

(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2011-78625

(P2011-78625A)

(43) 公開日 平成23年4月21日(2011.4.21)

(51) Int.Cl.
A61B 8/08 (2006.01)F1
A61B 8/08テーマコード (参考)
4C601

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2009-234270 (P2009-234270)
(22) 出願日 平成21年10月8日 (2009.10.8)(71) 出願人 000003078
株式会社東芝
東京都港区芝浦一丁目1番1号
(71) 出願人 594164542
東芝メディカルシステムズ株式会社
栃木県大田原市下石上1385番地
(74) 代理人 100108855
弁理士 蔵田 昌俊
(74) 代理人 100091351
弁理士 河野 哲
(74) 代理人 100088683
弁理士 中村 誠
(74) 代理人 100109830
弁理士 福原 淑弘

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波診断装置、超音波画像処理装置及び超音波画像処理プログラム

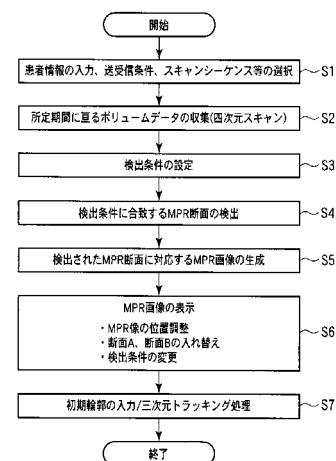
(57) 【要約】

【課題】三次元画像データから心内腔中心軸を通る所望の複数断面を簡単且つ正確に表示することができ、三次元トラッキングの初期輪郭入力のための複数断面同時表示操作を容易にすることができる超音波診断装置等を提供すること。

【解決手段】超音波診断装置を用いた心臓検査において、三次元超音波走査によって得られるボリュームデータに対して複数の基準となる基準MPR断面を設定する場合に、各断面の検出確度及び断面間角度差を少なくとも含む所望の検出条件を設定し、設定された検出条件に従う断面をボリュームデータから自動検出し、当該自動検出された断面に対応するMPR画像を表示する。ユーザは、表示されたMPR画像を用いて位置調整をすることで、複数の基準MPR断面を迅速且つ簡単に設定し、当該基準MPR断面に対応する複数のMPR画像を同時に表示することができる。

【選択図】 図2

図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検体の心臓の少なくとも一部を含む三次元領域について所定期間に亘って超音波走査を実行することで、前記所定期間に亘る複数のボリュームデータを取得するデータ取得手段と、

前記少なくとも一つのボリュームデータから複数の断面を検出するために用いられる条件であって、少なくとも一つの断面に関する検出確度、断面間のなす角を少なくとも含む検出条件を設定する検出条件設定手段と、

前記設定された検出条件に従って、前記少なくとも一つのボリュームデータから前記複数の断面を検出する断面検出手段と、

前記検出された複数の断面のそれぞれに対応する M P R 画像を生成する画像生成手段と、

前記 M P R 画像を表示する表示手段と、

を具備することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 2】

前記複数の断面は、前記複数のボリュームデータを用いて実行される三次元トラッキングにおいて、心臓の初期輪郭設定に用いる M P R 画像に対応する断面であることを特徴とする請求項 1 記載の超音波診断装置。

【請求項 3】

前記複数の断面は、長軸四腔像、長軸二腔像、長軸三腔像のうちの少なくとも一つを含むことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の超音波診断装置。

【請求項 4】

前記表示手段は、前記設定された検出条件に含まれる前記検出確度を前記 M P R 画像と同時に表示することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のうちいずれか一項記載の超音波診断装置。

【請求項 5】

前記表示手段は、前記設定された検出条件に含まれる前記断面間のなす角を前記 M P R 画像と同時に表示することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のうちいずれか一項記載の超音波診断装置。

【請求項 6】

前記検出された複数の断面間において、断面の位置の入れ替えを指示する指示手段をさらに具備し、

前記検出手段は、前記指示手段による断面の位置の入れ替えを指示に応答して、前記少なくとも一つのボリュームデータ上における断面の位置の入れ替えを実行し、

前記画像生成手段は、前記入れ替えられた複数の断面のそれぞれに対応する M P R 画像を生成すること、

を特徴とする請求項 1 乃至 5 のうちいずれか一項記載の超音波診断装置。

【請求項 7】

前記設定された検出条件を変更する変更手段をさらに具備し、

前記断面検出手段は、前記変更された検出条件に従って、前記少なくとも一つのボリュームデータから前記複数の断面を検出すること、

を特徴とする請求項 1 乃至 6 のうちいずれか一項記載の超音波診断装置。

【請求項 8】

前記設定手段は、複数の異なる前記検出条件を設定可能であり、

前記断面検出手段は、前記各検出条件に従って、前記少なくとも一つのボリュームデータから前記複数の断面を検出し、

前記画像生成手段は、前記各検出条件に従って前記検出された複数の断面のそれぞれに対応する M P R 画像を生成し、

前記表示手段は、前記生成された各 M P R 画像を所定の順序で表示すること、

を特徴とする請求項 1 乃至 7 のうちいずれか一項記載の超音波診断装置。

10

20

30

40

50

【請求項 9】

前記表示手段は、前記各検出条件に含まれる前記検出確度が大きい順番で、前記検出条件毎に前記M P R画像を表示することを特徴とする請求項 8 記載の超音波診断装置。

