

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4558904号  
(P4558904)

(45) 発行日 平成22年10月6日 (2010. 10. 6)

(24) 登録日 平成22年7月30日 (2010. 7. 30)

|               |             |                  |                       |
|---------------|-------------|------------------|-----------------------|
| (51) Int. Cl. |             | F I              |                       |
| <b>G06T</b>   | <b>1/00</b> | <b>(2006.01)</b> | <b>G06T 1/00 290D</b> |
| <b>A61B</b>   | <b>8/00</b> | <b>(2006.01)</b> | <b>A61B 8/00</b>      |
| <b>G06T</b>   | <b>7/00</b> | <b>(2006.01)</b> | <b>G06T 7/00 C</b>    |
| <b>G06T</b>   | <b>7/60</b> | <b>(2006.01)</b> | <b>G06T 7/60 150J</b> |

請求項の数 12 (全 15 頁)

|           |                              |           |                      |
|-----------|------------------------------|-----------|----------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2000-247187 (P2000-247187) | (73) 特許権者 | 390029791            |
| (22) 出願日  | 平成12年8月17日 (2000. 8. 17)     |           | アロカ株式会社              |
| (65) 公開番号 | 特開2002-63564 (P2002-63564A)  |           | 東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号      |
| (43) 公開日  | 平成14年2月28日 (2002. 2. 28)     | (74) 代理人  | 100075258            |
| 審査請求日     | 平成19年7月5日 (2007. 7. 5)       |           | 弁理士 吉田 研二            |
|           |                              | (74) 代理人  | 100096976            |
|           |                              |           | 弁理士 石田 純             |
|           |                              | (72) 発明者  | 望月 剛                 |
|           |                              |           | 東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号      |
|           |                              |           | アロカ株式会社内             |
|           |                              | 審査官       | 岡本 俊威                |
|           |                              | (56) 参考文献 | 特開平10-201755 (JP, A) |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置及び記憶媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

三次元の画像化データ空間に対して複数の視線を設定し、各視線ごとにデータ演算を行って投影画像を形成する画像形成手段と、

前記投影画像上において複数の注目点を設定する設定手段と、

前記画像化データ空間内において前記複数の注目点を通過する各視線相互間を結ぶ直線経路の長さの取りうる範囲を演算する演算手段と、

を含むことを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】

請求項1記載の装置において、

前記演算手段は、

前記画像化データ空間内における前記直線経路の長さの最大値と最小値の両方を用いて前記直線経路の長さの取りうる範囲を算出することを特徴とする画像処理装置。

【請求項3】

三次元の画像化データ空間に対して複数の視線を設定し、各視線ごとにデータ演算を行って投影画像を形成する画像形成手段と、

前記投影画像上において複数の注目点を設定する設定手段と、

前記画像化データ空間内において前記各注目点を通過する三本の視線相互間を結ぶ二本の直線経路が形成する角度の中で最大値及び最小値の少なくとも一方を演算する演算手段と、

10

20

を含むことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 4】

請求項 3 記載の装置において、

前記演算手段は、

最大値と最小値の両方を用いて二本の直線経路が形成しうる角度の範囲を算出することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 5】

三次元の画像化データ空間に対して複数の視線を設定し、各視線ごとにデータ演算を行って投影画像を形成する画像形成手段と、

前記投影画像上において複数の注目点を設定する設定手段と、

前記投影画像上において前記複数の注目点を結ぶ連結線を生成し、その連結線によって囲まれる投影領域を形成する領域形成手段と、

前記画像化データ空間内において前記注目点を通過する複数の視線相互間を結ぶことにより前記投影領域を形成し得る平面の面積の取り得る範囲を演算する演算手段と、

を含むことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 6】

請求項 5 記載の装置において、

前記演算手段は、

前記投影領域を形成し得る平面の面積の最大値と最小値の両方を用いて、前記面積の範囲を算出することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 7】

請求項 2 または請求項 4 または請求項 6 のいずれかに記載の装置において、

前記演算手段は、さらに、

最大値と最小値との平均値を算出することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 8】

請求項 7 記載の装置において、

前記演算手段は、

算出した平均値を中心とした上下限値を算出することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 9】

請求項 1 から請求項 8 のいずれかに記載の装置において、

投影画像は、被検体に対して送受信を行った超音波に基づいて形成され、各注目点は、超音波投影画像上に設定されることを特徴とする画像処理装置。

【請求項 10】

コンピュータ上で演算処理を実行するプログラムを記憶した記憶媒体であって、

前記プログラムは、少なくとも、

三次元の画像化データ空間に対して複数の視線を設定し、各視線ごとにデータ演算を行って投影画像を形成させ、

前記投影画像上において複数の注目点を設定させ、

前記画像化データ空間内において前記複数の注目点を通過する各視線相互間を結ぶ直線経路の長さの取り得る範囲を演算させる

ことを特徴とする記憶媒体。

【請求項 11】

コンピュータ上で演算処理を実行するプログラムを記憶した記憶媒体であって、

前記プログラムは、少なくとも、

三次元の画像化データ空間に対して複数の視線を設定し、各視線ごとにデータ演算を行って投影画像を形成させ、

前記投影画像上において複数の注目点を設定させ、

前記画像化データ空間内において前記各注目点を通過する三本の視線相互間を結ぶ二本の直線経路が形成する角度の中で最大値及び最小値の少なくとも一方を演算させることを特徴とする記憶媒体。

