

(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
2019年9月26日(26.09.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/181432 A1

- (51) 国際特許分類:
G16H 30/40 (2018.01) *A61B 34/20* (2016.01)
A61B 1/00 (2006.01) *G06Q 10/04* (2012.01)
A61B 1/045 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/008027
- (22) 国際出願日: 2019年3月1日(01.03.2019)
- (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 2018-052388 2018年3月20日(20.03.2018) JP
- (71) 出願人: ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 今野 上知郎 (KONNO, Georgero); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニーイメージングプロダクツ&ソリューションズ株式会社内 Tokyo (JP). 中村 直人 (NAKAMURA, Naoto); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニーイメージング

プロダクツ&ソリューションズ株式会社内 Tokyo (JP). 内田 雅貴 (UCHIDA, Masaki); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニーイメージングプロダクツ&ソリューションズ株式会社内 Tokyo (JP). 伊藤 俊樹 (ITO, Toshiki); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニーイメージングプロダクツ&ソリューションズ株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人酒井国際特許事務所 (SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎の門三井ビルディング Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,

(54) Title: OPERATION ASSISTANCE SYSTEM, INFORMATION PROCESSING DEVICE, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 手術支援システム、情報処理装置、及びプログラム

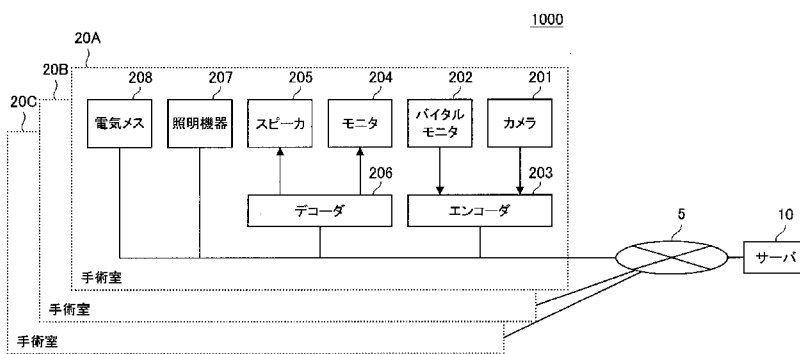


FIG. 1:
 10 Server
 20A, 20B, 20C Operating room
 201 Camera
 202 Vital monitor
 203 Encoder
 204 Monitor
 205 Speaker
 206 Decoder
 207 Lighting apparatus
 208 Electric scalpel

(57) Abstract: [Problem] To provide an operation assistance system, an information processing device, and a program. [Solution] This operation assistance system is provided with: a storage unit which stores a determiner obtained by using, as teacher data, label information that indicates a dangerous state during an operation and learning an operation image group; and a prediction unit which receives an operation image and uses the determiner to predict the occurrence of the dangerous state.

(57) 要約: 【課題】手術支援システム、情報処理装置、及びプログラムを提供する。【解決手段】手術中の危険状態を示すラベル情報を教師データとして用いて、手術画像群を学習して得られた判定器を記憶する記憶部と、手術画像を入力とし、前記判定器を用いて、危険状態の発生の予測を行う予測部と、を備える手術支援システム。



WO 2019/181432 A1

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

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：手術支援システム、情報処理装置、及びプログラム
技術分野

[0001] 本開示は、手術支援システム、情報処理装置、及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] 手術室では、内視鏡カメラや術野カメラ、術場カメラ等の様々なカメラが用いられており、これらのカメラの撮像により得られた手術画像は、手術中に表示されるとともに、記録されることもある。記録された手術画像は、例えば手技の向上等を目的として手術後の手技の検証・確認に用いられ、医師が学会発表や講義を行う際に用いられ、

[0003] また、下記特許文献1には、記録された手術画像を後から編集する際の効率を向上させるため、手術中の撮像時に、メタデータを自動的に付加して、手術画像を記録する技術も開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2016-42982号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかし、このような手術画像は、現状では十分に有効活用されているとは言えず、手術画像のさらなる活用が望まれていた。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示によれば、手術中の危険状態を示すラベル情報を教師データとして用いて、手術画像群を学習して得られた判定器を記憶する記憶部と、手術画像を入力とし、前記判定器を用いて、危険状態の発生の予測を行う予測部と、を備える手術支援システムが提供される。

[0007] また、本開示によれば、手術中の危険状態を示すラベル情報を教師データとして用いて、手術画像群を学習して得られた判定器を記憶する記憶部と、

手術画像を入力とし、前記判定器を用いて、危険状態の発生の予測を行う予測部と、を備える情報処理装置が提供される。

[0008] また、本開示によれば、コンピュータに、手術中の危険状態を示すラベル情報を教師データとして用いて、手術画像群を学習して得られた判定器を記憶する機能と、手術画像を入力とし、前記判定器を用いて、危険状態の発生の予測を行う機能と、を実現させるためのプログラムが提供される。

発明の効果

[0009] 以上説明したように本開示によれば、手術画像を活用して、危険状態の発生を予測することが可能となる。

[0010] なお、上記の効果は必ずしも限定的なものではなく、上記の効果とともに、または上記の効果に代えて、本明細書に示されたいずれかの効果、または本明細書から把握され得る他の効果が奏されてもよい。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本開示の一実施形態による手術支援システム1000の概略構成を示すブロック図である。

[図2]危険状態の発生が予測された場合に表示されるアラートを含む画像の例を示す。

[図3]操作画面の表示例を示す図である。

[図4]同実施形態にかかるサーバ10の構成例を示すブロック図である。

[図5]学習にかかる動作の一例を示すフローチャート図である。

[図6]危険状態の予測にかかる動作の一例を示すフローチャート図である。

[図7]ハードウェア構成例を示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下に添付図面を参照しながら、本開示の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

[0013] また、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する複数

の構成要素を、同一の符号の後に異なるアルファベットを付して区別する場合もある。ただし、実質的に同一の機能構成を有する複数の構成要素の各々を特に区別する必要がない場合、同一符号のみを付する。

[0014] なお、説明は以下の順序で行うものとする。

<<1. 背景>>

<<2. 構成>>

<2-1. 手術支援システム全体の構成>

<2-2. サーバの構成>

<<3. 動作>>

<<4. 変形例>>

<4-1. 変形例1>

<4-2. 変形例2>

<4-3. 変形例3>

<<5. ハードウェア構成例>>

<<6. むすび>>

[0015] <<1. 背景>>

本開示の一実施形態について説明する前に、まず、本開示の一実施形態の創作に至った背景について説明する。手術室では、内視鏡カメラや術野カメラ、術場カメラ等の様々なカメラが用いられている。このようなカメラの撮像により手術中に得られた手術画像は、手術中に表示されるとともに、記録されることもある。なお、本明細書において、静止画像と動画像とを区別する必要がない場合には単に画像と呼ぶことがある。また、本明細書において手術画像という表現は、手術中に得られた静止画像、あるいは手術中に得られた動画像を含む表現として用いられる。

[0016] このような手術画像は、現状では十分に有効活用されているとは言えない。そこで、本開示では、手術画像を有効活用するため、複数の手術画像（手術画像群とも呼ぶ）を学習し、かかる学習により得られた判定器を用いて手術中に発生し得る危険状態の発生を自動的に予測する仕組みを提案する。手

術中に発生し得る危険状態とは、例えば偶発症、及び偶発症を生じさせる事象を含んでもよい。なお、本明細書において、出血、穿孔、医療事故により生じる様々な症状、医療行為（処置）の前後で大きなバイタル情報の変化が発生した状態、手術手順の変更を要求される状態、その他医療行為に伴って生じる不都合な症状を総称して偶発症と呼ぶ。

[0017] ところで、このような学習を行う機械学習技術において、より高精度な判定器を得るためには、適切な教師データを用いて学習を行うことが望ましい。このような教師データとして、例えば静止画像の各々、あるいは動画像における各フレームに対してラベル付けを行って得られたラベル情報を用いることが考えられる。このようなラベル情報は、求める判定器の性能に応じて用意されることが望ましい。

[0018] しかし、このようなラベル付けを人手で行うことは人的コストが大きく、特に手術画像群に含まれる手術画像が動画像である場合や、多数である場合には、非常に困難であった。また、人手、あるいは自動的な手法により、手術画像の分類やメタ情報の付加が行われている場合もあるが、上述したような判定器を学習により得るための教師データとして利用可能な、適切なラベル情報が用意されているわけではなかった。

[0019] そこで、上記事情を一着眼点にして本実施形態を創作するに至った。本実施形態による手術支援システムは、教師データとして利用可能な、手術中の危険状態を示すラベル情報を自動的に生成する。さらに、本実施形態による手術支援システムは、生成されたラベル情報は教師データとして用いて手術画像群を学習することにより、判定器を得る。そして、本実施形態による手術支援システムは、このようにして得られた判定器を用いて、手術中に入力される手術画像から、危険状態の発生をリアルタイムに予測することが可能である。以下、本実施形態において、上記の効果を実現するための構成、及び動作を順次説明する。

[0020] <<2. 構成>>

<2-1. 手術支援システム全体の構成>

図1は、本開示の一実施形態による手術支援システム1000の概略構成を示すブロック図である。本実施形態による手術支援システム1000は、通信網5、サーバ10、及び手術室20A~20Cに存在し、手術中に用いられ得る手術機器を含む。なお、本明細書では、手術中に用いられ得る機器を総称して手術機器と呼び、医療用途の機器だけでなく、医療用途に限定されない（例えば汎用の）機器も手術機器と呼ばれる。

[0021] 通信網5は、通信網5に接続されている装置から送信される情報の有線、または無線の伝送路である。例えば、通信網5は、インターネット、電話回線網、衛星通信網などの公衆回線網や、Ethernet（登録商標）を含む各種のLAN（Local Area Network）、WAN（Wide Area Network）などを含んでもよい。また、通信網5は、IP-VPN（Internet Protocol-Virtual Private Network）などの専用回線網を含んでもよい。

[0022] サーバ10は、通信網5を介して手術室20A~20Cに存在する各手術機器と接続されている。サーバ10は、手術室20A~20C内や手術室20A~20Cが存在する病院内に存在してもよいし、病院外に存在してもよい。

