

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5208415号
(P5208415)

(45) 発行日 平成25年6月12日(2013.6.12)

(24) 登録日 平成25年3月1日(2013.3.1)

(51) Int.Cl.

F I

A 6 1 B 8/00 (2006.01)

A 6 1 B 8/00

請求項の数 16 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2006-509991 (P2006-509991)
 (86) (22) 出願日 平成16年4月14日(2004.4.14)
 (65) 公表番号 特表2006-523510 (P2006-523510A)
 (43) 公表日 平成18年10月19日(2006.10.19)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2004/011397
 (87) 国際公開番号 WO2004/093687
 (87) 国際公開日 平成16年11月4日(2004.11.4)
 審査請求日 平成19年4月13日(2007.4.13)
 (31) 優先権主張番号 60/463,045
 (32) 優先日 平成15年4月16日(2003.4.16)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 507136648
 イースタン バージニア メディカル ス
 クール
 アメリカ合衆国 バージニア州 ノーフォ
 ーク フェアファックス アヴェニュー
 7 2 1
 (74) 代理人 100137545
 弁理士 荒川 聡志
 (72) 発明者 アブハマド アルフレッド ゼット.
 アメリカ合衆国 バージニア州 バージニ
 ア ビーチ ラモレール コート 1 1 1
 6

審査官 安田 明央

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波画像を生成する方法、システムおよびコンピュータ・プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

コンピュータ可読媒体上に記録され、医学的撮像環境で使用されるコンピュータ・プログラムであって、

コンピュータが、トランスジューサによって体器官の少なくとも一部の超音波画像データを取得する手順と、

前記コンピュータが、前記体器官内の複数の空間位置を含み、かつ前記体器官の任意の基準面と少なくとも1つの標準化面との関係を定義する体器官特有データに基づいて、前記標準化面とは異なる前記基準面を生成して定義する手順と、

ディスプレイに、前記基準面および前記標準化面の少なくとも一方に対応する少なくとも2つの超音波画像を、自動的にかつ実質的に同時に表示する手順と、

を実行させるためのコンピュータ・プログラム。

【請求項 2】

前記体器官が、胎児の心臓であることを特徴とする請求項1に記載のコンピュータ・プログラム。

【請求項 3】

前記基準面が、四腔像であることを特徴とする請求項2に記載のコンピュータ・プログラム。

【請求項 4】

前記標準化面を定義する前記データが、右心室流出路画像、左心室流出路画像、管弓画

10

20

像、大動脈弓画像、静脈結合部画像、および *three vessel view* 画像のうちの少なくとも1つを定義するデータを含むことを特徴とする請求項2に記載のコンピュータ・プログラム。

【請求項5】

前記体器官が、胎児の頭部であることを特徴とする請求項1に記載のコンピュータ・プログラム。

【請求項6】

前記基準面が、胎児の頭部の大横径であることを特徴とする請求項5に記載のコンピュータ・プログラム。

【請求項7】

前記コンピュータによる処理が、音波検査機器と関連付けされることを特徴とする請求項1に記載のコンピュータ・プログラム。

【請求項8】

前記コンピュータに、前記撮像された器官の医学的評価を行わせる手順をさらに実行させる請求項1に記載のコンピュータ・プログラム。

【請求項9】

画像認識ソフトウェアを用いて、標準化化面の配置と前記医学的評価の少なくとも一方を容易にすることを特徴とする請求項8に記載のコンピュータ・プログラム。

【請求項10】

前記医学的評価が、
画像内の特定の構造を認識する段階と、
前記構造を基準画像と比較する段階と、
前記構造の正常な解剖学的特徴と異常な解剖学的特徴の少なくとも一方を識別する段階と、
を含むことを特徴とする請求項8に記載のコンピュータ・プログラム。

【請求項11】

前記少なくとも2つの超音波画像の表示が、各画像ごとに前後方向の矢状面、左右方向の横断面、および上下方向の前額面を含むことを特徴とする請求項1に記載のコンピュータ・プログラム。

【請求項12】

前記表示が、リアルタイム表示であることを特徴とする請求項11に記載のコンピュータ・プログラム。

【請求項13】

前記少なくとも2つの超音波画像の前記表示が、前記基準面および前記基準面に関連する複数の前記標準化面の表示を含むことを特徴とする請求項1に記載のコンピュータ・プログラム。

【請求項14】

前記標準化面の表示が、基準レベルで取得されたリアルタイム・ボリュームから直接行われる、1つまたは複数の標準化面のリアルタイム表示を含むことを特徴とする請求項1に記載のコンピュータ・プログラム。

【請求項15】

トランスジューサとプロセッサとディスプレイとを備えたシステムの作動方法であって、
前記トランスジューサが、体器官の少なくとも一部の超音波画像データを取得する段階と、

前記プロセッサが、前記体器官内の複数の空間位置を含み、かつ前記体器官の任意の基準面と少なくとも1つの標準化面との関係を定義する体器官特有データに基づいて、前記標準化面とは異なる前記基準面を生成して定義する段階と、

前記プロセッサが、前記基準面および前記標準化面の少なくとも一方に対応する少なくとも2つの超音波画像を、自動的にかつ実質的に同時に前記ディスプレイに表示する段階

10

20

30

40

50

と、
を含むシステムの作動方法。

【請求項 16】

体器官の少なくとも一部に関連する任意の場所で取得した、前記体器官の少なくとも一部の超音波画像データを取得するトランスジューサと、

前記超音波画像を処理して前記体器官の基準面を定義し、前記基準面に関する少なくとも1つの標準化面を、前記体器官の前記基準面と前記標準化面との空間数学的関係を用いて、前記体器官内の空間位置に基づいて、生成して定義するプロセッサと、

ディスプレイと、

を備え、

10

前記プロセッサが、前記基準面および前記標準化面の少なくとも一方に対応する少なくとも2つの超音波画像を、自動的にかつ実質的に同時に表示するのを容易にしたことを特徴とするシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

説明

発明の背景

発明の分野

本発明は概して、超音波静止画像および/またはリアルタイム画像の生成に関し、特に、胎児、新生児、および/または成人の器官の標準的な解剖学的面の超音波静止画像および/またはリアルタイム画像のオペレータ非依存性表示に関する。

20

【0002】

関連出願の相互参照

本出願は、2003年4月16日に提出された米国特許仮出願第60/463,045号に対する優先権を主張し、かつこの出願を参照として本明細書に組み入れる。

【背景技術】

【0003】

背景説明

超音波検査法は、オペレータ依存性撮像モダリティである。すなわち、コンピュータ断層撮影(CT)や核磁気共鳴映像法(MRI)のような他の撮像技術とは異なり、超音波によって得られる画像の品質は、画像を得る音波検査者および/または音波検査技師の技能に直接依存する。さらに、産科超音波撮像では、子宮内の胎児の位置の変化が、困難度を高める追加因子となる。

