

(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12月1日(01.12.2022)



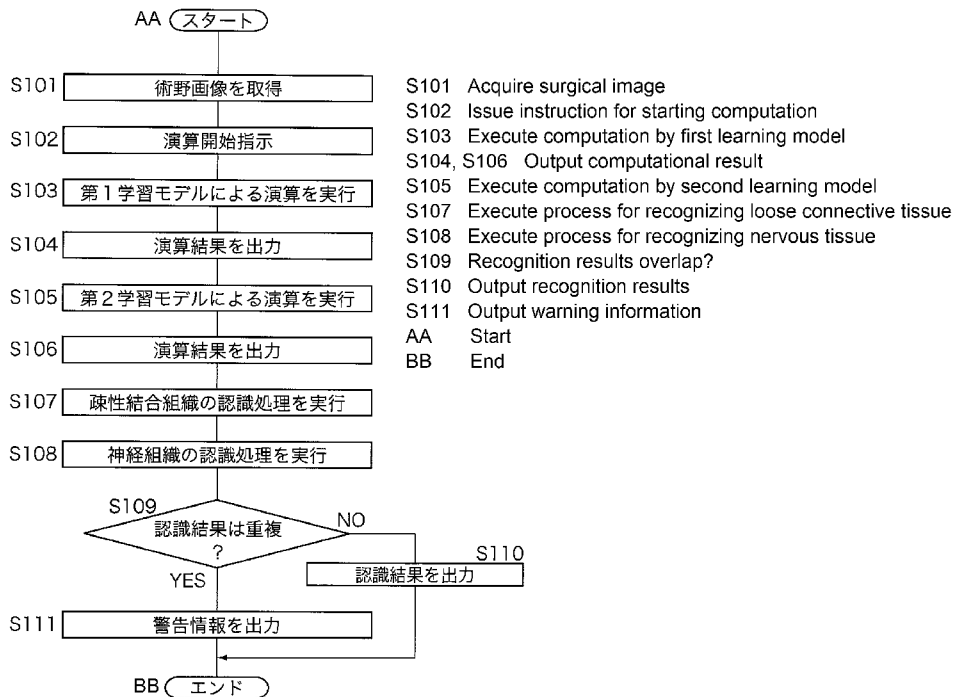
(10) 国際公開番号

WO 2022/250031 A1

- (51) 国際特許分類:
A61B 1/045 (2006.01) G06T 7/00 (2017.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/021185
- (22) 国際出願日: 2022年5月24日(24.05.2022)
- (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 2021-087141 2021年5月24日(24.05.2021) JP
- (71) 出願人: アナウト株式会社 (ANAUT INC.) [JP/JP]; 〒2310066 神奈川県横浜市中区日ノ出町 1-76-1-1111 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 小林 直(KOBAYASHI, Nao); 〒2310066 神奈川県横浜市中区日ノ出町 1-76-1-1111 アナウト株式会社内 Kanagawa (JP). 熊頭 勇太(KUMAZU, Yuta); 〒2310066 神奈川県横浜市中区日ノ出町 1-76-1-1111 アナウト株式会社内 Kanagawa (JP). 銭谷 成晃(SENYA, Seigo); 〒2310066 神奈川県横浜市中区日ノ出町 1-76-1-1111 アナウト株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 河野 英仁, 外(KOHNO, Hideto et al.); 〒5400035 大阪府大阪市中央区釣鐘町二丁目 4番3号 河野特許事務所 Osaka (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,

(54) Title: INFORMATION PROCESSING DEVICE, INFORMATION PROCESSING METHOD, AND COMPUTER PROGRAM

(54) 発明の名称: 情報処理装置、情報処理方法、及びコンピュータプログラム



(57) Abstract: The present invention provides an information processing device, an information processing method, and a computer program. The information processing device comprises: a first computational unit that executes computation by first learning model in response to the input of a surgical image; a second computational unit that executes computation by a second learning model in response to the input of the surgical image; a deriving unit that derives a combined recognition result for the surgical image on the basis of a computational result outputted by the first computational unit

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, IQ, 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, 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))

and a computational result outputted by the second computational unit; and an outputting unit that outputs information based on the derived recognition result.

(57) 要約: 情報処理装置、情報処理方法、及びコンピュータプログラムの提供。術野画像の入力に応じて第1学習モデルによる演算を実行する第1演算部と、術野画像の入力に応じて第2学習モデルによる演算を実行する第2演算部と、第1演算部より出力される演算結果と、第2演算部より出力される演算結果とに基づき、術野画像についての統合的な認識結果を導出する導出部と、導出した認識結果に基づく情報を入力する出力部とを備える。

明 細 書

発明の名称：

情報処理装置、情報処理方法、及びコンピュータプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、情報処理装置、情報処理方法、及びコンピュータプログラムに関する。

背景技術

[0002] 医療分野において、病理診断は、専門的な知識と経験を要するため、体組織の一部を切除し、体外にて顕微鏡などによる診断が行われている。

[0003] 一方、近年では、内視鏡などにより体内を直接的に観察し、観察画像をコンピュータによって解析することにより病理診断を行う発明が提案されている（例えば、特許文献1を参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2006-153742号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 観察画像から病変などを認識するための学習モデルの作成には、専門医による知識が不可欠であるが、医師の専門分野は細分化されているため、シングルクラスの教師データが作成されることが多い。シングルクラスの教師データで作成された学習モデルでは、シングルクラスの推論しか行えない。

[0006] 本発明は、複数種の学習モデルの演算結果から統合的な認識結果を導出する情報処理装置、情報処理方法、及びコンピュータプログラムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の一態様における情報処理装置は、術野画像の入力に応じて第1学

習モデルによる演算を実行する第1演算部と、前記術野画像の入力に応じて第2学習モデルによる演算を実行する第2演算部と、前記第1演算部より出力される演算結果と、前記第2演算部より出力される演算結果とに基づき、前記術野画像についての統合的な認識結果を導出する導出部と、導出した認識結果に基づく情報を出力する出力部とを備える。

[0008] 本発明の一態様における情報処理方法は、術野画像の入力に応じて第1学習モデルによる演算を実行し、前記術野画像の入力に応じて第2学習モデルによる演算を実行し、前記第1学習モデルによる演算結果と、前記第2学習モデルによる演算結果とに基づき、前記術野画像についての統合的な認識結果を導出し、導出した認識結果に基づく情報を出力する処理をコンピュータにより実行する。

[0009] 本発明の一態様におけるコンピュータプログラムは、術野画像の入力に応じて第1学習モデルによる演算を実行し、前記術野画像の入力に応じて第2学習モデルによる演算を実行し、前記第1学習モデルによる演算結果と、前記第2学習モデルによる演算結果とに基づき、前記術野画像についての統合的な認識結果を導出し、導出した認識結果に基づく情報を出力する処理をコンピュータに実行させるためのコンピュータプログラムである。

発明の効果

[0010] 本願によれば、複数種の学習モデルの演算結果から統合的な認識結果を導出することができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]実施の形態1に係る手術支援システムの概略構成を説明する模式図である。

[図2]情報処理装置の内部構成を説明するブロック図である。

[図3]術野画像の一例を示す模式図である。

[図4]第1学習モデルの構成例を示す模式図である。

[図5]第2学習モデルの構成例を示す模式図である。

[図6]実施の形態1に係る情報処理装置が実行する処理の手順を示すフローチ

ャートである。

[図7]実施の形態1における認識結果の表示例を示す模式図である。

[図8]実施の形態1における警告情報の表示例を示す模式図である。

[図9]確信度に応じた認識結果の表示例を示す模式図である。

[図10]第3学習モデルの構成例を示す模式図である。

[図11]実施の形態2に係る情報処理装置が実行する処理の手順を示すフローチャートである。

[図12]実施の形態2における認識結果の表示例を示す模式図である。

[図13]第4学習モデルの構成例を示す模式図である。

[図14]実施の形態3に係る情報処理装置が実行する処理の手順を示すフローチャートである。

[図15]寸法情報の導出手順を示すフローチャートである。

[図16]第5学習モデルの構成例を示す模式図である。

[図17]実施の形態4に係る情報処理装置が実行する処理の手順を示すフローチャートである。

[図18]変形例4-1における処理手順を示すフローチャートである。

[図19]事前情報テーブルの一例を示す概念図である。

[図20]変形例4-2における処理手順を示すフローチャートである。

[図21]変形例4-3における処理手順を示すフローチャートである。

[図22]変形例4-4における処理手順を示すフローチャートである。

[図23]固有名称テーブルの一例を示す概念図である。

[図24]臓器名称の表示例を示す模式図である。

[図25]構造体テーブルの一例を示す概念図である。

[図26]構造体の表示例を示す模式図である。

[図27]事例テーブルの一例を示す概念図である。

[図28]事象の表示例を示す模式図である。

[図29]実施の形態5に係る情報処理装置が実行する処理の手順を示すフローチャートである。

[図30]場面記録テーブルの一例を示す概念図である。

[図31]実施の形態6に係る情報処理装置が実行する処理の手順を示すフローチャートである。

[図32]実施の形態7における推定手法を説明する説明図である。

[図33]実施の形態7における推定手順を示すフローチャートである。

[図34]演算結果の解析手法を説明する説明図である。

[図35]評価係数テーブルの一例を示す図である。

[図36]スコアの算出結果の一例を示す図である。

[図37]実施の形態8に係る情報処理装置が実行する処理の手順を示すフローチャートである。

[図38]実施の形態9に係る情報処理装置が実行する処理の一例を示すシーケンス図である。

[図39]第1演算部が実行する処理の手順を示すフローチャートである。

[図40]第2演算部が実行する処理の手順を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本発明を腹腔鏡手術の支援システムに適用した形態について、図面を用いて具体的に説明する。なお、本発明は、腹腔鏡手術に限らず、胸腔鏡、消化管内視鏡、膀胱鏡、関節鏡、ロボット支援下内視鏡、手術顕微鏡、外視鏡などの撮像装置を用いた鏡視下手術全般に適用可能である。

(実施の形態1)

図1は実施の形態1に係る手術支援システムの概略構成を説明する模式図である。腹腔鏡手術では、開腹手術を実施する代わりに、トロッカ10と呼ばれる開孔器具を患者の腹壁に複数個取り付け、トロッカ10に設けられた開孔から、腹腔鏡11、エネルギー処置具12、鉗子13などの器具を患者の体内に挿入する。術者は、腹腔鏡11によって撮像された患者体内の画像（術野画像）をリアルタイムに見ながら、エネルギー処置具12を用いて患部を切除するなどの処置を行う。腹腔鏡11、エネルギー処置具12、鉗子13などの術具は、術者又はロボットなどにより保持される。術者とは、腹腔鏡手

術に関わる医療従事者であり、執刀医、助手、看護師、手術をモニタしている医師などを含む。

[0013] 腹腔鏡 11 は、患者の体内に挿入される挿入部 11 A、挿入部 11 A の先端部分に内蔵される撮像装置 11 B、挿入部 11 A の後端部分に設けられる操作部 11 C、及びカメラコントロールユニット (CCU) 110 や光源装置 120 に接続するためのユニバーサルコード 11 D を備える。

[0014] 腹腔鏡 11 の挿入部 11 A は、硬性管により形成されている。硬性管の先端部分には湾曲部が設けられている。湾曲部における湾曲機構は一般的な腹腔鏡に組み込まれている周知の機構であり、操作部 11 C の操作に連動した操作ワイヤの牽引によって例えば上下左右の 4 方向に湾曲するように構成されている。なお、腹腔鏡 11 は、上述したような湾曲部を有する軟性鏡に限らず、湾曲部を持たない硬性鏡であってもよく、湾曲部や硬性管を持たない撮像装置であってもよい。

[0015] 撮像装置 11 B は、CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) などの固体撮像素子、タイミングジェネレータ (TG) やアナログ信号処理回路 (AFE) などを備えたドライバ回路を備える。撮像装置 11 B のドライバ回路は、TG から出力されるクロック信号に同期して固体撮像素子から出力される RGB 各色の信号を取り込み、AFE において、ノイズ除去、増幅、AD 変換などの必要な処理を施し、デジタル形式の画像データを生成する。撮像装置 11 B のドライバ回路は、生成した画像データを、ユニバーサルコード 11 D を介して、CCU 110 へ伝送する。

[0016] 操作部 11 C は、術者によって操作されるアングルレバーやリモートスイッチなどを備える。アングルレバーは、湾曲部を湾曲させるための操作を受け付ける操作具である。アングルレバーに代えて、湾曲操作ノブ、ジョイスティックなどが設けられてもよい。リモートスイッチは、例えば、観察画像を動画表示又は静止画表示に切り替える切替スイッチ、観察画像を拡大又は縮小させるズームスイッチなどを含む。リモートスイッチには、予め定められた特定の機能が割り当てられてもよく、術者によって設定された機能が割り

当てられてもよい。

[0017] また、操作部 11C には、リニア共振アクチュエータやピエゾアクチュエータなどにより構成される振動子が内蔵されてもよい。腹腔鏡 11 を操作する術者に対して報知すべき事象が発生した場合、CCU 110 は、操作部 11C に内蔵された振動子を作動させることによって操作部 11C を振動させ、前記事象の発生を術者に知らせてもよい。

[0018] 腹腔鏡 11 の挿入部 11A、操作部 11C、及びユニバーサルコード 11D の内部には、CCU 110 から撮像装置 11B へ出力される制御信号や撮像装置 11B から出力される画像データを伝送するための伝送ケーブル、光源装置 120 から出射される照明光を挿入部 11A の先端部分まで導くライトガイドなどが配されている。光源装置 120 から出射される照明光は、ライトガイドを通じて挿入部 11A の先端部分まで導かれ、挿入部 11A の先端部分に設けられた照明レンズを介して術野に照射される。なお、本実施の形態では、光源装置 120 を独立した装置として記載したが、光源装置 120 は CCU 110 に内蔵される構成であってもよい。

[0019] CCU 110 は、腹腔鏡 11 が備える撮像装置 11B の動作を制御する制御回路、ユニバーサルコード 11D を通じて入力される撮像装置 11B からの画像データを処理する画像処理回路等を備える。制御回路は、CPU (Central Processing Unit)、ROM (Read Only Memory)、RAM (Random Access Memory)などを備え、CCU 110 が備える各種スイッチの操作や腹腔鏡 11 が備える操作部 11C の操作に応じて、撮像装置 11B へ制御信号を出力し、撮像開始、撮像停止、ズームなどの制御を行う。画像処理回路は、DSP (Digital Signal Processor) や画像メモリなどを備え、ユニバーサルコード 11D を通じて入力される画像データに対して、色分離、色補間、ゲイン補正、ホワイトバランス調整、ガンマ補正等の適宜の処理を施す。CCU 110 は、処理後の画像データから動画用のフレーム画像を生成し、生成した各フレーム画像を後述する情報処理装置 200 へ順次出力する。フレーム画像のフレームレートは、例えば 30FPS (Frames Per Second) であ

る。

[0020] CCU110は、NTSC (National Television System Committee)、PAL (Phase Alternating Line)、DICOM (Digital Imaging and COmmunication in Medicine) などの所定の規格に準拠した映像データを生成してもよい。CCU110は、生成した映像データを表示装置130へ出力することにより、表示装置130の表示画面に術野画像（映像）をリアルタイムに表示させることができる。表示装置130は、液晶パネルや有機EL (Electro-Luminescence) パネルなどを備えたモニタである。また、CCU110は、生成した映像データを録画装置140へ出力し、録画装置140に映像データを記録させてもよい。録画装置140は、CCU110から出力される映像データを、各手術を識別する識別子、手術日時、手術場所、患者名、術者名などと共に記録するHDD (Hard Disk Drive) などの記録装置を備える。

[0021] 情報処理装置200は、術野画像の画像データをCCU110より取得し、取得した術野画像の画像データを複数の学習モデルにそれぞれ入力することによって、各学習モデルによる演算を実行する。情報処理装置200は、複数の学習モデルによる演算結果から、術野画像についての統合的な認識結果を導出し、導出した認識結果に基づく情報を出力する。

[0022] 図2は情報処理装置200の内部構成を説明するブロック図である。情報処理装置200は、制御部201、記憶部202、操作部203、入力部204、第1演算部205、第2演算部206、出力部207、通信部208などを備える専用又は汎用のコンピュータである。情報処理装置200は、手術室内に設置されるコンピュータであってもよく、手術室の外部に設置されるコンピュータであってもよい。情報処理装置200は、腹腔鏡手術を行う病院内に設置されるサーバであってもよく、病院外に設置されるサーバであってもよい。情報処理装置200は、単一のコンピュータに限らず、複数のコンピュータや周辺機器からなるコンピュータシステムであってもよい。情報処理装置200は、ソフトウェアによって仮想的に構築される仮想マシ

ンであってもよい。

[0023] 制御部201は、例えば、CPU、ROM、及びRAMなどを備える。制御部201が備えるROMには、情報処理装置200が備えるハードウェア各部の動作を制御する制御プログラム等が記憶される。制御部201内のCPUは、ROMに記憶された制御プログラムや後述する記憶部202に記憶された各種コンピュータプログラムを実行し、ハードウェア各部の動作を制御することによって、装置全体を本願における情報処理装置として機能させる。制御部201が備えるRAMには、演算の実行中に利用されるデータ等が一時的に記憶される。

[0024] 本実施の形態では、制御部201がCPU、ROM、及びRAMを備える構成としたが、制御部201の構成は任意であり、GPU (Graphics Processing Unit)、DSP (Digital Signal Processor)、FPGA (Field Programmable Gate Array)、量子プロセッサ、揮発性又は不揮発性のメモリ等を備える演算回路や制御回路であればよい。また、制御部201は、日時情報を出力するクロック、計測開始指示を与えてから計測終了指示を与えるまでの経過時間を計測するタイマ、数をカウントするカウンタ等の機能を有するものであってもよい。

[0025] 記憶部202は、ハードディスク、フラッシュメモリなどの記憶装置を備える。記憶部202には、制御部201によって実行されるコンピュータプログラム、外部から取得した各種のデータ、装置内部で生成した各種のデータ等が記憶される。

[0026] 記憶部202に記憶されるコンピュータプログラムは、術野画像に含まれる認識対象を認識するための処理を制御部201に実行させる認識処理プログラムPG1、認識結果に基づく情報を表示装置130に表示させるための処理を制御部201に実行させる表示処理プログラムPG2などを含む。なお、認識処理プログラムPG1及び表示処理プログラムPG2は、それぞれ独立したコンピュータプログラムである必要はなく、1つのコンピュータプログラムとして実装されてもよい。これらのプログラムは、例えば、コンピ

ユータプログラムを読み取り可能に記録した非一時的な記録媒体Mにより提供される。記録媒体Mは、CD-ROM、USBメモリ、SD (Secure Digital) カードなどの可搬型メモリである。制御部201は、図に示していない読取装置を用いて、記録媒体Mから所望のコンピュータプログラムを読み取り、読み取ったコンピュータプログラムを記憶部202に記憶させる。代替的に、上記コンピュータプログラムは、通信により提供されてもよい。この場合、制御部201は、通信部208を通じて所望のコンピュータプログラムをダウンロードし、ダウンロードしたコンピュータプログラムを記憶部202に記憶させればよい。

[0027] 記憶部202は、第1学習モデル310及び第2学習モデル320を備える。第1学習モデル310は、術野画像の入力に応じて、術野画像に含まれる第1臓器に関する情報を出力するよう学習された学習済みの学習モデルである。第1臓器は、食道、胃、大腸、膵臓、脾臓、尿管、肺、前立腺、子宮、胆嚢、肝臓、精管などの特異臓器、若しくは、結合組織、脂肪、神経、血管、筋肉、膜状構造物などの非特異臓器を含む。第1臓器は、特定の器官に限定されず、体内に存在する何らかの構造体であってもよい。同様に、第2学習モデル320は、術野画像の入力に応じて、術野画像に含まれる第2臓器に関する情報を出力するよう学習された学習済みの学習モデルである。第2臓器は、上述した特異臓器若しくは非特異臓器を含む。第2臓器は、特定の器官に限定されず、体内に存在する何らかの構造体であってもよい。

なお、以下の説明において、特異臓器と非特異臓器とを区別して説明する必要がない場合、それらを単に臓器とも記載する。

[0028] 実施の形態1では、認識対象の第2臓器は、第1臓器と類似の特徴を有しており、認識処理において第1臓器と誤認する可能性がある臓器が選択される。例えば、第1学習モデル310による認識対象を疎性結合組織とした場合、第2学習モデル320による認識対象として神経組織（若しくは膜構造）が選択される。第1臓器及び第2臓器の組み合わせは、（a）疎性結合組織及び神経組織（若しくは膜構造）に限らず、（b）脂肪及び膵臓、（c）

切除すべき脂肪及び温存すべき脂肪、（d）出血、出血痕、及び血管のうちの2つ、（e）尿管、動脈、及び膜構造のうちの2つ、（f）胃及び腸管、（g）肝臓及び脾臓などの組み合わせであってもよい。

[0029] 実施の形態1では、第1臓器が疎性結合組織であり、第2臓器が神経組織であるケースについて説明を行う。すなわち、第1学習モデル310は、術野画像の入力に応じて、術野画像に含まれる疎性結合組織に関する情報を出力するよう学習される。このような第1学習モデル310は、術野を撮像して得られる術野画像と、術野画像内の第1臓器部分（実施の形態1では疎性結合組織部分）を示す正解データとを訓練データとして、適宜の学習アルゴリズムを用いて学習することにより生成される。第1臓器部分を示す正解データは、医師などの専門家がマニュアルでアノテーションを行うことにより生成される。第2学習モデル320についても同様である。

[0030] 第1及び第2学習モデル310、320は、情報処理装置200の内部にて生成されてもよく、外部サーバにて生成されてもよい。後者の場合、情報処理装置200は、外部サーバにて生成された第1及び第2学習モデル310、320を通信によりダウンロードし、ダウンロードした第1及び第2学習モデル310、320を記憶部202に記憶させればよい。記憶部202には、第1及び第2学習モデル310、320の定義情報として、第1及び第2学習モデル310、320が備える層の情報、各層を構成するノードの情報、ノード間の重み係数及びバイアスなど学習によって決定されるパラメータなどの情報が記憶される。

[0031] 操作部203は、キーボード、マウス、タッチパネル、非接触パネル、スタイラスペン、マイクロフォンによる音声入力などの操作機器を備える。操作部203は、術者などによる操作を受け、受け付けた操作に関する情報を制御部201へ出力する。制御部201は、操作部203から入力される操作情報に応じて適宜の処理を実行する。なお、本実施の形態では、情報処理装置200が操作部203を備える構成としたが、外部に接続されたCCU110などの各種機器を通じて操作を受け付ける構成であってもよい。

- [0032] 入力部204は、入力機器を接続する接続インタフェースを備える。本実施の形態において、入力部204に接続される入力機器はCCU110である。入力部204には、腹腔鏡11によって撮像され、CCU110によって処理が施された術野画像の画像データが入力される。入力部204は、入力された画像データを制御部201へ出力する。また、制御部201は、入力部204から取得した画像データを記憶部202に記憶させてもよい。
- [0033] 実施の形態では、入力部204を通じて、CCU110から術野画像の画像データを取得する構成について説明するが、腹腔鏡11から直接的に術野画像の画像データを取得してもよく、腹腔鏡11に着脱可能に装着される画像処理装置（不図示）より術野画像の画像データを取得してもよい。また、情報処理装置200は、録画装置140に記録された術野画像の画像データを取得してもよい。
- [0034] 第1演算部205は、プロセッサやメモリなどを備える。プロセッサの一例は、GPU（Graphics Processing Unit）であり、メモリの一例はVRAM（Video RAM）である。第1演算部205は、術野画像が入力された場合、第1学習モデル310による演算を内蔵のプロセッサにより実行し、演算結果を制御部201へ出力する。また、第1演算部205は、制御部201からの指示に応じて、表示装置130に表示させるべき画像を内蔵のメモリ上に描画し、出力部207を通じて表示装置130へ出力することにより、所望の画像を表示装置130に表示させる。
- [0035] 第2演算部206は、第1演算部205と同様に、プロセッサやメモリなど備える。第2演算部206は、第1演算部205と同等のものであってもよく、第1演算部205より演算能力が低いものであってもよい。第2演算部206は、術野画像が入力された場合、第2学習モデル320による演算を内蔵のプロセッサにより実行し、演算結果を制御部201へ出力する。また、第2演算部206は、制御部201からの指示に応じて、表示装置130に表示させるべき画像を内蔵のメモリ上に描画し、出力部207を通じて表示装置130へ出力することにより、所望の画像を表示装置130に表示

させる。

[0036] 出力部 207 は、出力機器を接続する接続インタフェースを備える。本実施の形態において、出力部 207 に接続される出力機器は表示装置 130 である。制御部 201 は、学習モデル 310、320 の演算結果から導出される統合的な認識結果など、術者等に報知すべき情報を生成した場合、生成した情報を出力部 207 より表示装置 130 へ出力することにより、表示装置 130 に情報を表示させる。代替的に、出力部 207 は、術者等に報知すべき情報を音声や音により出力してもよい。

[0037] 通信部 208 は、各種のデータを送受信する通信インタフェースを備える。通信部 208 が備える通信インタフェースは、イーサネット（登録商標）や W i F i（登録商標）において用いられる有線又は無線の通信規格に準じた通信インタフェースである。通信部 208 は、送信すべきデータが制御部 201 から入力された場合、指定された宛先へ送信すべきデータを送信する。また、通信部 208 は、外部装置から送信されたデータを受信した場合、受信したデータを制御部 201 へ出力する。

[0038] 次に、情報処理装置 200 に入力される術野画像について説明する。

図 3 は術野画像の一例を示す模式図である。本実施の形態における術野画像は、患者の腹腔内を腹腔鏡 11 により撮像して得られる画像である。術野画像は、腹腔鏡 11 の撮像装置 11B が出力する生の画像である必要はなく、CCU 110 などによって処理が施された画像（フレーム画像）であればよい。

[0039] 腹腔鏡 11 により撮像される術野には、特異臓器、血管、神経などを構成する組織、組織間に存在する結合組織、腫瘍などの病変部を含む組織、組織を被う膜や層などの組織が含まれている。術者は、これらの解剖学的構造の関係を把握しながら、エネルギー処置具 12 や鉗子 13 などの術具を用いて、病変部を含む組織の剥離を行う。図 3 に一例として示す術野画像は、鉗子 13 を用いて臓器 501 を被う膜を牽引することにより、疎性結合組織 502 に適当な張力を与え、エネルギー処置具 12 を用いて疎性結合組織 502 を剥

離しようとしている場面を示している。疎性結合組織 502 は、組織や器官の間を満たす線維性の結合組織であり、組織を構成する線維（弾性線維）の量が比較的少ないものをいう。疎性結合組織 502 は、臓器 501 を展開する場合や病変部を切除する場合などにおいて必要に応じて剥離される。図 3 の例では、疎性結合組織 502 が上下方向（図の白抜矢印の方向）に走行し、疎性結合組織 502 と交差するように、神経組織 503 が左右方向（図の黒色矢印の方向）に走行している様子を示している。

[0040] 一般に、術野画像に現れる疎性結合組織及び神経組織は、共に白色系の色を有し、線状に走行する組織であるため、外見上区別することは困難であることが多い。疎性結合組織は、必要に応じて剥離される組織であるが、牽引や剥離を行う過程で神経が損傷した場合、術後において機能障害が発生する可能性がある。例えば、大腸手術における下腹神経の損傷は排尿障害の原因となり得る。また、食道切除や肺切除における反回神経の損傷は嚥下障害の原因となり得る。このため、疎性結合組織及び神経組織の認識結果に関する情報を術者に提供できれば、術者にとって有用である。

[0041] 実施の形態 1 に係る情報処理装置 200 は、同一の術野画像について、第 1 学習モデル 310 による演算と、第 2 学習モデル 320 による演算とを実行し、2つの演算結果から術野画像についての統合的な認識結果を導出し、導出した認識結果に基づく情報を出力することにより、術者に対して疎性結合組織及び神経組織についての情報提供を行う。

[0042] 以下、第 1 学習モデル 310 及び第 2 学習モデル 320 の構成について説明する。

図 4 は第 1 学習モデル 310 の構成例を示す模式図である。第 1 学習モデル 310 は、画像セグメンテーションを行うための学習モデルであり、例えば SegNet などの畳み込み層を備えたニューラルネットワークにより構築される。学習モデル 310 は、SegNet に限らず、FCN (Fully Convolutional Network)、U-Net (U-Shaped Network)、PSPNet (Pyramid Scene Parsing Network) など、画像セグメンテーションが行える任

意のニューラルネットワークを用いて構築されてもよい。また、学習モデル 310 は、画像セグメンテーション用のニューラルネットワークに代えて、YOLO (You Only Look Once)、SSD (Single Shot Multi-Box Detector) など物体検出用のニューラルネットワークを用いて構築されてもよい。

[0043] 第1学習モデル310による演算は、第1演算部205において実行される。第1演算部205は、術野画像が入力された場合、学習済みのパラメータを含む第1学習モデル310の定義情報に従って演算を実行する。

[0044] 第1学習モデル310は、例えば、エンコーダ311、デコーダ312、及びソフトマックス層313を備える。エンコーダ311は、畳み込み層とプーリング層とを交互に配置して構成される。畳み込み層は2～3層に多層化されている。図4の例では、畳み込み層にはハッチングを付さずにし、プーリング層にはハッチングを付して示している。

[0045] 畳み込み層では、入力されるデータと、それぞれにおいて定められたサイズ（例えば、 3×3 や 5×5 など）のフィルタとの畳み込み演算を行う。すなわち、フィルタの各要素に対応する位置に入力された入力値と、フィルタに予め設定された重み係数とを各要素毎に乗算し、これら要素毎の乗算値の線形和を算出する。算出した線形和に、設定されたバイアスを加算することによって、畳み込み層における出力が得られる。なお、畳み込み演算の結果は活性化関数によって変換されてもよい。活性化関数として、例えばReLU (Rectified Linear Unit) を用いることができる。畳み込み層の出力は、入力データの特徴を抽出した特徴マップを表している。

[0046] プーリング層では、入力側に接続された上位層である畳み込み層から出力された特徴マップの局所的な統計量を算出する。具体的には、上位層の位置に対応する所定サイズ（例えば、 2×2 、 3×3 ）のウィンドウを設定し、ウィンドウ内の入力値から局所の統計量を算出する。統計量としては、例えば最大値を採用できる。プーリング層から出力される特徴マップのサイズは、ウィンドウのサイズに応じて縮小（ダウンサンプリング）される。図4の例は、エンコーダ311において畳み込み層における演算とプーリング層に

おける演算とを順次繰り返すことによって、 224×224 画素 $\times 224 \times 224$ 画素の入力画像を、 112×112 、 56×56 、 28×28 、…、 1×1 の特徴マップに順次ダウンサンプリングしていることを示している。

[0047] エンコーダ311の出力（図4の例では 1×1 の特徴マップ）は、デコーダ312に入力される。デコーダ312は、逆畳み込み層と逆プーリング層とを交互に配置して構成される。逆畳み込み層は2～3層に多層化されている。図4の例では、逆畳み込み層にはハッチングを付さずにし、逆プーリング層にはハッチングを付して示している。

[0048] 逆畳み込み層では、入力された特徴マップに対して、逆畳み込み演算を行う。逆畳み込み演算とは、入力された特徴マップが特定のフィルタを用いて畳み込み演算された結果であるという推定の下、畳み込み演算される前の特徴マップを復元する演算である。この演算では、特定のフィルタを行列で表したとき、この行列に対する転置行列と、入力された特徴マップとの積を算出することで、出力用の特徴マップを生成する。なお、逆畳み込み層の演算結果は、上述したReLUなどの活性化関数によって変換されてもよい。

