

(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2020-14723
(P2020-14723A)

(43) 公開日 令和2年1月30日(2020.1.30)

(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 11 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2018-140470 (P2018-140470)
(22) 出願日 平成30年7月26日(2018.7.26)

(71) 出願人 594164542
キヤノン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 110001771
特許業務法人虎ノ門知的財産事務所
(72) 発明者 大住 良太
栃木県大田原市下石上1385番地 キヤ
ノンメディカルシステムズ株式会社内
(72) 発明者 瀧口 宗基
栃木県大田原市下石上1385番地 キヤ
ノンメディカルシステムズ株式会社内
(72) 発明者 今村 智久
栃木県大田原市下石上1385番地 キヤ
ノンメディカルシステムズ株式会社内

最終頁に続く

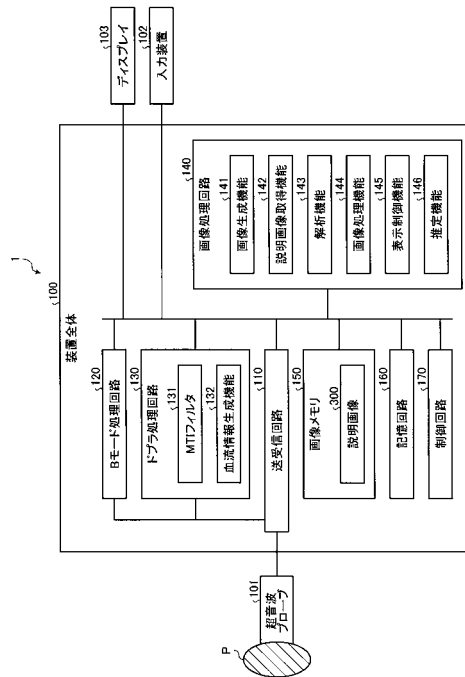
(54) 【発明の名称】 超音波診断装置及び画像処理プログラム

(57) 【要約】

【課題】 操作者が超音波画像を用いた計測を容易に行うこと。

【解決手段】 実施形態に係る超音波診断装置は、スキャン部と、生成部と、取得部と、処理部と、表示制御部とを備える。スキャン部は、胎児の一部を含む領域に対して超音波スキャンを実行する。生成部は、超音波スキャンの結果に基づいて超音波画像を生成する。取得部は、胎児の一部を模式的に示す説明画像を取得する。処理部は、超音波画像の解析結果に基づいて、説明画像に対して回転及び反転の少なくとも一方の処理を行う。表示制御部は、上記処理後の説明画像を、超音波画像又は超音波画像に基づく画像と共に表示部に表示させる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

胎児の一部を含む領域に対して超音波スキャンを実行するスキャン部と、
前記超音波スキャンの結果に基づいて超音波画像を生成する生成部と、
前記胎児の一部を模式的に示す説明画像を取得する取得部と、
前記超音波画像の解析結果に基づいて、前記説明画像に対して回転及び反転の少なくとも一方の処理を行う処理部と、
前記処理後の説明画像を、前記超音波画像又は前記超音波画像に基づく画像と共に表示部に表示させる表示制御部と、
を備えた超音波診断装置。

10

【請求項 2】

前記領域は、3次元領域であり、
前記超音波画像は、3次元画像であり、
前記画像は、前記3次元画像から生成された断層像である、
請求項1に記載の超音波診断装置。

【請求項 3】

前記領域は、2次元領域であり、
前記超音波画像は断層像である、
請求項1に記載の超音波診断装置。

【請求項 4】

前記超音波画像を解析する解析部、
を更に備え、
前記処理部は、前記解析部により解析された解析結果に基づいて、前記説明画像に対して回転及び反転の少なくとも一方の処理を行う、
請求項1～3のいずれか一項に記載の超音波診断装置。

20

【請求項 5】

前記解析部は、前記超音波画像から前記胎児の一部に含まれる骨の向きを解析し、
前記処理部は、前記骨の向きに基づいて、前記説明画像を回転させる、
請求項4に記載の超音波診断装置。

【請求項 6】

前記解析部は、前記超音波画像から、前記胎児の一部を表す画像領域と、前記胎児の一部に含まれる骨を表す骨画像領域との相互の位置関係を解析し、
前記処理部は、前記位置関係に基づいて、前記説明画像を反転させる、
請求項4又は5に記載の超音波診断装置。

30

【請求項 7】

前記解析部は、前記画像領域が表す前記胎児の一部の重心と前記骨画像領域が表す骨の重心との位置関係を解析する、
請求項6に記載の超音波診断装置。

【請求項 8】

前記解析部は、前記超音波画像から、前記胎児の一部に含まれる骨を表す骨画像領域を検出したときに、前記検出した骨画像領域の信頼度を算出し、
前記処理部は、前記信頼度が閾値よりも高い場合に、前記解析部により解析された解析結果に基づいて、前記説明画像に対して回転及び反転の少なくとも一方の処理を行う、
請求項4～7のいずれか一項に記載の超音波診断装置。

40

【請求項 9】

前記胎児の一部は、上腕部又は大腿部である、
請求項1～8のいずれか一項に記載の超音波診断装置。

【請求項 10】

前記説明画像は、ベクトルデータである、
請求項1～9のいずれか一項に記載の超音波診断装置。

50

【請求項 1 1】

胎児の一部を含む領域に対して超音波スキャンが実行されたときに、前記超音波スキャンの結果に基づいて超音波画像を生成し、

前記胎児の一部を模式的に示す説明画像を取得し、

前記超音波画像の解析結果に基づいて、前記説明画像に対して回転及び反転の少なくとも一方の処理を行い、

前記処理後の説明画像を、前記超音波画像又は前記超音波画像に基づく画像と共に表示部に表示させる、

処理をコンピュータに実行させる、画像処理プログラム。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】**【0001】**

本発明の実施形態は、超音波診断装置及び画像処理プログラムに関する。

【背景技術】**【0002】**

超音波画像は、胎児の発育を確認するために用いられている。例えば、超音波診断装置は、超音波画像を用いることにより、胎児の児頭大横径（BPD：biparietal diameter）、児頭周囲長（HC：head circumference）、腹部周囲長（AC：abdominal circumference）、大腿骨長（FL：femur length）、上腕骨長（HL：humerus length）等のパラメータを計測することができる。超音波診断装置は、上記パラメータを用いることにより、推定胎児体重（EFW：estimated fetal weight）を算出することができる。

20

【0003】

ここで、超音波診断装置では、計測を行う操作者の操作をガイドするために、胎児の一部を含む領域が画像化された超音波画像と、胎児の一部を模式的に示す説明画像とを対応付けてディスプレイに表示する場合がある。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

【特許文献 1】特開 2018 - 027298 号公報

【特許文献 2】特開 2014 - 008083 号公報

30

【特許文献 3】国際公開 2014 / 075755 号

【特許文献 4】特開 2008 - 000278 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

本発明が解決しようとする課題は、操作者が超音波画像を用いた計測を容易に行うことである。

【課題を解決するための手段】**【0006】**

実施形態に係る超音波診断装置は、スキャン部と、生成部と、取得部と、処理部と、表示制御部とを備える。スキャン部は、胎児の一部を含む領域に対して超音波スキャンを実行する。生成部は、超音波スキャンの結果に基づいて超音波画像を生成する。取得部は、胎児の一部を模式的に示す説明画像を取得する。処理部は、超音波画像の解析結果に基づいて、説明画像に対して回転及び反転の少なくとも一方の処理を行う。表示制御部は、上記処理後の説明画像を、超音波画像又は超音波画像に基づく画像と共に表示部に表示させる。

40

【図面の簡単な説明】**【0007】**

【図 1】図 1 は、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置の構成の一例を示すブロック図である。

50

【図 2】図 2 は、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置による処理の手順を示すフローチャートである。

【図 3】図 3 は、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置の画像取得機能による処理の一例を説明するための図である。

【図 4】図 4 は、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置の画像取得機能による処理の一例を説明するための図である。

【図 5】図 5 は、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置の画像取得機能による処理の一例を説明するための図である。

【図 6】図 6 は、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置の説明画像取得機能による処理の一例を説明するための図である。

10

【図 7】図 7 は、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置の解析機能による処理の一例を説明するための図である。

【図 8】図 8 は、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置の解析機能による処理の一例を説明するための図である。

【図 9】図 9 は、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置の解析機能による処理の一例を説明するための図である。

【図 10】図 10 は、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置の解析機能による処理の一例を説明するための図である。

【図 11】図 11 は、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置の表示制御機能による処理の一例を説明するための図である。

20

【図 12】図 12 は、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置の表示制御機能による処理の一例を説明するための図である。

【図 13】図 13 は、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置の表示制御機能による処理の一例を説明するための図である。

【図 14】図 14 は、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置の表示制御機能による処理の一例を説明するための図である。

【図 15】図 15 は、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置のパラメータ計測処理の手順を示すフローチャートである。

【図 16】図 16 は、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置の推定機能による処理の一例を説明するための図である。

