



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111317568 A

(43)申请公布日 2020.06.23

(21)申请号 201911278581.4

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2019.12.13

A61B 34/20(2016.01)

(30)优先权数据

62/779,229 2018.12.13 US

62/779,242 2018.12.13 US

62/782,683 2018.12.20 US

16/682,566 2019.11.13 US

(71)申请人 柯惠有限合伙公司

地址 美国马萨诸塞

(72)发明人 J·W·库普 J·萨尔托尔

I·坎特罗尔

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 杜文树

权利要求书3页 说明书12页 附图8页

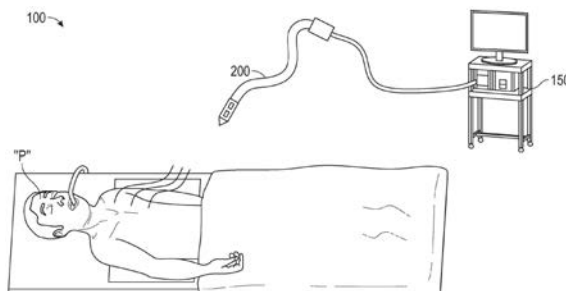
(54)发明名称

胸部成像、距离测量、手术感知以及通知系统和

方法

(57)摘要

本公开涉及胸部成像、距离测量、手术感知以及通知系统和方法,并且提供了一种用于增强的手术导航的方法,以及执行所述方法并且显示与所述方法相关联的图形用户界面的系统。使用包括照相机源和IR扫描源的3D内窥镜生成手术部位的3D空间映射。所述方法包括检测从解剖结构伸出的针尖,并且使用所述3D空间映射确定与所述针尖和所述解剖结构的表面之间的距离相对应的针伸出距离。在所述3D空间映射中检测手术工具的定位,并且由所述系统确定所述针伸出距离是否足以被所述手术工具抓握。当确定所述针伸出距离不足以被所述手术工具抓握时,生成警告。



1. 一种用于增强的手术导航的方法,其包含:
使用3D内窥镜生成手术部位的3D空间映射,所述3D内窥镜包括照相机源和IR扫描源;
在所述3D空间映射中检测针的针尖是否从解剖结构伸出;
当所述针尖从所述解剖结构伸出时,通过使用所述3D空间映射测量所述针尖与所述解剖结构的表面之间的距离来确定针伸出距离;
在所述3D空间映射中检测手术工具的定位;
基于所述检测到的所述手术工具的定位来确定所述针伸出距离是否足以被所述手术工具抓握;
当基于所述检测到的所述手术工具的定位确定所述针伸出距离不足以被所述手术工具抓握时,生成警告;以及
当所述针尖没有从所述解剖结构伸出时,基于所述针的当前定向来投影针出口位置。
2. 根据权利要求1所述的方法,其进一步包含显示表示要抓握的针尖上的最佳定位的指示。
3. 根据权利要求1的所述的方法,其进一步包含基于距所述解剖结构的边缘的距离、所述解剖结构的厚度、距先前缝合线的距离或其任何组合中的至少一者,来显示表示后续缝合线在所述解剖结构上的最佳定位的指示。
4. 根据权利要求1所述的方法,其中生成所述警告包括通知用户进一步伸出所述针,或者调整所述手术工具的所述定位。
5. 根据权利要求1所述的方法,其进一步包含在所述3D空间映射中检测手术工具的类型,且其中基于所述检测到的所述手术工具的定位和所述检测到的手术工具的类型,来确定所述针伸出距离是否足以被所述手术工具抓握。
6. 根据权利要求1所述的方法,其进一步包含:
显示表示所述针伸出距离的值,以及
其中生成所述警告包括修改表示所述针伸出距离的所述值的所述显示。
7. 根据权利要求1所述的方法,其中所述3D空间映射包括表示所述手术部位的当前视图中的固定点的等距数据点的矩阵,并且数据点的值表示在空间中的所述数据点处对象的存在。
8. 根据权利要求7所述的方法,其中确定所述针伸出距离包括以下各项中的至少一项:
计算两个数据点在所述矩阵中的坐标之间的差值;或
遵循所述矩阵中的两个数据点之间的表面轮廓,并且计算沿着所述轮廓的距离。
9. 根据权利要求1所述的方法,其进一步包含:
确定所述手术工具的一部分是否被所述手术部位中的对象隐藏;以及
当确定所述手术工具的一部分被所述手术部位中的对象隐藏时,使用来自所述3D空间映射的数据来显示所述手术工具的隐藏部分。
10. 根据权利要求1所述的方法,其进一步包含:
检测所述解剖结构的特性;
基于所述检测到的解剖结构的特性来确定所述手术工具的所述定位对于抓握所述解剖结构是否是最佳的;以及
当确定所述手术工具的所述定位对于抓握所述解剖结构不是最佳时,生成警告。

11. 根据权利要求10所述的方法,其进一步包含当确定所述手术工具的所述定位对于抓握所述解剖结构是最佳时,显示所述解剖结构上用于抓握所述解剖结构的定位的指示。

12. 一种用于增强的手术导航的系统,其包含:

3D内窥镜,所述3D内窥镜包括照相机源和IR源并且被配置成生成手术部位的3D空间映射;以及

计算装置,所述计算装置可操作地联接到所述3D内窥镜上,并且被配置成:

在所述3D空间映射中检测针的针尖是否从解剖结构伸出;

当所述针尖从所述解剖结构伸出时,通过使用所述3D空间映射测量所述针尖与所述解剖结构的表面之间的距离来确定针伸出距离;

在所述3D空间映射中检测手术工具的定位;

基于所述检测到的所述手术工具的定位,当所述针伸出距离不足以被所述手术工具抓握时,生成警告;

当所述针尖没有从所述解剖结构伸出时,基于所述针的当前定向来投影针出口位置;以及

显示表示要抓握的所述针尖上的最佳定位的指示。

13. 根据权利要求12所述的系统,其中所述计算装置进一步被配置成在图形用户界面上显示所述手术部位的所述3D空间映射。

14. 根据权利要求12所述的系统,其中所述计算装置进一步被配置成基于距所述解剖结构的边缘的距离、所述解剖结构的厚度、距先前缝合线的距离或其任何组合中的至少一个,来显示表示后续缝合线在所述解剖结构上的最佳定位的指示。

15. 根据权利要求12所述的系统,其中所述计算装置进一步被配置成在所述3D空间映射中检测手术工具的类型,并且基于所述检测到的所述手术工具的定位和所述检测到的手术工具的类型,来确定所述针伸出距离是否足以被所述手术工具抓握。

16. 根据权利要求12所述的系统,其中所述计算装置进一步被配置成当基于所述检测到的所述手术工具的定位确定所述针伸出距离不足以被所述手术工具抓握时,显示表示所述针伸出距离的值,并且修改所述值的显示。

17. 根据权利要求12所述的系统,其中所述3D空间映射包括在所述手术部位的当前视图中表示固定点的等距数据点的矩阵,并且数据点的值表示在空间中的所述数据点处对象的存在,并且所述计算装置被配置成通过计算所述矩阵中的两个数据点的坐标之间的差值,或者遵循所述矩阵中的两个数据点之间的表面轮廓,并且计算沿着所述轮廓的距离,来确定所述针伸出距离。

18. 根据权利要求12所述的系统,其中所述计算装置被进一步配置成:

确定所述手术工具的一部分是否被所述手术部位中的对象隐藏;以及

当确定所述手术工具的一部分被所述手术部位中的对象隐藏时,使用来自所述3D空间映射的数据以虚线方式显示所述手术工具的隐藏部分。

19. 一种用程序编码的非暂时性计算机可读存储介质,所述程序当由处理器执行时,使得所述处理器:

生成手术部位的3D空间映射;

在所述3D空间映射中检测针的针尖是否从解剖结构伸出;

当所述针尖从所述解剖结构伸出时,通过使用所述3D空间映射测量所述针尖与所述解剖结构的表面之间的距离来确定针伸出距离;

在所述3D空间映射中检测手术工具的定位;以及

基于所述检测到的所述手术工具的定位,当所述针伸出距离不足以被所述手术工具抓握时,生成警告。

20.根据权利要求19所述的非暂时性计算机可读存储介质,其中所述3D空间映射包括在所述手术部位的当前视图中表示固定点的等距数据点的矩阵,并且数据点的值表示在空间中的所述数据点处对象的存在,并且所述处理器被配置成通过计算所述矩阵中的两个数据点的坐标之间的差值,或者遵循所述矩阵中的两个数据点之间的表面轮廓,并且计算沿着所述轮廓的距离,来确定所述针伸出距离。

胸部成像、距离测量、手术感知以及通知系统和方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2018年12月13日提交的美国临时申请序列号第62/779,242号的优先权,涉及并要求于2018年12月13日提交的美国临时申请序列号第62/779,229号的优先权,以及于2018年12月20日提交的美国临时申请序列号第62/782,683号的优先权,其各自的全部内容通过引用并入本文。

技术领域

[0003] 本公开涉及手术系统,更具体地,涉及执行内窥镜胸部成像和治疗的系统和方法。

背景技术

[0004] 现在的单目光学装置用于在微创手术(例如腹腔镜检查)和视觉诊断程序(例如结肠镜检查、支气管镜检查)期间观察手术区域,其由于图像没有景深,所以提供的关于手术工具的绝对位置和解剖特征的参考信息非常有限。为了补偿,外科医生可以推进手术工具,直到其与一个特征或另一个工具接触。这会导致无效的运动和关键解剖结构穿孔的可能性。双目(也称为立体)光学装置提供有限的景深,为外科医生提供关于光学装置的视场内的项目之间的距离的视觉信息。距离信息的精度受基于由光学路径提供的视差量的限制,所述视差量由光学路径之间的距离以及两个光学路径之间的重叠量确定。

发明内容

[0005] 在本公开的一个方面中,提供了一种用于增强的手术导航的方法。所述方法包括使用包括照相机源和IR扫描源的3D内窥镜生成手术部位的3D空间映射。所述方法还包括在所述3D空间映射中检测针的针尖是否从解剖结构伸出,当所述针尖从所述解剖结构伸出时,通过使用所述3D空间映射测量所述针尖与所述解剖结构的表面之间的距离来确定针伸出距离,并且在所述3D空间映射中检测手术工具的定位。另外,所述方法包括基于检测到的手术工具的定位来确定针伸出距离是否足以被手术工具抓握。当基于检测到的手术工具的定位确定针伸出距离不足以被手术工具抓握时,生成警告。另外地,在一个方面中,所述方法包括当针尖没有从解剖结构伸出时,基于针的当前定向来投影针出口位置。

