



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113057734 A

(43) 申请公布日 2021.07.02

(21) 申请号 202110272335.9

A61B 34/00 (2016.01)

(22) 申请日 2021.03.12

(71) 申请人 上海微创医疗机器人(集团)股份有限公司

地址 201203 上海市浦东新区中国(上海)自由贸易试验区张东路1601号1幢B区101室

(72) 发明人 常兆华 何超 陈浩 常新朝 何洪军 周佳音

(74) 专利代理机构 上海思捷知识产权代理有限公司 31295

代理人 许静

(51) Int.Cl.

A61B 34/10 (2016.01)

A61B 34/20 (2016.01)

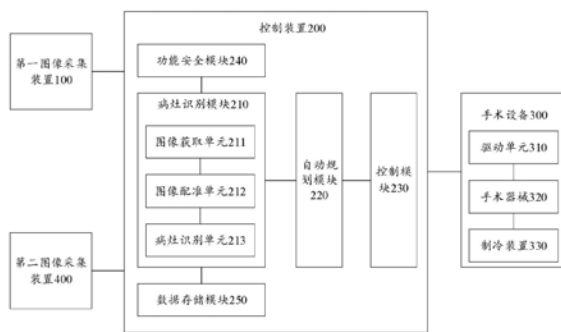
权利要求书4页 说明书18页 附图9页

(54) 发明名称

一种手术系统

(57) 摘要

本发明提供了一种手术系统,所述手术系统包括控制装置和手术设备;控制装置包括病灶识别模块、自动规划模块和控制模块;病灶识别模块用于根据术中实时医学图像和术前医学图像,获取实时病灶信息;自动规划模块用于根据实时病灶信息,进行手术路径的规划,以获取目标手术路径;控制模块用于根据所获取的手术操作参数和目标手术路径控制手术设备执行手术。本发明具有准确、可靠、安全、高效等优点,可避免手术过程完全依靠医生临床经验所带来的众多风险,同时也能够有效降低医生工作量,提高医生工作效率,进而使得医生能够有更多精力投放至病情分析与治疗方案的优化中去。



1. 一种手术系统,其特征在于,包括控制装置和手术设备,所述手术设备与所述控制装置通信连接;

所述控制装置包括通信连接的病灶识别模块、自动规划模块和控制模块;

所述病灶识别模块用于根据术中实时医学图像和术前医学图像,获取实时病灶信息;

所述自动规划模块用于根据所述实时病灶信息,进行手术路径的规划,以获取目标手术路径;

所述控制模块用于根据所获取的手术操作参数和所述目标手术路径控制所述手术设备执行手术。

2. 根据权利要求1所述的手术系统,其特征在于,还包括第一图像采集装置,所述第一图像采集装置与所述控制装置通信连接,用于采集术中实时医学图像。

3. 根据权利要求1所述的手术系统,其特征在于,所述病灶识别模块包括通信连接的图像获取单元、图像配准单元和病灶识别单元;

所述图像获取单元用于获取术前医学图像和术中实时医学图像;

所述图像配准单元用于对所述术前医学图像和所述术中实时医学图像进行配准,以获取实时配准图像;

所述病灶识别单元用于根据所述实时配准图像,获取实时病灶信息。

4. 根据权利要求3所述的手术系统,其特征在于,若所述术前医学图像为CT图像或MRI图像,所述术中实时医学图像为CT图像或MRI图像,则所述图像配准单元获取实时配准图像,包括:

对所述术前医学图像进行三维建模,以获取术前三维医学图像;

对所述术中实时医学图像进行三维建模,以获取术中实时三维医学图像;

将所述术前三维医学图像配准至所述术中实时三维医学图像,以获取实时配准图像。

5. 根据权利要求3所述的手术系统,其特征在于,若所述术前医学图像为CT图像或MRI图像,所述术中实时医学图像为超声图像,则所述图像配准单元获取实时配准图像,包括:

对所述术前医学图像进行三维建模,以获取术前三维医学图像;

将所述术前三维医学图像配准至所述术中实时医学图像,以获取第一实时配准图像;

将所述术中实时医学图像配准至所述术前三维医学图像,以获取第二实时配准图像。

6. 根据权利要求3所述的手术系统,其特征在于,所述手术系统还包括与所述控制装置通信连接的第二图像采集装置,所述第二图像采集装置用于采集术中实时患者皮肤图像;

所述图像获取单元还用于获取术中实时患者皮肤图像;

所述图像配准单元获取实时配准图像,包括:

对所述术前医学图像进行三维建模,以获取术前三维医学图像;

对所述术中实时医学图像进行三维建模,以获取术中实时三维医学图像;

对所述术中实时患者皮肤图像进行三维建模,以获取术中实时人体模型图像;

对所述术前三维医学图像和所述术中实时三维医学图像进行配准与融合,以获取第一实时融合图像;

将所述第一实时融合图像配准至所述术中实时人体模型图像,以获取实时配准图像。

7. 根据权利要求4或6所述的手术系统,其特征在于,所述病灶识别单元获取实时病灶信息,包括:

采用预先训练好的深度神经网络模型对所述实时配准图像进行病灶的识别,以获取实时病灶信息。

8. 根据权利要求5所述的手术系统,其特征在于,所述病灶识别单元获取实时病灶信息,包括:

采用预先训练好的深度神经网络模型对所述术前三维医学图像进行分割,以获取分割图像;

将所述分割图像与所述第一实时配准图像进行融合,以获取第二实时融合图像;

将所述分割图像与所述第二实时配准图像进行融合,以获取第三实时融合图像;

将所述第二实时融合图像与所述第三实时融合图像进行融合,以获取第四实时融合图像;

根据所述第四实时融合图像,获取实时病灶信息。

9. 根据权利要求1所述的手术系统,其特征在于,所述实时病灶信息包括实时病灶位置信息。

10. 根据权利要求9所述的手术系统,其特征在于,所述实时病灶信息还包括实时病灶体积信息、实时病灶形状信息和实时关键器官组织信息中的一种或多种。

11. 根据权利要求1所述的手术系统,其特征在于,所述自动规划模块获取目标手术路径,包括:

根据所述实时病灶信息,获取至少一个病灶靶点和多个穿刺点的位置信息;

根据预先设定的条件,对各个所述穿刺点进行评价,以获取目标穿刺点;

连接对应的所述病灶靶点和所述目标穿刺点,以获取目标穿刺路径。

12. 根据权利要求11所述的手术系统,其特征在于,所述根据所述实时病灶信息,获取至少一个病灶靶点和多个穿刺点的位置信息,包括:

获取图像坐标系与手术设备坐标系之间的空间映射关系;

根据所述空间映射关系和所述实时病灶信息,获取病灶在所述手术设备坐标系下的实时位置信息;

根据所述病灶在所述手术设备坐标系下的实时位置信息,获取至少一个病灶靶点和多个穿刺点在所述手术设备坐标系下的位置信息。

13. 根据权利要求11所述的手术系统,其特征在于,所述根据预先设定的条件,对各个所述穿刺点进行评价,以获取目标穿刺点,包括:

步骤A、根据预先设定的评分准则对各个所述穿刺点进行评分,将评分最高的穿刺点作为目标穿刺点;

步骤B、判断所述目标穿刺点是否能够覆盖所有病灶;

若否,则执行步骤C;

步骤C、根据预先设定的评分准则对各个非目标穿刺点进行评分,将评分最高的非目标穿刺点作为目标穿刺点;

步骤D、判断所有的所述目标穿刺点是否能够共同覆盖所有病灶;

若否,则重复执行步骤C和D,直至所有的所述目标穿刺点能够共同覆盖所述病灶。

14. 根据权利要求13所述的手术系统,其特征在于,所述根据预先设定的评分准则对各个所述穿刺点进行评分,将评分最高的穿刺点作为目标穿刺点,包括:

根据预先设定的多项评分准则对各个所述穿刺点分别进行评分,以获取各个所述穿刺点的各项评分;

根据预先设定的各项评分准则所对应的权重,分别计算各个所述穿刺点的综合评分;

将综合评分最高的穿刺点作为目标穿刺点;

所述根据预先设定的评分准则对各个非目标穿刺点进行评分,将评分最高的非目标穿刺点作为目标穿刺点,包括:

根据预先设定的多项评分准则对各个非目标穿刺点分别进行评分,以获取各个所述非目标穿刺点的各项评分;

根据预先设定的各项评分准则所对应的权重,计算各个所述非目标穿刺点的综合评分;

将综合评分最高的非目标穿刺点作为目标穿刺点。

15. 根据权利要求3所述的手术系统,其特征在于,所述控制装置还包括与所述病灶识别模块通信连接的功能安全模块,所述功能安全模块用于根据所述图像配准单元输出的实时配准图像,对所述手术设备的实时运动轨迹进行监测。

16. 根据权利要求15所述的手术系统,其特征在于,所述功能安全模块还用于根据所述实时病灶信息,获取安全操作边界信息,并根据所述安全操作边界信息,判断所述手术设备的实时运动轨迹是否超出安全操作边界区域。

17. 根据权利要求1所述的手术系统,其特征在于,所述自动规划模块还用于根据所述实时病灶信息,规划手术操作参数。

18. 根据权利要求1所述的手术系统,其特征在于,所述手术设备包括驱动单元和手术器械,所述手术器械安装于所述驱动单元上,所述控制模块用于根据所获取的手术操作参数和所述目标手术路径控制所述驱动单元驱动所述手术器械执行手术。

19. 根据权利要求18所述的手术系统,其特征在于,所述驱动单元为机械臂,所述机械臂的末端安装有用于固定所述手术器械的固定器。

20. 根据权利要求19所述的手术系统,其特征在于,所述手术器械为用于执行穿刺手术的器械;

所述自动规划模块用于根据所述实时病灶信息,进行穿刺路径的规划,以获取目标穿刺路径;

所述控制模块用于根据所获取的手术操作参数和所述目标穿刺路径控制所述手术设备执行穿刺手术。

21. 根据权利要求20所述的手术系统,其特征在于,所述手术器械为冷冻消融针,所述手术设备还包括制冷装置,所述控制模块用于根据所述手术操作参数控制所述制冷装置向所述冷冻消融针提供冷源。

22. 根据权利要求21所述的手术系统,其特征在于,所述手术操作参数包括冷冻时间、冷冻循环次数和冷冻剂量。

23. 根据权利要求1所述的手术系统,其特征在于,所述手术系统还包括与所述控制装置通信连接的人机交互模块,所述人机交互模块用于进行数据的显示与交互。

24. 根据权利要求1所述的手术系统,其特征在于,所述控制装置还包括数据存储模块,所述数据存储模块用于进行数据的存储与管理。

25. 根据权利要求2所述的手术系统,其特征在于,所述第一图像采集装置为超声仪,所述手术系统还包括支架,所述支架包括基座以及安装于所述基座上的第一固定装置和第二固定装置,所述第一固定装置用于固定所述超声仪的超声探头,所述第二固定装置用于固定所述超声仪的头套,所述第一固定装置能够靠近和远离所述第二固定装置。

一种手术系统

技术领域

[0001] 本发明涉及医学技术领域,特别涉及一种手术系统。

背景技术

[0002] 冷冻消融主要是通过低温器械,有控制的使病灶组织经历降温、冻结、复温过程,从而造成细胞的不可逆损伤甚至坏死。例如,冷冻消融对肿瘤的杀伤机制是:细胞脱水和皱缩;细胞内冰晶形成和冰晶的机械损伤;细胞电解质毒性浓缩和PH值改变;细胞膜脂蛋白成分变性;血流淤积和微血栓形成;免疫效应等。冷冻消融手术不仅手术创伤小,而且具有麻醉阵痛、术后并发症少、防肿瘤扩散等优点,深受广大医生与患者的好评。

[0003] 目前冷冻治疗手术或穿刺手术中病灶识别主要通过术前核磁共振(Magnetic Resonance, MR)、CT图像来判断病灶位置与体积,存在图像单一、病灶显示不全面,成像时间与手术时间有先后,无法完全显示当前病灶等问题。医生依靠术前图像来判断病灶,然后根据临床经验来规划穿刺路径,确定冷冻参数,进行冷冻消融手术,整个过程无法监控,手术过程完全依靠医生临床经验,存在众多风险。

[0004] 需要说明的是,公开于该发明背景技术部分的信息仅仅旨在加深对本发明一般背景技术的理解,而不应当被视为承认或以任何形式暗示该信息构成已为本领域技术人员所公知的现有技术。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种手术系统,可以解决现有技术中,医生依靠术前图像来判断病灶,然后根据临床经验来规划手术路径,确定手术操作参数,然后进行手术,整个手术过程无法实时监控,手术过程完全依靠医生临床经验,存在众多风险的问题。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明提供一种手术系统,包括控制装置和手术设备,所述手术设备与所述控制装置通信连接;

[0007] 所述控制装置包括通信连接的病灶识别模块、自动规划模块和控制模块;

[0008] 所述病灶识别模块用于根据术中实时医学图像和术前医学图像,获取实时病灶信息;

[0009] 所述自动规划模块用于根据所述实时病灶信息,进行手术路径的规划,以获取目标手术路径;

[0010] 所述控制模块用于根据所获取的手术操作参数和所述目标手术路径控制所述手术设备执行手术。

[0011] 可选的,所述手术系统还包括第一图像采集装置,所述第一图像采集装置与所述控制装置通信连接,用于采集术中实时医学图像。

[0012] 可选的,所述病灶识别模块包括通信连接的图像获取单元、图像配准单元和病灶识别单元;

[0013] 所述图像获取单元用于获取术前医学图像和术中实时医学图像;

