

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5068416号
(P5068416)

(45) 発行日 平成24年11月7日(2012.11.7)

(24) 登録日 平成24年8月24日(2012.8.24)

(51) Int.Cl.

F I

A 6 1 B 8/06 (2006.01)**G 0 6 T** 1/00 (2006.01)**G 0 6 T** 5/20 (2006.01)

A 6 1 B 8/06

G 0 6 T 1/00 2 9 0 D

G 0 6 T 5/20 A

請求項の数 26 外国語出願 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2003-74261 (P2003-74261)
 (22) 出願日 平成15年3月18日(2003.3.18)
 (65) 公開番号 特開2004-33732 (P2004-33732A)
 (43) 公開日 平成16年2月5日(2004.2.5)
 審査請求日 平成18年2月24日(2006.2.24)
 審判番号 不服2010-20993 (P2010-20993/J1)
 審判請求日 平成22年9月17日(2010.9.17)
 (31) 優先権主張番号 101661
 (32) 優先日 平成14年3月19日(2002.3.19)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 503067340
 ゾネア メディカル システムズ, インコーポレイテッド
 Zonare Medical Systems, Inc.
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94043-1839 マウンテン・ビュー
 ベルナルド・アヴェニュー 420エヌ
 (74) 代理人 100070150
 弁理士 伊東 忠彦
 (74) 代理人 100091214
 弁理士 大貫 進介
 (74) 代理人 100107766
 弁理士 伊東 忠重

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波カラードップライメージングの後処理のためのシステム及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

超音波画像処理のためのシステムであって：

少なくとも1つのドップラパラメータ入力値を閾値と比較し、第1マスクにおける対応する画素の値を出力するコンパレータ；

前記第1マスクにおける隣接画素の群のマジョリティ値に従って第2マスクにおける前記画素の値を生成するように前記コンパレータに結合された空間フィルタ；

前記第2マスクにおける前記画素の前記値から第3マスクにおける前記画素の値を生成するように前記空間フィルタに結合された分類オペレータ；並びに

前記コンパレータ、前記空間フィルタ及び前記分類オペレータに結合され、前記第1マスク、前記第2マスク及び前記第3マスクの何れかを受け入れるマルチパラメータジェネレータであって、該マルチパラメータジェネレータは、少なくとも1つのドップラパラメータ入力値及び前記第3マスクにおける前記画素の前記値に基づいて、前記画素の出力値を生成する、マルチパラメータジェネレータ；

を有するシステム。

【請求項 2】

超音波画像処理のためのシステムであって：

少なくとも1つのドップラパラメータ入力値を閾値と比較し、第1マスクにおける対応する画素の値を出力するコンパレータ；

前記第1マスクにおける隣接画素の群のマジョリティ値に従って第2マスクにおける前

10

20

記画素の値を生成するように前記コンパレータに結合された空間フィルタ；

前記第 2 マスクにおける前記画素の前記値に基づいて第 3 マスクにおける前記画素の値を生成するように前記空間フィルタに結合された分類オペレータ；

前記第 1 マスク、前記第 2 マスク及び前記第 3 マスクの何れかを受け入れるように前記コンパレータ、前記空間フィルタ及び前記分類オペレータに結合されたマルチパラメータジェネレータ；並びに

前記少なくとも 1 つのドブパラメータ入力値を受け入れ、前記画素のフィルタリングされたドブパラメータ入力値を前記マルチパラメータジェネレータに供給する第 2 空間フィルタを有し、

前記マルチパラメータジェネレータは、前記画素の前記フィルタリングされたドブパラメータ入力値、前記ドブパラメータ入力値及び前記第 3 マスクにおける前記画素の前記値に基づく関数関係に従って、前記画素の出力値を生成する、システム。

10

【請求項 3】

請求項 2 に記載のシステムであって、前記第 2 空間フィルタは空間ローパスフィルタである、システム。

【請求項 4】

請求項 2 に記載のシステムであって、前記第 2 空間フィルタは空間ハイパスフィルタである、システム。

【請求項 5】

請求項 2 に記載のシステムであって、前記第 2 空間フィルタは空間帯域通過フィルタである、システム。

20

【請求項 6】

請求項 2 に記載のシステムであって、前記第 2 空間フィルタは空間多段式コンビネーションフィルタである、システム。

【請求項 7】

請求項 1 に記載のシステムであって、前記閾値は調節可能な値である、システム。

【請求項 8】

請求項 1 に記載のシステムであって、前記閾値は固定値である、システム。

【請求項 9】

請求項 1 に記載のシステムであって、前記空間フィルタは空間ローパスフィルタである、システム。

30

【請求項 10】

請求項 1 に記載のシステムであって、前記空間フィルタはアジマスフィルタ及びレンジフィルタを有する、システム。

【請求項 11】

請求項 1 に記載のシステムであって、前記第 3 マスクは前記空間フィルタに結合されている、システム。

【請求項 12】

請求項 1 に記載のシステムであって、前記少なくとも 1 つのドブパラメータ入力値と、前記第 1 マスクの前記画素の前記値、前記第 2 マスクの前記画素の前記値及び前記第 3 マスクの前記画素の前記値の少なくとも 1 つとに基づく関数関係に従って、前記画素の前記出力値が生成される、システム。

40

【請求項 13】

請求項 1 に記載のシステムであって、前記画素の前記出力値は、前記少なくとも 1 つのドブパラメータ入力値と、前記第 1 マスクの前記画素の前記値、前記第 2 マスクの前記画素の前記値及び前記第 3 マスクの前記画素の前記値の少なくとも 1 つとの数学的組み合わせに従って、生成される、システム。

【請求項 14】

請求項 1 に記載のシステムであって、前記画素の前記出力値は、前記第 1 マスクの前記画素の前記値、前記第 2 マスクの前記画素の前記値及び前記第 3 マスクの前記画素の前記

50

値の各々と、前記少なくとも1つのドブパラパラメータ入力値とに適用される重みに従って、生成される、システム。

【請求項15】

請求項2に記載のシステムであって、前記マルチパラメータジェネレータは、前記第2空間フィルタにより修正される前記少なくとも1つのドブパラパラメータ入力値と、前記第1マスク、前記第2マスク及び前記第3マスクの何れかの少なくとも一の数学的組み合わせに従って、出力値を生成する、システム。