[0006] 在一个方面中,所述方法进一步包括显示表示要抓握的针尖上的最佳定位的指示。另外地或替代地,所述方法进一步包括基于距解剖结构的边缘的距离、解剖结构的厚度、距先前缝合线的距离或其任何组合中的至少一个,来显示表示后续缝合线在解剖结构上的最佳定位的指示。

[0007] 在一个方面中,生成警告包括通知用户进一步伸出针或调整手术工具的定位。另外地或替代地,所述方法包括在所述3D空间映射中检测手术工具的类型。可以基于检测到的手术工具的定位和检测到的手术工具的类型,来确定针伸出距离是否足以被手术工具抓握。

[0008] 在一个方面中,所述方法进一步包括显示表示针伸出距离的值。生成警告可以包

括修改表示针伸出距离的值的显示。所生成的警告可以包括听觉通知或视觉通知中的至少一个。

[0009] 在一个方面中,所述3D空间映射包括在手术部位的当前视图中表示固定点的等距数据点的矩阵,并且数据点的值表示在空间中的数据点处对象的存在。确定针伸出距离可以包括计算矩阵中的两个数据点的坐标之间的差值,或者遵循矩阵中的两个数据点之间的表面轮廓,并且计算沿着所述轮廓的距离。

[0010] 在一个方面中,所述方法进一步包括确定手术工具的一部分是否被手术部位中的对象隐藏。当确定手术工具的一部分被手术部位中的对象隐藏时,使用来自所述距离3D空间映射的数据来显示所述手术工具的隐藏部分。

[0011] 另外地或替代地,所述方法可以包括检测解剖结构的特性,基于检测到的解剖结构的特性确定手术工具的定位对于抓握解剖结构是否是最佳的,以及当确定手术工具的定位对于抓握解剖结构不是最佳时,生成警告。当确定手术工具的定位对于抓握解剖结构是最佳时,可以显示解剖结构上用于抓握解剖结构的定位的指示。

[0012] 在本公开的又一个方面中,提供了一种用于增强的手术导航的系统。所述系统包括具有照相机源和IR源的3D内窥镜和可操作地联接到3D内窥镜的计算装置。所述3D内窥镜或所述计算装置被配置成生成所述手术部位的3D空间映射。所述计算装置被配置成在所述3D空间映射中检测针的针尖是否从解剖结构伸出,当所述针尖从所述解剖结构伸出时,通过使用所述3D空间映射测量所述针尖与所述解剖结构的表面之间的距离来确定针伸出距离,并且在所述3D空间映射中检测手术工具的定位。当基于检测到的手术工具的定位确定针伸出距离不足以被手术工具抓握时,生成警告。另外,在一个方面中,当针尖没有从解剖结构伸出时,所述计算装置被配置成基于针的当前定向来投影针出口位置,并且被配置成显示表示要抓握的针尖上的最佳定位的指示。

[0013] 在一个方面中,所述计算装置进一步被配置成在图形用户界面上显示手术部位的3D空间映射。另外地或替代地,所述计算装置进一步被配置成基于距解剖结构的边缘的距离、解剖结构的厚度、距先前缝合线的距离或其任何组合中的至少一个,来显示表示后续缝合线在解剖结构上的最佳定位的指示。

[0014] 所生成的警告包括听觉通知或视觉通知中的至少一个。在一个方面中,所述计算装置进一步被配置成在所述3D空间映射中检测手术工具的类型,并且基于检测到的所述手术工具的定位和检测到的所述手术工具的类型,来确定所述针伸出距离是否足以被所述手术工具抓握。另外地或替代地,所述计算装置进一步被配置成当基于检测到的手术工具的定位确定针伸出距离不足以被手术工具抓握时,显示表示针伸出距离的值,并且修改所述值的显示。

[0015] 所述3D空间映射可以包括在手术部位的当前视图中表示固定点的等距数据点的矩阵,并且数据点的值表示在空间中的数据点处对象的存在,所述计算装置可以被配置成用于通过计算所述矩阵中的两个数据点的坐标之间的差值,或者遵循所述矩阵中的两个数据点之间的表面轮廓,并且计算沿着所述轮廓的距离,来确定针伸出距离。在一个方面中,所述计算装置进一步被配置成确定所述手术工具的一部分是否被所述手术部位中的对象隐藏;以及当确定所述手术工具的一部分被所述手术部位中的对象隐藏时,使用来自所述三维映射的数据以虚线显示所述手术工具的隐藏部分。

[0016] 在本公开的又一个方面中,提供了一种非暂时性计算机可读存储介质。所述非暂时性计算机可读存储介质用程序编码,当处理器执行时,使得处理器生成手术部位的3D空间映射,在所述3D空间映射中检测针的针尖是否从解剖结构伸出,当所述针尖从所述解剖结构伸出时,通过使用所述3D空间映射测量所述针尖与所述解剖结构的表面之间的距离来确定针伸出距离,并且在所述3D空间映射中检测手术工具的定位。基于检测到的手术工具的定位,当针伸出距离不足以被手术工具抓握时,生成警告。

[0017] 在一个方面中,所述3D空间映射包括在手术部位的当前视图中表示固定点的等距数据点的矩阵,并且数据点的值表示在空间中的数据点处对象的存在,并且所述处理器被配置成通过计算所述矩阵中的两个数据点的坐标之间的差值,或者遵循所述矩阵中的两个数据点之间的表面轮廓并且计算沿着所述轮廓的距离,来确定针伸出距离。

附图说明

[0018] 以下参考附图描述本公开的各个方面和特征,其中:

[0019] 图1是根据本公开的手术成像系统的示意图,所述手术成像系统包括3D内窥镜和用于生成3D空间映射的计算装置;

[0020] 图2是在其中推进图1的3D内窥镜下患者的胸腔的侧视横截面图;

[0021] 图3是图1的3D内窥镜的远端部分的前透视图;

[0022] 图4是示出根据本公开的一个方面的用于增强手术感知并且生成警告和推荐的方法的流程图;

[0023] 图5A是根据图4的方法显示表示在针尖和解剖结构的表面之间的所测量的距离的值和用于抓握针尖的推荐定位的示例性图形用户界面;

[0024] 图5B是根据图4的方法显示表示针尖与解剖结构的表面之间的所测量的距离的值和警告消息的示例性图形用户界面;

[0025] 图5C是根据本公开的一个方面的显示投影的针路径、投影的出口位置和后续缝合线位置的示例性图形用户界面;

[0026] 图6是示出根据本公开的一个方面的用于增强手术感知并生成警告和推荐的方法的流程图;

[0027] 图7A是根据图6的方法显示用于接触解剖结构的手术工具和推荐定位的示例性图形用户界面;

[0028] 图7B是根据图6的方法显示手术工具和隐藏在解剖结构后面的手术工具的体模的示例性图形用户界面;以及

[0029] 图8是根据本公开被配置用于使用的机器人手术系统的示意图。

具体实施方式

[0030] 本公开涉及在当前光学视图内的对象和可能不再在视图中的先前观看的对象之间的距离参考的导出和显示。例如,当缝合时,外科医生需要知道缝合针末端何时在工具的功能抓握区域内充分暴露,并且工具将抓握足够的针以使其一旦被抓握就不会滑出。如下文更详细地描述的,对于暴露,定位系统可以检测针末端并且向外科医生提供关于针尖从解剖结构伸出多远的信息,使得工具可以抓握针。当所述工具试图抓握所述针时,所述定位

系统通知用户何时所述针和所述抓握工具被定向成使得能够进行牢固的抓握。定位系统进一步基于下一条缝合线或所使用的手术工具的咬合尺寸通知用户关于针上的位置或定位，以进行最佳抓取。

[0031] 如下文更详细地描述的，系统可以标定组织上的特定位置，以最好地实现空间指示，例如缝合空间和距边缘的距离。例如，在子宫切除术中，最可靠的闭合方式是缝线，其间隔为1cm布置，并且距阴道口边缘1cm。所述间隔和距离经常由于内窥镜的放大而错过，从而导致闭合失败，这在机器人程序中也有记录。此外，随着机器人朝着自主的方向发展，这种布置空间参数的能力，例如缝线间距，使得机器人能够进行自主动作。在腹壁疝中存在类似的实例，其中当腹壁的视图平面与照相机中心线的锐角时，更难以识别和执行正确的缝合深度和间隔，因为照相机从典型的中线疝侧向放置的，并且由向上而非向下的定向复合。

[0032] 此外，如下文更详细地描述的，封闭部分解剖结构的工具（例如钉合器、操纵器和双极切除工具）需要外科医生在封闭之前看到解剖结构的两侧，以确保工具已经正确地部署，并且只有预期的解剖结构将被捕获，而不会对任何关键结构造成损伤。使用以下描述的空间映射系统和增强的手术导航系统，工具的被解剖结构隐藏的部分可以展示在手术显示器中。这可以是不分散外科医生的主视图的阴影或其它符号的形式。外科医生还可以旋转当前显示器，使得当前隐藏的部分进入视图，提供观察角落的能力。显示器可以加亮一般区域中的任何关键结构作为提醒。

[0033] 另外地，有时在微创手术中，手术工具的定向是次佳的。这会在工具上产生扭矩，导致工具爪的错位。下文描述的空间映射系统和增强的外科导航系统检测错位，并且通知外科医生在发生不完全或不正确的手术步骤（例如导致钉合器堵塞或不完全的切除）之前纠正问题。所述系统还可以识别所抓握的解剖结构的尺寸，并且将其与工具的尺寸进行比较以验证是否存在匹配。这避免了以下问题，例如使用的钉线太短而需要使用新的更大的钉合器，以及增加受影响的解剖结构的尺寸。

