

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2022年10月6日(06.10.2022)



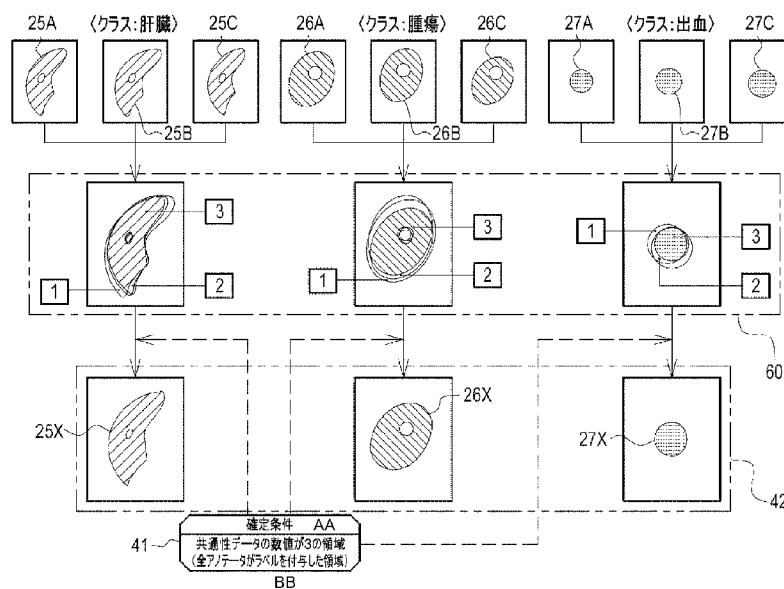
(10) 国際公開番号

WO 2022/209500 A1

- (51) 国際特許分類:
G06N 20/00 (2019.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/008070
- (22) 国際出願日: 2022年2月25日(25.02.2022)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2021-057322 2021年3月30日(30.03.2021) JP
- (71) 出願人: 富士フイルム株式会社 (FUJIFILM CORPORATION) [JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布2丁目2番30号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 橘 篤志 (TACHIBANA, Atsushi); 〒1068620 東京都港区西麻布2丁目2番30号 富士フイルム株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人太陽国際特許事務所 (TAIYO, NAKAJIMA & KATO); 〒1600022 東京都新宿区新宿4丁目3番17号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,

(54) Title: MACHINE-LEARNING MODEL CREATION ASSISTANCE DEVICE, OPERATION METHOD OF MACHINE-LEARNING MODEL CREATION ASSISTANCE DEVICE, AND OPERATION PROGRAM OF MACHINE-LEARNING MODEL CREATION ASSISTANCE DEVICE

(54) 発明の名称: 機械学習モデル作成支援装置、機械学習モデル作成支援装置の作動方法、機械学習モデル作成支援装置の作動プログラム



25B Class: liver
26B Class: tumor
27B Class: hemorrhage
AA Decision condition
BB Area in which value of community data is 3 (area to which all annotators add label)

(57) Abstract: This machine-learning model creation assistance device comprises a processor which: acquires a plurality of pieces of annotation information generated by a plurality of annotators adding a plurality of labels corresponding to a plurality of classes to areas of the same medical images; derives, for each class, community data that indicates the com-

WO 2022/209500 A1

NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

munity of label addition methods by means of the plurality of annotators with respect to the plurality of pieces of annotation information; and generates decision annotation information to be used as correct answer data for a machine-learning model on the basis of the community data and a preset decision condition.

(57) 要約: プロセッサを備え、プロセッサは、複数のアノテータが複数のクラスに応じた複数のラベルを同一の医用画像の領域に付与することで生成された複数のアノテーション情報を取得し、複数のアノテーション情報について、複数のアノテータによるラベルの付与の仕方の共通性を示す共通性データをクラス毎に導出し、共通性データ、および予め設定された確定条件に基づいて、機械学習モデルの正解データとして用いる確定アノテーション情報を生成する、機械学習モデル作成支援装置。

明 細 書

発明の名称：

機械学習モデル作成支援装置、機械学習モデル作成支援装置の作動方法、
機械学習モデル作成支援装置の作動プログラム

技術分野

[0001] 本開示の技術は、機械学習モデル作成支援装置、機械学習モデル作成支援装置の作動方法、機械学習モデル作成支援装置の作動プログラムに関する。

背景技術

[0002] 例えばCT (Computed Tomography) 装置により撮影された腹部断層画像内の腫瘍を画素単位で認識する等、医用画像に写る被写体を認識する機械学習モデルが開発されている。こうした機械学習モデルでは、学習フェーズ、あるいは精度評価フェーズにおいて、正解データとしてのアノテーション情報が必要となる。アノテーション情報は、正解データにおいて対となる元画像に、認識対象の被写体であるクラスに応じたラベルを付与することで生成された情報である。上記の腹部断層画像の例では、アノテーション情報は、元画像である腹部断層画像内の腫瘍の画素に、「腫瘍」というラベルを付与することで生成された情報となる。

[0003] 国際公開第2019/003485号には、アノテーション情報の生成を複数のアノテータに分担させることが記載されている。具体的には、同一の元画像を複数のアノテータの各々のアノテータ端末に送信し、複数のアノテータが元画像にラベルを付与することで生成した複数のアノテーション情報を、複数のアノテータ端末から受信している。

発明の概要

[0004] 本開示の技術に係る1つの実施形態は、機械学習モデルの正解データとして用いる適切なアノテーション情報を容易に得ることが可能な機械学習モデル作成支援装置、機械学習モデル作成支援装置の作動方法、機械学習モデル作成支援装置の作動プログラムを提供する。

課題を解決するための手段

- [0005] 本開示の機械学習モデル作成支援装置は、プロセッサを備え、プロセッサは、複数のアノテータが複数のクラスに応じた複数のラベルを同一の医用画像の領域に付与することで生成された複数のアノテーション情報を取得し、複数のアノテーション情報について、複数のアノテータによるラベルの付与の仕方の共通性を示す共通性データをクラス毎に導出し、共通性データ、および予め設定された確定条件に基づいて、機械学習モデルの正解データとして用いる確定アノテーション情報を生成する。
- [0006] 本開示の機械学習モデル作成支援装置の作動方法は、複数のアノテータが複数のクラスに応じた複数のラベルを同一の医用画像の領域に付与することで生成された複数のアノテーション情報を取得すること、複数のアノテーション情報について、複数のアノテータによるラベルの付与の仕方の共通性を示す共通性データをクラス毎に導出すること、並びに、共通性データ、および予め設定された確定条件に基づいて、機械学習モデルの正解データとして用いる確定アノテーション情報を生成すること、を含む。
- [0007] 本開示の機械学習モデル作成支援装置の作動プログラムは、複数のアノテータが複数のクラスに応じた複数のラベルを同一の医用画像の領域に付与することで生成された複数のアノテーション情報を取得すること、複数のアノテーション情報について、複数のアノテータによるラベルの付与の仕方の共通性を示す共通性データをクラス毎に導出すること、並びに、共通性データ、および予め設定された確定条件に基づいて、機械学習モデルの正解データとして用いる確定アノテーション情報を生成すること、を含む処理をコンピュータに実行させる。

図面の簡単な説明

- [0008] [図1]機械学習モデル作成支援システムを示す図である。
[図2]機械学習モデル作成支援サーバとアノテータ端末との間で送受信される医用画像およびアノテーション情報を示す図である。
[図3]アノテーション情報を示す図である。

[図4]機械学習モデル作成支援サーバを構成するコンピュータを示すブロック図である。

[図5]機械学習モデル作成支援サーバのプロセッサの処理部を示すブロック図である。

[図6]確定条件、および導出部と生成部の処理を示す図である。

[図7]機械学習モデル作成支援サーバの処理手順を示すフローチャートである。

[図8]同じ領域に異なるクラスのラベルが付与されたアノテーション情報を示す図である。

[図9]確定条件、および導出部と生成部の処理の別の例を示す図である。

[図10]共通性データ、確定条件、および導出部と生成部の処理の別の例を示す図である。

[図11]医用画像に表示条件データを添付する第4実施形態を示す図である。

[図12]アノテータ端末のディスプレイに表示されるアノテーション情報生成画面を示す図である。

[図13]生成終了ボタンが操作された場合のアノテーション情報生成画面を示す図である。

[図14]医用画像において人体が写った人体領域を検出し、検出した人体領域に対してのみ共通性データを導出する第5実施形態を示す図である。

[図15]人体領域に網掛けが表示されたアノテーション情報生成画面を示す図である。

[図16]アノテータ情報を示す図である。

[図17]クラスの領域の中心部と辺縁部とで異なる確定条件を設定する第7実施形態を示す図である。

[図18]確定アノテーション情報において、クラスの領域の中心部よりも辺縁部のラベルの信頼性表示値を低く設定する第8実施形態を示す図である。

[図19]クラスが血管であった場合のラベルの付与の仕方を示す図である。

[図20]アノテータ端末にアノテーション情報および確定アノテーション情報

を送信する第9実施形態を示す図である。

[図21]アノテータ端末のディスプレイに表示される情報比較画面を示す図である。

発明を実施するための形態

[0009] [第1実施形態]

一例として図1に示すように、機械学習モデル作成支援システム2は、機械学習モデル作成支援サーバ（以下、支援サーバと略す）10とアノテータ端末11A、11B、および11Cとを備える。支援サーバ10とアノテータ端末11A～11Cとは、ネットワーク12を介して相互通信可能に接続されている。ネットワーク12は、例えばインターネット、WAN（Wide Area Network）である。

[0010] 支援サーバ10は、例えばサーバコンピュータ、ワークステーション等であり、本開示の技術に係る「機械学習モデル作成支援装置」の一例である。アノテータ端末11Aはディスプレイ13Aおよび入力デバイス14Aを有し、アノテータ端末11Bはディスプレイ13Bおよび入力デバイス14Bを有し、アノテータ端末11Cはディスプレイ13Cおよび入力デバイス14Cを有する。アノテータ端末11Aはアノテータ15Aにより操作され、アノテータ端末11Bはアノテータ15Bにより操作され、アノテータ端末11Cはアノテータ15Cにより操作される。アノテータ端末11A～11Cは、例えばパーソナルコンピュータ、タブレット端末等である。アノテータ15A～15Cは例えば医師であり、支援サーバ10からアノテーション情報21（図2参照）の生成を依頼される。なお、特に区別する必要がない場合には、アノテータ端末11A～11Cをまとめてアノテータ端末11と表記する。ディスプレイ13A～13C、入力デバイス14A～14C、およびアノテータ15A～15Cも同様に、まとめてディスプレイ13、入力デバイス14、およびアノテータ15と表記する場合がある。なお、入力デバイス14は、例えば、キーボード、マウス、タッチパネル、マイク、およびジェスチャー認識装置等の少なくともいずれか一つである。

- [0011] 一例として図2に示すように、支援サーバ10は、アノータ端末11A～11Cに同一の医用画像20を送信する。ここでは医用画像20としてCT装置により撮影されたアキシャル断面の腹部断層画像を例示している。医用画像20は、予め設定されたタスクに基づいた認識対象の被写体であるクラスに応じたラベルを付与するための元画像である。なお、同一の医用画像20とは、CT装置等の医用画像撮影装置（モダリティとも呼ばれる）、患者、および撮影日時が同一の医用画像20を指す。
- [0012] アノータ端末11は医用画像20をディスプレイ13に表示する。アノータ端末11は、入力デバイス14を介して、アノータ15からの医用画像20の画素単位でのラベルの付与の入力を受け付ける。こうしてアノータ端末11Aにおいてアノータ15Aによりアノテーション情報21Aが生成され、アノータ端末11Bにおいてアノータ15Bによりアノテーション情報21Bが生成され、アノータ端末11Cにおいてアノータ15Cによりアノテーション情報21Cが生成される。なお、アノータ端末11A～11C等と同様に、アノテーション情報21A～21Cをまとめてアノテーション情報21と表記する場合がある。
- [0013] 本例の医用画像20は腹部断層画像であるため、アノテーション情報21は、腹部断層画像の断層面毎に生成される。なお、図2においては、理解を助けるため、アノテーション情報21に人体構造を描画しているが、実際のアノテーション情報21は人体構造のデータを含まず、付与されたラベルのデータのみを含む（以降の図3等も同様）。より詳しくは、アノテーション情報21は、ラベルの種別と、ラベルが付与された医用画像20の画素の位置座標との組が登録された情報である。
- [0014] アノータ端末11は、アノテーション情報21を支援サーバ10に送信する。支援サーバ10は、アノータ端末11からのアノテーション情報21を受信する。
- [0015] 本例のタスクで設定されたクラスは、肝臓、肝臓内の腫瘍、および腫瘍内の出血箇所の一つである。このため、一例として図3に示すように、アノテ

ーション情報 21 は、肝臓のラベルが付与された第一領域 25 と、腫瘍のラベルが付与された第二領域 26 と、出血のラベルが付与された第三領域 27 とを含む。なお、第二領域 26 は、腫瘍が存在しないとアノテータ 15 が判断した場合には当然ながら指定されない。第三領域 27 も同様に、出血箇所が存在しないとアノテータ 15 が判断した場合には指定されない。

[0016] 一例として図 4 に示すように、支援サーバ 10 を構成するコンピュータは、ストレージ 30、メモリ 31、プロセッサ 32、通信部 33、ディスプレイ 34、および入力デバイス 35 を備えている。これらはバスライン 36 を介して相互接続されている。

[0017] ストレージ 30 は、支援サーバ 10 を構成するコンピュータに内蔵、またはケーブル、ネットワークを通じて接続されたハードディスクドライブである。もしくはストレージ 30 は、ハードディスクドライブを複数台連装したディスクアレイである。ストレージ 30 には、オペレーティングシステム等の制御プログラム、各種アプリケーションプログラム（以下、AP (Application Program) と略す）、およびこれらのプログラムに付随する各種データ等が記憶されている。なお、ハードディスクドライブに代えてソリッドステートドライブを用いてもよい。

[0018] メモリ 31 は、プロセッサ 32 が処理を実行するためのワークメモリである。メモリ 31 は、例えば、DRAM (Dynamic Random Access Memory)、SRAM (Static Random Access Memory) といった RAM (Random Access Memory) である。プロセッサ 32 は、ストレージ 30 に記憶されたプログラムをメモリ 31 へロードして、プログラムにしたがった処理を実行する。これによりプロセッサ 32 は、コンピュータの各部を統括的に制御する。プロセッサ 32 は、例えば CPU (Central Processing Unit) である。また、メモリ 31 は、本開示の技術に係る「メモリ」の一例である。なお、ストレージ 30、またはストレージ 30 およびメモリ 31 を、本開示の技術に係る「メモリ」の一例として定義してもよい。

