

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6489800号
(P6489800)

(45) 発行日 平成31年3月27日(2019.3.27)

(24) 登録日 平成31年3月8日(2019.3.8)

(51) Int.Cl.		F I			
A 6 1 B	5/055	(2006.01)	A 6 1 B	5/055	3 8 0
A 6 1 B	8/13	(2006.01)	A 6 1 B	8/13	
G O 1 T	1/161	(2006.01)	A 6 1 B	5/055	Z D M
			G O 1 T	1/161	D

請求項の数 18 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2014-230104 (P2014-230104)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成26年11月12日 (2014.11.12)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2015-154913 (P2015-154913A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成27年8月27日 (2015.8.27)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	平成29年11月10日 (2017.11.10)		弁理士 大塚 康德
(31) 優先権主張番号	特願2014-6214 (P2014-6214)	(74) 代理人	100112508
(32) 優先日	平成26年1月16日 (2014.1.16)		弁理士 高柳 司郎
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(74) 代理人	100115071
			弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100116894
			弁理士 木村 秀二
		(74) 代理人	100130409
			弁理士 下山 治
		(74) 代理人	100134175
			弁理士 永川 行光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置、画像診断システム、画像処理方法およびプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1の形状状態における被検体の医用画像を取得する医用画像取得手段と、
前記第1の形状状態から第2の形状状態への前記被検体の変形情報を取得する変形情報取得手段と、

前記第2の形状状態における前記被検体の撮像領域を設定する撮像領域設定手段と、
前記変形情報に基づいて変形させた前記医用画像のボリュームレンダリング画像または
最大値投影画像を変換画像として生成する変形画像生成手段と、

前記変換画像と前記撮像領域とを重畳して表示画像を生成する表示画像生成手段と、
を備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

前記撮像領域設定手段は、前記表示画像に対するユーザ操作に基づいて、前記変換画像
に重畳された前記撮像領域を調整することにより、前記撮像領域を設定することを特徴と
する請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項 3】

前記医用画像は、前記被検体のMRI画像であることを特徴とする請求項1または2に
記載の画像処理装置。

【請求項 4】

前記第2の形状状態における前記被検体の外観画像を取得する外観画像取得手段をさら
に備え、

前記表示画像生成手段は、前記外観画像と前記変換画像と前記撮像領域とを重畳した前記表示画像を生成することを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 5】

前記外観画像に基づいて、前記第 2 の形状状態における前記被検体の撮像に適さない領域である不適切領域を設定する不適切領域設定手段をさらに備え、

前記表示画像生成手段は、前記外観画像と前記変換画像と前記撮像領域と前記不適切領域とを重畳した前記表示画像を生成することを特徴とする請求項 4 に記載の画像処理装置。

【請求項 6】

前記撮像領域設定手段は、前記撮像領域を医用画像撮像装置に出力し、当該医用画像撮像装置に当該撮像領域を撮像させる

ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 7】

互いに異なる前記第 1 の形状状態および前記第 2 の形状状態は、それぞれ保持手段による保持状態または非保持状態である

ことを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 の何れか 1 項に記載の画像処理装置と、
前記被検体を撮像することにより前記医用画像を生成し、前記画像処理装置に出力する第 1 医用画像撮像装置と、

前記第 1 医用画像撮像装置とは異なる、前記被検体を撮像する第 2 医用画像撮像装置と、

を有する画像診断システムであって、

前記画像処理装置は、前記撮像領域を前記第 2 医用画像撮像装置に出力し、

前記第 2 医用画像撮像装置は、前記撮像領域を撮像する

ことを特徴とする画像診断システム。

【請求項 9】

前記第 1 医用画像撮像装置は、MRI 装置であり、

前記第 2 医用画像撮像装置は、PAT 装置であり、

前記第 2 医用画像撮像装置は、前記撮像領域に近赤外光パルスを照射することにより、前記撮像領域を撮像する

ことを特徴とする請求項 8 に記載の画像診断システム。

【請求項 10】

請求項 4 または 5 に記載の画像処理装置と、

前記被検体を撮像することにより前記医用画像を生成し、前記画像処理装置に出力する第 1 医用画像撮像装置と、

前記第 1 医用画像撮像装置とは異なる、前記被検体を撮像することにより前記外観画像を生成し、前記画像処理装置に出力する撮像装置と、

を備えることを特徴とする画像診断システム。

【請求項 11】

第 1 の形状状態における被検体の医用画像を取得し、

前記第 1 の形状状態から第 2 の形状状態への前記被検体の変形情報を取得し、

前記第 2 の形状状態における前記被検体の撮像領域を設定し、

前記変形情報に基づいて変形させた前記医用画像のボリュームレンダリング画像または最大値投影画像を変換画像として生成し、

前記変換画像と前記撮像領域とを重畳して表示画像を生成する

ことを特徴とする画像処理方法。

【請求項 12】

前記表示画像に対するユーザ操作に基づいて、前記変換画像に重畳された前記撮像領域

10

20

30

40

50

を調整することにより、前記撮像領域を設定することを特徴とする請求項 1 1 に記載の画像処理方法。

【請求項 1 3】

前記医用画像は、前記被検体のMRI画像であることを特徴とする請求項 1 1 または 1 2 に記載の画像処理方法。

【請求項 1 4】

前記第 2 の形状状態における前記被検体の外観画像を取得し、
前記外観画像と前記変換画像と前記撮像領域とを重畳した前記表示画像を生成することを特徴とする請求項 1 1 乃至 1 3 の何れか 1 項に記載の画像処理方法。

【請求項 1 5】

前記外観画像に基づいて、前記第 2 の形状状態における前記被検体の撮像に適さない領域である不適切領域を設定し、

前記外観画像と前記変換画像と前記撮像領域と前記不適切領域とを重畳した前記表示画像を生成する

ことを特徴とする請求項 1 4 に記載の画像処理方法。

【請求項 1 6】

前記撮像領域を医用画像撮像装置に出力し、当該医用画像撮像装置に当該撮像領域を撮像させる

ことを特徴とする請求項 1 1 乃至 1 5 のいずれか 1 項に記載の画像処理方法。

【請求項 1 7】

互いに異なる前記第 1 の形状状態および前記第 2 の形状状態は、それぞれ保持手段による保持状態または非保持状態である

ことを特徴とする請求項 1 1 乃至 1 6 のいずれか 1 項に記載の画像処理方法。

【請求項 1 8】

請求項 1 1 乃至 1 7 の何れか 1 項に記載の画像処理方法の各工程をコンピュータに実行させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像処理装置、画像診断システム、画像処理方法およびプログラムに関し、特に、種々の医用画像収集装置（モダリティ）で撮像した医用画像を処理する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、医療分野で光音響断層撮像装置（PAT（Photoacoustic Tomography）装置）が開発されている。PAT装置は、被検体に光パルスを照射することで被検体内の吸収物質を励起し、吸収物質の熱弾性膨張により生じる光音響信号を検出することで、被検体の光吸収に関わる性質を画像化する装置である。すなわち、照射光に対する被検体内の光エネルギー堆積量分布（光エネルギー吸収密度分布）が画像化される。また、これに基づき、照射波長に関する被検体の光吸収係数分布が画像化される。さらに、複数の波長に関する光吸収係数分布に基づいて、被検体を構成する物質の状態（例えばヘモグロビンの酸素飽和度など）を画像化することも可能である。これらの画像は、がんなどの腫瘍の内外に生じる新生血管に関する情報を可視化するものであると期待されている。以下では、これらの画像を総称して、光音響断層画像（PAT画像）と呼ぶ。

【0003】

PAT装置は、エネルギーが小さい近赤外光パルスを照射するため、X線などと比べて被検体の深部の画像化が難しい。そこで、特許文献1では、乳房を被検体としたPAT装置の一形態として、乳房を2枚の平板（以下、保持板と呼ぶ）で保持して乳房の厚みを薄くした状態で撮像を行っている。

【0004】

10

20

30

40

50

特許文献 2 では、被検体の体表をカメラで撮像した外観画像上に、X線照射野と X線検出野とを視覚的に識別可能な映像として重畳表示する技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2010 - 88627 号公報

【特許文献 2】特開 2007 - 29353 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献 1 または特許文献 2 の技術では、被検体の注目領域が被検体の体表ではなく体内に存在する場合には、体表上のマークを参考情報として用いたとしても、注目領域の範囲が正確には分からないため、撮像領域を適切に設定することが困難であるという課題がある。

【0007】

上記の課題に鑑み、本発明は、被検体内における注目領域が適切に撮像されるように撮像領域を設定することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記の目的を達成するための本発明の一態様による画像処理装置は以下の構成を備える。すなわち、