30

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、添付図面を参照して、実施形態に係る超音波診断装置及び画像処理プログラムを説明する。なお、実施形態は、以下の実施形態に限られるものではない。また、一つの実施形態に記載した内容は、原則として他の実施形態にも同様に適用される。

【0009】

(第 1 の実施形態)

図 1 は、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置 1 の構成例を示すブロック図である。図 1 に示すように、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置 1 は、装置本体 100 と、超音波プローブ 101 と、入力装置 102 と、ディスプレイ 103 とを備える。超音波プローブ 101、入力装置 102、およびディスプレイ 103 は、それぞれ装置本体 100 に接続される。

40

【0010】

超音波プローブ 101 は、超音波の送受信（超音波スキャン）を実行する。例えば、超音波プローブ 101 は、被検体 P の体表面（妊婦の腹部）に接触され、妊婦の子宮内の胎児の少なくとも一部を含む領域に対して、超音波の送受信を実行する。超音波プローブ 101 は、複数の圧電振動子を有する。複数の圧電振動子は、電気信号（パルス電圧）と機械振動（音による振動）とを相互に変換する圧電効果を有する圧電素子であり、装置本体 100 から供給される駆動信号（電気信号）に基づいて、超音波を発生させる。発生した超音波は、被検体 P 内の音響インピーダンスの不整合面で反射され、組織内の散乱体によ

50

って散乱された成分等を含む反射波信号（電気信号）として複数の圧電振動子にて受信される。超音波プローブ101は、複数の圧電振動子にて受信した反射波信号を装置本体100へ送る。

【0011】

なお、本実施形態では、超音波プローブ101は、所定方向に1次元で配列された複数の圧電振動子を有する1Dアレイプローブや、複数の圧電振動子が格子状に2次元で配置された2Dアレイプローブや、1次元で配列された複数の圧電振動子が機械的に揺動することで3次元領域を走査するメカニカル4Dプローブなど、如何なる形態の超音波プローブが用いられてもよい。

【0012】

入力装置102は、マウス、キーボード、ボタン、パネルスイッチ、タッチコマンドスクリーン、フットスイッチ、ホイール、トラックボール、ジョイスティック等を有し、超音波診断装置1の操作者からの各種設定要求を受け付け、装置本体100に対して受け付けた各種設定要求を転送する。

【0013】

ディスプレイ103は、超音波診断装置1の操作者が入力装置102を用いて各種設定要求を入力するためのGUI（Graphical User Interface）を表示したり、装置本体100において生成された超音波画像データ等を表示したりする。

【0014】

装置本体100は、超音波プローブ101が受信した反射波信号に基づいて、超音波画像データを生成する装置である。装置本体100により生成される超音波画像データは、2次元の反射波信号に基づいて生成される2次元の超音波画像データであってもよいし、3次元の反射波信号に基づいて生成される3次元の超音波画像データであってもよい。

【0015】

図1に示すように、装置本体100は、例えば、送受信回路110と、Bモード処理回路120と、ドプラ処理回路130と、画像処理回路140と、画像メモリ150と、記憶回路160と、制御回路170とを有する。送受信回路110、Bモード処理回路120、ドプラ処理回路130、画像処理回路140、画像メモリ150、記憶回路160、および制御回路170は、通信可能に互いに接続される。

【0016】

送受信回路110は、超音波プローブ101による超音波の送信を制御する。例えば、送受信回路110は、制御回路170の指示に基づいて、振動子ごとに所定の送信遅延時間が付与されたタイミングで超音波プローブ101に上述の駆動信号（駆動パルス）を印加する。これにより、送受信回路110は、超音波がビーム状に集束された超音波ビームを超音波プローブ101に送信させる。

【0017】

また、送受信回路110は、超音波プローブ101による反射波信号の受信を制御する。反射波信号は、上述のように、超音波プローブ101から送信された超音波が被検体Pの体内組織で反射された信号である。例えば、送受信回路110は、制御回路170の指示に基づいて、超音波プローブ101が受信した反射波信号に所定の遅延時間を与えて加算処理を行う。これにより、反射波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る。そして、送受信回路110は、加算処理後の反射波信号をベースバンド帯域の同相信号（I信号、I：In-phase）と直交信号（Q信号、Q：Quadrature-phase）とに変換する。そして、送受信回路110は、I信号及びQ信号（以下、IQ信号と記載する）を反射波データとして、Bモード処理回路120及びドプラ処理回路130へ送る。なお、送受信回路110は、加算処理後の反射波信号を、RF（Radio Frequency）信号に変換した上で、Bモード処理回路120及びドプラ処理回路130へ送ってもよい。IQ信号や、RF信号は、位相情報が含まれる信号（反射波データ）となる。

【0018】

Bモード処理回路120は、送受信回路110が反射波信号から生成した反射波データ

10

20

30

40

50

に対して各種の信号処理を行う。Bモード処理回路120は、送受信回路110から受信した反射波データに対して、対数増幅、包絡線検波処理等を行って、サンプル点(観測点)ごとの信号強度が輝度の明るさで表現されるデータ(Bモードデータ)を生成する。Bモード処理回路120は、生成したBモードデータを画像処理回路140へ送る。

【0019】

また、Bモード処理回路120は、高調波成分を映像化するハーモニクイメーシングを行うための信号処理を実行する。ハーモニクイメーシングとしては、コントラストハーモニクイメーシング(CHI: Contrast Harmonic Imaging)や組織ハーモニクイメーシング(THI: Tissue Harmonic Imaging)が知られている。また、コントラストハーモニクイメーシングや組織ハーモニクイメーシングには、スキャン方式として、振幅変調(AM: Amplitude Modulation)、「Pulse Subtraction法」や「Pulse Inversion法」と呼ばれる位相変調(PM: Phase Modulation)、及び、AMとPMとを組み合わせることで、AMの効果及びPMの効果の双方が得られるAMP等が知られている。

10

【0020】

ドプラ処理回路130は、送受信回路110が反射波信号から生成した反射波データより、移動体のドプラ効果に基づく運動情報を走査領域内の各サンプル点で抽出したデータを、ドプラデータとして生成する。ここで、移動体の運動情報とは、移動体の平均速度、分散値、パワー値等の情報であり、移動体とは、例えば、血流や、心壁等の組織、造影剤である。ドプラ処理回路130は、生成したドプラデータを画像処理回路140へ送る。

20

【0021】

例えば、移動体が血流である場合、血流の運動情報は、血流の平均速度、分散値、パワー等の情報(血流情報)である。血流情報は、例えば、カラードプラ法により得られる。

【0022】

カラードプラ法では、まず、超音波の送受信が同一の走査線上で複数回行われ、次に、MTI(Moving Target Indicator)フィルタを用いて、同一位置(同一サンプル点)の反射波データのデータ列を表す信号に対して特定の周波数帯域の信号を通過させ、それ以外の周波数帯域の信号を減衰させる。すなわち、静止している組織、或いは、動きの遅い組織に由来する信号(クラッタ成分)を抑制させる。これにより、反射波データのデータ列を表す信号から、血流に関する血流信号が抽出される。そして、カラードプラ法では、抽出した血流信号から、血流の平均速度、分散値、パワー等の血流情報を推定し、推定した血流情報をドプラデータとして生成する。

30

【0023】

上述のカラードプラ法を用いる場合、ドプラ処理回路130は、図1に示すように、MTIフィルタ131と、血流情報生成機能132とを有する。

【0024】

MTIフィルタ131は、フィルタ行列を用いて、同一位置(同一サンプル点)の反射波データのデータ列から、クラッタ成分が抑制された信号(血流信号)が抽出されたデータ列を出力する。MTIフィルタ131としては、例えば、パワース型のIIR(Infinite Impulse Response)フィルタ、多項式回帰フィルタ(Polynomial Regression Filter)等の係数が固定されたフィルタ、または、固有ベクトル(eigenvector)等を用いて入力信号に応じて係数を変化させるフィルタ(適応フィルタ)が適用可能である。

40

【0025】

血流情報生成部132は、MTIフィルタ131が出力したデータ列(血流信号)に対して自己相関演算等の演算を行って、血流信号から、血流の平均速度、分散値、パワー等の血流情報を推定し、推定した血流情報をドプラデータとして生成する。血流情報生成機能132は、生成したドプラデータを画像処理回路140へ送る。

【0026】

画像処理回路140は、画像データ(超音波画像データ)の生成処理や、画像データに対する各種の画像処理等を行う。例えば、画像処理回路140は、Bモード処理回路12

50

0 が生成した 2 次元の B モードデータから、反射波の強度を輝度で表した 2 次元 B モード画像データを生成する。また、画像処理回路 140 は、ドブラ処理回路 130 が生成した 2 次元のドブラデータから、血流情報が映像化された 2 次元ドブラ画像データを生成する。2 次元ドブラ画像データは、血流の平均速度を表す速度画像データ、血流の分散値を表す分散画像データ、血流のパワーを表すパワー画像データ、又は、これらを組み合わせた画像データである。画像処理回路 140 は、ドブラ画像データとして、血流の平均速度、分散値、パワー等の血流情報がカラーで表示されるカラードブラ画像データを生成したり、1 つの血流情報がグレースケールで表示されるドブラ画像データを生成したりする。

