(19)日本国特許庁(JP)　(12)公表特許公報(A)　(11)特許出願公表番号
特表2017-516541
(P2017-516541A)
(43)公表日　平成29年6月22日(2017.6.22)

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード（参考）
A61B 8/08 (2006.01)	A61B 8/08	4C601

審査請求 未請求　予備審査請求 未請求　（全 16 頁）

(21)出願番号	特願2016-568564 (P2016-568564)
(86)(22)出願日	平成27年4月3日 (2015.4.3)
(85)翻訳文提出日	平成28年12月14日 (2016.12.14)
(86)国際出願番号	PCT/IB2015/052461
(87)国際公開番号	WO2015/177658
(87)国際公開日	平成27年11月26日 (2015.11.26)
(31)優先権主張番号	62/002,239
(32)優先日	平成26年5月23日 (2014.5.23)
(33)優先権主張国	米国 (US)

(71)出願人　590000248
コーニンクレッカ　フィリップス　エヌヴェ
KONINKLIJKE PHILIPS N. V.
オランダ国　５６５６　アーエー　アインドーフェン　ハイテック　キャンパス　５
High Tech Campus 5, NL-5656 AE Eindhoven
(74)代理人　110001690
特許業務法人M&Sパートナーズ

最終頁に続く

(54)【発明の名称】適応フレーム選択を用いた運動ゲーティング超音波温度測定

(57)【要約】
物体の動き（２０４）を検出し、検出した動きに基づいて、物体の撮像を選択的に開始する（２２８）。撮像の開始及び停止の結果として時間的に離間した（２１６）撮像の期間が生じるように、撮像を停止する。それぞれ異なる期間に取得された画像のコンテンツを比較して（２３８）、コンテンツに基づいて画像をマッチングさせる。動きは周期的な成分を有し得る。物体は、エネルギ源からのエネルギを与えることで切除される身体組織を含み得る。比較されるべき画像は各切除領域を表すことができ、比較はこの領域の外側に限定される。検出、選択、比較、及びマッチングは、リアルタイムで実行可能である。一実施形態では、画像はそれぞれの空間位置を有する複数の部分を有し、画像の温度マップを形成する際に、物体のそれらの位置における各温度値を決定する。時間的に連続したマップと、任意選択的に超音波Ｂモード画像とを、リアルタイムで表示することができる。

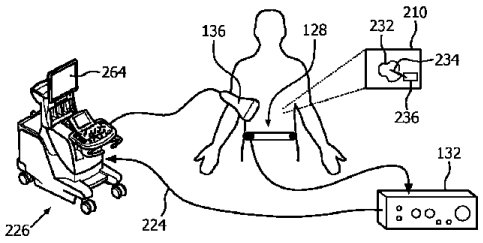


FIG. 2

【特許請求の範囲】
【請求項１】
物体の動きを検出する動き検出プロセッサと、
撮像の開始及び停止の結果として時間的に離間した前記撮像の期間が生じるように、検出した前記動きに基づいて、前記物体の撮像を選択的に開始し、前記撮像を停止する、画像取得回路と、
前記期間のうちそれぞれ異なる期間に前記撮像により取得された画像のコンテンツを比較して、前記コンテンツに基づいて前記画像をマッチングさせる、画像マッチングプロセッサと、
を備える、装置。
【請求項２】
前記動きが周期的な動きを含む、請求項１に記載の装置。
【請求項３】
前記動き検出プロセッサが、前記検出した動きに基づいて、前記周期的な動きの所定の位相の発生を識別し、識別した前記発生に基づいて前記開始のトリガのタイミングを決定する、請求項２に記載の装置。
【請求項４】
各期間の異なる時点で多数の画像が取得され、前記動き検出プロセッサが、前記周期的な動きに関して前記期間の位相が重複することによって前記期間が予め定義された位相を共通して含むように、前記検出した動きに基づいて前記開始のトリガのタイミングを決定する、請求項２に記載の装置。
【請求項５】
前記期間のうち１つ及び別の期間の各々において多数の画像が取得され、前記マッチングが、前記期間のうち前記１つの期間及び前記別の期間のフレーム間でベストマッチを発見することを含む、請求項１に記載の装置。
【請求項６】
前記期間のうち更に別の期間において多数の画像が取得され、前記マッチングが更に、前記期間のうち前記１つの期間及び前記更に別の期間のフレーム間でベストマッチを発見することを含む、請求項５に記載の装置。
【請求項７】
前記期間のうち更に別の期間において多数の画像が取得され、前記マッチングが更に、前記発見によりマッチングしたフレームについて、前記マッチングしたフレームと前記期間のうち前記更に別の期間のフレームとの間でベストマッチを発見することを含む、請求項５に記載の装置。
【請求項８】
前記取得された画像によって前記物体のリアルタイム監視を行う画像監視プロセッサを更に備える、請求項１に記載の装置。
【請求項９】
エネルギ源を更に備え、前記装置が前記エネルギ源からエネルギを与えることによって切除を行う身体組織を前記物体が含む、請求項１に記載の装置。
【請求項１０】
前記比較の際比較されるべき画像が前記切除の各領域を表し、前記比較が前記領域の外側に限定される、請求項９に記載の装置。
【請求項１１】
前記検出、前記選択、前記比較、及び前記マッチングをリアルタイムで実行する、請求項１に記載の装置。
【請求項１２】
前記画像マッチングプロセッサが、前記コンテンツに基づいて前記画像の前記マッチングのためにスペックルトラッキングを行う、請求項１に記載の装置。
【請求項１３】