第 1 の形状状態における被検体の医用画像を取得する医用画像取得手段と、

前記第 1 の形状状態から第 2 の形状状態への前記被検体の変形情報を取得する変形情報取得手段と、

前記第 2 の形状状態における前記被検体の撮像領域を設定する撮像領域設定手段と、

前記変形情報に基づいて変形させた前記医用画像の ポリームレンダリング画像または最大値投影画像を変換画像として生成する変形画像生成手段と、

前記変換画像と前記撮像領域とを重畳して表示画像を生成する表示画像生成手段と、

を備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、被検体内における注目領域が適切に撮像されるように撮像領域を設定することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図 1】第 1 実施形態に係る画像診断システムおよび画像処理装置の機能構成を示す図。

【図 2】被検体の MRI 画像を示す模式図。

【図 3】第 1 実施形態における PAT 装置による撮像の様子を示す模式図。

【図 4】被検体の PAT 画像を示す模式図である。

【図 5】第 1 実施形態に係る画像処理装置の処理手順を示すフローチャート。

【図 6】変形後の MRI 画像を示す模式図。

【図 7】第 1 実施形態における表示画像の例を示す模式図。

【図 8】第 2 実施形態に係る画像診断システムおよび画像処理装置の機能構成を示す図。

【図 9】第 2 実施形態における PAT 装置による撮像の様子を示す模式図。

【図 10】PAT 装置に搭載されたカメラで撮像された外観画像を示す模式図。

【図 11】第 2 実施形態に係る画像処理装置の処理手順を示すフローチャート。

【図 12】第 2 実施形態における表示画像の例を示す模式図。

【図 13】第 3 実施形態に係る画像診断システムおよび画像処理装置の機能構成を示す図。

【図 14】第 3 実施形態における PAT 装置による撮像の様子を示す模式図。

10

20

30

40

50

【図15】第3実施形態に係る画像処理装置の処理手順を示すフローチャート。

【図16】第3実施形態における表示画像の例を示す模式図。

【図17】第3実施形態の変形例2におけるPAT装置に搭載されたカメラで撮像された外観画像を示す模式図。

【図18】第3実施形態の変形例2における表示画像の例を示す模式図。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、添付図面に従って本発明に係る画像処理装置の好ましい実施形態について詳説する。ただし、発明の範囲は図示例に限定されるものではない。

【0012】

(第1実施形態；カメラ画像なし)

本実施形態に係る画像処理装置は、乳房を被検体としたPAT装置の撮像領域の設定を支援する。撮像状態として2枚の平板(保持板)で保持された乳房にMRI画像を変形位置合わせすることで変形MRI画像(変形画像)を生成し、変形MRI画像が表示された撮像領域設定画面上で撮像領域を設定する。以下、本実施形態に係る画像処理装置について説明する。

【0013】

<画像診断システム1の構成>

図1は、本実施形態に係る画像診断システム1の構成を示す。画像診断システム1は、画像処理装置100と、第1医用画像撮像装置180と、第2医用画像撮像装置182と、表示部184と、データサーバ190とを有している。ただし、画像診断システム1の構成要素はこれらの装置等に限定されるものではなく、さらに別の構成要素を含んでもよいし、その一部が含まれないように構成してもよい。

【0014】

第1医用画像撮像装置180はMRI装置であり、伏臥位の被検者の乳房を撮像する。ここで、図2は、第1医用画像撮像装置180によって撮像された乳房の3次元MRI画像を、被検者の頭尾方向に垂直な断面(アキシャル断面)でスライスしたときの2次元画像を示す模式図である。本実施形態では、MRI画像200中の一点を原点とし、被検者の右手から左手へ方向を表す軸をX軸、被検者の正面から背面へ方向を表す軸をY軸、被検者の足から頭へ方向を表す軸をZ軸として定義した座標系を、MRI画像座標系C_MRIとする。

【0015】

第2医用画像撮像装置182は超音波断層撮像装置(PAT装置)であり、後述する画像処理装置100の撮像領域設定部108により設定される撮像領域の範囲内に近赤外光パルス照射することによって被検者の乳房を撮像する。ここで、図3は第2医用画像撮像装置182による撮像の様子を示す模式図である。図3に示すように、被検者300は第2医用画像撮像装置182の上面のベッドで伏臥位の体位をとる。そして、被検体である片側の乳房301を第2医用画像撮像装置182上面の開口部302に挿入する。このとき、照射光が乳房の内部まで届くように、乳房は透明な2枚の保持板(足側の保持板303および頭側の保持板304)により圧迫した状態で保持され、その厚みが薄くなった状態で撮像される。なお、本実施形態では、保持板303および保持板304はいずれも平板であり、乳房と接触する面(以下、保持面と呼ぶ)が平面であるものとする。

【0016】

照射光である近赤外光パルスは、保持板303、304の平面に直交する方向から不図示の光源により照射される。そして、近赤外光パルスの照射に応じて体内で発生した超音波信号は、保持板303、304の平面に直交するように配置された不図示の超音波探触子により受信される。本実施形態では、PAT装置座標系C_PATを以下のように定義する。すなわち、保持板303、304に平行な平面をXY平面とし、被検者の右手から左手へ方向を表す軸をX軸、被検者の正面から背面へ方向を表す軸をY軸と定義する。また、保持板303、304の法線方向をZ軸とし、被検者の足から頭に向かう方向を

10

20

30

40

50

Z軸の正方向と定義する。そして、保持板303の内側の平面上における右手側の下端位置を原点とする。図4は、第2医用画像撮像装置182によって撮像された乳房の3次元PAT画像を、人体の頭尾方向に垂直な断面（アキシャル断面）でスライスしたときの2次元画像400を示す模式図である。

【0017】

表示部184は、撮像領域を設定するための撮像領域設定画面を備え、画像処理装置100が生成する表示画像を当該画面に表示する。データサーバ190は、第1医用画像撮像装置180によって伏臥位の被検者の乳房を撮像して得られた3次元のMRI画像200を保持しており、当該MRI画像200は、後述する画像処理装置100の医用画像取得部102を介して画像処理装置100へ入力される。

10

【0018】

<画像処理装置100の機能ブロック構成>

画像処理装置100は、データサーバ190、第2医用画像撮像装置182、表示部184と接続されている。画像処理装置100は、医用画像取得部102と、変形情報取得部104と、変形画像生成部106と、撮像領域設定部108と、表示画像生成部110とを備えており、不図示のCPUによりプログラムを読み出して実行することにより各機能ブロックの動作が制御される。

【0019】

医用画像取得部102は、画像処理装置100へ入力されるMRI画像200を取得し、当該MRI画像200を変形画像生成部106へ出力する。変形情報取得部104は、MRI画像200を撮像状態の乳房に変形位置合わせすることにより変形情報を算出して取得し、当該変形情報を変形画像生成部106へと出力する。

20

【0020】

変形画像生成部106は、MRI画像200と変形情報とに基づいて、MRI画像200を撮像状態の乳房の形状に変形させた変形MRI画像を生成し、表示画像生成部110へ出力する。撮像領域設定部108は、表示部184の撮像領域設定画面上におけるユーザの入力に基づいて撮像領域を設定し、設定した撮像領域を第2医用画像撮像装置182および表示画像生成部110へ出力する。

【0021】

表示画像生成部110は、変形MRI画像からMIP(Maximum Intensity Projection)画像(以下、変形MRI_MIP画像と呼ぶ)を生成し、生成した画像と撮像領域とに基づいて表示画像を生成して、表示部184へ出力する。なお、MIP画像は最大値投影画像とも呼ぶ。

30

【0022】

なお、上記機能ブロックの構成はあくまでも一例であり、複数の機能ブロックが1つの機能ブロックを構成するようにしてもよいし、何れかの機能ブロックが更に複数の機能ブロック分かれて構成されてもよい。

【0023】

<画像処理装置100が実施する処理>

次に、図5のフローチャートを参照して、本実施形態に係る画像処理装置100が実施する処理の手順について説明する。

40

【0024】

[S5000; MRI画像の取得]

ステップS5000において、医用画像取得部102は、データサーバ190から画像処理装置100へと入力される、伏臥位の乳房のMRI画像200を取得する。なお、本実施形態では、MRI画像200中における乳頭位置が予め指定されているものとする。

【0025】

[S5010; 変形情報の取得]

ステップS5010において、変形情報取得部104は、MRI画像を撮像状態の乳房の形状に変形させるための変形情報を算出する。本実施形態では、MRI画像に対して物

50

理変形シミュレーションを施すことによって、保持前の状態（第1の形状状態、MRI中の状態）から保持後の状態（第2の形状状態、撮像状態）への変形を表す変形関数 $F(x, y, z)$ を求め、該変形関数を変形情報として用いるものとする。変形関数 $F(x, y, z)$ は、例えば、非特許文献1に開示されている物理変形シミュレーション技術を用いて算出することができる。非特許文献1は、Angela Lee, et al. "Breast X-ray and MR image fusion using finite element modeling," Proc. Workshop on Breast Image Analysis in conjunction with MICCAI 2011, pp. 129 - 136, 2011.である。なお、非特許文献1には、平板圧迫された乳房を撮像したX線マンモグラフィ画像と乳房のMRI画像を物理変形シミュレーションによって位置合わせする技術が開示されている。

