



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117396124 A

(43) 申请公布日 2024. 01. 12

(21) 申请号 202280037889.3

(22) 申请日 2022.05.24

(30) 优先权数据

2021-087141 2021.05.24 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.11.24

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2022/021185 2022.05.24

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/250031 JA 2022.12.01

(71) 申请人 阿璐特株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 小林直 熊头勇太 钱谷成昊

(74) 专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事务
所(普通合伙) 11201

专利代理师 宋融冰

(51) Int.Cl.

A61B 1/045 (2006.01)

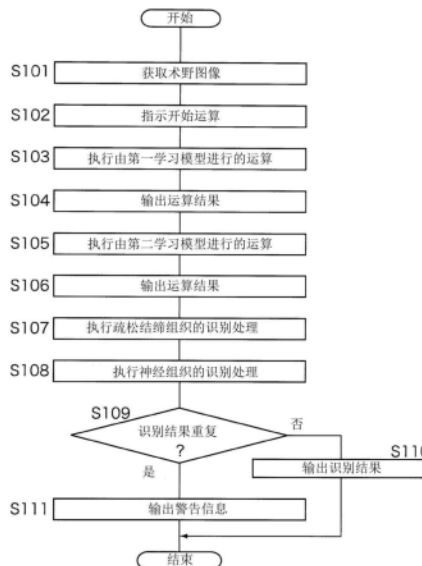
权利要求书5页 说明书30页 附图34页

(54) 发明名称

信息处理装置、信息处理方法、以及计算机程序

(57) 摘要

提供一种信息处理装置、信息处理方法、以及计算机程序。具备：第一运算部，其根据术野图像的输入执行由第一学习模型进行的运算；第二运算部，其根据术野图像的输入执行由第二学习模型进行的运算；导出部，其根据由第一运算部输出的运算结果、以及由第二运算部输出的运算结果，导出对术野图像的综合性的识别结果；以及输出部，其输出基于所导出的识别结果的信息。



1. 一种信息处理装置,其特征在于,具备:

第一运算部,其根据术野图像的输入执行由第一学习模型进行的运算;

第二运算部,其根据所述术野图像的输入执行由第二学习模型进行的运算;

导出部,其根据由所述第一运算部输出的运算结果、以及由所述第二运算部输出的运算结果,导出对所述术野图像的综合性的识别结果;以及

输出部,其输出基于所导出的识别结果的信息。

2. 根据权利要求1所述的信息处理装置,其特征在于,

所述第一学习模型以及所述第二学习模型是,被学习为在输入了所述术野图像的情况下,输出与所述术野图像中包含的器官有关的信息的学习模型。

3. 根据权利要求2所述的信息处理装置,其特征在于,

所述导出部在根据所述第一运算部的运算结果,将所述术野图像中包含的特定的结构体识别为第一器官,并且根据所述第二运算部的运算结果,将所述术野图像中包含的所述结构体识别为与所述第一器官不同的第二器官的情况下,导出识别到类似结构体的识别结果,

所述输出部根据所述识别结果输出警告信息。

4. 根据权利要求2所述的信息处理装置,其特征在于,

在所述导出部导出以下识别结果的情况下,所述输出部停止输出基于识别结果的信息,所述识别结果为根据所述第一运算部的运算结果,将所述术野图像中包含的特定的结构体识别为第一器官,并且根据所述第二运算部的运算结果,将所述术野图像中包含的所述结构体识别为与所述第一器官不同的第二器官。

5. 根据权利要求2所述的信息处理装置,其特征在于,

所述导出部在根据所述第一运算部的运算结果,将所述术野图像中包含的特定的结构体识别为第一器官,并且根据所述第二运算部的运算结果,将所述术野图像中包含的所述结构体识别为与所述第一器官不同的第二器官的情况下,选择基于确信度高的运算结果的识别结果,

所述输出部输出基于所选择的识别结果的信息。

6. 根据权利要求2所述的信息处理装置,其特征在于,

所述导出部在根据所述第一运算部的运算结果,将所述术野图像中包含的特定的结构体识别为第一器官,并且根据所述第二运算部的运算结果,将所述术野图像中包含的所述结构体识别为与所述第一器官不同的第二器官的情况下,导出与各个运算结果的确信度相应的识别结果,

所述输出部生成所述识别结果的显示信息以用与所述确信度相应的显示方式显示所述识别结果,并输出所生成的所述识别结果的显示信息。

7. 根据权利要求1所述的信息处理装置,其特征在于,

所述第一学习模型是,被学习为在输入了所述术野图像的情况下,输出与所述术野图像中包含的器官有关的信息的学习模型,

所述第二学习模型是,被学习为在输入了所述术野图像的情况下,输出与在所述术野图像内发生的事件有关的信息的学习模型。

8. 根据权利要求7所述的信息处理装置,其特征在于,

所述第二学习模型所输出的信息包括与出血或损伤有关的信息，

所述导出部根据所述第一运算部的运算结果和所述第二运算部的运算结果，导出发生了出血或损伤的器官的信息。

9. 根据权利要求7所述的信息处理装置，其特征在于，

所述第二学习模型所输出的信息包括与脉动有关的信息，

所述导出部根据所述第一运算部的运算结果和所述第二运算部的运算结果，导出正在脉动的器官的信息，

所述输出部生成所述器官的显示信息以与脉动同步地显示所述器官，并输出所生成的所述器官的显示信息。

10. 根据权利要求1所述的信息处理装置，其特征在于，

所述第一学习模型是，被学习为在输入了所述术野图像的情况下，输出与所述术野图像中包含的器官有关的信息的学习模型，

所述第二学习模型是，被学习为在输入了所述术野图像的情况下，输出与所述术野图像中包含的手术工具有关的信息的学习模型。

11. 根据权利要求10所述的信息处理装置，其特征在于，

所述导出部导出如下信息：示出根据所述第二运算部的运算结果识别的手术工具是否在根据所述第一运算部的运算结果识别的器官上移动的信息，

所述输出部生成所述器官的显示信息以根据所述手术工具是否在所述器官上移动来改变所述器官的显示方式，并输出所生成的所述器官的显示信息。

12. 根据权利要求10所述的信息处理装置，其特征在于，

所述导出部判断根据所述第二运算部的运算结果识别的手术工具是否停止，在判断所述手术工具停止的情况下，根据所述第一运算部的运算结果进行器官的识别处理，在判断所述手术工具未停止的情况下，停止所述识别处理。

13. 根据权利要求10所述的信息处理装置，其特征在于，

在所述导出部判断为根据所述第二运算部的运算结果识别的手术工具未停止的情况下，所述输出部停止输出基于所述器官的识别结果的信息。

14. 根据权利要求10或11所述的信息处理装置，其特征在于，

所述导出部根据所述第一运算部的运算结果和所述第二运算部的运算结果，导出手术工具正在处理的器官的信息。

15. 根据权利要求10或11所述的信息处理装置，其特征在于，

所述导出部获取根据所述第二运算部的运算结果识别的手术工具的尺寸信息，并根据获取到的尺寸信息，导出根据所述第一运算部的运算结果识别的器官的尺寸信息。

16. 根据权利要求10至15中任一项所述的信息处理装置，其特征在于，

所述输出部输出根据所述第二运算部的运算结果识别的手术工具的操作辅助信息。

17. 根据权利要求1所述的信息处理装置，其特征在于，

所述第一学习模型是，被学习为在输入了所述术野图像的情况下，输出与所述术野图像中包含的器官有关的信息的学习模型，

所述第二学习模型是，被学习为在输入了所述术野图像的情况下，输出所述术野图像所示的场景的信息的学习模型。

18. 根据权利要求17所述的信息处理装置,其特征在于,

所述导出部判断根据所述第二运算部的运算结果识别的场景是否为特征场景,在判断为特征场景的情况下,根据所述第一运算部的运算结果执行所述器官的识别处理。

19. 根据权利要求17或18所述的信息处理装置,其特征在于,

所述导出部基于根据所述第二运算部的运算结果识别的场景,获取事前信息,并参照获取到的事前信息,根据所述第一运算部的运算结果执行器官的识别处理。

20. 根据权利要求17至19中任一项所述的信息处理装置,其特征在于,

所述导出部判断基于所述第一运算部的运算结果的器官的识别结果与事前信息的一致性,并在判断不一致的情况下,导出指示所述识别结果与所述事前信息不一致的警告信息。

21. 根据权利要求17至20中任一项所述的信息处理装置,其特征在于,

所述导出部判断基于所述第一运算部的运算结果的器官的识别结果与事前信息的一致性,并在判断不一致的情况下,停止所述器官的识别处理。

22. 根据权利要求17至20中任一项所述的信息处理装置,其特征在于,

在所述导出部导出了基于所述第一运算部的运算结果的器官的识别结果与事前信息不一致的识别结果的情况下,所述输出部停止输出基于所述器官的识别结果的信息。

23. 根据权利要求17至22中任一项所述的信息处理装置,其特征在于,

所述第一学习模型包括分别对应于多种器官的多个学习模型,

所述导出部基于根据所述第二运算部的运算结果识别的场景,从作为所述第一学习模型而包含的多个学习模型中选择一个学习模型,并指示所述第一运算部执行利用所选择一个学习模型的运算。

24. 根据权利要求17至23中任一项所述的信息处理装置,其特征在于,

所述导出部基于根据所述第二运算部的运算结果识别的场景,变更根据所述第一运算部的运算结果识别器官时所使用的阈值。

25. 根据权利要求24所述的信息处理装置,其特征在于,

所述导出部在包含应检测的器官的场景下,将所述阈值设定为第一阈值,在不包含应检测的器官的场景下,将所述阈值设定为高于所述第一阈值的第二阈值。

26. 根据权利要求25所述的信息处理装置,其特征在于,

所述导出部将所述阈值设定为低于所述第一阈值的第三阈值,直到识别出应检测的器官为止,并在识别到应检测的器官的情况下,将所述阈值设定为所述第一阈值。

27. 根据权利要求17至26中任一项所述的信息处理装置,其特征在于,

所述导出部基于根据所述第二运算部的运算结果识别的场景的信息,导出根据所述第一运算部的运算结果识别的器官的固有名称。

28. 根据权利要求17至27中任一项所述的信息处理装置,其特征在于,

所述导出部基于根据所述第一运算部的运算结果识别的器官的信息、以及根据所述第二运算部的运算结果识别的场景的信息,参照包含已知的结构体的信息的事前信息,导出根据所述第一运算部的运算结果没有识别出的结构体的信息。

29. 根据权利要求17至28中任一项所述的信息处理装置,其特征在于,

所述导出部基于根据所述第一运算部的运算结果识别的器官的信息、以及根据所述第

二运算部的运算结果识别的场景的信息,参照包含过去发生过的事例的事前信息,导出可能发生的事件的信息。

30.根据权利要求1所述的信息处理装置,其特征在于,

所述第一学习模型是,被学习为在输入了所述术野图像的情况下,输出与所述术野图像内的事件有关的信息的学习模型,

所述第二学习模型是,被学习为在输入了所述术野图像的情况下,输出所述术野图像所示的场景的信息的学习模型。

31.根据权利要求30所述的信息处理装置,其特征在于,

所述导出部根据对所述事件的识别,导出所述事件中的特征场景的信息。

32.根据权利要求31所述的信息处理装置,其特征在于,具备:

提取部,其提取示出所述特征场景的部分影像;以及

存储部,其存储由所述提取部提取的部分影像。

33.根据权利要求32所述的信息处理装置,其特征在于,

所述事件为器官的损伤,

所述提取部提取发生了器官的损伤的场景的部分影像、以及修复了所述损伤的场景的部分影像。

34.根据权利要求32所述的信息处理装置,其特征在于,

所述事件为伴随着将人造物体导入体内的事件,

所述提取部提取所述人造物体进入术野图像内的场景的部分影像、以及所述人造物体从术野图像离开的场景的部分影像。

35.根据权利要求32至34中任一项所述的信息处理装置,其特征在于,

所述输出部输出所述存储部中存储的部分影像。

36.根据权利要求1至35中任一项所述的信息处理装置,其特征在于,

所述导出部将包含所述第一学习模型以及所述第二学习模型的多个学习模型的运算结果进行组合,推测所述术野图像中出现的手术工具的使用状态。

37.根据权利要求1所述的信息处理装置,其特征在于,

所述导出部根据所述第一学习模型的运算结果、以及所述第二学习模型的运算结果,评价所述第一学习模型以及所述第二学习模型,并使用根据评价结果选择的学习模型来导出识别结果。

38.根据权利要求1至29中任一项所述的信息处理装置,其特征在于,

所述第一运算部在输入了所述术野图像的情况下,执行由所述第一学习模型进行的运算、以及根据所述第一学习模型的运算结果识别的器官的绘制处理,

所述第二运算部在输入了所述术野图像的情况下,执行由所述第二学习模型进行的运算、以及将根据所述第二学习模型的运算结果识别的识别结果记录为日志的记录处理。

39.根据权利要求38所述的信息处理装置,其特征在于,

所述第一运算部在前台执行各处理,所述第二运算部在后台执行各处理。

40.根据权利要求38或39所述的信息处理装置,其特征在于,

在根据所述第二学习模型的运算结果识别出特定的识别对象的情况下,代替由所述第一学习模型进行的运算、以及所述器官的绘制处理,所述第一运算部执行示出所述识别对

象的图像的绘制处理。

41. 根据权利要求40所述的信息处理装置,其特征在于,
所述图像是包含识别出所述识别对象的时刻的预定时间范围的运动图像。

42. 根据权利要求1至41中任一项所述的信息处理装置,其特征在于,
所述导出部通过获取对包含同一对象物的术野图像的所述第一运算部以及所述第二运算部的运算结果,并评价所获取的运算结果,从而导出所述第一运算部或所述第二运算部中的错误信息。

43. 一种信息处理方法,其特征在于,由计算机执行如下处理:
根据术野图像的输入,执行由第一学习模型进行的运算,
根据所述术野图像的输入,执行由第二学习模型进行的运算,
根据所述第一学习模型的运算结果、以及所述第二学习模型的运算结果,导出对所述术野图像的综合性的识别结果,
输出基于所导出的识别结果的信息。

44. 一种计算机程序,其特征在于,使计算机执行如下处理:
根据术野图像的输入,执行由第一学习模型进行的运算,
根据所述术野图像的输入,执行由第二学习模型进行的运算,
根据所述第一学习模型的运算结果、以及所述第二学习模型的运算结果,导出对所述术野图像的综合性的识别结果,
输出基于所导出的识别结果的信息。

信息处理装置、信息处理方法、以及计算机程序

技术领域

[0001] 本发明涉及信息处理装置、信息处理方法、以及计算机程序。

背景技术

[0002] 在医疗领域,病理诊断由于需要专门的知识 and 经验,因此,将人体组织的一部分切除,并在体外利用显微镜等进行诊断。

[0003] 另一方面,近年来,提出了如下发明:利用内窥镜等直接观察体内,并利用计算机分析观察图像,从而进行病理诊断(例如,参照专利文献1)。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2006-153742号公报

发明内容

[0007] 发明要解决的问题

[0008] 在创建用于从观察图像中识别病变等的学习模型时,专业医生的知识是不可缺少的,但是由于医生的专业领域被细分化,因此大多创建单类的教师数据。在用单类的教师数据创建的学习模型中,只能进行单类的推论。

[0009] 本发明的目的在于,提供一种根据多种学习模型的运算结果导出综合性的识别结果的信息处理装置、信息处理方法、以及计算机程序。

[0010] 用于解决问题的方案

[0011] 本发明的一方面中的信息处理装置,具备:第一运算部,其根据术野图像的输入执行由第一学习模型进行的运算;第二运算部,其根据所述术野图像的输入执行由第二学习模型进行的运算;导出部,其根据由所述第一运算部输出的运算结果、以及由所述第二运算部输出的运算结果,导出对所述术野图像的综合性的识别结果;以及输出部,其输出基于所导出的识别结果的信息。

[0012] 本发明的一方面中的信息处理方法,由计算机执行如下处理:根据术野图像的输入执行由第一学习模型进行的运算,根据所述术野图像的输入执行由第二学习模型进行的运算,根据所述第一学习模型的运算结果、以及所述第二学习模型的运算结果,导出对所述术野图像的综合性的识别结果,输出基于所导出的识别结果的信息。

[0013] 本发明的一方面中的计算机程序,用于使计算机执行如下处理:根据术野图像的输入执行由第一学习模型进行的运算,根据所述术野图像的输入执行由第二学习模型进行的运算,根据所述第一学习模型的运算结果、以及所述第二学习模型的运算结果,导出对所述术野图像的综合性的识别结果,输出基于所导出的识别结果的信息。

[0014] 发明效果

[0015] 根据本申请,能够根据多种学习模型的运算结果导出综合性的识别结果。

附图说明

- [0016] 图1是说明实施方式1的手术辅助系统的概略构成的示意图。
- [0017] 图2是说明信息处理装置的内部构成的框图。
- [0018] 图3是示出术野图像的一个例子的示意图。
- [0019] 图4是示出第一学习模型的构成例的示意图。
- [0020] 图5是示出第二学习模型的构成例的示意图。
- [0021] 图6是示出实施方式1的信息处理装置所执行的处理的顺序的流程图。
- [0022] 图7是示出实施方式1中的识别结果的显示例的示意图。
- [0023] 图8是示出实施方式1中的警告信息的显示例的示意图。
- [0024] 图9是示出与确信度对应的识别结果的显示例的示意图。
- [0025] 图10是示出第三学习模型的构成例的示意图。
- [0026] 图11是示出实施方式2的信息处理装置所执行的处理的顺序的流程图。
- [0027] 图12是示出实施方式2中的识别结果的显示例的示意图。
- [0028] 图13是示出第四学习模型的构成例的示意图。
- [0029] 图14是示出实施方式3的信息处理装置所执行的处理的顺序的流程图。
- [0030] 图15是示出尺寸信息的导出顺序的流程图。
- [0031] 图16是示出第五学习模型的构成例的示意图。
- [0032] 图17是示出实施方式4的信息处理装置所执行的处理的顺序的流程图。
- [0033] 图18是示出变形例4-1中的处理顺序的流程图。
- [0034] 图19是示出事前信息表的一个例子的概念图。
- [0035] 图20是示出变形例4-2中的处理顺序的流程图。
- [0036] 图21是示出变形例4-3中的处理顺序的流程图。
- [0037] 图22是示出变形例4-4中的处理顺序的流程图。
- [0038] 图23是示出固有名称表的一个例子的概念图。
- [0039] 图24是示出器官名称的显示例的示意图。
- [0040] 图25是示出结构体表的一个例子的概念图。
- [0041] 图26是示出结构体的显示例的示意图。
- [0042] 图27是示出事例表的一个例子的概念图。
- [0043] 图28是示出事件的显示例的示意图。
- [0044] 图29是示出实施方式5的信息处理装置所执行的处理的顺序的流程图。
- [0045] 图30是示出场景记录表的一个例子的概念图。
- [0046] 图31是示出实施方式6的信息处理装置所执行的处理的顺序的流程图。
- [0047] 图32是说明实施方式7中的推测方法的说明图。
- [0048] 图33是示出实施方式7中的推测顺序的流程图。
- [0049] 图34是说明运算结果的分析方法的说明图。
- [0050] 图35是示出评价系数表的一个例子的图。
- [0051] 图36是示出得分的计算结果的一个例子的图。
- [0052] 图37是示出实施方式8的信息处理装置所执行的处理的顺序的流程图。
- [0053] 图38是示出实施方式9的信息处理装置所执行的处理的一个例子的序列图。

[0054] 图39是示出第一运算部所执行的处理的顺序的流程图。

[0055] 图40是示出第二运算部所执行的处理的顺序的流程图。

具体实施方式

[0056] 以下,使用附图具体说明将本发明应用于腹腔镜手术的辅助系统的方式。此外,本发明不限于腹腔镜手术,能够适用于使用了胸腔镜、消化道内窥镜、膀胱镜、关节镜、机器人辅助下内窥镜、手术显微镜、外窥镜等拍摄装置的所有镜视下手术。

[0057] (实施方式1)

[0058] 图1是说明实施方式1的手术辅助系统的概略构成的示意图。在腹腔镜手术中,代替实施开腹手术,在患者的腹壁上安装多个称为穿刺器(troca)10的开孔器具,从设于穿刺器10的开孔将腹腔镜11、能量处置器具12、钳子13等器具插入患者体内。手术者进行一边实时观察由腹腔镜11拍摄的患者体内的图像(术野图像),一边使用能量处置器具12切除患部等的处置。腹腔镜11、能量处置器具12、钳子13等手术器具由手术者或机器人等保持。手术者是与腹腔镜手术相关的医疗工作者,包括执刀医生、助手、护士、监视手术的医生等。

[0059] 腹腔镜11具备插入患者体内的插入部11A、内置于插入部11A的前端部分的拍摄装置11B、设置于插入部11A的后端部分的操作部11C、以及用于连接到相机控制单元(CCU)110或光源装置120的通用软线11D。

[0060] 腹腔镜11的插入部11A由硬性管形成。在硬性管的前端部分设置有弯曲部。弯曲部中的弯曲机构是组装于通常的腹腔镜的公知的机构,构成为通过与操作部11C的操作联动的操作线的牵引而向例如上下左右四个方向弯曲。此外,腹腔镜11不限于具有如上所述的弯曲部的软性镜,也可以是不具有弯曲部的硬性镜,还可以是不具有弯曲部、硬性管的拍摄装置。

[0061] 拍摄装置11B具备驱动电路,驱动电路具备CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor;互补金属氧化物半导体)等固体拍摄元件、定时发生器(TG)、模拟信号处理电路(AFE)等。拍摄装置11B的驱动电路与从TG输出的时钟信号同步地取入从固体拍摄元件输出的RGB各个颜色的信号,在AFE中实施噪声去除、放大、A/D转换等必要的处理,生成数字形式的图像数据。拍摄装置11B的驱动电路通过通用软线11D将生成的图像数据传输到CCU110。

[0062] 操作部11C具备由手术者操作的角杆或远程开关等。角杆是接受用于使弯曲部弯曲的操作的操作器具。也可以代替角杆而设置弯曲操作旋钮、操纵杆等。远程开关例如包括将观察图像切换为动态图像显示或静态图像显示的切换开关、放大或缩小观察图像的变焦开关等。远程开关可以被分配预定的特定功能,也可以被分配由手术者设定的功能。

[0063] 另外,还可以在操作部11C中内置由线性谐振致动器或压电致动器等构成的振子。在发生了应该告知给操作腹腔镜11的手术者的事件的情况下,CCU110也可以通过使内置于操作部11C的振子工作而使操作部11C振动,从而将上述事件的发生通知给手术者。

[0064] 在腹腔镜11的插入部11A、操作部11C及通用软线11D的内部配置有传输电缆和光导等,上述传输电缆用于传输从CCU110向拍摄装置11B输出的控制信号或从拍摄装置11B输出的图像数据,上述光导将从光源装置120射出的照明光引导至插入部11A的前端部分。从光源装置120射出的照明光通过光导被引导至插入部11A的前端部分,并经由设置于插入部

11A的前端部分的照明透镜照射到术野。此外,在本实施方式中,将光源装置120记载为独立的装置,但光源装置120也可以是内置于CCU110的构成。

[0065] CCU110具备控制电路和图像处理电路等,上述控制电路控制腹腔镜11所具备的拍摄装置11B的动作,上述图像处理电路处理通过通用软线11D输入的来自拍摄装置11B的图像数据。控制电路具备CPU(Central Processing Unit;中央处理单元)、ROM(Read Only Memory;只读存储器)、RAM(Random Access Memory;随机存取存储器)等,根据CCU110所具备的各种开关的操作或腹腔镜11所具备的操作部11C的操作,向拍摄装置11B输出控制信号,进行拍摄开始、拍摄停止、变焦等的控制。图像处理电路具备DSP(Digital Signal Processor;数字信号处理器)、图像存储器等,对通过通用软线11D输入的图像数据实施颜色分离、颜色插补、增益校正、白平衡调整、伽马校正等适当的处理。CCU110根据处理后的图像数据生成运动图像用的帧图像,并将生成的各帧图像依次输出到后述的手术辅助装置200。帧图像的帧速率例如为30FPS(Frames Per Second;每秒的帧数)。

[0066] CCU110可以生成符合诸如NTSC(National Television System Committee;国家电视系统委员会)、PAL(Phase Alternating Line;相位交替线)、DICOM(Digital Imaging and COMMunication in Medicine;医学数字影像与通信)等预定标准的影像数据。CCU110通过将生成的影像数据输出到显示装置130,能够在显示装置130的显示屏上实时显示术野图像(影像)。显示装置130是具备液晶面板或有机EL(Electro-Luminescence;电致发光)面板等的监视器。另外,CCU110还可以将生成的影像数据输出到录像装置140,并将影像数据存储到录像装置140中。录像装置140具备HDD(Hard Disk Drive;机械硬盘)等存储装置,该HDD将从CCU110输出的影像数据与标识各手术的标识符、手术的日期和时间、手术地点、患者名、手术者名等一起存储。

