

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7155274号  
(P7155274)

(45)発行日 令和4年10月18日(2022.10.18)

(24)登録日 令和4年10月7日(2022.10.7)

(51)国際特許分類	F I		
G 0 6 T 7/00 (2017.01)	G 0 6 T	7/00	3 5 0 C
G 0 6 N 3/02 (2006.01)	G 0 6 N	3/02	
G 1 6 H 30/40 (2018.01)	G 1 6 H	30/40	

請求項の数 14 (全22頁)

(21)出願番号	特願2020-545323(P2020-545323)	(73)特許権者	390041542 ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ アメリカ合衆国、ニューヨーク州 12 345、スケネクタディ、リバーロード 、1番
(86)(22)出願日	平成31年3月1日(2019.3.1)	(74)代理人	100105588 弁理士 小倉 博
(65)公表番号	特表2021-515326(P2021-515326 A)	(74)代理人	100151286 弁理士 澤木 亮一
(43)公表日	令和3年6月17日(2021.6.17)	(72)発明者	シャンバグ、ダテシュ・ダヤナンド インド、560066、バンガロール、 ホワイトフィールド・ロード、フーディ ・ビレッジ、イービーアイビー フェー ズ-2、122、ゼネラル・エレクトリ ック・カンパニイ
(86)国際出願番号	PCT/US2019/020262		
(87)国際公開番号	WO2019/169251		
(87)国際公開日	令和1年9月6日(2019.9.6)		
審査請求日	令和2年11月6日(2020.11.6)		
(31)優先権主張番号	201841007888		
(32)優先日	平成30年3月2日(2018.3.2)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	インド(IN)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 加速化された臨床ワークフローのためのシステムおよび方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

対象(132)の解剖学的関心領域に対応する解剖学的画像データ(106)を取得すること(502)と、

学習ベースの技法を使用して、前記解剖学的画像データ(106)を処理し、前記解剖学的関心領域に対応する境界画像を生成することと、

前記境界画像と複数のマスク画像(210、302、304、306、308)の各々との比較に基づいて前記複数のマスク画像(210、302、304、306、308)からマスク画像(210、302、304、306、308)を選択することと、

前記マスク画像(210、302、304、306、308)に基づいて前記解剖学的関心領域に対応する複数のアトラス画像(214、218)からアトラス画像(214、218)を選択すること(506)と、

前記アトラス画像(214、218)に基づいてパーセル化されたセグメント化画像(130、222、304、306、402、408、414、420)を生成すること(508)と、

前記パーセル化されたセグメント化画像(130、222、304、306、402、408、414、420)に基づいて医療活動を推奨すること(510)であって、前記医療活動は、画像取得のガイド、処置計画の監督、前記対象(132)への治療的送達の支援、および医療レポートの生成の少なくとも1つを含むことと

を含む、方法(500)。

10

20

## 【請求項 2】

前記解剖学的画像データ(106)を取得すること(502)は、画像データ取得サブシステム(102)から、前記対象(132)に対応するスカウトデータセットを受信することをさらに含み、前記スカウトデータセットは、低解像度の解剖学的画像データ(106)に対応する、請求項1に記載の方法(500)。

## 【請求項 3】

前記境界画像を生成することは、

深層学習モデル(208)を使用して前記解剖学的画像データ(106)内の複数の解剖学的画像(204)から解剖学的画像(204)を処理し、マルチラベルインデックス値を生成することと、

前記マルチラベルインデックス値に基づいてマスク画像(210、302、304、306、308)を選択することと

を含む、請求項1または2に記載の方法(500)。

10

## 【請求項 4】

前記アトラス画像(214、218)を選択すること(506)は、

形状ベースのメトリックを使用して前記マスク画像(210、302、304、306、308)を複数のアトラス画像(214、218)と比較し、複数の類似性値を生成することと、

前記複数の類似性値に基づいて前記複数のアトラス画像(214、218)から一致するアトラス画像(214、218)を選択することであって、前記一致するアトラス画像(214、218)は、複数のラベル(224)を含むことと

を含む、請求項3に記載の方法(500)。

20

## 【請求項 5】

前記パーセル化されたセグメント化画像(130、222、304、306、402、408、414、420)を生成すること(508)は、

前記選択された一致するアトラス画像(214、218)を前記解剖学的画像(204)と位置合わせし、位置合わせされた解剖学的画像(204)を生成することと、

前記複数のラベル(224)の1つまたは複数のラベル(224)を前記選択された一致するアトラス画像(214、218)から前記位置合わせされた解剖学的画像(204)に転送し、前記パーセル化されたセグメント化画像(130、222、304、306、402、408、414、420)を生成することと

を含む、請求項4に記載の方法(500)。

30

## 【請求項 6】

前記医療活動を推奨すること(510)は、

前記パーセル化されたセグメント化画像(130、222、304、306、402、408、414、420)に基づいて前記解剖学的関心領域の医学的状況を決定することと、

前記医学的状況に基づいて医学的推奨(108)を生成することと

を含む、請求項1乃至5のいずれかに記載の方法(500)。

## 【請求項 7】

前記医療活動は、生検(114)、放射線治療、および幹細胞治療の少なくとも1つを含む、請求項6に記載の方法(500)。

40

## 【請求項 8】

履歴解剖学的データに基づいて複数の医学的状態に対応する複数の深層学習モデル(208)を生成することをさらに含む、請求項1乃至7のいずれかに記載の方法(500)。

## 【請求項 9】

履歴解剖学的データに基づいて複数の医学的状態に対応する複数の深層学習モデル(208)を生成することをさらに含む、請求項1乃至8のいずれかに記載の方法(500)。

## 【請求項 10】

対象(132)の解剖学的関心領域に対応する解剖学的画像データ(106)を取得す

50

るように構成された画像データ取得サブシステム(102)と、

前記画像データ取得サブシステム(102)に通信可能に結合され、学習ベースの技法を使用して、前記解剖学的画像データ(106)を処理し、前記解剖学的関心領域に対応する境界画像を生成し、前記境界画像と複数のマスク画像(210、302、304、306、308)の各々との比較に基づいて前記複数のマスク画像(210、302、304、306、308)からマスク画像(210、302、304、306、308)を選択するように構成された学習ユニット(116)と、

前記学習ユニット(116)に通信可能に結合され、前記マスク画像(210、302、304、306、308)に基づいて前記解剖学的関心領域に対応する複数のアトラス画像(214、218)からアトラス画像(214、218)を選択するように構成されたアトラス選択ユニット(118)と、

10

前記アトラス選択ユニット(118)に通信可能に結合され、前記アトラス画像(214、218)に基づいて前記解剖学的画像データ(106)をセグメント化してパーセル化されたセグメント化画像(130、222、304、306、402、408、414、420)を生成するように構成されたセグメンテーションユニット(120)と、

前記セグメンテーションユニット(120)に通信可能に結合され、前記パーセル化されたセグメント化画像(130、222、304、306、402、408、414、420)に基づいて医療活動を推奨するように構成された治療ユニット(122)であって、前記医療活動は、画像取得のガイド、処置計画の監督、前記対象(132)への治療的送達の支援、および医療レポートの生成の少なくとも1つを含む治療ユニット(122)と

20

を備える、撮像システム(100)。

#### 【請求項11】

前記画像データ取得サブシステム(102)は、

前記対象(132)に対応するスカウトデータセットを受信し、前記スカウトデータセットは、低解像度の解剖学的画像データ(106)に対応する、請求項10に記載の撮像システム(100)。

#### 【請求項12】

前記学習ユニット(116)は、

深層学習モデル(208)を使用して前記解剖学的画像データ(106)内の複数の解剖学的画像(204)から解剖学的画像(204)を処理し、マルチラベルインデックス値を生成し、

30

前記マルチラベルインデックス値に基づいてマスク画像(210、302、304、306、308)を選択する

ように構成される、請求項10または11に記載の撮像システム(100)。

#### 【請求項13】

前記アトラス選択ユニット(118)は、

形状ベースのメトリックを使用して前記マスク画像(210、302、304、306、308)を複数のアトラス画像(214、218)と比較し、複数の類似性値を生成し、

前記複数の類似性値に基づいて前記複数のアトラス画像(214、218)から一致するアトラス画像(214、218)を選択し、前記一致するアトラス画像(214、218)は、複数のラベル(224)を含む

