

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02011/089898

発行日 平成25年5月23日(2013.5.23)

(43) 国際公開日 平成23年7月28日(2011.7.28)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 8/08 (2006.01)	A 6 1 B 8/08	2 G 0 4 7
G 0 1 N 29/06 (2006.01)	G 0 1 N 29/06	4 C 6 0 1

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 58 頁)

出願番号	特願2011-533902 (P2011-533902)	(71) 出願人	000005821
(21) 国際出願番号	PCT/JP2011/000259		パナソニック株式会社
(22) 国際出願日	平成23年1月19日 (2011.1.19)		大阪府門真市大字門真1006番地
(31) 優先権主張番号	特願2010-10336 (P2010-10336)	(74) 代理人	100109210
(32) 優先日	平成22年1月20日 (2010.1.20)		弁理士 新居 広守
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	アン チュアン トラン

シンガポール534415シンガポール、
タイ・セン・アベニュー、ブロック102
2、06-3530番、タイ・セン・イン
ダストリアル・エステイト、パナソニック
・シンガポール研究所株式会社内

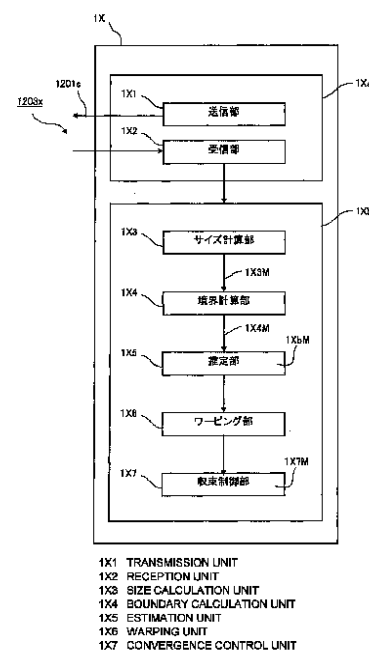
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 変位推定方法、変位推定装置

(57) 【要約】

超音波信号を用いて、変位を反復的に推定する変位推定方法であって、少なくとも1つの超音波信号を走査して、媒体に送信するステップと、走査された前記媒体から反射した前記超音波信号を受信するステップと、ウィンドウサイズを計算するステップと、計算された前記ウィンドウサイズに基づいて、ウィンドウの境界を計算するステップと、計算された前記ウィンドウを用いて、前記超音波信号のそれぞれの深度における変位を推定するステップと、推定された前記変位に基づいて、前記超音波信号をワーピングするステップと、ワーピングされた前記超音波信号を用いて、前記超音波信号の相関値が大きくなるように、この変位推定方法の収束を導くステップを含む変位推定方法が開示される。

【図13】



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

超音波信号を用いて、変位を反復的に推定する変位推定方法であって、
少なくとも 1 つの超音波信号を走査して、媒体に送信するステップと、
走査された前記媒体から反射した前記超音波信号を受信するステップと、
ウインドウサイズを計算するステップと、
計算された前記ウインドウサイズに基づいて、ウインドウの境界を計算するステップと

、
計算された前記境界による前記ウインドウを用いて、前記超音波信号のそれぞれの深度
における変位を推定するステップと、

10

推定された前記変位に基づいて、前記超音波信号をワーピングするステップと、
ワーピングされた前記超音波信号を用いて、前記超音波信号の相関値が大きくなるよう
に、この変位推定方法の収束を導くステップとを含む
変位推定方法。

【請求項 2】

計算される前記ウインドウサイズは、連続する複数のラウンドに用いられる前記ウイン
ドウサイズが、徐々に減少するように、変化される

請求項 1 記載の変位推定方法。

【請求項 3】

連続する複数の前記ラウンドの前記ウインドウサイズの上限と下限とのそれぞれを、徐
々に減少するように変化させるステップと、

20

各深度での信号電力に基づいて、それぞれの深度における前記ウインドウサイズとして
、その深度における上限と下限との間のウインドウサイズを計算するステップとを含む

請求項 1 記載の変位推定方法。

【請求項 4】

前記ウインドウサイズは、全てのウインドウにおける信号エネルギーが等しくなるよう
に計算される

請求項 1 記載の変位推定方法。

【請求項 5】

超音波信号の相関値が大きくなるほど、より小さい前記ウインドウサイズが計算される

30

請求項 1 記載の変位推定方法。

【請求項 6】

前記境界は、当該境界による前記ウインドウが、対応する深度を中心に、対称のウイン
ドウになるように、当該深度の両側に延びる

請求項 1 記載の変位推定方法。

【請求項 7】

前記境界は、対応する深度での、当該境界による前記ウインドウの両側における信号エ
ネルギーが互いに等しくなるように、対応する前記深度の両側に延びる

請求項 1 記載の変位推定方法。

【請求項 8】

40

前記超音波信号を、計算された遅延値により、前記超音波信号内の各サンプルを遅延さ
せることにより、ワーピングするステップを含む

請求項 1 記載の変位推定方法。

【請求項 9】

各ラウンドの後に、ワーピングされた R F 信号間の信号差分を計算するステップと、

計算された前記信号差分が最小になるラウンドを決定するステップとを含む

請求項 1 記載の変位推定方法。

【請求項 10】

超音波信号を用いて、変位を反復的に推定する変位推定装置であって、

少なくとも 1 つの超音波信号を走査して、媒体に送信する送信部と、

50

走査された前記媒体から反射した前記超音波信号を受信する受信部と、
ウィンドウサイズを計算するサイズ計算部と、
計算された前記ウィンドウサイズに基づいて、ウィンドウの境界を計算する境界計算部と、
計算された前記境界による前記ウィンドウを用いて、前記超音波信号のそれぞれの深度における変位を推定する推定部と、
推定された前記変位に基づいて、前記超音波信号をワーピングするワーピング部と、
ワーピングされた前記超音波信号を用いて、前記超音波信号の相関値が大きくなるように、当該変位推定装置が実行する変位推定方法の収束を導く収束制御部とを含む
変位推定装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波信号を用いて変位を推定する方法を導入するものである。これは、最終的な結果、または、更なる処理のための中間ステップの何れであっても、変位推定が必要な適用例において、用いることができ、医療用および工業用超音波機器に用いることができる。

【背景技術】

【0002】

超音波装置は、高周波の機械的音波を、走査対象の媒体に対して送受信することにより、媒体を非侵襲で診断するものである。

20

【0003】

そのような装置のトランスデューサは、超音波を、走査対象の媒体に送信する。

【0004】

超音波は、散乱および反射することにより、その媒体の下層構造と相互作用する。

【0005】

なお、下層構造は、例えば、媒体の表面よりも、媒体の内部側における構造などをいう。下層構造は、例えば、人間の身体における血管などである。

【0006】

散乱および反射された超音波は、下層構造の有益な情報を含み、トランスデューサによって受信される。その後、超音波装置によって処理され、例えば画像情報としてユーザに提示される。

30

【0007】

図8は、超音波RF信号を示す図である。

【0008】

超音波装置が反射波から得る最も基礎的なデータの種類の1つとして、RF (Radiofrequency Signal) 信号が挙げられる (図8)。

【0009】

これは、受信波を、アナログからデジタルに直接変換したものである。

【0010】

異なる適用例では、超音波RF信号から、輝度モード (Bモード) 画像、ドップラー画像等、他の種類のデータを導出できる。

40

【0011】

多くの適用例のうちの1つは、走査された媒体の下層構造の動きを分析することである。

【0012】

ドップラー効果は、構造の動きの方向および強度を推測する簡易な方法として利用される。

【0013】

しかし、ドップラー効果の精度は、非常に限られたものである。

50

【 0 0 1 4 】

医療用超音波における、血流のモニタリングのような、精度が厳密に要求されない適用例には、ドップラー超音波は適している。

【 0 0 1 5 】

しかし、構造が小さく、かつ動きが極めて小さい血管などが対象物であり、高水準の精度が必要とされる場合には、より感度の高い技術が必要である。

【 0 0 1 6 】

最近の新しい適用例として、構造の弾性を推測するために、構造の変位を用いる超音波弾性率計測法がある。

【 0 0 1 7 】

弾性を正確に推定するためには、構造の変位を、受信した超音波信号から、正確に推定することが必要である。

【 0 0 1 8 】

超音波を用いた変位推定には、解像度（つまり、極めて小さな変位を推定する能力）とは別に、高水準の精度も必要である。

【 0 0 1 9 】

多くの先行技術において、構造の変位は、超音波 B モード画像から推定される。

【 0 0 2 0 】

しかし、推定された変位の質は、B モード画像の画質と解像度とに大きく依存する。

【 0 0 2 1 】

殆どの超音波装置において、B モード画像の解像度では、マイクロメートル単位の変位を推定できない。

【 0 0 2 2 】

また、受信した R F 信号から、直接的に変位を推定することに焦点を当てた技術もある。

【 0 0 2 3 】

最も一般的な技術の 1 つは、[1] のような相互相関の技術である。

【 0 0 2 4 】

しかしながら、相互相関の技術では、計算量が大きくなり、複数のサンプリング点に対応する変位しか推定できない。

【 0 0 2 5 】

マイクロメートル単位の変位は、通常、サンプリング間隔のひと間隔のごく一部に相当するに過ぎない。

【 0 0 2 6 】

このため、相互相関を用いては推定できない。

【 0 0 2 7 】

そのような状況において、信号補間に基づいて変位を推定する技術がある。

【 0 0 2 8 】

しかし、この方法は、処理時間を増大させ、また、推定品質は、補間方法に依存する。

【 0 0 2 9 】

自己相関は、受信した R F 信号の直交復調信号（ベースバンド信号としても知られる）の位相情報に依存する。

【 0 0 3 0 】

この方法は、[2] に記載の、R F 信号のサブサンプルに対応する変位を推定できるという利点を有する。

【 0 0 3 1 】

しかし、この方法では、ノイズが発生しやすく、また、振幅変調効果に影響される。

【 0 0 3 2 】

つまり、推定された変位は、信号電力の高い領域より、バイアスがかかっている。

【 0 0 3 3 】

10

20

30

40

50

ノイズの影響を克服するために、より大きなセットのサンプルを選択して、自己相関を実行することもできるが、この方法では、より詳細な変位を推定する能力が落ちる。

【0034】

上記技術から、推定された変位の不正確性を克服する方法がいくつか開発されている。

【0035】

[3]のように、「coarse to fine」アプローチは、異なる推定段階に、異なるウィンドウ領域を利用することで、第1段階では、変位を粗く推定し、第2段階では、より細かく推定して精度を向上させる。

【0036】

しかし、推定品質を評価する方法は提供されていない。

10

【0037】

[1]のように、第1段階の結果の精度を向上させるために、第2推定段階を実行し、第1段階の推定結果と組み合わせることで、第1段階の推定結果に基づく信号ワーピングを用いる技術もある。

【0038】

[2]のように、他の変位修正方法も利用できる。

【0039】

これらの方法は、発散を発生させるリスクが高いため、段階数を制限しなければならない。

【0040】

20

また、収束に導き、かつRF信号電力の不均一な分布によって起こるノイズおよびバイアスの影響を克服する方法はない。

【0041】

変位推定品質を示すことができ、推定段階数を制限する必要なく、反復推定の収束を導き、ごく小さな変位に対しても精度の高い、より包括的な反復推定方法を提供するため、これらの方法を改善する必要がある。

【0042】

このように、従来例として、特許文献1～6の技術が知られる。

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0043】

【特許文献1】米国特許第6277074号明細書

【特許文献2】米国特許第6506158号明細書（米国特許出願公開第2001/0034485号明細書）

【特許文献3】米国特許出願公開第2008/0019609号明細書

【特許文献4】米国特許出願公開第2009/0221916号明細書

【特許文献5】米国特許第6270459号明細書

【特許文献6】国際公開第2008/038615号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0044】

単一段階の変位推定方法に関し、現在の方法は、精度および変位解像度の点で課題を有する。

【0045】

相互相関に基づく方法は、信号補間なしでは、サブサンプリング間隔に対応する小さな変位を推定することができない。

【0046】

しかしながら、この方法では、ノイズの影響が少ない。

【0047】

よって、相互相関ベースの方法では、精度は高いが、変位解像度は低い。

50

【 0 0 4 8 】

相互相関方法の変位解像度を向上させる目的で、信号補間を適用することができる。

【 0 0 4 9 】

しかし、これは、推定対象の変位が、マイクロメートル単位の場合に、処理電力を大幅に増大させる。

【 0 0 5 0 】

また、この方法の精度は、補間アルゴリズムの質に依存する。

【 0 0 5 1 】

自己相関に基づく方法では、小さな変位を推定することができるが、非常に、ノイズを発生しやすい。

10

【 0 0 5 2 】

よって、この方法では、変位解像度は高いが、精度は低い。

【 0 0 5 3 】

よって、精度を向上させるため、２段階の推定方法が利用できる。

【 0 0 5 4 】

しかし、これらの方法は、包括的な反復手法の欠如、変位の質を評価する方法の欠如、変位の精度を制限する要素、つまり、ノイズおよび振幅変調効果を解消する方法の欠如という３つの観点で、課題を有する。

【 0 0 5 5 】

包括的な反復手法には、反復推定の収束を導く技術を組み込む必要がある。

20

【 0 0 5 6 】

本発明の目的は、組織変位を精度よく推定できる変位推定装置（変位推定方法）を提供することを含み、ひいては、推定された変位に基づいて、悪性腫瘍と良性腫瘍、あるいは正常組織を判別するために適した情報を提供する変位推定装置を提供することを含む。

【 0 0 5 7 】

なお、本発明の他の目的は、反復的な変位推定処理を、少ない反復回数で高精度に収束させることができる変位推定装置を提供することを含む。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 5 8 】

上記の課題を解決するために、本発明の変位推定方法は、超音波信号を用いて、変位を反復的に推定する変位推定方法であって、少なくとも１つの超音波信号を走査して、媒体に送信するステップと、走査された前記媒体から反射した前記超音波信号を受信するステップと、ウインドウサイズを計算するステップと、計算された前記ウインドウサイズに基づいて、ウインドウの境界を計算するステップと、計算された前記境界による前記ウインドウを用いて、前記超音波信号のそれぞれの深度における変位を推定するステップと、推定された前記変位に基づいて、前記超音波信号をワーピングするステップと、ワーピングされた前記超音波信号を用いて、前記超音波信号の相関値が大きくなるように、この変位推定方法の収束を導くステップとを含む変位推定方法である。

30

【 0 0 5 9 】

本発明において、発明者は、反復推定手法を用いる超音波を用いて、変位を推定する方法を教示する。

40

【 0 0 6 0 】

発明者の実験によると、推定ウインドウサイズが同じままか、または、全ての反復推定ラウンドに対して、適切に構成されていない場合には、推定された変位は、収束しない。

【 0 0 6 1 】

よって、この収束に役立つウインドウ計算方法を導入する。

【 0 0 6 2 】

ウインドウ計算方法は、反復推定の収束を導くために、ウインドウサイズを計算することの部分と、信号電力の不均一な分布によって起こるノイズおよびバイアスの影響を克服するために、ウインドウ境界を計算することの部分との２つの部分を含む。

50

【 0 0 6 3 】

ウィンドウサイズの計算により、反復推定ラウンド毎に、異なるウィンドウサイズを決定する。

【 0 0 6 4 】

これは、後続のラウンドにおいて、より詳細な推定結果を得るためと、推定を確実に収束させるためという2つの目的を有する。

【 0 0 6 5 】

つまり、不適切なウィンドウサイズでの処理がされて、収束が得られず、正しい変位量が得られないことが回避されて、適切なウィンドウサイズでの処理がされて、確実に収束が得られ、より正確な変位量が得られる。

10

【 0 0 6 6 】

ウィンドウ境界の計算では、信号電力を利用し、各推定位置での、推定ウィンドウの境界を決定する。

【 0 0 6 7 】

従来の推定方法において、ウィンドウは通常、その位置を中心に対称である。

【 0 0 6 8 】

これは、不均一な信号電力の分布によって、バイアスが起こる一因である。

【 0 0 6 9 】

信号電力を用いて、ウィンドウ境界を決定することにより、そのような影響を克服できる。

20

【 0 0 7 0 】

さらなる収束に導くため、推定された変位の質の評価を導入し、反復推定方法が、常に最良の結果に収束するよう保証する。

【 0 0 7 1 】

本発明は、収束を導く方法、精度を制限する要素を克服する方法、および結果の質を評価する方法を含み、包括的な反復手法を用いて、変位推定の精度を保証するものである。

【 発明の効果 】

【 0 0 7 2 】

図10は、シミュレーションに、バックトラックアルゴリズムを適用した後の、変位推定の改善結果を示す図である。

30

【 0 0 7 3 】

図11は、ファントム実験における、同じ結果を示す図である。

【 0 0 7 4 】

図10は、推定の第1ラウンドにおける、推定された変位（変位1001）が、シミュレーションされた変位プロファイル（プロファイル1000）から逸脱していることを示す図である。

【 0 0 7 5 】

しかしながら、収束を導くウィンドウイング方式を用いるバックトラックアルゴリズムの最終ラウンドでは、推定された変位（変位1002）は、シミュレーションされたプロファイルと、非常によく適合する。

40

【 0 0 7 6 】

図11は、グローバル変位が生成されるファントム実験による推定結果を示す図である。

【 0 0 7 7 】

例示のため、単線が選択される（プロファイル1100を参照）。

【 0 0 7 8 】

グローバル変位が生成されるので、一定の変位プロファイル（プロファイル1101）が期待される。

【 0 0 7 9 】

推定の第1ラウンドでは、結果（データ1102を参照）は、期待される変位に、あま

50

り適合しない。

【0080】

しかしながら、最終ラウンドの推定結果（データ1103を参照）は、第1ラウンドの推定結果よりも、グローバルな動きを、ずっとよく表している。

【0081】

また、適切なウィンドウサイズでの処理ができる変位推定装置を提供できる。

【0082】

本発明の目的は、組織変位を精度よく推定できる変位推定装置（変位推定方法）を提供することを含み、ひいては、推定された変位に基づいて、悪性腫瘍と良性腫瘍、あるいは正常組織を判別するために適した情報を提供する変位推定装置を提供することを含む。

