



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106999728 B

(45)授权公告日 2020.06.30

(21)申请号 201580056223.2

专利权人 新宁研究所(SRI)

(22)申请日 2015.10.16

(72)发明人 J·克吕克尔 S·巴拉特

(65)同一申请的已公布的文献号

E·德赫甘马尔瓦斯特

申请公布号 CN 106999728 A

C·M-f·孔 A·拉维 F·乌勒曼

T·E·阿姆托尔

(43)申请公布日 2017.08.01

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

(30)优先权数据

代理人 王英 刘炳胜

62/065,206 2014.10.17 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

(51)Int.Cl.

2017.04.17

A61B 34/20(2016.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

(56)对比文件

PCT/IB2015/057951 2015.10.16

EP 1095628 A2, 2001.05.02,

(87)PCT国际申请的公布数据

CN 102781356 A, 2012.11.14,

W02016/059603 EN 2016.04.21

审查员 刘林林

(73)专利权人 皇家飞利浦有限公司

权利要求书2页 说明书25页 附图11页

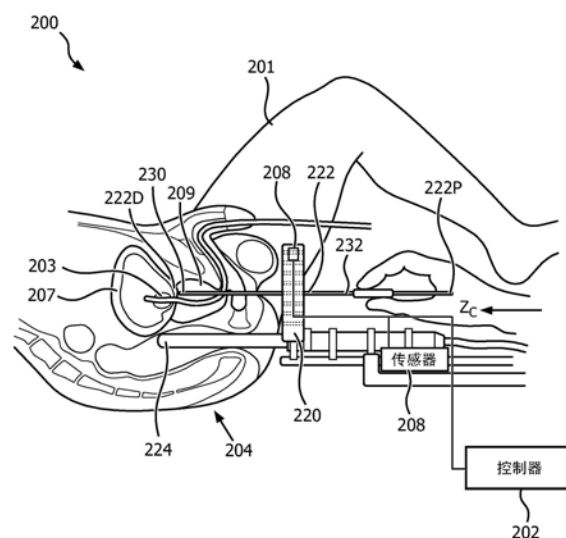
地址 荷兰艾恩德霍芬

(54)发明名称

用于在介入治疗中的工具插入期间的实时器官分割和工具导航的系统以及其操作方法

(57)摘要

一种介入治疗系统(100、200、300、900)可以包括:至少一个导管,其被配置用于插入感兴趣对象(00I)内;和至少一个控制器(102、202、910),其执行如下操作:获得包括多个图像切片的参考图像数据集(540),所述多个图像切片形成所述00I的三维图像;定义所述参考图像数据集内的限制区域(RA);根据规划的导管交点、所述00I的周边边界和所述参考数据集中定义的所述RA中的至少一个来确定针对所述至少一个导管的位置约束;确定所述至少一个导管的所述远端的位置和取向中的至少一个;和/或根据针对所述至少一个导管的所确定的至少一个位置和取向以及所述位置约束来确定针对所述至少一个导管的规划的轨迹。



1. 一种介入治疗系统(100、200、300、900),包括:

至少一个导管,其具有近端和远端以及至少一个跟踪元件,所述至少一个导管被配置用于插入感兴趣对象(00I)内;以及

至少一个控制器(102、202、910)被配置为:

获得包括多个图像切片的参考图像数据集(540),所述多个图像切片形成所述00I的三维图像;

在无用户介入的情况下自动地定义并高亮显示所述参考图像数据集内的限制区域(RA),所述至少一个导管不应当在所述限制区域中行进;

根据规划的导管交点、所述00I的周边边界和所述参考图像数据集中定义的所述RA中的至少一个来确定针对所述至少一个导管的位置约束;

确定所述至少一个导管的所述远端的位置和取向中的至少一个;

根据针对所述至少一个导管的所确定的至少一个位置和取向以及所述位置约束来确定针对所述至少一个导管的规划的轨迹;