【0027】

ここで、画像処理回路 140 は、一般的には、超音波走査の走査線信号列を、テレビ等に代表されるビデオフォーマットの走査線信号列に変換（スキャンコンバート）し、表示用の超音波画像データを生成する。具体的には、画像処理回路 140 は、超音波プローブ 101 による超音波の走査形態に応じて座標変換を行うことで、表示用の超音波画像データを生成する。また、画像処理回路 140 は、スキャンコンバート以外に、種々の画像処理として、例えば、スキャンコンバート後の複数の画像フレームを用いて、輝度の平均値画像を再生成する画像処理（平滑化処理）や、画像内で微分フィルタを用いる画像処理（エッジ強調処理）等を行う。また、画像処理回路 140 は、超音波画像データに、種々のパラメータの文字情報、目盛り、ポディーマーク等を合成する。

10

【0028】

すなわち、B モードデータ及びドブラデータは、スキャンコンバート処理前の超音波画像データであり、画像処理回路 140 が生成するデータは、スキャンコンバート処理後の表示用の超音波画像データである。なお、B モードデータ及びドブラデータは、生データ（Raw Data）とも呼ばれる。画像処理回路 140 は、スキャンコンバート処理前の 2 次元超音波画像データから、表示用の 2 次元超音波画像データを生成する。

20

【0029】

更に、画像処理回路 140 は、B モード処理回路 120 が生成した 3 次元の B モードデータに対して座標変換を行うことで、3 次元 B モード画像データを生成する。また、画像処理回路 140 は、ドブラ処理回路 130 が生成した 3 次元のドブラデータに対して座標変換を行うことで、3 次元ドブラ画像データを生成する。

30

【0030】

更に、画像処理回路 140 は、ポリューム画像データをディスプレイ 103 にて表示するための各種の 2 次元画像データを生成するために、ポリューム画像データに対してレンダリング処理を行う。画像処理回路 140 が行うレンダリング処理としては、例えば、多断面再構成法（MPR：Multi Planer Reconstruction）を行ってポリューム画像データから MPR 画像データを生成する処理がある。また、画像処理回路 140 が行うレンダリング処理としては、例えば、3 次元画像の情報を反映した 2 次元画像データを生成するポリュームレンダリング（VR：Volume Rendering）処理がある。また、画像処理回路 140 が行うレンダリング処理としては、例えば、3 次元画像の表面情報のみを抽出した 2 次元画像データを生成するサーフェスレンダリング（SR：Surface Rendering）処理がある。

40

【0031】

画像処理回路 140 は、生成した画像データや、各種の画像処理を行った画像データを、画像メモリ 150 に格納する。なお、画像処理回路 140 は、各画像データの表示位置を示す情報、超音波診断装置 1 の操作を補助するための各種情報、患者情報等の診断に關する付帯情報についても画像データとともに生成し、画像メモリ 150 に格納してもよい。

【0032】

また、第 1 の実施形態に係る画像処理回路 140 は、画像生成機能 141 と、説明画像取得機能 142 と、解析機能 143 と、画像処理機能 144 と、表示制御機能 145 と、推定機能 146 とを実行する。ここで、画像生成機能 141 と、説明画像取得機能 142

50

と、解析機能143と、画像処理機能144と、表示制御機能145と、推定機能146とが実行する各処理機能は、例えば、コンピュータによって実行可能なプログラムの形態で記憶回路160に記録されている。画像処理回路140は、各プログラムを記憶回路160から読み出し、実行することで各プログラムに対応する機能を実現するプロセッサである。すなわち、画像生成機能141は、画像処理回路140が画像生成機能141に対応するプログラムを記憶回路160から読み出し実行することで、実現される機能である。また、説明画像取得機能142は、画像処理回路140が説明画像取得機能142に対応するプログラムを記憶回路160から読み出し実行することで、実現される機能である。また、解析機能143は、画像処理回路140が解析機能143に対応するプログラムを記憶回路160から読み出し実行することで、実現される機能である。また、画像処理機能144は、画像処理回路140が画像処理機能144に対応するプログラムを記憶回路160から読み出し実行することで、実現される機能である。また、表示制御機能145は、画像処理回路140が表示制御機能145に対応するプログラムを記憶回路160から読み出し実行することで、実現される機能である。また、推定機能146は、画像処理回路140が推定機能146に対応するプログラムを記憶回路160から読み出し実行することで、実現される機能である。換言すると、各プログラムを読み出した状態の画像処理回路140は、図1の画像処理回路140内に示された各機能を有することとなる。画像生成機能141、説明画像取得機能142、解析機能143、画像処理機能144、表示制御機能145、及び推定機能146の各機能については、後述する。

10

20

【0033】

なお、図1においては単一の画像処理回路140にて画像生成機能141、説明画像取得機能142、解析機能143、画像処理機能144、表示制御機能145、及び推定機能146にて行われる処理機能が実現されるものとして説明するが、複数の独立したプロセッサを組み合わせることで処理回路を構成し、各プロセッサがプログラムを実行することにより機能を実現するものとしても構わない。

【0034】

上記説明において用いた「プロセッサ」という文言は、例えば、CPU (Central Processing Unit)、GPU (Graphics Processing Unit)、或いは、特定用途向け集積回路 (Application Specific Integrated Circuit: ASIC)、プログラマブル論理デバイス (例えば、単純プログラマブル論理デバイス (Simple Programmable Logic Device: SPLD)、複合プログラマブル論理デバイス (Complex Programmable Logic Device: CPLD)、及びフィールドプログラマブルゲートアレイ (Field Programmable Gate Array: FPGA)) 等の回路を意味する。プロセッサは記憶回路160に保存されたプログラムを読み出し実行することで機能を実現する。なお、記憶回路160にプログラムを保存する代わりに、プロセッサの回路内にプログラムを直接組み込むよう構成しても構わない。この場合、プロセッサは回路内に組み込まれたプログラムを読み出し実行することで機能を実現する。なお、本実施形態の各プロセッサは、プロセッサごとに単一の回路として構成される場合に限らず、複数の独立した回路を組み合わせることで1つのプロセッサとして構成し、その機能を実現するようにしてもよい。さらに、図1における複数の構成要素を1つのプロセッサへ統合してその機能を実現するようにしてもよい。

30

40

【0035】

画像メモリ150は、超音波画像データとして、画像処理回路140が生成したBモード画像データやドプラ画像データ等の画像データを記憶するメモリである。また、画像メモリ150は、超音波画像データとして、Bモード処理回路120が生成したBモードデータやドプラ処理回路130が生成したドプラデータ等の画像データを記憶することも可能である。画像メモリ150が記憶する超音波画像データは、例えば、診断の後に操作者が呼び出すことが可能となっており、画像処理回路140を経由して表示用の超音波画像データとなる。また、画像メモリ150は、2次元ビットマップ画像データ (以下、「ビットマップデータ」と称する) として、胎児の一部を模式的に示す説明画像300 (図6を参照) を記憶することも可能である。説明画像300の詳細については後述する。

50

【 0 0 3 6 】

記憶回路 1 6 0 は、超音波送受信、画像処理および表示処理を行うための制御プログラムや、診断情報（例えば、患者 I D、医師の所見等）や、診断プロトコルや各種ボディーマーク等の各種データを記憶する。また、記憶回路 1 6 0 は、必要に応じて、画像メモリ 1 5 0 が記憶する超音波画像データやビットマップデータ（説明画像 3 0 0）の保管等にも使用される。また、記憶回路 1 6 0 が記憶するデータは、図示しないインタフェース部を介して、外部装置へ転送することができる。

【 0 0 3 7 】

制御回路 1 7 0 は、超音波診断装置 1 の処理全体を制御する。具体的には、制御回路 1 7 0 は、入力装置 1 0 2 を介して操作者から入力された各種設定要求や、記憶回路 1 6 0 から読み込んだ各種制御プログラムおよび各種データに基づき、送受信回路 1 1 0、B モード処理回路 1 2 0、ドブラ処理回路 1 3 0、画像処理回路 1 4 0 等の処理を制御する。

10

【 0 0 3 8 】

なお、装置本体 1 0 0 に内蔵される送受信回路 1 1 0、B モード処理回路 1 2 0、ドブラ処理回路 1 3 0、画像処理回路 1 4 0、および制御回路 1 7 0 等は、プロセッサ（CPU（Central Processing Unit）、MPU（Micro-Processing Unit）、集積回路等）のハードウェアにより構成されることもあるが、ソフトウェア的にモジュール化されたプログラムにより構成される場合もある。

