



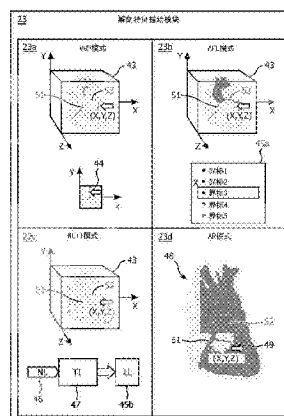
(43) 申请公布日 2015.12.23

M • C—C • 李

权利要求书2页 说明书7页 附图6页

根据解剖特征对内窥镜的机器人控制

一种机器人控制系统,采用机器人单元(10)和控制单元(20)。所述机器人单元(10)包括用于生成内窥镜图像(14)的内窥镜(12),以及用于在解剖区域内移动所述内窥镜(12)的机器人(11)。所述控制单元(20)包括内窥镜控制器(22),所述内窥镜控制器用于确定所述解剖区域内的内窥镜位姿以对在所述内窥镜图像(14)内的解剖特征进行术中可视化,其中,内窥镜路径是根据对在所述解剖区域的术前图像(43)内的所述解剖特征的体积坐标位置的描绘来导出的。所述控制单元(20)还包括机器人控制器(21),所述机器人控制器用于命令所述机器人(11)在所述解剖区域内将所述内窥镜(12)移动到所述内窥镜位姿,以对在所述内窥镜图像(14)内的所述解剖特征进行可视化。



1. 一种机器人控制系统,包括:

机器人单元 (10),其包括:

内窥镜 (12),其能生成内窥镜图像 (14),以及

机器人 (11),其能在解剖区域内移动所述内窥镜 (12);以及

控制单元 (20),其包括:

内窥镜控制器 (22),其能确定所述解剖区域内的内窥镜位姿以对在所述内窥镜图像 (14) 内的解剖特征进行术中可视化,

其中,所述内窥镜位姿是根据在所述解剖区域的术前图像 (43) 内对所述解剖特征的体积坐标位置的描绘来导出的,以及

机器人控制器 (21),其能命令所述机器人 (11) 将所述内窥镜 (12) 移动到所述解剖区域内的所述内窥镜位姿以对在所述内窥镜图像 (14) 内的所述解剖特征进行可视化。

2. 如权利要求 1 所述的机器人控制系统,其中,所述内窥镜控制器 (22) 还能提供对所述解剖特征的描述,以方便对所述解剖特征的选择从而在所述内窥镜图像 (14) 中进行可视化。

3. 如权利要求 2 所述的机器人控制系统,对所述解剖特征的所述描述包括所述解剖特征的代码和界标名称中的至少一个。

4. 如权利要求 1 所述的机器人控制系统,其中,所述内窥镜控制器 (22) 还能提供被配准到所述术前图像 (43) 的所述解剖区域的图集 (48) 以方便在所述解剖区域的所述术前图像 (43) 内对所述解剖特征的所述体积坐标位置的描绘。

5. 如权利要求 1 所述的机器人控制系统,其中,所述内窥镜位姿还是根据在所述解剖区域的所述术前图像 (43) 内对所述解剖特征的内窥镜视图取向的描绘来导出的。

6. 如权利要求 1 所述的机器人控制系统,其中,所述内窥镜控制器 (22) 还能提供所述解剖区域的界标名称的列表以方便对所述解剖特征的所述体积坐标位置的描绘。

7. 如权利要求 1 所述的机器人控制系统,其中,所述内窥镜控制器 (22) 还能解读针对所述解剖区域的自然语言手术指令以方便对所述解剖特征的所述体积坐标位置的描绘。

8. 如权利要求 1 所述的机器人控制系统,其中,所述内窥镜控制器 (22) 还能将所述解剖特征在所述术前图像 (43) 内的所述体积坐标位置 (X, Y, Z) 转换为所述解剖特征在所述内窥镜图像 (14) 内的帧坐标位置 (x, y)。

9. 一种针对能生成内窥镜图像 (14) 的内窥镜 (12) 以及能在解剖区域内移动所述内窥镜 (12) 的机器人 (11) 的控制单元 (20),所述控制单元 (20) 包括:

内窥镜控制器 (22),其能确定所述解剖区域内的内窥镜位姿以对在所述内窥镜图像 (14) 内的解剖特征进行术中可视化,

其中,所述内窥镜位姿是根据在所述解剖区域的术前图像 (43) 内对所述解剖特征的体积坐标位置的描绘来导出的;以及

机器人控制器 (21),其能命令所述机器人 (11) 将所述内窥镜 (12) 移动到所述解剖区域内的所述内窥镜位姿以对在所述内窥镜图像 (14) 内的所述解剖特征进行可视化。

10. 如权利要求 9 所述的控制单元 (20),其中,所述内窥镜控制器 (22) 还能提供对所述解剖特征的描述以方便对所述解剖特征的选择从而在所述内窥镜图像 (14) 内进行可视化。

11. 如权利要求 9 所述的控制单元 (20), 其中, 所述内窥镜控制器 (22) 还能提供被配准到所述术前图像 (43) 的所述解剖区域的图集 (48) 以方便对所述解剖区域内的所述内窥镜位姿的选择。

12. 如权利要求 9 所述的控制单元 (20), 其中, 所述内窥镜位姿还是根据在所述解剖区域的所述术前图像 (43) 内对所述解剖特征的内窥镜视图取向的描绘来导出的。

13. 如权利要求 9 所述的控制单元 (20), 其中, 所述内窥镜控制器 (22) 还能提供所述解剖区域的界标名称的列表以方便对所述解剖特征的所述体积坐标位置的描绘。

14. 如权利要求 9 所述的控制单元 (20), 其中, 所述内窥镜控制器 (22) 还能解读针对所述解剖区域的自然语言手术指令以方便对所述解剖特征的所述体积坐标位置的描绘。

15. 如权利要求 9 所述的控制单元 (20), 其中, 所述内窥镜控制器 (22) 还能将所述解剖特征在所述术前图像 (43) 内的所述体积坐标位置 (X, Y, Z) 转换为所述解剖特征在所述内窥镜图像 (14) 内的帧坐标位置 (x, y)。

16. 一种针对能生成内窥镜图像 (14) 的内窥镜 (12) 以及能在解剖区域内移动所述内窥镜 (12) 的机器人 (11) 的机器人控制方法, 所述机器人控制方法包括:

确定所述解剖区域内的内窥镜位姿以对在所述内窥镜图像内的解剖特征进行术中可视化,

其中, 所述内窥镜位姿是根据在所述解剖区域的术前图像 (43) 内对所述解剖特征的体积坐标位置的描绘来导出的; 以及

命令所述机器人 (11) 将所述内窥镜 (12) 移动到所述解剖区域内的所述内窥镜位姿, 以对在所述内窥镜图像 (14) 内的所述解剖特征进行可视化。

17. 如权利要求 16 所述的机器人控制方法, 其中, 所述内窥镜位姿还是根据在所述解剖区域的所述术前图像 (43) 内对所述解剖特征的内窥镜视图取向的描绘来导出的。

