

(19)日本国特許庁 ( J P )

(12) 公開特許公報 ( A ) (11)特許出願公開番号

特開2001 - 178723

(P2001 - 178723A)

(43)公開日 平成13年7月3日(2001.7.3)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
A 6 1 B 8/08			A 6 1 B 8/08	
8/06			8/06	
8/14			8/14	

審査請求 未請求 請求項の数 38 O L ( 全 19数 )

(21)出願番号 特願2000 - 330092(P2000 - 330092)

(22)出願日 平成12年10月30日(2000.10.30)

(31)優先権主張番号 09/432060

(32)優先日 平成11年11月2日(1999.11.2)

(33)優先権主張国 米国(US)

(71)出願人 300019238

ジーイー・メディカル・システムズ・グロ  
ーバル・テクノロジー・カンパニー・エル  
エルシー

アメリカ合衆国・ウィスコンシン州・5318  
8・ワウケシャ・ノース・グランドヴュー・  
ブルバード・ダブリュー・710・3000

(72)発明者 ビョーン・オルスタッド

ノルウェー国・3960・シュタヘル・ブレ  
アースゲイト・1

(74)代理人 100064621

弁理士 山川 政樹

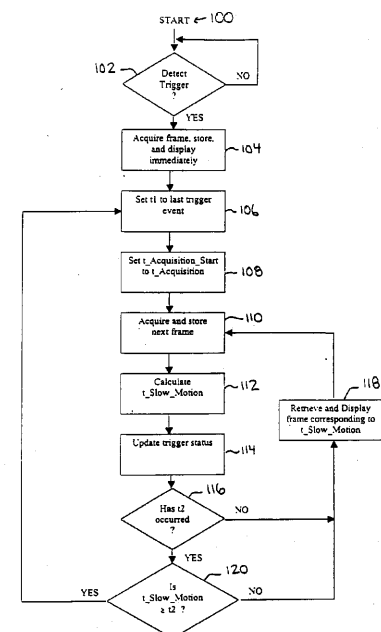
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 スロー・モーションによる超音波のリアルタイム表示

(57)【要約】

【課題】 超音波情報のある獲得速度で獲得し、その超音波情報の少なくとも一部を獲得速度よりも遅い表示速度で表示するシステムおよび方法を提供する。

【解決手段】 超音波情報を連続的に獲得し、人間の目の知覚速度よりも大きいフレーム・レートで格納する。獲得された超音波情報の少なくとも一部が、人間が知覚できるフレーム・レートで表示される。獲得および表示は、同期化条件を満たしたときに時々同期化される。同期化条件は、所定の時間間隔、または、たとえばECGトレースにおいて検出された、たとえば生理的事象によって生成されたトリガリング・イベント、あるいはそれによって生成されたトリガリングを通じたトリガリング・イベントに関係する。したがって、獲得された超音波情報は、リアルタイムの同期性を維持し、なお獲得速度より低く好ましくは人間の目の最大知覚速度より低い表示速度とする。



100 開始、102 トリガを検出したか  
104 フレームを獲得し、格納し、即時に表示する  
106 t1を最後のトリガイイベントに設定する  
108 t\_Acquisition\_Startをt\_Acquisitionに設定する  
110 次のフレームを獲得し、格納する、112 t\_Slow\_Motionを計算する  
114 トリガ状態を更新する、116 t2が起ったか  
118 t\_Slow\_Motionに対応するフレームを検索し、表示する  
120 t\_Slow\_Motion>t2か

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 超音波情報を表示する方法であって、  
超音波情報のある獲得速度で獲得する（12、18、19）ステップと、  
連続的に前記超音波情報を獲得中に、前記超音波情報の少なくとも一部を、前記獲得速度より遅い表示速度で表示する（26）ステップと、  
前記超音波情報の表示を前記超音波情報の獲得と同期化させる（27）ステップとを含む方法。

【請求項 2】 同期化条件を満たしたときに、前記超音波情報の表示が前記超音波情報の獲得と同期化される請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】 前記同期化条件が生理的事象（29）に関係する請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】 前記同期化条件が計時されたイベント（30）に関係する請求項 2 に記載の方法。

【請求項 5】 生理的事象を検出するステップと、  
生理的事象を検出するたびにトリガ・イベントを生成する（102）ステップとをさらに含み、  
トリガ・イベントに関連付けられた同期化条件を満たしたときに、前記超音波情報の表示（106）が前記超音波情報の獲得と同期化される請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】 前記同期化条件（120）が、現在表示中の前記超音波情報がトリガ・イベント以降に獲得されたときに満たされる請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】 前記同期化条件が、現在表示中の前記超音波情報がトリガ・イベントと注目する間隔を加えたものの以降に獲得されたときに満たされる（162）請求項 5 に記載の方法。

【請求項 8】 生理的事象を検出するステップと、  
生理的事象を検出するたびにトリガ・イベントを生成する（168、180）ステップとをさらに含み、  
各トリガ・イベントが発生したときに、前記超音波情報の表示が前記超音波情報の獲得と同期化される（186）請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】 前記生理的事象が心周期の所定の部分である請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】 前記獲得速度が人間の目の最大知覚速度より高く、前記表示速度が前記最大知覚速度以下である請求項 1 に記載の方法。

【請求項 11】 前記獲得速度が標準ビデオ・フレーム・レートより高く、前記表示速度が前記標準ビデオ・フレーム・レート以下である請求項 1 に記載の方法。

【請求項 12】 前記表示速度が、前記獲得速度と前記表示速度の比として定義されたプログラミング可能スロー・モーション係数によって決定される請求項 1 に記載の方法。

【請求項 13】 前記表示速度が、前記獲得速度と前記表示速度の比として定義されたスロー・モーション係数によって適応的に決定され、

生理的間隔の持続時間を決定するステップと、  
前記生理的間隔内の注目する間隔の持続時間を決定するステップと、  
前記生理的間隔の前記持続時間を前記注目する間隔の前記持続時間で割ることによって前記スロー・モーション係数を計算するステップとをさらに含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 14】 前記生理的間隔が心周期の R と R の間隔であり、前記注目する間隔が心周期の心収縮期である請求項 13 に記載の方法。

【請求項 15】 前記獲得された超音波情報を、前記獲得速度に等しい表示速度で同時に表示する（242）ステップとをさらに含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 16】 トリガ M モードの同時表示（220）を行うステップと、  
前記トリガ M モード表示（220）上に表示された複数の生理的事象から、生理的事象を選択するステップとをさらに含む請求項 3 に記載の方法。

【請求項 17】 超音波情報を提示する方法であって、  
トリガ・イベントを検出し（102）、対応する第 1 のトリガ時間を決める（106）ステップと、  
前記トリガ・イベントのときに、超音波情報の第 1 のフレームを獲得し、即時に表示する（104）ステップと、  
超音波情報の第 2 のフレームを連続的な獲得時間で獲得する（110）ステップと、  
前記第 2 のフレームをその獲得時間に従って格納する（110）ステップと、  
スロー・モーション係数で割った前記トリガ・イベントからの経過時間の比率に加えられた前記第 1 のトリガ時間が、前記第 2 のフレームの前記獲得時間に等しいとき、前記第 2 のフレームを表示する（118）ステップとを含む方法。

【請求項 18】 （a）超音波情報の後続フレームを獲得する（110）ステップと、

（b）スロー・モーション係数で割った前記トリガ・イベントからの経過時間の比率に加えられた前記第 1 のトリガ時間が、前記後続フレームの前記各獲得時間に等しいとき、前記後続フレームを表示する（118）ステップと、

（d）第 2 のトリガ・イベントの検出を待機中にステップ（a）および（b）を繰り返す（114）ステップと、

（e）前記第 2 のトリガ・イベントを検出したとき、前記第 1 のトリガ時間を、前記第 2 のトリガ・イベントの前記時間として再定義する（106）ステップと、

（f）超音波情報のフレームを獲得し、即時に表示するステップと、

（g）ステップ（a）から（f）を繰り返すステップとをさらに含む請求項 17 に記載の方法。

【請求項 19】 (a) 後続のトリガ・イベントを検出する(114)ステップと、  
 (b) 超音波情報の後続フレームを獲得する(110)ステップと、  
 (c) スロー・モーション係数で割った前記トリガ・イベントからの経過時間の比率に加えられた前記第1のトリガ時間が、前記後続フレームの前記各獲得時間に等しいとき、前記後続フレームを表示する(118)ステップと、  
 (d) 前記第2のトリガ・イベントの検出に基づいて、第2のトリガ時間を定義する(114)ステップと、  
 (e) 前記第2のトリガ時間を、現在表示中の前記後続フレームの前記各獲得時間と比較する(120)ステップと、  
 (f) 現在表示中の前記後続フレームの前記各獲得時間が前記第2のトリガ時間以上であるときに満たされる同期化条件を満たすまで、ステップ(a)から(e)を繰り返す(120)ステップと、  
 (g) 前記同期化条件を満たしたときに、前記第1のトリガ時間を、直前に検出されたトリガ・イベントの前記時間として再定義する(106)ステップと、  
 (h) 超音波情報のフレームを獲得し、即時に表示するステップと、  
 (i) ステップ(a)から(h)を繰り返すステップとをさらに含む請求項17に記載の方法。

【請求項 20】 (a) 後続のトリガ・イベントを検出する(158)ステップと、  
 (b) 超音波情報の後続フレームを獲得する(154)ステップと、  
 (c) スロー・モーション係数で割った前記トリガ・イベントからの経過時間の比率に加えられた前記第1のトリガ時間が、前記後続フレームの前記各獲得時間に等しいとき、前記後続フレームを表示する(164)ステップと、  
 (d) 注目する間隔を定義する(160)ステップと、  
 (e) 前記第1のトリガ時間および前記注目する間隔の合計を、現在表示中の前記後続フレームの前記各獲得時間と比較する(162)ステップと、  
 (f) 現在表示中の前記後続フレームの前記各獲得時間が、前記第1のトリガ時間および前記注目する間隔の合計以上であるときに満たされる同期化条件を満たすまで、ステップ(a)から(e)を繰り返す(162)ステップと、  
 (g) 前記同期化条件を満たしたときに、前記第1のトリガ時間を、直前に検出されたトリガ・イベントの前記時間として再定義する(150)ステップと、  
 (h) 超音波情報のフレームを獲得し、即時に表示するステップと、  
 (i) ステップ(a)から(h)を繰り返すステップとをさらに含む請求項17に記載の方法。

