

(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2019-509871

(P2019-509871A)

(43) 公表日 平成31年4月11日(2019.4.11)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 8/14 (2006.01)	A 6 1 B 8/14	4 C 6 0 1
G 0 6 T 7/00 (2017.01)	G 0 6 T 7/00 3 5 0 B	5 L 0 9 6
	G 0 6 T 7/00 6 1 2	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 33 頁)

(21) 出願番号	特願2018-567018 (P2018-567018)	(71) 出願人	518322506
(86) (22) 出願日	平成29年3月9日 (2017.3.9)		エコーノース インコーポレーテッド
(85) 翻訳文提出日	平成30年11月9日 (2018.11.9)		EchoNous, Inc.
(86) 国際出願番号	PCT/US2017/021668		アメリカ合衆国 98052 ワシントン
(87) 国際公開番号	W02017/156329		州、 レッドモンド、 ビルディング ビ
(87) 国際公開日	平成29年9月14日 (2017.9.14)		ー、 ノースイースト、 154番アベニ
(31) 優先権主張番号	62/305,980		ュー 8310
(32) 優先日	平成28年3月9日 (2016.3.9)		8310 154th Avenue N
(33) 優先権主張国	米国 (US)		ortheast, Building
(31) 優先権主張番号	62/313,601		B, Redmond, Washing
(32) 優先日	平成28年3月25日 (2016.3.25)		ton 98052 US
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100091904
			弁理士 成瀬 重雄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 人工知能ネットワークを活用した超音波画像認識システムと方法

(57) 【要約】

超音波画像認識システムならびに方法、および、そのようなシステムならびに方法のための人工知能訓練ネットワークが提供される。超音波データ情報システムは、超音波訓練画像を受信して、受信された超音波訓練画像に基づいて超音波画像知識を成長させるように構成された、超音波画像認識訓練ネットワークを含んでいる。超音波撮像装置は、患者の超音波画像を取得し、そしてこの装置は、超音波画像認識モジュールを含んでいる。超音波画像認識モジュールは、超音波画像知識を受信し、取得された超音波画像を超音波撮像装置から受信し、超音波画像知識に基づいて、受信された超音波画像が器官についての臨床上に望ましい見え方を表しているか否か、または臨床上に望ましい見え方が正常な機能もしくは特定の病変のどちらを示しているかを判定するように構成されている。受信された超音波画像は、更新された超音波画像知識をさらに訓練して成長させるために、超音波画像認識訓練ネットワークへ送信される。

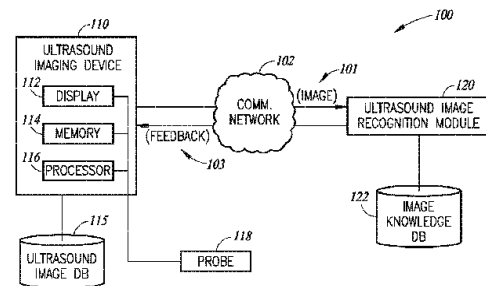


FIG. 1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

患者の超音波画像を取得するように構成された超音波撮像装置と、

取得された前記超音波画像を前記超音波撮像装置から受信し、受信された超音波画像が器官についての臨床的に望ましい見え方を表しているか否かを自動的に判定するように構成された超音波画像認識モジュールとを含む

超音波システム。

【請求項 2】

前記超音波画像認識モジュールは、前記受信された超音波画像が、前記器官についての前記臨床的に望ましい見え方を表しているか否かを自動的に判定するために、ニューラルネットワーク、深層学習、畳み込みニューラルネットワークおよびベイジアンプログラム学習法のうちの少なくとも 1 つを実装する

請求項 1 に記載の超音波システム。

【請求項 3】

前記器官についての前記臨床的に望ましい見え方は、胸骨上、肋骨下、短軸傍胸骨、長軸傍胸骨、心尖部 2 腔、心尖部 3 腔、心尖部 4 腔および心尖部 5 腔での心臓の見え方の少なくとも 1 つを含む

請求項 1 に記載の超音波システム。

【請求項 4】

前記超音波撮像装置は、前記器官についての複数の前記臨床的に望ましい見え方のうちの 1 つの選択を受信するように動作可能なユーザインタフェースを含んでおり、前記超音波画像認識モジュールは、前記受信された超音波画像が前記器官についての選択された前記臨床的に望ましい見え方を表しているか否かを判定するように構成されている

請求項 1 に記載の超音波システム。

【請求項 5】

前記超音波画像認識モジュールは、前記受信された超音波画像が、前記器官についての複数の前記臨床的に望ましい見え方の少なくとも 1 つを表しているか否かを自動的に判定するように動作可能である

請求項 1 に記載の超音波システム。

【請求項 6】

前記超音波画像認識モジュールは、前記受信された超音波画像が前記器官についての前記臨床的に望ましい見え方を表しているか否かの判定に応答して、前記超音波撮像装置へフィードバック信号を供給するようにさらに構成されている

請求項 1 に記載の超音波システム。

【請求項 7】

前記フィードバック信号は、直近に受信された超音波画像が前記器官についての前記臨床的に望ましい見え方を表しているか否かを示す

請求項 6 に記載の超音波システム。

【請求項 8】

前記超音波画像認識モジュールは、前記受信された超音波画像が前記器官についての前記臨床的に望ましい見え方に連続的に近づいているか、またはそれから遠ざかっているかを自動的に判定し、前記フィードバック信号は、前記受信された超音波画像が前記器官についての前記臨床的に望ましい見え方に連続的に近づいているか、またはそれから遠ざかっているかを示す

請求項 6 に記載の超音波システム。

【請求項 9】

前記超音波撮像装置は、フィードバック要素を含んでおり、前記超音波撮像装置が、前記フィードバック信号に基づいて前記超音波撮像装置の使用者へフィードバック効果を提供するために前記フィードバック要素を作動させるように構成されている

請求項 6 に記載の超音波システム。

10

20

30

40

50

【請求項 10】

前記フィードバック要素は、視覚的な、可聴的な、または触覚のフィードバック要素のうちの少なくとも1つを含む

請求項9に記載の超音波システム。

【請求項 11】

非一時的なコンピュータ可読記憶媒体をさらに備えており、前記超音波撮像装置は、前記超音波画像認識モジュールが、前記取得された超音波画像が前記器官についての前記臨床的に望ましい見え方を表していると判定することに応答して、取得された超音波画像を、記憶用の前記記憶媒体へ供給するように構成されている

請求項1に記載の超音波システム。

10

【請求項 12】

前記超音波画像認識モジュールは、さらに、前記器官についての前記臨床的に望ましい見え方を取得するために推奨される前記超音波撮像装置の動きを判定するように構成されている

請求項1に記載の超音波システム。

【請求項 13】

前記超音波画像認識モジュールは、前記超音波撮像装置内で動作する

請求項1に記載の超音波システム。

【請求項 14】

超音波撮像装置によって患者の超音波画像を取得するステップと、

20

前記患者について取得された前記超音波画像を超音波画像認識モジュールへ送信するステップと、

前記取得された超音波画像が器官についての臨床的に望ましい見え方を表しているか否かを前記超音波画像認識モジュールによって自動的に判定するステップとを含む

方法。

【請求項 15】

受信された前記超音波画像が前記器官についての前記臨床的に望ましい見え方を表しているか否かを自動的に判定するステップは、

前記受信された超音波画像が前記器官についての前記臨床的に望ましい見え方を表しているか否かを判定するために、ニューラルネットワーク、深層学習、畳み込みニューラルネットワーク、およびベイジアンプログラム学習法のうちの少なくとも1つを実装するステップを含む

30

請求項14に記載の方法。

【請求項 16】

前記受信された超音波画像が前記器官についての前記臨床的に望ましい見え方を表しているか否かを自動的に判定するステップは、

前記受信された超音波画像が、胸骨上、肋骨下、短軸傍胸骨、長軸傍胸骨、心尖部2腔、心尖部3腔、心尖部4腔および心尖部5腔での心臓の見え方のうちの少なくとも1つを表しているか否かを判定するステップを含む

請求項14に記載の方法。

40

【請求項 17】

複数の前記器官についての前記臨床的に望ましい見え方の中からの1つの選択を受信するステップをさらに含んでおり、前記超音波画像認識モジュールは、前記受信された超音波画像が前記器官についての選択された前記臨床的に望ましい見え方を表しているか否かを判定するように構成されている

請求項14に記載の方法。

【請求項 18】

前記受信された超音波画像が前記器官についての前記臨床的に望ましい見え方を表しているか否かを判定することに応答して、フィードバック信号を前記超音波撮像装置へ送信するステップをさらに含む

50

請求項 14 に記載の方法。

【請求項 19】

前記超音波画像認識モジュールによって、前記受信された超音波画像が前記器官についての前記臨床的に望ましい見え方に連続的に近づいているか、またはそれから遠ざかっているかを自動的に判定するステップをさらに含み、前記フィードバック信号は、前記受信された超音波画像が前記器官についての前記臨床的に望ましい見え方に連続的に近づいているか、またはそれから遠ざかっているかを示す

請求項 18 に記載の方法。

【請求項 20】

前記超音波撮像装置の使用者にフィードバック効果を提供するために、前記フィードバック信号に基づいて、前記超音波撮像装置内のフィードバック要素を作動させるステップをさらに含む

請求項 18 に記載の方法。

【請求項 21】

前記取得された超音波画像が前記器官についての前記臨床的に望ましい見え方を表していると判定する前記超音波画像認識モジュールに応答して、取得された超音波画像を非一時的なコンピュータ可読記憶媒体に記憶するステップをさらに含む

請求項 14 に記載の方法。

【請求項 22】

前記超音波画像認識モジュールによって、前記器官についての前記臨床的に望ましい見え方を取得するために、前記患者の 1 つまたは複数の既知の点に対して推奨される前記超音波撮像装置の動きを判定するステップと、

前記推奨される動きを示す信号を前記超音波撮像装置へ送信するステップとをさらに含む

請求項 14 に記載の方法。

【請求項 23】

1 つまたは複数のプロセッサを有するコンピュータ装置上に少なくとも部分的に記憶された超音波画像認識訓練ネットワークと、ここで前記超音波画像認識訓練ネットワークは、超音波訓練画像を受信し、受信された前記超音波訓練画像に基づいて超音波画像知識を成長させるように構成されており、

患者の超音波画像を取得するように構成された超音波撮像装置と、

前記超音波撮像装置内の超音波画像認識モジュールとを備えており、ここで前記超音波画像認識モジュールは、

前記超音波画像知識を受信し、

取得された前記超音波画像を前記超音波撮像装置から受信し、

前記超音波画像知識に基づいて、受信された前記超音波画像が器官についての臨床的に望ましい見え方を表しているか否かを判定するように構成されている

超音波データ情報システム。

【請求項 24】

前記超音波画像認識訓練ネットワークは、前記受信された超音波画像が前記器官についての前記臨床的に望ましい見え方を表しているか否かを判定するために、ニューラルネットワーク、深層学習、畳み込みニューラルネットワーク、およびベイジアンプログラム学習法のうちの少なくとも 1 つを実装する

請求項 23 に記載の超音波データ情報システム。

【請求項 25】

前記器官についての前記臨床的に望ましい見え方は、胸骨上、肋骨下、短軸傍胸骨、長軸傍胸骨、心尖部 2 腔、心尖部 3 腔、心尖部 4 腔および心尖部 5 腔での心臓の見え方のうちの少なくとも 1 つを含む

請求項 23 に記載の超音波データ情報システム。

【請求項 26】

10

20

30

40

50

前記超音波画像認識モジュールは、前記受信された超音波画像が前記器官についての複数の前記臨床的に望ましい見え方のうちの少なくとも１つを表しているか否かを判定するように動作可能である

請求項２３に記載の超音波データ情報システム。

【請求項２７】

前記超音波撮像装置は、さらに、前記超音波画像認識訓練ネットワークをさらに訓練して、更新された超音波画像知識を成長させるために、前記取得された超音波画像を前記超音波画像認識訓練ネットワークへ供給するように構成されている

請求項２３に記載の超音波データ情報システム。

【請求項２８】

前記超音波画像認識訓練ネットワークは、超音波訓練画像を受信するように構成されており、前記超音波訓練画像は、初期訓練画像と前記超音波撮像装置によって取得された前記超音波画像とを含む

請求項２３に記載の超音波データ情報システム。

【請求項２９】

前記超音波画像認識モジュールは、前記受信された超音波画像が前記器官についての前記臨床的に望ましい見え方へ連続的に近づいているか、またはそれから遠ざかっているかを判定するように構成されている

請求項２３に記載の超音波データ情報システム。

【請求項３０】

前記超音波画像認識訓練ネットワークと通信可能に接続されていて、前記超音波画像知識を記憶するように構成された超音波画像知識データベースと、

前記超音波撮像装置と通信可能に接続されていて、前記超音波画像知識を記憶するように構成された局所的な超音波画像知識データベースとをさらに含む

請求項２３に記載の超音波データ情報システム。

【請求項３１】

前記超音波画像認識モジュールは、前記超音波画像知識に基づいて、前記受信された超音波画像が正常な機能または特定の病変のどちらを示しているかを判定するようにさらに構成されている

請求項２３に記載の超音波データ情報システム。

【請求項３２】

超音波画像認識訓練ネットワークによって、超音波訓練画像を受信するステップと、

前記超音波画像認識訓練ネットワークによって、受信された前記超音波訓練画像に基づいて超音波画像知識を生成するステップと、

前記超音波画像知識を、超音波画像を取得する超音波撮像装置へ送信するステップとを含み、ここで前記超音波撮像装置は、前記超音波画像認識訓練ネットワークとは別個であって、それから離れて位置している

