

(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2021-29675
(P2021-29675A)

(43) 公開日 令和3年3月1日(2021.3.1)

(51) Int.Cl.
A61B 8/14 (2006.01)

F1
A61B 8/14

テーマコード(参考)
4C601

審査請求 未請求 請求項の数 17 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2019-154069 (P2019-154069)
(22) 出願日 令和1年8月26日 (2019.8.26)

(71) 出願人 000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(74) 代理人 100126240
弁理士 阿部 琢磨
(74) 代理人 100124442
弁理士 黒岩 創吾
(72) 発明者 古徳 雅史
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤ
ノン株式会社内
(72) 発明者 小田切 潤
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤ
ノン株式会社内
Fターム(参考) 4C601 BB03 DD10 EE09 EE11 GA18
GA21 JC06 JC26 KK31 KK35
KK46

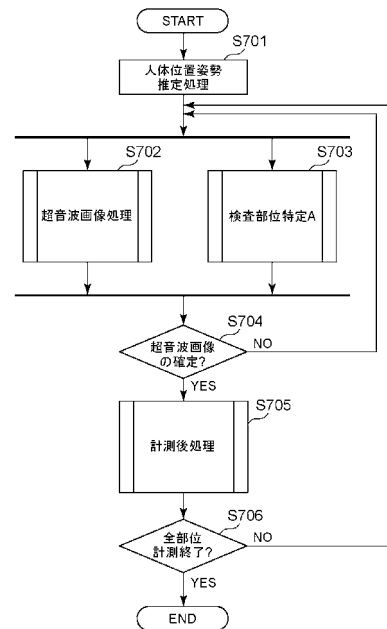
(54) 【発明の名称】 情報処理装置、検査システム及び情報処理方法

(57) 【要約】

【課題】 検査システムによる検査において、より精度よく被検体の検査部位を特定することを可能とする。

【解決手段】 撮像手段によって撮像された、検査デバイスの少なくとも一部を含む第1の画像と被検体の少なくとも一部を含む第2の画像とを取得する取得手段と、前記第1の画像に基づいて、前記検査デバイスの位置を推定する第1の推定手段と、前記第2の画像に基づいて、前記被検体の位置姿勢情報を推定する第2の推定手段と、前記第1及び第2の推定手段による推定結果から、前記被検体の検査部位を特定する部位特定手段と、を有し、前記第2の推定手段は、前記被検体の含まれる複数の学習用画像で予め学習された学習モデルに基づいて、前記第2の画像を入力として、前記被検体の位置姿勢情報を出力することを特徴とする。

【選択図】 図7



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

撮像手段によって撮像された、検査デバイスの少なくとも一部を含む第 1 の画像と被検体の少なくとも一部を含む第 2 の画像とを取得する取得手段と、

前記第 1 の画像に基づいて、前記検査デバイスの位置を推定する第 1 の推定手段と、

前記第 2 の画像に基づいて、前記被検体の位置姿勢情報を推定する第 2 の推定手段と、

前記第 1 及び第 2 の推定手段による推定結果から、前記被検体の検査部位を特定する部位特定手段と、を有し、

前記第 2 の推定手段は、前記被検体の含まれる複数の学習用画像で予め学習された学習モデルに基づいて、前記第 2 の画像を入力として、前記被検体の位置姿勢情報を出力することを特徴とする情報処理装置。

10

【請求項 2】

前記第 1 の推定手段は、前記検査デバイスの位置をフィルタリング処理及び形状認識処理により推定することを特徴とする請求項 1 に記載の情報処理装置。

【請求項 3】

前記第 2 の推定手段は、前記被検体の位置姿勢情報として、前記被検体の複数の関節点とその位置を示す骨格情報を出力することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の情報処理装置。

【請求項 4】

前記部位特定手段は、前記第 1 の推定手段によって推定された前記検査デバイスの位置からの前記複数の関節点までの距離に基づいて、前記被検体の検査部位を特定することを特徴とする請求項 3 に記載の情報処理装置。

20

【請求項 5】

前記部位特定手段は、前記第 1 の推定手段によって推定された前記検査デバイスの位置からの距離が近い関節点ほど、該関節点に大きい重みをつけて評価値を算出し、前記複数の関節点についてそれぞれ算出された評価値に基づいて前記被検体の検査部位を特定することを特徴とする請求項 4 に記載の情報処理装置。

【請求項 6】

前記第 2 の推定手段は、前記被検体の複数の関節点それぞれについて信頼度の情報も出力し、

30

前記部位特定手段は、前記信頼度の情報に基づいて前記被検体の検査部位を特定することを特徴とする請求項 4 または 5 に記載の情報処理装置。

【請求項 7】

前記第 2 の推定手段は、複数の部位について、各部位が前記第 2 の画像に対応する領域の中で存在する確率の分布を示す複数の信頼度分布を出力し、

前記部位特定手段は、前記複数の信頼度分布に基づいて前記被検体の検査部位を特定することを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の情報処理装置。

【請求項 8】

前記複数の部位それぞれに対応する前記複数の信頼度分布において、各信頼度分布の信頼度がピークである位置を該部位を示す前記関節点とすることを特徴とする請求項 7 に記載の情報処理装置。

40

【請求項 9】

前記部位特定手段は、前記第 1 の推定手段によって推定された前記検査デバイスの位置からの距離と前記信頼度分布に基づいて前記複数の部位それぞれについて評価値を算出し、該評価値に基づいて前記被検体の検査部位を特定することを特徴とする請求項 7 に記載の情報処理装置。

【請求項 10】

前記第 1 の推定手段によって前記第 1 の画像を用いて前記検査デバイスの位置を推定する処理負荷は、前記第 2 の推定手段によって前記第 2 の画像を用いて前記被検体の位置姿勢を推定する処理負荷に比べて軽いことを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記

50

載の情報処理装置。

【請求項 1 1】

前記取得手段は 1 回の撮像で得られた画像から前記第 1 及び第 2 の画像を取得することを特徴とする請求項 1 乃至 1 0 のいずれか 1 項に記載の情報処理装置。

【請求項 1 2】

前記第 1 の推定手段は、前記第 1 の画像から前記検査デバイスに配されたマーカを検出することで前記検査デバイスの位置を検出することを特徴とする請求項 1 乃至 1 1 のいずれか 1 項に記載の情報処理装置。

【請求項 1 3】

前記第 1 の推定手段は、前記第 1 の画像から前記検査デバイスに配されたマーカを検出することで前記検査デバイスの位置及び姿勢を検出することを特徴とする請求項 1 乃至 1 1 のいずれか 1 項に記載の情報処理装置。

【請求項 1 4】

被検体の検査を行う検査デバイスと、
検査デバイスの少なくとも一部を含む第 1 の画像と被検体の少なくとも一部を含む第 2 の画像とを撮像する撮像手段と、

前記第 1 の画像に基づいて、前記検査デバイスの位置を推定する第 1 の推定手段と、

前記第 2 の画像に基づいて、前記被検体の位置姿勢情報を推定する第 2 の推定手段と、

前記第 1 及び第 2 の推定手段による推定結果から、前記被検体の検査部位を特定する部位特定手段と、を有し、

前記第 2 の推定手段は、前記被検体の含まれる複数の学習用画像で予め学習された学習モデルに基づいて、前記第 2 の画像を入力として、前記被検体の位置姿勢情報を出力することを特徴とする検査システム。

【請求項 1 5】

撮像手段によって撮像された、検査デバイスの少なくとも一部を含む第 1 の画像と被検体の少なくとも一部を含む第 2 の画像とを取得する取得ステップと、

前記第 1 の画像に基づいて、前記検査デバイスの位置を推定する第 1 の推定ステップと、

前記第 2 の画像に基づいて、前記被検体の位置姿勢情報を推定する第 2 の推定ステップと、

前記第 1 及び第 2 の推定ステップにて推定された推定結果から、前記被検体の検査部位を特定する部位特定ステップと、を有し、

前記第 2 の推定ステップでは、前記被検体の含まれる複数の学習用画像で予め学習された学習モデルに基づいて、前記第 2 の画像を入力として、前記被検体の位置姿勢情報を出力することを特徴とする情報処理方法。

【請求項 1 6】

請求項 1 乃至 1 3 のいずれか 1 項に記載の情報処理装置の制御の各手段の機能を実現するための手順が記述されたコンピュータで実行可能なプログラム。

【請求項 1 7】

コンピュータに、請求項 1 乃至 1 3 のいずれか 1 項に記載の情報処理装置の各手段の機能を実行させるためのプログラムが記憶されたコンピュータが読み取り可能な記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、医療の分野において、医用画像に基づく診断に用いられる情報処理装置、検査システム及び情報処理方法に関する。

【背景技術】

【0002】

医療の分野において、医師は、様々なモダリティ（検査システム）によって撮影された医用画像を用いて診断を行っている。モダリティとしては、超音波診断装置、超音波撮影

10

20

30

40

50

装置（以下、PAT（PhotoAcoustic Tomography）装置と呼ぶ）が挙げられる。また、磁気共鳴映像装置（以下、MRI（Magnetic Resonance Imaging）装置と呼ぶ）、コンピュータ断層撮影装置（以下、X線CT（Computed Tomography）装置と呼ぶ）等が挙げられる。

【0003】

特許文献1には、これらの診断に用いられる医用画像が被検体の何れの部位を撮影したものであるかを、検査システムと被検体との位置関係に基づいて判別（特定）するシステムが開示されている。

【0004】

具体的には、検査中の被検体とプローブを撮影した外観画像から、それぞれのテンプレート画像とのテンプレートマッチングによって被検体とプローブの位置を特定し、それらの位置関係から検査部位を算出する。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2018-175007号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献1に開示のテンプレートマッチングによる画像認識では、カメラの位置や患者、プローブの位置姿勢が記憶されたテンプレート画像が示す限定的な環境、条件下でしか対応できないという課題があった。

20

【0007】

上記課題に鑑み、本発明は、検査システムによる検査において、より精度よく被検体の検査部位を特定することを可能とする情報処理装置、検査システム及び情報処理方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するために、本発明の情報処理装置は、撮像手段によって撮像された、検査デバイスの少なくとも一部を含む第1の画像と被検体の少なくとも一部を含む第2の画像とを取得する取得手段と、前記第1の画像に基づいて、前記検査デバイスの位置を推定する第1の推定手段と、前記第2の画像に基づいて、前記被検体の位置姿勢情報を推定する第2の推定手段と、前記第1及び第2の推定手段による推定結果から、前記被検体の検査部位を特定する部位特定手段と、を有し、前記第2の推定手段は、前記被検体の含まれる複数の学習用画像で予め学習された学習モデルに基づいて、前記第2の画像を入力として、前記被検体の位置姿勢情報を出力することを特徴とする。