【請求項 1 0】

前記表示手段は、前記各検出条件に対応する複数の前記M P R画像を同時に表示することを特徴とする請求項 8 記載の超音波診断装置。

【請求項 1 1】

前記表示手段は、前記同時に表示されたM P R画像の中からいずれかのM P R画像が選択された場合には、当該選択されたM P R画像のみを表示することを特徴とする請求項 8 記載の超音波診断装置。

10

【請求項 1 2】

前記複数の断面は、心臓の長軸断面における左右弁輪位置を結んだ線の中点および心尖位置を結んだ線である心内腔中心軸を基準とすることを特徴とする請求項 1 乃至 1 1 のうちいずれか一項記載の超音波診断装置。

【請求項 1 3】

前記複数の断面は、心臓の長軸断面における心内腔の面積重心位置および心尖位置を結んだ線である心内腔中心軸を基準とすることを特徴とする請求項 1 乃至 1 1 のうちいずれか一項記載の超音波診断装置。

【請求項 1 4】

前記複数の断面は、心臓の複数の短軸像の心腔面積重心位置を通る線である心内腔中心軸を基準とすることを特徴とする請求項 1 乃至 1 1 のうちいずれか一項記載の超音波診断装置。

20

【請求項 1 5】

被検体の心臓の少なくとも一部を含む三次元領域について所定期間に亘って超音波走査を実行することで、前記所定期間に亘る複数のボリュームデータを記憶する記憶手段と、

前記少なくとも一つのボリュームデータから複数の断面を検出するために用いられる条件であって、少なくとも一つの断面に関する検出確度、断面間のなす角を少なくとも含む検出条件を設定する検出条件設定手段と、

前記設定された検出条件に従って、前記少なくとも一つのボリュームデータから前記複数の断面を検出する断面検出手段と、

30

前記検出された複数の断面のそれぞれに対応するM P R画像を生成する画像生成手段と、

前記M P R画像を表示する表示手段と、

を具備することを特徴とする超音波画像処理装置。

【請求項 1 6】

コンピュータに、

被検体の心臓の少なくとも一部を含む三次元領域について所定期間に亘って超音波走査を実行することで取得された、前記所定期間に亘る複数のボリュームデータの少なくとも一つから複数の断面を検出するために用いられる条件であって、少なくとも一つの断面に関する検出確度、断面間のなす角を少なくとも含む検出条件を設定させる検出条件設定機能と、

40

前記設定された検出条件に従って、前記少なくとも一つのボリュームデータから前記複数の断面を検出させる断面検出機能と、

前記検出された複数の断面のそれぞれに対応するM P R画像を生成させる画像生成機能と、

前記M P R画像を表示させる表示機能と、

を実現させることを特徴とする超音波画像処理プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

50

本発明は、超音波により生体内を画像化し診断を行う医用超音波診断装置に関するものであり、特に三次元画像データを生成し表示可能な超音波診断装置、超音波画像処理装置及び超音波画像処理プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

超音波診断は、超音波プローブを体表から当てるだけの簡単な操作で心臓の拍動や胎児の動きの様子がリアルタイム表示で得られ、かつ安全性が高いため繰り返して検査が行えるほか、システムの規模がX線、CT、MRIなど他の診断機器に比べて小さく、ベッドサイドへ移動していったの検査も容易に行えるなど簡便である。また、超音波診断はX線などのように被曝の影響がなく、産科や在宅医療等においても使用することができる。

10

【0003】

この様な超音波診断装置において、近年、三次元画像データを生成し表示可能な超音波診断装置が実現されている。この様な超音波診断装置は、それまでの超音波診断装置が超音波を二次元的に走査し、二次元領域（断面）に対応する画像を生成し表示していたのに対し、三次元的に超音波ビームを走査することで三次元の超音波画像を収集、表示することができる。また、収集した三次元画像データから、任意の断面画像（MPR像）を作成表示する技術、収集した心臓の三次元画像データから任意の断面を自動的に検出および表示する技術も開発されている。

【0004】

さらに、近年、三次元トラッキングと呼ばれる技術が開発されている。これは、まず、複数のMPR断面（典型的には、「心内腔中心軸を通る2つ以上の断面」）に対して左室の内外膜に初期輪郭（初期時相における）を入力し、当該入力された初期輪郭から初期時相における三次元輪郭を構成し、その三次元輪郭をパターンマッチングなどの技術処理を用いて心筋の局所部位の追跡を経時的に行い、追跡結果から心筋の移動ベクトルやストレイン（歪み）等の壁運動情報を算出し、心筋の壁運動を定量的に評価するものである（例えば、特許文献1参照）。

20

【0005】

ところで、三次元トラッキング技術における内外膜の初期輪郭の入力は、次のように実行される。すなわち、まず、左室心尖部を通る左室中心軸を設定する。次に、MPR画像として表示する1断面（以下断面Aと呼ぶ）に例えば四腔像が表示されるように、左室中心軸に対する断面Aの角度を調節する。次に、MPR像の他の1断面（以下断面Bと呼ぶ）に例えば二腔像が表示されるように、左室中心軸に対する断面Bの角度を調節する。以上の操作により断面Aに四腔像、断面Bに二腔像が表示される。なお、初期輪郭は、断面A、断面Bを辞書データとして持っているものと同じ断面にすることで、半自動で設定することができる。また、ユーザによって入力されるMPR断面の左右弁輪位置及び心尖位置の3点を用いることで、初期輪郭を自動的に設定することが可能である。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2003-175041号公報

