

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4723293号
(P4723293)

(45) 発行日 平成23年7月13日(2011.7.13)

(24) 登録日 平成23年4月15日(2011.4.15)

(51) Int.Cl.

F 1

A 6 1 B 8/06 (2006.01)

A 6 1 B 8/06

請求項の数 11 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2005-183805 (P2005-183805)
 (22) 出願日 平成17年6月23日(2005.6.23)
 (65) 公開番号 特開2007-359 (P2007-359A)
 (43) 公開日 平成19年1月11日(2007.1.11)
 審査請求日 平成20年4月11日(2008.4.11)

(73) 特許権者 300019238
 ジーイー・メディカル・システムズ・グロ
 ーバル・テクノロジー・カンパニー・エル
 エルシー
 アメリカ合衆国・ウィスコンシン州・53
 188・ワウケシャ・ノース・グランドヴ
 ユー・ブールバード・ダブリュー・710
 ・3000
 (74) 代理人 100089118
 弁理士 酒井 宏明
 (72) 発明者 谷川 俊一郎
 東京都日野市旭が丘四丁目7番地の127
 ジーイー横河メディカルシステム株式会
 社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 CFM画像処理方法、および超音波画像処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

2次元分布した複数のサンプル点で被検体の流れ情報を測定し、測定した流れ情報から各サンプル点のCFM(Color Flow Mapping)値を生成し、画像を構成する各画素のCFM値を当該画素の近傍位置に相当する前記サンプル点のCFM値を基にした補間により算出するCFM画像処理方法において、

測定された前記複数のサンプル点のCFM値を生成し、

隣接する前記サンプル点のCFM値が、正方向又は負方向の大きさが測定可能な最大の値を超えることによって折り返されたCFM値であるか否かを判定し、

前記折り返されたCFM値であると判定した場合、該折り返しがCFM値における正方向の前記最大の値を超えた折り返しであるか、該折り返しがCFM値における負方向の前記最大の値を超えた折り返しであるかを判定し、

前記折り返しが正方向の折り返しであると判定した場合、当該画素のCFM値を、補間処理の対象領域にあるサンプル点のCFM値のうちで負方向のCFM値を使用しないで補間処理を施して算出し、

前記折り返しが負方向の折り返しであると判定した場合、当該画素のCFM値を、補間処理の対象領域にあるサンプル点のCFM値のうちで正方向のCFM値を使用しないで補間処理を施して算出することを特徴とするCFM画像処理方法。

【請求項2】

前記折り返しが正方向の折り返しであると判定した場合、前記補間処理の対象領域にあ

10

20

るサンプル点のCFM値のうちで、負方向のCFM値を、正方向における最大のCFM値を超えない大きさの正方向のCFM値に置き換え、

前記折り返しが負方向の折り返しであると判定した場合、前記補間処理の対象領域にあるサンプル点のCFM値のうちで、正方向のCFM値を、負方向における最大のCFM値を超えない大きさの負方向のCFM値に置き換えて、

当該画素のCFM値を、該置き換えられたサンプル点のCFM値、および該置き換えの対象とならなかったサンプル点のCFM値を用いて補間処理を施すことによって算出するものであることを特徴とする請求項1に記載のCFM画像処理方法。

【請求項3】

当該画素のCFM値を算出する前記補間処理は、前記補間処理の対象領域にあるサンプル点のCFM値に対して、当該算出する画素点と前記補間処理の対象領域にあるサンプル点との距離の関数を重みとしてかけて平均する加重平均による処理であることを特徴とする請求項1または2に記載のCFM画像処理方法。

【請求項4】

前記隣接する前記サンプル点のCFM値が折り返しによるCFM値でないと判定した場合、当該画素のCFM値を、当該画素と加重平均の対象領域にあるサンプル点との距離の関数を重みとして、前記対象領域にあるサンプル点の全てのCFM値にかけて平均する加重平均により算出するものであることを特徴とする請求項1～3のいずれか1つに記載のCFM画像処理方法。

【請求項5】

2次元分布した複数のサンプル点での被検体の流れ情報を超音波を用いる流れ情報測定手段によって測定し、測定した流れ情報から各サンプル点のCFM (Color Flow Mapping) 値を生成し、画像を構成する各画素のCFM値を当該画素の近傍に相当する前記サンプル点のCFM値を基にした補間により算出する超音波画像処理装置において、

前記流れ情報測定手段によって測定した流れ情報から各サンプル点のCFM値を生成するCFM値生成手段と、

前記CFM値生成手段によって生成された隣接するサンプル点のCFM値が、正方向又は負方向の大きさが測定可能な最大の値を超えることによって折り返されたCFM値であるかを判定する折り返し判定手段と、

前記折り返し判定手段によって、折り返されたCFM値であると判定された場合、判定された該折り返しがCFM値における正方向の前記最大の値を超えた折り返しであるか、判定された該折り返しがCFM値における負方向の前記最大の値を超えた折り返しであるかを判定する正負判定手段と、

前記正負判定手段によって、前記折り返しが正方向の折り返しであると判定した場合、当該画素のCFM値を、補間処理の対象領域にあるサンプル点のCFM値のうちで負方向のCFM値を使用しないで補間処理を施して算出し、前記折り返しが負方向の折り返しであると判定した場合、当該画素のCFM値を、補間処理の対象領域にあるサンプル点のCFM値のうちで正方向のCFM値を使用しないで補間処理を施して算出する補間処理手段と、

を備えることを特徴とする超音波画像処理装置。

【請求項6】

前記折り返しが正方向の折り返しであると判定した場合、前記補間処理の対象領域にあるサンプル点のCFM値のうちで、負方向のCFM値を、正方向における最大のCFM値を超えない大きさの正方向のCFM値に置き換え、前記折り返しが負方向の折り返しであると判定した場合、前記補間処理の対象領域にあるサンプル点のCFM値のうちで、正方向のCFM値を、負方向における最大のCFM値を超えない大きさの負方向のCFM値に置き換える置換処理手段を、さらに備え、

前記補間処理手段は、当該画素のCFM値を、前記置換処理手段によって置き換えられたサンプル点のCFM値、および該置き換えの対象とならなかったサンプル点のCFM値

10

20

30

40

50

を用いて補間処理を施すことによって算出するものであることを特徴とする請求項 5 に記載の超音波画像処理装置。

【請求項 7】

前記補間処理手段は、当該画素の C F M 値を、前記補間処理の対象領域にあるサンプル点の C F M 値に対して、当該算出する画素点と前記補間処理の対象領域にあるサンプル点との距離の関数を重みとしてかけて平均する加重平均による処理を施して算出することを特徴とする請求項 5 または 6 に記載の超音波画像処理装置。

【請求項 8】

前記補間処理手段は、前記隣接する前記サンプル点の C F M 値が折り返しによる C F M 値でないと判定された場合、当該画素の C F M 値を、当該画素と加重平均の対象領域にあるサンプル点との距離の関数を重みとして、前記対象領域にあるサンプル点の全ての C F M 値にかけて平均する加重平均により算出することを特徴とする請求項 5 ~ 7 のいずれか 1 つに記載の超音波画像処理装置。