40

ように構成される、請求項12に記載の撮像システム(100)。

#### 【請求項14】

前記セグメンテーションユニット(120)は、

前記選択された一致するアトラス画像(214、218)を前記解剖学的画像(204)と位置合わせし、位置合わせされた解剖学的画像(204)を生成し、

前記複数のラベル(224)の1つまたは複数のラベル(224)を前記選択された一致するアトラス画像(214、218)から前記位置合わせされた解剖学的画像(204)に転送し、前記パーセル化されたセグメント化画像(130、222、304、306、402、408、414、420)を生成する

50

ように構成される、請求項 1\_3 に記載の撮像システム ( 1 0 0 )。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【 0 0 0 1 】

本明細書の実施形態は、一般に、臨床ワークフローに関し、より詳細には、深層学習を使用する加速化された放射線学ワークフローのためのシステムおよび方法に関する。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

医療撮像データは、限定はしないが、癌状態および動脈疾患などの健康状態の診断および処置にますます使用されている。コンピュータ断層撮影 ( C T ) および磁気共鳴撮像 ( M R I ) などの撮像技法は、貴重な診断情報を有する大量の医療画像を生成する。患者の解剖学的領域に関連付けられた医療画像データを取得するには、撮像の繰り返しが必要となる場合がある。さらに、これらの画像は、有用な診断情報を引き出すために医療専門家によって分析される必要がある。また、画像の調査は、面倒で時間のかかるプロセスである。

10

【 0 0 0 3 】

医療画像ボリュームの自動セグメンテーションおよび分析は、患者に対して効果的な処置計画を提供する際、医療専門家にとって有望かつ価値のあるツールである。機械学習技法は、医療画像ボリュームの自動セグメンテーションおよび分析を推奨するために頻繁に使用される。しかし、従来の機械学習技法では、臨床的に関連する情報を医療画像データから抽出する必要がある。従来から、臨床的に関連する情報は、医療専門家によって手動で生成されている。訓練データセットを生成するためのユーザ介入の必要性は、主観性と品質の問題を常にもたらす。

20

【 0 0 0 4 】

近年では、深層学習技法は、様々な医療用途で画像データを処理する際にますます使用されている。これらの深層学習技法は、非線形モデリングおよび計算要件の観点から非常に複雑なシステムを対象とする機械学習タスクに使用されてきた。病理または「リスクのある」エリアを識別し、治療上の意思決定を引き出すか外科的介入をガイドするために、画像のセグメンテーションおよびセグメント化画像のパーセル化が望ましい場合がある。さらに、多くの場合、定量化には集中的な計算作業が必要であり、オフラインで実行される必要があり得る。画像分析と医学的状況の決定の負担は、医療専門家にある。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 5 】

【文献】国際公開第 2 0 1 8 / 0 1 5 4 1 4 号パンフレット

【発明の概要】

【 0 0 0 6 】

本明細書の一態様によれば、加速化された臨床ワークフローを提供するように構成された撮像のための方法が開示される。方法は、対象の解剖学的関心領域に対応する解剖学的画像データを取得することを含む。方法は、学習ベースの技法を使用して、解剖学的画像データに基づいて解剖学的関心領域に対応する位置特定情報を決定することをさらに含む。方法はまた、位置特定情報に基づいて解剖学的関心領域に対応する複数のアトラス画像からアトラス画像を選択することを含む。方法は、アトラス画像に基づいてパーセル化されたセグメント化画像を生成することをさらに含む。方法はまた、パーセル化されたセグメント化画像に基づいて医療活動を推奨することを含む。医療活動は、画像取得のガイド、処置計画の監督、対象への治療的送達の支援、および医療レポートの生成の少なくとも 1 つを含む。

40

【 0 0 0 7 】

本明細書の別の態様によれば、撮像システムが開示される。撮像システムは、対象の解剖学的関心領域に対応する解剖学的画像データを取得するように構成された画像データ取

50

得サブシステムを含む。撮像システムは、画像データ取得サブシステムに通信可能に結合され、学習ベースの技法を使用して、解剖学的画像データに基づいて解剖学的関心領域に対応する位置特定情報を決定するように構成された学習ユニットをさらに含む。撮像システムはまた、学習ユニットに通信可能に結合され、位置特定情報に基づいて解剖学的関心領域に対応する複数のアトラス画像からアトラス画像を選択するように構成されたアトラス選択ユニットを含む。撮像システムは、アトラス選択ユニットに通信可能に結合され、アトラス画像に基づいて解剖学的画像データをセグメント化してパーセル化されたセグメント化画像を生成するように構成されたセグメンテーションユニットをさらに含む。撮像システムはまた、セグメンテーションユニットに通信可能に結合され、パーセル化されたセグメント化画像に基づいて医療活動を推奨するように構成された治療ユニットを含む。医療活動は、画像取得のガイド、処置計画の監督、対象への治療的送達の支援、および医療レポートの生成の少なくとも1つを含む。

10

【0008】

本発明の実施形態のこれらおよび他の特徴および態様が、以下の詳細な説明を添付の図面を参照して検討することでさらによく理解されると考えられ、添付の図面において、類似の符号は、図面の全体を通して類似の部分を表している。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本明細書の態様による、加速化された臨床ワークフローを提供するように構成された撮像システムの概略図である。

20

【図2】本明細書の態様による、図1の撮像システムを使用して解剖学的画像をセグメント化するためのアトラス画像の深層学習ベースの選択のための臨床ワークフローを示す概略図である。

【図3A】本明細書の態様による、対象の解剖学的関心領域に対応するマスク画像である。

【図3B】本明細書の態様による、対象の解剖学的関心領域に対応するマスク画像である。

【図3C】本明細書の態様による、対象の解剖学的関心領域に対応するマスク画像である。

【図3D】本明細書の態様による、対象の解剖学的関心領域に対応するマスク画像である。

【図4A】本明細書の態様による、解剖学的画像のパーセル化に対するアトラス画像の深層学習ベースの選択の効果を示す画像である。

【図4B】本明細書の態様による、解剖学的画像のパーセル化に対するアトラス画像の深層学習ベースの選択の効果を示す画像である。

30

【図4C】本明細書の態様による、解剖学的画像のパーセル化に対するアトラス画像の深層学習ベースの選択の効果を示す画像である。

【図4D】本明細書の態様による、解剖学的画像のパーセル化に対するアトラス画像の深層学習ベースの選択の効果を示す画像である。

【図5】本明細書の態様による、加速化された臨床ワークフローを提供するように構成された撮像のための方法のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下で詳細に説明されるように、加速化された臨床ワークフローのためのシステムおよび方法が提示される。より詳細には、深層学習を使用する加速化された放射線学ワークフローのためのシステムおよび方法が提示される。

40

【0011】

認識されるように、「放射線学」は、X線撮像を用いて、患者などの対象の体内の医学的状态を検査および記録する科学である。放射線学で使用される医療技法のいくつかの非限定的な例には、X線ラジオグラフィ、超音波、コンピュータ断層撮影(CT)、陽電子放出断層撮影(PET)、磁気共鳴撮像(MRI)などが挙げられる。「解剖学的画像」という用語は、限定はしないが、心臓、脳、腎臓、前立腺、および肺などの患者の解剖学的領域を表す二次元画像を指す。さらに、「セグメント化画像」、「パーセル化画像」、および「サブパーセル化画像」という用語は、解剖学的画像を指すために本明細書で使用

50

され、解剖学的構造の部分および/またはサブ領域は、境界標、および/またはランドマークの助けを借りた色分けが付いて描写されている場合がある。「アトラス」または「アトラス画像」という用語は、既知の医学的状态を有する特定の解剖学的構造に対応する参照セグメント化画像を指すために本明細書で使用される。本明細書で言及されるアトラス画像は、一般に、解剖学的画像データ内の関心領域のサブ領域を表す複数のラベルを含む。また、「マスク」または「マスク画像」という用語は、位置特定情報および/または配向情報を表すために画像の一部に境界標が付いた解剖学的画像を指すために使用される。位置特定情報は、画像内の固定または相対参照を有する位置、サイズ、および/または境界情報を表す。配向情報は、画像の一部の傾斜および/または方向を表す。「医学的状况」または「医学的状态」という用語は、疾患状態、疾患の進行、および解剖学的領域に対応する他の関連属性を指すために使用される。「医学的推奨」という用語は、処置計画、または治療法、または医学的状态に基づいて生成された追加の検査に関するアドバイスまたは推奨を指すために使用される。

