

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第4424856号
(P4424856)

(45) 発行日 平成22年3月3日(2010.3.3)

(24) 登録日 平成21年12月18日(2009.12.18)

(51) Int.Cl.
A 6 1 B 8/06 (2006.01)

F I
A 6 1 B 8/06

請求項の数 12 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2000-592668 (P2000-592668)	(73) 特許権者	390041542
(86) (22) 出願日	平成11年12月6日 (1999.12.6)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
(65) 公表番号	特表2002-534188 (P2002-534188A)		GENERAL ELECTRIC CO
(43) 公表日	平成14年10月15日 (2002.10.15)		MPANY
(86) 国際出願番号	PCT/US1999/028919		アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ
(87) 国際公開番号	W02000/041003		クタデイ、リバーロード、1番
(87) 国際公開日	平成12年7月13日 (2000.7.13)	(74) 代理人	100137545
審査請求日	平成18年12月1日 (2006.12.1)		弁理士 荒川 聡志
(31) 優先権主張番号	09/224,450	(72) 発明者	ウォシュバーン、マイケル・ジェイ
(32) 優先日	平成10年12月31日 (1998.12.31)		アメリカ合衆国、53151、ウィスコン
(33) 優先権主張国	米国 (US)		シン州、ニュー・ペルリン、ウエスト・グ
			ラハム・ストリート、12920番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 閾値の調節による超音波カラー・フロー表示の最適化法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検体から後方散乱した超音波信号に応答してカラー・フロー信号とBモード画像信号を発生すると共に、超音波画像処理表示装置前記カラー・フロー信号に
応答して画像を表示する超音波画像処理表示装置であって、

閾値を表す閾値信号を受け取るように接続されている端子(31)と、

前記カラー・フロー信号に応じた第1の組のデータ・ワードを記憶すると共に、前記Bモード画像信号に応じた第2の組のデータ・ワードを記憶するように接続されているメモリ(32)と、

前記第2の組のデータ・ワードの少なくとも1つの特性に対応する特性値を決定し、該特性値に応答して前記閾値を変更すると共に、該変更後の閾値と前記第1の組のデータ・ワード及び第2の組のデータ・ワードの値との間の所定の関係に応じて、前記第1及び第2の組のデータ・ワードから、特定のデータ・ワードを選択するように接続されている論理ユニット(26)と、

前記選択されたデータ・ワードに応答して、カラー・フロー画像を表示するように接続されている表示装置(18)と、

を備え、

前記閾値はB/カラー優先順位信号であり、前記第1の組のデータ・ワードのデータはカラーフロー画像データを表し、前記第2の組のデータ・ワードのデータはBモード画像データを表すものである場合において、

10

20

この超音波画像処理表示装置の前記論理ユニット(26)は、
前記特定のデータ・ワードを前記第1の組のデータ・ワードが第2の組のデータ・ワードから選択し、

前記Bモード画像データ値が前記変更されたB/カラー優先順位閾値を超えるときはBモード画像データを選択し、

前記Bモード画像データ値が前記変更されたB/カラー優先順位閾値を超えないときはカラーフロー画像データを選択することを特徴とする超音波画像処理表示装置。

【請求項2】

前記カラー・フロー信号は、前記後方散乱した超音波信号に応答して算出されるパワー推定値を表わすパワー信号を含んでいることを特徴とする請求項1に記載の超音波画像処理表示装置。

10

【請求項3】

前記カラー・フロー信号は、前記後方散乱した超音波信号に応答して算出される速度推定値を表わす速度信号を含んでいることを特徴とする請求項1に記載の超音波画像処理表示装置。

【請求項4】

前記第2の組のデータ・ワードの少なくとも前記1つの特性は、前記第2の組の少なくとも一部のデータ・ワードの値の平均を含んでいることを特徴とする請求項1に記載の超音波画像処理表示装置。

【請求項5】

20

前記第2の組のデータ・ワードの前記少なくとも一部は、前記第2の組のデータ・ワードのうち最大値を有するデータ・ワードを所定の百分率で含んでいることを特徴とする請求項4に記載の超音波画像処理表示装置。

【請求項6】

前記端子は、利用者により操作可能な入力をすることを特徴とする請求項1に記載の超音波画像処理表示装置。

【請求項7】

被検体から後方散乱した超音波信号に応答してカラー・フロー信号とBモード画像信号を発生する超音波イメージング・システムにおいて、前記カラー・フロー信号に応答して画像を表示する超音波画像処理方法であって、

