制御する。整相加算部0008は、受信部0006で増幅されたRF信号の位相を整合させた後、加算することにより、1点または複数の収束点に対し収束した超音波ビームを形成してRF信号フレームデータ(RAWデータに相当)を生成する。

【0026】

また、三次元断層データ生成部は、超音波探触子0002が測定した検査対象からの超音波信号を用いて検査対象の断層ボリュームデータを生成する。超音波診断装置0001は、RF信号フレームデータから、診断部位の三次元データである断層ボリュームデータを生成する三次元断層データ生成部の構成として、断層情報演算部0011と、三次元断層データ記憶部0012と、三次元座標変換部0013と、を備える。また、断層ボリュームデータから、受信超音波の振幅を輝度とする診断部位の三次元画像(三次元ボリュームデータの二次元投影像)を生成する構成として、三次元画像処理部0014と、表示データ生成部0016と、を備える。さらに、任意断面の二次元画像を作成する構成として、任意断面像作成部0015を備えていてもよい。各部の詳細は後述する。

10

【0027】

また、超音波診断装置0001は、ユーザインタフェースとして、操作部0004と、表示器(表示部)0009とを備える。さらに、超音波診断装置0001全体の動作を制御する制御部0003を備える。

20

【0028】

断層情報演算部0011は、整相加算部0008で生成されたRF信号フレームデータに対して、ゲイン補正、ログ圧縮、検波、輪郭強調および平滑化処理等の信号処理を施し、二次元断層データを構成する。その際、制御部0003は、操作部0004を介して操作者から受け付けた設定条件に従って断層情報演算部0011を制御する。

【0029】

三次元断層データ記憶部0012は、断層情報演算部0011で構成された二次元断層データをその取得位置に対応させて記憶する。ここでいう取得位置は、送受信方向である。例えば、方向とそれに直交する方向とからなる座標系を用いると、方向に送受信を行った計測結果により二次元断層データが構成される場合、方向に直交する方向の位置毎に、その位置をインデックスとして複数の二次元断層データを記憶する。

30

【0030】

三次元座標変換部0013は、三次元断層データ記憶部0012に記憶された複数の二次元断層データに対し三次元座標変換を施し、断層ボリュームデータを生成する。

【0031】

三次元画像処理部0014は、三次元座標変換部0013において座標変換後の断層ボリュームデータに三次元画像処理を施し、三次元画像を生成する。三次元画像処理部0014は、断層ボリュームデータが生成される毎に、三次元画像処理を実行し、三次元画像を生成する。本実施形態の三次元画像処理の詳細は、後述する。生成された三次元画像には、輝度に応じて黒から白へ変化するグレースケール、赤みのあるセピアカラーなど、主に輝度に応じて明度が大きくなるカラースケールが付与される。

40

【0032】

任意断面像作成部0015は、三次元断層データ記憶部0012に記憶された二次元断層データを用い、操作者が指定する断面の二次元画像を作成する。なお、操作者は、操作部0004を介して変換係数を設定することにより、表示断面を指定する。

【0033】

表示データ生成部0016は、三次元画像処理部0014において生成された三次元画像を表示器0009に表示させるための表示データを生成する。本実施形態の表示データ生成部0016は、三次元画像が生成される毎に表示データを生成し、表示器0009の表示データを更新する。なお、任意断面像作成部0015を備える場合、表示データ生成

50

部 0 0 1 6 は、表示データとして、任意断面像作成部 0 0 1 5 において生成された二次元画像とともに三次元画像を表示する表示データを生成する。例えば、二次元画像と三次元画像とを並列に並べて表示するものである。

【 0 0 3 4 】

次に、本実施形態において特徴的な三次元画像処理部 0 0 1 4 について、図 2 を用いて説明する。図 2 は、本実施形態の三次元画像処理部 0 0 1 4 の機能ブロック図である。

【 0 0 3 5 】

本図に示すように、本実施形態の三次元画像処理部 0 0 1 4 は、三次元座標変換部 0 0 1 3 で生成した断層ポリウムデータそのものと、その断層ポリウムデータに対して平滑化処理を施して得たデータとを、任意の割合で合成し、三次元画像を生成する三次元画像処理を行う。これを実現するため、三次元平滑化処理部 0 2 0 1 と、重み付き加算部 0 2 0 2 と、勾配演算部 0 2 0 3 と、レンダリング部 0 2 0 4 と、を備える。以後、本実施形態では、平滑化処理を施した断層ポリウムデータを平滑化ポリウムデータ（スムーズポリウムデータ）と呼び、平滑化処理を施さない断層ポリウムデータそのものをテクスチャポリウムデータ（元ポリウムデータ）と呼ぶ。

【 0 0 3 6 】

三次元平滑化処理部（フィルタ処理部）0 2 0 1 は、三次元座標変換部 0 0 1 3 で座標変換後の断層ポリウムデータに対し、空間的な平滑化処理（三次元平滑化処理）を行い、平滑化ポリウムデータを生成する。三次元平滑化処理部（フィルタ処理部）0 2 0 1 は、断層ポリウムデータに、複数の三次元フィルタ処理を独立して施し、それぞれ、処理後ポリウムデータを生成してもよい。本実施形態では、平滑化処理として、例えば、周囲のボクセル値を用いて平均化する平均化フィルタ処理が用いられる。平均化フィルタ処理の平滑化の強さは、平均化ボクセル数によって決まる。平均化ボクセル数は、平滑化係数として操作者から設定される。

【 0 0 3 7 】

重み付き加算部 0 2 0 2 は、同一の断層ポリウムデータから生成した複数のポリウムデータを、設定された重み係数を用いて重み付け加算し、ポリウムデータを生成する重み付け加算処理を行う。重み付け加算は、ポリウムデータのボクセル毎に行う。重み付き加算部 0 2 0 2 は、平滑化ポリウムデータが生成される毎に、断層ポリウムデータと平滑化ポリウムデータとを重み係数を乗じて加算して合成ポリウムデータを生成する。重み付き加算部 0 2 0 2 は、複数の処理後ポリウムデータが生成される毎に、当該複数の処理後ポリウムデータを、重み係数を乗じて加算して合成ポリウムデータを生成する。以下、本明細書では、重み付け加算処理により得られたポリウムデータを合成ポリウムデータと呼ぶ。本実施形態では、同一の断層ポリウムデータから生成した複数のポリウムデータは、断層ポリウムデータそのものであるテクスチャポリウムデータと、三次元平滑化処理部 0 2 0 1 で断層ポリウムデータから生成した平滑化ポリウムデータと、の 2 つである。

【 0 0 3 8 】

重み係数は、操作者が操作部 0 0 0 4 を介して設定した値を、制御部 0 0 0 3 が重み付き加算部 0 2 0 2 に通知する。つまり、操作部（インタフェース）0 0 0 4 が重み係数の入力を受け付ける。重み係数は、例えば、0 から 1 の間の値として設定される。加算は、両ポリウムデータの対応するボクセル毎に、以下の式（1）により行われる。ここでは、重み係数を W 、所定のボクセル v の、一方のポリウムデータの輝度値を V_{1v} 、他方のポリウムデータの輝度値を V_{2v} 、合成ポリウムデータの輝度値を C_v とする。

【 0 0 3 9 】

$$C_v = V_{1v} \cdot W + V_{2v} \cdot (1 - W) \quad (1)$$

【 0 0 4 0 】

勾配演算部 0 2 0 3 は、合成ポリウムデータの勾配情報を生成する。勾配情報は、合成ポリウムデータを構成する各ボクセルの輝度値とその周辺のボクセルの輝度値より求めた、ボクセルごとの輝度値の勾配（勾配値）である。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 1 】

レンダリング部 0 2 0 4 は、合成ポリウムデータにポリウムレンダリング処理を施し、三次元画像を生成する。レンダリング部 0 2 0 4 は、合成ポリウムデータが生成される毎に、合成ポリウムデータにレンダリング処理を施し、前記三次元画像を生成してもよい。レンダリング部 0 2 0 4 は、処理後ポリウムデータが生成される毎に、生成された当該複数の処理後ポリウムデータを、構成ボクセル毎に重み係数を乗算して加算しながらレンダリング処理を施し、三次元画像を生成してもよい。なお、生成された三次元画像は、表示データ生成部 0 0 1 6 を介して、表示器 0 0 0 9 に表示される。

【 0 0 4 2 】

レンダリング部 0 2 0 4 は、以下の式 (2) および式 (3) を用い、合成ポリウムデータにポリウムレンダリング処理を施すことにより、被検体の診断部位の 3 次画像を構成する。投影方向 (視線方向) は、操作部 0 0 0 4 を介して制御部 0 0 0 3 が操作者から受け付ける。

【 0 0 4 3 】

$$C_{out} = C_{out-1} + (1 - A_{out-1}) \cdot A_i \cdot C_i \cdot S_i \quad (2)$$

$$A_{out} = A_{out-1} + (1 - A_{out-1}) \cdot A_i \quad (3)$$

【 0 0 4 4 】

上式中、 C_i は作成される二次元投影面上のある点から合成ポリウムデータを見た場合の、視線上 i 番目に存在するボクセルの輝度値である。視線上に N ボクセルのデータが並んだとき、 $i = 0 \sim N$ までを積算した値 C_{out} が最終的な出力ピクセル値となる。 C_{out-1} は $i - 1$ 番目までの積算値を示す。

【 0 0 4 5 】

また、上式中、 A_i は視線上 i 番目に存在するボクセルの不透明度であり、 $0 \sim 1.0$ の値をとる。不透明度は、 0.0 から 1.0 までの値をとる。ボクセル値と不透明度との関係は、輝度値と不透明度との関係を定めた不透明度テーブル (オパシティテーブル) として予め定められる。レンダリング部 0 2 0 4 は、ボクセルの輝度値から不透明度テーブルを参照し、不透明度を得る。