10

【0083】

なお、本発明の他の目的は、反復的な変位推定処理を、少ない反復回数で高精度に収束させることができる変位推定装置を提供することを含む。

【図面の簡単な説明】

【0084】

【図1】図1は、本発明の変位推定方法を示す図である。

【図2】図2は、本発明のウィンドウ計算方法を示す図である。

【図3】図3は、ウィンドウサイズ計算の例を示す図である。

【図4】図4は、対称ウィンドウおよびエネルギー均等ウィンドウの例を示す図である。

【図5】図5は、本発明のRF信号ワーピング方法を示す図である。

20

【図6】図6は、RF信号ワーピングおよびRFサンプル遅延を示す図である。

【図7】図7は、本発明の収束に導く方法を示す図である。

【図8】図8は、超音波RF信号を示す図である。

【図9】図9は、自己相関を用いた変位推定を示す図である。

【図10】図10は、シミュレーションに本発明を用いた変位推定結果の例を示す図である。

【図11】図11は、ファントム実験に本発明を用いた変位推定結果の例を示す図である。

【図12】図12は、下層構造の変位、およびRF信号への影響を示す図である。

【図13】図13は、本装置のブロック図である。

30

【発明を実施するための形態】

【0085】

以下、図面を参照して詳しく説明される。

【0086】

実施形態の変位推定方法は、超音波信号（図13の超音波信号1201s）を用いて、変位（図12の変位1207を参照）を反復的に推定する変位推定方法（図13の変位推定装置1X参照）である。

【0087】

つまり、例えば、変位の大きさの特定が複数回行われて、特定の処理が複数回行われることにより、比較的精度のよい、変位の大きさが特定される。

40

【0088】

そして、少なくとも1つの超音波信号を走査して、媒体（媒体1200M（図12）、および、媒体1200Mにある、下層構造（変位の測定の対象）1203x（図12、13）を参照）に送信する（図13の超音波処理部1Xaにある送信部1X1を参照）。

【0089】

つまり、例えば、ライン方向（図8の方向81L）の複数の位置へと超音波信号が送信されて、それら複数の位置の走査が行われる。

【0090】

そして、走査された前記媒体から反射した前記超音波信号（超音波信号1201s）を受信する（受信部1X2を参照）。

50

【 0 0 9 1 】

なお、超音波処理部 1 X a は、例えば、プローブ（探触子）などである。

【 0 0 9 2 】

そして、ウィンドウサイズ（図 1 3 のウィンドウサイズ 1 X 3 M：例えば、図 3 の（ a ）欄、（ b ）欄のウィンドウサイズ（winSize）など）を計算する（図 1 3 の情報処理部 1 X b に含まれるサイズ計算部 1 X 3 を参照）。

【 0 0 9 3 】

つまり、それぞれのラウンドにおけるウィンドウサイズが決定される。

【 0 0 9 4 】

なお、サイズ計算部 1 X 3 は、例えば、ウィンドウ計算部 1 0 2（図 1）を含んでもよいし、ウィンドウ計算部 1 0 2 の少なくとも一部などでもよい。

10

【 0 0 9 5 】

すなわち、例えば、第 $n - 1$ のラウンドでの相関値（図 1 3 の相関値 1 X 7 M）に基づいて、第 n のラウンドでのウィンドウサイズが決定される（ $n - 2$ ）。

【 0 0 9 6 】

そして、計算された前記ウィンドウサイズに基づいて、ウィンドウの境界（境界の情報 1 X 4 M：図 4 の（ a ）欄、（ b ）欄に示される、ウィンドウの始端（winStart）、および、終端（winEnd）などを参照）を計算する（境界計算部 1 X 4 参照）。

【 0 0 9 7 】

なお、境界計算部 1 X 4 は、例えば、ウィンドウ計算部 1 0 2（図 1）の少なくとも一部等でもよい。

20

【 0 0 9 8 】

つまり、それら始端および終端の間の幅が、計算されたウィンドウサイズである始端および終端が特定される。

【 0 0 9 9 】

そして、計算された前記境界による前記ウィンドウを用いて、前記超音波信号のそれぞれの深度における変位（変位 1 X b M）を推定する（推定部 1 X 5 参照）。

【 0 1 0 0 】

なお、推定部 1 X 5 は、例えば、例えば、変位推定部 1 0 1（図 1）の少なくとも一部等でもよい。

30

【 0 1 0 1 】

つまり、例えば、本装置からの距離が互いに異なる複数の位置における変位が特定される。

【 0 1 0 2 】

そして、推定された前記変位に基づいて、前記超音波信号をワーピングする（ワーピング部 1 X 6 参照）。

【 0 1 0 3 】

なお、ワーピング部 1 X 6 は、例えば、RF 信号ワーピング部 1 0 0（図 1）の少なくとも一部等でもよい。

【 0 1 0 4 】

そして、ワーピングされた前記超音波信号を用いて、前記超音波信号の相関値（相関値 1 X 7 M）が大きくなるように、この変位推定方法の収束を導く（収束制御部 1 X 7 参照）。

40

【 0 1 0 5 】

なお、収束制御部 1 X 7 は、例えば、収束ガイド部 1 0 3 の少なくとも一部等でもよい。

【 0 1 0 6 】

つまり、ワーピングされた超音波信号から算出される相関値が最大であるラウンドで推定された、変位の大きさが、最も精度の高い大きさとして特定される。

【 0 1 0 7 】

50

そして、計算される前記ウィンドウサイズは、連続する複数のラウンドに用いられる前記ウィンドウサイズが、徐々に減少するように、変化される。

【0108】

つまり、例えば、それぞれのラウンドで計算されるウィンドウサイズは、そのラウンドよりも前のラウンドで計算されるウィンドウサイズよりも小さいサイズであり、計算されるウィンドウサイズが、小さいサイズへと変更される。

【0109】

そして、前記ウィンドウサイズは、全ての（深度の）ウィンドウにおける信号エネルギーが等しくなるように計算される。

【0110】

そして、超音波信号の相関値（第 $n - 1$ ラウンドでの相関値）が大きくなるほど、より小さい前記ウィンドウサイズ（第 n ラウンドでのウィンドウサイズ）が計算される。ここで、相関値など各ラウンドにおける収束度合いの評価値とウィンドウサイズとの関係は、生体での実験値に基づく所定の関係式、あるいは、両者の対応関係を示すテーブルなどを参照して決定できる。

【0111】

そして、第 $n - 1$ ラウンドでの相関値に対して、決定された対応関係が対応させるウィンドウサイズが、第 n ラウンドでのウィンドウサイズと特定される。

【0112】

つまり、例えば、本装置において、次の動作が行われる。

【0113】

すなわち、測定対象物（例えば新生血管を伴う悪性腫瘍など）である下層構造 1203x（図12）へと、超音波信号 1201s が送信され、送信された超音波信号 1201s が受信されてもよい。

【0114】

特定される遅延時間 1208 は、第 1 のパルスの位置（図12の（b）欄の RF 信号 1204 を参照）と、第 2 のパルスの位置（RF 信号 1205 を参照）との間における遅延時間である。

【0115】

ここで、第 1 のパルスは、受信された超音波信号 1201s における、下層構造 1203x が変位 1207 をする前のパルスである。

【0116】

そして、第 2 のパルスは、測定対象物が変位 1207 をした後のパルスである。

【0117】

そして、特定された遅延時間 1208 に基づいて変位 1207 を決定する。

【0118】

そして、特定された、変位 1207 の大きさでの、下層構造 1203x の動きが、予め定められた動きであるか否かが判定されてもよい。

【0119】

そして、予め定められた動きと判定される場合に、当該下層構造 1203x が、悪性腫瘍（癌）と判定され、当該動きではないと判定される場合に、良性腫瘍、あるいは、正常組織と判定されてもよい。

【0120】

なお、このような、癌か否かの判定は、例えば、収束制御部 1x7（図13）により行われてもよい。

【0121】

このような本装置において、より具体的には、例えば、後で詳しく説明されるように、第 $n - 1$ のラウンドで特定された相関値が大きいほど、第 n のラウンドにおいて、より大きいウィンドウサイズでの処理がされてもよい。

【0122】

10

20

30

40

50

なお、ここで、ウィンドウサイズによる処理は、例えば、第 n のラウンドにおける相関値が、受信される超音波信号 1 2 0 1 s における、当該ウィンドウサイズのウィンドウの部分のデータから算出される処理でもよい。

【 0 1 2 3 】

本処理により、各ラウンドにおいて超音波の受信信号の信号レベルに応じた適切なウィンドウが設定できるため、収束の精度が高まると共に、少ない反復回数で収束が得られ、高精度な変位推定が少ない処理量で実現できる。

【 0 1 2 4 】

以下の実施形態は、単に、様々な発明ステップの原理を説明するものである。

【 0 1 2 5 】

10

ここに説明する具体例の様々な変形は、当業者には明らかであろう。

【 0 1 2 6 】

したがって、本発明の技術範囲は、本明細書に記載の、具体的かつ例示的な内容によってではなく、特許請求項の範囲によってのみ限定されるものとする。

【 0 1 2 7 】

図 1 は、変位推定方法を示す図である。

【 0 1 2 8 】

本発明の主な実施形態は、図 1 に示される。

【 0 1 2 9 】

$RF\ Sig(d, l, f)$ は、超音波部から得た RF 信号であり、 d は深度方向 (図 8 の方向 8 1 D)、 l はライン方向 (方向 8 1 L)、 f はフレーム方向 (方向 8 1 F) を表す。

20

【 0 1 3 0 】

これらに関することは、さらに、図 8 に示される。

【 0 1 3 1 】

そのような RF 信号の 1 フレーム内の 1 ライン (図示される 8 0 1 を参照) は、超音波トランスデューサ 8 0 0 が、当該ラインの位置で走査方向 (方向 8 0 2) に向かってパルスを送信するメカニズムによって生成される。

【 0 1 3 2 】

ここで、当該パルスは、反射および散乱しながら、進路に沿って、下層構造と相互作用し、当該超音波トランスデューサ 8 0 0 は、反射および散乱した信号を受信する。

30

【 0 1 3 3 】

そして、その信号は、超音波部によって、対応するラインに変換される。

【 0 1 3 4 】

同じメカニズムにより、複数のラインが様々な位置で生成され、複数のフレームが様々なタイムインスタンスに生成される。

【 0 1 3 5 】

図 1 2 の (a) 欄は、下層構造の変位を示し、(b) 欄は、RF 信号への影響を示す。

【 0 1 3 6 】

走査された媒体の下層構造の変位が、RF 信号の遅延として反射されるメカニズムが、図 1 2 により示される。

40

【 0 1 3 7 】

例示を目的として、1 ラインの 1 パルスが送信されるとき、下層構造には、反射境界が 1 つだけあるとする。

【 0 1 3 8 】

第 1 のタイムインスタンス ((a) 欄の左側部分を参照) において、超音波トランスデューサ 1 2 0 0 は、走査された媒体に向けてパルスを送信する (パルス 1 2 0 1 を参照) 。

【 0 1 3 9 】

このパルスは、下層構造 1 2 0 3 (1 2 0 3 x) の反射境界に到達するまで、媒体を通

50

して伝搬する。

【 0 1 4 0 】

この境界により、パルスはトランスデューサに向かって反射する（反射したパルス 1 2 0 2 を参照）。

【 0 1 4 1 】

トランスデューサは、このパルスを受信し、R F 信号 1 2 0 4（図 1 2 の（b）欄の表の第 1 行を参照）に変換する。

【 0 1 4 2 】

R F 信号 1 2 0 4 の全体における、パルスの位置は、送信されたパルス 1 2 0 1 が、下層構造 1 2 0 3 に向かって進み、反射して戻ってくるのに必要な時間を示す。

10

【 0 1 4 3 】

第 2 のタイムインスタンス（図 1 2 の（a）欄の右側を参照）において、R F 信号 1 2 0 5（図 1 2 の（b）欄の表の第 3 行）は、同一メカニズムにより作成されるが、下層構造は、新たな位置に変位している（変位した後の下層構造 1 2 0 6 を参照）。

【 0 1 4 4 】

変位 x（変位 1 2 0 7）により、送信されたパルス（パルス 1 2 0 1）が、伝搬され、下層構造の境界で反射するのに要する時間が長くなり、その結果、R F 信号の遅延が起こる（遅延時間 1 2 0 8 を参照）。

【 0 1 4 5 】

なお、この例において、変位 x の向きは、図 1 2 に示される方向 1 2 0 3 d の向きである。

20

【 0 1 4 6 】

この遅延時間 1 2 0 8 の遅延値が分かると、変位（変位 1 2 0 7）を推測することができる。

【 0 1 4 7 】

そして、複数の下層構造を有する媒体では、複数の反射パルスが生成される。

【 0 1 4 8 】

それら複数の下層構造が変位する量が互いに異なることが原因で、R F 信号における、反射パルスの遅延は、異なるものになる。

【 0 1 4 9 】

30

これらのパルスが重複し、かつ相互作用することにより、各下層構造の正確な変位を推定することが難しくなる。

【 0 1 5 0 】

本発明は、反復して推定を行うことにより、下層構造の変位を、正確に推定する方法を提示するものである。

【 0 1 5 1 】

図 1 に示される主な実施形態によると、本発明は、以下の主なブロックを備える。

【 0 1 5 2 】

つまり、本装置では、R F 信号ワーピング部 1 0 0（図 5 参照）と、変位推定部 1 0 1（図 9 参照）と、ウインドウ計算部 1 0 2（図 2 参照）と、収束ガイド部 1 0 3（図 7 参照）と、出力スイッチ 1 0 4 とを備える。

40

【 0 1 5 3 】

R F 信号ワーピング部 1 0 0 は、前回の推定ラウンド（第 n - 1 ラウンド）の変位推定結果 `dispRound(d, l, round)` に基づいて、対象推定ラウンド（第 n ラウンド）におけるワーピングをする。このワーピングでは、対象推定ラウンドについて、R F 信号の、選択されたフレーム内の、選択されたラインをワーピングする。

【 0 1 5 4 】

なお、これは、第 1 ラウンドでは、ゼロに設定される。

【 0 1 5 5 】

このブロックの出力は、推定ラウンドに用いられる、ワーブされた R F 信号 `R F S i`

50

`gWarp(d, l, f, round)`である。

【0156】

なお、第1の推定ラウンド(つまり、`round = 1`)では、`dispRound(d, l, 0)`をゼロに初期化したことにより、`RFSigWarp(d, l, f, 1)`と、超音波部から得たRF信号である`RFSig(d, l, f)`(先述)は、実質的に、互いに同一である。

【0157】

変位を推定するため、予め定義されたフレームのセットを、このブロックに対する入力として選択することができる。

【0158】

例示を目的として、2つのフレームが選択され、これらは`f1`および`f2`で表される。

【0159】

RF信号ワーピングの目的は、先行するラウンドで推定された変位に基づいて、1つのRF信号を、他のRF信号と適合するように、修正することである。

【0160】

そして、その後、修正されたRF信号から、残留変位を推定し、先行するラウンドの変位に追加することで、新たな変位を作成する。

【0161】

いくつかの数(予め定められた数)の推定ラウンドの後、推定された変位は、修正されたRF信号にほぼ一致するものとなり、残留変位はゼロに収束する。

【0162】

変位推定部101は、RF信号の時間遅延から導出することで、RF信号`RFSigWarp(d, l, f, round)`から、変位を推定する。

【0163】

このタスクの実行に好ましい方法は、各深度における推定ウィンドウが、`winStart(d, l)`および`winEnd(d, l)`によって記述される、自己相関の方法であるが、これに限定されるものではない。

【0164】

ウィンドウ計算部102は、各深度での、選択されたラインに用いられる推定ウィンドウパラメータ`winStart(d, l)`および`winEnd(d, l)`を計算する。

【0165】

ウィンドウ計算部102は、RF信号`RFSigWarp(d, l, f, round)`を取得し、かつ、対象ラウンド数`curRound`と、RF信号差分`residue(d, l, round)`とを、収束ガイド部103からの入力として取得する。

【0166】

収束ガイド部103は、本技術の、収束を導く処理を行う。

【0167】

つまり、推定された変位の質を決定するために、ワーブされたRF信号間の差分が計算される。

【0168】

この差分が最小である(対象ラウンドを含む)ラウンドが、最も正確な変位推定結果を表していると判定される。

【0169】

このブロックの出力は、対象推定ラウンド数`curRound`と、RF信号差分が最小であるラウンド数`minResidueRound(d, l)`と、推定された変位の質の測定値としてのRF信号差分`residue(d, l, round)`とである。

【0170】

`residue(d, l, round)`が小さいほど、質がよいことを示し、推定ラウンド全体にわたって、`residue(d, l, round)`が減少していると、収束を示す。

10

20

30

40

50

【 0 1 7 1 】

なお、ワーブされた R F 信号間の差分を計算する方法として、「二乗差分和」および「絶対差分」の方法が考えられるが、これらに限定されるものではない。

【 0 1 7 2 】

出力スイッチ 1 0 4 は、入力として、`curRound` および `minResidueRound(d, l)` を取得する。

【 0 1 7 3 】

対象ラウンド数が最大値に到達した場合、最も正確な推定結果が、最終出力として選択される。

【 0 1 7 4 】

そうでなければ、その最も正確な推定結果は、後続の推定ラウンドに用いるために、R F 信号ワーピング部 1 0 0 の入力として選択され、`residue(d, l, round)` および `curRound` が、入力として変位推定部 1 0 1 に送られる。

【 0 1 7 5 】

次の段落に、図 1 に示される主な実施形態に基づく具体的な実施形態をいくつか示す。

【 0 1 7 6 】

図 5 は、R F 信号ワーピング方法を示す図である。

【 0 1 7 7 】

本発明の具体的な実施形態として、主な実施形態の R F 信号ワーピング部 1 0 0 は、図 5 に示される方法によって実現される。

【 0 1 7 8 】

変位の結果、R F 信号は移動され、かつ伸長される。

【 0 1 7 9 】

よって、先行するラウンドの、最も正確な変位推定結果 `dispRound(d, l, minResidueRound(d, l))` から、`RFSig(d, l, f1)` を、`RFSig(d, l, f2)` に適合させるサンプルにおける遅延値（図 1 2 の遅延時間 1 2 0 8 を参照）が、遅延値計算部 5 0 0 において、以下のように算出される。

【 0 1 8 0 】

【 数 1 】

$$delayValues(d, l) = \frac{dispRound(d, l, minResidueRound(d, l)) \times 2 \times fs}{c}$$

【 0 1 8 1 】

ここで、`fs` は、R F 信号のサンプリング周波数であり、`c` は、走査された媒体における音速である。

【 0 1 8 2 】

走査された媒体における変位は、結果として、得られた R F 信号における遅延として反映される。

【 0 1 8 3 】

各深度での遅延値が既知であるため、`RFSig(d, l, f1)` または `RFSig(d, l, f2)` の何れかにおける各ラインの、（全ての深度に対応する）全てのサンプルを、他のサンプルに適合するように合わせて、遅延させることができる。