40

【非特許文献】

【0007】

【非特許文献1】IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, vol. 2, pp1559- 1565

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、従来の超音波診断装置では、三次元トラッキングの初期輪郭を入力するために「心内腔中心軸を通る2つ以上の断面」を同時に表示する際、次のような問題がある。

50

【0009】

すなわち、左室心尖部を通る左室中心軸の設定、四腔像としての断面A及び二腔像としての断面Bの左室中心軸に対する角度調節、四腔像及び二腔像を用いた初期輪郭の抽出といった、各処理を毎回行う必要がある。従って、初期輪郭設定のための操作が煩雑であるという問題がある。

【0010】

また、例えば四腔像及び二腔像を断面自動検出機能を用いて検出、表示しようとする、例えば四腔像と二腔像を取り違えて検出したり、検出した断面が合っていない、といったことが起こり得る。その場合はユーザが断面位置の修正操作を手動で行わなければならない、結局操作は煩雑である。

10

【0011】

本発明は、上記事情を鑑みてなされたもので、三次元画像データから心内腔中心軸を通る所望の複数断面を簡単且つ正確に表示することができ、三次元トラッキングの初期輪郭入力のための複数断面同時表示操作を容易にすることができる超音波診断装置、超音波画像処理装置及び超音波画像処理プログラムを提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明は、上記目的を達成するため、次のような手段を講じている。

【0013】

請求項1に記載の発明は、被検体の心臓の少なくとも一部を含む三次元領域について所定期間に亘って超音波走査を実行することで、前記所定期間に亘る複数のボリュームデータを取得するデータ取得手段と、前記少なくとも一つのボリュームデータから複数の断面を検出するために用いられる条件であって、少なくとも一つの断面に関する検出確度、断面間のなす角を少なくとも含む検出条件を設定する検出条件設定手段と、前記設定された検出条件に従って、前記少なくとも一つのボリュームデータから前記複数の断面を検出する断面検出手段と、前記検出された複数の断面のそれぞれに対応するMPR画像を生成する画像生成手段と、前記MPR画像を表示する表示手段と、を具備することを特徴とする超音波診断装置である。

20

【0014】

請求項15に記載の発明は、被検体の心臓の少なくとも一部を含む三次元領域について所定期間に亘って超音波走査を実行することで、前記所定期間に亘る複数のボリュームデータを記憶する記憶手段と、前記少なくとも一つのボリュームデータから複数の断面を検出するために用いられる条件であって、少なくとも一つの断面に関する検出確度、断面間のなす角を少なくとも含む検出条件を設定する検出条件設定手段と、前記設定された検出条件に従って、前記少なくとも一つのボリュームデータから前記複数の断面を検出する断面検出手段と、前記検出された複数の断面のそれぞれに対応するMPR画像を生成する画像生成手段と、前記MPR画像を表示する表示手段と、を具備することを特徴とする超音波画像処理装置である。

30

【0015】

請求項16に記載の発明は、コンピュータに、被検体の心臓の少なくとも一部を含む三次元領域について所定期間に亘って超音波走査を実行することで取得された、前記所定期間に亘る複数のボリュームデータの少なくとも一つから複数の断面を検出するために用いられる条件であって、少なくとも一つの断面に関する検出確度、断面間のなす角を少なくとも含む検出条件を設定させる検出条件設定機能と、前記設定された検出条件に従って、前記少なくとも一つのボリュームデータから前記複数の断面を検出させる断面検出機能と、前記検出された複数の断面のそれぞれに対応するMPR画像を生成させる画像生成機能と、前記MPR画像を表示させる表示機能と、を実現させることを特徴とする超音波画像処理プログラムである。

40

【発明の効果】

【0016】

50

以上本発明によれば、三次元画像データから心内腔中心軸を通る所望の複数断面を簡単且つ正確に表示することができ、三次元トラッキングの初期輪郭入力のための複数断面同時表示操作を容易にすることができる超音波診断装置、超音波画像処理装置及び超音波画像処理プログラムを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】図1は、本実施形態に係る超音波診断装置1のブロック構成図を示している。

【図2】図2は、本基準断面設定支援機能に従う処理（基準断面設定支援処理）の流れを示したフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、本発明の実施形態を図面に従って説明する。なお、以下の説明において、略同一の機能及び構成を有する構成要素については、同一符号を付し、重複説明は必要な場合にのみ行う。

【0019】

図1は、本実施形態に係る超音波診断装置1のブロック構成図を示している。同図に示すように、本超音波診断装置1は、超音波プローブ12、入力装置13、モニター14、超音波送信ユニット21、超音波受信ユニット22、Bモード処理ユニット23、ドプラ処理ユニット24、断面自動検出ユニット26、画像生成ユニット28、画像合成ユニット29、制御プロセッサ（CPU）30、記憶ユニット33、インタフェースユニット35、を具備している。以下、個々の構成要素の機能について説明する。