30

閾値を表す閾値信号を受け取る工程と、

前記カラー・フロー信号に応じた第1の組のデータ・ワードを記憶すると共に、前記Bモード画像信号に応じたデータ・ワードの第2の組を記憶する工程と、

前記第2の組のデータ・ワードの少なくとも1つの特性に対応する特性値を決定する工程と、

該特性値に応答して前記閾値を変更する工程と、

該変更後の閾値と前記第1の組のデータ・ワード及び前記第2の組のデータ・ワードの値との間の所定の関係に応じて、前記第1の組のデータ・ワード及び第2の組のデータ・ワードから特定のデータ・ワードを選択する選択工程と、

該選択されたデータ・ワードに応答してカラー・フロー画像を表示する工程と、を有している超音波画像処理方法であって、

40

前記閾値はB/カラー優先順位信号であり、

前記第1の組のデータ・ワードのデータはカラーフロー画像データを表し、前記第2の組のデータ・ワードのデータはBモード画像データを表すものである場合において、

前記選択工程は、

前記特定のデータ・ワードを前記第1の組のデータ・ワードが第2の組のデータ・ワードから選択し、

前記Bモード画像データ値が前記変更されたB/カラー優先順位閾値を超えるときはBモード画像データを選択し、

前記Bモード画像データ値が前記変更されたB/カラー優先順位閾値を超えないときはカ

50

ラーフロー画像データを選択する、
ことを特徴とする超音波画像処理方法。

【請求項 8】

前記カラー・フロー信号は、前記後方散乱した超音波信号に応答して算出されるパワー推定値を表わすパワー信号を含んでいる請求項7に記載の方法。

【請求項 9】

前記カラー・フロー信号は、前記後方散乱した超音波信号に応答して算出される速度推定値を表わす速度信号を含んでいる請求項7に記載の方法。

【請求項 10】

前記第 2 の組のデータ・ワードの前記少なくとも 1 つの特性は、前記第 2 の組の少なくとも一部のデータ・ワードの値の平均を含んでいる請求項7に記載の方法。

10

【請求項 11】

前記第 2 の組のデータ・ワードの前記少なくとも一部は、前記第 2 の組のデータ・ワードのうち最大値を有するデータ・ワードを所定の百分率で含んでいる請求項10に記載の方法。

【請求項 12】

前記受け取る工程は、利用者入力に基づいて閾値信号を発生する工程を含んでいる請求項7に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

20

【発明の属する技術分野】

本発明は一般的には、流体の流れ場の超音波カラー・フロー・ドブラ・イメージングに関する。より具体的には、本発明は、このようなイメージングの表示を改善する方法及び装置に関する。

【0002】

【発明の背景】

ドブラ効果に基づいて血流を検出する超音波スキャナは周知である。これらのシステムは、超音波トランスデューサ・アレイを起動して、物体内に超音波を送信すると共に、物体から後方散乱した超音波エコーを受信することにより動作する。血流特性の測定時には、帰投した超音波を周波数基準と比較して、血球等の流動する散乱体によって帰投波に付与された周波数シフトを決定する。この周波数シフトすなわち位相シフトが、血流の速度となる。血液の速度は、ファイアリング(firing)からファイアリングにかけての位相シフトを特定のレンジ・ゲートにおいて測定することにより算出される。

30

【0003】

後方散乱波の周波数の変化又はシフトは、血流がトランスデューサに向かって流れてくるときには増大し、血液がトランスデューサから遠ざかって流れていくときには減少する。血液等の運動する物質の速度のカラー画像を白黒の解剖学的構造の B モード画像の上にスーパーインポーズ(重ね合わせ表示)することにより、カラー・フロー画像が形成される。典型的には、カラー・フロー・モードは、何百もの隣接するサンプル空間を同時に表示し、これらのサンプル空間の全てが B モード画像の上に重ね合わされて、各々のサンプル空間の速度を表わすように色符号化されている。

40

【0004】

典型的には、カラー・フロー・プロセッサは、血流速度、血流パワー及び血流分散を推定する。典型的には、カラー・フロー・データを用いて表示スクリーン上の関心領域の色を修正する。利用者は、表示に用いられるデータの形式を選択する。典型的に利用可能なモードは、パワーのみのモード、速度のみのモード、又は速度と分散とを組み合わせたモードである。