- [0019] 通信部33は、ネットワーク12等を介した各種情報の伝送制御を行うネットワークインターフェースである。ディスプレイ34は各種画面を表示する。各種画面にはGUI(Graphical User Interface)による操作機能が備えられる。支援サーバ10を構成するコンピュータは、各種画面を通じて、入力デバイス35からの操作指示の入力を受け付ける。入力デバイス35は、キーボード、マウス、タッチパネル、マイク、およびジェスチャー認識装置等の少なくともいずれか一つである。
- [0020] 一例として図5に示すように、ストレージ30には、作動プログラム40が記憶されている。作動プログラム40は、支援サーバ10を構成するコンピュータを、本開示の技術に係る「機械学習モデル作成支援装置」として機能させるためのAPである。すなわち、作動プログラム40は、本開示の技術に係る「機械学習モデル作成支援装置の作動プログラム」の一例である。ストレージ30には、作動プログラム40の他に、医用画像20、アノテーション情報21、確定条件41、および確定アノテーション情報42も記憶される。なお、医用画像20は一つしか描かれていないが、実際は複数の医用画像20がストレージ30に記憶されている。アノテーション情報21および確定アノテーション情報42も同様である。
- [0021] 作動プログラム40が起動されると、プロセッサ32は、メモリ31等と協働して、リードライト(以下、RW(Read Write)と略す)制御部50、画像送信部51、情報受信部52、導出部53、および生成部54として機能する。
- [0022] RW制御部50は、ストレージ30への各種情報の記憶、およびストレージ30内の各種情報の読み出しを制御する。例えば、RW制御部50は、医用画像20をストレージ30から読み出し、読み出した医用画像20を画像送信部51に出力する。また、RW制御部50は、確定条件41をストレージ30から読み出し、読み出した確定条件41を生成部54に出力する。
- [0023] 医用画像20を送信するアノテータ端末11の情報は、予めストレージ30に登録されている。画像送信部51は、RW制御部50からの医用画像2

0を、予め登録されたアノテータ端末11に送信する。

[0024] 情報受信部52は、アノテータ端末11からのアノテーション情報21を受信する。これにより支援サーバ10はアノテーション情報21を取得する。情報受信部52は、受信したアノテーション情報21をRW制御部50に出力する。RW制御部50は、アノテーション情報21をストレージ30に記憶する。なお、図5においては、情報受信部52でアノテーション情報21A~21Cを同時に受信しているように描いているが、実際にはアノテーション情報21A~21Cの受信タイミングは異なる。情報受信部52は、アノテーション情報21を受信する度にアノテーション情報21をRW制御部50に出力し、RW制御部50は、情報受信部52からアノテーション情報21が入力される度にアノテーション情報21をストレージ30に記憶する。

[0025] アノテーション情報21A~21Cがストレージ30に記憶された場合、RW制御部50は、アノテーション情報21A~21Cをストレージ30から読み出し、読み出したアノテーション情報21A~21Cを導出部53および生成部54に出力する。

[0026] 導出部53は共通性データ60を導出する。共通性データ60は、三つのアノテーション情報21A~21Cについて、三人のアノテータ15A~15Cによるラベルの付与の仕方の共通性を示すデータである。導出部53は、導出した共通性データ60を生成部54に出力する。

[0027] 生成部54は、導出部53からの共通性データ60、およびRW制御部50からのアノテーション情報21A~21Cと確定条件41に基づいて、確定アノテーション情報42を生成する。確定アノテーション情報42は、最終的に機械学習モデルの正解データとして用いるアノテーション情報である。生成部54は、確定アノテーション情報42をRW制御部50に出力する。RW制御部50は、生成部54からの確定アノテーション情報42をストレージ30に記憶する。

[0028] 確定アノテーション情報42は、機械学習モデルの学習フェーズ、あるい

は精度評価フェーズにおいて、元画像である医用画像20と併せて正解データとして用いられる。学習フェーズにおいては、機械学習モデルに医用画像20が入力される。次いで、機械学習モデルから出力された出力アノテーション情報と確定アノテーション情報42とが比較されて、機械学習モデルの損失が演算される。そして、損失に応じて機械学習モデルが更新される。損失は、出力アノテーション情報と確定アノテーション情報42との差が小さい程少なくなる。このため、更新の度合いも、出力アノテーション情報と確定アノテーション情報42との差が小さい程小さくなる。これら医用画像20の入力と出力アノテーション情報の出力、損失の演算、および更新が、医用画像20と確定アノテーション情報42の組、すなわち正解データが交換されつつ繰り返される。これにより機械学習モデルが学習される。

[0029] 精度評価フェーズにおいては、ある程度の学習を経た機械学習モデルに医用画像20が入力される。そして、機械学習モデルから出力された出力アノテーション情報と確定アノテーション情報42とが比較されて損失が演算され、損失に基づいて機械学習モデルの精度が評価される。精度評価フェーズにおいては、精度が評価されるだけで更新は行われぬ。この精度評価フェーズにおいて予め設定された精度以上であると判定された機械学習モデルが、実用フェーズにて用いられる。なお、学習フェーズにおいて用いられる正解データは学習データともいい、精度評価フェーズにおいて用いられる正解データは評価データともいう。

[0030] 一例として図6に示すように、第一領域25Aはアノテーション情報21Aにおいて肝臓のラベルが付与された領域であり、第一領域25Bはアノテーション情報21Bにおいて肝臓のラベルが付与された領域であり、第一領域25Cはアノテーション情報21Cにおいて肝臓のラベルが付与された領域である。また、第二領域26Aはアノテーション情報21Aにおいて腫瘍のラベルが付与された領域であり、第二領域26Bはアノテーション情報21Bにおいて腫瘍のラベルが付与された領域であり、第二領域26Cはアノテーション情報21Cにおいて腫瘍のラベルが付与された領域である。さら

に、第三領域 27 A はアノテーション情報 21 A において出血のラベルが付与された領域であり、第三領域 27 B はアノテーション情報 21 B において出血のラベルが付与された領域であり、第三領域 27 C はアノテーション情報 21 C において出血のラベルが付与された領域である。

[0031] 導出部 53 は、肝臓、腫瘍、および出血のそれぞれのラベルを付与したアノテータ 15 の人数をカウントし、カウントした人数を共通性データ 60 の数値とする。一人のアノテータ 15 がラベルを付与した画素の共通性データ 60 の数値は 1 であり、二人のアノテータ 15 がラベルを付与した画素の共通性データ 60 の数値は 2 である。また、三人のアノテータ 15 がラベルを付与した画素の共通性データ 60 の数値は 3 である。導出部 53 は、肝臓、腫瘍、および出血のクラス毎に共通性データ 60 を導出する。なお、ラベルを付与したアノテータ 15 の人数は、本開示の技術に係る「ラベルを付与したアノテータの人数に係る数値」の一例である。

[0032] 本実施形態の確定条件 41 は、共通性データ 60 の数値が 3 の領域、すなわち全アノテータ 15 がラベルを付与した領域のラベルを採用する、という内容である。このため、生成部 54 は、三人のアノテータ 15 が肝臓のラベルを付与した第一領域 25 X、三人のアノテータ 15 が腫瘍のラベルを付与した第二領域 26 X、および三人のアノテータ 15 が出血のラベルを付与した第三領域 27 X を含む確定アノテーション情報 42 を生成する。

[0033] 次に、上記構成による作用について、図 7 のフローチャートを参照して説明する。作動プログラム 40 が起動されると、支援サーバ 10 のプロセッサ 32 は、図 5 で示したように、RW 制御部 50、画像送信部 51、情報受信部 52、導出部 53、および生成部 54 として機能される。

[0034] まず、RW 制御部 50 によりストレージ 30 から医用画像 20 が読み出される。読み出された医用画像 20 は、RW 制御部 50 から画像送信部 51 に出力される。医用画像 20 は、画像送信部 51 によりアノテータ端末 11 に送信される。

[0035] アノテータ端末 11 において、アノテータ 15 により、医用画像 20 に基

づいてアノテーション情報21が生成される。図3で示したように、アノテーション情報21は、肝臓、腫瘍、および出血の三つのクラスに応じた三つのラベルを同一の医用画像20の領域に付与することで生成される。アノテーション情報21は、アノテータ端末11から支援サーバ10に送信される。

[0036] 支援サーバ10においては、情報受信部52によりアノテータ端末11からのアノテーション情報21が受信される。これによりアノテーション情報21が取得される（ステップST100）。アノテーション情報21は、情報受信部52からRW制御部50に出力され、RW制御部50によりストレージ30に記憶される。

[0037] RW制御部50によりストレージ30からアノテーション情報21が読み出される。読み出されたアノテーション情報21は、RW制御部50から導出部53および生成部54に出力される。

[0038] 図6で示したように、導出部53においては、複数のアノテーション情報21A~21Cについて、複数のアノテータ15A~15Cによるラベルの付与の仕方の共通性を示す共通性データ60がクラス毎に導出される（ステップST110）。共通性データ60は、肝臓、腫瘍、および出血のそれぞれのラベルを付与したアノテータ15の人数のカウント値である。共通性データ60は、導出部53から生成部54に出力される。

[0039] 図6で示したように、生成部54においては、共通性データ60および確定条件41に基づいて、確定アノテーション情報42が生成される（ステップST120）。本例においては、三人のアノテータ15が肝臓、腫瘍、および出血のラベルをそれぞれ付与した第一領域25X、第二領域26X、および第三領域27Xを含む確定アノテーション情報42が生成される。確定アノテーション情報42は、生成部54からRW制御部50に出力され、RW制御部50によりストレージ30に記憶される。

[0040] 以上説明したように、支援サーバ10のプロセッサ32は、情報受信部52、導出部53、および生成部54を備える。情報受信部52は、アノテ-

タ端末 11A~11Cからのアノテーション情報 21A~21Cを受信することで取得する。アノテーション情報 21A~21Cは、アノテータ 15A~15Cが三つのクラスに応じた三つのラベルを同一の医用画像 20の領域に付与することで生成される。導出部 53は、アノテーション情報 21A~21Cについて、アノテータ 15A~15Cによるラベルの付与の仕方の共通性を示す共通性データ 60をクラス毎に導出する。生成部 54は、共通性データ 60、および予め設定された確定条件 41に基づいて、機械学習モデルの正解データとして用いる確定アノテーション情報 42を生成する。

[0041] 同一の医用画像 20に対するアノテーション情報 21の生成を複数のアノテータ 15に分担させた場合、アノテータ 15によってラベルの付与の仕方が異なるため、複数のアノテーション情報 21の間に差異が生じる。本開示の技術では、複数のクラスに応じた複数のラベルを付与することでアノテーション情報 21を生成しているので、付与するラベルが多くなる分、複数のアノテーション情報 21の間の差異はより大きくなる。

[0042] そこで、本開示の技術では、クラス毎に共通性データ 60を導出し、導出した共通性データ 60に基づいて確定アノテーション情報 42を生成している。したがって、機械学習モデルの正解データとして用いる適切な確定アノテーション情報 42を容易に得ることが可能となる。

[0043] [第2実施形態]

一例として図 8に示すように、本実施形態のアノテーション情報 63は、肝臓のラベルが付与された第一領域 65と、肝臓および腫瘍のラベルが付与された第二領域 66と、肝臓、腫瘍、および出血のラベルが付与された第三領域 67とを含む。第二領域 66および第三領域 67は、異なるクラスのラベルが付与された領域である。

[0044] このように、第2実施形態では、アノテーション情報 63は、同じ領域に異なるクラスのラベルが付与された情報である。このため、同じ領域に付与するラベルの種類が増える分、複数のアノテーション情報 21の間の差異は、上記第1実施形態と比べて益々大きくなる。したがって、機械学習モデル

の正解データとして用いる適切な確定アノテーション情報42を容易に得る、という効果をより発揮することができる。

[0045] [第3__1実施形態]

一例として図9に示すように、本実施形態の確定条件70は、共通性データ60の数値が2以上の領域、すなわちラベルを付与したアノテータの人数が二人以上の領域のラベルを採用する、という内容である。このため、生成部54は、二人以上のアノテータ15が肝臓のラベルを付与した第一領域25Y、二人以上のアノテータ15が腫瘍のラベルを付与した第二領域（図示省略）、および二人以上のアノテータ15が出血のラベルを付与した第三領域（図示省略）を含む確定アノテーション情報42を生成する。なお、確定条件70の「2」ないし「二人」は、本開示の技術に係る「閾値」の一例である。

[0046] [第3__2実施形態]

一例として図10に示すように、本実施形態の導出部53（図示省略）は、ラベルを付与したアノテータ15の割合が、ラベルが付与された画素の位置座標毎に登録された共通性データ75を導出する。導出部53は、図示の肝臓のラベルを付与したアノテータの割合が登録された共通性データ75を導出する。また、導出部53は、図示省略した、腫瘍のラベルを付与したアノテータ15の割合が登録された共通性データ75、および出血のラベルを付与したアノテータ15の割合が登録された共通性データ75も導出する。ラベルを付与したアノテータ15の割合は、まず、上記第1実施形態のように、ラベルを付与したアノテータ15の人数をカウントする。そして、カウントした人数を全アノテータ15の人数で除算する。例えば、ラベルを付与したアノテータ15の人数が八人、全アノテータの人数が十人であった場合、ラベルを付与したアノテータ15の割合は、 $(8/10) \times 100 = 80\%$ となる。なお、ラベルを付与したアノテータ15の割合は、本開示の技術に係る「ラベルを付与したアノテータの人数に係る数値」の一例である。

[0047] 本実施形態の確定条件76は、ラベルを付与したアノテータ15の割合が

90%以上の領域のラベルを採用する、という内容である。本実施形態の生成部54（図示省略）は、共通性データ75および確定条件76に基づいて、表77に示すようにラベルの採否を位置座標毎に決定する。具体的には、生成部54は、共通性データ75のラベルを付与したアノテータ15の割合が、確定条件76の90%以上である位置座標のラベルを採用すると決定する。一方、生成部54は、共通性データ75のラベルを付与したアノテータ15の割合が、確定条件76の90%未満である位置座標のラベルは採用しない（非採用）と決定する。生成部54は、この採否結果に基づいて、確定アノテーション情報42を生成する。なお、確定条件76の「90%」は、本開示の技術に係る「閾値」の一例である。

[0048] 全アノテータ15がラベルを付与した領域のラベルを採用する上記第1実施形態の場合は、どうしてもラベルを付与した領域が比較的小さいアノテーション情報21に確定アノテーション情報42が影響されてしまう。対して、共通性データ60または75の数値が閾値以上の場合に限り、付与されたラベルを採用する、という内容の確定条件70および76を用いる第3__1実施形態および第3__2実施形態によれば、ラベルを付与した領域が比較的小さいアノテーション情報21にさほど影響を受けない、より広い領域にラベルが付与された確定アノテーション情報42を生成することができる。

[0049] なお、第3__2実施形態で記載した内容で分かる通り、アノテータ15の人数は二人以上であればよく、三人に限らない。このためアノテーション情報21の数も二つ以上であればよく、三つに限らない。また、アノテータ15の人数、並びに確定条件41、70、および76が固定である場合を例示したが、これに限らない。アノテータ15の人数、並びに確定条件41、70、および76は可変であってもよい。例えば支援サーバ10を操作するユーザが、アノテータ15の人数、並びに確定条件41、70、および76を設定変更することが可能な構成であってもよい。

[0050] [第4実施形態]

一例として図11に示すように、本実施形態の画像送信部80は、医用画

像20に表示条件データ81を添付してアノテータ端末11A~11Cに送信する。表示条件データ81は、ウィンドウレベル(WL:Window Level)、ウィンドウ幅(WW:Window Width)、およびスライス位置を含む。ウィンドウレベルとウィンドウ幅は、医用画像20の表示階調に係るパラメータである。ウィンドウレベルは、医用画像20の原画像の画素値に対して設定される医用画像20の表示領域の中心値である。ウィンドウ幅は、医用画像20の表示領域の幅を示す数値である。スライス位置は、医用画像20が本例のように断層画像である場合の、断層面の位置を示す。

