



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102711586 A

(43) 申请公布日 2012. 10. 03

(21) 申请号 201180006939. 3

(22) 申请日 2011. 01. 26

(30) 优先权数据

61/303, 365 2010. 02. 11 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 07. 24

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2011/022493 2011. 01. 26

(87) PCT申请的公布数据

W02011/100110 EN 2011. 08. 18

(71) 申请人 直观外科手术操作公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 C·Q·登霍欧 G·M·普里斯科

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

代理人 赵蓉民

(51) Int. Cl.

A61B 1/005 (2006. 01)

A61M 25/01 (2006. 01)

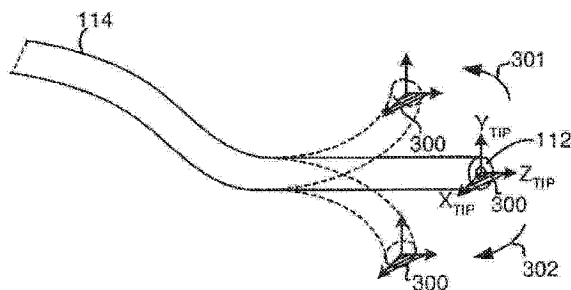
权利要求书 3 页 说明书 8 页 附图 7 页

(54) 发明名称

在机器人内窥镜的远侧尖端自动维持操作者选择的滚动取向的方法和系统

(57) 摘要

在机器人内窥镜系统中, 在机器人内窥镜远侧尖端捕获并且显示在可被内窥镜的操作者看到的屏幕上的照相机视图的取向被自动维持在与设置点相关联的滚动取向, 从而当内窥镜移动、弯曲并且其尖端在不同取向上转动时, 不使操作者迷失方向。处理器从操作者输入产生尖端的当前命令的状态, 并且对其进行修改以维持该设置点滚动取向。为了产生修改的当前命令的状态, 该当前命令的滚动位置和速度被约束为修改的当前命令的滚动位置和速度, 其已根据由所述尖端和设置点的之前处理周期命令的状态指示的滚动角度调节进行了修改。所述处理器之后命令机器人内窥镜被驱动到修改的命令的状态。



1. 一种用于控制机器人内窥镜远侧尖端的操作者命令的移动同时维持该尖端处的滚动取向的方法,该方法包括:

从操作者可操纵的输入控制设备接收控制输入;

确定来自所述控制输入的所述机器人内窥镜的尖端的当前命令的状态,其中所述命令的状态包括当前命令的滚动位置和速度;

通过根据所述尖端的之前处理周期命令的状态指示的滚动角度调节以及指示将在所述尖端处维持的滚动取向的设置点将所述当前命令的滚动位置和速度约束为修改的当前命令的滚动位置和速度,从而修改所述当前命令的状态;并且

命令所述机器人内窥镜的尖端被驱动到所述修改的当前命令的状态。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中尖端参考系在所述内窥镜的尖端处定义,使得具有指示在所述尖端处捕获的视图的深度方向的 Z_{TIP} 轴,指示所述视图的水平方向的 X_{TIP} 轴,以及指示所述视图的垂直方向的 Y_{TIP} 轴,该方法进一步包括:

接收指示所述设置点的参考向量;

将所述参考向量投影到包含所述 Y_{TIP} 轴和 Z_{TIP} 轴的平面上;以及

将所述滚动角度调节确定为所述参考向量和被投影的参考向量之间的角度。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中只要所述滚动角度调节小于阈值,则通过将所述当前命令的滚动速度设置为零而对其进行修改,并且通过将所述命令的滚动位置设置为之前处理周期命令的滚动位置而对其进行修改。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中每当所述滚动角度调节大于阈值时,通过将所述当前命令的滚动速度设定为固定值而对其进行修改,并且将所述命令的滚动位置调节到与所述修改的当前命令的滚动速度一致的值。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中每当所述滚动角度调节大于阈值时,就将所述当前命令的滚动速度修改为所述滚动角度调节的函数,并且将所述当前命令的滚动位置调节到与所述修改的当前命令的滚动速度一致的值。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中建立所述设置点使得其与重力正交。

7. 根据权利要求1所述的方法,进一步包括:

接收来自操作者操纵的输入设备的所述设置点的指示。

8. 根据权利要求7所述的方法,其中当从操作者接收到所述设置点的指示时,通过所述尖端处的滚动取向来建立所述设置点。

9. 根据权利要求7所述的方法,进一步包括:

将所述设置点的图形表示显示在操作者可见的显示屏上;

从操作者操纵的输入设备接收输入;

根据接收到的输入对所述显示屏上的设置点的图形表示的取向进行调节;以及

从所述设置点的所述图形表示的调节的取向来确定所述设置点。

10. 根据权利要求1所述的方法,其中命令所述机器人内窥镜的尖端被驱动到所述修改的当前命令的状态包括:

确定操纵器的一个或更多个关节的状态和所述机器人内窥镜的一个或更多个弯曲区段的弯曲角度的组合,从而实现该机器人内窥镜的尖端的修改的当前命令的状态,所述操纵器以相应的自由度移动来操纵所述机器人内窥镜,所述机器人内窥镜的一个或更多个弯

曲区段弯曲所述机器人内窥镜的主体 ; 以及

命令所述操纵器的一个或更多个关节被驱动到确定的关节状态, 并且所述机器人内窥镜的所述一个或更多个弯曲区段被驱动到确定的弯曲角度。

11. 根据权利要求 10 所述的方法, 其中所述操纵器的一个或更多个关节包括用于沿着线性路径前后移动所述机器人内窥镜的近端的柱状关节, 以及用于围绕所述线性路径旋转所述机器人内窥镜的近端的旋转关节。

12. 根据权利要求 10 所述的方法, 其中从控制输入确定所述机器人内窥镜的尖端的当前命令的状态包括 :

从所述控制输入和针对一个或更多个之前的处理周期存储的控制输入的信息来确定平移和角度尖端状态。

13. 根据权利要求 10 所述的方法, 其中从所述控制输入确定所述机器人内窥镜的尖端的当前命令的状态包括 :

相对于固定的笛卡尔参考系, 将所述控制输入变换成所述机器人内窥镜的尖端的期望状态。

14. 根据权利要求 13 所述的方法, 其中确定所述操纵器一个或更多个关节的状态以及该机器人内窥镜的一个或更多个弯曲区段的弯曲角度包括 :

将修改的当前命令的状态应用到包括所述操纵器和所述机器人内窥镜的組合的串行运动链的逆向运动上。

15. 一种医疗机器人系统, 包括 :

机器人内窥镜, 该机器人内窥镜具有细长主体, 该细长主体包括一个或更多个可弯曲区段和远侧尖端 ;

操纵器, 该操纵器具有一个或更多个可驱动的关节, 从而以相应的自由度移动来操纵所述机器人内窥镜 ;

操作者可操纵的输入控制设备 ; 以及

处理器, 该处理器被配置为从所述操作者可操纵的输入控制设备接收控制输入 ; 从所述控制输入确定机器人内窥镜的尖端的当前命令的状态, 其中所述当前命令的状态包括命令的滚动位置和速度 ; 根据由该尖端的之前处理周期命令的状态指示的滚动角度调节以及指示将被维持在所述尖端处的滚动取向的设置点通过将所述当前命令的滚动位置和速度约束为修改的当前命令的滚动位置和速度而修改所述当前命令的状态 ; 并且命令所述机器人内窥镜的尖端被驱动到修改的当前命令的状态。

16. 根据权利要求 15 所述的医疗机器人系统, 其中尖端参考系被定义在所述内窥镜的尖端, 从而具有指示在所述尖端捕获的视图的深度方向的 Z_{TIP} 轴, 指示该视图的水平方向的 X_{TIP} 轴, 以及指示该视图的垂直方向的 Y_{TIP} 轴 ; 并且其中所述处理器进一步配置为接收指示所述设置点的参考向量, 将该参考向量投影到包含所述 Y_{TIP} 轴和 Z_{TIP} 轴的平面上, 并且确定所述滚动角度调节为所述参考向量和被投影的参考向量之间的角度。