## 【請求項 12】

コンピュータ上で演算処理を実行するプログラムを記憶した記憶媒体であって、  
前記プログラムは、少なくとも、  
三次元の画像化データ空間に対して複数の視線を設定し、各視線ごとにデータ演算を行って投影画像を形成させ、  
前記投影画像上において複数の注目点を設定させ、  
前記投影画像上において前記複数の注目点を結ぶ連結線を生成し、その連結線によって囲まれる投影領域を形成させ、  
前記画像化データ空間内において前記注目点を通過する複数の視線相互間を結ぶことにより前記投影領域を形成し得る平面の面積の取り得る範囲を演算させる  
ことを特徴とする記憶媒体。

10

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、画像処理装置及び記憶媒体、特に、三次元の画像化データ空間内の三次元データを平面に投影した投影画像に対する演算処理に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

従来から、三次元形状を呈する物体を表示装置に表示する場合、投影法を用いて行っている。例えば、三次元形状を呈する生体臓器（被検体）の表面形状や内部構造を体表から観察できる装置として超音波診断装置が広く普及している。超音波診断装置において、被検体の三次元データは、被検体に超音波を送信し、その反射波を順次受信することにより、全体として三次元データ集合を形成することにより取得している。そして、取得した三次元データ集合に対して、その集合の任意の空間に画像化データ空間である関心領域（ROI；region of interest）を設定し、ROI内の三次元データをボリュームレンダリング等の手法により視線に沿って平面に投影することによって、被検体の三次元画像（投影画像）を得し、その結果を表示装置上に映し出している。

20

## 【0003】

ところで、各種診療に利用される超音波診断装置においては、観察対象の被検体の特定位置の大きさ、すなわち、特定したポイントを結ぶ線分の長さ（距離）や複数の線分で形成する角度や線分で囲んだ面積等を数値として認識したい場合が多い。例えば、従来の超音波診断装置において、三次元データ集合内の2点間の直線距離を測定する方法としては、その2点を含む三次元データ集合内に断面を設定し、その断面上で2点の指定とその間の距離計測演算を行っていた。

30

## 【0004】

しかし、前述の方法においては、集合内の2点を含む断面を三次元データ集合内で設定することは、困難であり、その断面設定操作には、熟練と多大な操作時間を必要としていた。また、設定した断面が所望の2点を本当に含むか否かの確認にも多大な時間が必要であった。

## 【0005】

そこで、投影画像上で2点（注目点）を指定し、その2点間の距離を測定することにより、対応する三次元データ集合内の2点間の直線距離を簡易的に表現することが提案されている。この方法によれば、容易な注目点の設定で簡易的な距離表現を行うことができる。

40

## 【0006】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかし、前述したように、ボリュームレンダリング等によって得られる三次元画像（投影画像）は、ROIの設定によりある演算範囲内の三次元データを平面に投影したものであるため、例えば、図9に示すように、投影画像100上で注目点A、Bを指定し、この注目点A、B間の距離Lを測定しても、この投影画像には、元の三次元の画像化データ空間（ROI）における視線に沿った厚さ（奥行き方向）Dの内容が同時に重畳された状態で

50

含まれる。つまり、図9において、実際に知りたい長さはROIの中に示した実点A0と実点B0との間の長さL0であるが、実際に表示装置上に表示され、設定が可能な注目点Aに投影された点は、ROIの視線上の線分abのデータ全てが投影されたものになっている。同様に、設定が可能な注目点Bに投影された点は、ROIの視線上の線分cdのデータ全てが投影されたものになっている。そのため、実点A0は線分ab上の何処の位置にあっても同一の注目点Aに投影されてしまう。同様に実点B0は線分cd上の何処の位置にあっても同一の注目点Bに投影されてしまう。つまり、投影画像上では、実点A0、B0は、不定点となってしまふ。その結果、実点A0、B0を結ぶ線分は、様々な距離L0を取り得るにもかかわらず、投影画像上では、全て同じ注目点A、B間の距離Lとして表現されてしまい、投影画像上で測定された距離Lは曖昧さを含み、投影画像上の距離Lの表示のみを行っても十分な信頼度を得ることができないという問題がある。

10

**【0007】**

同様に、投影画像上で複数の注目点を設定し、注目点を結ぶ線分で規定される角度や面積を測定する場合も前述したようにROI上の実点の位置が不定になるので、投影画像上で測定された角度や面積も信頼度の低いものになってしまうという問題がある。

**【0008】**

本発明は、上記従来課題に鑑みなされたものであり、その目的は、投影画像を扱う画像処理において、投影画像上で容易な注目点の設定作業を行って、その注目点に基づく測定を行う場合でも、所定の信頼度を得ることのできる処理を行うところにある。

**【0009】**

20

**【課題を解決するための手段】**

上記のような目的を達成するために、本発明の画像処理装置は、三次元の画像化データ空間に対して複数の視線を設定し、各視線ごとにデータ演算を行って投影画像を形成する画像形成手段と、前記投影画像上において複数の注目点を設定する設定手段と、前記画像化データ空間内において前記複数の注目点を通過する各視線相互間を結ぶ直線経路の長さの中で最大値及び最小値の少なくとも一方を演算する演算手段と、を含むことを特徴とする。

**【0010】**

また、前記演算手段は、最大値と最小値の両方を用いて直線経路の長さの取りうる範囲を算出することが好適である。

30

**【0011】**

このように、画像化データ空間内において前記複数の注目点を通過する各視線相互間を結ぶ直線経路の長さの中で最大値や最小値やそれらで規定される範囲を示すことで、投影画像上の注目点を結ぶ直線経路の長さ測定の結果を保証する基準を示すことが可能になり投影画像上における測定の信頼度が向上する。また、注目点は、投影画像上で容易に設定可能なので、容易な操作で、信頼度の高い測定を行うことができる。