【 0 0 3 9 】

このように構成される超音波診断装置 1 は、例えば、妊婦の子宮内の胎児の発育を確認する用途として、超音波プローブ 1 0 1 が、妊婦の子宮内の胎児の一部を含む領域に対して超音波の送受信（超音波スキャン）を実行し、画像処理回路 1 4 0 が、そのスキャン結果に基づいて、胎児の一部を含む領域が画像化された超音波画像を生成する。例えば、超音波診断装置 1 は、超音波画像を用いることにより、胎児の児頭大横径（BPD）、児頭周囲長（HC）、腹部周囲長（AC）、大腿骨長（FL）、上腕骨長（HL）等のパラメータを計測することができ、上記パラメータを用いることにより、推定胎児体重（EFW）を算出することができる。

20

【 0 0 4 0 】

例えば、上記パラメータとして、超音波画像から胎児の一部（例えば、大腿部又は上腕部）における所定範囲の体積を計測する場合もある。所定範囲は、例えば操作者の操作により指定される。ここで、超音波診断装置 1 では、操作者の操作をガイドするために、超音波画像と、胎児の一部を模式的に示す説明画像 3 0 0 とを対応付けてディスプレイに表示する場合がある。

30

【 0 0 4 1 】

しかしながら、超音波画像に描出される胎児の一部と、説明画像 3 0 0 が示す胎児の一部とが異なる向きでディスプレイに表示される場合も考えられる。この場合、操作者がディスプレイ上で超音波画像及び説明画像を見る際に、操作者に違和感を与えてしまう。

【 0 0 4 2 】

そこで、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置 1 は、胎児の一部を含む領域に対して超音波スキャンが実行されたときに、超音波スキャンの結果に基づいて、胎児の一部を含む領域が画像化された超音波画像を生成する。また、胎児の一部を模式的に示す説明画像 3 0 0 を取得する。例えば、超音波スキャンを実行する領域が 3 次元領域である場合、超音波画像は 3 次元画像であり、3 次元画像から断層像が生成される。そして、断層像の解析結果に基づいて、説明画像 3 0 0 に対して回転及び反転の少なくとも一方の処理を行い、上記処理後の説明画像 3 0 0 を、超音波画像に基づく画像（断層像）と共にディスプレイ 1 0 3 に表示させる。

40

【 0 0 4 3 】

これにより、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置 1 では、断層像に描出される胎児の一部と、上記処理後の説明画像 3 0 0 が示す胎児の一部とを同じ向きでディスプレイ 1 0 3 に表示させるため、操作者が超音波画像（断層像）及び説明画像 3 0 0 を見るときの違

50

和感を低減させることができる。そして、上記パラメータとして、超音波画像（断層像）から胎児の一部における所定範囲の体積を算出（計測）し、上記パラメータを用いることにより、推定胎児体重（EFW）を算出（推定）することができる。このように、第1の実施形態に係る超音波診断装置1では、操作者が超音波画像（断層像）を用いた計測を容易に行うことができる。

【0044】

以下では、図2～図14を用いて、画像処理回路140が実行する画像生成機能141、説明画像取得機能142、解析機能143、画像処理機能144、及び表示制御機能145の各機能について説明する。

【0045】

図2は、第1の実施形態に係る超音波診断装置1による処理の手順を示すフローチャートである。図2では、超音波診断装置1全体の動作（画像処理方法）を説明するフローチャートを示し、各構成要素がフローチャートのどのステップに対応するかを説明する。

【0046】

また、図3～図14では、胎児の一部が大腿部である場合を例として説明する。図3～図5は、第1の実施形態に係る超音波診断装置1の画像生成機能141による処理の一例を説明するための図である。図6は、第1の実施形態に係る超音波診断装置1の説明画像取得機能142による処理の一例を説明するための図である。図7～図10は、第1の実施形態に係る超音波診断装置1の解析機能143による処理の一例を説明するための図である。図11～図14は、第1の実施形態に係る超音波診断装置1の表示制御機能145による処理の一例を説明するための図である。

【0047】

図2のステップS101は、超音波プローブ101により実施されるステップである。ステップS101では、超音波プローブ101は、被検体Pの体表面（妊婦の腹部）に接触され、妊婦の子宮内の胎児の一部（大腿部）を含む領域に対して超音波スキャンを実行し、超音波スキャンの結果として、上記領域の反射波信号を収集する。超音波プローブ101は、「スキャン部」の一例である。

【0048】

図2のステップS102は、画像処理回路140が記憶回路160から画像生成機能141に対応するプログラムを呼び出して実行されるステップである。ステップS102では、画像生成機能141は、超音波プローブ101により得られた反射波信号に基づいて、大腿部を含む領域が画像化された超音波画像を生成する。ここで、画像生成機能141は、Bモード処理回路120により生成されたBモードデータを用いてBモード画像データを生成することで、上記超音波画像を生成してもよいし、画像メモリ150が記憶する超音波画像データを用いて、上記超音波画像を生成してもよい。画像生成機能141は、「生成部」の一例である。

【0049】

ステップS102において、画像生成機能141は、例えば、図3に示すような超音波画像200を生成する。図3に示す超音波画像200は、胎児の大腿部を含む領域が画像化された3次元画像（3次元のボリューム画像データ）であり、超音波画像200から断層像201～203（図3～図5）が生成される。断層像201、202、203は、それぞれ、A面、B面、C面の断層像を表している。ここで、断層像201～203のうち、大腿部における所定範囲を指定するとき用いられる断層像（対象断層像）は1つであり、本実施形態では、対象断層像が断層像201である場合を例として説明する。

【0050】

図2のステップS103は、画像処理回路140が記憶回路160から説明画像取得機能142に対応するプログラムを呼び出して実行されるステップである。ステップS103では、説明画像取得機能142は、画像メモリ150が記憶する説明画像300を取得する。説明画像300は、操作者が超音波画像200（断層像201）を用いた計測を行う場合に画像メモリ150から読み出される。このため、ステップS103は、ステップ

10

20

30

40

50

S 1 0 2 の後に限らず、ステップ S 1 0 1 の前に実行されてもよいし、ステップ S 1 0 1 とステップ S 1 0 2 との間に実行されてもよい。説明画像取得機能 1 4 2 は、「取得部」の一例である。

【 0 0 5 1 】

例えば、説明画像 3 0 0 は、計測項目と対応付けて画像メモリ 1 5 0 に記憶されている。計測項目としては、胎児の「頭部（児頭）」、「腹部」、「大腿部」、「上腕部」などが挙げられる。例えば、操作者は、胎児の大腿部を計測する場合、計測項目として「大腿部」を選択する。この場合、ステップ S 1 0 3 において、説明画像取得機能 1 4 2 は、計測項目「大腿部」に対応付けられた説明画像 3 0 0 を画像メモリ 1 5 0 から取得する。

【 0 0 5 2 】

図 6 に示すように、説明画像取得機能 1 4 2 により取得された説明画像 3 0 0 は、例えば、胎児の大腿部を含む右足を模式的に示したものであり、胎児の大腿部の外形を示す画像領域である大腿部画像領域 3 0 1 と、その大腿部の骨（大腿骨）の外形を示す画像領域である大腿骨画像領域 3 0 2 とを含む。ここで、操作者の操作をガイドするために、図 6 に示す説明画像 3 0 0 は、更に、胎児の大腿骨の両端を示す点 3 0 3、3 0 4 と、その両端（点 3 0 3、3 0 4）を結ぶ線 3 0 5 とを含むようにしてもよい。操作者の操作としては、例えば、大腿部における所定範囲の体積を計測する処理（パラメータ計測処理）において、操作者が入力装置 1 0 2 を用いて断層像 2 0 1 から大腿骨の両端を指定するときの操作が挙げられる。パラメータ計測処理については後述する。

【 0 0 5 3 】

図 2 のステップ S 1 0 4 は、画像処理回路 1 4 0 が記憶回路 1 6 0 から解析機能 1 4 3 に対応するプログラムを呼び出して実行されるステップである。ステップ S 1 0 4 では、解析機能 1 4 3 は、ステップ S 1 0 2 で取得された超音波画像 2 0 0 の対象断層像である断層像 2 0 1 を解析する。解析機能 1 4 3 は、「解析部」の一例である。

【 0 0 5 4 】

ステップ S 1 0 4 において、解析機能 1 4 3 は、例えば、図 7 に示すように、断層像 2 0 1 に描出される大腿部の外形を示す画像領域である大腿部画像領域 2 1 1 と、その大腿部の骨（大腿骨）の外形を示す画像領域である大腿骨画像領域 2 1 2 とを検出する。大腿部画像領域 2 1 1 及び大腿骨画像領域 2 1 2 を検出する方法として、以下の第 1 及び第 2 の方法が考えられる。

【 0 0 5 5 】

第 1 の方法では、まず、解析機能 1 4 3 は、断層像 2 0 1 において、組織全体の領域又は関心領域（Region of interest：ROI）内の画像のヒストグラムを求め、このヒストグラムに対して、大腿部画像領域 2 1 1 及び大腿骨画像領域 2 1 2 を検出するための閾値をそれぞれ第 1 及び第 2 の閾値として設定する。次に、解析機能 1 4 3 は、第 1 及び第 2 の閾値によって画像を 2 値化し、例えば、モルフォロジー演算等を用いてノイズの除去を行うことによって、断層像 2 0 1 から、大腿部画像領域 2 1 1 及び大腿骨画像領域 2 1 2 を検出する。