【 0 1 8 4 】

これは、R F サンプル遅延部 5 0 1 において実行される。

【 0 1 8 5 】

1 つの実施形態において、R F サンプル遅延部 5 0 1 における遅延は、信号補間を用いて実行される。

【 0 1 8 6 】

別の実施形態では、RF サンプル遅延部 501 における遅延は、分数遅延フィルタを用いて実行される。

【0187】

図6は、RF 信号ワーピングおよびRF サンプル遅延を示す図である。

【0188】

RF 信号ワーピング処理が、図6に示される。

【0189】

変位により、RF 信号の遅延が起こることが、先述の図12により示される。

【0190】

RF 信号ワーピングの目的は、推定された変位と逆方向に、1つのRF 信号を遅延させることによって、この効果を無効にすることである。

【0191】

この無効化の結果として、ワーブされたRF 信号が、相互に適合することが期待される。

【0192】

遅延値計算部500から計算された $delay\ Values(d, l)$ は、1つのRF 信号内の各サンプルが、これを達成するために遅延される値を表す。

【0193】

2つのRF 信号600および601(図6)を、この例示のために用いる。

【0194】

データ602は、ある推定ラウンドの後に、遅延値計算部500から計算された $delay\ Values(d, l)$ を示す。

【0195】

$delay\ Values(d, l)$ の特定の深度での値が、RF 信号600における、同じ深度でのサンプルが、遅延値計算部601に適合するための遅延に必要な量を表すことが分かる。

【0196】

しかしながら、 $delay\ Values(d, l)$ における遅延値は、常に整数であるわけではない。

【0197】

よって、 $delay\ Values(d, l)$ に従って、RF 信号600における各サンプルを遅延できるようにするため、信号補間または分数遅延フィルタが、2つの選択候補として挙げられる。

【0198】

変位推定部101をRF 信号に適用することで、第1ラウンドに用いられる変位と、後続ラウンドに用いられる残留変位を得て、最終的な変位を得るために、それらを組み合わせる。

【0199】

好ましい実施形態が図9に示されるが、これに限定されるものではない。

【0200】

図9は、自己相関を用いた変位推定を表す。

【0201】

IQ 復調部900は、RF 信号 $RF\ SigWarp(d, l, f, round)$ を、ベースバンド信号 $IQ\ Sig(d, l, f)$ に変換する。

【0202】

自己相関計算部901は、以下の式に従って、 $autocorr(d, l)$ を計算する。

【0203】

10

20

30

40

【数 2】

$$autocorr(d, l) = \sum_{l_i = winStart(d, l)}^{winEnd(d, l)} IQSig(d, l_i, f_1) \times conj(IQSig(d, l_i, f_2))$$

【0204】

ここで、 $conj()$ は、複素共役を表す。

【0205】

最後に、以下の式に従って、変位計算部 902 により、 $autocorr(d, l)$ が 10
、変位に変換される。

【0206】

【数 3】

$$residueDisp = \frac{\lambda}{4\pi} arg(autocorr(d, l))$$

$$dispRound(d, l, round) = dispRound(d, l, round - 1) + residueDisp$$

20

【0207】

ここで、 $arg()$ は、複素数の偏角を計算する関数である。

【0208】

1 から開始するラウンド（第 1 ラウンドを表す）により、 $dispRound(d, l, 0)$ は、ゼロに初期化される。

【0209】

図 2 は、ウィンドウ計算方法を示す図である。

【0210】

ウィンドウ計算部 102 により、各推定ラウンドにおける、各ラインの各深度に対し、異なる推定ウィンドウを決定する。 30

【0211】

これは図 2 に示される。

【0212】

図 3 は、ウィンドウサイズ計算の具体例を示す図である。

【0213】

ウィンドウサイズ計算部 200（図 2）は、各推定ラウンドに対するウィンドウサイズの決定をする。

【0214】

このブロックの出力は、 $winSize(d, l)$ である。

【0215】

好ましい実施形態において、各ラウンドに対するウィンドウサイズは、ラウンドの関数が減少するにつれて、変化する。 40

【0216】

これは図 3 に示される。

【0217】

ウィンドウサイズ計算部 200（図 2）のある実施形態において、図 3 の（a）欄に示されるように、ウィンドウサイズは、減少関数 $winSizeRound(round)$ により、推定ラウンド数に、直接関係する。

【0218】

$curRound$ によって特定される対象推定ラウンドについて、以下に基づいて、全 50

ての深度に対するウィンドウサイズが特定される。

【0219】

全ての d および l について、

$winSize(d, l) = winSizeRound(curRound)$

【0220】

「固定ウィンドウイングスキーム」は、変位推定に用いられる全ての深度で推定ウィンドウサイズとなる $winSize(d, l)$ の同じ値を選択する処理である。

【0221】

「固定ウィンドウイングスキーム」の利点は、必要な演算量が多くなく（比較的少なく）、かつ、RF 信号エネルギーが、深度方向に沿って、規則正しく配分されている場合に、適していることである。

10

【0222】

ウィンドウサイズ計算部 200 の別の実施形態において、各深度でのウィンドウサイズは、上限である $maxWin(round)$ と、下限である $minWin(round)$ と、RF 信号電力 $sigPow(d, l)$ とに基づいて計算される。

【0223】

$maxWin(round)$ および $minWin(round)$ は、ラウンドの減少関数である。

【0224】

これは、「瞬間電力ウィンドウイングスキーム」として、図 3 の (b) 欄に示される。

20

【0225】

以下の条件が適用される。

【0226】

【数 4】

$$winSize(d, l) \in [minWin(curRound), maxWin(curRound)]$$

【0227】

また、図 3 の (b) 欄に示されるように、 $winSize(d, l)$ は、 $sigPow(d, l)$ 、つまり、 $sigPow = 0$ に対応する最大ウィンドウサイズと、最大 $sigPow$ に対応する最小ウィンドウサイズとに反比例してもよい。

30

【0228】

「瞬間電力ウィンドウイングスキーム」は、「固定ウィンドウイングスキーム」と比較して、必要な演算量が多いが、特に、RF 信号エネルギーが、深度方向に沿って、かなり不均一である場合に、より精度が高い。

【0229】

信号対ノイズ比の低さを克服するために、低い信号電力を有する領域に対して、より大きな推定ウィンドウが指定され、より詳細に変位を分布するために、大きな信号電力を有する領域に対して、より小さな推定ウィンドウが指定される。

40

【0230】

しかしながら、信号エネルギーが規則正しく配分されている RF 信号に関しては、「固定ウィンドウイングスキーム」と「瞬間電力ウィンドウイングスキーム」とは大差がない。

【0231】

ウィンドウサイズ計算部 200 の別の実施形態において、全ての深度でのウィンドウサイズを、全てのウィンドウ内の信号エネルギーが同量に保たれるように計算してもよく、これは、「一定エネルギーウィンドウイングスキーム」と称される。

【0232】

信号電力計算部 201 (図 2) により、フレーム方向に沿う、RF 信号の平均電力が計

50

算される。

【0233】

信号電力計算部201は、ワープされたRF信号 $RFSigWarp(d, l, f, round)$ と、対象ラウンド数 $curRound$ とを、入力として取得する。

【0234】

$RFSigWarp(d, l, f, curRound)$ 内には、複数のフレームがあり、電力が、以下の通り計算される。

【0235】

【数5】

$$sigPow(d, l) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (RFSigWarp(d, l, f_i, curRound))^2 \quad 10$$

【0236】

ここで、Nは、計算に用いるために選択されたフレームの総数である。

【0237】

図4は、対称ウィンドウおよびエネルギー均等ウィンドウの例を示す図である。

【0238】

ウィンドウ境界計算部202（図2）により、各ラインの各深度でのウィンドウ境界が計算される。 20

【0239】

これは図4に示される。

【0240】

ウィンドウ境界計算部202のある実施形態においては、ウィンドウサイズ計算部200から計算された $winSize(d, l)$ が入力であり、 $winStart(d, l)$ および $winEnd(d, l)$ が、以下の式に従って、対応する深度を中心に、ウィンドウが対称になるように計算される（「対称ウィンドウ」と称される）。

【0241】

【数6】

$$winStart(d, l) = d - ROUND\left(\frac{winSize(d, l)}{2}\right) \quad 30$$

$$winEnd(d, l) = d + ROUND\left(\frac{winSize(d, l)}{2}\right) \quad 40$$

【0242】

ここで、 $ROUND()$ は、最も近い整数に丸める処理を示す。

【0243】

これは、図4の（a）欄に示される。

【0244】

対称ウィンドウの利点は、必要とされる演算量が多くないことである。

【0245】

これは、RF信号電力が、深度方向において、サンプル毎に突然変化しない場合に適し 50

ている。

【0246】

ウィンドウ境界計算部202の別の実施形態においては、次の通りである。

【0247】

つまり、ウィンドウサイズ計算部200から計算された $winSize(d, l)$ が、ウィンドウ境界計算部202の入力である。

【0248】

そして、 $winStart(d, l)$ および $winEnd(d, l)$ が、以下の式により、各深度の両側での信号エネルギーが等しくなるように(「エネルギー均等ウィンドウ」と称される)計算される。

10

【0249】

【数7】

$$\sum_{d_i=winStart(d,l)}^d sigPow(d_i, l) = \sum_{d_i=d}^{winEnd(d,l)} sigPow(d_i, l)$$

$$winEnd(d, l) - winStart(d, l) + 1 = winSize(d, l)$$

20

【0250】

これは、図4の(b)欄に示される。

【0251】

「エネルギー均等ウィンドウ」は、「対称ウィンドウ」と比較して、必要な演算量が多いが、従来のウィンドウイング技術においてバイアスの原因となっていた、深度方向に沿う、信号電力の不均一な分布の影響を抑制できる。

【0252】

図7は、収束に導く方法を示す図である。

30

【0253】

図1の収束ガイド部103による、本発明において説明した方法で、収束が可能であることが保証される。

【0254】

収束ガイド部103は、図7に示されるように、ワープされたRF信号 $RFSigWarp(d, l, f, round)$ を、当該収束ガイド部103の入力として取得する。

【0255】

RF信号差分計算部700は、ワープされたRF信号間の差分を計算し、各ラインの各深度について、各推定ラウンドにおける差分を、 $residue(d, l, round)$ として出力する。

40

【0256】

RF信号ワーピング部100の主な目的は、RF信号の1つを、他と適合するように、修正することであるので、この残差 $(d, l, round)$ は、RF信号同士が、どの程度適合しているかの尺度になる。

【0257】

($round$ により特定される)ある特定の推定ラウンドについて、推定された変位 $dispRound(d, l, round)$ の質を評価する目的で、RF信号ワーピング部100が、当該RF信号ワーピング部100の入力として、 $dispRound(d, l, round)$ を取得する。

【0258】

50

このことにより、RF信号がワーブされ、適合レベルを評価するために、ワーブされた信号間の差分が計算される。

【0259】

これらのワーブされた信号は、後続ラウンドの変位推定のための入力としても用いられ、よって $RFSigWarp(d, l, f, round + 1)$ と表される。

【0260】

よって、 $RFSigWarp(d, l, f, round + 1)$ から、 $residue(d, l, round)$ が計算される。

【0261】

RF信号差分計算部700(図7)で行われる計算の一例として、以下の式(つまり、二乗差分和)が挙げられるが、これに限定されるものではない。

10

【0262】

【数8】

$$residue(d, l, round) = \sum_{all\ d_i} (RFSigWarp(d_i, l, f_1, round + 1) - RFSigWarp(d_i, l, f_2, round + 1))^2$$

【0263】

ここで、 f_1 および f_2 は、推定に用いるために選択された2フレームを表す。

【0264】

20

この例において、1ラインの全ての深度に対し同一の信号差分値が指定され、これは、対応するラインのRF信号が、全体的に適合していることを表す。

【0265】

小さな領域で変位が起こるだけではないときには、「二乗差分和」が適しており、その結果、ライン全体に反復が起こる。

【0266】

なお、RF信号差分計算部700(図7)で行われる計算の別の例として、以下の式(つまり、絶対差分)が挙げられるが、これに限定されるものではない。

【0267】

【数9】

30

$$residue(d, l, round) = |RFSigWarp(d, l, f_1, round + 1) - RFSigWarp(d, l, f_2, round + 1)|$$

【0268】

ここで、 f_1 および f_2 は、推定に用いるために選択された2フレームを表す。

【0269】

この例において、各ラインの各深度は、個別の信号差分値を有し、これは、RF信号が、局所的に適合していることを表す。

【0270】

40

深度方向に小さな領域だけで、変位が起こる場合には、「絶対差分」が適しており、その結果、その領域内での局所的反復が可能になる。

【0271】

最小残余計算部701は、以下の式に基づき、 $residue(d, l, round)$ における、各深度およびラインについて、残余が最小であるラウンド数を確認する。

【0272】

これは、最も正確な推定結果を表す。

【0273】

【数 1 0】

$$\min \text{ResidueRound}(d, l) = \arg \min_{\text{round}} (\text{residue}(d, l, \text{round}))$$

ここで関数

【0 2 7 4】

【数 1 1】

$$\arg \min_x (f(x))$$

10

は、 $f(x)$ を最小化する x の値を返す。

【0 2 7 5】

収束ガイド部 1 0 3 (図 1) の出力は、対象ラウンド数 curRound と、残余が最小であるラウンド数 $\min \text{ResidueRound}(d, l)$ と、信号差分 $\text{residue}(d, l, \text{round})$ とである。

【0 2 7 6】

出力スイッチ 1 0 4 (図 1) は、入力として、 curRound および $\min \text{ResidueRound}(d, l)$ を取得する。

【0 2 7 7】

curRound が最大値に達すると、出力スイッチ 1 0 4 は、最も精度の高い変位推定結果 $\text{dispRound}(d, l, \min \text{ResidueRound}(d, l))$ を、最終的な出力 dispOut として選択する。

20

【0 2 7 8】

そうでなければ、対象ラウンド $\text{dispRound}(d, l, \text{curRound})$ が、変位推定される代わりに、次の推定ラウンドのための、RF 信号ワーピング部 1 0 0 の入力として用いられる $\text{dispRound}(d, l, \min \text{ResidueRound}(d, l))$ が、変位推定される。

【0 2 7 9】

ここで、変位推定の多次元 (2 次元 or 3 次元) への拡張について説明する。

【0 2 8 0】

30

つまり、上記の実施の形態では、超音波の深さ方向における 1 次元の変位を求める方法について説明した。

【0 2 8 1】

しかしながら、血管や腫瘍組織などの生体組織の拍動方向は、1 次元内に限定されず、また、場所によっても、方向が異なる。

【0 2 8 2】

したがって、複数方向から超音波を送受信することで、特定位置における複数方向の変位を求め、組織の 2 次元あるいは 3 次元的な変位を測定してもよい。

【0 2 8 3】

こうして、多次元で測定することにより、診断精度の更なる向上が見込まれる。

40

【0 2 8 4】

そして、超音波を複数方向から送受信する方法としては、超音波振動子が、1 次元に配置されたりニアプローブを用いて、プローブの方向を変化させる、または、超音波振動子が 2 次元アレイ上に配置されたマトリックスプローブを用いて、ビームフォーミングにより、複数方向での送受信を行うなどの方法が可能である。

【0 2 8 5】

ここで、ニアプローブの使用時には、磁気センサや加速度センサ、ジャイロなどの位置センサ、あるいは、カメラにより、プローブの位置を追跡することで、プローブの位置や向きを取得して、送受信時の方向を決定できる。

【0 2 8 6】

50

なお、変位測定は、超音波の深さ方向など、1方向についてのみ行い、この変位ベクトルを、所定の2次元あるいは3次元座標系の各軸方向の成分に分解することで、多次元的に評価してもよい。

【0287】

この時、超音波の深さ方向と所定の座標系との対応関係が必要となるが、上述の位置センサなどを用いて、プローブの位置と方向を取得することで、両者を対応付ける。

【0288】

ここで、癌検出、あるいは、動脈硬化（血管の硬さ）の診断などに適用できる歪み計測（エラストグラフィ）との関連について補足説明する。歪みは、変位の時間微分であり、組織の硬さの指標となるが、本発明により、変位推定精度が向上することで、結果として、歪みの測定精度が向上する。エラストグラフィでは微分値を用いるが、その他に、組織の特定部位の変位の時間変化波形なども、組織性状の判定に利用できる。例えば、癌の成長過程においては、癌の周辺および内部に血管新生が起こることが知られている。従って、これら血管の拍動、あるいは、血管の拍動に伴う周囲の組織の拍動などを変位量の時間変化として捉え、変化のパターンや振幅が癌に特有のものであるかどうかを判定することで、癌検出を行ってもよい。

10

【0289】

こうして、変位推定装置であって、超音波信号を用いて、変位を反復的に推定する変位推定装置であって、少なくとも1つの超音波信号を、トランスデューサから走査された媒体に送信する手段と、前記走査された媒体から反射した超音波信号を受信する手段と、推定ウィンドウサイズを計算する手段と、前記推定されたウィンドウサイズに基づいて、前記推定ウィンドウの境界を計算する手段と、前記計算された推定ウィンドウを用いて、前記超音波信号の深度方向に沿って変位を推定する手段と、前記推定された変位に基づいて、前記超音波信号をワーピングする手段と、前記方法の収束傾向を前記ワーブされた超音波信号間の差分として計算することで、収束を導く手段とを備える変位推定装置が開示される。

20

【0290】

こうして、開示される方法は、収束を導く方法、精度を限定する要素を克服する方法、および結果の質を評価する方法を含み、包括的な反復手法を用いて変位推定の精度を保証する。

30

【0291】

つまり、次の問題が解決される。つまり、超音波を用いる変位推定において、先行技術では、推定の精度と解像度を高める方法を提供している。その中には、複数段階からなる推定または反復推定を導入しているものもある。しかし、（1）反復推定の収束を導く方法を組み込んだ包括的な反復手法の欠如、（2）品質評価方法の欠如、および（3）変位の精度を限定する要素を克服する方法の欠如という問題があり、本発明の変位推定方法により、これらの問題が解決される。

【0292】

なお、本発明は、装置、システム、集積回路などとして実現できるだけでなく、その装置等を構成する処理手段をステップとする方法として実現したり、それらステップをコンピュータに実行させるプログラムとして実現したり、そのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能なCD-ROMなどの記録媒体として実現したり、そのプログラムを示す情報、データ又は信号として実現したりすることもできる。そして、それらプログラム、情報、データ及び信号は、インターネット等の通信ネットワークを介して配信してもよい。

40

【0293】

なお、本発明について、実施の形態に基づいて説明したが、本発明は、上記の実施の形態に限定されるものではない。本発明の主旨を逸脱しない限り、当業者が思いつく各種変形を本実施の形態に施したものや、異なる実施の形態における構成要素を組み合わせで構築される形態も、本発明の範囲内に含まれる。

50

【産業上の利用可能性】

【0294】

本技術は、超音波信号を用いて変位を推定する方法を導入するものである。これは、最終的な結果、または、更なる処理のための中間ステップの何れであっても、変位推定が必要な適用例において、用いることができ、医療用および工業用超音波機器に用いることができる。

【0295】

変位を精度よく推定できる変位推定装置が提供でき、ひいては、推定された変位に基づいて、悪性腫瘍と良性腫瘍、あるいは正常組織を判別するために適した情報を提供可能な変位推定装置が提供できる。