【請求項 21】 前記注目する間隔が、心周期における心収縮期事象の持続時間に関係する請求項20に記載の方法。

【請求項 22】 超音波情報を提示する方法であって、  
 (a) トリガ・イベントの検出を待機する(100、114)ステップと、  
 (b) 超音波情報のフレームを獲得する(104、110)ステップと、  
 (c) 前記フレームをそれらの各獲得時間と共に格納する(104、110)ステップと、  
 (d) 第1のトリガ・イベントを検出したときに第1のトリガ時間を定義する(106)ステップと、  
 (e) スロー・モーション係数で割った前記トリガ・イベントからの経過時間の比率に加えられた前記第1のトリガ時間から所定のデルタ間隔を引いたものに等しい、獲得時間に対応するフレームを表示する(118)ステップと、  
 (f) 第2のトリガ・イベントの検出に基づいて、第2のトリガ時間を定義する(114)ステップと、  
 (g) 前記第2のトリガ時間を、現在表示中の前記フレームの前記各獲得時間と比較する(120)ステップと、  
 (h) 同期化条件を満たしたときに、ステップ(a)から(g)を繰り返すステップと、  
 (i) 前記同期化条件を満たしたときに、前記第1のトリガ時間を、直前に検出されたトリガ・イベントの前記時間として再定義する(106)ステップと、  
 (j) ステップ(a)から(i)を繰り返すステップとを含む方法。

【請求項 23】 前記同期化条件が、現在表示中の前記フレームの前記各獲得時間が前記第2のトリガ時間以上のときに満たされる(120)請求項22に記載の方法。

【請求項 24】 前記同期化条件が、現在表示中の前記フレームの前記各獲得時間が前記第1のトリガ時間と注目する間隔を加えたものの以上のときに満たされる(162)請求項22に記載の方法。

【請求項 25】 前記注目する間隔が適応的に決定される(160)請求項24に記載の方法。

【請求項 26】 前記トリガ・イベントがR波に対応し、前記デルタ間隔が心臓周期のPとRの間隔に対応する請求項22に記載の方法。

【請求項 27】 超音波情報を獲得して表示する方法であって、  
 超音波情報を、第1の獲得期間中に第1のモード(300)に従って獲得速度で獲得するステップと、  
 超音波情報を、第2の獲得期間中に、前記第1のモードとは異なる第2のモード(310)に従って獲得するステップと、  
 前記第1の獲得期間中に前記獲得速度より低い表示速度

で獲得された前記超音波情報を、前記第 1 の獲得期間中に獲得された前記超音波情報の少なくとも一部が前記第 1 の獲得期間中に表示され、前記第 1 の獲得期間中に獲得された前記超音波情報の少なくとも一部が前記第 2 の獲得期間中に表示されるように、表示する (301) ステップとを含む方法。

【請求項 28】 前記第 2 の獲得期間中に獲得された前記超音波情報を格納するステップをさらに含む請求項 27 に記載の方法。

【請求項 29】 前記第 1 および第 2 の獲得期間が、生理的事象の間の間隔に対応する請求項 27 に記載の方法。

【請求項 30】 前記第 1 および第 2 の獲得期間が所定の時間間隔に対応する請求項 27 に記載の方法。

【請求項 31】 前記第 1 の獲得期間中に獲得された超音波情報の少なくとも 1 つのフレームが、その獲得直後に表示される請求項 27 に記載の方法。

【請求項 32】 超音波情報を獲得し、処理し、表示する方法であって、  
超音波情報を獲得速度で獲得する (12、18、19) ステップと、  
前記超音波情報を、前記獲得速度よりも低い処理速度で処理する (24) ステップと、  
連続的に前記超音波情報を獲得中に、前記超音波情報を前記処理速度以下の表示速度で表示する (26) ステップと、  
前記超音波情報の処理を前記超音波情報の獲得と同期化させる (27) ステップとを含む方法。

【請求項 33】 同期化条件を満たしたときに、前記超音波情報の処理が前記超音波情報の獲得と同期化される請求項 32 に記載の方法。

【請求項 34】 前記同期化条件が生理的事象 (29) に関係する請求項 33 に記載の方法。

【請求項 35】 前記同期化条件が計時されたイベント (30) に関係する請求項 33 に記載の方法。

【請求項 36】 生理的事象を検出するステップと、  
生理的事象を検出する (102) たびにトリガ・イベントを生成するステップとをさらに含み、  
トリガ・イベントに関連付けられた同期化条件を満たしたときに、前記超音波情報の処理が前記超音波情報の獲得と同期化される請求項 32 に記載の方法。

【請求項 37】 前記同期化条件が、現在処理中の前記超音波情報がトリガ・イベント以降に獲得されたときに満たされる請求項 36 に記載の方法。

【請求項 38】 前記同期化条件が、現在処理中の前記超音波情報がトリガ・イベントと注目する間隔を加えたもの以降に獲得されたときに満たされる請求項 36 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、解剖学的構造およびその動きを描く超音波システムに関する。より詳細には、本発明は、リアルタイムでスロー・モーションの超音波画像を表示するための方法および装置に関する。

【0002】

【従来の技術】最近の超音波技術における進歩によって、人間の目、および、PAL および NTSC などの現在のビデオ規格による制限を越えるフレーム・レートを有する超音波画像を獲得することが可能となっている。人間の目は毎秒約 30 ~ 50 フレームを認識するが、現在の高性能の超音波システムでは毎秒 100 ~ 300 画像を獲得することができる。

【0003】フレーム・レートの向上によって、著しく新しい臨床情報が提供されるが、これは、たとえば、心臓病における生理的事象が非常に速い可能性があり、毎秒 30 フレーム未満のフレーム・レートでは分解できないからである。分解するのに高いフレーム・レートを要する生理的事象の一例は、心臓弁の動きである。毎秒 30 フレームでは、弁の開きを研究するために少数の画像フレームしか使用できない。毎秒 300 フレームでは、弁が開く間の動きのパターンの詳細を研究することができる。同様に、心筋の動きおよび収縮は、毎秒 30 フレームでは十分に分解することができない。組織速度の映像化およびひずみ速度の映像化は、急速な変化のためにカラー表示ではリアルタイムで把握することが困難である。最近、血液の運動の映像化のために開発された新しい技術では、血流の 2D モーション・パターンを、人間の目の最大知覚速度をかなり上回る、たとえば毎秒 200 フレームで生成することができる。したがって、これらの新しい技術はスロー・モーションから利益を得ることができる。

【0004】現在の超音波システムの制限は、高いフレーム・レートによって提供される追加情報が人間の目によって十分に視覚化できないか、あるいは生のスキャンニング中にビデオに記録できないことである。高いフレーム・レートの超音波を視覚化する現在の手順は、超音波情報を獲得してデジタルで格納するステップ、獲得した超音波情報を停止するステップ、および超音波情報の格納期間をスロー・モーションで再生するステップを含む。格納期間の長さは、心拍など、身体的事象と一致する可能性がある。ビデオ・レコーダを使用して、スロー・モーション再生を記録することができる。

【0005】この分野で直面するさらなる問題は、あまりに計算が集中するので表示が獲得速度に追いつかない、超音波診断モダリティ (modality) の生の表示である。現在の技術では、このような状況に、獲得フレーム・レートを下げるか、表示の際フレームをスキップするか、あるいは、決してリアルタイムでなくオフラインで処理されるデータの再生を見ることで我慢するかのいずれかによって対処しなければならない。

【0006】なおこの分野で直面するさらなる問題は、生のスキャニング中に表示を変更することなく追加の超音波情報を獲得する必要性である。たとえば、ストレス・エコー解析中は、スキャニング中に高品質の2D画像の連続した生の表示を得ることが望ましいが、同時に組織速度映像化およびひずみ速度映像化のような追加情報を獲得することも望ましい。組織速度画像およびひずみ速度画像の検索およびアクセス中に、連続した生の表示を提供して、内壁の運動および内壁濃厚化の量を計ることも望ましい。

【0007】Thoménious 他の特許第 4,572,202 号には、超音波情報を人間の目の知覚速度よりも速い速度で周期的に獲得すること、獲得した情報を短い時間期間で記録すること、およびオフライン・モードで（生の表示の反対）、記録した情報を獲得速度よりも低い速度で表示することを繰り返す方法が記載されている。超音波情報が獲得され記録される期間は、たとえば、心周期の一部を研究できるように、心電図上で生成されたトレースに基づいてトリガされる。表示中の再生速度は、手動的あるいは自動的に調整することができる。臨床的に有益な情報を提供しながら、Thoménious の特許に記載されたシステムは、完全な心周期を表示する際の困難さなど、いくつかの制限を有する。Thoménious の特許のシステムではまた、超音波情報が短い時間間隔中に周期的に記録されるだけであり、比較的長いタイム・ラグが獲得と表示の間に存在し、心拍における脈拍から脈拍への変動が表示中に「フリッカ」を引き起こす可能性があり、超音波情報は記録期間の間の時間中には獲得、記録、あるいは表示されない。

#### 【0008】

【発明が解決しようとする課題】上記で識別された困難性および制限を克服するために、改良された超音波システムが依然として必要とされている。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】超音波情報のある獲得速度で獲得し、獲得された超音波情報の少なくとも一部を獲得速度よりも遅い表示速度で表示するシステムおよび方法を提供する。その超音波情報は、連続的に獲得され、人間の目の知覚速度よりも大きいフレーム・レートで格納される。獲得された超音波情報の少なくとも一部が、人間が知覚できるフレーム・レートで表示される。獲得と表示が、同期化条件を満たしたときに同期化される。同期化条件を、所定の時間間隔、または、たとえば ECG トレースにおいて検出された、たとえば生理的事象によって生成されたトリガリング・イベント、あるいはそれによって生成されたトリガリングを通じたトリガリング・イベントに関連させることができる。したがって、獲得された超音波情報は、リアルタイムの同期性を維持し、なお獲得速度より低く好ましくは人間の目の最

大知覚速度より低い表示速度を提供する、リアルタイムのスロー・モーションの手法で表示される。

【0010】超音波情報のリアルタイム・スロー・モーション表示は、単独で、あるいは、獲得速度に等しい表示速度を有する超音波情報の表示と同時に表示することができる。リアルタイム・スロー・モーション表示は、ユーザが手動でトリガリング・イベントまたは時間間隔を選択することが可能となる、トリガ M モード表示と組み合わせることもできる。

10 【0011】本発明の好ましい実施態様の別の例によれば、超音波情報の獲得は、第 1 の獲得期間中の第 1 の獲得モードおよび第 2 の獲得期間中の第 2 の異なるモードに従って実行することができる。第 1 の獲得期間中に獲得された超音波情報は、第 1 の獲得期間中に獲得された超音波情報の一部が第 1 の獲得期間中に表示され、第 1 の獲得期間中に獲得された超音波情報の一部が第 2 の獲得期間中に表示されるように、獲得速度より遅い表示速度で表示することができる。第 1 の獲得期間中に獲得された超音波情報は、独立して表示することができ、ある

