

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複合超音波イメージングにおけるリアルタイム運動補正のための方法（５００）であって、

画像フレームを受け取る工程（５１０）と、

前記画像フレームと先行画像フレームの間の運動を推定する工程（５２５）と、

前記推定した運動によって先行運動推定値を更新し、更新済み運動推定値を形成する工程（５３０）と、

前記更新済み運動推定値を用いて前記画像フレーム及び前記先行画像フレームを補正する工程（５３５）と、

を含む方法（５００）。

10

【請求項 2】

前記画像フレームから複合画像を形成する工程（５４０）をさらに含む請求項 1 に記載の方法（５００）。

【請求項 3】

前記推定の工程（５２５）はさらに、相互相関と基準点レジストレーションのうちの少なくとも一方を用いて前記画像フレームと先行画像フレームの間の前記運動を推定する工程を含む、請求項 1 に記載の方法（５００）。

【請求項 4】

前記補正の工程（５３５）はさらに、前記更新済み運動推定値をアフィン変換において用いて前記画像フレーム及び前記先行画像フレームを補正する工程を含む、請求項 1 に記載の方法（５００）。

20

【請求項 5】

前記補正の工程（５３５）は画像フレームを受け取りながらリアルタイム補正を提供する、請求項 1 に記載の方法（５００）。

【請求項 6】

改良式の複合超音波イメージングのための方法（５００）であって、

画像フレームを受け取る工程（５１０）と、

前記画像フレームと先行画像フレームの間の運動を推定する工程（５２５）と、

前記運動推定値を用いて前記先行画像フレームを補正する工程（５３５）と、

前記画像フレームから複合画像を形成する工程（５４０）と、

を含む方法。

30

【請求項 7】

前記運動推定値によって先行運動推定値を更新し、更新済み運動推定値を形成する工程（５３０）をさらに含む請求項 6 に記載の方法（５００）。

【請求項 8】

空間複合超音波イメージングのためのシステム（３００）であって、

複合超音波画像を形成するために複数のフレームを保存することが可能なフレームバッファ（３４０）と、

運動推定値を含むデータを保存することが可能なメモリ（３６０）と、

新たなフレームと前記フレームバッファからの先行フレームとの間の運動を推定するように構成されたプロセッサであって、前記推定した運動に基づいて前記フレームバッファ（３４０）内のフレームを補正することが可能であり、かつ前記フレームバッファ（３４０）内のフレームを合成して１つの空間複合画像を形成しているプロセッサと、を備えるシステム（３００）。

40

【請求項 9】

前記プロセッサは、時間的に隣接したフレーム、空間的に隣接したフレーム、最終の同角度フレーム、及び最終の複合画像のうちの１つから前記先行フレームを選択している、請求項 8 に記載のシステム（３００）。

【請求項 10】

50

前記プロセッサは、前記推定した運動を剛性、アフィン及び弾性のうちの少なくとも１つとしてモデル化している、請求項８に記載のシステム（３００）。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は全般的には超音波イメージングに関する。本発明は特に、超音波空間複合イメージングのリアルタイム運動補正に関する。

【背景技術】

【０００２】

超音波は、通常の人に聞こえる周波数と比べてより高い周波数を有する音のことである。超音波イメージングは、超音波すなわち通常の人聴力を超える周波数スペクトル（２．５～１０ＭＨｚのレンジなど）での振動を利用する。超音波イメージング・システムは、患者などの被検体内に超音波を短いバースト状で送出する。被検体からシステムに戻るようにエコーが反射される。このエコーから診断画像を作成することができる。超音波イメージング技法はソナーやレーダーで使用される技法と同じである。

【０００３】

医用超音波システムは、撮像対象に送出された超音波ビームからエコー信号を連続して収集することによって画像を形成させる。個々のビームは、ある連続する深度距離にわたって集束パルスを送出しそのエコーを受信することによって形成される。対象内のより深くに位置する信号反射体に関しては、介在する組織層などの介在構造の信号減衰が増加するために、エコー信号の振幅がかなり小さくなる。したがって、例えば超音波システムの信号増幅器が発生させるノイズをある任意の低レベルまで低下できないために、信号対雑音比が低下する。

【０００４】

診断用イメージング・システムにとっては、様々な解剖構造及び患者の種類についても常に可能な最良画像を形成することが重要である。画質が悪いと画像に対する高信頼性の解析が阻害されることがある。例えば、画像コントラスト品質が低下すると、臨床的に使用可能でないような信頼できない画像となることがある。さらに、リアルタイムのイメージング・システムの出現によって、明瞭で高品質の画像を作成することに関する重要性が高まった。

