

(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2017-525518

(P2017-525518A)

(43) 公表日 平成29年9月7日 (2017. 9. 7)

(51) Int. Cl.
A 6 1 B 8/14 (2006.01)F I
A 6 1 B 8/14テーマコード (参考)
4 C 6 0 1

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 40 頁)

(21) 出願番号 特願2017-512755 (P2017-512755)
 (86) (22) 出願日 平成27年8月26日 (2015. 8. 26)
 (85) 翻訳文提出日 平成29年5月1日 (2017. 5. 1)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2015/069486
 (87) 国際公開番号 WO2016/034463
 (87) 国際公開日 平成28年3月10日 (2016. 3. 10)
 (31) 優先権主張番号 14/476, 406
 (32) 優先日 平成26年9月3日 (2014. 9. 3)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 506320819
 コンテキストビジョン、アクチボラダ
 CONTEXTVISION AB
 スウェーデン国リンケピング、ストルガタ
 ン、24
 (74) 代理人 110000855
 特許業務法人浅村特許事務所
 (72) 発明者 ヘドルンド、マルティン
 スウェーデン国、リンケピング、レドベッ
 ツヴェーゲン 9
 (72) 発明者 ファルネベック、グンナル
 スウェーデン国、リンケピング、ミュール
 デヴィガタン 6

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 対象の画像化における主観画質の自動制御のための方法およびシステム

(57) 【要約】

本発明は、たとえば超音波システムを用いる、対象の画像化における画質の自動制御のための方法およびシステムに関する。方法は、画像化システムの選択されたシステムパラメータセットを用いて対象に画像生成信号を送信するステップを備える。画像化システムは、画像の予め定義されたセットの主観熟練意見を反映する画像順位尺度に基づく複数の異なるシステムパラメータセットを有する。獲得された画像は、各画像について画質指標を決定するために、少なくとも1つの画質特徴に関して分析される。各画像についてのそれぞれの画質指標が、最高の画質指標に関連する画像を特定するために分析され、最高の画質指標に関連する画像を生成するために用いられたシステムパラメータセットが、対象の画像化のためのシステムパラメータセットとして選択され得る。

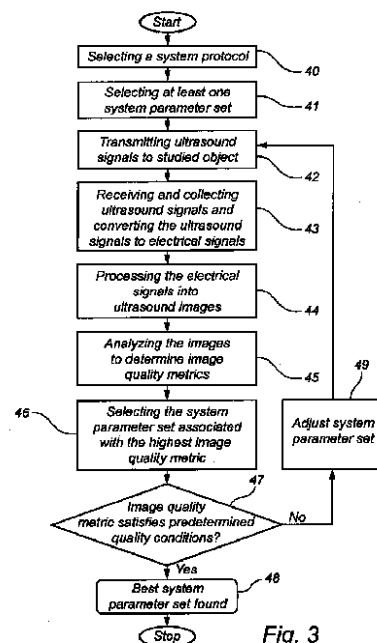


Fig. 3

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

超音波システムを用いる対象の超音波画像化における画質の自動制御のための方法であって、

前記超音波システムの選択されたシステムパラメータセットを用いて前記対象に、もしくは前記対象から超音波画像信号を送信／受信するステップであって、前記超音波システムは、超音波画像の予め定義されたセットの少なくとも 1 つの主観熟練意見を反映する画像順位尺度に基づく複数の異なるシステムパラメータセットを有する、ステップと、

信号の前記セットを、各画像がシステムパラメータセットに関連している超音波画像に処理するステップと、

各画像について少なくとも 1 つの画質指標を決定するために、前記画像を少なくとも 1 つの画質特徴に関して分析するステップと、

最高の画質指標に関連する画像を特定するために、各画像について前記それぞれの画質指標を分析するステップと、

前記対象のさらなる超音波画像化のためのシステムパラメータセットとして、前記最高の画質指標に関連する前記画像を生成するために用いられた前記システムパラメータセットを選択するステップと、

少なくとも 1 つの予め決められた品質条件が満たされるか、またはオペレータが手動で前記プロセスを終了するまで、前記送信／受信するステップ、前記処理するステップ、前記分析するステップおよび前記選択するステップの 1 つ以上を繰り返すステップと

を備える方法。

【請求項 2】

分析するステップは、

各画質特徴について値を計算するステップと、

少なくとも 1 つの画質特徴について前記値に基づいて各画像について画質指標を計算するステップと

を備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

超音波画像生成信号を送信／受信するステップは、

特定の対象の解剖学的構造または領域について前記画像順位尺度に基づいて少なくとも第 1 および第 2 のシステムパラメータセットを選択するステップ

を備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記第 1 のシステムパラメータセットについて前記対象から前記超音波信号のエコーを表す信号の第 1 のセットを受信するステップと、

信号の前記セットを、各画像が前記第 1 のシステムパラメータセットに関連している超音波画像に処理するステップと、

前記第 2 のシステムパラメータセットについて前記対象から前記超音波信号のエコーを表す信号の第 2 のセットを受信するステップと、

信号の前記セットを、各画像が前記第 2 のシステムパラメータセットに関連している超音波画像に処理するステップと、

各画像について画質指標を決定するために、前記画像を少なくとも 1 つの画質特徴に関して分析するステップと、

最高の画質指標に関連する画像を特定するために、前記画像について前記それぞれの画質指標を分析するステップと、

前記対象の超音波画像化のための前記最高の画質指標に関連する前記画像を生成するために用いられた前記システムパラメータセットを選択するステップと

をさらに備える請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

前記予め定義されたセット内の画像間の相対比較に基づいて超音波画像の予め定義され

10

20

30

40

50

たセットの画像に初期画像順位尺度を関連付けるステップと、

画像の前記予め定義されたセット内の各画像に、前記画像の視覚品質を反映する画像順位尺度を割り当てるステップと、

前記より高い視覚品質を有する画像対中の画像に前の画像順位尺度よりも高い画像順位尺度を割り当て、前記より低い視覚品質を有するその画像対中の前記画像に前の画像順位尺度よりも低い画像順位尺度を割り当てるステップと、

最終画像順位尺度に基づいて信号パラメータセットアップを選択するステップであって、最適な信号パラメータセットアップがより高い画像順位尺度に関連している、ステップと

をさらに備える請求項 1 に記載の方法。

10

【請求項 6】

超音波画像の前記予め定義されたセットの選択された画像を予め決められた画像特徴のセットに関して分析するステップと、

学習システムにおいて前記画像特徴を前記画像順位尺度にマッチングさせるステップと

、

前記マッチングに基づいて相関する画質特徴を選択するステップと

をさらに備える請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

超音波システムを用いる対象の超音波画像化における画質の自動制御のための制御システムであって、前記超音波システムの選択されたシステムパラメータセットを用いて前記対象に、もしくは前記対象から超音波画像信号を送信／受信するためのトランスミッタ／レシーバであって、前記超音波システムは、超音波画像の予め定義されたセットの少なくとも 1 つの主観熟練意見を反映する画像順位尺度に基づく複数の異なるシステムパラメータセットを有する、トランスミッタ／レシーバと、信号の前記セットを、各画像がシステムパラメータセットに関連している超音波画像に処理するように構成されている超音波画像プロセッサとを含み、当該制御システムは、エキスパートユニットであって、

20

各画像について少なくとも 1 つの画質指標を決定するために、前記画像を少なくとも 1 つの画質特徴に関して分析し、

最高の画質指標に関連する画像を特定するために、各画像について前記それぞれの画質指標を分析し、

30

前記対象のさらなる超音波画像化のためのシステムパラメータセットとして、前記最高の画質指標に関連する前記画像を生成するために用いられた前記システムパラメータセットを選択し、

少なくとも 1 つの予め決められた品質条件が満たされるか、またはオペレータが手動で前記プロセスを終了するまで、前記送信／受信するステップ、前記処理するステップ、前記分析するステップおよび前記選択するステップの 1 つ以上を繰り返す

ように構成されているエキスパートユニットを含む、制御システム。

【請求項 8】

前記エキスパートユニットは、

各画質特徴について値を計算し、

40

前記少なくとも 1 つの画質特徴について前記値に基づいて各画像について画質指標を計算する

ようにさらに構成されている、請求項 7 に記載の制御システム。

【請求項 9】

前記エキスパートユニットは、特定の対象の解剖学的構造または領域について前記画像順位尺度に基づいて少なくとも第 1 および第 2 のシステムパラメータセットを選択するように構成されており、各システムパラメータセットは 1 つの画像を生成する、請求項 7 に記載の制御システム。

【請求項 10】

前記トランスミッタ／レシーバは、前記第 1 のシステムパラメータセットについて前記

50

対象から前記超音波信号のエコーを表す信号の第1のセットを受信するように構成され、
前記超音波画像プロセッサは、信号の前記セットを、当該画像が前記第1のシステムパラメータセットに関連している超音波画像に処理するように構成され、

前記トランスミッタ／レシーバは、前記第2のシステムパラメータセットについて前記対象から前記超音波信号のエコーを表す信号の第2のセットを受信するように構成され、

前記超音波画像プロセッサは、信号の前記セットを、当該画像が前記第2のシステムパラメータセットに関連している超音波画像に処理するように構成され、

前記エキスパートユニットは、

各画像について画質指標を決定するために、前記画像を少なくとも1つの画質特徴に関して分析し、

最高の画質指標に関連する画像を特定するために、前記画像について前記それぞれの画質指標を分析し、

超音波画像化のための前記最高の画質指標に関連する前記画像を生成するために用いられた前記システムパラメータセットを選択する

ように構成されている、

請求項9に記載の制御システム。

【請求項11】

画像化システムを用いる対象の画像化における画質の自動制御のための方法であって、
前記画像化システムの選択されたシステムパラメータセットを用いて前記対象に、もしくは前記対象から画像信号を送信／受信するステップであって、前記画像化システムは、
画像の予め定義されたセットの少なくとも1つの主観熟練意見を反映する画像順位尺度に基づく複数の異なるシステムパラメータセットを有する、ステップと、

受信された信号の前記セットを、各画像がシステムパラメータセットに関連している画像に処理するステップと、

各画像について画質指標を決定するために、前記画像を少なくとも1つの画質特徴に関して分析するステップと、

最高の画質指標に関連する画像を特定するために、各画像について前記それぞれの画質指標を分析するステップと、

前記対象のさらなる画像化のためのシステムパラメータセットとして、前記最高の画質指標に関連する前記画像を生成するために用いられた前記システムパラメータセットを選択するステップと、

少なくとも1つの予め決められた品質条件が満たされるか、またはオペレータが手動で前記プロセスを終了するまで、前記送信／受信するステップ、前記処理するステップ、前記分析するステップおよび前記選択するステップを繰り返すステップと

を備える方法。

【請求項12】

分析するステップは、

各画質特徴について値を計算するステップと、

前記少なくとも1つの画質特徴について前記値に基づいて各画像について画質指標を計算するステップと

を備える、請求項11に記載の方法。

【請求項13】

画像信号を送信／受信するステップは、

特定の対象の解剖学的構造または領域について前記画像順位尺度に基づいて少なくとも第1および第2のシステムパラメータセットを選択するステップ

を備える、請求項11に記載の方法。

【請求項14】

前記第1のシステムパラメータセットについて前記対象から信号の第1のセットを受信するステップと、

受信された信号の前記セットを、当該画像が前記第1のシステムパラメータセットに関

10

20

30

40

50

連している画像に処理するステップと、

前記第2のシステムパラメータセットについて前記対象から信号の第2のセットを受信するステップと、

受信された信号の前記セットを、当該画像が前記第2のシステムパラメータセットに関連している画像に処理するステップと、

各画像について画質指標を決定するために、前記画像を少なくとも1つの画質特徴に関して分析するステップと、

最高の画質指標に関連する画像を特定するために、前記画像について前記それぞれの画質指標を分析するステップと、

前記対象の画像化のための前記最高の画質指標に関連する前記画像を生成するために用いられた前記システムパラメータセットを選択するステップと

をさらに備える請求項13に記載の方法。

【請求項15】

前記予め定義されたセット内の画像間の相対比較に基づいて画像の予め定義されたセットの画像に初期画像順位尺度に関連付けるステップと、

画像の前記予め定義されたセット内の各画像に、前記画像の視覚品質を反映する画像順位尺度を割り当てるステップと、

前記より高い視覚品質を有する画像対中の画像に前の画像順位尺度よりも高い画像順位尺度を割り当て、前記より低い視覚品質を有するその画像対中の前記画像に前の画像順位尺度よりも低い画像順位尺度を割り当てるステップと、

最終画像順位尺度に基づいて信号パラメータセットアップを選択するステップであって、最適な信号パラメータセットアップがより高い画像順位尺度に関連している、ステップと

をさらに備える請求項11に記載の方法。

【請求項16】

画像の前記予め定義されたセットの選択された画像を予め決められた画像特徴のセットに関して分析するステップと、

学習システムにおいて前記抽出された画像特徴を前記画像順位尺度にマッチングさせるステップと、

前記マッチングに基づいて相関する画質特徴を選択するステップと

をさらに備える請求項11に記載の方法。

【請求項17】

前記画像化システムは、MRI（磁気共鳴映像法）システム、CT（コンピュータ断層撮影）システム、XR（X線放射）システム、蛍光透視画像化システム、PET（陽電子放射断層撮影）システム、マンモグラフィ画像化システムまたはUS（超音波）画像化システムの少なくとも1つを備える、請求項11に記載の方法。

【請求項18】

画像化システムを用いる対象の画像化における画質の自動制御のための制御システムであって、前記画像化システムの選択されたシステムパラメータセットを用いて画像生成信号を生成して前記対象内に送信するための信号生成手段であって、前記画像化システムは、画像の予め定義されたセットの主観熟練意見を反映する画像順位尺度に基づく複数の異なるシステムパラメータセットを有する、信号生成手段と、前記対象から信号のセットを受信するための受信手段と、信号の前記セットを、各画像がシステムパラメータセットに関連している画像に処理するように構成されている画像プロセッサとを含み、当該制御システムは、エキスパートユニットであって、

各画像について少なくとも1つの画質指標を決定するために、前記画像を少なくとも1つの画質特徴に関して分析し、

最高の画質指標に関連する画像を特定するために、各画像について前記それぞれの画質指標を分析し、

前記対象のさらなる画像化のためのシステムパラメータセットとして、前記最高の画質

10

20

30

40

50

指標に関連する前記画像を生成するために用いられた前記システムパラメータセットを選択し、

少なくとも1つの予め決められた品質条件が満たされるか、またはオペレータが手動で前記プロセスを終了するまで、前記送信／受信するステップ、前記処理するステップ、前記分析するステップおよび前記選択するステップを繰り返す

ように構成されているエキスパートユニットを含む、制御システム。

【請求項19】

前記エキスパートユニットは、

各画質特徴について値を計算し、

前記少なくとも1つの画質特徴について前記値に基づいて各画像について画質指標を計算する

10

ようにさらに構成されている、請求項18に記載の制御システム。

【請求項20】

前記エキスパートユニットは、特定の対象の解剖学的構造または領域について前記画像順位尺度に基づいて少なくとも第1および第2のシステムパラメータセットを選択するように構成されており、各システムパラメータセットは1つの画像を生成する、請求項18に記載の制御システム。

