

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7581331号
(P7581331)

(45)発行日 令和6年11月12日(2024.11.12)

(24)登録日 令和6年11月1日(2024.11.1)

(51)国際特許分類

F I

A 6 1 B 8/12 (2006.01)

A 6 1 B 8/12

請求項の数 20 (全32頁)

(21)出願番号	特願2022-511733(P2022-511733)	(73)特許権者	000109543
(86)(22)出願日	令和3年3月9日(2021.3.9)		テルモ株式会社
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/009337		東京都渋谷区幡ヶ谷二丁目4番1号
(87)国際公開番号	WO2021/199967	(74)代理人	100114557
(87)国際公開日	令和3年10月7日(2021.10.7)		弁理士 河野 英仁
審査請求日	令和5年10月13日(2023.10.13)	(74)代理人	100078868
(31)優先権主張番号	特願2020-61510(P2020-61510)		弁理士 河野 登夫
(32)優先日	令和2年3月30日(2020.3.30)	(72)発明者	坂口 雄紀
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		神奈川県足柄上郡中井町井ノ口1500
	特許法第30条第2項適用 令和 1年10月31日に	(72)発明者	関 悠介
	、テルモ株式会社のウェブサイト(https://www.terumo.co.jp/pressrelease/detail/20191031/1007/)にて公開 令和 1年11月19日に、日経産業新聞 令		神奈川県足柄上郡中井町井ノ口1500
	最終頁に続く	(72)発明者	井口 陽
			神奈川県足柄上郡中井町井ノ口1500
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 プログラム、情報処理方法、学習モデルの生成方法、学習モデルの再学習方法、および、情報処理システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

管腔器官に挿入された画像診断用カテーテルを用いて生成された断層像を取得し、断層像を入力した場合に、該断層像に含まれる複数のオブジェクトの種類と、それぞれの前記オブジェクトの範囲とを関連づけて出力する第1モデルに、取得した前記断層像を入力して、前記第1モデルから出力されたオブジェクトの種類と範囲とを取得し、前記断層像は、前記管腔器官および前記管腔器官の周辺を前記管腔器官の長手方向に対して交差する方向に切断した断面を示す横断層像であり、複数枚の前記横断層像のそれぞれについて、前記オブジェクトの種類および範囲をマッピングして記憶し、複数枚の前記横断層像に基づいて生成された、前記管腔器官および前記管腔器官の周辺を前記管腔器官の長手方向と平行な方向に切断した断面を示す縦断層像に前記オブジェクトの種類および範囲をマッピングして出力する
処理をコンピュータに実行させるプログラム。

【請求項2】

前記オブジェクトの種類および範囲を、前記オブジェクトの種類ごとにそれぞれ異なる態様で表示する
請求項1に記載のプログラム。

【請求項3】

前記縦断層像と、複数枚の前記横断層像から選択された選択断層像とを同時に出力し、

前記縦断層像に、前記選択断層像の位置を示すマーカを表示する
請求項 1 または請求項 2 に記載のプログラム。

【請求項 4】

取得した前記断層像とは異なる医用画像、またはシェーマに、前記断層像の位置を示すマーカを重畳表示する

請求項 1 から請求項 3 のいずれか一つに記載のプログラム。

【請求項 5】

前記オブジェクトの範囲に基づいて、該オブジェクトの寸法、面積または体積を算出し、算出した寸法、面積または体積を出力する

請求項 1 から請求項 4 のいずれか一つに記載のプログラム。

10

【請求項 6】

前記オブジェクトから選択された 1 つのオブジェクトの範囲に基づいて、前記管腔器官が当該オブジェクトに対応する状態である範囲の角度を算出し、

算出した角度を出力する

請求項 1 から請求項 4 のいずれか一つに記載のプログラム。

【請求項 7】

管腔器官に挿入された画像診断用カテーテルを用いて生成された断層像を取得し、

断層像を入力した場合に、該断層像に含まれる複数のオブジェクトの種類と、それぞれの前記オブジェクトの範囲とを関連づけて出力する第 1 モデルに、取得した前記断層像を入力して、前記第 1 モデルから出力されたオブジェクトの種類と範囲とを取得し、

20

前記オブジェクトから選択された 1 つのオブジェクトの範囲に基づいて、前記管腔器官が当該オブジェクトに対応する状態である範囲の角度を算出し、

算出した角度を出力する

処理をコンピュータに実行させるプログラム。

【請求項 8】

前記第 1 モデルから出力されたオブジェクトの種類および範囲と共に、前記オブジェクトの種類および範囲に関する根拠情報を出力する

請求項 1 から請求項 7 のいずれか一つに記載のプログラム。

【請求項 9】

前記第 1 モデルは、入力された断層像を構成する各画素について前記オブジェクトのいずれに該当するかについての確率を出力し、

30

前記オブジェクトの種類および範囲を、前記オブジェクトの種類ごとに定めた色相で表示するとともに、前記オブジェクトに該当する確率の相違をそれぞれの画素の明度または彩度の相違で表示する

請求項 1 から請求項 8 のいずれか一つに記載のプログラム。

【請求項 10】

前記オブジェクトの種類または範囲に対する修正を受け付ける

請求項 1 から請求項 9 のいずれか一つに記載のプログラム。

【請求項 11】

取得した断層像と、前記オブジェクトの種類または範囲に関する修正とを関連づけた修正情報を記録する

40

請求項 10 に記載のプログラム。

【請求項 12】

前記修正情報に基づいて、前記第 1 モデルの再学習を行なう

請求項 11 に記載のプログラム。

【請求項 13】

断層像を入力した場合に管腔器官、または、前記管腔器官周辺の状態に関する情報を出力する第 2 モデルに、取得した前記断層像を入力して、前記第 2 モデルから出力された情報をさらに出力する

請求項 1 から請求項 10 のいずれか一つに記載のプログラム。

50

【請求項 14】

前記管腔器官、または、前記管腔器官周辺の状態に対する修正を受け付ける
請求項 13 に記載のプログラム。

【請求項 15】

取得した前記断層像と、前記管腔器官、または、前記管腔器官周辺の状態に対する修正
とを関連づけた修正情報を記録する

請求項 14 に記載のプログラム。

【請求項 16】

前記修正情報に基づいて、前記第 2 モデルの再学習を行なう

請求項 15 に記載のプログラム。

10

【請求項 17】

管腔器官に挿入された画像診断用カテーテルを用いて生成された断層像を取得し、

断層像を入力した場合に、該断層像に含まれる複数のオブジェクトの種類と、それぞれ
の前記オブジェクトの範囲とを関連づけて出力する第 1 モデルに、取得した前記断層像を
入力して、前記第 1 モデルから出力されたオブジェクトの種類と範囲とを取得し、

前記断層像は、前記管腔器官および前記管腔器官の周辺を前記管腔器官の長手方向に対
して交差する方向に切断した断面を示す横断層像であり、

複数枚の前記横断層像のそれぞれについて、前記オブジェクトの種類および範囲をマッ
ピングして記憶し、

複数枚の前記横断層像に基づいて生成された、前記管腔器官および前記管腔器官の周辺
を前記管腔器官の長手方向と平行な方向に切断した断面を示す縦断層像に前記オブジェ
クトの種類および範囲をマッピングして出力する

20

処理をコンピュータが実行する情報処理方法。

【請求項 18】

管腔器官に挿入された画像診断用カテーテルを用いて生成された断層像を取得し、

断層像を入力した場合に、該断層像に含まれる複数のオブジェクトの種類と、それぞれ
の前記オブジェクトの範囲とを関連づけて出力する第 1 モデルに、取得した前記断層像を
入力して、前記第 1 モデルから出力されたオブジェクトの種類と範囲とを取得し、

前記オブジェクトから選択された 1 つのオブジェクトの範囲に基づいて、前記管腔器官
が当該オブジェクトに対応する状態である範囲の角度を算出し、

30

算出した角度を出力する

処理をコンピュータが実行する情報処理方法。

【請求項 19】

管腔器官に挿入された画像診断用カテーテルを用いて生成された断層像を取得する取得
部と、

前記取得部が取得した断層像を入力した場合に、該断層像に含まれる複数のオブジェ
クトの種類と、それぞれの前記オブジェクトの範囲とを関連づけて出力するモデルに、取得
した前記断層像を入力して、前記モデルから出力されたオブジェクトの種類と範囲とを取
得する第 2 取得部とを備え、

前記断層像は、前記管腔器官および前記管腔器官の周辺を前記管腔器官の長手方向に対
して交差する方向に切断した断面を示す横断層像であり、

40

前記第 2 取得部が取得した複数枚の前記横断層像のそれぞれについて、前記オブジェ
クトの種類および範囲をマッピングして記憶する記憶部と、

複数枚の前記横断層像に基づいて生成された、前記管腔器官および前記管腔器官の周辺
を前記管腔器官の長手方向と平行な方向に切断した断面を示す縦断層像に前記オブジェ
クトの種類および範囲をマッピングして出力する出力部とをさらに備える

情報処理システム。

【請求項 20】

管腔器官に挿入された画像診断用カテーテルを用いて生成された断層像を取得する取得
部と、

50

前記取得部が取得した断層像を入力した場合に、該断層像に含まれる複数のオブジェクトの種類と、それぞれの前記オブジェクトの範囲とを関連づけて出力するモデルに、取得した前記断層像を入力して、前記モデルから出力されたオブジェクトの種類と範囲とを取得する第2取得部と、

前記オブジェクトから選択された1つのオブジェクトの範囲に基づいて、前記管腔器官が当該オブジェクトに対応する状態である範囲の角度を算出する算出部と、

算出した角度を出力する出力部と

を備える情報処理システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、プログラム、情報処理方法、学習モデルの生成方法、学習モデルの再学習方法、および、情報処理システムに関する。

【背景技術】

【0002】

血管等の管腔器官に画像診断用カテーテルを挿入して、断層像を撮影するカテーテルシステムが使用されている（特許文献1）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

20

【文献】国際公開第2017/164071号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

画像診断用カテーテルを用いて撮影した断層像の読影には熟練を要する。そのため、カテーテルシステムを使用するためには長時間のトレーニングが必要である。

【0005】

一つの側面では、カテーテルシステムを容易に使用できるようにするプログラム等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】

30

【0006】

プログラムは、管腔器官に挿入された画像診断用カテーテルを用いて生成された断層像を取得し、断層像を入力した場合に、該断層像に含まれる複数のオブジェクトの種類と、それぞれの前記オブジェクトの範囲とを関連づけて出力する第1モデルに、取得した前記断層像を入力して、前記第1モデルから出力されたオブジェクトの種類と範囲とを取得し、前記断層像は、前記管腔器官および前記管腔器官の周辺を前記管腔器官の長手方向に対して交差する方向に切断した断面を示す横断層像であり、複数枚の前記横断層像のそれぞれについて、前記オブジェクトの種類および範囲をマッピングして記憶し、複数枚の前記横断層像に基づいて生成された、前記管腔器官および前記管腔器官の周辺を前記管腔器官の長手方向と平行な方向に切断した断面を示す縦断層像に前記オブジェクトの種類および範囲をマッピングして出力する処理をコンピュータに実行させる。

40

【発明の効果】

【0007】

一つの側面では、カテーテルシステムを容易に使用できるようにするプログラム等を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】カテーテルシステムの概要を説明する説明図である。

【図2】画像診断用カテーテルの概要を説明する説明図である。

【図3】カテーテルシステムの構成を説明する説明図である。

50

- 【図 4】第 1 モデルを説明する説明図である。
- 【図 5】カテーテルシステムが表示する画面の例である。
- 【図 6】カテーテルシステムが表示する画面の例である。
- 【図 7】カテーテルシステムが表示する画面の例である。
- 【図 8】プログラムの処理の流れを説明するフローチャートである。
- 【図 9】実施の形態 2 のカテーテルシステムの構成を説明する説明図である。
- 【図 10】実施の形態 3 のカテーテルシステムが表示する画面の例である。
- 【図 11】実施の形態 3 のカテーテルシステムが表示する画面の例である。
- 【図 12】実施の形態 3 のプログラムの処理の流れを説明するフローチャートである。
- 【図 13】第 2 モデルの構成を説明する説明図である。
- 【図 14】実施の形態 4 のカテーテルシステムが表示する画面の例である。
- 【図 15】実施の形態 4 のプログラムの処理の流れを説明するフローチャートである。
- 【図 16】実施の形態 5 のカテーテルシステムが表示する画面の例である。
- 【図 17】実施の形態 5 のプログラムの処理の流れを説明するフローチャートである。
- 【図 18】訓練データ DB のレコードレイアウトを説明する説明図である。
- 【図 19】実施の形態 6 のプログラムの処理の流れを説明するフローチャートである。
- 【図 20】実施の形態 6 のプログラムの処理の流れを説明するフローチャートである。
- 【図 21】第 1 修正 DB のレコードレイアウトを説明する説明図である。
- 【図 22】実施の形態 7 のカテーテルシステムが表示する画面の例である。
- 【図 23】第 2 修正 DB のレコードレイアウトを説明する説明図である。
- 【図 24】実施の形態 7 のカテーテルシステムが表示する画面の例である。
- 【図 25】実施の形態 8 のカテーテルシステムの機能ブロック図である。
- 【図 26】実施の形態 9 のカテーテルシステムの構成を説明する説明図である。
- 【発明を実施するための形態】