20 いはオフライン表示のために格納することができる。

【0012】本発明の好ましい実施態様の別の例によれば、超音波情報がある獲得速度で獲得され、その獲得速度より遅い処理速度で処理され、超音波情報の獲得の進行中に、処理速度以下の表示速度で表示される。獲得および処理は、上述の手法で時々同期化される。

【0013】本発明の他の目的、特徴および利点は、添付の図面および以下の詳細な説明から明らかになるであろう。

#### 【0014】

30 【発明の実施の形態】連続的に超音波情報を高いフレーム・レートで獲得し、リアルタイムの同期性を維持ながら、獲得した超音波情報のすべてまたは一部を獲得速度より低い表示速度で表示する方法および装置を記載する。以下の記載においては、多数の特定の詳細を、本発明の好ましい実施形態の完全な理解を与えるために示す。しかし、当業者には、本発明がこれらの特定の詳細なしに実施できることが明らかになるであろう。

【0015】本発明は、いかなる 2D 超音波診断映像化モダリティ (modality) にも適用することができる。フレーム / 画像の用語が、組織フレーム、カラー・フロー・フレーム、組織速度フレームなどの超音波情報のいかなる時間インスタンス (timeinstance) をも示すために用いられる。フレーム / 画像は、画像分割またはドップラー導出量など、リアルタイムの超音波データから計算された情報の表示を含むこともできる。

【0016】本発明の好ましい実施形態による超音波システム (概して 10 で示す) のブロック図を図 1 に示す。超音波システム 10 は、いかなる既知のスキームによる超音波情報をも獲得することができる。超音波システム 10 は、プローブ 16 内で変換器 14 を駆動して、

パルス超音波信号を身体へ放出する送信器 12 を含む。超音波信号は、血球または筋肉組織のような身体の構造から後方散乱されて、変換器 14 へ返るエコーが生成される。エコーは受信器 18 によって検出される。受信されたエコーはビーム形成器 19 を通じて渡され、これがビーム形成を実行し、RF 信号を出力する。次いで、RF 信号が RF プロセッサ 20 を通過する。次いで、RF 信号データを、一時的に格納するために直接バッファ 22 へ経路指定することができる。別法として、RF プロセッサ 20 は、バッファ 22 に一時的に格納する前に、RF 信号を復調して、エコー信号を表す I、Q データの組を形成する、複雑な復調器（図示せず）を含むことができる。

【0017】超音波システム 10 は、獲得された超音波情報（すなわち、RF 信号データまたは I、Q データの組）を処理してディスプレイ 26 に表示するための超音波情報のフレームを準備するための信号プロセッサ 24 も含む。信号プロセッサ 24 は、獲得された超音波情報上の複数の選択可能な超音波モダリティに従って、1 つまたは複数の処理操作が実行されるように適合されている。獲得された超音波情報は、エコー信号が受信されるときにスキャンング・セッション中にリアルタイムで処理することができる。追加的に、あるいは別法として、超音波情報を、スキャンング・セッション中に一時的にバッファ 22 に格納することができ、リアルタイムでなく生またはオフラインの操作で処理することができ、これについては本明細書でより詳細に記載する。

【0018】超音波システム 10 は、連続的に超音波情報を、毎秒 30 ~ 50 フレームを越えるフレーム・レート、すなわち人間の目の最大知覚速度で獲得する。獲得された超音波情報が、ディスプレイ 26 上により遅いフレーム・レートで表示される。信号プロセッサ 24 は、リアルタイム・スロー・モーション・コントローラ（RTSM コントローラ）27 を含み、これが、獲得された超音波情報のどのフレームが表示されるかを制御し、表示のフレーム・レートまたは表示速度を制御する。メモリ 28 は、即時に表示されるようにスケジュールされていない、獲得された超音波情報の処理済フレームを格納するために含まれる。RTSM コントローラ 27 は、どのフレームが表示用に検索されるかを制御する。メモリ 28 は、超音波情報のフレームに値する数秒を格納するために十分な容量であることが好ましい。超音波情報のフレームは、獲得された順序または時間に従って、それらの検索を容易にするような方法で格納される。メモリ 28 は、いかなる既知のデータ記憶媒体をも含むことができる。獲得された超音波情報がリアルタイムより遅く処理されるとき、RTSM コントローラ 27 は、どの超音波情報が処理用にバッファ 22 から検索されるかも制御することができる。

【0019】リアルタイム・スロー・モーション表示

が、進行中で表示よりも高いフレーム・レートで実行中の生の獲得に追いつくことができるようにするため、RTSM プロセッサ 27 は周期的に表示を進行中の獲得と同期化させる。同期化がなければ、超音波情報を、獲得速度よりも遅いフレーム・レートを有する表示速度で表示中であるディスプレイ 26 は、さらに長く獲得に遅れ、スロー・モーション表示中の生のフィードバックが失われるようになる。獲得と表示の間の同期化は、トリガまたは非トリガ手法で達成することができる。したがって、超音波システム 10 はトリガ発生器 29 および / またはタイマ 30 を含むことができ、これが同期化信号を RTSM コントローラ 27 へ送信する。トリガ発生器 29 およびタイマ 30 の動作については、以下に記載する。

【0020】図 2 は、リアルタイム・スロー・モーションのトリガ実施を示す図である。トリガリング・イベントは、トリガ発生器 29（図 1 に示す）によって時間インスタンスの  $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_3$ 、 $t_4$  などによって生成される。例としてのみ、トリガリング・イベントは、図 2 に示すような ECG トレースにおける QRS 検出によって生成することができる。フォノ・トレース、血圧などの生理的パラメータまたは超音波情報から導出されたパラメータを測定する外部トレースなど、他のトリガリング・ソースも使用することができる。ユーザはスロー・モーション係数を指定することができ、これは獲得フレーム・レートと表示フレーム・レートの間の比として定義することができる。スロー・モーション係数は、1 よりも大きいいかなる値をも有することができる。別法として、特定のビデオ規格のフレーム・レートなど、所望の表示フレーム・レートを得るために、スロー・モーション係数を自動的に計算することができる。図 2 は、スロー・モーション係数が 3 である一例を例示する。

【0021】図 2 に例示したように、獲得と表示が、最初に生成されたトリガ・イベント、 $t_1$  で同期化される。 $t_1$  で獲得された画像フレーム（画像フレーム 31）が即時に表示される。後続のフレーム 32、33、34、35、36、37 および 38 などは、獲得されたときに即時に表示されずに、代りにスロー・モーション係数 3 で表示される。したがって、図 2 に示したように、獲得時間  $t_{Acquisition}$  では、対応する獲得フレーム 53 がメモリ 28 に格納されるが、即時に表示されない。代りに、対応する時間  $t_{Slow\_Motion}$  が、次のように計算される。

$$t_{Slow\_Motion} = t_1 + ((t_{Acquisition} - t_{Acquisition\_Start}) / (\text{スロー・モーション係数}))$$

【0022】 $t_{Acquisition\_Start}$  は、現在のスロー・モーション分割が開始されたときの獲得時間（ $t_{Acquisition}$ ）を示す。したがって、 $t_{Slow\_Motion}$  に対応する画像フ

レーム38が時間 $t\_Acquisition$ で表示される。これは、 $t\_Slow\_Motion$ が $t2$ 未満である限り繰り返される。スロー・モーション係数3では、これは $t1$ と $t2$ の間の心拍を3倍長い時間の期間で表示させ、それによって、たとえば画像シーケンスにおける迅速な動きまたは組織速度のよりよい視覚的精度が可能となる。

【0023】同期化によって、表示が獲得に追いつくことが可能となり、これをいくつかの代替方法で実施することができる。1つの技術は、 $t\_Slow\_Motion$ が $t2$ 以上( $t\_Slow\_Motion \geq t2$ )になるとき検出して、次いでその時点で $t1$ を最後に検出されたトリガ・イベントにリセットし、 $t\_Acquisition\_Start$ を現在の獲得時間( $t\_Acquisition$ )にリセットし、更新された値を使用して $t\_Slow\_Motion$ を再計算することである。次いで、これらのステップが、 $t\_Slow\_Motion$ が $t2$ と $t3$ の間(あるいは $t2$ 以上)になるたびに繰り返される。この同期化技術は、スロー・モーション表示を円滑な周期的手法で実行することを確認し、ほぼ心臓周期の持続時間にスロー・モーション係数を掛けたもの以上に、表示が獲得に遅れることがないことを確実にする。

【0024】図3は、トリガ同期化スキームの1つの実施可能なフロー・チャートである。本明細書に記載した各同期化スキームでは超音波情報の獲得が進行中であることが好ましいことを理解されたい。100で、システム・ユーザがリアルタイム・スロー・モーション表示モードを活動化する。102で、RTSMコントローラ27が、トリガ発生器29によって生成されたトリガ・イベントを待機する。104で、その瞬間に獲得された超音波情報のフレームがメモリ28に格納され、即時にディスプレイ26上に表示される。106で、 $t1$ が最後のトリガ・イベント(最初に通過する102で検出されたトリガ・イベントとなるであろう)の時間に設定される。108で、 $t\_Acquisition\_Start$ が現在の獲得時間 $t\_Acquisition$ に等しく設定される。110で、超音波情報の次のフレームがメモリ28に格納される。112で、RTSMコントローラ27が、超音波情報のどの格納フレームが表示されるべきかを、プログラミングされたスロー・モーション係数に従って、上述の式を使用して、 $t\_Slow\_Motion$ を計算することによって決定する。すなわち、 $t\_Slow\_Motion = t1 + ((t\_Acquisition - t\_Acquisition\_Start) / (\text{スロー・モーション係数}))$ である。114で、トリガ・イベントの状況が更新される。116で、RTSMコントローラ27が、トリガ・イベント $t2$ が起こったかどうかを決定する。 $t2$ がまだ起こっていなかった場合、118で、計算された $t\_Slow\_Motion$

$Motion$ に対応するフレームがメモリ28から検索され、ディスプレイ26上に表示される(サブルーチンが110へ戻り、次のフレームを獲得し、格納する)。 $t2$ が起こった場合、120で、RTSMコントローラ27が、計算された $t\_Slow\_Motion$ が $t2$ 以上かどうかを決定する。 $t\_Slow\_Motion$ が $t2$ 未満(すなわち、それより前)の場合、118で、計算された $t\_Slow\_Motion$ に対応するフレームがメモリ28から検索され、ディスプレイ26上に表示される(サブルーチンが110へ戻り、次のフレームを獲得し、格納する)。 $t\_Slow\_Motion$ が $t2$ 以上(すなわち、それ以降となる)の場合、サブルーチンが104へ戻り、そこで $t1$ が最後に検出されたトリガ・イベントに設定され、サブルーチンが続ける。