【0020】

超音波プローブ12は、超音波送受信ユニット21からの駆動信号に基づき超音波を発生し、被検体からの反射波を電気信号に変換する複数の圧電振動子、当該圧電振動子に設けられる整合層、当該圧電振動子から後方への超音波の伝播を防止するバックリング材等を有している。当該超音波プローブ12から被検体Pに超音波が送信されると、当該送信超音波は、体内組織の音響インピーダンスの不連続面で次々と反射され、エコー信号として超音波プローブ12に受信される。このエコー信号の振幅は、反射することになった反射することになった不連続面における音響インピーダンスの差に依存する。また、送信された超音波パルスが、移動している血流や心臓壁等の表面で反射された場合のエコーは、ドプラ効果により移動体の超音波送信方向の速度成分を依存して、周波数偏移を受ける。

【0021】

入力装置13は、装置本体11に接続され、オペレータからの各種指示、条件、関心領域（ROI）の設定指示、種々の画質条件設定指示等を装置本体11にとりこむための各種スイッチ、ボタン、トラックボール、マウス13、キーボード等を有している。例えば、操作者が入力装置13の終了ボタンやFREEZEボタンを操作すると、超音波の送受信は終了し、当該超音波診断装置は一時停止状態となる。

【0022】

モニター14は、画像生成ユニット28からのビデオ信号に基づいて、生体内の形態学的情報や、血流情報を画像として表示する。

【0023】

超音波送信ユニット21は、図示しないトリガ発生回路、遅延回路およびパルサ回路等を有している。パルサ回路では、所定のレート周波数 f_r Hz（周期； $1/f_r$ 秒）で、送信超音波を形成するためのレートパルスが繰り返し発生される。また、遅延回路では、チャンネル毎に超音波をビーム状に集束し且つ送信指向性を決定するのに必要な遅延時間が、各レートパルスに与えられる。トリガ発生回路は、このレートパルスに基づくタイミングで、プローブ12に駆動パルスを印加する。

【0024】

なお、超音波送信ユニット21は、制御プロセッサ30の指示に従って所定のスキャンシーケンスを実行するために、送信周波数、送信駆動電圧等を瞬時に変更可能な機能を有

10

20

30

40

50

している。特に送信駆動電圧の変更については、瞬間にその値を切り替え可能なりニアンプ型の発信回路、又は複数の電源ユニットを電氣的に切り替える機構によって実現される。

【0025】

超音波受信ユニット22は、図示していないアンプ回路、A/D変換器、加算器等を有している。アンプ回路では、プローブ12を介して取り込まれたエコー信号をチャンネル毎に増幅する。A/D変換器では、増幅されたエコー信号に対し受信指向性を決定するのに必要な遅延時間を与え、その後加算器において加算処理を行う。この加算により、エコー信号の受信指向性に応じた方向からの反射成分が強調され、受信指向性と送信指向性により超音波送受信の総合的なビームが形成される。

10

【0026】

Bモード処理ユニット23は、送受信ユニット21からエコー信号を受け取り、対数増幅、包絡線検波処理などを施し、信号強度が輝度の明るさで表現されるデータを生成する。画像生成ユニット28は、Bモード処理ユニット23からの信号を反射波の強度を輝度にて表したBモード画像としてモニター14に表示される。この時、エッジ強調や時間平滑化、空間平滑化など、種々の画像フィルタも施され、ユーザの好みに応じた画質を提供できるようになっている。

【0027】

ドプラ処理ユニット24は、送受信ユニット21から受け取ったエコー信号から速度情報を周波数解析し、ドプラ効果による血流や組織、造影剤エコー成分を抽出し、平均速度、分散、パワー等の血流情報を多点について求める。得られた血流情報は画像生成ユニット28に送られ、平均速度画像、分散画像、パワー画像、これらの組み合わせ画像としてモニター14にカラー表示される。

20

【0028】

断面自動検出ユニット26は、制御プロセッサ30の制御のもと、後述する基準断面設定支援機能に従う処理において、設定される検出条件に従って、ボリュームデータ上の断面を検出する。なお、本断面自動検出ユニット26による断面検出に用いられるボリュームデータは、画層生成ユニット28の入力前のもの（すなわち「生データ」）であってもよいし、入力後のもの（すなわち「ボクセルボリュームデータ」）であってもよい。

【0029】

30

画像生成ユニット28は前記の他、超音波スキュンの走査線信号列を、テレビなどに代表される一般的なビデオフォーマットの走査線信号列に変換し、表示画像としての超音波診断画像を生成する。画像生成ユニット28は、画像データを格納する記憶メモリを搭載しており、三次元画像の再構成処理などを行うことが可能である。また、例えば診断の後に操作者が検査中に記録された画像を呼び出すことが可能となっている。なお、当該画像生成ユニット28に入る以前のデータは、「生データ」と呼ばれることがある。

【0030】

画像合成ユニット29は、画像生成ユニット28から受け取った画像を種々のパラメータの文字情報や目盛等と共に合成し、ビデオ信号としてモニター14に出力する。三次元の再構成プログラムや本発明の画像処理プログラム等も、ここに格納されており、操作者の指示などにより、これらのプログラムは起動される。

40

【0031】

制御プロセッサ30は、情報処理装置（計算機）としての機能を持ち、本超音波診断装置本体の動作を制御する制御手段である。特に、制御プロセッサ30は、記憶ユニット33から後述する基準断面設定支援機能を実現するための専用プログラム、三次元トラッキング処理を実行するための専用プログラムを読み出して自身が有するメモリ上に展開し、各種処理に関する演算・制御等を実行する。