10

【符号の説明】

【0296】

1 X 変位推定装置

1 X 1 送信部

1 X 2 受信部

1 X 3 サイズ計算部

1 X 4 境界計算部

1 X 5 推定部

1 X 6 ワーピング部

1 X 7 収束制御部

20

1 2 0 1 s 超音波信号

1 2 0 3 x 下層構造

1 X 3 M ウィンドウサイズ

1 X 4 M 境界の情報

1 X b M 変位

1 X 7 M 相関値

1 0 0 R F 信号ワーピング部

1 0 3 収束ガイド部

1 0 1 変位推定部

1 0 2 ウィンドウ計算部

30

1 0 3 収束ガイド部

1 0 4 出力スイッチ

6 0 0、1 2 0 4、1 2 0 5 R F 信号

8 0 0、1 2 0 0 超音波トランスデューサ

1 2 0 0 M 媒体

1 2 0 8 遅延時間

1 0 0 a、1 0 1 a、1 0 2 1 a、1 0 3 a、1 0 4 a、1 0 4 b、1 0 4 c 情報

2 0 1 n、2 0 1 m、2 0 1 a、2 0 0 m、2 0 0 a、2 0 2 a 情報

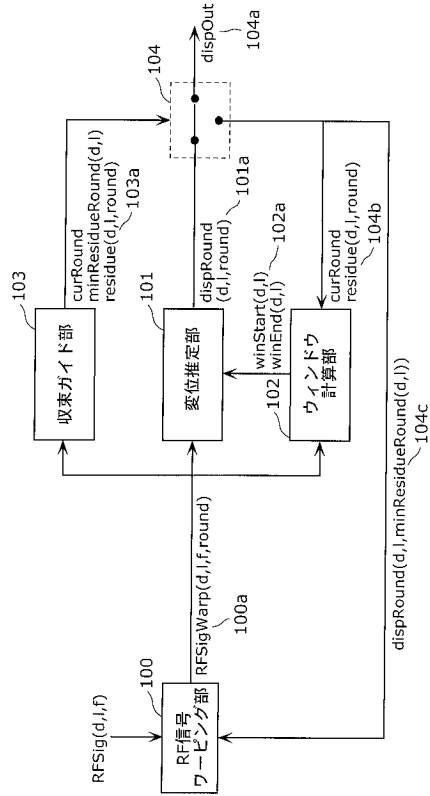
5 0 0 m、5 0 0 a、5 0 1 n、5 0 1 a 情報

7 0 0 m、7 0 0 a、7 0 1 a、7 0 0 b 情報

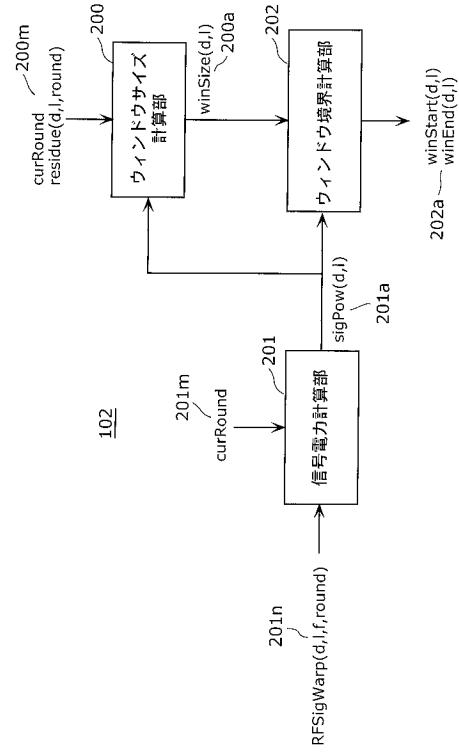
40

9 0 0 m、9 0 0 a、9 0 1 m、9 0 1 a、9 0 2 a 情報

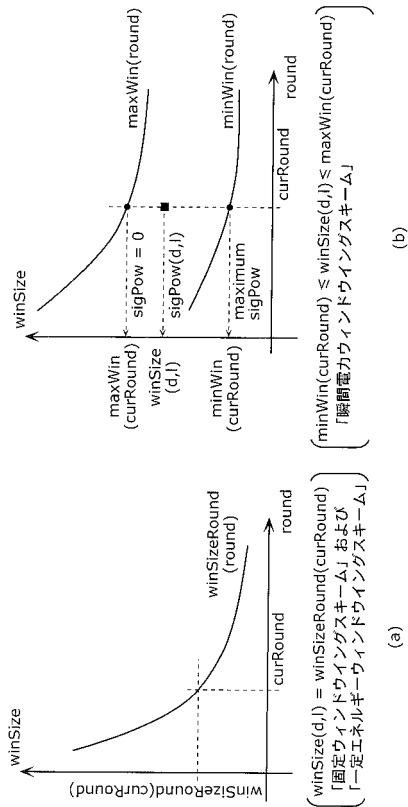
【図 1】



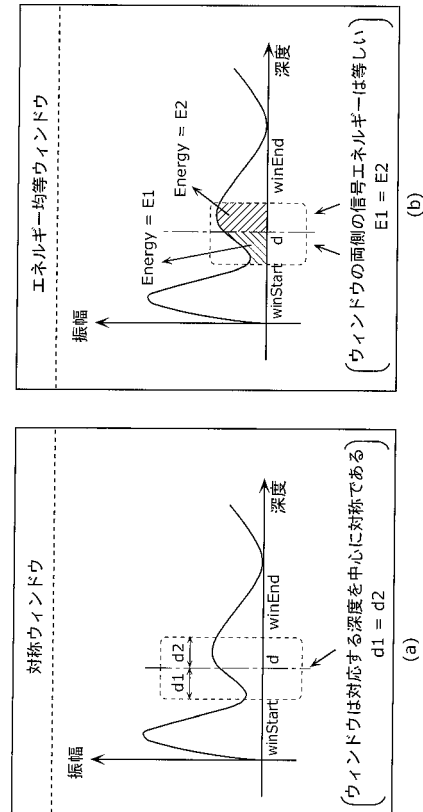
【図 2】



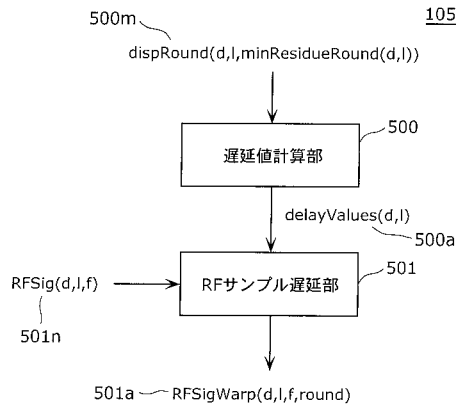
【図 3】



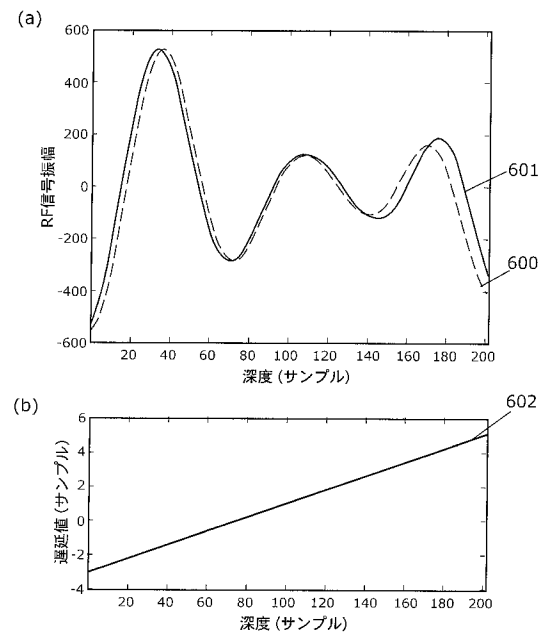
【図 4】



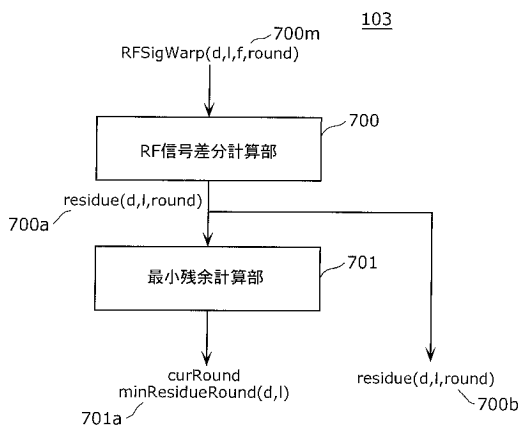
【図 5】



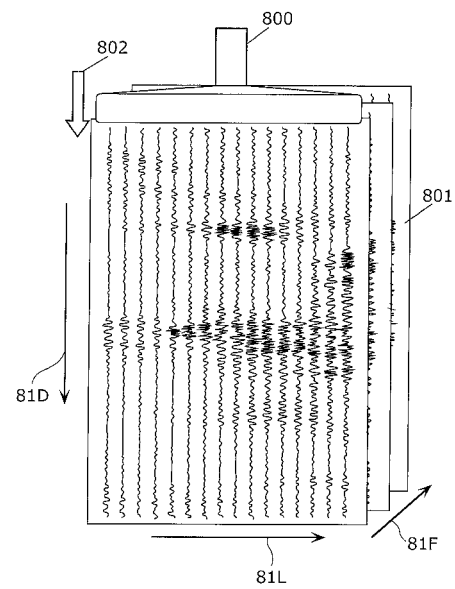
【図 6】



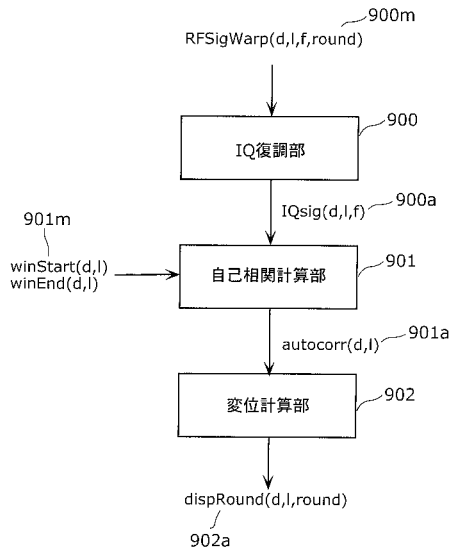
【図 7】



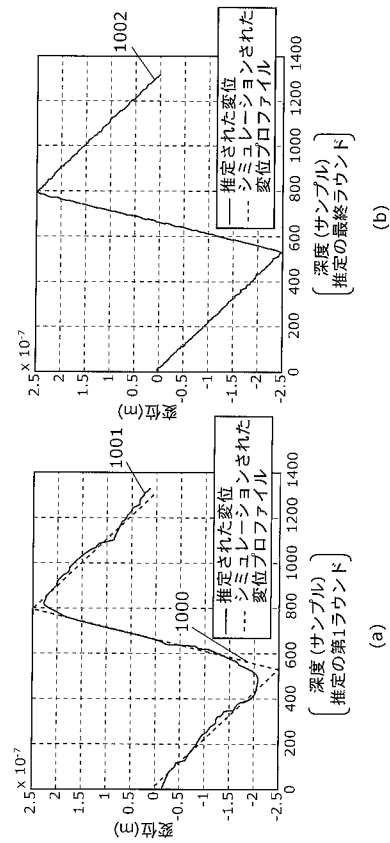
【図 8】



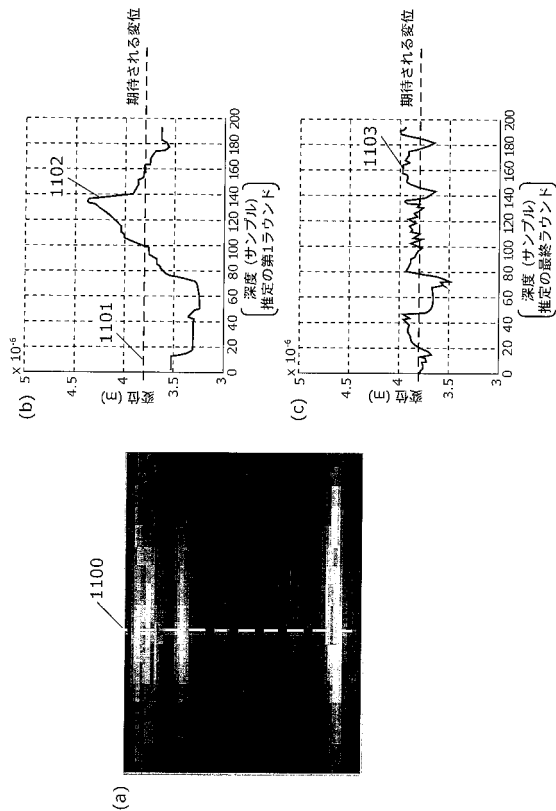
【 図 9 】



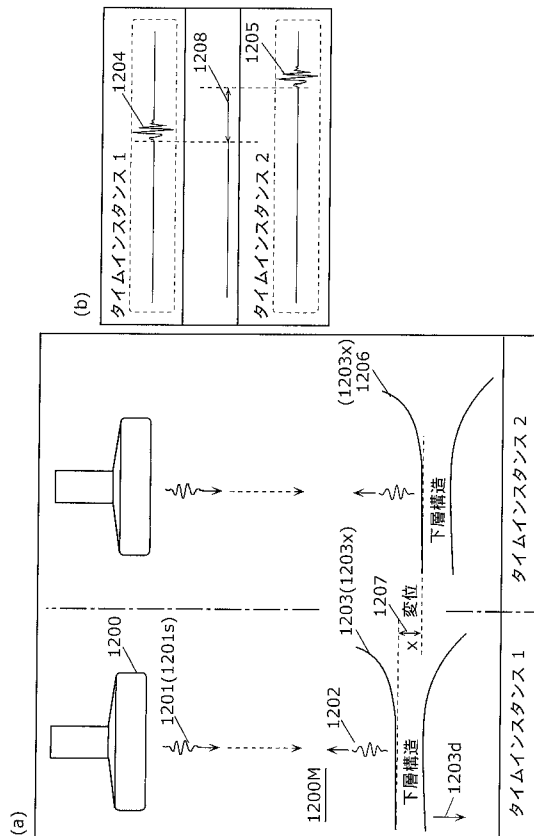
【 図 1 0 】



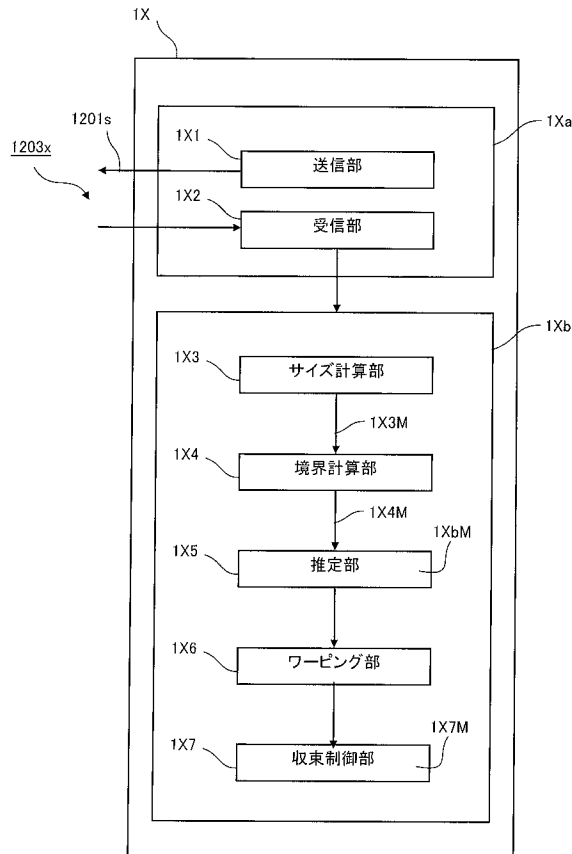
【 ㊦ 1 1 】



【 図 1 2 】



【図 13】



【手続補正書】

【提出日】平成23年8月10日(2011.8.10)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波信号を用いて変位を推定する方法を導入するものである。これは、最終的な結果、または、更なる処理のための中間ステップの何れであっても、変位推定が必要な適用例において、用いることができ、医療用および工業用超音波機器に用いることができる。

【背景技術】

【0002】

超音波装置は、高周波の機械的音波を、走査対象の媒体に対して送受信することにより、媒体を非侵襲で診断するものである。

【0003】

そのような装置のトランスデューサは、超音波を、走査対象の媒体に送信する。

【0004】

超音波は、散乱および反射することにより、その媒体の下層構造と相互作用する。

【0005】

なお、下層構造は、例えば、媒体の表面よりも、媒体の内部側における構造などをいう。下層構造は、例えば、人間の身体における血管などである。

【 0 0 0 6 】

散乱および反射された超音波は、下層構造の有益な情報を含み、トランスデューサによって受信される。その後、超音波装置によって処理され、例えば画像情報としてユーザに提示される。

【 0 0 0 7 】

図 8 は、超音波 R F 信号を示す図である。

【 0 0 0 8 】

超音波装置が反射波から得る最も基礎的なデータの種類の 1 つとして、R F (Radiofrequency Signal) 信号が挙げられる (図 8)。

【 0 0 0 9 】

これは、受信波を、アナログからデジタルに直接変換したものである。

【 0 0 1 0 】

異なる適用例では、超音波 R F 信号から、輝度モード (B モード) 画像、ドップラー画像等、他の種類のデータを導出できる。

【 0 0 1 1 】

多くの適用例のうちの 1 つは、走査された媒体の下層構造の動きを分析することである。

【 0 0 1 2 】

ドップラー効果は、構造の動きの方向および強度を推測する簡易な方法として利用される。

【 0 0 1 3 】

しかし、ドップラー効果の精度は、非常に限られたものである。

【 0 0 1 4 】

医療用超音波における、血流のモニタリングのような、精度が厳密に要求されない適用例には、ドップラー超音波は適している。

【 0 0 1 5 】

しかし、構造が小さく、かつ動きが極めて小さい血管などが対象物であり、高水準の精度が必要とされる場合には、より感度の高い技術が必要である。

【 0 0 1 6 】

最近の新しい適用例として、構造の弾性を推測するために、構造の変位を用いる超音波弾性率計測法がある。

【 0 0 1 7 】

弾性を正確に推定するためには、構造の変位を、受信した超音波信号から、正確に推定することが必要である。

【 0 0 1 8 】

超音波を用いた変位推定には、解像度 (つまり、極めて小さな変位を推定する能力) とは別に、高水準の精度も必要である。

【 0 0 1 9 】

多くの先行技術において、構造の変位は、超音波 B モード画像から推定される。

【 0 0 2 0 】

しかし、推定された変位の質は、B モード画像の画質と解像度とに大きく依存する。

【 0 0 2 1 】

殆どの超音波装置において、B モード画像の解像度では、マイクロメートル単位の変位を推定できない。

【 0 0 2 2 】

また、受信した R F 信号から、直接的に変位を推定することに焦点を当てた技術もある。

【 0 0 2 3 】

最も一般的な技術の 1 つは、[1] のような相互相関の技術である。

【 0 0 2 4 】

しかしながら、相互相関の技術では、計算量が大きくなり、複数のサンプリング点に対応する変位しか推定できない。

【 0 0 2 5 】

マイクロメートル単位の変位は、通常、サンプリング間隔のひと間隔のごく一部に相当するに過ぎない。

【 0 0 2 6 】

このため、相互相関を用いては推定できない。

【 0 0 2 7 】

そのような状況において、信号補間に基づいて変位を推定する技術がある。

【 0 0 2 8 】

しかし、この方法は、処理時間を増大させ、また、推定品質は、補間方法に依存する。

【 0 0 2 9 】

自己相関は、受信した R F 信号の直交復調信号（ベースバンド信号としても知られる）の位相情報に依存する。

【 0 0 3 0 】

この方法は、[2] に記載の、R F 信号のサブサンプルに対応する変位を推定できるという利点を有する。

【 0 0 3 1 】

しかし、この方法では、ノイズが発生しやすく、また、振幅変調効果に影響される。

【 0 0 3 2 】

つまり、推定された変位は、信号電力の高い領域よりも、バイアスがかかっている。

【 0 0 3 3 】

ノイズの影響を克服するために、より大きなセットのサンプルを選択して、自己相関を実行することもできるが、この方法では、より詳細な変位を推定する能力が落ちる。

【 0 0 3 4 】

上記技術から、推定された変位の不正確性を克服する方法がいくつか開発されている。

【 0 0 3 5 】

[3] のように、「coarse to fine」アプローチは、異なる推定段階に、異なるウィンドウ領域を利用することで、第 1 段階では、変位を粗く推定し、第 2 段階では、より細かく推定して精度を向上させる。