确定所述导管与当前图像平面的估计的交点,所述当前图像平面是当前正被查看的图像平面;并且

提供对所述估计的交点的指示。

2. 根据权利要求1所述的介入治疗系统,其中,所述控制器还被配置为捕获当前图像平面。

3. 根据权利要求1所述的介入治疗系统,其中,所述控制器还被配置为绘制与所述至少一个导管的所述远端的所确定的位置和所述取向中的一个或多个以及所述至少一个导管的所述规划的轨迹有关的信息。

4. 根据权利要求1所述的介入治疗系统,其中,所述控制器还被配置为根据所述规划的轨迹使所述至少一个导管转向。

5. 根据权利要求1所述的介入治疗系统,其中,所述至少一个控制器被配置为使用超声探头(114、224)来采集所述00I的当前图像(548)。

6. 一种用于绘制叠加图像的方法,所述方法由介入治疗系统的至少一个控制器(102、202、910)执行并且包括如下动作:

获得包括多个图像切片以形成感兴趣对象(00I)的三维图像(548)的参考图像数据集(540);

在无用户介入的情况下由所述至少一个控制器自动地定义并高亮显示所述参考图像数据集内的限制区域(RA),所述至少一个导管不应当在所述限制区域中行进;

根据规划的导管交点、所述00I的周边边界和所述参考图像数据集中定义的所述RA中的至少一个来确定针对所述至少一个导管的位置约束;

确定所述00I内的所述至少一个导管的远端的位置和取向中的至少一个;

根据针对所述至少一个导管的所确定的至少一个位置和取向以及所述位置约束来确定针对所述至少一个导管的规划的轨迹;

将所述位置约束叠加在所述多个图像切片的图像切片上;

确定所述导管与当前图像平面的估计的交点,所述当前图像平面是当前正被查看的图像平面;并且

提供对所述估计的交点的指示。

7. 根据权利要求6所述的方法,还包括如下动作:捕获当前图像平面。

8. 根据权利要求6所述的方法,还包括如下动作:绘制与所述至少一个导管的所述远端的所确定的位置和所述取向中的一个或多个以及所述至少一个导管的所述规划的轨迹有关的信息。

9. 根据权利要求6所述的方法,还包括如下动作:根据所述规划的轨迹使所述至少一个导管转向。

10. 根据权利要求6所述的方法,还包括如下动作:使用超声探头来采集所述OOI的当前图像。

11. 一种包括计算机指令的非瞬态计算机可读介质,所述计算机指令当由至少一个处理器运行时,将所述至少一个处理器配置为控制介入治疗系统(100、200、300、900)以执行如下动作,其中,所述介入治疗系统具有超声探头(114、224)和至少一个导管(222),所述至少一个导管具有位于其一个端部处的跟踪元件(230):

获得包括多个图像切片以形成感兴趣对象(OOI)的三维图像(548)的参考图像数据集(540);

在无用户介入的情况下由所述至少一个控制器自动地定义并高亮显示所述参考图像数据集内的限制区域(RA),所述至少一个导管不应当在所述限制区域中进行;

根据规划的导管交点、所述OOI的周边边界和所述参考图像数据集中定义的所述RA中的至少一个来确定针对所述至少一个导管的位置约束;

确定所述OOI内的所述至少一个导管的远端的位置和取向中的至少一个;

根据针对所述至少一个导管的所确定的至少一个位置和取向以及所述位置约束来确定针对所述至少一个导管的规划的轨迹;

确定所述导管与当前图像平面的估计的交点,所述当前图像平面是当前正被查看的图像平面;并且

提供对所述估计的交点的指示。

12. 根据权利要求11所述的非瞬态计算机可读介质,其中,所述计算机指令还将所述至少一个处理器配置为使用所述超声探头来捕获所述OOI的当前图像平面。

13. 根据权利要求11所述的非瞬态计算机可读介质,其中,所述计算机指令还将所述至少一个处理器配置为绘制与所述至少一个导管的所述远端的所确定的位置和所述取向中的一个或多个以及所述至少一个导管的所述规划的轨迹有关的信息。