【 0 0 4 6 】

また、 S_i は視線上 i 番目に存在するボクセルの勾配値を示す。例えば、 i 番目のボクセルの輝度値の勾配で特定される面の法線が視線と一致する場合、 S_i には、例えば、 1.0 が付与され、法線が視線と直交する場合は、 S_i には、例えば、 0 が付与される。視線に対する勾配が大きいほど、勾配値が小さくなり、算出される出力ピクセル値は小さな値となる。なお、本実施形態では、勾配演算部 0 2 0 3 を含まない構成も可能である。この場合、 S_i には一定の値、例えば、 1.0 が常に付与される。

【 0 0 4 7 】

なお、 C_{out} 、 A_{out} はともに 0 を初期値とする。

【 0 0 4 8 】

式 (3) に示される様に、 A_{out} はボクセルを通過するたびに積算され、 1.0 に収束する。このため、式 (2) に示されるように、 $i - 1$ 番目までのボクセルの不透明度の積算値 A_{out-1} が 1.0 となった場合、 i 番目のボクセル値 C_i は出力画像に反映されない。このようなポリウムレンダリング処理により、不透明度の高いボクセルを表面としてとらえて、三次元断層像データを立体的に表示することが出来る。

【 0 0 4 9 】

最終的に得られた C_{out} は、カラースケール変換され、RGB などの色情報に変換され、出力される。

【 0 0 5 0 】

なお、レンダリング部 0 2 0 4 は、以下の式 (4) ~ (6) に従い、RGB などの色情報の要素毎に三次元画像を生成してもよい。

【 0 0 5 1 】

$$CR_{out} = CR_{out-1} + (1 - A_{out-1}) \cdot A_i \cdot CR_i \cdot S_i \quad (4)$$

10

20

30

40

50

$$C G_{o u t} = C G_{o u t - 1} + (1 - A_{o u t - 1}) \cdot A_i \cdot C G_i \cdot S_i \quad (5)$$

$$C B_{o u t} = C B_{o u t - 1} + (1 - A_{o u t - 1}) \cdot A_i \cdot C B_i \cdot S_i \quad (6)$$

【0052】

ここで、 $C R_i$ は、作成される二次元投影面上のある点から合成ボリュームデータを見た場合の、視線 i 番目に存在するボクセルの輝度値の赤成分であり、 $C G_i$ 、 $C B_i$ はそれぞれ緑成分、青成分である。

【0053】

なお、本実施形態のレンダリング部0204が、合成ボリュームデータから三次元画像を生成する手法は、これに限られない。例えば、表面ではなく内部の構造物を透過的に可視化し、関心領域中の高輝度構造物のみを表示する最大値投影法 (Maximum intensity projection)、低輝度構造物のみを描出する最小値投影法 (Minimum intensity projection)、視線方向のボクセル値の累算画像を表示する方法 (Ray summation) であってもよい。

【0054】

また、レンダリング処理の過程において、しきい値により、各処理対象のボクセルの輝度値を判別し、当該ボクセルのデータを有効とするか無効とするかを選択するよう構成してもよい。しきい値は、操作部0004を介して操作者が設定し、制御部0003がレンダリング部0204に通知する。

【0055】

なお、本実施形態の超音波診断装置0001は、CPU、メモリおよび記憶装置を備える。さらに、GPU (Graphics Processing Unit) を備えていてもよい。制御部0003、および、RF信号フレームデータから断層ボリュームデータを生成し、さらに二次元画像、三次元画像を生成するための各部 (断層情報演算部0011、三次元座標変換部0013、三次元画像処理部0014、任意断面像作成部0015、表示データ生成部0016) の機能は、CPUもしくはGPUが、記憶装置に予め保持されるプログラムをメモリにロードし、実行することにより実現される。

【0056】

次に、本実施形態の三次元画像処理部0014による三次元画像処理の流れと、その三次元画像処理により生成される画像を図3および図4を用いて説明する。

【0057】

図3は、本実施形態の三次元画像処理部0014による三次元画像処理の処理フロー、図4は、本実施形態の三次元画像処理部0014による三次元画像処理により得られるボリュームデータを説明するための図であり、図4(a)は、三次元座標変換部0013の出力データである断層ボリュームデータ (テクスチャボリュームデータ) 0401である。

【0058】

三次元平滑化処理部 (フィルタ処理部) 0201は、平滑化係数を設定する (ステップS1101)。平滑化係数は、予め定められた平滑化係数の中から、操作者により操作部0004を介して指定される。三次元平滑化処理部0201は、制御部0003を介して、指定された平滑化係数を受け取り、設定する。なお、本実施形態では、平滑化処理として平均化フィルタ処理を実行するため、平滑化係数として、上述のように、平均化ボクセル数が設定される。

【0059】

次に、三次元平滑化処理部0201は、三次元座標変換部0013の出力データである断層ボリュームデータに対し、平滑化処理を行い、平滑化ボリュームデータを生成する (ステップS1102)。図4(b)は、三次元平滑化処理部0201による平滑化処理後の平滑化ボリュームデータ0402である。

【0060】

重み付き加算部0202は、重み係数を受け付け、設定する (ステップS1103)。

【0061】

10

20

30

40

50

重み係数は、操作者により操作部 0 0 0 4 を介して設定される。重み付き加算部 0 2 0 2 は、制御部 0 0 0 3 を介して重み係数を受け取り、設定する。

【 0 0 6 2 】

重み付き加算部 0 2 0 2 は、設定された重み係数を用い、ボクセル毎に上記式 (1) で示される加算処理を行い (ステップ S 1 1 0 4)、平滑化ポリウムデータとテクスチャポリウムデータとを加算し、合成ポリウムデータを生成する。ここで、生成される合成ポリウムデータ 0 4 0 3 を図 4 (c) に示す。

【 0 0 6 3 】

例えば、図 4 (b) に示すように、平滑化ポリウムデータ 0 4 0 2 が、平滑化処理が過度に行われているものであっても、重み付き加算部 0 2 0 2 により加算処理を行うことにより、平滑化ポリウムデータ 0 4 0 2 とテクスチャポリウムデータ 0 4 0 1 との中間の平滑化が行われた合成ポリウムデータ 0 4 0 3 を得ることができる。また、重み係数を変更することで、平滑化ポリウムデータ 0 4 0 2 とテクスチャポリウムデータ 0 4 0 1 との間の所望の平滑化強度の合成ポリウムデータを得ることができる。

【 0 0 6 4 】

そして、勾配演算部 0 2 0 3 は、合成ポリウムデータ 0 4 0 3 に対し、ボクセルの輝度勾配計算を行い、勾配情報を生成する (ステップ S 1 1 0 5)。そして、レンダリング部 0 2 0 4 は、合成ポリウムデータ 0 4 0 3 と、ボクセル毎の勾配値とを用い、レンダリング処理を行い、三次元画像を生成する (ステップ S 1 1 0 6)。なお、生成された三次元画像は、表示データ生成部 0 0 1 6 により表示データにされて表示器 0 0 0 9 に表示される。

【 0 0 6 5 】

次に、操作者の設定した重み係数が与える三次元画像への効果を、図 5 を用いて説明する。本実施形態においては、式 (1) における $V1v$ をテクスチャポリウムデータ 0 4 0 1 の輝度値、 $V2v$ を平滑化ポリウムデータ 0 4 0 2 の輝度値として説明する。

【 0 0 6 6 】

図 5 (a) に示す三次元画像 0 5 0 1 は、重み係数 W が、1 . 0 と設定された場合の三次元画像である。式 (1) により、テクスチャポリウムデータ 0 4 0 1 に対して 1 . 0、平滑化ポリウムデータ 0 4 0 2 に対して 0 . 0 で重み付けされて得られる合成ポリウムデータから三次元画像 0 5 0 1 は生成される。

【 0 0 6 7 】

重み係数 W として 1 . 0 が設定された場合、三次元画像 0 5 0 1 を生成する元となる合成ポリウムデータには、テクスチャポリウムデータ 0 4 0 1 がそのまま用いられる。従って、三次元画像 0 5 0 1 は、全く平滑化されていないポリウムデータから生成される。このため、胎児の指や顔のしわなどの情報が保持される反面、画像の境界線に凹凸が残る。

【 0 0 6 8 】

図 5 (b) に示す三次元画像 0 5 0 2 は、重み係数 W が、0 . 0 と設定された場合の三次元画像である。式 (1) より、テクスチャポリウムデータ 0 4 0 1 に対して 0 . 0、平滑化ポリウムデータ 0 4 0 2 に対して 1 . 0 で重み付けされて得られる合成ポリウムデータから三次元画像 0 5 0 2 は生成される。

【 0 0 6 9 】

重み係数 W として 0 . 0 が設定された場合、三次元画像 0 5 0 2 を生成する元となる合成ポリウムデータには、平滑化ポリウムデータ 0 4 0 2 がそのまま用いられる。従って、三次元画像 0 5 0 2 は、設定された平滑化係数で平滑化されたポリウムデータから生成される。このため、画像の境界線に凹凸がなく滑らかである反面、胎児の指や顔のしわなどの情報は消失する。

【 0 0 7 0 】

図 5 (c) に示す三次元画像 0 5 0 3 は、適度な重み係数 W 、例えば、0 . 5 が、設定された場合の三次元画像である。式 (1) より、テクスチャポリウムデータ 0 4 0 1 に

10

20

30

40

50

対して0.5、平滑化ボリュームデータ0402に対して0.5で重み付けされて得られる合成ボリュームデータから三次元画像0503は生成される。本図に示すように、得られた三次元画像0503は、適度に境界線の凹凸が消失し、かつ、胎児の指や顔のしわなどの情報も保持される。

【0071】

このように、重み係数を調整することにより、最終的に得られる画質を調整することができる。本実施形態では、操作者は、表示器0009に表示される画像を見ながら、実時間で重み係数を変更することにより、重み係数を調整する。

【0072】

次に、操作者が重み係数を設定、調整するインタフェースを、図6を用いて説明する。

【0073】

図6(a)は、重み係数を設定、調整するインタフェースが、変更つまみ0601と、係数表示領域0602と、三次元画像表示領域0600とにより構成される例である。変更つまみ0601は、操作部0004が備える。操作者は、変更つまみ0601を操作することにより、0.0~0.1の間で重み係数を変更する。

【0074】

係数表示領域0602と、三次元画像表示領域0600は、表示器0009が備える。なお、三次元画像表示領域0600は、三次元画像処理部0014が生成した三次元画像が表示される領域である。