【0025】リアルタイム・スロー・モーション表示の非トリガ同期化は、類似の手法で、単にトリガリング・イベントを、自動生成されたイベントのシーケンス、すなわち $t1$ 、 $t2$ 、 $t3$ 、 $t4$ 、...で置換することによって、実施することができる。自動生成されたイベントのシーケンスは、タイマ30(図1に示す)によって生成された、事前選択されたタイミング間隔にすることができる。たとえば、 $100ms(t(i) = i * (100ms))$ の $t1$ 、 $t2$ 、 $t3$ 、 $t4$ などの間の間隔およびスロー・モーション係数10を選択することで、獲得の各フル秒について100ms期間のスロー・モーション表示が提供される。

【0026】図4は、非トリガ同期化スキームの1つの実施可能なフロー・チャートである。122で、システム・ユーザがリアルタイム・スロー・モーション表示モードを活動化する。124で、いくつかの事前選択されたタイミング・イベント $t1$ 、 $t2$ 、 $t3$ 、 $t4$ などが、ユーザによってプログラミングされた間隔に従って設定される。別法として、ユーザが単一のタイミング間隔を選択することができ、タイマ30を使用して、サブルーチンが進行するにつれてタイミング・イベントを設定し、更新する。126で、その瞬間に獲得された超音波情報のフレームがメモリ28に格納され、即時にディスプレイ26上に表示される。128で、 $t1$ が最後のタイミング・イベントの時間(最初に通過するサブルーチンの開始にほぼ対応する)に設定される。130で、 $t\_Acquisition\_Start$ が現在の獲得時間 $t\_Acquisition$ に等しく設定される。132で、超音波情報の次のフレームがメモリ28に格納される。134で、RTSMコントローラ27が、超音波情報のどの格納フレームが表示されるべきかを、プログラミングされたスロー・モーション係数に従って、上述の式を使用して、 $t\_Slow\_Motion$ を計算することによって決定する。すなわち、 $t\_Slow\_Motion = t1 + ((t\_Acquisition - t\_Acquisition\_Start) / (\text{スロー・モーション係数}))$



$n - t\_Acquisition\_Start) / (スロウ・モーション係数))$ である。136で、タイミング・イベントの状況が更新される。138で、RTSMコントローラ27が、タイミング・イベントt2が起こったかどうかを決定する。t2がまだ起こっていない場合、140で、計算された $t\_Slow\_Motion$ に対応するフレームがメモリ28から検索され、ディスプレイ26上に表示される(サブルーチンが132へ戻り、次のフレームを獲得し、格納する)。t2が起こった場合、142で、RTSMコントローラ27が、計算された $t\_Slow\_Motion$ がt2以上かどうかを決定する。t $t\_Slow\_Motion$ がt2未満(すなわち、それより前)の場合、140で、計算された $t\_Slow\_Motion$ に対応するフレームがメモリ28から検索され、ディスプレイ26上に表示される(サブルーチンが132へ戻り、次のフレームを獲得し、格納する)。t $t\_Slow\_Motion$ がt2以上(すなわち、それ以降となる)の場合、サブルーチンが128へ戻り、そこでt1が最後のタイミング・イベントに設定され、サブルーチンが続行する。

【0027】図5は、リアルタイム・スロー・モーションのための異なる同期化機構を例示する。一般に、1つまたは複数の時間間隔を、トリガリング・ポイントに相対的に指定することができ、これを使用して、トリガリング・イベントt1とt2、t2とt3などの間の間隔によって決められた完全な時間間隔の代りに、リアルタイム・スロー・モーション表示の各セグメントの持続時間を決めることができる。図5は、心臓映像化の有効な一例の間隔選択を示す。その場合は心拍の心収縮期部に焦点を置くことがしばしば望ましい。図5の間隔60、61、および62は、心拍の心収縮期の部分に対応する。心収縮期は持続時間においてほぼ300msであり、全体の心拍周期の約3分の1を表す。心拍の心収縮期率は心拍によって決まるが、持続時間は相対的に心拍とは無関係である。同様に、血管映像化の適用例では、心収縮期を使用して拍動流に焦点を置き、削減された流れを有する診断期間をスキップすることができる。図2および図3に関して記載したトリガ・スロー・モーション表示アルゴリズムを、図5および図6に示すように適合させて、心収縮期スロー・モーションを表示することができる。これは、次の検査を置換することによって行う。

$t\_Slow\_Motion \quad t2$

上式を次の式で置換する。

$t\_Slow\_Motion \quad (t1 + Duration\_of\_systole)$

【0028】 $Duration\_of\_Systole$ は、図5で間隔60、61および62として例示される。いかなるスロー・モーション係数も使用することができるが、これは、以下に従って計算し、連続的に更新

するための特定の対象にすることができる。

スロー・モーション係数  $= (t2 - t1) / (心収縮期の持続時間)$

【0029】この特定のスロー・モーション係数で、完全な心臓周期中に心収縮期を連続的に表示することが可能となる。

【0030】図6は、心拍の心収縮期の部分を表示するように適合された、トリガ同期化スキームの1つの実施可能なフロー・チャートである。このスキームを、他の生理的事象に対応する他の間隔を表示するように修正することができることを理解されたい。144で、システム・ユーザがリアルタイム・スロー・モーション表示モードを活動化する。146で、RTSMコントローラ27が、トリガ発生器29によって生成されたトリガ・イベントを待機する。148で、その瞬間に獲得された超音波情報のフレームがメモリ28に格納され、即時にディスプレイ26上に表示される。150で、t1が最後のトリガ・イベント(最初に通過する146で検出されたトリガ・イベントとなる)の時間に設定される。152で、 $t\_Acquisition\_Start$ が現在の獲得時間 $t\_Acquisition$ に等しく設定される。154で、超音波情報の次のフレームがメモリ28に格納される。156で、RTSMコントローラ27が、超音波情報のどの格納フレームが表示されるべきかを、上述の式を使用して、 $t\_Slow\_Motion$ を計算することによって決定する。すなわち、 $t\_Slow\_Motion = t1 + ((t\_Acquisition - t\_Acquisition\_Start) / (スロー・モーション係数))$ である。スロー・モーション係数はあらかじめ設定することができ、あるいは、たとえばECGまたはフォノ・トレースにより検出された心収縮期の動的持続時間に従って、スロー・モーション係数を上述のように計算して連続的に更新することができる。158で、トリガ・イベントの状況が更新される。160で、心収縮期の持続時間が計算され、更新されるか、あるいは、あらかじめ設定されている場合は検索される。162で、RTSMコントローラ27は、計算された $t\_Slow\_Motion$ が、t1に160で決定された心収縮期の持続時間を加えたもの以上かどうかを決定する。t $t\_Slow\_Motion$ が、t1に心収縮期の持続時間を加えたもの未満(すなわち、それより前)の場合、164で、計算された $t\_Slow\_Motion$ に対応するフレームがメモリ28から検索され、ディスプレイ26上に表示される(サブルーチンが154へ戻り、次のフレームを獲得し、格納する)。t $t\_Slow\_Motion$ が、t1に心収縮期の持続時間を加えたもの以上(すなわち、それ以降となる)の場合、サブルーチンが150へ戻り、そこでt1が最後に検出されたトリガ・イベントに設定され、サブルーチンが続行する。



【0031】すべての心拍の少なくとも一部が表示されることを保証する同期化スキームを指定することも、有利である可能性がある。これを達成する1つの方法は、 $t\_Acquisition$   $t_2$ を、同期化手順を再開するための基準として使用することである。 $t\_Acquisition$ が $t_2$ 以上のとき、 $t_1$ は最後に検出されたトリガ・イベントにリセットされ、 $t\_Acquisition\_Start$ が現在の獲得時間( $t\_Acquisition$ )に設定され、更新された値を使用して $t\_Slow\_Motion$ が再計算される。10

【0032】図7は、すべての心拍の少なくとも一部が表示されることを保証する、トリガ同期化スキームの1つの実施可能なフロー・チャートである。166で、システム・ユーザがリアルタイム・スロー・モーション表示モードを活動化する。168で、RTSMコントローラ27が、トリガ発生器29によって生成されたトリガ・イベントを待機する。170で、その瞬間に獲得された超音波情報のフレームがメモリ28に格納され、即時20にディスプレイ26上に表示される。172で、 $t_1$ が最後のトリガ・イベント(最初に通過する168で検出されたトリガ・イベントとなる)の時間に設定される。174で、 $t\_Acquisition\_Start$ が現在の獲得時間 $t\_Acquisition$ に等しく設定される。176で、超音波情報の次のフレームがメモリ28に格納される。178で、RTSMコントローラ27が、超音波情報のどの格納フレームが表示されるべきかを、プログラミングされたスロー・モーション係数に従って、上述の式を使用して、 $t\_Slow\_Motion$ 30を計算することによって決定する。すなわち、 $t\_Slow\_Motion = t_1 + ((t\_Acquisition - t\_Acquisition\_Start) / (\text{スロー・モーション係数}))$ である。スロー・モーション係数はあらかじめ設定することができ、あるいは、たとえばECGまたはフォノ・トレースにより検出された心収縮期の動的持続時間に従って、スロー・モーション係数を上述のように計算して連続的に更新することができる。180で、トリガ・イベントの状況が更新される。182で、RTSMコントローラ27が、トリガ・イベント $t_2$ が起こったかどうかを決定する。 $t_2$ がまだ起こっていなかった場合、184で、計算された $t\_Slow\_Motion$ に対応するフレームがメモリ28から検索され、ディスプレイ26上に表示される(サブルーチンが176へ戻り、次のフレームを獲得し、格納する)。 $t_2$ が起こった場合、186で、RTSMコントローラ27が、 $t\_Acquisition$ が $t_2$ 以上かどうかを決定する。 $t\_Acquisition$ が $t_2$ 未満(すなわち、それより前)の場合、184で、計算された $t\_Slow\_Motion$ に対応30

するフレームがメモリ28から検索され、ディスプレイ26上に表示される(サブルーチンが176へ戻り、次のフレームを獲得し、格納する)。 $t\_Acquisition$ が $t_2$ 以上(すなわち、それ以降となる)の場合、サブルーチンが172へ戻り、そこで $t_1$ が最後に検出されたトリガ・イベントに設定され、サブルーチンが続行する。