【請求項16】

請求項2に記載のシステムであって、前記マルチパラメータジェネレータは、前記第2空間フィルタにより修正される前記少なくとも1つのドブパラパラメータ入力値と、前記少なくとも1つのドブパラパラメータ入力値との数学的組み合わせに従って、出力値を生成する、システム。

【請求項17】

超音波画像処理のための方法であって：

少なくとも1つのドブパラパラメータ入力値を関連閾値と比較し、前記比較に基づいて結果を出力する段階；

前記少なくとも1つのドブパラパラメータ入力値を、第2空間フィルタを介して空間的にフィルタリングする段階；

前記結果を用いて第1マスクにおける対応する画素の値を生成する段階；

空間フィルタを介して前記第1マスクを空間的にフィルタリングすることにより前記第1マスクにおける隣接画素の群のマジョリティ値に従って第2マスクにおける前記画素の値を生成する段階；

前記第2マスクにおける前記画素の前記値を分類することにより第3マスクにおける前記画素の値を生成する段階；並びに

少なくとも1つのドブパラパラメータ出力値を生成するように、少なくとも、前記第3マスクにおける前記画素の前記値及び前記フィルタリングされたドブパラパラメータ入力値に多変数関数を適用する段階；

を有する方法。

【請求項18】

請求項17に記載の方法であって、前記第2空間フィルタは空間ローパスフィルタを有する、方法。

【請求項19】

請求項17に記載の方法であって、前記第2空間フィルタは空間ハイパスフィルタを有する、方法。

【請求項20】

請求項17に記載の方法であって、前記第2空間フィルタは空間帯域通過フィルタを有する、方法。

【請求項21】

請求項17に記載の方法であって、前記第2空間フィルタは空間多段式フィルタリングを有する、方法。

【請求項22】

請求項17に記載の方法であって、前記第2マスクを生成する段階は、空間ローパスフィルタを用いて前記第1マスクを空間的にフィルタリングする段階を有する、方法。

【請求項23】

請求項17に記載の方法であって、前記第2マスクにおける前記画素の前記値を生成する段階は、アジマスフィルタ及びレンジフィルタを用いて前記第1マスクを空間的にフィルタリングする段階を有する、方法。

【請求項24】

請求項17に記載の方法であって、前記第3マスクを空間的にフィルタリングする段階を更に有する、方法。

10

20

30

40

50

【請求項 25】

請求項 17 の記載の方法であって、前記関連閾値は特定の特性を改善するように選択されることが可能である、方法。

【請求項 26】

請求項 17 の記載の方法であって、前記少なくとも 1 つのドップラパラメータ入力値に前記多変量関数が更に適用される、方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

(技術分野)

本発明は、超音波イメージングに関わり、特に、ドップラ超音波画像を改善し向上させるための方法及び装置に関する。

10

【0002】

(背景技術)

超音波イメージングは、非侵襲性、低コストであり、速い応答時間を有することから、一種の診断手法としてよく用いられている。これらの特性は、他の利点として患者の放射線被曝を低減する必要がある医療分野で特に有用である。典型的には、超音波イメージングは、先ず超音波を生成して調査中の媒体内に導き、次いで、調査中の媒体内の異なる組織及び組織間の境界から反射して戻る結果として得られる波動を観察することにより、得られる。その得られる波動は信号として受け取られる。この受け取られた信号は、次いで後処理が施され、所定の位置から反射された波動の振幅に比例する強度をもつスポットをプロットすることによりスクリーンに画像化される。画像における特定のスポットの位置は、調査中の媒体内に超音波をパルス化して導いた後の既知の伝達及び再放射に基づいている。

20

【0003】

カラードップライメージングは、医療用超音波システムで用いられる超音波イメージングの変形である。カラードップライメージングは、患者の血液の流れのドップラ速度（または、エネルギー、またはそれら両方）を表示するために2次元のカラーマッピングされた画像を生成する。一般的に、カラー画像はドップラパラメータデータから導き出され、対応する2次元組織画像に重畳される。この重畳により、使用者が血液流の変化と対応する組織構造を同時に観察することを可能にする。

30

【0004】

次のような段階を実行することにより、ドップラパラメータデータを反射された超音波パルスから検出し、抽出することが可能である。即ち、1) 調査中の媒体にトランスジューサにより複数の超音波パルスを伝達する段階、2) 伝達された複数の超音波パルスに対応するあらゆる戻り信号を受け取る段階、3) 受け取られた超音波パルスの各々について保存された位相情報を用いて、ビームストリーマにより2次元の複合画像を生成する段階、4) あらゆる静止した対象からの信号を取り除くために連続的に生成される複合画像全体に亘ってクラッタ (clutter) フィルタリングを適用する段階及び、5) 複数の超音波パルスに対応する連続的複合画像から、自動補正方法または他の手法により、それぞれのサンプリングポイントにおけるドップラパラメータデータを演算する段階、から構成される。

40

【0005】

一旦生成されたドップラパラメータデータは、通常は、後に処理される。後処理では、最終的な表示装置において見る生ドップラパラメータデータを調整する。ドップラパラメータデータの後処理は、通常は、次の工程から構成される。即ち、1) あらゆるランダムノイズまたは残留クラッタに対応するドップラパラメータデータからあらゆる画像サンプルを取り出すために1つまたはそれ以上の閾値を用いる段階、2) ドップラパラメータデータにいくつかの画像処理技術（例えば、スムージング、ノイズ低減等）を任意に適用する段階及び3) ドップラパラメータデータのカラーマッピング及び走査変換を行う段階、から構成される。