[0034] 本公开的一个方面涉及3D内窥镜，以及支撑器官与术前图像匹配的系统，例如肺的图像、手术部位内的其它解剖结构或解剖特征。所述3D内窥镜既可以提供视觉成像，也可以提供表面映射，并且用于通过3D内窥镜或者通过系统的其它组件，例如计算装置，生成3D空间映射。当手术装置被放置在手术部位内的解剖结构的一部分附近或正在接近手术部位内的解剖结构的一部分以及在手术部位内的解剖结构或对象，例如针，上的建议抓握点或接触点时，计算装置利用3D空间映射来提供增强的导航引导，其包括距离测量、警告或者其它通知。

[0035] 根据本公开，如下文将更详细地描述的，3D内窥镜（文中也称为“内窥镜”）包括结构光（或激光）扫描器。如可以理解的，结构光扫描器可以采用红外光以避免来自可见光源的干扰，尽管可以预期的是，结构光扫描器可以发射可见光谱中的光，但这取决于在所述过程期间被扫描的组织。结构光源包括相对于照相机的已知定位，并且允许计算来自结构光源的光线和照相机之间相交的精确位置。所述信息可以被扫描为单个点、线或阵列，以产生表面的拓扑映射图。在实施例，结构光源是LED或LED红外激光器，其通过旋转镜、分束器或衍射光栅，分散成扫描图案（线、网或点）。在一个非限制性实施例中，结构光源可以是具有准直光线的LED激光器。激光扫描器将使可视化系统能够获得所需解剖结构（例如肺）的精确表面映射，以便将术前计算图像与传递到内窥镜照相机的手术图像相匹配。

[0036] 在特定应用中,内窥镜定位也将由术中器械跟踪系统,例如电磁导航系统,来跟踪。术中器械跟踪系统获得的位置信息有助于简化从内窥镜获得的节段尺寸扫描生成大规模空间表面映射所需的算法。此外,光学图像位置到表面映射以及术前计算图像的这种术中即时引导提供了更加清晰的内窥镜的位置和定向。

[0037] 在某些实施例中,通过机器人系统可定位3D内窥镜。机器人系统以类似于导航系统的方式提供内窥镜的精确六轴定向,但是受益于主动定位以及内窥镜在患者体内的位置知识。如可以理解的,机器人可以用于自主地移动内窥镜以完成较大区域或整个器官的扫描。

[0038] 在一个实施例中,内窥镜包括可见光光学照相机,优选至少一个发光二极管(LED)(例如可见光)的光源、扫描激光器以及用于映射激光器的第二照相机。在一些实施例中,随着光学传感器技术的持续发展,可以用同一光学照相机在近中红外成像中检测到扫描激光。在其最简单的形式中,如下文详述,内窥镜在内窥镜远端上使用这些组件的典型布置。为了减小器械的所需远端直径并且改善激光器和第二照相机之间的三角测量,这四个组件可以在至少一个可延伸表面上具有位置。这使得所述四个组件能够沿着可延伸表面的侧面布置,使得通过具有等于或略大于任何单个部件的横截面以及足够的长度以并排对齐组件,来提供单个组件所需的空間。

[0039] 由内窥镜观察到的拓扑结构的计算可能需要校准源来详细说明激光器与第二相机的对准。预期的是,校准可以在制造时进行并存储在联接到适当计算机的存储器中,这将在下文中详细描述,或者通过在使用时瞄准校准表面来进行。校准将在内部与预测计算拓扑的装置一起使用,所述计算拓扑可以由内窥镜产生,并且经由普通的视频传输方式传输给临床医生,或者原始照相机数据与校准一起可以传输给创建计算拓扑的外部图形处理器。

[0040] 在一些实施例中,至少激光器和第二照相机可以沿着器械轴的长度间隔开,以实现三角测量,其中激光器和第二照相机被定向成与器械的中心线成一定角度。

[0041] 本公开的一个优点是能够使手术部位中的器官和其它解剖特征以及对象的三维表面能够与手术指导所需的术前计算成像相匹配,以利用相邻结构和解剖边界的特定知识来靶向病变,例如在叶下切除术或肺癌中。所述系统的主要用途是胸部,但是人们可以在深度骨盆,直肠手术或其它外科应用中看到同等的价值。下文详述本公开的这些和其它方面。

[0042] 图1-3绘示了根据本公开的用于增强的手术导航的系统,其被示出并且通常被描述为系统100。系统100包括计算装置150以及被配置成扫描患者“P”的手术部位“S”的3D内窥镜。将3D内窥镜联接到计算装置150,并且将3D内窥镜或计算装置配置成生成手术部位“S”的3D空间映射。

[0043] 3D内窥镜200包括细长主体202,其被配置成在合适的胸腔套管针(未展示),或者能够穿透胸腔并且在其中接收内窥镜或胸腔导管等的其它装置内推进。在实施例中,细长主体202可以包括能够相对于彼此操纵的节段。以这种方式,可以将3D内窥镜200定位成靠近胸壁,以在肺或其它解剖结构“A”(图1)与患者“P”的胸壁之间导航手术部位“S”(例如胸腔)的浅部分。如可以理解的,细长主体202可以包括任何数量的节段,以有助于在手术部位“S”(例如胸腔)内的3D内窥镜200的可操作性。

[0044] 图2绘示了3D内窥镜200的远端部分,其包括光学照相机206、光源208、结构光投影

源或结构光扫描器(激光器)210以及第二照相机212。可以设想,光学照相机206、光源208、激光器210和第二照相机212中的每个可以以任何合适的配置设置或联接到3D内窥镜200。光学照相机206是可见光光学照相机,例如电荷联接装置(CCD)、互补金属氧化物半导体(CMOS)、N型金属氧化物半导体(NMOS)或本领域已知的其它合适的照相机。在一个非限制性实施例中,光学照相机206是具有1080p分辨率的CCD照相机。光源208是发射白光的发光二极管(LED),尽管可以使用本领域已知的任何发光装置。激光器210可以是本领域已知的任何结构光扫描器,例如LED或LED红外激光器),其通过旋转镜、分束器、衍射光栅或激光器210自身的平移,分散成扫描图案(线、网或点)。在一个非限制性实施例中,激光器210是具有准直光线的LED激光器。第二照相机212是能够检测IR光的CCD照相机,尽管第二照相机212可以检测可见光,例如可见的绿光等,但这取决于被扫描的组织。具体地,可见的绿光与具有红色或粉红色色调的组织形成对比,使得第二照相机212能够更容易地识别组织的形貌。数字滤波器(未展示)或具有窄带光栅(未展示)的滤波器可在手术过程中抑制从激光器210发射的外来可见光,以免分散外科医生的注意力。在实施例中,将可见光从由光学照相机206捕获的图像中过滤,并且被传送给外科医生,使得所述图像清晰,并且不受外来光的干扰。

[0045] 可以设想,第二照相机212可以是本领域已知的任何热像照相机,例如铁电、硅微测辐射热计或非制冷焦平面阵列(UFPA);或者可以是任何其它合适的可见光照相机,例如电荷联接器件(CCD)、互补金属氧化物半导体(CMOS)、N型金属氧化物半导体(NMOS)或在本领域中已知的其它合适的照相机,其中从激光器210发射的光在可见或可检测的光谱中。在实施例中,远端表面204可以包括合适的透明保护盖(未展示),其能够阻止流体或其它污染物与光学照相机206、光源208、激光器210和第二照相机212中的每个接触。由于激光器210和第二照相机212之间相对于光学照相机206的距离是固定的(即,光学照相机206相对于激光器210和第二照相机212的偏移),因此由光学照相机206获得的图像可以更精确地与手术前图像匹配,这将在下文中进一步详细描述。

[0046] 在操作中,最初,使用任何合适的成像装置(未展示)对患者“P”(图1)进行成像,例如MRI、超声波、CT扫描、正电子发射断层显像(PET)等,并且将图像存储在联接到计算装置150的存储器(未展示)内。存储器可以包括用于存储可由处理器(未展示)执行的数据和/或软件(例如固态、易失性、非易失性、可移动和不可移动)的任何非暂时性计算机可读存储介质。

[0047] 在患者“P”被成像之后,临床医生使用套管针(未展示)或其它合适的装置穿透患者“P”的胸部。3D内窥镜200的远端部分在套管针内推进,随后在患者“P”(图2)的手术部位“S”(例如胸腔)内推进。当在胸腔内进一步推进3D内窥镜200时,临床医生在显示器(未展示)上观察由光学照相机获得的图像。

[0048] 一旦面对解剖结构“A”的表面,例如肺“L”(例如入射肺表面),激光器210发射IR光,其被解剖结构“A”的表面反射并且由第二照相机212检测。在解剖结构“A”的表面上沿尾部、头部或侧面方向或其组合推进3D内窥镜200。由第二照相机212获得的数据由计算装置150使用任何合适的手段处理,例如缝合等,以生成包括解剖结构“A”和其中存在的任何对象(例如手术工具)的手术部位“S”的表面的3D空间映射。在一个方面中,为了获得尽可能完整的映射,临床医生在解剖结构“A”的整个表面上推进3D内窥镜200。

[0049] 光源208和光学照相机206与激光器210和第二照相机212同时操作,以允许从光学照相机206接收的图像与先前获取的MRI(或以上标识的其它模态)图像相关。由光学照相机206获得的图像与先前获取的MRI图像之间的相关性允许临床医生和计算装置150更精确地映射解剖结构“A”的表面和手术部位“S”。如可以理解的,可以使用跟踪软件跟踪3D内窥镜200的远端尖端来进一步提高相关性的准确性。

[0050] 现在参考图4、图5A-5C、图6以及图7A-7B,绘示并将描述在手术导航期间使用系统100和各种图形用户界面增强手术感知的方法。尽管本文中所绘示和描述的方法是按特定顺序进行绘示和描述的,并且需要特定的步骤,但是任何方法都可以包括一些或所有步骤并且可以按任何顺序实现。另外地,在本文中描述的任何方法的任何步骤或所有步骤可以由系统100的计算装置150或系统100的任何其它组件或组件的组合来执行,包括3D内窥镜。

[0051] 图4绘示了方法400的流程图,所述方法是用于增强的手术导航的方法,其显示针“N”尖端与针“N”伸出穿过的解剖结构“A”的表面之间的所测量距离;显示针“N”上推荐的且最佳的抓握点供用户经由手术工具“ST”抓握;当手术工具“ST”的定位或定向不足以抓握针“N”尖端时,警告用户;并且在解剖结构“A”上显示推荐的且最佳的缝合点509a。