【 0 0 0 9 】

[実施の形態 1]

図 1 は、カテーテルシステム 10 の概要を説明する説明図である。カテーテルシステム 10 は、画像診断用カテーテル 40 と、MDU (Motor Driving Unit) 33 と、情報処理装置 20 とを備える。画像診断用カテーテル 40 は、MDU 33 を介して情報処理装置 20 に接続されている。情報処理装置 20 には、表示装置 31 および入力装置 32 が接続されている。入力装置 32 は、たとえばキーボード、マウス、トラックボールまたはマイク等である。表示装置 31 と入力装置 32 とは、一体に積層されて、タッチパネルを構成していてもよい。入力装置 32 と情報処理装置 20 とは、一体に構成されていてもよい。

【 0 0 1 0 】

図 2 は、画像診断用カテーテル 40 の概要を説明する説明図である。画像診断用カテーテル 40 は、プローブ部 41 と、プローブ部 41 の端部に配置されたコネクタ部 45 とを有する。プローブ部 41 は、コネクタ部 45 を介して MDU 33 に接続される。以下の説明では画像診断用カテーテル 40 のコネクタ部 45 から遠い側を先端側と記載する。

【 0 0 1 1 】

プローブ部 41 の内部に、シャフト 43 が挿通されている。シャフト 43 の先端側に、センサ 42 が接続されている。プローブ部 41 の先端部近傍に、環状の先端マーカ 44 が固定されている。

【 0 0 1 2 】

MDU 33 の機能により、プローブ部 41 の内部でセンサ 42 およびシャフト 43 が回転しながら進退可能である。センサ 42 を一定の速度で MDU 33 側に向けて引っ張りながら回転させるプルバック操作により、プローブ部 41 を中心とし、プローブ部 41 に略垂直な複数枚の横断層像 485 (図 4 参照) が、所定の間隔で連続的に撮影される。

【 0 0 1 3 】

センサ 42 は、たとえば超音波の送受信を行なう超音波トランスデューサ、または、近赤外光の照射と反射光の受信を行なう OCT (Optical Coherence Tomography) 用の

10

20

30

40

50

送受信部である。画像診断用カテーテル４０が挿入されて、使用される管腔器官は、たとえば血管、膵管、胆管または気管支等である。

【００１４】

図２は、血管の内側から超音波断層像を撮影する際に用いられるＩＶＵＳ（Intravascular Ultrasound）用の画像診断用カテーテル４０の例を示す。以下の説明では、画像診断用カテーテル４０はＩＶＵＳ用カテーテルである場合を例にして説明する。

【００１５】

なお、画像診断用カテーテル４０は機械的に回転および進退を行なう機械走査方式に限定しない。複数の超音波トランスデューサを環状に配置したセンサ４２を用いた、電子ラジアル走査型の画像診断用カテーテル４０であってもよい。

10

【００１６】

画像診断用カテーテル４０は、長手方向に沿って複数の超音波トランスデューサを一行に配置した、いわゆるリニア走査型のセンサ４２を有してもよい。画像診断用カテーテル４０は、複数の超音波トランスデューサをマトリクス状に配置した、いわゆる２次元アレイ型のセンサ４２を有してもよい。

【００１７】

画像診断用カテーテル４０は、血管壁等の管腔壁に加えて、たとえば赤血球等の管腔器官の管腔内部に存在する反射体、および、たとえば心臓、心臓等の管腔器官の外側に存在する臓器を含む断層像を撮影できる。

【００１８】

20

図３は、カテーテルシステム１０の構成を説明する説明図である。前述の通りカテーテルシステム１０は、情報処理装置２０、ＭＤＵ３３および画像診断用カテーテル４０を有する。情報処理装置２０は、制御部２１、主記憶装置２２、補助記憶装置２３、通信部２４、表示部２５、入力部２６、カテーテル制御部２７１およびバスを備える。

【００１９】

制御部２１は、本実施の形態のプログラムを実行する演算制御装置である。制御部２１には、一または複数のＣＰＵ（Central Processing Unit）、ＧＰＵ（Graphics Processing Unit）、ＴＰＵ（Tensor Processing Unit）またはマルチコアＣＰＵ等が使用される。制御部２１は、バスを介して情報処理装置２０を構成するハードウェア各部と接続されている。

30

【００２０】

主記憶装置２２は、ＳＲＡＭ（Static Random Access Memory）、ＤＲＡＭ（Dynamic Random Access Memory）、フラッシュメモリ等の記憶装置である。主記憶装置２２には、制御部２１が行なう処理の途中で必要な情報および制御部２１で実行中のプログラムが一時的に保存される。

【００２１】

補助記憶装置２３は、ＳＲＡＭ、フラッシュメモリ、ハードディスクまたは磁気テープ等の記憶装置である。補助記憶装置２３には、制御部２１に実行させるプログラム、第１モデル６１およびプログラムの実行に必要な各種データが保存される。通信部２４は、情報処理装置２０とネットワークとの間の通信を行なうインターフェイスである。

40

【００２２】

表示部２５は、表示装置３１とバスとを接続するインターフェイスである。入力部２６は、入力装置３２とバスとを接続するインターフェイスである。カテーテル制御部２７１は、ＭＤＵ３３の制御、センサ４２の制御、および、センサ４２から受信した信号に基づく横断層像４８５および縦断層像の生成等を行なう。カテーテル制御部２７１の機能および構成は、従来から使用されている超音波診断装置と同様であるため、説明を省略する。なお、制御部２１が、カテーテル制御部２７１の機能を実現してもよい。

【００２３】

情報処理装置２０は、ＨＩＳ（Hospital Information System）等を介して、Ｘ線血管撮影装置、Ｘ線ＣＴ（Computed Tomography）装置、ＭＲＩ（Magnetic Resonan

50

ce Imaging) 装置、PET (Positron Emission Tomography) 装置、または超音波診断装置等の様々な画像診断装置 37 と接続されている。

【0024】

本実施の形態の情報処理装置 20 は、専用の超音波診断装置、または、超音波診断装置の機能を有するパソコン、タブレット、または、スマートフォン等である。

【0025】

図 4 は、第 1 モデル 61 を説明する説明図である。第 1 モデル 61 は、横断層像 485 を受け付けて、横断層像 485 に含まれる複数のオブジェクトの種類と、それぞれのオブジェクトの範囲とを関連づけてマッピングしたオブジェクト配置像 482 を出力するモデルである。第 1 モデル 61 は、機械学習により生成されている。

10

【0026】

図 4 に示すオブジェクト配置像 482 において、縦線のハッチングは、「画像診断用カテーテル 40 の断面」を、横線のハッチングは「管腔器官壁」を、右下がりのハッチングは「管腔器官の内側」を、左下がりのハッチングは「ガイドワイヤ」を、細かい格子状のハッチングは「石灰化」をそれぞれ示す。

【0027】

「ガイドワイヤ」は、ガイドワイヤ自体、ガイドワイヤによって生じた多重エコー、および、ガイドワイヤによって生じた音響陰影を含む。同様に「石灰化」は、石灰化した部分自体、石灰化した部分によって生じた多重エコー、および、石灰化した部分によって生じた音響陰影を含む。

20

【0028】

図 4 中のハッチングは、それぞれのオブジェクトを異なる色で塗り分けていることを模式的に示す。オブジェクトの塗り分けは、それぞれのオブジェクトを区別して表示する方法の一例である。それぞれのオブジェクトの外縁を囲む等の任意の態様により、他のオブジェクトと識別可能に表示してもよい。

【0029】

ここで、「画像診断用カテーテル 40 の断面」、「管腔器官壁」、「管腔器官の内側」、「ガイドワイヤ」および「石灰化」は、横断層像 485 に含まれるオブジェクトの例示である。たとえば、「ガイドワイヤ自体」と、「ガイドワイヤによって生じた多重エコー」と、「ガイドワイヤによって生じた音響陰影」とが、それぞれ異なるオブジェクトに分類されてもよい。同様に、管腔器官壁に生じた「プラーク」、「解離」等の病変部が、それぞれ異なるオブジェクトに分類されてもよい。

30

【0030】

以後の説明においては、縦断層像を生成可能な複数の横断層像 485 の組を 1 セットの横断層像 485 と記載する。同様に、画像診断用カテーテル 40 を使用して縦断層像を生成可能な 1 セットの横断層像 485 を取得することを、1 回の画像取得と記載する。1 セットの横断層像 485 の入力を受け付けて、それぞれの横断層像 485 に対応するオブジェクト配置像 482 を出力する第 1 モデル 61 の例を以下に説明する。

【0031】

1 セットの横断層像 485 は、たとえば MDU 33 による 1 回のプルバック操作により取得される。1 セットの横断層像 485 は、ユーザが手動で画像診断用カテーテル 40 の押し引き操作を行なっている間に取得されてもよい。ここで画像診断用カテーテル 40 の押し引き操作には、プローブ部 41 を押し引きする操作と、プローブ部 41 の内部でセンサ 42 を押し引きする操作との両方を含む。

40

【0032】

たとえば、ユーザはセンサ 42 を略一定の速度で引き戻す操作、または、押し込む操作を行なう。ユーザが音声入力等により取得開始を指示してから、取得終了を指示するまでの間に取得された横断層像 485 が、1 セットの横断層像 485 を構成する。

【0033】

ユーザがセンサ 42 を押し引きする量を検出するセンサ等を設けてもよい。ユーザがセ

50

ンサ 4 2 を所定の範囲にわたって引き戻す間、または押し込む間に取得された画像が、1 セットの横断層像 4 8 5 を構成する。

【 0 0 3 4 】

センサ 4 2 の位置を検出可能である場合には、ユーザはセンサ 4 2 の押し引き操作を任意の速度および向きで行なってもよい。プローブ部 4 1 の長手方向に沿った順番に並べ替えた横断層像 4 8 5 が、1 セットの横断層像 4 8 5 を構成する。横断層像 4 8 5 間の間隔が一定でない場合には、それぞれの横断層像 4 8 5 にはプローブ部 4 1 の長手方向に沿った位置情報が関連づけて記録される。なお、以下の説明では、横断層像 4 8 5 の間隔が一定である場合を例に説明する。

【 0 0 3 5 】

前述のとおり、第 1 モデル 6 1 は M D U 3 3 によるプルバック操作で得た 1 セットの横断層像 4 8 5 を受け付けるモデルであっても、センサ 4 2 を手動操作で進退させて得た 1 セットの横断層像 4 8 5 の入力を受け付けるモデルであってもよい。第 1 モデル 6 1 は、1 枚の横断層像 4 8 5 の入力を受け付けるモデルであってもよい。第 1 モデル 6 1 は、1 回のプルバック操作で得た横断層像 4 8 5 のうちの半分、または 1 / 3 等の入力を受け付けるモデルであってもよい。

【 0 0 3 6 】

第 1 モデル 6 1 は、たとえばセマンティックセグメンテーションモデルであり、入力層と、ニューラルネットワークと、出力層とを備える。ニューラルネットワークは、たとえばセマンティックセグメンテーションを実現する U - N e t 構造を有する。U - N e t 構造は、多層のエンコーダ層と、その後ろに接続された多層のデコーダ層とにより構成される。セマンティックセグメンテーションにより、入力された画像を構成するそれぞれの画素に対して、オブジェクトの種類を示すラベルが付与される。

【 0 0 3 7 】

制御部 2 1 は、ラベルにしたがってそれぞれの画素の表示方法を定めることにより図 4 のオブジェクト配置像 4 8 2 に示すように、オブジェクトをその種類ごとに異なる色または地模様等の態様によりマッピングした出力画像を生成できる。