17. 根据权利要求 15 所述的医疗机器人系统, 其中所述处理器被配置为只要所述滚动角度调节小于阈值, 则通过将所述当前命令的滚动速度设置为零而对其进行修改, 并且通过将所述当前命令的滚动位置设置为之前处理周期命令的滚动位置而对其进行修改。

18. 根据权利要求 15 所述的医疗机器人系统, 其中所述处理器被配置为每当所述滚动

角度调节大于阈值时,就通过将所述当前命令的滚动速度设置为固定值而对其进行修改,并且将所述当前命令的滚动位置调节到与所述修改的当前命令的滚动速度一致的值。

19. 根据权利要求 15 所述的医疗机器人系统,其中所述处理器被配置为每当所述滚动角度调节大于阈值时,就将所述当前命令的滚动速度修改为所述滚动角度调节的函数,并且将所述命令的滚动位置调节到与所述修改的当前命令的滚动速度一致的值。

20. 根据权利要求 15 所述的医疗机器人系统,其中建立所述设置点从而与重力正交。

21. 根据权利要求 15 所述的医疗机器人系统,其中所述处理器被配置为从操作者操纵的输入设备接收所述设置点的指示。

22. 根据权利要求 21 所述的医疗机器人系统,其中所述处理器被配置为在从操作者接收到所述设置点的指示时,通过所述尖端处的滚动取向来建立所述设置点。

23. 根据权利要求 21 所述的医疗机器人系统,进一步包括:

显示屏;以及

操作者可操纵的输入设备;

其中所述处理器被配置为将该滚动设置点的图形表示显示在所述显示屏上,从所述操作者可操纵的输入设备接收输入,根据接收到的输入在所述显示屏上调节所述滚动设置点的图形表示的取向,并且从所述滚动设置点的图形表示的被调节的取向来确定所述滚动设置点。

24. 根据权利要求 15 所述的医疗机器人系统,其中所述处理器被配置为通过确定操纵器的一个或更多个关节的状态和所述细长主体的一个或更多个可弯曲区段的弯曲角度的组合来命令所述机器人内窥镜的尖端被驱动到所述修改的当前命令的状态,从而实现该机器人内窥镜的尖端的所述修改的当前命令的状态;并且命令所述操纵器的一个或更多个关节被驱动到确定的关节状态,并且命令所述机器人内窥镜的一个或更多个可弯曲区段被驱动到确定的弯曲角度。

25. 根据权利要求 24 所述的医疗机器人系统,其中所述操纵器的一个或更多个关节包括用于沿着线性路径前后移动所述机器人内窥镜的近端的柱状关节,以及用于围绕该线性路径旋转所述机器人内窥镜的所述近端的旋转关节。

26. 根据权利要求 20 所述的医疗机器人系统,其中所述处理器被配置为通过从所述控制输入和针对一个或更多个之前处理周期的控制输入的存储信息来确定平移和角度尖端状态,从而从所述控制输入确定该机器人内窥镜的尖端的当前命令的状态。

27. 根据权利要求 24 所述的医疗机器人系统,其中所述处理器被配置为通过相对于固定的笛卡尔参考系将所述控制输入变换为所述机器人内窥镜的尖端的期望状态,从而从所述控制输入确定所述机器人内窥镜的尖端的命令的状态。

28. 根据权利要求 27 所述的医疗机器人系统,其中所述处理器被配置为通过将所述修改的当前命令的状态应用到包括所述操纵器和所述机器人内窥镜的組合的串行运动链的逆向运动上来确定所述操纵器的一个或更多个关节的状态以及所述机器人内窥镜的所述一个或更多个可弯曲区段的弯曲角度。

在机器人内窥镜的远侧尖端自动维持操作者选择的滚动取向的方法和系统

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于 2010 年 2 月 11 日提交的名称为“在机器人内窥镜的远侧尖端自动维持操作者选择的滚动取向的方法和系统(METHOD AND SYSTEM FOR AUTOMATICALLY MAINTAINING AN OPERATOR SELECTED ROLL ORIENTATION AT A DISTAL TIP OF A ROBOTIC ENDOSCOPE)”的美国临时申请 No. 61/303,365 (律师卷号 ISRG02470PROV) 的权益。

技术领域

[0003] 本发明总体上涉及机器人内窥镜,并且特别地涉及在机器人内窥镜的远侧尖端自动维持操作者选择的滚动取向同时控制该机器人内窥镜尖端的操作者命令移动的方法和系统。

背景技术

[0004] 内窥镜是允许医生通过将设备插入通过自然腔道亦或外科医生创建的开口并且将该设备引导到病人体内的靶部位来捕获内部身体器官的图像并且对其问题进行诊断的一种医疗设备。在一些情况下,还可以使用所述设备在内部身体器官上执行多种医疗程序。所述设备可以是可操控的,使得其远侧尖端出于导航目的被可控地取向和定位。可以将图像捕获设备(例如立体或单视场照相机)提供在其远侧尖端以使得来自该视角的由照相机捕获的图像可以在显示屏上被外科医生看到。为了在靶部位执行各种医疗程序,手术工具(例如用于切割、抓握、烧灼等的那些手术工具)可以延伸出内窥镜的远侧尖端。

[0005] 内窥镜可以是刚性的(例如用于腹腔镜检查的那些内窥镜),或者其可以是柔性的,使得其能够遵循体腔的曲率。内窥镜还可以是可刚化的和/或机器人化的。可刚化的内窥镜是这样一种内窥镜,其柔性主体的至少一部分可以通过机械锁定机构而基本刚性地制造。机器人内窥镜是一种柔性内窥镜,该内窥镜具有在计算机控制的伺服机构下弯曲的至少一部分。

[0006] 经自然腔道内窥镜手术(“NOTES”)可以使用一种可操控的内窥镜而在病人身上执行手术程序。作为一个示例,可以引导柔性内窥镜通过身体腔道中的一个,并且从病人内部而不是从外部通过微创切口进入腹部。例如,在“经胃的”手术中,仪器经过嘴部并且进入胃中。然后执行胃切开术,使得所述仪器可以进入腹部并且被外科医生用来在腹腔内执行医疗程序。一旦该程序完成,将所述仪器连同程序期间去除的任何组织一起取出,并且将进入点有支撑地闭合。因为在病人体内未产生用来容纳内窥镜的进入的外部切口,所以 NOTES 可能甚至比使用微创切口的手术的痛苦更少。而且,因为它使用自然身体腔道替代外部切口来进入身体,所以这可以引起全身麻醉的需要减少以及更快的恢复时间。

[0007] 在操作内窥镜过程中,当朝向靶部位移动时,或当在靶部位执行医疗程序时,可以将内窥镜尖端多次和在不同方向上转动。结果,在内窥镜的远侧尖端捕获的图像的取向可能改变,并且当观察这些捕获的图像时,其操作者可能变得失去方向感。如果由于这种方向

感缺失而使操作者意外地在错误方向上移动了内窥镜尖端,该尖端可能无意中刺穿或损害组织,造成对病人的伤害。即使通过小心地移动内窥镜尖端避免这类伤害,仍需要额外的时间来重复地确定内窥镜尖端相对于病人体内靶部位的正确取向。因此,执行该程序所需要的时间延长了,这增加了手术成本并且增加了健康安全顾虑。

[0008] 授权给 Schara 等人(2006)的美国专利 No. 7, 134, 992 (通过引用将其结合在此)公开了用于通过感测内窥镜的旋转并且在视频显示设备上显示该旋转图像之前相应地旋转内窥镜图像以补偿所感测的旋转而在参考重力的垂直取向上提供内窥镜图像的方法。

