

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-68688
(P2018-68688A)

(43) 公開日 平成30年5月10日(2018.5.10)

(51) Int.Cl.

A61B 8/14 (2006.01)

F I

A61B 8/14

テーマコード(参考)

4C601

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2016-212530(P2016-212530)
(22) 出願日 平成28年10月31日(2016.10.31)

(71) 出願人 000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(74) 代理人 110001210
特許業務法人Y K I 国際特許事務所
(72) 発明者 佐藤 みか
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
(72) 発明者 笠原 英司
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
(72) 発明者 永瀬 優子
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
Fターム(参考) 4C601 BB03 DD09 DD15 DE03 DE04
EE30 KK02 KK21

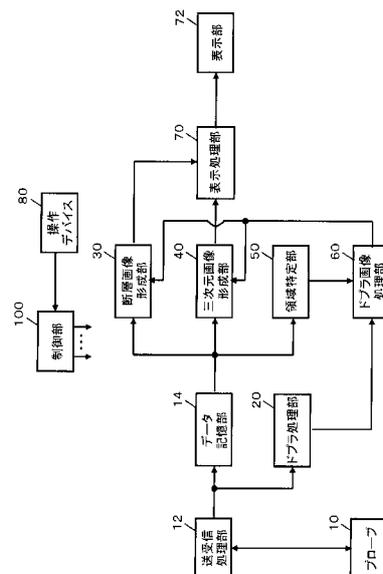
(54) 【発明の名称】 超音波診断装置および超音波画像処理装置

(57) 【要約】

【課題】胎児の心臓の左心系と右心系を識別し易く表示する装置を提供する。

【解決手段】領域特定部50は、データ記憶部14に記憶されたボリュームデータ内において、心筋よりもエコー値が小さい心腔と血流に対応した領域を抽出することにより、左心室と左心室に繋がる血管と左心房と左心房に繋がる血管のうち少なくとも一つからなる左心系領域を特定し、右心室と右心室に繋がる血管と右心房と右心房に繋がる血管のうち少なくとも一つからなる右心系領域を特定する。ドブラ画像処理部60は、左心系領域と右心系領域に対応した超音波のドブラデータに基づいて、左心系領域と右心系領域に対して互いに異なる色を基調とする色付け処理を施した画像を形成する。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

超音波のボリュームデータ内において、胎児の心臓の左心系に対応した左心系領域と右心系に対応した右心系領域を特定する領域特定部と、

左心系領域と右心系領域に対応した超音波のドブラデータに基づいて、左心系領域と右心系領域に対して互いに異なる色を基調とする色付け処理を施した画像を形成する画像処理部と、

を有する、

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において、

前記領域特定部は、ボリュームデータ内において、心筋よりもエコー値が小さい心腔と血流に対応した領域を抽出することにより、左心室と左心室に繋がる血管と左心房と左心房に繋がる血管のうち少なくとも一つからなる左心系領域を特定し、右心室と右心室に繋がる血管と右心房と右心房に繋がる血管のうち少なくとも一つからなる右心系領域を特定する、

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の超音波診断装置において、

前記画像処理部は、左心系領域用のカラーマップに従って左心系領域のドブラデータに応じた色付け処理を施し、右心系領域用のカラーマップに従って右心系領域のドブラデータに応じた色付け処理を施す、

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 4】

請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の超音波診断装置において、

前記ボリュームデータに基づいて胎児の心臓を立体的に示す三次元画像を形成する三次元画像形成部と、

超音波のドブラデータに基づいて前記三次元画像の視線方向のドブラ成分を得るドブラ処理部と、

をさらに有し、

前記画像処理部は、左心系領域と右心系領域に対応した前記視線方向のドブラ成分に基づいて、前記三次元画像内において左心系領域と右心系領域に対して互いに異なる色を基調とする色付け処理を施した画像を形成する、

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 5】

超音波のボリュームデータ内において、胎児の心臓の左心系に対応した左心系領域と右心系に対応した右心系領域を特定する領域特定部と、

左心系領域と右心系領域に対応した超音波のドブラデータに基づいて、左心系領域と右心系領域に対して互いに異なる色を基調とする色付け処理を施した画像を形成する画像処理部と、

を有する、

ことを特徴とする超音波画像処理装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、胎児を診断する超音波診断装置および超音波画像処理装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

超音波診断装置は、生体内における組織等の診断のために利用されており、特に胎児の診断において極めて重要な装置となっている。近年では、超音波を送受することにより胎

10

20

30

40

50

児を含む領域から得られたボリュームデータ（三次元の超音波データ）に基づいて、胎児の三次元画像や断層画像を形成して表示する装置が知られている。例えば、特許文献1には、超音波のボリュームデータに基づいて、奥行き感を得られる三次元血流画像を形成する技術が開示されており、胎児の診断への応用が期待される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特許第5160825号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0004】

胎児を含む領域から得られたボリュームデータを利用することにより、胎児の心臓の広範な観察が可能になる。例えば、心臓の四腔（左心室，左心房，右心室，右心房）はもちろん、これら各腔に繋がる血管をも含む広範な診断が期待される。しかし、心臓とそれに繋がる血管を含む全体的な構造は複雑であるため、その複雑な構造をできる限り分かり易く表現できることが望ましい。

【0005】

本発明は、胎児の心臓の左心系と右心系を識別し易く表示する装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

20

【0006】

上記目的にかなう好適な超音波診断装置は、超音波のボリュームデータ内において、胎児の心臓の左心系に対応した左心系領域と右心系に対応した右心系領域を特定する領域特定部と、左心系領域と右心系領域に対応した超音波のドブラデータに基づいて、左心系領域と右心系領域に対して互いに異なる色を基調とする色付け処理を施した画像を形成する画像処理部と、を有することを特徴とする。