【0075】

制御部0003は、変更つまみ0601を介して操作者が重み係数を設定、変更する毎に、その重み係数を係数表示領域0602に表示する。また、制御部0003は、変更つまみ0601を介して操作者が重み係数を設定、変更する毎に、三次元画像処理部0014にその重み係数を通知する。三次元画像処理部0014は、通知を受け、上記三次元画像処理のフローのステップS1103からの処理を繰り返す。そして、生成された三次元画像は、三次元画像表示領域0600に表示される。操作者は、三次元画像表示領域0600に表示される三次元画像を確認しながら、最適な重み係数を設定する。

【0076】

図6(b)は、重み係数を設定、調整するインタフェースが、表示器0009上のタッチパネルと、係数表示領域0602と、三次元画像表示領域0600とにより構成される例である。表示器0009は、係数の値を上下させる指示を受け付けるスライダー0603を備える。操作者は、指、または、操作部0004が備えるマウス、トラックボール、キーボード等の入力装置を用いてスライダー0603を操作することにより、0.0~0.1の間で重み係数を変更する。操作者により重み係数が設定、変更された際の制御部0003による処理は、上記図6(a)の例と同様である。

【0077】

図6(c)は、重み係数を設定、調整するインタフェースが、表示器0009上のタッチパネルと、係数表示領域0602と、三次元画像表示領域0600とにより構成される例である。表示器0009は、係数の値を上昇させる指示を受け付ける上昇指示領域0604と、係数の値を下降させる指示を受け付ける下降指示領域0605と、を備える。操作者は、上昇指示領域0604または下降指示領域0605を介して、0.0~1.0の間で重み係数を変更する。指示は、指、または、操作部0004が備えるマウス、キーボード等の入力装置を用いて行う。操作者により重み係数が設定、変更された際の制御部0003による処理は、上記図6(a)の例と同様である。

【0078】

なお、図6(c)では、上昇指示領域0604と下降指示領域0605とを、係数表示領域0602内に備える場合を例示しているが、必ずしも係数表示領域0602内でもよい。

【0079】

なお、操作者が重み係数を設定、調整するインタフェースはこれらに限られない。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 0 】

なお、平滑化係数も、操作者が三次元画像を確認しながら、実時間で、予め容易された平滑化係数間で変更可能なように構成してもよい。この場合、重み係数同様、操作者は、表示器 0 0 0 9 に表示される画像を見ながら、実時間で平滑化係数を変更することにより、最適な平滑化係数を設定する。以下、操作者が平滑化係数を設定、変更するインタフェースを図 7 を用いて説明する。

【 0 0 8 1 】

図 7 (a) は、平滑化係数を設定、変更するインタフェースが、変更つまみ 0 7 0 1 と、係数表示領域 0 7 0 2 と、三次元画像表示領域 0 6 0 0 とにより構成される例である。変更つまみ 0 7 0 1 は、操作部 0 0 0 4 が備える。操作者は、変更つまみ 0 7 0 1 により、予め定められた平滑化係数の中から平滑化係数を選択する。例えば、予め定められた平滑化係数は、番号として表示器 0 0 0 9 に表示され、制御部 0 0 0 3 は、操作者が選択した番号に対応した平滑化係数を、三次元画像処理部 0 0 1 4 に通知する。

10

【 0 0 8 2 】

係数表示領域 0 7 0 2 は表示器 0 0 0 9 が備える。三次元画像表示領域 0 6 0 0 は、三次元画像処理部 0 0 1 4 が生成した三次元画像が表示される領域である。

【 0 0 8 3 】

制御部 0 0 0 3 は、変更つまみ 0 7 0 1 を介して操作者が平滑化係数を設定、変更する毎に、その平滑化係数を係数表示領域 0 7 0 2 に表示する。また、制御部 0 0 0 3 は、変更つまみ 0 7 0 1 を介して操作者が平滑化係数を設定、変更する毎に、三次元画像処理部 0 0 1 4 にその平滑化係数を通知する。三次元画像処理部 0 0 1 4 は、通知を受け、上記三次元画像処理のフローのステップ S 1 1 0 1 からの処理を繰り返す。そして、生成された三次元画像は、三次元画像表示領域 0 6 0 0 に表示される。操作者は、三次元画像表示領域 0 6 0 0 に表示される三次元画像を確認しながら、最適な平滑化係数を設定する。

20

【 0 0 8 4 】

図 7 (b) は、平滑化係数を設定、変更するインタフェースが、表示器 0 0 0 9 上のタッチパネルと、係数表示領域 0 7 0 2 と、三次元画像表示領域 0 6 0 0 とにより構成される例である。表示器 0 0 0 9 は、係数の値を上下させる指示を受け付けるスライドバー 0 7 0 3 を備える。操作者は、指、または、操作部 0 0 0 4 が備えるマウス、トラックボール、キーボード等の入力装置を用いてスライドバー 0 7 0 3 を操作することにより、予め定められた平滑化係数の中から平滑化係数を選択する。操作者により平滑化係数が設定、変更された際の制御部 0 0 0 3 による処理は、上記図 7 (a) の例と同様である。

30

【 0 0 8 5 】

図 7 (c) は、平滑化係数を設定、変更するインタフェースが、表示器 0 0 0 9 上のタッチパネルと、係数表示領域 0 7 0 2 と、三次元画像表示領域 0 6 0 0 とにより構成される例である。表示器 0 0 0 9 は、係数の値を上昇させる指示を受け付ける上昇指示領域 0 7 0 4 と、係数の値を下降させる指示を受け付ける下降指示領域 0 7 0 5 と、を備える。操作者は、上昇指示領域 0 7 0 4 または下降指示領域 0 7 0 5 を介して、予め定められた平滑化係数の中から平滑化係数を選択する。指示は、指、または、操作部 0 0 0 4 が備えるマウス、キーボード等の入力装置を用いて行う。操作者により平滑化係数が設定、変更された際の制御部 0 0 0 3 による処理は、上記図 7 (a) の例と同様である。

40

【 0 0 8 6 】

なお、図 7 (c) では、上昇指示領域 0 7 0 4 と下降指示領域 0 7 0 5 とを、係数表示領域 0 7 0 2 内に備える場合を例示しているが、必ずしも係数表示領域 0 7 0 2 内でなくてもよい。

【 0 0 8 7 】

また、操作者が平滑化係数を設定、変更するインタフェースは、これに限られない。

【 0 0 8 8 】

また、平滑化係数を設定、変更するインタフェースは、重み係数を設定、調整するインタフェースと兼用であってもよい。この場合、いずれの係数を変更するかの指示を操作者

50

から受け付ける構成を備え、指示に応じて、対応する係数の変更として受け付ける。

【0089】

以上説明したように、本実施形態によれば、三次元画像処理において、断層ボリュームデータと、その断層ボリュームデータに平滑化処理を施して得た平滑化ボリュームデータとを、重み係数を乗じて加算することにより合成ボリュームデータを生成する。そして、生成した合成ボリュームデータに対しレンダリング処理を行って、三次元画像を生成する。

【0090】

本実施形態では、加算時に用いる重み係数を変えることで、合成ボリュームデータの平滑化の強度を変化させることができる。このため、操作者が任意に重み係数を設定することで、抑制したい凹凸の情報と、保持したい微細な形態情報とを操作者が任意に変化させることができる。また、加算時に用いる重み係数は、実時間で自在に変更できるため、合成ボリュームデータの平滑化強度を、実時間で自在に調整できる。このため、所望の平滑化がなされた三次元画像を容易に得ることができ、必要に応じて最適な画像を得ることができる。

10

【0091】

また、レンダリング処理後の複数の画像を合成する場合、例えば、不透明度の積算値が1になった場合、それより手前のボクセル値は出力画像に反映されないため、重み付け加算をしても、加算後の画像にも反映されない。一方、本実施形態によれば、レンダリング前のボリュームデータの状態で、平滑化の強度を調整するため、個々のボクセルの情報を失うことなく平滑化の強度を調整した合成ボリュームデータを得ることができる。そして、その合成ボリュームデータから三次元画像が生成されるため、取得した全ボリュームデータから、より多くの情報を反映した三次元画像を得ることができる。

20

【0092】

また、平滑化強度を調整するために重み付け加算を行う対象のテクスチャデータとスムーズデータとは、同一の断層ボリュームデータから生成される。従って、時間的および/または空間的な変化による画質の低下がない。

【0093】

さらに、平滑化処理を行う三次元画像処理において、新たに追加される構成が、高速で装置への負担の少ない重み付け加算だけであり、装置に負担の大きいレンダリング処理は、従来同様1回で済む。上述のように、レンダリング処理は、処理量が膨大であり、時間と装置への負担が大きい。従って、装置への負担を増大させることなく高速に所望の画質の三次元画像を得ることができる。

30

【0094】

なお、本実施形態では、三次元平滑化処理部0201において空間平滑化処理として、平均化フィルタを用いているが、これに限られない。例えば、低域通過フィルタ、あるいはメディアンフィルタなどを三次元的に使用してもよい。また、ダイレーションによる拡張処理を三次元的に行ってもよい。

【0095】

<<第2の実施形態>>

40

次に、本発明を適用する第2の実施形態を説明する。第1の実施形態では、三次元画像処理部0014において、三次元座標変換部0013の出力である断層ボリュームデータそのものと、その断層ボリュームデータに平滑化処理を施したボリュームデータとを、所定の重み係数を用いて合成して合成ボリュームデータを生成する。これに対し、本実施形態では、三次元画像処理部において、同一の三次元座標変換部の出力に対し、それぞれ異なる平滑化処理を施して得た2つのボリュームデータを、所定の重み係数を用いて加算し、合成ボリュームデータを生成する。