10

#### 【0012】

図1は、本明細書の態様による、加速化された臨床ワークフローのための撮像システム100の概略図である。撮像システム100は、患者132などの対象の解剖学的関心領域(ROI)に対応する解剖学的画像データ106を取得するように構成された画像データ取得サブシステム102を含む。画像データ取得サブシステム102は、限定はしないが、磁気共鳴撮像(MRI)システム、コンピュータ断層撮影(CT)撮像システム、および陽電子放出断層撮影(PET)撮像システムを含む。解剖学的画像データ106は、複数の解剖学的画像を含み得る。一例では、解剖学的画像は、患者132などの対象の脳のような解剖学的ROIを表すことができる。別の例では、解剖学的画像は、患者132の脊椎領域を表すことができる。さらに別の実施形態では、解剖学的画像は、患者132の解剖学的関心領域としての前立腺領域に対応し得る。

20

#### 【0013】

撮像システム100は、画像データ取得サブシステム102に通信可能に結合され、限定はしないが、医学的状态の診断、治療送達、手術計画、およびレポートの生成などの多様な医療活動で使用されるパーセル化されたセグメント化画像130を生成するように構成された画像処理サブシステム104をさらに含む。現在企図されている構成では、画像処理サブシステム104は、通信バス128を介して互いに通信可能に結合された学習ユニット116、アトラス選択ユニット118、セグメンテーションユニット120、制御ユニット124、およびメモリユニット126を含む。

30

#### 【0014】

一実施形態では、制御ユニット124は、汎用コンピュータ、GPU、デジタル信号プロセッサ、およびコントローラの少なくとも1つを含む。他の実施形態では、制御ユニット124は、限定はしないが、特定用途向け集積回路(ASIC)およびフィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA)などのカスタマイズされたプロセッサ要素を含む。いくつかの実施形態では、制御ユニット124は、学習ユニット116、アトラス選択ユニット118、セグメンテーションユニット120の少なくとも1つの1つまたは複数の機能を実行することができる。制御ユニット124は、意図された機能性を実行するために互いに協働して動作する2つ以上のプロセッサを含み得る。制御ユニット124は、メモリユニット126に(から)コンテンツを格納(検索)するようにさらに構成される。一実施形態では、制御ユニット124は、学習ユニット116、アトラス選択ユニット118、セグメンテーションユニット120の1つまたは複数の機能性を開始および制御するように構成される。

40

#### 【0015】

いくつかの実施形態では、制御ユニット124は、キーボード、マウス、および任意の他の入力デバイスなどの入力デバイスと通信可能に結合され得る。さらに、制御ユニット124は、入力デバイスを介してオペレータからコマンドおよび/またはパラメータを受信するように構成される。制御ユニット124の機能性は、実行される機能に基づいて調

50

整 / カスタマイズされてもよいことに留意されたい。例として、制御ユニット 1 2 4 が学習ユニット 1 1 6 の機能を支援するように構成されるとき、制御ユニット 1 2 4 は、履歴解剖学的データに基づいて複数の医学的状態に対応する複数の深層学習モデルの生成を監督するようにプログラムされる。同様に、制御ユニット 1 2 4 がアトラス選択ユニット 1 1 8 の機能を支援するように構成されるとき、制御ユニット 1 2 4 は、複数のアトラス画像に対応する複数の類似性値の生成を監督するようにプログラムされる。同様の方式で、制御ユニット 1 2 4 を使用してセグメンテーションユニット 1 2 0 を支援するとき、制御ユニット 1 2 4 は、2 つの画像の位置合わせを監督するように構成される。

#### 【 0 0 1 6 】

一実施形態では、メモリユニット 1 2 6 は、ランダムアクセスメモリ ( R A M )、読み取り専用メモリ ( R O M )、フラッシュメモリ、または学習ユニット 1 1 6、アトラス選択ユニット 1 1 8、セグメンテーションユニット 1 2 0 の少なくとも 1 つによってアクセス可能な任意の他の種類のコンピュータ可読メモリである。また、ある特定の実施形態では、メモリユニット 1 2 6 は、一連のステップを実行してパーセル化されたセグメント化画像 1 3 0 を生成するように学習ユニット 1 1 6、アトラス選択ユニット 1 1 8、セグメンテーションユニット 1 2 0 の少なくとも 1 つに命令する複数の命令を有するプログラムでエンコードされた非一時的コンピュータ可読媒体であってもよい。具体的には、プログラムは、位置特定情報を生成するように学習ユニット 1 1 6、アトラス画像を選択するようにアトラス選択ユニット 1 1 8、および / または画像位置合わせを実行するようにセグメンテーションユニット 1 2 0 に命令し、パーセル化されたセグメント化画像 1 3 0 を生成することができる。メモリユニット 1 2 6 は、取得された解剖学的画像データ 1 0 6 を格納するように構成される。一実施形態では、メモリユニット 1 2 6 は、複数のラベルによってインデックス付けされた複数の患者に対応する複数の医療記録を格納するように構成される。メモリユニット 1 2 6 は、複数のラベルで注釈付けされた複数の医療記録を有する 1 つまたは複数の医療データベースを格納するように構成される。

#### 【 0 0 1 7 】

撮像システム 1 0 0 はまた、画像処理サブシステム 1 0 4 に通信可能に結合され、1 つまたは複数の医療活動に対応する医学的推奨 1 0 8 を生成するように構成された治療ユニット 1 2 2 を含む。治療ユニット 1 2 2 は、画像処理サブシステム 1 0 4 からパーセル化されたセグメント化画像 1 3 0 を受信し、受信したパーセル化されたセグメント化画像 1 3 0 を処理して医学的推奨 1 0 8 を生成するように構成される。一実施形態では、医学的推奨 1 0 8 は、医学的状態の診断 1 1 0 を含み得る。別の実施形態では、医学的推奨 1 0 8 は、治療送達 1 1 2 の活動を提案することができる。別の実施形態では、医学的推奨 1 0 8 は、生検 1 1 4 を提案することができる。医学的推奨 1 0 8 はまた、セグメント化画像 1 3 0 に基づくレポートの生成を含み得る。レポートは、治療ユニット 1 2 2 によって生成されてもよい。

#### 【 0 0 1 8 】

画像データ取得サブシステム 1 0 2 は、患者 1 3 2 の解剖学的 R O I に対応する解剖学的画像データ 1 0 6 を取得するように構成される。解剖学的画像データ 1 0 6 はまた、スカウトデータセットを含み得る。スカウトデータセットは、患者 1 3 2 への最小限の放射線曝露で比較的迅速に取得することができる低解像度の解剖学的画像データセットを指す。解剖学的画像データ 1 0 6 は、二次元 ( 2 D ) 画像データ、三次元 ( 3 D ) 画像データ、または四次元 ( 4 D ) 画像データの形態の複数の解剖学的画像を含み得る。2 D 画像データは、複数の 2 D 画像を含み、各画像は、平面に配置された複数のピクセルを有する。また、3 D 画像データは、複数の 3 D 画像を含み、各 3 D 画像は、ボリウムに配置された複数のボクセルを有する。一実施形態では、3 D データは、2 D 画像の集合であり得る。4 D データは、複数の 3 D 画像または複数の 2 D 画像を含み得る。一般に、各ピクセル ( またはボクセル ) は、ベクトル値として表され、これは限定はしないが、グレー値、カラー値、および不透明度値などの画像プロパティを表す。画像データ取得サブシステム 1 0 2 は、取得された解剖学的画像データ 1 0 6 をメモリユニット 1 2 6 に格納するように

10

20

30

40

50

さらに構成され得る。一実施形態では、取得された解剖学的画像データ106は、リアルタイムで画像処理サブシステム104に提供されてもよい。

【0019】

画像処理サブシステム104は、解剖学的画像データ106を処理し、解剖学的ROIに対応する位置特定情報を決定するように構成される。画像処理サブシステム104はまた、解剖学的ROIに対応する配向情報を生成するように構成される。一実施形態では、位置特定情報は、機械学習技法または画像セグメンテーション技法を使用して生成することができる。さらに、画像処理サブシステム104は、位置特定情報に基づいてアトラス画像を選択するように構成される。選択されたアトラス画像は、解剖学的画像データ106と位置合わせされ、パーセル化されたセグメント化画像130を生成する。