【0007】

上記構成において、ボリュームデータは、三次元の超音波データであり、例えば胎児を含む三次元領域内から得られる超音波の受信信号に対する座標変換処理や補間処理等により形成される。例えばデータ空間内において三次元的に配列された複数ボクセルに対応したボクセルデータによりボリュームデータが構成される。各ボクセルには、ボクセルデータとして、例えば超音波の受信信号から得られる振幅値（輝度値）に対応したエコーデータが対応付けられる。さらに、複数ボクセルのうち、運動体（例えば血流）に対応した各ボクセルには、超音波の受信信号から得られるドブラデータも対応付けられる。

30

【0008】

また、上記構成において、領域特定部は、超音波のボリュームデータ内において、胎児の心臓の左心系に対応した左心系領域と右心系に対応した右心系領域を特定する。領域特定部は、例えば、ボリュームデータ内において、心筋よりもエコー値が小さい心腔と血流に対応した領域を抽出することにより、左心室と左心室に繋がる血管と左心房と左心房に繋がる血管のうちの少なくとも一つからなる左心系領域を特定し、右心室と右心室に繋がる血管と右心房と右心房に繋がる血管のうちの少なくとも一つからなる右心系領域を特定する。

40

【0009】

そして、上記構成において、画像処理部は、左心系領域と右心系領域に対応した超音波のドブラデータに基づいて、左心系領域と右心系領域に対して互いに異なる色を基調とする色付け処理を施した画像を形成する。例えば、左心系領域と右心系領域のそれぞれに対して1つの色を基調とする色付け処理が施されてもよいし、左心系領域と右心系領域のそれぞれに対して2つ以上の色を基調とする色付け処理が施されてもよい。例えば、左心系領域に対して赤色と橙色（オレンジ色）を基調とする色付け処理が施され、右心系領域に対して青色と緑色（または水色）を基調とする色付け処理が施されてもよい。

50

【 0 0 1 0 】

上記構成によれば、胎児の心臓の左心系と右心系を識別し易く表示する超音波診断装置が提供される。つまり、左心系領域と右心系領域に対して互いに異なる色を基調とする色付け処理を施した画像を形成する超音波診断装置が提供される。これにより、例えば、複雑な心臓の構造等の診断において、医師や検査技師等のユーザが心臓の左心系と右心系を視覚的に識別し易くなる。

【 0 0 1 1 】

望ましい具体例において、前記領域特定部は、ボリュームデータ内において、心筋よりもエコー値が小さい心腔と血流に対応した領域を抽出することにより、左心室と左心室に繋がる血管と左心房と左心房に繋がる血管のうち少なくとも一つからなる左心系領域を特定し、右心室と右心室に繋がる血管と右心房と右心房に繋がる血管のうち少なくとも一つからなる右心系領域を特定することを特徴とする。

10

【 0 0 1 2 】

望ましい具体例において、前記画像処理部は、左心系領域用のカラーマップに従って左心系領域のドプラデータに応じた色付け処理を施し、右心系領域用のカラーマップに従って右心系領域のドプラデータに応じた色付け処理を施すことを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

望ましい具体例において、前記超音波診断装置は、前記ボリュームデータに基づいて胎児の心臓を立体的に示す三次元画像を形成する三次元画像形成部と、超音波のドプラデータに基づいて前記三次元画像の視線方向のドプラ成分を得るドプラ処理部と、をさらに有し、前記画像処理部は、左心系領域と右心系領域に対応した前記視線方向のドプラ成分に基づいて、前記三次元画像内において左心系領域と右心系領域に対して互いに異なる色を基調とする色付け処理を施した画像を形成することを特徴とする。

20

【 0 0 1 4 】

また、上記目的にかなう好適な超音波画像処理装置は、超音波のボリュームデータ内において、胎児の心臓の左心系に対応した左心系領域と右心系に対応した右心系領域を特定する領域特定部と、左心系領域と右心系領域に対応した超音波のドプラデータに基づいて、左心系領域と右心系領域に対して互いに異なる色を基調とする色付け処理を施した画像を形成する画像処理部と、を有することを特徴とする。

【 発明の効果 】

30

【 0 0 1 5 】

本発明により、胎児の心臓の左心系と右心系を識別し易く表示する装置が提供される。例えば、本発明の好適な態様によれば、左心系領域と右心系領域に対して互いに異なる色を基調とする色付け処理を施した画像が形成される。これにより、例えば、複雑な心臓の構造等の診断において、医師や検査技師等のユーザが心臓の左心系と右心系を視覚的に識別し易くなる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 6 】

【 図 1 】 本発明の実施において好適な超音波診断装置の全体構成図である。

【 図 2 】 四腔断面の探索に利用されるテンプレートデータの具体例を示す図である。

40

【 図 3 】 四腔断面と複数の特徴点の具体例を示す図である。

【 図 4 】 心臓立体像の上下方向を特定する処理の具体例を示す図である。

【 図 5 】 胎児の心臓四腔の配置関係を示す図である。

【 図 6 】 左心系領域と右心系領域の具体例を示す図である。

【 図 7 】 カラーマップの具体例を示す図である。

【 図 8 】 断層画像に対する色付け処理により得られる表示画像を示す図である。

【 図 9 】 基準画像と色付け処理された断層画像からなる表示画像を示す図である。

【 図 1 0 】 三次元超音波画像に対する色付け処理により得られる表示画像を示す図である。

【 図 1 1 】 三次元超音波画像と色付け処理された断層画像で構成される表示画像を示す図

50

である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

図1は、本発明の実施において好適な超音波診断装置の全体構成図である。プローブ10は、胎児を含む三次元空間内に超音波を送受する超音波探触子である。プローブ10の好適な具体例は二次元的に配列された複数の振動素子を備えた2Dアレイプローブ(マトリクスアレイプローブ)である。また、プローブ10は、例えば一次元的に配列された複数の振動素子(1Dアレイ振動子)によって電子的に形成される走査面の位置を機械的に移動させるメカニカル3Dプローブであってもよい。

