

(11)特許出願公開番号

特開2015-116331

(P2015-116331A)

(43) 公開日 平成27年6月25日(2015.6.25)

(51) Int.Cl.
A 6 1 B 8/00 (2006.01)

F 1
A 6 1 B 8/00

テーマコード (参考)
4C601

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2013-261700 (P2013-261700)
(22) 出願日 平成25年12月18日 (2013.12.18)

(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	100109830 弁理士 福原 淑弘
(74) 代理人	100103034 弁理士 野河 信久
(74) 代理人	100075672 弁理士 峰 隆司

最終頁に続く

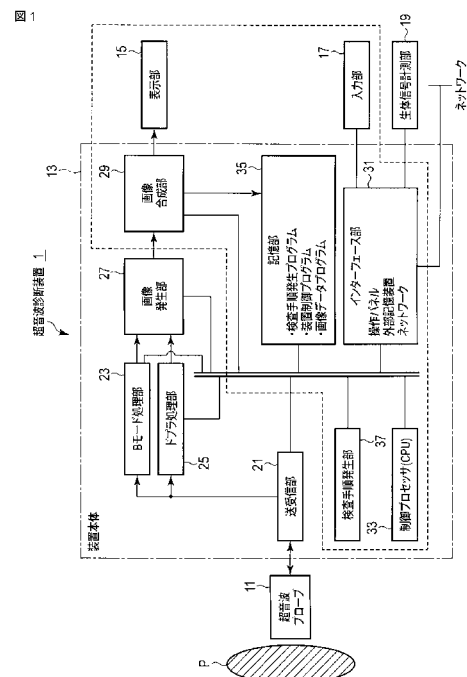
(54) 【発明の名称】 超音波診断装置、医用画像診断装置および検査手順発生プログラム

(57) 【要約】

【課題】検査プロトコルを自動的に生成し、検査プロトコル実行機能の利用にあたり操作者に対する事前準備の労力を低減可能な超音波診断装置の提供。

【解決手段】本実施形態に係る超音波診断装置 1 は、被検体に対する超音波検査において、操作者により入力された複数の操作に関する複数の操作履歴と、前記操作により実行された複数の検査内容とを記憶する記憶部 3 5 と、前記記憶された前記操作履歴と前記検査内容と、操作者により入力された最新の操作若しくは直近に実行された検査内容との比較に基づく、予め設定された所定の統計解析により、次に行われる一連の操作若しくは一連の検査内容の候補として、一連の検査手順を発生する検査手順発生部 3 7 と、前記一連の検査手順を表示する表示部 1 5 と、を具備することを特徴とする。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

被検体に対する超音波検査において、操作者により入力された複数の操作に関する複数の操作履歴と、前記操作により実行された複数の検査内容とを記憶する記憶部と、

前記記憶された前記操作履歴と前記検査内容と、操作者により入力された最新の操作若しくは直近に実行された検査内容との比較に基づく、予め設定された所定の統計解析により、次に行われる一連の操作若しくは一連の検査内容の候補として、一連の検査手順を発生する検査手順発生部と、

前記一連の検査手順を表示する表示部と、

を具備することを特徴とする超音波診断装置。

10

【請求項 2】

前記検査手順発生部は、

前記統計解析として機械学習機能を用いて、前記検査手順を発生すること、

を特徴とする請求項 1 に記載の超音波診断装置。

【請求項 3】

前記検査手順発生部は、

前記機械学習機能としてデータマイニングを用いて前記操作履歴と前記検査内容とから類似する特徴を有する超音波検査を特定し、前記特定された超音波検査と前記操作履歴と前記検査内容とに基づいて、前記検査手順を決定すること、

を特徴とする請求項 2 に記載の超音波診断装置。

20

【請求項 4】

前記検査手順発生部は、

前記操作履歴において所定の閾値に対応する数の操作だけ過去に遡った複数の過去の操作と、前記過去の操作にそれぞれ対応する複数の検査内容とに基づいて、前記操作履歴と前記検査内容とを複数のクラスタに分類し、

前記分類されたクラスタに基づいて、前記一連の検査手順を発生すること、

を特徴とする請求項 3 に記載の超音波診断装置。

【請求項 5】

前記検査手順発生部は、

前記被検体における検査対象部位に基づいて、前記所定の閾値を決定すること、

を特徴とする請求項 4 に記載の超音波診断装置。

30

【請求項 6】

前記検査手順発生部は、

前記操作履歴のうち一つの操作履歴と前記検査内容のうち一つの検査内容とを教師として、前記機械学習機能としてニューラルネットを用いて前記教師に類似する特徴を有する超音波検査を特定し、前記特定された超音波検査と前記操作履歴と前記検査内容とに基づいて、前記検査手順を決定すること、

を特徴とする請求項 2 に記載の超音波診断装置。

【請求項 7】

前記特徴を入力する入力部をさらに具備し、

前記検査手順発生部は、

前記特徴に対応する超音波検査と前記操作履歴と前記検査内容とに基づいて、前記検査手順を決定すること、

を特徴とする請求項 6 に記載の超音波診断装置。

40

【請求項 8】

前記検査手順発生部は、

前記機械学習機能により前記操作履歴および前記検査内容を複数の異なるクラスタに分類し、前記クラスタ間における相関関係に基づいて、前記検査手順を決定すること、

を特徴とする請求項 2 に記載の超音波診断装置。

【請求項 9】

50

被検体に対する医用画像診断検査において、操作者により入力された複数の操作に関する複数の操作履歴と、前記操作により実行された複数の検査内容とを記憶する記憶部と、前記操作履歴と前記検査内容とに基づいて、予め設定された所定の統計解析により、前記医用画像診断検査に関する一連の検査手順を発生する検査手順発生部と、前記一連の検査手順を表示する表示部と、を具備することを特徴とする医用画像診断装置。

【請求項 10】

コンピュータに、

被検体に対する超音波検査において、操作者により入力された複数の操作に関する複数の操作履歴と、前記操作により実行された複数の検査内容とを記憶させ、

前記操作履歴と前記検査内容とに基づいて、予め設定された所定の統計解析により、前記超音波検査に関する一連の検査手順を発生させ、

前記一連の検査手順を表示させること、

を具備することを特徴とする検査手順発生プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、検査手順を発生可能な超音波診断装置、医用画像診断装置および検査手順発生プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、検査プロトコル実行機能における検査プロトコルは、専門知識を有する操作者により生成される。例えば、上記操作者は、医用画像診断装置により提供される検査プロトコル生成機能を用いて、手動で検査プロトコルを生成する。すなわち、操作者は、検査プロトコル実行機能を利用するまでの過程に、多くの労力を必要とする。

【0003】

このため、検査プロトコル実行機能を利用する過程は、操作者を著しく限定する。加えて、検査プロトコルの手動による生成は、操作ミスを誘発する可能性を秘めている。これらのことから、検査プロトコルの手動による生成は、結果的に検査スループットを阻害する要因となり得る。

【0004】

上記問題は、検査プロトコルにはいわゆる「工場出荷状態」が存在しないことが要因である。このため、医用画像診断装置の設置場所に販売員が出向いて設置場所で検査プロトコルを生成するか、または、顧客自らプロトコルエディタを用いて検査プロトコルを生成する必要がある。販売員が出向くとコストがかかる問題がある。一方、顧客が手動でプロトコルを生成するにはある程度の機能利用経験が必要となり、誰でも利用できるわけではないという問題がある。

【0005】

図9は、従来技術の問題点を示した模式図である。図9に示すように、検査プロトコル実行機能は検査プロトコル生成エディタを有する。本機能の利用者は自身でエディタを用いて検査プロトコルを生成する必要がある。非常に単純な検査プロトコルを生成する場合に要する時間は微量であるが、通常のルーチン検査などに用いる検査は多岐の機能を利用する必要がある。すなわち、検査プロトコルの量と検査プロトコルを用いて検査プロトコルを生成する時間は比例する。検査プロトコルは顧客、検査単位で異なるため複数の検査プロトコルを予め用意する必要もある。また、検査プロトコルを生成するために要する時間は本機能の機能理解度にも依存する。このため、本機能を利用するまでに要する時間を考えた場合、検査のスループットを阻害する要因となり得る。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

10

20

30

40

50

【特許文献１】特開２００７－１６７３０３号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００７】

目的は、検査プロトコルを自動的に生成し、検査プロトコル実行機能の利用にあたり操作者に対する事前準備の労力を低減させることにある。

【課題を解決するための手段】

【０００８】

本実施形態に係る超音波診断装置は、被検体に対する超音波検査において、操作者により入力された複数の操作に関する複数の操作履歴と、前記操作により実行された複数の検査内容とを記憶する記憶部と、前記記憶された前記操作履歴と前記検査内容と、操作者により入力された最新の操作若しくは直近に実行された検査内容との比較に基づく、予め設定された所定の統計解析により、次に行われる一連の操作若しくは一連の検査内容の候補として、一連の検査手順を発生する検査手順発生部と、前記一連の検査手順を表示する表示部と、を具備することを特徴とする。

