

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6967983号  
(P6967983)

(45) 発行日 令和3年11月17日(2021.11.17)

(24) 登録日 令和3年10月28日(2021.10.28)

(51) Int.Cl.	F 1					
<b>A 6 1 B</b>	<b>6/00</b>	<b>(2006.01)</b>	A 6 1 B	6/00	3 5 0 P	
<b>A 6 1 B</b>	<b>5/055</b>	<b>(2006.01)</b>	A 6 1 B	5/055	3 8 0	
<b>G O 1 T</b>	<b>1/161</b>	<b>(2006.01)</b>	G O 1 T	1/161	D	
<b>G O 6 T</b>	<b>1/00</b>	<b>(2006.01)</b>	G O 6 T	1/00	2 9 0	
<b>G O 6 T</b>	<b>5/50</b>	<b>(2006.01)</b>	G O 6 T	5/50		

請求項の数 27 (全 33 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2018-11753 (P2018-11753)	(73) 特許権者	306037311 富士フイルム株式会社 東京都港区西麻布2丁目26番30号
(22) 出願日	平成30年1月26日(2018.1.26)	(74) 代理人	100083116 弁理士 松浦 憲三
(65) 公開番号	特開2019-126654 (P2019-126654A)	(72) 発明者	一ノ瀬 晶路 東京都港区赤坂9丁目7番3号 富士フイルム株式会社内
(43) 公開日	令和1年8月1日(2019.8.1)	審査官	安田 明央
審査請求日	令和2年1月30日(2020.1.30)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置、画像処理方法、及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

比較する注目領域をそれぞれに含む第1医用画像、及び第2医用画像を含む複数の医用画像を取得する画像取得部と、

前記第1医用画像、及び前記第2医用画像のそれぞれから、前記注目領域を含む複数の領域を抽出する抽出部と、

前記第1医用画像の前記複数の領域、及び前記第2医用画像の前記複数の領域のうち、前記第1医用画像と前記第2医用画像とに共通する領域であり、前記注目領域と臓器又は組織が異なる特定の領域を、前記第1医用画像と前記第2医用画像との位置合わせの基準となるランドマーク領域として選択するランドマーク領域選択部と、

前記ランドマーク領域を位置合わせの基準として、前記第1医用画像と前記第2医用画像との剛体レジストレーション、又は線形レジストレーションを行い、前記第1医用画像と前記第2医用画像とを重ね合わせた結果画像を生成する位置合わせ部と、

を備え、

前記抽出部は、前記医用画像と前記領域の抽出結果との組、又は前記医用画像と前記ランドマーク領域の選択結果との組を正解データとして学習した学習結果を用いて、前記領域の抽出を行う画像処理装置。

【請求項2】

前記第1医用画像の前記複数の領域、及び前記第2医用画像の前記複数の領域から、1以上の前記注目領域を選択する注目領域選択部を備えた請求項1に記載の画像処理装置。

## 【請求項 3】

前記位置合わせ部は、前記注目領域選択部を用いて選択された前記注目領域を重ね合わせた結果画像を生成する請求項 2 に記載の画像処理装置。

## 【請求項 4】

前記抽出部は、前記医用画像と前記領域の抽出結果との組、又は前記医用画像と前記ランドマーク領域の選択結果との組を正解データとして、前記領域ごとに学習した学習結果を用いて、前記領域の抽出を行う請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の画像処理装置。

## 【請求項 5】

比較する注目領域をそれぞれに含む第 1 医用画像、及び第 2 医用画像を含む複数の医用画像を取得する画像取得部と、

10

前記第 1 医用画像、及び前記第 2 医用画像のそれぞれから、前記注目領域を含む複数の領域を抽出する抽出部と、

前記第 1 医用画像の前記複数の領域、及び前記第 2 医用画像の前記複数の領域のうち、前記第 1 医用画像と前記第 2 医用画像とに共通する領域であり、前記注目領域と臓器又は組織が異なる特定の領域を、前記第 1 医用画像と前記第 2 医用画像との位置合わせの基準となるランドマーク領域として選択するランドマーク領域選択部と、

前記ランドマーク領域を位置合わせの基準として、前記第 1 医用画像と前記第 2 医用画像との剛体レジストレーション、又は線形レジストレーションを行い、前記第 1 医用画像と前記第 2 医用画像とを重ね合わせた結果画像を生成する位置合わせ部と、

を備え、

20

前記抽出部は、前記医用画像と前記領域ごとの抽出結果との組、又は前記医用画像と前記ランドマーク領域の選択結果との組を正解データとして、前記領域ごとに学習した学習結果を用いて、前記領域の抽出を行う画像処理装置。

## 【請求項 6】

前記抽出部は、前記医用画像と前記ランドマーク領域の選択結果との組を正解データとして学習した学習結果を用いて、前記領域の抽出を行う請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の画像処理装置。

## 【請求項 7】

前記第 1 医用画像、及び前記第 2 医用画像について、前記ランドマーク領域の候補とされるランドマーク候補領域を設定するランドマーク候補領域設定部を備えた請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の画像処理装置。

30

## 【請求項 8】

前記ランドマーク候補領域設定部は、前記第 1 医用画像、及び前記第 2 医用画像を構成する全ての領域のうち、前記ランドマーク領域となり得る全ての領域を前記ランドマーク候補領域として設定する請求項 7 に記載の画像処理装置。

## 【請求項 9】

前記ランドマーク領域選択部は、前記ランドマーク候補領域のうち、前記第 1 医用画像、及び前記第 2 医用画像から抽出された領域の中から、前記ランドマーク領域を選択する請求項 7 又は 8 に記載の画像処理装置。

## 【請求項 10】

前記ランドマーク候補領域に優先度を設定する優先度設定部を備えた請求項 7 から 9 のいずれか一項に記載の画像処理装置。

40

## 【請求項 11】

比較する注目領域をそれぞれに含む第 1 医用画像、及び第 2 医用画像を含む複数の医用画像を取得する画像取得部と、

前記第 1 医用画像、及び前記第 2 医用画像のそれぞれから、前記注目領域を含む複数の領域を抽出する抽出部と、

前記第 1 医用画像の前記複数の領域、及び前記第 2 医用画像の前記複数の領域のうち、前記第 1 医用画像と前記第 2 医用画像とに共通する領域であり、前記注目領域と異なる特定の領域を、前記第 1 医用画像と前記第 2 医用画像との位置合わせの基準となるランドマ

50

ーク領域として選択するランドマーク領域選択部と、

前記ランドマーク領域を位置合わせの基準として、前記第1医用画像と前記第2医用画像との剛体レジストレーション、又は線形レジストレーションを行い、前記第1医用画像と前記第2医用画像とを重ね合わせた結果画像を生成する位置合わせ部と、

前記第1医用画像、及び前記第2医用画像について、前記ランドマーク領域の候補とされるランドマーク候補領域を設定するランドマーク候補領域設定部と、

前記ランドマーク候補領域に優先度を設定する優先度設定部と、  
を備えた画像処理装置。

【請求項12】

前記ランドマーク領域選択部は、2つ以上の前記ランドマーク候補領域が設定された場合に、それぞれの前記ランドマーク候補領域の前記優先度が高い順に、1つ以上の前記ランドマーク領域を選択する請求項10又は11に記載の画像処理装置。

10

【請求項13】

前記ランドマーク領域選択部は、複数の前記ランドマーク領域を選択し、

前記位置合わせ部は、前記ランドマーク領域選択部を用いて選択された前記複数のランドマーク領域を用いて前記結果画像を生成する際に、前記ランドマーク領域の誤差が最小となる前記第1医用画像と前記第2医用画像と位置合わせを行う請求項1から12のいずれか一項に記載の画像処理装置。

【請求項14】

前記画像取得部は、同一の種類のカテゴリを用いて生成された前記第1医用画像、及び前記第2医用画像を取得する請求項1から13のいずれか一項に記載の画像処理装置。

20

【請求項15】

前記第1医用画像、及び前記第2医用画像は、同一の患者における同一の被検体について、異なる時期に生成された医用画像が適用される請求項1から14のいずれか一項に記載の画像処理装置。

【請求項16】

前記結果画像を表す結果画像信号を表示装置へ送信する画像信号送信部を備えた請求項1から15のいずれか一項に記載の画像処理装置。

【請求項17】

前記表示装置へ前記結果画像の全体を表示させるか、又は前記表示装置へ前記結果画像の前記注目領域のみ表示させるかを選択する表示選択部を備えた請求項16に記載の画像処理装置。

30

【請求項18】

比較する注目領域をそれぞれに含む第1医用画像、及び第2医用画像を含む複数の医用画像を取得する画像取得工程と、

前記第1医用画像、及び前記第2医用画像のそれぞれから、前記注目領域を含む複数の領域を抽出する抽出工程と、

前記第1医用画像の前記複数の領域、及び前記第2医用画像の前記複数の領域のうち、前記第1医用画像と前記第2医用画像とに共通する領域であり、前記注目領域と臓器又は組織が異なる特定の領域を、前記第1医用画像と前記第2医用画像との位置合わせの基準となるランドマーク領域として選択するランドマーク領域選択工程と、

40

前記ランドマーク領域を位置合わせの基準として、前記第1医用画像と前記第2医用画像との剛体レジストレーション、又は線形レジストレーションを行い、前記第1医用画像と前記第2医用画像とを重ね合わせた結果画像を生成する位置合わせ工程と、

を含み、

前記抽出工程は、前記医用画像と前記領域の抽出結果との組、又は前記医用画像と前記ランドマーク領域の選択結果との組を正解データとして学習した学習結果を用いて、前記領域の抽出を行う画像処理方法。

【請求項19】

比較する注目領域をそれぞれに含む第1医用画像、及び第2医用画像を含む複数の医用

50

画像を取得する画像取得工程と、

前記第 1 医用画像、及び前記第 2 医用画像のそれぞれから、前記注目領域を含む複数の領域を抽出する抽出工程と、

前記第 1 医用画像の前記複数の領域、及び前記第 2 医用画像の前記複数の領域のうち、前記第 1 医用画像と前記第 2 医用画像とに共通する領域であり、前記注目領域と臓器又は組織が異なる特定の領域を、前記第 1 医用画像と前記第 2 医用画像との位置合わせの基準となるランドマーク領域として選択するランドマーク領域選択工程と、

前記ランドマーク領域を位置合わせの基準として、前記第 1 医用画像と前記第 2 医用画像との剛体レジストレーション、又は線形レジストレーションを行い、前記第 1 医用画像と前記第 2 医用画像とを重ね合わせた結果画像を生成する位置合わせ工程と、

を含み、

前記抽出工程は、前記医用画像と前記領域ごとの抽出結果との組、又は前記医用画像と前記ランドマーク領域の選択結果との組を正解データとして、前記領域ごとに学習した学習結果を用いて、前記領域の抽出を行う画像処理方法。

【請求項 20】

前記抽出工程は、

前記医用画像と前記ランドマーク領域の選択結果との組を正解データとして学習した学習結果を用いて、前記領域の抽出を行う請求項 18 又は 19 に記載の画像処理方法。

【請求項 21】

比較する注目領域をそれぞれに含む第 1 医用画像、及び第 2 医用画像を含む複数の医用画像を取得する画像取得工程と、

前記第 1 医用画像、及び前記第 2 医用画像のそれぞれから、前記注目領域を含む複数の領域を抽出する抽出工程と、

前記第 1 医用画像の前記複数の領域、及び前記第 2 医用画像の前記複数の領域のうち、前記第 1 医用画像と前記第 2 医用画像とに共通する領域であり、前記注目領域と異なる特定の領域を、前記第 1 医用画像と前記第 2 医用画像との位置合わせの基準となるランドマーク領域として選択するランドマーク領域選択工程と、

前記ランドマーク領域を位置合わせの基準として、前記第 1 医用画像と前記第 2 医用画像との剛体レジストレーション、又は線形レジストレーションを行い、前記第 1 医用画像と前記第 2 医用画像とを重ね合わせた結果画像を生成する位置合わせ工程と、

前記第 1 医用画像、及び前記第 2 医用画像について、前記ランドマーク領域の候補とされるランドマーク候補領域を設定するランドマーク候補領域設定工程と、

前記ランドマーク候補領域に優先度を設定する優先度設定工程と、

を含む画像処理方法。

【請求項 22】

前記ランドマーク領域選択工程は、2 つ以上の前記ランドマーク候補領域が設定された場合に、それぞれの前記ランドマーク候補領域の前記優先度が高い順に、1 つ以上の前記ランドマーク領域を選択する請求項 21 に記載の画像処理方法。

【請求項 23】

コンピュータに、

比較する注目領域をそれぞれに含む第 1 医用画像、及び第 2 医用画像を含む複数の医用画像を取得する画像取得機能、

前記第 1 医用画像、及び前記第 2 医用画像のそれぞれから、前記注目領域を含む複数の領域を抽出する抽出機能、

前記第 1 医用画像の前記複数の領域、及び前記第 2 医用画像の前記複数の領域のうち、前記第 1 医用画像と前記第 2 医用画像とに共通する領域であり、前記注目領域と臓器又は組織が異なる特定の領域を、前記第 1 医用画像と前記第 2 医用画像との位置合わせの基準となるランドマーク領域として選択するランドマーク領域選択機能、及び

前記ランドマーク領域を位置合わせの基準として、前記第 1 医用画像と前記第 2 医用画像との剛体レジストレーション、又は線形レジストレーションを行い、前記第 1 医用画像

10

20

30

40

50

と前記第 2 医用画像とを重ね合わせた結果画像を生成する位置合わせ機能を実現させるプログラムであり、

前記抽出機能は、前記医用画像と前記領域の抽出結果との組、又は前記医用画像と前記ランドマーク領域の選択結果との組を正解データとして学習した学習結果を用いて、前記領域の抽出を行うプログラム。