方法。

【請求項３３】

前記超音波撮像装置によって、患者の超音波画像を取得するステップと、

取得された前記超音波画像が器官についての臨床的に望ましい見え方を表しているか否かを、前記超音波画像知識に基づいて自動的に判定するステップとをさらに含む

請求項３２に記載の方法。

【請求項３４】

前記超音波画像認識訓練ネットワークをさらに訓練し、更新された超音波画像知識を生成するために、前記患者について前記取得された超音波画像を前記超音波画像認識訓練ネットワークへ送信するステップをさらに含む

請求項３３に記載の方法。

【請求項３５】

前記受信された超音波画像が器官についての臨床的に望ましい見え方を表しているか否

10

20

30

40

50

かを判定するステップは、

受信された前記超音波画像が前記器官についての前記臨床的に望ましい見え方を表しているか否かを判定するために、ニューラルネットワーク、深層学習、畳み込みニューラルネットワーク、およびベイジアンプログラム学習法のうちの少なくとも1つを実装するステップを含む

請求項33に記載の方法。

【請求項36】

前記受信された超音波画像が器官についての臨床的に望ましい見え方を表しているか否かを判断するステップは、

前記受信された超音波画像が、胸骨上、肋骨下、短軸傍胸骨、長軸傍胸骨、心尖部2腔、心尖部3腔、心尖部4腔および心尖部5腔での心臓の見え方のうちの少なくとも1つを表しているか否かを判定するステップを含む

10

請求項33に記載の方法。

【請求項37】

前記患者についての送信された前記取得された超音波画像は、前記取得された超音波画像に関連する1つまたは複数の既知の特性を示す訓練データを含む

請求項34に記載の方法。

【請求項38】

前記取得された超音波画像が正常な機能または特定の病変のどちらを示しているかを、前記超音波画像知識に基づいて判定するステップをさらに含む

20

請求項33に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【関連出願への相互参照】

【0001】

本出願は、2016年3月9日に出願された米国仮出願第62/305,980号、および2016年3月25日に提出された米国仮出願第62/313,601号に基づく、35 U.S.C 第119条(e)に定められた優先権を主張し、これらの出願は、その内容全体を参照することにより本願に組み込まれる。

【背景】

【0002】

30

(技術分野)

この開示は、一般的には超音波撮像システム(ultrasound imaging systems)と方法に関し、より詳細には、超音波撮像ならびに超音波画像の評価、および患者の1つまたは複数の器官(organs)についての臨床的に望ましい見え方(view)を表す超音波画像が取得されたか否かを判定するシステムならびに方法に用いられる、人工知能に基づくネットワーク(artificial intelligence based networks)に関する。

【0003】

(関連技術の記述)

超音波撮像(Ultrasound imaging)は、典型的には臨床現場において、訓練された超音波熟練者により行われる。超音波画像診断には、器官や他の組織や身体の特徴(たとえば体液や骨や関節など)の特定の見え方が臨床的に重要である。このような見え方は、対象器官や診断目的などによって、超音波技師によってキャプチャされる(captured)見え方として、臨床標準によって規定されている場合がある。超音波技師には、一般に、超音波撮像設備を適切に操作するための、また患者の器官や他の組織や身体の特徴について取得された画像または見え方が、いつ臨床的に望ましい見え方を適切に表しているかを見分けるための、特別な訓練が求められる。それにもかかわらず、超音波技師によってキャプチャされた超音波画像は、典型的には、キャプチャされた画像が臨床的に望ましいかまたは標準的な見え方を十分に表しているか否かを判定するために、医師によって再検討されている。

40

【0004】

50

従来の超音波撮像システムは、病院や同様の臨床現場における大部分の患者には適しているかもしれないが、このようなシステムには、操作の面と、臨床的に望ましい見え方を適切にキャプチャするための著しい訓練が必要となる。熟練した専門家しか従来の超音波撮像装置 (ultrasound imaging devices) を適切に動作させることができないので、このことは、このような超音波撮像の全体的なコストを増大させ、さらに、超音波撮像の患者への利用可能性を制限してしまう。

【簡単な要約】

【0005】

本開示は、超音波画像認識 (ultrasound image recognition) を容易にする超音波システムおよび方法を提供する。特に、この超音波システムおよび方法は、超音波撮像装置によって取得された超音波画像が、患者の1つまたは複数の器官や組織や身体の特徴に関して既知の、臨床的に望ましい見え方に対応しているか否かを判定するように動作可能である。超音波撮像装置によってキャプチャされた超音波画像に関してそのような判定を行うために、人工知能の手法 (Artificial intelligence approaches) が超音波画像認識モジュール (ultrasound image recognition module) において用いられる。

10

【0006】

一実施形態では、超音波撮像装置と超音波画像認識モジュールとを含む超音波システム (ultrasound system) が提供される。超音波撮像装置は、患者の超音波画像を取得するように構成されている。超音波画像認識モジュールは、取得された超音波画像 (acquired ultrasound images) を超音波撮像装置から受信し、受信された超音波画像が器官や他の身体の特徴に関して臨床的に望ましい見え方を表しているか否かを判定するように構成されている。そして、臨床的に望ましい見え方がキャプチャされたか否かを示すために、視覚的な (visual) または可聴的な (audible) 合図 (cue) を用いるような、正または負のフィードバックが使用者に提供されてよい。臨床的に望ましい見え方がキャプチャされたか否かの判定においてシステムを補助するために、使用者は、画像キャプチャプロセス (image capture process) の前または最中に、使用者がキャプチャしたい特定の画像の透視図 (perspective) または見え方を識別し、そしてシステムはこの入力を、望ましい見え方が実際にキャプチャされているか否かの識別を補助するために用いることができる。

20

【0007】

別の実施形態では、患者の1つまたは複数の超音波画像を超音波撮像装置によって取得するステップと、取得された患者の超音波画像を超音波画像認識モジュールに送信するステップと、超音波画像認識モジュールによって取得された超音波画像が、器官や他の身体の特徴についての臨床的に望ましい見え方を表しているか否かを判定するステップとを含む方法が提供される。

30

【0008】

別の実施形態では、患者の超音波画像を取得するように構成された超音波撮像装置と、取得された超音波画像が器官や他の身体の特徴についての臨床的に望ましい見え方を表しているか否かを判定する超音波画像認識手段とを含む超音波システムが提供される。

【0009】

本開示は、さらに、超音波画像取得と解釈のための、超音波画像認識を容易にする超音波データ情報システムおよび方法を提供する。特に、超音波データ情報システムおよび方法は、画像取得の状況において、超音波撮像装置によって取得された超音波画像が、1つまたは複数の器官や組織や身体の特徴についての既知の臨床的に望ましい見え方に対応しているか、または、画像解釈の状況において、超音波撮像装置によって取得された超音波画像が特定の病変または正常機能のどちらを示しているかを決定するように動作することができる。人工知能の手法は、患者の超音波画像に関する認識および/または決定を行うように訓練された、中央人工知能 (AI) 超音波画像認識訓練ネットワーク (central artificial intelligence (AI) ultrasound image recognition training network) で使用される。AI 訓練ネットワーク (AI training network) および/またはAI 訓練ネットワークによって成長させられた知識 (knowledge) は、どこにでも配置されうる多数の超音

40

50

波撮像装置に供給され、それらによって実装されてよい。したがって、A I 訓練ネットワークによって生成された超音波画像知識 (ultrasound image knowledge) を利用して、超音波撮像装置は患者の画像を取得し、たとえば、取得された画像が臨床的に望ましい1つまたは複数の見え方を表しているか否かを判定しうる。次いで、超音波撮像装置によって取得された超音波画像は、訓練入力情報 (training input information) としてA I 訓練ネットワークへ送り返され、これによってA I 訓練ネットワークをさらに訓練し、さらなるおよび/または洗練された超音波画像知識を成長させる。

【0010】

超音波撮像装置は、A I 訓練ネットワークから定期的な更新 (updates) (たとえば、毎月、毎週、毎日、またはより頻繁に) を受信してよく、したがって、更新のたびに、A I 訓練ネットワークに記憶された、直近に成長させられた超音波画像知識を受信する。

10

【0011】

少なくとも1つの実施形態では、1つまたは複数のプロセッサを有するコンピュータ装置に少なくとも部分的に記憶された超音波画像認識訓練ネットワークを含む超音波データ情報システムが提供される。超音波画像認識訓練ネットワークは、超音波訓練画像 (ultrasound training images) を受信し、受信された超音波訓練画像に基づいて超音波画像知識を成長させるように構成されている。超音波データ情報システムは、患者の超音波画像を取得するように構成された超音波撮像装置と、超音波撮像装置内の超音波画像認識モジュールとをさらに含んでいる。超音波画像認識モジュールは、超音波画像知識を受信し、取得された超音波画像を超音波撮像装置から受信し、超音波画像知識に基づいて、受信された超音波画像が器官またはある種の病変についての臨床的に望ましい見え方を表しているか否かを判定するように構成されている。

20

【0012】

別の実施形態では、本開示は、超音波画像認識訓練ネットワークによって超音波訓練画像を受信するステップを含む方法を提供する。本方法はさらに、超音波画像認識訓練ネットワークによって、受信された超音波訓練画像に基づいて超音波画像知識を生成し、超音波画像認識訓練ネットワークとは別個であって離れて位置する超音波撮像装置に送信するステップを含んでいる。このようにして、超音波撮像装置は、患者の超音波画像を取得し、超音波画像知識に基づいて、取得された超音波画像が器官の臨床的に望ましい見え方を表しているか否かを判定しうる。

30

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】図1は、本開示の1つまたは複数の実施形態による超音波画像認識システムを示すブロック図である。

【図2】図2は、本開示の1つまたは複数の実施形態による超音波画像認識モジュールの訓練を示すブロック図である。

【図3】図3は、本開示の1つまたは複数の実施形態による超音波画像認識モジュールによって実装されうるニューラルネットワーク (neural network) を示すブロック図である。

【図4】図4は、本開示の1つまたは複数の実施形態による超音波撮像装置の概略図である。

40

【図5】図5は、本開示の1つまたは複数の実施形態による超音波画像認識方法を示すフローチャートである。

【図6】図6は、本開示の1つまたは複数の実施形態による超音波データ情報システムを示すブロック図である。

【図7】図7は、本開示の1つまたは複数の実施形態による超音波撮像装置を示すブロック図である。

【図8】図8は、本開示の1つまたは複数の実施形態による人工知能超音波画像認識訓練ネットワークの訓練を示すブロック図である。

【図9】図9は、本開示の1つまたは複数の実施形態による超音波画像認識方法を示すフ

50

ローチャートである。

【詳細な説明】

【0014】

本開示は、超音波画像認識システムおよび方法のいくつかの実施形態を提供する。本明細書で提供されるシステムおよび方法は、非熟練の超音波技師によって実行される超音波撮像および／または非伝統的な臨床現場で行われうるハンドヘルド（handheld）もしくはモバイル型（mobile）の超音波撮像装置を利用する超音波撮像に特に有用でありうる。本明細書で提供されるシステムおよび方法は、人工知能の手法を用いて、取得された超音波画像が患者の器官や他の組織、患者における特徴や関心領域の望ましい見え方を正確に描写または表現しているか否かを判定することができる。そしてこれらのシステムは、患者の器官や他の組織や特徴の望ましい見え方がキャプチャされたか否かを示すために、使用者にフィードバックを提供してもよい。その代わりにまたはそれに加えて、これらのシステムは、使用者がキャプチャしたい患者の器官の特定の見え方に関する使用者からの入力を受け入れてよい。さらに、このシステムは、特定の解剖学的構造の１つまたは複数の特定の見え方を順番にキャプチャしようとするように使用者を誘導し、１つまたは複数の望ましい見え方がキャプチャされたか否かを使用者に確認してよい。

10

【0015】

本開示はさらに、超音波撮像のための人工知能ネットワークシステムおよび方法のいくつかの実施形態を提供する。本明細書で提供される人工知能システムおよび方法は、あらゆる技能水準の超音波技師によって実行される超音波撮像、および／または非伝統的な臨床現場で行われうるハンドヘルドもしくはモバイル型の超音波撮像装置を使用する超音波撮像に対して特に有用でありうる。本明細書で提供されるシステムおよび方法は、人工知能の手法を用いて、（i）取得された超音波画像が、たとえば患者の器官や他の組織、患者における特徴もしくは関心領域を含めた構造および／または解剖学的構造の望ましい見え方を、正確にもしくは実質的に正確に描写もしくは表しているか否か、または不正確にしくは実質的に不正確に描写もしくは表しているか否か、そして（ii）臨床的に望ましい解剖学的見え方を表している取得された画像が、正常な機能または特定の病変のどちらを示しているか、を判定することができる。たとえば、心臓の特定の見え方を実質的に正確に描写または表していると判定された取得済みの超音波画像に基づいて、人工知能の手法はさらに、心臓における僧帽弁（mitral valves）の特定の問題を示しうる。

20

30

【0016】

人工知能超音波画像認識訓練ネットワーク（「AI訓練ネットワーク」（"AI training network"））は、クラウドベース（cloud-based）または分散コンピューティングネットワーク（distributed computing network）であってよく、多数の超音波撮像装置にアクセス可能であってよい。AI訓練ネットワークは、既知のまたは臨床的に判定された見え方を表す多数の超音波画像を用いて訓練されてよく、これらの見え方の中で超音波画像は正常または病的な機能を表しうる。訓練プロセスを通じて、AI訓練ネットワークのパラメータは、患者の器官や組織や任意の他の関心領域のような様々な構造の見え方の認識について、および様々な正常な状態ならびに病的な状態について、最適化される。AI訓練ネットワークおよび／またはネットワークパラメータ（network parameters）（たとえば、訓練プロセスを通じてAI訓練ネットワークによって学習された知識）は、取得された超音波画像について認識し、解釈し、および／または判定を行うために、超音波撮像装置によってダウンロードされ、実装されうる。したがって、超音波撮像装置は必ずしも個別に訓練される必要はない（これは計算集約的なプロセス（computationally intensive process）である）。超音波撮像装置によって取得された超音波画像は、AI訓練ネットワークをさらに訓練するための訓練入力として、AI訓練ネットワークに送り返されてよい。