【請求項21】

前記受信手段は、前記第1のシステムパラメータセットについて前記対象から信号の第1のセットを受信するように構成され、

20

前記画像プロセッサは、信号の前記セットを、当該画像が前記第1のシステムパラメータセットに関連している画像に処理するように構成され、

前記受信手段は、前記第2のシステムパラメータセットについて前記対象から信号の第2のセットを受信するように構成され、

前記画像プロセッサは、信号の前記セットを、当該画像が前記第2のシステムパラメータセットに関連している画像に処理するように構成され、

前記エキスパートユニットは、

各画像について画質指標を決定するために、前記画像を少なくとも1つの画質特徴に関して分析し、

最高の画質指標に関連する画像を特定するために、前記画像について前記それぞれの画質指標を分析し、

30

画像化のための前記最高の画質指標に関連する前記画像を生成するために用いられた前記システムパラメータセットを選択する

ように構成されている、請求項20に記載の制御システム。

【請求項22】

前記画像化システムは、MRI（磁気共鳴映像法）システム、CT（コンピュータ断層撮影）システム、XR（X線放射）システム、蛍光透視画像化システム、PET（陽電子放射断層撮影）システム、マンモグラフィ画像化システムまたはUS（超音波）画像化システムの少なくとも1つを備える、請求項18に記載の制御システム。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本発明は、概して画像化システム、およびこのようなシステムのための方法に関する。特に、本発明は、画像化システムにおける自動画像最適化のための方法およびシステムに関する。本発明のいくつかの態様は、超音波画像化システムにおける自動画像最適化のための方法およびシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

超音波を使用して医療モニタリングおよび診断用の画像を生成することは、その非イオン化性と、様々な軟組織の特性の固有の差から画像を生成するその能力との結果として、

50

広範囲に広く拡大している。典型的かつ一般的な用途には、心臓、腹部および胎児の検査およびモニタリングが含まれる。ほとんどの領域では、診断は、現在、一般的には、検査中の構造のサイズ、位置、輪郭および動きならびにその相対的な透過および反射特性に基づく。

【0003】

一般的には、典型的な超音波スキャナについては、ユーザは、最適な画像を得るのに複数の操作を行う必要があり、その操作は時間を要し、オペレータに依拠する。さらに、未熟なユーザは、最適状態に及ばないセッティングにより最適状態に及ばない画像を生成する場合があります、誤診の危険性を増すおそれがある。

【0004】

これらの課題に対処するために、一般的な手順および実行では、臨床応用毎に画像化手順に予めセットされたシステムパラメータを用いることになっている。このケースでは、スキャナは、なんらのユーザ入力なしに、平均的な患者について高い実行性をもたらし得る。しかしながら、この対処法は患者に特有の変化をなんら考慮していない。この変化は実際には、最適画質を得るのに超音波画像化において非常に重要である。

【0005】

従来の技術では、自動画像最適化を提供する複数の試みがなされている。たとえば、Feng外の特許文献1には、画質指標 (image quality metric) を生成するための画質コスト関数の評価を含む、超音波画像化用の自動画像最適化のための方法およびシステムが開示されている。画質指標は、異なる画像同士を比較して画質指標の最大化に至ったか否かを判断するのに用いられる。最大にされた画質指標を生成した信号パラメータは、最適パラメータとして割り当てられる。

【0006】

Klesensiの特許文献2は、超音波画像化システムにおける自動利得補償のための方法およびシステムを開示している。画像化データは、微小ゾーン（たとえば、範囲に応じて選択される領域、および方位角に応じて選択される領域、または両方に応じて選択される領域のような微小ゾーン）に区切られる。少なくとも1つのゾーン画像化値はゾーン毎に測定され、ゾーンは、そのゾーンで画像化されている対象または構造から反射される信号についての画像化値の少なくとも1つの測定に対応する。測定は平均値または標準偏差であってもよい。画像化値は、強度値であってもよい。各ゾーンを検討し、選択された数値範囲にその画像化値があるか否かを判断する。選択されたゾーン強度値に応じて減衰曲線を形成する。減衰曲線から利得補償曲線を決定する。

【0007】

Roundhill外の特許文献3は、走査深さおよび幅寸法の関数としての超音波画像データの動的範囲を変化させる方法およびシステムを開示している。表示される動的範囲および雑音排除レベルは、超音波画像の範囲（深さ）および幅（走査線間）寸法とともに変化する。

【0008】

Ng外の特許文献4は、超音波診断画像における明るさまたはコントラストの変化の自動補償に関する。自動補償は、深さに依存する減衰を補償する名目TGC（「時間利得補償 (Time Gain Compensation)」）曲線に対するオフセットを計算することによって行われる。TGC曲線のオフセットはその後、次の画像に適用される。これとは別に、画像動的範囲を最適化に用いてもよい。特に、ラインフィッティングを用い、弱いつながりまたは低い信号レベルを示す走査線を取り除き、ラインフィッティングは保持されているデータ上で実行される。直線状の傾き線が画像中の各走査線の、深さ依存の減衰特性にフィッティングされ、これらの傾き線は、この画像について結合されて1つの傾き値にされる。

【0009】

特許文献5は、超音波画像化システムの適合型システムパラメータ最適化のための方法およびシステムを開示している。ファジーロジックを、画像化モードのシステムパラメータを最適に調節するのに用いる。ニューラルネットワークは、ファジーロジックとは別に

10

20

30

40

50

所定の機能を発揮してもよいし、あるいはファジーロジックとともに所定の機能を発揮してもよい。ニューラルネットワークは、患者種別、ユーザ選択およびシステム動作状況に基づいて超音波画像生成システムの機能を適合させるように構成されている。ニューラルネットワークは、解剖学的構造的特徴、たとえば主血管の検知、疾患分類、および合成画像を持つ異なる画像様式からの特徴の選択を含む用途で用いる。

【0010】

Jiang外の特許文献6は、超音波画像のグレイスケール最適化に関する。探索デバイスは、超音波画像で非均等に分割されたサブエリアを探索するように構成されている。分析デバイスは、深さの方向に各サブエリアでのグレイレベルの変化を分析するように構成されている。分析に基づいて、最適化されたグレイレベル値を計算する。特に、雑音レベルを分析し、（深さの方向の）グレイレベル変化曲線を分析し、その画像についてPDMを取得する。ここで、PDMは「デジタル時間利得補償モジュール用パラメータ（Parameters for Digital Time Gain Compensation Module）」の略である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0011】

【特許文献1】米国特許第8,235,905号明細書

【特許文献2】米国特許第5,579,768号明細書

【特許文献3】米国特許第5,993,392号明細書

【特許文献4】米国特許第6,743,174号明細書

【特許文献5】米国特許第8,357,094号明細書

【特許文献6】米国特許第8,090,165号明細書

【非特許文献】

【0012】

【非特許文献1】Z.Zheng、H.Zha、K.Chen、G.Sun、「相対的な関連度判別を用いた学習順位づけ機能のための回帰フレームワーク（A regression framework for learning ranking functions using relative relevance judgements）」、ACM SIGIR Conference、アムステルダム、2007年

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

しかしながら、これらの多数の従来の技術の方法およびシステムにもかかわらず、超音波画像化システムのシステムパラメータの自動制御および最適化のための改善された方法およびシステムが依然として必要である。

【0014】

本発明の目的によれば、超音波画像化システムの走査またはシステムパラメータの自動制御および最適化のための改善された方法およびシステムが提供される。

【0015】

本発明の他の目的によれば、MRI（磁気共鳴映像法）、CT（コンピュータ断層撮影）、XR（X線放射）、蛍光透視、PET（陽電子放射断層撮影）、マンモグラフィおよびUS（超音波）を含む走査または画像化システムまたは技術のシステムパラメータの自動制御および最適化のための改善された方法およびシステムが提供される。

【0016】

これらの目的および他の目的は、添付の請求項にしたがって達成される。

【課題を解決するための手段】

【0017】

本発明を考慮する上で、用語「システムパラメータ」は、画像の視覚表現に影響するか、これを制御するパラメータを指す。これらのパラメータは、データ（たとえば周波数およびパルス周波数）の取得の物理的特性に影響してもよく、信号の再構成（たとえば、動的範囲および時間利得補正の調節など）および後処理（画像エンハンスメントの調整など

)の物理的特性に影響してもよい。

【0018】

本発明の一態様によれば、超音波システムを用いる対象の超音波画像化における画質の自動制御のための方法が提供される。方法は、超音波システムの選択されたシステムパラメータセットを用いて対象に、もしくは対象から超音波画像信号を送信／受信するステップであって、超音波システムは、超音波画像の予め定義されたセットの主観熟練意見 (subjective expert opinion) を反映する画像順位尺度 (image ranking measure) に基づく複数の異なるシステムパラメータセットを有する、ステップを備える。さらに、対象からの受信超音波画像を表す電気信号のセットを、各画像が特定のシステムパラメータセットに関連している超音波画像に処理する。各画像について画質指標を決定するために、画像を少なくとも1つの画質特徴 (image quality feature) に関して分析する。最高の画質指標に関連する画像を特定するために、各画像についてそれぞれの画質指標を分析し、対象の超音波画像化のためのシステムパラメータセットとして、最高の画質指標に関連する画像を生成するために用いられたシステムパラメータセットを選択することができる。少なくとも1つの予め決められた品質条件が満たされるか、またはオペレータが手動でプロセスを終了するまで、送信／受信するステップ、処理するステップ、分析するステップおよび選択するステップを繰り返す。

10

【0019】

本発明の別の態様によれば、超音波システムを用いる対象の超音波画像化における画質の自動制御のための制御システムが提供される。超音波システムは、超音波システムの選択されたシステムパラメータセットを用いて対象に超音波信号を送信および受信するためのトランスミッタ／レシーバであって、超音波システムは、超音波画像の予め定義されたセットの少なくとも1つの主観熟練意見を反映する画像順位尺度に基づく複数の異なるシステムパラメータセットを有する、トランスミッタ／レシーバを備える。超音波画像プロセッサは、電気信号のセットを、各画像が特定のシステムパラメータセットに関連している超音波画像に処理するように構成されている。制御システムは、エキスパートユニットであって、各画像について画質指標を決定するために、画像を少なくとも1つの画質特徴に関して分析し、最高の画質指標に関連する画像を特定するために、各画像についてそれぞれの画質指標を分析し、さらに、対象の超音波画像化のためのシステムパラメータセットとして、最高の画質指標に関連する画像を生成するために用いられたシステムパラメータセットを選択してもよく、少なくとも1つの予め決められた品質条件が満たされるか、またはオペレータが手動でプロセスを終了するまで、送信／受信、処理、分析および選択を繰り返すエキスパートユニットを含む。

20

30

【0020】

本発明のさらに別の態様によれば、画像化システムを用いる対象の画像化における画質の自動制御のための方法が提供される。この方法は、画像化システムの選択されたシステムパラメータセットを用いて画像生成信号を生成して対象に提供するステップであって、画像化システムは、画像の予め定義されたセットの主観熟練意見を反映し、対象から信号のセットを受信する画像順位尺度に基づく複数の異なるシステムパラメータセットを有する。用いられる特有の技術に応じて、受信される信号は異なる。たとえば、MRIシステム、XRシステムまたはCTシステムのような、磁場または放射線を用いる画像化技術が用いられる場合、受信される信号は対象内の部分毎に異なる程度で減衰する信号である。受信される信号のセットは、対象の一部を記述する、あるいは示す画像に処理される。各画像は特定のシステムパラメータセットに関連し、各画像について画質指標を決定するために、少なくとも1つの画質特徴に関して画像を分析される。最高の画質指標に関連する画像を特定するために、各画像についてそれぞれの画質指標が分析される。対象の画像化のためのシステムパラメータセットとして、最高の画質指標に関連する画像を生成するために用いられたシステムパラメータセットを選択することができる。少なくとも1つの予め決められた品質条件が満たされるか、またはオペレータが手動でプロセスを終了するまで、送信／受信するステップ、処理するステップ、分析するステップおよび選択するステ

40

50

ップを繰り返す。画像化システムは、MRI（磁気共鳴映像法）システム、CT（コンピュータ断層撮影）システム、XR（X線放射）システム、蛍光透視画像化システム、PET（陽電子放射断層撮影）システム、マンモグラフィ画像化システムまたはUS（超音波）画像化システムの少なくとも1つを備える。

【0021】

本発明のさらなる態様によれば、画像化システムを用いる対象の画像化における画質の自動制御のための制御システムであって、画像化システムの選択されたシステムパラメータセットを用いて画像生成信号を生成して対象内に提供するための信号生成手段を含む制御システムが提供される。画像化システムは、画像の予め定義されたセットの主観熟練意見を反映する画像順位尺度に基づく複数の異なるシステムパラメータセットと、対象から信号のセットを受信するための受信手段と、電気信号のセットを、各画像がシステムパラメータセットに関連している画像に処理するように構成されている画像プロセッサとを有する。制御システムは、エキスパートユニットであって、各画像について画質指標を決定するために、画像を少なくとも1つの画質特徴に関して分析し、最高の画質指標に関連する画像を特定するために、各画像についてそれぞれの画質指標を分析し、対象の画像化のためのシステムパラメータセットとして、最高の画質指標に関連する画像を生成するために用いられたシステムパラメータセットを選択するように構成されている。少なくとも1つの予め決められた品質条件が満たされるか、またはオペレータが手動でプロセスを終了するまで、送信／受信し、処理し、分析し、選択する。

【0022】

画像化システムは、MRI（磁気共鳴映像法）システム、CT（コンピュータ断層撮影）システム、XR（X線放射）システム、蛍光透視画像化システム、PET（陽電子放射断層撮影）システム、マンモグラフィ画像化システムまたはUS（超音波）画像化システムの少なくとも1つを備える。

【0023】

本発明の実施の形態によれば、各画質特徴について値を計算し、少なくとも1つの画質特徴について値に基づいて各画像について画質指標を計算する。画質特徴は主観熟練意見と関連し、画質特徴は、コントラスト、シャープネス、明るさ、および／または、人間視覚システム（HVS）における応答を与える可能性がある単純構造および複雑構造の存在を含んでもよい。このような単純構造および複雑構造の存在が画像特徴（image feature、単数または複数）として用いられる場合、画質は、少なくとも部分的には、いわゆるGOP（ゼネラルオペレータプロセッサ（General Operator Processor））技術を用いて決定することができる。この技術は、たとえば、Knutsson外の欧州特許出願番号第86850180号「個々の画素に分割されている画像の領域における特徴の変化の程度を決定する装置（Apparatus for determining the degree of variation of a feature in a region of an image that is divided into discrete picture elements）」の明細書、Knutsson外の欧州特許出願番号第86850181号「個々の画素に分割されている画像の領域における特徴の整合性の程度を決定する装置（Apparatus for determining the degree of consistency of a feature in a region of an image that is divided into discrete picture elements）」の明細書、およびKnutsson外の欧州特許出願番号第86850182号「個々の画素に分割されている画像の領域における特徴の急激な変化を検出する装置（Apparatus for detecting sudden changes of a feature in a region of an image that is divided into discrete picture elements）」の明細書に記載されている。これらはすべてこの記載によって本明細書に含まれる。

【0024】

本発明の実施の形態によれば、特定の対象の解剖学的構造の画像順位尺度に基づいて少なくとも第1および第2のシステムパラメータセットが選択され、超音波画像生成信号の少なくとも第1および第2のセットが対象に提供される。第1のシステムパラメータセットについて対象から超音波信号のエコーを表す電気信号の第1のセットが受信され、電気信号のセットが、第1のシステムパラメータセットに関連する超音波画像に処理される。