50

【0006】

先行技術の超音波システムは、ドップラパラメータデータをソーティングまたは分類し、それにより、残余クラッタまたはノイズのある画像サンプルから対象の動いている目的物（例えば、血液の流れ）の画像サンプルを分離するために、1つまたはそれ以上の閾値を用いる。例えば、ドップラエネルギーの閾値の下限 E_T を設定し、 E_T より小さいドップラエネルギーを有するあらゆる画像サンプルをドップラエネルギーの画像から排除する。同様に、ドップラ速度の閾値の下限 V_T を設定し、 V_T より小さいドップラ速度の絶対値を有するあらゆる画像サンプルをドップラ速度の画像から排除する。また、ドップラパラメータデータの他のタイプに他のタイプの閾値を適用することが可能である。さらに、血液流のような、所期の動きのある目的物のみを現すあらゆる画像サンプルを確認するために、種々のタイプの閾値をドップラ速度の画像に一体化することが可能である。

10

【0007】

この方法の短所の一つは、2つの等級のドップラパラメータデータの画像サンプル（例えば、血液流とクラッタ/ノイズ）は、しばしば、パラメータ空間の重ね合わせを有する。したがって、それぞれの等級の多くのサンプルの分類ミスがよく起こる。このような分類ミスは、血液流領域における抜け落ち（即ち、見かけの静止領域）、または静止組織領域におけるランダムドップラノイズをもたらす。

【0008】

（発明の概要）

本発明の実施形態は、少なくとも1つのドップラパラメータの入力を閾値と比較して、その結果を出力するためのコンパレータを含む、ドップラ超音波イメージングのためのシステムである。その結果を第1マスクとして用いる。コンパレータは、各々のドップラパラメータ入力に関連する少なくとも1つの閾値を有する。第2マスクを生成するために、空間フィルタをコンパレータに連結する。第3マスクを生成するために、分類オペレータを空間フィルタに連結する。分類オペレータは、所定の画素の値を隣接画素の値と比較し、所定の非マジョリティ画素の値を隣接する画素のマジョリティ値に再分類する。本発明の実施形態はさらに、少なくとも1つのドップラパラメータを出力するためにマルチパラメータジェネレータを含む。マルチパラメータジェネレータは、少なくとも1つのドップラパラメータ入力と少なくとも1つのマスクとに基づく関数関係を有する。

20

【0009】

本発明の更なる実施形態は、少なくとも1つのドップラパラメータ入力を関連する閾値と比較し、その比較に基づいて結果を出力する段階を含むドップラ超音波画像処理のための方法である。その結果を用いて、第1マスクを生成する。次いで、空間フィルタを用いて第1マスクをフィルタリングすることにより、第2マスクを生成する。この方法は第2マスクを分類する。前記第2マスクを分類することにより、第3マスクを生成する。この分類する段階は、所定の画素の値を隣接する画素の値と効果的に比較すること及び所定の非マジョリティ画素を隣接画素のマジョリティ値に再分類することを、含む。少なくとも1つのドップラパラメータを出力するために、多変量関数を用いる。少なくとも1つのドップラパラメータと少なくとも1つのマスクに基づいて相関関係を盛り込むために、多変量関数を選択する。

30

40

【0010】

（発明の詳細な説明）

図1は、本発明にしたがったドップラパラメータ後処理システム100を示す。特に、本発明は、対象となっている種々のドップラパラメータを分類するために、複数のマスキング関数、これらマスキング関数の数学的結合及びドップラパラメータ入力を用いる。対象となっている典型的なドップラパラメータは、ドップラ速度に限定されることなく、ドップラエネルギー及び血液流、心臓組織等の動きのあるアイテムのドップラ速度変動を含んでいる。先行技術における一般的な分類ミスは、血液流領域における抜け落ち（即ち、見せかけの静止領域）、または静止組織領域におけるドップラノイズ（即ち、対象となっている見せかけの動きのあるパラメータ）を含む。本発明はこれらの分類ミスを低減する。

50

【0011】

図1は本発明の実施形態の概観であって、複数のドップラパラメータ入力を示し、複数の分類及びフィルタリングモジュールを含んでいる。具体的には、図1には、P₁からP_kまでのドップラパラメータ入力、最終のドップラパラメータ出力P_{i, out}、マルチパラメータ閾値コンパレータ110（即ち、第1分類オペレータ）、空間ローパスフィルタ120、第2分類オペレータ130、任意のフィードバックループ135、任意の空間フィルタ140及び最終ドップラマルチパラメータ出力ジェネレータ150、を含む。

【0012】

実際には、マルチパラメータ閾値コンパレータ110に複数のドップラパラメータ入力の経路を設定する。また、連結したドップラパラメータ入力を閾値と比較する前に、複数のドップラパラメータ入力を結合させるために、マルチパラメータ閾値コンパレータ110を用いることが可能である。また、任意に、任意の空間フィルタ140及び最終ドップラパラメータ出力ジェネレータ150にドップラパラメータ入力を導くことが可能である。これら任意の経路の各々については以下で説明する。

【0013】

マルチパラメータ閾値コンパレータ110は第1マスクM₁を生成する。この第1マスクM₁は空間ローパスフィルタ120に直接繋がり、そして、任意に、最終ドップラパラメータ出力ジェネレータ150に直接繋げることが可能である。第1マスクM₁を空間ローパスフィルタ120の中を通過させた後、第2マスクM₂が空間ローパスフィルタ120として生成する。第2マスクM₂を第2分類オペレータ130に直接繋げ、また、最終ドップラパラメータ出力ジェネレータ150に直接繋げることが可能である。第2マスクを第2分類オペレータ130の中を通過させた後、第3マスクM₃が第2分類オペレータ130の出力として生成する。マスクM₃を最終ドップラパラメータ出力ジェネレータ150に直接繋げ及び/または、少なくとも1回またはそれ以上、任意のフィードバックループ135を経由して、空間ローパスフィルタ120の入力に経路を逆戻りさせる。第3マスクM₃は空間ローパスフィルタ120により再びフィルタリングされ、第2分類オペレータ130により修正される。対象となっている各々のドップラパラメータについて最終ドップラパラメータ出力P_{i, out}を生成するために、最終ドップラパラメータ出力ジェネレータ150は、任意のまたはすべての前述のマスク、ドップラパラメータ入力及び任意のフィルタリングされたドップラパラメータ入力に関して、数学的演算を実行する。