【 0 0 3 8 】

第 1 モデル 6 1 は、M a s k R - C N N (Regions with Convolutional Neural Networks) モデル、その他任意の機械学習アルゴリズムに基づいて生成された、画像のセグメンテーションを実現するモデルであってもよい。

【 0 0 3 9 】

第 1 モデル 6 1 は、R - C N N 等の物体検出を実現するモデルであっても良い。セグメンテーションを行わずに物体検出を行なうモデルを使用する場合、制御部 2 1 は対象を検出した部分をバウンディングボックスで囲むとともに、「石灰化」等の文字をバウンディングボックスの近傍に表示する。

【 0 0 4 0 】

なお、1 セットの横断層像 4 8 5 全体を入力データにすることにより、隣接する横断層像 4 8 5 の情報がオブジェクト配置像 4 8 2 に反映される。したがって、個々の横断層像 4 8 5 中のノイズ等の影響を受けにくく、オブジェクトの範囲を正確に出力する第 1 モデル 6 1 を実現できる。

【 0 0 4 1 】

図 5 は、カテーテルシステム 1 0 が表示する画面の例である。図 5 に示す画面は、横断層像欄 5 1、横オブジェクト配置像欄 5 1 5 および縦オブジェクト配置像欄 5 2 5 を有する。横断層像欄 5 1 には、前述の横断層像 4 8 5 が表示されている。横オブジェクト配置像欄 5 1 5 には、横断層像欄 5 1 に表示された横断層像 4 8 5 に対応するオブジェクト配置像 4 8 2 が表示されている。

【 0 0 4 2 】

縦オブジェクト配置像欄 5 2 5 には、縦断層像に対応するオブジェクト配置像 4 8 2 が表示されている。縦断層像に対応するオブジェクト配置像 4 8 2 は、縦断層像と同様に 1

10

20

30

40

50

セットの横断層像 4 8 5 それぞれに対応するオブジェクト配置像 4 8 2 に基づいて形成される。

【 0 0 4 3 】

具体的には、それぞれのオブジェクト配置像 4 8 2 から、縦断層像に対応する位置の画素を抽出し、補間処理等を行ない再構成することにより、縦断層像に対応するオブジェクト配置像を形成する。この処理は、1 セットの横断層像 4 8 5 から縦断層像を形成する方法と同様であるため、詳細については説明を省略する。

【 0 0 4 4 】

1 セットの横断層像 4 8 5 に基づいて 3 次元データを生成し、それぞれのボクセルに対してオブジェクトの種類を示すラベルを付与する 3 次元セマンティックセグメンテーションを行なってもよい。3 次元セマンティックセグメンテーション結果により生成した 3 次元のオブジェクト配置像から、縦断層像に対応するオブジェクト配置像 4 8 2 を生成できる。

【 0 0 4 5 】

縦オブジェクト配置像欄 5 2 5 の縁に、横断層像欄 5 1 および横オブジェクト配置像欄 5 1 5 に表示されている横断層像 4 8 5 の位置を示す横断層位置マーカ 5 5 1 が表示されている。横断層像欄 5 1 および横オブジェクト配置像欄 5 1 5 の縁近傍に、縦断層像欄 5 2 に表示されている縦断層像の位置を示す縦断層位置マーカ 5 5 2 が表示されている。

【 0 0 4 6 】

ユーザは、入力装置 3 2 を操作して横断層位置マーカ 5 5 1 および縦断層位置マーカ 5 5 2 の位置を変更することにより、表示する断面を適宜変更できる。なお、制御部 2 1 は、ユーザからの音声入力を受け付けてもよい。

【 0 0 4 7 】

図 5 の画面により、ユーザは病変部の長軸方向の状態を確認できる。なお、図 5 は画面表示の一例であり、これに限定するものではない。たとえば、横断面の集合体としての 3 次元表示を行なってもよい。

【 0 0 4 8 】

図 6 は、カテテルシステム 1 0 が表示する画面の例である。ユーザが、「石灰化」を示すオブジェクトを構成する各画素について、「石灰化」という判定が正しい確率を表示するように指示した場合に、制御部 2 1 は図 6 に示す画面を表示する。図 6 の上部に「石灰化」を示す部分の拡大図を示す。

【 0 0 4 9 】

なお、それぞれの画素の判定が正しい確率は、図 4 を使用して説明した第 1 モデル 6 1 から出力される。制御部 2 1 は、それぞれの画素が「石灰化」のオブジェクトに分類される確率に基づいて、画素の色を塗り分ける。

【 0 0 5 0 】

たとえば制御部 2 1 は、「石灰化」を示す色相は共通のまま、明度または彩度にグラデーションをつけることにより、「石灰化」という判定が正しい確率を表現できる。制御部 2 1 は、横オブジェクト配置像欄 5 1 5 全体を、各画素に対するオブジェクトの判定の正しさを確率で表す判定確率に基づいて塗り分けて表示してもよい。

【 0 0 5 1 】

ユーザは、図 6 に示す画面により、「石灰化」という判定がどの程度信頼できる判定であるかを認識できる。仮に、比較的低い確率で「石灰化」とあるという判定が出力されている場合には、ユーザは横断層像欄 5 1 に表示されている横断層像 4 8 5 を専門の見地に基づいて十分に観察することが望ましい。

【 0 0 5 2 】

図 7 は、カテテルシステム 1 0 が表示する画面の例である。ユーザが、「石灰化」を示す部分に関する根拠を示すように指示した場合に、制御部 2 1 は図 7 に示す画面を表示する。横断層像欄 5 1 には「石灰化」という判定の根拠となった根拠領域を示す根拠マーカ 5 6 1 を重畳させた横断層像 4 8 5 が表示されている。根拠マーカ 5 6 1 は、横オブジェクト配置像欄 5 1 5 に表示するオブジェクトの根拠に関する根拠情報の一例である。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 3 】

制御部 2 1 は、たとえば G r a d - C A M (Gradient-weighted Class Activation Mapping)、または、G r a d - C A M + + 等のモデル可視化手法により、根拠領域を抽出する。根拠領域は、学習モデル 6 5 に入力された複数の横断層像 4 8 5 中の、「石灰化」と判定された画素の出力に強く影響した領域である。根拠マーカ 5 6 1 は、出力への影響度が高い場所ほど細かいハッチングを用いて表示されている。

【 0 0 5 4 】

ユーザは、図 7 に示す画面により、制御部 2 1 による判定の根拠が妥当であるか否かを専門的見地に基づいて判断できる。

【 0 0 5 5 】

図 8 は、プログラムの処理の流れを説明するフローチャートである。制御部 2 1 は、カテテル制御部 2 7 1 から 1 セット分の横断層像 4 8 5 を取得する (ステップ S 7 0 1) 。制御部 2 1 は、取得した横断層像 4 8 5 を第 1 モデル 6 1 に入力して、横断層像 4 8 5 に含まれる複数のオブジェクトの種類と、それぞれのオブジェクトの範囲とを関連づけたオブジェクト配置像 4 8 2、および、それぞれの画素に対するオブジェクトの判定が正しい確率を取得する (ステップ S 7 0 2) 。

【 0 0 5 6 】

制御部 2 1 は、1 セット分のオブジェクト配置像 4 8 2 に基づいて、オブジェクト配置像 4 8 2 の縦断層像を生成する (ステップ S 7 0 3) 。以下の説明ではオブジェクト配置像 4 8 2 の縦断層像を、縦オブジェクト配置像と記載する。制御部 2 1 は、ユーザによる縦断層位置マーカ 5 5 2 の操作に対応して、指定された断面による縦オブジェクト配置像を速やかに表示できるよう、生成した縦オブジェクト配置像を補助記憶装置 2 3 に記録する。

【 0 0 5 7 】

制御部 2 1 は、図 5 を使用して説明した画面を表示装置 3 1 に表示する (ステップ S 7 0 4) 。制御部 2 1 は、オブジェクトの判定確率を表示する指示をユーザから受け付けたか否かを判定する (ステップ S 7 0 5) 。ユーザは、たとえば横オブジェクト配置像欄 5 1 5 内のオブジェクトをダブルクリックする等の操作により、確率を表示する指示を入力できる。制御部 2 1 は、ユーザからの音声入力を受け付けてもよい。

【 0 0 5 8 】

確率を表示する指示を受け付けたと判定した場合 (ステップ S 7 0 5 で Y E S)、制御部 2 1 はステップ S 7 0 2 で取得したそれぞれの画素に対するオブジェクトの判定が正しい確率に基づいて、図 6 を使用して説明した画像を表示する (ステップ S 7 0 6) 。

【 0 0 5 9 】

確率を表示する指示を受け付けていないと判定した場合 (ステップ S 7 0 5 で N O) またはステップ S 7 0 6 の終了後、制御部 2 1 は、根拠を表示する指示をユーザから受け付けたか否かを判定する (ステップ S 7 0 7) 。ユーザは、たとえば横オブジェクト配置像欄 5 1 5 内のオブジェクトをスワイプする等の操作により、根拠を表示する指示を入力できる。制御部 2 1 は、ユーザからの音声入力を受け付けてもよい。

【 0 0 6 0 】

根拠を表示する指示を受け付けたと判定した場合 (ステップ S 7 0 7 で Y E S)、制御部 2 1 は根拠を表示する項目を取得する (ステップ S 7 0 8) 。制御部 2 1 は、たとえば G r a d - C A M、または G r a d - C A M + + 等のモデル可視化手法により、ステップ S 7 0 8 で取得した項目と関連する根拠領域を抽出する (ステップ S 7 0 9) 。

【 0 0 6 1 】

制御部 2 1 は、図 7 を使用して説明した画面を使用して、根拠マーカ 5 6 1 を重畳した横断層像 4 8 5 を横断層像欄 5 1 に表示する (ステップ S 7 1 0) 。根拠を表示する指示を受け付けていないと判定した場合 (ステップ S 7 0 7 で N O)、またはステップ S 7 1 0 の終了後、制御部 2 1 は処理を終了する。

【 0 0 6 2 】

本実施の形態によると、断層像の読影に十分に習熟していないユーザであっても容易に使用できるカテーテルシステム 10 を提供できる。

【0063】

本実施の形態によると、オブジェクト配置像 482 によりユーザの読影を補助するカテーテルシステム 10 を提供できる。ユーザは、断層像のどこに何が表示されているかを速やかに把握できるため、診断および処置を行なう上で重要な部分の観察に注力できる。

【0064】

本実施の形態によると、各画素に対するオブジェクトの判定確率を表示するカテーテルシステム 10 を提供できる。第 1 モデル 61 による判定がどの程度信頼できるかをユーザが把握できるカテーテルシステム 10 を提供できる。

10

【0065】

本実施の形態によると、オブジェクトの判定の根拠を表示するカテーテルシステム 10 を提供できる。第 1 モデル 61 による判定の根拠をユーザが確認できるカテーテルシステム 10 を提供できる。

【0066】

[実施の形態 2]

本実施の形態は、カテーテル制御装置 27 と情報処理装置 20 とが別体であるカテーテルシステム 10 に関する。実施の形態 1 と共通する部分については、説明を省略する。

【0067】

図 9 は、実施の形態 2 のカテーテルシステム 10 の構成を説明する説明図である。本実施の形態のカテーテルシステム 10 は、情報処理装置 20、カテーテル制御装置 27、M D U 33 および画像診断用カテーテル 40 を有する。情報処理装置 20 は、制御部 21、主記憶装置 22、補助記憶装置 23、通信部 24、表示部 25、入力部 26 およびバスを備える。

20

【0068】

カテーテル制御装置 27 は、M D U 33 の制御、センサ 42 の制御、および、センサ 42 から受信した信号に基づく横断層像 485 および縦断層像の生成等を行なう、I V U S 用の超音波診断装置である。カテーテル制御装置 27 の機能および構成は、従来から使用されている超音波診断装置と同様であるため、説明を省略する。

【0069】

30

カテーテル制御装置 27 と情報処理装置 20 とは、ケーブルまたは無線通信を介して直接接続されていても、ネットワークを介して接続されていてもよい。

【0070】

本実施の形態の情報処理装置 20 は、汎用のパソコン、タブレット、スマートフォン、大型計算機、大型計算機上で動作する仮想マシン、クラウドコンピューティングシステム、または、量子コンピュータである。情報処理装置 20 は、分散処理を行なう複数のパソコン等であってもよい。

【0071】

[実施の形態 3]

本実施の形態は、断層像に描写されている部分の長さおよび面積等の定量的な情報を表示するカテーテルシステム 10 に関する。実施の形態 1 と共通する部分については、説明を省略する。