用于在介入治疗中的工具插入期间的实时器官分割和工具导航的系统以及其操作方法

技术领域

[0001] 本系统涉及一种介入治疗系统,并且更具体涉及一种用于具有增强的实时工具引导和实时器官分割能力的HDR短距离放射治疗的介入治疗系统以及其操作方法。

背景技术

[0002] 高剂量率 (HDR) 短距离放射治疗是一种形式的癌症治疗,其利用直接在靶标处或者在靶标附近在短时间段 (大约数分钟) 期间递送的高剂量的电离辐射。

[0003] 在对前列腺的HDR短距离放射治疗中,中空导管经由模板被插入通过患者的会阴并且被插入到患者的前列腺中,使得每个导管的一段位于患者的前列腺内。必须小心以便不会不必要地穿透患者的膀胱。同样地,确保导管接近前列腺的边界是重要的临床目标,以降低或最小化对前列腺中尿道穿过的中心区域的辐射剂量,从而降低由对尿道的辐射所引起的损伤的可能性。

[0004] 在典型的临床工作流程中,由临床医师根据插入前经直肠超声 (TRUS) 图像来主观地估计并且手动地描绘前列腺边界。因此,靠近于前列腺的周边插入导管的准确度高度依赖于临床医师正确地并且重复地标识前列腺的边界 (在导管插入期间) 的能力,其不总是在正提供给临床医师的TRUS图像上容易地可见的。

[0005] 次优的导管插入会导致膀胱刺穿、关于前列腺的不均匀的导管分布、以及太靠近于尿道的导管,其后者可能不利地影响剂量覆盖和/或增加对前列腺附近的正常组织和/或结构 (例如,直肠) 的辐射并且因此是不期望的。

发明内容

[0006] 在本文中所描述的 (一种或多种) 系统、(一种或多种) 设备、(一种或多种) 方法、(一种或多种) 布置、(一种或多种) 用户接口、(一种或多种) 计算机程序、过程等等 (除非上下文另外指明,否则在下文中将其中的每一个被称为系统) 解决了现有技术系统中的问题。

[0007] 根据本系统的实施例,公开了一种介入治疗系统,包括:至少一个导管,其具有近端和远端以及至少一个跟踪元件,所述至少一个导管被配置用于插入感兴趣对象 (OOI) 内;以及至少一个控制器,其被配置为:和/或获得包括多个图像切片的参考图像数据集,所述多个图像切片形成所述OOI的三维图像;定义所述参考图像数据集内的限制区域 (RA);根据规划的导管交点、所述OOI的周边边界以及所述参考数据集中定义的所述RA中的至少一个来确定针对所述至少一个导管的位置约束;确定所述至少一个导管的远端的位置和取向中的至少一个;并且根据针对所述至少一个导管的所确定的至少一个位置和取向以及所述位置约束来确定针对所述至少一个导管的规划的轨迹。所述控制器还可以被配置为和/或还可以:捕获当前图像平面;绘制与所述至少一个导管的所述远端的所确定的位置和所述取向中的一个或多个以及所述至少一个导管的所述规划的轨迹有关的信息;根据所述规划的轨迹使所述至少一个导管转向;使用超声探头来采集所述OOI的当前图像;并且确定所述导

管与当前图像平面的估计的交点。

[0008] 根据本系统的实施例,公开了一种由介入治疗系统执行的方法,所述介入治疗系统具有超声探头和至少一个导管,所述至少一个导管具有位于其一个端部处的跟踪元件,所述方法由所述介入治疗系统的至少一个控制器执行并且包括如下动作:获得包括多个图像切片以形成感兴趣对象00I的三维图像的参考图像数据集;定义所述参考图像数据集内的限制区域(RA);根据规划的导管交点、所述00I的周边边界以及在所述参考数据集中定义的所述RA中的至少一个来确定针对所述至少一个导管的位置约束;确定所述00I内的所述至少一个导管的所述远端的位置和取向中的至少一个;并且根据针对所述至少一个导管的所确定的至少一个位置和取向以及所述位置约束来确定针对所述至少一个导管的规划的轨迹。