【請求項 2 4】

コンピュータに、

比較する注目領域をそれぞれに含む第 1 医用画像、及び第 2 医用画像を含む複数の医用画像を取得する画像取得機能、

前記第 1 医用画像、及び前記第 2 医用画像のそれぞれから、前記注目領域を含む複数の領域を抽出する抽出機能、

前記第 1 医用画像の前記複数の領域、及び前記第 2 医用画像の前記複数の領域のうち、前記第 1 医用画像と前記第 2 医用画像とに共通する領域であり、前記注目領域と臓器又は組織が異なる特定の領域を、前記第 1 医用画像と前記第 2 医用画像との位置合わせの基準となるランドマーク領域として選択するランドマーク領域選択機能、及び

前記ランドマーク領域を位置合わせの基準として、前記第 1 医用画像と前記第 2 医用画像との剛体レジストレーション、又は線形レジストレーションを行い、前記第 1 医用画像と前記第 2 医用画像とを重ね合わせた結果画像を生成する位置合わせ機能を実現させるプログラムであり、

前記抽出機能は、前記医用画像と前記領域ごとの抽出結果との組、又は前記医用画像と前記ランドマーク領域の選択結果との組を正解データとして、前記領域ごとに学習した学習結果を用いて、前記領域の抽出を行うプログラム。

【請求項 2 5】

前記抽出機能は、

前記医用画像と前記ランドマーク領域の選択結果との組を正解データとして学習した学習結果を用いて、前記領域の抽出を行う請求項 2 3 又は 2 4 に記載のプログラム。

【請求項 2 6】

コンピュータに、

比較する注目領域をそれぞれに含む第 1 医用画像、及び第 2 医用画像を含む複数の医用画像を取得する画像取得機能、

前記第 1 医用画像、及び前記第 2 医用画像のそれぞれから、前記注目領域を含む複数の領域を抽出する抽出機能、

前記第 1 医用画像の前記複数の領域、及び前記第 2 医用画像の前記複数の領域のうち、前記第 1 医用画像と前記第 2 医用画像とに共通する領域であり、前記注目領域と異なる特定の領域を、前記第 1 医用画像と前記第 2 医用画像との位置合わせの基準となるランドマーク領域として選択するランドマーク領域選択機能、

前記ランドマーク領域を位置合わせの基準として、前記第 1 医用画像と前記第 2 医用画像との剛体レジストレーション、又は線形レジストレーションを行い、前記第 1 医用画像と前記第 2 医用画像とを重ね合わせた結果画像を生成する位置合わせ機能、

前記第 1 医用画像、及び前記第 2 医用画像について、前記ランドマーク領域の候補とされるランドマーク候補領域を設定するランドマーク候補領域設定機能、及び

前記ランドマーク候補領域に優先度を設定する優先度設定機能を実現させるプログラム。

【請求項 2 7】

前記ランドマーク領域選択機能は、2 つ以上の前記ランドマーク候補領域が設定された場合に、それぞれの前記ランドマーク候補領域の前記優先度が高い順に、1 つ以上の前記ランドマーク領域を選択する請求項 2 6 に記載のプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

10

20

30

40

50

本発明は画像処理装置、画像処理方法、及びプログラムに係り、特に医用画像の位置合わせに関する。

【背景技術】

【0002】

医用画像診断の分野では、複数の医用画像に共通して含まれる特徴領域の比較等の解析が行われる。複数の医用画像の一例として、同一の対象について同一のモダリティを用いた撮像時点が異なる複数の医用画像が挙げられる。

【0003】

特許文献1は、過去に撮像された第1の医用画像に含まれる病変領域の画像と、最も直前に撮像された第2の医用画像に含まれる病変領域の画像との間で非剛体レジストレーションを行う医用画像計測装置が記載されている。同文献に記載の医用画像計測装置は、非剛体レジストレーションの結果として得られた画像変化量を用いて、第3の計測パラメータを取得している。

10

【0004】

複数の医用画像の比較等の解析を行う際に、複数の医用画像の位置合わせを高精度に行うことが重要である。複数の医用画像の位置合わせを行う際に、位置合わせの基準となるランドマークが用いられる。

【0005】

特許文献2は、複数の骨から構成される被検体を異なる時点で撮像した2つの画像の位置合わせを行う画像位置合わせ装置が記載されている。同文献に記載の画像位置合わせ装置は、骨の部位ごとに少なくとも3つのランドマークを設定し、少なくとも3つのランドマークを用いて位置合わせ処理を行う。

20

【0006】

特許文献3は、第1の医用画像データと第2の医用画像データとの間の剛体領域に対して剛体位置合わせを行い、非剛体領域に対して非剛体位置合わせを行う医用画像処理装置が記載されている。

【0007】

特許文献4は、手術の対象部位を含む術中画像と、対象部位の手術に関する関連画像との位置合わせを行う画像位置合わせ装置が記載されている。同文献に記載の画像位置合わせ装置は、関連画像と位置合わせ済みの術中画像と、新たに取得された術中画像から互いに対応する複数の特徴点を抽出する。

30

【0008】

同文献に記載の画像位置合わせ装置は、優先度が設定された複数の特徴点に基づいて、関連画像と位置合わせ済みの術中画像と、新たに取得された術中画像との相対的な相違を表す位置情報に基づいて、関連画像と新たに取得された術中画像との位置合わせをする。優先度は、位置合わせを行う際に適した位置にある画素ほど、大きくなるように付与されている。

【0009】

特許文献5は、超音波画像と同一断層面のMRI画像を取得する際に、体内のランドマークとなる複数の特徴部位を予め定めておき、特徴部位を基準にして検査体内での撮像面を相対的に決める方法が記載されている。同文献には、特徴部位として、呼吸、及び蠕動運動による影響が少ない骨格、及び臓器の輪郭を用いることができると記載されている。なお、MRIは、magnetic resonance imagingの省略語である。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献1】特開2016-16205号公報

【特許文献2】特開2017-63936号公報

【特許文献3】特開2016-104121号公報

【特許文献4】特開2017-164075号公報

50

【特許文献5】特許第4750429号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

しかしながら、特許文献1には、第1の医用画像と第2の医用画像との位置合わせに関する記載はない。

【0012】

特許文献2に記載の発明は、過去に撮像された3次元画像と今回撮像された3次元画像との間において椎骨領域の位置を合わせる際に、椎骨領域にランドマークを設定している。位置合わせの対象領域にランドマークが含まれる場合、被検体の姿勢等の違いに起因して、位置合わせの対象とされる複数の医用画像の間に傾き等の変化が生じた場合に、正確な位置合わせが困難である。

10

【0013】

特許文献3、及び特許文献4には複数の医用画像の位置合わせの基準とされるランドマーク領域に関する記載はなく、特許文献3に記載の発明、及び特許文献4に記載の発明は、ランドマーク領域を用いた複数の医用画像の位置合わせに関するものではない。

【0014】

特許文献5に記載の発明は、超音波画像の評価結果に基づいて、超音波撮像装置以外の撮像装置を用いて撮像した画像を変形させ、2次元画像、又は3次元画像として表示するものであり、複数の医用画像の位置合わせを行うものではない。

20

【0015】

また、特許文献5に記載の発明におけるランドマークは、検査体内での撮像面を相対的に決めるものであって、複数の医用画像の位置合わせの基準ではない。

【0016】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、複数の医用画像について高精度の位置合わせを可能とする、画像処理装置、画像処理方法、及びプログラムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0017】

上記目的を達成するために、次の発明態様を提供する。

30

【0018】

第1態様に係る画像処理装置は、比較する注目領域をそれぞれに含む第1医用画像、及び第2医用画像を含む複数の医用画像を取得する画像取得部と、第1医用画像、及び第2医用画像のそれぞれから、注目領域を含む複数の領域を抽出する抽出部と、第1医用画像の複数の領域、及び第2医用画像の複数の領域のうち、第1医用画像と第2医用画像とに共通する領域であり、注目領域と異なる特定の領域を、第1医用画像と第2医用画像との位置合わせの基準となるランドマーク領域として選択するランドマーク領域選択部と、ランドマーク領域を位置合わせの基準として、第1医用画像と第2医用画像との剛体レジストレーション、又は線形レジストレーションを行い、第1医用画像と第2医用画像とを重ね合わせた結果画像を生成する位置合わせ部と、を備えた画像処理装置である。

40

【0019】

第1態様によれば、注目領域と異なる特定の領域がランドマーク領域として選択される。ランドマーク領域を基準として第1医用画像と第2医用画像との剛体レジストレーション、又は線形レジストレーションが行われる。これにより、第1医用画像と第2医用画像と高精度の位置合わせが可能である。

【0020】

注目領域は、第1医用画像、及び第2医用画像に含まれる領域であり、例えば、第1医用画像、及び第2医用画像における観察、及び計測等の解析対象の領域である。注目領域の例として臓器、及び組織等が挙げられる。組織の例として、骨、関節、腱、筋、腫瘍、及び瘤等が挙げられる。

50

## 【 0 0 2 1 】

医用画像の一例として、モダリティを用いて被検体を撮像して得られたデジタル形式の医用画像が挙げられる。医用画像は2次元画像を適用してもよいし、3次元画像を適用してもよい。

## 【 0 0 2 2 】

ランドマーク領域選択部は、1つのランドマーク領域を選択してもよいし、複数のランドマーク領域を選択してもよい。

## 【 0 0 2 3 】

第1態様に係る画像処理装置は、1つ以上のプロセッサと、1つ以上のメモリを備えた画像処理装置であって、プロセッサは、比較する注目領域をそれぞれに含む第1医用画像、及び第2医用画像を取得し、第1医用画像、及び第2医用画像のそれぞれから、注目領域を含む複数の領域を抽出し、第1医用画像の複数の領域、及び第2医用画像の複数の領域のうち、第1医用画像と第2医用画像とに共通する領域であり、注目領域と異なる特定の領域を、第1医用画像と第2医用画像との位置合わせの基準となるランドマーク領域として選択し、ランドマーク領域を位置合わせの基準として、第1医用画像と第2医用画像との剛体レジストレーション、又は線形レジストレーションを行い、第1医用画像と第2医用画像とを重ね合わせた結果画像を生成し、メモリは、各処理におけるデータを記憶する画像処理装置として構成し得る。

10

## 【 0 0 2 4 】

第2態様は、第1態様の画像処理装置において、第1医用画像の複数の領域、及び第2医用画像の複数の領域から、1以上の注目領域を選択する注目領域選択部を備えた構成としてもよい。

20

## 【 0 0 2 5 】

第2態様によれば、第1医用画像、及び第2医用画像から抽出された領域から、1以上の任意の注目領域の選択が可能である。

## 【 0 0 2 6 】

第3態様は、第2態様の画像処理装置において、位置合わせ部は、注目領域選択部を用いて選択された注目領域を重ね合わせた結果画像を生成する構成としてもよい。

## 【 0 0 2 7 】

第3態様によれば、第1医用画像と第2医用画像との比較等の解析が可能である。

30

## 【 0 0 2 8 】

結果画像は注目領域を表示し、注目領域以外の領域を非表示としてもよい。

## 【 0 0 2 9 】

第4態様は、第1態様から第3態様のいずれか一態様の画像処理装置において、抽出部は、医用画像と領域の抽出結果との組、又は医用画像とランドマーク領域の選択結果との組を正解データとして学習した学習結果を用いて、領域の抽出を行う構成としてもよい。

## 【 0 0 3 0 】

第4態様によれば、正解データを用いて学習した学習結果を反映させた高精度の領域抽出が可能である。

## 【 0 0 3 1 】

第5態様は、第1態様から第4態様のいずれか一態様の画像処理装置において、抽出部は、医用画像と領域ごとの抽出結果との組、又は医用画像とランドマーク領域の選択結果との組を正解データとして、領域ごとに学習した学習結果を用いて、領域の抽出を行う構成としてもよい。

40

## 【 0 0 3 2 】

第5態様によれば、領域ごとの個別の正解データを用いた学習結果を反映させた高精度領域の抽出が可能である。

## 【 0 0 3 3 】

第6態様は、第1態様から第5態様のいずれか一態様の画像処理装置において、第1医用画像、及び第2医用画像について、ランドマーク領域の候補とされるランドマーク候補

50

領域を設定するランドマーク候補領域設定部を備えた構成としてもよい。

【0034】

第6態様によれば、第1医用画像、及び第2医用画像に適用したランドマーク候補領域の設定が可能である。

【0035】

第6態様において、ランドマーク候補領域の設定情報を入力する入力装置を備える態様も可能である。

【0036】

第7態様は、第6態様の画像処理装置において、ランドマーク候補領域設定部は、第1医用画像、及び第2医用画像の少なくともいずれか一方を構成する領域のうち、ランドマーク領域となり得る全ての領域をランドマーク候補領域として設定する構成としてもよい。

10

【0037】

第7態様によれば、ランドマーク領域となり得る全ての領域をランドマーク候補領域として設定することが可能である。

【0038】

第8態様は、第6態様又は第7態様の画像処理装置において、ランドマーク領域選択部は、ランドマーク候補領域のうち、第1医用画像、及び第2医用画像から抽出された領域の中から、ランドマーク領域を選択する構成としてもよい。

【0039】

第8態様によれば、ランドマーク候補領域の中からランドマーク領域の選択が可能である。

20

【0040】

第8態様において、ランドマーク領域の選択情報を入力する入力装置を備える態様も可能である。

【0041】

第9態様は、第6態様から第8態様のいずれか一態様の画像処理装置において、ランドマーク候補領域に優先度を設定する優先度設定部を備えた構成としてもよい。

【0042】

第9態様によれば、ランドマーク候補領域に設定された優先度に基づいてランドマーク領域を設定し得る。

30

【0043】

第10態様は、第9態様の画像処理装置において、ランドマーク領域選択部は、2つ以上のランドマーク候補領域が設定された場合に、それぞれのランドマーク候補領域の優先度が高い順に、1つ以上のランドマーク領域を選択する構成としてもよい。