10

【0020】

学習ユニット116は、画像データ取得サブシステム102から解剖学的画像データ106を受信するように構成される。前述のように、解剖学的画像データ106は、スカウトデータセットと、患者132の解剖学的関心領域(ROI)に対応する複数の解剖学的画像とを含む。学習ユニット116は、解剖学的画像データ106内の複数の解剖学的画像からの解剖学的画像を処理し、撮像されている解剖学的関心領域に対応する位置特定情報を決定するように構成される。前述のように、位置特定情報は、画像内の固定または相対参照を有する位置、サイズ、および/または境界情報を表す。一実施形態では、学習ユニット116は、スカウトデータセットを処理し、位置特定情報を決定するように構成される。ある特定のシナリオでは、位置特定情報はまた、解剖学的関心領域に対応する配向情報を含んでもよい。前述のように、配向情報は、画像の一部の傾斜および/または方向を表す。

20

【0021】

位置特定情報は、画像セグメンテーション技法または機械学習技法を使用して生成することができる。具体的には、学習ユニット116は、深層学習モデルを使用して解剖学的画像を処理することによって位置特定情報を生成するように構成される。この実施形態では、深層学習モデルは、解剖学的画像に基づいて境界画像を生成し得る。この例では、深層学習モデルをオフラインで訓練し、境界画像を生成することができる。さらに、学習ユニット116は、境界画像と、メモリユニット126に格納された複数のマスク画像との比較に基づいてマスク画像を選択するように構成される。

30

【0022】

一実施形態では、学習ユニット116は、深層学習モデルを使用して解剖学的画像を処理し、複数の方法で解剖学的画像を分類することによってマルチラベルインデックス値を生成するように構成される。例えば、解剖学的画像は、性別、年齢、および疾患の種類に対応する3つのラベルを含み得る。対応するインデックス値は、最初の要素が性別を表し、2番目の要素が年齢を表し、3番目の要素が疾患の種類を表す3つの要素を有するベクトルであり得る。この実施形態では、深層学習モデルをオフラインで訓練し、複数の訓練画像に基づいて解剖学的画像の分類を実行することができる。

【0023】

学習ユニット116は、メモリユニット126からマスク画像を選択するようにさらに構成され、マスク画像は、マルチラベルインデックス値に基づいて位置特定情報を表す。この実施形態では、深層学習モデルは、特定の解剖学的関心領域の履歴解剖学的画像データを使用して先験的に設計されたマルチラベル分類子である。例として、深層学習モデルを訓練し、前立腺マスク画像を表すマルチラベルインデックス値を生成することができる。別の例では、深層学習モデルを訓練し、脳マスク画像を表すマルチラベルインデックス値を生成してもよい。さらに別の例では、深層学習モデルを訓練し、脊椎マスク画像を表すマルチラベルインデックス値を生成してもよい。他の実施形態では、学習ユニット116は、複数の格納されたマスク画像からマスク画像を選択するように設計された深層学習モデルを用いるように構成され得る。

40

【0024】

50

学習ユニット 116 は、履歴解剖学的画像データに基づいてオフラインモードで深層学習モデルを訓練するようにさらに構成される。一般に、学習ユニット 116 は、履歴医療データベースに基づいて複数の医学的状態に対応する複数の深層学習モデルを生成するように構成される。複数の深層学習モデルは、複数の医療撮像技法、複数の関心器官、および複数の医学的状態に対応する。一実施形態では、複数の深層学習モデルは、メモリユニット 126 に格納され、解剖学的画像データ 106 を評価するために制御ユニット 124 によって検索される。

#### 【0025】

深層学習モデルは、限定はしないが、ニューラルネットワークモデル、畳み込みニューラルネットワーク (CNN) モデル、および再帰的ニューラルネットワークモデルを含む。CNN は、複数の畳み込み段階を含むことができ、各畳み込み段階は、カスケード方式で動作可能に結合された畳み込み層、活性化層、およびプーリング層を含むことができる。そして畳み込み層、活性化層、およびプーリング層の各々は、対応する複数の層パラメータを含む。畳み込み段階の数および層パラメータの数は、解剖学的画像データ 106 を処理するための CNN の構成を可能にするように選択され得る。

#### 【0026】

履歴医療データベースは、各医療記録に対応する複数のラベルを有する注釈付き医療データベースである。複数のラベルはまた、アトラス画像を含む医療画像をインデックス付けするために使用される。アトラス画像は、特定の関心器官、解剖学的関心領域、関心器官の医学的状況、医学的状況に対応する医学的推奨、またはそれらの組み合わせに対応する。複数のラベルは、対象の年齢および性別、疾患の種類、対象の住居の領域、疾患の進行、関心器官の種類、ならびに画像取得の種類を表すことができる。複数のラベルリストは網羅的ではなく、同様に他のそのような要因も含み得ることに留意されたい。

#### 【0027】

アトラス選択ユニット 118 は、学習ユニット 116 に通信可能に結合され、マスク画像に基づいて複数のアトラス画像からアトラス画像を選択するように構成される。一実施形態では、複数のアトラス画像の各々は、アトラスマスク画像と、対応するアトラス解剖学的画像とを含む。アトラス解剖学的画像は、画像内の複数のサブ領域を表す複数のラベルを有する、以前にセグメント化された解剖学的画像である。一実施形態では、アトラス選択ユニット 118 は、形状ベースのメトリックを使用して、学習ユニット 116 によって選択されたマスク画像を複数のアトラスマスク画像と比較し、複数の類似性値を生成するように構成される。一実施形態では、ダイス類似度係数 (DSC) が、マスク画像を複数のアトラスマスク画像の各々と比較するための形状ベースのメトリックとして使用される。具体的には、マスク画像は、複数のアトラスマスク画像の各々と位置合わせされる。続いて、マスク画像と位置合わせされたアトラスマスク画像の各々との間の DSC 値が計算され、複数の類似性値を生成する。複数の類似性値の中で最大の類似性値に対応するアトラス画像が、一致するアトラス画像として選択される。他の実施形態では、限定はしないが、相互相関値または相互情報値などの他のメトリックを使用して、複数の類似性値を生成してもよい。

#### 【0028】

セグメンテーションユニット 120 は、アトラス選択ユニット 118 に通信可能に結合され、アトラス画像に基づいて解剖学的画像データ 106 内の画像をセグメント化し、解剖学的関心領域に対応するパーセル化されたセグメント化画像を生成するように構成される。一実施形態では、セグメンテーションユニット 120 は、アトラス解剖学的画像を、取得された解剖学的画像データ 106 から選択された画像と位置合わせするように構成される。別の実施形態では、セグメンテーションユニット 120 は、選択されたアトラス画像に対応するアトラスマスク画像およびアトラス解剖学的画像を選択画像と一緒に位置合わせするように構成される。さらに、セグメンテーションユニット 120 は、1 つまたは複数のラベルをアトラス解剖学的画像から選択画像に転送し、パーセル化されたセグメント化画像 130 を生成するように構成される。一実施形態では、アトラス解剖学的画像が

10

20

30

40

50

ら選択画像へのラベルの転送は、ラベルを選択画像に重ねることを含む。

【0029】

治療ユニット122は、パーセル化されたセグメント化画像130に基づいて医療活動を推奨するように構成される。医療活動は、画像取得のガイド、処置計画の監督、患者132への治療的送達の支援、および医療レポートの生成の少なくとも1つを含む。さらに、治療ユニット122は、パーセル化されたセグメント化画像130と既知の医学的状況を有する複数の格納された画像との比較に基づいて解剖学的関心領域の医学的状況を決定するように構成される。治療ユニット122はまた、医学的状況に基づいて医学的推奨を識別するように構成される。一実施形態では、治療ユニット122はまた、解剖学的関心領域に対応する位置特定情報に基づいて生検、放射線治療、および幹細胞治療の少なくとも1つを推奨するように構成される。一実施形態では、推奨は、位置特定情報を履歴画像と照合し、一致した履歴画像に対応する医療事例における有用な医療処置に関する情報を検索することに基づいて生成されてもよい。一実施形態では、治療ユニット122は、心臓撮像のブルズアイ表示、前立腺画像報告データシステム(PiRADS)、肝臓画像報告データシステム(LiRADS)などの形で医学的状況を提示するように構成される。上述のような画像マスクを選択するための深層学習技法の使用およびアトラスベースの画像セグメンテーションの使用は、手作業による介入を減らし、放射線手技における臨床ワークフローを加速化することを支援することに留意されたい。

10

【0030】

加えて、心臓撮像のブルズアイ表示、PiRADS、およびLiRADSの1つまたは複数が、心臓、前立腺、および肝臓の医学的状況の評価を支援するためにディスプレイユニット134上に視覚化され得る。