【0033】トリガリング・イベントを越えて延長する時間間隔のリアルタイム・スロー・モーション表示を有することが有効である可能性もある。典型的には、Rイベントで開始する心収縮期のような時間間隔に加えて、EDGトリガリングにおけるRイベントの50~100ms前に関心を持つ者もいるだろう。トリガリング・イベントを越えて延長する間隔のスロー・モーション表示は、獲得時間から対応するスロー・モーション時間( $t\_Slow\_Motion$ )へ変換するための、以下の調整された公式によって実施することができる。

$$t\_Slow\_Motion = t_1 + t\_delta + ((t\_Acquisition - t\_Acquisition\_Start) / (\text{スロー・モーション係数}))$$

【0034】 $t\_delta$ をたとえば-100msに等しく指定することによって、心房収縮を心収縮期のリアルタイム・スロー・モーション表示に含めることができる。パラメータ $t\_delta$ は、「 $t_1 + t\_delta$ 」をP-Q-R-S-T ECGの複合体におけるPイベントに対応させるために、適応的に計算することも可能である。この可能性は、完全な心周期の「フリッカなし」のリアルタイム・スロー・モーション表示を得るために、特に有利である。Pイベントはもっとも静かな診断期間で起こり、したがって、再同期化中の将来の心周期への切り替えが、煩わしい同期化フリッカを避ける可能性がもっとも高い。

【0035】図8は、トリガ・イベントを越えて延長する時間間隔の表示を可能にする、トリガ同期化スキームの1つの実施可能なフロー・チャートである。188で、システム・ユーザがリアルタイム・スロー・モーション表示モードを活動化する。190で、RTSMコントローラ27が、トリガ発生器29によって生成されたトリガ・イベントを待機する。この例では、リアルタイム・スロー・モーション・モードの活動化の直前に、超音波情報の獲得および格納が短い時間間隔(少なくとも1心周期)中に進行中であり、190で検出されたトリガ・イベントの前に起こったフレームの表示を可能にすることが好ましいが、必要ではない。192で、 $t_1$ が最後のトリガ・イベント(最初に通過する190で検出されたトリガ・イベントとなる)の時間に設定される。194で、 $t\_Acquisition\_Start$ が現在の獲得時間 $t\_Acquisition$ に等しく設定される。196で、超音波情報の次のフレームがメモ

り28に格納される。198で、 $t\_delta$ が計算され、更新されるか、あるいはあらかじめ設定されている場合は検索される。200で、RTSMコントローラ27が、超音波情報のどの格納フレームが表示されるべきかを、プログラミングされたスロー・モーション係数に従って、上述の式を使用して、 $t\_Slow\_Motion$ を計算することによって決定する。すなわち、 $t\_Slow\_Motion = t1 + t\_delta + ((t\_Acquisition - t\_Acquisition\_Start) / (スロー・モーション係数))$ である。202で、トリガ・イベントの状況が更新される。204で、RTSMコントローラ27が、トリガ・イベント $t2$ が起こったかどうかを決定する。 $t2$ がまだ起こっていなかった場合、206で、計算された $t\_Slow\_Motion$ に対応するフレームがメモリ28から検索され、ディスプレイ26上に表示される(サブルーチンが196へ戻り、次のフレームを獲得し、格納する)。 $t2$ が起こった場合、208で、RTSMコントローラ27が、計算された $t\_Slow\_Motion$ が $t2$ 以上かどうかを決定する。 $t\_Slow\_Motion$ が $t2$ 未満(すなわち、それより前)の場合、206で、計算された $t\_Slow\_Motion$ に対応するフレームがメモリ28から検索され、ディスプレイ26上に表示される(サブルーチンが196へ戻り、次のフレームを獲得し、格納する)。 $t\_Slow\_Motion$ が $t2$ 以上(すなわち、それ以降となる)の場合、サブルーチンが192へ戻り、そこで $t1$ が最後に検出されたトリガ・イベントに設定され、サブルーチンが続行する。別法として、P-Q-R-S-Tの複合体のみを見ることが望ましい適用例では、ステップ204を、ECG複合体におけるRとTの間の間隔を計算して更新するか、あるいはあらかじめ設定されたR-T間隔および同期化条件を検索するステップで代用することができ、ステップ208における $t\_Slow\_Motion$   $t2$ を $t\_Slow\_Motion$   $t1 + R - T$ 間隔に修正することができる。図2ないし図8に関して記載した実施への他の類似の修正は、当業者には明らかであろう。

【0036】リアルタイム・スロー画像の表示に加えて、トリガモード画像を、選択された時間間隔およびトリガリング・イベントの視覚的フィードバックを与えるために使用することができ、時間間隔を指定するためのユーザ・インタフェースとして使用することができる。図9は、トリガモード表示の1つの可能なグラフィカル実施を例示する。図9に示すように、超音波表示209は、リアルタイム・スロー・モーション表示領域210およびトリガモード表示領域220を含む。トリガモード表示領域220における垂直線222および223は、選択された時間間隔の視覚的フィードバックを指示し、手動によるユーザの調整の可能性を与

る。選択されたスロー・モーション係数は、左上隅の224に表示される。

【0037】スロー・モーションにおける超音波のリアルタイム表示は、計算が集中する画像処理と組み合わせて使用することもできる。獲得された超音波情報に関連する処理(ドップラー処理、エンベロープ検出、空間的フィルタリング、時間的フィルタリング、スキャン変換、血液/組織分割を有する画像のような導出情報の計算など)は、モダリティおよびハードウェアに応じて、獲得ユニットによって達成することができるフレーム・レートと比較して要求がきびし過ぎる可能性がある。本発明は、完全リアルタイム表示を、これらの計算が集中する状況において提供することができる。計算が集中する手法で処理された超音波情報の完全リアルタイム表示を実施するために、上述の同期化手順を使用することができるが、ただし $t\_Slow\_Motion$ のための式を、処理パイプラインを完了して表示の準備ができた最後の画像フレームに関連付けられた時間と等しくなるように修正しなければならない。

【0038】リアルタイム・スロー・モーション表示では、通常、先のサイクルのスロー・モーション表示中に獲得されたいくつかの心周期をスキップすることが必要となる。図10は、リアルタイム・スロー・モーション画像241および真の生画像242を単一の表示240上に組み合わせることができる方法を例示する。スロー・モーション画像241は、ユーザによって生画像におけるズーム領域として選択することができる。ズームされたスロー・モーション表示は、たとえば、画像内部の心臓弁の最適表示の生成に有効なことがある。

【0039】図11は、リアルタイム・スロー・モーション表示技術を利用して、同時に多数のモダリティを獲得できる方法を例示する。図11は、完全心周期のリアルタイム・スロー・モーション表示の一例を提供する。スロー・モーション係数3が選択される。これは、3つおきの心拍がスロー・モーションで表示されることを意味する。したがって、図11に示すように、第1の心拍のフレームはトリガ・イベント $t1$ と $t2$ の間の獲得A(300)の期間中に獲得され、これはトリガ・イベント $t1$ と $t4$ の間の期間301にスロー・モーションで表示される。獲得B(310)および獲得C(320)の期間中に獲得された画像フレームは、スロー・モーションで表示されない(が、それらは図10のように別々の生表示で表示することができる)。しかし、獲得は、獲得B(310)および獲得C(320)の期間に対応する、2つの非表示の心拍中に継続する。獲得された非表示フレームをメモリに格納し、後続の再生表示のために使用可能にすることができる。

【0040】獲得B(310)および獲得C(320)の期間中に獲得された情報の獲得モードおよびタイプは、獲得A(300)の期間の場合と同じにすることが

できる。あるいは、獲得B(310)および獲得C(320)の期間中に獲得された情報の獲得モードおよびタイプを変更することができる。t\_Acquisitionがトリガ・イベントを越える時点で、次の心周期がスロー・モーション表示に含まれるかどうかを決定することができるので、したがって、スキャナが、スロー・モーション表示から除外される心周期の獲得モードを変更することが可能である。たとえば、図11では、獲得A(300)の期間中の獲得モードを、獲得B(310)の期間中の異なるモダリティに変更することができ、場合によっては、獲得C(320)の期間中の第3のモダリティに変更することができる。以下は、有効なモダリティの組合せのいくつかの例である。すなわち、最大2D画像品質と組み合わせられたリアルタイム・スロー・モーションのための高フレーム・レート2D、カラー・フローモダリティ(血流、Bフロー、組織速度、ひずみ、血液の運動の映像化など)と組み合わせられた2D組織、2Dモダリティおよびスペクトル・ドップラー、または2DモダリティおよびMモードである。異なるモダリティに従って獲得された情報を、生のスキャニ

ング中に単一の表示に組み合わせることができ、たとえば、図9または図10に例示された手法でユーザに提示することができる。別法として、リアルタイム・スロー・モーション表示に含まれていない獲得期間中に獲得された情報を格納して、再生中に表示および解析するために使用可能にすることができる。

【0041】ストレス・エコーは、獲得モダリティを結合することが特定の対象である状況の一例である。ユーザは、典型的には、高品質の組織2Dを、実際の獲得および再生表示中の表示モダリティとして好む。それにもかかわらず、組織速度映像化およびひずみ映像化などのモダリティをなお獲得でき、内壁の運動および内壁濃厚化の表示および定量化のために使用可能にすることができる。上述の多モダリティ獲得技術を使用して、この目的を達成することができる。ストレス・エコーに使用することができる1つの可能な獲得および表示技術の一例が、図11に関して与えられる。なお、ユーザは、組織速度映像化およびひずみ映像化のような追加情報ソースが背景で獲得される間に、高品質2Dを元のフレーム・レートで表示することに関心を有する可能性はある。この目的は、表示フレーム・レートを獲得フレーム・レートに等しくし(すなわち、スロー・モーション係数が1に等しい)、次いで、各同期化ステップで、他のモダリティの獲得が完了していない限り高品質組織2D組織の再生を繰り返すことによって、実施することができる。同期化ステップは、指定されたすべての獲得セットアップの完了後に第1のトリガ・イベントでリアルタイム・スロー・モーションについて指定されたように実行される。結果として、ユーザは連続的なフリッカなしの組織2D映像化を経験するようになる。表示

は、他のモダリティが獲得される間に、生表示と生再生の間で交替するようになる。

【0042】前述の本明細書では、本発明を、その特定の例示的实施形態を参照して記載した。しかし、様々な修正および変更を、添付の特許請求の範囲に述べたような本発明のより幅広い精神および範囲から離れることなく、行うことができることが明らかとなるであろう。したがって、本明細書および図面は、制限的な意味でなく例示的であると見なされるものである。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の好ましい実施形態による、超音波映像化・システムのブロック図である。

【図2】本発明の好ましい実施形態による、超音波データのリアルタイム・スロー・モーション表示を、進行中の超音波情報の獲得と同期化させるための手順のタイミング図である。