[0051] アノテータ端末11のディスプレイ13には、一例として図12に示すアノテーション情報生成画面85が表示される。アノテーション情報生成画面85は、タスク表示領域86、ツールボタン群87、および画像表示領域88等を有する。タスク表示領域86には、設定されたタスクの内容が表示される。ツールボタン群87は、タスクで指定されたクラスに応じたラベルをアノテータ15が指定するための各種ツールのツールボタンにより構成される。各種ツールは、例えば、指定クラス切替ツール、線描画ツール、領域塗り潰しツール、領域消去ツール等である。

[0052] 画像表示領域88には医用画像20が表示される。この画像表示領域88に表示された医用画像20上で、各種ツールを使用してラベルを付与することにより、アノテーション情報21が生成される。二点鎖線の囲いで示すように、医用画像20は、最初は添付された表示条件データ81にしたがった表示条件にて表示される。図12においては、図11で例示した表示条件データ81にしたがった表示条件にて、医用画像20が表示された例を示している。

[0053] 画像表示領域88の下部には、送り戻しボタン89および表示階調変更ボタン90が設けられている。送り戻しボタン89の操作により、スライス位置を変更することが可能である。また、表示階調変更ボタン90の操作により、ウィンドウレベルおよびウィンドウ幅を変更することが可能である。こ

のように、アノテータ 15 は、医用画像 20 のスライス位置を自由に変更することが可能である。このため、アノテータ 15 は、ある特定のスライス位置の医用画像 20 を何度も見返すことも可能である。また、アノテータ 15 は、医用画像 20 の表示条件を自由に変更することが可能である。なお、図示は省略するが、画像表示領域 88 の医用画像 20 は、平行移動、並びに拡大および縮小することが可能である。

[0054] アノテーション情報生成画面 85 の下部には、さらに一時保存ボタン 91 および生成終了ボタン 92 が設けられている。一時保存ボタン 91 が操作された場合、それまで生成されたアノテーション情報 21 が、アノテータ端末 11 のストレージに一時的に保存される。生成終了ボタン 92 が操作された場合、一例として図 13 に示すように、ダイアログボックス 95 がポップアップ表示される。また、二点鎖線の囲いで示すように、画像表示領域 88 の医用画像 20 の表示条件が、添付された表示条件データ 81 にしたがった表示条件とされる。

[0055] ダイアログボックス 95 は、本当にアノテーション情報 21 の生成を終了するか否かをアノテータ 15 に尋ねるための GUI である。ダイアログボックス 95 には、はいボタン 96 といいえボタン 97 が設けられている。はいボタン 96 が操作された場合、生成されたアノテーション情報 21 が支援サーバ 10 に送信される。いいえボタン 97 が選択された場合、ダイアログボックス 95 が消され、アノテーション情報 21 の生成が可能な状態に戻される。

[0056] このように、第 4 実施形態では、医用画像 20 に表示条件データ 81 が添付される。表示条件データ 81 は、複数のアノテータ 15 が医用画像 20 を閲覧する場合に医用画像 20 を同じ表示条件にて表示させるためのデータである。このため、図 12 および図 13 で示したように、複数のアノテータ端末 11 において表示条件を同じに揃えることができる。このため、表示条件の違いが原因で各アノテータ 15 によるラベルの付与に差異が生じることを抑制することができる。

[0057] 図12で示したように、最初に表示条件データ81にしたがった表示条件にて医用画像20を表示することで、アノテーション情報21の生成を開始する際から各アノテータ15の認識にずれが生じることを抑制することができる。また、図13で示したように、アノテーション情報21の生成を終了する際に表示条件データ81にしたがった表示条件にて医用画像20を表示することで、アノテーション情報21の最終確認で各アノテータ15の認識にずれが生じることを抑制することができる。

[0058] なお、本実施形態においては、アノテーション情報21の生成を開始する際、およびアノテーション情報21の生成を終了する際のいずれも、表示条件データ81にしたがった表示条件にて医用画像20を表示することで、医用画像20の表示条件を同じに揃えているが、これに限らない。アノテーション情報21の生成を開始する際、およびアノテーション情報21の生成を終了する際のいずれか一方でのみ、表示条件データ81にしたがった表示条件にて医用画像20を表示することとしてもよい。

[0059] [第5実施形態]

一例として図14に示すように、本実施形態の支援サーバのプロセッサは、上記第1実施形態の各処理部50～54（導出部53以外は図示省略）に加えて、検出部105として機能する。検出部105は、体表認識技術を用いて、医用画像20において人体が写った人体領域106を検出する。検出部105は、人体領域106の検出結果である人体領域情報107を導出部53に出力する。人体領域情報107は、具体的には、人体領域106に該当する医用画像20の画素の位置座標である。本実施形態の導出部53は、人体領域106に対してのみ共通性データ60を導出する。

[0060] 例示の肝臓、腫瘍、および出血から分かるように、医用画像20のクラスは人体領域106に対してのみ設定されるので、人体領域106以外の領域は本来共通性データ60を導出する必要がない。そこで第5実施形態では、検出部105は、医用画像20において人体が写った人体領域106を検出し、導出部53は、検出した人体領域106に対してのみ共通性データ60

を導出している。このため、導出部53の処理負荷を軽減することができ、結果として確定アノテーション情報42の生成を速めることができる。なお、共通性データ60に代えて、上記第3__2実施形態の共通性データ75でも可である。

[0061] 一例として図15に示すように、アノテータ端末11のディスプレイ13に表示されるアノテーション情報生成画面85において、検出部105が検出した人体領域106に、ハッチングで示す色付きの網掛け115を表示し、他の領域と識別可能に表示してもよい。こうすれば、人体領域106以外の領域に誤ってラベルを付与しないよう、アノテータ15に注意を喚起することができる。

[0062] また、アノテーション情報生成画面85において、人体領域106以外の領域にラベルを付与することができないように構成してもよい。こうした構成によっても、人体領域106以外の領域に誤ってラベルを付与してしまうことを防ぐことができる。

[0063] [第6実施形態]

一例として図16に示すように、本実施形態の導出部53は、アノテータ情報120にしたがって、共通性データ60を導出する際のアノテータ15の人数をカウントする。アノテータ情報120には、個々のアノテータ15を識別するためのアノテータID (Identification Data) 毎に、アノテータ15の属性、および共通性データ60を導出する際の人数のカウント数が登録されている。

[0064] 属性は勤続年数および資格を含む。資格には、放射線科研修指導者、放射線診断専門医等がある。カウント数は、勤続年数が20年以上の場合は+0.5し、勤続年数が5年未満の場合は-0.5し、有資格者の場合は+0.5する、という予め設定されたルールに則って決められる。例えばアノテータID「AN0001」のアノテータ15は、勤続年数が22年で放射線科研修指導者の資格を有しているため、カウント数は $1 + 0.5 + 0.5 = 2$ である。一方、アノテータID「AN0101」のアノテータ15は、勤続

年数が3年で資格を有していないので、カウント数は $1 - 0.5 = 0.5$ である。

[0065] このように、第6実施形態では、共通性データ60を導出する場合に、アノテータ15の属性に応じた重み付けを行う。このため、勤続年数が比較的長いアノテータ15および／または有資格者のアノテータ15等、ラベル付与の正確性が比較的高いと思われるアノテータ15がラベルを付与した領域の人数のカウント数を多くすることができる。こうすれば、上記第3__1実施形態の確定条件70のように、確定条件が、共通性データ60の数値が閾値以上の領域のラベルを採用する、という内容であった場合に、ラベル付与の正確性が比較的高いと思われるアノテータ15が付与したラベルが、確定アノテーション情報42のラベルとして採用される確率が高まる。結果として確定アノテーション情報42の信頼性を高めることができる。

[0066] なお、共通性データ60に代えて、上記第3__2実施形態の共通性データ75でも可である。この場合も、ラベル付与の正確性が比較的高いと思われるアノテータ15がラベルを付与した領域の割合が比較的高くなるので、ラベル付与の正確性が比較的高いと思われるアノテータ15が付与したラベルが、確定アノテーション情報42のラベルとして採用される確率が高まり、結果として確定アノテーション情報42の信頼性を高めることができる。

[0067] 例えばアノテータ15が偶数人おり、ラベルを付与したアノテータ15の人数と付与しなかったアノテータ15の人数が半々であった場合に、ラベル付与の正確性が比較的高いと思われるアノテータ15が属する側のラベルの付与の仕方を採用してもよい。具体的には、アノテータ15が四人おり、ラベルを付与したアノテータ15と付与しなかったアノテータ15が二人ずつであり、ラベル付与の正確性が比較的高いと思われるアノテータ15が、ラベルを付与しなかった側にいた場合は、確定アノテーション情報42のラベルとして採用しない。

[0068] アノテータ15の専門分野を属性に含めてもよい。この場合、例えば、タスクが専門分野に関係する内容であった場合はカウント数をプラスする。ま

た、アノテータ 15 の発表論文の数を属性に含めてもよい。この場合、発表論文の数が第 1 閾値以上の場合にカウント数をプラスし、発表論文の数が第 2 閾値未満の場合にカウント数をマイナスする。

[0069] [第 7 実施形態]

一例として図 17 に示すように、本実施形態の生成部 54（図示省略）は、二つの確定条件 125A および 125B に基づいて、確定アノテーション情報 42 を生成する。確定条件 125A は、クラスの領域 126 の中心部 126A に適用される。一方、確定条件 125B は、領域 126 の辺縁部 126B に適用される。確定条件 125A は、ラベルを付与したアノテータ 15 の割合が 70% 以上の領域のラベルを採用する、という内容である。一方、確定条件 125B は、ラベルを付与したアノテータ 15 の割合が 90% 以上の領域のラベルを採用する、という内容である。なお、確定条件 125A の「70%」、および確定条件 125B の「90%」は、本開示の技術に係る「閾値」の一例である。すなわち、辺縁部 126B に適用される確定条件 125B の閾値は、中心部 126A に適用される確定条件 125A の閾値よりも高く設定されている。

[0070] 中心部 126A と辺縁部 126B は、例えば以下のようにして選別する。まず、全アノテータ 15 がラベルを付与した領域を求め、求めた領域の中心を中心部 126A の中心とする。なお、中心は、例えば、重心、内心、外心、および垂心のうちの少なくともいずれか 1 つである。次いで、全アノテータ 15 がラベルを付与した領域を、中心を動かさずに例えば 20% 拡大する。そして、全アノテータ 15 がラベルを付与した領域を中心部 126A とし、20% 拡大した領域と全アノテータ 15 がラベルを付与した領域で縁取られる領域を辺縁部 126B とする。もしくは、各アノテータ 15 がラベルを付与した領域のそれぞれの中心を求め、求めたそれぞれの中心のさらに中心を求めて、これを中心部 126A の中心としてもよい。なお、ラベルを付与した領域を中心を動かさずに 20% 拡大した領域を辺縁部としたが、これに限られない。例えば、ラベルを付与した領域の中心から外縁までの距離を 1

00とした場合の、中心から80までの距離を中心部、残りの80から100までの距離を辺縁部としてもよい。

[0071] このように、第7実施形態では、クラスの領域126の中心部126Aに適用される確定条件125Aと、辺縁部126Bに適用される確定条件125Bとを有し、確定条件が中心部126Aと辺縁部126Bとで異なる。そして、確定条件125Aよりも確定条件125Bのほうが条件を満たす難易度が高い。辺縁部126Bは他の領域との境界であるために特にラベルの付与を誤りやすい。このため、中心部126Aよりも辺縁部126Bのほうの条件を満たす難易度を高くすることで、辺縁部126Bにおける確定アノテーション情報42の信頼性を確保することができる。

[0072] [第8実施形態]

一例として図18に示すように、本実施形態の生成部54（図示省略）は、確定アノテーション情報130において、クラスの領域131の中心部131Aよりも、辺縁部131Bのラベルの信頼性を表す数値（以下、信頼性表示値という）を低く設定する。具体的には、生成部54は、中心部131Aの信頼性表示値を最高値の1に設定し、辺縁部131Bの信頼性表示値を0.8に設定する。なお、中心部131Aと辺縁部131Bも、上記第7実施形態の中心部126Aと辺縁部126Bのようにして選別する。

[0073] このように、第8実施形態では、生成部54は、確定アノテーション情報130において、クラスの領域131の中心部131Aよりも辺縁部131Bのラベルの信頼性表示値を低く設定する。このため、確定アノテーション情報130を用いて機械学習モデルを学習する場合に、特に学習フェーズの初期段階において、クラスではない領域をクラスと認識する、いわゆるフォールスポジティブの発生頻度を低減することができる。

[0074] 上記第3__2実施形態で説明した、ラベルを付与したアノテータ15の割合に応じて、確定アノテーション情報におけるラベルの信頼性表示値を設定してもよい。例えば、ラベルを付与したアノテータ15の割合をそのまま信頼性表示値とする。具体的には、割合が80%の場合は信頼性表示値を0.

