

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6382633号
(P6382633)

(45) 発行日 平成30年8月29日(2018.8.29)

(24) 登録日 平成30年8月10日(2018.8.10)

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

請求項の数 5 (全 13 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2014-165357 (P2014-165357) (22) 出願日 平成26年8月15日(2014.8.15) (65) 公開番号 特開2016-41117 (P2016-41117A) (43) 公開日 平成28年3月31日(2016.3.31) 審査請求日 平成29年7月4日(2017.7.4)</p>	<p>(73) 特許権者 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 110001210 特許業務法人YK I 国際特許事務所 (72) 発明者 長野 智章 東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号 日立 アロカメディカル株式会社内 審査官 門田 宏 (56) 参考文献 特開2007-117168 (JP, A)</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波診断装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ユーザ選択された検査法に従って、それぞれ異なる評価手法に対応する複数の評価項目の中から、1または複数の評価項目からなる評価項目セットを特定する評価項目特定手段と、

前記検査法において利用される超音波画像を評価対象画像として評価する手段であって、前記評価項目セットに含まれる各評価項目が示す評価手法によって評価対象画像の評価を行い、1または複数の評価結果からなる評価結果セットを生成する画質評価手段と、を備えることを特徴とする、超音波診断装置。

【請求項2】

前記評価結果セットに基づいて、評価結果をユーザに提供する結果提供手段、をさらに含むことを特徴とする、請求項1に記載の超音波診断装置。

【請求項3】

前記評価結果セットに基づいて、前記超音波画像の画質の変更をもたらす画質変更処理を行う画質変更処理手段、

をさらに含むことを特徴とする、請求項1に記載の超音波診断装置。

【請求項4】

前記評価項目特定手段は、

複数の検査法と複数の評価項目との対応関係を示す対応関係情報を記憶した記憶部と、前記対応関係情報に基づいて、前記ユーザ選択された検査法に従って前記評価項目セッ

トを特定する手段と、

を含むことを特徴とする、請求項 1 に記載の超音波診断装置。

【請求項 5】

前記結果提供手段は、前記評価結果セットを示す評価情報を表示部に表示させる、
ことを特徴とする、請求項 2 に記載の超音波診断装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は超音波診断装置に関し、特に各種検査法に用いられる超音波画像を形成する超音波診断装置に関する。

10

【背景技術】

【0002】

超音波診断装置は、被検体に対して超音波を送受波し、これにより得られた複数のビームデータに基づいて超音波画像を形成する装置である。超音波診断装置は、例えば B モードやドプラモードといった各種の動作モードを備えている。そして、動作モードに応じた超音波画像が形成される。超音波診断装置により形成される超音波画像の種類は様々であるが、代表的な画像として被検体内の組織の断面を映し出す B モード画像がある。B モード画像は、様々な検査法において用いられる。例えば、超音波診断装置は各種の計測機能（例えば距離計測機能、面積計測機能）を備えており、選択された計測機能は B モード画像上において実行される。また、ドプラ計測においては、B モード画像上において組織の運動速度（例えば血流速度）を計測したい位置が指定される。本明細書において用いられる「検査法」の用語は、例えば B モードやドプラモードといった動作モード、ストレスエコーやトラッキングといった検査種別、超音波画像上での面積や距離といった特定の計測を含む計測種別を含む概念である。

20

【0003】

超音波画像において、ノイズが多いなど画質に問題がある場合や、検査に必要な組織断面が正しく映し出されていないなど超音波画像の内容が不適切である場合などには、これらの超音波画像を用いて適切な検査を行うことができない。つまり、適切な検査を行うためには、適切な超音波画像を用いて行う必要がある。

【0004】

30

なお、特許文献 1 には、フレーム（1 フレーム分のビームデータ）毎にユーザがその重要度を示すランクを付し、当該ランクに応じてストレスエコー検査に用いるためのフレームを識別して保全することが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2005 - 304758 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

40

処理の効率化の観点から、あるいは判断の一貫性の観点から、超音波画像が検査に用いるのに適切な画像であるか否かの判定を自動的に行うのが好ましい。この場合は、ある一定の評価基準を設け、当該評価基準と超音波画像を比較することで当該超音波画像が検査に用いるのに適切な画像であるかを評価することになる。しかし、超音波画像を用いた検査には様々な種類があり、検査毎に評価基準が異なる場合がある。例えば、ある検査に用いるのであれば適切な超音波画像であっても、他の検査を行うにあたっては全く使えないという場合があり得る。したがって、超音波画像がどのような検査に用いられるのかを考慮しない画一的な評価基準では、超音波画像が検査に用いるのに適切な画像であるか否かの判定を適切に行うことができない。

【0007】

50

本発明の目的は、超音波画像を用いた検査を行うにあたり、超音波画像が当該検査を行うために適切な画像であるか否かを評価することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明に係る超音波診断装置は、ユーザ選択された検査法に従って、それぞれ異なる評価手法に対応する複数の評価項目の中から、1または複数の評価項目からなる評価項目セットを特定する評価項目特定手段と、前記検査法において利用される超音波画像を評価対象画像として評価する手段であって、前記評価項目セットに含まれる各評価項目が示す評価手法によって評価対象画像の評価を行い、1または複数の評価結果からなる評価結果セットを生成する画質評価手段と、を備えることを特徴とする。