18. 如权利要求 16 所述的机器人控制方法, 其中, 所述内窥镜控制器 (22) 还能提供所述解剖区域的界标名称的列表以方便对所述解剖特征的所述体积坐标位置的描绘。

19. 如权利要求 16 所述的机器人控制方法, 其中, 所述内窥镜控制器 (22) 还能解读针对所述解剖区域的自然语言手术指令以方便对所述解剖特征的所述体积坐标位置的描绘。

20. 如权利要求 16 所述的机器人控制方法, 其中, 所述内窥镜控制器 (22) 还能将所述解剖特征在所述术前图像 (43) 内的所述体积坐标位置 (X, Y, Z) 转换为所述解剖特征在所述内窥镜图像 (14) 内的帧坐标位置 (x, y)。

根据解剖特征对内窥镜的机器人控制

技术领域

[0001] 本发明总体涉及在微创手术（例如微创冠状动脉旁路移植手术）期间对内窥镜的机器人控制。本发明尤其涉及基于对解剖区域内的内窥镜位姿的确定的机器人控制以对在内窥镜图像内的解剖特征进行可视化。

背景技术

[0002] 微创手术是使用通过小的端口被插入患者身体中的细长器械来执行的。针对涉及内窥镜的手术，内窥镜相机被插入端口以提供对手术位点的可视化。例如，外科医生可以在手术期间持握并手动控制两个（2）腹腔镜器械，同时医师助理控制内窥镜并从外科医生接收在手术期间将内窥镜移动到特定位置的指令。

[0003] 外科医生对医师助理关于内窥镜的确切期望位置的交流可能是困难的，尤其是考虑到要绕在到身体的入口处的枢轴点移动内窥镜和器械所要求的具有挑战性的手眼协调能力，以及考虑到外科医师、医师助理以及视频图像对手术位点的不同位置和参照系。例如，视频图像上的“左”在医师助理的手里可能意味着“右下”。为了克服这些困难，现有技术已提出了使用自动设备或机器人控制内窥镜，尤其在手术期间将医师助理从该任务解除。然而，考虑到外科医生两手控制两个（2）腹腔镜器械，医师能够控制机器人内窥镜的方法是重要的，并且许多命题已在现有技术中得到解决。

[0004] 总体而言，用于引导机器人系统的现有技术的方法的前提是（1）使用不同的输入设备（例如头部运动传感器、操纵杆或语音控制）来引导机器人，（2）通过确定解剖特征关于内窥镜的三维位置使用实况内窥镜图像引导机械，并向该解剖特征移动内窥镜或手术器械，或者（3）根据使用实况图像和记录的术中图像的其他类型的图像来引导机器人。

[0005] 更具体而言，现有技术中已知的人-机器人交互方法使用专用硬件或者实况和/或记录的术中图像将机器人移动到期望位置。这些方法假设用户知晓感兴趣解剖特征相对于内窥镜的位置，并且特定解剖特征在内窥镜视图中是可见的。由于解剖特征在内窥镜视图中可能被遮挡（例如冠状动脉可能被脂肪覆盖）或者可能在内窥镜视图之外，因此并不总是这样。

发明内容

[0006] 本发明提供用于描绘解剖特征在解剖区域的术前图像内的体积坐标位置以方便在解剖区域的内窥镜图像内对解剖特征进行术中可视化的方法，特别是针对在内窥镜图像中部分或整体不可见的解剖特征（例如在内窥镜视图内被遮挡或在内窥镜视图以外）。

[0007] 本文中使用的术语“可视化”或其任意变型被宽泛地定义为描述在解剖区域内对内窥镜的机器人控制，其中感兴趣的解剖特征或其（一个或多个）片段在内窥镜图像内部分或整体上可见，或者在内窥镜图像内被遮挡而不可见但对外科医生而言容易形成对解剖特征或其（一个或多个）片段的轮廓线部分或整体上在内窥镜图像内的心理图片。

[0008] 本发明的一种形式为采用机器人单元和控制单元的机器人控制系统。所述机器

人单元包括用于生成内窥镜图像的内窥镜,以及用于在解剖区域内移动所述内窥镜的机器人。所述控制单元包括内窥镜控制器,用于确定所述解剖区域内的内窥镜位姿以对解剖特征在所述内窥镜图像内进行术中可视化,其中,所述内窥镜位姿是根据在所述解剖区域的术前图像内对所述解剖特征的体积坐标位置的描绘来导出的。所述控制单元还包括机器人控制器,用于命令所述机器人将所述内窥镜移动到所述解剖区域内的所述内窥镜位姿以对所述内窥镜图像内的所述解剖特征进行可视化。

[0009] 本发明的第二种形式为针对用于生成内窥镜图像的内窥镜以及用于在解剖区域内移动所述内窥镜的机器人的机器人控制方法。所述机器人控制方法包括确定所述解剖区域内的内窥镜位姿以对解剖特征在所述内窥镜图像内进行术中可视化,其中,所述内窥镜位姿是根据在所述解剖区域的术前图像内对所述解剖特征的体积坐标位置的描绘来导出的。所述机器人控制方法还包括命令所述机器人将所述内窥镜移动到所述解剖区域内的所述内窥镜位姿以对在所述内窥镜图像内所述解剖特征进行可视化。

[0010] 本文中使用的术语“术前”被宽泛地定义为描述在出于采集解剖区域的三维(“3D”)图像的目的而对所述解剖区域的内窥镜成像之前、期间或之后执行的任意活动。对所述解剖区域的术前成像的范例包括,但不限于,在对解剖区域的内窥镜成像之前、期间或之后的计算机断层摄影(“CT”)成像、磁共振(“MR”)成像、X射线成像以及3D超声(“3D US”)成像。

[0011] 本文中使用的术语“术中”被宽泛地定义为描述在对解剖区域的内窥镜成像期间由机器人单元和/或控制单元执行的任意活动。对解剖区域的内窥镜成像的范例包括,但不限于,冠状动脉旁路移植、支气管镜检查、结肠镜检查、腹腔镜检查以及脑内窥镜检查。

[0012] 本领域普通技术人员将认识到“解剖区域”和“解剖特征”在本领域已知的意义。但是,解剖区域的范例包括,但不限于,头部、颈部、胸部、腹部、背部、骨盆以及会阴。同样,解剖特征的范例包括,但不限于,器官/器官系统的组成部分和区(例如,心脏的血管、呼吸系统的气管、脑部的小脑、胆囊的底部、乙状结肠的区)。

附图说明

[0013] 本发明的前述形式和其他形式以及本发明的各种特征和优点将从以下对结合附图来阅读的本发明的各个实施例的详细描述而变得进一步明显。附图和详细描述仅是对本发明的说明而非对本发明的范围的限制,本发明的范围由所附权利要求及其等价方案限定。