10

【0026】

なお、本実施形態では、PAT装置座標系 C_PAT とMRI画像座標系 C_MRI における被検者の姿勢が略一致しているものと仮定する。すなわち、2枚の保持板303、304により、MRI画像座標系 C_MRI におけるZ軸方向に沿って乳房が圧縮されるものとする。また、物理変形シミュレーションの際に、2枚の保持板間の距離（保持後の乳房の厚み） d の計測値が第2医用画像撮像装置182から入力されるものとする。そして、保持前と保持後における乳頭位置が同一となるように変形関数 $F(x, y, z)$ を算出するものとする。

【0027】

20

[S5020; 剛体変換の算出]

ステップS5020において、変形画像生成部106は、MRI画像座標系 C_MRI とPAT装置座標系 C_PAT との間の剛体変換を求める。すなわち、MRI画像座標系 C_MRI からPAT装置座標系 C_PAT への座標変換行列 T_MtoP を導出する。なお、 T_MtoP を含め、以降で説明する座標変換行列は全て座標系の並進と回転を表す 4×4 行列であるものとする。本実施形態では、PAT装置座標系 C_PAT とMRI画像座標系 C_MRI における被検者の姿勢が略一致していると仮定しており、MRI画像座標系 C_MRI からPAT装置座標系 C_PAT への座標変換を並進のみで記述できるものとする。この仮定の下で、ステップS5000で取得したMRI画像中における乳頭位置が、PAT装置座標系 C_PAT における被検者の乳頭位置と一致するように、 T_MtoP の並進成分を算出する。

30

【0028】

ここで、PAT装置座標系 C_PAT における乳頭位置は、例えば、第2医用画像撮像装置182の開開口部302の下方から乳房を計測可能な位置に設置された不図示の距離計測装置を用いて取得することができる。すなわち、距離計測装置で乳房の距離画像を撮像し、その画像中の乳頭位置を不図示のマウスやキーボードなどを用いてユーザが手動で指定することによって、PAT装置座標系 C_PAT における乳頭位置を取得することができる。その際に、距離計測装置はPAT装置座標系 C_PAT において校正済みであるものとする。なお、PAT装置座標系 C_PAT における乳頭位置は、距離計測装置に限らず、例えばデジタイザやステレオカメラ等の、3次元位置を計測可能な装置や手段を用いて取得してもよい。

40

【0029】

[S5030; 変形画像の生成]

ステップS5030において、変形画像生成部106は、MRI画像200に基づいて、撮像状態の乳房の形状に変形された変形MRI画像を生成する。具体的には、ステップS5010で取得した変形関数 $F(x, y, z)$ を用いてMRI画像200に変形処理を施した上で、ステップS5030で算出した剛体変換（座標変換行列 T_MtoP ）を用いてPAT装置座標系 C_PAT に変換する。その結果として、PAT装置座標系 C_PAT における変形MRI画像が生成される。ここで図6は、変形MRI画像をアキシャル断面でスライスしたときの2次元画像を示す模式図である。図6に示すように、600は

50

変形MRI画像、601は変形後の乳房領域、602は変形前の乳房形状を表す。また、603は、変形MRI画像中の腫瘍を表す。変形後の乳房領域601と変形前の乳房形状602とを比較すると、PAT装置座標系C__PATにおけるZ軸方向への圧迫により、XY平面において乳房領域が伸長し、Z軸方向に圧縮されていることがわかる。

【0030】

[S5035; MIP画像(変換画像)の生成]

ステップS5035において、変形画像生成部106は、撮像領域に合わせて変換した変換画像を生成する。すなわち、変形画像生成部106は、撮像領域を設定するための空間に合わせて変換した変換画像を生成する。具体的には、変形画像生成部106は、表示部184の撮像領域設定画面に表示するために、変形MRI__MIP画像を撮像領域に合

10

【0031】

[S5040; 撮像領域の初期設定]

ステップS5040において、撮像領域設定部108は、第2医用画像撮像装置182の撮像領域の初期設定を行う。例えば、第2医用画像撮像装置182によって撮像可能な範囲の全体を含む長方形を撮像領域の初期値として設定する。本実施形態では、撮像領域をPAT装置座標系C__PATにおいて設定するものとする。

20

【0032】

[S5050; 表示画像の生成]

ステップS5050において、表示画像生成部110は、ステップS5035で生成した変形MRI__MIP画像700上に、図7に示すような撮像領域703を重畳した表示画像を生成し、表示部184へ出力する。

【0033】

ここで、撮像領域703は、図7に示すように枠線で表示してもよいし、領域の内部を所定の色やテクスチャを用いて所定の透過度で塗りつぶしてもよい。さらに、不図示のマウスやキーボードなどを用いて、枠線の種類、塗りつぶしの色やテクスチャ、透過度などをユーザが調整できるようにしてもよい。

30

【0034】

[S5060; 終了判定]

ステップS5060において、画像処理装置100は、撮像領域の設定処理を終了するか否かの判定を行う。例えば、不図示のモニタ上に配置された終了ボタンを操作者が不図示のマウスでクリックするなどして、終了の判定を入力する。終了すると判定した場合には、ステップS5080へと処理を進める。一方、終了しないと判定した場合には、ステップS5070へと処理を進める。

【0035】

[S5070; 撮像領域の調整]

ステップS5070において、撮像領域設定部108は、ユーザ操作に基づいて、表示画像上で第2医用画像撮像装置182の撮像領域を調整する。具体的には、表示部184の撮像領域設定画面に表示された画像上で、不図示のマウスやキーボードなどを用いて、設定された撮像領域703(2次元の矩形領域)の範囲をユーザが手動で調整する。撮像領域703は、表示された画像上でユーザが視認した情報に基づき、例えば腫瘍704の全体が含まれるようにユーザが調整する。その後、ステップS5050に戻る。

40

【0036】

[S5080; 撮像領域の出力]

ステップS5080において、撮像領域設定部108は、第2医用画像撮像装置182へと撮像領域を出力する。なお、ステップS5010で算出した変形情報の誤差を考慮して、ユーザが指定した撮像領域703に対して第2医用画像撮像装置182へと出力する

50

撮像領域を大きめに調整してもよい。例えば、所定の値をマージンとして付加することができる。また、ステップS5010で算出する変形情報の中に変形情報を算出する際の誤差に関する情報（例えば位置合わせの残差）も含まれるものとし、その誤差に関する情報に基づいて、付加するマージンを定めてもよい。その際に、表示画像生成部110へと出力する撮像領域は大きめに調整せずに、第2医用画像撮像装置182へと出力する撮像領域のみを大きめに調整してもよい。以上のようにして、画像処理装置100の一連の処理が実施される。

【0037】

以上説明したように、本実施形態に係る画像処理装置100は、第1の形状状態（非保持状態）における被検体（例えば、乳房）の医用画像（MRI画像200）を取得する医用画像取得部102と、第1の形状状態（非保持状態）から第2の形状状態（保持板303、304により被検体が保持された保持状態）への被検体の変形情報を取得する変形情報取得部104と、第2の形状状態における被検体の撮像領域（撮像領域703）を設定する撮像領域設定部108と、変形情報に基づいて変形させた医用画像（変形MRI画像600）を、撮像領域（撮像領域703）に合わせて変換して変換画像（変形MRI__MIP画像700）を生成する変形画像生成部106と、変換画像（変形MRI__MIP画像700）と撮像領域（撮像領域703）とを重畳して表示画像を生成する表示画像生成部110とを備える。

【0038】

これにより、本実施形態に係る画像処理装置は、PAT画像の撮像領域を設定する際に、被検体内における腫瘍等の注目領域が描出されているMRI画像を参照することができる。そのため、被検体内における腫瘍等の注目領域が適切に撮像されるように撮像領域を設定することができる。