【請求項 9】

前記画像を構成する各画素の近傍に相当するサンプル点は、隣接する左上、左下、右上及び右下に位置する 4 個のサンプル点であり、

前記画像を構成する各画素は、前記 4 個のサンプル点で囲まれた領域の中に位置するものであり、

前記補間処理の対象領域にあるサンプル点は、前記 4 個のサンプル点であることを特徴とする請求項 5 ~ 8 のいずれか 1 つに記載の超音波画像処理装置。

【請求項 10】

前記隣接する左上、左下、右上及び右下に位置する 4 個のサンプル点の C F M 値をそれぞれ (p 1)、(p 2)、(p 3)、および (p 4) とし、前記正方向における測定可能な最大の C F M 値を M A X としたとき、

前記折り返し判定手段は、

$$| (p 1) - (p 2) | > M A X$$

$$| (p 3) - (p 4) | > M A X$$

$$| (p 1) - (p 3) | > M A X$$

のいずれか 1 つが満たされる場合に、前記 4 個のサンプル点に対応する前記画像を構成する画素において折り返しが生じていると判定することを特徴とする請求項 9 に記載の超音波画像処理装置。

【請求項 11】

前記正負判定手段は、

加重平均により算出する画素点と前記 4 個のサンプル点との距離の関数を重み w_i とするとき、 $i = 1, 2, 3, 4$ において $\sum w_i = 1$ になるように重み w_i を定め、

前記 4 個のサンプル点の C F M 値をそれぞれ (p 1)、(p 2)、(p 3)、および (p 4) とし、前記算出される画素の加重平均値を R t e m p とするとき、加重平均値 R t e m p は、

$$R t e m p = \sum (p_i) \times w_i$$

の式によって求められ、

正方向における C F M 値の第 1 のデータの並び 0, 1, 2, ..., M A X の次に、負方向における C F M 値の第 2 のデータの並び - (M A X + 1), ..., - 3, - 2, - 1 をつなげて、正方向又は負方向の折り返しを判定するための第 3 のデータの並び 0, 1, 2, ..., M A X, M A X + 1, M A X + 2, ..., 2 M A X + 1 を作成し、前記 4 個のサンプル点のそれぞれの C F M 値を前記第 3 のデータの並びに対応させたとき、前記第 3 のデータの並びにおける前記 4 個のサンプル点のうちの最小値を m i n、最大値を m a x としたとき、

$$m i n < R t e m p < M A X + 1$$

の場合に、正の方向の折り返しであると判定し、

$$M A X + 1 < R t e m p < m a x \quad (式 4)$$

の場合に、負の方向の折り返しであると判定することを特徴とする請求項 10 に記載の超音波画像処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、CFM 画像処理方法、および超音波画像処理装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、超音波診断装置においては、被検体の 2 次元分布した複数のサンプル点で超音波エコー信号を収集する際に、各サンプル点の画素値を生成し、生成された複数のサンプル点に囲まれた近傍領域の画像を構成する画素の画素値を、サンプル点での画素値を使用して補間処理を施すことによって算出していた。

10

【0003】

超音波診断装置では、エコー信号がサンプル点で反射した反射波を測定して、画像データに変換し、2 次元の輪郭線、模様、および色彩などの画像的な特徴によって診断が可能になる。そのため、測定するサンプル点が多いことが望まれる。しかしながら、超音波の反射波の測定という物理的な制約上、サンプル点を充分多く採ることができないため、診断に使用する画像を構成する画素の画素値を、サンプル点におけるデータによって補間して生成しなければならない。その際に、サンプル点の分布は、画素点の分布に比べて疎であるため、サンプル点をつないだ場合、ブロック状の境界線が画像上に形成されてしまうという問題があった。

20

【0004】

特に、構成する画素の画素値を周囲のサンプル点の画素値によって補間処理を施して成する場合でも、輝度が 0 に近い部分の多くが 0 値を生成してしまい、所謂黒抜け現象が起きて画像の劣化を招来するという問題があった。サンプル点の画素値によって、該サンプル点の画素値に囲まれる画素値は、サンプル点の画素値が 0 に近い場合、ほとんど 0 になってしまうため、ブロック状のギザギザが目立ち、画質の低下をもたらしていた。

【0005】

また、輝度が高い部分においては、設定された範囲を超えた画素値によって起きる所謂折り返し現象によって、正負の折り返しフローの境界部分においては、最大輝度の部分が増えるため、必要以上に境界領域の明るさが強調されてしまい、所謂ぎらつき現象が起きていた。即ち、フローの境界部分が明るく強調されすぎることによって、画像の劣化を招来するという問題があった。

30

【0006】

このような問題を解消するために、例えば、特許文献 1 に記載された技術によると、画像を構成する画素の画素値を複数のサンプル点の画素値で補間して算出する際に、表示閾値よりも小さな第 2 閾値とサンプル点の画素値とを比較し、サンプル点の画素値が第 2 閾値以下である場合は、該サンプル点の画素値を所定の画素値に置換し、置換されたサンプル点における画素値を使用して、画素の画素値を補間して算出していた。

【0007】

40

同文献の技術は、表示閾値が 0 に近い部分、即ち、被検体の超音波エコー信号の正負が 0 に近い領域においては、表示画素値が 0 である部分が増えることを抑制して、所謂黒抜けによる画像の劣化を防ぐことに寄与するものであった。

【0008】

【特許文献 1】特開平 8 - 154928 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、特許文献 1 の技術によっては、従来技術の問題点のうち、超音波エコー信号の正負が 0 に近い領域において所謂黒抜けによる画像の劣化を防ぐことが出来たとし

50

ても、もう一つの問題点である正負の境界領域において、正負の折り返しフローの境界部分において最大輝度の部分が増加することによって生じる境界線の所謂ぎらつきの発生を抑えることはできなかった。また、輝度の高い部分における境界領域での有効な補間処理技術を提供できないために、高輝度の境界領域において境界線がブロック化する現象を抑えることができないという問題があった。

【 0 0 1 0 】

本発明は、上記の問題点に鑑みてなされ、その目的は、境界線領域において画素値が設定可能な範囲を超過することによって生じる所謂ぎらつきの発生を押さえ、また、境界線領域において画像のブロック化を抑えてスムージング処理を施すことにより画質の劣化を抑制し、高画質な画像処理が可能となるCFM画像処理方法、および超音波画像処理装置を提供することにある。