【図3】本発明の好ましい実施形態による、超音波データのリアルタイム・スロー・モーション表示と、進行中の超音波情報の獲得との、トリガ同期化のための手順のフローチャートである。

【図4】本発明の好ましい実施形態による、超音波データのリアルタイム・スロー・モーション表示と、進行中の超音波情報の獲得との、非トリガ同期化のための手順のフローチャートである。

【図5】本発明の好ましい実施形態による、超音波データのリアルタイム・スロー・モーション表示を、進行中の超音波情報の獲得と同期化させるための手順のタイミング図である。

【図6】本発明の好ましい実施形態による、超音波データのリアルタイム・スロー・モーション表示と、進行中の超音波情報の獲得との、トリガ同期化のための手順のフローチャートである。

【図7】本発明の好ましい実施形態による、超音波データのリアルタイム・スロー・モーション表示と、進行中の超音波情報の獲得との、トリガ同期化のための手順のフローチャートである。

【図8】本発明の好ましい実施形態による、超音波データのリアルタイム・スロー・モーション表示と、進行中の超音波情報の獲得との、トリガ同期化のための手順のフローチャートである。

【図9】本発明の好ましい実施形態による、リアルタイム・スロー・モーション表示領域およびトリガMモード領域を有する表示を示す図である。

【図10】本発明の好ましい実施形態による、リアルタイム・スロー・モーション表示領域および生表示領域を有する表示を示す図である。

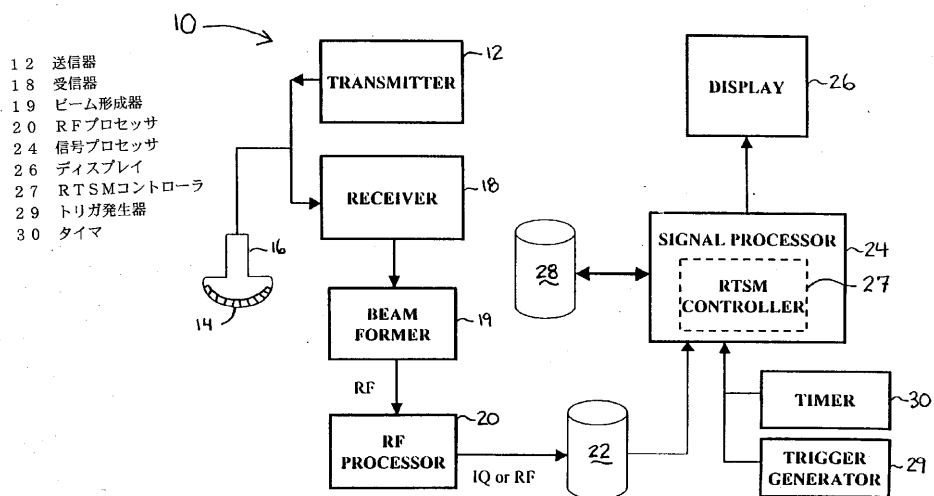
【図11】本発明の好ましい実施形態による、超音波データのリアルタイム・スロー・モーション表示を、1つまたは複数の異なる獲得モードにおける、進行中の超音波情報の獲得と同期化させるための手順のタイミング図

である。

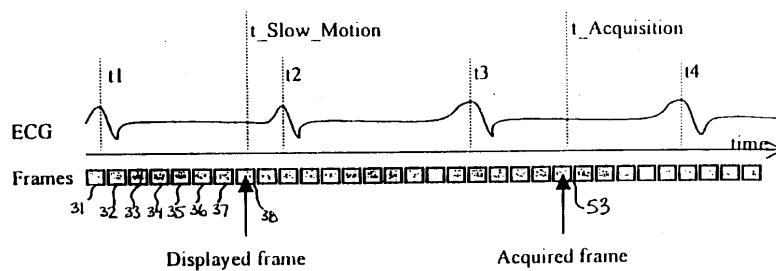
【符号の説明】

- |            |                          |
|------------|--------------------------|
| 12 送信器     | *27 RTSMコントローラ           |
| 18 受信器     | 28 メモリ                   |
| 19 ビーム形成器  | 29 トリガ発生器                |
| 20 RFプロセッサ | 30 タイマ                   |
| 22 バッファ    | 209 超音波表示                |
| 24 信号プロセッサ | 210 リアルタイム・スロー・モーション表示領域 |
| 26 ディスプレイ  | 220 トリガMモード表示領域          |
|            | * 241 リアルタイム・スロー・モーション画像 |
|            | 242 生画像                  |

【図1】

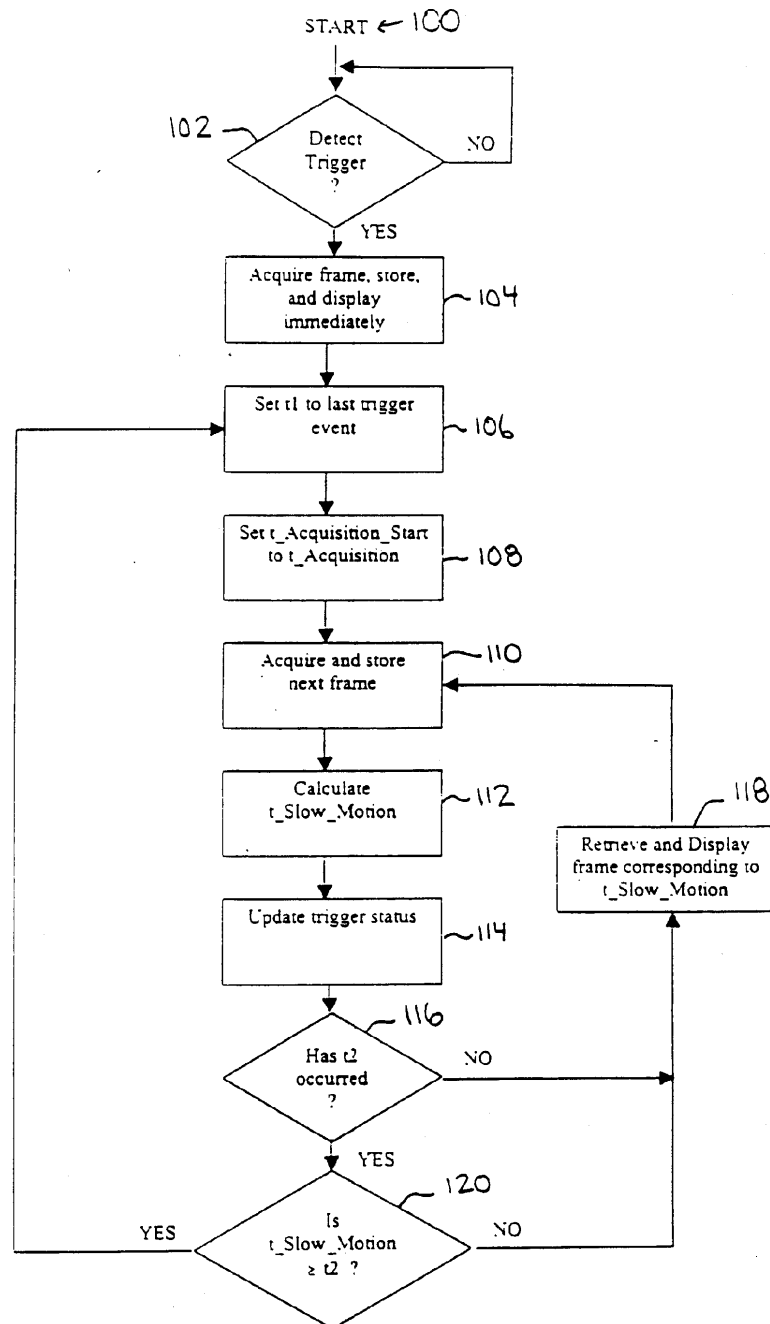


【図2】



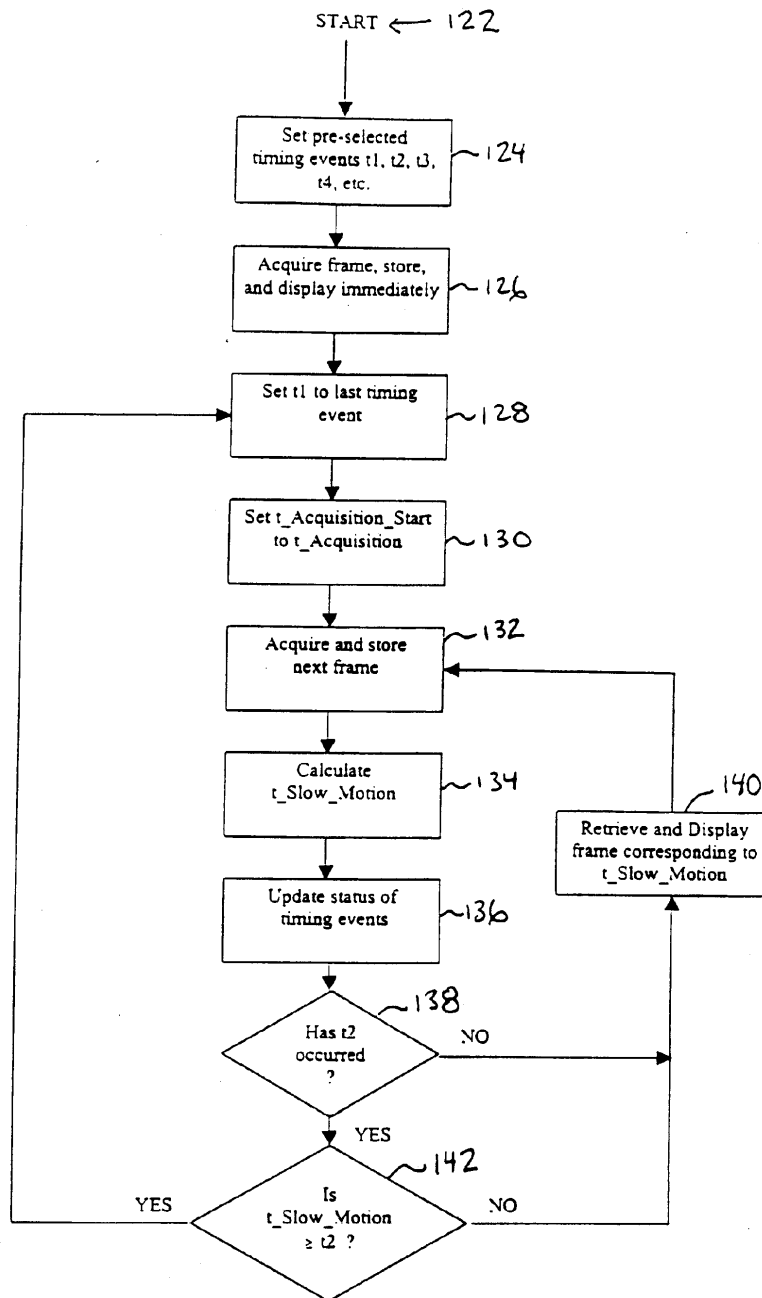
Frame フレーム、Displayed frame 表示フレーム、  
Acquired frame 獲得フレーム、Time 時間