[0023] サーバ10は、手術室20A~20Cに存在する手術機器から手術画像（静止画像、あるいは動画像）を受信し、蓄積（記録）する。また、サーバ10は、蓄積された手術画像群を学習することで判定器を得る。さらに、サーバ10は、リアルタイムに受信した手術画像を入力として、事前に得られた判定器を用いて、危険状態の発生を予測する。また、サーバ10は、危険状態の発生が予測された場合、手術室20A~20Cのうち、当該手術画像が取得された手術室に存在し、出力部として機能する手術機器に、アラートを出力させる。なお、サーバ10の詳細な構成については、図4を参照して後述する。

[0024] 手術室20A~20Cに存在する手術機器は、例えば図1に示すように、カメラ201、バイタルモニタ202、エンコーダ203、モニタ204、

スピーカ205、デコーダ206、照明機器207、及び電気メス（エナジーデバイス）208等を含む。これらの手術機器の内、モニタ204、スピーカ205、照明機器207、及び電気メス208は、危険状態の発生が予測されたことを警告するアラートを画像表示や音、光や振動を用いて出力する出力部として機能し得る。これにより、執刀医や手術室内のスタッフメンバーなど医療従事者に対して視覚、聴覚または触覚を通じたアラートを出ることができる。なお、図1に示した手術機器は一例であって、他の手術機器が手術支援システム1000に含まれてもよい。例えば、プロジェクタ（出力部の一例）、バイポーラ、手術ロボット等の手術機器が手術支援システム1000に含まれてもよい。また、図1では、手術室20Aに存在する手術機器のみが示されているが、手術室20B、及び手術室20Cにも、同様に手術機器が存在する。

[0025] カメラ201は、撮像により得られた手術画像をエンコーダ203へ出力する。カメラ201は、例えば内視鏡カメラ、術野カメラ、術場カメラを含み得る。内視鏡カメラは、例えば患者の体腔内に挿入され術部の画像を取得する。また、術野カメラは、患者の外部から術部の画像を取得する。また、術場カメラは、例えば手術室の天井に設けられ、手術室全体の画像を取得する。なお、カメラ201は他のカメラを含んでもよく、例えば、電子顕微鏡等を含んでもよい。

[0026] バイタルモニタ202は、不図示のバイタル情報計測機器等により、手術中に計測された患者のバイタル情報（例えば心拍数・呼吸(数)・血圧・体温）を可視化した画像（手術画像の一例）を、エンコーダ203へ出力する。

[0027] エンコーダ203（ライブエンコーダ）は、カメラ201、及びバイタルモニタ202から手術中に出力された手術画像をサーバ10へリアルタイムに送信する。

[0028] モニタ204は、出力部として機能し、デコーダ206がサーバ10から受信した画像を表示（出力）する。モニタ204が表示する画像は、同一手術室内のカメラ201により取得された手術画像を含んでもよい。また、サ

サーバ10により危険状態の発生が予測された場合、モニタ204が表示する画像は、アラートを含んでよく、例えば手術画像にアラートが重畳された画像であってもよい。

[0029] 図2は、サーバ10により危険状態の発生が予測された場合にモニタ204に表示されるアラートを含む画像の例を示す。図2に示す画像V10はモニタ204に表示される画像であり、出血（危険状態の一例）の発生が予測されたこと及びその発生が予測される位置を警告するアラートA10を含んでいる。例えば医師が図2に示すアラートA10を確認し、出血しそうな箇所を認識した上で手術を行うことにより、出血の発生を回避することが可能となり得る。

[0030] また、モニタ204は、画像表示についての指示を与えたり、手術機器の動作についての指示を与えたりするための操作画面を表示してもよい。かかる場合、モニタ204の表示面上にタッチパネルが設けられてユーザによる操作が可能であってもよい。

[0031] 図3は、モニタ204に表示される操作画面の例を示す図である。図3では、一例として、手術室20Aに、出力先の装置として、少なくとも2つのモニタ204が設けられている場合に、モニタ204に表示される操作画面を示している。図3を参照すると、操作画面5193には、発信元選択領域5195と、プレビュー領域5197と、コントロール領域5201と、が設けられる。

[0032] 発信元選択領域5195には、手術支援システム1000に備えられる発信元装置と、当該発信元装置が有する表示情報を表すサムネイル画面と、が紐付けられて表示される。ユーザは、モニタ204に表示させたい表示情報を、発信元選択領域5195に表示されているいずれかの発信元装置から選択することができる。

[0033] プレビュー領域5197には、出力先の装置である2つのモニタ204（Monitor1、Monitor2）に表示される画面のプレビューが表示される。図示する例では、1つのモニタ204において4つの画像がPinP表示されている

。当該4つの画像は、発信元選択領域5195において選択された発信元装置から発信された表示情報に対応するものである。4つの画像のうち、1つはメイン画像として比較的大きく表示され、残りの3つはサブ画像として比較的小さく表示される。ユーザは、4つの画像が表示された領域を適宜選択することにより、メイン画像とサブ画像を入れ替えることができる。また、4つの画像が表示される領域の下部には、ステータス表示領域5199が設けられており、当該領域に手術に関するステータス（例えば、手術の経過時間や、患者の身体情報等）が適宜表示され得る。

[0034] コントロール領域5201には、発信元の装置に対して操作を行うためのGUI (Graphical User Interface) 部品が表示される発信元操作領域5203と、出力先の装置に対して操作を行うためのGUI部品が表示される出力先操作領域5205と、が設けられる。図示する例では、発信元操作領域5203には、撮像機能を有する発信元の装置におけるカメラに対して各種の操作（パン、チルト及びズーム）を行うためのGUI部品が設けられている。ユーザは、これらのGUI部品を適宜選択することにより、発信元の装置におけるカメラの動作を操作することができる。なお、図示は省略しているが、発信元選択領域5195において選択されている発信元の装置がレコーダである場合（すなわち、プレビュー領域5197において、レコーダに過去に記録された画像が表示されている場合）には、発信元操作領域5203には、当該画像の再生、再生停止、巻き戻し、早送り等の操作を行うためのGUI部品が設けられ得る。

[0035] また、出力先操作領域5205には、出力先の装置であるモニタ204における表示に対する各種の操作（スワップ、フリップ、色調整、コントラスト調整、2D表示と3D表示の切り替え）を行うためのGUI部品が設けられている。ユーザは、これらのGUI部品を適宜選択することにより、モニタ204における表示を操作することができる。

[0036] なお、モニタ204に表示される操作画面は図示する例に限定されず、ユーザは、モニタ204を介して、手術支援システム1000に備えられる各

装置に対する操作入力が可能であってよい。

[0037] スピーカ205は、出力部として機能し、デコーダ206がサーバ10から受信した音声を入力する。例えば、サーバ10により危険状態の発生が予測された場合、スピーカ205は、危険状態の発生が予測されたことを警告する音声（アラートの一例）を入力する。

[0038] デコーダ206は、サーバ10から画像、及び音声を受信し、それぞれモニタ204、及びスピーカ205へ出力する。

[0039] 照明機器207は、例えば无影灯等の手術室内で用いられる照明機器である。本実施形態にかかる照明機器207は、図1に示すように通信網5を介してサーバ10と接続される。また、本実施形態にかかる照明機器207は、出力部として機能し、サーバ10から受信した制御信号に従って、危険状態の発生が予測されたことを警告するアラートを出力する。例えば、照明機器207は、所定の色の光を入力したり、点灯パターンを通常とは異ならせることで、アラートを出力してもよい。

[0040] 電気メス208は、手術に使用される手術道具であり、例えば人体に高周波電流を流すことで、切離と同時に止血することが可能である。また、本実施形態にかかる電気メス208は、図1に示すように通信網5を介してサーバ10と接続される。そして、本実施形態にかかる電気メス208は、出力部として機能し、サーバ10から受信した制御信号に従って、危険状態の発生が予測されたことを警告するアラートを出力する。例えば、電気メス208は、ハンドル部を振動させることにより、アラートを出力してもよい。

[0041] 以上説明したように、サーバ10により危険状態の発生が予測された場合、危険状態の発生が予測されたことを警告するアラートが出力される。その結果、例えば執刀医が医療事故につながるアクションを取りやめたり、出血しそうな箇所を認識した上で手術を行うことにより、危険状態の発生が回避され得る。

[0042] <2-2. サーバの構成>

以上、本実施形態による手術支援システム1000の構成について説明し

た。続いて、図1に示したサーバ10のより詳細な構成について、図4を参照して説明を行う。図4は、本実施形態にかかるサーバ10の構成例を示すブロック図である。図4に示すように、サーバ10は、制御部110、通信部130、及び記憶部150を備える情報処理装置である。

[0043] 制御部110は、演算処理装置および制御装置として機能し、各種プログラムに従ってサーバ10内の動作全般を制御する。また、制御部110は、図4に示すように通信制御部111、情報取得部112、分類部113、教師データ生成部114、学習部115、予測部116、及びアラート制御部117として機能する。

[0044] 通信制御部111は、通信部130による他の装置との通信を制御する。例えば、通信制御部111は、通信部130を制御して、図1に示したエンコーダ203から手術画像を受信させる。また、通信制御部111は、後述する情報取得部112の指示に従い、通信部130を制御して、手術属性情報を受信させる。また、通信制御部111は、後述するアラート制御部117の指示に従い、通信部130を制御して、上述したアラートを出力させるための画像、音声、制御信号等を図1に示した手術室20A~20Cに存在する手術機器へ送信させる。

[0045] 情報取得部112は、エンコーダ203から受信した手術画像に対応する手術属性情報（メタ情報）を取得（収集）する。情報取得部112は、手術属性情報を取得するための指示を通信制御部111へ出力し、通信制御部111が当該指示に従って通信部130を制御することで受信した手術属性情報を通信制御部111から取得し得る。

[0046] 情報取得部112は、例えば、図1に示した手術室20A~20Cに含まれる手術機器だけでなく、不図示の病院内外のデータベースやシステム等から、手術属性情報を取得し、各手術画像との対応付けを行う。以下では、情報取得部112が取得する手術属性情報の例について説明する。

[0047] 手術属性情報は、例えば患者の年齢、性別、人種、容体等の患者情報を含んでもよい。患者情報は、例えばHIS(Hospital Information System)、

やEMR (Electronic Medical Record、電子カルテともいう)等から取得され得る。

[0048] また、手術属性情報は、医師の識別情報、医師名、医師の所属医局、医師の出身大学等の医師情報を含んでもよい。医師情報は、例えばR I S (Radiology Information System、オーダーシステムともいう)、手術計画システム、麻酔器システム、またはインターネット上の医師情報サイト等から取得され得る。