[0067] 信息处理装置200通过利用CCU110获取术野图像的图像数据,并将获取到的术野图像的图像数据分别输入多个学习模型,从而执行由各学习模型进行的运算。信息处理装置200根据多个学习模型的运算结果,导出对术野图像的综合性的识别结果,并输出基于所导出的识别结果的信息。

[0068] 图2是说明信息处理装置200的内部构成的框图。信息处理装置200是具备控制部201、存储部202、操作部203、输入部204、第一运算部205、第二运算部206、输出部207、通信部208等的专用或通用的计算机。信息处理装置200可以是设置于手术室内的计算机,也可以是设置在手术室的外部的计算机。信息处理装置200可以是设置在进行腹腔镜手术的医院内的服务器,也可以是设置在医院外的服务器。信息处理装置200不限于单个计算机,也可以是由多个计算机、外围设备构成的计算机系统。信息处理装置200也可以是通过软件虚拟构建的虚拟机。

[0069] 控制部201例如具备CPU、ROM、以及RAM等。在控制部201所具备的ROM存储控制信息处理装置200所具备的硬件各部的动作的控制程序等。控制部201内的CPU执行ROM中存储的控制程序、后述的存储部202中存储的各种计算机程序,通过控制硬件各部的动作,使装置整体作为本申请中的信息处理装置发挥功能。在控制部201所具备的RAM临时存储运算的执行过程中使用的数据等。

[0070] 在本实施方式中,控制部201构成为具备CPU、ROM、以及RAM,但控制部201的构成是任意的,只要是具备GPU(Graphics Processing Unit;图形处理单元)、DSP(Digital

Signal Processor;数字信号处理器)、FPGA(Field Programmable Gate Array;现场可编程门阵列)、量子处理器、易失性或非易失性的存储器等的运算电路或控制电路即可。另外,控制部201可以具有输出日期和时间信息的时钟、计测从提供计测开始指示到提供计测结束指示为止的经过时间的计时器、计数数量的计数器等的功能。

[0071] 存储部202具备硬盘、闪存等存储装置。在存储部202存储由控制部201执行的计算机程序、从外部获取的各种数据、在装置内部生成的各种数据等。

[0072] 存储部202中存储的计算机程序包括:使控制部201执行用于识别术野图像中包含的识别对象的处理的识别处理程序PG1;以及使控制部201执行使显示装置130显示基于识别结果的信息的处理的显示处理程序PG2等。此外,识别处理程序PG1以及显示处理程序PG2可以不必是分别独立的计算机程序,也可以实现为一个计算机程序。这些程序例如由可读地存储计算机程序的非临时存储介质M提供。存储介质M是CD-ROM、USB存储器、SD(Secure Digital;安全数字)卡等可移动型存储器。控制部201使用未图示的读取装置,从存储介质M读取所需的计算机程序,并使读取到的计算机程序存储于存储部202。可替代地,上述计算机程序也可以由通信提供。在该情况下,控制部201只要通过通信部208下载所需的计算机程序,并使所下载的计算机程序存储于存储部202即可。

[0073] 存储部202具备第一学习模型310以及第二学习模型320。第一学习模型310是被学习为根据术野图像的输入,输出与术野图像中包含的第一器官有关的信息的学习完成的学习模型。第一器官包括食道、胃、大肠、胰脏、脾脏、输尿管、肺、前列腺、子宫、胆囊、肝脏、输精管等特异器官,或者结缔组织、脂肪、神经、血管、肌肉、膜状结构物等非特异器官。第一器官不限于特定的器官,也可以是体内存在的任意结构体。同样地,第二学习模型320是被学习为根据术野图像的输入,输出与术野图像中包含的第二器官有关的信息的学习完成的学习模型。第二器官包含上述的特异器官或者非特异器官。第二器官不限于特定的器官,也可以是体内存在的任意结构体。

[0074] 此外,在以下的说明中,在无需区分说明特异器官和非特异器官的情况下,也将其简称为器官。

[0075] 在实施方式1中,识别对象的第二器官具有与第一器官类似的特征,选择在识别处理中可能误认为第一器官的器官。例如,在将第一学习模型310的识别对象设为疏松结缔组织的情况下,选择神经组织(或者膜结构)作为第二学习模型320的识别对象。第一器官以及第二器官的组合不限于(a)疏松结缔组织以及神经组织(或者膜结构),也可以是(b)脂肪以及胰脏、(c)应切除的脂肪以及应保存的脂肪、(d)出血、出血痕、以及血管中的两个、(e)输尿管、动脉、以及膜结构中的两个、(f)胃以及肠道、(g)肝脏以及脾脏等的组合。

[0076] 在实施方式1中,对第一器官为疏松结缔组织、第二器官为神经组织的情形进行说明。即,第一学习模型310被学习为根据术野图像的输入,输出与术野图像中包含的疏松结缔组织有关的信息。这样的第一学习模型310通过将拍摄术野而获得的术野图像、以及示出术野图像内的第一器官部分(在实施方式1中为疏松结缔组织部分)的正解数据作为训练数据,并使用适当的学习算法进行学习而生成。示出第一器官部分的正解数据通过医生等专家进行手动注释而生成。第二学习模型320同理。

[0077] 第一以及第二学习模型310、320可以在信息处理装置200的内部生成,也可以在外服务器生成。后者的情况下,信息处理装置200只要通过通信下载在外服务器生成的第

一以及第二学习模型310、320,并使下载的第一以及第二学习模型310、320存储于存储部202即可。在存储部202存储第一以及第二学习模型310、320所具备的层的信息、构成各层的节点的信息、节点间的权重系数以及偏差等通过学习而确定的参数等信息作为第一以及第二学习模型310、320的定义信息。

[0078] 操作部203具备键盘、鼠标、触摸面板、非接触面板、指示笔、由麦克风进行语音输入等的操作设备。操作部203接受由手术者等进行的操作,并将与接受的操作有关的信息输出到控制部201。控制部201根据从操作部203输入的操作信息执行适当的处理。此外,在本实施方式中,构成为信息处理装置200具备操作部203,但也可以构成为通过连接到外部的CCU110等各种设备接受操作。

[0079] 输入部204具备连接输入设备的连接接口。在本实施方式中,连接到输入部204的输入设备为CCU110。向输入部204输入由腹腔镜11拍摄并通过CCU110实施了处理的术野图像的图像数据。输入部204将输入的图像数据输出到控制部201。另外,控制部201也可以将从输入部204获取到的图像数据存储到存储部202。

[0080] 在实施方式中,对通过输入部204从CCU110获取术野图像的图像数据的构成进行了说明,但也可以直接从腹腔镜11获取术野图像的图像数据,还可以利用以可装卸的方式安装于腹腔镜11的图像处理装置(未图示)获取术野图像的图像数据。另外,信息处理装置200还可以获取录像装置140中存储的术野图像的图像数据。

[0081] 第一运算部205具备处理器、存储器等。处理器的一个例子为GPU(Graphics Processing Unit;图形处理单元),存储器的一个例子为VRAM(Video RAM)。在输入了术野图像的情况下,第一运算部205利用内置的处理器执行由第一学习模型310进行的运算,并将运算结果输出到控制部201。另外,第一运算部205根据来自控制部201的指示,在内置的存储器上绘制应该在显示装置130上显示的图像,并通过输出部207将其输出到显示装置130,从而使显示装置130显示所需的图像。

[0082] 第二运算部206与第一运算部205同样地,具备处理器、存储器等。第二运算部206可以是与第一运算部205相同的运算部,也可以是运算能力比第一运算部205低的运算部。在输入了术野图像的情况下,第二运算部206利用内置的处理器执行由第二学习模型320进行的运算,并将运算结果输出到控制部201。另外,第二运算部206根据来自控制部201的指示,在内置的存储器上绘制应该在显示装置130上显示的图像,并通过输出部207将其输出到显示装置130,从而使显示装置130显示所需的图像。

[0083] 输出部207具备连接输出设备的连接接口。在本实施方式中,连接到输出部207的输出设备为显示装置130。控制部201在生成了根据学习模型310、320的运算结果导出的综合性的识别结果等应该告知手术者等的信息的情况下,利用输出部207将生成的信息输出到显示装置130,从而使信息显示于显示装置130。可替代地,输出部207也可以通过语音、声音输出应该向手术者等告知的信息。

[0084] 通信部208具备收发各种数据的通信接口。通信部208所具备的通信接口是,以在以太网(注册商标)、WiFi(注册商标)中使用的有线或无线的通信规格为基准的通信接口。在从控制部201输入了应该发送的数据的情况下,通信部208将应该发送的数据发送到指定的目的地。另外,通信部208在接收到从外部装置发送的数据的情况下,将接收到的数据输出到控制部201。

[0085] 接着,对输入到信息处理装置200的术野图像进行说明。

[0086] 图3是示出术野图像的一个例子的示意图。本实施方式中的术野图像是利用腹腔镜11拍摄患者的腹腔内获得的图像。术野图像可以不必是腹腔镜11的拍摄装置11B所输出的原始图像,只要是通过CCU110等实施了处理的图像(帧图像)即可。

[0087] 由腹腔镜11拍摄的术野中包含构成特异器官、血管、神经等的组织、存在于组织间的结缔组织、包含肿瘤等病变部的组织、以及覆盖组织的膜或层等组织。手术者在掌握这些解剖学结构的关系的同时,使用能量处置器具12、钳子13等手术工具,对包含病变部的组织进行剥离。在图3中作为一个例子示出的术野图像示出了如下场景:使用钳子13牵引覆盖器官501的膜,从而给予疏松结缔组织502适当的张力,将要使用能量处置器具12剥离疏松结缔组织502。疏松结缔组织502是充满组织和器官之间的纤维性的结缔组织,是指构成组织的纤维(弹性纤维)的量较少的组织。在展开器官501的情况或者切除病变部的情况等下根据需要进行剥离疏松结缔组织502。在图3的例子中示出如下情况:疏松结缔组织502在上下方向(图的空心箭头的方向)上走行,神经组织503以与疏松结缔组织502交叉的方式,在左右方向(图的黑色箭头的方向)上走行。

[0088] 一般而言,术野图像中出现的疏松结缔组织以及神经组织均是具有白色系的颜色且以线状走行的组织,因此,往往难以在外观上进行区分。疏松结缔组织虽然是根据需要进行剥离的组织,但在进行牵引、剥离的过程中神经损伤了的情况下,术后可能发生功能障碍。例如,大肠手术中的下腹神经的损伤可能成为排尿障碍的原因。另外,食道切除、肺切除过程中的喉返神经的损伤可能成为吞咽障碍的原因。因此,如果能够向手术者提供与疏松结缔组织以及神经组织的识别结果有关的信息,则对于手术者来说是有用的。

[0089] 实施方式1的信息处理装置200针对相同的术野图像,执行由第一学习模型310进行的运算、以及由第二学习模型320进行的运算,并根据两个运算结果导出对术野图像的综合性的识别结果,输出基于所导出的识别结果的信息,从而向手术者提供关于疏松结缔组织以及神经组织的信息。

[0090] 以下,对第一学习模型310以及第二学习模型320的构成进行说明。

[0091] 图4是示出第一学习模型310的构成例的示意图。第一学习模型310是用于进行图像分割的学习模型,例如由SegNet等具备卷积层的神经网络构建。学习模型310不限于SegNet,也可以使用FCN(Fully Convolutional Network)、U-Net(U-Shaped Network)、PSPNet(Pyramid Scene Parsing Network)等能够进行图像分割的任意的神经网络构建。另外,代替图像分割用的神经网络,也可以使用YOLO(You Only Look Once)、SSD(Single Shot Multi-BoxDetector)等物体检测用的神经网络来构建学习模型310。

[0092] 由第一学习模型310进行的运算在第一运算部205中执行。在输入了术野图像的情况下,第一运算部205根据包含学习完成的参数的第一学习模型310的定义信息来执行运算。

[0093] 第一学习模型310例如具备编码器311、解码器312以及softmax层313。编码器311通过交替配置卷积层和池化层而构成。卷积层被多层化为2~3层。在图4的例子中,对卷积层表示为不标注阴影,对池化层表示为标注阴影。

[0094] 在卷积层中,进行所输入的数据与分别确定的尺寸(例如,3×3、5×5等)的滤波器的卷积运算。即,按各要素将输入到与滤波器的各要素对应的位置的输入值与预先设定在

滤波器中的权重系数相乘,并计算这些要素中的每一个的乘法值的线性和。通过将计算出的线性和与设定的偏差相加,得到卷积层中的输出。此外,卷积运算的结果也可以通过激活函数进行转换。作为激活函数,例如能够使用ReLU(Rectified Linear Unit)。卷积层的输出表示提取输入数据的特征得到的特征图。

[0095] 在池化层中,计算从作为连接到输入侧的上位层的卷积层输出的特征图的局部的统计量。具体而言,设定与上位层的位置对应的预定尺寸(例如, 2×2 、 3×3)的窗口,并根据窗口内的输入值计算局部的统计量。作为统计量,例如能够采用最大值。从池化层输出的特征图的尺寸根据窗口的尺寸而缩小(下采样)。图4的例子示出了通过在编码器311中依次重复卷积层中的运算和池化层中的运算,从而将 $224 \text{ 像素} \times 224 \text{ 像素}$ 的输入图像依次下采样为 112×112 、 56×56 、 28×28 、 \cdots 、 1×1 的特征图。

[0096] 将编码器311的输出(在图4的例子中为 1×1 的特征图)输入到解码器312。解码器312通过交替配置反卷积层和反池化层而构成。反卷积层被多层化为2~3层。在图4的例子中,对反卷积层表示为不标注阴影线,对反池化层表示为标注阴影线。

[0097] 在反卷积层中,对输入的特征图进行反卷积运算。反卷积运算是指在输入的特征图是使用特定的滤波器进行卷积运算而得到的结果的推测下,复原卷积运算前的特征图的运算。在该运算中,在用矩阵表示特定的滤波器时,通过计算该矩阵的转置矩阵与输入的特征图的积,生成输出用的特征图。此外,反卷积层的运算结果也可以通过上述的ReLU等激活函数进行转换。

[0098] 解码器312所具备的反池化层与编码器311所具备的池化层一一分别对应,并且对应的对具有基本相同的尺寸。反池化层重新增大(上采样)在编码器311的池化层中下采样得到的特征图的尺寸。图4的例子示出了通过在解码器312中依次重复卷积层中的运算和池化层中的运算,从而依次上采样为 1×1 、 7×7 、 14×14 、 \cdots 、 224×224 的特征图。

[0099] 将解码器312的输出(在图4的示例中为 224×224 的特征图)输入到softmax层313。softmax层313通过对来自与输入侧连接的反卷积层的输入值应用softmax函数,从而输出标识各位置(像素)中的部位的标签的概率。实施方式1的第一学习模型310针对术野图像的输入,通过softmax层313输出表示各像素是否符合疏松结缔组织的概率即可。第一学习模型310的运算结果输出到控制部201。

[0100] 通过提取从softmax层313输出的标签的概率为阈值以上(例如60%以上)的像素,获得表示疏松结缔组织部分的识别结果的图像(识别图像)。第一运算部205也可以通过在内置的存储器(VRAM)绘制疏松结缔组织部分的识别图像,并通过输出部207将其输出到显示装置130,从而使第一学习模型310的识别结果显示于显示装置130。识别图像是与术野图像尺寸相同的图像,被生成为对被识别为疏松结缔组织的像素分配特定的颜色而得到的图像。分配给疏松结缔组织的像素的颜色优选是人体内部不存在的颜色,以与器官、血管等进行区分。人体内部不存在的颜色例如是蓝色或浅蓝色等冷色系(蓝色系)的颜色。另外,对构成识别图像的各像素附加表示透明度的信息,并对被识别为疏松结缔组织的像素设定不透明的值,对除此以外的像素设定透明的值。通过将这样生成的识别图像重叠显示在术野图像上,能够将疏松结缔组织部分作为具有特定颜色的结构显示在术野图像上。

[0101] 此外,在图4的例子中,将 $224 \text{ 像素} \times 224 \text{ 像素}$ 的图像作为向第一学习模型310的输入图像,但输入图像的尺寸不限于上述尺寸,可以根据信息处理装置200的处理能力、从腹

腹腔镜11获得的术野图像的尺寸等适当设定。另外,向第一学习模型310的输入图像不必是从腹腔镜11获得的整个术野图像,也可以是切取术野图像的关注区域而生成的部分图像。包含处置对象的关注区域大多位于术野图像的中央附近,因此,例如,也可以使用以成为原来图像的一半左右的尺寸的方式将术野图像的中央附近切取为矩形而得到的部分图像。通过缩小输入到第一学习模型310的图像的尺寸,能够在提高处理速度的同时,提高识别精度。

[0102] 图5是示出第二学习模型320的构成例的示意图。第二学习模型320具备编码器321、解码器322、以及softmax层323,构成为针对术野图像的输入,输出与术野图像中包含的神经组织部分有关的信息。第二学习模型320所具备的编码器321、解码器322、以及softmax层323的构成与第一学习模型310相同,因此省略其详细说明。

[0103] 由第二学习模型320进行的运算在第二运算部206中执行。在输入了术野图像的情况下,第二运算部206根据包含学习完成的参数的第二学习模型320的定义信息执行运算。实施方式1的第二学习模型320针对术野图像的输入,通过softmax层323输出表示各像素是否符合神经组织的概率即可。第二学习模型320的运算结果输出到控制部201。

[0104] 通过提取从softmax层323输出的标签的概率为阈值以上(例如60%以上)的像素,获得表示神经组织部分的识别结果的图像(识别图像)。第二运算部206也可以通过在内置的存储器(VRAM)绘制神经组织部分的识别图像,并通过输出部207将其输出到显示装置130,从而使第二学习模型320的识别结果显示于显示装置130。表示神经组织的识别图像的构成与疏松结缔组织相同,但优选分配给神经组织的像素的颜色是与疏松结缔组织区分开的颜色(例如,绿色系、黄系的颜色)。

[0105] 以下,对信息处理装置200的动作进行说明。

[0106] 图6是示出实施方式1的信息处理装置200所执行的处理的顺序的流程图。信息处理装置200的控制部201从存储部202读取并执行识别处理程序PG1以及显示处理程序PG2,从而按照以下的步骤进行处理。在腹腔镜手术开始之后,利用腹腔镜11的拍摄装置11B拍摄术野而获得的术野图像通过通用软线11D随时输出到CCU110。信息处理装置200的控制部201利用输入部204获取从CCU110输出的以帧为单位的术野图像(步骤S101)。控制部201每次获取以帧为单位的术野图像时都执行以下的处理。

[0107] 控制部201将通过输入部204获取到的以帧为单位的术野图像发送到第一运算部205以及第二运算部206,并且向第一运算部205以及第二运算部206给出运算的开始指示(步骤S102)。

[0108] 第一运算部205在从控制部201给出运算的开始指示之后,执行由第一学习模型310进行的运算(步骤S103)。即,第一运算部205根据输入的术野图像生成特征图,并执行依次对生成的特征图进行下采样的由编码器311进行的运算、依次对从编码器311输入的特征图进行上采样的由解码器312进行的运算、以及标识最终从解码器312获得的特征图的各像素的由softmax层313进行的运算。第一运算部205将学习模型310的运算结果输出到控制部201(步骤S104)。

[0109] 第二运算部206在从控制部201给出运算的开始指示之后,执行由第二学习模型320进行的运算(步骤S105)。即,第二运算部206根据输入的术野图像生成特征图,并执行依次对生成的特征图进行下采样的由编码器321进行的运算、依次对从编码器321输入的特征图进行上采样的由解码器322进行的运算、以及标识最终从解码器322获得的特征图的各像

素的由softmax层323进行的运算。第二运算部206将学习模型320的运算结果输出到控制部201(步骤S106)。

[0110] 在图6的流程图中,为了方便起见,设为在执行由第一运算部205进行的运算之后,执行由第二运算部206进行的运算的顺序,但也可以同时并行实施由第一运算部205进行的运算和由第二运算部206进行的运算。

[0111] 控制部201根据第一学习模型310的运算结果、以及第二学习模型320的运算结果,导出对术野图像的综合性的识别结果。具体而言,控制部201执行以下的处理。

[0112] 控制部201参照第一学习模型310的运算结果,执行疏松结缔组织的识别处理(步骤S107)。控制部201通过提取从第一学习模型310的softmax层313输出的标签的概率为阈值以上(例如60%以上)的像素,能够识别术野图像中包含的疏松结缔组织。

[0113] 控制部201参照第二学习模型320的运算结果,执行神经组织的识别处理(步骤S108)。控制部201通过提取从第二学习模型320的softmax层323输出的标签的概率为阈值以上(例如60%以上)的像素,能够识别术野图像中包含的神经组织。

[0114] 控制部201判断疏松结缔组织的识别结果与神经组织的识别结果是否重复(步骤S109)。在该步骤中,确认术野图像中包含的特定的结构体是否一方面被识别为疏松结缔组织,另一方面被识别为神经组织。具体而言,在术野图像内的一个像素中一方面被识别为疏松结缔组织,另一方面被识别为神经组织的情况下,控制部201判断识别结果重复。另外,也可以将被识别为疏松结缔组织的术野图像内的区域与被识别为神经组织的术野图像内的区域进行比较,并判断识别结果重复。例如,也可以在两者的重叠按面积比为预定比例以上(例如40%以上)的情况下,判断识别结果重复,在小于预定比例的情况下,判断识别结果不重复。

[0115] 在判断识别结果不重复的情况下(S109:否),控制部201输出疏松结缔组织的识别结果以及神经组织的识别结果(步骤S110)。具体而言,控制部201通过向第一运算部205给出指示,来使疏松结缔组织的识别图像重叠显示在术野图像上,通过向第二运算部206给出指示,来使神经组织的识别图像重叠显示在术野图像上。第一运算部205以及第二运算部206根据来自控制部201的指示,在内置的VRAM分别绘制疏松结缔组织以及神经组织的识别图像,并通过输出部207将其输出到显示装置130,从而将疏松结缔组织以及神经组织的识别图像重叠显示到术野图像上。

[0116] 图7是示出实施方式1中的识别结果的显示例的示意图。在图7的显示例中,为了方便制作附图,将被识别为疏松结缔组织502的部分表示为标注了阴影线的区域,将被识别为神经组织503的部分表示为标注了其他阴影线的区域。实际上,被识别为疏松结缔组织502的像素用例如蓝色系的颜色显示,被识别为神经组织503的像素用例如绿色系的颜色显示。手术者通过浏览显示于显示装置130的识别结果,能够区分识别疏松结缔组织502和神经组织503,例如,能够在掌握不可损伤的神经组织503的存在的同时,使用能量处置器具12来剥离疏松结缔组织502。

[0117] 在本实施方式中,构成为显示根据第一运算部205的运算结果识别的疏松结缔组织、以及根据第二运算部206的运算结果识别的神经组织这两者,但也可以构成为只显示其中任一个。另外,应该显示的组织可以由手术者进行选择,也可以通过手术者的操作进行切换。

[0118] 在图6所示的流程图的步骤S109中,在判断识别结果重复的情况下(S109:是),控制部201输出表示识别到类似结构体的警告信息(步骤S111)。

[0119] 图8是示出实施方式1中的警告信息的显示例的示意图。图8示出根据第一运算部205的运算结果将术野图像中包含的结构体504识别为疏松结缔组织,并根据第二运算部206的运算结果作为神经组织的情况下的警告信息的显示例。第一运算部205使用的第一学习模型310被学习为,根据术野图像的输入,输出与疏松结缔组织有关的信息,第二运算部206所使用的第二学习模型320被学习为,根据术野图像的输入,输出与神经组织有关的信息,但由于疏松结缔组织和神经组织在外观上具有类似的特征,因此,在使用上述2个学习模型310、320独立进行识别处理时,识别结果可能重复。在识别结果重复的情况下,如果仅向手术者提示任一方的识别结果,则可能实际上为疏松结缔组织却误认为是神经组织,或者,实际上为神经组织却误认为是疏松结缔组织。在识别结果重复的情况下,控制部201通过显示图8所示的警告信息,能够提醒手术者进行确认。

[0120] 在图8所示的例子中,控制部201构成为在术野图像上重叠显示表示警告的文字信息,但也可以在术野图像的显示区域外显示表示警告的文字信息,还可以在其他显示装置(未图示)显示表示警告的文字信息。代替显示表示警告的文字信息的构成,控制部201也可以显示表示警告的图形,还可以通过语音、声音的输出进行警告。