[0014] 图1图示根据本发明的机器人控制系统的示范性实施例。

[0015] 图2图示表示根据本发明的机器人控制方法的示范性实施例的流程图。

[0016] 图3图示图2中所示的流程图的示范性手术实施方式。

[0017] 图4图示根据本发明的解剖特征描绘模型的示范性实施例。

[0018] 图5和图6图示根据图2中所示的流程图的內窥镜移动的示范性实施方式。

具体实施方式

[0019] 如图1中所示,机器人引导系统采用机器人单元10和控制单元20用于涉及对解剖区域的一个或多个解剖特征的内窥镜成像的任意内窥镜流程。这样的内窥镜流程的范例

包括,但不限于,微创心脏手术、微创诊断介入(例如关节镜检查)、腹腔镜手术、自然开口经腔手术、单切口腹腔镜手术,以及肺部/支气管镜手术。

[0020] 在实践中,内窥镜成像可以是对任意解剖特征或其(一个或多个)片段的因此在任意解剖区域内。然而,为了方便对本发明的理解,示范性实施例将在患者的胸部区域内对心脏的左前降支的内窥镜成像的场景中进行描述。

[0021] 机器人单元 10 包括机器人 11、被刚性附接到机器人 11 的内窥镜 12 以及被附接到内窥镜 12 的视频捕捉设备 13。

[0022] 机器人 11 在本文中被宽泛地定义为在结构上被配置有对一个或多个关节的电动控制的任意机器人设备,其用于根据特定内窥镜流程的期望操纵末端执行器。在实践中,机器人 11 可以具有四个(4)自由度,例如具有用刚性节段串联的关节的串联机器人、具有以并联方式安装的关节和刚性节段的并联机器人(例如本领域已知的 Stewart 平台)或者串联与并联动力学的任意混合型组合。

[0023] 内窥镜 12 在本文中被宽泛地定义为在结构上被配置有从身体的里面成像的能力的任意设备。出于本发明的目的的内窥镜 12 的范例包括,但不限于,任意类型的窥镜,柔性的或刚性的(例如,内窥镜、关节镜、支气管镜、胆管镜、结肠镜、膀胱镜、十二指肠镜、胃镜、子宫镜、腹腔镜、喉镜、神经镜、耳镜、推式肠镜、鼻喉镜、乙状结肠镜、窦镜、胸腔镜等)以及类似于窥镜的装配有图像系统的任意设备(例如,具有成像的嵌套套管)。所述成像是局部的,并且可以利用光纤、透镜以及微型(例如基于 CCD 的)成像系统以光学方式获得表面图像。

[0024] 在实践中,内窥镜 12 被安装到机器人 11 的末端执行器。机器人 11 的末端执行器的位姿为末端执行器在机器人 11 致动器的坐标系内的位置和取向。利用被安装到机器人 11 的末端执行器的内窥镜 12,内窥镜 12 的视场在解剖区域内的给定位姿(即内窥镜位姿)对应于机器人 11 的末端执行器在机器人坐标系内的不同位姿。因此,由内窥镜 12 生成的解剖区域的每个个体内窥镜图像均可以被链接到内窥镜 12 的视场在机器人坐标系内的对应位姿。

[0025] 视频捕捉设备 13 在本文中被宽泛地定义为在结构上被配置有将来自内窥镜 12 的内窥镜视频信号转化成内窥镜图像(“IOEI”)14 的计算机可读时间序列的功能的任意设备。在实践中,视频捕捉设备 13 可以采用任意类型的抓帧器用于从内窥镜视频信号捕捉个体数字静止帧。

[0026] 仍然参考图 1,控制单元 20 包括机器人控制器 21 和内窥镜控制器 22。

[0027] 机器人控制器 21 在本文中被宽泛地定义为在结构上被配置为向机器人 11 提供一个或多个机器人致动器命令(“RAC”)29 来针对内窥镜流程按期望控制机器人 11 的末端执行器的位姿的任意控制器。更具体而言,机器人控制器 21 将来自内窥镜控制器 22 的内窥镜位置命令(“EPC”)28 转化成机器人致动器命令 29。例如,内窥镜位置命令 28 可以指示通向内窥镜 12 的视场在解剖区域内的期望三维位置的内窥镜路径,其中机器人控制器 21 按需要将命令 28 转化成包括针对机器人 11 的每个电机的致动电流的命令 29,以将内窥镜 12 移动到内窥镜 12 的视场在解剖区域内的期望三维位置。

[0028] 内窥镜控制器 22 在本文中被宽泛地定义为在结构上被配置用于实施根据本发明并且在图 2 中示范性示出的机器人控制方法的任意控制器。为此,内窥镜控制器 22 可

以并入解剖特征描绘模块 (“AFDM”) 23、图像配准模块 (“IRM”) 24、解剖特征选择模块 (“AFSM”) 25 以及视觉伺服模块 (“VSM”) 26。

[0029] 解剖特征描绘模块 23 在本文中被宽泛地定义为在结构上被配置用于处理用户输入 (“UI”) 27 以在解剖区域的术前图像 43 内描绘针对其每个感兴趣解剖特征的体积坐标位置 (X, Y, Z) 以对内窥镜图像 14 内的 (一个或多个) 解剖特征进行术中可视化的任意模块。特别是, 由如图 2 中所示的流程图 30 的阶段 S31 示范性地实施解剖特征描绘。

[0030] 图像配准模块 24 在本文中被宽泛地定义为如本领域已知的在结构上被配置用于配准术前图像 43 与内窥镜图像 14 的任意模块。特别是, 由如图 2 中所示的流程图 30 的阶段 S32 示范性地实施图像配准。

[0031] 解剖特征选择模块 25 在本文中被宽泛地定义为在结构上被配置用于处理对感兴趣的特定解剖特征或其 (一个或多个) 片段的内窥镜观看选择的用户输入 26 的任意模块。特别是, 由如图 2 中所示的流程图 30 的阶段 S33 示范性地实施解剖特征选择。

[0032] 此外, 在图 1 的场景中, 本文中使用的术语“可视化”被宽泛地解释为描述在解剖区域内对内窥镜 12 的机器人控制, 其中感兴趣的解剖特征或其 (一个或多个) 片段在内窥镜图像 14 内部分或整体可见, 或者在内窥镜图像 14 内被遮挡而不可见但对外科医生而言容易形成对解剖特征或其 (一个或多个) 片段的轮廓线在内窥镜图像 14 内的部分或整体的心理图片。

[0033] 视觉伺服模块 26 在本文中被宽泛地定义为在结构上被配置用于确定解剖区域内的内窥镜位姿以及将内窥镜 12 移动到解剖区域内的内窥镜位姿的任意模块, 该内窥镜位姿方便所选择的 (一个或多个) 解剖特征或其 (一个或多个) 片段在内窥镜图像 14 内的可视化。特别是, 由如图 2 中所示的流程图 30 的阶段 S34 示范性地实施内窥镜位姿。