- [0014] 所述图像配准单元用于对所述术前医学图像和所述术中实时医学图像进行配准，以获取实时配准图像；
- [0015] 所述病灶识别单元用于根据所述实时配准图像，获取实时病灶信息。
- [0016] 可选的，若所述术前医学图像为CT图像或MRI图像，所述术中实时医学图像为CT图像或MRI图像，则所述图像配准单元获取实时配准图像，包括：
- [0017] 对所述术前医学图像进行三维建模，以获取术前三维医学图像；
- [0018] 对所述术中实时医学图像进行三维建模，以获取术中实时三维医学图像；
- [0019] 将所述术前三维医学图像配准至所述术中实时三维医学图像，以获取实时配准图像。
- [0020] 可选的，若所述术前医学图像为CT图像或MRI图像，所述术中实时医学图像为超声图像，则所述图像配准单元获取实时配准图像，包括：
- [0021] 对所述术前医学图像进行三维建模，以获取术前三维医学图像；
- [0022] 将所述术前三维医学图像配准至所述术中实时医学图像，以获取第一实时配准图像；
- [0023] 将所述术中实时医学图像配准至所述术前三维医学图像，以获取第二实时配准图像。
- [0024] 可选的，所述手术系统还包括与所述控制装置通信连接的第二图像采集装置，所述第二图像采集装置用于采集术中实时患者皮肤图像；
- [0025] 所述图像获取单元还用于获取术中实时患者皮肤图像；
- [0026] 所述图像配准单元获取实时配准图像，包括：
- [0027] 对所述术前医学图像进行三维建模，以获取术前三维医学图像；
- [0028] 对所述术中实时医学图像进行三维建模，以获取术中实时三维医学图像；
- [0029] 对所述术中实时患者皮肤图像进行三维建模，以获取术中实时人体模型图像；
- [0030] 对所述术前三维医学图像和所述术中实时三维医学图像进行配准与融合，以获取第一实时融合图像；
- [0031] 将所述第一实时融合图像配准至所述术中实时人体模型图像，以获取实时配准图像。
- [0032] 可选的，所述病灶识别单元获取实时病灶信息，包括：
- [0033] 采用预先训练好的深度神经网络模型对所述配准图像进行病灶的识别，以获取实时病灶信息。
- [0034] 可选的，所述病灶识别单元获取实时病灶信息，包括：
- [0035] 采用预先训练好的深度神经网络模型对所述术前三维医学图像进行分割，以获取分割图像；
- [0036] 将所述分割图像与所述第一实时配准图像进行融合，以获取第二实时融合图像；
- [0037] 将所述分割图像与所述第二实时配准图像进行融合，以获取第三实时融合图像；
- [0038] 将所述第二实时融合图像与所述第三实时融合图像进行融合，以获取第四实时融合图像；
- [0039] 根据所述第四实时融合图像，获取实时病灶信息。
- [0040] 可选的，所述实时病灶信息包括实时病灶位置信息。进一步可选的，所述实时病灶

信息还包括实时病灶体积信息、实时病灶形状信息和实时关键器官组织信息中的一种或多种。

[0041] 可选的,所述自动规划模块获取目标手术路径,包括:

[0042] 根据所述实时病灶信息,获取至少一个病灶靶点和多个穿刺点的位置信息;

[0043] 根据预先设定的条件,对各个所述穿刺点进行评价,以获取目标穿刺点;

[0044] 连接对应的所述病灶靶点和所述目标穿刺点,以获取目标穿刺路径。

[0045] 可选的,所述根据所述实时病灶信息,获取至少一个病灶靶点和多个穿刺点的位置信息,包括:

[0046] 获取图像坐标系与手术设备坐标系之间的空间映射关系;

[0047] 根据所述空间映射关系和所述实时病灶信息,获取病灶在所述手术设备坐标系下的实时位置信息;

[0048] 根据所述病灶在所述手术设备坐标系下的实时位置信息,获取至少一个病灶靶点和多个穿刺点在所述手术设备坐标系下的位置信息。

[0049] 可选的,所述根据预先设定的条件,对各个所述穿刺点进行评价,以获取目标穿刺点,包括:

[0050] 步骤A、根据预先设定的评分准则对各个所述穿刺点进行评分,将评分最高的穿刺点作为目标穿刺点;

[0051] 步骤B、判断所述目标穿刺点是否能够覆盖所有病灶;

[0052] 若否,则执行步骤C;

[0053] 步骤C、根据预先设定的评分准则对各个非目标穿刺点进行评分,将评分最高的非目标穿刺点作为目标穿刺点;

[0054] 步骤D、判断所有的所述目标穿刺点是否能够共同覆盖所有病灶;

[0055] 若否,则重复执行步骤C和D,直至所有的所述目标穿刺点能够共同覆盖所述病灶。

[0056] 可选的,所述根据预先设定的评分准则对各个所述穿刺点进行评分,将评分最高的穿刺点作为目标穿刺点,包括:

[0057] 根据预先设定的多项评分准则对各个所述穿刺点分别进行评分,以获取各个所述穿刺点的各项评分;

[0058] 根据预先设定的各项评分准则所对应的权重,分别计算各个所述穿刺点的综合评分;

[0059] 将综合评分最高的穿刺点作为目标穿刺点;

[0060] 所述根据预先设定的评分准则对各个非目标穿刺点进行评分,将评分最高的非目标穿刺点作为目标穿刺点,包括:

[0061] 根据预先设定的多项评分准则对各个非目标穿刺点分别进行评分,以获取各个所述非目标穿刺点的各项评分;

[0062] 根据预先设定的各项评分准则所对应的权重,计算各个所述非目标穿刺点的综合评分;

[0063] 将综合评分最高的非目标穿刺点作为目标穿刺点。

[0064] 可选的,所述控制装置还包括与所述病灶识别模块通信连接的功能安全模块,所述功能安全模块用于根据所述图像配准单元输出的配准图像,对所述手术设备的实时运动

轨迹进行监测。

[0065] 可选的,所述功能安全模块还用于根据所述实时病灶信息,获取安全操作边界信息,并根据所述安全操作边界信息,判断所述手术设备的实时运动轨迹是否超出安全操作边界区域。

[0066] 可选的,所述自动规划模块还用于根据所述实时病灶信息,规划手术操作参数。

[0067] 可选的,所述手术设备包括驱动单元和手术器械,所述手术器械安装于所述驱动单元上,所述控制模块用于根据所获取的手术操作参数和所述目标手术路径控制所述驱动单元驱动所述手术器械执行手术。

[0068] 可选的,所述驱动单元为机械臂,所述机械臂的末端安装有用于固定所述手术器械的固定器。

[0069] 可选的,所述手术器械为用于执行穿刺手术的器械;

[0070] 所述自动规划模块用于根据所述实时病灶信息,进行穿刺路径的规划,以获取目标穿刺路径;

[0071] 所述控制模块用于根据所获取的手术操作参数和所述目标穿刺路径控制所述手术设备执行穿刺手术。

[0072] 可选的,所述手术器械为冷冻消融针,所述手术设备还包括制冷装置,所述控制模块用于根据所述手术操作参数控制所述制冷装置向所述冷冻消融针提供冷源。

[0073] 可选的,所述手术操作参数包括冷冻时间、冷冻循环次数和冷冻剂量。

[0074] 可选的,所述手术系统还包括与所述控制装置通信连接的人机交互模块,所述人机交互模块用于进行数据的显示与交互。

[0075] 可选的,所述控制装置还包括数据存储模块,所述数据存储模块用于进行数据的存储与管理。

[0076] 可选的,所述第一图像采集装置为超声仪,所述手术系统还包括支架,所述支架包括基座以及安装于所述基座上的第一固定装置和第二固定装置,所述第一固定装置用于固定所述超声仪的超声探头,所述第二固定装置用于固定所述超声仪的头套,所述第一固定装置能够靠近和远离所述第二固定装置。

[0077] 与现有技术相比,本发明提供的手术系统具有以下优点:

[0078] (1) 本发明提供的手术系统通过根据所获取的实时病灶信息来进行手术路径的规划,从而可以保证所规划的目标手术路径的实时性,进而更加有利于后续的手术执行阶段能够更准确地消除病灶,相比于现有技术中的手术系统,本发明不仅可以保证手术的准确性,避免手术过程完全依靠医生临床经验所带来的众多风险,同时也能够有效降低医生工作量,提高医生工作效率,进而使得医生能够有更多精力投放至病情分析与治疗方案的优化中去。

[0079] (2) 本发明中的病灶识别模块通过获取术前医学图像和术中实时医学图像,并对所述术前医学图像和所述术中实时医学图像进行配准,以获取实时配准图像,从而可以获得高清晰度的术中实时图像,再根据所述实时配准图像,获取实时病灶信息,不仅可以有效提高病灶识别的准确率,降低医生工作量,为后续的手术路径规划阶段和手术执行阶段打下良好的基础,同时也可以保证所获取的病灶信息与手术时间是同步的,进而能够解决现有技术中因为成像时间先于手术时间而导致的无法完全显示当前病灶的问题,更加有利于

病灶的消除。

[0080] (3) 本发明中的控制装置还包括功能安全模块,所述功能安全模块可以根据实时配准图像对所述手术设备在手术执行过程中的实时运动轨迹进行监测,由于实时配准图像高清、准确,从而可实现对手术设备的快速精准监测,相较于现有技术,本发明对手术设备的监测具有实时性,可避免实际手术路径的偏离;同时,所述功能安全模块可以根据所述实时病灶信息获取安全操作边界信息,保证了安全边界的准确性,从而极大提高了手术系统在手术过程中的安全性能。

[0081] (4) 由于本发明提供的手术系统还包括人机交互模块,由此,通过所述人机交互模块能够对整个手术过程进行实时显示,进而使得整个手术过程能够完全在医生的监控下进行,同时也可以使得医生能够观察术中实时图像,从而使得医生能够获得更多手术信息,进一步降低了手术风险。

附图说明

[0082] 图1为本发明一实施方式中的手术系统的应用场景示意图;

[0083] 图2为本发明一实施方式中的手术系统的方框结构示意图;

[0084] 图3为本发明一实施方式中的支架的结构示意图;

[0085] 图4为本发明第一种实施方式中的图像配准的流程示意图;

[0086] 图5为本发明第二种实施方式中的图像配准的流程示意图;

[0087] 图6为本发明第三种实施方式中的图像配准的流程示意图;

[0088] 图7为本发明一实施方式中的采用深度神经网络模型进行病灶识别的流程示意图;

[0089] 图8为本发明另一实施方式中的采用深度神经网络模型进行病灶识别的流程示意图;

[0090] 图9为本发明一实施方式中的深度神经网络模型的训练流程示意图;

[0091] 图10为本发明一实施方式中的规划穿刺路径的流程示意图;

[0092] 图11为本发明一实施方式中的获取目标穿刺点的流程示意图;

[0093] 图12为本发明另一实施方式提供的手术系统的方框结构示意图;

[0094] 图13为本发明一实施方式提供的功能安全模块的工作流程示意图;

[0095] 图14为本发明一实施方式提供的手术设备的局部结构示意图;

[0096] 图15为本发明一实施方式提供的驱动单元的局部结构示意图;

[0097] 图16为本发明另一实施方式提供的支架的结构示意图;

[0098] 图17为本发明一实施方式提供的制冷装置的结构示意图;

[0099] 图18为本发明一实施方式提供的冷冻消融针的局部结构示意图;

[0100] 图19为本发明一实施方式提供的冷冻消融过程的流程示意图。

[0101] 其中,附图标记如下:

[0102] 第一图像采集装置-100;控制装置-200;手术设备-300;病灶识别模块-210;图像获取单元-211;图像配准单元-212;病灶识别单元-213;自动规划模块-220;控制模块-230;第二图像采集装置-400;驱动单元-310;手术器械-320;固定器-311;功能安全模块-240;人机交互模块-600;数据存储模块-250;支架-500;基座-510;第一固件装置-520;第二固定装

置-530;超声探头-110;头套-120;刻度-321;隔热涂层-322;显示屏-323;制冷装置-330;预冷装置-331;热交换装置-332;冷冻气源-333;阀门-334。

具体实施方式

[0103] 以下结合附图1至19和具体实施方式对本发明提出的手术系统作进一步详细说明。根据下面说明,本发明的优点和特征将更清楚。需要说明的是,本发明中的附图采用非常简化的形式且均使用非精准的比例,仅用以方便、明晰地辅助说明本发明实施方式的目的。为了使本发明的目的、特征和优点能够更加明显易懂,请参阅附图。须知,本说明书所附图式所绘示的结构、比例、大小等,均仅用以配合说明书所揭示的内容,以供熟悉此技术的人士了解与阅读,并非用以限定本发明实施的限定条件,任何结构的修饰、比例关系的改变或大小的调整,在与本发明所能产生的功效及所能达成的目的相同或近似的情况下,均应仍落在本发明所揭示的技术内容能涵盖的范围内。本文所公开的本发明的具体设计特征包括例如具体尺寸、方向、位置和外形将部分地由具体所要应用和使用的环境来确定。以及,在以下说明的实施方式中,有时在不同的附图之间共同使用同一附图标记来表示相同部分或具有相同功能的部分,而省略其重复说明。在本说明书中,使用相似的标号和字母表示类似项,因此,一旦某一项在一个附图中被定义,则在随后的附图中不需要对其进行进一步讨论。另外,如果本文所述的方法包括一系列步骤,且本文所呈现的这些步骤的顺序并非必须是可执行这些步骤的唯一顺序,且一些所述的步骤可被省略和/或一些本文未描述的其他步骤可被添加到该方法。

[0104] 此外,需要说明的是,在本文中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0105] 本发明的主要目的在于提供一种手术系统,用于进行自动手术,并具有准确、可靠、安全、高效等优点,可解决现有技术中,医生依靠术前图像来判断病灶,然后根据临床经验来规划手术路径,确定手术操作参数,手术过程完全依靠医生临床经验,存在众多风险的问题。