【0014】

図1のフロー図についてのさらに詳細にみると、複数のドップラパラメータ入力P₁、P₂、...、P_i、...、P_kはマルチパラメータ閾値コンパレータ110に繋がっている。マルチパラメータ閾値コンパレータ110は、各々のドップラパラメータ、またはドップラパラメータのうち1つ以上から導かれる新しいパラメータを、関連する閾値レベルと比較する。各々の閾値レベルは、所定のドップラパラメータまたは新しく導かれたパラメータに関連する所定の値を有する。第1マスクM₁を生成するために、所定の論理方法を用いて、マルチパラメータ閾値コンパレータ110により実行される比較の結果を分類する。第1マスクM₁はバイナリ出力（0または1）、または規格化された連続階調出力（例えば、0及び1を含むこれらの間の任意の値）の形式をとることが可能である。

【0015】

1つの模範的な実施形態において、所定のドップラパラメータ入力は、調査中の媒体における血液流のドップラ速度とすることが可能である。調査中の媒体の領域における画素に対して血液流のドップラ速度の絶対値が所定の閾値レベルより大きい場合、第1マスクM₁の画素にバイナリ出力“1”を割り当てる。同様に、その速度の絶対値が所定の閾値レベルより小さい場合、第1マスクM₁の画素にバイナリ出力“0”を割り当てる。“0”を生成した領域は、何らかの低速度のまたは静止した対象物を表すデータをマスキングし、それにより、そのような対象物が最終表示装置に表示されることを妨げる。

【0016】

他の模範的な実施形態において、所定のドップラパラメータ入力は、調査中の媒体における

10

20

30

40

50

血液流のドップラパラメータエネルギーとすることが可能である。調査中の媒体の領域における画素に対して血液流のドップラエネルギーが所定の閾値レベルより大きい場合、第1マスク M_1 の画素にバイナリ出力“1”を割り当てる。同様に、そのドップラエネルギーが所定の閾値レベルより小さい場合、第1マスク M_1 の画素にバイナリ出力“0”を割り当てる。“0”を生成した領域は、何らかの低いドップラエネルギーの対象物またはノイズを表すデータをマスキングし、それにより、そのような対象物が最終表示装置に表示されることを妨げる。

【0017】

マルチパラメータ閾値コンパレータ110を空間ローパスフィルタ120に繋げ、また、任意に、最終ドップラマルチパラメータ出力ジェネレータ150に導くことが可能である第1マスク M_1 を出力する。

10

【0018】

空間ローパスフィルタ120は、例えば、2次元フィルタ、レンジフィルタの後に設けるアジマスフィルタ、またはアジマスフィルタの後に設けるレンジフィルタとすることが可能である。第1マスク M_1 の所定の特徴に影響を及ぼすために、空間ローパスフィルタ120を第1マスク M_1 に適用することが可能である。例えば、空間ローパスフィルタ120を第1マスク M_1 に適用することにより、平滑な第2マスク M_2 を生成することが可能である。そのような空間ローパスフィルタは、粗くギザギザした境界を低減し、第1マスク M_1 において元々存在した小さい抜けを補うことが可能である。

【0019】

20

好適には、追加の修正を行うために、第2マスク M_2 を第2分類オペレータ130に送る。さらに、任意の数学的方法により種々の他の入力と第2マスク M_2 を結合させることが可能である最終ドップラマルチパラメータ出力ジェネレータ150に、第2マスク M_2 を任意に送ることが可能である。

【0020】

第2分類オペレータ130は、選択した数学的アルゴリズムと所定の閾値にしたがって、第2マスク M_2 を修正する。第2分類オペレータ130の出力は第3マスク M_3 を生成する。したがって、第3マスク M_3 は、第2マスク M_2 から数学的マッピングを得るものとみなすことが可能である。

【0021】

30

本発明の1実施形態においては、第2マスク M_2 を閾値レベルと比較する。この閾値レベルの値は、マルチパラメータ閾値コンパレータ110における閾値レベルの値と同じにすることまたは同じにしないことが可能である。第2マスク M_2 が所定の閾値レベル、例えば閾値レベルが0.5より大きい場合、第3マスク M_3 にはバイナリ値“1”が割り当てられる。同様に、第2マスク M_2 が閾値レベル0.5より小さい場合、第3マスク M_3 にはバイナリ値“0”が割り当てられる。

【0022】

任意に、任意のフィードバックループ135により第3マスク M_3 を空間ローパスフィルタ120に帰還させることが可能である。この場合、第3マスク M_3 はさらなる処理に先立ち、再びフィルタリングされる。

40

【0023】

何れかのドップラパラメータ入力をフィルタリングするために、任意の空間フィルタ140を用いることが可能である。任意の空間フィルタ140は、ハイパスフィルタまたはローパスフィルタとすることが可能であり、例えば、空間帯域通過フィルタまたはハイブリッド空間多段式フィルタとすることが可能である。任意の空間フィルタ140の出力はフィルタリングされたドップラパラメータ入力 $P_i^{s,f}$ を生成する。フィルタリングされたドップラパラメータ入力 $P_i^{s,f}$ は最終ドップラマルチパラメータ出力ジェネレータ150に直接送られる。

【0024】

何れかのマスク、ドップラパラメータ入力、または前述のフィルタリングされたドップラ

50

パラメータ入力を、最終ドップラマルチパラメータ出力ジェネレータ 150 で結合させることが可能であり、それはドップラパラメータ後工程システムにおける後工程の最終段階である。数学的には、最終ドップラマルチパラメータ出力ジェネレータ 150 で実施されるこの後工程の関数関係は次式で表され、

【0025】

【数1】

$$P_{i,out} = \xi(P_i, P_i^{sf}; M_1, M_2, M_3)$$

10

ここで、 P_i はドップラパラメータ入力、 P_i^{sf} は何れかのドップラパラメータ入力、そして

【0026】

【数2】

20

$\xi()$

は任意のユーザ定義の関数とすることが可能である。最終出力を生成するために、 $M_1 \sim M_3$ の何れかのマスクと、1つまたはそれ以上の $P_1 \sim P_k$ のドップラパラメータ入力及びフィルタリングされたドップラパラメータ入力 P_i^{sf} と、を結合することが可能である。