【 0 0 5 6 】

第 2 の方法では、まず、既知の断層像と大腿部画像領域及び大腿骨画像領域とを対応付けたデータを複数用意しておき、解析機能 1 4 3 は、畳み込みニューラルネットワーク（Convolutional Neural Network：CNN）を用いて、上記複数のデータから、大腿部画像領域及び大腿骨画像領域を学習する。なお、CNN 等のアルゴリズムは経験から学習していくものである上に、胎児は子宮内で成長していくものでもあるため、学習に用いられるデータは、同一の胎児でなくてもよい。次に、解析機能 1 4 3 は、上記学習によって、断層像 2 0 1 から、大腿部画像領域 2 1 1 及び大腿骨画像領域 2 1 2 を検出する。

【 0 0 5 7 】

解析機能 1 4 3 は、この検出結果を解析結果として生成する。すなわち、解析結果は、断層像 2 0 1 の大腿部画像領域 2 1 1 及び大腿骨画像領域 2 1 2 を表す情報を含む。

【 0 0 5 8 】

10

20

30

40

50

また、ステップS 1 0 4において、解析機能1 4 3は、例えば、断層像2 0 1の大腿骨画像領域2 1 2から、大腿骨の向きを検出する。大腿骨の向きを検出する方法として、以下の方法が考えられる。この方法は、大腿骨長(FL)を計測するためのアルゴリズムと共通化することができる。

【0059】

まず、解析機能1 4 3は、図8に示すように、断層像2 0 1の大腿骨画像領域2 1 2において、大腿骨の両端を示す点P 1、P 2、及び、その両端(点P 1、P 2)を結ぶ線Lを探索する。次に、解析機能1 4 3は、例えば、回転キャリパー法(Rotating Calipers Method)等を用いて外接長方形を求めることによって、その線Lの角度を大腿骨の向きとして検出する。例えば、検出された大腿骨の向きは、画像の横方向を基準とした場合に、反時計回りに角度だけ傾いていることを表している。

10

【0060】

解析機能1 4 3は、この検出結果も解析結果として生成する。すなわち、解析結果は、更に、断層像2 0 1の大腿骨画像領域2 1 2における大腿骨の向きを表す情報を含む。

【0061】

また、ステップS 1 0 4において、解析機能1 4 3は、例えば、断層像2 0 1の大腿部画像領域2 1 1と大腿骨画像領域2 1 2との相互の位置関係を検出する。大腿部画像領域2 1 1と大腿骨画像領域2 1 2との位置関係を検出する方法として、以下の方法が考えられる。

【0062】

まず、解析機能1 4 3は、図9及び図10に示すように、大腿部画像領域2 1 1において、大腿部の重心Q 1を探索し、大腿骨画像領域2 1 2において、大腿骨の重心Q 2を探索する。例えば、図9に示すように、重心Q 1が重心Q 2に対して右側に位置する場合、大腿部画像領域2 1 1と大腿骨画像領域2 1 2との位置関係を第1の位置関係として検出する。例えば、図10に示すように、重心Q 1が重心Q 2に対して左側に位置する場合、大腿部画像領域2 1 1と大腿骨画像領域2 1 2との位置関係を第2の位置関係として検出する。

20

【0063】

解析機能1 4 3は、この検出結果も解析結果として生成する。すなわち、解析結果は、更に、断層像2 0 1の大腿部画像領域2 1 1と大腿骨画像領域2 1 2との位置関係(第1又は第2の位置関係)を表す情報を含む。

30

【0064】

図2のステップS 1 0 5は、画像処理回路1 4 0が記憶回路1 6 0から画像処理機能1 4 4に対応するプログラムを呼び出して実行されるステップである。ステップS 1 0 5では、画像処理機能1 4 4は、ステップS 1 0 4で解析された解析結果(断層像2 0 1の大腿部画像領域2 1 1及び大腿骨画像領域2 1 2、大腿骨の向き、大腿部画像領域2 1 1と大腿骨画像領域2 1 2との位置関係)に基づいて、ステップS 1 0 3で取得された説明画像3 0 0に対して回転及び反転の少なくとも一方の処理を行う。画像処理機能1 4 4は、「処理部」の一例である。

【0065】

図2のステップS 1 0 6は、画像処理回路1 4 0が記憶回路1 6 0から表示制御機能1 4 5に対応するプログラムを呼び出して実行されるステップである。ステップS 1 0 6では、表示制御機能1 4 5は、図11に示すように、ステップS 1 0 2で取得された超音波画像2 0 0の断層像2 0 1~2 0 3と、ステップS 1 0 5で実行された上記処理後の説明画像3 0 0とをディスプレイ1 0 3に表示させる。なお、断層像2 0 1~2 0 3のうち、大腿部における所定範囲を指定するとき用いられる断層像(対象断層像)は1つであるため、表示制御機能1 4 5は、全ての断層像2 0 1~2 0 3をディスプレイ1 0 3に表示させる必要はなく、対象断層像である断層像2 0 1と、上記処理後の説明画像3 0 0とをディスプレイ1 0 3に表示させてもよい。表示制御機能1 4 5は、「表示制御部」の一例である。

40

50

【 0 0 6 6 】

ここで、ステップ S 1 0 5、S 1 0 6 の処理により、断層像 2 0 1 に描出される大腿部と、説明画像 3 0 0 が示す大腿部とを同じ向きでディスプレイ 1 0 3 に表示させる場合について、具体例を挙げて説明する。

【 0 0 6 7 】

例えば、図 1 2 に示すように、解析結果において、大腿部画像領域 2 1 1 と大腿骨画像領域 2 1 2 との位置関係が第 1 の位置関係を表している。すなわち、大腿部画像領域 2 1 1 における大腿部の重心 Q 1 が、大腿骨画像領域 2 1 2 における大腿骨の重心 Q 2 に対して右側に位置する。この場合、画像処理機能 1 4 4 は、ステップ S 1 0 3 で取得された説明画像 3 0 0 を反転させず、表示制御機能 1 4 5 は、その説明画像 3 0 0 をディスプレイ 1 0 3 に表示させる。例えば、図 1 2 において、ディスプレイ 1 0 3 には、胎児の大腿部を含む右足を模式的に示す説明画像 3 0 0 が表示される。

10

【 0 0 6 8 】

一方、図 1 3 に示すように、解析結果において、大腿部画像領域 2 1 1 と大腿骨画像領域 2 1 2 との位置関係が第 2 の位置関係を表している。すなわち、大腿部画像領域 2 1 1 における大腿部の重心 Q 1 が、大腿骨画像領域 2 1 2 における大腿骨の重心 Q 2 に対して左側に位置する。この場合、画像処理機能 1 4 4 は、ステップ S 1 0 3 で取得された説明画像 3 0 0 を反転させて、表示制御機能 1 4 5 は、反転処理後の説明画像 3 0 0 をディスプレイ 1 0 3 に表示させる。例えば、図 1 3 において、ディスプレイ 1 0 3 には、反転処理後の説明画像 3 0 0 として、胎児の大腿部を含む左足を模式的に示す説明画像 3 1 0 が表示される。

20

【 0 0 6 9 】

例えば、図 1 4 に示すように、解析結果において、画像の横方向を基準とした場合に大腿骨の向きが反時計回りに角度 だけ傾いていることを表している。この場合、画像処理機能 1 4 4 は、ステップ S 1 0 3 で取得された説明画像 3 0 0 を、反時計回りに角度 だけ回転させて、表示制御機能 1 4 5 は、回転処理後の説明画像 3 0 0 をディスプレイ 1 0 3 に表示させる。例えば、図 1 4 において、ディスプレイ 1 0 3 には、回転処理後の説明画像 3 0 0 として、胎児の大腿部を含む右足を模式的に示し、かつ、角度 だけ回転された説明画像 3 2 0 が表示される。

30

【 0 0 7 0 】

例えば、解析結果において、大腿部画像領域 2 1 1 と大腿骨画像領域 2 1 2 との位置関係が第 2 の位置関係を表し、かつ、画像の横方向を基準とした場合に大腿骨の向きが反時計回りに角度 だけ傾いていることを表している。この場合、画像処理機能 1 4 4 は、ステップ S 1 0 3 で取得された説明画像 3 0 0 を、反転させ、かつ、反時計回りに角度 だけ回転させて、表示制御機能 1 4 5 は、反転及び回転の処理後の説明画像 3 0 0 をディスプレイ 1 0 3 に表示させる。