【０００５】

Bモードすなわち「輝度」モードは超音波画像に対する一般的な表示形式の１つである。目下のところ、Bモード超音波イメージング・システムのトランスジューサは狭い超音波ビームすなわちベクトルを単一方向に発射させている。次いでこのトランスジューサ・アレイは、この同じ直線に沿って反射体から戻ってくるすべてのエコーを聴取するように待機している。戻されるエコーの強度を使用して対象の反射率が表される。患者の解剖構造などの対象の反射率は、距離方程式を用いて計算されるのが典型的である。この距離方程式は、信号の往復行程を対象の媒質中での音速で除した値に等しくその時間を決定する。現在の超音波システムは受信ビーム形成を利用して撮像対象を再構成している。すなわち、超音波システムはエコー信号の存在を聴取するために受信器を用いており、この受信器はさらにビームの再構成及びビーム方向の判定に使用される。超音波ビームを発射し反射エコーを聴取するというスキームは、ある解剖学的空間などの対象空間内のある２次元区画に及ぶまで多くの方向で順次反復される。超音波システムは、反射されたエコー信号からの決定に従って戻されたエコー信号の強度に対応した輝度レベルで各ラインをペイントする。ある空間区画を掃引し終えているベクトルの全体組によって１つのBモードフレームが構成される。この再構成処理は、フレームを継続してペイントして標準的なリアルタイムBモード表示が実現されるまで反復される。

【０００６】

空間複合処理は超音波イメージングの広範な用途において高度かつ重要な診断ツールとなっている。空間複合処理では、音波やこの種の別の波を用いて幾つかの音波発射（in

10

20

30

40

50

s o n i f i c a t i o n) 角度すなわち放射角から目標物が走査される。次いで、受け取った複数の画像が合成され、または平均化されて単一の画像が形成される。複合された画像の表示では、典型的には、画像分解能を劣化させる散乱によって導入されるスペックル (s p e c k l e) や干渉がより少ない。複合画像はさらに、単一の角度からの従来式の超音波画像と比べてより良好な鏡面反射体描写 (s p e c u l a r r e f l e c t o r d e l i n e a t i o n) を提供することができる。幾つかの超音波装置では、1次元線形アレイや1次元湾曲線形アレイなど様々なタイプのトランスジューサ上で多重角度空間複合処理が実現されている。

【特許文献1】米国特許第7037265号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

空間複合イメージングは、スペックルを減少させると共に組織境界を強調することによってコントラスト分解能を改善させる。しかし、空間複合画像は異なる時点で収集された一連のフレームの和である。このため、空間複合処理は、組織の運動や探触子の運動などの運動の影響を受けやすい。さらに、撮像域を大きくして撮像を行うと定常の運動からボケやアーチファクトが生ずることになる。したがって、空間複合画像においてボケなどの運動の影響を低減または排除するための改良式の方法及び装置があると極めて望ましい。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明のある種の実施形態は複合超音波イメージングのリアルタイム運動補正のための方法及びシステムを提供する。ある種の実施形態は、画像フレームを受け取る工程と、この画像フレームと先行画像フレームの間の運動を推定する工程と、推定した運動を用いて先行運動推定値を更新して更新済み運動推定値を形成する工程と、この更新済み運動推定値を用いて1つまたは複数の先行画像フレームを補正する工程と、を含む方法を提供する。本方法はさらに、これらの画像フレームから複合画像を形成する工程を含むことがある。

【0009】

一実施形態では、画像フレームと先行フレームの間の運動は、例えば相互相関、基準点レジストレーション、及び/または別の推定方法を用いて推定されることがある。画像フレームと先行画像フレームは、例えば更新済み運動推定値をアフィン変換や別の補正方法において用いることによって補正されることがある。一実施形態では、本方法は画像フレームを受け取りながらリアルタイム補正を提供する。

【0010】

ある種の実施形態は、改良式の複合超音波イメージングのための方法を提供する。本方法は、画像フレームを受け取る工程と、この画像フレームと先行画像フレームの間の運動を推定する工程と、この運動推定値を用いて画像フレーム及び先行画像フレームを補正する工程と、これらの画像フレームから複合画像を形成する工程と、を含む。本方法はさらに、運動推定値を用いて先行運動推定値を更新して更新済み運動推定値を形成する工程を含むことがある。一実施形態では、画像フレームと先行画像フレームの間の運動は、例えば相互相関と基準点レジストレーションのうちの少なくとも一方を用いて推定されることがある。一実施形態では、画像フレーム及び先行画像フレームは、例えば運動推定値をアフィン変換において用いて補正されることがある。

【0011】

ある種の実施形態は、コンピュータ上で実行するための命令の組を含んだコンピュータ読み取り可能な媒体を提供する。この命令組は、新たなフレームと複合画像組内の先行フレームとの間の運動を推定するように構成された運動推定ルーチンと、推定した運動に基づいて複合画像組内のフレームを補正するように構成された運動補正ルーチンと、複合画像組内のフレームを合成して1つの複合画像を形成するように構成された画像複合ルーチンと、を含む。この命令組はさらに、例えば空間複合画像を表示するための表示ルーチン

10

20

30

40

50

を含むことがある。

【0012】

一実施形態では、運動補正ルーチンは、推定した運動に基づいて旧フレームを新フレームに対して整列させる。一実施形態では、運動推定ルーチンは、推定した運動を用いて推定した先行の運動を更新して更新済みの推定運動を形成する。一実施形態では、運動推定ルーチンは、例えば時間的に隣接したフレーム、空間的に隣接したフレーム、最終の同角度フレーム、及び最終の複合画像のうちの少なくとも1つから先行フレームを選択する。