10

【0009】

上記構成によれば、ユーザ選択された検査法に従って、当該検査法で用いる評価対象画像を評価するための1または複数の評価項目が適応的に特定されるので、検査法ごとに最適な評価基準を適用できる。すなわち、超音波画像に対して一律の評価基準を適用するのではなく、選択された検査法から要求される画質を追求することが可能となる。検査法に従って特定される評価項目は、当該検査法を実施するにあたり評価対象画像において重視される項目である。つまり、超音波画像が、検査法に従って特定された評価項目においてある一定の評価が得られれば、当該超音波画像は少なくとも当該検査法において用いるのに適した画像だと判断できる。

【0010】

20

望ましくは、前記評価結果セットに基づいて、評価結果をユーザに提供する結果提供手段、をさらに含むことを特徴とする。評価結果セットをユーザに提供することで、ユーザは検査に用いる超音波画像がどの評価項目において評価が低かったのかを把握可能となる。これにより、ユーザは例えばプローブの被検体への当て方を変更したり超音波画像のゲインやコントラストを変更したりするなど、超音波画像を当該検査法に適した画像とするための処置を適切にとることができる。評価結果とともに、超音波画像を検査に適した画像とするための処置の例をコメント等の態様で表示するのも好適である。

【0011】

望ましくは、前記評価結果セットに基づいて、前記超音波画像の画質の変更をもたらす画質変更処理を行う画質変更処理手段、をさらに含むことを特徴とする。画質変更処理手段によれば、超音波画像を検査に適した画像とするための処置を自動的に行うことができる。例えば、超音波画像の評価項目に組織境界明りょう性があり、それについての評価が低い場合には、画質変更処理手段により、超音波画像の明りょう性を上げるためにゲインやコントラストが自動調整される。

30

【0012】

望ましくは、前記評価項目特定手段は、複数の検査法と複数の評価項目との対応関係を示す対応関係情報を記憶した記憶部と、前記対応関係情報に基づいて、前記ユーザ選択された検査法に従って前記評価項目セットを特定する手段と、を含むことを特徴とする。

【0013】

望ましくは、前記結果提供手段は、前記評価結果セットを示す評価情報を表示部に表示させる、ことを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、超音波画像を用いた検査にあたって、超音波画像が当該検査を行うための適切な画像であるか否かを評価することができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本実施形態に係る超音波診断装置の構成概略図である。

【図2】評価項目テーブルの例を示す図である。

【図3】画質評価結果が表示部に表示される例を示す図である。

50

【図4】本実施形態に係る超音波診断装置の動作の流れを示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本発明の実施形態について説明する。なお、本発明は以下の実施形態に限定されるものではない。

【0017】

図1は、本実施形態に係る超音波診断装置10の構成概略図である。超音波診断装置10は、一般に病院などの医療機関に設置され、被検体に対して超音波診断を実行する医療上の機器である。超音波診断装置10においては超音波画像が形成され、当該超音波画像は様々な検査に用いられる。

10

【0018】

超音波診断装置10は複数の動作モードを有し、例えばユーザ選択などにより選択された動作モードで動作する。動作モードとしては、例えば、超音波画像として被検体の組織の断層画像であるBモード画像が形成されるBモード、被検体内の指定された位置における血流速度などを計測するドプラモード、あるいは被検体内の血流分布が示されるカラードプラ画像が形成されるカラードプラモードなどがある。

【0019】

超音波診断装置10で形成される超音波画像は様々な検査に用いられる。超音波画像を用いた検査としては、例えば、Bモード画像を用いて被検体内におけるある2点間の距離を計測する距離計測、あるいは、心臓の断面についてのBモード画像であって複数心拍分における心臓の拍動の様子を示す動画画像であるBモード画像において心臓の拍動に応じて所定の点のトラッキングを行うトラッキング計測などがある。また、ドプラ計測やカラードプラ計測においてもBモード画像が形成され、検査にBモード画像が用いられる。例えば、ドプラモードにおいては、Bモード画像において血流速度などの計測位置が指定され、カラードプラモードにおいては血流分布を示すカラーイメージがBモード画像に重畳して表示される。

20

【0020】

以下、超音波診断装置の具体的構成について詳述する。プローブ12は、被検体に対して超音波の送受波を行う超音波探触子である。プローブ12は複数の振動子からなる振動子アレイを有している。振動子アレイに含まれる各振動子は、送受信部14からの各振動子に対応する複数の送信信号によって振動して超音波ビームを発生する。また、振動子アレイは送受波領域からの反射エコーを受信し、音響信号を電気信号である受信信号に変換して送受信部14へ出力する。

30

【0021】

送受信部14は、プローブ12が有する複数の振動子を励振する複数の送信信号をプローブ12へ送ることによって、プローブ12において超音波を発生させる。例えばBモード画像を形成する場合、送受信部14は、反射エコーを受信した複数の振動子から得られる複数の受信信号を整相加算処理して、超音波ビームの走査方向に並ぶビームデータを形成する。また、被検体組織内の所定の位置の組織運動の速度（例えば血流速度）を計測するドプラモードにおいては、送受信部14は、計測位置に対して繰り返し超音波を送受波させる。すなわち、送受信部14は、選択された動作モードに応じて、超音波の送受信条件を変更する。計測対象位置ビームデータは、深さ方向に並ぶ複数の反射エコー信号により構成される。このように、送受信部14は、送信ビームフォーマと受信ビームフォーマの機能を備えている。