30

【0009】

また上記課題を解決するために、本発明の検査システムは、被検体の検査を行う検査デバイスと、検査デバイスの少なくとも一部を含む第1の画像と被検体の少なくとも一部を含む第2の画像とを撮像する撮像手段と、前記第1の画像に基づいて、前記検査デバイスの位置を推定する第1の推定手段と、前記第2の画像に基づいて、前記被検体の位置姿勢情報を推定する第2の推定手段と、前記第1及び第2の推定手段による推定結果から、前記被検体の検査部位を特定する部位特定手段と、を有し、前記第2の推定手段は、前記被検体の含まれる複数の学習用画像で予め学習された学習モデルに基づいて、前記第2の画像を入力として、前記被検体の位置姿勢情報を出力することを特徴とする。

40

【0010】

また上記課題を解決するために、本発明の情報処理方法は、撮像手段によって撮像された、検査デバイスの少なくとも一部を含む第1の画像と被検体の少なくとも一部を含む第2の画像とを取得する取得ステップと、前記第1の画像に基づいて、前記検査デバイスの位置を推定する第1の推定ステップと、前記第2の画像に基づいて、前記被検体の位置姿

50

勢情報を推定する第2の推定ステップと、前記第1及び第2の推定ステップにて推定された推定結果から、前記被検体の検査部位を特定する部位特定ステップと、を有し、前記第2の推定ステップでは、前記被検体の含まれる複数の学習用画像で予め学習された学習モデルに基づいて、前記第2の画像を入力として、前記被検体の位置姿勢情報を出力することを特徴とする。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、検査システムによる検査において、より精度よく被検体の検査部位を特定することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

10

【0012】

【図1】第1の実施形態における検査システムの構成例を示す図。

【図2】第1の実施形態におけるプローブの構成例を示す図。

【図3】第1の実施形態における検査システムの構成例を示すブロック図。

【図4】第1の実施形態における検査システムの全体フローを示す図。

【図5】第1の実施形態における計測処理の処理フローを示す図。

【図6】第1の実施形態における超音波画像処理の処理フローを示す図。

【図7】第1の実施形態における計測処理の変形例1の処理フローを示す図。

【図8】第1の実施形態における人体位置姿勢推定処理の処理フローを示す図。

【図9】第1の実施形態における検査部位特定Aの処理フローを示す図。

20

【図10】第1の実施形態における計測後処理の処理フローを示す図。

【図11】第1の実施形態における計測処理の変形例2の処理フローを示す図。

【図12】第1の実施形態における検査部位特定ブロックBの処理フローを示す図。

【図13】第1の実施形態における検査部位特定ブロックBの処理フローを示す図。

【図14】第1の実施形態における検査システムを用いた計測のイメージ図

【図15】第1の実施形態における検査システムを用いた計測時に得られる表示出力結果のイメージ図。

【図16】第1の実施形態における外観画像と外観画像に収まるプローブに付属のマーカを示すイメージ図。

【図17】第1の実施形態における人体位置姿勢の推定結果としての骨格情報とプローブ位置姿勢の推定結果としての十字線を重畳したイメージ図。

30

【図18】第1の実施形態における超音波画像の計測時のディスプレイに表示される画面のイメージ図。

【図19】第1の実施形態における超音波画像確定後の検査部位の特定の際にディスプレイに表示される画面のイメージ図。

【図20】第1の実施形態の変形例3における検査の様子を示すイメージ図。

【図21】第1の実施形態の変形例3における検査システムを用いた計測時に得られる表示出力結果のイメージ図。

【発明を実施するための形態】

【0013】

40

[第1の実施形態]

実施の一形態について図面を参照して説明する。

【0014】

図1は、本実施形態における検査システムの一例としての超音波診断装置100の全体図を示している。本発明における情報処理装置は、撮像された画像を処理することが可能な任意の電子機器にも適用可能である。これらの電子機器には、例えば携帯電話機、タブレット端末、パーソナルコンピュータ、時計型や眼鏡型の情報端末などが含まれてよい。

【0015】

超音波診断装置100は、超音波診断装置本体1と、超音波プローブ2と、カメラ3と、アーム4と、ディスプレイ5と、コントロールパネル6とを備える。超音波診断装置本

50

体 1 は情報処理装置として各種コントロールユニットと電源、通信 I / F (インターフェース) を備えたコンピュータが筐体に内蔵される。

【 0 0 1 6 】

本実施形態における検査デバイスの一例としての超音波プローブ 2 は、被検者の表面にその先端面を接触させた状態で、超音波の送受信を行う超音波探触子である。超音波プローブ 2 は複数の圧電振動子を内蔵しており、それらは先端面に一次元的に (一列に) 配列されている。超音波プローブ 2 は、各圧電振動子により被検者内に超音波を送信しながらスキャン領域を走査し、被検者からの反射波をエコー信号として受信する。スキャン手法としては、例えば B モードスキャンやドプラモードスキャンなど各種のスキャン手法があるがどの手法でもよい。

10

【 0 0 1 7 】

図 2 は超音波プローブ 2 の外観図を示す。超音波プローブ 2 は、超音波プローブ本体 2 0 1 と、コネクタ 2 0 2 と、マーカーアタッチメント 2 0 3 と、マーカー 2 0 4 と、フリーズボタン 6 a と、確定ボタン 6 b と、を備えている。

【 0 0 1 8 】

カメラ 3 は、超音波診断装置本体 1 に設置されたアーム 4 の先端に設置され、超音波診断装置 1 0 0 の周辺の様子を撮像するのに用いることができる。本実施形態では、主に超音波プローブ 2 を用いた被験者 (被検体) への検査時に検査部位の特定のための外観画像を取得するのに用いられる。具体的には、超音波プローブ 2 を用いた被験者への検査時に被検者の検査部位と超音波プローブ 2 を含む外観画像を撮像する。

20

【 0 0 1 9 】

カメラ 3 は撮像光学系、撮像素子、CPU、画像処理回路、ROM、RAM、少なくとも 1 つの通信 I / F など、一般的なカメラとしての構成を備えるものとする。被写体からの光束がレンズ等の光学素子からなる撮像光学系によって CCD や CMOS センサ等からなる撮像素子に結像され撮像を行う。撮像光学系はレンズ群を備え、カメラ 3 はレンズ群を光軸方向に駆動させることでズーム、フォーカスを制御するレンズ駆動制御部も備える。撮像素子から出力された電気信号を A / D 変換器にてデジタル画像データに変換し、画像処理回路にて各種画像処理が施され、外部装置に出力される。画像処理回路で行われる画像処理の少なくとも一部は、通信 I / F を介して外部装置に出力してから外部装置の処理部にて処理されてもよい。

30

【 0 0 2 0 】

また本実施形態においては、カメラ 3 は主に可視光領域の光を受光して撮像する撮像素子を用いるものとする。しかし、カメラ 3 の例としてはこれに限らず、赤外光領域の光を受光して撮像するカメラであってもよいし、可視光、赤外光など複数の波長領域の光を受光して撮像するカメラを備えていてもよい。また、外観画像に加えて距離計測をも可能とするステレオカメラや、距離計測用として TOF (Time Of Flight) センサを備えたカメラであってもよい。以降、カメラ 3 により撮像された画像をカメラ画像と称することとする。

【 0 0 2 1 】

アーム 4 は、超音波診断装置本体 1 に設置され、被験者の検査部位と超音波プローブ 2 を含む外観画像が撮像可能な位置姿勢にカメラ 3 を配置するために使用される。本実施形態においては、アーム 4 は 5 つのジョイント (関節) を持つシリアルリンク機構のアームである。アーム 4 の先端のカメラ 3 が接続されているジョイントは、ボールジョイントでカメラ 4 の姿勢を簡易に設定可能である。

40

【 0 0 2 2 】

ディスプレイ 5 は、LCD 等の表示デバイスを含み、超音波診断装置本体 1 から入力される画像やメニュー画面、グラフィカルユーザーインターフェース (GUI) などを表示デバイスに表示する。メモリ 8 に記憶されている画像や不揮発性メモリに記録されている画像を表示デバイスに表示する。CPU 7 の制御に基づいて、超音波画像やカメラ画像、ボディマーク画像、プローブマーク画像、部位特定結果を表示するための装置である。こ

50

ここで、ボディマーク画像は、身体の形状を簡易に表現した画像であり、超音波診断装置で一般的に使用されている。また、プローブマークは、ボディマーク画像に重畳して表示されるマークであり、身体の接平面に対して超音波プローブ2がどのような角度で接しているか一目で特定する目的で付与される。

【0023】

コントロールパネル6は、キーボード、トラックボール、スイッチ、ダイヤル、タッチパネル等によって構成される。コントロールパネル6はこれらの操作部材を用いて検査者による超音波プローブ2を用いた撮像やカメラ3を用いた撮像の撮像指示、各種画像の画像表示の指示、画像の切り替え、モード指定、各種設定の指示などの様々な入力操作を受け付ける。受け付けた入力操作信号は超音波診断装置本体1に入力され、CPU7による各部の制御に反映される。タッチパネルである場合にはディスプレイ5と一体であっても良く、検査者がディスプレイ上に表示されたボタンに対してタッチやドラッグの操作を行うことで、超音波診断装置本体1の各種設定や操作をすることができる。

10

【0024】

超音波プローブ2から信号を順次取得してメモリ8の超音波画像が更新されている状態において、検査者によりフリーズボタン6aが操作されると、超音波プローブ2からの信号が停止し、超音波画像のメモリ8の更新が一時停止される。このとき、カメラ4からの信号も停止し、カメラ画像のメモリ8の更新が一時停止される。カメラ画像のメモリ8の更新が停止された状態からフリーズボタン6aが操作された場合、再度、超音波プローブ2から信号を受信して、超音波画像のメモリ8の更新が開始され、同様にしてカメラ画像の更新も開始される。フリーズボタン6aの押下により超音波画像がひとつに定まっているとき、検査者により確定ボタン6bが操作されると、CPU7が超音波画像を不揮発性メモリ9に保存する。また、フリーズボタン6aと確定ボタン6bは、コントロールパネル6ではなく、超音波プローブ2に備えても良い。