【0027】

このドップラパラメータ後工程システム 100 の多段式分類操作は、所望のドップラパラメータを分類する（等級 A）領域において多くの抜けが満たされ、静止物体からのあらゆる不所望の信号を分類する（等級 B）領域においてノイズが少なく、先行技術のシステム及び方法に比較して2つの等級の間の境界が平滑である、結果がもたらされる。種々のマスクの組み合わせから追加情報を得ることが可能である。例えば、第1マスク M_1 から第3マスク M_3 への等級の変化を示す画像サンプルは何れも、 $(M_3 - M_1)$ により識別される。そのようなマスクの組み合わせ技術は、もしあれば、ここで記述した実施形態を実行する間に、画像サンプルがそれらの等級を変えることを示す。

30

【0028】

図2は、フィルタリングのレベルを変化させることにより、最終ドップラパラメータ画像を生成するために用いられる模範的な1組のマスクを示している。この1組のマスクは、例えば、図1のシステムを用いることにより、生成される。

40

【0029】

第1マスク M_1 210 は、マルチパラメータ閾値コンパレータ 110 からの模範的出力である。第1マスク M_1 210 は、各々の軸に沿った任意の線形寸法単位と共に所定領域を示している。黒色部分は、ドップラパラメータ入力（例えば、血液流の速度）が選択された閾値レベルより小さい領域を表している。白色部分は、ドップラパラメータ入力を選択された閾値レベルより大きい領域を表している。

【0030】

第1マスク M_1 を生成するために、各々のドップラパラメータ入力、または多くのドップラパラメータ入力の組み合わせから導かれる新しいパラメータを比較する。第1マスク

50

M_1 を生成するために、比較の結果を処理する、次の 2 つの方法を用いることが可能である。即ち、それらは、1) 第 1 マスク M_1 としてマルチパラメータ閾値コンパレータ 110 から第 1 分類のバイナリ出力を生成する方法、または、2) 異なる第 1 マスク M_1 としてその閾値レベルの比較の結果を得るために、ドップラパラメータ入力 P のうち 1 つに關して閾値処理を実行することにより非バイナリまたは多段式出力を生成する方法、である。

【0031】

数学的に、前述の 1) の場合の第 1 実施形態の第 1 マスク M_1 は次式により表され、

$$M_1 = g(P_1, P_2, \dots, P_i, \dots, P_k; T_1, T_2, \dots, T_i, \dots, T_k)$$

10

ここで、 $T_1, T_2, \dots, T_i, \dots, T_k$ はドップラパラメータ入力 $P_1, P_2, \dots, P_i, \dots, P_k$ の対応する閾値であり、 $g(\quad)$ は任意のユーザ定義関数を示す。このシナリオにおいて、マルチプルドップラパラメータ入力の各々を関連する閾値レベルと比較する。

【0032】

例えば、第 1 マスク M_1 210 について考える。第 2 マスク M_2 220 を生成する第 1 マスク M_1 210 の平滑化バージョンを得るために、ローパス空間フィルタを第 1 マスク M_1 210 に適用する。第 1 マスク M_1 210 における所定のドップラパラメータ入力サンプルの隣接画素（隣接画素のサイズは空間フィルタのカーネルサイズにより決定される）においてバイナリ値“0”の数が“1”の数より少ない場合、所定のドップラパラメータ入力サンプルにおける第 2 マスク M_2 220 の値は閾値レベルより大きい。そうでない場合は、特定のドップラパラメータ入力サンプルにおける第 2 マスク M_2 220 の値は閾値レベルより小さい。これは、第 1 マスク M_1 210 に元々存在したあらゆる小さい“抜け”（数多くの 1 に囲まれた少ない 0）が満たされ、第 1 マスク M_1 210 に元々存在して散らばった“スパイク”（数多くの 0 に囲まれた少ない 1）がならされ、または全体的な価値が低下した性質を第 2 マスク M_2 220 が有することを意味する。

20

【0033】

上述 2) の第 2 実施形態においては、第 1 マスク M_1 210 はバイナリではなく、多段式範囲を有することが可能である。この実施形態は、第 1 マスク M_1 210 と全く異なるアナログ第 1 マスクを生成する。グレースケール階調範囲を用いて、生成される。アナログ第 1 マスク M_1 は、バイナリ第 1 マスク M_1 を用いて認識することができないドップラパラメータ入力の特定な特徴を強化するために、アナログ第 1 マスク M_1 を用いることが可能である。アナログ第 1 マスク M_1 は、第 1 マスク M_1 のバイナリバージョンについて上述した 2 つの経路の一方または両方に繋げることが可能である。

30

【0034】

第 3 マスク M_3 230 は、第 2 分類オペレータ 130 の出力とすることが可能であり（図 1）、第 2 マスク M_2 220 を修正する。この場合、第 3 マスク M_3 230 は第 2 マスク M_2 220 の関数である（即ち、 $M_3 = f(M_2)$ ）。このような関数関係の 1 例 $f(M_2)$ は、

$$M_2 > 0.5 \text{ の場合 } M_3 = 1$$

$$\text{そうでない場合 } M_3 = 0$$

により与えられる。

40

【0035】

第 3 マスク M_3 230 のようなマスクを用いることにより、隣接画素からの情報に基づいて第 1 マスク M_1 における画素サンプルを有効的に再分類することにより、先行技術の方法およびシステムにおいてみられたような分類ミスを低減することが可能である。

【0036】

第 3 マスク M_3 はまた、一般に、例えば、次のように定義される。

【0037】

$$M_2 > M_1 \text{ の場合 } M_3 = 1$$

50

そうでない場合 $M_3 = 0$

ここで、 M_1 は他の閾値レベルの値である。したがって、結果として得られる第3マスク M_3 は、たぶん、第3マスク $M_3 230$ とはまったく異なったものとなる。例えば、他の実施形態において、対象の特定特性を強調する（例えば、所定レベルより大きい血液流エネルギーのみを表示する、または、それとは対照的に、心臓弁の動きのような運動している組織をみるために高エネルギーの血液流を慎重に削除する）ために、閾値 M_1 を選択することが可能である。