[0049] デコーダ312が備える逆プーリング層は、エンコーダ311が備えるプーリング層に1対1で個別に対応付けられており、対応付けられている対は実質的に同一のサイズを有する。逆プーリング層は、エンコーダ311のプーリング層においてダウンサンプリングされた特徴マップのサイズを再び拡大（アップサンプリング）する。図4の例は、デコーダ312において畳み込み層における演算とプーリング層における演算とを順次繰り返すことによって、 1×1 、 7×7 、 14×14 、…、 224×224 の特徴マップに順次アップサンプリングしていることを示している。

[0050] デコーダ312の出力（図4の例では 224×224 の特徴マップ）は、ソフトマックス層313に入力される。ソフトマックス層313は、入力側に接続された逆畳み込み層からの入力値にソフトマックス関数を適用することにより、各位置（画素）における部位を識別するラベルの確率を出力する。実施の形態1に係る第1学習モデル310は、術野画像の入力に対して、

各画素が疎性結合組織に該当するか否かを示す確率をソフトマックス層 3 1 3 より出力すればよい。第 1 学習モデル 3 1 0 による演算結果は、制御部 2 0 1 へ出力される。

[0051] ソフトマックス層 3 1 3 から出力されるラベルの確率が閾値以上（例えば 6 0 % 以上）の画素を抽出することによって、疎性結合組織部分の認識結果を示す画像（認識画像）が得られる。第 1 演算部 2 0 5 は、疎性結合組織部分の認識画像を内蔵のメモリ（V R A M）に描画し、出力部 2 0 7 を通じて表示装置 1 3 0 へ出力することにより、第 1 学習モデル 3 1 0 の認識結果を表示装置 1 3 0 に表示させてもよい。認識画像は、術野画像と同一サイズの画像であり、疎性結合組織として認識された画素に特定の色を割り当てた画像として生成される。疎性結合組織の画素に割り当てる色は、臓器や血管などと区別が付くように、人体内部に存在しない色であることが好ましい。人体内部に存在しない色とは、例えば青色や水色などの寒色系（青系）の色である。また、認識画像を構成する各画素には透過度を表す情報が付加され、疎性結合組織として認識された画素には不透過の値、それ以外の画素は透過の値が設定される。このように生成された認識画像を術野画像上に重ねて表示した場合、疎性結合組織部分を特定の色を有する構造として術野画像上に表示することができる。

[0052] なお、図 4 の例では、2 2 4 画素×2 2 4 画素の画像を第 1 学習モデル 3 1 0 への入力画像としているが、入力画像のサイズは上記に限定されるものではなく、情報処理装置 2 0 0 の処理能力、腹腔鏡 1 1 から得られる術野画像のサイズ等に応じて、適宜設定することが可能である。また、第 1 学習モデル 3 1 0 への入力画像は、腹腔鏡 1 1 より得られる術野画像の全体である必要はなく、術野画像の注目領域を切り出して生成される部分画像であってもよい。処置対象を含むような注目領域は術野画像の中央付近に位置することが多いので、例えば、元の半分程度のサイズとなるように術野画像の中央付近を矩形状に切り出した部分画像を用いてもよい。第 1 学習モデル 3 1 0 に入力する画像のサイズを小さくすることにより、処理速度を上げつつ、認

識精度を高めることができる。

[0053] 図5は第2学習モデル320の構成例を示す模式図である。第2学習モデル320は、エンコーダ321、デコーダ322、及びソフトマックス層323を備えており、術野画像の入力に対し、術野画像に含まれる神経組織部分に関する情報を出力するように構成される。第2学習モデル320が備えるエンコーダ321、デコーダ322、及びソフトマックス層323の構成は、第1学習モデル310のものと同様であるため、その詳細な説明については省略することとする。

[0054] 第2学習モデル320による演算は、第2演算部206において実行される。第2演算部206は、術野画像が入力された場合、学習済みのパラメータを含む第2学習モデル320の定義情報に従って演算を実行する。実施の形態1に係る第2学習モデル320は、術野画像の入力に対して、各画素が神経組織に該当するか否かを示す確率をソフトマックス層323より出力すればよい。第2学習モデル320による演算結果は、制御部201へ出力される。

[0055] ソフトマックス層323から出力されるラベルの確率が閾値以上（例えば60%以上）の画素を抽出することによって、神経組織部分の認識結果を示す画像（認識画像）が得られる。第2演算部206は、神経組織部分の認識画像を内蔵のメモリ（VRAM）に描画し、出力部207を通じて表示装置130に出力することにより、第2学習モデル320の認識結果を表示装置130に表示させてもよい。神経組織を示す認識画像の構成は、疎性結合組織のものと同様であるが、神経組織の画素に割り当てる色は、疎性結合組織と区別が付くような色（例えば、緑系や黄系の色）であることが好ましい。

[0056] 以下、情報処理装置200の動作について説明する。

図6は実施の形態1に係る情報処理装置200が実行する処理の手順を示すフローチャートである。情報処理装置200の制御部201は、記憶部202から認識処理プログラムPG1及び表示処理プログラムPG2を読み出して実行することにより、以下の手順に従って処理を行う。腹腔鏡手術が開

始されると、腹腔鏡 11 の撮像装置 11B により術野を撮像して得られる術野画像は、ユニバーサルコード 11D を介して CCU 110 へ随時出力される。情報処理装置 200 の制御部 201 は、CCU 110 から出力されるフレーム単位の術野画像を入力部 204 より取得する（ステップ S101）。制御部 201 は、フレーム単位の術野画像を取得する都度、以下の処理を実行する。

[0057] 制御部 201 は、入力部 204 を通じて取得したフレーム単位の術野画像を第 1 演算部 205 及び第 2 演算部 206 へ送出すると共に、第 1 演算部 205 及び第 2 演算部 206 に対して演算の開始指示を与える（ステップ S102）。

[0058] 第 1 演算部 205 は、制御部 201 から演算の開始指示が与えられると、第 1 学習モデル 310 による演算を実行する（ステップ S103）。すなわち、第 1 演算部 205 は、入力された術野画像から特徴マップを生成し、生成した特徴マップを順次ダウンサンプリングするエンコーダ 311 による演算、エンコーダ 311 から入力された特徴マップを順次アップサンプリングするデコーダ 312 による演算、及びデコーダ 312 より最終的に得られる特徴マップの各画素を識別するソフトマックス層 313 による演算を実行する。第 1 演算部 205 は、学習モデル 310 による演算結果を制御部 201 へ出力する（ステップ S104）。

[0059] 第 2 演算部 206 は、制御部 201 から演算の開始指示が与えられると、第 2 学習モデル 320 による演算を実行する（ステップ S105）。すなわち、第 2 演算部 206 は、入力された術野画像から特徴マップを生成し、生成した特徴マップを順次ダウンサンプリングするエンコーダ 321 による演算、エンコーダ 321 から入力された特徴マップを順次アップサンプリングするデコーダ 322 による演算、及びデコーダ 322 より最終的に得られる特徴マップの各画素を識別するソフトマックス層 323 による演算を実行する。第 2 演算部 206 は、学習モデル 320 による演算結果を制御部 201 へ出力する（ステップ S106）。

- [0060] 図6のフローチャートでは、便宜的に、第1演算部205による演算を実行した後に、第2演算部206による演算を実行する手順としたが、第1演算部205による演算と第2演算部206による演算とは同時並行的に実施されるとよい。
- [0061] 制御部201は、第1学習モデル310による演算結果と、第2学習モデル320による演算結果とに基づき、術野画像についての統合的な認識結果を導出する。具体的には、制御部201は、以下の処理を実行する。
- [0062] 制御部201は、第1学習モデル310による演算結果を参照し、疎性結合組織の認識処理を実行する（ステップS107）。制御部201は、第1学習モデル310のソフトマックス層313から出力されるラベルの確率が閾値以上（例えば60%以上）の画素を抽出することによって、術野画像に含まれる疎性結合組織を認識することができる。
- [0063] 制御部201は、第2学習モデル320による演算結果を参照し、神経組織の認識処理を実行する（ステップS108）。制御部201は、第2学習モデル320のソフトマックス層323から出力されるラベルの確率が閾値以上（例えば60%以上）の画素を抽出することによって、術野画像に含まれる神経組織を認識することができる。
- [0064] 制御部201は、疎性結合組織の認識結果と、神経組織の認識結果とが重複したか否かを判断する（ステップS109）。このステップでは、術野画像に含まれる特定の構造体が、一方では疎性結合組織と認識され、他方では神経組織と認識されたか否かを確認する。具体的には、制御部201は、術野画像内の1つの画素において一方では疎性結合組織と認識され、他方では神経組織と認識された場合、認識結果が重複していると判断する。また、疎性結合組織と認識された術野画像内の領域と、神経組織と認識された術野画像内の領域とを比較し、認識結果の重複と判断しても良い。例えば両者の重なりが面積比で所定割合以上（例えば40%以上）である場合、認識結果が重複していると判断し、所定割合未満である場合、認識結果は重複していないと判断すればよい。

[0065] 認識結果が重複していないと判断した場合（S 1 0 9 : N O）、制御部 2 0 1 は、疎性結合組織の認識結果及び神経組織の認識結果を出力する（ステップ S 1 1 0）。具体的には、制御部 2 0 1 は、第 1 演算部 2 0 5 に指示を与えることにより、疎性結合組織の認識画像を術野画像上に重畳表示させ、第 2 演算部 2 0 6 に指示を与えることにより、神経組織の認識画像を術野画像上に重畳表示させる。第 1 演算部 2 0 5 及び第 2 演算部 2 0 6 は、制御部 2 0 1 からの指示に応じて、それぞれ疎性結合組織及び神経組織の認識画像を内蔵の V R A M に描画し、出力部 2 0 7 を通じて表示装置 1 3 0 に出力することにより、疎性結合組織及び神経組織の認識画像を術野画像上に重畳して表示する。

[0066] 図 7 は実施の形態 1 における認識結果の表示例を示す模式図である。図 7 の表示例では、図面作成の都合上、疎性結合組織 5 0 2 として認識された部分はハッチングを付した領域として示され、神経組織 5 0 3 として認識された部分は別のハッチングを付した領域として示されている。実際には、疎性結合組織 5 0 2 として認識された画素は例えば青系の色で表示され、神経組織 5 0 3 として認識された画素は例えば緑系の色で表示される。術者は、表示装置 1 3 0 に表示される認識結果を閲覧することによって、疎性結合組織 5 0 2 と神経組織 5 0 3 と区別して認識することができ、例えば、損傷させてはいけない神経組織 5 0 3 の存在を把握しながら、エネルギー処置具 1 2 を用いて疎性結合組織 5 0 2 を剥離することができる。

[0067] 本実施の形態では、第 1 演算部 2 0 5 の演算結果に基づき認識される疎性結合組織、及び第 2 演算部 2 0 6 の演算結果に基づき認識される神経組織の両方を表示する構成としたが、何れか一方のみを表示する構成としてもよい。また、表示すべき組織は術者によって選択されてもよく、術者の操作によって切り替えられてもよい。

[0068] 図 6 に示すフローチャートのステップ S 1 0 9 で、認識結果が重複したと判断した場合（S 1 0 9 : Y E S）、制御部 2 0 1 は、類似構造体を認識したことを示す警告情報を出力する（ステップ S 1 1 1）。

[0069] 図8は実施の形態1における警告情報の表示例を示す模式図である。図8は、術野画像に含まれる構造体504を、第1演算部205の演算結果に基づき疎性結合組織と認識し、第2演算部206の演算結果に基づき神経組織とした場合の警告情報の表示例を示している。第1演算部205が用いる第1学習モデル310は、術野画像の入力に応じて疎性結合組織に関する情報を出力するよう学習されており、第2演算部206が用いる第2学習モデル320は、術野画像の入力に応じて神経組織に関する情報を出力するよう学習されているが、疎性結合組織と神経組織とは外見上で類似の特徴を有しているので、上記の2つの学習モデル310、320を用いて独立して認識処理を行った場合、認識結果が重複する可能性がある。認識結果が重複している場合、何れか一方の認識結果のみを術者に提示すると、実際には疎性結合組織であるが神経組織と誤認する可能性、若しくは、実際には神経組織であるが疎性結合組織と誤認する可能性が生じる。認識結果が重複している場合、制御部201は、図8に示すような警告情報を表示することにより、術者に対し確認を促すことができる。

[0070] 図8に示す例において、制御部201は、警告を示す文字情報を術野画像に重畳して表示する構成としたが、術野画像の表示領域外に警告を示す文字情報を表示してもよく、別の表示装置（不図示）に警告を示す文字情報を表示してもよい。制御部201は、警告を示す文字情報を表示する構成に代えて、警告を示す図形を表示したり、音声や音の出力により警告を行ってもよい。

[0071] （変形例1－1）

情報処理装置200の制御部201は、第1学習モデル310による疎性結合組織の認識結果と、第2学習モデル320による神経組織の認識結果とが重複する場合、認識結果に基づく情報の出力を停止してもよい。

[0072] （変形例1－2）

情報処理装置200の制御部201は、第1学習モデル310による疎性結合組織の認識結果と、第2学習モデル320による神経組織の認識結果と

が重複する場合、確信度が高い方の認識結果を選択し、選択した認識結果に基づく情報を出力してもよい。第1学習モデル310による認識結果の確信度は、ソフトマックス層313から出力される確率に基づき計算される。例えば、制御部201は、疎性結合組織と認識された各画素について確率値の平均を求めることにより、確信度を計算すればよい。第2学習モデル320による認識結果の確信度についても同様である。例えば、図8に示す構造体504を第1学習モデル310により認識した結果、95%の確信度で疎性結合組織と認識し、同じ構造体504を第2学習モデル320により認識した結果、62%の確信度で神経組織と認識した場合、制御部201は、この構造体504が疎性結合組織であるとの認識結果を術者に提示すればよい。

[0073] (変形例1-3)

情報処理装置200の制御部201は、第1学習モデル310による疎性結合組織の認識結果と、第2学習モデル320による神経組織の認識結果とが重複する場合、確信度に応じた認識結果を導出し、確信度に応じた表示態様にて認識結果を表示してもよい。図9は確信度に応じた認識結果の表示例を示す模式図である。例えば、術野画像に含まれる構造体505を第1学習モデル310により認識した結果、95%の確信度で疎性結合組織と認識し、同じ構造体505を第2学習モデル320により認識した結果、神経組織として認識しなかった場合、制御部201は、この構造体505を例えば青系の色（図面上では黒色）で着色して術者に提示する。同様に、術野画像に含まれる構造体506を第2学習モデル320により認識した結果、90%の確信度で神経組織と認識し、同じ構造体506を第1学習モデル310により認識した結果、疎性結合組織として認識しなかった場合、制御部201は、この構造体506を例えば緑系の色（図面上では白色）で着色して術者に提示する。一方、術野画像に含まれる構造体507を第1学習モデル310により認識した結果、60%の確信度で疎性結合組織と認識し、同じ構造体507を第2学習モデル320により認識した結果、60%の確信度で神経組織と認識した場合、制御部201は、この構造体507を例えば青系の

色と緑系の色との中間色（図面上では灰色）で着色して術者に提示する。確信度に応じて色を変更する構成に代えて、彩度、透明度などを変更する構成を採用してもよい。

[0074] （変形例 1－4）

術野画像内に疎性結合組織と認識された構造体と、神経組織と認識された構造体とが存在する場合、情報処理装置 200 の制御部 201 は、両構造体の関係から、両構造体の適切な位置関係、特徴点までの距離、他の構造体までの距離、他の構造体の面積等の情報を導出してもよい。

[0075] 以上のように、実施の形態 1 では、第 1 学習モデル 310 による演算結果と、第 2 学習モデル 320 による演算結果とに基づき、術野に含まれる臓器についての統合的な認識結果を取得することができる。情報処理装置 200 は、類似構造体についての認識結果が重複した場合、警告を行ったり、情報の出力を停止するので、認識が誤っている可能性がある結果を術者に提示することを回避できる。

[0076] （実施の形態 2）

実施の形態 2 では、臓器認識と事象認識とを組み合わせ、統合的な認識結果を導出する構成について説明する。

[0077] 実施の形態 2 に係る情報処理装置 200 は、臓器を認識するための第 1 学習モデル 310 と、事象を認識するための第 3 学習モデル 330 とを備える。第 1 学習モデル 310 により認識する臓器は、疎性結合組織に限らず、予め設定した臓器であればよい。第 3 学習モデル 330 により認識する事象は、出血、損傷、脈動などの事象である。情報処理装置 200 のその他の構成は、実施の形態 1 と同様であるため、その説明を省略する。

[0078] 図 10 は第 3 学習モデル 330 の構成例を示す模式図である。第 3 学習モデル 330 は、エンコーダ 331、デコーダ 332、及びソフトマックス層 333 を備えており、術野画像の入力に対し、術野画像内で発生した事象に関する情報を出力するように構成される。第 3 学習モデル 330 が出力する事象に関する情報は、出血、損傷（エネルギー処置具 12 による焼け跡）、脈

動などの事象に関する情報である。第3学習モデル330は、画像セグメンテーションや物体検出用の学習モデルに限らず、CNN (Convolutional Neural Networks)、RNN (Recurrent Neural Networks)、LSTM (Long Short Term Memory)、GAN (Generative Adversarial Network) などによる学習モデルであってもよい。

[0079] 第3学習モデル330による演算は、第2演算部206において実行される。第2演算部206は、術野画像が入力された場合、学習済みのパラメータを含む第3学習モデル330の定義情報に従って演算を実行する。第3学習モデル330は、術野画像の入力に対して、事象が発生したか否かを示す確率をソフトマックス層333より出力すればよい。第3学習モデル330による演算結果は、制御部201へ出力される。制御部201は、ソフトマックス層333から出力されるラベルの確率が閾値以上（例えば60%以上）である場合、術野画像内で事象が発生したと判断する。制御部201は、術野画像の画素単位で事象発生の有無を判断してもよく、術野画像を単位として事象発生の有無を判断してもよい。

[0080] 図11は実施の形態2に係る情報処理装置200が実行する処理の手順を示すフローチャートである。情報処理装置200は、術野画像を取得する都度、実施の形態1と同様にステップS201～S206の手順を実行する。情報処理装置200の制御部201は、第1学習モデル310による演算結果と、第3学習モデル330による演算結果とを取得し、これらの演算結果に基づき、術野画像についての統合的な認識結果を導出する。具体的には、制御部201は、以下の処理を実行する。

[0081] 制御部201は、第1学習モデル310による演算結果を参照し、臓器の認識処理を実行する（ステップS207）。制御部201は、第1学習モデル310のソフトマックス層313から出力されるラベルの確率が閾値以上（例えば60%以上）の画素を抽出することによって、術野画像に含まれる臓器を認識することができる。

[0082] 制御部201は、第3学習モデル330による演算結果を参照し、事象の

認識処理を実行する（ステップS 2 0 8）。制御部2 0 1は、第3学習モデル3 3 0のソフトマックス層3 3 3から出力されるラベルの確率が閾値以上（例えば6 0 %以上）の画素を抽出することによって、画素毎に事象発生の有無を判断できる。

[0083] 制御部2 0 1は、ステップS 2 0 7で認識した臓器において、事象が発生したか否かを判断する（ステップS 2 0 9）。制御部2 0 1は、ステップS 2 0 7で臓器と認識された画素と、ステップS 2 0 8で事象が発生したと認識された画素とを比較し、両者が一致する場合、認識した臓器において事象が発生したと判断する。

[0084] 認識した臓器において事象が発生していないと判断した場合（S 2 0 9 : N O）、制御部2 0 1は、本フローチャートによる処理を終了する。なお、制御部2 0 1は、臓器の認識結果を事象に関連付けずに個別に表示してもよく、事象の認識結果を臓器に関連付けずに個別に表示してもよい。

[0085] 認識した臓器において事象が発生したと判断した場合（S 2 0 9 : Y E S）、制御部2 0 1は、事象が発生した臓器の情報を出力する（ステップS 2 1 0）。制御部2 0 1は、例えば、事象が発生した臓器の名称を文字情報として、術野画像上に重畳して表示すればよい。術野画像上に重畳表示する構成に代えて、術野画像外に事象が発生した臓器の名称を表示してもよく、音又は音声により出力してもよい。

[0086] 図1 2は実施の形態2における認識結果の表示例を示す模式図である。図1 2の表示例は、胃の表面から出血が発生した旨の文字情報を術野画像上に重畳表示した例を示している。制御部2 0 1は、出血が発生した臓器に限らず、エネルギー処置具1 2などにより損傷した臓器の情報を表示してもよく、脈動が発生している臓器の情報を表示してもよい。脈動が発生している血管などの臓器の情報を表示する際、例えば、脈動に同期させて臓器を点滅表示してもよい。同期は必ずしも完全に脈動に一致する必要はなく、脈動に近い周期的な表示であってもよい。

[0087] 制御部2 0 1は、特定の臓器（例えば、重要血管）からの出血を認識した

場合、図に示していないセンサにより常時検知している患者のバイタルサイン（脈拍、血圧、呼吸、体温）のデータを随時取得し、取得したデータを表示装置 130 に表示させてもよい。また、制御部 201 は、特定の臓器（例えば、重要血管）からの出血を認識した場合、通信部 208 を通じて外部装置に通知してもよい。通知先の外部装置は、麻酔科の医師が携帯する端末であってもよく、病院内の事象を統轄管理する院内サーバ等であってもよい。

[0088] また、制御部 201 は、臓器からの出血を認識した場合、臓器認識で用いる閾値を変更したり、臓器認識を停止させてもよい。更に、制御部 201 は、臓器からの出血を認識した場合、臓器認識が困難となる場合があるため、出血用に改良された学習モデル（不図示）に切り替え、この学習モデルにより臓器認識を継続してもよい。

[0089] また、制御部 201 は、出血に対して貧血のリスクがある場合、出血量若しくは出血速度の自動推定を行い、輸血の提案をしてもよい。制御部 201 は、画像上で出血面積を算出することにより出血量を推定することができ、出血面積の時間変化を算出することにより出血速度を推定することができる。

[0090] 以上のように、実施の形態 2 では、臓器認識用の学習モデル 310 と事象認識用の学習モデル 320 とを組み合わせ得られる統合的な認識結果を術者に提示できる。

[0091] （実施の形態 3）

実施の形態 3 では、臓器認識とデバイス認識とを組み合わせ、統合的な認識結果を導出する構成について説明する。

[0092] 実施の形態 3 に係る情報処理装置 200 は、臓器を認識するための第 1 学習モデル 310 と、デバイスを認識するための第 4 学習モデル 340 とを備える。第 1 学習モデル 310 により認識する臓器は、疎性結合組織に限らず、予め設定した臓器であればよい。第 4 学習モデル 340 により認識するデバイスは、エネルギー処置具 12、鉗子 13 などの手術中に使用される術具である。情報処理装置 200 のその他の構成は、実施の形態 1 と同様であるた

め、その説明を省略する。

[0093] 図13は第4学習モデル340の構成例を示す模式図である。第4学習モデル340は、エンコーダ341、デコーダ342、及びソフトマックス層343を備えており、術野画像の入力に対し、術野画像に含まれるデバイスに関する情報を出力するように構成される。第4学習モデル340が出力するデバイスに関する情報は、エネルギー処置具12、鉗子13などの手術中に使用される術具に関する情報である。第4学習モデル340は、画像セグメンテーションや物体検出用の学習モデルに限らず、CNN、RNN、LSTM、GANなどによる学習モデルであってもよい。第4学習モデル340は、デバイスの種類に応じて複数用意されてもよい。

[0094] 第4学習モデル340による演算は、第2演算部206において実行される。第2演算部206は、術野画像が入力された場合、学習済みのパラメータを含む第4学習モデル340の定義情報に従って演算を実行する。第4学習モデル340は、術野画像の入力に対して、各画素が特定のデバイスに該当するか否かを示す確率をソフトマックス層343より出力すればよい。第4学習モデル340による演算結果は、制御部201へ出力される。制御部201は、ソフトマックス層343から出力されるラベルの確率が閾値以上（例えば60%以上）である場合、術野画像に含まれる特定のデバイスを認識したと判断する。

[0095] 図14は実施の形態3に係る情報処理装置200が実行する処理の手順を示すフローチャートである。情報処理装置200は、術野画像を取得する都度、実施の形態1と同様にステップS301～S306の手順を実行する。情報処理装置200の制御部201は、第1学習モデル310による演算結果と、第4学習モデル340による演算結果とを取得し、これらの演算結果に基づき、術野画像についての統合的な認識結果を導出する。具体的には、制御部201は、以下の処理を実行する。なお、記憶部202には、直近（例えば1フレーム前）の術野画像において認識された臓器の情報とデバイスの情報が記憶されているものとする。

- [0096] 制御部201は、第1学習モデル310による演算結果を参照し、臓器の認識処理を実行する（ステップS307）。制御部201は、第1学習モデル310のソフトマックス層313から出力されるラベルの確率が閾値以上（例えば60%以上）の画素を抽出することによって、術野画像に含まれる臓器を認識することができる。
- [0097] 制御部201は、第4学習モデル340による演算結果を参照し、デバイスの認識処理を実行する（ステップS308）。制御部201は、第4学習モデル340のソフトマックス層343から出力されるラベルの確率が閾値以上（例えば60%以上）の画素を抽出することによって、術野画像に含まれるデバイスを認識することができる。
- [0098] 制御部201は、ステップS307で認識した臓器上でデバイスが移動しているか否かを判断する（ステップS309）。制御部201は、直近の術野画像により認識された臓器及びデバイスの情報を記憶部202から読み出し、読み出した臓器及びデバイスの情報と、新たに認識した臓器及びデバイスの情報とを比較し、相対的な位置の変化を検出することにより、デバイスが臓器上で移動しているか否かを判断することができる。
- [0099] 臓器上でデバイスが移動していないと判断した場合（S309：NO）、制御部201は、本フローチャートによる処理を終了する。なお、制御部201は、臓器の認識結果をデバイスとは無関係に表示してもよく、デバイスの認識結果を臓器とは無関係に表示してもよい。
- [0100] 臓器上でデバイスが移動していると判断した場合（S309：YES）、制御部201は、臓器の表示態様を変更した表示データを生成し、出力部207を通じて表示装置130へ出力する（ステップS310）。制御部201は、臓器の表示色、彩度、透明度を変えることによって表示態様を変更してもよく、臓器を点滅表示することによって表示態様を変更してもよい。表示装置130には表示態様が変更された臓器が表示される。臓器上でデバイスが移動している場合、情報処理装置200が臓器を誤認識する可能性があるため、表示態様を変更して表示することにより、術者に判断を促すことが

できる。なお、制御部201は、第1演算部205に対して表示態様の変更を指示し、第1演算部205の処理により表示態様を変更してもよい。

[0101] (変形例3-1)

情報処理装置200の制御部201は、臓器上でデバイスが移動している(停止していない)と判断した場合、臓器の認識処理を停止させてもよい。臓器の認識処理を停止させた場合、制御部201は、デバイスの認識処理を継続的に行い、デバイスが停止したと判断したタイミングで臓器の認識処理を再開すればよい。

[0102] (変形例3-2)

情報処理装置200の制御部201は、臓器上でデバイスが移動している(停止していない)と判断した場合、臓器の認識結果の出力処理を停止させてもよい。この場合、第1学習モデル310及び第4学習モデル340による演算、第1学習モデル310の演算結果に基づく臓器の認識処理、第4学習モデル340の演算結果に基づくデバイスの認識処理は継続的に実行され、臓器の認識結果を示す認識画像の表示は停止される。制御部201は、デバイスが停止したと判断したタイミングで出力処理を再開すればよい。

[0103] (変形例3-3)

情報処理装置200の制御部201は、臓器の認識処理と、デバイスの認識処理とに基づき、デバイスが処理している臓器の情報を導出してもよい。制御部201は、ステップS307で臓器と認識された画素と、ステップS308でデバイスと認識された画素とを比較することにより、デバイスが処理している臓器の情報を導出することができる。制御部201は、デバイスが処理している臓器の情報を出力し、例えば表示装置130に表示させてもよい。

[0104] (変形例3-4)

情報処理装置200の制御部201は、認識したデバイスの寸法情報を取得し、取得したデバイスの寸法情報を基に、認識した臓器の寸法情報を導出してもよい。

[0105] 図15は寸法情報の導出手順を示すフローチャートである。制御部201は、認識したデバイスの寸法情報を取得する（ステップS321）。デバイスの寸法情報は情報処理装置200の記憶部202に予め記憶されていてもよく、外部装置に記憶されていてもよい。前者の場合、制御部201は記憶部202から所望の情報を読み出すことにより寸法情報を取得すればよく、後者の場合、制御部201は外部装置にアクセスして寸法情報を取得すればよい。なお、寸法情報は、デバイス全体の寸法である必要はなく、デバイスの一部分（例えば刃先部分）の寸法であってもよい。

[0106] 制御部201は、取得した寸法情報が示すデバイス部分の画像情報の寸法と、認識した臓器の画像上での寸法との比を算出する（ステップS322）。

[0107] 制御部201は、ステップS321で取得したデバイスの寸法情報と、ステップS322で算出した寸法比とに基づき、臓器の寸法を算出する（ステップS323）。制御部201は、算出した臓器の寸法情報を出力し、例えば表示装置130に表示させてもよい。

[0108] （変形例3-5）

情報処理装置200の制御部201は、臓器の認識処理と、デバイスの認識処理とに基づき、デバイスによって損傷した臓器の情報を導出してもよい。例えば、制御部201は、臓器上のデバイスを認識し、かつ、当該臓器の一部が変色したと判断した場合、デバイスによる臓器の損傷を検知したと判断する。臓器上のデバイスは、図14のフローチャートに示す手順と同様の手順により認識される。また、臓器の変色は、画素値の経時変化により認識される。制御部201は、デバイスによる臓器損傷を検知した場合、その旨を示す情報を出力し、例えば表示装置130に表示させる。

[0109] （変形例3-6）

情報処理装置200の制御部201は、臓器の認識処理と、デバイスの認識処理とに基づき、臓器に対して使用されているデバイスが適切であるか否かを示す情報を導出してもよい。情報処理装置200の記憶部202は、臓

器の種類と、各臓器に対して使用可能なデバイス（若しくは使用されるべきでないデバイス）との関係を定義した定義テーブルを有するものとする。この定義テーブルには、例えば、腸管に対して、鋭利な鉗子は使用されるべきでないことが定義される。制御部201は、術野画像から臓器及びデバイスを認識し、上述した定義テーブルを参照することにより、臓器に対して使用されているデバイスが適切であるか否かを判断する。適切でないと判断した場合（例えば、腸管に対して鋭利な鉗子が使用されている場合）、制御部201は、誤ったデバイスが使用されている旨の情報を出力し、例えば表示装置130に表示させる。また、制御部201は、音声や警告音により警告を発してもよい。

[0110] （変形例3-7）

情報処理装置200の制御部201は、デバイスを認識した場合、当該デバイスの操作支援情報を出力し、例えば表示装置130に表示させてもよい。デバイスの操作支援情報は、デバイスの使用マニュアルであり、情報処理装置200の記憶部202若しくは外部装置に記憶されていればよい。

[0111] 以上のように、実施の形態3では、臓器認識用の学習モデル310とデバイス認識用の学習モデル340とを組み合わせ得られる統合的な認識結果を術者に提示できる。

[0112] （実施の形態4）

実施の形態4では、臓器認識と場面認識とを組み合わせ、統合的な認識結果を導出する構成について説明する。

[0113] 実施の形態4に係る情報処理装置200は、臓器を認識するための第1学習モデル310と、場면을認識するための第5学習モデル350とを備える。第1学習モデル310により認識する臓器は、疎性結合組織に限らず、予め設定した臓器であればよい。第1学習モデル310は、各種の臓器に対応できるように、臓器の種類毎にモデルが用意されてもよい。第5学習モデル350により認識する場面は、例えば手術の特徴的な場面を示す特徴場面である。情報処理装置200のその他の構成は、実施の形態1と同様であるた