【特許文献 1】

ドイツ公開特許 1 9 8 1 9 8 0 0

【特許文献 2】

50

米国特許第 5 2 3 5 9 8 4

【特許文献 3】

日本公開特許 特開平 H 0 6 - 0 0 7 3 5 3

【特許文献 4】

米国特許第 5 3 4 7 6 0 0

【特許文献 5】

日本公開特許 特表平 H 0 4 - 5 0 6 4 3 7

【特許文献 6】

米国特許第 5 7 1 8 2 2 9

【特許文献 7】

米国特許第 5 7 3 2 7 0 5

【特許文献 8】

日本公開特許 特開平 H 0 9 - 0 7 5 3 4 8

【特許文献 9】

米国特許第 5 7 3 5 7 9 7

【特許文献 10】

日本公開特許 特開平 H 1 0 - 3 0 9 2 7 8

【特許文献 11】

米国特許第 5 9 9 3 3 9 2

【特許文献 12】

米国特許第 6 0 1 7 3 0 9

【特許文献 13】

日本公開特許 特表平 2 0 0 2 - 5 3 4 1 8 3

【0 0 0 5】

【発明が解決しようとする課題】

現状の超音波スキャナでは、様々なカラー・フロー表示パラメータは、利用者による選択を不可能にした状態で固定されているか、又は何らかの特定の設定にプリセットされて利用者が行動を起こした場合に 1 度に 1 つのパラメータのみを変更し得るようになっているかのいずれかである。このことにより、任意の所与の応用及び走査状況についての画質及び利用者生産性が制限されている。これらの同じパラメータを全て同時に自動的に調節して、特定の走査状況についてカラー・フロー表示に関連する画像を最適化し、これにより利用者生産性を高めることのできるスキャナが必要とされている。

【0 0 0 6】

カラー・フロー・パワー・モード及びカラー・フロー速度モードの動作においては、公知の超音波スキャナは B / カラー優先順位閾値を設けており、この閾値は、スキャナの利用者用コンソールのソフトキー・メニューから利用者が選択可能になっている。この閾値は、利用者によって最大 B モード・グレイ・スケール値の様々な百分率として設定することができる。カラー・モードの関心領域 (R O I) 内の任意のピクセルについて、B モード・ピクセル値が選択された B / カラー優先順位閾値を上回っている場合には、該ピクセルについては B モード値が表示される。その他の場合には、存在していれば対応するカラー・ピクセル値が表示される。しかしながら、実際の B モード・データ最大値は、広い範囲にわたって変動し得る。結果として、閾値はしばしば、最適とは言えないものとなる。従って、実際の B モード・データに従って B / カラー優先順位閾値を自動的に調節することが可能なカラー・フロー超音波スキャナが必要とされている。

【0 0 0 7】

【課題を解決するための手段】

本発明は、被検体から後方散乱した超音波信号に応答してカラー・フロー信号を発生すると共に、被検体から後方散乱した超音波信号の振幅に基づいて画像信号を発生する超音波イメージング・システムに有用である。本発明のこの側面によれば、好ましくは利用者により操作される制御から閾値信号を受け取ることによりカラー・フロー信号に応答して画

10

20

30

40

50

像を表示する。好ましくはデジタル・メモリ内に、カラー・フロー信号に応じたデータ・ワードの第1の組が記憶され、画像信号に応じたデータ・ワードの第2の組が記憶される。データ・ワードの第2の組の少なくとも1つの特性に対応する特性値が、好ましくは論理ユニットによって決定される。この特性値に应答して閾値が変更される。変更後の閾値と、第1及び第2の組のデータ・ワードの値との間の所定の関係に応じて、好ましくは論理ユニットによって、第1及び第2の組からデータ・ワードが選択される。選択されたデータ・ワードに应答してカラー・フロー画像が表示される。

【0008】

以上の手法を用いることにより、最適な視像形成のために超音波スキャナの表示を自動的に調節することができる。

【0009】

【発明の実施の形態】

図1を参照しながら述べると、カラー・フロー及びグレイ・スケール・イメージング・システムの基本的な信号処理系は超音波トランスデューサ・アレイ2を含んでおり、超音波トランスデューサ・アレイ2は起動されて、長さPのトーン・バーストで構成されているパルス系列を送信する。トーン・バーストは、典型的にはキロヘルツの範囲にあるパルス繰り返し周波数(PRF)で繰り返しファイアリングされる。このパルス系列は、バースト長Pを含めて、カラー・フロー処理とBモード処理とで異なっている。カラー・フロー・イメージングの場合には、Pは4周期～8周期であり得、トーン・バーストは同じ送信特性で同じ送信焦点位置に集束している。

【0010】

同じ送信焦点位置に集束している一連のカラー・フロー送信ファイアリングを「パケット」と呼ぶ。各々の送信ビームは、走査されている物体を通して伝播し、物体内の超音波散乱体によって反射される。

【0011】

帰投したRF信号は、トランスデューサ素子によって検出されて、ビームフォーマ4内に設けられているそれぞれの受信チャネルによって受信される。ビームフォーマは、遅延されたチャネル・データを加算して、ビーム加算された信号として出力し、この信号は復調器6によって同相及び直角位相(I/Q)の信号成分へ復調される。復調器6からのBモードのI出力及びQ出力は、グレイ・スケールBモード処理のために中間プロセッサ8Gへ送信され、復調器6からのカラー・フローのI出力及びQ出力は、カラー処理のために中間プロセッサ8Cへ送信される。