40

【0072】

図 10 から図 12 は、実施の形態 3 のカテーテルシステムが表示する画面の例である。図 10 に示す画面においては、図 5 を使用した画面の横オブジェクト配置像欄 515 および縦オブジェクト配置像欄 525 にそれぞれ値ラベル 538 が表示されている。

【0073】

制御部 21 は、1 セットの横断層像 485 に対応するオブジェクト配置像 482 に基づいて、ユーザにより指定されたオブジェクトに関連する長さ、面積および体積等の定量的な情報を算出する。たとえば面積を算出する場合には、制御部 21 はオブジェクトを構成

50

する画素数と、1ピクセル当たりの面積とを積算する。体積を算出する場合には、制御部21は算出した面積にさらに1スライスあたりの厚さを積算する。任意の図形から定量的な情報を算出する方法については公知であるため、詳細については説明を省略する。

【0074】

指定されたオブジェクトが「管腔器官の内側」であり、1セットの横断層像485に狭窄している病変が含まれている場合を例にして説明を続ける。制御部21は、それぞれのオブジェクト配置像482から算出した「管腔器官の内側」の径に基づいて、径が最小である位置、すなわち最も狭窄している位置を判定する。制御部21は、所定の判定基準に基づいて病変の両端を判定する。

【0075】

図10においては、横オブジェクト配置像欄515の左下に表示されている値ラベル538には、右下がりのハッチングで示す「管腔器官の内側」の面積と、径の最小値と、径の最大値とがそれぞれ表示されている。

【0076】

縦オブジェクト配置像欄525には、「参照血管」、2つの「病変端部」および「最小径部」の位置を示す、合計4本の縦線が表示されている。「参照血管」は病変がない部分を意味する。

【0077】

それぞれの縦線の端に、対応する値ラベル538が表示されている。値ラベル538には、それぞれの位置における「管腔器官の内側」の径の最小値および最大値と、ブラックバーデンが表示されている。2つの「病変端部」を示す2本の縦線の間、「病変長」が表示されている。

【0078】

たとえばユーザが「最小径部」の位置を示す縦線の近傍をクリック操作した場合、横断層位置マーカ551が、「最小径部」の位置に移動する。横断層像欄51および横オブジェクト配置像欄515に「最小径部」の横断層像485および横オブジェクト配置像欄515が表示される。ユーザは「最小径部」の状態を確認できる。

【0079】

同様にユーザが、「参照血管」または「病変端部」の位置を示す縦線の近傍をクリック操作した場合、横断層位置マーカ551は対応する位置に移動する。ユーザは、判断する際のポイントである部分の状態を容易に確認できる。

【0080】

ユーザは、値ラベル538に表示された組織性状および数値と、学会等で定められた判定基準とに基づいて、診断および治療を行なえる。たとえば、ユーザは血管径、狭窄の程度、病変長、または、石灰化の分布状態に基づいて、血管拡張術の要否および術式等を判断する。制御部21は値ラベル538と共に関連する判定基準に関する情報を表示してもよい。

【0081】

図11は、ユーザが横断層位置マーカ551を縦オブジェクト配置像欄525の右側に移動させた状態を示す。横断層像欄51には、図10とは異なる横断層像485が表示されている。横オブジェクト配置像欄515には、横断層像欄51に対応するオブジェクト配置像482が表示されている。

【0082】

図11の横オブジェクト配置像欄515には、縦線のハッチングで示す「画像診断用カテテル40の断面」、右下がりのハッチングで示す「管腔器官の内側」および格子状のハッチングで示す「石灰化」のオブジェクトがそれぞれ表示されている。オブジェクトが表示されていない部分には、横断層像485が表示されている。ユーザは、「石灰化」のオブジェクトの周囲に存在する管腔器官の状態を確認できる。

【0083】

「石灰化」を示すオブジェクトは、円弧状に表示されている。制御部21は、「管腔器

10

20

30

40

50

官壁」の中心を基準にして、「石灰化」の角度を算出して、値ラベル 5 3 8 に表示する。

【 0 0 8 4 】

角度を算出する方法の具体例を説明する。制御部 2 1 は「管腔器官の内側」の外周、すなわち管腔器官壁の内面に近似する形状の円を算出する。制御部 2 1 は、算出した円の中心から、「石灰化」を示すオブジェクトの両端にそれぞれ延びるベクトルを抽出する。制御部 2 1 は、抽出した 2 本のベクトル間の角度を算出する。なお、角度を算出する方法は任意であり、これに限定するものではない。

【 0 0 8 5 】

制御部 2 1 は「管腔器官壁」または「管腔器官の内側」のように円筒形状のオブジェクトについては、内径、外径、最小内径および最大内径をそれぞれ算出して値ラベル 5 3 8 に表示する。制御部 2 1 は、図 1 1 に示す「石灰化」のように円弧形状のオブジェクトについては、角度を算出して値ラベル 5 3 8 に表示する。なお、制御部 2 1 は図 1 1 に示す「石灰化」のオブジェクトに対して厚さおよび体積等を表示しても良い。

10

【 0 0 8 6 】

どの項目を値ラベル 5 3 8 に表示するかは、ユーザがその都度指定してもよい。オブジェクトの種類、形状等に応じて、デフォルトで値ラベル 5 3 8 に表示する項目が定められていても良い。

【 0 0 8 7 】

図 1 2 は、実施の形態 3 のプログラムの処理の流れを説明するフローチャートである。図 1 2 のプログラムは、図 8 を使用して説明したプログラムのステップ S 7 0 4 において、制御部 2 1 が図 5 を使用して説明した画面を表示した後に、ユーザが値ラベル 5 3 8 の表示を指示した場合に実行される。

20

【 0 0 8 8 】

ユーザは、たとえば横オブジェクト配置像欄 5 1 5 に表示されたオブジェクトのタップ操作により値ラベル 5 3 8 の表示を指示できる。なお、制御部 2 1 は、ユーザからの音声入力を受け付けてもよい。

【 0 0 8 9 】

制御部 2 1 は、ユーザによる指示に基づいて、値ラベル 5 3 8 を表示する対象のオブジェクトの指定を取得する（ステップ S 7 2 1）。制御部 2 1 は、指定されたオブジェクトの形状等に基づいて、算出する項目を判定する（ステップ S 7 2 2）。

30

【 0 0 9 0 】

制御部 2 1 は、ステップ S 7 2 2 で判定した項目を算出する（ステップ S 7 2 3）。制御部 2 1 は、図 1 0 および図 1 1 を使用して説明したように、値ラベル 5 3 8 を表示する（ステップ S 7 2 4）。その後、制御部 2 1 は処理を終了する。

【 0 0 9 1 】

[実施の形態 4]

本実施の形態は、断層像を入力した場合に管腔器官、または、管腔器官周辺の状態に関する情報を出力する第 2 モデル 6 2 を使用するカテーテルシステム 1 0 に関する。実施の形態 1 と共通する部分については、説明を省略する。

【 0 0 9 2 】

40

図 1 3 は、第 2 モデル 6 2 の構成を説明する説明図である。第 2 モデル 6 2 は、1 セットの横断層像 4 8 5 を受け付けて、治療の要否、血流うっ滞の有無、または分岐の有無等、管腔器官の状態、または、当該管腔器官周辺の状態に関する所見を出力するモデルである。なお、「治療の要否」は、管腔器官の内部で処置を行なう I V R (Interventional Radiology) の要否であっても、服薬および食事療法等を含む一般的な治療の要否であってもよい。

【 0 0 9 3 】

第 2 モデル 6 2 が出力する所見は、複数の項目のそれぞれに対する、「有」、「無」等の所定の選択肢に関する確率である。表 1 から表 5 に、第 2 モデル 6 2 が確率を出力する項目の例を示す。表 1 から表 5 の 1 つの行は、一つの項目を示す。第 2 モデル 6 2 は、そ

50

それぞれの項目ごとに選択肢の確率を出力する。表 1 から表 5 に、第 2 モデル 6 2 が出力する所見に含まれる項目の例を示す。

【 0 0 9 4 】

表 1 は、治療の要否に関する情報を示す。

【 0 0 9 5 】

【表 1】

項目	選択肢
治療の必要性	有・無

10

【 0 0 9 6 】

表 2 は、血流情報に関する項目を示す。

【 0 0 9 7 】

【表 2】

項目	選択肢
血流うっ滞	有・無

20

【 0 0 9 8 】

表 3 は、管腔器官および管腔器官周囲の定性的形状情報に関する項目を示す。

【 0 0 9 9 】

【表 3】

項目	選択肢
分岐	有・無
プラークの破綻	有・無
内腔の不整	有・無
フラップ	有・無
解離	有・無
マルチベッセル	有・無

30

【 0 1 0 0 】

表 4 は、管腔器官および管腔器官周囲の性状を示す性状情報に関する項目を示す。

【 0 1 0 1 】

【表 4】

項目	選択肢
石灰化の程度	強・中・弱・無
石灰化の深さ	表在・深在・無
減衰性プラーク	有・無
プラーク内出血	有・無
ステント内狭窄	有・無
血腫	有・無
管腔の種別	偽腔・真腔
瘤	有・無
スパスム	有・無

40

50

【 0 1 0 2 】

表 4 に示す「ステント内狭窄」は、たとえば数か月から数年前に管腔器官内に留置したステントの狭窄の有無を示す。ステント留置の処置の直後に横断層像 4 8 5 を撮影した場合には、留置したステントの狭窄の有無を示す。すなわち、横断層像 4 8 5 は未処置管腔器官の断層像であっても、処置後の経過観察中の管腔器官の断層像であっても、一連の管腔器官内処置の終了直後に撮影した管腔器官の断層像であってもよい。

【 0 1 0 3 】

表 5 は、管腔器官内に配置されたステント等の留置デバイスの状態を示すデバイス情報に関する項目を示す。

【 0 1 0 4 】

【表 5】

項目	選択肢
ステント	有・無
ステント重複	有・無
ステントエッジ	有・無
ステント異常（破損）	有・無
ステント異常 （マルアポジション）	有・無
ステント異常 （プロトリュージョン）	有・無

【 0 1 0 5 】

表 1 から表 5 に示す各項目は例示である。第 2 モデル 6 2 は、表 1 から表 5 に示す項目の一部に対する確率を出力してもよい。第 2 モデル 6 2 は、表 1 から表 5 に示す項目以外の項目に対する確率を出力してもよい。

【 0 1 0 6 】

表 1 から表 5 に示す各項目の選択肢は例示である。たとえば各表で「有」、「無」の 2 択で表示した項目について、「大」、「小」、「無」等の 3 択以上の選択肢を用いてもよい。

【 0 1 0 7 】

以後の説明においては、1 回の画像取得で得た 1 セットの横断層像 4 8 5 の入力を受け付けて、管腔器官の状態、または、当該管腔器官周辺の状態に関する所見を出力する第 2 モデル 6 2 を例に説明する。なお、第 2 モデル 6 2 は、1 枚の横断層像 4 8 5 の入力を受け付けて、管腔器官、または、当該管腔器官周辺の状態に関する所見を出力するモデルであってもよい。

【 0 1 0 8 】

前述のとおり、M D U 3 3 による 1 回のプルバック操作で 1 回の画像取得を行なってもよい。第 2 モデル 6 2 は、1 回のプルバック操作で得た横断層像 4 8 5 のうちの半分、または 1 / 3 等、一部分の横断層像 4 8 5 の入力を受け付けて、管腔器官の状態、または、当該管腔器官周辺の状態に関する所見を出力するモデルであってもよい。

【 0 1 0 9 】

第 2 モデル 6 2 は、入力層と、ニューラルネットワーク 6 2 9 と、複数のソフトマックス層 6 2 5 と、出力層とを備える。ニューラルネットワーク 6 2 9 は、たとえば複数の畳込み層とプーリング層との組と、全結合層とを有する C N N (Convolutional Neural Network) である。表 1 から表 5 に示す 1 つの行について、1 つのソフトマックス層 6 2 5 が設けられている。

【 0 1 1 0 】

入力層には、1 セットの横断層像 4 8 5 を走査順に結合して 1 枚にした画像が入力され

10

20

30

40

50

る。ニューラルネットワーク 6 2 9 およびソフトマックス層 6 2 5 を介して、出力層に表 1 から表 5 に示す各項目に対する確率を出力する。

【 0 1 1 1 】

たとえば図 1 3 においては、「治療の必要性」については「無」である確率が 9 5 パーセント、「血流うっ滞」については「無」である確率が 9 0 パーセント、「分岐」については「有」である確率が 9 0 パーセントである。なお、第 2 モデル 6 2 は、表 1 から表 5 についてそれぞれ分かれていてもよい。第 2 モデル 6 2 は、出力する項目ごとにそれぞれ分かれていてもよい。