[0034] 现在将在本文中提供对流程图 30 的描述, 以帮助对内窥镜控制器 22 的进一步理解。

[0035] 参考图 2, 流程图 30 的阶段 S31 涵盖解剖特征描绘模块 23 采集术前图像 43。例如, 如图 3 中所示, 成像设备 41 (例如, CT 设备、MRI 设备、X 射线设备或 3D US 设备) 被操作作为生成患者 50 的胸部区域的术前图像 43, 术前图像 43 图示患者 50 的左和右冠状动脉 51 和 52。解剖特征描绘模块 23 可以采集术前图像 43, 术前图像 43 是由成像设备 41 生成的 (如图 3 中示范性地示出的) 或是在先前被存储在数据库 42 中 (如图 3 中示范性地示出的)。

[0036] 解剖特征描绘模块 23 处理术前图像 43, 以描绘针对解剖区域内的每个感兴趣的解剖特征或其 (一个或多个) 片段的体积坐标位置。在实践中, 解剖特征描绘模块 23 可以运行用于在术前图像 43 内描绘感兴趣的解剖特征或其 (一个或多个) 片段的任意技术。在如图 4 中所示的一个实施例中, 解剖特征描绘模块 23 提供四种 (4) 模式 23a-23d, 用于在术前图像 43 内描绘 (一个或多个) 解剖区域的体积坐标位置。

[0037] 参考图 4, 体积坐标位置 (“VCP”) 模式 23a 描绘如由模块 23 的用户选择的每个解剖特征在术前图像 43 内的体积坐标位置。具体地, 术前图像具有由 X 轴、Y 轴和 Z 轴限定的 3D 坐标系。用户可以将指针箭头移动到在术前图像 43 内的感兴趣解剖特征或其 (一个或多个) 片段, 或者指针在由 x 轴和 y 轴限定的术前图像 43 内的二维视图 44。在指针的期望定位后, 用户可以做出对解剖特征或其 (一个或多个) 片段的選擇 (例如鼠标点击)

以方便对解剖特征的体积坐标位置 (X, Y, Z) 的描绘。额外地,用户可以能够旋转术前图像 43 以及指针在术前图像 43 内的对应的二维视图 44,以针对在内窥镜图像中的期望视图对解剖特征进行取向。在该情况中,利用体积坐标位置 (X, Y, Z) 来描绘解剖特征的取向。可以根据期望针对所选择的解剖特征的其他区和 / 或针对额外的解剖特征,重复指针移动和用户选择。

[0038] 此外,可以由用户对所选择的(一个或多个)解剖特征或其(一个或多个)片段分配名称(例如,“左前降支”)。尤其是在用户对解剖特征的不同片段(例如“左前降支的上段”、“左前降支的中段”以及“左前降支的下段”)感兴趣时。

[0039] 解剖特征界标(“AFL”)模式 23b 提供针对 VCP 模式 23a 的术前图像 43 内的每个解剖特征或其片段(一个或多个)的界标名称的预定义列表 45。经由指针箭头在术前图像 43 内高亮显示在列表 45a 中被选择的任意界标(例如,左前降支作为界标 3)。用户可以相对被高亮显示的解剖特征移动指针箭头,以选择解剖特征的感兴趣片段(一个或多个)。在对指针的期望定位后,用户可以做出对解剖特征的选择(例如,鼠标点击)以方便对解剖特征或其片段的体积坐标位置 (X, Y, Z) 以及任选的取向的描绘,如由 VCP 模式 23a 描述的,并命名解剖特征,尤其是被选择的(一个或多个)片段。

[0040] 自然语言解释模式(“NLI”)23c 使用文本解释器(“TI”)47 解释自然语言以生成针对 VCP 23a 的界标列表 45b。具体地,文本解释器 47 被用于解释并转化在对解剖特征的手术规划期间生成的自由文本指令,其然后被存储以被用于在描绘过程和 / 或内窥镜手术期间移动内窥镜 12。解剖学描述被提取成在良好定义的医学本体(例如医学术语系统命名法(“SNOMED”))或者解剖学基础模型(“FMA”)中的代码。

[0041] 以下是自由文本报告的范例:“EKG 显示非特异性 ST 片段改变。超声心动描记图显示具有一些轻度肥大的正常左心室。在诊断性心导管上,识别出到左前降支的病灶。旋支系统中存在约 80% 的狭窄。后降支具有约 70% 的狭窄。推荐旁路手术。”针对该报告,文本解释器 47 提取解剖特征:左前降支、旋支系统、后降支等等。另外,根据本体,文本解释器 47 可以确定识别出的解剖结构(例如左前降支与左回旋支起源于左主动脉)之间的解剖学关系。另外,可以提取诸如“后”的一般位置标记并将其与特定界标相关联。其后,界标列表 45b 可以以与界标列表 45a 相同的方式被使用以针对 VCP 模式 23a 在解剖区域的术前图像 43 内突出显示解剖区域。

[0042] 图集配准(“AR”)模式 23d 涉及解剖区域的图集到术前图像 43 的配准,其中,使图集集中的每个解剖特征与术前图像内的对应解剖特征相关联。因此,类似于 VCP 模式 23a,用户可以使用解剖区域的图集选择并描绘感兴趣的解剖特征或其(一个或多个)片段。例如,胸部区域的图集 48(在图 4 中被示为心脏的图片)到术前图像 43 的配准使得图集 48 中的解剖特征能够被与术前图像 43 内的对应解剖特征相关联(例如图集 48 的左前降支 49)。因此,对图集 48 中的解剖特征或其片段的选择描绘了术前图像 43 内的体积坐标位置以及任选的取向。

[0043] 返回参考图 2,流程图 30 的阶段 S32 涵盖了图像配准模块 24 采集内窥镜图像 14 并将内窥镜 14 与术前图像 43 配准,如本领域已知的。在一个实施例中,模块 24 可以实施对内窥镜图像 14 与术前图像 43 的基于点的配准。在另一实施例中,模块 24 可以实施内窥镜图像 14 与术前图像 43 的图形匹配配准,涉及对解剖特征(例如血管树)在内窥镜图像

14 与术前图像 43 中的图形表示的匹配。

[0044] 在阶段 S32 完成后,流程图 30 的阶段 S33 涵盖解剖特征选择模块 25 接收对感兴趣解剖特征或其片段的用户输入到 VSM 26 (图 1),以帮助随后对内窥镜 12 在解剖区域内的内窥镜位姿的确定,用于在内窥镜图像 14 内可视化解剖特征或其片段。在实践中,模块 25 可以提供解剖区域的一个或多个视图,这些视图依赖于被用于描绘解剖特征的体积坐标位置以及任选的取向的模式 (图 4)。例如,可以在解剖区域的图像或经设计的计算机屏幕中示出所标记或命名的解剖特征或其 (一个或多个) 片段,其中,用户可以与图像或屏幕交互,以选择解剖特征或其片段 (例如键盘、鼠标、触摸屏、语音命令、手势等等)。也通过举例,可以呈现所配准的图集,其中,用户可以与图集交互,以选择解剖特征或其片段。通过另外的范例,可以呈现界标名称的列表,以方便对解剖特征或其片段的選擇。