【0012】

図2は、中間プロセッサ8Cを示している。復調器6からのI/Q信号成分はコーナ・ターナ・メモリ7に記憶される。コーナ・ターナ・メモリ7の目的は、インタリーブされている可能性のあるファイアリングからのデータをバッファリングして、所与のレンジのセルにおいて複数のファイアリングにわたる点のベクトルとしてデータを出力することである。データは「ファスト・タイム(fast time)」式で受信され、すなわち各回のファイアリング毎に(ベクトルに沿って)レンジを下降する順に受信される。コーナ・ターナ・メモリの出力は、「スロー・タイム(slow time)」式で再配列され、すなわち各々のレンジ・セル毎にファイアリング順に再配列される。結果として得られた「スロー・タイム」式I/Q信号サンプルは、ウォール・フィルタ9を通過し、ウォール・フィルタ9は静止した組織又は極めて低速で運動する組織に対応するあらゆるクラッタを除去する。次いで、フィルタ処理後の出力は、パラメータ推定器11へ供給され、パラメータ推定器11は、レンジ・セル情報を中間的な自己相関パラメータN、D及びR(O)へ変換する。N及びDは、自己相関方程式の分子及び分母であり、次のように示される。

【0013】

【数1】

10

20

30

40

$$N = \sum_{i=1}^{M-1} (I_i Q_{i+1} - I_{i+1} Q_i) \quad (2)$$

$$D = \sum_{i=1}^{M-1} (I_i I_{i+1} + Q_i Q_{i+1}) \quad (3)$$

10

【 0 0 1 4 】

ここで、 I_i 及び Q_i は、ファイアリング i についての復調後のベースバンド化された入力データであり、 M はパケット内のファイアリングの数である。 $R(O)$ は、パケット内のファイアリングの数にわたる有限の和として近似され、次の通りになる。

【 0 0 1 5 】

【 数 2 】

$$R(O) = \sum_{i=1}^{M-1} \frac{(I_i^2 + Q_i^2 + I_{i+1}^2 + Q_{i+1}^2)}{2} \quad (4)$$

20

【 0 0 1 6 】

プロセッサは、 N 及び D を各々のレンジ・セル毎の大きさ及び位相へ変換する。用いられる方程式は次の通りである。

【 0 0 1 7 】

【 数 3 】

$$|R(T)| = \sqrt{N^2 + D^2} \quad (5)$$

30

$$\phi(R(T)) = \tan^{-1} \left[\frac{N}{D} \right] \quad (6)$$

【 0 0 1 8 】

パラメータ推定器は、これらの大きさ及び位相の値を処理してパワー、速度、及び乱流又は分散の推定値を表わす値を有する信号へ変換し、それぞれ導体 1 1 A、1 1 B 及び 1 1 C 上に送信する。位相は平均ドプラ周波数を算出するのに用いられ、平均ドプラ周波数は下に示すように速度に比例している。また、 $R(O)$ 及び $|R(T)|$ (大きさ) は乱流を推定するのに用いられる。

40

【 0 0 1 9 】

ヘルツ単位での平均ドプラ周波数は、 N 及び D の位相、並びに T からのパルス繰り返しから得られる。

【 0 0 2 0 】

【 数 4 】

$$\bar{f} = \frac{1}{2\pi T} \tan^{-1} \left[\frac{N}{D} \right] = \frac{1}{2\pi T} (\phi(R(T))) \quad (7)$$

50

【 0 0 2 1 】

平均速度は、下記のドブラ・シフト方程式を用いて算出される。流れの方向とサンプリングの方向との間の角度である θ は未知であるので、 $\cos \theta$ は 1.0 であるものと仮定される。

【 0 0 2 2 】

【 数 5 】

$$\bar{v} = \frac{\bar{f}}{f_0} \frac{c}{2 \cos \theta} \quad (8)$$

10

【 0 0 2 3 】

好ましくは、パラメータ推定器は、平均ドブラ周波数を中間的な出力として算出する訳ではなく、ルックアップ・テーブルを用いてプロセッサの位相出力から直接ベクトル v を算出する。

【 0 0 2 4 】

乱流は、平均ドブラ周波数の分散の 2 次級数展開として時間領域において算出することができる。乱流の時間領域表現は、ゼロ遅れ (zero-lag) 及び 1 次遅れ (one-lag) の自己相関関数 $R(0)$ 及び $R(T)$ をそれぞれ算出することを含んでいる。正確な自己相関関数は、パケット内のファイアリングの数の範囲内の既知のデータにわたる有限の和によって近似される。

20

【 0 0 2 5 】

【 数 6 】

$$\sigma^2 = \frac{2}{(2\pi T)^2} \left[1 - \frac{|R(T)|}{R(0)} \right] \quad (9)$$