【 0 0 3 6 】

しかし、推定品質を評価する方法は提供されていない。

【 0 0 3 7 】

[1] のように、第 1 段階の結果の精度を向上させるために、第 2 推定段階を実行し、第 1 段階の推定結果と組み合わせることで、第 1 段階の推定結果に基づく信号ワーピングを用いる技術もある。

【 0 0 3 8 】

[2] のように、他の変位修正方法も利用できる。

【 0 0 3 9 】

これらの方法は、発散が発生させるリスクが高いため、段階数を制限しなければならない。

【 0 0 4 0 】

また、収束に導き、かつ R F 信号電力の不均一な分布によって起こるノイズおよびバイアスの影響を克服する方法はない。

【 0 0 4 1 】

変位推定品質を示すことができ、推定段階数を制限する必要なく、反復推定の収束を導き、ごく小さな変位に対しても精度の高い、より包括的な反復推定方法を提供するため、これらの方法を改善する必要がある。

【 0 0 4 2 】

このように、従来例として、特許文献 1 ～ 6 の技術が知られる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0043】

【特許文献1】米国特許第6277074号明細書

【特許文献2】米国特許第6506158号明細書（米国特許出願公開第2001/0034485号明細書）

【特許文献3】米国特許出願公開第2008/0019609号明細書

【特許文献4】米国特許出願公開第2009/0221916号明細書

【特許文献5】米国特許第6270459号明細書

【特許文献6】国際公開第2008/038615号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0044】

単一段階の変位推定方法に関し、現在の方法は、精度および変位解像度の点で課題を有する。

【0045】

相互相関に基づく方法は、信号補間なしでは、サブサンプリング間隔に対応する小さな変位を推定することができない。

【0046】

しかしながら、この方法では、ノイズの影響が少ない。

【0047】

よって、相互相関ベースの方法では、精度は高いが、変位解像度は低い。

【0048】

相互相関方法の変位解像度を向上させる目的で、信号補間を適用することができる。

【0049】

しかし、これは、推定対象の変位が、マイクロメートル単位の場合に、処理電力を大幅に増大させる。

【0050】

また、この方法の精度は、補間アルゴリズムの質に依存する。

【0051】

自己相関に基づく方法では、小さな変位を推定することができるが、非常に、ノイズを発生しやすい。

【0052】

よって、この方法では、変位解像度は高いが、精度は低い。

【0053】

よって、精度を向上させるため、2段階の推定方法が利用できる。

【0054】

しかし、これらの方法は、包括的な反復手法の欠如、変位の質を評価する方法の欠如、変位の精度を制限する要素、つまり、ノイズおよび振幅変調効果を解消する方法の欠如という3つの観点で、課題を有する。

【0055】

包括的な反復手法には、反復推定の収束を導く技術を組み込む必要がある。

【0056】

本発明の目的は、組織変位を精度よく推定できる変位推定装置（変位推定方法）を提供することを含み、ひいては、推定された変位に基づいて、悪性腫瘍と良性腫瘍、あるいは正常組織を判別するために適した情報を提供する変位推定装置を提供することを含む。

【0057】

なお、本発明の他の目的は、反復的な変位推定処理を、少ない反復回数で高精度に収束させることができる変位推定装置を提供することを含む。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 5 8 】

上記の課題を解決するために、本発明の変位推定方法は、超音波信号を用いて、変位を反復的に推定する変位推定方法であって、少なくとも1つの超音波信号を走査して、媒体に送信するステップと、走査された前記媒体から反射した前記超音波信号を受信するステップと、ウインドウサイズを計算するステップと、計算された前記ウインドウサイズに基づいて、ウインドウの境界を計算するステップと、計算された前記境界による前記ウインドウを用いて、前記超音波信号のそれぞれの深度における変位を推定するステップと、推定された前記変位に基づいて、前記超音波信号をワーピングするステップと、ワーピングされた前記超音波信号を用いて、前記超音波信号の相関値が大きくなるように、この変位推定方法の収束を導くステップとを含む変位推定方法である。

【 0 0 5 9 】

本発明において、発明者は、反復推定手法を用いる超音波を用いて、変位を推定する方法を教示する。

【 0 0 6 0 】

発明者の実験によると、推定ウインドウサイズが同じままか、または、全ての反復推定ラウンドに対して、適切に構成されていない場合には、推定された変位は、収束しない。

【 0 0 6 1 】

よって、この収束に役立つウインドウ計算方法を導入する。

【 0 0 6 2 】

ウインドウ計算方法は、反復推定の収束を導くために、ウインドウサイズを計算することの部分と、信号電力の不均一な分布によって起こるノイズおよびバイアスの影響を克服するために、ウインドウ境界を計算することの部分との2つの部分を含む。

【 0 0 6 3 】

ウインドウサイズの計算により、反復推定ラウンド毎に、異なるウインドウサイズを決定する。

【 0 0 6 4 】

これは、後続のラウンドにおいて、より詳細な推定結果を得るためと、推定を確実に収束させるためという2つの目的を有する。

【 0 0 6 5 】

つまり、不適切なウインドウサイズでの処理がされて、収束が得られず、正しい変位量が得られないことが回避されて、適切なウインドウサイズでの処理がされて、確実に収束が得られ、より正確な変位量が得られる。

【 0 0 6 6 】

ウインドウ境界の計算では、信号電力を利用し、各推定位置での、推定ウインドウの境界を決定する。

【 0 0 6 7 】

従来の推定方法において、ウインドウは通常、その位置を中心に対称である。

【 0 0 6 8 】

これは、不均一な信号電力の分布によって、バイアスが起こる一因である。

【 0 0 6 9 】

信号電力を用いて、ウインドウ境界を決定することにより、そのような影響を克服できる。

【 0 0 7 0 】

さらなる収束に導くため、推定された変位の質の評価を導入し、反復推定方法が、常に最良の結果に収束するよう保証する。

【 0 0 7 1 】

本発明は、収束を導く方法、精度を制限する要素を克服する方法、および結果の質を評価する方法を含み、包括的な反復手法を用いて、変位推定の精度を保証するものである。

【 発明の効果 】

【 0 0 7 2 】

図 10 は、シミュレーションに、バックトラックアルゴリズムを適用した後の、変位推定の改善結果を示す図である。

【0073】

図 11 は、ファントム実験における、同じ結果を示す図である。

【0074】

図 10 は、推定の第 1 ラウンドにおける、推定された変位（変位 1001）が、シミュレーションされた変位プロファイル（プロファイル 1000）から逸脱していることを示す図である。

【0075】

しかしながら、収束を導くウィンドウイング方式を用いるバックトラックアルゴリズムの最終ラウンドでは、推定された変位（変位 1002）は、シミュレーションされたプロファイルと、非常によく適合する。

【0076】

図 11 は、グローバル変位が生成されるファントム実験による推定結果を示す図である。

【0077】

例示のため、単線が選択される（プロファイル 1100 を参照）。

【0078】

グローバル変位が生成されるので、一定の変位プロファイル（プロファイル 1101）が期待される。

【0079】

推定の第 1 ラウンドでは、結果（データ 1102 を参照）は、期待される変位に、あまり適合しない。

【0080】

しかしながら、最終ラウンドの推定結果（データ 1103 を参照）は、第 1 ラウンドの推定結果よりも、グローバルな動きを、ずっとよく表している。

【0081】

また、適切なウィンドウサイズでの処理ができる変位推定装置を提供できる。

【0082】

本発明の目的は、組織変位を精度よく推定できる変位推定装置（変位推定方法）を提供することを含み、ひいては、推定された変位に基づいて、悪性腫瘍と良性腫瘍、あるいは正常組織を判別するために適した情報を提供する変位推定装置を提供することを含む。

【0083】

なお、本発明の他の目的は、反復的な変位推定処理を、少ない反復回数で高精度に収束させることができる変位推定装置を提供することを含む。

【図面の簡単な説明】

【0084】

【図 1】図 1 は、本発明の変位推定方法を示す図である。

【図 2】図 2 は、本発明のウィンドウ計算方法を示す図である。

【図 3】図 3 は、ウィンドウサイズ計算の例を示す図である。

【図 4】図 4 は、対称ウィンドウおよびエネルギー均等ウィンドウの例を示す図である。

【図 5】図 5 は、本発明の RF 信号ワーピング方法を示す図である。

【図 6】図 6 は、RF 信号ワーピングおよび RF サンプル遅延を示す図である。

【図 7】図 7 は、本発明の収束に導く方法を示す図である。

【図 8】図 8 は、超音波 RF 信号を示す図である。

【図 9】図 9 は、自己相関を用いた変位推定を示す図である。

【図 10】図 10 は、シミュレーションに本発明を用いた変位推定結果の例を示す図である。

【図 11】図 11 は、ファントム実験に本発明を用いた変位推定結果の例を示す図である。

【図 1 2】図 1 2 は、下層構造の変位、および R F 信号への影響を示す図である。

【図 1 3】図 1 3 は、本装置のブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0085】

以下、図面を参照して詳しく説明される。

【0086】

実施形態の変位推定方法は、超音波信号（図 1 3 の超音波信号 1 2 0 1 s）を用いて、変位（図 1 2 の変位 1 2 0 7 を参照）を反復的に推定する変位推定方法（図 1 3 の変位推定装置 1 X 参照）である。

【0087】

つまり、例えば、変位の大きさの特定が複数回行われて、特定の処理が複数回行われることにより、比較的精度のよい、変位の大きさが特定される。

【0088】

そして、少なくとも 1 つの超音波信号を走査して、媒体（媒体 1 2 0 0 M（図 1 2）、および、媒体 1 2 0 0 M にある、下層構造（変位の測定の対象）1 2 0 3 x（図 1 2、1 3）を参照）に送信する（図 1 3 の超音波処理部 1 X a にある送信部 1 X 1 を参照）。

【0089】

つまり、例えば、ライン方向（図 8 の方向 8 1 L）の複数の位置へと超音波信号が送信されて、それら複数の位置の走査が行われる。

【0090】

そして、走査された前記媒体から反射した前記超音波信号（超音波信号 1 2 0 1 s）を受信する（受信部 1 X 2 を参照）。

【0091】

なお、超音波処理部 1 X a は、例えば、プローブ（探触子）などである。

【0092】

そして、ウィンドウサイズ（図 1 3 のウィンドウサイズ 1 X 3 M：例えば、図 3 の（a）欄、（b）欄のウィンドウサイズ（winSize）など）を計算する（図 1 3 の情報処理部 1 X b に含まれるサイズ計算部 1 X 3 を参照）。

【0093】

つまり、それぞれのラウンドにおけるウィンドウサイズが決定される。

【0094】

なお、サイズ計算部 1 X 3 は、例えば、ウィンドウ計算部 1 0 2（図 1）を含んでもよいし、ウィンドウ計算部 1 0 2 の少なくとも一部などでもよい。

【0095】

すなわち、例えば、第 $n - 1$ のラウンドでの相関値（図 1 3 の相関値 1 X 7 M）に基づいて、第 n のラウンドでのウィンドウサイズが決定される（ $n \geq 2$ ）。

【0096】

そして、計算された前記ウィンドウサイズに基づいて、ウィンドウの境界（境界の情報 1 X 4 M：図 4 の（a）欄、（b）欄に示される、ウィンドウの始端（winStart）、および、終端（winEnd）などを参照）を計算する（境界計算部 1 X 4 参照）。

【0097】

なお、境界計算部 1 X 4 は、例えば、ウィンドウ計算部 1 0 2（図 1）の少なくとも一部等でもよい。

【0098】

つまり、それら始端および終端の間の幅が、計算されたウィンドウサイズである始端および終端が特定される。

【0099】

そして、計算された前記境界による前記ウィンドウを用いて、前記超音波信号のそれぞれの深度における変位（変位 1 X b M）を推定する（推定部 1 X 5 参照）。

【0100】

なお、推定部 1 X 5 は、例えば、例えば、変位推定部 1 0 1 (図 1) の少なくとも一部等でもよい。

【 0 1 0 1 】

つまり、例えば、本装置からの距離が互いに異なる複数の位置における変位が特定される。

【 0 1 0 2 】

そして、推定された前記変位に基づいて、前記超音波信号をワーピングする (ワーピング部 1 X 6 参照) 。

【 0 1 0 3 】

なお、ワーピング部 1 X 6 は、例えば、R F 信号ワーピング部 1 0 0 (図 1) の少なくとも一部等でもよい。

【 0 1 0 4 】

そして、ワーピングされた前記超音波信号を用いて、前記超音波信号の相関値 (相関値 1 X 7 M) が大きくなるように、この変位推定方法の収束を導く (収束制御部 1 X 7 参照) 。

【 0 1 0 5 】

なお、収束制御部 1 X 7 は、例えば、収束ガイド部 1 0 3 の少なくとも一部等でもよい。

【 0 1 0 6 】

つまり、ワーピングされた超音波信号から算出される相関値が最大であるラウンドで推定された、変位の大きさが、最も精度の高い大きさとして特定される。

【 0 1 0 7 】

そして、計算される前記ウィンドウサイズは、連続する複数のラウンドに用いられる前記ウィンドウサイズが、徐々に減少するように、変化される。

【 0 1 0 8 】

つまり、例えば、それぞれのラウンドで計算されるウィンドウサイズは、そのラウンドよりも前のラウンドで計算されるウィンドウサイズよりも小さいサイズであり、計算されるウィンドウサイズが、小さいサイズへと変更される。

【 0 1 0 9 】

そして、前記ウィンドウサイズは、全ての (深度の) ウィンドウにおける信号エネルギーが等しくなるように計算される。

【 0 1 1 0 】

そして、超音波信号の相関値 (第 $n - 1$ ラウンドでの相関値) が大きくなるほど、より小さい前記ウィンドウサイズ (第 n ラウンドでのウィンドウサイズ) が計算される。ここで、相関値など各ラウンドにおける収束度合いの評価値とウィンドウサイズとの関係は、生体での実験値に基づく所定の関係式、あるいは、両者の対応関係を示すテーブルなどを参照して決定できる。

【 0 1 1 1 】

そして、第 $n - 1$ ラウンドでの相関値に対して、決定された対応関係が対応させるウィンドウサイズが、第 n ラウンドでのウィンドウサイズと特定される。

【 0 1 1 2 】

つまり、例えば、本装置において、次の動作が行われる。

【 0 1 1 3 】

すなわち、測定対象物 (例えば新生血管を伴う悪性腫瘍など) である下層構造 1 2 0 3 x (図 1 2) へと、超音波信号 1 2 0 1 s が送信され、送信された超音波信号 1 2 0 1 s が受信されてもよい。

【 0 1 1 4 】

特定される遅延時間 1 2 0 8 は、第 1 のパルスの位置 (図 1 2 の (b) 欄の R F 信号 1 2 0 4 を参照) と、第 2 のパルスの位置 (R F 信号 1 2 0 5 を参照) との間における遅延時間である。

【 0 1 1 5 】

ここで、第 1 のパルスは、受信された超音波信号 1 2 0 1 s における、下層構造 1 2 0 3 x が変位 1 2 0 7 をする前のパルスである。

【 0 1 1 6 】

そして、第 2 のパルスは、測定対象物が変位 1 2 0 7 をした後のパルスである。

【 0 1 1 7 】

そして、特定された遅延時間 1 2 0 8 に基づいて変位 1 2 0 7 を決定する。

【 0 1 1 8 】

そして、特定された、変位 1 2 0 7 の大きさでの、下層構造 1 2 0 3 x の動きが、予め定められた動きであるか否かが判定されてもよい。

【 0 1 1 9 】

そして、予め定められた動きと判定される場合に、当該下層構造 1 2 0 3 x が、悪性腫瘍（癌）と判定され、当該動きではないと判定される場合に、良性腫瘍、あるいは、正常組織と判定されてもよい。

【 0 1 2 0 】

なお、このような、癌か否かの判定は、例えば、収束制御部 1 x 7（図 1 3）により行われてもよい。

【 0 1 2 1 】

このような本装置において、より具体的には、例えば、後で詳しく説明されるように、第 n - 1 のラウンドで特定された相関値が大きいほど、第 n のラウンドにおいて、より大きいウィンドウサイズでの処理がされてもよい。

【 0 1 2 2 】

なお、ここで、ウィンドウサイズによる処理は、例えば、第 n のラウンドにおける相関値が、受信される超音波信号 1 2 0 1 s における、当該ウィンドウサイズのウィンドウの部分のデータから算出される処理でもよい。

【 0 1 2 3 】

本処理により、各ラウンドにおいて超音波の受信信号の信号レベルに応じた適切なウィンドウが設定できるため、収束の精度が高まると共に、少ない反復回数で収束が得られ、高精度な変位推定が少ない処理量で実現できる。

【 0 1 2 4 】

以下の実施形態は、単に、様々な発明ステップの原理を説明するものである。

【 0 1 2 5 】

ここに説明する具体例の様々な変形は、当業者には明らかであろう。

【 0 1 2 6 】

したがって、本発明の技術範囲は、本明細書に記載の、具体的かつ例示的な内容によってではなく、特許請求項の範囲によってのみ限定されるものとする。

【 0 1 2 7 】

図 1 は、変位推定方法を示す図である。

【 0 1 2 8 】

本発明の主な実施形態は、図 1 に示される。

【 0 1 2 9 】

R F S i g (d , l , f) は、超音波部から得た R F 信号であり、d は深度方向（図 8 の方向 8 1 D）、l はライン方向（方向 8 1 L）、f はフレーム方向（方向 8 1 F）を表す。