20

【0025】

図3は、超音波診断装置本体1の構成を示すブロック図である。超音波診断装置本体1は、内部バス17に対して、送受信部12と、信号処理部13と、画像生成部14と、カメラ制御部15と、CPU7と、メモリ8と、不揮発性メモリ9と、通信I/F10と、を備えている。内部バス17に接続される各部は、内部バス17を介して互いにデータのやり取りを行うことができるように構成される。

30

【0026】

メモリ8は、例えばRAM(半導体素子を利用した揮発性のメモリなど)からなる。CPU7は、例えば不揮発性メモリ9に格納されるプログラムに従い、メモリ8をワークメモリとして用いて、超音波診断装置本体1の各部を制御する。不揮発性メモリ9には、画像データや被験者(被検体)のデータ、CPU7が動作するための各種プログラムなどが格納される。不揮発性メモリ9は、例えば(HD)やROMなどで構成される。

【0027】

送受信部12は、超音波プローブ2に電力を供給、制御信号を送信、エコー信号を受信するなどのために少なくとも1つの通信I/Fを備える。送受信部12は、例えばCPU7からの制御信号に基づき超音波プローブ2に超音波ビームを送信させるための信号を供給する。更に、送受信部12は、超音波プローブ2からの反射信号、すなわちエコー信号を受信し、その受信信号に対して整相加算を行い、その整相加算により取得した信号を信号処理部13に出力する。

40

【0028】

信号処理部13は、Bモード処理部(あるいはBcモード処理部)やドプラモード処理部、カラードプラモード処理部などを有している。Bモード処理部は、公知の処理により送受信部12から供給された受信信号の振幅情報の映像化を行い、Bモード信号のデータを生成する。ドプラモード処理部は、公知の処理により送受信部12から供給された受信信号からドプラ偏移周波数成分を取り出し、さらに、FFT(Fast Fourier Transform)処理などを施し、血流情報のドプラ信号のデータを生成する。

50

カラードブラモード処理部は、公知の処理により送受信部 1 1 から供給された受信信号に基づいて血流情報の映像化を行い、カラードブラモード信号のデータを生成する。信号処理部 1 2 は、生成した各種のデータを画像生成部 1 4 に出力する。

【 0 0 2 9 】

画像生成部 1 4 は、信号処理部 1 3 から供給されたデータに基づいて公知の処理によりスキャン領域に関する二次元や三次元の超音波画像を生成する。例えば、画像生成部 1 4 は、供給されたデータからスキャン領域に関するボリュームデータを生成する。生成したボリュームデータから M P R 処理（多断面再構成法）により二次元の超音波画像のデータやボリュームレンダリング処理により三次元の超音波画像のデータを生成する。画像生成部 1 4 は、生成した二次元や三次元の超音波画像をディスプレイ 5 に出力する。なお、超音波画像としては、例えば、B モード画像やドブラモード画像、カラードブラモード画像、M モード画像などがある。

10

【 0 0 3 0 】

なお、図 3 における送受信部 1 2、信号処理部 1 3、画像生成部 1 4、カメラ制御部 1 5 はそれぞれ A S I C やプログラマブルロジックアレイ（P L A）などのハードウェアによって実現されてもよい。また、C P U や M P U 等のプログラマブルプロセッサがソフトウェアを実行することによって実現されてもよい。また、ソフトウェアとハードウェアの組み合わせによって実現されてもよい。

【 0 0 3 1 】

カメラ制御部 1 5 は、カメラ 3 に電力を供給、制御信号を送受信、画像信号を送受信するなどのために少なくとも 1 つの通信 I / F を備える。なお、カメラ 3 は超音波診断装置本体 1 からの電力供給を受けず、単体で駆動するための電源を備えていてもよい。また、カメラ制御部 1 5 は通信 I / F を介してカメラ 3 に制御信号を送信することでカメラ 3 のズーム、フォーカス、絞り値など各種撮像パラメータを制御することが出来る。カメラ 3 が自動でパンチルト可能な雲台を備え、パンチルト制御信号も受信し、パンチルト駆動による位置姿勢制御が可能な構成となってもよい。この他、アーム 4 の先端にカメラ 3 の位置姿勢を電動で制御するための駆動部および駆動制御部を備えて、カメラ制御部 1 5 あるいは C P U 7 からの制御信号に基づきカメラ 3 の位置姿勢を制御してもよい。

20

【 0 0 3 2 】

< 処理の流れ >

図 4 は、超音波診断装置 1 0 0 による検査処理全体の動作を行うための C P U 7 の処理フローを示すフローチャートである。すなわち、以下の各ステップは C P U 7 あるいは C P U 7 の指示により各部で実行されるものとする。

30

【 0 0 3 3 】

ステップ S 4 0 1 において C P U 7 は、検査者操作に応じて電源を O N にし、不揮発性メモリ 9 に記憶された O S（オペレーティングシステム）をロードして起動した後に、ステップ S 4 0 2 において自動的に超音波診断アプリ（アプリケーション）を起動する。このときディスプレイ 5 には起動画面の画像信号を送信し、表示させる。

【 0 0 3 4 】

超音波診断アプリの起動後、初期化処理を経てディスプレイ 5 の表示画面は被験者情報登録画面に移行させ、ステップ S 4 0 3 において、検査者のコントロールパネル 6 への操作に応じて被験者情報の登録指示を受け付ける。被験者情報とは、被験者の病状に応じた検査部位（乳腺、心臓、動脈、腹部、頸動脈、甲状腺、静脈、等）、被験者 I D、氏名、性別、生年月日、年齢、身長、体重、入院か外来か、などである。被験者情報の入力後、検査者の操作により、コントロールパネル 6（ディスプレイ上あるいは操作パネル上）の開始ボタンが押下されると、C P U 7 は被験者情報をメモリ 8 あるいは不揮発性メモリ 9 に保存する。その後、ディスプレイ 5 の表示画面を超音波診断アプリによる計測画面の表示に移行させる。

40

【 0 0 3 5 】

また、ステップ S 4 0 3 において、C P U 7 は検査部位を手動で設定するか、自動で設

50

定するかの設定を受け付ける。検査部位を手動で設定する設定がされた際のフローについては、図5を用いて後述する。検査部位を自動で設定する設定がされた際のフロー（変形例1、変形例2）については、図7および図11を用いて後述する。

【0036】

超音波診断アプリの計測画面に移行した後、ステップS404において検査者の操作に応じた超音波診断の計測処理がおこなわれる。計測処理の詳細は後述する。

【0037】

全ての部位を検査し終わったとき、ステップS405において、CPU7は検査によって得られた検査データを不揮発性メモリ9あるいは不図示の外部メディアに保存するか、または通信I/F10を介して外部装置（外部サーバ）へ転送する。

10

【0038】

全ての処理が終了し、検査者の操作によって電源OFFの操作がなされると、CPU7はステップS406で超音波検査アプリおよびOSの終了処理を行い、一連の処理を終了する。

【0039】

図5は、検査者によって検査部位を手動で設定するように設定された場合の、図4のステップS404に記した計測処理のフローを示すフローチャートである。以下の各ステップはCPU7あるいはCPU7の指示により各部で実行されるものとする。

【0040】

ステップS501において、超音波プローブ2から受信するエコー信号に対して、信号処理および画像処理を施すことで超音波画像を生成してディスプレイ5に表示する。ステップS501における超音波画像処理の詳細は後述する。

20

【0041】

検査者はディスプレイ5に表示されている超音波画像を確認して、所望の超音波画像が得られる状態になったとき、検査者の操作に応じてCPU7は超音波画像を確定し、ステップS502においてCPU7は超音波画像をメモリ8に保持する。

【0042】

ステップS503において、検査した部位がどこであるかの情報を記録するために、検査者の操作に応じてボディマークおよびプローブマークといった検査部位が設定される。また、検査者の操作に応じて、ディスプレイ5にコメントや矢印などのアノテーションが

30

【0043】

検査者の操作によって確定ボタンが押下されると、ステップS504において、検査部位の情報がメモリ8に保持される。

【0044】

ある検査部位の計測処理が終了したとき、ステップS505において、CPU7は、予め検査内容に応じて決まっている検査部位を全て計測したかどうかの判定をおこなう。もし、まだ検査していない部位が残っていた場合には、再度ステップS501の計測処理に戻る。検査内容の情報は予め不揮発性メモリ9に検査部位や症状に応じて分類され記録されたものから検査者の操作に応じて選択され、設定されるものとする。検査部位の計測処理が全て終了したと判定された場合、ステップS404の処理を終了する。

40

【0045】

図6は、ステップS501の超音波画像処理の詳細なフローを示すフローチャートである。以下の各ステップはCPU7あるいはCPU7の指示により信号処理部13や画像生成部14で実行されるものとする。

【0046】

上述した通り、超音波プローブ2は検査デバイスの一例であり、各圧電振動子により被検者内に超音波を送信しながらスキャン領域を走査し、被検者からの反射波をエコー信号（超音波信号）として受信する。本実施形態では、超音波プローブ2は検査者が手に持って操作できるようになっている。超音波プローブ2から送られた超音波信号を、ステップ

50

S 6 0 1において、信号処理部 1 3 及び画像生成部 1 4 により信号処理および画像処理し超音波画像を生成して、C P U 7 がディスプレイ 5 に表示する。検査者は所望の画像を得るために、ディスプレイ 5 に表示された超音波画像を確認しながら、コントロールパネル 6 を用いてさらに各種処理パラメータを調整し補正を行うことができる。すなわちステップ S 6 0 2 においてコントロールパネル 6 によって受け付けられた操作信号に応じて各種パラメータ（モードやゲイン、フォーカス、エコーレベル、等）が変更され、変更後の超音波画像が再生成されディスプレイ 5 に表示される。

【 0 0 4 7 】

超音波プローブ 2 にはフリーズボタン 6 a が設けられており、フリーズボタン 6 a が押下されたか否かをステップ S 6 0 3 で判断する。フリーズボタン 6 a が押下されない場合、ステップ S 6 0 1 とステップ S 6 0 2 を繰り返す。フリーズボタン 6 a が押下された場合、所望の超音波画像が取得されたとして、C P U 7 はその時点において撮像、生成された超音波画像をディスプレイ 5 に表示して、超音波画像処理の処理フローを終える。