前記撮像が超音波撮像を含み、前記開始が超音波の放出を開始することを含み、超音波画像が、それぞれ取得される前記画像の中にある、請求項１に記載の装置。
【請求項１４】
センサと、前記センサが通信可能に接続されている呼吸ベルトと、を更に備え、前記動き検出プロセッサが前記センサの出力に基づいて前記検出を行う、請求項１に記載の装置。
【請求項１５】
前記接続が物理的な接続を含む、請求項１４に記載の装置。
【請求項１６】
前記マッチングが画像フレームのマッチングを行うことを含む、請求項１に記載の装置。
【請求項１７】
前記マッチングが、ゼロラグ相互相関によってベストマッチを発見することを含む、請求項１に記載の装置。
【請求項１８】
前記マッチングが、検索エリアに対してラグ相互相関を行うことを含む、請求項１に記載の装置。
【請求項１９】
前記画像がそれぞれ複数のセグメントを含み、前記比較が前記画像をセグメントごとに比較することを含む、請求項１に記載の装置。
【請求項２０】
前記マッチングの結果としてマッチングされた画像が生じ、前記装置が前記マッチングによって時間的に連続した前記マッチングされた画像をリアルタイムで導出する、請求項１に記載の装置。
【請求項２１】
前記マッチングされた画像からの画像が、それぞれの空間位置を有する複数の部分を含み、前記装置が、前記画像に基づいて温度マップを形成する際に、前記物体の前記位置における各温度値を決定する、請求項１に記載の装置。
【請求項２２】
物体の動きを検出することと、
前記検出した動きに基づいて、前記物体の撮像を選択的に開始することと、
前記撮像の開始及び停止の結果として時間的に離間した前記撮像の期間が生じるように、前記撮像を停止することと、
前記期間のうちそれぞれ異なる期間に前記撮像により取得された画像のコンテンツを比較して、前記コンテンツに基づいて前記画像をマッチングさせることと、
を備える、画像運動ゲーティング方法。
【請求項２３】
前記物体が人又は動物の患者の身体組織を含み、前記方法が、期間ごとに前記患者に対して撮像プローブを空間的に固定したままに保つことを更に備える、請求項２２に記載の方法。
【請求項２４】
画像運動ゲーティングのためのプログラムを具現化するコンピュータ読み取り可能媒体であって、前記プログラムが、複数のステップを実行するためにプロセッサによって実行可能な命令を有し、前記複数のステップの中に、
物体の動きを検出するステップと、
前記検出した動きに基づいて、前記物体の撮像を選択的に開始するステップと、
前記撮像の開始及び停止の結果として時間的に離間した前記撮像の期間が生じるように前記撮像を停止するステップと、
前記期間のうちそれぞれ異なる期間に前記撮像により取得された画像のコンテンツを比較して、前記コンテンツに基づいて前記画像をマッチングさせるステップと、

がある、コンピュータ読み取り可能媒体。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、時間的に離間した期間における画像の取得に関し、更に具体的には、画像のマッチングに関する。
【背景技術】
【０００２】
肝臓がんは、肝臓の表面上又は内部で成長する悪性腫瘍である。肝臓腫瘍は、医療用画像機器によって発見されるか、又は、腹部腫瘤、腹痛、黄疸、吐き気、もしくは肝機能障害として症状が現れる。毎年、全世界で百万の原発性肝がんの新しい症例があり、その８３％は発展途上国で発生する。新しい症例のうち約５０万は転移がんであり、その大部分は西半球で発生する。
【０００３】
近年、身体内のどこであっても正確に腫瘍を標的とすることが可能となっている。
【０００４】
現在、肝臓がんを治療する唯一の妥当な可能性は、切除（すなわち腫瘍の除去）又は肝臓移植のどちらかの手術である。あらゆる既知の肝臓がんの除去に成功すれば、患者の生存の見通しは最大となる。肝臓の一部を除去する手術は、部分肝切除と呼ばれる。これが実行可能であるのは、その人が充分に健康であり、充分に健康な肝臓を残しながら腫瘍の全てを除去できる場合である。
【０００５】
手術を回避する手法として広く用いられている代替案は、腫瘍を熱処理するための無線周波数アブレーション（ＲＦＡ：ｒａｄｉｏｆｒｅｑｕｅｎｃｙ　ａｂｌａｔｉｏｎ）である。
【０００６】
現在の臨床用途では、挿入した加熱電極によって致死量の熱を与えることができる。電極は、無線周波数針の遠位端に導入することができる。身体組織を局所的に６０℃超まで加熱し、がん領域を凝固させることによって破壊する。
【０００７】
この手順の間、処理の品質を保証するために温度変化が注意深く監視される。この監視は、好ましくは非侵襲的である。
【０００８】
過去にいくつかの温度監視技法が用いられてきた。
【０００９】
その中に、無線周波数針の端部に取り付けられた熱電対の使用、及び磁気共鳴画像法（ＭＲＩ：ｍａｇｎｅｔｉｃ　ｒｅｓｏｎａｎｃｅ　ｉｍａｇｉｎｇ）による空間監視がある。
【００１０】
最新の電極は多数のチップから成り、その各々を、熱の堆積に関して別々に制御することができる。
【００１１】
各チップには、組織温度の連続監視を可能とする熱電対（すなわち極めて小さい温度計）が組み込まれている。標的の温度が一定に保たれるように、各チップの電力が自動的に調整される。
【００１２】
この自動調整に優先するガイドのため、実際に切除される組織エリアの指示が与えられる。これにより、切除範囲に関する目的の達成に応じて、電力レベルが低下される。
【００１３】
理想的には、この指示は、現在健康な組織又は未切除の組織から、すでに切除した組織

