

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-193788

(P2019-193788A)

(43) 公開日 令和1年11月7日 (2019.11.7)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 8/08 (2006.01)	A 6 1 B 8/08	4 C 0 9 3
A 6 1 B 6/00 (2006.01)	A 6 1 B 6/00 3 3 0 Z	4 C 6 0 1
G 1 6 H 30/20 (2018.01)	A 6 1 B 6/00 3 5 0 D	5 L 0 9 9
A 6 1 B 8/14 (2006.01)	A 6 1 B 6/00 3 7 0	
	G 1 6 H 30/20	
審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 59 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2019-84733 (P2019-84733)	(71) 出願人	594164542 キヤノンメディカルシステムズ株式会社 栃木県大田原市下石上1385番地
(22) 出願日	平成31年4月25日 (2019.4.25)	(74) 代理人	100108855 弁理士 蔵田 昌俊
(31) 優先権主張番号	特願2018-86998 (P2018-86998)	(74) 代理人	100103034 弁理士 野河 信久
(32) 優先日	平成30年4月27日 (2018.4.27)	(74) 代理人	100075672 弁理士 峰 隆司
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国 (JP)	(74) 代理人	100153051 弁理士 河野 直樹
		(74) 代理人	100179062 弁理士 井上 正
		(74) 代理人	100162570 弁理士 金子 早苗
		最終頁に続く	

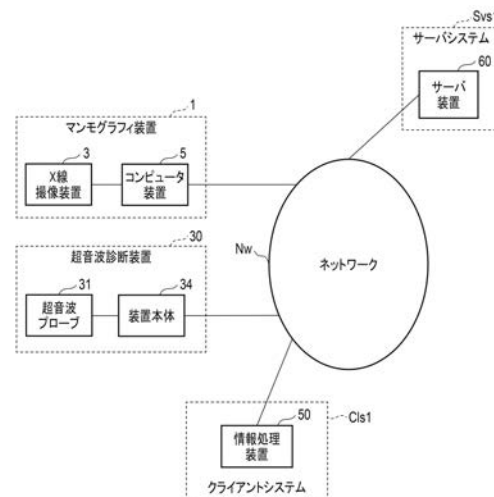
(54) 【発明の名称】 医用情報処理システム及び医用情報処理プログラム

(57) 【要約】

【課題】 モダリティ画像及び超音波画像を総合的に読影して診断を支援すること。

【解決手段】 実施形態に係る医用情報処理システムは、第1取得部、第2取得部、撮像位置取得部及び生成部を備えている。第1取得部は、被検体の超音波画像を取得する。第2取得部は、被検体の第1モダリティ画像を取得する。撮像位置取得部は、超音波画像の撮像位置を取得する。生成部は、超音波画像と当該超音波画像の撮像位置と第1モダリティ画像とに基づいて、被検体の診断支援情報を生成する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

被検体の超音波画像を取得する第 1 取得部と、
前記被検体の第 1 モダリティ画像であって、前記超音波画像とは異なる前記第 1 モダリティ画像を取得する第 2 取得部と、
前記超音波画像の撮像位置を取得する撮像位置取得部と、
前記超音波画像と当該超音波画像の撮像位置と前記第 1 モダリティ画像とに基づいて、前記被検体の診断支援情報を生成する生成部と
を備える医用情報処理システム。

【請求項 2】

前記生成部は、前記超音波画像と前記第 1 モダリティ画像と前記超音波画像の撮像位置との入力に基づいて前記被検体の診断支援情報を生成する生成処理部をさらに備える、請求項 1 に記載の医用情報処理システム。

【請求項 3】

前記生成部は、
前記超音波画像に対してコンピュータ支援検出を行う第 1 の検出処理部と、
前記第 1 モダリティ画像に対してコンピュータ支援検出を行う第 2 の検出処理部と、
前記超音波画像に対して行われたコンピュータ支援検出の結果と、前記第 1 モダリティ画像に対して行われたコンピュータ支援検出の結果と、前記超音波画像の撮像位置との入力に基づいて、前記被検体の診断支援情報を生成する生成処理部と、
を備える、請求項 1 に記載の医用情報処理システム。

【請求項 4】

前記生成処理部は、前記超音波画像に対して行われたコンピュータ支援検出の結果と、前記第 1 モダリティ画像に対して行われたコンピュータ支援検出の結果と、前記超音波画像の撮像位置と、前記超音波画像と、前記第 1 モダリティ画像との入力に基づいて、前記被検体の診断支援情報を生成する、請求項 3 に記載の医用情報処理システム。

【請求項 5】

前記生成部は、
前記超音波画像の撮像位置に基づく処理を前記第 1 モダリティ画像に施して第 2 モダリティ画像を生成する画像生成部と、
当該第 2 モダリティ画像と前記超音波画像との入力に基づいて前記被検体の診断支援情報を生成する生成処理部と、
を備える、請求項 1 に記載の医用情報処理システム。

【請求項 6】

前記生成部は、
前記超音波画像の撮像位置に基づく処理を前記第 1 モダリティ画像に施して第 2 モダリティ画像を生成する画像生成部と、
前記超音波画像に対してコンピュータ支援検出を行う第 1 の検出処理部と、
前記第 2 モダリティ画像に対してコンピュータ支援検出を行う第 2 の検出処理部と、
前記超音波画像に対して行われたコンピュータ支援検出の結果と、前記第 2 モダリティ画像に対して行われたコンピュータ支援検出の結果との入力に基づいて、前記被検体の診断支援情報を生成する生成処理部と、
を備える、請求項 1 に記載の医用情報処理システム。

【請求項 7】

前記生成処理部は、前記超音波画像に対して行われたコンピュータ支援検出の結果と、前記第 2 モダリティ画像に対して行われたコンピュータ支援検出の結果と、前記超音波画像と、前記第 2 モダリティ画像との入力に基づいて、前記被検体の診断支援情報を生成する、請求項 6 に記載の医用情報処理システム。

10

20

30

40

50

【請求項 8】

前記超音波画像の撮像位置情報に基づいて、前記第 1 モダリティ画像内で前記撮像位置に対応する位置を特定する特定部を更に備え、

前記特定部は、前記超音波画像に対するコンピュータ支援検出の結果が有病を示す場合に、前記対応する位置を特定する、

請求項 1 に記載の医用情報処理システム。

【請求項 9】

前記特定部は、前記超音波画像の撮像位置を示すマークを前記被検体の乳房の模式図上に描画し、当該描画したマークの位置に対応する関心領域を前記第 1 モダリティ画像上で特定する、

請求項 8 に記載の医用情報処理システム。

【請求項 10】

前記第 1 モダリティ画像は、マンモグラフィ画像、磁気共鳴イメージング (MRI) 画像、ポジトロン放出マンモグラフィ (PEM) 画像、ポジトロン断層法 (PET) 画像及びコンピュータ断層撮影 (CT) 画像のうちのいずれかである、

請求項 1 に記載の医用情報処理システム。

【請求項 11】

被検体の超音波画像に対するコンピュータ支援検出の第 1 結果を取得する第 1 結果取得部と、

前記被検体の第 1 モダリティ画像であって、前記超音波画像とは異なる前記第 1 モダリティ画像に対するコンピュータ支援検出の第 2 結果を取得する第 2 結果取得部と、

前記第 1 結果と、前記第 2 結果と、前記超音波画像の撮像位置を表す情報とに基づいて、前記被検体の診断支援情報を生成する生成部と

を備える医用情報処理システム。

【請求項 12】

前記第 1 結果取得部は、前記超音波画像に対してコンピュータ支援検出を施すことにより前記第 1 結果を取得し、

前記第 2 結果取得部は、前記第 1 モダリティ画像に対してコンピュータ支援検出を施すことにより前記第 2 結果を取得する、

請求項 11 に記載の医用情報処理システム。

【請求項 13】

少なくとも一つの情報処理装置を含むクライアントシステムと、少なくとも一つのサーバ装置を含むサーバシステムと、を備える医用情報処理システムであって、

前記クライアントシステムは、

被検体の超音波画像を取得する第 1 取得部と、

前記被検体の第 1 モダリティ画像であって、前記超音波画像とは異なる前記第 1 モダリティ画像を取得する第 2 取得部と、

前記超音波画像の撮像位置を取得する撮像位置取得部と、

前記超音波画像と当該超音波画像の撮像位置と前記第 1 モダリティ画像とを送信する第 1 送信部と

を備え、

前記サーバシステムは、

前記超音波画像と当該超音波画像の撮像位置と前記第 1 モダリティ画像とを受信する受信部と、

前記受信された前記超音波画像と当該超音波画像の撮像位置と前記第 1 モダリティ画像とに基づいて、前記被検体の診断支援情報を生成する生成部と、

前記診断支援情報を送信する第 2 送信部と

を備えた医用情報処理システム。

【請求項 14】

少なくとも一つのサーバ装置を含むサーバシステムに通信可能で、少なくとも一つの情

10

20

30

40

50

報処理装置を含む医用情報処理システムであって、

被検体の超音波画像を取得する第1取得部と、

前記被検体の第1モダリティ画像であって、前記超音波画像とは異なる前記第1モダリティ画像を取得する第2取得部と、

前記超音波画像の撮像位置を取得する撮像位置取得部と、

前記超音波画像と当該超音波画像の撮像位置と前記第1モダリティ画像とを送信する送信部と

を備え、

前記サーバシステムは、前記超音波画像と当該超音波画像の撮像位置と前記第1モダリティ画像とを受信すると、前記受信した前記超音波画像と当該超音波画像の撮像位置と前記第1モダリティ画像とに基づいて、前記被検体の診断支援情報を生成し、前記診断支援情報を送信する、

医用情報処理システム。

【請求項15】

医用情報処理システムのコンピュータに、

被検体の超音波画像をストレージに取得する機能、

前記被検体の第1モダリティ画像であって、前記超音波画像とは異なる前記第1モダリティ画像を前記ストレージに取得する機能、

前記超音波画像の撮像位置を前記ストレージに取得する機能、

前記ストレージに記憶された前記超音波画像と当該超音波画像の撮像位置と前記第1モダリティ画像とに基づいて、前記被検体の診断支援情報を生成する機能、

を実現させるための医用情報処理プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、医用情報処理システム及び医用情報処理プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

乳癌検診において、マンモグラフィ画像と超音波画像とを総合的に読影することが試みられている。しかし、マンモグラフィ画像は乳房全体を撮像するものであるのに対し、超音波画像は乳房の一部の断層を撮像するものであることから、マンモグラフィ画像と超音波画像との間で、同じ位置の同じ病変に対する総合的な読影結果を出すことが難しい。このことは、マンモグラフィ画像とは異なるモダリティ画像と、超音波画像との間でも同様である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2003-575号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明が解決しようとする課題は、モダリティ画像及び超音波画像を総合的に読影して診断を支援することである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

実施形態に係る医用情報処理システムは、第1取得部、第2取得部、撮像位置取得部及び生成部を備えている。

【0006】

前記第1取得部は、被検体の超音波画像を取得する。

前記第2取得部は、前記被検体の第1モダリティ画像であって、前記超音波画像とは異

10

20

30

40

50

なる前記第 1 モダリティ画像を取得する。

前記撮像位置取得部は、前記超音波画像の撮像位置を取得する。

前記生成部は、前記超音波画像と当該超音波画像の撮像位置と前記第 1 モダリティ画像とに基づいて、前記被検体の診断支援情報を生成する。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図 1】図 1 は、第 1 の実施形態に係る医用情報処理システムの構成を示すブロック図である。

【図 2】図 2 は、第 1 の実施形態におけるマンモグラフィ装置の構成を示すブロック図である。

【図 3】図 3 は、第 1 の実施形態におけるマンモグラフィ装置の外観を示す斜視図である。

【図 4】図 4 は、第 1 の実施形態における超音波診断装置の構成を示すブロック図である。

【図 5】図 5 は、第 1 の実施形態におけるクライアントシステム内の情報処理装置の構成を示すブロック図である。

【図 6】図 6 は、第 1 の実施形態における第 1 マンモグラフィ画像及び超音波画像の取得から診断支援情報の生成までの過程を示す模式図である。

【図 7】図 7 は、第 1 の実施形態における被検体の乳房、ボディマーク及び第 1 マンモグラフィ画像内の位置を対応付けて説明するための模式図である。

【図 8】図 8 は、第 1 の実施形態におけるサーバシステム内のサーバ装置の構成を示すブロック図である。

【図 9】図 9 は、第 1 の実施形態における学習済みモデルを説明するための模式図である。

【図 10】図 10 は、第 1 の実施形態における学習済みモデルを説明するための模式図である。

【図 11】図 11 は、第 1 の実施形態における機械学習モデルの多層化ネットワークを説明するための模式図である。

【図 12】図 12 は、第 1 の実施形態における動作を説明するためのシーケンス図である。

【図 13】図 13 は、第 1 の実施形態の変形例における第 1 マンモグラフィ画像及び超音波画像の取得から診断支援情報の生成までの過程を示す模式図である。

【図 14】図 14 は、第 1 の実施形態の変形例における学習済みモデルを説明するための模式図である。

【図 15】図 15 は、第 1 の実施形態の変形例における学習済みモデルを説明するための模式図である。

【図 16】図 16 は、第 1 の実施形態の変形例における動作を説明するためのシーケンス図である。

【図 17】図 17 は、第 2 の実施形態における第 1 マンモグラフィ画像及び超音波画像の取得から診断支援情報の生成までの過程を示す模式図である。

【図 18】図 18 は、第 2 の実施形態におけるクライアントシステム内の情報処理装置の構成を示すブロック図である。

【図 19】図 19 は、第 2 の実施形態における学習済みモデルを説明するための模式図である。

【図 20】図 20 は、第 2 の実施形態における学習済みモデルを説明するための模式図である。

【図 21】図 21 は、第 2 の実施形態における動作を説明するためのシーケンス図である。

【図 22】図 22 は、第 2 の実施形態の変形例における第 1 マンモグラフィ画像及び超音波画像の取得から診断支援情報の生成までの過程を示す模式図である。

10

20

30

40

50

【図 2 3】図 2 3 は、第 2 の実施形態の変形例における学習済みモデルを説明するための模式図である。

【図 2 4】図 2 4 は、第 2 の実施形態の変形例における学習済みモデルを説明するための模式図である。

【図 2 5】図 2 5 は、第 2 の実施形態の変形例における動作を説明するためのシーケンス図である。

【図 2 6】図 2 6 は、第 3 の実施形態に係る医用情報処理システムの構成を示すブロック図である。

【図 2 7】図 2 7 は、第 3 の実施形態におけるクライアントシステム内の情報処理装置及びサーバ装置の構成を示すブロック図である。

【図 2 8】図 2 8 は、第 3 の実施形態における動作を説明するためのシーケンス図である。

【図 2 9】図 2 9 は、第 3 の実施形態の変形例における動作を説明するためのシーケンス図である。

【図 3 0】図 3 0 は、第 3 の実施形態の他の変形例における動作を説明するためのシーケンス図である。

【図 3 1】図 3 1 は、第 3 の実施形態のさらに他の変形例における動作を説明するためのシーケンス図である。

【図 3 2】図 3 2 は、第 4 の実施形態に係る医用情報処理システムの構成を示すブロック図である。

【図 3 3】図 3 3 は、第 4 の実施形態における動作を説明するためのシーケンス図である。

【図 3 4】図 3 4 は、第 4 の実施形態の変形例における動作を説明するためのシーケンス図である。

【図 3 5】図 3 5 は、第 5 の実施形態に係る医用情報処理システムの構成を示すブロック図である。

【図 3 6】図 3 6 は、第 5 の実施形態における動作を説明するためのシーケンス図である。

【図 3 7】図 3 7 は、第 5 の実施形態の変形例における動作を説明するためのシーケンス図である。

【図 3 8】図 3 8 は、第 6 の実施形態に係る医用情報処理システムの構成を示すブロック図である。

【図 3 9】図 3 9 は、第 6 の実施形態における動作を説明するためのシーケンス図である。

【図 4 0】図 4 0 は、第 6 の実施形態の変形例における動作を説明するためのシーケンス図である。

【図 4 1】図 4 1 は、第 6 の実施形態の他の変形例における動作を説明するためのシーケンス図である。

【図 4 2】図 4 2 は、第 6 の実施形態のさらに他の変形例における動作を説明するためのシーケンス図である。

【図 4 3】図 4 3 は、各実施形態及び各変形例に対する一変形例として、第 1 モダリティ画像及び超音波画像の取得から診断支援情報の生成までの過程を示す模式図である。

【図 4 4】図 4 4 は、各実施形態及び各変形例に対する一変形例として、第 1 モダリティ画像、第 3 モダリティ画像及び超音波画像の取得から診断支援情報の生成までの過程を示す模式図である。

【図 4 5】図 4 5 は、第 2 の実施形態の更なる変形例に対する一変形例として、第 1 モダリティ画像及び超音波画像の取得から診断支援情報の生成までの過程を示す模式図である。

【図 4 6】図 4 6 は、各実施形態及び各変形例に対する一変形例として、第 1 モダリティ画像及び超音波画像の取得から診断支援情報の生成までの過程を示す模式図である。

10

20

30

40

50

【図４７】図４７は、各実施形態及び各変形例に対する一変形例として、第１モダリティ画像及び超音波画像の取得から診断支援情報の生成までの過程を示す模式図である。

【図４８】図４８は、各実施形態及び各変形例に対する一変形例として、第１モダリティ画像及び超音波画像の取得から診断支援情報の生成までの過程を示す模式図である。

【図４９】図４９は、各実施形態及び各変形例に対する一変形例として、第１モダリティ画像及び超音波画像の取得から診断支援情報の生成までの過程を示す模式図である。

【図５０】図５０は、各実施形態及び各変形例に対する一変形例として、第１モダリティ画像及び超音波画像の取得から診断支援情報の生成までの過程を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【０００８】

10

以下、各実施形態について図面を用いて説明する。

< 第１の実施形態 >

図１は、第１の実施形態に係る医用情報処理システムの構成を示すブロック図である。この医用情報処理システムは、クライアントシステムＣ１ｓ１及びサーバシステムＳｖｓ１を備えている。これらクライアントシステムＣ１ｓ１及びサーバシステムＳｖｓ１と、マンモグラフィ装置１及び超音波診断装置３０とはネットワークＮｗを介して通信可能となっている。ネットワークＮｗとしては、例えば院内ネットワークの如き、ＬＡＮ（Local Area Network）が使用可能となっている。クライアントシステムＣ１ｓ１は、少なくとも一つの情報処理装置５０を含んでいる。サーバシステムＳｖｓ１は、少なくとも一つのサーバ装置６０を含んでいる。本実施形態では、クライアントシステムＣ１ｓ１が一つの情報処理装置５０を含み、サーバシステムＳｖｓ１が一つのサーバ装置６０を含む場合を例に挙げて述べる。このように、本明細書中、「システム」の用語は、システムが複数の装置からなる場合に限らず、システムが単一の装置からなる場合を含む。この説明は、クライアントシステムが単一の装置からなる場合及びサーバシステムが単一の装置からなる場合に限らず、医用情報処理システムが単一の装置からなる場合を含むことを意味している。すなわち、モダリティ装置（例、マンモグラフィ装置１）及び超音波診断装置に対し、単一の装置からなる医用情報処理システムを通信可能に設けてもよい。ここで、モダリティ装置は、超音波診断装置とは異なる医用画像診断装置であり、例えば、マンモグラフィ装置、磁気共鳴イメージング（ＭＲＩ）装置、ポジトロン放出マンモグラフィ（ＰＥＭ）装置、ポジトロン断層法（ＰＥＴ）装置及びコンピュータ断層撮影（ＣＴ）装置などが適宜、使用可能となっている。以下の説明では、主に、マンモグラフィ装置１を当該モダリティ装置の例に挙げて述べる。また、医用情報処理システムをマンモグラフィ装置１又は超音波診断装置に一体的に設けてもよい。例えば、医用情報処理システムの各機能をマンモグラフィ装置１の処理回路２６又は超音波診断装置３０の処理回路４２が実現するように動作してもよい。また、クライアントシステムをマンモグラフィ装置１又は超音波診断装置３０に一体的に設けてもよい。例えば、クライアントシステムＣ１ｓ１の情報処理装置５０における処理回路５５の各機能を、マンモグラフィ装置１の処理回路２６又は超音波診断装置３０の処理回路４２が実現するように動作してもよい。これは以下の各実施形態でも同様である。

20

30

【０００９】

40

ここで、マンモグラフィ装置１は、図２及び図３に示すように、Ｘ線撮像装置３及びコンピュータ装置５を備える。

【００１０】

Ｘ線撮像装置３は、基台部１０とＣアーム１１とを有する。Ｃアーム１１は、基台部１０に突設された軸部１２に取り付けられる。これによりＣアーム１１は、軸部１２の軸心を回転中心軸Ｘとして回動可能なように基台部１０に支持される。Ｃアーム１１を回転させることにより、頭尾方向（CranioCaudal projection：ＣＣ）、内外方向（MedioLateral projection：ＭＬ）、内外斜方向（MedioLateral Oblique projection：ＭＬＯ）等の撮影を行うことができる。

【００１１】

50

Cアーム11は、アーム本体14にX線発生装置15、撮影台16、及び圧迫ユニット17を取り付けて構成される。X線発生装置15及び撮影台16は、アーム本体14の両端部に配置される。圧迫ユニット17は、X線発生装置15と撮影台16との中間に配置される。

【0012】

X線発生装置15は、X線管18と高電圧発生器19とを有する。X線管18は、高電圧発生器19から管電圧の印加、及びフィラメント電流の供給を受けて圧迫ユニットに向けて所定のX線継続時間X線を発生する。印加する管電圧とX線継続時間とは、撮影制御回路24からの制御信号を受けて、撮影に適した値に調整される。

【0013】

X線管18は、陰極フィラメントと陽極とを備える。陽極は、Mo（モリブデン）を材質としたMo陽極、Rh（ロジウム）を材質としたRh陽極、MoとRhとを混合してなるMo・Rh陽極、W（タングステン）を材質としたW陽極等である。これら陽極は、撮影制御回路24からの制御信号を受けて、随時切り替え可能である。

【0014】

フィラメント電流の供給を受けた陰極フィラメントは加熱され、熱電子を発生する。発生された熱電子は、陰極フィラメントと陽極との間に印加された管電圧によって、陽極に衝突される。このように熱電子が陽極へ衝突することによりX線が発生される。陽極に衝突する熱電子によって、管電流が流れる。管電流は、フィラメント電流により調整される。撮影時におけるX線線量の調節は、撮影制御回路24からの制御信号を受けて、管電流とX線継続時間との積である管電流時間積を調節することにより行なわれる。

【0015】

X線管18には、発生されたX線の線質を変更するための線質フィルタが取り付けられる。線質フィルタは、Moを材質としたMoフィルタや、Rhを材質としたRhフィルタ、Al（アルミニウム）を材質としたAlフィルタ、Ag（銀）を材質としたAgフィルタ或いはこれら材質を組み合わせるフィルタ等である。これら線質フィルタは、撮影制御回路24からの制御信号を受けて、随時切り替え可能である。

【0016】

圧迫ユニット17は、撮影台16の載置面16aに沿って接近／離反可能なようにCアーム11によって支持される圧迫板17aを有する。圧迫ユニット17は、撮影制御回路24からの制御信号を受けて、圧迫板17aを動作させることにより被検体の乳房を載置面16aに圧迫し、乳房厚を所定の状態にする。

【0017】

撮影台16は、乳房を透過したX線を検出するフラット・パネル・ディテクタ（FPD）等のデジタル検出器を筐体内に収容したユニットである。撮影台16は、載置面16aの面中心とX線管18の焦点とを結ぶZ軸に沿って、X線管18に接近／離反可能なようにCアーム11によって支持される。ここで、Y軸をX軸及びZ軸に直交する軸に規定する。つまり、XYZ座標系は、X軸を回転中心軸とした回転座標系である。Z軸は乳房の厚さ方向を規定する軸であり、XY平面は乳房の厚さ方向に垂直な広がり方向を規定する軸である。

【0018】

また、圧迫ユニット17が上側圧迫板と下側圧迫板とを備え、載置面16aと、上側圧迫板と下側圧迫板とで圧迫された乳房との距離を離間させて拡大撮影を行う場合は、撮影台16の筐体を拡大撮影用のものに変更することで、拡大率を撮影に適した状態にする。

【0019】

撮影台16内のデジタル検出器は、入射X線を直接的に電気信号に変換する直接変換形又は入射X線を蛍光体で光に変換しその光を電気信号に変換する間接変換形の複数の半導体検出素子を有する。この複数の半導体検出素子は2次元格子状に配列される。また、デジタル検出器は、フォトダイオード等の半導体検出素子に加え、増幅回路及びA/D変換回路を含んでいる。これにより、X線入射に伴って複数の半導体検出素子で発生した信号

10

20

30

40

50

電荷は増幅回路及び A / D 変換回路を介してデジタル信号としてコンピュータ装置 5 に出力される。

【 0 0 2 0 】

コンピュータ装置 5 は、X 線撮像装置 3 とともに、記憶回路 2 2、入力インタフェース 2 3、撮影制御回路 2 4、画像発生回路 2 5、処理回路 2 6、ディスプレイ 2 7 及びシステム制御回路 2 8 を備える。

【 0 0 2 1 】

記憶回路 2 2 は、R O M (Read Only Memory)、R A M (Random Access Memory)、H D D (Hardware Disk Drive) 及び画像メモリなど電気的情報を記録するメモリと、それらメモリに付随するメモリコントローラやメモリインタフェースなどの周辺回路から構成されている。記憶回路 2 2 は、被検体の乳房の検査毎に、乳房を撮像した第 1 マンモグラフィ画像と、当該第 1 マンモグラフィ画像の撮像角度を示す少なくとも M L O 角度情報とを記憶する。記憶回路 2 2 は、例えば、検査毎に、画像発生回路 2 5 により発生された第 1 マンモグラフィ画像のデータに、撮影条件と、撮影時の撮影方向 (撮影角度) を示すコードと、撮影した乳房の左右を示すコードとを関連付けて記憶してもよい。なお、第 1 マンモグラフィ画像は、第 1 モダリティ画像の一例である。第 1 モダリティ画像は、超音波画像とは異なるモダリティ画像であり、例えば、マンモグラフィ画像、磁気共鳴イメージング (M R I) 画像、ポジトロン放出マンモグラフィ (P E M) 画像、ポジトロン断層法 (P E T) 画像及びコンピュータ断層撮影 (C T) 画像のうちのいずれかであってもよい。

10

20

【 0 0 2 2 】

入力インタフェース 2 3 は、操作者からの各種指示・命令・情報・選択・設定をコンピュータ装置 5 に入力するためのトラックボール、スイッチボタン、マウス、キーボード、操作面へ触れることで入力操作を行うタッチパッド、及び表示画面とタッチパッドとが一体化されたタッチパネルディスプレイ等によって実現される。入力インタフェース 2 3 は、撮影制御回路 2 4 及び処理回路 2 6 等に接続されており、操作者から受け取った入力操作を電気信号へ変換し撮影制御回路 2 4 又は処理回路 2 6 へと出力する。なお、本明細書において入力インタフェース 2 3 はマウス、キーボードなどの物理的な操作部品を備えるものだけに限られない。例えば、装置とは別体に設けられた外部の入力機器から入力操作に対応する電気信号を受け取り、この電気信号を撮影制御回路 2 4 又は処理回路 2 6 へ出力する電気信号の処理回路も入力インタフェース 2 3 の例に含まれる。

30

【 0 0 2 3 】

入力インタフェース 2 3 は、撮影条件 (管電圧、管電流時間積、陽極の材質、線質フィルタの材質、乳房厚、X 線焦点 - X 線検出器間距離、拡大率等) を撮影制御回路 2 4 に設定するための操作パネルである。また、入力インタフェース 2 3 は、撮影対象である乳房の左右いずれかを示すコードを撮影制御回路 2 4 に設定する。また、入力インタフェース 2 3 は、C アーム 1 1 を動作させるためのインタフェースを備えており、その操作に応じて C アーム 1 1 は Z 軸回りに回動され任意の位置に設定される。設定された C アーム 1 1 の位置に応じて、撮影方向が決定される。