め、その説明を省略する。

[0114] 図16は第5学習モデル350の構成例を示す模式図である。第5学習モデル350は、入力層351、中間層352、及び出力層353を備えており、術野画像の入力に対し、術野画像が示す場面に関する情報を出力するように構成される。第5学習モデル350が出力する場面に関する情報は、血管、重要神経、特異臓器（尿管や脾臓など）などの特定の臓器を含む場面である確率、血管の切離、リンパ節郭清などの特定の手術において特徴的な手技操作を行う場面である確率、特定の手術デバイス（血管クリップや自動吻合器など）を用いて特徴的な操作（血管の結紮や腸管の切離、吻合など）を行う場面の確率などの情報である。第5学習モデル350は、例えばCNNによって構築される。代替的に、第5学習モデル350は、RNN、LSTM、GANなどによって構築される学習モデルであってもよく、画像セグメンテーションや物体検出用の学習モデルであってもよい。

[0115] 第5学習モデル350による演算は、第2演算部206において実行される。第2演算部206は、術野画像が入力された場合、学習済みのパラメータを含む第5学習モデル350の定義情報に従って演算を実行する。第5学習モデル350は、術野画像の入力に対して、特定の場面に該当する確率を出力層353を構成する各ノードより出力する。第5学習モデル350による演算結果は、制御部201へ出力される。制御部201は、出力層353から出力される各場面の確率のうち、確率が最も大きい場面を選択することにより、場面認識を行う。

[0116] 図17は実施の形態4に係る情報処理装置200が実行する処理の手順を示すフローチャートである。情報処理装置200の制御部201は、CCU110から出力されるフレーム単位の術野画像を入力部204より取得する（ステップS401）。制御部201は、フレーム単位の術野画像を取得する都度、以下の処理を実行する。

[0117] 制御部201は、入力部204を通じて取得したフレーム単位の術野画像を第1演算部205及び第2演算部206へ送出すると共に、第2演算部2

06に対して演算の開始指示を与える（ステップS402）。

[0118] 第2演算部206は、制御部201から演算の開始指示が与えられると、第5学習モデル350による演算を実行する（ステップS403）。すなわち、第1演算部205は、第5学習モデル350を構成する入力層351、中間層352、及び出力層353における各演算を実行し、出力層353の各ノードから特定の場面に該当する確率を出力する。第2演算部206は、第5学習モデル350による演算結果を制御部201へ出力する（ステップS404）。

[0119] 制御部201は、第2演算部206による演算結果に基づき、場面の認識処理を実行する（ステップS405）。すなわち、制御部201は、出力層353から出力される各場面の確率のうち、確率が最も大きい場面を選択することにより、現在の術野画像が示す場面を特定する。

[0120] 制御部201は、特定した場面に応じて、臓器認識用の学習モデルを選択する（ステップS406）。例えば、ステップS405で認識した場面が尿管を含む場面である場合、制御部201は、尿管認識用の学習モデルを選択する。また、ステップS405で認識した場面が胃癌手術における脾臓上縁のリンパ節郭清場面である場合、制御部201は、リンパ節認識用の学習モデル、脾臓認識用の学習モデル、胃認識用の学習モデル等を選択する。また、ステップS405で認識した場面が血管クリップを用いて結紮する場面である場合、制御部201は、血管認識用の学習モデル、手術デバイス用の学習モデル等を選択する。制御部201は、尿管、リンパ節、脾臓、胃に限らず、特定した場面に応じて、臓器認識用の学習モデルを選択することができる。以下、ステップS406で選択した臓器認識用の学習モデルを第1学習モデル310とする。制御部201は、選択した第1学習モデル310の情報と共に、第1演算部205に対して演算の開始指示を与える。

[0121] 第1演算部205は、制御部201から演算の開始指示が与えられると、第1学習モデル310による演算を実行する（ステップS407）。すなわち、第1演算部205は、入力された術野画像から特徴マップを生成し、生

成した特徴マップを順次ダウンサンプリングするエンコーダ311による演算、エンコーダ311から入力された特徴マップを順次アップサンプリングするデコーダ312による演算、及びデコーダ312より最終的に得られる特徴マップの各画素を識別するソフトマックス層313による演算を実行する。第1演算部205は、学習モデル310による演算結果を制御部201へ出力する（ステップS408）。

[0122] 制御部201は、第1学習モデル310による演算結果を参照し、臓器の認識処理を実行する（ステップS409）。制御部201は、第1学習モデル310のソフトマックス層313から出力されるラベルの確率が閾値以上（例えば60%以上）の画素を抽出することによって、術野画像に含まれる臓器を認識することができる。

[0123] 制御部201は、臓器の認識結果を出力する（ステップS410）。具体的には、制御部201は、第1演算部205に指示を与えることにより、臓器の認識画像を術野画像上に重畳表示させる。第1演算部205は、制御部201からの指示に応じて、臓器の認識画像を内蔵のVRAMに描画し、出力部207を通じて表示装置130に出力することにより、臓器の認識画像を術野画像上に重畳して表示する。また、特定の場面が終了したことを認識する学習モデルを用いて、第1の学習モデルの演算の終了や異なる学習モデルの開始の指示を与えてもよい。

[0124] （変形例4-1）

情報処理装置200が特定の臓器の認識処理を行うように構成されている場合（すなわち、第1学習モデル310を1つだけ有する場合）、この特定の臓器を含むような場면을認識するまで、臓器認識処理を行わない構成としてもよい。

[0125] 図18は変形例4-1における処理手順を示すフローチャートである。情報処理装置200の制御部201は、図17に示す手順と同様の手順にて、術野画像を取得する都度、場面認識処理を実行する（ステップS421～S425）。

[0126] 制御部201は、場面認識処理により特定の場면을認識したか否かを判断する（ステップS426）。制御部201は、例えば、尿管を含む場面、リンパ節郭清場面、血管クリップを用いて結紮する場面など、予め設定された場面であるか否かを判断すればよい。特定の場면을認識していないと判断した場合（S426：NO）、制御部201は、本フローチャートによる処理を終了する。一方、特定の場면을認識したと判断した場合（S426：YES）、制御部201は、第1演算部205に演算開始指示を与える。

[0127] 第1演算部205は、制御部201から演算の開始指示が与えられると、第1学習モデル310による演算を実行し（ステップS427）、学習モデル310による演算結果を制御部201へ出力する（ステップS428）。

[0128] 制御部201は、第1学習モデル310による演算結果を参照し、臓器の認識処理を実行する（ステップS429）。制御部201は、第1学習モデル310のソフトマックス層313から出力されるラベルの確率が閾値以上（例えば60%以上）の画素を抽出することによって、術野画像に含まれる臓器を認識することができる。

[0129] 制御部201は、臓器の認識結果を出力する（ステップS430）。具体的には、制御部201は、第1演算部205に指示を与えることにより、臓器の認識画像を術野画像上に重畳表示させる。第1演算部205は、制御部201からの指示に応じて、臓器の認識画像を内蔵のVRAMに描画し、出力部207を通じて表示装置130に出力することにより、臓器の認識画像を術野画像上に重畳して表示する。

[0130] （変形例4-2）

情報処理装置200の制御部201は、場面認識処理の認識結果に応じて事前情報を取得し、取得した事前情報を参照して臓器認識処理を行ってもよい。図19は事前情報テーブルの一例を示す概念図である。事前情報テーブルには、手術の場面に応じて事前情報が登録される。胃癌手術において脾臓の上縁のリンパ節郭清を行う場合には、脾臓はリンパ節の下に存在する。事前情報テーブルには、例えば、胃癌手術において脾臓上縁のリンパ節郭清場

面に関して、脾臓はリンパ節の下に存在するという事前情報が登録される。事前情報テーブルには、図 19 に示した情報に限らず、各種の場面に応じた各種事前情報が登録される。事前情報テーブルは、情報処理装置 200 の記憶部 202 に用意されてもよく、外部装置に用意されてもよい。

[0131] 図 20 は変形例 4-2 における処理手順を示すフローチャートである。情報処理装置 200 の制御部 201 は、図 17 に示す手順と同様の手順にて、術野画像を取得する都度、場面認識処理を実行する（ステップ S441～S445）。

[0132] 制御部 201 は、記憶部 202 又は外部装置にアクセスし、認識した場面に応じて事前情報を取得する（ステップ S446）。事前情報を取得した後、制御部 201 は第 1 演算部 205 に対して演算の開始指示を与える。

[0133] 第 1 演算部 205 は、制御部 201 から演算の開始指示が与えられると、第 1 学習モデル 310 による演算を実行し（ステップ S447）第 1 学習モデル 310 による演算結果を制御部 201 へ出力する（ステップ S448）。

[0134] 制御部 201 は、第 1 学習モデル 310 による演算結果を参照し、臓器の認識処理を実行する（ステップ S449）。制御部 201 は、第 1 学習モデル 310 のソフトマックス層 313 から出力されるラベルの確率が閾値以上（例えば 60% 以上）の画素を抽出することによって、術野画像に含まれる臓器を認識することができる。

[0135] 制御部 201 は、臓器の認識結果が事前情報と整合するか否かを判断する（ステップ S450）。例えば、胃癌手術において脾臓の上縁のリンパ節郭清場面において、脾臓はリンパ節の下に存在するという事前情報が得られているにもかかわらず、リンパ節の上に存在する脾臓を認識した場合、制御部 201 は、臓器の認識結果と事前情報とが整合しないと判断することができる。

[0136] 臓器の認識結果と事前情報とが整合しないと判断した場合（S450：N）、制御部 201 は、警告情報を出力する（ステップ S451）。制御部

201は、臓器の認識結果と事前情報が整合しない旨の文字情報を出力部207より出力し、術野画像の表示領域内に重畳表示させる。制御部201は、術野画像の表示領域外に警告を示す文字情報を表示してもよく、別の表示装置（不図示）に警告を示す文字情報を表示してもよい。制御部201は、警告を示す文字情報を表示する構成に代えて、警告を示す図形を表示したり、音声や音の出力により警告を行ってもよい。

[0137] 本実施の形態では、臓器の認識結果と事前情報とが整合しない場合、警告情報を出力する構成としたが、両者が整合しない場合には誤認識の可能性があるため、臓器の認識結果の出力処理を停止させてもよい。この場合、第1学習モデル310及び第5学習モデル350による演算、第1学習モデル310の演算結果に基づく臓器の認識処理、第5学習モデル350の演算結果に基づく場面の認識処理は継続的に実行されるが、臓器の認識結果を示す認識画像の表示は停止される。また、制御部201は、出力処理を停止する構成に代えて、臓器の認識処理を停止する構成としてもよい。

[0138] 臓器の認識処理と事前情報とが整合すると判断した場合（S450：YES）、制御部201は、臓器の認識結果を出力する（ステップS452）。具体的には、制御部201は、第1演算部205に指示を与えることにより、臓器の認識画像を術野画像上に重畳表示させる。第1演算部205は、制御部201からの指示に応じて、臓器の認識画像を内蔵のVRAMに描画し、出力部207を通じて表示装置130に出力することにより、臓器の認識画像を術野画像上に重畳して表示する。

[0139] 図20のフローチャートでは、臓器の認識処理を実行した後に事前情報を参照する構成としたが、臓器の認識処理を実行する際に事前情報を参照してもよい。例えば、脾臓はリンパ節の下に存在するという事前情報が得られた場合、制御部201は、リンパ節の上側部分を認識対象から外すようにマスク情報を生成し、生成したマスク情報と共に、第1演算部205に対して演算の開始指示を与えてもよい。第1演算部205は、術野画像にマスクを適用し、マスクされた領域以外の部分画像に基づき第1学習モデル310によ

る演算を実行すればよい。

[0140] (変形例 4-3)

情報処理装置 200 の制御部 201 は、認識した場面に応じて、臓器認識に用いる閾値を変更してもよい。図 21 は変形例 4-3 における処理手順を示すフローチャートである。情報処理装置 200 の制御部 201 は、図 17 に示す手順と同様の手順にて、術野画像を取得する都度、場面認識処理を実行する（ステップ S461～S465）。

[0141] 制御部 201 は、場面認識処理により特定の場面を認識したか否かを判断する（ステップ S466）。制御部 201 は、例えば、尿管を含む場面、リンパ節郭清場面など、予め設定された場面であるか否かを判断すればよい。

[0142] 特定の場面を認識したと判断した場合（S466：YES）、制御部 201 は、臓器認識に用いる閾値を相対的に低い第 1 閾値（＜第 2 閾値）に設定する（ステップ S467）。すなわち、制御部 201 は、認識対象の臓器が検出されやすくなるように閾値を設定する。閾値を設定した後、制御部 201 は、第 1 演算部 205 に演算開始指示を与える。

[0143] 一方、特定の場面を認識していないと判断した場合（S466：NO）、制御部 201 は、臓器認識に用いる閾値を相対的に高い第 2 閾値（＞第 1 閾値）に設定する（ステップ S468）。すなわち、制御部 201 は、認識対象の臓器が検出されにくくなるように閾値を設定する。閾値を設定した後、制御部 201 は、第 2 演算部 206 に演算開始指示を与える。

[0144] 第 1 演算部 205 は、制御部 201 から演算の開始指示が与えられると、第 1 学習モデル 310 による演算を実行し（ステップ S469）、学習モデル 310 による演算結果を制御部 201 へ出力する（ステップ S470）。

[0145] 制御部 201 は、第 1 学習モデル 310 による演算結果を参照し、臓器の認識処理を実行する（ステップ S471）。制御部 201 は、第 1 学習モデル 310 のソフトマックス層 313 から出力されるラベルの確率と、ステップ S467 又はステップ S468 で設定した閾値（第 1 閾値又は第 2 閾値）とを比較し、閾値以上の画素を抽出することによって、術野画像に含まれる

臓器を認識することができる。

[0146] 制御部201は、臓器の認識結果を出力する（ステップS472）。具体的には、制御部201は、第1演算部205に指示を与えることにより、臓器の認識画像を術野画像上に重畳表示させる。第1演算部205は、制御部201からの指示に応じて、臓器の認識画像を内蔵のVRAMに描画し、出力部207を通じて表示装置130に出力することにより、臓器の認識画像を術野画像上に重畳して表示する。

[0147] （変形例4-4）

情報処理装置200の制御部201は、対象の臓器が認識されるまでの期間と、対象臓器が認識された後の期間とで閾値を変更してもよい。図22は変形例4-4における処理手順を示すフローチャートである。情報処理装置200の制御部201は、図17に示す手順と同様の手順にて、術野画像を取得する都度、場面認識処理と臓器認識処理とを実行する（ステップS481～S488）。なお、臓器認識処理に用いる閾値には、第3閾値（＜第1閾値）が予め設定されているものとする。

[0148] 制御部201は、ステップS488の臓器認識処理により臓器を認識したか否かを判断する（ステップS489）。例えば、第1学習モデル310のソフトマックス層313から出力されるラベルの確率が第3閾値以上（例えば30%以上）と判断された画素の数が所定数以上である場合、制御部201は、術野画像から臓器を認識したと判断することができる。

[0149] 臓器を認識していないと判断した場合（S489：NO）、制御部201は、第3閾値を設定する（ステップS490）。すなわち、制御部201は、予め設定されている閾値を維持する。臓器が認識されるまでの間、閾値を相対的に低い値に維持することにより、臓器は検出されやすくなり、情報処理装置200を臓器検出用のセンサとして機能させることができる。

[0150] 臓器を認識したと判断した場合（S489：YES）、制御部201は、第3閾値よりも高い第1閾値を設定する（ステップS491）。すなわち、臓器を認識し始めると、制御部201は、臓器認識に用いる閾値を第3閾値

から第1閾値(>第3閾値)に変更するので、臓器の認識精度を高めることができる。

[0151] 制御部201は、臓器の認識結果を出力する(ステップS492)。具体的には、制御部201は、第1演算部205に指示を与えることにより、臓器の認識画像を術野画像上に重畳表示させる。第1演算部205は、制御部201からの指示に応じて、臓器の認識画像を内蔵のVRAMに描画し、出力部207を通じて表示装置130に出力することにより、臓器の認識画像を術野画像上に重畳して表示する。

[0152] (変形例4-5)

情報処理装置200の制御部201は、場面認識により認識した場面の情報を基に、第1学習モデル310の演算結果より認識される臓器の固有名称を導出してもよい。図23は固有名称テーブルの一例を示す概念図である。固有名称テーブルには、手術の場面に関連付けて臓器の固有名称が登録される。例えば、S状結腸癌手術の場面には、下腸間膜動脈や下腸間膜神経叢が現れることが多い。固有名称テーブルには、S状結腸癌手術の場面に関し、臓器の固有名称として、下腸間膜動脈、及び下腸間膜神経叢が登録される。固有名称テーブルは、情報処理装置200の記憶部202に用意されてもよく、外部装置に用意されてもよい。

[0153] 制御部201は、場面認識により認識した場面に応じて、記憶部202又は外部装置にアクセスし、固有名称テーブルに登録されている臓器の固有名称を読み出すことにより、臓器認識により特定した臓器の固有名称を術者に提示することができる。図24は臓器名称の表示例を示す模式図である。制御部201は、場面認識によりS状結腸癌手術場面を認識し、血管認識用の第1学習モデル310を用いて血管を認識した場合、固有名称テーブルを参照することにより、その血管を下腸間膜動脈であると推定する。制御部201は、認識した血管の固有名称が下腸間膜動脈であるとの文字情報を表示装置130に表示させればよい。また、制御部201は、操作部203等を通じて術者の指示を受付けた場合にのみ固有名称を表示装置130に表示させ

てもよい。

[0154] なお、制御部 201 は、場面認識により S 状結腸癌手術場面を認識し、神経認識用の第 1 学習モデル 310 を用いて神経を認識した場合、固有名称テーブルを参照することにより、その神経を下腸間膜神経叢と推定し、表示装置 130 に表示させればよい。

[0155] (変形例 4-6)

情報処理装置 200 の制御部 201 は、場面認識により認識される場面の情報と、臓器認識により認識される臓器の情報とを基に、構造体の情報を導出してもよい。変形例 4-6 において導出する構造体の情報は、臓器認識により認識されない臓器の情報、癌や腫瘍などの病変部の情報などである。

[0156] 制御部 201 は、構造体テーブルを参照することにより構造体の情報を導出する。図 25 は構造体テーブルの一例を示す概念図である。構造体テーブルには、場面毎の既知の構造体の情報が登録される。構造体の情報は、例えば教科書的な臓器の情報であり、臓器の名称、位置、走行方向などの情報を含む。例えば、図 25 に示す構造体テーブルを参照すれば、制御部 201 は、胃の手術において、門脈を認識した場合、左胃静脈は門脈から分岐しているとの情報を術者に提示することができる。同様に、制御部 201 は、胃の手術において、右胃動脈が認識された場合、右胃動脈は根元が人の字の形状をしているとの情報を術者に提示することができる。

[0157] 構造体テーブルは患者毎に用意されてもよい。患者毎の構造体テーブルには、他の医用画像や検査手段を用いて事前に得られた患者毎の病変部の情報が登録される。例えば、CT (Computed Tomography) 画像、MRI (Magnetic Resonance Imaging) 画像、超音波断層像、光干渉断層像、アンギオグラフィ画像などにより事前に得られた病変部の情報が登録される。これらの医用画像を用いると、腹腔鏡 11 の観察画像 (術野画像) には現れないような臓器内部の病変部の情報が得られる。情報処理装置 200 の制御部 201 は、場面や臓器を認識した際、構造体テーブルを参照して、術野画像に現れていない病変部の情報を提示することができる。

- [0158] 図26は構造体の表示例を示す模式図である。図26Aは、胃の手術において、右胃動脈が認識された場合の表示例を示している。制御部201は、場面認識又は臓器認識により右胃動脈を認識し、構造体テーブルを参照し、右胃動脈の根元は人の字の形状をしているとの情報を読み出す。制御部201は、構造体テーブルから読み出した情報に基づき、右胃動脈の根元は人の字の形状をしているとの文字情報や未だ確認できていない血管の走行を予測して表示装置130に表示させることができる。
- [0159] 図26Bは術野画像内に現れていない病変部の表示例を示している。特定の患者について事前に得られた病変部の情報が構造体テーブルに登録されている場合、制御部201は、場面及び臓器を認識した際、患者毎の構造体テーブルを参照することにより、術野画像に現れていない病変部の情報を読み出す。制御部201は、構造体テーブルから読み出した情報に基づき、術野画像には現れていない病変部の画像や臓器内部に病変部が存在する旨の文字情報を表示装置130に表示させることができる。
- [0160] 制御部201は、上記の構造体を三次元画像として表示してもよい。制御部201は、CTやMRIなどにより事前に得られる複数の断層像をサーフェスレンダリングやボリュームレンダリングなどの手法を用いて再構築することにより、構造体を三次元画像として表示することができる。制御部201は、三次元画像を術野画像上に重畳することにより、拡張現実（AR：Augmented Reality）におけるオブジェクトとして表示してもよく、術野画像とは別に仮想現実（VR：Virtual Reality）のオブジェクトとして表示してもよい。拡張現実や仮想現実におけるオブジェクトは、図に示していないヘッドマウントディスプレイを通じて術者に提示されるものであってもよい。本実施の形態に係る情報処理装置200は、術野画像に現れる臓器などの構造体については第1学習モデル310などを用いて認識して表示することができ、術野画像に現れない構造体についてはAR技術やVR技術を利用して表示することができる。術者は、術野画像に現れている臓器などの構造や術野画像には現れていない内部の構造を視認することができ、全体像を容易に把握

することができる。

[0161] (変形例 4 - 7)

情報処理装置 200 の制御部 201 は、場面認識により認識される場面の情報と、臓器認識により認識される臓器の情報とを基に、発生し得る事象を予測してもよい。事象の予測には、過去の手術において発生した事例を収集した事例テーブルが用いられる。図 27 は事例テーブルの一例を示す概念図である。事例テーブルには、場面認識により認識される場面、及び臓器認識により認識される臓器に関連付けて、手術中に発生した事例の情報が登録される。図 27 のテーブルは、S 状結腸癌手術の場面において下腸間膜動脈から出血した事例が多数登録されている例を示している。

[0162] 図 28 は事象の表示例を示す模式図である。制御部 201 は、場面認識により S 状結腸癌手術の場面を認識し、臓器認識により下腸間膜動脈を認識した場合、事例テーブルを参照することにより、過去に出血が多発していることを把握することができるので、その旨を文字情報として表示装置 130 に表示させることができる。なお、制御部 201 は、過去に多発した事例に限らず、過去に生じた特殊な事例や術者に知らせるべき事例を事前情報として表示装置 130 に表示させてもよい。

[0163] 以上のように、実施の形態 4 では、臓器認識用の第 1 学習モデル 310 から得られる演算結果と、場面認識用の第 5 学習モデル 350 から得られる演算結果とに基づき、術野画像に関して統合的な認識結果を導出し、導出した認識結果に基づく情報を術者に提供することができる。

[0164] (実施の形態 5)

実施の形態 5 では、事象認識と場面認識とを組み合わせ、統合的な認識結果を導出する構成について説明する。

[0165] 実施の形態 5 に係る情報処理装置 200 は、事象の認識結果に応じて、当該事象における特徴場面の情報を導出する。具体例として、情報処理装置 200 が臓器損傷を事象として認識した場合、損傷の発生場面及び損傷の修復場面を特徴場面として導出する構成について説明する。情報処理装置 200

は、術野画像の入力に応じて、臓器の損傷に関する情報を出力するよう学習された第3学習モデル330と、術野画像の入力に応じて、損傷の発生場面及び損傷の修復場面に関する情報を出力するよう学習された第5学習モデル350を備えるものとする。情報処理装置200は、術野画像を取得する都度、第1演算部205において第3学習モデル330による演算を実行し、第2演算部206において第5学習モデル350による演算を実行する。また、情報処理装置200は、入力部204より入力される術野画像（映像）を記憶部202に一時的に録画するものとする。

[0166] 図29は実施の形態5に係る情報処理装置200が実行する処理の手順を示すフローチャートである。制御部201は、術野画像を取得する都度、第3学習モデル330による演算結果を参照して事象（臓器損傷）の認識処理を実行し、認識結果に基づき臓器損傷の有無を判断する。臓器損傷があると判断した場合において、制御部201は、以下の処理を実行する。

[0167] 制御部201は、術野画像を取得する都度、第5学習モデル350による演算結果を参照して場面認識処理を実行し（ステップS501）、場面認識処理の実行結果に基づいて損傷の発生場面を認識したか否かを判断する（ステップS502）。制御部201は、前フレームの場面と現フレームの場面とを比較し、臓器が損傷していない場面から、臓器が損傷している場面に切り替わった場合、損傷の発生場面を認識したと判断する。損傷の発生場面を認識していないと判断した場合（S502：NO）、制御部201は、処理をステップS505へ移行する。

[0168] 損傷の発生場面を認識したと判断した場合（S502：YES）、制御部201は、発生場面を含む部分映像を抽出する（ステップS503）。制御部201は、記憶部202に一時的に録画されている術野画像（映像）について、例えば、損傷発生時点よりも前の時点（例えば数秒前の時点）を部分映像の開始点、損傷発生時点部分を部分映像の終了点として指定することにより、発生場面を含む部分映像を抽出する。代替的に、制御部201は、術野画像（映像）の録画を更に進め、損傷発生時点よりも前の時点部分を部分映像の開

始点、損傷発生後の時点（例えば数秒後の時点）を部分映像の終了点として指定することにより、発生場面を含む部分映像を抽出してもよい。

[0169] 制御部201は、抽出した部分映像を記憶部202に記憶させる（ステップS504）。制御部201は、ステップS503で指定した開始点と終了点との間の部分映像を録画映像から切り出し、動画ファイルとして記憶部202に別途記憶させる。

[0170] 制御部201は、ステップS501の場面認識処理の実行結果に基づいて損傷の修復場面を認識したか否かを判断する（ステップS505）。制御部201は、前フレームの場面と現フレームの場面と比較し、臓器が損傷している場面から、臓器が損傷していない場面に切り替わった場合、損傷の修復場面を認識したと判断する。損傷の修復場面を認識していないと判断した場合（S505：NO）、制御部201は、本フローチャートによる処理を終了する。

[0171] 損傷の修復場面を認識したと判断した場合（S505：YES）、制御部201は、修復場面を含む部分映像を抽出する（ステップS506）。制御部201は、記憶部202に一時的に録画されている術野画像（映像）について、例えば、修復時点よりも前の時点（例えば数秒前の時点）を部分映像の開始点、修復時点部分を部分映像の終了点として指定することにより、修復場面を含む部分映像を抽出する。代替的に、制御部201は、術野画像（映像）の録画を更に進め、修復時点よりも前の時点部分を部分映像の開始点、修復後の時点（例えば数秒後の時点）を部分映像の終了点として指定することにより、修復場面を含む部分映像を抽出してもよい。

[0172] 制御部201は、抽出した部分映像を記憶部202に記憶させる（ステップS507）。制御部201は、ステップS506で指定した開始点と終了点との間の部分映像を録画映像から切り出し、動画ファイルとして記憶部202に別途記憶させる。

[0173] 制御部201は、場면을認識する都度、認識した場面の情報を場面記録テーブルに登録する。場面記録テーブルは記憶部202に用意される。図30

は場面記録テーブルの一例を示す概念図である。場面記録テーブルは、例えば、場면을認識した日時、認識した場면을識別する名称、及び場면을認識した際に抽出した部分映像の動画ファイルに関連付けて記憶する。図30の例では、手術の開始から終了までに認識した損傷の発生場面及び修復場面に関して、損傷の発生場面を示す動画ファイルと、損傷の修復場面を示す動画ファイルとを日時に関連付けて場面記録テーブルに登録した状態を示している。

[0174] 制御部201は、場面記録テーブルに登録した場面の情報を表示装置130に表示させてもよい。制御部201は、例えば、術者等が任意の場面を選択できるように、テーブル形式で場面の情報を表示装置130に表示させてもよい。代替的に、制御部201は、各場面を示すサムネイル、アイコン等のオブジェクト（UI）を表示画面上に配置し、術者等による場面の選択を受け付けてもよい。制御部201は、術者等による場面の選択を受付けた場合、該当する場面の動画ファイルを記憶部202から読み出し、読み出した動画ファイルを再生する。再生された動画ファイルは表示装置130にて表示される。

[0175] また、制御部201が選択した場面の動画ファイルを再生する構成としてもよい。制御部201は、場面記録テーブルを参照し、損傷の発生場面が登録されているが、その損傷に対する修復場面が登録されていない場合において、修復が施されていない旨を術者に報知するために、損傷の発生場面を再生してもよい。

[0176] 本実施の形態では、損傷の発生場面及び修復場면을認識し、認識した各場面について部分映像を抽出し、動画ファイルとして記憶部202に記憶させる構成としたが、認識すべき場面は、損傷の発生場面及び修復場面に限定されない。制御部201は、手術中に発生し得る様々な事象に関して、その事象における特徴場면을認識し、認識した特徴場面の部分映像を抽出して、動画ファイルとして記憶部202に記憶させればよい。

[0177] 例えば、制御部201は、出血事象を認識に応じて、出血の発生場面及び

止血場面を認識し、認識した各場面について部分映像を抽出し、動画ファイルとして記憶部202に記憶させてもよい。また、制御部201は、出血事象を認識した場合、ガーゼなどの人工物が術野画像内にフレームインした場面、及び術野画像からフレームアウトした場面を認識し、認識した各場面について部分映像を抽出し、動画ファイルとして記憶部202に記憶させてもよい。なお、患者体内へのガーゼの導入は出血時に限らないため、制御部201は、出血事象の認識に依らず、手術中にガーゼが術野画像内にフレームインした場面、及び術野画像からガーゼがフレームアウトした場面を認識した場合、各場面について部分映像を抽出し、動画ファイルとして記憶部202に記憶させてもよい。また、制御部201は、ガーゼに限らず、止血クリップ、拘束バンド、縫合針などの人工物が術野画像内にフレームインした場面、及び術野画像からフレームアウトした場面を認識し、これらの場面の部分映像に対応する動画ファイルを記憶部202に記憶させてもよい。

[0178] 以上のように、実施の形態5では、手術中に発生した事象に関して、特徴的な場面を示す部分映像（動画ファイル）を記憶部202に記憶させるので、事象の振り返りを容易にすることができる。

[0179] （実施の形態6）

情報処理装置200の制御部201は、同一の術野画像について第1学習モデル310による演算を第1演算部205及び第2演算部206の双方に実行させ、第1演算部205による演算結果と、第2演算部206による演算結果とを評価することにより、第1演算部205又は第2演算部206におけるエラー情報を導出してもよい。

[0180] 図31は実施の形態6に係る情報処理装置200が実行する処理の手順を示すフローチャートである。制御部201は、術野画像を取得した場合（ステップS601）、第1学習モデル310による演算を第1演算部205及び第2演算部206の双方に実行させる（ステップS602）。

[0181] 制御部201は、第1演算部205の演算結果と、第2演算部206の演算結果とを取得し（ステップS603）、演算結果を評価する（ステップS

604)。制御部201は、第1演算部205による演算結果と第2演算部206の演算結果とが所定量以上相違するか否かを判断する（ステップS605）。相違が所定量未満である場合（S605：NO）、制御部201は、本フローチャートによる処理を終了する。所定量以上相違すると判断した場合（S605：YES）、制御部201は、エラーを検知したと判断し（ステップS606）、警告情報を出力する（ステップS607）。警告情報は表示装置130に表示されてもよく、音又は音声により出力されてもよい。

[0182] （実施の形態7）

実施の形態7では、複数の学習モデルによる認識結果を組み合わせることにより、術具の使用状態を推定する構成について説明する。

[0183] 実施の形態7に係る情報処理装置200は、臓器を認識するための第1学習モデル310、デバイスを認識するための第4学習モデル340、及び場面を認識するための第5学習モデル350を備える。