【0032】

記憶ユニット33は、送受信条件、画像生成、表示処理を実行するための制御プログラム、後述する基準断面設定支援機能を実現するための専用プログラム、三次元トラッキン

50

グ処理を実行するための専用プログラム、診断情報（患者ID、医師の所見等）、診断プロトコル、ボディマーク生成プログラムその他のデータ群が保管されている。記憶ユニット33のデータは、インタフェースユニット35を経由して外部周辺装置へ転送することも可能となっている。

【0033】

インタフェースユニット35は、ネットワーク、新たな外部記憶装置（図示せず）に関するインタフェースである。当該装置によって得られた超音波画像等のデータや解析結果等は、インタフェースユニット35によって、ネットワークを介して他の装置に転送可能である。

【0034】

（基準断面設定支援機能）

次に、本超音波診断装置1が有する基準断面設定支援機能について説明する。この機能は、超音波診断装置を用いた心臓検査において、三次元超音波走査によって得られるボリュームデータに対して複数の基準となるMPR断面（基準MPR断面）を設定する場合に、所望の検出条件を設定し、設定された検出条件に従う断面をボリュームデータから自動検出し、この自動検出された断面を利用することで、上記複数の基準断面の設定を支援するものである。

【0035】

ここで、心臓検査における複数の基準MPR断面とは、所望の規格や基準に従う断面であり、例えば心内腔中心軸を通る長軸断面（長軸四腔断面（A4C）、長軸二腔断面（A2C）、長軸三腔断面（A3C）等）、当該長軸断面と直交する短軸断面（SAXA、SAXM、SAXB）、及びこれらの断面と所定の位置関係によって定義される断面である。また、心内腔中心軸は、例えば長軸断面における左右弁輪位置を結んだ線の中点および心尖位置を結んだ線、長軸断面における心内腔の面積重心位置および心尖位置を結んだ線、複数の短軸像の心腔面積重心位置を通る線等によって定義することができる。

【0036】

なお、本実施形態においては、説明を具体的にするため、心臓検査における複数の基準断面として、長軸四腔断面（以下、「断面A」と呼ぶ）、当該長軸四腔断面と直交し心内腔を通る断面（例えば長軸二腔断面等。以下、「断面B」と呼ぶ）を採用するものとする。この様な断面を採用するのは、両断面が心尖位置を含む断面であることにより、MPR断面で設定した初期輪郭から三次元空間上での心尖位置を矛盾なく定義することが可能となり、また、両断面が直交していることにより、MPR断面で設定した初期輪郭から三次元補間処理を最も安定して行うことができ、MPR断面上で設定された初期輪郭から三次元輪郭を好適に構成することができるからである。しかしながら、当該例に拘泥されず、心臓検査における複数の基準断面として、例えば、心内腔を通り長軸四腔断面と直交しない断面等の他の断面を採用することもできる。

【0037】

また、検出条件とは、断面自動検出機能を用いて検出される所定断面（一断面でも複数断面でもよい）について例えば「80%」等の数値で表現される検出確度、及び検出すべき断面間のなす角を少なくとも含む条件である。

【0038】

図2は、本基準断面設定支援機能に従う処理（基準断面設定支援処理）の流れを示したフローチャートである。以下、当該フローチャートに示す各ステップにおいて実行される処理の内容について説明する。

【0039】

〔患者情報の入力、送受信条件、スキャンシーケンス等の選択：ステップS1〕

操作ユニット33を介して患者情報の入力、送受信条件（画角、焦点位置、送信電圧等）、被検体の三次元領域を所定期間に亘って超音波走査するためのスキャンシーケンス等の選択が実行される（ステップS1）。入力、選択された各種情報・条件等は、自動的に記憶装置29に記憶される。

10

20

30

40

50

【0040】

[所定期間に亘るボリュームデータの収集：ステップS2]

次に、送受信制御ユニット31は、被検者の心臓を含む三次元領域を被走査領域として、リアルタイム三次元超音波走査（四次元走査）を実行する（ステップS2）。具体的には、例えば被検体に関する心臓の所望の観察部位を、ある時刻 t_i を基準（初期時相）として、心尖アプローチから二次元アレイプローブを用いて、時系列（少なくとも1心拍分）のボリュームデータを収集する。

【0041】

[検出条件の設定：ステップS3]

次に、入力装置13を介して、検出条件が設定される（ステップS3）。ユーザは、必要に応じて種々の内容を検出条件として設定することができる。設定された検出条件は、プリセットされている検出条件と共に記憶ユニット33に自動的に記憶される。以下、 a を断面Aの検出確度、 b を断面Bの検出確度、 c を断面Aと断面Bとのなす角として、いくつかの検出条件の例を示す。

【0042】

検出条件A： a が最大であり、かつ $c = 90^\circ$ となる断面A及び断面Bの位置

検出条件B： b が最大であり、かつ $c = 90^\circ$ となる断面A及び断面Bの位置

検出条件C： $(a + b)$ が最大であり、かつ $c = 90^\circ$ となる断面A及び断面Bの位置

検出条件D： $(k \cdot a + l \cdot b + m \cdot (90^\circ - c) \text{の絶対値})$ が最大となる断面A及び断面Bの位置（ただし、 k 、 l 、 m の各値はユーザが任意に設定可能）