【 0 0 7 1 】

図 2 のステップ S 1 0 7 は、断層像 2 0 1 と説明画像 3 0 0 とがディスプレイ 1 0 3 に表示されているときに、入力装置 1 0 2 により実施されるステップである。ステップ S 1 0 6 では、操作者は、入力装置 1 0 2 を用いて、対象断層像である断層像 2 0 1 に対して、拡大縮小、回転、移動などの操作を行う。例えば、操作者が入力装置 1 0 2 を用いて断層像 2 0 1 を回転させる回転操作を行った場合（ステップ S 1 0 7 ; Y e s ）、再度、上述のステップ S 1 0 4 ~ S 1 0 6 が実行される。この場合、ステップ S 1 0 4 において、解析機能 1 4 3 は上述の解析結果を生成し、ステップ S 1 0 5 において、画像処理機能 1 4 4 は説明画像 3 0 0 を回転させて、ステップ S 1 0 6 において、表示制御機能 1 4 5 は回転処理後の説明画像 3 0 0 をディスプレイ 1 0 3 に表示させる。

40

【 0 0 7 2 】

一方、上記回転操作等の操作が所定時間内に行われない場合（ステップ S 1 0 7 ; N o ）、後述のステップ S 1 0 8 が実行される。

【 0 0 7 3 】

50

図2のステップS108は、画像処理回路140が記憶回路160から推定機能146に対応するプログラムを呼び出して実行されるステップである。上述のように、超音波診断装置1は、超音波画像を用いることにより、胎児の児頭大横径(BPD)、児頭周囲長(HC)、腹部周囲長(AC)、大腿骨長(FL)、上腕骨長(HL)等のパラメータの他に、胎児の断層像201から大腿部における所定範囲の体積を表すパラメータを計測することができる。推定機能146は、例えば、後述のパラメータ計測処理(図15)により、上記パラメータとして、断層像201から大腿部における所定範囲の体積を算出(計測)する。そして、推定機能146は、上記パラメータを用いることにより推定胎児体重(EFW)を算出(推定)する。

【0074】

ここで、ステップS108の処理の一部(パラメータ計測処理)として、大腿部における所定範囲の体積を計測する処理について具体的に説明する。図15は、第1の実施形態に係る超音波診断装置1のパラメータ計測処理の手順を示すフローチャートである。図16は、第1の実施形態に係る超音波診断装置1の推定機能146による処理の一例を説明するための図である。

【0075】

図15のステップS201では、まず、断層像201に描出される大腿骨の両端が指定される。例えば、図16に示すように、断層像201の大腿骨画像領域212において、大腿骨の両端を示す点P1、P2が指定される。点P1、P2は、推定機能146により指定される。又は、操作者が入力装置102を操作することにより指定される。

【0076】

図15のステップS202では、断層像201に描出される大腿骨の両端を示す点P1、P2が指定された場合、推定機能146は、断層像201に描出される大腿部における所定範囲を決定する。例えば、図16に示すように、断層像201において、大腿骨の両端(点P1、P2)を結ぶ線をLとしたとき、所定範囲Dは、断層像201の大腿部画像領域211の中央部分に相当し、その長さは、大腿骨の両端の長さの半分($1/2L$)に設定されている。

【0077】

図15のステップS203では、推定機能146は、大腿部画像領域211において、所定範囲D内で大腿骨に直交する断面400を、一定の間隔dで複数設定する。例えば、図16に示すように、 $d = D/4$ とした場合、所定範囲Dにおける断面400の数は5となる。

【0078】

図15のステップS204では、表示制御機能145は、複数の断面400をディスプレイ103に表示させる。断面400の表示方法として、表示制御機能145が、大腿部画像領域211における所定範囲Dの複数の断面400と、大腿骨の両端(点P1、P2)が指定された大腿骨画像領域212とを含む新たな表示画像を、断層像201~203や説明画像300と共に、ディスプレイ103に表示させてもよいし、上記表示画像を、断層像201~203や説明画像300とは別に、ディスプレイ103に表示させてもよい。

【0079】

図15のステップS205では、複数の断面400の各々の輪郭が指定される。例えば、図16に示すように、各断面400の輪郭は、推定機能146が断層像201~203の輝度を用いることにより指定される。又は、各断面400の輪郭は、操作者が入力装置102を用いて描画することにより指定される。

【0080】

図15のステップS206では、推定機能146は、各断面400の輪郭と間隔dとを用いて、断層像201に描出される大腿部における所定範囲D内の体積Volを算出する。ここで、体積Volは、数1により表される。

【0081】

10

20

30

40

50

【数 1】

$$\text{Vol} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{N-1} \{(S_i + S_{i+1}) \cdot d\} \quad \dots (1)$$

【0082】

数 1 において、 S_i は、 i 番目の断面 400 の面積を表し、 i は、1 から $(N - 1)$ までの整数を表している。 N は、断面 400 の数を表し、図 16 に示す例では「5」である。そして、推定機能 146 は、算出した体積 Vol をパラメータとして用いることにより、推定胎児体重 (EFW) を算出 (推定) する。

【0083】

上述したように、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置 1 によれば、胎児の一部 (大腿部) を含む領域に対して超音波スキャンが実行されたときに、画像生成機能 141 が、超音波スキャンの結果に基づいて、大腿部を含む領域が画像化された超音波画像 200 を生成し、説明画像取得機能 142 が、大腿部を模式的に示す説明画像 300 を取得する。ここで、超音波スキャンを実行する領域が 3 次元領域である場合、超音波画像 200 は 3 次元画像であり、3 次元画像から断層像 201 が生成される。そして、画像処理機能 144 が、超音波画像 200 (断層像 201) の解析結果に基づいて、説明画像 300 に対して回転及び反転の少なくとも一方の処理を行う。表示制御機能 145 は、上記処理後の説明画像 300 を、超音波画像 200 に基づく画像 (断層像 201) と共にディスプレイ 103 に表示させる。これにより、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置 1 では、超音波画像 200 (断層像 201) に描出される大腿部と、上記処理後の説明画像 300 が示す大腿部とを同じ向きでディスプレイ 103 に表示させるため、操作者が超音波画像 200 (断層像 201) 及び説明画像 300 を見るときの違和感を低減させることができる。その結果、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置 1 では、操作者が超音波画像 200 (断層像 201) を用いた計測を容易に行うことができる。

【0084】

また、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置 1 によれば、解析機能 143 は、超音波画像 200 (断層像 201) を解析し、画像処理機能 144 は、解析機能 143 により解析された解析結果に基づいて、説明画像 300 に対して回転及び反転の少なくとも一方の処理を行う。例えば、解析機能 143 は、超音波画像 200 (断層像 201) から胎児の一部 (大腿部) に含まれる骨 (大腿骨) の向きを解析する。大腿骨の向きは、解析機能 143 により解析された解析結果の一つである。画像処理機能 144 は、大腿骨の向きに基づいて、説明画像 300 を回転させる。そして、表示制御機能 145 は、回転処理後の説明画像 300 を、超音波画像 200 に基づく画像 (断層像 201) と共にディスプレイ 103 に表示させる。これにより、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置 1 では、超音波画像 200 (断層像 201) に描出される大腿部と、回転処理後の説明画像 300 が示す大腿部とを同じ向きでディスプレイ 103 に表示させるため、操作者が超音波画像 200 (断層像 201) 及び説明画像 300 を見るときの違和感を低減させることができる。

【0085】

また、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置 1 によれば、解析機能 143 は、超音波画像 200 (断層像 201) の解析として、超音波画像 200 (断層像 201) から、胎児の一部 (大腿部) を表す画像領域 (大腿部画像領域 211) と、大腿部に含まれる骨 (大腿骨) を表す骨画像領域 (大腿骨画像領域 212) との相互の位置関係を解析する。具体的には、解析機能 143 は、大腿部画像領域 211 が表す大腿部の重心と大腿骨画像領域 212 が表す大腿骨の重心との位置関係を解析する。上記位置関係は、解析機能 143 により解析された解析結果の一つである。画像処理機能 144 は、上記位置関係に基づいて、説明画像 300 を反転させる。そして、表示制御機能 145 は、反転処理後の説明画像 300 を、超音波画像 200 に基づく画像 (断層像 201) と共にディスプレイ 103 に表示させる。これにより、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置 1 では、超音波画像 200 (断層像 201) に描出される大腿部と、反転処理後の説明画像 300 が示す大腿部と

10

20

30

40

50

を同じ向きでディスプレイ 103 に表示させるため、操作者が超音波画像 200 (断層像 201) 及び説明画像 300 を見るときの違和感を低減させることができる。

【0086】

なお、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置 1 によれば、超音波スキャンを実行する領域が 2 次元領域である場合、超音波画像 200 は断層像 201 である。この場合、表示制御機能 145 は、回転及び反転の少なくとも一方の処理後の説明画像 300 を、超音波画像 200 (断層像 201) と共にディスプレイ 103 に表示させる。このように、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置 1 では、超音波スキャンを実行する領域が 2 次元領域である場合であっても、操作者が超音波画像 200 (断層像 201) 及び説明画像 300 を見るときの違和感を低減させることができる。

10

【0087】

また、上述した第 1 の実施形態では、胎児の一部が大腿部である場合について説明したが、実施形態はこれに限定されるものではない。例えば、胎児の一部が上腕部であっても、上述した第 1 の実施形態を適用可能である。