40

【0022】

また、送受信部14は、複数の受信信号に基づいて形成されるビームデータに対してゲイン調整処理を行う。一般的に、被検体の深度が深いところからの反射エコーの信号強度が弱くなってしまいうため、これを補正すべく、反射エコーが得られた深度に応じて信号強度の調整（ゲイン調整）を行う。また、後述のパラメータ設定部20からの信号に基づいて全体の調整ゲイン量を変更するようにしてもよい。

50

【 0 0 2 3 】

シネメモリ 16 は、送受信部 14 からの複数のビームデータを記憶する。シネメモリ 16 は、例えばリングバッファのような構造を有しており、時系列順で入力される各ビームデータを順次格納する。シネメモリ 16 は、最新から過去一定期間に亘るビームデータを記憶することができる。本実施形態では、シネメモリ 16 に複数フレーム分のビームデータを蓄積することで、超音波画像の評価を事後的に行うことができる。すなわち、例えばストレスエコー検査のように、限られた時間の中で迅速にビームデータを取得しなければならない場合、先に複数フレーム分のビームデータを取得しシネメモリ 16 に蓄積しておき、後にシネメモリ 16 に蓄積されたビームデータから複数の超音波画像を形成して、その中から検査に適した超音波画像を選択することができる。

10

【 0 0 2 4 】

画像形成部 18 は、例えばデジタルスキャンコンバータ (D S C) などであり、送受信部 14 からのビームデータに基づいて超音波画像を形成する。あるいは、画像形成部 18 はシネメモリ 16 からビームデータを読み出して超音波画像を形成するようにしてもよい。1枚の超音波画像は、複数のビームデータである 1 フレーム分のビームデータにより形成される。

【 0 0 2 5 】

画像形成部 18 において形成される超音波画像としては、被検体内の組織の断層画像である B モード画像、被検体内の血流運動が示されるカラードブラ画像などが含まれる。また、ある位置における血流等の組織運動の速度を計測するドブラ計測を行う場合には、画像形成部 18 は計測位置における組織運動を示すドブラ波形を形成する。組織画像形成部 18 により形成される画像の種類は、ユーザが入力する検査法に基づいて自動的に決定される。

20

【 0 0 2 6 】

画像形成部 18 は、時系列に並ぶビームデータから順次静止画を形成し、これを時系列的に並べ連続的に表示させることにより動画像を形成する。また、当該動画像から所定のフレームを切り出し、静止画像を取得するようにしてもよい。動画像は、例えば心臓の拍動の様子を計測するトラッキング計測において好適に利用される。画像形成部 18 が静止画を形成するか動画像を形成するかは、ユーザが入力する検査法に基づいて決定される。

【 0 0 2 7 】

パラメータ設定部 20 は、画像形成部 18 により形成される超音波画像の画質に関するパラメータを設定する。例えば、パラメータ設定部 20 はゲインに関するパラメータを設定する。パラメータ設定部 20 により設定されたゲイン値に基づいて、送受信部 14 は、形成したビームデータに対してゲイン調整を行う。例えば、超音波画像全体の輝度を上げるあるいは下げるようにゲイン調整が行われる。また、ゲイン調整は、超音波画像が形成された後の表示段階において行われてもよい。この場合は、後述の表示制御部 28 がパラメータ設定部 20 により設定されたゲイン値に基づいて形成された超音波画像の輝度を上げるあるいは下げるようにゲイン調整を行う。また、パラメータ設定部 20 はコントラストに関するパラメータを設定してもよい。これにより超音波画像のコントラストを設定するようにしてもよい。コントラスト調整は超音波画像の形成後に表示制御部 28 において行われる。パラメータ設定部 20 により設定されるパラメータは入力部 32 から入力されるユーザ指示に基づいて決定される。あるいは、後述の画像評価部 22 の評価に応じて、超音波画像の画質に関するパラメータが設定されるようにしてもよい。

30

40

【 0 0 2 8 】

画像評価部 22 は、画像形成部 18 が形成した超音波画像の評価を行う。以下、画像評価部 22 による評価の対象となる超音波画像を「評価対象画像」と記載する。本実施形態では評価対象画像となるのは B モード画像 (静止画および動画を含む) である。画像評価部 22 による評価は、評価対象画像を用いて行われる検査にあたって、評価対象画像が当該検査に必要な要件を満たしているか否かを判断するものである。画像評価部 22 による評価対象画像の評価は、ビームデータの取得後直ちに (リアルタイムに) 行うようにして

50

もよいし、シネメモリ16に蓄積されたビームデータ（から形成される評価対象画像）に対して事後的に行うようにしてもよい。超音波診断装置10においては、検査法毎に評価対象画像に必要とされる要件が異なることを考慮し、各検査法に適した評価基準において評価対象画像の評価を行う。

【0029】

画像評価部22は、まず画像形成部18が形成した評価対象画像が用いられる検査法を特定する。上述の通り、検査法とは、例えばBモードやドプラモードといった動作モード、ストレスエコーやトラッキングといった検査種別、評価対象画像上での面積や距離といった特定の計測を含む計測種別を全て含む概念である。検査法は、入力部32からユーザにより入力される。例えばトラッキング計測を行う場合、ユーザは、表示部30に表示された検査法一覧の中からトラッキング計測を選択するなどして検査法を入力する。