8とし、割合が20%の場合は信頼性表示値を0.2とする。

[0075] なお、一例として図19に示すように、クラスが血管であった場合、生成部54は、確定アノテーション情報において、確定条件を満足した領域135よりも大きい拡張領域136にラベルを付与することが好ましい。拡張領域136は、例えば、確定条件を満足した領域135よりも設定画素数分大きい領域である。設定画素数は例えば1である。血管の場合は、境界が不明瞭である場合が多いため、マージンをとって血管の周囲も併せて血管として認識したいという要望があるので、その要望に応えることができる。なお、拡張領域136は、確定条件を満足した領域135の中心から外縁までの距離を100とした場合の、外縁から例えば120までの距離を包含する領域としてもよい。確定条件を満足した領域135の中心は、上記第7実施形態の全アノテータ15がラベルを付与した領域の中心と同様にして求めればよい。

[0076] [第9実施形態]

一例として図20に示すように、本実施形態の支援サーバのプロセッサは、上記第1実施形態の各処理部50～54に加えて、情報送信部140として機能する。情報送信部140は、ストレージ30に記憶されたアノテーション情報21および確定アノテーション情報42を、アノテータ端末11に送信する。アノテーション情報21は、送信するアノテータ端末11のアノテータ15が生成したものはもちろん、送信するアノテータ端末11のアノテータ15以外が生成したものも含む場合がある。

[0077] アノテーション情報21および確定アノテーション情報42を受信したアノテータ端末11においては、一例として図21に示す情報比較画面145がディスプレイ13に表示される。情報比較画面145は、アノテーション情報21が医用画像20に重畳して表示されるアノテーション情報表示領域146と、確定アノテーション情報42が医用画像20に重畳して表示される確定アノテーション情報表示領域147とを有する。アノテーション情報表示領域146および確定アノテーション情報表示領域147は、左右に並

べて配置されている。

- [0078] アノテーション情報表示領域 146 には、最初は当該アノテータ 15 が生成したアノテーション情報 21 が表示される。また、アノテーション情報 21 に重畳された医用画像 20、および確定アノテーション情報 42 に重畳された医用画像 20 は、最初は表示条件データ 81 にしたがった同じ表示条件にて表示される。
- [0079] 図 21 においては、肝臓、腫瘍、および出血の全てのラベルが付与された領域が表示された例を示しているが、アノテーション情報 21 および確定アノテーション情報 42 は、例えば肝臓のラベルが付与された領域のみ等、クラス別に表示することも可能である。
- [0080] アノテーション情報表示領域 146 および確定アノテーション情報表示領域 147 の下部には、アノテーション情報生成画面 85 の送り戻しボタン 89 および表示階調変更ボタン 90 と同じ機能を有する送り戻しボタン 148 および 149、並びに表示階調変更ボタン 150 および 151 が設けられている。このため、アノテーション情報生成画面 85 の場合と同様に、スライス位置を変更したり、ウィンドウレベルおよびウィンドウ幅を変更したりすることが可能である。
- [0081] 情報比較画面 145 の下部には、さらに表示態様切替ボタン 152、修正ボタン 153、情報切替ボタン 154、および終了ボタン 155 が設けられている。表示態様切替ボタン 152 が操作された場合、アノテーション情報表示領域 146 のアノテーション情報 21 が確定アノテーション情報表示領域 147 に移動され、アノテーション情報 21 と確定アノテーション情報 42 とが重畳表示される。この場合、アノテーション情報 21 と確定アノテーション情報 42 のラベルが重複する部分は、重複しない部分よりも濃い色で表示される。修正ボタン 153 が操作された場合、アノテーション情報生成画面 85 に画面遷移され、アノテーション情報 21 の修正が可能となる。情報切替ボタン 154 が操作された場合、アノテーション情報表示領域 146 の表示が、当該アノテータ 15 が生成したアノテーション情報 21 から、他

のアノテータ 15 が生成したアノテーション情報 21 に切り替わる。終了ボタン 155 が操作された場合、情報比較画面 145 の表示が消される。

[0082] このように、第 9 実施形態では、情報送信部 140 は、アノテータ 15 が操作するアノテータ端末 11 に、アノテーション情報 21 および確定アノテーション情報 42 を送信する。このため、図 21 で示したように、アノテーション情報 21 および確定アノテーション情報 42 を比較可能にアノテータ 15 に表示したりすることができる。アノテータ 15 は、自分が生成したアノテーション情報 21 と確定アノテーション情報 42 とを見比べて、今後のアノテーション情報 21 の生成に活かすことができる。また、場合によっては、確定アノテーション情報 42 を参照しつつ、アノテーション情報 21 を修正することもできる。

[0083] なお、アノテーション情報 21 に重畳された医用画像 20、および確定アノテーション情報 42 に重畳された医用画像 20 の表示条件を、各アノテータ 15 がアノテーション情報生成画面 85 において設定した表示条件のうちで、最も設定した回数が多い表示条件としてもよい。また、以下のようにしてもよい。すなわち、支援サーバ 10 は、各アノテータ端末 11 から、アノテーション情報 21 の生成を終了した際のウィンドウレベルおよびウィンドウ幅をアノテーション情報 21 と併せて受信する。支援サーバ 10 は、受信したウィンドウレベルおよびウィンドウ幅の中で、確定アノテーション情報 42 と近似するアノテーション情報 21 に付帯されたウィンドウレベルおよびウィンドウ幅を、アノテーション情報 21 に重畳された医用画像 20、および確定アノテーション情報 42 に重畳された医用画像 20 の表示条件とする。

[0084] 上記第 1 実施形態では、支援サーバ 10 からアノテータ端末 11 に医用画像 20 を送信しているが、これに限らない。例えば、支援サーバ 10 とは別に、医用画像 20 を蓄積管理する画像管理サーバを設け、画像管理サーバからアノテータ端末 11 に医用画像 20 を送信してもよい。

[0085] 医用画像 20 は、例示の CT 装置により撮影された腹部断層画像に限らな

い。例えばMRI (Magnetic Resonance Imaging) 装置で撮影された頭部断層画像でもよい。また、医用画像は断層画像のような三次元画像に限らない。例えば単純放射線画像のような二次元画像でもよい。PET (Positron Emission Tomography) 画像、SPECT (Single Photon Emission Computed Tomography) 画像、内視鏡画像、超音波画像、および眼底検査画像等でもよい。

[0086] ラベルを付与するクラスも、例示の肝臓、腫瘍、出血、および血管に限らない。脳、眼球、脾臓、および腎臓等の他の臓器あるいは椎骨、および肋骨等の骨、肺のS1～S10、膵臓の膵頭部、膵体部、および膵尾部等の臓器の解剖学的部位、さらには嚢胞、萎縮、管狭窄、あるいは管拡張といった他の異常所見部位等でもよい。また、ペースメーカー、人工関節、および骨折治療用のボルト等でもよい。

[0087] 上記第4実施形態の表示条件データ81は、医用画像20の種類、クラスとする臓器、あるいは患者の体型等に適応した値が設定される。医用画像20が放射線画像であった場合、表示条件データ81は、さらに照射放射線量に適応した値が設定される。

[0088] 医用画像20の画素単位でラベルを付与しているが、これに限らない。例えば腫瘍等のクラス全体を囲う矩形状（医用画像20が二次元画像の場合）またはボックス状（医用画像20が三次元画像の場合）の枠に対してラベルを付与してもよい。この場合は、例えば全ての枠が重なる領域に付与されたラベルを、確定アノテーション情報42のラベルとして採用する。

[0089] 上記各実施形態では、アノテータ15を医師等の人として説明しているが、これに限らない。アノテータ15は機械学習モデルでもよい。

[0090] アノテーション情報生成画面85等の各種画面を、例えばXML (Extensible Markup Language) 等のマークアップ言語によって作成されるウェブ配信用の画面データの形式で、支援サーバ10からアノテータ端末11に送信してもよい。この場合、アノテータ端末11は

、画面データに基づきウェブブラウザ上に表示する各種画面を再現し、これをディスプレイ13に表示する。なお、XMLに代えて、JSON (JavaScript (登録商標) Object Notation) 等の他のデータ記述言語を利用してもよい。

[0091] 支援サーバ10を構成するコンピュータのハードウェア構成は種々の変形が可能である。例えば、支援サーバ10を、処理能力および信頼性の向上を目的として、ハードウェアとして分離された複数台のサーバコンピュータで構成することも可能である。例えば、RW制御部50、画像送信部51、および情報受信部52の機能と、導出部53および生成部54の機能とを、二台のサーバコンピュータに分散して担わせる。この場合は二台のサーバコンピュータで支援サーバ10を構成する。支援サーバ10の各処理部の機能の一部または全部を、アナテータ端末11が担ってもよい。

[0092] このように、支援サーバ10のコンピュータのハードウェア構成は、処理能力、安全性、および信頼性等の要求される性能に応じて適宜変更することができる。さらに、ハードウェアに限らず、作動プログラム40等のAPについても、安全性および信頼性の確保を目的として、二重化したり、あるいは、複数のストレージに分散して格納することももちろん可能である。

[0093] 上記各実施形態において、例えば、RW制御部50、画像送信部51および80、情報受信部52、導出部53、生成部54、検出部105、および情報送信部140といった各種の処理を実行する処理部 (Processing Unit) のハードウェア的な構造としては、次に示す各種のプロセッサ (Processor) を用いることができる。各種のプロセッサには、ソフトウェア (作動プログラム40) を実行して各種の処理部として機能する汎用的なプロセッサであるCPUに加えて、FPGA (Field Programmable Gate Array) 等の製造後に回路構成を変更可能なプロセッサであるプログラマブルロジックデバイス (Programmable Logic Device:PLD)、および／またはASIC (Application Specific Integrated

Circuit) 等の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有するプロセッサである専用電気回路等が含まれる。

[0094] 1つの処理部は、これらの各種のプロセッサのうちの1つで構成されてもよいし、同種または異種の2つ以上のプロセッサの組み合わせ（例えば、複数のFPGAの組み合わせ、および／または、CPUとFPGAとの組み合わせ）で構成されてもよい。また、複数の処理部を1つのプロセッサで構成してもよい。

[0095] 複数の処理部を1つのプロセッサで構成する例としては、第1に、クライアントおよびサーバ等のコンピュータに代表されるように、1つ以上のCPUとソフトウェアの組み合わせで1つのプロセッサを構成し、このプロセッサが複数の処理部として機能する形態がある。第2に、システムオンチップ（System On Chip:SoC）等に代表されるように、複数の処理部を含むシステム全体の機能を1つのIC（Integrated Circuit）チップで実現するプロセッサを使用する形態がある。このように、各種の処理部は、ハードウェア的な構造として、上記各種のプロセッサの1つ以上を用いて構成される。

[0096] さらに、これらの各種のプロセッサのハードウェア的な構造としては、より具体的には、半導体素子等の回路素子を組み合わせた電気回路（Circuitry）を用いることができる。

[0097] [付記1]

アノテーション情報は、同じ領域に異なるクラスのラベルが付与された情報であることが好ましい。

[0098] [付記2]

共通性データは、複数のクラス毎のラベルを付与したアノテーションの人数に係る数値であり、確定条件は、数値が閾値以上の場合に限り、付与されたラベルを採用する、という内容であることが好ましい。

[0099] [付記3]

医用画像には、複数のアノテーションが医用画像を閲覧する場合に医用画像を

同じ表示条件にて表示させるための表示条件データが添付されることが好ましい。

[0100] [付記4]

プロセッサは、医用画像において人体が写った人体領域を検出し、検出した人体領域に対してのみ共通性データを導出することが好ましい。

[0101] [付記5]

プロセッサは、共通性データを導出する場合に、アノータの属性に応じた重み付けを行うことが好ましい。

[0102] [付記6]

確定条件は、クラスの領域の中心部と辺縁部とで異なり、中心部よりも辺縁部のほうが条件を満たす難易度が高いことが好ましい。

[0103] [付記7]

プロセッサは、確定アノテーション情報において、クラスの領域の中心部よりも辺縁部のラベルの信頼性を表す数値を低く設定することが好ましい。

[0104] [付記8]

プロセッサは、アノータが用いるアノータ端末に、アノテーション情報および確定アノテーション情報を送信することが好ましい。

[0105] 本開示の技術は、上述の種々の実施形態および／または種々の変形例を適宜組み合わせることも可能である。また、上記各実施形態に限らず、要旨を逸脱しない限り種々の構成を採用し得ることはもちろんである。さらに、本開示の技術は、プログラムに加えて、プログラムを非一時的に記憶する記憶媒体にもおよび。

[0106] 以上に示した記載内容および図示内容は、本開示の技術に係る部分についての詳細な説明であり、本開示の技術の一例に過ぎない。例えば、上記の構成、機能、作用、および効果に関する説明は、本開示の技術に係る部分の構成、機能、作用、および効果の一例に関する説明である。よって、本開示の技術の主旨を逸脱しない範囲内において、以上に示した記載内容および図示内容に対して、不要な部分を削除したり、新たな要素を追加したり、置き換

えたりしてもよいことはいうまでもない。また、錯綜を回避し、本開示の技術に係る部分の理解を容易にするために、以上に示した記載内容および図示内容では、本開示の技術の実施を可能にする上で特に説明を要しない技術常識等に関する説明は省略されている。

[0107] 本明細書において、「Aおよび／またはB」は、「AおよびBのうちの少なくとも1つ」と同義である。つまり、「Aおよび／またはB」は、Aだけであってもよいし、Bだけであってもよいし、AおよびBの組み合わせであってもよい、という意味である。また、本明細書において、3つ以上の事柄を「および／または」で結び付けて表現する場合も、「Aおよび／またはB」と同様の考え方が適用される。

[0108] 本明細書に記載された全ての文献、特許出願および技術規格は、個々の文献、特許出願および技術規格が参照により取り込まれることが具体的かつ個々に記された場合と同程度に、本明細書中に参照により取り込まれる。

請求の範囲

- [請求項1] プロセッサを備え、
 前記プロセッサは、
 複数のアノテータが複数のクラスに応じた複数のラベルを同一の医用画像の領域に付与することで生成された複数のアノテーション情報を取得し、
 複数の前記アノテーション情報について、複数の前記アノテータによる前記ラベルの付与の仕方の共通性を示す共通性データを前記クラス毎に導出し、
 前記共通性データ、および予め設定された確定条件に基づいて、機械学習モデルの正解データとして用いる確定アノテーション情報を生成する、
 機械学習モデル作成支援装置。
- [請求項2] 前記アノテーション情報は、同じ領域に異なる前記クラスのラベルが付与された情報である請求項1に記載の機械学習モデル作成支援装置。
- [請求項3] 前記共通性データは、複数の前記クラス毎の前記ラベルを付与した前記アノテータの人数に係る数値であり、
 前記確定条件は、前記数値が閾値以上の場合に限り、付与された前記ラベルを採用する、という内容である請求項1または請求項2に記載の機械学習モデル作成支援装置。
- [請求項4] 前記医用画像には、複数の前記アノテータが前記医用画像を閲覧する場合に前記医用画像を同じ表示条件にて表示させるための表示条件データが添付される請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の機械学習モデル作成支援装置。
- [請求項5] 前記プロセッサは、
 前記医用画像において人体が写った人体領域を検出し、
 検出した前記人体領域に対してのみ前記共通性データを導出する請

請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の機械学習モデル作成支援装置。

[請求項6] 前記プロセッサは、
前記共通性データを導出する場合に、前記アノテータの属性に応じた重み付けを行う請求項1から請求項5のいずれか1項に記載の機械学習モデル作成支援装置。

[請求項7] 前記確定条件は、前記クラスの領域の中心部と辺縁部とで異なり、前記中心部よりも前記辺縁部のほうが条件を満たす難易度が高い請求項1から請求項6のいずれか1項に記載の機械学習モデル作成支援装置。

[請求項8] 前記プロセッサは、
前記確定アノテーション情報において、前記クラスの領域の中心部よりも辺縁部の前記ラベルの信頼性を表す数値を低く設定する請求項1から請求項7のいずれか1項に記載の機械学習モデル作成支援装置。

[請求項9] 前記プロセッサは、
前記アノテータが用いるアノテータ端末に、前記アノテーション情報および前記確定アノテーション情報を送信する請求項1から請求項8のいずれか1項に記載の機械学習モデル作成支援装置。

[請求項10] 複数のアノテータが複数のクラスに応じた複数のラベルを同一の医用画像の領域に付与することで生成された複数のアノテーション情報を取得すること、

複数の前記アノテーション情報について、複数の前記アノテータによる前記ラベルの付与の仕方の共通性を示す共通性データを前記クラス毎に導出すること、並びに、

前記共通性データ、および予め設定された確定条件に基づいて、機械学習モデルの正解データとして用いる確定アノテーション情報を生成すること、

を含む機械学習モデル作成支援装置の作動方法。

[請求項11]