40

【0017】

図１は、本開示の実施形態による超音波システム１００のブロック図を示した図である。図１に示したように、超音波システム１００は、超音波撮像装置１１０と、通信ネット

50

ワーク (communications network) 102 と、超音波画像認識モジュール 120 と、画像知識データベース (image knowledge database) 122 とを含んでいる。これらの各々は、ハンドヘルド装置やポータブル型装置などの単一の超音波装置に組み込まれていてよく、または互いに動作可能にリンクされるかまたはリンク可能な複数の装置を構成していてもよい。

【0018】

超音波撮像装置 110 は、患者の超音波画像を取得するように動作可能な任意の超音波装置であり、たとえばハンドヘルド超音波撮像装置であってよい。超音波撮像装置 110 は、ディスプレイ 112 と、メモリ 114 と、1つまたは複数のプロセッサ 116 とを含んでいてよい。超音波撮像装置 110 は、超音波プローブ (ultrasound probe) 118 に動作可能のように接続されている。

10

【0019】

メモリ 114 は、たとえば、読み出し専用メモリ (read-only memory (ROM))、ランダムアクセスメモリ (random access memory (RAM))、フラッシュメモリ (flash memory)、ハードディスクドライブ (hard disk drive)、光学的記憶装置 (optical storage device)、磁気記憶装置 (magnetic storage device)、電気的消去可能プログラマブル読み出し専用メモリ (electrically erasable programmable read-only memory (EEPROM))、有機記憶媒体 (organic storage media) などを含む、任意のコンピュータ可読記憶媒体 (computer-readable storage medium) であってよい。

20

【0020】

プロセッサ 116 は、本明細書で説明するような超音波撮像装置 110 の機能を実行する命令 (たとえばメモリ 114 に記憶された命令) を処理するように動作可能な任意のコンピュータプロセッサであってよい。

【0021】

超音波プローブ 118 は、超音波撮像装置 110 によって駆動され、患者の目標領域に向かって信号を送信し、その送信された信号に応答して目標領域から戻るエコー信号 (echo signals) を受信する。動作中、超音波装置 110 の使用者は、所望の超音波画像を取得するための位置および角度で、患者の身体に対してプローブ 118 を保持する場合がある。プローブによって受信された信号 (すなわちエコー信号) は、超音波撮像装置 110 へ伝達され、患者の目標領域の超音波画像を形成するか、または形成するように処理されてよい。さらに、超音波画像は、超音波画像および/または任意の他の関連情報を使用者に対して表示しうるディスプレイ 112 へ供給されてよい。

30

【0022】

したがって、超音波撮像装置 110 によって取得された超音波画像は、通信ネットワーク 102 を介して超音波画像認識モジュール 120 へ供給されてよい。超音波撮像装置 110 から得られた超音波画像は、参照符号 101 で示したように、超音波画像認識モジュール 120 へ供給される。通信ネットワーク 102 は、ローカルエリアネットワーク (local area networks)、無線ネットワーク (wireless networks)、専用線 (dedicated lines)、イントラネット (intranets)、インターネット (the Internet) などを含む1つまたは複数の物理ネットワークを介して通信するために1つまたは複数のプロトコルを利用してよい。

40

【0023】

1つまたは複数の実施形態では、超音波画像認識モジュール 120 は超音波撮像装置 110 内に設けられていてよく、または、超音波画像認識モジュール 120 の局所的な複製および/もしくは画像知識データベース 122 に記憶された超音波知識は超音波撮像装置 110 内に含まれていてよく、この超音波撮像装置 110 は、たとえば、更新された超音波画像認識アルゴリズムおよび/または知識を受信するための、離れて位置する (たとえば1つまたは複数のサーバコンピュータまたは「クラウド」に記憶された) 超音波画像認識モジュール 120 にアクセスする。

【0024】

50

超音波画像認識モジュール 120 は、超音波撮像装置 110 から取得された超音波画像を受信し、受信された超音波画像の 1 つまたは複数が患者の器官または他の態様、領域または特徴についての臨床的に望ましい見え方を表しているか否かを判定する。超音波画像認識モジュール 120 は、受信された超音波画像が臨床的に望ましい見え方を表しているか否かを判定するために、画像知識データベース 122 からもたらされる、人工知能を用いた任意の計算機による知的システム (computationally intelligent system) によって実装されてよい。本明細書に記載した、超音波画像認識モジュールによって行われる判定の一部または全部は、たとえば取得された超音波画像の受信に応答して、超音波画像認識モジュール 120 によって自動的に実行されてよい。

【0025】

本明細書内の「人工知能」の語は、(たとえば訓練データに基づいて) 知識を学習することができ、そして 1 つまたは複数の問題を解決するための手法を適用させるためにそのような学習された知識を用いることのできる、あらゆる計算機による知的システムおよび方法を広く表すために用いられている。人工知能機械 (Artificially intelligent machines) は、画像認識 (image recognition) などの問題を解決するために、たとえばニューラルネットワーク (neural network)、深層学習 (deep learning)、畳み込みニューラルネットワーク (convolutional neural network)、ベイジアンプログラム学習法 (Bayesian program learning techniques) などを用いることがある。さらに、人工知能は、以下に挙げる、制約プログラム (constraint program)、ファジィ論理 (fuzzy logic)、クラスタ分析 (classification)、従来型の人工知能 (conventional artificial intelligence)、記号操作 (symbolic manipulation)、ファジィ集合理論 (fuzzy set theory)、進化計算 (evolutionary computation)、サイバネティクス (cybernetics)、データマイニング (data mining)、近似推論 (approximate reasoning)、派生自由最適化 (derivative-free optimization)、決定ツリー (decision trees)、および / またはソフトコンピューティング (soft computing) などの計算技法 (computational techniques) の任意の 1 つまたはそれらの組み合わせを含んでいてよい。1 つまたは複数の計算機による知的技術 (computationally intelligent techniques) を用いることにより、超音波画像認識モジュール 120 は、より良い性能を得るために学習し、未知の環境および / または変化する環境に適応しうる。

【0026】

画像知識データベース 122 は、受信された超音波画像について、超音波画像認識モジュール 120 による画像解析を容易にするような種々の情報を含んでいてよい。特に、画像知識データベース 122 は、様々な器官の様々な画像の見え方に関する情報を含んでいてよい。たとえば、画像知識データベース 122 は、心臓の臨床的に標準的な見え方または望ましい見え方に関連する情報を含んでいてよい。心臓の臨床的に標準的な見え方には、たとえば、胸骨上 (suprasternal)、肋骨下 (subcostal)、短軸および長軸の傍胸骨 (short- and long-axis parasternal)、心尖部 2 腔 (2-chamber apical)、心尖部 3 腔 (3-chamber apical)、心尖部 4 腔 (4-chamber apical)、心尖部 5 腔 (5-chamber apical) の見え方が含まれる。さらに、臨床的に標準的な見え方に関連する情報は、3 次元像 (three-dimensional view)、2 次元断面像 (two-dimensional cross section view) および / または 1 組の 2 次元断面像に関連する情報であってよい。画像知識データベース 122 は、超音波画像認識モジュール 120 によってアクセス可能な任意のコンピュータ可読記憶媒体に記憶されていてよい。

【0027】

超音波画像認識モジュール 120 は、本明細書で説明した種々の機能や動作を実行するように構成されたコンピュータプロセッサ (computer processor) を含むか、さもなければそれによって実行されてよい。たとえば、超音波画像認識モジュール 120 は、汎用コンピュータもしくは記憶されたコンピュータプログラムによって選択的に起動されるかもしくは再構成された (reconfigured) データプロセッサ (data processor) によって実行されてよく、または本明細書で説明する特徴や動作を実行するために特別に構成されたコ

10

20

30

40

50

ンピュータプラットフォーム (computing platform) であってもよい。

【0028】

図2は、1つまたは複数の実施形態による超音波画像認識モジュール120の訓練を示すブロック図である。超音波画像認識モジュール120は、訓練画像210に基づいて訓練されてよい。訓練画像210は、いかなる超音波画像情報をも含んでいてよい。たとえば、訓練画像210は、心臓のような器官の既知の見え方に関連する様々な超音波画像情報を含んでいてよい。さらなる例として、訓練画像210は、たとえば心臓の胸骨上の見え方の臨床上に望ましい画像であってよい。そのような場合、訓練画像210は、心臓の臨床上に望ましい胸骨上の見え方を適切に示すように、(たとえば医師によって)あらかじめ判定された超音波画像であってよい。そのような訓練画像210の各々は、わずかに異なる特性(たとえば、高品質画像、低品質画像、ぼやけた画像、わずかに異なる角度で撮影された画像など)を有する場合があるが、それでもなおそのような各訓練画像210は、心臓の臨床上に望ましい見え方を適切に表しているものとしてあらかじめ判定されてよい。

10

【0029】

さらに、訓練画像210は、臨床上に標準的な見え方または臨床上に望ましい見え方に関連する画像情報だけでなく、臨床上には望ましくない見え方に関連する画像情報をさらに含んでいてもよい。したがって超音波認識モジュール120は、たとえば特定の臨床上に望ましい見え方(たとえば胸骨上、肋骨下、短軸および長軸の傍胸骨、心尖部2腔、心尖部3腔、心尖部4腔、心尖部5腔の見え方)を表していない心臓の見え方を受信することがある。そのような場合、超音波認識モジュール120は、それでもなおその画像を心臓の見え方として認識する場合があり、さらにその画像を、たとえば心尖部2腔の見え方と心尖部3腔の見え方との間のどこかの画像であると認識する場合がある。臨床上に標準的な心尖部3腔の見え方は、一般に、たとえば超音波撮像プローブを心尖部2腔の見え方に対して反時計回りに約60°回転させることによって得ることができる。心尖部2腔の見え方に対して反時計回りにたとえば5°から55°の間のどこかの回転角度においてプローブによって得られた超音波画像は、心臓の臨床上に望ましい見え方を表していないものと判定される場合がある。しかし、超音波画像認識モジュール120は、心臓の、既知ではあるが臨床上には望ましくない様々な見え方(たとえば心尖部2腔の見え方と心尖部3腔の見え方との間のどこかの見え方)を示す訓練画像210を用いて訓練されてよく、そのような見え方を認識しうる(たとえば超音波画像認識モジュール120は心尖部2腔の見え方に対してプローブ118の反時計回りに35°の回転を表す見え方を認識しうる)。

20

30

【0030】

他の訓練入力220が訓練のために超音波画像認識モジュール120にさらに供給されてよい。他の訓練入力220は、たとえば、訓練プロセスを通じて画像認識モジュール120内で成長させられた画像認識モデルを調整するか、さもなければ管理するための、手作業で入力された入力(manually-entered input)を含んでいてよい。

【0031】

超音波画像認識モジュール120は、訓練画像210を用いて反復訓練プロセスを実装しうる。訓練は、様々な学習規則(learning rules)または訓練アルゴリズム(training algorithms)に基づいていてよい。たとえば、学習規則は、以下に挙げる、バックプロパゲーション(back-propagation)、リアルタイムリカレント学習(real-time recurrent learning)、パターンバイパターン学習(pattern-by-pattern learning)、教師あり学習(supervised learning)、補間(interpolation)、加重和(weighted sum)、強化学習(reinforced learning)、時間差学習(temporal difference learning)、教師なし学習(unsupervised learning)および/または記録学習(recording learning)のうちの1つまたは複数を含んでいてよい。

40

【0032】

バックプロパゲーション学習アルゴリズム(The back-propagation learning algorithm

50

m) は、人工ニューラルネットワーク (artificial neural networks) を訓練する一般的な方法である (たとえば図 3 に示す人工ニューラルネットワーク 300 で使用される)。バックプロパゲーションには、一般に、伝播 (propagation) と重みの更新 (weight update) の 2 つのフェーズが含まれる。伝播フェーズでは、伝播の出力活性 (output activations) を生成するために、訓練パターンの入力ニューラルネットワークを通して順方向に伝播される。次に、すべての出力ニューロンと隠れニューロン (hidden neurons) とのデルタ (すなわち入力値と出力値との間の差) を生成するために、伝播の出力活性が訓練パターンターゲット (training pattern target) を用いてニューラルネットワークを通して逆方向に伝播される。重み更新フェーズにおいては、それぞれの重みシナプス (weight-synapse) について、以下のステップが一般的に実行される。1. 重みの勾配 (gradient) を得るために、その出力デルタと入力活性 (input activation) とを乗ずる。2. 重みから勾配の比率 (パーセンテージ) を減じる。伝播フェーズと重み更新フェーズとは、ネットワークの性能が満足できるものになるまで必要なだけ繰り返される。

10

20

30

40

50

【0033】

訓練の結果として、超音波画像認識モジュール 120 は、訓練画像 210 に応答してその挙動を修正し、超音波画像知識 230 を取得するかまたは生成することを学習しうる。超音波画像知識 230 は、超音波画像認識モジュール 120 が新しいデータや状況に対する適切な応答を決定しうるいかなる情報も表してよい。特に、超音波画像知識 230 は、超音波画像と器官の 1 つまたは複数の見え方との間の関連性 (たとえば 1 つまたは複数の関数であって超音波画像パラメータ (ultrasound image parameters)、係数 (coefficients)、重み付け情報 (weighting information)、図 3 に示したニューラルネットワークの例に関連するパラメータ、またはそのような任意の変数に基づいて器官の 1 つまたは複数の見え方を描写するもの) を表す。超音波画像知識 230 は、超音波画像知識データベース 122 内に記憶されていてよい。

【0034】

超音波画像認識モジュール 120 は、訓練画像 210 に基づいて学習し、その挙動を変更してよく、画像知識データベース 122 内に含まれている知識を適用して、新しい入力、たとえば超音波撮像装置 110 から受信された超音波画像情報に関して、決定を行う方法を変更しうる。