【 0 0 4 8 】

図 7 は、検査者によって検査部位を自動で設定するよう設定された場合の、図 4 のステップ S 4 0 4 の計測処理の詳細なフローの別の様態を示すフローチャート図である。以下の各ステップは C P U 7 あるいは C P U 7 の指示により各部で実行されるものとする。

【 0 0 4 9 】

変形例 1 では、図 5 のステップ S 5 0 3 において、検査者操作に応じておこなっていた検査部位の設定を自動化する。

【 0 0 5 0 】

ステップ S 7 0 1 において、C P U 7 はカメラ制御部 1 5 にカメラ 3 を起動・制御させ、被験者を含む画像を撮像させる。図 1 4 に本実施形態における検査システムを用いた計測のイメージ図を示す。このとき、検査者はアーム 4 を動かすことでカメラ 3 を被験者の一部を画角に含む適切な位置姿勢に配置し、コントロールパネル 6 あるいはカメラ 3 にあらかじめ配されたシャッターボタン等の操作部材を用いた操作によってカメラ 3 で撮像する。またこれに限らず、カメラ 3 の位置姿勢制御、撮像制御のための各ステップのうち、少なくとも 1 つを自動化してもよい。すなわち、アーム 4 の先端にパンチルト機構を備えた雲台つきのカメラ 3 が取り付けられている実施形態では、まずカメラ制御部 1 5 によってカメラ 3 の位置姿勢を適切な位置姿勢に駆動制御する。具体的には、被験者を現在のカメラ位置姿勢における撮像画像から画像解析等で検出し、両者の少なくとも 1 つが画角に含まれるようにパンチルト制御によってカメラ 3 の位置姿勢を制御する。現在のカメラ 3 の位置姿勢における撮像画像から被験者の一部が検出できない場合は、異なる画角にカメラをパンチルトして検出できるまで所定回数、移動と撮像を繰り返す。カメラ 3 が適切な位置姿勢に制御された後、C P U 7 はカメラ 3 により被験者の一部を含む外観画像を撮像させ、外観画像を取得する。また、被験者の位置姿勢の推定処理のために複数画角（複数視点、複数の位置姿勢）の撮像画像が必要であれば複数の位置姿勢にカメラ 3 を駆動制御した上で複数回の撮像を行わせてもよい。

【 0 0 5 1 】

C P U 7 はカメラ 3 から取得した外観画像からベッド等に横たわった被験者の位置姿勢の推定を行い、推定結果をディスプレイ 5 に表示させる。検査者のコントロールパネル 6 に対する操作に応じて被験者の位置姿勢の推定結果が確定されると、その時点での被験者の位置姿勢をメモリ 8 に保持する。画角内に収めた被験者の位置姿勢の推定処理と超音波プローブ 2 の位置姿勢の推定処理と、両推定結果に基づく検査部位の特定処理の詳細は後述する。

【 0 0 5 2 】

その後、ステップ S 7 0 2 の超音波画像処理のフローとステップ S 7 0 3 の検査部位特定 A のフローとが並列に処理される。

【 0 0 5 3 】

ステップ S 7 0 2 は、先に図 6 を用いて説明したステップ S 5 0 1 における超音波画像

10

20

30

40

50

処理のフローと同等のフローである。

【0054】

ステップS703において、CPU7はカメラ3から取得した外観画像を使って自動で検査部位を推定し、推定結果をディスプレイ5に表示する。詳細は後述する。

【0055】

検査者の操作によって超音波プローブ2のフリーズボタン6aが押下されると、超音波プローブ2からの超音波信号に基づくディスプレイ5の超音波画像の更新が停止され確定される。超音波画像が確定されるとともにあるいは次いで、フリーズボタン6aが押下された際の検査部位の推定結果をディスプレイ5に表示し、ステップS702およびステップS703を抜ける。

10

【0056】

ステップS704において、図18に示すようにステップS701～ステップS703において得られた超音波画像、外観画像、検査部位特定(推定)情報がディスプレイ5に表示された状態で超音波画像の確定指示を受け付ける。超音波画像1801、表示外観画像1803は各々の周期で順次更新され、検査部位特定情報1802はステップS703で特定(あるいは推定されてまだ検査者による特定指示はされていない)現時点での部位情報がそれぞれディスプレイ5に表示される。ここでCPU7は、表示外観画像1803は予めステップS403で受け付けた大まかな検査部位情報あるいは特定された部位情報に基づいてカメラ3からの外観画像の一部を切り出し、回転、リサイズして表示してもよい。超音波画像が所望のものであれば、検査者の操作による確定ボタン6bの押下に応じてステップS705に進み、記録、表示等の後処理をおこなう。超音波画像が所望のものでなければ検査者は確定ボタン6bを押下しない、あるいは他の所定の操作を行うことでステップS702およびステップS703の並列処理に戻る。

20

【0057】

ステップS706において、CPU7は、予め検査内容に応じて決まっている検査部位を全て計測したかどうかの判定を行う。まだ検査していない部位が残っていた場合には、再度ステップS702およびステップS703の並列処理に戻る。本実施形態では、複数の検査部位を検査する検査内容を予め不揮発性メモリ9に記憶しておき、ステップS706にて判定しているが、1の検査部位の撮像、保存が完了したら上記判定を行わずフローが終了するような形態でもよい。

30

【0058】

図8は、図7のステップS701の人体位置姿勢の推定処理の詳細なフローを示すフローチャートである。以下の各ステップはCPU7あるいはCPU7の指示により各部で実行されるものとする。

【0059】

ステップS801において、CPU7はカメラ制御部15によって図15(a)に示すように、カメラ3でベッド等に横たわった被験者を撮像させる。カメラ3では所定のフレームレートで順次撮像が行われ、CPU7はカメラ制御部15の通信I/Fを介して外観画像を受信し、順次ディスプレイ5に表示する。

40

【0060】

検査者はディスプレイ5に表示される外観画像を確認しながら、少なくとも被験者の一部で着目している検査部位がカメラ3の画角に収まるようにアーム4の位置を調節する。なお、ディスプレイ5には、表示された外観画像内のどの位置に被験者の検査部位がくるように検査者がカメラ3の配置を調整すべきか、ガイドするための線を表示してもよい。このときガイドするための線(すなわち表示画像上に重畳するGUIデータ)は検査部位の情報などに対応付けて予め不揮発性メモリ9に記憶しておく。

【0061】

ステップS802において、外観画像として取得したカメラ3からの画像に基づき画像解析処理により人体の位置姿勢を推定する。本実施形態では、人体の位置姿勢情報として、各関節等の特徴点の位置座標などからなる骨格情報を出力する。関節等とは、鼻、首、

50

右肩、右肘、右手首、左肩、左肘、左手首、中央尻、右尻、右膝、右踝、左尻、左膝、左踝、右目、左目、右耳、左耳、左親指、左小指、左踵、右親指、右小指、右踵、等である。画像から骨格情報を得る手段としては機械学習（ディープラーニング）の方法を使って学習した学習器を用いる。本実施形態では、被検体としての人体の含まれる複数の学習用画像と各学習用画像における骨格情報（関節等の確率分布）の正解情報とのセットで予め学習された学習モデル（学習器）を用いる。本方法では、カメラ（ステレオカメラ、赤外線カメラ、TOFカメラを含む、）から得られる情報が、輝度画像のみ、深度画像のみ、その両方の画像のいずれであっても、骨格情報を2D座標または3D座標で取得することが可能である。このような学習器として、例えば、カーネギーメロン大学のOpenpose（登録商標）などが知られている。本実施形態では、機械学習が行われた学習器で推定する位置姿勢情報（骨格情報）を配列またはリストなどの形でメモリに保持する。具体的には、上述したような関節等の複数の部位について、各部位が画像内で存在する確率の分布を示す情報が、推定された位置姿勢情報として出力される。画像上で部位 n （ n は整数）が存在する信頼度の分布（確率分布）を $R_n(x, y)$ とすると、骨格情報としての出力 R は $R = \{ R_n(x, y) \mid n = 1, 2, \dots, N, N \text{は整数} \}$ で表される。また、 $R_n(x, y)$ は画像上の全領域の信頼度の分布でなくてもよく、閾値より大きい信頼度を有する領域だけの信頼度の分布であってもよい。また、 $R_n(x, y)$ として信頼度のピーク値だけをその座標と関連付けて保持していてもよい（例えば部位3：右肩、信頼度：0.5、座標： $(x, y) = (122, 76)$ ）。

10

20

30

40

50

【0062】

出力された R において、各部位の信頼度のピーク値の位置（すなわち最も各部位が存在する確率が高く検出された位置）を抽出し、この情報を元に骨格情報を可視化したものの一例が図15（b）のような画像である。

【0063】

なお、本実施形態では、画像から学習済み学習器を使って骨格情報を得るための前処理として、ノイズ除去や歪補正、色変換、輝度、色の諧調補正などの画質の補正、画像の回転やフリップ等を行う。補正のためのパラメータは撮像するカメラ3の機種、撮像時の撮像条件などに応じてテーブル化されて不揮発性メモリ9に記憶されているものとする。入力される外観画像にこの補正パラメータを用いて補正処理を施し、学習で用いたデータセットの画像の撮像条件に近づけることでより精度よく推論を行う。例えば、暗い室内で撮像した画像には画像を明るく補正する際に高感度ノイズが生じ、学習で用いたデータセットと傾向が異なる場合が考えられる。そのような場合には入力される外観画像に対して高感度ノイズを除去する処理を掛けるのが好ましい。同様に、カメラ3のレンズが広角で周辺の歪が大きい場合には、入力される外観画像に対して歪補正を行うのが好ましい。また、データセットにある画像は頭が上であるものばかりであるような場合には、画像を頭が上になるように回転あるいはフリップして入力するのが好ましい。また、画像を何かしらの処理で変換した画像で学習させている場合には、入力画像も同様に変換させてから学習器に入力するのが好ましい。

【0064】

図15（b）に示すように、ステップS802においては、検査者や周囲の人間の骨格情報も一緒に取得されている可能性がある。そのため、ステップS803において、CPU7は、ステップS802で得られた骨格情報の画像から被験者の骨格情報を特定する。