[0106] 为实现上述目的,本发明提供一种手术系统,请参考图1和图2,其中,图1示意性地给出了本发明一实施方式提供的手术系统的应用场景示意图;图2示意性地给出了本发明一实施方式提供的手术系统的方框结构示意图。如图1和图2所示,所述手术系统包括控制装置200和手术设备300,所述手术设备300与所述控制装置200通信连接。可选的,所述手术系统还包括第一图像采集装置100。所述第一图像采集装置100与所述控制装置200通信连接,用于采集术中实时医学图像。具体地,所述第一图像采集装置100可为超声仪、CT设备或MR设备,通过所述超声仪可以采集术中实时超声图像,通过CT设备可以采集术中实时CT图像,通过MR设备可以采集术中实时MRI图像。当然如本领域技术人员所能理解的,所述第一图像采集装置还可以为除超声仪、CT设备、MR设备以外的其它能够采集医学图像的影像设

备,本发明对此并进行限制。

[0107] 请参考图3,其示意性地给出了本发明一实施提供的支架的结构示意图。如图3所示,当所述第一图像采集装置100为超声仪时,所述手术系统还包括支架500,所述支架500包括基座510以及安装于所述基座510上的第一固定装置520和第二固定装置530,所述第一固定装置520用于固定所述超声仪的超声探头110,第二固定装置530用于固定所述超声仪的头套120,所述第一固定装置520能够靠近和远离所述第二固定装置530。由此,通过设置所述支架500,可以更加便于超声探头110和头套120的放置,其中所述头套120用于在使用所述超声探头110时,包裹住所述超声探头110,从而通过所述头套120可以有效防止病菌的交叉感染,进一步提高手术过程中的安全性能。当需要使用所述超声探头110采集图像时,可以将所述第一固定装置520朝向所述第二固定装置530所在位置移动,以将所述超声探头110插入所述头套120内,最后再将套设有所述头套120的超声探头110插入患者体内,即可进行术中实时医学图像的采集。

[0108] 具体地,可以在所述基座510上设置滑轨,所述第一固定装置520与一驱动装置相连,例如电机,在所述驱动装置的驱动下,所述第一固定装置520可以沿所述滑轨滑动,以靠近和远离所述第二固定装置530。当然,如本领域技术人员所能理解的,在其它一些实施方式中,也可以通过现有技术中的其它手段,实现所述第一固定装置520靠近和远离所述第二固定装置530。

[0109] 请继续参考图1和图2,如图1和图2所示,所述控制装置200包括通信连接的病灶识别模块210、自动规划模块220和控制模块230,所述病灶识别模块210用于根据术中实时医学图像和术前医学图像,获取实时病灶信息;所述自动规划模块220用于根据所述实时病灶信息,进行手术路径的规划,以获取目标手术路径;所述控制模块230用于根据所获取的手术操作参数和所述目标手术路径控制所述手术设备300执行手术。由此,本发明提供的手术系统通过所述病灶识别模块210能够根据术中实时医学图像和术前医学图像,自动获取实时病灶信息;通过所述自动规划模块220能够根据所述实时病灶信息,自动进行手术路径的规划,例如穿刺手术路径的规划,切割手术路径的规划等;通过所述控制模块230能够根据规划好的路径(即目标路径)自动控制所述手术设备300执行手术,以达到消除病灶的目的。可见,本发明提供的手术系统通过根据所获取的实时病灶信息来进行手术路径的规划,从而可以保证所规划的目标手术路径的实时性,进而更加有利于后续的手术执行阶段能够更准确地消除病灶,相比于现有技术中的手术系统,本发明不仅可以保证手术的准确性,避免手术过程完全依靠医生临床经验所带来的众多风险,同时也能够有效降低医生工作量,提高医生工作效率,进而使得医生能够有更多精力投放至病情分析与治疗方案的优化中去。

[0110] 优选的,所述实时病灶信息可包括实时病灶位置信息、实时病灶体积信息、实时病灶形状信息和实时关键器官组织信息等。需要说明的是,如本领域技术人员所能理解的,在一些实施方式中,所述实时病灶信息可以只包括实时病灶位置信息;在一些实施方式中,所述实时病灶信息可以仅包括实时病灶位置信息和实时病灶体积信息;在一些实施方式中,所述实时病灶信息可以仅包括实时病灶位置信息和实时病灶形状信息;在一些实施方式中,所述实时病灶信息可以包括实时病灶位置信息、实时病灶体积信息、实时病灶形状信息;在一些实施方式中,所述实时病灶信息可以仅包括实时病灶位置信息和实时关键器官组织信息。此外,需要说明的是,所述实时关键器官组织信息包括实时病灶所在器官以及周

边危及器官的信息等。

[0111] 进一步的,如图1和图2所示,所述病灶识别模块210包括图像获取单元211、图像配准单元212和病灶识别单元213;所述图像获取单元211用于获取术前医学图像和术中实时医学图像;所述图像配准单元212用于对所述术前医学图像和所述术中实时医学图像进行配准,以获取实时配准图像;所述病灶识别单元213用于根据所述实时配准图像,获取实时病灶信息。由此,本发明中的病灶识别模块210通过获取术前医学图像和术中实时医学图像,并对所述术前医学图像和所述术中实时医学图像进行配准,以获取实时配准图像,从而可以获得高清晰度的术中实时图像,再根据所述实时配准图像,获取实时病灶信息,不仅可以有效提高病灶识别的准确率,降低医生工作量,为后续的手术路径规划阶段和手术执行阶段打下良好的基础,同时也可以保证所获取的实时病灶信息与手术时间是同步的,进而能够解决现有技术中因为成像时间先于手术时间而导致的无法完全显示当前病灶的问题,更加有利于病灶的消除。

[0112] 请继续参考图4,其示意性地给出了本发明第一种实施方式提供的图像配准的流程图示意图。如图4所示,当所述术前医学图像为CT图像或MRI图像,所述术中实时医学图像为CT图像或MRI图像时,所述图像配准单元212具体通过以下过程对所述术前医学图像和所述术中实时医学图像进行配准,以获取实时配准图像:

[0113] 对所述术前医学图像进行三维建模,以获取术前三维医学图像;

[0114] 对所述术中实时医学图像进行三维建模,以获取术中实时三维医学图像;

[0115] 将所述术前三维医学图像配准至所述术中实时三维医学图像,以获取实时配准图像。

[0116] 图像配准是指对于一幅图像寻求一种或一系列空间变换,使它与另一幅图像上的对应点达到空间上的匹配,对于医学图像而言,这种匹配是指人体上的同一解剖点在两张匹配的医学图像上具有相同的空间位置。医学图像的配准方法有很多种,按照不同的分类方法可以进行划分,例如:按照所选图像特征量的不同,可以分为基于图像内部特征和基于图像外部特征的配准方法。基于图像内部特征的方法有:基于边界的方法,基于体素相似性的方法;基于图像外部特征的方法有:定标架法,皮肤外标记法等。如果按照配准几何变换的线性和非线性来分,可以分为线性配准变换和非线性配准变换。线性配准变换包括刚性变换、仿射变换和投影变换;非线性配准变换就是我们通常所说的弹性配准变换。具体地,在本实施方式中可以采用弹性配准方法,即通过构建合适的弹性变换模型,基于所述弹性变换模型,将所述术前三维医学图像配准至所述术中实时三维医学图像,以获取配准后的术中实时三维医学图像,即配准图像。由于弹性配准的局部适应性更强,由此通过采用弹性配准方法,可以实现更加精确的配准。需要说明的是,如本领域技术人员所能理解的,在其它一些实施方式中,还可以采用除弹性配准方法以外的其它图像配准方法,将所述术前三维医学图像配准至所述术中实时三维医学图像,例如刚性变换配准方法、仿射变换配准方法、投影变换配准方法等,本发明对此并不进行限制。

[0117] 由于本实施方式中所获取的术前CT图像或MRI图像是高清晰度的图像,由此,通过将所述术前三维医学图像配准至所述术中实时三维医学图像,可以有效提高配准后的术中实时三维医学图像的清晰度,从而可以为后续的病灶识别打下良好的基础,提高病灶识别的准确率。此外,本实施方式通过先对术前医学图像和术中实时医学图像进行三维建模,再

将术前三维医学图像配准至术中实时三维医学图像,从而可以获取三维的配准图像,进而通过三维的配准图像能够更加全面的显示实时病灶信息。

[0118] 进一步地,所述实时配准图像为将配准后的所述术前三维医学图像与所述术中实时三维医学图像相融合后所得到的图像。图像融合是用特定的算法将两幅或多幅图像综合成一幅新的图像,融合结果由于能利用两幅(或多幅)图像在时空上的相关性及信息上的互补性,从而使得融合后的图像对场景具有更全面、更清晰的描述。由此,本发明通过将配准后的所述术前三维医学图像与所述术中实时三维医学图像相融合后以得到实时配准图像,使得所述实时配准图像融合了术前三维医学图像与术中实时三维医学图像中的信息,从而能够使得所述实时配准图像中的病灶能够显示的更加全面,进而能够进一步提高后续病灶识别的准确率。

[0119] 请继续参考图5,其示意性地给出了本发明第二种实施方式提供的图像配准的流程图示意图。如图5所示,在本实施方式中,所述术前医学图像为CT图像或MRI图像,所述术中实时医学图像为超声图像,所述图像配准单元212具体通过以下过程对所述术前医学图像和所述术中实时医学图像进行配准,以获取实时配准图像:

[0120] 对所述术前医学图像进行三维建模,以获取术前三维医学图像;

[0121] 将所述术前三维医学图像配准至所述术中实时医学图像,以获取第一实时配准图像;

[0122] 将所述术中实时医学图像配准至所述术前三维医学图像,以获取第二实时配准图像。

[0123] 由此,通过将所述术前三维医学图像配准至所述术中实时医学图像,可以获得局部的二维实时图像,即第一实时配准图像;通过将所述术中实时医学图像配准至所述术前三维医学图像,可以获得全局的三维实时图像,即第二实时配准图像,由此,通过所述第一实时配准图像和所述第二实时配准图像可以获得更多的关于病灶的信息。

[0124] 进一步地,为了提高配准效率,所述将所述术中实时医学图像配准至所述术前三维医学图像,以获取第二实时配准图像,包括:

[0125] 对所述术中实时医学图像进行三维建模,以获取术中实时三维医学图像;

[0126] 将所述术中实时三维医学图像配准至所述术前三维医学图像,以获取第二实时配准图像。

[0127] 由此,先通过对所述术中实时医学图像进行三维建模,以获取术中实时三维医学图像,再将所述术中实时三维医学图像配准至所述术前三维医学图像,以获得第二实时配准图像,可以大大提高配准效率。具体地,可以通过超声探头进行连续扫描,以获取不同扫描层的超声图像(即术中实时医学图像),再对所述不同扫描层的超声图像进行三维建模,即可获取术中实时三维医学图像。需要说明的是,如本领域技术人员所能理解的,在其它一些实施方式中,也可以将所获得的不同扫描层的超声图像一层一层配准至所述术前三维医学图像中,以获取所述第二实时配准图像。

[0128] 请继续参考图2,如图2所示,所述手术系统还包括与所述控制装置通信连接的第二图像采集装置400,所述第二图像采集装置400用于实时采集术中实时患者皮肤图像。

[0129] 请继续参考图6,其示意性地给出了本发明第三种实施方式提供的图像配准的流程图示意图,如图6所示,所述图像配准单元212具体通过以下过程对所述术前医学图像和所

术中实时医学图像进行配准,以获取实时配准图像:

[0130] 对所述术前医学图像进行三维建模,以获取术前三维医学图像;

[0131] 对所述术中实时医学图像进行三维建模,以获取术中实时三维医学图像;

[0132] 对所述术中实时患者皮肤图像进行三维建模,以获取术中实时人体模型图像;

[0133] 对所述术前三维医学图像和所述术中实时三维医学图像进行配准与融合,以获取第一实时融合图像;

[0134] 将所述第一实时融合图像配准至所述术中实时人体模型图像,以获取实时配准图像。

[0135] 由此,本实施方式通过第二图像采集装置400采集术中实时患者皮肤图像,通过所述图像配准单元212对所述术中实时患者皮肤图像进行三维建模,可以获取术中实时人体模型图,再将通过对所述术前三维医学图像和所述术中实时三维医学图像进行配准与融合所得到的第一实时融合图像配准至所述术中实时人体模型图像,从而可以得到包含人体轮廓的三维实时配准图像,在通过下文所述的深度神经网络模型对所述实时配准图像进行病灶识别的过程中,可以直接输出病灶在人体中的实际位置,进而更加有利于后续手术路径的规划以及相关手术的执行。

[0136] 具体地,在本实施方式中,所述术前医学图像可以为CT图像或MRI图像,所述术中实时医学图像可以为CT图像、MRI图像或超声图像。所述第二图像采集装置400具体可以为光学监测仪,此时,所述第二图像采集装置400可以基于光学跟踪的方法采集术中实时患者皮肤图像。当然如本领域技术人员所能理解的,所述第二图像采集装置400还可以为双目摄像机,此时,所述第二图像采集装置400可以基于双目视觉测量原理采集术中实时患者皮肤图像。

[0137] 进一步地,所述实时配准图像为将配准后的所述术中实时人体模型图像与所述第一实时融合图像相融合后得到的图像。由此,此时所获得的实时配准图像中同时融合了所述术前三维医学图像、所述术中实时三维医学图像以及所述术中三维人体模型图像中的信息。由此,可以使得所述实时配准图像中的病灶能够显示的更加全面,进一步提高后续病灶识别的准确率,从而为后续的自动进行手术路径规划和自动执行手术阶段奠定良好的基础,进一步提高本发明提供的手术系统的自动手术效果。

