

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7379120号
(P7379120)

(45)発行日 令和5年11月14日(2023.11.14)

(24)登録日 令和5年11月6日(2023.11.6)

(51)国際特許分類 F I
A 6 1 B 8/14 (2006.01) A 6 1 B 8/14 Z D M

請求項の数 14 (全19頁)

(21)出願番号	特願2019-215796(P2019-215796)	(73)特許権者	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
(22)出願日	令和1年11月28日(2019.11.28)	(74)代理人	100126240 弁理士 阿部 琢磨
(65)公開番号	特開2021-83782(P2021-83782A)	(74)代理人	100124442 弁理士 黒岩 創吾
(43)公開日	令和3年6月3日(2021.6.3)	(72)発明者	佐々木 翔也 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
審査請求日	令和4年10月11日(2022.10.11)	(72)発明者	平野 好教 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
早期審査対象出願		審査官	佐野 浩樹

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 超音波診断装置、医用画像撮影装置、学習装置、超音波画像表示方法及びプログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

被検者の超音波画像を生成する超音波画像生成部と、
血流領域に対する関心領域を教師データとして学習された学習済みモデルを用いて、前記超音波画像生成部により生成された超音波画像の血流領域に対する関心領域を推論して設定する推論部と、

前記推論部により設定された関心領域における血流画像を生成する血流画像生成部と、
前記血流画像生成部で生成された前記血流画像を前記超音波画像生成部により生成された超音波画像に合成して表示する表示部とを備える超音波診断装置であって、

前記超音波画像生成部により生成され、前記表示部にリアルタイムに表示される超音波画像を、操作部を介してフリーズさせた際、前記推論部は該フリーズされた超音波画像における血流領域の有無を判別し、

該フリーズされた超音波画像に血流領域がある場合、前記推論部は、前記学習済みモデルを用いて、前記超音波画像の血流領域に対する関心領域を推論して設定し、該フリーズされた超音波画像に血流領域がない場合、前記推論部は、前記超音波画像に対して関心領域を推論して設定しないことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項2】

超音波画像における関心領域を教師データとして学習し、前記学習済みモデルを生成する学習装置を備え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】

10

20

前記学習装置は、超音波画像における血流領域と、前記血流領域に対する関心領域とを教師データとして学習し、前記学習済みモデルを生成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 4】

前記表示部においてフリーズされた超音波画像に対して関心領域が設定されている場合、前記表示部に表示されている超音波画像と関心領域が学習装置に出力され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 5】

前記学習装置は、前記表示部においてフリーズされた超音波画像に関心領域が設定されているか否かを、超音波の撮影モードに基づいて判別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。

10

【請求項 6】

撮影モードが血流モードである場合、前記学習装置は前記超音波画像に対して関心領域が設定されていると判別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】

前記学習装置は、ニューラルネットワークを用いて、前記超音波画像に対する前記関心領域を教師データとして対応づけて学習することにより学習済みモデルを生成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 8】

前記学習装置において生成された学習済みモデルを記憶する記憶部を備え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 9】

前記学習装置は、超音波診断装置の外部に設置されてい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 10】

前記学習装置は、複数の超音波診断装置において設定された関心領域を教師データとして学習することを特徴とする請求項 9 に記載の超音波診断装置。

【請求項 11】

前記推論部は、前記学習済みモデルを用いて、新たに生成された超音波画像に対して血流領域を識別し、前記血流領域に対して前記関心領域を設定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。

30

【請求項 12】

前記推論部において設定された関心領域に基づいて、血流画像を生成するための超音波の送受信方向を設定する送受信方向設定部を備え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 13】

被検者の超音波画像を生成し、表示部に表示させるステップと、
前記表示部にリアルタイムに表示される超音波画像を、操作部を介してフリーズさせた際、推論部は該フリーズされた超音波画像における血流領域の有無を判別するステップと、
該フリーズされた超音波画像に血流領域がある場合、前記推論部は、血流領域に対する関心領域を教師データとして学習された学習済みモデルを用いて、該生成された超音波画像の血流領域に対する関心領域を推論して設定するステップと、

40

該設定された関心領域における血流画像を生成するステップと、
該生成された血流画像を、該生成された超音波画像に合成して表示するステップとを有し、該フリーズされた超音波画像に血流領域がない場合、前記推論部は、前記超音波画像に対して関心領域を推論して設定しないことを特徴とする超音波画像表示方法。

【請求項 14】

請求項 13 に記載の超音波画像表示方法をコンピュータに実行させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【 0 0 0 1 】

本発明は、超音波画像などの医用画像に対して関心領域を設定する超音波診断装置、医用画像撮影装置、学習装置、超音波画像表示方法及びプログラムに関する。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

超音波画像の観察において、例えば、血流を観察するために血流が存在する領域、病変を観察するために病変が存在する領域などを含むように関心領域を設定する場合がある。

【 0 0 0 3 】

特許文献 1 には、ステアリングされた超音波を繰り返し走査することによって得られた複数の血流データを合成した合成血流データに基づいて血流領域の代表点を算出し、代表点に基づいて関心領域を設定することが開示されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 4 】

【文献】特開 2 0 1 9 - 1 5 1 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

特許文献 1 では、関心領域を設定するために、ステアリングされた超音波を繰り返し走査し、合成血流データを算出する必要がある。そのため、関心領域を設定するまでに時間がかかってしまう。

20

【 0 0 0 6 】

そこで、本発明は、超音波画像などの医用画像に対して関心領域を迅速に設定することができる超音波診断装置（医用画像撮影装置）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】

【 0 0 0 7 】

本発明の目的を達成するために、被検者の超音波画像を生成する超音波画像生成部と、超音波画像に対して設定された関心領域を教師データとして学習された学習済みモデルを用いて、新たに生成された超音波画像に対する関心領域を設定する推論部と、前記推論部において設定された関心領域を該新たに生成された超音波画像とともに表示する表示部とを備える。

30

【発明の効果】

【 0 0 0 8 】

本発明によれば、超音波画像などの医用画像に対して関心領域を迅速に設定することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【図 1】本発明の実施例 1 における超音波診断装置の構成を示す図。

【図 2】本発明の超音波診断装置の関心領域設定部の構成を示す図。

【図 3】本発明の超音波診断装置の関心領域設定部の構成を示す図。

40

【図 4】本発明の学習装置に出力される超音波画像の一例を示す図。

【図 5】本発明の学習装置が超音波診断装置の外部に設置された一例を示す図。

【図 6】本発明の超音波診断装置の表示部の表示形態を示す図。

【図 7】本発明の超音波診断装置における学習フェーズの動作を示すフローチャート。

【図 8】本発明の超音波診断装置における推論フェーズの動作を示すフローチャート。

【図 9】本発明の実施例 2 における超音波診断装置の構成を示す図。

【図 1 0】本発明の超音波診断装置の表示部の表示形態を示す図。

【図 1 1】本発明の実施例 3 における超音波診断装置の構成を示す図。

【図 1 2】本発明の超音波診断装置の表示部の表示形態を示す図。

【発明を実施するための形態】

50

【 0 0 1 0 】

以下、添付図面を参照して本発明の好適な実施形態について説明する。

【 実施例 1 】

【 0 0 1 1 】

図 1 は、本発明の超音波診断装置の構成を示す。超音波診断装置は、被検者に接触させ超音波の送受信を行う超音波探触子 1 0 0 と、超音波探触子 1 0 0 によって受信した超音波信号を処理して超音波画像を生成し、各種計測を行う装置本体 1 0 2 と、装置本体 1 0 2 を操作するための操作部 1 0 4 と、超音波画像と計測結果などを表示する表示部 1 0 6 とを備えている。