**【0012】**

上記のような目的を達成するために、本発明の画像処理装置の前記演算手段は、さらに、前記画像化データ空間内において前記各注目点を通過する三本の視線相互間を結ぶ二本の直線経路が形成する角度の中で最大値及び最小値の少なくとも一方を演算することを特徴とする。

40

**【0013】**

また、上記構成において、前記演算手段は、さらに、最大値と最小値の両方により二本の直線経路が形成する角度の範囲を算出することが好適である。

**【0014】**

この構成によれば、投影画面上で設定した注目点に基づいて測定した角度に関してもその測定値に対する最大値や最小値やそれらで規定される範囲を示すことで、容易な注目点の設定操作を行っても、測定値の信頼度を向上することができる。

**【0015】**

上記のような目的を達成するために、本発明の画像処理装置は、三次元の画像化データ空

50

間に対して複数の視線を設定し、各視線ごとにデータ演算を行って投影画像を形成する画像形成手段と、前記投影画像上において複数の注目点を設定する設定手段と、前記投影画像上において前記複数の注目点を結ぶ連結線を生成し、その連結線によって囲まれる投影領域を形成する領域形成手段と、前記画像化データ空間内において前記注目点を通過する複数の視線相互間を結ぶことにより前記投影領域を形成し得る平面の面積の中で最大値及び最小値の少なくとも一方を演算する演算手段と、を含むことを特徴とする。

【0016】

また、上記構成において、前記演算手段は、最大値と最小値の両方を用いて前記面積の範囲を算出することが好適である。

【0017】

ここで、連結線によって囲まれる投影領域とは、直線や曲線等を用いて囲むことのできる領域である。

【0018】

この構成によれば、投影画面上で設定した注目点に基づいて測定した面積に関してもその測定値に対する最大値や最小値やそれらによって規定される範囲を示すことで、容易な注目点の設定操作を行っても、測定値の信頼度を向上することができる。

【0019】

また、上記構成において、前記演算手段は、さらに、最大値と最小値との平均値を算出することを特徴とする。

【0020】

また、上記構成において、前記演算手段は、算出した平均値を中心とした上下限値を算出することが好適である。

【0021】

平均値を算出したり、平均値を中心とした上下限を算出することにより、測定値の取りうる範囲をより具体的かつ容易に認識することが可能になり、測定値の信頼度を向上することができる。また、上下限値を示す場合、前記範囲が上下限値から外れる場合には、測定値の曖昧さが大き過ぎるとして、測定不能や設定変更の処理を行うようにしてもよい。

【0022】

上記のような目的を達成するために、上記構成において、投影画像は、被検体に対して送受信を行った超音波に基づいて形成され、各注目点は、超音波投影画像上に設定されることが好適である。

【0023】

この構成によれば、被検体に存在する疾患等の大きさ等を所定の信頼度を持って認識することができる。またその時の注目点の設定操作も容易に行うことができる。

【0024】

上記のような目的を達成するために、本発明は、コンピュータ上で演算処理を実行するプログラムを記憶した記憶媒体であって、前記プログラムは、少なくとも、三次元の画像化データ空間に対して複数の視線を設定し、各視線ごとにデータ演算を行って投影画像を形成させ、前記投影画像上において複数の注目点を設定させ、前記画像化データ空間内において前記複数の注目点を通過する各視線相互間を結ぶ直線経路の長さの中で最大値及び最小値の少なくとも一方を演算させることを特徴とする。

【0025】

また、上記構成において、前記プログラムは、さらに、前記画像化データ空間内において前記各注目点を通過する三本の視線相互間を結ぶ二本の直線経路が形成する角度の中で最大値及び最小値の少なくとも一方を演算させることが好適である。

【0026】

さらに、上記のような目的を達成するために、本発明は、コンピュータ上で演算処理を実行するプログラムを記憶した記憶媒体であって、前記プログラムは、少なくとも、三次元の画像化データ空間に対して複数の視線を設定し、各視線ごとにデータ演算を行って投影画像を形成させ、前記投影画像上において複数の注目点を設定させ、前記投影画像上にお

10

20

30

40

50

いて前記複数の注目点を結ぶ連結線を生成し、その連結線によって囲まれる投影領域を形成させ、前記画像化データ空間内において前記注目点を通過する複数の視線相互間を結ぶことにより前記投影領域を形成し得る平面の面積の中で最大値及び最小値の少なくとも一方を演算させることを特徴とする。

#### 【0027】

記憶媒体には、CD-ROMやDVD、ハードディスクなど、電磁氣的、化学的、あるいは光学的に情報を担持できる任意の媒体が含まれる。

#### 【0028】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の好適な実施の形態（以下、実施形態という）を図面に基づき説明する。図1には、本実施形態の画像処理装置を超音波診断装置10に組み込んだ場合の構成ブロック図が示されている。

10

#### 【0029】

超音波診断装置10は、被検体に対して超音波の送受波を行う振動子アレイ12aを含む超音波探触子12と、前記振動子アレイ12aに供給する送信ビームの遅延分布を行う送信ビームフォーマ14、前記振動子アレイ12aが受信した反射波の整相加算を行う受波ビームフォーマ16、前記振動子アレイ12aが行う超音波の送受信により得られる断層面を当該断層面と略直交する方向に移動させて三次元データ集合を取得のために振動子アレイ12aを揺動させるモータ12bと、前記モータ12bを駆動するためのモータドライバ18、及び前記送信ビームフォーマ14や受波ビームフォーマ16を制御すると共に、前記モータドライバ18を制御する制御部20を含んでいる。なお、前記超音波探触子12には、振動子アレイ12aの揺動量を検出するアレイ位置検出センサ12cが配置され、その検出結果に基づいて、制御部20はモータ12bの駆動量制御を行っている。