【 0 0 2 6 】

平均値信号 $(R(T))$ は、流動する反射体の平均ドブラ周波数シフトの推定値であり、平均血流速度に比例している。分散信号 σ^2 は、ベースバンド・エコー信号の流れ信号成分の周波数の広がりを示している。層流は極めて狭い範囲の速度を有する一方で、乱流は多くの速度の混成であるので、分散の値は流れの乱れを示すものとなる。流動する反射体からの信号の強度を示すためには、信号 $R(0)$ が、ドブラ・シフトした流れ信号中における帰投したパワーの量を示している。

30

【 0 0 2 7 】

導体 11A 上の信号パワーは、様々な群のデータ圧縮曲線に従ってデータを圧縮するデータ圧縮モジュール 13 を通過する。異なる走査応用については異なる群の曲線を提供することができる。例えば、1つの群の曲線は腎臓走査用に提供され、他の1つの群の曲線は頸動脈走査用に提供される。典型的には、1つの群につき約3つの曲線が存在する。信号のダイナミック・レンジは、データ圧縮に用いられる曲線に従って変化する。各々の群に属する曲線は、ダイナミック・レンジが増大する順に配列されている。利用者が走査応用を選択すると、コントローラ 26 が既定の曲線を設定する。ダイナミック・レンジは、表示装置 18 上で作成される強度又はルーメンの範囲を制御する。

40

【 0 0 2 8 】

図 3 について説明する。グレイ・スケール B モード中間プロセッサ 8G は、量 $(I^2 + Q^2)^{1/2}$ を算出することによりビーム加算された受信信号の包絡線を形成する包絡線検波器 10 を含んでいる。信号の包絡線は、対数圧縮 (図 3 のブロック 12) 等の何らかの更なる B モード処理を施されて表示データを形成し、表示データがスキャン・コンバータ 14 (図 1) へ出力される。

50

【 0 0 2 9 】

再び図 1 を見ると、カラー・フロー推定値及びグレイ・スケール表示データがスキャン・コンバータ 1 4 へ送られると、スキャン・コンバータ 1 4 はこれらのデータをビデオ表示用の X Y フォーマットへ変換する。走査変換（スキャン・コンバート）されたフレームは、ビデオ・プロセッサ 1 6 へ渡され、ビデオ・プロセッサ 1 6 は基本的には、ビデオ・データをビデオ表示のために表示カラー・マップ及びグレイ・スケール画像フレームへマッピングする。次いで、画像フレームは、ビデオ・モニタ 1 8 へ送られて表示される。典型的には、カラー画像の場合には、速度若しくはパワーのいずれかが単独で表示されるか、又は速度がパワー若しくは乱流のいずれかと組み合わせられて表示される。システム制御は、ホスト・コンピュータ（図示されていない）に集中化されており、ホスト・コンピュータは操作者インタフェース（例えばキーボード）を介して操作者入力を受け取って、様々なサブシステムを制御する。

10

【 0 0 3 0 】

一般的には、B モード・グレイ・スケール画像の場合には、表示データはスキャン・コンバータ 1 4 によってビデオ表示用の X Y フォーマットへ変換される。走査変換されたフレームは、ビデオ・プロセッサ 1 6 へ渡され、ビデオ・プロセッサ 1 6 は、ビデオ・データをビデオ表示用のグレイ・スケール又はグレイ・マップへマッピングする。次いで、グレイ・スケール画像フレームは、ビデオ・モニタ 1 8 へ送られて表示される。

【 0 0 3 1 】

ビデオ・モニタ 1 8 によって表示される画像は、その各々が表示におけるそれぞれのピクセルの強度又は輝度を指示しているようなデータから成る画像フレームから形成されている。画像フレームは、各々の強度データがピクセル輝度を指示する 8 ビットの 2 進数であるような、例えば 256×256 のデータ・アレイを含み得る。表示モニタ 1 8 上の各々のピクセルの輝度は、周知の態様で、データ・アレイ内の各ピクセルに対応する要素の値を読み込むことにより絶えず更新されている。各々のピクセルは、呼び掛け (interrogating) した超音波パルスに応答するそれぞれのサンプル空間の後方散乱体断面積と、用いられているグレイ・マップとの関数である強度値を有する。

20

【 0 0 3 2 】

図 4 について説明する。システム制御は、マスタ・コントローラ又はホスト・コンピュータ 2 6 に集中化されており、マスタ・コントローラ 2 6 は操作者インタフェース（図示されていない）を介して操作者入力を受け取って、様々なサブシステムを制御する。マスタ・コントローラ 2 6 はまた、システムのタイミング信号及び制御信号を発生する。マスタ・コントローラ 2 6 は、中央処理ユニット (CPU) 3 0 と、ランダム・アクセス・メモリ 3 2 とを含んでいる。CPU 3 0 にデータを入力するためにはキーボード 2 9 が用いられる。CPU 3 0 は、取得された生データに基づいてグレイ・マップ及びカラー・マップを構築するのに用いられるルーチンを記憶しているリード・オンリ・メモリを内部に組み込んでいる。