【0065】

被験者の骨格情報の特定の方法としては、例えば以下のような方法が考えられる。1つの方法は、顔認証の処理と組み合わせる方法である。CPU7は外観画像から不揮発性メモリ9にあらかじめ登録されている検査者の顔を認証する。検査者の顔が認証され検出された場所と、ステップS802で検出した骨格情報の中で顔の部位として検出された部分（目、鼻、耳、等）との距離関係から、検査者の骨格情報と被験者の骨格情報とを識別する。

【0066】

他の方法としては、超音波診断装置 1 を識別し超音波診断装置 1 からの平面的（画像 X Y 方向）あるいは立体的（Z 方向）距離関係から検査者と被験者とを識別してもよい。さらに他の方法としては、骨格情報の関節点の位置の関係から姿勢の種類を識別し、検査者と被験者とを識別する。さらに他の方法としては、カメラ 3 の画角を調整する際に決められた領域に被験者が写るように手続き化しておき、骨格情報の位置から被験者を識別する。

【0067】

本実施形態では、上記識別手法の少なくとも 1 つを実行して検査者と被験者を特定し、特定された被験者の位置姿勢情報を図 15（c）のように可視化するものとする。

【0068】

ステップ S 8 0 4 において、CPU 7 は、このようにして推定された被験者の位置姿勢情報を、カメラ 3 からの表示画像に重畳させた図 15（d）のような画像をディスプレイ 5 に表示させる。

【0069】

CPU 7 がディスプレイ 5 に表示させる画像は、カメラで取得した画像を直接利用するのではなく、プライバシーに配慮して、公知の画像処理によりアバターやアニメーションに置換、あるいは 3 D モデルに変換させて表示を行ってもよい。

【0070】

ステップ S 8 0 5 において、CPU 7 は、検査者の操作に応じてフリーズボタン 6 a が押下されると、ディスプレイ 5 に順次表示されていた外観画像に基づく被験者の骨格情報（位置姿勢情報）の推定結果の更新が終わり、ステップ S 8 0 6 に進む。フリーズボタン 6 a が押下されなければステップ S 8 0 1 に戻って位置姿勢情報の推定を継続しておこなう。

【0071】

ステップ S 8 0 5 においてフリーズボタン 6 a が押下された後、ステップ S 8 0 6 において、検査者によってディスプレイ 5 に表示される位置姿勢情報の推定結果に問題がないことを検査者が確認して確定ボタンを操作すると人体位置姿勢の推定処理は終了する。ステップ S 8 0 6 において所望の位置姿勢の結果が得られなければステップ S 8 0 1 に戻って繰り返し位置姿勢の推定を行う。

【0072】

ここで、ステップ S 8 0 6 において検査者による確認を待つのは、被験者の姿勢が所望のものでなかったり、カメラアングルがよくなかったり、位置姿勢検出結果が人の目で見たものと著しく乖離していた場合などに対処するためである。

【0073】

また、他の実施形態として、ステップ S 8 0 5、ステップ S 8 0 6 を省略（無視）してもよい。すなわち、検査者から後段の検査部位の特定処理が適切と判断され、確定操作が行われるまで、人体の位置姿勢情報は所定の時間間隔で更新され続けてもよい。

【0074】

なお、本実施形態では人体の位置姿勢を推定する方法として、骨格情報（関節情報）を用いたが、メッシュ状の情報により人間の 3 D 形状を推定させてもよい。このような技術も機械学習（器）を用いて実現が可能である。すなわち、被検体の含まれる複数の学習用画像と各学習用画像におけるメッシュ状の情報の正解情報とのセットで予め学習された学習器を用いてもよい。

【0075】

図 9 は、図 7 のステップ S 7 0 3 における検査部位特定 A の詳細な動作を示すフローチャートである。以下の各ステップは CPU 7 あるいは CPU 7 の指示により各部で実行されるものとする。

【0076】

ステップ S 9 0 1 において、CPU 7 は、カメラ 3 から超音波プローブ 2 を含む外観画像（画像データ）をカメラ制御部 1 5 の通信 I / F を介して取得する。先のステップにお

10

20

30

40

50

いて被験者を含むようにカメラ3の画角が調整されているのでそのまま撮像してもよいが、超音波プローブ2がより検出しやすい画角になるようにパン制御、チルト制御、ズーム制御等の少なくとも1つが行われてもよい。図16にカメラ3の画角を被験者主体の外観画像から超音波プローブ2主体の画角に調整した場合の画角の変化と撮像される画像のイメージ図を示す。

【0077】

ステップS902において、取得した外観画像を解析して超音波プローブ2の位置姿勢を求める。具体的には、CPU7は、外観画像からエッジ検出のためのフィルタ処理、2値化処理、判定処理、形状認識処理などを含む画像認識処理により超音波プローブ2に設けられた複数のARマーカー（各マーカーに複数のコーナーが設けられている）を検出する。ここで、画像認識をより精度よく行うために、CPU7がカメラ3から取得した外観画像にさらにシャープネス、ゲイン、ノイズリダクション等の画像処理を行ってもよい。超音波プローブCPU7は超音波プローブ2に設けられたARマーカーを検出し、検出されたARマーカーに存在する複数のコーナーの位置関係、コーナーの形成する図形のサイズ、歪み具合などから超音波プローブ2の位置姿勢を算出する。超音波プローブ2は剛体であるから、ARマーカーと超音波プローブ2の検査面との関係は計算で求めることができる。このARマーカーは図16や図19(b)に示すように、マーカーアタッチメント204上に複数（好ましくは3以上）配置されるのが好ましい。超音波プローブ2の向きやコネクタ202の配置によらず、カメラ3に映るARマーカーの少なくとも1つは取得できるように超音波プローブ2の周上に所定間隔ごとに配置される。本実施形態では、CPU7は超音波プローブ2の位置姿勢に関する出力として、以下を出力する。すなわち、外観画像における位置情報（画像座標情報、 (x, y) ）と、カメラを基準とした3次元実空間における位置情報 (x, y, z) 及びプローブの向きを表すベクトル情報（方向ベクトル $d = (x, y, z)$ ）からなる位置姿勢情報とを出力するものとする。位置情報 (x, y) はステップS903で検査部位を特定する処理に用いられる。また、位置姿勢情報 (x, y, z) , d は、ステップS904においてディスプレイ5に表示される画面において、ポディマーク中の検査部位に対するプローブの位置姿勢を視認可能に表示するために用いられる。しかしこれに限らず、検査部位の特定処理に位置姿勢情報を用いてもよいし、表示処理時に単に位置情報のみを表示するようにしてもよい。

【0078】

なお、超音波プローブ2の位置姿勢を計算で求められれば、ARマーカーでなくとも、LEDや再帰反射マークやその他のようなものを超音波プローブ2の位置姿勢を求めるための基準（指標）に使用してもよい。

【0079】

このように、超音波プローブ201は一般的に剛体で位置姿勢が限られるため、ARマーカー等の所定のパターンを用いた画像認識というルールベースの処理で位置姿勢を検出する。これにより、検出精度が出やすく、機械学習を行った学習済の学習器を用いた手法に比較してより低処理コストで高速に位置姿勢を求めることが可能である。

【0080】

ステップS903において、CPU7は、ステップS701で先に求めてメモリ8に保持している被験者の位置姿勢の推定結果 (R) とステップS902で求めた超音波プローブ2の位置情報 (x, y) との関係から、検査部位を特定する。本実施形態では、各骨格情報において検査部位としての評価値が高いものから複数の検査部位候補を特定結果として出力する。

【0081】

被験者の位置姿勢の情報として、骨格情報 R が取得されている場合の検査部位の特定方法としては以下のような方法がある。

【0082】

例えば、各部位の信頼度分布 $R_n(x, y)$ において信頼度がピーク値である位置、すなわち各部位である信頼度が最も高い位置の座標（単に各部位の座標とよぶ）を抽出する

。そして各部位の座標と、超音波プローブ2の位置情報からの距離（ユークリッド/マハラノビス距離等）に基づいて検査部位を特定する。すなわち、各部位の座標と超音波プローブ2との距離が近いほど評価値が高くなるように評価値を算出する。また、各部位の座標に対応する信頼度が大きいほど大きな重みがつくように各部位の評価値を算出する。そして複数の部位において相対的に評価値が高い部位から順に検査部位の候補として抽出される。評価値算出に当たっては、上記超音波プローブ2の位置からの距離、各部位の信頼度分布のいずれか1方のみを参照して求めてもよい。

【0083】

また各部位の信頼度分布 $R_n(x, y)$ を用いて画像内の各領域において評価値を算出してもよい。すなわち、各部位において $R_n(x, y) \times$ (超音波プローブ2との距離に基づく重み) で求められる評価値分布を算出し、最も評価値の高い位置とその部位を検査部位として特定してもよい。

10

【0084】

また他の手法としては、上述した各部位の位置間を結ぶ直線と、超音波プローブ2の位置情報 (x, y) との距離と、直線に対応する2点の部位の信頼度分布に基づいて評価値を算出し、検査部位を特定してもよい。

【0085】

また他の手法としては、複数の部位の位置間をある割合で分割して得られる座標と、超音波プローブ2の位置情報 (x, y) との距離と、分割元の2点の部位の信頼度分布に基づいて評価値を算出し、検査部位を特定してもよい。

20

【0086】

また他の手法としては、複数の関節の関係からある割合で求めた点から2Dあるいは3Dの閉領域を作成し、その閉領域に対して超音波プローブ2の位置情報 (x, y) の内外判定をおこなうことで評価値を算出し、検査部位を特定してもよい。

【0087】

また、上述したような複数の手法の一部または全部の手法を組み合わせることで評価値を算出してもよい。

【0088】

ステップ903において、ステップ701の後に被験者が動いてしまったために、メモリ8に保持していた被験者の位置姿勢と現在の被験者の位置姿勢が異なってしまう場合がある。異なった位置姿勢を使用して特定された検査部位は誤った結果である可能性がある。そこで、被験者が動いているか判別して、動きが検出された場合にはステップ701に戻り、再度人体の位置姿勢推定を実施してもよい。

30

【0089】

被検者が動いているか判別するための方法としては、例えば、差分画像を用いる方法や、オプティカルフローを用いる方法などを用いる。

【0090】

差分画像を用いる場合には、例えば、検査者の手およびプローブの部分に関してマスク処理をおこない、残りの部分についてS801とS901で取得した画像で輝度値や色相に閾値以上の変化がないかどうかを調べる。このとき統計的な処理によって上記変化を検出してよい。