[0184] 第1学習モデル310は、術野画像の入力に応じて、術野画像を構成する各画素が認識対象の臓器に該当するか否かを示す確率を出力するよう学習される学習モデルである。情報処理装置200の制御部201は、第1学習モデル310から演算結果を随時取得し、時系列的に解析することにより、臓器に対する術具の影響を推定する。例えば、制御部201は、第1学習モデル310により臓器と認識された画素数や面積の変化、若しくは臓器と認識された画素の消失量などを算出し、所定量の画素が消失したと判断した場合、術具が臓器上に移動したと推定する。

[0185] 第4学習モデル340は、術野画像の入力に応じて、術野画像に現れるデバイスに関する情報を出力するよう学習される学習モデルである。実施の形態7における第4学習モデル340は、デバイスに関する情報として、鉗子13の開閉状態に係る情報を含むように学習される。

[0186] 第5学習モデル350は、術野画像が入力された場合、術野が示す場面に関する情報を出力するよう学習される学習モデルである。実施の形態7にお

ける第5学習モデル350は、場面に関する情報として、臓器が把持される場面の情報を含むように学習される。

[0187] 図32は実施の形態7における推定手法を説明する説明図である。図32に示す術野画像は、臓器を構成する組織ORG1と、悪性腫瘍などの病変部を含む組織ORG2との間を満たす結合組織を切除しようとしている場面を示している。このとき、術者は、病変部を含む組織ORG2を鉗子13により把持し、適宜の方向に展開させることによって、病変部を含む組織ORG2と残すべき組織ORG1との間に存在する結合組織を露出させる。術者は、露出させた結合組織をエネルギー処置具12を用いて切除することにより、病変部を含む組織ORG2を残すべき組織ORG1から剥離させる。

[0188] 情報処理装置200の制御部201は、図32に示すような術野画像を第4学習モデル340に入力して得られる演算結果を取得し、鉗子13が閉じた状態であることを認識する。しかしながら、第4学習モデル340の演算結果のみでは、制御部201は、臓器を把持した状態で鉗子13が閉じているのか、臓器を把持せずに鉗子13が閉じているのかを把握することはできない。

[0189] そこで、実施の形態7では、第1学習モデル310及び第5学習モデル350の演算結果を更に組み合わせることにより、鉗子13の使用状態を推定する。すなわち、制御部201は、第4学習モデル340の演算結果により、鉗子13が閉じた状態であることを認識し、第1学習モデル310の演算結果により、鉗子13が臓器上に存在すること認識し、かつ、第5学習モデル350の演算結果により、臓器が把持される場面であることを認識した場合、鉗子13は臓器を把持した状態で閉じていると認識することができる。

[0190] 図33は実施の形態7における推定手順を示すフローチャートである。情報処理装置200の制御部201は、CCU110から出力されるフレーム単位の術野画像を入力部204より取得する（ステップS701）。制御部201は、フレーム単位の術野画像を取得する都度、以下の処理を実行する。

[0191] 制御部201は、第4学習モデル340による演算結果を取得し（ステップS702）、鉗子13は閉じているか否かを判断する（ステップS703）。第4学習モデル340による演算は例えば第2演算部206により実行される。制御部201は、第2演算部206から第4学習モデル340による演算結果を取得すればよい。鉗子13が閉じていないと判断した場合（S703：NO）、制御部201は、本フローチャートによる処理を終了する。

[0192] 鉗子13が閉じていると判断した場合（S703：YES）、制御部201は、第1学習モデル310による演算結果を取得し（ステップS704）、鉗子13は臓器上に存在するか否かを判断する（ステップS705）。第1学習モデル310による演算は例えば第1演算部205により実行される。制御部201は、第1演算部205から第1学習モデル310による演算結果を取得すればよい。鉗子13が臓器上に存在しないと判断した場合（S705：NO）、制御部201は、本フローチャートによる処理を終了する。

[0193] 鉗子13が臓器上に存在すると判断した場合（S705：YES）、制御部201は、第5学習モデル350による演算結果を取得し（ステップS706）、臓器が把持される場面であるか否かを判断する（ステップS707）。第5学習モデル350による演算は、例えば第4学習モデル340による演算が実行されていない間に第2演算部206により実行される。制御部201は、第2演算部206から第5学習モデル350による演算結果を取得すればよい。臓器が把持される場面でないと判断した場合（S707：NO）、制御部201は、本フローチャートによる処理を終了する。

[0194] 臓器が把持される場面であると判断した場合（ステップS707：YES）、制御部201は、鉗子が臓器を把持した状態であると推定する（ステップS708）。推定結果は、術野画像上に表示されてもよい。例えば、鉗子13による臓器の把持が完了したタイミングで、鉗子13の色を明るくする等の表示を行ってもよい。

[0195] 本実施の形態では、鉗子 13 により臓器が把持された状態を推定する構成について説明したが、複数の学習モデルの認識結果を組み合わせることにより、鉗子 13 による把持だけでなく、様々な手術デバイスを用いた処置（把持、切離、剥離など）を推定することが可能となる。

[0196] （実施の形態 8）

実施の形態 8 では、入力される術野画像に応じて最適な学習モデルを選択する構成について説明する。

[0197] 実施の形態 8 に係る情報処理装置 200 は、同一の認識対象を認識する複数の学習モデルを備える。一例として、第 1 学習モデル 310 及び第 2 学習モデル 320 を用いて同一臓器を認識する構成について説明する。第 1 学習モデル 310 及び第 2 学習モデル 320 により認識する臓器は、疎性結合組織や神経組織に限定されず、予め設定された臓器であればよい。

[0198] 一例では、第 1 学習モデル 310 及び第 2 学習モデル 320 は、異なるニューラルネットワークを用いて構築される。例えば、第 1 学習モデル 310 は S e g N e t により構築され、第 2 学習モデル 320 は U - N e t により構築される。第 1 学習モデル 310 及び第 2 学習モデル 320 を構築するニューラルネットワークの組み合わせは上記に限らず、任意のニューラルネットワークを用いればよい。

[0199] 代替的に、第 1 学習モデル 310 及び第 2 学習モデル 320 は、内部構成が異なる学習モデルであってもよい。例えば、第 1 学習モデル 310 及び第 2 学習モデル 320 は、同一のニューラルネットワークを用いて構築される学習モデルであるが、層の種類や層の数、ノードの数やノードの接続関係などが異なるものであってもよい。

[0200] また、第 1 学習モデル 310 及び第 2 学習モデル 320 は、異なる訓練データを用いて学習された学習モデルであってもよい。例えば、第 1 学習モデル 310 は、第 1 の専門家がアノテーションした正解データを含む訓練データを用いて学習した学習モデルであり、第 2 学習モデル 320 は、第 1 の専門家とは異なる第 2 の専門家がアノテーションした正解データを含む訓練デ

ータを用いて学習した学習モデルであってもよい。また、第1学習モデル310は、ある医療機関で撮像された術野画像と当該術野画像に対するアノテーションデータ（正解データ）とを含む訓練データを用いて学習した学習モデルであり、第2学習モデル320は別の医療機関で撮像された術野画像と当該術野画像に対するアノテーションデータ（正解データ）とを含む訓練データを用いて学習した学習モデルであってもよい。

[0201] 情報処理装置200は、術野画像が入力された場合、第1学習モデル310による演算を第1演算部205にて実行し、第2学習モデル320による演算を第2演算部206により実行する。情報処理装置200の制御部201は、第1演算部205による演算結果と、第2演算部206による演算結果とを解析し、解析結果に基づき臓器認識に最適な学習モデル（本実施の形態では、第1学習モデル310及び第2学習モデルの何れか一方）を選択する。

[0202] 図34は演算結果の解析手法を説明する説明図である。臓器を認識する各学習モデルからは、各画素が認識対象の臓器に該当するか否かを示す確率（確信度）が演算結果として出力される。確信度毎に画素数を集計すると、例えば、図34A～図34Cに示すような分布が得られる。図34A～図34Cに示す各グラフの横軸は確信度を表し、縦軸は画素数（画像全体に占める割合）を表している。理想的には、各画素は確信度が1（臓器である確率が100%の場合）又は確信度が0（臓器である確率が0である場合）に分類されるので、理想的な学習モデルから得られる演算結果に基づき確信度の分布を調べると、図34Aに示すような二極化した分布が得られる。

[0203] 情報処理装置200の制御部201は、第1学習モデル310及び第2学習モデル320から演算結果を取得した場合、確信度毎に画素数を集計し、理想的な分布に近い分布を有する学習モデルを選択する。例えば、第1学習モデル310の演算結果から得られる分布が図34Bに示す分布となり、第2学習モデル320の演算結果から得られる分布が図34Cに示す分布となった場合、後者の方が理想的な分布に近いので、制御部201は、第2学習

モデル320を選択する。

[0204] 制御部201は、例えば、確信度が1又は0に近づくにつれて評価値が高くなるような評価係数を用いて各分布を評価することにより、理想的な分布に近いかな否かを判断する。図35は評価係数テーブルの一例を示す図である。このような評価係数テーブルは記憶部202に予め用意される。図35の例では確信度が1又は0に近づくにつれて高い値をとるように評価係数が設定されている。

[0205] 制御部201は、確信度毎の画素数の集計結果が得られた場合、評価係数を乗じることにより、分布の良否を示すスコアを算出する。図36はスコアの算出結果の一例を示す図である。図36A～図36Cは、図34A～図34Cに示すそれぞれの分布についてスコアを算出した結果を示している。理想的な分布から算出したスコアは最も高くなる。第1学習モデル310の演算結果から求めた分布についてスコアを算出した場合、トータルのスコアは84となり、第2学習モデル320の演算結果から求めた分布についてスコアを算出した場合、トータルのスコアは188となる。すなわち、第1学習モデル310よりも第2学習モデル320の方が高いスコアを出せているので、制御部201は、適切な学習モデルとして、第2学習モデル320を選択する。

[0206] 図37は実施の形態8に係る情報処理装置200が実行する処理の手順を示すフローチャートである。制御部201は、術野画像を取得した場合（ステップS801）、第1学習モデル310による演算を第1演算部205に実行させ（ステップS802）、第1学習モデル310による演算結果を取得する（ステップS803）。制御部201は、第1学習モデル310について確信度毎の画素数を集計し（ステップS804）、それぞれに評価係数を乗じて分布のスコア（第1スコア）を算出する（ステップS805）。

[0207] 同様に、制御部201は、ステップS801で取得した術野画像について、第2学習モデル320による演算を第2演算部206に実行させ（ステップS806）、第2学習モデル320による演算結果を取得する（ステップ

S 8 0 7)。制御部 2 0 1 は、第 2 学習モデル 3 2 0 について確信度毎の画素数を集計し（ステップ S 8 0 8）、それぞれに評価係数を乗じて分布のスコア（第 2 スコア）を算出する（ステップ S 8 0 9）。

[0208] 本フローチャートでは、便宜的に、第 1 学習モデル 3 1 0 についての演算（S 8 0 2～S 8 0 5）を実行した後に、第 2 学習モデル 3 2 0 についての演算（S 8 0 6～S 8 0 9）を実行する手順としたが、これらの手順は前後してもよく、同時並行的に実行されてもよい。

[0209] 制御部 2 0 1 は、第 1 スコアと第 2 スコアとを比較し、第 1 スコアが第 2 スコア以上であるか否かを判断する（ステップ S 8 1 0）。

[0210] 第 1 スコアが第 2 スコア以上であると判断した場合（S 8 1 0：YES）、制御部 2 0 1 は、適切な学習モデルとして、第 1 学習モデル 3 1 0 を選択する（ステップ S 8 1 1）。以後、制御部 2 0 1 は、選択した第 1 学習モデル 3 1 0 を用いて臓器認識処理を実行する。

[0211] 第 1 スコアが第 2 スコア未満であると判断した場合（S 8 1 0：NO）、制御部 2 0 1 は、適切な学習モデルとして、第 2 学習モデル 3 2 0 を選択する（ステップ S 8 1 2）。以後、制御部 2 0 1 は、選択した第 2 学習モデル 3 2 0 を用いて臓器認識処理を実行する。

[0212] 以上のように、実施の形態 8 では、より適切な学習モデルを選択して臓器認識処理を実行することができる。

[0213] 情報処理装置 2 0 0 は、フォアグラウンドで第 1 学習モデル 3 1 0 の演算結果を用いた臓器認識処理を実行し、バックグラウンドで第 2 学習モデル 3 2 0 による演算を実行してもよい。制御部 2 0 1 は、第 1 学習モデル 3 1 0 及び第 2 学習モデル 3 2 0 の評価を定期的なタイミングで行い、評価結果に応じて臓器認識に用いる学習モデルを切り替えてもよい。また、制御部 2 0 1 は、術者等により指示が与えられたタイミングで、第 1 学習モデル 3 1 0 及び第 2 学習モデル 3 2 0 の評価を行い、評価結果に応じて臓器認識に用いる学習モデルを切り替えてもよい。更に、実施の形態 4 で説明した場面認識と組み合わせ、特徴場面を認識した場合に第 1 学習モデル 3 1 0 及び第 2 学

習モデル３２０の評価を行い、評価結果に応じて臓器認識に用いる学習モデルを切り替えてもよい。

[0214] 実施の形態８では、臓器認識用の学習モデル３１０、３２０に対する適用例を説明したが、事象認識用の学習モデル３３０、デバイス認識用の学習モデル３４０、及び場面認識用の学習モデル３５０についてもデフォルトのモデルとオプションのモデルとを用意しておき、これらの演算結果を評価して認識に用いるモデルを切り替えてもよい。

[0215] 実施の形態８では、第１学習モデル３１０及び第２学習モデル３２０の評価手法として、評価係数を用いた手法について説明したが、評価係数を用いた手法に限らず、様々な統計学の指標を用いて評価することが可能である。例えば、制御部２０１は、分布に関して分散や標準偏差を求め、分散や標準偏差が高い場合、分布が二極化していると判断してもよい。また、制御部２０１は、グラフの縦軸の値として１００画素の割合（％）の値を取り、グラフの尖度や歪度を求めることにより、各モデルの演算結果を評価してもよい。更に、制御部２０１は、最頻値やパーセンタイル等を使用して各モデルの演算結果を評価してもよい。

[0216] （実施の形態９）

実施の形態９では、フォアグラウンドで臓器認識を行い、バックグラウンドで出血事象の認識を行う構成について説明する。

[0217] 図３８は実施の形態９に係る情報処理装置２００が実行する処理の一例を示すシーケンス図である。情報処理装置２００には、入力部２０４を通じて、ＣＣＵ１１０から出力される術野画像の画像データが随時入力（ビデオ入力）される。入力された術野画像は、例えば記憶部２０２に常時録画される。制御部２０１は、フレーム単位で術野画像をメモリ上に展開し、第１演算部２０５及び第２演算部２０６に演算を指示する。第１演算部２０５が３０FPSの術野画像を処理する演算能力を有している場合、制御部２０１は、３０FPSのフレームレートで術野画像をメモリ上に展開する都度、第１演算部２０５に対して演算を指示すればよい。第１演算部２０５は、制御部２

01からの指示に応じて、第1学習モデル310に基づく演算（推論処理）を実行し、演算結果に基づき認識される臓器の認識画像を内蔵のVRAM上に描画する処理を実行する。VRAM上に描画された臓器の認識画像は、出力部207を通じて出力され、表示装置130に表示される。実施の形態9に係る情報処理装置200は、第1演算部205による臓器認識（推論）処理と描画処理とをフォアグラウンドで実行することにより、術野画像に含まれる臓器の認識画像を常時表示させることができる。

[0218] 第2演算部206は、常時認識しておく必要がない事象の認識処理をバックグラウンドで実行する。実施の形態9では、一例として、出血事象を認識する構成について説明するが、出血事象に代えて臓器の損傷事象や場면을認識する構成であってもよい。第2演算部206の演算能力は、第1演算部205の演算能力と比較して低くてもよい。例えば第2演算部206が6FPSの術野画像を処理する演算能力を有する場合、図38に示すように、第2演算部206は、30FPSで入力される術野画像を5回に1回の頻度で処理を行えばよい。

[0219] なお、第2演算部206がより高い演算能力を有する場合、バックグラウンドで複数の事象の認識処理を実行してもよい。例えば、第2演算部206が第1演算部205と同じ演算能力を有する場合、最大で5種類の事象の認識処理を実行することが可能であり、出血、臓器損傷などの事象を順次実行すればよい。

[0220] 図39は第1演算部205が実行する処理の手順を示すフローチャートである。第1演算部205は、現時点が推論モードであるか否かを判断する（ステップS901）。推論モードである場合（S901：YES）、第1演算部205は、制御部201によってメモリ上に展開された最新のフレームを取得し（ステップS902）、推論処理を実行する（ステップS903）。推論処理において、第1演算部205は、臓器認識用の第1学習モデル310に従って演算を実行する。第1学習モデル310を用いた演算により、臓器の認識画像が得られる。第1演算部205は、臓器の認識画像を内蔵の

VRAM上に描画する描画処理を実行する（ステップS904）。VRAM上に描画された臓器の認識画像は出力部207を通じて表示装置130に出力され、表示装置130にて表示される。描画処理を終えた後、第1演算部205は、処理をステップS901へ戻す。

[0221] 現時点が推論モードでない場合（S901：NO）、第1演算部205は、現時点が再生モードであるか否かを判断する（ステップS905）。再生モードでない場合（S905：NO）、第1演算部205は、処理をステップS901へ戻す。

[0222] 現時点が再生モードである場合（S905：YES）、第1演算部205は、第2演算部206によって作成された出血ログを取得し（ステップS906）、保存された部分映像から指定フレームを取得する（ステップS907）。ここで部分映像は、出血開始時点から出血終了時点までの時間範囲のフレームを有する術野の映像である。代替的に、部分映像は、出血開始時点を含み、出血開始前の時点から所定時間範囲が経過する時点までのフレームを有する術野の映像であってもよい。第2演算部206は、内蔵のVRAM上に部分映像を描画する描画処理を実行する（ステップS908）。VRAM上に描画された部分映像は出力部207を通じて表示装置130に出力され、表示装置130にて表示される。描画処理を終えた後、第1演算部205は、処理をステップS905へ戻す。

[0223] 図40は第2演算部206が実行する処理の手順を示すフローチャートである。第2演算部206は、制御部201によってメモリ上に展開された最新のフレームを取得し（ステップS921）、推論処理を実行する（ステップS922）。推論処理において、第2演算部206は、事象認識用の第3学習モデル330に従って演算を実行する。

[0224] 第2演算部206は、第3学習モデル330による演算結果に基づき、出血判定処理及びログ記録処理を実行する（ステップS923）。第2演算部206は、第3学習モデル330の演算結果に基づき、出血と認識された画素の数（若しくは術野画像内の割合）が閾値以上となった場合、出血の開始

を認識したと判定する。また、第2演算部206は、出血の開始を認識した後、出血と認識された画素の数（若しくは術野画像内の割合）が閾値未満となった場合、出血の終了を認識したと判定する。第2演算部206は、出血の開始若しくは出血の終了を認識した場合、ログに出血の開始又は出血の終了を記録する。

[0225] 第2演算部206は、出血開始及び出血終了のセットが揃ったか否かを判断する（ステップS924）。セットが揃っていない場合（S924：NO）、第2演算部206は、処理をステップS921へ戻す。セットが揃った場合、第2演算部206は、部分映像を保存する（ステップS925）。すなわち、第2演算部206は、出血開始時点から出血終了時点までの時間範囲のフレームを有する術野の映像を記憶部202に記憶させればよい。また、第2演算部206は、出血開始時点を含み、出血開始前の時点から所定時間範囲が経過する時点までのフレームを有する術野の映像を部分映像として記憶部202に記憶させてもよい。

[0226] 以上のように、実施の形態9では、臓器認識をフォアグラウンドで実行し、事象認識をバックグラウンドで実行する。第2演算部206において出血などの事象が認識された場合、第1演算部205は、臓器の認識処理及び描画処理に代えて、ログとして記録されている事象の描画処理を実行することができる。

[0227] なお、制御部201は、第1演算部205及び第2演算部206における負荷を常時モニタリングし、各演算部の負荷に応じて、第2演算部206が実行すべき演算を第1演算部205において実行してもよい。

[0228] 今回開示された実施形態は、全ての点において例示であって、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、上述した意味ではなく、請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味及び範囲内での全ての変更が含まれることが意図される。

[0229] 例えば、実施の形態1～8に係る情報処理装置200は、2種類の学習モデルによる演算結果から統合的な認識結果を導出する構成としたが、3種類

以上の学習モデルによる演算結果から統合的な認識結果を導出する構成としてもよい。例えば、実施の形態1と実施の形態2とを組み合わせ、情報処理装置200は、臓器認識用の2種類の学習モデル310、320の演算結果と、事象認識用の学習モデル330の演算結果とに基づき、統合的な認識結果を導出してもよい。また、実施の形態2と実施の形態3とを組み合わせ、情報処理装置200は、臓器認識用の学習モデル310の演算結果、事象認識用の学習モデル330の演算結果、及びデバイス認識用の学習モデル340の演算結果に基づき、統合的な認識結果を導出してもよい。情報処理装置200は、これらの組み合わせに限らず、実施の形態1～8を適宜組み合わせて、統合的な認識結果を導出してもよい。

[0230] また、本実施の形態では、第1演算部205において一方の学習モデルによる演算を実行し、第2演算部206において他方の学習モデルによる演算を実行する構成としたが、学習モデルによる演算を実行するハードウェアは第1演算部205及び第2演算部206に限定されない。例えば、制御部201において2種類以上の学習モデルによる演算を実行してもよいし、仮想マシンを用意して仮想マシン上で2種類以上の学習モデルによる演算を実行してもよい。

[0231] また、本実施の形態では、フローチャートにより処理の順番を規定したが、一部の処理については同時並行的に実行してもよく、処理の順番を入れ替えてもよい。

[0232] 各実施形態に記載した事項は相互に組み合わせることが可能である。また、特許請求の範囲に記載した独立請求項及び従属請求項は、引用形式に関わらず全てのあらゆる組み合わせにおいて、相互に組み合わせることが可能である。さらに、特許請求の範囲には他の2以上のクレームを引用するクレームを記載する形式（マルチクレーム形式）を用いているが、これに限るものではない。マルチクレームを少なくとも一つ引用するマルチクレーム（マルチマルチクレーム）を記載する形式を用いて記載してもよい。

符号の説明

- [0233] 1 0 トロッカ
- 1 1 腹腔鏡
- 1 2 エネルギー処置具
- 1 3 鉗子
- 1 1 0 カメラコントロールユニット (C C U)
- 1 2 0 光源装置
- 1 3 0 表示装置
- 1 4 0 録画装置
- 2 0 0 情報処理装置
- 2 0 1 制御部
- 2 0 2 記憶部
- 2 0 3 操作部
- 2 0 4 入力部
- 2 0 5 第1演算部
- 2 0 6 第2演算部
- 2 0 7 出力部
- 2 0 8 通信部
- 3 1 0 第1学習モデル
- 3 2 0 第2学習モデル
- P G 1 認識処理プログラム
- P G 2 表示処理プログラム

請求の範囲

- [請求項1] 術野画像の入力に応じて第1学習モデルによる演算を実行する第1演算部と、
- 前記術野画像の入力に応じて第2学習モデルによる演算を実行する第2演算部と、
- 前記第1演算部より出力される演算結果と、前記第2演算部より出力される演算結果とに基づき、前記術野画像についての統合的な認識結果を導出する導出部と、
- 導出した認識結果に基づく情報を出力する出力部と
- を備える情報処理装置。
- [請求項2] 前記第1学習モデル及び前記第2学習モデルは、前記術野画像が入力された場合、前記術野画像に含まれる臓器に関する情報を出力するよう学習された学習モデルである
- 請求項1に記載の情報処理装置。
- [請求項3] 前記導出部は、前記第1演算部の演算結果に基づき、前記術野画像に含まれる特定の構造体を第1臓器と認識し、前記第2演算部の演算結果に基づき、前記術野画像に含まれる前記構造体を前記第1臓器とは異なる第2臓器と認識した場合、類似構造体を認識したとの認識結果を導出し、
- 前記出力部は、前記認識結果に基づき、警告情報を出力する
- 請求項2に記載の情報処理装置。
- [請求項4] 前記導出部が、前記第1演算部の演算結果に基づき、前記術野画像に含まれる特定の構造体を第1臓器と認識し、前記第2演算部の演算結果に基づき、前記術野画像に含まれる前記構造体を前記第1臓器とは異なる第2臓器と認識したとの認識結果を導出した場合、前記出力部は、認識結果に基づく情報の出力を停止する
- 請求項2に記載の情報処理装置。
- [請求項5] 前記導出部は、前記第1演算部の演算結果に基づき、前記術野画像

に含まれる特定の構造体を第1臓器と認識し、前記第2演算部の演算結果に基づき、前記術野画像に含まれる前記構造体を前記第1臓器とは異なる第2臓器と認識した場合、確信度が高い方の演算結果に基づく認識結果を選択し、

前記出力部は、選択した認識結果に基づく情報を出力する

請求項2に記載の情報処理装置。

[請求項6] 前記導出部は、前記第1演算部の演算結果に基づき、前記術野画像に含まれる特定の構造体を第1臓器と認識し、前記第2演算部の演算結果に基づき、前記術野画像に含まれる前記構造体を前記第1臓器とは異なる第2臓器と認識した場合、夫々の演算結果の確信度に応じた認識結果を導出し、

前記出力部は、前記確信度に応じた表示態様にて前記認識結果を表示すべく前記認識結果の表示情報を生成し、生成した前記認識結果の表示情報を出力する

請求項2に記載の情報処理装置。

[請求項7] 前記第1学習モデルは、前記術野画像が入力された場合、前記術野画像に含まれる臓器に関する情報を出力するよう学習された学習モデルであり、

前記第2学習モデルは、前記術野画像が入力された場合、前記術野画像内で発生した事象に関する情報を出力するよう学習された学習モデルである

請求項1に記載の情報処理装置。

[請求項8] 前記第2学習モデルが出力する情報は、出血又は損傷に関する情報を含み、

前記導出部は、前記第1演算部の演算結果と前記第2演算部の演算結果とに基づき、出血又は損傷が発生した臓器の情報を導出する

請求項7に記載の情報処理装置。

[請求項9] 前記第2学習モデルが出力する情報は、脈動に関する情報を含み、

前記導出部は、前記第1演算部の演算結果と前記第2演算部の演算結果とに基づき、脈動している臓器の情報を導出し、

前記出力部は、脈動に同期させて前記臓器を表示すべく前記臓器の表示情報を生成し、生成した前記臓器の表示情報を出力する

請求項7に記載の情報処理装置。

[請求項10] 前記第1学習モデルは、前記術野画像が入力された場合、前記術野画像に含まれる臓器に関する情報を出力するよう学習された学習モデルであり、

前記第2学習モデルは、前記術野画像が入力された場合、前記術野画像に含まれる術具に関する情報を出力するよう学習された学習モデルである

請求項1に記載の情報処理装置。

[請求項11] 前記導出部は、前記第1演算部の演算結果より認識される臓器上で、前記第2演算部の演算結果より認識される術具が移動しているか否かを示す情報を導出し、

前記出力部は、前記術具が前記臓器上で移動しているか否かに応じて前記臓器の表示態様を異ならせるべく前記臓器の表示情報を生成し、生成した前記臓器の表示情報を出力する

請求項10に記載の情報処理装置。

[請求項12] 前記導出部は、前記第2演算部の演算結果より認識される術具が停止しているか否かを判断し、前記術具が停止していると判断した場合、前記第1演算部の演算結果に基づき臓器の認識処理を行い、前記術具が停止していないと判断した場合、前記認識処理を停止する

請求項10に記載の情報処理装置。

[請求項13] 前記導出部が、前記第2演算部の演算結果より認識される術具が停止していないと判断した場合、前記出力部は、前記臓器の認識結果に基づく情報の出力を停止する

請求項10に記載の情報処理装置。

- [請求項14] 前記導出部は、前記第1演算部の演算結果と前記第2演算部の演算結果とに基づき、術具が処理している臓器の情報を導出する
請求項10又は請求項11に記載の情報処理装置。
- [請求項15] 前記導出部は、前記第2演算部の演算結果より認識される術具の寸法情報を取得し、取得した寸法情報に基づき、前記第1演算部の演算結果より認識される臓器の寸法情報を導出する
請求項10又は請求項11に記載の情報処理装置。
- [請求項16] 前記出力部は、前記第2演算部の演算結果より認識される術具の操作支援情報を出力する
請求項10から請求項15の何れか1つに記載の情報処理装置。
- [請求項17] 前記第1学習モデルは、前記術野画像が入力された場合、前記術野画像に含まれる臓器に関する情報を出力するよう学習された学習モデルであり、
前記第2学習モデルは、前記術野画像が入力された場合、前記術野画像が示す場面の情報を出力するよう学習された学習モデルである
請求項1に記載の情報処理装置。
- [請求項18] 前記導出部は、前記第2演算部の演算結果より認識される場面が特徴的な場面であるか否かを判断し、特徴的な場面であると判断した場合、前記第1演算部の演算結果に基づき前記臓器の認識処理を実行する
請求項17に記載の情報処理装置。
- [請求項19] 前記導出部は、前記第2演算部の演算結果より認識される場面に応じて事前情報を取得し、取得した事前情報を参照して、前記第1演算部の演算結果に基づく臓器の認識処理を実行する
請求項17又は請求項18に記載の情報処理装置。
- [請求項20] 前記導出部は、前記第1演算部の演算結果に基づく臓器の認識結果と、事前情報との整合性を判断し、整合しないと判断した場合、前記認識結果と前記事前情報とが整合しない旨の警告情報を導出する

請求項 17 から請求項 19 の何れか 1 つに記載の情報処理装置。

[請求項21] 前記導出部は、前記第 1 演算部の演算結果に基づく臓器の認識結果と、事前情報との整合性を判断し、整合しないと判断した場合、前記臓器の認識処理を停止する

請求項 17 から請求項 20 の何れか 1 つに記載の情報処理装置。

[請求項22] 前記導出部が、前記第 1 演算部の演算結果に基づく臓器の認識結果と、事前情報とが整合しないとの認識結果を導出した場合、前記出力部は、前記臓器の認識結果に基づく情報の出力を停止する

請求項 17 から請求項 20 の何れか 1 つに記載の情報処理装置。

[請求項23] 前記第 1 学習モデルは、複数種の臓器の夫々に対応した複数の学習モデルを含み、

前記導出部は、前記第 2 演算部の演算結果より認識される場面に応じて、前記第 1 学習モデルとして含む複数の学習モデルから一の学習モデルを選択し、選択した一の学習モデルを用いた演算を実行するよう前記第 1 演算部に指示する

請求項 17 から請求項 22 の何れか 1 つに記載の情報処理装置。

[請求項24] 前記導出部は、前記第 1 演算部の演算結果に基づいて臓器を認識する際に用いる閾値を、前記第 2 演算部の演算結果より認識される場面に応じて変更する

請求項 17 から請求項 23 の何れか 1 つに記載の情報処理装置。

[請求項25] 前記導出部は、検出すべき臓器を含む場面では、前記閾値を第 1 閾値に設定し、検出すべき臓器を含まない場面では、前記閾値を前記第 1 閾値よりも高い第 2 閾値に設定する

請求項 24 に記載の情報処理装置。

[請求項26] 前記導出部は、検出すべき臓器を認識するまでは、前記閾値を前記第 1 閾値よりも低い第 3 閾値に設定し、検出すべき臓器を認識した場合、前記閾値を前記第 1 閾値に設定する