30

【0004】

特に胎児の異常の検出に関する超音波検査法の効果が、オペレータの専門技術に依存することが、いくつかの研究によって分かっている。

Ewigman B.G., Crane

J.P., Frigoletto F.D., Leferve M.L., Bain R.P., McNellis D., *Effect of Prenatal Ultrasound Screening on Perinatal Outcome*, The RADIUS Study Group, New England Journal of Medicine, 1993; 171:821 – 827;

40

Chitty L.S., *Ultrasound Screening for Fetal Abnormalities*, *Prenatal Diagnosis*, 1995; 15:1241 – 57;

Crane J.P., LeFerve M.L., Winbron R.C., et al., *A Randomized Trial of Prenatal Ultrasonographic Screening: Impact on the Detection, Management, and Outcome of Anomalous Fetuses*, The RADIUS Study Group, American Journal of Obstetrics and Gynecology, 1994; 171:392 – 399; Grandjean H., Larroque D., Levi S., and the Eurofetus Study Group, American Journal of Obstetrics and Gynecology, 1999; 181:446 – 454

を参照されたい。

50

【 0 0 0 5 】

米国およびヨーロッパで行われた研究において、三次センターと非三次センターでは、産科超音波検査法による胎児の異常の検出に関して顕著な差があることが報告された。Ewigman et al.およびChittyを参照されたい。一般に、現在の米国の多くの女性は、様々な専門団体によって現在推奨されているよりも基準が低い産科超音波検査を受けている。Filly R.A. and Crane J.P., Routine Obstetric Sonography, Journal of Ultrasound Medicine 2002; 21:713-718を参照されたい。

【 0 0 0 6 】

医療撮像の分野では、三次元(3-D)超音波検査法および四次元(4-D)超音波検査法によって撮像技術が進歩している。3-D超音波検査法では、対象ポリウムについて有限数の二次元(2-D)面が得られる。3-D超音波検査法によって得られるポリウムは、このポリウム内の代表的な2-D面の矢状(前後)面、横断(左右)面、および前額(上下)面によってディスプレイ・モニタ上に表示することができる。得られた3-Dポリウムを3つの直交面によってこのように表示することは、多面撮像(または多面表示)と呼ばれている。

10

【 0 0 0 7 】

超音波ポリウムの多面表示は、オペレータが得られた対象ポリウムを処理するのを可能にする。多面表示では、3つのビューのいずれかにおける互いに平行な面をスクロールし、ポリウムを回転させて関心対象の構造のビューを得ることによって検査することができる。したがって、オペレータは、ポリウムが取得され患者が出された後で、ポリウム・データを処理して任意の所望の断面を得ることができる。したがって、3-D超音波の1つの利点は、記憶された1つのポリウムからいくつかの異なるビューが得られることである。従来の3-D技術は、多面表示において胎児の心臓を撮像する際に全心周期のシネループ(cineloop)を表示するのを可能にする。本明細書では、シネループは一般に、多数の心周期(通常、10~60)から画像を取得し、結果として得られる画像の時系列が多数の心周期にわたって平均される。画像は、ループとして表示されると、動く心臓をムービーフォーマットで示す。カラー・フロー・ドップラーを付加することができ、したがって、胎児の心弁を横切る血流を表示することができる。4-D超音波検査法では、時間が四次元として付加され、検査中の3-Dポリウムの表面のリアルタイム(または近リアルタイム)表示が行われる。訓練された担当者でも、特に、ポリウムが心臓の中央神経系のような複雑な解剖学的器官を含むときには、多面表示プロセスによる3-D処理を実行するのが難しくなることがある。

20

30

【 0 0 0 8 】

3-D超音波検査法に関する従来の専門書は一般に、3-D超音波検査法が2-D超音波検査法の診断機能を超えた診断機能を実現することを示している。このような文献は一般に、3-D超音波検査法が2-D超音波検査法よりもうまく解剖学的構造を視覚化することを示している。しかし、3-D超音波検査法の実値と、3-D超音波検査法が現在の2-Dシステムの診断機能および効果を向上させるかどうかに関してはある種の懐疑的な見方が存在している。

【 0 0 0 9 】

たとえば、音波検査技師などの撮像担当者が1つまたは複数の事前に設定された解剖学的ビューを選択するのを可能にする既知の超音波撮像システムがある。たとえば、米国特許第6,174,285号(第'285号特許)は、主として従来の2-D超音波検査法では撮像できない成人の心臓の特定の面(ビュー)に関する特許である。2-D超音波検査法では、たとえば、密度の高い骨質構造や空気で満たされた肺組織で囲まれているために成人の心臓のあるビューを得ることができない。

40

【 0 0 1 0 】

しかし、第'285号特許は、特に、超音波トランスジューサが患者の標準的な位置および/または向きに配置されることを示しているため、産科超音波に関して使用することはできない。したがって、第'285号特許は、3-Dポリウムを最初を取得するうえで特定の位置に配置する必要がある超音波トランスジューサに依存し、このトランスジューサによ

50

て制限される。さらに、第'285号特許は、事前に設定された解剖学的ビューを選択するユーザに制限され、かつ特定の体器官についての関心対象の2つ以上の標準化された基準面を解剖学的に表示することを考慮していない。また、第'285号特許は、診断機能を提供することが望ましいことを示唆してもいない。

【0011】

成人の心臓の超音波撮像とは異なり、たとえば、子宮内で胎児の位置が変化するため、産科超音波撮像において妊婦の腹部上の標準的な超音波トランスジューサ撮像位置を利用することはできない。したがって、胎児の心臓の画像を取得する担当者は、標準的なトランスジューサ位置（たとえば、妊婦の腹部上の特定の位置および／または向き）に依存することができない。その代わり、撮像担当者は、所望の画像が取得されるまでトランスジューサをいくつかの異なる位置および／または面に動的に位置させる必要がある。少なくとも1つには走査技術における産科超音波検査法と他の超音波モダリティとのこの違いのために、産科超音波検査法を習得することは困難である。

10

【発明の開示】

【0012】

本発明の特徴および利点は、胎児、新生児、および／または成人の器官のオペレータ非依存性超音波表示を生成するシステム、方法、および媒体を提供することである。

【0013】

本発明の他の特徴および利点は、胎児、新生児、および／または成人の器官の標準的な解剖学的面のオペレータ非依存性超音波表示を利用して器官内の正常な撮像関係および／または異常な撮像関係を検出するシステム、方法、および媒体を提供することである。