【0038】

図3は、本発明の他の実施形態であって、ドップラ2パラメータ後処理システム300によるフィルタリングを種々のレベルを用いて一連のマスクを生成する、実施形態を示している。この実施形態は、ドップラパラメータ入力P1及びP2、2パラメータ閾値コンパレータ310、空間ローパスフィルタ320、第2分類オペレータ330、任意のフィードバックループ335、任意の空間フィルタ340、最終ドップラ2パラメータ出力ジェネレータ350及びマスク $M_1 \sim M_3$ 、を含む。

【0039】

本発明の1実施形態において、2ドップラパラメータ入力、ドップラ速度V及びドップラエネルギーEは、2パラメータ閾値コンパレータ310への入力として選択される。2パラメータ閾値コンパレータ310はそれぞれのドップラパラメータ入力を関連する閾値レベルと比較する。第1マスク M_1 は、それぞれのドップラパラメータ入力の関連する閾値レベルとの比較に基づいて、生成される。

【0040】

本発明の1実施形態において、第1マスク M_1 は、第1マスク M_1 の種々の範囲に対してバイナリ出力（0または1）を生成することが可能である。そのような場合であって、所望のドップラパラメータが調査中の媒体の非常に小さい領域についての血液流のドップラ速度であり、閾値を0.2に設定する場合、0.2より大きいあらゆる速度に対してバイナリ出力“1”を生成する。同様に、バイナリロジック出力“0”は0.2より小さいあらゆる速度に対して生成する。“0”が生成する範囲においては、低い速度のまたは静止している対象物はマスクされる。

【0041】

本発明の他の実施形態において、対象のドップラパラメータは血液流エネルギーとすることが可能である。血液流エネルギーは、実際の血液流速度とは対照的に、血液流量を示すこととなる。例えば、血液流が超音波パルスに対して垂直である場合、血液速度は認識されないが、流れている血液の状態のエネルギーを尚も含んでいる。そのような場合、ドップラパラメータ入力のエネルギーを2パラメータ閾値コンパレータ310における閾値レベルと比較することが可能である。速度閾値レベル及びエネルギー閾値レベルは同じ値または異なる値にすることが可能である。

【0042】

空間ローパスフィルタ320及び最終ドップラ2パラメータ出力ジェネレータ350の両方の入力に、一旦生成した第1マスク M_1 を繋げることが可能である。

【0043】

任意の空間フィルタ340は、各々のドップラパラメータ入力を直接受け取り修正することが可能である。任意の空間フィルタ340は、ハイパス空間フィルタまたはローパス空間フィルタの形態をとることが可能であり、例えば、空間帯域通過フィルタ、またはハイブリッド空間多段式フィルタとすることが可能である。任意の空間フィルタ340の出力は、フィルタリングされたドップラ速度及びフィルタリングされたドップラエネルギーに対して、フィルタリングされたドップラパラメータ入力 V^{sf} 及び E^{sf} をそれぞれ生成する。フィルタリングされたドップラパラメータ V^{sf} 及び E^{sf} は、最終ドップラ2パラメータ出力ジェネレータ350に直接繋がられる。

【0044】

上述の、何れかのマスク、ドップラパラメータ入力及び/またはフィルタリングされたド

10

20

30

40

50

ッブラパラメータ入力を、最終ドッブラ 2 パラメータ出力ジェネレータ 350 に結合することが可能である。マスクの組み合わせは、最終出力を生成するために、数学的関数にしたがって結合することが可能であり、または、1つまたは両方のドッブラパラメータ入力及びフィルタリングされたドッブラパラメータ入力を用いた任意の方法で結合することが可能である。血液流速度及び血液流エネルギーのドッブラパラメータ画像を生成するために、これらの出力を用いる。

【0045】

本発明の 1 実施形態において、最終ドッブラ 2 パラメータ出力ジェネレータ 350 についての入出力間の数学的な関数関係は、次式のようになり、

$$V_{out} = M_3 \cdot [V^{sf} + M_1 \cdot (V - V^{sf})]$$

ここで、 V^{sf} は、任意の空間フィルタ 340 により得られた V の平滑化バージョンである。同様に、 E_{out} についての模範的アルゴリズムは数学的に次のように表すことが可能であり

$$E_{out} = M_3 \cdot [E^{sf} + M_1 \cdot (E - E^{sf})]$$

ここで、 E^{sf} は、任意の空間フィルタ 340 により再び得られた E の平滑化バージョンである。

【0046】

図 3 のドッブラ 2 パラメータ後処理システム 300 を用いる本発明の他の実施形態において、ドッブラパラメータ入力の速度 V 及びエネルギー E の関数関係から得られるドッブラ 2 パラメータ閾値コンパレータ 310 の出力として、他の第 1 マスク M_1 を定義することが可能であり、速度閾値レベル V_t 及びエネルギー閾値レベル E_{t1} または $M_1 = g(V, E, V_t, E_{t1})$ は次のように定義され、

【0047】

【数 3】

$$|V| > V_t$$

及び $E > E_{t1}$ の場合、 $M_1 = E$

そうでない場合、 $M_1 = 0$

ここで、 E_{t1} は第 1 ドッブラエネルギー閾値である。この実施形態において、速度の値及びエネルギーの値の両方が各々のパラメータそれぞれの閾値レベルより大きい場合に限り、第 1 マスク M_1 はドッブラパラメータ入力のエネルギー E に等しい値をとることが可能である。

【0048】

本発明の 1 つの実施形態において、第 2 マスク M_2 を生成する空間ローパスフィルタ 320 用いて、第 1 マスク M_1 をフィルタリングする。一旦生成された第 2 マスク M_2 は、後閾値即ち平滑化されたドッブラパラメータ入力のエネルギーに相当し、オリジナルのドッブラパラメータ入力における改善された信号対雑音比を有する。次のアルゴリズムにしたがって、第 3 マスク M_3 を第 2 分類オペレータ 330 の出力として定義することが可能であり、

$$M_2 > E_{t2} \text{ の場合 } M_3 = 1$$

$$\text{そうでない場合 } M_3 = 0$$

ここで、 E_{t2} は第 2 エネルギー閾値レベルの値である。本発明の 1 つの実施形態において、 E_{t2} の値が E_{t1} の値に比べて小さく設定される場合に、改善された結果を得ることが可能である。繰り返すが、さらなる処理に先立って再びフィルタリングすることが可