検出条件E： a が最大かつ $(90^\circ - \alpha) < c < (90^\circ + \alpha)$ となる断面A及び断面Bの位置（ただし、 α の値はユーザが任意に設定可能）

検出条件F： b が最大かつ $(90^\circ - \alpha) < c < (90^\circ + \alpha)$ となる断面A及び断面Bの位置

検出条件G： $(a + b)$ が最大かつ $(90^\circ - \alpha) < c < (90^\circ + \alpha)$ となる断面A及び断面Bの位置

なお、当然ながら、上述した検出条件はあくまでも例示であり、本発明の技術的思想はこれらに限定されるものではない。例えば、上記検出条件においては、 c は「 $c = 90^\circ$ 」又は「 $(90^\circ - \alpha) < c < (90^\circ + \alpha)$ 」となっている。これは、本実施形態においては基準MPR断面を断面Aと断面Bとの2断面としているからである。仮に、基準MPR断面を3断面とする場合には、例えば c を「 $c = 60^\circ$ 」又は「 $(60^\circ - \alpha) < c < (60^\circ + \alpha)$ 」とする構成であってもよい（すなわち、 c は、 180° を基準MPR断面の数で除した値もしくはそれに近い値であることが好適である）。

【0043】

このような検出条件は、ユーザによって入力装置13からその都度設定されるようにしてもよいし、予めプリセットされた複数の検出条件から選択するようにしてもよい。

【0044】

[検出条件に合致するMPR断面の検出：ステップS4]

断面自動検出ユニット26は、所定の断面自動検出方法を用いて、ステップS3において設定された検出条件に合致する断面A、断面Bを自動検出する（ステップS4）。断面自動検出方法としては、例えば特定の断面（今の場合、長軸四腔断面）の画像パターン認識とパターンマッチングによる手法や“IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, vol.2, pp1559- 1565”等に記載されている手法を用いることができる。

【0045】

[検出されたMPR断面に対応するMPR画像の生成：ステップS5]

画像生成ユニット28は、ボリュームデータを用いて、ステップS4において検出された断面A、断面Bのそれぞれに対応するMPR画像を生成する（ステップS5）。

【0046】

[MPR画像の表示：ステップS6]

10

20

30

40

50

生成された各M P R画像は、画像合成ユニット29において種々の情報と合成された後、モニター14に所定の形態で表示される（ステップS6）。ユーザは、表示された各M P R画像を観察しながら、断面A、断面Bが基準M P R断面に一致するか否かを判定する。一致しないと判定した場合には、入力装置13からの入力により、断面A、断面Bの位置を調整し、断面A、断面B所望の位置（すなわち、断面A、断面Bが基準M P R断面に一致すると判定される位置）になったタイミングで確定ボタンを押す。制御プロセッサ30は、確定ボタンの操作に応答して、確定ボタンが押されたタイミングでの断面A、断面Bの位置に対応する各M P R画像を、モニター14上に表示する。

【0047】

なお、表示されたM P R画像に対応する検出条件に含まれるa（断面Aの検出確度）、b（断面Bの検出確度）、c（断面Aと断面Bとのなす角）の数値は、当該M P R画像と共に所定の形態で表示される。これにより、ユーザは、例えばaの値が極度に小さい場合には、断面Aの位置を要手的に調節し、最も四腔断面だと思われる位置に変更したりする等、断面を位置調整する際の指標とすることができる。

【0048】

また、表示された各M P R画像を利用しても基準M P R断面を設定できない場合等には、検出条件を変更することができる。例えば、ユーザは、他の検出条件への変更を望む任意のタイミングで、他の検出条件への変更（選択）を指示する操作を実行する。制御プロセッサ30は、当該変更指示に応答して、新たに選択された検出条件を用いて、ステップS3～ステップS6までの処理を繰り返し実行する。

【0049】

ところで、本実施形態においては、断面Aを長軸四腔断面とし、断面Bを長軸四腔断面と直交し心内腔を通る断面（例えば長軸二腔断面）としている。しかしながら、ステップS4における断面の自動検出処理において、断面Aと断面Bとが入れ替わった状態で（すなわち、断面Bを長軸四腔断面とし、断面Aを長軸四腔断面と直交し心内腔を通る断面として）検出されてしまう場合がある。また、この様な長軸四腔断面と長軸二腔断面とを入れ違いは、人為的に認識する場合も起こりうることである。

【0050】

そこで、本超音波診断装置では、断面入れ替え機能を有している。この機能は、所定のインターフェース（例えば、入力装置13に設けられた「A Bフリップ」ボタン等）を操作することで、断面Aの位置と断面Bの位置とを瞬時に入れ替え可能とするものである。ユーザによって押されたA Bフリップボタンからの指示に応答して、制御プロセッサ30は、ボリュームデータ上の断面Aの位置と断面Bの位置とを入れ替える。画像生成ユニット28は、各断面に対応するM P R画像を生成する。生成された各M P R画像は、モニター14に所定の形態で表示される。なお、A Bフリップボタンを例えば2回押すことで、断面Aと断面Bとを元のそれぞれ位置に戻すことができる。この様なA Bフリップボタンによる断面位置の入れ替えは、各断面に対応するM P R画像が表示されているときはいつでも用いることができる。