40

【 0 0 2 4 】

撮影制御回路 2 4 は、図示しないプロセッサとメモリを備えている。撮影制御回路 2 4 は、入力インタフェース 2 3 を介して設定された撮影条件 (管電圧、管電流時間積、陽極の材質、線質フィルタの材質、乳房厚、X 線焦点 - X 線検出器間距離、拡大率等) に基づいて X 線撮像装置 3 の各構成要素を制御する。これにより、撮影制御回路 2 4 は、X 線撮像装置 3 に設定に応じた X 線撮影を行わせる。

【 0 0 2 5 】

画像発生回路 2 5 は、撮影台 1 6 からのデジタル信号に基づいて 2 次元画像のデータを発生する。通常、X 線撮影によって得られた画像の生体領域には、乳房領域だけではなく大胸筋領域等の乳房領域外の領域を含む。

【 0 0 2 6 】

50

処理回路 26 は、操作者により入力インタフェース 23 を介してから入力された指示に基づいて、記憶回路 22 に記憶された第 1 マンモグラフィ画像、角度情報及び制御プログラムを読み出し、これらに従ってコンピュータ装置 5 を制御する。例えば、処理回路 26 は、記憶回路 22 から読み出した制御プログラムに従って、既存の超音波診断支援機能に加え、超音波診断支援機能を補助する各機能を実現させるプロセッサである。ここで、各機能としては、例えば、提供機能 26a がある。なお、既存の超音波診断支援機能は、第 1 マンモグラフィ画像から発見された関心領域の大体の位置を乳房のボディマーク（模式図）上に描画する機能である。具体的には、互いに撮影方向の異なる 2 枚の第 1 マンモグラフィ画像上の所望の位置に関心領域を設定（ポインティング）し、関心領域の位置を含んで各撮影方向に沿った 2 本の直線を乳房のボディマーク上に描画する。この超音波診断支援機能は、当該 2 本の直線の交点が乳房のボディマーク上で関心領域の大体の位置を示すことにより、超音波プローブ 31 を用いた関心領域のスキャンを容易にする利点がある。但し、既存の超音波診断支援機能は、必須ではなく、省略してもよい。

10

【0027】

提供機能 26a は、他の装置からの要求に応じて、例えば、第 1 マンモグラフィ画像及び角度情報を要求元に提供（送信）する機能である。なお、角度情報は、撮影方向が固定の場合、提供を省略してもよい。また、既存の超音波診断支援機能を用いる場合、提供機能 26a は、第 1 マンモグラフィ画像に加え、関心領域を描画したボディマークを要求元に提供する。要求元の他の装置としては、例えば、クライアントシステム C1s1 の情報処理装置 50 などがある。

20

【0028】

ディスプレイ 27 は、医用画像などを表示するディスプレイ本体と、ディスプレイ本体に表示用の信号を供給する内部回路、ディスプレイ本体と内部回路とをつなぐコネクタやケーブルなどの周辺回路から構成されている。ディスプレイ 27 は、処理回路 26 に制御され、画像発生回路 25 で生成された第 1 マンモグラフィ画像及び処理回路 26 で生成された模式図（ボディマーク BM）を表示する。

【0029】

システム制御回路 28 は、図示しないプロセッサとメモリを備え、マンモグラフィ装置 1 の中枢として、各構成要素を制御する。

【0030】

ネットワークインタフェース 29 は、コンピュータ装置 5 をネットワーク Nw に接続して超音波診断装置 30、情報処理装置 50 及びサーバ装置 60 といった他の装置と通信するための回路である。ネットワークインタフェース 29 としては、例えば、ネットワークインタフェースカード（NIC）が使用可能となっている。以下の説明では、他の装置との通信にネットワークインタフェース 29 が介在する旨の記載を省略する。

30

【0031】

なお、コンピュータ装置 5 と X 線撮像装置 3 とは一体であるとしても良い。

【0032】

一方、超音波診断装置 30 は、図 4 に示すように、超音波プローブ 31、位置センサ 32、トランスミッタ 33 及び装置本体 34 を備えている。装置本体 34 は、位置取得回路 35、送受信回路 36、画像生成回路 37、記憶回路 38、入力インタフェース 39、ディスプレイ 40、ネットワークインタフェース 41 及び処理回路 42 を備えている。装置本体 34 の一部又は全てをコンピュータ装置としてもよい。例えば、装置本体 34 の一部である記憶回路 38、入力インタフェース 39、ディスプレイ 40、ネットワークインタフェース 41 及び処理回路 42 をコンピュータ装置 43 としてもよい。

40

【0033】

超音波プローブ 31 は、圧電セラミックス等の音響／電気可逆的変換素子としての圧電振動子を有する。複数の圧電振動子は並列され、超音波プローブ 31 の先端に装備される。なお、一つの圧電振動子が一チャンネルを構成するものとして説明する。圧電振動子は、送受信回路 36 から供給される駆動信号に応答して超音波を発生する。圧電振動子は、

50

被検体の生体組織で反射された超音波の受信に应答して、受信エコー信号を発生する。超音波プローブとしては、１次元アレイを複数の振動子の配列方向と直交する方向に揺動させて３次元走査を実行するメカニカル４次元プローブとしてもよく、２次元アレイプローブとしてもよい。

【００３４】

位置センサ３２は、所定の基準位置を基準とした超音波プローブ３１の位置角度検出信号を取得する。位置角度検出信号は、所定の基準位置に対する超音波プローブ３１の位置と超音波プローブ３１の角度とに対応する検出信号である。超音波プローブ３１の角度とは、例えば、所定の基準方向に対する超音波プローブ３１の傾きである。所定の基準位置とは、例えば、超音波診断装置３０の位置である。所定の基準方向とは、例えば、予め設定された直交３軸である。位置センサ３２は、例えば、超音波プローブ３１に設けられる。位置センサ３２は、取得した位置角度検出信号を、位置取得回路３５に出力する。

10

【００３５】

位置センサ３２は、例えば、磁気センサ、赤外線センサ、角度センサまたは角速度センサ（例えばジャイロセンサ）などである。例えば、磁気センサの場合、トランスミッタ３３から送信された磁気を検出し、所定の基準位置を基準とした位置角度検出信号を取得する。また、赤外線センサの場合、トランスミッタ３３から送信された赤外線を検出し、所定の基準位置を基準とした位置角度検出信号を取得する。なお、赤外線の代わりにより一般的な電磁波を用いてもよい。なお、位置センサ３２が磁気センサの場合、基準位置は、トランスミッタ３３の位置であってもよい。また、位置センサ３２が赤外線センサの場合、基準位置は、トランスミッタ３３の位置であってもよい。また、基準位置は、入力インタフェース３９を介して入力された操作者の指示により、適宜調整可能である。なお、所定の基準位置は、被検体の体表面に初めに当接される位置であってもよい。

20

【００３６】

角度センサは、超音波プローブ３１の角度を検出する。角速度センサは、超音波プローブ３１の動きに応じた角速度を検出する。なお、超音波プローブ３１の角度は、超音波プローブ３１の側面に設けられた２つの磁気センサ、２つの赤外線センサ、または磁気センサと赤外線センサとの組み合わせなどから出力される２点の位置に基づいて、決定されてもよい。

【００３７】

トランスミッタ３３は、位置センサ３２に検出される基準信号を送信する送信器である。トランスミッタ３３としては、例えば、磁気を発生する磁気送信器、又は赤外線を発生する赤外線送信器などが適宜、使用可能となっている。

30

【００３８】

このような位置センサ３２及びトランスミッタ３３は、超音波診断装置３０のフュージョン機能に用いられる。例えば、位置センサ３２は超音波プローブ３１に取り付けられる。トランスミッタ３３は被検体近傍（又は装置本体３４）に配置される。後述する位置取得回路３５は、トランスミッタ３３及び位置センサ３２による送受信により取得した位置角度検出信号からトランスミッタ３３を基準とした位置センサ３２の位置（ X ， Y ， Z ）と角度とを計算する。これにより、フュージョン機能では、現在表示中の超音波画像に対応する超音波プローブ３１の位置と角度が得られる。しかる後、超音波画像と他のボリュームデータのMPR画像との同一断面（ Z ）を表示し、同一断面の同一位置について位置角度情報を登録するように位置合わせ（Registration）が行われる。

40

【００３９】

位置取得回路３５は、位置センサ３２から出力された位置角度検出信号を用いて、所定の基準位置を基準とした超音波プローブ３１の位置および角度を算出する。具体的には、位置取得回路３５は、所定の基準位置を基準とした絶対座標系における超音波プローブ３１の位置及び角度を含む位置情報を取得する。以下、絶対座標系上における超音波プローブ３１の位置を、プローブ座標と呼ぶ。位置取得回路３５は、取得した位置情報を処理回路４２に送出する。このような位置取得回路３５は、超音波プローブ３１の位置情報を取

50

得する機能を有している。超音波プローブ 31 の位置情報は、超音波画像の撮像位置情報ともいう。

【0040】

送受信回路 36 は、処理回路 42 による制御のもとで、超音波プローブ 31 における複数の圧電振動子各々に駆動信号を供給する。送受信回路 36 は、各圧電振動子によって発生された受信エコー信号に基づいて、受信信号を発生する。

【0041】

画像生成回路 37 は、図示していない B モード処理ユニットとドブラ処理ユニットとを有する。B モード処理ユニットは、送受信回路 36 から出力された受信信号に対して包絡線検波及び対数変換を実行し、各走査線および各超音波送受信における深さごとの信号値 (B モードデータ) を発生する。

10

【0042】

ドブラ処理ユニットは、送受信回路 36 から出力された受信信号にミキサ及び低域通過フィルタの処理を施して、ドブラ偏移周波数 f_d の成分を有するドブラ信号を発生する。なお、ドブラ処理ユニットは、ドブラ信号を発生するために、直交検波方式を用いてもよい。このとき、受信信号 (RF 信号) は、直交検波され IQ 信号に変換される。ドブラ処理ユニットは、IQ 信号を複素フーリエ変換することにより、ドブラ偏移周波数 f_d の成分を有するドブラ信号を発生する。ドブラ信号は、例えば、血流、組織、造影剤によるエコー成分である。また、ドブラ処理ユニットは、発生したドブラ信号に MTI (Moving Target Indicator) フィルタ及び自己相関演算器等の処理を施して、血流の平均速度値、分散値、ドブラ信号の反射強度等を算出し、算出結果に基づくカラードブラデータを発生する。以下、ドブラ信号とカラードブラデータとをまとめて、ドブラデータと呼ぶ。

20

【0043】

また、ドブラデータと B モードデータとをまとめてローデータ (Raw Data) と呼ぶ。ローデータは、エコー信号のうち、送信超音波の高調波成分による B モードデータ、および被検体内の生体組織に関する弾性データであってもよい。B モード処理ユニットおよびドブラ処理ユニットは、発生したローデータを後述するデジタルスキャンコンバータ (Digital Scan Converter: 以下 DSC と呼ぶ) に出力する。B モード処理ユニットおよびドブラ処理ユニットは、発生したローデータを図示していないシネメモリに出力することも可能である。

30

【0044】

画像生成回路 37 は、図示していない DSC を有する。画像生成回路 37 は、DSC に対して、座標変換処理 (リサンプリング) を実行する。座標変換処理とは、例えば、ローデータからなる超音波スキャンの走査線信号列を、テレビなどに代表される一般的なビデオフォーマットの走査線信号列に変換することである。画像生成回路 37 は、座標変換処理に続けて補間処理を、DSC に対して実行する。補間処理とは、隣り合う走査線信号列におけるローデータを用いて、走査線信号列間にデータを補間する処理である。

【0045】

画像生成回路 37 は、ローデータに対して座標変換処理と補間処理とを実行することにより、表示画像としての超音波画像 (B モード画像、ドブラ画像) を生成する。なお、画像生成回路 37 は、生成した超音波画像に対応するデータを記憶する画像メモリを有していてもよい。画像生成回路 37 は、生成された超音波画像に、種々のパラメータの文字情報および目盛等を合成する。

40

【0046】

シネメモリは、例えばフリーズする直前の複数のフレームに対応する超音波画像を保存するメモリである。このシネメモリに記憶されている画像を連続表示 (シネ表示) することで、超音波動画像を表示することも可能である。

【0047】

記憶回路 38 は、ROM (Read Only Memory)、RAM (Random Access Memory)、HDD (Hard Disk Drive) 及び画像メモリなど電気的情報を記録するメモリと、それらメ

50

メモリに付随するメモリコントローラやメモリインタフェースなどの周辺回路から構成されている。記憶回路 38 は、フォーカス深度の異なる複数の受信遅延パターン、本超音波診断装置の制御プログラム、診断プロトコル、送受信条件等の各種データ群、Bモードデータ、ドプラデータ、画像生成回路 37 で生成された超音波画像（Bモード画像、ドプラ画像）などを記憶する。

【0048】

入力インタフェース 39 は、操作者からの各種指示・命令・情報・選択・設定を装置本体 34 に入力するためのトラックボール、スイッチボタン、マウス、キーボード、操作面へ触れることで入力操作を行うタッチパッド、及び表示画面とタッチパッドとが一体化されたタッチパネルディスプレイ等によって実現される。入力インタフェース 39 は、処理回路 42 に接続されており、操作者から受け取った入力操作を電気信号へ変換し処理回路 42 へと出力する。なお、本明細書において入力インタフェース 39 はマウス、キーボードなどの物理的な操作部品を備えるものだけに限られない。例えば、装置とは別体に設けられた外部の入力機器から入力操作に対応する電気信号を受け取り、この電気信号を処理回路 42 へ出力する電気信号の処理回路も入力インタフェース 39 の例に含まれる。

10

【0049】

ディスプレイ 40 は、医用画像などを表示するディスプレイ本体と、ディスプレイに表示用の信号を供給する内部回路、ディスプレイ本体と内部回路とをつなぐコネクタやケーブルなどの周辺回路から構成されている。ディスプレイ 40 は、画像生成回路 37 で生成された超音波画像を表示する。また、ディスプレイ 40 は、画像生成回路 37 で生成された超音波画像に対して、ブライトネス、コントラスト、ダイナミックレンジ、 γ 補正などの調整および、カラーマップの割り当てを実行してもよい。

20

【0050】

ネットワークインタフェース 41 は、超音波診断装置 30 をネットワーク Nw に接続して他の装置と通信するための回路である。ネットワークインタフェース 41 としては、例えば、ネットワークインタフェースカード（NIC）が使用可能となっている。以下の説明では、他の装置との通信にネットワークインタフェース 41 が介在する旨の記載を省略する。

【0051】

処理回路 42 は、操作者により入力インタフェース 39 を介してから入力されたモード選択、受信遅延パターンリストの選択、送信開始・終了に基づいて、記憶回路 38 に記憶された送受信条件と装置制御プログラムを読み出し、これらに従って本超音波診断装置の本体を制御する。例えば、処理回路 42 は、記憶回路 38 から読み出した制御プログラムに従って、送受信回路 36、位置取得回路 35 及び画像生成回路 37などを制御する機能をもつプロセッサである。これに加え、処理回路 42 は、画像生成回路 37 により生成された超音波画像と、位置取得回路 35 により取得した位置情報とをクライアントシステム C1s1 の情報処理装置 50 にリアルタイムに提供（送信）する機能を有している。リアルタイムとは、生成された超音波画像及び送出された位置情報の順次取得に並行して、当該超音波画像及び位置情報の提供（送信）が順次実行されることを意味する。

30

【0052】

また一方、クライアントシステム C1s1 の情報処理装置 50 は、図 5 に示すように、記憶回路 51、入力インタフェース 52、ディスプレイ 53、ネットワークインタフェース 54 及び処理回路 55 を備えている。

40

【0053】

ここで、記憶回路 51 は、ROM（Read Only Memory）、RAM（Random Access Memory）、HDD（Hardware Disk Drive）及び画像メモリなど電気的情報を記録するメモリと、それらメモリに付随するメモリコントローラやメモリインタフェースなどの周辺回路から構成されている。記憶回路 51 は、本情報処理装置の制御プログラム、第 1 マンモグラフィ画像、角度情報、ボディマーク、超音波画像、超音波画像の撮像位置情報等の各種データ群などを記憶する。なお、角度情報及びボディマークは提供されない場合もある。

50

その場合、記憶回路 5 1 は、角度情報及びボディマークを記憶しない。

【 0 0 5 4 】

入力インタフェース 5 2 は、操作者からの各種指示・命令・情報・選択・設定を情報処理装置本体に入力するためのトラックボール、スイッチボタン、マウス、キーボード、操作面へ触れることで入力操作を行うタッチパッド、及び表示画面とタッチパッドとが一体化されたタッチパネルディスプレイ等によって実現される。入力インタフェース 5 2 は、処理回路 5 5 に接続されており、操作者から受け取った入力操作を電気信号へ変換し処理回路 5 5 へと出力する。なお、本明細書において入力インタフェース 5 2 はマウス、キーボードなどの物理的な操作部品を備えるものだけに限られない。例えば、装置とは別体に設けられた外部の入力機器から入力操作に対応する電気信号を受け取り、この電気信号を

10

【 0 0 5 5 】

ディスプレイ 5 3 は、医用画像などを表示するディスプレイと、ディスプレイに表示用の信号を供給する内部回路、ディスプレイと内部回路とをつなぐコネクタやケーブルなどの周辺回路から構成されている。ディスプレイ 5 3 は、例えば、記憶回路 5 1 内の第 1 マンモグラフィ画像と、処理回路 5 5 により生成された模式図及び算出された所定範囲などを表示可能である。

【 0 0 5 6 】

ネットワークインタフェース 5 4 は、情報処理装置 5 0 をネットワーク N w に接続して他の装置と通信するための回路である。ネットワークインタフェース 5 4 としては、例えば、ネットワークインタフェースカード (N I C) が使用可能となっている。以下の説明では、情報処理装置 5 0 と他の装置との間の通信にネットワークインタフェース 5 4 が介在する旨の記載を省略する。

20

【 0 0 5 7 】

処理回路 5 5 は、操作者により入力インタフェース 5 2 を介してから入力された指示に基づいて、記憶回路 5 1 に記憶された制御プログラムを読み出し、これらに従って情報処理装置 5 0 を制御する。例えば、処理回路 5 5 は、記憶回路 5 1 から読み出した制御プログラムに従って、各機能を実現させるプロセッサである。ここで、各機能としては、例えば、取得機能 5 5 a、U L - C A D 機能 5 5 b、特定機能 5 5 d、M G 2 生成機能 5 5 e、送受信機能 5 5 f などがある。なお、M G 2 生成機能 5 5 e は、任意の付加的事項であり、省略してもよい。

30

【 0 0 5 8 】

取得機能 5 5 a は、図 6 に示すように、被検体の超音波画像 U L を取得する第 1 取得機能と、当該被検体の第 1 マンモグラフィ画像 M G 1 を取得する第 2 取得機能とを含んでいる。なお、第 1 取得機能は、超音波画像 U L を取得すると共に、超音波画像 U L の撮像位置情報 (超音波プローブ 3 1 の位置情報) を取得する。取得機能 5 5 a は、第 1 取得部及び撮像位置取得部の一例である。

【 0 0 5 9 】

U L - C A D 機能 5 5 b は、取得機能 5 5 a に取得された超音波画像 U L に対して、超音波用の C A D (U L - C A D) の処理を施す。なお、「C A D」は、コンピュータ支援検出 (Computer-Aided Detection) の略語である。「コンピュータ支援検出」は「コンピュータ支援検出処理」と呼んでもよい。「U L - C A D」は、超音波画像に対する C A D を意味する。この種の U L - C A D としては、例えば、人工知能 (A I) が適用可能となっている。具体的には例えば、超音波画像 U L を入力として、U L - C A D 結果を生成する学習済みモデルが使用可能となっている。U L - C A D 結果は、例えば、カテゴリ 5 (有病) ~ カテゴリ 1 (無病) の 5 段階というように、有病から無病までを複数段階で示す情報である。なお、5 段階は一例であり、5 段階より多くても少なくてもよい。但し、カテゴリ 2 (有病) 及びカテゴリ 1 (無病) というように、少なくとも 2 段階は必要である。U L - C A D 機能 5 5 b は、U L - C A D 結果が有病を示す場合に、当該超音波画像 U L を記憶回路 5 1 に保存し、特定機能 5 5 d を起動する。

40

50

【0060】

特定機能55dは、UL-CAD結果が有病を示す場合に、超音波画像ULの撮像位置に対応する位置を第1マンモグラフィ画像MG1上で特定する。すなわち、特定機能55dは、超音波画像ULの撮像位置情報に基づいて、第1マンモグラフィ画像MG1における対応する位置を特定する。例えば、特定機能55dは、超音波画像ULの撮像位置を示すマークを被検体の乳房の模式図（ボディマーク）上に描画し、当該描画したマークの位置に対応する関心領域を第1マンモグラフィ画像（第1モダリティ画像）上で特定してもよい。具体的には、特定機能55dは、図7に示すように、超音波画像ULの撮像位置を示すマークmkを乳房のボディマークBM上に描画してもよい。また、特定機能55dは、当該マークmkの位置に対応する直線L_{mk}を中心とした帯状範囲の関心領域を第1マンモグラフィ画像MG1上で特定してもよい。特定機能55dは、超音波画像の撮像位置情報に基づいて、第1モダリティ画像内で当該撮像位置に対応する位置を特定する特定部の一例である。

10

【0061】

補足すると、特定機能55dは、予め超音波検査の開始時に、図7に示すように、被検体PのニップルNpの位置に対応する超音波画像ULの撮像位置情報（超音波プローブ31の位置情報）を取得し、当該ニップルNpの位置をボディマークBMの座標の原点Oに関連付けておく。これに加え、超音波検査の開始時に、予め被検体Pの乳房の端部e1、e2の位置に対応する超音波画像ULの撮像位置情報を取得し、当該乳房の端部e1、e2の位置をボディマークBMの端部e1、e2に対応する位置に関連付けておいてもよい。なお、原点Oは、ボディマークBM中の縦軸をZ軸とし、横軸をY軸としたときのZY座標の原点であり、ボディマークBM中でニップルNpの位置を示している。ボディマークBMの端部e1、e2に対応する位置は、原点Oを中心とした円周上において、被検体Pの乳房の端部e1、e2の位置に対応すると共に、第1マンモグラフィ画像MG1内の乳房の端部e1、e2にも対応する。図7中、第1マンモグラフィ画像MG1は、MLOの撮影角度θだけ傾けて図示している。すなわち、図7に例示した直線L_{mk}は、第1マンモグラフィ画像MG1の撮影角度θに対応した直線であって、ボディマークBM内で原点Oと端部e2との間を分割するマークmkの位置に対応し、第1マンモグラフィ画像MG1内でニップルNpと端部e2との間を分割する位置にある。例えば、ボディマークBM内でマークmkが原点Oと端部e2との間をa:bの比で分割する位置にある場合、第1マンモグラフィ画像MG1内で直線L_{mk}がニップルNpと端部e2との間をa:bの比で分割する位置にある。このように、予め乳房の特徴的な位置（Np、e1、e2）に対応する超音波画像ULの撮像位置情報をボディマークBMの特徴的な位置（O、e1、e2）に関連付けておくことにより、超音波画像ULの撮像位置情報を示すmkをボディマークBM上に描画することが可能となる。

20

30

【0062】

また、ボディマークBM内の原点O及び乳房の端部に対応する位置と、第1マンモグラフィ画像MG1内のニップルNp及び端部e1、e2に対応する位置とは、例えば図7に示したように、対応している。なお、第1マンモグラフィ画像MG1内のニップルNp及び端部e1、e2の位置は、例えば、第1マンモグラフィ画像MG1内の乳房の輪郭を複数の直線で近似したときの隣り合う各直線の交点に近い輪郭位置で近似してもよい。あるいは、第1マンモグラフィ画像MG1内のニップルNp及び端部e1、e2の位置は、その他の一般的に知られた各種画像検出方法を用いて検出してもよい。

40

【0063】

いずれにしても、ボディマークBM内の位置と、第1マンモグラフィ画像MG1上の位置とは対応している。このため、ボディマークBM内のマークmkの位置は、第1マンモグラフィ画像MG1内で撮影角度θに応じた直線L_{mk}の位置として対応付けが可能である。また、第1マンモグラフィ画像MG1上で、マークmkの位置に対応する直線L_{mk}を中心として帯状範囲の関心領域を特定してもよい。帯状範囲（幅）の大きさは、任意である。また、特定機能55dは、当該特定した関心領域を示す特定情報を作成しても

50

よい。ここで、特定情報は、超音波画像ULの撮像位置を表す情報の一例である。また、超音波画像ULの撮像位置を表す情報は、超音波画像ULの撮像位置に基づいて得られる情報の一例である。

【0064】

ここで、特定情報としては、例えば、関心領域に高い重み付けをするためのウエイトマップWM、関心領域を抜き出すためのトリミング情報、又は、第1マンモグラフィ画像MG1から抜き出された関心領域の画像（部分画像）などが適宜、使用可能となっている。ウエイトマップWMは、例えば、第1マンモグラフィ画像MG1と同じサイズで同じ画素数を有するマスク画像であり、図6に斜線で示す関心領域と他の領域とが互いに異なる画素値をもっている。具体的には、関心領域が高い画素値“1”を有し、他の領域が関心領域よりも低い画素値“0.1”を有している。なお、この画素値は一例であり、他の数値であってもよい。例えば、関心領域の画素値を“1”とし、他の領域の画素値を“0”としてもよい。トリミング情報は、第1マンモグラフィ画像MG1上で関心領域の範囲を示す数値情報であり、例えば、座標又はサイズなどの数値が適宜、使用可能となっている。部分画像は、第1マンモグラフィ画像MG1から抜き出された関心領域の画像であり、関心領域と同じサイズで同じ画素数を有している。以下、特定情報がウエイトマップWMである場合を例に挙げて述べる。

10

【0065】

また、特定機能55dは、当該マークmkを描画したボディマークBMを、UL-CAD機能55bにより保存された超音波画像ULに関連付けて記憶回路51に保存する。

20

【0066】

MG2生成機能55eは、例えば、特定機能55dにより特定された位置に基づく処理を第1マンモグラフィ画像MG1に施すことにより、第2マンモグラフィ画像MG2を生成する。具体的には例えば、特定情報であるウエイトマップWMの各画素値と、第1マンモグラフィ画像MG1の各画素値とを乗算処理することにより、第1マンモグラフィ画像MG1内の関心領域が強調された第2マンモグラフィ画像MG2を生成する。なお、第2マンモグラフィ画像MG2は、MG*ウエイトマップと呼んでもよい。あるいは、MG2生成機能55eは、特定情報であるトリミング情報に基づいて、第1マンモグラフィ画像MG1内の関心領域を抜き出すトリミング処理を実行することにより、第2マンモグラフィ画像MG2を生成してもよい。トリミング処理により生成された第2マンモグラフィ画像MG2は、前述した部分画像に相当する。MG2生成機能55eは、超音波画像の撮像位置に基づく処理を第1モダリティ画像に施して第2モダリティ画像を生成する画像生成部の一例である。

30

【0067】

送受信機能55fは、他の装置との間で送受信を実行する機能である。送受信機能55fは、（特定機能55dにより）特定された位置に基づく処理を（MG2生成機能55eにより）第1マンモグラフィ画像に施してなる第2マンモグラフィ画像MG2と超音波画像ULとを含む第1入力データを送信し、又は、対応する位置に関する情報と第1マンモグラフィ画像MG1と超音波画像ULとを含む第2入力データを送信する。なお、後者の第2入力データについては第1の実施形態の変形例などにおいて説明し、第1の実施形態では、前者の第1入力データを送信する場合について述べる。第1入力データは、第1データの一例である。第2入力データは、第2データの一例である。送受信機能55fは、超音波画像と当該超音波画像の撮像位置と第1モダリティ画像とを送信する第1送信部の一例である。

40

【0068】

例えば、送受信機能55fは、MG2生成機能55eにより生成された第2マンモグラフィ画像MG2と、記憶回路51内の超音波画像ULとを含む第1入力データをサーバシステムSvs1内のサーバ装置60に送信する。なお、第1入力データは、送信先のサーバ装置60において、MG-UL総合判定CADによって診断支援情報を生成する生成機能63bに用いられる。また例えば、送受信機能55fは、サーバ装置60から診断支援

