

(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2020-81742

(P2020-81742A)

(43) 公開日 令和2年6月4日(2020.6.4)

(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 12 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2018-225650 (P2018-225650)
(22) 出願日 平成30年11月30日(2018.11.30)

(71) 出願人 000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(74) 代理人 110001678
特許業務法人藤中央特許事務所
(72) 発明者 野口 喜実
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
(72) 発明者 ▲桑▼山 真紀
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
(72) 発明者 山本 佳子
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内

最終頁に続く

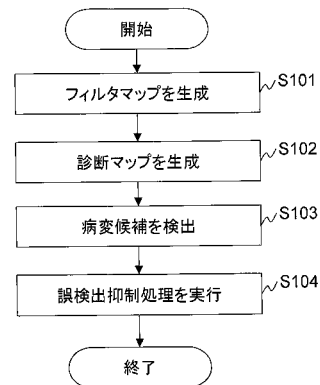
(54) 【発明の名称】 診断装置及び診断方法

(57) 【要約】

【課題】超音波画像を用いた診断において、高い精度で自動的に病変を検出する。

【解決手段】被検体の断層画像を用いた診断を行う診断装置であって、被検体から取得されたデータに基づいて断層画像を生成する画像生成部と、断層画像から病変を検出する処理を実行する検出部と、を備え、検出部は、断層画像を用いて、断層画像から異常が疑われる組織領域を抽出するためのフィルタマップを生成し、断層画像及び前記フィルタマップを用いて、断層画像に含まれる病変を検出し、病変の検出結果を含む検出情報を出力する。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

被検体の断層画像を用いた診断を行う診断装置であって、
前記被検体から取得されたデータに基づいて前記断層画像を生成する画像生成部と、前記断層画像から病変を検出する処理を実行する検出部と、を備え、
前記検出部は、
前記断層画像を用いて、前記断層画像から異常が疑われる組織領域を抽出するためのフィルタマップを生成し、
前記断層画像及び前記フィルタマップを用いて、前記断層画像に含まれる病変を検出し、前記病変の検出結果を含む検出情報を出力することを特徴とする診断装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の診断装置であって、
前記検出部は、
前記断層画像に対して、任意の方向に複数の解析層を設定し、
前記複数の解析層の各々に含まれる複数の画素群の特徴量の平均値を算出し、
前記複数の解析層の各々に含まれる複数の画素群の前記特徴量の平均値が設定された画素群の層から構成される画像を前記フィルタマップとして生成することを特徴とする診断装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の診断装置であって、
前記検出部は、
前記断層画像の特徴量及び前記フィルタマップの特徴量の差分を算出することによって診断マップを生成し、
前記診断マップに基づいて、前記断層画像に含まれる病変を検出することを特徴とする診断装置。

20

【請求項 4】

請求項 1 に記載の診断装置であって、
病変が検出された前記断層画像を解析する解析部を備え、
前記解析部は、前記断層画像、前記検出結果、及び前記病変の解析結果から構成される学習データを用いた学習処理によって生成された推定モデルに基づいて、前記病変が検出された断層画像を解析し、前記病変の解析結果を含む解析情報を出力することを特徴とする診断装置。

30

【請求項 5】

請求項 4 に記載の診断装置であって、
前記検出情報及び前記解析情報をユーザに対して提示するための表示データを生成する表示部を備え、
前記表示部は、前記表示データに基づいて表示された操作画面を介した操作を受け付けた場合、当該操作に基づいて、前記検出情報及び前記解析情報の少なくともいずれかを更新することを特徴とする診断装置。

【請求項 6】

請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか一項に記載の診断装置であって、
前記画像生成部は、前記被検体に放射された超音波の反射を計測することによって得られたデータに基づいて、前記断層画像を生成することを特徴とする診断装置。

40

【請求項 7】

被検体の断層画像を用いた診断を行う診断装置が実行する診断方法であって、
前記診断装置は、前記被検体から取得されたデータに基づいて前記断層画像を生成する画像生成部と、前記断層画像から病変を検出する処理を実行する検出部と、を有し、
前記診断方法は、
前記検出部が、前記断層画像を用いて、前記断層画像から異常が疑われる組織領域を抽出するためのフィルタマップを生成する第 1 のステップと、

50

前記検出部が、前記断層画像及び前記フィルタマップを用いて、前記断層画像に含まれる病変を検出し、前記病変の検出結果を含む検出情報を出力する第2のステップと、を含むことを特徴とする診断方法。

【請求項8】

請求項7に記載の診断方法であって、

前記第1のステップは、

前記検出部が、前記断層画像に対して、任意の方向に複数の解析層を設定するステップと、

前記検出部が、前記複数の解析層の各々に含まれる複数の画素群の特徴量の平均値を算出するステップと、

前記検出部が、前記複数の解析層の各々に含まれる複数の画素群の前記特徴量の平均値が設定された画素群の層から構成される画像を前記フィルタマップとして生成するステップと、を含むことを特徴とする診断方法。

【請求項9】

請求項7に記載の診断方法であって、

前記第2のステップは、

前記検出部が、前記断層画像の特徴量及び前記フィルタマップの特徴量の差分を算出することによって診断マップを生成するステップと、

前記検出部が、前記診断マップに基づいて、前記断層画像に含まれる病変を検出するステップと、を含むことを特徴とする診断方法。

【請求項10】

請求項7に記載の診断方法であって、

前記診断装置は、病変が検出された前記断層画像を解析する解析部を有し、

前記診断方法は、前記解析部が、前記断層画像、前記検出結果、及び前記病変の解析結果から構成される学習データを用いた学習処理によって生成された推定モデルに基づいて、前記病変が検出された断層画像を解析し、前記病変の解析結果を含む解析情報を出力するステップを含むことを特徴とする診断方法。

【請求項11】

請求項10に記載の診断方法であって、

前記診断装置は、前記検出情報及び前記解析情報をユーザに対して提示するための表示データを生成する表示部を有し、

前記診断方法は、前記表示部が、前記表示データに基づいて表示された操作画面を介した操作を受け付けた場合、当該操作に基づいて、前記検出情報及び前記解析情報の少なくともいずれかを更新するステップを含むことを特徴とする診断方法。

【請求項12】

請求項7乃至請求項11のいずれか一項に記載の診断方法であって、

前記画像生成部が、前記被検体に放射された超音波の反射を計測することによって得られたデータに基づいて、前記断層画像を生成するステップを含むことを特徴とする診断方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、医療分野における画像診断装置及び画像診断方法に関する。