20

【0014】

本発明の他の特徴および利点は、胎児、新生児、および／または成人の器官の現在の超音波検査の効果および診断機能を向上させるシステム、方法、および媒体を提供することである。

【0015】

本発明の他の特徴は、音波検査法に環境する指導および教育を容易にし、かつ様々な医療担当者の訓練を容易にすることである。

【0016】

本発明の少なくとも1つの態様は、たとえば汎用コンピュータおよび／または標準音波検査法と一緒に、たとえばコンピュータ・プログラムを利用して2-D超音波画像、3-D超音波画像、および／または4-D超音波画像を得て任意に表示することができる。さらに、本発明の少なくとも1つの態様は、胎児、新生児、および成人の器官（たとえば、胎児の心臓）の医学的な評価または診断を行うことができる。

30

【0017】

本発明による例示的な方法では、特定の体器官について基準面が得られ、この基準面を、胎児の心臓の四腔像面のような、関心対象の他の面を得るための基線として使用することができる。基準面は、胎児の心臓の四腔像面などの2-D超音波検査法を得るのが比較的容易な標準基準面であってもよい。胎児の頭部の例示的な基準面は、軸方向大横径、軸方向後窩、軸方向側脳室、および冠状脳梁である。

40

【0018】

3-D超音波撮像装置を用いて、たとえば基準面のレベルから（基準面に対して）始まる組織のボリュームを取得することができる。この取得されたボリュームの多面表示は、3つの表示される直交面のうちの1つ、通常A面における基準面を示す（現在の標準的な3-D取得）。本発明の少なくとも一態様によれば、胎児、新生児、および成人の様々な器官について基準面に対する標準化面の空間数学的關係が与えられる。汎用コンピュータおよび／または標準的な音波検査機器によって利用されるソフトウェアおよび／またはハードウェアは、任意に自動的に1つまたは複数の数学的關係を利用して、1つまたは複数の標準化面を表示する。本発明の少なくとも1つの態様では、特定の体器官についてのすべての標準化面を表示することができる。さらに、（3面多面表示の1つのビューが標準化面である

50

）多面表示、または（多面ビューの一部であってよい非標準化面なしに）1つまたは複数の標準化面のみを示す表示を行うことができる。トランスジューサおよび/または処理機能によっては、本発明の少なくとも1つの態様は、体器官についての1つまたは複数の標準化面をリアルタイムで（または実質的にリアルタイムで）自動的に表示し、したがって、この人体部分の走査済みボリュームを得るときに多面表示を避けることができる。

【0019】

有利なことに、これらの標準化面同士の解剖学的関係が一定であるため、あらゆる患者に標準化面を使用することができる。胎児の器官の場合、胎児の懐胎期間に関するわずかな修正を利用して表示を容易にすることができる。特定の器官のすべての標準化面を表示するプロセスは、超音波によって器官を評価するオペレータ非依存性方法である。本発明の少なくとも一態様では、オペレータは、自動的に生成される標準化面のリアルタイム表示を見ることがもできる。

10

【0020】

本発明の少なくとも一態様では、コンピュータ化診断機能を用いて、1つまたは複数の標準化面に関連する画像を評価することができる。たとえば、撮像ソフトウェアを利用して、（たとえば、胎児の心臓の一部を表す）画像内の特定の構造を認識し、画像を基準画像と比較し、たとえば、正常な解剖学的構造および異常な解剖学的構造ならびに/またはその一部を識別することができる。胎児の心臓用の撮像ソフトウェアは、たとえば1つまたは複数の面では、心室および/または流出路のサイズ、心臓内の様々な弁を横切る血液流量を認識し、正常な関係および異常な関係のインディシャ（indicia、たとえば、報告書）を作成することができる。さらに、撮像ソフトウェアを用いて、最適または適切な面が表示され、したがって、エラーが軽減されるように面レベルを調整することができる。

20

【0021】

本発明によるシステム、方法、および媒体の態様は、画像セグメント化機能と、診断情報の解釈をより容易にし、かつ/またはたとえば、それを参照する医師および患者により容易にかつ明確に伝えるのを可能にする、2-D画像と3-D画像との間のポイント間基準などのオリエンテーション・ツールとを提供する。さらに、本発明によるシステム、方法、および媒体の態様は、たとえば、（2-D面ではなく）3-Dボリュームに基づく胎児の体積および体重の推定を行うことができる。

【0022】

したがって、本発明は有利なことに、一般に、画像を標準化し、かつ人的なエラーの可能性を実質的に低くするかまたは無くすことによって超音波撮像の診断能力を向上させる。本発明は、オペレータの影響を実質的に軽減するかまたは無くすことにより、超音波検査を完了するのに必要な時間を短縮し、それによって超音波検査所のスループットおよび効率を高めることによって超音波撮像の効率も向上させる。

30

【0023】

発明の好ましい態様の詳細な説明

本発明の少なくとも1つの態様について詳しく説明する前に、本発明が、構成の細部への本発明の適用や、以下の説明に記載されるかまたは図面に示されている構成要素の構成に限らないことを理解されたい。本発明は、他の態様であってよく、かつ様々な方法で実施することができる。さらに、本明細書で使用される表現および用語が、説明のためのものであり、制限とみなすべきものではないことを理解されたい。

40

【0024】

このため、当業者には、本開示の基礎である概念を、本発明のいくつかの目的を実施する他の構造、方法、およびシステムの設計の基礎として容易に利用できることが理解されよう。したがって、本発明を本明細書に記載されている構成を、それらが本発明の要旨および範囲から逸脱しないかぎり、それらと同等の構成を含むものとみなすことが重要である。

【0025】

本発明には3-D撮像の2つの概念が関係している。まず、胎児の心臓のボリュームのよう

50

な、3-D超音波検査法による特定の解剖学的構造の取得されるボリュームは、正常な状態および異常な状態におけるこの構造を完全に評価するための解剖学的な2-D面を含む。第2に、人間のあらゆる器官について、特定の器官の完全な解剖学的評価を実行するのに必要な解剖学的2-D面は、互いに一定の解剖学的関係に構成される。したがって、発明者には、胎児の心臓のような特定の器官のボリュームを得て、自動化されていてもよいソフトウェア・プログラムを利用して、この器官の評価を容易にする1つまたは複数の2-D面をこのボリュームから表示するのが可能であることが分かった。本発明のこの局面を自動化多面撮像（AMI）と呼ぶ。発明者にはさらに、人体の特定の器官の1つまたは複数の標準化面を、人体のこの器官に対応する画像データを取得した後で表示できることが分かった。