[0049] また、手術属性情報は、術式名（例えば食道切除術・胃全摘術・小腸悪性腫瘍手術・肝部分切除・腓体尾部切除・肺葉切除術・TAPVR 手術・開頭血腫除去術等）、手技手順、手技手順の時間配分等の術式に関する術式情報を含んでもよい。術式情報は、例えばR I S、病院内の術式データベース、またはインターネット上の術式情報サイト等から取得され得る。

[0050] また、手術属性情報は、電気メス208や手術ロボット等の手術機器の状態（例えば、利用状況やステータス等）を示す手術機器情報を含んでもよい。例えば、手術ロボットであれば、ロボットを構成するアームの関節部の状態やアームの姿勢なども手術機器情報に含んでもよい。電気メスの場合は、ON/OFF操作の状況などが手術機器情報に含まれてもよい。手術機器情報は、手術室20A~20Cに存在する各手術機器から取得され得る。

[0051] 情報取得部112により取得された手術属性情報は、手術画像に対応付けられ、分類部113、教師データ生成部114へ出力される。

[0052] 分類部113は、手術属性情報に基づいて、手術画像を分類する。分類部113は、例えば手術属性情報に含まれる術式情報に基づいて、術式ごとに手術画像を分類してもよい。ただし、分類部113による手術画像の分類方法はかかる例に限定されず、手術属性情報に含まれる様々な情報に基づいて、より多様な分類を行うことが可能である。

[0053] 分類部113は、分類した手術画像と、当該手術画像の分類に関する情報を、後述する教師データ生成部114へ出力する。かかる構成により、教師データ生成部114は、分類部113により分類された手術画像ごとに教師

データとなるラベル情報をより効率的に生成することが可能となる。

[0054] また、分類部 1 1 3 は、複数の手術画像（静止画像、あるいは動画像）を分類して得られた複数の手術画像群、及び当該複数の手術画像群の分類に関する情報を、後述する学習部 1 1 5 へ出力する。かかる構成により、学習部 1 1 5 は、分類部 1 1 3 により分類された手術画像群ごとに学習を行うことが可能であり、学習の効率が向上して得られる判定器の性能が向上する。なお、分類部 1 1 3 により分類された複数の手術画像群は記憶部 1 5 0 に記憶されてもよい。

[0055] また、分類部 1 1 3 は、分類した手術画像と、当該手術画像の分類に関する情報を、後述する予測部 1 1 6 へ出力する。かかる構成により、予測部 1 1 6 は手術画像の分類に基づく判定器を選択して予測を行うことが可能であり、予測精度が向上する。

[0056] 教師データ生成部 1 1 4 は、分類部 1 1 3 により分類された手術画像と、情報取得部 1 1 2 により取得された手術属性情報とに基づいて、手術中の危険状態を示すラベル情報を生成する。教師データ生成部 1 1 4 により生成されるラベル情報は、後述する学習部 1 1 5 により教師データとして用いられる。

[0057] 例えば教師データ生成部 1 1 4 は、出血を検出する出血検出、医療事故による手戻りを検出する手戻り検出、止血の実施を検出する止血検出等を行うことで、ラベル情報を生成してもよい。例えば、出血が検出された場合、出血（危険状態の一例）を示すラベル情報が生成され、出血が検出されたフレームに対して付加されてもよい。また、手戻りが検出された場合、医療事故（危険状態の一例）を示すラベル情報が生成され、手戻りが検出されたフレーム、あるいは手戻りの原因となる医療事故に対応するフレームに対して付加されてもよい。また、止血の実施が検出された場合、出血（危険状態の一例）を示すラベル情報が生成され、止血の実施が検出されたフレーム（あるいは検出可能な場合には、出血している間のフレーム）に対して付加されてもよい。

- [0058] 例えば、教師データ生成部114は、赤色、液体等の特徴量を手術画像から画像認識により検出することで、出血検出を行ってもよい。
- [0059] また、教師データ生成部114は、例えばシーンチェンジを検出することで、手戻り検出を行ってもよい。シーンチェンジの検出は絵柄の変化を手術画像から検出する方法や、内視鏡の抜き差しを手術画像から検出する方法、手術画像内で認識された手術器具の変化から検出する方法により行われ得る。
- [0060] また、情報取得部112が取得した手術機器情報がシーンチェンジの検出に用いられてもよい。例えば、手術機器情報として、電気メス208やバイポーラの利用状況やステータス変化、手術ロボットのステータスや使用中の鉗子の変化等が用いられ得る。
- [0061] また、情報取得部112が取得した術式情報がシーンチェンジの検出に用いられてもよい。例えば、術式情報として、術式ごとの手技手順の時間配分の情報が用いられ得る。なお、それらの情報は、患者が成人であるか子供であるか、あるいは肥満度等によって異なり得るため、情報取得部112が取得した患者情報を用いて、手術手順の時間配分が使い分けられたり、補正されてもよい。
- [0062] 例えば教師データ生成部114は、術式情報に含まれる手技手順の時間配分と、手術機器情報から推定される手技手順の時間配分との差分が大きい場合に、手戻りが発生していると判定してもよい。また、教師データ生成部114は、術式情報に含まれる手技手順の時間配分と、手術機器情報から推定される手技手順の時間配分との間で差が発生し始めたフレームを、手戻りの原因となる医療事故に対応するフレームとして検出してもよい。
- [0063] また、教師データ生成部114は、事前に学習済みの止血用の手術器具（例えば結紮用の針と糸や電気メス208等）の特徴を検出することにより、止血が実施されていることを検出してもよい。例えば、電気メス208が凝固モードである場合には、止血が実施されていると検出することが可能である。

- [0064] なお、教師データ生成部 114 が、手術中の危険状態を示すラベル情報を生成する方法は上述した例に限定されない。例えば、教師データ生成部 114 は、手術画像中に、通常よりも多くの医師が含まれる（集まっている）ことが検出された場合に、医療事故が発生したと判定して、医療事故を示すラベル情報を生成してもよい。
- [0065] 学習部 115 は、教師データ生成部 114 により生成されたラベル情報を教師データとして用いて、分類部 113 により分類された手術画像群を学習し、判定器（学習済モデル）を生成する（得る）。学習部 115 による学習の手法は特に限定されないが、例えば、ラベル情報と手術画像群とを紐づけた学習データを用意し、その学習データを多層ニューラルネットワークに基づいた計算モデルに入力して学習してもよい。また、例えば CNN (Convolutional Neural Network)、3D-CNN、RNN (Recurrent Neural Network) 等の DNN (Deep Neural Network) に基づく手法が用いられてもよい。
- [0066] 学習部 115 により生成される判定器は、危険状態の発生の予測を行うために後述する予測部 116 により用いられる。そのため、学習部 115 は、手術画像群のうち、危険状態を示すラベル情報が付加されているフレームよりも前のフレームの手術画像を、危険状態の発生につながる手術画像として学習する。かかる構成により、学習部 115 により生成される判定器は、危険状態が発生する前に危険状態の発生を予測するために用いることが可能となる。
- [0067] 学習部 115 は、複数の判定器を生成してもよい。上述したように、分類部 113 は、複数の手術画像を複数の手術画像群に分類し得るため、学習部 115 は、分類された手術画像群ごとに、判定器を生成してもよい。つまり、分類部 113 により分類された手術画像群の数と同一数の判定器が生成されてもよい。
- [0068] 学習部 115 により生成された複数の判定器は、各判定器の生成に用いられた手術画像群の分類に関する情報と対応付けられて記憶部 150 に記憶さ

れる。

- [0069] 予測部 116 は、分類部 113 により分類された手術画像（静止画像、あるいは動画像）を入力とし、記憶部 150 に記憶された判定器を用いて、危険状態の発生の予測を行う。
- [0070] 上述したように、記憶部 150 には、複数の判定器が記憶されている。そこで、予測部 116 は、記憶部 150 に記憶された複数の判定器の中から、分類部 113 による手術画像の分類に基づいて、予測に用いる判定器を選択してもよい。
- [0071] かかる構成により、現在の手術により適した判定器が選択され、危険状態の予測精度が向上し得る。なお、かかる判定器の選択は、フレームごとに行われてもよいし、手術の開始時にのみ行われて当該手術の間は同一の判定器が用いられてもよい。
- [0072] また、予測部 116 は、危険状態の発生が予測された場合、当該危険状態の種別（出血、穿孔、医療事故等）、当該危険状態の危険度、当該危険状態の発生が予測される位置等の、予測にかかる情報（以下、予測情報と呼ぶ）を生成する。また、予測部 116 は、危険状態の発生が予測された場合に、生成した予測情報を、アラート制御部 117 へ提供する。
- [0073] アラート制御部 117 は、予測部 116 により危険状態の発生が予測された場合に、予測部 116 から提供される予測情報に基づいて、アラートを出力させる。上述したように、アラートは、危険状態が発生すると予測された手術室に存在し、出力部として機能する手術機器（図 1 に示した例では、モニタ 204、スピーカ 205、照明機器 207、及び電気メス 20）により出力される。アラート制御部 117 は、これらの出力部がアラートを出力するための画像や音声、制御信号を生成し、通信制御部 111 に提供することにより、アラートを出力させてもよい。
- [0074] アラート制御部 117 は、予測情報に応じて異なるアラートを出力させてもよい。また、アラート制御部 117 は、予測情報に応じた出力部（手術機器）にアラートを出力させてもよい。