【背景技術】

【0002】

乳がんの検診では、一般的にマンモグラフィ検査が行われる。しかし、マンモグラフィ検査では、アジア人に多いとされる高濃度乳せん（デンスブレスト）の検診者における病変の検出率が低下するという問題がある。このような課題に対し、超音波検査を併用することで病変の検出率を向上させる取り組みが行われている。

10

20

30

40

50

【0003】

超音波検査では大量の超音波画像を読影する必要があり、検査者の負担が大きさ及び検査者による病変の検出率のばらつき等の課題があり、コンピュータ診断支援技術(CAD: Computer - Aided Diagnosis / Detection)の開発が期待されている。

【0004】

コンピュータ診断支援技術としては、特許文献1に記載の技術が知られている。特許文献1には、「医療映像内で病変候補を検出する病変候補検出段階と、医療映像内で解剖学的客体を検出する周辺客体検出段階と、病変候補を病変候補の位置と解剖学的客体の位置との関係情報を含む解剖学的脈絡情報に基づいて検証する病変候補検証段階と、検証結果に基づいて、病変候補のうち、偽陽性病変候補を除去する偽陽性除去段階と、」を含む装置が記載されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2015-154918号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

リアルタイム性の優れた超音波診断装置を用いて、検査中に病変の検出結果を自動的に得たいというニーズがある。

20

【0007】

特許文献1に記載の技術では、予め機械学習を実行して検出器を構築する必要がある。検出器の精度を向上させるためには、大量の学習データが必要となり、また、最適なアルゴリズムを設定する必要がある。また、病変等を検出するための処理時間及び処理コストが高い。そのため、特許文献1に記載の技術では、前述のようなニーズに十分対応できない可能性がある。

【0008】

本発明は、超音波画像を用いた診断において、高い精度で自動的に病変を検出可能な装置及び方法を提供する。

30

【課題を解決するための手段】

【0009】

本願において開示される発明の代表的な一例を示せば以下の通りである。被検体の断層画像を用いた診断を行う診断装置であって、前記被検体から取得されたデータに基づいて前記断層画像を生成する画像生成部と、前記断層画像から病変を検出する処理を実行する検出部と、を備え、前記検出部は、前記断層画像を用いて、前記断層画像から異常が疑われる組織領域を抽出するためのフィルタマップを生成し、前記断層画像及び前記フィルタマップを用いて、前記断層画像に含まれる病変を検出し、前記病変の検出結果を含む検出情報を出力する。

40

【発明の効果】

【0010】

本発明の一形態によれば、診断装置は高い精度で病変を自動的に検出できる。上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施例の説明により明らかにされる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】実施例1の超音波診断装置の構成例を示す図である。

【図2】実施例1の超音波診断装置によって生成される断層画像の一例を示す図である。

【図3】実施例1の病変検出部が実行する処理を説明するフローチャートである。

【図4A】実施例1のフィルタマップの生成方法の一例を説明する図である。

【図4B】実施例1のフィルタマップの生成方法の一例を説明する図である。

50

【図 4 C】実施例 1 のフィルタマップの生成方法の一例を説明する図である。
【図 5】実施例 1 の病変検出部が実行する処理の流れの一例を示す図である。
【図 6】実施例 1 の表示部によって提示される病変の検出結果の一例を示す図である。
【図 7】実施例 2 の超音波診断装置の構成例を示す図である。
【図 8 A】実施例 2 の超音波診断装置が病変の形状を解析する方法を示す図である。
【図 8 B】実施例 2 の超音波診断装置が病変の形状を解析する方法を示す図である。
【図 9】実施例 2 の超音波診断装置が病変の良悪性及びカテゴリを解析する方法を示す図である。

【図 10 A】実施例 3 の表示部によって提示される画面の一例を示す図である。

【図 10 B】実施例 3 の表示部によって提示される画面の一例を示す図である。

【図 10 C】実施例 3 の表示部によって提示され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】

【0012】

以下、本発明の実施例を、図面を用いて説明する。ただし、本発明は以下に示す実施例の記載内容に限定して解釈されるものではない。本発明の思想ないし趣旨から逸脱しない範囲で、その具体的構成を変更し得ることは当業者であれば容易に理解される。

【0013】

以下に説明する発明の構成において、同一又は類似する構成又は機能には同一の符号を付し、重複する説明は省略する。

【0014】

本明細書等における「第 1」、「第 2」、「第 3」等の表記は、構成要素を識別するために付するものであり、必ずしも、数又は順序を限定するものではない。

【0015】

図面等において示す各構成の位置、大きさ、形状、及び範囲等は、発明の理解を容易にするため、実際の位置、大きさ、形状、及び範囲等を表していない場合がある。したがって、本発明では、図面等を開示された位置、大きさ、形状、及び範囲等に限定されない。

【実施例 1】

【0016】

図 1 は、実施例 1 の超音波診断装置の構成例を示す図である。図 2 は、実施例 1 の超音波診断装置によって生成される断層画像の一例を示す図である。

【0017】

超音波診断装置 100 は、被検体に対して超音波を出力し、反射した超音波の信号（エコー信号）から断層画像（エコー画像）を生成する。さらに、超音波診断装置 100 は、断層画像から病変を検出するための検出処理を実行し、病変の検出結果を医療従事者等のユーザに提示する。

【0018】

超音波診断装置 100 は、CPU 101、主記憶装置 102、副記憶装置 103、探触子 104、送信回路 105、受信回路 106、整相加算器 107、入力装置 108、及び出力装置 109 を備える。各ハードウェアはバス等を介して互いに接続される。

【0019】

CPU 101 は、主記憶装置 102 に格納されるプログラムを実行する。CPU 101 がプログラムにしたがって処理を実行することによって、特定の機能を実現する機能部（モジュール）として動作する。以下の説明では、機能部を主語に処理を説明する場合、CPU 101 が当該機能部を実現するプログラムを実行していることを示す。本実施例の CPU 101 は、回路制御部 110 及び画像処理部 120 として動作する。各機能部の詳細は後述する。

【0020】

主記憶装置 102 は、メモリ等の記憶装置であり、CPU 101 が実行するプログラム及び情報を格納する記憶装置である。副記憶装置 103 は、HDD（Hard Disk Drive）及び SSD（Solid State Drive）等の記憶装置であり

10

20

30

40

50

、データを永続的に格納する。

【0021】

本実施例の主記憶装置102には、回路制御部110及び画像処理部120を実現するプログラムが格納される。また、本実施例の副記憶装置103には、断層画像及び被検体情報等が格納される。被検体情報は被検体の年齢及び性別等を含む情報である。