【0039】

なお、本実施形態では、人体の乳房を被検体とする場合を例として説明したが、本発明の実施はこれに限らず、任意の被検体であってもよい。

【0040】

<第1実施形態の変形例1>

本実施形態では、変換画像として、変形MRI__MIP画像を生成する場合を例として説明したが、本発明の実施形態はこれに限らず、例えば、変形MRI画像のアキシャル断面（XY平面）を変換画像として生成してもよい。その際に、腫瘍704を含むアキシャル断面を選択して表示してもよいし、 $Z=0$ と $Z=d$ （保持後の平板間の距離）の間のアキシャル断面を順次表示して、腫瘍704の全体が含まれているかどうかを確認できるようにしてもよい。また、変形MRI画像のアキシャル断面に限らず、サジタル断面（YZ平面）や coronal 断面（XZ平面）を変換画像として生成し、その上で撮像領域の設定や確認ができるようにしてもよい。さらに、変形MRI画像のアキシャル断面、サジタル断面、coronal 断面に限らず、曲断面を含む任意の断面で撮像領域を確認できるようにしてもよい。また、本変形例における断面画像は、断面から所定の範囲内における画素値の最大値を断面上に投影したMIP画像（スラブMIP画像）であってもよい。

【0041】

<第1実施形態の変形例2>

本実施形態では、2次元の変形MRI__MIP画像と2次元の撮像領域に基づいて表示画像を生成する場合を例として説明したが、本発明の実施形態はこれに限らない。例えば、3次元の変形MRI画像のボリュームレンダリング画像を変換画像として生成し、3次元の撮像領域を重畳した表示画像を生成して、任意の視線方向から観察できるようにしてもよい。すなわち、変形画像生成部106は、被検体の形状状態における医用画像のボリュームレンダリング画像または最大値投影画像（MIP画像）を、変換画像として生成することができる。なお、3次元の撮像領域は、例えば、PAT装置座標系C__PATにおける $Z=0$ の2次元平面上の撮像領域（矩形領域）を、 $Z=0$ から $Z=d$ まで押し出すことで形成される直方体の領域として設定することができる。

10

20

30

40

50

【0042】

< 第1実施形態の変形例3 >

本実施形態では、第1医用画像撮像装置180としてMRI装置を用いる場合を例として説明したが、本発明の実施形態はこれに限らない。例えば、X線CT装置、PET/SPECT装置、3次元超音波装置などを用いることができる。また、その他の何れのモダリティであってもよい。これらのモダリティを用いる場合には、平板圧迫変形の推定のみならず、撮像体位が異なることによる変形（例えば仰臥位から伏臥位への重力変形）の推定も行って、変形関数 $F(x, y, z)$ を求めておけばよい。なお、仰臥位から伏臥位への重力変形の推定には、例えば非特許文献2に開示されている、重力変形シミュレーションに基づく手法を用いることができる。非特許文献2は、Y. Hu, et al. "A statistical motion model based on biomechanical simulations," Proc. MICCAI 2008, Part I, LNCS 5241, pp. 737-744, 2008.である。また、第1医用画像撮像装置180と第2医用画像撮像装置182は同一の撮像装置であってもよい。また、本実施形態では、第2医用画像撮像装置182としてPAT装置を用いる場合を例として説明したが、本発明の実施の形態はこれに限らない。例えば、X線マンモグラフィ装置や超音波診断装置であってもよく、それ以外の何れのモダリティであってもよい。

10

【0043】

< 第1実施形態の変形例4 >

本実施形態では、変形MRI画像600を生成した上で、それに基づいて変形MRI__MIP画像を生成する場合を例として説明したが、本発明の実施形態はこれに限らない。例えば、変形MRI画像600は生成せずに、MRI画像200と変形情報とに基づいて変形MRI__MIP画像を生成してもよい。

20

【0044】

(第2実施形態；カメラ画像あり)

本実施形態に係る画像処理装置は、PAT装置に搭載されたカメラで乳房の外観を撮像し、その画像（以下、外観画像と呼ぶ）上で撮像領域を設定する構成のPAT装置において、撮像領域の設定を支援する。すなわち、撮像状態の乳房に合わせてMRI画像を変形させることによって、撮像状態の乳房の外観画像上において乳房の内部（腫瘍等の注目領域を含む）が透けて見えるような画像を生成し、その画像が表示された撮像領域設定画面上で撮像領域を設定可能とする。

30

【0045】

本実施形態では、外観画像にMRI画像を変形位置合わせする、すなわち平板圧迫変形を推定することによって、変形MRI画像を生成する。また、本実施形態では外観画像上でPAT画像の撮像に適さない領域（不適切領域）を設定する。以下、本実施形態に係る画像処理装置について、第1実施形態との相違部分を中心に説明する。

【0046】

< 画像診断システム8の構成 >

図8は、本実施形態に係る画像診断システム8の構成を示す。なお、図1と同じ機能を有する処理部については同じ番号、記号を付けており、その説明を省略する。

40

【0047】

画像診断システム8は、画像処理装置800と、第1医用画像撮像装置180と、第2医用画像撮像装置882と、表示部184と、データサーバ190とを有している。

【0048】

第2医用画像撮像装置882には、第1実施形態で図3を参照して説明した第2医用画像撮像装置182の構成に加えて、さらに乳房の外観画像を撮像するためのカメラが搭載されている。ここで図9は、第2医用画像撮像装置882による撮像の様子を示す模式図である。図9の905は保持板303を通して足側から乳房の外観を撮像可能な位置に設置されたカメラであり、C__CAMは、カメラ905の焦点位置を原点とするカメラ座標系である。ここで、カメラ905はPAT装置座標系C__PATにおいて校正済みである

50

ものとする。そして、カメラ校正により求められた、カメラ座標系 C__CAM から PAT 装置座標系 C__PAT への座標変換行列 T__CTOP およびカメラ内部パラメータは、既知の情報として画像処理装置 800 が保持しているものとする。

【0049】

また図 10 は、カメラ 905 によって撮像された乳房の外観画像 1000 を示す模式図である。本実施形態では、外観画像 1000 の右下端を外観画像座標系 C__IMG の原点とし、Z = 0 平面上に外観画像 1000 が位置するものとする。なお、カメラ座標系 C__CAM から外観画像座標系 C__IMG への変換には、一般的な手法を用いることができるため、説明を省略する。

【0050】

< 画像処理装置 800 の機能ブロック構成 >

画像処理装置 800 は、データサーバ 190、第 2 医用画像撮像装置 882、表示部 184 と接続されている。画像処理装置 800 は、医用画像取得部 102 と、変形情報取得部 804 と、変形画像生成部 106 と、撮像領域設定部 808 と、表示画像生成部 810 と、外観画像取得部 812 と、不適切領域設定部 814 とを備えている。

【0051】

変形情報取得部 804 は、外観画像 1000 に MRI 画像 200 を変形位置合わせすることによって変形情報を取得し、変形画像生成部 106 へ出力する。

【0052】

撮像領域設定部 808 は、表示部 184 の撮像領域設定画面上で撮像領域を設定し、設定した撮像領域を第 2 医用画像撮像装置 882 および表示画像生成部 810 へ出力する。

【0053】

表示画像生成部 810 は、変形 MRI 画像 600 から変形 MRI__MIP 画像を生成し、生成した画像と、外観画像 1000 と、図 10 に示すような PAT 画像の撮像に適さない不適切領域 1001 と撮像領域とに基づいて表示画像を生成して、表示部 184 へ出力する。

【0054】

外観画像取得部 812 は、画像処理装置 800 へと入力される外観画像を取得し、不適切領域設定部 814、変形情報取得部 804、および撮像領域設定部 808 へ出力する。

【0055】

不適切領域設定部 814 は、表示部 184 の撮像領域設定画面に表示された外観画像上で PAT 画像の撮像に適さない領域（不適切領域）を設定して、撮像領域設定部 808 へ出力する。

【0056】

なお、上記機能ブロックの構成はあくまでも一例であり、複数の機能ブロックが 1 つの機能ブロックを構成するようにしてもよいし、何れかの機能ブロックが更に複数の機能ブロック分かれて構成されてもよい。

【0057】

< 画像処理装置 800 が実施する処理 >

次に、図 11 のフローチャートを参照して、本実施形態に係る画像処理装置 800 が実施する処理の手順について説明する。

【0058】

本実施形態では、図 5 を参照して説明した第 1 実施形態に係る画像処理装置 100 が実施する処理と比較して、ステップ S11000 の処理とステップ S11010 の処理との間にステップ S11002 およびステップ S11004 が存在する点が異なる。また、ステップ S5010、ステップ S5035 からステップ S5050 まで、およびステップ S5070 の処理の代わりに、それぞれステップ S11010、ステップ S11035 からステップ S11050 まで、およびステップ S11070 の処理が行われる点が異なる。以下、これらの各ステップの処理を中心に説明する。なお、ステップ S11000、ステップ S11020、ステップ S11030、ステップ S11060、およびステップ S1

10

20

30

40

50

1080の処理は、それぞれステップS5000、ステップS5020、ステップS5030、ステップS5060、およびステップS5080の処理と同様であるため、説明を省略する。

【0059】

[S11002；外観画像の取得]