【0018】

送受信処理部12は、プローブ10を制御することにより、超音波ビーム(送信ビームと受信ビーム)の立体的な走査を実現する。送受信処理部12は、プローブ10が備える複数の振動素子の各々に対応した送信信号を出力することにより送信制御を実行する。その送信制御により、超音波の送信ビームが形成され、三次元空間内で送信ビームが走査される。また、送受信処理部12は、プローブ10が備える複数の振動素子から得られる信号(超音波の受信信号)に対して整相加算処理などのビーム形成処理を施す。これにより超音波の受信ビームが形成されて三次元空間内で走査される。

【0019】

こうして、三次元空間内で超音波ビーム(送信ビームとそれに対応した受信ビーム)が立体的に走査され、三次元空間内から複数のエコーデータが得られる。データ記憶部14には、三次元空間内から得られた複数のエコーデータに基づくボリュームデータが記憶される。例えば、複数のエコーデータに対する座標変換処理や補間処理等により、複数ボクセルのボクセルデータで構成されたボリュームデータが形成され、データ記憶部14に記憶される。

【0020】

ドブラ処理部20は、超音波ビームに対応した受信信号に含まれるドブラシフトを計測する。ドブラ処理部20は、例えば公知のドブラ処理により、胎児の心臓内または血管内の血流によって超音波の受信信号内に生じるドブラシフトを計測し、血流についての超音波ビーム方向のドブラデータを得る。また、ドブラ処理部20は、ドブラデータとして三次元超音波画像の視線方向に対応したドブラ成分を得るようにしてもよい。視線方向に対応したドブラ成分については後に詳述する。

【0021】

断層画像形成部30は、データ記憶部14に記憶されたボリュームデータ内の表示断面に対応したボクセルデータに基づいて断層画像を形成する。

【0022】

三次元画像形成部40は、データ記憶部14に記憶されたボリュームデータに基づいて三次元超音波画像を形成する。三次元画像形成部40は、診断対象である胎児の心臓を含む三次元空間に対応したボリュームデータに基づいて、胎児の心臓を立体的に映し出した三次元超音波画像を形成する。三次元超音波画像の好適な具体例は、公知のボリュームレンダリング処理により得られるレンダリング画像である。

【0023】

ボリュームレンダリング処理においては、例えば、三次元空間に対応したボリュームデータの外側に仮想的な視点VPが設定され、ボリュームデータを間に挟んで、視点VPと反対側に二次元平面としてのスクリーンが仮想的に設定される。その視点VPを基準として複数のレイ(透視線)が定義される。各レイは、ボリュームデータを貫通するように設定される。これにより、各レイ上またはそのレイの近傍において、そのレイに対応した複数ボクセルのボクセルデータが対応することになる。そして、各レイごとに、視点VP側から、そのレイに対応した複数ボクセルに対してレンダリング法に基づくボクセル演算を逐次的に実行すると、最終のボクセル演算の結果としてそのレイに対応した画素値が決定される。そして、複数のレイから得られる複数の画素値をスクリーン上にマッピングする

10

20

30

40

50

ことによりレンダリング画像が得られる。

【0024】

また、三次元画像形成部40は、データ記憶部14に記憶されたボリュームデータに基づいて再構成処理を実行し、再構成処理により得られる三次元データに基づいて例えば胎児の心臓などの三次元超音波画像を形成してもよい。再構成処理としては、例えば、参考文献1(特許第5525748公報)等に記載される公知の処理が利用可能である。つまり、再構成スキャンにより得られた複数フレームのフレームデータを並べ替えて三次元データが再構成され、再構成された三次元データに基づいて、胎児の心臓等の診断対象を立体的に表現した再構成画像が形成される。

【0025】

領域特定部50は、データ記憶部14に記憶されたボリュームデータ内において、胎児の心臓の左心系に対応した左心系領域と右心系に対応した右心系領域を特定する。領域特定部50は、例えば、ボリュームデータ内において、心筋よりもエコー値が小さい心腔と血流に対応した領域を抽出することにより、左心室と左心室に繋がる血管と左心房と左心房に繋がる血管のうち少なくとも一つからなる左心系領域を特定し、右心室と右心室に繋がる血管と右心房と右心房に繋がる血管のうち少なくとも一つからなる右心系領域を特定する。

【0026】

ドブラ画像処理部60は、左心系領域と右心系領域に対応した超音波のドブラデータに基づいて、左心系領域と右心系領域に対して互いに異なる色を基調とする色付け処理を施した画像を形成する。ドブラ画像処理部60は、断層画像形成部30により形成される断層画像と三次元画像形成部40により形成される三次元超音波画像に対して色付け処理を施した画像を形成する。

【0027】

表示処理部70は、断層画像形成部30から得られる断層画像と三次元画像形成部40から得られる三次元超音波画像とドブラ画像処理部60による色付け処理に基づいて表示画像を形成する。形成された表示画像は表示部72に表示される。

【0028】

制御部100は、図1の超音波診断装置内を全体的に制御する。制御部100による全体的な制御には、操作デバイス80を介して医師や検査技師などのユーザから受け付けた指示も反映される。

【0029】

図1に示す構成(符号を付した各部)のうち、送受信処理部12, ドブラ処理部20, 断層画像形成部30, 三次元画像形成部40, 領域特定部50, ドブラ画像処理部60, 表示処理部70の各部は、例えば電気電子回路やプロセッサ等のハードウェアを利用して実現することができ、その実現において必要に応じてメモリ等のデバイスが利用されてもよい。また上記各部に対応した機能の少なくとも一部がコンピュータにより実現されてもよい。つまり、上記各部に対応した機能の少なくとも一部が、CPUやプロセッサやメモリ等のハードウェアと、CPUやプロセッサの動作を規定するソフトウェア(プログラム)との協働により実現されてもよい。