50

情報を受信する。なお、MG-UL総合判定CADは、単に「総合判定CAD」と呼んでもよい。

【0069】

また一方、サーバシステムSvs1は、クライアントシステムCls1から第1入力データ又は第2入力データを受信すると、受信した第1入力データ又は第2入力データを入力として被検体の診断支援情報を生成し、診断支援情報を送信する。例えば、サーバシステムSvs1は、クライアントシステムCls1から超音波画像と当該超音波画像の撮像位置と第1モダリティ画像とを受信すると、受信した超音波画像と当該超音波画像の撮像位置と第1モダリティ画像とに基づいて、被検体の診断支援情報を生成し、診断支援情報を送信する。具体的には、サーバシステムSvs1のサーバ装置60は、図8乃至図10

10

【0070】

ここで、記憶回路61は、ROM(Read Only Memory)、RAM(Random Access Memory)、HDD(Hardware Disk Drive)及び画像メモリなど電気的情報を記録するメモリと、それらメモリに付随するメモリコントローラやメモリインタフェースなどの周辺回路から構成されている。記憶回路61は、本サーバ装置の制御プログラム、学習済みモデル61a、モデル学習プログラム、第1入力データ等の各種データ群などを記憶する。第1入力データは、例えば、第2マンモグラフィ画像MG2及び超音波画像ULを含み、更に、UL-CAD結果を含んでもよい。学習済みモデル61aは、図9に示すように、第2

20

【0071】

ここで、学習済みモデル61aは、学習データに基づいて、モデル学習プログラムに従い機械学習モデルに機械学習を行わせることにより、得られた学習済みの機械学習モデルである。学習データは、第2マンモグラフィ画像MG2及び超音波画像ULを含む入力データと、診断支援情報である出力データとを含んでいる。なお、学習データは、入力データとして、第2マンモグラフィ画像MG2及び超音波画像ULに加え、UL-CAD結果を含んでもよい。機械学習モデルは、第2マンモグラフィ画像MG2及び超音波画像ULを入力として診断支援情報を出力する、複数の関数が合成されたパラメータ付き合成関数である。パラメータ付き合成関数は、複数の調整可能な関数及びパラメータの組合せにより定義される。本実施形態に係る機械学習モデルは、上記の要請を満たす如何なるパラメータ付き合成関数であっても良いが、多層のネットワークモデル(以下、多層化ネットワークと呼ぶ)であるとする。この場合、学習済みモデル61aは、第2マンモグラフィ画像MG2及び超音波画像ULを入力する入力層と、当該第2マンモグラフィ画像MG2及び超音波画像ULを総合的に読影した結果に基づく診断支援情報を出力する出力層と、入力層と出力層との間に設けられる少なくとも1層の中間層とを有する。なお、入力層には、複数の医用画像データに加え、各々の医用画像データの付帯情報やCAD結果などの関連情報を入力してもよい。当該学習済みモデル61aは、人工知能ソフトウェアの一部であるプログラムモジュールとしての利用が想定される。学習済みモデル61aは、処理回路63にて用いられる。具体的には、処理回路63が、記憶回路61に記憶された学習済みモデル61aからの指令に従って、当該入力層に入力された第1入力データ又は第2入力データに対し、学習済みのパラメータに基づく演算を行い、当該出力層から診断支援情報を出力するように動作する。

30

40

【0072】

50

本実施形態に係る多層化ネットワークの典型的な構成について、以下説明する。ここで、多層化ネットワークとは、層状に並べた隣接層間のみ結合した構造を持ち、情報が入力層側から出力層側に一方向に伝播するネットワークである。本実施形態に係る多層化ネットワークは、図 1 1 に示す様に、入力層（ $l = 1$ ）、中間層（ $l = 2, 3, \dots, L - 1$ ）、出力層（ $l = L$ ）の L 個の層から構成されるものとする。なお、以下は例を説明するものであって、多層化ネットワークの構成は以下の説明に限定されない。

【0073】

第 l 層でのユニット数を I 個とし、第 l 層への入力 $u^{(l)}$ を式（1-1）、第 l 層からの出力 $z^{(l)}$ を式（1-2）の様にそれぞれ表記すると、第 l 層への入力と第 l 層からの出力との関係は、式（1-3）によって表すことができる。

10

【0074】

【数 1】

$$\mathbf{u}^{(l)} = (u_1, u_2, u_3, \dots, u_I) \quad (1-1)$$

$$\mathbf{z}^{(l)} = (z_1, z_2, z_3, \dots, z_I) \quad (1-2)$$

$$\mathbf{z}^{(l)} = \mathbf{f}(\mathbf{u}^{(l)}) \quad (1-3)$$

【0075】

ここで、右上の添字（ l ）は層の番号を示す。また、式（1-3）における $\mathbf{f}(\mathbf{u})$ は、活性化関数であり、ロジスティックシグモイド関数（ロジスティック関数）、双曲線正接関数、正規化線形関数（ReLU）、線形写像、恒等写像、マックスアウト関数等、目的に応じて種々の関数を選択することができる。「ReLU」は、「Rectified Liner Unit」の略語である。

20

【0076】

第 $l + 1$ 層でのユニット数を J 個とし、第 l 層と第 $l + 1$ 層との間の重み付行列 $\mathbf{W}^{(l+1)}$ を式（2-1）、第 $l + 1$ 層におけるバイアス $\mathbf{b}^{(l+1)}$ を式（2-2）の様にそれぞれ表記したとする。このとき、第 $l + 1$ 層への入力 $\mathbf{u}^{(l+1)}$ 、第 $l + 1$ 層からの出力 $\mathbf{z}^{(l+1)}$ は、それぞれ式（2-3）、式（2-4）によって表すことができる。

【0077】

【数 2】

30

$$\mathbf{W}^{(l+1)} = \begin{pmatrix} w_{11} & \cdots & w_{1I} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{J1} & \cdots & w_{JI} \end{pmatrix} \quad (2-1)$$

$$\mathbf{b}^{(l+1)} = (b_1, b_2, b_3, \dots, b_J) \quad (2-2)$$

$$\mathbf{u}^{(l+1)} = \mathbf{W}^{(l+1)} \mathbf{z}^{(l)} + \mathbf{b}^{(l+1)} \quad (2-3)$$

40

$$\mathbf{z}^{(l+1)} = \mathbf{f}(\mathbf{u}^{(l+1)}) \quad (2-4)$$

【0078】

本実施形態に係る多層化ネットワークにおいて、入力層（ $l = 1$ ）には、式（3-1）で表現される医用画像データ（及び CAD 結果などの関連情報）が入力される。また、当該入力層においては、入力データ $\mathbf{x}$ がそのまま出力データ $\mathbf{z}^{(1)}$ となるため、式（3-2）の関係が成立する。

【0079】

【数 3】

$$\mathbf{x} = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_N) \quad (3-1)$$

$$\mathbf{z}^{(1)} = \mathbf{x} \quad (3-2)$$

【0080】

ここで、入力層に入力される医用画像データ（及び関連情報）を「入力データ $\mathbf{x}$ 」と呼ぶことにすれば、入力データ $\mathbf{x}$ については、以下の（1）又は（2）等のように、種々の形式を用いることができる。（1）入力データ $\mathbf{x}$ を複数の画像データ（及び関連情報）とし、各成分 x_p （ $p = 1, 2, \dots, N$ ）を当該複数の画像データ（及び関連情報）を構成する位置毎の値（ピクセル値或いはボクセル値）（及び関連情報の値）として規定する形式。（2）入力データ $\mathbf{x}$ を、畳み込み処理が施された画像データ（及び関連情報）として、（1）を採用する形式。

10

【0081】

入力層に続く中間層（ $l = 2, 3, \dots, L-1$ ）層においては、式（2-3）、式（2-4）に従う計算を順次実行することで、各層の出力 $z^{(2)}, \dots, z^{(L-1)}$ を計算することができる。

【0082】

出力層（第 L 層）の出力 $z^{(L)}$ を以下の式（4-1）の様に表記する。本実施形態に係る多層化ネットワークは、入力層に入力された画像データ $\mathbf{x}$ が、入力層側から出力層側に向かって隣接層間でのみ結合しながら伝播する順伝播型ネットワークである。このような順伝播型ネットワークは、式（4-2）の様な合成関数として表現することができる。

20

【0083】

【数 4】

$$\mathbf{z}^{(L)} : \mathbf{y} = \mathbf{z}^{(L)} \quad (4-1)$$

$$\mathbf{y}(\mathbf{x}) = \mathbf{f}(\mathbf{u}^{(L)})$$

$$= \mathbf{f}(\mathbf{W}^{(L)} \mathbf{z}^{(L-1)} + \mathbf{b}^{(L)})$$

30

$$= \mathbf{f}(\mathbf{W}^{(L)} \mathbf{f}(\mathbf{W}^{(L-1)} \mathbf{z}^{(L-2)} + \mathbf{b}^{(L-1)}) + \mathbf{b}^{(L)})$$

$$= \mathbf{f}(\mathbf{W}^{(L)} \mathbf{f}(\mathbf{W}^{(L-1)} \mathbf{f}(\dots \mathbf{f}(\mathbf{W}^{(1)} \mathbf{z}^{(1-1)} + \mathbf{b}^{(1)}) \dots)) + \mathbf{b}^{(L)})$$

(4-2)

【0084】

式（4-2）に示す合成関数は、式（2-3）、式（2-4）より、重み付行列 $\mathbf{W}^{(1+1)}$ を用いた各層間の線形関係、各層における活性化関数 $\mathbf{f}(\mathbf{u}^{(1+1)})$ を用いた非線形関係（又は線形関係）、バイアス $\mathbf{b}^{(1+1)}$ の組み合わせとして定義される。特に、重み付行列 $\mathbf{W}^{(1+1)}$ 、バイアス $\mathbf{b}^{(1+1)}$ はネットワークのパラメータ p と呼ばれる。式（4-2）によって定義される合成関数は、パラメータ p をどのように選ぶかで、関数としての形を変える。従って、本実施形態に係る多層化ネットワークは、式（4-2）を構成するパラメータ p を適切に選ぶことで、出力層が好ましい結果 $\mathbf{y}$ を出力することができる関数として、定義することができる。

40

【0085】

パラメータ p を適切に選ぶためには、学習データと誤差関数を用いた学習を実行する。ここで、学習データとは、入力 $\mathbf{x}_n$ に対する望ましい出力（正解出力）を $\mathbf{d}_n$ とすると、式（5-1）のように表現される学習サンプル $(\mathbf{x}_n, \mathbf{d}_n)$ の集合 D （ $n = 1, \dots$

50

, S) である。

【 0 0 8 6 】

【 数 5 】

$$(x_n, d_n) \quad (5-1),$$

$$D = \{ (x_1, d_1), \dots, (x_S, d_S) \} \quad (5-2)$$

【 0 0 8 7 】

また、誤差関数とは、 x_n を入力した多層化ネットワークからの出力と学習データ d_n との近さを表す関数である。誤差関数の代表例としては、二乗誤差関数、最尤度推定関数、交差エントロピー関数等を挙げることができる。どのような関数を誤差関数に選択するかは、多層化ネットワークが取り扱う問題（例えば、回帰問題、二値問題、多クラス分類問題等）に依存する。

10

【 0 0 8 8 】

誤差関数を $E(p)$ と表記し、一つの学習サンプル (x_n, d_n) のみを使用して計算される誤差関数を $E_n(p)$ と表記する。現在のパラメータ $p^{(t)}$ は、勾配降下法に従う場合には誤差関数 $E(p)$ の勾配ベクトルを用いた式 (6-1)、確率的勾配降下法に従う場合には誤差関数 $E_n(p)$ の勾配ベクトルを用いた式 (6-3) によって、新たなパラメータ $p^{(t+1)}$ に更新される。

20

【 0 0 8 9 】

【 数 6 】

$$p^{(t+1)} = p^{(t)} - \varepsilon \nabla E(p^{(t)}) \quad (6-1)$$

$$\nabla E(p^{(t)}) \equiv \frac{\partial E}{\partial p^{(t)}} = \left[\frac{\partial E}{\partial p_1^{(t)}}, \dots, \frac{\partial E}{\partial p_M^{(t)}} \right] \quad (6-2)$$

$$p^{(t+1)} = p^{(t)} - \varepsilon \nabla E_n(p^{(t)}) \quad (6-3)$$

30

$$\nabla E_n(p^{(t)}) \equiv \frac{\partial E_n}{\partial p^{(t)}} = \left[\frac{\partial E_n}{\partial p_1^{(t)}}, \dots, \frac{\partial E_n}{\partial p_M^{(t)}} \right] \quad (6-4)$$

【 0 0 9 0 】

ここで、 ε はパラメータ p の更新量の大きさを定める学習係数である。

【 0 0 9 1 】

式 (6-1) 又は式 (6-3) に従って、現在の p を負の勾配方向に少し動かし、これを逐次繰り返すことで、誤差関数 $E(p)$ を極小にするパラメータ p を決定することができる。

40

【 0 0 9 2 】

なお、式 (6-1) 又は式 (6-3) を計算するためには、式 (6-2) で示される $E(p)$ の勾配ベクトル、又は式 (6-4) で示される $E_n(p)$ の勾配ベクトルを計算する必要がある。誤差関数が二乗誤差関数である場合を例とすれば、式 (7-1) に示される誤差関数について、各層の重み係数と各ユニットのバイアスとで微分する必要がある。

【 0 0 9 3 】

【数 7】

$$E(\vec{p}) = \frac{1}{2} \sum_{n=1}^N \|\mathbf{d}_n - \mathbf{y}(\mathbf{x}_n; \mathbf{p})\|^2 \quad (7-1)$$

【0094】

一方、最終出力 y が式 (4-2) で表される合成関数であることから、 $E(p)$ 又は $E_n(p)$ の勾配ベクトルの計算は複雑であり、その計算量も膨大なものとなる。

【0095】

このような勾配計算における不具合は、誤差逆伝播法によって解決することができる。例えば、第 1 - 1 層の第 i ユニットと第 1 層の第 j ユニットとを繋ぐ重み $w_{ji}^{(1)}$ についての誤差関数の微分は、以下の式 (8-1) の様に表すことができる。 10

【0096】

【数 8】

$$\frac{\partial E_n}{\partial w_{ji}^{(1)}} = \frac{\partial E_n}{\partial u_j^{(1)}} \frac{\partial u_j^{(1)}}{\partial w_{ji}^{(1)}} \quad (8-1)$$

【0097】

1 層の第 j ユニットへの入力 $u_j^{(1)}$ が E_n に与える変化量は、当該第 j ユニットからの出力 $z_j^{(1)}$ を通じて第 1 + 1 層の各ユニット k への各入力 $u_k^{(1+1)}$ を変化させることのみを介して生じるものである。このことから、式 (8-1) の右辺第 1 項は、微分の連鎖則を用いて、次の式 (9-1) の様に表すことができる。 20

【0098】

【数 9】

$$\frac{\partial E_n}{\partial u_j^{(1)}} = \sum_k \frac{\partial E_n}{\partial u_k^{(1+1)}} \frac{\partial u_k^{(1+1)}}{\partial u_j^{(1)}} \quad (9-1)$$

【0099】

ここで、式 (9-1) の左辺を $\delta_j^{(1)}$ とおくと、式 (10-1)、式 (10-2) の関係を使って、式 (9-1) は式 (10-3) の様に書き直すことができる。 30

【0100】

【数 10】

$$u_k^{(1+1)} = \sum_j w_{kj}^{(1+1)} z_j^{(1)} = \sum_j w_{kj}^{(1+1)} f(u_j^{(1)}) \quad (10-1)$$

$$\frac{\partial u_k^{(1+1)}}{\partial u_j^{(1)}} = w_{kj}^{(1+1)} \frac{\partial f(u_j^{(1)})}{\partial u_j^{(1)}} \quad (10-2)$$

$$\delta_j^{(1)} = \sum_k \delta_k^{(1+1)} \left(w_{kj}^{(1+1)} \frac{\partial f(u_j^{(1)})}{\partial u_j^{(1)}} \right) \quad (10-3)$$

【0101】

式 (10-3) より、左辺の $\delta_j^{(1)}$ は、 $\delta_k^{(1+1)}$ ($k = 1, 2, \dots$) から計算できることがわかる。すなわち、一つ上位の出力層側に存在する第 1 + 1 層の第 k ユニットに関する $\delta_k^{(1+1)}$ が与えられれば、第 1 層についての $\delta_j^{(1)}$ を計算することができる。さらに、第 1 + 1 層の第 k ユニットに関する $\delta_k^{(1+1)}$ について 50

も、その一つ上位の出力層側に存在する第 $l + 2$ 層の第 k ユニットに関する $\delta_k^{(l+2)}$ が与えられれば、計算することができる。このことを逐次繰り返して最上位層である出力層まで辿ることができる。

【0102】

最初に第 L 層である出力層の第 k ユニットに関する $\delta_k^{(L)}$ が取得されていれば、式 (10-3) を用いて下位側（すなわち入力層側）に向かって逐次計算を繰り返すことにより（逆伝播）、任意層における $\delta_k^{(l+1)}$ を計算することができる。

【0103】

一方、式 (8-1) の右辺第 2 項については、式 (2-3) を第 1 層について成分で表現した式 (11-1) を用いて、式 (11-2) の様に計算することができる。

10

【0104】

【数 11】

$$u_j^{(l)} = \sum_i w_{ji}^{(l)} z_i^{(l-1)} \quad (11-1)$$

$$\frac{\partial u_j^{(l)}}{\partial w_{ji}^{(l)}} = z_i^{(l-1)} \quad (11-2)$$

【0105】

20

従って、第 $l-1$ 層の第 i ユニットと第 l 層の第 j ユニットとを繋ぐ重み $w_{ji}^{(l)}$ についての誤差関数の微分は、式 (8-1)、式 (10-3) による $\delta_j^{(l)}$ 、式 (11-2) を用いて、以下の式 (12-1) の様に表現することができる。

【0106】

【数 12】

$$\frac{\partial E_n}{\partial w_{ji}^{(l)}} = \delta_j^{(l)} z_i^{(l-1)} \quad (12-1)$$

【0107】

30

式 (12-1) から、第 $l-1$ 層の第 i ユニットと第 l 層の第 j ユニットとを繋ぐ重み $w_{ji}^{(l)}$ についての誤差関数の微分は、第 j ユニットに関する $\delta_j^{(l)}$ と、第 i ユニットからの出力である $z_i^{(l-1)}$ との積で与えられることがわかる。なお、 $\delta_j^{(l)}$ についての計算は、上述した様に、式 (10-3) を用いて逆伝播により求めることができ、また、逆伝播の最初の値、すなわち、第 L 層である出力層に関する $\delta_j^{(L)}$ は、以下の式 (13-1) の様に計算することができる。

【0108】

【数 13】

$$\delta_j^{(L)} = \frac{\partial E_n}{\partial u_j^{(L)}} \quad (13-1)$$

40

【0109】

以上の手順により、本実施形態に係る多層化ネットワークについて、ある学習サンプル (x_n, d_n) を用いた学習を実現することができる。なお、複数の学習サンプルに対する誤差の総和 $E = \sum_n E_n$ に関する勾配ベクトルについては、上述した手順を学習サンプル (x_n, d_n) 毎に並列的に繰り返し、以下の式 (14-1) に示す和を計算することで、取得することができる。

【0110】

【数 1 4】

$$\frac{\partial E}{\partial w_{ji}^{(l)}} = \sum_n \frac{\partial E_n}{\partial w_{ji}^{(l)}} \quad (14-1)$$

【0 1 1 1】

以上が本実施形態に係る多層化ネットワークに関する説明である。また、本実施形態に係る多層化ネットワークとしては、例えば、深層学習（Deep Learning）の対象となる多層ニューラルネットワークである深層ニューラルネットワーク（DNN：Deep Neural Network）を用いている。DNNとしては、例えば、画像を対象とする畳込みニューラルネットワーク（CNN：Convolutional Neural Network）を用いてもよい。以上の当該多層化ネットワークに関する説明は、以下の各実施形態のうち、機械学習モデル及び学習済みモデル 6 1 a を用いる全ての実施形態にも該当する。

10

【0 1 1 2】

ネットワークインタフェース 6 2 は、サーバ装置 6 0 をネットワーク Nw に接続して他の装置と通信するための回路である。ネットワークインタフェース 6 2 としては、例えば、ネットワークインタフェースカード（NIC）が使用可能となっている。以下の説明では、サーバ装置 6 0 と他の装置との間の通信にネットワークインタフェース 6 2 が介在する旨の記載を省略する。

【0 1 1 3】

処理回路 6 3 は、記憶回路 6 1 に記憶された制御プログラムに基づいてサーバ装置 6 0 を制御する。例えば、処理回路 6 3 は、記憶回路 6 1 から読み出した制御プログラムに従って、各機能を実現させるプロセッサである。ここで、各機能としては、例えば、送受信機能 6 3 a、生成機能 6 3 b などがある。

20

【0 1 1 4】

送受信機能 6 3 a は、他の装置との間で送受信を実行する機能であり、例えば、情報処理装置 5 0 から第 2 マンモグラフィ画像 MG 2 と超音波画像 UL とを含む第 1 入力データを受信する。但し、送受信機能 6 3 a は、情報処理装置 5 0 から第 2 入力データが送信された場合には、当該第 2 入力データを受信する。また例えば、送受信機能 6 3 a は、生成機能 6 3 b により生成された診断支援情報を送信する。送受信機能 6 3 a は、超音波画像と当該超音波画像の撮像位置と第 1 モダリティ画像とを受信する受信部と、診断支援情報を送信する第 2 送信部との一例である。

30

【0 1 1 5】

生成機能 6 3 b は、送受信機能 6 3 a により受信された第 1 入力データを入力として、被検体の診断支援情報を生成する。但し、生成機能 6 3 b は、送受信機能 6 3 a により第 2 入力データが送信された場合には、当該第 2 入力データを入力として、被検体の診断支援情報を生成する。診断支援情報は、例えば、カテゴリ 5（有病）～カテゴリ 1（無病）の 5 段階というように、有病から無病までを複数段階で示す情報である。なお、5 段階は一例であり、5 段階より多くても少なくてもよい。但し、カテゴリ 2（有病）及びカテゴリ 1（無病）というように、少なくとも 2 段階は必要である。生成機能 6 3 b は、（受信された）超音波画像と当該超音波画像の撮像位置と第 1 モダリティ画像とに基づいて、被検体の診断支援情報を生成する生成部の一例である。また、生成機能 6 3 b は、超音波画像と当該超音波画像の撮像位置と第 1 モダリティ画像との入力に基づいて、被検体の診断支援情報を生成する生成処理部を備えた生成部の一例でもある。

40

【0 1 1 6】

生成機能 6 3 b は、例えば、学習済みモデル 6 1 a を用いることにより、第 1 入力データから診断支援情報を取得する。具体的には、生成機能 6 3 b は、記憶回路 6 1 に記憶された学習済みモデル 6 1 a からの指令に従って、学習済みモデル 6 1 a の入力層に入力された第 1 入力データに対し、学習済みのパラメータに基づく演算を行い、学習済みモデル 6 1 a の出力層から診断支援情報を出力するように動作する。このような生成機能 6 3 b

50

は、第2マンモグラフィ画像MG2及び超音波画像ULから総合的に有病から無病までの複数段階を判定するCADとして動作することから、図6に示すように、「MG-UL総合判定CAD」等と呼んでもよい。

【0117】

次に、以上のように構成された医用情報処理システムの動作について図12を用いて説明する。

【0118】

いま、マンモグラフィ装置1の記憶回路22は、被検体の乳房を撮像した第1マンモグラフィ画像MG1と、第1マンモグラフィ画像MG1の撮像角度を示す角度情報とを記憶しているとする。

10

【0119】

このとき、ステップST10において、マンモグラフィ装置1の処理回路26は、情報処理装置50からの要求に応じて、第1マンモグラフィ画像MG1を情報処理装置50に送信する。

【0120】

ステップST10の後、ステップST20において、情報処理装置50の処理回路55は、被検体の第1マンモグラフィ画像MG1を取得すると、当該第1マンモグラフィ画像MG1を記憶回路51に保存する。

【0121】

ステップST20の後、ステップST30において、超音波診断装置30は、操作者の操作に応じて、被検体の乳房を超音波プローブ31でスキャンし、生成された超音波画像と、超音波画像の撮像位置情報とを情報処理装置50に送信する。

20

【0122】

ステップST30の後、ステップST40において、情報処理装置50の処理回路55は、被検体の超音波画像及び超音波画像の撮像位置情報を取得すると共に、当該超音波画像に対して、UL-CADの処理を施し、UL-CAD結果を生成する。

【0123】

ステップST40の後、ステップST50において、処理回路55は、UL-CAD結果が有病を示すか否かを判定し、否の場合には、超音波検査の終了まで当該判定を繰り返し実行する。一方、処理回路55は、UL-CAD結果が有病を示す場合には、当該超音波画像ULを記憶回路51に保存する。

30

【0124】

ステップST50の後、ステップST60～ST70において、処理回路55は、超音波画像ULの撮像位置情報に基づいて、第1マンモグラフィ画像MG1における対応する位置を特定する。例えばステップST60において、処理回路55は、超音波画像ULの撮像位置を示すマークmkを乳房のボディマークBM上に描画する。また、処理回路55は、当該マークmkを描画したボディマークBMを、当該保存した超音波画像ULに関連付けて記憶回路51に保存する。

【0125】

ステップST60の後、ステップST70において、処理回路55は、マークmkの位置を中心とした帯状の範囲の関心領域を第1マンモグラフィ画像MG1上で特定し、当該関心領域に高い重み付けをするためのウエイトマップWMを作成する。

40

【0126】

ステップST70の後、ステップST80において、処理回路55は、ステップST70で特定された位置に基づく処理を第1マンモグラフィ画像MG1に施すことにより、第2マンモグラフィ画像MG2を生成する。この例では、ウエイトマップWMの各画素値と、第1マンモグラフィ画像MG1の各画素値とを乗算処理することにより、第1マンモグラフィ画像MG1内の関心領域が強調された第2マンモグラフィ画像MG2を生成する。

【0127】

ステップST80の後、ステップST100において、処理回路55は、生成した第2

50

マンモグラフィ画像 M G 2 と、記憶回路 5 1 内の超音波画像 U L とを含む第 1 入力データをサーバ装置 6 0 に送信する。

【 0 1 2 8 】

ステップ S T 1 0 0 の後、ステップ S T 1 1 0 において、サーバ装置 6 0 の処理回路 6 3 は、第 1 入力データを受信すると、当該第 1 入力データを入力として、被検体の診断支援情報を生成する。この例では、処理回路 6 3 は、記憶回路 6 1 に記憶された学習済みモデル 6 1 a を用いることにより、第 1 入力データから診断支援情報を取得する。具体的には、処理回路 6 3 は、学習済みモデル 6 1 a からの指令に従い、学習済みモデル 6 1 a の入力層に入力された第 1 入力データに対し、学習済みのパラメータに基づく演算を行い、学習済みモデル 6 1 a の出力層から診断支援情報を出力するように動作する。

10

【 0 1 2 9 】

ステップ S T 1 1 0 の後、ステップ S T 1 2 0 において、処理回路 6 3 は、生成した診断支援情報を情報処理装置 5 0 に送信する。

【 0 1 3 0 】

ステップ S T 1 2 0 の後、ステップ S T 1 3 0 において、情報処理装置 5 0 の処理回路 5 5 は、診断支援情報を受信すると、当該診断支援情報を記憶回路 5 1 に保存する。処理回路 5 5 は、操作者（読影医）の操作に応じて、記憶回路 5 1 内の診断支援情報、第 1 マンモグラフィ画像 M G 1 及び超音波画像 U L を表示するように、ディスプレイ 5 3 を制御する。これにより、読影医による診断業務を支援する。

20

【 0 1 3 1 】

上述したように第 1 の実施形態によれば、少なくとも一つの情報処理装置を含むクライアントシステムと、少なくとも一つのサーバ装置を含むサーバシステムと、を備える医用情報処理システムを用いている。クライアントシステムは、被検体の超音波画像を取得し、被検体の第 1 マンモグラフィ画像を取得し、超音波画像の撮像位置情報に基づいて、第 1 マンモグラフィ画像における対応する位置を特定する。また、クライアントシステムは、当該対応する位置に基づく処理を第 1 マンモグラフィ画像に施してなる第 2 マンモグラフィ画像と超音波画像とを含む第 1 入力データを送信する。当該サーバシステムは、第 1 入力データを受信し、当該受信された第 1 入力データを入力として、被検体の診断支援情報を生成し、診断支援情報を送信する。