[0121] (变形例1-1)

[0122] 信息处理装置200的控制部201还可以在第二学习模型320对神经组织的识别结果和第一学习模型310对疏松结缔组织的识别结果重复的情况下,停止输出基于识别结果的信息。

[0123] (变形例1-2)

[0124] 信息处理装置200的控制部201还可以在第二学习模型320对神经组织的识别结果与第一学习模型310对疏松结缔组织的识别结果重复的情况下,选择确信度高的识别结果,并输出基于所选择的识别结果的信息。根据从softmax层313输出的概率计算第一学习模型310的识别结果的确信度。例如,控制部201只要通过针对被识别为疏松结缔组织的各像素求出概率值的平均,从而计算确信度即可。关于第二学习模型320的识别结果的确信度也是相同的。例如,在利用第一学习模型310识别图8所示的结构体504的结果是以95%的确信度识别为疏松结缔组织,并且利用第二学习模型320识别相同的结构体504的结果是以62%的确信度识别为神经组织的情况下,控制部201向手术者提示该结构体504为疏松结缔组织的识别结果即可。

[0125] (变形例1-3)

[0126] 信息处理装置200的控制部201还可以在第二学习模型320对神经组织的识别结果与第一学习模型310对疏松结缔组织的识别结果重复的情况下,导出与确信度对应的识别结果,并以与确信度对应的显示方式显示识别结果。图9是示出与确信度对应的识别结果的显示例的示意图。例如,在利用第一学习模型310识别术野图像中包含的结构体505的结果是以95%的确信度识别为疏松结缔组织,并且利用第二学习模型320识别相同的结构体505的结果是没有识别为神经组织的情况下,控制部201例如用蓝色系的颜色(在附图上为黑色)对该结构体505进行着色并向手术者进行提示。同样地,在利用第二学习模型320识别术野图像中包含的结构体506的结果是以90%的确信度识别为神经组织,并且利用第一学习

模型310识别相同的结构体506的结果是没有识别为疏松结缔组织的情况下,控制部201例如用绿色系的颜色(在附图上为白色)对该结构体506进行着色并向手术者进行提示。另一方面,在利用第一学习模型310识别术野图像中包含的结构体507的结果是以60%的确信度识别为疏松结缔组织,并且利用第二学习模型320识别相同的结构体507的结果是以60%的确信度识别为神经组织的情况下,控制部201例如用蓝色系的颜色和绿色系的颜色(在附图上为灰色)对该结构体507进行着色并向手术者进行提示。代替根据确信度变更颜色的构成,也可以采用变更色度、透明度等的构成。

[0127] (变形例1-4)

[0128] 在术野图像内存在被识别为疏松结缔组织的结构体、以及被识别为神经组织的结构体的情况下,信息处理装置200的控制部201还可以根据两个结构体的关系,导出两个结构体的适当的位置关系、到特征点为止的距离、到其他结构体为止的距离、以及其他结构体的面积等信息。

[0129] 如上所述,在实施方式1中,能够根据第一学习模型310的运算结果、以及第二学习模型320的运算结果,获取对术野中包含的器官的综合性的识别结果。信息处理装置200在对类似结构体的识别结果重复的情况下,进行警告或停止信息的输出,因此,能够避免向手术者提示有可能识别错误的结果。

[0130] (实施方式2)

[0131] 在实施方式2中,对将器官识别与事件识别进行组合,从而导出综合性的识别结果的构成进行说明。

[0132] 实施方式2的信息处理装置200具备用于识别器官的第一学习模型310和用于识别事件的第三学习模型330。利用第一学习模型310识别的器官不限于疏松结缔组织,只要是预先设定的器官即可。利用第三学习模型330识别的事件是出血、损伤、脉动等事件。信息处理装置200的其他构成与实施方式1相同,因此,省略其说明。

[0133] 图10是示出第三学习模型330的构成例的示意图。第三学习模型330具备编码器331、解码器332、以及softmax层333,构成为针对术野图像的输入,输出与在术野图像内发生的事件有关的信息。与第三学习模型330输出的事件有关的信息是与出血、损伤(能量处置器具12导致的烧伤痕迹)、脉动等事件有关的信息。第三学习模型330不限于图像分割、物体检测用的学习模型,也可以是基于CNN(Convolutional Neural Networks)、RNN(Recurrent Neural Networks)、LSTM(Long Short Term Memory)、GAN(Generative Adversarial Network)等的学习模型。

[0134] 由第三学习模型330进行的运算在第二运算部206中执行。在输入了术野图像的情况下,第二运算部206根据包含学习完成的参数的第三学习模型330的定义信息来执行运算。第三学习模型330针对术野图像的输入,只要通过softmax层333输出表示事件是否发生的概率即可。第三学习模型330的运算结果输出到控制部201。在从softmax层333输出的标签的概率为阈值以上(例如60%以上)的情况下,控制部201判断在术野图像内发生了事件。控制部201也可以按术野图像的像素单位判断有无事件发生,还可以以术野图像为单位判断有无事件发生。

[0135] 图11是示出实施方式2的信息处理装置200所执行的处理的顺序的流程图。信息处理装置200在每次获取术野图像时,执行与实施方式1同样的步骤S201~S206的过程。信息

处理装置200的控制部201获取第一学习模型310的运算结果、以及第三学习模型330的运算结果,并根据这些运算结果,导出对术野图像的综合性的识别结果。具体而言,控制部201执行以下的处理。

[0136] 控制部201参照第一学习模型310的运算结果,执行器官的识别处理(步骤S207)。控制部201通过提取从第一学习模型310的softmax层313输出的标签的概率为阈值以上(例如60%以上)的像素,能够识别术野图像中包含的器官。

[0137] 控制部201参照第三学习模型330的运算结果,执行事件的识别处理(步骤S208)。控制部201通过提取从第三学习模型330的softmax层313输出的标签的概率为阈值以上(例如60%以上)的像素,能够按每个像素判断有无事件发生。

[0138] 控制部201判断在步骤S207中识别出的器官中是否发生了事件(步骤S209)。控制部201比较在步骤S207中被识别为器官的像素与在步骤S208中被识别为发生了事件的像素,在两者一致的情况下,判断在识别出的器官中发生了事件。

[0139] 在判断在识别出的器官中没有发生事件的情况下(S209:否),控制部201结束本流程图的处理。此外,控制部201也可以不将器官的识别结果与事件关联而单独显示,还可以不将事件的识别结果与器官关联而单独显示。

[0140] 在判断在识别的器官中发生了事件的情况下(S209:是),控制部201输出发生了事件的器官的信息(步骤S210)。控制部201例如只要将发生了事件的器官的名称作为文字信息重叠显示在术野图像上即可。代替在术野图像上重叠显示的构成,也可以在术野图像外显示发生了事件的器官的名称,还可以通过声音或语音输出。

[0141] 图12是示出实施方式2中的识别结果的显示例的示意图。图12的显示例示出了,在术野图像上重叠显示指示从胃的表面发生了出血的文字信息的例子。控制部201不限于发生了出血的器官,也可以显示被能量处置器具12等损伤的器官的信息,还可以显示发生脉动的器官的信息。在显示发生脉动的血管等器官的信息时,例如,可以与脉动同步地闪烁显示器官。同步不必完全与脉动一致,也可以是接近于脉动的周期性显示。

[0142] 控制部201也可以在识别到来自特定的器官(例如,重要血管)的出血的情况下,随时获取利用未图示的传感器持续检测到的患者的生命体征(脉搏、血压、呼吸、体温)的数据,并将获取到的数据显示于显示装置130。另外,控制部201也可以在识别到来自特定的器官(例如,重要血管)的出血的情况下,通过通信部208通知给外部装置。通知对象的外部装置可以是麻醉科医生携带的终端,也可以是统辖管理医院内的事件的院内服务器等。

[0143] 另外,控制部201在识别到来自器官的出血的情况下,还可以变更在器官识别中使用的阈值或者停止器官识别。而且,控制部201在识别到来自器官的出血的情况下,由于有时难以进行器官识别,因此也可以切换为针对出血而改良的学习模型(未图示),并利用该学习模型继续进行器官识别。

[0144] 另外,控制部201还可以在出血有贫血风险的情况下,进行出血量或者出血速度的自动推测,并提出输血的建议。控制部201通过在图像上计算出血面积,能够推测出血量,通过计算出血面积的时间变化,能够推测出血速度。

[0145] 如上所述,在实施方式2中,能够向手术者提示组合器官识别用的学习模型310和事件识别用的学习模型320而获得的综合性的识别结果。

[0146] (实施方式3)

[0147] 在实施方式3中,对将器官识别和设备识别进行组合,从而导出综合性的识别结果的构成进行说明。

[0148] 实施方式3的信息处理装置200具备用于识别器官的第一学习模型310以及用于识别设备的第四学习模型340。由第一学习模型310识别的器官不限于疏松结缔组织,是预先设定的器官即可。由第四学习模型340识别的设备是能量处置器具12、钳子13等手术中使用的手术工具。信息处理装置200的其他构成与实施方式1相同,因此省略其说明。

[0149] 图13是示出第四学习模型340的构成例的示意图。第四学习模型340具备编码器341、解码器342、以及softmax层343,构成为针对术野图像的输入,输出与术野图像中包含的设备有关的信息。第四学习模型340输出的与设备有关的信息是与能量处置器具12、钳子13等手术中使用的手术工具有关的信息。第四学习模型340不限于图像分割、物体检测用的学习模型,也可以是基于CNN、RNN、LSTM、GAN等的学习模型。第四学习模型340可以根据设备的种类而准备多个。

[0150] 由第四学习模型340进行的运算在第二运算部206中执行。在输入了术野图像的情况下,第二运算部206根据包含学习完成的参数的第四学习模型340的定义信息执行运算。第四学习模型340针对术野图像的输入,通过softmax层343输出表示各像素是否符合特定的设备的概率即可。第四学习模型340的运算结果输出到控制部201。控制部201在从softmax层343输出的标签的概率为阈值以上(例如60%以上)的情况下,判断识别到术野图像中包含的特定的设备。

[0151] 图14是示出实施方式3的信息处理装置200所执行的处理的顺序的流程图。信息处理装置200在每次获取术野图像时,执行与实施方式1相同的步骤S301~S306的过程。信息处理装置200的控制部201获取第一学习模型310的运算结果和第四学习模型340的运算结果,并根据这些运算结果,导出对术野图像的综合性的识别结果。具体而言,控制部201执行以下的处理。此外,设定存储部202中存储有最近(例如1帧前)的术野图像中识别到的器官的信息和设备的信息。

[0152] 控制部201参照第一学习模型310的运算结果,执行器官的识别处理(步骤S307)。控制部201通过提取从第一学习模型310的softmax层313输出的标签的概率为阈值以上(例如60%以上)的像素,能够识别术野图像中包含的器官。

[0153] 控制部201参照第四学习模型340的运算结果,执行设备的识别处理(步骤S308)。控制部201通过提取从第四学习模型340的softmax层343输出的标签的概率为阈值以上(例如60%以上)的像素,能够识别术野图像中包含的设备。

[0154] 控制部201判断设备是否在步骤S307中识别到的器官上移动(步骤S309)。控制部201从存储部202读取根据最近的术野图像识别出的器官以及设备的信息,比较读出的器官以及设备的信息与新识别到的器官以及设备的信息,检测相对位置的变化,从而能够判断设备是否在器官上移动。

[0155] 在判断设备不在器官上移动的情况下(S309:否),控制部201结束本流程图的处理。此外,控制部201可以将器官的识别结果与设备无关地显示,也可以将设备的识别结果与器官无关地显示。

[0156] 在判断设备在器官上移动的情况下(S309:是),控制部201生成变更了器官的显示方式的显示数据,并通过输出部207将其输出到显示装置130(步骤S310)。控制部201可以通

过变更器官的显示颜色、彩度、透明度来变更显示方式,也可以通过闪烁显示器官来变更显示方式。在显示装置130中显示变更了显示方式的器官。设备在器官上移动的情况下,信息处理装置200有可能误识别器官,因此通过变更显示方式进行显示,能够提醒手术者进行判断。此外,控制部201也可以对第一运算部205指示显示方式的变更,通过第一运算部205的处理来变更显示方式。

[0157] (变形例3-1)

[0158] 信息处理装置200的控制部201也可以在判断设备在器官上移动(未停止)的情况下,停止器官的识别处理。在使器官的识别处理停止的情况下,控制部201持续进行设备的识别处理,在判断设备停止的定时重新开始器官的识别处理即可。

[0159] (变形例3-2)

[0160] 信息处理装置200的控制部201也可以在判断设备在器官上移动(未停止)的情况下,停止器官的识别结果的输出处理。在该情况下,持续执行由第一学习模型310以及第四学习模型340进行的运算、基于第一学习模型310的运算结果的器官的识别处理、基于第四学习模型340的运算结果的设备的识别处理,并停止对示出器官的识别结果的识别图像的显示。控制部201在判断设备停止的定时重新开始输出处理即可。

[0161] (变形例3-3)

[0162] 信息处理装置200的控制部201也可以根据器官的识别处理、以及设备的识别处理,导出设备所处理的器官的信息。控制部201通过比较在步骤S307中被识别为器官的像素与在步骤S308中被识别为设备的像素,能够导出设备所处理的器官的信息。控制部201也可以输出设备所处理的器官的信息,例如将其显示于显示装置130。

[0163] (变形例3-4)

[0164] 信息处理装置200的控制部201也可以获取识别到的设备的尺寸信息,并根据获取到的设备的尺寸信息,导出识别到的器官的尺寸信息。

[0165] 图15是示出尺寸信息的导出过程的流程图。控制部201获取识别到的设备的尺寸信息(步骤S321)。设备的尺寸信息可以预先存储在信息处理装置200的存储部202,也可以存储在外部装置。在前者的情况下,控制部201通过从存储部202读取所需的信息来获取尺寸信息即可,在后者的情况下,控制部201访问外部装置来获取尺寸信息即可。此外,尺寸信息不必是设备整体的尺寸,也可以是设备的一部分(例如刀尖部分)的尺寸。

[0166] 控制部201计算获取到的尺寸信息所示的设备部分的图像信息的尺寸与识别出的器官在图像上的尺寸之比(步骤S322)。

[0167] 控制部201根据在步骤S321中获取到的设备的尺寸信息和在步骤S322中计算出的尺寸比,计算器官的尺寸(步骤S323)。控制部201还可以输出计算出的器官的尺寸信息,例如将其显示于显示装置130。

[0168] (变形例3-5)

[0169] 信息处理装置200的控制部201也可以根据器官的识别处理和设备的识别处理,导出被设备损伤的器官的信息。例如,控制部201在识别到器官上的设备并且判断该器官的一部分变色的情况下,判断检测到因设备导致的器官的损伤。通过与图14的流程图所示的顺序相同的顺序识别器官上的设备。另外,根据像素值随时间的变化来识别器官的变色。控制部201在检测到因设备导致的器官损伤的情况下,输出示出该内容的信息,例如将其显示于

显示装置130。

[0170] (变形例3-6)

[0171] 信息处理装置200的控制部201也可以根据器官的识别处理和设备的识别处理,导出表示对器官使用的设备是否适当的信息。信息处理装置200的存储部202具有定义了器官的种类与可能对各器官使用的设备(或者不应该使用是设备)的关系的定义表。在该定义表中定义了例如对肠道不应该使用锋利的钳子。控制部201从术野图像识别器官以及设备,通过参照上述的定义表,从而判断对器官使用的设备是否适当。在判断不适当的情况下(例如,在对肠道使用了锋利的钳子的情况下),控制部201输出指示使用了错误设备的信息,例如使其显示于显示装置130。另外,控制部201也可以通过语音、警告音发出警告。

[0172] (变形例3-7)

[0173] 信息处理装置200的控制部201也可以在识别出设备的情况下,输出该设备的操作辅助信息,例如使其显示于显示装置130。设备的操作辅助信息是设备的使用手册,存储于信息处理装置200的存储部202或者外部装置即可。

[0174] 如上所述,在实施方式3中,能够向手术者提示组合器官识别用的学习模型310和设备识别用的学习模型340而获得的综合性的识别结果。

[0175] (实施方式4)

[0176] 在实施方式4中,对将器官识别和场景识别进行组合,从而导出综合性的识别结果的构成进行说明。

[0177] 实施方式4的信息处理装置200具备用于识别器官的第一学习模型310以及用于识别场景的第五学习模型350。由第一学习模型310识别的器官不限于疏松结缔组织,是预先设定的器官即可。第一学习模型310也可以按每个器官的种类准备模型,以能够对应于各种器官。由第五学习模型350识别的场景例如是示出手术的特征场景的特征场景。信息处理装置200的其他构成与实施方式1相同,因此省略其说明。

[0178] 图16是示出第五学习模型350的构成例的示意图。第五学习模型350具备输入层351、中间层352、以及输出层353,构成为针对术野图像的输入,输出与术野图像所示的场景有关的信息。第五学习模型350输出的与场景有关的信息是,作为包含血管、重要神经、特异器官(输尿管、脾脏等)等特定的器官的场景的概率、作为在血管分离、淋巴结清扫等特定的手术中进行特征性手术操作的场景的概率、作为使用特定的手术设备(血管夹、自动吻合器等)进行特征性操作(血管的结扎、肠道的切离、吻合等)的场景的概率等信息。第五学习模型350例如由CNN构建。可替代地,第五学习模型350可以由RNN、LSTM、GAN等构建的学习模型,也可以是图像分割、物体检测用的学习模型。

[0179] 由第五学习模型350进行的运算在第二运算部206中执行。在输入了术野图像的情况下,第二运算部206根据包含学习完成的参数的第五学习模型350的定义信息来执行运算。第五学习模型350针对术野图像的输入,通过构成输出层353的各节点输出符合特定场景的概率。第五学习模型350的运算结果输出到控制部201。控制部201通过在从输出层353输出的各场景的概率中选择概率最大的场景,从而进行场景识别。

[0180] 图17是示出实施方式4的信息处理装置200执行的处理的顺序的流程图。信息处理装置200的控制部201利用输入部204获取从CCU110输出的以帧为单位的术野图像(步骤S401)。控制部201在每次获取帧单位的术野图像时,执行以下的处理。

[0181] 控制部201将通过输入部204获取到的以帧为单位的术野图像发送到第一运算部205以及第二运算部206,并且向第二运算部206给出运算的开始指示(步骤S402)。

[0182] 第二运算部206在从控制部201给出运算的开始指示之后,执行由第五学习模型350进行的运算(步骤S403)。即,第一运算部205执行构成第五学习模型350的输入层351、中间层352、以及输出层353中的各运算,并从输出层353的各节点输出符合特定场景的概率。第二运算部206将第五学习模型350的运算结果输出到控制部201(步骤S404)。

[0183] 控制部201根据第二运算部206的运算结果,执行场景的识别处理(步骤S405)。即,控制部201通过在从输出层353输出的各场景的概率中选择概率最大的场景,从而确定当前的术野图像所示的场景。

[0184] 控制部201根据确定的场景,选择器官识别用的学习模型(步骤S406)。例如,在步骤S405中识别出的场景为包含输尿管的场景的情况下,控制部201选择输尿管识别用的学习模型。另外,在步骤S405中识别出的场景为胃癌手术中的胰脏上缘的淋巴结清扫的场景的情况下,控制部201选择淋巴结识别用的学习模型、胰脏识别用的学习模型、胃识别用的学习模型等。另外,在步骤S405中识别出的场景为使用血管夹进行结扎的场景的情况下,控制部201选择血管识别用的学习模型、手术设备用的学习模型等。控制部201不限于输尿管、淋巴结、胰脏、胃,能够根据确定的场景,选择器官识别用的学习模型。以下,将在步骤S406中选择的器官识别用的学习模型作为第一学习模型310。控制部201与选择的第一学习模型310的信息一起对第一运算部205给出运算的开始指示。

[0185] 第一运算部205在从控制部201给出运算的开始指示之后,执行由第一学习模型310进行的运算(步骤S407)。即,第一运算部205根据输入的术野图像生成特征图,并执行依次对生成的特征图进行下采样的由编码器311进行的运算、依次对从编码器311输入的特征图进行上采样的由解码器312进行的运算、以及标识最终从解码器312获得的特征图的各像素的由softmax层313进行的运算。第一运算部205将学习模型310的运算结果输出到控制部201(步骤S408)。

[0186] 控制部201参照第一学习模型310的运算结果,执行器官的识别处理(步骤S409)。控制部201通过提取从第一学习模型310的softmax层313输出的标签的概率为阈值以上(例如60%以上)的像素,能够识别术野图像中包含的器官。

[0187] 控制部201输出器官的识别结果(步骤S410)。具体而言,控制部201通过对第一运算部205给出指示,能够使器官的识别图像重叠显示在术野图像上。第一运算部205根据来自控制部201的指示,在内置的VRAM绘制器官的识别图像,并通过输出部207将其输出到显示装置130,从而使器官的识别图像重叠显示在术野图像上。另外,也可以使用识别特定场景结束的学习模型,提供第一学习模型的运算的结束、不同的学习模型的开始的指示。

[0188] (变形例4-1)

[0189] 在信息处理装置200构成为执行特定的器官的识别处理的情况下(即,仅具有一个第一学习模型310的情况下),可以构成为在识别出包括该特定的器官的场景之前,不执行器官识别处理。

[0190] 图18是示出变形例4-1中的处理顺序的流程图。信息处理装置200的控制部201以与图17所示的顺序相同的顺序,在每次获取术野图像时,执行场景识别处理(步骤S421~S425)。

[0191] 控制部201通过场景识别处理判断是否识别到特定的场景(步骤S426)。控制部201判断是否是例如包含输尿管的场景、淋巴结清扫的场景、使用血管夹进行结扎的场景等预先设定的场景即可。在判断未识别到特定的场景的情况下(S426:否),控制部201结束本流程图的处理。另一方面,在判断识别到特定的场景的情况下(S426:是),控制部201对第一运算部205给出运算开始指示。

[0192] 第一运算部205在从控制部201给出运算的开始指示之后,执行由第一学习模型310进行的运算(步骤S427),并将学习模型310的运算结果输出到控制部201(步骤S428)。

[0193] 控制部201参照第一学习模型310的运算结果,执行器官的识别处理(步骤S429)。控制部201通过提取从第一学习模型310的softmax层313输出的标签的概率为阈值以上(例如60%以上)的像素,能够识别术野图像中包含的器官。

[0194] 控制部201输出器官的识别结果(步骤S430)。具体而言,控制部201通过对第一运算部205给出指示,使器官的识别图像重叠显示在术野图像上。第一运算部205根据来自控制部201的指示,在内置的VRAM绘制器官的识别图像,并通过输出部207将其输出到显示装置130,从而将器官的识别图像重叠显示到术野图像上。

[0195] (变形例4-2)

[0196] 信息处理装置200的控制部201也可以根据场景识别处理的识别结果获取事前信息,参照获取到的事前信息进行器官识别处理。图19是示出事前信息表的一个例子的概念图。在事前信息表中,根据手术的场景登记事前信息。在胃癌手术中进行胰脏的上缘的淋巴结清扫时,胰脏存在于淋巴结的下方。事前信息表中例如登记有与胰脏手术中胰脏上缘的淋巴结清扫场景有关的、胰脏存在于淋巴结之下的事前信息。事前信息表不限于图19所示的信息,登记有与各种场景对应的各种事前信息。事前信息表可以准备于信息处理装置200的存储部202,也可以准备于外部装置。

[0197] 图20是示出变形例4-2中的处理顺序的流程图。信息处理装置200的控制部201以与图17所示的顺序相同的顺序,在每次获取术野图像时,执行场景识别处理(步骤S441~S445)。

[0198] 控制部201访问存储部202或外部装置,根据识别到的场景获取事前信息(步骤S446)。在获取到事前信息后,控制部201对第一运算部205给出运算的开始指示。

[0199] 第一运算部205在从控制部201给出运算的开始指示之后,执行由第一学习模型310进行的运算(步骤S447),并将第一学习模型310的运算结果输出到控制部201(步骤S448)。

[0200] 控制部201参照第一学习模型310的运算结果,执行器官的识别处理(步骤S449)。控制部201通过提取从第一学习模型310的softmax层313输出的标签的概率为阈值以上(例如60%以上)的像素,能够识别术野图像中包含的器官。

[0201] 控制部201判断器官的识别结果与事前信息是否一致(步骤S450)。例如,在胃癌手术中,在胰脏的上缘的淋巴结清扫场景下,尽管已获得胰脏存在于淋巴结之下的事前信息,当在识别到存在于淋巴结之上的胰脏的情况下,控制部201能够判断器官的识别结果与事前信息不一致。