請求項 25 に記載の情報処理装置。

- [請求項27] 前記導出部は、前記第2演算部の演算結果より認識される場面の情報を基に、前記第1演算部の演算結果より認識される臓器の固有名称を導出する
- 請求項17から請求項26の何れか1つに記載の情報処理装置。
- [請求項28] 前記導出部は、前記第1演算部の演算結果より認識される臓器の情報と、前記第2演算部の演算結果より認識される場面の情報とを基に、既知の構造体の情報を含む事前情報を参照し、前記第1演算部の演算結果より認識されない構造体の情報を導出する
- 請求項17から請求項27の何れか1つに記載の情報処理装置。
- [請求項29] 前記導出部は、前記第1演算部の演算結果より認識される臓器の情報と、前記第2演算部の演算結果より認識される場面の情報とを基に、過去に発生した事例を含む事前情報を参照し、発生し得る事象の情報を導出する
- 請求項17から請求項28の何れか1つに記載の情報処理装置。
- [請求項30] 前記第1学習モデルは、前記術野画像が入力された場合、前記術野画像内の事象に関する情報を出力するよう学習された学習モデルであり、
- 前記第2学習モデルは、前記術野画像が入力された場合、前記術野画像が示す場面の情報を出力するよう学習された学習モデルである
- 請求項1に記載の情報処理装置。
- [請求項31] 前記導出部は、前記事象の認識に応じて、前記事象における特徴場面の情報を導出する
- 請求項30に記載の情報処理装置。
- [請求項32] 前記特徴場面を示す部分映像を抽出する抽出部と、
- 前記抽出部により抽出される部分映像を記憶する記憶部と
- を備える請求項31に記載の情報処理装置。
- [請求項33] 前記事象は、臓器の損傷であり、
- 前記抽出部は、臓器の損傷が発生した場面の部分映像と、前記損傷

が修復した場面の部分映像とを抽出する

請求項 3 2 に記載の情報処理装置。

[請求項34]

前記事象は、体内への人工物の導入を伴う事象であり、

前記抽出部は、前記人工物が術野画像内にフレームインした場面の部分映像と、前記人工物が術野画像からフレームアウトした場面の部分映像とを抽出する

請求項 3 2 に記載の情報処理装置。

[請求項35]

前記出力部は、前記記憶部に記憶された部分映像を出力する

請求項 3 2 から請求項 3 4 の何れか 1 つに記載の情報処理装置。

[請求項36]

前記導出部は、前記第 1 学習モデル及び前記第 2 学習モデルを含む複数の学習モデルの演算結果を組み合わせ、前記術野画像に現れる術具の使用状態を推定する

請求項 1 から請求項 3 5 の何れか 1 つに記載の情報処理装置。

[請求項37]

前記導出部は、前記第 1 学習モデルによる演算結果と、前記第 2 学習モデルによる演算結果とに基づいて、前記第 1 学習モデル及び前記第 2 学習モデルを評価し、評価結果に基づき選択した学習モデルを用いて認識結果を導出する

請求項 1 に記載の情報処理装置。

[請求項38]

前記第 1 演算部は、前記術野画像が入力された場合、前記第 1 学習モデルによる演算と、前記第 1 学習モデルの演算結果より認識される臓器の描画処理とを実行し、

前記第 2 演算部は、前記術野画像が入力された場合、前記第 2 学習モデルによる演算と、前記第 2 学習モデルの演算結果より認識される認識結果をログとして記録する記録処理とを実行する

請求項 1 から請求項 2 9 の何れか 1 つに記載の情報処理装置。

[請求項39]

前記第 1 演算部はフォアグラウンドで各処理を実行し、前記第 2 演算部はバックグラウンドで各処理を実行する

請求項 3 8 に記載の情報処理装置。

[請求項40] 前記第2学習モデルの演算結果より特定の認識対象が認識された場合、前記第1演算部は、前記第1学習モデルによる演算と、前記臓器の描画処理とに代えて、前記認識対象を示す画像の描画処理を実行する

請求項38又は請求項39に記載の情報処理装置。

[請求項41] 前記画像は、前記認識対象が認識された時点を含む所定時間範囲の動画画像である

請求項40に記載の情報処理装置。

[請求項42] 前記導出部は、同一対象物を含む術野画像についての前記第1演算部及び前記第2演算部による演算結果を取得し、取得した演算結果を評価することにより、前記第1演算部又は前記第2演算部におけるエラー情報を導出する

を更に備える請求項1から請求項41の何れか1つに記載の情報処理装置。

[請求項43] 術野画像の入力に応じて第1学習モデルによる演算を実行し、
前記術野画像の入力に応じて第2学習モデルによる演算を実行し、
前記第1学習モデルによる演算結果と、前記第2学習モデルによる演算結果とに基づき、前記術野画像についての統合的な認識結果を導出し、

導出した認識結果に基づく情報を出力する

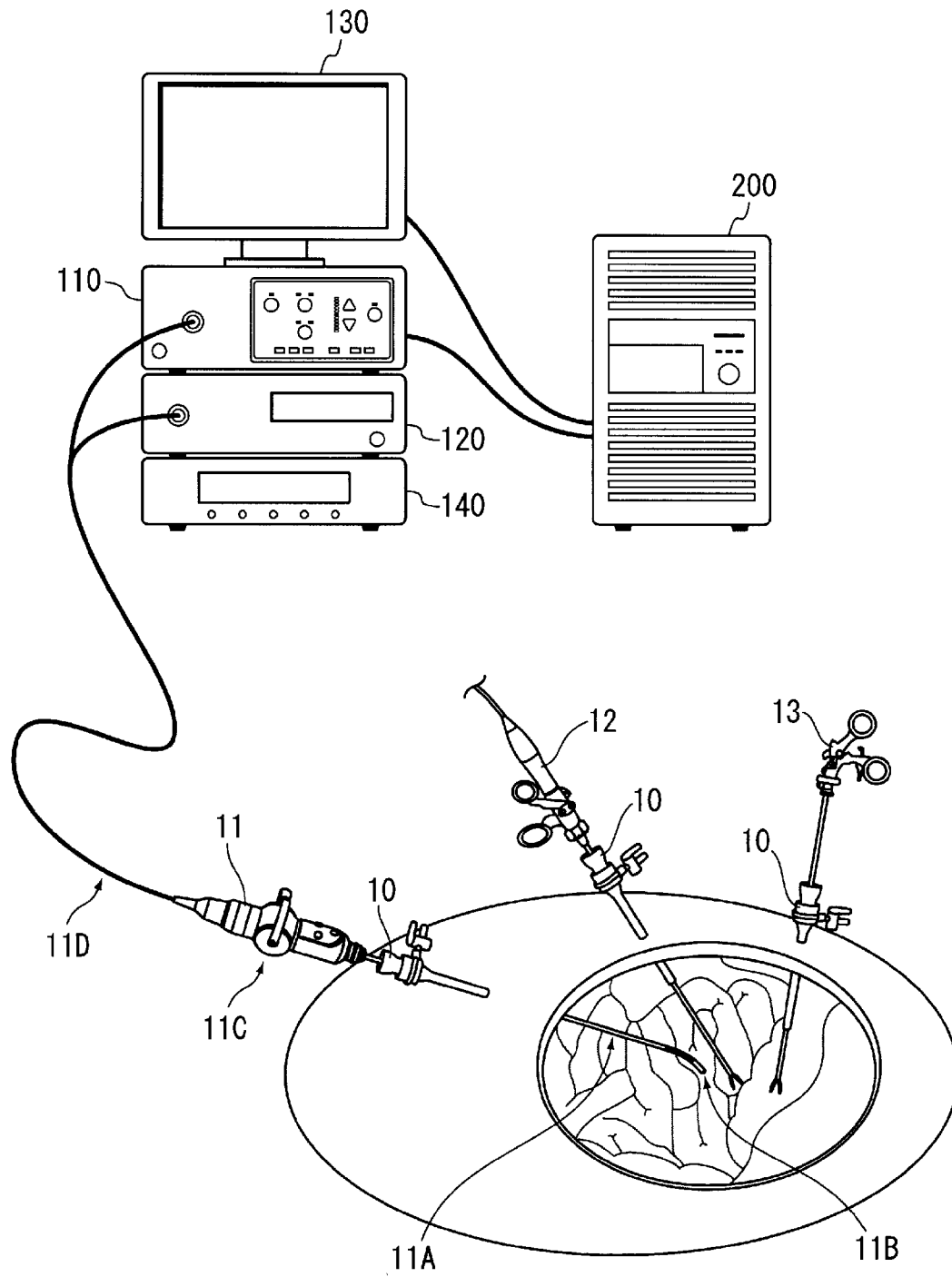
処理をコンピュータにより実行する情報処理方法。

[請求項44] 術野画像の入力に応じて第1学習モデルによる演算を実行し、
前記術野画像の入力に応じて第2学習モデルによる演算を実行し、
前記第1学習モデルによる演算結果と、前記第2学習モデルによる演算結果とに基づき、前記術野画像についての統合的な認識結果を導出し、

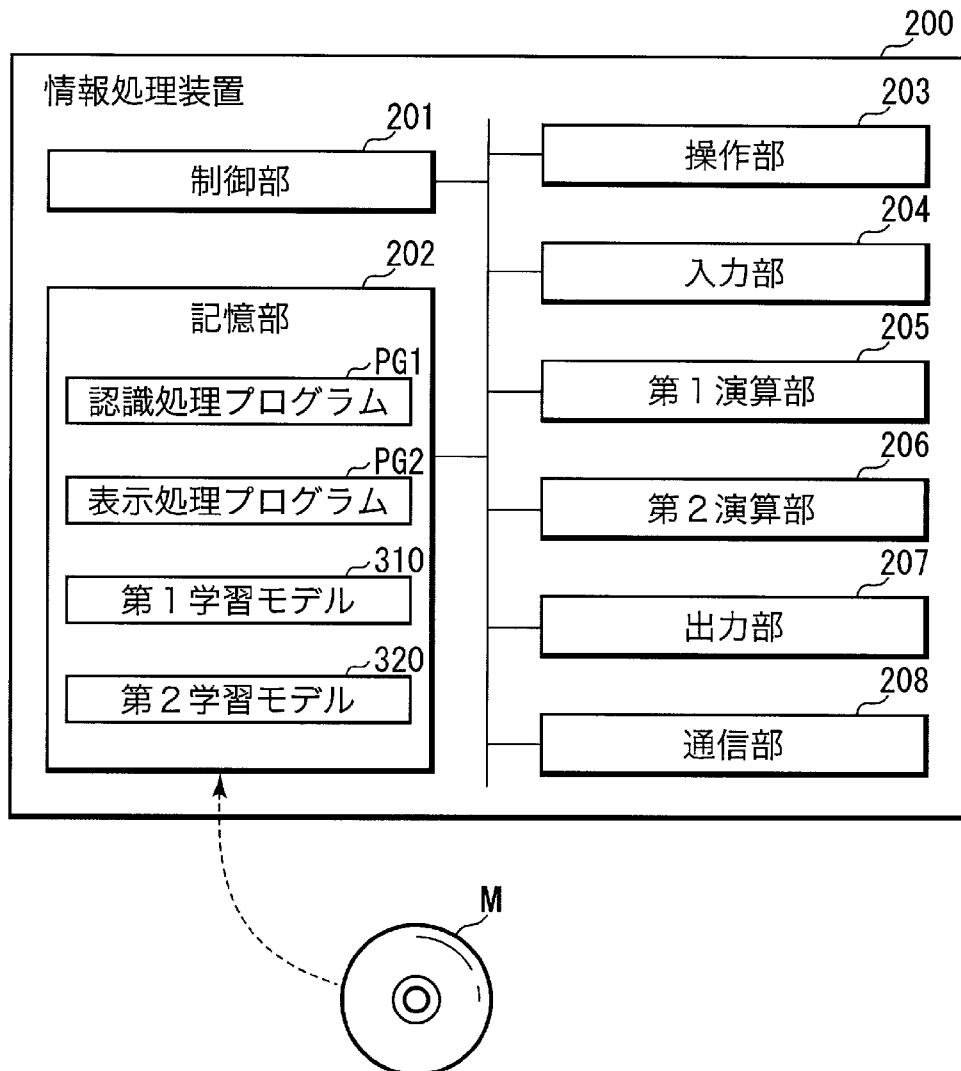
導出した認識結果に基づく情報を出力する

処理をコンピュータに実行させるためのコンピュータプログラム。

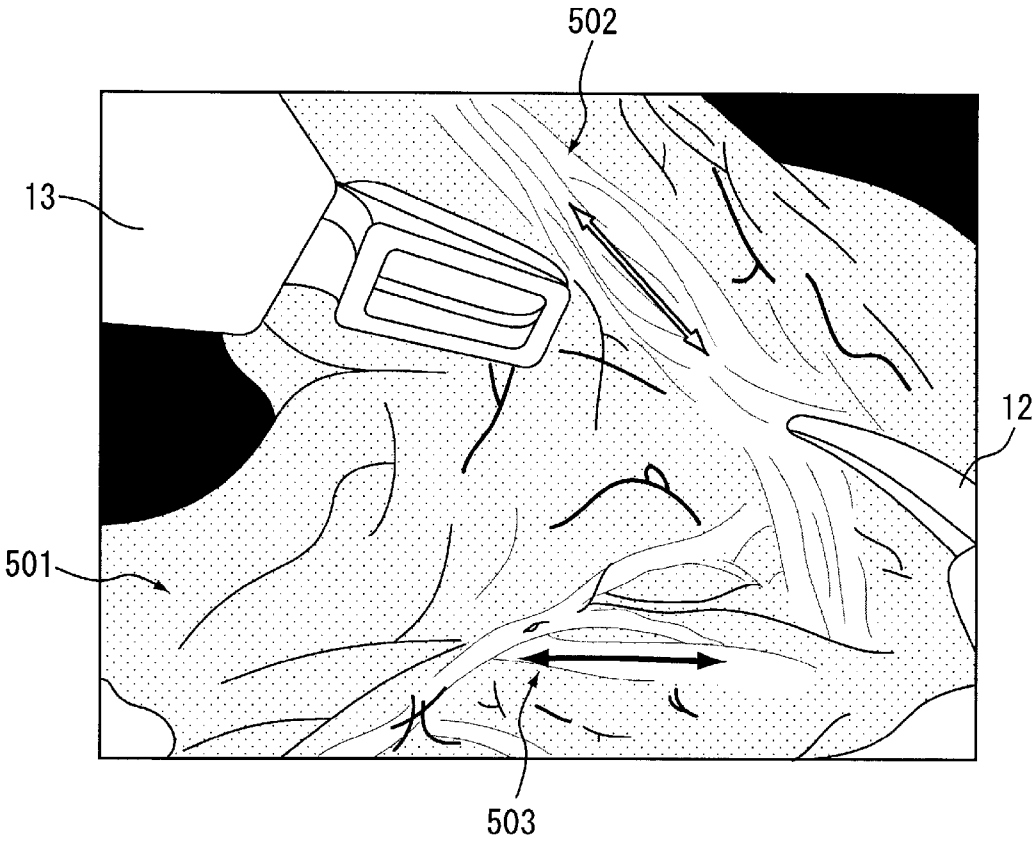
[図1]



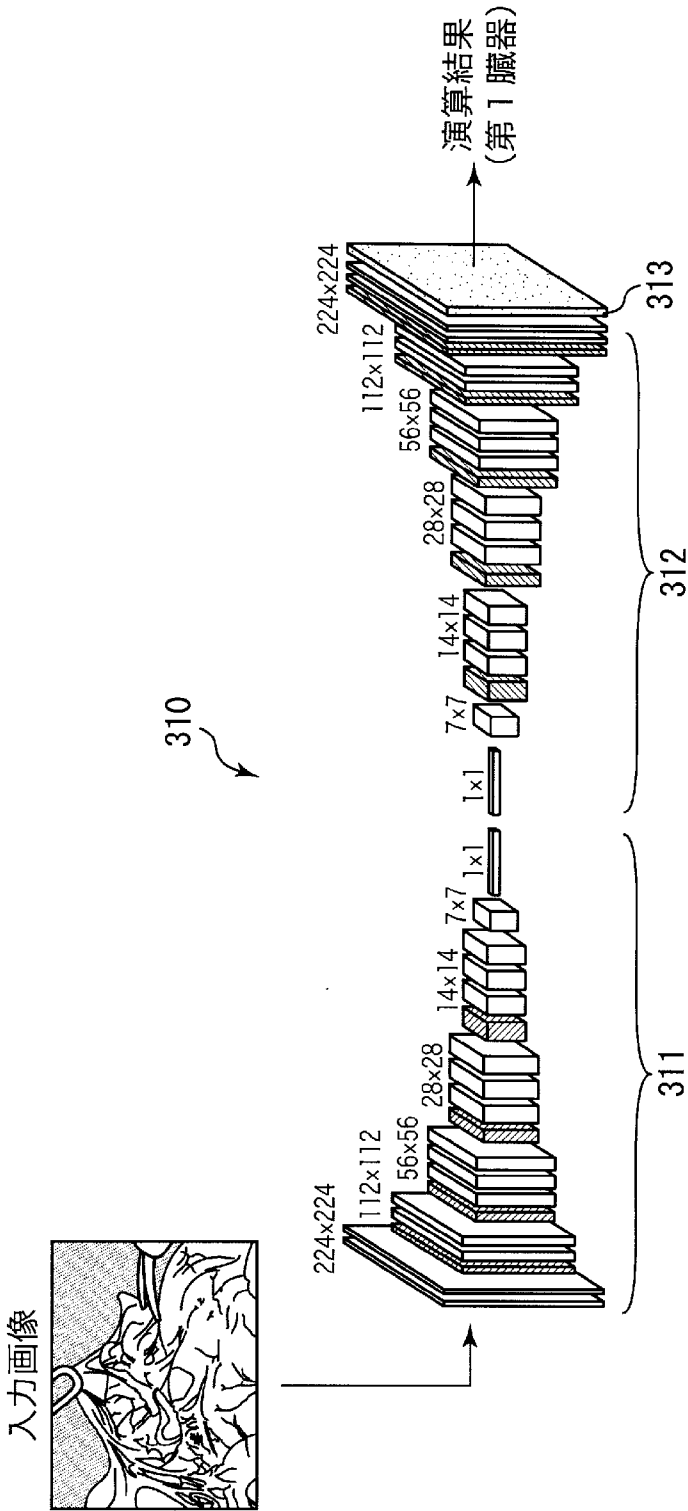
[図2]



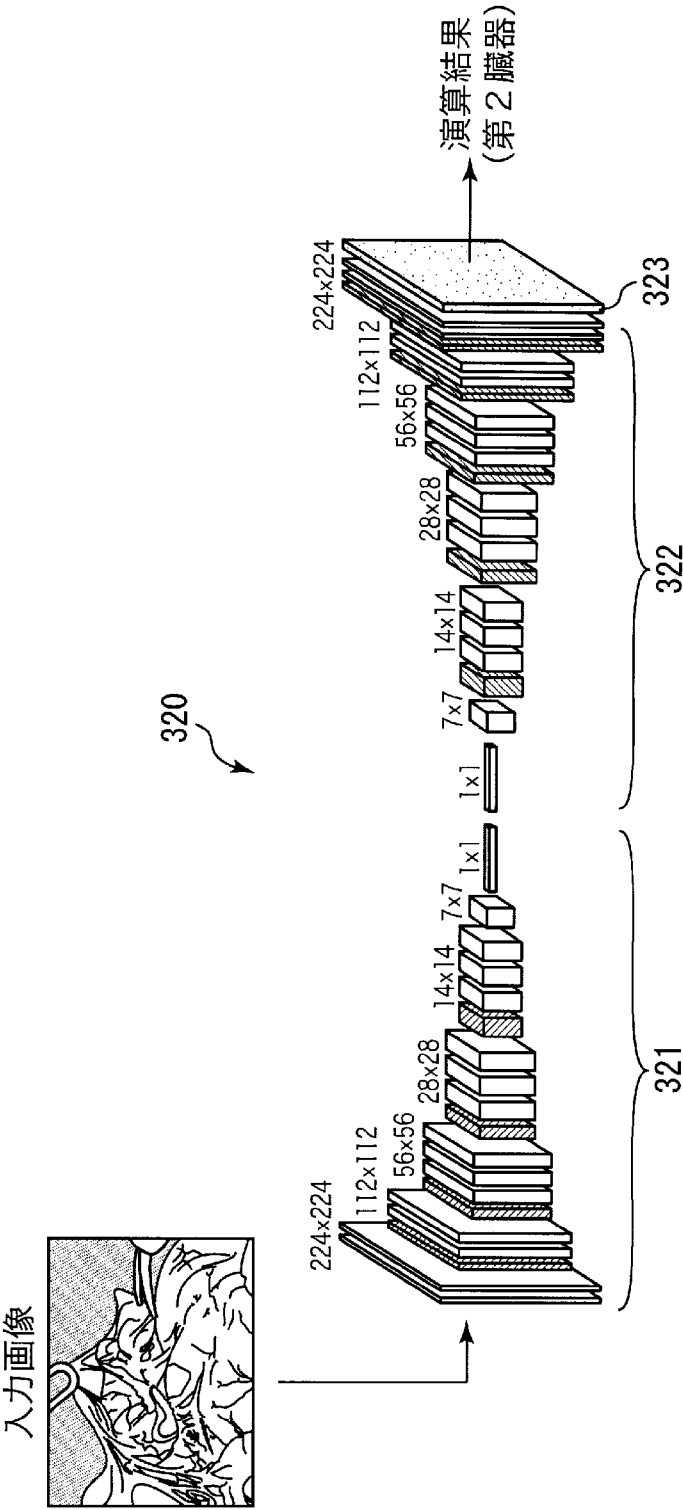
[図3]



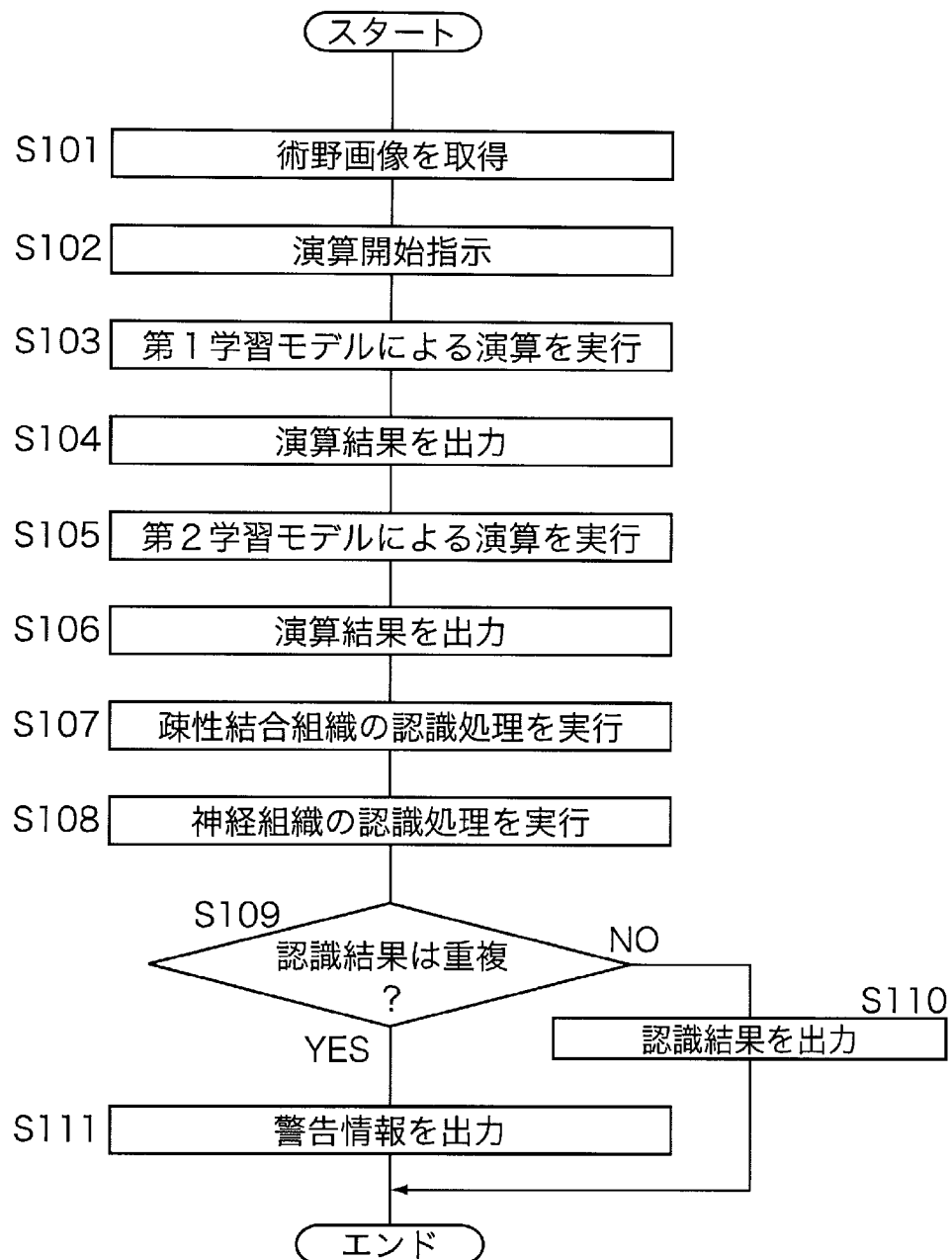
[図4]



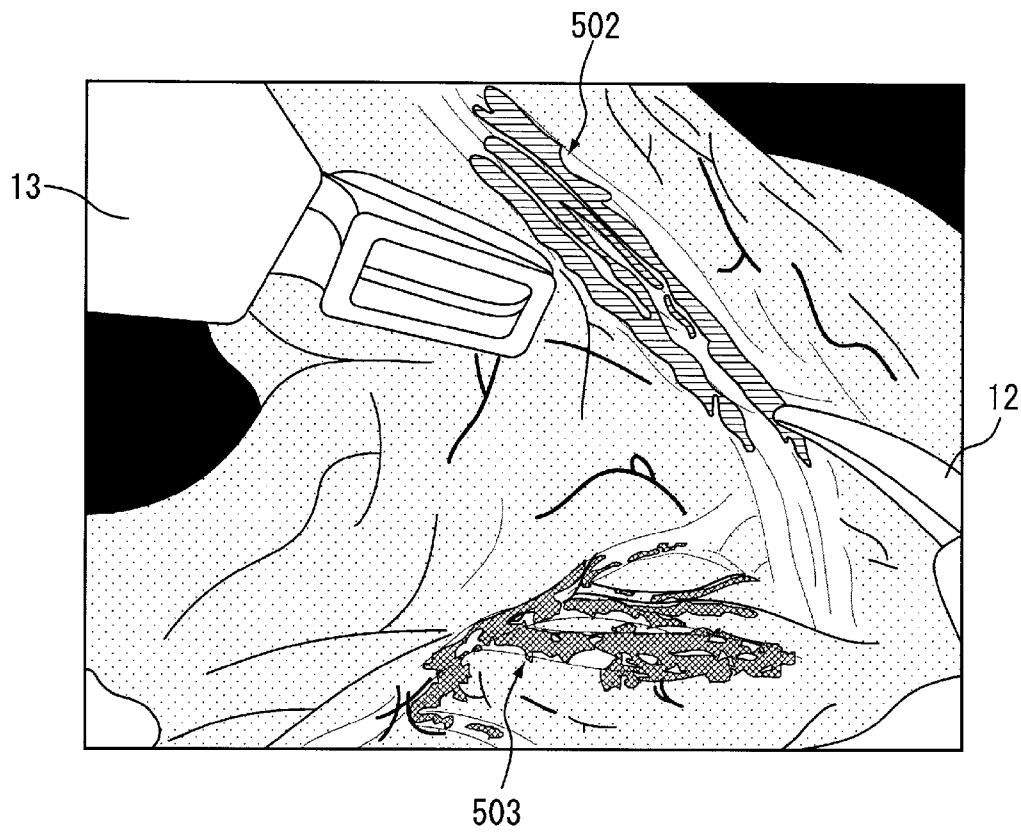
[図5]



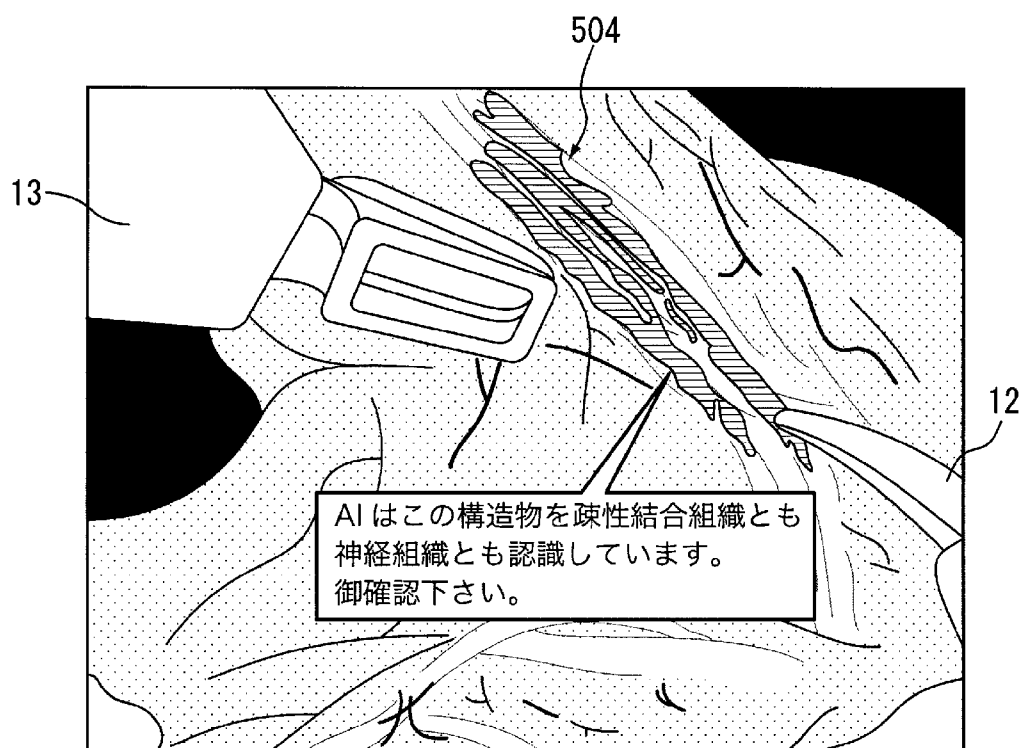
[図6]