10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 1 】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、第1の観点では、本発明は、CFM画像処理方法であって、2次元分布した複数のサンプル点で被検体の流れ情報を測定し、測定した流れ情報から各サンプル点のCFM (Color Flow Mapping) 値を生成し、画像を構成する各画素のCFM値を当該画素の近傍位置に相当する前記サンプル点のCFM値を基にした補間により算出するCFM画像処理方法において、測定された前記複数のサンプル点のCFM値を生成し、生成された前記サンプル点のCFM値が、あらかじめ設定された測定可能な最大輝度を越えることによって折り返されたCFM値であるか否かを判定し、折り返されたCFM値であると判定した場合、該折り返しが正方向の最大輝度を越えた折り返しであるか、負方向の最大輝度を越えた折り返しであるかを判定し、前記折り返しが正方向の折り返しであると判定した場合、当該画素のCFM値を、前記サンプル点のCFM値のうちで最大輝度を越えない正方向のCFM値のみを使用して補間処理を施して算出し、前記折り返しが負方向の折り返しであると判定した場合、当該画素のCFM値を、前記サンプル点のCFM値のうちで最大輝度を越えない負方向のCFM値のみを使用して補間処理を施して算出するものであることを特徴とする。

20

【 0 0 1 2 】

上記第1の観点によるCFM画像処理方法では、画像を構成する画素のCFM値を、その近傍位置に相当する各サンプル点のCFM値を生成し、生成されたサンプル点のCFM値が最大輝度を越えて折り返されたものと判定された場合、正負いずれの折り返しについても、最大輝度を越えないサンプル点のCFM値のみを使用して補間処理を施して算出する。この構成によって、正負いずれの方向の折り返しであっても画素値が最大輝度を採ることを抑制し、画像の境界領域において所謂ぎらつきが少なく、補間処理によってスムージング処理が施された画像となるので、画像の劣化を抑制した高画質な画像を得ることができる。

30

【 0 0 1 3 】

第2の観点では、本発明は、上記CFM画像処理方法において、当該画素のCFM値を、前記折り返しが正方向の折り返しであると判定した場合、折り返しであると判定された前記サンプル点のCFM値を正方向の最大輝度を越えないCFM値に置き換え、前記折り返しが負方向の折り返しであると判定した場合、折り返された前記サンプル点のCFM値を負方向の最大輝度を越えないCFM値に置き換えて、該置き換えられたサンプル点のCFM値、および折り返しでないサンプル点のCFM値を用いて補間処理を施すことによって算出するものであることを特徴とする。

40

【 0 0 1 4 】

上記第2の観点によるCFM画像処理方法では、当該画素のCFM値を、サンプル点のCFM値が正方向の折り返しの場合、正の最大輝度を越えないCFM値に置き換え、負方向の折り返しの場合、負の最大輝度を越えないCFM値に置き換えて、該置き換えられたサンプル点のCFM値、および折り返しでないサンプル点のCFM値を用いて補間処理を施す。この構成によって、正負いずれの方向の折り返しであっても画素値が最大輝度を採

50

ることを抑制し、画像の境界領域において所謂ぎらつきが少なく、補間処理によりスムージング処理が施された画像となるので、画像の劣化を抑制した高画質な画像を得ることができる。

【 0 0 1 5 】

第3の観点では、本発明は、上記画像処理方法において、当該画素のCFM値を算出する前記補間処理は、前記補間処理を施す際に用いるサンプル点のCFM値に対して、当該算出する画素点と前記補間処理を施す際に用いるサンプル点との距離の関数を重みとしてかけて平均する加重平均による処理であることを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

上記第3の観点による画像処理方法では、当該画素のCFM値を算出する補間処理は、用いるサンプル点のCFM値に対して、当該画素点と用いるサンプル点との距離の関数を重みとしてかけて平均する加重平均による処理である。この構成によって、折り返し現象に対して画素値が最大輝度を採ることを抑制して画像の境界領域において所謂ぎらつきが少なく、好適な補間処理によりスムージング処理が施された画像となるので、画像の劣化を抑制した高画質な画像を得ることができる。

【 0 0 1 7 】

第4の観点では、本発明は、上記画像処理方法において、前記生成された前記サンプル点のCFM値が、折り返しによるCFM値でないと判定した場合、当該画素のCFM値を、当該画素と前記サンプル点との距離の関数を重みとして、前記サンプル点の全てのCFM値にかけて平均する加重平均により算出するものであることを特徴とする。

【 0 0 1 8 】

上記第4の観点によるCFM画像処理方法では、折り返しを起こしていないサンプル点のみの場合、それらのサンプル点のCFM値を使用し、距離による関数を重みとして加重平均によって当該画素のCFM値を算出する。この構成によって、画像の境界領域において所謂ぎらつきとブロック化が抑えられるばかりでなく、折り返しを起こしていない領域においては、サンプル点のCFM値による適正な補間処理によって、ブロック化を抑えたスムーズな画像となり、画像の劣化を抑制した高画質な画像を得ることができる。

【 0 0 1 9 】

第5の観点では、本発明は、超音波画像処理装置であって、2次元分布した複数のサンプル点での被検体の流れ情報を超音波を用いる流れ情報測定手段によって測定し、測定した流れ情報から各サンプル点のCFM (Color Flow Mapping) 値を生成し、画像を構成する各画素のCFM値を当該画素の近傍に相当する前記サンプル点のCFM値を基にした補間により算出する超音波画像処理装置において、前記流れ情報測定手段によって測定した流れ情報から各サンプル点のCFM値を生成するCFM値生成手段と、前記CFM値生成手段によって生成されたサンプル点のCFM値が、あらかじめ設定された測定可能な最大輝度を超えることによって折り返されたCFM値であるか否かを判定する折り返し判定手段と、前記折り返し判定手段によって、折り返されたCFM値であると判定された場合、判定された該折り返しが正方向の最大輝度を越えた折り返しであるか、負方向の最大輝度を越えた折り返しであるかを判定する正負判定手段と、前記正負判定手段によって折り返しが正方向の折り返しであると判定された場合、当該画素のCFM値を、前記サンプル点のCFM値のうちで最大輝度を越えない正方向のCFM値のみを使用して補間処理を施して算出し、前記正負判定手段によって折り返しが負方向の折り返しであると判定された場合、当該画素のCFM値を、前記サンプル点のCFM値のうちで最大輝度を越えない負方向のCFM値のみを使用して補間処理を施して算出する補間処理手段と、を備えることを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

上記第5の観点による超音波画像処理装置では、画像を構成する画素のCFM値を、その近傍位置に相当する各サンプル点のCFM値を生成し、生成されたサンプル点のCFM値が最大輝度を越えて折り返されたものと判定された場合、正負いずれの折り返しについても、最大輝度を越えないサンプル点のCFM値のみを使用して補間処理を施して算出す

10

20

30

40

50

る。この構成によって、正負いずれの方向の折り返しであっても画素値が最大輝度を採ることを抑制し、画像の境界領域において所謂ぎらつきが少なく、補間処理によってスムージング処理が施された画像となるので、画像の劣化を抑制した高画質な画像を得ることができる。