【 0 1 3 0 】

これらに関することは、さらに、図 8 に示される。

【 0 1 3 1 】

そのような R F 信号の 1 フレーム内の 1 ライン（図示される 8 0 1 を参照）は、超音波トランスデューサ 8 0 0 が、当該ラインの位置で走査方向（方向 8 0 2）に向かってパルスを送信するメカニズムによって生成される。

【 0 1 3 2 】

ここで、当該パルスは、反射および散乱しながら、進路に沿って、下層構造と相互作用し、当該超音波トランスデューサ 8 0 0 は、反射および散乱した信号を受信する。

【 0 1 3 3 】

そして、その信号は、超音波部によって、対応するラインに変換される。

【 0 1 3 4 】

同じメカニズムにより、複数のラインが様々な位置で生成され、複数のフレームが様々なタイムインスタンスに生成される。

【 0 1 3 5 】

図 1 2 の (a) 欄は、下層構造の変位を示し、(b) 欄は、R F 信号への影響を示す。

【 0 1 3 6 】

走査された媒体の下層構造の変位が、R F 信号の遅延として反射されるメカニズムが、図 1 2 により示される。

【 0 1 3 7 】

例示を目的として、1 ラインの 1 パルスが送信されるとし、下層構造には、反射境界が 1 つだけあるとする。

【 0 1 3 8 】

第 1 のタイムインスタンス ((a) 欄の左側部分を参照) において、超音波トランスデューサ 1 2 0 0 は、走査された媒体に向けてパルスを送信する (パルス 1 2 0 1 を参照) 。

【 0 1 3 9 】

このパルスは、下層構造 1 2 0 3 (1 2 0 3 x) の反射境界に到達するまで、媒体を通して伝搬する。

【 0 1 4 0 】

この境界により、パルスはトランスデューサに向かって反射する (反射したパルス 1 2 0 2 を参照) 。

【 0 1 4 1 】

トランスデューサは、このパルスを受信し、R F 信号 1 2 0 4 (図 1 2 の (b) 欄の表の第 1 行を参照) に変換する。

【 0 1 4 2 】

R F 信号 1 2 0 4 の全体における、パルスの位置は、送信されたパルス 1 2 0 1 が、下層構造 1 2 0 3 に向かって進み、反射して戻ってくるのに必要な時間を示す。

【 0 1 4 3 】

第 2 のタイムインスタンス (図 1 2 の (a) 欄の右側を参照) において、R F 信号 1 2 0 5 (図 1 2 の (b) 欄の表の第 3 行) は、同一メカニズムにより作成されるが、下層構造は、新たな位置に変位している (変位した後の下層構造 1 2 0 6 を参照) 。

【 0 1 4 4 】

変位 x (変位 1 2 0 7) により、送信されたパルス (パルス 1 2 0 1) が、伝搬され、下層構造の境界で反射するのに要する時間が長くなり、その結果、R F 信号の遅延が起こる (遅延時間 1 2 0 8 を参照) 。

【 0 1 4 5 】

なお、この例において、変位 x の向きは、図 1 2 に示される方向 1 2 0 3 d の向きである。

【 0 1 4 6 】

この遅延時間 1 2 0 8 の遅延値が分かると、変位 (変位 1 2 0 7) を推測することができる。

【 0 1 4 7 】

そして、複数の下層構造を有する媒体では、複数の反射パルスが生成される。

【 0 1 4 8 】

それら複数の下層構造が変位する量が互いに異なることが原因で、R F 信号における、

反射パルスの遅延は、異なるものになる。

【 0 1 4 9 】

これらのパルスが重複し、かつ相互作用することにより、各下層構造の正確な変位を推定することが難しくなる。

【 0 1 5 0 】

本発明は、反復して推定を行うことにより、下層構造の変位を、正確に推定する方法を提示するものである。

【 0 1 5 1 】

図 1 に示される主な実施形態によると、本発明は、以下の主なブロックを備える。

【 0 1 5 2 】

つまり、本装置では、RF 信号ワーピング部 1 0 0 (図 5 参照) と、変位推定部 1 0 1 (図 9 参照) と、ウインドウ計算部 1 0 2 (図 2 参照) と、収束ガイド部 1 0 3 (図 7 参照) と、出力スイッチ 1 0 4 とを備える。

【 0 1 5 3 】

RF 信号ワーピング部 1 0 0 は、前回の推定ラウンド (第 $n - 1$ ラウンド) の変位推定結果 $dispRound(d, l, round)$ に基づいて、対象推定ラウンド (第 n ラウンド) におけるワーピングをする。このワーピングでは、対象推定ラウンドについて、RF 信号の、選択されたフレーム内の、選択されたラインをワーピングする。

【 0 1 5 4 】

なお、これは、第 1 ラウンドでは、ゼロに設定される。

【 0 1 5 5 】

このブロックの出力は、推定ラウンドに用いられる、ワープされた RF 信号 $RF Sig Warp(d, l, f, round)$ である。

【 0 1 5 6 】

なお、第 1 の推定ラウンド (つまり、 $round = 1$) では、 $dispRound(d, l, 0)$ をゼロに初期化したことにより、 $RF Sig Warp(d, l, f, 1)$ と、超音波部から得た RF 信号である $RF Sig(d, l, f)$ (先述) は、実質的に、互いに同一である。

【 0 1 5 7 】

変位を推定するため、予め定義されたフレームのセットを、このブロックに対する入力として選択することができる。

【 0 1 5 8 】

例示を目的として、2 つのフレームが選択され、これらは f_1 および f_2 で表される。

【 0 1 5 9 】

RF 信号ワーピングの目的は、先行するラウンドで推定された変位に基づいて、1 つの RF 信号を、他の RF 信号と適合するように、修正することである。

【 0 1 6 0 】

そして、その後、修正された RF 信号から、残留変位を推定し、先行するラウンドの変位に追加することで、新たな変位を作成する。

【 0 1 6 1 】

いくつかの数 (予め定められた数) の推定ラウンドの後、推定された変位は、修正された RF 信号にほぼ一致するものとなり、残留変位はゼロに収束する。

【 0 1 6 2 】

変位推定部 1 0 1 は、RF 信号の時間遅延から導出することで、RF 信号 $RF Sig Warp(d, l, f, round)$ から、変位を推定する。

【 0 1 6 3 】

このタスクの実行に好ましい方法は、各深度における推定ウインドウが、 $winStart(d, l)$ および $winEnd(d, l)$ によって記述される、自己相関の方法であるが、これに限定されるものではない。

【 0 1 6 4 】

ウィンドウ計算部 102 は、各深度での、選択されたラインに用いられる推定ウィンドウパラメータ $\text{winStart}(d, l)$ および $\text{winEnd}(d, l)$ を計算する。

【0165】

ウィンドウ計算部 102 は、RF 信号 $\text{RFSigWarp}(d, l, f, \text{round})$ を取得し、かつ、対象ラウンド数 curRound と、RF 信号差分 $\text{residue}(d, l, \text{round})$ とを、収束ガイド部 103 からの入力として取得する。

【0166】

収束ガイド部 103 は、本技術の、収束を導く処理を行う。

【0167】

つまり、推定された変位の質を決定するために、ワーブされた RF 信号間の差分が計算される。

【0168】

この差分が最小である（対象ラウンドを含む）ラウンドが、最も正確な変位推定結果を表していると判定される。

【0169】

このブロックの出力は、対象推定ラウンド数 curRound と、RF 信号差分が最小であるラウンド数 $\text{minResidueRound}(d, l)$ と、推定された変位の質の測定値としての RF 信号差分 $\text{residue}(d, l, \text{round})$ とである。

【0170】

$\text{residue}(d, l, \text{round})$ が小さいほど、質がよいことを示し、推定ラウンド全体にわたって、 $\text{residue}(d, l, \text{round})$ が減少していると、収束を示す。

【0171】

なお、ワーブされた RF 信号間の差分を計算する方法として、「二乗差分和」および「絶対差分」の方法が考えられるが、これらに限定されるものではない。

【0172】

出力スイッチ 104 は、入力として、 curRound および $\text{minResidueRound}(d, l)$ を取得する。

【0173】

対象ラウンド数が最大値に到達した場合、最も正確な推定結果が、最終出力として選択される。

【0174】

そうでなければ、その最も正確な推定結果は、後続の推定ラウンドに用いるために、RF 信号ワーピング部 100 の入力として選択され、 $\text{residue}(d, l, \text{round})$ および curRound が、入力として変位推定部 101 に送られる。

【0175】

次の段落に、図 1 に示される主な実施形態に基づく具体的な実施形態をいくつか示す。

【0176】

図 5 は、RF 信号ワーピング方法を示す図である。

【0177】

本発明の具体的な実施形態として、主な実施形態の RF 信号ワーピング部 100 は、図 5 に示される方法によって実現される。

【0178】

変位の結果、RF 信号は移動され、かつ伸長される。

【0179】

よって、先行するラウンドの、最も正確な変位推定結果 $\text{dispRound}(d, l, \text{minResidueRound}(d, l))$ から、 $\text{RFSig}(d, l, f_1)$ を、 $\text{RFSig}(d, l, f_2)$ に適合させるサンプルにおける遅延値（図 12 の遅延時間 1208 を参照）が、遅延値計算部 500 において、以下のように算出される。

【0180】

【数 1】

$$\text{delayValues}(d,l) = \frac{\text{dispRound}(d,l, \text{minResidueRound}(d,l)) \times 2 \times fs}{c}$$

【0181】

ここで、 fs は、RF 信号のサンプリング周波数であり、 c は、走査された媒体における音速である。

【0182】

走査された媒体における変位は、結果として、得られた RF 信号における遅延として反映される。

【0183】

各深度での遅延値が既知であるため、 $\text{RFSig}(d, l, f_1)$ または $\text{RFSig}(d, l, f_2)$ の何れかにおける各ラインの、(全ての深度に対応する)全てのサンプルを、他のサンプルに適合するように合わせて、遅延させることができる。

【0184】

これは、RF サンプル遅延部 501 において実行される。

【0185】

1つの実施形態において、RF サンプル遅延部 501 における遅延は、信号補間を用いて実行される。

【0186】

別の実施形態では、RF サンプル遅延部 501 における遅延は、分数遅延フィルタを用いて実行される。

【0187】

図 6 は、RF 信号ワーピングおよび RF サンプル遅延を示す図である。

【0188】

RF 信号ワーピング処理が、図 6 に示される。

【0189】

変位により、RF 信号の遅延が起こることが、先述の図 12 により示される。

【0190】

RF 信号ワーピングの目的は、推定された変位と逆方向に、1つの RF 信号を遅延させることによって、この効果を無効にすることである。

【0191】

この無効化の結果として、ワーブされた RF 信号が、相互に適合することが期待される。

【0192】

遅延値計算部 500 から計算された $\text{delayValues}(d, l)$ は、1つの RF 信号内の各サンプルが、これを達成するために遅延される値を表す。

【0193】

2つの RF 信号 600 および 601 (図 6) を、この例示のために用いる。

【0194】

データ 602 は、ある推定ラウンドの後に、遅延値計算部 500 から計算された $\text{delayValues}(d, l)$ を示す。

【0195】

$\text{delayValues}(d, l)$ の特定の深度での値が、RF 信号 600 における、同じ深度でのサンプルが、遅延値計算部 601 に適合するための遅延に必要な量を表すことが分かる。

【0196】

しかしながら、 $\text{delayValues}(d, l)$ における遅延値は、常に整数である

わけではない。

【 0 1 9 7 】

よって、 $delayValues(d, l)$ に従って、RF 信号 6 0 0 における各サンプルを遅延できるようにするため、信号補間または分数遅延フィルタが、2つの選択候補として挙げられる。

【 0 1 9 8 】

変位推定部 1 0 1 を RF 信号に適用することで、第 1 ラウンドに用いられる変位と、後続ラウンドに用いられる残留変位を得て、最終的な変位を得るために、それらを組み合わせる。

【 0 1 9 9 】

好ましい実施形態が図 9 に示されるが、これに限定されるものではない。

【 0 2 0 0 】

図 9 は、自己相関を用いた変位推定を表す。

【 0 2 0 1 】

IQ 復調部 9 0 0 は、RF 信号 $RF Sig Warp(d, l, f, round)$ を、ベースバンド信号 $IQ Sig(d, l, f)$ に変換する。

【 0 2 0 2 】

自己相関計算部 9 0 1 は、以下の式に従って、 $autocorr(d, l)$ を計算する。

【 0 2 0 3 】

【 数 2 】

$$autocorr(d, l) = \sum_{l_i = winStart(d, l)}^{winEnd(d, l)} IQSig(d, l_i, f_1) \times conj(IQSig(d, l_i, f_2))$$

【 0 2 0 4 】

ここで、 $conj()$ は、複素共役を表す。

【 0 2 0 5 】

最後に、以下の式に従って、変位計算部 9 0 2 により、 $autocorr(d, l)$ が、変位に変換される。

【 0 2 0 6 】

【 数 3 】

$$residueDisp = \frac{\lambda}{4\pi} arg(autocorr(d, l))$$

$$dispRound(d, l, round) = dispRound(d, l, round - 1) + residueDisp$$

【 0 2 0 7 】

ここで、 $arg()$ は、複素数の偏角を計算する関数である。

【 0 2 0 8 】

1 から開始するラウンド（第 1 ラウンドを表す）により、 $dispRound(d, l, 0)$ は、ゼロに初期化される。

【 0 2 0 9 】

図 2 は、ウィンドウ計算方法を示す図である。

【 0 2 1 0 】

ウィンドウ計算部 1 0 2 により、各推定ラウンドにおける、各ラインの各深度に対し、異なる推定ウィンドウを決定する。

【 0 2 1 1 】

これは図 2 に示される。

【 0 2 1 2 】

図 3 は、ウィンドウサイズ計算の具体例を示す図である。

【 0 2 1 3 】

ウィンドウサイズ計算部 2 0 0 (図 2) は、各推定ラウンドに対するウィンドウサイズの決定をする。

【 0 2 1 4 】

このブロックの出力は、 $winSize(d, l)$ である。

【 0 2 1 5 】

好ましい実施形態において、各ラウンドに対するウィンドウサイズは、ラウンドの関数が減少するにつれて、変化する。

【 0 2 1 6 】

これは図 3 に示される。

【 0 2 1 7 】

ウィンドウサイズ計算部 2 0 0 (図 2) のある実施形態において、図 3 の (a) 欄に示されるように、ウィンドウサイズは、減少関数 $winSizeRound(round)$ により、推定ラウンド数に、直接関係する。

【 0 2 1 8 】

$curRound$ によって特定される対象推定ラウンドについて、以下に基づいて、全ての深度に対するウィンドウサイズが特定される。

【 0 2 1 9 】

全ての d および l について、

$$winSize(d, l) = winSizeRound(curRound)$$

【 0 2 2 0 】

「固定ウィンドウイングスキーム」は、変位推定に用いられる全ての深度で推定ウィンドウサイズとなる $winSize(d, l)$ の同じ値を選択する処理である。

【 0 2 2 1 】

「固定ウィンドウイングスキーム」の利点は、必要な演算量が多くなく (比較的少なく)、かつ、RF 信号エネルギーが、深度方向に沿って、規則正しく配分されている場合に、適していることである。

【 0 2 2 2 】

ウィンドウサイズ計算部 2 0 0 の別の実施形態において、各深度でのウィンドウサイズは、上限である $maxWin(round)$ と、下限である $minWin(round)$ と、RF 信号電力 $sigPow(d, l)$ とに基づいて計算される。

【 0 2 2 3 】

$maxWin(round)$ および $minWin(round)$ は、ラウンドの減少関数である。

【 0 2 2 4 】

これは、「瞬間電力ウィンドウイングスキーム」として、図 3 の (b) 欄に示される。

【 0 2 2 5 】

以下の条件が適用される。

【 0 2 2 6 】

【 数 4 】

$$winSize(d, l) \in [minWin(curRound), maxWin(curRound)]$$

【 0 2 2 7 】

また、図 3 の (b) 欄に示されるように、 $winSize(d, l)$ は、 $sigPow$

(d, l)、つまり、 $\text{sigPow} = 0$ に対応する最大ウィンドウサイズと、最大 sigPow に対応する最小ウィンドウサイズとに反比例してもよい。

【0228】

「瞬間電力ウィンドウイングスキーム」は、「固定ウィンドウイングスキーム」と比較して、必要な演算量が多いが、特に、RF 信号エネルギーが、深度方向に沿って、かなり不均一である場合に、より精度が高い。

【0229】

信号対ノイズ比の低さを克服するために、低い信号電力を有する領域に対して、より大きな推定ウィンドウが指定され、より詳細に変位を分布するために、大きな信号電力を有する領域に対して、より小さな推定ウィンドウが指定される。

【0230】

しかしながら、信号エネルギーが規則正しく配分されている RF 信号に関しては、「固定ウィンドウイングスキーム」と「瞬間電力ウィンドウイングスキーム」とは大差がない。

【0231】

ウィンドウサイズ計算部 200 の別の実施形態において、全ての深度でのウィンドウサイズを、全てのウィンドウ内の信号エネルギーが同量に保たれるように計算してもよく、これは、「一定エネルギーウィンドウイングスキーム」と称される。

【0232】

信号電力計算部 201 (図 2) により、フレーム方向に沿う、RF 信号の平均電力が計算される。

【0233】

信号電力計算部 201 は、ワープされた RF 信号 $\text{RFSigWarp}(d, l, f, \text{round})$ と、対象ラウンド数 curRound とを、入力として取得する。

【0234】

$\text{RFSigWarp}(d, l, f, \text{curRound})$ 内には、複数のフレームがあり、電力が、以下の通り計算される。

【0235】

【数 5】

$$\text{sigPow}(d, l) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\text{RFSigWarp}(d, l, f_i, \text{curRound}))^2$$

【0236】

ここで、 N は、計算に用いるために選択されたフレームの総数である。

【0237】

図 4 は、対称ウィンドウおよびエネルギー均等ウィンドウの例を示す図である。

【0238】

ウィンドウ境界計算部 202 (図 2) により、各ラインの各深度でのウィンドウ境界が計算される。

【0239】

これは図 4 に示される。

【0240】

ウィンドウ境界計算部 202 のある実施形態においては、ウィンドウサイズ計算部 200 から計算された $\text{winSize}(d, l)$ が入力であり、 $\text{winStart}(d, l)$ および $\text{winEnd}(d, l)$ が、以下の式に従って、対応する深度を中心に、ウィンドウが対称になるように計算される(「対称ウィンドウ」と称される)。