【0030】

データ記憶部14は、例えば半導体メモリやハードディスクドライブなどの記憶デバイスにより実現できる。表示部72の好適な具体例は、液晶ディスプレイや有機EL(エレクトロルミネッセンス)ディスプレイ等であり、操作デバイス80は、例えば、マウス、キーボード、トラックボール、タッチパネル、その他のスイッチ類等のうち少なくとも一つにより実現できる。そして制御部100は、例えば、CPUやプロセッサやメモリ等のハードウェアと、CPUやプロセッサの動作を規定するソフトウェア(プログラム)との協働により実現することができる。

【0031】

図1の超音波診断装置の全体構成は以上のとおりである。次に、図1の超音波診断装置

10

20

30

40

50

により実現される処理と機能について詳述する。なお、図 1 に示した構成（部分）については以下の説明において図 1 の符号を利用する。

【0032】

領域特定部 50 は、データ記憶部 14 に記憶されたボリュームデータ内において、胎児の心臓の左心系に対応した左心系領域と右心系に対応した右心系領域を特定する。領域特定部 50 は、例えば二値化処理等により、ボリュームデータ内において、心筋よりもエコー値が小さい心腔と血流に対応した低輝度ボクセル群（低輝度の複数ボクセル）を抽出する。

【0033】

そして、低輝度ボクセル群の中から、左心系に対応したボクセル群からなる左心系領域と、右心系に対応したボクセル群からなる右心系領域が特定される。領域特定部 50 は、手動処理または自動処理により、左心系領域と右心系領域を特定する。

【0034】

手動処理では、例えば、データ記憶部 14 に記憶されたボリュームデータに基づいて三次元画像形成部 40 により形成される三次元超音波画像が表示部 72 に表示され、医師や検査技師等のユーザが操作デバイス 80 を操作して三次元超音波画像内の低輝度ボクセル群の中から、左心系に対応した領域と右心系に対応した領域を指定する。領域特定部 50 は、ユーザによって指定された 2 つの領域を左心系領域と右心系領域とする。もちろん、ユーザにより心臓の四腔の各々に対応した領域が指定されてもよい。

【0035】

また、ユーザが左心系領域に属する代表点と右心系領域に属する代表点を指定し、領域特定部 50 が、例えばリージョン Growing（領域拡張）処理などを利用して、各々の代表点から左心系領域と右心系領域を特定してもよい。もちろん、ユーザが心臓の四腔の各々に対応した代表点を指定し、領域特定部 50 が、例えばリージョン Growing 処理などを利用して、各々の代表点から心臓の四腔（左心室，右心室，左心房，右心房）の各々に対応した領域（低輝度ボクセル群）を特定してもよい。

【0036】

自動処理では、例えば、パターンマッチングまたは機械学習などのデータ処理により、データ記憶部 14 に記憶されたボリュームデータ内において領域特定部 50 が左心系領域と右心系領域を特定する。その特定にあたり、領域特定部 50 は、例えば、ボリュームデータ内において、心臓の四腔断面を探索し（図 2）、四腔断面内において心臓に関する複数の特徴点を検出し（図 3）、心臓立体像の上下方向（胎児の頭側と胃側）を特定する（図 4）。

【0037】

図 2 は、四腔断面の探索に利用されるテンプレートデータの具体例を示す図である。図 2 に示す具体例において、テンプレートデータ 64 は、四腔断面像の心腔部に対応する卵型部 64 a を有している。卵型部 64 a は、上下方向において非対称形状となっている。つまり、卵型部 64 a の一方の端部が細端部 64 b となっており、他方の端部が太端部 64 c となっており、細端部 64 b 側が四腔断面像の心尖部側を示している。

【0038】

領域特定部 50 は、例えば、図 2 に示すテンプレートデータ 64 を利用したパターンマッチング処理により、ボリュームデータ内でテンプレートデータ 64 に適合（マッチング）する断面を探し出して四腔断面とする。また、領域特定部 50 は、ボリュームデータ内で仮四腔断面（仮の四腔断面）を特定してから、仮四腔断面を回転、拡大・縮小、又は、平行移動させてテンプレートデータ 64 に適合する断面を探し出して四腔断面としてもよい。

【0039】

なお、テンプレートデータ 64 を利用したパターンマッチング処理に代えて、例えば画像認識処理により、ボリュームデータ内で四腔断面が探索されてもよい。そのような画像認識処理の際には、蓄積された過去の調整処理の結果を利用する機械学習手法が用いられ

10

20

30

40

50

てもよい。

【0040】

四腔断面が探索されると、領域特定部50は、四腔断面に対して画像処理を施すことにより、四腔断面に含まれる四腔断面像において複数の特徴点を検出する。

【0041】

図3は、四腔断面と複数の特徴点の具体例を示す図である。図3には、四腔断面104に含まれる四腔断面像104aにおいて検出される特徴点の具体例が図示されている。なお、図3には、四腔断面を $r \times r y$ 平面とし、 $r \times r y$ 平面に直交する方向を $r z$ 軸とする座標系が示されている。

【0042】

図3に示す具体例では、四腔断面像104aにおいて7点の特徴点が検出される。領域特定部50は、例えば図3に示すように、四腔断面像104aの上端(特徴点A)、下端(特徴点B)、左端(特徴点F)、右端(特徴点G)、及び基準点としての中心を示す3つの特徴点C~Eを含む全部で7つの特徴点A~Gを検出する。なお、特徴点Cは、特徴点Dと特徴点Eの中点として定義される。特徴点Dは、左室又は右室の一方の中隔側及び弁側の端部を示すものである。特徴点Eは、左室又は右室の他方の中隔側及び弁側の端部を示すものである。