20

#### 【0030】

前記受波ビームフォーマ16からの信号はアンプ22で増幅され、メモリ24に蓄積される。超音波診断装置10の画像処理部（画像形成手段、演算手段）26は、前記メモリ24に蓄えられた三次元データ集合を用いて、所望の投影画像を形成し、表示装置28上に表示する。前記画像処理部26には、取得した三次元データ集合に対して、その集合内の任意の空間に画像化データ空間である関心領域（ROI）を設定するROI設定部や投影画像を形成する時に用いる視点を設定する視点設定部、後述する距離測定等を行うために投影画像上に注目点を設定する注目点設定部等を含む入力部（設定手段）30が接続されている。

30

#### 【0031】

このように構成される超音波診断装置10は、使用者が超音波探触子12を被検体に接触させ、超音波の送受を行うことにより、三次元データ集合を取得する。この時、ROI設定部により三次元データ集合内に画像化データ空間である関心領域（ROI）を設定し、さらに、設定したROIに対して複数の視線を設定し、図9に示すように、各視線ごとにデータ演算（例えば、ボリュームレンダリング）を行って表示装置28上に投影画像を形成する。この投影画像の形成に関しては従来の方法と同様である。

#### 【0032】

本実施形態の特徴的事項は、投影画像上で設定した注目点に基づく注目点間距離測定や角度測定、面積測定の測定値と共にその測定値の取り得る値の演算を同時に行い、その結果を前記測定値と関連付けることにより、測定値の信頼度を明確にし、信頼度の向上を行うところである。

40

#### 【0033】

まず、投影画像上で設定した注目点A、B間の距離（長さ）Lについて説明する。前述したように、注目点設定部で投影画像上に設定した注目点A、B間の距離Lは、実点A0、B0で規定される距離L0に対して曖昧さを有している。そこで、この曖昧さを考慮して、注目点A、B間の距離Lを有限の値と関連付けて示す。例えば、距離Lの取り得る最大値と最小値を算出し、その最大値または最小値、或いは両方で規定される範囲により注目点

50

A, B間の距離Lを保証する。

【0034】

図2において、注目点Aは、ROIを通過する視線の線分ab上のいずれかに存在する実点A0が示され、注目点Bは、ROIを通過する視線の線分cd上のいずれかに存在する実点B0が示されている。従って、ROI内で注目点A, Bをそれぞれ通過する視線の相互間を結ぶ直線経路の長さ、つまりROIの中で示される四角形abcd内で直線経路A0B0の最大値と最小値を算出する。つまり、以下のような演算を行う。

【0035】

【数1】

$$L_{\min} = \min(\overline{ac}, \overline{ad}, \overline{bc}, \overline{bd})$$

$$L_{\max} = \max(\overline{ac}, \overline{ad}, \overline{bc}, \overline{bd})$$

$$L = (L_{\min} + L_{\max}) / 2$$

$$L_{\min} \leq L \leq L_{\max}$$

$$\text{If } (L_{\max} - L_{\min}) / L \leq 0.25$$

10

つまり、線分ac, ad, bc, bdの中で最小値Lmin及び最大値Lmaxを算出する。

【0036】

図3には、表示装置28の表示例が示されている。表示装置28は、投影画像を示すメインウインドウ28aと、測定値や最小値Lmin、最大値Lmax等を示すサブウインドウ28bを有する。図3においては、メインウインドウ中の距離Lが最小値Lminと最大値Lmaxで規定される範囲の中、つまり、 $L_{\min} \leq L \leq L_{\max}$ にあることが示されている。このように、測定値である距離Lが取り得る範囲を明確に表示することで、投影画像上で容易に設定した注目点に基づく測定値でも、その信頼度を容易に向上させることが可能になる。

【0037】

また、この時、最小値Lminと最大値Lmaxとに基づいて、平均値Laveを示してもよい。つまり、 $L_{\text{ave}} = (L_{\min} + L_{\max}) / 2$ で算出し、サブウインドウ28bに合わせて表示すれば、更に投影画像上の注目点A, Bで示される測定値の取り得る値の認識を容易にすることができる。

30

【0038】

この他の表示方法としては、距離Lを最小値Lminと最大値Lmaxとのばらつき $\sigma$ を平均値Laveと共に示すようにしてもよい。つまり、 $\sigma = (L_{\max} - L_{\min}) / 2$ で示し、 $L = L_{\text{ave}} \pm \sigma$ として表現してもよい。

【0039】

なお、ROIの厚みDが『ゼロ』である場合、 $L_{\min} = L = L_{\max}$ となり、投影平面上での注目点A, B2点間の距離計測と等価になり、測定値に曖昧さが無いことは明らかである。この様な場合、曖昧さが無い確定値であることをメッセージ等で表示してもよい。逆に厚さDが非常に大きい場合、曖昧さが非常に大きくなり、例えば、 $L_{\min} = 3 \leq L \leq L_{\max} = 100$ のように算出された場合、距離Lの範囲を有限化したとは言い難い。そこで、曖昧さ $\alpha$ を $\alpha = (L_{\min} + L_{\max}) / L$ で定義し、曖昧さ $\alpha$ が例えば、 $\alpha \geq 0.25$ の場合には、超音波診断装置10の利用者の混乱を防ぐ意味で、例えば、『測定不可能』とか、『参考値』等の表示を行う。また、ROIの設定を修正することを促すメッセージをサブウインドウ28bに示してもよい。