[0202] 在判断器官的识别结果与事前信息不一致的情况下(S450:否),控制部201输出警告信息(步骤S451)。控制部201利用输出部207输出指示器官的识别结果与事前信息不一致

的文字信息,并将其重叠显示于术野图像的显示区域内。控制部201也可以在术野图像的显示区域外显示表示警告的文字信息,也可以在另一显示装置(未图示)显示表示警告的文字信息。代替显示表示警告的文字信息的构成,控制部201也可以显示表示警告的图形、或者通过语音、声音的输出进行警告。

[0203] 在本实施方式中,虽然构成为在器官的识别结果与事前信息不一致的情况下输出警告信息,但由于在两者不一致的情况下可能发生识别错误,因此,也可以使器官的识别结果的输出处理停止。在该情况下,持续执行由第一学习模型310以及第五学习模型350进行的运算、基于第一学习模型310的运算结果的器官的识别处理、基于第五学习模型350的运算结果的场景的识别处理,但停止对表示器官的识别结果的识别图像的显示。另外,代替停止输出处理的构成,控制部201也可以构成为停止器官的识别处理。

[0204] 在判断器官的识别处理与事前信息一致的情况下(S450:是),控制部201输出器官的识别结果(步骤S452)。具体而言,控制部201通过对第一运算部205给出指示,能够使器官的识别图像重叠显示在术野图像上。第一运算部205根据来自控制部201的指示,在内置的VRAM绘制器官的识别图像,并通过输出部207将其输出到显示装置130,从而将器官的识别图像重叠显示到术野图像上。

[0205] 在图20的流程图中,构成为在执行器官的识别处理之后参照事前信息,但也可以在执行器官的识别处理时参照事前信息。例如,在获得胰脏存在于淋巴结之下的事前信息的情况下,控制部201可以生成掩模信息以从识别对象中排除淋巴结的上侧部分,并且将运算的开始指示与生成的掩模信息一起发给第一运算部205。第一运算部205对术野图像应用掩模,根据被掩模的区域以外的部分图像执行由第一学习模型310进行的运算即可。

[0206] (变形例4-3)

[0207] 信息处理装置200的控制部201也可以根据识别到的场景,变更用于器官识别的阈值。图21是示出变形例4-3中的处理顺序的流程图。信息处理装置200的控制部201以与图17所示的顺序相同的顺序,在每次获取术野图像时,执行场景识别处理(步骤S461~S465)。

[0208] 控制部201判断是否通过场景识别处理识别到特定的场景(步骤S466)。控制部201判断是否是例如包含输尿管的场景、淋巴结清扫场景等预先设定的场景即可。

[0209] 在判断识别到特定的场景的情况下(S466:是),控制部201将用于器官识别的阈值设定为相对较低的第一阈值(<第二阈值)(步骤S467)。即,控制部201以容易检测出识别对象的器官的方式设定阈值。在设定阈值后,控制部201对第一运算部205给出运算开始指示。

[0210] 一方,在判断未识别到特定的场景的情况下(S466:否),控制部201将用于器官识别的阈值设定为相对较高的第二阈值(>第一阈值)(步骤S468)。即,控制部201以难以检测出识别对象的器官的方式设定阈值。在设定阈值后,控制部201对第二运算部206给出运算开始指示。

[0211] 第一运算部205在从控制部201给出运算的开始指示之后,执行由第一学习模型310进行的运算(步骤S469),并将学习模型310的运算结果输出到控制部201(步骤S470)。

[0212] 控制部201参照第一学习模型310的运算结果,执行器官的识别处理(步骤S471)。控制部201通过比较从第一学习模型310的softmax层313输出的标签的概率、与在步骤S467或步骤S468中设定的阈值(第一阈值或第二阈值),并提取阈值以上的像素,能够识别术野图像中包含的器官。

[0213] 控制部201输出器官的识别结果(步骤S472)。具体而言,控制部201通过对第一运算部205给出指示,能够使器官的识别图像重叠显示在术野图像上。第一运算部205根据来自控制部201的指示,在内置的VRAM绘制器官的识别图像,并通过输出部207将其输出到显示装置130,从而将器官的识别图像重叠显示到术野图像上。

[0214] (变形例4-4)

[0215] 信息处理装置200的控制部201也可以在直到识别出对象器官为止的期间、以及识别到对象器官之后的期间中变更阈值。图22是示出变形例4-4中的处理顺序的流程图。信息处理装置200的控制部201以与图17所示的顺序相同的顺序,在每次获取术野图像时,执行场景识别处理和器官识别处理(步骤S481~S488)。此外,在用于器官识别处理的阈值中预先设定有第三阈值($<$ 第一阈值)。

[0216] 控制部201判断是否通过步骤S488的器官识别处理识别到器官(步骤S489)。例如,在判断为从第一学习模型310的softmax层313输出的标签的概率为第三阈值以上(例如30%以上)的像素的数量在预定数量以上的情况下,控制部201能够判断从术野图像识别到器官。

[0217] 在判断未识别到器官的情况下(S489:否),控制部201设定第三阈值(步骤S490)。即,控制部201维持预先设定的阈值。通过在识别到器官之前将阈值维持在相对较低的值,检测器官变得容易,并且能够使信息处理装置200作为器官检测用的传感器发挥功能。

[0218] 在判断识别到器官的情况下(S489:是),控制部201设定比第三阈值高的第一阈值(步骤S491)。即,在开始识别器官之后,控制部201将用于器官识别的阈值从第三阈值变更到第一阈值($>$ 第三阈值),因此,能够提高器官的识别精度。

[0219] 控制部201输出器官的识别结果(步骤S492)。具体而言,控制部201通过对第一运算部205给出指示,能够使器官的识别图像重叠显示在术野图像上。第一运算部205根据来自控制部201的指示,在内置的VRAM绘制器官的识别图像,并通过输出部207将其输出到显示装置130,从而将器官的识别图像重叠显示到术野图像上。

[0220] (变形例4-5)

[0221] 信息处理装置200的控制部201也可以基于通过场景识别识别到的场景的信息,导出根据第一学习模型310的运算结果识别的器官的固有名称。图23是示出固有名称表的一个例子的概念图。固有名称表中与手术的场景相关联地登记有器官的固有名称。例如,在乙状结肠癌手术的场景中,往往会出现下肠系膜动脉和下肠系膜神经丛。在固有名称表中,关于乙状结肠癌手术的场景,作为器官的固有名称,登记了下肠系膜动脉以及下肠系膜神经丛。固有名称表可以准备于信息处理装置200的存储部202,也可以准备于外部装置。

[0222] 控制部201根据通过场景识别识别到的场景,访问存储部202或外部装置,通过读取登记于固有名称表的器官的固有名称,能够向手术者提示通过器官识别确定的器官的固有名称。图24是示出器官名称的显示例的示意图。控制部201通过场景识别识别乙状结肠癌手术场景,在使用血管识别用的第一学习模型310识别到血管的情况下,通过参照固有名称表,能够将该血管推测为下肠系膜动脉。控制部201将识别到的血管的固有名称为下肠系膜动脉的文字信息显示于显示装置130即可。另外,控制部201可以仅在通过操作部203等接受到手术者的指示的情况下,将固有名称显示到显示装置130。

[0223] 此外,控制部201通过场景识别而识别乙状结肠癌手术场景,在使用神经识别用的

第一学习模型310识别到神经的情况下,通过参照固有名称表,将该神经推测为下肠系膜神经丛,并显示于显示装置130即可。

[0224] (变形例4-6)

[0225] 信息处理装置200的控制部201也可以基于通过场景识别而识别的场景的信息、以及通过器官识别而识别的器官的信息,导出结构体的信息。在变形例4-6中导出的结构体的信息是通过器官识别未识别到的器官的信息、癌、肿瘤等病变部的信息等。

[0226] 控制部201通过参照结构体表导出结构体的信息。图25是示出结构体表的一个例子的概念图。在结构体表中登记每个场景的已知结构体的信息。结构体的信息例如是教科书式器官的信息,包括器官的名称、位置、走行方向等信息。例如,参照图25所示的结构体表,在胃的手术中,当识别出门静脉时,控制部201能够将左胃静脉从门静脉分支的信息提示给手术者。同样地,在胃的手术中,在识别出右胃动脉的情况下,控制部201能够向手术者提示右胃动脉的根部呈人字形状的信息。

[0227] 可以为每个患者准备结构体表。在每个患者的构造体表中,登记使用其他医用图像或检查手段事先得到的每个患者的病变部的信息。例如,登记通过CT (Computed Tomography) 图像、MRI (Magnetic Resonance Imaging) 图像、超声波断层像、光学干涉断层像、血管造影图像等事先获得的病变部的信息。使用这些医用图像,可以得到在腹腔镜11的观察图像(术野图像)中未出现的器官内部的病变部的信息。在识别出场景或器官时,信息处理装置200的控制部201能够参照结构体表来提示术野图像中未出现的病变部的信息。

[0228] 图26是示出结构体的显示例的示意图。图26A示出了在胃手术中识别到右胃动脉时的显示例。控制部201通过场景识别或器官识别来识别右胃动脉,并参照结构体表,读取右胃动脉的根部呈人字形状的信息。控制部201可以根据从结构体表读取的信息,预测右胃动脉的根部呈人字形状的文字信息和还未确认的血管的走行,并使其显示在显示装置130上。

[0229] 图26B示出在术野图像内未出现的病变部的显示例。在针对特定的患者事先得到的病变部的信息登记于结构体表的情况下,控制部201在识别到场景及器官时,通过参照每个患者的结构体表,读取术野图像中未出现的病变部的信息。控制部201可以根据从结构体表中读取的信息,将术野图像中未出现的病变部的图像或指示在器官内部存在病变部的文字信息显示在显示装置130上。

[0230] 控制部201也可以将上述结构体显示为三维图像。控制器201通过使用曲面绘制、体绘制等方法对通过CT、MRI等预先获得的多个断层图像进行重建,从而能够将结构体显示为三维图像。控制部201可以通过将三维图像重叠在术野图像上,将其作为增强现实(AR: Augmented Reality)中的对象进行显示,也可以与术野图像分开地作为虚拟现实(VR: Virtual Reality)的对象进行显示。增强现实或虚拟现实中的对象可通过未图示的头戴式显示器提示给手术者。本实施方式的信息处理装置200能够使用第一学习模型310等识别并显示术野图像中出现的器官等结构体,并且能够使用AR技术或VR技术显示术野图像中未出现的结构体。手术者能够视觉识别术野图像中出现的器官等结构、以及术野图像中未出现的内部结构,从而能够容易地掌握整体图像。

[0231] (变形例4-7)

[0232] 信息处理装置200的控制部201也可以基于通过场景识别而识别的场景的信息和

通过器官识别而识别的器官的信息,预测可能发生的事件。事件的预测使用收集了在过去的手术中发生的事例的事列表。图27是示出事列表的一个例子的概念图。在事例表中,与通过场景识别而识别的场景、以及通过器官识别而识别的器官相关联地登记手术中发生的事例的信息。图27的表示出了在乙状结肠癌手术的场景下,登记了多个从下肠系膜动脉出血的事例的例子。

[0233] 图28是示出事件的显示例的示意图。控制部201在通过场景识别识别出乙状结肠癌手术的场景,并通过器官识别识别出下肠系膜动脉的情况下,通过参照事例表,能够掌握过去出血多发的情况,因此,能够将该情况作为文字信息显示在显示装置130上。此外,控制部201不限于过去多发的事例,也可以将过去发生的特殊事例和应该通知手术者的事例作为事前信息显示在显示装置130上。

[0234] 如上所述,在实施方式4中,能够根据由器官识别用的第一学习模型310获得的运算结果、以及由场景识别用的第五学习模型350获得的运算结果,导出对术野图像的综合性的识别结果,并将基于所导出的识别结果的信息提供给手术者。

[0235] (实施方式5)

[0236] 在实施方式5中,对将事件识别和场景识别进行组合,从而导出综合性的识别结果的构成进行说明。

[0237] 实施方式5的信息处理装置200根据事件的识别结果导出该事件中的特征场景的信息。作为具体例子,对在信息处理装置200将器官损伤识别为事件的情况下,导出损伤的发生场景和损伤的修复场景作为特征场景的构成进行说明。信息处理装置200包括:第三学习模型330,其被学习为根据术野图像的输入,输出与器官损伤有关的信息;以及第五学习模型350,其被学习为根据术野图像的输入,输出与损伤的发生场景以及损伤的修复场景有关的信息。信息处理装置200在每次获取术野图像时,在第一运算部205中执行由第三学习模型330进行的运算,在第二运算部206中执行由第五学习模型350进行的运算。另外,信息处理装置200将由输入部204输入的术野图像(影像)临时录像到存储部202。

[0238] 图29是示出实施方式5的信息处理装置200所执行的处理的顺序的流程图。控制部201在每次获取术野图像时,参照第三学习模型330的运算结果来执行事件(器官损伤)的识别处理,并根据识别结果判断有无器官损伤。在判断有器官损伤的情况下,控制部201执行以下的处理。

[0239] 控制部201在每次获取术野图像时,参照第五学习模型350的运算结果执行场景识别处理(步骤S501),并根据场景识别处理的执行结果判断是否识别出损伤的发生场景(步骤S502)。控制部201比较前一帧的场景和当前帧的场景,在从器官未损伤的场景切换到器官损伤的场景的情况下,判断识别到损伤的发生场景。在判断未识别到损伤的发生场景的情况下(S502:否),控制部201将处理转移到步骤S505。

[0240] 在判断识别到损伤的发生场景的情况下(S502:是),控制部201提取包含发生场景的部分影像(步骤S503)。控制部201对于临时录制在存储部202中的术野图像(影像),例如,通过将比损伤发生时刻早的时刻(例如几秒前的时刻)指定为部分影像的开始点,将损伤发生时刻指定为部分影像的结束点,从而提取包含发生场景的部分影像。可替代地,控制部201也可以进一步进行术野图像(影像)的录像,指定损伤发生时刻之前的时刻作为部分影像的开始点,损伤发生后的时刻(例如几秒后的时刻)作为部分影像的结束点,从而提取包

含发生场景的部分影像。

[0241] 控制部201将提取出的部分影像存储到存储部202中(步骤S504)。控制部201从录像影像中切出步骤S503中指定的开始点与结束点之间的部分影像,并将其作为动态图像文件另外存储到存储部202中。

[0242] 控制部201根据步骤S501的场景识别处理的执行结果,判断是否识别到损伤的修复场景(步骤S505)。控制部201比较前一帧的场景和当前帧的场景,在从器官损伤的场景切换到器官未损伤的场景的情况下,判断识别出损伤的修复场景。在判断未识别到损伤修复场景的情况下(S505:否),控制部201结束本流程图的处理。

[0243] 在判断识别到损伤的修复场景的情况下(S505:是),控制部201提取包含修复场景的部分影像(步骤S506)。控制部201对于临时录制在存储部202中的术野图像(影像),例如,通过将比修复时刻早的时刻(例如几秒前的时刻)指定为部分影像的开始点,将修复时刻指定为部分影像的结束点,从而提取包含修复场景的部分影像。可替代地,控制部201也可以进一步进行术野图像(影像)的录像,指定修复时刻之前的时刻作为部分影像的开始点,修复后的时刻(例如几秒后的时刻)作为部分影像的结束点,从而提取包含修复场景的部分影像。

[0244] 控制部201将提取出的部分影像存储到存储部202中(步骤S507)。控制部201从录像影像中切出步骤S506中指定的开始点与结束点之间的部分影像,并将其作为动态图像文件另外存储到存储部202中。

[0245] 控制部201在每次识别场景时,将识别到的场景的信息登记在场景记录表中。场景记录表准备于存储部202中。图30是示出场景记录表的一个例子的概念图。场景记录表例如将识别到场景的日期时间、标识识别到的场景的名称、以及识别到场景时提取的部分影像的动态图像文件相关联地存储。在图30的例子中,关于从手术的开始到结束为止识别出的损伤的发生场景及修复场景,示出了将表示损伤的发生场景的动态图像文件和表示损伤的修复场景的动态图像文件与日期时间相关联地登记在场景记录表中的状态。

[0246] 控制部201可以将场景记录表中登记的场景的信息显示于显示装置130。控制部201可以以表的形式在显示装置130上显示场景的信息,使得例如手术者等能够选择任意场景。可替代地,控制部201可以将表示各场景的缩略图、图标等对象(UI)配置在显示屏上,并接受由手术者等进行的场景选择。在控制部201接受到由手术者等进行的场景选择的情况下,从存储部202中读取符合的场景的动态图像文件,并播放所读取的动态图像文件。所播放的动态图像文件显示在显示装置130上。

[0247] 另外,也可以构成为播放控制部201所选择的场景的动态图像文件。控制部201也可以参照场景记录表,在登记了损伤的发生场景、但没有登记针对该损伤的修复场景的情况下,为了向手术者告知没有实施修复的内容,而播放损伤的发生场景。

[0248] 在本实施方式中,构成为识别损伤的发生场景及修复场景,针对识别出的各场景提取部分影像,并将其作为动态图像文件存储在存储部202中,但是应该识别的场景不限于损伤的发生场景及修复场景。控制部201对于手术中可能发生的各种事件,识别该事件中的特征场景,并提取识别出的特征场景的部分影像,作为运动图像文件存储到存储部202即可。

[0249] 例如,控制部201可以根据识别出血事件,识别出血的发生场景及止血场景,对识

别到的各场景提取部分影像,并将其作为动态图像文件存储到存储部202。此外,控制部201也可以在识别到出血事件的情况下,识别纱布等人造物体进入术野图像内的场景、以及从术野图像离开的场景,并对识别出的各场景提取部分影像,将其作为动态图像文件存储在存储部202中。另外,由于纱布向患者体内的导入不限于出血时,因此,控制部201也可以不依赖于出血事件的识别,在手术中识别出纱布进入术野图像内的场景、以及纱布从术野图像离开的场景的情况下,针对各场景提取部分影像,并将其作为动态图像文件存储在存储部202中。另外,控制部201不限于纱布,也可以识别止血夹、束缚带、缝合针等人造物体进入手术区图像内的场景、以及从术野图像中离开的场景,并将与这些场景的部分影像对应的动态图像文件存储在存储部202中。

[0250] 如上所述,在实施方式5中,对于手术中发生的事件,将表示特征场景的部分影像(动态图像文件)存储到存储部202中,从而能够容易地进行事件的回顾。

[0251] (实施方式6)

[0252] 信息处理装置200的控制部201通过使第一运算部205和第二运算部206双方对相同的术野图像执行由第一学习模型310进行的运算,并评价第一运算部205的运算结果和第二运算部206的运算结果,从而导出第一运算部205或第二运算部206中的错误信息。

[0253] 图31是示出实施方式6的信息处理装置200所执行的处理的顺序的流程图。控制部201在获取到术野图像的情况下(步骤S601),使第一运算部205以及第二运算部206双方执行由第一学习模型310进行的运算(步骤S602)。

[0254] 控制部201获取第一运算部205的运算结果和第二运算部206的运算结果(步骤S603),并评价运算结果(步骤S604)。控制部201判断第一运算部205的运算结果与第二运算部206的运算结果是否相差预定量以上(步骤S605)。在相差不到预定量的情况下(S605:否),控制部201结束本流程图的处理。在判断相差预定量以上的情况下(S605:是),控制部201判断检测到错误(步骤S606),并输出警告信息(步骤S607)。警告信息可以显示于显示装置130,也可以通过声音或语音输出。

[0255] (实施方式7)

[0256] 在实施方式7中,对通过将多个学习模型的识别结果进行组合来推测手术工具的使用状态的构成进行说明。

[0257] 实施方式7的信息处理装置200具备用于识别器官的第一学习模型310、用于识别设备的第四学习模型340、以及用于识别场景的第五学习模型350。

[0258] 第一学习模型310是被学习为根据术野图像的输入,输出表示构成术野图像的各像素是否符合识别对象的器官的概率的学习模型。信息处理装置200的控制部201通过随时从第一学习模型310获取运算结果,并按时间序列进行分析,来推测手术工具对器官的影响。例如,控制部201计算被第一学习模型310识别为器官的像素数、面积的变化、或者被识别为器官的像素的消失量等,在判断消失了预定量的像素的情况下,推测手术工具移动到了脏器上。

[0259] 第四学习模型340是被学习为根据术野图像的输入,输出与术野图像中出现的设备有关的信息的学习模型。实施方式7中的第四学习模型340被学习为,作为与设备有关的信息,包含钳子13的打开关闭状态的信息。

[0260] 第五学习模型350是被学习为在输入了术野图像的情况下,输出与术野所示的场

景有关的信息的学习模型。实施方式7中的第五学习模型350被学习为,作为与场景有关的信息,包含把持器官的场景的信息。

[0261] 图32是说明实施方式7中的推测方法的说明图。图32所示的术野图像示出如下场景:想要切除充满构成器官的组织ORG1与包含恶性肿瘤等病变部的组织ORG2之间的结缔组织。此时,手术者利用钳子13把持包含病变部的组织ORG2,并使其向适当的方向展开,从而露出存在于包含病变部的组织ORG2与应该保留的组织ORG1之间的结缔组织。手术者使用能量处置器具12切除露出的结缔组织,从而使包括病变部的组织ORG2从应保留的组织ORG1上剥离。

[0262] 信息处理装置200的控制部201获取将图32所示的术野图像输入第四学习模型340而获得的运算结果,并识别钳子13处于闭合状态。然而,仅通过第四学习模型340的运算结果,控制部201无法掌握钳子13是在把持器官的状态下闭合,还是在没有把持器官的情况下闭合。

[0263] 因此,在实施方式7中,通过进一步组合第一学习模型310和第五学习模型350的运算结果来推测钳子13的使用状态。即,控制部201在根据第四学习模型340的运算结果,识别到钳子13处于闭合状态,根据第一学习模型310的运算结果,识别到钳子13存在于器官上,并且根据第五学习模型350的运算结果,识别到器官被把持的场景的情况下,能够识别钳子13在把持器官的状态下闭合。

[0264] 图33是示出实施方式7中的推测顺序的流程图。信息处理装置200的控制部201利用输入部204获取从CCU110输出的以帧为单位的术野图像(步骤S701)。控制部201在每次获取以帧为单位的术野图像时,执行以下的处理。

[0265] 控制部201获取第四学习模型340的运算结果(步骤S702),并判断钳子13是否闭合(步骤S703)。由第四学习模型340进行的运算通过例如第二运算部206执行。控制部201从第二运算部206获取第四学习模型340的运算结果即可。在判断钳子13未闭合的情况下(S703:否),控制部201结束本流程图的处理。

[0266] 在判断钳子13闭合的情况下(S703:是),控制部201获取第一学习模型310的运算结果(步骤S704),并判断钳子13是否存在于器官上(步骤S705)。由第一学习模型310进行的运算例如通过第一运算部205执行。控制部201从第一运算部205获取第一学习模型310的运算结果即可。在判断钳子13不存在于器官上的情况下(S705:否),控制部201结束本流程图的处理。

[0267] 在判断钳子13存在于器官上的情况下(S705:是),控制部201获取第五学习模型350的运算结果(步骤S706),并判断是否是器官被把持的场景(步骤S707)。由第五学习模型350进行的运算在例如不执行由第四学习模型340进行的运算期间,由第二运算部206执行。控制部201从第二运算部206获取第五学习模型350的运算结果即可。在判断不是器官被把持的场景的情况下(S707:否),控制部201结束本流程图的处理。

[0268] 在判断是器官被把持的场景的情况下(步骤S707:是),控制部201推测钳子是把持器官的状态(步骤S708)。推测结果可以显示在术野图像上。例如,也可以在钳子13完成对器官的把持的定时,进行使钳子13的颜色变亮等显示。

[0269] 在本实施方式中,对推测由钳子13把持器官的状态的构成进行了说明,但是通过组合多个学习模型的识别结果,不仅能够推测钳子13的把持,还能够推测使用了各种手术

设备的处置(把持、切离、剥离等)

[0270] (实施方式8)

[0271] 在实施方式8中,对根据输入的术野图像选组最佳学习模型的构成进行说明。

[0272] 实施方式8的信息处理装置200具备识别同一识别对象的多个学习模型。作为一个例子,对使用第一学习模型310以及第二学习模型320识别同一器官的构成进行说明。利用第一学习模型310以及第二学习模型320识别的器官不限于疏松结缔组织、神经组织,是预先设定的器官即可。

[0273] 在一个例子中,第一学习模型310以及第二学习模型320使用不同的神经网络构建。例如,第一学习模型310由SegNet构建,第二学习模型320由U-Net构建。构建第一学习模型310以及第二学习模型320的神经网络的组合不限于上述,使用任意的神经网络即可。