[0138] 在一种示范性的实施方式中,所述病灶识别单元213通过采用预先训练好的深度神经网络模型对所述实时配准图像进行病灶的识别,以获取实时病灶信息。

[0139] 其中,所述实时配准图像可以为采用第一种实施方式或第三种实施方式所提供的配准方法所得到的实时配准图像。由此,本发明通过采用预先训练好的深度神经网络模型对所述实时配准图像进行病灶的识别,不仅可以自动识别出病灶,为后续的自动进行手术路径规划和自动执行手术阶段奠定良好的基础,进一步提高本发明提供的手术系统的自动手术效果;同时也有效降低了医生工作量,提高了医生的工作效率,使得医生能够有更多的精力投入到患者病情分析与治疗方案的优化中去。此外,通过采用预先训练好的深度神经网络模型对所述实时配准图像进行识别,可以有效提高病灶识别的准确率与效率。具体地,可以在所述实时配准图像中采用不同颜色与深浅显示识别出的病灶、病灶所在器官以及周边危及器官,由此,此种设置,可以更加便于医生观察病灶所在位置。

[0140] 请继续参考图7,其示意性地给出了本发明一实施方式提供的采用深度神经网络

模型进行病灶识别的流程示意图。如图7所示,在本实施方式中,可以通过如下过程采用神经网络模型进行病灶的识别:

[0141] 步骤一、输入实时配准图像;

[0142] 步骤二、依据所述实时配准图像的特征进行模块化划分,以获取多个图像模块;

[0143] 步骤三、对每个所述图像模块的特征进行识别,基于识别出的特征,进行图像的重构,以获取对应的重构图像;

[0144] 步骤四、基于所述重构图像,通过深度学习获得实时病灶信息及准确率信息;

[0145] 步骤五、判断所述准确率是否大于预设阈值;

[0146] 若是,则输出所述实时病灶信息;

[0147] 若否,则返回步骤二,重新进行病灶的识别,直至所述准确率大于预设阈值。

[0148] 其中,在本实施方式中,所述实时配准图像可以为采用第一种实施方式或第三种实施方式所提供的配准方法所得到的实时配准图像。

[0149] 请继续参考图8,其示意性地给出了本发明另一实施方式提供的采用深度神经网络模型识别病灶的流程示意图。如图8所示,在本实施方式中,所述病灶识别单元213具体通过以下过程获取实时病灶信息:

[0150] 采用预先训练好的深度神经网络模型对所述术前三维医学图像进行分割,以获取分割图像;

[0151] 将所述分割图像与所述第一实时配准图像进行融合,以获取第二实时融合图像;

[0152] 将所述分割图像与所述第二实时配准图像进行融合,以获取第三实时融合图像;

[0153] 将所述第二实时融合图像与所述第三实时融合图像进行融合,以获取第四实时融合图像;

[0154] 根据所述第四实时融合图像,获取实时病灶信息。

[0155] 由此,通过采用预先训练好的深度神经网络模型对所获取的术前三维医学图像进行分割,可以获取包含病灶、病灶所在器官以及周边危及器官的分割图像。具体地,可以采用不同颜色与深浅显示病灶、病灶所在器官以及周边危及器官,再将所述分割图像分别与所述第一实时配准图像、所述第二实时配准图像进行融合,以获取第二实时融合图像和第三实时融合图像,最后再将所述第二实时融合图像与所述第三实时融合图像进行融合,从而可以输出包含病灶、病灶所在器官以及周边危及器官的实时坐标的第四实时融合图像。

[0156] 请继续参考图9,其示意性地给出了本发明一实施方式提供的深度神经网络模型的训练流程示意图。如图9所示,所述深度神经网络模型可以通过如下过程得到:

[0157] 获取训练样本;

[0158] 对所述训练样本进行区域分割、病灶与关键器官标注等预处理;

[0159] 基于聚类的思想,构建三维分割深度神经网络损失函数,并设计三维深度神经网络结构;

[0160] 将经过预处理后的所述训练样本输入所述三维深度神经网络结构进行训练,以得到深度神经网络模型。

[0161] 其中,所述训练样本来自于已有的病例图像。关于如何基于聚类的思想,构建三维分割深度神经网络损失函数,并设计三维深度神经网络结构,以及如何通过经过预处理后的训练样本对所述三维深度神经网络结构进行训练,以得到深度神经网络模型,可以参考

现有技术,故本发明对此不再进行赘述。

[0162] 请继续参考10,其示意性地给出了本发明一实施方式提供的规划穿刺路径的流程示意图。如图10所示,所述自动规划模块220具体通过以下过程进行穿刺手术路径的规划:

[0163] 根据所述实时病灶信息,获取至少一个病灶靶点和多个穿刺点的位置信息;

[0164] 根据预先设定的条件,对各个所述穿刺点进行评价,以获取目标穿刺点;

[0165] 连接对应的所述病灶靶点和所述目标穿刺点,以获取目标穿刺路径。

[0166] 由此,根据所述目标穿刺路径,即可获取穿刺器械的入针角度和入针深度,所述控制模块230根据所述目标穿刺路径,可以自动控制手术设备300达到病灶位置处,以自动执行穿刺手术,从而达到自动消除病灶的目的。

[0167] 进一步地,所述根据所述实时病灶信息,获取至少一个病灶靶点和多个穿刺点的位置信息,包括:

[0168] 获取图像坐标系与手术设备坐标系之间的空间映射关系;

[0169] 根据所述空间映射关系和所述实时病灶信息,获取病灶在所述手术设备坐标系下的实时位置信息;

[0170] 根据所述病灶在所述手术设备坐标系下的位置信息,获取至少一个病灶靶点和多个穿刺点在所述手术设备坐标系下的位置信息。

[0171] 具体地,所述图像坐标系为包含所述实时病灶信息的实时配准图像或第四实时融合图像的坐标系。坐标系之间空间映射关系的获取可参考现有方法,本发明对此不再进行赘述。由此,本发明通过建立图像坐标系与手术设备300坐标系之间的空间映射关系,并根据该空间映射关系,将病灶在图像坐标系下的位置信息转换为其在手术设备300坐标系下的位置信息,再根据所述病灶在所述手术设备300坐标系下的位置信息,获取至少一个病灶靶点和多个穿刺点在所述手术设备300坐标系下的位置信息,从而可以保证最终获得的目标穿刺路径直接与手术设备300相关联,使得所述控制模块230能够自动根据所述目标穿刺路径控制所述手术设备300执行穿刺手术。

[0172] 所述病灶靶点是指所规划的穿刺路径的终点,所获取的病灶靶点所在位置即为所规划的穿刺路径的终点位置,所述穿刺点是指所规划的穿刺路径的起点,所获取的穿刺点位置即为所规划的穿刺路径的起点位置。在实际操作中,所述病灶靶点的个数和位置可以根据病灶的位置和个数的具体情况进行设置,例如,当病灶为多个时,病灶靶点的个数也为多个,即一个病灶至少对应一个病灶靶点,对应同一个病灶也可根据病灶体积、类型等实际情况设置多个靶点。在根据所述实时病灶信息,获取穿刺点时,可以根据病灶的位置、体积等信息,设定多个均匀覆盖病灶的穿刺点,也可由医生根据经验设定。作为本发明的一种实施方式,也可根据预先获取的患者的体表数据选择多个穿刺点。再根据预先设定的条件,对各个所述穿刺点进行评价,以获取目标穿刺点,最后连接对应的所述病灶靶点和所述目标穿刺点,即可获取目标穿刺路径。

[0173] 请继续参考图11,其示意性地给出了本发明一实施方式提供的获取目标穿刺点的流程示意图。如图11所示,所述根据预先设定的条件,对各个所述穿刺点进行评价,以获取目标穿刺点,具体包括如下过程:

[0174] 步骤A、根据预先设定的评分准则对各个所述穿刺点进行评分,将评分最高的穿刺点作为目标穿刺点;

- [0175] 步骤B、判断所述目标穿刺点是否能够覆盖所有病灶；
- [0176] 若否，则执行步骤C；
- [0177] 步骤C、根据预先设定的评分准则对各个非目标穿刺点进行评分，将评分最高的非目标穿刺点作为目标穿刺点；
- [0178] 步骤D、判断所有的所述目标穿刺点是否能够共同覆盖所有病灶；
- [0179] 若否，则重复执行步骤C和D，直至所有的所述目标穿刺点能够共同覆盖所述病灶。
- [0180] 具体地，若所述步骤B的判断结果为所述目标穿刺点能够覆盖所有的病灶，则结束目标穿刺点的选择，直接连接对应的所述病灶靶点和目标穿刺点，以获取目标穿刺路径。需要说明的是，所述判断所述目标穿刺点能否覆盖所有病灶，是指在不触碰周边危及器官的条件下，用于穿刺的手术器械能否通过所述目标穿刺点到达所有病灶。同理，所述判断所有的所述目标穿刺点是否能够共同覆盖所有病灶，是指在不触碰周边危及器官的条件下，用于穿刺的手术器械能否通过所有的所述目标穿刺点到达所有病灶。
- [0181] 进一步地，所述根据预先设定的评分准则对各个所述穿刺点进行评分，将评分最高的穿刺点作为目标穿刺点，包括：
- [0182] 根据预先设定的多项评分准则对各个所述穿刺点分别进行评分，以获取各个所述穿刺点的各项评分；
- [0183] 根据预先设定的各项评分准则所对应的权重，分别计算各个所述穿刺点的综合评分；
- [0184] 将综合评分最高的穿刺点作为目标穿刺点；
- [0185] 所述根据预先设定的评分准则对各个非目标穿刺点进行评分，将评分最高的非目标穿刺点作为目标穿刺点，包括：
- [0186] 根据预先设定的多项评分准则对各个非目标穿刺点分别进行评分，以获取各个所述非目标穿刺点的各项评分；
- [0187] 根据预先设定的各项评分准则所对应的权重，计算各个所述非目标穿刺点的综合评分；
- [0188] 将评分最高的非目标穿刺点作为目标穿刺点。
- [0189] 具体地，评分准则包括：穿刺距离（即穿刺点与病灶靶点之间的距离）、穿刺路径是否与周边危及器官相触碰、穿刺点能够到达的病灶靶点的个数等。在具体操作时，先将所述多个穿刺点与所述病灶靶点一一进行连接，以获取多条穿刺路径，例如当穿刺点个数为N个，病灶靶点个数为M个时，则可以获取 $N \times M$ 条穿刺路径，即每个穿刺点对应M条穿刺路径。再依据各条穿刺路径的穿刺距离的评分准则，对其所对应的穿刺点进行第一项评分，其中，所述穿刺点所对应的M条穿刺路径中穿刺距离最短的穿刺路径的条数越多，则该穿刺点的第一项评分越高；并依据各条穿刺路径是否与周边危及器官相触碰的评分准则，对其所对应的穿刺点进行第二项评分，其中所述穿刺点所对应的M条穿刺路径中与周边危及器官不发生触碰的穿刺路径的条数越多，则该穿刺点的第二项评分越高；再依据穿刺点能够到达的病灶靶点的个数的评分准则，对各个穿刺点进行第三项评分，其中，所述穿刺点所能到达的病灶靶点的个数越多，则该穿刺点所对应的第三项评分越高；再根据各项评分准则所对应的权重，计算各个所述穿刺点的综合评分，将综合评分最高的穿刺点作为目标穿刺点。由于当病灶个数为多个时，第一次所获得的目标穿刺点可能不能覆盖所有病灶，因此还需要

为未能被第一次所获得的目标穿刺点所覆盖的未覆盖病灶重新选择目标穿刺点。在具体操作时,先将除第一次所获得目标穿刺点以外的其余穿刺点,即非目标穿刺点和与所述未覆盖病灶所对应的病灶靶点一一进行连接,以获取多条穿刺路径,再依据各项评分准则,对各个所述非目标穿刺点进行评分,并获取各个所述非目标穿刺点的综合评分,将评分最高的非目标穿刺点作为目标穿刺点,然后判断第一次所获得的目标穿刺点和此次所获得的目标穿刺点是否能够共同覆盖所有的病灶,若否,则再将除所有的所述目标穿刺点以外的其余非目标穿刺点与剩余未能被覆盖的未覆盖病灶所对应的病灶靶点一一进行连接,以获取多条穿刺路径,再依据各项评分准则,对各个所述非目标穿刺点进行评分,并获取各个所述非目标穿刺点的综合评分,将评分最高的非目标穿刺点作为目标穿刺点,然后判断所有的目标穿刺点(即第一次、第二次和此次所获得所有目标穿刺点)是否能够共同覆盖所有的病灶,若否,则再重复上述步骤,选取新的目标穿刺点,直至所有的病灶均能够被覆盖。

[0190] 为了进一步提高本发明提供的手术系统的手术效果和手术效率,在一种示范性的实施方式中,所述自动规划模块220还用于根据所述实时病灶信息,规划手术操作参数。例如,针对冷冻消融手术,可以根据所述实时病灶信息,获取病灶的体积、形状等信息,根据病灶的体积、形状等信息,可以自动设定冷冻消融体积、冷冻时间、冷冻循环次数、冷冻剂量等参数。由此,通过根据所获得的实时病灶信息,自动规划手术操作参数,可以进一步降低医生工作量,提高手术效率。此外,相对于现有技术中根据医生经验确定手术操作参数的方式,本发明可以进一步降低手术风险。需要说明的是,如本领域技术人员所能理解的,在其它一些实施方式中,所述手术操作参数也可以为医生根据所获取的实时病灶信息,人为确定的参数。