[0052] 方法400开始于步骤401,在所述步骤中,使用上述3D内窥镜生成手术部位“S”的3D空间映射。在计算装置150上显示的图形用户界面上实时显示由3D内窥镜捕获的手术部位“S”的视图,所述视图包括手术部位内的解剖结构“A”和其中存在的任何手术工具。

[0053] 任选地,在手术部位“S”内选择解剖结构“A”。所述选择可以使用由3D内窥镜捕获的图像或数据来实时执行,或者在规划阶段期间使用由例如荧光镜、CT、MRI或PET扫描器等某一其它成像装置捕获的图像或数据来执行。例如,简要地参考图5A,可以由用户经由图形用户界面500a选择解剖结构“A”。图形用户界面500a包括由3D内窥镜捕获的手术部位“S”的实时图像501a。用户可以在实时图像501a内的图形用户界面500a中选择解剖结构“A”,或者经由从在实时图像501a内检测到的解剖特征的列表(未展示)中选择解剖结构“A”的名称来选择解剖结构“A”。

[0054] 在步骤402中,确定针的针尖是否从解剖结构伸出。可以使用各种方法来进行所述确定,包括但不限于使用在本文中描述的系统的方面的图像分析或空间分析。

[0055] 在步骤403中,在3D空间映射中检测针“N”尖端。在步骤405中,使用3D空间映射中可用的数据来确定(例如测量)针“N”的尖端与针“N”伸出穿过的解剖结构“A”的表面之间的距离。在一个方面中,所述3D空间映射包括在手术部位“S”的当前视图中表示固定点的等距数据点的矩阵,并且数据点的值表示在空间中的数据点处对象的存在。例如,一个对象可以是针“N”的尖端,而另一个对象可以是所选择的解剖结构“A”的表面,或者在这种情况下,是针“N”伸出穿过解剖结构“A”的表面。可以通过计算矩阵中两个数据点(例如表示针“N”的尖端的点和表示解剖结构“A”的表面的点)的坐标之间的差值,来获得在3D空间映射中所检测到的针“N”的尖端的定位与3D空间映射中的解剖结构“A”的表面之间的距离。另外地或替代地,可以通过遵循所述矩阵中的两个数据点(例如表示针“N”的尖端的点和表示解剖结构“A”的表面的点)之间的表面轮廓,并且计算沿着所述轮廓的距离,来获得在3D空间映射中所检测到的针“N”的尖端的定位与3D空间映射中的解剖结构“A”的表面之间的距离。这对于弯曲的针或非线性解剖表面特别有用。

[0056] 在步骤405中的测量之后,在步骤407中,检测手术部位“S”中的手术工具“ST”的类

型。所述检测可以经由所使用的手术工具“ST”的构造和模型的用户输入,或者经由3D空间映射内的手术工具“ST”的光学检测。步骤407中的检测还可以包括导出手术工具“ST”的规格,例如抓握强度、面积、钉仓尺寸以及其它这样的细节。

[0057] 在步骤409中,确定手术工具“ST”,例如相对于解剖结构“A”,在生成的3D空间映射中的定位和定向。如上文关于距离测量(步骤405)所述的,使用3D空间映射中获取的数据来确定(例如检测)手术工具“ST”相对于解剖结构“A”的定位和定向。在一个方面中,所述3D空间映射包括在手术部位“S”的当前视图中表示固定点的等距数据点的矩阵,并且数据点的值表示在空间中的数据点处对象的存在。例如,一个对象可以是手术工具“ST”,而另一个对象可以是解剖结构“A”。可以通过计算矩阵中两个数据点(例如表示手术工具“ST”的点和表示解剖结构“A”的点)的坐标之间的差值,来获得手术工具“ST”在3D空间映射中相对于解剖结构“A”在3D空间映射中的定位和定向。另外地或可替换地,可以通过遵循矩阵中的两个数据点(例如表示手术工具“ST”的点和表示解剖结构“A”的点)之间的表面轮廓,并且计算沿着所述轮廓的距离,由此导出所述定位和定向,来获得手术工具“ST”在3D空间映射中相对于解剖结构“A”在3D空间映射中的定位和定向。

[0058] 在步骤410中,基于针的当前定位计算穿过解剖结构的投影针路径和投影针出口位置。当确定针尖没有伸出解剖结构时(步骤402中的否),基于针的当前定位和定向实时计算投影针路径和投影针出口位置。此类数据可用于显示或识别与关键结构的可能或潜在交叉,或展示针相对于所需位置(也可显示)从解剖结构出来的位置。在进行计算时,系统可以考虑许多因素,包括但不限于针的定向、定位、长度和曲线,此类因素由系统检测或由用户输入。图5C绘示了示例性用户界面500C,其展示了穿过解剖结构“A”的针“N”的投影针路径550以及供用户观察的投影针出口位置560。尽管在图5C中未展示,但是也可以显示期望的针出口位置,用于与计算/显示的针出口位置进行比较。此类用于显示的计算数据也可由机器人系统使用,用于控制手术工具“ST”以及用于计算和显示后续针缝合点580(下文进一步详细描述)。

[0059] 在步骤411中,基于手术工具“ST”的当前定位和定向(在步骤409中检测到的)以及所确定的针伸出距离(在步骤405中检测到的),确定在针的暴露部分上是否存在足够的抓握区域以供手术工具“ST”抓握。如果在针“N”的暴露部分上不存在足够的抓握区域(步骤411中的否)以供手术工具“ST”抓握,则方法400进行到步骤412,在所述步骤中,系统100通知用户或者调整手术工具“ST”在手术部位中的定位和定向,或者如果可能的话进一步伸出针“N”。在图5B所展示的图形用户界面500b中绘示了此类显示,其包括手术部位“S”的实时图像501b、手术工具“ST”的当前实时定位、所选择的解剖结构“A”、表示针的尖端“N”与解剖结构“A”的表面之间的所测量的距离的值503b以及通知505b。尽管在图形用户界面500b上展示为视觉通知,但是通知505b可以另外地或替代地包括视觉、听觉、触觉反馈或其任何组合。在一个方面中,所述通知是以异常形式修改或显示值503b的形式,以提醒用户当前不存在足够的抓握区域。

[0060] 另一方面,如果在针“N”的暴露部分上存在足够抓握区域以供手术工具“ST”抓握(步骤411中的“是”),则方法400前进到步骤413,其中系统100显示针“N”上的最佳定位以供手术工具“ST”抓握针“N”。在步骤415中,对于缝线应用,在解剖结构“A”上显示指示,其基于解剖结构“A”的类型、缝合线的类型、距解剖结构“A”的边缘的距离、距先前缝合线的距离或

这些因素的任何组合,来表示下一条缝合线的最佳定位。这可以包括所有剩余缝合线的起点(如图5C所示)。例如,在图5A所展示的图形用户界面500a中绘示了此类显示,其包括手术部位“S”的实时图像501a、手术工具“ST”的当前实时定位、所选择的解剖结构“A”、针“N”的尖端从解剖结构“A”伸出的所测量的距离的值503a、用于抓握的针“N”上的最佳点507a,以及用于下一个缝合线的解剖结构“A”上的最佳定位509a。另外地,在图形用户界面500a中展示的是通知505a,其指示在针“N”的暴露部分上存在足够的抓握区域以供手术工具“ST”抓握。在一个方面中,通知505a可以包括以正常形式显示的值503a。

[0061] 图6示出了方法600的流程图,所述方法是用于增强的手术导航的方法,其显示手术工具“ST”的被隐藏(例如在后面)在解剖结构“A”或手术部位“S”内的其它结构的部分。方法600开始于步骤601,在所述步骤中,使用上述的3D内窥镜生成手术部位“S”的3D空间映射。在计算装置150上显示的图形用户界面上实时显示由3D内窥镜捕获的手术部位“S”的视图,所述视图包括在手术部位“S”内的解剖结构“A”和其中存在的任何手术工具。

[0062] 在步骤603中,在3D空间映射的当前光学视图中检测手术工具“ST”。在步骤605中,确定手术工具“ST”的任何部分在当前光学视图中是否不可见。例如,可以确定手术工具“ST”的一部分隐藏在例如解剖结构“A”或手术部位“S”内的任何其它结构或解剖特征的对象后面。

[0063] 如果确定手术工具“ST”的任何部分被隐藏(步骤605中的是),则方法600进行至步骤606,其中利用3D空间映射来显示手术工具“ST”的隐藏部分。例如,手术工具“ST”的隐藏部分可以在隐藏它的对象后面以虚线显示。绘示此类特征的示范性图形用户界面在图7B中展示。具体地,参见图7B,图形用户界面700b包括手术部位“S”的当前光学视图,其包括手术工具“ST”、解剖结构“A”以及被虚线“ST_p”中的解剖结构“A”隐藏的手术工具“ST”的部分。在步骤606之后,方法600进行到如下文所述的步骤607。

[0064] 另一方面,如果确定在当前光学视图中没有隐藏手术工具“ST”的部分(步骤605中的否),则方法600进行到步骤607。在步骤607中,检测手术部位“S”中的手术工具“ST”的类型。所述检测可以经由所使用的手术工具“ST”的构造和模型的用户输入,或者经由3D空间映射内的手术工具“ST”的光学检测。步骤607中的检测还可以包括导出手术工具“ST”的规格,例如抓握强度、面积、钉仓尺寸以及其它这样的细节。

[0065] 在步骤609中,确定手术工具“ST”例如相对于的解剖结构“A”在生成的3D空间映射中的定位和定向。如上文关于距离测量(方法400的步骤405)所述的,使用3D空间映射中获取的数据来确定(例如检测)手术工具“ST”相对于解剖结构“A”的定位和定向。在一个方面中,所述3D空间映射包括在手术部位“S”的当前视图表示固定点的等距数据点的矩阵,并且数据点的值表示在空间中的数据点处对象的存在。例如,一个对象可以是手术工具“ST”,而另一个对象可以是解剖结构“A”。可以通过计算矩阵中两个数据点(例如表示手术工具“ST”的点和表示解剖结构“A”的点)的坐标之间的差值,来获得手术工具“ST”在3D空间映射中相对于解剖结构“A”在3D空间映射中的定位和定向。另外地或可替换地,可以通过遵循矩阵中的两个数据点(例如表示手术工具“ST”的点和表示解剖结构“A”的点)之间的表面轮廓,并且计算沿着所述轮廓的距离,由此导出所述定位和定向,来获得手术工具“ST”在3D空间映射中相对于解剖结构“A”在3D空间映射中的定位和定向。