20

【0031】

図2は、本明細書の態様による、臨床ワークフロー200を示す概略図である。特に、臨床ワークフロー200は、図1の撮像システムを使用して解剖学的画像をセグメント化するためのアトラス画像の深層学習ベースの選択を表す。方法200は、図1の構成要素を参照して説明することができる。

【0032】

臨床ワークフロー200は、ステップ202によって示されるように、取得された解剖学的画像204を得ることを含む。解剖学的画像204は、図1の解剖学的画像データ106から選択される。さらに、ステップ206において、取得された解剖学的画像204は、深層学習モデル208を使用して学習ユニット116によって処理され、マスク画像210を生成する。マスク画像210は、解剖学的画像204における解剖学的関心領域の位置特定情報を表す。図2の例では、マスク画像210は、解剖学的画像204における前立腺領域216を表す。

30

【0033】

さらに、ステップ212において、アトラス画像218がマスク画像210に基づいて複数のアトラス画像214から選択される。続いて、選択されたアトラス画像218は、ステップ220によって示されるように、解剖学的画像204と位置合わせされ、パーセル化されたセグメント化画像222を生成する。パーセル化されたセグメント化画像222は、ラベル224を含む。前述のように、ラベル224は、前立腺領域の内部ゾーンまたは周辺ゾーンを表すことができる。解剖学的画像204を処理することによってマスク画像210を生成するための深層学習モデル208の使用は、マスク画像210を生成するのにかかる時間を短縮することを支援し、それによって臨床ワークフロー200が加速化される。

40

【0034】

図3A~図3Dは、本明細書の態様による、図1の患者132などの対象の解剖学的関心領域に対応するマスク画像である。特に、図3Aは、患者132の前立腺領域310のグランドトゥルースマスク画像302を示す。図3Bは、前立腺領域を決定するように訓練された従来の深層学習モデルの使用を介して解剖学的画像を処理することによって得ら

50

れたマスク画像 304 である。画像 304 における前立腺領域に対応する位置特定情報は、番号 312 によって表される。この実施形態では、アトラス画像は使用されない。

【0035】

また、図 3C は、前立腺領域に対応する従来のアトラス画像から得られたマスク画像 306 を示す。この実施形態では、位置特定情報を決定するためにアトラス画像のみが使用される。さらに、画像 306 において、前立腺領域に対応する位置特定情報は、参照番号 314 によって表される。図 3D は、システム 100 を使用して得られたマスク画像 308 であり、アトラス画像は、深層学習モデルによって選択され、選択されたアトラス画像は、非剛体レジストレーションを介して解剖学的画像と位置合わせされる。図 3D の例では、位置特定情報 316 は、前立腺領域に対応する。

10

【0036】

さらに、ダイス類似度係数 (DSC) 値は、図 3A のグランドトゥルース画像 302 を図 3B、図 3C、および図 3D のマスク画像 304、306、および 308 と比較することによって計算される。DSC の一例は、式 (1) を使用して定義される。

【0037】

【数 1】

$$DSC = \frac{2TP}{2TP+FP+FN} \quad (1)$$

20

グランドトゥルース画像 302 を参照した所与のセグメント化画像において、TP は、真の正の値であり、FP は、偽の正の値であり、FN は、偽の負の値である。

【0038】

各画像 304、306、および 308 に対する DSC 値は、式 (1) に基づいて計算される。一例では、図 3B の画像 304 に対応する DSC 値は、0.82 であり、図 3C の画像 306 に対応する DSC 値は、0.79 である。同様に、図 3D の画像 308 に対応する DSC 値は、0.84 である。非剛体レジストレーション技法の使用を介して得られた図 3D のマスク画像 308 は、深層学習ベースのセグメンテーション技法およびアトラスベースのセグメンテーション技法の使用を介して得られたセグメント化画像 304、306 に対応する DSC 値と比較して、より良好な DSC 値を提供することが観察され得る。

30

【0039】

図 4A ~ 図 4D は、本明細書の態様による、解剖学的画像のパーセル化に対するアトラス画像の深層学習ベースの選択の効果を示す画像である。図 4A は、第 1 の患者に対応する第 1 のセグメント化画像 402 を示す。図 4A では、第 1 のセグメント化画像 402 は、前立腺領域の第 1 の周辺ゾーン 404 および第 1 の内部ゾーン 406 を含む。同様に、図 4B は、第 2 の患者に対応する第 2 のセグメント化画像 408 を示す。第 2 のセグメント化画像 408 は、前立腺領域の第 2 の周辺ゾーン 410 および第 2 の内部ゾーン 412 を含む。さらに、図 4C は、第 3 の患者に対応する第 3 のセグメント化画像 414 を示す。第 3 のセグメント化画像 414 は、前立腺領域の第 3 の周辺ゾーン 416 および第 3 の内部ゾーン 418 を含む。さらに、図 4D は、第 4 の患者に対応する第 4 のセグメント化画像 420 を示す。第 4 のセグメント化画像 420 は、前立腺領域の第 4 の周辺ゾーン 422 および第 4 の内部ゾーン 424 を含む。

40

【0040】

図 4A ~ 図 4D は、異なる患者に対応するパーセル化された解剖学的画像 402、408、414、420 における内部ゾーン 406、412、418、424 のサイズおよび形状の変化を示す。アトラス画像の深層学習ベースの選択を伴うシステム 100 は、異なる患者に対応する画像から関心領域の正確なサイズおよび形状を効率的に識別またはパーセル化するように構成されることに留意されたい。より詳細には、システム 100 の使用は、異なる患者に対応する画像における関心領域のサイズおよび/または形状の変化にとらわれないように構成され、それによって異なる患者に対応する画像からの関心領域の効

50

率的なパーセル化を容易にする。

【0041】

図5は、本明細書の態様による、加速化された臨床ワークフローのための方法500のフローチャートである。方法500は、図1の構成要素を参照して説明される。方法500は、ステップ502によって示されるように、対象132の解剖学的関心領域に対応する解剖学的画像データ106を取得することを含む。解剖学的画像データ106は、複数の解剖学的画像を含む。また、解剖学的画像データ106は、画像データ取得サブシステム102の使用を介して取得されてもよい。一実施形態では、解剖学的画像データを取得することはまた、画像データ取得サブシステム102から、対象132に対応するスカウトデータセットを受信することを含み、スカウトデータセットは、低解像度の解剖学的画像データに対応する。

10

【0042】

さらに、方法500は、ステップ504によって示されるように、深層学習ベースの技法を使用して、解剖学的画像データ106に基づいて解剖学的関心領域に対応する位置特定情報を決定することを含む。一実施形態では、位置特定情報を決定することは、スカウトデータセットを処理し、深層学習モデルを使用して解剖学的関心領域に対応する境界情報および配向情報を生成することを含む。具体的には、深層学習モデルは、スカウトデータセット内の画像に基づいて境界画像を生成する。この実施形態では、深層学習モデルをオフラインモードで訓練し、履歴解剖学的画像データに基づいて境界画像を決定する。境界画像は、位置特定情報と、配向情報とを含む。境界画像を複数のマスク画像と比較することによって、複数のマスク画像の中からマスク画像が選択される。

20

【0043】

別の実施形態では、位置特定情報を決定することは、深層学習モデルを使用して解剖学的画像データ106からの解剖学的画像を処理し、マルチラベルインデックス値を生成することを含む。加えて、マルチラベルインデックス値に基づいてマスク画像が選択される。この実施形態では、深層学習モデルを訓練し、履歴解剖学的画像データに基づいてマルチラベルインデックス値を決定することができる。具体的には、深層学習モデルは、履歴解剖学的画像データから抽出された所望の位置特定情報に対応するデータセットを使用して訓練される。一実施形態では、位置特定情報は、マスク画像である。さらに、一実施形態では、深層学習モデルは、複数の医学的状態に対応する複数の深層学習モデルから選択される。複数の深層学習モデルは、履歴解剖学的画像データを使用してオフラインで生成することができる。さらに、複数の医学的状態に対応する複数の深層学習モデルは、履歴医療データベースに基づいて生成される。履歴医療データベースは、とりわけ年齢、性別、領域、医学的状態の進行、疾患の種類を表すラベルで注釈付けされている。