【0013】

ある種の実施形態は、空間複合超音波イメージングのためのシステムを提供する。本システムは、複合超音波画像を形成するための複数のフレームを保存することが可能なフレームバッファと、運動推定値を含むデータを保存することが可能なメモリと、新フレームとフレームバッファからの先行フレームとの間の運動を推定するように構成されたプロセッサと、を含む。本プロセッサは、この推定した運動に基づいてフレームバッファ内のフレームを補正することが可能である。本プロセッサはフレームバッファ内のフレームを合成して1つの空間複合画像を形成する。

10

【0014】

一実施形態では、新フレームによって、例えばフレームバッファ内の最も古いフレームが置き換えられる。本プロセッサは、フレームバッファ内のフレームを合算して1つの空間複合画像を形成することがある。本プロセッサは、例えば時間的に隣接したフレーム、空間的に隣接したフレーム、最終の同角度フレーム、及び最終の複合画像のうちの少なくとも1つから先行フレームを選択することがある。一実施形態では、そのプロセッサは推定した運動を、例えば剛性(rigid)、アフィン及び弾性(elastic)のうちの少なくとも1つとしてモデル化している。本プロセッサはさらに、フレームバッファ内のフレームデータに対して空間可変性のシェーディングを適用することがある。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

上述した要約、並びに本発明のある種の実施形態の以下の詳細な説明は、添付の図面と共に読むことによってさらに十分な理解が得られよう。本発明の例証を目的として、図面ではある特定の実施形態を示している。しかし、本発明は添付の図面に示した配置や手段に限定するものではないことを理解すべきである。

30

【0016】

図1は、本発明の一実施形態により使用される超音波イメージング・システム5のブロック図を表している。システム5は、トランスジューサ10、フロントエンド20、撮像モード・プロセッサ30、ユーザインタフェース60、制御プロセッサ50、及びディスプレイ75を含む。撮像モード・プロセッサ30及び制御プロセッサ50は例えば、バックエンド・システムの一部とすることがある。トランスジューサ10は、アナログ電気信号を超音波エネルギーに変換することによって超音波を被検体内に送出するために使用される。トランスジューサ10はさらに、超音波エネルギーをアナログ電気信号に変換することによって被検体から後方散乱された超音波を受け取るために使用されることがある。フロントエンド・サブシステム20は、受信器、送信器及びビーム形成器を含んでおり、様々な撮像モードで使用するための送信波形、ビームパターン、受信器フィルタ処理技法、及び復調スキームを生成するために使用される。フロントエンド20はデジタルデータのアナログデータへの変換、並びにこの逆の変換を行う。フロントエンド20は、アナログインタフェース15を介してトランスジューサ10とインタフェースを取っている。フロントエンド20は、デジタルバス70を介して撮像モード・プロセッサ30及び制御プロセッサ50とインタフェースを取っている。デジタルバス70は幾本かの下位デジタルバスを含むことがある。この下位デジタルバスは、別々の構成を有することがあり、また超音波イメージング・システム5の様々な部分に対してデジタル式のデータインタフェースを提供することがある。

40

【0017】

50

撮像モード・プロセッサ 30 は、B モード・イメージング、M モード・イメージング、B M モード・イメージング、高調波 (h a r m o n i c) イメージング、ドブラ・イメージング、カラーフロー・イメージング、及び / または別の任意の超音波撮像モードなどの撮像モードのための振幅検出及びデータ圧縮を提供する。撮像モード・プロセッサ 30 はフロントエンド 20 からデジタル信号データを受け取る。撮像モード・プロセッサ 30 は受け取ったデジタル信号データを処理し推定されるパラメータ値を作成する。この推定パラメータ値は受け取ったデジタル信号データを用いて作成されることがある。推定パラメータ値を作成するためにこのデジタル信号データは、送信された信号の基本波、高調波または低調波を中心とする周波数帯域内で解析を受けることがある。撮像モード・プロセッサ 30 はデジタルバス 70 を介して制御プロセッサ 50 に推定パラメータ値を渡している。撮像モード・プロセッサ 30 はさらに、デジタルバス 70 を介してディスプレイ 75 に推定パラメータ値を渡すことがある。

10

【 0 0 1 8 】

ディスプレイ 75 は表示プロセッサ 80 及びモニター 90 を含む。表示プロセッサ 80 は、撮像モード・プロセッサ 30 及び制御プロセッサ 50 からのデジタルのパラメータ値を受け付ける。表示プロセッサ 80 は、例えば走査変換機能、カラーマッピング機能、並びに組織 / フロー・アービトレーション (a r b i t r a t i o n) 機能を実行することがある。表示プロセッサ 80 は、表示のためにデジタルデータに対して処理、マッピング及びフォーマット設定を行い、このデジタル表示データをアナログ表示信号に変換し、かつこのアナログ表示信号をモニター 90 に渡している。モニター 90 は表示プロセッサ 80 からのアナログ表示信号を受け入れると共に、得られた画像を表示する。オペレータはモニター 90 上で画像を観察することができる。