10

【0030】

画像評価部22は、ユーザ入力された検査法を特定すると、当該検査法に対応付けられた1または複数の選択評価項目を特定する。評価項目は、例えばノイズ量、組織境界明りょう性などの評価対象画像の画質に関わるものの他、Bモード画像における断面位置正確性などの評価対象画像に映し出された内容に関するものも含む。検査法に従って特定される選択評価項目は、複数ある評価項目のうち、当該検査法を実施するにあたり評価対象画像において評価が高いことが必要とされる項目である。本実施形態では、画像評価部22は、ハードディスク、ROM、あるいはRAMなどにより構成される記憶部24に記憶されている評価項目テーブル26を参照して選択評価項目を特定する。

20

【0031】

評価項目テーブル26は、複数の検査法と複数の評価項目との対応関係が示されるテーブルである。評価項目テーブル26はユーザなどによって予め用意される。評価項目テーブル26においては、1つの検査法に対して1または複数の評価項目が対応づけられている。画像評価部22は、ユーザ入力により特定された検査法をキーとして評価項目テーブル26を参照し、当該検査法に対応づけられた選択評価項目を特定する。

【0032】

画像評価部22は、特定した1または複数の選択評価項目について、評価対象画像の評価を行う。画像評価は選択評価項目毎に行い、本実施形態では、選択評価項目毎に評価対象画像の評価値を算出し、予め定められた閾値と比較することで評価を行う。画像評価部22による評価の結果は表示部30に表示される。本実施形態では、選択評価項目毎の評価結果が表示部に表示される。また、画像評価部22の結果に応じてパラメータ設定部20のパラメータ設定値を変更するようにしてもよい。例えば、評価対象画像の組織境界が明りょうでない場合にはこれを明りょうにするようゲイン値やコントラスト値を変更する。評価項目テーブル26の詳細および画像評価部22による評価処理の詳細については、図2を用いて後述する。

30

【0033】

表示制御部28は、画像形成部18が形成した超音波画像、および画像評価部22の評価結果を示す評価情報などを表示部30に表示させる表示処理を行う。入力部32は、例えばボタン、スイッチ、およびトラックボールなどであり、ユーザの指示を超音波診断装置10に入力するためのものである。

40

【0034】

本実施形態では、超音波診断装置10において評価対象画像の評価を行うが、超音波診断装置からパーソナルコンピュータ（PC）に対して受信信号あるいは評価対象画像を転送し、PCにおいて評価対象画像の評価を行うようにしてもよい。

【0035】

なお、図1に示す各構成（符号を付した各部）のうち、画像形成部18、パラメータ設定部20、画像評価部22、表示制御部28の各部は、例えば電気電子回路やプロセッサ等のハードウェアを利用して実現することができ、その実現において必要に応じてメモリ等のデバイスが利用されてもよい。また、上記各部に対応した機能が、CPUやプロセッ

50

サやメモリなどのハードウェアと、CPUやプロセッサの動作を規定するソフトウェア（プログラム）との協働により実現されてもよい。表示部30の好適な具体例は液晶ディスプレイなどである。制御部34は、例えば、CPUやプロセッサやメモリ等のハードウェアと、CPUやプロセッサの動作を規定するソフトウェア（プログラム）との協働により実現することができる。

【0036】

以下、図1を参照しながら図2を用いて、画像評価部22の処理内容および評価項目テーブル26について説明する。図2は、評価項目テーブル26の例を示す図である。図2の例においては、「容積・面積・距離計測」、「ドプラ計測」、「組織ドプラ計測」、「トラッキング計測」、および「ストレスエコー計測」の各検査法に対応する評価項目が示されている。「容積・面積・距離計測」は、Bモード画像を用いて被検体内のある領域の容積・面積の計測、あるいは被検体内のある2点間の距離を計測するものである。「ドプラ計測」はBモード画像上において指定された位置における例えば血流の速度を計測するものである。「組織ドプラ計測」は、例えば心臓内の弁の動きなど、組織の速度を計測するものである。「トラッキング計測」は、例えば心臓の1心拍分の動画像を取得し、当該動画像において心臓組織などの動きをトラッキングするものである。「ストレスエコー計測」は、被検体に運動的あるいは薬物的なストレスを与えた状態における例えば心臓などの動きを計測するものである。図2に示された検査法および評価項目はあくまで一例であり、その他の検査法あるいは評価項目が評価項目テーブルに含まれていてもよい。

10

【0037】

図2において丸印が付された評価項目が検査法に対応する評価項目である。例えば、「容積・面積・距離計測」に対応する評価項目は「組織境界明りょう性」および「断面位置正確性」であり、また「ドプラ計測」に対応する評価項目は「断面位置正確性」である。このように、1つの検査法に対し、1または複数の評価項目が対応づけられている。

20

【0038】

上述のように、評価項目テーブル26において各検査法に対応づけられている評価項目は、当該検査法を適切に行うにあたり超音波画像に必要な要件を示すものである。トラッキング計測を例に挙げると、トラッキング計測においては、例えば、心臓の拍動などに応じて運動する血管壁などの心臓組織を的確に捉え、その動きを追従する必要がある。したがって、トラッキング計測において超音波画像に求められることは、ノイズ量が少なく、かつ組織境界が明りょうに映し出されていることである。したがって、図2の例においてもトラッキング計測には超音波画像の評価項目として「ノイズ量」および「組織境界明りょう性」が対応づけられている。