【 0 0 1 2 】

超音波探触子 1 0 0 は、装置本体 1 0 2 に接続されている。超音波探触子 1 0 0 は、複数の振動子を有しており、複数の振動子を駆動することによって、超音波を発生することができる。超音波探触子 1 0 0 は、被検者からの反射波を受信して電気信号に変換する。変換された電気信号は、装置本体 1 0 2 に伝達される。

【 0 0 1 3 】

また、超音波探触子 1 0 0 は、複数の振動子の前面側（被検者側）に設けられ、複数の振動子と被検者の音響インピーダンスを整合させる音響整合層と、複数の振動子の背面側に設けられ、複数の振動子から背面側への超音波の伝播を防止するバック材とを備えている。

【 0 0 1 4 】

超音波探触子 1 0 0 は、装置本体 1 0 2 に対して着脱自在に接続される。超音波探触子 1 0 0 の種類には、リニア型、セクタ型、コンベックス型、ラジアル型、3次元走査型などがあり、操作者は、撮影用途に応じて、超音波探触子 1 0 0 の種類を選択することができる。

【 0 0 1 5 】

装置本体 1 0 2 は、超音波探触子 1 0 0 に対して超音波を送受信させる送受信部 1 1 0 と、送受信部 1 1 0 で受信された超音波信号を用いて、超音波画像を生成する超音波画像生成部 1 1 2 と、送受信部 1 1 0 で受信された超音波信号を用いて、血流画像を生成する血流画像生成部 1 1 4 と、超音波画像に対して関心領域を設定する関心領域設定部 1 1 6 と、装置本体 1 0 2 の各種構成要素を制御する制御部 1 1 8 とを備えている。

【 0 0 1 6 】

送受信部 1 1 0 は、超音波探触子 1 0 0 が行なう超音波の送受信を制御する。送受信部 1 1 0 は、パルス発生部、送信遅延回路等を有し、超音波探触子 1 0 0 に駆動信号を供給する。パルス発生部は、所定の繰り返し周波数（PRF）のレートパルスを繰り返し発生させる。また、送信遅延回路は、超音波探触子 1 0 0 から発生される超音波を集束し、送信指向性を決定するための遅延時間を、パルス発生部が発生するレートパルスに与える。送信遅延回路は、レートパルスに対し与える遅延時間を変化させることで、振動子から送信される超音波の送信方向を制御することができる。

【 0 0 1 7 】

また、送受信部 1 1 0 は、アンプ、A/D変換部、受信遅延回路、加算部等を有している。超音波探触子 1 0 0 が受信した反射波信号に対して各種処理を行って超音波信号を生成する。アンプは、反射波信号をチャンネル毎に増幅してゲイン補正処理を行う。A/D変換部は、ゲイン補正された反射波信号をA/D変換する。受信遅延回路は、デジタルデータに受信指向性を決定するために遅延時間を与える。加算部は、受信遅延回路により遅延時間が与えられた反射波信号の加算処理を行う。加算部の加算処理により、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。

【 0 0 1 8 】

送受信部 1 1 0 は、被検者を2次元走査する場合、超音波探触子 1 0 0 から2次元の超音波を送信させる。そして、送受信部 1 1 0 は、超音波探触子 1 0 0 が受信した2次元の反射波信号から2次元の超音波信号を生成する。また、送受信部 1 1 0 は、被検者を3次

10

20

30

40

50

元走査する場合、超音波探触子 1 0 0 から 3 次元の超音波を送信させる。そして、送受信部 1 1 0 は、超音波探触子 1 0 0 が受信した 3 次元の反射波信号から 3 次元の超音波信号を生成する。

【 0 0 1 9 】

超音波画像生成部 1 1 2 は、送受信部 1 1 0 から出力された超音波信号に対して、各種の信号処理を行ない、超音波画像を生成する。超音波画像生成部 1 1 2 は、超音波信号に対して、検波処理、対数圧縮などの信号処理を行なって、信号強度が輝度の明るさで表現される超音波画像（B モード画像）を生成する。

【 0 0 2 0 】

血流画像生成部 1 1 4 は、カラーフローマッピング法（CFM）と呼ばれるカラードブラ法によって血流画像を生成することができる。カラードブラ法では、超音波を同一方向に複数回送信し、受信した反射波信号から、ドブラ効果に基づく周波数解析を行なって、血流の運動情報を抽出することができる。血流画像生成部 1 1 4 は、カラードブラ法を用いて、平均速度、分散、パワー等の血流情報を血流画像として生成する。なお、血流画像生成部 1 1 4 は、パワードブラ法によって血流画像を生成してもよい。

10

【 0 0 2 1 】

関心領域設定部 1 1 6 は、超音波画像生成部 1 1 2 において生成された超音波画像に対して血流画像を生成する領域を関心領域として設定する。関心領域設定部 1 1 6 で設定された関心領域（領域座標）は、血流画像生成部 1 1 4 に伝達される。血流画像生成部 1 1 4 は、関心領域設定部 1 1 6 において設定された関心領域に対して、カラードブラ法によって血流画像を生成する。このようにして、関心領域設定部 1 1 6 において設定された関心領域において、血流画像が生成される。関心領域設定部 1 1 6 によって関心領域を設定することにより、血流画像を生成するために超音波を同一方向に複数回送信する領域を狭くすることができ、超音波画像及び血流画像のフレームレートを確保することができる。関心領域設定部 1 1 6 が必要最小限の領域に関心領域を設定することにより、高フレームレート化を実現することができる。

20

【 0 0 2 2 】

操作部 1 0 4 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、トラックボール、ジョイスティック等を有する。操作部 1 0 4 は、超音波診断装置の操作者からの各種指示を受け付け、装置本体 1 0 2 に対して、受け付けた各種指示を伝達する。

30

【 0 0 2 3 】

表示部 1 0 6 は、超音波診断装置の操作者が操作部 1 0 4 を用いて各種指示を入力するための GUI を表示したり、装置本体 1 0 2 において生成された超音波画像、血流画像、計測結果などを表示したりする。

【 0 0 2 4 】

関心領域設定部 1 1 6 によって血流画像を生成するための関心領域が設定された場合、表示部 1 0 6 は、超音波画像生成部 1 1 2 において生成された超音波画像に対して、血流画像生成部 1 1 4 によって生成された血流画像を重畳して表示する。関心領域設定部 1 1 6 において設定された関心領域内では、超音波画像と血流画像が表示され、関心領域外では、超音波画像のみが表示される。