20

【 0 0 1 9 】

ユーザインタフェース 60 は、制御プロセッサ 50 を介した超音波イメージング・システム 5 に対するオペレータによるユーザコマンドの入力を可能にしている。ユーザインタフェース 60 は、例えばキーボード、マウス、スイッチ、ノブ、ボタン、トラックボール、及び / またはスクリーン上メニューを含むことがある。

【 0 0 2 0 】

制御プロセッサ 50 は超音波イメージング・システム 5 の中央処理装置である。制御プロセッサ 50 は、デジタルバス 70 を用いて超音波イメージング・システム 5 の別の構成要素とインタフェースを取っている。制御プロセッサ 50 は、様々なデータアルゴリズムや様々な撮像及び診断モードに関する機能を実行する。制御プロセッサ 50 と超音波イメージング・システム 5 の別の構成要素との間で、デジタルデータ及びコマンドが送受信されることがある。代替的な一実施形態では、制御プロセッサ 50 が実行する機能は、複数のプロセッサによって実行させること、かつ / または撮像モード・プロセッサ 30 及び / または表示プロセッサ 80 内に組み入れられることがある。別の実施形態では、プロセッサ 30、50 及び 80 の機能は、単一のパーソナル・コンピュータ (P C) のバックエンド内に組み入れられることがある。

30

【 0 0 2 1 】

図 2 は、本発明の一実施形態による超音波イメージングのための方法 200 の流れ図を表している。先ず工程 210 では、トランスジューサ 10 が患者などの被検体内に超音波エネルギーを送出する。次いで工程 220 では、被検体から後方散乱された超音波エネルギーすなわちエコーがトランスジューサ 10 によって受け取られる。信号は、被検体から後方散乱された超音波に応答してフロントエンド 20 で受け取られる。

40

【 0 0 2 2 】

次に工程 230 では、受け取った信号がデジタルバス 70 を用いてフロントエンド 20 から撮像モード・プロセッサ 30 に送られる。工程 240 では、受け取った信号に基づいて撮像モード・プロセッサ 30 がパラメータ値を作成する。次いで工程 250 では、このパラメータ値が制御プロセッサ 50 に送られる。

【 0 0 2 3 】

50

工程 260 では、このパラメータ値が、表示、保存、及びディスプレイ 75 における診断で使用するために制御プロセッサ 50 によって処理される。制御プロセッサ 50 は、画像データパラメータ値を処理して、アーチファクトを低減させ最終の画像（複数のこともある）を処理することがある。制御プロセッサ 50 及び / または撮像モード・プロセッサ 30 は、画像データを複合させて複合画像を作成することがある。例えば、複数の角度からの画像データを合成あるいは平均化して空間複合画像を作成することがある。

【0024】

次に工程 270 では、処理済みのパラメータ値がディスプレイ 75 に送られる。さらに、制御プロセッサ 50 との連係及び / または制御プロセッサ 50 に対する追加により、表示プロセッサ 80 が複数の集束ゾーン画像からのパラメータ値を処理して合成画像を作成することもある。 10

【0025】

最後に工程 280 では、診断画像が作成されモニタ 90 の位置に出力される。この画像は例えば、保存され、表示され、プリントされ、かつ / またはさらに送出されることがある。表示プロセッサ 80 はデジタル信号データからの処理済みのパラメータ値を用いて診断画像を作成することがある。

【0026】

空間複合イメージングを実現するために、幾つかの超音波イメージング・システムはすべての方向に対するフル基本波送信またはフル高調波送信を使用している。次いで、受け取ったエコー信号データが合成されて 1 つの画像が形成される。単一の送信基本波周波数を使用すると激しいグレーティングローブ (grating lobe) アーチファクトを生ずることがある。送信角度が小さくなるに連れて送信信号周波数を低下させると、グレーティングローブの低減に役立つことがある。しかし、送信信号周波数を低下させると信号分解能の劣化が生じる。また一方、高調波送信は基本波周波数と比べて有するグレーティングローブがより少ない。しかし、高調波送信は基本波周波数送信と比べて得られる透過がより小さい。 20

【0027】

一実施形態では、基本波及び高調波周波数の送信を合成して最終画像を作成している。グレーティングローブがほとんどないか全くない小さいステアリング角度では、基本波周波数を送信することがある。大きなステアリング角度では、より多くのグレーティングローブが作成されるため、高調波周波数を送信することがある。1 つまたは複数の画像を作成するために基本波と高調波のエコー信号が処理されて合成されることがある。ビームステアリング角度に基づいて適当に基本波と高調波の信号を合成することによって、さらにスペックルをより効率よく平滑化することができる。例えば参照により本明細書に組み込むものとする Xiaohui Hao らにより 2003 年 10 月 7 日に提出された米国特許出願「Method and Apparatus for Tissue Harmonic Imaging with Natural (Tissue) Decoded Coded Excitation」(米国特許第 7,037,265 号、整理番号第 137741UL 号)に開示されているように、低周波数または高周波数の基本送信、並びに単一波、2 重波またはコード化高調波を使用し、これらを別の基本波及び / または高調波信号と合成させることもある。撮像モード・プロセッサ 30、あるいは別のハードウェアやソフトウェアは、どの種類の信号がトランスジューサ 10 から撮像しようとする被検体内に発射されたのかを決定する。 30 40