30

【0039】

検査法が特定され、さらに当該検査法に対応付けられた選択評価項目が特定されると、画像評価部22は、特定された選択評価項目について評価対象画像の評価を行う。本実施形態では、画像評価部22は、各選択評価項目について評価対象画像の評価値を算出し、各評価値と予め定められた閾値とを比較することで各選択評価項目の評価を決定する。評価に用いる閾値はユーザによって定められて良く、当該閾値の設定により評価の厳しさが決定される。例えばノイズ量の評価について、ノイズが少しでも含まれている評価対象画像は検査に用いたくない場合には、閾値を厳しく（後述のSN比との関係においては高く）設定することで、ノイズ量がほとんどない評価対象画像のみを検査に用いる画像として識別することができる。同じ評価項目であっても検査法によって閾値を変更するようにしてもよい。

40

【0040】

ここで、図2の例に示された各評価項目についての評価手法の例をそれぞれ説明する。

【0041】

ノイズ量の評価は、評価対象画像のSN比（信号対ノイズ比）に基づいて行う。例えば、評価対象画像の表示範囲を対象として、その輝度平均値を輝度標準偏差で割った値をSN比として算出する。このように算出されたSN比が大きければノイズ量が少ないと判断

50

でき、SN比が小さければノイズ量が多いと判断できる。画像評価部22は、算出された評価対象画像のSN比と予め定められた閾値との比較によって、評価対象画像がノイズ量の評価基準を満たしているか否かを判定する。

【0042】

組織境界明りょう性の評価は、超音波画像から得られる輝度ヒストグラムの形状に基づいて行う。評価対象画像において組織境界が明りょうであれば、輝度値が低い箇所と高い箇所がはっきりと分かれるため、その輝度ヒストグラムは二峰性となる。輝度ヒストグラムにおける二峰が分離しているほど組織明りょう性が高いと判断できる。したがって、画像評価部22は、評価対象画像の輝度ヒストグラムにおける二峰の分離性を示す指標である分離度を測定し、当該分離度と予め定められた閾値との比較によって、評価対象画像が組織明りょう性の評価基準を満たしているか否かを判定する。

10

【0043】

組織境界明りょう性の評価のための別の方法として、組織境界近傍の輝度差を利用してよい。まず、評価対象画像において二値化処理や輪郭抽出処理を実施して組織境界の抽出を行う。次に、組織境界近傍で境界を挟んだ2つの領域の輝度差を算出する。この輝度差と予め定められた閾値との比較によって、評価対象画像が組織明りょう性の評価基準を満たしているか否かを判定するようにしてもよい。

【0044】

断面位置正確性の評価は、対象断面の標準パターンの類似度に基づいて行う。評価対象画像において目的とする断面位置の画像が的確に描出されていれば、その画像は、対象断面の標準的なパターンとよく一致しているはずである。例えば、対象断面の標準パターンを準備しておき、これと描出断面との類似度を計算する。当該類似度と予め定められた閾値との比較によって、評価対象画像が断面位置正確性の評価基準を満たしているか否かを判定する。

20

【0045】

軟部組織明りょう性の評価は、スペックルの統計的性質に基づいて行う。評価対象画像の軟部組織が明りょうであれば、スペックルが明りょうに描出されるはずである。明りょうでなければ、ノイズが重畳されていたり、スペックルが抜け落ちて陰影になっていたりする。したがって、スペックルの統計的性質によって軟部組織明りょう性を評価することができる。例えば、前述の二値化や輪郭抽出法などの領域分割法により軟部組織の領域を抽出し、当該領域の統計量を算出する。例えば、当該領域のヒストグラムを算出すると、そのヒストグラムはスペックル特有の形状を示す。したがって、ヒストグラムの平均や分散、尖度、歪度などの統計量を算出し、当該統計量と予め定められた閾値とを比較することで軟部組織明りょう性を評価することができる。また、当該ヒストグラムは、スペックルが存在すれば、レイリー分布、K分布、あるいは仲上分布などに従うことから、当該ヒストグラムのこれらの分布への適合度を算出し、これに基づいて軟部組織明りょう性を評価するようにしてもよい。さらに、濃度共起行列の特徴量を算出し、この特徴量がスペックル特有の数値と一致しているか評価するようにしてもよい。例えば、Bモード画像上において方位方向と深さ方向の濃度共起行列を演算することでコントラストの特徴量を求め、コントラストの特徴量に基づいてスペックルの大きさが算出可能か否かによって軟部組織明りょう性を評価するようにしてもよい。

30

40

【0046】

本実施形態では、特定された選択評価項目が複数存在する場合は、画像評価部22は複数の選択評価項目それぞれについて評価を行い、複数の選択評価項目全てについて要件を満たしている(すなわち良評価である)場合に評価対象画像は当該検査法において用いることができる、と判定する。しかし、判定の方法としてはこの方法に限られない。例えば、評価対象画像について1つの全体評価値を算出するようにしてもよい。この場合、評価対象画像について、評価項目テーブル26において定義された全ての評価項目について評価を行い、算出された評価値(例えばノイズ量ならSN比、組織境界明りょう性なら輝度ヒストグラムの二峰の分離度)を加重加算した値を全体評価値として算出する。全体評価

50

値の算出式は、例えば以下に示す式となる。

$$E = A + B + C + D$$

上記式においてEは全体評価値、Aは評価対象画像のSN比(ノイズ量)、Bは評価対象画像の輝度ヒストグラムの二峰の分離度(組織境界明りょう性)、Cは対象断面の標準パターンの類似度(断面位置正確性)、Dは軟部組織領域のヒストグラムの平均値など(軟部組織明りょう性)を示す。 、 、 、 および は各評価項目の重み付けである。