- [0075] 例えば、予測情報に、危険状態の種別の情報が含まれる場合、アラート制御部 117 は、危険状態の種別の情報を含むアラートを出力させてもよい。例えば、アラート制御部 117 は、危険状態の種別の情報を示すアラートを、手術画像に合成した画像を生成して、モニタ 204 に表示させてもよい。また、アラート制御部 117 は、スピーカ 205 から危険状態の種別の情報を含む音声を出力させてもよい。また、アラート制御部 117 は、危険状態の種別に応じて、照明機器 207 に出力させる光の色を異ならせてもよい。また、アラート制御部 117 は、危険状態の種別に応じて、電気メス 208 の振動パターンを異ならせてもよい。
- [0076] かかる構成により、執刀医は、発生が予測された危険状態の種別を把握することが可能となり、より危険状態を回避し易くなる。
- [0077] また、予測情報に、危険状態の危険度の情報が含まれる場合、アラート制御部 117 は、危険状態の危険度に応じたアラートを出力させてもよい。例えば、アラート制御部 117 は、危険度が高い場合に、危険度が低い場合と比べて、より目立つアラートを、手術画像に合成した画像を生成して、モニタ 204 に表示させてもよい。また、アラート制御部 117 は、アラートの表示サイズや色を変更してもよい。また、アラート制御部 117 は、危険度が高い場合に、危険度が低い場合と比べて、スピーカ 205 から出力されるアラートの音量を大きくしてもよい。また、アラート制御部 117 は、危険状態の危険度が高い場合に、危険度が低い場合と比べて、照明機器 207 に出力される光強度を大きくしてもよい。また、アラート制御部 117 は、危険状態の危険度が高い場合に、危険度が低い場合と比べて、電気メス 208 の振動強度を大きくしてもよい。
- [0078] かかる構成により、例えば発生が予測された危険状態の危険度がより高い場合に執刀医へより強く注意を促すことが可能となる。
- [0079] また、予測情報に、危険状態の発生が予測される位置の情報が含まれる場合、アラート制御部 117 は、危険状態の発生が予測される位置を示すアラートを含む画像を生成して、モニタ 204 に表示させてもよい。また、アラ

ート制御部 117 は、危険状態の発生が予測される位置へアラートがプロジェクションされるように、プロジェクタ（不図示）を制御してもよい。

[0080] かかる構成により、執刀医は、危険状態の発生が予測される位置を把握することが可能となり、より危険状態を回避し易くなる。

[0081] 以上、アラート制御部 117 が出力させるアラートの例について説明したが、本技術はかかる例に限定されるものではなく、上記以外のアラートの出力が行われてもよい。

[0082] 通信部 130 は、通信制御部 111 の制御に従い、有線／無線により他の装置との間でデータの送受信を行うための通信モジュールである。通信部 130 は、例えば有線 LAN (Local Area Network)、無線 LAN、Wi-Fi (Wireless Fidelity、登録商標)、赤外線通信、Bluetooth (登録商標)、近距離／非接触通信等の方式で、外部機器と直接またはネットワークアクセスポイントを介して無線通信する。

[0083] 記憶部 150 は、サーバ 10 の各構成が機能するためのプログラムやパラメータを記憶する。例えば、記憶部 150 は、分類部 113 により分類された複数の手術画像群、及び当該複数の手術画像群の分類に関する情報を記憶する。また、記憶部 150 は、学習部 115 により生成された複数の判定器を記憶する。上述したように、判定器は、分類された手術画像群ごとに、生成されるため、記憶部 150 には、判定器と、当該判定器の手術画像群の分類に関する情報とが対応付けられて記憶される。

[0084] <<3. 動作>>

以上、本実施形態にかかる手術支援システム 1000、及びサーバ 10 の構成について説明した。続いて、本実施形態にかかる手術支援システム 1000 の動作例について説明する。なお、以下では、まず図 5 を参照して学習にかかる動作を説明した後、図 6 を参照して手術中に行われる危険状態の予測にかかる動作を説明する。

[0085] 図 5 は、学習にかかる手術支援システム 1000 の動作の一例を示すフローチャート図である。なお、図 5 に示す処理は、例えば図 6 を参照して後述

する危険状態の予測にかかる処理よりも前に予め行われていてもよい。

[0086] まず、情報取得部112が、手術属性情報を取得する(S101)。また、通信部130が、エンコーダ203から手術画像を受信(取得)する(S103)。なお、ステップS101とステップS103の処理は並列的に行われてもよい。

[0087] 続いて、分類部113が、ステップS101で取得された手術属性情報に基づいて、ステップS103で取得された手術画像を分類する(S105)。続いて、教師データ生成部114が、ステップS101で取得された手術属性情報とステップS105で分類された手術画像とに基づいて、教師データとなるラベル情報を生成する(S107)。

[0088] 続いて、学習部115が、ステップS107で生成されたラベル情報を教師データとして用い、ステップS105で分類された手術画像群ごとに学習を行って、判定器を生成し(S109)、記憶部150に記憶させる(S110)。

[0089] 以上、学習にかかる動作について説明した。続いて、手術中に行われる危険状態の予測にかかる動作を説明する。図6は、危険状態の予測にかかる手術支援システム1000の動作の一例を示すフローチャート図である。なお、図6に示す処理は、例えば図5を参照して説明した処理が行われて、判定器が記憶部150に記憶された後に行われる。

[0090] まず、情報取得部112が、手術属性情報を取得する(S201)。また、通信部130が、エンコーダ203から手術画像を受信(取得)する(S203)。なお、ステップS201とステップS203の処理は並列的に行われてもよい。

[0091] 続いて、分類部113が、ステップS201で取得された手術属性情報に基づいて、ステップS203で取得された手術画像を分類する(S205)。続いて、予測部116が、ステップS207で行われた分類に基づいて、記憶部150に記憶された複数の判定器の中から、予測に用いる判定器を選択する(S207)。

[0092] さらに、予測部116は、ステップS207で選択された判定器を用い、ステップS203で取得された手術画像を入力として危険状態の発生の予測を行う（S209）。

[0093] ステップS209の予測の結果、危険状態の発生が予測されなかった場合（S211においてNO）、通信部130が、再度エンコーダ203から手術画像を受信（取得）する（S213）。そして、処理はステップS209に戻り、ステップS213で取得された手術画像を入力として危険状態の発生の予測が行われる。

[0094] 一方、ステップS209の予測の結果、危険状態の発生が予測された場合（S211においてYES）、アラート制御部117の制御に従って、モニタ204、スピーカ205、照明機器207、あるいは電気メス208等の出力部がアラートを出力する（S211）。

[0095] <<4. 変形例>>

以上、本実施形態に係る構成例、及び動作例について説明した。以下では、本実施形態の変形例を説明する。なお、以下に説明する変形例は、単独で本実施形態に適用されてもよいし、組み合わせで本実施形態に適用されてもよい。また、本変形例は、本実施形態で説明した構成に代えて適用されてもよいし、本実施形態で説明した構成に対して追加的に適用されてもよい。

<4-1. 変形例1>

上記実施形態で説明した図1、及び図4の構成は一例であって、本技術はかかる例に限定されない。例えば、上記実施形態で説明したサーバ10の機能のうち、一部、または全部の機能は、他の装置に備えられていてもよい。例えば、教師データ生成部114や学習部115等の学習にかかる機能と、予測部116、アラート制御部117等の危険状態の発生の予測にかかる機能とは、それぞれ別の装置に備えられていてもよい。そして、学習により得られた判定器が、学習を行う装置から、予測を行う装置へ提供されてもよい。

[0096] また、上述した予測にかかる機能は、図1に示した手術室20A~20C

に存在するカメラ201、バイタルモニタ202、エンコーダ203、モニタ204、スピーカ205、デコーダ206、照明機器207、あるいは電気メス208等の手術機器に備えられていてもよい。

[0097] また、アラートとしてモニタ204に表示される画像の生成は、サーバ10により行われなくてもよい。例えば、モニタ204は、同一手術内のカメラ201により取得された手術画像を直接的に受信して表示し、さらにサーバ10からアラートに関する制御信号等を受信した場合に、アラートと手術画像とを合成した画像を生成して表示してもよい。

[0098] <4-2. 変形例2>

また、上記実施形態では、手術室に存在する手術機器から提供された手術画像から構成される手術画像群を学習に用いる例を説明したが、本技術はかかる例に限定されない。例えば、外部のデータベース等に記録された手術画像群や、対応する手術属性情報がサーバ10へ提供されて、学習に用いられてもよい。

[0099] <4-3. 変形例3>

また、上記実施形態では、予め学習により判定器が生成され、その後に予測を行う例を説明したが、本技術はかかる例に限定されない。例えば、図6を参照して説明した予測の処理において取得される手術属性情報や手術画像が学習に用いられて、判定器が随時更新されてもよい。

[0100] <<5. ハードウェア構成例>>

以上、本開示の実施形態を説明した。最後に、図7を参照して、本開示の実施形態にかかる情報処理装置のハードウェア構成について説明する。図7は、本開示の実施形態にかかるサーバ10のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。本開示の実施形態にかかるサーバ10による情報処理は、ソフトウェアと、以下に説明するハードウェアとの協働により実現される。

[0101] 図7に示すように、サーバ10は、CPU (Central Processing Unit) 901、ROM (Read Only Memor

y) 902、RAM (Random Access Memory) 903 及びホストバス904aを備える。また、サーバ10は、ブリッジ904、外部バス904b、インタフェース905、入力装置906、出力装置907、ストレージ装置908、ドライブ909、及び接続ポート911、通信装置913を備える。サーバ10は、CPU901に代えて、又はこれとともに、DSP若しくはASIC等の処理回路を有してもよい。

[0102] CPU901は、演算処理装置および制御装置として機能し、各種プログラムに従ってサーバ10内の動作全般を制御する。また、CPU901は、マイクロプロセッサであってもよい。ROM902は、CPU901が使用するプログラムや演算パラメータ等を記憶する。RAM903は、CPU901の実行において使用するプログラムや、その実行において適宜変化するパラメータ等を一時記憶する。CPU901は、例えば、制御部110を形成し得る。

[0103] CPU901、ROM902及びRAM903は、CPUバスなどを含むホストバス904aにより相互に接続されている。ホストバス904aは、ブリッジ904を介して、PCI (Peripheral Component Interconnect / Interface) バスなどの外部バス904bに接続されている。なお、必ずしもホストバス904a、ブリッジ904および外部バス904bを分離構成する必要はなく、1つのバスにこれらの機能を実装してもよい。

[0104] 入力装置906は、例えば、マウス、キーボード、タッチパネル、ボタン、マイクロフォン、スイッチ及びレバー等、ユーザによって情報が入力される装置によって実現される。また、入力装置906は、例えば、赤外線やその他の電波を利用したリモートコントロール装置であってもよいし、サーバ10の操作に対応した携帯電話やPDA等の外部接続機器であってもよい。さらに、入力装置906は、例えば、上記の入力手段を用いてユーザにより入力された情報に基づいて入力信号を生成し、CPU901に出力する入力制御回路などを含んでいてもよい。サーバ10のユーザは、この入力装置9