40

【0091】

オプティカルフローを用いる場合には、例えば、人体の位置姿勢推定を実施したときのステップS801で取得したカメラ画像の人体をパターンとして登録しておき、ステップS901のカメラ画像に対してテンプレートマッチングをして動きを検出する。あるいは、ステップS801で取得したカメラ画像を一時的にメモリ8上に格納しておき、S901で取得した画像と2つの画像間で、SHIFTやAKAZE等で求めた特徴点の移動量を算出して、画像内の人体の動きを検出する。

【0092】

その他、KCFトラッカーなど公知のトラッキングの手法を用いてもよい。

50

【 0 0 9 3 】

ステップ S 9 0 4 において、CPU 7 は、ステップ S 9 0 3 において特定した検査部位をディスプレイ 5 に表示する。ステップ S 9 0 5 において、検査者の操作によってコントロールパネル 6 において OK に対応する操作、あるいは超音波プローブ 2 にあるフリーズボタン 6 a において押下操作なれたかどうかを確認する。図 1 9 にステップ S 9 0 5 における検査部位の特定結果の承認にあたりディスプレイ 5 に表示される画面の例を示している。被験者のボディに対応する GUI のボディマーク 1 9 0 1 に、超音波プローブ 2 に対応する GUI のプローブマーク 2 1 0 2 を該当する検査部位の位置に重畳する形でディスプレイ 5 に表示する。このとき検査部位の名前も特定できている場合には、ボディマーク、プローブマークと共に表示されていてもよい（図では尖中）。画面には検査結果の確認ウインドウが表示され、OK、やり直しのアイコンボタンが表示されている。検査者はコントロールパネル 6 を用いて OK あるいはやり直しボタンを選択指定するか、超音波プローブ 2 にあるフリーズボタン 6 a を押下げることで検査部位の確定あるいはやり直しの指示を行う。OK ボタンの選択指示、あるいはフリーズボタン 6 a が押下されていなければ一連の処理を終了し、やり直しボタンの選択指示、あるいはフリーズボタン 6 a が押下されていなければ、ステップ S 9 0 1 から繰り返し検査部位特定のための処理を繰り返す。ステップ S 9 0 5 において、図 1 9 に示す検査結果の確認を促すウインドウが表示されている間は検査部位推定のための処理が中断されていてもよい。また、ステップ S 9 0 5 の確定処理を省略し、ステップ S 7 0 1 ~ ステップ S 7 0 4 の中の任意のタイミングで検査部位の確定処理が行えるようにしてもよい。

10

20

【 0 0 9 4 】

図 1 0 は、図 7 のステップ S 7 0 5 の計測処理後の動作を示すフローチャートである。以下の各ステップは CPU 7 あるいは CPU 7 の指示により各部で実行されるものとする。

【 0 0 9 5 】

ステップ S 1 0 0 1 において、CPU 7 は、ステップ S 7 0 4 で確定された超音波画像を不揮発性メモリ 9 あるいは外部メディアに保存、あるいは外部にデータの転送をおこなうとともにステップ S 7 0 4 で確定された超音波画像をディスプレイ 5 に表示する。

【 0 0 9 6 】

ステップ S 1 0 0 2 において、検査者操作に応じて、ステップ S 7 0 3 の検査部位特定 A の動作で特定された検査部位の確定が行われる。このとき、ディスプレイ 5 には、ステップ S 7 0 4 で確定された超音波画像とステップ S 9 0 4 から行われているボディマーク及びプローブマークの表示は同時あるいは切替可能に表示されるものとする。検査者はディスプレイ 5 に表示されている検査部位とプローブの位置姿勢情報を改めて確認し、間違っていないければコントロールパネル 6 の所定の操作部材あるいは超音波プローブ 2 にある確定ボタン 6 b を押下する。間違っていた場合、検査者のコントロールパネル 6 への操作によって、第 2、第 3 の部位の候補がディスプレイ 5 に表示され、検査者操作によって該当する検査部位が選択された後、上述したような確定操作によって確定される。

30

【 0 0 9 7 】

ステップ S 1 0 0 3 において、CPU 7 は、ステップ S 1 0 0 2 において確定した検査部位の情報とプローブの位置姿勢情報を、ステップ S 7 0 4 で確定された超音波画像と関連付けて不揮発性メモリ 9 あるいは外部メディアに保存、あるいは外部に転送する。検査部位の情報とプローブの位置姿勢情報としては、例えば検査部位の名称、ボディマークとボディマークに対するプローブマークの位置姿勢情報が挙げられる。プローブマークの位置姿勢情報は 2 次元画像上での角度に止まってもよいし、3 次元の姿勢情報であってもよい。

40

【 0 0 9 8 】

（変形例 2）

図 1 1 は、検査者によって検査部位を自動で設定するよう設定された場合の、図 4 のステップ S 4 0 4 の超音波診断の計測処理の別の様態を示すフローチャートである。このフ

50

ローにおいては、図7のフロー同様、図5のステップS503において、検査者操作に応じておこなっていた検査部位の設定を自動化する。以下の各ステップはCPU7あるいはCPU7の指示により各部で実行されるものとする。

【0099】

CPU7は、ステップS1101とステップS1102を並列に処理する。ステップS1101の超音波画像処理は図5のステップS501（図6で詳細を説明したもの）と同じである。ステップS1102の検査部位特定Bの処理については後述する。

【0100】

ステップS1103において、検査者の操作によってコントロールパネル6の所定の操作部材あるいは超音波プローブ2にあるフリーズボタン6aが押下されると、CPU7は、ディスプレイ5の超音波画像5の更新を停止する。それと共にあるいは次いで、フリーズボタン6aが押下された際の検査部位の特定結果をディスプレイ5に表示し、ステップS1101およびステップS1102を終了してステップS1104に進んで計測の後処理を行う。

【0101】

超音波画像が所望のものでなければ、ステップS1101およびステップS1102の並列処理に戻る。

【0102】

ある検査部位の計測処理が終了したとき、ステップS1105において、CPU7は、予め検査内容に応じて決まっている検査部位を全て計測したかどうかの判定を行う。もし、まだ検査していない部位が残っていた場合には、再度ステップS1101およびステップS1102の並列処理に戻る。

【0103】

図12は、図11のステップS1102検査部位推定Bの動作を示すフローチャート図である。

【0104】

図9のフローに示す処理と基本的に同じ動作を行うステップの説明は省略する。ステップS901とステップS1201、ステップS902とステップS1203、ステップS903とステップS1204、ステップS904とステップS1205、ステップS905とステップS1206がそれぞれ対応している。

【0105】

図12のフローにはステップS1202に、図7のステップS701に相当する人体（被験者）位置姿勢の推定処理が入っていることが異なる。これは、図7においてはステップS703の検査部位特定Aのフローの外部において行っていた。

【0106】

図12の処理は、図7の処理に対してカメラ3の1回の撮像で得られた1つのカメラ画像から人体の位置姿勢推定とプローブの位置姿勢推定処理をおこない、検査部位を推定する。このため、検査者のフリーズボタン6aの押下及び確定ボタン6bの押下の操作を減らすことができる。ただし、被験者の検査部位と超音波プローブ2を同時に撮影できない場合、検査部位の特定が困難になるといった課題がある。例えば、超音波プローブ2や検査者によって検査部位が隠れてしまう場合が考えられる。また、部位特定の更新頻度が人体の位置姿勢推定処理にかかる時間に制約されるという課題がある。一方、図7の処理は、人体位置姿勢推定のためのカメラ画像とプローブの位置姿勢推定のためのカメラ画像が別であるため、上記課題の回避が容易である。

【0107】

図13は、図11のステップS1102における検査部位特定Bの別様の詳細フローを示すフローチャート図である。

【0108】

図12のフローに示す処理と基本的に同じ動作を行うステップの説明は省略する。ステップS1201とステップS1301およびステップS1304、ステップS1202と

10

20

30

40

50

ステップ S 1 3 0 2、ステップ S 1 2 0 3 とステップ S 1 3 0 5、ステップ S 1 2 0 4 とステップ S 1 3 0 6、ステップ S 1 2 0 5 とステップ S 1 3 0 7、ステップ S 1 2 0 6 とステップ S 1 3 0 9 がそれぞれ対応している。

【 0 1 0 9 】

図 1 2 とは、ステップ S 1 3 0 1 およびステップ S 1 3 0 2 の被験者の位置姿勢を推定する処理と、ステップ S 1 3 0 4 ~ ステップ S 1 3 0 8 の超音波プローブ 2 の位置姿勢および検査部位を推定する処理とが並列して行われることが異なる。

【 0 1 1 0 】

本実施形態では、超音波プローブ 2 の位置姿勢を求める処理よりも、人体の位置姿勢を推定する処理の方が計算コストが高い。超音波プローブ 2 の位置姿勢の算出には前述したようなフィルタリング処理、2 値化処理、形状認識処理といったルールベースの処理を行い、人体（被験者）の位置姿勢の推定処理には深層学習による学習を行った学習器を用いた認識処理を用いているからである。そのため本実施形態のステップ S 1 3 0 8 においては、人体の位置姿勢の推定処理が終わるまでの間、超音波プローブ 2 の位置姿勢の計算結果のみを更新して検査部位の特定を行う。

【 0 1 1 1 】

（変形例 3）

図 7 のステップ S 7 0 3 あるいは図 1 1 のステップ S 1 1 0 2、図 1 3 のステップ S 1 3 0 2、ステップ S 1 3 0 4 等で行われる検査部位の特定処理についての変形例を示す。上述した実施形態では、人体全体の検査部位特定を想定して各動作の説明を行った。しかしながら、手などの限局した検査対象においても同様である。

【 0 1 1 2 】

例えば、リウマチなどの症状を検査対象とした超音波検査は、被験者の手や足などの関節を対象に行う。そのため、本変形例で用いる人体位置姿勢推定の学習済み学習器は検査対象が限局されている、学習器としては、一般には人体全体用と異なり、入力される画像から手や足の骨格（関節）情報を出力するものを用いる。あるいは、人体と手や足の骨格を同時に検出可能な学習器であってもよい。

【 0 1 1 3 】

また、限局された検査対象の候補としては前述したように手や足など複数考えられるため、各部の骨格情報を検出するための学習済みの学習器は各部に対応して複数用意される。そして検査部位特定処理時には、用意された複数の学習器、カメラ 3 から取得される外観画像に応じて自動で切り替えるか、検査者の操作により該当部位の情報が予め選択入力されて切り替えられるとよい。