[0009] 这类图像旋转技术的一个问题是当工具延伸出内窥镜的远端时,所述工具不能从为即将到来的任务捕获的图像的操作者的观点被正确地取向。而且,虽然使用重力作为定向该图像的参考可能是方便的,但消除专用于感测重力方向的额外硬件的成本和复杂度是期望的。另外,有时为操作者提供选择不同取向参考的装置可能是有用的。

发明内容

[0010] 因此,本发明的一个或多个方面的一个目的是用于在机器人内窥镜的远侧尖端自动地维持期望的滚动取向同时将机器人内窥镜尖端朝向病人体内靶部位移动或在病人体内靶部位处移动的方法、以及用于实施该方法的系统。

[0011] 本发明的一个或多个方面的另一个目的是用于在机器人内窥镜的远侧尖端自动地维持期望的滚动取向而不需要该远侧尖端处滚动角度传感器的一种方法、以及用于实施该方法的系统。

[0012] 本发明的一个或多个方面中的又一个目的是为操作者提供选择期望的滚动取向的装置的方法,以及用于实施该方法的系统,所述滚动取向将被自动地维持在机器人内窥镜的远侧尖端。

[0013] 这些和额外的目的是通过本发明不同方面来实现的,其中简短地说,一个方面是一种计算机执行的方法用于控制机器人内窥镜远侧尖端的操作者命令的移动,同时维持该尖端处的滚动取向,该方法包括:从操作者可操纵的输入控制设备接收控制输入;从所述控制输入确定机器人内窥镜尖端的当前命令的状态,其中该当前命令的状态包括当前命令的滚动位置和速度;根据由尖端的在前处理期间命令的状态指示的滚动角度调节以及指示尖端处维持的滚动取向的设置点而通过将当前命令的滚动位置和速度限制为修改的当前命令的滚动位置和速度来修改当前命令的状态;以及命令机器人内窥镜的尖端被驱动到所述修改的当前命令的状态。

[0014] 另一方面是一种医疗机器人系统,包括:机器人内窥镜,其具有包括一个或更多个可弯曲区段和远侧尖端的细长主体;操纵器,该操纵器具有一个或更多个可驱动关节以用于在相应的自由度移动中操纵所述机器人内窥镜;操作者可操纵的输入控制设备;以及处理器,该处理器配置为从操作者可操纵的输入控制设备接收控制输入,从控制输入确定该机器人内窥镜的尖端的当前命令的状态,其中所述当前命令的状态包括当前命令的滚动位置和速度,根据由所述尖端的在前处理期间命令的状态指示的滚动角度调节和指示该尖端处维持的滚动取向的设置点而通过将当前命令的滚动位置和速度限制为修改的当前命令的滚动位置和速度来修改该当前命令的状态,并且命令该机器人内窥镜的尖端被驱动到修改的当前命令的状态。

[0015] 从本发明优选实施例的以下说明,本发明的不同方面的额外的目的、特征和优点将变得显然,这些说明应当与附图相结合采用。

附图说明

[0016] 图 1 说明了利用本发明多个方面的医疗机器人系统。

[0017] 图 2 说明了利用本发明多个方面的医疗机器人系统的机器人内窥镜的示意图。

[0018] 图 3 说明了在不同方向上定向而没有滚动取向补偿的机器人内窥镜的尖端。

[0019] 图 4 说明了根据本发明多个方面在不同方向上定向且具有滚动取向补偿的机器人内窥镜的尖端。

[0020] 图 5 说明了如利用本发明多个方面的医疗机器人系统中包括的用于操作者选择设置点以及控制机器人内窥镜的尖端的控制处理器的部件的框图。

[0021] 图 6 说明了一种显示屏,该显示屏显示由照相机在机器人内窥镜的远侧尖端处捕获的图像,以及当前滚动角度和滚动设置点指示器的图形表示(如利用本发明多个方面的医疗机器人系统的显示器上所示)。

[0022] 图 7 说明了利用本发明多个方面的计算机执行的方法的流程图,该方法用于控制机器人内窥镜的远侧尖端的操作者命令的移动,同时维持尖端处的滚动取向。

[0023] 图 8 说明了固定参考系以及与机器人内窥镜的远侧尖端相关联的参考系,当用于利用本发明多个方面的医疗机器人系统中时,所述机器人内窥镜的远侧尖端在固定参考系中移动。

[0024] 图 9 说明了计算机执行的方法的流程图,该方法用于在利用本发明多个方面的医疗机器人系统中确定滚动角度调节。

[0025] 图 10 说明了当在利用本发明多个方面的医疗机器人系统中使用时确定滚动角度调节的图形描述。

具体实施方式

[0026] 图 1 作为一个示例说明了一种医疗机器人系统 100,该系统包括机器人内窥镜 110、插入该内窥镜 110 中的多个光纤电缆 120、具有存储器 135 的控制处理器 130、致动系统 140、图像处理器 150、显示屏 160 以及输入控制设备 171、172。控制处理器 130 和图像处理器 150 (以及在此所述的任何其他处理器或控制器)各自可以实现为硬件、固件、软件或其组合,它们与一个或更多个计算机相互作用或实现在一个或更多个计算机中。优选地,显示屏 160 包括结合在计算机显示器中的左眼屏和右眼屏,从而能够向系统 100 的操作者显示三维图像。然而,出于成本考虑,显示屏可以是仅能够显示二维图像的标准计算机显示器。虽然仅显示出一个显示屏,但可以提供额外的显示屏,使得例如当外科医生观看显示屏 160 时,辅助人员可以观看定位在该辅助人员附近的显示屏。输入控制设备 171 优选地是能够命令至少 6 个自由度(DOF)移动(例如,三个平移自由度和三个定向自由度)的六维(6-D)控制杆(速率或位置型)。另一方面,输入控制设备 172 可以是常规计算机输入设备,例如计算机鼠标或键盘。

[0027] 机器人内窥镜 110 具有柔性的细长主体 114,该主体优选地具有至少两个可控制可弯曲的区段。该主体具有在其远端 111 处产生可操控尖端 112 的至少一个可控制可弯曲

的区段。该主体还具有耦接到其近端 115 的用于致动内窥镜 110 的移动及其可控制可弯曲的区段的致动系统 140。控制电缆或其他常规控制装置(未显示)从致动系统 140 延伸到该可操控尖端 112 的至少一个可控制可弯曲的区段,使得该尖端 112 可以可控制地弯曲或转动,如例如通过弯曲尖端 112 的虚线形式所示的。在这个示例中,其他电缆或其他常规控制装置(未显示)也可以延伸到其他可控制可弯曲的区段,使得它们可以被可控制地弯曲。被动可弯曲的区段也可以包括在机器人内窥镜以及可弯曲的区段中,所述可弯曲的区段以某种方式被限制为与其他可弯曲的区段一起移动。

[0028] 参考图 2,该致动系统 140 包括内窥镜操纵器 231 以及一个或更多个弯曲致动器 232。该内窥镜操纵器 231 用来以两个自由度致动机器人内窥镜 110。用将机器人内窥镜 110 的近端 115 前后移动的柱状关节(prismatic joint)执行的一个自由度是插入/抽出移动(如通过虚线的双箭头标记的“I/O”说明的)。另一个自由度是用围绕其插入/抽出方向旋转机器人内窥镜 110 的旋转关节执行的近侧滚动旋转(如通过虚线的双箭头标记“ ϕ ”说明的)。弯曲致动器 232 致动机器人内窥镜 110 的弯曲区段 201-203,因此所述区段在各自的螺距(pitch)旋转(如通过虚线的双头弧线 $\alpha 1-\alpha 3$ 说明的)和俯仰(yaw)旋转(如通过虚线的双头弧线 $\beta 1-\beta 3$ 说明的)中均是可弯曲的。除了这些可弯曲的区段,机器人内窥镜 110 的第一连杆 211 以其近端耦接到内窥镜操纵器 231,并且以其远端耦接到主体 114 的剩余部分,使得该内窥镜操纵器 231 使得连杆 211 在 I/O 方向或滚动方向(ϕ)上移动,然后主体 114 的剩余部分(并且具体地是,所有可弯曲的区段 201-203 和与这些可弯曲的区段 201-203 耦接的耦接连杆 212-215)与第一连杆 211 一致地移动。