[0045] 仍然参考图 2,流程 30 的阶段 S34 涵盖视觉伺服模块 26 以确定内窥镜 12 在解剖区域内的内窥镜位姿,用于在内窥镜图像 14 内可视化所选择的解剖特征或其片段,以及生成内窥镜位置命令 28 到机器人控制器 21,以从而将内窥镜 12 (图 1) 引导至所确定的内窥镜位姿。

[0046] 具体地,从阶段 S32 的图像配准和阶段 S33 的解剖特征选择,在术前图像 43 内所描绘的体积坐标位置 (X, Y, Z) 对应于内窥镜图像 14 内的帧坐标位置 (x, y) ,这提供了在术前图像 43 的体积坐标位置 (X, Y, Z) (例如内窥镜图像 14 的中心帧坐标位置) 处对解剖特征的可视化。额外地,帧坐标位置 (x, y) 可以根据所描绘的内窥镜视图取向来取向。

[0047] 如果内窥镜 12 得到校准 (即,诸如焦距的内窥镜相机参数以及内窥镜图像 14 的光学中心是已知的),则可以如本领域已知地建立内窥镜特征 4 的帧坐标位置 (x, y) 与内窥镜 12 在解剖区域内的位姿之间的关系。还假设根据现有技术中的机器人校准流程知晓内窥镜 12 与机器人 11 的关节之间的空间变换,则可以导出机器人关节与图像空间之间的关系。该关系在本领域被称作图像 Jacobian。根据图像 Jacobian,可以计算出机器人关节值,其中,在机器人 11 已将内窥镜 12 移动到所计算的体积坐标位置 (X, Y, Z) 之后,解剖特征即位于内窥镜图像 14 的期望帧坐标位置 (x, y) 处 (例如,图像的中心)。

[0048] 如果内窥镜 12 未被校准和 / 或内窥镜 12 与机器人 11 的关节之间的变换是未知的,则如本领域已知的机器人 11 的未校准的视觉伺服可以被用于确定内窥镜 12 在解剖区域内的位姿以及将内窥镜 12 移动到解剖区域内的位姿,以根据内窥镜图像 14 内的帧坐标位置 (x, y) 可视化解剖特征或其片段 (例如未校准的速度优化方法)。

[0049] 例如,参考图 5,内窥镜图像 14a 内的解剖特征 51 被脂肪覆盖并且被遮挡而看不到。然而,在外科医师挑选了解剖特征后,则可以在半球 (触摸半球) 上移动内窥镜 12,从而解剖特征 51 进入内窥镜图像 14b 的中心。注意,内窥镜 12 是基于如在图像 14a 和 14b 中所示的解剖特征 51 之间的距离而绕固定点枢转的。

[0050] 通过另外的范例,参考图 6,选择的解剖特征 52 在内窥镜图像 14c 的视图之外。可以再次在球体 50 上将内窥镜 12 移动到在内窥镜图像 14d 的中间的解剖特征 52。更具体地,在内窥镜图像 14c 内的点之间的模拟距离可以服务于探知针对机器人 11 的未校准的视觉伺服的校正运动参数。

[0051] 返回参考图 2,可以循环执行阶段 S33 和 S34,直到机器人 11 已将内窥镜 12 移动到解剖区域内的每个期望位姿的时间。

[0052] 在实践中,模块 23-26(图 1)可以通过如所示被集成在内窥镜控制器 22 内的硬件、软件和 / 或固件来实施。

[0053] 机器人控制器 21 和内窥镜控制器 22 可以是物理上分离的控制器或是在逻辑上被集成在单个物理控制器内的控制器。

[0054] 根据本文中对图 1-图 6 的描述,本领域普通技术人员将认识到本发明的众多益处,包括,但不限于,本发明对涉及对解剖区域内的特定解剖特征或其片段的可视化的任意类型的内窥镜手术的应用。

[0055] 尽管已参考示范性方面、特征和实施方式描述了本发明,但所公开的系统和方法不限于这样的示范性方面、特征和 / 或实施方式。相反,如根据本文中提供的描述对本领域技术人员将显而易见的,容易对所公开的系统和方法做出修改、变动和增强,而不偏离本发明的精神和范围。因此,本发明明确涵盖在其范围内的这样的修改、变动和增强。