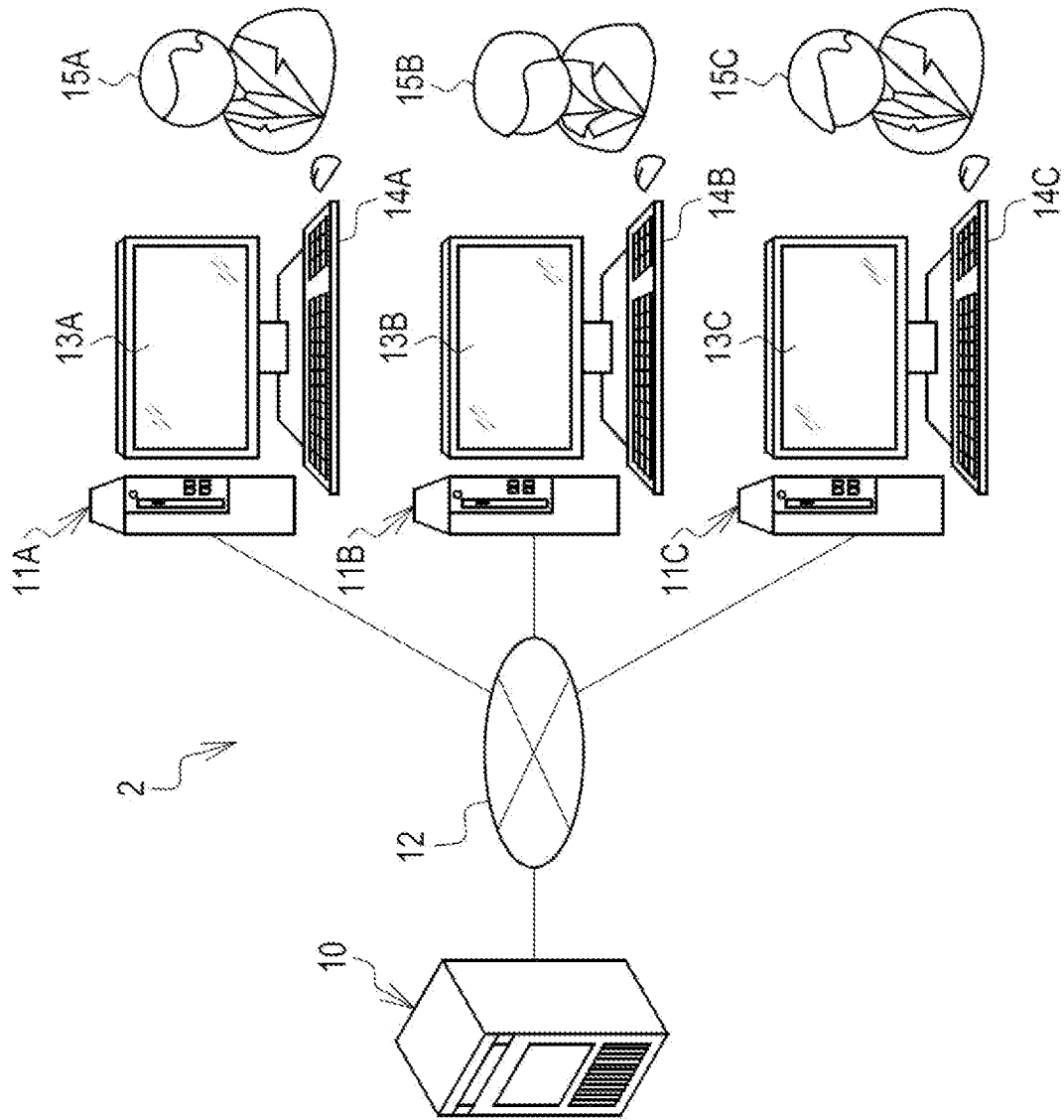
複数のアノテータが複数のクラスに応じた複数のラベルを同一の医用画像の領域に付与することで生成された複数のアノテーション情報を取得すること、

複数の前記アノテーション情報について、複数の前記アノテータによる前記ラベルの付与の仕方の共通性を示す共通性データを前記クラス毎に導出すること、並びに、

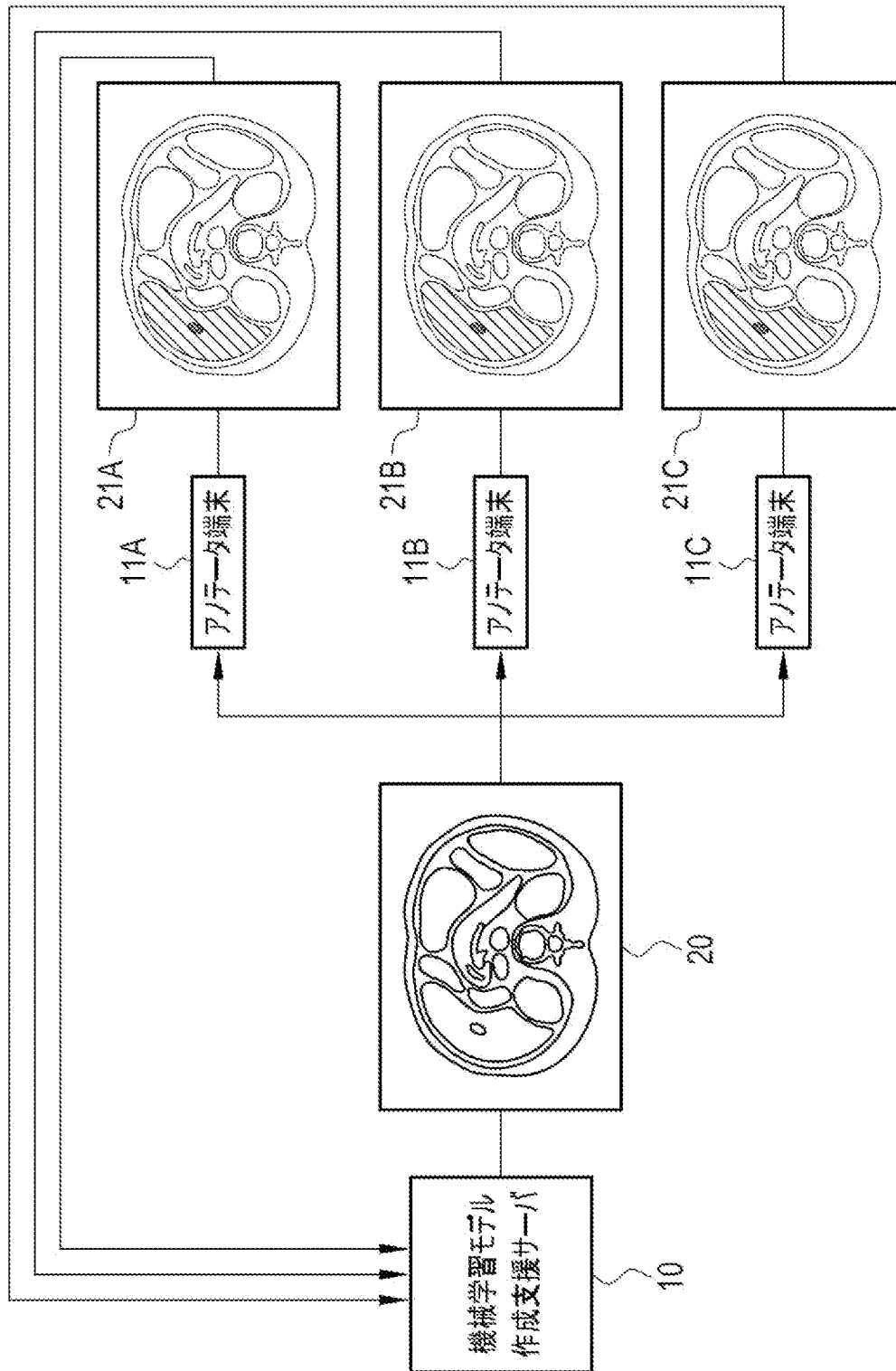
前記共通性データ、および予め設定された確定条件に基づいて、機械学習モデルの正解データとして用いる確定アノテーション情報を生成すること、

を含む処理をコンピュータに実行させる機械学習モデル作成支援装置の作動プログラム。

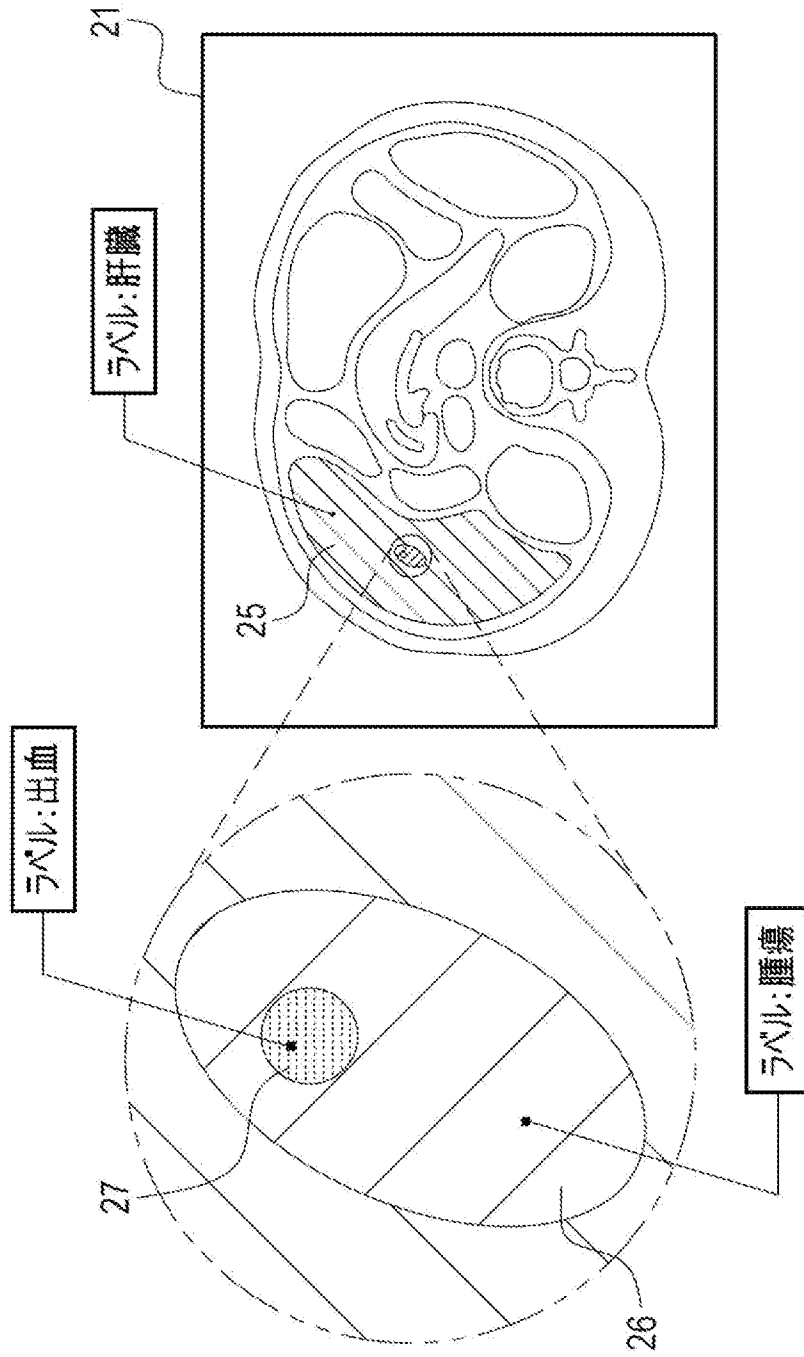
[図1]



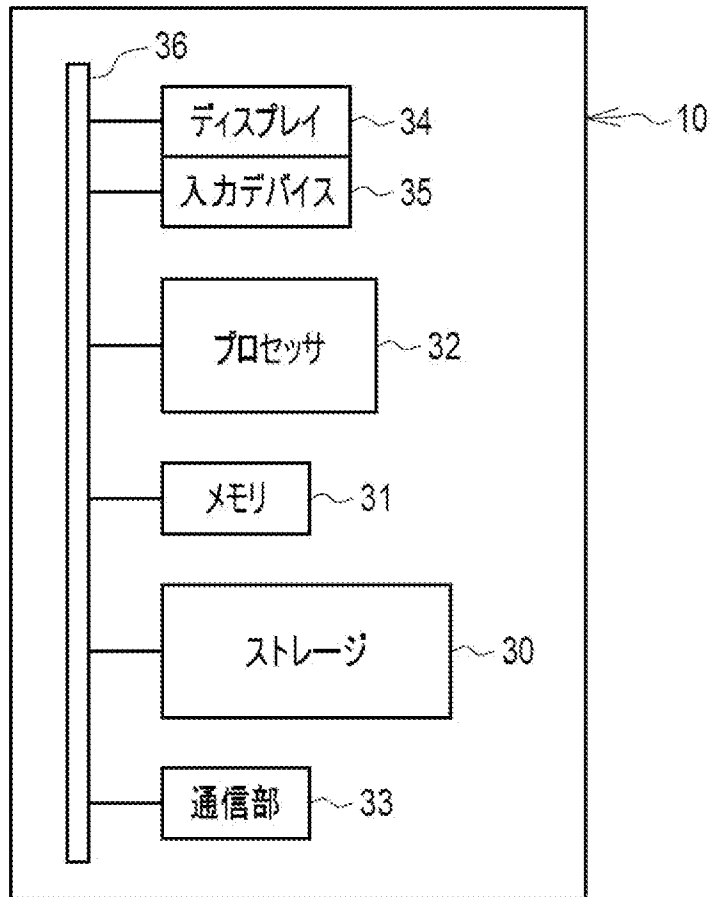
[図2]



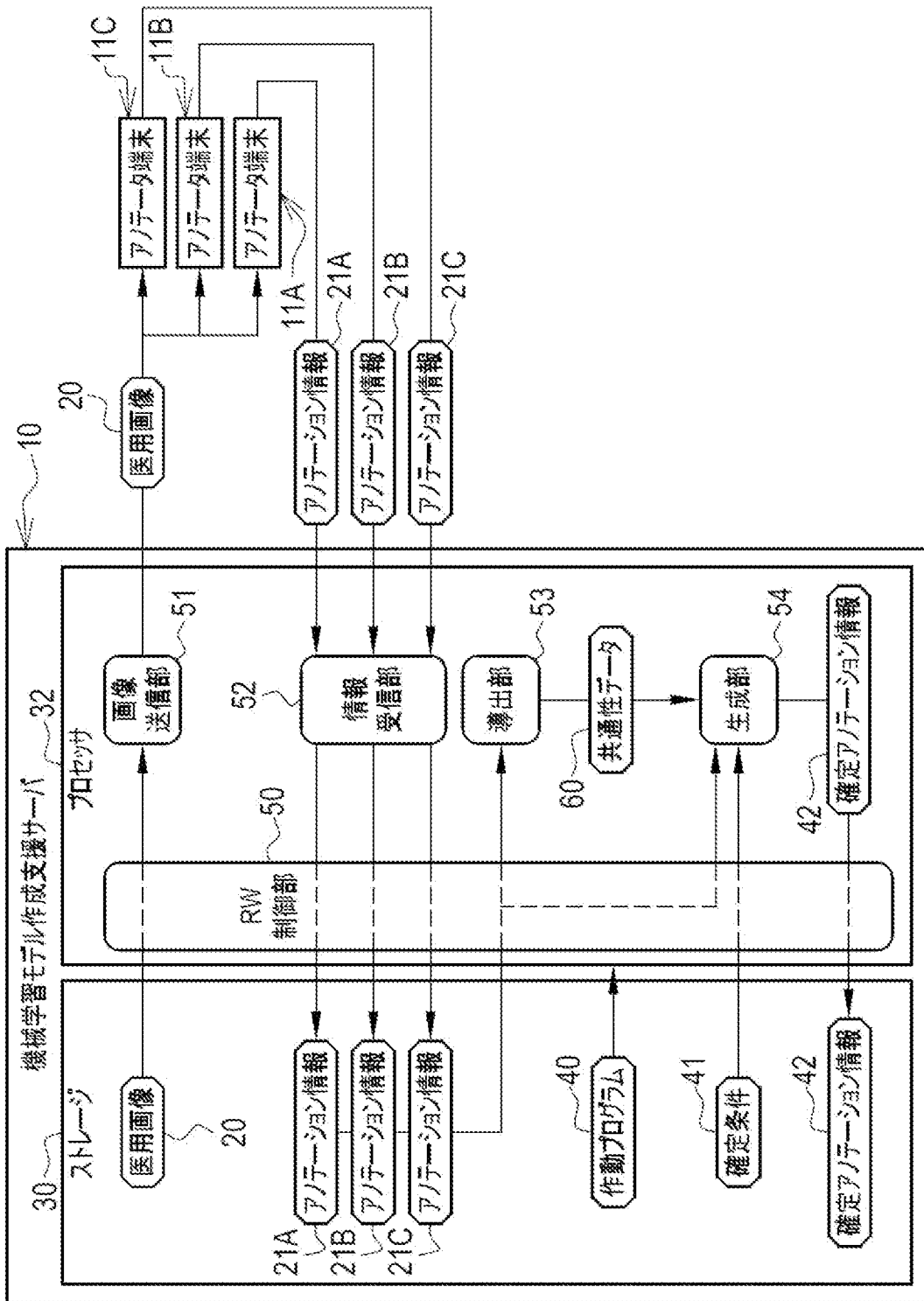
[図3]