[0029] 一个或更多个光纤电缆 120 (图 1 中所示)优选地配置有弯曲或形状传感器,例如 Fiber Bragg Grating (光纤布拉格光栅)(或其他应力传感器,例如使用瑞利(Rayleigh)散射的那些应力传感器),使得通过光纤电缆的光被控制处理器 130 (或分离的位置处理器)处理,从而确定内窥镜 110 的当前位置和形状,包括其远侧尖端 112 的取向。除了延伸经过内窥镜 110 的光纤电缆 120,配置有应力传感器的一个或更多个额外的光纤电缆(未显示)可以附连到该内窥镜 110,从而提供附连点处的内窥镜 110 的位置信息。使用 Fiber Bragg Grating 确定内窥镜的位置和弯曲的额外细节可以例如在名称为“Robotic Surgery System Including Position Sensors Using Fiber Bragg Gratings”的美国专利申请 2007/0156019 A1;名称为“Fiber Optic Position and/or Shape Sensing Based on Rayleigh Scatter”的美国专利申请 2008/0212082A1;名称为“Robotic Surgical Instrument and Methods using Bragg Fiber Sensors”的美国专利申请 2008/0218770 A1;以及名称为“Fiber Optic Shape Sensor”的美国申请序列号为 12/164,829 的专利申请中找到;它们中的每一个通过引用结合在此。常规可操控的内窥镜的额外细节可以例如在名称为“Steerable Endoscope and Improved Method of Insertion”的美国专利 6,869,396 B2 中找到,通过引用将其结合在此。虽然光纤传感器是用于弯曲或形状感测的优选装置,但还可以将其他传感器用于实践本发明,例如电磁传感器、电位计等。

[0030] 在内窥镜 110 的远侧尖端 112 处提供了立体或单视场照相机以用于捕获图像,这些图像被传送到图像处理器 150 并且由该图像处理器 150 进行处理,并且以用于内窥镜的常规形式显示在显示屏 160 上。光纤电缆 120 之一能够以其近端耦接到光源(未显示)以用于在远侧尖端 112 处的照明目的。当照相机远离远侧尖端 112 观察时,通过照相机视野的

深度轴 Z_{TIP} 、水平轴 X_{TIP} 以及垂直轴 Y_{TIP} 在远侧尖端 112 处定义远侧尖端参考系 200。

[0031] 如图 3 中简单显示的,当远侧尖端 112 在一个方向 301 或另一个方向 302 上弯曲时,它的水平取向 300 (如由 X_{TIP} - Z_{TIP} 平面定义的)可以相对于其环境而改变。如前面说明的,当操作者从由远侧尖端照相机捕获并且显示在显示屏 160 上的图像观察区域时,相对于环境在水平取向上的这种改变可能使操作者迷失方向。为了防止这种方向感的缺失,理想的是,如图 4 中所示,当远侧尖端 112 在任何方向上弯曲时,它的水平取向 300 保持与其环境相同。例如,可以期望的是水平取向 300 总是垂直于重力。

[0032] 作为一个示例,图 5 说明了控制处理器 130 的部件的框图,该控制处理器 130 允许操作者选择或改变设置点,该设置点指示在机器人内窥镜 110 远侧尖端 112 处捕获的照相机视图的期望的滚动取向,并且允许操作者命令该远侧尖端 112 的移动,同时该系统自动地维持远侧尖端 112 处的期望的滚动取向。操作者使用适当的输入设备,例如输入控制设备 172,来选择或改变该设置点而与设置点处理器 132 相互作用,并且使用输入控制设备 171 命令机器人内窥镜 110 远侧尖端 112 的移动。

[0033] 在操作者干预或不干预下使用重力来产生参考可以建立初始或缺省的设置点。在这种情况下,可以定义指示该设置点的参考向量 Y_{SP} ,使得它指向与重力向量相反的方向。随后可以通过操作者与设置点处理器 132 相互作用来改变该设置点(或如果缺省的设置点未被定义,则建立初始的设置点)。例如,通过按下输入控制设备 171、172 之一上的选择按钮,或使用通过声音识别系统(未显示)识别用于这种目的的声音命令,或使用任何其他公知的交互装置,操作者可以选择设置点,使得其相应于尖端 112 的当前滚动取向。在这种情况下,设置点处理器 132 定义了指示设置点的参考向量 Y_{SP} ,使得在这种操作者选择输入时,该参考向量 Y_{SP} 指向与尖端的照相机视图的 Y_{TIP} 轴线相同的方向。以常规方式从当前尖端位置和取向确定尖端参考系(X_{TIP} 、 Y_{TIP} 、 Z_{TIP}),所述当前尖端位置和取向通过前向运动处理器 136 从致动单元 140 的感测的关节位置 138 产生。

[0034] 作为另一个示例,操作者可以通过与图形用户界面(GUI)相互作用来建立设置点。如图 6 中说明的,设置点处理器 132 可以实现为包括该 GUI,该 GUI 包括显示屏 160,在该显示屏 160 上与由远侧尖端照相机捕获的图像 350 相邻地显示图形图像 600。图形图像 600 包括当前滚动角度指示器 601 以及图形可旋转的滚动设置点指示器 602。GUI 允许例如输入控制设备 172 等输入控制设备与该图形图像 600 的可旋转滚动设置点指示器 602 相互作用。例如,响应于输入控制设备 172 通过其操作者的移动,滚动设置点指示器 602 可以从当前滚动角度指示器 601 旋转到不同角度,如图 6 中所示。同时,当操作者使滚动设置点指示器 602 旋转时,输入管理器 131 使远侧尖端滚动角度(ϕ_{tip})和当前滚动角度指示器 601 跟踪该移动,使得当远侧尖端滚动角度匹配该可旋转的滚动设置点指示器 602 指示的角度时,可选择的滚动设置点指示器 602 在显示屏 160 上消失,并且保留当前滚动角度指示器 601。

[0035] 再次参考图 5,通过移动输入控制设备 171,操作者命令机器人内窥镜 110 的远侧尖端 112 的移动。如果输入控制设备 171 是位置类型设备,则它的移动定义了平移和定向位置的 6 个自由度(DOF)。在这种情况下,通过用连续处理周期之间位置中相应改变除以处理周期的持续时间能够以常规方式来计算平移和定向速度的 6 个 DOF。另一方面,如果该输入控制设备 171 是速率类型设备,则它的移动定义了平移和定向速度的 6 个 DOF。在后一种

情况下,能够以常规方式通过将相应速度和处理周期的持续时间的乘积添加到针对紧邻的之前的处理循环计算的(或初始设置的)位置值,计算平移和定向位置的 6 个 DOF 中的每一个。在任何一种情况下,通过输入处理器来执行额外的速度或位置计算,为了简化说明的目的,该输入处理器被认为是输入控制设备 171 的一部分。

[0036] 输入管理器处理器 131 处理输入控制设备 171 的输出,用来产生相对于固定笛卡尔 X、Y、Z 参考系(例如,图 8 的固定系 800)的远侧尖端 112 的当前命令的状态,并且使用由设置点处理器 132 提供的设置点信息来修改当前命令的状态,从而产生远侧尖端 112 的修改的当前命令的状态。在此参考图 7-10 说明通过输入管理器处理器 131 执行的处理的详细说明。修改的当前命令的状态考虑了操作者命令的远侧尖端 112 的移动和在远侧尖端 112 处维持滚动取向的要求(即维持由相对于与设置点相关联的参考向量 Y_{SP} 由远侧尖端照相机视图的 X_{TIP} - Z_{TIP} 平面定义的水平角度)。