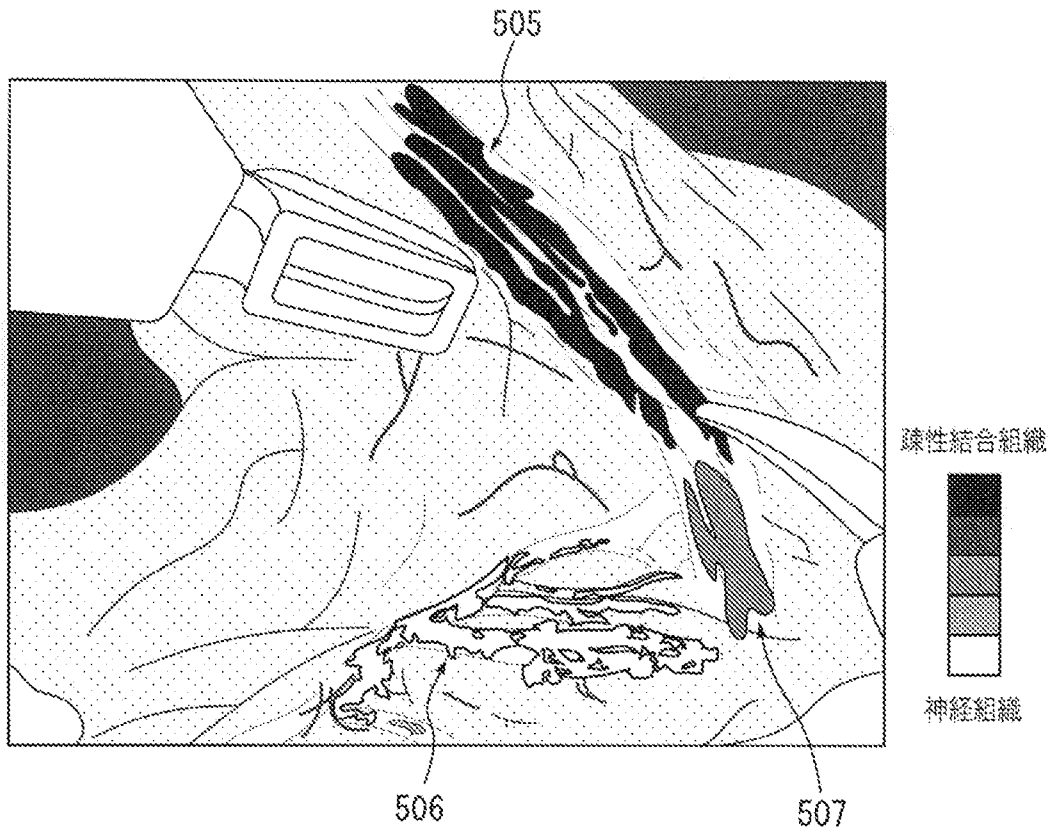
[図7]



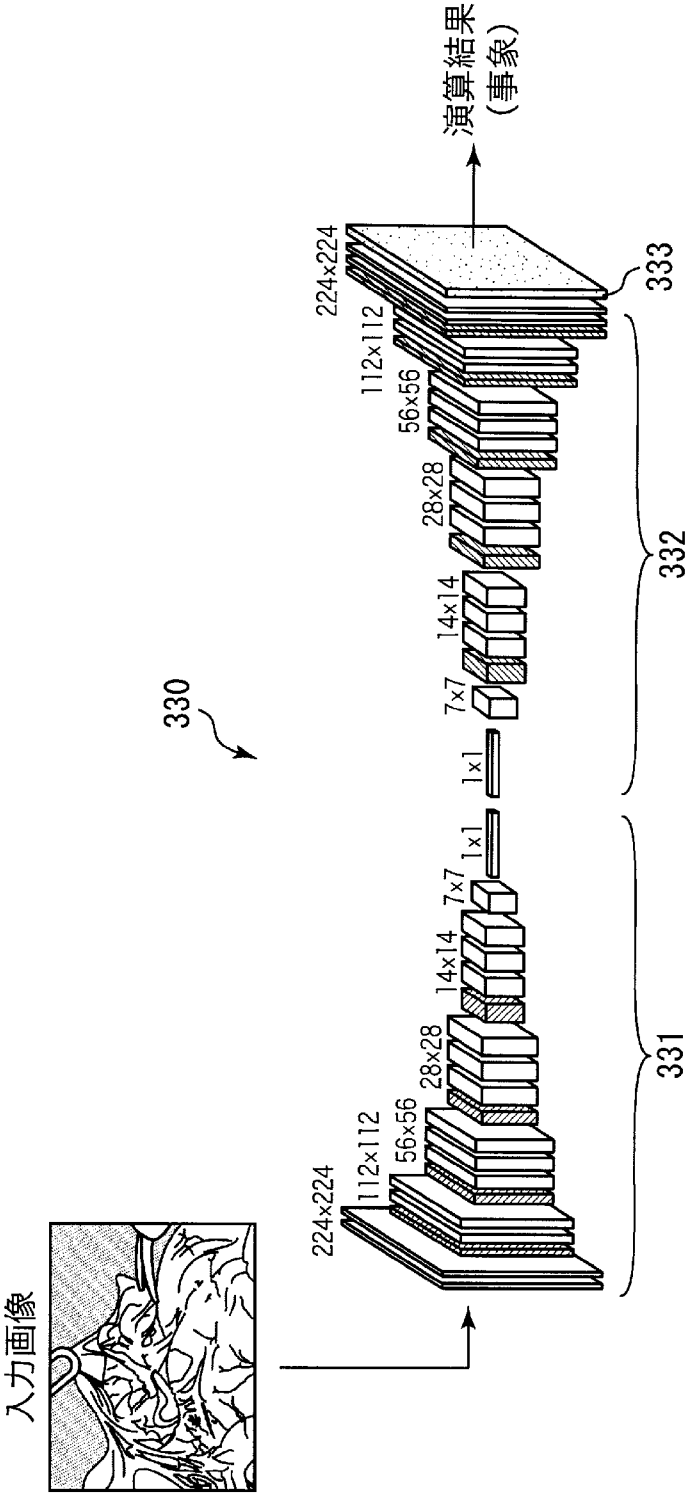
[図8]



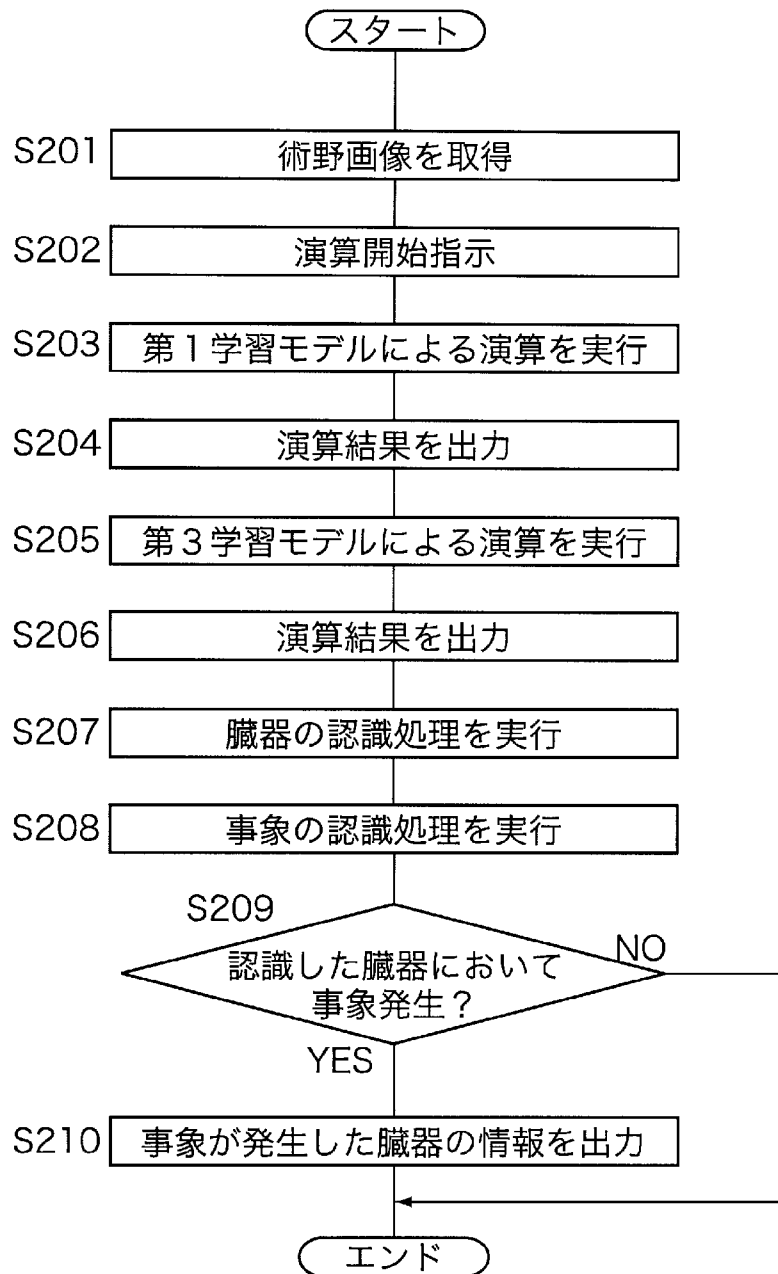
[図9]



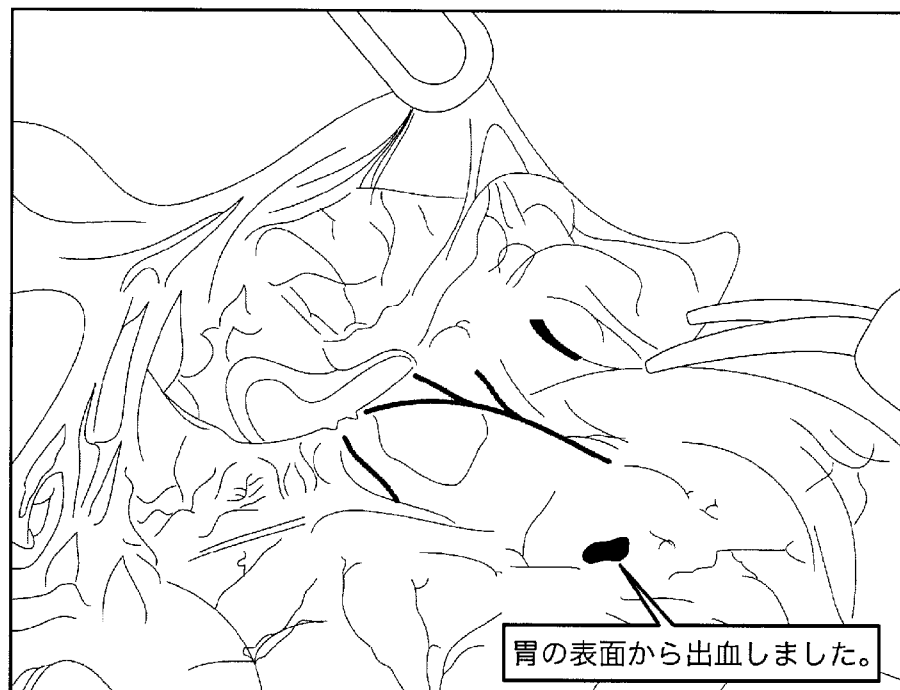
[図10]



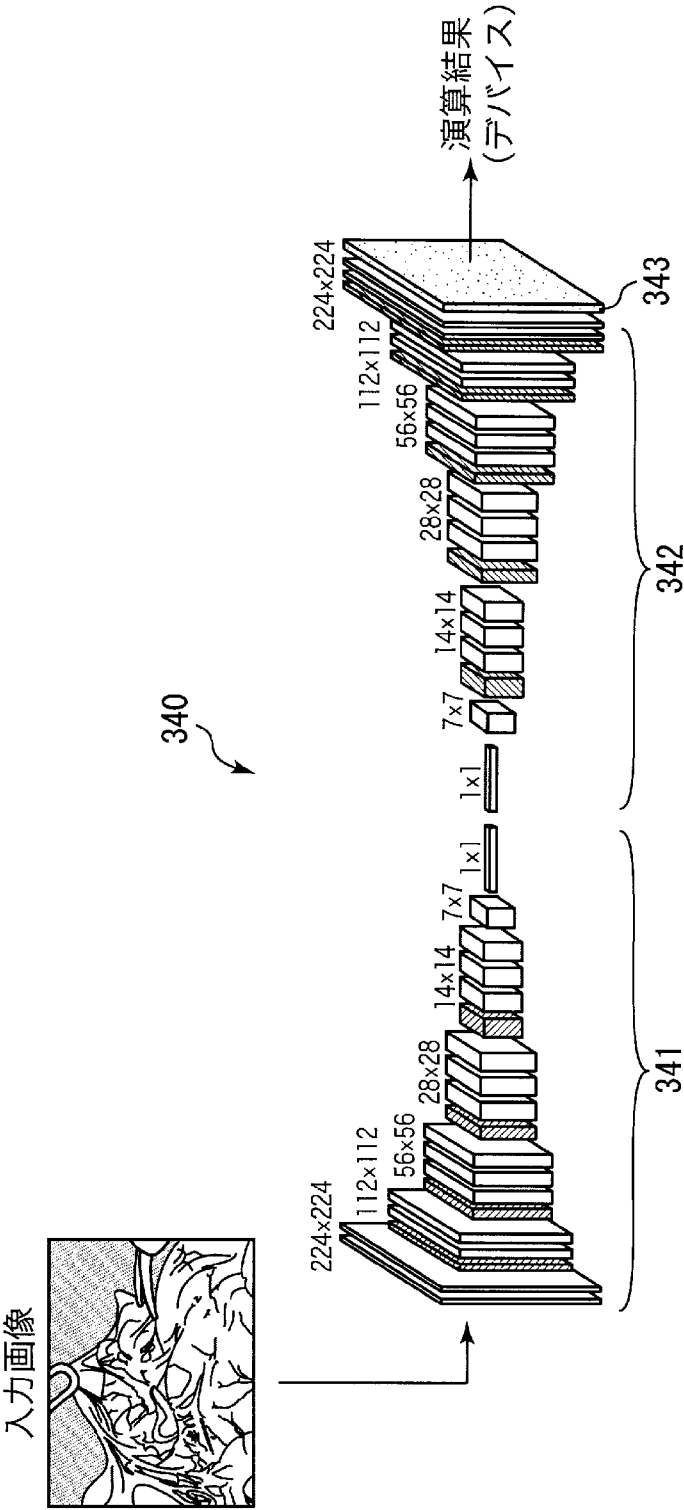
[図11]



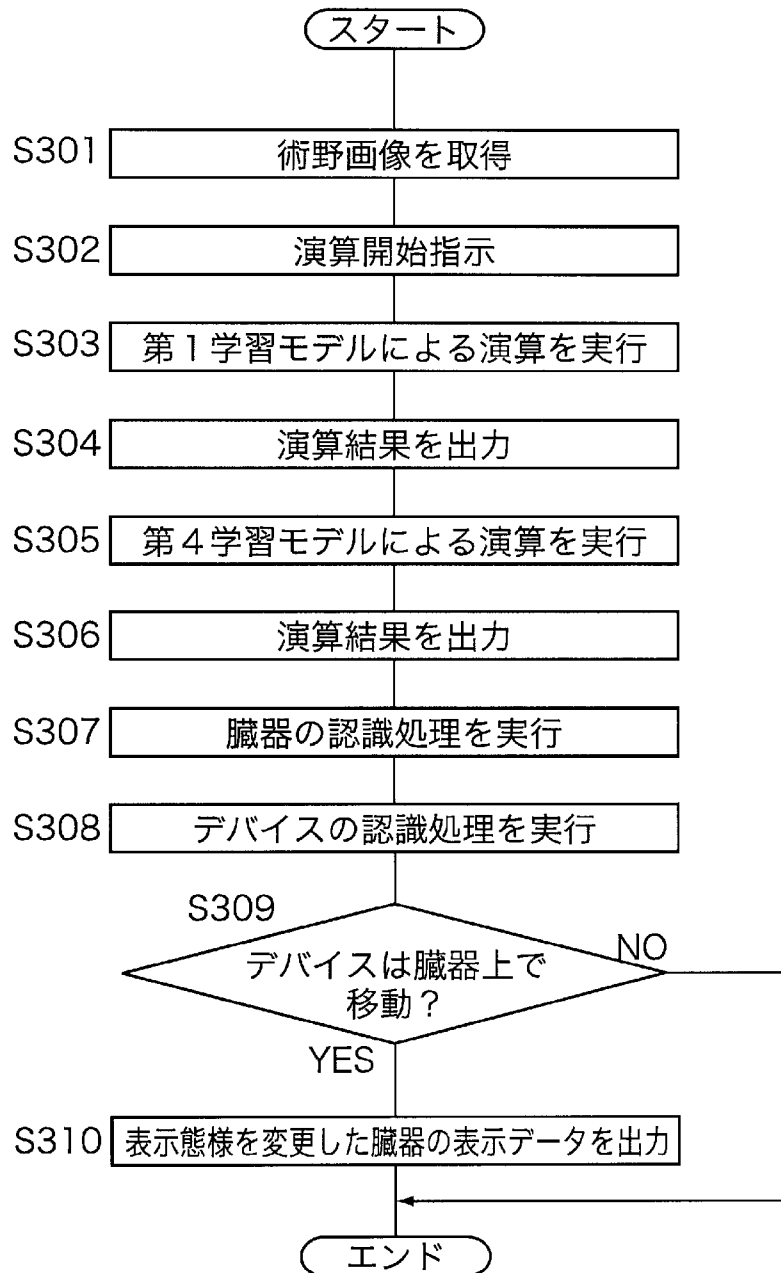
[図12]



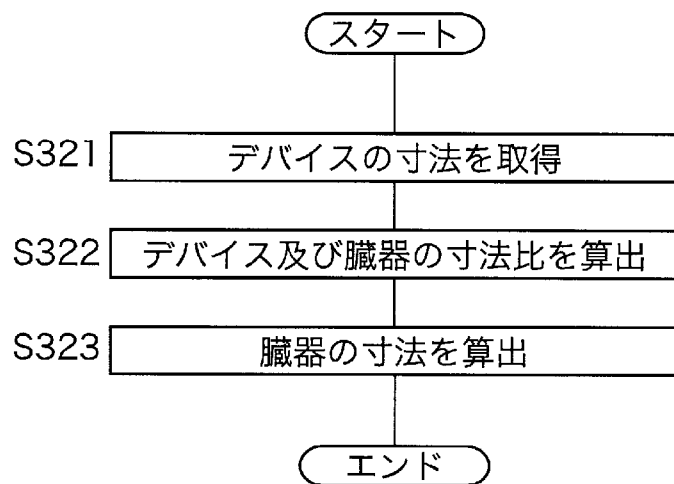
[図13]



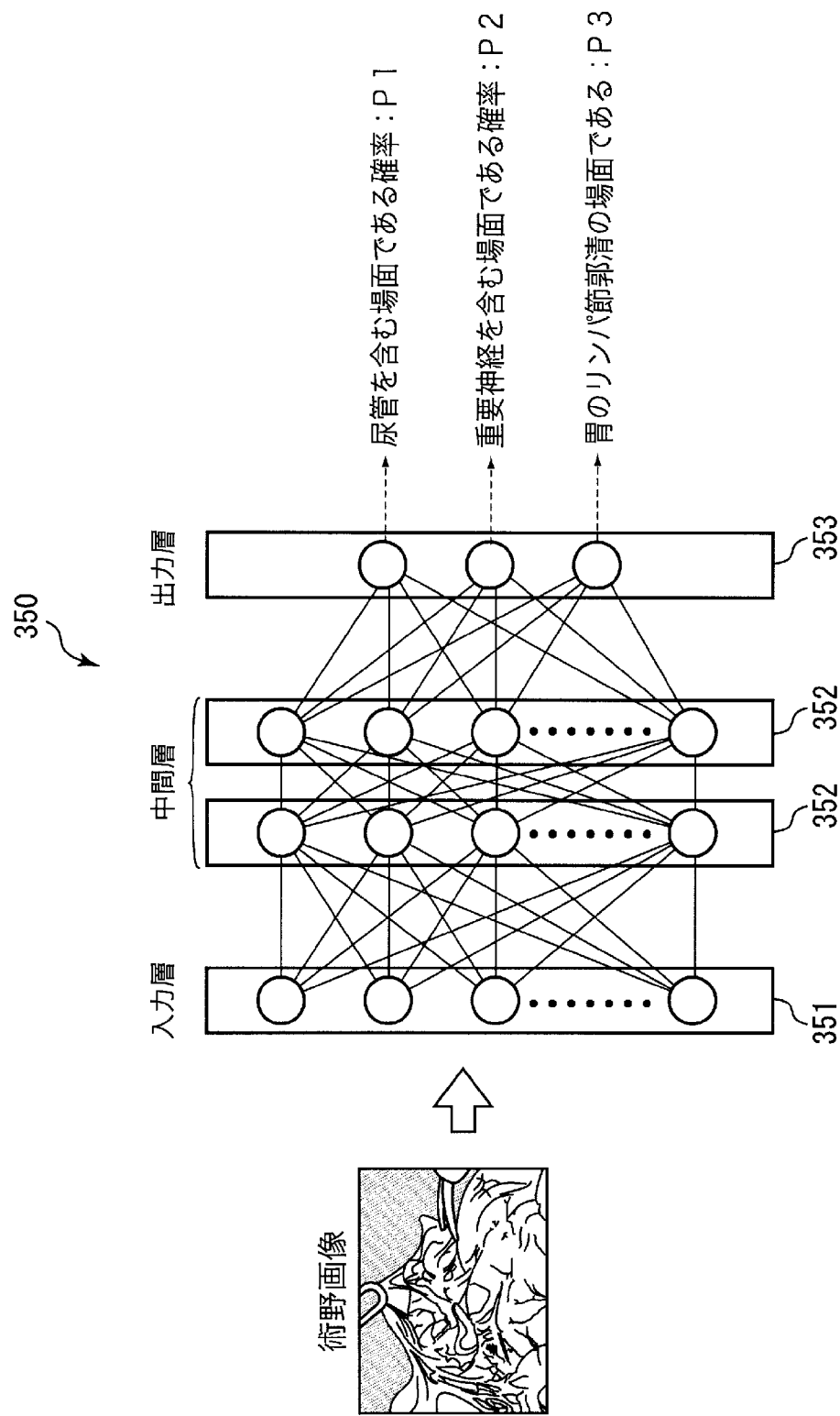
[図14]



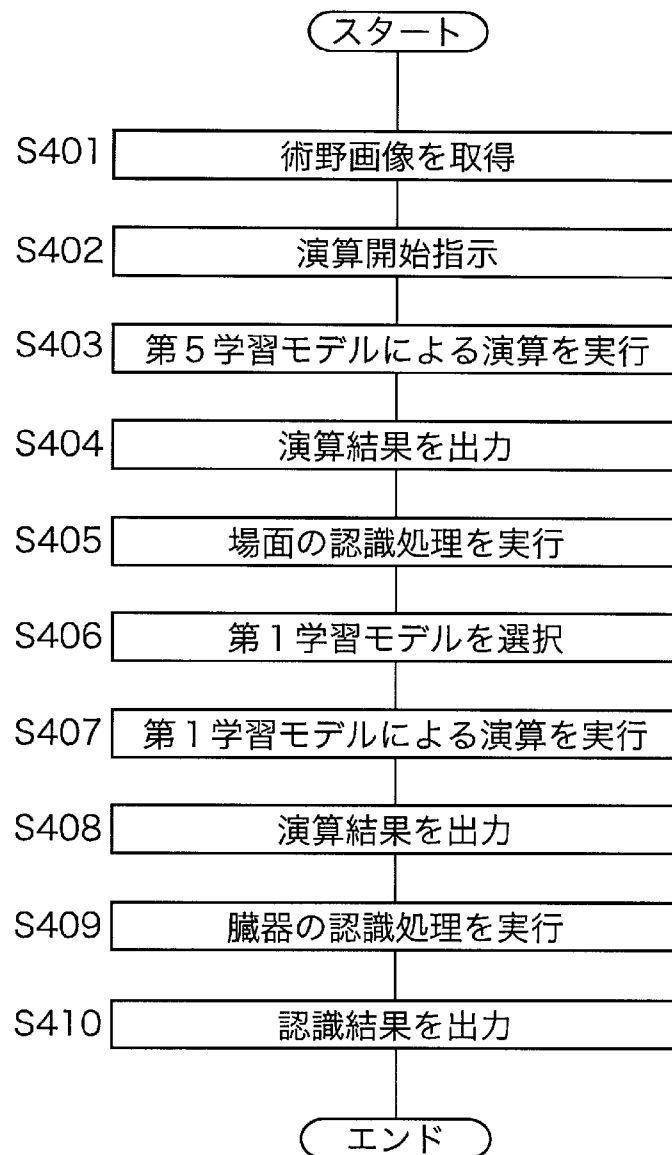
[図15]



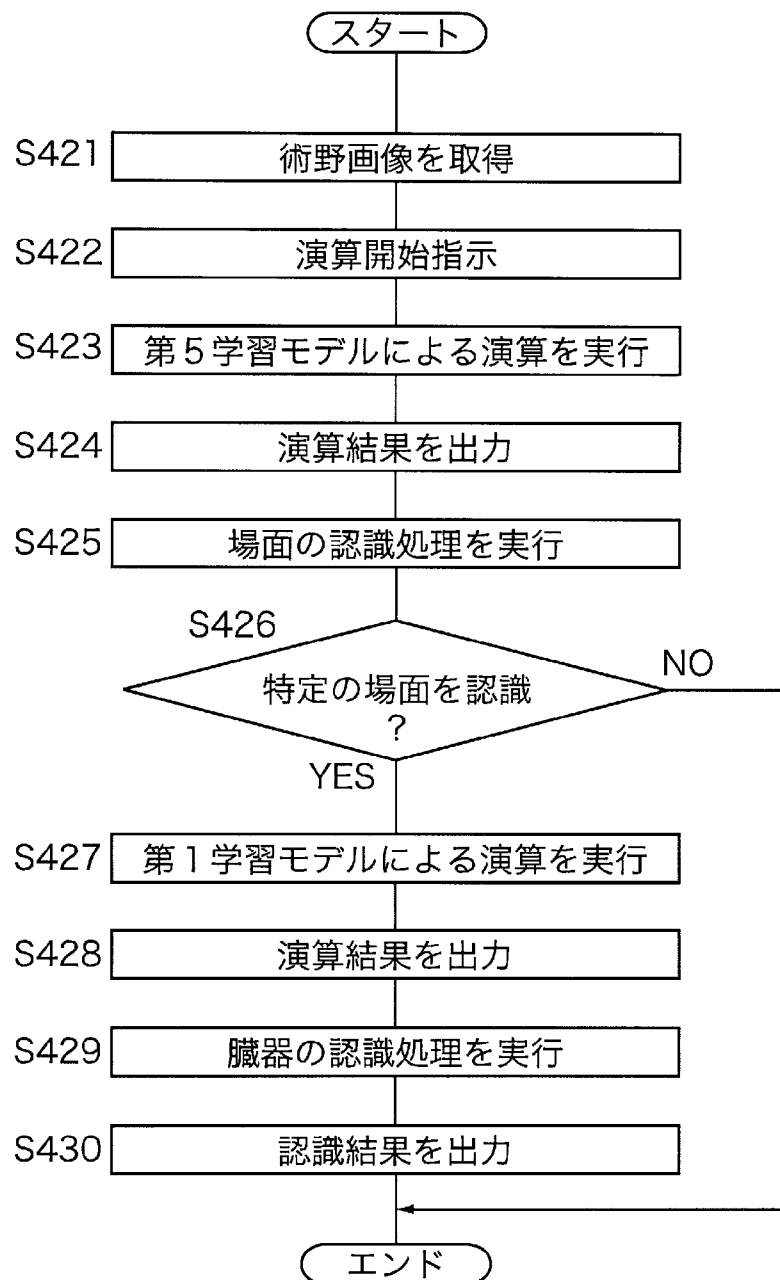
[図16]



[図17]



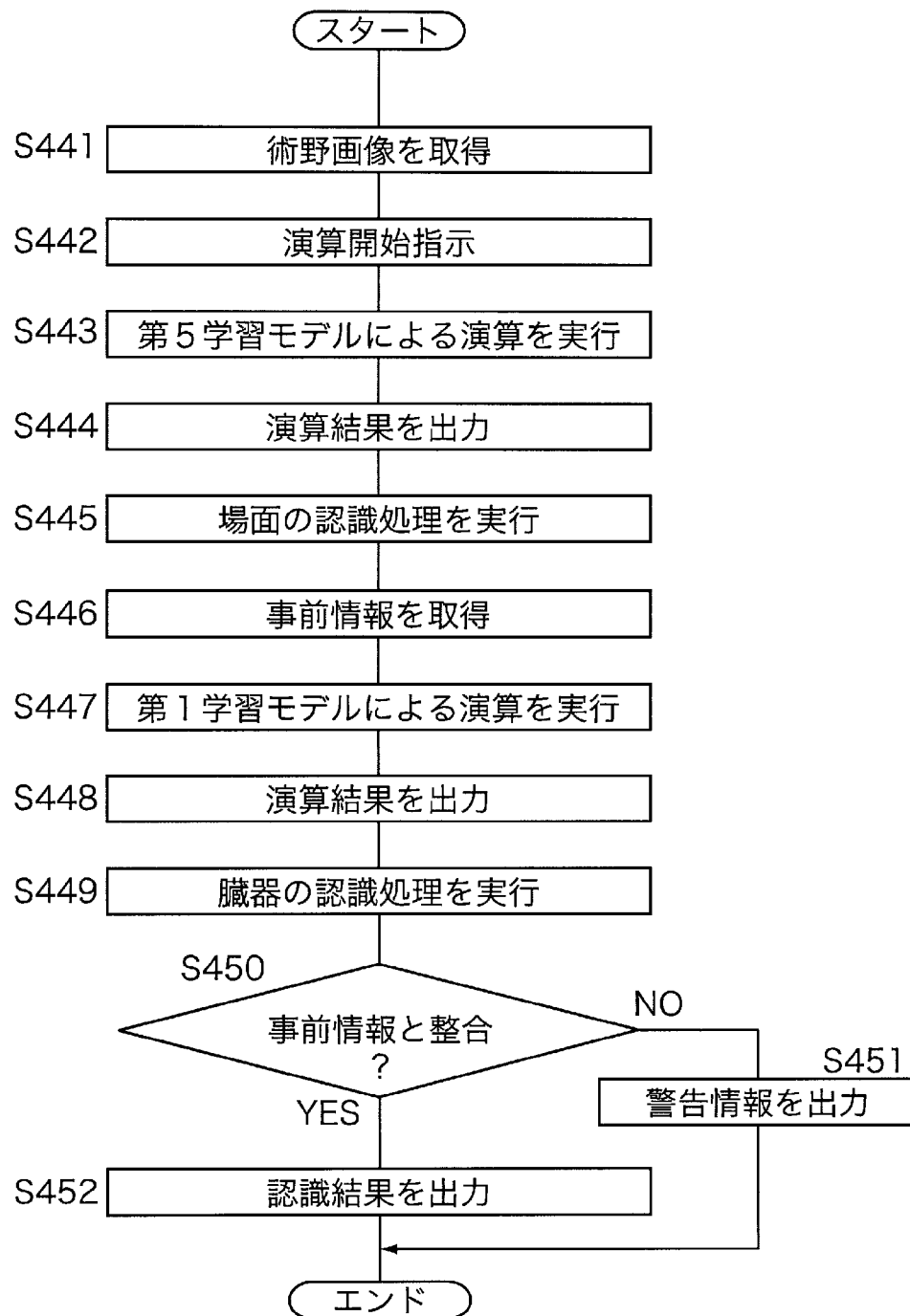
[図18]



