



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105530887 B

(45)授权公告日 2019.03.08

(21)申请号 201480048810.2

(73)专利权人 皇家飞利浦有限公司

(22)申请日 2014.08.21

地址 荷兰艾恩德霍芬

(65)同一申请的已公布的文献号

(72)发明人 S·H·德尼森

申请公布号 CN 105530887 A

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

(43)申请公布日 2016.04.27

72002

(30)优先权数据

代理人 李光颖 王英

13182929.3 2013.09.04 EP

(51)Int.CI.

A61B 34/32(2016.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

B25J 9/16(2006.01)

2016.03.04

(56)对比文件

(86)PCT国际申请的申请数据

WO 2013101273 A1, 2013.07.04,
CN 103037798 A, 2013.04.10,

PCT/EP2014/067788 2014.08.21

审查员 张文静

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/032625 EN 2015.03.12

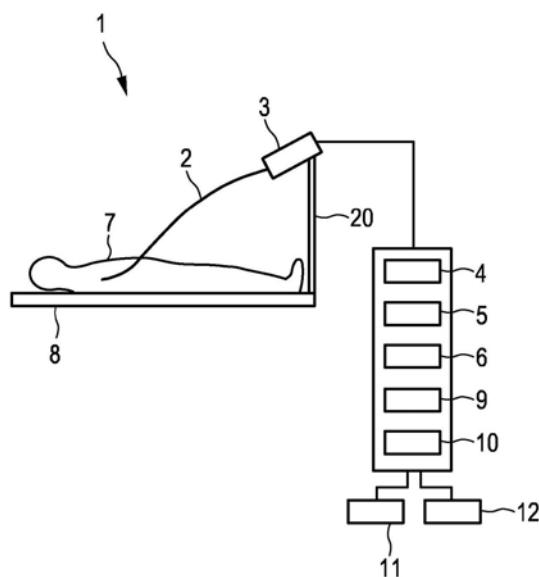
权利要求书3页 说明书11页 附图3页

(54)发明名称

机器人系统

(57)摘要

本发明涉及一种用于在如人体的对象内移动如可塑形导管的可塑形器械的机器人系统。所述系统(1)包括：机器人设备(2、3)，其用于在所述对象(7)内修改所述器械(2)的形状并移动所述器械；以及控制单元(4)，其用于基于如路线图、目标位置和形状以及实际位置和形状的结构信息来控制所述机器人设备，使得从所述实际位置和形状到所述目标位置和形状来移动所述器械并修改所述器械的形状。由于所述控制单元在控制所述机器人设备时考虑结构信息，因此能够在对关于所述对象内的、所述器械能导航通过的区域的知识的考虑下自动执行对所述器械的导航。因此可以在没有或仅具有少量用户交互的情况下执行导航。



B

105530887

CN

1. 一种用于在对象内移动可塑形器械的机器人系统,所述系统(1)包括:

-机器人设备(2、3),其用于在所述对象(7)内修改所述器械(2)的形状并且移动所述器械(2),

-内部结构提供单元(5),其用于提供关于所述对象(7)的内部结构的结构信息,

-目标位置和形状提供单元(9),其用于提供所述器械(2)在所述对象(7)内的目标位置和形状(14),

-实际位置和形状提供单元(10),其用于提供所述器械(2)在所述对象(7)内的实际位置和形状(15),以及

-控制单元(4),其用于基于所述结构信息、所述器械(2)的所述目标位置和形状(14)以及所述器械(2)的所述实际位置和形状(15)来控制所述机器人设备(2、3),使得从所述实际位置和形状到所述目标位置和形状来移动所述器械(2)并修改所述器械(2)的形状,

其特征在于,

所述内部结构提供单元(5)适于指示在所述内部结构内的多个安全区,在所述安全区中,所述机器人设备(2、3)不应施加大于预定义力值的力以在所述对象(7)内修改所述器械(2)的形状和/或移动器械(2),其中,所述控制单元(4)适于控制所述机器人设备(2、3),使得在所述安全区中不施加大于所述预定义力值的力,同时从所述实际位置和形状到所述目标位置和形状来修改所述器械(2)的形状并移动所述器械(2)。

2. 根据权利要求1所述的机器人系统,其中,所述机器人系统还包括目标区域提供单元(6),所述目标区域提供单元用于提供所述器械(2)要被移动到的目标区域(16、17),其中,所述目标位置和形状提供单元(9)适于基于所述目标区域(16、17)和所述结构信息来确定所述器械(2)在所述对象(7)内的所述目标位置和形状(14)。

3. 根据权利要求1所述的机器人系统,其中,所述目标位置和形状提供单元(9)适于允许用户修改所述器械(2)的所述目标位置和形状(14)。

4. 根据权利要求1所述的机器人系统,其中,所述内部结构提供单元(5)适于将示出所述内部结构的结构图像(13)提供为所述结构信息,并且所述目标位置和形状提供单元(9)适于:a) 允许用户将标记添加到所述结构图像(13),并且b) 基于所添加的标记来确定所述器械(2)在所述对象(7)内的所述目标位置和形状(14)。

5. 根据权利要求1所述的机器人系统,其中,所述控制单元(4)适于仅在用户输入指示允许所述控制单元(4)基于所述结构信息、所述器械(2)的所述目标位置和形状(14)以及所述器械(2)的所述实际位置和形状(15)来控制所述机器人设备(2、3)的信号的情况下控制所述机器人设备(2、3)。

6. 根据权利要求1所述的机器人系统,其中,所述实际位置和形状提供单元(10)适于通过光学形状感测来提供所述器械(2)的位置和形状。

7. 根据权利要求1所述的机器人系统,其中,所述实际位置和形状提供单元(10)和所述控制单元(4)适于在所述器械(2)在所述对象(7)内移动期间提供反馈环路,其中,所述器械(2)的所述实际位置和形状(15)被持续地更新,并且所述机器人设备(2、3)基于所述结构信息、所述器械(2)的所述目标位置和形状(14)以及所述器械(2)的经更新的实际位置和形状(15)而被持续地控制。

8. 根据权利要求1所述的机器人系统,其中,所述内部结构提供单元(5)和所述控制单

元(4)适于在所述器械(2)在所述对象(7)内移动期间提供反馈环路,其中,所述对象(7)的所述内部结构被持续地更新,并且所述机器人设备(2,3)基于经更新的结构信息、所述器械(2)的所述目标位置和形状(14)以及所述器械(12)的所述实际位置和形状(15)而被持续地控制。