【 0 1 1 4 】

手には、5 本の指（親指、人差し指、中指、薬指、小指）それぞれに第一から第四までの関節があり、本変形例における学習済み学習器はそれぞれの関節について位置の推定を行う。

【 0 1 1 5 】

なお、骨格情報の出力は関節に加えて、指先を含むことがある。また、第四関節は 5 本の指で同じ 1 点が代表して設定される。

【 0 1 1 6 】

図 2 0 は検査部位の対象が手の各部位のいずれかであるときの検査の様子を示すイメージ図である。被験者の検査部位および超音波プローブ 2 が画角に収まるようにカメラが配置、位置姿勢制御されている。

【 0 1 1 7 】

図 2 1 (a) は、本変形例に示すような手の検査において、CPU 7 が人体位置姿勢の推定処理として手の骨格情報を推定し、カメラ 3 からの外観画像に重畳してディスプレイ 5 に表示したイメージ図である。

【 0 1 1 8 】

図 2 1 (b) は、本変形例に示すような手の検査においてカメラで取得した画像とプロ

10

20

30

40

50

ープ位置姿勢推定の結果（十字線）とを重畳してディスプレイ 5 に表示した例である。

【0119】

図 21 (c) は、人体位置姿勢推定の結果と、プローブ位置姿勢推定結果とをディスプレイ 5 に合わせて表示した例である。ステップ S 903 と同様の処理によって、どの指の第何関節であるか、検査部位を特定することが可能である。

【0120】

以上のように、本実施形態では、検査時の人体の位置姿勢の検出を機械学習により得られた学習器を用いて推定し、該推定結果と検査デバイスの位置の推定結果とを合わせて検査部位を特定することでより高精度な検査部位の特定が可能となっている。

【0121】

また、本実施形態では、検査デバイスの位置の推定に当たってルールベースで人体の位置姿勢の検出よりも処理負荷の低い処理で検出を行うため、移動量や移動頻度の高いプローブの位置に追従しながらも、処理負荷を抑えた検査システムの提供を可能としている。

【0122】

（他の実施形態）

本発明の目的は以下のようにしても達成できる。すなわち、前述した各実施形態の機能を実現するための手順が記述されたソフトウェアのプログラムコードを記録した記憶媒体を、システムまたは装置に供給する。そしてそのシステムまたは装置のコンピュータ（または CPU、MPU 等）が記憶媒体に格納されたプログラムコードを読み出して実行するのである。

【0123】

この場合、記憶媒体から読み出されたプログラムコード自体が本発明の新規な機能を実現することになり、そのプログラムコードを記憶した記憶媒体およびプログラムは本発明を構成することになる。

【0124】

また、プログラムコードを供給するための記憶媒体としては、例えば、フレキシブルディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスクなどが挙げられる。また、CD-ROM、CD-R、CD-RW、DVD-ROM、DVD-RAM、DVD-RW、DVD-R、磁気テープ、不揮発性のメモリカード、ROM 等も用いることができる。

【0125】

また、コンピュータが読み出したプログラムコードを実行可能とすることにより、前述した各実施形態の機能が実現される。さらに、そのプログラムコードの指示に基づき、コンピュータ上で稼動している OS（オペレーティングシステム）等が実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した各実施形態の機能が実現される場合も含まれる。

【0126】

更に、以下の場合も含まれる。まず記憶媒体から読み出されたプログラムコードが、コンピュータに挿入された機能拡張ボードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに書き込まれる。その後、そのプログラムコードの指示に基づき、その機能拡張ボードや機能拡張ユニットに備わる CPU 等が実際の処理の一部または全部を行う。

【符号の説明】

【0127】

- 1 超音波診断装置本体
- 2 超音波プローブ 2
- 3 カメラ
- 4 アーム
- 5 ディスプレイ
- 6 コントロールパネル
- 7 CPU
- 8 メモリ