【0096】

本実施形態の超音波診断装置0001は、基本的に第1の実施形態の超音波診断装置0001と同様の構成を有する。ただし、上述のように、三次元画像処理が異なるため、第

50

1の実施形態の三次元画像処理部0014の代わりに三次元画像処理部0014aを備える。以下、本実施形態について、三次元画像処理部0014aに主眼をおいて説明する。

【0097】

図8は、本実施形態の三次元画像処理0014aの機能ブロック図である。本図に示すように、本実施形態の三次元画像処理部0014aは、2つの三次元平滑化処理部（フィルタ処理部）0201（0201a、0201b）と、重み付き加算部0202と、勾配演算部0203と、レンダリング部0204と、を備える。

【0098】

2つの三次元平滑化処理部0201の機能は、それぞれ、第1の実施形態の三次元平滑化処理部（フィルタ処理部）0201と基本的に同様である。すなわち、断層ボリュームデータに、設定された平滑化係数を用いて空間平滑化処理を行う。ただし、2つの三次元平滑化処理部（フィルタ処理部）0201a、0201bにおいて、用いる平滑化係数がそれぞれ異なる。三次元平滑化処理部（フィルタ処理部）0201は、断層ボリュームデータに、複数の三次元フィルタ処理を独立して施し、それぞれ、処理後ボリュームデータを生成する。

10

【0099】

以下、説明のため、平滑化効果の弱い平滑化係数（第1の平滑化係数）を用いる側を、第1の三次元平滑化処理部0201a、第1の平滑化係数より平滑化効果の強い平滑化係数（第2の平滑化係数）を用いる側を、第2の三次元平滑化処理部0201bと呼ぶ。以下、本実施形態では、第1の三次元平滑化処理部0201aにより生成されるボリュームデータを、テクスチャボリュームデータ（弱平滑化ボリュームデータ）と呼び、第2の三次元平滑化処理部0201bにより生成されるボリュームデータを、平滑化ボリュームデータ（強平滑化ボリュームデータ）と呼ぶ。

20

【0100】

第1の平滑化係数および第2の平滑化係数は、第1の実施形態の平滑化係数同様、予め定められた平滑化係数の中から、操作者により操作部0004を介して指定される。第1の三次元平滑化処理部0201aおよび第2の三次元平滑化処理部0201bは、制御部0003を介して、指定された第1の平滑化係数および第2の平滑化係数をそれぞれ受け取り設定する。第1の平滑化係数および第2の平滑化係数には、第1の実施形態同様、平滑化フィルタにおける平均化ボクセル数が設定される。

30

【0101】

重み付き加算部0202の機能は、基本的に第1の実施形態と同様である。ただし、本実施形態では、重み付け加算を行う同一の断層ボリュームデータから生成した複数のボリュームデータは、弱い平滑化処理を施したテクスチャボリュームデータと強い平滑化処理を施した平滑化ボリュームデータとの2つである。

【0102】

他の構成（勾配演算部0203と、レンダリング部0204）の機能は、基本的に第1の実施形態と同様である。また、第1の実施形態と同様に、勾配演算部0203を含まない構成も可能である。

【0103】

次に、本実施形態の三次元画像処理部0014aによる画像処理の手順を図9を用いて説明する。図9は、本実施形態の三次元画像処理部0014aによる画像処理の処理フローである。

40

【0104】

生成されるボリュームデータは、図4を用いて説明する。なお、図4は、第1の実施形態の三次元画像処理部0014の説明にも用いているが、効果の概要を説明するためのものであり、第1の実施形態の三次元画像処理部0014と第2の実施形態の三次元画像処理部0014aとが同一の結果を生じることを示すものではない。

【0105】

三次元平滑化処理部0201aは、第1の平滑化係数を設定し（ステップS1201）

50

、三次元座標変換部 0 0 1 3 の出力データである断層ポリウムデータに対し、平滑化処理を行い、図 4 (a) に示すテクスチャポリウムデータ 0 4 0 1 を生成する (ステップ S 1 2 0 2) 。

【 0 1 0 6 】

次に、三次元平滑化処理部 0 2 0 1 b は、第 2 の平滑化係数を設定し (ステップ S 1 2 0 3) 、三次元座標変換部 0 0 1 3 の出力データである断層ポリウムデータに対し、平滑化処理を行い、図 4 (b) に示す平滑化ポリウムデータ 0 4 0 2 を生成する (ステップ S 1 2 0 4) 。

【 0 1 0 7 】

なお、第 1 の三次元平滑化処理部 0 2 0 1 a および第 2 の三次元平滑化処理部 0 2 0 1 b の処理順は問わない。また、先に第 1 の平滑化係数および第 2 の平滑化係数を設定し、その後、それぞれ平滑化処理を行うよう構成してもよい。

【 0 1 0 8 】

重み付き加算部 0 2 0 2 は、第 1 の実施形態同様、重み係数を受け付け、設定する (ステップ S 1 2 0 5) 。そして、ボクセル毎に、テクスチャポリウムデータと平滑化ポリウムデータとを、式 (1) に従って重み付けして加算し、図 4 (c) に示す合成ポリウムデータ 0 4 0 3 を得る (ステップ S 1 2 0 6) 。

【 0 1 0 9 】

例えば、図 4 (a) に示すテクスチャポリウムデータ 0 4 0 1 が、平滑化処理が不足するもので、図 4 (b) に示す平滑化ポリウムデータ 0 4 0 2 が、平滑化処理が過度に行われているものであっても、重み付き加算部 0 2 0 2 により両者を加算することにより、テクスチャポリウムデータ 0 4 0 1 と平滑化ポリウムデータ 0 4 0 2 との中間の平滑化が行われた合成ポリウムデータ 0 4 0 3 を得ることができる。また、重み係数を変更することで、平滑化ポリウムデータ 0 4 0 2 とテクスチャポリウムデータ 0 4 0 1 との間の所望の平滑化強度の合成ポリウムデータを得ることができる。

【 0 1 1 0 】

その後、第 1 の実施形態同様、勾配演算部 0 2 0 3 は、合成ポリウムデータ 0 4 0 3 の勾配計算を行う (ステップ S 1 2 0 7) 。つまり、勾配演算部 0 2 0 3 は、処理後ポリウムデータが生成される毎に、生成された複数の処理後ポリウムデータそれぞれの輝度勾配を算出する。レンダリング部 0 2 0 4 は、合成ポリウムデータ 0 4 0 3 に対し、レンダリング処理を行い、三次元画像を生成する (ステップ S 1 2 0 8) 。つまり、レンダリング部 0 2 0 4 は、インタフェースを介して重み係数の入力を受け付ける毎に、複数の処理後ポリウムデータから三次元画像を生成する。なお、生成された三次元画像は、表示データ生成部 0 0 1 6 により表示データにされて表示器 0 0 0 9 に表示される。

【 0 1 1 1 】

なお、本実施形態においても、操作者が設定する重み係数の効果は、基本的に第 1 の実施形態と同様である。平滑化強度の弱いテクスチャポリウムデータ 0 4 0 1 には、胎児の指や顔のしわなどの情報が保持される反面、画像の境界線の凹凸が残る。また、平滑化強度の強い平滑化ポリウムデータ 0 4 0 2 は、画像の境界線に凹凸がなく滑らかである反面、胎児の指や顔のしわなどの情報を失う。

【 0 1 1 2 】

本実施形態においても、第 1 の実施形態同様、重み係数を調整するインタフェースを備え、操作者は、操作者は、表示器 0 0 0 9 に表示される画像を見ながら、実時間で重み係数を変更することにより、重み係数を調整し、合成ポリウムデータの平滑化強度を調整する。

【 0 1 1 3 】

また、本実施形態においても、第 1 の実施形態同様、第 1 の平滑化係数および第 2 の平滑化係数を実時間で変更するインタフェースを備えていてもよい。本実施形態では、係数毎にそれぞれ、第 1 の実施形態同様のインタフェースを備えてもよいし、操作者からの指示に従って、1 のインタフェースで両方の係数の変更を受け付けるよう構成してもよい。

10

20

30

40

50

さらに、第1の実施形態同様、重み係数の調整用インタフェースと兼用してもよい。

【0114】

以上説明したように、本実施形態によれば、三次元画像処理において、1つの断層ボリュームデータに、それぞれ異なる平滑化強度で平滑化処理を施して得たテクスチャボリュームデータと平滑化ボリュームデータとを、予め定めた重み係数を乗じて加算することにより合成ボリュームデータを生成する。そして、生成した合成ボリュームデータに対してレンダリング処理を行って三次元画像を生成する。

【0115】

従って、第1の実施形態同様、所望の平滑化がなされた三次元画像を容易に得ることができ、必要に応じて最適な画像を得ることができる。2つの異なる平滑化強度で平滑化した画像の、中間の平滑化強度の画像を得ることができるため、第1の実施形態に比べて、より高い自由度で、平滑化レベルを設定することができる。すなわち、操作者が、三次元画像の平滑化の調整幅をより広く持つことが可能となる。

10

【0116】

また、その他については、第1の実施形態と同様の構成であるため、第1の実施形態同様の各種の効果が得られ、装置への負担を増大させることなく高速に所望の画質の三次元画像を得ることができる。

【0117】

なお、上記実施形態では、三次元平滑化処理部0201を2つ備える構成を例にあげて説明しているが、これに限られない。1つの三次元平滑化処理部0201により、順次同一の断層ボリュームデータに対し、異なる平滑化係数を用いて平滑化を行い、それらの出力を重み付け加算するよう構成してもよい。

20

【0118】

また、第1の実施形態同様、三次元平滑化処理部0201aおよび0201bにおいて空間平滑化処理として平均化フィルタ、低域通過フィルタ、メディアンフィルタなどを三次元的に用いることができる。また、ダイレーションによる拡張処理を三次元的に行ってもよい。

【0119】

<<第3の実施形態>>

次に、本発明を適用する第3の実施形態を説明する。第2の実施形態では、三次元画像処理部0014aにおいて、三次元座標変換部0013の出力に対し、異なる平滑化強度で平滑化処理を行った2種のボリュームデータを重み付け加算して、合成ボリュームデータを生成する。これに対し、本実施形態では、三次元画像処理部において、同一の三次元座標変換部の出力に対し、異なるフィルタ処理を行って得た複数のフィルタ処理後のボリュームデータを、所定の重み係数を用いて加算し、合成ボリュームデータを生成する。