【 0 1 3 2 】

このように、第 2 マンモグラフィ画像と超音波画像とを含む第 1 入力データを入力として、生成した診断支援情報を送信する構成により、マンモグラフィ画像及び超音波画像を総合的に読影して診断を支援することができる。例えば、互いに同じ位置の同じ病変を撮像したマンモグラフィ画像及び超音波画像を読影して診断を支援することができる。

30

【 0 1 3 3 】

補足すると、第 1 の実施形態によれば、超音波画像で描出している乳房の位置に対応したマンモグラフィ画像の箇所に対して C A D（M G - U L 総合判定 C A D）を実行できる。これにより、超音波画像とマンモグラフィ画像との双方の画像において、乳房内の同じ領域を対象に C A D を実行することができる。

【 0 1 3 4 】

これに加え、超音波画像に対するコンピュータ支援検出の結果が有病を示す場合に、対応する位置を特定するので、有病を示す超音波画像を含む第 1 入力データを入力として、診断支援情報を生成できる。これにより、乳癌検診の効率向上を図ることができる。具体的には、超音波画像の位置を示したボディマーク B M に応じて、第 1 マンモグラフィ画像 M G 1 を加工し、加工後の第 2 マンモグラフィ画像 M G 2 と超音波画像 U L とを入力として、C A D により診断支援情報を生成できる。ここで、超音波画像 U L の収集の際に、U L - C A D 結果に応じて超音波画像の保存及びボディマーク B M の作成を自動化でき、乳癌検診のスループットを高めることができる。

40

【 0 1 3 5 】

[第 1 の実施形態の変形例]

50

次に、第 1 の実施形態の変形例について説明するが、第 1 の実施形態と重複した部分の説明を省略し、主に、異なる部分について述べる。このことは、以下の各実施形態及び各変形例についても同様である。

第 1 の実施形態の変形例は、診断支援情報を生成するための入力として、第 1 の実施形態の第 2 マンモグラフィ画像 M G 2 に代えて、図 1 3 に示すように、第 1 マンモグラフィ画像 M G 1 及びウエイトマップ W M を用いる形態である。

【 0 1 3 6 】

これに伴い、情報処理装置 5 0 の処理回路 5 5 では、M G 2 生成機能 5 5 e が省略され、送受信機能 5 5 f が若干変更されている。

【 0 1 3 7 】

すなわち、送受信機能 5 5 f は、(特定機能 5 5 d により) 特定された対応する位置に関する情報と第 1 マンモグラフィ画像 M G 1 と超音波画像 U L とを含む第 2 入力データを送信する。ここで、対応する位置に関する情報は、特定した関心領域を示す特定情報である。特定情報の一例として、ウエイトマップ W M を用いている。送受信機能 5 5 f は、超音波画像と第 1 モダリティ画像と超音波画像の撮像位置を表す情報とを送信する第 1 送信部の一例である。

【 0 1 3 8 】

また、サーバ装置 6 0 の処理回路 6 3 では、学習済みモデル 6 1 a、送受信機能 6 3 a 及び生成機能 6 3 b が若干変更されている。

【 0 1 3 9 】

学習済みモデル 6 1 a は、図 1 4 に示すように、学習データが、対応する位置に関する情報 (W M) と第 1 マンモグラフィ画像 M G 1 と超音波画像 U L とを含む入力データと、診断支援情報である出力データとを含んでいる。この場合、学習済みモデル 6 1 a 及び生成機能 6 3 b は、超音波画像と当該超音波画像の撮像位置と第 1 モダリティ画像とに基づいて、被検体の診断支援情報を生成する生成部の一例である。また、学習済みモデル 6 1 a 及び生成機能 6 3 b は、超音波画像と当該超音波画像の撮像位置と第 1 モダリティ画像との入力に基づいて、被検体の診断支援情報を生成する生成処理部を備えた生成部の一例でもある。なお、学習データは、図 1 5 に示すように、入力データとして、対応する位置に関する情報 (W M) と第 1 マンモグラフィ画像 M G 1 と超音波画像 U L とに加え、U L - C A D 結果を含んでもよい。すなわち、学習済みモデル 6 1 a は、このような学習データに基づいて、モデル学習プログラムに従い機械学習モデルに機械学習を行わせることにより、得られた学習済みの機械学習モデルである。

【 0 1 4 0 】

送受信機能 6 3 a は、情報処理装置 5 0 から送信された第 2 入力データを受信する。送受信機能 6 3 a は、超音波画像と第 1 モダリティ画像と超音波画像の撮像位置を表す情報とを受信する受信部と、診断支援情報を送信する第 2 送信部との一例である。

【 0 1 4 1 】

生成機能 6 3 b は、送受信機能 6 3 a により受信された第 2 入力データを入力として、被検体の診断支援情報を生成する。生成機能 6 3 b は、超音波画像の撮像位置を表す情報と第 1 モダリティ画像と超音波画像とを含む第 2 データに基づいて、被検体の診断支援情報を生成する生成部の一例である。

【 0 1 4 2 】

他の構成は、第 1 の実施形態と同様である。

【 0 1 4 3 】

以上のように構成された変形例によれば、例えば、図 1 6 に示すように、前述同様の S T 1 0 ~ S T 7 0 の後、前述したステップ S T 8 0 が省略される。このため、ステップ S T 7 0 の後、ステップ S T 1 0 0 において、情報処理装置 5 0 の処理回路 5 5 は、対応する位置に関する情報 (W M) と第 1 マンモグラフィ画像 M G 1 と超音波画像 U L とを含む第 2 入力データをサーバ装置 6 0 に送信する。

【 0 1 4 4 】

ステップ S T 1 0 0 の後、ステップ S T 1 1 0 において、サーバ装置 6 0 の処理回路 6 3 は、第 2 入力データを受信すると、当該第 2 入力データを入力として、被検体の診断支援情報を生成する。この例では、処理回路 6 3 は、記憶回路 6 1 に記憶された学習済みモデル 6 1 a を用いることにより、第 2 入力データから診断支援情報を取得する。具体的には、処理回路 6 3 は、学習済みモデル 6 1 a からの指令に従い、学習済みモデル 6 1 a の入力層に入力された第 2 入力データに対し、学習済みのパラメータに基づく演算を行い、学習済みモデル 6 1 a の出力層から診断支援情報を出力するように動作する。

【 0 1 4 5 】

以下、前述同様にステップ S T 1 2 0 以降の処理が実行される。

【 0 1 4 6 】

このように変形例によれば、対応する位置に関する情報と第 1 マンモグラフィ画像 M G 1 と超音波画像 U L とを含む第 2 入力データを入力として、生成した診断支援情報を送信する。従って、第 1 の実施形態と同様に、マンモグラフィ画像及び超音波画像を総合的に読影して診断を支援することができる。これに加え、第 1 の実施形態とは異なり、第 2 マンモグラフィ画像 M G 2 を生成する演算処理を省略することができる。

【 0 1 4 7 】

< 第 2 の実施形態 >

次に、第 2 の実施形態に係る医用情報処理システムについて説明する。

【 0 1 4 8 】

第 2 の実施形態は、第 1 の実施形態に比べ、図 1 7 に示すように、診断支援情報を生成するための入力として、第 1 マンモグラフィ画像 M G 1 に対するコンピュータ支援検出の結果 (M G - C A D 結果) を更に含む形態である。

【 0 1 4 9 】

これに伴い、情報処理装置 5 0 の処理回路 5 5 では、図 1 8 に示すように、M G - C A D 機能 5 5 g が追加されている。なお、「M G - C A D 機能」は、マンモグラフィ画像以外のモダリティ画像にコンピュータ支援検出処理を施すように変形する場合を考慮し、「M D - C A D 機能」と呼んでもよい。

【 0 1 5 0 】

M G - C A D 機能 5 5 g は、取得機能 5 5 a に取得された第 1 マンモグラフィ画像 M G 1 に対して、マンモグラフィ用の C A D (M G - C A D) の処理を施す。なお、M G - C A D の処理を施すタイミングとしては、第 1 マンモグラフィ画像 M G 1 の取得後と、M G - C A D 結果を含む入力データの送信前との間であればよい。この種の M G - C A D としては、例えば、人工知能 (A I) が適用可能となっている。具体的には例えば、第 1 マンモグラフィ画像 M G 1 を入力として、M G - C A D 結果を生成する学習済みモデルが使用可能となっている。M G - C A D 結果は、例えば、カテゴリ 5 (有病) ~ カテゴリ 1 (無病) の 5 段階というように、有病から無病までを複数段階で示す情報である。なお、5 段階は一例であり、5 段階より多くても少なくてもよい。但し、カテゴリ 2 (有病) 及びカテゴリ 1 (無病) というように、少なくとも 2 段階は必要である。M G - C A D 機能 5 5 g は、得られた M G - C A D 結果を記憶回路 5 1 に保存する。

【 0 1 5 1 】

U L - C A D 機能 5 5 b は、前述した機能に比べ、U L - C A D 結果が有病でない場合でも処理を終了しない。これは、超音波画像 U L から検出されず、第 1 マンモグラフィ画像 M G 1 のみで検出された病変候補について、診断支援情報を得るためである。

【 0 1 5 2 】

送受信機能 5 5 f は、前述した第 2 マンモグラフィ画像 M G 2 及び超音波画像 U L に加え、M G - C A D 結果を更に含む第 1 入力データをサーバシステム S v s 1 内のサーバ装置 6 0 に送信する。

【 0 1 5 3 】

また、サーバ装置 6 0 の処理回路 6 3 では、学習済みモデル 6 1 a 及び生成機能 6 3 b が若干変更されている。

10

20

30

40

50

【 0 1 5 4 】

学習済みモデル 6 1 a は、図 1 9 に示すように、学習データが、M G - C A D 結果と超音波画像 U L と第 2 マンモグラフィ画像 M G 2 とを含む入力データと、診断支援情報である出力データとを含んでいる。なお、学習データは、図 2 0 に示すように、入力データとして、M G - C A D 結果と超音波画像 U L と第 2 マンモグラフィ画像 M G 2 とに加え、U L - C A D 結果を含んでもよい。すなわち、学習済みモデル 6 1 a は、このような学習データに基づいて、モデル学習プログラムに従い機械学習モデルに機械学習を行わせることにより、得られた学習済みの機械学習モデルである。

【 0 1 5 5 】

生成機能 6 3 b は、送受信機能 6 3 a により受信された第 1 入力データを入力として、被検体の診断支援情報を生成する。生成機能 6 3 b は、撮像位置に基づく処理を第 1 モダリティ画像に施した第 2 モダリティ画像と超音波画像とを含む第 1 データに基づいて、被検体の診断支援情報を生成する生成部の一例である。

【 0 1 5 6 】

他の構成は、第 1 の実施形態と同様である。

【 0 1 5 7 】

以上のように構成された第 2 の実施形態によれば、例えば、図 2 1 に示すように、前述同様の S T 1 0 ~ S T 5 0 の後、U L - C A D 結果が有病を示すか否かによって処理が分岐する。

【 0 1 5 8 】

ステップ S T 5 0 の判定により、U L - C A D 結果が有病を示さない場合 (S T 5 0 : N) には、超音波検査を終了しないのであれば (S T 5 1 : N) 、ステップ S T 5 0 の処理を継続する。また、超音波検査を終了する場合には (S T 5 1 : Y) 、処理回路 5 5 は、第 1 マンモグラフィ画像 M G 1 に M G - C A D の処理を施し、M G - C A D 結果を生成する (ステップ S T 5 2) 。

【 0 1 5 9 】

ステップ S T 5 2 の後、ステップ S T 5 3 において、処理回路 5 5 は、M G - C A D 結果が有病を示すか否かを判定し、否の場合には処理を終了する。また、処理回路 5 5 は、M G - C A D 結果が有病を示す場合には、ステップ S T 5 4 において、第 1 マンモグラフィ画像 M G 1 内で有病を示す位置を中心とした帯状の関心領域を抜き出すトリミング処理の実行により、第 2 マンモグラフィ画像 M G 2 を生成する。

【 0 1 6 0 】

また、処理回路 5 5 は、第 1 マンモグラフィ画像 M G 1 内で有病を示す大体の位置を超音波診断装置 3 0 に送信する。例えば、処理回路 5 5 は、既存の超音波診断支援機能により、当該有病を示す大体の位置を描画したボディマーク B M を生成し、当該ボディマーク B M を超音波診断装置 3 0 に送信してもよい。超音波診断装置 3 0 は、超音波プローブ 3 1 の操作により、当該有病を示す大体の位置に対応する超音波画像 U L を情報処理装置 5 0 に送信する。これにより、情報処理装置 5 0 の処理回路 5 5 は、当該有病を示す大体の位置に対応する超音波画像 U L を取得する。当該取得した超音波画像 U L は、後段の処理で第 1 入力データに含められる。ステップ S T 5 4 の後、処理回路 5 5 は、ステップ S T 1 0 0 に移行する。

【 0 1 6 1 】

一方、ステップ S T 5 0 の判定により、U L - C A D 結果が有病を示す場合 (S T 5 0 : Y) 、処理回路 5 5 は、前述同様のステップ S T 6 0 ~ S T 8 0 を実行する。ステップ S T 8 0 の後、追加したステップ S T 9 0 において、処理回路 5 5 は、第 1 マンモグラフィ画像 M G 1 に M G - C A D の処理を施し、M G - C A D 結果を生成する。ステップ S T 9 0 の後、ステップ S T 1 0 0 において、情報処理装置 5 0 の処理回路 5 5 は、M G - C A D 結果と第 2 マンモグラフィ画像 M G 2 と超音波画像 U L とを含む第 1 入力データをサーバ装置 6 0 に送信する。

【 0 1 6 2 】

ステップ S T 1 0 0 の後、ステップ S T 1 1 0 において、サーバ装置 6 0 の処理回路 6 3 は、第 1 入力データを受信すると、当該第 1 入力データを入力として、被検体の診断支援情報を生成する。この例では、処理回路 6 3 は、記憶回路 6 1 に記憶された学習済みモデル 6 1 a を用いることにより、第 1 入力データから診断支援情報を取得する。具体的には、処理回路 6 3 は、学習済みモデル 6 1 a からの指令に従い、学習済みモデル 6 1 a の入力層に入力された第 1 入力データに対し、学習済みのパラメータに基づく演算を行い、学習済みモデル 6 1 a の出力層から診断支援情報を出力するように動作する。

【 0 1 6 3 】

以下、前述同様にステップ S T 1 2 0 以降の処理が実行される。

【 0 1 6 4 】

10

このように第 2 の実施形態によれば、M G - C A D 結果と第 2 マンモグラフィ画像 M G 2 と超音波画像 U L とを含む第 1 入力データを入力として、生成した診断支援情報を送信する。従って、第 1 の実施形態と同様に、マンモグラフィ画像及び超音波画像を総合的に読影して診断を支援することができる。

【 0 1 6 5 】

これに加え、第 2 の実施形態によれば、第 1 の実施形態とは異なり、M G - C A D 結果を用いるので、超音波画像 U L の C A D で検出されず、第 1 マンモグラフィ画像 M G 1 の C A D のみで検出された病変候補についても、診断支援情報に反映できる。補足すると、第 1 の実施形態の場合、超音波画像 U L の C A D 結果に基づく第 2 マンモグラフィ画像 M G 2 を用いるので、超音波画像 U L の C A D で検出されない病変候補が漏れる懸念がある。これに対し、第 2 の実施形態では、診断支援情報を生成するための入力データとして、第 1 マンモグラフィ画像 M G 1 に対する M G - C A D 結果を含めるので、そのような懸念がない。

20

【 0 1 6 6 】

[第 2 の実施形態の変形例]

第 2 の実施形態の変形例は、診断支援情報を生成するための入力として、第 2 の実施形態の第 2 マンモグラフィ画像 M G 2 に代えて、図 2 2 に示すように、第 1 マンモグラフィ画像 M G 1 及びウエイトマップ W M を用いる形態である。なお、第 2 の実施形態の変形例は、第 1 の実施形態の変形例に比べた場合、第 2 入力データとして、M G - C A D 結果を更に含む形態となっている。

30

【 0 1 6 7 】

これに伴い、第 2 の実施形態の変形例において、情報処理装置 5 0 の処理回路 5 5 では、M G 2 生成機能 5 5 e が省略され、送受信機能 5 5 f が若干変更されている。

【 0 1 6 8 】

すなわち、送受信機能 5 5 f は、(特定機能 5 5 d により) 特定された対応する位置に関する情報と第 1 マンモグラフィ画像 M G 1 と超音波画像 U L と M G - C A D 結果とを含む第 2 入力データを送信する。ここで、対応する位置に関する情報は、特定した関心領域を示す特定情報である。特定情報の一例として、ウエイトマップ W M を用いている。

【 0 1 6 9 】

また、サーバ装置 6 0 の処理回路 6 3 では、学習済みモデル 6 1 a 、送受信機能 6 3 a 及び生成機能 6 3 b が若干変更されている。

40

【 0 1 7 0 】

学習済みモデル 6 1 a は、図 2 3 に示すように、学習データが、対応する位置に関する情報 (W M) と第 1 マンモグラフィ画像 M G 1 と超音波画像 U L と M G - C A D 結果とを含む入力データと、診断支援情報である出力データとを含んでいる。なお、学習データは、図 2 4 に示すように、入力データとして、対応する位置に関する情報 (W M) と第 1 マンモグラフィ画像 M G 1 と超音波画像 U L と M G - C A D 結果とに加え、U L - C A D 結果を含んでもよい。この場合、学習済みモデル 6 1 a は、超音波画像 U L に対して行われたコンピュータ支援検出の結果と、第 1 モダリティ画像 M D 1 に対して行われたコンピュータ支援検出の結果と、超音波画像 U L の撮像位置と、超音波画像 U L と、第 1 モダリテ

50

ィ画像MD1との入力に基づいて、被検体の診断支援情報を生成する生成処理部の一例である。図24に示す場合、第1マンモグラフィ画像MG1と超音波画像ULとを省略し、入力データとして、対応する位置に関する情報(WM)とMG-CAD結果とUL-CAD結果とを含むように変形してもよい。この省略した場合、学習済みモデル61aは、超音波画像ULに対して行われたコンピュータ支援検出の結果と、第1モダリティ画像MD1に対して行われたコンピュータ支援検出の結果と、超音波画像ULの撮像位置との入力に基づいて、被検体の診断支援情報を生成する生成処理部の一例である。いずれにしても、学習済みモデル61aは、このような学習データに基づいて、モデル学習プログラムに従い機械学習モデルに機械学習を行わせることにより、得られた学習済みの機械学習モデルである。

10

【0171】

送受信機能63aは、情報処理装置50から送信された第2入力データを受信する。

【0172】

生成機能63bは、送受信機能63aにより受信された第2入力データを入力として、被検体の診断支援情報を生成する。

【0173】

他の構成は、第2の実施形態と同様である。

【0174】

以上のように構成された変形例によれば、例えば、図25に示すように、前述同様のST10~ST70の後、前述したステップST80が省略され、前述したステップST90によりMG-CAD結果が生成される。このため、ステップST90の後、ステップST100において、情報処理装置50の処理回路55は、対応する位置に関する情報(WM)と第1マンモグラフィ画像MG1と超音波画像ULとMG-CAD結果とを含む第2入力データをサーバ装置60に送信する。

20

【0175】

ステップST100の後、ステップST110において、サーバ装置60の処理回路63は、第2入力データを受信すると、当該第2入力データを入力として、被検体の診断支援情報を生成する。

【0176】

以下、前述同様にステップST120以降の処理が実行される。

30

【0177】

このように第2の実施形態の変形例によれば、対応する位置に関する情報と第1マンモグラフィ画像MG1と超音波画像ULとMG-CAD結果とを含む第2入力データを入力として、生成した診断支援情報を送信する。従って、第2の実施形態の効果に加え、第2マンモグラフィ画像MG2を生成する演算処理を省略することができる。

【0178】

< 第3の実施形態 >

次に、第3の実施形態に係る医用情報処理システムについて説明する。

【0179】

第3の実施形態は、第1の実施形態の変形例であり、クライアントシステムが複数の情報処理装置を含む形態である。

40

【0180】

図26に示す例では、クライアントシステムC1s2は、第1情報処理装置50A及び第2情報処理装置50Bを備えている。

【0181】

ここで、第1情報処理装置50A及び第2情報処理装置50Bは、前述した情報処理装置50の機能を分散配置したものである。このため、第1情報処理装置50A及び第2情報処理装置50Bは、互いの装置間の送受信に関する機能を除き、前述した情報処理装置50と同様に機能する。すなわち、クライアントシステムC1s2の送受信内容は、前述したクライアントシステムC1s1の送受信内容と同様である。

50

【0182】

すなわち、第1情報処理装置50Aは、構成要素として、記憶回路51A、入力インタフェース52A、ディスプレイ53A、ネットワークインタフェース54A及び処理回路55Aを備えている。処理回路55Aは、取得機能55Aa及び送受信機能55Afを実現する。第1情報処理装置50Aの構成要素(51A~55A、55Aa、55Af)は、前述した情報処理装置50の構成要素(51~55、55a、55f)に符号Aを加えたものであり、情報処理装置50の構成要素と同様に機能する。

【0183】

第2情報処理装置50Bは、構成要素として、記憶回路51B、入力インタフェース52B、ディスプレイ53B、ネットワークインタフェース54B及び処理回路55Bを備えている。処理回路55Bは、取得機能55Ba、UL-CAD機能55Bb、特定機能55Bd、MG2生成機能55Be及びMG-CAD機能55Bgを実現する。第2情報処理装置50Bの構成要素(51B~55B、55Ba~55Be、55Bg)は、前述した情報処理装置50の構成要素(51~55、55a~55e、55g)に符号Bを加えたものであり、情報処理装置50の構成要素と同様に機能する。

【0184】

他の構成は、第1の実施形態と同様である。

【0185】

以上のような構成によれば、例えば、図28に示すように、前述同様のST10~ST20の後、ステップST21において、第1情報処理装置50Aは、第1マンモグラフィ画像MG1を第2情報処理装置50Bに送信する。また、ステップST21、ST30の後、ステップST31において、第1情報処理装置50Aは、超音波画像UL及び超音波画像ULの撮像位置情報を第2情報処理装置50Bに送信する。

【0186】

ステップST31の後、第2情報処理装置50Bは、前述同様にST40~ST50を実行した後、UL-CADが有病を示す場合には、当該超音波画像ULを第1情報処理装置50Aに送信する(ステップST56)。

【0187】

ステップST56の後、ステップST57において、第1情報処理装置50Aは、受信した超音波画像ULを記憶回路51Aに保存する。

【0188】

一方、第2情報処理装置50Bでは、ステップST56の後、前述同様にステップST60~ST80が実行され、ステップST81において、第2マンモグラフィ画像MG2が第1情報処理装置50Aに送信される。

【0189】

ステップST81の後、ステップST100において、第1情報処理装置50Aの処理回路55Aは、受信した第2マンモグラフィ画像MG2と、記憶回路51A内の超音波画像ULとを含む第1入力データをサーバ装置60に送信する。

【0190】

以下、前述同様に、ステップST110以降の処理が実行される。

【0191】

上述したように第3の実施形態によれば、第1の実施形態の情報処理装置50の機能を、2台の情報処理装置(50A, 50B)に分散配置した構成としても、第1の実施形態と同様の効果を得ることができる。補足すると、第3の実施形態によれば、サーバ装置60に対する第1入力データ及び診断支援情報が第1の実施形態における第1入力データ及び診断支援情報と同様であるため、第1の実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0192】

また、第3の実施形態における2台の情報処理装置(50A, 50B)に分散配置した構成は、図29に示すように、第2入力データを用いる第1の実施形態の変形例にも適用できる。この場合、第1の実施形態の変形例と同様の効果を得ることができる。

【 0 1 9 3 】

同様に、第 3 の実施形態における 2 台の情報処理装置 (5 0 A , 5 0 B) に分散配置した構成は、図 3 0 に示すように、M G - C A D 結果を含む第 1 入力データを用いる第 2 の実施形態にも適用できる。この場合、第 2 の実施形態と同様の効果を得ることができる。

【 0 1 9 4 】

また同様に、第 3 の実施形態における 2 台の情報処理装置 (5 0 A , 5 0 B) に分散配置した構成は、図 3 1 に示すように、M G - C A D 結果を含む第 2 入力データを用いる第 2 の実施形態の変形例にも適用できる。この場合、第 2 の実施形態の変形例と同様の効果を得ることができる。

【 0 1 9 5 】

< 第 4 の実施形態 >

次に、第 4 の実施形態に係る医用情報処理システムについて説明する。

【 0 1 9 6 】

第 4 の実施形態は、第 1 の実施形態の変形例であり、クライアントシステムが画像の取得と送受信を実行し、サーバシステムが U L - C A D の処理から診断支援情報の生成までを実行する形態である。

【 0 1 9 7 】

図 3 2 に示す例では、クライアントシステム C l s 3 は、少なくとも一つの情報処理装置として、情報処理装置 5 0 C を備えている。サーバシステム S v s 2 は、少なくとも一つのサーバ装置として、サーバ装置 6 0 C を備えている。

【 0 1 9 8 】

ここで、情報処理装置 5 0 C は、図 5 に示した構成に比べ、処理回路 5 5 が実現する機能 5 5 a ~ 5 5 f のうち、U L - C A D 機能 5 5 b、特定機能 5 5 d 及び M G 2 生成機能 5 5 e が省略された構成である。すなわち、本実施形態に係る処理回路 5 5 は、記憶回路 5 1 内の制御プログラムの実行により、取得機能 5 5 a 及び送受信機能 5 5 f を実現する。但し、送受信機能 5 5 f は、若干変更されている。

【 0 1 9 9 】

取得機能 5 5 a は、被検体の超音波画像 U L を取得する第 1 取得機能と、当該被検体の第 1 マンモグラフィ画像 M G 1 を取得する第 2 取得機能とを含んでいる。なお、第 1 取得機能は、超音波画像 U L を取得すると共に、超音波画像 U L の撮像位置情報 (超音波プローブ 3 1 の位置情報) をリアルタイムに取得してもよい。第 2 取得機能は、被検体の第 1 モダリティ画像であって、超音波画像とは異なる当該第 1 モダリティ画像を取得する第 2 取得部の一例である。

【 0 2 0 0 】

送受信機能 5 5 f は、他の装置との間で送受信を実行する機能である。例えば、送受信機能 5 5 f は、取得機能 5 5 a により取得した第 1 マンモグラフィ画像 M G 1 をサーバ装置 6 0 C に送信する。また、送受信機能 5 5 f は、取得機能 5 5 a により取得された超音波画像 U L 及び超音波画像の撮像位置情報をサーバ装置 6 0 C に送信する。また、送受信機能 5 5 f は、サーバ装置 6 0 から診断支援情報を受信する。

【 0 2 0 1 】

一方、サーバ装置 6 0 C は、図 8 に示した構成に比べ、処理回路 6 3 が実現する機能 6 3 a , 6 3 b に加え、U L - C A D 機能 6 3 c、特定機能 6 3 e 及び M G 2 生成機能 6 3 f が付加された構成である。すなわち、本実施形態に係る処理回路 6 3 は、記憶回路 6 1 内の制御プログラムの実行により、送受信機能 6 3 a、生成機能 6 3 b、U L - C A D 機能 6 3 c、特定機能 6 3 e 及び M G 2 生成機能 6 3 f を実現する。但し、送受信機能 6 3 a 及び生成機能 6 3 b は、若干変更されている。また、付加された U L - C A D 機能 6 3 c、特定機能 6 3 e 及び M G 2 生成機能 6 3 f は、前述した U L - C A D 機能 5 5 b、特定機能 5 5 d 及び M G 2 生成機能 5 5 e をサーバ装置 6 0 C に配置したものである。これに伴い、画像の入手先などが若干異なる。

【 0 2 0 2 】

10

20

30

40

50

送受信機能 6 3 a は、他の装置との間で送受信を実行する機能であり、例えば、情報処理装置 5 0 C から第 1 マンモグラフィ画像 M G 1、超音波画像 U L、超音波画像 U L の撮像位置情報を受信する。また、送受信機能 6 3 a は、生成機能 6 3 b により生成された診断支援情報を送信する。