10

20

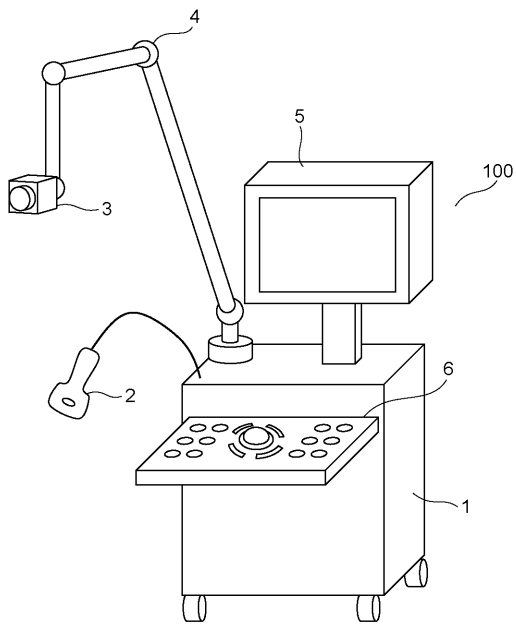
30

40

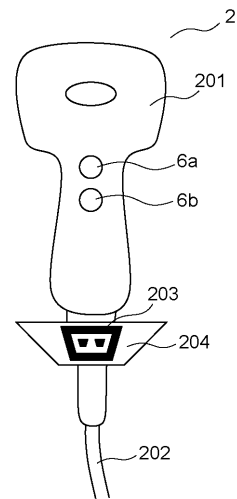
50

- 9 不揮発性メモリ 9
- 10 通信 I / F
- 11 電源
- 12 送受信部
- 13 信号処理部
- 14 画像生成部
- 15 カメラ制御部

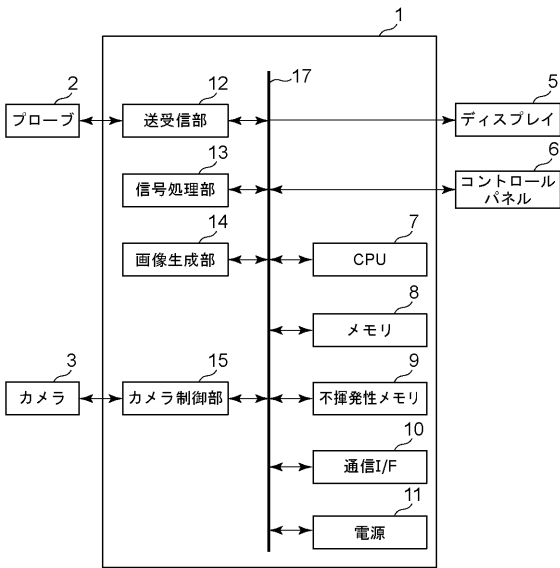
【 図 1 】



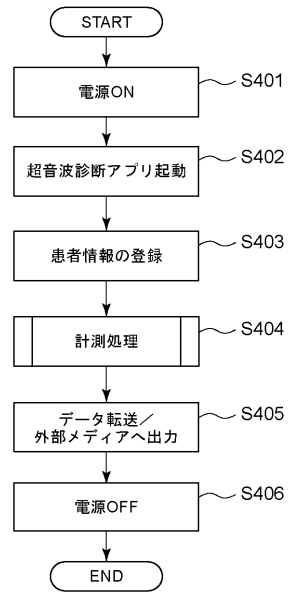
【 図 2 】



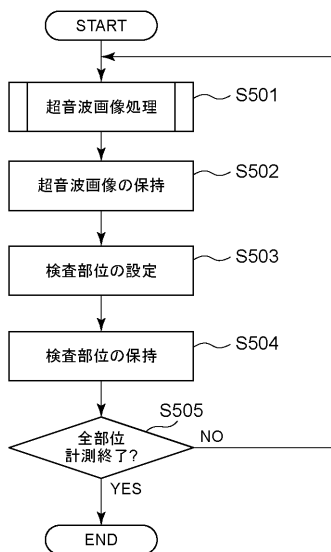
【 図 3 】



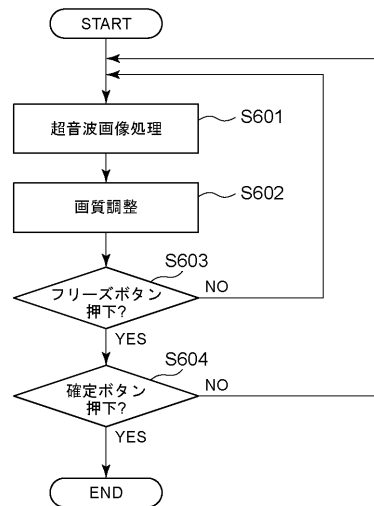
【 図 4 】



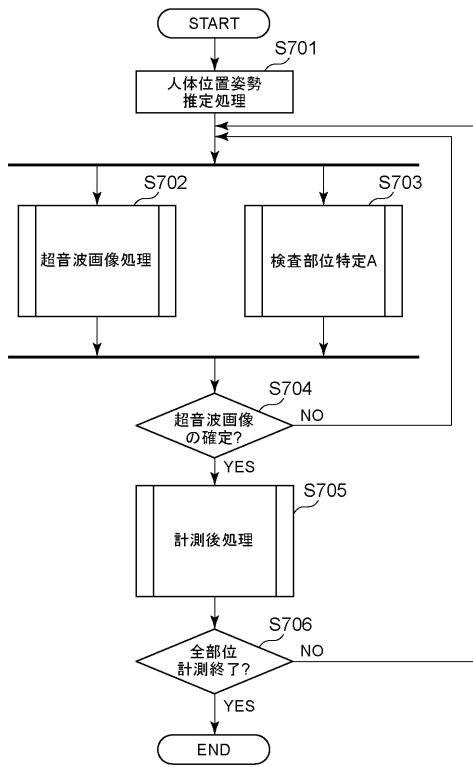
【 図 5 】



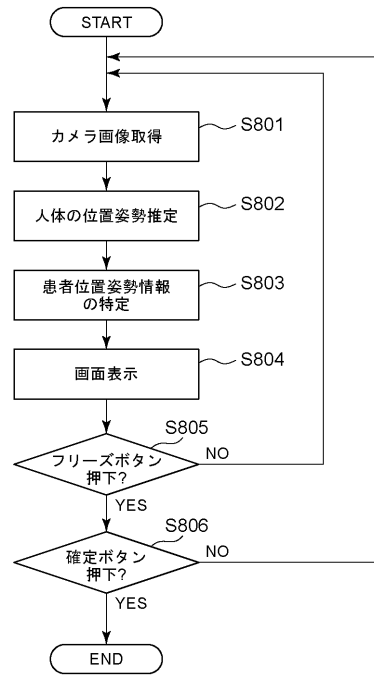
【 図 6 】



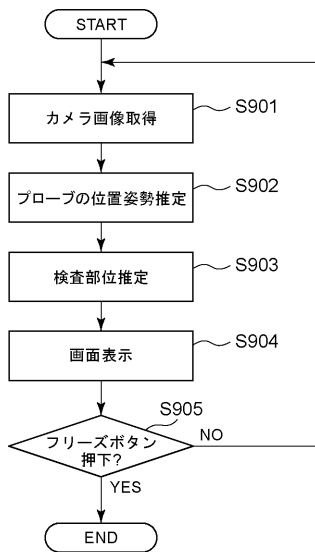
【 図 7 】



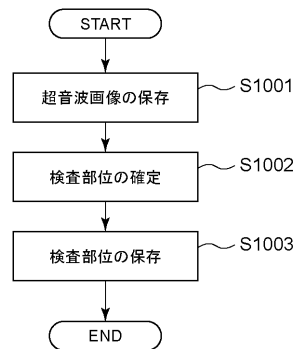
【 図 8 】



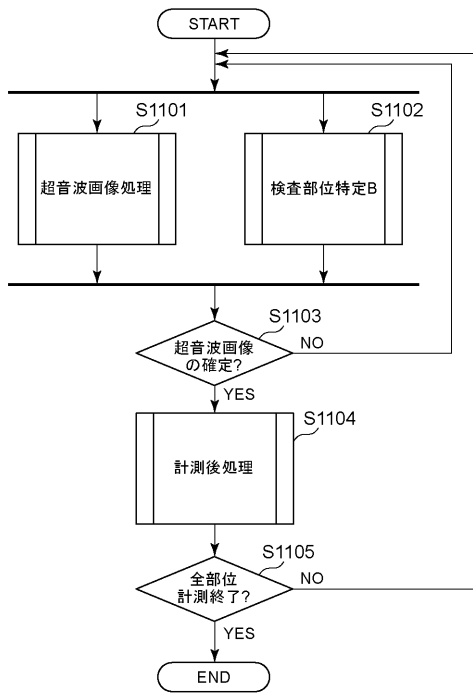
【 図 9 】



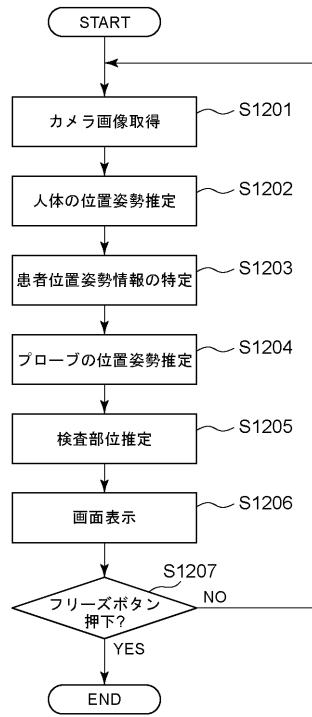
【 図 10 】



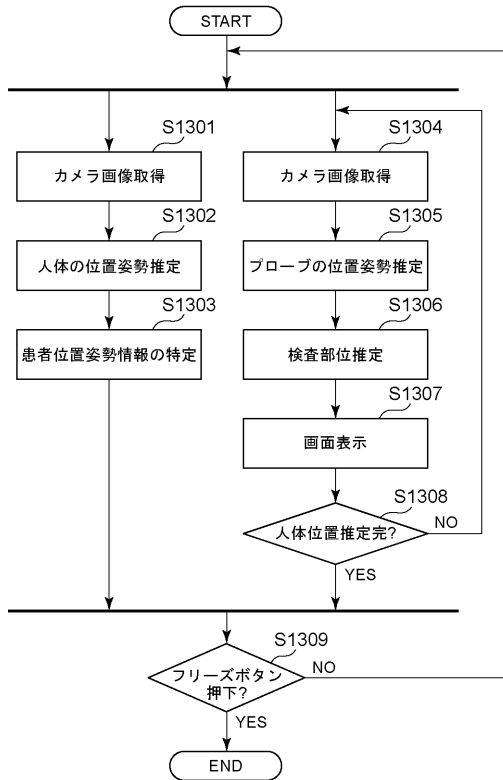
【図 1 1】



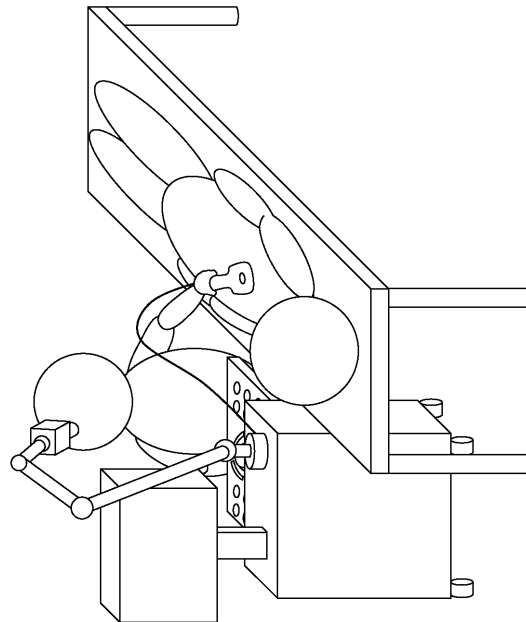
【図 1 2】



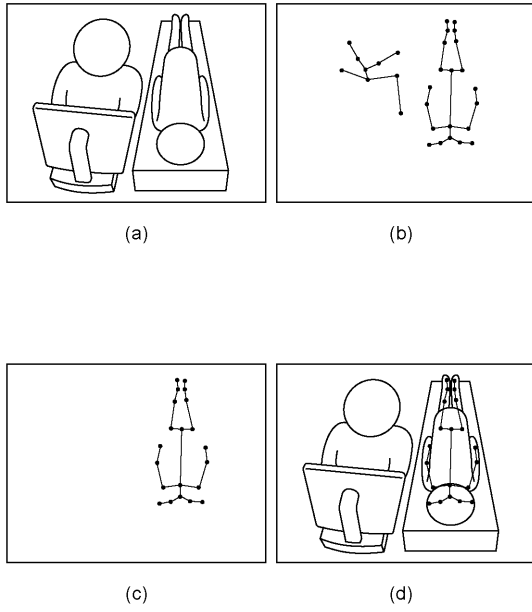
【図 1 3】



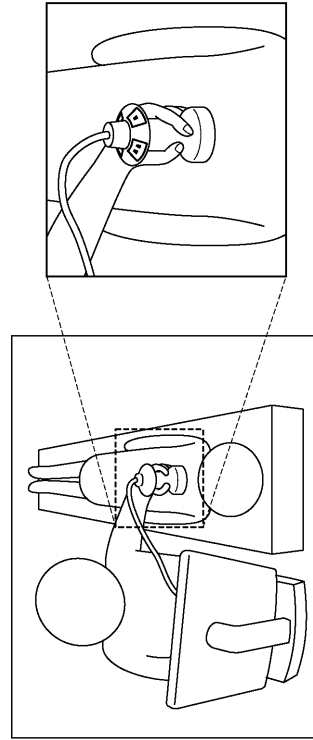
【図 1 4】



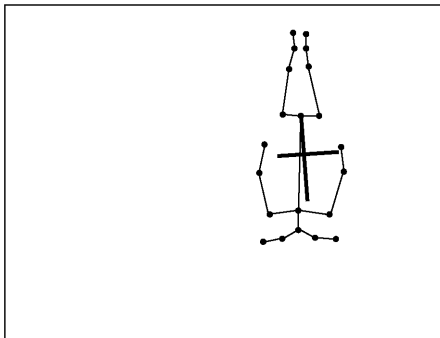
【 図 1 5 】



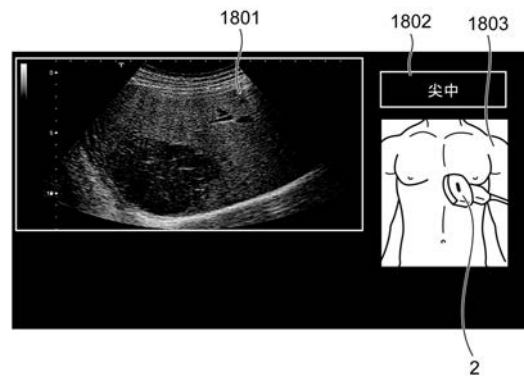
【 図 1 6 】



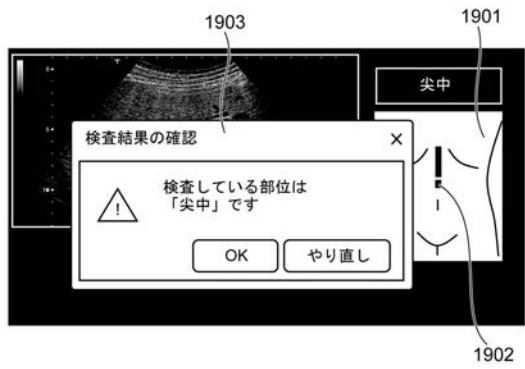
【 図 1 7 】



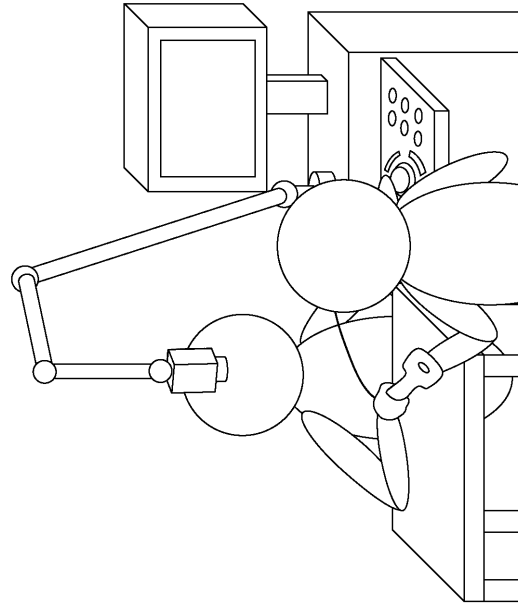
【 図 1 8 】



【 図 1 9 】



【 図 2 0 】



【 図 2 1 】