30

【 0 0 3 3 】

スキャン・コンバータ 1 4 は、音線メモリ 2 2 と、X Y メモリ 2 4 とを含んでいる。音線メモリ 2 2 内に極座標 (R -) のセクタ・フォーマットで記憶されている B モード強度データ及びカラー・モード強度データは、適当にスケーリングされたデカルト座標のピクセル表示データへ変換され、変換後のデータは X Y メモリ 2 4 に記憶される。カラー・データはメモリ位置 2 4 C に記憶され、グレイ・スケール・データはメモリ位置 2 4 G に記憶される。走査変換されたフレームはビデオ・プロセッサ 1 6 へ渡されて、ビデオ・プロセッサ 1 6 はデータをビデオ表示用のグレイ・マップへマッピングする。次いで、グレイ・スケール画像フレームは、ビデオ・モニタへ送られて表示される。

40

【 0 0 3 4 】

音波サンプル・データの連続したフレームは、先入れ先出し方式でシネ・メモリ 2 8 に記憶される。カラー・フレームはメモリ位置 2 8 C に記憶され、グレイ・スケール・フレームはメモリ位置 2 8 G に記憶される。カラーの関心領域においては、表示ピクセルに対応

50

するカラー・データの各々のワード毎に、該ピクセルに対応するＢモード・グレイ・スケール・データの対応するワードが存在している。シネ・メモリは、バックグラウンドで稼働する循環的な画像バッファのようなものであり、音波サンプル・データを絶えず取り込んで、実時間で利用者に対して表示する。利用者がシステムをフリーズさせると、利用者は、シネ・メモリに以前に取り込まれている音波サンプル・データを見ることができるようになる。

【 0 0 3 5 】

ＣＰＵ 3 0 は、システム制御バス 3 4 を介してＸＹメモリ 2 4 及びシネ・メモリ 2 8 を制御する。具体的には、ＣＰＵ 3 0 は、ＸＹメモリ 2 4 からビデオ・プロセッサ 1 6 及びシネ・メモリ 2 8 への生データの流れを制御すると共に、シネ・メモリからビデオ・プロセッサ 1 6 及びＣＰＵ 2 6 自体への生データの流れを制御する。ＣＰＵ はまた、グレイ・マップ及びカラー・マップをビデオ・プロセッサにロードする。

10

【 0 0 3 6 】

画像フレームは、連続的にシネ・メモリ 2 8 に収集される。シネ・メモリ 2 8 は、単一画像閲覧及び多数画像ループ閲覧のための常駐のデジタル画像記憶容量、並びに様々な制御機能を提供している。単一画像のシネ再生時に表示される関心領域は、画像取得時に用いられている領域である。シネ・メモリはまた、画像をマスタ・コントローラ 2 6 を介してデジタル保管装置（図示されていない）へ転送するためのバッファの役割も果たしている。

【 0 0 3 7 】

20

ＣＰＵ 3 0 はランダム・アクセス・メモリを有しており、生データ・ヒストグラムを取得し、新たなグレイ・マップの入力範囲の両端の点を決定し、新たなグレイ・マップの入力範囲の両端の点に基づいて新たなグレイ・マップを構築し、新たなグレイ・マップの傾き及びゲインを所定の傾きの限度及びゲインの限度と比較して、いずれかの限度を上回っていた場合には一方又は両方の限度に従うように新たなグレイ・マップを再構築するのに用いられるルーチンを記憶している。

【 0 0 3 8 】

本発明の好適実施例によれば、超音波画像のコントラストは、調節されたグレイ・マップ値及びカラー・マップ値への生の音波サンプル・データのマッピングを形成することにより、マスタ・コントローラ 2 6 によって調節される。まず、マスタ・コントローラ 2 6 は、ＸＹメモリ 2 4 又はシネ・メモリ 2 8 から生データの 1 つ又はこれよりも多い画像フレームを検索し、この生データをメモリ 3 2 に記憶する。次いで、ＣＰＵ 3 0 は、検索された生データの画像フレームについて多数の所定の範囲又はピンの各々の範囲内にある振幅又は値を有する音波サンプルの数のヒストグラムを蓄積する。

30

【 0 0 3 9 】

好適実施例によれば、カラー・フロー自動表示処理モードは、キーボード 2 9（図 4）を介して利用者によって開始され、次いで、走査状況が変化するのに伴って、後処理用パラメータの更新のために利用者によってあらためて開始されるか、又は一挙にオフにされる。