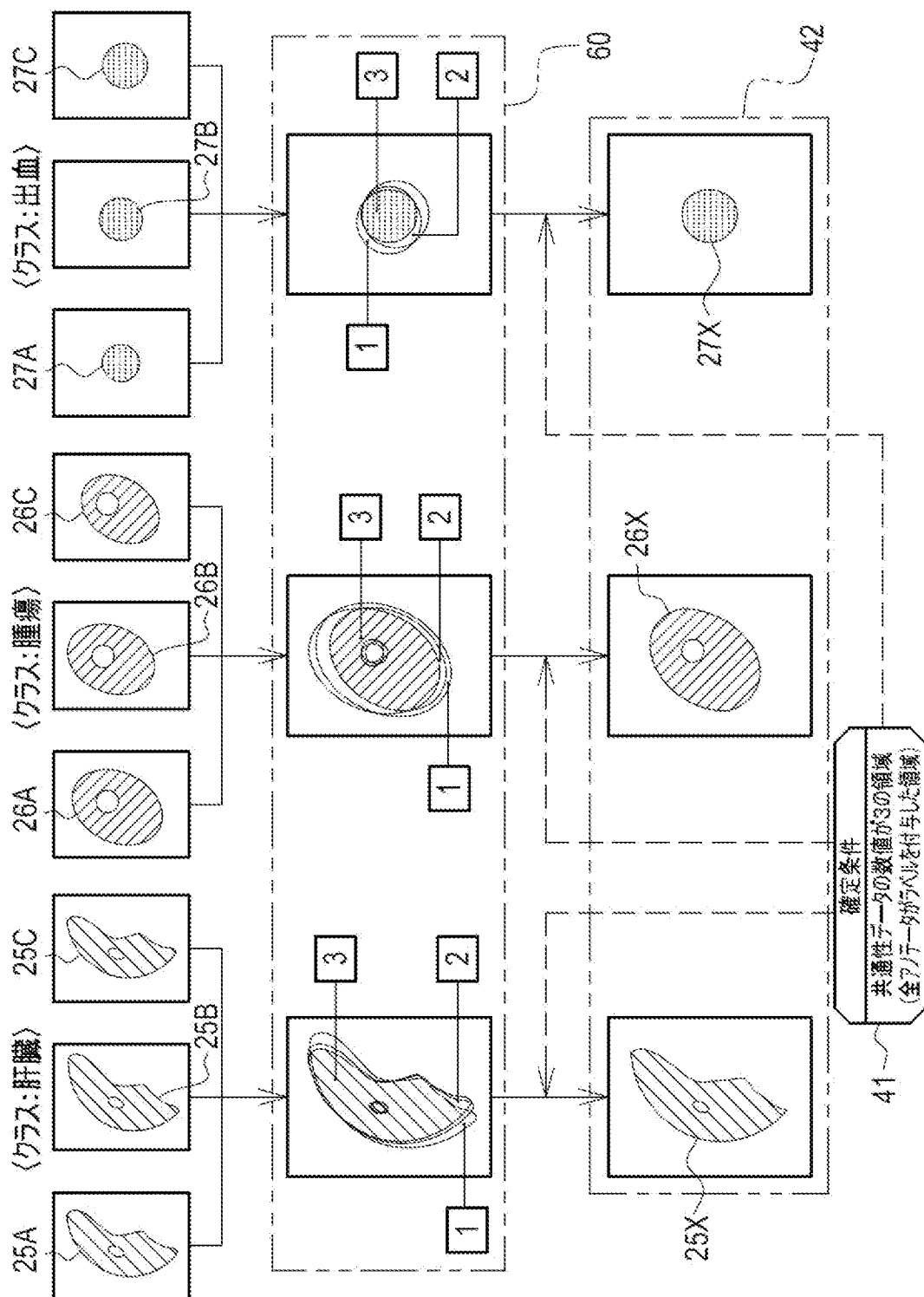
[図4]



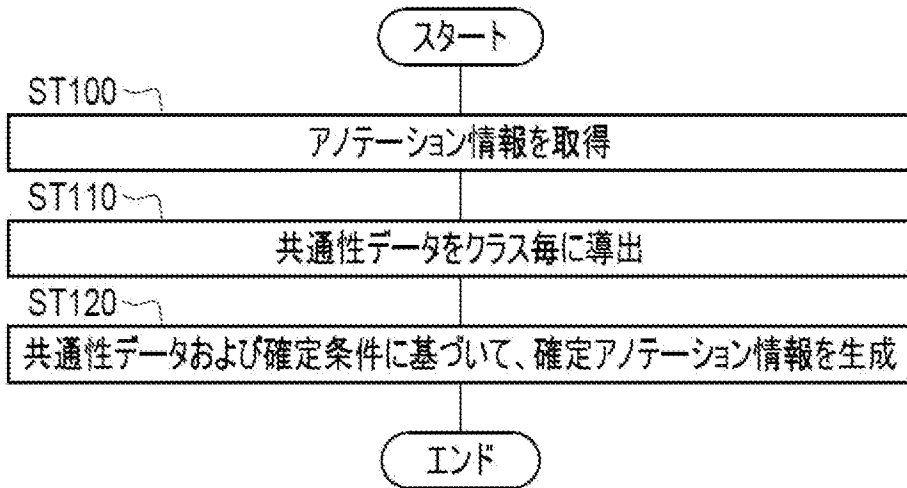
[図5]



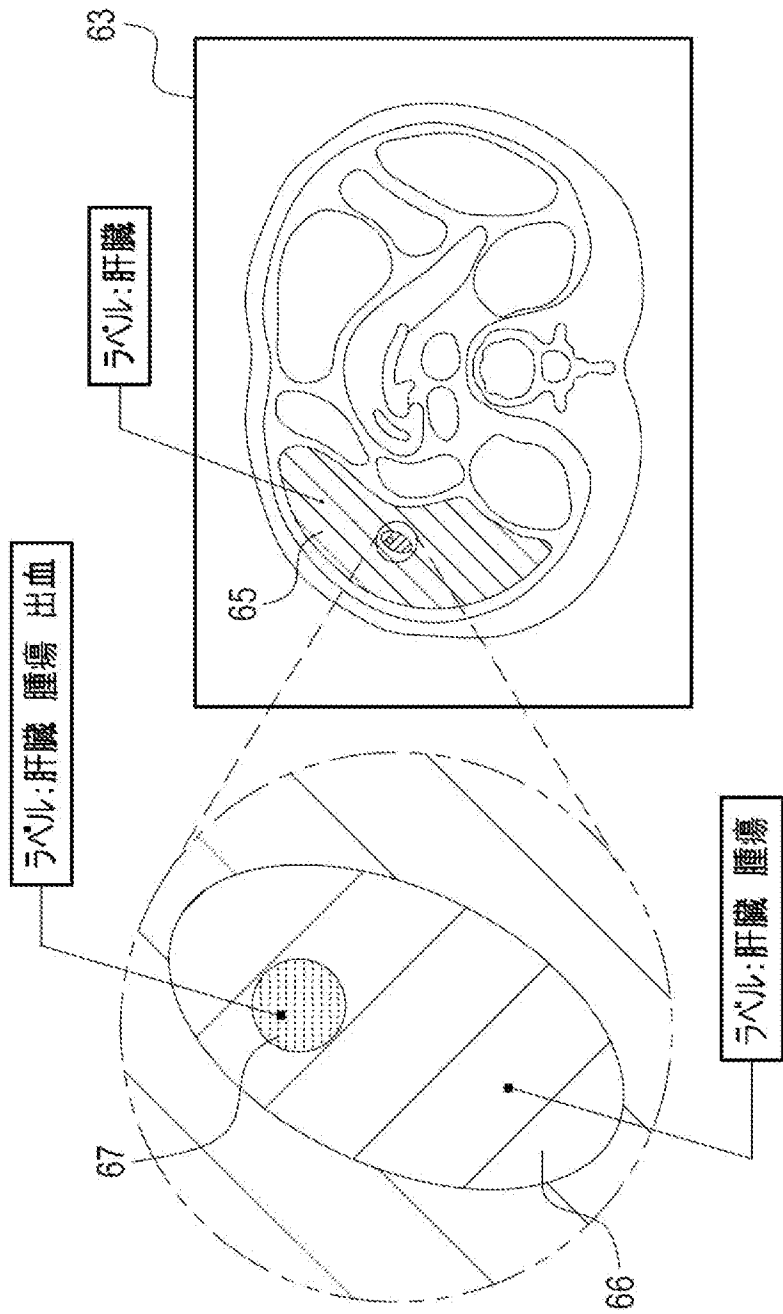
[図6]



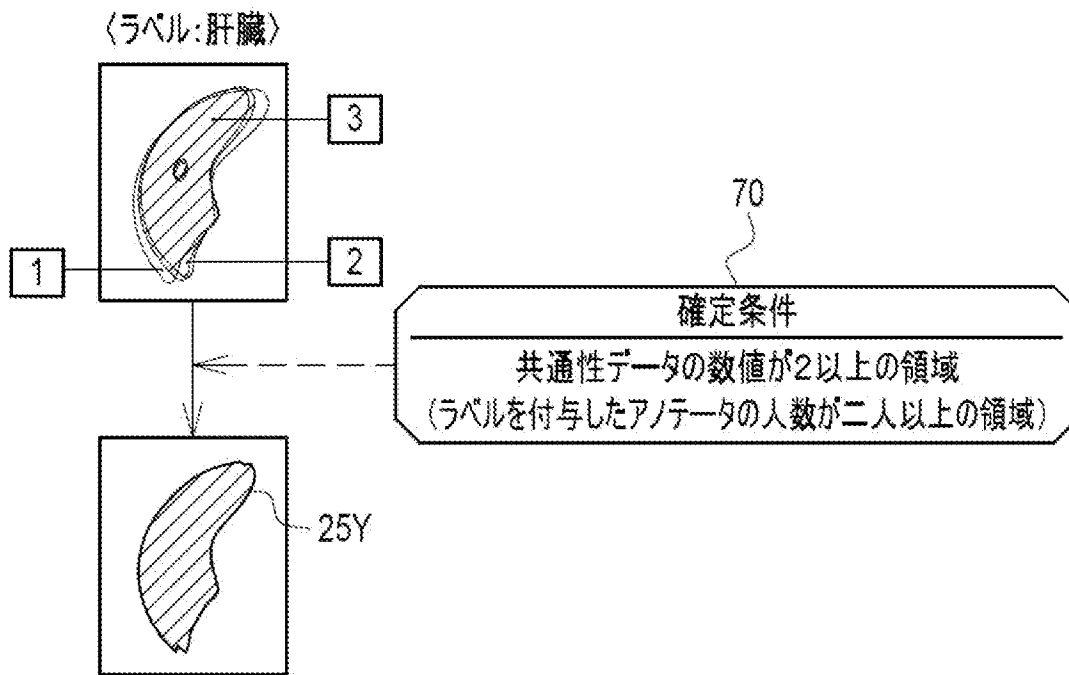
[図7]



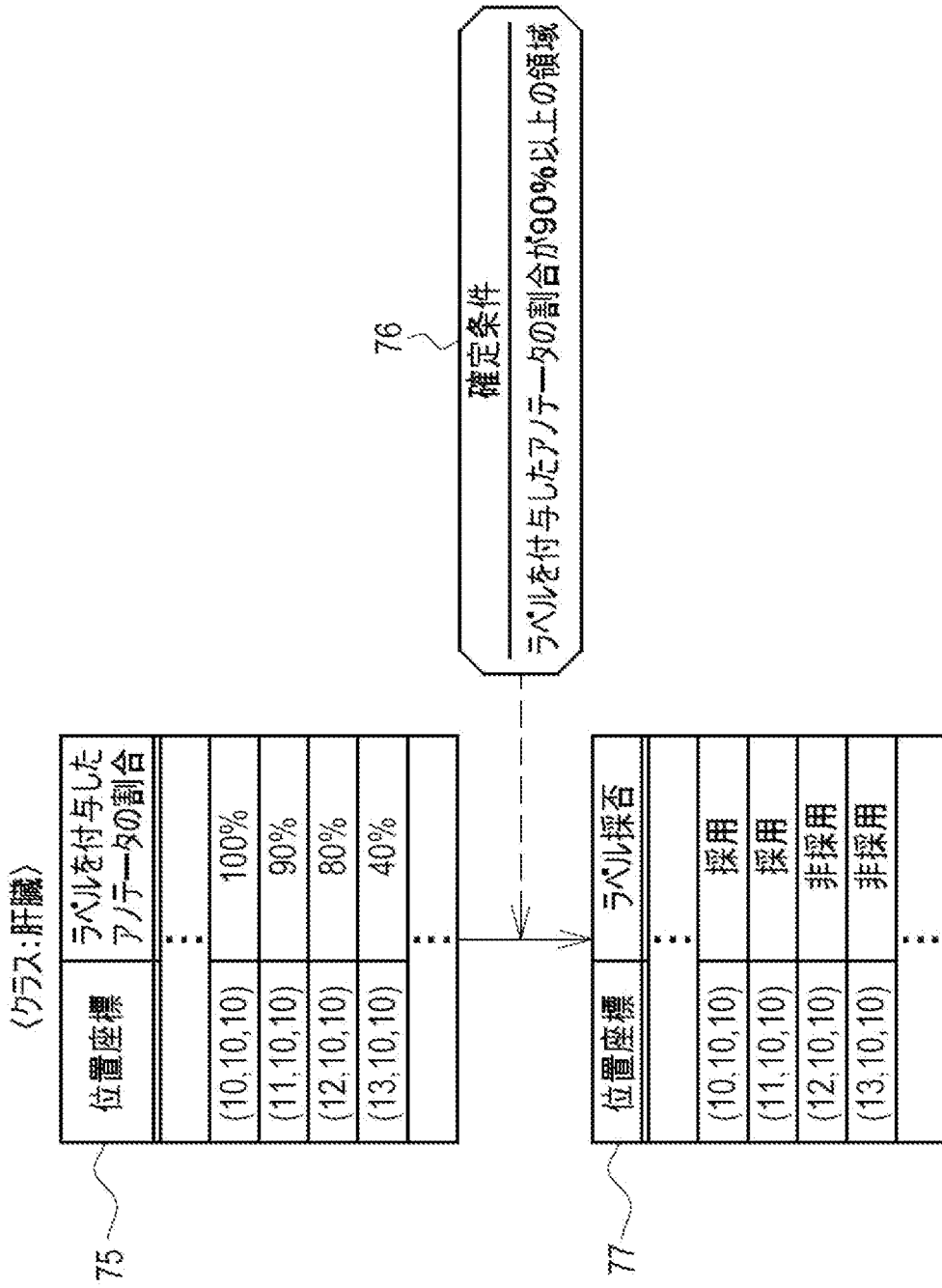
[図8]