【 0 2 0 3 】

生成機能 6 3 b は、M G 2 生成機能 6 3 f により生成された第 2 マンモグラフィ画像 M G 2、送受信機能 6 3 a により受信された超音波画像 U L を含む第 1 入力データを入力として、又は、送受信機能 6 3 a により受信された第 1 マンモグラフィ画像 M G 1 及び超音波画像 U L を含む第 2 入力データを入力として、被検体の診断支援情報を生成する。なお、第 4 の実施形態では、前者の第 1 入力データを入力とする場合について説明する。後者の第 2 入力データを入力する場合については、第 4 の実施形態の変形例で述べる。診断支援情報は、前述同様である。また、生成機能 6 3 b は、前述同様に、学習済みモデル 6 1 a を用いることにより、診断支援情報を生成する。生成機能 6 3 b は、超音波画像の撮像位置に基づく処理を第 1 モダリティ画像に施した第 2 モダリティ画像と超音波画像とを含む第 1 データ、又は、超音波画像の撮像位置を表す情報と第 1 モダリティ画像と超音波画像とを含む第 2 データに基づいて、被検体の診断支援情報を生成する生成部の一例である。

10

【 0 2 0 4 】

U L - C A D 機能 6 3 c は、送受信機能 6 3 a に受信された超音波画像 U L に対して、前述同様に、超音波用の C A D (U L - C A D) の処理を施す。また同様に、U L - C A D 機能 6 3 c は、U L - C A D 結果が有病を示す場合に、当該超音波画像 U L を記憶回路 6 1 に保存し、特定機能 6 3 e を起動する。

20

【 0 2 0 5 】

特定機能 6 3 e は、超音波画像 U L の撮像位置情報に基づいて、第 1 マンモグラフィ画像 M G 1 における対応する位置を特定する。具体的には例えば、超音波画像 U L の撮像位置情報に基づいて、超音波画像 U L の撮像位置を示すマーク m k を乳房のボディマーク B M 上に描画する。また、特定機能 6 3 e は、当該マーク m k の位置を中心とした帯状の範囲の関心領域を第 1 マンモグラフィ画像 M G 1 上で特定し、当該特定した関心領域を示す特定情報を作成する。特定情報としては、前述した通り、例えば、ウエイトマップ W M、又はトリミング情報などが適宜、使用可能となっている。また、特定機能 6 3 e は、マーク m k を描画したボディマーク B M を、U L - C A D 機能 5 5 b により保存された超音波画像 U L に関連付けて記憶回路 5 1 に保存する。特定機能 6 3 e は、超音波画像の撮像位置を表す情報に基づいて、第 1 モダリティ画像内で当該撮像位置に対応する位置を特定する特定部の一例である。

30

【 0 2 0 6 】

M G 2 生成機能 6 3 f は、例えば、特定機能 6 3 e により特定された位置に基づく処理を第 1 マンモグラフィ画像 M G 1 に施すことにより、第 2 マンモグラフィ画像 M G 2 を生成する。具体的には例えば、前述した通り、ウエイトマップ W M の各画素値と、第 1 マンモグラフィ画像 M G 1 の各画素値とを乗算処理することにより、第 2 マンモグラフィ画像 M G 2 を生成してもよい。また同様に、M G 2 生成機能 6 3 f は、トリミング情報に基づいて、第 1 マンモグラフィ画像 M G 1 に対してトリミング処理を実行することにより、第 2 マンモグラフィ画像 M G 2 を生成してもよい。M G 2 生成機能 6 3 f は、超音波画像の撮像位置に基づく処理を第 1 モダリティ画像に施して第 2 モダリティ画像を生成する画像生成部の一例である。

40

【 0 2 0 7 】

次に、以上のように構成された医用情報処理システムの動作について図 3 3 を用いて説明する。

【 0 2 0 8 】

いま、前述同様に、ステップ S T 1 0 ~ S T 2 0 が実行される。ステップ S T 2 0 の後、ステップ S T 2 1 において、情報処理装置 5 0 の処理回路 5 5 は、第 1 マンモグラフィ

50

画像 M G 1 をサーバ装置 6 0 に送信する。サーバ装置 6 0 は、第 1 マンモグラフィ画像 M G 1 を受信する。

【 0 2 0 9 】

ステップ S T 2 1 の後、前述同様に、ステップ S T 3 0 が実行される。

【 0 2 1 0 】

ステップ S T 3 0 の後、ステップ S T 3 1 において、情報処理装置 5 0 の処理回路 5 5 は、超音波画像 U L 及び超音波画像 U L の撮像位置情報をサーバ装置 6 0 に送信する。サーバ装置 6 0 は、超音波画像 U L 及び超音波画像 U L の撮像位置情報を受信する。

【 0 2 1 1 】

ステップ S T 3 1 の後、ステップ S T 4 0 において、サーバ装置 6 0 の処理回路 6 3 は、受信した超音波画像に対して、U L - C A D の処理を施し、U L - C A D 結果を生成する。

10

【 0 2 1 2 】

ステップ S T 4 0 の後、ステップ S T 5 0 において、処理回路 6 3 は、U L - C A D 結果が有病を示すか否かを判定し、否の場合には、超音波検査の終了まで当該判定を繰り返し実行する。一方、処理回路 6 3 は、U L - C A D 結果が有病を示す場合には、当該超音波画像 U L を記憶回路 6 1 に保存する。U L - C A D が有病を示す場合には、当該超音波画像 U L を第 1 情報処理装置 5 0 A に送信する（ステップ S T 5 6 ）。

【 0 2 1 3 】

ステップ S T 5 6 の後、ステップ S T 5 7 において、情報処理装置 5 0 は、受信した超音波画像 U L を記憶回路 5 1 に保存する。

20

【 0 2 1 4 】

一方、サーバ装置 6 0 では、ステップ S T 5 6 の後、ステップ S T 6 0 ~ S T 7 0 において、処理回路 6 3 は、超音波画像 U L の撮像位置情報に基づいて、第 1 マンモグラフィ画像 M G 1 における対応する位置を特定する。例えばステップ S T 6 0 において、超音波画像 U L の撮像位置を示すマーク m k を乳房のボディマーク B M 上に描画する。また、処理回路 6 3 は、当該マーク m k を描画したボディマーク B M を、当該保存した超音波画像 U L に関連付けて記憶回路 6 1 に保存する。

【 0 2 1 5 】

また、ステップ S T 7 0 において、処理回路 6 3 は、マーク m k の位置を中心とした帯状の範囲の関心領域を第 1 マンモグラフィ画像 M G 1 上で特定する。また、処理回路 6 3 は、前述同様に、当該特定した関心領域に高い重み付けをするためのウエイトマップ W M を作成する。

30

【 0 2 1 6 】

ステップ S T 7 0 の後、ステップ S T 8 0 において、処理回路 6 3 は、ステップ S T 7 0 で特定された位置に基づく処理を第 1 マンモグラフィ画像 M G 1 に施すことにより、第 2 マンモグラフィ画像 M G 2 を生成する。この例では、ウエイトマップ W M の各画素値と、第 1 マンモグラフィ画像 M G 1 の各画素値とを乗算処理することにより、第 1 マンモグラフィ画像 M G 1 内の関心領域が強調された第 2 マンモグラフィ画像 M G 2 を生成する。

【 0 2 1 7 】

40

ステップ S T 8 0 の後、ステップ S T 1 1 0 において、処理回路 6 3 は、生成した第 2 マンモグラフィ画像 M G 2 と、記憶回路 6 1 内の超音波画像 U L とを含む第 1 入力データを入力として、被検体の診断支援情報を生成する。この例では、処理回路 6 3 は、前述同様に、記憶回路 6 1 に記憶された学習済みモデル 6 1 a を用いる。

【 0 2 1 8 】

ステップ S T 1 1 0 の後、ステップ S T 1 2 0 において、処理回路 6 3 は、生成した診断支援情報を情報処理装置 5 0 に送信する。

【 0 2 1 9 】

ステップ S T 1 2 0 の後、ステップ S T 1 3 0 において、情報処理装置 5 0 の処理回路 5 5 は、診断支援情報を受信すると、当該診断支援情報を記憶回路 5 1 に保存する。処理

50

回路 5 5 は、操作者（読影医）の操作に応じて、記憶回路 5 1 内の診断支援情報、第 1 マンモグラフィ画像 M G 1 及び超音波画像を表示するように、ディスプレイ 5 3 を制御する。これにより、読影医による診断業務を支援する。

【 0 2 2 0 】

上述したように第 4 の実施形態によれば、少なくとも一つの情報処理装置を含むクライアントシステムと、少なくとも一つのサーバ装置を含むサーバシステムと、を備える医用情報処理システムを用いている。クライアントシステムは、被検体の超音波画像を取得し、被検体の第 1 マンモグラフィ画像を取得し、超音波画像と第 1 マンモグラフィ画像と超音波画像の撮像位置情報とを送信する。サーバシステムは、超音波画像と第 1 マンモグラフィ画像と超音波画像の撮像位置情報とを受信し、撮像位置情報に基づいて、第 1 マンモグラフィ画像における対応する位置を特定する。また、サーバシステムは、対応する位置に基づく処理を第 1 マンモグラフィ画像に施してなる第 2 マンモグラフィ画像と超音波画像とを含む第 1 入力データを入力として、被検体の診断支援情報を生成し、診断支援情報を送信する。

10

【 0 2 2 1 】

このように、第 2 マンモグラフィ画像と超音波画像とを含む第 1 入力データを入力として、生成した診断支援情報を送信する構成により、マンモグラフィ画像及び超音波画像を総合的に読影して診断を支援することができる。

【 0 2 2 2 】

[第 4 の実施形態の変形例]

20

第 4 の実施形態の変形例は、前述した第 1 の実施形態の変形例に第 4 の実施形態を適用したものである。第 4 の実施形態の変形例は、診断支援情報を生成するための入力として、第 4 の実施形態の第 2 マンモグラフィ画像 M G 2 に代えて、第 1 マンモグラフィ画像 M G 1 及びウエイトマップ W M を用いる形態である。

【 0 2 2 3 】

これに伴い、サーバ装置 6 0 の処理回路 6 3 では、M G 2 生成機能 6 3 f が省略され、学習済みモデル 6 1 a 及び生成機能 6 3 b が若干変更されている。

【 0 2 2 4 】

学習済みモデル 6 1 a は、学習データが、対応する位置に関する情報（W M）と第 1 マンモグラフィ画像 M G 1 と超音波画像 U L とを含む入力データと、診断支援情報である出力データとを含んでいる。なお、学習データは、入力データとして、対応する位置に関する情報（W M）と第 1 マンモグラフィ画像 M G 1 と超音波画像 U L とに加え、U L - C A D 結果を含んでもよい。すなわち、学習済みモデル 6 1 a は、このような学習データに基づいて、モデル学習プログラムに従い機械学習モデルに機械学習を行わせることにより、得られた学習済みの機械学習モデルである。

30

【 0 2 2 5 】

生成機能 6 3 b は、対応する位置に関する情報（W M）と第 1 マンモグラフィ画像 M G 1 と超音波画像 U L とを含む第 2 入力データを入力として、被検体の診断支援情報を生成する。

【 0 2 2 6 】

40

他の構成は、第 4 の実施形態と同様である。

【 0 2 2 7 】

以上のように構成された変形例によれば、例えば、図 3 4 に示すように、前述同様の S T 1 0 ~ S T 7 0 の後、前述したステップ S T 8 0 が省略される。このため、ステップ S T 7 0 の後、ステップ S T 1 1 0 において、サーバ装置 6 0 の処理回路 6 3 は、対応する位置に関する情報（W M）と第 1 マンモグラフィ画像 M G 1 と超音波画像 U L とを含む第 2 入力データを入力として、被検体の診断支援情報を生成する。この例では、処理回路 6 3 は、前述同様に、記憶回路 6 1 に記憶された学習済みモデル 6 1 a を用いることにより、第 2 入力データから診断支援情報を生成する。

【 0 2 2 8 】

50

以下、前述同様にステップ S T 1 2 0 以降の処理が実行される。

【 0 2 2 9 】

このように変形例によれば、対応する位置に関する情報と第 1 マンモグラフィ画像 M G 1 と超音波画像 U L とを含む第 2 入力データを入力として、生成した診断支援情報を送信する。従って、第 4 の実施形態と同様に、マンモグラフィ画像及び超音波画像を総合的に読影して診断を支援することができる。これに加え、第 4 の実施形態とは異なり、第 2 マンモグラフィ画像 M G 2 を生成する演算処理を省略することができる。

【 0 2 3 0 】

< 第 5 の実施形態 >

次に、第 5 の実施形態に係る医用情報処理システムについて説明する。

10

【 0 2 3 1 】

第 5 の実施形態は、前述した第 2 の実施形態に第 4 の実施形態を適用したものである。第 5 の実施形態は、第 4 の実施形態に比べ、診断支援情報を生成するための入力として、第 1 マンモグラフィ画像 M G 1 の C A D 結果 (M G - C A D 結果) を追加した形態である。

【 0 2 3 2 】

これに伴い、サーバ装置 6 0 の処理回路 6 3 では、図 3 5 に示すように、M G - C A D 機能 6 3 g が追加されている。

【 0 2 3 3 】

M G - C A D 機能 6 3 g は、U L - C A D 結果が有病を示す場合に、送受信機能 6 3 a に受信された第 1 マンモグラフィ画像 M G 1 に対して、マンモグラフィ用の C A D (M G - C A D) の処理を施す。なお、M G - C A D の処理を施すタイミングとしては、U L - C A D 機能 6 3 c の実行後と生成機能 6 3 b の実行前との間であればよい。この種の M G - C A D としては、前述同様に、例えば、人工知能 (A I) が適用可能となっており、第 1 マンモグラフィ画像 M G 1 を入力として、M G - C A D 結果を生成する学習済みモデルが使用可能となっている。M G - C A D 結果は、前述した通りである。M G - C A D 機能 6 3 g は、得られた M G - C A D 結果を記憶回路 5 1 に保存する。

20

【 0 2 3 4 】

また、サーバ装置 6 0 の処理回路 6 3 では、学習済みモデル 6 1 a 及び生成機能 6 3 b が若干変更されている。

30

【 0 2 3 5 】

学習済みモデル 6 1 a は、学習データが、M G - C A D 結果と超音波画像 U L と第 2 マンモグラフィ画像 M G 2 とを含む入力データと、診断支援情報である出力データとを含んでいる。なお、学習データは、入力データとして、M G - C A D 結果と超音波画像 U L と第 2 マンモグラフィ画像 M G 2 とに加え、U L - C A D 結果を含んでもよい。すなわち、学習済みモデル 6 1 a は、このような学習データに基づいて、モデル学習プログラムに従い機械学習モデルに機械学習を行わせることにより、得られた学習済みの機械学習モデルである。

【 0 2 3 6 】

生成機能 6 3 b は、前述した第 2 マンモグラフィ画像 M G 2 及び超音波画像 U L に加え、M G - C A D 結果を更に含む第 1 入力データを入力として、被検体の診断支援情報を生成する。

40

【 0 2 3 7 】

他の構成は、第 4 の実施形態と同様である。

【 0 2 3 8 】

以上のように構成された変形例によれば、例えば、図 3 6 に示すように、前述同様の S T 1 0 ~ S T 8 0 の後、追加したステップ S T 9 0 において、サーバ装置 6 0 の処理回路 6 3 は、第 1 マンモグラフィ画像 M G 1 に M G - C A D の処理を施し、M G - C A D 結果を生成する。ステップ S T 9 0 の後、ステップ S T 1 1 0 において、処理回路 6 3 は、M G - C A D 結果と第 2 マンモグラフィ画像 M G 2 と超音波画像 U L とを含む第 1 入力デー

50

タを入力として、被検体の診断支援情報を生成する。

【0239】

以下、前述同様にステップST120以降の処理が実行される。

【0240】

このように第5の実施形態によれば、MG-CAD結果と第2マンモグラフィ画像MG2と超音波画像ULとを含む第1入力データを入力として、生成した診断支援情報を送信する。従って、第4の実施形態と同様に、マンモグラフィ画像及び超音波画像を総合的に読影して診断を支援することができる。

【0241】

これに加え、第5の実施形態によれば、第4の実施形態とは異なり、MG-CAD結果を用いるので、超音波画像ULのCADで検出されず、第1マンモグラフィ画像MG1のCADのみで検出された病変候補についても、診断支援情報に反映できる。

【0242】

[第5の実施形態の変形例]

第5の実施形態の変形例は、前述した第2の実施形態の変形例に第5の実施形態を適用したものである。すなわち、第5の実施形態の変形例は、診断支援情報を生成するための入力として、第5の実施形態の第2マンモグラフィ画像MG2に代えて、第1マンモグラフィ画像MG1及びウエイトマップWMを用いる形態である。なお、第5の実施形態の変形例は、第4の実施形態の変形例に比べた場合、第2入力データとして、MG-CAD結果を追加した形態となっている。

【0243】

これに伴い、第5の実施形態の変形例において、サーバ装置60の処理回路63では、MG2生成機能63fが省略され、学習済みモデル61a及び生成機能63bが若干変更されている。

【0244】

学習済みモデル61aは、学習データが、対応する位置に関する情報(WM)と第1マンモグラフィ画像MG1と超音波画像ULとMG-CAD結果とを含む入力データと、診断支援情報である出力データとを含んでいる。なお、学習データは、入力データとして、対応する位置に関する情報(WM)と第1マンモグラフィ画像MG1と超音波画像ULとMG-CAD結果とに加え、UL-CAD結果を含んでもよい。すなわち、学習済みモデル61aは、このような学習データに基づいて、モデル学習プログラムに従い機械学習モデルに機械学習を行わせることにより、得られた学習済みの機械学習モデルである。

【0245】

生成機能63bは、対応する位置に関する情報(WM)と第1マンモグラフィ画像MG1と超音波画像ULとMG-CAD結果とを含む第2入力データを入力として、被検体の診断支援情報を生成する。

【0246】

他の構成は、第5の実施形態と同様である。

【0247】

以上のように構成された変形例によれば、例えば、図37に示すように、前述同様のST10~ST70の後、前述したステップST80が省略され、前述したステップST90によりMG-CAD結果が生成される。このため、ステップST90の後、ステップST110において、サーバ装置60の処理回路63は、対応する位置に関する情報(WM)と第1マンモグラフィ画像MG1と超音波画像ULとMG-CAD結果とを含む第2入力データを入力として、被検体の診断支援情報を生成する。

【0248】

以下、前述同様にステップST120以降の処理が実行される。

【0249】

このように第5の実施形態の変形例によれば、対応する位置に関する情報と第1マンモグラフィ画像MG1と超音波画像ULとMG-CAD結果とを含む第2入力データを入力

10

20

30

40

50

として、生成した診断支援情報を送信する。従って、第5の実施形態の効果に加え、第2マンモグラフィ画像MG2を生成する演算処理を省略することができる。

【0250】

<第6の実施形態>

次に、第6の実施形態に係る医用情報処理システムについて説明する。

【0251】

第6の実施形態は、第1及び第2の実施形態の変形例であり、図38に示すように、サーバシステムSvs3内のクラウド70がインターネットNw_iを介して、クライアントシステムCls4内の情報処理装置50Dに通信可能となっている。インターネットNw_iは、図示しないルータやファイアウォール等を介して、前述したネットワークNwに接続されている。前述したネットワークNwは、前述したマンモグラフィ装置1及び超音波診断装置30に接続されている。

【0252】

ここで、情報処理装置50Dは、通常のコンピュータ装置であり、インターネットNw_iを介してクラウド70に通信可能となっている。

【0253】

クラウド70は、ストレージ71、送受信部72、取得部73、UL-CAD部74、特定部76、MG2生成部77、MG-CAD部78、生成部79を含んで構成されている。すなわち、クラウド70は、マンモグラフィ装置1及び超音波診断装置30からの第1マンモグラフィ画像MG1及び超音波画像UL等の取得から、診断支援情報の送信までの処理を実行可能なシステムである。なお、クラウド70は、ストレージ71、送受信部72、取得部73、UL-CAD部74、特定部76、MG2生成部77、MG-CAD部78、生成部79を、単一のサーバ装置に備えてもよく、複数のサーバ装置に分散配置してもよい。送受信部72、取得部73、UL-CAD部74、特定部76、MG2生成部77、MG-CAD部78及び生成部79は、図示しない単一又は複数のサーバ装置内の処理回路が制御プログラムを実行することにより実現される処理部である。この制御プログラムは、例えば、医用情報処理システムのコンピュータに、以下の各機能(a)~(d)を実現させるための医用情報処理プログラムとしてもよい。(a)被検体の超音波画像をストレージに取得する機能。(b)被検体の第1マンモグラフィ画像をストレージに取得する機能。(c)ストレージに記憶された超音波画像の撮像位置情報に基づいて、ストレージに記憶された第1マンモグラフィ画像における対応する位置を特定する機能。(d)対応する位置に基づく処理を第1マンモグラフィ画像に施してなる第2マンモグラフィ画像と超音波画像とを含む第1入力データを入力として、又は、対応する位置に関する情報と第1マンモグラフィ画像と超音波画像とを含む第2入力データを入力として、被検体の診断支援情報を生成する機能。また、このような医用情報処理プログラムを記憶する非一時的な記憶媒体Mdを用い、当該記憶媒体Md内の医用情報処理プログラムを医用情報処理システムのコンピュータにインストールすることにより、当該コンピュータに各機能(a)~(d)を実現させてもよい。なお、上記(b)の機能は、被検体の第1モダリティ画像であって、超音波画像とは異なる当該第1モダリティ画像をストレージに取得する機能の一例である。上記(c)の機能は、省略してもよい。上記(d)の機能は、ストレージに記憶された超音波画像の撮像位置に基づく処理を第1モダリティ画像に施した第2モダリティ画像と超音波画像とを含む第1データ、又は、超音波画像の撮像位置を表す情報と第1モダリティ画像と超音波画像とを含む第2データに基づいて、被検体の診断支援情報を生成する機能の一例である。あるいは、この制御プログラムは、例えば、医用情報処理システムのコンピュータに、以下の各機能(a)(b)(e)(f)を実現させるための医用情報処理プログラムとしてもよい。上記(a)、(b)の機能は、前述した通りである。(e)被検体の超音波画像の撮像位置をストレージに取得する機能。(f)ストレージに記憶された超音波画像と当該超音波画像の撮像位置と第1モダリティ画像とに基づいて、被検体の診断支援情報を生成する機能。

【0254】

10

20

30

40

50

ここで、ストレージ 71 は、クラウド 70 の制御プログラム、第 1 マンモグラフィ画像 MG1、角度情報、ボディマーク、超音波画像 UL、超音波画像 UL の撮像位置情報等の各種データ群などを記憶する。なお、角度情報及びボディマークは提供されない場合もある。その場合、ストレージ 71 は、角度情報及びボディマークを記憶しない。

【0255】

送受信部 72 は、他の装置との間で通信を実行する処理部である。

【0256】

取得部 73、UL - CAD 部 74、特定部 76、MG2 生成部 77、MG - CAD 部 78 及び生成部 79 は、それぞれ前述した取得機能 55a、UL - CAD 機能 55b、63c、特定機能 55d、63e、MG2 生成機能 55e、63f、MG - CAD 機能 55g、63g 及び生成機能 63b と同様の処理を実行する処理部である。但し、第 1 マンモグラフィ画像 MG1 及び超音波画像 UL を取得部 73 が取得することに伴い、若干、変更されている。例えば、生成部 79 は、MG2 生成部 77 により生成された第 2 マンモグラフィ画像 MG2、取得部 73 により取得された超音波画像 UL を含む第 1 入力データを入力として、又は、取得部 73 により取得された第 1 マンモグラフィ画像 MG1 及び超音波画像 UL を含む第 2 入力データを入力として、被検体の診断支援情報を生成する。なお、第 6 の実施形態では、前者の第 1 入力データを入力とする場合について説明する。後者の第 2 入力データを入力する場合については、第 6 の実施形態の変形例で述べる。診断支援情報は、前述同様である。また、生成部 79 は、前述同様に、学習済みモデルを用いることにより、診断支援情報を生成する。

【0257】

次に、以上のように構成された医用情報処理システムの動作について図 39 を用いて説明する。

【0258】

いま、マンモグラフィ装置 1 の記憶回路 22 は、被検体の乳房を撮像した第 1 マンモグラフィ画像 MG1 と、第 1 マンモグラフィ画像 MG1 の撮像角度を示す角度情報とを記憶しているとする。

【0259】

このとき、ステップ ST10 において、マンモグラフィ装置 1 の処理回路 26 は、クラウド 70 からの要求に応じて、第 1 マンモグラフィ画像 MG1 をクラウド 70 に送信する。

【0260】

ステップ ST10 の後、ステップ ST20 において、クラウド 70 の取得部 73 は、被検体の第 1 マンモグラフィ画像 MG1 を取得すると、当該第 1 マンモグラフィ画像 MG1 をストレージ 71 に保存する。

【0261】

ステップ ST20 の後、ステップ ST30 において、超音波診断装置 30 は、操作者の操作に応じて、被検体の乳房を超音波プローブ 31 でスキャンし、生成された超音波画像 UL と、超音波画像 UL の撮像位置情報とをクラウド 70 に送信する。

【0262】

ステップ ST30 の後、ステップ ST40 において、取得部 73 が被検体の超音波画像 UL 及び超音波画像 UL の撮像位置情報を取得すると共に、UL - CAD 部 74 が当該超音波画像 UL に対して、UL - CAD の処理を施し、UL - CAD 結果を生成する。

【0263】

ステップ ST40 の後、ステップ ST50 において、UL - CAD 部 74 は、UL - CAD 結果が有病を示すか否かを判定し、否の場合には、超音波検査の終了まで当該判定を繰り返し実行する。一方、UL - CAD 部 74 は、UL - CAD 結果が有病を示す場合には、当該超音波画像 UL をストレージ 71 に保存する。

【0264】

ステップ ST50 の後、ステップ ST60 ~ ST70 において、特定部 76 は、超音波

10

20

30

40

50

画像ULの撮像位置情報に基づいて、第1マンモグラフィ画像MG1における対応する位置を特定する。例えば、超音波画像ULの撮像位置を示すマークmkを乳房のボディマークBM上に描画する。また、特定部76は、当該マークmkを描画したボディマークBMを、当該保存した超音波画像ULに関連付けてストレージ71に保存する。

【0265】

また、ステップST70において、特定部76は、マークmkの位置に対応する直線を中心とした帯状の範囲の関心領域を第1マンモグラフィ画像MG1上で特定し、当該関心領域に高い重み付けをするためのウエイトマップWMを作成する。

【0266】

ステップST70の後、ステップST80において、MG2生成部77は、ステップST70で特定された位置に基づく処理を第1マンモグラフィ画像MG1に施すことにより、第2マンモグラフィ画像MG2を生成する。この例では、ウエイトマップWMの各画素値と、第1マンモグラフィ画像MG1の各画素値とを乗算処理することにより、第1マンモグラフィ画像MG1内の関心領域が強調された第2マンモグラフィ画像MG2を生成する。

10

【0267】

ステップST80の後、ステップST110において、生成部79は、生成した第2マンモグラフィ画像MG2と、記憶回路51内の超音波画像ULとを含む第1入力データを入力として、被検体の診断支援情報を生成する。この例では、生成部79は、ストレージ71に記憶された学習済みモデルを用いることにより、第1入力データから診断支援情報を取得する。

20

【0268】

ステップST110の後、ステップST121において、送受信部72は、生成した診断支援情報、第1マンモグラフィ画像MG1及び超音波画像ULを情報処理装置50Dに送信する。

【0269】

ステップST121の後、ステップST131において、情報処理装置50Dの処理回路(図示せず)は、診断支援情報、第1マンモグラフィ画像MG1及び超音波画像ULを受信すると、当該診断支援情報を記憶回路(図示せず)に保存する。情報処理装置50Dは、操作者(読影医)の操作に応じて、記憶回路内の診断支援情報、第1マンモグラフィ画像MG1及び超音波画像を表示する。これにより、読影医による診断業務を支援する。

30

【0270】

上述したように第6の実施形態によれば、被検体の超音波画像を取得し、被検体の第1マンモグラフィ画像を取得し、超音波画像の撮像位置情報に基づいて、第1マンモグラフィ画像における対応する位置を特定する。また、対応する位置に基づく処理を第1マンモグラフィ画像に施してなる第2マンモグラフィ画像と超音波画像とを含む第1入力データを入力として、被検体の診断支援情報を生成する。

【0271】

このように、操作者が操作する情報処理装置を用いずに、医用情報処理システムが画像取得から診断支援情報の生成までの処理を実行するので、第1の実施形態の効果に加え、操作者の負荷を軽減させることができる。