【0043】

次に、領域特定部50は、ポリウムデータに含まれる心臓立体像の上下方向(胎児の頭側と胃側)を特定する。

【0044】

図4は、心臓立体像の上下方向を特定する処理の具体例を示す図である。領域特定部50は、四腔断面104(図3)において特定された心臓領域面106と平行且つ同サイズの処理面を $r z$ 軸の負方向に平行移動させながら、 $r z$ 軸方向における心臓立体像の両端を検出する処理を行う。これにより、領域特定部50は、心臓立体領域の $r z$ 軸負方向の端部である特徴点Hと、心臓立体領域の $r z$ 軸正方向の端部である特徴点Iを特定する。

【0045】

胎児の心臓の構造上の特徴から、心臓領域面106を基準として、 $r z$ 軸方向の一方側における一方側部分心臓立体像と、 $r z$ 軸方向の他方側における他方側部分心臓立体像との形状が互いに異なる。具体的には、心臓立体領域の一方の端部から心臓領域面106(四腔断面)までの区間長と、心臓立体領域の他方の端部から心臓領域面106までの区間長に基づいて、心臓立体像の上下方向(胎児の頭側と胃側)を特定することができる。つまり、当該区間長が長い方が頭側であり、当該区間長が短い方が胃側となる。

【0046】

領域特定部50は、例えば、図3の四腔断面像104a内で検出された7つの特徴点A~Gと、図4の $r z$ 軸方向において特定された上下方向つまり胎児の頭側と胃側に基づいて、ポリウムデータ内において、心臓の四腔(左心室, 右心室, 左心房, 右心房)の配置関係を把握することができる。

【0047】

図5は、胎児の心臓四腔の配置関係を示す図である。図5には、四腔断面104に含まれる四腔断面像104aと、四腔断面像104a内において検出された7つの特徴点A~Gが図示されている。

【0048】

図5において、図面の手前側が胎児の頭であれば、心臓の四腔の配置関係は図示のとおりとなる。つまり、特徴点A, C, Fに囲まれた腔が左心室(LV)であり、特徴点A, C, Gに囲まれた腔が左右室(RV)であり、特徴点B, C, Fに囲まれた腔が左心房(LA)であり、特徴点B, C, Gに囲まれた腔が右心房(RA)となる。

【0049】

例えば、図5に示す具体例のように、領域特定部50は、7つの特徴点A~Gと上下方向(胎児の頭側と胃側)に基づいて、心臓の四腔(左心室, 右心室, 左心房, 右心房)の

10

20

30

40

50

配置関係を把握する。そして、領域特定部 50 は、ボリュームデータ内において、左心室に対応した位置にある低輝度ボクセル群を左心室に対応した領域とし、右心室に対応した位置にある低輝度ボクセル群を右心室に対応した領域とし、左心房に対応した位置にある低輝度ボクセル群を左心房に対応した領域とし、右心房に対応した位置にある低輝度ボクセル群を右心房に対応した領域として特定する。

【0050】

こうして、手動処理または自動処理により、ボリュームデータ内において、左心系領域と右心系領域が特定されると、望ましくは、心臓の四腔（左心室，右心室，左心房，右心房）の各々に対応した領域が特定されると、領域特定部 50 は、さらに、ボリュームデータ内において、左心系領域に対応した血管と右心系領域に対応した血管を特定する。望ましくは、四腔（左心室，右心室，左心房，右心房）の各々に繋がる血管が特定される。

10

【0051】

図 6 は、左心系領域と右心系領域の具体例を示す図である。図 6 には、ボリュームデータ内において特定された心臓の四腔（左心室，右心室，左心房，右心房）の各腔に対応した領域の具体例が図示されている。つまり、左心室（LV）、右心室（RV）、左心房（LA）、右心房（RA）の各腔に対応した領域の具体例が図示されている。

【0052】

領域特定部 50 は、例えばリージョングロウイング（領域拡張）処理などを利用して、各腔に対応した領域に繋がっている低輝度ボクセル群を特定する。例えば、左心室（LV）の領域から当該領域に連結している低輝度ボクセル群まで領域を拡張することにより、左心室（LV）とそれに連結される大動脈からなる領域が得られる。また、右心室（RV）の領域から領域拡張処理を行うことにより右心室（RV）とそれに連結される肺動脈からなる領域が得られ、左心房（LA）の領域から領域拡張処理を行うことにより左心房（LA）とそれに連結される肺静脈からなる領域が得られ、右心房（RA）の領域から領域拡張処理を行うことにより右心房（RA）とそれに連結される大静脈からなる領域が得られる。

20

【0053】

なお、領域拡張処理は、ボリュームデータ内の全域を対象として実行されてもよいし、ボリュームデータ内に設定される適用範囲のみを対象として実行されてもよい。その適用範囲は、例えばユーザが設定（手動設定）してもよいし、例えば領域特定部 50 が設定（自動設定）してもよい。領域特定部 50 が設定する場合には、例えば、胎児の週数などに応じて適用範囲の大きさ（広さ）が適宜に調整されることが望ましい。

30

【0054】

こうして、領域特定部 50 により、ボリュームデータ内において、胎児の心臓の左心系に対応した左心系領域と右心系に対応した右心系領域が特定される。つまり、左心室（LV）とそれに繋がる大動脈と左心房（LA）とそれに繋がる肺静脈のうちの少なくとも一つからなる左心系領域が特定され、右心室（RV）とそれに繋がる肺静脈と右心房（RA）とそれに繋がる大静脈のうちの少なくとも一つからなる右心系領域が特定される。