[0274] 可替代地,第一学习模型310以及第二学习模型320也可以是内部构成不同的学习模型。例如,第一学习模型310以及第二学习模型320可以是使用同一神经网络构建的学习模型,但层的种类、层的数量、节点的数量、节点的连接关系等不同。

[0275] 另外,第一学习模型310以及第二学习模型320也可以是使用不同的训练数据进行学习而得到的学习模型。例如,可以是第一学习模型310为使用包含第一专家注释的正解数据的训练数据进行学习而得到的学习模型,第二学习模型320为使用包含与第一专家不同的第二专家注释的正解数据的训练数据进行学习而得到的学习模型。此外,也可以是第一学习模型310为使用包括由某个医疗机构拍摄的术野图像和对该手术野图像的注释数据(正解数据)的训练数据进行学习而得到的学习模型,第二学习模型320为使用包括由另一医疗机构拍摄的手术野图像和该手术野图像的注释数据(正解数据)的训练数据进行学习而得到的学习模型。

[0276] 在输入了术野图像的情况下,信息处理装置200通过第一运算部205执行由第一学习模型310进行的运算,并且通过第二运算部206执行由第二学习模型320进行的运算。信息处理装置200的控制部201分析第一运算部205的运算结果和第二运算部206的运算结果,并且根据分析结果选择用于器官识别的最佳学习模型(在本实施方式中为第一学习模型310和第二学习模型中的任一个)。

[0277] 图34是说明运算结果的分析方法的说明图。从识别器官的各学习模型中,输出表示各像素是否符合识别对象的器官的概率(确信度)作为运算结果。如果按各确信度统计像素数,则可以得到例如图34A~图34C所示的分布。图34A~图34C所示的各坐标图的横轴表示确信度,纵轴表示像素数(占图像整体的比例)。理想情况下,由于各像素被分类为确信度为1(是器官的概率为100%的情况)或确信度为0(是器官的概率为0的情况),因此当根据从理想的学习模型得到的运算结果来调查确信度的分布时,得到如图34A所示的两极化的分布。

[0278] 在从第一学习模型310和第二学习模型320获取到运算结果的情况下,信息处理装置200的控制部201按各确信度统计像素数,并选择具有接近理想分布的学习模型。例如,如果根据第一学习模型310的运算结果获得的分布为图34B中所示的分布,并且根据第二学习模型320的运算结果获得的分布为图34C中所示的分布,则控制部201选择第二学习模型320,因为后者更接近理想的分布。

[0279] 控制部201例如通过使用随着确信度接近1或0而评价值变高的评价系数来评价各

分布,从而判断是否接近理想的分布。图35是示出评价系数表的一个例子的图。这种评价系数表被预先准备在存储部202中。在图35的示例中,评价系数被设定为随着确信度接近1或0而取较高值。

[0280] 控制部201在得到了每个确信度的像素数的统计结果的情况下,通过乘以评价系数,计算表示分布好坏的得分。图36是示出得分的计算结果的一个例子的图。图36A~图36C示出了针对图34A~图34C所示的各个分布计算得分的结果。根据理想分布计算出的得分最高。在针对根据第一学习模型310的运算结果求出的分布计算了得分的情况下,总得分为84,在针对根据第二学习模型320的运算结果求出的分布计算了得分的情况下,总得分为188。即,第二学习模型320比第一学习模型310得分更高,因此控制部201选择第二学习模型320作为最佳学习模型。

[0281] 图37是示出实施方式8的信息处理装置200执行的处理的顺序的流程图。控制部201在获取到术野图像的情况下(步骤S801),使第一运算部205执行由第一学习模型310进行的运算(步骤S802),并获取第一学习模型310的运算结果(步骤S803)。控制部201针对第一学习模型310统计每个确信度的像素数(步骤S804),并将其分别乘以评价系数来计算分布的得分(第一得分)(步骤S805)。

[0282] 同样地,控制部201针对在步骤S801获取到的术野图像,使第二运算部206执行由第二学习模型320进行的运算(步骤S806),并获取第二学习模型320的运算结果(步骤S807)。控制部201针对第二学习模型320统计各确信度的像素数(步骤S808),并将其分别乘以评价系数来计算分布的得分(第二得分)(步骤S809)。

[0283] 在本流程图中,为了方便,设定了在执行了关于第一学习模型310的运算(S802~S805)之后,执行关于第二学习模型320的运算(S806~S809)的步骤,但是这些步骤可以是分前后进行的,也可以是同时并行执行的。

[0284] 控制部201比较第一得分与第二得分,判断第一得分是否为第二得分以上(步骤S810)。

[0285] 在判断第一得分为第二得分以上的情况下(S810:是),控制部201选择第一学习模型310作为适当的学习模型(步骤S811)。之后,控制部201使用所选择的第一学习模型310执行器官识别处理。

[0286] 在判断第一得分小于第二得分的情况下(S810:否),控制部201选择第二学习模型320作为适当的学习模型(步骤S812)。之后,控制部201使用所选择的第二学习模型320执行器官识别处理。

[0287] 如上所述,在实施方式8中,能够选择更适当的学习模型来执行器官识别处理。

[0288] 信息处理装置200可以在前台执行使用了第一学习模型310的运算结果的器官识别处理,并在后台执行由第二学习模型320进行的运算。控制部201可以在定期的定时进行第一学习模型310以及第二学习模型320的评价,并根据评价结果切换用于器官识别的学习模型。另外,控制部201可以在手术者等提供了指示的定时,进行第一学习模型310以及第二学习模型320的评价,并根据评价结果切换用于器官识别的学习模型。并且,也可以与在实施方式4中说明的场景识别组合,在识别到特征场景的情况下进行第一学习模型310以及第二学习模型320的评价,并根据评价结果切换用于器官识别的学习模型。

[0289] 在实施方式8中,针对器官识别用的学习模型310和320的应用例进行了说明,但

也可以对事件识别用的学习模型330、设备识别用的学习模型340、以及场景识别用的学习模型350也准备默认模型和可选模型,并评价它们的运算结果来切换用于识别的模型。

[0290] 在实施方式8中,作为第一学习模型310及第二学习模型320的评价方法,说明了使用评价系数的方法,但是不限于使用评价系数的方法,可以使用各种统计学的指标来进行评价。例如,控制部201可以求出关于分布的方差、标准偏差,在方差、标准偏差高的情况下,判断分布两极化。另外,控制部201也可以取100-像素的比例(%)的值作为坐标图的纵轴的值,通过求出坐标图的峰度、失真度来评价各模型的运算结果。而且,控制部201也可以利用众数、百分比等来评价各模型的运算结果。

[0291] (实施方式9)

[0292] 在实施方式9中,对在前台进行器官识别,在后台进行出血事件的识别的构成进行说明。

[0293] 图38是示出实施方式9的信息处理装置200执行的处理的一个例子的序列图。从CCU110输出的术野图像的图像数据通过输入部204被随时输入(视频输入)到信息处理装置200。所输入的术野图像例如始终被录像到存储部202。控制部201以帧为单位在存储器上展开术野图像,并指示第一运算部205和第二运算部206进行运算。在第一运算部205具有处理30FPS的术野图像的运算能力的情况下,每当控制部201以30FPS的帧速率在存储器上展开术野图像时,指示第一运算部205进行运算即可。第一运算部205根据来自控制部201的指示,执行基于第一学习模型310的运算(推理处理),并且基于运算结果执行在内置VRAM上绘制识别的器官的识别图像的处理。在VRAM上绘制的器官的识别图像通过输出部207被输出,并显示在显示装置130上。实施方式9的信息处理装置200通过在前台执行第一计算部205的器官识别(推理)处理和绘制处理,能够始终显示术野图像中包含的器官的识别图像。

[0294] 第二运算部206在后台执行不需要始终识别的事件的识别处理。在实施方式9中,作为一例,对识别出血事件的构成进行了说明,但代替出血事件,也可以是识别器官的损伤事件、场景的构成。第二运算部206的运算能力可以比第一运算部205的运算能力低。例如,当第二运算部206具有处理6FPS的术野图像的运算能力时,如图38所示,第二运算部206可以以每5次进行1次的频率对以30FPS输入的术野图像进行处理。

[0295] 此外,在第二运算部206具有较高的运算能力的情况下,可以在后台执行多个事件的识别处理。例如,在第二运算部206具有与第一运算部205相同的运算能力的情况下,最多可以执行五种类型的事件识别处理,并且依次执行诸如出血、器官损伤等事件即可。

[0296] 图39是示出第一运算部205所执行的处理的顺序的流程图。第一运算部205判断当前时刻是否是推理模式(步骤S901)。在是推理模式的情况下(S901:是),第一运算部205获取由控制部201在存储器上展开的最新的帧(步骤S902),并执行推理处理(步骤S903)。在推理处理中,第一运算部205根据器官识别用的第一学习模型310来执行运算。通过使用第一学习模型310的运算,获得器官的识别图像。第一运算部205执行将器官的识别图像绘制在内置的VRAM上的绘制处理(步骤S904)。在VRAM上绘制的器官的识别图像通过输出部207被输出至显示装置130,并显示于显示装置130。在绘制处理结束之后,第一运算部205将处理返回到步骤S901。

[0297] 在当前时刻不是推理模式的情况下(S905:否),第一运算部205判断当前时刻是否是播放模式(步骤S905)。在不是播放模式的情况下(S901:否),第一运算部205将处理返回

到步骤S901。

[0298] 在当前时刻是播放模式的情况下(S905:是),第一运算部205获取由第二运算部206创建的出血日志(步骤S906),并从保存的部分影像中获取指定帧(步骤S907)。在此,部分影像是具有从出血开始时刻到出血结束时刻的时间范围的帧的术野的影像。可替代地,部分影像也可以是具有包含出血开始时刻并从出血开始前的时刻到经过预定时间范围的时刻为止的帧的术野的影像。第二运算部206执行在内置的VRAM上绘制部分影像的绘制处理(步骤S908)。绘制在VRAM上的部分影像通过输出部207输出到显示装置130,并显示于显示装置130。在结束绘制处理之后,第一运算部205将处理返回到步骤S905。

[0299] 图40是示出第二运算部206所执行的处理的顺序的流程图。第二运算部206获取由控制部201在存储器上展开的最新的帧(步骤S921),并执行推理处理(步骤S922)。在推理处理中,第二运算部206通过事件识别用的第三学习模型330执行运算。

[0300] 第二运算部206根据第三学习模型330的运算结果,执行出血判定处理以及日志记录处理(步骤S923)。第二运算部206根据第三学习模型330的运算结果,在被识别为出血的像素的数量(或者术野图像内的比例)为阈值以上的情况下,判断识别到出血开始。另外,第二运算部206在识别到出血开始之后,在被识别为出血的像素的数量(或者术野图像内的比例)小于阈值的情况下,判定识别到出血结束。第二运算部206在识别到出血开始或者出血结束的情况下,在日志中记录出血开始或出血结束。

[0301] 第二运算部206判断出血开始以及出血结束的集合是否齐全(步骤S924)。集合不齐全的情况下(S924:否),第二运算部206将处理返回到步骤S921。在集合齐全的情况下,第二运算部206保存部分影像(步骤S925)。即,第二运算部206将具有从出血开始时刻到出血结束时刻的时间范围的帧的术野的影像存储到存储部202即可。另外,第二运算部206也可以将具有包含出血开始时刻且从出血开始前的时刻到经过预定时间范围的时刻为止的帧的术野的影像作为部分影像存储于存储部202。

[0302] 如上所述,在实施方式9中,在前台执行器官识别,在后台执行事件识别。在第二运算部206中识别到出血等事件的情况下,代替器官的识别处理以及绘制处理,第一运算部205能够执行记录为日志的事件的绘制处理。

[0303] 此外,控制部201也可以始终监视第一运算部205及第二运算部206中的负荷,并根据各运算部的负荷在第一运算部205中执行第二运算部206应该执行的运算。

[0304] 应知晓本次公开的实施方式在所有方面均是例示性的,而不是限制性的。本发明的范围不是上述意义,而是由权利要求书所示,旨在包括与权利要求书等同的意义和范围内的所有变更。

[0305] 例如,实施方式1~8的信息处理装置200构成根据两种学习模型的运算结果导出综合的识别结果,但也可以构成根据三种以上的学习模型的运算结果导出综合的识别结果。例如,组合实施方式1和实施方式2,信息处理装置200可以根据器官识别用的两种学习模型310、320的运算结果、以及事件识别用的学习模型330的运算结果,导出综合性的识别结果。另外,组合实施方式2和实施方式3,信息处理装置200还可以根据器官识别用的学习模型310的运算结果、事件识别用的学习模型330的运算结果、以及设备识别用的学习模型340的运算结果,导出综合性的识别结果。信息处理装置200不限于这些组合,也可以适当组合实施方式1~8,来导出综合性的识别结果。

[0306] 另外,在本实施方式中,构成为在第一运算部205中执行一个学习模型的运算,在第二运算部206中执行另一个学习模型的运算,但执行学习模型的运算的硬件不限于第一运算部205以及第二运算部206。例如,可以在控制部201中执行两种以上的学习模型的运算,也可以准备虚拟机在虚拟机上执行两种以上的学习模型的运算。

[0307] 另外,在本实施方式中,通过流程图规定了处理的顺序,但也可以同时并行地执行一部分处理,还可以更换处理的顺序。

[0308] 各实施方式中记载的事项可以相互组合。另外,权利要求书中记载的独立权利要求以及从属权利要求,无论引用形式如何,都可以在所有的组合中相互组合。而且,在权利要求书中使用了记载引用其他两个以上的权利要求的形式(多项引用权利要求形式),但不限于此。也可以使用记载至少引用一个多项引用权利要求的多项引用权利要求(多项引多项权利要求)的形式来记载。

[0309] 附图标记说明:

[0310] 10 穿刺器

[0311] 11 腹腔镜

[0312] 12 能量处置器具

[0313] 13 钳子

[0314] 110 相机控制单元(CCU)