40

【0272】

また、第6の実施形態における医用情報処理システムが画像取得から診断支援情報の生成までの処理を実行する構成は、図40に示すように、第2入力データを用いる第1の実施形態の変形例にも適用できる。この場合、第1の実施形態の変形例の効果に加え、操作者の負荷を軽減できる。

【0273】

同様に、第6の実施形態における医用情報処理システムが画像取得から診断支援情報の生成までの処理を実行する構成は、図41に示すように、MG-CAD結果を含む第1入力データを用いる第2の実施形態にも適用できる。この場合、第2の実施形態の効果に加

50

え、操作者の負荷を軽減できる。

【0274】

また同様に、第6の実施形態における医用情報処理システムが画像取得から診断支援情報の生成までの処理を実行する構成は、図42に示すように、MG-CAD結果を含む第2入力データを用いる第2の実施形態の変形例にも適用できる。この場合、第2の実施形態の変形例の効果に加え、操作者の負荷を軽減できる。

【0275】

さらに、第6の実施形態における医用情報処理システムは、クラウド70の各機能及び情報処理装置50Dの各機能を備えた単一の装置として設け、マンモグラフィ装置1及び超音波診断装置30に通信可能に接続してもよい。この場合、単一の装置である医用情報処理システムは、例えば第1の実施形態及びその変形例、第2の実施形態及びその変形例に個別に適用できる。

【0276】

始めに、単一の装置である医用情報処理システムを第1の実施形態に適用する場合について述べる。この場合、医用情報処理システムは、例えば図6及び図39に示したように、被検体の超音波画像を取得し、被検体の第1マンモグラフィ画像を取得し、超音波画像の撮像位置情報に基づいて、第1マンモグラフィ画像における対応する位置を特定する。また、対応する位置に基づく処理を第1マンモグラフィ画像に施してなる第2マンモグラフィ画像と超音波画像とを含む第1入力データを入力として、被検体の診断支援情報を生成する。また、操作者（読影医）の操作に応じて、診断支援情報、第1マンモグラフィ画像及び超音波画像を表示するときには、読影医による診断業務を支援する。

【0277】

また、単一の装置である医用情報処理システムを第1の実施形態の変形例に適用する場合について述べる。この場合、医用情報処理システムは、例えば図13及び図40に示したように、第1実施形態に用いた第1入力データに代えて、対応する位置に関する情報と第1マンモグラフィ画像と超音波画像とを含む第2入力データを用いている。

【0278】

また、単一の装置である医用情報処理システムを第2の実施形態に適用する場合について述べる。この場合、医用情報処理システムは、例えば図17及び図41に示したように、第1実施形態に比べ、診断支援情報を生成するための第1入力として、第1マンモグラフィ画像に対するコンピュータ支援検出の結果を更に含んでいる。

【0279】

また同様に、単一の装置である医用情報処理システムを第2の実施形態の変形例に適用する場合について述べる。この場合、医用情報処理システムは、例えば図22及び図42に示したように、第1実施形態の変形例に比べ、診断支援情報を生成するための第2入力として、第1マンモグラフィ画像に対するコンピュータ支援検出の結果を更に含んでいる。

【0280】

このように、単一の装置である医用情報処理システムは、例えば第1の実施形態及びその変形例、第2の実施形態及びその変形例に個別に適用できると共に、適用した実施形態及びその変形例と同様の効果を得ることができる。

【0281】

また、以上の各実施形態及び各変形例は、マンモグラフィ装置1に代えて、磁気共鳴イメージング（MRI）装置、ポジトロン放出マンモグラフィ（PEM）装置、ポジトロン断層法（PET）装置及びコンピュータ断層撮影（CT）装置などのモダリティ装置を用いてもよい。なお、このようなモダリティ装置としては、ホールボディのPET装置を用いてもよく、PET-CT装置を用いてもよい。同様に、各実施形態及び各変形例は、第1マンモグラフィ画像MG1及び第2マンモグラフィ画像MG2等のマンモグラフィ画像に代えて、MRI画像、PEM画像、PET画像及びCT画像のうちのいずれかのモダリティ画像を用いてもよい。

【0282】

これにより、例えば、マンモグラフィ装置1及びマンモグラフィ画像に代えて、MRI装置及びMRI画像を用いる場合には、確度の高い診断を得ることが可能である。補足すると、MRI画像は、健康診断で悪性を疑われた部位に対して良悪性を判別する精密検査や、術前に切除範囲を決定する検査のために、用いられる。一般的には、MRI画像は、健康診断におけるマンモグラフィ検査及び超音波検査を補佐するために用いられる。なお、乳癌を撮像する際、造影剤を用いてMRI撮像が行われ、造影剤により乳癌にコントラストのついたMRI画像が得られる。しかしながら、MRI画像には乳腺も高輝度に描出されてしまうため、MRI画像単独の読影結果では、病変を診断できない場合がある。そのような場合、超音波画像とMRI画像を総合して読影することで、確度の高い診断を得ることができる。例えば、図6を変形した図43に示すように、超音波検査で得られたボディーマークBMに基づき、ニップルを中心とした座標系において、超音波画像ULの関心領域の特定情報を取得する。また、MRI装置としての第1モダリティ装置81で得られた第1モダリティ画像MD1（例、3DのMRI画像（ボリュームデータ））においてニップルを検出する。また、超音波画像ULの特定情報に対応する第2モダリティ画像MD2（スライス画像）を第1モダリティ画像MD1から取得する。しかる後、超音波画像UL及び第2モダリティ画像MD2（例、MRIのスライス画像）を生成機能63bへ入力し、診断支援情報を得ることができる。図43に述べた例によれば、精密検査における読影を支援することができる。なお、図6を変形した例に限らず、各実施形態及び各変形例についても、第1モダリティ画像として、マンモグラフィ画像に代えて、MRI画像などのモダリティ画像を用いることが可能である。同様に、第1モダリティ装置81として、マンモグラフィ装置1に代えて、MRI装置などのモダリティ装置を用いることが可能である。

10

20

【0283】

また例えば、超音波画像の他に用いるモダリティ画像は、1つに限らず、2つ以上でもよい。例えば、図6を変形した図44に示すように、超音波検査で得られたボディーマークBMに基づき、ニップルを中心とした座標系において、超音波画像ULの関心領域の特定情報を取得する。また、MRI装置としての第1モダリティ装置81で得られた第1モダリティ画像MD1（例、3DのMRI画像（ボリュームデータ））においてニップルを検出する。また、超音波画像ULの特定情報に対応する第2モダリティ画像MD2（スライス画像）を第1モダリティ画像MD1から取得する。同様に、PEM装置としての第3モダリティ装置82で得られた第3モダリティ画像MD3（例、PEM画像）においてニップルを検出する。また、超音波画像ULの特定情報に対応する第4モダリティ画像MD4（スライス画像）を第3モダリティ画像MD3から取得する。なお、PEMは、MRIと同程度の感度と、MRIより高い特異度とを有するため、精密検査に用いることにより偽陽性を削減可能である。ここで、感度は、有病を見逃さない割合を示す指標である。特異度は、有病でない部位を有病であると判定しない割合を示す指標である。この種のPEM装置としては、乳房を2つの検出器で挟むタイプでもよく、うつぶせで下垂させた乳房を3つ以上の検出器で囲むタイプでもよい。いずれにしても、超音波画像UL、第2モダリティ画像MD2（例、MRIのスライス画像）、第4モダリティ画像MD4（例、PEMのスライス画像）を生成機能63bへ入力し、診断支援情報を得ることができる。図44に述べた例によれば、精密検査における読影を支援することができる。なお、図6を変形した例に限らず、各実施形態及び各変形例についても、超音波画像に加え、複数のモダリティ画像を用いることが可能である。また、複数のモダリティ画像は、図44に述べたMRI画像及びPEM画像に限定されない。例えば、PET-CT装置から取得されたPET画像及びCT画像を複数のモダリティ画像として用いてもよい。

30

40

【0284】

なお、超音波画像及びモダリティ画像といった画像は、必ずしも総合判定CADに用いなくてもよい。例えば、図17又は図22を変形した図45に示すように、生成機能63bが、超音波画像UL及び第1モダリティ画像MD1を用いずに、診断支援情報を生成す

50

る構成としてもよい。図45中、生成機能63bは、UL-CAD機能55b(第1結果取得部)による超音波画像ULに対するコンピュータ支援検出の第1結果、MD-CAD機能55g(第2結果取得部)による第1モダリティ画像MD1に対するコンピュータ支援検出の第2結果、及びウェイトマップWM(特定情報)に基づいて、診断支援情報を生成する。この場合、生成機能63bは、超音波画像ULに対して行われたコンピュータ支援検出の結果と、第1モダリティ画像MD1に対して行われたコンピュータ支援検出の結果と、超音波画像ULの撮像位置との入力に基づいて、被検体の診断支援情報を生成する生成処理部の一例である。なお、このUL-CAD機能55bは、被検体の超音波画像に対するコンピュータ支援検出の第1結果を取得する第1結果取得部の一例である。UL-CAD機能55bは、超音波画像に対してコンピュータ支援検出を施すことにより当該第1結果を取得してもよい。「第1結果」は、単に「結果」と呼んでもよい。MD-CAD機能55gは、被検体の第1モダリティ画像であって、超音波画像とは異なる当該第1モダリティ画像に対するコンピュータ支援検出の第2結果を取得する第2結果取得部の一例である。MD-CAD機能55gは、第1モダリティ画像に対してコンピュータ支援検出を施すことにより第2結果を取得してもよい。「第2結果」は、単に「結果」と呼んでもよい。このようにしても、モダリティ画像及び超音波画像を総合的に読影して診断を支援することができる。

10

【0285】

また、各実施形態及び各変形例について、例えば、図46に示すように、超音波画像ULに対してコンピュータ支援検出を行うUL-CAD機能55b(第1の検出処理部)を備えた場合、生成機能63bは、次のように動作してもよい。

20

【0286】

すなわち、生成機能63bは、超音波画像に対してUL-CAD機能55bが行ったコンピュータ支援検出の結果と、超音波画像ULの撮像位置を表す情報(例、ウェイトマップWM)と第1モダリティ画像MD1と超音波画像ULとに基づいて、被検体の診断支援情報を生成してもよい。

【0287】

また例えば、図47に示すように、超音波画像ULに対してコンピュータ支援検出を行うUL-CAD機能55h(第1の検出処理部)と、第1モダリティ画像MD1に対してコンピュータ支援検出を行うMD-CAD機能55g(第2の検出処理部)とを備えた場合、生成機能63b(生成処理部)は、次のように動作してもよい。

30

【0288】

すなわち、生成機能63bは、超音波画像ULに対して行われたコンピュータ支援検出の結果と、第1モダリティ画像MD1に対して行われたコンピュータ支援検出の結果と、超音波画像ULの撮像位置との入力に基づいて、被検体の診断支援情報を生成してもよい。また、生成機能63bは、超音波画像ULに対して行われたコンピュータ支援検出の結果と、第1モダリティ画像MD1に対して行われたコンピュータ支援検出の結果と、超音波画像ULの撮像位置と、超音波画像ULと、第1モダリティ画像MD1との入力に基づいて、被検体の診断支援情報を生成してもよい。これらの場合、UL-CAD機能55b、MD-CAD機能55h及び生成機能63bは、第1の検出処理部、第2の検出処理部及び生成処理部を備えた生成部の一例である。

40

【0289】

また例えば、図48に示すように、超音波画像ULの撮像位置に基づく処理を第1モダリティ画像MD1に施して第2モダリティ画像MD2を生成するMD2生成機能55j(画像生成部)、超音波画像ULに対してコンピュータ支援検出を行うUL-CAD機能55b(第1の検出処理部)と、第2モダリティ画像MD2に対してコンピュータ支援検出を行うMD-CAD機能55h(第2の検出処理部)とを備えた場合、生成機能63b(生成処理部)は、次のように動作してもよい。

【0290】

すなわち、生成機能63bは、図49に示すように、超音波画像ULに対して行われた

50

コンピュータ支援検出の結果と、第２モダリティ画像ＭＤ２に対して行われたコンピュータ支援検出の結果との入力に基づいて、被検体の診断支援情報を生成してもよい。また、生成機能６３ｂは、図５０に示すように、超音波画像ＵＬに対して行われたコンピュータ支援検出の結果と、第２モダリティ画像ＭＤ２に対して行われたコンピュータ支援検出の結果と、超音波画像ＵＬと、第２モダリティ画像ＭＤ２との入力に基づいて、被検体の診断支援情報を生成してもよい。これらの場合、ＭＤ２生成機能５５ｊ、ＵＬ－ＣＡＤ機能５５ｂ、ＭＤ－ＣＡＤ機能５５ｈ及び生成機能６３ｂは、画像生成部、第１の検出処理部、第２の検出処理部及び生成処理部を備えた生成部の一例である。

【０２９１】

以上説明した少なくとも一つの実施形態によれば、被検体の超音波画像を取得し、被検体の第１モダリティ画像を取得し、超音波画像の撮像位置を取得し、超音波画像と当該超音波画像の撮像位置と第１モダリティ画像とに基づいて、被検体の診断支援情報を生成する。

【０２９２】

従って、モダリティ画像及び超音波画像を総合的に読影して診断を支援することができる。

【０２９３】

上記説明において用いた「プロセッサ」という文言は、例えば、ＣＰＵ（central processing unit）、ＧＰＵ（Graphics Processing Unit）、或いは、特定用途向け集積回路（Application Specific Integrated Circuit：ＡＳＩＣ）、プログラマブル論理デバイス（例えば、単純プログラマブル論理デバイス（Simple Programmable Logic Device：ＳＰＬＤ）、複合プログラマブル論理デバイス（Complex Programmable Logic Device：ＣＰＬＤ）、及びフィールドプログラマブルゲートアレイ（Field Programmable Gate Array：ＦＰＧＡ））等の回路を意味する。プロセッサは記憶回路に保存されたプログラムを読み出し実行することで機能を実現する。なお、記憶回路にプログラムを保存する代わりに、プロセッサの回路内にプログラムを直接組み込むよう構成しても構わない。この場合、プロセッサは回路内に組み込まれたプログラムを読み出し実行することで機能を実現する。なお、本実施形態の各プロセッサは、プロセッサごとに単一の回路として構成される場合に限らず、複数の独立した回路を組み合わせることで１つのプロセッサとして構成し、その機能を実現するようにしてもよい。さらに、図２、図４、図１８における複数の構成要素を１つのプロセッサへ統合してその機能を実現するようにしてもよい。

【０２９４】

なお、本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

【符号の説明】

【０２９５】

- １ マンモグラフィ装置
- ３ Ｘ線撮像装置
- ５，４３ コンピュータ装置
- １０ 基台部
- １１ Ｃアーム
- １２ 軸部
- １５ Ｘ線発生装置
- １６ 撮影台
- １７ 圧迫ユニット
- １７ａ 圧迫板

10

20

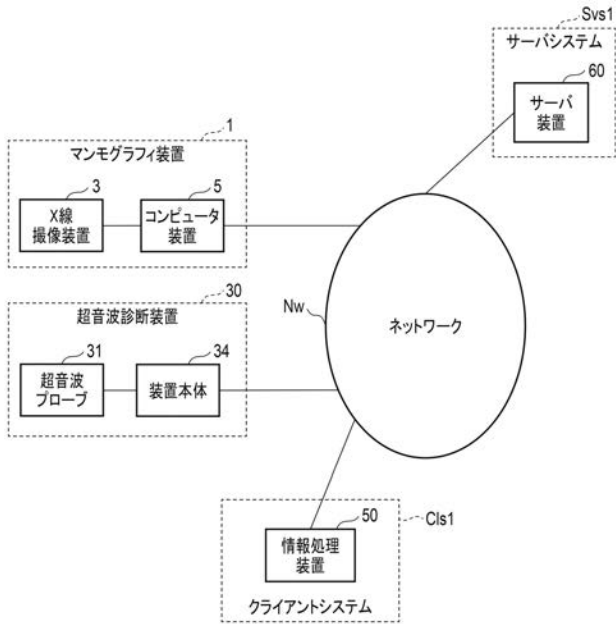
30

40

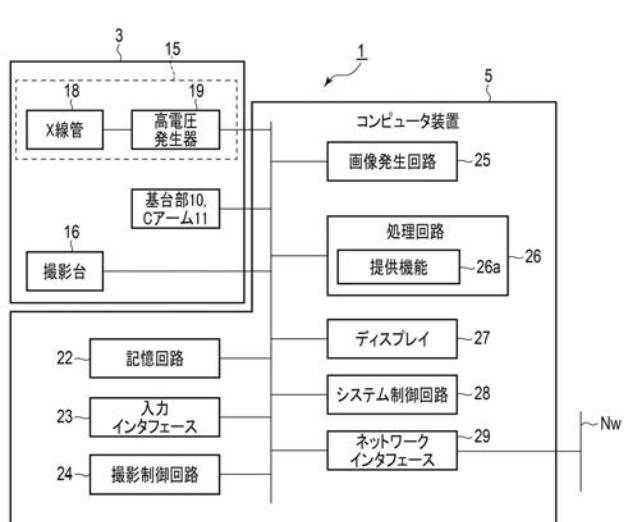
50

1 8	X 線管	
1 9	高電圧発生器	
2 2 , 3 8 , 5 1 , 6 1	記憶回路	
2 3 , 3 9 , 5 2	入力インタフェース	
2 4	撮影制御回路	
2 5	画像発生回路	
2 6 , 4 2 , 5 5 , 6 3	処理回路	
2 6 a	提供機能	
2 7 , 4 0 , 5 3	ディスプレイ	
2 8	システム制御回路	10
2 9 , 4 1 , 5 4 , 6 2	ネットワークインタフェース	
3 0	超音波診断装置	
3 1	超音波プローブ	
3 2	位置センサ	
3 3	トランスミッタ	
3 4	装置本体	
3 5	位置取得回路	
3 6	送受信回路	
3 7	画像生成回路	
5 0 , 5 0 A ~ 5 0 D	情報処理装置	20
5 5 a	取得機能	
5 5 b , 6 3 c	U L - C A D 機能	
5 5 d , 6 3 e	特定機能	
5 5 e , 6 3 f	M G 2 生成機能	
5 5 f , 6 3 a	送受信機能	
5 5 g , 6 3 g	M G - C A D 機能	
6 0 , 6 0 C	サーバ装置	
6 1 a	学習済みモデル	
6 3 b	生成機能	
7 0	クラウド	30
7 1	ストレージ	
7 2	送受信部	
7 3	取得部	
7 4	U L - C A D 部	
7 6	特定部	
7 7	M G 2 生成部	
7 8	M G - C A D 部	
7 9	生成部	
8 1	第 1 モダリティ装置	
8 2	第 3 モダリティ装置	40
C 1 s 1 ~ C 1 s 4	クライアントシステム	
S v s 1 ~ S v s 3	サーバシステム	
N w ...	ネットワーク。	