【0055】

ドブラ画像処理部 60 は、左心系領域と右心系領域に対応した超音波のドブラデータに基づいて、左心系領域と右心系領域に対して互いに異なる色を基調とする色付け処理を施した画像を形成する。ドブラ画像処理部 60 は、例えば、左心系領域用のカラーマップに従って左心系領域のドブラデータに応じた色付け処理を施し、右心系領域用のカラーマップに従って右心系領域のドブラデータに応じた色付け処理を施す。

40

【0056】

図 7 は、カラーマップの具体例を示す図である。図 7（L）は左心系領域用のカラーマップを示しており、図 7（R）は右心系領域用のカラーマップを示している。

【0057】

図 7（L）に示す具体例において、左心系領域用のカラーマップは、赤と橙（オレンジ）を基調としており、ドブラデータから得られる流速が正側（正方向の流速）である場合

50

に赤となり、ドブラデータから得られる流速が負側（負方向の流速）である場合に橙となる。そして、流速の絶対値が小さいほどカラーマップが暗く（輝度が小さく）なり、流速の絶対値が大きいほどカラーマップが明るく（輝度が大きく）なる。

【0058】

一方、図7（R）に示す具体例において、右心系領域用のカラーマップは、青と緑を基調としており、ドブラデータから得られる流速が正側（正方向の流速）である場合に青となり、ドブラデータから得られる流速が負側（負方向の流速）である場合に緑となる。そして、流速の絶対値が小さいほどカラーマップが暗く（輝度が小さく）なり、流速の絶対値が大きいほどカラーマップが明るく（輝度が大きく）なる。

【0059】

ところで、ドブラデータから直接的に得られる流速は、プローブ10の方向成分つまりドブラ計測に利用される超音波ビームのビーム方向成分である。そのため、図7のカラーマップにおいて、例えば、プローブ10に向かう方向が正側となり、プローブ10から遠ざかる方向が負側となる。

【0060】

なお、ドブラ処理部20は、ドブラデータに基づいて、三次元超音波画像の視線方向のドブラ成分を得るようにしてもよい。つまり、三次元画像形成部40によるボリュームレンダリング処理においてボリュームデータの外側に仮想的に設定される視点VPの方向である視線方向のドブラ成分が算出されてもよい。

【0061】

具体的には、ドブラ計測に利用される超音波ビームのビーム方向と血流方向の交差角度を θ_1 とし、血流方向と視線方向の交差角度を θ_2 とすると、血流の視線方向成分は血流のビーム方向成分から次式により算出される。なお、血流方向は、例えば、リージョングロウイング処理で特定した低輝度ボクセル群の連結状況に基づいて推定してもよいし、ユーザが指定してもよい。

【0062】

$$(\text{数}1) \text{ 視線方向成分} = \text{ビーム方向成分} \times \cos \theta_1 \times \cos \theta_2$$

【0063】

ドブラ処理部20は、ドブラデータに基づいて、つまり血流のビーム方向成分から、例えば数1式を利用して血流の視線方向成分を算出してもよい。この場合には、図7のカラーマップにおいて、例えば、視点VPに向かう方向が正側とし、視点VPから遠ざかる方向が負側とすればよい。

【0064】

表示処理部70は、断層画像形成部30から得られる断層画像と三次元画像形成部40から得られる三次元超音波画像とドブラ画像処理部60による色付け処理に基づいて表示画像を形成する。形成された表示画像は表示部72に表示される。図8から図11には、表示画像の具体例が図示されている。

【0065】

図8は、断層画像に対する色付け処理により得られる表示画像を示す図である。断層画像32は、データ記憶部14に記憶されたボリュームデータ内の表示断面に対応したボクセルデータに基づいて、断層画像形成部30により形成される。

【0066】

ドブラ画像処理部60は、例えば、図7のカラーマップに従って、断層画像形成部30において形成される断層画像32の左心系領域（L）内にドブラデータに応じた色付け処理を施し、断層画像形成部30において形成される断層画像32の右心系領域（R）内にドブラデータに応じた色付け処理を施す。これにより、例えば図8に示す具体例のように、断層画像32の左心系領域（L）と右心系領域（R）に対して、互いに異なる色を基調とする色付け処理を施した画像が形成される。

【0067】

図9は、基準画像と色付け処理された断層画像からなる表示画像を示す図である。図9

10

20

30

40

50

に示す具体例において、基準画像 130 は、胎児の心臓を立体的に映し出した三次元超音波画像であり、三次元画像形成部 40 により形成される。複数の断層画像 32 (32a ~ 32h) は、断層画像形成部 30 により形成される。なお、各断層画像 32 内の左心系領域内と右心系領域内には、ドプラ画像処理部 60 により色付け処理が施される (図 8 参照)。

【0068】

図 9 に示す具体例において、基準画像 130 内には、複数の断層画像 32 (32a ~ 32h) の各々の位置を示す断層位置カーソル 130a が設けられている。これにより、医師や検査技師等のユーザは、表示部 72 に表示される基準画像 130 内における断層位置カーソル 130a の位置から、各断層画像 32 の心臓内における位置を把握することができる。なお、ボリュームデータ内の基準断面 (例えばボリュームデータの中心を通る断面など) に対応した断層画像を基準画像 130 とし、その基準画像 130 に断層位置カーソル 130a を示してもよい。また、胎児の心臓の三次元モデル画像を基準画像 130 として利用してもよい。

10

【0069】

図 10 は、三次元超音波画像に対する色付け処理により得られる表示画像を示す図である。三次元超音波画像 42 は、データ記憶部 14 に記憶されたボリュームデータに基づいて、三次元画像形成部 40 により形成される。