【0022】

なお、主記憶装置102に格納されるプログラム及び情報は、副記憶装置103に格納されてもよい。この場合、CPU101が、副記憶装置103からプログラム及び情報を読み出して、主記憶装置102にロードし、主記憶装置102にロードされたプログラムを実行する。

【0023】

なお、データ及び情報を格納する記憶装置は、使用目的、処理性能、及び記憶容量等に応じて、適宜変更できる。

【0024】

探触子104は、超音波を発生させ、被検体の内部で反射した超音波を受信し、受信した超音波をエコー信号に変換する。探触子104は、超音波を発生させる超音波振動子を有する。なお、探触子104は、超音波を受信できる形態であれば、どのような形態でもよい。例えば、通常の手持ち式探触子でもよいし、ABUS (Automate Breast Ultrasound System)等の機械による自動走査式探触子でもよい。

【0025】

送信回路105は、一定の周期で、探触子104に超音波の送信信号を出力する。受信回路106は、探触子104からエコー信号を受信する。

【0026】

整相加算器107は、時系列のエコー信号を整相加算することによって、時系列のRF信号フレームデータを生成する。整相加算器107はアナログデジタル(A/D)変換器を内蔵する。RF信号フレームデータは、観測データとして主記憶装置102又は副記憶装置103に蓄積される。

【0027】

入力装置108は、ユーザが情報を入力するための装置であり、例えば、キーボード、マウス、タッチパネル、及びボタン等である。

【0028】

出力装置109は、ユーザに対して情報を出力するための装置であり、例えば、ディスプレイ、プリンタ、及びスピーカ等である。本実施例の出力装置109は、断層画像及び病変の検出結果等を出力する。

【0029】

ここで、回路制御部110及び画像処理部120について説明する。

【0030】

回路制御部110は、送信回路105及び受信回路106を制御する。例えば、回路制御部110は、送信回路105に対して、超音波の放射方向及び送信信号の出力周期等を調整するための制御を実行する。

【0031】

画像処理部120は、整相加算器107によって生成されたRF信号フレームデータを用いて断層画像を生成し、断層画像に対してフィルタ処理及び病変の検出処理等の画像処理を実行する。また、画像処理部120は、断層画像とともに、病変の検出結果等を副記憶装置103に格納する。病変の検出結果には、病変の有無、画像内の病変の位置、及び検出された時間等が含まれる。なお、探触子104に磁気センサ等の位置を検出するセンサが搭載されている場合、病変の検出結果には空間位置情報が含まれてもよい。

【0032】

画像処理部120は、例えば、図2に示すような断層画像200を生成する。断層画像

10

20

30

40

50

層 200 の層 201 は皮膚に対応する層を表し、層 202 は脂肪に対応する層を表し、層 203 は乳腺に対応する層を表し、層 204 は大胸筋に対応する層を表す。また、オブジェクト 205 は病変を表す。

【0033】

本実施例の画像処理部 120 は、画像生成部 121、病変検出部 122、及び表示部 123 から構成される。なお、画像処理部 120 は他の機能部を有してもよい。

【0034】

画像生成部 121 は、RF 信号フレームデータに対して走査変換処理を実行することによって、断層画像を生成する。画像生成部 121 は、副記憶装置 103 に、生成された断層画像を格納する。走査変換処理は公知の技術であるため詳細な説明は省略する。

10

【0035】

病変検出部 122 は、断層画像から病変を検出するための検出処理を実行し、検出処理の結果を検出情報として出力する。病変検出部 122 は、副記憶装置 103 に、断層画像と対応づけた検出情報を格納する。病変検出部 122 が実行する処理の詳細は後述する。

【0036】

表示部 123 は、断層画像及び病変の検出結果等を表示するための表示データを生成する。病変の検出結果の提示方法の詳細は後述する。

【0037】

回路制御部 110、探触子 104、送信回路 105、受信回路 106、及び整相加算器 107 は、超音波を用いて被検体を観察する観測部として機能し、画像処理部 120、主記憶装置 102、副記憶装置 103、入力装置 108、及び出力装置 109 は、画像を処理するデータ処理部として機能する。なお、観測部及びデータ処理部は、別々の装置を用いて実現してもよい。

20

【0038】

図 3 は、実施例 1 の病変検出部 122 が実行する処理を説明するフローチャートである。図 4 A、図 4 B、及び図 4 C は、実施例 1 のフィルタマップの生成方法の一例を説明する図である。図 5 は、実施例 1 の病変検出部 122 が実行する処理の流れの一例を示す図である。

【0039】

病変検出部 122 は、画像生成部 121 によって断層画像が生成された場合、以下で説明する処理を開始する。なお、本実施例は処理の実行タイミングに限定されない。例えば、断層画像が生成される度に処理が実行されてもよいし、所定数の断層画像が蓄積された後に処理が実行してもよい。

30

【0040】

病変検出部 122 は、一つの断層画像を用いて一つのフィルタマップを生成する（ステップ S101）。具体的には、以下のような処理が実行される。

【0041】

（処理 A1）病変検出部 122 は、断層画像に対して、任意の深さの解析層を、任意の角度及び任意の間隔で設定する。解析層の設定角度は、断層画像の向き又はビームの向きに基づいて決定される。解析層の深さ及び設定間隔は、検出精度及び処理コスト等に基づいて決定される。以下の説明では、角度、深さ、及び間隔を解析条件とも記載する。

40

【0042】

図 4 A は、断層画像 200 に対して、一画素の深さの解析層を、断層画像の水平方向に平行かつ 1 画素間隔で設定された状態を示す。すなわち、垂直方向の画素数と同じ数だけ解析層が設定された状態を示す。図 4 B は、断層画像 200 に対して、一画素の深さの解析層を、断層画像の垂直方向に平行かつ 1 画素間隔で設定された状態を示す。すなわち、水平方向の画素数と同じ数だけ解析層が設定された状態を示す。

【0043】

（処理 A2）病変検出部 122 は、各解析層について、解析層に含まれる複数の画素の特徴量の平均値を算出する。病変検出部 122 は、各解析層における特徴量の平均値の分

50

布を算出する。さらに、病変検出部 1 2 2 は、高周波成分を除去するため、特徴量の平均値の分布に対して平滑化フィルタ処理を実行し、平滑化分布を算出する。

【 0 0 4 4 】

断層画像の特徴量としては、輝度、分散、テクスチャ、及び共起特徴等が考えられる。なお、複数の特徴量を組み合わせた値の平均値を算出してもよい。本実施例では、特徴量として輝度を扱うものとする。また、平滑化フィルタは、移動平均フィルタ、ガウシアンフィルタ、及びメディアンフィルタ等が考えられる。なお、複数の平滑化フィルタを組み合わせてもよい。