30

【0120】

本実施形態の超音波診断装置0001は、基本的に第1の実施形態の超音波診断装置0001と同様の構成を有する。ただし、上述のように、三次元画像処理が異なるため、第1の実施形態の三次元画像処理部0014の代わりに三次元画像処理部0014bを備える。以下、本実施形態について、三次元画像処理部0014bに主眼をおいて説明する。なお、ここでは、異なるフィルタ処理として、三次元鮮鋭化処理と、三次元平滑化処理との2種を行う場合を例にあげて説明する。

40

【0121】

図10は、本実施形態の三次元画像処理部0014bの機能ブロック図である。本図に示すように、本実施形態の三次元画像処理部2014は、三次元平滑化処理部0201と、三次元鮮鋭化処理部0206と、重み付き加算部0202と、勾配演算部0203と、レンダリング部0204と、を備える。

【0122】

三次元鮮鋭化処理部0206は、三次元座標変換部0013の出力データである断層ボリュームデータに対し、鮮鋭化処理を行う。本実施形態においては、鮮鋭化処理後のボリ

50

ュームデータをテクスチャボリュームデータ（鮮鋭化ボリュームデータ）と呼ぶ。ここで
 行う鮮鋭化処理には、高域通過フィルタを三次元的に用いるもの、三次元的なエロージョ
 ン処理による退縮処理などがある。三次元的な高域通過フィルタを用いることにより、空
 間的に鮮鋭化されたボリュームデータが生成される。また、三次元的なエロージョン処理
 による退縮処理により、構造を強調したボリュームデータが生成される。

【 0 1 2 3 】

鮮鋭化処理は、鮮鋭化の強度を決定する鮮鋭化係数を用いて行われる。鮮鋭化係数は、
 第 1 の実施形態の平滑化係数同様、予め定められた鮮鋭化係数の中から、操作者により操
 作部 0 0 0 4 を介して指定される。三次元鮮鋭化処理部 0 2 0 6 は、制御部 0 0 0 3 を介
 して、指定された鮮鋭化係数を受け取り設定する。

10

【 0 1 2 4 】

三次元平滑化処理部 0 2 0 1 は、基本的に第 1 の実施形態と同様であり、本実施形態で
 は、断層ボリュームデータに平滑化処理を施し、生成したボリュームデータを、平滑化ボ
 リュームデータ（スムーズボリュームデータ）と呼ぶ。本実施形態では、空間平滑化処理
 として、低域通過フィルタ、あるいはメディアンフィルタなどを三次元的に使用してもよ
 く、また、ダイレーションによる拡張処理を三次元的に行ってもよい。このように、本実
 施形態では、三次元超音波画像に対し、任意の平滑化効果を与えることができる。

【 0 1 2 5 】

重み付き加算部 0 2 0 2 の機能は、基本的に第 1 の実施形態と同様である。ただし、重
 み付け加算を行う同一の断層ボリュームデータから生成した複数のボリュームデータは、
 鮮鋭化処理を施したテクスチャボリュームデータと平滑化処理を施した平滑化ボリューム
 データとの 2 つである。

20

【 0 1 2 6 】

他の構成（勾配演算部 0 2 0 3 と、レンダリング部 0 2 0 4）の機能は、基本的に第 1
 の実施形態と同様である。また、第 1、第 2 の実施形態と同様に、勾配演算部 0 2 0 3 を
 含まない構成も可能である。

【 0 1 2 7 】

次に、本実施形態の三次元画像処理部 0 0 1 4 b による画像処理の手順を図 1 1 を用い
 て説明する。図 1 1 は、本実施形態の三次元画像処理部 0 0 1 4 b による画像処理の処理
 フローである。生成されるボリュームデータは、第 2 の実施形態同様、効果の概要を説明
 するため、図 4 を用いて説明する。

30

【 0 1 2 8 】

三次元鮮鋭化処理部 0 2 0 6 は、鮮鋭化係数を設定し（ステップ S 1 3 0 1）、三次元
 座標変換部 0 0 1 3 の出力データである断層ボリュームデータに対し、鮮鋭化処理を行い
 、図 4（a）に示すテクスチャボリュームデータ 0 4 0 1 を生成する（ステップ S 1 3 0
 2）。

【 0 1 2 9 】

次に、三次元平滑化処理部 0 2 0 1 は、第 2 の平滑化係数を設定し（ステップ S 1 3 0
 3）、三次元座標変換部 0 0 1 3 の出力データである断層ボリュームデータに対し、平滑
 化処理を行い、図 4（b）に示す平滑化ボリュームデータ 0 4 0 2 を生成する（ステップ
 S 1 3 0 4）。

40

【 0 1 3 0 】

なお、三次元鮮鋭化処理部 0 2 0 6 および三次元平滑化処理部 0 2 0 1 の処理順は問わ
 ない。また、先に両係数を設定し、その後、両処理を行うよう構成してもよい。

【 0 1 3 1 】

重み付き加算部 0 2 0 2 は、第 1 の実施形態同様、重み係数を受け付け、設定する（ス
 テップ S 1 3 0 5）。そして、ボクセル毎に、テクスチャボリュームデータと平滑化ボリ
 ユームデータを、式（1）に従って重み付けして加算し、図 4（c）に示す合成ボリ
 ユームデータ 0 4 0 3 を得る（ステップ S 1 3 0 6）。

【 0 1 3 2 】

50

その後、第1の実施形態同様、勾配演算部0203は、合成ボリュームデータ0403の勾配計算を行い(ステップS1307)、レンダリング部0204は、合成ボリュームデータ0403に対し、レンダリング処理を行い、三次元画像を生成する(ステップS1308)。なお、生成された三次元画像は、表示データ生成部0016により表示データにされて表示器0009に表示される。

【0133】

なお、本実施形態においても、操作者が設定する重み係数の影響は、基本的に第1の実施形態と同様である。本実施形態においても、第1の実施形態同様、重み係数を調整するインタフェースを備え、操作者は、表示器0009に表示される画像を見ながら、実時間で重み係数を変更し、重み係数を調整する。

【0134】

また、本実施形態においても、第1の実施形態同様、平滑化処理に用いる平滑化係数、および/または、鮮鋭化処理に用いる鮮鋭化係数を実時間で変更するインタフェースを備えてもよい。

【0135】

また、本実施形態では、鮮鋭化に用いる処理方法および平滑化に用いる処理方法を、操作者が選択するインタフェースを備えてもよい。操作者がこれらの処理方法を選択するインタフェースを、図12を用いて説明する。

【0136】

図12(a)は、処理方法を選択するインタフェースが、操作部0004が備える変更つまみ0801と、処理方法表示領域0802と、三次元画像表示領域0600とにより構成される例である。変更つまみ0801は、操作部0004が備える。操作者は、変更つまみ0801を操作することにより、予め用意された鮮鋭化処理方法、平滑化処理方法等の中から所望の処理方法を選択する。

【0137】

処理方法表示領域0802と、三次元画像表示領域0600とは、表示器0009が備える。なお、三次元画像表示領域0600は、三次元画像処理部0014bが生成した三次元画像が表示される領域である。

【0138】

制御部0003は、変更つまみ0801を介して操作者が三次元フィルタ処理方法を設定、変更する毎に、選択された処理方法を、それぞれ、処理方法表示領域0802に表示する。また、制御部0003は、変更つまみ0801を介して操作者が処理方法を選択、変更する毎に、三次元画像処理部0014bにその処理方法を通知する。三次元画像処理部0014bは、通知を受け、変更された処理と、重み付き加算処理以降の処理とを実行する。そして、生成された三次元画像は、三次元画像表示領域0600に表示される。操作者は、三次元画像表示領域0600に表示される三次元画像を確認しながら、最適な処理方法を設定する。

【0139】

図12(b)は、処理方法を選択するインタフェースが、表示器0009上のタッチパネルと、処理方法表示領域0802と、三次元画像表示領域0600とにより構成される例である。表示器0009は、処理方法の選択を受け付けるスライダー0803を備える。操作者は、指、または、操作部0004が備えるマウス、トラックボール、キーボード等の入力装置を用いてスライダー0803を操作することにより、予め用意された鮮鋭化処理方法、平滑化処理方法等の中から所望の処理方法を選択する。操作者により処理方法が選択された際の制御部0003による処理は、上記図12(a)の例と同様である。

【0140】

図12(c)は、処理方法を選択するインタフェースが、表示器0009上のタッチパネルと、処理方法表示領域0802と、三次元画像表示領域0600とにより構成される例である。表示器0009は、処理方法の変更の指示を受け付ける指示領域0804、0

10

20

30

40

50

805を備える。操作者は、指示領域0804または0805を介して、処理方法の変更を指示する。指示は、指、または、操作部0004が備えるマウス、キーボード等の入力装置を用いて行う。操作者により処理方法が選択、変更された際の制御部0003による処理は、上記図12(a)の例と同様である。

【0141】

以上説明したように、本実施形態によれば、三次元画像処理において、1つの断層ボリュームデータに、それぞれ異なるフィルタ処理を施して、得られた処理後のボリュームデータを、予め定めた重み係数を乗じて加算することにより合成ボリュームデータを生成する。そして、生成した合成ボリュームデータに対してレンダリング処理を行って三次元画像を生成する。

10

【0142】

従って、第1の実施形態同様、操作者が任意に重み係数を設定することで、抑制したい凹凸の情報と、保持したい微細な形態情報とを操作者が任意に変化させることができる。また、加算時に用いる重み係数は実時間で変更できる。従って、所望のフィルタ効果を容易に与えることができる。このため、所望のフィルタ処理がなされた三次元画像を容易に得ることができ、必要に応じて最適な画像を得ることができる。

【0143】

また、その他については、第1の実施形態と同様の構成であるため、第1の実施形態同様の各種の効果が得られ、装置への負担を増大させることなく高速に所望の画質の三次元画像を得ることができる。

20

【0144】

なお、上記実施形態では、三次元フィルタ処理として、鮮鋭化処理と平滑化処理とを行う場合を例にあげて説明したが、三次元フィルタ処理はこれに限られない。また、組み合わせる三次元フィルタ処理は2つに限られない。効果の異なる三次元フィルタ処理の組合せであればよく、フィルタ処理の種類、数は問わない。