40

【0040】

図4には、投影画像上で注目点A, B, Cの3点を設定した場合、線分AB, BCで形成する $\angle ABC$ の角度を上述の距離Lと同様に、信頼度を向上した状態で表示する例を示し

50

ている。前述したように、投影画像上で設定した注目点 A, B, C の 3 点に基づく各線分 AB, BC, AC は、ROI の厚み D による曖昧さを含んでいるため、最小値と最大値の間で不確定となる。従って、線分 AB, BC で形成する  $\angle ABC$  の角度も不確定になってしまう。投影画像上で  $\angle ABC$  と成り得る ROI 上の実角度の取り得る最小値と最大値は  $\angle a1b1c1$ ,  $\angle a1b1c2$ ,  $\angle a1b2c1$ ,  $\angle a1b2c2$ ,  $\angle a2b1c1$ ,  $\angle a2b1c2$ ,  $\angle a2b2c1$ ,  $\angle a2b2c2$  の 8 通りで示される中に全て含まれる。そこで、投影画像上で注目点 A, B, C に基づいて  $\angle ABC$  の角度を表示する場合に、各線分 a1b1, a1b2, a2b1, a2b2, b1c1, b1c2, b2c1, b2c2 の距離 (長さ) を求め、上記 8 通りの角度のうち最小値と最大値を算出する。

【0041】

10

角度  $\theta_x$  の取り得る値は、注目点 A, B 間の取り得る距離を  $x_1$ 、注目点 B, C 間の取り得る距離を  $x_2$ 、注目点 C, A 間の取り得る距離を  $x_3$  として場合、以下のように示すことができる。

【0042】

【数 2】

$$x_3^2 = x_1^2 + x_2^2 - 2x_1x_2 \cos \theta_x$$

$$\theta_x = \cos^{-1} \left( \frac{x_1^2 + x_2^2 - x_3^2}{2x_1x_2} \right)$$

$$0 \leq \theta_x \leq \pi$$

20

そして、角度  $\theta_x$  のうち最小値と最大値と少なくとも一方、望ましくは両方で定まる角度範囲を上述した距離表示と同じように表示することにより、角度表示の信頼度を向上することができる。

【0043】

さらに、図 5 に示したように、投影画像上の複数の注目点 A1~A4 を設定し、その注目点で囲まれる面積 S の測定を行う場合も、図 6 に示すように、ROI の厚み D による曖昧さを含んだ状態で投影されてしまうため、上述した距離や角度と同様に、投影画像上で測定した面積に関しても曖昧さを含んでしまう。そこで、図 6 に示すように、ROI 上で定義される最小値  $S_{min}$  と最大値  $S_{max}$  を算出することにより投影画像上で複数の注目点に基づいて算出した面積に関しても、信頼度を向上させることができる。まず、投影画像上の面積 S を設定する。例えば、投影画像上に設定された複数の注目点に対し、画像処理部 26 に含まれる領域形成部 (領域形成手段) が、前記複数の注目点を結ぶ連結線 (直線でも曲線でもよい) を生成することによりその連結線で囲まれる面積 S (投影領域) を決める。

30

【0044】

また、この面積 S を設定する他の方法として、投影画像上の複数の注目点同士をスプライン関数やベジェ曲線を用いて曲線で結び、その曲線で囲まれる面積 S (投影領域) を求めることもできる。

40

【0045】

面積を実際に算出する方法としては、例えば、面積 S を規定する連結線上の 3 点を結ぶ直線で規定される複数の三角形で、計測したい画像の面積を近似する方法がある。前記三角形を構成する線分は、前述したものと同様に、ROI の厚み D に基づく曖昧さを含んでいるので、投影画像上の三角形の取り得る面積の最小値と最大値を算出し、最終的に求めたい投影画像上の面積の最小値と最大値を算出する。

【0046】

このように、ROI の厚み D を考慮し、投影画像上の注目点に基づく長さの最小値、最大値を算出することで、それによって定義される長さ、角度、面積等、投影画像上で測定した測定値の信頼度を向上させることができる。

50



## 【0047】

なお、角度の算出方法や面積の算出方法は、一例であり、他の既知の方法により算出しても本実施形態と同様な効果を得ることができる。

## 【0048】

図7、図8は、仮想点Oを視点として、等角写像により投影画像が形成され、投影画像上の注目点が極座標で示される場合に本実施形態を適用した場合を示している。投影画像上の注目点M、N間の距離（長さ）はROIの上面P上の実点a、cとROIの下面Q上の実点b、dで構成される四辺形abcdで規定される長さとなる。ここで、実点a、bは投影画像上で同一の点になるため、図8に示すように、投影画像上の $(\phi 1, \theta 1)$ を共用する。同様に、実点c、dも投影画像上で同一の点になるため、投影画像上の $(\phi 2, \theta 2)$ を共用する。各実点a、b、c、dにおいて異なるところは、視点Oからの距離である。すなわち、実点aは、辺Oaの長さraで決まり、実点bは、rbで決まる。従って、三次元空間では、実点aの座標は、 $(\phi 1, \theta 1, r a)$ 、実点bの座標は、 $(\phi 1, \theta 1, r b)$ 、実点cの座標は、 $(\phi 2, \theta 2, r c)$ 、実点dの座標は、 $(\phi 2, \theta 2, r d)$ となる。このように各実点の座標が求められれば、例えば、実点aと実点dとの距離は、以下のよう