を有効に空間的に区別する。

【００１４】

本出願の譲受人に譲渡された、Ｓａｖｅｒｙ等に対する米国特許第８，３２８，７２１号（以降、「Ｓａｖｅｒｙ」とする）は、身体の機能及び構造を決定するための光吸収係数の導出について記載している。

【００１５】

Ｓａｖｅｒｙにおいて、係数の計算は、超音波インタロゲーション（ｕｌｔｒａｓｏｕｎｄ　ｉｎｔｅｒｒｏｇａｔｉｏｎ）に基づいて温度マップを形成するための温度マッピングモジュールを利用している。

【００１６】

この目的のため、経時的な取得が比較され、好ましくは同一の超音波撮像パラメータを用いて生成される。Ｓａｖｅｒｙにおける温度マッピングモジュールの説明及びその機能の基礎となる分析は、引用により本願に含まれるものとする。

【００１７】

経時的な画像取得を比較する場合、撮像対象の物体の周期運動を補償することが知られている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【００１８】

本明細書において以下に提示するものは、上記の問題の１つ以上に対処する。

【００１９】

未切除の組織から切除済みの組織を区別することは、身体内の生体内３次元（３Ｄ）温度分布のリアルタイム監視によって達成されるのが最適である。

【００２０】

現在、身体内の生体内３Ｄ温度分布のリアルタイム監視を適正な精度で達成できるのは磁気共鳴画像法（ＭＲＩ）だけである。

【００２１】

しかしながら、３Ｄ温度計としてＭＲＩスキャナを用いることは極めて費用が高い。

【００２２】

コンピュータ断層撮影法（ＣＴ：ｃｏｍｐｕｔｅｄ　ｔｏｍｏｇｒａｐｈｙ）は、温度測定の目的のために使用可能であるが、温度変化の比較的粗い測定、すなわち５℃内の精度の測定しか行うことができない。

【００２３】

実際の臨床用途としては、これらの方法には、空間サンプリングの制限（熱電対）、精度の限界（ＣＴ）、又は手順のコスト（ＭＲＩ）による制約がある。

【００２４】

また、上述のＲＦ切除、及び高密度焦点式超音波（ＨＩＦＵ：ｈｉｇｈ－ｉｎｔｅｎｓｉｔｙ　ｆｏｃｕｓｅｄ　ｕｌｔｒａｓｏｕｎｄ）に基づく切除の双方において、対象領域の身体組織の運動が処置の精度及び品質を制限する。

【００２５】

運動の補償に関して、コンピュータ断層撮影法ＣＴ、ＭＲＩ、及び他の運動ゲーティング（ｍｏｔｉｏｎ　ｇａｔｉｎｇ）システムは、呼吸サイクルの特定の位相で固定時間遅延トリガを用いて、呼吸により生じる身体の動きを補償する。遅延は、サイクルごとにある特定の位相を選ぶように設定されて、単一の位相での撮像取得に基づいて監視画像を安定化させることができる。