【図面の簡単な説明】

【０００９】

【図１】図１は、本実施形態に係る超音波診断装置の構成を示す構成図である。

【図２】図２は、本実施形態に係るハードウェアおよびソフトウェア制御の一例を示す図である。

【図３】図３は、本実施形態に係り、記憶部に記憶された操作履歴と検査内容とに対応する属性ベクトル X の成分（形質パラメータ）の一例を示す図である。

【図４Ａ】図４Ａは、本実施形態に係り、検査手順発生処理に係る処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図４Ｂ】図４Ｂは、本実施形態に係り、検査手順発生処理に係る処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図５】図５は、本実施形態に係り、３種類の操作履歴の一例を示す図である。

【図６】図６は、図５における入力内容コードに関する定義の一例を示す図である。

【図７】図７は、本実施形態における検査手順発生処理に係り、クラスタリングの概要の一例を示す概要図である。

【図８】図８は、本実施形態における検査手順発生処理に係り、クラスタリングされた複数のクラスタに基づいて、一連の検査手順（プロトコル）を生成する一例を示す図である。

【図９】図９は、従来技術に係り、検査手順を手動で設定する画面の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００１０】

以下、図面を参照しながら本実施形態に係る超音波診断装置を説明する。なお、以下の説明において、略同一の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。

【００１１】

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、超音波診断装置１は、超音波プローブ１１、装置本体１３、表示部１５、装置本体１３に接続され操作者からの各種指示・命令・情報を装置本体１３に取り込むための入力部１７を有する。加えて本超音波診断装置１には、心電計、心音計、脈波計、呼吸センサに代表される生体信号計測部１９およびネットワークが、インターフェース部３１を介して接続されてもよい。

【００１２】

超音波プローブ１１は、圧電セラミックス等の音響／電気可逆的変換素子としての圧電振動子を有する。複数の圧電振動子は並列され、超音波プローブ１１の先端に装備される

10

20

30

40

50

。なお、一つの圧電振動子が一チャンネルを構成するものとして説明する。圧電振動子は、後述する送受信部 21 から供給される駆動信号にตอบสนองして超音波を発生する。圧電振動子は、被検体 P の生体組織で反射された超音波（以下、エコー信号と呼ぶ）の受信にตอบสนองして、受信エコー信号を発生する。以下、超音波プローブ 11 は、1 次元アレイを複数の振動子の配列方向と直交する方向に揺動させて 3 次元走査を実行するメカニカル 4 次元プローブとして説明する。なお、超音波プローブ 11 は、メカニカル 4 次元プローブに限定されず、2 次元アレイプローブであってもよい。

【0013】

装置本体 13 は、送受信部 21 と、B モード処理部 23 と、ドブラ処理部 25 と、画像発生部 27 と、画像合成部 29 と、インターフェース部 31 と、制御部（中央演算処理装置：Central Processing Unit：以下 CPU と呼ぶ）33 と、記憶部 35 と、検査手順発生部 37 とを有する。

10

【0014】

送受信部 21 は、図示していないトリガ発生回路、送信遅延回路、パルサ回路、プリアンプ回路、アナログディジタル（Analog to Digital：以下 A/D と呼ぶ）変換器、受信遅延回路、加算器等を有する。送受信部 21 は、後述する検査手順発生部 37 により発生された検査手順における検査内容に従って、送受信部 21 における各部を制御する。

【0015】

トリガ発生回路は、所定のレート周波数で送信超音波を形成するためのレートパルスを繰り返し発生する。トリガ発生回路は、例えば 5 kHz のレート周波数でレートパルスを繰り返し発生する。このレートパルスは、チャンネル数に分配され、送信遅延回路に送られる。送信遅延回路は、チャンネル毎に超音波をビーム状に収束し且つ送信指向性を決定するのに必要な遅延時間を、各レートパルスに与える。パルサ回路は、このレートパルスに基づくタイミングで、超音波プローブ 11 の振動子ごとに電圧パルス（駆動信号）を印加する。これにより、超音波ビームが被検体 P に送信される。

20

【0016】

被検体 P の生体組織で反射されたエコー信号は、超音波プローブ 11 を介して受信エコー信号としてチャンネル毎に取り込まれる。プリアンプ回路は、超音波プローブ 11 を介して取り込まれた被検体 P からの受信エコー信号をチャンネル毎に増幅する。A/D 変換器は、増幅された受信エコー信号をディジタル信号に変換する。受信遅延回路は、ディジタル信号に変換された受信エコー信号に、受信指向性を決定するために必要な遅延時間を与える。加算器は、遅延時間が与えられた複数の受信エコー信号を加算する。この加算により、送受信部 21 は、受信指向性に応じた方向からの反射成分を強調した受信信号を発生する。この送信指向性と受信指向性とにより超音波送受信の総合的な指向性が決定される（この指向性により、いわゆる「超音波走査線」が決まる）。

30

【0017】

送受信部 21 は、被走査領域内の各走査線における深さごとの受信信号を、後述する B モード処理部 23 に出力する。なお、送受信部 21 は、1 回の超音波送信で複数の走査線上に生じたエコー信号を同時に受信する並列受信機能を有していてもよい。

40

【0018】

B モード処理部 23 は、図示していない包絡線検波器、対数変換器などを有する。包絡線検波器は、送受信部 21 から出力された受信信号に対して包絡線検波を実行する。B モード処理部 23 は、後述する検査手順発生部 37 により発生された一連の検査手順における検査内容に従って、B モード処理部 23 における各部を制御する。

【0019】

包絡線検波器は、包絡線検波された信号を、後述する対数変換器に出力する。対数変換器は、包絡線検波された信号に対して対数変換して弱い信号を相対的に強調する。B モード処理部 23 は、対数変換器により強調された信号に基づいて、各走査線における深さごとの信号値（B モードデータ）を発生する。なお、B モード処理部 23 は、B モードデー

50

タを、後述する記憶部 35 に出力してもよい。

【0020】

ドブラ処理部 25 は、図示していないドブラ信号発生部とカラードブラデータ生成部とを有する。ドブラ信号発生部は、図示していないミキサーと低域通過フィルタ（以下 L P F ）を有する。ドブラ処理部 25 は、後述する検査手順発生部 37 により発生された一連の検査手順の検査内容に従って、ドブラ処理部 25 における各部を制御する。

【0021】

ミキサーは、送受信部 21 から出力された信号に、送信周波数と同じ周波数 f_0 を有する基準信号を掛け合わせる。この掛け合わせにより、ドブラ偏移周波数 f_d の成分の信号と $(2f_0 + f_d)$ の周波数成分を有する信号とが得られる。L P F は、ミキサーからの 2 種の周波数成分を有する信号のうち、高い周波数成分 $(2f_0 + f_d)$ の信号を取り除く。ドブラ信号発生部は、高い周波数成分 $(2f_0 + f_d)$ の信号を取り除くことにより、ドブラ偏移周波数 f_d の成分を有するドブラ信号を発生する。なお、ドブラ信号発生部として、直交検波方式を採用することも可能である。

【0022】

カラードブラデータ生成部は、2 チャンネルから構成される図示していないアナログディジタル（以下 A / D と呼ぶ）変換器、速度 / 分散 / P o w e r 演算部を有する。A / D 変換器は、ドブラ信号発生部の L P F から出力されたドブラ信号、または、直交検波されたアナログ信号をディジタル信号に変換する。速度 / 分散 / P o w e r 演算部は、図示していない M T I (M o v i n g T a r g e t I n d i c a t o r) フィルタ、自己相関演算器を有する。

【0023】

M T I フィルタは、A / D 変換器から出力されたドブラ信号に対して、臓器の呼吸性移動や拍動性移動などに起因するドブラ成分（クラッタ成分）を除去する。自己相関演算器は、M T I フィルタによって血流情報のみが抽出されたドブラ信号に対して、自己相関値を算出する。自己相関演算器は、算出された自己相関値に基づいて、血流の平均速度値および分散値等を算出する。カラードブラデータ生成部は、複数のドブラ信号に基づく血流の平均速度値や分散値等からカラードブラデータを生成する。以下、ドブラ信号発生部により発生されたドブラ信号とカラードブラデータ生成部で生成されたカラードブラデータとをまとめて、ドブラデータと呼ぶ。ドブラ処理部 25 は、発生したドブラデータを、画像発生部 27 に出力する。

【0024】

画像発生部 27 は、図示していないディジタルスキャンコンバータ（D i g i t a l S c a n C o n v e r t e r : 以下 D S C と呼ぶ）を有する。画像発生部 27 は、後述する検査手順発生部 37 により発生された一連の検査手順における検査内容に従って、D S C を制御する。