【図3】



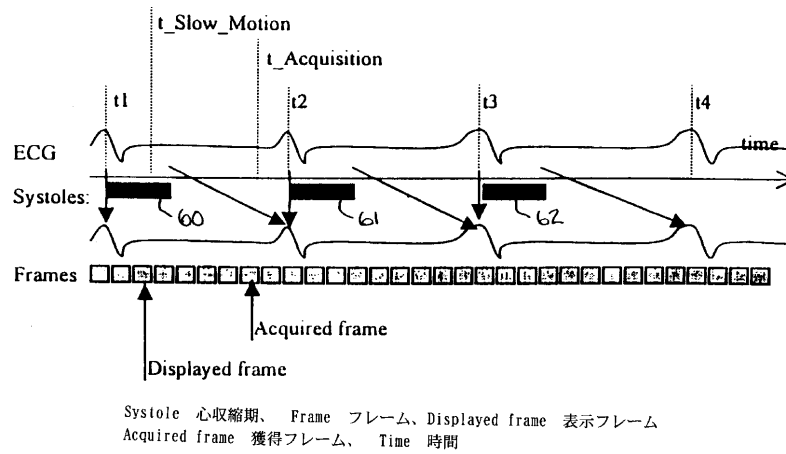
100 開始、 102 トリガを検出したか  
 104 フレームを獲得し、格納し、即時に表示する  
 106 t1を最後のトリガ・イベントに設定する  
 108 t\_Acquisition\_Startをt\_Acquisitionに設定する  
 110 次のフレームを獲得し、格納する、112 t\_Slow\_Motionを計算する  
 114 トリガ状況を更新する、116 t2が起こったか  
 118 t\_Slow\_Motionに対応するフレームを検索し、表示する  
 120 t\_Slow\_Motion ≥ t2か

【図4】

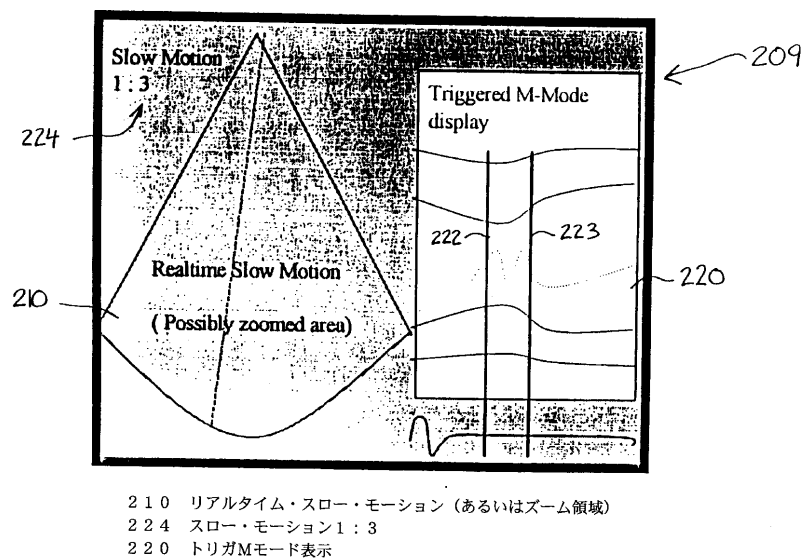


- 1 2 2 開始  
 1 2 4 事前選択されたタイミング・イベント t1、t2、t3、t4  
 などを設定する  
 1 2 6 フレームを獲得し、格納し、即時に表示する  
 1 2 8 t1を最後のタイミング・イベントに設定する  
 1 3 0 t\_Acquisition\_Startをt\_Acquisitionに設定する  
 1 3 2 次のフレームを獲得し、格納する  
 1 3 4 t\_Slow\_Motionを計算する  
 1 3 6 タイミング・イベントの状況を更新する  
 1 3 8 t2が起こったか  
 1 4 0 t\_Slow\_Motionに対応するフレームを検索し、表示する  
 1 4 2 t\_Slow\_Motion ≥ t2か