【0028】

ある種の実施形態は、グレーティングローブを低下させる一方で空間分解能を維持している複合イメージング技法を提供する。角度ステアリングに関する周波数を低下させると共に、例えばステアリング角度が 0 を超える場合に高調波イメージングを使用する。一実施形態では、参照により本明細書に組み込むものとする Feng Lin らにより 2002 年 12 月 31 日に提出された「Method and Apparatus for Ultrasonic Speckle Reduction Using Wideb 50

and Frequency Compounding with Tissue - Generated Harmonics」と題する特許出願（米国出願第10/335,277号）に開示されているような周波数複合（または、可変周波数イメージング）を利用することができる。さらに、参照により本明細書に組み込むものとするXiaohui Haoらにより2003年11月7日に提出された特許出願「Method and Apparatus for Ultrasound Compound Imaging with Combined Fundamental and Harmonic Signals」（米国出願第10/703,903号）に開示されているような基本波と高調波の信号を合成させた超音波複合イメージングを用いるとスペックル抑制の改善に役立つことがある。

10

【0029】

図3は、本発明の一実施形態により使用される改良式の空間複合システム300を表している。システム300は、空間複合させるフレーム間の運動を推定しこれを補償するために使用されることがある。システム300は、探触子310、ビーム形成モジュール320、Bモード処理モジュール330、フレームバッファ更新モジュール340、運動推定モジュール350、メモリ更新モジュール360、運動補償モジュール370、フレーム合算モジュール380、及びディスプレイ390を含む。システム300の構成要素は、ソフトウェアの形及び/またはハードウェアの形で実現することができる。システム300の構成要素は、別々に実現させることができ、かつ/または例えば様々な形式で合成させることができる。システム300は任意の超音波撮像モードを用いて動作することができるが、以下の説明では、単に例示のみを目的としてBモード超音波イメージングを用いて例証している。

20

【0030】

動作時において、探触子310から受け取ったエコーが先ずビーム形成ブロック320で集束される。次いで、Bモード処理ブロック330においてBモードフレームが形成され、フレームバッファ340にこれが保存される。フレームバッファ340内のフレームの総数は $N + 1$ （ここで、 N は複合画像の作成に使用されるフレームの数）とすることができる。新たなフレームが形成されるたびに、フレームバッファ340内の最も古いフレームは除去されてこの新フレームに置き換えられる。運動推定ブロック350では、新フレームと先行フレームの間の運動が推定される。次いで、推定した運動を使用して運動メモリ360内に保存されている既存の運動情報が更新される。この運動情報は、複合画像の作成のために使用するすべてのフレーム間の運動を記述している。運動補償ブロック370では、この更新済み運動情報に基づいて旧フレームを新フレームに対して整列させる。整列させたフレームは複合ブロック380において合算される。最終的に、ディスプレイ390に複合画像が表示される。

30

【0031】

ある種の実施形態は「更新」モードで動作する。旧フレーム同士の間運動は新フレームを受け取る前にすでに推定済みであるため、新フレームが到来するたびに、新フレームと先行フレームの間運動だけを推定する。先行フレームは、例えば時間的に隣接したフレーム、空間的に隣接したフレーム、最終の同角度フレーム、または最終の複合画像となるように選択することができる。例えば、時間的に隣接したフレームが選択された場合、組織の運動及び歪みは最も少なくなるが、画像が様々な角度から走査を受けていることがあるために画像は互いに類似しないことがある。同角度フレームが選択された場合、ステアリング角度が同じであるために走査した画像は互いに類似するが、これらの画像は時間的に離れたものとなり得る。空間的に隣接したフレーム及び最終の複合画像の特徴は、例えば同角度フレームの場合と時間的に隣接したフレームの場合との間に来ることがある。

40

【0032】

図4は、本発明の一実施形態により使用される5つの複合フレームからなる時間シーケンスを表している。新フレーム F_n に対して、フレーム F_{n-1} は時間隣接フレームであり、フレーム F_{n-2} 及び F_{n-3} は空間隣接フレームであり、フレーム F_{n-5} は同角

50

度フレームであり、かつ最終の複合画像は F_{n-5} から F_{n-1} までのレジストレーション後の和である。この運動は、既存の任意の方法（例えば、相互相関法）によって推定されることがある。この運動は、例えば確度と複雑性の間の所望の折衷関係に応じて剛性、アフィン、または弾性とするようにモデル化されることがある。

【0033】

一実施形態では、普遍性を損なうことなく、フレーム j からフレーム i への運動は U_{ij} と表すことができ、フレーム i からフレーム j への運動は $U_{ji} = U_{ij}^{-1}$ と表すことができ、かつ整列は $f_j' = U_{ij} f_j$ と表すことができる（ここで、 f_j は原始フレームでありまた f_j' はフレーム i に対して整列させたフレーム j である）。運動 U_{ik} は U_{ij} 及び U_{jk} から $U_{ik} = U_{ij} U_{jk}$ を用いて導出されることがある。一実施形態では、同じフレーム同士の運動 U_{ii} は単位値（unit）であり、1と記載している。