[0066] 在步骤611中,系统100检测解剖结构“A”的特性。例如,此类特性可以包括尺寸、当

前光学视图中或相对于手术工具“ST”的当前定位的定向、厚度、长度或其它特性。解剖结构“A”的此类特性可以经由从3D空间映射获取的数据来导出。

[0067] 在步骤613中,系统100基于(在步骤611中检测到的)解剖结构的特性来确定(在步骤607中检测到的)手术工具“ST”的类型以及(在步骤609中检测到的)手术工具“ST”相对于解剖结构“A”的当前定位和定向对于解剖结构“A”来说是否是最佳的。如果系统100确定类型或当前定位和定向对于解剖结构“ST”不是最佳的(步骤613中的否),则方法600进行到步骤614,在步骤614中生成警告。此类警告可以包括通知用户重新定向或重新定位手术工具“ST”。

[0068] 另一方面,如果系统100确定手术工具“ST”的当前定位和定向对于解剖结构“A”是最佳的(步骤613中的是),则方法600进行到步骤615,其中显示表示用于将手术工具“ST”放置在解剖结构“A”上的最佳定位的指示。例如,参见图7A,展示了图形用户界面700a,其包括手术部位“S”的当前视图701a、手术工具“ST”、解剖结构“A”、以及表示用于接触(例如放置、抓握等)解剖结构“A”的最佳定位的指示709a。

[0069] 除了系统100可执行的上述方法之外,系统100还可以检测坐标不匹配,并且基于检测到的不匹配通知用户或修改图形用户界面的显示。被扫描的解剖结构不是静止的,并且将由于例如外科医生的操作、自然生物节律(例如心脏、肺)以及重力等因素而随时间改变。系统100对此类变化的检测可以包括在当前视场中的对象的当前扫描位置与来自先前视场中的对象的当前扫描位置之间的三维坐标不匹配(例如从当前视图延伸出的表面,其中视图中的表面的Y坐标与外部的不同)。完全在当前视图之外的先前扫描的结构也可以改变。在一个方面中,系统100向用户指示当前视场之外的所有项目可能已经改变。为此,系统100可以经由模糊、去除三维效果(例如使图像变平)以及去除颜色或褪色,来修改当前视场之外的所有要素的所显示图像。每种技术可以具有微妙之处,例如将效果的范围键入到自上次刷新以来的图像的年龄。

[0070] 本文中所述的外科器械(例如内窥镜、计算装置和系统100的其它组件)也可配置成与机器人手术系统一起工作,这通常被称为“远程手术”。此类系统采用各种机器人元件来辅助外科医生,并且允许远程操作(或部分远程操作)外科器械。各种机器人臂、齿轮、凸轮、滑轮、电动和机械马达等可用于此目的,并且可设计有机器人手术系统以在手术或治疗过程中辅助外科医生。此类机器人系统可以包括远程操纵系统、自动柔性手术系统、远程柔性手术系统、远程铰接手术系统、无线手术系统、模块化或选择性可配置的远程操作手术系统等。

[0071] 机器人手术系统可以与一个或多个控制台一起使用,这些控制台靠近手术室或位于远程位置。在这种情况下,一队外科医生或护士可以为患者准备手术,并且用本文中公开的一个或多个器械配置机器人手术系统,而另一个外科医生(或一组外科医生)通过机器人手术系统远程控制器械。如可以理解的,高度熟练的外科医生可以不离开他/她的远程控制台的情况下,在多个位置执行多个操作,这对于患者或一系列患者而言既经济有利又有益。

[0072] 手术系统的机器人臂通常由控制器联接到一对主手柄。外科医生可以移动手柄以产生任何类型的手术器械(例如末端执行器、抓握器、刀、剪刀、内窥镜等)的工作末端的相应移动,这可以补充本文中所述的一个或多个实施例的使用。可以对主手柄的运动进行缩放,使得工作端具有与外科医生的操作手所执行的运动不同的、更小或更大的相应移动。缩

放因子或传动比可以是可调整的,使得操作者可以控制手术器械的工作末端的分辨率。

[0073] 可以设想,在本文中描述的系统的内窥镜和方面(例如组件)可以由机器人系统定位,由系统计算的数据可以用于控制机器人系统的部件,并且内窥镜的精确定位被传送到计算机,以构建被扫描的器官或手术区域的3D图像。机器人系统具有自主地扫描手术区域和构造完整区域的3D模型以帮助外科医生引导机器人臂,或者为机器人系统提供必要的3D信息以进一步自主地进行手术步骤的能力。在实施例中,其中内窥镜包括彼此独立的照相机和结构光源,机器人系统可以分别引导照相机和结构光源。机器人系统提供对结构光和照相机视图中的点进行三角测量所需的各个内窥镜之间的相对坐标,以构建手术区域的3D表面。以此方式,机器人系统具有能够自主地将结构光源定位到照相机或照相机内窥镜的视场上的特定优点。

[0074] 主手柄可以包括各种传感器,以向外科医生提供与各种组织参数或条件相关的反馈,例如由于操作、切割或其它处理引起的组织阻力、器械对组织的压力、组织温度、组织阻抗等。可以理解,此类传感器为外科医生提供了模拟实际操作条件的增强触觉反馈。主手柄还可以包括各种不同的致动器,用于精细的组织操纵或治疗,进一步增强外科医生模仿实际操作条件的能力。

[0075] 图8绘示了医疗工作站,总体上展示为工作站800,并且总体上可以包括多个机器人臂802、803、控制装置804以及与控制装置804联接的操作控制台805。操作控制台805可以包括显示装置806,其可以被特别地设置为显示三维图像;以及手动输入装置807、808,通过人(未展示),例如外科医生,能够以第一操作模式远程操纵机器人臂802、803。

[0076] 根据本文中所公开的若干实施例中的任一个,机械臂802、803中的每个可以包括通过接头连接的多个部件,以及可以附接到机械臂802、803的附接装置809、811,例如支撑末端执行器820的手术工具“ST”,这将在下面更详细地描述。

[0077] 机器人臂802、803可以由连接到控制装置804的电驱动器(未展示)驱动。控制装置804(例如计算机)可被设置成特别通过计算机程序来启动驱动器,使得机器人臂802、803、它们的附接装置809、811以及手术工具(包括末端执行器820)根据由手动输入装置807、808限定的运动来执行期望的移动。控制装置804还可以设置成调节机械臂802、803和/或驱动器的移动。基于由在本文中描述的内窥镜和系统创建的3D模型,或者由在本文中描述的系统进行的其它计算,机器人臂802、803的移动可以被限制为特定的运动或运动范围。另外,例如,由系统进行的计算可以用于控制机器人臂802、803,以使得机器人臂802、803能够抓握针的正确点。在没有足够的针区域可用于抓握(如计算出的)的情况下,机器人系统可以控制机器人臂802、803中的任一个来调整针的定位,直到有足够的抓握区域可用为止。另外地,所述系统可以利用与到下一条或后续缝合线的距离测量相对应的计算,来确定应利用机械臂802、803中的哪个来抓住针和/或进行下一条缝合线。

[0078] 医疗工作站800可以被配置成使患者“P”躺在患者台812上,通过末端执行器820以微创方式对其进行治疗。医疗工作站800还可以包括多于两个的机器人臂802、803,另外的机器人臂同样连接到控制装置804,并且可以通过操作控制台805远程操纵。医疗器械或手术工具(包括末端执行器1120)也可以附接到另外的机器人臂上。医疗工作站800可以包括特别地与控制装置804联接的数据库814,其中存储有例如来自患者/生物“P”的术前数据和/或解剖图谱。

[0079] 尽管在附图中展示了本公开的若干实施例,但并不旨在将本公开限制于此,而是旨在本公开具有本领域所允许的尽可能宽的范围,并且本说明书也可以类似地理解。因此,以上描述不应被解释为限制性的,而仅仅是特定实施例的范例。

[0080] 如上文所使用的,术语“临床医生”是指医生、护士或任何其它护理提供者,并且可以包括支持人员。贯穿本说明书,术语“近侧”是指装置或其组件的更靠近临床医生的部分,而术语“远侧”是指装置或其组件的更远离临床医生的部分。另外地,在附图和以上描述中,例如前、后、上、下、顶部、底部之类的术语和类似的方向术语仅仅是为了描述的方便,而不旨在限制本公开。在上文描述中,没有详细描述已知的功能或结构,以避免不必要的细节使本公开模糊不清。