【 0 0 2 1 】

第 6 の観点では、本発明は、上記超音波画像処理装置において、前記折り返しが正方向の折り返しであると判定された場合、折り返しであると判定された前記サンプル点の C F M 値を正方向の最大輝度を超えない C F M 値に置き換え、前記折り返しが負方向の折り返しであると判定された場合、折り返された前記サンプル点の C F M 値を負方向の最大輝度を超えない C F M 値に置き換える置換処理手段を、さらに備え、前記補間処理手段は、当該画素の C F M 値を、前記置換処理手段によって置き換えられたサンプル点の C F M 値、および折り返しでないサンプル点の C F M 値を用いて補間処理を施すことによって算出するものであることを特徴とする。

10

【 0 0 2 2 】

上記第 6 の観点による超音波画像処理装置では、当該画素の C F M 値を、サンプル点の C F M 値が正方向の折り返しの場合、正の最大輝度を超えない C F M 値に置き換え、負方向の折り返しの場合、負の最大輝度を超えない C F M 値に置き換えて、該置き換えられたサンプル点の C F M 値、および折り返しでないサンプル点の C F M 値を用いて補間処理を施す。この構成によって、正負いずれの方向の折り返しであっても画素値が最大輝度を採ることを抑制し、画像の境界領域において所謂ぎらつきが少なく、補間処理によりスムージング処理が施された画像となるので、画像の劣化を抑制した高画質な画像を得ることができる。

20

【 0 0 2 3 】

第 7 の観点では、本発明は、上記超音波画像処理装置において、前記補間処理手段は、当該画素の C F M 値を、前記補間処理を施す際に用いるサンプル点の C F M 値に対して、当該算出する画素点と前記補間処理を施す際に用いるサンプル点との距離の関数を重みとしてかけて平均する加重平均による処理を施して算出するものであることを特徴とする。

【 0 0 2 4 】

上記第 7 の観点による上記超音波画像処理装置では、当該画素の C F M 値を算出する補間処理は、用いるサンプル点の C F M 値に対して、当該画素点と用いるサンプル点との距離の関数を重みとしてかけて平均する加重平均による処理である。この構成によって、折り返し現象に対して画素値が最大輝度を採ることを抑制して画像の境界領域において所謂ぎらつきが少なく、好適な補間処理によりスムージング処理が施された画像となるので、画像の劣化を抑制した高画質な画像を得ることができる。

30

【 0 0 2 5 】

第 8 の観点では、本発明は、上記超音波画像処理装置において、前記補間処理手段は、当該画素の C F M 値を、前記生成された前記サンプル点の C F M 値が折り返しによる C F M 値でないと判定された場合、当該画素と前記サンプル点との距離の関数を重みとして、前記サンプル点の全ての C F M 値にかけて平均する加重平均により算出するものであることを特徴とする。

40

【 0 0 2 6 】

上記第 8 の観点による超音波画像処理装置では、折り返しを起こしていないサンプル点のみの場合、それらのサンプル点の C F M 値を使用し、距離による関数を重みとして加重平均によって当該画素の C F M 値を算出する。この構成によって、画像の境界領域において所謂ぎらつきとブロック化が抑えられるばかりでなく、折り返しを起こしていない領域においては、サンプル点の C F M 値による適正な補間処理によって、ブロック化を抑えたスムーズな画像となり、画像の劣化を抑制した高画質な画像を得ることができる。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 7 】

本発明の C F M 画像処理方法、および超音波画像処理装置によれば、2次元に分布した

50

複数のサンプル点で被検体の流れ情報を測定してCFM画像を生成するに際して、画像を構成する画素のCFM値を、その近傍位置に相当する各サンプル点のCFM値を生成し、生成されたサンプル点のCFM値が最大輝度を超えて折り返されたものと判定された場合、正負いずれの折り返しについても、正負それぞれの方向の最大輝度を超えないサンプル点のCFM値のみを使用して補間処理を施して算出するので、正負いずれの方向の折り返しであっても画素値が最大輝度を採ることを抑制し、画像の境界領域において所謂ぎらつきが少なく、補間処理によってスムージング処理が施された画像となるので、画像のぎらつきとブロック化による画像の劣化を抑制した高画質な画像を得ることができるという効果を奏する。

【発明を実施するための最良の形態】

10

【0028】

以下に添付図面を参照して、この発明にかかるCFM画像処理方法、および超音波画像処理装置の最良な実施の形態を、実施の形態1および2に分けて詳細に説明する。なお、これにより本発明が限定されるものではない。また、図7および8は、公報上ではモノクロで表示されているが、カラー表示によるものを物件提出する。

【0029】

(1. 実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態1による超音波診断装置を示す機能的ブロック図である。超音波診断装置100は、超音波探触子1、送受信回路2、Bモード処理部3、CFM(カラーフローマッピング)処理部4、RGB変換処理部5、ビデオ信号処理回路6、モニタ装置7、およびDSC(Digital Scan Converter)10を備える。

20

【0030】

この超音波診断装置100では、超音波探触子1は2次元分布した複数のサンプル点で被検体の超音波エコー信号を収集する。送受信回路2は、超音波探触子1が収集した超音波エコー信号を受信して、Bモード処理部3およびCFM処理部4に送信する。

【0031】

Bモード処理部3は、受信した超音波エコー信号にA/D(アナログ/デジタル)変換処理を施し、B/W(Black/White)用音響データに変換する。このB/W用音響データB/W1は、各サンプル点のエコーの強さに応じて決める輝度であるB/W画素値を示すデータである。Bモードで画像を表示した場合、エコーの強さの分布、即ち組織の質的な2次元データが取得される。例えば、血管組織の2次元分布データが輝度の違いによって取得される。

30

【0032】

CFM処理部4は、受信した超音波エコー信号にA/D変換処理を施し、CFM用音響データCFM1を生成する。このCFM用音響データCFM1は、各サンプル点からのドプラ周波数に応じて決める輝度および色相であるCFM値を示すデータである。CFMモードで画像データを取得する場合、ドプラ周波数の分布即ち組織の動きの速度の2次元分布データが取得される。例えば、血管組織の内部の血流は、血流の方向の違いを色彩によりまた血流の早さを該色彩の輝度によって2次元データとして取得できる。こうして、Bモード処理部3によって生成されたB/W用音響データB/W1、およびCFM処理部4によって生成されたCFM用音響データCFM1は、DSC10に出力される。

40

【0033】

DSC10は、入力した各サンプル点のB/W用音響データB/W1を使用して、画像を構成するサンプル点近傍領域の画素点におけるB/W用音響データを補間処理により算出し、B/W画像データB/W2を出力する。このB/W画像データB/W2は、各画素のB/W画像値を示すデータである。

【0034】

また、DSC10は、入力した各サンプル点のCFM用音響データCFM1を使用して、CFM画像を構成するサンプル点近傍領域の画素点におけるCFM値を補間処理を施して

50

算出し、CFM画像データCFM2を出力する。このCFM音響データCFM2は、各画素のCFW画素値を示すデータであり、血流の正負の方向と速さを示す。ここでは血流の方向を赤色系と青色系とに色分けして表示する。