[0037] 逆向运动处理器 134 从输入管理器处理器 131 接收远侧尖端 112 的命令的状态并且将它变换成相应的关节命令,以便驱动内窥镜操纵器 231 和弯曲致动器 232。通过以常规方式将命令的状态应用到包括内窥镜操纵器 231 和机器人内窥镜 110 的组合的串行运动链的逆向运动而实现该变换。关节控制处理器 135 包括用于通过内窥镜操纵器 231 和弯曲致动器 232 来致动和控制每个关节的关节控制系统。将逆向运动处理器 134 的输出提供到关节控制处理器 135,该处理器 135 通过致动命令 137 来控制致动单元 140 的操作,使得内窥镜操纵器 231 的可控关节和机器人内窥镜 110 的可控可弯曲的区段被驱动到适当位置,从而实现机器人内窥镜 110 远侧尖端 112 的命令的状态。

[0038] 作为一个示例,图 7 说明了在输入管理器处理器 131 中实现的方法的流程图,所述方法用来控制机器人内窥镜 110 远侧尖端 112 的操作者命令的移动,同时维持相应于设置点的尖端 112 处的滚动取向。在步骤 701 中,该方法从输入控制设备 171 接收操作者输入。在步骤 702 中,该方法以常规方式通过将例如从输入控制设备 171 接收的平移和取向位置的 6 个 DOF 和速度应用到已知变换从而以相应的尖端 112 的平移和定向位置的 6 个 DOF 和速度产生当前命令的状态,将操作者输入变换成内窥镜 110 远侧尖端 112 的当前命令的状态。如在此使用的术语“当前命令”是指针对当前处理循环或周期(例如,时间“t”)提出的命令,并且如在此使用的术语“之前的处理命令”是指在前面的处理循环或周期中已经提出的命令(例如,时间“t-1”)。

[0039] 在步骤 703 中,该方法使用尖端 112 和设置点紧邻的之前的处理命令的状态的信息而确定滚动角度调节($\Delta \phi_{TIPA}$)。滚动角度调节表示滚动角度围绕 Z_{TIP} 轴的改变,该 Z_{TIP} 轴需要用来维持在远侧尖端 112 处照相机捕获的视图的水平 X_{TIP} 轴具有由设置点来指示的滚动取向。如前面参考图 5 说明的,设置点可以是操作者选择的,或设置点可以是使用例如重力感测机构而自动建立的,所述重力感测机构例如前面结合参考美国专利 7,134,992 所述,在这种情况下,滚动取向优选地是垂直于向下指向的重力向量的水平线。

[0040] 用于执行步骤 703 的方法的一个示例示于图 9 中,其中在步骤 901 中,从设置点处理器 132 接收参考向量 Y_{SP} ,该参考向量指示设置点并且该参考向量的生成在前面参考图 5 进行了说明。当远侧尖端 112 在不同方向上移动并且取向时,它的远侧尖端参考系 200 由此(具有如参考图 2 定义的正交轴 X_{TIP} 、 Y_{TIP} 和 Z_{TIP})移动。例如,如图 8 中所示,当尖端 112 之前处于在固定参考系 800 中指示为 200' 的尖端参考系位置和取向时,参考向量 Y_{SP} 显示

为被操作者建立。尖端 112 随后的移动导致尖端参考系位置和取向如在固定参考系 800 中通过尖端参考系 200 指示的移动。在步骤 902 中,将参考向量 Y_{SP} 投影到包括尖端参考系的 Y_{TIP} 轴和 Z_{TIP} 轴的平面上,如图 10 中所示。在这种情况下,可以从尖端 112 的前面的处理循环命令的状态(例如如图 5 中所示的紧邻的之前的处理周期)来提供尖端参考系 200,或可以从由指示尖端 112 感测的状态的前向运动处理器 136 接收的信息来提供所述尖端参考系 200。在步骤 903 中,将滚动角度调节($\Delta \phi_{TIPA}$)确定为参考向量 Y_{SP} 与其在 Y_{TIP} - Z_{TIP} 平面上的投影 Y'_{SP} 之间的角度,同样如图 10 中所示。

[0041] 在步骤 704 中,判断在步骤 703 中确定的滚动角度调节是否小于阈值。如果所述滚动角度调节小于阈值(即滚动角度调节相对小),则该方法前进到步骤 705,否则,该方法前进到步骤 707。该阈值可以设置为一些固定值,例如 5 度或当在显示屏 160 上观察捕获的图像 350 时导致远侧照相机视图的滚动取向中的改变的其他一些角度,所述改变使操作者难以发现或至少不使操作者迷失方向。为了满足操作者偏好,还可以通过添加允许操作者指定和 / 或调节阈值的一些装置来修改参考图 6 中说明的 GUI。

[0042] 在步骤 705 中,由于滚动角度调节已经被确定为小于阈值,所以该方法将当前命令的滚动速度($\dot{\phi}_{TIPC}$)修改为零,并且在步骤 706 中,如果必要,该方法将当前命令的滚动位置,即 $\phi_{TIPC}(t)$ 修改为其紧邻的之前的处理周期命令的滚动位置,即 $\phi_{TIPC}(t-1)$,使得远侧尖端 112 处的当前滚动取向可以维持。

[0043] 另一方面,在步骤 707 中,当滚动角度调节已经被确定为等于或大于阈值时,该方法将当前命令的滚动角度速度($\dot{\phi}_{TIPC}$)修改为某个值,该值是滚动角度调节的函数或是恒定值,这取决于本发明选择的实施例,并且在步骤 708 中,使用例如下面的等式,所述方法修改了当前命令的滚动位置,即 $\phi_{TIPC}(t)$,从而与修改的当前命令的滚动速度($\dot{\phi}_{TIPC}$)一致:

$$[0044] \quad \phi_{TIPC}(t) = \dot{\phi}_{TIPC}(t) \cdot \Delta T + \phi_{TIPC}(t-1) \quad (1)$$

[0045] 其中“ $\dot{\phi}_{TIPC}(t)$ ”是修改的当前命令的滚动速度,“ ΔT ”是处理循环或周期的持续时间,而“ $\phi_{TIPC}(t-1)$ ”是紧邻的之前的处理周期命令的滚动位置(之前存储在图 5 中的存储元件或存储器 133 中并且当前从中读取)。

[0046] 步骤 707 中使用的函数和常数中的任一者或两者可能与总命令的尖端速度的幅值按比例缩放,从而避免可能使操作者惊讶的较大和 / 或突然的改变。在该函数的一个示例中,可以构造该函数,使得当前命令的滚动速度($\dot{\phi}_{TIPC}$)随着滚动角度调节的增大(具有某一最大值)而增大。当将当前命令的滚动速度($\dot{\phi}_{TIPC}$)设置为常数时,对当前命令的滚动速度的幅值的这种限制可以延长到达当前命令的滚动位置所需要的时间量,但是将防止较大的潜在危险的尖端速度命令的发生。

[0047] 在步骤 709 中,该方法以如在步骤 702 中的常规方式将操作者输入变换成内窥镜尖端 112 的修改的当前命令的状态,除了此时该修改的当前命令的滚动速度被认为是等于步骤 705 或步骤 707 中确定的数值并且该修改的当前命令的滚动位置被约束为等于步骤 706 或步骤 708 中确定的数值以外,这取决于步骤 704 的结果。可替换地,可以仅通过用修改的当前滚动位置替换当前命令的状态中的当前命令的滚动位置并且用修改的当前命令的滚动位置替换当前命令的状态中的当前命令的滚动速度,来简单地形成内窥镜尖端 112 的修改的当前命令状态。在步骤 710 中,将远侧尖端 112 的修改的命令的状态提供给逆向