30

【0044】

加えて、ステップ506において、位置特定情報に基づいて解剖学的関心領域に対応する複数のアトラス画像からアトラス画像が選択される。前述のように、位置特定情報は、マルチラベルインデックス値に基づくマスク画像によって表される。一実施形態では、アトラス画像を選択することは、形状ベースのメトリックを使用してマスク画像を複数のアトラス画像マスクと比較し、複数の類似性値を生成することを含む。さらに、一致するアトラス画像が、複数の類似性値に基づいて複数のアトラス画像の中から選択される。一致するアトラス画像は、解剖学的画像データ106内の関心領域のサブ領域を表す複数のラベルを含む。

40

【0045】

さらに、ステップ508において、画像位置合わせ技法を使用して、アトラス画像に基づいてパーセル化されたセグメント化画像が生成される。一実施形態では、選択されたアトラス画像は、解剖学的画像データ106からの解剖学的画像と位置合わせされ、位置合わせされた解剖学的画像を生成する。さらに、選択されたアトラス画像に対応する複数のラベルからの1つまたは複数のラベルが位置合わせされた解剖学的画像に転送され、パーセル化されたセグメント化画像を生成する。

50

## 【0046】

方法500はまた、ステップ510によって示されるように、パーセル化されたセグメント化画像に基づいて医療活動を推奨することを含む。医療活動は、画像取得のガイド、処置計画の監督、対象への治療的送達の支援、および医療レポートの生成の少なくとも1つを含む。一実施形態では、解剖学的関心領域の医学的状況が、パーセル化されたセグメント化画像に基づいて決定される。さらに、医学的状況に基づいて医学的推奨が生成される。医療活動は、関心領域情報に基づく生検、放射線治療、および幹細胞治療の少なくとも1つを含み得る。一実施形態では、医療活動は、医学的状況を医療レポートに提示することを含み得る。具体的には、医療レポートは、心臓撮像のブルズアイ表示または前立腺画像報告データシステム(PiRADS)および肝臓画像報告データシステム(Li-RADS)の少なくとも1つを含んでもよい。一実施形態では、パーセル化されたセグメント化画像は、テキスト、記号、またはカラーコードの少なくとも1つの形での推奨と共にディスプレイユニット134上に表示されてもよい。さらに、臨床医の注意を引くために、1つまたは複数のパーセル化された領域をディスプレイで強調表示または色付けすることができる。

10

## 【0047】

上記で提示されたシステムおよび方法は、深層学習技法を使用する改善された放射線学臨床ワークフローを提供する。画像処理時間は、分析されている解剖学的画像に基づいてアトラスマスク画像を選択する深層学習技法の能力の結果として短縮される。深層学習モデルベースの画像セグメンテーションとアトラスベースのパーセル化を組み合わせることによって、取得の精度が向上する。システムおよび方法の使用は、外科的または放射線処置の報告および/またはガイドにかかる時間の短縮を可能にする。加えて、アトラスベースのパーセル化による深層学習モデルベースの画像セグメンテーションの使用は、臨床ワークフローの自動化を支援し、深層学習ベースのマスク選択とアトラスベースの画像セグメンテーションを統合することによってあらゆる結果がリアルタイムでディスプレイユニット上に提示される。

20

## 【0048】

さらに、本システムおよび方法の使用は、1つまたは複数の解剖学的領域を局所化またはセグメント化し、解剖学的構造をパーセル化することによって臨床的意思決定を行うことが可能になる。深層学習モデルの使用を介して得られた解剖学的関心領域に対応する位置特定情報を利用して、画像取得を加速化することができ、かつ/またはスキャンパラメータを最適化することができる。正確にセグメント化された解剖学的画像は、組織生検または放射線処置の計画およびガイドを支援する。さらに、セグメント化された解剖学的構造に基づいて生成された統計的尺度は、前立腺癌の病期分類などの臨床的結論を生成するのに役立つ。解剖学的構造の自動化されたパーセル化は、取得された画像をディスプレイユニット上に素早く提示するのに役立つ。解剖学的画像のセグメンテーションは、アーチファクトに対してロバストであり、病理の存在下で正確である。セグメンテーション技法は、サブセット訓練データセットの使用を伴い、計算の複雑さを増すことなくより新しいサブ領域を含むことが可能である。

30

## 【0049】

任意の特定の実施形態に従って、上述したすべてのそのような物体または利点が必ずしも達成することができるわけではないことを理解されたい。したがって、例えば、当業者には明らかなように、本明細書に記載のシステムおよび技法は、本明細書で教示または示唆され得るように他の目的または利点を必ずしも達成することなく、本明細書で教示される1つの利点または1群の利点を達成または改善する方式で具現化または実施されてもよい。

40

## 【0050】

本技術は限られた数の実施形態のみに関連して詳細に説明されているが、本明細書がそのような開示された実施形態に限定されないことは容易に理解されるべきである。むしろ、本技術は、これまでに説明されていないが特許請求の範囲の精神および範囲に相応する

50

、任意の数の変形、代替、置換または同等の構成を組み込むように修正することができる。加えて、本技術の様々な実施形態が説明されているが、本明細書の態様は、説明した実施形態のいくつかのみを含んでもよいことを理解されたい。したがって、本明細書は、前述の説明によって限定されると見なされるべきではなく、添付の特許請求の範囲によってのみ限定される。

[実施態様 1]

対象 (132) の解剖学的関心領域に対応する解剖学的画像データ (106) を取得すること (502) と、

学習ベースの技法を使用して、前記解剖学的画像データ (106) に基づいて前記解剖学的関心領域に対応する位置特定情報 (310、312、314、316) を決定すること (504) と、

10

前記位置特定情報 (310、312、314、316) に基づいて前記解剖学的関心領域に対応する複数のアトラス画像 (214、218) からアトラス画像 (214、218) を選択すること (506) と、

前記アトラス画像 (214、218) に基づいてパーセル化されたセグメント化画像 (130、222、304、306、402、408、414、420) を生成すること (508) と、

前記パーセル化されたセグメント化画像 (130、222、304、306、402、408、414、420) に基づいて医療活動を推奨すること (510) であって、前記医療活動は、画像取得のガイド、処置計画の監督、前記対象 (132) への治療的送達の支援、および医療レポートの生成の少なくとも1つを含むことと

20

を含む、方法 (500)。

[実施態様 2]

前記解剖学的画像データ (106) を取得すること (502) は、画像データ取得サブシステム (102) から、前記対象 (132) に対応するスカウトデータセットを受信することをさらに含み、前記スカウトデータセットは、低解像度の解剖学的画像データ (106) に対応する、実施態様 1 に記載の方法 (500)。

[実施態様 3]

前記位置特定情報 (310、312、314、316) を決定すること (504) は、前記スカウトデータセットを処理し、前記解剖学的関心領域に対応する境界画像を生成することと、

30

前記境界画像と複数のマスク画像 (210、302、304、306、308) の各々との比較に基づいて前記複数のマスク画像 (210、302、304、306、308) からマスク画像 (210、302、304、306、308) を選択することと

を含む、実施態様 2 に記載の方法 (500)。

[実施態様 4]

前記位置特定情報 (310、312、314、316) を決定すること (504) は、深層学習モデル (208) を使用して前記解剖学的画像データ (106) 内の複数の解剖学的画像 (204) から解剖学的画像 (204) を処理し、マルチラベルインデックス値を生成することと、

40

前記マルチラベルインデックス値に基づいてマスク画像 (210、302、304、306、308) を選択することと

を含む、実施態様 1 に記載の方法 (500)。

[実施態様 5]

前記アトラス画像 (214、218) を選択すること (506) は、形状ベースのメトリックを使用して前記マスク画像 (210、302、304、306、308) を複数のアトラス画像 (214、218) と比較し、複数の類似性値を生成することと、

前記複数の類似性値に基づいて前記複数のアトラス画像 (214、218) から一致するアトラス画像 (214、218) を選択することであって、前記一致するアトラス画像

50

( 2 1 4、 2 1 8 ) は、複数のラベル ( 2 2 4 ) を含むこととを含む、実施態様 4 に記載の方法 ( 5 0 0 )。

[ 実施態様 6 ]

前記パーセル化されたセグメント化画像 ( 1 3 0、 2 2 2、 3 0 4、 3 0 6、 4 0 2、 4 0 8、 4 1 4、 4 2 0 ) を生成すること ( 5 0 8 ) は、

前記選択された一致するアトラス画像 ( 2 1 4、 2 1 8 ) を前記解剖学的画像 ( 2 0 4 ) と位置合わせし、位置合わせされた解剖学的画像 ( 2 0 4 ) を生成することと、