【0088】

また、上述した第 1 の実施形態では、操作者が入力装置 102 を操作することにより、胎児の一部が大腿部であるか上腕部であるかを切り替えられるようにし、大腿部及び上腕部における所定範囲 D 内の体積 V_{ol} を算出するようにしてもよい。

【0089】

また、上述した第 1 の実施形態において、解析機能 143 は、超音波画像 200 (断層像 201) から胎児の一部 (例えば、大腿部) に含まれる骨 (例えば、大腿骨) として骨画像領域 (例えば、大腿骨画像領域 212) を検出し、骨画像領域から骨の向きを検出していたが、骨の向きは常に正確に検出できるとは限らない。例えば、断層像 201 に骨が鮮明に映っていない場合や、骨が映っていても一部のみという場合が考えられる。その場合に、正確に検出されていない骨の向きに基づいて、画像処理機能 144 が説明画像 300 を回転させてしまうと、操作者が超音波画像 200 (断層像 201) 及び説明画像 300 を見る際に、操作者に違和感を与えてしまう可能性がある。

20

【0090】

そこで、図 2 のステップ S104 では、解析機能 143 は、超音波画像 200 (断層像 201) から、胎児の一部 (例えば、大腿部) に含まれる骨 (例えば、大腿骨) として骨画像領域 (例えば、大腿骨画像領域 212) を検出したときに、検出した骨画像領域の信頼度を算出し、図 2 のステップ S105 では、画像処理機能 144 は、解析機能 143 により算出された信頼度が閾値よりも高い場合に、解析機能 143 により解析された解析結果に基づいて、説明画像 300 に対して回転及び反転の少なくとも一方の処理を行うようにしてもよい。

30

【0091】

ステップ S104 において、解析機能 143 により算出される信頼度としては、例えば、骨画像領域の縦横比の信頼度 (以下、「信頼度 R_a 」と記載する)、画面サイズ (断層像 201) に対する骨画像領域の比の信頼度 (以下、「信頼度 R_b 」と記載する)、骨画像領域の輝度分布の分散の信頼度 (以下、「信頼度 R_c 」と記載する) などが挙げられる。ここで、信頼度 R_a 、 R_b 、 R_c を直列モデルで考えた場合、全体の信頼度 R は、 $R = R_a \times R_b \times R_c$ により表される。

40

【0092】

例えば、信頼度 R_a 、 R_b 、 R_c が共に「0.9」である場合、全体の信頼度 R は、「0.729」である。ここで、閾値が「0.7」である場合、信頼度 R 「0.729」が閾値「0.7」よりも高い。この場合、ステップ S105 において、画像処理機能 144 は、解析機能 143 により解析された解析結果に基づいて、説明画像 300 に対して回転及び反転の少なくとも一方の処理を行う。その後、ステップ S106 において、表示制御機能 145 は、上記処理後の説明画像 300 を、超音波画像 200 (断層像 201) と共にディスプレイ 103 に表示させる。このとき、表示制御機能 145 は、超音波画像 20

50

0 (断層像 201) の信頼度として、信頼度 R 「0.729」をディスプレイ 103 に表示させてもよいし、その信頼度 R が閾値よりも高い旨をディスプレイ 103 に表示させてもよい。

【0093】

一方、信頼度 R_a、R_b、R_c がそれぞれ「0.9」、「0.8」、「0.8」である場合、全体の信頼度 R は、「0.576」であるため、信頼度 R 「0.576」が閾値「0.7」以下である。この場合、ステップ S105 において、画像処理機能 144 は、説明画像 300 に対して回転及び反転の少なくとも一方の処理を行わず、ステップ S106 において、表示制御機能 145 は、上記処理が行われない説明画像 300 を、超音波画像 200 (断層像 201) と共にディスプレイ 103 に表示させる。このとき、表示制御機能 145 は、超音波画像 200 (断層像 201) の信頼度として、信頼度 R 「0.576」をディスプレイ 103 に表示させてもよいし、その信頼度 R が閾値以下である旨をディスプレイ 103 に表示させてもよい。

10

【0094】

(第2の実施形態)

第2の実施形態に係る超音波診断装置1の全体構成は、図1に示した構成と同様である。このため、第2の実施形態では、第1の実施形態と重複する説明を省略する。

【0095】

第1の実施形態に係る超音波診断装置1では、説明画像300がビットマップデータである場合について説明した。しかし、ビットマップデータを用いる画像表示方式は、説明画像300を、ドットと呼ばれる点の配列(以下、「ドット配列」と称する)でディスプレイ103に表示させる方式である。このため、表示制御機能145は、回転及び反転の少なくとも一方の処理後の説明画像300をディスプレイ103に表示させる度に、ドット配列を変更する処理を行う必要がある。

20

【0096】

そこで、第2の実施形態に係る超音波診断装置1では、説明画像300がベクトルデータであってもよい。例えば、第2の実施形態では、画像メモリ150が記憶する説明画像300をビットマップデータからベクトルデータに予め変換しておいてもよい。ベクトルデータを用いる画像表示方式は、説明画像300を、点の座標とそれを結ぶ線(ベクター、ベクトル)などの数値データを基にした演算処理を行うことでディスプレイ103に表示させる方式である。このため、表示制御機能145は、回転及び反転の少なくとも一方の処理後の説明画像300をディスプレイ103に表示させる際に、座標変換を行えばよい。従って、第2の実施形態に係る超音波診断装置1では、第1の実施形態に比べて、プロセッサの処理の負担が軽減される。

30

【0097】

また、第2の実施形態に係る超音波診断装置1では、説明画像300がベクトルデータであるため、画質の劣化が生じないという効果もある。例えば、操作者が入力装置102を用いて断層像201を拡大又は縮小させる操作を行った場合、画像処理機能144が上記操作に応じて説明画像300を拡大又は縮小させて、表示制御機能145は、拡大又は縮小後の説明画像300をディスプレイ103に表示させる。説明画像300がビットマップデータである場合は、拡大又は縮小を行うと画質の劣化が生じるが、説明画像300がベクトルデータである場合は、拡大又は縮小を行っても、画質の劣化が生じない。

40

【0098】

(第3の実施形態)

実施形態は、上述した実施形態に限られるものではない。例えば、画像処理回路140は、超音波診断装置1とは別に設置されたワークステーションでもよい。この場合、ワークステーションが、画像処理回路140と同様の処理回路を有し、上述した処理を実行する。

【0099】

また、実施形態で図示した各装置の各構成要素は機能概念的なものであり、必ずしも物

50

理的に図示の如く構成されていることを要しない。すなわち、各装置の分散・統合の具体的な形態は図示のものに限られず、その全部または一部を、各種の負荷や使用状況などに応じて、任意の単位で機能的または物理的に分散・統合して構成することができる。さらに、各装置にて行われる各処理機能は、その全部または任意の一部が、CPUおよび当該CPUにて解析実行されるプログラムにて実現され、或いは、ワイヤードロジックによるハードウェアとして実現され得る。

【0100】

また、上記実施形態で説明した表示方法は、予め用意された画像処理プログラムをパーソナルコンピュータやワークステーション等のコンピュータで実行することによって実現することができる。この画像処理プログラムは、インターネット等のネットワークを介して配布することができる。また、この画像処理プログラムは、ハードディスク、フレキシブルディスク(FD)、CD-ROM、MO、DVD等のコンピュータで読み取り可能な非一時的な記録媒体に記録され、コンピュータによって記録媒体から読み出されることによって実行することもできる。

10

【0101】

以上、説明したとおり、各実施形態によれば、操作者が超音波画像を用いた計測を容易に行うことができる。

【0102】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

20

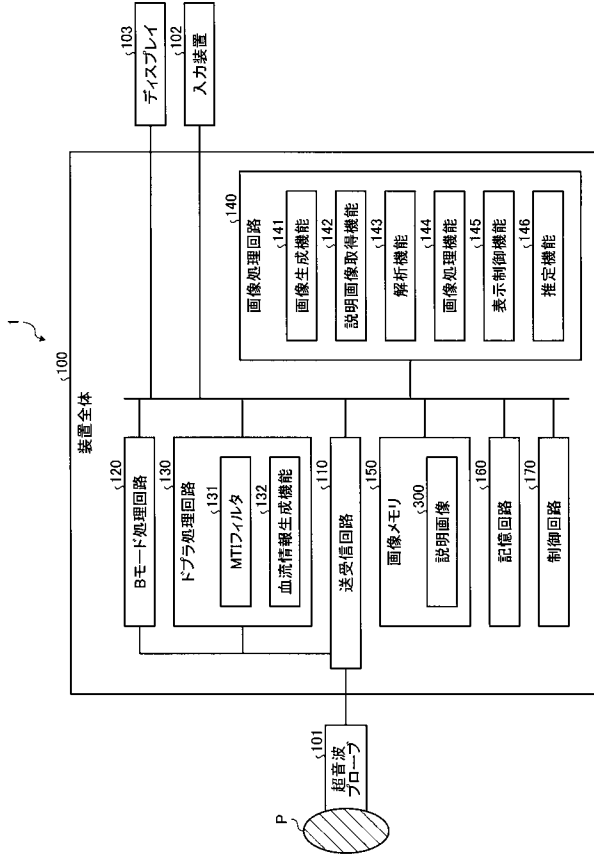
【符号の説明】

【0103】

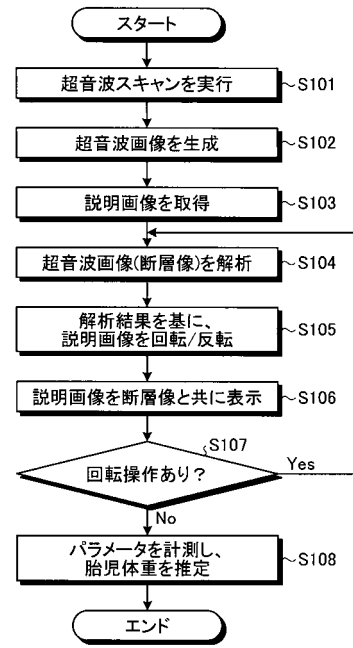
- 101 超音波プローブ
- 103 ディスプレイ
- 141 画像生成機能
- 142 説明画像取得機能
- 143 解析機能
- 144 画像処理機能
- 145 表示制御機能