[0315] 120 光源装置

[0316] 130 显示装置

[0317] 140 录像装置

[0318] 200 信息处理装置

[0319] 201 控制部

[0320] 202 存储部

[0321] 203 操作部

[0322] 204 输入部

[0323] 205 第一运算部

[0324] 206 第二运算部

[0325] 207 输出部

[0326] 208 通信部

[0327] 310 第一学习模型

[0328] 320 第二学习模型

[0329] PG1 识别处理程序

[0330] PG2 显示处理程序

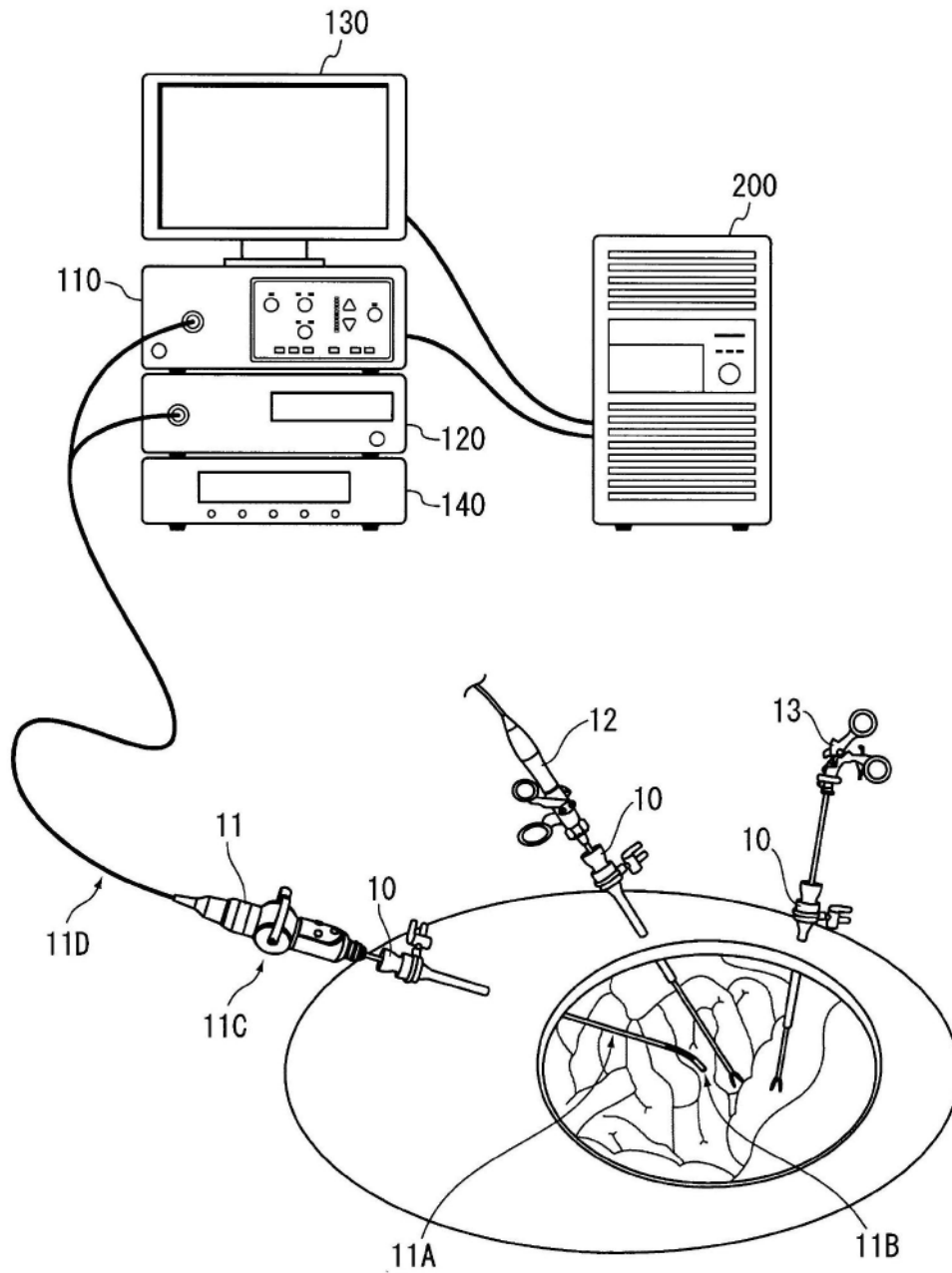


图1

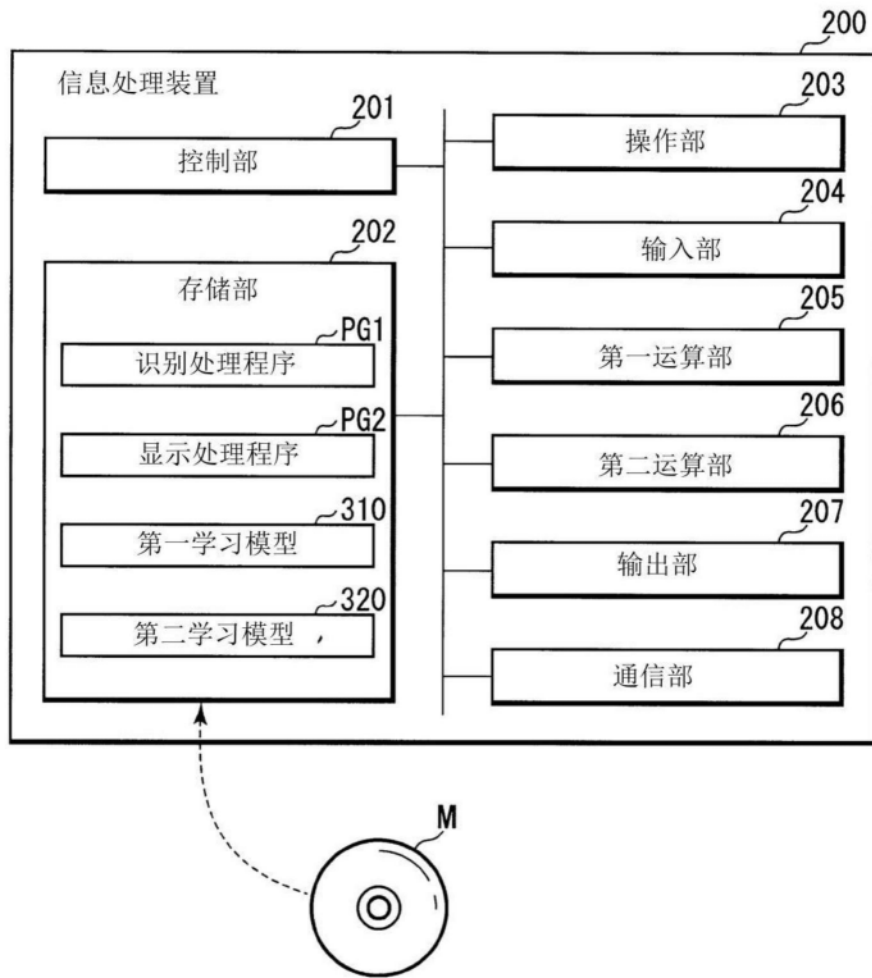


图2

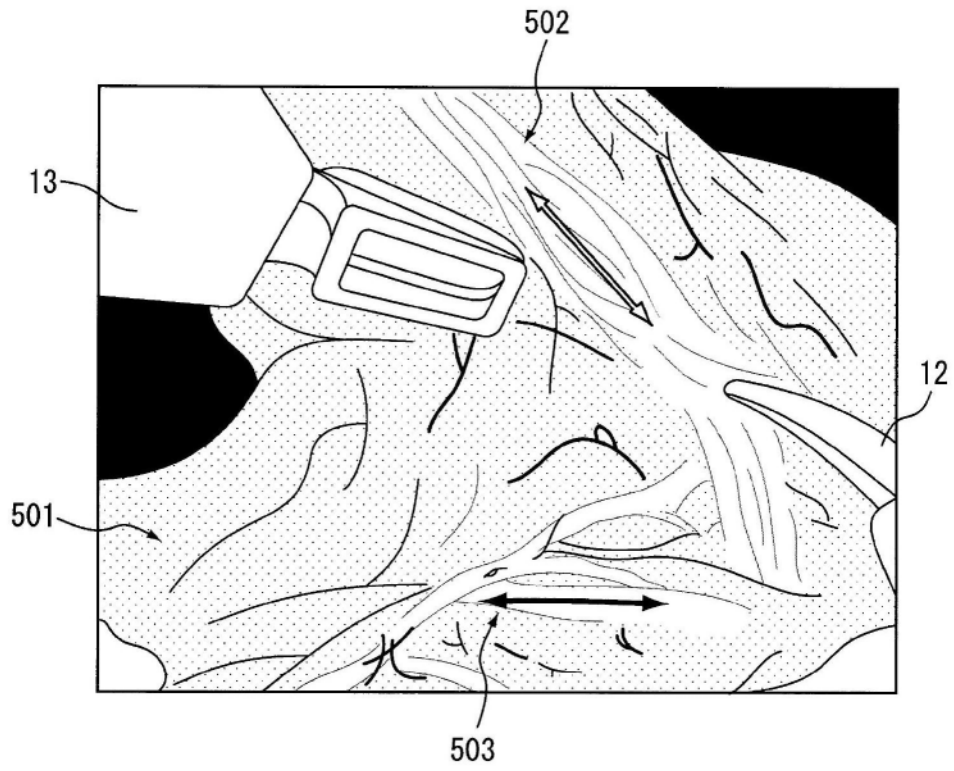


图3

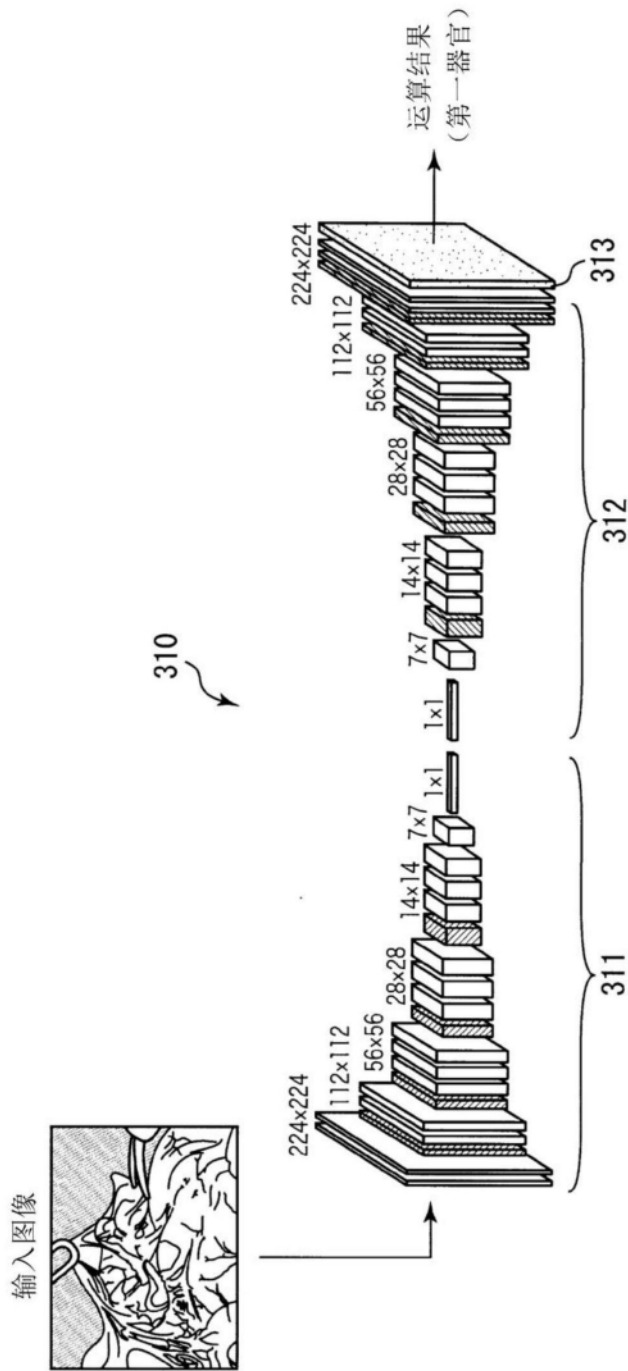


图4

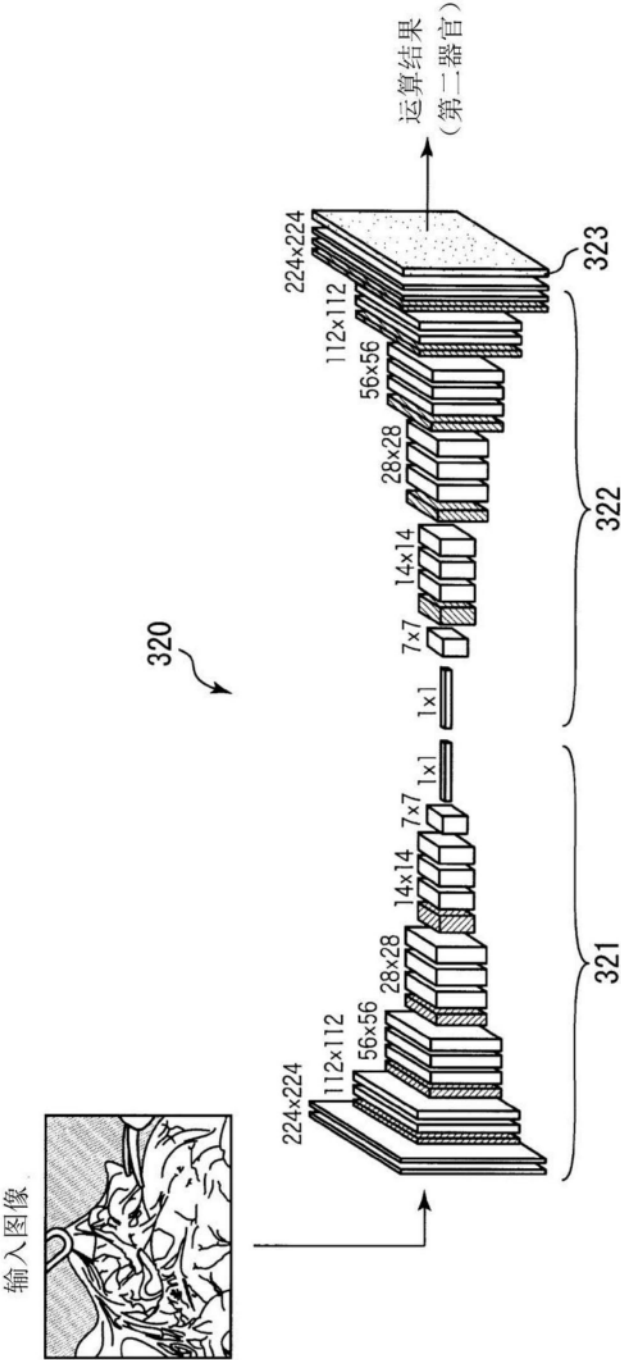


图5

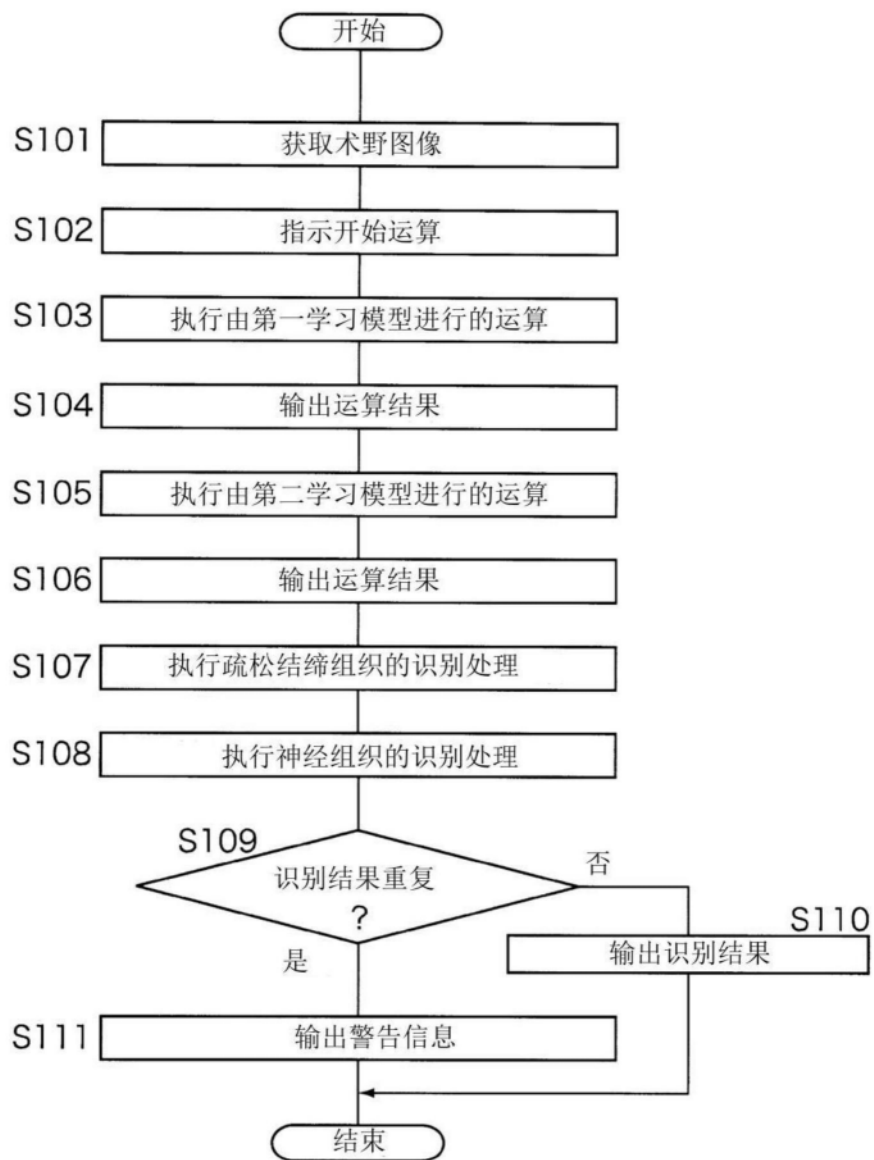


图6

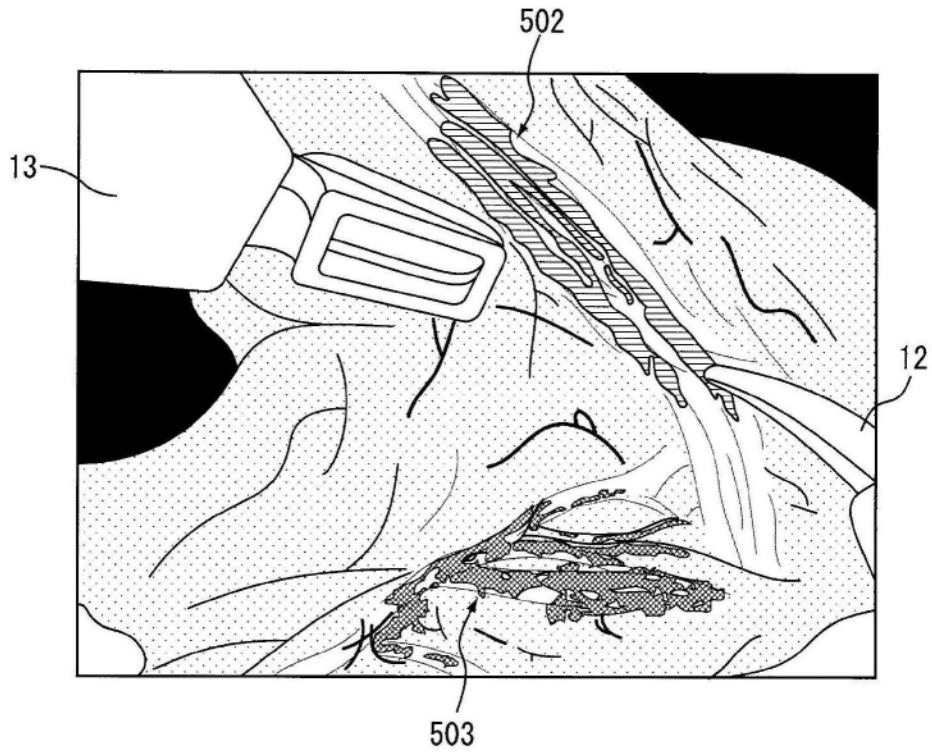


图7

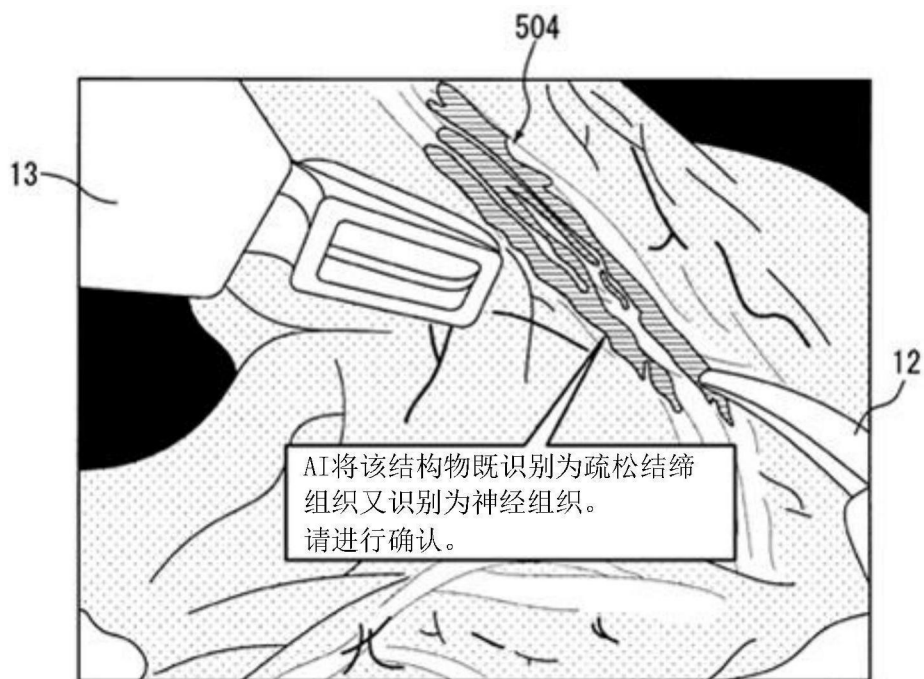


图8

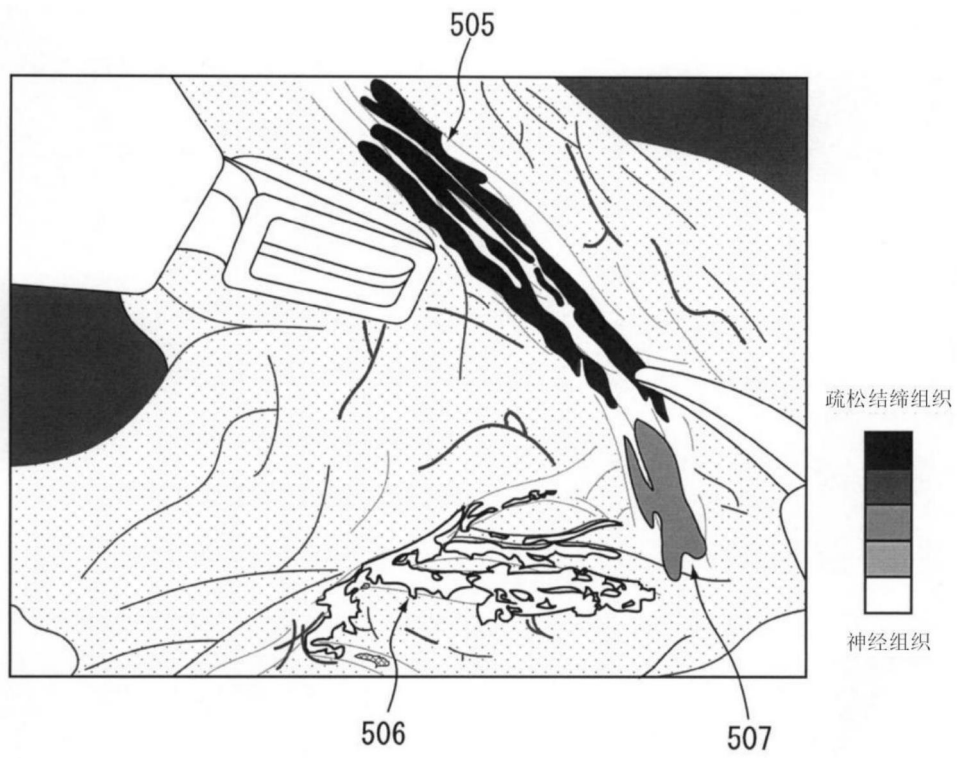


图9

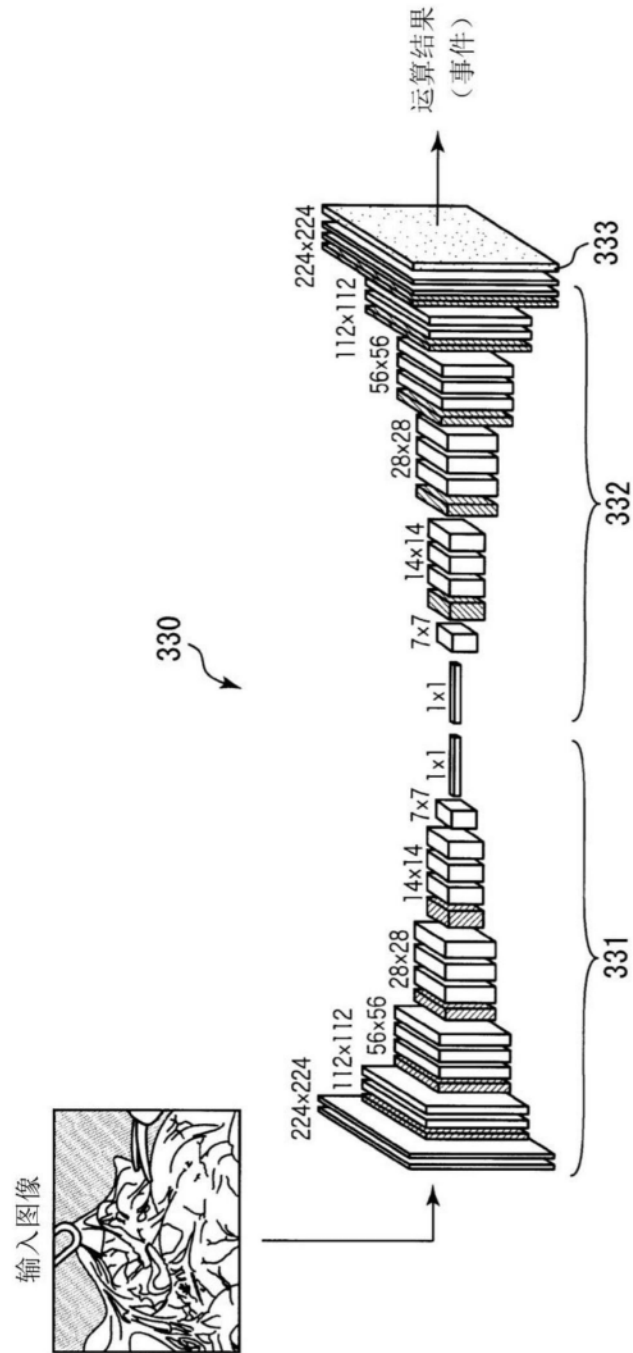


图10

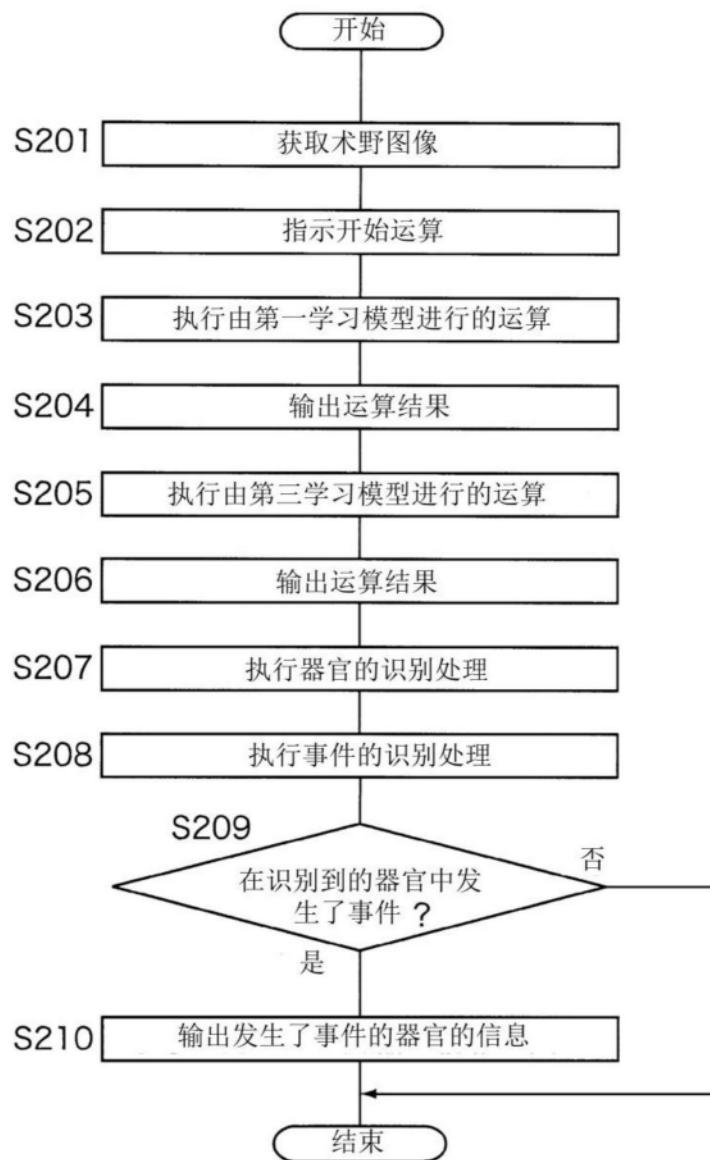


图11



图12