【0044】

第10態様によれば、ランドマーク候補領域に設定された優先度の高い順にランドマーク領域を設定し得る。

【0045】

第10態様において、優先度の設定情報を入力する入力装置を備える態様も可能である。

40

【0046】

第11態様は、第1態様から第10態様のいずれか一態様の画像処理装置において、ランドマーク領域選択部は、複数のランドマーク領域を選択し、位置合わせ部は、ランドマーク領域選択部を用いて選択された複数のランドマーク領域を用いて結果画像を生成する際に、ランドマーク領域の誤差が最小となる第1医用画像と第2医用画像と位置合わせを行う構成としてもよい。

【0047】

第11態様によれば、複数のランドマークを用いた、第1医用画像と第2医用画像との高精度の位置合わせが可能である。

50

## 【 0 0 4 8 】

第 1 2 態様は、第 1 態様から第 1 1 態様のいずれか一態様の画像処理装置において、画像取得部は、同一の種類の変換部を用いて生成された第 1 医用画像、及び第 2 医用画像を取得する構成としてもよい。

## 【 0 0 4 9 】

第 1 2 態様によれば、同一の種類の変換部を用いて生成された第 1 医用画像と第 2 医用画像との位置合わせをした結果画像を生成し得る。

## 【 0 0 5 0 】

第 1 3 態様は、第 1 態様から第 1 2 態様のいずれか一態様の画像処理装置において、第 1 医用画像、及び第 2 医用画像は、同一の患者における同一の被検体について、異なる時期に生成された医用画像が適用される構成としてもよい。

10

## 【 0 0 5 1 】

第 1 3 態様によれば、同一の患者における同一の被検体について、経時変化等の解析が可能である。

## 【 0 0 5 2 】

第 1 4 態様は、第 1 態様から第 1 3 態様のいずれか一態様の画像処理装置において、結果画像を表す結果画像信号を表示装置へ送信する画像信号送信部を備えた構成としてもよい。

## 【 0 0 5 3 】

第 1 4 態様によれば、表示装置を用いて結果画像を表示し得る。

20

## 【 0 0 5 4 】

第 1 5 態様は、第 1 4 態様の画像処理装置において、表示装置へ結果画像の全体を表示させるか、又は表示装置へ結果画像の注目領域のみ表示させるかを選択する表示選択部を備えた構成としてもよい。

## 【 0 0 5 5 】

第 1 5 態様によれば、結果画像の全体を表示させるか、又は結果画像の注目領域のみを表示させるかの選択が可能である。

## 【 0 0 5 6 】

第 1 6 態様に係る画像処理方法は、比較する注目領域をそれぞれに含む第 1 医用画像、及び第 2 医用画像を含む複数の医用画像を取得する画像取得工程と、第 1 医用画像、及び第 2 医用画像のそれぞれから、注目領域を含む複数の領域を抽出する抽出工程と、第 1 医用画像の複数の領域、及び第 2 医用画像の複数の領域のうち、第 1 医用画像と第 2 医用画像とに共通する領域であり、注目領域と異なる特定の領域を、第 1 医用画像と第 2 医用画像との位置合わせの基準となるランドマーク領域として選択するランドマーク領域選択工程と、ランドマーク領域を位置合わせの基準として、第 1 医用画像と第 2 医用画像との剛体レジストレーション、又は線形レジストレーションを行い、第 1 医用画像と第 2 医用画像とを重ね合わせた結果画像を生成する位置合わせ工程と、を含む画像処理方法である。

30

## 【 0 0 5 7 】

第 1 6 態様によれば、第 1 態様と同様の効果を得ることができる。

## 【 0 0 5 8 】

第 1 6 態様において、第 2 態様から第 1 5 態様で特定した事項と同様の事項を適宜組み合わせることができる。その場合、画像処理装置において特定される処理や機能を担う構成要素は、これに対応する処理や機能を担う画像処理方法の構成要素として把握することができる。

40

## 【 0 0 5 9 】

第 1 7 態様に係るプログラムは、コンピュータに、比較する注目領域をそれぞれに含む第 1 医用画像、及び第 2 医用画像を含む複数の医用画像を取得する画像取得機能、第 1 医用画像、及び第 2 医用画像のそれぞれから、注目領域を含む複数の領域を抽出する抽出機能、第 1 医用画像の複数の領域、及び第 2 医用画像の複数の領域のうち、第 1 医用画像と第 2 医用画像とに共通する領域であり、注目領域と異なる特定の領域を、第 1 医用画像と

50

第2医用画像との位置合わせの基準となるランドマーク領域として選択するランドマーク領域選択機能、及びランドマーク領域を位置合わせの基準として、第1医用画像と第2医用画像との剛体レジストレーション、又は線形レジストレーションを行い、第1医用画像と第2医用画像とを重ね合わせた結果画像を生成する位置合わせ機能を実現させるプログラムである。

【0060】

第17態様によれば、第1態様と同様の効果を得ることができる。

【0061】

第17態様において、第2態様から第15態様で特定した事項と同様の事項を適宜組み合わせることができる。その場合、画像処理装置において特定される処理や機能を担う構成要素は、これに対応する処理や機能を担うプログラムの構成要素として把握することができる。

10

【発明の効果】

【0062】

本発明によれば、注目領域と異なる特定の領域がランドマーク領域として選択される。ランドマーク領域を基準として第1医用画像と第2医用画像との剛体レジストレーション、又は線形レジストレーションが行われる。これにより、第1医用画像と第2医用画像と高精度の位置合わせが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0063】

20

【図1】図1は実施形態に係る医療情報システムの構成例を示すブロック図である。

【図2】図2は画像処理装置のハードウェアの構成例を示すブロック図である。

【図3】図3は画像処理装置の機能を示す機能ブロック図である。

【図4】図4は第1実施形態に係る画像処理部の機能を示す機能ブロック図である。

【図5】図5は第1実施形態に係る画像処理方法の手順の流れを示すフローチャートである。

【図6】図6は胸部X線画像の位置合わせの一例を示す模式図である。

【図7】図7は胸部X線画像の位置合わせの他の例を示す模式図である。

【図8】図8は表示選択画面の構成例を示す説明図である。

【図9】図9は頭部CT画像の位置合わせの他の例を示す模式図である。

30

【図10】図10は頭部CT画像の位置合わせの他の例を示す模式図であり、ランドマーク領域として頭蓋骨、及び眼球を選択した例の模式図である。

【図11】図11は頭部CT画像の位置合わせの他の例を示す模式図であり、ランドマーク領域として頭蓋骨、及び頬骨を選択した例の模式図である。

【図12】図12は処理対象画像選択画面の構成例を示す説明図である。

【図13】図13は第2実施形態に係る画像処理部の機能を示すブロック図である。

【図14】図14は優先度設定画面の構成例を示す説明図である。

【図15】図15は第2実施形態に係る画像処理方法の手順の流れを示すフローチャートである。

【図16】図16はネットワークシステムが適用される情報処理システムの構成例を示すブロック図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0064】

以下、添付図面に従って本発明の好ましい実施の形態について詳説する。本明細書では、同一の構成要素には同一の参照符号を付して、重複する説明を省略する。

【0065】

[医療情報システムの全体構成]

図1は実施形態に係る医療情報システムの構成例を示すブロック図である。医療情報システム10は、画像処理装置12、モダリティ14、及び画像データベース16を備える。画像処理装置12、モダリティ14、及び画像データベース16は、ネットワーク18

50

を介して通信可能に接続される。医療情報システム 10 の例として、PACS (Picture Archiving and Communication System) が挙げられる。

【0066】

画像処理装置 12 は、医療機関に備えられるコンピュータを適用可能である。画像処理装置 12 は、入力装置としてマウス 20、及びキーボード 22 が接続される。また、画像処理装置 12 は、表示装置 24 が接続される。

【0067】

モダリティ 14 は、被写体の検査対象部位を撮像し、医用画像を生成する撮像装置である。モダリティの例として、X線撮像装置、CT装置、MRI装置、PET装置、超音波装置、及び平面X線検出器を用いたCR装置が挙げられる。

10

【0068】

CTはコンピュータ断層撮影を表すComputed Tomographyの省略語である。PET装置は陽電子放射断層撮影を表すPositron Emission Tomographyの省略語である。平面X線検出器はFPD(flat panel detector)と呼ばれることがある。CRはコンピュータX線撮影装置を表すComputed Radiographyの省略語である。

【0069】

医用画像のフォーマットは、DICOM規格を適用可能である。医用画像は、DICOM規格において規定された付帯情報が付加されてもよい。なお、DICOMはDigital Imaging and Communications in Medicineの省略語である。

【0070】

20

画像データベース 16 は、大容量ストレージ装置を備えるコンピュータを適用可能である。コンピュータはデータベース管理システムの機能を提供するソフトウェアが組み込まれる。データベース管理システムは、DBMS (Data Base Management System) と呼ばれることがある。

【0071】

ネットワーク 18 は、LAN (Local Area Network) を適用可能である。ネットワーク 18 はWAN (Wide Area Network) を適用してもよい。ネットワーク 18 の通信プロトコルは、DICOM規格を適用可能である。なお、ネットワーク 18 は公衆回線網に接続可能に構成されてもよいし、専用回線網に接続可能に構成されてもよい。ネットワーク 18 は、有線でもよいし、無線でもよい。

30

【0072】

[ 画像処理装置の構成 ]

[ ハードウェア構成 ]

図2は画像処理装置のハードウェアの構成例を示すブロック図である。画像処理装置 12 は、制御部 30、メモリ 32、ハードディスク装置 34、通信インターフェース 36、入力コントローラ 38、及びディスプレイコントローラ 39 を備える。

【0073】

制御部

制御部 30 は、画像処理装置 12 の全体制御部、各種演算部、及び記憶制御部として機能する。制御部 30 は、メモリ 32 に具備されるROM (read only memory) に記憶されているプログラムを実行する。制御部 30 は、通信インターフェース 36 を介して、外部の記憶装置からプログラムをダウンロードし、ダウンロードしたプログラムを実行してもよい。外部の記憶装置は、ネットワーク 18 を介して画像処理装置 12 と通信可能に接続されていてもよい。

40

【0074】

制御部 30 は、メモリ 32 に具備されるRAM (random access memory) を演算領域とし、各種プログラムと協働して、各種処理を実行する。これにより、画像処理装置 12 の各種機能が実現される。

【0075】

制御部 30 は、ハードディスク装置 34 からのデータの読み出し、及びハードディスク

50

装置 3 4 へのデータの書き込みを制御する。制御部 3 0 は、1 つ又は 2 つ以上のプロセッサ (processor) が含まれてもよい。

【 0 0 7 6 】

プロセッサの一例として、F P G A (Field Programmable Gate Array)、及び P L D (Programmable Logic Device) 等が挙げられる。F P G A、及び P L D は、製造後に回路構成の変更を可能とする。

【 0 0 7 7 】

プロセッサの他の例として、A S I C (Application Specific Integrated Circuit) が挙げられる。A S I C は、特定の処理を実行させるために専用に設計された回路構成を備える。

【 0 0 7 8 】

制御部 3 0 は、同じ種類の 2 以上のプロセッサを適用可能である。例えば、制御部 3 0 は 2 つ以上の F P G A を用いてもよいし、2 つの P L D を用いてもよい。制御部 3 0 は、異なる種類の 2 つ以上プロセッサを適用してもよい。例えば、制御部 3 0 は 1 つ以上の F P G A と 1 つ以上の A S I C とを適用してもよい。

【 0 0 7 9 】

複数の制御部を備える場合、複数の制御部は 1 つのプロセッサを用いて構成してもよい。複数の制御部を 1 つのプロセッサで構成する一例として、1 つ以上の C P U (Central Processing Unit) とソフトウェアとの組合せを用いて 1 つのプロセッサを構成し、このプロセッサが複数の制御部として機能する形態がある。C P U に代わり、又は C P U と併用して、画像処理に特化したプロセッサである G P U (Graphics Processing Unit) を適用してもよい。なお、ここでいうソフトウェアはプログラムと同義である。複数の制御部が 1 つのプロセッサを用いて構成される代表例として、クライアント装置、及びサーバ装置等のコンピュータが挙げられる。

【 0 0 8 0 】

複数の制御部を 1 つのプロセッサで構成する他の例として、複数の制御部を含むシステム全体の機能を 1 つの I C チップで実現するプロセッサを使用する形態が挙げられる。複数の制御部を含むシステム全体の機能を 1 つの I C チップで実現するプロセッサの代表例として、S o C (System On Chip) が挙げられる。なお、I C は、Integrated Circuit の省略語である。

【 0 0 8 1 】

このように、制御部 3 0 は、ハードウェア的な構造として、各種のプロセッサを 1 つ以上用いて構成される。

【 0 0 8 2 】

メモリ

メモリ 3 2 は、図示しない R O M、及び図示しない R A M を備える。R O M は、画像処理装置 1 2 において実行される各種プログラムを記憶する。R O M は、各種プログラムの実行に用いられるパラメータ、及びファイル等を記憶する。R A M は、データの一時記憶領域、及び制御部 3 0 のワーク領域等として機能する。

【 0 0 8 3 】

ハードディスク装置

ハードディスク装置 3 4 は、各種データを非一時的に記憶する。具体的には、ハードディスク装置 3 4 は医用画像等を記憶する。ハードディスク装置 3 4 は、画像処理装置 1 2 の外部に外付けされてもよい。ハードディスク装置 3 4 に代わり、又はこれと併用して、大容量の半導体メモリ装置を適用してもよい。

【 0 0 8 4 】

通信インターフェース

通信インターフェース 3 6 は、図 1 に示したモダリティ 1 4、及び画像データベース 1 6 などの外部の装置との間のデータ通信を行う。図 2 に示した I F は、interface の省略後である。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 8 5 】