【0035】

図 3 は、1 つまたは複数の実施形態による、超音波画像認識モジュール 120 によって実装される人工ニューラルネットワーク 300 の一例を示すブロック図である。人工ニューラルネットワーク (ANNs) は、多数の入力 (それは一般的には未知である) に依存しうる関数を推定するかまたは近似させるために用いられる人工知能モデルである。そのようなニューラルネットワークは一般に、互いに情報をやりとりする相互接続された「ニューロン」 ("neurons") のシステムを含んでいる。その接続は、経験に基づいて調整される数値重み (numeric weights) を有し、したがってニューラルネットワークは、入力に適応し、学習することができる。

【0036】

図 3 に示した人工ニューラルネットワーク 300 は、入力ニューロン i_1 から i_3 を含む 1 つの入力層 310 と、隠れ層ニューロン h_1 から h_4 を含む 1 つの隠れ層 320 と、出力ニューロン f_1 および f_2 を含む 1 つの出力層 330 とからなる 3 つの層を含んでいる。図 3 のニューラルネットワーク 300 は 3 つの層を有するように示されているが、超音波画像認識モジュール 120 の最適な訓練と性能とを達成するために、必要に応じてニューラルネットワーク 300 に追加の層を含めうることは容易に理解されるべきである。同様に、各層のニューロンは例示的な目的のために示されており、各層が図 3 に示したもののよりも多くの、さらにはるかに多くのニューロンを含みうることは容易に理解されるべきである。

【0037】

ニューラルネットワーク 300 は、訓練画像 210 を入力層 310 に供給することによ

って訓練されてよい。図 2 に関して述べたように、訓練画像は、たとえば様々な器官の見え方、様々な画像品質または特徴、様々な画像化角度 (imaging angles) などを含んだ広範な既知の特性を有する超音波画像情報を含んでいてよい。ニューラルネットワーク 300 は、訓練を通じて、入力層 310 に供給された訓練画像 210 を出力層 330 における既知の出力情報 (たとえば心臓の肋骨下での見え方、胸骨上での見え方などの画像の分類) へとマッピングする重み付けされた結合 (weighted connections) を表す隠れ層 320 を生成し、および / または修正しうる。訓練プロセスを通じて形成され、重み結合関係 (weight connection relationships) を含みうる、入力層 310 と隠れ層 320 と出力層 330 とにおけるニューロン間の関係を、本明細書では「超音波画像知識」 ("ultrasound image knowledge") と総称し、それはたとえば超音波画像知識データベース 122 内に記憶されてよい。

10

【0038】

ニューラルネットワーク 300 がいったん十分に訓練されると、ニューラルネットワーク 300 には、入力層 310 において非訓練用超音波画像 (すなわち超音波撮像装置 110 を利用して撮影された患者の超音波画像) が供給されうる。ニューラルネットワーク 300 は、超音波画像知識データベース 122 内に記憶された超音波画像知識 (それらはたとえばニューラルネットワーク 300 のニューロン間の重み付けされた結合情報 (weighted connection information) を含みうる) を用いて、受信された超音波画像情報についての判定を出力層 330 において行いうる。たとえば、ニューラルネットワーク 300 は、受信された超音波画像が器官の 1 つまたは複数の臨床的に望ましい見え方を表しているか否かを判定しうる。

20

【0039】

図 3 のニューラルネットワーク 300 は、受信された超音波画像情報に関して判定を行うために人工知能を用いる超音波画像認識モジュール 120 の種々ありうる実施例中の単なる一例として提供されているにすぎない。たとえば、超音波画像認識モジュール 120 は、患者の受信された超音波画像に関する判定を行うために、ニューラルネットワーク、深層学習、畳み込みニューラルネットワーク、ベイジアンプログラム学習法のいずれかを実装しうる。

【0040】

さらに、超音波認識モジュール 120 は、受信された超音波画像情報に関する様々な判定を行うために、様々な訓練画像 210 および / または訓練画像 210 の様々なシーケンス (sequences) を利用して訓練されうる。たとえば、超音波認識モジュール 120 は、受信された超音波画像が 1 つまたは複数の臨床的に標準的な見え方または望ましい見え方を表しているか否かを判定するように訓練されるか、さもなければそのように構成される。さらに、超音波認識モジュール 120 は、受信された超音波画像が臨床的には望ましくない見え方を表しているか否かを判定し (そして患者内の特定の器官もしくは他の組織についての特定の見え方または角度であるような、臨床的には望ましくない見え方を認識する場合がある)、さらに、受信された超音波画像のシーケンスに基づいて、画像が器官の臨床的に望ましい見え方に近づいているかまたは遠ざかっているかということをさらに判定しうる。画像が器官の臨床的に望ましい見え方に近づいているかまたは遠ざかっているかということを認識すること、および / またはキャプチャされた実際の画像を認識することに基づいて、このシステムは、たとえば使用者がプローブを動かすことを望みうる方向および / または使用者がプローブに角度をつけたいと望みうる回転の角度もしくは向きを示すことによって、使用者にフィードバックを提供し、器官の望ましい見え方をキャプチャする際に使用者を支援するように構成されてよい。

30

40

【0041】

たとえば、上述したように、超音波画像認識モジュール 120 は、心臓についての、既知ではあるが臨床的には望ましくない様々な見え方 (たとえば心尖部 2 腔の見え方と心尖部 3 腔の見え方と間のどこかの見え方など) を示す訓練画像 210 を用いて訓練されてよく、そのため、そのような見え方を認識することがある (たとえば超音波画像認識モジュ

50

ール 1 2 0 は、心尖部 2 腔の見え方に対してプローブ 1 1 8 の反時計回りに 3 5 ° の回転を表している見え方を認識することがある)。さらに、超音波画像認識モジュール 1 2 0 は、認識されたものの臨床的には標準的でない、または臨床的には望ましくない心臓の見え方のシーケンスを用いて訓練されてよい。たとえば、超音波画像認識モジュール 1 2 0 は、心尖部 2 腔の見え方に対して反時計回りに 0 ° から 6 0 ° までの間の各回転角度(すなわち心尖部 2 腔の見え方と心尖部 3 腔の見え方との間のあらゆる角度)において心臓の見え方を表している超音波画像を認識するように訓練されてよい。さらに、超音波画像認識モジュール 1 2 0 は、臨床的には望ましくない見え方が臨床的に望ましい見え方に向かうような、および/またはそれから遠ざかるようなシーケンスや漸進(progression)を認識するように訓練されうる(たとえば訓練画像 2 1 0 は、プローブ 1 1 8 を、心尖部 2 腔の見え方から心尖部 3 腔の見え方に向かって、および/または心尖部 3 腔の見え方から離れる方向へと回転させることを表現する超音波画像のシーケンスを含む場合がある)。したがって、超音波画像認識モジュール 1 2 0 は、受信された超音波画像が、特定の臨床的に望ましい見え方を表してはいないものの、臨床的に望ましい見え方へと連続的に近づいていく(または遠ざかっていく)ことを認識するように訓練されうる。

10

20

30

40

50

【0042】

さらに、超音波画像認識モジュール 1 2 0 は、受信された超音波画像が器官についての複数の臨床的に望ましい見え方のいずれかを表しているか否かを超音波画像認識モジュール 1 2 0 が判定しうるように、訓練されてよい。器官についてのそのような臨床的に望ましい見え方には、たとえば胸骨上、肋骨下、短軸および長軸の傍胸骨、心尖部 2 腔、心尖部 3 腔、心尖部 4 腔、心尖部 5 腔での心臓の見え方が含まれうる。

【0043】

再び図 1 を参照すると、超音波画像認識モジュール 1 2 0 は、以下でさらに詳細に説明するように、超音波撮像装置 1 1 0 へ(参照符号 1 0 3 で示した)フィードバック信号を供給してよい。フィードバック信号 1 0 3 は、受信された超音波画像に関して超音波画像認識モジュール 1 2 0 が行う判定への応答として供給されてよい。

【0044】

図 4 は、1 つまたは複数の実施形態による超音波撮像装置 1 1 0 を概略的に示した図である。超音波撮像装置 1 1 0 は、1 つまたは複数の入力要素 4 1 2、1 つもしくは複数の視覚的フィードバック要素 4 2 0 および/または可聴的フィードバック要素 4 3 0 および/または触覚フィードバック要素 4 4 0 を含むユーザインタフェース 4 1 0 と、ディスプレイ 1 1 2 とを含んでいてよい。

【0045】

ユーザインタフェース 4 1 0 によって、使用者は、超音波撮像装置 1 1 0 を制御するか、さもなければそれと通信することが可能になる。様々な種類の使用者の入力が、たとえばボタンや同様の使用者入力要素であってよい使用者入力要素 4 1 2 を介して供給される。これに加えてまたはこれに代えて、ディスプレイ 1 1 2 はタッチスクリーンディスプレイであってよく、使用者の入力がディスプレイ 1 1 2 を介して受信されてもよい。使用者は、超音波撮像装置 1 1 0 を使用して、患者において撮像されるべき器官の望ましい見え方を、(たとえば入力要素 4 1 2 および/またはディスプレイ 1 1 2 を介して)選択するか、さもなければ入力してよい。たとえば、使用者は、超音波撮像装置 1 1 0 内に記憶されていて使用者に対して提示された複数の臨床的に望ましい見え方のうちから 1 つの見え方(たとえば心臓の肋骨下での見え方)を選択してよい。超音波撮像装置 1 1 0 は、選択された見え方を超音波画像認識モジュール 1 2 0 に伝達してよく、したがって超音波画像認識モジュール 1 2 0 は、受信された超音波画像が選択された見え方を表しているか否かを判定するように構成されていてよい。すなわち、超音波画像認識モジュール 1 2 0 は、画像知識データベース 1 2 2 内の適切な超音波画像知識(たとえば心臓の肋骨下での見え方に関連する知識や規則や関係性)にアクセスし、そのことによって、受信された超音波画像は、選択された見え方に対応する知識と比較されるか、またはそれによって処理されうる。あるいは、使用者は、上述したように、心臓のような器官の 1 つまたは複数の一

連の標準的な見え方のうちの1つの見え方をキャプチャすることを通じてシステムが使用者を誘導するような動作モード (mode of operation) を選択してもよい。そのようなモードにおいては、システムはまず、撮像されるべき器官の望ましい見え方を選択し、次いで、望ましい画像がキャプチャされたときに使用者に対して確認する、および/または最初にキャプチャされた画像に基づいて使用者を望ましい見え方へと導く。そしてシステムは、撮像されるべき器官の望ましい標準的な見え方のそれぞれについて、このプロセスを連続して繰り返すことになる。あるいは、システムは、キャプチャされるべき各画像とキャプチャされたあらゆる画像とを比較して、最初にキャプチャされるべき画像を初めに指示されることなしに、1つまたは複数の望ましい標準的な見え方がキャプチャされた時に確認するように動作することも可能である。

10

【0046】

視覚的フィードバック要素 (visual feedback elements) 420は、超音波撮像装置110の使用者に視覚的表示 (visual indication) を提供することのできる任意の要素であってよく、静止画であれ動画であれ、たとえば1つまたは複数の光や色や形状やアイコン (icons) などであってよい。可聴的フィードバック要素 (audible feedback element) 430は、超音波撮像装置110の使用者に対する可聴指示 (audible indication) を呈示することのできる任意の要素であってよく、たとえば、キャプチャされた画像とキャプチャしたいと望まれる画像との間の関連性および関連性の欠如に関連づけられた様々なトーン (tones) や音 (sounds) を呈示するためのスピーカであってよい。同様に、触覚フィードバック要素 (haptic feedback element) 440は、超音波撮像装置110の使用者に触覚効果 (haptic effect) を提供することのできる任意の要素であってよく、たとえば振動装置 (vibration device) であってよい。

20

【0047】

超音波画像認識モジュール120によって提供されるフィードバック信号103は、超音波撮像装置110から受信された超音波画像に関する、超音波画像認識モジュール120によって行われたあらゆる様々な判定を示してよい。

【0048】

たとえば、超音波画像認識モジュール120は、現在または直近に (most recently) 受信された超音波画像が器官についての臨床的に望ましい見え方 (たとえば選択された臨床的に望ましい見え方) を表していることを示すフィードバック信号103を提供してよい。さらなる例では、超音波画像認識モジュール120は、受信された超音波画像が器官についての臨床的に望ましい見え方に連続的に接近しているかまたは遠ざかっているかを判定し、受信された超音波画像が器官についての臨床的に望ましい見え方に連続的に接近しているかまたは遠ざかっているかということを示すフィードバック信号103を提供してよい。このフィードバック信号は、特定の方法でプローブを移動させるか、もしくは角度を付けるように使用者に指示するための、視覚的な、もしくは可聴的なコマンド (command) を含めることができ、または、器官についての望ましい画像によりよく近づけるためにプローブに求められる移動の方向および/もしくは移動の角度を示す、まっすぐもしくは曲がった矢印などのアイコンを含めることもできる。

30

【0049】

超音波撮像装置110は、フィードバック信号103を受信し、それに応答して、超音波撮像装置110の使用者にフィードバック効果を提供するために、1つまたは複数のフィードバック要素 (すなわち視覚的フィードバック要素420および/または可聴的フィードバック要素430および/または触覚フィードバック要素440) を作動させてよい。たとえば、フィードバック信号103は、現在または直近に受信された超音波画像が、器官についての臨床的に望ましい見え方を表していることを示してよい。このような場合、超音波撮像装置110によって提供されるフィードバック効果は、視覚的フィードバック要素420の緑色光420aの発光や、可聴的フィードバック要素430からの可聴トーン (audible tone) もしくはピープ音、および/または触覚フィードバック要素440によって提供される振動パルス (vibrational pulse) を含んでいてよい。発光する緑色

40

50

光 4 2 0 a および / または可聴音および / または振動パルスは、望ましい見え方が得られたことを使用者に示し、したがって使用者は、（たとえば 1 つまたは複数の使用者入力要素 4 1 2 を使用することによって）望ましい見え方の超音波画像を保持し、そして画像を超音波画像データベース 1 1 5 に記憶させる。