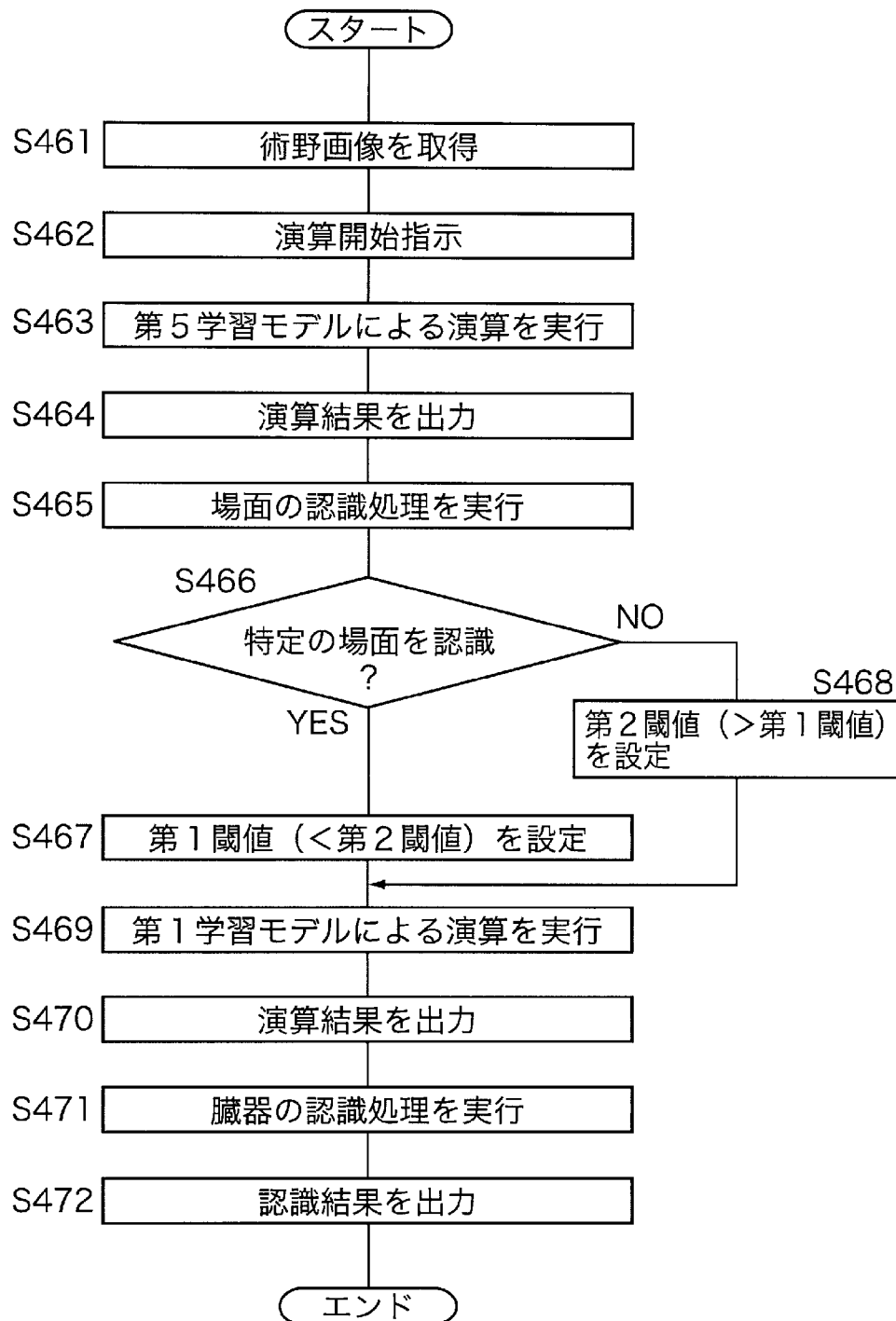
[図19]

場面	事前情報
胃癌手術における 脾臓上縁のリンパ節郭清	脾臓はリンパ節の下に存在する。
⋮	⋮

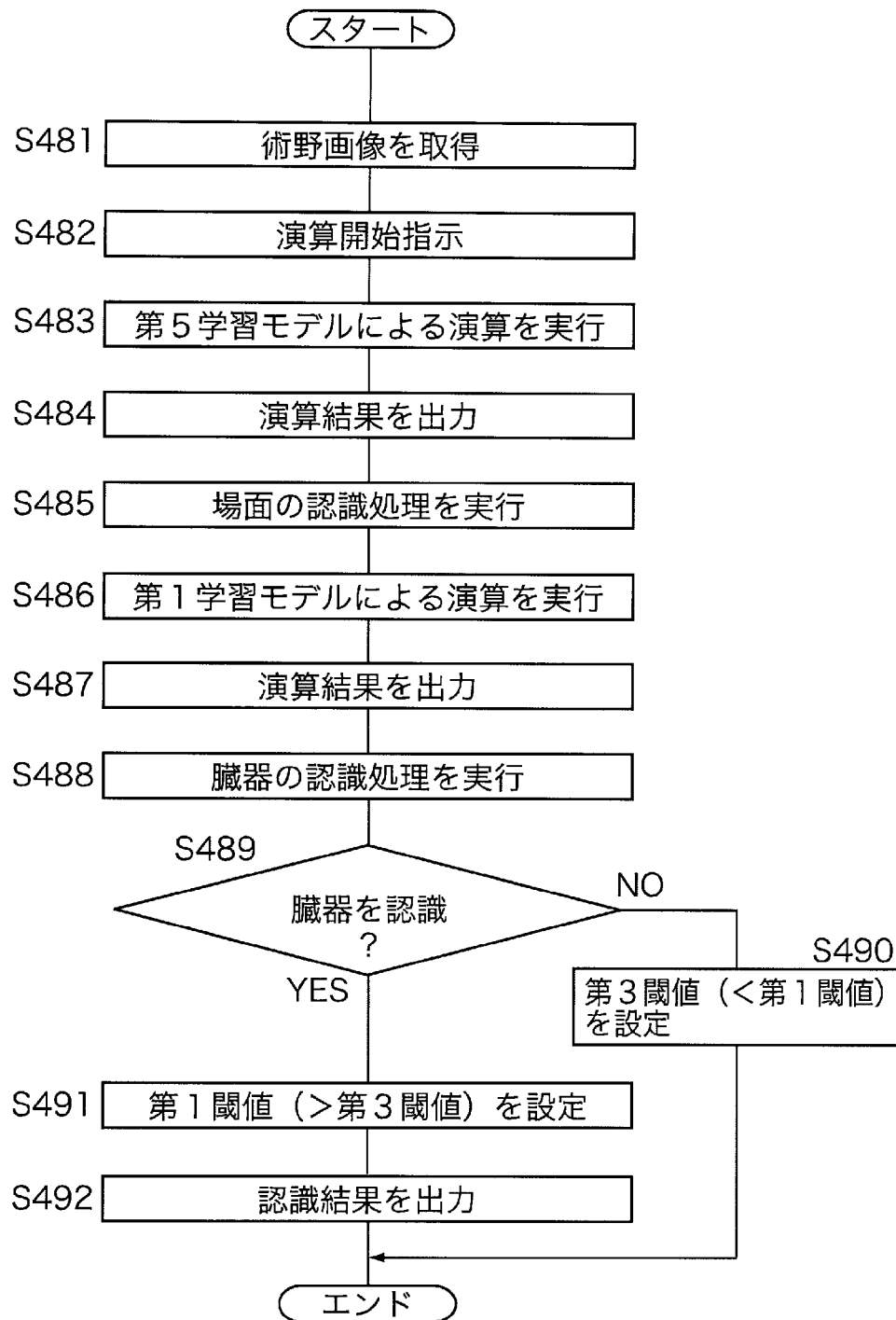
[図20]



[図21]



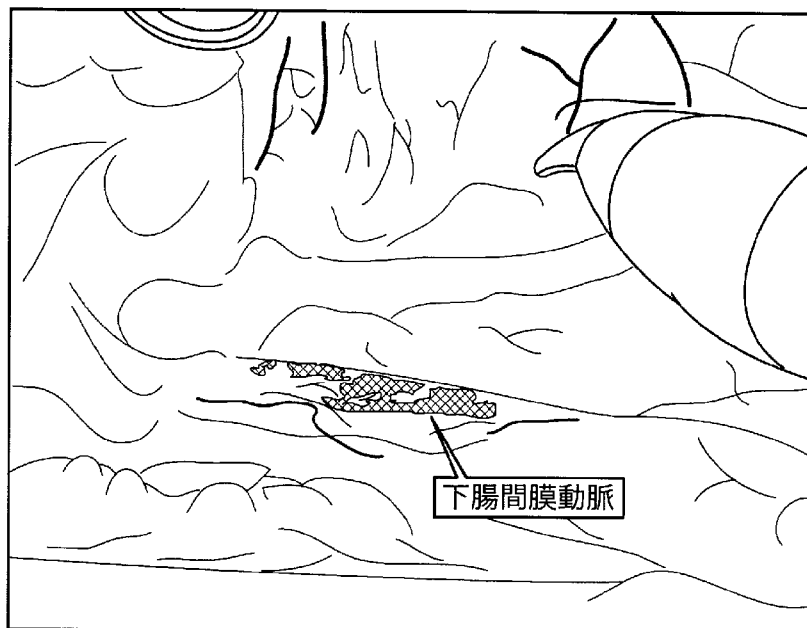
[図22]



[図23]

場面	名称（血管）	名称（神経）
S 状結腸癌手術	下腸間膜動脈	下腸間膜神経叢
⋮	⋮	⋮

[図24]

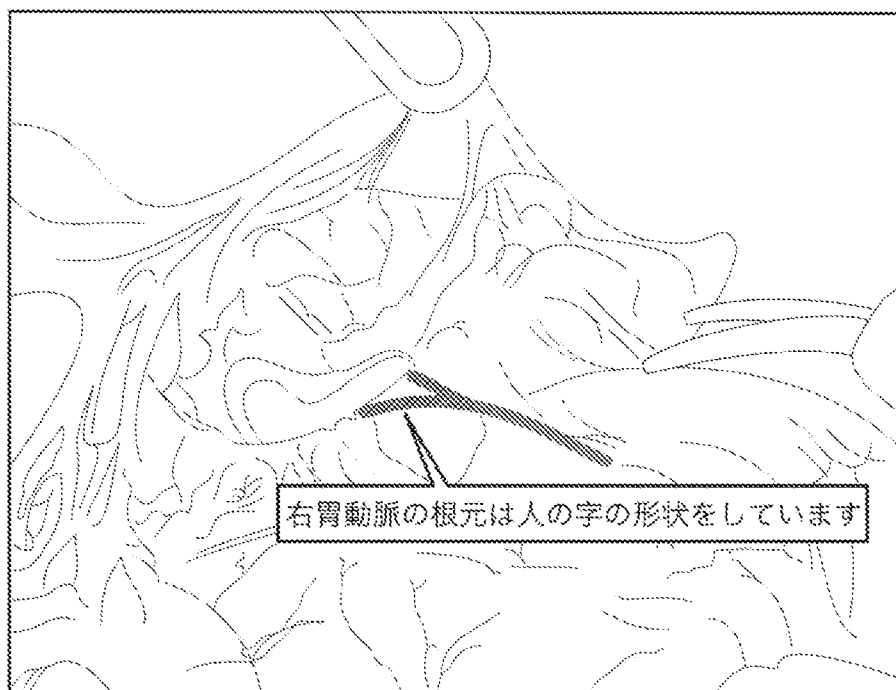


[図25]

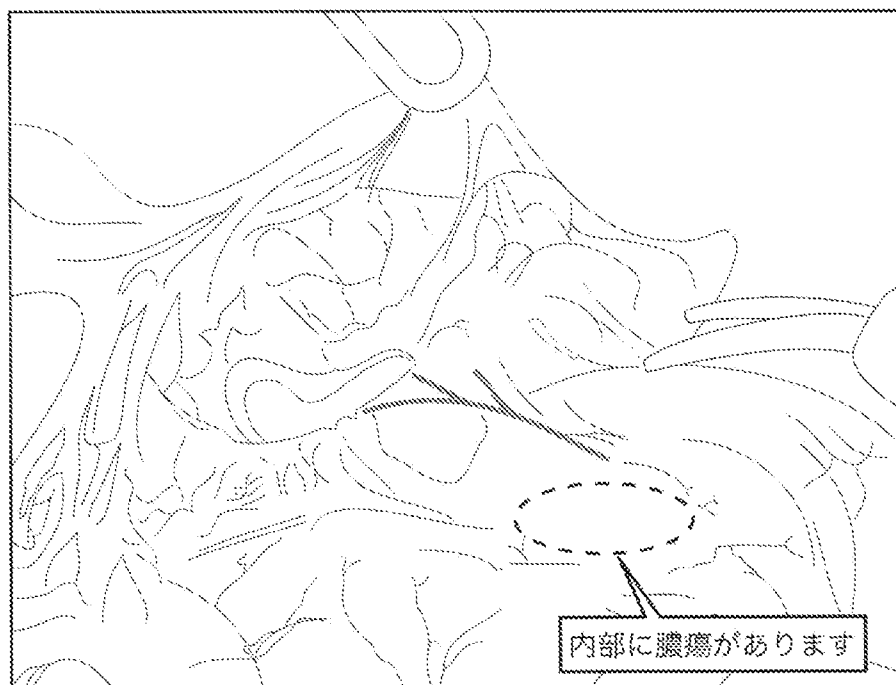
場面	臓器	解剖情報
胃の手術	門脈	左胃静脈は門脈から分岐している。
胃の手術	右胃動脈	右胃動脈は根元が人の字をしている。
⋮	⋮	⋮

[図26]

A



B



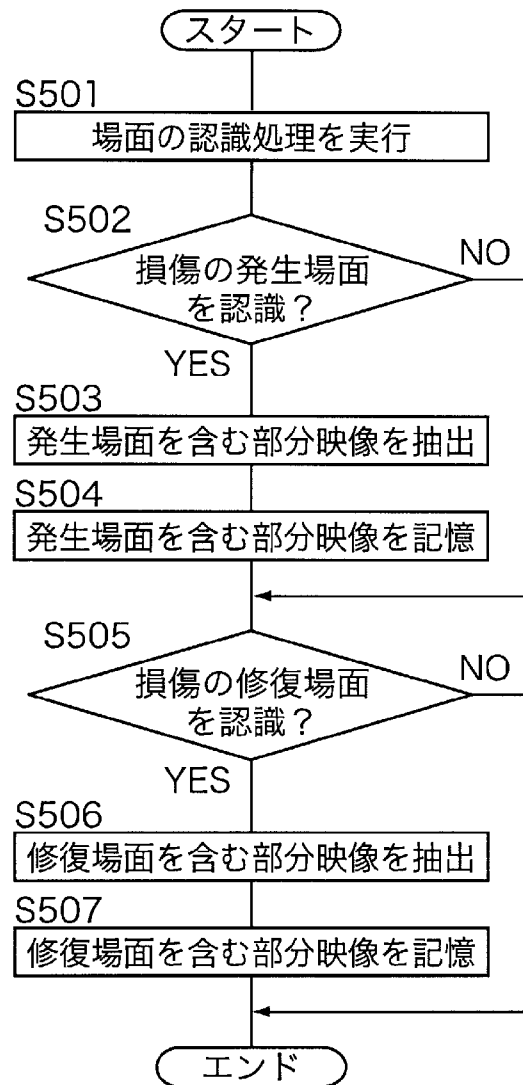
[図27]

場面	臓器	事例
S 状結腸癌手術	下腸間膜動脈	出血 (2021.03.15 16:34)
S 状結腸癌手術	下腸間膜動脈	出血 (2021.03.19 10:26)
⋮	⋮	⋮

[図28]



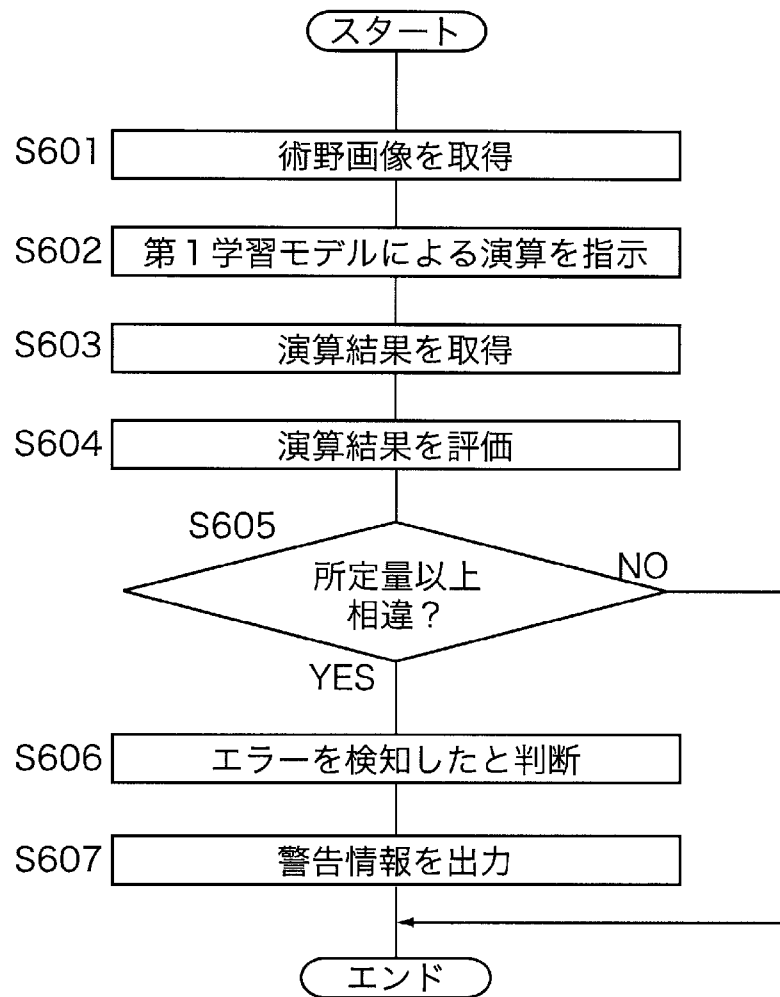
[図29]



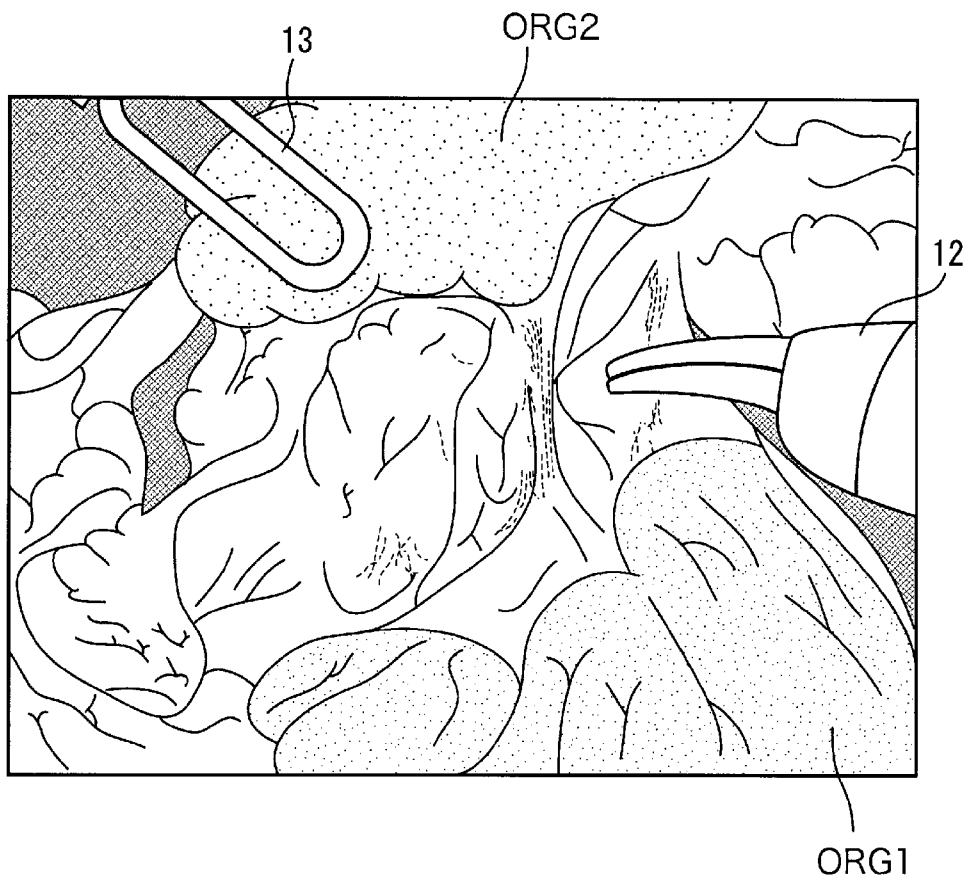
[図30]

日時	場面	動画ファイル
2021.4.10 13:50	手術開始	—
2021.4.10 13:52	損傷	MOV001.mpg
2021.4.10 14:10	修復	MOV002.mpg
⋮	⋮	⋮
2021.4.10 14:28	損傷	MOV00X.mpg
2021.4.10 14:45	修復	MOV00Y.mpg
2021.4.10 15:10	手術終了	—

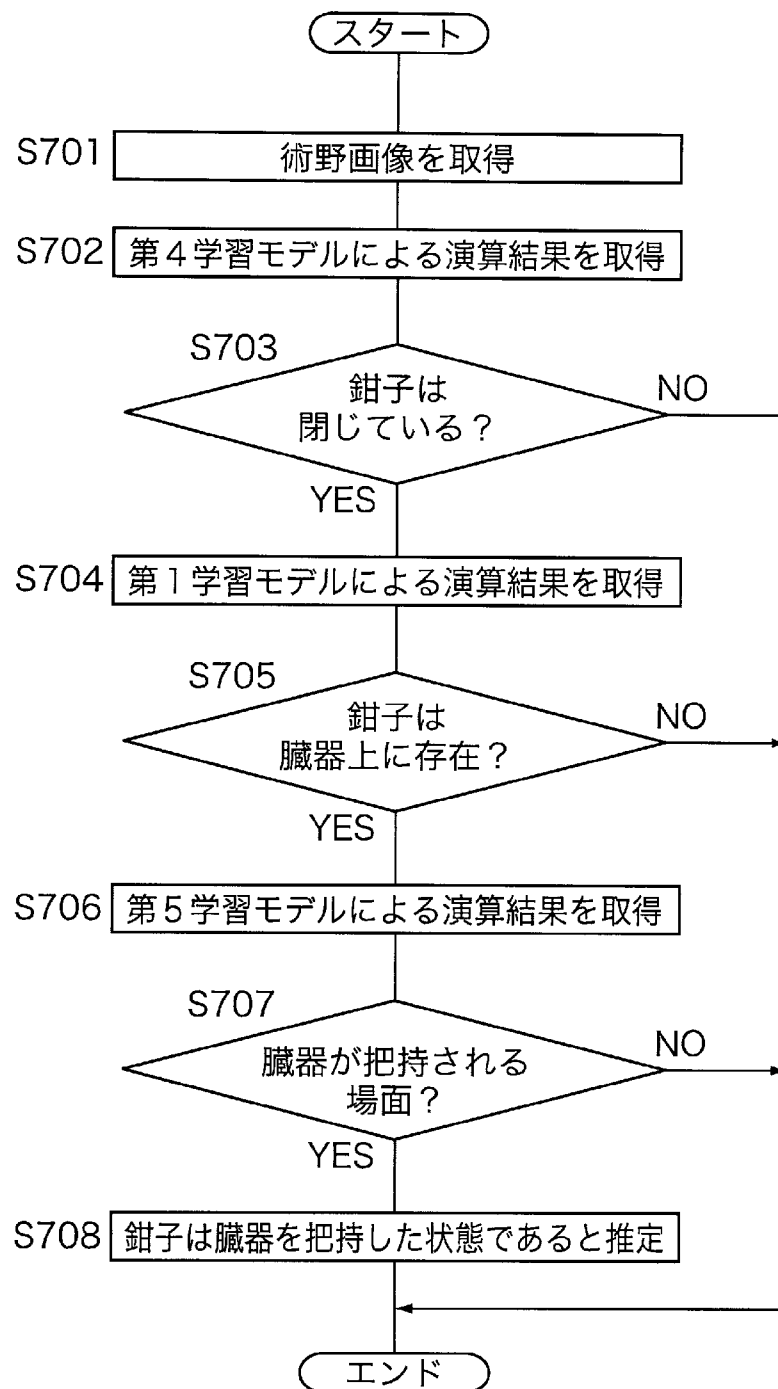
[図31]



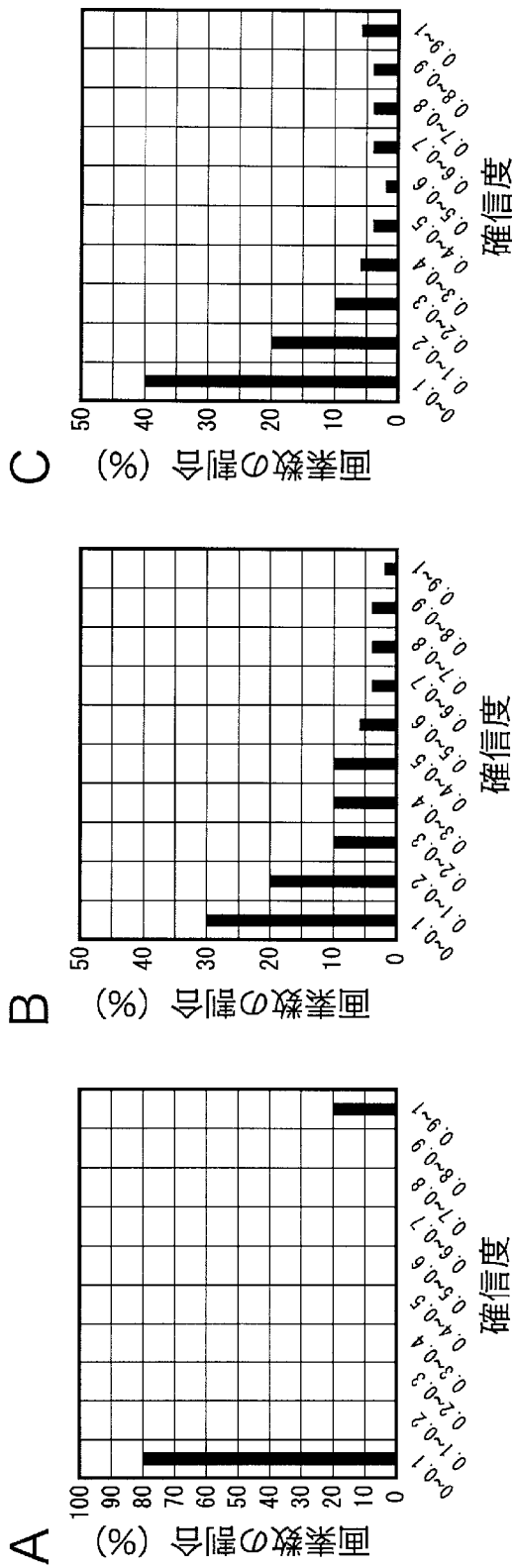
[図32]



[図33]



[図34]



[図35]

確信度	評価係数
0~0.1	4
0.1~0.2	2
0.2~0.3	0
0.3~0.4	-2
0.4~0.5	-4
0.5~0.6	-4
0.6~0.7	-2
0.7~0.8	0
0.8~0.9	2
0.9~1	4

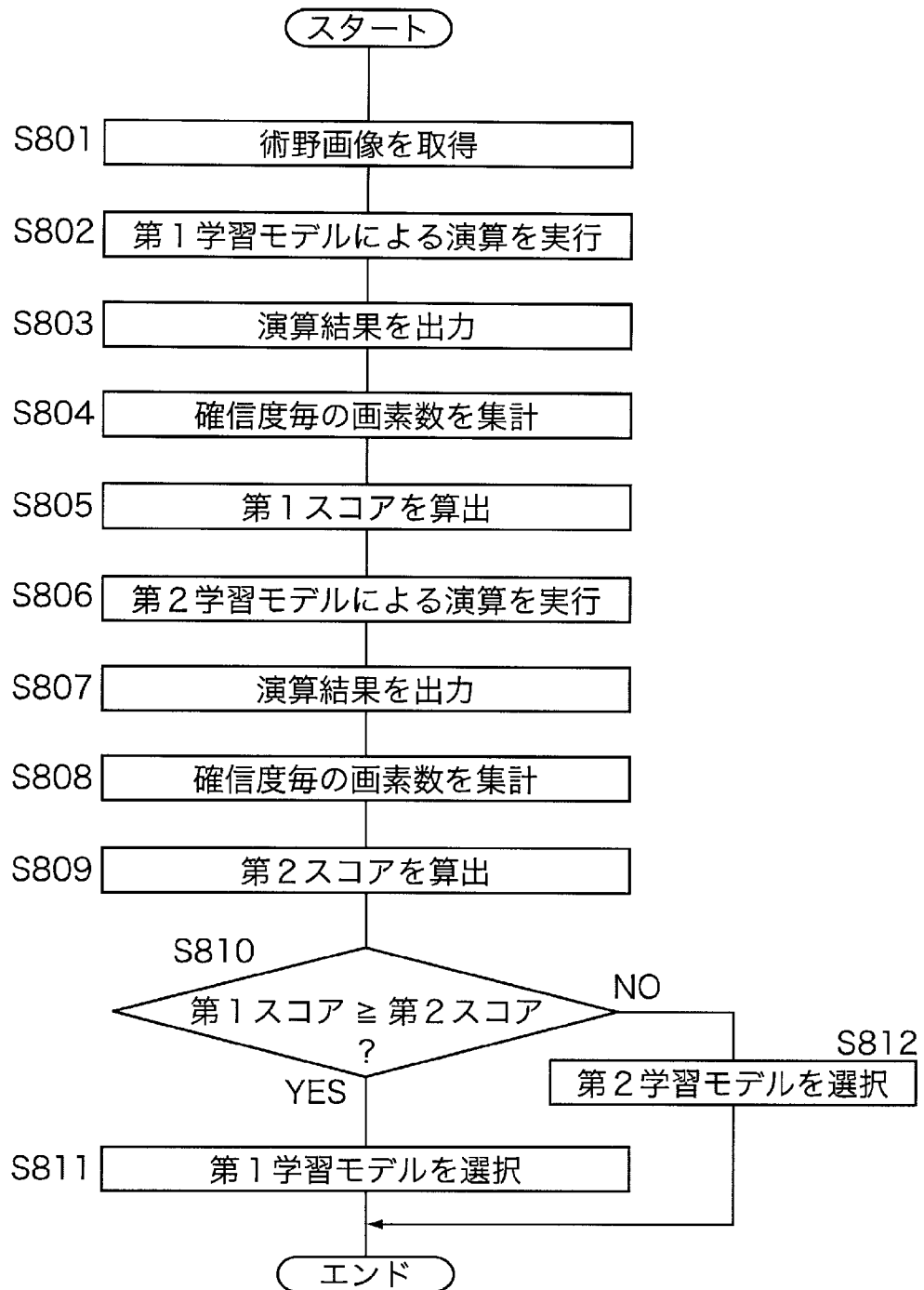
[図36]

A	確信度	画素の割合	評価係数	スコア
	0~0.1	80	4	320
	0.1~0.2	0	2	0
	0.2~0.3	0	0	0
	0.3~0.4	0	-2	0
	0.4~0.5	0	-4	0
	0.5~0.6	0	-4	0
	0.6~0.7	0	-2	0
	0.7~0.8	0	0	0
	0.8~0.9	0	2	0
0.9~1		20	4	80
計		100	—	400