【0241】

【数 6】

$$winStart(d,l) = d - ROUND\left(\frac{winSize(d,l)}{2}\right)$$

$$winEnd(d,l) = d + ROUND\left(\frac{winSize(d,l)}{2}\right)$$

【0242】

ここで、ROUND () は、最も近い整数に丸める処理を示す。

【0243】

これは、図4の (a) 欄に示される。

【0244】

対称ウインドウの利点は、必要とされる演算量が多くないことである。

【0245】

これは、RF 信号電力が、深度方向において、サンプル毎に突然変化しない場合に適している。

【0246】

ウインドウ境界計算部202の別の実施形態においては、次の通りである。

【0247】

つまり、ウインドウサイズ計算部200から計算されたwinSize (d , l) が、ウインドウ境界計算部202の入力である。

【0248】

そして、winStart (d , l) およびwinEnd (d , l) が、以下の式により、各深度の両側での信号エネルギーが等しくなるように (「エネルギー均等ウインドウ」と称される) 計算される。

【0249】

【数 7】

$$\sum_{d_i=winStart(d,l)}^d sigPow(d_i,l) = \sum_{d_i=d}^{winEnd(d,l)} sigPow(d_i,l)$$

$$winEnd(d,l) - winStart(d,l) + 1 = winSize(d,l)$$

【0250】

これは、図4の (b) 欄に示される。

【0251】

「エネルギー均等ウインドウ」は、「対称ウインドウ」と比較して、必要な演算量が多いが、従来のウィンドウイング技術においてバイアスの原因となっていた、深度方向に沿う、信号電力の不均一な分布の影響を抑制できる。

【0252】

図 7 は、収束に導く方法を示す図である。

【 0 2 5 3 】

図 1 の収束ガイド部 1 0 3 による、本発明において説明した方法で、収束が可能であることが保証される。

【 0 2 5 4 】

収束ガイド部 1 0 3 は、図 7 に示されるように、ワープされた R F 信号 $RFSigWarp(d, l, f, round)$ を、当該収束ガイド部 1 0 3 の入力として取得する。

【 0 2 5 5 】

R F 信号差分計算部 7 0 0 は、ワープされた R F 信号間の差分を計算し、各ラインの各深度について、各推定ラウンドにおける差分を、 $residue(d, l, round)$ として出力する。

【 0 2 5 6 】

R F 信号ワーピング部 1 0 0 の主な目的は、R F 信号の 1 つを、他と適合するように、修正することであるので、この残差 $(d, l, round)$ は、R F 信号同士が、どの程度適合しているかの尺度になる。

【 0 2 5 7 】

$(round)$ により特定される) ある特定の推定ラウンドについて、推定された変位 $dispRound(d, l, round)$ の質を評価する目的で、R F 信号ワーピング部 1 0 0 が、当該 R F 信号ワーピング部 1 0 0 の入力として、 $dispRound(d, l, round)$ を取得する。

【 0 2 5 8 】

このことにより、R F 信号がワープされ、適合レベルを評価するために、ワープされた信号間の差分が計算される。

【 0 2 5 9 】

これらのワープされた信号は、後続ラウンドの変位推定のための入力としても用いられ、よって $RFSigWarp(d, l, f, round + 1)$ と表される。

【 0 2 6 0 】

よって、 $RFSigWarp(d, l, f, round + 1)$ から、 $residue(d, l, round)$ が計算される。

【 0 2 6 1 】

R F 信号差分計算部 7 0 0 (図 7) で行われる計算の一例として、以下の式 (つまり、二乗差分和) が挙げられるが、これに限定されるものではない。

【 0 2 6 2 】

【 数 8 】

$$residue(d, l, round) = \sum_{all\ d_i} (RFSigWarp(d_i, l, f_1, round + 1) - RFSigWarp(d_i, l, f_2, round + 1))^2$$

【 0 2 6 3 】

ここで、 f_1 および f_2 は、推定に用いるために選択された 2 フレームを表す。

【 0 2 6 4 】

この例において、1 ラインの全ての深度に対し同一の信号差分値が指定され、これは、対応するラインの R F 信号が、全体的に適合していることを表す。

【 0 2 6 5 】

小さな領域で変位が起こるだけではないときには、「二乗差分和」が適しており、その結果、ライン全体に反復が起こる。

【 0 2 6 6 】

なお、R F 信号差分計算部 7 0 0 (図 7) で行われる計算の別の例として、以下の式 (つまり、絶対差分) が挙げられるが、これに限定されるものではない。

【 0 2 6 7 】

【数 9】

$$residue(d, l, round) = |RFSigWarp(d, l, f_1, round + 1) - RFSigWarp(d, l, f_2, round + 1)|$$

【0268】

ここで、 f_1 および f_2 は、推定に用いるために選択された 2 フレームを表す。

【0269】

この例において、各ラインの各深度は、個別の信号差分値を有し、これは、RF 信号が、局所的に適合していることを表す。

【0270】

深度方向に小さな領域だけで、変位が起こる場合には、「絶対差分」が適しており、その結果、その領域内での局所的反復が可能になる。

【0271】

最小残余計算部 701 は、以下の式に基づき、 $residue(d, l, round)$ における、各深度およびラインについて、残余が最小であるラウンド数を確認する。

【0272】

これは、最も正確な推定結果を表す。

【0273】

【数 10】

$$\min ResidueRound(d, l) = \arg \min_{round} (residue(d, l, round))$$

ここで関数

【0274】

【数 11】

$$\arg \min_x (f(x))$$

は、 $f(x)$ を最小化する x の値を返す。

【0275】

収束ガイド部 103 (図 1) の出力は、対象ラウンド数 $curRound$ と、残余が最小であるラウンド数 $\min ResidueRound(d, l)$ と、信号差分 $residue(d, l, round)$ とである。

【0276】

出力スイッチ 104 (図 1) は、入力として、 $curRound$ および $\min ResidueRound(d, l)$ を取得する。

【0277】

$curRound$ が最大値に達すると、出力スイッチ 104 は、最も精度の高い変位推定結果 $dispRound(d, l, \min ResidueRound(d, l))$ を、最終的な出力 $dispOut$ として選択する。

【0278】

そうでなければ、対象ラウンド $dispRound(d, l, curRound)$ が、変位推定される代わりに、次の推定ラウンドのための、RF 信号ワーピング部 100 の入力として用いられる $dispRound(d, l, \min ResidueRound(d, l))$ が、変位推定される。

【0279】

ここで、変位推定の多次元 (2 次元 or 3 次元) への拡張について説明する。

【0280】

つまり、上記の実施の形態では、超音波の深さ方向における 1 次元の変位を求める方法

について説明した。

【0281】

しかしながら、血管や腫瘍組織などの生体組織の拍動方向は、1次元内に限定されず、また、場所によっても、方向が異なる。

【0282】

したがって、複数方向から超音波を送受信することで、特定位置における複数方向の変位を求め、組織の2次元あるいは3次元的な変位を測定してもよい。

【0283】

こうして、多次元で測定することにより、診断精度の更なる向上が見込まれる。

【0284】

そして、超音波を複数方向から送受信する方法としては、超音波振動子が、1次元に配置されたりニアプローブを用いて、プローブの方向を変化させる、または、超音波振動子が2次元アレイ上に配置されたマトリックスプローブを用いて、ビームフォーミングにより、複数方向での送受信を行うなどの方法が可能である。

【0285】

ここで、ニアプローブの使用時には、磁気センサや加速度センサ、ジャイロなどの位置センサ、あるいは、カメラにより、プローブの位置を追跡することで、プローブの位置や向きを取得して、送受信時の方向を決定できる。

【0286】

なお、変位測定は、超音波の深さ方向など、1方向についてのみ行い、この変位ベクトルを、所定の2次元あるいは3次元座標系の各軸方向の成分に分解することで、多次元的に評価してもよい。

【0287】

この時、超音波の深さ方向と所定の座標系との対応関係が必要となるが、上述の位置センサなどを用いて、プローブの位置と方向を取得することで、両者を対応付ける。

【0288】

ここで、癌検出、あるいは、動脈硬化（血管の硬さ）の診断などに適用できる歪み計測（エラストグラフィ）との関連について補足説明する。歪みは、変位の時間微分であり、組織の硬さの指標となるが、本発明により、変位推定精度が向上することで、結果として、歪みの測定精度が向上する。エラストグラフィでは微分値を用いるが、その他に、組織の特定部位の変位の時間変化波形なども、組織性状の判定に利用できる。例えば、癌の成長過程においては、癌の周辺および内部に血管新生が起こることが知られている。従って、これら血管の拍動、あるいは、血管の拍動に伴う周囲の組織の拍動などを変位量の時間変化として捉え、変化のパターンや振幅が癌に特有のものであるかどうかを判定することで、癌検出を行ってもよい。

【0289】

こうして、変位推定装置であって、超音波信号を用いて、変位を反復的に推定する変位推定装置であって、少なくとも1つの超音波信号を、トランスデューサから走査された媒体に送信する手段と、前記走査された媒体から反射した超音波信号を受信する手段と、推定ウィンドウサイズを計算する手段と、前記推定されたウィンドウサイズに基づいて、前記推定ウィンドウの境界を計算する手段と、前記計算された推定ウィンドウを用いて、前記超音波信号の深度方向に沿って変位を推定する手段と、前記推定された変位に基づいて、前記超音波信号をワーピングする手段と、前記方法の収束傾向を前記ワーピングされた超音波信号間の差分として計算することで、収束を導く手段とを備える変位推定装置が開示される。

【0290】

こうして、開示される方法は、収束を導く方法、精度を限定する要素を克服する方法、および結果の質を評価する方法を含み、包括的な反復手法を用いて変位推定の精度を保証する。

【0291】

つまり、次の問題が解決される。つまり、超音波を用いる変位推定において、先行技術では、推定の精度と解像度を高める方法を提供している。その中には、複数段階からなる推定または反復推定を導入しているものもある。しかし、(1)反復推定の収束を導く方法を組み込んだ包括的な反復手法の欠如、(2)品質評価方法の欠如、および(3)変位の精度を限定する要素を克服する方法の欠如という問題があり、本発明の変位推定方法により、これらの問題が解決される。

【0292】

なお、本発明は、装置、システム、集積回路などとして実現できるだけでなく、その装置等を構成する処理手段をステップとする方法として実現したり、それらステップをコンピュータに実行させるプログラムとして実現したり、そのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能なCD-ROMなどの記録媒体として実現したり、そのプログラムを示す情報、データ又は信号として実現したりすることもできる。そして、それらプログラム、情報、データ及び信号は、インターネット等の通信ネットワークを介して配信してもよい。

【0293】

なお、本発明について、実施の形態に基づいて説明したが、本発明は、上記の実施の形態に限定されるものではない。本発明の主旨を逸脱しない限り、当業者が思いつく各種変形を本実施の形態に施したものや、異なる実施の形態における構成要素を組み合わせて構築される形態も、本発明の範囲内に含まれる。

【産業上の利用可能性】

【0294】

本技術は、超音波信号を用いて変位を推定する方法を導入するものである。これは、最終的な結果、または、更なる処理のための中間ステップの何れであっても、変位推定が必要な適用例において、用いることができ、医療用および工業用超音波機器に用いることができる。

【0295】

変位を精度よく推定できる変位推定装置が提供でき、ひいては、推定された変位に基づいて、悪性腫瘍と良性腫瘍、あるいは正常組織を判別するために適した情報を提供可能な変位推定装置が提供できる。

【符号の説明】

【0296】

- 1 X 変位推定装置
- 1 X 1 送信部
- 1 X 2 受信部
- 1 X 3 サイズ計算部
- 1 X 4 境界計算部
- 1 X 5 推定部
- 1 X 6 ワーピング部
- 1 X 7 収束制御部
- 1 2 0 1 s 超音波信号
- 1 2 0 3 x 下層構造
- 1 X 3 M ウィンドウサイズ
- 1 X 4 M 境界の情報
- 1 X b M 変位
- 1 X 7 M 相関値
- 1 0 0 R F 信号ワーピング部
- 1 0 3 収束ガイド部
- 1 0 1 変位推定部
- 1 0 2 ウィンドウ計算部
- 1 0 4 出力スイッチ

6 0 0、1 2 0 4、1 2 0 5 R F 信号
8 0 0、1 2 0 0 超音波トランスデューサ
1 2 0 0 M 媒体
1 2 0 8 遅延時間
1 0 0 a、1 0 1 a、1 0 2 1 a、1 0 3 a、1 0 4 a、1 0 4 b、1 0 4 c 情報
2 0 1 n、2 0 1 m、2 0 1 a、2 0 0 m、2 0 0 a、2 0 2 a 情報
5 0 0 m、5 0 0 a、5 0 1 n、5 0 1 a 情報
7 0 0 m、7 0 0 a、7 0 1 a、7 0 0 b 情報
9 0 0 m、9 0 0 a、9 0 1 m、9 0 1 a、9 0 2 a 情報

【手続補正 2】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

超音波信号を用いて、変位を反復的に推定する変位推定方法であって、
少なくとも 1 つの超音波信号を走査して、媒体に送信するステップと、
走査された前記媒体から反射した前記超音波信号を受信するステップと、
ウインドウサイズを計算するステップと、
計算された前記ウインドウサイズに基づいて、ウインドウの境界を計算するステップと

、
計算された前記境界による前記ウインドウを用いて、前記超音波信号のそれぞれの深度
における変位を推定するステップと、

推定された前記変位に基づいて、前記超音波信号をワーピングするステップと、
ワーピングされた前記超音波信号を用いて、前記超音波信号の相関値が大きくなるよう
に、この変位推定方法の収束を導くステップとを含む

変位推定方法。

【請求項 2】

計算される前記ウインドウサイズは、連続する複数のラウンドに用いられる前記ウイン
ドウサイズが、徐々に減少するように、変化される

請求項 1 記載の変位推定方法。

【請求項 3】

連続する複数の前記ラウンドの前記ウインドウサイズの上限と下限とのそれぞれを、徐
々に減少するように変化させるステップと、

各深度での信号電力に基づいて、それぞれの深度における前記ウインドウサイズとして
、その深度における上限と下限との間のウインドウサイズを計算するステップとを含む

請求項 1 記載の変位推定方法。

【請求項 4】

前記ウインドウサイズは、全てのウインドウにおける信号エネルギーが等しくなるよう
に計算される

請求項 1 記載の変位推定方法。

【請求項 5】

超音波信号の相関値が大きくなるほど、より小さい前記ウインドウサイズが計算される
請求項 1 記載の変位推定方法。

【請求項 6】

前記境界は、当該境界による前記ウインドウが、対応する深度を中心に、対称のウイン
ドウになるように、当該深度の両側に延びる

請求項 1 記載の変位推定方法。

【請求項 7】

前記境界は、対応する深度での、当該境界による前記ウインドウの両側における信号エネルギーが互いに等しくなるように、対応する前記深度の両側に延びる

請求項 1 記載の変位推定方法。

【請求項 8】

前記超音波信号を、計算された遅延値により、前記超音波信号内の各サンプルを遅延させることにより、ワーピングするステップを含む

請求項 1 記載の変位推定方法。

【請求項 9】

各ラウンドの後に、ワーピングされた R F 信号間の信号差分を計算するステップと、計算された前記信号差分が最小になるラウンドを決定するステップとを含む

請求項 1 記載の変位推定方法。

【請求項 10】

超音波信号を用いて、変位を反復的に推定する変位推定装置であって、少なくとも 1 つの超音波信号を走査して、媒体に送信する送信部と、走査された前記媒体から反射した前記超音波信号を受信する受信部と、ウインドウサイズを計算するサイズ計算部と、

計算された前記ウインドウサイズに基づいて、ウインドウの境界を計算する境界計算部と、

計算された前記境界による前記ウインドウを用いて、前記超音波信号のそれぞれの深度における変位を推定する推定部と、

推定された前記変位に基づいて、前記超音波信号をワーピングするワーピング部と、

ワーピングされた前記超音波信号を用いて、前記超音波信号の相関値が大きくなるように、当該変位推定装置が実行する変位推定方法の収束を導く収束制御部とを含む

変位推定装置。

【手続補正 3】

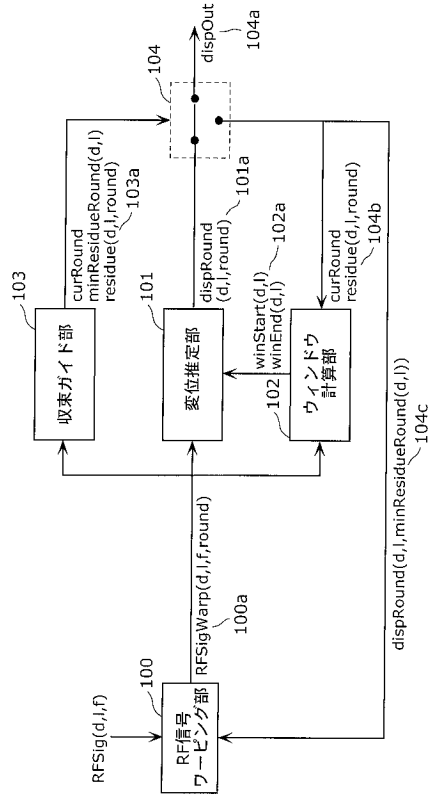
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】全図