ステップS11002において、外観画像取得部812は、第2医用画像撮像装置882から画像処理装置100へと入力される、被検者の乳房の外観画像1000を取得する。

【0060】

[S11004；不適切領域の設定]

ステップS11004において、不適切領域設定部814は、外観画像1000を表示部184の撮像領域設定画面に表示し、表示された画像上で、PAT画像の撮像に適さない不適切領域を設定する。本実施形態では、例えば乳房が適切に圧迫されていない等の理由により、PAT画像を適切に撮像できないことが想定される領域を、不適切領域として設定する。例えば、図10における点線と実線の間の領域である1001が不適切領域を表す。このような不適切領域は、不図示のマウスやキーボードなどを用いて、ユーザが手動で設定することができる。または、画像処理等を用いて自動で設定してもよい。

【0061】

[S11010；変形情報の取得]

ステップS11010において、変形情報取得部804は、MRI画像を撮像状態の乳房の形状に変形させるための変形情報を取得する。本実施形態では、外観画像1000にMRI画像200を変形位置合わせすることによって変形関数 (x, y, z) を求め、該変形関数を変形情報として用いるものとする。この位置合わせには、例えば非特許文献3に開示されている、MRI画像に対して平板圧迫による物理変形シミュレーションを施して得られる変形後の乳房形状を、X線マンモグラフィ画像から抽出した乳房の2次元形状に基づいて評価する技術を用いることができる。非特許文献3は、C. Tanner, et al. "Breast Shapes on Real and Simulated Mammograms," Proc. Int. Workshop on Digital Mammography 2010 (IWDM 2010), LNCS 6136, pp. 540 - 547, 2010.である。

【0062】

[S11035；MIP画像の生成]

ステップS11035において、表示画像生成部810は、撮像領域を設定するための空間（外観画像の平面）に合わせて変換した変換画像を生成する。まず、ステップS11030で生成されたPAT装置座標系C__PATにおける変形MRI画像600を、カメラ座標系C__CAMに変換した上で、外観画像座標系C__IMGに変換する。次に、外観画像座標系C__IMGのZ軸方向における画素値の最大値をXY平面 $(Z=0)$ 上に投影することによって、外観画像座標系C__IMGにおける変形MRI__MIP画像1201を変換画像として生成する（図12参照）。

【0063】

[S11040；撮像領域の初期設定]

ステップS11040において、撮像領域設定部808は、第2医用画像撮像装置882の撮像領域の初期設定を行う。例えば、第2医用画像撮像装置882によって撮像可能な範囲の全体を含む長方形を撮像領域の初期値として設定する。本実施形態では、撮像領域を外観画像座標系C__IMGにおいて設定するものとする。

【0064】

次に、外観画像座標系C__IMGにおける撮像領域の初期値に基づいて、PAT装置座標系C__PATにおける撮像領域を求める。例えば、設定された撮像領域の4頂点を、カメラ座標系C__CAMにおける4点に変換した上で、それら4点とカメラ座標系における原点とを結ぶ4直線と保持板303との4つの交点を求め、PAT装置座標系C__PAT

10

20

30

40

50

における4点に変換する。そして、それらの4点に外接する矩形を、PAT装置座標系C__PATにおける撮像領域1203とする(図12参照)。

【0065】

[S11050; 表示画像の生成]

ステップS11050において、表示画像生成部810は、外観画像1000上に、ステップS11035で生成した変形MRI__MIP画像1201、不適切領域1001、および撮像領域1203を重畳した表示画像を生成し、表示部184へ出力する。この場合、撮像領域を設定するための空間は外観画像1000の平面となる。なお、不適切領域1001は重畳しなくても構わない。すなわち、表示画像生成部810は、外観画像1000と変換画像(変形MRI__MIP画像1201)と撮像領域1203とを重畳して表示画像を生成してもよい。

10

【0066】

なお、変形MRI__MIP画像1201は、外観画像1000の上に半透明に重ね合わせてもよいし、透過度0%で重ね合わせてもよい。または、不図示のマウスやキーボードなどを用いてユーザが透過度を調整できるようにしてもよい。

【0067】

[S11070; 撮像領域の調整]

ステップS11040において、撮像領域設定部808は、第2医用画像撮像装置882の撮像領域を調整する。具体的には、まず、表示部184の撮像領域設定画面に表示された画像上で、例えば不図示のマウスやキーボードなどを用いて、設定された撮像領域1203(2次元の矩形領域)の範囲をユーザが手で調整する。撮像領域1203は、例えば腫瘍1202の全体が含まれるようにユーザが調整する。そして、外観画像座標系C__IMGにおける撮像領域1203に基づいて、PAT装置座標系C__PATにおける撮像領域を、ステップS11040と同様の処理によって求める。その後、ステップS11050に戻る。以上のようにして、画像処理装置800の一連の処理が実施される。

20

【0068】

以上説明したように、本実施形態に係る画像処理装置は、PAT画像の撮像領域を設定する際に、MRI画像と乳房の外観画像を併せて参照することができる。これにより、被検体の腫瘍等の注目領域がより適切に撮像されるように撮像領域を設定することができる。

30

【0069】

<第2実施形態の変形例1>

本実施形態では、保持板303を通して足側から乳房の外観を撮像可能な位置にカメラ905を設置する場合について説明したが、本発明の実施形態はこれに限らない。例えば、保持板304を通して頭側から乳房の外観を撮像可能な位置や、側面から乳房の外観を撮像可能な位置などに設置してもよい。また、カメラの設置台数は1台に限らず複数台でもよく、その際に、各カメラで撮像した外観画像の夫々に対して表示画像を生成してもよい。

【0070】

<第2実施形態の変形例2>

本実施形態では、不適切領域および撮像領域を外観画像座標系C__IMGにおける画像上で設定する場合を例に説明したが、本発明の実施形態はこれに限らず、PAT装置座標系C__PATにおける画像上で設定してもよい。その場合には、外観画像1000および不適切領域1001を、例えば保持板303の4隅の4点の平面射影変換によって外観画像座標系C__IMGからカメラ座標系C__CAMに変換した上で、さらにPAT画像座標系C__PATに変換すればよい。なお、本実施形態においても、第1実施形態と同様の変形例をとることができる。

40

【0071】

(第3実施形態)

第1および第2実施形態では、第2医用画像撮像装置182として、2枚の平板で被検

50

体を保持する方式のPAT装置を用いる場合を例として説明したが、本発明の実施形態はこれに限らず、何れの保持方式であってもよい。本実施形態では、被検体を2つの保持部材で挟みこむのではなく、1つの保持部材を体に押し付けることで、被検体が薄くなるように圧迫して保持する方式のPAT装置を用いる場合について説明する。特に、保持部材として伸縮性の保持膜を用いる場合について説明する。以下、本実施形態に係る画像処理装置について、第1実施形態との相違部分を中心に説明する。

【0072】

<画像診断システム13の構成>

図13は、本実施形態に係る画像診断システム13の構成を示す。なお、図1と同じ機能を有する処理部については同じ番号、記号を付けており、その説明を省略する。

10

【0073】

画像診断システム13は、画像処理装置1300と、第1医用画像撮像装置180と、第2医用画像撮像装置1382と、表示部184と、データサーバ190とを有している。

【0074】

第2医用画像撮像装置1382は光音響断層撮像装置(PAT装置)であり、後述する画像処理装置1300の撮像領域設定部108により設定される撮像領域の範囲内に近赤外光パルスを照射することによって被検者の乳房を撮像する。ここで、図14は第2医用画像撮像装置1382による撮像の様子を示す模式図である。被検者は第2医用画像撮像装置1382の上面1402のベッドで伏臥位の体位をとる。そして、被検体である片側の乳房1401を第2医用画像撮像装置1382の上面1402の開口部1403に挿入する。このとき、乳頭から大胸筋に向かう方向の照射光が乳房の内部まで届くように、乳房は透明な保持膜1404により乳頭から大胸筋に向かう方向に圧迫した状態で保持され、その厚みが薄くなった状態で撮像される。ここで、保持膜1404は一定の張力を有しており、乳房1401を挿入する以前は平面状の形状となっている。そして、挿入した乳房1401からの圧力を受けることによって、保持膜1404は変形して撓んだ状態となる。すなわち、本実施形態では、乳房と接触する面(保持面)は曲面となる。