さらに、第2のシステムパラメータセットについて対象から超音波信号のエコーを表す電気信号の第2のセットが受信され、電気信号のセットが、第2のシステムパラメータセットに関連する超音波画像に処理される。各画像について画質指標を決定するために、画像が少なくとも1つの非線形画質特徴に関して分析され、最高の画質指標に関連する画像を特定するために、画像についてそれぞれの画質指標が分析され、超音波画像化のための最高の画質指標に関連する画像を生成するために用いられたシステムパラメータセットが選択される。

【0025】

本発明の実施の形態によれば、主観熟練意見を取得するプロセスは、予め定義されたセット内の画像間の相対比較に基づいて超音波画像の予め定義されたセットの画像に初期画像順位尺度に関連付けるステップを備える。予め定義されたセットまたは学習データは、好ましくは、各々が既知の特定のシステムパラメータセットアップ（たとえば、全利得制御、時間利得制御、周波数および動的範囲）を有する、少なくとも1つの対象タイプからのいくつかの画像とともに、少なくとも1つの解剖学的構造の超音波画像を含む。画像の予め定義されたセット内の各画像に、画像の視覚品質を反映する画像順位尺度が割り当てられる。視覚評価を各画像に割り当ててもよい。さらに、より高い視覚品質を有する画像対中の画像に前の画像順位尺度よりも高い画像順位尺度を割り当て、より低い視覚品質を有するその画像対中の画像に前の画像順位尺度よりも低い画像順位尺度を割り当てる。プロセスを高速化するために、最も低い視覚評価を持つ画像を比較手順から取り除くことができる。ただし、正確な熟練意見を取得するために、視覚評価に基づいて取り除く際に、画像の初期セット内の対象グループ毎の画像の代表的なセットを維持することは重要である。すなわち、たとえば、視覚評価に基づく画像の除外は、好ましくは、注意して、異なる対象グループに関して、行うべきである。

【0026】

比較手順は、たとえば、最大回数の比較が完了するか、すべての画像が互いと比較されるまで、実行することができる。各画像が不確実性値（画像の画像順位尺度ポジションの正確さを反映するもの）にも関連する場合であって、比較に含まれる画像について、予め決められた不確実性値に達したとき、比較手順を止めることができる。その後、システムパラメータセットアップ（単数または複数）を最終の画像順位尺度に基づいて選択することができ、各対象タイプまたはグループは、その最高の画像順位尺度に関連する最適なシステムパラメータセットアップを持つ。

【0027】

本発明の実施の形態によれば、熟練意見と相関する画像特徴を見つけるために、超音波画像の予め定義されたセットの選択された画像（すなわち、熟練意見を取得するのに用いる画像）は、予め決められた画像特徴のセットに関して分析される。学習システムにおいて画像特徴を画像順位尺度とマッチングさせ、その後、画質特徴の相関のレベルがマッチングに基づいて決定される。たとえば、学習システムにおいて、たとえば、非特許文献1によって説明されているGBRankが用いられる。

【0028】

学習システムはエキスパートユニットで実施してもよく、Ranking SVM (Rank SVM)、Rank boost、FRank、RankRLS、SSRank Boost、SortNet、MPBoostおよびGBLendを含む方法のような、本発明で用いられることができる複数の実施可能な学習システムが存在する。Interval RankおよびCRRのような方法も考えられる。さらに、MCRank、Prank、Rank Cosine、Rank GP、PermuRank、SoftRank、BoltzRank、BayesRankおよびNDCG Boostのような方法も考えられる。ただし、これらの例は本発明で用いることができる実施可能な学習システムのすべてを網羅するリストではなく、当然、使用上、考え得る学習方法およびシステムが他にある点に注意すべきである。

【0029】

さらに、学習システムにおける画像順位尺度との画像特徴のマッチングでは、画像特徴には画像順位尺度との相関にしたがって重みが与えられ、高い画像順位尺度により画像特徴の高い重みがもたらされる。

【0030】

本発明は好ましくは、対象または対象の部分の2次元画像化、3次元画像化および4次元画像化（すなわち、時間とともに変化する3次元画像）に用いられる。

【0031】

本発明に係るデバイスのさらに有効な実施の形態と本発明に対するさらなる利点とは、従属請求項および実施の形態の詳細な説明から明らかになる。

【0032】

本発明は、実施の形態としてより詳細に、以下の添付の図面を参照して、例示目的でここに記載される。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】本発明を実施することができる一般的な超音波画像化システムの概略図である。

【図2】本発明を含ませた超音波画像化システムの実施の形態の概略図である。

【図3】本発明の実施の形態に係る、超音波画像化用のシステムパラメータの制御および／または最適化のための方法のステップを示すフローチャートである。

【図4】本発明の実施の形態に係る、超音波画像の熟練者または臨床医の主観熟練意見を定量化する方法のステップを示すフローチャートである。

【図5】本発明の実施の形態に係る、超音波画像の熟練者または臨床医の主観熟練意見と相関する画質特徴を特定する方法のステップを示すフローチャートである。

【図6】本発明を組み入れた画像化システムの実施の形態の概略図である。

【図7】本発明の実施の形態に係る、画像化システム用のシステムパラメータの制御および／または最適化のための方法のステップを示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0034】

図面では、類似または対応する要素は、同じ参照番号によって示されている。

【0035】

最初に図1を参照して、本発明を実施することができる概略的な超音波画像化システムを説明する。超音波システム10は、プローブ11を備え、プローブ11は、たとえば、トランスデューサ要素のセットを有する超音波トランスデューサアレイを含み、トランスデューサ要素のセットは、たとえば、皮膚面の後ろにあるか、人体内などの体腔内にある走査面13内に典型的に導かれる超音波音響信号12を発生する。2D走査面13が記載されているが、走査面13は3D走査領域も備えてもよい。

【0036】

音響信号12は走査面13内の対象または構造14で反射し、プローブ11（またはトランスデューサ要素）に戻る。プローブ11のトランスデューサ要素は、反射超音波音響信号12に対応する電気信号15のセットに変換し、それらの信号15を超音波画像プロセッサ16に送信する。超音波画像プロセッサ16は電気信号15に応じて表示信号17を生成し、表示信号17はオペレータへの表示のために表示デバイス18（たとえばモニタ）に送信される。

【0037】

図2を参照して、本発明の様々な特徴を含ませた超音波画像化システム20の実施の形態を説明する。本発明に係る超音波画像化システム20は、独立に駆動されるトランスデューサ要素を含むトランスデューサアレイ22を含み、トランスデューサ要素の各々は、トランスミッタにより発生させられるパルス波形によってエネルギーが与えられるとき、超音波エネルギーのバーストを生成する。従来、音波トランスデューサは圧電セラミックで形成されていた。しかしながら、シリコントランスデューサまたは静電容量型微細加工超音波トランスデューサ（capacitive micromachined ultrasonic transducer、CMUT）も

10

20

30

40

50

圧電トランスデューサに代わるものとして考えることができる。

【0038】

トランスデューサアレイ22は手持ちプローブで構成してもよい。検査中の対象からトランスデューサアレイ22に反射して戻る超音波エネルギーは、各受信トランスデューサ要素によって電気信号に変換され、個別にトランスミッタ／レシーバ(T／R)23に印加される。トランスミッタ／レシーバ23は、たとえば、パルサ、開口および電圧コントローラなどを含む送信部を備える。さらに、トランスミッタ／レシーバ23は、アンプ、フィルタ、復調器、アナログデジタル変換ユニット、画像再構成(アレイ収束)モジュールなどを含む受信部を備える。

【0039】

トランスミッタ／レシーバ23は、ユーザ入力システム25を通じて入力されるユーザ入力に由来するコマンドに応じて動作コントローラユニット24の制御下で操作される。動作制御ユニット24は通常、直接的にまたは間接的にシステムのすべてのユニットと通信してこれらのユニットの作動を同期させる。ユーザ入力システムは、たとえば、コンソール、キーボード、ハードキーおよびソフトキー、タッチスクリーン、フットペダルならびに音声制御部を含むユーザ制御機構およびユニットを提供する。超音波画像プロセッサ26は、トランスミッタ／レシーバ23からの信号を処理し、LCDまたはCRTモニタのような表示ユニット27に出力を送る。超音波画像プロセッサ26は、異なるモードの検知器、フィルタ、走査コンバータなどを含む。システムは、メモリデバイス／バッファ、ハードディスク、マイクロディスクなどを含むデータ記憶ユニット(図示せず)をさらに備えてもよい。システムは、たとえば、外部記憶デバイスもしくは表示デバイス(たとえば、プリンタ、VCR、DVD、MOD、ワークステーション、インターネットを含む)に対するインタフェースを提供する外部通信ユニット(図示せず)、および／またはECGのような生理的信号を取得する装置をさらに含んでもよい。本発明に係る制御システム29は、バス、信号／データ線などを介してシステム20の様々な構成要素と通信するエキスパートユニット28を備えてもよい。

【0040】

エキスパートユニット28は、特に、超音波画像の主観熟練意見(subjective expert opinion)に基づいてシステムパラメータ最適化機能を発揮するように構成されており、エキスパートユニットは以下に、より詳細に記載される。特に、超音波画像プロセッサ26からの画像データに基づいて、エキスパートユニット28は、トランスミッタ／レシーバ23および／または超音波画像プロセッサ26におけるパラメータを自動的に調節するように構成されている。超音波画像化システム20のシステムパラメータの制御を自動化することによって、超音波画像化システム20の効率、再現性および操作性は、手動システムと比較して、大幅に改善かつ向上させることができる。従来の技術の手動システムでは、臨床医は、診断されている解剖学的構造のタイプ、および起こる減衰のタイプに対して手動でシステムまたはシステムパラメータを設定することになる(デフォルト値に基づいてなされるか、パラメータのデフォルト値を用いる)。新しい対象または、解剖学的構造が観察されるか、画像の異なる深さが選択される毎に、たとえば時間利得補償のようなシステムパラメータを変更してさらなる診断画像を生成するか、改善された診断画像を生成することが望ましい。

【0041】

ここで図3を参照して、本発明に係る超音波画像化システムのシステムパラメータの最適化および／または制御のための方法を記述する。システムパラメータとは、画像の視覚表現に影響するか、これを制御するパラメータを指す。これらのパラメータは、データ(超音波システムにおけるたとえば周波数およびパルス周波数)の取得の物理的特性に影響してもよく、信号の再構成(たとえば、超音波システムにおける動的範囲および時間利得補正の調節など)および後処理(画像エンハンスメントの調整など)の物理的特性に影響してもよい。画質を最適化するのにこれらのパラメータの1つまたはいくつかを用いることができる。これにより、本発明に係る方法およびシステムを、MRI(磁気共鳴映像法

10

20

30

40

50

）、C T（コンピュータ断層撮影）、X R（X線放射）、蛍光透視、P E T（陽電子放射断層撮影）、マンモグラフィおよびU S（超音波）を含む画像化システムまたは技術のような1つまたはいくつかの画像化モードに用いることができる。したがって、本発明の以下の例が超音波画像化システムで実施されても、本発明は超音波システムに限定されるものとはみなさない。本発明は、データの取得、画像再構成プロセスおよび／または後処理プロセスの物理的特性に影響する異なるシステムパラメータ値を用いて、画像生成チェーン中の1つまたはいくつかのステップに基づいて異なる結果画像を生成することができる画像化システムで実施することができる。図6および図7を参照して、本発明は、一般的な画像化システムに関して記載されている。

【0042】

図3は、本発明に係る方法の実施の形態のフローチャートを概略的に示す。ステップ40では、検査中の解剖学的構造に対するシステムプロトコルを選択する。システムプロトコルは、たとえば、複数の異なるシステムパラメータセットを含む、心臓の画像化のプロトコルであってもよい。この選択は、自動的であってもよく、あるいは臨床医またはオペレータによってなされる手動選択であってもよい。ステップ41では、超音波画像の主観熟練意見を反映する、またはユーザによって手動でセットされる画像順位尺度（image ranking measure）に基づいて検査中の特定の解剖学的構造に対して少なくとも1つのシステムパラメータセットを選択する。これは以下に、より詳細に記載される。開始または初期システムパラメータセットのこの選択は、エキスパートユニット28によって行ってもよい。その後、ステップ42では、選択されたシステムパラメータセットを用いてトランスデューサアレイ22から検査される対象に超音波画像生成信号を送信する。ステップ43では、反射した超音波信号を受信して収集し、この超音波信号を、対象中の臓器または構造からの超音波信号のエコーを表す電気信号に変換する。ステップ44で、電気信号のセットを超音波画像プロセッサ26で処理して、各画像が特定のシステムパラメータセットに関連する超音波画像にする。その後、ステップ45では、画像を少なくとも1つの画質特徴（image quality feature）に関してエキスパートユニット28で分析して画像毎に画質指標（image quality metric）を決定する。ステップ46では、各画像のそれぞれの画質指標を互いに分析して、最良の画質指標、たとえば最高の画質指標に関連する画像を特定し、その後、最良の画質指標に関連する画像を生成するのに用いたシステムパラメータセットを、対象のさらなる超音波画像化に対するシステムパラメータセットとして選択する。この画像を表示ユニット27に表示してもよい。ステップ47では、画質指標が少なくとも1つの予め決められた品質条件を満たすか否かがエキスパートユニット28により判断される。たとえば、予め決められた品質条件は、画質指標の改善が予め決められた閾値未満であるということであってもよい。

【0043】

条件が満たされる場合、ステップ48で、手順を終了し、特定されたシステムパラメータセットが最良または所望のものであると判断し、対象の超音波画像化に用いてもよい。条件が満たされない場合、手順はステップ49に進み、新しいシステムパラメータセットを生成するか、前のシステムパラメータを調節する。あるいは、生成したシステムパラメータセットを新しいシステムパラメータセットまたは調節されたシステムパラメータセットと比較することができる。このようにして、手順はステップ42に戻る。オペレータまたは臨床医は、必要な場合、たとえば、画像が十分な品質を持つと判断される場合、手動で手順を終了してもよい。

【0044】

図4を参照して、超音波画像の熟練者または臨床医の主観熟練意見を定量化する方法。超音波画像の熟練者または臨床医の主観熟練意見を定量化する手順は、既知のシステムパラメータセット、たとえば、全利得制御（G）、時間利得制御（TGC）、周波数（F）および動的範囲（DR）についての既知の値を用いて得られる、異なるタイプの対象に由来する少なくとも1つの解剖学的構造の超音波画像の予め決められたセットに基づく。最初に、ステップ50で、画像の対間のマッチングまたは比較を行う。好ましくは、熟練者

が各対で最良の画像を選択するのを可能にするように、すべての画像をたとえば逐次的に比較する。各画像は、他の画像に対する画像の品質を示す画像順位尺度に関連付けられる。さらに、各画像は、画像の順位の正確さを示す不確実性値にも関連付けられてもよい。不確実性値は、たとえば、なされた比較の回数に依存してもよい。各比較では、主観品質の点での最良の画像（すなわち勝利画像）を決定し、勝利画像は、緩み画像、すなわち、低い主観品質を持つと判断される画像よりも高い画像順位尺度に関連付けられる。各画像は、順位づけプロセスを高速化するために、相対的な品質尺度に関連付けられてもよい。たとえば、各画像は、以下にしたがう視覚品質に基づいて相対的な品質尺度に関連付けられてもよい。