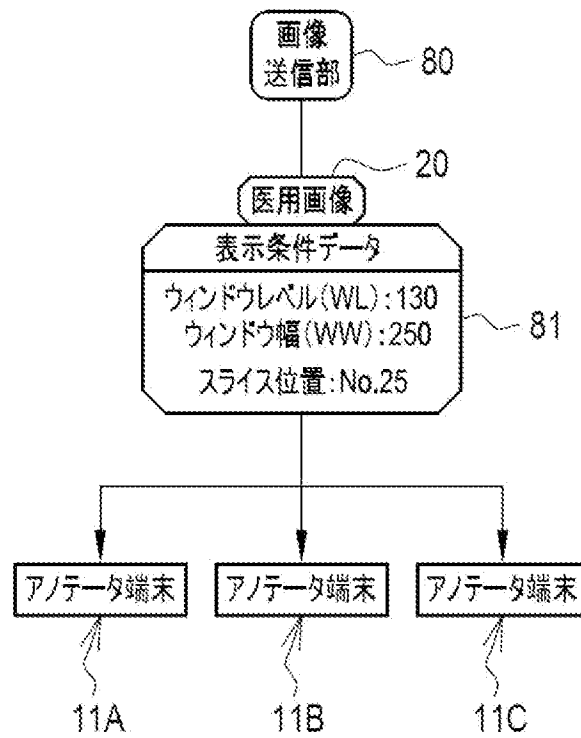
[図9]



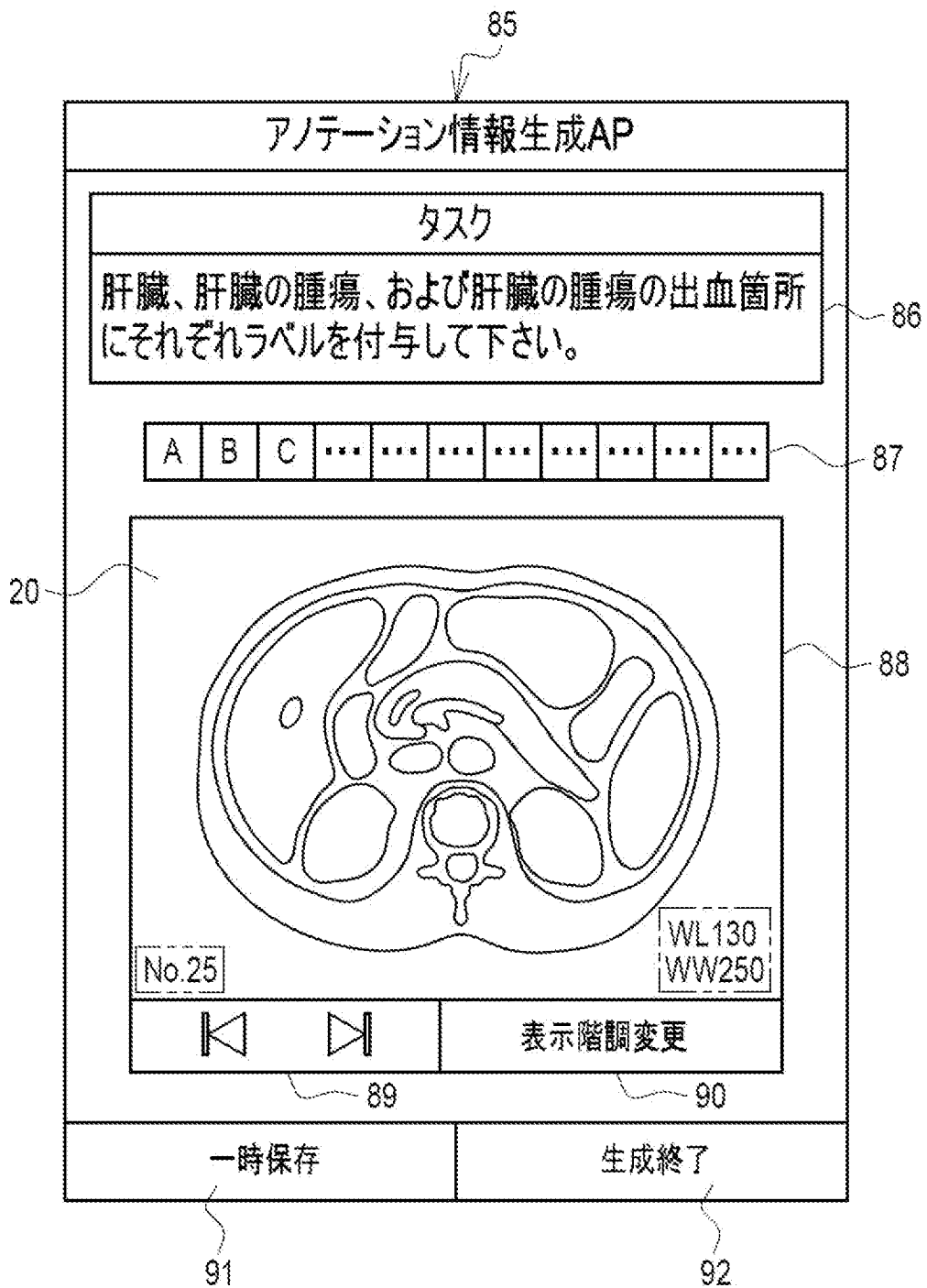
[図10]



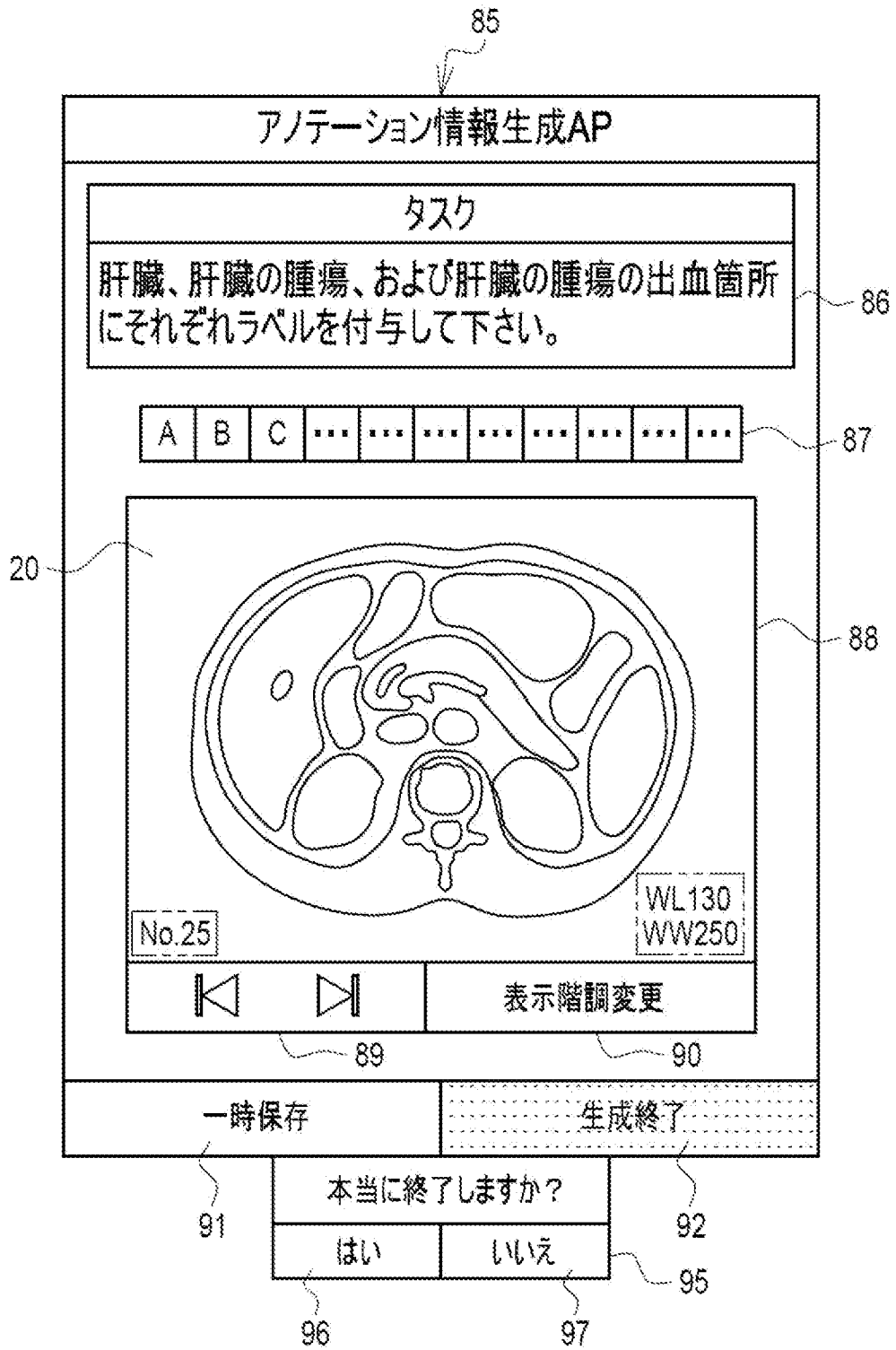
[図11]



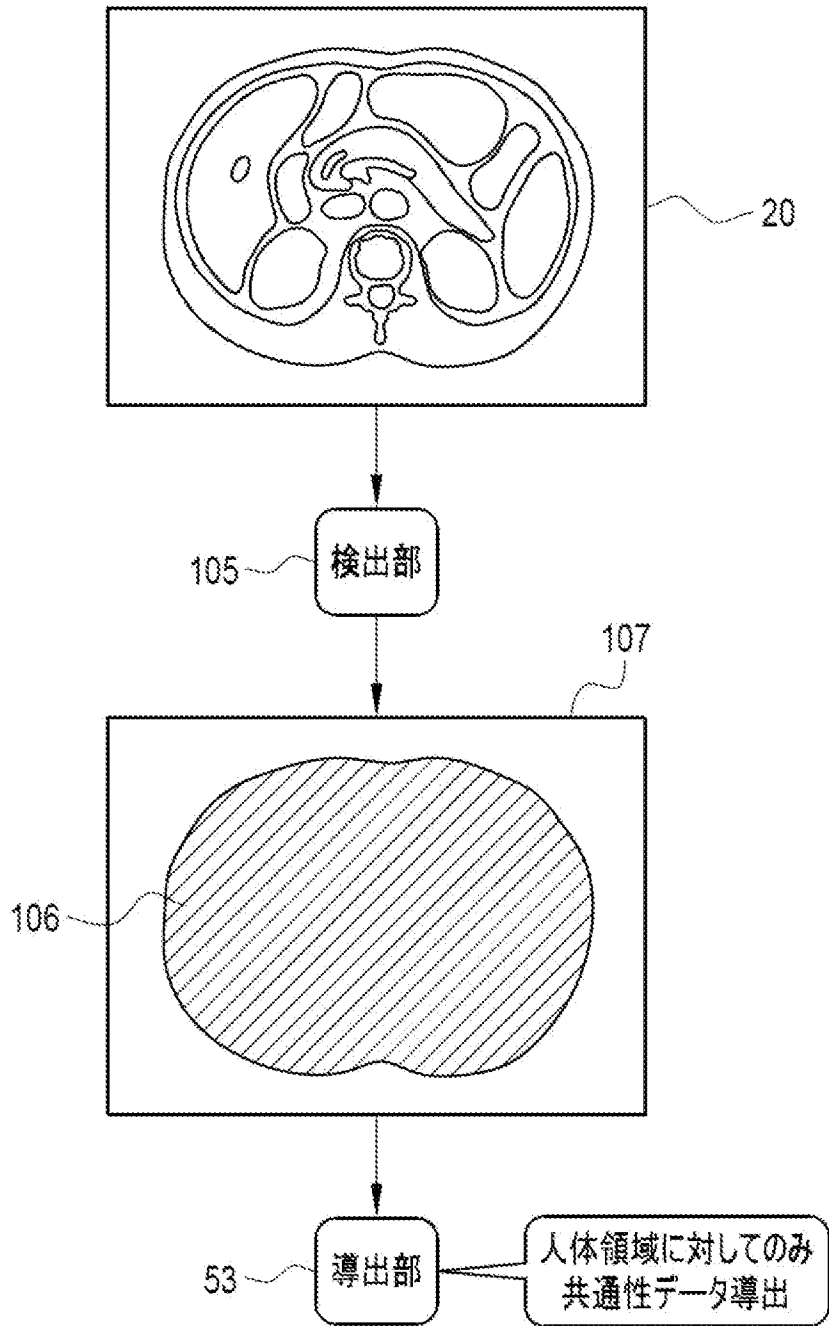
[図12]