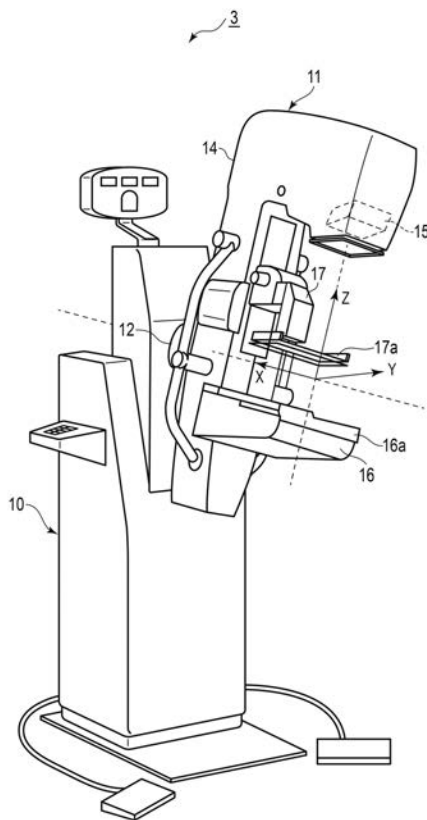
【図 1】



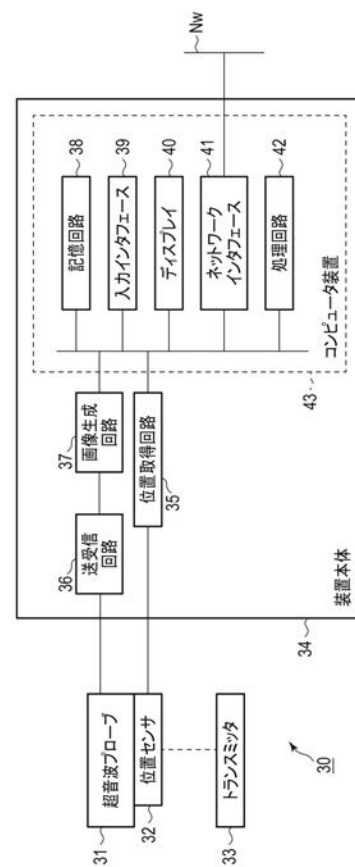
【図 2】



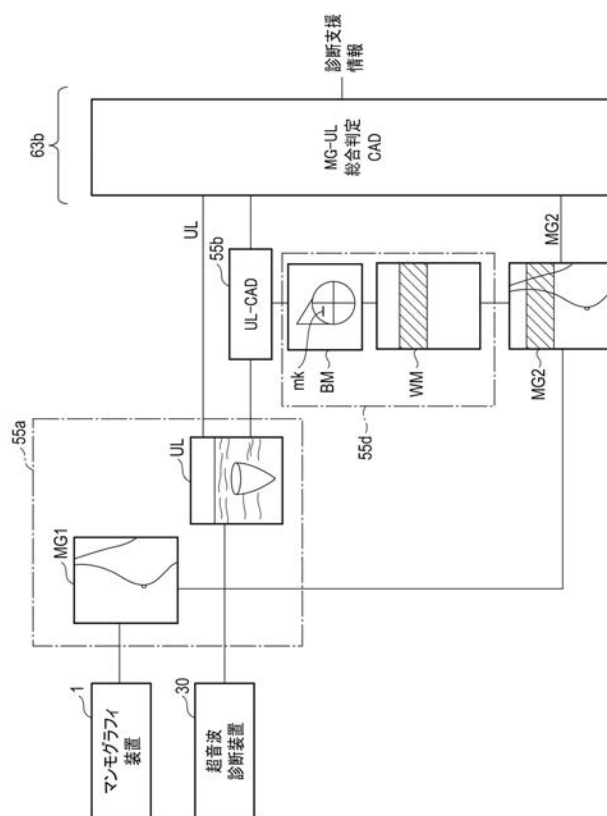
【図 3】



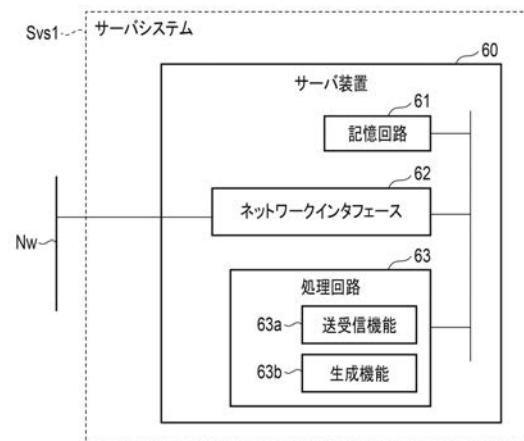
【図 4】



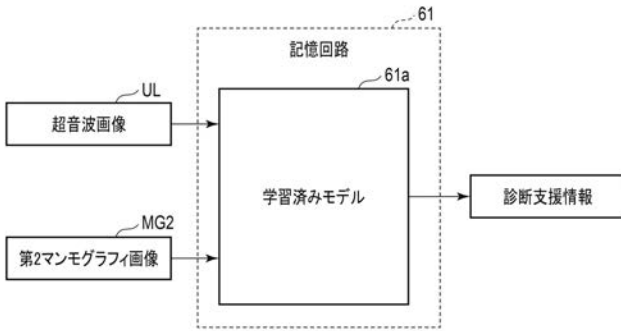
【 図 6 】



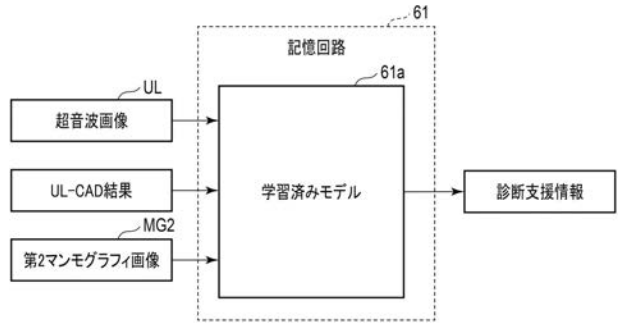
【 图 8 】



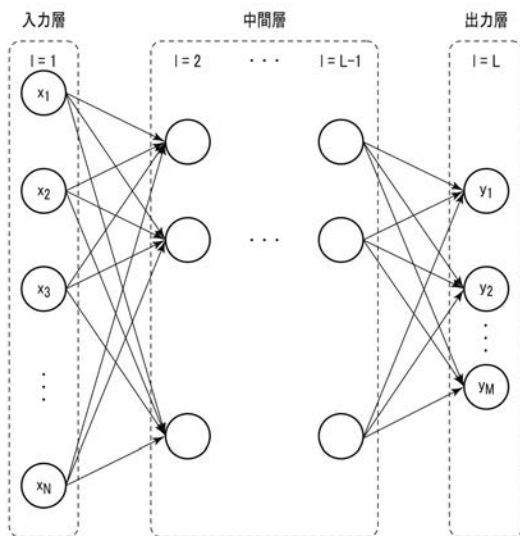
【図 9】



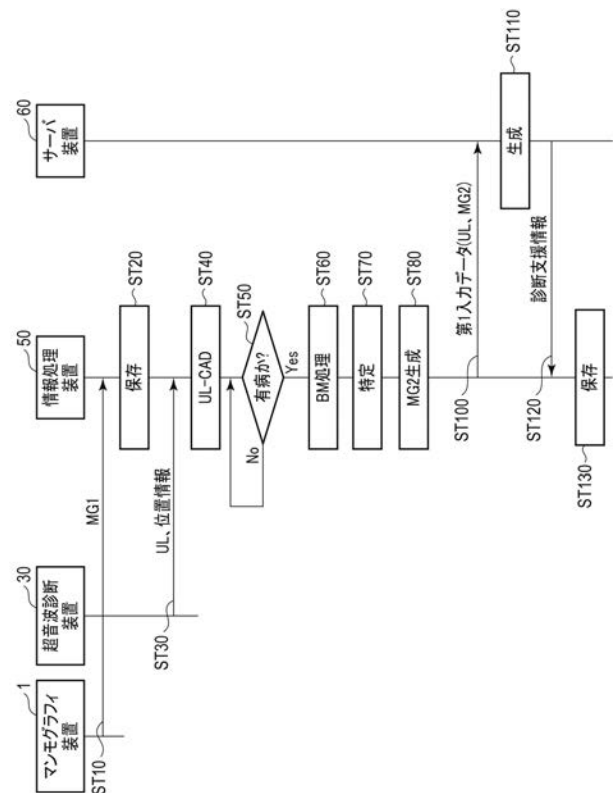
【図 10】



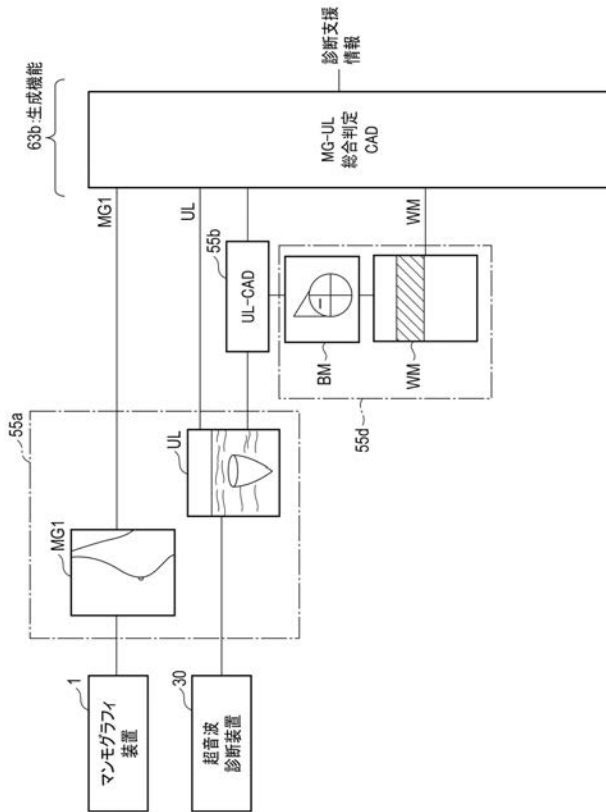
【図 11】



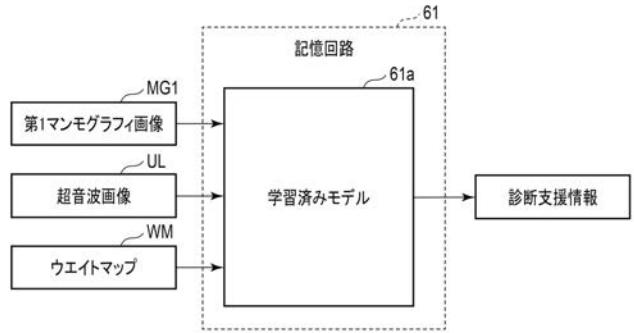
【図 12】



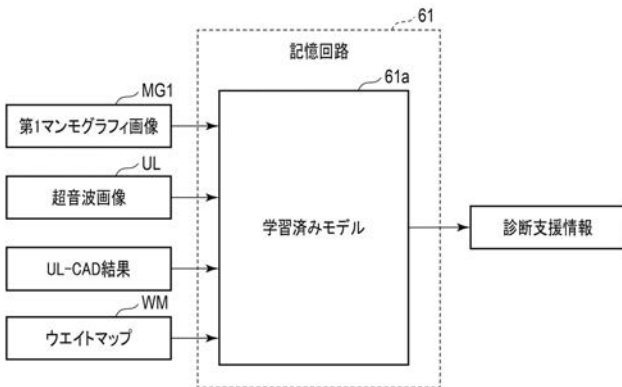
【図 13】



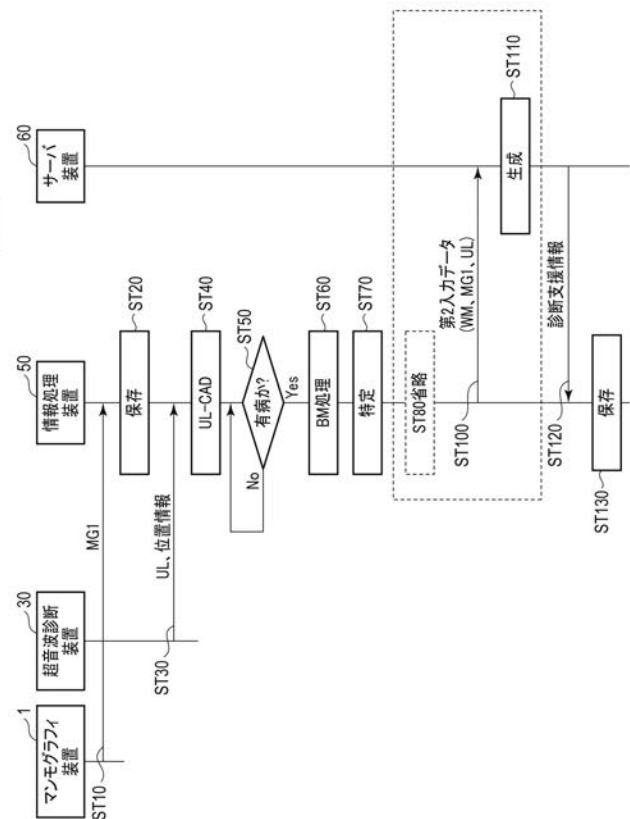
【図 14】



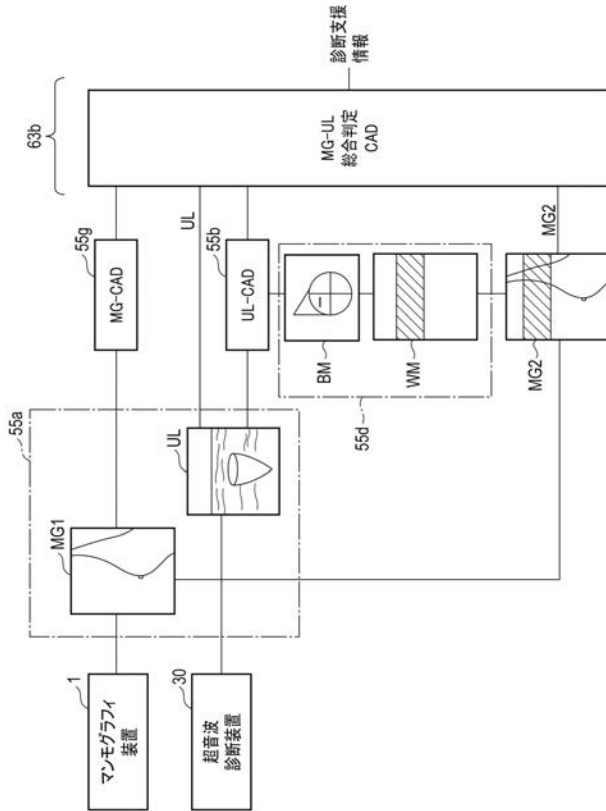
【図 15】



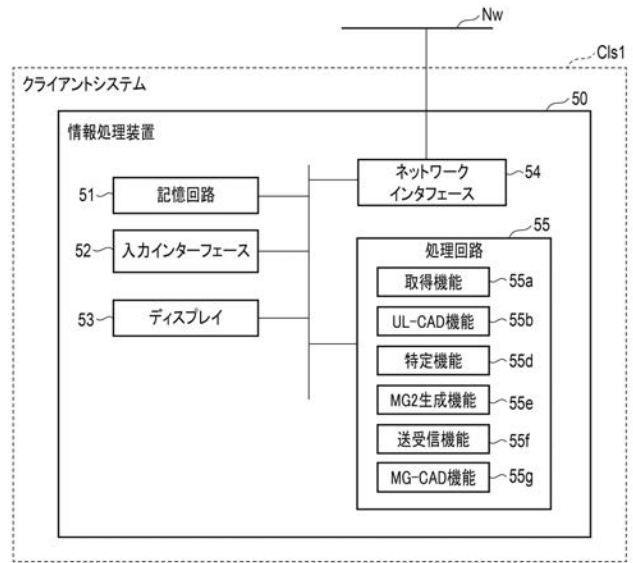
【図 16】



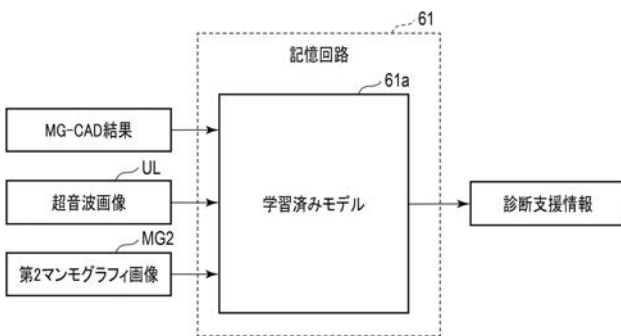
【図 17】



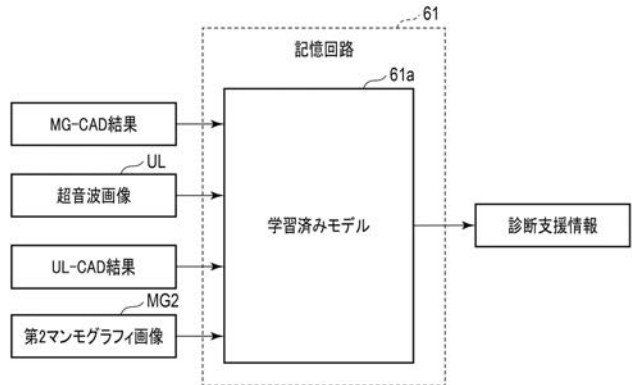
【図 18】



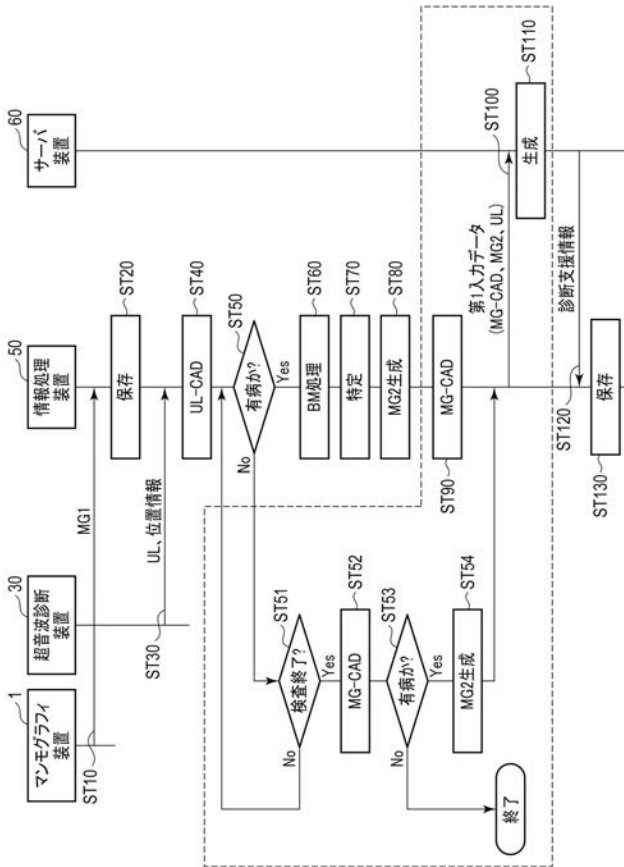
【図 19】



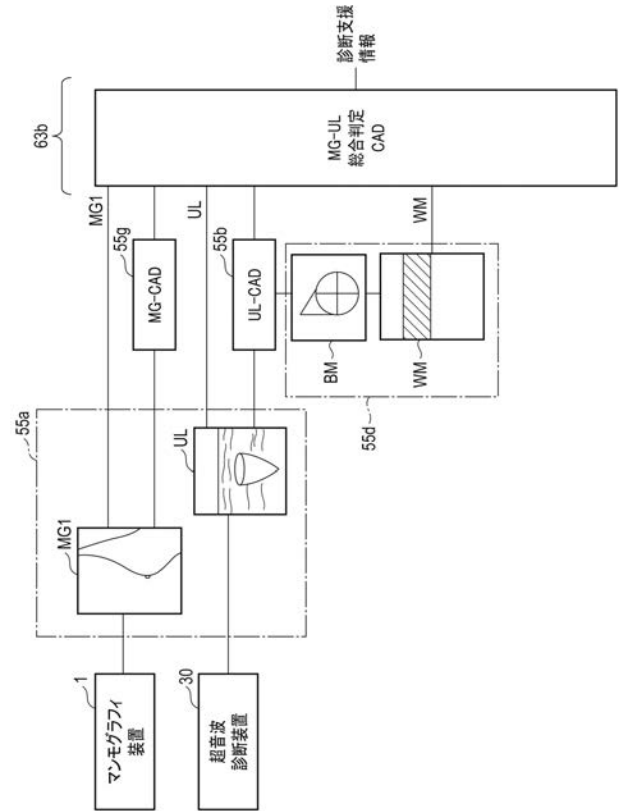
【図 20】



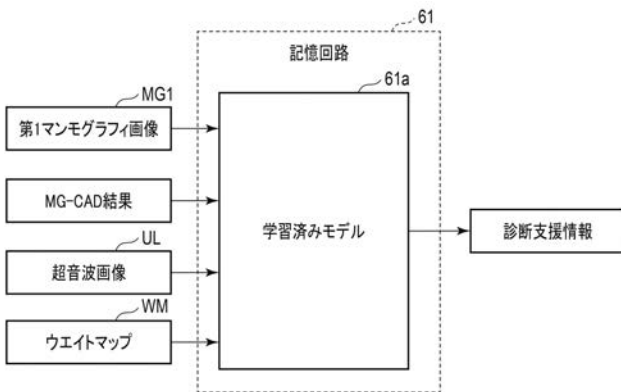
【 図 2 1 】



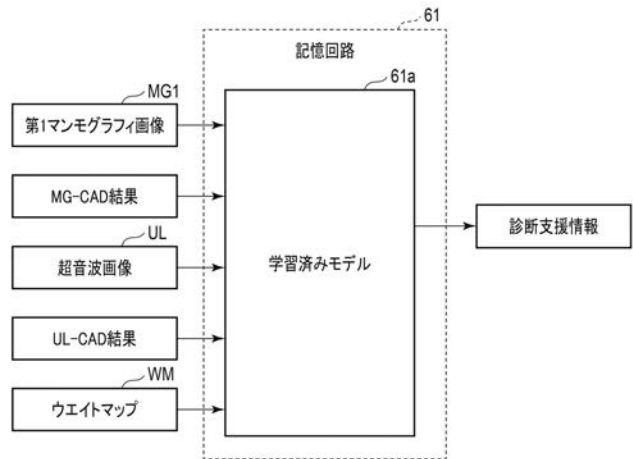
【 図 2 2 】



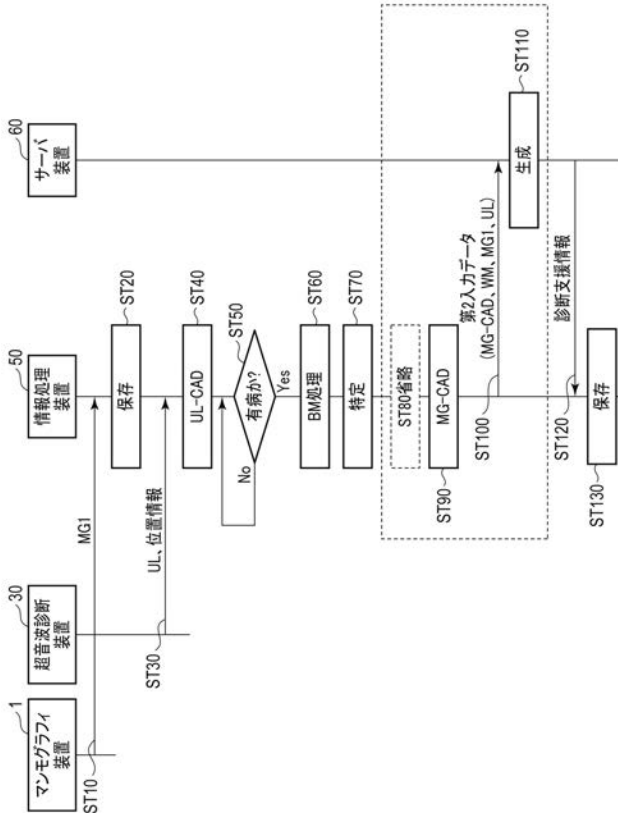
【 図 2 3 】



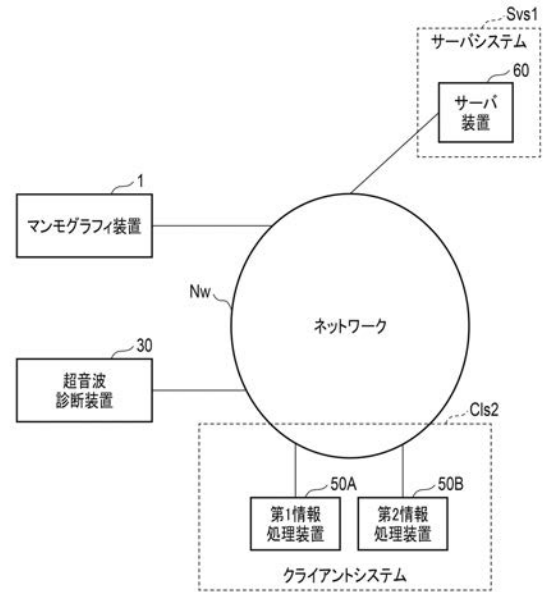
【 図 2 4 】



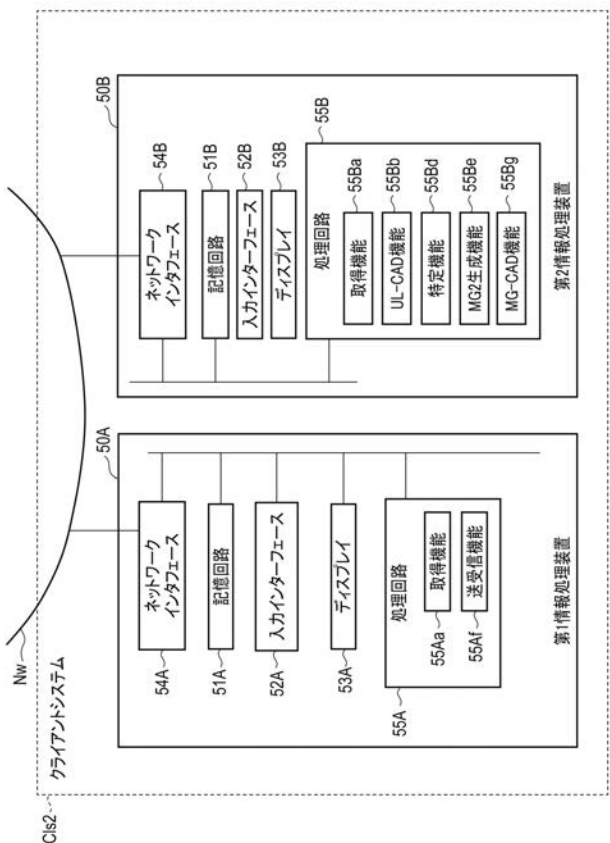
【図 25】



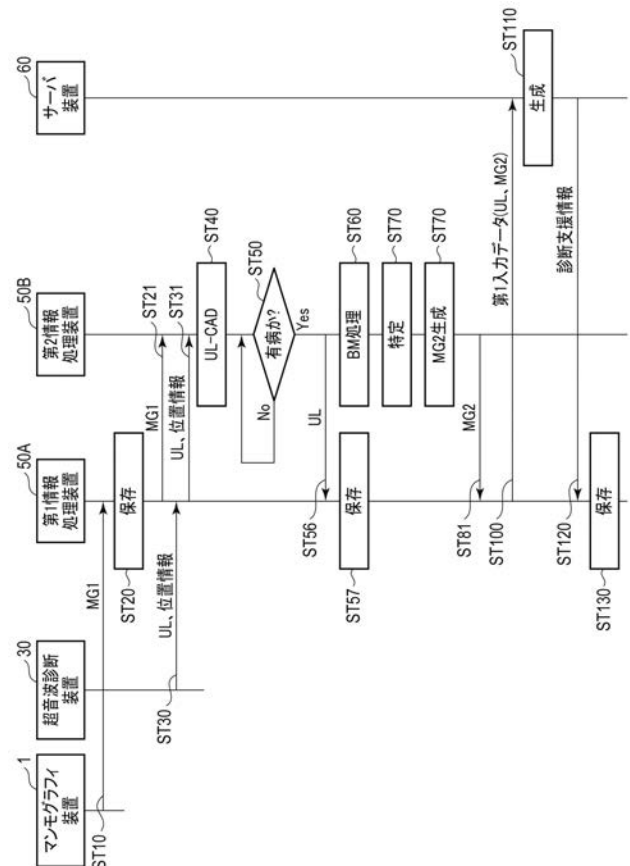
【図 26】



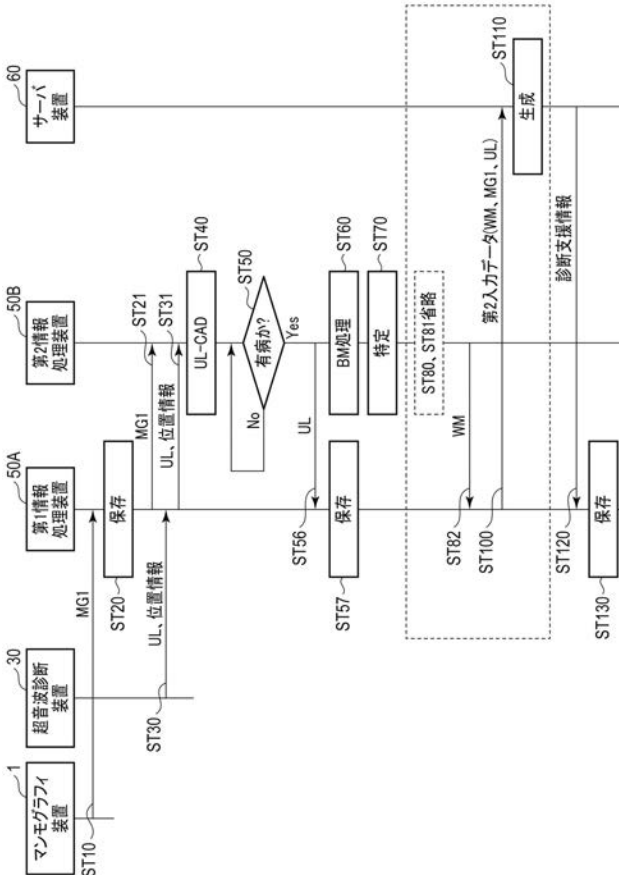
【図 27】



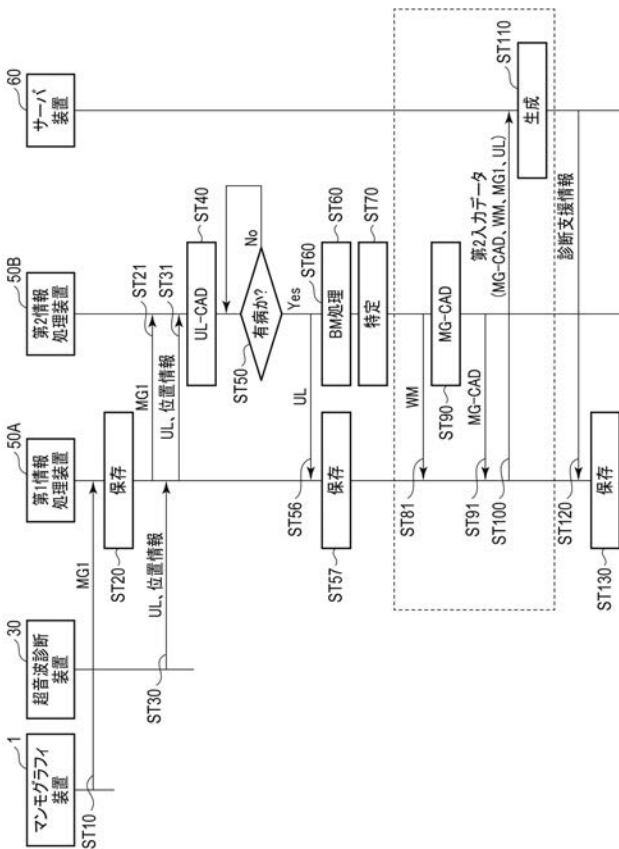
【図 28】



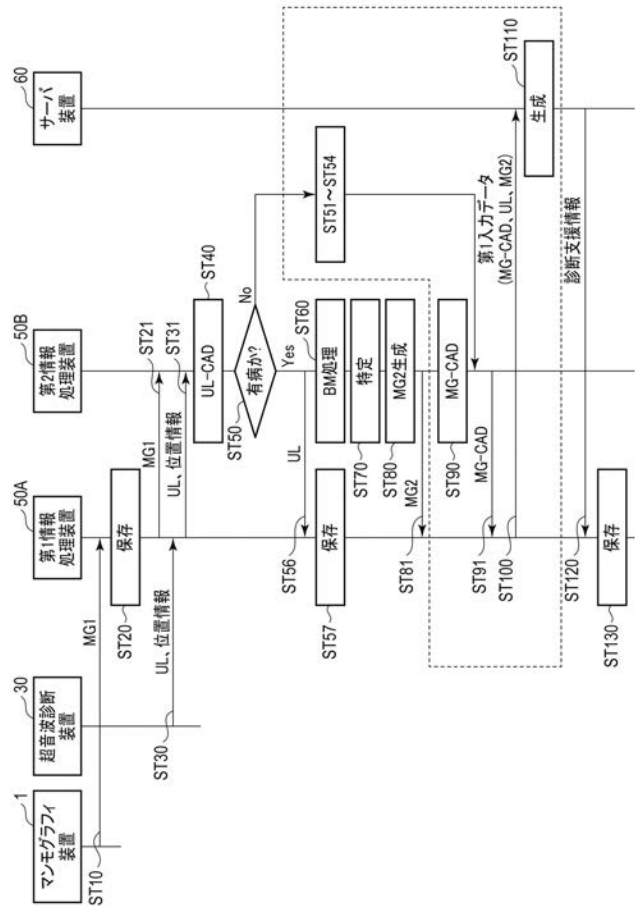
【 図 2 9 】



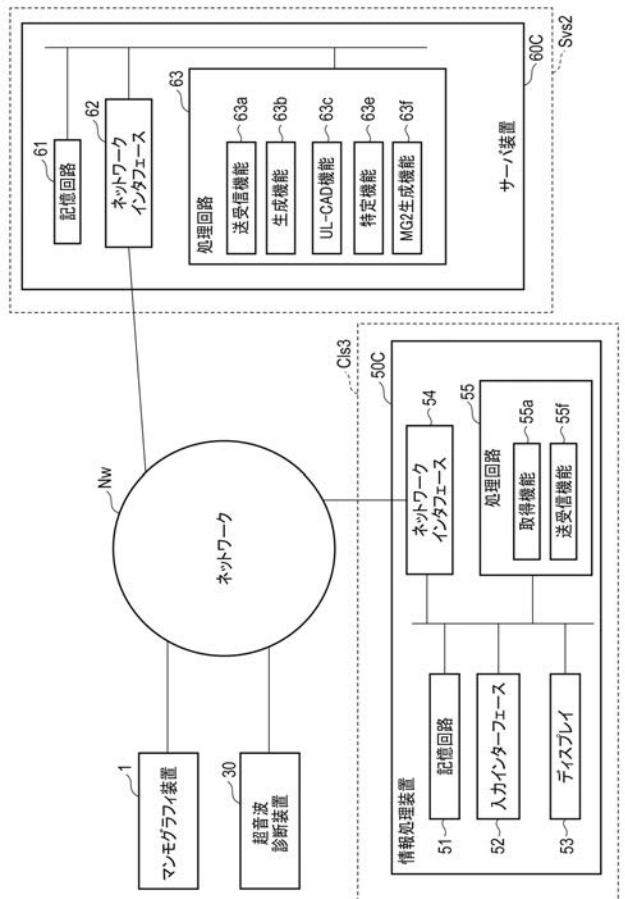
【 図 3 1 】



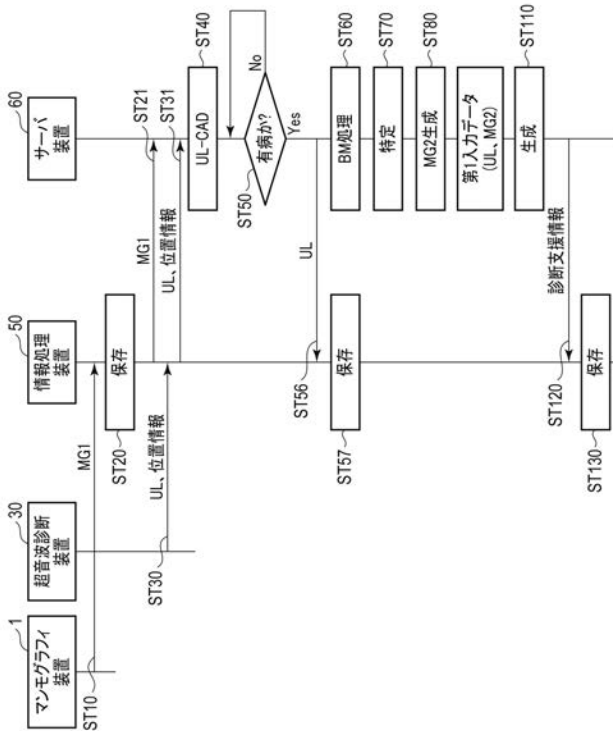
【 図 3 0 】



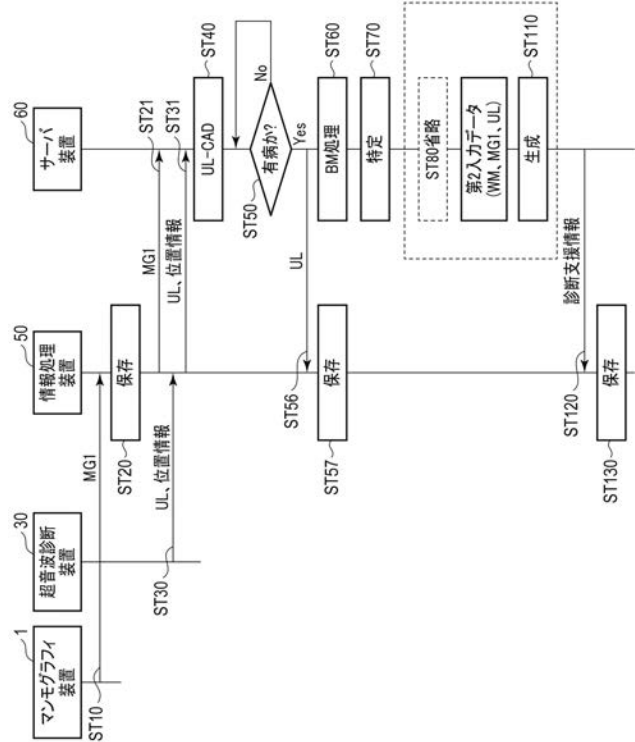
【 図 3 2 】



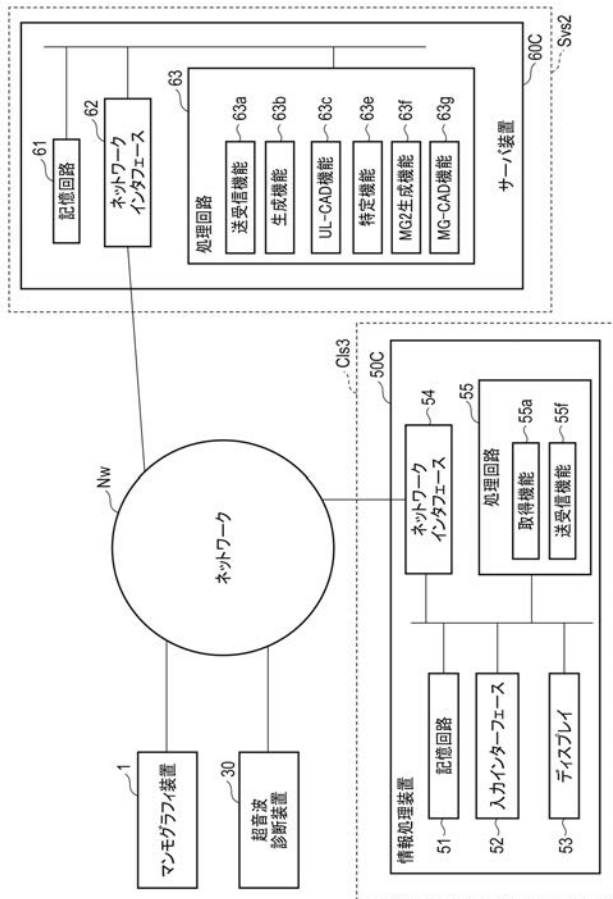
【図 3 3】



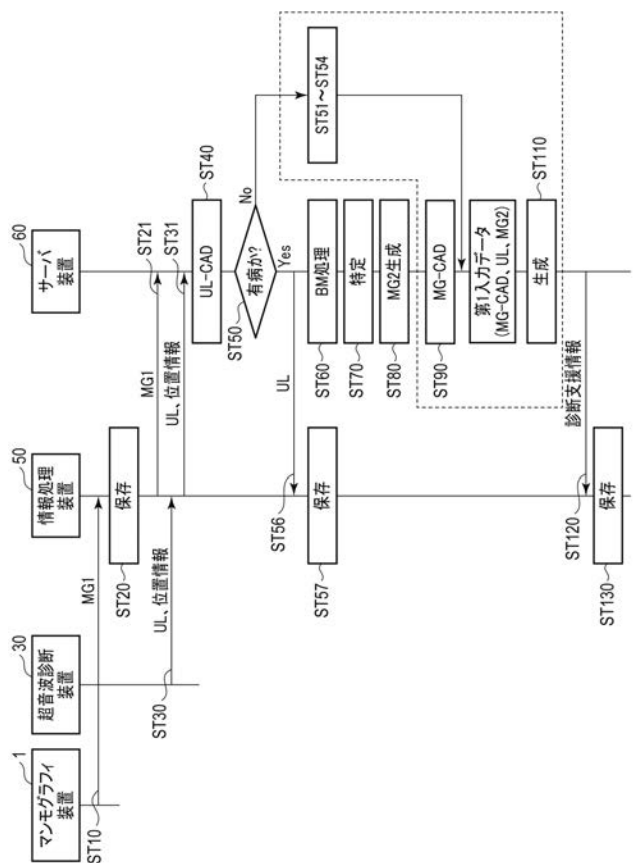
【図 3 4】



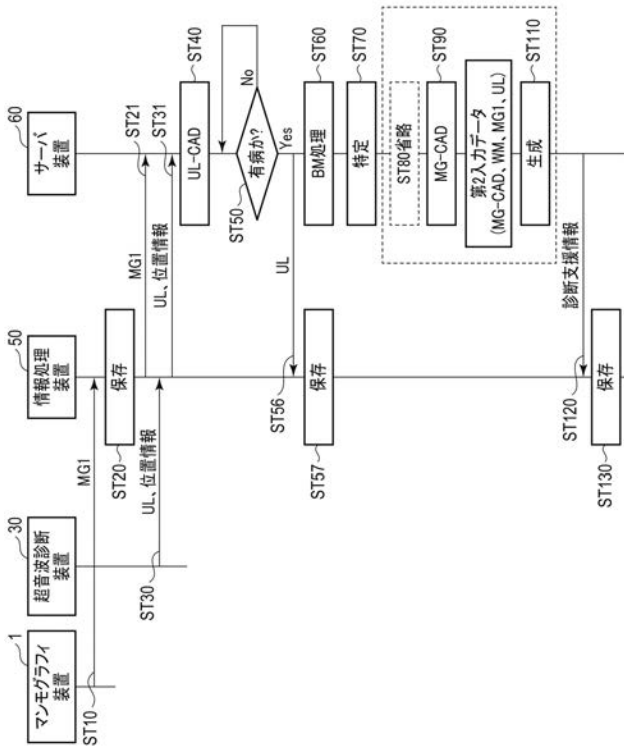
【図 3 5】



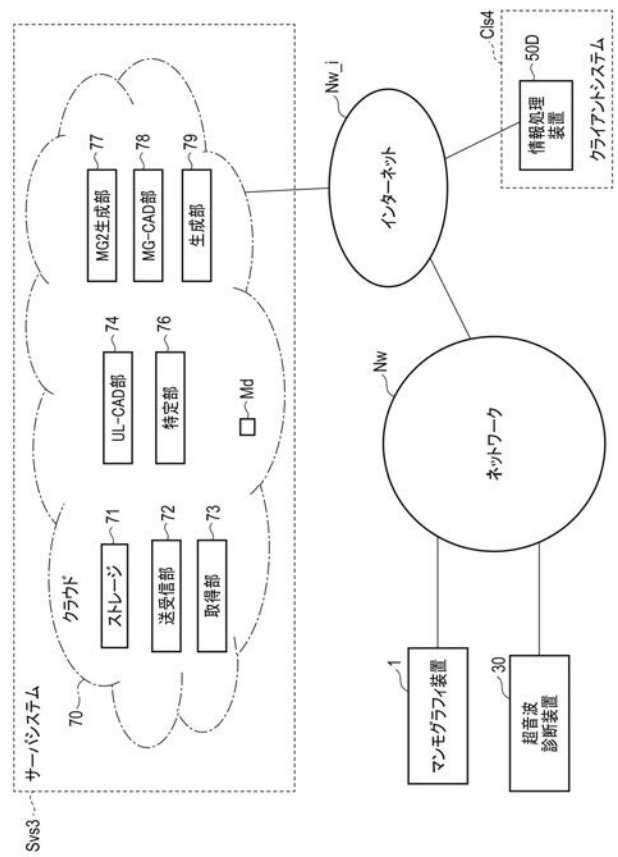
【図 3 6】