視覚評価：レベル 1 = 高

視覚評価：レベル 2 = 中

視覚評価：レベル 3 = 低

手順を高速化するために、たとえば、レベル 3 の視覚評価を持つ画像を除外することによって、画像の数を減らすことができる。その後、ステップ 51 で、画質尺度を調節する。たとえば、レベル 1 の視覚評価を持つ画像に、レベル 2 の視覚評価を持つ画像よりも高い画質尺度を与える。ステップ 52 では、画像の選択された対間の 2 回目の比較手順を行う。たとえば、画像を、これら画像のそれぞれの不確実性値に基づいて選択する。各比較では、主観品質の点で最良の画像（すなわち勝利画像）を決定し、勝利画像は、大きい画像順位尺度に関連付けられ、緩み画像、すなわち、低い主観品質を持つと判断される画像に、小さい画質尺度を与える。ステップ 53 では、予め決められた順位条件が満たされたか否かをチェックする。たとえば、当該順位条件は、予め決められた最小の不確実性値に達しているかつ／または最大回数の比較が実行されているか否か、および／または、すべての画像が互いと比較されているか否かを含んでもよい。条件が満たされない場合、手順はステップ 52 に戻る。他方、条件が満たされる場合、手順はステップ 54 に進み、画質尺度リストを形成する。画質尺度リストでは、画像は、画質尺度にしたがって順位づけされ、最高の尺度は最良の画像を示し、低い尺度は低い品質度を持つ画像を示す。この画質尺度リストは、エキスパートユニット 28 を学習させて少なくとも 1 人の熟練者の意見を反映させるのに用いられる。対象のタイプ毎に、最良である（すなわち、最高の画質尺度を持つ画像を生成する）と判別されるシステムパラメータセットが、超音波画像化において開始または初期セットアップとして用いられる。すなわち、この最良のまたは最適システムパラメータセットが、図 3 を参照して上述されている制御および／または最適化手順の開始または初期セットアップとして用いられる。

【0045】

図 5 を参照して、少なくとも 1 人の超音波画像の熟練者または臨床医の主観熟練意見と相関する画質特徴 (image quality feature) を特定する方法。超音波画像の熟練者または臨床医の主観熟練意見を定量化する手順で用いられる画像の対応するセットを、用いられ得る画質特徴のライブラリ中の画質特徴を特定するのに用いる。ステップ 60 では、用いられ得る画質特徴に関して画像を分析する。ステップ 61 で、画質特徴値と画像順位尺度との間のマッチングが、学習システム、たとえば、非特許文献 1 によって説明されている GBRank を用いる学習システムで行われる。

【0046】

学習システムは、エキスパートユニット 28 で実施してもよい。上記で説明されているように、Ranking SVM (Rank SVM), GBLEND、Interval Rank、CRR、MCRank、Pranking、RankGP または NDCG Boost のような、本発明で用いることができる複数の実施可能な学習システムがある。ただし、これらの例が本発明で用いることができる実施可能な学習システムのすべてを網羅するリストではなく、当然、使用上、考え得る学習方法およびシステムが他にある点に注意すべきである。

【0047】

ステップ 62 で、最も相関しない画質特徴を捨象し、ステップ 63 で、超音波の熟練者

10

20

30

40

50

の主観熟練意見に相関すると判断される画質特徴のセットを、超音波画像制御または最適化で用いるために選択する。

【0048】

図6を参照して、本発明の様々な特徴を含ませた画像化システム70の実施の形態を説明する。本発明に係る画像化システム70は、信号生成ユニット71、たとえば、MRI、CTまたはXRシステムで磁場または放射線を発生させるユニットを含む。さらに、受信ユニット72、たとえば放射線検出ユニットは、対象から信号、たとえば減衰したX線を受け取るように適合されている。

【0049】

信号生成ユニット71および受信ユニット72は、ユーザ入力システム75を通じて入力されるユーザ入力に由来するコマンドに応じて動作コントローラユニット74の制御下で操作される。動作制御ユニット74は通常、直接的にまたは間接的にシステムのすべてのユニットと通信してこれらのユニットの作動を同期させる。ユーザ入力システムは、たとえば、コンソール、キーボード、ハードキーおよびソフトキー、タッチスクリーン、フットペダルならびに音声制御部を含むユーザ制御機構およびユニットを提供する。画像プロセッサ76が、受信ユニット72からの信号を処理し、LCDまたはCRTモニタのような表示ユニット77に出力を送る。

【0050】

画像プロセッサ76は、異なるモードの入力部、フィルタ、走査コンバータなどを含む。システムは、メモリデバイス／バッファハードディスク、マイクロディスクなどを含むデータ記憶ユニット（図示せず）をさらに備えてもよい。システムは、たとえば、外部記憶デバイスもしくは表示デバイス（たとえば、プリンタ、VCR、DVD、MOD、ワークステーション、インターネットを含む）に対するインタフェースを提供する外部通信ユニット（図示せず）、および／またはECGのような生理的信号を取得する装置をさらに含んでもよい。本発明に係る制御システム79は、バス、信号／データ線などを介してシステム70の様々な構成要素と通信するエキスパートユニット78を備えてもよい。

【0051】

エキスパートユニット78は、特に、画像（たとえばXR画像）の主観熟練意見に基づいてシステムパラメータ最適化機能を発揮するように構成されており、エキスパートユニットは以下に、より詳細に記載される。特に、画像プロセッサ76からの画像データに基づいて、エキスパートユニット78は、信号生成ユニット71および／または受信ユニット72および／または画像プロセッサ76用のパラメータを自動的に調節するように構成されている。本発明に係る画像化システム70のシステムパラメータの制御を自動化することによって、超音波画像化システム70の効率、再現性および操作性は、臨床医が、診断されている解剖学的構造のタイプ、および起こる減衰のタイプに対して手動で走査またはシステムパラメータを設定することになる（デフォルト値に基づいてなされるか、パラメータのデフォルト値を用いる）手動システムと比較すると、大幅に改善かつ向上させることができる。

【0052】

ここで図7を参照して、本発明に係る画像化システムのシステムパラメータの最適化および／または制御のための方法を記載する。上記で説明されているように、システムパラメータとは、画像の視覚表現に影響するか、これを制御するパラメータ、ならびにデータ（照射量、kVpおよびビーム品質など）の取得の物理的特性に影響し得て、信号の再構成および後処理（画像エンハンスメントなど）の物理的特性にも影響し得るパラメータを指す。画質を最適化するのにこれらのパラメータの1つまたはいくつかを用いることができる。これにより、本発明に係る方法およびシステムを、MRI（磁気共鳴映像法）、CT（コンピュータ断層撮影）、XR（X線放射）、蛍光透視、PET（陽電子放射断層撮影）、マンモグラフィおよびUS（超音波）を含む画像化システムまたは技術のような1つまたはいくつかの画像化様式に用いることができる。

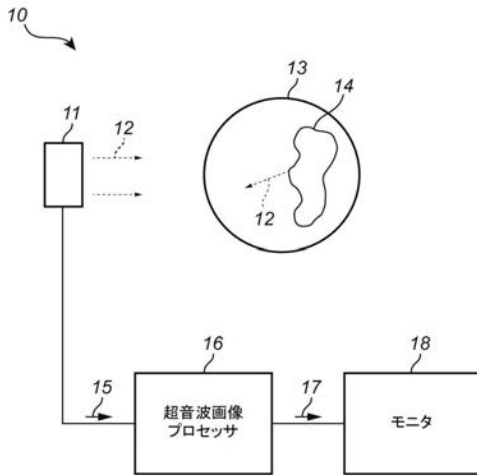
【0053】

図 7 は、本発明に係る方法のさらなる実施の形態のフローチャートを概略的に示す。ステップ 80 では、検査中の解剖学的構造に対する画像化プロトコルを選択する。画像化プロトコルは、たとえば、複数の異なる予めセットされたシステムパラメータセットを含む、心臓の画像化のプロトコルであってもよい。この選択は、自動的であってもよく、あるいは臨床医またはオペレータによってなされる手動選択であってもよい。ステップ 81 では、画像の主観選択を反映する画像順位尺度に基づいて検査中の特定の解剖学的構造に対して少なくとも 1 つのシステムパラメータセットを選択する。これは以下に、より詳細に記載される。開始または初期システムパラメータセットのこの選択は、エキスパートユニット 78 によって行ってもよい。その後、ステップ 82 では、画像生成信号が生成され、選択されたシステムパラメータセットを用いて検査される対象にもたらされる。ステップ 83 では、対象から信号を受信して収集し、受信した信号を、対象中の臓器または構造を表す電気信号に変換する。ステップ 84 で、電気信号のセットを画像プロセッサ 76 で処理して、各画像がシステムパラメータセットに関連する画像にする。その後、ステップ 85 では、画像を少なくとも 1 つの画質特徴に関してエキスパートユニット 78 で分析して画像毎に画質指標を決定する。ステップ 86 では、各画像のそれぞれの画質指標を互いに分析して、最良の画質指標、たとえば最高の画質指標に関連する画像を特定し、その後、最良の画質指標に関連する画像を生成するのに用いたシステムパラメータセットを、対象のさらなる画像化に対するシステムパラメータセットとして選択する。この画像を表示ユニット 77 に表示してもよい。ステップ 87 では、画質指標が予め決められた品質条件を満たすか否かがエキスパートユニット 78 により判断される。条件が満たされる場合、手順を終了し、特定されたシステムパラメータセットが最適であると判断し、ステップ 88 で対象の画像化に用いてもよい。条件が満たされない場合、手順は、新しいシステムパラメータセットを生成するステップ 89 に進み、前のシステムパラメータが調節される。あるいは、それぞれの結果画像について非線形品質指標を比較するという点において、生成したシステムパラメータセットを新しいシステムパラメータセットまたは調節されたシステムパラメータセットと比較することができる。このようにして、手順はステップ 82 に戻る。オペレータまたは臨床医は、必要な場合、たとえば、画像が十分な品質を持つと判断される場合、手動で手順をさらに調節、変更または終了してもよい。