【００２６】

しかしながら、そのようなシステムでは、超音波ＲＦトラッキングに基づく温度測定において充分な精度を得ることができない。

【００２７】

特に、呼吸運動はサイクルごとに一貫せず、不規則的であることが多い。

【００２８】
超音波データは、各サイクルのピーク値のような呼吸サイクルランドマークを検出すると作動される固定時間遅延トリガに応じてすぐに取得することが望ましい。
【００２９】
しかしながら、トリガとして信号レベル（例えば各サイクルピーク）を用いる場合、このレベル検出と超音波システムのトリガとの間に固有の遅延が存在する。また、超音波を介して受信したＲＦデータを用いた温度計算は、呼吸サイクルごとに、人の身体に対するプローブ位置の精密な保持に左右される。具体的には、有効な温度推定のため、すなわち連続画像に基づく正確な温度マップのために、実質的には明らかな変位の空間勾配である局所的な温度誘発の歪みは、０．５％未満でなければならない。
【００３０】
従って、超音波ＲＦトラッキングに基づく温度測定においてトリガとして信号レベルを用いる仮定の事例では、上述の固有遅延は、同様に上述したサイクルごとの不規則性を考慮すると、温度マップの相関を失わせ（ｄｅｃｏｒｒｅｌａｔｅ）、従って品質を低下させるのに充分な空間移動を引き起こす。
【００３１】
従って、時間的に連続した温度マップによる３Ｄ温度分布のリアルタイム監視に悪影響が及ぶ。
【００３２】
その結果として、切除監視に悪影響が及ぶ。
【００３３】
本明細書に提案するものは、そのような悪影響を軽減することを対象とする。
【課題を解決するための手段】
【００３４】
本明細書に提案されることによると、物体の動きが検出される。検出した動きに基づいて、物体の撮像を選択的に開始する。撮像の開始及び停止の結果として時間的に離間した撮像の期間が生じるように撮像を停止する。それぞれ異なる期間に取得された画像のコンテンツを比較して、コンテンツに基づいて画像をマッチングさせる。
【００３５】
下位態様（ｓｕｂ－ａｓｐｅｃｔ）において、物体は、エネルギ源からのエネルギを与えることで切除される身体組織を含む。
【００３６】
別の下位態様において、比較対象の画像は各切除領域を表す。比較はこの領域の外側に限定される。
【００３７】
関連する下位態様において、検出、選択、比較、及びマッチングは、リアルタイムで実行される。本開示において、「リアルタイム」は、システムの処理上の限界及び機能の正確な実行のために必要な時間を前提として、意図的な遅延が無いことを意味する。
【００３８】
別の態様において、物体の温度分布の表現はリアルタイムで更新され、切除を監視するための時間的に連続した温度マップとして表示可能である。
【００３９】
周期的な撮像物体運動により駆動される取得間の新規な画像マッチングの詳細について、以下の図面を利用して更に説明する。図面は一定の縮尺通りに描かれていない。
【図面の簡単な説明】
【００４０】
【図１】本発明に従った例示的な画像マッチング装置の概略図である。
【図２】図１の装置の動作に関連した概念の例を与える概念図である。
【図３】図１の装置の動作に関連した式及び概念の例を与える概念図である。
【図４】図１の装置で実行され得る動作を示すフローチャートのセットである。

【発明を実施するための形態】
【００４１】
図１は、説明のための非限定的な例として、周期的な撮像物体運動による取得間の画像に基づくマッチングのため、特に運動ゲーティング超音波温度測定において使用可能な画像マッチング装置１００を示す。装置１００は、動き検出プロセッサ１０４、超音波スキャナのもの等の画像取得回路１０８、画像マッチングプロセッサ１１２、超音波スキャナのもの等の画像監視プロセッサ１１６、身体組織を加熱するエネルギを与えるためのエネルギ源１２０、呼吸位相センサ１２４、及び、通信可能に（ｃｏｍｍｕｎｉｃａｔｉｖｅｌｙ）、例えば物理的にセンサに接続された呼吸ベルト１２８を含む。更に、呼吸記録デバイス１３２及び撮像プローブ１３６も含まれている。
【００４２】
図２に見られるように、肝臓又はその一部等の物体の動きは、最も近い肺の対応する動きによって生じる呼吸周期成分２０２を有する。呼吸グラフ又は「波形」２０４において、縦座標である物体の変位２０６の範囲は、横座標に沿ったサイクル２０７で変動する。それに続くサイクル２０８、２０９も示されている。グラフ２０４における連続した「＋」符号は、フレーム２１０のシーケンスを表す。各シーケンスが取得期間２１２を構成する。各期間２１２は取得の停止２１４で終了し、この結果、離間した（２１６）期間が生じる。取得期間２１２の取得されたフレーム２１０を本明細書ではファイル２１８と称する。この後の別のファイル２２０も示されている。図２において、各取得の前に、局所ピーク２２２等の呼吸サイクルランドマークがある。呼吸記録デバイス１３２と一体化して１つのユニットとすることも可能である動き検出プロセッサ１０４は、周期的にすなわち局所ピーク２２２の検出時に、撮像取得を開始するためのフレーム取得トリガ２２４を超音波スキャナ２２６に送出するためのハードウェア又はソフトウェアサブシステムを含む。トリガ２２４の送出は、呼吸サイクル２０８においてピーク２２２を検出してから固定時間後に行うことができる。スキャナ２２６の画像取得回路１０８は、開始上向き矢印２２８で示されるように画像取得を開始し、固定時間後に取得を停止する（２１４）ことで、中断上向き矢印２３０で示されるように期間２１２を終了する。取得は、各サイクル２０７～２０９ごとに行うか、又は図２に示すように一部のサイクル２０７、２０９についてのみ行うことができる。後者の場合、波形２０４上の点が現サイクルの取得開始を示す。各点の後にくる谷の負のピークが、予め定義された位相に相当する。サイクル２０７～２０９の取得期間は位相が重複しているので、予め定義された位相等の位相を共通して含む。
【００４３】
呼吸ベルト１２８及び物理的に接続された呼吸位相センサ１２４は、それぞれ、Ｐｌｅｓｓに対する米国特許公開第２００８／０１０９０４７号のベルト１１０／３１０及びストレッチトランスデューサとして実施可能である。呼吸記録デバイス１３２は、取得された呼吸波形２０４を記憶するため、Ｐｌｅｓｓの記憶デバイス４４０を用いて提供することができる。Ｐｌｅｓｓの開示のパラグラフ［０００９］～［００１４］は、引用により本願に含まれるものとする。呼吸記録デバイス１３２は、常に更新される記憶波形２０４に基づいて局所ピーク２２２を検出する。
【００４４】
図２に見られるように、取得した各フレーム２１０には、１つ以上の切除電極２３４等のエネルギ源１２０から熱を与えることによって形成される切除領域２３２が表されている。
【００４５】
本明細書に提案されるフレームごとの比較は、切除領域２３２の外側で行われ、切除領域２３２の外側に限定される。取得されたフレーム２１０について、切除領域２３２の外側にある比較領域２３６の一例が示されている。電極（複数の電極）２３４及びその周囲の切除領域２３２はフレーム２１０の中央に位置する傾向があるので、比較領域２３６は中央から充分に外れた、例えばフレームの外縁部の近くに、各フレームの固定エリアとし