20

【0075】

第2医用画像撮像装置1382は、照射部1408と超音波探触子1405からなる撮像ユニット1409を備えている。撮像ユニット1409は、該撮像ユニットの上部(撮像ユニット1409からみて上面1402に直交する方向)が撮像されるように、可動ステージ1407に装着されている。照射部1408は、照射光である近赤外光パルスを、被検体に向けて照射する。そして、超音波探触子1405は、近赤外光パルスの照射に応じて被検体内で発生した光音響信号を受信する。すなわち、第2医用画像撮像装置1382は、可動ステージ1407によって撮像ユニット1409を撮像領域の範囲内で移動(スキャン)させながら、撮像領域の範囲内の被検体の撮像を行う。本実施形態では、PAT装置座標系C-PATを以下のように定義する。すなわち、上面1402に平行な平面をXZ平面とし、被検者の右手から左手へ方向を表す軸をX軸、被検者の足から頭に向かう方向を表す軸をZ軸と定義する。また、上面1402の法線方向をY軸とし、被検者の正面から背面に向かう方向をY軸の正方向と定義する。そして、上面1402における右手側の下端位置を原点とする。

30

40

【0076】

<画像処理装置1300の機能ブロック構成>

画像処理装置1300は、データサーバ190、第2医用画像撮像装置1382、表示部184と接続されている。画像処理装置1300は、医用画像取得部102と、変形情報取得部1304と、変形画像生成部1306と、撮像領域設定部108と、表示画像生成部110とを備えている。

【0077】

変形情報取得部1304は、MRI画像200を保持膜1404により圧迫された状態の乳房に変形位置合わせすることにより変形情報を算出して取得し、当該変形情報を変形

50

画像生成部 1306 へと出力する。

【0078】

変形画像生成部 1306 は、MRI 画像 200 と変形情報とに基づいて、MRI 画像 200 を保持膜 1404 により圧迫された状態の乳房の形状に変形させた変形 MRI 画像を生成し、表示画像生成部 110 へ出力する。

【0079】

< 画像処理装置 1300 が実施する処理 >

次に、図 15 のフローチャートを参照して、本実施形態に係る画像処理装置 1300 が実施する処理の手順について説明する。本実施形態に係る画像処理装置 1300 が実施する処理は、図 5 を参照して説明した第 1 実施形態に係る画像処理装置 100 が実施する処理と比較して、ステップ S15010、ステップ S15030、およびステップ S15035 の処理が、対応するステップ S5010、ステップ S5030、およびステップ S5035 の処理と異なっている。

10

【0080】

[S15010 ; 変形情報の取得]

ステップ S15010 において、変形情報取得部 1304 は、MRI 画像 200 を保持膜 1404 により圧迫された状態の乳房の形状に変形させるための変形情報を算出する。本実施形態では、PAT 装置座標系 C__PAT と MRI 画像座標系 C__MRI とにおける被検者の姿勢が略一致しているものと仮定する。すなわち、保持膜 1404 により、MRI 画像座標系 C__MRI における Y 軸方向に概ね沿って乳房が圧縮されるものとする。また、物理変形シミュレーションの際に、乳房 1401 の外形形状および MRI 画像 200 における大胸筋の形状を入力するものとする。

20

【0081】

ここで、PAT 装置座標系 C__PAT における乳房 1401 の外形形状は、例えば、第 2 医用画像撮像装置 1382 における乳房を計測可能な位置に設置された 1 つ以上の距離計測装置 1406 を用いて取得することができる (図 14 の例では距離計測装置 1406 A、1406 B)。すなわち、距離計測装置 1406 で乳房の距離画像を撮像し、その画像中の乳房領域を不図示のマウスやキーボードなどを用いてユーザが手動で指定することによって、乳房 1401 の外形形状を取得することができる。その際に、距離計測装置 1406 は PAT 装置座標系 C__PAT において校正済みであるものとする。ここで、PAT 装置座標系 C__PAT における乳頭位置も、距離計測装置 1406 を用いて取得することができる。なお、乳房 1401 の外形形状の代わりに、距離計測装置 1406 を用いて保持膜 1404 の形状を取得して用いてもよい。

30

【0082】

また、MRI 画像座標系 C__MRI における大胸筋の形状は、MRI 画像 200 に対して、公知の画像解析手法を適用したり、不図示のマウスやキーボードなどを用いてユーザが手動で指定したりすることによって、取得することができる。

【0083】

[S15030 ; 変形画像の生成]

ステップ S15030 において、変形画像生成部 1306 は、MRI 画像 200 に基づいて、保持膜 1404 により圧迫された状態の乳房の形状に変形された変形 MRI 画像を生成する。変形前後の乳房形状を比較すると、PAT 装置座標系 C__PAT における Y 軸方向への圧迫により、XZ 平面において乳房領域が伸長し、Y 軸方向に圧縮されることになる。

40

【0084】

[S15035 ; Y 軸方向 MIP 画像 (変換画像) の生成]

ステップ S15035 において、変形画像生成部 1306 は、撮像領域に合わせて変換した変換画像を生成する。例えば、ステップ S15030 で生成された変形 MRI 画像に基づいて、PAT 装置座標系 C__PAT における Y 軸方向の画素値の最大値を XZ 平面 (Y = 0) 上に投影することによって、図 16 に示すような変形 MRI__MIP 画像 160

50

0を生成する。

【0085】

[S15050；表示画像の生成]

ステップS15050において、表示画像生成部110は、ステップS15035で生成したY軸方向に沿った変形MRI__MIP画像1600上に、図16に示すような撮像領域1603を重畳した表示画像を生成し、表示部184へ出力する。

【0086】

[S15070；撮像領域の調整]

ステップS15070において、撮像領域設定部108は、ユーザ操作に基づいて、表示画像上で第2医用画像撮像装置1382の撮像領域を調整する。具体的には、表示部184の撮像領域設定画面に表示された画像上で、不図示のマウスやキーボードなどを用いて、設定された撮像領域1603（2次元の矩形領域）の範囲をユーザが手動で調整する。撮像領域1603は、表示された画像上でユーザが視認した情報に基づき、例えば腫瘍1304の全体が含まれるようにユーザが調整する。なお、1604は変形MRI__MIP画像中の腫瘍を示し、1605は変形MRI__MIP画像中の乳頭を示している。その後、ステップS15050に戻る。

【0087】

以上説明したように、本実施形態に係る画像処理装置1300は、第1の形状状態（非保持状態）における被検体（例えば、乳房）の医用画像（MRI画像200）を取得する医用画像取得部102と、第1の形状状態（非保持状態）から第2の形状状態（保持膜1404により被検体が保持された保持状態）への被検体の変形情報を取得する変形情報取得部1304と、第2の形状状態における被検体の撮像領域を設定する撮像領域設定部108と、変形情報に基づいて変形させた医用画像を、撮像領域に合わせて変換して変換画像（変形MRI__MIP画像）を生成する変形画像生成部1306と、変換画像（変形MRI__MIP画像）と撮像領域とを重畳して表示画像を生成する表示画像生成部110とを備える。

【0088】

これにより、本実施形態に係る画像処理装置は、PAT画像の撮像領域を設定する際に、被検体内における腫瘍等の注目領域が描出されているMRI画像を参照することができる。そのため、被検体内における腫瘍等の注目領域が適切に撮像されるように撮像領域を設定することができる。また、本実施形態によれば、両側から乳房を圧迫する構成に比べて、被検者の負担を軽減することができる。

【0089】

<第3実施形態の変形例1>

本実施形態では、1枚の保持膜により被検体が薄くなるように圧迫して保持する場合を例として説明したが、本発明の実施形態はこれに限らない。例えば、保持部材としてアーチ状や皿状の形状の容器（保持容器とする）を当てることで、乳房が薄くなるように保持する構成であってもよい。保持容器の形状が既知である場合には、保持容器の形状に合わせて、MRI画像中の被検体の形状が一致するようにMRI画像の変形を推定すればよい。また、保持容器の形状が未知の場合や、保持容器と被検体の間にマッチング剤やマッチング液が存在する場合には、距離計測装置で取得した乳房側面の外形形状に合わせてMRI画像の変形を推定してもよい。また、平面状の保持板を乳頭方向から押し当てて保持する保持形態であってもよい。この場合には、距離計測装置で取得した乳房側面の外形形状と平面の形状を組み合わせて、乳房の外形形状とすればよい。

【0090】

<第3実施形態の変形例2>

本実施形態では、第1実施形態と同様に変形MRI画像が表示された撮像領域設定画面上で撮像領域を設定する場合を例に説明したが、第2実施形態と同様にPAT装置に搭載されたカメラで撮像した乳房の外観画像上で撮像領域を設定してもよい。このカメラは、例えば保持膜1204を通して被検者の正面側から乳房の外観を撮像可能な位置に設置し

10

20

30

40

50

、PAT装置座標系C__PATにおいて校正すればよい。図17は、カメラによって被検者の正面側から撮像された乳房の外観画像1700を示す模式図である。CIMGは外観画像座標系、1701は外観画像中の開口部1703、1705は外観画像中の乳頭を示している。