【0047】

各評価項目の重み付けを検査法に応じて変化させることで、検査法に応じた全体評価値を算出することができる。例えば、ドプラ検査においては、断面位置正確性が重要であるため、 を1に近い値とし、その他の 、 、 および をほぼ0の値とする。画像評価部22は、算出された全体評価値Eを予め定められた閾値と比較することで、評価対象画像がユーザ指定の検査法に適した画像であるか否かを判定する。重み付けした全体評価値により画像評価を行うことで、評価項目を考慮するものと考慮しないもの2つに分けるのではなく、各評価項目をどの程度考慮するのかを指定することが可能になる。これにより、より超音波画像が検査に用いるのに適した画像か否かの判定をより詳細に行うことが可能になる。

【0048】

動画像に対して評価を行う場合は、動画像を形成する複数の静止画像を評価対象画像とし、動画像に含まれる各評価対象画像に対して上述の画像評価を行う。本実施形態では、動画像の評価の判定として、当該動画像に含まれる複数の評価対象画像全てが良評価である場合に当該動画像を良判定とする。すなわち、動画像に含まれる複数の評価対象画像のうち1枚でも悪評価であれば動画像全体が悪評価とする。これにより、例えばストレスエコー計測において1心拍分の心臓の拍動を示す動画の評価にあたり、一瞬プローブが被検体表面から浮いてしまいBモード画像が真っ黒になってしまった場合などに当該動画は検査に用いるのに適さないと判断することができる。動画像の評価の判定は上記方法に限られず、例えば、動画像に含まれる複数の評価対象画像の評価値の平均値と所定の閾値とを比較して判定するようにしてもよい。

【0049】

画質評価部22による評価対象画像の評価が終了すると、超音波診断装置10は、当該評価結果に応じた処理を行う。以下、評価結果に応じた処理をリアルタイムで評価を行った場合と、事後的に画像評価を行った場合とに分けて説明する。

【0050】

リアルタイム画像評価を行った場合であって、評価対象画像の評価が良評価であった場合は、表示部30に各選択評価項目についての各評価値を表示した上で、評価対象画像を用いた検査のための動作に移行する。例えば、Bモード画像上における距離計測であれば、良評価が得られた超音波画像においてフリーズさせ、当該超音波画像において距離を計測する位置を自動あるいは手動により設定する。また、ストレスエコー計測であれば、評価対象画像(動画像)を保存対象として自動選択する処理を行う。

【0051】

リアルタイム画像評価を行った場合であって、評価対象画像の評価が悪評価であった場合は、表示部30に評価を行った評価項目についての各評価値を表示した上で、選択評価項目のうち悪評価だった評価項目を明示する。図3は、画質評価結果が表示部に表示される例を示す図である。図3に示されるように、表示部30には、画像形成部18が形成した超音波画像であるBモード画像40とともに、当該Bモード画像40の評価結果42が示されている。図3の例は、トラッキング計測に用いる評価対象画像の評価結果が示されており、評価結果42においては、評価項目テーブル26においてトラッキング計測に対応付けられた選択評価項目である「ノイズ量」および「組織境界明りょう性」についての各評価結果が示されている。評価結果の表示態様としては、図3のように良評価を「OK

10

20

30

40

50

」、悪評価を「NG」と文字で表示するほか、色で良評価と悪評価を識別するようにしてもよい。あるいは、悪評価の評価項目のみを表示するようにしてもよい。

【0052】

各評価項目の評価結果とともに、悪評価だった評価項目を改善するための対応策を示すコメントを表示するようにしてもよい。例えば、「ノイズを下げる」「コントラストを調整する」「断面位置を正確にする」「陰影に注意する」などそれぞれの評価項目に対応するコメントを表示してもよい。特に、リアルタイムにおける評価においては、悪評価を迅速に改善して検査に用いることができる超音波画像を取得できるようにすることが肝要であるから、当該対応策を表示することが重要になる。ユーザが当該コメントに応じて対応策を講じて、すべての評価項目について良評価となれば、上述のように評価対象画像を用いた検査のための動作に移行してよい。

10

【0053】

また、評価結果に応じて、パラメータ設定部20が設定する各パラメータを自動的に変更させるようにしてもよい。例えば、組織境界明りょう性や軟部組織明りょう性について悪評価であると判断された場合は、パラメータ設定部20はこれらを改善するために評価対象画像のコントラストを上げる、あるいはゲインを上げるなどの自動調整を行うようにしてもよい。

【0054】

事後的に画像評価を行う場合は、シネメモリ16に蓄積されているビームデータから形成される評価対象画像に対して画像評価を行う。リアルタイムの画像評価では、連続的に取得されるビームデータから形成される評価対象画像が検査に必要な最低限の要件を満たしているか否かを刻々と判定するものであったが、事後的な画像評価においては、既に蓄積された複数の評価対象画像から良判定の画像を選択する処理となる。このため、複数の評価対象画像のうちベストの画像を選択したり、あるいは評価値の高い順に画像を並べて表示しユーザに選択させたりすることが可能となる。

20

【0055】

ストレスエコー計測を例に、事後的な画像評価について説明する。ストレスエコー計測では、例えば、運動の負荷別に3～4ステージに分け、ステージ毎に1心拍分の動画像を選定し、選定された動画像により検査が行われる。ストレスエコー計測における事後的な画像評価においては、ステージ毎に取得された複数心拍分の評価対象画像から検査に最も適した1心拍分の評価対象画像を選択する。