9.根据权利要求1所述的机器人系统,其中,所述控制单元(4)适于:

-取决于所述结构信息、所述器械(2)的所述目标位置和形状(14)以及所述器械(2)的所述实际位置和形状(15)来确定限定对所述器械(2)的形状的修改和对所述器械(2)的移动的位置和形状计划,所述位置和形状计划是根据所述目标位置和形状(14)来布置所述器械(2)所要求的,并且

-根据所确定的位置和形状计划来控制所述机器人设备(2,3)。

10.根据权利要求9所述的机器人系统,其中,所述内部结构提供单元(5)适于将示出所述内部结构的结构图像提供为所述结构信息,其中,元素权重被分配给所述结构图像的元素,其中,所述控制单元(4)适于确定所述位置和形状计划,使得计划权重被优化,所述计划权重取决于被分配给所述结构图像的与在执行所述位置和形状计划时所述对象内由所述器械至少临时占据的区域相对应的元素的所述元素权重。

11.根据权利要求9所述的机器人系统,其中,所述控制单元(4)适于确定若干位置和形状计划,其中,所述系统(1)还包括显示器(12),所述显示器用于将所确定的位置和形状计划与所述对象(7)的由所提供的结构信息限定的所述内部结构一起显示,并且其中,所述控制单元(4)适于提供允许用户选择所确定的位置和形状计划中的一个并根据所选择的位置和形状计划来控制所述机器人设备(2,3)的用户接口。

12.根据权利要求9所述的机器人系统,其中,所述位置和形状计划限定所述器械(2)的规划的中间位置和形状,所述中间位置和形状被规划为在从所述实际位置和形状到所述目标位置和形状来修改所述器械(2)的形状并移动所述器械(2)时使用,其中,所述实际位置和形状提供单元(10)适于在根据所述位置和形状计划修改所述器械(2)的形状并移动所述器械(2)的同时持续地更新所述器械(2)的所述实际位置和形状,并且其中,所述控制单元(4)适于在根据所述位置和形状计划修改所述器械的形状并移动所述器械期间所述器械(2)的期望的规划的中间位置和形状与所述器械(2)的经更新的实际位置和形状之间的偏差大于预定义的阈值的情况下,基于所述结构信息、所述器械(2)的所述目标位置和形状以及经更新的实际位置和形状来修改所述位置和形状计划。

13.一种计算机可读介质,其上存储有用于在对象内移动可塑形器械的计算机程序,所述计算机程序包括程序代码单元,所述程序代码单元用于当所述计算机程序在控制根据权利要求1所述的机器人系统的计算机上运行时令所述机器人系统执行一种用于提供用于在对象内移动可塑形器械的信息的方法的步骤,所述方法包括:

-由内部结构提供单元(5)提供关于所述对象(7)的内部结构的结构信息,

-由目标位置和形状提供单元(9)提供所述器械(2)在所述对象(7)内的目标位置和形状(14),

-由实际位置和形状提供单元(10)提供所述器械(2)在所述对象(7)内的实际位置和形状(15),

其中,被配置为修改所述器械(2)的形状并在所述对象(7)内移动所述器械(2)的机器

人设备(2、3)由控制单元(4)基于所述结构信息(13)、所述器械(2)的所述目标位置和形状(14)以及所述器械(2)的所述实际位置和形状(15)来进行控制,使得从所述实际位置和形状到所述目标位置和形状来移动所述器械(2)并修改所述器械(2)的形状,

其特征在于,

-由所述内部结构提供单元(5)指示所述内部结构内的多个安全区,在所述安全区中所述机器人设备(2、3)不应施加大于预定义力值的力以在所述对象(7)内修改所述器械(2)的形状和/或移动所述器械(2),并且

其中,所述机器人设备(2、3)被控制,使得在所述安全区中不施加大于所述预定义力值的力。

机器人系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于在对象内移动可塑形器械的机器人系统、机器人方法以及计算机程序。

背景技术

[0002] 如果由医生使用用于在人体内,尤其是在人的血管内,对可塑形介入器械进行导航的医学机器人系统(如来自汉森公司的麦哲伦机器人系统),则医生必须控制医学机器人系统使得介入器械到达人体内的期望的目标区域。对医学机器人的这种控制要求许多用户交互,这使得介入流程对于医生来说相对繁琐。

[0003] US 2011/0319815 A1公开了一种使用形状数据来改进对可塑形或可操纵的器械的控制的光纤器械感测系统。额外的系统使用这样的形状数据来对器械的模型进行经改进的映射或调节。这样的系统包括用于在解剖结构区域内控制可塑形器械的机器人医学系统,所述机器人医学系统具有控制器、一个或多个致动器、以及用于引导一个或多个可塑形器械的定位系统。

[0004] WO 2009/023801 A1涉及采用诸如布拉格传感器光纤的光纤传感器的机器人医学器械系统和相关联的方法。在一种配置中,光纤被耦合到细长器械体并且包括具有一个或多个布拉格光栅的纤维芯。控制器被配置为响应于其而使各种动作初始化。例如,控制器可以生成并显示对器械体的图形表示,并且描画所述器械体的一个或多个位置和/或取向变量,或者调节器械驱动器的马达以将导管或另一器械重新定位。具有布拉格光栅的光纤也可以被与包括被定位在管腔鞘内的多个工作器械、器械驱动器、定位传感器和/或图像捕捉设备的其他系统部件一起被采用,并且也可以被耦合到患者的身体或使身体稳定的相关联的结构。

[0005] 根据WO 2008/097540 A3,一种被配置为操控细长医学器械的可定位医学器械组件(即机器人器械驱动器)包括第一构件,所述第一构件通过可移动接头而被耦合到第二构件,其中,布拉格纤维传感器被耦合到所述第一构件和所述第二构件,使得所述第一构件和所述第二构件关于所述可移动接头的相对移动引起所述布拉格纤维传感器的至少部分的弯曲。所述布拉格纤维传感器具有被可操作地耦合到控制器的近端,所述近端被配置为接收来自所述布拉格纤维传感器的指示其弯曲的信号,所述控制器被配置为分析所述信号以确定所述第一构件和所述第二构件关于所述可移动接头的相对位置。

发明内容

[0006] 本发明的目的是提供一种用于在对象内移动可塑形器械的机器人系统、机器人方法以及计算机程序,它们允许在对象内对可塑形器械进行导航时减少用户交互。

[0007] 在本发明的第一方面中,提出了一种用于在对象内移动可塑形器械的机器人系统,其中,所述系统包括:

[0008] -机器人设备,其用于在所述对象内修改所述器械的形状并且移动所述器械,

- [0009] -内部结构提供单元,其用于提供关于所述对象的内部结构的结构信息,
- [0010] -目标位置和形状提供单元,其用于提供所述器械在所述对象内的目标位置和形状,
- [0011] -实际位置和形状提供单元,其用于提供所述器械在所述对象内的实际位置和形状,
- [0012] -控制单元,其用于基于所述结构信息、所述器械的所述目标位置和形状以及所述器械的所述实际位置和形状来控制所述机器人设备,使得从所述实际位置和形状到所述目标位置和形状来修改并移动所述器械,
- [0013] -其中,所述内部结构提供单元还适于指示所述内部结构内的安全区,在所述安全区中所述机器人设备不应施加大于预定义力值的力以在所述对象内修改所述器械的形状和/或移动所述器械,其中,所述控制单元适于控制所述机器人设备,使得在所述安全区中不施加大于所述预定义力值的力,同时从所述实际位置和形状到所述目标位置和形状来修改所述器械的形状并移动所述器械。
- [0014] 由于所述控制单元在控制所述机器人设备时考虑所述结构信息,因此在考虑到关于所述对象内的、所述器械能导航通过的区域的知识的情况下,能够自动执行对所述器械在所述对象内从所述器械的所述实际位置和形状到所述器械的所述目标位置和形状的导航。因此能够利用较少的用户交互,尤其是不利用任何用户交互,来执行对所述器械在所述对象内的导航。
- [0015] 所述对象优选地是如人或动物的活体对象,并且所述可塑形器械优选地是用于执行介入流程的介入器械。例如,所述可塑形器械为可塑形导管,具体是可塑形微导管、可塑形针、可塑形内窥镜或任何其他类型的可塑形医学设备。
- [0016] 所述机器人设备和所述器械能够被集成,使得所述器械包括若干部分,所述若干部分通过铰链连接,使得所述部分通过所述机器人设备使用例如线而相对于彼此能绕枢轴转动,所述线能够被连接到所述机器人设备的马达,以允许所述马达改变所述器械的形状。所述机器人设备能够包括至少两个另外的马达以用于平移整个器械并用于旋转整个器械。具体而言,为了平移并旋转整个器械,所述机器人设备可以包括用于夹持所述器械的机械夹具,其中,所述至少两个另外的马达可以适于使所述机械夹具沿轨道平移,并且适于旋转所述机械夹具。所述机器人设备也可以被配置为使得通过使用所述另外的马达中的至少一个来使所述器械在所述机械夹具内旋转。所述机器人设备的所述马达可以由所述控制单元控制,以便基于所述结构信息、所述器械的所述目标位置和形状以及所述器械的所述实际位置和形状来修改所述器械的形状并移动所述器械。
- [0017] 所述内部结构提供单元能够是存储单元,所述结构信息已经被存储在所述存储单元中,并且能够从所述存储单元检索所述结构信息以提供所述结构信息。然而,所述内部结构提供单元也能够适于例如基于如如计算机断层摄影图像或磁共振图像的所述对象的图像来确定所述结构信息,所述图像可以在所述器械被引入到所述对象中之前和/或在所述器械已经被引入到所述对象中之后(即流程前和/或流程中)被采集,或者所述结构信息能够直接是所述对象的所述图像,所述图像可以被认为是结构图像。具体而言,所述内部结构提供单元能够适于基于所述对象的图像来生成路线图(roadmap),并且适于将该路线图提供为所述结构信息,其中,所述路线图限定所述对象的内部路径,所述器械能沿所述内部路

径移动。

[0018] 所述预定义力值能够为零,指示在所述安全区中不应当施加力。所述安全区例如是接近所述对象的内壁的区或高弯曲度的区域。这允许更加慎重地在所述对象内自动地或半自动地对所述器械进行导航,由此降低对所述内部结构的不期望的破坏的可能性。

[0019] 所述目标位置和形状提供单元能够是存储单元,所述目标位置和形状已经被存储在所述存储单元中,并且能够从所述存储单元检索所述目标位置和形状,以提供所述目标位置和形状。然而,所述目标位置和形状提供单元也能够适于例如基于所提供的结构信息来确定所述器械在所述对象内的所述目标位置和形状,并且适于提供所确定的目标位置和形状。

[0020] 所述机器人系统还可以包括目标区域提供单元,所述目标区域提供单元用于提供所述器械要被移动到的目标区域,其中,所述目标位置和形状提供单元可以适于基于所述目标区域和所述结构信息来确定所述器械在所述对象内的所述目标位置和形状。具体而言,所述目标区域提供单元可以适于允许用户输入所述目标区域。例如,所述目标区域提供单元能够适于允许用户输入如目标环的目标界标,其中,所述目标位置和形状提供单元能够适于取决于所输入的目标界标或目标环以及所述结构信息来确定所述目标位置和形状。具体而言,所述用户可以仅输入所述器械应当被移动到哪个位置,基于此,所述目标位置和形状提供单元相应地确定所述目标位置和形状,并且所述控制单元控制所述机器人设备,使得所述器械到达所输入的位置。所述目标位置和形状提供单元还可以适于允许所述用户修改所述器械的所述目标位置和形状。

[0021] 所述目标位置和形状提供单元能够适于取决于结构信息并且任选地取决于如目标区域的另外的特征来提供限定所述器械的位置和形状的目标规则,并且适于取决于所述结构信息、所述任选的另外的特征并且取决于所述目标规则来确定所述器械的所述目标位置和形状。所述目标规则例如能够限定:所述器械应当垂直于所述器械要被导航通过的内部环结构;所述器械应当具有到所述对象的内壁的特定距离;在所述对象内的、可以在所述结构信息中被指示的特定区中不应施加强力等。所述目标位置和形状能够被确定为使得这些条件被满足。

[0022] 在实施例中,所述内部结构提供单元适于将示出所述内部结构的结构图像提供为所述结构信息,并且所述目标位置和形状提供单元适于:a) 允许用户将标记添加到所述结构图像,并且b) 基于所添加的标记来确定所述器械在所述对象内的所述目标位置和形状。这允许所述用户确定所述目标位置和形状,其中,所述控制单元接着能够特别是自动地控制所述机器人设备,使得所述器械根据用户确定的目标位置和形状而被定位和塑形。例如,用户可以添加若干标记,所述若干标记能够被所述目标位置和形状提供单元自动地连接以确定所述目标位置和形状。