【0025】

画像発生部 27 は、D S C に対して、座標変換処理（リサンプリング）を実行する。座標変換処理とは、例えば、ローデータからなる超音波スキャ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することである。ここで、ローデータとは、ドブラデータまたは B モードデータのことであり。画像発生部 27 は、座標変換処理に続けて補間処理を、D S C に対して実行する。補間処理とは、隣り合う走査線信号列におけるローデータを用いて、走査線信号列間にデータを補間する処理である。

【0026】

画像発生部 27 は、ローデータに対して座標変換処理と補間処理とを実行することにより、表示画像としての超音波画像を発生する。なお、画像発生部 27 は、発生した超音波画像に対応するデータ（以下、画像データと呼ぶ）を記憶する画像メモリを有していてもよい。画像発生部 27 は、画像データを後述する画像合成部 29 に出力する。以下、B モードデータを用いて発生された超音波画像を B モード画像と呼ぶ。また、ドブラデータを

10

20

30

40

50

用いて発生された超音波画像をドブラ画像と呼ぶ。以下の説明において、Ｂモード画像およびドブラ画像をまとめて断層像と呼ぶ。

【００２７】

画像合成部２９は、超音波画像に、種々のパラメータの文字情報および目盛等を合成する。画像合成部２９は、合成された超音波画像を後述する表示部１５のモニタに出力する。なお、画像合成部２９は、図示していないシネメモリに記憶された画像を発生してもよい。この時、シネメモリに記憶された画像は、シネ表示（ループ再生）される。

【００２８】

画像合成部２９は、後述する検査手順発生部３７により発生された一連の検査手順における検査内容に応じて、所定のパラメータ、文字情報、計測マーカなどを、超音波画像に合成する。

【００２９】

インターフェース部３１は、後述する入力部１７、ネットワーク、図示していない外部記憶装置および生体信号計測部に関するインターフェースである。装置本体１３によって得られた超音波画像等のデータおよび解析結果等は、インターフェース部３１とネットワークとを介して他の装置に転送可能である。なお、インターフェース部３１は、ネットワークを介して、図示していない他の医用画像診断装置で取得された被検体に関する医用画像を、ダウンロードすることも可能である。

【００３０】

図２は、本実施形態に係るハードウェアおよびソフトウェア制御の一例を示す構成図である。本実施形態に係るハードウェアは、入力部１７、制御部（ＣＰＵ）３３、記憶部３５、検査手順発生部３７、表示部１５を有する。

【００３１】

入力部１７は、インターフェース部３１に接続され操作者からの各種指示・命令・情報・選択・設定を装置本体１３に取り込む。入力部１７は、図示していないトラックボール、スイッチボタン、マウス、キーボード等を有するコントロールパネル１７１およびタッチコマンドスクリーン１７３を有する。タッチコマンドスクリーン１７３は、電磁誘導式、電磁歪式、感圧式等の座標読み取り原理でタッチ指示された座標を検出し、検出した座標を後述するＣＰＵ３３に出力する。また、操作者が入力部１７の終了ボタンまたはフリーズボタンを操作すると、超音波の送受信は終了し、装置本体１３は一時停止状態となる。入力部１７は、被検体Ｐに対する超音波検査において、操作者の指示に従って複数の操作を、装置本体１３に inputs する。入力部１７は、複数の操作に対応する複数の信号を、後述するＣＰＵ３３に出力する。

【００３２】

図２は、本実施形態に係るハードウェアおよびソフトウェア制御の一例を示す図である。

ＣＰＵ３３は、図２に示すように、例えば、入力識別部３３１、入力変換部３３３、変換内容出力部３３５、ソフトウェア呼び出し部３３７とを有する。ＣＰＵ３３は、操作者により入力部１７を介して入力されたＢモードとドブラモードとの選択、フレームレート、被走査深度、サンプリングゲートの設定などに基づいて、記憶部３５に記憶された送信遅延パターン、受信遅延パターンと装置制御プログラムとを読み出し、これらに従って装置本体１３を制御する。ここで、ソフトウェアとは、例えば、後述する検査手順発生プログラムなどである。

【００３３】

入力識別部３３１は、入力部１７から送信された入力情報を受信する。入力識別部３３１は、受信した入力情報を入力変換部３３３に出力する。入力変換部３３３は、入力識別部３３１から出力された入力情報を、記憶部３５に記憶されたソフトウェアで利用可能なコードに変換する。入力変換部３３３は、変換されたコード（変換内容）を変換内容出力部３３５に出力する。

【００３４】

10

20

30

40

50

変換内容出力部 335 は、変換内容を、記憶部 35 に記憶されたソフトウェアに出力する。また、変換内容出力部 335 は、変換内容のうち、被検体 P に対する超音波検査において、操作者に入力された複数の操作に関する複数の操作履歴と、この操作により実行された複数の検査内容とを、記憶部 35 の入力保存部 351 に出力する。複数の操作履歴と複数の検査内容とは、入力保存部 351 に記憶される。

【0035】

ソフトウェア呼び出し部 337 は、入力識別部 331、入力変換部 333、変換内容出力部 335 における各種処理と平行して、各種処理の背後で、機械学習を実行するソフトウェアを、記憶部 35 から呼び出す。ソフトウェア呼び出し部 335 は、呼び出したソフトウェアを、検査手順発生部 37 の機械学習部 375 に出力する。呼び出されるソフトウェアとは、例えば、後述する検査手順発生プログラムである。

10

【0036】

記憶部 35 は、フォーカス深度の異なる複数の受信遅延パターンおよび複数の送信遅延パターン、送信条件、本超音波診断装置 1 の制御プログラム、後述する検査手順発生部 37 により発生された一連の検査手順（検査プロトコル）等の各種データ群、B モード処理部 23 およびドプラ処理部 25 で発生されたローデータ、画像発生部 27 で発生された超音波画像などを記憶する。記憶部 35 は、検査手順を発生する検査手順発生プログラムを記憶する。また、記憶部 35 は、検査手順発生プログラムに関する所定の統計解析を記憶する。所定の統計解析とは、機械学習機能であって、例えば、データマイニング、ニューラルネットワーク、相関ルールなどである。

20

【0037】

具体的には、記憶部 35 は、図 2 に示すように、例えば、入力保存部 351 と検査プロトコル（検査手順）保存部 353 とを有する。入力保存部 351 は、変換内容出力部 335 から出力された変換内容を記憶する。入力保存部 351 は、例えば、被検体 P に対する超音波検査において、操作者に入力された複数の操作に関する操作履歴と、この操作により実行された検査内容とを記憶する。具体的には、入力保存部 351 は、上記操作履歴と上記検査内容とを、操作ごとに属性ベクトルとして保存する。属性ベクトルは、操作履歴と検査内容とを、属性ベクトルの成分として有する。属性ベクトルの成分は、形質パラメータとも称される。入力保存部 351 は、入力部 17 を介した操作者の入力に応じて属性ベクトルを作成し、保存する。入力保存部 351 に保存された属性ベクトルは、後述する入力内容読込部 371 により、検査手順発生部 37 に読み込まれる。

30

【0038】

図 3 は、操作履歴および検査内容に対応する属性ベクトル X の成分（形質パラメータ）の一例を示す図である。図 3 における属性ベクトルの x_1 成分は、一つの超音波検査における操作番号を示している。また、図 3 における属性ベクトルの x_2 成分は、操作者により入力された入力内容（検査内容）に対応する番号を示している。図 3 における属性ベクトルの x_3 成分は、一つの超音波検査において、操作番号 x_1 の 1 つ前の操作（以下、既出操作と呼ぶ）において、操作者に入力された入力内容に対応する番号を示している。操作履歴とは、既出操作において入力内容に対応する番号と操作番号とを含む。属性ベクトル X は、 $X = X(x_1, x_2, x_3)$ で表現される。属性ベクトル X は、入力標本（機械学習に必要な操作履歴のうちの一つの操作）に対応する。

40

【0039】

なお、属性ベクトルの成分は、3 成分に限定されない。例えば、操作番号 x_1 から m （ m は自然数）つ前の操作において操作者に入力された入力内容に対応する番号が、属性ベクトルの第 $(m+2)$ 成分として、定義されてもよい。属性ベクトル X の数は n （ n は自然数）で規定されるものとする。 n が 20 のとき、すなわち、超音波検査に係り 20 の操作が操作者により入力された場合、操作履歴の数は 20 であり、例えば後述するデータマイニングに用いられる標本は、 X_1 乃至 X_{20} となる。図 3 において、イベントコードを示す x_2 は、装置本体 13 の記憶部 35 に予め記憶されている入力上の機能分類を示している。ここで、機能分類は、図 3 におけるイベントコードのうち、例えば、上から 3 ケタ