【0034】

運動メモリ360では、各先行フレームと現行フレームの間の運動 $\{U_{ni}, i = n, n-1, n-2, \dots\}$ （ここで、 n は現行フレーム）が保存される。新たなフレーム $n+1$ が形成されると、運動 $U_{(n+1)j}$ （ここで、 j は選択した先行フレーム）が先ず推定される。次いで、次式によって新たな運動組を計算することができる。

【0035】

【数1】

$$U_{(n+1)i} = \begin{cases} U_{(n+1)j} U_{nj}^{-1} U_{ni} & i = n, n-1, \dots \\ 1 & i = n+1 \end{cases}$$

（式1）

例えばフレームデータに対して、空間可変性のシェーディングが適用されることがある。このシェーディングは、エッジ・アーチファクトの低減や画像均一性の改善など複数の恩恵を有することがある。重み付けした画像データを用いた空間複合イメージングに対するシェーディングの一例が、参照により本明細書に組み込むものとする Michael Washburn らにより2004年8月9日に提出された「Range Dependent Weighting for Spatial Compound Imaging」と題する特許出願（出願第10/914,326号）に記載されている。不要なアーチファクトを避けるために、フレームデータに対して先ずシェーディングが適用され、次いでシェーディング済みデータとシェーディング自体の両者に対して運動補正が実施されることがある。整列させたフレームデータとシェーディングが合算されると共に、シェーディング和を用いたフレーム和の正規化（normalize）によって複合データが計算される。

【0036】

【数2】

$$f_c = \frac{\sum_i U_{(n+1)i} (w_i f_i)}{\sum_i U_{(n+1)i} w_i}$$

（式2）

図5は、本発明の一実施形態により使用される運動補正を伴った改良式複合イメージングのための方法500の流れ図を表している。先ず工程505では、運動補正が初期化される。例えば、フレームバッファ及び運動メモリがリセットされる。次いで工程510では、新フレームの受け取りが判定される。新たなフレームを受け取っていない場合、例え

ば運動補正方法が終了となることや、新フレームの受け取りを待つことがある。新たなフレームを受け取った場合、工程 5 1 5 において、この新フレームデータに対してシェーディングが適用される。空間可変性シェーディングなどのシェーディングは、エッジ・アーチファクトを低減させ画像を平滑化して均一性を向上させるために使用されることがある。工程 5 2 0 では、シェーディング済みデータによってフレームバッファが更新される。

【 0 0 3 7 】

次に工程 5 2 5 では、新フレームと先行フレームの間の運動が推定される。例えばこれらのフレームが異なる時点で収集されているために、組織及び／または探触子の動きによってフレーム間に運動アーチファクトやオブジェクトの差が導入されることがある。画像データの比較など新フレームと先行フレームとを比較すると、フレーム間で推定される運動の影響が明らかとなることがある。ある種の実施形態では、相互相関及び／または基準点に基づくレジストレーションなど 1 つまたは複数の方法を用いてフレーム間の運動を推定することができる。工程 5 3 0 では、この運動推定値によって運動メモリが更新される。例えば、運動推定値を用いて、運動メモリ内に保存されている運動情報が更新される、さもなければ修正される。

【 0 0 3 8 】

次いで工程 5 3 5 では、画像フレームに対して運動補償が実行される。例えば、運動情報を使用してこれらのフレーム内の運動が補償される。例えば、運動情報を用いて新フレームに対して旧フレームを整列させることがある。フレーム間での運動の影響を補償するには、様々な運動補正方法を用いることができる。

【 0 0 3 9 】

例えば、アフィン変換を用いてフレーム内の運動の影響を補償することがある。アフィン変換とは、画像内において共直線性 (c o l l i n e a r i t y) 及び距離の比が保全されるような任意の変換である。すなわち、当初ある直線に沿って存在するすべての点は変換後においても当該直線に沿って存在し、また線分の中点は変換後においても当該線分の中点のままである。アフィン変換の例には、幾何学的縮小 (c o n t r a c t i o n) 、伸長 (e x p a n s i o n) 、膨張 (d i l a t i o n) 、反射、回転、せん断 (s h e a r) 、相似変換、らせん状 (s p i r a l) 相似、平行移動、前記を組み合わせたもの、及び／または回転、平行移動、膨張及びせん断からなる別の合成が含まれる。例えば、フレーム間の運動をアフィン変換によってモデル化する場合、運動推定において先ず、スケールファクタ (s) 、回転角度 (アルファ) 、初期 x 座標位置 (x 0) 、及び初期 y 座標位置 (y 0) が評価される。運動補償では、計算した s 、アルファ、x 0 及び y 0 を用い次式に示したようにしてアフィン変換が実施される。

【 0 0 4 0 】

$$\begin{aligned} x' &= (s \cos \theta) x + (s \sin \theta) y - s (x_0 \cos \theta + y_0 \sin \theta) \\ y' &= (-s \sin \theta) x + (s \cos \theta) y + s (x_0 \sin \theta + y_0 \cos \theta) \end{aligned}$$