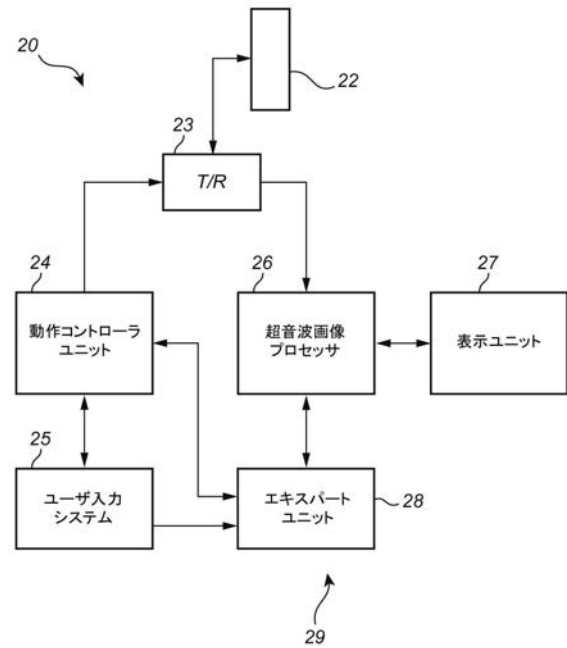
【0054】

本発明は、例示されている実施の形態に限定されずとはみなされず、添付の請求項の範囲を逸脱しない範囲で当業者によって様々に修正および変更することができる。

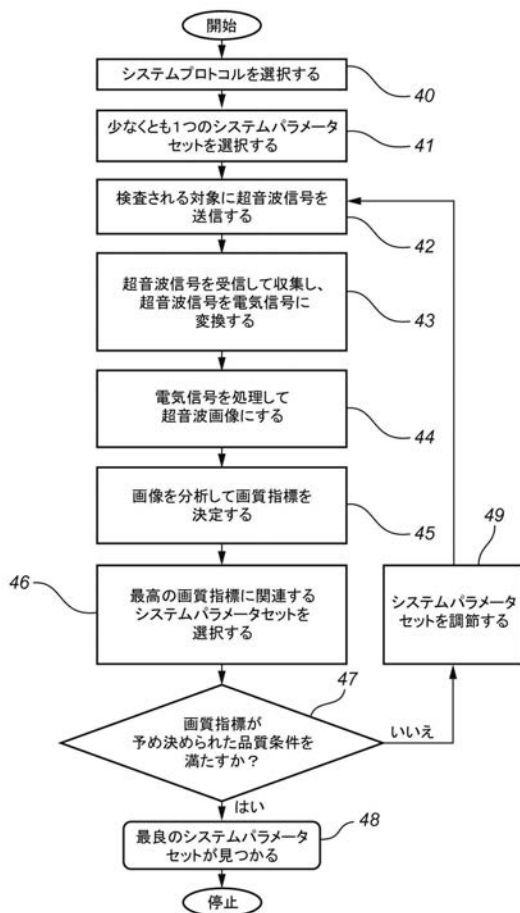
【図 1】



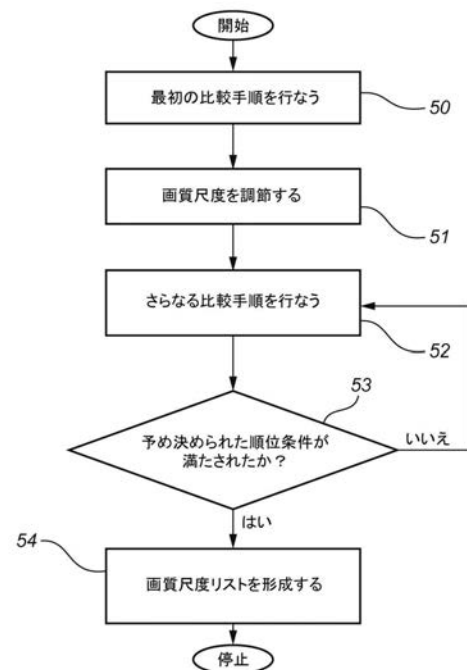
【図 2】



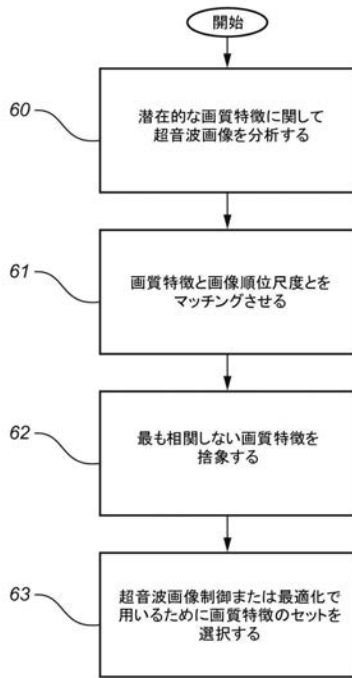
【図 3】



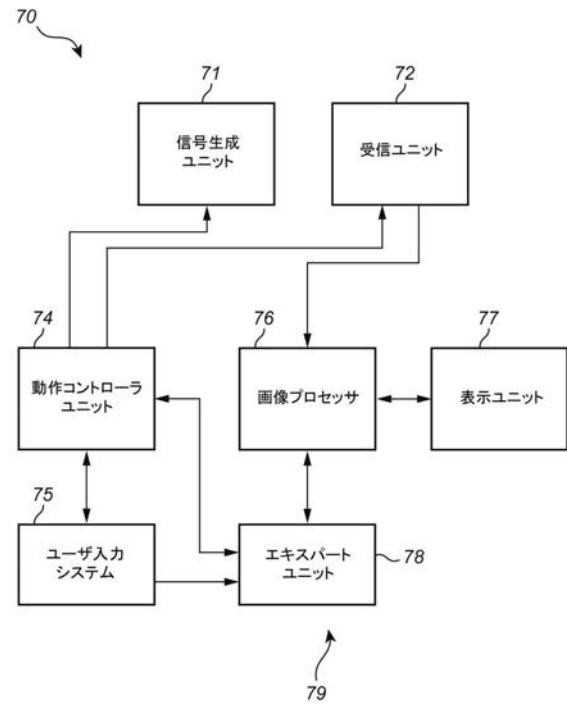
【図 4】



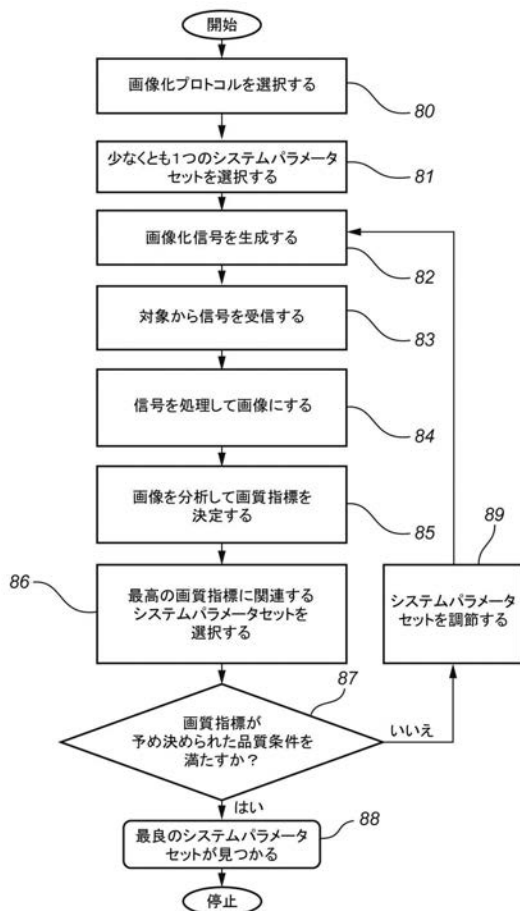
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【手続補正書】

【提出日】平成29年5月31日(2017.5.31)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、概して画像化システム、およびこのようなシステムのための方法に関する。特に、本発明は、画像化システムにおける自動画像最適化のための方法およびシステムに関する。本発明のいくつかの態様は、超音波画像化システムにおける自動画像最適化のための方法およびシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

超音波を使用して医療モニタリングおよび診断用の画像を生成することは、その非イオン化性と、様々な軟組織の特性の固有の差から画像を生成するその能力との結果として、広範囲に広く拡大している。典型的かつ一般的な用途には、心臓、腹部および胎児の検査およびモニタリングが含まれる。ほとんどの領域では、診断は、現在、一般的には、検査中の構造のサイズ、位置、輪郭および動きならびにその相対的な透過および反射特性に基づく。

【0003】

一般的には、典型的な超音波スキャナについては、ユーザは、最適な画像を得るのに複数の操作を行う必要があり、その操作は時間を要し、オペレータに依拠する。さらに、未熟なユーザは、最適状態に及ばないセッティングにより最適状態に及ばない画像を生成する場合があります、誤診の危険性を増すおそれがある。

【0004】

これらの課題に対処するために、一般的な手順および実行では、臨床応用毎に画像化手順に予めセットされたシステムパラメータを用いることになっている。このケースでは、スキャナは、なんらのユーザ入力なしに、平均的な患者について高い実行性をもたらし得る。しかしながら、この対処法は患者に特有の変化をなんら考慮していない。この変化は実際には、最適画質を得るのに超音波画像化において非常に重要である。

【0005】

従来技術では、自動画像最適化を提供する複数の試みがなされている。たとえば、Feng 外の特許文献 1 には、画質指標 (image quality metric) を生成するための画質コスト関数の評価を含む、超音波画像化用の自動画像最適化のための方法およびシステムが開示されている。画質指標は、異なる画像同士を比較して画質指標の最大化に至ったか否かを判断するのに用いられる。最大にされた画質指標を生成した信号パラメータは、最適パラメータとして割り当てられる。

【0006】

Klesensi の特許文献 2 は、超音波画像化システムにおける自動利得補償のための方法およびシステムを開示している。画像化データは、微小ゾーン（たとえば、範囲に応じて選択される領域、および方位角に応じて選択される領域、または両方に応じて選択される領域のような微小ゾーン）に区切られる。少なくとも 1 つのゾーン画像化値はゾーン毎に測定され、ゾーンは、そのゾーンで画像化されている対象または構造から反射される信号についての画像化値の少なくとも 1 つの測定に対応する。測定は平均値または標準偏差であってもよい。画像化値は、強度値であってもよい。各ゾーンを検討し、選択された数値範囲にその画像化値があるか否かを判断する。選択されたゾーン強度値に応じて減衰曲線を形成する。減衰曲線から利得補償曲線を決定する。

【0007】

Roundhill外の特許文献3は、走査深さおよび幅寸法の関数としての超音波画像データの動的範囲を変化させる方法およびシステムを開示している。表示される動的範囲および雑音排除レベルは、超音波画像の範囲（深さ）および幅（走査線間）寸法とともに変化する。

【0008】

Ng外の特許文献4は、超音波診断画像における明るさまたはコントラストの変化の自動補償に関する。自動補償は、深さに依存する減衰を補償する名目TGC（「時間利得補償（Time Gain Compensation）」）曲線に対するオフセットを計算することによって行われる。TGC曲線のオフセットはその後、次の画像に適用される。これとは別に、画像動的範囲を最適化に用いてもよい。特に、ラインフィッティングを用い、弱いつながりまたは低い信号レベルを示す走査線を取り除き、ラインフィッティングは保持されているデータ上で実行される。直線状の傾き線が画像中の各走査線の、深さ依存の減衰特性にフィッティングされ、これらの傾き線は、この画像について結合されて1つの傾き値にされる。

【0009】

特許文献5は、超音波画像化システムの適合型システムパラメータ最適化のための方法およびシステムを開示している。ファジーロジックを、画像化モードのシステムパラメータを最適に調節するのに用いる。ニューラルネットワークは、ファジーロジックとは別に所定の機能を発揮してもよいし、あるいはファジーロジックとともに所定の機能を発揮してもよい。ニューラルネットワークは、患者種別、ユーザ選択およびシステム動作状況に基づいて超音波画像生成システムの機能を適合させるように構成されている。ニューラルネットワークは、解剖学的構造的特徴、たとえば主血管の検知、疾患分類、および合成画像を持つ異なる画像様式からの特徴の選択を含む用途で用いる。

【0010】

Jiang外の特許文献6は、超音波画像のグレイスケール最適化に関する。探索デバイスは、超音波画像で非均等に分割されたサブエリアを探索するように構成されている。分析デバイスは、深さの方向に各サブエリアでのグレイレベルの変化を分析するように構成されている。分析に基づいて、最適化されたグレイレベル値を計算する。特に、雑音レベルを分析し、（深さの方向の）グレイレベル変化曲線を分析し、その画像についてPDMを取得する。ここで、PDMは「デジタル時間利得補償モジュール用パラメータ（Parameters for Digital Time Gain Compensation Module）」の略である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0011】

【特許文献1】米国特許第8, 235, 905号明細書

【特許文献2】米国特許第5, 579, 768号明細書

【特許文献3】米国特許第5, 993, 392号明細書

【特許文献4】米国特許第6, 743, 174号明細書

【特許文献5】米国特許第8, 357, 094号明細書

【特許文献6】米国特許第8, 090, 165号明細書

【非特許文献】

【0012】

【非特許文献1】Z.Zheng、H.Zha、K.Chen、G.Sun、「相対的な関連度判別を用いた学習順位づけ機能のための回帰フレームワーク（A regression framework for learning ranking functions using relative relevance judgements）」、ACM SIGIR Conference、アムステルダム、2007年

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

しかしながら、これらの多数の従来の技術の方法およびシステムにもかかわらず、超音

波画像化システムのシステムパラメータの自動制御および最適化のための改善された方法およびシステムが依然として必要である。

【0014】

本発明の目的によれば、超音波画像化システムの走査またはシステムパラメータの自動制御および最適化のための改善された方法およびシステムが提供される。

【0015】

本発明の他の目的によれば、MRI（磁気共鳴映像法）、CT（コンピュータ断層撮影）、XR（X線放射）、蛍光透視、PET（陽電子放射断層撮影）、マンモグラフィおよびUS（超音波）を含む走査または画像化システムまたは技術のシステムパラメータの自動制御および最適化のための改善された方法およびシステムが提供される。

【0016】

これらの目的および他の目的は、添付の請求項にしたがって達成される。

【課題を解決するための手段】

【0017】

本発明を考慮する上で、用語「システムパラメータ」は、画像の視覚表現に影響するか、これを制御するパラメータを指す。これらのパラメータは、データ（たとえば周波数およびパルス周波数）の取得の物理的特性に影響してもよく、信号の再構成（たとえば、動的範囲および時間利得補正の調節など）および後処理（画像エンハンスメントの調整など）の物理的特性に影響してもよい。

【0018】

本発明の一態様によれば、超音波システムを用いる少なくとも1つの対象の超音波画像化における、画質の自動制御のための制御システムであって、その超音波システムは、少なくとも1つの主観熟練意見にしたがって選択された超音波システムのシステムパラメータのセットを用いて、超音波画像信号を、少なくとも1つの対象に送信し、少なくとも1つの対象から受信するように構成されているトランスミッタ／レシーバと、受信された信号を、主観熟練意見を反映する多くの超音波画像に処理するように構成されている超音波画像プロセッサと、を含む超音波システムであり、制御システムは、システムパラメータの異なるセットに基づいた、学習のための画像の変化のセットを生成するように構成されている学習データ生成器と、ニューラルネットワークであって、主観熟練意見を反映する超音波画像と、学習のための画像の変化とを表すデータを処理し、学習のための画像の変化のそれぞれのセットについて、主観熟練意見を反映する超音波画像の画像特徴に関連する画像特徴を自動で特定し、自動で特定された画像特徴を含む学習させられたネットワークであって、所望の主観熟練画像選好を反映するシステムパラメータを取得するようにシステムパラメータを変更する仕方を予測する修正を、システムパラメータに施すために、その自動で特定された画像特徴を用いるように構成されている、学習させられたネットワークを生成するように構成されているニューラルネットワークと、を含む、制御システムが提供される。

【0019】

本発明の実施の形態によれば、エキスパートユニットが、システムパラメータの予測された修正に基づいて超音波システムの現在のシステムパラメータを変更し、変更されたシステムパラメータを新しい画像の生成のために用いるように、学習させられたネットワークを使用するように構成されている。

【0020】

本発明の実施の形態によれば、ニューラルネットワークは、重畳型ニューラルネットワークまたは回帰型ニューラルネットワークである。

【0021】

本発明の実施の形態によれば、学習データ生成器は、予め定められたアルゴリズムにしたがってシステムパラメータのセットを生成するように構成されている。

【0022】

本発明の実施の形態によれば、学習データ生成器は、システムパラメータのセットを生

成するために、少なくとも1つの主観熟練意見にしたがって選択されたシステムパラメータのまわりにシステムパラメータ値を無作為に標本抽出するアルゴリズムを用いるように構成されている。

本発明の実施の形態によれば、画像を表すデータは、データが空間のおよび／または時間のデータを含む、1次元のデータ、2次元のデータ、3次元のデータ、または、4次元のデータである。

本発明の実施の形態によれば、画像を表すデータは、強度に基づくデータである。

本発明の実施の形態によれば、システムパラメータは、画像強調フィルタリング、コンパウンディング、音速、周波数、線密度、高調波画像化モード、および／または残像 (persistence) を含む。

本発明の実施の形態によれば、システムパラメータは、利得、時間利得補償、動的範囲、および／または水平利得調整を含む。

【0023】

本発明のさらなる態様によれば、画像化システムを用いる少なくとも1つの対象の画像化における、画質の自動制御のための制御システムであって、その画像化システムは、少なくとも1つの主観熟練意見にしたがって選択された画像化システムの選択されたシステムパラメータの第1のセットを用いて、画像生成信号を、生成し、少なくとも1つの対象に送信するように構成されている信号生成器と、少なくとも1つの主観熟練意見にしたがって選択されたシステムパラメータの第2のセットを用いて、少なくとも1つの対象から画像信号のセットを受信するように構成されている信号受信器と、受信された信号を、主観熟練意見を反映する多くの画像に処理するように構成されている画像プロセッサと、を含む画像化システムであり、この制御システムは、システムパラメータの異なるセットに基づいた、学習のための画像の変化のセットを生成するように構成されている学習データ生成器と、ニューラルネットワークであって、主観熟練意見を反映する画像と、学習のための画像の変化とを表すデータを処理し、学習のための画像の変化のそれぞれのセットについて、主観熟練意見を反映する画像の画像特徴に関連する画像特徴を自動で特定し、自動で特定された画像特徴を含む学習させられたネットワークであって、所望の主観熟練画像選好を反映するシステムパラメータを取得するようにシステムパラメータを変更する仕方を予測する修正を、システムパラメータに施すために、自動で特定された画像特徴を用いるように構成されている、学習させられたネットワークを生成するように構成されているニューラルネットワークと、を含む、制御システムが提供される。

【0024】

本発明の実施の形態によれば、エキスパートユニットが、システムパラメータの予測された修正に基づいて画像化システムの現在のシステムパラメータを変更し、変更されたシステムパラメータを新しい画像の生成のために用いるように、学習させられたネットワークを使用するように構成されている。

本発明の実施の形態によれば、ニューラルネットワークは、重畳型ニューラルネットワークまたは回帰型ニューラルネットワークである。

本発明の実施の形態によれば、学習データ生成器は、予め定められたアルゴリズムにしたがってシステムパラメータのセットを生成するように構成されている。

【0025】

本発明の実施の形態によれば、学習データ生成器は、システムパラメータのセットを生成するために、少なくとも1つの主観熟練意見にしたがって選択されたシステムパラメータのまわりにシステムパラメータ値を無作為に標本抽出するアルゴリズムを用いるように構成されている。

本発明の実施の形態によれば、画像を表すデータは、データが空間のおよび／または時間のデータを含む、1次元のデータ、2次元のデータ、3次元のデータ、または、4次元のデータである。