て予め設定することができる。オペレータが比較領域２３６を画定してもよい。これは、例えばスクリーン上でインタラクティブに実行してもよい。

【００４６】

図２では、２つの連続ファイル２１８、２２０に関連付けて、本明細書に提案される方法論（ｍｅｔｈｏｄｏｌｏｇｙ）におけるフレームごとの比較２３８の一例を示すが、比較は非連続ファイル間で行うことも可能である。例えば、Ｎ個の取得期間２１２の各々においてＭ個のフレーム２１０が取得される場合、フレームごとの比較２３８は概して、ファイル対２４８のうち第１のファイル２１８のあるフレームｊ２４４とファイル対のうち第２のファイル２２０の別のフレームｋ２５０とを比較することを意味する（１≦ｊ≦Ｍであり、１≦ｋ≦Ｍである）。ファイル対２４８の第１のファイル２１８は、Ｎ個のファイルに及ぶスキャンの最初のファイルであり得るが、必ずしもそうである必要はない。

【００４７】

図３に示すサンプルの実施形態では、比較２３８は１つずつ行われ、スペックルマッチング（ｓｐｅｃｋｌｅ　ｍａｔｃｈｉｎｇ）に基づいている。異なる取得時間期間３０１、３０２から、比較対象の２つのフレーム３０３、３０４が選ばれる。各フレーム３０３、３０４を、画素に基づいて各セグメント３０６、３０８、３１０、３１２に分割することができる。セグメント３０６は１つ以上の画素の幅を有することができる。フレーム３０３は、例えば８個又は９個のセグメントを収容する長さを有し得る。第１のフレーム３０３内の各セグメント３０６を、第２のフレーム３０４内の対応するセグメント３１０と相互相関させる。正規化ゼロラグ相互相関（ＮＺＬＣＣ：ｎｏｒｍａｌｉｚｅｄ　ｚｅｒｏ－ｌａｇ　ｃｒｏｓｓ－ｃｏｒｒｅｌａｔｉｏｎ）３１４が用いられる。

【数１】

$$NZLCC = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i y_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} x_i^2}\sqrt{\sum_{i=1}^{n} y_i^2}}$$

式３１４の値x_iは一方のフレーム３０３の画素の明るさ値であり、y_iは他方のフレーム３０４の対応する画素の明るさ値である。可能な明るさ値セットは、ゼロを中心とした範囲にフィルタリングされている。セグメント３０６全体において式３１４の加算を行う。

【００４８】

ＮＺＬＣＣ３１４の相関係数は類似度指数として機能する。これは、－１から１までの範囲内にある。値１は、２つのベクトル｛x_i｝、｛y_i｝が同一であることを表す。値－１は、２つのベクトルが正反対であることを表す。

【００４９】

フレーム対３０３、３０４の全てのセグメントの類似度指数が平均化されて全フレーム－対類似度指数となる。

【００５０】

ＭｘＭ行列の成分に、最初の２つのファイル３１５、３１６の各々におけるＭ個のフレーム２１０についてのＭｘＭ全フレーム－対類似度指数を挿入する。

【００５１】

最高値の成分に相当する２つのフレーム２１０が、２つのファイル３１５、３１６間のベストマッチと考えられる。

【００５２】

双方のフレーム３１５、３１６が、温度マップ形成のための入力として選択される。

【００５３】

いくつかの実施形態では、第１のファイル３１５から更なるフレーム選択を行う必要はない。

【００５４】

１つのそのような実施形態では、第１のファイル３１５から選択されたフレーム２１０

は、以降のスペックルに基づく比較のための基準フレームとして機能する。具体的には、上述の手順は、ファイル対のうち第２のファイルとして機能する次のファイルすなわち第３のファイルについて繰り返されるが、第１のファイル３１５の１つのフレーム、すなわち上述のようにすでに決定された基準フレームのみを検討する。従って、全フレーム－対類似度指数のＭｘＭ行列の代わりに１ｘＭ行列が形成される。最高値の成分が、現ファイルすなわち第３のファイルのフレーム選択を決定する。１ｘＭ行列に基づくこれと同じ手順を、ファイル対のうち第２のファイルとして機能する第４のファイルからフレームを選択するために繰り返し、この手順をその時の現ファイルについてそれぞれ繰り返し、Ｎ番目のファイルまで続ける。従って、合計でＮ個のフレーム２１０が選択される。基準フレームとそれ以外のＮ－１個の選択されたフレームの各々との間で温度マップを形成することができる。別の可能性としては、Ｎ個の一連のフレーム中の各連続フレーム対の間で温度マップを形成する。いずれにせよ、温度マップ及び超音波Ｂモード画像の双方を、スキャナ２２６の一部であるディスプレイ２５４上にリアルタイムで動画として表示することができる。温度マップ及び同時に発生するＢモード画像は、例えば横に並べて別々に表示してもよく、又は温度マップをＢモード画像上に重ね合わせてもよい。