50

の記号 (0 x 0、...、0 x F) を示している。イベントコードを示す x_2 は、さらにサブモード単位での機能分類を有している。 x_2 において、サブモード単位でのイベントコードは、上から 4 桁目以降の数字により規定される。このサブモード単位での機能分類において、装置本体 1 3 におけるシステム仕様としての区分は、定義されておらず、機能開発プロジェクトに一任されている。

【 0 0 4 0 】

ここで、サブモードとは、例えば、造影検査向けの機能である Contrast Harmonic Imaging (CHI) 機能、ドップラ効果により反射した音波の周波数が変化することを利用し、血流が超音波プローブ 1 1 に対して近づいているのか遠ざかっているのかを赤方偏移 (遠ざかる)、青方偏移 (近づく) で表現する Color Doppler Imaging (CDI) 機能などである。

10

【 0 0 4 1 】

CDI 機能は、さらにサブモードとして、組織ドブライメージング (Tissue Doppler Imaging:TDI)、組織高調波イメージング (Tissue Harmonic Imaging:THI)、高分解能・高フレームレート低ブルーミングな血流イメージング (ADF) などを有する。また、CHI 機能は、サブモードとして、基本波 (Fundamental) CHI、CHI-Low、CHI-Hi、ADF-CHI、灌流を示すパブルを表示する VRI などを有する。

【 0 0 4 2 】

サブモードは、図 3 における x_2 における入力内容 (検査内容) を示すコード (以下、入力内容コードと呼ぶ) から判別可能である。このため、サブモードは、属性ベクトルにおける属性として、定義不要である。また、ソフトウェアレベルでは、図 2 に示した入力変換部 3 3 3 により変換されたイベント文字列の授受によるイベントドリブン方式が採用されている。

20

【 0 0 4 3 】

イベント文字列そのものは、定義ファイルから入力内容コードにより逆引き可能である。このため、イベント文字列も属性ベクトルにおける属性として、定義不要である。加えて、一部の機能には、この機能を利用するための機能間依存がある。この機能間依存についても、入力内容コードを用いて、定義ファイルから逆引き可能である。このため、機能間依存も属性ベクトルにおける属性として、定義不要である。ここで、定義ファイルとは、例えば、入力内容コードと、サブモード、イベント文字列、機能間依存との対応を示す対応表に相当する。定義ファイルは、記憶部 3 5 に記憶される。

30

【 0 0 4 4 】

検査プロトコル保存部 3 5 3 は、後述する検査プロトコル生成部 3 7 7 により生成された検査プロトコル (検査手順) を保存する。記憶部 3 5 は、後述するデータマイニングで統合されるクラスタ間または属性ベクトル間の距離を、所定の閾値として記憶する。クラスタ間の距離とは、例えば、所定の操作が実行された時点から過去に遡る操作回数に相当する。以下、説明を簡単にするために、所定の閾値は 4 であるものとする。

【 0 0 4 5 】

なお、記憶部 3 5 に記憶される所定の閾値は、被検体に対する検査対象部位に応じて適宜変更されてもよい。例えば、記憶部 3 5 は、検査対象部位に対する所定の閾値の対応表 (Look Up Table) を記憶する。このとき、対応表において、例えば、検査対象部位が腹部の場合、所定の閾値は、例えば 4 である。また、検査対象部位が循環器である場合、所定の閾値は、例えば 6 である。また、検査対象部位が胎児である場合、所定の閾値は、例えば、6 である。なお、所定の閾値は、上記対応表に記載に値に限定されず、入力部 1 7 を介した操作者の指示により適宜変更可能である。

40

【 0 0 4 6 】

検査手順発生部 3 7 は、記憶部 3 5 に記憶された操作履歴と検査内容とに基づいて、予め設定された所定の統計解析により、超音波検査に関する一連の検査手順を発生する。例えば、検査手順発生部 3 7 は、記憶部 3 5 に記憶された操作履歴と検査内容と、操作者に

50

より入力された最新の操作若しくは直近に実行された検査内容との比較に基づく、予め設定された所定の統計解析により、次に行われる一連の操作若しくは一連の検査内容の候補として、一連の検査手順を発生する。検査手順発生部 37 は、発生した検査手順を、後述する表示部 15 に出力する。

【0047】

検査手順発生部 37 は、図 2 に示すように、例えば、入力内容読込部 371 と、機械学習内容決定部 373 と、機械学習部 375 と、検査プロトコル生成部 377 とを有する。入力内容読込部 371 は、操作履歴と検査内容とを記憶部 35 から読み込み、機械学習内容決定部 373 に出力する。機械学習内容決定部 373 は、操作履歴と検査内容とに基づいて、所定の統計解析を実行する機械学習を決定する。例えば、機械学習内容決定部 373 は、記憶部 35 に記憶された操作履歴と検査内容と、操作者により入力された最新の操作若しくは直近に実行された検査内容との比較に基づいて、予め設定された所定の統計解析を実行する機械学習を決定する。決定される機械学習とは、例えば、「教師あり学習（ニューラルネット、相関ルール）」または「教師なし学習（データマイニング）」の何れかである。

10

【0048】

具体的には、機械学習内容決定部 373 は、記憶部 35 に記憶された複数の操作履歴および複数の検査内容が所定の数を下回っている場合、機械学習機能として、データマイニングを決定する。また、機械学習内容決定部 373 は、記憶部 35 に記憶された複数の操作履歴および複数の検査内容が所定の数を超えている場合、機械学習機能として、教師あり学習機能を決定する。教師あり学習機能とは、例えばニューラルネットワークおよび相関ルールである。なお、機械学習内容決定部 373 は、教師データが記憶部 35 に記憶されていない場合、機械学習機能としてデータマイニングを決定してもよい。また、機械学習内容決定部 373 は、教師データが記憶部 35 に記憶されている場合、機械学習機能として、教師あり学習機能を決定してもよい。

20

【0049】

以下、機械学習機能は、データマイニングに決定されたものとして、説明する。なお、機械学習機能として、教師あり学習機能が決定された場合、教師データを基準として、同様な処理が実行される。

【0050】

機械学習部 375 は、機械学習内容決定部 373 により決定された機械学習機能に対応するソフトウェアを、ソフトウェア呼び出し部 337 を介して、記憶部 35 から読み出す。機械学習部 375 は、読み出したソフトウェアを用いて、記憶部 35 に記憶された複数の操作履歴と、複数の検査内容とに基づいて、機械学習（Genetic Algorithm：GA）を実行する。

30

【0051】

検査プロトコル生成部 377 は、機械学習部 375 により学習された結果に基づいて、検査プロトコル（検査手順）を生成する。例えば、検査プロトコル生成部 377 は、機械学習部 375 により学習された結果に基づいて、次に行われる一連の操作若しくは一連の検査内容の候補として、一連の検査手順を発生する。検査プロトコル生成部 377 は、生成した検査プロトコルを、記憶部 35 における検査プロトコル保存部 353 に出力する。また、検査プロトコル生成部 377 は、生成した検査プロトコルを、表示部 15 に出力する。生成された検査プロトコルは、入力部 17 を介した操作者の指示に従って、制御部 33 により実行される。機械学習（GA）および検査プロトコルの生成については、後ほど図面を参照して詳述する。

40

【0052】

表示部 15 は、画像合成部 29 からの出力に基づいて、超音波画像を表示する。表示部 15 は、検査手順発生部 37 により発生された検査手順（検査プロトコル）を表示する。なお、表示部 15 は、画像合成部 29 で発生された超音波画像に対して、ブライトネス、コントラスト、ダイナミックレンジ、γ補正などの調整および、カラーマップの割り当て

50

を実行してもよい。

【0053】

(検査手順発生機能)

検査手順発生機能とは、複数の操作履歴と複数の検査内容とに基づいて、決定された機械学習機能を用いて、検査手順を発生する機能である。例えば、検査手順発生機能は、記憶部35に記憶された操作履歴と検査内容と、操作者により入力された最新の操作若しくは直近に実行された検査内容との比較に基づく、予め設定された所定の統計解析により、次に行われる一連の操作若しくは一連の検査内容の候補として、一連の検査手順を発生する機能である。以下、検査手順発生機能に係る処理(以下、検査手順発生処理と呼ぶ)について説明する。

10

【0054】

図4Aおよび図4Bは、検査手順発生処理に係る処理手順の一例を示すフローチャートである。図4Aおよび図4Bにおいて、機械学習内容決定部373により決定された機械学習は、データマイニングであるものとする。

【0055】

データマイニングでは、例えば、クラスタリングによる手法が実行される。クラスタリングによる手法とは、例えば、クラスをCとおいた場合、本実施形態で解決したい課題は「Cを検査プロトコル(検査手順)になり得るCの集合と、検査プロトコルになり得ないCの集合とに分類する」こととなる。そのため、クラスタリング手法としては大きく「階層的手法(Hierarchical)」「分割最適化手法(Partition Optimization)」による解法が可能である。