[0191] 请继续参考图12,其示意性地给出了本发明另一实施方式提供的手术系统的方框结构示意图。如图12所示,在本实施方式中,所述手术系统还包括与所述控制装置200通信连接的人机交互模块600,所述人机交互模块600用于进行数据的显示与交互。其中,所述人机交互模块600可以包括显示设备与交互软件,由此,医生可以通过所述显示设备查看规划好的手术路径,并可以根据实际情况实时调整手术路径。此外,还可以通过所述显示设备实时立体显示手术过程,交互软件还可以实时接收医生的控制信息,例如暂停或控制手术过程。另外,通过所述人机交互模块600还可以实现手术相关信息的记录与显示。可见,通过设置人机交互模块600,可以使得整个手术过程完全在医生监控下进行,并且医生具有完全的控制权,可以随时确认、打断、修改手术过程,同时通过所述人机交互模块600,也可以使得医生能够观察术中实时图像,从而使得医生能够获得更多手术信息,进一步降低了手术风险。

[0192] 进一步地,如图2和图12所示,所述控制装置200还包括数据存储模块250,所述数据存储模块250用于进行数据的存储与管理。由此,通过所述数据存储模块250可以存储图像数据、病人数据、手术相关数据以及提供数据管理功能。

[0193] 更进一步地,如图2和图12所示,所述控制装置200还包括与所述病灶识别模块210通信连接的功能安全模块240,所述功能安全模块240用于根据所述图像配准单元212输出的实时配准图像,对所述手术设备300的实时运动轨迹进行监测。当所述手术设备300的实时运动轨迹与规划的路径偏差过大,输出报警信息。具体地,可通过设定偏差阈值,当监测到实时运动轨迹与规划的路径偏差大于所述阈值时,输出报警信息。由此,在所述手术设备

300执行手术的过程中,通过所述功能安全模块240对所述手术设备300的实时运动轨迹进行监测,避免实际手术路径的偏离,从而确保在所述手术设备300发生意外时,能够及时停机,防止对患者造成伤害,保证所述手术设备300在执行手术过程中的安全性能。

[0194] 进一步的,所述功能安全模块240还通过所述病灶识别单元213获取所述实时病灶信息,用以生成安全操作边界信息,例如根据关键器官组织信息等,设定不损伤其他组织的区域范围(即安全操作边界区域),并根据所获取的安全操作边界信息判断所述手术设备300的实时运动轨迹是否超出安全操作边界区域。当所述手术设备300的实时运动轨迹触碰或超出安全操作边界区域,输出报警信息。

[0195] 由此,所述控制模块230可以依据所获取的手术操作参数、所述目标手术路径以及所述安全操作边界信息,控制所述手术设备300执行手术,通过所述功能安全模块240可以对所述手术设备300的实时运动轨迹进行监测,当所述功能安全模块240监测到所述手术设备300碰到操作边界时,系统会自动停止操作,并做出报警,以进一步提高手术过程中的安全性能。例如,针对穿刺手术,当穿刺针碰到操作边界时,系统会自动停止操作并自动退针,以提供安全保障。

[0196] 请继续参考图13,其示意性地给出了本发明一实施方式提供的功能安全模块的工作流程示意图。如图13所示,通过所述第一图像采集装置100可以采集术中实时医学图像,通过所述图像获取单元211可以获取所述第一图像采集装置100实时采集到的术中实时医学图像,通过所述图像配准单元212可以将术前医学图像与术中实时医学图像进行实时配准,以获得实时配准图像,通过所述人机交互模块600可以对所述实时配准图像进行显示,从而可以对所述手术设备300的运动轨迹(例如穿刺轨迹)进行实时显示,所述功能安全模块240可以实时判断所述手术设备300的运动轨迹(例如穿刺轨迹)是否偏离目标手术路径,以及所述手术设备300的运动轨迹(例如穿刺轨迹)是否超出安全操作边界,若判断结果为所述手术设备300的运动轨迹(例如穿刺轨迹)偏离目标手术路径过大,或所述手术设备300的运动轨迹(例如穿刺轨迹)超出所述安全操作边界,则系统会自动停机,并输出报警信息,所述报警信息可通过声音、灯光、人机交互界面显示报警信息等模式输出。

[0197] 请继续参考图14,其示意性地给出了本发明一实施方式提供的手术设备300的局部结构示意图。如图14所示,所述手术设备300包括驱动单元310和手术器械320,所述手术器械320安装于所述驱动单元310上,所述控制模块230用于根据所获取的手术操作参数和所述目标手术路径控制所述驱动单元310驱动所述手术器械320执行手术。

[0198] 具体地,请参考图15,其示意性地给出了本发明一实施方式提供的驱动单元的局部结构示意图。如图14和图15所示,所述驱动单元310可为机械臂,所述机械臂的末端安装有用于固定所述手术器械320的固定器311,例如当所述手术器械320为穿刺器械时,所述固定器311为穿刺器,通过所述穿刺器可以夹持所述穿刺器械。由此,通过机械臂驱动所述手术器械320执行手术,可以进一步降低手术风险,提高手术过程中的安全性能。需要说明的是,如本领域技术人员所能理解的,在其它一些实施方式中,所述驱动单元310还可以为除机械臂以外的其它自动化设备,本发明对此并不进行限制。

[0199] 请继续参考图16,其示意性地给出了本发明另一实施方式提供的支架的结构示意图。如图16所示,在本实施方式中,所述支架500上除了设有用于固定所述超声仪的超声探头110的第一固定装置520以及用于固定所述超声仪的头套120的第二固定装置530之外,还

设有用于固定所述手术器械320的固定器311,例如用于固定穿刺器械的穿刺器。在具体使用时,可以将所述超声探头110和所述手术器械320一起固定在所述支架500上,再将所述支架500安装于所述驱动单元310,例如机械臂上,由此通过所述驱动单元310可以同时控制所述超声探头110和所述手术器械320,从而可以更加便于操作。

[0200] 进一步地,所述手术器械320可以为用于执行穿刺手术的器械,例如用于执行活检穿刺手术的活检针或用于执行消融手术的冷冻消融针等。当然,如本领域技术人员所能理解的,所述手术器械320还可以为除用于执行穿刺手术以外的其它器械,本发明对此并不进行限制。

[0201] 当所述手术器械320为用于执行穿刺手术的器械时,即所述手术设备300用于执行穿刺手术时,所述自动规划模块220用于根据所述实时病灶信息,进行穿刺路径的规划,以获取目标穿刺路径;所述控制模块230用于根据所获取的手术操作参数和所述目标穿刺路径控制所述手术设备300执行穿刺手术。关于所述自动规划模块220如何根据所述实时病灶信息,进行穿刺路径的规划,可以参考上文中的手术路径规划中的相关内容,故对此不再进行赘述。

[0202] 当所述手术器械320为冷冻消融针时,如图2和图12所示,所述手术设备300还包括制冷装置330。所述控制模块230用于根据所述手术操作参数控制所述制冷装置330向所述冷冻消融针提供冷源,从而使得所述冷冻消融针能够按照所需要的手术操作参数,如冷冻时间、冷冻循环次数和冷冻剂量等,进行冷冻消融手术。由此,通过所述控制模块230根据所述手术操作参数控制所述制冷装置330向所述冷冻消融针提供冷源,可以达到自主消除病灶的目的。

[0203] 请参考图17,其示意性地给出了本发明一实施方式提供的制冷装置的结构示意图。如图17所示,所述制冷装置330包括预冷装置331、热交换装置332和冷冻气源333等,所述预冷装置331和所述热交换装置332均与所述冷冻气源333相连,由此通过所述预冷装置331和所述热交换装置332可以更好地控制流入所述冷冻消融针内的气体的温度和流量。其中,所述热交换装置332和所述冷冻气源333相连的管路上设有阀门334,由此通过所述阀门334,可以控制流经所述热交换装置332的气体流量。关于所述预冷装置331和热交换装置332的工作原理可以参考现有技术,本发明对此不再进行赘述。

[0204] 请继续参考图18,其示意性地给出了本发明一实施方式提供的冷冻消融针的局部结构示意图。如图18所示,所述冷冻消融针上设有刻度321、隔热涂层322、温度传感器(图中未示出)和显示屏323。具体地,所述刻度321设于所述冷冻消融针的外表面,由此,通过设置刻度321,可以精确调整所述冷冻消融针的入针深度。所述隔热涂层322设于所述冷冻消融针的除尖端部位(靠近患者的一端)以外的其它部位的内表面,由此,通过设置隔热涂层322,可以有效防止在治疗过程中,冷冻消融针冻伤除病灶以外的正常组织,以提高手术过程中的安全性。所述温度传感器设置于所述冷冻消融针的尖端部位,由此,通过所述温度传感器可以实时监测冷冻消融针的尖端的当前温度。所述显示屏323设于所述冷冻消融针的持针端(靠近操作者(即医生)的一端),由此通过所述显示屏323可以实时显示所述温度传感器测得的结果,以便于医生能够实时监测冷冻消融针的尖端的当前温度,从而可以进一步提高冷冻消融效果。

[0205] 请继续参考图19,其示意性地给出了本发明一实施方式提供的冷冻消融过程的流

程示意图。如图19所示,所述冷冻消融过程包括如下过程:

[0206] 冷冻消融针按照目标穿刺路径,插入病灶处;

[0207] 启动冷冻模式,针尖处产生的冰球逐渐增大;

[0208] 持续冷冻消融,冰球增大并覆盖病灶;

[0209] 开启复温模式,冰球消融;

[0210] 判断是否达到冷冻循环次数;

[0211] 若是,则将冷冻消融针退出,完成手术;

[0212] 若否,则重新启动冷冻模式。

[0213] 综上所述,与现有技术相比,本发明提供的手术系统具有以下优点:

[0214] (1) 本发明提供的手术系统通过所述病灶识别模块能够根据术中实时医学图像和术前医学图像,自动获取实时病灶信息;通过所述自动规划模块能够根据所述实时病灶信息,自动实时进行手术路径的规划;通过所述控制模块能够根据规划好的实时手术路径(即目标路径)自动控制所述手术设备执行手术,以达到消除病灶的目的。可见,本发明提供的手术系统通过根据所获取的实时病灶信息来进行手术路径的规划,从而可以保证所规划的目标手术路径的实时性,进而更加有利于后续的手术执行阶段能够准确地消除病灶,相比于现有技术中的手术系统,本发明不仅可以保证手术准确性,避免手术过程完全依靠医生临床经验所带来的众多风险,同时也能够有效降低医生工作量,提高医生工作效率,进而使得医生能够有更多精力投放至病情分析与治疗方案的优化中去。

[0215] (2) 本发明中的病灶识别模块通过获取术前医学图像和术中实时医学图像,并对所述术前医学图像和所述术中实时医学图像进行配准,以获取实时配准图像,从而可以获得高清晰度的术中实时图像,再根据所述实时配准图像,获取实时病灶信息,不仅可以有效提高病灶识别的准确率,降低医生工作量,为后续的手术路径规划阶段和手术执行阶段打下良好的基础,同时也可以保证所获取的病灶信息与手术时间是同步的,进而能够解决现有技术中因为成像时间先于手术时间而导致的无法完全显示当前病灶的问题,更加有利于病灶的消除。

[0216] (3) 由于本发明中的控制装置还包括功能安全模块,所述功能安全模块可以根据实时配准图像对所述手术设备在手术执行过程中的实时运动轨迹进行监测,由于实时配准图像高清、准确,从而可实现对手术设备的快速精准监测,相较于现有技术,本发明对手术设备的监测具有实时性,可避免实际手术路径的偏离;同时,所述功能安全模块可以根据所述实时病灶信息获取安全操作边界信息,保证了安全边界的准确性,从而极大提高了手术系统在手术过程中的安全性能。

[0217] (4) 由于本发明提供的手术系统还包括人机交互模块,由此,通过所述人机交互模块能够对整个手术过程进行实时显示,进而使得整个手术过程能够完全在医生的监控下进行,同时也可以使得医生能够观察术中实时图像,从而使得医生能够获得更多手术信息,进一步降低了手术风险。

[0218] 应当注意的是,在本文的实施方式中所揭露的装置和方法,也可以通过其他方式实现。以上所描述的装置实施方式仅仅是示意性的,例如,附图中的流程图和框图显示了根据本文的多个实施方式的装置、方法和计算机程序产品的可能实现的体系架构、功能和操作。在这点上,流程图或框图中的每个方框可以代表一个模块、程序或代码的一部分,所

述模块、程序段或代码的一部分包含一个或多个用于实现规定的逻辑功能的可执行指令，所述模块、程序段或代码的一部分包含一个或多个用于实现规定的逻辑功能的可执行指令。也应当注意，在有些作为替换的实现方式中，方框中所标注的功能也可以以不同于附图中所标注的顺序发生。例如，两个连续的方框实际上可以基本并行地执行，它们有时也可以按相反的顺序执行，这依所涉及的功能而定。也要注意的，框图和/或流程图中的每个方框、以及框图和/或流程图中的方框的组合，可以用于执行规定的功能或动作的专用的基于硬件的系统来实现，或者可以用专用硬件与计算机指令的组合来实现。

[0219] 另外，在本文各个实施方式中的各功能模块可以集成在一起形成一个独立的部分，也可以是各个模块单独存在，也可以两个或两个以上模块集成形成一个独立的部分。

[0220] 此外，在本说明书的描述中，参考术语“一个实施方式”、“一些实施方式”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施方式或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施方式或示例中。在本说明书中，对上述术语的示意性表述不必须针对的是相同的实施方式或示例。而且，描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任一个或多个实施方式或示例中以合适的方式结合。此外，在不相互矛盾的情况下，本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施方式或示例以及不同实施方式或示例的特征进行结合和组合。

[0221] 综上，上述实施方式对本发明提出的病灶识别方法、手术路径规划方法、存储介质和手术系统进行了详细说明，当然，上述描述仅是对本发明较佳实施方式的描述，并非对本发明范围的任何限定，本发明领域的普通技术人员根据上述揭示内容做的任何变更、修饰，均属于本发明的保护范围。显然，本领域的技术人员可以对本发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样，倘若这些修改和变型属于本发明及其等同技术的范围之内，则本发明也意图包括这些改动和变型在内。