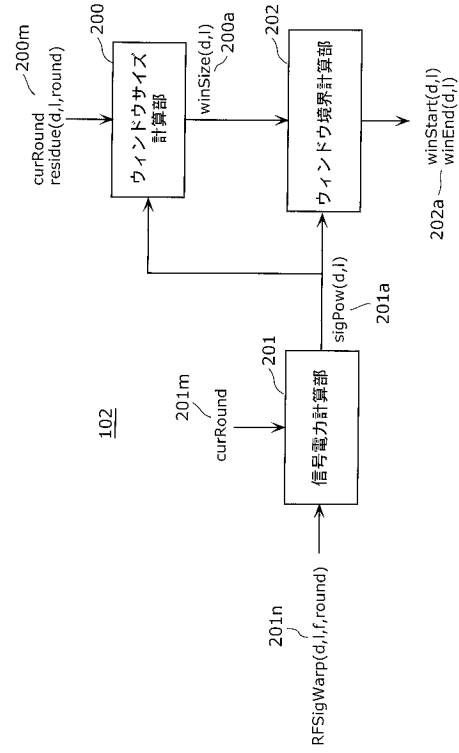
【補正方法】変更

【補正の内容】

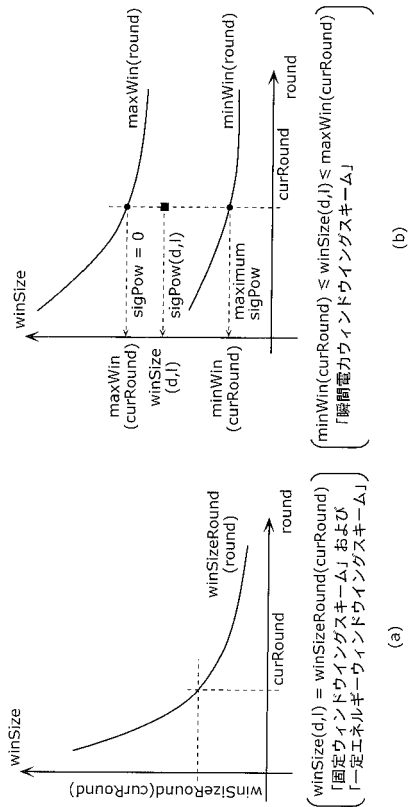
【図 1】



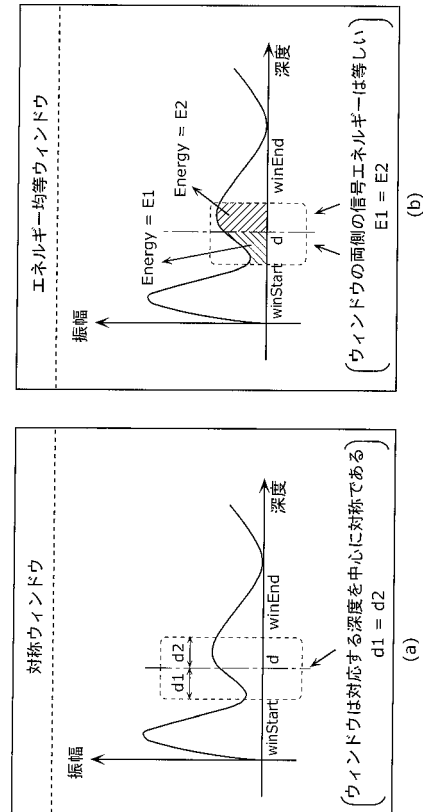
【図 2】



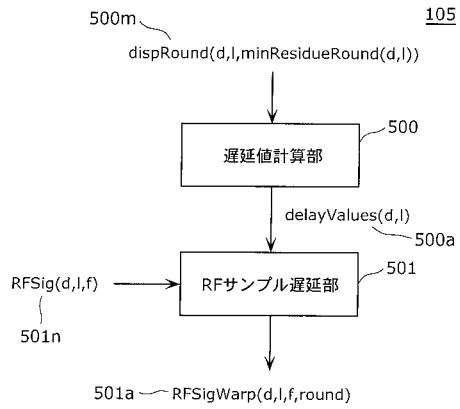
【図 3】



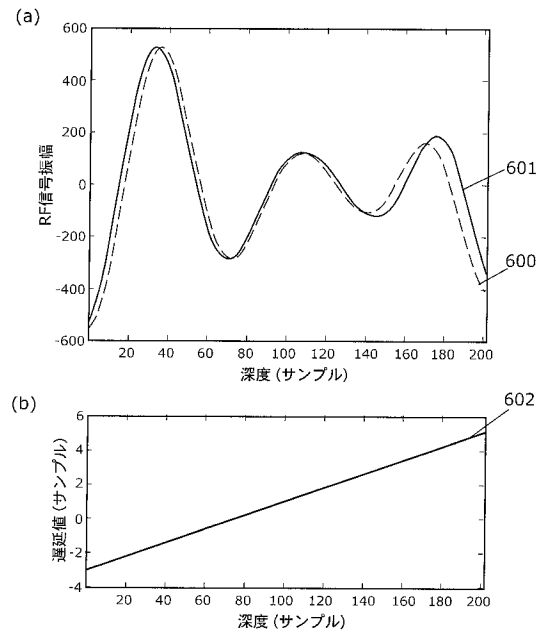
【図 4】



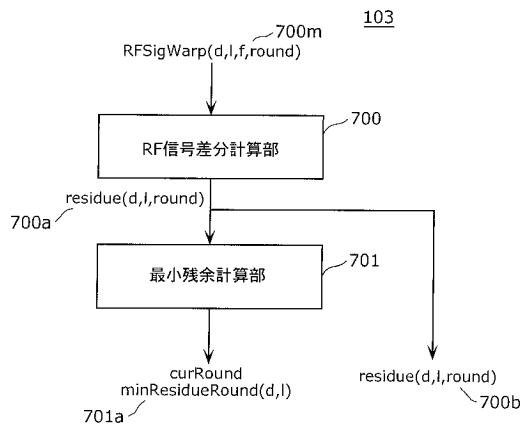
【図 5】



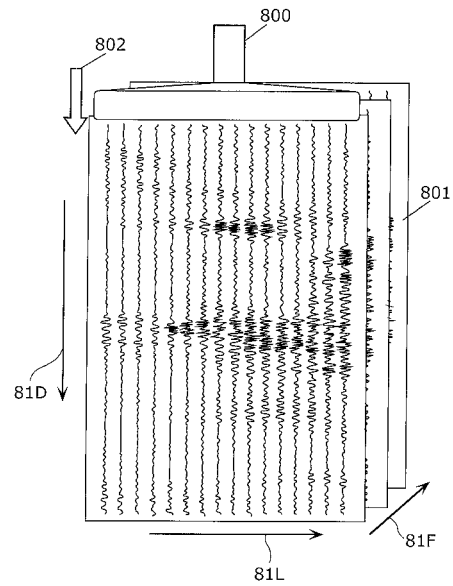
【図 6】



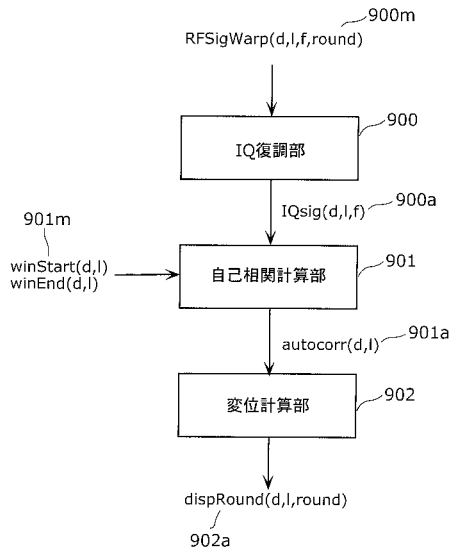
【図 7】



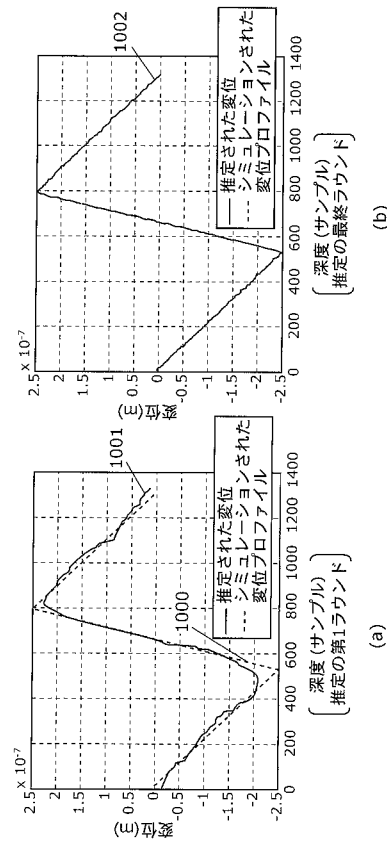
【図 8】



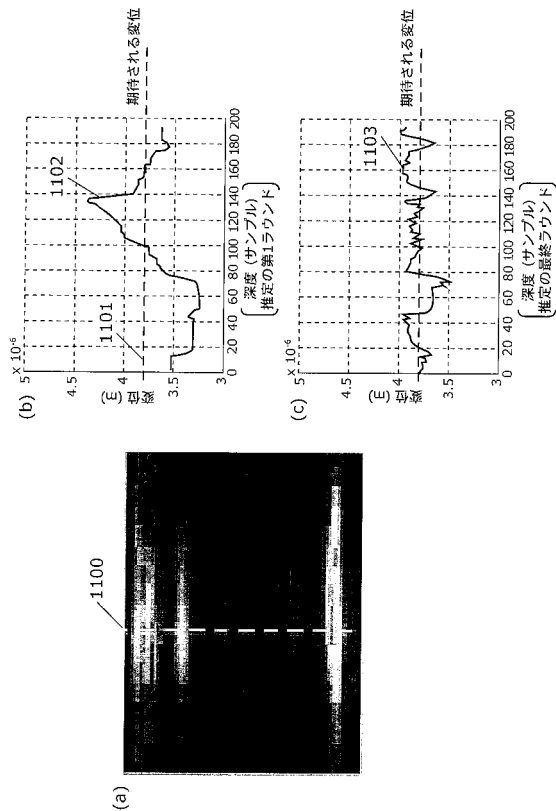
【図 9】



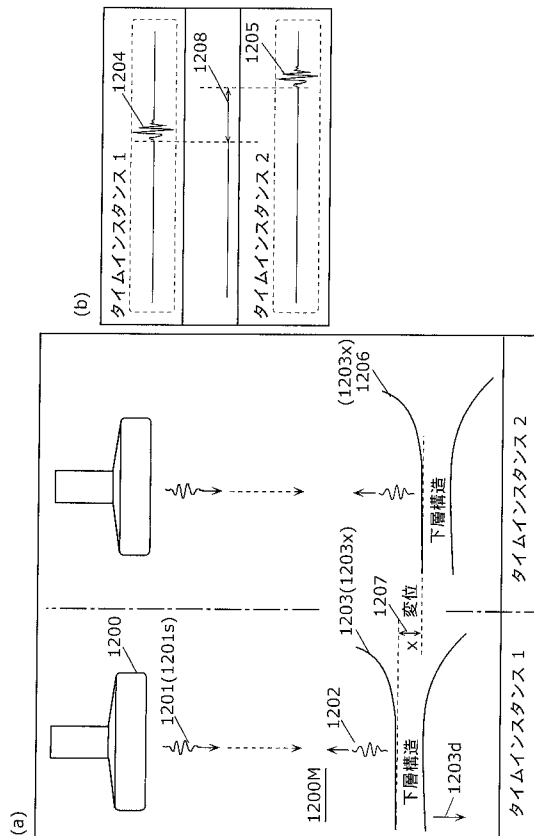
【図 10】



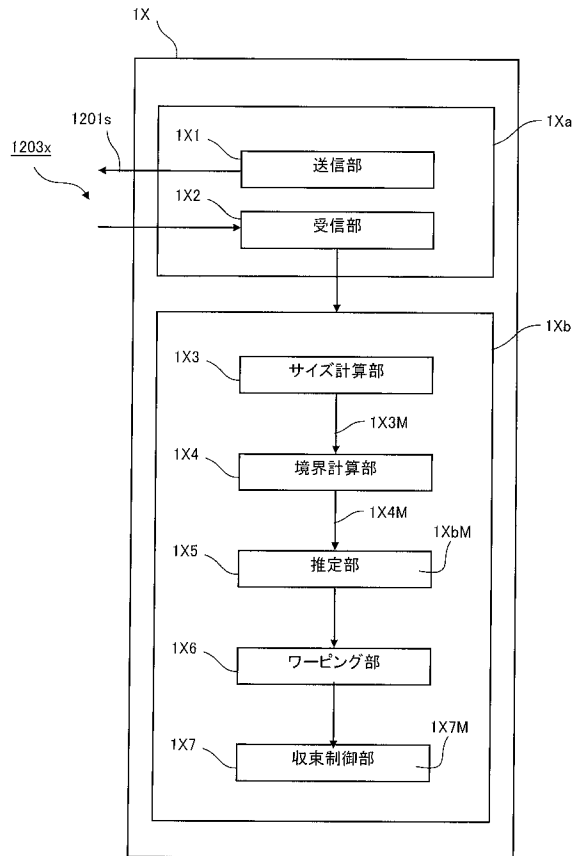
【図 11】



【図 12】



【図 13】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/000259

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B8/08(2006.01)i, G01N29/06(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A61B8/08, G01N29/06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamII), PubMed

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2009-537273 A (Cambridge Enterprise Ltd.), 29 October 2009 (29.10.2009), paragraphs [0056] to [0062], [0086] to [0107]; fig. 3a & US 2009/0324040 A & GB 2438461 A & GB 610172 D0 & EP 2021825 A & WO 2007/135450 A2 & CA 2652868 A	1,2,6,8,10 3-5,7,9
Y A	Chikayoshi SUMI et al., "Improvement of the measurement accuracy of the local tissue displacement by making a local region smaller during the iterative rf-echo phase matching", Journal of Medical Ultrasonics, 1997, vol.24, no.3, page 346	1,2,6,8,10 3-5,7,9

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
22 March, 2011 (22.03.11)Date of mailing of the international search report
05 April, 2011 (05.04.11)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/000259

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	C.Sumii et.al., Fine Elasticity Imaging Utilizing the Iterative RF-echo Phase Matching Method, IEEE Trans. on UFFC., 1999.01, Vol.46, No.1, pp.158-166	1,2,6,8,10 3-5,7,9
Y A	JP 2003-180686 A (Chikayoshi SUMI), 02 July 2003 (02.07.2003), entire text; all drawings & US 2004/0034304 A1 & US 2006/0184020 A1 & US 2006/0184025 A1	1,2,6,8,10 3-5,7,9
Y A	JP 2007-152074 A (Chikayoshi SUMI), 21 June 2007 (21.06.2007), entire text; all drawings & US 2006/0173319 A1	1,2,6,8,10 3-5,7,9
A	Chikayoshi SUMI et al., "Nijigen Cross Specter no Iso o Mochiita Hen'i Vector Keisokuho", The Japan Society of Ultrasonics in Medicine, Dai 64 Kai Kenkyu Happyokai Koen Shorokushu, vol.21, page 279	1-10
A	JP 2007-29703 A (Medison Co., Ltd.), 08 February 2007 (08.02.2007), entire text; all drawings & US 2007/0038101 A1 & KR 10-2007-0013981 A	1-10
A	C.Pellot-Barakat et.al., Ultrasound Elastography Based on Multiscale Estimations of Regularized Displacement Fields, IEEE Trans. Med. Imaging, 2004.02, Vol.23, No.2, pp.153-163	1-10

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2011/000259	
A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. A61B8/08(2006.01)i, G01N29/06(2006.01)i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. A61B8/08, G01N29/06			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2011年 日本国実用新案登録公報 1996-2011年 日本国登録実用新案公報 1994-2011年			
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語） JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamII) PubMed			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	
Y A	JP 2009-537273 A（ケンブリッジ・エンタープライズ・リミテッド） 2009.10.29, 段落番号【0056】～【0062】、【0086】～ 【0107】、【図3a】 & US 2009/0324040 A & GB 2438461 A & GB 610172 D0 & EP 2021825 A & WO 2007/135450 A2 & CA 2652868 A	1, 2, 6, 8, 10 3-5, 7, 9	
Y A	炭 親良、他、反復位相マッチング法において局所領域を小さくす ることによる組織内変位計測精度の向上, 超音波医学, 1997, 第24 巻第3号, p. 346	1, 2, 6, 8, 10 3-5, 7, 9	
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		の日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献	
国際調査を完了した日 22.03.2011		国際調査報告の発送日 05.04.2011	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/JP） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官（権限のある職員） 五関 統一郎	2Q 2904 電話番号 03-3581-1101 内線 3292

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 1 / 0 0 0 2 5 9
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	C.Sumii et.al., Fine Elasticity Imaging Utilizing the Iterative RF-echo Phase Matching Method, IEEE Trans. on UFFC., 1999.01, Vol. 46, No. 1, pp. 158-166	1, 2, 6, 8, 10 3-5, 7, 9
Y A	JP 2003-180686 A (炭 親良) 2003.07.02, 全文、全図 & US 2004/0034304 A1 & US 2006/0184020 A1 & US 2006/0184025 A1	1, 2, 6, 8, 10 3-5, 7, 9
Y A	JP 2007-152074 A (炭 親良) 2007.06.21, 全文、全図 & US 2006/0173319 A1	1, 2, 6, 8, 10 3-5, 7, 9
A	炭 親良、他、二次元クロススペクトルの位相を用いた変位ベクトル計測法, 日本超音波医学会 第 6 4 回研究発表会 講演抄録集, 第 21 巻, p. 279	1-10
A	JP 2007-29703 A (株式会社メディソン) 2007.02.08, 全文、全図 & US 2007/0038101 A1 & KR 10-2007-0013981 A	1-10
A	C.Pellot-Barakat et.al., Ultrasound Elastography Based on Multiscale Estimations of Regularized Displacement Fields, IEEE Trans. Med. Imaging, 2004.02, Vol. 23, No. 2, pp. 153-163	1-10

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 コック セン チョン

シンガポール 5 3 4 4 1 5 シンガポール、タイ・セン・アベニュー、ブロック 1 0 2 2、0 6 - 3 5 3 0 番、タイ・セン・インダストリアル・エステイト、パナソニック・シンガポール研究所株式会社内

(72)発明者 シュウ フェン ファン

シンガポール 5 3 4 4 1 5 シンガポール、タイ・セン・アベニュー、ブロック 1 0 2 2、0 6 - 3 5 3 0 番、タイ・セン・インダストリアル・エステイト、パナソニック・シンガポール研究所株式会社内

F ターム(参考) 2G047 AA12 BC13 EA10 GG36

4C601 BB03 BB06 BB16 BB17 BB21 DD19 EE09 GA18 GB04 GB06
JB41 JB45 JC16

(注) この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。

专利名称(译)	位移估计方法，位移估计装置		
公开(公告)号	JPWO2011089898A1	公开(公告)日	2013-05-23
申请号	JP2011533902	申请日	2011-01-19
申请(专利权)人(译)	松下电器产业株式会社		
[标]发明人	アンチュアントラン コックセンチョン シュウフェンファン		
发明人	アン チュアン トラン コック セン チョン シュウ フェン ファン		
IPC分类号	A61B8/08 G01N29/06		
CPC分类号	A61B8/08 A61B8/4245 A61B8/52 G01N29/0645 G01N29/225 G01N29/4454 G01N29/50 G01N2291 /044 G01S7/52038 G01S7/52042 G01S15/8977		
FI分类号	A61B8/08 G01N29/06		
F-TERM分类号	2G047/AA12 2G047/BC13 2G047/EA10 2G047/GG36 4C601/BB03 4C601/BB06 4C601/BB16 4C601 /BB17 4C601/BB21 4C601/DD19 4C601/EE09 4C601/GA18 4C601/GB04 4C601/GB06 4C601/JB41 4C601/JB45 4C601/JC16		
代理人(译)	新居 広守		
优先权	2010010336 2010-01-20 JP		
其他公开文献	JP5692079B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

一种用于使用超声波信号迭代地估计位移的位移估计方法，该方法包括：扫描至少一个超声波信号并将其传输到介质；以及从扫描的介质反射的超声波。接收信号，计算窗口大小，基于计算出的窗口大小计算出窗口边界，并对每个超声信号使用计算出的窗口。估计深度处的位移，基于所估计的位移使超声波信号变形，并使用变形的超声波信号，增加超声波信号的相关值。并且公开了指导该位移估计方法的收敛的步骤。