【 0 0 4 5 】

なお、病変検出部 1 2 2 は、断層画像を所定の特徴量から構成される画像に変換した後に、特徴量の平均値を算出してもよい。例えば、輝度を反転させた画像に変換する処理が考えられる。

10

【 0 0 4 6 】

図 4 A に示す解析層からは平滑化分布 4 0 0 が算出され、図 4 B に示す解析層からは平滑化分布 4 0 1 が算出される。なお、横軸は解析層に対応し、縦軸は解析層における特徴量の平均値に対応する。

【 0 0 4 7 】

(処理 A 3) 病変検出部 1 2 2 は、平滑化分布を断層画像と同じサイズの画像に投影することによってフィルタマップを生成する。具体的には、病変検出部 1 2 2 は、一つの解析層に含まれる画素に、当該解析層における特徴量の平均値を設定する。なお、解析層と画素列との対応関係は、解析層の方向、深さ、及び数に基づいて決定される。図 4 A 及び図 4 B では、解析層と画素列が一対一に対応している。

20

【 0 0 4 8 】

図 4 A の解析層を設定した断層画像からはフィルタマップ 4 2 0 - 1 が生成され、図 4 B の解析層を設定した断層画像からはフィルタマップ 4 2 0 - 2 が生成される。

【 0 0 4 9 】

なお、病変検出部 1 2 2 は、平滑化分布 4 0 0 に閾値 4 1 0 を設定して、検出候補領域の絞り込みを行ってもよい。特に、断層画像 2 0 0 の下方は、大胸筋及び肺領域に対応する層であり輝度が低い。そこで、病変検出部 1 2 2 は、閾値 4 1 0 以下の領域 (解析層群) を検出対象領域から除外する。また、病変検出部 1 2 2 は、平滑化分布 4 0 1 に閾値 4 1 1 を設定して、乳頭及び病変に起因して発生するシャドーの領域 4 3 0 及び乳房から探触子 1 0 4 が離れたことにより発生するシャドーの領域 4 3 1 を検出し、領域 4 3 0、4 3 1 をフィルタマップ 4 2 0 - 2 から除外してもよい。閾値は、予め設定されてもよいし、平滑化分布 4 0 1 の平均値を設定してもよい。

30

【 0 0 5 0 】

なお、病変検出部 1 2 2 は、解析条件が異なる解析層から生成されたフィルタマップを合成して、合成フィルタマップを生成してもよい。この場合、解析条件毎に扱う特徴量を変更してもよい。同一の特徴量から生成されたフィルタマップを合成する場合、病変検出部 1 2 2 は、重み付き加算の演算を実行することによって合成フィルタマップを生成する。例えば、フィルタマップ 4 2 0 - 1、4 2 0 - 2 を重み付き加算の演算を実行することによって、合成フィルタマップ 4 2 0 - 3 が生成される。以下の説明では、フィルタマップ及び合成フィルタマップを区別しない場合、単に、フィルタマップと記載する。

40

【 0 0 5 1 】

人体の内部は図 2 に示すように組織が層状になっている。解析層に含まれる画素群の特徴量の平均値は層状の組織を特徴づける値である。解析層に含まれる画素群に対する病変に対応する画素の数は少ないため、解析層に含まれる画素群の特徴量の平均値は病変の影響が小さい。したがって、フィルタマップは、人体の正常な組織領域を表す画像として扱うことができる。

【 0 0 5 2 】

以上がステップ S 1 0 1 の処理の説明である。

50

【 0 0 5 3 】

次に、病変検出部 1 2 2 は、断層画像及びフィルタマップを用いて診断マップを生成する（ステップ S 1 0 2）。診断マップは、断層画像から正常な組織領域を除去した画像、すなわち、異常が疑われる組織領域を表す画像である。

【 0 0 5 4 】

具体的には、病変検出部 1 2 2 は、断層画像の各画素の特徴量と、フィルタマップの各画素の特徴量との差分を算出することによって診断マップを生成する。ここで、フィルタマップは人体の正常な組織を表す画像である。したがって、断層画像及びフィルタマップの差分を算出することによって、異常が疑われる組織領域を表す画像が診断マップとして生成される。このように、フィルタマップは、断層画像から病変候補となり得る領域を抽出する一種のフィルタとして作用する。

10

【 0 0 5 5 】

なお、病変検出部 1 2 2 は、診断マップに対して正規化処理を実行してよい。病変検出部 1 2 2 は、例えば、診断マップの最大値及び最小値から適切な値の範囲に線形又は非線形な変換を行う。

【 0 0 5 6 】

なお、病変検出部 1 2 2 は、診断マップの各画素の値を、フィルタマップの各画素の特徴量で除算してもよい。これによって、フィルタマップに対する相対値から構成される診断マップに変換できる。

【 0 0 5 7 】

図 2 の断層画像 2 0 0 及び図 4 C の合成フィルタマップ 4 2 0 - 3 からは図 5 に示すような診断マップ 5 0 0 が生成される。

20

【 0 0 5 8 】

次に、病変検出部 1 2 2 は、診断マップに基づいて病変候補を検出する（ステップ S 1 0 3）。病変候補を検出する方法は様々考えられる。

【 0 0 5 9 】

例えば、病変検出部 1 2 2 は、閾値を用いて診断マップ 5 0 0 を 2 値化した画像 5 1 0 を生成する。病変検出部 1 2 2 は、画像 5 1 0 の白い部分を病変候補として検出する。閾値は、ユーザが設定してもよいし、診断マップの値の最大値に対する割合又は平均値等を用いてもよい。

30

【 0 0 6 0 】

次に、病変検出部 1 2 2 は、病変の誤検出を抑制するために誤検出抑制処理を実行する（ステップ S 1 0 4）。病変検出部 1 2 2 は、検出された病変に関する情報を出力し、処理を終了する。

【 0 0 6 1 】

例えば、病変検出部 1 2 2 は、病変候補に対応する領域の面積及び縦横比、診断マップの値の平均値、機械学習により生成された識別器に診断マップを入力することによって算出された尤度等の指標に基づいて、検出された病変候補の中から病変を絞り込む。なお、病変検出部 1 2 2 は、複数の指標を組み合わせて、病変の絞り込みを行ってもよい。

40

【 0 0 6 2 】

なお、診断マップに含まれる病変候補と病変との一致度が高い場合、誤検出抑制処理は実行されなくてもよい。

【 0 0 6 3 】

図 5 では、病変検出部 1 2 2 は、画像 5 1 0 から検出された三つの病変候補の中の一つの病変が含まれる画像 5 2 0 を、検出された病変に関する情報として出力する。