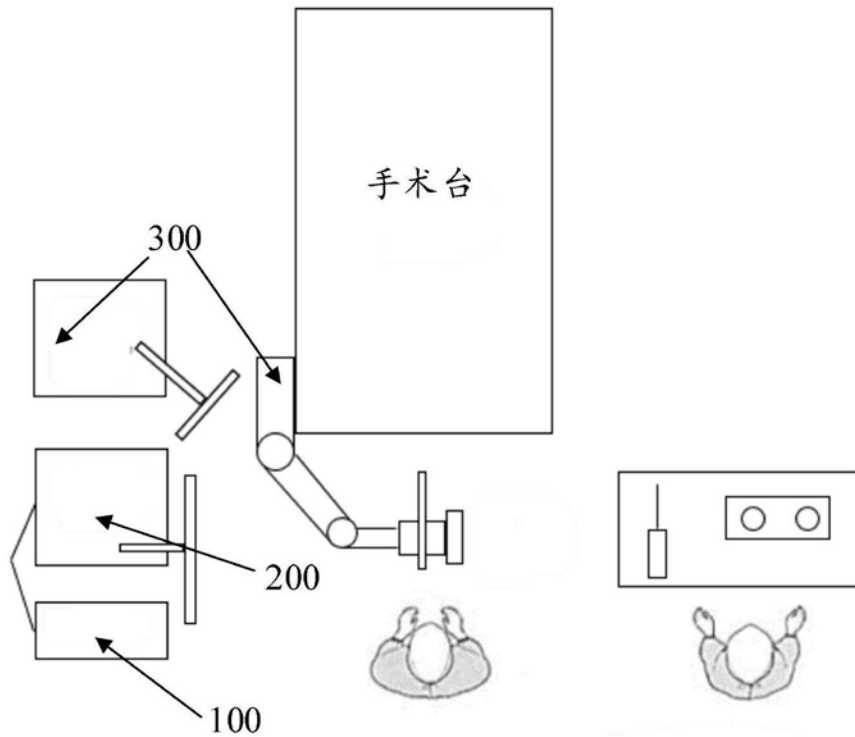


图1

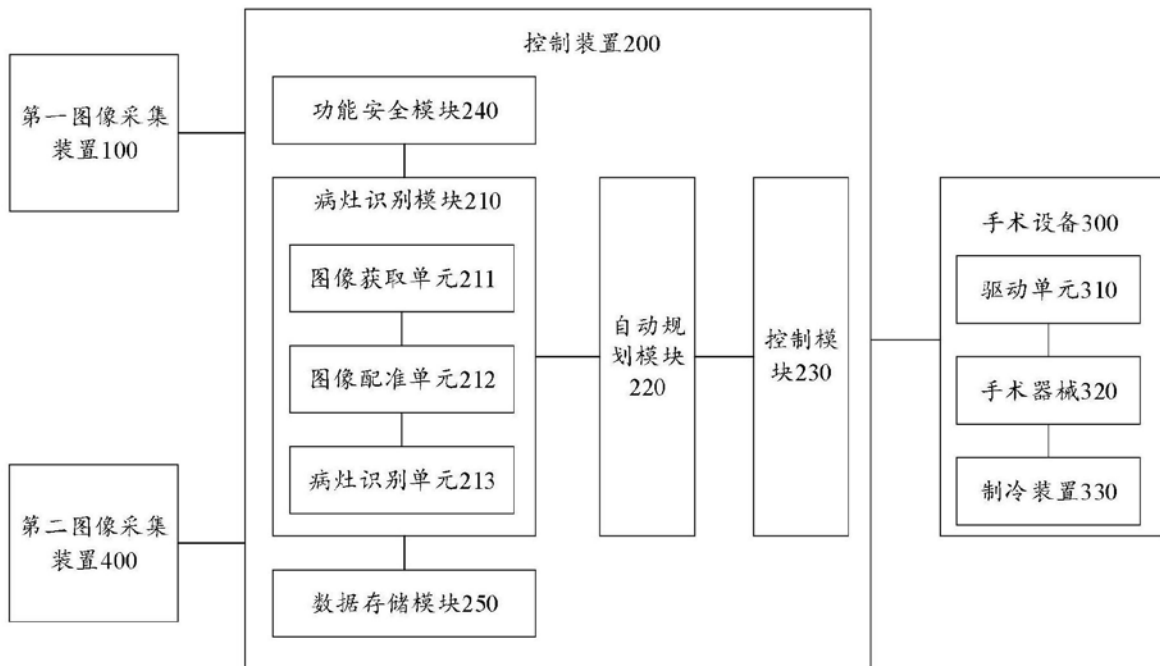


图2

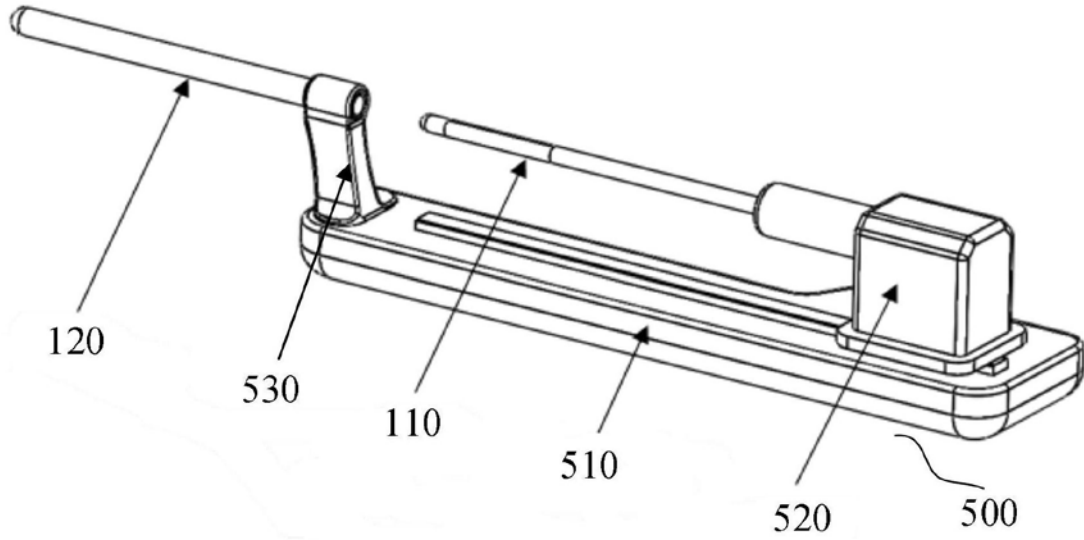


图3



图4

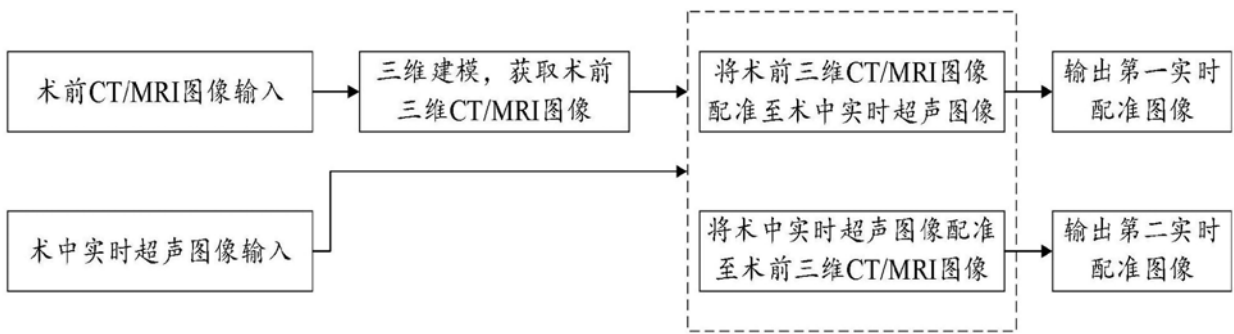


图5

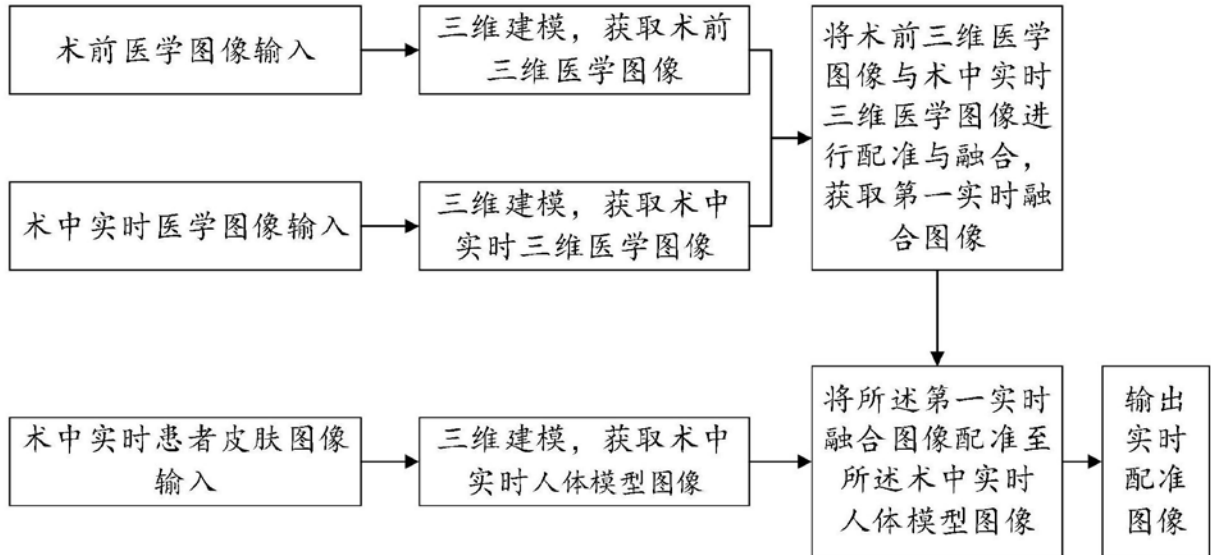


图6

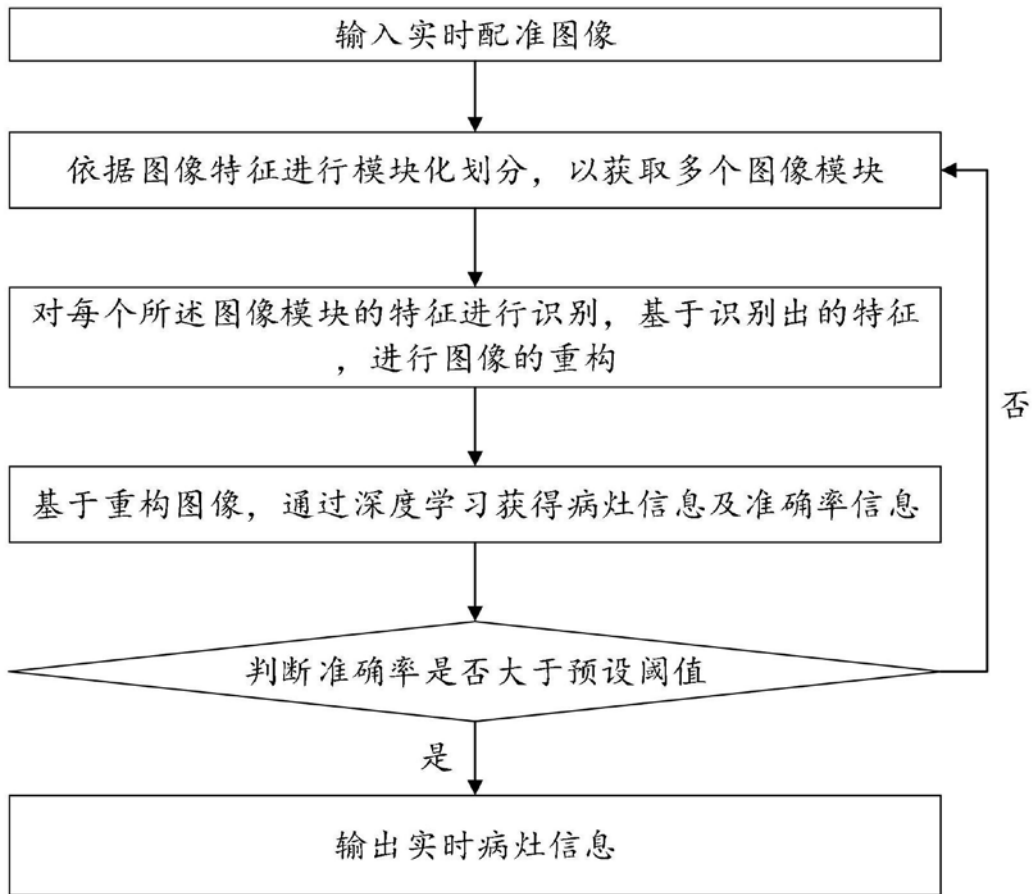


图7