【0091】

本変形例では、 $Y = 0$ のXZ平面上に外観画像1700が位置するものとする。そして、図18は、外観画像1700上に、Y軸方向に沿った変形MRI__MIP画像1600および重畳した表示画像を示す模式図である。この表示画像上で、第2実施形態と同様に、例えば変形MRI__MIP画像中の腫瘍1604の全体が含まれるように、ユーザが手動で撮像領域1803を設定することができる。

10

【0092】

<第3実施形態の変形例3>

本実施形態では、撮像領域1803が2次元の矩形領域である場合を例として説明したが、本発明の実施形態はこれに限らない。例えば、撮像領域1803は、可動ステージ1407によって撮像ユニット1409を移動(スキャン)させる方式に応じて、円や楕円で囲まれた領域としてもよい。あるいは、任意の閉曲線で囲まれた領域としてもよい。

【0093】

(その他の実施形態)

本発明は、上述の実施形態の1以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける1つ以上のプロセッサがプログラムを読み出し実行する処理でも実現可能である。また、1以上の機能を実現する回路(例えば、ASIC)によっても実現可能である。

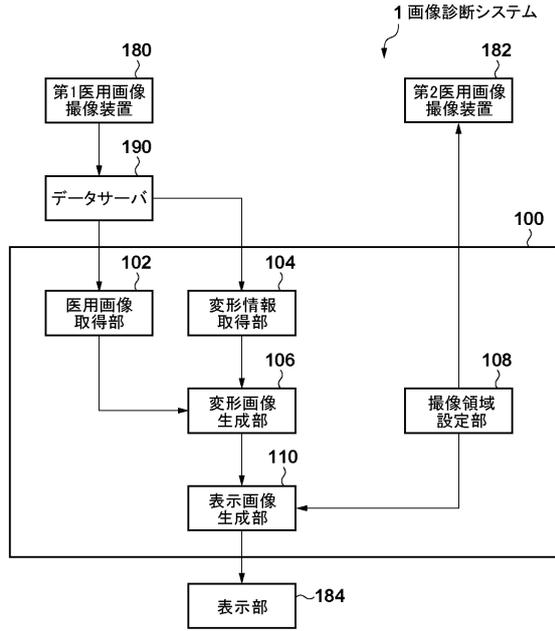
20

【符号の説明】

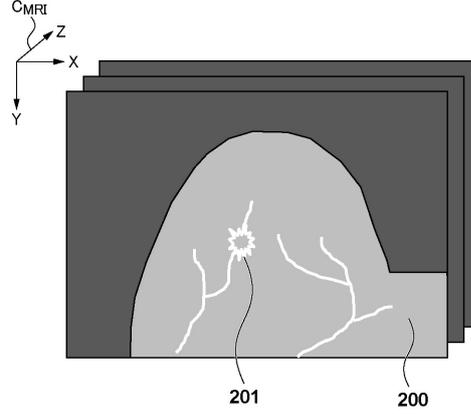
【0094】

100：画像処理装置、102：医用画像取得部、104：変形情報取得部、106：変形画像生成部、撮像領域設定部、110：表示画像生成部

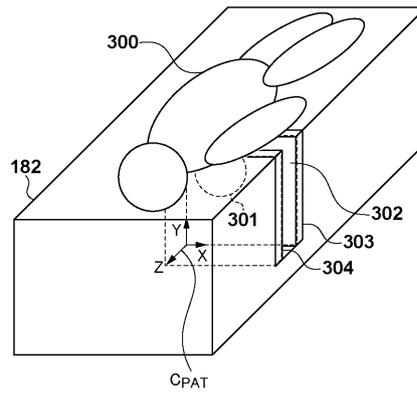
【図1】



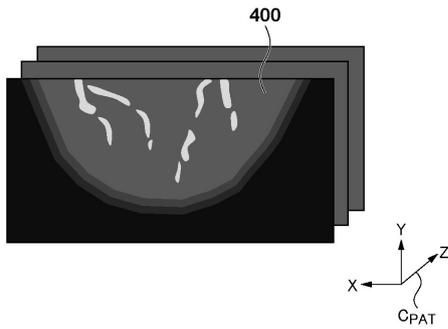
【図2】



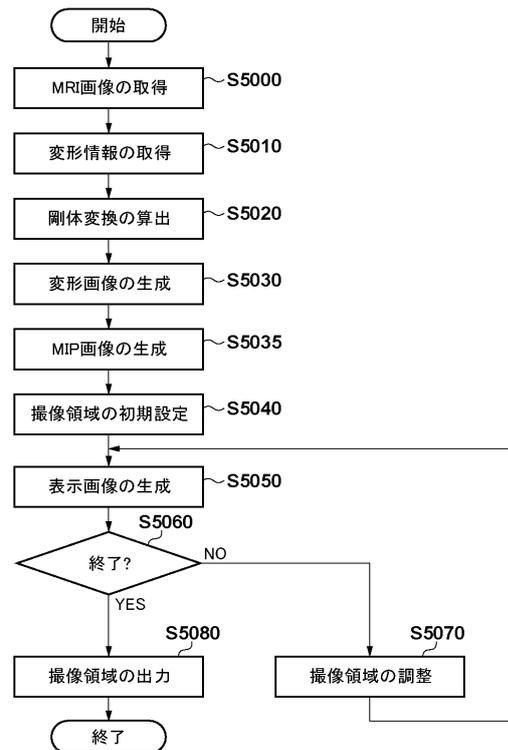
【図3】



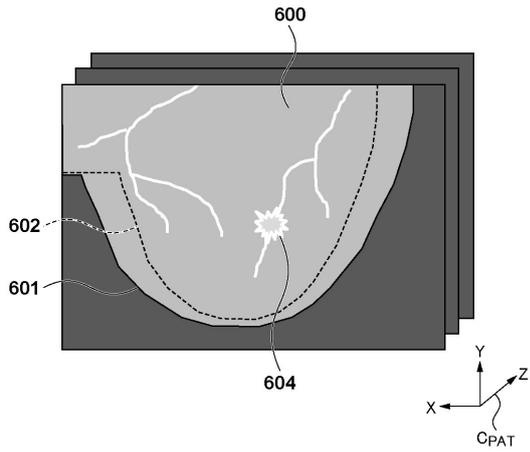
【図4】



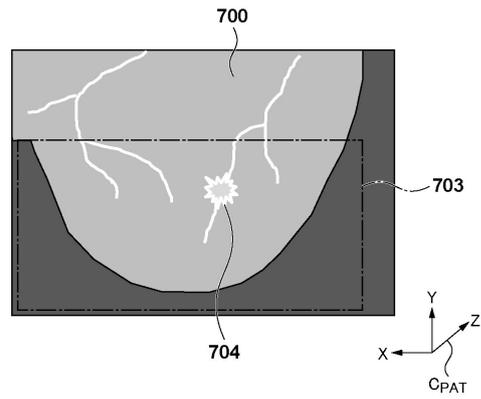
【図5】