【００５５】

別のそのような実施形態では、比較対象の各ファイル対のうち第２のファイルから新しい基準フレームを選択する。具体的には、新しい基準フレームは毎回、直前のフレーム選択で選択されたフレームである。このため、ファイルＬのフレームｊをファイルＬ＋１の各フレームと比較する場合、フレームｊは以前のフレーム選択におけるファイルＬからのベストマッチのフレームであったので、これが基準フレームとなる。このため、上述の実施形態におけるように、最初のフレーム選択はＭｘＭ行列を利用するが、以降のフレーム選択はそれぞれの１ｘＭ行列に基づく。従って、Ｎ個の一連のフレーム中の各連続フレーム対の間で温度マップを形成することができる。

【００５６】

あるいは、温度マップのための対ごとのフレーム選択は、毎回、双方のファイルの全てのフレームを検討するが、比較対象の各ファイル対のうち第１のファイルとなるのは、毎回、Ｎファイルスキャンの第１のファイル３１５である。従って、Ｎ－１個のＭｘＭ行列がある。温度マップは、ベストマッチの各フレーム対の間で、又は連続したファイルの選択されたフレーム間で形成可能である。

【００５７】

上記の実施形態は全て、ゼロラグ相互相関を用いて、クロスサイクル同位相撮像を識別する。

【００５８】

しかしながら、別の手法は、最大の相関ラグに対する位相外れを検索することである。この手法では、相関は各フレームで行われず、一方のフレームの単一の比較領域が他方のフレームの検索エリアに対して相互相関される。画像間の重複によって切除範囲決定のための充分に広範な温度マップを提供するように、検索エリアは充分に小さく保たれなければならない。比較領域は、２つの最大ラグ又は３つの最大ラグで対応して検索するため、２次元又は３次元とすることができる。一般に、ベストマッチは依然としてゼロラグの場合であり得るが、わずかに位相外れのフレームによって、特定のサイクル位相でのプローブ１３６による音響接触の不良という不測の事態に対処することができる。

【００５９】

この手法では、２つの比較領域３１７、３１８が双方とも共通の検索エリア３２０内にある場合にこれらをマッチングすることができる。点線３２２、３２４は画像コンテンツを画定し、その大部分は一方のフレーム３２６内にある。完全な画像コンテンツ又は同様のバージョンが、他方のフレーム３２８内にある。ラグ相互相関（ＬＣＣ：ｌａｇｇｅｄ　ｃｒｏｓｓ－ｃｏｒｒｅｌａｔｉｏｎ）３３０は、図３に示す１次元検索の簡略化した事例では、特定のラグ３３２で最大相関係数値となる。点線３２２から右側の平行な等しい長さの実線まで延出する２つのフレーム３２６、３２８の重複領域３３４は、この重複

領域と同一の空間範囲の温度マップを形成するために使用可能である。多ファイルスキャン中のこれ以降の（すなわちフレーム３からＮまでをそれぞれ決定するための）検索は、ファイル間マッチングが連続ファイル２１８、２２０に限定される場合、及び基準フレームが常に現ファイルのＭ個のフレームにマッチングされる場合、ゼロラグで最適に達成することができる。ゼロラグが最適であることが分かった場合、重複のために、領域の更なる絞り込みは全く行われないか又はほとんど行われない傾向がある。フレーム３からＮをそれぞれ決定する以降の検索における全てのフレームマッチングで、（例えば最初のファイル内の）単一の基準フレームが用いられる事例にも、同じ傾向がある。

【００６０】

動作において、一例として図４を参照すると、呼吸ベルト１２８を介して、大きいサイクル成分による動きを検出する（ステップＳ４０４）。呼吸記録デバイス１３２は、この動きを記録する（ステップＳ４０８）。これら２つのステップを、動き検出プロセッサ１０４が局所ピーク２２２を検出するまで繰り返す（ステップＳ４１２）。ピーク２２２が検出されたら（ステップＳ４１２）、動き検出プロセッサ１０４は、検出から固定時間後にトリガ２２４を送出する（ステップＳ４１６）。画像取得回路１０８は、トリガ２２４から固定時間後に画像取得を開始するための超音波を放出する（ステップＳ４２０）。現取得期間２１２が経過すると（ステップＳ４２４）、取得は停止される（ステップＳ４２８）。手順が継続する場合（ステップＳ４３２）、動き検出ステップＳ４０４に戻る。

【００６１】

同時ルーチンでは、画像マッチングプロセッサ１１２は、フレーム選択アルゴリズムを実行して、現ファイル２２０内のマッチングしたフレーム２１０を発見する（ステップＳ４３６）。画像監視プロセッサ１１６は、発見したフレーム及び以前のフレームを入力として用いて、温度推定アルゴリズムを実行する（ステップＳ４４０）。画像監視プロセッサ１１６は、ディスプレイ２６４を動作させて、温度推定アルゴリズムの出力に基づいて形成された温度マップを表示すると共に、任意選択的に、これに対応する記憶されたＢモード画像を表示する（ステップＳ４４４）。手順が継続する場合（ステップＳ４４８）、マッチングフレーム発見ステップＳ４３６に戻る。