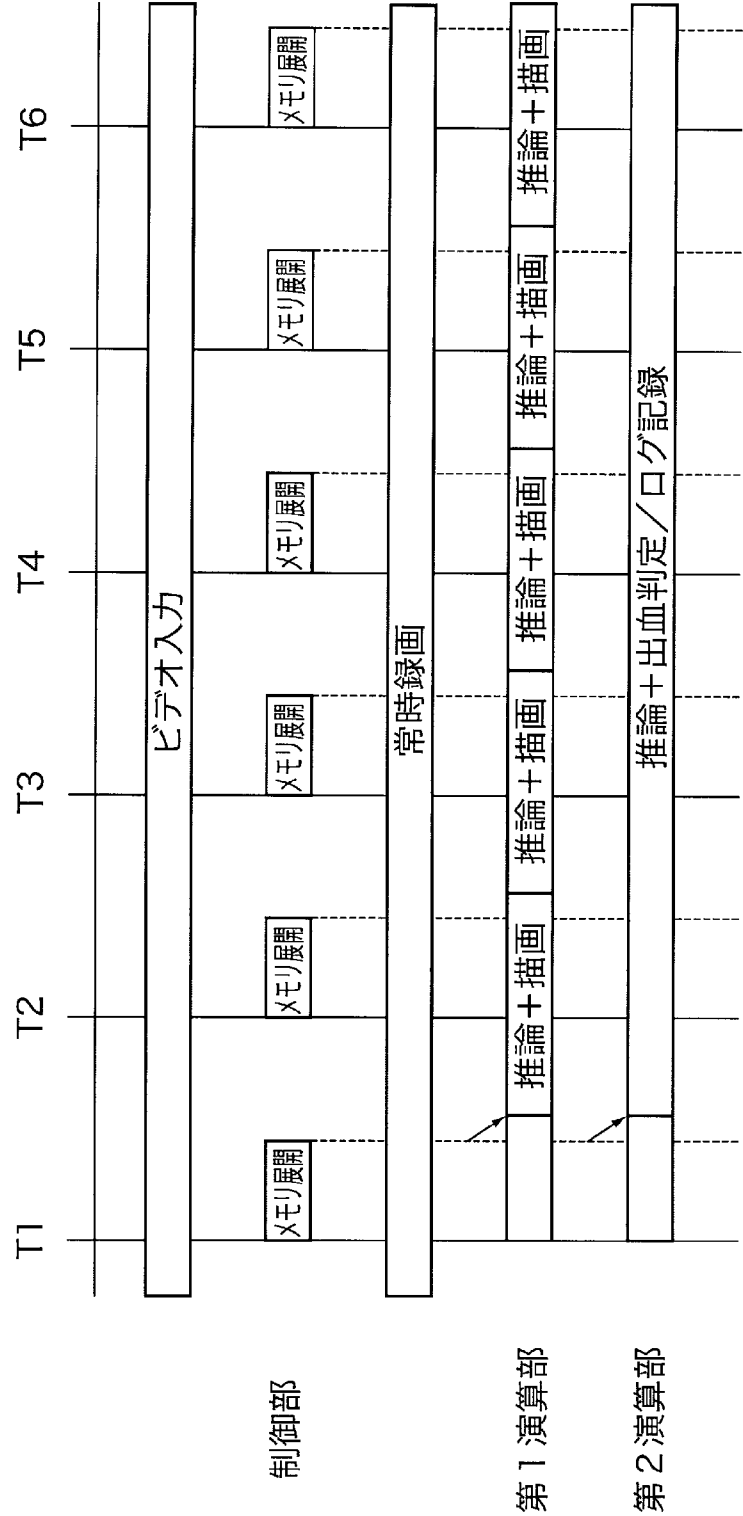
B	確信度	画素の割合	評価係数	スコア
	0~0.1	30	4	120
	0.1~0.2	20	2	40
	0.2~0.3	10	0	0
	0.3~0.4	10	-2	-20
	0.4~0.5	10	-4	-40
	0.5~0.6	6	-4	-24
	0.6~0.7	4	-2	-8
	0.7~0.8	4	0	0
	0.8~0.9	4	2	8
0.9~1		2	4	8
計		100	—	84

C	確信度	画素の割合	評価係数	スコア
	0~0.1	40	4	160
	0.1~0.2	20	2	40
	0.2~0.3	10	0	0
	0.3~0.4	6	-2	-12
	0.4~0.5	4	-4	-16
	0.5~0.6	2	-4	-8
	0.6~0.7	4	-2	-8
	0.7~0.8	4	0	0
	0.8~0.9	4	2	8
0.9~1		6	4	24
計		100	—	188

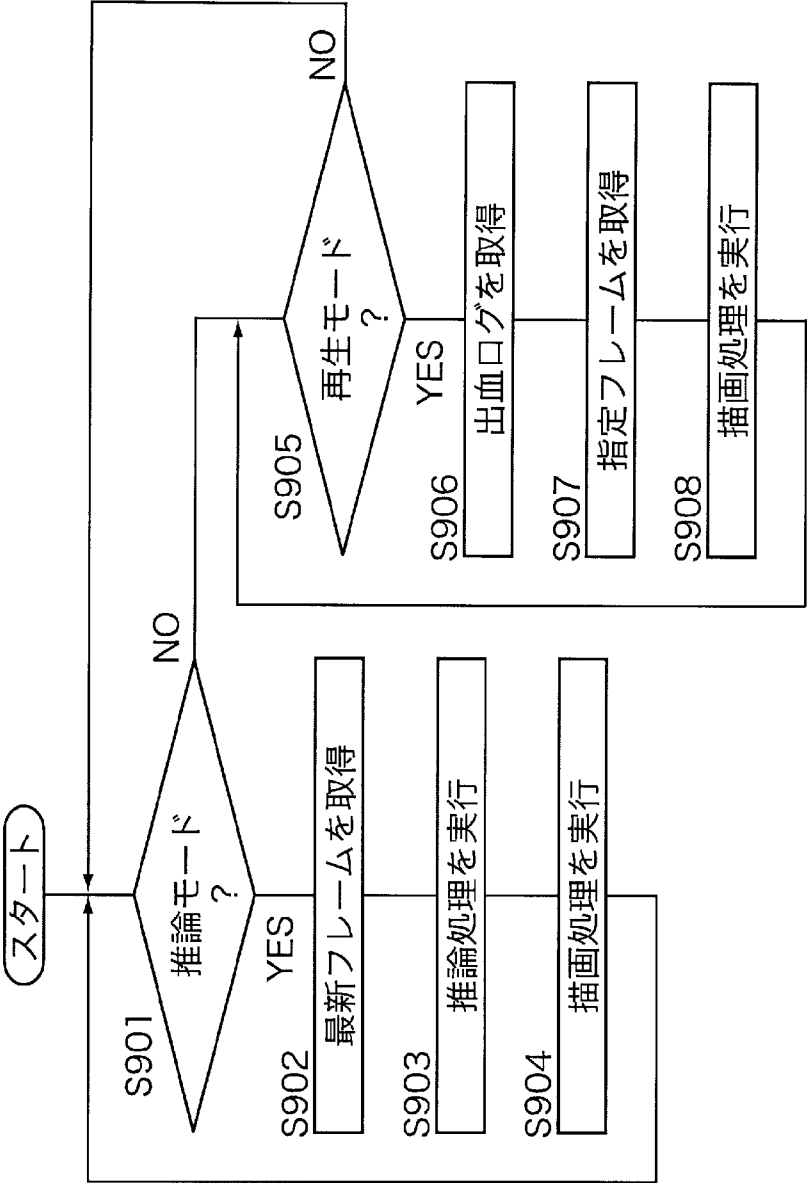
[図37]



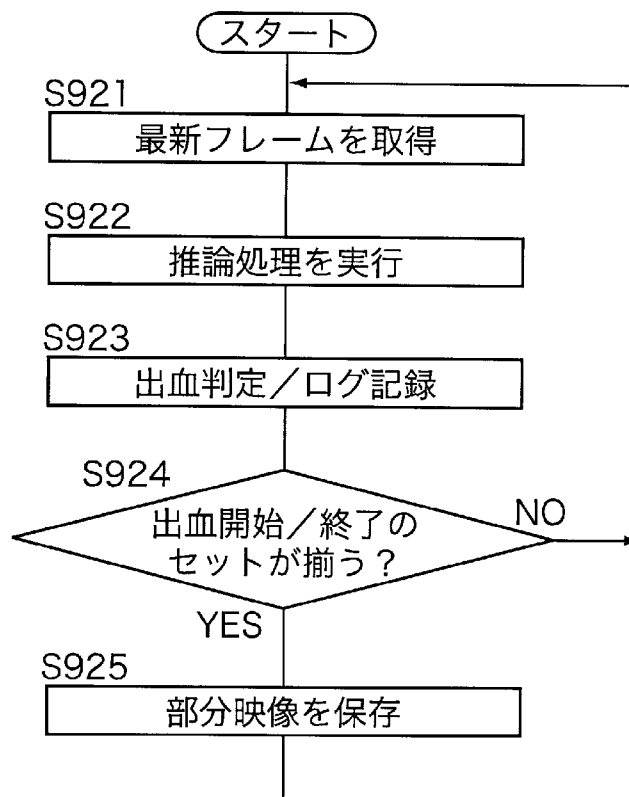
[図38]



[図39]



[図40]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/021185

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**A61B 1/045**(2006.01)i; **G06T 7/00**(2017.01)i

FI: A61B1/045 614; G06T7/00 350C; G06T7/00 612

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)

A61B1/045; G06T7/00

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 2019/054045 A1 (FUJIFILM CORP.) 21 March 2019 (2019-03-21) paragraphs [0042]-[0141], fig. 4, 5	1-3, 43-44
Y	paragraphs [0042]-[0141], fig. 4, 5	36, 42
X	JP 2020-89710 A (HOYA CORP.) 11 June 2020 (2020-06-11) paragraphs [0015]-[0021], fig. 1	1-2, 43-44
X	WO 2020/194662 A1 (OLYMPUS CORP.) 01 October 2020 (2020-10-01) paragraphs [0081]-[0084], fig. 13	1-2, 43-44
Y	JP 2020-156860 A (HYOGO COLL. OF MEDICINE) 01 October 2020 (2020-10-01) paragraphs [0089]-[0093]	36, 42
Y	WO 2019/131742 A1 (PREFERRED NETWORKS, INC.) 04 July 2019 (2019-07-04) paragraphs [0058]-[0075]	42



Further documents are listed in the continuation of Box C.



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

04 August 2022

Date of mailing of the international search report

16 August 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.

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Document 1: WO 2019/054045 A1 (FUJIFILM CORP.) 21 March 2019 (2019-03-21),

paragraphs [0042]-[0141], fig. 4, 5

& US 2020/0193236 A1, paragraphs [0048]-[0150], fig. 4, 5

Document 2: JP 2020-89710 A (HOYA CORP.) 11 June 2020 (2020-06-11),

paragraphs [0015]-[0021], fig. 1

& WO 2020/116115 A1, paragraphs [0015]-[0021], fig. 1

& JP 2020-89711 A & JP 2020-89712 A & JP 2021-119996 A & CN 112399816 A

Document 3: WO 2020/194662 A1 (OLYMPUS CORP.) 01 October 2020 (2020-10-01)

paragraphs [0081]-[0084], fig. 13

& US 2021/0272284 A1, paragraphs [0108]-[0111], fig. 13

The claims are classified into the eight inventions below.

(Invention 1) Claims 1-3, 36, and 42-44

Document 1 describes a device that performs a recognition process on an endoscopic image using a first recognizer 41, performs a recognition process on the image using a second recognizer 42 when it is determined that the confidence level is low, and displays the results of the recognition processes on a display unit 16, wherein in a case where the first recognition result indicates "neoplastic" but the category classification of the image is changed to "non-neoplastic" in the second recognition result, "neoplastic" in strikethrough and modified "non-neoplastic" are displayed on the display unit 16.

Document 2 describes a device, wherein when an endoscopic image is input to a first model 61 and a second model 62, the first model 61 outputs evaluations, in numerical form, on the reddishness, degree of blood vessel visibility, and degree of ulcer, and the second model 62 outputs a diagnosis prediction on the state of ulcerative colitis, and each of the outputs is displayed in an endoscopic image field 73.

Document 3 describes a device, wherein when a detection image IMGD captured using an endoscope is input to trained models 31 and 32, the trained model 31 outputs first position information MKAR, and the trained model 32 outputs second position information MKDT, and an output section 6 generates first display information HYAR based on the position information MKAR and second display information HYDT based on the position information MKDT, and then combines the display information HYAR and HYDT with the detection image IMGD, with the display information HYAR and HYDT being distinguishable from each other, and thereby generates a display image IMGH, and displays the display image IMGH on a display section 3.

In view of this, claims 1-2 lack novelty in light of documents 1-3, and thus do not have a special technical feature. Meanwhile, the case where the first recognition result indicates neoplastic and the second recognition result indicates the recognition of non-neoplastic in document 1 corresponds to the "recognition result indicating that a similar structure is recognized" in claim 3. The feature of displaying "neoplastic" in strikethrough and modified "non-neoplastic" on the display unit 16 in document 1 corresponds to "outputting alert information" in claim 3. In light of document 1, claim 3 lacks novelty, and thus does not have a special technical feature.

Claim 36 that depends from claim 3 has the special technical feature wherein "the derivation unit combines operation results from multiple learning models including the first and second learning models to infer the state of an operation instrument being used that appears in the surgical field image". Claim 42 that depends from claim 36 has the same special technical feature as claim 36.

Accordingly claims 1-3, 36, and 42 are classified as invention 1.

Claims 43-44 are substantially identical to or similarly closely related to claim 1, and thus are classified as invention 1.

(Invention 2) Claims 4-6

Claims 4-6 cannot be said to have the same or corresponding special technical features between these claims and claim 36 classified as invention 1.

In addition, although claims 4-6 depend from claim 1 classified as invention 1, the problem (deriving an integrated recognition result) to be solved by the invention as in claim 1 has a low relevance to the specific problem (avoiding a result in which the recognition may be erroneous from being presented to a surgical operator) to be solved by the invention as found from the added technical features in claims 4-6. Thus it is not considered that claims 4-6 have a link of invention to claim 1.

Furthermore, claims 4-6 are not substantially identical to or similarly closely related to any of the claims classified as invention 1.

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

Accordingly claims 4-6 cannot be identified as invention 1.

Meanwhile, claims 4-6 have the special technical features wherein when the first operation unit recognizes a specific structure as a first organ, and the second operation unit recognizes the specific structure as a second organ that is different from it, "the output unit stops the output of information based on the recognition results" (claim 4), "a recognition result based on an operation result having a higher confidence level is selected, and the output unit outputs information based on the selected recognition result" (claim 5), and "recognition results according the confidence levels of the respective operation results are derived, and the output unit generates display information on the recognition results for displaying the recognition results in display modes according to the confidence levels, and outputs the generated display information on the recognition results" (claim 6); thus these claims are classified as invention 2.

(Invention 3) Claims 7-9

Claims 7-9 cannot be said to have the same or corresponding special technical features between these claims and claim 36 classified as invention 1.

In addition, although claims 7-9 depend from claim 1 classified as invention 1, the problem (deriving an integrated recognition result) to be solved by the invention as in claim 1 has a low relevance to the specific problem (determining and displaying bleeding, damage, and pulsation of an organ) to be solved by the invention as found from the added technical features in claims 7-9. Thus it is not considered that claims 7-9 have a link of invention to claim 1.

Furthermore, claims 7-9 are not substantially identical to or similarly closely related to any of the claims classified as invention 1.

Accordingly claims 7-9 cannot be identified as invention 1.

Meanwhile, claims 7-9 have the special technical feature wherein the first learning model "outputs information on an organ included in the surgical field image, and the second learning model "outputs information on an event that has occurred in the surgical field image"; thus these claims are classified as invention 3.

(Invention 4) Claims 10-16

Claims 10-16 cannot be said to have the same or corresponding special technical features between these claims and claim 36 classified as invention 1.

In addition, although claims 10-16 depend from claim 1 classified as invention 1, the problem (deriving an integrated recognition result) to be solved by the invention as in claim 1 has a low relevance to the specific problem (preventing erroneous recognition of an organ, calculating the dimensions of an organ, and displaying a manual for a surgical instrument) to be solved by the invention as found from the added technical features in claims 10-16. Thus it is not considered that claims 10-16 have a link of invention to claim 1.

Furthermore, claims 10-16 are not substantially identical to or similarly closely related to any of the claims classified as invention 1.

Accordingly claims 10-16 cannot be identified as invention 1.

Meanwhile, claims 10-16 have the special technical feature wherein the first learning model "outputs information on an organ included in the surgical field image, and the second learning model "outputs information on a surgical instrument included in the surgical field image"; thus these claims are classified as invention 4.

(Invention 5) Claims 17-29

Claims 17-29 cannot be said to have the same or corresponding special technical features between these claims and claim 36 classified as invention 1.

In addition, although claims 17-29 depend from claim 1 classified as invention 1, the problem (deriving an integrated recognition result) to be solved by the invention as in claim 1 has a low relevance to the specific problem (recognizing an organ in accordance with a scene during the surgery and advance information) to be solved by the invention as found from the added technical features in claims 17-29. Thus it is not considered that claims 17-29 have a link of invention to claim 1.

Furthermore, claims 17-29 are not substantially identical to or similarly closely related to any of the claims classified as invention 1.

Accordingly claims 17-29 cannot be identified as invention 1.

Meanwhile, claims 17-29 have the special technical feature wherein the first learning model "outputs information on an organ included in the surgical field image, and the second learning model "outputs information on a scene shown by the surgical field image"; thus these claims are classified as invention 5.

(Invention 6) Claims 30-35

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

Claims 30-35 cannot be said to have the same or corresponding special technical features between these claims and claim 36 classified as invention 1.

In addition, although claims 30-35 depend from claim 1 classified as invention 1, the problem (deriving an integrated recognition result) to be solved by the invention as in claim 1 has a low relevance to the specific problem (facilitating look-back of an event that has occurred during the surgery) to be solved by the invention as found from the added technical features in claims 30-35. Thus it is not considered that claims 30-35 have a link of invention to claim 1.

Furthermore, claims 30-35 are not substantially identical to or similarly closely related to any of the claims classified as invention 1.

Accordingly claims 30-35 cannot be identified as invention 1.

Meanwhile, claims 30-35 have the special technical feature wherein the first learning model "outputs information on an event in the surgical field image, and the second learning model "outputs information on a scene shown by the surgical field image"; thus these claims are classified as invention 6.

(Invention 7) Claim 37

Claim 37 cannot be said to have the same or corresponding special technical features between this claim and claim 36 classified as invention 1.

In addition, although claim 37 depends from claim 1 classified as invention 1, the problem (deriving an integrated recognition result) to be solved by the invention as in claim 1 has a low relevance to the specific problem (selecting a more suitable learning model) to be solved by the invention as found from the added technical feature in claim 37. Thus it is not considered that claim 37 has a link of invention to claim 1.

Furthermore, claim 37 is not substantially identical to or similarly closely related to any of the claims classified as invention 1.

Accordingly claim 37 cannot be identified as invention 1.

Meanwhile, claim 37 has the special technical feature wherein "the derivation unit evaluates the first and second learning models on the basis of an operation result by the first learning model and an operation result by the second learning model, and on the basis of the evaluation results, derives a recognition result using a learning model selected on the basis of the evaluation results"; thus this claim is classified as invention 7.

(Invention 8) Claims 38-41

Claims 38-41 cannot be said to have the same or corresponding special technical features between these claims and claim 36 classified as invention 1.

In addition, although claims 38-41 depend from claim 1 classified as invention 1, the problem (deriving an integrated recognition result) to be solved by the invention as in claim 1 has a low relevance to the specific problem (performing, in the background, a recognition process for an event that does not need constant recognition) to be solved by the invention as found from the added technical features in claims 38-41. Thus it is not considered that claims 38-41 have a link of invention to claim 1.

Furthermore, claims 38-41 are not substantially identical to or similarly closely related to any of the claims classified as invention 1.

Accordingly claims 38-41 cannot be identified as invention 1.

Meanwhile, claims 38-41 have the special technical feature wherein "when the surgical field image is input, the second operation unit executes an operation using the second learning model and a recording process for recording, as a log, a recognition result obtained by recognition from the operation result of the second learning model"; thus these claims are classified as invention 8.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/021185

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: **Claims 1-3, 36, and 42-44**

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/021185

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2019/054045	A1	21 March 2019	US 2020/0193236 A1 paragraphs [0048]-[0150], fig. 4, 5	
JP	2020-89710	A	11 June 2020	WO 2020/116115 A1 paragraphs [0015]-[0021], fig. 1	
				JP 2021-119996 A	
				JP 2020-89711 A	
				JP 2020-89712 A	
				CN 112399816 A	
WO	2020/194662	A1	01 October 2020	US 2021/0272284 A1 paragraphs [0108]-[0111], fig. 13	
JP	2020-156860	A	01 October 2020	WO 2020/194942 A1 paragraphs [0089]-[0093]	
WO	2019/131742	A1	04 July 2019	CN 111448585 A paragraphs [0069]-[0086]	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） A61B 1/045(2006.01)i; G06T 7/00(2017.01)i FI: A61B1/045 614; G06T7/00 350C; G06T7/00 612		
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）） A61B1/045; G06T7/00		
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 2019/054045 A1（富士フイルム株式会社）21.03.2019（2019-03-21） 段落[0042]-[0141], 図4, 5	1-3, 43-44
Y	段落[0042]-[0141], 図4, 5	36, 42
X	JP 2020-89710 A（H O Y A株式会社）11.06.2020（2020-06-11） 段落[0015]-[0021], 図1	1-2, 43-44
X	WO 2020/194662 A1（オリンパス株式会社）01.10.2020（2020-10-01） 段落[0081]-[0084], 図13	1-2, 43-44
Y	JP 2020-156860 A（学校法人兵庫医科大学）01.10.2020（2020-10-01） 段落[0089]-[0093]	36, 42
Y	WO 2019/131742 A1（株式会社 Preferred Networks） 04.07.2019（2019-07-04） 段落[0058]-[0075]	42
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ 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 04.08.2022		国際調査報告の発送日 16.08.2022
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） 鷲崎 亮 2Q 3404 電話番号 03-3581-1101 内線 3292

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

文献1：W0 2019/054045 A1（富士フイルム株式会社）21.03.2019(2019-03-21)

段落[0042]-[0141], 図4, 5

& US 2020/0193236 A1 段落[0048]-[0150], 図4, 5

文献2：JP 2020-89710 A（H O Y A株式会社）11.06.2020(2020-06-11)

段落[0015]-[0021], 図1

& W0 2020/116115 A1 段落[0015]-[0021], 図1

& JP 2020-89711 A & JP 2020-89712 A & JP 2021-119996 A & CN 112399816 A

文献3：W0 2020/194662 A1（オリンパス株式会社）01.10.2020(2020-10-01)

段落[0081]-[0084], 図13

& US 2021/0272284 A1 段落[0108]-[0111], 図13

請求の範囲は、以下の8つの発明に区分される。

（発明1）請求項1-3、36、42-44

文献1には、第1の認識器41による内視鏡画像の認識処理を行い、確信度が低いと判定されると、第2の認識器42による認識処理を行い、両者の結果を表示部16に表示する装置であって、第1の認識結果で「腫瘍性」になっているが、第2の認識結果では、画像のカテゴリ分類が「非腫瘍性」に変更された場合、取り消し線付きの「腫瘍性」と修正した「非腫瘍性」とを、表示部16に表示する点が記載されている。

文献2には、内視鏡画像が第1モデル61及び第2モデル62に入力されると、第1モデル61は赤み、血管透見、潰瘍の程度に関する評価を数値化して出力し、第2モデル62は、潰瘍性大腸炎の状態に関する診断予測を出力し、各出力を内視鏡画像欄73に表示する装置が記載されている。

文献3には、内視鏡で撮影された検出用画像IMGDが学習済みモデル31、32に入力されると、学習済みモデル31は第1位置情報MKARを出力し、学習済みモデル32は、第2位置情報MKDTを出力し、出力部6は、位置情報MKARに基づく第1表示情報HYARと、位置情報MKDTに基づく第2表示情報HYDTとを生成し、表示情報HYAR、HYDTを区別して検出用画像IMGDに合成することで表示画像IMGHを生成し、表示部3に表示画像IMGHを表示する装置が記載されている。

してみると、請求項1-2は、文献1-3により新規性が欠如しているため、特別な技術的特徴を有しない。そして、文献1の第1の認識結果で腫瘍性となり、第2の認識結果で非腫瘍性と認識した場合は、請求項3の「類似の構造体を認識したとの認識結果」に相当し、文献1の取り消し線付きの「腫瘍性」と修正した「非腫瘍性」とを、表示部16に表示することは、請求項3の「警告情報を出力する」ことに相当することから、請求項3は、文献1により新規性が欠如しているため、特別な技術的特徴を有しない。

請求項3の従属請求項である請求項36は、「前記導出部は、前記第1学習モデル及び前記第2学習モデルを含む複数の学習モデルの演算結果を組み合わせ、前記術野画像に現れる術具の使用状態を推定する」という特別な技術的特徴を有しており、請求項36に従属する請求項42も、請求項36と同一の特別な技術的特徴を有している。

したがって、請求項1-3、36、42を発明1に区分する。

さらに、請求項43-44は請求項1と実質同一又はそれに準ずる関係にあるので、発明1に区分する。

（発明2）請求項4-6

請求項4-6は、発明1に区分された請求項36と、同一の又は対応する特別な技術的特徴を有しているとはいえない。

また、請求項4-6は、発明1に区分された請求項1の従属請求項であるが、請求項1に係る発明が解決しようとする課題（統合的な認識結果を導出すること）と、請求項4-6に対して追加された技術的特徴から把握される、発明が解決しようとする具体的な課題（認識が誤っている可能性がある結果を術者に提示することを回避すること）との関連性が低い。このため、請求項4-6が請求項1に対して発明の連関を有しているとは認められない。

さらに、請求項4-6は、発明1に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にはない。

したがって、請求項4-6は発明1に区分できない。

そして、請求項4-6は、第1演算部が特定の構造体を第1臓器と認識し、第2演算部がそれとは異なる第2臓器と認識した場合に、「前記出力部は、認識結果に基づく情報の出力を停止する」（請求項

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

4）、「確信度が高い方の演算結果に基づく認識結果を選択し、前記出力部は、選択した認識結果に基づく情報を出力する」（請求項5）、「夫々の演算結果の確信度に応じた認識結果を導出し、前記出力部は、前記確信度に応じた表示態様にて前記認識結果を表示すべく前記認識結果の表示情報を生成し、生成した前記認識結果の表示情報を出力する」（請求項6）という特別な技術的特徴を有しているの
で、発明2に区分する。

（発明3）請求項7-9

請求項7-9は、発明1に区分された請求項36と、同一の又は対応する特別な技術的特徴を有しているとはいえない。

また、請求項7-9は、発明1に区分された請求項1の従属請求項であるが、請求項1に係る発明が解決しようとする課題（統合的な認識結果を導出すること）と、請求項7-9に対して追加された技術的特徴から把握される、発明が解決しようとする具体的な課題（臓器の出血、損傷、脈動を特定して表示すること）との関連性が低い。このため、請求項7-9が請求項1に対して発明の連関を有しているとは認められない。

さらに、請求項7-9は、発明1に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にはない。

したがって、請求項7-9は発明1に区分できない。

そして、請求項7-9は、第1学習モデルが「術野画像に含まれる臓器に関する情報を出力」し、第2学習モデルが「術野画像内で発生した事象に関する情報を出力する」という特別な技術的特徴を有しているので、発明3に区分する。

（発明4）請求項10-16

請求項10-16は、発明1に区分された請求項36と、同一の又は対応する特別な技術的特徴を有しているとはいえない。

また、請求項10-16は、発明1に区分された請求項1の従属請求項であるが、請求項1に係る発明が解決しようとする課題（統合的な認識結果を導出すること）と、請求項10-16に対して追加された技術的特徴から把握される、発明が解決しようとする具体的な課題（臓器の誤認識の防止、臓器寸法の算出、術具のマニュアルの表示）との関連性が低い。このため、請求項10-16が請求項1に対して発明の連関を有しているとは認められない。

さらに、請求項10-16は、発明1に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にはない。

したがって、請求項10-16は発明1に区分できない。

そして、請求項10-16は、第1学習モデルが「術野画像に含まれる臓器に関する情報を出力」し、第2学習モデルが「術野画像に含まれる術具に関する情報を出力する」という特別な技術的特徴を有しているので、発明4に区分する。

（発明5）請求項17-29

請求項17-29は、発明1に区分された請求項36と、同一の又は対応する特別な技術的特徴を有しているとはいえない。

また、請求項17-29は、発明1に区分された請求項1の従属請求項であるが、請求項1に係る発明が解決しようとする課題（統合的な認識結果を導出すること）と、請求項17-29に対して追加された技術的特徴から把握される、発明が解決しようとする具体的な課題（手術中の場面や事前情報に応じた臓器認識を行うこと）との関連性が低い。このため、請求項17-29が請求項1に対して発明の連関を有しているとは認められない。

さらに、請求項17-29は、発明1に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にはない。

したがって、請求項17-29は発明1に区分できない。

そして、請求項17-29は、第1学習モデルが「術野画像に含まれる臓器に関する情報を出力」し、第2学習モデルが「術野画像が示す場面に関する情報を出力する」という特別な技術的特徴を有しているので、発明5に区分する。

（発明6）請求項30-35

請求項30-35は、発明1に区分された請求項36と、同一の又は対応する特別な技術的特徴を有しているとはいえない。

また、請求項30-35は、発明1に区分された請求項1の従属請求項であるが、請求項1に係る発明が解決しようとする課題（統合的な認識結果を導出すること）と、請求項30-35に対して追加された技術的特徴から把握される、発明が解決しようとする具体的な課題（手術中に発生した事象の振り返り

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

を容易にすること）との関連性が低い。このため、請求項30-35が請求項1に対して発明の連関を有しているとは認められない。

さらに、請求項30-35は、発明1に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にはない。

したがって、請求項30-35は発明1に区分できない。

そして、請求項30-35は、第1学習モデルが「術野画像内の事象に関する情報を出力」し、第2学習モデルが「術野画像が示す場面に関する情報を出力する」という特別な技術的特徴を有しているので、発明6に区分する。

（発明7）請求項37

請求項37は、発明1に区分された請求項36と、同一の又は対応する特別な技術的特徴を有しているとはいえない。

また、請求項37は、発明1に区分された請求項1の従属請求項であるが、請求項1に係る発明が解決しようとする課題（統合的な認識結果を導出すること）と、請求項37に対して追加された技術的特徴から把握される、発明が解決しようとする具体的な課題（より適切な学習モデルを選択すること）との関連性が低い。このため、請求項37が請求項1に対して発明の連関を有しているとは認められない。

さらに、請求項37は、発明1に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にはない。

したがって、請求項37は発明1に区分できない。

そして、請求項37は、「前記導出部は、前記第1学習モデルによる演算結果と、前記第2学習モデルによる演算結果とに基づいて、前記第1学習モデル及び前記第2学習モデルを評価し、評価結果に基づき選択した学習モデルを用いて認識結果を導出する」という特別な技術的特徴を有しているので、発明7に区分する。

（発明8）請求項38-41

請求項38-41は、発明1に区分された請求項36と、同一の又は対応する特別な技術的特徴を有しているとはいえない。

また、請求項38-41は、発明1に区分された請求項1の従属請求項であるが、請求項1に係る発明が解決しようとする課題（統合的な認識結果を導出すること）と、請求項38-41に対して追加された技術的特徴から把握される、発明が解決しようとする具体的な課題（常時認識しておく必要がない事象の認識処理をバックグラウンドで行うこと）との関連性が低い。このため、請求項38-41が請求項1に対して発明の連関を有しているとは認められない。

さらに、請求項38-41は、発明1に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にはない。

したがって、請求項38-41は発明1に区分できない。

そして、請求項38-41は、「前記第2演算部は、前記術野画像が入力された場合、前記第2学習モデルによる演算と、前記第2学習モデルの演算結果より認識される認識結果をログとして記録する記録処理とを実行する」という特別な技術的特徴を有しているので、発明8に区分する。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。 請求項1-3、36、42-44

追加調査手数料の異議の
申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

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/JP2022/021185

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2019/054045	A1	21.03.2019	US	2020/0193236	A1	
				段落[0048]-[0150], 図4, 5			
JP	2020-89710	A	11.06.2020	WO	2020/116115	A1	
				段落[0015]-[0021], 図1			
				JP	2021-119996	A	
				JP	2020-89711	A	
				JP	2020-89712	A	
				CN	112399816	A	
WO	2020/194662	A1	01.10.2020	US	2021/0272284	A1	
				段落[0108]-[0111], 図13			
JP	2020-156860	A	01.10.2020	WO	2020/194942	A1	
				段落[0089]-[0093]			
WO	2019/131742	A1	04.07.2019	CN	111448585	A	
				段落[0069]-[0086]			