10

20

30

40

50

能である場合、任意のフィードバックループ 3 3 5 により第 3 マスク M_3 を空間ローパスフィルタ 3 2 0 に帰還することが可能である。そうでない場合、第 3 マスク M_3 を最終ドップラ 2 パラメータ出力ジェネレータ 3 5 0 に繋がれる。

【 0 0 4 9 】

本発明の他の実施形態において、ドップラ 2 パラメータ出力ジェネレータ 3 5 0 の出力は、数学的に次のように表すことが可能であり、

$$V_{out} = M_3 \cdot [V^{sf} + (M_2) \cdot (V - V^{sf})]$$

ここで、 (M_2) はマスク M_2 の関数であり、 $0 \sim 1$ の範囲内の値をとる。マスク M_2 が小さい（しかし、尚も E_{t2} より大きい）とき、 (M_2) は 0 に近づき、マスク M_2 が大きいとき、 (M_2) は 1 に近づくように、関数 (M_2) は選択される。

10

【 0 0 5 0 】

図 4 は、種々の処理段階の一連のドップラ速度画像データ出力を示している。速度についてのドップラパラメータ入力画像 4 1 0 は生画像であり、フィルタリングを施していないデータである。速度についてのドップラパラメータ入力 4 1 0 は、認識されない血管の境界の周辺範囲におけるドップラカラーノイズを含む。図 4 の画像 4 2 0、4 3 0 及び 4 4 0 は、以上のように説明した種々の他のマスクから生成されたものである。ドップラカラーノイズは血管の境界に関して混乱させる。しかしながら、これらの画像の進化により、血管の境界と静止した周囲の対象物から内側に動く血液流とを区別することは著しく容易になっている。

【 0 0 5 1 】

20

第 1 マスク M_1 を用いてマスキングされた通常速度についてのドップラパラメータ入力 4 1 0 を、符号 4 2 0 として図 4 に示す。第 1 マスク M_1 は、第 2 マスク M_2 を得るために、空間ローパスフィルタ 3 2 0 を用いて、さらに区間的に平滑化される。第 3 マスク M_3 を、次のアルゴリズムにしたがった次のような模範的第 2 分類オペレータ 3 3 0 の出力として定義することが可能である。

【 0 0 5 2 】

$M_2 > 0.5$ の場合 $M_3 = 1$

そうでない場合 $M_3 = 0$

速度についてのドップラパラメータ入力 4 1 0 を、最終ドップラ 2 パラメータ出力ジェネレータ 3 5 0 の第 3 マスク M_3 と結合する。例えば、ドップラパラメータ速度出力画像 4 3 0 のような出力画像を生成するために、最終ドップラ 2 パラメータジェネレータ 3 5 0 において生成される結果を用いることが可能である。他の結果として得られるドップラパラメータ速度出力画像 4 4 0 は、速度についてのドップラパラメータ入力と先の最終ドップラ 2 パラメータ出力ジェネレータ 3 5 0 から定義されるアルゴリズムとの結合、即ち、 $V_{02} = M_3 \cdot [V^{sf} + M_1 \cdot (V - V^{sf})]$ の効果を示している。これらの後半 3 つのドップラパラメータ出力画像 4 2 0、4 3 0 及び 4 4 0 の各々において、血液流の動き及びその関連の境界は、速度についてのドップラパラメータ入力 4 1 0 の生画像、即ちフィルタリングしていない画像において強化されたものである。

30

【 0 0 5 3 】

以上、開示した模範的なプロセス及び装置の実施形態の記述から、本発明の主旨から逸脱することなく、それら実施形態の変形及び付加が可能であることを、当業者は容易に理解するであろう。例えば、2 次元の範囲ではなく、全体的な 3 次元のボリュームをドップラ画像として瞬時に表示することが可能であるシステムを思い浮かべることは容易である。3 次元における具体化は、例えば、ホログラフィまたは他の任意の方法により達成することが可能である。3 次元のマスキング及びその装置を構築することは、以上で開示した 2 次元のマスキングシステムの考え方から類推することは容易であろう。

40

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明のドップラパラメータ後処理システムの実施形態を示す図である。

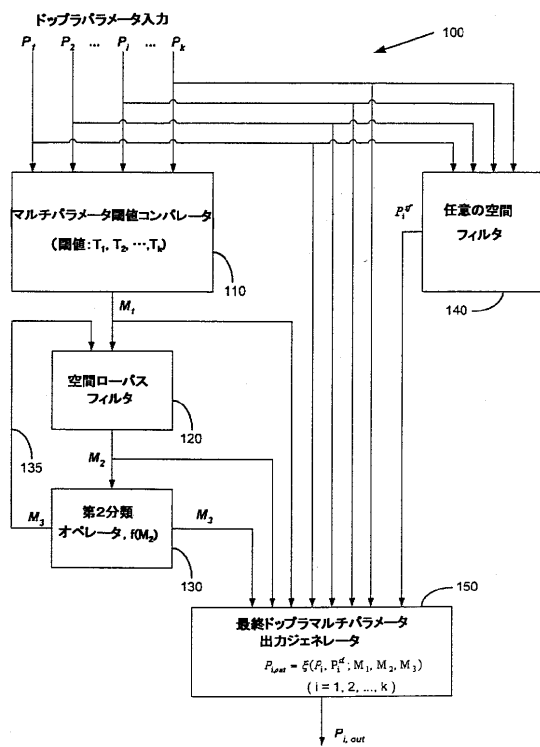
【図 2】種々のフィルタリング及び分類により生成される一連のマスク画像を示す図である。