本発明による制御システムの実施の形態においては、画像化システムは、超音波システム、MRI（磁気共鳴映像法）システム、CT（コンピュータ断層撮影）システム、XR

(X線放射) システム、蛍光透視システム、PET (陽電子放射断層撮影) システム、マンモグラフィ画像化システムの少なくとも1つからなる。

【0026】

本発明の実施の形態によれば、各画質特徴について値を計算し、少なくとも1つの画質特徴について値に基づいて各画像について画質指標を計算する。画質特徴は主観熟練意見と関連し、画質特徴は、コントラスト、シャープネス、明るさ、および／または、人間視覚システム(HVS)における応答を与える可能性がある単純構造および複雑構造の存在を含んでもよい。このような単純構造および複雑構造の存在が画像特徴(image feature、単数または複数)として用いられる場合、画質は、少なくとも部分的には、いわゆるGOP(ゼネラルオペレータプロセッサ(General Operator Processor))技術を用いて決定することができる。この技術は、たとえば、Knutsson外の欧州特許出願番号第86850180号「個々の画素に分割されている画像の領域における特徴の変化の程度を決定する装置(Apparatus for determining the degree of variation of a feature in a region of an image that is divided into discrete picture elements)」の明細書、Knutsson外の欧州特許出願番号第86850181号「個々の画素に分割されている画像の領域における特徴の整合性の程度を決定する装置(Apparatus for determining the degree of consistency of a feature in a region of an image that is divided into discrete picture elements)」の明細書、およびKnutsson外の欧州特許出願番号第86850182号「個々の画素に分割されている画像の領域における特徴の急激な変化を検出する装置(Apparatus for detecting sudden changes of a feature in a region of an image that is divided into discrete picture elements)」の明細書に記載されている。これらはすべてこの記載によって本明細書に含まれる。

【0027】

本発明の実施の形態によれば、熟練意見と関連する画像特徴を見つけるために、超音波画像の予め定義されたセットの選択された画像(すなわち、熟練意見を取得するのに用いる画像)は、予め決められた画像特徴のセットに関して分析される。学習システムにおいて画像特徴を画像順位尺度とマッチングさせ、その後、画質特徴の関連のレベルがマッチングに基づいて決定される。たとえば、学習システムにおいて、たとえば、非特許文献1によって説明されているGBRankが用いられる。

【0028】

学習システムはエキスパートユニットで実施してもよく、Ranking SVM(RankSVM)、Rankboost、FRank、RankRLS、SSRankBoost、SortNet、MPBoostおよびGBLendを含む方法のような、本発明で用いられることができる複数の実施可能な学習システムが存在する。IntervalRankおよびCRRのような方法も考えられる。さらに、MCRank、Pranking、RankCosine、RankGP、PermuRank、SoftRank、BoltzRank、BayesRankおよびNDCG Boostのような方法も考えられる。ただし、これらの例は本発明で用いることができる実施可能な学習システムのすべてを網羅するリストではなく、当然、使用上、考え得る学習方法およびシステムが他にある点に注意すべきである。

【0029】

さらに、学習システムにおける画像順位尺度との画像特徴のマッチングでは、画像特徴には画像順位尺度との関連にしたがって重みを与えられ、高い画像順位尺度により画像特徴の高い重みをもたらされる。

【0030】

本発明は好ましくは、対象または対象の部分の2次元画像化、3次元画像化および4次元画像化(すなわち、時間とともに変化する3次元画像)に用いられる。

【0031】

本発明に係るデバイスのさらに有効な実施の形態と本発明に対するさらなる利点とは、従属請求項および実施の形態の詳細な説明から明らかになる。

【0032】

本発明は、実施の形態としてより詳細に、以下の添付の図面を参照して、例示目的でここに記載される。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】本発明を実施することができる一般的な超音波画像化システムの概略図である。

【図2】本発明を含ませた超音波画像化システムの実施の形態の概略図である。

【図3】本発明の実施の形態に係る、超音波画像化用のシステムパラメータの制御および／または最適化のための方法のステップを示すフローチャートである。

【図4】本発明の実施の形態に係る、超音波画像の熟練者または臨床医の主観熟練意見を定量化する方法のステップを示すフローチャートである。

【図5】本発明の実施の形態に係る、超音波画像の熟練者または臨床医の主観熟練意見と相關する画質特徴を特定する方法のステップを示すフローチャートである。

【図6】本発明を組み入れた画像化システムの実施の形態の概略図である。

【図7】本発明の実施の形態に係る、画像化システム用のシステムパラメータの制御および／または最適化のための方法のステップを示すフローチャートである。

【図8】本発明を含ませた画像化システムの実施の形態の概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0034】

図面では、類似または対応する要素は、同じ参照番号によって示されている。

【0035】

最初に図1を参照して、本発明を実施することができる概略的な超音波画像化システムを説明する。超音波システム10は、プローブ11を備え、プローブ11は、たとえば、トランスデューサ要素のセットを有する超音波トランスデューサアレイを含み、トランスデューサ要素のセットは、たとえば、皮膚面の後ろにあるか、人体内などの体腔内にある走査面13内に典型的に導かれる超音波音響信号12を発生する。2D走査面13が記載されているが、走査面13は3D走査領域も備えてもよい。

【0036】

音響信号12は走査面13内の対象または構造14で反射し、プローブ11（またはトランスデューサ要素）に戻る。プローブ11のトランスデューサ要素は、反射超音波音響信号12に対応する電気信号15のセットに変換し、それらの信号15を超音波画像プロセッサ16に送信する。超音波画像プロセッサ16は電気信号15に応じて表示信号17を生成し、表示信号17はオペレータへの表示のために表示デバイス18（たとえばモニタ）に送信される。

【0037】

図2を参照して、本発明の様々な特徴を含ませた超音波画像化システム20の実施の形態を説明する。本発明に係る超音波画像化システム20は、独立に駆動されるトランスデューサ要素を含むトランスデューサアレイ22を含み、トランスデューサ要素の各々は、トランスミッタにより発生させられるパルス波形によってエネルギーが与えられるとき、超音波エネルギーのバーストを生成する。従来、音波トランスデューサは圧電セラミックで形成されていた。しかしながら、シリコントランスデューサまたは静電容量型微細加工超音波トランスデューサ（capacitive micromachined ultrasonic transducer、CMUT）も圧電トランスデューサに代わるものとして考えることができる。

【0038】

トランスデューサアレイ22は手持ちプローブで構成してもよい。検査中の対象からトランスデューサアレイ22に反射して戻る超音波エネルギーは、各受信トランスデューサ要素によって電気信号に変換され、個別にトランスミッタ／レシーバ（T／R）23に印加される。トランスミッタ／レシーバ23は、たとえば、パルサ、開口および電圧コントローラなどを含む送信部を備える。さらに、トランスミッタ／レシーバ23は、アンプ、フィルタ、復調器、アナログデジタル変換ユニット、画像再構成（アレイ収束）モジュール

などを含む受信部を備える。

【0039】

トランスミッタ／レシーバ23は、ユーザ入力システム25を通じて入力されるユーザ入力に由来するコマンドに応じて動作コントローラユニット24の制御下で操作される。動作制御ユニット24は通常、直接的にまたは間接的にシステムのすべてのユニットと通信してこれらのユニットの作動を同期させる。ユーザ入力システムは、たとえば、コンソール、キーボード、ハードキーおよびソフトキー、タッチスクリーン、フットペダルならびに音声制御部を含むユーザ制御機構およびユニットを提供する。超音波画像プロセッサ26は、トランスミッタ／レシーバ23からの信号を処理し、LCDまたはCRTモニタのような表示ユニット27に出力を送る。超音波画像プロセッサ26は、異なるモードの検知器、フィルタ、走査コンバータなどを含む。システムは、メモリデバイス／バッファ、ハードディスク、マイクロディスクなどを含むデータ記憶ユニット（図示せず）をさらに備えてもよい。システムは、たとえば、外部記憶デバイスもしくは表示デバイス（たとえば、プリンタ、VCR、DVD、MOD、ワークステーション、インターネットを含む）に対するインタフェースを提供する外部通信ユニット（図示せず）、および／またはECGのような生理的信号を取得する装置をさらに含んでもよい。本発明に係る制御システム29は、バス、信号／データ線などを介してシステム20の様々な構成要素と通信するエキスパートユニット28を備えてもよい。

【0040】

エキスパートユニット28は、特に、超音波画像の主観熟練意見（subjective expert opinion）に基づいてシステムパラメータ最適化機能を発揮するように構成されており、エキスパートユニットは以下に、より詳細に記載される。特に、超音波画像プロセッサ26からの画像データに基づいて、エキスパートユニット28は、トランスミッタ／レシーバ23および／または超音波画像プロセッサ26におけるパラメータを自動的に調節するように構成されている。超音波画像化システム20のシステムパラメータの制御を自動化することによって、超音波画像化システム20の効率、再現性および操作性は、手動システムと比較して、大幅に改善かつ向上させることができる。従来の技術の手動システムでは、臨床医は、診断されている解剖学的構造のタイプ、および起こる減衰のタイプに対して手動でシステムまたはシステムパラメータを設定することになる（デフォルト値に基づいてなされるか、パラメータのデフォルト値を用いる）。新しい対象または、解剖学的構造が観察されるか、画像の異なる深さが選択される毎に、たとえば時間利得補償のようなシステムパラメータを変更してさらなる診断画像を生成するか、改善された診断画像を生成することが望ましい。

【0041】

ここで図3を参照して、本発明に係る超音波画像化システムのシステムパラメータの最適化および／または制御のための方法を記述する。システムパラメータとは、画像の視覚表現に影響するか、これを制御するパラメータを指す。これらのパラメータは、データ（超音波システムにおけるたとえば周波数およびパルス周波数）の取得の物理的特性に影響してもよく、信号の再構成（たとえば、超音波システムにおける動的範囲および時間利得補正の調節など）および後処理（画像エンハンスメントの調整など）の物理的特性に影響してもよい。画質を最適化するのにこれらのパラメータの1つまたはいくつかを用いることができる。これにより、本発明に係る方法およびシステムを、MRI（磁気共鳴映像法）、CT（コンピュータ断層撮影）、XR（X線放射）、蛍光透視、PET（陽電子放射断層撮影）、マンモグラフィおよびUS（超音波）を含む画像化システムまたは技術のような1つまたはいくつかの画像化モードに用いることができる。したがって、本発明の以下の例が超音波画像化システムで実施されても、本発明は超音波システムに限定されるものとはみなさない。本発明は、データの取得、画像再構成プロセスおよび／または後処理プロセスの物理的特性に影響する異なるシステムパラメータ値を用いて、画像生成チェーン中の1つまたはいくつかのステップに基づいて異なる結果画像を生成することができる画像化システムで実施することができる。図6および図7を参照して、本発明は、一般的

な画像化システムに関して記載されている。

【0042】

図3は、本発明に係る方法の実施の形態のフローチャートを概略的に示す。ステップ40では、検査中の解剖学的構造に対するシステムプロトコルを選択する。システムプロトコルは、たとえば、複数の異なるシステムパラメータセットを含む、心臓の画像化のプロトコルであってもよい。この選択は、自動的であってもよく、あるいは臨床医またはオペレータによってなされる手動選択であってもよい。ステップ41では、超音波画像の主観熟練意見を反映する、またはユーザによって手動でセットされる画像順位尺度 (image ranking measure) に基づいて検査中の特定の解剖学的構造に対して少なくとも1つのシステムパラメータセットを選択する。これは以下に、より詳細に記載される。開始または初期システムパラメータセットのこの選択は、エキスパートユニット28によって行ってもよい。その後、ステップ42では、選択されたシステムパラメータセットを用いてトランスデューサアレイ22から検査される対象に超音波画像生成信号を送信する。ステップ43では、反射した超音波信号を受信して収集し、この超音波信号を、対象中の臓器または構造からの超音波信号のエコーを表す電気信号に変換する。ステップ44で、電気信号のセットを超音波画像プロセッサ26で処理して、各画像が特定のシステムパラメータセットに関連する超音波画像にする。その後、ステップ45では、画像を少なくとも1つの画質特徴 (image quality feature) に関してエキスパートユニット28で分析して画像毎に画質指標 (image quality metric) を決定する。ステップ46では、各画像のそれぞれの画質指標を互いに分析して、最良の画質指標、たとえば最高の画質指標に関連する画像を特定し、その後、最良の画質指標に関連する画像を生成するのに用いたシステムパラメータセットを、対象のさらなる超音波画像化に対するシステムパラメータセットとして選択する。この画像を表示ユニット27に表示してもよい。ステップ47では、画質指標が少なくとも1つの予め決められた品質条件を満たすか否かがエキスパートユニット28により判断される。たとえば、予め決められた品質条件は、画質指標の改善が予め決められた閾値未満であるということであってもよい。

【0043】

条件が満たされる場合、ステップ48で、手順を終了し、特定されたシステムパラメータセットが最良または所望のものであると判断し、対象の超音波画像化に用いてもよい。条件が満たされない場合、手順はステップ49に進み、新しいシステムパラメータセットを生成するか、前のシステムパラメータを調節する。あるいは、生成したシステムパラメータセットを新しいシステムパラメータセットまたは調節されたシステムパラメータセットと比較することができる。このようにして、手順はステップ42に戻る。オペレータまたは臨床医は、必要な場合、たとえば、画像が十分な品質を持つと判断される場合、手動で手順を終了してもよい。

【0044】

図4を参照して、超音波画像の熟練者または臨床医の主観熟練意見を定量化する方法。超音波画像の熟練者または臨床医の主観熟練意見を定量化する手順は、既知のシステムパラメータセット、たとえば、全利得制御 (G)、時間利得制御 (TGC)、周波数 (F) および動的範囲 (DR) についての既知の値を用いて得られる、異なるタイプの対象に由来する少なくとも1つの解剖学的構造の超音波画像の予め決められたセットに基づく。最初に、ステップ50で、画像の対間のマッチングまたは比較を行う。好ましくは、熟練者が各対で最良の画像を選択するのを可能にするように、すべての画像をたとえば逐次的に比較する。各画像は、他の画像に対する画像の品質を示す画像順位尺度に関連付けられる。さらに、各画像は、画像の順位の正確さを示す不確実性値にも関連付けられてもよい。不確実性値は、たとえば、なされた比較の回数に依存してもよい。各比較では、主観品質の点での最良の画像 (すなわち勝利画像) を決定し、勝利画像は、緩み画像、すなわち、低い主観品質を持つと判断される画像よりも高い画像順位尺度に関連付けられる。各画像は、順位づけプロセスを高速化するために、相対的な品質尺度に関連付けられてもよい。たとえば、各画像は、以下にしたがう視覚品質に基づいて相対的な品質尺度に関連付けら

れてもよい。

視覚評価：レベル 1 = 高

視覚評価：レベル 2 = 中

視覚評価：レベル 3 = 低

手順を高速化するために、たとえば、レベル 3 の視覚評価を持つ画像を除外することによって、画像の数を減らすことができる。その後、ステップ 51 で、画質尺度を調節する。たとえば、レベル 1 の視覚評価を持つ画像に、レベル 2 の視覚評価を持つ画像よりも高い画質尺度を与える。ステップ 52 では、画像の選択された対間の 2 回目の比較手順を行う。たとえば、画像を、これら画像のそれぞれの不確実性値に基づいて選択する。各比較では、主観品質の点で最良の画像（すなわち勝利画像）を決定し、勝利画像は、大きい画像順位尺度に関連付けられ、緩み画像、すなわち、低い主観品質を持つと判断される画像に、小さい画質尺度を与える。ステップ 53 では、予め決められた順位条件が満たされたか否かをチェックする。たとえば、当該順位条件は、予め決められた最小の不確実性値に達しているかつ／または最大回数の比較が実行されているか否か、および／または、すべての画像が互いと比較されているか否かを含んでもよい。条件が満たされない場合、手順はステップ 52 に戻る。他方、条件が満たされる場合、手順はステップ 54 に進み、画質尺度リストを形成する。画質尺度リストでは、画像は、画質尺度にしたがって順位づけされ、最高の尺度は最良の画像を示し、低い尺度は低い品質度を持つ画像を示す。この画質尺度リストは、エキスパートユニット 28 を学習させて少なくとも 1 人の熟練者の意見を反映させるのに用いられる。対象のタイプ毎に、最良である（すなわち、最高の画質尺度を持つ画像を生成する）と判別されるシステムパラメータセットが、超音波画像化において開始または初期セットアップとして用いられる。すなわち、この最良のまたは最適システムパラメータセットが、図 3 を参照して上述されている制御および／または最適化手順の開始または初期セットアップとして用いられる。