运动处理器 134, 如前面参考图 5 说明的。

[0048] 虽然已经参考一个或多个优选实施例对本发明的不同方面进行了说明, 但应当理解的是本发明被完全保护在所附权利要求的全部范围内。

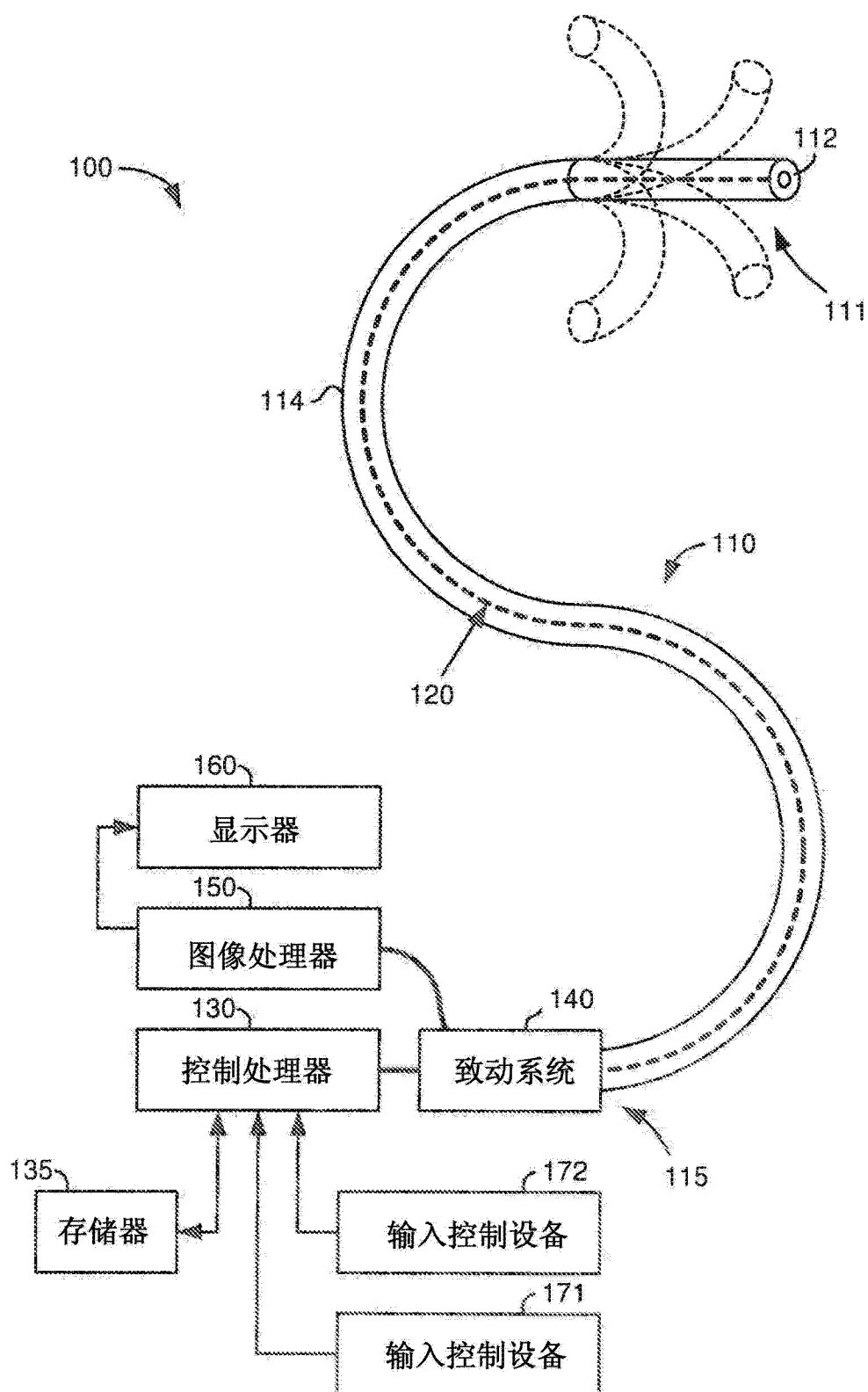


图 1

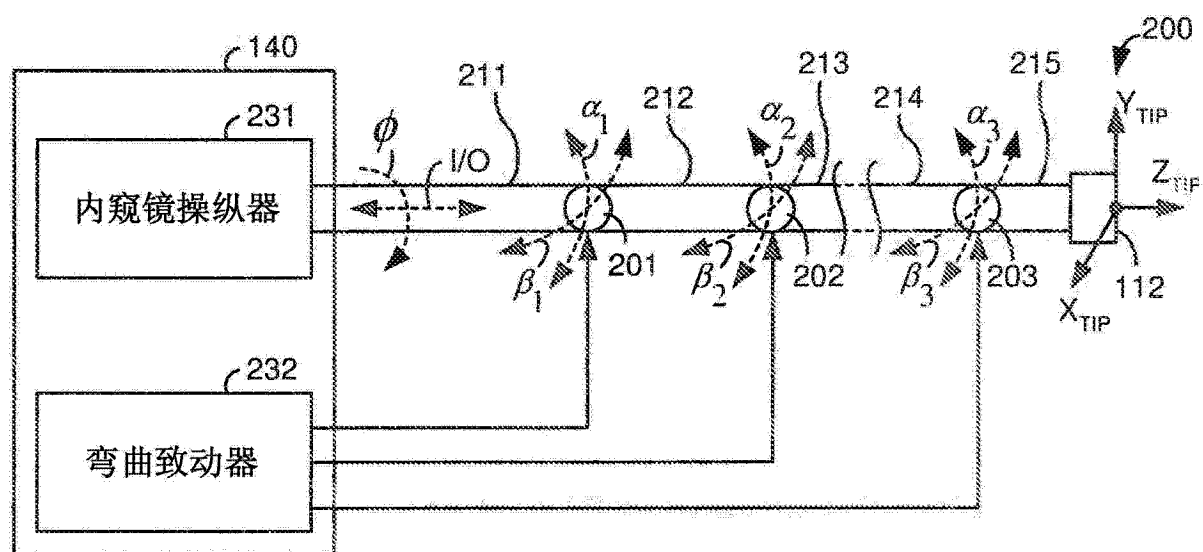


图 2

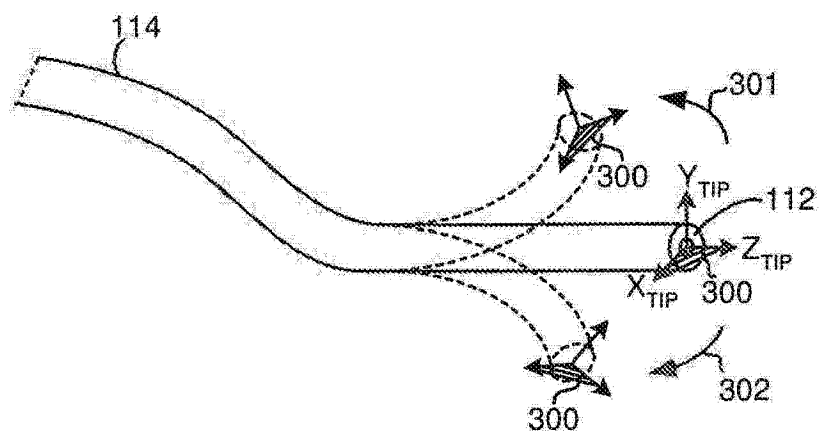


图 3(现有技术)