10

## 【0049】

## 【数3】

$$\overline{ad} = \sqrt{ra^2 + rd^2 - 2rard \cos \xi}$$

20

$$\xi = \sqrt{(\phi 2 - \phi 1)^2 + (\theta 2 - \theta 1)^2}$$

30

そして、ROIの中で示される四角形abcd内で直線経路Lの最大値と最小値を算出する。つまり、以下のような演算を行う。

## 【0050】

## 【数1】

$$L_{\min} = \min(\overline{ac}, \overline{ad}, \overline{bc}, \overline{bd})$$

$$L_{\max} = \max(\overline{ac}, \overline{ad}, \overline{bc}, \overline{bd})$$

$$L = (L_{\min} + L_{\max}) / 2$$

40

$$L_{\min} \leq L \leq L_{\max}$$

$$\text{If } (L_{\max} - L_{\min}) / L \leq 0.25$$

つまり、線分ac、ad、bc、bdの中で最小値Lmin及び最大値Lmaxを算出する。そして、最小値Lminと最大値Lmaxで規定される範囲で投影画像中の注目点M、N間の距離Lを、 $L_{\min} \leq L \leq L_{\max}$ のように示す。この場合も、測定値である距離Lが取り得る範囲を明確に表示することで、投影画像上で容易に設定した注目点に基づく測定値でも、その信頼度を容易に向上させることが可能になる。

## 【0051】

50

また、図 2 等で示した例と同様に、最小値  $L_{\min}$  と最大値  $L_{\max}$  とに基づいて、平均値  $L_{\text{ave}}$  を示してもよい。つまり、 $L_{\text{ave}} = (L_{\min} + L_{\max}) / 2$  で算出し表示すれば、更に投影画像上の注目点  $M$ 、 $N$  で示される測定値の取り得る値の認識を容易にすることができる。

【0052】

また、距離  $L$  を最小値  $L_{\min}$  と最大値  $L_{\max}$  とのばらつき  $\sigma$  を平均値  $L_{\text{ave}}$  と共に示すようにしてもよい。つまり、 $\sigma = (L_{\max} - L_{\min}) / 2$  で示し、 $L = L_{\text{ave}} \pm \sigma$  として表現してもよい。さらに、曖昧さ  $\alpha$  を  $\alpha = (L_{\min} + L_{\max}) / L$  で定義し、曖昧さ  $\alpha$  が例えば、 $\alpha \geq 0.25$  の場合には、超音波診断装置 10 の利用者の混乱を防ぐ意味で、例えば、『測定不可能』とか、『参考値』等の表示を行う。また、ROI の設定を修正することを促すメッセージをサブウィンドウ 28b に示してもよい。

10

【0053】

なお、極座標を用いる場合でも、図 4 や図 5、図 6 等で示した角度や面積等の演算が可能で、測定値に加えその測定値が取り得る範囲の算出が可能である。

【0054】

このように、ROI の厚み  $D$  を考慮した測定結果の表示を行うことにより、利用者が投影画像上で距離や角度、面積等を測定しても、その値の取り得る値の範囲を最小値や最大値、平均値等を用いて表示するので、投影画面上での曖昧さを含んだ測定値表現をより信頼度の高い形で表示することができる。

【0055】

本実施形態においては、最小値と最大値で規定される範囲を示したが、最小値または最大値のいずれか一方で、測定値の取り得る値の下限や上限を示すようにしてもよい。また、平均値  $L_{\text{ave}}$  のみを示してもよいし、曖昧さ  $\alpha$  を含む  $L_{\text{ave}} \pm \sigma$  のみの表示等投影画像上で測定した測定値に対する比較基準を示す表示であれば、本実施形態と同様な効果を得ることができる。

20

【0056】

また、図 1 示した構成ブロック図も一例であり、上述したような投影画像上で測定した測定値に対する比較基準を示す表示が可能な構成であれば、適宜変更可能であり、例えば、本出願人が先に出願し、特開平 10-33538 号公報で公開された超音波画像処理装置のように、リアルタイムで処理を行うような場合においては、図 1 におけるメモリ 24 は省略され、三次元データ集合が画像処理部 26 に順次入力され、処理が行われるようにしてもよい。

30

【0057】

また、上述した実施形態においては、本発明の画像処理装置を超音波を用いた超音波診断装置に適用した例を説明したが、三次元データ集合を投影表示するもの、例えば、医療機器においては、X 線を用いた CT や磁気共鳴診断 (MRI) 等の装置に適用しても同様の効果を得ることができる。また、非破壊検査等で得た三次元データ集合に関しても同様な処置を行い同様な効果を得ることができる。

【0058】

また、上述した実施形態で示した処理手順、すなわち、取得した三次元の画像化データ空間に対して複数の視線を設定し、各視線ごとにデータ演算を行って投影画像を形成させる処理と、前記投影画像上において複数の注目点を設定させる処理と、前記画像化データ空間内において前記複数の注目点を通る各視線相互間を結ぶ直線経路の長さの中で最大値及び最小値の少なくとも一方を演算させる処理等を実行するプログラムを記憶媒体に記憶させてもよい。そして、記憶媒体に記憶したプログラムを任意のコンピュータに読み込ませて、コンピュータ上で実行するようにしてもよい。この場合、超音波診断装置等で三次元データ集合を取得しておけば、その後卓上のコンピュータ等でも、上述した実施形態と同様な画像処理が可能になり、診断や検査を任意の場所で行うことが可能になり、データの有効利用を行うことができる。なお、前記記憶媒体には、CD-ROM や DVD、ハードディスクなど、電磁氣的、化学的、あるいは光学的に情報を担持できる任意の媒体が含まれる。