【0026】

10

図1は、全体的に100で示されており、本発明の1つまたは複数の態様と一緒に使用できる例示的な音波検査システムのブロック図である。トランスジューサ102は、患者の体のボリュームを走査し、走査されたボリュームの画像を得るのに用いられる。当技術分野で既知のように、トランスジューサ102は一般に、送信ビームフォーマ104によって生成された信号にตอบสนองして集束された音響信号を生成する複数のトランスジューサ要素を含んでいる。トランスジューサ102は、特定の体器官の画像データを（たとえば、リアルタイムにまたは近リアルタイムに）取得した後に1つまたは複数の標準化面の表示を行うかまたは容易にするのに十分な電子機器および/または処理機能を含んでよい。送信ビームフォーマ104の出力は、トランスジューサ102に到達する前に増幅器122によって増幅することができる。

20

【0027】

送受信スイッチ110は、たとえば複数のダイオードを利用することができ、送信ビームフォーマ104電圧パルスが増幅器124、A/D変換器116、および受信ビームフォーマ118で受信されるのを妨げる。したがって、送受信スイッチ110は、ビームフォーマ118が送信ビームフォーマ104送信パルスによって損傷するのを妨げる。動作時には、送信ビームフォーマ104からの送信パルスが存在するとき、送受信スイッチ110のダイオードがグランドに短絡受信ビームフォーマ110のスイッチを入れ、一方、送信ビームフォーマ104への高インピーダンス経路を形成する。本発明の少なくとも1つの他の態様では、別々の送信トランスジューサおよび受信トランスジューサ（不図示）をそれぞれ送信ビームフォーマ104および受信ビームフォーマ118に接続する場合には、送受信スイッチ110を利用しなくてもよい。

30

【0028】

トランスジューサ102は、一般にはいくつかの異なる時間に、患者の体内の各点から超音波エネルギーを受信し、受信された超音波エネルギーをトランスジューサ信号に変換する。この超音波エネルギーは、増幅器124によって増幅し、A/D変換器116によってデジタル信号に変換し、受信ビームフォーマ118によって受信することができる。他の態様では、ビームフォーマ118は、A/D変換器116を利用しない場合にアナログ信号に作用することができる。

【0029】

信号プロセッサ120は、少なくとも3つの一次画像信号取得モードのうちの1つまたは複数に従って受信ビームフォーマ118から受信された信号を処理するように動作することができる。まず、2-Dグレイ・スケール撮像をBモードと呼ぶ。第2に、ドップラー撮像は、血流に使用され、Fモードと呼ばれる。第3に、分光ドップラー撮像は、血流速度およびその周波数を示すことができ、Dモードと呼ばれる。信号プロセッサ120は一般に、出力される信号を選択された表示モードでほぼ最適化するように受信ビームフォーマ118から受信された信号を処理する。信号プロセッサは、スピーカー108を用いてオーディオ出力用の信号を最適化し、処理された信号をメモリ126および/または記憶装置128に記憶することもできる。メモリ126は、たとえばランダム・アクセス・メモリであってよく、一方、記憶装置128は標準ハード・ドライブおよび/またはCD-ROMなどの媒体であってよい。

40

【0030】

50

スキャン・コンバータ114は、任意に中央演算処理装置（CPU）130と一緒に、信号プロセッサ120が受信される信号の走査速度を、ユーザ・インタフェース/ディスプレイ106によって使用される標準ラスタ走査速度などの走査速度に変化させる。ディスプレイ106は、ユーザが表示できる関心対象の1つまたは複数の面を選択するのを可能にする、選択されたマウスのような、ユーザによって制御され操作されるセクタを構成してもよい。ユーザは、表示すべき特定の体器官の任意の（またはすべての）標準化面を選択してもよい。本発明の少なくとも1つの態様では、システム100のデフォルト動作モードは、システム100によって基準面が取得された後、特定の体器官についての関心対象のすべての標準化面を表示することであってよい。スキャン・コンバータ114は、信号プロセッサ114から受信された信号を、スピーカー108上で可聴出力できる信号に処理することができる。

10

【0031】

制御システム112は、たとえば送信ビームフォーマ104と、受信ビームフォーマ118と、信号プロセッサ120と、システム100の関連要素の動作の調和を図る。メモリ126および記憶装置128を用いて、たとえば、本発明によって関心対象の標準化面を生成するソフトウェアと、コントローラ112に対する制御指示とを記憶することができる。

【0032】

次に図2を参照すると、本発明による例示的な方法が示されている。段階1で、通常、たとえば音波検査者または音波検査技師によって従来の2-D超音波検査法を用いて従来の方法で基準面が得られる。基準面は、通常、2-D超音波検査法によって容易に得られる面（たとえば、心臓の四腔像や頭部の大横径）であり、特定の器官についての関心対象の他の面を得るための基線として使用することができる。基準面を得るには、図1に示されているような音波検査システムを用いることができる。基準面は、トランスジューサ技術に応じて、3-D/4-D超音波検査法によって直接ボリュームとして得ることもできる。一般に、関心対象の標準化面についての数学的関係（たとえば、三角関係）が既知の基準面に対して定義された後、任意の面を特定の器官の基準面として使用することができる。次いで、必要（または所望）に応じて、任意の基準面の座標が確立された後、任意の基準面についての標準的な数学的技術および/または演算を用いて、既知の基準面についての数学的関係を調整または再定義（たとえば、再計算）することができる。利用できる胎児の心臓の例示的な面は以下のとおりである。

20

- a. 四腔像
- b. 右心室流出
- c. 左心室流出
- d. 管弓
- e. 大動脈弓
- f. 静脈結合部
- g. three vessel view

30

【0033】

上記の面d、e、およびfは、成人の肺内に空気が存在し、かつ成人の心臓が胎児の心臓と比べてかなり大きいことが仮定された場合に、超音波検査法では成人の心臓内に表示されない胎児の特定の心臓面である。

40

【0034】

再び図2を参照すると、段階2で、図1に示されているような3-D超音波撮像装置を用いて、たとえば基準面のレベルから始まる組織のボリュームを取得することができる。取得の方向は標準化されている（たとえば、胎児の心臓の場合は腹部から頸部へ）。ボリュームを取得する際、一体化された位置決めシステムをトランスジューサ・アセンブリの一部として利用するか、または外部に配置された位置決めシステムを利用して位置データを取得することができる。

【0035】

図3は、静脈結合部ビュー304、管弓ビュー306、左心室流出路308、右心室流出路310、および大動脈弓312を生成するために基準面として使用できる、胎児の心臓302の標準的な