前記複数のラベル ( 2 2 4 ) の 1 つまたは複数のラベル ( 2 2 4 ) を前記選択された一致するアトラス画像 ( 2 1 4、 2 1 8 ) から前記位置合わせされた解剖学的画像 ( 2 0 4 ) に転送し、前記パーセル化されたセグメント化画像 ( 1 3 0、 2 2 2、 3 0 4、 3 0 6、 4 0 2、 4 0 8、 4 1 4、 4 2 0 ) を生成することとを含む、実施態様 5 に記載の方法 ( 5 0 0 )。

10

[ 実施態様 7 ]

前記医療活動を推奨すること ( 5 1 0 ) は、

前記パーセル化されたセグメント化画像 ( 1 3 0、 2 2 2、 3 0 4、 3 0 6、 4 0 2、 4 0 8、 4 1 4、 4 2 0 ) に基づいて前記解剖学的関心領域の医学的状況を決定することと、

前記医学的状況に基づいて医学的推奨 ( 1 0 8 ) を生成することと

を含む、実施態様 1 に記載の方法 ( 5 0 0 )。

[ 実施態様 8 ]

20

前記医療活動は、生検 ( 1 1 4 )、放射線治療、および幹細胞治療の少なくとも 1 つを含む、実施態様 7 に記載の方法 ( 5 0 0 )。

[ 実施態様 9 ]

前記位置特定情報 ( 3 1 0、 3 1 2、 3 1 4、 3 1 6 ) を生成することは、履歴解剖学的データに基づいて複数の医学的状態に対応する複数の深層学習モデル ( 2 0 8 ) を生成することをさらに含む、実施態様 1 に記載の方法 ( 5 0 0 )。

[ 実施態様 1 0 ]

履歴解剖学的データに基づいて複数の医学的状態に対応する複数の深層学習モデル ( 2 0 8 ) を生成することをさらに含む、実施態様 1 に記載の方法 ( 5 0 0 )。

[ 実施態様 1 1 ]

30

対象 ( 1 3 2 ) の解剖学的関心領域に対応する解剖学的画像データ ( 1 0 6 ) を取得するように構成された画像データ取得サブシステム ( 1 0 2 ) と、

前記画像データ取得サブシステム ( 1 0 2 ) に通信可能に結合され、学習ベースの技法を使用して、前記解剖学的画像データ ( 1 0 6 ) に基づいて前記解剖学的関心領域に対応する位置特定情報 ( 3 1 0、 3 1 2、 3 1 4、 3 1 6 ) を決定するように構成された学習ユニット ( 1 1 6 ) と、

前記学習ユニット ( 1 1 6 ) に通信可能に結合され、前記位置特定情報 ( 3 1 0、 3 1 2、 3 1 4、 3 1 6 ) に基づいて前記解剖学的関心領域に対応する複数のアトラス画像 ( 2 1 4、 2 1 8 ) からアトラス画像 ( 2 1 4、 2 1 8 ) を選択するように構成されたアトラス選択ユニット ( 1 1 8 ) と、

40

前記アトラス選択ユニット ( 1 1 8 ) に通信可能に結合され、前記アトラス画像 ( 2 1 4、 2 1 8 ) に基づいて前記解剖学的画像データ ( 1 0 6 ) をセグメント化してパーセル化されたセグメント化画像 ( 1 3 0、 2 2 2、 3 0 4、 3 0 6、 4 0 2、 4 0 8、 4 1 4、 4 2 0 ) を生成するように構成されたセグメンテーションユニット ( 1 2 0 ) と、

前記セグメンテーションユニット ( 1 2 0 ) に通信可能に結合され、前記パーセル化されたセグメント化画像 ( 1 3 0、 2 2 2、 3 0 4、 3 0 6、 4 0 2、 4 0 8、 4 1 4、 4 2 0 ) に基づいて医療活動を推奨するように構成された治療ユニット ( 1 2 2 ) であって、前記医療活動は、画像取得のガイド、処置計画の監督、前記対象 ( 1 3 2 ) への治療的送達の支援、および医療レポートの生成の少なくとも 1 つを含む治療ユニット ( 1 2 2 ) とを備える、撮像システム ( 1 0 0 )。

50

## [ 実施態様 1 2 ]

前記画像データ取得サブシステム(102)は、  
 前記対象(132)に対応するスカウトデータセットを受信し、前記スカウトデータセットは、低解像度の解剖学的画像データ(106)に対応し、  
 前記スカウトデータセットを処理し、前記解剖学的関心領域に対応する境界画像を生成し、

前記境界画像と複数のマスク画像(210、302、304、306、308)の各々との比較に基づいて前記複数のマスク画像(210、302、304、306、308)からマスク画像(210、302、304、306、308)を選択する

ようにさらに構成される、実施態様11に記載の撮像システム(100)。

10

## [ 実施態様 1 3 ]

前記学習ユニット(116)は、  
 深層学習モデル(208)を使用して前記解剖学的画像データ(106)内の複数の解剖学的画像(204)から解剖学的画像(204)を処理し、マルチラベルインデックス値を生成し、

前記マルチラベルインデックス値に基づいてマスク画像(210、302、304、306、308)を選択する

ように構成される、実施態様11に記載の撮像システム(100)。

## [ 実施態様 1 4 ]

前記アトラス選択ユニット(118)は、  
 形状ベースのメトリックを使用して前記マスク画像(210、302、304、306、308)を複数のアトラス画像(214、218)と比較し、複数の類似性値を生成し、  
 前記複数の類似性値に基づいて前記複数のアトラス画像(214、218)から一致するアトラス画像(214、218)を選択し、前記一致するアトラス画像(214、218)は、複数のラベル(224)を含む

ように構成される、実施態様13に記載の撮像システム(100)。

20

## [ 実施態様 1 5 ]

前記セグメンテーションユニット(120)は、  
 前記選択された一致するアトラス画像(214、218)を前記解剖学的画像(204)と位置合わせし、位置合わせされた解剖学的画像(204)を生成し、  
 前記複数のラベル(224)の1つまたは複数のラベル(224)を前記選択された一致するアトラス画像(214、218)から前記位置合わせされた解剖学的画像(204)に転送し、前記パーセル化されたセグメント化画像(130、222、304、306、402、408、414、420)を生成する

ように構成される、実施態様14に記載の撮像システム(100)。

30

## [ 実施態様 1 6 ]

前記形状ベースのメトリックは、ダイス類似度係数である、実施態様14に記載の撮像システム(100)。

## [ 実施態様 1 7 ]

前記治療ユニット(122)は、  
 前記パーセル化されたセグメント化画像(130、222、304、306、402、408、414、420)に基づいて前記解剖学的関心領域の医学的状況を決定し、  
 前記医学的状況に基づいて医学的推奨(108)を生成する

ように構成される、実施態様11に記載の撮像システム(100)。

40

## [ 実施態様 1 8 ]

前記治療ユニット(122)は、前記パーセル化されたセグメント化画像(130、222、304、306、402、408、414、420)に基づいて生検(114)、放射線治療、および幹細胞治療の少なくとも1つを推奨するように構成される、実施態様17に記載の撮像システム(100)。

## [ 実施態様 1 9 ]

50

前記学習ユニット(116)は、履歴解剖学的データに基づいて複数の医学的状態に対応する複数の深層学習モデル(208)を生成するようにさらに構成される、実施態様1に記載の撮像システム(100)。

【符号の説明】

【0051】

100	撮像システム	
102	画像データ取得サブシステム	
104	画像処理サブシステム	
106	解剖学的画像データ	
108	医学的推奨	10
110	診断	
112	治療送達	
114	生検	
116	学習ユニット	
118	アトラス選択ユニット	
120	セグメンテーションユニット	
122	治療ユニット	
124	制御ユニット	
126	メモリユニット	
128	通信バス	20
130	パーセル化されたセグメント化画像	
132	患者/対象	
134	ディスプレイユニット	
200	臨床ワークフロー/方法	
202	ステップ	
204	解剖学的画像	
206	ステップ	
208	深層学習モデル	
210	マスク画像	
212	ステップ	30
214	複数のアトラス画像	
216	前立腺領域	
218	選択されたアトラス画像	
220	ステップ	
222	パーセル化されたセグメント化画像	
224	ラベル	
302	グランドトゥルースマスク画像/グランドトゥルース画像	
304	マスク画像/セグメント化画像	
306	マスク画像/セグメント化画像	
308	マスク画像	40
310	前立腺領域/位置特定情報	
312	前立腺領域/位置特定情報	
314	前立腺領域/位置特定情報	
316	前立腺領域/位置特定情報	
402	第1のセグメント化画像/パーセル化された解剖学的画像	
404	第1の周辺ゾーン	
406	第1の内部ゾーン	
408	第2のセグメント化画像/パーセル化された解剖学的画像	
410	第2の周辺ゾーン	
412	第2の内部ゾーン	50