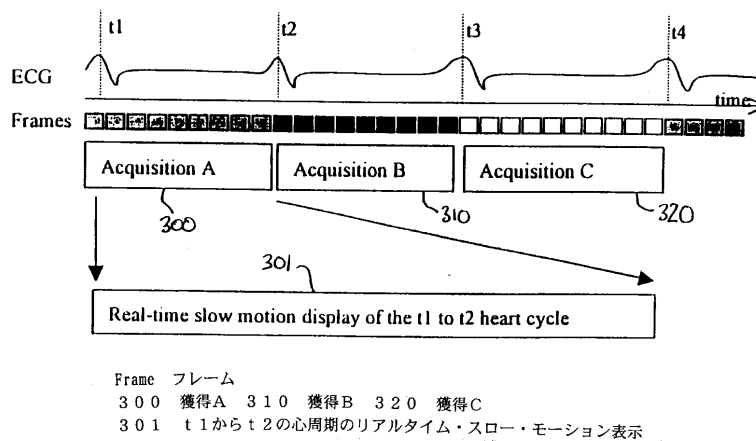
【図5】



【図9】

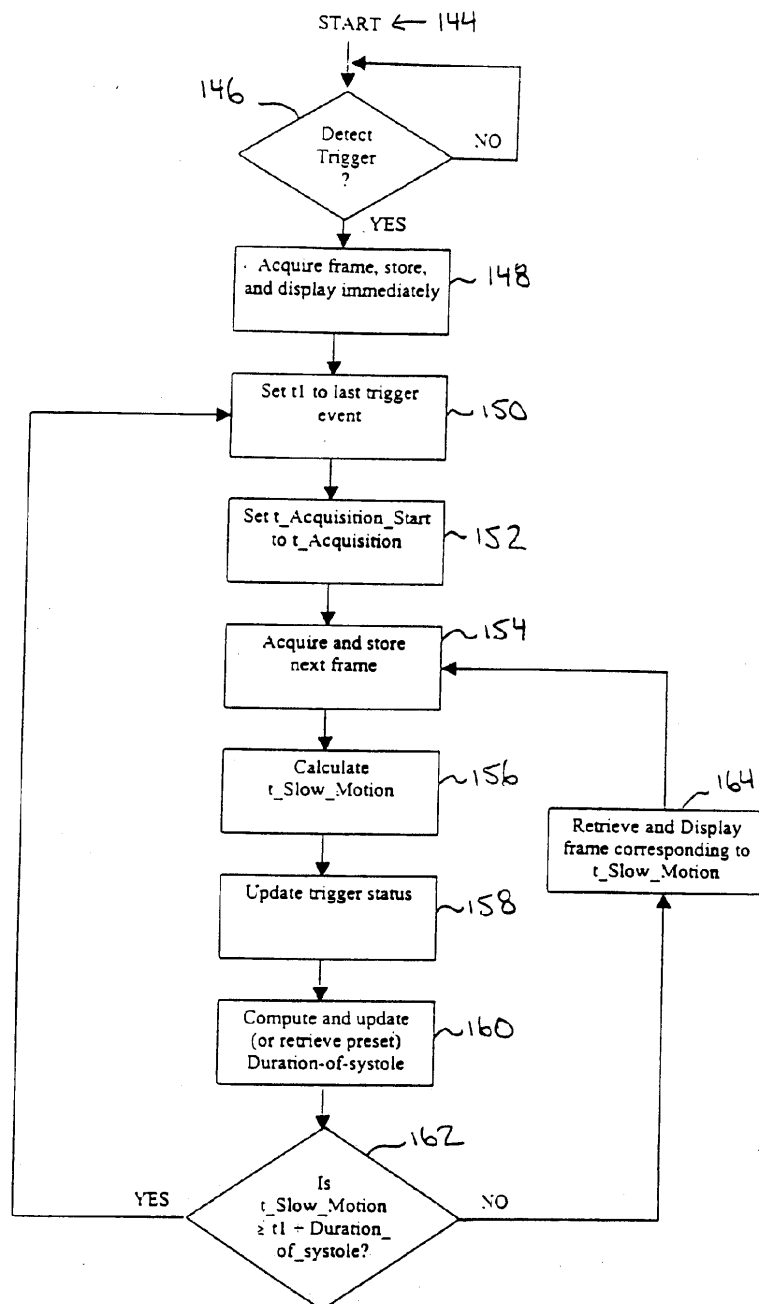


【図11】



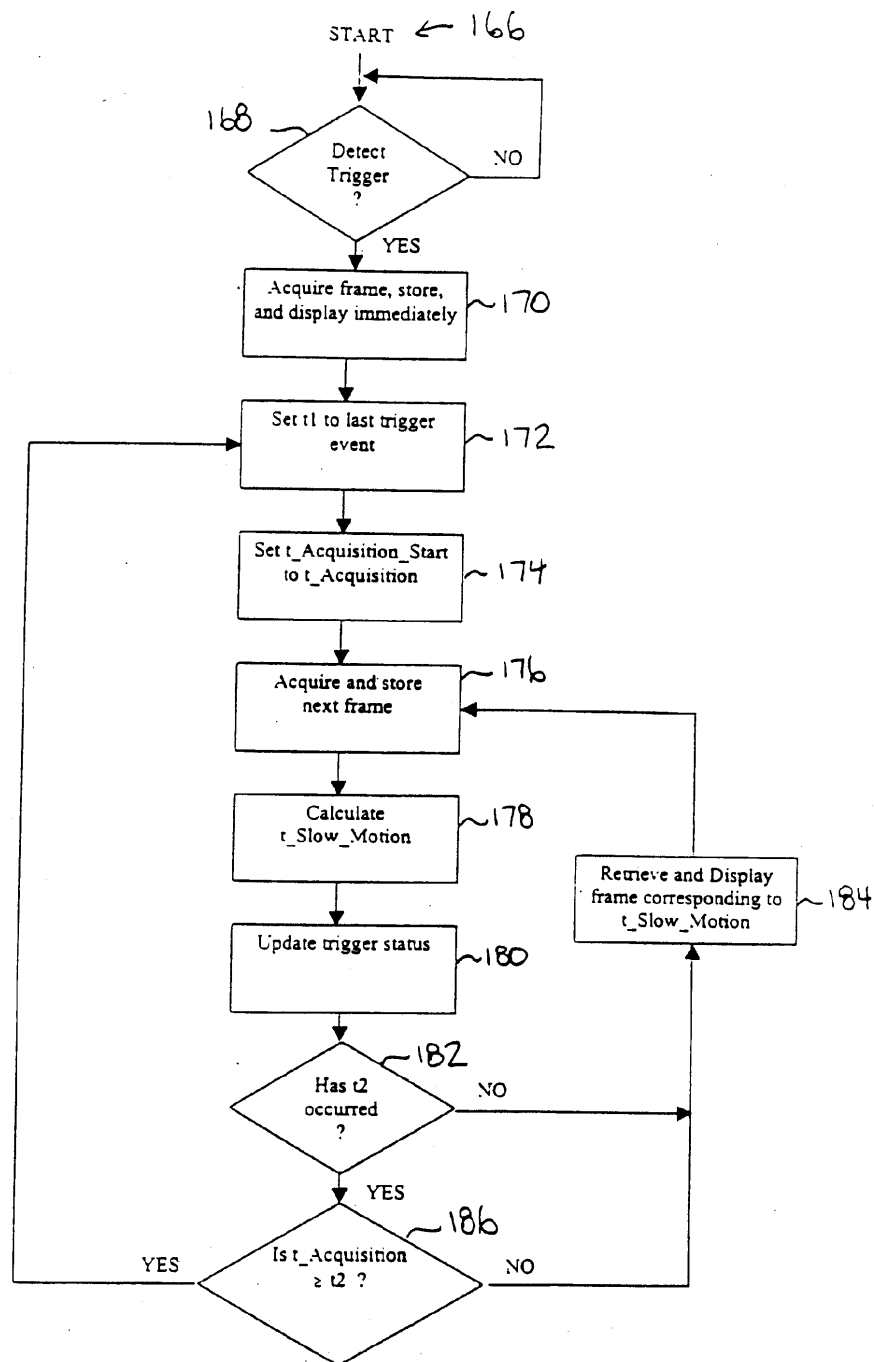


【図6】



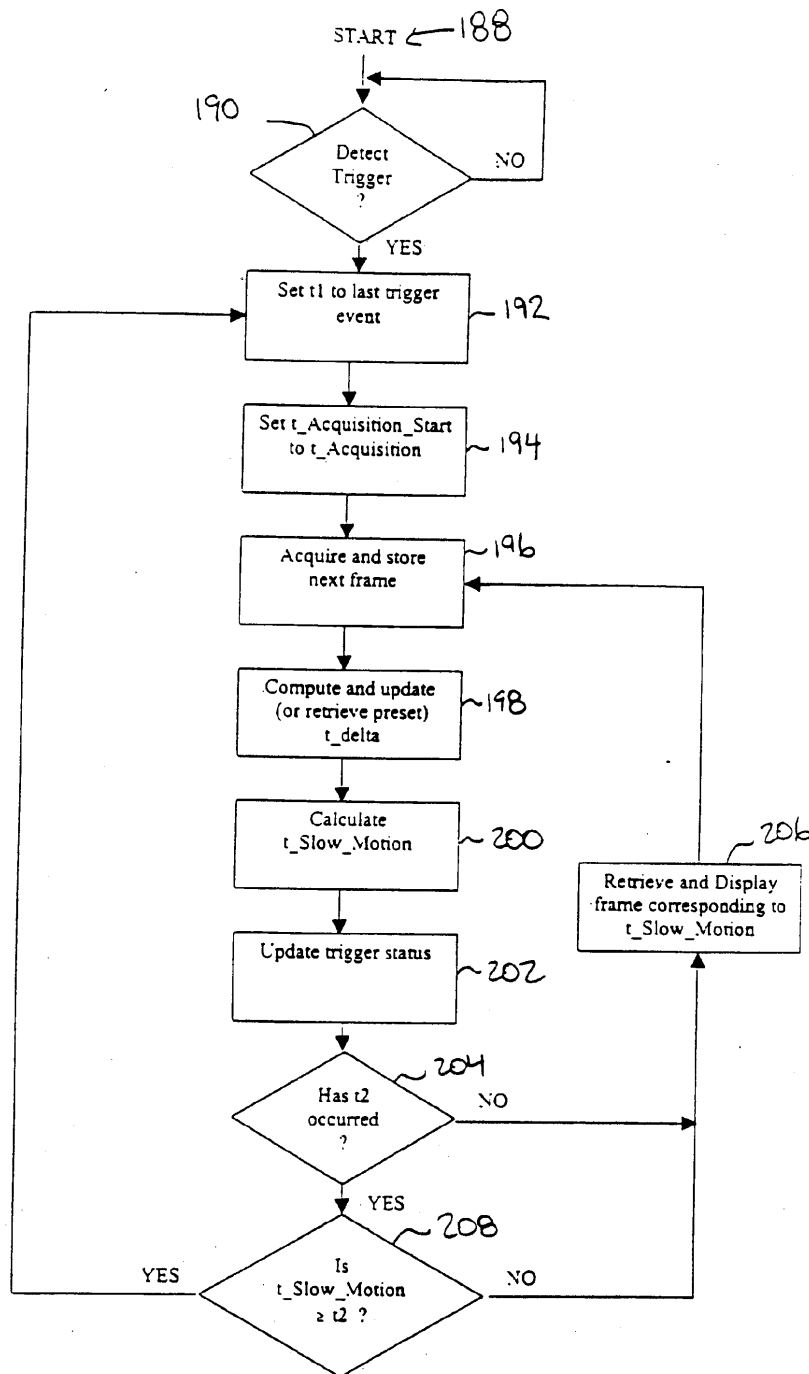
- 144 開始  
 146 トリガを検出したか  
 148 フレームを獲得し、格納し、即時に表示する  
 150 t1を最後のトリガ・イベントに設定する  
 152 t\_Acquisition\_Startをt\_Acquisitionに設定する  
 154 次のフレームを獲得し、格納する  
 156 t\_Slow\_Motionを計算する  
 158 トリガ状況を更新する  
 160 Duration\_of\_systoleを計算し、更新する（あるいは、あらかじめ設定されているものを検索する）  
 162 t\_Slow\_Motion ≥ t1 + Duration\_of\_systoleか  
 164 t\_Slow\_Motionに対応するフレームを検索し、表示する

【図7】



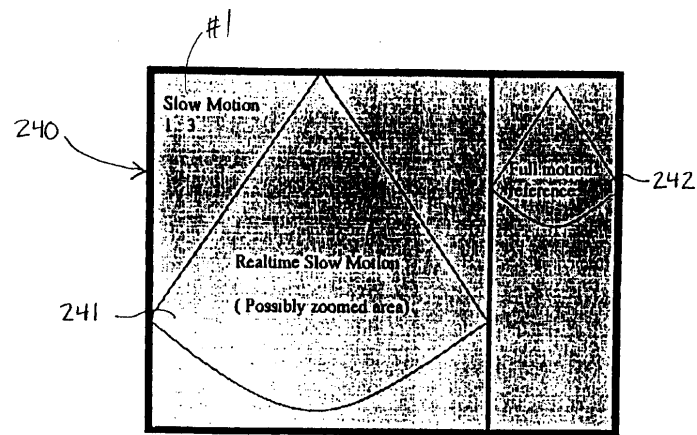
166 開始  
 170 フレームを獲得し、格納し、即時に表示する  
 172 t1を最後のトリガ・イベントに設定する  
 174 t\_Acquisition\_Startをt\_Acquisitionに設定する  
 176 次のフレームを獲得し、格納する  
 178 t\_Slow\_Motionを計算する  
 180 トリガ状況を更新する  
 182 t2が起こったか  
 184 t\_Slow\_Motionに対応するフレームを検索し、表示する  
 186 t\_Acquisition ≥ t2か

【図8】



- 188 開始  
 190 トリガを検出したか  
 192 t1を最後のトリガ・イベントに設定する  
 194 t\_Acquisition\_Startをt\_Acquisitionに設定する  
 196 次のフレームを獲得し、格納する  
 198 t\_deltaを計算し、更新する（あるいは、あらかじめ設定されているものを検索する）  
 200 t\_Slow\_Motionを計算する  
 202 トリガ状況を更新する  
 204 t2が起こったか  
 206 t\_Slow\_Motionに対応するフレームを検索し、表示する  
 208 t\_Slow\_Motion ≥ t2か

【図10】



# 1 スロー・モーション 1 : 3

2 4 1 リアルタイム・スロー・モーション (あるいはズーム領域)

2 4 2 フル・モーション参照

フロントページの続き

(72)発明者 ハンス・ガーマン・トルブ  
ノルウェー国・7024・トロンドハイム・ア  
ーネバイエイエン・13

专利名称(译)	通过慢动作实时显示超声波		
公开(公告)号	<a href="#">JP2001178723A</a>	公开(公告)日	2001-07-03
申请号	JP2000330092	申请日	2000-10-30
申请(专利权)人(译)	GE医疗系统环球技术公司有限责任公司		
[标]发明人	ビヨーンオルスタッド ハンスガーマントルプ		
发明人	ビヨーン・オルスタッド ハンス・ガーマン・トルプ		
IPC分类号	A61B8/08 A61B5/0456 A61B8/00 A61B8/06 A61B8/14 G01S7/52 G01S15/89 G03B42/06		
CPC分类号	A61B8/543 A61B5/0456 A61B8/00 A61B8/06 A61B8/13 A61B8/463 G01S7/52034 G01S7/52074 G01S7/52085 G01S15/899 G03B42/06		
FI分类号	A61B8/08 A61B8/06 A61B8/14		
F-TERM分类号	4C301/CC02 4C301/CC04 4C301/DD01 4C301/DD07 4C301/FF28 4C301/KK08 4C301/KK09 4C301/KK13 4C301/KK22 4C301/KK37 4C601/BB01 4C601/DD03 4C601/DD15 4C601/FF08 4C601/KK10 4C601/KK12 4C601/KK13 4C601/KK18 4C601/KK19 4C601/KK23 4C601/KK25 4C601/KK37 4C601/KK41		
优先权	09/432060 1999-11-02 US		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

#### 摘要(译)

解决的问题：提供一种用于以一定的获取速度获取超声信息并以比获取速度慢的显示速度显示超声信息的至少一部分的系统和方法。

SOLUTION：超声波信息以高于人眼感知速度的帧速率连续获取和存储。以人类可感知的帧频显示至少一些所获取的超声信息。满足同步条件时，有时会同步采集和显示。同步条件与预定时间间隔有关，或者与例如在ECG轨迹中检测到的触发事件有关，例如，由生理事件产生的触发事件，或者由其产生的触发引起的触发事件。。因此，所获取的超声信息保持实时同步并且仍然具有低于获取速度并且优选地低于人眼的最大感知速度的显示速度。