50

四腔像を示している。他の態様では、画像データを取得した後、1つまたは複数の図302、304、306、308、310、312を解剖学的に表示することができる。

【0036】

上記に指摘したように、胎児の心臓とその他の器官の基準面としてどの面を使用してもよい。たとえば、横断大横面（図示せず）を胎児の頭部の基準面として使用してよい。

【0037】

図2の段階3では、図1に示されているような標準的な音波検査機器を用いて基準面をボリューム内の事前に設定された向きに回転させることによって、ボリューム内の基準面の向きを固定し標準化する。たとえば、標準的な座標系（X軸が水平・時計回り方向を定める）内のZ軸に沿った回転を用いて胎児の心臓302の四腔像の面を回転させ、脊椎を270°位置に配置し、心臓の頂点を約150°位置に配置することができる。

10

【0038】

図2の段階4で、基準面を特定の器官（たとえば、胎児の心臓）のすべての標準化面に関係付ける数学的公式を含むコンピュータ化プログラムを適用し、取得された3-Dボリュームから自動的に1つまたは複数の標準化面を取り込む。胎児の心臓の場合、基準面を有する3-Dボリューム（たとえば、四腔像）にコンピュータ化プログラムを適用した後、図3に示されているように、ボリュームを1回取得することによって、上記に識別したすべての面b~gを表示することができる。

【0039】

以下の表1は、基準面が四腔像であるときに妊娠約20週の胎児の心臓の標準的な面を生成するのに用いることのできる公式を表している。ボリュームにおいて、X軸、Y軸、およびZ軸は、ボリューム内の空間位置を定めるのに用いられる3つの直交軸を表す。X軸、Y軸、およびZ軸によってボリューム内の任意の点を空間的に定義することができる。さらに、3-Dボリューム内の面の回転をX軸、Y軸、およびZ軸に沿って行うことができる。XYZ座標系は、標準的なX軸およびY軸が、たとえば、人体（または器官）の前半分と人体（または器官）の後半分とに分割するXY面を形成する場合に、Z軸が人体（または器官）の前部から人体（または器官）の後部に向かう軸となるような座標系である。すなわち、この場合、左手座標系が利用される。正の回転は軸を中心として時計回りである。

20

【0040】

【表1】

30

定義	ずれ (mm)	回転 (軸、度)
PA (骨盤位)	8.2	0
PA (頭位)	-8.2	0
Ao (骨盤位)	3.9	Y, 27
Ao (頭位)	-3.9	Y, 27
3 vessel(頭位)	-10.9	0
3 vessel(骨盤位)	10.9	0
管弓 (頭位)	0	Y, 90
大動脈弓 (頭位)	-6.5	Y, 77

40

【0041】

表1の場合、基準面は四腔像である。四腔像から求められ任意に表示されたビューは定義欄に示されている。ずれ欄は、基準面からの（または基準面に対する）ミリメートル単

50

位のずれ距離を示している。結果として得られる面は、指定された距離において基準面に平行である。回転欄は、回転度数および特定の回転軸（X、Y、Z）を示している。たとえば、妊娠約20週の四腔像基準面からの大動脈流出路の標準化面の場合、ずれは、胎児の頭部の方向に3.9mmであり、その後Y軸に沿って時計回りに27°回転させると、胎児は頭位になり、Y軸に沿って反時計回りに27°回転させると、胎児は胎位になる。

【0042】

表2は、基準面が四腔像であるときに妊娠約20週の胎児の心臓の標準的な面を生成するのに用いることのできる追加的な公式を表している。胎児の腹部から頸部までの横断ビューを用いて、医療担当者が胎児の心臓を評価するのを可能にすることができる。この場合、胎児の心臓は、トランスジューサ102を胎児の胃から頸部まで横方向に（軸面）滑らせることによってボリュームが得られたときに評価することができる。

10

【0043】

【表2】

定義	ずれ(mm)
腹囲	17.5
左心室流出路 (大動脈)	-3.9
右心室流出路 (PA)	-8.2
Three vessel view	-10.9

20

【0044】

したがって、面を四腔像から（たとえば、胃から離れる方向へ）四腔像に平行に-3.9mmずらすことによって左心室流出路のビューを得ることができる。さらに、面を四腔像から17.5mmずらすことによって胃のレベルでの腹部の軸方向ビューを得ることができる。表2の3つの面はそれぞれ横断面（すなわち、四腔像に平行な面）であるので、距離（mm単位）のみが利用され、任意の面を中心とした回転は必要とされないことに留意されたい。

30

【0045】

図5～10には、胎児の心臓の3-D多面表示が示されており、A面（左上）、B面（右上）、およびC面（左下）はそれぞれ、検査中の特定の標準化面（A、左上）についての3つの直交面を表している。図5～10のそれぞれでは、平面Aは標準化胎児心臓面（上記のb-g）を表し、図5～10に示されている標準化面（A）は、図4に示されているボリュームから、表1に表されている数学的関係を用いて生成された面である。

【0046】

図11は、表2に関して説明した技術に従って生成された例示的な面を示している。特に、図1102は、（四腔像から17.5mmずれた）胎児の胃のレベルの腹部の軸方向面を表し、図1104は、四腔像を示している。図1106は、（四腔像から-3.9mmずれた）左心室流出路を示し、図1108は、（四腔像から-8.2mmずれた）右心室流出路（PA）を示し、図1110は、（四腔像から-10.9mmずれた）three vessel viewを示している。図2の段階5では、画像を自動的にリアルタイムに（または近リアルタイムに）表示することも、あるいは適切な機器を用いて心周期のシネループとして表示することができる。

40

【0047】

本発明の少なくとも1つの態様では、ボリューム内の基準面を取得した後、各標準化面を自動的に表示することができる。特定の器官の標準化ボリュームの数学的関係および空間的関係が確立された後、任意の標準化面が基準面として働くことができる（たとえば、胎児の心臓の大動脈弓）。これは、胎児を子宮内に向けることができ、大動脈弓のみを2-

50

D超音波検査法で撮像できると仮定すると、産科超音波検査法で有用である。この場合、本発明の1つまたは複数の態様は、四腔像のような他の標準化面を自動的に表示することができる。標準化面は、胎児の、心臓以外の器官と、新生児および成人の器官についても表示することができる。

【0048】

本発明の少なくとも1つの態様では、高度のトランスジューサによって画像ボリュームを取得することができ、特定の器官についての関心対象の1つまたは複数の面を取得時に自動的にリアルタイムで表示することができる。すなわち、関心対象の1つまたは複数の標準的な基準面を表示する前に標準的なA面やB面やC面を表示しなくてよい。特定の器官についての関心対象の1つまたは複数の基準面をボリュームから直接表示できると共にボ