30

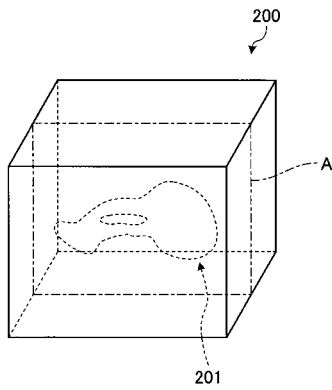
【 図 1 】



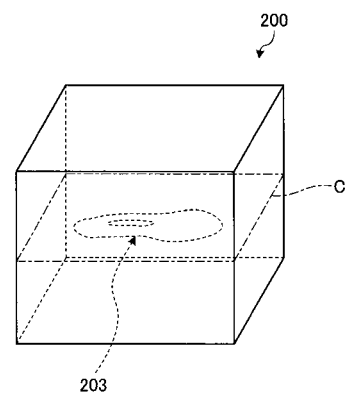
【 図 2 】



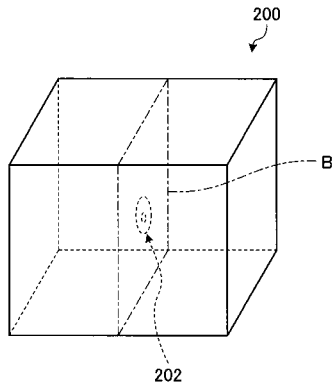
【 図 3 】



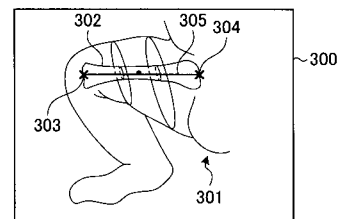
【 図 5 】



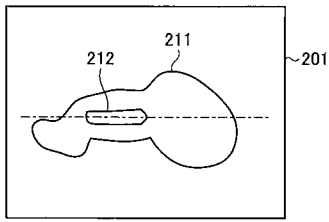
【 図 4 】



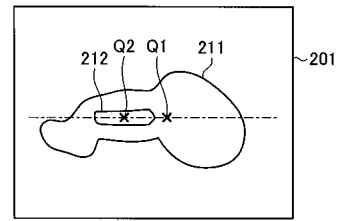
【 図 6 】



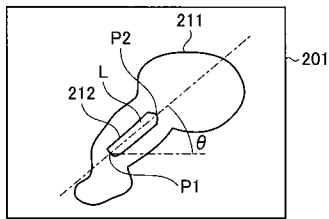
【 図 7 】



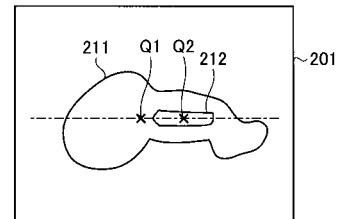
【 図 9 】



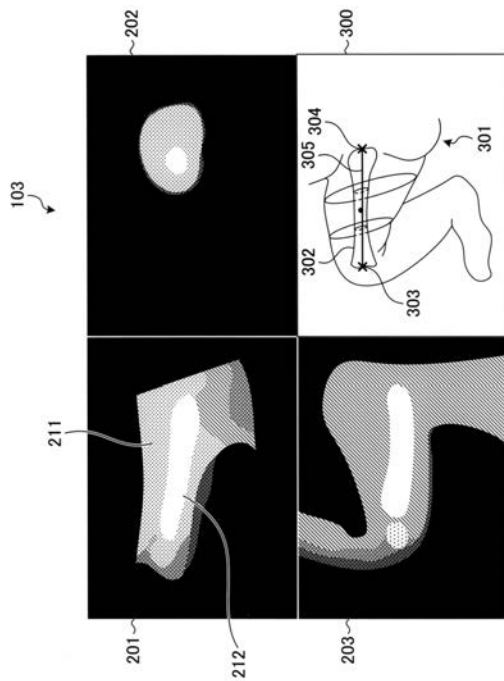
【 図 8 】



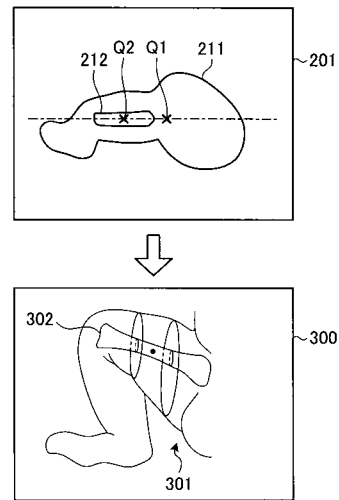
【 図 10 】



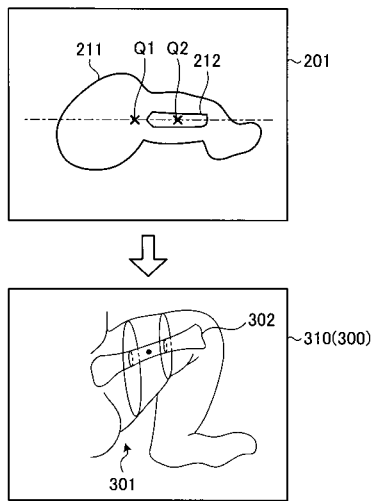
【 図 11 】



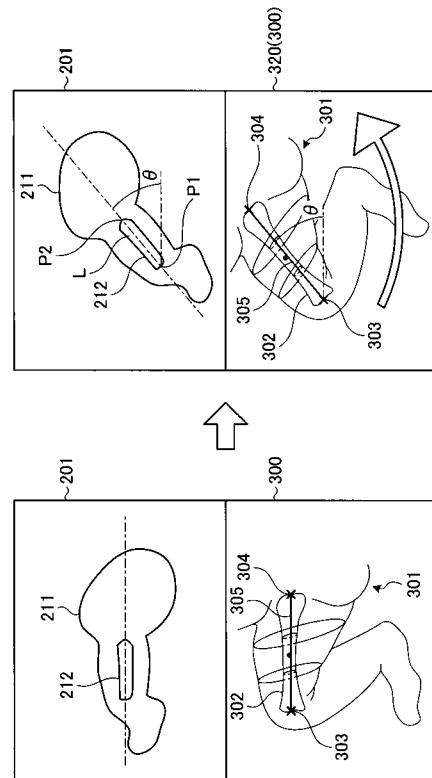
【 図 12 】



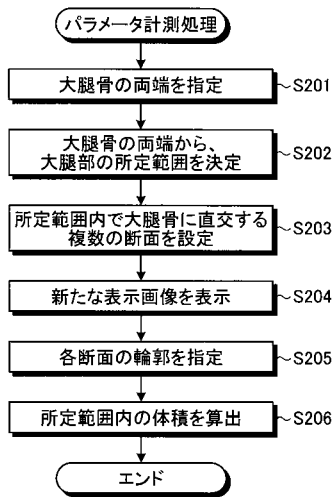
【 図 1 3 】



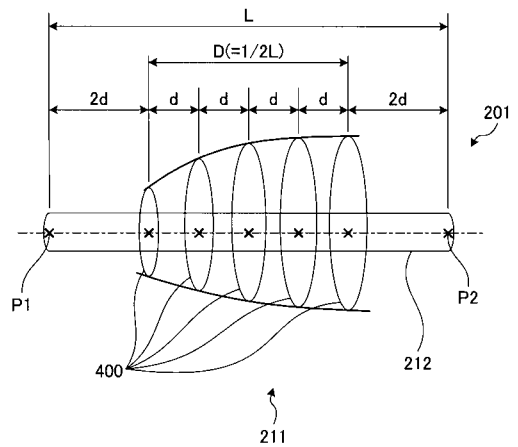
【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4C601 BB02 BB03 BB06 BB16 DD09 DD10 EE11 GB04 GB06 JC09
JC11 JC37 KK07 KK25 KK31 LL07