- 4 1 4 第3のセグメント化画像 / パーセル化された解剖学的画像
- 4 1 6 第3の周辺ゾーン
- 4 1 8 第3の内部ゾーン
- 4 2 0 第4のセグメント化画像 / パーセル化された解剖学的画像
- 4 2 2 第4の周辺ゾーン
- 4 2 4 第4の内部ゾーン
- 5 0 0 方法
- 5 0 2 ステップ
- 5 0 4 ステップ
- 5 0 6 ステップ
- 5 0 8 ステップ
- 5 1 0 ステップ

【図面】

【図 1】

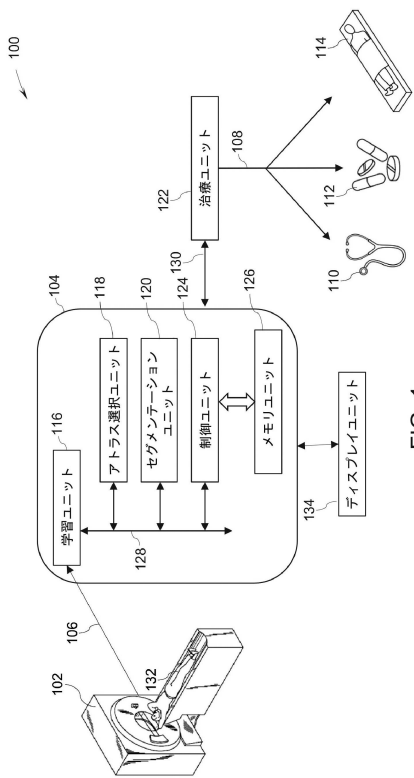


FIG. 1

【図 2】

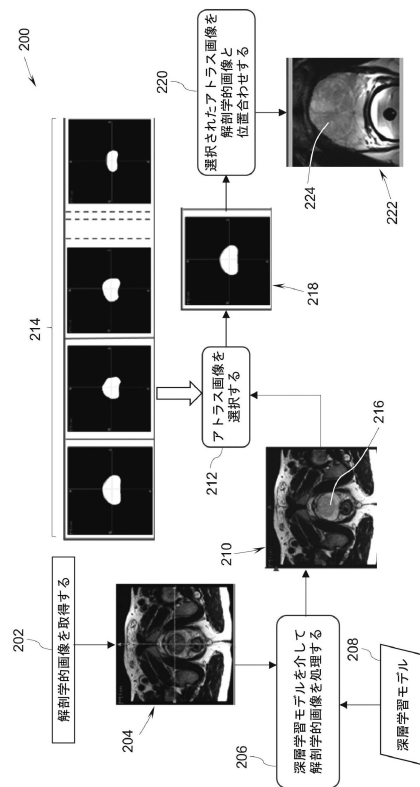


FIG. 2

10

20

30

40

50

【 図 3 A 】



FIG. 3A

【 図 3 B 】



FIG. 3B

【 図 3 C 】



FIG. 3C

【 図 3 D 】



FIG. 3D

10

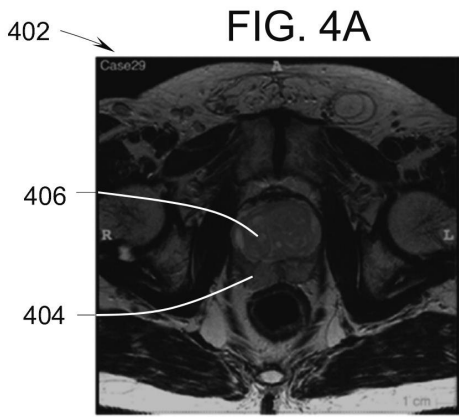
20

30

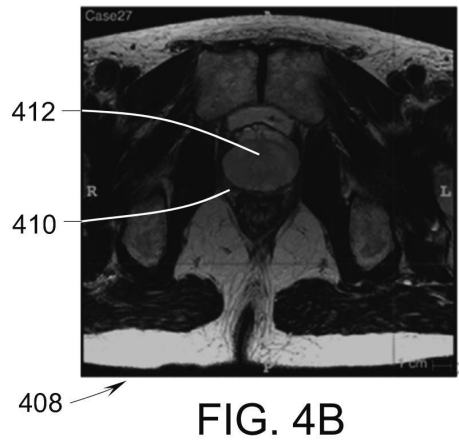
40

50

【 図 4 A 】

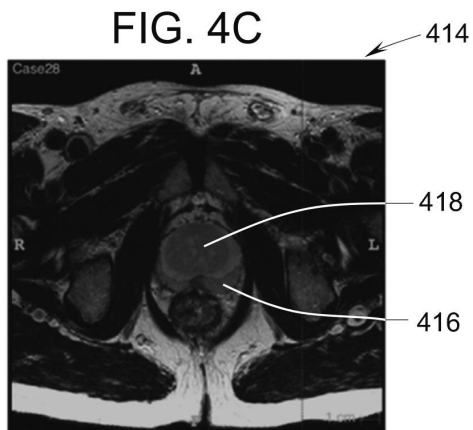


【 図 4 B 】

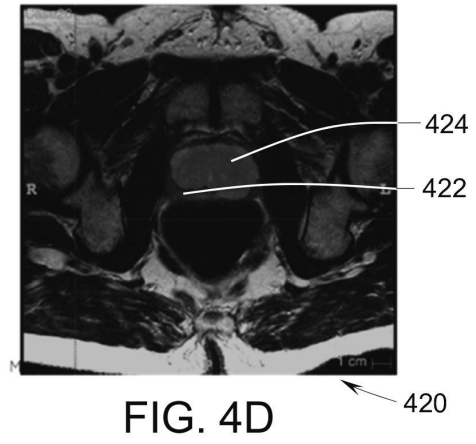


10

【 図 4 C 】



【 図 4 D 】



20

30

40

50

【 5 】

500

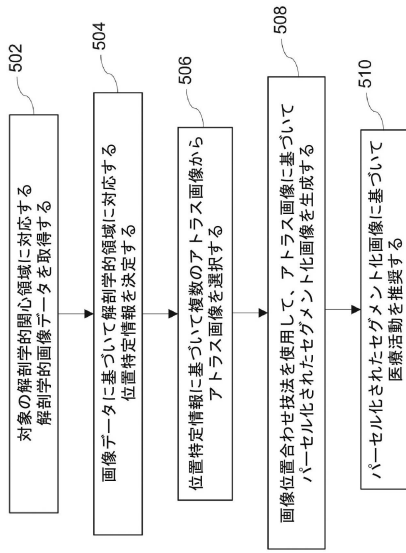


FIG. 5

10

20

30

40

50

## フロントページの続き

- (72)発明者 ムリック, ラケシュ  
インド、560066、バンガロール、ホワイトフィールド・ロード、フーディ・ビレッジ、イー  
ピーアイピー フェーズ - 2、122、ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
- (72)発明者 シュリラム, クリシュナ・スィーサラム  
インド、560066、バンガロール、ホワイトフィールド・ロード、フーディ・ビレッジ、イー  
ピーアイピー フェーズ - 2、122、ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
- (72)発明者 コウシク, サンディーブ・スリヤナラヤナ  
インド、560066、バンガロール、ホワイトフィールド・ロード、フーディ・ビレッジ、イー  
ピーアイピー フェーズ - 2、122、ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
- (72)発明者 スリークマリ, アラティ  
インド、560066、バンガロール、ホワイトフィールド・ロード、フーディ・ビレッジ、イー  
ピーアイピー フェーズ - 2、122、ゼネラル・エレクトリック・カンパニー

審査官 藤原 敬利

- (56)参考文献 特表2016-527942(JP, A)  
米国特許第09767380(US, B2)  
特開2015-093192(JP, A)  
特表2018-505401(JP, A)

- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- |      |               |
|------|---------------|
| G06N | 3/00 - 3/12   |
| G06N | 7/08 - 99/00  |
| G06T | 7/00 - 7/90   |
| G16H | 10/00 - 80/00 |