【 0 0 6 4 】

次に、病変の検出結果の表示方法について説明する。

【 0 0 6 5 】

図 6 は、実施例 1 の表示部 1 2 3 によって提示される病変の検出結果の一例を示す図である。

50

【 0 0 6 6 】

表示部 1 2 3 は、断層画像及び検出情報に基づいて、(表示 1)、(表示 2)、(表示 3)、(表示 4)、(表示 5) に示すような画像を、病変の検出結果として表示するための表示データを生成する。

【 0 0 6 7 】

(表示 1) では、輪郭形状を用いて断層画像 2 0 0 に含まれる病変 2 0 5 が提示される。(表示 2) では、病変 2 0 5 を包含する矩形を用いて断層画像 2 0 0 に含まれる病変 2 0 5 が提示される。(表示 3) では、病変 2 0 5 を包含する円又は楕円を用いて断層画像 2 0 0 に含まれる病変 2 0 5 が提示される。(表示 4) では、病変 2 0 5 を示す矢印を用いて断層画像 2 0 0 に含まれる病変 2 0 5 が提示される。(表示 5) では、断層画像 2 0 0 の検出対象から除外された領域 6 0 1 及びシャドウ領域 6 0 2 が提示される。

10

【 0 0 6 8 】

なお、表示部 1 2 3 は、病変の検出を通知するための音及び振動を出力装置 1 0 9 から出力するためのデータを生成してもよい。

【 0 0 6 9 】

以上のように、実施例 1 の超音波診断装置 1 0 0 は、断層画像から自動的に病変を検出することができる。これによって、超音波検査において医療従事者の負担を低減できる。また、医療従事者による病変の見落とし及び誤検出等を抑制できるため、超音波検査における病変の検出率を向上できる。

【 実施例 2 】

20

【 0 0 7 0 】

実施例 2 では、超音波診断装置 1 0 0 が、検出された病変を解析し、病変の詳細な情報を提示する。以下実施例 1 との差異を中心に実施例 2 について説明する。

【 0 0 7 1 】

図 7 は、実施例 2 の超音波診断装置 1 0 0 の構成例を示す図である。図 8 A 及び図 8 B は、実施例 2 の超音波診断装置 1 0 0 が病変の形状を解析する方法を示す図である。図 9 は、実施例 2 の超音波診断装置 1 0 0 が病変の良悪性及びカテゴリを解析する方法を示す図である。

【 0 0 7 2 】

実施例 2 の超音波診断装置 1 0 0 のハードウェア構成及びソフトウェア構成は実施例 1 の超音波診断装置 1 0 0 と同一である。ただし、実施例 2 では、画像処理部 1 2 0 の内部構成が異なる。具体的には、実施例 2 の画像処理部 1 2 0 は、新たに、病変解析部 7 0 0 を含む。

30

【 0 0 7 3 】

病変解析部 7 0 0 は、病変検出部 1 2 2 によって検出された病変の解析処理を実行し、解析処理の結果を解析情報として出力する。病変解析部 7 0 0 は、副記憶装置 1 0 3 に、断層画像と対応づけた解析情報を格納する。ここで、解析処理の具体例を説明する。

【 0 0 7 4 】

(処理 B 1) 病変解析部 7 0 0 は、病変として検出された領域に基づいて、病変の境界を算出する。境界の算出は、閾値処理、W a t e r s h e d 法に基づく処理、及び機械学習により生成された識別器を用いた領域分割処理等を用いることができる。

40

【 0 0 7 5 】

なお、病変解析部 7 0 0 は、ユーザによって指定された病変の境界に関する情報を受け付けてもよい。この場合、(処理 B 1) の処理は省略できる。

【 0 0 7 6 】

(処理 B 2) 病変解析部 7 0 0 は、病変の境界に基づいて、病変の幅及び高さを算出する。また、病変解析部 7 0 0 は、エントロピーを用いて最大長を示す角度を算出し、当該角度から病変の最大長を算出する。さらに、病変解析部 7 0 0 は、病変の境界の形状を解析する。病変の境界は、複雑度及びフーリエ記述子等に基づいて解析することができる。なお、複雑度は式(1)で与えられる。

50

【 0 0 7 7 】

【 数 1 】

$$\text{複雑度} = \frac{(\text{周囲長})^2}{\text{面積}} \dots (1)$$

【 0 0 7 8 】

フーリエ記述子は、図 8 A に示すように、病変の境界 8 0 0 の周囲長を L とした場合、始点 8 0 1 からの距離 l の注目点 8 0 2 における接線の角度として与えられる。(1) は偏角関数とよばれ、一般には、式 (2) に示す正規化偏角関数をフーリエ級数展開した係数を特徴量として用いる。

10

【 0 0 7 9 】

【 数 2 】

$$\theta_n(l) = \theta(l) - \frac{2\pi r^2 l}{L} \dots (2)$$

【 0 0 8 0 】

また、図 8 B に示すように、病変の境界 8 0 0 に囲まれた領域の重心 8 0 3 から角度の方向にある境界までの距離 D を特徴量として用いることもできる。

【 0 0 8 1 】

(処理 B3) 病変解析部 7 0 0 は、病変の大きさ、病変の縦横比、及び境界の形状等の病変の解析結果、並びに、病変の画像等を用いて、病変の良悪性及びカテゴリを解析する。例えば、ロジスティック回帰、サポートベクタマシン、ランダムフォレスト、ニューラルネットワークなどの機械学習アルゴリズムに基づいて生成された推定モデルを用いた解析手法が考えられる。推定モデルは、複数の機械学習アルゴリズムを組み合わせ生成されてもよい。なお、教師データありの機械学習アルゴリズムを用いる場合、断層画像、病変の検出結果、及び病変の解析結果から構成されるデータを学習データとして用いればよい。

20

【 0 0 8 2 】

ここで、ニューラルネットワークを用いた病変の良悪性及びカテゴリの解析アルゴリズムについて説明する。

30

【 0 0 8 3 】

病変解析部 7 0 0 は、畳み込みニューラルネットワーク (CNN) 9 0 0 及び識別器 9 0 1 を含む。識別器 9 0 1 は、ロジスティック回帰、サポートベクタマシン、ランダムフォレスト、及びニューラルネットワーク等の機械学習アルゴリズムに基づいて生成されたものである。なお、複数の機械学習アルゴリズムを組み合わせ識別器 9 0 1 を生成してもよい。