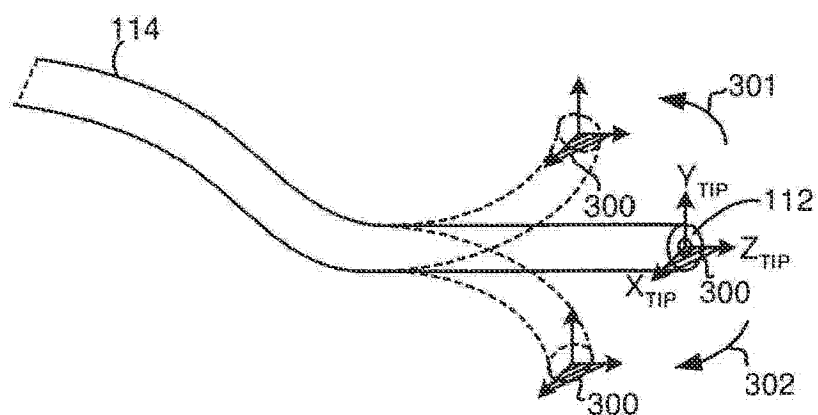


图 4

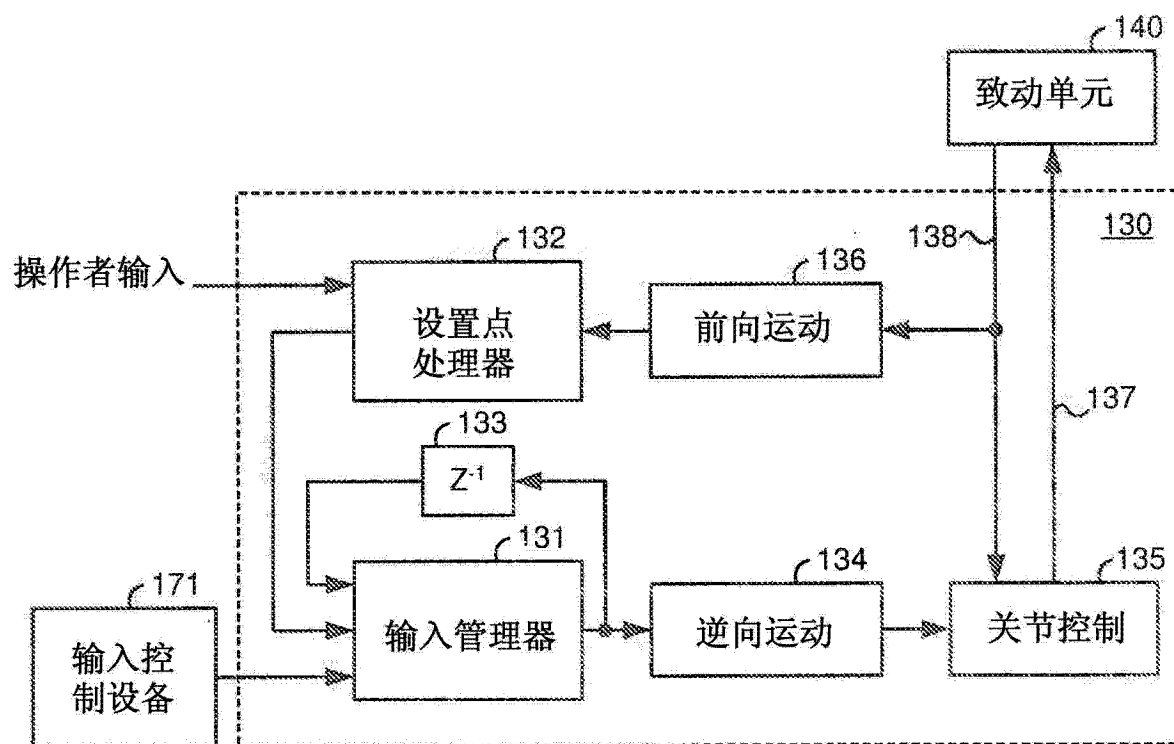


图 5

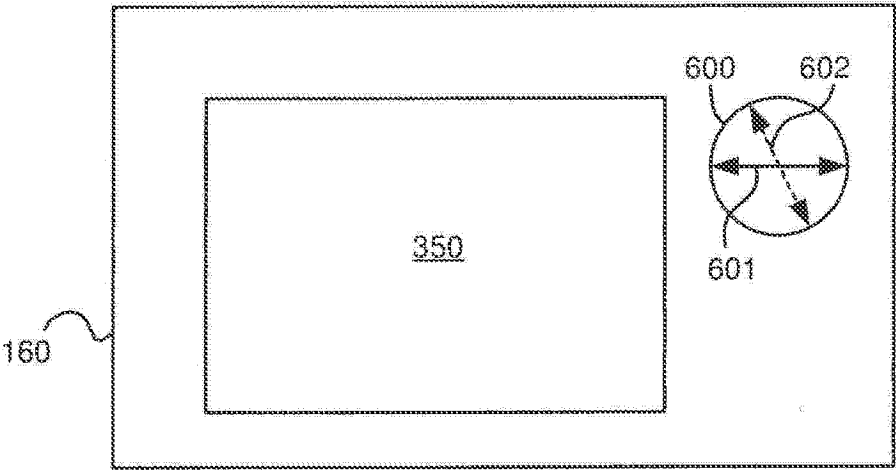


图 6

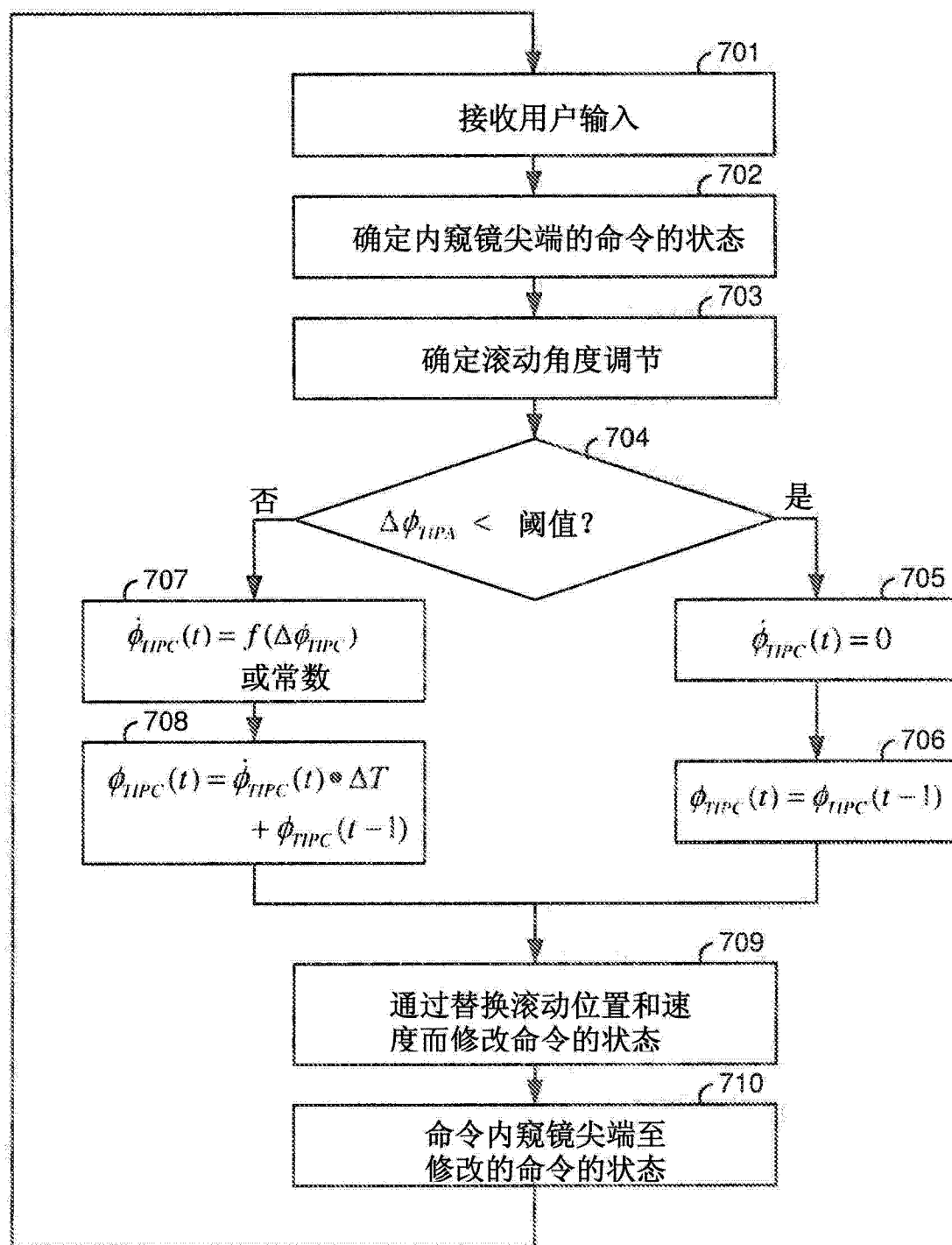


图 7

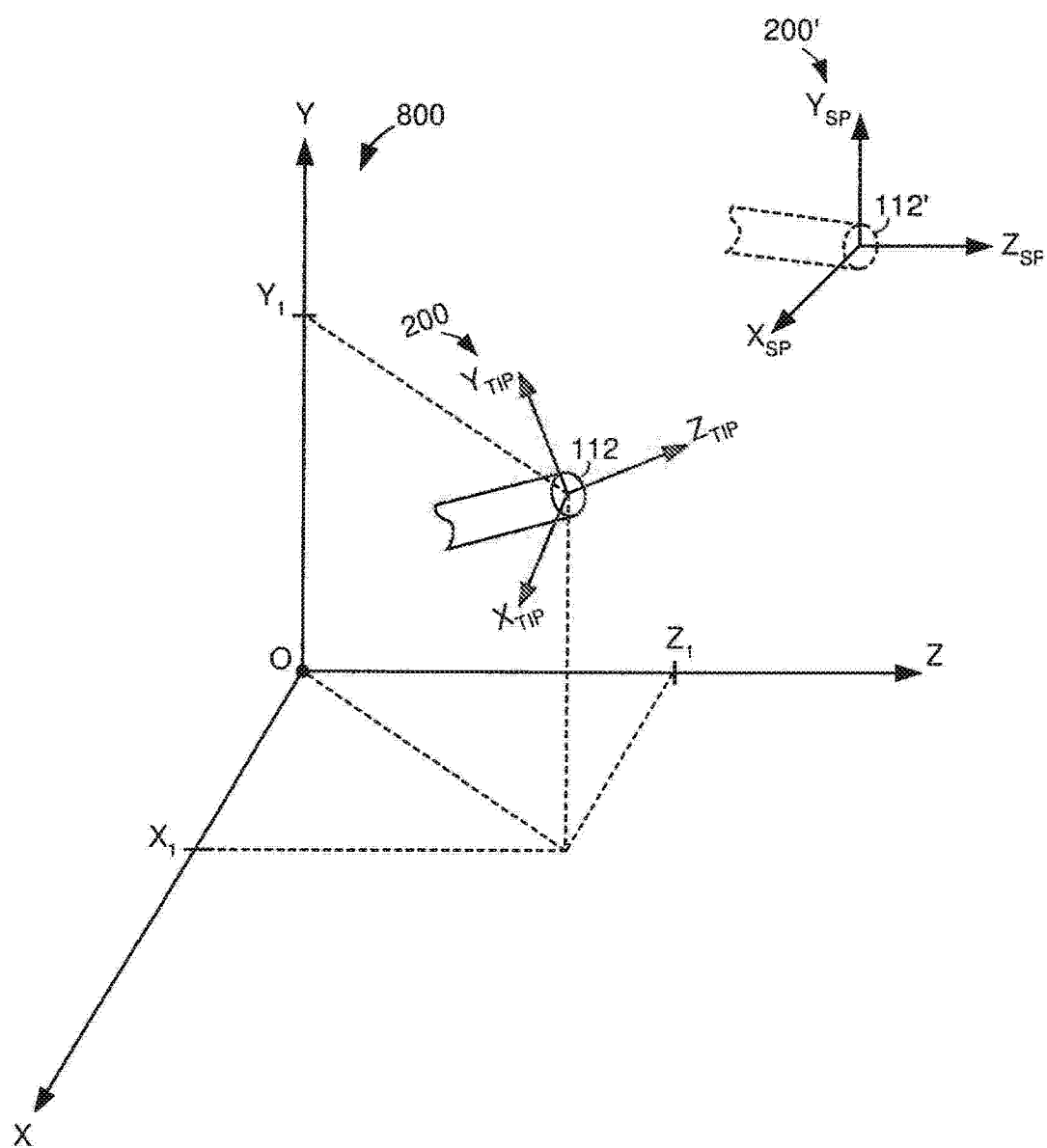


图 8

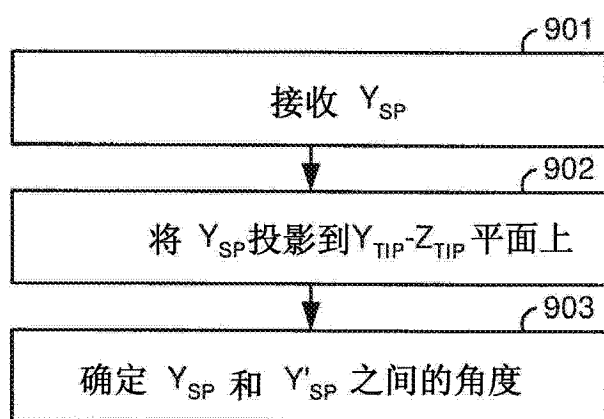


图 9

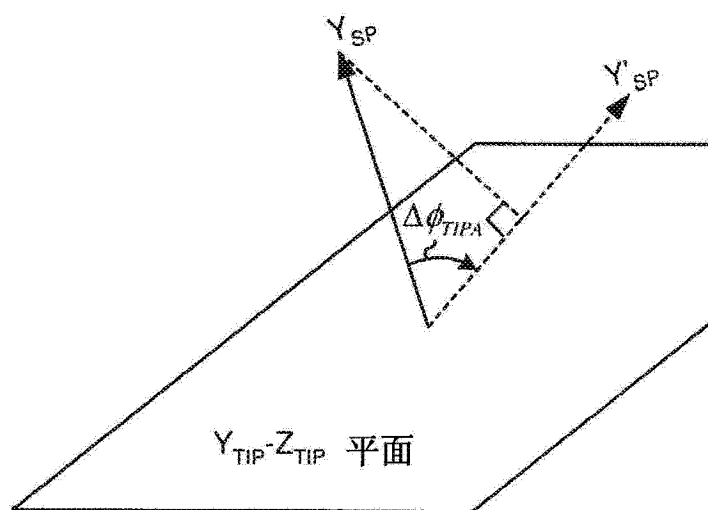


图 10

专利名称(译)	在机器人内窥镜的远侧尖端自动维持操作者选择的滚动取向的方法和系统		
公开(公告)号	CN102711586A	公开(公告)日	2012-10-03
申请号	CN201180006939.3	申请日	2011-01-26
[标]申请(专利权)人(译)	直观外科手术操作公司		
申请(专利权)人(译)	直观外科手术操作公司		
当前申请(专利权)人(译)	直观外科手术操作公司		
[标]发明人	CQ登霍欧 GM普里斯科		
发明人	C·Q·登霍欧 G·M·普里斯科		
IPC分类号	A61B1/005 A61M25/01		
CPC分类号	A61B1/00147 A61B5/065 A61B2019/5261 A61B1/0055 A61B1/0051 A61B2034/2061		
优先权	61/303365 2010-02-11 US		
其他公开文献	CN102711586B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

在机器人内窥镜系统中，在机器人内窥镜远侧尖端捕获并且显示在可被内窥镜的操作者看到的屏幕上的照相机视图的取向被自动维持在与设置点相关联的滚动取向，从而当内窥镜移动、弯曲并且其尖端在不同取向上转动时，不使操作者迷失方向。处理器从操作者输入产生尖端的当前命令的状态，并且对其进行修改以维持该设置点滚动取向。为了产生修改的当前命令的状态，该当前命令的滚动位置和速度被约束为修改的当前命令的滚动位置和速度，其已根据由所述尖端和设置点的之前处理周期命令的状态指示的滚动角度调节进行了修改。所述处理器之后命令机器人内窥镜被驱动到修改的命令的状态。