【0051】

〔初期輪郭の設定／三次元トラッキング処理：ステップS7〕

確定されたM P R画像を用いて、初期輪郭の設定、三次元トラッキング処理が実行される。すなわち、制御プロセッサ30は、確定された各M P R画像と辞書データとを用いて半自動的に、或いは確定された各M P R画像上においてユーザによって指定された左右弁輪位置及び心尖位置の3点を用いることで自動的に、初期輪郭を設定する。続いて、制御プロセッサ30は、設定された初期輪郭を用いて、三次元画像のスペckルパターンを時系列かつ三次元的に追跡することで移動ベクトルを算出し、移動ベクトルを用いて初期輪郭を動かし、各フレームの輪郭データから変位やストレインなどの定量的な値を算出する。

【0052】

（変形例）

10

20

30

40

50

本超音波診断装置では、複数の検出条件を同時に設定し、設定された各検出条件に従って検出される断面に対応するMPR画像を、予め設定された順序で表示することが可能である。

【0053】

例えば、ステップS3において複数の検出条件が選択（設定）される場合を想定する。係る場合、制御プロセッサは、例えば「aが大きい順序」とする表示順序により各検出条件を並べ替えて、各検出条件に従う断面検出を実行し、対応する各MPR画像を基準MPR断面設定の候補画像として表示する。検出条件毎の各MPR画像の表示切り替えは、入力装置13の切替ボタンによる指示により、或いは所定の時間間隔により自動的に実行されることが好ましい。

10

【0054】

なお、「aが大きい順」とする表示順序は、あくまでも一例であり、本発明の技術的思想は、当該例に拘泥されない。その他の例としては、例えば「 $(90^\circ - c)$ の絶対値が小さい順序」、「bが大きい順序」、「 $(a + b)$ が大きい順序」等を挙げることができる。また、表示する検出条件の優先順位をユーザによって予め設定するようにしてもよい。

【0055】

さらに、必要であれば、選択された複数の検出条件のうち、少なくとも二つに対応するMPR画像を同時に表示することも可能である。

【0056】

本超音波診断装置によれば、超音波診断装置を用いた心臓検査において、三次元超音波走査によって得られるボリュームデータに対して複数の基準となる基準MPR断面を設定する場合に、各断面の検出確度及び断面間角度差を少なくとも含む所望の検出条件を設定し、設定された検出条件に従う断面をボリュームデータから自動検出し、当該自動検出された断面に対応するMPR画像を表示する。ユーザは、表示されたMPR画像を用いて位置調整をすることで、複数の基準MPR断面を迅速且つ簡単に設定し、当該基準MPR断面に対応する複数のMPR画像を同時に表示することができる。

20

【0057】

また、本超音波診断装置によれば、複数の検出条件を同時に設定し、設定された各検出条件に従って検出される断面に対応するMPR画像を、予め設定された順序で表示することができる。ユーザは、順次候補画像として表示されるMPR画像を観察しながら、所望の検出条件に従う断面を用いて迅速且つ簡単に基準MPR断面を設定することができる。

30

【0058】

また、本超音波診断装置によれば、断面入れ替え機能により、断面Aの位置と断面Bの位置とを所望のタイミングで入れ替えることができる。従って、例えば四腔像と二腔像など断面自動検出で間違いやすい断面を、瞬時に正しく表示することができる。

【0059】

なお、本発明は上記実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。具体的な変形例としては、例えば次のようなものがある。

40

【0060】

本実施形態に係る各機能は、当該処理を実行するプログラムをワークステーション等のコンピュータにインストールし、これらをメモリ上で展開することによっても実現することができる。このとき、コンピュータに当該手法を実行させることのできるプログラムは、磁気ディスク（フロッピー（登録商標）ディスク、ハードディスクなど）、光ディスク（CD-ROM、DVDなど）、半導体メモリなどの記録媒体に格納して頒布することも可能である。

【0061】

また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削

50

除してもよい。さらに、異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

【産業上の利用可能性】

【0062】

以上本発明によれば、三次元画像データから心内腔中心軸を通る所望の複数断面を簡単且つ正確に表示することができ、三次元トラッキングの初期輪郭入力のための複数断面同時表示操作を容易にすることができる超音波診断装置、超音波画像処理装置及び超音波画像処理プログラムを実現することができる。