【0070】

ドプラ画像処理部 60 は、例えば、図 7 のカラーマップに従って、三次元画像形成部 40 において形成される三次元超音波画像 42 の左心系領域 (L) 内にドプラデータに応じた色付け処理を施し、三次元画像形成部 40 において形成される三次元超音波画像 42 の右心系領域 (R) 内にドプラデータに応じた色付け処理を施す。これにより、例えば図 10 に示す具体例のように、三次元超音波画像 42 の左心系領域 (L) と右心系領域 (R) に対して、互いに異なる色を基調とする色付け処理を施した画像が形成される。

20

【0071】

なお、三次元超音波画像 42 は、胎児の心臓の全体を含んだ画像でもよいし、図 10 に示すように、心臓内においてドプラデータが得られた部分領域のみを立体的に示す画像でもよい。図 10 には、Z 方向に制限された (Z 方向の部分領域を切り出した) 三次元超音波画像 42 が図示されている。もちろん、X 方向または Y 方向に制限された三次元超音波画像 42 が形成されてもよい。

30

【0072】

図 11 は、三次元超音波画像と色付け処理された断層画像で構成される表示画像を示す図である。三次元超音波画像 42 は、データ記憶部 14 に記憶されたボリュームデータに基づいて、三次元画像形成部 40 により形成される。なお、三次元的に取得したドプラデータに基づいて三次元超音波画像 42 が形成されてもよい。複数の断層画像 32 (32i ~ 32k) は、断層画像形成部 30 により形成される。なお、各断層画像 32 内の左心系領域内と右心系領域内には、ドプラ画像処理部 60 により色付け処理が施される (図 8 参照)。

【0073】

図 11 に示す具体例において、三次元超音波画像 42 内には、複数の断層画像 32 (32i ~ 32k) の各々の位置を示す 3 つの断層位置カーソル 134a が設けられている。3 つの断層位置カーソル 134a は互いに直交関係にある。つまり、図 11 に示す具体例の 3 つの断層画像 32i ~ 32k は直交 3 断面を構成している。

40

【0074】

医師や検査技師等のユーザは、表示部 72 に表示される三次元超音波画像 42 内における断層位置カーソル 134a の位置から、各断層画像 32 の心臓内における位置を把握することができる。

【0075】

以上、本発明の好適な実施形態を説明したが、上述した実施形態は、あらゆる点で単

50

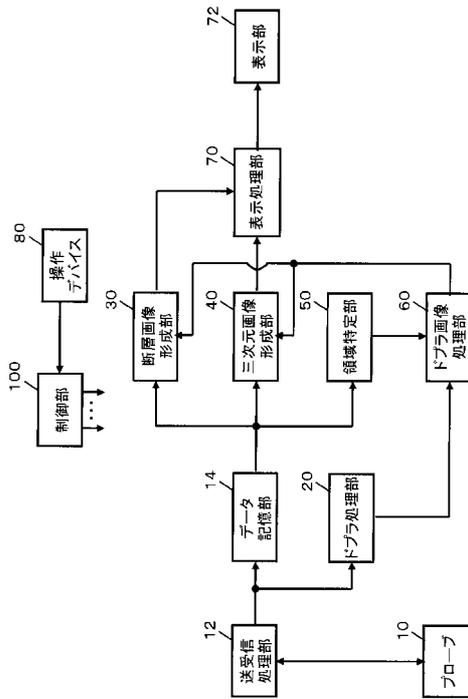
る例示にすぎず、本発明の範囲を限定するものではない。本発明は、その本質を逸脱しない範囲で各種の変形形態を包含する。

【符号の説明】

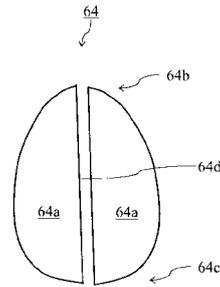
【0076】

10 プローブ、12 送受信処理部、14 データ記憶部、20 ドブラ処理部、30 断層画像形成部、40 三次元画像形成部、50 領域特定部、60 ドブラ画像処理部、70 表示処理部、72 表示部、80 操作デバイス、100 制御部。