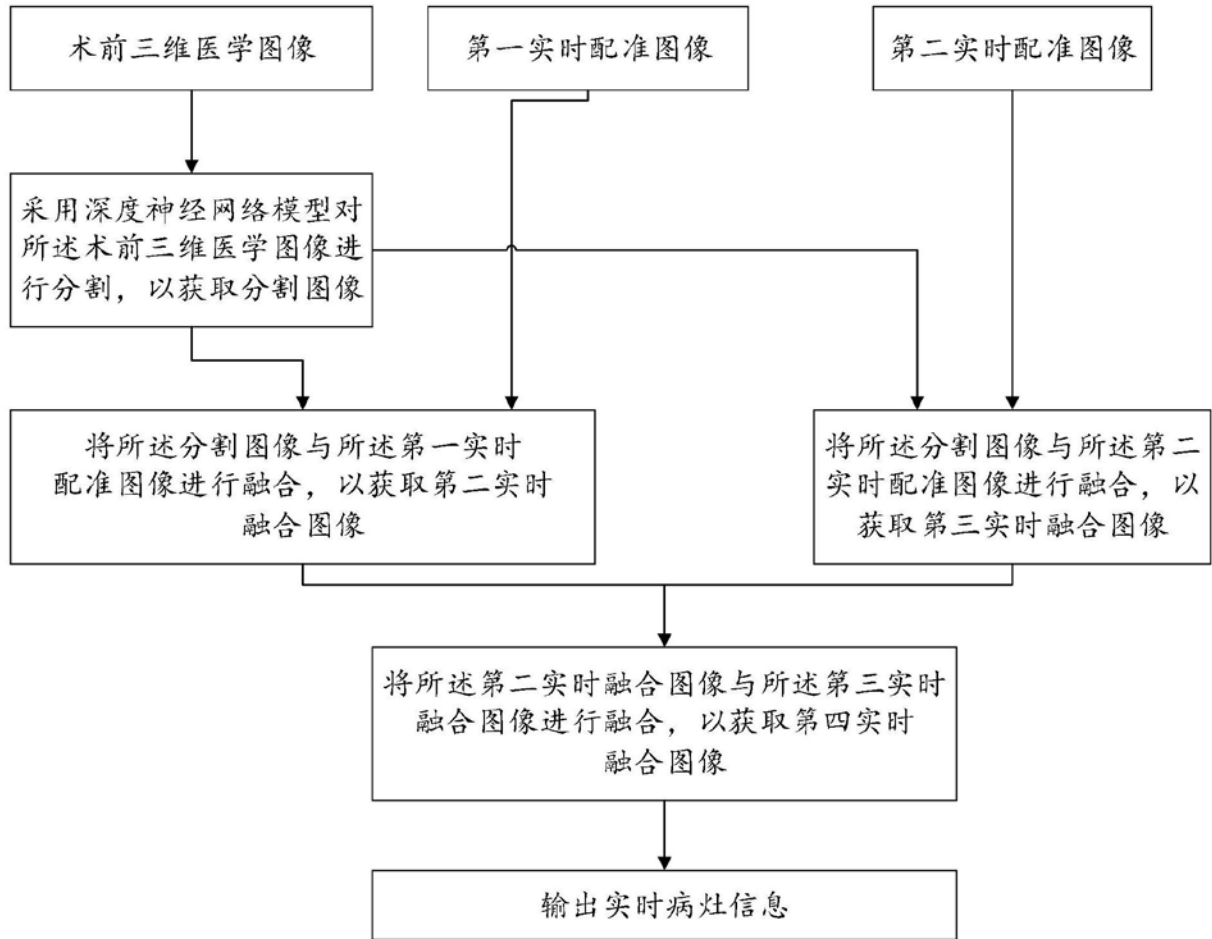


图8

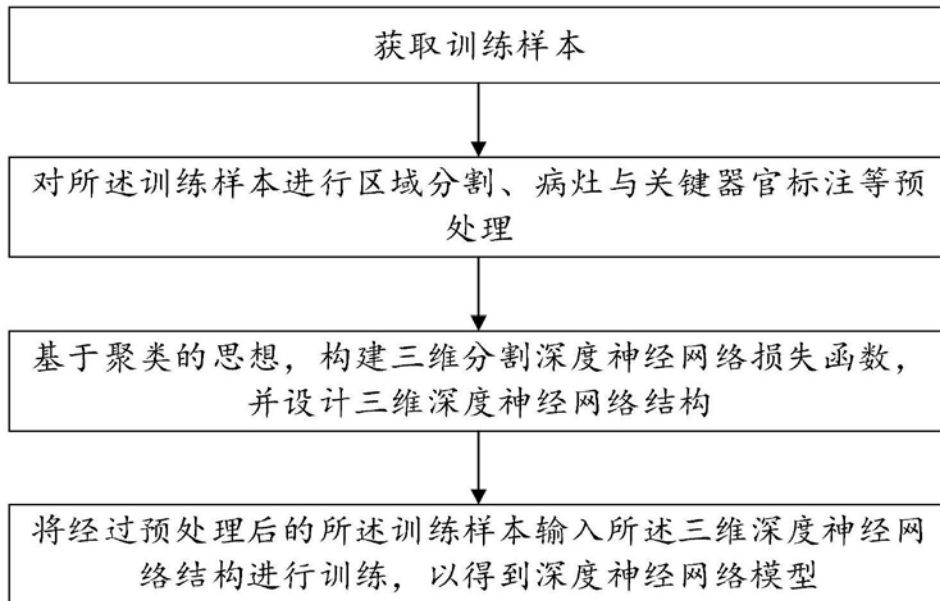


图9

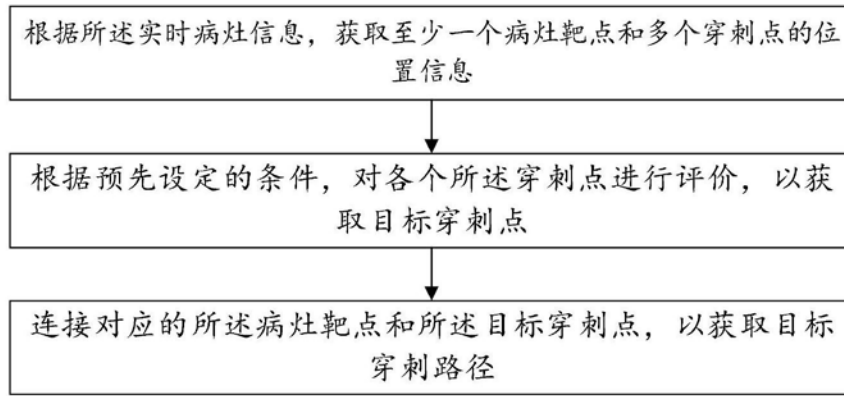


图10

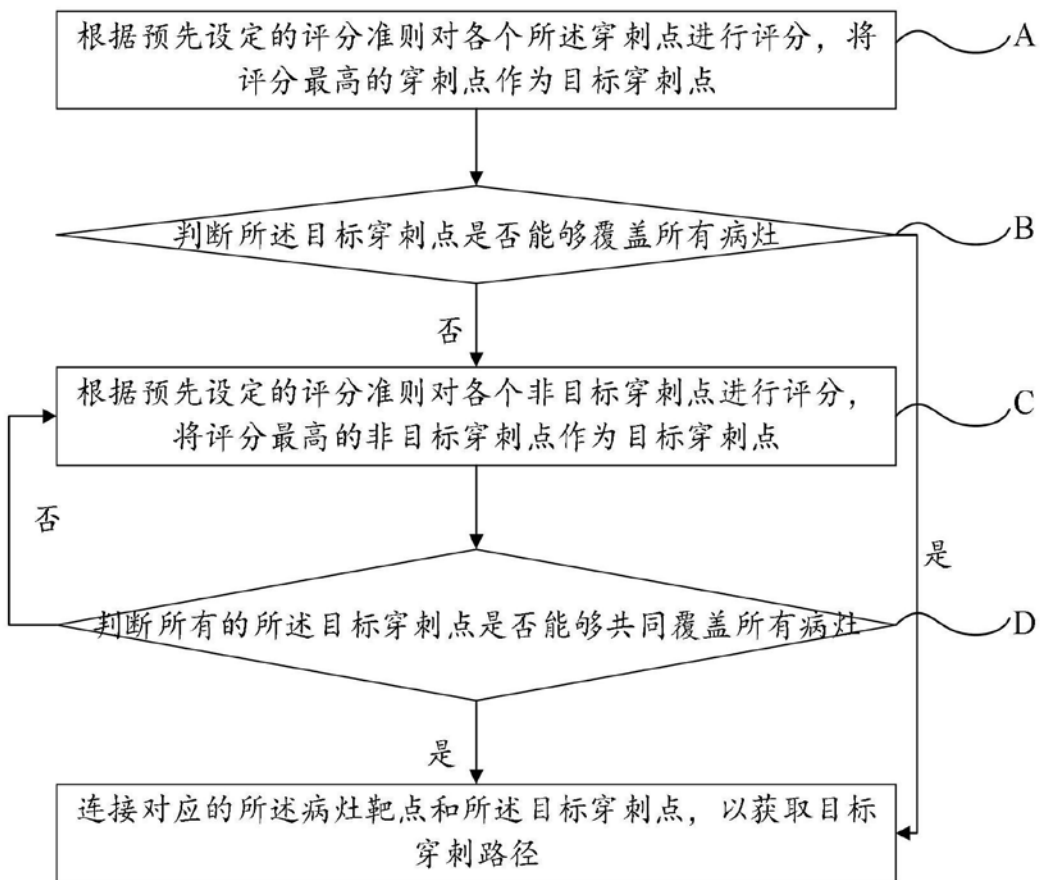


图11

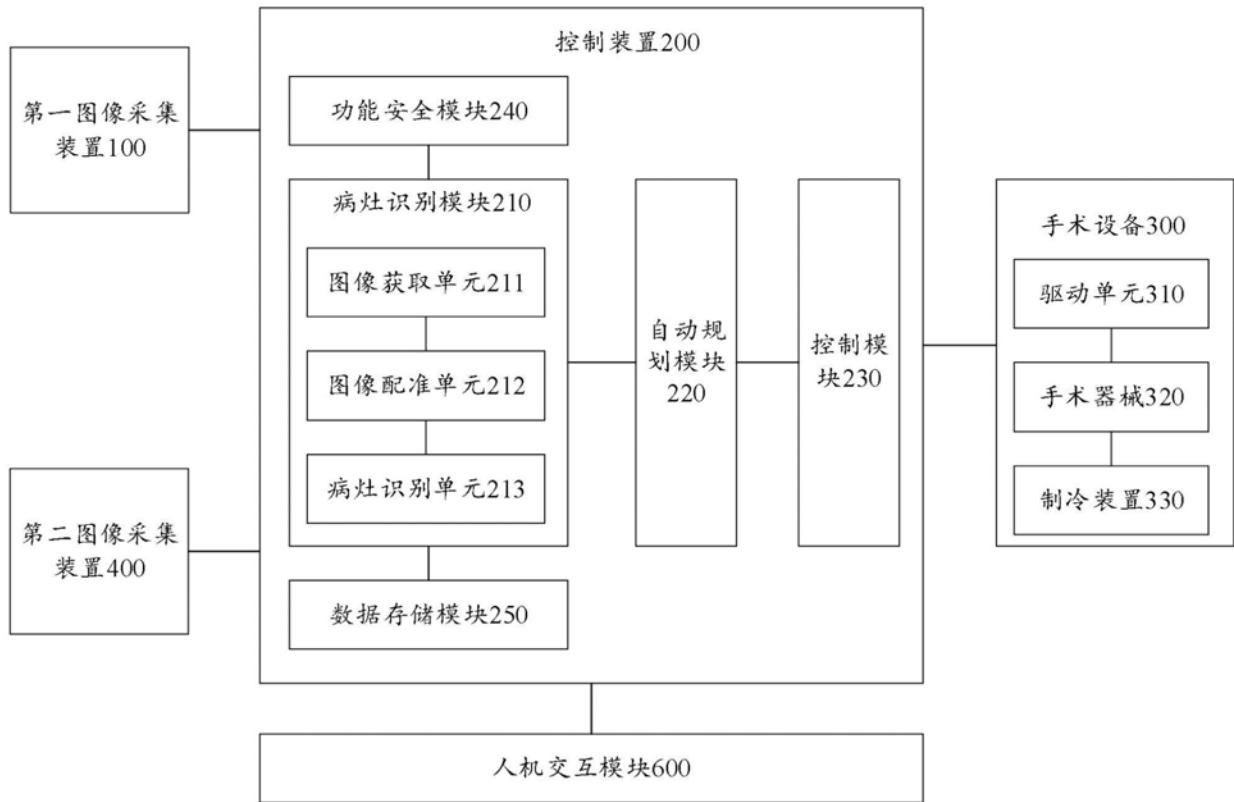


图12

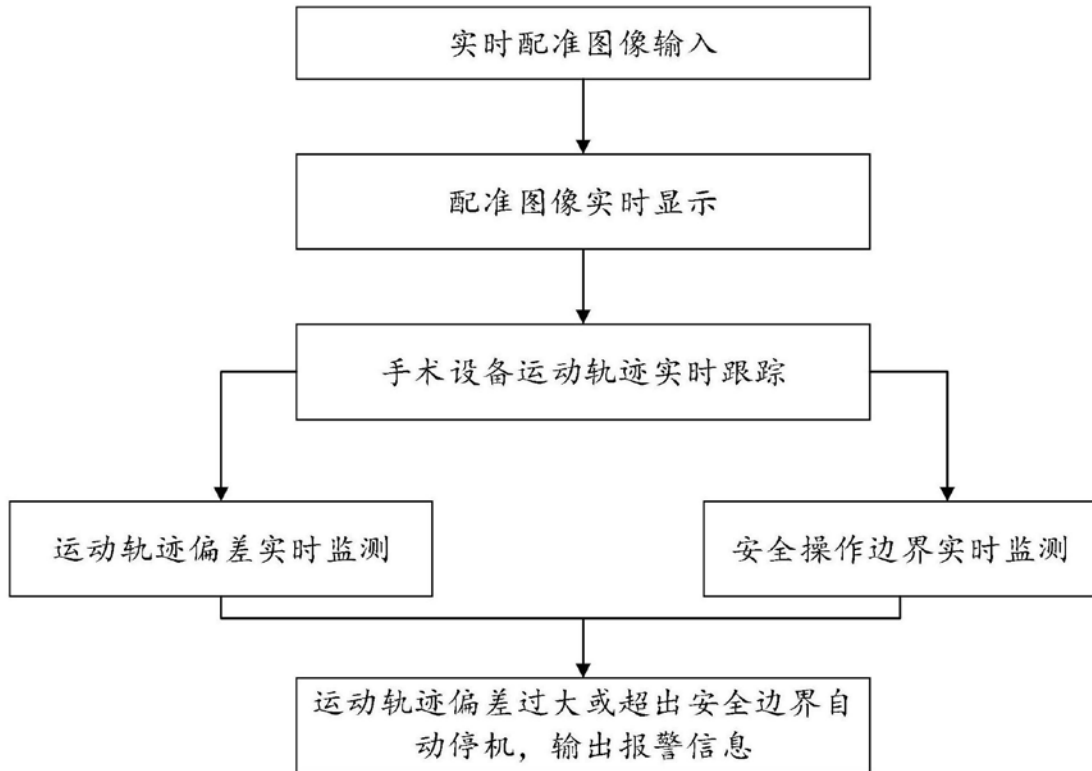


图13