【0145】

なお、実行する三次元フィルタ処理が3以上の場合、重み付け加算部では、それぞれに付与する重み係数の合計が1となるようにし、加算処理を行う。

【0146】

<<第4の実施形態>>

30

次に、本発明を適用する第4の実施形態を説明する。上記各実施形態では、同一の断層ボリュームデータに効果の異なるフィルタ処理を施すことにより生成した複数のボリュームデータを、1の重み係数を用いて重み付け加算し、合成ボリュームデータを生成している。それに対し、本実施形態では、各ボクセルの位置に応じて重み係数を変化させて重み付け加算を行う。

【0147】

本実施形態の超音波診断装置0001は、基本的に第1の実施形態の超音波診断装置0001と同様の構成を有する。ただし、上述のように、三次元画像処理が異なるため、第1の実施形態の三次元画像処理部0014の代わりに三次元画像処理部0014cを備える。以下、本実施形態について、三次元画像処理部0014cに主眼をおいて説明する。なお、効果の異なるフィルタ処理の種類は問わないが、ここでは、一例として、第2の実施形態同様、三次元平滑化処理部0201を2つ備え、それぞれにおいて異なる平滑化度で平滑化する場合を例にあげて説明する。

40

【0148】

図13は、本実施形態の三次元画像処理部0014cの機能ブロック図である。本図に示すように、本実施形態の三次元画像処理部0014cは、2つの三次元平滑化処理部0201(0201a、0201b)と、2つの勾配演算部0203(0203a、0203b)と、距離重み付きレンダリング部(レンダリング部)0207と、を備える。

【0149】

2つの三次元平滑化処理部0201(0201a、0201b)の機能は、それぞれ、

50

第2の実施形態と同様である。平滑化処理に用いる各平滑化係数も、第2の実施形態同様、操作者が操作部0004を介して入力したものが、制御部0003により設定される。

【0150】

また、2つの勾配演算部0203(0203a、0203b)の機能は、それぞれ、第1の実施形態の勾配演算部0203の機能と基本的に同様である。ただし、本実施形態では、合成ポリウムデータではなく、それぞれ、第1の三次元平滑化処理部0201aの出力であるテクスチャポリウムデータ、および、第2の三次元平滑化処理部0201bの出力である平滑化ポリウムデータの勾配情報を生成する。ここでは、説明のため、テクスチャポリウムデータを処理する側を、第1の勾配演算部0203a、平滑化ポリウムデータを処理する側を、第2の勾配演算部0203bと呼ぶ。

10

【0151】

距離重み付きレンダリング部(レンダリング部)0207は、輝度勾配を算出後の、テクスチャポリウムデータと平滑化ポリウムデータとを、投影面からの距離に従って、ボクセル毎に重み付け加算しながら、ポリウムレンダリング処理を行い、三次元画像を生成する。つまり、距離重み付きレンダリング部(レンダリング部)0207は、第1の処理後ポリウムデータと第2の処理後ポリウムデータとを、処理対象ボクセルの、投影面からの距離に応じて、重み係数を変化させる。

【0152】

ここで用いる重み係数は、処理対象のボクセルの位置情報に応じて設定される距離重み係数である。この距離重み係数は、操作者が操作部0004を介して入力し、制御部0003が通知する。

20

【0153】

なお、レンダリング処理は、上記式(2)および式(3)を用いて行う。ただし、輝度情報(視線*i*番目に存在するボクセルの輝度値) C_i および勾配情報(視線*i*番目に存在するボクセルの勾配値) S_i は、以下の式(7)および式(8)に従って、算出する。

【0154】

$$C_i = K1_i \cdot C1_i + K2_i \cdot C2_i \quad (7)$$

$$S_i = K1_i \cdot S1_i + K2_i \cdot S2_i \quad (8)$$

ただし、 $K1_i + K2_i = 1$ である。

30

【0155】

ここで、 $C1_i$ 、 $C2_i$ は、それぞれ、テクスチャポリウムデータのボクセル値、平滑化ポリウムデータのボクセル値であり、 $K1_i$ 、 $K2_i$ は、投影面からの距離に従って設定される距離重み係数である。

【0156】

また、第1、第2、第3の実施形態と同様に、勾配演算部0203(0203a、0203b)を含まない構成も可能である。この場合の勾配値 S_i は、例えば、常に1.0が付与される。

【0157】

次に、本実施形態の特徴的な三次元画像処理部0014cにおける画像処理の手順を図14を用いて説明する。図14は本実施形態の三次元画像処理部0014cの画像処理の処理フローである。生成されるポリウムデータは、上記各実施形態同様、図4を用いて説明する。

40

【0158】

第1の三次元平滑化処理部0201aは、第1の平滑化係数を受け付け、設定する(ステップS1401)。また、第2の三次元平滑化処理部0201bは、第2の平滑化係数を受け付け、設定する(ステップS1402)。第1の平滑化係数および第2の平滑化係数は、それぞれ、第2の実施形態同様、予め定められた平滑化係数の中から、操作者により操作部0004を介して指定され、制御部0003により通知される。また、上述のように、第2の平滑化係数として、第1の平滑化係数より大きいものが設定される。

50

【 0 1 5 9 】

次に、第1の三次元平滑化処理部0201aは、三次元座標変換部0013の出力データである断層ボリュームデータに対し、平滑化処理を行い、図4(a)に示す弱い平滑化処理を施したボリュームデータ(テクスチャボリュームデータ)0401を生成する(ステップS1403)。そして、第1の勾配演算部0203aは、テクスチャボリュームデータの輝度勾配を計算する(ステップS1404)。

【 0 1 6 0 】

また、第2の三次元平滑化処理部0201bは、断層ボリュームデータに対し、平滑化処理を行い、図4(b)に示す強い平滑化処理を施した平滑化ボリュームデータ0402を生成する(ステップS1405)。そして、第2の勾配演算部0203bは、平滑化ボリュームデータの輝度勾配を計算する(ステップS1406)。

10

【 0 1 6 1 】

なお、上記処理フローで、平滑化係数を設定し、平滑化処理を行い、勾配計算を行う順序が守られていれば、各平滑化係数の設定、各平滑化処理、各勾配計算の処理順は問わない。

【 0 1 6 2 】

三次元画像処理部0014は、距離重み係数を受け付け、設定する(ステップS1407)。そして、距離重み付きレンダリング部0207は、設定された距離重み係数を用い、式(2)、式(3)、式(7)および式(8)に従って、テクスチャボリュームデータと平滑化ボリュームデータとを、ボクセル毎に重み付き加算を行いながら、ボリュームレンダリング処理を行い、三次元画像を生成する。なお、生成された三次元画像は、表示データ生成部0016により表示データにされて表示器0009に表示される。

20

【 0 1 6 3 】

上述のように、本実施形態では、距離に応じて重み係数を変えることができる。例えば、投影面からの距離が近いボクセルに対しては、 K_{1_i} を大きくし、平滑化強度の弱いテクスチャボリュームデータの重みを大きくし、投影面からの距離が遠いボクセルに対しては、 K_{2_i} を大きくし、平滑化強度の強い平滑化ボリュームデータの重みを大きくする。この場合に、処理途中に生成されるボリュームデータ0900の概念図を図15に示す。

【 0 1 6 4 】

本図に示すように、奥行き方向の関心領域のみが平滑化の程度が適度に抑えられ、関心領域以外は過度に平滑化されている。このように、距離の近いボリュームデータを微細に、距離の遠いボリュームデータをぼかして三次元画像を構築することができる。

30

【 0 1 6 5 】

なお、ここでは、断層ボリュームデータに対する三次元フィルタ処理として、異なる平滑化強度で行う平滑化処理を例にあげて説明したが、これに限られない。第3の実施形態のように、異なる三次元フィルタ処理を施すようにしてもよい。また、施す効果の異なる三次元フィルタ処理は、2種に限られない。

【 0 1 6 6 】

以上説明したように、本実施形態によれば、上記各実施形態の効果に加え、距離に応じて、平滑化の程度を変化させることができる。従って、操作者が見たい関心領域以外のボクセルデータを過度に平滑化させることで関心領域をより認識しやすい三次元画像を得ることができる。すなわち、奥行き方向の関心領域の視認性を向上させることができる。

40

【 0 1 6 7 】

また、以上の各実施形態におけるすべての処理は断層像に限定されるものでなく、超音波診断装置で取得できる三次元血流、弾性情報、超音波造影剤によって強調された輝度情報に対しても適用できる。

【 0 1 6 8 】

また、上記各実施形態では、RF信号フレームデータから断層ボリュームデータを生成し、さらに二次元画像、三次元画像を生成するための各部(断層情報演算部0011、三次元座標変換部0013、三次元画像処理部0014、任意断面像作成部0015、表示

50

データ生成部 0016) の機能は、超音波診断装置 0001 が備えなくてもよい。例えば、超音波診断装置 0001 とデータの送受信が可能で、超音波診断装置 0001 とは独立した情報処理装置上に構築されていてもよい。また、これらの各機能のうち、一部が、独立した情報処理装置上に構築されていてもよい。

【0169】

さらに、上記各実施形態では、本発明を適用する検査装置として超音波診断装置を例にあげて説明しているが、超音波診断装置に限られない。MRI 装置、X線CT装置など、断層ボリュームデータから三次元画像を生成する各種の検査装置に適用可能である。