【0035】

RGB変換処理回路5は、DSC10によって出力されたB/W画像データB/W2およびCFM画像データCFM2からRGBデータR、G、Bを生成する。ビデオ信号処理回路6は、RGBデータR、G、BをD/A（デジタル/アナログ）変換して映像信号に変換する。モニタ装置7は、Bモード画像（モノクロ画像）にCFM画像（カラー画像）を重ねて表示する。

【0036】

10

こうして、Bモード処理部3によって生成されたB/W用音響データB/W1により血管組織が表示され、CFM処理部4によって生成されたCFM音響データCFM1によって血流の方向が表示されるので、B/W用音響データB/W1およびCFM音響データCFM1をマッピングして血管内の血流を2次的に色彩表示することができる。

【0037】

CFM処理部4によって生成された音響データCFM1は、-128から+127までの階調値によって表現する。-128から0未満を負の方向の流れとして表現し、0以上127以下の階調値を正の方向の流れとして表現する。

【0038】

DSC10は、折り返し判定部11、正負判定部12、および補間処理部13を備える。折り返し判定部11は、CFM処理部4によって生成されたサンプル点のCFM音響データ値を使用して、サンプル点に囲まれた画像を構成する各画素点におけるCFM音響データ値を生成する際に、先ず、測定されたサンプル点のCFM値が所謂折り返し現象を起こしたものであるか否かを判定する。折り返しは、音響データ値があらかじめ設定された測定可能な最大輝度を超えることによって起きる。

20

【0039】

正負判定部12は、折り返し判定部11が折り返しであると判定した場合、判定された折り返しが正の方向の折り返しか、負の方向の折り返しかを判定する。補間処理部13は、（1）折り返し判定部11が折り返しでないと判定した場合、（2）折り返し判定部11が折り返しであると判定した場合で、かつ、正負判定部12が正の方向の折り返しであると判定した場合、および（3）負の方向の折り返しであると判定した場合の3つの場合に分けて該当する画素点のCFM音響データ値を、サンプル点のCFM値を基に生成する。

30

【0040】

ここで、DSC10は、CPU（Central Processing Unit）、Rom（Read Only Memory）、RAM（Random Access Memory）、ハードディスクなどの記憶装置、バス、A/D変換部4やRGB変換処理部5などの外部機器とのインタフェース、および操作入力を受け付ける入力装置などを備えたコンピュータとして構成可能である。ここで、折り返し判定部11、正負判定部12、および補間処理部13などは、ハードディスクなどの記憶装置に記憶されたプログラムをCPUが読み出してOS（Operation System）上で、RAMに展開することによって、上記の折り返し判定機能、正負判定機能、およびCFM値生成機能などを実行する構成である。以下に、折り返し判定部11、正負判定部12、および補間処理部13の詳細な動作について説明する。

40

【0041】

図2は、折り返し判定部によってサンプル点のCFM音響データ値が折り返しているか否かを判定することを説明する図である。図中、p1、p2、p3、およびp4は、被検体において超音波測定を行うサンプル点において、音線データから変換されたCFM音響データ値である。図中、p1-p2、およびp3-p4で表される方向は、超音波の進行方向である。また、p1-p3、およびp2-p4の線は、それぞれ超音波探触子1から

50

の同心円状の円弧上にある。

【 0 0 4 2 】

また、図中、Rと記した点は、以降の補間処理部13によってCFM音響データ値を生成しようとする各画素点の一つを表すものである。このRと記された画素点は、サンプル点p1～p4によって囲まれている。このRの画素点を補間処理部13が補間処理する際に、サンプル点p1～p4の少なくともいずれかが折り返しを起こしている場合が、補間処理について問題となるために、先ず、折り返し判定部11がサンプル点について折り返しの有無を判定する。今、R（レッド）について説明するのでRと記しているが、以下、他の色要素であるGおよびBについても同様の処理を施す。

【 0 0 4 3 】

図中、点p1～p4に対応するw1～w4は、画素Rから点p1～p4までのそれぞれの距離によって定まる重みを示している。この重みは、距離に反比例する関数によって定めるのが望ましい。また、サンプル点における音響データに対応して、正負の区別を付けた音響データを(p1)、(p2)、(p3)、および(p4)と表す。

【 0 0 4 4 】

折り返し判定部11は、測定した4点のサンプル点における符号付きの音響データの差が一定値より大きい場合には、折り返し現象が生じていると判定する。即ち、

$$|(p1) - (p2)| > 1.27 \quad (\text{式 1 - 1})$$

$$|(p3) - (p4)| > 1.27 \quad (\text{式 1 - 2})$$

$$|(p1) - (p3)| > 1.27 \quad (\text{式 1 - 3})$$

のいずれか1つが満たされる場合、画素Rにおいては折り返し現象が生じていると判定する。これは、極めて近い距離にあるサンプル点同士で階調値差の絶対値が1.27という大きな値を超える場合は、折り返し現象であると判定できるからである。

【 0 0 4 5 】

正負判定部12は、折り返し判定部11が、折り返し現象が起きていると判定した場合、この画素の折り返しが正負いずれの方向への折り返しであるかを判定する。ここで、正負判定部12は、折り返しの方向を判定するために、サンプル点を用いた加重平均値を使用する。

【 0 0 4 6 】

図3は、負の方向のCFM音響データを、折り返し計算に適したデータ並びに変換して使用することを説明する図である。ここで、該画素点におけるサンプル点の0以下のCFM音響データに対しては、図3に示すように、正負判定部12は、256を加算することによって、負方向のデータ(-128～-1)を折り返し計算に適したデータ並びである128～255のデータに変換する。

【 0 0 4 7 】

そして、正負判定部12は、算出しようとする画素点のデータを、サンプル点p1～p4における音響データ値(p1)、(p2)、(p3)、および(p4)を用いて加重平均によって算出する。算出される加重平均値をRtempと記す。正負判定部12は、

$$Rtemp = \sum (p_i) \times w_i \quad (\text{式 2})$$

を算出する。

【 0 0 4 8 】

ここで、(pi)はサンプル点におけるCFM音響データ値である。また、wiは、既述のように当該画素点から各サンプル点piまでの距離によって定まる重みである。この重みwiは、今、合計が1になるように整えておくといよい、即ち、 $\sum w_i = 1$ (iは図に示す0～3)である。

【 0 0 4 9 】

正負判定部12は、式2によって算出された加重平均値Rtempがどのような範囲にあるかによって、当該画素点の折り返しが正方向か負方向かを判別する。正負判定部12は、判定のために、サンプル点p1～p4における最大値と最小値を求める。最小値をmin、最大値をmaxとする。そして、

10

20

30

40

50

$\min < Rtemp < 128$ (式3)

の場合、正の方向の折り返しであると判定する。一方、

$128 < Rtemp < \max$ (式4)

の場合、負の方向の折り返しであると判定する。

【0050】

補間処理部13は、正負判定部12が画素点における判定が、正の向きの方の折り返しであると判定した場合は、正の画素値のみを用いて加重平均する。即ち、CFM音響データとして、サンプル点のCFM音響データ値が $(pi) < 128$ のものだけについての加重平均値