## 入力コントローラ

入力コントローラ 38 は、マウス 20、及びキーボード 22 等の入力装置 26 から送信される信号を受信し、画像処理装置 12 に適用される形式の信号に変換するインターフェースである。

## 【 0 0 8 6 】

## ディスプレイコントローラ

ディスプレイコントローラ 39 は、画像処理装置 12 において生成された画像を表す信号を、表示装置 24 を用いて表示させる映像信号に変換するインターフェースである。ディスプレイコントローラ 39 は、画像を表す映像信号を表示装置 24 へ送信する。

10

## 【 0 0 8 7 】

なお、図 2 に示した画像処理装置 12 のハードウェア構成は一例であり、適宜、追加、削除、及び変更が可能である。

## 【 0 0 8 8 】

## 〔 画像処理装置の機能 〕

図 3 は画像処理装置の機能を示す機能ブロック図である。図 3 に示した画像処理装置 12 は、全体制御部 40、画像取得部 41、画像処理部 42、表示制御部 44、画面生成部 45、入力制御部 46、及び記憶部 47 を備える。

## 【 0 0 8 9 】

全体制御部 40、画像取得部 41、画像処理部 42、表示制御部 44、画面生成部 45、入力制御部 46、及び記憶部 47 は、通信信号線 60 を介して相互に通信可能に接続される。以下、各部について詳細に説明する。

20

## 【 0 0 9 0 】

## 全体制御部

全体制御部 40 は、画像処理装置 12 の制御プログラムの実行に基づき、画像取得部 41、画像処理部 42、表示制御部 44、画面生成部 45、入力制御部 46、及び記憶部 47 を統括的に制御する。

## 【 0 0 9 1 】

## 画像取得部

画像取得部 41 は、図 1 に示した画像データベース 16 に記憶される医用画像を取得する。画像データベース 16 は、モダリティ 14 を用いて撮像され医用画像が記憶される。本実施形態では、X線撮像装置を用いて撮像された胸部 X線画像、及び CT 装置を用いて撮像された頭部 CT 画像を医用画像として例示する。

30

## 【 0 0 9 2 】

画像取得部 41 は、同一の注目領域が含まれる第 1 医用画像 50、及び第 2 医用画像 51 を取得する。第 1 医用画像 50 の例として、任意の被検者の医用画像であり、過去に撮像された医用画像が挙げられる。第 2 医用画像 51 の例として、第 1 医用画像 50 と同一の被検者における現在の医用画像が挙げられる。

## 【 0 0 9 3 】

なお、第 1 医用画像 50 は、複数でもよい。すなわち、画像取得部 41 は、同一の注目領域が含まれる 3 つ以上の医用画像を取得してもよい。3 つ以上の医用画像の一例として、2 つ以上の過去画像、及び現在画像を含む例が挙げられる。また、第 1 医用画像 50、及び第 2 医用画像 51 を撮像時期が異なる過去の医用画像としてもよい。

40

## 【 0 0 9 4 】

## 画像処理部

画像処理部 42 は、深層学習アルゴリズム 43 に基づく深層学習を用いて、画像取得部 41 を用いて取得した医用画像の解析処理を実行する。医用画像の解析処理の詳細は後述する。

## 【 0 0 9 5 】

深層学習アルゴリズム 43 は、公知のコンボリユーションニューラルネットワークの手

50

法と、全結合層と、出力層とを含むアルゴリズムである。深層学習はディープラーニングと呼ばれることがある。

【0096】

コンボリューションニューラルネットワークは、畳み込み層、及びプーリング層の繰り返し処理である。コンボリューションニューラルネットワークは、畳み込みニューラルネットワークと呼ばれる場合がある。なお、深層学習を用いた画像解析処理は公知技術であるので、具体的な説明は省略する。コンボリューションニューラルネットワークはCNNと表されることがある。CNNは、Convolutional Neural Networkの省略語である。

【0097】

表示制御部

表示制御部44は、表示装置24を用いて医用画像を再生する際に、画像表示を制御するディスプレイドライバーとして機能する。表示制御部44は、表示装置24を用いて、医用画像に各種情報を重畳表示させてもよい。医用画像の表示の詳細は後述する。

【0098】

表示制御部44は、表示装置24を用いて、各種選択画面、及び各種設定画像等の各種画面を表示させる。各種画面の表示の詳細は後述する。

【0099】

画面生成部

画面生成部45は、表示装置24に表示させる各種操作画面を生成する。画面生成部45は表示制御部44を介して各種操作画面を表示装置24に表示させる。操作画面とは、複数の選択肢の中から1つ以上の選択を行う選択画面、及び1つ以上の処理パラメータを設定する設定画面等が挙げられる。

【0100】

選択画面の例として、結果画像の表示形態を選択する表示選択画面が挙げられる。表示選択画面は、図8に符号140を付して図示する。設定画面の例として、ランドマーク領域の優先度を設定する優先度設定画面が挙げられる。優先度設定画面は、図14に符号260を付して図示する。

【0101】

入力制御部

入力制御部46は、入力装置26から入力された信号を、画像処理装置12に適用される形式の信号に変換し、変換後の信号を全体制御部40へ送信する。全体制御部40は、入力装置26から入力された情報に基づいて、画像処理装置12の各部を制御する。

【0102】

記憶部

記憶部47は、画像記憶部48、及びプログラム記憶部49を備える。画像記憶部48は、画像取得部41を用いて取得した医用画像を記憶する。画像記憶部48に記憶された画像は、全体制御部40の制御の下、画像処理部42へ読み出される。画像記憶部48は、画像処理部42を用いた処理結果である結果画像を記憶する。

【0103】

プログラム記憶部49は、画像処理装置12を動作させる各種プログラムを記憶する。プログラム記憶部49に記憶された各種プログラムは、全体制御部40の制御の下、各部へ読み出される。

【0104】

〔第1実施形態に係る画像処理部の構成例〕

図4は第1実施形態に係る画像処理部の機能を示す機能ブロック図である。画像処理部42は、抽出部52、注目領域選択部54、ランドマーク候補領域設定部55、ランドマーク領域選択部56、位置合わせ部58、及び表示選択部59を備える。以下に、画像処理部42を構成する各部を詳細に説明する。

【0105】

抽出部

10

20

30

40

50

抽出部 5 2 は、図 3 に示した画像取得部 4 1 を用いて取得した第 1 医用画像 5 0、及び第 2 医用画像 5 1 のそれぞれから臓器領域、及び組織領域を抽出する。組織とは、骨、関節、腱、筋、腫瘍、及び瘤等の、臓器に属さない人体の構造を含む概念を表す。抽出はセグメンテーションと同義である。

【 0 1 0 6 】

抽出部 5 2 は、臓器領域の特徴量、及び組織領域の特徴量を学習した機械学習器 5 3 が適用される。すなわち、抽出部 5 2 は、機械学習器 5 3 の学習結果に基づく抽出規則を用いて、医用画像から臓器領域、及び組織領域を抽出する。ここでいう医用画像は、第 1 医用画像 5 0、及び第 2 医用画像 5 1 の総称である。

【 0 1 0 7 】

本実施形態には、医用画像と臓器領域との対応関係、及び医用画像と組織領域との対応関係の少なくともいずれかが含まれる正解データ 5 3 A を用いて機械学習を行う機械学習器 5 3 を例示する。機械学習器 5 3 は、領域ごとに機械学習を実行してもよい。例えば、胸部 X 画像において、心臓ごと、及び鎖骨ごとなど、臓器ごと、及び組織ごとの学習を実行してもよい。機械学習器 5 3 は、医用画像とランドマーク領域の選択結果との対応関係を正解データとして学習してもよい。なお、ランドマーク領域の選択については後述する。

【 0 1 0 8 】

注目領域選択部

注目領域選択部 5 4 は、第 1 医用画像 5 0、及び第 2 医用画像 5 1 から、抽出部 5 2 を用いて抽出された臓器領域、及び組織領域の中から 1 以上の注目領域を選択する。注目領域は位置合わせの対象領域である。

【 0 1 0 9 】

例えば、注目領域として、胸部 X 線画像における心臓領域を設定した場合、第 1 医用画像 5 0 と第 2 医用画像 5 1 との位置を合わせて重ね合わせることで、第 1 医用画像 5 0 の心臓領域と第 2 医用画像の心臓領域との比較等の解析が可能となる。注目領域選択部 5 4 を用いた注目領域の選択情報は、図 3 に示した記憶部 4 7 に記憶される。注目領域選択部 5 4 は、入力装置 2 6 を用いて入力された注目領域選択情報を表す信号に基づいて、注目領域を設定することが可能である。

【 0 1 1 0 】

ランドマーク候補領域設定部

ランドマーク候補領域設定部 5 5 は、予めランドマーク候補領域を規定する。ランドマーク候補領域は、図示しないランドマーク候補領域記憶部を用いて記憶される。ランドマーク候補領域記憶部は、図 3 に示した記憶部 4 7 に具備されてもよい。

【 0 1 1 1 】

ランドマーク候補領域設定部 5 5 は、第 1 医用画像 5 0、及び第 2 医用画像 5 1 を構成する全ての領域のうち、ランドマーク領域となり得る全ての領域をランドマーク候補領域として設定し得る。

【 0 1 1 2 】

ランドマーク候補領域設定部 5 5 は、被検体ごと、及び医用画像を生成するモダリティごとに、ランドマーク候補領域を規定してもよい。すなわち、ランドマーク候補領域設定部 5 5 は、医用画像の種類ごとに、ランドマーク候補領域を規定してもよい。

【 0 1 1 3 】

ランドマーク候補領域とは、複数の医用画像の位置合わせを行う際の基準とされるランドマーク領域として使用可能な臓器、及び組織である。ランドマーク候補領域設定部 5 5 は、入力装置 2 6 を用いて入力されたランドマーク候補領域設定情報を表す信号に基づいて、ランドマーク候補領域を設定することが可能である。

【 0 1 1 4 】

ランドマーク候補領域は、解剖学的特徴の変化が許容範囲内であるものが適用される。変化の許容範囲は、医用画像の種類、及びランドマーク候補領域の種類等の条件等に応じ

10

20

30

40

50

て適宜規定し得る。ランドマーク候補領域は、解剖学的特徴が変化しないものが好ましい。ここでいう変化しないものとは、実際には変化するものであるが、変化が無視できる程度の実質的に変化しないものが含まれてもよい。解剖学的特徴の変化の例として、経時変化が挙げられる。

【0115】

また、ランドマーク候補領域は、位置の移動が許容範囲内であるものが適用される。位置の移動の許容範囲内は、医用画像の種類、及びランドマーク候補領域の種類等の条件等に応じて適宜規定し得る。

【0116】

ランドマーク領域選択部

ランドマーク領域選択部56は、ランドマーク候補領域設定部55を用いて設定されたランドマーク候補領域の中から、第1医用画像50、及び第2医用画像51の両者から抽出された領域であり、注目領域以外の領域をランドマーク領域として選択する。ランドマーク領域選択部56は、複数のランドマーク領域を選択してもよい。ランドマーク領域選択部56は、入力装置26を用いて入力されたランドマーク領域選択情報を表す信号に基づいて、ランドマーク領域を選択することが可能である。

【0117】

ランドマーク領域選択部56を用いたランドマーク領域の選択情報は、図示しないランドマーク領域選択情報記憶部を用いて記憶される。ランドマーク領域選択情報記憶部は、図3に示した記憶部47に具備されてもよい。

【0118】

位置合わせ部

位置合わせ部58は、注目領域の選択情報、及びランドマーク領域の選択情報を用いて、第1医用画像50と第2医用画像51との位置合わせを行う。位置合わせ部58は、第1医用画像50のランドマーク領域と、第2医用画像51のランドマーク領域との位置を合わせる。第1医用画像50と第2医用画像51との位置合わせは、平行移動、及び回転の少なくともいずれか一方を行う剛体位置合わせが適用される。平行移動、及び回転は、第1医用画像50、及び第2医用画像51の少なくともいずれか一方について行われる。

【0119】

剛体位置合わせは、公知の手法を適用可能である。なお、剛体位置合わせは剛体レジストレーションと同義である。第1医用画像50と第2医用画像51とが変形を伴わない拡大、又は縮小の関係性を有する場合、第1医用画像50と第2医用画像51との位置合わせは、アフィン変換等の公知の線形レジストレーションを適用可能である。

【0120】

位置合わせ部58は、第1医用画像と第2画像との誤差を算出する誤差算出部58Aを備える。複数のランドマーク領域が用いられる場合、それぞれのランドマーク領域の位置が一致しないことがあり得る。

【0121】

複数のランドマーク領域が用いられる場合、位置合わせ部58は、第1医用画像50と第2画像との誤差が最小となる、第1医用画像50と第2医用画像51との位置合わせを行う。第1医用画像50と第2画像との誤差は、各ランドマーク領域の誤差の統計値を適用し得る。統計値は、合計値、及び算術平均値等を適用可能である。

【0122】

位置合わせ部58は、第1医用画像50と第2医用画像51とを重ね合わせた結果画像を生成する。結果画像は、記憶部47を用いて記憶される。位置合わせ部58は、結果画像を表す結果画像信号を表示制御部44へ送信する。位置合わせ部58は、構成要素として、結果画像信号を表示制御部44へ送信する画像信号送信部を備えてもよい。結果画像を表す結果画像信号を受信した表示制御部44は、表示装置24を用いて結果画像を表示する。

【0123】

10

20

30

40

50

## 表示選択部

表示選択部 5 9 は、結果画像の全体を表示させるか、又は結果画像の注目領域のみを表示させるかを表す選択信号を位置合わせ部 5 8 へ送信する。位置合わせ部 5 8 は、表示選択部 5 9 から送信された選択信号に基づいて、結果画像の全体を表す結果画像信号、又は結果画像の注目領域のみを表す結果画像信号のいずれかを表示制御部 4 4 へ送信する。