【 0 1 1 2 】

ソフトマックス層 6 2 5 の後段に、最も確率が高い選択肢を選択して出力する選択層が設けられていてもよい。

【 0 1 1 3 】

第 2 モデル 6 2 には、カテーテル制御部 2 7 1 がセンサ 4 2 から取得した音線データ等の、横断層像 4 8 5 を形成する前段階のデータが入力されてもよい。

【 0 1 1 4 】

図 1 4 は、実施の形態 4 のカテーテルシステム 1 0 が表示する画面の例である。図 1 4 に示す画面は、横断層像欄 5 1、横オブジェクト配置像欄 5 1 5 および所見欄 5 3 を含む。横断層像欄 5 1 および横オブジェクト配置像欄 5 1 5 については、図 5 を使用して説明した実施の形態 1 のカテーテルシステム 1 0 が表示する画面と同一であるため、説明を省略する。

【 0 1 1 5 】

所見欄 5 3 に、所見が表示されている。制御部 2 1 は、第 2 モデル 6 2 から出力された所見のうち、所定の閾値よりも確率が高い所見を選択して、所見欄 5 3 に表示する。

【 0 1 1 6 】

制御部 2 1 は、横断層像欄 5 1 に表示中の横断層像 4 8 5 に関連する所見を選択して所見欄 5 3 に表示してもよい。図 1 4 においては図示を省略するが、制御部 2 1 は図 5 と同様に縦オブジェクト配置像欄 5 2 5 を表示してもよい。

【 0 1 1 7 】

図 1 5 は、実施の形態 4 のプログラムの処理の流れを説明するフローチャートである。ステップ S 7 0 3 までは、図 8 を使用して説明した実施の形態 1 のプログラムと同一であるため、説明を省略する。

【 0 1 1 8 】

制御部 2 1 は、ステップ S 7 0 1 で取得した横断層像 4 8 5 を第 2 モデル 6 2 に入力して所見を取得する（ステップ S 7 3 1）。制御部 2 1 は、図 1 4 を使用して説明した画面を表示装置 3 1 に表示する（ステップ S 7 3 2）。制御部 2 1 は、オブジェクトの判定確率を表示する指示をユーザから受け付けたか否かを判定する（ステップ S 7 0 5）。以後の処理は、図 8 を使用して説明した実施の形態 1 のプログラムと同一であるため、説明を省略する。

【 0 1 1 9 】

本実施の形態によると、オブジェクト配置像 4 8 2 に加えて所見を表示するカテーテルシステム 1 0 を提供できる。

【 0 1 2 0 】

なお、制御部 2 1 は、所見欄 5 3 に表示した所見の根拠を示す根拠マーカ 5 6 1 を表示してもよい。制御部 2 1 は、たとえば Grad - CAM、または、Grad - CAM ++ 等のモデル可視化手法により、第 2 モデル 6 2 から出力された所見に関する根拠領域を抽出できる。

【 0 1 2 1 】

第 1 モデル 6 1 および第 2 モデル 6 2 には、横断層像 4 8 5 に加えて画像診断装置 3 7 を用いて撮影した画像、血圧、心拍数または酸素飽和度等の、リアルタイムで取得した医療情報が入力されてもよい。第 1 モデル 6 1 および第 2 モデル 6 2 には、横断層像 4 8 5

10

20

30

40

50

に加えて既往症、身長、体重、過去に画像診断装置 3 7 を用いて撮影した画像等の、電子カルテから取得した医療情報が入力されてもよい。

【 0 1 2 2 】

このようにする場合、第 1 モデル 6 1 は、横断層像 4 8 5 と医療情報とを受け付けて、横断層像 4 8 5 に含まれる複数のオブジェクトの種類と、それぞれのオブジェクトの範囲とを関連づけてマッピングしたオブジェクト配置像 4 8 2 を出力する。同様に第 2 モデル 6 2 は、横断層像 4 8 5 と医療情報とを受け付けて、管腔器官の状態、または、当該管腔器官周辺の状態に関する所見を出力する。

【 0 1 2 3 】

横断層像 4 8 5 以外の医療情報を第 1 モデル 6 1 の入力データに含めることにより、オブジェクトの分類を精度良く行なうカテーテルシステム 1 0 を提供できる。横断層像 4 8 5 以外の医療情報を第 2 モデル 6 2 の入力データに含めることにより、精度の高い所見を出力するカテーテルシステム 1 0 を提供できる。

【 0 1 2 4 】

[実施の形態 5]

本実施の形態は、画像診断装置 3 7 から取得した画像に画像診断用カテーテル 4 0 を用いて撮影した断層像の位置を重畳表示するカテーテルシステム 1 0 に関する。実施の形態 1 と共通する部分については、説明を省略する。

【 0 1 2 5 】

図 1 6 は、実施の形態 5 のカテーテルシステム 1 0 が表示する画面の例である。図 1 6 に示す画面は他装置画像欄 5 9 を含む。他装置画像欄 5 9 には、画像診断装置 3 7 により撮影された医用画像が表示されている。

【 0 1 2 6 】

画像診断用カテーテル 4 0 が撮影した断層像の位置を示すスキャンエリア 5 9 1 が、縦断層像の外形を示す長方形で他装置画像欄 5 9 に重畳表示されている。制御部 2 1 は、スキャンエリア 5 9 1 の内側に縦断層像または縦オブジェクト配置像をリアルタイムで表示してもよい。制御部 2 1 は、スキャンエリア 5 9 1 の表示形態に関する選択をユーザから受け付けてもよい。

【 0 1 2 7 】

画像診断装置 3 7 が、X 線血管撮影装置である場合を例にして、スキャンエリア 5 9 1 を表示する方法の概要を説明する。センサ 4 2 は、X 線を透過しないセンサマーカに搭載されている。先端マーカ 4 4 およびセンサマーカは X 線を透過しないため、X 線血管撮影装置で撮影された医用画像中に鮮明に表示される。

【 0 1 2 8 】

制御部 2 1 は、医用画像から先端マーカ 4 4 およびセンサマーカを検出する。検出されたセンサマーカは、センサ 4 2 の位置を示す。たとえば M D U 3 3 によるプルバック操作を用いて 1 セットの横断層像 4 8 5 を生成する場合、画像取得時のセンサ 4 2 の動作範囲の両端が、スキャンエリア 5 9 1 の短辺の位置に対応する。

【 0 1 2 9 】

制御部 2 1 は、横断層像 4 8 5 の表示レンジと、他装置画像の縮尺に基づいて、スキャンエリア 5 9 1 の短辺の長さを決定する。制御部 2 1 は、短辺の位置および短辺の長さから定まる長方形のスキャンエリア 5 9 1 を、医用画像を表示した他装置画像欄 5 9 に重畳表示する。

【 0 1 3 0 】

以上の処理により、画像診断用カテーテル 4 0 の先端部分が画像診断装置 3 7 の投影面に対して平行ではない場合であっても、制御部 2 1 は他装置画像欄 5 9 の正しい位置にスキャンエリア 5 9 1 を表示できる。

【 0 1 3 1 】

図 1 6 に戻って説明を続ける。スキャンエリア 5 9 1 内に、複数の横断層位置マーカ 5 5 1 が表示されている。それぞれの横断層位置マーカ 5 5 1 に対応するオブジェクト配置

10

20

30

40

50

像 4 8 2 を表示する横オブジェクト配置像欄 5 1 5 が他装置画像欄 5 9 の周辺に表示されている。ユーザは、入力装置 3 2 を介して横断層位置マーカ 5 5 1 を動かすことにより、オブジェクト配置像 4 8 2 の断層位置を適宜変更できる。なお、制御部 2 1 は、ユーザからの音声入力を受け付けてもよい。

【 0 1 3 2 】

制御部 2 1 は、ユーザによる指示に基づいてオブジェクト配置像 4 8 2 と横断層像 4 8 5 とを切り替えて表示してもよい。制御部 2 1 はオブジェクト配置像 4 8 2 と横断層像 4 8 5 とを並べて表示してもよい。制御部 2 1 は、縦断層像または縦オブジェクト配置像を表示してもよい。

【 0 1 3 3 】

他装置画像欄 5 9 には、画像診断装置 3 7 により撮影された医用画像の代わりに、管腔器官を模式的に表したシェーマが表示されてもよい。ユーザが断層像の位置をさらに容易に把握可能なカテーテルシステム 1 0 を提供できる。

【 0 1 3 4 】

図 1 7 は、実施の形態 5 のプログラムの処理の流れを説明するフローチャートである。制御部 2 1 は、1 回の画像取得の際にカテーテル制御部 2 7 1 および画像診断装置 3 7 のそれぞれから横断層像 4 8 5 および医用画像を取得する（ステップ S 7 5 1 ）。

【 0 1 3 5 】

制御部 2 1 は、医用画像から先端マーカ 4 4 およびセンサマーカを検出する（ステップ S 7 5 2 ）。たとえば M D U 3 3 によるプルバック操作を用いて 1 セットの横断層像 4 8 5 を生成する場合、制御部 2 1 は、プルバック操作の両端で検出されたセンサマーカ的位置に基づいて、スキャンエリア 5 9 1 の位置および寸法を決定する。制御部 2 1 は、スキャンエリア 5 9 1 に基づいて横断層位置マーカ 5 5 1 の位置を決定する（ステップ S 7 5 3 ）。

【 0 1 3 6 】

なお、制御部 2 1 はスキャンエリア 5 9 1 に対応する位置を、その後に撮影した医用画像上にリアルタイムでトレースして表示することが望ましい。

【 0 1 3 7 】

制御部 2 1 は、ステップ S 7 5 1 で取得した横断層像 4 8 5 を第 1 モデル 6 1 に入力して、横断層像 4 8 5 に含まれる複数のオブジェクトの種類と、それぞれのオブジェクトの範囲とを関連づけたオブジェクト配置像 4 8 2 、および、それぞれの画素に対するオブジェクトの判定が正しい確率を取得する（ステップ S 7 5 4 ）。

【 0 1 3 8 】

制御部 2 1 は、1 セット分のオブジェクト配置像 4 8 2 に基づいて、縦オブジェクト配置像を生成する（ステップ S 7 5 5 ）。制御部 2 1 は、ユーザによる縦断層位置マーカ 5 5 2 の操作に対応して、指定された断面による縦オブジェクト配置像を速やかに表示できるよう、生成した縦オブジェクト配置像を補助記憶装置 2 3 に記録する。

【 0 1 3 9 】

制御部 2 1 は、図 1 6 を使用して説明した画面を表示装置 3 1 に表示する（ステップ S 7 5 6 ）。その後、制御部 2 1 は処理を終了する。

【 0 1 4 0 】

本実施の形態によると、画像診断装置 3 7 により撮影された医用画像に画像診断用カテーテル 4 0 を使用して撮影した断層像または断層像に基づいて生成したオブジェクト配置像 4 8 2 の位置を重畳表示するカテーテルシステム 1 0 を提供できる。ユーザは、横断層位置マーカ 5 5 1 を操作することにより表示する横断層像 4 8 5 の位置を容易に変更できる。以上により、ユーザが、断層像と、その周囲の臓器との位置関係を容易に把握できるカテーテルシステム 1 0 を提供できる。

【 0 1 4 1 】

なお、画像診断装置 3 7 は X 線血管撮影装置に限定しない。たとえば、体外式プローブまたは T E E (Transesophageal Echocardiography) プローブと組み合わせた超音波

10

20

30

40

50

診断装置であっても、リアルタイムで画像診断用カテーテル 40 とは異なる断層像を撮影できる。

【0142】

画像診断用カテーテル 40 が、超音波用のセンサ 42 と OCT 用のセンサ 42 との両方を搭載している場合には、略同一断面で超音波による横断層像 485 と OCT による横断層像 485 とを撮影できる。

【0143】

制御部 21 は、分解能に優れた OCT による横断層像 485 から得たオブジェクト配置像 482 を、OCT に比べると深達度に優れた超音波による横断層像 485 に重畳表示してもよい。そのほか、制御部 21 は、OCT による横断層像 485 と、オブジェクト配置像 482、超音波による横断層像 485 とオブジェクト配置像 482 を適宜組み合わせ表示してもよい。両者の利点を生かした情報を表示するカテーテルシステム 10 を提供できる。