50

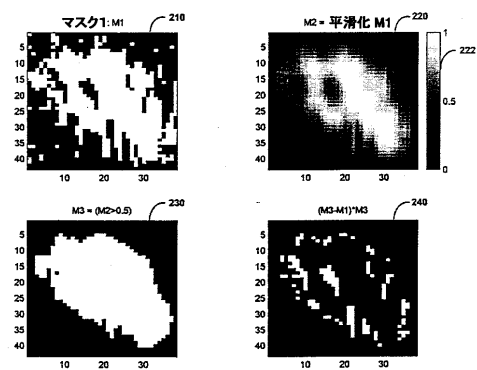
【図 3】本発明の他の実施形態のドップラパラメータ後処理システムを示す図である。

【図 4】本発明の異なる実施形態により生成される一連の速度画像を示す図である。

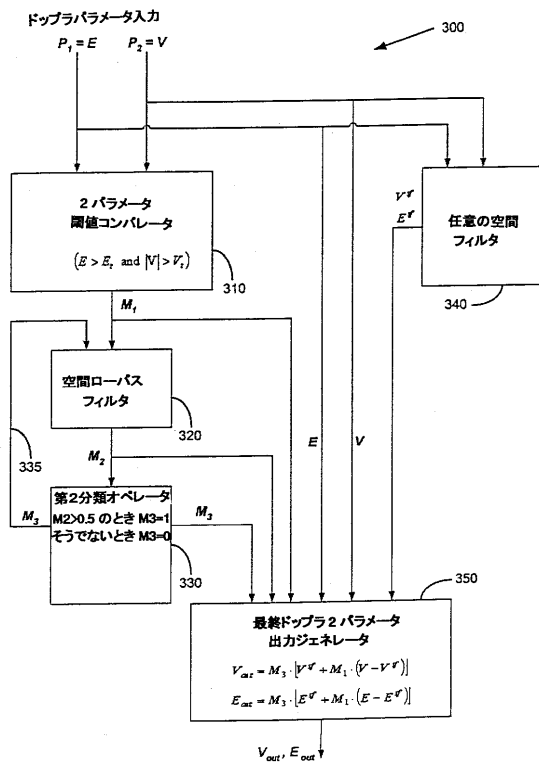
【図 1】



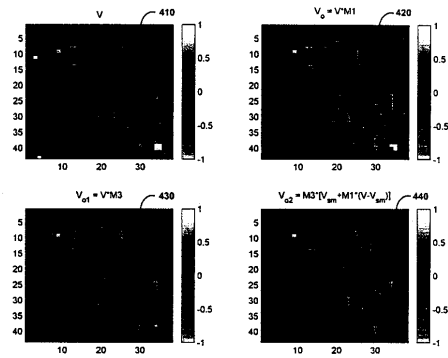
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(72)発明者 ティン - ラン ジ
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 1 1 8 サン・ノゼ チャンバーティン・ドライブ 5
8 2 3

(72)発明者 グレン マクラフリン
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 0 7 0 サラトガ カミノ・バーコ 1 4 0 1 6

合議体

審判長 岡田 孝博

審判官 小野寺 麻美子

審判官 信田 昌男

(56)参考文献 特開平 2 - 2 6 8 7 4 9 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 3 4 9 8 7 (J P , A)
特表平 1 1 - 5 0 1 8 4 1 (J P , A)
特開平 3 - 3 9 1 4 8 (J P , A)
特開平 4 - 2 8 2 1 4 4 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
A61B8/06

| | | | |
|----------------|---|---------|------------|
| 专利名称(译) | 用于后处理超声彩色多普勒成像的系统和方法 | | |
| 公开(公告)号 | JP5068416B2 | 公开(公告)日 | 2012-11-07 |
| 申请号 | JP2003074261 | 申请日 | 2003-03-18 |
| [标]申请(专利权)人(译) | ZONARE医疗SYST | | |
| 申请(专利权)人(译) | zoneA中医疗系统公司 | | |
| 当前申请(专利权)人(译) | zoneA中医疗系统公司 | | |
| [标]发明人 | ティンランジ グレンマクラフリン | | |
| 发明人 | ティン-ラン ジ グレン マクラフリン | | |
| IPC分类号 | A61B8/06 G06T1/00 G06T5/20 | | |
| CPC分类号 | A61B8/06 A61B8/13 | | |
| FI分类号 | A61B8/06 G06T1/00.290.D G06T5/20.A A61B8/14 G06T5/20 G06T7/00.612 | | |
| F-TERM分类号 | 4C601/BB02 4C601/DE04 4C601/EE04 4C601/EE09 4C601/EE22 4C601/JB30 4C601/JB31 4C601/JB33 4C601/JB40 4C601/JB45 4C601/JB47 4C601/JB51 4C601/JB53 4C601/JC06 4C601/JC11 4C601/JC12 4C601/JC40 4C601/KK19 5B057/AA07 5B057/BA05 5B057/BA30 5B057/CA02 5B057/CA08 5B057/CA12 5B057/CA16 5B057/CB02 5B057/CB08 5B057/CB12 5B057/CB16 5B057/CE02 5B057/CE03 5B057/CE05 5B057/CE06 5B057/CH09 | | |
| 代理人(译) | 伊藤忠彦 | | |
| 审查员(译) | 岡田孝弘 | | |
| 助理审查员(译) | 彼田正雄 | | |
| 优先权 | 10/101661 2002-03-19 US | | |
| 其他公开文献 | JP2004033732A | | |
| 外部链接 | Espacenet | | |

摘要(译)

要解决的问题：构建用于改善多普勒超声图像的多普勒参数后处理系统。解决方案：本发明公开了一种用于超声成像的系统，包括用于将至少一个多普勒参数输入与阈值进行比较以产生第一掩模的比较器。空间滤波器耦合到比较器以产生第二掩模，并且分类算子耦合到空间滤波器以产生第三掩模。分类运算符可以将给定像素的值与任何相邻像素的值进行比较，并将任何非多数像素重新分类为相邻像素的多数值，并且还用于输出至少一个的多参数发生器多普勒参数。多参数发生器具有基于至少一个多普勒参数输入和至少一个掩模的函数关系。第二空间滤波器被耦合以接收多普勒参数输入。Ž

【 図 1 】