【0045】

図 5 を参照して、少なくとも 1 人の超音波画像の熟練者または臨床医の主観熟練意見と相関する画質特徴（image quality feature）を特定する方法。超音波画像の熟練者または臨床医の主観熟練意見を定量化する手順で用いられる画像の対応するセットを、用いられ得る画質特徴のライブラリ中の画質特徴を特定するのに用いる。ステップ 60 では、用いられ得る画質特徴に関して画像を分析する。ステップ 61 で、画質特徴値と画像順位尺度との間のマッチングが、学習システム、たとえば、非特許文献 1 によって説明されている GB Rank を用いる学習システムで行われる。

【0046】

学習システムは、エキスパートユニット 28 で実施してもよい。上記で説明されているように、Ranking SVM (Rank SVM), GB End, Interval Rank, CRR, MC Rank, Pranking, Rank GP または NDCG Boost のような、本発明で用いることができる複数の実施可能な学習システムがある。ただし、これらの例が本発明で用いることができる実施可能な学習システムのすべてを網羅するリストではなく、当然、使用上、考え得る学習方法およびシステムが他にある点に注意すべきである。

【0047】

ステップ 62 で、最も相関しない画質特徴を捨象し、ステップ 63 で、超音波の熟練者の主観熟練意見に相関すると判断される画質特徴のセットを、超音波画像制御または最適化で用いるために選択する。

【0048】

図 6 を参照して、本発明の様々な特徴を含ませた画像化システム 70 の実施の形態を説明する。本発明に係る画像化システム 70 は、信号生成ユニット 71、たとえば、MRI、CT または XR システムで磁場または放射線を発生させるユニットを含む。さらに、受信ユニット 72、たとえば放射線検出ユニットは、対象から信号、たとえば減衰した X 線を受け取るように適合されている。

【0049】

信号生成ユニット71および受信ユニット72は、ユーザ入力システム75を通じて入力されるユーザ入力に由来するコマンドに応じて動作コントローラユニット74の制御で操作される。動作制御ユニット74は通常、直接的にまたは間接的にシステムのすべてのユニットと通信してこれらのユニットの作動を同期させる。ユーザ入力システムは、たとえば、コンソール、キーボード、ハードキーおよびソフトキー、タッチスクリーン、フットペダルならびに音声制御部を含むユーザ制御機構およびユニットを提供する。画像プロセッサ76が、受信ユニット72からの信号を処理し、LCDまたはCRTモニタのような表示ユニット77に出力を送る。

【0050】

画像プロセッサ76は、異なるモードの入力部、フィルタ、走査コンバータなどを含む。システムは、メモリデバイス／バッファハードディスク、マイクロディスクなどを含むデータ記憶ユニット（図示せず）をさらに備えてもよい。システムは、たとえば、外部記憶デバイスもしくは表示デバイス（たとえば、プリンタ、VCR、DVD、MOD、ワークステーション、インターネットを含む）に対するインタフェースを提供する外部通信ユニット（図示せず）、および／またはECGのような生理的信号を取得する装置をさらに含んでもよい。本発明に係る制御システム79は、バス、信号／データ線などを介してシステム70の様々な構成要素と通信するエキスパートユニット78を備えてもよい。

【0051】

エキスパートユニット78は、特に、画像（たとえばXR画像）の主観熟練意見に基づいてシステムパラメータ最適化機能を発揮するように構成されており、エキスパートユニットは以下に、より詳細に記載される。特に、画像プロセッサ76からの画像データに基づいて、エキスパートユニット78は、信号生成ユニット71および／または受信ユニット72および／または画像プロセッサ76用のパラメータを自動的に調節するように構成されている。本発明に係る画像化システム70のシステムパラメータの制御を自動化することによって、超音波画像化システム70の効率、再現性および操作性は、臨床医が、診断されている解剖学的構造のタイプ、および起こる減衰のタイプに対して手動で走査またはシステムパラメータを設定することになる（デフォルト値に基づいてなされるか、パラメータのデフォルト値を用いる）手動システムと比較すると、大幅に改善かつ向上させることができる。

【0052】

ここで図7を参照して、本発明に係る画像化システムのシステムパラメータの最適化および／または制御のための方法を記載する。上記で説明されているように、システムパラメータとは、画像の視覚表現に影響するか、これを制御するパラメータ、ならびにデータ（照射量、kVpおよびビーム品質など）の取得の物理的特性に影響し得て、信号の再構成および後処理（画像エンハンスメントなど）の物理的特性にも影響し得るパラメータを指す。画質を最適化するのにこれらのパラメータの1つまたはいくつかを用いることができる。これにより、本発明に係る方法およびシステムを、MRI（磁気共鳴映像法）、CT（コンピュータ断層撮影）、XR（X線放射）、蛍光透視、PET（陽電子放射断層撮影）、マンモグラフィおよびUS（超音波）を含む画像化システムまたは技術のような1つまたはいくつかの画像化様式に用いることができる。

【0053】

図7は、本発明に係る方法のさらなる実施の形態のフローチャートを概略的に示す。ステップ80では、検査中の解剖学的構造に対する画像化プロトコルを選択する。画像化プロトコルは、たとえば、複数の異なる予めセットされたシステムパラメータセットを含む、心臓の画像化のプロトコルであってもよい。この選択は、自動的であってもよく、あるいは臨床医またはオペレータによってなされる手動選択であってもよい。ステップ81では、画像の主観選択を反映する画像順位尺度に基づいて検査中の特定の解剖学的構造に対して少なくとも1つのシステムパラメータセットを選択する。これは以下に、より詳細に記載される。開始または初期システムパラメータセットのこの選択は、エキスパートユニ

ット78によって行ってもよい。その後、ステップ82では、画像生成信号が生成され、選択されたシステムパラメータセットを用いて検査される対象にもたらされる。ステップ83では、対象から信号を受信して収集し、受信した信号を、対象中の臓器または構造を表す電気信号に変換する。ステップ84で、電気信号のセットを画像プロセッサ76で処理して、各画像がシステムパラメータセットに関連する画像にする。その後、ステップ85では、画像を少なくとも1つの画質特徴に関してエキスパートユニット78で分析して画像毎に画質指標を決定する。ステップ86では、各画像のそれぞれの画質指標を互いに分析して、最良の画質指標、たとえば最高の画質指標に関連する画像を特定し、その後、最良の画質指標に関連する画像を生成するのに用いたシステムパラメータセットを、対象のさらなる画像化に対するシステムパラメータセットとして選択する。この画像を表示ユニット77に表示してもよい。ステップ87では、画質指標が予め決められた品質条件を満たすか否かがエキスパートユニット78により判断される。条件が満たされる場合、手順を終了し、特定されたシステムパラメータセットが最適であると判断し、ステップ88で対象の画像化に用いてもよい。条件が満たされない場合、手順は、新しいシステムパラメータセットを生成するステップ89に進み、前のシステムパラメータが調節される。あるいは、それぞれの結果画像について非線形品質指標を比較するという点において、生成したシステムパラメータセットを新しいシステムパラメータセットまたは調節されたシステムパラメータセットと比較することができる。このようにして、手順はステップ82に戻る。オペレータまたは臨床医は、必要な場合、たとえば、画像が十分な品質を持つと判断される場合、手動で手順をさらに調節、変更または終了してもよい。

【0054】

図8を参照して、超音波システムのシステムパラメータのセットを用いて超音波画像信号を少なくとも1つの対象に送信し、少なくとも1つの対象から受信するためのトランスミッタ／レシーバ23を含む超音波システム20を用いる少なくとも1つの対象の超音波画像化における、画質の自動制御のための制御システム129を示す。本発明の他の実施の形態においては、画像化システムは、MRI（磁気共鳴映像法）システム、CT（コンピュータ断層撮影）システム、XR（X線放射）システム、蛍光透視システム、PET（陽電子放射断層撮影）システム、マンモグラフィ画像化システムの少なくとも1つからなる。

【0055】

超音波画像プロセッサ26は、信号のセットを超音波画像に処理するように構成されている。トランスミッタ／レシーバ23は、少なくとも1つの主観熟練意見にしたがって選択されたシステムパラメータの好ましいセットを用いて、超音波画像信号を、少なくとも1つの対象に送信し、少なくとも1つの対象から受信するように構成されている。超音波画像プロセッサ26は、受信された信号を、主観熟練意見を反映する多くの超音波画像に処理するように構成されている。学習データ生成器126は、システムパラメータの異なるセットに基づいた、学習のための画像の変化のセットを生成するように構成され、ニューラルネットワーク125は、主観熟練意見を反映する画像と、学習のための画像の変化とを表すデータを処理し、学習のための画像の変化のそれぞれのセットについて、主観熟練意見を反映する超音波画像の画像特徴に関連する画像特徴を自動で特定し、自動で特定された画像特徴を含む学習させられたネットワーク130であって、所望の主観熟練画像選好（subjective expert image preferences）を反映するシステムパラメータを取得するようにシステムパラメータを変更する仕方を予測する修正を、システムパラメータに施すために、自動で特定された画像特徴を用いるように構成されている学習させられたネットワークを生成するように構成されている。

【0056】

さらに、システムパラメータの予測された修正に基づいて超音波システムの現在のシステムパラメータを変更し、変更されたシステムパラメータを新しい画像の生成のために用いるように、エキスパートユニット128が、学習させられたネットワーク130を使用するように構成されている。

【0057】

他の画像化様式を用いる実施形態においては、トランスミッタ／レシーバは信号生成および受信装置であり、超音波画像プロセッサは画像プロセッサである。画像プロセッサは、異なるモードのための入力、フィルタ、走査コンバータなどを含む。システムは、メモリデバイス／バッファハードディスク、マイクロディスクなどを含むデータおよび記憶ユニット（図示せず）をさらに備えてもよい。システムは、たとえば、プリンタ、VCR、DVD、MOD、ワークステーション、インターネットを含む外部記憶もしくは表示デバイスに対するインタフェースを提供する外部通信ユニット（図示せず）、および／またはECGのような生理的信号を取得する装置をさらに含んでもよい。

【0058】

本発明は、例示されている実施の形態に限定されずとはみなされず、添付の請求項の範囲を逸脱しない範囲で当業者によって様々に修正および変更することができる。

【手続補正2】

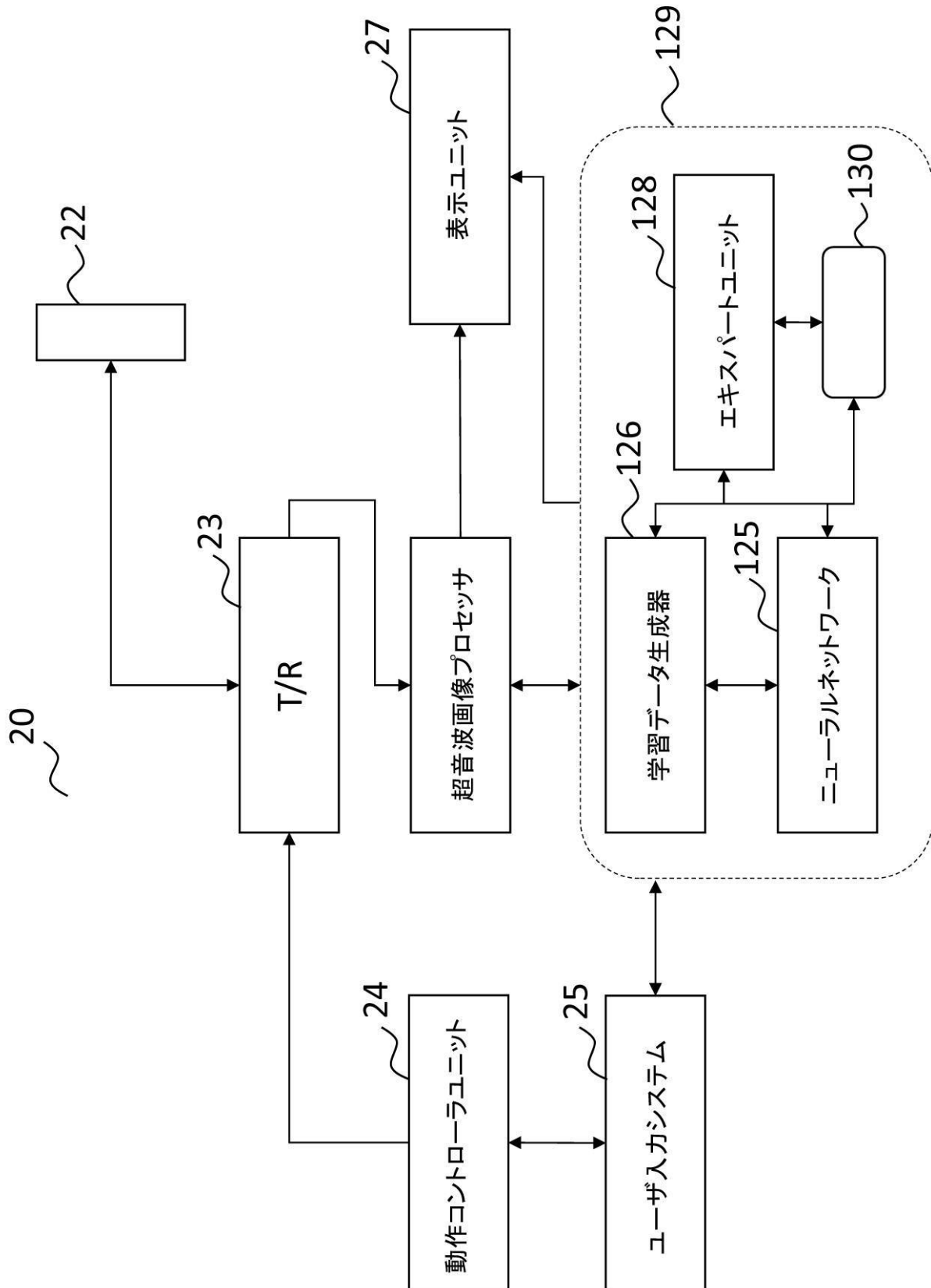
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図8

【補正方法】追加

【補正の内容】

【図 8】



【手続補正 3】

【補正対象書類名】 特許請求の範囲

【補正対象項目名】 全文

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

超音波システムを用いる少なくとも 1 つの対象の超音波画像化における、画質の自動制御のための制御システムであって、

当該超音波システムは、

少なくとも 1 つの主観熟練意見にしたがって選択された当該超音波システムのシステムパラメータのセットを用いて、超音波画像信号を、前記少なくとも 1 つの対象に送信し、前記少なくとも 1 つの対象から受信するように構成されているトランスミッタ／レシーバと、