$pos = \sum (pi) \times wi$ (但し、 $(pi) < 128$) (式5)

を算出する。この重み wi は、今、使用するものだけで合計が1になるように整えておく、即ち、 $\sum wi = 1$ (i は図3に示す0~3のうち、式5で加重平均に使用するもののみ)である。

【0051】

また、補間処理部13は、画素点における判定が、負の向きの方の折り返しであると判定した場合は、負のサンプル点のCFM音響データ値だけを用いて加重平均する。即ち、CFM音響データとして、 $128 < (pi)$ のものだけを用いた加重平均値

$neg = \sum (pi) \times wi$ (但し、 $128 < (pi)$) (式6)

を算出する。この重み wi は、今、使用するものだけで合計が1になるように整えておく、即ち、 $\sum wi = 1$ (i は図3に示す0~3のうち、式6で加重平均に使用するもののみ)である。

【0052】

ここで、折り返し判定部11が折り返しでないと判定した場合は、補間処理部13は、通常の折り返し現象を生じていない場合のCFM音響データ値を生成すればよい。それは、例えば、サンプル点4点のCFM音響データ値の加重平均値を算出することによって、CFM音響データ値とすることができる。即ち、

CFM音響データ値 = $\sum (pi) \times wi$ (式7)

として、算出する。この重み wi は、今、合計が1になるように整えておく、

即ち、 $\sum wi = 1$ (i は図に示す0~3)である。

【0053】

あるいは、折り返しでないと判定された場合、他の方法として、補間処理部13は、4つのサンプル点におけるCFM音響データ値 (pi) のうち中央値に最も近いものを採用しても良い。あるいは、最大輝度から最も遠い値を採用しても良い。あるいは、最大輝度から最も近い値を採用しても良い。

【0054】

図4は、実施の形態1による超音波診断装置における画像処理手順を説明するフローチャートである。超音波探触子1が被検体を測定し、送受信回路2を介して測定値を受信したCFM処理部4がA/D変換処理を施した後、サンプル点のCFM音響データ値を生成する(ステップS101)。

【0055】

CFM処理部4によってサンプル点4点でのCFM音響データ値が生成されて、DSC10に送信されると、受信したDSC10においては、折り返し判定部11が、画像を構成する画素点において、折り返しが発生しているか否かを判定する。折り返しの判定は、CFM音響データ値を求めようとする画素点を囲む4つのサンプル点のCFM音響データ値について、式1-1~式1-3のうち、少なくとも1つを満たすか否かを判定することによって判定する(ステップS102)。

【0056】

式1-1~1-3のうち、いずれの式も満たされた場合、折り返し判定部11は折り返しが発生していないと判定する(ステップS102のNo)。この場合、補間処理部13は、CFM音響データ値を求める画素点において、画素点を囲むサンプル点のCFM音響

10

20

30

40

50

データ値と、画素点とサンプル点との距離によって定まる重みとを用いて、式 7 によって C F M 音響データ値を算出する（ステップ S 1 0 3）。

【 0 0 5 7 】

折り返し判定部 1 1 が、式 1 - 1 ~ 1 - 3 によってサンプル点において折り返しが発生していると判定した場合（ステップ S 1 0 2 の Y e s ）、正負判定部 1 2 は、当該画素点における C F M 音響データ値を、まずサンプル点 4 点の C F M 音響データ値およびサンプル点 4 点までの距離によって定まる重みを用いて、式 2 による加重平均によって算出する（ステップ S 1 0 4）。即ち、サンプル点の C F M 音響データ値による加重平均値 R t e m p を算出する。

【 0 0 5 8 】

正負判定部 1 2 は、さらに、サンプル点における C F M 音響データの最大値 m a x と最小値 m i n とを、比較により算出する。そして、サンプル点を加重平均した R t e m p が、式 3 の $m i n < R t e m p < 1 2 8$ を満たすか否かを判定し（ステップ S 1 0 5）、式 3 を満たすと判定した場合（ステップ S 1 0 5 の Y e s ）、正方向の折り返しであると判定する。そして、補間処理部 1 3 は、式 5 によって正方向の画素値のみで加重平均して C F M 音響データ値を生成する（ステップ S 1 0 6）。

【 0 0 5 9 】

一方、正負判定部 1 2 は、サンプル点を加重平均した R t e m p が、式 5 の $m i n < R t e m p < 1 2 8$ を満たさないと判定した場合は（ステップ S 1 0 5 の N o ）、負方向の折り返しであると判定する。そして、補間処理部 1 3 は、式 6 によって負方向の画素値のみで加重平均して C F M 音響データ値を生成する（ステップ S 1 0 7）。

【 0 0 6 0 】

このようにして、サンプル点の C F M 音響データ値を算出して折り返しを判定し、折り返しであると判定した場合は、その正負の向きを判定し、正の折り返しに対しては、正の C F M 音響データのみを用いて加重平均することによって画像を構成する画素点における C F M 音響データが最大輝度を採ることがないように補間して生成し、かつ、負の折り返しに対しては、負の C F M 音響データのみを用いて加重平均することによって画像を構成する画素点における C F M 音響データが最大輝度を採ることがないように補間して生成し、かつ、折り返しが生じていないと判定した場合は、サンプル点の C F M 音響データ値を用いて加重平均値を算出して、画像を構成する画素点における C F M 音響データ値を生成することによって、フローの正負の境界において最大輝度の C F M 音響データが生成されることを抑制しつつも、サンプル点の C F M 音響データ値に基づいて補間処理を施すことができるので、所謂ぎらつきが少なく、加重平均による補間処理がなされて C F M 値にスムージング処理が施されて、画像の劣化を抑制した高画質な画像を提供できる超音波診断装置を提供することが出来る。

【 0 0 6 1 】

（ 2 . 実施の形態 2 ）

図 5 は、実施の形態 2 による超音波診断装置の機能的ブロック図である。実施の形態 2 による超音波診断装置 2 0 0 における D S C 2 0 は、置換処理部 2 4 を備えた点が実施の形態 1 と異なる。

【 0 0 6 2 】

実施の形態 2 による超音波診断装置 2 0 においては、サンプル点のいずれかが折り返しを生じた場合、置換処理部 2 4 が該折り返しが発生しているサンプル点の C F M 音響データ値を所定の値に置き換え、補間処理部 2 3 は、折り返しの発生していないサンプル点の C F M 音響データ値、および置換処理部 2 4 によって置換された C F M 音響データ値を用いた加重平均によって C F M 音響データ値を生成する。

【 0 0 6 3 】

折り返し判定部 1 1 が折り返しを判定する方式、折り返しでないと判定した場合の C F M 音響データ値の生成、および正負判定部 1 2 が折り返しの正負の方向を判定する方式は実施の形態 1 の場合と同様であるので、説明を省略する。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 4 】

折り返し判定部 1 1 が折り返しであると判定し、かつ、正負判定部 1 2 が正の方向の折り返しであると判定した場合、置換処理部 2 4 は、折り返された画素点における C F M 音響データ値を所定の値、例えば、最大輝度値と上記 m i n との中間値に置き換える。