[0009] 在其他实施例中,所述方法还可以包括如下动作:捕获当前图像平面;绘制与所述至少一个导管的所述远端的所确定的位置和所述取向中的一个或多个以及所述至少一个导管的所述规划的轨迹有关的信息;根据所述规划的轨迹使所述至少一个导管转向;使用所述超声探头来采集所述00I的当前图像;并且确定所述导管与当前图像平面的估计的交点。

[0010] 根据本系统的实施例,公开了一种包括计算机指令的非瞬态计算机可读介质,所述计算机指令当由至少一个处理器运行时,将所述至少一个处理器配置为控制介入治疗系统执行如下动作,其中,所述介入治疗系统具有超声探头和至少一个导管,所述至少一个导管具有位于其一个端部处的跟踪元件:获得包括多个图像切片以形成感兴趣对象00I的三维图像的参考图像数据集(540);定义所述参考图像数据集内的限制区域(RA);根据规划的导管交点、所述00I的周边边界和所述参考数据集中定义的所述RA中的至少一个来确定针对所述至少一个导管的位置约束;确定所述00I内的所述至少一个导管的所述远端的位置和取向中的至少一个;并且根据针对所述至少一个导管的所确定的至少一个位置和取向以及所述位置约束来确定针对所述至少一个导管的规划的轨迹。

[0011] 所述计算机指令还可以将所述至少一个处理器配置为:捕获当前图像平面;绘制与所述至少一个导管的所述远端的所确定的位置和所述取向中的一个或多个以及所述至少一个导管的所述规划的轨迹有关的信息;根据所述规划的轨迹使所述至少一个导管转向;使用超声探头来采集所述00I的当前图像;并且确定所述导管与当前图像平面的估计的交点。所述计算机指令还可以将所述至少一个处理器配置为结合上文所描述并且下文更详细地进一步描述的所执行的方法和系统的各种实施例来执行上文所描述的进一步的动作。

附图说明

[0012] 在如下示范性实施例中并且参考附图更详细地解释了本发明,其中,相同或类似元件部分地由相同附图标记指示,并且各种示范性实施例的特征是可组合的。在附图中:

[0013] 图1示出了根据本系统的实施例操作的系统的一部分的示意图;

[0014] 图2A示出了根据本系统的实施例操作的系统的一部分的侧视图图示;

[0015] 图2B示出了根据本系统的实施例的导管组件的分解图图示;

[0016] 图3示出了根据本系统的实施例操作的一部分的侧视图图示;

[0017] 图4示出了根据本系统的实施例的可以执行的过程的功能流程图;

- [0018] 图5示出了根据本系统的实施例执行的过程的流程图；
- [0019] 图6示出了根据本系统的实施例的图示叠加在参考数据集的对应2D图像切片上的规划的导管交点 (PCIP) 的用户接口 (UI) 的屏幕截图；
- [0020] 图7A示出了根据本系统的实施例的图示包括参考数据集的耻骨弓的2D图像切片的用户接口 (UI) 的屏幕截图；
- [0021] 图7B示出了根据本系统的实施例的图示耻骨弓RA的分割和选择之后的2D图像切片的UI；
- [0022] 图8A示出了根据本系统的实施例的其尖端尚未到达被叠加在当前图像上的当前图像平面的导管的估计交点的屏幕截图；
- [0023] 图8B示出了根据本系统的实施例的其尖端尚未到达被叠加在当前图像上的当前图像平面的导管的实际交点的屏幕截图；
- [0024] 图8C示出了根据本系统的实施例的其尖端已经通过被叠加在当前图像上的当前图像平面的导管的实际交点的屏幕截图；并且
- [0025] 图9示出了根据本系统的实施例的系统的一部分。

具体实施方式

[0026] 下文是对例示性实施例的描述,所述例示性实施例当与如下附图结合考虑时将证明以上指出的特征和优点以及另外的那些。在如下描述中,出于解释而非限制的目的,阐述了例示性细节,诸如架构、接口、技术、要素属性等。然而,对于本领域普通技术人员而言将显而易见的是,脱离这些细节的其他实施例仍将被理解为处在随附权利要求的范围之内。此外,出于清晰的目的,省略对周知设备、电路、工具、技术和方法的描述以便不使对本系统的描述难以理解。应当明确理解,附图出于例示性目的而包括并且不表示本系统的整个范围。在附图中,不同附图中的相似的参考数字可以指代类似的元件。