## 【 0 1 2 4 】

表示制御部 4 4 は、位置合わせ部 5 8 から送信された結果画像信号に基づいて、結果画像の全体、又は結果画像の注目領域のみを、表示装置 2 4 を用いて表示する。

## 【 0 1 2 5 】

表示選択部 5 9 は、入力装置 2 6 を用いて入力された表示選択情報を表す信号に基づいて、結果画像の表示形態を選択することが可能である。

## 【 0 1 2 6 】

## 〔 画像処理方法の手順 〕

図 5 は第 1 実施形態に係る画像処理方法の手順の流れを示すフローチャートである。医用画像取得工程 S 1 0 では、図 3 に示した画像取得部 4 1 は、第 1 医用画像 5 0、及び第 2 医用画像 5 1 を取得する。医用画像取得工程 S 1 0 の後に、抽出工程 S 1 2 へ進む。

## 【 0 1 2 7 】

抽出工程 S 1 2 では、図 4 に示した抽出部 5 2 は、第 1 医用画像 5 0、及び第 2 医用画像 5 1 の両方に含まれる領域を抽出する。抽出工程 S 1 2 の後に、注目領域選択工程 S 1 4 へ進む。

## 【 0 1 2 8 】

注目領域選択工程 S 1 4 では、注目領域選択部 5 4 は、抽出工程 S 1 2 において抽出された領域から注目領域を選択する。注目領域選択工程 S 1 4 の後に、ランドマーク領域設定工程 S 1 6 へ進む。

## 【 0 1 2 9 】

ランドマーク領域選択工程 S 1 6 では、ランドマーク領域選択部 5 6 は、予め設定されているランドマーク候補領域のうち、抽出工程 S 1 2 において抽出された領域の中から 1 つ以上のランドマーク領域を選択する。ランドマーク領域選択工程 S 1 6 の後に、位置合わせ工程 S 1 8 へ進む。

## 【 0 1 3 0 】

医用画像取得工程 S 1 0 の後に、取得した医用画像からランドマーク候補領域を設定するランドマーク候補領域設定工程を実行してもよい。また、ランドマーク領域選択工程 S 1 6 の前に予め設定されているランドマーク候補領域を取得するランドマーク候補領域取得工程を実行してもよい。

## 【 0 1 3 1 】

位置合わせ工程 S 1 8 では、位置合わせ部 5 8 は、ランドマーク領域選択工程 S 1 6 において選択されたランドマーク領域を基準として、第 1 医用画像 5 0 の注目領域と、第 2 医用画像 5 1 の注目領域との位置合わせを行い、結果画像を生成する。位置合わせ工程 S 1 8 の後に、画像信号送信工程 S 2 0 へ進む。位置合わせ工程 S 1 8 の後に、位置合わせ工程 S 1 8 において生成された結果画像を記憶する結果画像記憶工程を実行してもよい。

## 【 0 1 3 2 】

画像信号送信工程 S 2 0 では、位置合わせ部 5 8 は、結果画像を表す結果画像信号を表示制御部 4 4 へ送信する。表示制御部 4 4 は結果画像信号に基づき、表示装置 2 4 を用いて結果画像を表示する。画像信号送信工程 S 2 0 の後に、機械学習器更新判定工程 S 2 2 へ進む。画像信号送信工程 S 2 0 の後に、結果画像の全体を表示させるか、又は結果画像の注目領域のみを表示させるかを選択する表示形態選択工程が実行されてもよい。

## 【 0 1 3 3 】

機械学習器更新判定工程 S 2 2 では、機械学習器 5 3 は、抽出部 5 2 の抽出結果を用いた機械学習を行うか否かを判定する。機械学習器更新判定工程 S 2 2 において機械学習を行う場合は Y E S 判定となる。Y e s 判定の場合は機械学習器更新工程 S 2 4 へ進む。一

10

20

30

40

50

方、機械学習器更新判定工程 S 2 2 において機械学習を行わない場合は N o 判定となる。N o 判定の場合は終了判定工程 S 2 6 へ進む。

【 0 1 3 4 】

機械学習器更新工程 S 2 4 では、機械学習器 5 3 は、抽出部 5 2 の抽出処理対象の医用画像と抽出結果との組を正解データとして、機械学習を行う。機械学習の結果は抽出部 5 2 の抽出規則に適用される。機械学習器更新工程 S 2 4 の後に、終了判定工程 S 2 6 へ進む。

【 0 1 3 5 】

終了判定工程 S 2 6 では、画像処理部 4 2 は、画像処理方法を終了するか否かを判断する。終了判定工程 S 2 6 において画像処理方法を継続する場合は N o 判定となる。N o 判定の場合は、医用画像取得工程 S 1 0 へ進む。一方、終了判定工程 S 2 6 において画像処理方法を終了する場合は Y e s 判定となる。Y e s 判定の場合は、画像処理部 4 2 は画像処理方法を終了する。

10

【 0 1 3 6 】

図 5 には、機械学習器更新判定工程 S 2 2、及び機械学習器更新工程 S 2 4 が含まれる画像処理方法を例示したが、医用画像取得工程 S 1 0 から画像信号送信工程 S 2 0 までの工程とは別に、機械学習器更新判定工程 S 2 2、及び機械学習器更新工程 S 2 4 を実行してもよい。すなわち、本実施形態に係る画像処理方法は、機械学習器更新判定工程 S 2 2、及び機械学習器更新工程 S 2 4 を省略可能である。

【 0 1 3 7 】

[ 医用画像の位置合わせの具体例 ]

次に、上述した画像処理装置、及び画像処理方法を用いた医用画像の位置合わせの具体例について説明する。以下の説明では、同一人物の過去の医用画像と現在の医用画像との位置合わせを例示する。また、同一の種類のカテゴリを用いて撮像された過去の医用画像と現在の医用画像とを例示する。

20

【 0 1 3 8 】

胸部 X 線画像の位置合わせの例

図 6 は胸部 X 線画像の位置合わせを模式的に示す模式図である。図 6 には過去の胸部 X 線画像 1 0 0 と、現在の胸部 X 線画像 1 0 2 とに対して剛体位置合わせを施して生成された結果画像 1 0 4 を示す。

30

【 0 1 3 9 】

図 6 に示した過去の胸部 X 線画像 1 0 0 は、図 3 に図示した第 1 医用画像 5 0 の一例である。図 6 に示した現在の胸部 X 線画像 1 0 2 は、図 3 に図示した第 2 医用画像 5 1 の一例である。

【 0 1 4 0 】

過去の胸部 X 線画像 1 0 0、及び現在の胸部 X 線画像 1 0 2 は、ランドマーク候補領域として鎖骨、胸郭、寛骨、脊椎、及び肺野が予め設定されている。ここに列挙した胸部 X 線画像におけるランドマーク候補領域は一例であり、ランドマーク領域の条件を満たす他の領域を追加してもよいし、上記したランドマーク領域の一部を削除してもよい。

【 0 1 4 1 】

図 6 に示した過去の胸部 X 線画像 1 0 0、及び現在の胸部 X 線画像 1 0 2 は、寛骨を除く鎖骨、胸郭、脊椎、及び肺野が抽出されている。なお、図 6 では、図示の都合上、脊椎、及び肺野の図示を省略する。図 7 も同様である。

40

【 0 1 4 2 】

過去の胸部 X 線画像 1 0 0 に付した符号 1 1 0、及び現在の胸部 X 線画像 1 0 2 に付した符号 1 2 0 は鎖骨を表す。過去の胸部 X 線画像 1 0 0 に付した符号 1 1 2、及び現在の胸部 X 線画像 1 0 2 に付した符号 1 2 2 は胸郭を表す。

【 0 1 4 3 】

図 6 に示した過去の胸部 X 線画像 1 0 0 の鎖骨 1 1 0、及び胸郭 1 1 2 と、現在の胸部 X 線画像 1 0 2 の鎖骨 1 2 0、及び胸郭 1 2 2 は、ランドマーク領域として選択される。

50

過去の胸部 X 線画像 1 0 0 と現在の胸部 X 線画像 1 0 2 とは、選択されたランドマーク領域を基準として位置合わせが行われる。

【 0 1 4 4 】

図 6 に示した過去の胸部 X 線画像 1 0 0 は注目領域として心臓 1 1 4 が選択される。また、現在の胸部 X 線画像 1 0 2 は注目領域として心臓 1 2 4 が選択される。結果画像 1 0 4 は、過去の胸部 X 線画像 1 0 0 と現在の胸部 X 線画像 1 0 2 とを重ね合わせて生成される。結果画像 1 0 4 は、過去の胸部 X 線画像 1 0 0 における心臓 1 1 4 と、現在の胸部 X 線画像 1 0 2 における心臓 1 2 4 との比較等の解析が可能である。

【 0 1 4 5 】

図 6 には、複数のランドマーク領域を用いて位置合わせを行う場合を例示した。かかる場合は、過去の胸部 X 線画像 1 0 0 の鎖骨 1 1 0 と、現在の胸部 X 線画像 1 0 2 の鎖骨 1 2 0 との位置が一致しないことがあり得る。過去の胸部 X 線画像 1 0 0 の胸郭 1 1 2 と、現在の胸部 X 線画像 1 0 2 の胸郭 1 2 2 との位置も同様である。

10

【 0 1 4 6 】

そこで、本実施形態に示した画像処理では、過去の胸部 X 線画像 1 0 0 と現在の胸部 X 線画像 1 0 2 との誤差が最小となる位置合わせが行われる。誤差が最小となる位置合わせは既述のとおりであり、ここでの説明は省略する。

【 0 1 4 7 】

胸部 X 線画像の位置合わせの他の例

図 7 は胸部 X 線画像の位置合わせの他の例を示す模式図である。図 7 に示した結果画像 1 0 4 A は注目領域の位置合わせ結果が表示される一方、ランドマーク領域等の注目領域以外の領域が非表示とされる。

20

【 0 1 4 8 】

図 7 では、結果画像 1 0 4 A において表示させる心臓 1 1 4 は実線を用いて図示し、心臓 1 2 4 は点線を用いて図示する。また、二点鎖線を用いて非表示の領域を図示する。結果画像 1 0 4 A における非表示の領域は、過去の胸部 X 線画像 1 0 0 における鎖骨 1 1 0 、及び胸郭 1 1 2 、並びに現在の胸部 X 線画像 1 0 2 における鎖骨 1 2 0 、及び胸郭 1 2 2 である。

【 0 1 4 9 】

図 8 は表示選択画面の構成例を示す説明図である。図 8 に示した表示選択画面 1 4 0 は、図 3 に示した表示装置 2 4 に表示される。図 3 に示した入力装置 2 6 を操作者が操作して、図 8 に示した表示選択画面 1 4 0 に表示された第 1 選択ボタン 1 4 2 、又は第 2 選択ボタン 1 4 4 を選択し、オーケーボタン 1 4 6 を押す。

30

【 0 1 5 0 】

図 4 に示した位置合わせ部 5 8 は、表示形態の選択情報を受信する。位置合わせ部 5 8 は、表示形態の選択情報に応じて、結果画像 1 0 4 の全体を表示させる結果画像信号を表示制御部 4 4 へ送信するか、又は注目領域のみを表示させる結果画像信号を表示制御部 4 4 へ送信する。

【 0 1 5 1 】

本実施形態に示した表示装置 2 4 、及び入力装置 2 6 は、結果画像 1 0 4 の表示形態の選択を行う GUI (Graphical User Interface) として機能する。また、表示装置 2 4 、及び入力装置 2 6 は、表示選択部 5 9 の構成要素の一例に相当する。

40

【 0 1 5 2 】

頭部 CT 画像の位置合わせの例

次に、医用画像の位置合わせの具体例として、頭部 CT 画像の位置合わせの例を説明する。図 9 は頭部 CT 画像の位置合わせの他の例を示す模式図である。図 9 には、過去の第 1 頭部 CT 画像 2 0 0 、過去の第 2 頭部 CT 画像 2 0 2 、及び現在の頭部 CT 画像 2 0 4 から成る 3 つの医用画像の位置合わせを行い、結果画像 2 0 6 を生成する例を示す。結果画像 2 0 6 を用いて、注目領域として選択された脳の経時変化の比較等の解析が可能である。符号 2 1 0 、符号 2 2 0 、及び符号 2 3 0 は、いずれも脳を示す。

50

## 【 0 1 5 3 】

図 9 に示した過去の第 1 頭部 C T 画像 2 0 0、過去の第 2 頭部 C T 画像 2 0 2、及び現在の頭部 C T 画像 2 0 4 は同一のスライス位置が適用される。ここでいう同一は、完全な同一に限定されず、同一とみなし得る実質的な同一であってもよい。図 1 0、及び図 1 1 に示した頭部 C T 画像も同様である。

## 【 0 1 5 4 】

頭部 C T 画像の位置合わせでは、ランドマーク候補領域として、頭蓋骨、眼球、頬骨、頸椎、及び脳槽領域が予め設定されている。なお、ここに列挙した頭部 C T 画像におけるランドマーク候補領域は例示であって、顎骨等のランドマーク領域の条件を満たす他の領域を追加してもよい。また、上記したランドマーク候補領域の一部を削除してもよい。

10

## 【 0 1 5 5 】

図 9 に示した過去の第 1 頭部 C T 画像 2 0 0、過去の第 2 頭部 C T 画像 2 0 2、及び現在の頭部 C T 画像 2 0 4 は、上記したランドマーク候補領域のうち頭蓋骨が抽出され、頭蓋骨がランドマーク領域として選択される。符号 2 1 2、符号 2 2 2、及び符号 2 3 2 はいずれも頭蓋骨を示す。