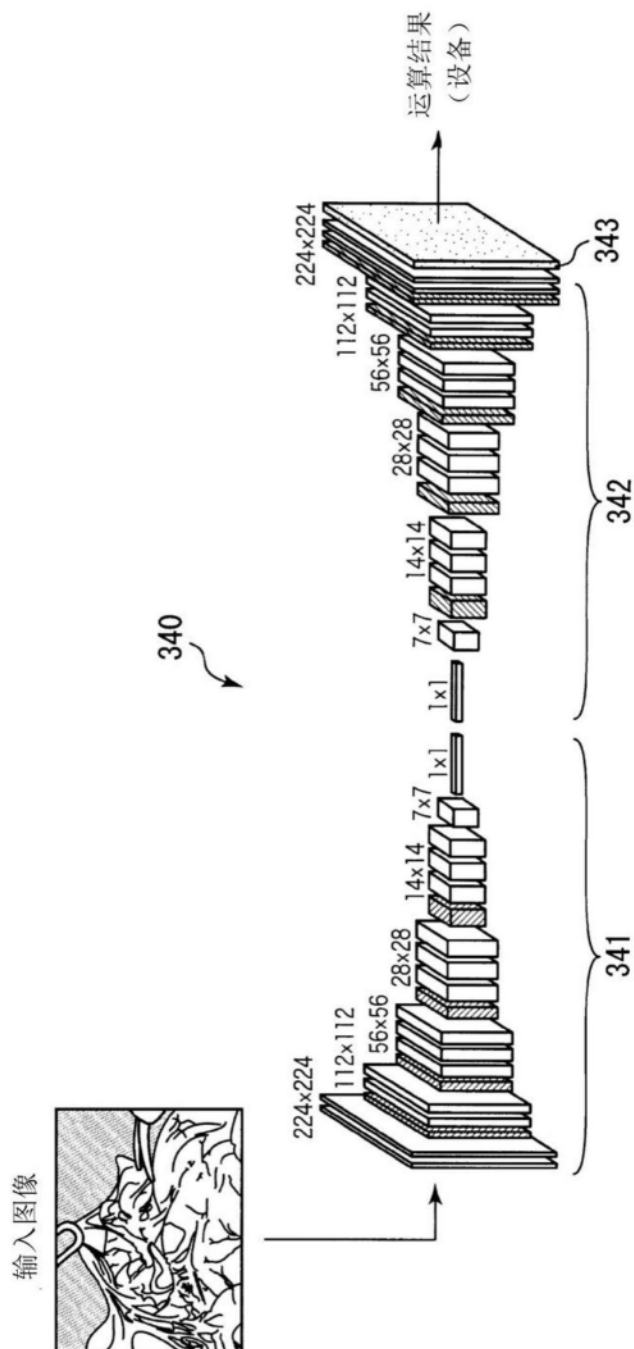


图13

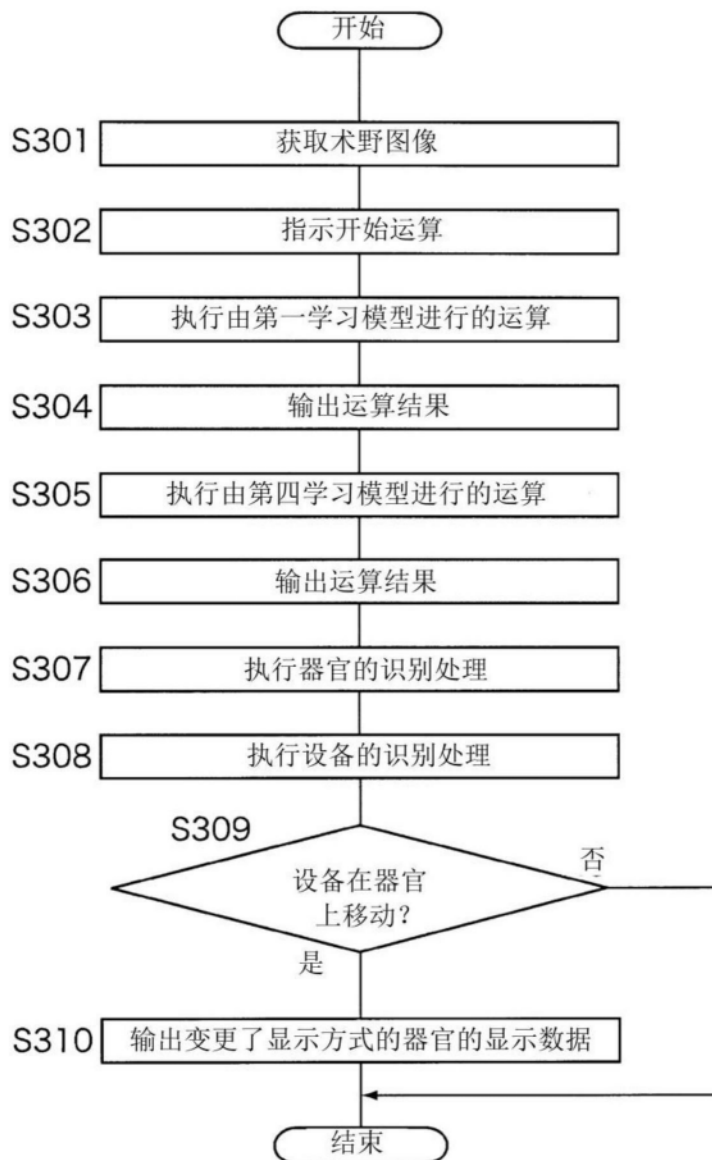


图14

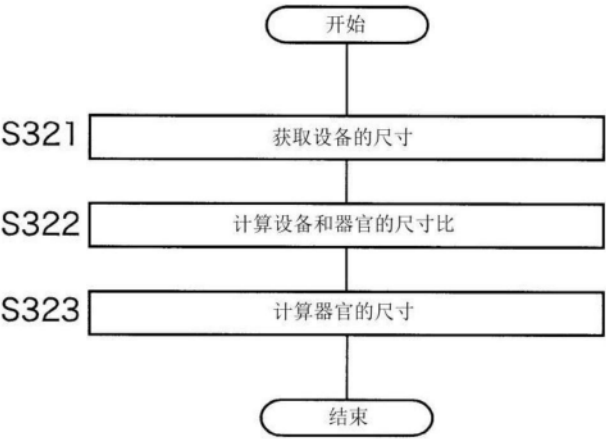


图15

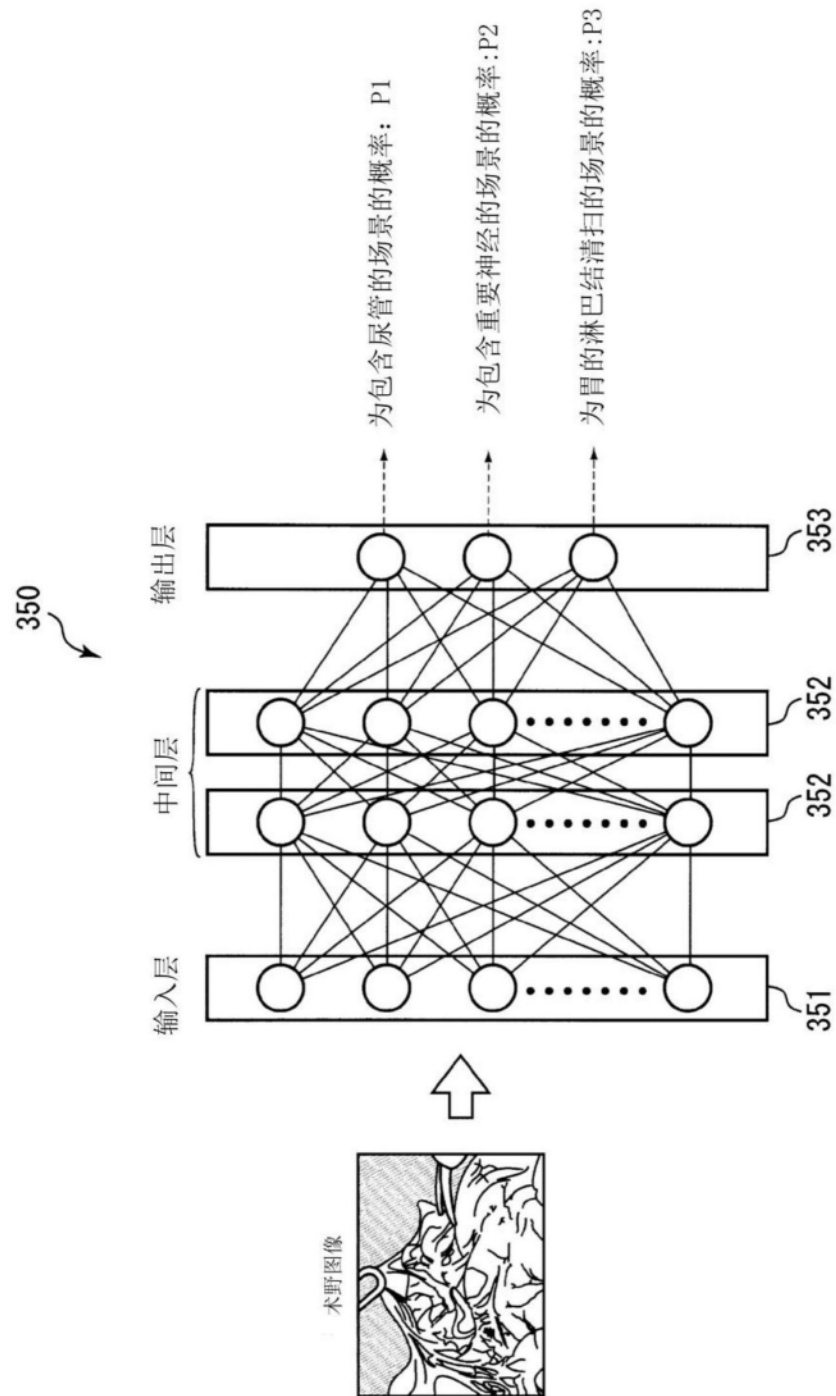


图16

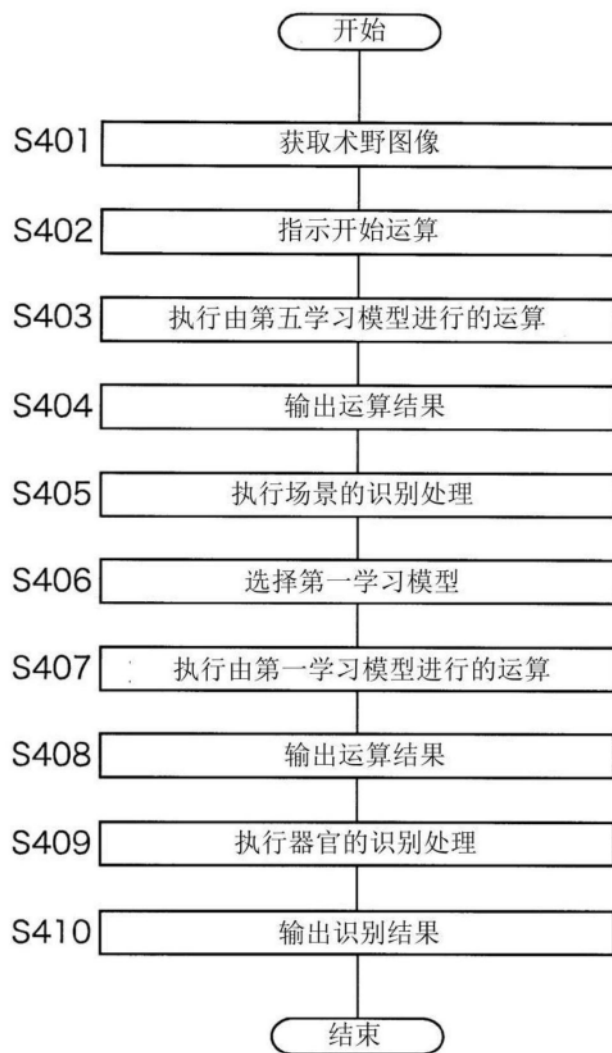


图17

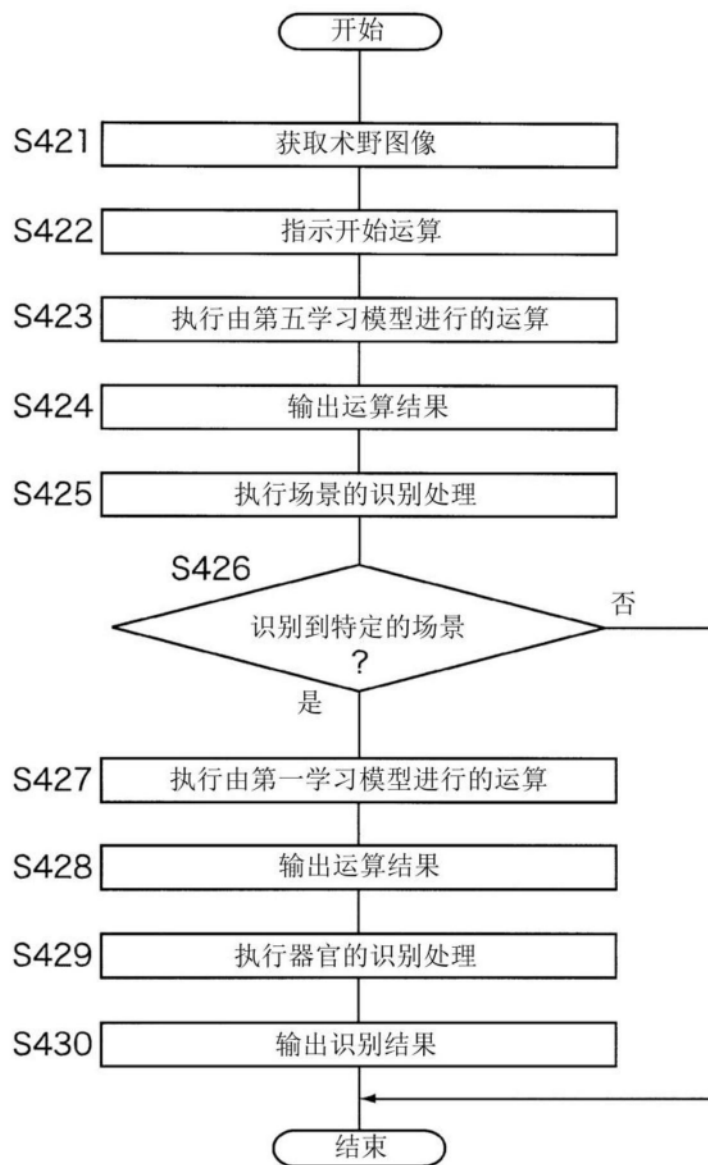


图18

场景	事前信息
胃癌手术中的胰脏上缘的淋巴结清扫	胰脏存在于淋巴结之下。
⋮	⋮

图19

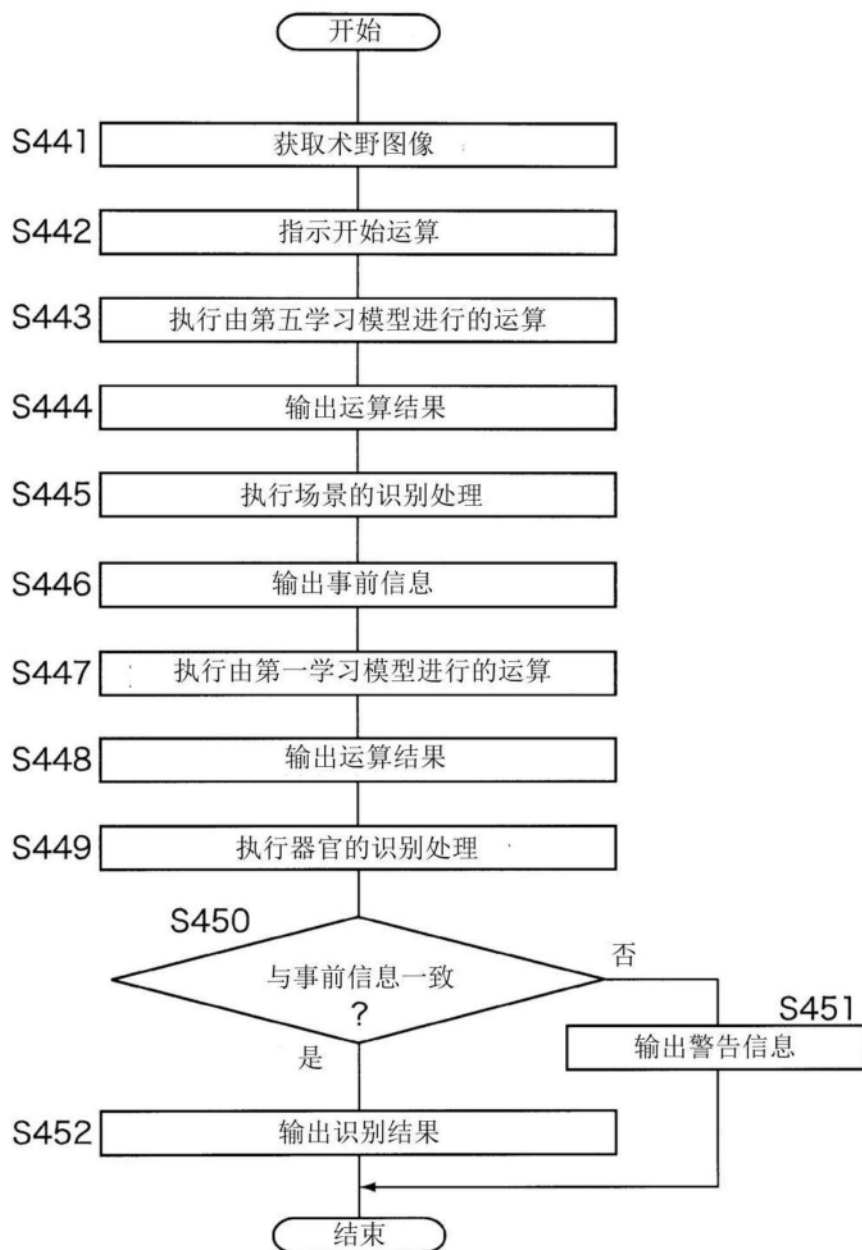


图20

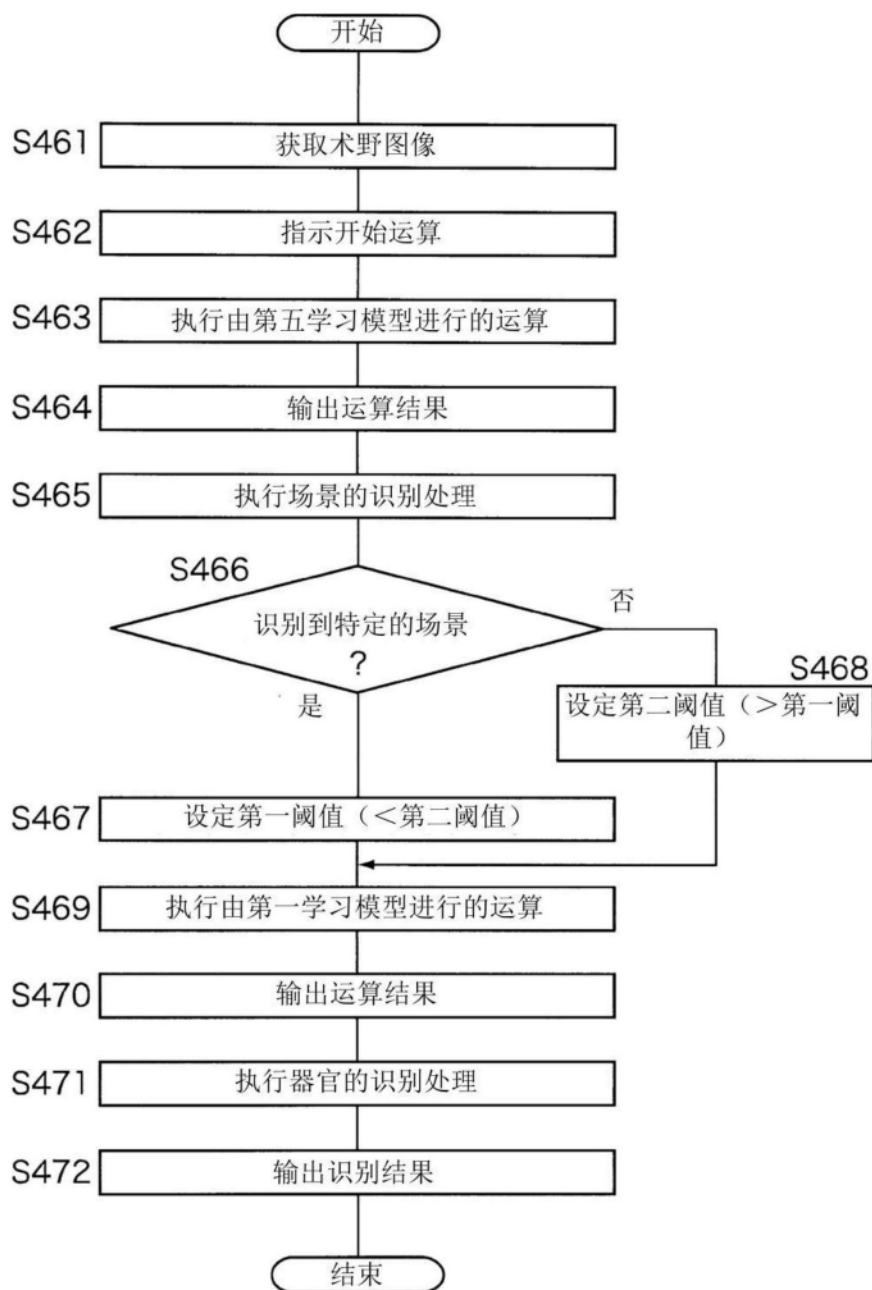


图21

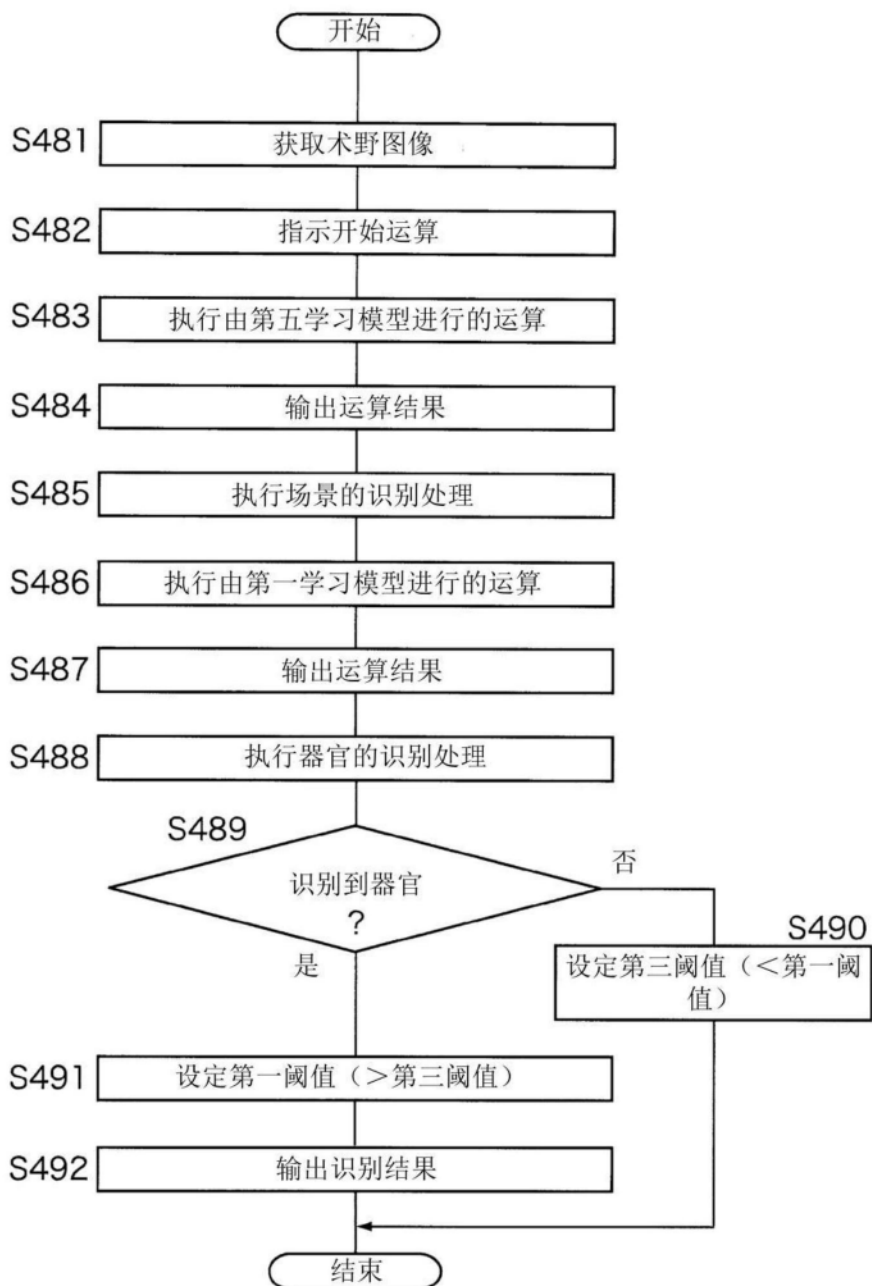


图22

场景	名称（血管）	名称（神经）
乙状结肠癌手术	下肠系膜动脉	下肠系膜神经丛
⋮	⋮	⋮

图23

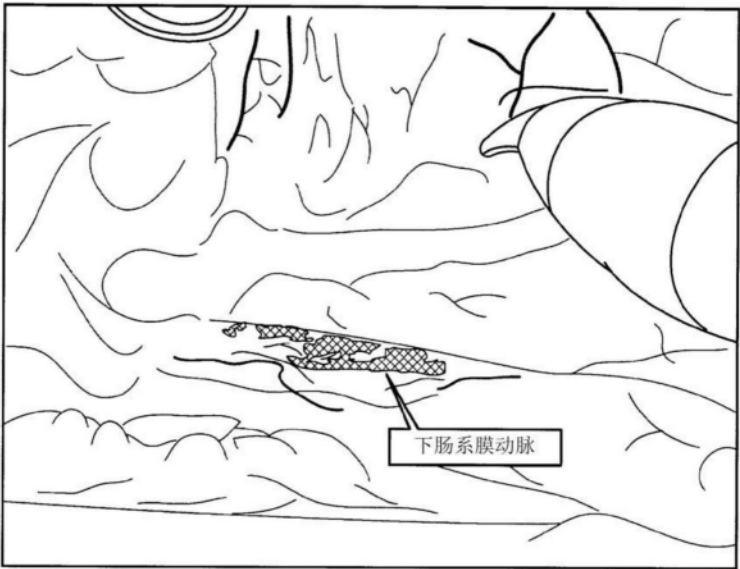
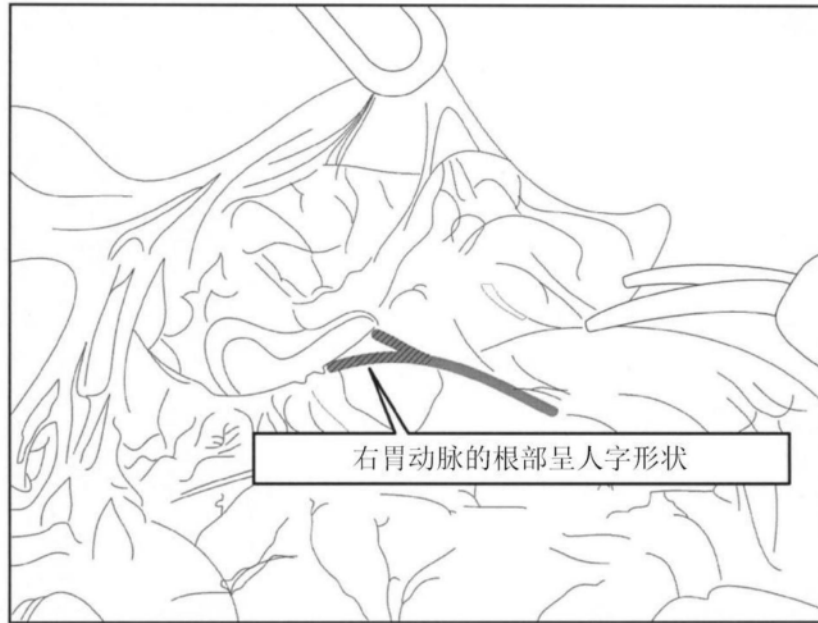


图24

场景	器官	解剖信息
胃的手术	门静脉	左胃静脉从门静脉分支
胃的手术	右胃动脉	右胃动脉的根部呈人字形状
⋮	⋮	⋮

图25

A



B

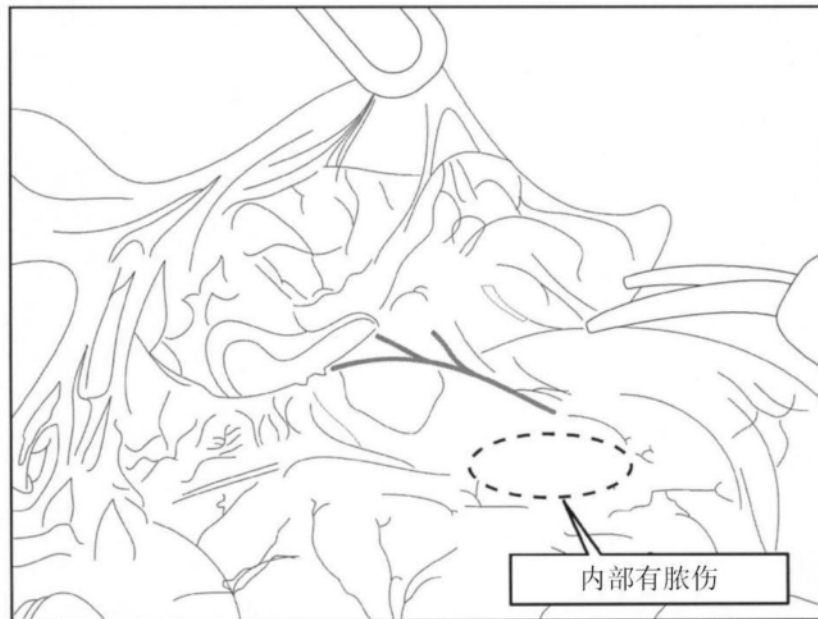


图26

场景	器官	事例
乙状结肠癌手术	下肠系膜动脉	出血 (2021.03.15 16:34)
乙状结肠癌手术	下肠系膜动脉	出血 (2021.03.19 10:26)
⋮	⋮	⋮