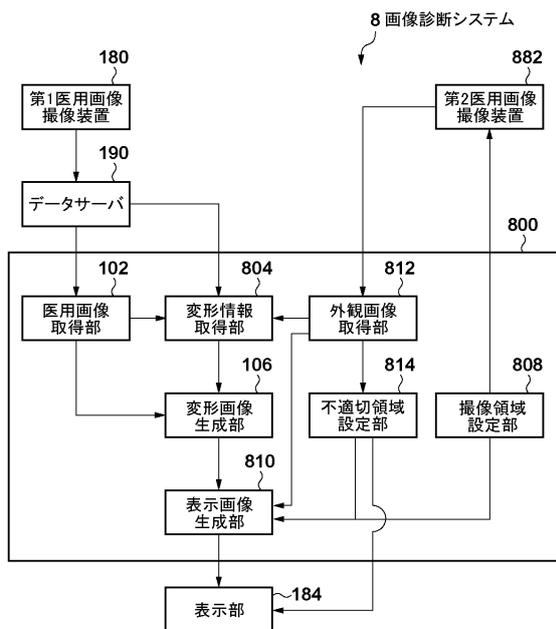
【図6】



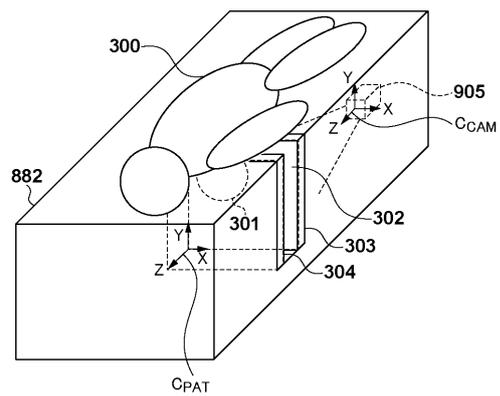
【図7】



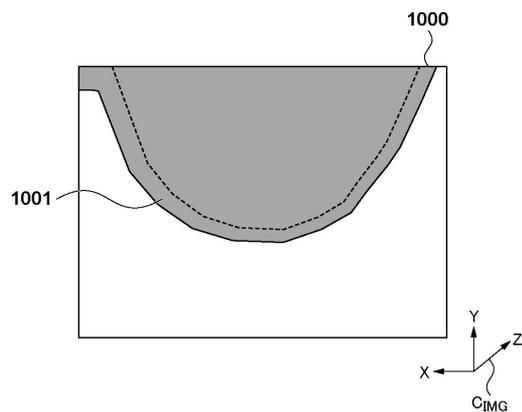
【図8】



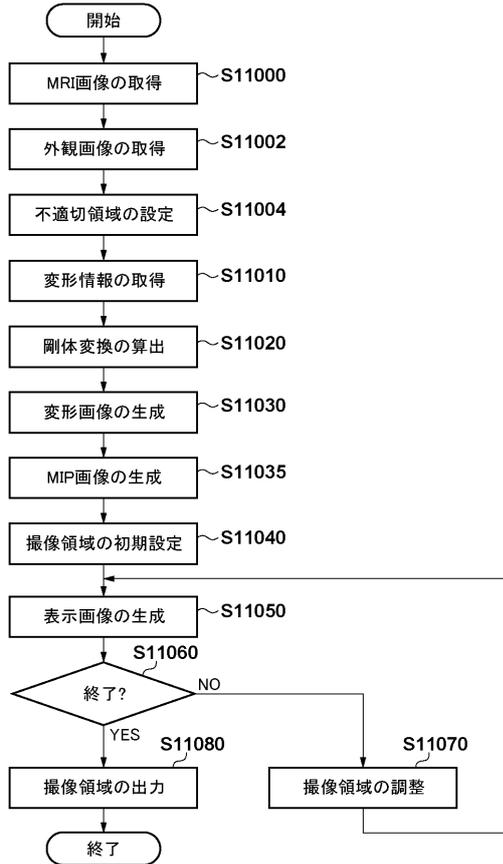
【図9】



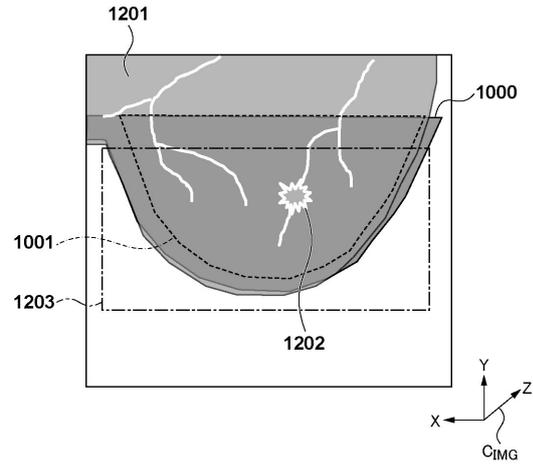
【図10】



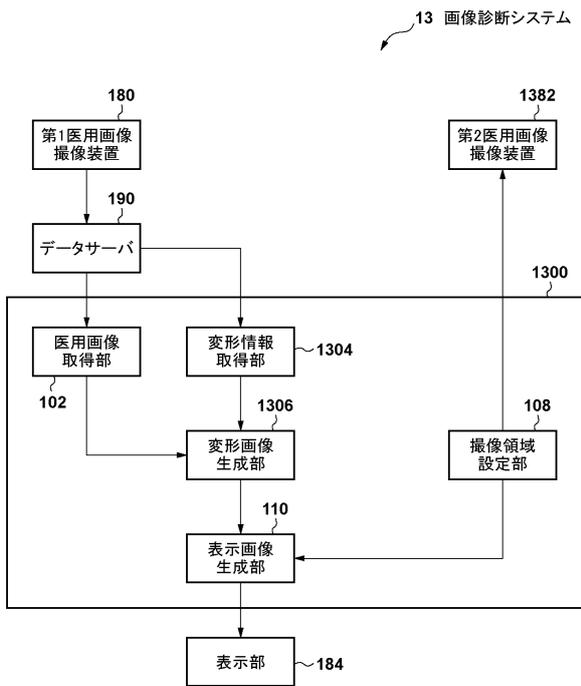
【図11】



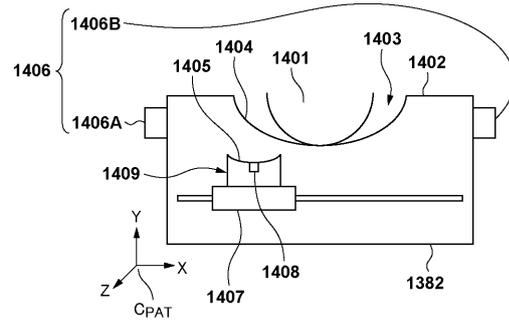
【図12】



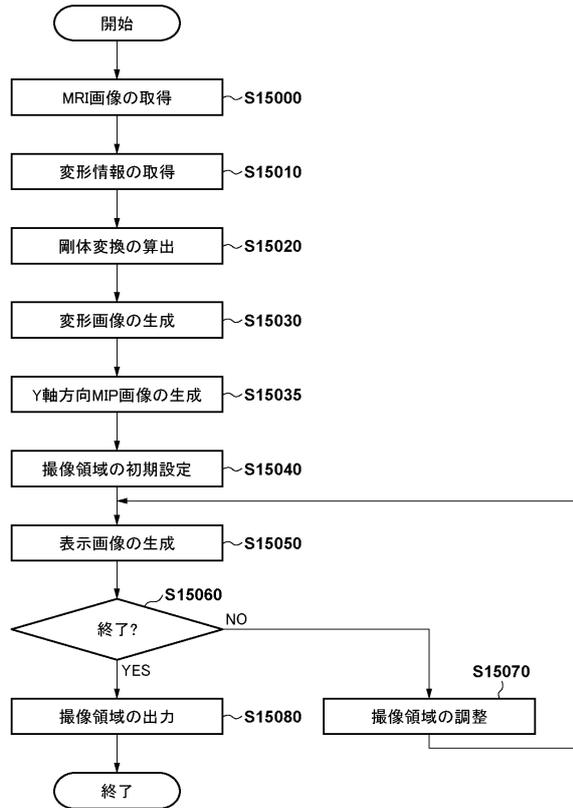
【図13】



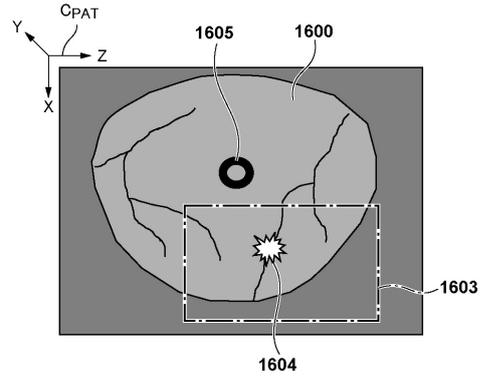
【図14】



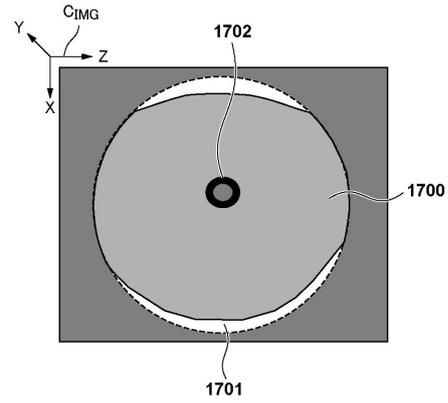
【図15】



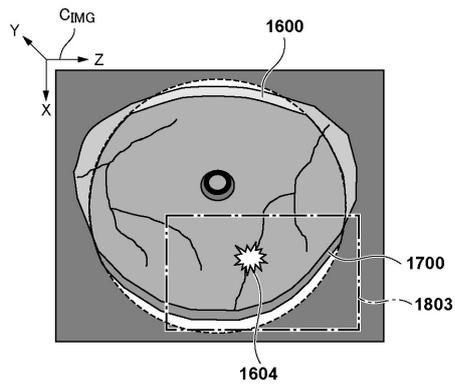
【図16】



【図17】



【図18】



フロントページの続き

- (72)発明者 遠藤 隆明
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 佐藤 清秀
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

審査官 後藤 順也

- (56)参考文献 特開2013-000398(JP,A)
特開2013-150825(JP,A)
特開2012-217769(JP,A)
特開2013-059658(JP,A)
米国特許出願公開第2012/0321161(US,A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|---------|-------------------|
| A 6 1 B | 8 / 0 0 - 8 / 1 5 |
| A 6 1 B | 5 / 0 5 5 |