10

【0144】

医用画像は、リアルタイムで撮影された医用画像に限定しない。制御部 21 は、たとえば CT、MRI、PET、X 線血管撮影装置または超音波診断装置等の、任意の画像診断装置により撮影されて、電子カルテ等に記録されている医用画像に、スキャンエリア 591 を重畳表示してもよい。制御部 21 は、それぞれの画像中に含まれる血管の分岐、心臓の位置等に基づいて、スキャンエリア 591 の位置を判定する。

【0145】

本実施の形態の処理は、画像診断装置 37 側で実行され、画像診断装置 37 に接続された表示装置に表示されてもよい。

20

【0146】

[実施の形態 6]

本実施の形態は、第 1 モデル 61 および第 2 モデル 62 をそれぞれ生成するプログラムに関する。実施の形態 4 と共通する部分については、説明を省略する。

【0147】

図 18 は、訓練データ DB (Database) のレコードレイアウトを説明する説明図である。訓練データ DB は、入力と正解ラベルとを関連づけて記録したデータベースであり、機械学習によるモデルの訓練に使用される。訓練データ DB は、断層像データフィールド、塗分けデータフィールドおよび所見フィールドを有する。所見フィールドは、治療の必要性フィールド、血流うっ滞フィールド、分岐フィールド等、第 2 モデル 62 が出力する所見に対応するフィールドを有する。

30

【0148】

断層像データフィールドには、縦断層像を生成可能な横断層像 485 のセットが記録されている。塗分けデータフィールドには、横断層像 485 を専門家がそれぞれのオブジェクトごとに異なる色または地模様で塗分けた画像のセットが記録されている。すなわち、塗分けデータフィールドには、横断層像 485 を構成するそれぞれの画素が対応するオブジェクトが記録されている。

【0149】

治療の必要性フィールドには、断層像データフィールドに記録された横断層像 485 に基づいて、専門家が治療の必要性を判断した結果が表示されている。同様に、血流うっ滞フィールドには血流うっ滞の有無が、分岐フィールドには分岐の有無がそれぞれ記録されている。

40

【0150】

訓練データ DB には、画像診断用カテーテル 40 を用いて撮影した横断層像 485 のセットと、専門の医師等が判断した塗分けた画像のセットおよび治療の必要性との組み合わせが大量に記録されている。なお、以下の説明では、セットを構成する横断層像 485 同士の間隔が一定である場合を例にして説明する。

【0151】

50

第 1 モデル 6 1 を生成する場合には、断層像データフィールドに記録された横断層像 4 8 5 のセットが入力データに、塗分けデータフィールドに記録された画像のセットが正解データに使用される。第 2 モデル 6 2 を生成する場合には、断層像データフィールドに記録された横断層像 4 8 5 のセットが入力データに、所見フィールドのそれぞれに記録されたデータが正解ラベルに使用される。

【 0 1 5 2 】

訓練データ DB は、たとえば第 1 モデル 6 1 生成用のデータベースと、第 2 モデル 6 2 生成用のデータベースとに分けて作成されていてもよい。

【 0 1 5 3 】

図 1 9 は、実施の形態 5 のプログラムの処理の流れを説明するフローチャートである。情報処理装置 2 0 を用いて第 1 モデル 6 1 の機械学習を行なう場合を例にして説明する。

10

【 0 1 5 4 】

図 1 9 のプログラムは情報処理装置 2 0 とは別のハードウェアで実行され、機械学習が完了した第 1 モデル 6 1 がネットワークを介して補助記憶装置 2 3 に複写されてもよい。一つのハードウェアで学習させた第 1 モデル 6 1 を、複数の情報処理装置 2 0 で使用できる。

【 0 1 5 5 】

図 1 9 のプログラムの実行に先立ち、たとえばセマンティックセグメンテーションを実現する U - N e t 構造等の未学習のモデルが準備されている。前述のとおり、U - N e t 構造は、多層のエンコーダ層と、その後ろに接続された多層のデコーダ層とにより構成される。図 1 9 のプログラムにより、準備されたモデルの各パラメータが調整されて、機械学習が行なわれる。

20

【 0 1 5 6 】

制御部 2 1 は、訓練データ DB から 1 エポックの訓練に使用する訓練レコードを取得する（ステップ S 7 6 1 ）。1 エポックの訓練に使用する訓練レコードの数は、いわゆるハイパーパラメータであり、適宜定められている。

【 0 1 5 7 】

制御部 2 1 は、取得したそれぞれの訓練レコードに含まれる入力データから、入力画像を生成する（ステップ S 7 6 2 ）。具体的には、制御部 2 1 は断層像フィールドに含まれる横断層像 4 8 5 を走査順に結合して 1 枚にした画像を生成する。なお、断層像データフィールドに、結合済の横断層像が記録されていてもよい。

30

【 0 1 5 8 】

制御部 2 1 は、取得したそれぞれの訓練レコードに含まれる塗分けデータから、正解画像を生成する（ステップ S 7 6 3 ）。具体的には、制御部 2 1 は塗分けデータフィールドに含まれる塗分け画像を走査順に結合して 1 枚にした画像を生成する。なお、塗分けデータフィールドに、結合済の塗分け画像が記録されていてもよい。

【 0 1 5 9 】

制御部 2 1 は、モデルの入力層に入力画像が入力された場合に、出力層から正解画像ラベルが出力されるように、モデルのパラメータを調整する（ステップ S 7 6 4 ）。

【 0 1 6 0 】

40

制御部 2 1 は、処理を終了するか否かを判定する（ステップ S 7 6 5 ）。たとえば、制御部 2 1 は所定のエポック数の学習を終了した場合に、処理を終了すると判定する。制御部 2 1 は、訓練データ DB からテストデータを取得して機械学習中のモデルに入力し、所定の精度の出力が得られた場合に処理を終了すると判定してもよい。

【 0 1 6 1 】

処理を終了しないと判定した場合（ステップ S 7 6 5 で N O ）、制御部 2 1 はステップ S 7 6 1 に戻る。処理を終了すると判定した場合（ステップ S 7 6 5 で Y E S ）、制御部 2 1 は学習済のモデルのパラメータを補助記憶装置 2 3 に記録する（ステップ S 7 6 7 ）。その後、制御部 2 1 は処理を終了する。以上の処理により、学習済のモデルが生成される。

50

【 0 1 6 2 】

図 2 0 は、実施の形態 6 のプログラムの処理の流れを説明するフローチャートである。図 1 9 と同様に、情報処理装置 2 0 を用いて第 2 モデル 6 2 の機械学習を行なう場合を例にして説明する。

【 0 1 6 3 】

図 2 0 のプログラムの実行に先立ち、たとえば畳み込み層、プーリング層、全結合層を含むニューラルネットワーク 6 2 9 と、ソフトマックス層 6 2 5 とを有する C N N 等の未学習のモデルが準備されている。未学習のモデルは、C N N に限定しない。たとえば決定木またはランダムフォレスト等の任意のタイプのモデルを使用できる。図 2 0 のプログラムにより、準備されたモデルの各パラメータが調整されて、機械学習が行なわれる。

10

【 0 1 6 4 】

制御部 2 1 は、訓練データ D B から 1 エポックの訓練に使用する訓練レコードを取得する（ステップ S 7 7 1）。制御部 2 1 は、取得したそれぞれの訓練レコードに含まれる入力データから、入力画像を生成する（ステップ S 7 7 2）。

【 0 1 6 5 】

制御部 2 1 は、モデルの入力層に入力データベクトルが入力された場合に、出力層から所見フィールドに記録された正解ラベルが出力されるように、モデルのパラメータを調整する（ステップ S 7 7 3）。

【 0 1 6 6 】

制御部 2 1 は、処理を終了するか否かを判定する（ステップ S 7 7 4）。処理を終了しないと判定した場合（ステップ S 7 7 4 で N O）、制御部 2 1 はステップ S 7 7 1 に戻る。処理を終了すると判定した場合（ステップ S 7 7 4 で Y E S）、制御部 2 1 は学習済のモデルのパラメータを補助記憶装置 2 3 に記録する（ステップ S 7 7 5）。その後、制御部 2 1 は処理を終了する。以上の処理により、学習済のモデルが生成される。

20

【 0 1 6 7 】

本実施の形態によると、機械学習により第 1 学習モデル 6 5 1 および第 2 学習モデル 6 5 2 を生成できる。

【 0 1 6 8 】

[実施の形態 7]

本実施の形態は、学習モデル 6 5 により出力された所見をユーザが修正可能なカテゴリーシステム 1 0 に関する。実施の形態 1 と共通する部分については、説明を省略する。

30

【 0 1 6 9 】

図 2 1 は、第 1 修正 D B のレコードレイアウトを説明する説明図である。第 1 修正 D B は、カテゴリーシステム 1 0 が出力したオブジェクト配置像 4 8 2 と、ユーザによる修正とを関連づけた修正情報を記録したデータベースである。

【 0 1 7 0 】

第 1 修正 D B は、断層像データフィールド、出力データフィールドおよび修正データフィールドを有する。断層像データフィールドには、縦断層像を生成可能な横断層像 4 8 5 のセットが記録されている。出力データフィールドには、制御部 2 1 が表示装置 3 1 に出力したオブジェクト配置像 4 8 2 が記録されている。修正データフィールドには、ユーザが修正したオブジェクト配置像 4 8 2 が記録されている。第 1 修正 D B は、横断層像 4 8 5 のセットに対するユーザによる修正ごとに、1 つのレコードを有する。

40

【 0 1 7 1 】

図 2 2 は、実施の形態 7 のカテゴリーシステム 1 0 が表示する画面の例である。図 2 2 は、たとえば図 6 を使用して説明した画面の表示中に、ユーザがオブジェクト配置像 4 8 2 の修正を指示した場合に制御部 2 1 が表示装置 3 1 に表示する画面である。

【 0 1 7 2 】

図 2 2 に示す画面は、横オブジェクト配置像欄 5 1 5、候補ラベル欄 5 7 1、正解ラベル欄 5 7 2 および形状修正ボタン 5 7 4 を含む。候補ラベル欄 5 7 1 には、オブジェクトの種類を示すラベルの候補が表示されている。正解ラベル欄 5 7 2 には、ユーザが正解で

50

あると判断したラベルが表示されている。

【 0 1 7 3 】

ユーザはカーソル 5 7 5 を使用して種類を変更するオブジェクトを指定する。その後、ユーザは、候補ラベル欄 5 7 1 に表示されているラベルを正解ラベル欄 5 7 2 にドラッグアンドドロップ操作することで、正しいラベルを入力する。

【 0 1 7 4 】

制御部 2 1 は正解ラベル欄 5 7 2 に表示されているラベルをユーザにより指定されたラベルに入れ替える。制御部 2 1 は、カーソル 5 7 5 により指定されたオブジェクトをユーザにより選択されたラベルに対応する色または地模様塗り替える。

【 0 1 7 5 】

なお、制御部 2 1 は音声入力による入力を受け付けてもよい。たとえばユーザが「石灰化を血腫に変更」と発声した場合に、制御部 2 1 は「石灰化」の色または地模様で表示されたオブジェクトを「血腫」の色または地模様塗り替える。

【 0 1 7 6 】

ユーザが形状修正ボタン 5 7 4 を選択した場合、制御部 2 1 はペイントソフト様のユーザインターフェースによりオブジェクト配置像 4 8 2 の塗分け形状の修正を受け付ける。ペイントソフトは従来から使用されているため、詳細な説明は省略する。

【 0 1 7 7 】

以上により、ユーザはオブジェクト配置像 4 8 2 を適宜修正できる。制御部 2 1 はユーザにより修正されたオブジェクト配置像 4 8 2 を、修正前のオブジェクト配置像 4 8 2 および横断層像 4 8 5 のセットとともに、第 1 修正 D B に記録する。

【 0 1 7 8 】

図 2 3 は、第 2 修正 D B のレコードレイアウトを説明する説明図である。第 2 修正 D B は、カテーテルシステム 1 0 が出力した所見と、ユーザによる修正とを関連づけた修正情報を記録したデータベースである。修正 D B は、横断層像 4 8 5 のセットに対するユーザによる修正ごとに、1 つのレコードを有する。

【 0 1 7 9 】

修正 D B は、断層像データフィールド、出力フィールドおよび修正フィールドを有する。断層像データフィールドには、縦断層像を生成可能な横断層像 4 8 5 のセットが記録されている。出力フィールドには、制御部 2 1 が表示装置 3 1 に出力した所見が記録されている。修正フィールドには、ユーザが修正した所見が記録されている。