06を操作することにより、サーバ10に対して各種のデータを入力したり処理動作を指示したりすることができる。

[0105] 出力装置907は、取得した情報をユーザに対して視覚的又は聴覚的に通知することが可能な装置で形成される。このような装置として、CRTディスプレイ装置、液晶ディスプレイ装置、プラズマディスプレイ装置、ELディスプレイ装置及びランプ等の表示装置や、スピーカ及びヘッドホン等の音声出力装置や、プリンタ装置等がある。出力装置907は、例えば、サーバ10が行った各種処理により得られた結果を出力する。具体的には、表示装置は、サーバ10が行った各種処理により得られた結果を、テキスト、イメージ、表、グラフ等、様々な形式で視覚的に表示する。他方、音声出力装置は、再生された音声データや音響データ等からなるオーディオ信号をアナログ信号に変換して聴覚的に出力する。

[0106] ストレージ装置908は、サーバ10の記憶部の一例として形成されたデータ格納用の装置である。ストレージ装置908は、例えば、HDD等の磁気記憶部デバイス、半導体記憶デバイス、光記憶デバイス又は光磁気記憶デバイス等により実現される。ストレージ装置908は、記憶媒体、記憶媒体にデータを記録する記録装置、記憶媒体からデータを読み出す読出し装置および記憶媒体に記録されたデータを削除する削除装置などを含んでもよい。このストレージ装置908は、CPU901が実行するプログラムや各種データ及び外部から取得した各種のデータ等を格納する。上記ストレージ装置908は、例えば、記憶部150を形成し得る。

[0107] ドライブ909は、記憶媒体用リーダライタであり、サーバ10に内蔵、あるいは外付けされる。ドライブ909は、装着されている磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、または半導体メモリ等のリムーバブル記憶媒体に記録されている情報を読み出して、RAM903に出力する。また、ドライブ909は、リムーバブル記憶媒体に情報を書き込むこともできる。

[0108] 接続ポート911は、外部機器と接続されるインタフェースであって、例えばUSB (Universal Serial Bus) などによりデー

タ伝送可能な外部機器との接続口である。

[0109] 通信装置913は、例えば、ネットワーク920に接続するための通信デバイス等で形成された通信インタフェースである。通信装置913は、例えば、有線若しくは無線LAN (Local Area Network)、LTE (Long Term Evolution)、Bluetooth (登録商標) 又はWUSB (Wireless USB) 用の通信カード等である。また、通信装置913は、光通信用のルータ、ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) 用のルータ又は各種通信用のモデム等であってもよい。この通信装置913は、例えば、インターネットや他の通信機器との間で、例えばTCP/IP等の所定のプロトコルに則して信号等を送受信することができる。通信装置913は、例えば、通信部130を形成し得る。

[0110] なお、ネットワーク920は、ネットワーク920に接続されている装置から送信される情報の有線、または無線の伝送路である。例えば、ネットワーク920は、インターネット、電話回線網、衛星通信網などの公衆回線網や、Ethernet (登録商標) を含む各種のLAN (Local Area Network)、WAN (Wide Area Network) などを含んでもよい。また、ネットワーク920は、IP-VPN (Internet Protocol-Virtual Private Network) などの専用回線網を含んでもよい。

[0111] 以上、本開示の実施形態にかかるサーバ10の機能を実現可能なハードウェア構成の一例を示した。上記の各構成要素は、汎用的な部材を用いて実現されていてもよいし、各構成要素の機能に特化したハードウェアにより実現されていてもよい。従って、本開示の実施形態を実施する時々の技術レベルに応じて、適宜、利用するハードウェア構成を変更することが可能である。

[0112] なお、上述のような本開示の実施形態にかかるサーバ10の各機能を実現するためのコンピュータプログラムを作製し、PC等を実装することが可能である。また、このようなコンピュータプログラムが格納された、コンピュ

ータで読み取り可能な記録媒体も提供することができる。記録媒体は、例えば、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、フラッシュメモリ等である。また、上記のコンピュータプログラムは、記録媒体を用いずに、例えばネットワークを介して配信されてもよい。

[0113] <<6. むすび>>

以上説明したように、本開示の実施形態によれば、手術画像を活用して、危険状態の発生を予測することが可能となる。さらに、危険状態の発生が予測された場合に、危険状態の発生前にアラートを出力することが可能であり、例えば執刀医が医療事故につながるアクションを取りやめたり、出血しそうな箇所を認識した上で手術を行ったりすることにより、危険状態の発生が回避され得る。

[0114] その結果、患者に対する侵襲度が軽減され手術時間が短縮される。さらに、患者のQoLが向上するとともに患者の満足度が向上し病院としての集客アップにつながる。また、手術室の利用効率が向上することで病院の収益性がアップすることが期待される。また、偶発症発生のリスクが低減されることで医師の緊張感が緩和されると共に、より医師の職場回満足度がアップし離職が防げるとともに人件費を抑制できることが期待される。

[0115] 以上、添付図面を参照しながら本開示の好適な実施形態について詳細に説明したが、本開示の技術的範囲はかかる例に限定されない。本開示の技術分野における通常の知識を有する者であれば、請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、これらについても、当然に本開示の技術的範囲に属するものと了解される。

[0116] 例えば、上記実施形態における各ステップは、必ずしもフローチャート図として記載された順序に沿って時系列に処理される必要はない。例えば、上記実施形態の処理における各ステップは、フローチャート図として記載した順序と異なる順序で処理されても、並列的に処理されてもよい。

[0117] また、本明細書に記載された効果は、あくまで説明的または例示的なもの

であって限定的ではない。つまり、本開示にかかる技術は、上記の効果とともに、または上記の効果に代えて、本明細書の記載から当業者には明らかな他の効果を奏しうる。

[0118] なお、以下のような構成も本開示の技術的範囲に属する。

(1)

手術中の危険状態を示すラベル情報を教師データとして用いて、手術画像群を学習して得られた判定器を記憶する記憶部と、

手術画像を入力とし、前記判定器を用いて、危険状態の発生の予測を行う予測部と、

を備える手術支援システム。

(2)

前記記憶部は、複数の前記判定器を記憶し、

前記予測部は、前記複数の前記判定器のうち、前記手術画像に応じた前記判定器を用いて、前記予測を行う、前記(1)に記載の手術支援システム。

(3)

前記予測に用いられる前記判定器は、前記手術画像の分類に基づいて選択される、前記(2)に記載の手術支援システム。

(4)

前記手術画像は、術式に関する術式情報に基づいて分類される、前記(3)に記載の手術支援システム。

(5)

分類された前記手術画像群ごとに学習を行って、前記判定器を生成する学習部をさらに備える、前記(2)～(4)のいずれか一項に記載の手術支援システム。

(6)

前記ラベル情報を生成する教師データ生成部をさらに備える、前記(5)に記載の手術支援システム。

(7)

前記教師データ生成部は、出血を検出する出血検出、手戻りを検出する手戻り検出、止血の実施を検出する止血検出のうち、少なくともいずれか1つを行うことで、前記ラベル情報を生成する、前記（6）に記載の手術支援システム。

（8）

前記予測部により前記危険状態の発生が予測された場合に、前記危険状態の発生が予測されたことを警告するアラートを出力する出力部をさらに備える、前記（1）～（7）のいずれか一項に記載の手術支援システム。

（9）

前記予測部は、前記危険状態の発生が予測された場合に、予測にかかる予測情報を生成し、

前記出力部は、前記予測情報に応じて前記アラートを出力する、前記（8）に記載の手術支援システム。

（10）

前記手術支援システムは、複数の前記出力部を備え、

前記複数の前記出力部のうち、前記予測情報に応じた前記出力部により前記アラートが出力される、前記（9）に記載の手術支援システム。

（11）

前記予測情報は、発生が予測された前記危険状態の種別、当該危険状態の危険度、当該危険状態の発生が予測される位置のうち、少なくともいずれか一つの情報を含む、前記（9）または（10）に記載の手術支援システム。

（12）

前記危険状態は、偶発症、または偶発症を生じさせる事象を含む、前記（1）～（11）のいずれか一項に記載の手術支援システム。

（13）

前記手術画像群には複数の動画像が含まれ、前記手術画像は動画像である、前記（1）～（12）のいずれか一項に記載の手術支援システム。

（14）

手術中の危険状態を示すラベル情報を教師データとして用いて、手術画像群を学習して得られた判定器を記憶する記憶部と、

手術画像を入力とし、前記判定器を用いて、危険状態の発生の予測を行う予測部と、

を備える情報処理装置。

(15)

コンピュータに、

手術中の危険状態を示すラベル情報を教師データとして用いて、手術画像群を学習して得られた判定器を記憶する機能と、

手術画像を入力とし、前記判定器を用いて、危険状態の発生の予測を行う機能と、

を実現させるためのプログラム。

符号の説明

- [0119] 10 サーバ
20A~20C 手術室
110 制御部
111 通信制御部
112 情報取得部
113 分類部
114 教師データ生成部
115 学習部
116 予測部
117 アラート制御部
130 通信部
150 記憶部
201 カメラ
202 バイタルモニタ
203 エンコーダ

- 204 モニタ
- 205 スピーカ
- 206 デコーダ
- 207 照明機器
- 208 電気メス
- 1000 手術支援システム

請求の範囲

- [請求項1] 手術中の危険状態を示すラベル情報を教師データとして用いて、手術画像群を学習して得られた判定器を記憶する記憶部と、
手術画像を入力とし、前記判定器を用いて、危険状態の発生の予測を行う予測部と、
を備える手術支援システム。
- [請求項2] 前記記憶部は、複数の前記判定器を記憶し、
前記予測部は、前記複数の前記判定器のうち、前記手術画像に応じた前記判定器を用いて、前記予測を行う、請求項1に記載の手術支援システム。
- [請求項3] 前記予測に用いられる前記判定器は、前記手術画像の分類に基づいて選択される、請求項2に記載の手術支援システム。
- [請求項4] 前記手術画像は、術式に関する術式情報に基づいて分類される、請求項3に記載の手術支援システム。
- [請求項5] 分類された前記手術画像群ごとに学習を行って、前記判定器を生成する学習部をさらに備える、請求項2に記載の手術支援システム。
- [請求項6] 前記ラベル情報を生成する教師データ生成部をさらに備える、請求項5に記載の手術支援システム。
- [請求項7] 前記教師データ生成部は、出血を検出する出血検出、手戻りを検出する手戻り検出、止血の実施を検出する止血検出のうち、少なくともいずれか1つを行うことで、前記ラベル情報を生成する、請求項6に記載の手術支援システム。
- [請求項8] 前記予測部により前記危険状態の発生が予測された場合に、前記危険状態の発生が予測されたことを警告するアラートを出力部に出力させるアラート制御部をさらに備える、請求項1に記載の手術支援システム。
- [請求項9] 前記予測部は、前記危険状態の発生が予測された場合に、予測にかかる予測情報を生成し、