30

【0056】

ストレスエコー計測における事後的な画像評価においては、シネメモリ16に蓄積されている全心拍分のビームデータから形成される複数の評価対象画像に対して、画像評価処理を行う。シネメモリ16には複数心拍分のビームデータが時系列順に記憶されているため、例えば心電波形などに基づいて、これらのビームデータを心拍毎に分け、心拍ごとの動画像を形成する。評価対象は動画像となるため、上述のように、動画像を形成する複数の評価対象画像全てについて画像評価処理を行う。例えば、シネメモリ16に5心拍分のビームデータが蓄積されている場合、画像評価部22は、心拍毎に評価結果を算出する。例えば、1心拍目の動画像に含まれるN個の評価対象画像毎に上述の全体評価値 $E_{11} \cdot \dots \cdot E_{1N}$ を算出する。そして、 $E_{11} \cdot \dots \cdot E_{1N}$ の平均値 E_{ave1} を算出しこれを1心拍目の動画像の全体評価値とする。2～5心拍目についても同様に全体評価値 $E_{ave2} \sim E_{ave5}$ を算出する。そして、 $E_{ave1} \sim E_{ave5}$ のうち最も評価値が高いものを検査に用いる心拍動画像として選択する。このようにして、例えば $E_{ave1} \sim E_{ave5}$ の全てが良判定となっていたとしても、さらにその中から評価値の最も高いベストの画像を選択することができる。あるいは、5心拍分の動画像を評価順に並べて表示させ、検査に用いる画像をユーザに選択させるようにしてもよい。

40

【0057】

以下、図1を参照しながら図4を参照して超音波診断装置10の動作の流れを説明する。図4は、本実施形態に係る超音波診断装置の動作の流れを示すフローチャートである。

50

【 0 0 5 8 】

ステップ S 1 0 において、画像形成部 1 8 は、送受信部 1 4 からの 1 フレーム分のビームデータに基づいて超音波画像である B モード画像を形成する。形成される B モード画像は静止画であっても複数の静止画からなる動画画像であってもよい。

【 0 0 5 9 】

ステップ S 1 2 において、画像評価部 2 2 はユーザ入力に基づいて、検査法を特定する。さらに、画像評価部 2 2 は評価項目テーブル 2 2 を参照して、特定した検査法に対応付けられている 1 または複数の選択評価項目を特定する。

【 0 0 6 0 】

ステップ S 1 4 において、画像評価部 2 2 は、特定された 1 または複数の選択評価項目のうちの 1 つの選択評価項目について、評価対象画像について評価し評価値を算出する。評価値とは、上述のように、例えば S N 比や輝度ヒストグラムの二峰の分離度である。

10

【 0 0 6 1 】

ステップ S 1 6 において、画像評価部 2 2 は、ステップ S 1 4 で算出した評価値が予め定められた閾値よりも大きいか否か、すなわち選択評価項目についての評価対象画像の評価が所定の閾値よりも良い評価であるか否かを判定する。

【 0 0 6 2 】

ステップ S 1 6 で評価値が閾値よりも小さい場合、画像評価部 2 2 は、評価対象画像は特定された検査法に用いるのに適切な画像ではないと判定する。そして、ステップ S 1 8 において、閾値よりも小さかった選択評価項目の評価値を改善させるための処置を行う。例えば、表示部 3 0 に評価が低かった選択評価項目を表示するとともに改善策を示すコメントを表示させる。あるいは、閾値よりも小さかった選択評価項目の評価値がゲイン調整やコントラスト調整で改善される場合においては、これらの調整を自動的に行う。

20

【 0 0 6 3 】

ステップ S 1 6 で評価値が閾値以上であった場合、ステップ S 2 0 に進み、画像評価部 2 2 は、ステップ S 1 2 で特定された選択評価項目の全てにおいて評価が完了したか否かを判定する。全ての選択評価項目についての評価が完了していない場合は、ステップ S 1 4 に戻り、まだ評価していない選択評価項目についての評価を行う。

【 0 0 6 4 】

ステップ 2 0 で全ての選択評価項目について評価が完了していると判断された場合、すなわち全ての選択評価項目について良評価であった場合は、画像評価部 2 2 は、評価対象画像は特定された検査法に用いるのに適切な画像であると判断する。そして、ステップ S 2 2 において評価対象画像を用いた当該検査法による検査が実施される。

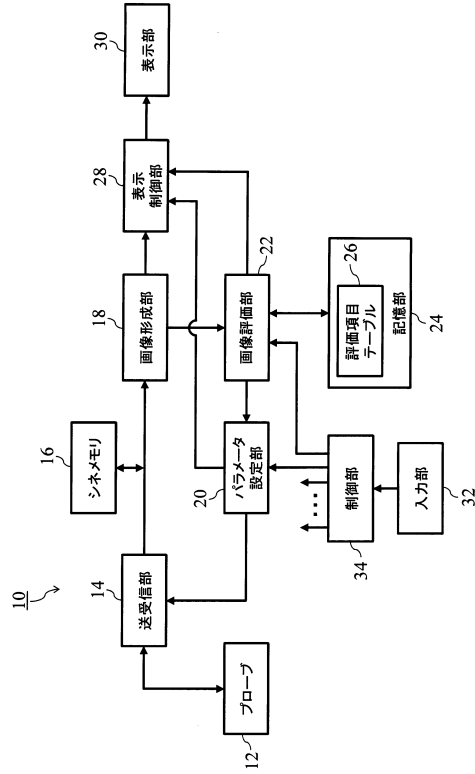
30

【 符号の説明 】

【 0 0 6 5 】

1 0 超音波診断装置、1 2 プローブ、1 4 送受信部、1 6 シネメモリ、1 8 画像形成部、2 0 パラメータ設定部、2 2 画像評価部、2 4 記憶部、2 6 評価項目テーブル、2 8 表示制御部、3 0 表示部、3 2 入力部、3 4 制御部。