【 0 0 8 4 】

病変解析部 7 0 0 は、CNN 9 0 0 に断層画像及び診断マップを入力し、特徴量を算出する。次に、病変解析部 7 0 0 は、特徴量、解析情報、及び被検体情報を識別器 9 0 1 に入力する。識別器 9 0 1 からは、病変の良悪性及びカテゴリに関する識別結果が出力される。

40

【 0 0 8 5 】

実施例 2 によれば、ユーザは、病変の検出結果とともに、病変の解析結果を確認できる。これによって質の高い診断を実現できる。

【 実施例 3 】

【 0 0 8 6 】

実施例 3 では、超音波診断装置 1 0 0 が、一連の検査の終了後に、時系列で病変の検出結果等を提示する。以下、実施例 2 との差異を中心に実施例 3 について説明する。

【 0 0 8 7 】

実施例 3 の超音波診断装置 1 0 0 の構成は、実施例 2 の超音波診断装置 1 0 0 の構成と

50

同一であるため、説明を省略する。

【 0 0 8 8 】

実施例 2 では、超音波診断装置 1 0 0 が、断層画像が入力される度に、病変の検出結果及び病変の解析結果を出力していた。実施例 3 では、超音波診断装置 1 0 0 は、主記憶装置 1 0 2 に病変の検出結果及び病変の解析結果を蓄積し、一連の検査の終了後、時系列で病変の検出結果及び病変の解析結果を提示する。

【 0 0 8 9 】

なお、実施例 3 の検出処理は、実施例 1 の検出処理と同一であり、実施例 3 の解析処理は、実施例 2 の解析処理と同一である。

【 0 0 9 0 】

図 1 0 A、図 1 0 B、及び図 1 0 C は、実施例 3 の表示部 1 2 3 によって提示される画面の一例を示す図である。

【 0 0 9 1 】

図 1 0 A に示す画面 1 0 0 0 は、時間選択欄 1 0 1 0、検出結果表示欄 1 0 2 0、解析結果表示欄 1 0 3 0、位置情報表示欄 1 0 4 0、編集ボタン 1 0 5 0、及び削除ボタン 1 0 6 0 を含む。

【 0 0 9 2 】

時間選択欄 1 0 1 0 は、確認する断層画像を指定する欄である。図 1 0 A では、時刻を指定するためのスライダーが表示される。当該スライダーでは病変が検出された断層画像に対応する時刻が強調表示される。

【 0 0 9 3 】

ユーザは、ポインタ 1 0 1 1 を操作することによって、確認する断層画像を選択できる。表示部 1 2 3 は、ポインタ 1 0 1 1 に対応する時刻の断層画像を取得し、また、当該断層画像に対応づけられる検出情報及び解析情報を取得する。

【 0 0 9 4 】

検出結果表示欄 1 0 2 0 は、時間選択欄 1 0 1 0 を用いて選択された時刻の断層画像に対応づけられる検出情報を表示する欄である。

【 0 0 9 5 】

解析結果表示欄 1 0 3 0 は、時間選択欄 1 0 1 0 を用いて選択された時刻の断層画像に対応づけられる解析情報を表示する欄である。

【 0 0 9 6 】

位置情報表示欄 1 0 4 0 は、時間選択欄 1 0 1 0 を用いて選択された時刻の断層画像が取得された被検体の位置の情報を表示する欄である。位置情報表示欄 1 0 4 0 には、検出情報に含まれる空間位置情報に基づく画像等が表示される。例えば、位置情報表示欄 1 0 4 0 には、乳房における探触子 1 0 4 の位置を示す画像等が表示される。

【 0 0 9 7 】

編集ボタン 1 0 5 0 は、検出情報及び解析情報の少なくともいずれかを編集するための操作ボタンである。ユーザが編集ボタン 1 0 5 0 を操作した場合、表示部 1 2 3 は、編集モードに移行し、検出結果表示欄 1 0 2 0 への入力を受け付ける。

【 0 0 9 8 】

例えば、病変の輪郭を修正する場合、ユーザは、図 1 0 B に示すように検出結果表示欄 1 0 2 0 を操作する。具体的には、ユーザは、病変の輪郭を指定する制御点を設定する。制御点は等角度で設定してもよいし、輪郭の変化点に設定してもよい。表示部 1 2 3 は、ユーザの入力に基づいて、検出情報を更新する。この場合、表示部 1 2 3 は、再度、病変の解析するために、病変解析部 7 0 0 に当該検出情報を入力してもよい。

【 0 0 9 9 】

削除ボタン 1 0 6 0 は、検出情報及び解析情報を削除するための操作ボタンである。ユーザが削除ボタン 1 0 6 0 を操作した場合、表示部 1 2 3 は、検出情報及び解析情報を削除する。この場合、表示部 1 2 3 は、再度、病変の検出を行うために、指定された断層画像 2 0 0 を病変検出部 1 2 2 に入力してもよい。

10

20

30

40

50

【0100】

図10Cに示す画面1000は、時間選択欄1010の代わりに、サムネイル表示欄1090を含む。

【0101】

サムネイル表示欄1090では、サムネイル1091及び送りボタン1092、1093が表示される。なお、サムネイル表示欄1090内に全てのサムネイル1091を表示できる場合、送りボタン1092、1093は表示されなくてもよい。

【0102】

ユーザは、サムネイル1091を選択することによって、確認する断層画像を選択できる。表示部123は、サムネイル1091に対応する断層画像を取得し、また、当該断層画像に対応づけられる検出情報及び解析情報を取得する。なお、表示部123は、図10Cに示すように、選択されたサムネイル1091を強調表示してもよい。

10

【0103】

なお、図10A、図10B、及び図10Cで説明した画面1000のレイアウトは一例であって、表示欄の位置、大きさ、表示方法等を任意に設定できる。

【0104】

実施例3によれば、ユーザは、一連の検査における病変の検出結果及び病変の解析結果を確認し、必要に応じて結果及び修正することができる。

【0105】

なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。また、例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために構成を詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、各実施例の構成の一部について、他の構成に追加、削除、置換することが可能である。

20

【0106】

また、上記の各構成、機能、処理部、処理手段等は、それらの一部又は全部を、例えば集積回路で設計する等によりハードウェアで実現してもよい。また、本発明は、実施例の機能を実現するソフトウェアのプログラムコードによっても実現できる。この場合、プログラムコードを記録した記憶媒体をコンピュータに提供し、そのコンピュータが備えるプロセッサが記憶媒体に格納されたプログラムコードを読み出す。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前述した実施例の機能を実現することになり、そのプログラムコード自体、及びそれを記憶した記憶媒体は本発明を構成することになる。このような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、CD-ROM、DVD-ROM、ハードディスク、SSD(Solid State Drive)、光ディスク、光磁気ディスク、CD-R、磁気テープ、不揮発性のメモリカード、ROMなどが用いられる。