前記受信された信号を、前記主観熟練意見を反映する多くの超音波画像に処理するように構成されている超音波画像プロセッサと、

を含む超音波システムであり、

当該制御システムは、

システムパラメータの異なるセットに基づいた、学習のための画像の変化のセットを生成するように構成されている学習データ生成器と、

ニューラルネットワークであって、

前記主観熟練意見を反映する超音波画像と、前記学習のための画像の変化とを表すデータを処理し、

前記学習のための画像の変化のそれぞれのセットについて、前記主観熟練意見を反映する前記超音波画像の画像特徴に関連する画像特徴を自動で特定し、

前記自動で特定された画像特徴を含む学習させられたネットワークであって、所望の主観熟練画像選好を反映するシステムパラメータを取得するようにシステムパラメータを変更する仕方を予測する修正を、システムパラメータに施すために、当該自動で特定された画像特徴を用いるように構成されている、学習させられたネットワークを生成する

ように構成されているニューラルネットワークと、
を含む、制御システム。

【請求項 2】

前記システムパラメータの前記予測された修正に基づいて超音波システムの現在のシステムパラメータを変更し、当該変更されたシステムパラメータを新しい画像の生成のために用いるように、前記学習させられたネットワークを使用するエキスパートユニットをさらに含む、請求項 1 に記載の制御システム。

【請求項 3】

前記ニューラルネットワークが、重畳型ニューラルネットワークまたは回帰型ニューラルネットワークである、請求項 1 または 2 に記載の制御システム。

【請求項 4】

前記学習データ生成器が、予め定められたアルゴリズムにしたがって前記システムパラメータのセットを生成するように構成されている、請求項 1 に記載の制御システム。

【請求項 5】

前記学習データ生成器が、前記システムパラメータのセットを生成するために、少なくとも 1 つの主観熟練意見にしたがって選択された前記システムパラメータのまわりにシステムパラメータ値を無作為に標本抽出するアルゴリズムを用いるように構成されている、請求項 1 に記載の制御システム。

【請求項 6】

前記画像を表す前記データが、データが空間のおよび／または時間のデータを含む、1 次元のデータ、2 次元のデータ、3 次元のデータ、または、4 次元のデータである、請求項 1 に記載の制御システム。

【請求項 7】

前記画像を表す前記データが、強度に基づくデータである、請求項 1 に記載の制御システム。

【請求項 8】

前記システムパラメータが、画像強調フィルタリング、コンパウンディング、音速、周波数、線密度、高調波画像化モード、および／または残像（persistence）を含む、請求項 1 に記載の制御システム。

【請求項 9】

前記システムパラメータが、利得、時間利得補償、動的範囲、および／または水平利得調整を含む、請求項 1 に記載の制御システム。

【請求項 10】

画像化システムを用いる少なくとも 1 つの対象の画像化における、画質の自動制御のための制御システムであって、

当該画像化システムは、

少なくとも 1 つの主観熟練意見にしたがって選択された当該画像化システムの選択されたシステムパラメータの第 1 のセットを用いて、画像生成信号を、生成し、前記少なくとも 1 つの対象に送信するように構成されている信号生成器と、

少なくとも 1 つの主観熟練意見にしたがって選択されたシステムパラメータの第 2 のセットを用いて、前記少なくとも 1 つの対象から画像信号のセットを受信するように構成されている信号受信器と、

前記受信された信号を、前記主観熟練意見を反映する多くの画像に処理するように構成されている画像プロセッサと、

を含む画像化システムであり、

当該制御システムは、

システムパラメータの異なるセットに基づいた、学習のための画像の変化のセットを生成するように構成されている学習データ生成器と、

ニューラルネットワークであって、

前記主観熟練意見を反映する画像と、前記学習のための画像の変化とを表すデータを処理し、

前記学習のための画像の変化のそれぞれのセットについて、前記主観熟練意見を反映する前記画像の画像特徴に関連する画像特徴を自動で特定し、

前記自動で特定された画像特徴を含む学習させられたネットワークであって、所望の主観熟練画像選好を反映するシステムパラメータを取得するようにシステムパラメータを変更する仕方を予測する修正を、システムパラメータに施すために、当該自動で特定された画像特徴を用いるように構成されている、学習させられたネットワークを生成する

ように構成されているニューラルネットワークと、
を含む、制御システム。

【請求項 11】

前記システムパラメータの前記予測された修正に基づいて画像化システムの現在のシステムパラメータを変更し、当該変更されたシステムパラメータを新しい画像の生成のために用いるように、前記学習させられたネットワークを使用するエキスパートユニットをさらに含む、請求項 10 に記載の制御システム。

【請求項 12】

前記ニューラルネットワークが、重畳型ニューラルネットワークまたは回帰型ニューラルネットワークである、請求項 10 または 11 に記載の制御システム。

【請求項 13】

前記学習データ生成器が、予め定められたアルゴリズムにしたがって前記システムパラメータのセットを生成するように構成されている、請求項 10 に記載の制御システム。

【請求項 14】

前記学習データ生成器が、前記システムパラメータのセットを生成するために、少なくとも 1 つの主観熟練意見にしたがって選択された前記システムパラメータのまわりにシステムパラメータ値を無作為に標本抽出するアルゴリズムを用いるように構成されている、請求項 10 に記載の制御システム。

【請求項 15】

前記画像を表す前記データが、データが空間のおよび／または時間のデータを含む、1次元のデータ、2次元のデータ、3次元のデータ、または、4次元のデータである、請求項10に記載の制御システム。

【請求項16】

前記画像化システムが、超音波システム、MRI（磁気共鳴映像法）システム、CT（コンピュータ断層撮影）システム、XR（X線放射）システム、蛍光透視システム、PET（陽電子放射断層撮影）システム、マンモグラフィ画像化システムの少なくとも1つからなる、請求項10に記載の制御システム。

【請求項17】

超音波システムを用いる少なくとも1つの対象の超音波画像化における、画質の自動制御のための制御方法であって、

当該超音波システムは、

少なくとも1つの主観熟練意見にしたがって選択された当該超音波システムのシステムパラメータのセットを用いて、超音波画像信号を、前記少なくとも1つの対象に送信し、前記少なくとも1つの対象から受信するように構成されているトランスミッタ／レシーバと、

前記受信された信号を、前記主観熟練意見を反映する多くの超音波画像に処理するように構成されている超音波画像プロセッサと、

を含む超音波システムであり、

当該制御方法は、

学習データ生成器において、システムパラメータの異なるセットに基づいた、学習のための画像の変化のセットを生成するステップと、

ニューラルネットワークにおいて、

前記主観熟練意見を反映する超音波画像と、前記学習のための画像の変化とを表すデータを処理するステップと、

前記学習のための画像の変化のそれぞれのセットについて、前記主観熟練意見を反映する前記超音波画像の画像特徴に関連する画像特徴を自動で特定するステップと、

前記自動で特定された画像特徴を含む学習させられたネットワークであって、所望の主観熟練画像選好を反映するシステムパラメータを取得するようにシステムパラメータを変更する仕方を予測する修正を、システムパラメータに施すために、当該自動で特定された画像特徴を用いるように構成されている、学習させられたネットワークを生成するステップと、

を含む、制御方法。

【請求項18】

エキスパートユニットにおいて、前記システムパラメータの前記予測された修正に基づいて超音波システムの現在のシステムパラメータを変更し、当該変更されたシステムパラメータを新しい画像の生成のために用いるように、前記学習させられたネットワークを使用するステップをさらに含む、請求項17に記載の制御方法。

【請求項19】

前記ニューラルネットワークが、重畳型ニューラルネットワークまたは回帰型ニューラルネットワークである、請求項17または18に記載の制御方法。

【請求項20】

前記学習データ生成器において、予め定められたアルゴリズムにしたがって前記システムパラメータのセットを生成するステップをさらに含む、請求項17に記載の制御方法。

【請求項21】

前記学習データ生成器において、前記システムパラメータのセットを生成するために、少なくとも1つの主観熟練意見にしたがって選択された前記システムパラメータのまわりにシステムパラメータ値を無作為に標本抽出するアルゴリズムを用いるステップをさらに含む、請求項17に記載の制御方法。

【請求項22】

前記画像を表す前記データが、データが空間のおよび／または時間のデータを含む、1次元のデータ、2次元のデータ、3次元のデータ、または、4次元のデータである、請求項17に記載の制御方法。

【請求項23】

前記画像を表す前記データが、強度に基づくデータである、請求項17に記載の制御方法。

【請求項24】

前記システムパラメータが、画像強調フィルタリング、コンパウンディング、音速、周波数、線密度、高調波画像化モード、および／または残像(persistence)を含む、請求項17に記載の制御方法。

【請求項25】

前記システムパラメータが、利得、時間利得補償、動的範囲、および／または水平利得調整を含む、請求項17に記載の制御方法。

【請求項26】

画像化システムを用いる少なくとも1つの対象の画像化における、画質の自動制御のための制御方法であって、

当該画像化システムは、

少なくとも1つの主観熟練意見にしたがって選択された当該画像化システムの選択されたシステムパラメータの第1のセットを用いて、画像生成信号を、生成し、前記少なくとも1つの対象に送信するように構成されている信号生成器と、

少なくとも1つの主観熟練意見にしたがって選択されたシステムパラメータの第2のセットを用いて、前記少なくとも1つの対象から画像信号のセットを受信するように構成されている信号受信器と、

前記受信された信号を、前記主観熟練意見を反映する多くの画像に処理するように構成されている画像プロセッサと、

を含む画像化システムであり、

当該制御方法は、

学習データ生成器において、システムパラメータの異なるセットに基づいた、学習のための画像の変化のセットを生成するステップと、

ニューラルネットワークにおいて、

前記主観熟練意見を反映する画像と、前記学習のための画像の変化とを表すデータを処理するステップと、

前記学習のための画像の変化のそれぞれのセットについて、前記主観熟練意見を反映する前記画像の画像特徴に関連する画像特徴を自動で特定するステップと、

前記自動で特定された画像特徴を含む学習させられたネットワークであって、所望の主観熟練画像選好を反映するシステムパラメータを取得するようにシステムパラメータを変更する仕方を予測する修正を、システムパラメータに施すために、当該自動で特定された画像特徴を用いるように構成されている、学習させられたネットワークを生成するステップと、

を含む、制御方法。

【請求項27】

エキスパートユニットにおいて、前記システムパラメータの前記予測された修正に基づいて画像化システムの現在のシステムパラメータを変更し、当該変更されたシステムパラメータを新しい画像の生成のために用いるように、前記学習させられたネットワークを使用するステップをさらに含む、請求項26に記載の制御方法。

【請求項28】

前記ニューラルネットワークが、重畳型ニューラルネットワークまたは回帰型ニューラルネットワークである、請求項26または27に記載の制御方法。

【請求項29】

前記学習データ生成器において、予め定められたアルゴリズムにしたがって前記システ

ムパラメータのセットを生成するステップをさらに含む、請求項 26 に記載の制御方法。

【請求項 30】

前記学習データ生成器において、前記システムパラメータのセットを生成するために、少なくとも 1 つの主観熟練意見にしたがって選択された前記システムパラメータのまわりにシステムパラメータ値を無作為に標本抽出するアルゴリズムを用いるステップをさらに含む、請求項 26 に記載の制御方法。

【請求項 31】

前記画像を表す前記データが、データが空間のおよび／または時間のデータを含む、1 次元のデータ、2 次元のデータ、3 次元のデータ、または、4 次元のデータである、請求項 26 に記載の制御方法。

【請求項 32】

前記画像化システムが、超音波システム、MRI（磁気共鳴映像法）システム、CT（コンピュータ断層撮影）システム、XR（X線放射）システム、蛍光透視システム、PET（陽電子放射断層撮影）システム、マンモグラフィ画像化システムの少なくとも 1 つからなる、請求項 26 に記載の制御方法。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2015/069486

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. G01S7/52

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)

G01S G06F A61B G06T

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, INSPEC, 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 2010/305441 A1 (LIN FENG [US] ET AL) 2 December 2010 (2010-12-02) cited in the application the whole document -----	1-22
A	US 6 200 267 B1 (BURKE THOMAS [US]) 13 March 2001 (2001-03-13) the whole document -----	1-22
A	US 2008/306385 A1 (JAGO JAMES [US] ET AL) 11 December 2008 (2008-12-11) the whole document -----	1-22
A	US 2003/154062 A1 (DAFT CHRISTOPHER M W [US] ET AL) 14 August 2003 (2003-08-14) the whole document -----	1-22



Further documents are listed in the continuation of Box C.



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

9 November 2015

Date of mailing of the international search report

16/11/2015

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Zaneboni, Thomas

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/069486

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2010305441 A1	02-12-2010	CN 101897600 A JP 5508934 B2 JP 2010274111 A US 2010305441 A1	01-12-2010 04-06-2014 09-12-2010 02-12-2010
US 6200267 B1	13-03-2001	AU 4187399 A US 6200267 B1 WO 9958043 A2	29-11-1999 13-03-2001 18-11-1999
US 2008306385 A1	11-12-2008	CN 101330875 A EP 1965705 A2 US 2008306385 A1 WO 2007072362 A2	24-12-2008 10-09-2008 11-12-2008 28-06-2007
US 2003154062 A1	14-08-2003	NONE	

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 ケンペ、マルティン

スウェーデン国、リンケピング、ヴァサヴェーゲン 3 4

(72)発明者 キミアエイ、シャロク

スウェーデン国、ヘーゲルステン、フランス ヘドヴェルグスヴェーグ 8

(72)発明者 ケーヴァメース、ペテル

スウェーデン国、アデルセー、グレドビー 1 4

Fターム(参考) 4C601 EE11 EE22 JC15 LL33

专利名称(译)	用于目标成像中主观图像质量的自动控制的的方法和系统		
公开(公告)号	JP2017525518A	公开(公告)日	2017-09-07
申请号	JP2017512755	申请日	2015-08-26
申请(专利权)人(译)	语境视野, Akuchiboragu		
[标]发明人	ヘドルンドマルティン ファルネベックグンナル ケンペマルティン キミアエイシャロク ケーヴァメースペテル		
发明人	ヘドルンド、マルティン ファルネベック、グンナル ケンペ、マルティン キミアエイ、シャロク ケーヴァメース、ペテル		
IPC分类号	A61B8/14		
CPC分类号	A61B8/54 A61B5/055 A61B5/4312 A61B6/032 A61B6/037 A61B6/487 A61B6/545 A61B8/14 A61B2576/00 G01S7/52046 G01S7/5205		
FI分类号	A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/EE11 4C601/EE22 4C601/JC15 4C601/LL33		
优先权	14/476406 2014-09-03 US		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明涉及一种用于自动控制例如使用超声系统对物体成像的图像质量的方法和系统。该方法包括使用成像系统的一组选定的系统参数将图像生成信号传输至对象。所述成像系统基于图像等级度量具有多个不同的系统参数集，所述图像等级度量反映了预定义图像集的主观专家意见。针对至少一个图像质量特征来分析所获取的图像，以确定每个图像的图像质量指标。分析每个图像的相应图像质量指标以识别与最高图像质量指标关联的图像，并且用于生成与最高图像质量指标关联的图像的系统参数集是关注图像。可以选择作为系统参数集进行优化。