[0027] 图1示出了根据本系统的实施例操作的系统100 (出于清晰的缘故,在本文中称为系统100) 的一部分的示意图。系统100可以包括如下中的一项或多项:控制器102、存储器106、用户接口 (UI) 110、致动器112、传感器108、以及图像采集部分 (IA) 104。控制器102、存储器106、用户接口 (UI) 110、致动器112、传感器108和图像采集部分 (IA) 104中的一个或多个可以彼此集成和/或远离地定位,和/或可以经由任何适合的有线和/或无线通信方法彼此通信。例如,根据一些实施例,控制器102、存储器106、用户接口 (UI) 110、致动器112、传感器108和图像采集部分 (IA) 104中的一个或多个可以经由专用总线和/或网络彼此通信,如可能在他处所描述的。

[0028] 控制器102可以控制系统100的总体操作并且可以包括一个或多个逻辑设备,诸如处理器 (例如,微处理器等)、交换机、门等。

[0029] 图像采集部分 (IA) 104可以包括二维 (2D) 成像部分114和三维 (3D) 成像部分116,其可以分别捕获2D和/或3D图像信息 (通常为图像信息)。2D和3D图像信息之后可以被提供给控制器102以用于在系统的存储器 (诸如存储器106) 中的进一步处理和/或存储 (例如,以原始和/或经处理的形式) 以用于稍后使用。例如,3D图像信息可以被采集、处理并且之后存储在存储器106中,并且2D图像信息可以被实时地采集和利用根据本系统的实施例的所存储的3D图像信息来处理。图像采集部分104可以包括2D或3D成像设备,其可以适于对应的成

像应用。例如,当对前列腺进行成像时,图像采集部分104可以包括超声探头,诸如经直肠超声 (TRUS) 探头等。

[0030] 还根据其他实施例,具有实时成像能力的其他成像模态,诸如MRI,可以被提供用于捕获期望器官或者其一部分的至少一些图像信息。例如,根据一些实施例,MR功能和解剖成像模态可以被提供并且可以被用于将功能数据与解剖特征共同配准。

[0031] 2D成像部分114可以包括超声成像部分,诸如TRUS探头或其他适合的超声探头,以使用超声方法来捕获图像信息。根据一些实施例,TRUS探头可以包括分离的轴向阵列和/或矢状阵列。

[0032] 还根据其他实施例,TRUS探头可以捕获3D图像信息。出于清晰而非限制的缘故,本系统的实施例可以采用TRUS探头。然而,还根据其他实施例,其他类型的超声探头可以替代TRUS探头。根据一些实施例,TRUS探头可以包括阵列以捕获二维 (2D) 图像信息。此外,所述阵列可以被平移和/或旋转以捕获三维 (3D) 图像信息。然而,还应当预想到,根据一些实施例,阵列探头可以包括二维矩阵以捕获3D图像信息。例如,所述超声探头可以包括任何适合的阵列,诸如一维阵列,其可以获得图像信息以绘制二维图像。此外,根据一些实施例,所述阵列可以被平移和/或旋转以获得三维图像。然而,还在其他实施例中,应当预想到,所述阵列可以包括二维矩阵阵列以获得三维图像。

[0033] 3D成像部分116可以包括任何适合的一个或多个3D成像部分,诸如可以与2D成像部分114的TRUS探头相似或相同的3D TRUS探头。然而,所述3D成像部分可以包括图像捕获设备,诸如可以捕获3D信息的TRUS探头。例如,TRUS探头可以包括2D TRUS探头,其可以被平移和/或被旋转以采集3D体积。3D成像部分116可以将所捕获的图像信息提供到控制器102,控制器102可以重建并且之后将经重建的图像信息存储在系统的存储器 (诸如存储器106) 中以用于稍后使用。因此,根据一些实施例,所述3D TRUS探头可以被提供有旋转和/或平移步进器,其可以编码可以提供所采集的3D体积的重建的2D TRUS探头的空间位置。