10

【0049】

胎児のサイズがかなり小さいため、3-D超音波産科撮像および4-D超音波産科撮像では、単一の3-Dボリューム内に複数の器官を取得することができる。たとえば、胎児の胸部の単一の3-Dボリュームは一般に、心臓、大動脈、心臓との静脈結合部、および両肺を含む。したがって、本発明の少なくとも1つの態様では、単一の3-Dボリュームからの、胎児の心血管系の包括的または実質的に包括的な診断または評価が考慮される。胎児全体を含むボリュームが得られると、取得されたボリューム内の標準化された基準位置に胎児を向け直すことができる。次いで、任意またはすべての超音波検査標準化面を任意に自動的に表示することができ、たとえば、医師は胎児の解剖学的構造（たとえば、頭部、胸部、腹部、および/または外肢）を評価することができる。成人および新生児の器官をこのように診断することもできる。

20

【0050】

段階6では、本発明の1つまたは複数の態様は、標準的な（たとえば、）画像認識ソフトウェアを利用して、標準化面のレベルを評価し、撮像された器官を診断するかまたは診断を容易にすることができる。たとえば、グレー・スケール・パターン認識を用いて、自動的に生成された標準化面を適切な向きに配置し、（たとえば、胎児の心臓のおよび/または胎児の心臓内の）特定の画像を1つまたは複数のそれぞれの基準画像と比較することができる。グレー・スケール・パターン認識比較を用いて、たとえば、正常な解剖学的構造および異常な解剖学的構造ならびに/またはその一部を識別することができる。胎児の心臓の場合、心室および/または流出路のサイズを心室および/または流出路の1つまたは複数の対応する基準画像と比較することができる。たとえば、正常な関係および異常な関係を示す報告書を生成することができる。したがって、本発明の1つまたは複数の態様は、心室および/または大動脈のような胎児の心臓の位置を判定し、かつ任意に各構造のサイズおよび/または形状ならびに相対的な関係に関するデータを提供することができる。

30

【0051】

この詳細な明細書から本発明の多数の特徴および利点が明らかであり、したがって、本発明の要旨および趣旨内の、本発明のすべてのそのような特徴および利点を対象とするものである。さらに、当業者には多数の修正態様および変形態様が容易に考えられるため、本発明を、図示し説明した厳密な構成および動作に制限するのは望ましくなく、したがって、すべての適切な修正態様および均等物を本発明の範囲内に再分類することができる。上記の発明は、好ましい態様の例を介して詳しく記載されているが、多数の修正態様、代替態様、および変更態様が可能である。

40

【図面の簡単な説明】

【0052】

【図1】本発明と一緒に使用できる例示的な音波検査システムのブロック図である。

【図2】本発明による例示的な方法の流れ図である。

【図3】生成できる胎児の心臓の複数の例示的な標準面を示す図である。

【図4】面Aが四腔像を表す、妊娠20週の胎児の心臓のボリュームの例示的な3-D多面撮像

50

を示す図である。

【図5】面Aが右心室流出路を表す、妊娠20週の胎児の心臓のボリュームの例示的な3-D多面撮像を示す図である。

【図6】面Aが左心室流出路を表す、妊娠20週の胎児の心臓のボリュームの例示的な3-D多面撮像を示す図である。

【図7】面Aが管弓を表す、妊娠20週の胎児の心臓のボリュームの例示的な3-D多面撮像を示す図である。

【図8】面Aが大動脈弓を表す、妊娠20週の胎児の心臓のボリュームの例示的な3-D多面撮像を示す図である。

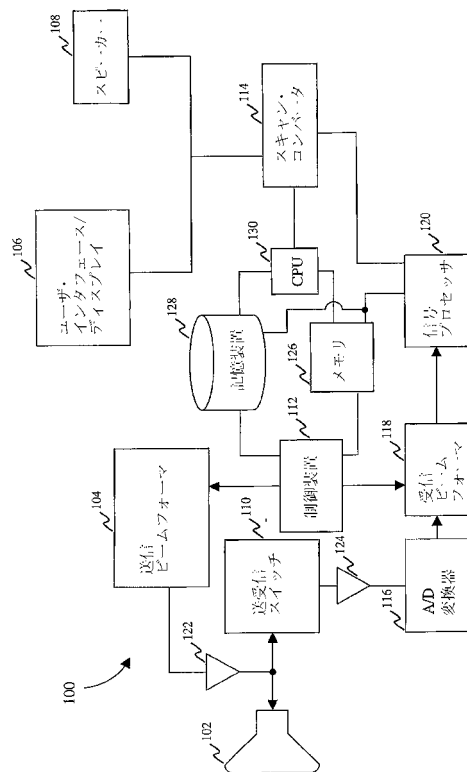
【図9】面Aが静脈結合部を表す、妊娠20週の胎児の心臓のボリュームの例示的な3-D多面撮像を示す図である。

10

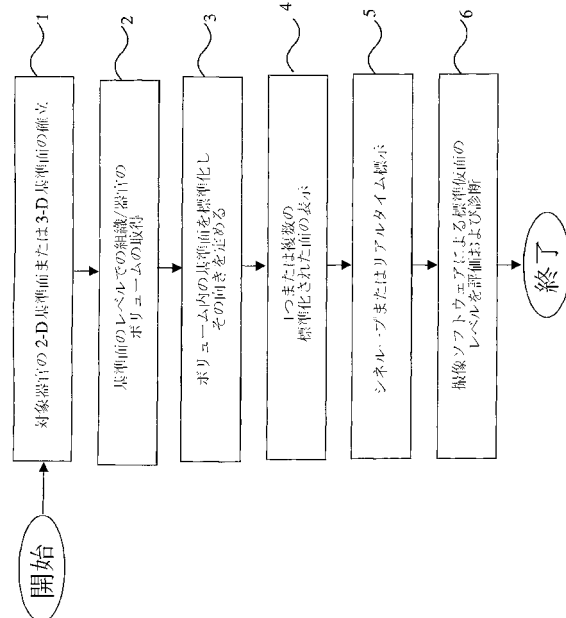
【図10】面Aがthree vessel viewを表す、妊娠20週の胎児の心臓のボリュームの例示的な3-D多面撮像を示す図である。