20

【0056】

本実施形態で解決する課題は「検査スループットの向上」であるため、クラスタリングを早急に完了可能な手法である階層的手法を用いる。階層的手法とは、まず、n個の対象からなる入力データ標本が与えられたときに、1個の対象(データ標本)だけを含むn個のクラスCがある初期状態が生成される。次いで、この初期状態から機械学習を開始して、例えば、2つの対象 X_1 と X_2 の間の距離 $d(X_1, X_2)$ から複数のクラス C_1 と C_2 と間の距離 $d(C_1, C_2)$ を計算して近傍距離にあるCを逐次的に合併・統合する手法である。 $d(C_1, C_2)$ を具体的な数式に展開すると、 $d(C_1, C_2) = \min_{(X_1 \in C_1, X_2 \in C_2)} (d(X_1, X_2))$ となる。この距離関数を用いて、検査プロトコルの最適解となる複数のクラスCを選択する。

30

【0057】

以下、説明を簡単にするために、操作履歴は、3種類であるものとする。図5は、3種類の操作履歴の一例を示す図である。また、図6は、図5における入力内容コードに関する定義の一例を示す図である。図6を参照すると、図5における操作履歴1において、第1の操作 X_1 における属性ベクトルの成分(x_1, x_2, x_3)は、それぞれ $x_1 = 1$ 、 $x_2 = 0 \times 7640$ (パルスドブラ)、 $x_3 = \text{Nil}$ (無し)である。換言すると、操作履歴1の属性ベクトル X_1 は、その成分として、操作番号が1であり、入力内容がパルスドブラであり、既出操作が無いことを示している。

【0058】

また、図5における操作履歴1において、第2の操作 X_2 における属性ベクトルの成分(x_1, x_2, x_3)は、それぞれ $x_1 = 2$ 、 $x_2 = 0 \times 2D25$ (静止画保存)、 $x_3 = 0 \times 7640$ (パルスドブラ)である。換言すると、操作履歴1の属性ベクトル X_2 は、その成分として、操作番号2であり、入力内容が静止画保存であり、既出操作がパルスドブラであることを示している。

40

【0059】

また、図5における操作履歴1において、第3の操作 X_3 における属性ベクトルの成分(x_1, x_2, x_3)は、それぞれ $x_1 = 3$ 、 $x_2 = 0 \times 7011$ (2画面モード)、 $x_3 = 0 \times 2D25$ (静止画保存)である。換言すると、操作履歴1の属性ベクトル X_3 は、その成分として、操作番号3であり、入力内容が2画面モードであり、既出操作が静止

50

画保存であることを示している。

【 0 0 6 0 】

図 6 を参照すると、図 5 における操作履歴 2 において、第 1 の操作 X_1 における属性ベクトルの成分 (x_1 、 x_2 、 x_3) は、それぞれ $x_1 = 1$ 、 $x_2 = 0 \times 7 6 4 0$ (パルスドブラ)、 $x_3 = \text{Nil}$ (無し) である。換言すると、操作履歴 1 の属性ベクトル X_1 は、その成分として、操作番号が 1 であり、入力内容がパルスドブラであり、既出操作が無いことを示している。

【 0 0 6 1 】

また、図 5 における操作履歴 2 において、第 2 の操作 X_2 における属性ベクトルの成分 (x_1 、 x_2 、 x_3) は、それぞれ $x_1 = 2$ 、 $x_2 = 0 \times 8 0 5 0$ (キャリバ計測)、 $x_3 = 0 \times 7 6 4 0$ (パルスドブラ) である。換言すると、操作履歴 2 の属性ベクトル X_2 は、その成分として、操作番号 2 であり、入力内容がキャリバ計測であり、既出操作がパルスドブラであることを示している。

10

【 0 0 6 2 】

また、図 5 における操作履歴 2 において、第 3 の操作 X_3 における属性ベクトルの成分 (x_1 、 x_2 、 x_3) は、それぞれ $x_1 = 3$ 、 $x_2 = 0 \times 2 D 2 5$ (静止画保存)、 $x_3 = 0 \times 8 0 5 0$ (キャリバ計測) である。換言すると、操作履歴 2 の属性ベクトル X_3 は、その成分として、操作番号 3 であり、入力内容が静止画保存であり、既出操作がキャリバ計測であることを示している。

【 0 0 6 3 】

図 6 を参照すると、図 5 における操作履歴 3 において、第 1 の操作 X_1 における属性ベクトルの成分 (x_1 、 x_2 、 x_3) は、それぞれ $x_1 = 1$ 、 $x_2 = 0 \times 0 8 5 0$ (キャリバ計測)、 $x_3 = \text{Nil}$ (無し) である。換言すると、操作履歴 3 の属性ベクトル X_1 は、その成分として、操作番号が 1 であり、入力内容がキャリバ計測であり、既出操作が無いことを示している。

20

【 0 0 6 4 】

また、図 5 における操作履歴 3 において、第 2 の操作 X_2 における属性ベクトルの成分 (x_1 、 x_2 、 x_3) は、それぞれ $x_1 = 2$ 、 $x_2 = 0 \times 7 6 4 0$ (パルスドブラ)、 $x_3 = 0 \times 8 0 5 0$ (キャリバ計測) である。換言すると、操作履歴 3 の属性ベクトル X_2 は、その成分として、操作番号 2 であり、入力内容がパルスドブラであり、既出操作がキャリバ計測であることを示している。

30

【 0 0 6 5 】

また、図 5 における操作履歴 3 において、第 3 の操作 X_3 における属性ベクトルの成分 (x_1 、 x_2 、 x_3) は、それぞれ $x_1 = 3$ 、 $x_2 = 0 \times 8 0 5 1$ (トレース計測)、 $x_3 = 0 \times 7 6 4 0$ (パルスドブラ) である。換言すると、操作履歴 3 の属性ベクトル X_3 は、その成分として、操作番号 3 であり、入力内容がトレース計測であり、既出操作がパルスドブラであることを示している。

【 0 0 6 6 】

すなわち、図 5 によれば、操作履歴 1 は、パルスドブラ、静止画保存、2 画面モードを順に実行した操作履歴である。また、操作履歴 2 は、パルスドブラ、キャリバ計測、静止画保存を順に実行した操作履歴である。操作履歴 3 は、キャリバ計測、パルスドブラ、トレース計測を順に実行した操作履歴である。これら 3 つの操作履歴から、パルスドブラモードによる検査を実施した後に、静止画保存が実行される検査 (操作履歴 1 および 2) と、計測 (キャリバ計測またはトレース計測) が実行される検査 (操作履歴 2 および操作履歴 3) とが存在する。また、操作履歴 3 における $x_1 = 1$ X_1 と $x_1 = 3$ X_3 とにおいて、計測が 2 度実行されている (キャリバ計測とトレース計測)。

40

【 0 0 6 7 】

ここで重要となる属性 (属性ベクトルの成分) は、 x_1 および x_3 である。すなわち、重要な属性は、計測が実行されたのが何番目の操作で、どの入力内容コードの入力の後 (すなわち、どの機能の実行の後) に実行されたのかという点である。属性 x_1 および x_3

50

は、検査における機能間の依存関係を示す属性である。属性 x_1 および x_3 は、データマイニングのクラスタリングにおいて、クラスタを生成するための情報として用いられる。

【0068】

図5における操作履歴1乃至3によれば、操作履歴2が上記2つの検査（パルスドブラ後に、静止画保存が実行される検査と、計測が実行される検査）を含んでいるため、検査手順発生部37で発生されるクラスタは、操作履歴1の属性ベクトル X_1 と操作履歴2における属性ベクトル X_1 とを統合したクラスタと、操作履歴2の属性ベクトル X_2 と操作履歴3における属性ベクトル X_3 とを統合したクラスタとの2種類となる。

【0069】

以下に示す検査手順発生処理は、検査手順発生部37により実行される。まず、複数の操作履歴と複数の検査内容とを示す複数の属性ベクトルが、入力内容読込部371により、記憶部35から読み出される（ステップSa1）。以下に続く処理は、機械学習内容決定部373により決定された機械学習（データマイニングなど）と、記憶部35から読み出された複数の属性ベクトルを用いて、機械学習部375によりクラスタリングを実行し、クラスタリングの結果に基づいて、検査プロトコル生成部377により検査手順（検査プロトコル）を生成することである。

【0070】

まず、属性ベクトルを規定するための番号を示す n （ n は自然数）が初期化される（ステップSa2）。複数の属性ベクトルの入力内容（ x_2 ）において、第 n 属性ベクトルの入力内容（ x_2 ）における機能分類（ x_2 における上から3ケタ）と同じ機能分類がなければ（ステップSa3）、第 n 属性ベクトルは異なるクラスタとして決定される（ステップSa4）。複数の属性ベクトルの入力内容（ x_2 ）において、第 n 属性ベクトルの入力内容（ x_2 ）における機能分類（ x_2 における上から3ケタ）と同じ機能分類があれば（ステップSa3）、既出操作における機能分類に移行する。