工程 5 4 0 では、フレームが合算されて 1 つの複合画像が形成される。例えば、整列させたフレームを空間的に合算して 1 つの空間複合画像が形成されることがある。次いで工程 5 4 5 では、複合画像を形成し終えた後、この複合画像データが正規化される。次に工程 5 5 0 において、追加的な新たな画像フレームの処理を要する場合、本方法は工程 5 1 0 の位置から反復される。新フレームに基づいてシェーディング、運動情報、運動補償、その他が調整される。処理すべき新たな画像フレームがない場合、複合画像に対する運動補正は終了する。この補正複合画像は例えば、保存される、表示される、かつ／または送信されることがある。

【 0 0 4 1 】

したがって、ある種の実施形態は超音波空間複合画像のリアルタイム運動補正のための効率がよい方法及びシステムを提供する。ある種の実施形態は、フレームを受け取りながら、かつ／またはフレームを受け取り終えた後に運動補正を提供しており、処理に関して任意の数のフレームに対応することができる。ある種の実施形態は、複合の前に適正に整列させた複合画像を作成している。

10

20

30

40

50

【0042】

ある種の実施形態は、先行の推定値が保存されているために、1回のフレーム更新ごとに1つの運動推定値を取得する。先行フレーム同士の間のオフセットを用いると、新フレームをある先行フレームと比較した1つの推定値によって、これらのフレーム間の関係の特定、並びに運動の影響を低減させるような複合画像の整列調整が可能である。

【0043】

本発明に関してある種の実施形態を参照しながら記載してきたが、本発明の趣旨を逸脱することなく様々な変更が可能であると共に、等価物による置換が可能であることは当業者であれば理解するであろう。さらに、多くの修正形態により、本発明の趣旨を逸脱することなく具体的な状況や材料を本発明の教示に適応させることができる。したがって、開示した特定の実施形態に本発明を限定しようという意図ではなく、本発明は添付の特許請求の範囲の域内に入るすべての実施形態を包含するように意図している。

10

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図1】本発明の一実施形態により使用される超音波イメージング・システムのブロック図である。