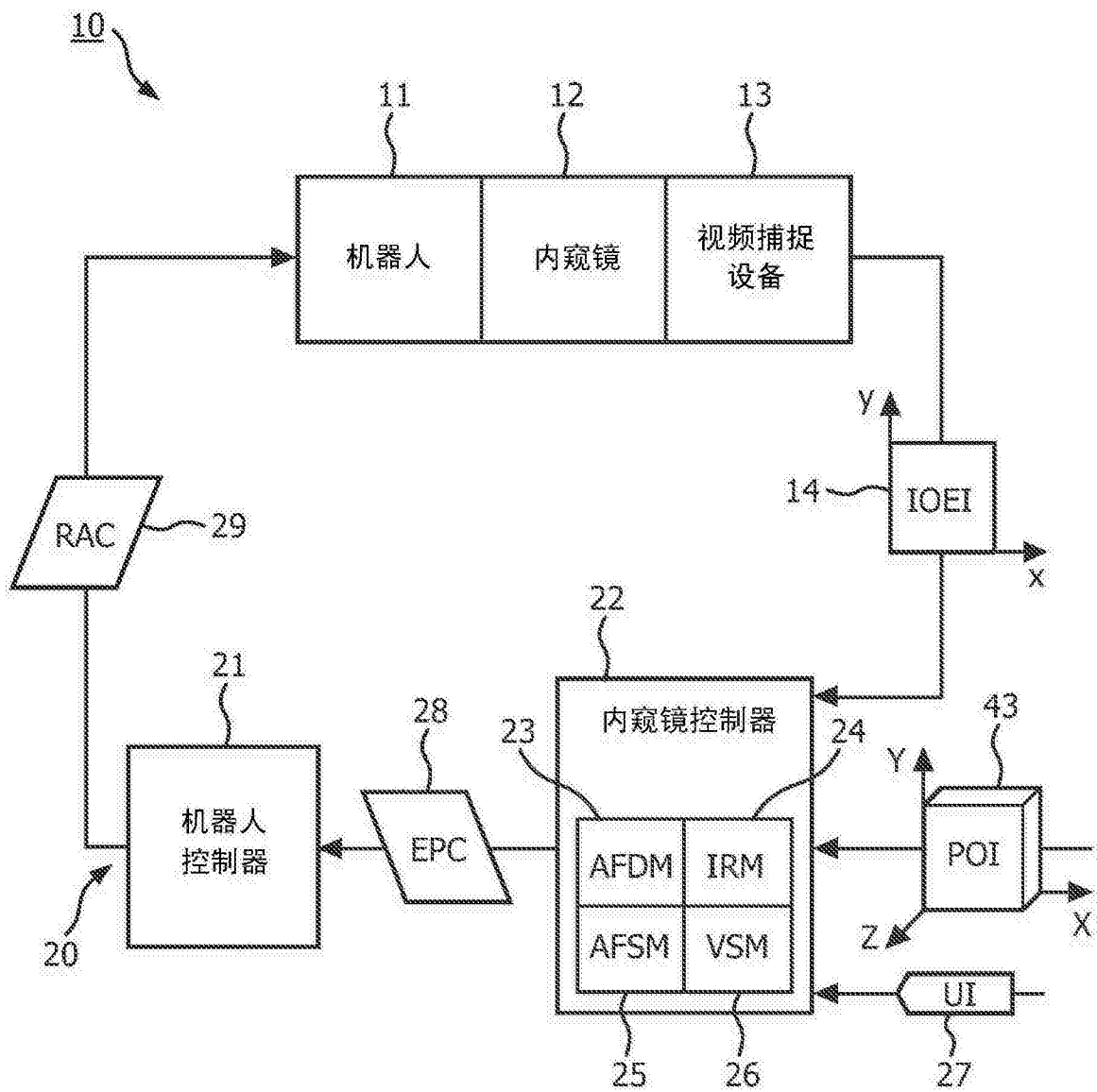


图 1

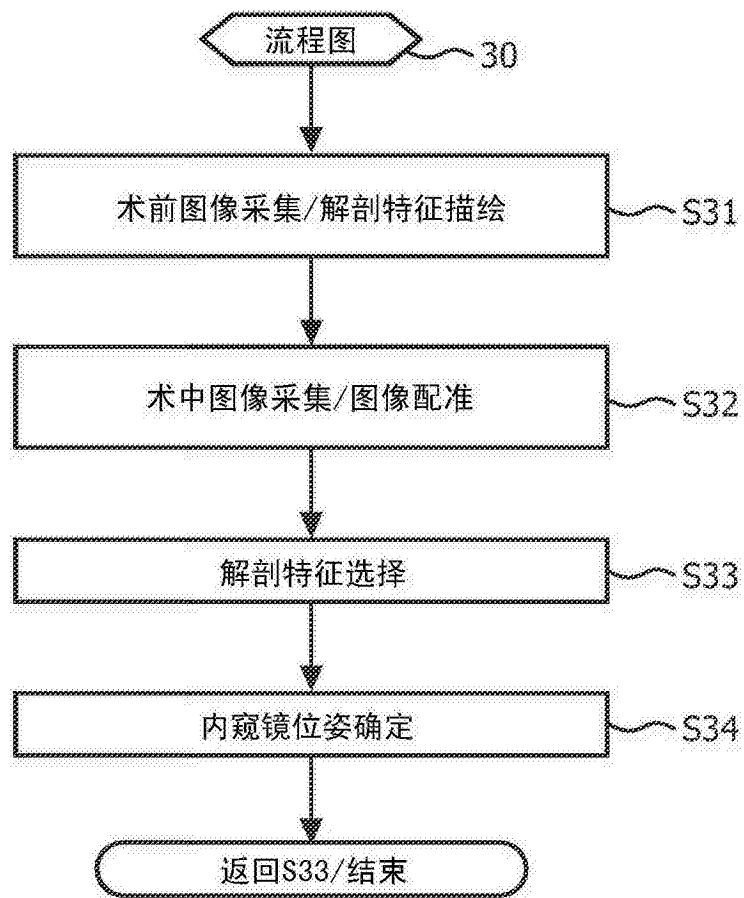


图 2

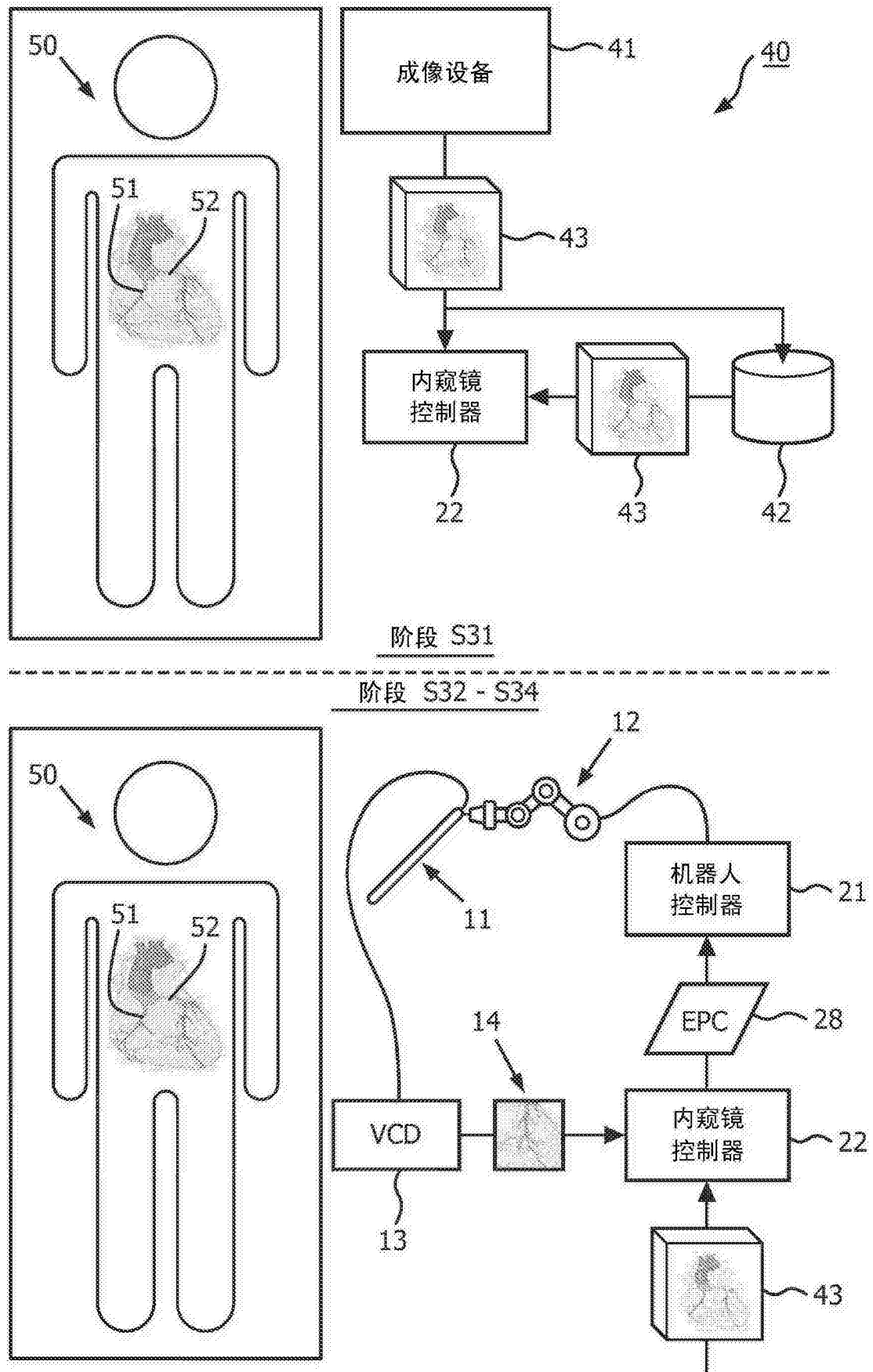


图 3

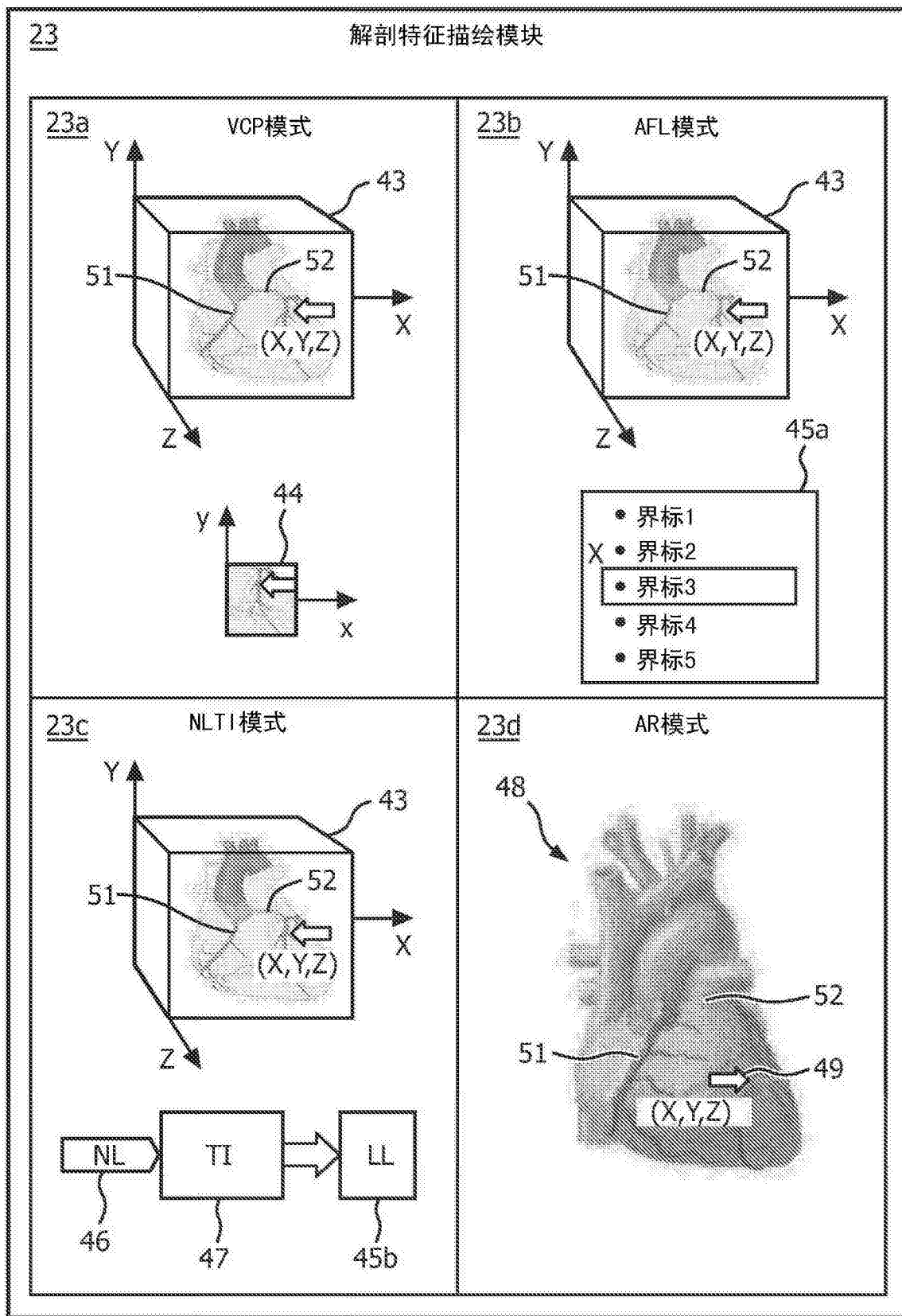


图 4

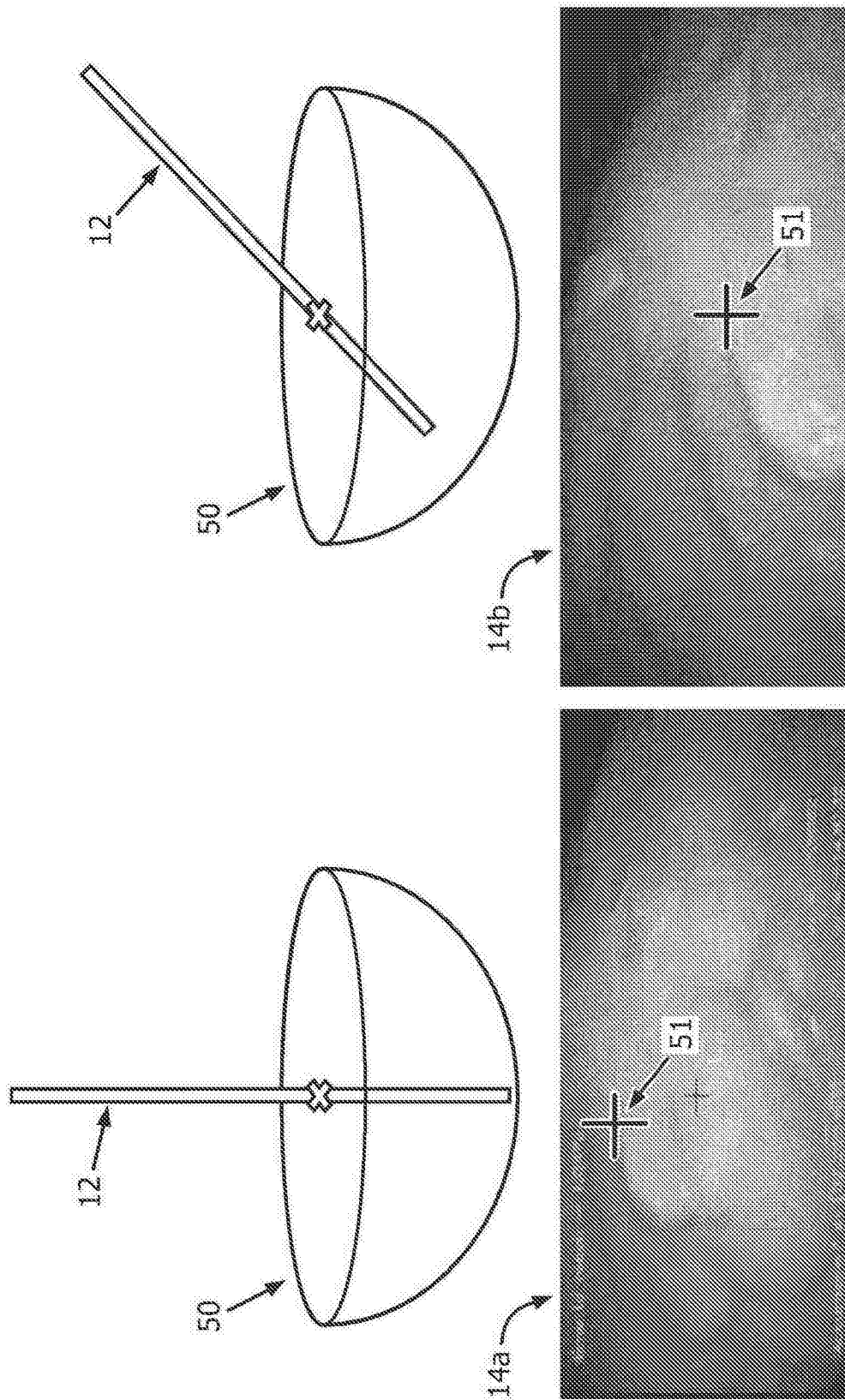


图 5

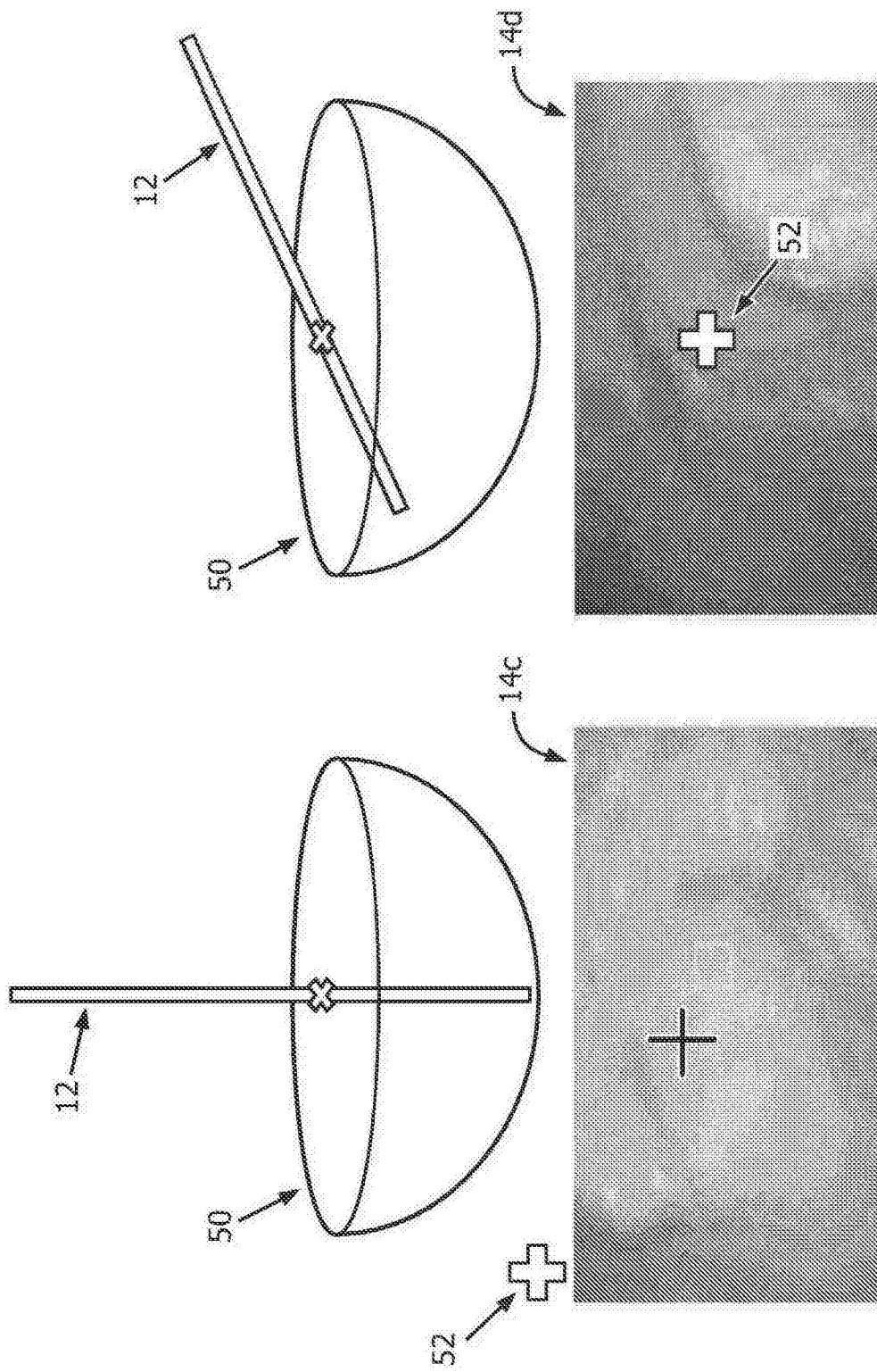


图 6

专利名称(译)	根据解剖特征对内窥镜的机器人控制		
公开(公告)号	CN105188594A	公开(公告)日	2015-12-23