【0071】

複数の操作履歴が図5で与えられる場合、操作履歴1の属性ベクトル X_1 に対して、 x_2 の上3ケタが等しい操作履歴1の属性ベクトル X_3 と、操作履歴2の属性ベクトル X_1 と、操作履歴3の属性ベクトル X_2 とが特定される。

【0072】

入力内容の機能分類が同一である複数の属性ベクトルの既出操作（ x_3 ）において、第 n 属性ベクトルの既出操作（ x_3 ）における機能分類（ x_3 における上から3ケタ）と同一の機能分類がなければ（ステップSa5）、第 n 属性ベクトルは異なるクラスタとして決定される（ステップSa4）。入力内容の機能分類が同一である複数の属性ベクトルの既出操作（ x_3 ）において、第 n 属性ベクトルの既出操作（ x_3 ）における機能分類（ x_3 における上から3ケタ）と同一の機能分類があれば（ステップSa5）、後述する既出操作平均値の計算のステップに移行する。

【0073】

複数の操作履歴が図5で与えられる場合、操作履歴1の属性ベクトル X_1 に対して、操作履歴1の属性ベクトル X_3 と、操作履歴2の属性ベクトル X_1 と、操作履歴3の属性ベクトル X_2 とのうち、 x_3 の上3ケタが等しい操作履歴2の属性ベクトル X_1 が、特定される。

【0074】

ステップSa5の処理においてYesであれば、第 n 属性ベクトルにおける既出操作のイベントコード（ x_3 ）と、入力内容および既出操作の機能分類が同一な属性ベクトル（以下、機能分類同一ベクトルと呼ぶ）における既出操作のイベントコード（ x_3 ）との平均を示す既出操作平均値が計算される（ステップSa6）。既出操作平均値は、サブモードを考慮する必要が生じるため、 $[\{ \text{第 } n \text{ 属性ベクトルにおける既出操作のイベントコード } (x_3) \} + \{ \text{機能分類同一ベクトルにおける既出操作のイベントコード } (x_3) \}] / 2$ として計算される。

【0075】

10

20

30

40

50

複数の操作履歴が図5で与えられる場合、操作履歴1の属性ベクトル X_1 の既出操作のイベントコード($x_3 = Nil$)と、操作履歴2の属性ベクトル X_1 の既出操作のイベントコード($x_3 = Nil$)との平均(Nil)が既出操作平均値として決定される。

【0076】

ステップS a 6に続いて、機能分類同一ベクトルの操作番号から所定の閾値を加えた数の範囲内に、第 n 属性ベクトルの操作番号がなければ(ステップS a 7)、第 n 属性ベクトルは、異なるクラスタとして決定される(ステップS a 4)。機能分類同一ベクトルの操作番号から所定の閾値を加えた数の範囲内に、第 n 属性ベクトルの操作番号があれば(ステップS a 7)、後述する平均イベントコードが計算される。すなわち、操作履歴において所定の閾値に対応する数の操作だけ過去に遡った複数の過去操作と、過去操作にそれぞれ対応する複数の検査内容とに基づいて、前記操作履歴と前記検査内容とが複数のクラスタに分類される。

10

【0077】

所定の閾値は、例えばデフォルトで4であるが、上述したように、被検体に対する検査対象部位に応じて、例えば入力部17を介して適宜変更されてもよい。また、所定の閾値は、入力部17を介して入力された検査対象部位に応じて決定されてもよい。なお、ステップS a 6の処理は、ステップS a 7の処理の後に実行されてもよい。

【0078】

ステップS a 7の処理においてYesであれば、第 n 属性ベクトルにおける入力内容のイベントコード(x_2)と、機能分類同一ベクトルのイベントコード(x_2)との平均を示す平均イベントコードが計算される(ステップS a 8)。次いで、第 n 属性ベクトルの操作番号(x_1)と、機能分類同一ベクトルの操作番号(x_1)との平均を示す平均操作番号が計算される(ステップS a 9)。平均操作番号と平均イベントコードと既出操作平均値とを成分とする属性ベクトルを新たなクラスタの要素として、第 n 属性ベクトルと機能分類同一ベクトルとが、統合(クラスタリング)される(ステップS a 10)。

20

【0079】

複数の操作履歴が図5で与えられる場合、操作履歴1の属性ベクトル X_1 と操作履歴2の属性ベクトル X_1 とが一つのクラスタとして統合される。また、操作履歴2の属性ベクトル X_2 と、操作履歴3の属性ベクトル X_3 とが、一つのクラスタとして統合される。

【0080】

30

すべての n (クラスタまたは属性ベクトル)についてクラスタリングが終了していなければ(ステップS a 11)、 n がインクリメントされて(ステップS a 12)、ステップS a 3乃至ステップS a 11の処理が繰り返される。すべての n (クラスタまたは属性ベクトル)についてクラスタリングが終了すれば(ステップS a 11)、クラスタリングされた複数のクラスタ各々における平均操作番号に基づいて、検査内容の手順を示す一連の検査手順が発生される(ステップS a 12)。例えば、以上の処理手順により、記憶部35に記憶された操作履歴と検査内容と、操作者により入力された最新の操作若しくは直近に実行された検査内容との比較に基づく、予め設定された所定の統計解析により、次に行われる一連の操作若しくは一連の検査内容の候補として、一連の検査手順が発生される。発生された一連の検査手順が表示部15に表示される(ステップS a 14)。

40

【0081】

上記ステップS a 2乃至ステップS a 11に係るクラスタリング処理は、一例であり、属性ベクトルの成分の類似度に基づいて、属性ベクトルをクラスタリングしている。このことから、本実施形態に係るクラスタリング処理は、属性ベクトルの類似度に基づいてクラスタリングを実行する処理は、上記ステップS a 2乃至ステップS a 11に限定されず、任意の方法で実行することも可能である。

【0082】

図7は、クラスタリングの概要の一例を示す概要図である。図7に示すように、クラスタリングが実行される前の初期状態では、クラスタの数は、属性ベクトルの数に等しくなる。すなわち、クラスタの数 C = 属性ベクトルの数 X となる。図7の左側のグラフに示す

50

ように、初期状態のクラスタの数（属性ベクトルの数） k は、18であるものとする。検査手順発生処理におけるステップS a 1 1の終了後、図7の右側のグラフに示すように、類似度が高いクラスタは、一つのクラスタに統合されるため、クラスタの数は減少する（ $k = 12$ ）。クラスタリング処理により、初期状態の複数のクラスタは、2極化される。

【0083】

すなわち、機械学習におけるクラスタリングは、クラスタリングを繰り返しクラスタCに割り当てに変化がなくなった時点で学習を終了する。同一のクラスタCに属する要素は、 $X = (x_1, x_2, x_3)$ である。また、同一クラスタに属する属性ベクトルXの x_1 成分は、属性ベクトルとクラスタの x_1 成分を平均化することにより決定される。また、同一クラスタに属する属性ベクトルXの x_3 成分は、属性ベクトルとクラスタの x_3 成分を平均化することにより決定される。

10

【0084】

図8は、クラスタリングされた複数のクラスタに基づいて、一連の検査手順（プロトコル）を生成する一例を示す図である。図8の左側のグラフは、クラスタリング処理の終了後において、クラスタリングされた複数のクラスタの一例を示す図である。図8の左側のグラフおよび図7の右側のグラフは、機械学習部375により学習された結果（クラスタリング結果）に相当する。図8の右側のグラフに示すように、クラスタリング結果に基づいて、次に行われる一連の操作若しくは一連の検査内容の候補として、プロトコル（検査手順）が、検査手順発生部37により構築される。

20

【0085】

機械学習を経て導出した複数のクラスタ C_k （図8の左側のグラフの右下の複数のクラスタ、 k （自然数） $< n$ ）において、 x_1 成分（平均操作番号）を昇順で結んだ集合が、一連の検査手順（プロトコル）として生成される。具体的には、検査プロトコル生成部377は、図8に示すように、クラスタリングされた複数のクラスタ（図8の右側のグラフにおける右下の「最終的に導出されたC群」）において、平均操作番号（ x_1 ）の小さい順（昇順）に複数のクラスタを関連づけることにより、一連の検査手順を発生する。

30

【0086】

なお、検査プロトコル生成部377は、クラスタリングされた複数のクラスタ間における相関関係（相関ルール）に基づいて、一連の検査手順を発生してもよい。具体的には、検査プロトコル生成部377は、複数のクラスタ各々における成分（ x_1, x_2, x_3 ）の相関関係（相関ルール）を発生する。次いで、検査プロトコル生成部377は、発生した相関関係に基づいて、一連の検査手順を生成する。