【 0 0 6 5 】

そして、補間処理部 2 3 は、正の画素値、および置換された所定の値を用いて加重平均する。即ち、加重平均値

$$p o s = \sum (p i) \times w i \quad (\text{但し、} (p i) \text{ は } (p i) < 1 2 8 \text{、又は置換された値})$$

(式 8)

を算出する。この重み w i は、今、合計が 1 になるように整えておく。

10

【 0 0 6 6 】

また、折り返し判定部 1 1 が折り返しであると判定し、かつ、正負判定部 1 2 が負の方向の折り返しであると判定した場合、置換処理部 2 4 は、折り返された画素点における C F M 音響データ値を所定の値、例えば、最大輝度値と上記 m a x との中間値に置き換える。

【 0 0 6 7 】

そして、補間処理部 2 3 は、負の画素値、および置換された所定の値を用いて加重平均する。即ち、加重平均値

$$n e g = \sum (p i) \times w i \quad (\text{但し、} (p i) \text{ は } 1 2 8 \quad (p i) \text{、又は置換された値})$$

(式 9)

20

を算出する。この重み w i は、今、合計が 1 になるように整えておく。

【 0 0 6 8 】

図 6 は、実施の形態 2 による画像処理手順を説明するフローチャートである。図 6 中のステップ S 2 0 1 ~ ステップ S 2 0 5 までは、実施の形態 1 によるステップ S 1 0 1 ~ S 1 0 5 ままで同様であるので、詳細な説明を省略する。

【 0 0 6 9 】

ステップ S 2 0 5 において、正負判定部 1 2 が正の方向の折り返しであると判定した場合 (ステップ S 2 0 5 の Y e s)、置換処理部 2 4 は、正の方向の折り返しによる C F M 音響データ値を、所定の値、例えば最大輝度と m i n との中間の値に置き換える (ステップ S 2 0 6)。そして、補間処理部 2 4 は、正方向の値と置換された所定値とを用いて式 8 による加重平均によって C F M 音響データ値を生成する (ステップ S 2 0 7)。

30

【 0 0 7 0 】

一方、ステップ S 2 0 5 において、正負判定部 1 2 が負の方向の折り返しであると判定した場合 (ステップ S 2 0 5 の N o)、置換処理部 2 4 は、負の方向の折り返しによる C F M 音響データ値を、所定の値、例えば最大輝度と m a x との中間の値に置き換える (ステップ S 2 0 8)。そして、補間処理部 2 4 は、負方向の値と置換された所定値とを用いて式 9 による加重平均によって C F M 音響データ値を生成する (ステップ S 2 0 9)。

【 0 0 7 1 】

このようにして、サンプル点の C F M 音響データ値を算出して折り返しか否かをまず判定し、折り返しであると判定した場合は、その正負の向きを判定し、正の折り返しに対しては、正の C F M 音響データおよび折り返しが置換された所定の C F M 音響データを用いて加重平均することによって、画像を構成する画素点における C F M 音響データが最大輝度を採ることなく補間して生成でき、一方、負の折り返しに対しては、負の C F M 音響データおよび折り返しが置換された所定の C F M 音響データ値を用いて加重平均することによって画像を構成する画素点における C F M 音響データが最大輝度を採らないように補間して生成でき、かつ、折り返しを生じていない場合は、サンプル点の C F M 音響データ全てを用いて加重平均することによって画像を構成する画素点における C F M 音響データが最大輝度を採ることなく補間して生成することによって、正負の境界において最大輝度の C F M 音響データが生成されることを抑制しつつサンプル点の C F M 音響データ値に基づいて補間処理できるので、所謂ぎらつきが少なく、加重平均により補間処理がなされてス

40

50

ムージング処理が施されて、画像の劣化を抑制した高画質な画像を提供できる。

【 0 0 7 2 】

図 7 は、人体の頸動脈に対して直接パワーモードによって超音波を照射して生成した画像の模式図である。画像 7 0 1 は従来技術による画像であり、画像 7 0 2 は実施の形態による超音波診断装置による処理を施した画像である。実施の形態による超音波診断装置による処理を施した画像 7 0 2 の方が境界線が、より滑らかに表現されていることが分かる。

【 0 0 7 3 】

図 8 は、人体の心臓に対して超音波を照射して生成したカラーフローの模式図である。画像 8 0 1 は従来技術による画像であり、画像 8 0 2 は本発明の超音波診断装置による処理を施した画像である。本発明の超音波診断装置による処理を施した画像 8 0 2 の方が境界領域において折り返しによるぎらつきが軽減されていることが分かる。

10

【 0 0 7 4 】

なお、図 7 および 8 は、公報上ではモノクロ表示となっているが、カラー表示に図面を別途、物件提出する。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 7 5 】

以上のように、本発明にかかる C F M 画像処理方法、および超音波画像処理装置は、画像処理技術に有用であり、特に医療用の超音波診断装置における超音波診断画像の生成技術に適している。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 0 7 6 】

【図 1】実施の形態 1 による超音波診断装置の機能的ブロック図である。

【図 2】折り返し判定部によるサンプル点の C F M 音響データ値が折り返しているか否かの判定を説明する図である。

【図 3】負の方向の C F M 音響データを、折り返し計算に適したデータ並びに変換して使用することを説明する図である。

【図 4】実施の形態 1 による超音波診断装置における画像処理手順を説明するフローチャートである。

【図 5】実施の形態 2 による超音波診断装置の機能的ブロック図である。

30

【図 6】実施の形態 2 による画像処理手順を説明するフローチャートである。

【図 7】人体の頸動脈に対して直接パワーモードによって超音波を照射して生成した画像の模式図である。

【図 8】人体の心臓に対して超音波を照射して生成したカラーフローの模式図である。

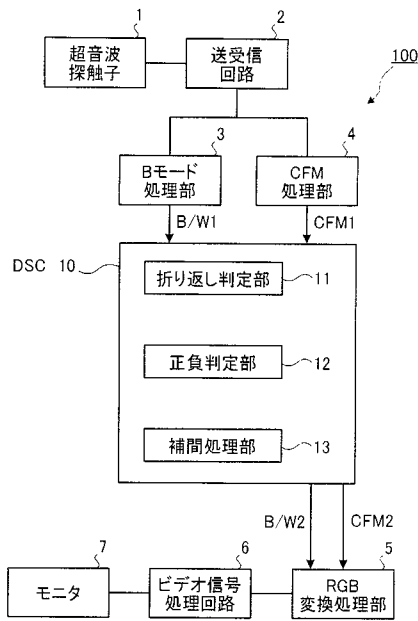
【符号の説明】

【 0 0 7 7 】

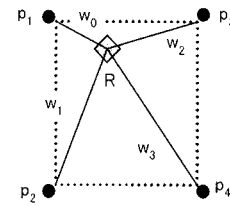
- 1 超音波探触子
- 2 送受信回路
- 3 B モード処理部
- 4 C F M 処理部
- 5 R G B 変換処理部
- 6 ビデオ信号処理回路
- 7 モニタ装置
- 1 0、2 0 D S C
- 1 1 折り返し判定部
- 1 2 正負判定部
- 1 3、2 3 補間処理部
- 2 4 置換処理部
- 1 0 0、2 0 0 超音波診断装置