40

【 0 0 2 5 】

なお、装置本体 1 0 2 における送受信部 1 1 0、超音波画像生成部 1 1 2、血流画像生成部 1 1 4、関心領域設定部 1 1 6 は、集積回路などのハードウェアで構成されてもよいし、ソフトウェアでモジュール化されたプログラムであってもよい。

【 0 0 2 6 】

一般の超音波診断装置では、操作者は、超音波画像における特定の領域を確認しながら、操作部 1 0 4（関心領域設定部 1 1 6）を介して関心領域を手動で設定する。本発明の超音波診断装置は、特定の領域に対して関心領域を設定するように学習された学習済みモデルを用いて、特定の領域に対して関心領域を設定することができる。関心領域は、特定

50

の領域の一部を覆うように設定される。学習済みモデルは、例えば、学習済みのニューラルネットワークであるが、ディープラーニング、サポートベクターマシンなど、どのようなモデルを用いてもよい。学習済みモデルは、関心領域設定部 116 に記憶されていてもよいし、ネットワークを介して超音波診断装置に接続されるものであってもよい。

【0027】

具体的には、関心領域設定部 116 は、超音波画像の血流領域に対して設定された関心領域を教師データとして学習し、学習済みモデルを生成する。関心領域設定部 116 は、学習済みモデルを用いて、新たに生成された超音波画像の血流領域を識別し、血流領域に対して関心領域を設定する。関心領域設定部 116 において設定された関心領域は、超音波画像に対して設定される。血流画像生成部 114 は、関心領域設定部 116 において設定された関心領域に対して、カラードプラ法によって血流画像を生成する。

10

【0028】

なお、関心領域設定部 116（学習済みモデル）に入力される超音波画像は、2次元画像データでもよいし、3次元画像データ（ボリュームデータ）でもよい。

【0029】

学習済みモデルは、上述した通り、関心領域を設定するように学習されたものである。2次元画像データから血流領域を識別して、関心領域を設定するモデルを用いてもよいし、3次元画像データから血流領域を識別して、関心領域を設定するモデルを用いてもよい。

【0030】

図2、図3を用いて、本発明の超音波診断装置における関心領域設定部 116 の詳細を説明する。図2、図3における関心領域設定部 116 の構成は同一である。学習フェーズ及び推論フェーズの動作を区別するために図面を異ならせている。図2は、学習フェーズに関する関心領域設定部 116 の動作を示し、図3は、推論フェーズに関する関心領域設定部 116 の動作を示す。

20

【0031】

関心領域設定部 116 は、超音波画像における血流領域に対する関心領域を教師データとして学習し、学習済みモデルを生成する学習装置 200 と、学習装置 200 において生成された学習済みモデルを記憶する記憶部 206 と、学習済みモデルを用いて、超音波画像に対して血流領域を識別し、血流領域に対して関心領域を設定（推論）する推論部 208 を備えている。

30

【0032】

学習装置 200 は、超音波画像に対して設定された関心領域からなる教師データを用いて、超音波画像における血流領域に対する関心領域を学習する。教師データとなる関心領域は、超音波画像における血流領域に設定されている。なお、教師データは、超音波画像を含んでいてもよい。

【0033】

学習装置 200 は、超音波画像における血流領域に対する関心領域に関する教師データを生成する教師データ生成部 202 と、教師データ生成部 202 において生成された教師データを用いて、超音波画像における血流領域に対する関心領域を学習する学習部 204 とからなる。

40

【0034】

過去に撮影された複数の超音波画像と、複数の超音波画像に設定されたそれぞれの関心領域は、学習装置 200 のメモリに記憶されている。学習装置 200 は、メモリに記憶されている複数の超音波画像におけるそれぞれの関心領域を教師データとして学習する。

【0035】

操作部 104 のフリーズボタンは、リアルタイムに表示されている超音波画像を記憶するときフリーズ（静止）させるためのボタンである。操作者は、超音波探触子 100 を動かさない状態でフリーズボタンを押すと、表示部 106 にリアルタイムに表示されている超音波画像をフリーズさせることができる。フリーズされた超音波画像は、超音波診断装置に記憶することができる。

50

【 0 0 3 6 】

ここでは、操作者が操作部 1 0 4 のフリーズボタンを押したタイミングにおいて、表示部 1 0 6 においてフリーズされた超音波画像に関心領域が設定されている場合、表示部 1 0 6 に表示されているフリーズされた超音波画像と関心領域が学習装置 2 0 0 に出力される。フリーズされた超音波画像を学習装置 2 0 0 に出力するのは、超音波画像が学習装置 2 0 0 の学習に適した静止画像であるためである。

【 0 0 3 7 】

また、学習装置 2 0 0 は、表示部 1 0 6 においてフリーズされた超音波画像に関心領域が設定されているか否かを、超音波の撮影モードに基づいて判別することができる。例えば、超音波の撮影モードが血流モード（CFM）である場合、学習装置 2 0 0 は超音波画像に関心領域が設定されていると判別することができる。そして、学習装置 2 0 0 は、超音波画像と関心領域を対応づけて記憶することができ、超音波画像における関心領域を教師データとして学習する。

10

【 0 0 3 8 】

学習部 2 0 4 は、例えば、ニューラルネットワークを利用しており、複数の層が含まれる。複数の層は、入力層と出力層との間に複数の中間層を有している。複数の中間層は、図示はしないが、畳み込み層、プーリング層、アップサンプリング層、合成層がある。畳み込み層は、入力値群に対して畳み込み処理を行う層である。畳み込み層では、入力された超音波画像（関心領域）の畳み込みを行い、超音波画像（関心領域）の特徴を抽出する。

【 0 0 3 9 】

プーリング層は、入力値群を間引いたり、合成したりすることによって、出力値群の数を入力値群の数よりも少なくする処理を行う層である。アップサンプリング層は、入力値群を複製したり、入力値群から補間した値を追加したりすることによって、出力値群の数を入力値群の数よりも多くする処理を行う層である。合成層は、ある層の出力値群や超音波画像（関心領域）を構成する画素値群といった値群を、複数のソースから入力し、それらを連結したり、加算したりして合成する処理を行う層である。中間層の数は、学習内容に応じて、随時変更することができる。

20

【 0 0 4 0 】

このように、学習装置 2 0 0（学習部 2 0 4）は、ニューラルネットワークを用いて、超音波画像に対する関心領域を教師データとして対応づけて学習することにより学習済みモデルを生成する。

30

【 0 0 4 1 】

図 4 は、学習装置 2 0 0 に出力される超音波画像の一例を示す。図 4（a）は、縦切りの血流領域 4 0 0 に対して関心領域 4 0 2 が設定された超音波画像を示す。関心領域 4 0 2 で囲まれた領域に対して、カラードプ法によって血流画像が生成されている。学習部 2 0 4 は、超音波画像（血流領域 4 0 0）に対する関心領域 4 0 2 を教師データとして学習する。

【 0 0 4 2 】

教師データとして用いられる関心領域 4 0 2 は、超音波画像における関心領域 4 0 2 の領域座標を示す情報（例えば、4 点の座標）であってもよい。また、教師データとして用いられる関心領域 4 0 2 は、関心領域 4 0 2 を設定するために操作部 1 0 4 に入力された領域座標であってもよい。