【図11】胎児の腹部および胸部の標準化横断ビューの他の走査技術を用いて胎児の心臓のボリュームから生成できる様々なビューを示す図である。

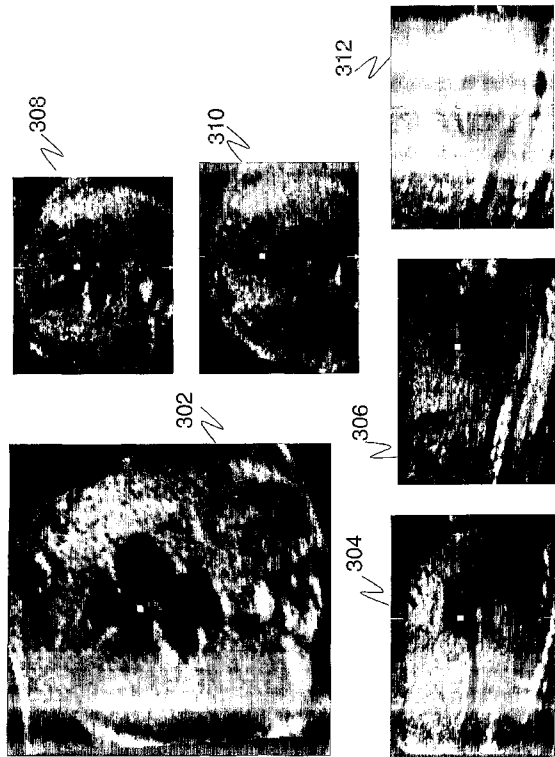
【図1】



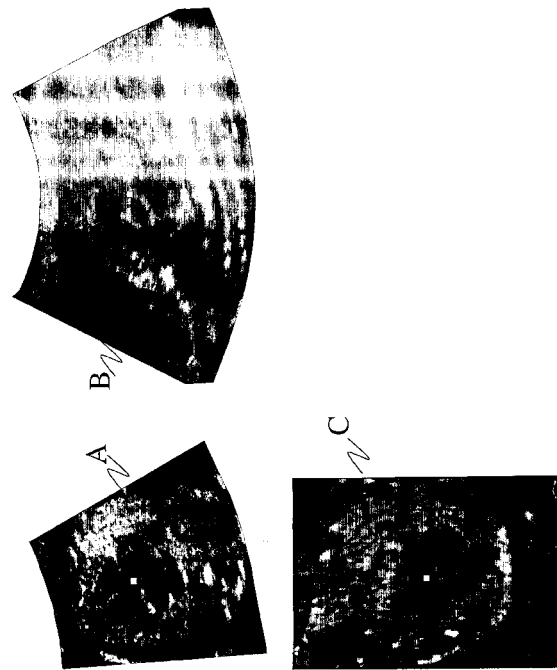
【図2】



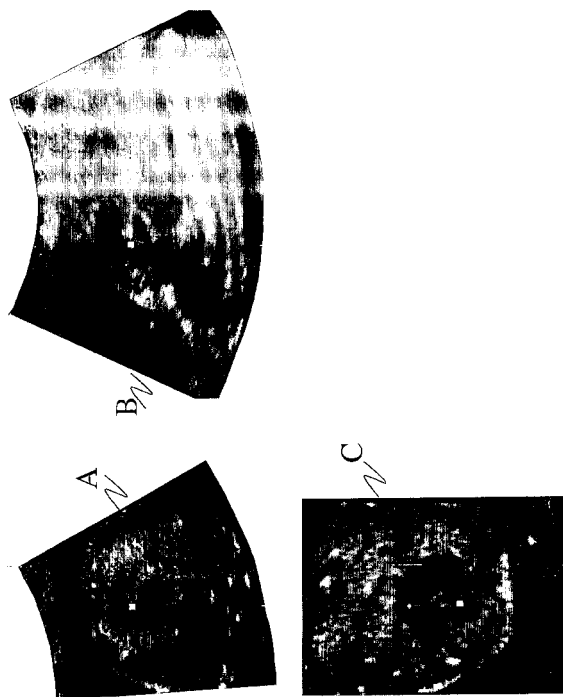
【図 3】



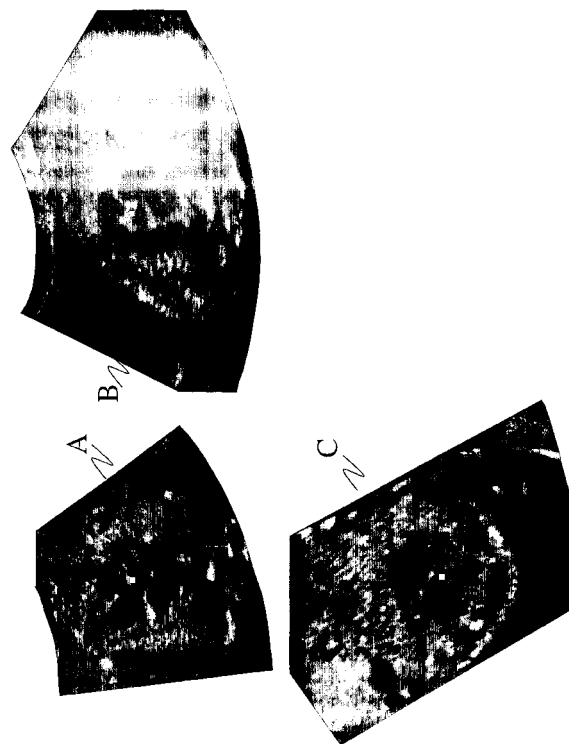
【図 4】



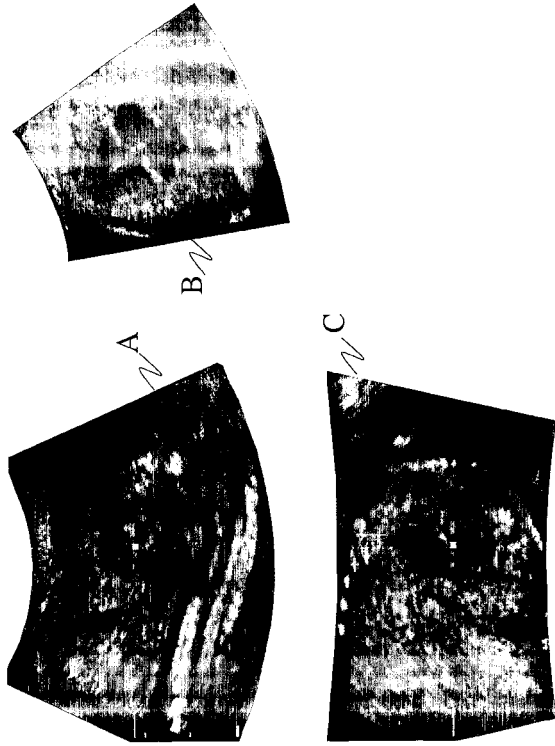
【図 5】



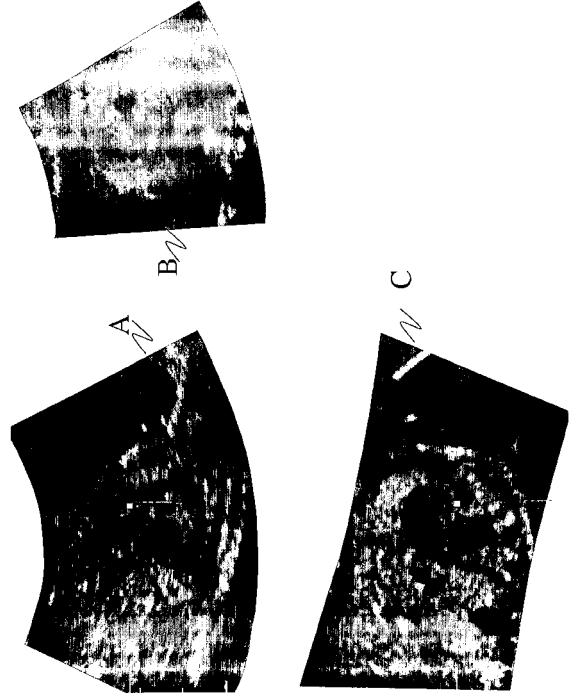
【図 6】



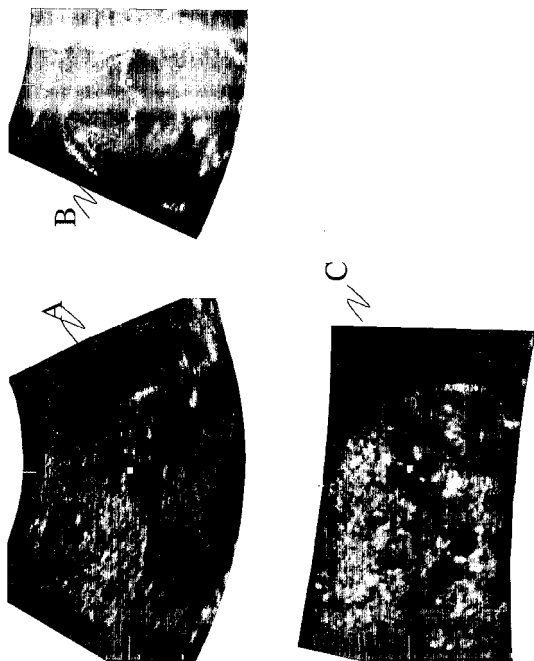
【図 7】



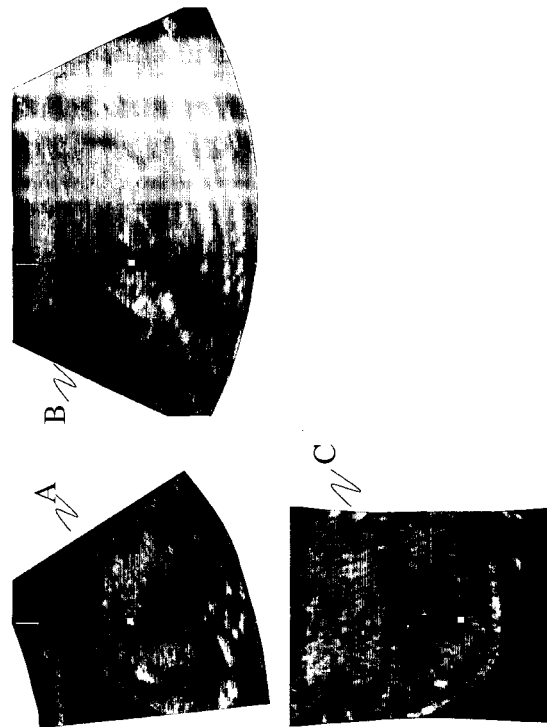
【図 8】



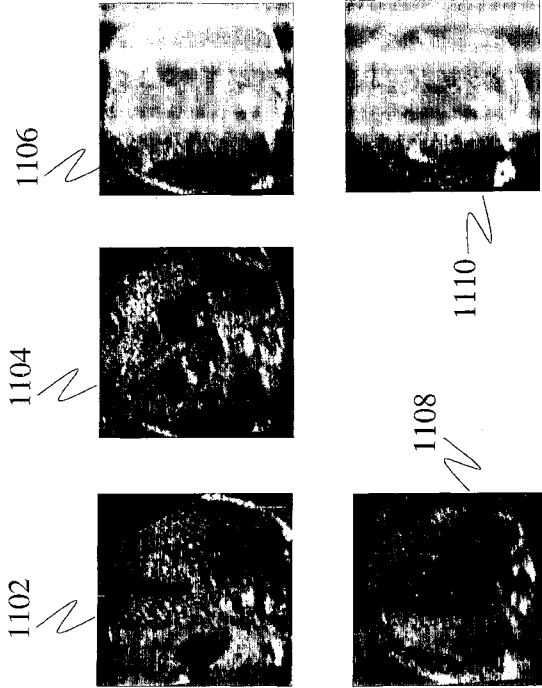
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 1 1 - 2 9 9 7 8 2 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 3 2 5 5 1 3 (J P , A)
国際公開第 2 0 0 2 / 0 4 3 5 6 2 (W O , A 1)
日本超音波医学会, 超音波診断, 日本, 医学書院, 1 9 8 8 年 5 月 1 日, 第 1 版, 6 2 8 -
6 3 0 , 6 5 8 - 6 6 0 , 6 6 4 - , 上記の追加で、6 6 4 - 6 6 5 を引用。