【符号の説明】

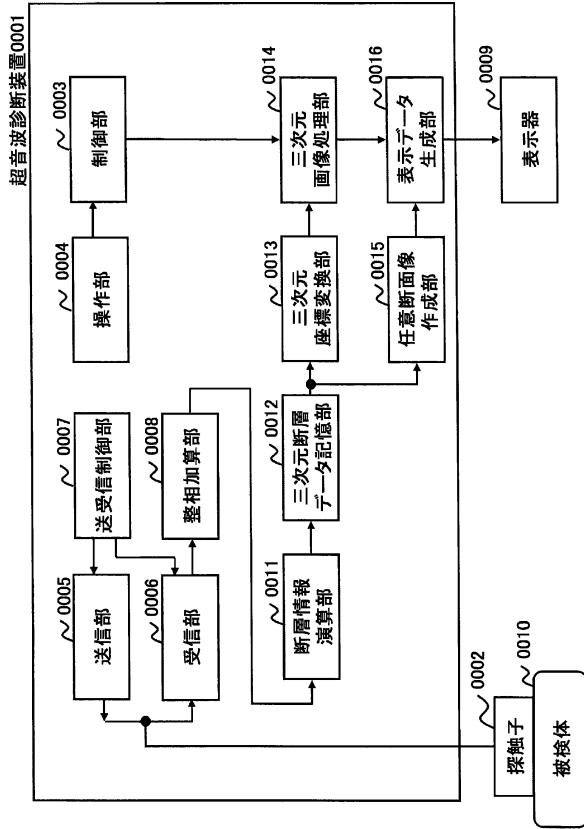
【0170】

0001：超音波診断装置、0002：超音波探触子、0003：制御部、0004：操作部、0005：送信部、0006：受信部、0007：送受信制御部、0008：整相加算部、0009：表示器（表示部）、0010：被検体、0011：断層情報演算部、0012：三次元断層データ記憶部、0013：三次元座標変換部、0014：三次元画像処理部、0014a：三次元画像処理部、0014b：三次元画像処理部、0014c：三次元画像処理部、0015：任意断面像作成部、0016：表示データ生成部、0201：三次元平滑化処理部、0201a：第1の三次元平滑化処理部、0201b：第2の三次元平滑化処理部、0202：重み付き加算部、0203：勾配演算部、0203a：第1の勾配演算部、0203b：第2の勾配演算部、0204：レンダリング部、0206：三次元鮮鋭化処理部、0207：距離重み付きレンダリング部、0401：テクスチャボリュームデータ、0402：平滑化ボリュームデータ、0403：合成ボリュームデータ、0501：三次元画像、0502：三次元画像、0503：三次元画像、0600：三次元画像表示領域、0601：変更つまみ、0602：係数表示領域、0603：スライダー、0604：上昇指示領域、0605：下降指示領域、0701：変更つまみ、0702：係数表示領域、0703：スライダー、0704：上昇指示領域、0705：下降指示領域、0801：変更つまみ、0802：処理方法表示領域、0803：スライダー、0804：指示領域、0805：指示領域