【 0 0 5 0 】

これに加えてまたはこれに代えて、受信された超音波画像に器官の臨床的に望ましい見え方が表されていると判定すると、超音波画像認識モジュール 1 2 0 は、（たとえばフィードバック信号 1 0 3 によって）超音波撮像装置 1 1 0 に、その超音波画像を自動的に保持して超音波画像データベース 1 1 5 に記憶させるようにしてもよい。使用者が既に所望の画像をキャプチャしているか否か、または撮像された特定の患者について所望の画像が

10

【 0 0 5 1 】

フィードバック信号 1 0 3 が、受信された超音波画像が器官の臨床的に望ましい見え方に連続的に近づいていくかまたは遠ざかっていくことを示す実施形態においては、超音波撮像装置 1 1 0 は、たとえば、受信された超音波画像が臨床的に望ましい見え方に近づく（または遠ざかる）につれて周波数が増加する（または減少する）可聴音や、受信された超音波画像が臨床的に望ましい見え方に近づく（またはそこから遠ざかる）につれて増加する（または減少する）強度を有する一連の振動パルス、および / または受信された超音波画像が臨床的に望ましい見え方に近づいているかまたは遠ざかっているときに、色や位置が異なる光源を発光させる（たとえば、受信された超音波画像が臨床的に望ましい見え方に近づくにつれて、外側に位置する赤い光源 4 2 0 c を発光させ、次に中間に位置する黄色の光源 4 2 0 b を発光させ、そして、中心に位置する緑色の光源 4 2 0 a を発光させる）等の変化するフィードバック効果を提供することによって、そのことを使用者に伝達してよい。

20

【 0 0 5 2 】

超音波撮像装置 1 1 0 に動作可能なように接続されたプローブ 1 1 8 は、たとえば加速度計（accelerometers）やジャイロスコープ（gyroscopes）などを含む任意の動きセンサ（motion sensors）であってよい 1 つまたは複数の動きセンサ 4 5 0 を含んでいてよい。したがって、超音波撮像装置 1 1 0 は、プローブ 1 1 8 の位置および / または動きを判定しうる。特に、超音波撮像装置 1 1 0 は、患者における 1 つまたは複数の既知の点に対するプローブ 1 1 8 の位置および / または動きを判定しうる。たとえば、使用者は、患者における既知の点（たとえば患者の胸の特定の点）において既知の向き（orientation）（たとえば患者の皮膚に対して実質的に垂直）にプローブ 1 1 8 を配置する場合があります。超音波撮像装置 1 1 0 は、この位置を基準点または初期化点として（たとえば使用者入力要素 4 1 2 を介して）キャプチャしてよい。したがって、超音波撮像装置 1 1 0 は、たとえば慣性航法技術（inertial navigation techniques）を含む任意の既知の位置決めアルゴリズムを利用して、既知の基準点に対する自身の位置を判定しうる。同様に、超音波画像認識モジュール 1 2 0 は、たとえば（本明細書で説明するように）臨床的に望ましい見え方から遠ざかる方向に移動していることを判定してよく、臨床的に望ましい見え方を得るために、患者における既知の点に関してのプローブ 1 1 8 の動きを（たとえばフィードバック信号 1 0 3 によって）提案してよい。たとえば、超音波画像認識モジュール 1 2 0 は、たとえば受信された超音波画像が心尖部 2 腔の見え方に関して反時計回りに 4 5 °、4 0 °、そして 3 5 ° の回転に伴う心臓の連続的な見え方を表していると判定しうる。臨床的に望ましい見え方は、たとえば、心尖部 2 腔の見え方に対してプローブ 1 1 8 を約 6 0 ° 回転させることによって得ることのできる心尖部 3 腔の見え方である場合がある。したがって、超音波画像認識モジュール 1 2 0 は、受信された超音波画像が臨床的に望ましい見え方から遠ざかっていると判定する場合があります。さらに、たとえば、心尖部 3 腔の見え方を得るために、使用者がプローブ 1 1 8 を反時計回りに約 2 5 ° 回転させることを提案してよい（直近の見え方が心尖部 2 腔の見え方に関して反時計回りに 3 5 ° の回転を表す

30

40

50

場合があり、反時計回りに追加的に25°だけ回転させることにより、望ましい心尖部3腔の見え方が得られる)。

【0053】

本明細書では、超音波画像認識モジュール120は、超音波撮像装置110から分離されていて、通信ネットワーク102を介してアクセス可能なものとして説明したが、超音波画像認識モジュール120は超音波撮像装置110内に含まれていてもよいということは容易に理解されるべきである。すなわち、超音波画像認識モジュール120(画像認識モジュール120自体または遠隔に位置する画像認識モジュール120の局所的な複製(local copy)のいずれか)は、超音波撮像装置110内に含まれていてよく、たとえばメモリ114に記憶されていてよく、超音波画像認識モジュール120の特徴および/または機能は、プロセッサ116によって実行されるか、さもなければ実装されてよい。

10

【0054】

図5は、1つまたは複数の実施形態による超音波画像認識方法500を示すフローチャートである。ブロック502において、方法500は、超音波撮像装置110によって患者の超音波画像を取得するステップを含んでいる。取得された超音波画像は、たとえば患者の器官の見え方を含んでいてよい。

【0055】

ブロック504において、方法500は、取得された超音波画像を超音波画像認識モジュール120へ送信するステップを含んでいる。取得された超音波画像は、通信ネットワーク102を介して送信されてよく、あるいは、超音波画像認識モジュール120が超音波撮像装置110内に含まれていてもよく、取得された超音波画像は実配線による接続(hardwired connection)を介して送信されてもよい。

20

【0056】

ブロック506において、方法500は、取得された超音波画像が器官についての臨床的に望ましい見え方を表しているか否かを超音波画像認識モジュール120によって判定するステップを含んでいる。超音波画像認識モジュール120は、たとえば図2および図3に示して説明したように、判定を容易にする任意の人工知能の方法を用いてよい。

【0057】

ブロック508において、方法500は、受信された超音波画像が器官についての臨床的に望ましい見え方を表しているか否かを判定することに応答して、フィードバック信号103を超音波撮像装置110へ送信するステップをさらに含んでいてよい。フィードバック信号103は、種々ありうるメッセージを超音波撮像装置110に通信してよい。たとえば、フィードバック信号103は、取得された超音波画像が臨床的に望ましい見え方を表していること、臨床的に望ましい見え方を表していないこと、および/または画像が臨床的に望ましい見え方に連続的に近づいているか、もしくは遠ざかっていることを示してよい。

30

【0058】

ブロック510において、方法100は、取得された超音波画像が器官についての臨床的に望ましい見え方を表していると判定した超音波画像認識モジュール120に応答して、取得された超音波画像を記憶するステップをさらに含んでいてよい。そのような場合、取得された超音波画像は、たとえば超音波画像データベース115内に自動的に記憶されてよい。これに加えてまたはこれに代えて、超音波撮像装置110の使用者は、たとえばユーザインタフェース410を介して超音波撮像装置110へ入力を供給することによって、取得された超音波画像を記憶するように促されてもよい。

40

【0059】

図6は、本開示の実施形態による超音波データ情報システム(ultrasound data information system)600のブロック図を示した図である。図6に示したように、超音波データ情報システム600は、多数の超音波撮像装置610と、通信ネットワーク602と、クラウドベースの人工知能(AI)超音波画像認識訓練ネットワーク620(以下「AI訓練ネットワーク120」という)と、超音波画像知識データベース622とを含んでい

50

る。超音波データ情報システム 600 はさらに、1 つまたは複数のユーザコンピュータ装置 (user computer devices) 630 を含んでいてよい。

【0060】

AI 訓練ネットワーク 620 は、超音波画像を認識するように訓練された、クラウドベースであるかまたは分散コンピューティングの人工知能ネットワークである。特に、AI 訓練ネットワーク 620 は、受信された超音波画像が患者の器官もしくは他の態様、領域もしくは特徴について、臨床的に望ましい見え方を表しているか否か、または臨床的に望ましい見え方が正常な機能もしくは特定の病変のどちらを示しているか、を判定するように訓練されていてよい。AI 訓練ネットワーク 620 は、(たとえば画像知識データベース 622 に記憶されているような) 知識を学習するか、さもなければ生成するために訓練 10 入力からもたらされる、人工知能を用いた任意の計算機による知能システムによって実装されてよく、これは、受信された超音波画像が臨床的に望ましい見え方を表しているか否か、または臨床的に望ましい見え方が正常な機能もしくは特定の病変をどちらを示しているかを判定するために利用される。

【0061】

AI 訓練ネットワーク 620 は、1 つまたは複数の計算機による知能技術を用いて、より良い性能を得るために学習し、未知のおよび / または変化する環境に適応しうる。

【0062】

AI 訓練ネットワーク 620 は、人工知能訓練プロセスを通じて、知識を学習し、これは画像知識データベース 622 に記憶されている。画像知識データベース 622 内に記憶 20 された知識は、受信された超音波画像に関して、AI 訓練ネットワーク 620 および / または超音波撮像装置 610 内の超音波画像認識モジュール 621 による超音波画像解析を容易にする種々の情報を含んでいてよく、これについては本明細書でさらに詳しく説明する。特に、たとえば画像知識データベース 622 は、様々な器官の様々な画像の見え方、および様々な器官の正常な状態や病理学的状態に関する情報を含んでいてよい。たとえば画像知識データベース 622 は、心臓の臨床的に標準的な見え方または望ましい見え方に 30 関連する情報を含んでいてよい。心臓の臨床的に標準的な見え方には、たとえば、胸骨上、肋骨下、短軸および長軸の傍胸骨、心尖部 2 腔、心尖部 3 腔、心尖部 4 腔、心尖部 5 腔の見え方が含まれる。さらに、臨床的に標準的な見え方に関連する情報は、3 次元の見え方、2 次元断面の見え方、および / または 1 組の 2 次元断面の見え方に関連する情報である場合がある。同様に、画像知識データベース 622 は、たとえば心筋収縮性や弁機能を含む、心臓のような器官の正常な機能や器官の様々な病的状態に関連する情報を含んで 30 いてよい。画像知識データベース 622 は、AI 訓練ネットワーク 620 によってアクセス可能な任意のコンピュータ可読記憶媒体に記憶されていてよい。

【0063】

AI 訓練ネットワーク 620 は、本明細書で説明する様々な機能や動作を行うように構成された 1 つまたは複数のコンピュータプロセッサを含んでいてよいし、さもなければそれによって実行されてよい。たとえば、AI 訓練ネットワーク 620 は、記憶されたコン 40 ピュータプログラムによって選択的に起動されるかもしくは構成される、1 つもしくは複数の汎用コンピュータもしくはデータプロセッサによって実行されてよく、または本明細書で述べる特徴や動作を実行するために特別に構成されたコンピューティングプラットフォーム (computing platform) であってもよい。特に、AI 訓練ネットワーク 620 は、超音波画像知識を生成するために非常に多数 (たとえば数万またはそれを超える数) の訓練画像を受信して処理することのできるような高度な計算能力を有するクラウドベースかまたは分散コンピューティングの人工知能ネットワークであってもよい。1 つまたは複数の実施形態では、AI 訓練ネットワーク 620 は、超音波撮像装置 610 内に含まれていて 40 よく、および / または超音波撮像装置 610 内で実行されてよい。

【0064】

超音波撮像装置 610 は、患者の超音波画像を取得するように動作可能な任意の超音波装置であってよく、たとえばハンドヘルドの超音波撮像装置であってよい。図 6 に示した 50

超音波撮像装置 610 は、図 1 に示した超音波撮像装置 110 と同じであるか、または実質的に同じであってよい。特に、超音波撮像装置 610 は、超音波撮像装置 110 に関して上述した（そしてたとえば図 1 から図 4 に示した）のと同じ特徴を含んでいてよく、図 7 に関して以下に述べるような追加の特徴をさらに含んでいてもよい。

【0065】

図 7 を参照すると、超音波撮像装置 610 は、ディスプレイ 112 と、メモリ 114 と、1 つまたは複数のプロセッサ 116 と、超音波画像認識モジュール 621 とを含んでいてよい。超音波撮像装置 610 に含まれている超音波画像認識モジュール 621 は、図 1 に示してそれに関連して説明した超音波画像認識モジュール 120 と本質的に同じであってよい。1 つ異なるのは、超音波画像認識モジュール 621（および局所的な超音波知識データベース 612）が図 8 における超音波撮像装置 610 内に配置されているのに対し、超音波画像認識モジュール 120 は図 1 における超音波撮像装置 110 に対して離れて位置しているということである。

10

【0066】

超音波撮像装置 610 は、取得された超音波画像のデータベース（acquired ultrasound image database）615 および / または局所的な超音波画像知識データベース 612 をさらに含んでいてよい。超音波撮像装置 610 は、超音波プローブ 118 に動作可能なように接続されている。

【0067】

メモリ 114 と、プロセッサ 116 と、超音波プローブ 118 と、ディスプレイ 112 とは、図 1 の超音波撮像装置 110 に関して上述したとおりである。

20

【0068】

超音波画像認識モジュール 621 は、たとえば、画像知識データベース 622 内に取得され記憶された画像知識を含む、あらかじめ訓練されたクラウドベースの AI 訓練ネットワーク 620 の一部または全部を組み込んでいてよい。すなわち、超音波撮像装置 610 は、通信ネットワーク 602 を介して、AI 訓練ネットワーク 620 および / または超音波画像知識データベース 622 に記憶された超音波画像知識（それらはたとえば局所的な超音波画像知識データベース 612 内に記憶されていてよい）をダウンロードしてよい。したがって、AI 訓練ネットワーク 620 によって学習された画像知識は、超音波撮像装置 610 によって取得された超音波画像に関する処理や決定を行うために、超音波画像認識モジュール 621 によって適用されうる。通信ネットワーク 602 は、ローカルエリアネットワークや、無線ネットワークや、専用線や、イントラネットや、インターネットなどを含む 1 つまたは複数の物理ネットワークを介して通信するために 1 つまたは複数のプロトコルを利用してよい。