30

【0107】

また、本実施例に記載の機能を実現するプログラムコードは、例えば、アセンブラ、C/C++、perl、Shell、PHP、Python、Java(登録商標)等の広範囲のプログラム又はスクリプト言語で実装できる。

40

【0108】

さらに、実施例の機能を実現するソフトウェアのプログラムコードを、ネットワークを介して配信することによって、それをコンピュータのハードディスクやメモリ等の記憶手段又はCD-RW、CD-R等の記憶媒体に格納し、コンピュータが備えるプロセッサが当該記憶手段や当該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ようにしてもよい。

【0109】

上述の実施例において、制御線や情報線は、説明上必要と考えられるものを示しており、製品上必ずしも全ての制御線や情報線を示しているとは限らない。全ての構成が相互に接続されていてもよい。

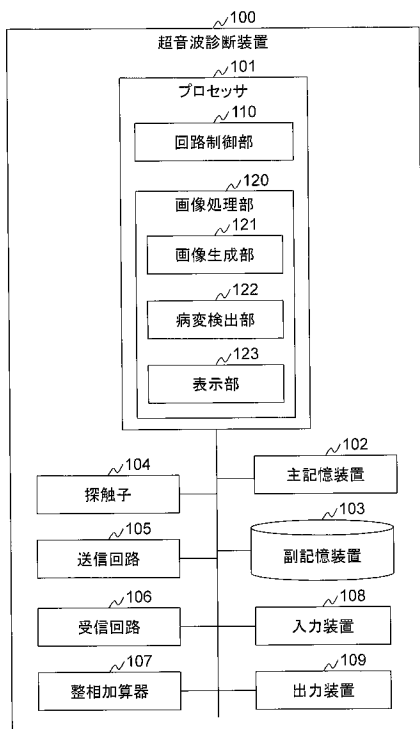
50

【符号の説明】

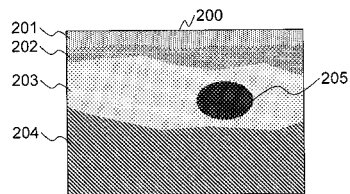
【0110】

- 100 超音波診断装置
- 101 CPU
- 102 主記憶装置
- 103 副記憶装置
- 104 探触子
- 105 送信回路
- 106 受信回路
- 107 整相加算器
- 108 入力装置
- 109 出力装置
- 110 回路制御部
- 120 画像処理部
- 121 画像生成部
- 122 病変検出部
- 123 表示部
- 700 病変解析部