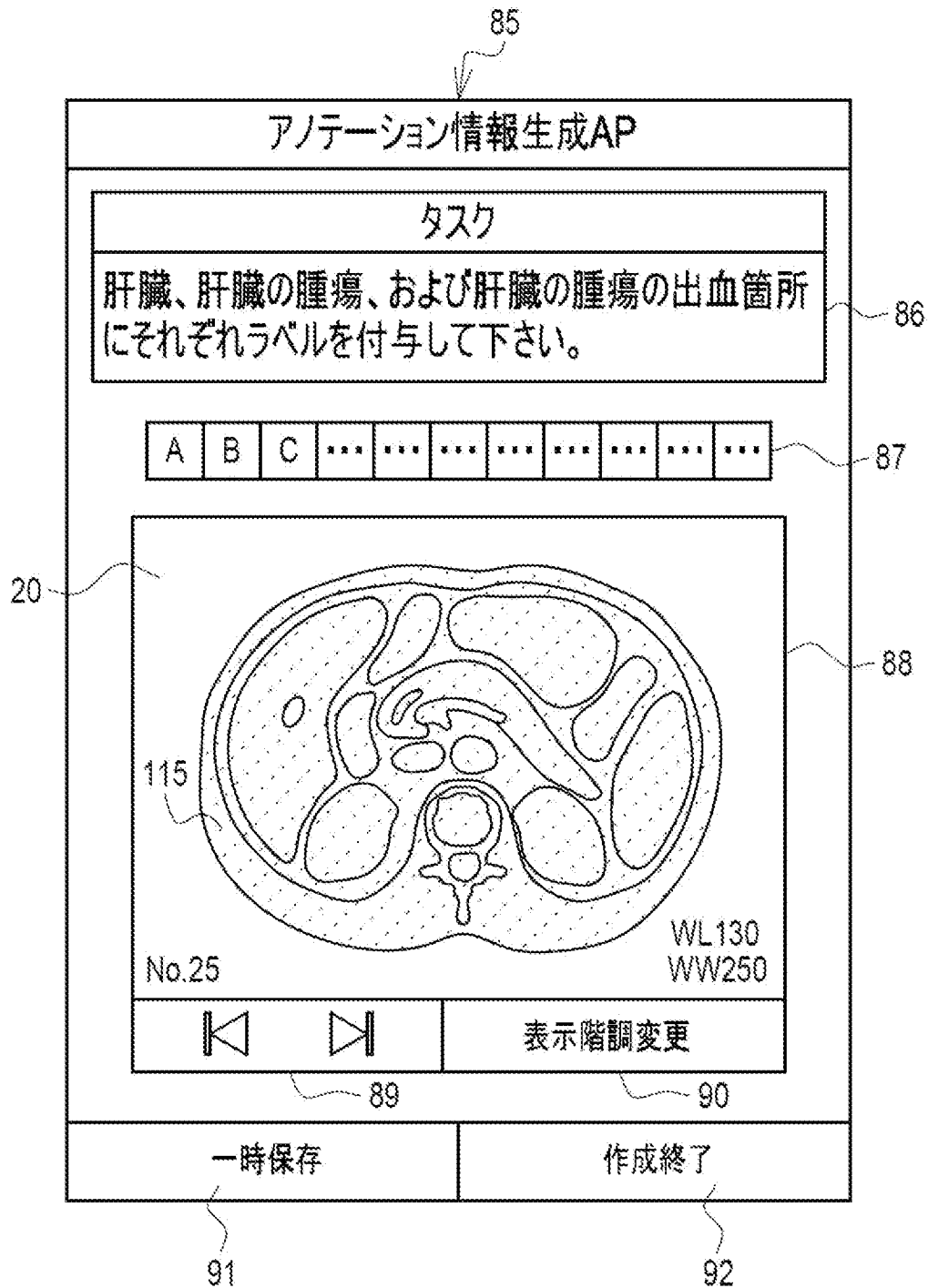
[図13]



[図14]



[図15]



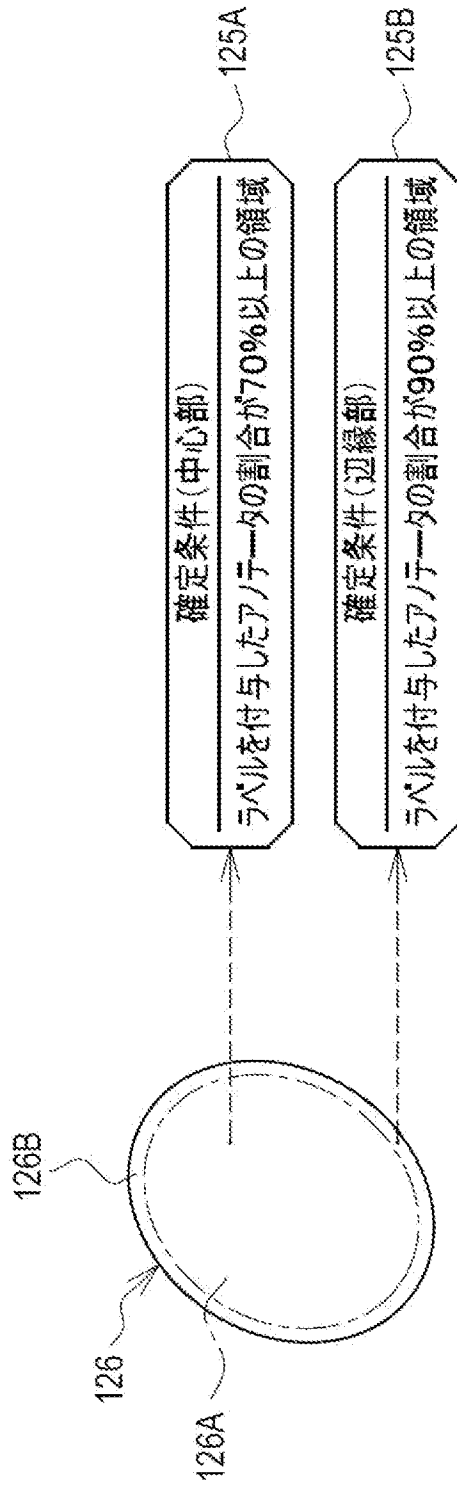
[図16]

120

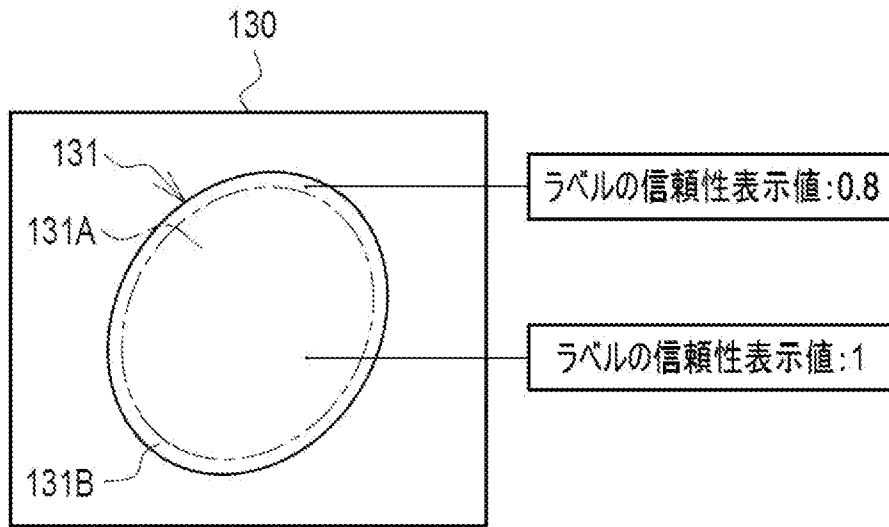
勤続年数20年以上→+0.5
 勤続年数5年未満→-0.5
 有資格者→+0.5

アノテーションID	属性		カウント数
	勤続年数	資格	
AN0001	22	放射線科研修指導者	2
AN0002	18	放射線診断専門医	1.5
	⋮		
AN0100	14	—	1
AN0101	3	—	0.5
	⋮		

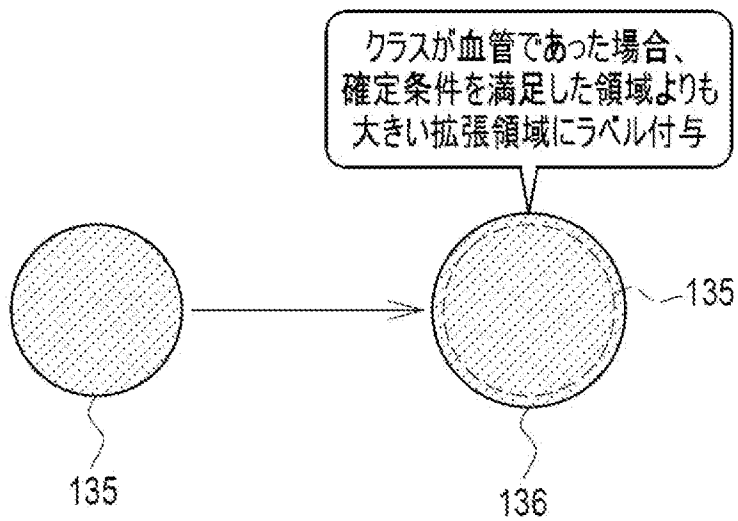
[図17]



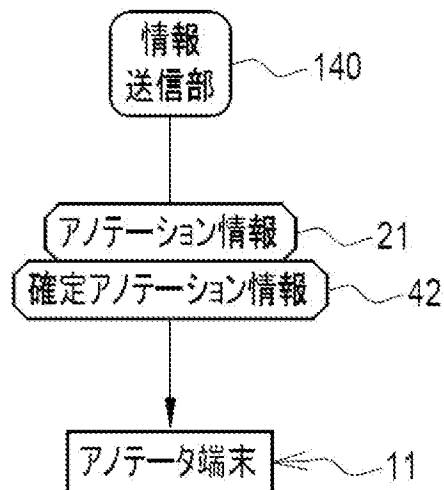
[図18]



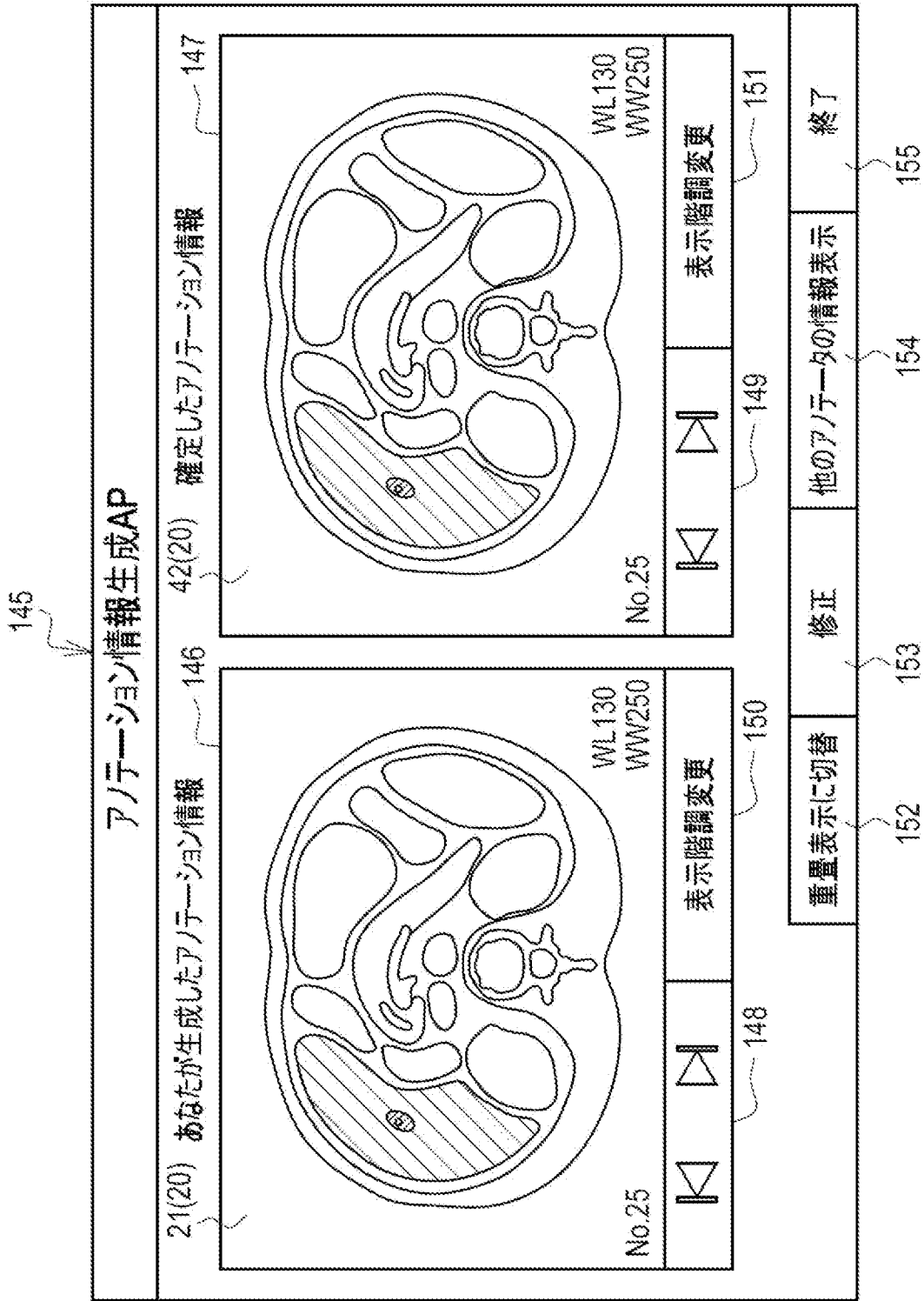
[図19]



[図20]



[図21]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/008070

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
G06N 20/00(2019.01)i FI: G06N20/00 130		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G06N20/00		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2020/194662 A1 (OLYMPUS CORP) 01 October 2020 (2020-10-01) paragraphs [0028]-[0032], [0038], [0051]-[0053], [0058], [0065]-[0070], [0085]-[0090], [0101]	1-4, 10, 11
Y		5-9
Y	JP 2019-096006 A (CANON KK) 20 June 2019 (2019-06-20) paragraph [0040]	5-9
Y	JP 2020-091543 A (CANON KK) 11 June 2020 (2020-06-11) paragraphs [0049], [0050]	5-9
Y	WO 2019/003485 A1 (ABEJA, INC) 03 January 2019 (2019-01-03) paragraphs [0126]-[0134]	9
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 09 May 2022		Date of mailing of the international search report 17 May 2022
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No. PCT/JP2022/008070

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2020/194662	A1	01 October 2020	US 2021/0272284 A1 paragraphs [0054]-[0060], [0066], [0078]-[0080], [0085], [0092]-[0097], [0112]-[0117], [0128]	
JP	2019-096006	A	20 June 2019	US 2019/0156157 A1 paragraph [0073]	
JP	2020-091543	A	11 June 2020	US 2020/0175377 A1 paragraphs [0062], [0063]	
WO	2019/003485	A1	03 January 2019	US 2020/0167671 A1 paragraphs [0166]-[0174]	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G06N 20/00(2019.01)i FI: G06N20/00 130		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） G06N20/00 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922 - 1996年 日本国公開実用新案公報 1971 - 2022年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2022年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2022年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	WO 2020/194662 A1 (オリンパス株式会社) 01.10.2020 (2020 - 10 - 01) [0028]-[0032], [0038], [0051]-[0053], [0058], [0065]-[0070], [0085]-[0090], [0101]	1-4, 10, 11
Y		5-9
Y	JP 2019-096006 A (キヤノン株式会社) 20.06.2019 (2019 - 06 - 20) [0040]	5-9
Y	JP 2020-091543 A (キヤノン株式会社) 11.06.2020 (2020 - 06 - 11) [0049], [0050]	5-9
Y	WO 2019/003485 A1 (株式会社ABEJA) 03.01.2019 (2019 - 01 - 03) [0126]-[0134]	9
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献	
国際調査を完了した日 09.05.2022	国際調査報告の発送日 17.05.2022	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 中村 信也 5B 4058 電話番号 03-3581-1101 内線 3545	

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/008070

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2020/194662	A1	01.10.2020	US	2021/0272284	A1	[0054]-[0060], [0066], [0078]-[0080], [0085], [0092]-[0097], [0112]-[0117], [0128]
JP	2019-096006	A	20.06.2019	US	2019/0156157	A1	[0073]
JP	2020-091543	A	11.06.2020	US	2020/0175377	A1	[0062], [0063]
WO	2019/003485	A1	03.01.2019	US	2020/0167671	A1	[0166]-[0174]