30

【0069】

したがって、超音波撮像装置 610 によって取得された超音波画像は超音波画像認識モジュール 621 に供給され、そして超音波画像認識モジュール 621 によって処理されてよい。超音波画像認識モジュール 621 は、超音波撮像装置 610 によって取得された超音波画像を受信し、受信された超音波画像の 1 つまたは複数が器官もしくは他の態様、患者における領域もしくは特徴の臨床的に望ましい見え方を表しているか否か、または臨床的に望ましい見え方が正常な機能もしくは特定の病変のどちらを示しているか、を判定する。超音波画像認識モジュール 621 は、受信された超音波画像が臨床的に望ましい見え方を表しているか否か、または臨床的に望ましい見え方が正常な機能もしくは特定の病変のどちらを示しているかを判定するために、局所的な超音波画像知識データベース 612 内に含まれているような学習された知識からもたらされる、人工知能を用いた任意の計算機による知能システムによって実装されてよい。

40

【0070】

超音波画像知識データベース 622 は、図 1 に示した超音波画像知識データベース 122 に類似のものであるか、またはそれと同じであってよい。AI 訓練ネットワーク 620 は、超音波撮像装置 610 によって取得された超音波画像に関連した判定を行うために A

50

I 訓練ネットワーク 620 が訓練され、かつ超音波画像知識（超音波画像知識データベース 622 内に記憶されている）を成長させるという点において、図 1 に示した超音波画像認識モジュール 120 と同様である。しかしながら、1 つ異なるのは、A I 訓練ネットワーク 620 は、部分的に、多数の超音波撮像装置 610 によって取得された実際の超音波画像によって訓練されていて、それらの多数の超音波撮像装置 610 が追加的なまたは洗練された超音波画像知識をさらに訓練して成長させるために A I 訓練ネットワーク 620 に提供される、という点である。

【0071】

図 8 は、1 つまたは複数の実施形態によるクラウドベースの A I 訓練ネットワーク 620 の訓練を示すブロック図である。A I 訓練ネットワーク 620 は、最初に訓練画像 810 を用いて訓練されてよい。訓練画像 810 は、あらゆる超音波画像情報を含んでいてよく、図 2 に示して説明した訓練画像 210 と同じであるかまたは類似したものであってよい。たとえば、訓練画像 810 は、器官についての既知の見え方（たとえば心臓の胸骨上の臨床的に望ましい見え方など）に関連する様々な超音波画像情報を含んでいてよい。さらに、訓練画像 810 は、特定の臨床的に望ましい見え方を適切に表すように（たとえば医師によって）あらかじめ判定された超音波画像であってよい。さらに、訓練画像 810 には、正常な機能および / または特定の病変を表す様々な特性を持った多種多様な画像が含まれていてよい。

【0072】

さらに、訓練画像 810 は、超音波画像認識モジュール 120 を訓練するために供給される訓練画像 210 に関して図 2 に示して上述したように、臨床的には望ましくない見え方に関連する画像情報を含んでいてもよい。したがって、A I 訓練ネットワーク 620 は、たとえば、臨床的に望ましいいかなる見え方も表していないが、それでもなお心臓の見え方であると画像を認識しうる心臓の見え方を受信することがあり、たとえば、さらに、その画像を心尖部 2 腔の見え方と心尖部 3 腔の見え方との間のどこかの画像であると認識することがある。A I 訓練ネットワーク 620 は、心臓についての、既知ではあるが臨床的には望ましくない様々な見え方（心尖部 2 腔の見え方と心尖部 3 腔の見え方との間のどこかの見え方など）を示す訓練画像 810 によって訓練されてよく、したがってそのような見え方の認識を容易にする知識を成長させうる（たとえば A I 訓練ネットワーク 620 は、心尖部 2 腔の見え方に関してプロンプト 118 を反時計回りに 35° だけ回転させたものを表す見え方を認識しうる）。1 つまたは複数の実施形態によれば、たとえば図 1（フィードバック 103）に関して説明したように、キャプチャされた画像の認識（またはその欠如）および識別または解釈（またはそれらの欠如）に関するフィードバックが使用者に提供される。

【0073】

他の訓練入力 820 が訓練のために A I 訓練ネットワーク 620 にさらに提供されてよい。他の訓練入力 820 は、たとえば訓練プロセスを通じて A I 訓練ネットワーク 620 内で成長させられた画像認識モデルを調整するか、さもなければ管理するための、手作業で入力された入力を含んでいてよい。

【0074】

訓練画像 810 を用いることによって、A I 訓練ネットワーク 620 は反復訓練プロセスを実装しうる。訓練は、さまざまな学習規則や訓練アルゴリズムに基づいていてよい。たとえば、学習規則は、以下に挙げるバックプロパゲーション、リアルタイムリカレント学習、パターンバイパターン学習、教師あり学習、補間、加重和、強化学習、時間差学習、教師なし学習、および / または記録学習のうちの 1 つまたは複数を含んでいてよい。

【0075】

図 3 に関して先に説明したように、バックプロパゲーション学習アルゴリズムは、人工ニューラルネットワークを訓練する一般的な方法である（そして、たとえば A I 訓練ネットワーク 620 によって利用されるか、それにより実装されうる、図 3 に示した人工ニューラルネットワーク 300 で使用されうる）。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 6 】

訓練の結果として、A I 訓練ネットワーク 6 2 0 は、学習して、訓練画像 8 1 0 に応答してその挙動を修正してよく、そして超音波画像知識 8 3 0 を取得するかまたは生成する。超音波画像知識 8 3 0 は、人工知能ネットワーク（たとえば A I 訓練ネットワーク 6 2 0 および / または超音波画像認識モジュール 6 2 1 ）が新しいデータや状況に対する適切な応答であると判断することのできる任意の情報を表すことがある。特に、超音波画像知識 8 3 0 は、超音波画像と器官についての 1 つまたは複数の見え方と器官についての正常に対する病理状態との間の関連性（たとえば超音波画像パラメータ、係数、重み付け情報、図 3 に示した例示的なニューラルネットワークに関連するパラメータ、またはそのような変数に基づいた器官についての 1 つまたは複数の見え方を描く 1 つまたは複数の機能）を表す。超音波画像知識 8 3 0 は、超音波画像知識データベース 6 2 2 内に記憶されてよい。

10

【 0 0 7 7 】

A I 訓練ネットワーク 6 2 0 が最初の訓練画像 8 1 0 に基づいていったん十分に訓練されると、超音波撮像装置 6 1 0 は、訓練された A I 訓練ネットワーク 6 2 0 および / または A I 訓練ネットワーク 6 2 0 によって成長させられて超音波画像知識データベース 6 2 2 内に記憶された画像知識を、通信ネットワーク 6 0 2 を介して（たとえば参照符号 6 0 3 で示したように）ダウンロードしうる。すなわち、超音波撮像装置 6 1 0 内の超音波画像認識モジュール 6 2 1 は、たとえば、すでに訓練された A I 訓練ネットワーク 6 2 0 の 1 つもしくは複数の部分を含んでいてよく、またはその完全な複製であってよく、超音波撮像装置 6 1 0 内の局所的な超音波画像知識データベース 6 1 2 には、超音波画像知識データベース 6 2 2 内に記憶された超音波画像知識のいくつか、または全てが供給されてよい。

20

【 0 0 7 8 】

したがって、超音波撮像装置 6 1 0 は、通常の動作使用中に未知の超音波画像を取得したり、取得された超音波画像が患者についての臨床的に望ましい見え方を表しているか否か、または臨床的に望ましい見え方が正常な機能もしくは特定の病変のどちらを示しているかを（たとえば超音波画像認識モジュール 6 2 1 によって）判定したりする能力を有している。

【 0 0 7 9 】

30

取得された超音波画像のデータベース 6 1 5 内には、通常の動作使用中に超音波撮像装置 6 1 0 によって取得された画像（たとえば患者について取得された診断画像 8 1 7 ）が記憶されてよく、（図 6 においてたとえば参照符号 6 0 1 で示した）A I 訓練ネットワーク 6 2 0 へ追加の訓練入力としてさらに供給され、それによって A I 訓練ネットワーク 6 2 0 をさらに訓練してよい。そのような取得された超音波画像（acquired ultrasound images）8 1 7 は、超音波撮像装置 6 1 0 によって直接取得された画像であってよく、および / または A I 訓練ネットワーク 6 2 0 をさらに訓練するための訓練データとして使用するための、検証され、変更され、および / または臨床的に判定された画像であってよい。たとえば、取得された超音波画像 8 1 7 は、超音波撮像装置 6 1 0 によって取得され、局所的な超音波画像認識モジュール 6 2 1 によっては正しく判定されなかった画像を含む場合がある。たとえば、超音波画像認識モジュール 6 2 1 は、特定の画像が臨床的には望ましい見え方（たとえば心臓の胸骨上での見え方）を表していないと判断する場合があるが、しかし実際には同じ画像が臨床的に望ましい見え方を表している可能性がある。たとえば、医師または他のそのような専門家が、その超音波画像の独立した再検討の際に、画像が心臓の胸骨上の臨床的に十分な見え方を実際に示していると判断したものの、超音波画像認識モジュール 6 2 1 は同じ判定を行わなかった場合があり、したがってこのことは、超音波画像認識モジュール 6 2 1 が、画像を正確に判定または認識するようにさらに最適化されうること示している。そのような場合、取得された超音波画像は、取得された画像が臨床的に望ましい見え方（たとえば心臓の胸骨上での見え方）を表していることを示すように変更されるか、ラベル付けされるか、さもなければ訓練データに関連付けられて

40

50

よく、したがって取得された超音波画像は、A I 訓練ネットワーク 6 2 0 をさらに訓練するための取得された超音波画像 8 1 7 として供給されてよく、これは今度は超音波画像認識モジュール 6 2 1 を更新するために用いられる。

【0080】

超音波撮像装置 6 1 0 によって取得された超音波画像は、取得された超音波画像のデータベース 6 1 5 内に記憶されてよく、および / または訓練情報 (たとえば画像が特定の臨床的に望ましい見え方や通常の機能や既知の病変を表しているかまたは表していないかというような、画像についてのあらゆる既知の特性を示すようなもの) を含むように変更され、次いで、取得された超音波画像のデータベース 6 1 5 内に記憶されてよい。したがって、取得された超音波画像 8 1 7 に関する 1 つまたは複数の既知の特性を示す訓練情報を備えた取得済みの超音波画像 8 1 7 は、超音波画像知識 8 3 0 をさらに訓練し、さらに成長させ、および / またはさらに改良するために、A I 訓練ネットワーク 6 2 0 へ供給されうる。

10

【0081】

A I 訓練ネットワーク 6 2 0 をさらに訓練するために用いられる取得された超音波画像 8 1 7 は、超音波撮像装置 6 1 0 から直接に (たとえば取得された画像のデータベース 6 1 5 内に記憶された画像を、通信ネットワーク 6 0 2 を介して A I 訓練ネットワーク 6 2 0 へアップロードすることによって) 受信されてよく、および / または 1 つまたは複数のユーザコンピュータデバイス 6 3 0 から受信されてもよい。たとえば医師は、超音波画像を超音波撮像装置 6 1 0 からユーザコンピュータ装置 6 3 0 へダウンロードしてよく、さらにそれを修正したり、ラベル付けしたり、さもなければ超音波画像に関連する 1 つまたは複数の既知の特性を示す超音波画像に訓練データを追加したりしてよい。したがってユーザコンピュータ装置 6 3 0 は、取得された超音波画像 8 1 7 (これはたとえば 1 つまたは複数の既知の特性を示す訓練データを含んでいてよい) を A I 訓練ネットワーク 6 2 0 へ送信してさらに訓練するために利用されうる。ユーザコンピュータ装置 6 3 0 は、さらに、または代替的に、関連する任意の超音波撮像装置 6 1 0 と通信しうる A I 訓練ネットワーク 6 2 0 から、更新された知識を受信するために使用されうる。

20

【0082】

したがって、取得された超音波画像 8 1 7 は、A I 訓練ネットワーク 6 2 0 をさらに訓練するために用いられる訓練画像である。すなわち、訓練画像の初期のセット (initial set of training images) 8 1 0 は、A I 訓練ネットワーク 6 2 0 を最初に訓練するために用いられ、取得された超音波画像 8 1 7 は、A I 訓練ネットワーク 6 2 0 をさらに訓練するために供給されるのであり、それは、1 つまたは複数の超音波撮像装置 6 1 0 が配置され、訓練値を供給しうる超音波画像を 1 つまたは複数の超音波撮像装置 6 1 0 が取得した後に供給される。訓練画像 8 1 0 と取得された超音波画像 8 1 7 とは、同種の情報、すなわち超音波画像情報とそれに関連する訓練ラベルとを含んでいる。

30

【0083】

A I 訓練ネットワーク 6 2 0 を訓練するための訓練画像 8 1 0 および / または取得された超音波画像 8 1 7 は、一連の画像 (たとえば連続して取得された画像フレームのシーケンスを有するビデオクリップ (video clip)) を含んでいてよい。たとえば、クリップは、心臓の動き / 収縮のような動的現象を示す一連の画像を含んでいてよい。そのようなクリップは、初期訓練画像 8 1 0 および / または取得された超音波画像 8 1 7 として、A I 訓練ネットワーク 6 2 0 をさらに訓練するために A I 訓練ネットワーク 6 2 0 へ供給されてよい。

40

【0084】

A I 訓練ネットワーク 6 2 0 は、訓練画像 8 1 0 に基づいて学習し、その動作を変更してよく、そして、画像知識データベース 6 2 2 に含まれている知識を適用して新たな入力、たとえば超音波撮像装置 6 1 0 から受信された取得済みの超音波画像情報 8 1 7 などに関する判定を行う方法を変更してよい。取得された超音波画像 8 1 7 は、通信ネットワーク 6 0 2 を介して A I 訓練ネットワーク 6 2 0 へ供給されてよく、したがって、A I 訓練