40

【 0 0 4 3 】

同様にして、図 4（b）は、縦切りの血流領域 4 1 0 に対して関心領域 4 1 2 が設定された超音波画像を示す。関心領域 4 1 2 で囲まれた領域に対して、カラードプ法によって血流画像が生成されている。学習部 2 0 4 は、超音波画像（血流領域 4 1 0）に対する関心領域 4 1 2 を教師データとして学習する。

【 0 0 4 4 】

図 4（c）は、横切りの血流領域 4 2 0 に対して関心領域 4 2 2 が設定された超音波画像を示す。関心領域 4 2 2 で囲まれた領域に対して、カラードプ法によって血流画像が

50

生成されている。学習部 204 は、超音波画像（血流領域 420）に対する関心領域 422 を教師データとして学習する。

【0045】

このように、学習部 204 は、超音波画像に対して実際に設定された関心領域の特徴（位置、大きさなど）を学習することができる。また、学習部 204 は、超音波画像で描出される血管の種類に問わず、血流画像が生成される領域である関心領域を教師データとして学習することができる。

【0046】

学習装置 200 は、超音波画像における血流領域と、超音波画像に設定された関心領域とからなる教師データを用いて、超音波画像における血流領域に対する関心領域を学習する。例えば、学習装置 200 は、超音波画像における血流領域と、超音波画像に設定された関心領域とを教師データとして学習し、学習済みモデルを生成する。ここでは、超音波画像における血流領域に対応づけて関心領域を学習することができる。

10

【0047】

図 4（a）は、縦切りの血流領域 400 に対して関心領域 402 が設定された超音波画像を示す。学習部 204 は、超音波画像における血流領域 400 と血流領域 400 に対する関心領域 402 とを教師データとして学習する。

【0048】

学習部 204 は、セグメンテーション手法（リージョン Growing、レベルセットなど）を用いて、超音波画像から血流領域 400 を抽出する。その場合、教師データとして用いられる血流領域 400 は、超音波画像において抽出された血流領域 400 の領域座標を示す情報である。

20

【0049】

また、操作者は、血流領域 400 の領域座標を示す情報を操作部 104 に入力することによって、学習部 204 は超音波画像から血流領域 400 を抽出してもよい。その場合、教師データとして用いられる血流領域 400 は、操作部 104 に入力された領域座標を示す情報である。

【0050】

また、図 4（b）は、縦切りの血流領域 410 に対して関心領域 412 が設定された超音波画像を示す。学習部 204 は、超音波画像における血流領域 410 と血流領域 410 に対する関心領域 412 とを教師データとして学習する。

30

【0051】

同様にして、図 4（c）は、横切りの血流領域 420 に対して関心領域 422 が設定された超音波画像を示す。学習部 204 は、超音波画像における血流領域 420 と血流領域 420 に対する関心領域 422 とを教師データとして学習する。

【0052】

このように、学習部 204 は、超音波画像における様々な血流領域に対して実際に設定された関心領域の特徴（位置、大きさなど）を学習することができる。

【0053】

学習装置 200 は、超音波画像における血流領域からなる教師データを用いて、超音波画像における血流領域に対する関心領域を学習してもよい。例えば、学習装置 200 は、超音波画像における血流領域を教師データとして学習し、学習済みモデルを生成する。超音波画像における血流領域を識別することができれば、血流領域を覆うように関心領域が設定されるのが一般的であるからである。

40

【0054】

図 4（a）は、縦切りの血流領域 400 に対して関心領域 402 が設定された超音波画像を示す。学習部 204 は、超音波画像における血流領域 400 を教師データとして学習する。学習部 204 は、セグメンテーション手法（リージョン Growing、レベルセットなど）を用いて、超音波画像から血流領域 400 を抽出する。その場合、教師データとして用いられる血流領域 400 は、超音波画像において抽出された血流領域 400 の領域

50

座標を示す情報である。

【 0 0 5 5 】

また、図 4 (b) は、縦切りの血流領域 4 1 0 に対して関心領域 4 1 2 が設定された超音波画像を示す。学習部 2 0 4 は、超音波画像における血流領域 4 1 0 を教師データとして学習する。同様にして、図 4 (c) は、横切りの血流領域 4 2 0 に対して関心領域 4 2 2 が設定された超音波画像を示す。学習部 2 0 4 は、超音波画像における血流領域 4 2 0 を教師データとして学習する。

【 0 0 5 6 】

なお、学習装置 2 0 0 は、超音波診断装置の外部に設置されていてもよい。図 5 は、学習装置 2 0 0 が超音波診断装置の外部に設置された一例を示す。

10

【 0 0 5 7 】

学習装置 2 0 0 は、例えば、病院内のネットワークや、病院外のクラウドにあってもよい。学習装置 2 0 0 には、複数の超音波診断装置 5 0 0、5 0 2、5 0 4 に接続されている。ここでは、複数の超音波診断装置は、3 台存在する形態を示すが、複数の超音波診断装置は、4 台以上存在してもよい。

【 0 0 5 8 】

例えば、学習装置 2 0 0 は、超音波診断装置 5 0 0 において撮影された超音波画像に対する関心領域を教師データとして学習し、学習済みモデルを生成する。また、学習装置 2 0 0 は、超音波診断装置 5 0 0 と異なる超音波診断装置 5 0 2 において撮影された超音波画像に対する関心領域を教師データとして学習し、学習済みモデルを更新する。同様にして、学習装置 2 0 0 は、超音波診断装置 5 0 0 及び超音波診断装置 5 0 2 と異なる超音波診断装置 5 0 4 において撮影された超音波画像に対する関心領域を教師データとして学習し、学習済みモデルを更新する。学習装置 2 0 0 で生成 (更新) された学習済みモデルは、複数の超音波診断装置 5 0 0、5 0 2、5 0 4 にそれぞれ伝達される。複数の超音波診断装置 5 0 0、5 0 2、5 0 4 は、学習装置 2 0 0 で生成された最新の学習済みモデルをそれぞれ記憶する。

20

【 0 0 5 9 】

このように、学習装置 2 0 0 は、複数の超音波診断装置 5 0 0、5 0 2、5 0 4 において設定された関心領域を教師データとして学習することができる。よって、学習装置 2 0 0 は、複数の超音波診断装置 5 0 0、5 0 2、5 0 4 に対応した学習済みモデルを生成することができる。

30

【 0 0 6 0 】

また、学習装置 2 0 0 は、複数の超音波診断装置 5 0 0、5 0 2、5 0 4 で撮影された超音波画像における血流領域と、血流領域に対する関心領域とを教師データとして学習することもできる。

【 0 0 6 1 】

図 3 を用いて、推論フェーズに関する関心領域設定部 1 1 6 を説明する。

【 0 0 6 2 】

記憶部 2 0 6 は、学習装置 2 0 0 に接続されている。記憶部 2 0 6 には、超音波画像に関心領域を設定するように学習された学習済みモデルが記憶される。具体的には、記憶部 2 0 6 には、超音波画像から特定の領域を識別して、特定の領域に対して関心領域を設定するように学習された学習済みモデルが記憶されている。