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
A 6 1 B 8 / 0 0 - 8 / 1 5

专利名称(译)	用于生成超声图像的方法，系统和计算机程序		
公开(公告)号	JP5208415B2	公开(公告)日	2013-06-12
申请号	JP2006509991	申请日	2004-04-14
[标]申请(专利权)人(译)	东弗吉尼亚医学院		
申请(专利权)人(译)	东弗吉尼亚医学院		
当前申请(专利权)人(译)	东弗吉尼亚医学院		
[标]发明人	アブハマドアルフレッドゼット		
发明人	アブハマド アルフレッド ゼット.		
IPC分类号	A61B8/00 A61B8/14		
CPC分类号	A61B8/0866 A61B8/14 A61B8/463 A61B8/523		
FI分类号	A61B8/00		
优先权	60/463045 2003-04-16 US		
其他公开文献	JP2006523510A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

用于医学成像环境，获取身体器官的至少一部分的超声图像数据，并利用限定身体器官的参考平面的数据来产生相对于参考平面的至少一个其他平面一种系统（100），方法和介质，用于在显示器（106）上显示与定义和参考平面中的至少一个相对应的超声图像和/或在显示器上定义至少一个其他平面的数据。

定義	ずれ (mm)	回転 (軸、度)
PA (骨盤位)	8.2	0
PA (頭位)	- 8.2	0
Ao (骨盤位)	3.9	Y, 27
Ao (頭位)	- 3.9	Y, 27
3 vessel (頭位)	- 10.9	0
3 vessel (骨盤位)	10.9	0
管弓 (頭位)	0	Y, 90
大動脈弓 (頭位)	- 6.5	Y, 77