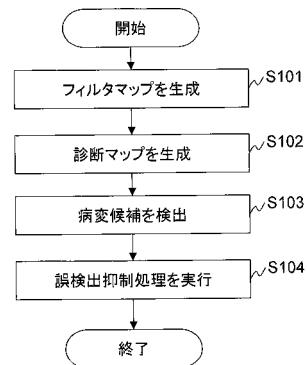
【図1】



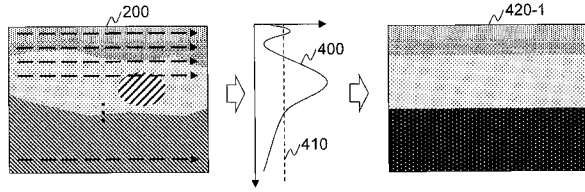
【図2】



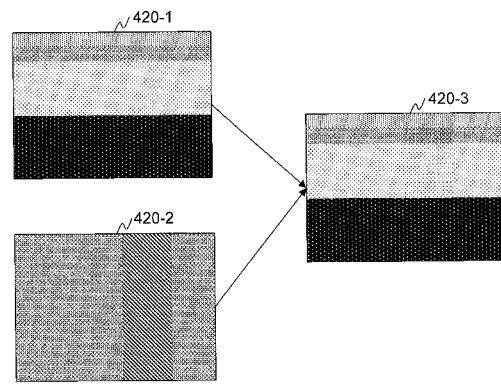
【図3】



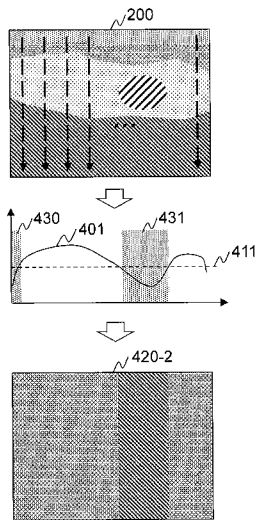
【 図 4 A 】



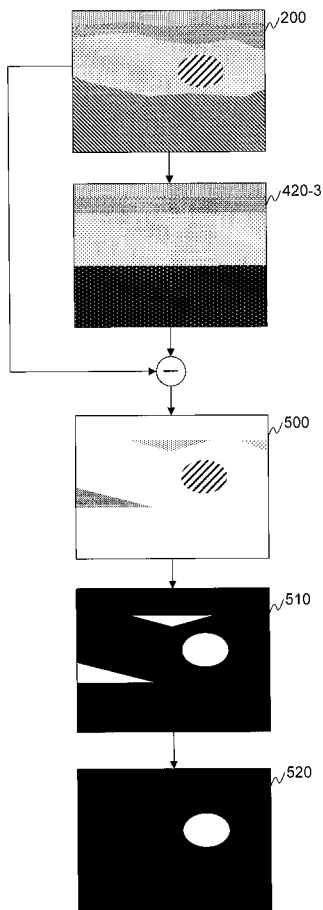
【 図 4 C 】



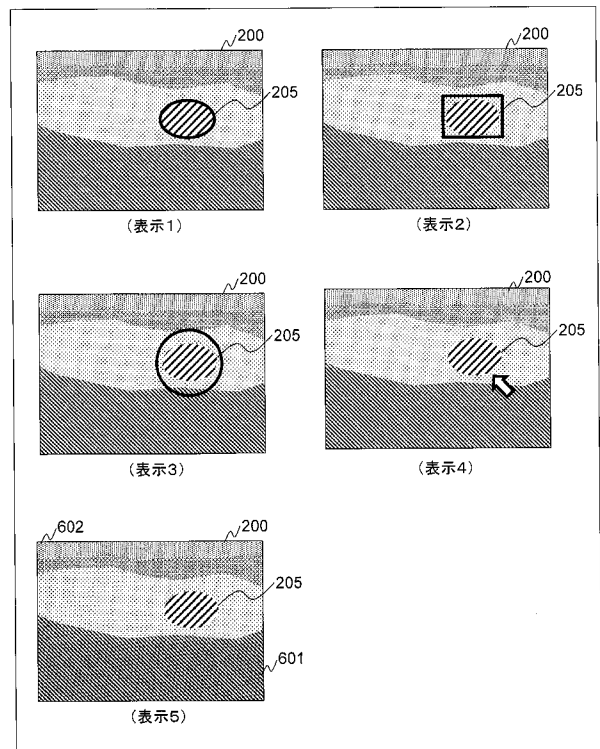
【 図 4 B 】



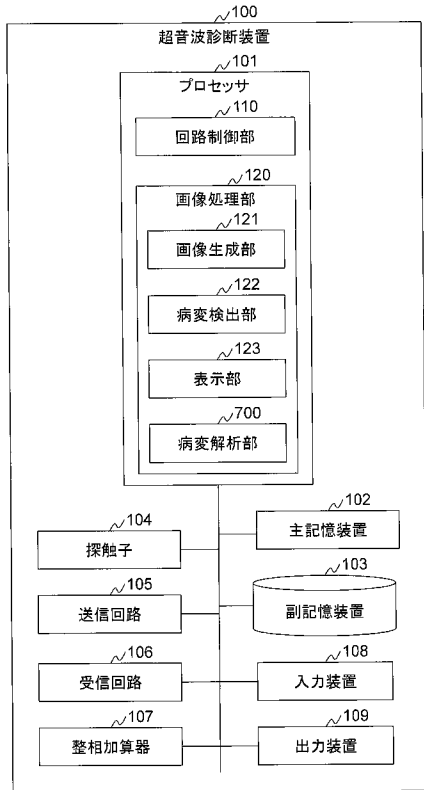
【 図 5 】



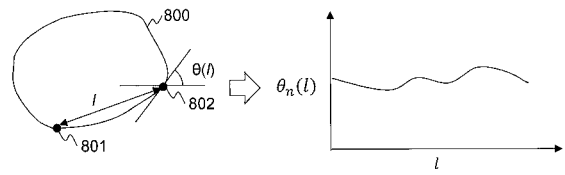
【 図 6 】



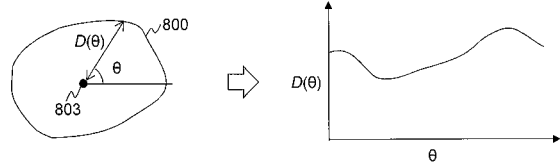
【図7】



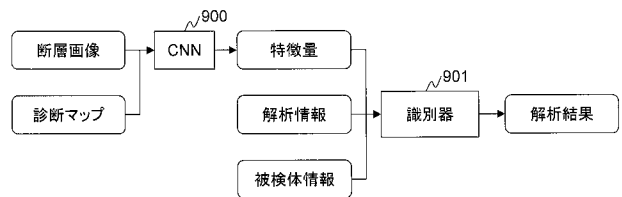
【図8A】



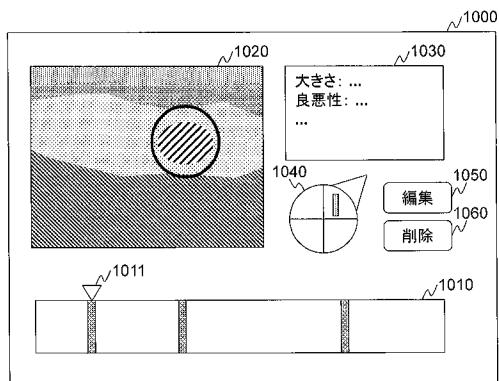
【図8B】



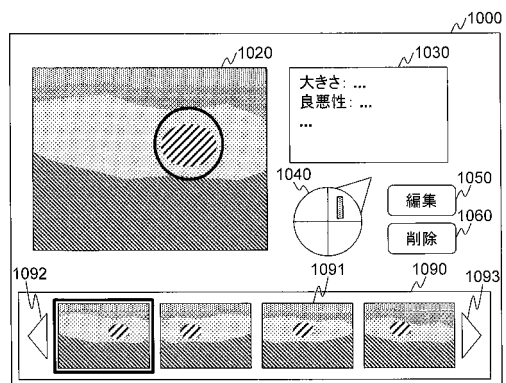
【図9】



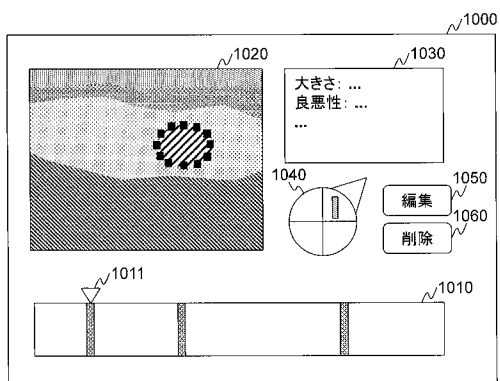
【図10A】



【図10C】



【図10B】



フロントページの続き

(72)発明者 板橋 典子

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内

(72)発明者 村山 直之

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内

(72)発明者 藤原 洋子

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内

Fターム(参考) 4C601 EE07 EE09 EE14 JB28 JB34 JB45 JB48 JC04 JC05 KK16
KK25 KK31

专利名称(译)	诊断装置及诊断方法		
公开(公告)号	JP2020081742A	公开(公告)日	2020-06-04
申请号	JP2018225650	申请日	2018-11-30
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
[标]发明人	野口喜実 山本佳子 板橋典子 村山直之 藤原洋子		
发明人	野口 喜実 ▲桑▼山 真紀 山本 佳子 板橋 典子 村山 直之 藤原 洋子		
IPC分类号	A61B8/14		
CPC分类号	G06K9/4609 G06K2209/05 G06T7/0012 G06T2200/24 G06T2207/10136 G06T2207/20084 G06T2207/30068 A61B8/0825 A61B8/14 A61B8/463 A61B8/5223 G06K9/623 G06T2207/10132 G06T2207/30096		
FI分类号	A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/EE07 4C601/EE09 4C601/EE14 4C601/JB28 4C601/JB34 4C601/JB45 4C601/JB48 4C601/JC04 4C601/JC05 4C601/KK16 4C601/KK25 4C601/KK31		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题:在使用超声图像进行诊断时自动高精度地检测病变。一种用于使用被检体的断层图像进行诊断的诊断设备,包括:图像产生单元,其基于从被检体获取的数据来产生断层图像;以及从该断层图像中检测病变的过程。并且,执行检测单元的检测单元使用断层图像来生成用于从断层图像中提取出怀疑有异常的组织区域的过滤器图。检测图像中包括的病变,并输出包括病变检测结果的检测信息。[选择图]图3