40

【 0 0 6 3 】

超音波画像生成部 1 1 2 において新たに生成された超音波画像が推論部 2 0 8 に出力される。推論部 2 0 8 は、超音波画像に関心領域を設定するように学習された学習済みモデルを用いて、新たに生成された超音波画像に対して関心領域を設定する。

【 0 0 6 4 】

推論部 2 0 8 は、超音波画像における血流領域の有無を判別することもできる。超音波画像における血流領域の有無を判別するタイミングは、例えば、操作部 1 0 4 のフリーズボタンを押したタイミングである。ここでは、超音波画像における血流領域の有無によっ

50

て、推論部 208 による関心領域の設定が制御されることとなる。

【0065】

新たに生成された超音波画像に血流領域がある場合、推論部 208 は、超音波画像に関心領域を設定するように学習された学習済みモデルを用いて、新たに生成された超音波画像に対して関心領域を設定する。推論部 208 で設定された関心領域は、血流画像生成部 114 に伝達される。血流画像生成部 114 は、関心領域設定部 116 において設定された関心領域に対して、カラードプラ法によって血流画像を生成する。表示部 106 は、超音波画像生成部 112 において生成された超音波画像に対して、血流画像生成部 114 によって生成された血流画像を重畳して表示する。

【0066】

新たに生成された超音波画像に血流領域がない場合、推論部 208 は、新たに生成された超音波画像に対して関心領域を設定しない。表示部 106 は、超音波画像生成部 112 において生成された超音波画像のみを表示する。

【0067】

次に、図 6 を用いて超音波診断装置の表示部 106 の表示形態を説明する。関心領域を推論設定する推論設定ボタン 604 と、関心領域を手動設定する手動設定ボタン 606 が表示されている。推論設定ボタン 604 と手動設定ボタン 606 は、操作部 104 に対応している。推論設定ボタン 604 と手動設定ボタン 606 は、アイコンとして表示部 106 表示されており、操作者は、推論設定ボタン 604 と手動設定ボタン 606 のいずれか一方を選択することができる。

【0068】

操作者が推論設定ボタン 604 を押した場合、推論部 208 は、超音波画像に関心領域を設定するように学習された学習済みモデルを用いて、表示部 106 に表示されている超音波画像 600 に対して関心領域 602 を設定する。なお、初期設定として、推論設定ボタン 604 が押されていてもよい。

【0069】

推論部 208 で設定された関心領域 602 は、血流画像生成部 114 に伝達される。血流画像生成部 114 は、推論部 208 において設定された関心領域 602 に対して、カラードプラ法によって血流画像を生成する。表示部 106 は、超音波画像生成部 112 において生成された超音波画像 600 に対して、血流画像生成部 114 によって生成された血流画像を重畳して表示する。

【0070】

操作者が手動設定ボタン 606 を押した場合、操作者は超音波画像 600 における特定の領域を確認しながら、操作部 104 (関心領域設定部 116) を介して関心領域 602 を手動で設定する。

【0071】

推論部 208 で設定された関心領域 602 に対して、調整を行いたい場合、手動設定ボタン 606 を押すことにより、操作者は操作部 104 (関心領域設定部 116) を介して関心領域 602 を調整することができる。

【0072】

図 7 を用いて、超音波診断装置における学習フェーズの動作を説明する。

【0073】

S700 : 操作者は、超音波探触子 100 を被検者に接触させる。超音波ゼリーを介して超音波探触子 100 を被検者に接触させてもよい。超音波探触子 100 を被検者に接触させた状態で、送受信部 110 は、超音波探触子 100 に対して超音波を送受信させる。

【0074】

S702 : 超音波画像生成部 112 は、送受信部 110 が反射波信号から生成した超音波信号に対して、各種の信号処理を行ない、超音波画像を生成する。

【0075】

S704 : 操作者は、操作部 104 (関心領域設定部 116) を介して、超音波画像に

10

20

30

40

50

関心領域を設定するか否かを決定する。このとき、撮影モードによって、超音波画像に関心領域を設定するか否かが決定されてもよい。例えば、撮影モードが血流モード（CFM）である場合、操作部104（関心領域設定部116）を介して、超音波画像に関心領域を設定するものとみなす。超音波画像に関心領域を設定する場合、S706に進み、超音波画像に関心領域を設定しない場合、学習フェーズの動作が終了する。

【0076】

S706：関心領域設定部116は、超音波画像生成部112において生成された超音波画像に対して血流画像を生成する領域に関心領域として設定する。関心領域設定部116で設定された関心領域（領域座標）は、学習装置200と血流画像生成部114に伝達される。

10

【0077】

S708：学習装置200は、超音波画像において設定された関心領域を教師データとして学習し、学習済みモデルを生成する。学習装置200は、超音波画像における血流領域と、血流領域に対する関心領域とを教師データとして学習し、学習済みモデルを生成してもよい。S708の後、学習フェーズの動作が終了する。

【0078】

次に、図8を用いて、超音波診断装置における推論フェーズの動作を説明する。

【0079】

S800：操作者は、超音波探触子100を被検者に接触させる。超音波探触子100を被検者に接触させた状態で、送受信部110は、超音波探触子100に対して超音波を送受信させる。

20

【0080】

S802：超音波画像生成部112は、送受信部110が反射波信号から生成した超音波信号に対して、各種の信号処理を行ない、超音波画像を生成する。

【0081】

S804：操作者は、操作部104（関心領域設定部116）を介して、超音波画像に関心領域を設定するか否かを決定する。このとき、撮影モードによって、超音波画像に関心領域を設定するか否かが決定されてもよい。超音波画像に関心領域を設定する場合、S808に進み、超音波画像に関心領域を設定しない場合、S806に進む。

【0082】

S806：表示部106は、超音波画像生成部112において生成された超音波画像のみを表示する。S806の後、推論フェーズの動作が終了する。

30

【0083】

S808：操作者は、操作部104（関心領域設定部116）を介して、関心領域を推論設定するか否かを決定する。例えば、図6に示すように、操作者は、推論設定ボタン604と手動設定ボタン606のいずれか一方を選択する。関心領域を推論設定する場合、S812に進む。関心領域を推論設定しない場合、S810に進む。

【0084】

S810：操作者が手動設定ボタン606を押した場合、操作者は超音波画像600における血流領域を確認しながら、操作部104（関心領域設定部116）を介して関心領域602を手動で設定する。

40

【0085】

S812：推論部208は、超音波画像に関心領域を設定するように学習された学習済みモデルを用いて、表示部106に表示された超音波画像に対して関心領域602を設定する。推論部208で設定された関心領域は、血流画像生成部114に伝達される。

【0086】

S814：血流画像生成部114は、関心領域に対して、カラードプラ法によって血流画像を生成する。表示部106は、超音波画像生成部112において生成された超音波画像に対して、血流画像生成部114によって生成された血流画像を重畳して表示する。S814の後、推論フェーズの動作が終了する。