【 0 0 4 0 】

40

好適実施例によれば、上述のＢモード・グレイ・スケール及びカラー・フローの走査データを用いて、カラー表示の画質を最適化する。コントローラ 2 6 によってカラー・フロー・モード及び／又はＢモードについて、複合的なヒストグラム（幾つかのフレームにわたるデータのヒストグラム）及び／又は単一フレームのヒストグラムをシネ・メモリ 2 8 のデータから構築する。次いで、これらのヒストグラムの結果に対して、特定の走査状況又は応用について如何にして様々なパラメータを適切に調節するかを決定するアルゴリズムをコントローラ 2 6 によって適用する。

【 0 0 4 1 】

これらのアルゴリズムは次の通りである。

Ｂモード用のカレントのプリセットのダイナミック・レンジ設定及び圧縮曲線を用いて、

50

走査データの振幅を表わす B モード・グレイ・スケール・データの単一のフレームをシネ・メモリ 28 G から収集する。コントローラ 26 は、図 5 のように表わされ得るデータの第 1 の複合的ヒストグラムを生成するアルゴリズムを実行する。

【0042】

上のステップの代替として、コントローラ 26 は、あらゆるダイナミック・レンジ圧縮を適用する前に走査データのヒストグラムを形成するか、又はデータを圧縮しないでヒストグラムを形成する。

【0043】

キーボードを操作することにより、利用者は、パワー・データを用いるカラー・フロー・モード及び別個に速度データを用いるカラー・フロー・モードを入力することができる。これらのモードでは、B / カラー優先順位閾値が存在しており、この閾値は、キーボード 29 上のソフトキー・メニューから利用者が選択可能であり、また、255 の最大 B モードグレイ・スケール値の $x\%$ にプリセットされている。閾値は、例えば端子 31 及び 33 において受け取られる。カラー・モードの関心領域 (ROI) 内のあらゆるピクセルについて、B モード・ピクセル値が選択された B / カラー優先順位閾値を上回っている場合には、該ピクセルについては B モード値が表示される。その他の場合には、存在しているならば対応するカラー・ピクセル値が表示される。

10

【0044】

本アルゴリズムは、シネ・メモリ 28 G から B モード・データ・ワードの単一のフレームを取り込んで、カラー ROI 内で最大の値を有する $n\%$ の B モード・ワードを検出する。例えば n が 5% である場合には、カラー ROI 内のメモリ 28 G の全ての B モード・ワードが読み込まれ、これらのワードのうち最大値を有する 5% が 1 つの組として識別される。以上のステップは好ましくは、図 5 と関連して記載したようにして算出されたヒストグラムを用いて行われる。次いで、B / カラー優先順位閾値をこの組の平均の $x\%$ に設定する。ここで、 x は現在選択されている B / カラー優先順位閾値百分率である。次いで、自動的に調節された閾値を用いて、前述した態様で表示を形成する。

20

【0045】

ここに述べた実施例は、パワー閾値、ウォール・フィルタ遮断周波数、ベースライン・シフト及び速度スケール等のその他の後処理パラメータを自動的に調節するように拡張することもできる。シネ・データの B フレーム及び / 又はカラー・フロー・フレームを収集するという同じ基本的発想が適用され、関連するアルゴリズムを用いて、特定の後処理パラメータを如何に調節するかを正確に決定する。

30

【0046】

以上の好適実施例は、説明の目的のために開示された。当業者には、本発明の概念の変形及び改変は容易に明らかとなる。これらのような全ての変形及び改変は、特許請求の範囲によって包含されているものとする。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 従来のカラー・フロー及び B モード超音波イメージング・システムの信号処理系を示す概略ブロック図である。

【図 2】 図 1 に示す中間プロセッサのカラー・フロー装置を示す概略ブロック図である。

40

【図 3】 図 1 に示す中間プロセッサの B モード装置を示す概略ブロック図である。

【図 4】 図 1 に示すシステムの各部の更なる細部を示す概略ブロック図である。

【図 5】 図 4 に示すメモリに記憶されるデータの可能な形態を示すグラフである。

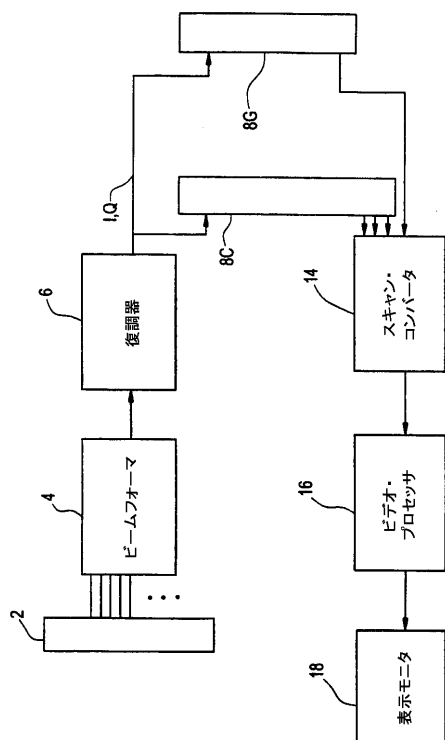
【符号の説明】

- 2 超音波トランスデューサ・アレイ
- 8 C カラー処理用中間プロセッサ
- 8 G グレイ・スケール B モード処理用中間プロセッサ
- 26 マスタ・コントローラ
- 34 システム制御バス