图27

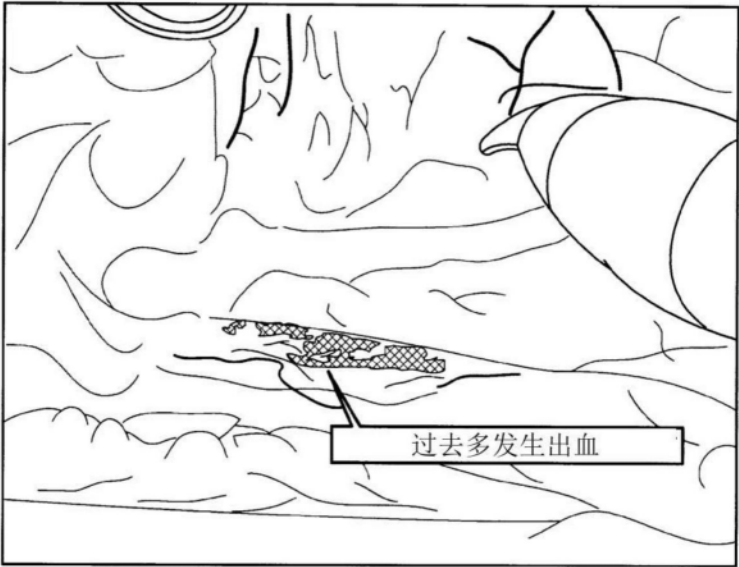


图28

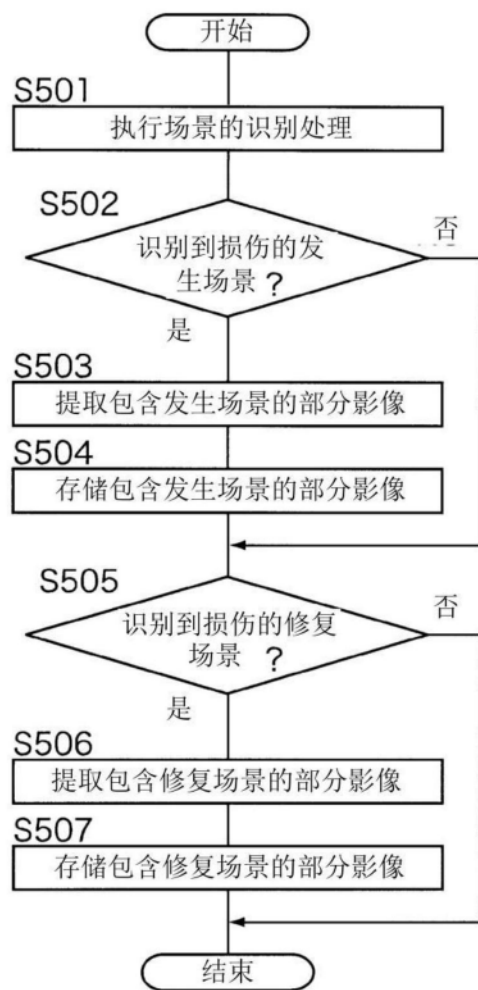


图29

场景	场景	动态文件
2021.4.10 13:50	手术开始	—
2021.4.10 13:52	损伤	MOV001.mpg
2021.4.10 14:10	修复	MOV002.mpg
⋮	⋮	⋮
2021.4.10 14:28	损伤	MOV00X.mpg
2021.4.10 14:45	修复	MOV00Y.mpg
2021.4.10 15:10	手术结束	—

图30

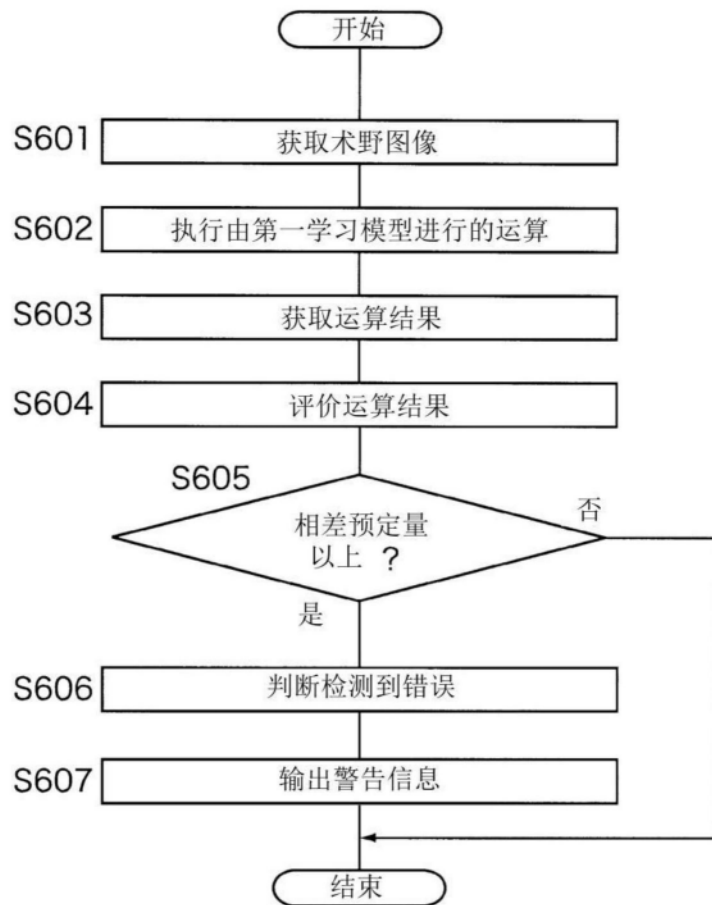


图31

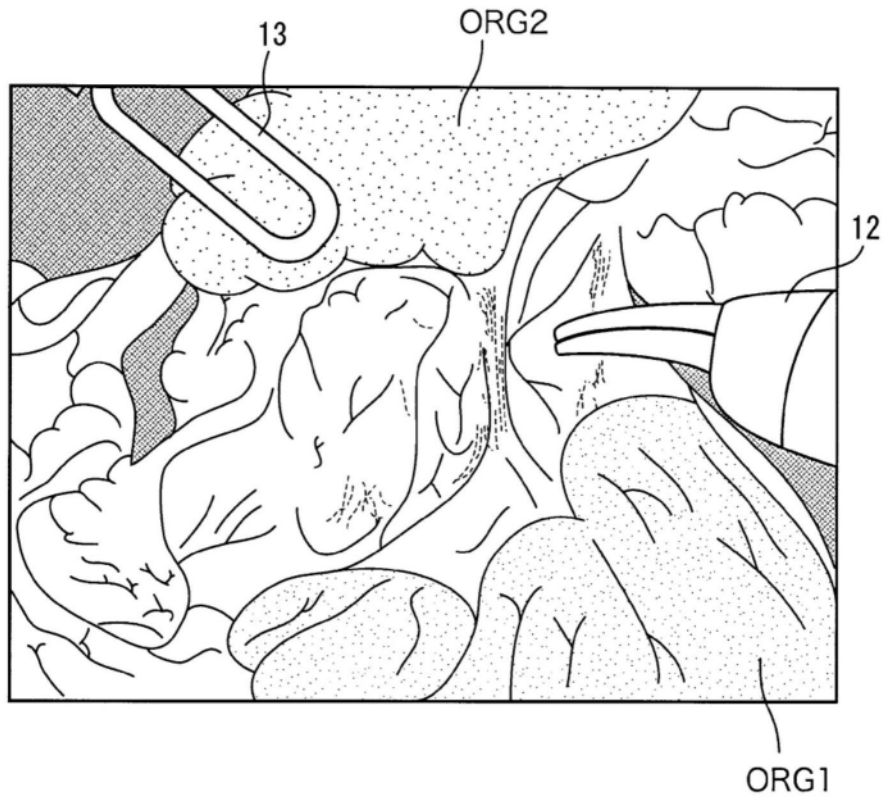


图32

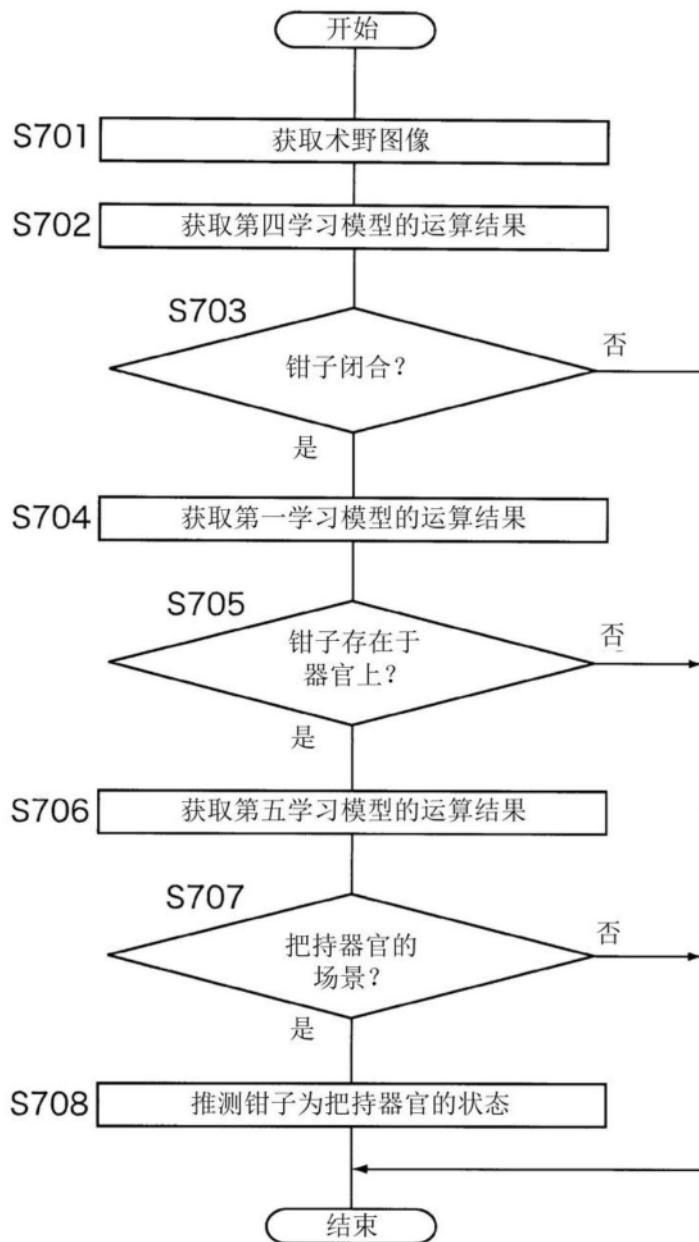


图33

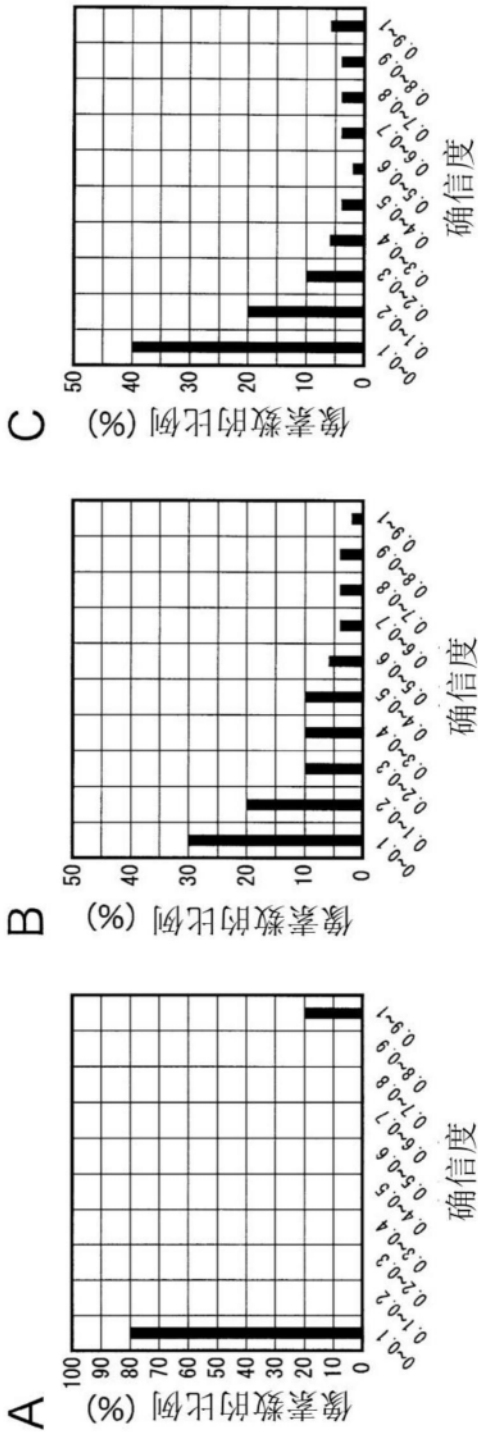


图34

确信度	评价系数
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

图35

A	确信度	像素的比例	评价系数	得分
	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
合计		100	—	400

B	确信度	像素的比例	评价系数	得分
	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
合计		100	—	84

C	确信度	像素的比例	评价系数	得分
	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
合计		100	—	188

图36

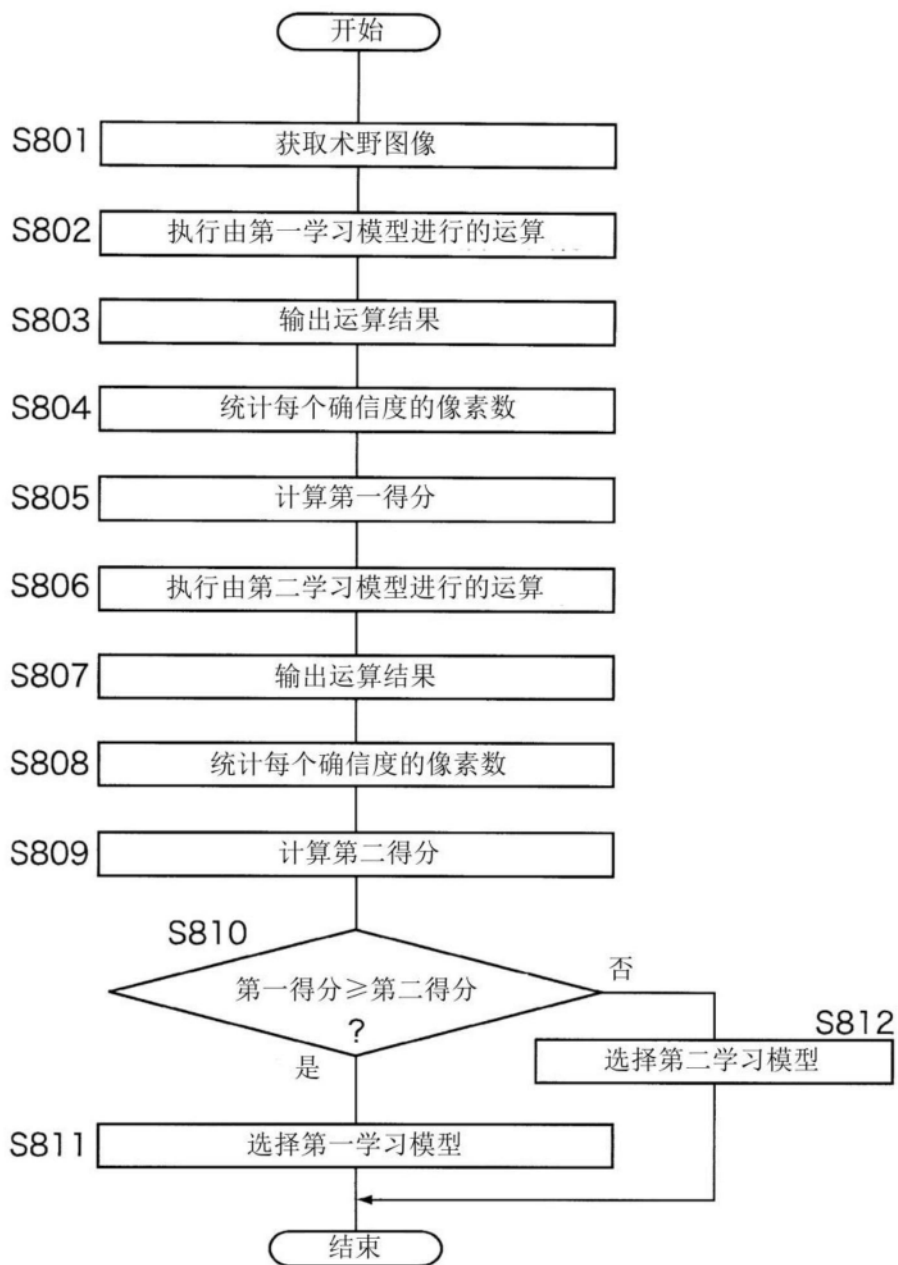


图37

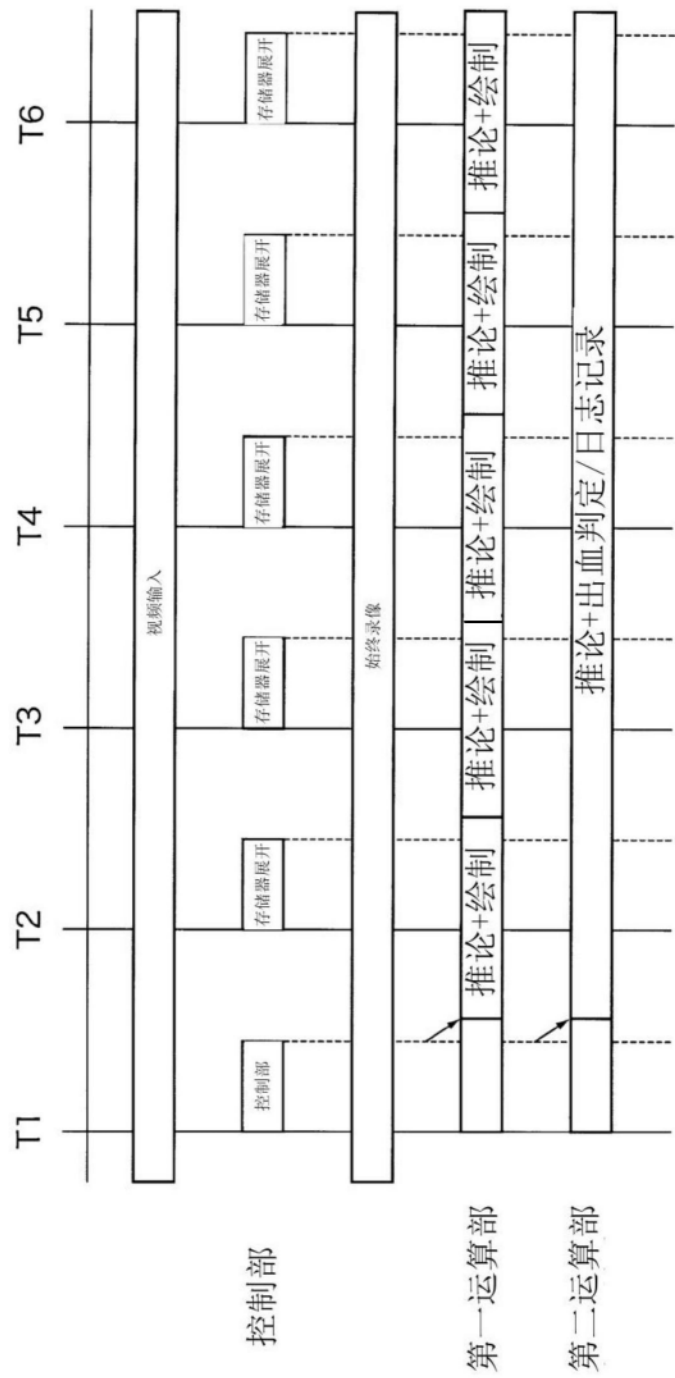


图38

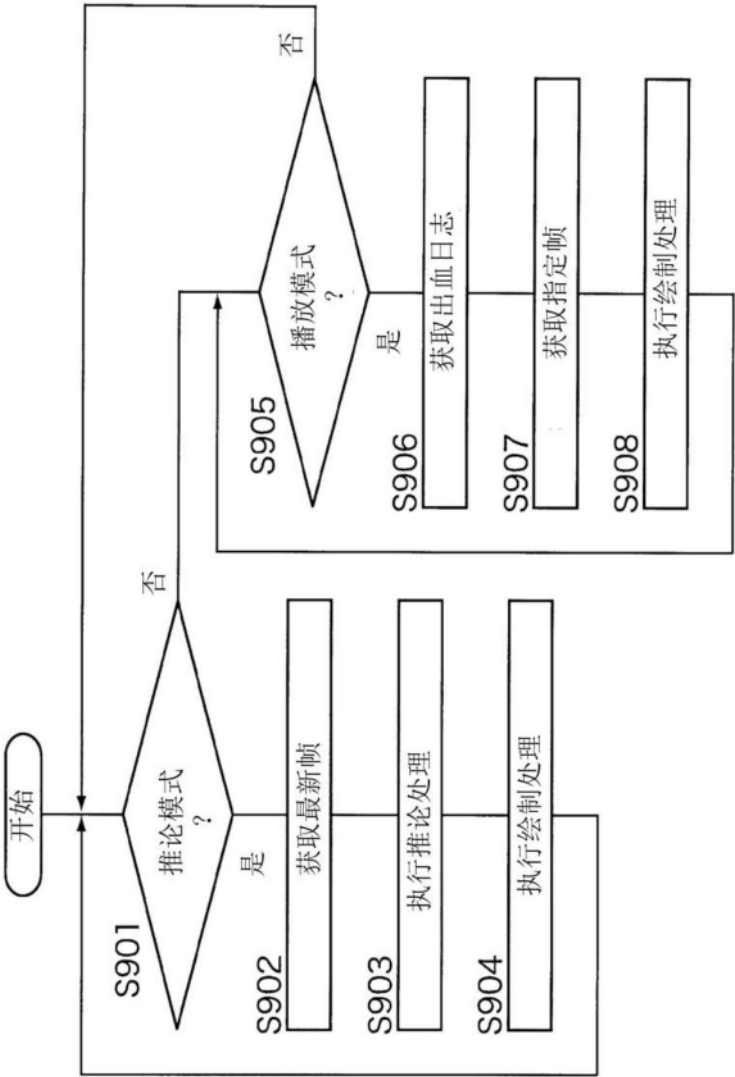


图39

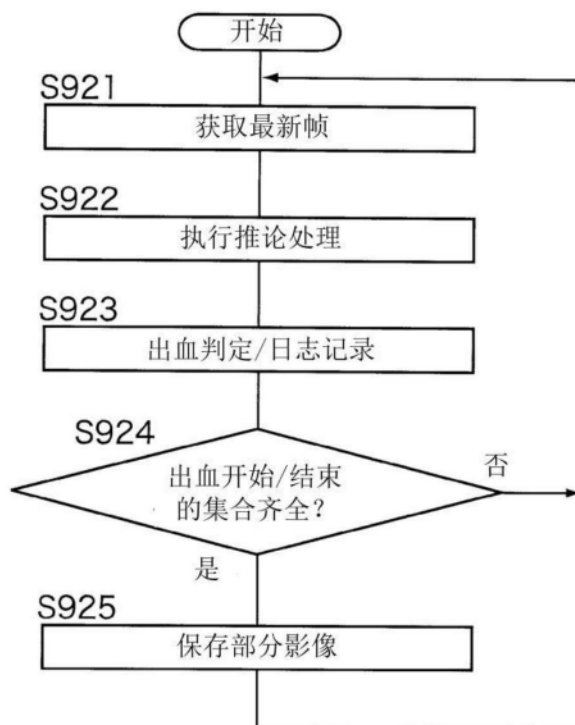


图40