【 0 1 8 0 】

図 2 4 は、実施の形態 7 のカテーテルシステム 1 0 が表示する画面の例である。図 2 4 は、たとえば図 1 4 を使用して説明した画面の表示中に、ユーザが所見欄 5 3 の修正を指示した場合に制御部 2 1 が表示装置 3 1 に表示する画面である。

【 0 1 8 1 】

図 2 4 に示す画面は、横断層像欄 5 1、候補ラベル欄 5 7 1、正解ラベル欄 5 7 2 および自由記述欄 5 7 3 を含む。候補ラベル欄 5 7 1 には、定性的所見を示すラベルの候補が表示されている。正解ラベル欄 5 7 2 には、ユーザが正解であると判断したラベルが表示されている。

【 0 1 8 2 】

ユーザは、候補ラベル欄 5 7 1 と正解ラベル欄 5 7 2 との間でラベルをドラッグアンドドロップ操作することで、正しい所見を入力できる。なお、制御部 2 1 は音声入力による入力を受け付けてもよい。たとえばユーザが「正解、血腫」と発声した場合に、制御部 2 1 は候補ラベル欄 5 7 1 の 1 行目の「血腫」のラベルを正解ラベル欄 5 7 2 に移動させる。

【 0 1 8 3 】

候補ラベル欄 5 7 1 に適切な所見を表すラベルが見付からない場合、ユーザは自由記述欄 5 7 3 を使用して任意の所見を入力できる。図示を省略するが、定量的な所見に関しても同様にユーザが適宜変更できる。

【 0 1 8 4 】

10

20

30

40

50

制御部 21 は、図 24 の画面を使用してユーザが入力した修正内容を、図 23 を使用して説明した修正 DB に記録する。

【0185】

図 22 および図 24 の画面を使用してユーザが修正した内容は、患者の診療結果を記録する電子カルテに添付されてもよい。第 1 修正 DB および第 2 修正 DB に記録されたデータは、第 1 モデル 61 および第 2 モデル 62 の再学習、および、機械学習のエンジニアによる機械学習時に用いるハイパーパラメータの修正等に活用される。

【0186】

[実施の形態 8]

図 25 は、実施の形態 8 のカテーテルシステム 10 の機能ブロック図である。カテーテルシステム 10 は、カテーテルシステム 10 は、取得部 86 および出力部 87 を備える。取得部 86 は、管腔器官に挿入された画像診断用カテーテルを用いて生成された断層像を取得する。出力部 87 は、取得部 86 が取得した断層像を入力した場合に、該断層像に含まれる複数のオブジェクトの種類と、それぞれのオブジェクトの範囲とを関連づけて出力するモデル 65 に、取得した断層像を入力して、モデル 65 から出力されたオブジェクトの種類と範囲とを出力する。

【0187】

[実施の形態 9]

図 26 は、実施の形態 9 のカテーテルシステムの構成を説明する説明図である。本実施の形態は、汎用のコンピュータ 90 とプログラム 97 とを組み合わせる動作させることにより、本実施の形態の情報処理装置 20 を実現する形態に関する。図 26 は、実施の形態 9 の情報処理装置 20 の構成を示す説明図である。実施の形態 2 と共通する部分については、説明を省略する。

【0188】

本実施の形態のカテーテルシステム 10 は、コンピュータ 90 を含む。コンピュータ 90 は、制御部 21、主記憶装置 22、補助記憶装置 23、通信部 24、表示部 25、入力部 26、読取部 29 およびバスを備える。コンピュータ 90 は、汎用のパーソナルコンピュータ、タブレット、スマートフォンまたはサーバコンピュータ等の情報機器である。

【0189】

プログラム 97 は、可搬型記録媒体 96 に記録されている。制御部 21 は、読取部 29 を介してプログラム 97 を読み込み、補助記憶装置 23 に保存する。また制御部 21 は、コンピュータ 90 内に実装されたフラッシュメモリ等の半導体メモリ 98 に記憶されたプログラム 97 を読出してもよい。さらに、制御部 21 は、通信部 24 および図示しないネットワークを介して接続される図示しない他のサーバコンピュータからプログラム 97 をダウンロードして補助記憶装置 23 に保存してもよい。

【0190】

プログラム 97 は、コンピュータ 90 の制御プログラムとしてインストールされ、主記憶装置 22 にロードして実行される。これにより、コンピュータ 90 は上述した情報処理装置 20 として機能する。

【0191】

各実施例で記載されている技術的特徴（構成要件）はお互いに組合せ可能であり、組み合わせることにより、新しい技術的特徴を形成することができる。

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって、制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した意味ではなく、請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【符号の説明】

【0192】

- 10 カテーテルシステム
- 20 情報処理装置
- 21 制御部

10

20

30

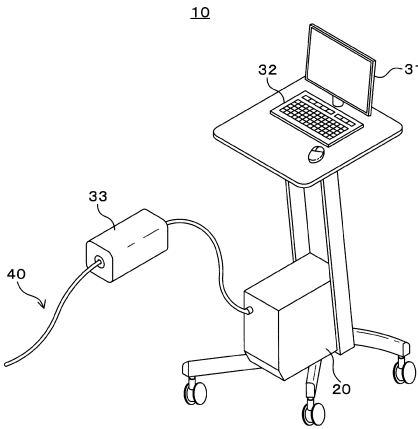
40

50

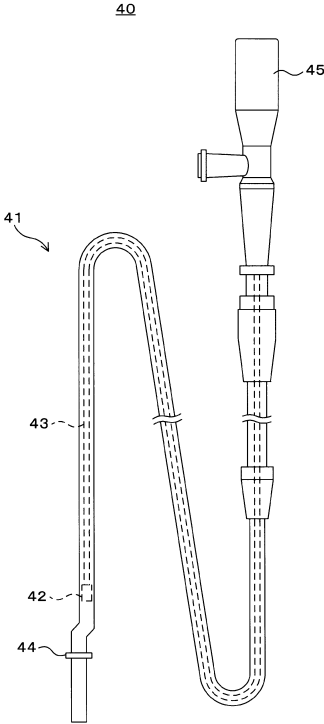
2 2	主記憶装置	
2 3	補助記憶装置	
2 4	通信部	
2 5	表示部	
2 6	入力部	
2 7	カテーテル制御装置	
2 7 1	カテーテル制御部	
2 9	読取部	
3 1	表示装置	
3 2	入力装置	10
3 3	M D U	
3 7	画像診断装置	
4 0	画像診断用カテーテル	
4 1	プローブ部	
4 2	センサ	
4 3	シャフト	
4 4	先端マーカ	
4 5	コネクタ部	
4 8 2	オブジェクト配置像	
4 8 5	横断層像（断層像）	20
5 1	横断層像欄	
5 1 5	横オブジェクト配置像欄	
5 2	縦断層像欄	
5 2 5	縦オブジェクト配置像欄	
5 3	所見欄	
5 3 8	値ラベル	
5 5 1	横断層位置マーカ	
5 5 2	縦断層位置マーカ	
5 6 1	根拠マーカ	
5 7 1	候補ラベル欄	30
5 7 2	正解ラベル欄	
5 7 3	自由記述欄	
5 7 4	形状修正ボタン	
5 7 5	カーソル	
5 9 1	スキャンエリア	
6 1	第 1 モデル	
6 2	第 2 モデル	
6 2 5	ソフトマックス層	
6 2 9	ニューラルネットワーク	
6 5	学習モデル（モデル）	40
6 5 1	第 1 学習モデル	
6 5 2	第 2 学習モデル	
8 6	取得部	
8 7	出力部	
9 0	コンピュータ	
9 6	可搬型記録媒体	
9 7	プログラム	
9 8	半導体メモリ	