【００６２】

加熱用のエネルギを与えるためのモードを、無線周波数アブレーション（ＲＦＡ）として上述した。しかしながら、レーザビームの集束のような他の手法で切除を実行することは、本明細書に提案されるものの意図する範囲内である。そのような場合、ビーム経路内の身体組織の化学組成を温度マップによって決定することができる。生物組織の切除は、その化学組成を変化させるが、これは必ずしもエコー源性ではない。しかしながら光吸収は変化する。切除範囲を、少なくともレーザビーム経路内で決定することができる。Ｓａｖｅｒｙは、材料組成分析における単色光及び温度マップの使用に関する。上記の引用により本明細書に含まれないＳａｖｅｒｙの部分は、これによって引用により本願に含まれるものとする。切除範囲のインジケータを、ディスプレイ２５４で温度マップ上又はＢモード画像上にリアルタイムで同様に表示することができる。本明細書で上述したように、マップ及び同時に発生する画像は、横に並べる等により別々に表示してもよく、又はマップをＢモード画像上に重ね合わせてもよい。

【００６３】

本発明の方法論は、人又は動物の被験者に治療を行う際に有利に適用可能であるが、本発明の範囲はそのように限定されない。より一般的に言えば、本明細書に開示する技法は、実質的に周期的に動く物体を表す画像の特定位相ビューの安定化を対象とする。

【００６４】

本発明について図面及び前述の説明において詳しく図示し記述したが、そのような図示及び記述は限定でなく、説明又は例示と見なされる。本発明は、開示される実施形態に限定されない。

【００６５】

例えば、ステップＳ４２０のＲＦ取得では、ビーム形成後の未処理の信号を、後で信号

処理するために保存することができる。別の例として、撮像プローブ１３６は、リニア、コンベックス（又は「曲線（ｃｕｒｖｉｌｉｎｅａｒ）」）、フェーズドアレイ、マトリックス、経胸腔（ＴＴＥ）、又は経食道（ＴＥＥ）プローブとすることができる。更に別の例では、センサ１２４と呼吸ベルト１２８との間の通信可能な接続は、ベルトから離れて位置付けられてベルトの動きを光学的に監視するセンサを用いて装置１００が構成されるように行うことができる。

【００６６】

図面、本開示、及び添付の特許請求の範囲を精査することにより、当業者は、特許請求される本発明を実施する際に、開示する実施形態の他の変形を理解し実行することができる。特許請求の範囲において、「備える（ｃｏｍｐｒｉｓｉｎｇ）」という言葉は他の要素又はステップを除外せず、不定冠詞「ａ」又は「ａｎ」は複数を除外しない。特許請求の範囲における参照符号は範囲を限定するものと解釈されない。

【００６７】

光記憶媒体又は固体媒体のような適切なコンピュータ読み取り可能媒体に、コンピュータプログラムを瞬間的に、一時的に、又はもっと長い時間期間、記憶することができる。そのような媒体は、一時的な伝搬信号でないという意味においてのみ、非一時的（ｎｏｎ－ｔｒａｎｓｉｔｏｒｙ）であるが、レジスタメモリ、プロセッサキャッシュ、及びＲＡＭのような他の形態のコンピピュータ読み取り可能媒体を含む。

【００６８】

単一のプロセッサ又は他のユニットが、特許請求の範囲に列挙されるいくつかのアイテムの機能を遂行し得る。相互に異なる従属クレームにいくつかの測度（ｍｅａｓｕｒｅｓ）が記載されているという単なる事実は、これらの測度の組み合わせを有利に使用できないことを示すものではない。