【符号の説明】

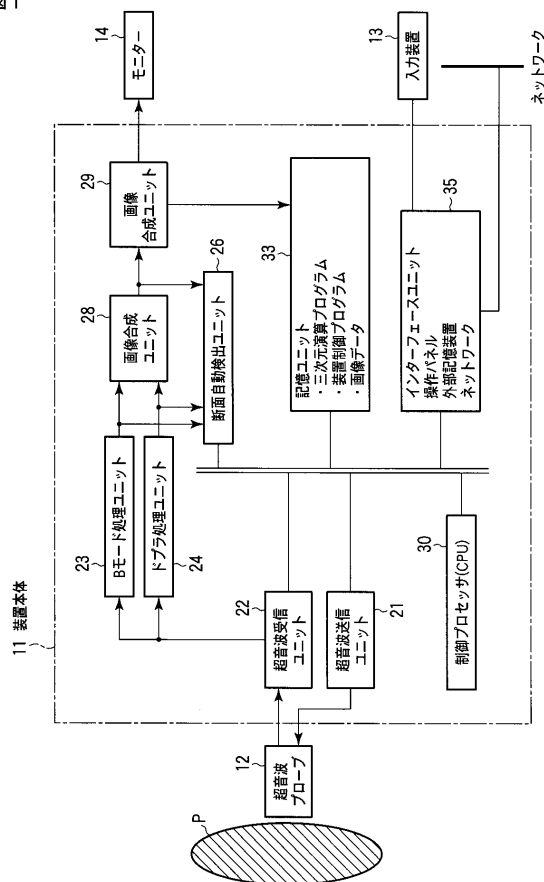
【0063】

1…超音波診断装置、12…超音波プローブ、13…入力装置、14…モニター、21…超音波送信ユニット、22…超音波受信ユニット、23…Bモード処理ユニット、24…ドプラ処理ユニット、26…断面自動検出ユニット、28…画像生成ユニット、29…画像合成ユニット、29…制御プロセッサ(CPU)、33…記憶ユニット、35…インタフェースユニット

10

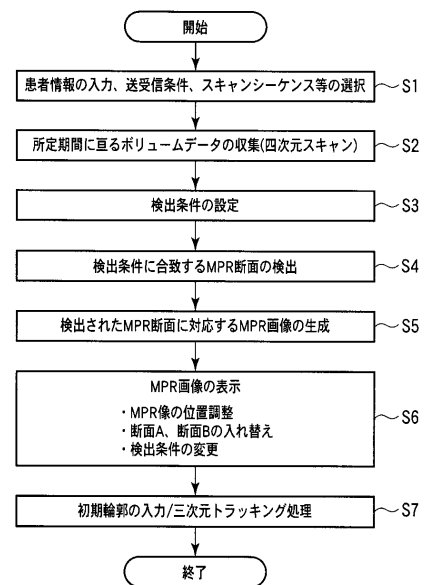
【図1】

図1



【図2】

図2



フロントページの続き

- (74)代理人 100075672
弁理士 峰 隆司
- (74)代理人 100095441
弁理士 白根 俊郎
- (74)代理人 100084618
弁理士 村松 貞男
- (74)代理人 100103034
弁理士 野河 信久
- (74)代理人 100119976
弁理士 幸長 保次郎
- (74)代理人 100153051
弁理士 河野 直樹
- (74)代理人 100140176
弁理士 砂川 克
- (74)代理人 100101812
弁理士 勝村 紘
- (74)代理人 100070437
弁理士 河井 将次
- (74)代理人 100124394
弁理士 佐藤 立志
- (74)代理人 100112807
弁理士 岡田 貴志
- (74)代理人 100111073
弁理士 堀内 美保子
- (74)代理人 100134290
弁理士 竹内 将訓
- (74)代理人 100127144
弁理士 市原 卓三
- (74)代理人 100141933
弁理士 山下 元
- (72)発明者 大内 啓之
栃木県大田原市下石上 1 3 8 5 番地 東芝メディカルシステムズ株式会社本社内
- (72)発明者 阿部 康彦
栃木県大田原市下石上 1 3 8 5 番地 東芝メディカルシステムズ株式会社本社内
- (72)発明者 橋本 新一
栃木県大田原市下石上 1 3 8 5 番地 東芝メディカルシステムズ株式会社本社内
- (72)発明者 西浦 正英
東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 株式会社東芝内

Fターム(参考) 4C601 BB03 DD15 DE04 EE11 JC09 JC16 JC33 KK22 KK31

专利名称(译)	超声波诊断装置，超声波图像处理装置和超声波图像处理程序		
公开(公告)号	JP2011078625A	公开(公告)日	2011-04-21
申请号	JP2009234270	申请日	2009-10-08
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社东芝 东芝医疗系统株式会社		
申请(专利权)人(译)	东芝公司 东芝医疗系统有限公司		
[标]发明人	大内啓之 阿部康彦 橋本新一 西浦正英		
发明人	大内 啓之 阿部 康彦 橋本 新一 西浦 正英		
IPC分类号	A61B8/08		
CPC分类号	A61B8/08 A61B8/0883 A61B8/483 A61B8/523 G01S7/52074 G01S15/8993		
FI分类号	A61B8/08 A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/BB03 4C601/DD15 4C601/DE04 4C601/EE11 4C601/JC09 4C601/JC16 4C601/JC33 4C601/KK22 4C601/KK31		
代理人(译)	河野 哲 中村诚 河野直树 冈田隆 山下 元		
其他公开文献	JP5586203B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种超声波诊断装置等，通过该装置可以从三维图像数据容易且准确地显示通过心腔中心轴的多个所需横截面，并且可以同时显示多个可以促进用于三维跟踪的初始轮廓输入的横截面。解决方案：在使用该超声诊断设备的心脏检查中，当要参考的多个参考MPR横截面被设置为通过以下获得的体数据时在三维超声波扫描中，设定至少包括每个横截面的检测精度和横截面角度差的所需检测条件。然后，从体数据自动检测符合设定检测条件的横截面，并显示与自动检测到的横截面对应的MPR图像。用户通过使用显示的MPR图像执行位置调整来快速且容易地设置多个参考MPR横截面，并且可以同时显示与参考MPR横截面对应的多个MPR图像。