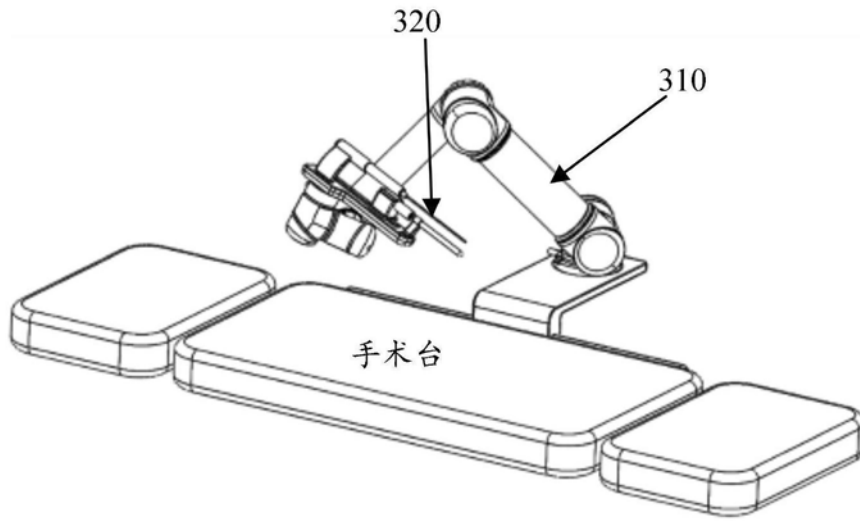


图14

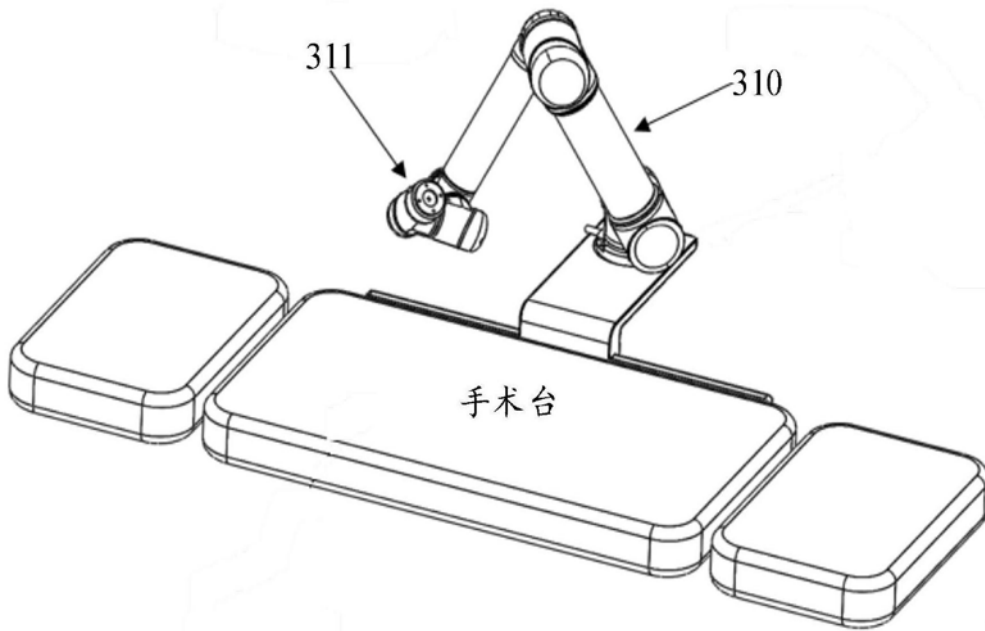


图15

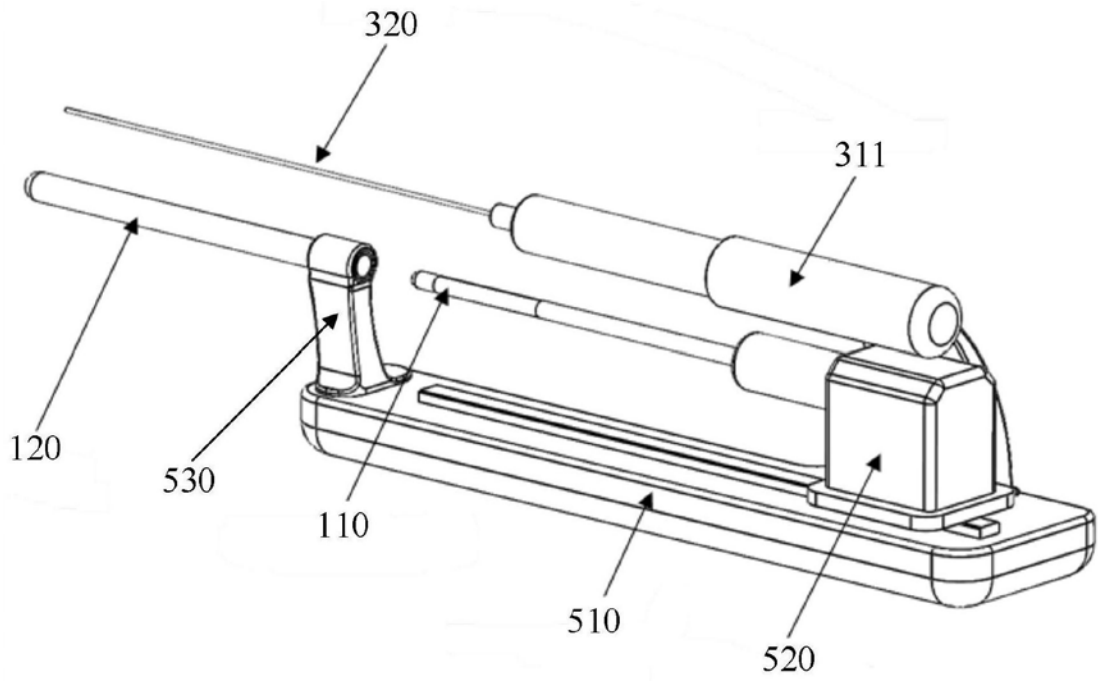


图16

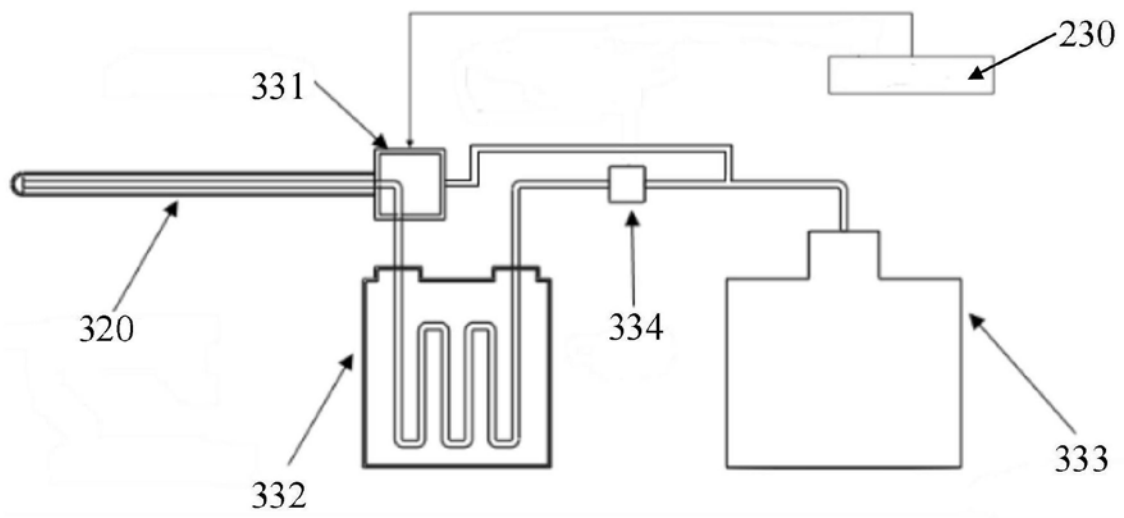


图17

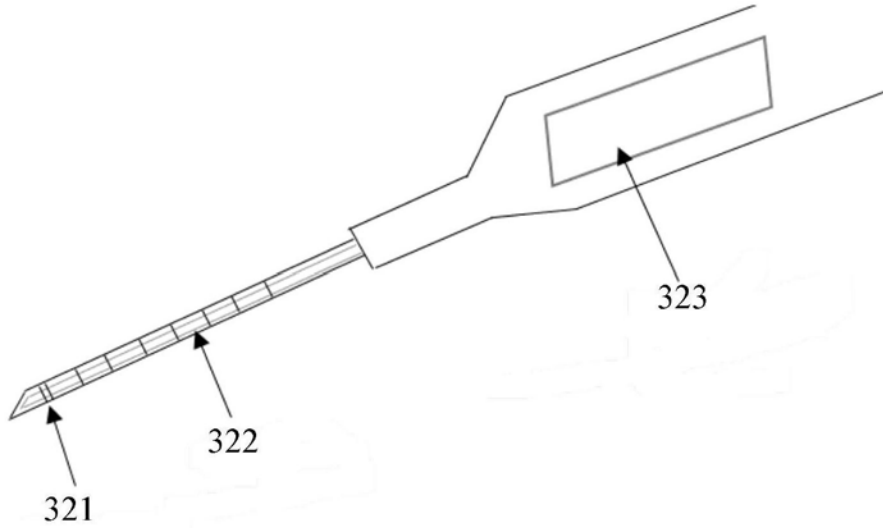


图18

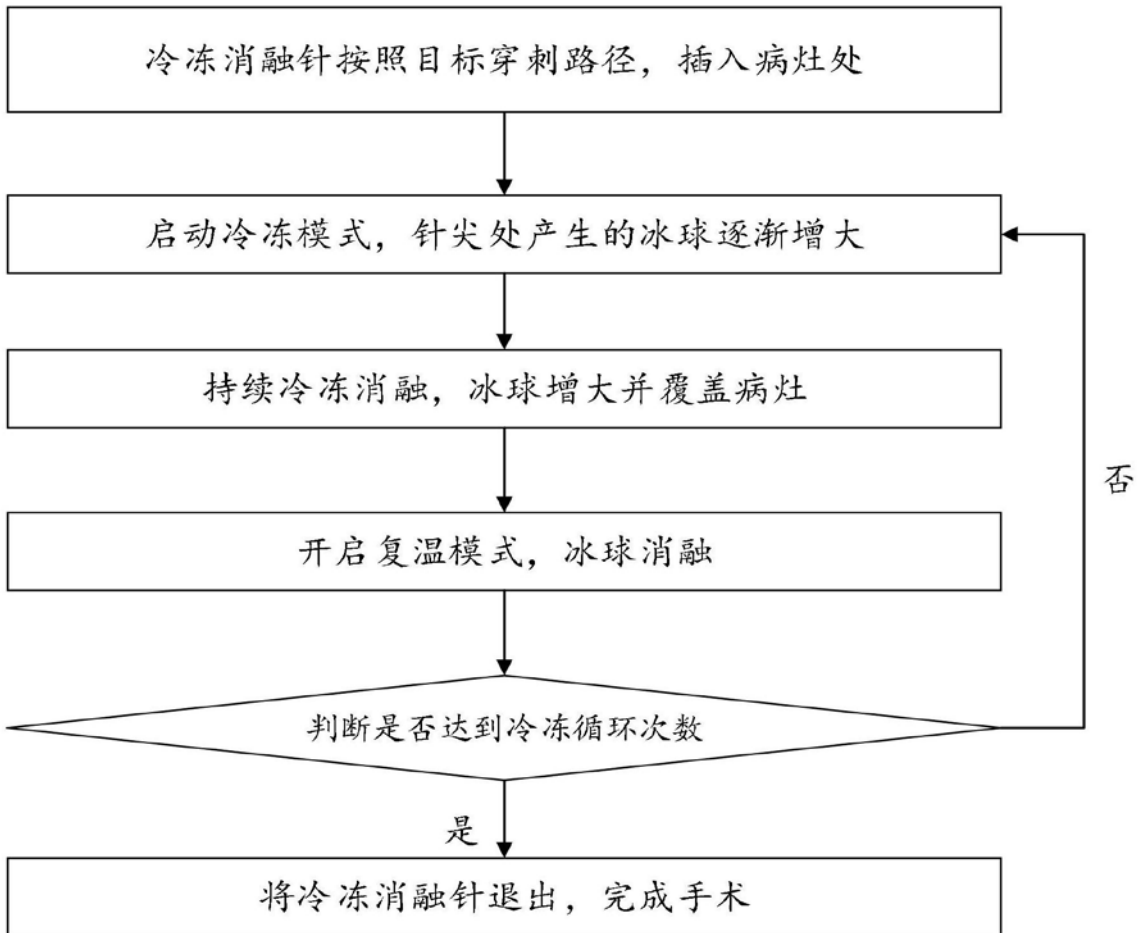


图19