【図１】

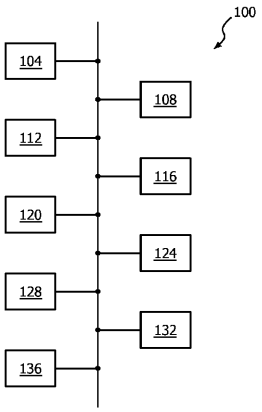


FIG. 1

【図２】

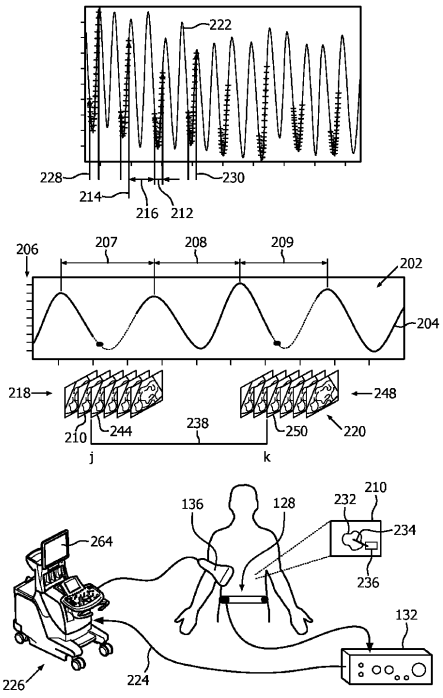


FIG. 2

【図３】

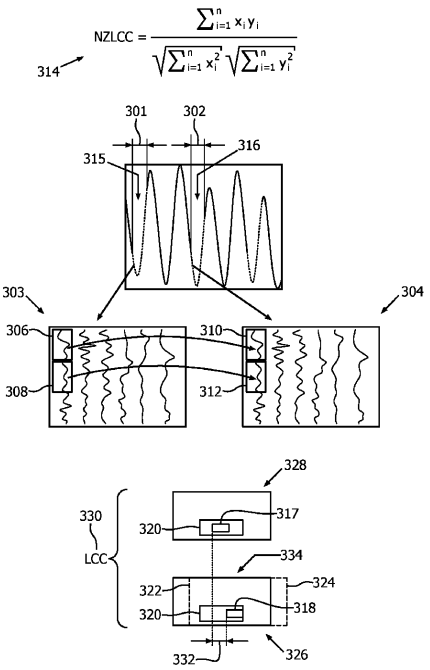


FIG. 3

【図４】

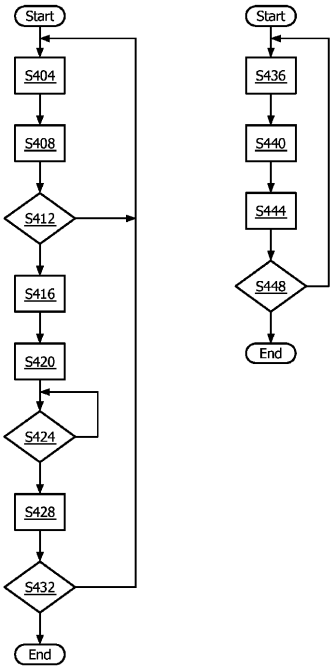


FIG. 4

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/IB2015/052461

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. A61B8/08 A61B8/00 A61N1/06
ADD.

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)
A61B A61N

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2010/145197 A1 (STAPF DANIEL [DE] ET AL) 10 June 2010 (2010-06-10)	1-4, 8-11, 13-15, 20,22-24
Y	abstract figures 1-13 paragraph [0007] - paragraph [0049] paragraph [0064] - paragraph [0083]	5-7,12, 16-19
	----- -/--	

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C. [X] 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	Date of mailing of the international search report
30 June 2015	09/07/2015

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Moehrs, Sascha

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/IB2015/052461

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	Robert Lemor ET AL: "Nicht-invasive Kontrolle thermischer Therapien mit Hilfe des Ultraschalls", Humboldt University of Berlin, GERMANY, Document Server, 21 November 2001 (2001-11-21), XP055114955, DE Retrieved from the Internet: URL:http://edoc.hu-berlin.de/dissertationen/lemor-robert-2001-10-22/PDF/Lemor.pdf [retrieved on 2010-06-02] Section 3 "Experimenteller Teil"	1,13,21, 22,24
Y	EP 2 082 688 A1 (SIEMENS MEDICAL SOLUTIONS [US]) 29 July 2009 (2009-07-29) abstract figures 1-4 paragraph [0035] paragraph [0048] - paragraph [0049] paragraph [0054] - paragraph [0057]	5-7, 16-19
Y	US 2008/097207 A1 (CAI ANMING HE [US]) 24 April 2008 (2008-04-24) abstract figures 1-4 paragraph [0001] - paragraph [0005]	12
A	WO 2013/140358 A1 (KONINKL PHILIPS NV [NL]) 26 September 2013 (2013-09-26) abstract figures 1-12 page 9, line 9 - page 22, line 34	1-24

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/IB2015/052461

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2010145197 A1	10-06-2010	NONE	
EP 2082688 A1	29-07-2009	CN 101491450 A	29-07-2009
		EP 2082688 A1	29-07-2009
		JP 5721311 B2	20-05-2015
		JP 2009172381 A	06-08-2009
		KR 20090081344 A	28-07-2009
		US 2009187106 A1	23-07-2009
US 2008097207 A1	24-04-2008	NONE	
WO 2013140358 A1	26-09-2013	CN 104203108 A	10-12-2014
		EP 2827776 A1	28-01-2015
		JP 2015510813 A	13-04-2015
		US 2015011883 A1	08-01-2015
		WO 2013140358 A1	26-09-2013

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,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,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,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,IR,IS,JP,KE,KG,KN,KP,KR,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US

(72)発明者 ワン ショウガン
オランダ国 ５６５６ アーエー アインドーフェン ハイ テック キャンパス ５
(72)発明者 アナンド アジャイ
オランダ国 ５６５６ アーエー アインドーフェン ハイ テック キャンパス ５
(72)発明者 ホァン シェン‐ウェン
オランダ国 ５６５６ アーエー アインドーフェン ハイ テック キャンパス ５
(72)発明者 セツラマン シリラム
オランダ国 ５６５６ アーエー アインドーフェン ハイ テック キャンパス ５

Ｆターム(参考) 4C601 EE09 FF08 FF13 FF16 JC15 JC23 KK24 KK25 LL38