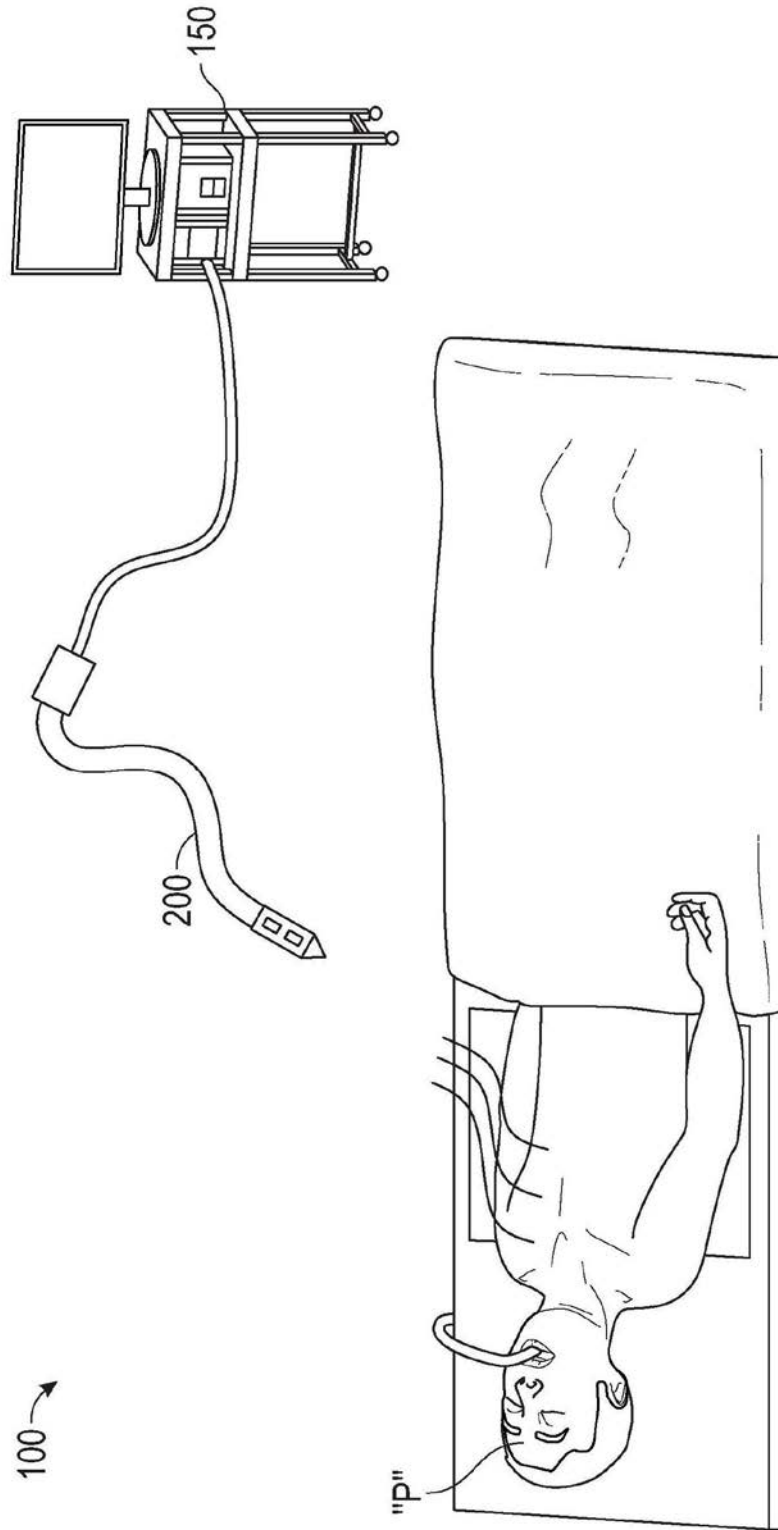


图1

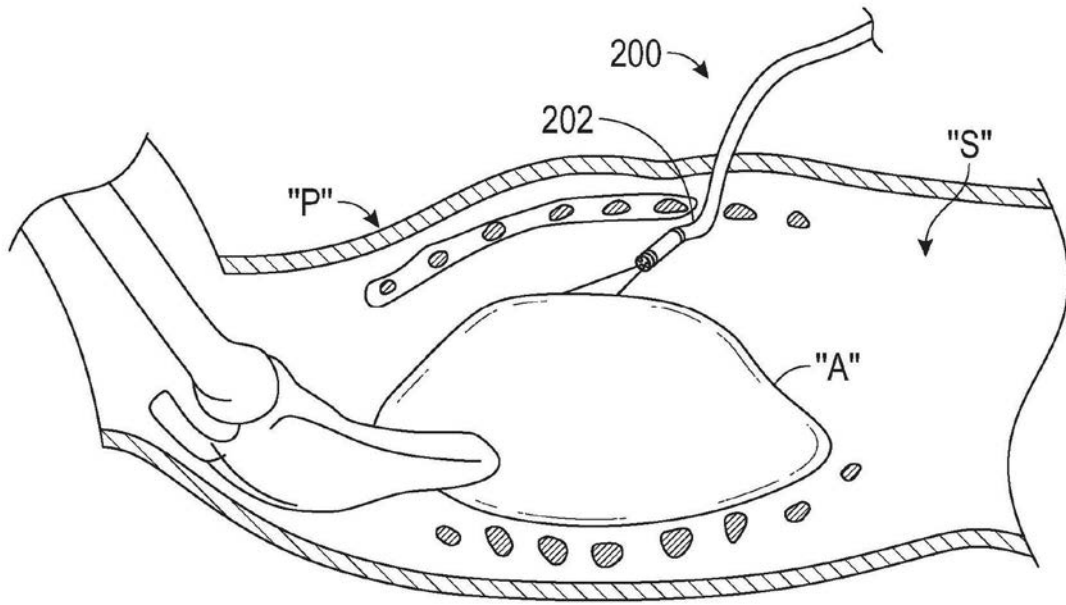


图2

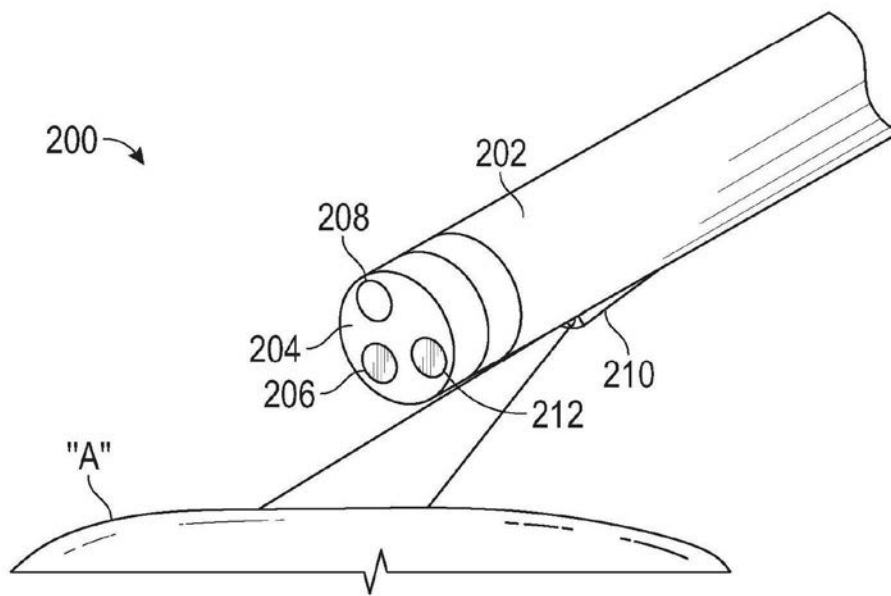


图3

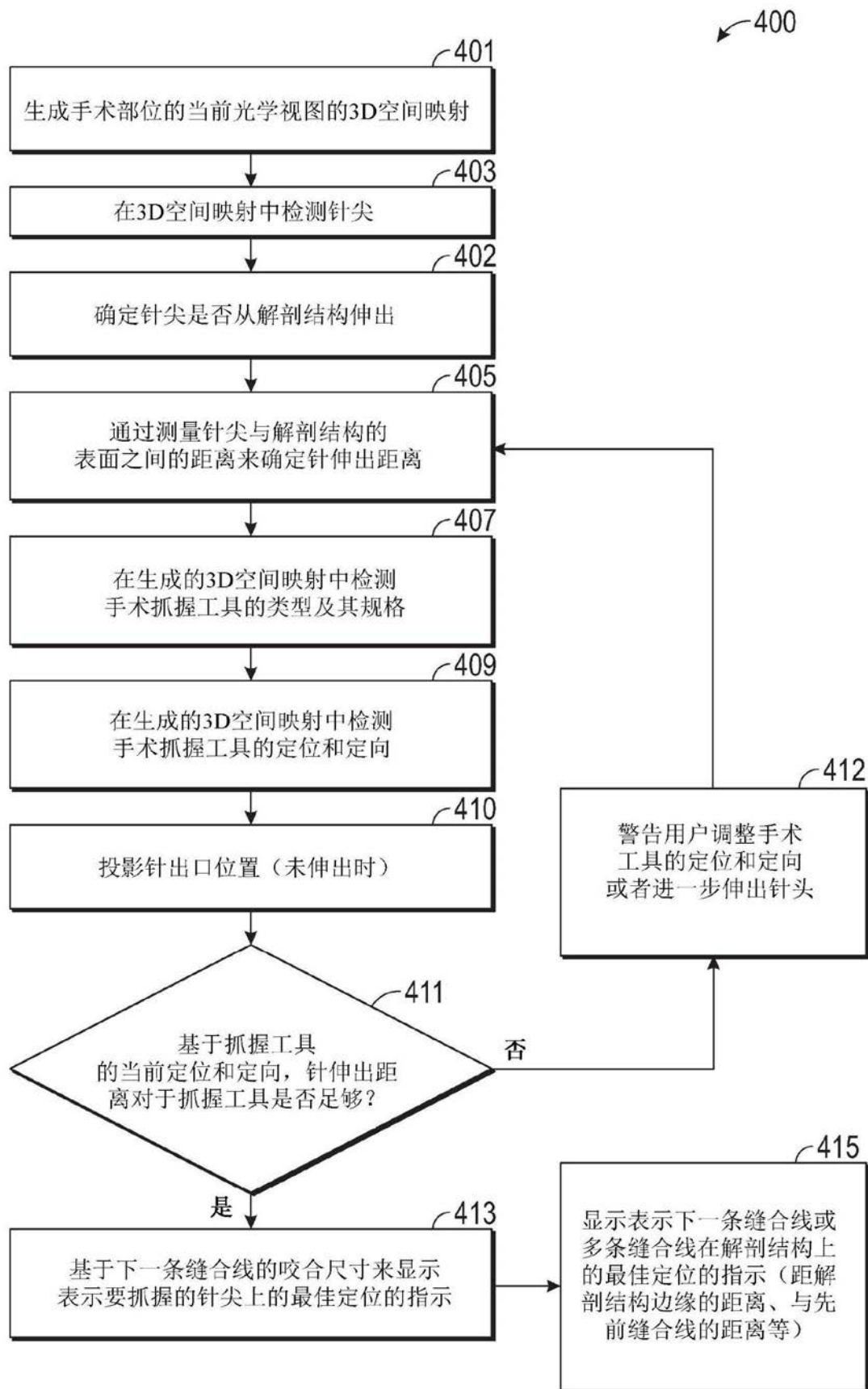


图4

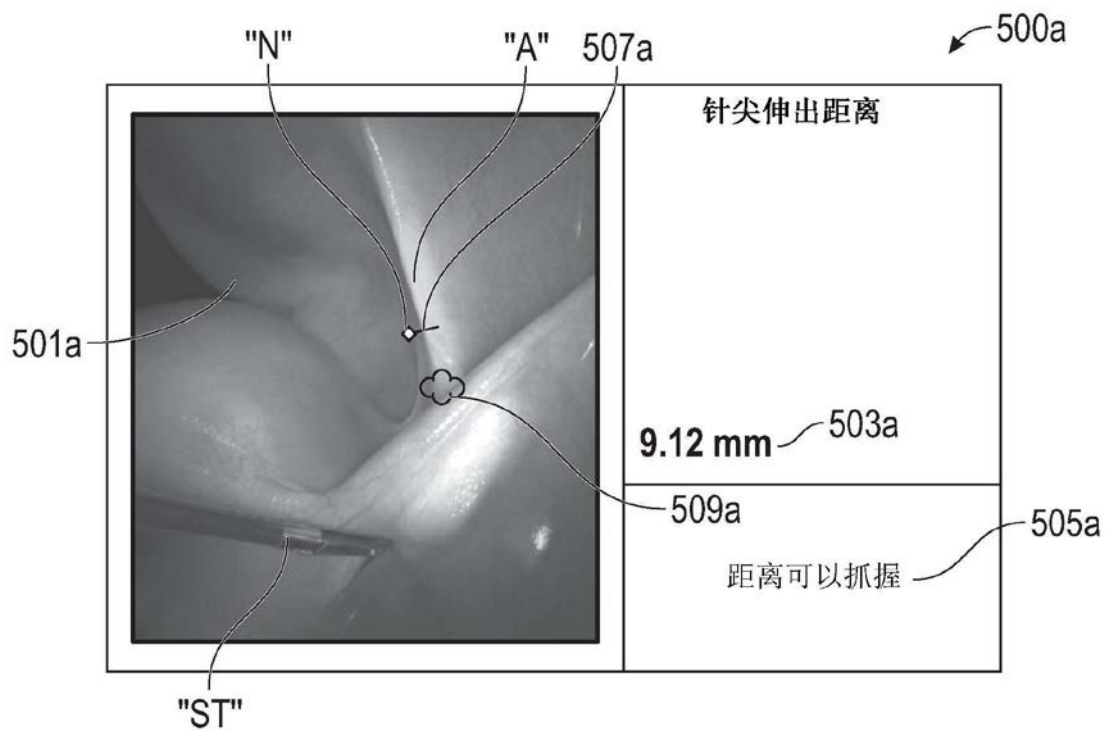


图5A

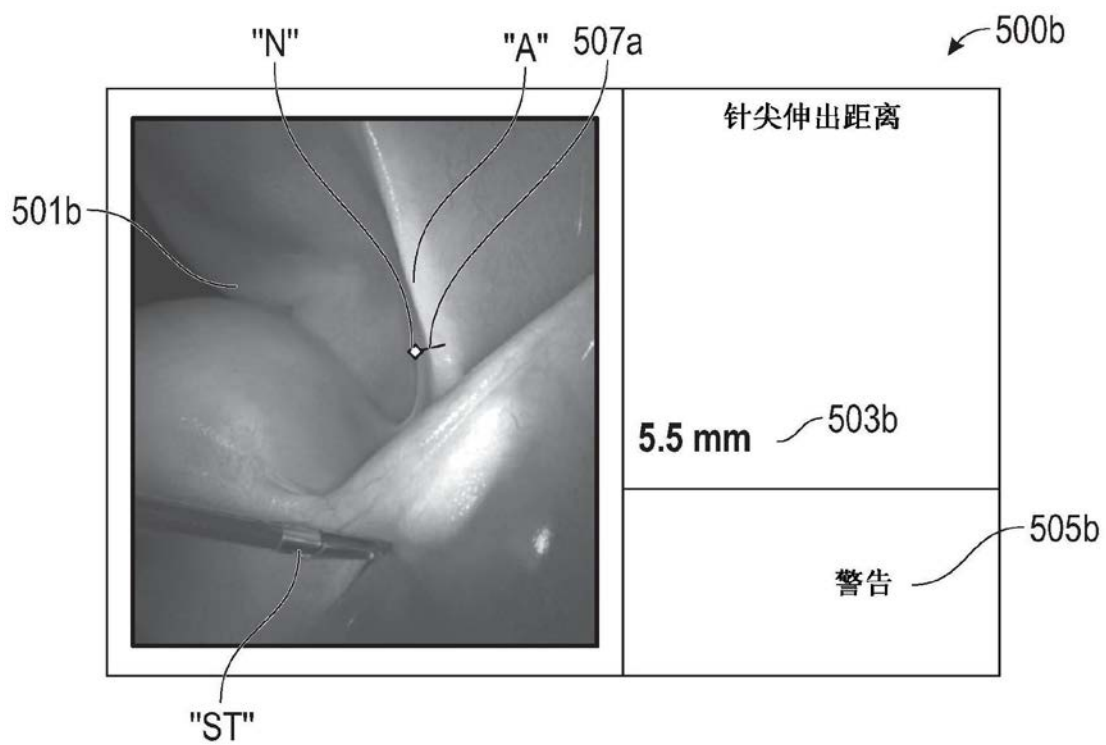


图5B

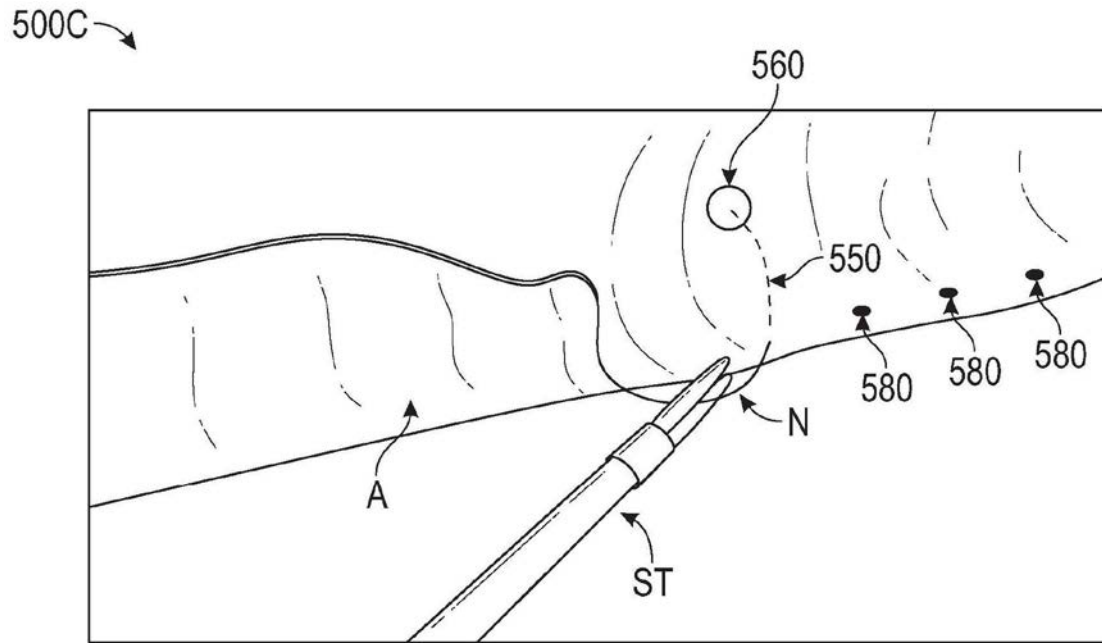


图5C

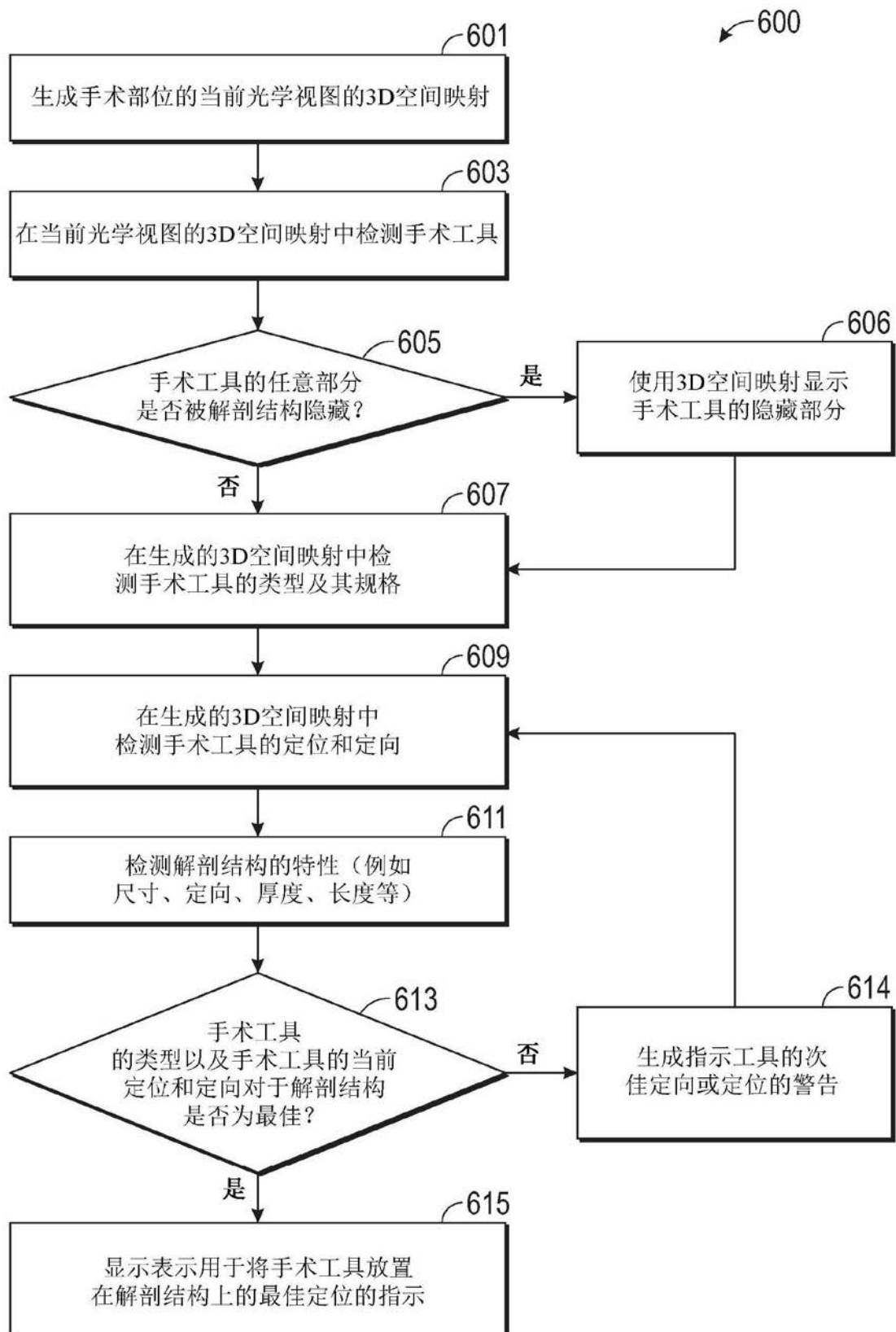


图6