[0023] 所述结构图像可以是示出所述对象的所述内部结构的任何图像,如磁共振图像、计算机断层摄影图像、超声图像或示出所述对象的所述内部结构的任何其他医学图像。所述结构图像也能够是示出所述内部结构并且从医学图像导出的图像,例如从例如计算机断层摄影图像或磁共振图像导出的路线图。

[0024] 在另外的实施例中,所述实际位置和形状提供单元和所述控制单元适于在所述器械在所述对象内移动期间提供反馈环路,其中,所述器械的所述实际位置和形状被持续地

更新，并且所述机器人设备基于所述结构信息、所述器械的所述目标位置和形状以及所述器械的经更新的实际位置和形状而被持续地控制。因此，能够持续地对所述器械的所述实际位置和形状做出反应，所述器械的所述实际位置和形状可能不同于鉴于所述器械的想要的位置和形状所期望的，这是因为例如对所述器械的操纵的不准确性。因此能够提供校正环路，所述校正环路引起在所述对象内对所述器械的更准确的导航。

[0025] 在实施例中，备选地或额外地，所述内部结构提供单元和所述控制单元能够适于在所述器械在所述对象内移动期间提供反馈环路，其中，所述对象的所述内部结构被持续地更新，并且所述机器人设备基于经更新的结构信息、所述器械的所述目标位置和形状以及所述器械的所述实际位置和形状而被持续地控制。这允许所述控制单元考虑在所述介入流程期间的、由所述对象内的所述器械引起的所述对象的所述内部解剖结构的变化。这也引起校正环路，所述校正环路能够允许在所述对象内对所述器械的更准确的导航。

[0026] 优选地，所述控制单元适于：a) 取决于所述结构信息、所述器械的所述目标位置和形状以及所述器械的所述实际位置和形状来确定限定对所述器械的形状的修改和对所述器械的移动的位置和形状计划，所述位置和形状计划是根据所述目标位置和形状来布置所述器械所要求的，并且b) 根据所确定的位置和形状计划来控制所述机器人设备。所述位置和形状计划可以明确地或暗含地限定对整个器械和/或对所述器械的部分的平移和/或旋转。例如，能够由所述位置和形状计划来限定所述器械的不同部分之间的旋转以及整个器械的平移和/或旋转，以限定对所述器械的形状的修改和对所述器械的移动，所述位置和形状计划是根据所述目标位置和形状来布置所述器械所要求的。

[0027] 在实施例中，所述内部结构提供单元适于将示出所述内部结构的结构图像提供为所述结构信息，其中，元素权重被分配给所述结构图像的元素，其中，所述控制单元适于确定所述位置和形状计划，使得计划权重被优化，所述计划权重取决于被分配给所述结构图像的与在执行所述位置和形状计划时所述对象内由所述器械至少临时占据的区域相对应的元素的所述元素权重。例如，所述计划权重能够是被分配给所述结构图像的与在执行所述位置和形状计划时所述对象内由所述器械至少临时占据的区域相对应的元素的所述元素权重的和。所述结构图像的所述元素优选地是体素，其中，所述结构图像可以为路线图、计算机断层摄影图像、磁共振图像、示出所述内部结构的模型的图像等。

[0028] 所述控制单元可以适于确定若干位置和形状计划，其中，所述系统还可以包括显示器，所述显示器用于将所确定的位置和形状计划与所述对象的由所提供的结构信息限定的所述内部结构一起显示，并且其中，所述控制单元可以适于提供允许所述用户选择所确定的位置和形状计划中的一个并根据所选择的位置和形状计划来控制所述机器人设备的用户接口。因此，用户可以选择期望的位置和形状计划，基于此，所述器械能够被自动地导航，使得根据所选择的位置和形状计划从所述实际位置和形状到所述目标位置和形状来移动所述器械并修改其形状。

[0029] 在实施例中，所述位置和形状计划明确地或暗含地限定所述器械的规划的中间位置和形状，所述中间位置和形状被规划为在从所述实际位置和形状到所述目标位置和形状来修改所述器械的形状并移动所述器械时使用，并且所述中间位置和形状与对整个器械和/或所述器械的部分的平移和/或旋转步骤相对应，以到达所述器械的规划的中间位置和形状，其中，所述实际位置和形状提供单元适于在根据所述位置和形状计划修改所述器械

的形状并移动所述器械时持续地更新所述器械的所述实际位置和形状，并且其中，所述控制单元适于，在根据所述位置和形状计划修改所述器械的形状并移动所述器械期间所述器械的期望的规划的中间位置和形状与所述器械的经更新的实际位置和形状之间的偏差大于预定义的阈值的情况下，基于所述结构信息、所述器械的所述目标位置和形状以及经更新的实际位置和形状来修改所述位置和形状计划。因此，在导航过程期间能够监测所述器械的所述实际位置和形状，并且如果监测到的实际位置和形状偏离所述器械的所述期望的规划的中间位置和形状，则能够自动地更新所述位置和形状计划，并且能够根据经更新的位置和形状计划来继续所述导航过程。能够通过基于所述器械的经更新的实际位置和形状、所述目标位置和形状以及所述结构信息重新计算所述位置和形状计划来执行对所述位置和形状计划的修改(即更新)。

[0030] 所述控制单元可以适于允许用户中断对所述机器人设备的控制。例如，所述控制单元能够适于仅在用户输入指示允许所述控制单元基于所述结构信息、所述器械的所述目标位置和形状以及所述器械的所述实际位置和形状来控制所述机器人设备的信号的情况下控制所述机器人设备。具体而言，所述控制单元能够适于仅在如手动开关或脚踏开关的开关被连续地按压的情况下控制所述机器人设备。这些受限的用户交互允许用户影响导航流程，其中，用户交互的数量仍然是相对小的。

[0031] 在实施例中，所述实际位置和形状提供单元适于提供整个器械的位置和形状。考虑到整个器械的位置和形状而不仅是所述器械的一个或若干部分的位置和形状，在所述导航流程期间能够改进所述导航流程的准确性。所述实际位置和形状提供单元优选地适于通过光学形状感测(OSS)来提供所述器械的所述位置和形状。这允许以高准确性提供所述器械的所述位置和形状，而不要求所述用户执行繁琐的跟踪流程，所述跟踪流程可能使用另外的设备来提供例如在电磁跟踪的情况下所需的电磁场的导航场。