50

【 0 0 8 7 】

以上、本実施例における超音波診断装置は、被検者の超音波画像を生成する超音波画像生成部 1 1 2 と、超音波画像（第一の超音波画像）に対して設定された関心領域を教師データとして学習された学習済みモデルを用いて、新たに生成された超音波画像（第二の超音波画像）に対する関心領域を設定する推論部 2 0 8 と、推論部 2 0 8 において設定された関心領域を該新たに生成された超音波画像（第二の超音波画像）とともに表示する表示部 1 0 6 とを備える。第一の超音波画像は、過去に撮影され、関心領域が設定された超音波画像であり、第二の超音波画像は、表示部 1 0 6 に表示されている超音波画像である。

【 0 0 8 8 】

また、本発明の超音波画像表示方法は、被検者の超音波画像を生成するステップと、超音波画像（第一の超音波画像）に対して設定された関心領域を教師データとして学習された学習済みモデルを用いて、新たに生成された超音波画像（第二の超音波画像）に対する関心領域を設定するステップと、該設定された関心領域を該新たに生成された超音波画像（第二の超音波画像）とともに表示するステップとを有する。

10

【 0 0 8 9 】

よって、超音波画像（第一の超音波画像）に対して設定された関心領域を教師データとして学習された学習済みモデルを用いることにより、新たに生成された超音波画像（第二の超音波画像）に対して関心領域を迅速に設定することができる。

【実施例 2】

【 0 0 9 0 】

図 9、図 1 0 を用いて、本発明の実施例 2 における超音波診断装置を説明する。実施例 1 と異なる点は、関心領域設定部 1 1 6（推論部 2 0 8）によって関心領域を設定するとともに、送受信方向設定部 9 0 0 によって超音波の送受信方向を設定する点である。

20

【 0 0 9 1 】

図 9 は、本発明の実施例 2 における超音波診断装置の構成を示す図である。図 9 に示すように、装置本体 1 0 2 は、超音波探触子 1 0 0 に対して超音波を送受信させる送受信部 1 1 0 と、送受信部 1 1 0 で受信された超音波信号を用いて、超音波画像を生成する超音波画像生成部 1 1 2 と、送受信部 1 1 0 で受信された超音波信号を用いて、血流画像を生成する血流画像生成部 1 1 4 と、超音波画像に対して関心領域を設定する関心領域設定部 1 1 6 と、関心領域設定部 1 1 6（推論部 2 0 8）で設定された関心領域に基づいて、血流画像を生成するための超音波の送受信方向を設定する送受信方向設定部 9 0 0 と、装置本体 1 0 2 の各種構成要素を制御する制御部 1 1 8 とを備えている。

30

【 0 0 9 2 】

図 9 は、図 1 に対して送受信方向設定部 9 0 0 が異なる。図 9 における他の構成要素は、図 1 の構成要素と同様である。また、本実施例における関心領域設定部 1 1 6 は、図 2、図 3 と同様である。

【 0 0 9 3 】

超音波画像生成部 1 1 2 において新たに生成された超音波画像が関心領域設定部 1 1 6（推論部 2 0 8）に出力される。関心領域設定部 1 1 6（推論部 2 0 8）は、超音波画像に関心領域を設定するように学習された学習済みモデルを用いて、新たに生成された超音波画像に対して関心領域を設定する。

40

【 0 0 9 4 】

そして、新たに生成された超音波画像に対して関心領域の設定情報（形状）は、送受信方向設定部 9 0 0 に出力される。関心領域の設定情報によって、血流画像用の超音波は、所定の角度傾けられる（ステアリングされる）。送受信方向設定部 9 0 0 は、関心領域の設定情報によって、血流画像用の超音波を所定の角度分、ステアリングされることを設定する。送受信部 1 1 0 は、超音波を所定の角度分、ステアリングさせて送受信を行う。

【 0 0 9 5 】

図 1 0 を用いて超音波診断装置の表示部 1 0 6 の表示形態を説明する。図 1 0 に示すように、新たに生成された超音波画像 1 0 0 0 に対して設定された関心領域 1 0 0 2 は傾け

50

られ、平行四辺形の形状となっている。血流画像用の超音波は、平行四辺形の形状に合わせて、所定の角度傾けられる（ステアリングされる）。なお、表示部 106 には、関心領域を推論設定する推論設定ボタン 1004 と、関心領域を手動設定する手動設定ボタン 1006 が表示されている。図 6 の推論設定ボタン 604 と手動設定ボタン 606 と同様であるため、説明は省略する。

【0096】

関心領域設定部 116（推論部 208）で設定された関心領域 1002 は、血流画像生成部 114 に伝達される。血流画像生成部 114 は、関心領域設定部 116 において設定された関心領域 1002 に対して、カラードブラ法によって血流画像を生成する。表示部 106 は、超音波画像生成部 112 において生成された超音波画像に対して、血流画像生成部 114 によって生成された血流画像を重畳して表示する。

10

【実施例 3】

【0097】

図 11、図 12 を用いて、本発明の実施例 3 における超音波診断装置を説明する。実施例 1、2 と異なる点は、弾性画像の関心領域を教師データとして学習し、学習済みモデルを生成する点である。具体的には、学習装置 200 は、超音波画像におけるローエコー領域に対する関心領域を教師データとして学習し、学習済みモデルを生成する。

【0098】

図 11 は、本発明の実施例 3 における超音波診断装置の構成を示す図である。図 9 に示すように、装置本体 102 は、超音波探触子 100 に対して超音波を送受信させる送受信部 110 と、送受信部 110 で受信された超音波信号を用いて、超音波画像を生成する超音波画像生成部 112 と、送受信部 110 で受信された超音波信号を用いて、血流画像を生成する血流画像生成部 114 と、送受信部 110 で受信された超音波信号を用いて、弾性画像を生成する弾性画像生成部 1100 と、超音波画像に対して関心領域を設定する関心領域設定部 116 と、装置本体 102 の各種構成要素を制御する制御部 118 とを備えている。

20

【0099】

図 11 は、図 1 に対して弾性画像生成部 1100 が異なる。図 11 における他の構成要素は、図 1 の構成要素と同様である。また、本実施例における関心領域設定部 116 は、図 2、図 3 と同様である。

30

【0100】

弾性画像生成部 1100 は、送受信部 110 で受信された複数の超音波信号から求めた変位に対して、所定の演算（空間微分）を行なうことで、組織の歪みを算出する。そして、弾性画像生成部 1100 は、組織の局所的な歪みの値をカラー化することで、歪み分布情報に基づく弾性画像を生成することができる。硬い組織ほど変形しにくいので、硬い組織の歪みの値は小さくなり、軟らかい生体組織の歪みの値は大きくなる。すなわち、歪みの値は、組織の硬さを示す値となる。弾性モードでは、例えば、被検者の体表に当接した超音波探触子 100 を操作者が加振することで、組織の圧迫を行なって、組織を変形させる。また、音響放射圧によって力を与えて、組織を変形させることもできる。

【0101】

40

学習装置 200 は、超音波画像におけるローエコー領域（低い輝度領域）と、ローエコー領域に対する関心領域とを教師データとして学習し、学習済みモデルを生成してもよい。ここでは、超音波画像におけるローエコー領域に対応づけて関心領域を学習する。これは、超音波画像におけるローエコー領域は、腫瘍の可能性のある領域であり、弾性画像によって硬さを見る必要があるからである。