【図面】

【図 1】



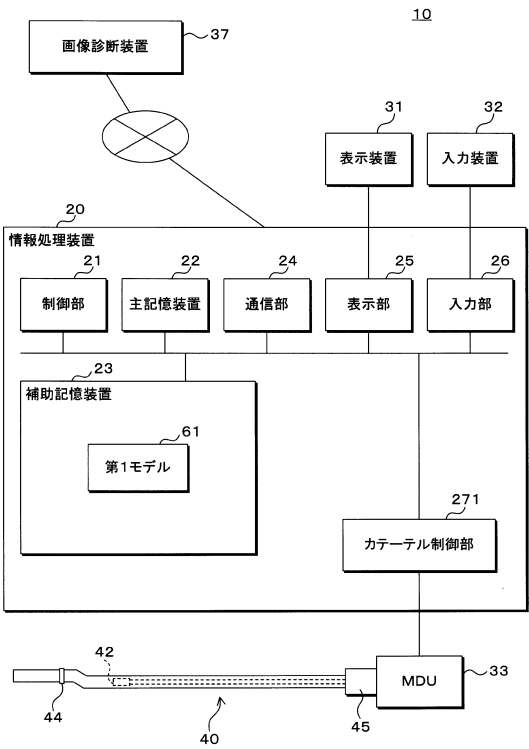
【図 2】



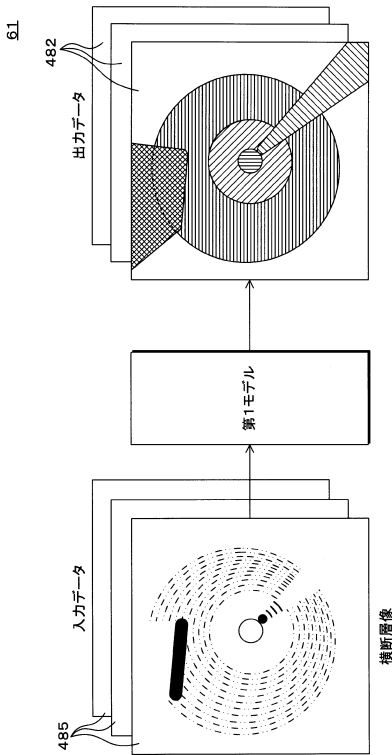
10

20

【図 3】



【図 4】

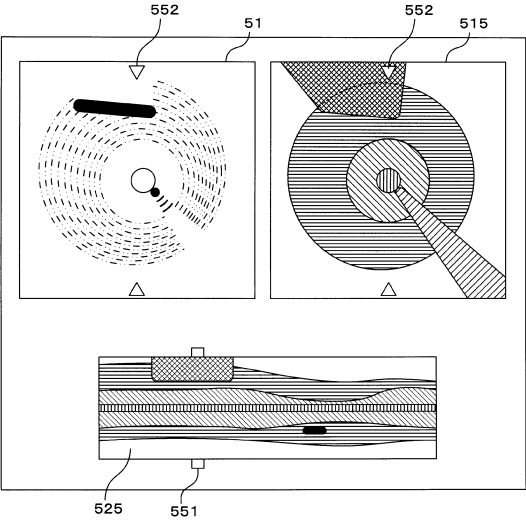


30

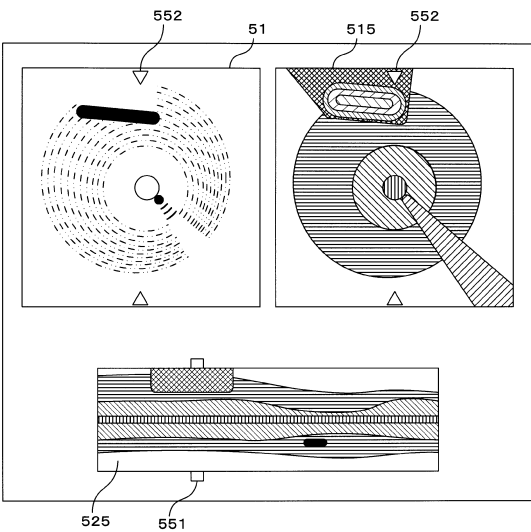
40

50

【図 5】

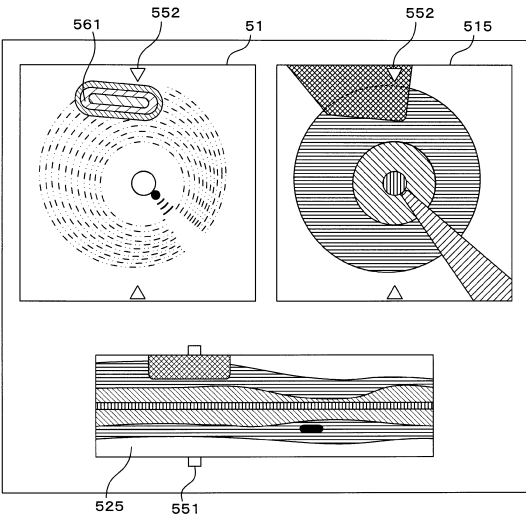


【図 6】

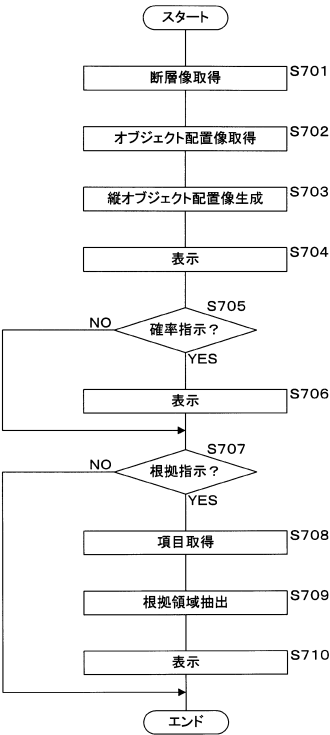


10

【図 7】



【図 8】



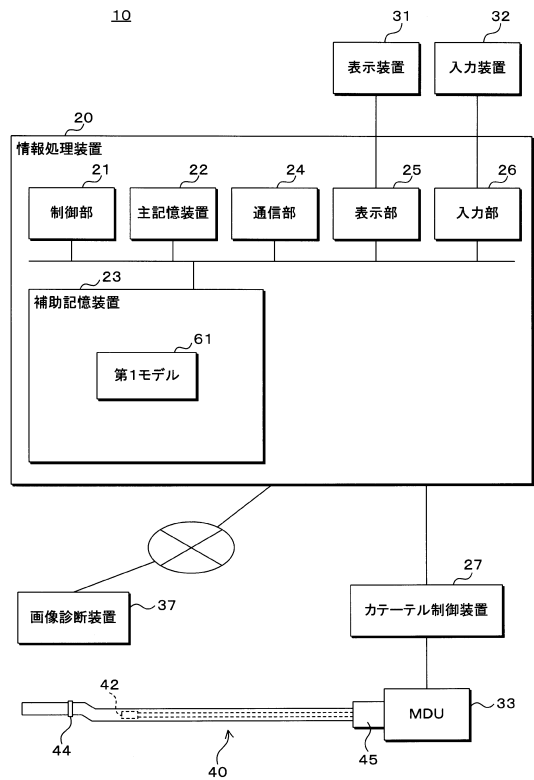
20

30

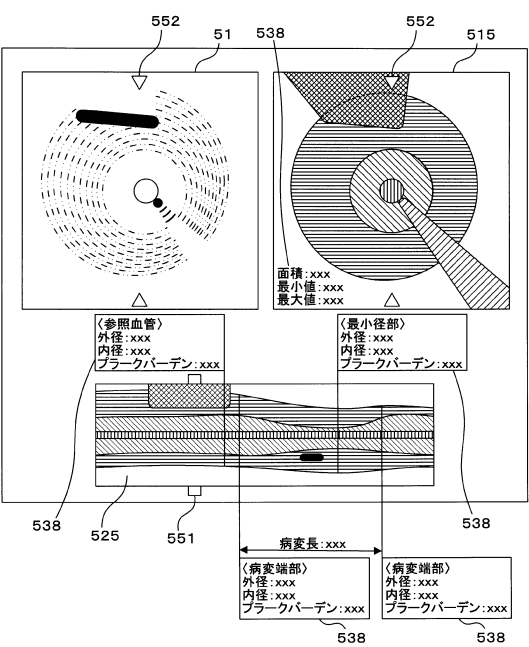
40

50

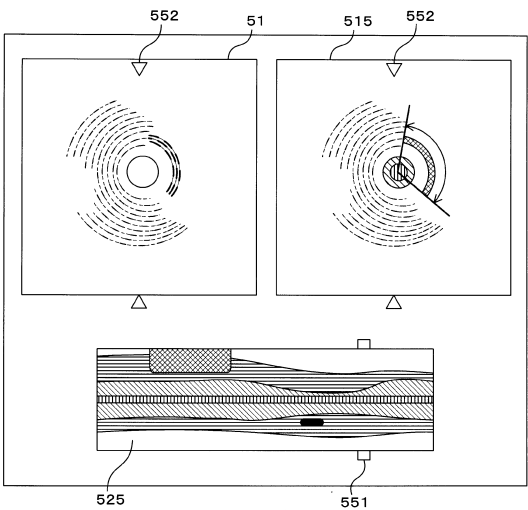
【図 9】



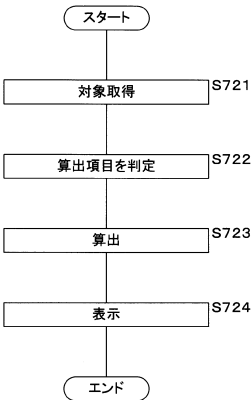
【図 10】



【図 11】



【図 12】



10

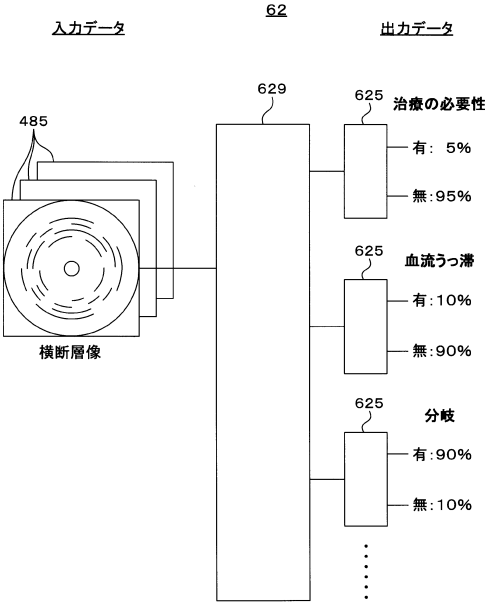
20

30

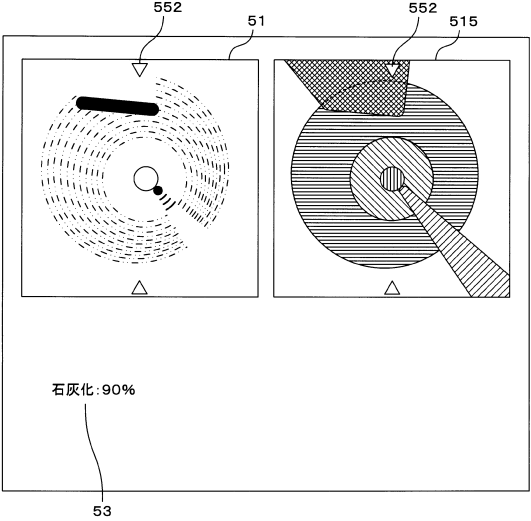
40

50

【図 1 3】



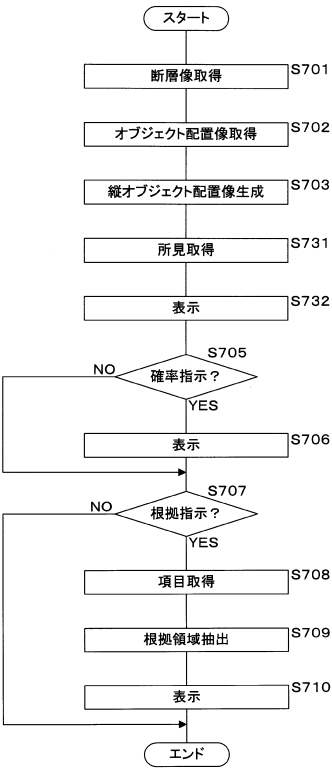
【図 1 4】



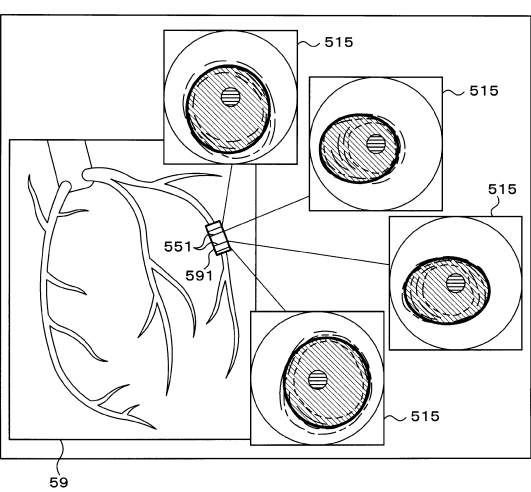
10

20

【図 1 5】



【図 1 6】

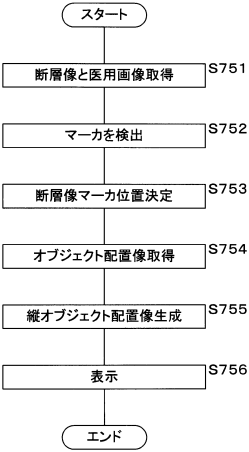


30

40

50

【図 17】

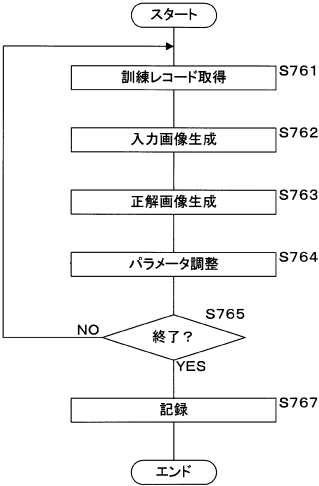


【図 18】

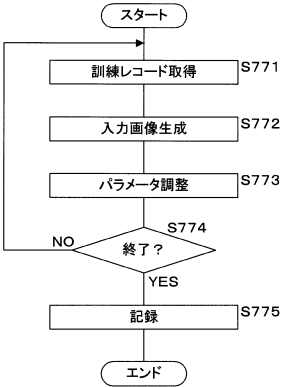
断層像データ	塗分けデータ	所見			
		治療の必要性	血流うつ滞	分岐
IMG001	IMGP001	有	有	無
IMG002	IMGP002	無	無	有

10

【図 19】



【図 20】



20

30

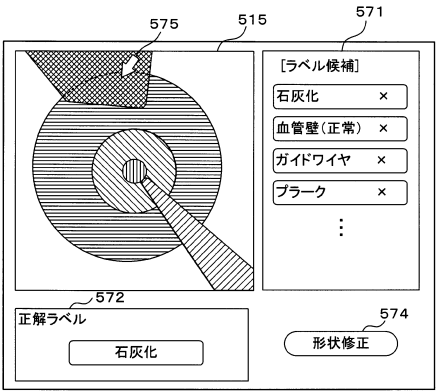
40

50

【図 2 1】

断層像データ	出力データ	修正データ
IMG100	IMGP100	IMGQ100
IMG111	IMGP111	IMGQ111

【図 2 2】

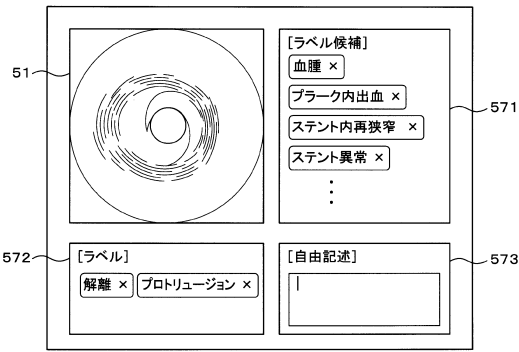


10

【図 2 3】

断層像データ	出力	修正
IMG123	解離 石灰化(強)	解離 プロトリュージョン ステント異常
IMG333	ステント内狭窄 フラップ	ステント内狭窄
IMG444	ステント内狭窄	石灰化(深在)

【図 2 4】



20

30

40

50

フロントページの続き

和元年 1 1 月 1 9 日第 9 面にて公開
番地 テルモ株式会社内

審査官 井海田 隆

- (56)参考文献 特表 2 0 1 9 - 5 1 8 5 8 1 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 0 0 7 4 1 0 (J P , A)
特開 2 0 1 7 - 0 4 2 5 5 8 (J P , A)
国際公開第 2 0 0 7 / 1 4 5 0 9 3 (W O , A 1)
特開 2 0 1 0 - 2 2 0 9 0 2 (J P , A)
特開平 0 3 - 1 0 2 4 7 7 (J P , A)
特開 2 0 2 0 - 0 1 0 8 0 5 (J P , A)
特開 2 0 1 0 - 0 7 5 6 1 6 (J P , A)
特表 2 0 0 8 - 5 3 5 5 6 6 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- | | | | |
|---------|---------|---|---------|
| A 6 1 B | 8 / 0 0 | — | 8 / 1 5 |
| A 6 1 B | 1 / 0 0 | — | 1 / 3 2 |