[0032] 在本发明的另一方面中，提出了一种用于在对象内移动可塑形器械的机器人方法，其中，所述方法包括：

[0033] -由内部结构提供单元提供关于所述对象的内部结构的结构信息，
[0034] -由目标位置和形状提供单元提供所述器械在所述对象内的目标位置和形状，
[0035] -由实际位置和形状提供单元提供所述器械在所述对象内的实际位置和形状，
[0036] -由控制单元基于所述结构信息、所述器械的所述目标位置和形状以及所述器械的所述实际位置和形状来控制机器人设备，使得从所述实际位置和形状到所述目标位置和形状来修改并移动所述器械，其中，所述机器人设备被配置为在所述对象内修改所述器械的形状并移动所述器械，

[0037] -指示所述内部结构内的安全区，在所述安全区中所述机器人设备不应施加大于预定义力值的力以在所述对象内修改所述器械的形状和/或移动所述器械，并且

[0038] -控制所述机器人设备，使得在所述安全区中不施加大于所述预定义力值的力。

[0039] 在本发明的另外的方面中，提出了一种用于在对象内移动可塑形器械的计算机程序，其中，所述计算机程序包括程序代码单元，所述程序代码单元用于当所述计算机程序在控制根据权利要求1所述的机器人系统的计算机上运行时令所述机器人系统执行根据权利要求13所述的机器人方法的步骤。

[0040] 应当理解，根据权利要求1所述的机器人系统、根据权利要求13所述的机器人方法

以及根据权利要求14所述的计算机程序具有具体与在从属权利要求中限定的相似和/或相同的优选实施例。

[0041] 应当理解，本发明的优选实施例也能够是从属权利要求或以上实施例与各自的独立权利要求的任意组合。

[0042] 参考下文描述的实施例，本发明的这些和其他方面将是显而易见的，并且将参考下文描述的实施例对本发明的这些和其他方面进行说明。

附图说明

[0043] 在以下附图中：

[0044] 图1示意性且示范性地示出了用于在人体内移动可塑形器械的机器人系统的实施例，

[0045] 图2示意性且示范性地图示了路线图、器械的目标位置和形状、器械的实际位置和形状以及目标区域，并且

[0046] 图3示出了示范性地图示用于在人体内移动可塑形器械的机器人方法的实施例的流程图。

具体实施方式

[0047] 图1示意性且示范性地示出了用于在对象内移动可塑形器械的机器人系统的实施例。在该实施例中，机器人系统1适于在躺在如患者台的支撑器件8上的人体7内移动可塑形导管2。可塑形导管2包括若干部分，所述若干部分通过铰链连接，使得所述部分通过使用连接到各部分的线而相对于彼此能绕枢轴转动。具体而言，各条线的一端被连接到导管2的各部分，并且各条线的另一端被连接到操纵单元3的各马达，使得导管2的不同部分能够经由操纵单元3中的线和马达而相对于彼此绕枢轴转动。操纵单元3能够经由刚性机械连接20而被附接到支撑器件8。操纵单元3包括至少两个另外的马达，以用于平移整个导管2并用于旋转整个导管2。具体而言，为了平移并旋转整个导管2，操纵单元3包括用于夹持导管2的机械夹具，其中，所述至少两个另外的马达适于使机械夹具沿轨道平移，并适于旋转机械夹具。作为对旋转机械夹具的备选方案，操纵单元3可以被配置为使得通过使用所述另外的马达中的至少一个来在机械夹具内旋转导管2。一般地，能够使用已知的机器人系统的机械配置如来自汉森公司的麦哲伦机器人的机械配置那样修改导管的形状并移动导管。

[0048] 能操纵的导管2和操纵单元3能够被认为形成用于在人体7内修改导管2的形状并移动导管2的机器人设备。

[0049] 机器人系统1还包括内部结构提供单元5，其用于提供关于人体7的内部结构的结构信息。在该实施例中，内部结构提供单元适于提供示出解剖结构约束的路线图，其中，该路线图限定人体7内导管2能够被导航通过的区。能够已经基于人体7的医学图像(如计算机断层摄影图像或磁共振图像)确定了路线图，可以在导管2被引入到人体7中之前或在导管2已经被引入到人体7中之后已经采集了所述医学图像，即所述医学图像能够是流程前图像或流程中图像。内部结构提供单元5还适于通过指示路线图上的安全区来指示内部结构内的这些区。所指示的安全区限定人体7内的这样的区域，即在所述区域中，机器人设备2、3不应施加大于预定义力值的力以在人体7内修改导管2的形状和/或移动导管2。在实施例中，

预定义力值为零,指示不应在安全区中施加力。安全区例如是接近人体内的血管或其他管腔的内壁或高弯曲度区域的区。能够对安全区进行预定义,例如人工预定义。然而,也能够通过将预定义的安全规则应用到路线图来自动确定安全区,其中,所述预定义的安全规则能够基于人体内的内部结构的特征(如内壁的位置)来限定安全区。例如,安全规则能够限定,安全区是与人体7内的血管或其他管腔的内壁相邻的区,即在到内壁的预定义的安全距离内的区。此外,在实施例中,能够限定具有不同安全水平的不同种类的安全区,其中,对于每个安全水平能够预定义特定的力值,使得在某些安全区中不应施加力,而在其他安全区中允许小的力。

[0050] 机器人系统还包括:目标区域提供单元6,其用于提供导管2要被移动到的目标区域;以及目标位置和形状提供单元9,其用于提供导管2在人体7内的目标位置和形状,其中,目标位置和形状提供单元9适于基于目标区域和路线图来确定导管2在人体7内的目标位置和形状。在该实施例中,目标区域提供单元6适于允许用户在路线图上输入目标区域。例如,目标区域提供单元6能够提供图形用户接口,所述图形用户接口允许用户经由输入单元11(如键盘、计算机鼠标、触摸屏等)并经由示出路线图的显示器12来输入目标区域。目标区域提供单元6也可以适于允许用户在不是路线图的另一医学图像(如计算机断层摄影图像或磁共振图像)上指示目标区域,其中,在这种情况下该其他医学图像与路线图相对于彼此被配准,使得输入的目标区域的位置相对于路线图是已知的。

[0051] 由用户输入的目标区域能够是包围血管开口的目标环,导管2应当被导航通过所述目标环,或者目标区域能够是另一界标。目标位置和形状提供单元9适于取决于结构信息并取决于目标区域来提供限定导管的位置和形状的目标规则。目标规则例如能够限定:导管应当垂直于所述导管要被导航通过的内部环结构;导管应当具有到人体的血管或其他管腔的内壁的特定距离;在人体内的特定区(即安全区)中不应施加强大的力等。目标位置和形状提供单元9优选地适于基于路线图和所输入的目标区域来计算导管2的目标形状和位置,使得目标规则被满足。