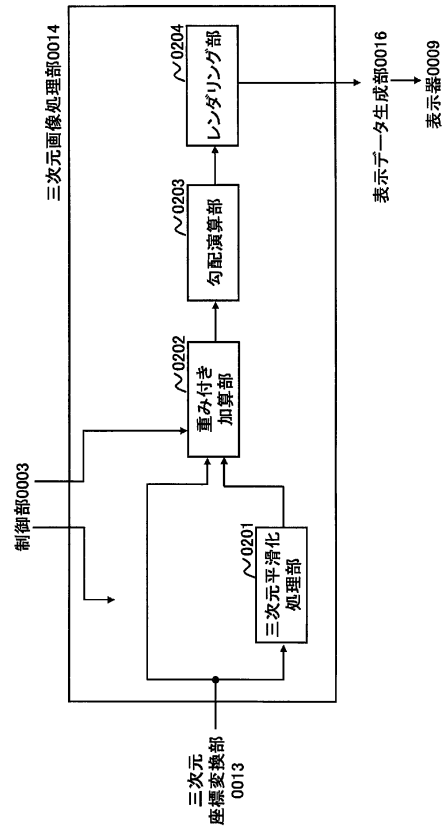
10

20

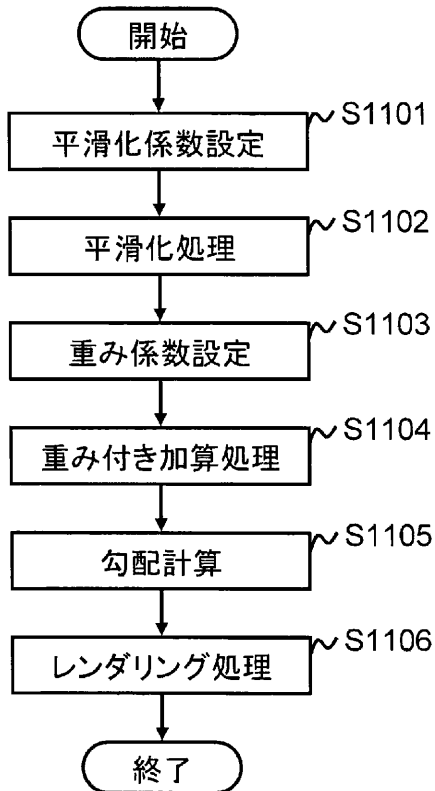
【 図 1 】



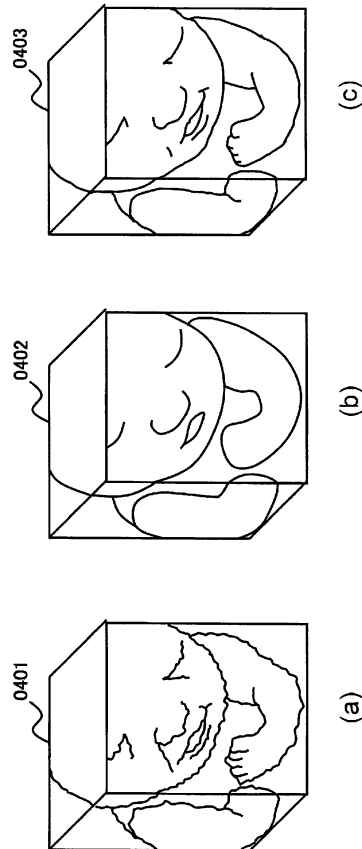
【 図 2 】



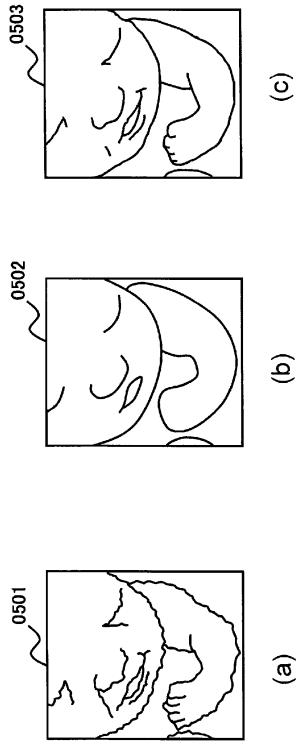
【 図 3 】



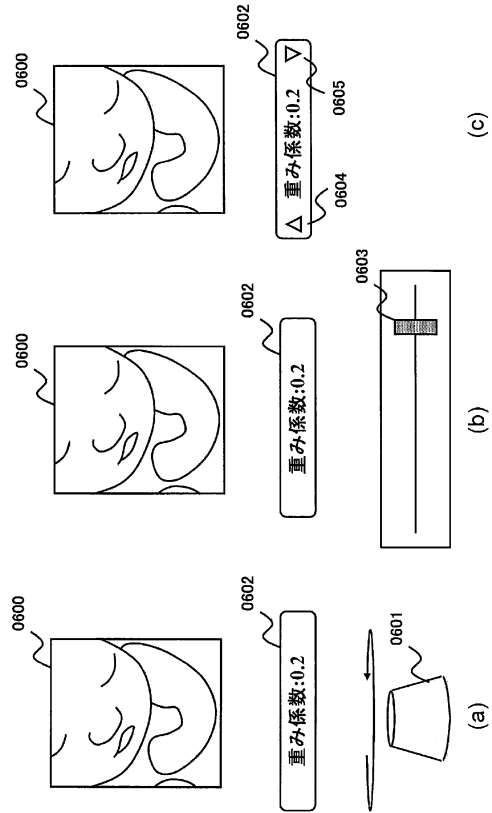
【 図 4 】



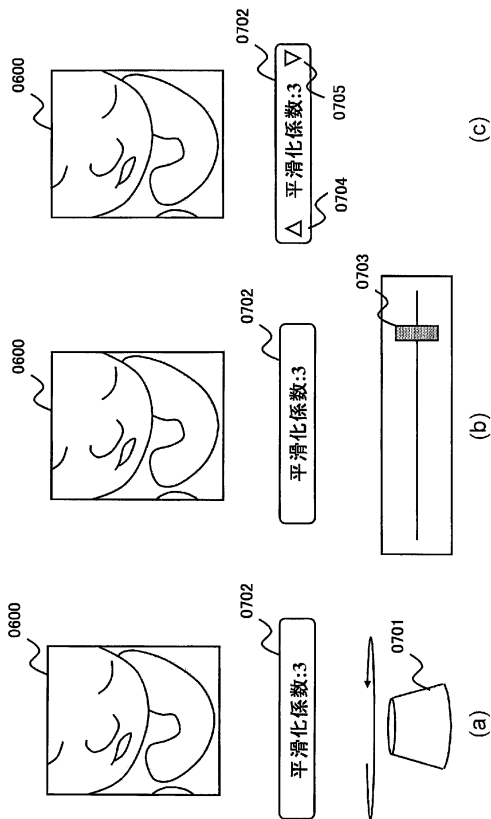
【 図 5 】



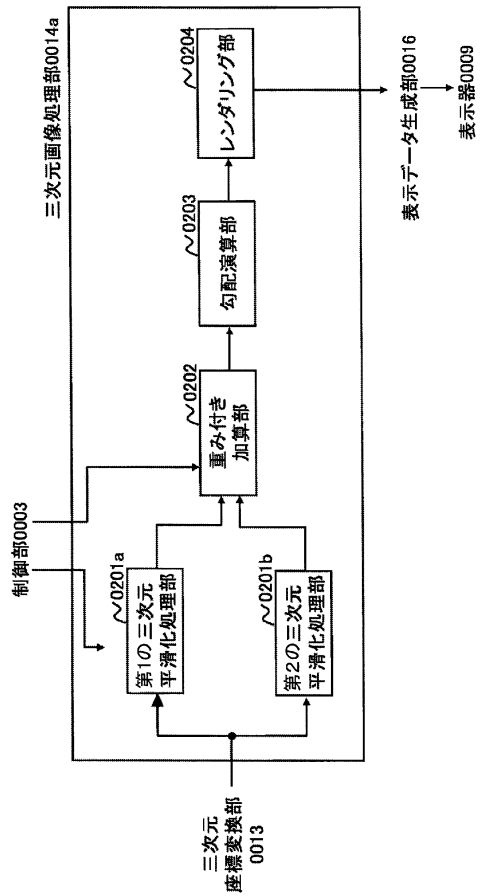
【 図 6 】



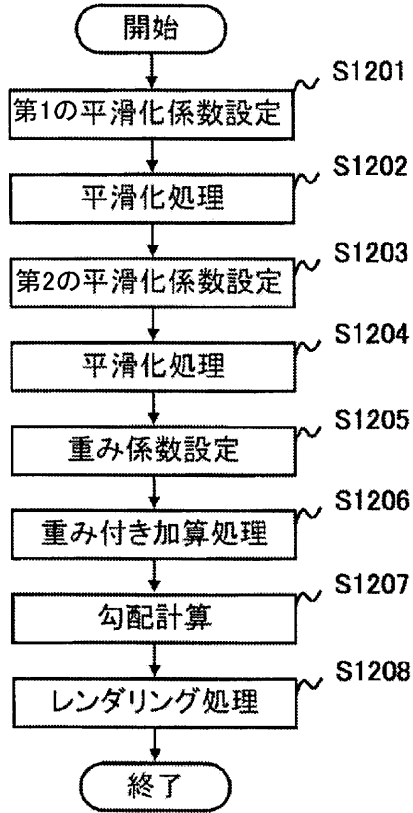
【 図 7 】



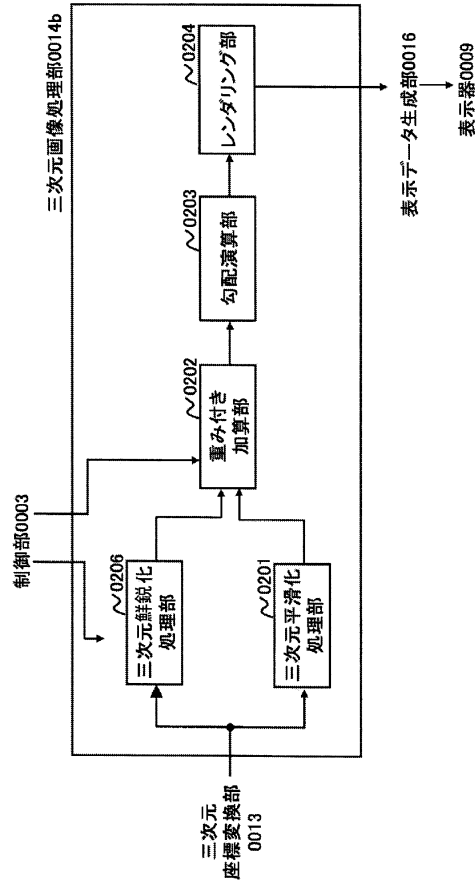
【 図 8 】



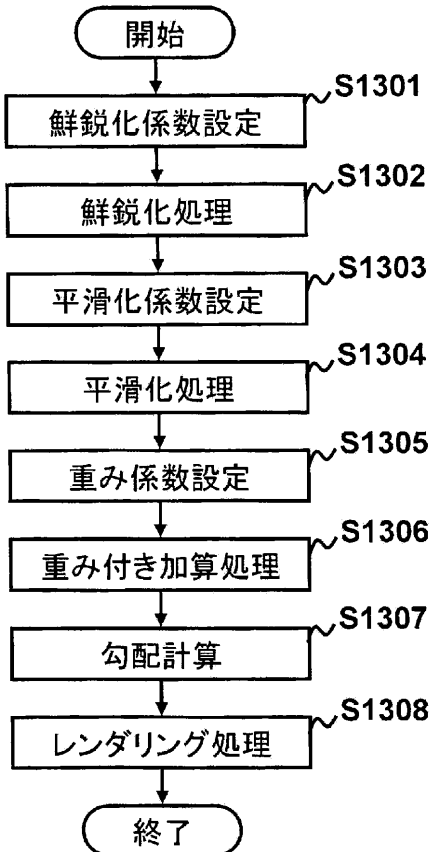
【図9】



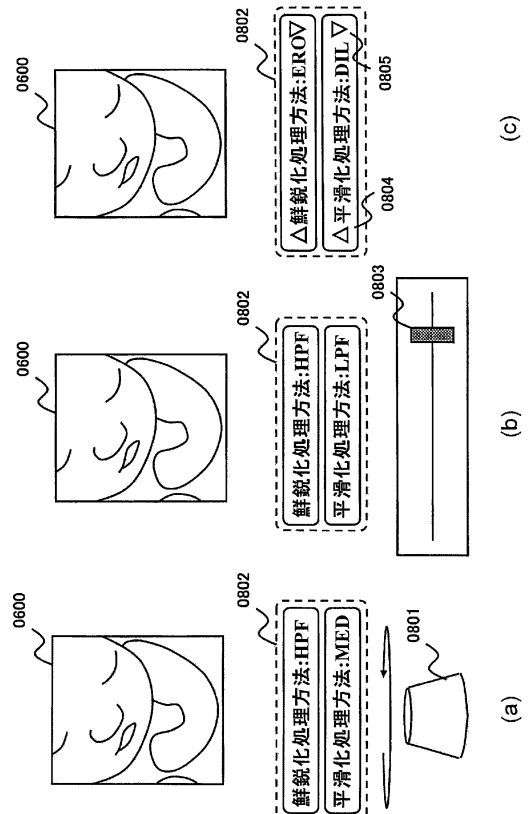
【図10】



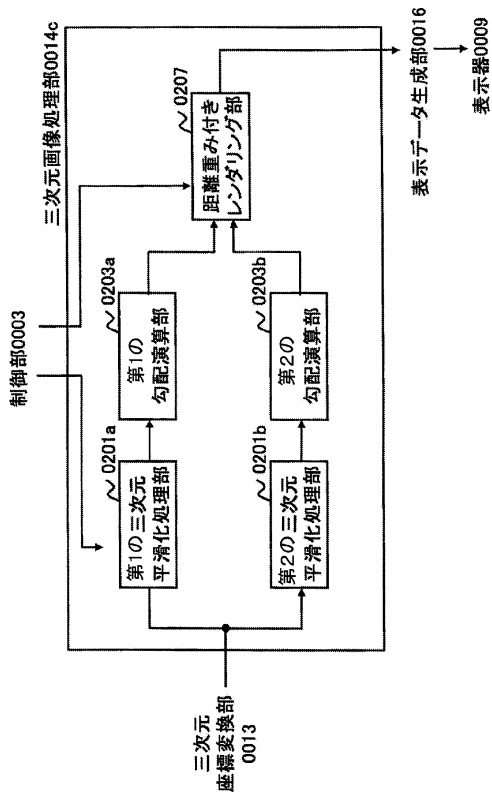
【図11】



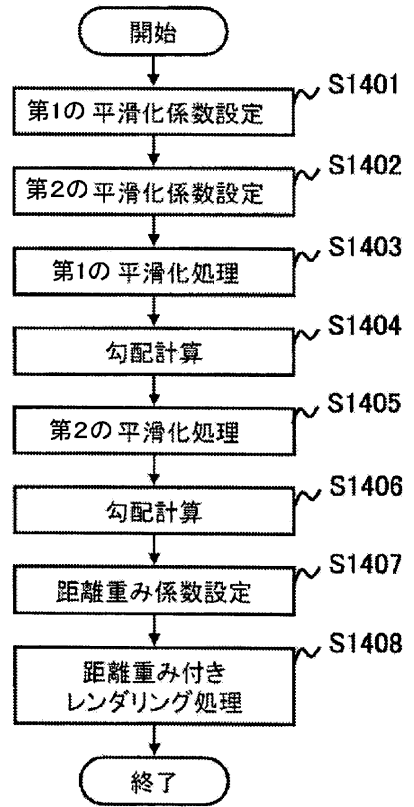
【図12】



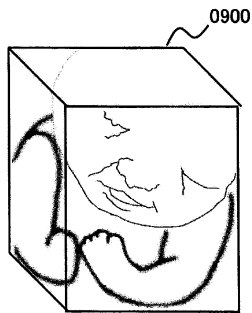
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2006-051202(JP,A)
特開2004-129773(JP,A)
特開2007-236740(JP,A)
特開2008-307087(JP,A)
特開2009-291618(JP,A)
特開2013-039271(JP,A)
国際公開第2010/118629(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 8/00
G06T 15/08

专利名称(译)	超声波诊断装置和图像处理方法		
公开(公告)号	JP5699165B2	公开(公告)日	2015-04-08
申请号	JP2012554662	申请日	2012-01-19
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立医药		
申请(专利权)人(译)	株式会社日立メデイコ		
当前申请(专利权)人(译)	株式会社日立メデイコ		
[标]发明人	辻田剛啓		
发明人	辻田 剛啓		
IPC分类号	A61B8/14 G06T15/08		
CPC分类号	G06T15/08 A61B8/0866 A61B8/466 A61B8/467 A61B8/483 A61B8/5207 A61B8/5246 A61B8/5269 G01S7/52084 G01S15/8993 G06T5/004 G06T19/00 G06T2207/10136 G06T2207/30044 G06T2210/41		
FI分类号	A61B8/14 G06T15/08		
审查员(译)	宫泽浩		
优先权	2011014431 2011-01-26 JP		
其他公开文献	JPWO2012101989A5 JPWO2012101989A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明提供一种能够在不增加超声波诊断装置的负荷的情况下高速获取高质量的三维图像的技术。在渲染处理之前，对经历了坐标转换处理的断层体数据执行具有不同效果的多个滤波处理，以获得体数据。从通过将预定权重添加到每个体素并添加每个获得的体数据而获得的体数据生成三维图像。具有不同效果的滤波处理可以是不同类型的滤波器，例如平滑处理和锐化处理，或者强度可以在相同的滤波处理中不同。而且，可以在没有过滤处理的情况下执行。