## 【 0 1 5 6 】

図 9 に示した頭部 C T 画像の位置合わせの例は、上記した複数のランドマーク候補領域の中から 1 つのランドマーク候補領域が抽出され、抽出されたランドマーク候補領域をランドマーク領域として選択する例である。なお、図 9 に示した頭部 C T 画像とは、図 9 に示した過去の第 1 頭部 C T 画像 2 0 0、過去の第 2 頭部 C T 画像 2 0 2、及び現在の頭部 C T 画像 2 0 4 の総称である。図 1 0 に示した頭部 C T 画像、及び図 1 1 に示した頭部 C T 画像も同様である。

20

## 【 0 1 5 7 】

図 1 0 は頭部 C T 画像の位置合わせの他の例を示す模式図であり、上記した複数のランドマーク候補領域の中から 2 つのランドマーク候補領域が抽出され、抽出されたランドマーク候補領域をランドマーク領域として選択する例である。

## 【 0 1 5 8 】

すなわち、過去の第 1 頭部 C T 画像 2 0 0 A、過去の第 2 頭部 C T 画像 2 0 2 A、及び現在の頭部 C T 画像 2 0 4 A から頭蓋骨、及び眼球が抽出され、頭蓋骨、及び眼球をランドマーク領域として選択される。図 1 0 に示した符号 2 1 4、符号 2 2 4、及び符号 2 3 4 はいずれも眼球を示す。

30

## 【 0 1 5 9 】

図 1 0 に示した過去の第 1 頭部 C T 画像 2 0 0 A は、図 9 に示した過去の第 1 頭部 C T 画像 2 0 0 と比較して、スライス位置が顎の側となっている。図 1 0 に示した過去の第 2 頭部 C T 画像 2 0 2 A、及び現在の頭部 C T 画像 2 0 4 A も同様である。

## 【 0 1 6 0 】

図 1 0 に示した過去の第 1 頭部 C T 画像 2 0 0 A、過去の第 2 頭部 C T 画像 2 0 2 A、及び現在の頭部 C T 画像 2 0 4 A の位置合わせの結果、結果画像 2 0 6 A が生成される。

## 【 0 1 6 1 】

図 1 1 は頭部 C T 画像の位置合わせの他の例を示す模式図であり、ランドマーク領域として頭蓋骨、及び頬骨を選択した例の模式図である。図 1 1 には左右の頬骨をランドマーク領域として選択する例を示したが、左の頬骨、又は右の頬骨のいずれかをランドマーク領域として選択してもよい。図 7 に示した鎖骨、及び胸郭、並びに図 9 に示した眼球も同様である。

40

## 【 0 1 6 2 】

図 1 1 に示した過去の第 1 頭部 C T 画像 2 0 0 B は、図 1 0 に示した過去の第 1 頭部 C T 画像 2 0 0 A と比較して、スライス位置が顎の側となっている。図 1 1 に示した過去の第 2 頭部 C T 画像 2 0 2 B、及び現在の頭部 C T 画像 2 0 4 B も同様である。

## 【 0 1 6 3 】

図 1 1 に示した過去の第 1 頭部 C T 画像 2 0 0 B、過去の第 2 頭部 C T 画像 2 0 2 B、

50

及び現在の頭部CT画像204Bの剛体位置合わせの結果、結果画像206Bが生成される。図11に示した符号216、符号226、及び符号236はいずれも眼球を示す。

【0164】

図10、及び図11に示した頭部CT画像の位置合わせの例は、複数のランドマーク候補領域の中から複数のランドマーク領域を選択する例である。図10、及び図11には複数のランドマーク領域を選択する例として2つのランドマーク領域を選択する例を示したが、ランドマーク領域の数は3つ以上でもよい。

【0165】

結果画像の表示形態は、胸部X画像の例と同様に、結果画像の全体を表示してもよいし、注目領域のみを表示してもよい。結果画像の表示形態の選択は、図8に示した表示選択画面140と同様の選択画面を用いて選択することが可能である。なお、結果画像は、図9に示した結果画像206、図10に示した結果画像206A、及び図11に示した結果画像206Bの総称である。

10

【0166】

図12は処理対象画像選択画面の構成例を示す説明図である。図12に示した処理対象画像選択画面240は、過去の第1頭部CT画像200、過去の第2頭部CT画像202、及び現在の頭部CT画像204のうち、過去の第2頭部CT画像202、及び現在の頭部CT画像204が位置合わせの処理対象として選択された場合を示す。オーケーボタン242を押下すると、処理対象の選択が確定する。

【0167】

20

すなわち、図12に示した例では、現在の頭部CT画像204と、過去の頭部CT画像のうち最新の過去の第2頭部CT画像202とが位置合わせの処理対象として選択される。図12に示した処理対象画像選択画面240は、過去の第1頭部CT画像200、過去の第2頭部CT画像202、及び現在の頭部CT画像204の下側には、それぞれの撮像日が表示されている。このように、処理対象画像選択画面240は、各医用画像の付帯情報を表示してもよい。なお、図12に図示した日付は任意の日付である。

【0168】

図12に示した処理対象画像選択画面240において、過去の第1頭部CT画像200、と現在の頭部CT画像204との選択、及び過去の第1頭部CT画像200と、過去の第2頭部CT画像202と、現在の頭部CT画像204との選択も可能である。

30

【0169】

本実施形態では、胸部X線画像、及び頭部CT画像等の二次元の医用画像の位置合わせを例示したが、本実施形態に係る画像処理は3次元の医用画像にも適用可能である。

【0170】

[第1実施形態に係る画像処理装置、及び方法の作用効果]

第1実施形態に係る画像処理装置、及び方法によれば、以下の作用効果を得ることが可能である。

【0171】

{1}

位置合わせ対象の医用画像について、複数のランドマーク候補領域が予め規定される。位置合わせ対象の複数の医用画像から注目領域を含む複数の領域が抽出される。複数のランドマーク候補領域のうち、位置合わせ対象の複数の医用画像の全てにおいて抽出された領域であり、注目領域以外の領域の中から1つ以上のランドマーク領域が選択される。選択されたランドマーク領域を位置合わせの基準として、位置合わせ対象の複数の医用画像の位置合わせを行う。これにより、位置合わせ対象の複数の医用画像についての高精度の位置合わせが可能である。

40

【0172】

{2}

位置合わせ対象の複数の医用画像から抽出された領域の中から、注目領域が選択される。これにより、複数の医用画像から抽出された領域の中から、1つ以上の任意の領域を注

50

目領域とすることが可能である。

【 0 1 7 3 】

〔 3 〕

複数の医用画像を重ね合わせた結果画像 2 0 6 を生成する。これにより、複数の医用画像の比較等の解析が可能となる。

【 0 1 7 4 】

〔 4 〕

機械学習の結果を用いて、医用画像から領域抽出が行われる。これにより、高精度の領域抽出が可能である。また、領域ごとの抽出結果を用いて機械学習が行われる。これにより、高精度の領域抽出が可能である。

10

【 0 1 7 5 】

〔 5 〕

ランドマーク領域の候補とされるランドマーク候補領域が予め設定される。ランドマーク候補領域のうち、複数の医用画像から抽出された領域の中からランドマーク領域が選択される。これにより、複数の医用画像に応じたランドマーク候補領域の設定が可能である。また、ランドマーク候補領域からランドマーク領域の選択が可能である。

【 0 1 7 6 】

〔 6 〕

複数のランドマークを用いて、誤差が最小となる位置合わせが行われる。これにより、複数の医用画像の高精度の位置合わせが可能である。

20

【 0 1 7 7 】

〔 7 〕

複数の医用画像は、同一の患者における、同一の被検体について、異なる時期に生成された医用画像が適用される。これにより、同一の患者における、同一の被検体について、経時変化観察等の解析が可能である。

【 0 1 7 8 】

〔 8 〕

位置合わせ部 5 8 は、結果画像 2 0 6 を表す結果画像信号を表示制御部 4 4 へ送信する。これにより、表示装置 2 4 を用いて結果画像 2 0 6 を表示し得る。画像処理部 4 2 は、結果画像 2 0 6 の全体を表示させるか、又は注目領域のみを表示させるかを選択する表示選択部 5 9 を備える。これにより、結果画像 2 0 6 の全体表示、又は注目領域のみの表示の選択が可能である。

30

【 0 1 7 9 】

〔 第 2 実施形態に係る画像処理装置、及び方法 〕

次に、第 2 実施形態に係る画像処理装置、及び方法について説明する。

【 0 1 8 0 】

〔 画像処理装置の構成例 〕

図 1 3 は第 2 実施形態に係る画像処理部の機能を示すブロック図である。第 2 実施形態に係る画像処理装置は、図 1 3 に示した画像処理部 4 2 A を備える、画像処理部 4 2 A は、優先度設定部 2 5 0 を備える。

40

【 0 1 8 1 】

優先度設定部 2 5 0 は、ランドマーク候補領域に優先度を設定する。ランドマーク領域選択部 5 6 は、ランドマーク候補領域に設定された優先度に基づいて、ランドマーク領域を選択する。

【 0 1 8 2 】

図 6 に示した過去の胸部 X 線画像 1 0 0、及び現在の胸部 X 線画像 1 0 2 は、ランドマーク候補領域として鎖骨、胸郭、寛骨、脊椎、及び肺野が設定される。これらのランドマーク候補領域の優先度の設定例として、最も高い優先度が鎖骨に設定され、最も低い優先度が肺野に設定され、かつ鎖骨、胸郭、寛骨、脊椎、及び肺野の順に優先度が低くなる設定例が挙げられる。

50

## 【 0 1 8 3 】

図 6 に示した過去の胸部 X 線画像 1 0 0、及び現在の胸部 X 線画像 1 0 2 は、寛骨以外のランドマーク候補領域が抽出される。過去の胸部 X 線画像 1 0 0、及び現在の胸部 X 線画像 1 0 2 から抽出されたランドマーク候補領域のうち、優先度が高い鎖骨、及び胸郭がランドマークとして選択される。

## 【 0 1 8 4 】

図 9 から図 1 1 に示した頭部 CT 画像は、頭蓋骨、眼球、頬骨、頸椎、及び脳槽領域がランドマーク候補領域として設定される。これらのランドマーク候補領域の優先度の設定例として、最も高い優先度が頭蓋骨に設定され、最も低い優先度が脳槽領域に設定され、かつ頭蓋骨、眼球、頬骨、頸椎、及び脳槽領域の順に優先度が低くなる設定例が挙げられる。

10

## 【 0 1 8 5 】

図 1 0 に示した例では、優先順位が最も高い頭蓋骨、及び優先順位が二番目に高い眼球がランドマークとして選択される。変化が相対的に少ないランドマーク候補領域は優先度が相対的に高く設定される。一方、変化が相対的に多いランドマーク候補領域は優先度が相対的に低く設定される。

## 【 0 1 8 6 】

図 1 3 に示した優先度設定部 2 5 0 は、入力装置 2 6 を用いて入力された優先度設定情報を表す信号に基づいて、複数のランドマーク候補領域に対して優先度を設定することが可能である。

20

## 【 0 1 8 7 】

図 1 4 は優先度設定画面の構成例を示す説明図である。図 1 4 に示した優先度設定画面 2 6 0 は、最も優先度が高い領域を指定する第 1 設定タブ 2 6 2、二番目に優先度が高い領域を指定する第 2 設定タブ 2 6 4、三番目に優先度が高い領域を指定する第 3 設定タブ 2 6 6、四番目に優先度が高い領域を指定する第 4 設定タブ 2 6 8、及び最も優先度が低い領域を指定する第 5 設定タブ 2 7 0 が表示される。

## 【 0 1 8 8 】

第 1 設定タブ 2 6 2 は、文字入力を適用してもよいし、プルダウンメニューを適用してもよい。第 2 設定タブ 2 6 4、第 3 設定タブ 2 6 6、第 4 設定タブ 2 6 8、及び第 5 設定タブ 2 7 0 も同様である。

30

## 【 0 1 8 9 】

第 1 設定タブ 2 6 2 から第 5 設定タブ 2 7 0 に領域名を入力し、オーケーボタン 2 7 2 を押下すると優先度の設定が確定する。なお、第 2 設定タブ 2 6 4 から第 5 設定タブ 2 7 0 までのいずれかを未入力としてもよい。

## 【 0 1 9 0 】

図 1 4 には 5 つの優先度設定タブを備える優先度設定画面 2 6 0 を図示したが、優先度設定タブの数は医用画像の種類、注目領域等に応じて適宜変更してもよい。

## 【 0 1 9 1 】

〔第 2 実施形態に係る画像処理方法の手順〕

図 1 5 は第 2 実施形態に係る画像処理方法の手順の流れを示すフローチャートである。図 1 5 に示したフローチャートは、図 5 に示したフローチャートの注目領域選択工程 S 1 4 と、ランドマーク領域選択工程 S 1 6 との間に、優先度設定工程 S 1 5 が追加される。

40

## 【 0 1 9 2 】

優先度設定工程 S 1 5 では、図 1 3 に示した優先度設定部 2 5 0 は、予め設定されているランドマーク候補領域に対して優先度を設定する。優先度設定工程 S 1 5 の後に、ランドマーク領域選択工程 S 1 6 へ進む。

## 【 0 1 9 3 】

ランドマーク領域選択工程 S 1 6 では、図 1 3 に示したランドマーク領域選択部 5 6 は、優先度設定工程 S 1 5 において、ランドマーク候補領域に対して設定された優先度の高い順にランドマーク領域を選択する。他の工程は、図 5 に示した各工程と同一であり、こ

50

こでの説明を省略する。

【 0 1 9 4 】

[ 第 2 実施形態に係る画像処理装置、及び方法の作用効果 ]

第 2 実施形態に係る画像処理装置、及び方法によれば、以下の作用効果を得ることが可能である。

【 0 1 9 5 】

[ 1 ]

ランドマーク候補領域に対して優先度を設定する優先度設定部 2 5 0 を備える。これにより、優先度に基づくランドマーク領域の選択が可能である。

【 0 1 9 6 】

[ 2 ]