前記アラート制御部は、前記予測情報に応じて前記アラートを出力させる、請求項 8 に記載の手術支援システム。

[請求項10]

前記手術支援システムは、複数の前記出力部を備え、
前記複数の前記出力部のうち、前記予測情報に応じた前記出力部により前記アラートが出力される、請求項 9 に記載の手術支援システム。

[請求項11]

前記予測情報は、発生が予測された前記危険状態の種別、当該危険状態の危険度、当該危険状態の発生が予測される位置のうち、少なくともいずれか一つの情報を含む、請求項 9 に記載の手術支援システム。

[請求項12]

前記危険状態は、偶発症、または偶発症を生じさせる事象を含む、請求項 1 に記載の手術支援システム。

[請求項13]

前記手術画像群には複数の動画画像が含まれ、前記手術画像は動画画像である、請求項 1 に記載の手術支援システム。

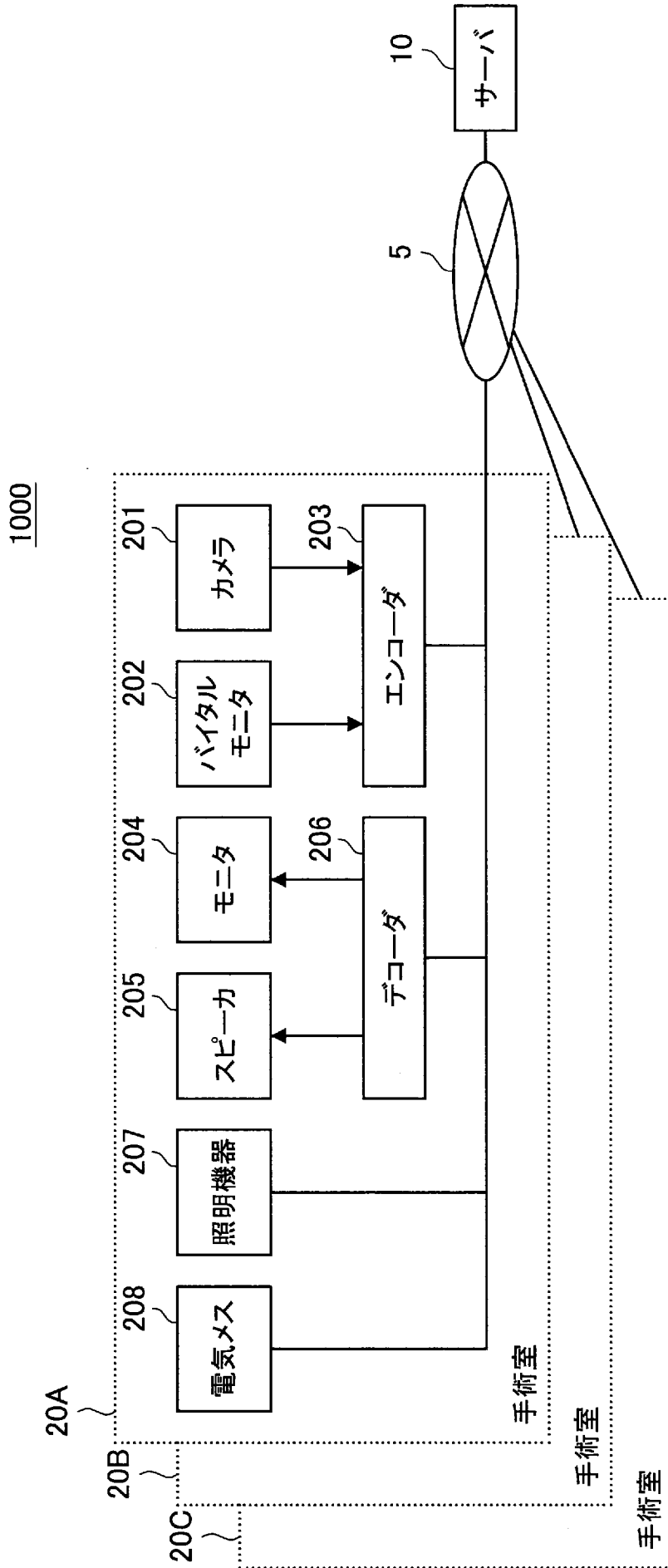
[請求項14]

手術中の危険状態を示すラベル情報を教師データとして用いて、手術画像群を学習して得られた判定器を記憶する記憶部と、
手術画像を入力とし、前記判定器を用いて、危険状態の発生の予測を行う予測部と、
を備える情報処理装置。

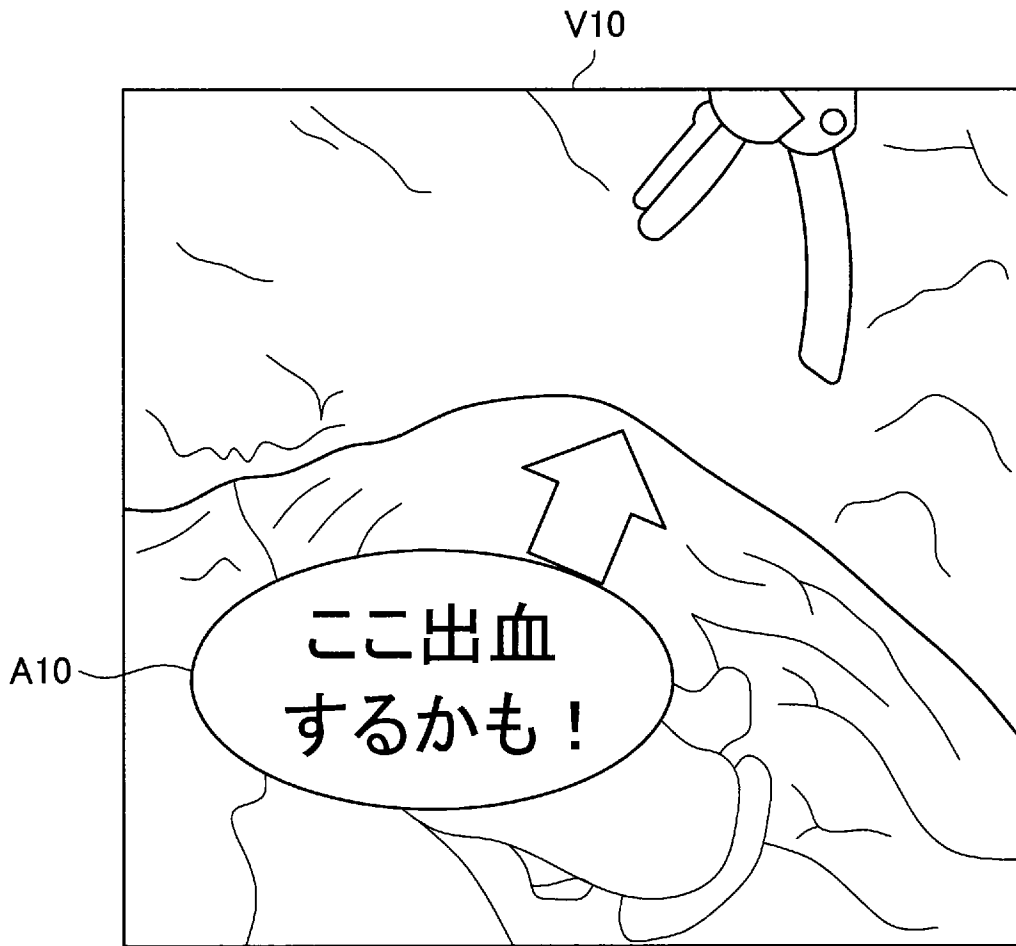
[請求項15]

コンピュータに、
手術中の危険状態を示すラベル情報を教師データとして用いて、手術画像群を学習して得られた判定器を記憶する機能と、
手術画像を入力とし、前記判定器を用いて、危険状態の発生の予測を行う機能と、
を実現させるためのプログラム。