40

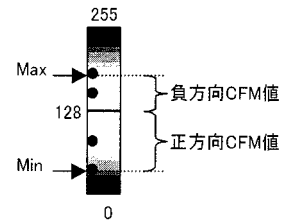
【図 1】



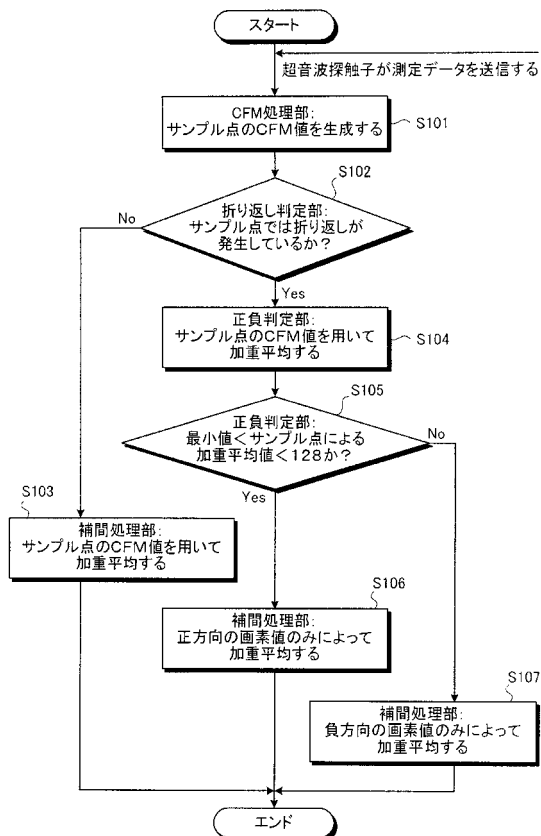
【図 2】



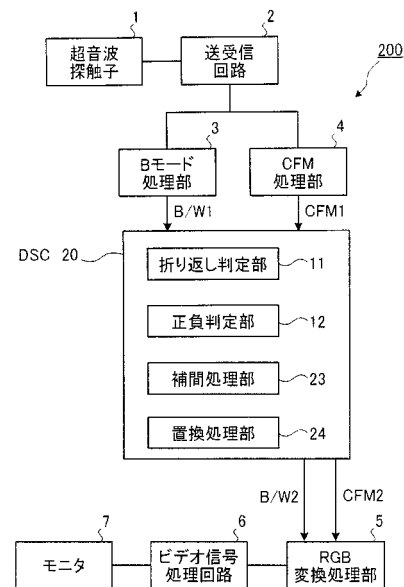
【図 3】



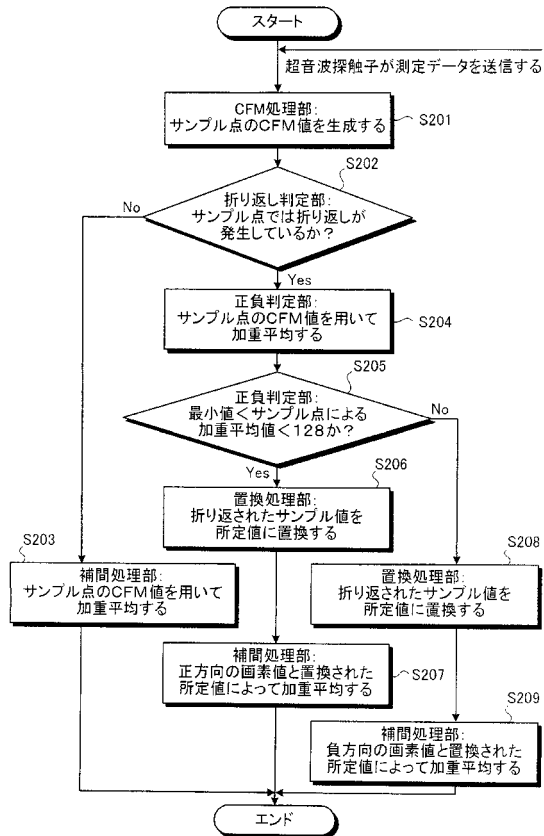
【図 4】



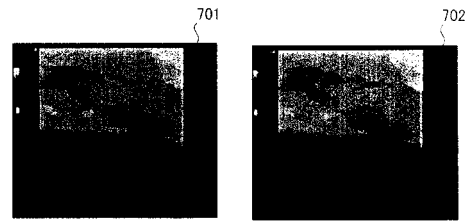
【図 5】



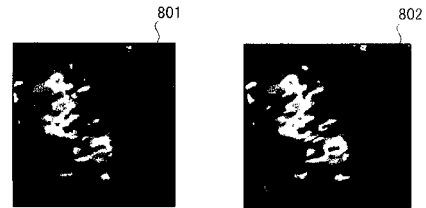
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

審査官 富永 昌彦

(56)参考文献 特開 2 0 0 0 - 2 3 7 1 9 1 (J P , A)
特開平 0 9 - 2 0 6 3 0 4 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
A 6 1 B 8 / 0 6

专利名称(译)	CFM图像处理方法和超声波图像处理装置		
公开(公告)号	JP4723293B2	公开(公告)日	2011-07-13
申请号	JP2005183805	申请日	2005-06-23
申请(专利权)人(译)	GE医疗系统环球技术公司有限责任公司		
当前申请(专利权)人(译)	GE医疗系统环球技术公司有限责任公司		
[标]发明人	谷川俊一郎		
发明人	谷川 俊一郎		
IPC分类号	A61B8/06		
FI分类号	A61B8/06 A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/DD03 4C601/DE04 4C601/EE04 4C601/EE22 4C601/JB48 4C601/JB51 4C601/JB57 4C601/JC02 4C601/JC11 4C601/KK18 4C601/KK19 4C601/LL17		
代理人(译)	酒井宏明		
其他公开文献	JP2007000359A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：为了抑制由超声波诊断图像中的CFM声音数据值的翻转现象引起的图像劣化。解决方案：超声波诊断装置100的DSC 10配备有翻转判断部分11，正/负判断部分12和插值处理部分13。当计算构成图像的像素点的CFM值时，然后，翻转判断部分11判断要计算的图像元素点周围的采样点的CFM声音数据值的翻转，并且正/负判断部分12判断翻转的正面和负面方向是执行。当判断翻转处于正方向时，插值处理部分13通过仅使用正值执行加权平均来计算适用图像元素处的CFM值。当判断翻转处于负方向时，通过仅使用负值的加权平均来计算图像元素处的CFM值。此外，当没有判断出翻转时，通过使用采样点处的所有CFM值，通过加权平均来计算CFM值。Z

【 図 4 】