[0052] 目标位置和形状提供单元9还适于允许用户修改导管的目标位置和形状。因此,目标位置和形状提供单元9也能够适于提供图形用户接口,所述图形用户接口允许用户通过使用输入单元11和显示器12来修改导管2的计算出的目标位置和形状,所述目标位置和所述形状可以与路线图和/或医学图像一起被显示在所述显示器12上。

[0053] 机器人系统1还包括实际位置和形状提供单元10,其用于提供导管2在人体7内的实际位置和形状。在该实施例中,导管2被装备有被连接到实际位置和形状提供单元10的OSS纤维,以通过使用OSS来提供导管2在人体7内的实际位置和形状。为了确定导管2在人体7内的实际位置和形状,能够使用已知的OSS技术,如在US 7772541 B2中公开的技术,这里通过引用将其并入本文。实际位置和形状提供单元10适于提供整个导管2的位置和形状,而不仅是导管2的特定部分的位置和形状。

[0054] 机器人系统1还包括控制单元4,其用于基于路线图、导管2的目标位置和形状以及导管2的实际位置和形状来控制机器人设备2、3。具体而言,控制单元4适于取决于路线图、导管2的目标位置和形状以及导管2的实际位置和形状来确定限定导管2的形状的修改和移动的位置和形状计划,所述位置和形状计划是根据目标位置和形状来布置导管2所要求的,并且控制单元4适于根据所确定的位置和形状计划来控制机器人设备2、3,具体为控制操纵

单元3的马达。控制单元4能够适于通过确定导管2的规划的中间位置和形状来确定位置和形状计划,所述中间位置和形状被规划为当从实际位置和形状到目标位置和形状来修改导管2的形状并移动导管2时使用,其中,实际位置和形状提供单元10能够适于在根据位置和形状计划修改导管2的形状并移动导管2的同时持续地更新导管2的实际位置和形状,并且其中,控制单元4能够适于在根据位置和形状计划修改导管2的形状并移动导管2期间导管2的期望的规划的中间位置和形状与导管2的经更新的实际位置和形状之间的偏差大于预定义的阈值的情况下,基于路线图、导管2的目标位置和形状以及经更新的实际位置和形状来修改位置和形状计划。因此,实际位置和形状提供单元10和控制单元4优选地适于在人体7内移动导管2并修改导管2的形状时提供反馈环路,其中,持续地更新导管2的实际位置和形状,并且基于路线图、导管2的目标位置和形状以及导管2的经更新的实际位置和形状来持续地控制操纵单元3的马达,其中,基于导管2的经更新的实际位置和形状来持续地更新位置和形状计划,并且控制单元4根据经更新的位置和形状计划来控制机器人设备2、3。

[0055] 位置和形状计划能够限定整个导管2的平移和旋转以及导管2的各部分相对于彼此的旋转以修改导管2的形状,使得达到规划的中间位置和形状并最终达到目标位置和形状。能够通过提供要被发送到操纵单元3的马达的对应的命令来运行位置和形状计划,其中,命令促使马达移动导管2并修改导管2的形状,使得达到规划的中间位置和形状并最终达到目标位置和形状。控制单元4能够适于取决于各自的目标位置和形状、实际位置和形状以及路线图、基于限定位置和形状计划的预定义的计划规则来确定位置和形状计划。例如,计划规则能够限定,如果目标区域是通过目标环限定的,则器械必须垂直地靠近目标环,和/或限定不允许在安全区中施加大于预定义力值的力,尤其限定,如果力值为零,则不允许将器械移动通过安全区。因此,计划规则能够定义限定,如果已经提供了目标环的序列,则器械必须垂直地靠近目标环,和/或限定不允许在安全区中施加大于预定义力值的力,尤其限定,如果力值为零,则不允许将器械移动通过安全区。计划规则还能够限定,仅能够在路线图上指示的管腔内发生形状修改和移动。此外,另外的可能的计划规则能够限定,应当垂直于血管开口的横向平面来靠近血管开口和/或应当以对导管的最小数量的形状修改和移动来达到目标位置和形状等。

[0056] 备选地或额外地,能够将元素权重(如风险值)分配给路线图的元素,具体是分配给路线图的体素,并且计划规则能够限定,位置和形状计划应当被确定为使得计划权重被优化,具体是被最小化,所述计划权重取决于被分配给路线图的与在执行位置和形状计划时人体7内由导管2至少临时占据的区域相对应的元素的元素权重的和。例如,能够基于计划规则来确定若干位置和形状计划,所述计划规则限定,如果目标区域是通过目标环限定的,则器械必须垂直地靠近目标环,和/或限定不允许在安全区中施加大于预定义力值的力,和/或限定仅能够在路线图上指示的管腔内发生形状修改和移动,和/或限定应当垂直于血管开口的横向平面来靠近血管开口等,其中,计划规则还能够限定从这些确定的位置和形状计划中选择具有最优计划权重,具体是具有最小计划权重的位置和形状计划。控制单元4也能够适于允许用户选择期望的位置和形状计划。具体而言,能够将所确定的位置和形状计划与路线图一起在显示器12上示出,并且控制单元4能够适于提供图形用户接口,所述图形用户接口允许用户选择所确定的位置和形状计划中的一个并根据所选择的位置和形状计划来控制机器人设备2、3。

[0057] 控制单元4可以适于允许用户中断对操纵单元3的自动控制。具体而言,控制单元4可以适于仅在用户输入指示允许控制单元4基于路线图、导管2的目标位置和形状以及导管2的实际位置和形状来控制操纵单元3的信号的情况下控制操纵单元3。例如,控制单元4能够适于仅在输入单元11处的开关或另一开关被按压的情况下控制操纵单元3,其中,如果开关没有被按压,则中断控制。开关可以是手动开关或脚踏开关。如果机器人系统不是自动控制的,则用户可以通过使用输入单元11来控制导管2的位置和形状,同时在显示器12上示出路线图、导管2的实际位置和形状以及目标区域。