40

50

【0059】

【発明の効果】

本発明によれば、画像化データ空間内において前記複数の注目点を通過する各視線相互間を結ぶ直線経路の長さの中で最大値や最小値やそれらで規定される範囲を示すことで、投影画像上の注目点を結ぶ直線経路の長さ測定の結果を保証する基準を示すことが可能になり投影画像上における測定の信頼度が向上する。また、注目点は、投影画像上で容易に設定可能なので、信頼度を向上させつつ容易な操作で、測定を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施形態に係る画像処理装置を超音波診断装置に適用する場合の構成ブロック図である。

10

【図2】 本発明の実施形態に係る画像処理装置における最小値、最大値を算出する場合のイメージ図である。

【図3】 本発明の実施形態に係る画像処理装置における最小値、最大値を含む表示例を説明するイメージ図である。

【図4】 本発明の実施形態に係る画像処理装置における処理を角度表示に適用する場合の説明図である。

【図5】 本発明の実施形態に係る画像処理装置における処理を面積表示に適用する場合の説明図である。

【図6】 本発明の実施形態に係る画像処理装置における処理を面積表示に適用する場合に取り得る最小面積と最大面積を示す説明図である。

20

【図7】 本発明の実施形態に係る画像処理装置における処理を極座標を用いて行う場合の説明図である。

【図8】 本発明の実施形態に係る画像処理装置における処理を極座標を用いて行う場合の説明図である。

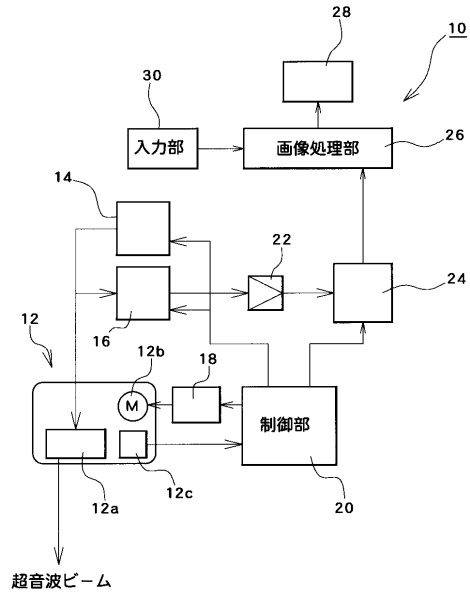
【図9】 従来の画像処理装置における投影画像上の距離測定を説明するイメージ図である。

【符号の説明】

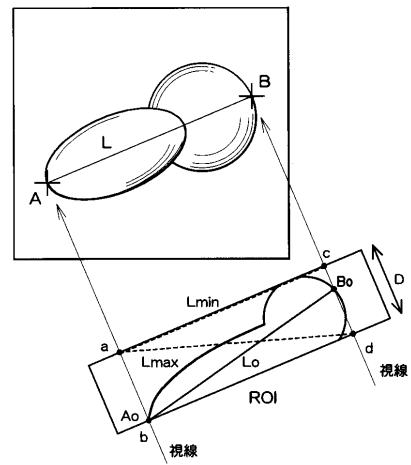
10 超音波診断装置、12 超音波探触子、12a 振動子アレイ、14 送信ビームフォーマ、16 受波ビームフォーマ、20 制御部、22 アンプ、24 メモリ、26 画像処理部（画像形成手段）、28 表示装置、30 入力部。