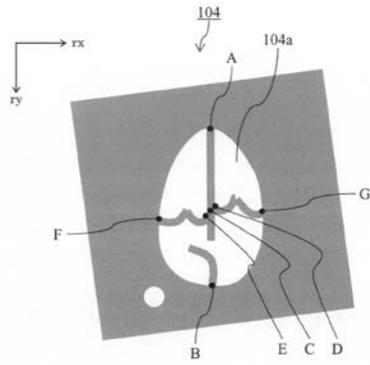
【図1】



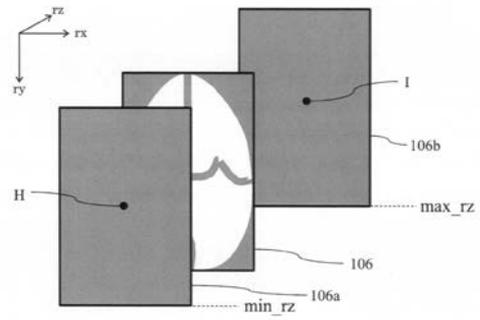
【図2】



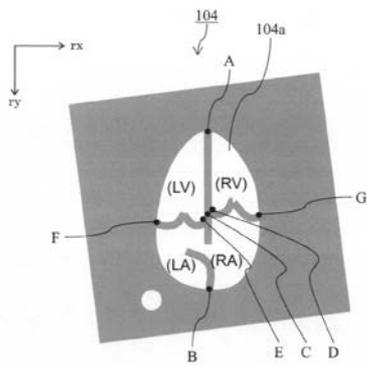
【 図 3 】



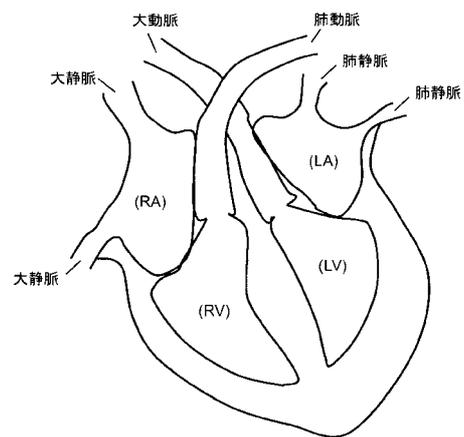
【 図 4 】



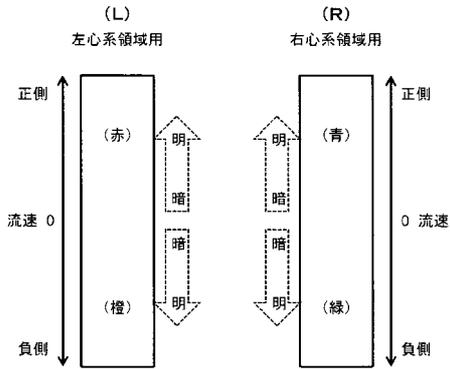
【 図 5 】



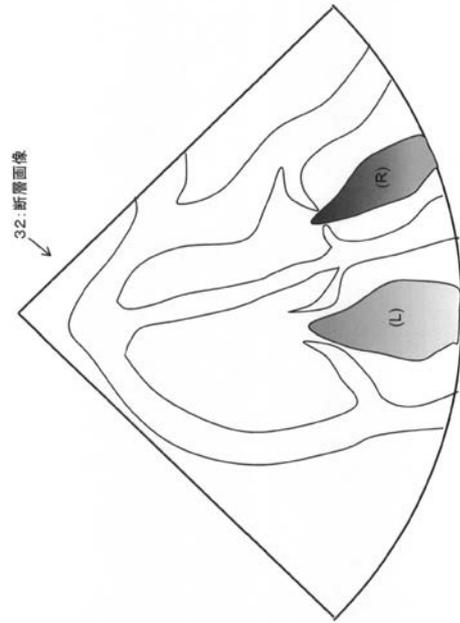
【 図 6 】



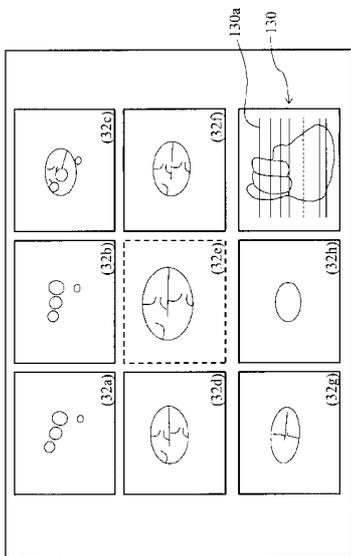
【 图 7 】



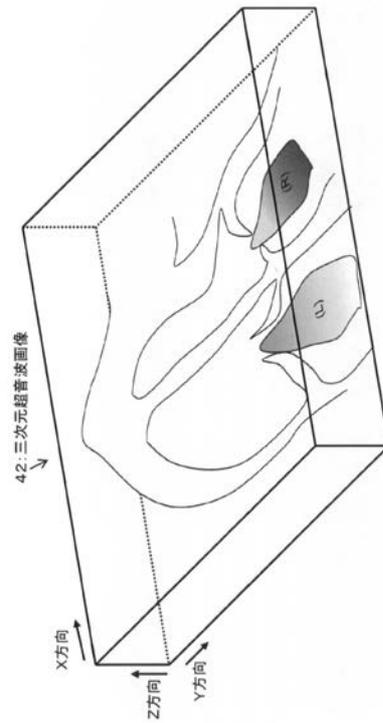
【 图 8 】



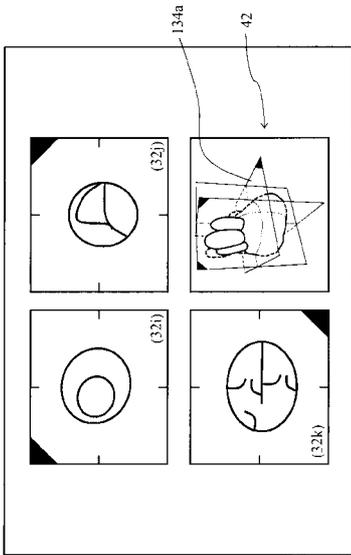
【 图 9 】



【 图 10 】



【 図 1 1 】



专利名称(译)	超声波诊断装置和超声波图像处理装置		
公开(公告)号	JP2018068688A	公开(公告)日	2018-05-10
申请号	JP2016212530	申请日	2016-10-31
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
[标]发明人	佐藤みか 笠原英司 永瀬優子		
发明人	佐藤 みか 笠原 英司 永瀬 優子		
IPC分类号	A61B8/14		
FI分类号	A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/BB03 4C601/DD09 4C601/DD15 4C601/DE03 4C601/DE04 4C601/EE30 4C601/KK02 4C601/KK21		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种用于容易识别胎儿心脏的左心系统和右心系统的设备。A1区域指定单元提取与存储在数据存储部分中的体积数据中心脏腔室和具有小于心肌的回波值的血流相对应的区域，以提取左心室和右心室连接到左心房和左心房的血管和连接到右心室和右心室的血管，血液连接到右心房和右心房由至少一个管组成的右心脏系统区域。多普勒图像处理单元60中，基于对应于左心脏系统区域和右心脏系统区域，色调和不同的颜色用于左心脏系统区域和右心脏系统区域的着色过程超声波多普勒数据从而形成应用的图像。