【図1】

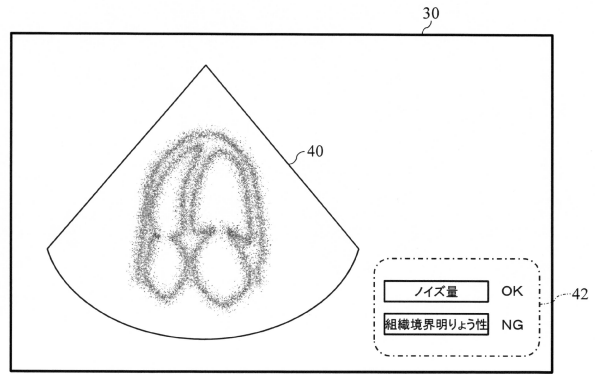


【図2】

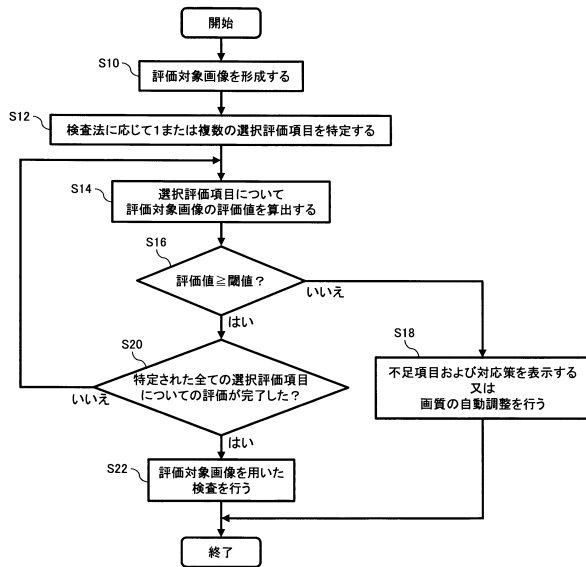
26

	ノイズ量	組織境界 明りよう性	断面位置 正確性	軟組織部 明りよう性	...
容積・面積・距離計測		○	○		...
ドブラ計測			○		...
組織ドブラ計測			○	○	...
トラッキング計測	○	○			...
ストレスエコー計測			○	○	...
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

【図3】



【図4】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

A 6 1 B 8 / 0 0 - 8 / 1 5

专利名称(译)	超声诊断设备		
公开(公告)号	JP6382633B2	公开(公告)日	2018-08-29
申请号	JP2014165357	申请日	2014-08-15
[标]申请(专利权)人(译)	日立阿洛卡医疗株式会社		
申请(专利权)人(译)	日立アロカメディカル株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	株式会社日立製作所		
[标]发明人	長野 智章		
发明人	長野 智章		
IPC分类号	A61B8/00		
FI分类号	A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/EE04 4C601/EE22 4C601/JB53 4C601/KK11 4C601/KK28 4C601/KK33		
审查员(译)	門田 弘		
其他公开文献	JP2016041117A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：评估超声波图像是否用于在使用超声波图像的检查中进行检查的适当图像。 解决方案：图像形成部分18形成B模式图像，该B模式图像是要用于检查的超声图像（评估目标图像）。图像评估单元22指定根据用户输入使用评估目标图像的检查方法。图像评估单元22参考评估项目表26，其中多个检查方法和多个评估项目彼此相关联，并从中选择与指定的检查方法相关联的一个或多个评估项目（选择的评估项目）。鉴别。图像评估单元22从一个或多个所选评估项的角度单独评估评估目标图像，并计算一个或多个评估值。显示这样的评估结果，或者基于这样的评估结果自动改变设备操作条件。

(19) 日本国特許庁(JP)	(12) 特許公報(B2)	(11) 特許番号 特許第6382633号 (P6382633)
(45) 発行日 平成30年8月29日(2018.8.29)	(24) 登録日 平成30年8月10日(2018.8.10)	
(51) Int. Cl. A61B 8/00 (2006.01)	F I A61B 8/00	
請求項の数 5 (全 13 頁)		
(21) 出願番号 特願2014-165357(P2014-165357)	(73) 特許権者 000005108 株式会社日立製作所	
(22) 出願日 平成26年8月15日(2014.8.15)	東京都千代田区丸の内一丁目6番6号	
(65) 公開番号 特開2016-41117(P2016-41117A)	(74) 代理人 110001210 特許業務法人YK I 国際特許事務所	
(43) 公開日 平成28年3月31日(2016.3.31)	(72) 発明者 長野 智章 東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号 日立アロカメディカル株式会社内	
審査請求日 平成29年7月4日(2017.7.4)	審査官 門田 弘	
	(66) 参考文献 特開2007-117168(JP, A)	
	最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 超音波診断装置