表示装置 2 4 に優先度設定画面 2 6 0 を表示させる。優先度設定画面 2 6 0 は入力装置を用いて領域の情報を入力可能な設定タブが表示される。これにより、入力装置を用いて、ランドマーク候補領域に対して優先度を設定することが可能である。

【 0 1 9 7 】

[ ネットワークシステムへの適用例 ]

図 1 6 はネットワークシステムが適用される情報処理システムの構成例を示すブロック図である。図 1 6 に示した情報処理システム 3 0 0 は、サーバ装置 3 0 2、及び医療機関 3 0 4 に具備される端末装置 3 0 6 を備える。サーバ装置 3 0 2 と端末装置 3 0 6 とはネットワーク 3 0 8 を介して通信可能に接続される。

【 0 1 9 8 】

医療機関 3 0 4 は、図 1 6 に図示した第 1 医療機関 3 0 4 A、第 2 医療機関 3 0 4 B、及び第 3 医療機関 3 0 4 C の総称である。また、端末装置 3 0 6 は、図 1 6 に図示した第 1 医療機関 3 0 4 A に具備される端末装置 3 0 6 A、第 2 医療機関 3 0 4 B に具備される端末装置 3 0 6 B、及び第 3 医療機関 3 0 4 C に具備される端末装置 3 0 6 C の総称である。

【 0 1 9 9 】

端末装置 3 0 6 は、図 1 から図 4 を用いて説明した画像処理装置 1 2 と同様の構成、及び機能を有している。ここでは、端末装置 3 0 6 の構成、及び機能等の説明は省略する。端末装置 3 0 6 は、医療機関 3 0 4 が備えるモダリティと通信可能に接続されてもよい。図 1 6 ではモダリティの図示を省略する。モダリティは図 1 に符号 1 4 を付して図示する。

【 0 2 0 0 】

サーバ装置 3 0 2 は、図 1 に示した画像データベース 1 6 等の医用画像データベース 3 1 0 を備える。サーバ装置 3 0 2 は、端末装置 3 0 6 との間で医用画像を高速で送受信可能に構成される。図 1 6 に示した D B は Data Base の省略語である。

【 0 2 0 1 】

医用画像データベース 3 1 0 は、ネットワーク 3 0 8 に接続される N A S ( Network Attached Storage ) を適用し得る。医用画像データベース 3 1 0 は、S A N ( Storage Area Network ) に接続されたディスク装置を適用し得る。

【 0 2 0 2 】

サーバ装置 3 0 2 は第 2 機械学習器 3 1 2 を備える。第 2 機械学習器 3 1 2 は、図 4 に示した機械学習器 5 3 と同様に、コンボリューションニューラルネットワークを適用可能である。

【 0 2 0 3 】

第 2 機械学習器 3 1 2 は、図 4、及び図 1 3 に示した機械学習器 5 3 の機能を備えることが可能である。サーバ装置 3 0 2 に具備される第 2 機械学習器 3 1 2 は、機械学習器 5 3 を更新する機械学習器更新部として機能し得る。

【 0 2 0 4 】

すなわち、第 2 機械学習器 3 1 2 は、図 4、及び図 1 3 に示した抽出部 5 2 の抽出結果

10

20

30

40

50

を用いた機械学習を行い、抽出部 5 2 に適用される抽出規則を更新して、機械学習器 5 3 を更新してもよい。

【 0 2 0 5 】

ネットワーク 3 0 8 は、公衆回線網を適用してもよいし、専用回線網を適用してもよい。ネットワーク 3 0 8 は、光ファイバー等の高速通信ケーブルが適用される。ネットワーク 3 0 8 は D I C O M 規格に準拠した通信プロトコルを適用可能である。

【 0 2 0 6 】

[ コンピュータを画像処理装置として機能させるプログラムへの適用例 ]

上述した画像処理方法は、コンピュータを用いて、画像処理装置における各部に対応する機能、及び画像処理方法における各工程に対応する機能を実現させるプログラムとして構成可能である。

10

【 0 2 0 7 】

例えば、第 1 医用画像、及び第 2 医用画像を取得する画像取得機能、第 1 医用画像、及び第 2 医用画像のそれぞれから、注目領域を含む複数の領域を抽出する抽出機能、第 1 医用画像の複数の領域、及び第 2 医用画像の複数の領域のうち、第 1 医用画像と第 2 医用画像とに共通する領域であり、注目領域と異なる特定の領域を、第 1 医用画像と第 2 医用画像との位置合わせの基準となるランドマーク領域として選択するランドマーク領域選択機能、及びランドマーク領域を位置合わせの基準として、第 1 医用画像と第 2 医用画像との位置合わせを行い、第 1 医用画像と第 2 医用画像とを重ね合わせた結果画像を生成する位置合わせ機能を実現させるプログラムを構成し得る。

20

【 0 2 0 8 】

上述した画像処理機能をコンピュータに実現させるプログラムを、有体物である非一時的な情報記憶媒体である、コンピュータが読取可能な情報記憶媒体に記憶し、情報記憶媒体を通じてプログラムを提供することが可能である。

【 0 2 0 9 】

また、非一時的な情報記憶媒体にプログラムを記憶して提供する態様に代えて、ネットワークを介してプログラム信号を提供する態様も可能である。

【 0 2 1 0 】

[ 実施形態及び変形例等の組み合わせについて ]

上述した実施形態で説明した構成要素、及び変形例で説明した構成要素は、適宜組み合わせることで用いることができ、また、一部の構成要素を置き換えることもできる。

30

【 0 2 1 1 】

以上説明した本発明の実施形態は、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、適宜構成要件を変更、追加、削除することが可能である。本発明は以上説明した実施形態に限定されるものではなく、本発明の技術的思想内で当該分野の通常の知識を有する者により、多くの変形が可能である。

【 符号の説明 】

【 0 2 1 2 】

- 1 0 医療情報システム
- 1 2 画像処理装置
- 1 4 モダリティ
- 1 6 画像データベース
- 1 8 ネットワーク
- 2 0 マウス
- 2 2 キーボード
- 2 4 表示装置
- 2 6 入力装置
- 3 0 制御部
- 3 2 メモリ
- 3 4 ハードディスク装置

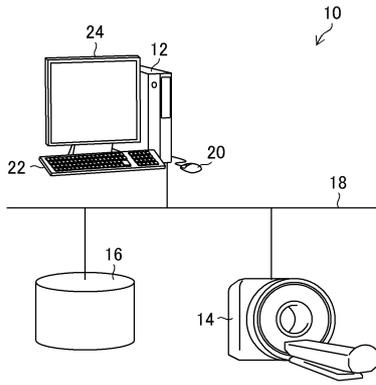
40

50

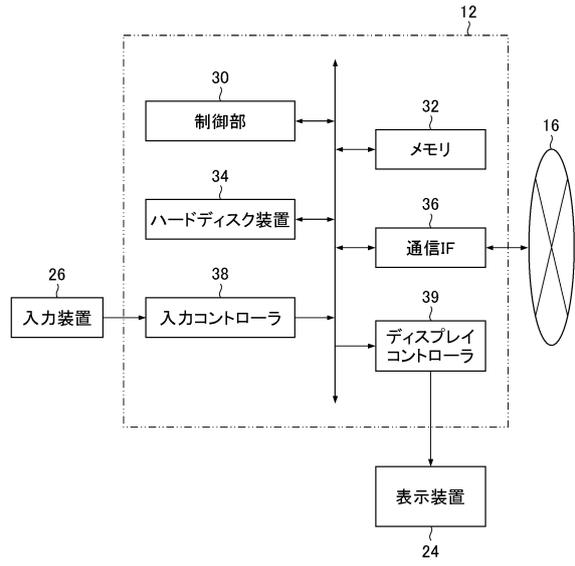
3 6	通信インターフェース	
3 8	入力コントローラ	
3 9	ディスプレイコントローラ	
4 0	全体制御部	
4 1	画像取得部	
4 2	画像処理部	
4 2 A	画像処理部	
4 3	深層学習アルゴリズム	
4 4	表示制御部	
4 5	画面生成部	10
4 6	入力制御部	
4 7	記憶部	
4 8	画像記憶部	
4 9	プログラム記憶部	
5 0	第 1 医用画像	
5 1	第 2 医用画像	
5 2	抽出部	
5 3	機械学習器	
5 3 A	正解データ	
5 4	注目領域選択部	20
5 5	ランドマーク候補領域設定部	
5 6	ランドマーク領域選択部	
5 8	位置合わせ部	
5 8 A	誤差算出部	
5 9	表示選択部	
6 0	通信信号線	
1 0 0	過去の胸部 X 線画像	
1 0 2	現在の胸部 X 線画像	
1 0 4	結果画像	
1 0 4 A	結果画像	30
1 1 0	鎖骨	
1 1 2	胸郭	
1 1 4	心臓	
1 2 0	鎖骨	
1 2 2	胸郭	
1 2 4	心臓	
1 4 0	表示選択画面	
1 4 2	第 1 選択ボタン	
1 4 4	第 2 選択ボタン	
1 4 6	オーケーボタン	40
2 0 0	過去の第 1 頭部 C T 画像	
2 0 0 A	過去の第 1 頭部 C T 画像	
2 0 0 B	過去の第 1 頭部 C T 画像	
2 0 2	過去の第 2 頭部 C T 画像	
2 0 2 A	過去の第 2 頭部 C T 画像	
2 0 2 B	過去の第 2 頭部 C T 画像	
2 0 4	現在の頭部 C T 画像	
2 0 4 A	現在の頭部 C T 画像	
2 0 4 B	現在の頭部 C T 画像	
2 0 6	結果画像	50

2 0 6 A	結果画像	
2 0 6 B	結果画像	
2 1 0	脳	
2 1 2	頭蓋骨	
2 1 4	眼球	
2 1 6	頬骨	
2 2 0	脳	
2 2 2	頭蓋骨	
2 2 4	眼球	
2 2 6	頬骨	10
2 3 0	脳	
2 3 2	頭蓋骨	
2 3 4	眼球	
2 3 6	頬骨	
2 4 0	処理対象画像選択画面	
2 4 2	オーケーボタン	
2 5 0	優先度設定部	
2 6 0	優先度設定画面	
2 6 2	第 1 設定タブ	
2 6 4	第 2 設定タブ	20
2 6 6	第 3 設定タブ	
2 6 8	第 4 設定タブ	
2 7 0	第 5 設定タブ	
2 7 2	オーケーボタン	
3 0 0	情報処理システム	
3 0 2	サーバ装置	
3 0 4	医療機関	
3 0 4 A	第 1 医療機関	
3 0 4 B	第 2 医療機関	
3 0 4 C	第 3 医療機関	30
3 0 6	端末装置	
3 0 6 A	端末装置	
3 0 6 B	端末装置	
3 0 6 C	端末装置	
3 0 8	ネットワーク	
3 1 0	医用画像データベース	
3 1 2	第 2 機械学習器	
S 1 0 から S 2 6	画像処理方法の各工程	