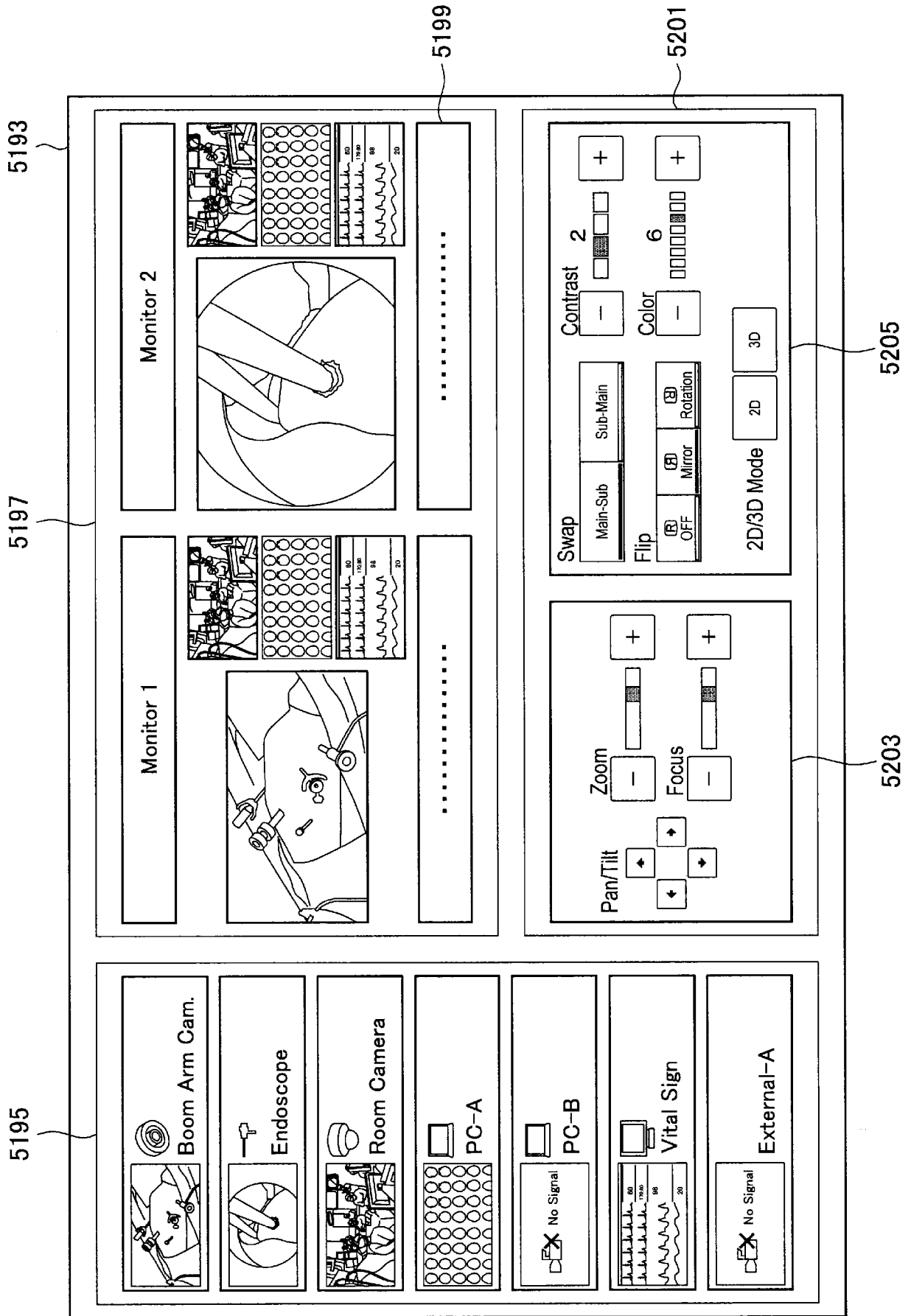
[図1]



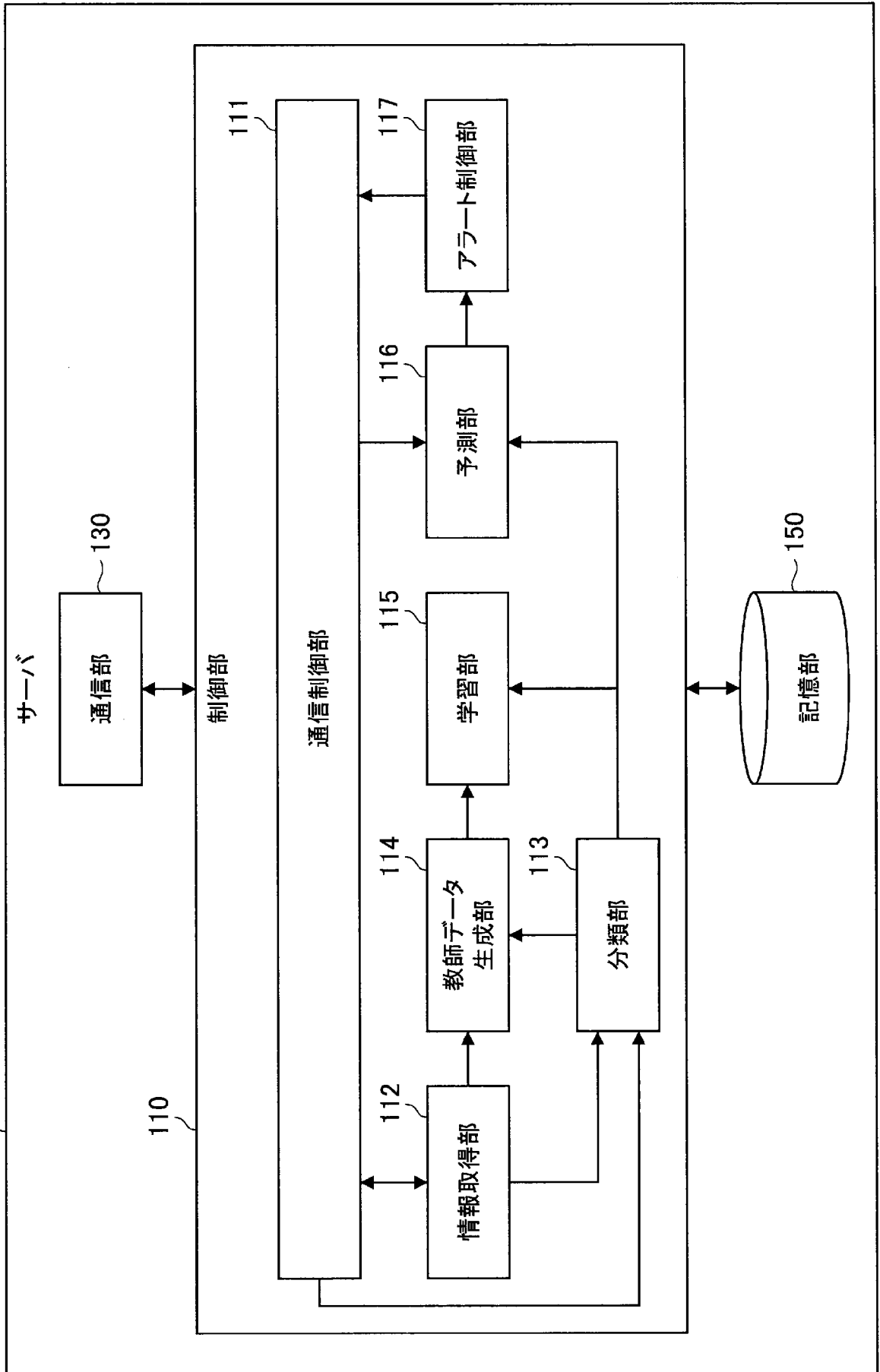
[図2]



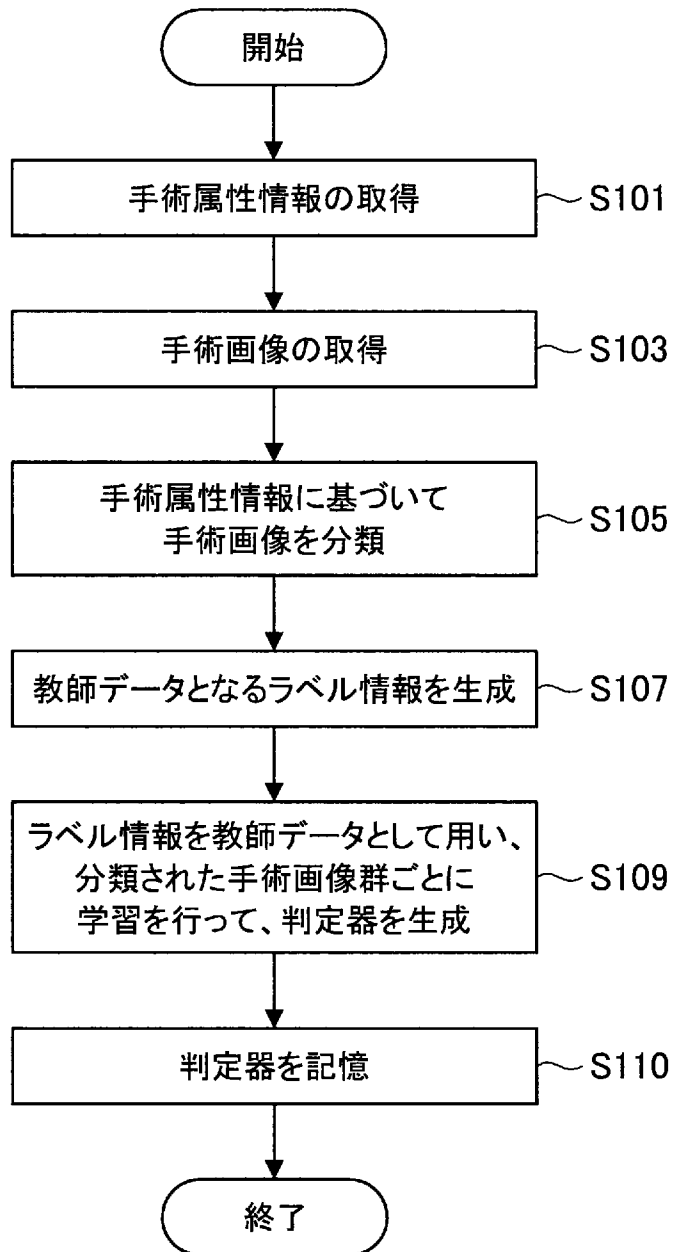
[図3]