[0058] 图2示意性且示范性地图示了具有导管2应当被导航通过的两个目标环16、17的路线图13、导管2的目标位置和形状14、以及导管2的实际位置和形状15。

[0059] 以下将参考图3中示出的流程图来示范性地描述用于在对象内移动可塑形器械的机器人方法的实施例。

[0060] 在步骤101中,内部结构提供单元5提供示出人体7的内部结构的路线图13,并且在步骤102中,目标位置和形状提供单元9提供导管2在人体7内的目标位置和形状14。例如能够基于目标环16、17和路线图13由目标位置和形状提供单元9来提供目标位置和形状14。在步骤103中,由实际位置和形状提供单元10通过使用OSS来确定导管2在人体7内的实际位置和形状15,并且在步骤104中,由控制单元4取决于路线图13、导管2的目标位置和形状14以及导管2的实际位置和形状15来控制操纵单元3。循环执行步骤103和104,使得对操纵单元3的控制能够将导管2的经更新的实际位置和形状作为反馈考虑。如果用户中断控制过程或者如果导管2已经达到目标位置和形状,则该方法在步骤105中结束。

[0061] 以上参考图1和图3描述的机器人系统和方法基于一个或若干靶(即一个或若干目标区域)并且基于解剖结构约束路线图来导出目标位置和形状。控制单元4(其也能够被认为是马达控制)使用这些输入连同连续监测的实际位置和形状,以便在没有或仅有少量用户交互的情况下在人体内对导管进行导航。少量的用户交互可以包括对目标位置和形状的修改、对马达驱动的中断(其中,可以仅在连续按压脚踏开关或手动开关时启用马达驱动)以及重新启动目标规划(即重新启动对位置和形状计划的确定)。

[0062] 能够根据流程前和/或流程中的医学数据来生成路线图。为了提供对机器人系统的安全控制,路线图能够具有不建议强力的区,例如接近内壁的区、高弯曲度的区域中的区以及解剖结构非安全区域中的区(即由于已知的脆弱而已知容易被损坏的区域中的区)。

[0063] 能够从规划信息(即例如从输入的目标区域)、从路线图或从相同参考帧中的另一解剖结构背景来导出目标位置和形状。例如能够通过允许用户将目标界标或目标环添加到路线图或其他解剖结构数据(如在显示器12上示出的医学图像)来创建目标区域,其中,能够取决于解剖结构背景(例如路线图或另一解剖结构信息)并取决于目标区域(例如目标环)在显示器12上标绘目标位置和形状。

[0064] 位置和形状计划能够被拆分成由例如纵向平移向量和旋转角度限定的更小的步骤。纵向平移向量能够限定在各自的步骤中器械应当在哪个方向上移动多少量,并且旋转角度能够限定器械的各部分之间的旋转和整个器械的旋转,应当在各自的步骤中使用这些旋转。针对每个中间步骤,能够由用户对对应的马达进行致动,并且能够使用来自位置和形状重建(即器械的实际位置和形状)的中间反馈来将中间规划的位置和形状与实际位置和形状进行比较。如果中间规划的位置和形状与实际位置和形状相差给定的变量增量,则系

统可以停止并重新计算。在所有时间处用户都能够做出对目标位置和形状(即最终期望的目标位置和形状)的校正,并且做出对中间的目标位置和形状的校正,所述中间的目标位置和形状应当是在已经执行了各自的中间步骤之后例如通过对其进行重新限定或从备选方案中选择而获得的。用户也能够选择停止致动。

[0065] 尽管在上述实施例中可塑形器械为导管,但是在另一实施例中可塑形器械也能够是另一器械(如针)。针对针路径,优选地由神经组织、脂肪组织和/或血管来限定安全区。

[0066] 机器人系统能够适于在任何约束环境中,尤其是在人或动物内的任何管腔中,对可塑形器械进行导航。例如,机器人系统能够适于提供血管内、管腔内、脊髓等的导航。

[0067] 尽管在上述实施例中目标位置和形状提供单元适于基于路线图和目标位置区域来确定目标位置和形状,但是在其他实施例中目标位置和形状提供单元可以适于允许用户更直接地限定目标位置和形状,即不仅仅是通过限定目标区域来限定目标位置和形状。例如,目标位置和形状提供单元能够适于允许用户将标记添加到路线图或示出人体的内部结构的另一种图像(如计算机断层摄影图像或磁共振图像),并且允许用户基于所添加的标记来确定导管在人体内的目标位置和形状。例如,用户可以添加能够由目标位置和形状提供单元自动连接的若干标记,以确定目标位置和形状。

[0068] 尽管在上述实施例中路线图被提供为人的内部结构,其中,可以基于医学图像(如计算机断层摄影图像或磁共振图像)来确定路线图,所述医学图像可以是在介入流程之前采集的,但是在其他实施例中内部结构提供单元也能够适于例如提供实况三维医学图像(如实况三维超声图像),所述实况三维医学图像是在介入流程期间采集的,其中,控制单元能够适于基于在实况三维图像中示出的内部结构、器械的实际位置和形状以及器械的目标位置和形状来控制机器人设备。这允许控制单元考虑可能是在介入流程期间由人体内的器械引起的人体的内部解剖结构的变化。

[0069] 本领域技术人员通过研究附图、公开内容以及权利要求书,在实践要求保护的本发明时,能够理解并实现对所公开的实施例的其他变型。

[0070] 在权利要求书中,词语“包括”不排除其他元件或步骤,并且词语“一”或“一个”不排除多个。

[0071] 单个单元或设备可以满足权利要求中记载的若干项目的功能。尽管在互不相同的从属权利要求中记载了特定措施,但是这并不指示不能有利地使用这些措施的组合。

[0072] 能够由任意其他数量的单元或设备来执行由一个或若干单元或设备执行的流程,如对目标位置和形状的确定、对内部结构的提供等。这些流程和/或根据机器人方法对机器人系统的控制能够被实现为计算机程序的程序代码单元和/或被实现为专用硬件。

[0073] 计算机程序可以被存储/分布在适合的介质上,例如与其他硬件一起提供或作为其他硬件的部分提供的光学存储介质或固态介质,但是也可以被以其他形式分布,例如经由因特网或其他的有线或无线的电信系统。

[0074] 权利要求中的任何附图标记都不应被解释为对范围的限制。

[0075] 本发明涉及一种用于在如人体的对象内移动如可塑形导管的可塑形器械的机器人系统。所述系统包括:机器人设备,其用于在所述对象内修改所述器械的形状并移动所述器械;以及控制单元,其用于基于如路线图、目标位置和形状以及实际位置和形状的结构信息来控制所述机器人设备,使得从实际位置和形状到目标位置和形状来移动所述器械并修