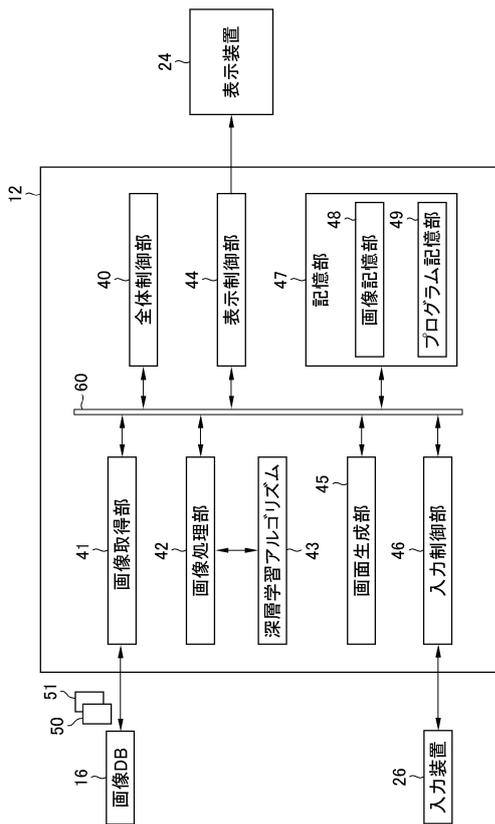
【図1】



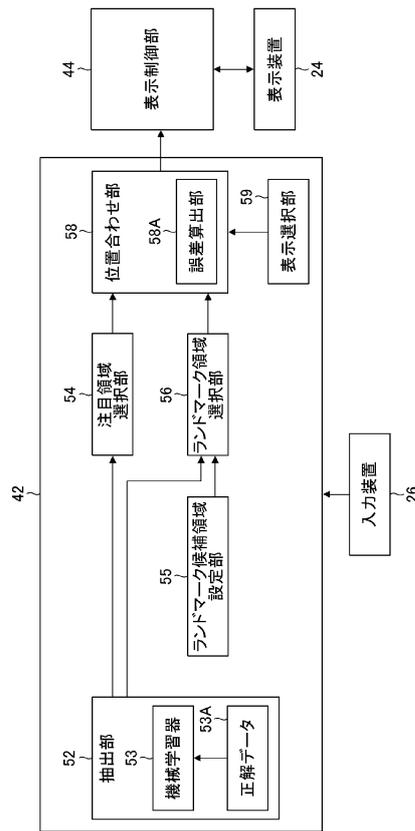
【図2】



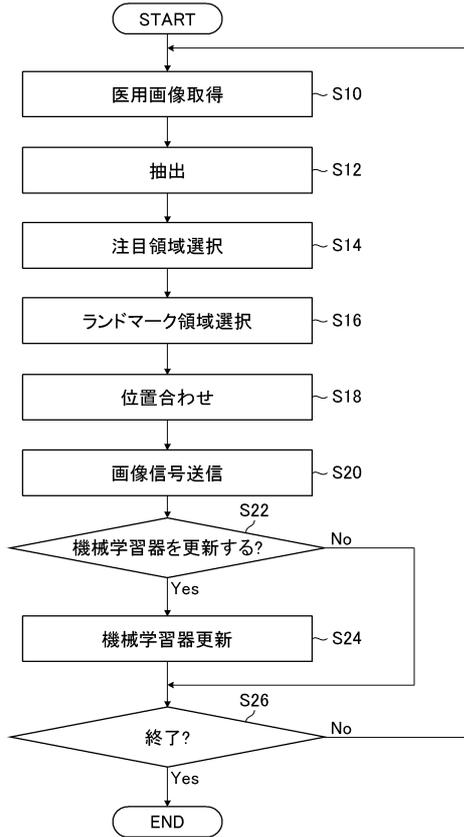
【図3】



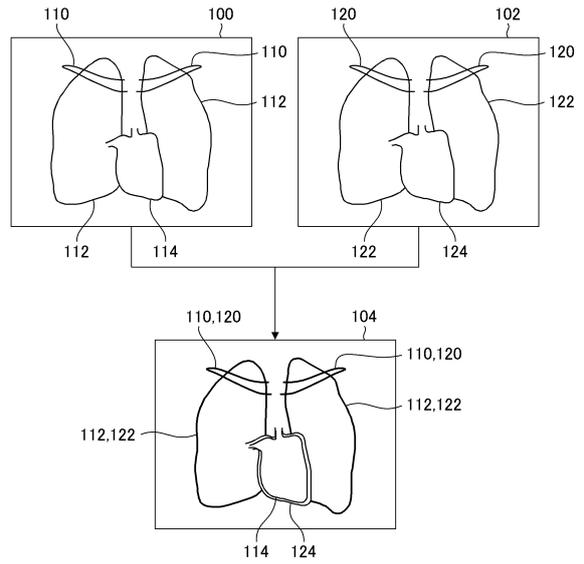
【図4】



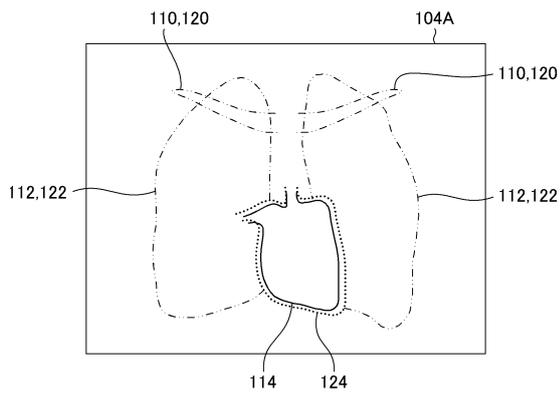
【図5】



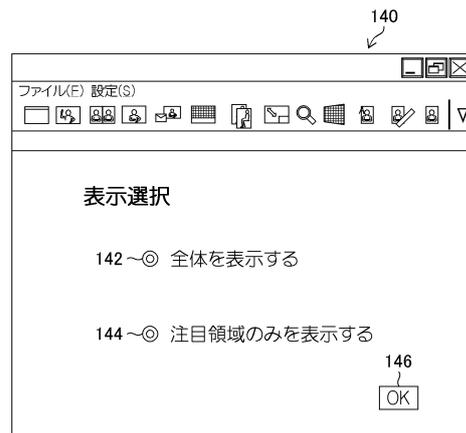
【図6】



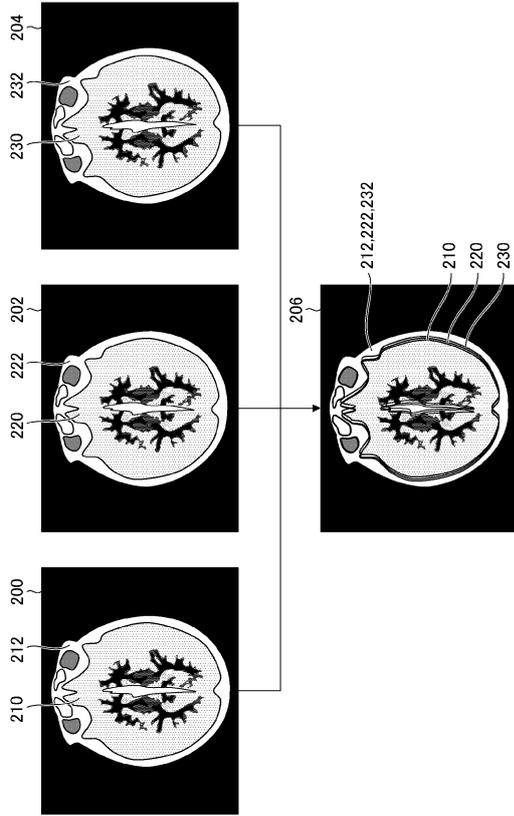
【図7】



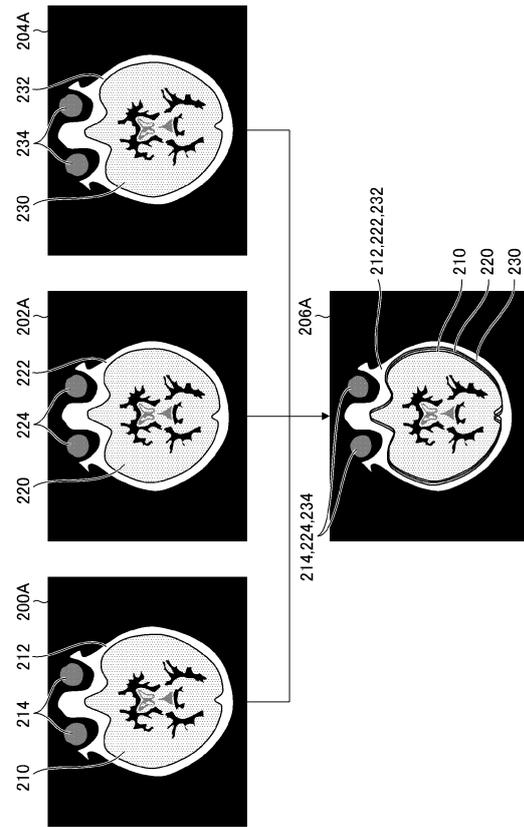
【図8】



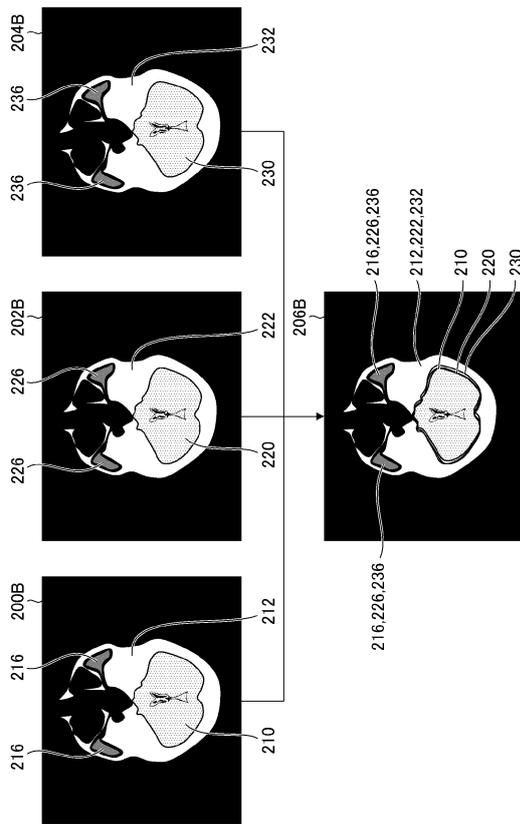
【図 9】



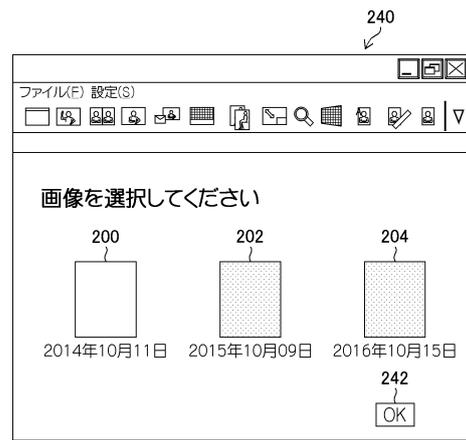
【図 10】



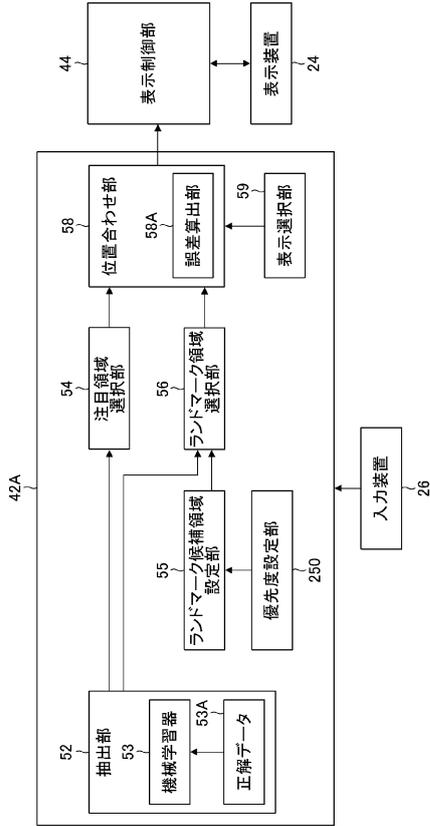
【図 11】



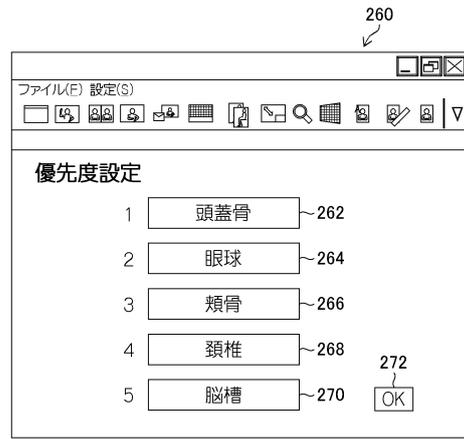
【図 12】



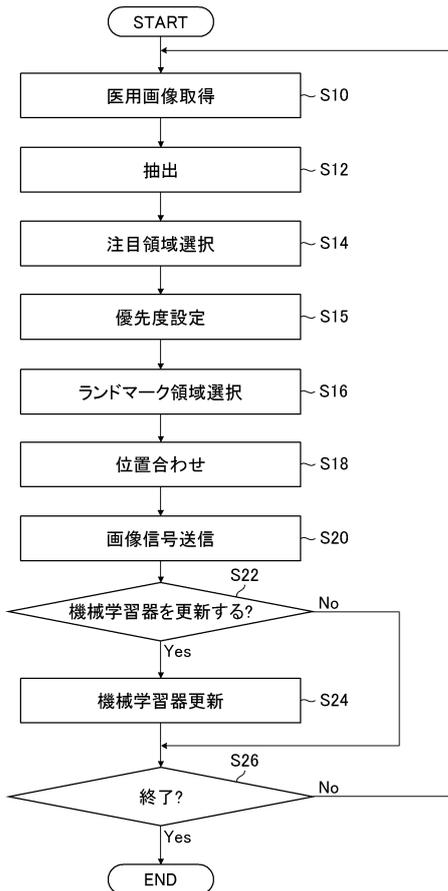
【図13】



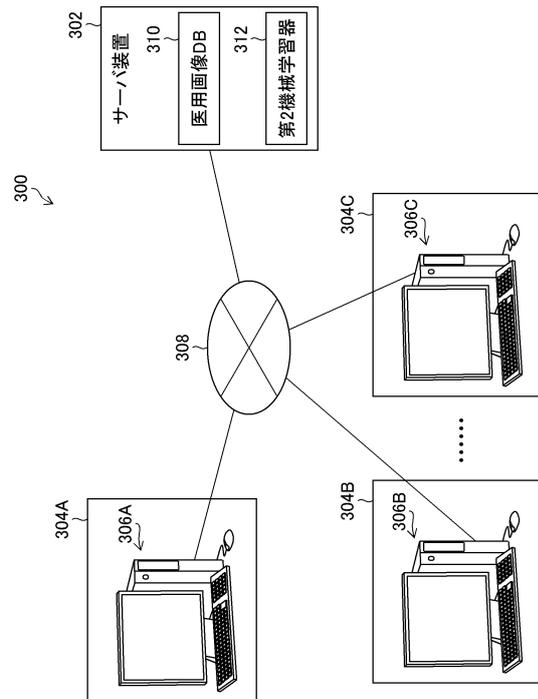
【図14】



【図15】



【図16】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
<b>G 0 6 T</b>	<b>7/00</b>	<b>(2017.01)</b>	G 0 6 T	7/00	3 5 0 B
A 6 1 B	6/03	(2006.01)	A 6 1 B	6/03	3 6 0 Q

(56)参考文献 米国特許出願公開第2013/0072779 (US, A1)  
 米国特許出願公開第2016/0148375 (US, A1)  
 特開2011-092687 (JP, A)  
 特開2016-097014 (JP, A)  
 特開2008-073338 (JP, A)  
 韓国公開特許第10-2016-0061248 (KR, A)  
 特開2011-120827 (JP, A)  
 米国特許出願公開第2011/0074813 (US, A1)  
 特開昭58-012645 (JP, A)  
 特開2012-034988 (JP, A)

Jun Zhang, Detecting Anatomical Landmarks From Limited Medical Imaging Data Using Two-Stage Task-Oriented Deep Neural Networks, IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESSING, IEEE, 2017年10月, VOL.26,NO.10, p.4753-4763

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 6 1 B	6 / 0 0 - 6 / 1 4
A 6 1 B	5 / 0 5 5
G 0 1 T	1 / 1 6 1
G 0 6 T	1 / 0 0
G 0 6 T	5 / 5 0
G 0 6 T	7 / 0 0