30

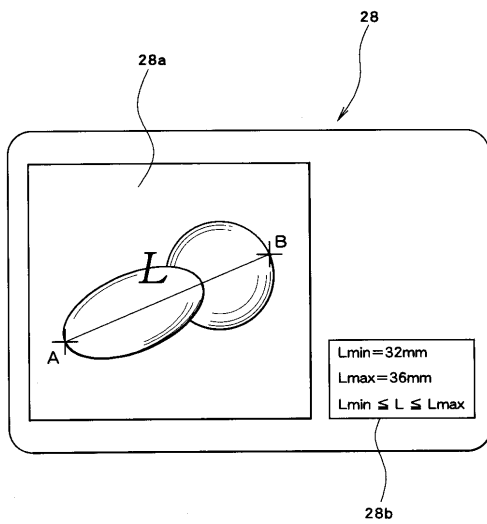
【図 1】



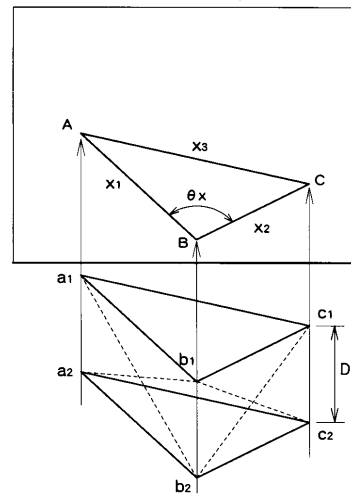
【図 2】



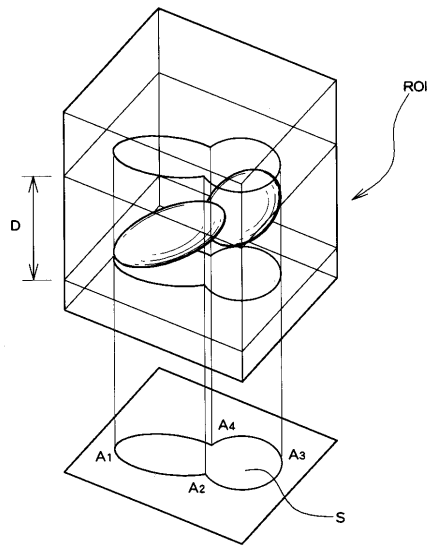
【図 3】



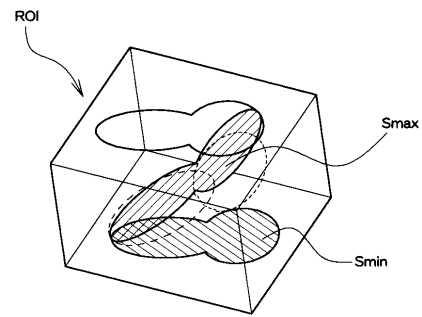
【図 4】



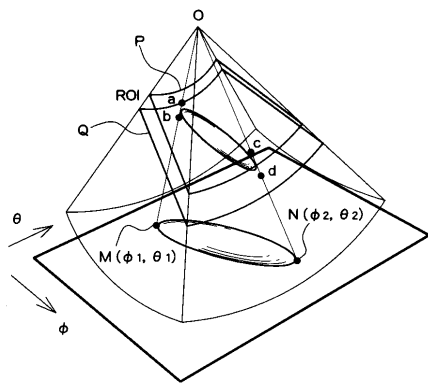
【図 5】



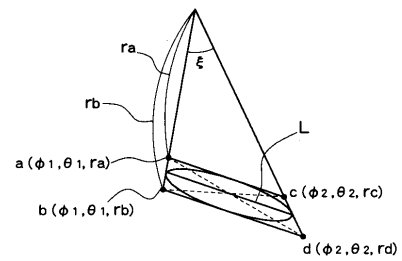
【図 6】



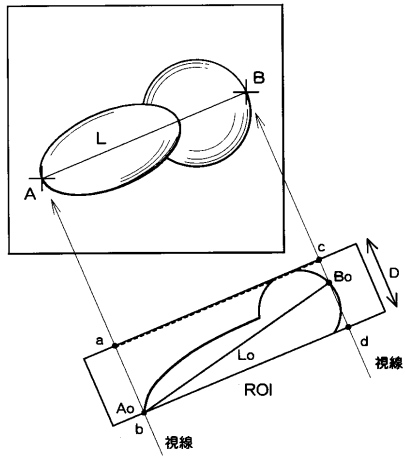
【図 7】



【図 8】



【図 9】



---

フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl., D B名)

G06T 1/00- 7/60

A61B 8/00- 8/14

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |         |            |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 图像处理设备和存储介质                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">JP4558904B2</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 公开(公告)日 | 2010-10-06 |
| 申请号            | JP2000247187                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 申请日     | 2000-08-17 |
| [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)    | 阿洛卡有限公司                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |         |            |
| 当前申请(专利权)人(译)  | 阿洛卡有限公司                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |         |            |
| [标]发明人         | 望月剛                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |         |            |
| 发明人            | 望月 剛                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |         |            |
| IPC分类号         | G06T1/00 A61B8/00 G06T7/00 G06T7/60                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |         |            |
| FI分类号          | G06T1/00.290.D A61B8/00 G06T7/00.C G06T7/60.150.J G06T7/00.612 G06T7/60 G06T7/60.150.P G06T7/62 G06T7/70.B                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |         |            |
| F-TERM分类号      | 4C301/JC11 4C301/KK17 4C301/KK30 4C601/JC15 4C601/JC25 4C601/JC26 4C601/JC29 4C601/JC37 4C601/KK21 4C601/KK22 4C601/KK31 4C601/KK39 5B057/AA07 5B057/BA02 5B057/BA03 5B057/BA05 5B057/BA07 5B057/CA02 5B057/CA08 5B057/CA13 5B057/CA16 5B057/CB02 5B057/CB08 5B057/CB12 5B057/CB16 5B057/CC01 5B057/CD14 5B057/CE20 5B057/DB02 5B057/DB05 5B057/DB09 5B057/DC03 5B057/DC08 5L096/AA03 5L096/AA06 5L096/AA09 5L096/BA06 5L096/BA13 5L096/FA64 5L096/FA67 |         |            |
| 代理人(译)         | 吉田健治<br>石田 纯                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |         |            |
| 其他公开文献         | JP2002063564A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |         |            |

#### 摘要(译)

要解决的问题：获得图像处理的规定可靠性，其中处理投影图像同时容易地在投影图像中设置关注点并基于关注点执行测量。解决方案：由输入部分30设定的成像数据空间（ROI）中的每个视线由图像处理部分26计算由超声探头12获得并存储在存储器24中的一组三维数据。根据视线形成投影图像。然后，在所生成的投影图像中设置关注点，并且图像处理部分26计算连接通过成像数据空间中的关注点的视线的直线路径中的最大长度和最小长度中的至少一个，并显示由显示部分28处的最大值或最小值规定的距离范围以及投影图像中的关注点之间的距离。

$$x_3^2 = x_1^2 + x_2^2 - 2x_1x_2 \cos \theta_x$$

$$\theta_x = \cos^{-1} \left( \frac{x_1^2 + x_2^2 - x_3^2}{2x_1x_2} \right)$$

$$0 \leq \theta_x \leq \pi$$