申请号	CN201480026577.8	申请日	2014-04-30
[标]申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦有限公司		
[标]发明人	A波波维奇 H埃尔哈瓦林 MC C李		
发明人	A·波波维奇 H·埃尔哈瓦林 M·C·C·李		
IPC分类号	A61B19/00 G06T7/00		
CPC分类号	A61B1/0016 A61B34/30 A61B2090/365 A61B2090/373 A61B1/01 A61B34/20 A61B1/00006 A61B1/00009 A61B1/0005 A61B1/00149 A61B2034/301		
代理人(译)	王英 刘炳胜		
优先权	61/821363 2013-05-09 US		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种机器人控制系统，采用机器人单元(10)和控制单元(20)。所述机器人单元(10)包括用于生成内窥镜图像(14)的内窥镜(12)，以及用于在解剖区域内移动所述内窥镜(12)的机器人(11)。所述控制单元(20)包括内窥镜控制器(22)，所述内窥镜控制器用于确定所述解剖区域内的内窥镜位姿以对在所述内窥镜图像(14)内的解剖特征进行术中可视化，其中，内窥镜路径是根据对在所述解剖区域的术前图像(43)内的所述解剖特征的体积坐标位置的描绘来导出的。所述控制单元(20)还包括机器人控制器(21)，所述机器人控制器用于命令所述机器人(11)在所述解剖区域内将所述内窥镜(12)移动到所述内窥镜位姿，以对在所述内窥镜图像(14)内的所述解剖特征进行可视化。