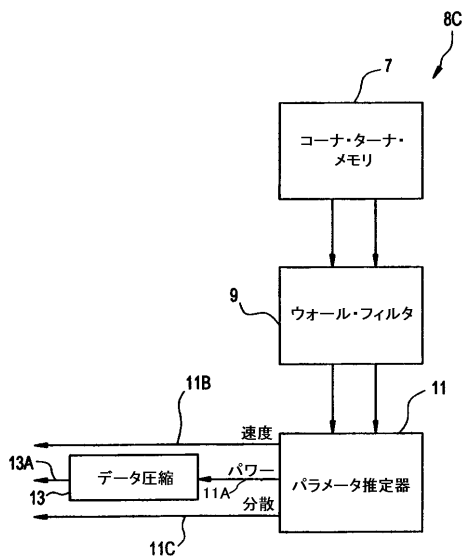
50

3 1、3 3 閾値受取用端子

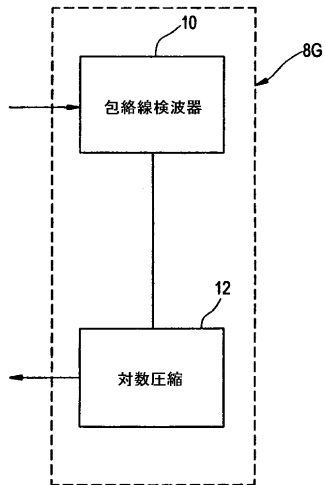
【圖 1】



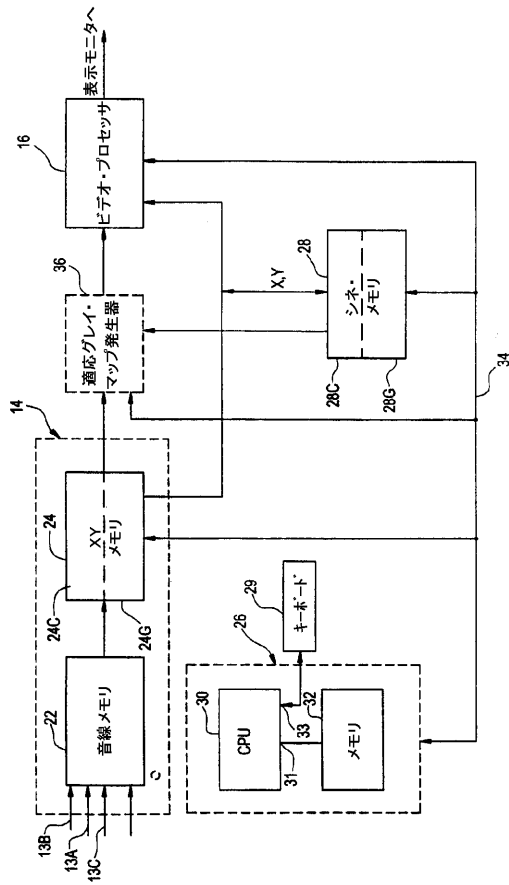
【圖 2】



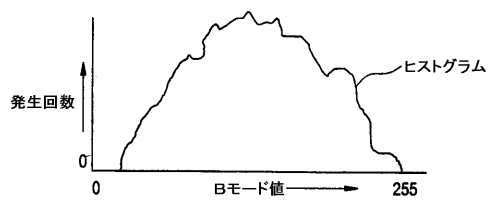
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

- (72)発明者 マクレオド, ゲーリー・イー
アメリカ合衆国、 5 3 0 5 1、ウィスコンシン州、メノモニー・フォールズ、オールド・ヒッコリー・ロード、エヌ 5 1・ダブリュー 1 7 0 0 0 番
- (72)発明者 ルーカス, シーン・ディー
アメリカ合衆国、 5 3 1 8 6、ウィスコンシン州、ワーケシャー、ウエスト・ワバシュ・アベニュー、 1 2 9 番
- (72)発明者 ムジラ, デビッド・ジョン
アメリカ合衆国、 5 3 1 4 9、ウィスコンシン州、ムクウォナーゴ、イーグル・レイク・アベニュー、 2 1 6 番

審査官 右 高 孝幸

- (56)参考文献 特開平1 - 310648 (J P , A)
特開平8 - 182680 (J P , A)
特開平9 - 38084 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
A61B 8/00