50

ネットワーク 620 をさらに訓練するための追加の訓練入力として用いられてよく、そして、さらに成長させられた画像知識 830 を生成するために用いられてよく、この画像知識 830 は画像知識データベース 622 内に記憶されうる。

【0085】

1 つまたは複数の実施形態による、AI 訓練ネットワーク 620 および / または超音波画像認識モジュール 621 によって、人工ニューラルネットワーク (たとえば図 3 に示した人工ニューラルネットワーク 300) が実装されてよい。上述したように、図 3 に示した人工ニューラルネットワーク 300 は、3 つの層、すなわち入力ニューロン i_1 から i_3 を含む 1 つの入力層 310 と、隠れ層ニューロン h_1 から h_4 を含む 1 つの隠れ層 320 と、出力ニューロン f_1 および f_2 を含む 1 つの出力層 330 とを含んでいる。図 3 におけるニューラルネットワーク 300 は 3 つの層を有しているように示したが、AI 訓練ネットワーク 620 および / または超音波画像認識モジュール 621 の最適な訓練と性能とを得るために、必要に応じて追加の層をニューラルネットワーク 300 内に含めてもよいことは容易に理解されるべきである。同様に、各層におけるニューロンは例示的な目的のために示したものであり、各層が図 3 に示したのよりも多くの、さらにはるかに多くのニューロンを含んでいてもよいということは容易に理解されるべきである。

【0086】

ニューラルネットワーク 300 は、訓練画像 810 および / または取得された超音波画像 817 を入力層 310 へ供給することによって (たとえば AI 訓練ネットワーク 620 がニューラルネットワーク 300 である実施形態において) 訓練されてよい。図 8 に関して述べたように、訓練画像 810 (および AI 訓練ネットワーク 620 への訓練入力として供給される、取得された超音波画像 817) は、様々な既知の特性を有する超音波画像情報、たとえば器官についての様々な見え方、正常な機能、様々な病変、様々な画像品質または画像特性、様々な撮像角度などを含む多種多様な画像を含んでいてよい。ニューラルネットワーク 300 は、訓練を通じて、入力層 310 において供給された訓練画像 810 および / または取得された超音波画像 817 を、出力層 330 における既知の出力情報 (たとえば心臓の肋骨下での見え方や胸骨上での見え方などとしての画像の分類) へとマッピングする重み付けされた結合を表す隠れ層 320 を生成し、および / または修正する。訓練プロセスを通じて形成され、重み結合関係を含みうる、入力層 310 と隠れ層 320 と出力層 330 とにおけるニューロン間の関係を、本明細書では「超音波画像知識」と総称し、それはたとえば超音波画像知識データベース 622 内に記憶されてよい。

【0087】

ニューラルネットワーク 300 が十分に訓練されると、ニューラルネットワーク 300 は超音波撮像装置 610 へと供給され、たとえば超音波画像認識モジュール 621 によって実装される。このように、ニューラルネットワーク 300 は、入力層 310 において訓練用ではない超音波画像 (すなわち超音波撮像装置 610 を用いて撮影された患者についての超音波画像) を受信しうる。超音波画像知識データベース 622 (これは局所的な超音波画像知識データベース 612 へと供給され、その中に記憶されてよく、たとえばニューラルネットワーク 300 のニューロン間の重み付けされた結合情報を含んでいてよい) 内に記憶された超音波画像知識を用いて、ニューラルネットワーク 300 は出力層 330 において受信された超音波画像情報に関する判定を行ってよい。たとえば、ニューラルネットワーク 300 は、受信された超音波画像が器官の 1 つまたは複数の臨床的に望ましい見え方を表しているか否かを判定してよい。

【0088】

したがって、クラウドベースの AI 訓練ネットワーク 620 は、超音波撮像装置 610 内の超音波画像認識モジュール 621 内に実装するのに十分なネットワークおよび / または画像知識を成長させるために、最初に訓練される。そしてクラウドベースの AI 訓練ネットワーク 620 は、超音波装置 610 によって取得され、通信ネットワーク 602 を介して AI 訓練ネットワーク 620 へと供給される、(たとえば図 6 に参照符号 601 で示した) 取得済みの超音波画像 817 に基づいて、さらに訓練され続ける。AI 訓練ネット

ワーク 620 の継続的な訓練の結果として、AI 訓練ネットワーク 620 は、超音波画像知識データベース 622 内に記憶される追加の超音波画像知識を成長させ、改良し、さもないと生成し続ける。したがって超音波撮像装置 610 は、(図 6 においてたとえば参照符号 603 で示した)超音波画像知識データベース 622 内に記憶された更新された超音波画像知識を、所定のスケジュールに従って自動的にダウンロードされる更新を通じて、または使用者によって望まれるかもしくは要求された特定の時間に、または撮像装置が最後に更新されてからネットワークがさらに訓練される結果となった特定の閾値数の追加画像をデータベースが受信した時に自動的に、定期的に受信してよい。

【0089】

図 3 のニューラルネットワーク 300 は、AI 訓練ネットワーク 620 および / または受信された超音波画像情報に関する判定を行うために人工知能を用いる超音波画像認識モジュール 621 の、種々ありうる実施形態のうちの単なる一例として提供されているにすぎない。たとえば、AI 訓練ネットワーク 620 および / または超音波画像認識モジュール 621 は、患者についての受信された超音波画像に関する判定を行うために、ニューラルネットワーク、深層学習、畳み込みニューラルネットワーク、ベイジアンプログラム学習法のいずれかを実装してよい。

【0090】

さらに AI 訓練ネットワーク 620 は、受信された超音波画像情報に関連する様々な判定を行うために、様々な訓練画像 810 および / または取得された超音波画像 817 を利用して訓練されてよい (さらに訓練画像 810 および / または取得された超音波画像 817 の様々なシーケンスを利用して訓練されてよい)。たとえば、AI 訓練ネットワーク 620 は、受信された超音波画像が 1 つもしくは複数の臨床的に標準的な見え方もしくは望ましい見え方を表しているか否か、または臨床的に望ましい見え方が正常な機能もしくは特定の病変のどちらを示しているか、を判定するように訓練されてよいし、さもないとそのように判定するように構成されていてもよい。さらに、AI 訓練ネットワーク 620 は、受信された超音波画像が臨床的には望ましくない見え方を表しているか否かを判定するように訓練されてよく (そしてそのような臨床的には望ましくない見え方を、患者内の特定の器官または他の組織についての特定の見え方または角度として認識してよい)、受信された超音波画像のシーケンスに基づいて、画像が器官についての臨床的に望ましい見え方に近づいているかまたは遠ざかっているかをさらに判定してよい。

【0091】

AI 訓練ネットワーク 620 および / または AI 訓練ネットワーク 620 によって成長させられて超音波画像知識データベース 622 内に記憶された超音波画像知識をダウンロードすることによって、超音波撮像装置 610 内の超音波画像認識モジュール 621 と局所的な超音波画像知識データベース 612 とは、訓練された AI 訓練ネットワーク 620 と超音波画像知識データベース 622 とに関して本明細書で説明する特徴や機能のすべてを含んでいてよい。

【0092】

たとえば、上述したように、AI 訓練ネットワーク 620 は、訓練画像 810 および / または患者における器官もしくは他の構造についての既知ではあるが臨床的には望ましくない様々な見え方を示す取得された超音波画像 817 を用いて訓練されてよく、したがって超音波装置 610 内の超音波画像認識モジュール 621 は、そのような見え方を認識する。さらに、AI 訓練ネットワーク 620 は、認識されているが臨床的には標準的でないか、または望ましくない見え方の 1 つもしくは複数のシーケンスを用いて訓練されてよく、AI 訓練ネットワーク 620 は、そのような臨床的には望ましくない見え方のシーケンスまたは漸進が、臨床的に望ましい見え方へと向かうこと、および / または遠ざかることを認識するように訓練されてよい (たとえば訓練画像 810 は、心尖部 2 腔の見え方から心尖部 3 腔の見え方に向かっていく、および / またはそこから離れていく、プローブ 118 の回転を表す一連の超音波画像を含んでいてよい)。したがって、AI 訓練ネットワーク 620 は、受信された超音波画像が特定の臨床的に望ましい見え方を表していないもの

の臨床的に望ましい見え方へと連続的に近づいていく（または遠ざかっていく）ことを認識するように訓練されてよい（したがって超音波撮像装置 6 1 0 内の超音波画像認識モジュール 6 2 1 がそのように実装されうる）。

【0093】

さらに、A I 訓練ネットワーク 6 2 0 は、超音波撮像装置 6 1 0 内における超音波画像認識モジュール 6 2 1 として実装されたときに、超音波画像認識モジュール 6 2 1 が、受信された超音波画像が器官についての複数の臨床的に望ましい見え方のいずれかを表しているか否かを判定しうるように訓練されてよい。器官についてのこのような臨床的に望ましい見え方には、たとえば、胸骨上、肋骨下、短軸および長軸の傍胸骨、心尖部 2 腔、心尖部 3 腔、心尖部 4 腔および心尖部 5 腔での心臓の見え方が含まれうる。

10

【0094】

図 6 は、クラウドベースの超音波画像認識 A I 訓練ネットワーク 6 2 0 を含む超音波データ情報システム 6 0 0 を示しているが、1 つまたは複数の別の実施形態においては、超音波画像認識 A I 訓練ネットワーク 6 2 0 は、1 つまたは複数の超音波装置 6 1 0 内に含まれていてもよい。したがって、超音波撮像装置 6 1 0 内の A I 訓練ネットワーク 6 2 0 は、上述したように（そしてたとえば図 8 に示したように）初期訓練画像 8 1 0 に基づいて訓練されてよく、さらに、超音波撮像装置 6 1 0 によって取得され、訓練情報を供給するために何らかの方法でラベル付けされた、および / または修正された取得済みの超音波画像 8 1 7 に基づいて訓練されてよい。たとえば、超音波撮像装置 6 1 0 によって取得された超音波画像が、超音波画像認識モジュール 6 2 1 および / または A I 訓練ネットワーク 6 2 0 によって、心臓などの特定の器官についての望ましい臨床的な見え方を表していないとして判定されることがある。超音波撮像装置 6 1 0 を操作する超音波技師は、たとえば、取得された画像が実際には臨床的に望ましい見え方を表していることを知りうるが、しかしながら、患者の心臓は非定型の解剖学的構造を有しており、したがって超音波画像認識モジュール 6 2 1 および / または A I 訓練ネットワーク 6 2 0 は、画像が臨床的に望ましい見え方であると正しく認識しない。そのような場合、超音波技師は、（たとえば超音波撮像装置 6 1 0 上の対応するボタンを押すことによって、取得された画像を、超音波撮像装置 6 1 0 および / もしくはユーザコンピュータ装置 6 3 0 もしくはそれに類するものを利用して医師または他の熟練した専門家によるラベル付けのために、取得された超音波画像のデータベース 6 1 5 に記憶することによって）取得された画像を臨床的に望ましい見え方であるとしてラベル付けしてよい。画像は、臨床的に望ましい見え方を適切に表しているとしてラベル付けされると、A I 訓練ネットワーク 6 2 0 および / または超音波撮像装置 6 1 0 内の超音波画像認識モジュール 6 2 1 をさらに訓練するための訓練入力（たとえば取得された超音波画像 8 1 7 ）として供給される。したがって、超音波撮像装置 6 1 0 は、超音波撮像装置 6 1 0 によって取得された画像に基づいて、その内部にある超音波画像認識モジュール 6 2 1 を自己訓練する能力を含んでいてよい。

20

30

【0095】

さらに、複数の組織（たとえば病院や診療所）または超音波撮像装置 6 1 0 の使用者のグループ（たとえば業界団体や非公式のグループ）は、それぞれ独自の A I 訓練ネットワーク（組織もしくはグループ内の超音波撮像装置 6 1 0 によって取得された超音波画像に基づいて、更新された画像知識を供給するための、中央 A I 訓練ネットワーク 6 2 0、もしくは別個の、組織もしくはグループの A I 訓練ネットワークなど）および / または彼らの組織もしくはグループのための知識データベースを保有している場合があり、そのような組織またはグループ内の超音波撮像装置 6 1 0 によって取得された超音波画像から、更新が生成される。

40

【0096】

図 9 は、1 つまたは複数の実施形態による方法 9 0 0 を示すフローチャートである。ブロック 9 0 2 において、方法 9 0 0 は、超音波画像認識訓練ネットワーク（たとえば A I 訓練ネットワーク 6 2 0 ）によって超音波訓練画像 8 1 0 を受信するステップを含んでいる。

50

【 0 0 9 7 】

ブロック 9 0 4 において、方法 9 0 0 は、超音波画像認識訓練ネットワークによって、受信された超音波訓練画像 8 1 0 に基づいて超音波画像知識 8 3 0 を生成するステップを含んでいる。超音波画像知識 8 3 0 は、たとえば超音波画像知識データベース 6 2 2 内に記憶されていてよい。

【 0 0 9 8 】

ブロック 9 0 6 において、方法 9 0 0 は、超音波画像知識 8 3 0 を超音波撮像装置 6 1 0 へ送信するステップを含んでいる。超音波撮像装置 6 1 0 は、知識を更新するために A I 訓練ネットワーク 6 2 0 を定期的にポーリング (poll) してよく、このポーリングに回答して超音波画像知識 8 3 0 が送信されてよい。追加的にまたは代替的に、A I 訓練ネットワーク 6 2 0 は、更新された超音波画像知識 8 3 0 を超音波撮像装置 6 1 0 へ定期的にプッシュ (push) してもよい。1 つまたは複数の実施形態では、1 つまたは複数の超音波撮像装置 6 1 0 および / またはユーザコンピュータ装置 6 3 0 は、更新された超音波画像知識 8 3 0 を受信し、更新された超音波画像知識 8 3 0 を (たとえばピアツーピア (peer-to-peer) または他のローカルネットワークを介して) 1 つまたは複数の他の超音波撮像装置 6 1 0 へと分配 (distribute) してよい。たとえば、1 つまたは複数のユーザコンピュータ装置 6 3 0 は、病院などの臨床現場内に配置されていてよく、更新された超音波画像知識 8 3 0 を受信して、それを同じ現場内に位置する複数の超音波撮像デバイス 6 1 0 へ供給してよい。