40

【0087】

また、本実施形態では、検査手順発生処理におけるデータマイニングの代わりに、例えば、少なくとも一つの属性ベクトルを教師として、ニューラルネットワークを用いて、属性ベクトルの類似度に応じて検査手順を生成してもよい。また、類似度に関する特徴は、入力部17を介して入力されてもよい。また、検査手順発生処理は、データマイニング、ニューラルネットワーク、相関ルールなどの各種機械学習内容（統計処理）を複合的に組み合わせて実行されてもよい。

40

【0088】

なお、これまでに述べた学習は線形計画法による解法も可能であるが、通常のルーチンで用いる機能および検査数を考慮すると、線形計画法での解法は組み合わせ爆発もしくは局所的最適解に収束し、期待する結果を得られないリスクが高いため、機械学習（Genetic Algorithm：GA）による解法を実施していることを補足する。

【0089】

以上に述べた構成によれば、以下の効果を得ることができる。

本超音波診断装置1によれば、記憶部35に記憶された複数の操作履歴と複数の検査内容とに対応する属性ベクトルに対して、データマイニング、相関ルール、ニューラルネットワークなどの所定の統計解析を実行することにより、一連の検査手順（検査プロトコル）を発生することができる。例えば、本実施形態によれば、所定の閾値以下すなわち計測

50

手順が近い検査内容（例えば、４計測以内）の属性ベクトルに対して分類を行い、一連の検査手順を発生することができる。

【００９０】

すなわち、本超音波診断装置によれば、記憶部３５に記憶された操作履歴と検査内容と、操作者により入力された最新の操作若しくは直近に実行された検査内容との比較に基づく、予め設定された所定の統計解析により、次に行われる一連の操作若しくは一連の検査内容の候補として、一連の検査手順を発生することができる。

【００９１】

これらのことから、本実施形態によれば、検査プロトコル実行機能を利用する前段階の作業である検査プロトコル生成作業を簡略化するとともに、これまでの操作履歴から操作者に最適と考えられる検査プロトコルについて、機械学習を用いて提示することができる。すなわち、検査プロトコルを自動的に生成する自動生成機能（検査手順発生機能）により超音波画像診断の円滑な進行に寄与することができる。本実施形態における本機能を利用すれば、超音波診断装置が保持する既存プロトコルよりも優れたプロトコルを提示できる可能性もある。加えて、本実施形態によれば、検査手順において、単に次の操作を予測するのではなく、検査手順全体の設計を行うことができ、検査効率が向上する。

10

【００９２】

また、上記実施形態の変形例として、本超音波診断装置１の技術的思想を医用画像診断装置で実現する場合には、例えば図１の構成図における破線内の構成要素を有するものとなる。医用画像診断装置は、医用画像診断検査に関する一連の検査手順を発生する。この時、検査手順発生機能は、本超音波診断装置１に関する機能と同様であり、上記実施形態における超音波検査を医用画像診断検査に置き換えることで理解される。

20

【００９３】

また、超音波診断装置を含む医用画像診断装置において、超音波診断装置から出力されたＤＩＣＯＭファイルなどのデータ（例えば、操作履歴、検査内容など）を読み込んで、上記処理を実行することも可能である。加えて、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憶媒体に格納して頒布することも可能である。

30

【００９４】

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。これら新規な実施形態は、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ともに、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。

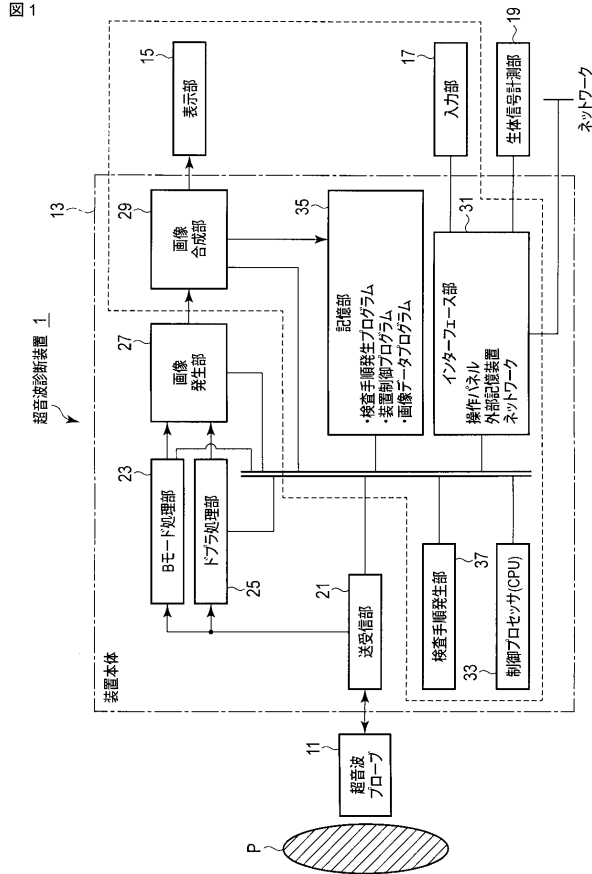
【符号の説明】

【００９５】

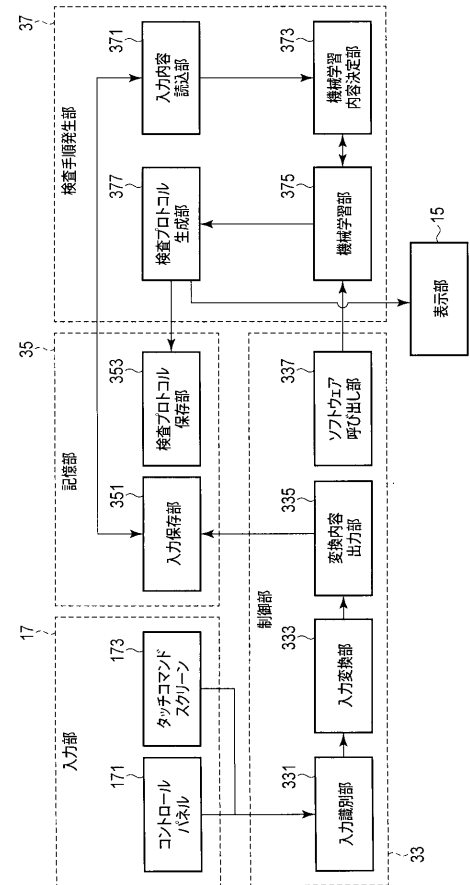
40

１…超音波診断装置、１１…超音波プローブ、１３…装置本体、１５…表示部、１７…入力部、１９…生体信号計測部、２１…送受信部、２３…Ｂモード処理部、２５…ドブラ処理部、２７…画像発生部、２９…画像合成部、３１…インターフェース部、３３…制御部（ＣＰＵ）、３５…記憶部、３７…検査手順発生部、１７１…コントロールパネル、１７３…タッチコマンドスクリーン、３３１…入力識別部、３３３…入力変換部、３３５…変換内容出力部、３３７…ソフトウェア呼び出し部、３５１…入力保存部、３５３…検査プロトコル保存部、３７１…入力内容読込部、３７３…機械学習内容決定部、３７５…機械学習部、３７７…検査プロトコル生成部。