【0102】

図 12 を用いて超音波診断装置の表示部 106 の表示形態を説明する。関心領域設定部 116（推論部 208）は、弾性画像を表示する弾性モードの場合、ローエコー領域 1202 に対して関心領域 1204 を設定する。

【0103】

50

関心領域設定部 116 (推論部 208) は、学習済みモデルを用いて、新たに生成された超音波画像に対してローエコー領域を識別し、ローエコー領域に対して関心領域を設定する。

【0104】

関心領域設定部 116 (推論部 208) で設定された関心領域 1204 は、弾性画像生成部 1100 に伝達される。弾性画像生成部 1100 は、関心領域設定部 116 において設定された関心領域 1204 に対して、弾性画像を生成する。表示部 106 は、超音波画像生成部 112 において生成された超音波画像に対して、弾性画像生成部 1100 によって生成された弾性画像を重畳して表示する。

【0105】

ここで、学習フェーズにおいて、関心領域設定部 116 における学習装置 200 は、表示部 106 においてフリーズされた超音波画像に関心領域が設定されているか否かを、超音波の撮影モードに基づいて判別することができる。例えば、超音波の撮影モードが血流モード (CFM)、若しくは、弾性モード (エラストモード) である場合、学習装置 200 は超音波画像に関心領域が設定されていると判別することができる。超音波画像に関心領域が設定されていると判別された場合、学習装置 200 は、超音波画像における関心領域を教師データとして学習し、学習済みモデルを生成する。

【0106】

また、関心領域設定部 116 における推論部 208 は、操作者が選択した撮影モードに基づいて、新たに生成された超音波画像に対する関心領域を設定してもよい。操作者は、血流モード (CFM)、若しくは、弾性モード (エラストモード) を操作部 104 で選択した場合、推論部 208 は、血流モード (CFM)、若しくは、弾性モード (エラストモード) で生成された超音波画像に対して関心領域を設定する。

【0107】

具体的には、操作者が血流画像を表示する血流モードを操作部 104 で選択した場合、操作部 104 において血流モードを選択した情報が関心領域設定部 116 (推論部 208) に伝達される。推論部 208 は、超音波画像に血流画像用の関心領域を設定するように学習された学習済みモデルを用いて、新たに生成された超音波画像の血流領域に対して血流画像用の関心領域を設定する。

【0108】

操作者が弾性画像を表示する弾性モードを操作部 104 で選択した場合、操作部 104 において弾性モードを選択した情報が関心領域設定部 116 (推論部 208) に伝達される。推論部 208 は、超音波画像に弾性画像用の関心領域を設定するように学習された学習済みモデルを用いて、新たに生成された超音波画像に対して弾性画像用の関心領域を設定する。

【0109】

なお、超音波診断装置以外の医用画像撮影装置でも、本発明を適用することもできる。例えば、超音波診断装置以外の医用画像撮影装置として、眼科装置がある。眼科装置は、被検眼の断層画像を取得し、受光素子で受光する干渉光から得られるドブラ信号を用いることがある。

【0110】

本発明の眼科装置は、被検眼の断層画像を生成する画像生成部と、断層画像 (第一の断層画像) に対して設定された関心領域を教師データとして学習された学習済みモデルを用いて、新たに生成された断層画像 (第二の断層画像) に対する関心領域を設定する推論部と、推論部において設定された関心領域を該新たに生成された断層画像 (第二の断層画像) とともに表示する表示部とを備える。すなわち、本発明の医用画像撮影装置は、被検者の医用画像を生成する医用画像生成部と、医用画像 (第一の医用画像) に対して設定された関心領域を教師データとして学習された学習済みモデルを用いて、新たに生成された医用画像 (第二の医用画像) に対する関心領域を設定する推論部と、推論部において設定された関心領域を該新たに生成された医用画像 (第二の医用画像) とともに表示する表示部

10

20

30

40

50

とを備える。実施例 1 ~ 3 の機能を実現するコンピュータプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体（図示しない。）を介してコンピュータに供給し、当該コンピュータプログラムを実行させることができる。上述した超音波画像表示方法をコンピュータに実行させるためのコンピュータプログラムである。つまり、コンピュータプログラムは、コンピュータで超音波診断装置の機能を実現するためのプログラムである。記憶媒体は、当該コンピュータプログラムを記憶している。

【符号の説明】

【 0 1 1 1 】

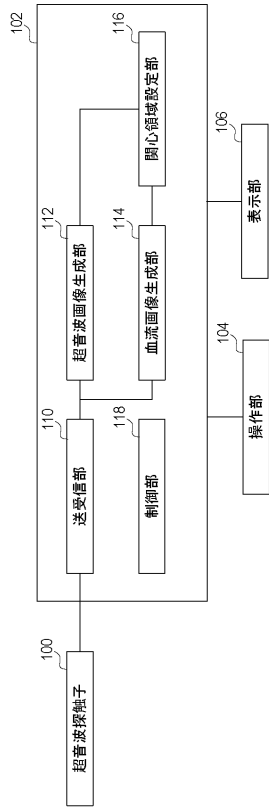
1 0 0	超音波探触子	
1 0 4	操作部	10
1 0 6	表示部	
1 1 0	送受信部	
1 1 2	超音波画像生成部	
1 1 4	血流画像生成部	
1 1 6	関心領域設定部	
2 0 0	学習装置	
2 0 2	教師データ生成部	
2 0 4	学習部	
2 0 6	記憶部	
2 0 8	推論部	20