【 0 0 9 9 】

超音波画像知識 8 3 0 は、たとえば、超音波画像知識データベース 6 2 2 から直接に、または A I 訓練ネットワーク 6 2 0 から、超音波撮像装置 6 1 0 へ送信されてよい。あるいは、超音波画像知識 8 3 0 は、超音波画像知識 8 3 0 をさらに 1 つまたは複数の超音波撮像装置 6 1 0 へ送信するユーザコンピュータ装置 6 3 0 へ供給されてもよい。送信された超音波画像知識は、超音波撮像装置 6 1 0 内に含まれていてよい局所的な超音波画像知識データベース 6 1 2 内に記憶されてよい。

【 0 1 0 0 】

ブロック 9 0 8 において、方法 9 0 0 はさらに、超音波撮像装置 6 1 0 によって患者の超音波画像を取得するステップを含んでいる。ブロック 9 1 0 において、方法 9 0 0 は、取得された超音波画像が器官についての臨床的に望ましい見え方を表しているか否かを超音波撮像装置 6 1 0 によって (たとえば超音波画像認識モジュール 6 2 1 を利用して) 判定するステップを含んでいる。判定は、たとえば超音波画像知識 8 3 0 に基づいて実行されてよい。

【 0 1 0 1 】

ブロック 9 1 2 において、方法 9 0 0 は、さらなる訓練のために、取得された患者についての超音波画像を超音波画像認識訓練ネットワークへ送信するステップを含んでいる。送信された患者についての取得された超音波画像は、取得された超音波画像に関連する 1 つまたは複数の既知の特性を示す訓練データを含んでいてよい。

【 0 1 0 2 】

上述の様々な実施形態は、さらなる実施形態を提供するために組み合わせることができる。上記の詳細な説明に照らし、これらの変更および他の変更を実施形態に対して適用することができる。一般に、後述の特許請求の範囲において使用されている用語は、特許請求の範囲を明細書および特許請求の範囲に開示される特定の実施形態に限定するものと解釈されるべきではなく、そのような特許請求の範囲が与えられる等価物の全範囲とともに実現可能なすべての実施形態を含むものと解釈されるべきである。したがって、特許請求の範囲は、本開示によって制限されない。

【図 1 - 2】

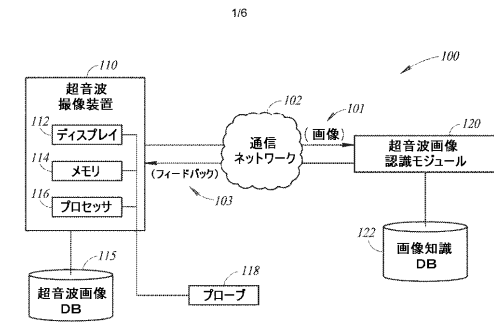


FIG. 1

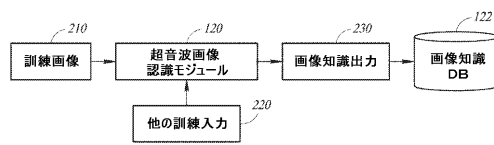


FIG. 2

【図 3 - 4】

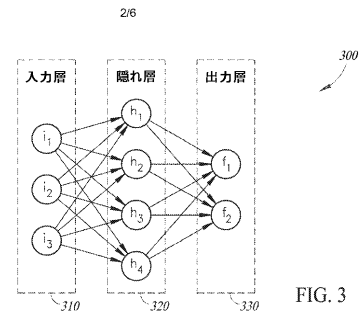


FIG. 3

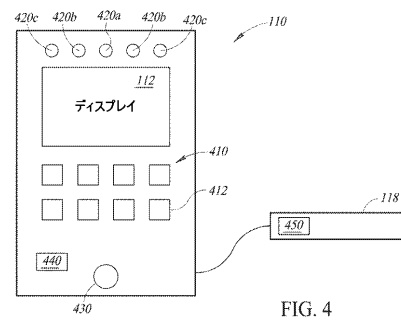


FIG. 4

【図 5】

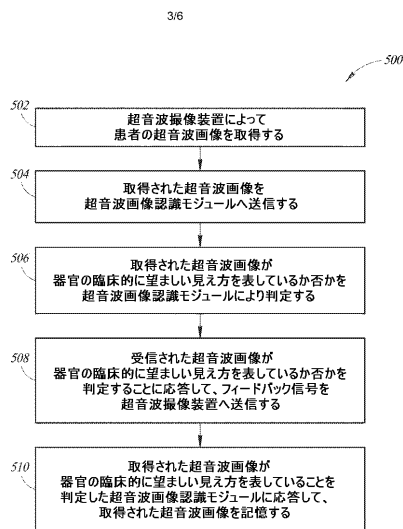


FIG. 5

【図 6】

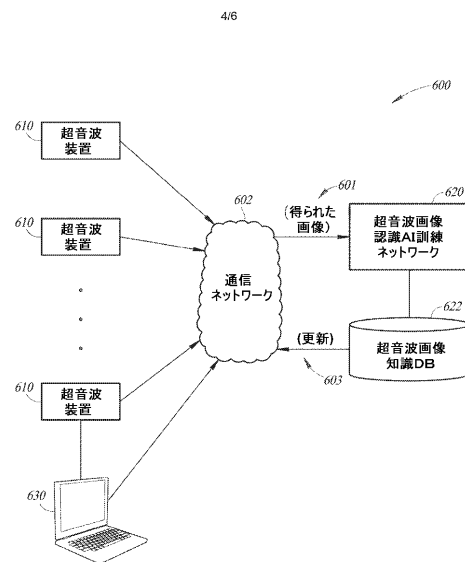


FIG. 6

【 図 7 - 8 】

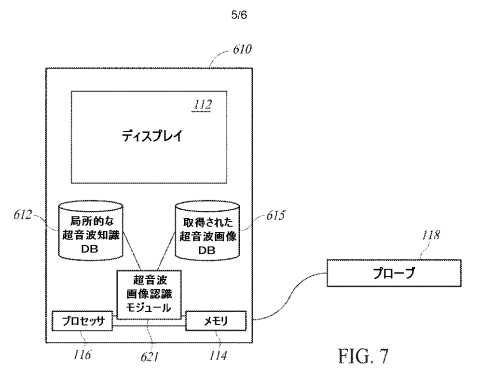


FIG. 7

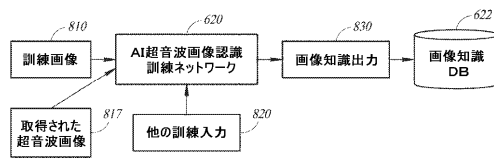


FIG. 8

【 図 9 】

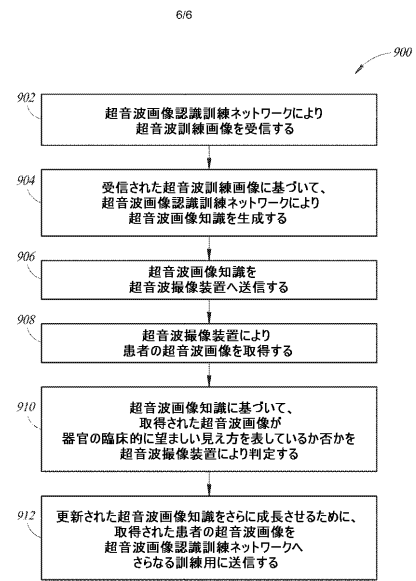


FIG. 9

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2017/021668

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
INV. A61B8/00	A61B8/08	G06F19/00 G06K9/20 G06K9/32
G06K9/46	G06K9/66	
ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
A61B G06F G06K		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2009/074280 A1 (LU XIAO GUANG [US] ET AL) 19 March 2009 (2009-03-19)	1-5, 11, 13-17, 21, 23-28, 30, 32-37
Y	abstract figures 1-4 paragraph [0017] - paragraph [0088]	6-10, 12, 18-20, 22, 29, 31, 38
X	----- US 2009/093717 A1 (CARNEIRO GUSTAVO HENRIQUE MONT [PT] ET AL) 9 April 2009 (2009-04-09) abstract figures 1-3 paragraph [0018] - paragraph [0110] ----- -/-	1, 14
☒ 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		Date of mailing of the international search report
29 June 2017		11/07/2017
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 Moehrs, Sascha

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/US2017/021668

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 2 980 714 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD [KR]) 3 February 2016 (2016-02-03) abstract figures 1-13 paragraph [0043] - paragraph [0072] -----	6-10, 18-20, 31,38
Y	US 2015/238148 A1 (GEORGESCU BOGDAN [US] ET AL) 27 August 2015 (2015-08-27) abstract figures 1-15 paragraph [0051] -----	12,22,29
A	US 2014/221832 A1 (EL-ZEHIRY NOHA YOUSSEF [US] ET AL) 7 August 2014 (2014-08-07) abstract figures 1-3 paragraph [0014] - paragraph [0103] -----	1-38

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2017/021668

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2009074280 A1	19-03-2009	CN 101390759 A DE 102008046861 A1 JP 2009072593 A KR 20090029673 A US 2009074280 A1	25-03-2009 14-05-2009 09-04-2009 23-03-2009 19-03-2009
US 2009093717 A1	09-04-2009	NONE	
EP 2980714 A1	03-02-2016	CN 105310653 A EP 2980714 A1 KR 20160014470 A US 2016029976 A1	10-02-2016 03-02-2016 11-02-2016 04-02-2016
US 2015238148 A1	27-08-2015	NONE	
US 2014221832 A1	07-08-2014	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, DJ, 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, KH, KN, KP, KR, KW, 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

(72)発明者 バグーラートス、 ニコラオス

アメリカ合衆国 9 8 0 5 2 ワシントン州、 レッドモンド、 ビルディング ピー、 ノース
イースト、 1 5 4 番アベニュー 8 3 1 0 エコーノース インコーポレーテッド内

(72)発明者 ペイルーア、 ラーマチャンドラ

アメリカ合衆国 9 8 0 5 2 ワシントン州、 レッドモンド、 ビルディング ピー、 ノース
イースト、 1 5 4 番アベニュー 8 3 1 0 エコーノース インコーポレーテッド内

(72)発明者 グッドウィン、 ケビン

アメリカ合衆国 9 8 0 5 2 ワシントン州、 レッドモンド、 ビルディング ピー、 ノース
イースト、 1 5 4 番アベニュー 8 3 1 0 エコーノース インコーポレーテッド内

Fターム(参考) 4C601 DD15 EE10 GA18 KK16 KK31 LL21

5L096 AA09 BA06 BA13 CA22 DA02 EA39 HA11 JA11 KA04 KA15

专利名称(译)	利用人工智能网络的超声图像识别系统和方法		
公开(公告)号	JP2019509871A	公开(公告)日	2019-04-11
申请号	JP2018567018	申请日	2017-03-09
发明人	バグーラートス、ニコラオス ペイルーア、ラーマチャンドラ グッドウィン、ケビン		
IPC分类号	A61B8/14 G06T7/00		
CPC分类号	A61B8/461 A61B8/469 A61B8/5223 A61B8/565 G06F19/36 G06K9/4628 G06K9/6273 G06K2209/051 G16H30/20 G16H30/40 G16H50/20 G06F3/04842 G06T7/0012 A61B8/46 A61B8/5215 G06F3/04845 G06T2200/24 G06T2207/10132		
FI分类号	A61B8/14 G06T7/00.350.B G06T7/00.612		
F-TERM分类号	4C601/DD15 4C601/EE10 4C601/GA18 4C601/KK16 4C601/KK31 4C601/LL21 5L096/AA09 5L096 /BA06 5L096/BA13 5L096/CA22 5L096/DA02 5L096/EA39 5L096/HA11 5L096/JA11 5L096/KA04 5L096/KA15		
代理人(译)	成瀬茂男		
优先权	62/305980 2016-03-09 US 62/313601 2016-03-25 US		
其他公开文献	JP2019509871A5		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

提供了超声图像识别系统和方法以及用于这种系统和方法的人工智能训练网络。超声数据信息系统包括超声图像识别训练网络，该超声图像识别训练网络被配置为接收超声训练图像并基于所接收的超声训练图像来开发超声图像知识。超声成像设备获取患者的超声图像，并且该设备包括超声图像识别模块。超声图像识别模块接收超声图像知识，从超声成像设备接收所获取的超声图像，并且基于超声图像知识，对所接收的超声图像进行器官的临床评估。配置为确定临床上所需的外观是正常功能还是特定病变的指示。接收到的超声图像被发送到超声图像识别训练网络，以进一步训练和发展更新的超声图像知识。

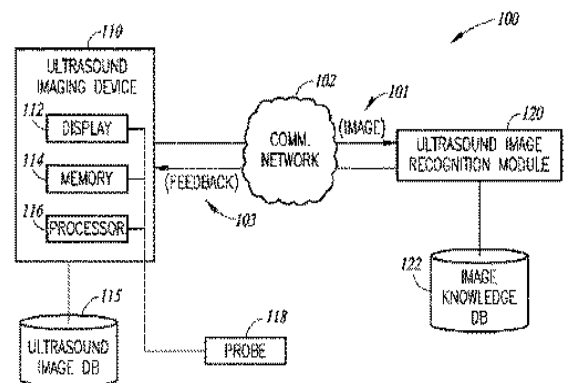


FIG. 1