【図 1】



【図 2】

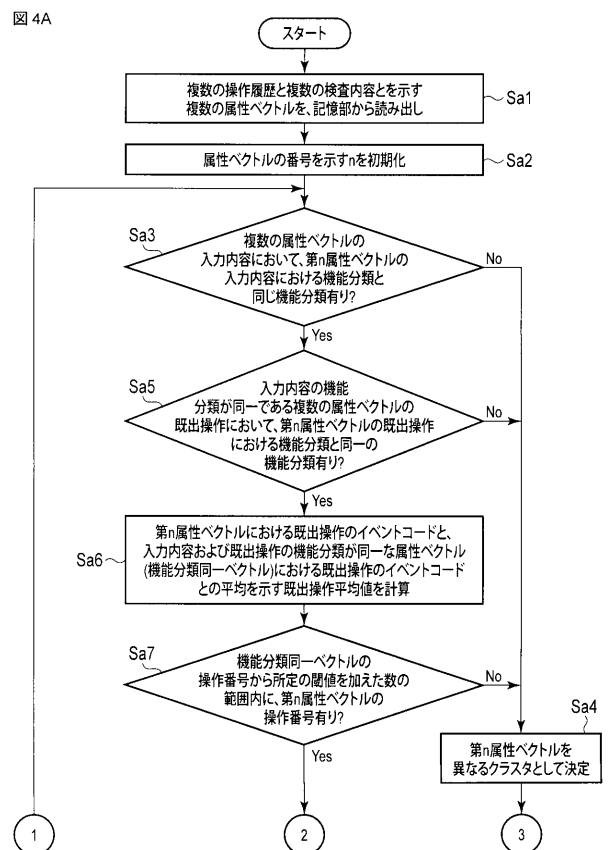


【図 3】

図 3

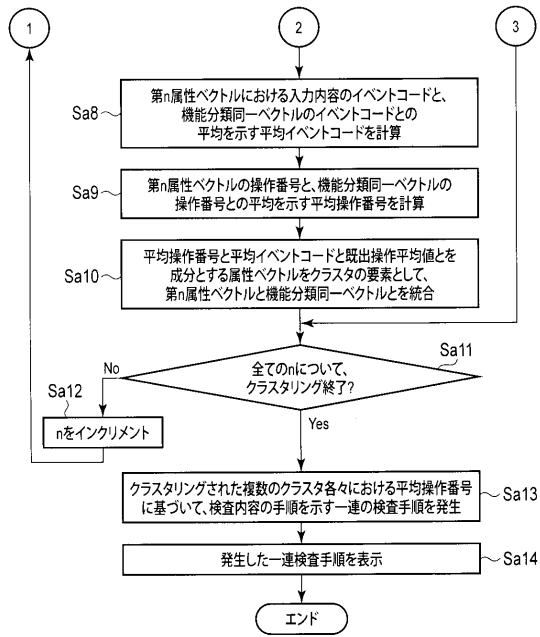
属性ベクトル	属性	内容
x ₁	操作番号	入力データ標本が検査の何番目に入力された機能であることを示す番号。この番号はイベント制御モジュールが発行する番号を用いる。
x ₂	入力内容	超音波画像診断装置が持つ機能のイベントコードであり、これらは16進数で表記される。コードは0x0000から0xFFFFがあり、イベントコードは機能分類単位で分類される。機能分類を以下に示す。 0x0*** コントロールパネルデバイス固有のイベント 0x2*** 共有機能(ACSII関連、タッチコマンドスクリーン関連) 0x5*** 3D画像表示機能に関する機能イベントコード 0x6*** CTやMRIなどの、他モダリティ画像と超音波画像診断装置で得られた画像との位置合わせ表示機能に関する機能イベントコード 0x7*** 2D画像表示機能に関する機能イベントコード 0x8*** 基本計測機能に関する機能イベントコード 0x9*** 応用計測機能に関する機能イベントコード 0xA*** 診断部位を示すアイコン表示機能に関する機能イベントコード 0xB*** 診断画像に対して文字を入力する(ピクトグラム)機能に関する機能イベントコード 0xC*** 臨床アプリケーションに関する機能イベントコード
x ₃	既出操作	ひとつ前に入力したイベントコード。イベントコード分類はx ₂ に示したイベントコードに準拠。

【図 4 A】



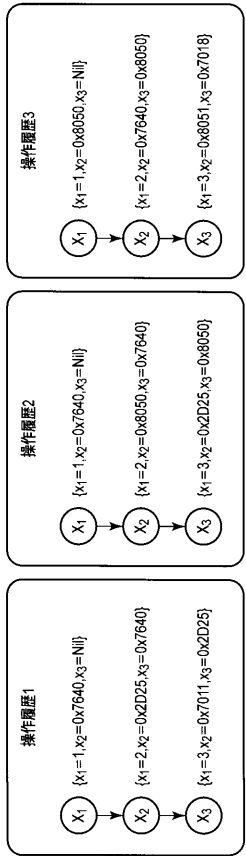
【 図 4 B 】

図 4B



【 図 5 】

図 5



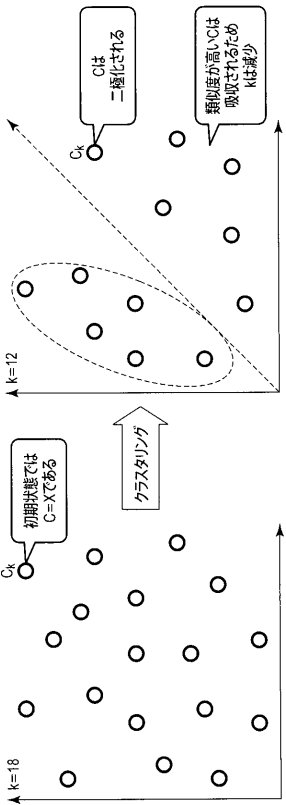
【 図 6 】

図 6

入力内容コード	機能名	解説
0x7640	パルスドップラ	パルス波を用いたドップラ法で、主に循環器診断(心エコー)に用いる。
0x2D25	静止画保存	超音波画像診断の静止画を一枚保存する。
0x7011	二画面モード	2D超音波画像二画面表示。左右にそれぞれ診断画像を表示する。診断画像は左右何れかに表示され、一方は停止画像を表示する。
0x8050	キャリバ計測	基本計測機能。距離計測やエリア計測など、複数の計測ツールがあり、デフォルトは距離計測。
0x8051	トレース計測	基本計測機能。トレースモード(PW, CWなど)用の計測ツール。デフォルトは診断部位により異なる。

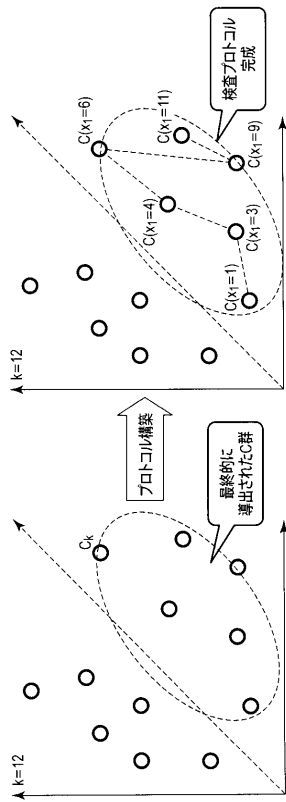
【 図 7 】

図 7



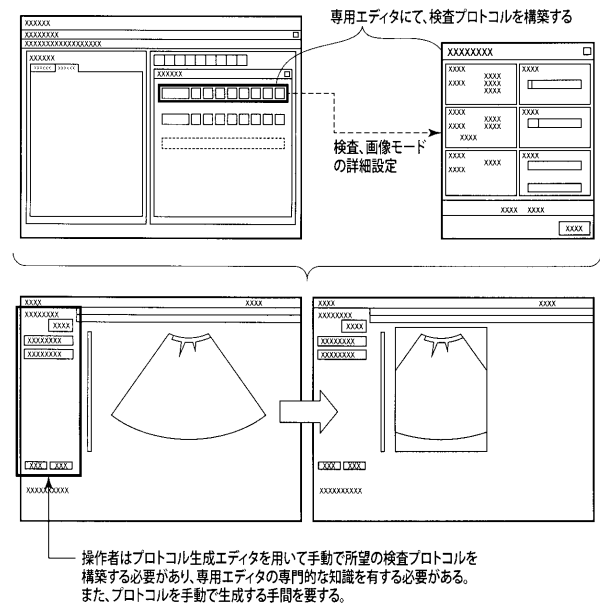
【 図 8 】

図 8



【 図 9 】

図 9



フロントページの続き

- (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 100158805
弁理士 井関 守三
- (74)代理人 100172580
弁理士 赤穂 隆雄
- (74)代理人 100179062
弁理士 井上 正
- (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
- (72)発明者 小笠原 勝
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 郡司 隆之
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 大森 慈浩
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 佐藤 俊介
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 福田 省吾
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
- F ターム(参考) 4C601 EE11 KK46 LL02 LL05 LL38

专利名称(译)	超声诊断设备，医学图像诊断设备和检查程序生成程序		
公开(公告)号	JP2015116331A	公开(公告)日	2015-06-25
申请号	JP2013261700	申请日	2013-12-18
[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	小笠原勝 郡司隆之 大森慈浩 佐藤俊介 福田省吾		
发明人	小笠原 勝 郡司 隆之 大森 慈浩 佐藤 俊介 福田 省吾		
IPC分类号	A61B8/00		
FI分类号	A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/EE11 4C601/KK46 4C601/LL02 4C601/LL05 4C601/LL38		
代理人(译)	河野直树 井上 正 冈田隆		
其他公开文献	JP6181542B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种超声波诊断装置，该超声波诊断装置能够自动生成检查协议并在使用检查协议执行功能时预先减轻操作者的工作量。本实施方式的超声波诊断装置（1）在对被检体进行超声波检查时，涉及与由操作者输入的多个操作有关的多个操作历史，以及由这些操作执行的多个检查内容。基于用于存储操作历史的存储单元35，所存储的操作历史和检查内容以及由操作者输入的最新操作或最近执行的检查内容之间的比较。根据统计分析，作为接下来要执行的一系列操作或一系列检查内容的候选者，生成一系列检查程序的检查程序生成单元37和显示一系列检查程序的显示单元15。它的特点是做到。[选型图]图1