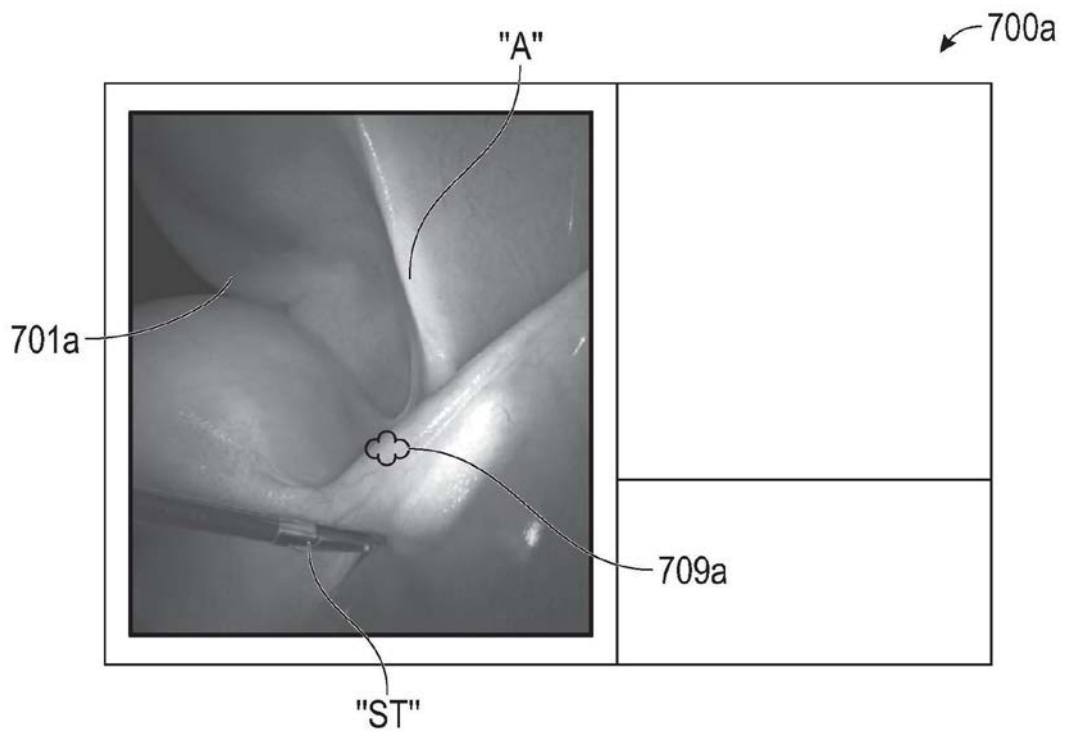


图7A

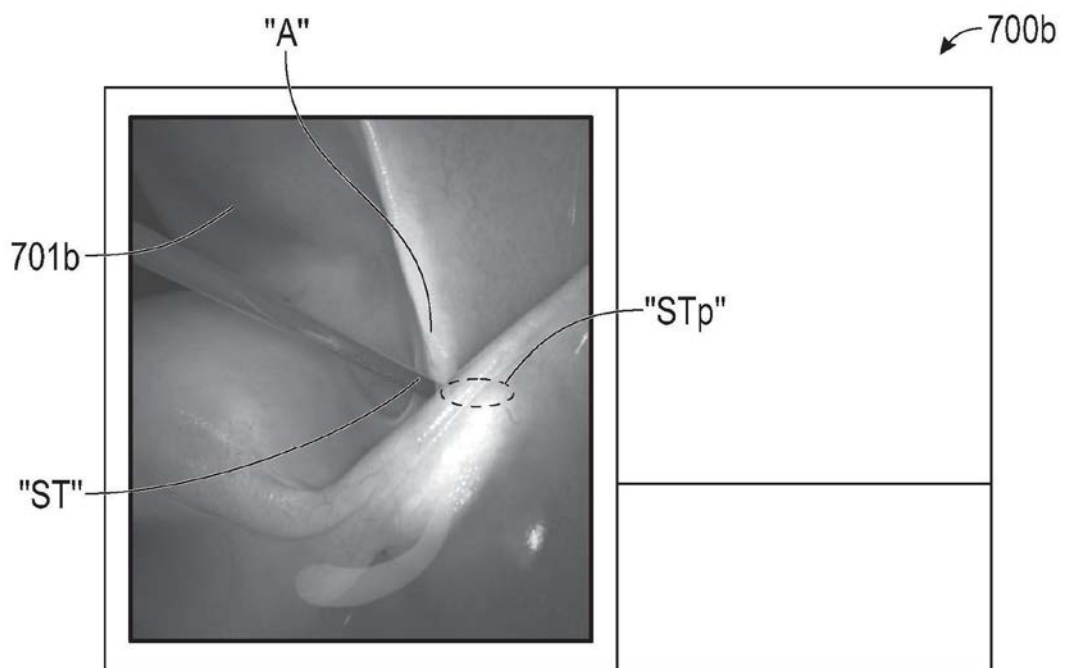


图7B

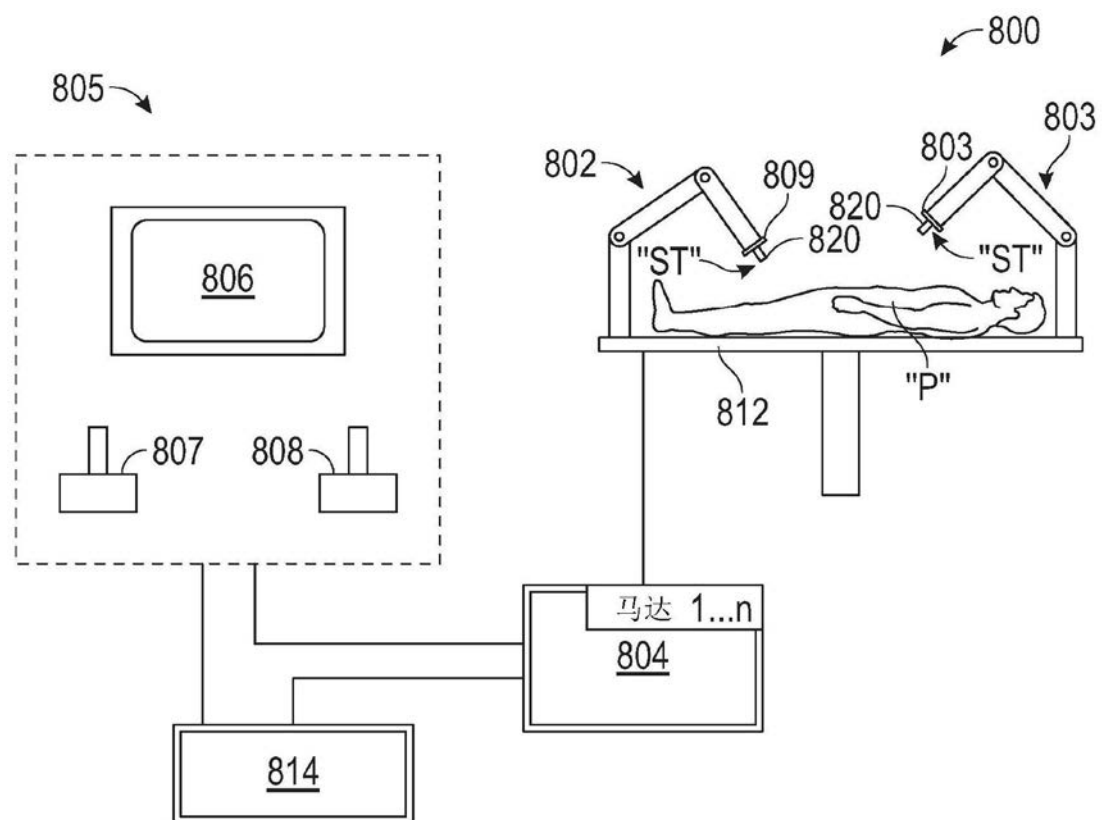


图8

专利名称(译)	胸部成像、距离测量、手术感知以及通知系统和方法		
公开(公告)号	CN111317568A	公开(公告)日	2020-06-23
申请号	CN201911278581.4	申请日	2019-12-13
[标]申请(专利权)人(译)	柯惠有限合伙公司		
申请(专利权)人(译)	柯惠有限合伙公司		
当前申请(专利权)人(译)	柯惠有限合伙公司		
[标]发明人	J 萨尔托尔		
发明人	J·W·库普 J·萨尔托尔 I·坎特罗尔		
IPC分类号	A61B34/20		
代理人(译)	杜文树		
优先权	62/779229 2018-12-13 US 62/779242 2018-12-13 US 62/782683 2018-12-20 US 16/682,566 2019-11-13 US		
外部链接	SIPO		

摘要(译)

本公开涉及胸部成像、距离测量、手术感知以及通知系统和方法，并且提供了一种用于增强的手术导航的方法，以及执行所述方法并且显示与所述方法相关联的图形用户界面的系统。使用包括照相机源和IR扫描源的3D内窥镜生成手术部位的3D空间映射。所述方法包括检测从解剖结构伸出的针尖，并且使用所述3D空间映射确定与所述针尖和所述解剖结构的表面之间的距离相对应的针伸出距离。在所述3D空间映射中检测手术工具的定位，并且由所述系统确定所述针伸出距离是否足以被所述手术工具抓握。当确定所述针伸出距离不足以被所述手术工具抓握时，生成警告。