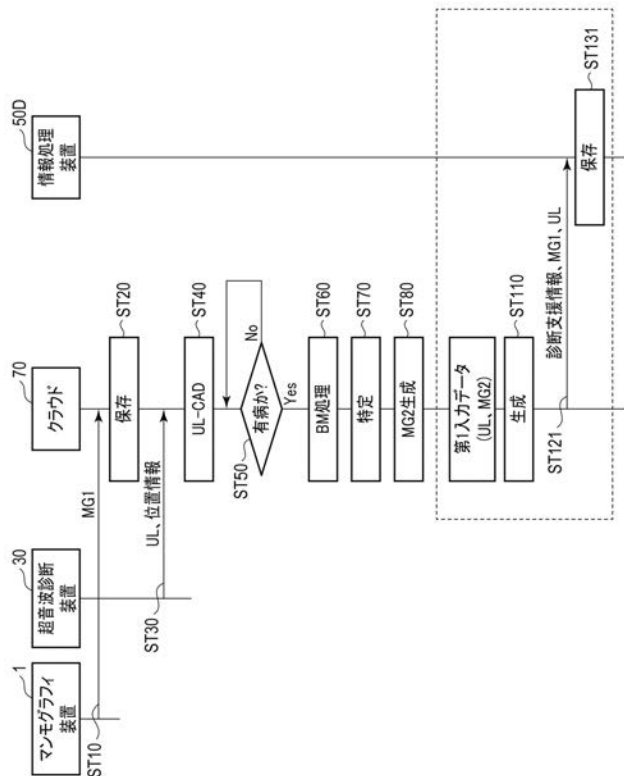
【図 37】



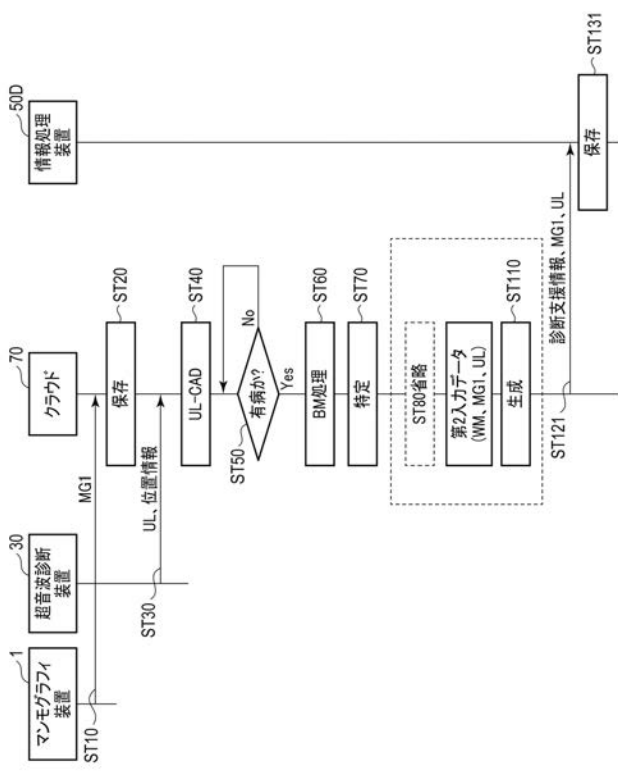
【図 38】



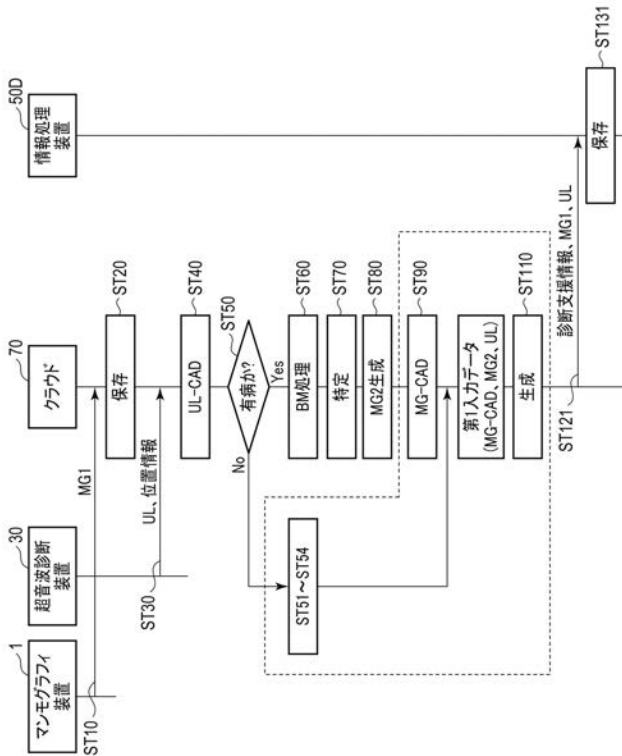
【図 39】



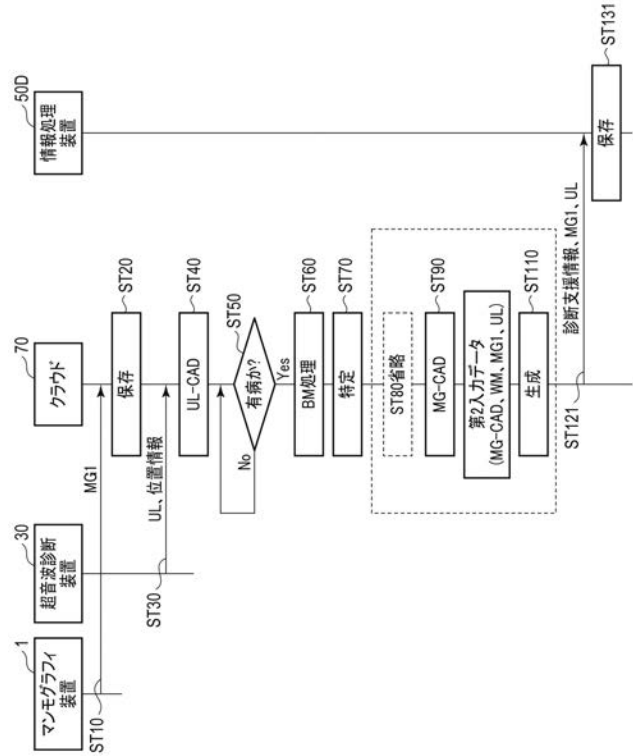
【図 40】



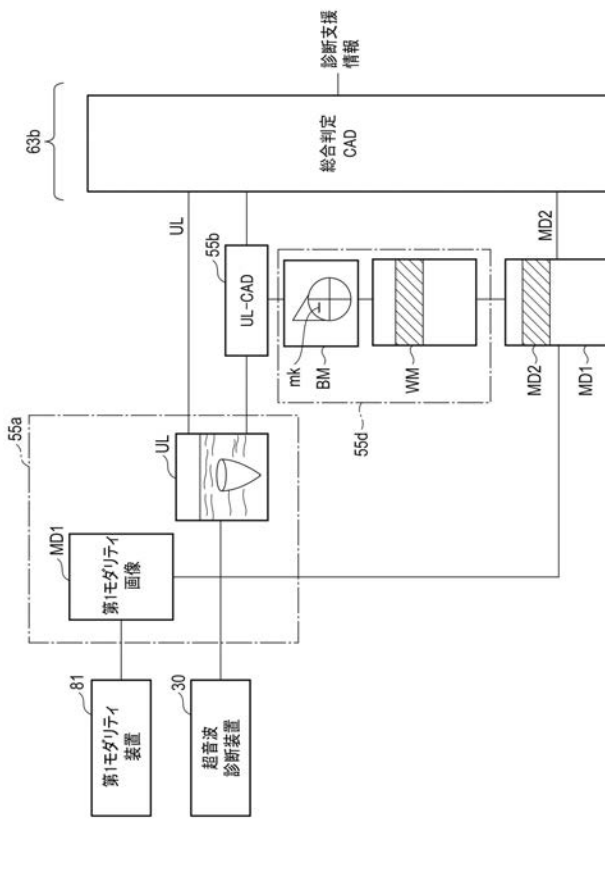
【 図 4 1 】



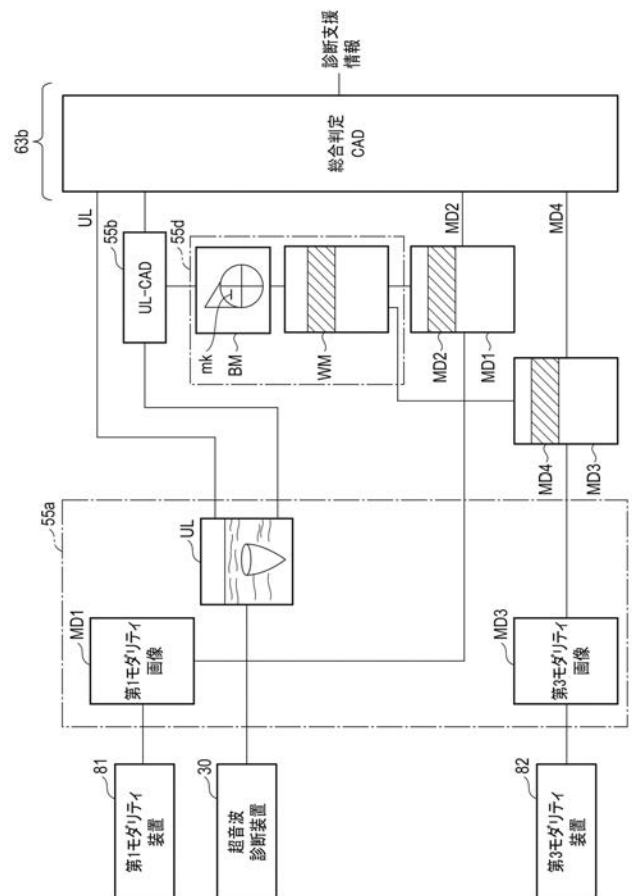
【 図 4 2 】



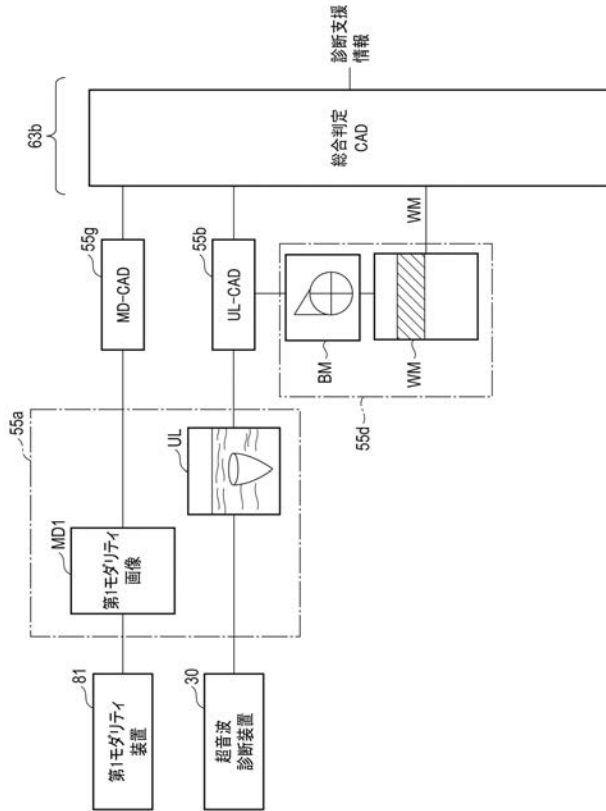
【 図 4 3 】



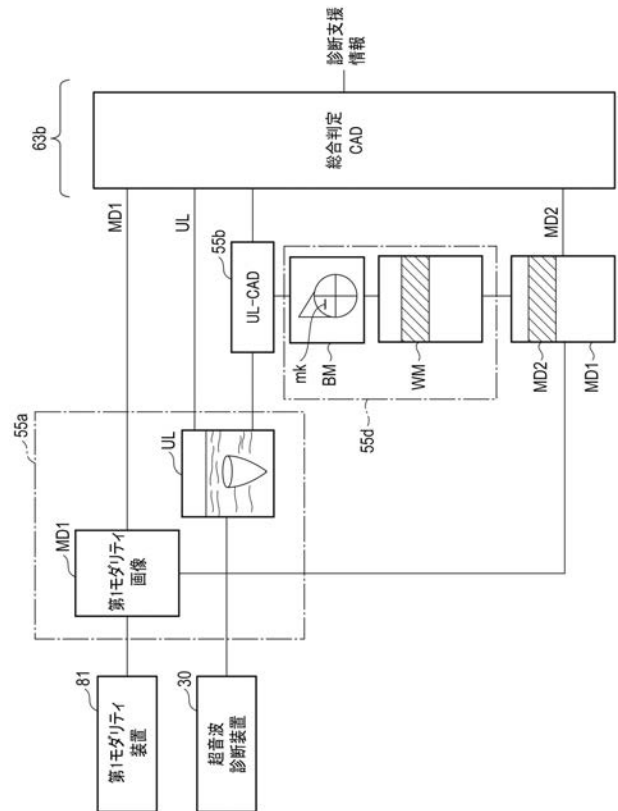
【 図 4 4 】



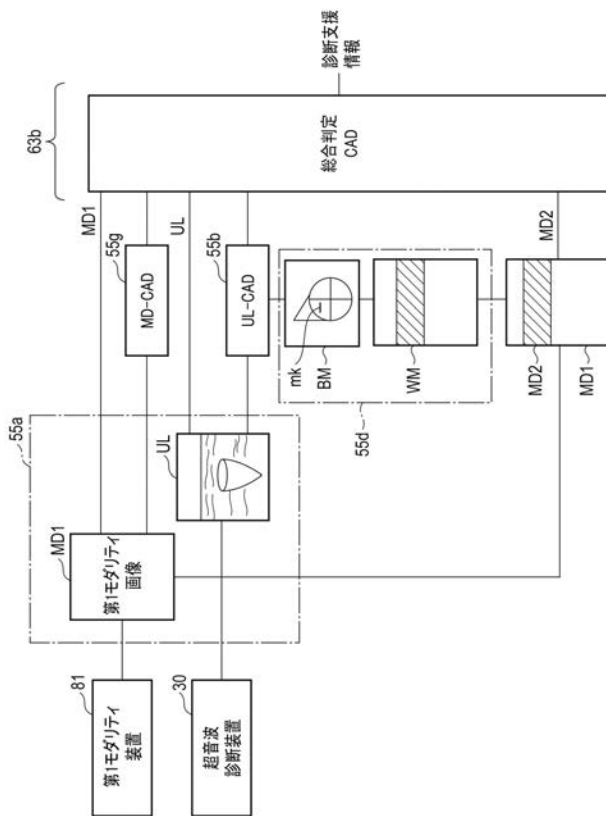
【図 45】



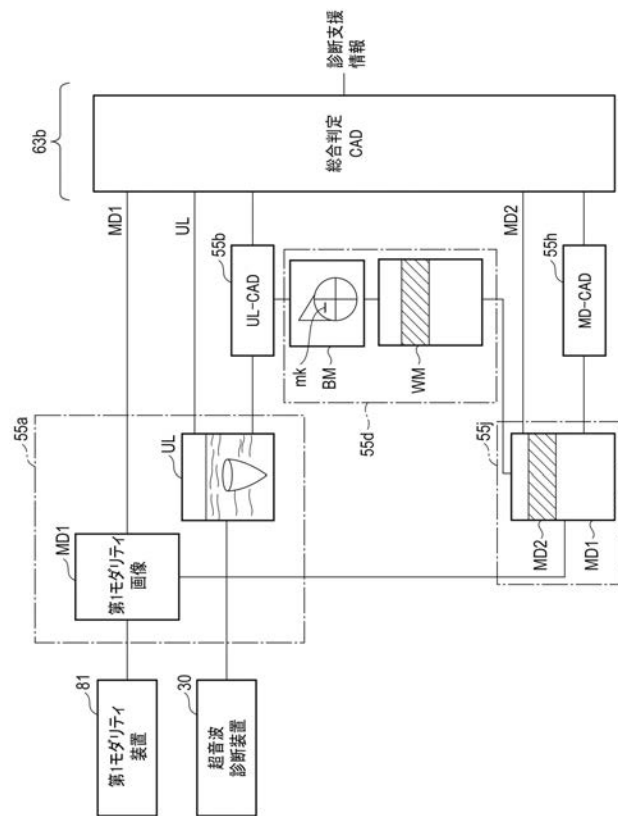
【図 46】



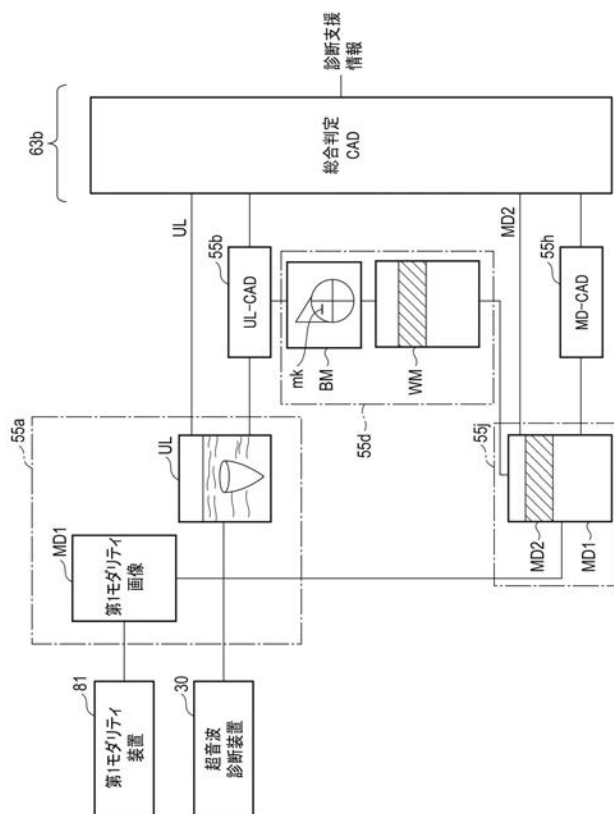
【図 47】



【図 48】



【 図 5 0 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

A 6 1 B 8/14

(72)発明者 小林 由昌

栃木県大田原市下石上 1 3 8 5 番地 キヤノンメディカルシステムズ株式会社内

F ターム(参考) 4C093 AA07 AA21 AA22 AA26 AA30 DA06 FD12 FF21 FF28 FG18
FH03 FH07 FH08
4C601 BB06 DD08 EE10 EE11 GA18 GA25 GB04 GB06 JC21 JC37
KK23 KK31 KK32 LL14 LL21 LL33 LL38
5L099 AA26

专利名称(译)	医学信息处理系统和医学信息处理程序		
公开(公告)号	JP2019193788A	公开(公告)日	2019-11-07
申请号	JP2019084733	申请日	2019-04-25
[标]发明人	小林由昌		
发明人	小林 由昌		
IPC分类号	A61B8/08 A61B6/00 G16H30/20 A61B8/14		
FI分类号	A61B8/08 A61B6/00.330.Z A61B6/00.350.D A61B6/00.370 G16H30/20 A61B8/14		
F-TERM分类号	4C093/AA07 4C093/AA21 4C093/AA22 4C093/AA26 4C093/AA30 4C093/DA06 4C093/FD12 4C093/FF21 4C093/FF28 4C093/FG18 4C093/FH03 4C093/FH07 4C093/FH08 4C601/BB06 4C601/DD08 4C601/EE10 4C601/EE11 4C601/GA18 4C601/GA25 4C601/GB04 4C601/GB06 4C601/JC21 4C601/JC37 4C601/KK23 4C601/KK31 4C601/KK32 4C601/LL14 4C601/LL21 4C601/LL33 4C601/LL38 5L099/AA26		
代理人(译)	河野直树 井上 正 金子早苗		
优先权	2018086998 2018-04-27 JP		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

为了通过全面解释模态图像和超声检查来支持诊断。解决方案：一个实施例中的医学信息处理系统包括第一获取部分，第二获取部分，成像位置获取部分和生成部分。第一获取部分获取分析物的超声图。第二获取部分获取分析物的第一形态图像。成像位置获取部获取超声波图像的成像位置。生成部分根据超声图，超声图的成像位置和第一形态图像生成分析物的诊断支持信息。