改所述器械的形状。由于所述控制单元在控制所述机器人设备时考虑结构信息，因此能够在对关于所述对象内的、所述器械能导航通过的区域的知识的考虑下自动执行对所述器械的导航。因此可以在没有或仅具有少量用户交互的情况下执行导航。

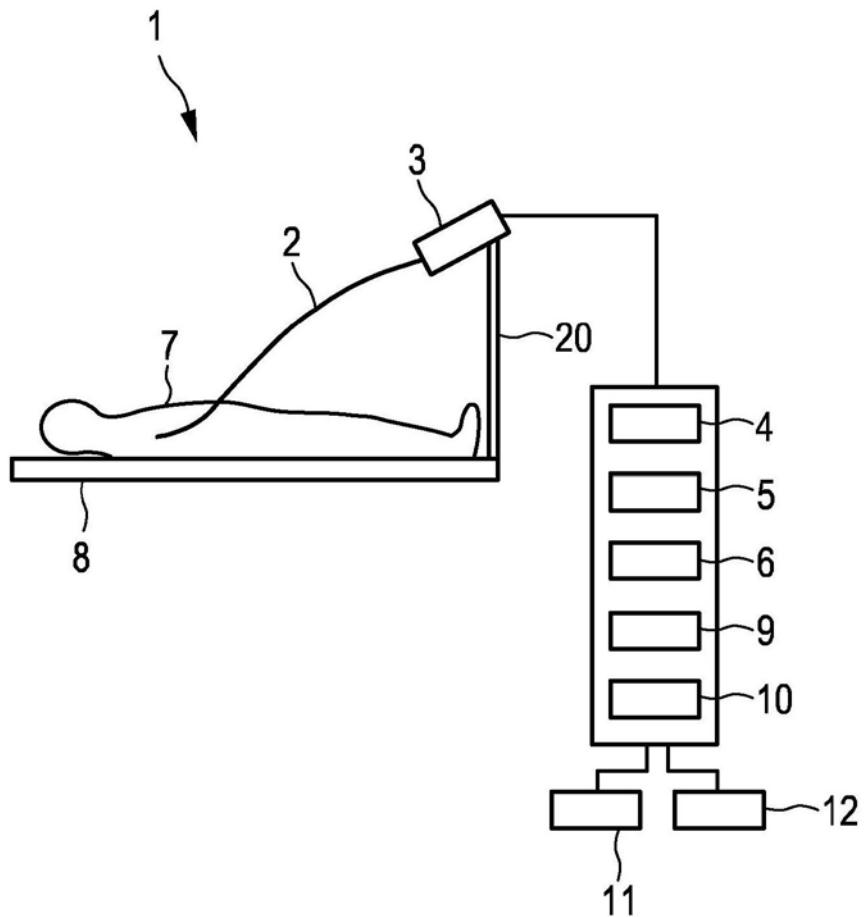


图1

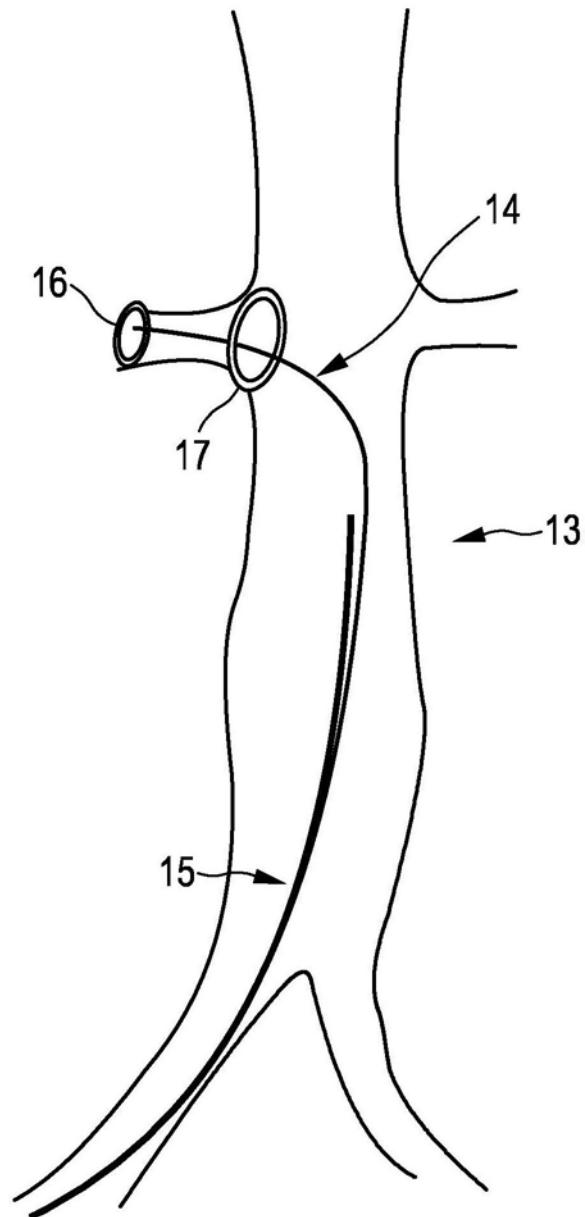


图2

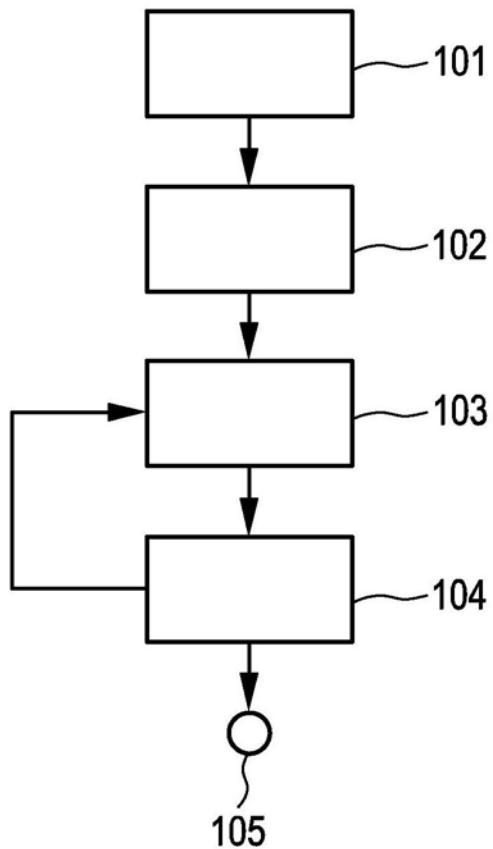


图3