30

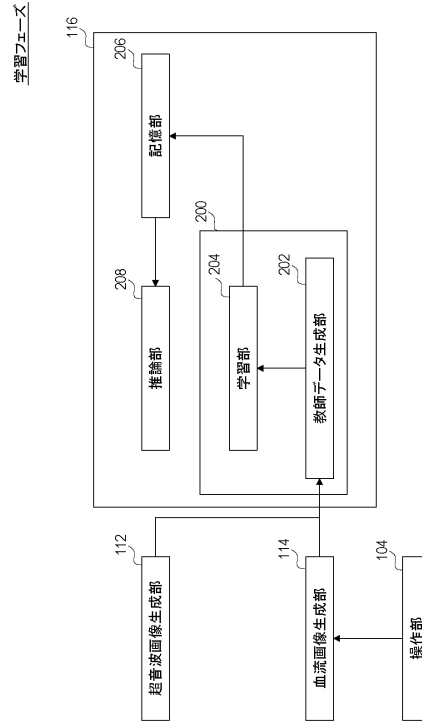
40

50

【図面】
【図 1】



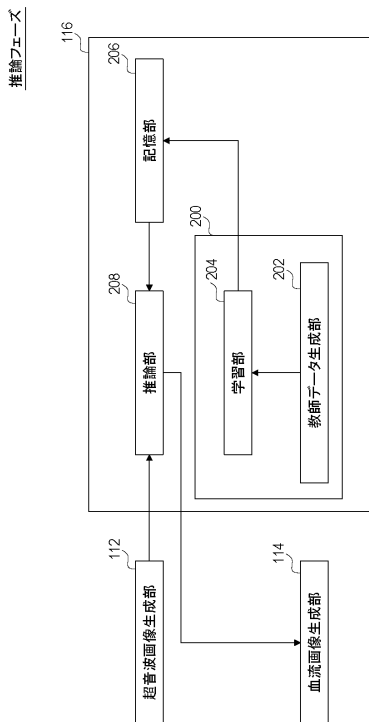
【図 2】



10

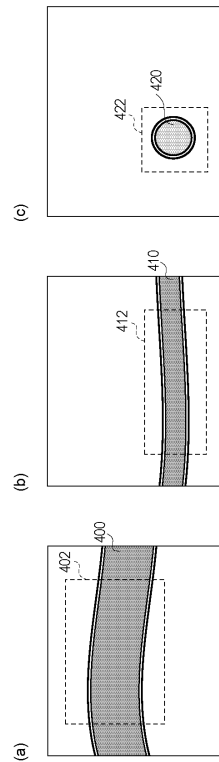
20

【図 3】



30

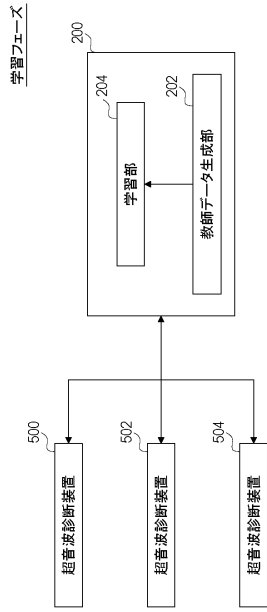
【図 4】



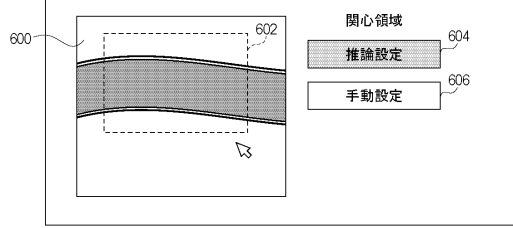
40

50

【図5】



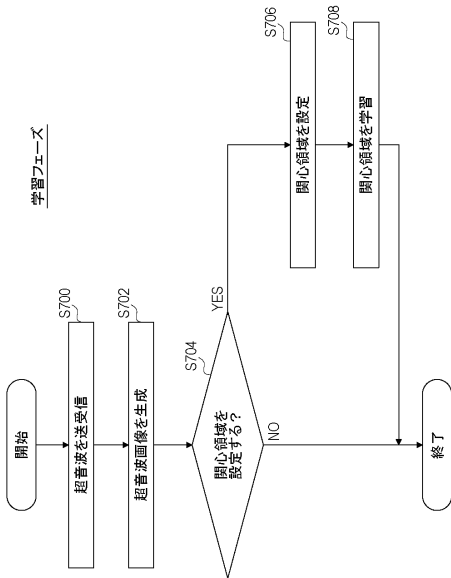
【図6】



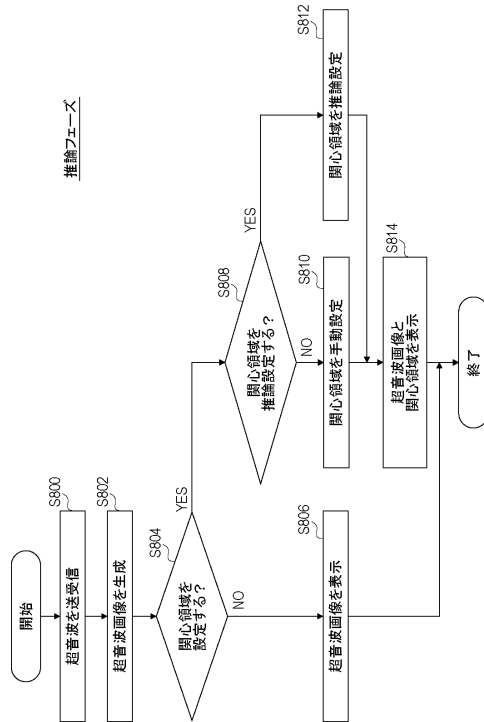
10

20

【図7】



【図8】

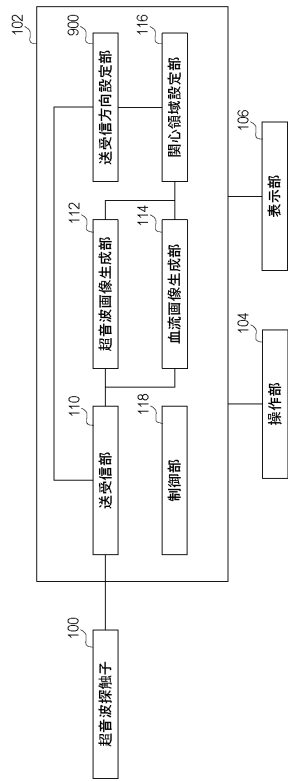


30

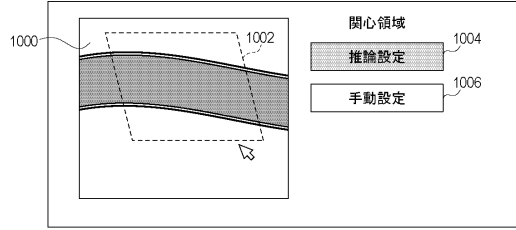
40

50

【図 9】



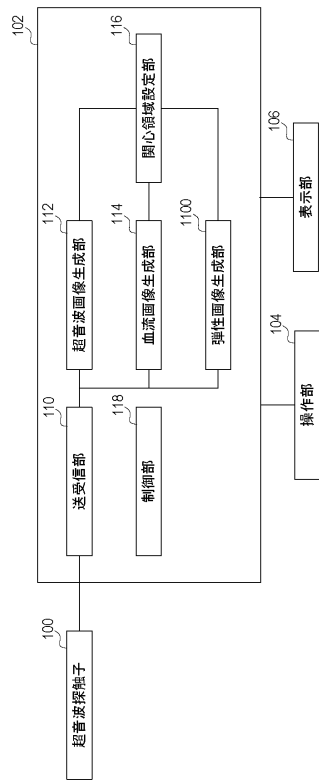
【図 10】



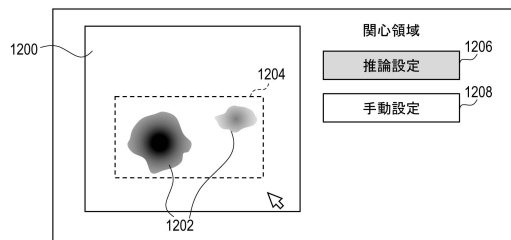
10

20

【図 11】



【図 12】



30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2013/105197(WO, A1)
特開2020-075104(JP, A)
特開2019-000151(JP, A)
米国特許出願公開第2019/0261949(US, A1)
特開2019-076541(JP, A)
特表2008-532606(JP, A)
特開2018-175343(JP, A)
特開2012-034811(JP, A)
米国特許出願公開第2015/0112182(US, A1)
特表2019-521745(JP, A)
特開2003-038491(JP, A)
特開2019-193788(JP, A)
米国特許出願公開第2019/0336108(US, A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
A61B 8/00 - 8/15