【図2】本発明の一実施形態による超音波イメージングのための方法の流れ図である。

【図3】本発明の一実施形態により使用される改良式の空間複合システムの図である。

【図4】本発明の一実施形態により使用される時間フレーム・シーケンスを表した図である。

20

【図5】本発明の一実施形態により使用される運動補正を伴った改良式複合イメージングのための方法の流れ図である。

【符号の説明】

【0045】

5 超音波イメージング・システム

10 トランスジューサ

20 フロントエンド

30 撮像モード・プロセッサ

50 制御プロセッサ

60 ユーザインタフェース

30

70 デジタルバス

75 ディスプレイ

80 表示プロセッサ

90 モニタ

300 改良式空間複合システム

310 探触子

320 ビーム形成モジュール

330 Bモード処理モジュール

340 フレームバッファ更新モジュール

350 運動推定モジュール

40

360 メモリ更新モジュール

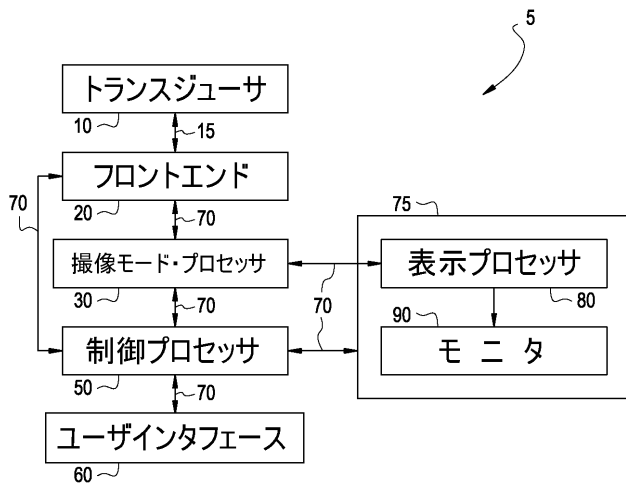
370 運動補償モジュール

380 フレーム合算モジュール

390 ディスプレイ

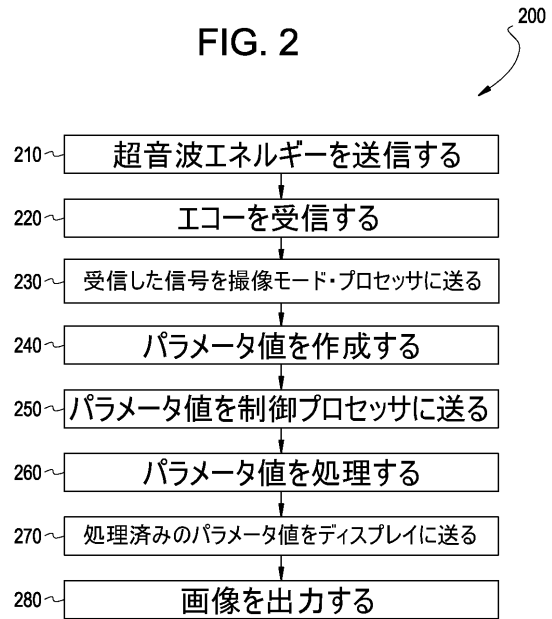
【 図 1 】

FIG. 1



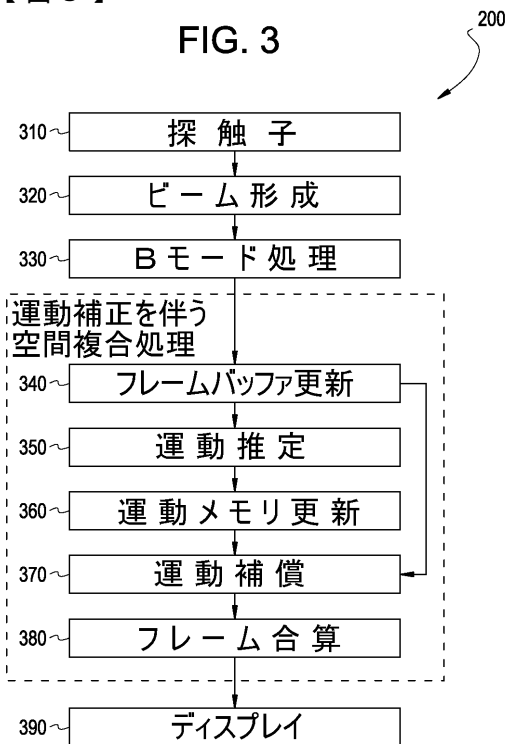
【 図 2 】

FIG. 2



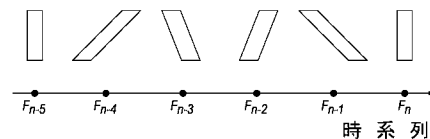
【 図 3 】

FIG. 3



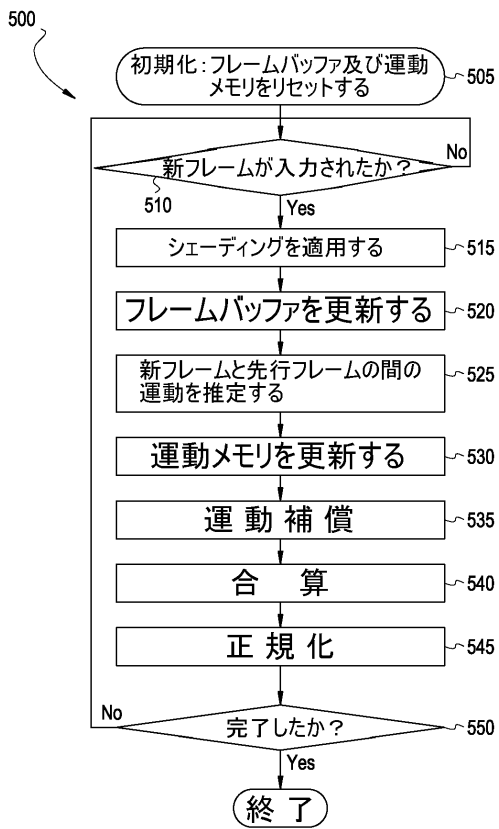
【 図 4 】

FIG. 4



【 図 5 】

FIG. 5



フロントページの続き

(72)発明者 フェン・リン

アメリカ合衆国、ウィスコンシン州、ワウケシャ、エイピーティー・２０３、コリーナ・ブールヴァード、１００番

Fターム(参考) 4C601 BB03 EE04 JB51 JC16 JC31 KK21

5B057 AA07 BA05 CA08 CA12 CA16 CB08 CB12 CB16 CD02 CD03

CD05 CE08

【外国語明細書】

2006346459000001.pdf

专利名称(译)	用于超声空间复合成像的实时运动校正的方法和装置		
公开(公告)号	JP2006346459A	公开(公告)日	2006-12-28
申请号	JP2006163094	申请日	2006-06-13
[标]申请(专利权)人(译)	通用电气公司		
申请(专利权)人(译)	通用电气公司		
[标]发明人	フェンリン		
发明人	フェン・リン		
IPC分类号	A61B8/00 G06T1/00		
CPC分类号	G03B42/06 A61B8/00 A61B8/08 A61B8/5276		
FI分类号	A61B8/00 G06T1/00.290.D G06T7/00.612		
F-TERM分类号	4C601/BB03 4C601/EE04 4C601/JB51 4C601/JC16 4C601/JC31 4C601/KK21 5B057/AA07 5B057/BA05 5B057/CA08 5B057/CA12 5B057/CA16 5B057/CB08 5B057/CB12 5B057/CB16 5B057/CD02 5B057/CD03 5B057/CD05 5B057/CE08 4C601/BB27		
代理人(译)	松本健一 小仓 博		
优先权	11/152653 2005-06-14 US		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种用于减少或排除诸如空间复杂图像中的模糊之类的运动的影响的改进方法，并提供用于其的装置。ŽSOLUTION：用于校正复杂超声成像的实时移动的方法（500）包括：用于接收图像帧的过程（510）；用于估计图像帧和在前图像帧之间的移动的处理（525）；过程（530），用于通过估计的移动更新在先估计值并生成更新的移动估计值；处理（535），用于通过使用更新的运动估计值来校正图像帧和在前图像帧；以及基于图像帧生成复杂图像的过程（540）。Ž