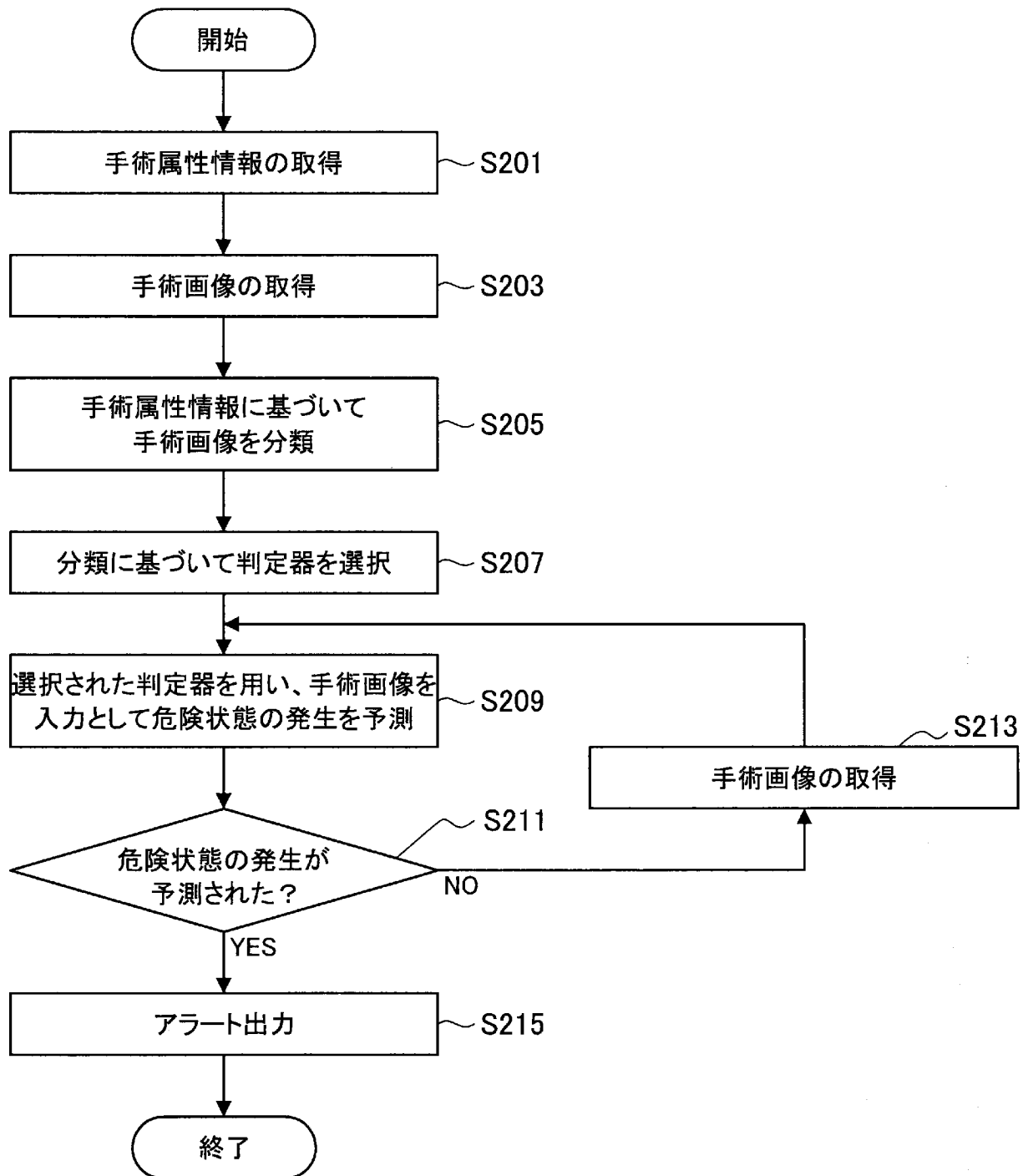
[図4]



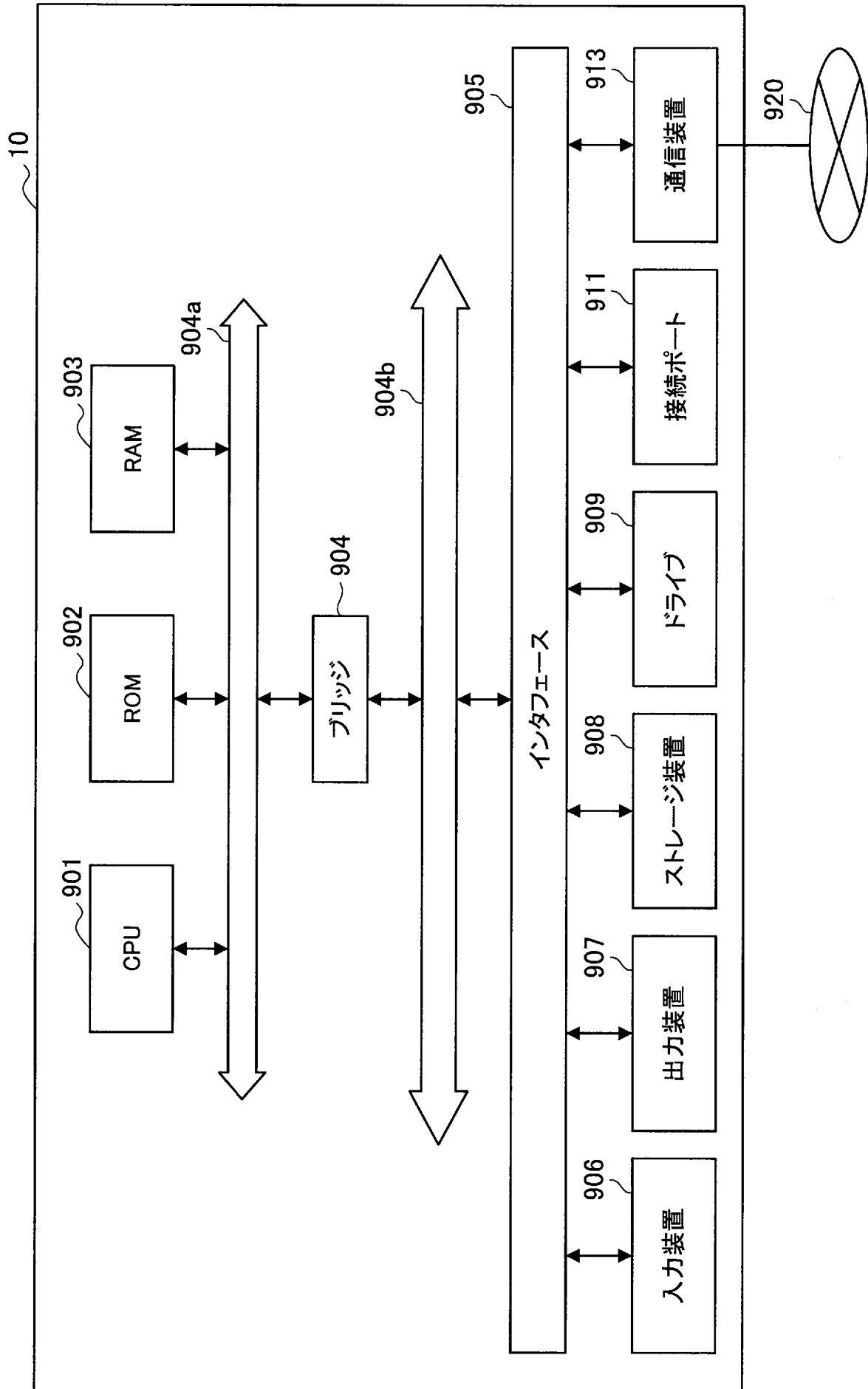
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/008027

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G16H30/40 (2018.01) i, A61B1/00 (2006.01) i, A61B1/045 (2006.01) i,
A61B34/20 (2016.01) i, G06Q10/04 (2012.01) i

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)

Int.Cl. G16H30/00-30/40, A61B1/00, A61B1/045, A61B34/20, G06Q10/04

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	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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 Y	US 2016/0259888 A1 (SONY CORPORATION) 08 September 2016, paragraphs [0021]-[0022], [0035]-[0036], [0049], [0055], [0094]-[0099] & JP 2018-517950 A, paragraphs [0015]-[0016], [0029]-[0030], [0043], [0049], [0087]-[0092] & WO 2016/140795 A1 & EP 3250114 A1 & CN 107405079 A & KR 2017-0110128 A	1-5, 8-15 6, 7
Y	JP 2017-221486 A (SONY CORP.) 21 December 2017, paragraphs [0064]-[0074], fig. 5 & WO 2017/217107 A1, paragraphs [0065]-[0075], fig. 5 & EP 3471591 A1 & CN 109310279 A	6, 7

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search 17 May 2019 (17.05.2019)	Date of mailing of the international search report 28 May 2019 (28.05.2019)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/008027

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2016/195698 A1 (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 08 December 2016, whole document & JP 2018-522622 A & US 2018/174311 A1 & EP 3304423 A1 & CN 107667380 A	1-15
A	JP 2015-529489 A (INTUITIVE SURGICAL OPERATIONS, INC.) 08 October 2015, entire text, all drawings & US 2014/031659 A1 & WO 2014/018448 A1 & EP 2877116 A1 & CN 104487014 A & KR 2015-0037982 A	1-15
A	WO 2015/020093 A1 (OLYMPUS MEDICAL SYSTEMS CORP.) 12 December 2015, entire text, all drawings (Family: none)	1-15
A	JP 2011-193885 A (FUJIFILM CORP.) 06 October 2011, entire text, all drawings & US 2012/327186 A1 & WO 2011/114731 A1 & EP 2548495 A1 & CN 102811655 A	1-15

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G16H30/40(2018.01)i, A61B1/00(2006.01)i, A61B1/045(2006.01)i, A61B34/20(2016.01)i, G06Q10/04(2012.01)i			
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)) Int.Cl. G16H30/00-30/40, A61B1/00, A61B1/045, A61B34/20, G06Q10/04			
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 1971-2019年 日本国実用新案登録公報 1996-2019年 日本国登録実用新案公報 1994-2019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 Y	US 2016/0259888 A1 (SONY CORPORATION) 2016.09.08, [0021]-[0022], [0035]-[0036], [0049], [0055], [0094]-[0099] & JP 2018-517950 A [0015]-[0016], [0029]-[0030], [0043], [0049], [0087]-[0092] & WO 2016/140795 A1 & EP 3250114 A1 & CN 107405079 A & KR 2017-0110128 A	1-5, 8-15 6, 7	
Y	JP 2017-221486 A (ソニー株式会社) 2017.12.21, [0064]-[0074], 図5 & WO 2017/217107 A1 [0065]-[0075], Fig.5 & EP 3471591 A1 & CN 109310279 A	6, 7	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的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矛盾するものではなく、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 17.05.2019		国際調査報告の発送日 28.05.2019	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 加舎 理紅子 電話番号 03-3581-1101 内線 3502	
		5R	3054

C (続き) . 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
A	WO 2016/195698 A1 (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 2016. 12. 08, Whole Document & JP 2018-522622 A & US 2018/174311 A1 & EP 3304423 A1 & CN 107667380 A	1-15
A	JP 2015-529489 A (インテュイティブ サージカル オペレーション ズ, インコーポレイテッド) 2015. 10. 08, 全文, 全図 & US 2014/031659 A1 & WO 2014/018448 A1 & EP 2877116 A1 & CN 104487014 A & KR 2015-0037982 A	1-15
A	WO 2015/020093 A1 (オリンパスメディカルシステムズ株式会社) 2015. 02. 12, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-15
A	JP 2011-193885 A (富士フイルム株式会社) 2011. 10. 06, 全文, 全図 & US 2012/327186 A1 & WO 2011/114731 A1 & EP 2548495 A1 & CN 102811655 A	1-15