[0034] 根据一些实施例,应当预想到,3D成像部分116可以包括任何适合的一个或多个3D成像部分,诸如超声成像系统、磁共振 (MR) 成像 (MRI) 成像部分、和/或计算机断层摄影 (CT) 成像系统。还根据其他实施例,从一个或多个成像源 (诸如TRUS探头和/或MRI) 获得的图像信息可以被配准,以便如果期望的话,提供复合图像。

[0035] 存储器106可以包括任何适合的非瞬态计算机可读介质或者一个或多个存储器设备,其可以是本地和/或分布式的。例如,根据一些实施例,存储器106可以包括可以形成可以由任何适合的网络 (诸如局域网 (LAN)、广域网 (WAN)、因特网、电话网络、专有网络等) 由控制器102访问的表面区域网络 (SAN) 的一部分的部分。还根据其他实施例,存储器106的至少一部分可以被集成地定位在控制器102中。存储器106可以存储图像信息,诸如一个或多个感兴趣对象 (OOI) (诸如受检者或患者 (出于清晰的缘故,在下文中称为患者) 的前列腺) 的二维 (2D) 或三维 (3D) 图像体积。

[0036] 传感器108可以包括一个或多个传感器,其可以检测系统100的一个或多个期望部分的位置和/或取向,诸如图像捕获设备 (例如,TRUS探头或 (一个或多个) 其他图像处理器)、网格模板、导管 (例如,植入导管或者其部分,诸如远端)、患者 (或患者的部分) 等相对于期望的参考系和/或坐标系 (例如,x、y、z坐标系) 的位置。传感器108然后可以形成对应的传感器信息并且将该传感器信息提供给控制器102以用于进一步的处理。例如,传感器108

和/或控制器102可以在其使用任何适合的一种或多种方法(诸如电磁(EM)和/或光学跟踪方法(例如,光学形状采样(OSS)))采集图像时,确定TRUS探头114的位置和/或取向。根据一些实施例,TRUS探头114的所确定的位置和/或取向然后可以与对应的图像信息相关联。例如,TRUS探头的位置和/或取向可以使用电磁(EM)场生成器(FG)(EMFG)和/或一个或多个EM参考传感器获得,其可以形成指示TRUS探头114的位置的对应信息。

[0037] 例如,图2A示出了根据本系统的实施例操作的系统200的一部分的侧视视图图示。系统200可以类似于系统100并且可以包括图像采集部分204、传感器208和控制器202,其可以分别类似于系统100的图像采集部分104、传感器108和控制器102。

[0038] 系统200还可以包括一个或多个导管组件222(出于清晰的缘故,在下文中称为导管),其可以分别具有近端222P和远端222D,并且其可以(至少部分地)由网格模板220支撑和/或转向。非限制性地,由于导管222中的一个或多个可以类似于彼此,因而出于清晰的缘故,在本文中可以仅讨论单个导管222。此外,如果期望的话,导管222可以通过由控制器202和/或由用户所控制的致动器转向。类似地,如果期望的话,导管222可以自插入和/或通过由控制器202和/或由用户控制的致动器收回。导管222可以被设定形状和大小以使得其可以被插入到期望的感兴趣对象(OOI)(诸如患者201的前列腺209)中,使得对应导管的222D的远端可以位于OOI内,同时导管的近端222P在使用期间可以位于OOI外部。非限制性地,还应当预想到,如果期望的话,导管222中的一个或多个可以彼此相同或者不同的。

[0039] 图2B示出了根据本系统的实施例的导管222的分解视图图示。参考图2B,导管222可以由如下组件形成,所述组件包括主体236和闭塞器232中的一个或多个。主体236可以相应地包括近端开口238和远端开口240以及适于接收相应地位于近端开口238与远端开口240之间的闭塞器232的腔234。

[0040] 导管222可以包括跟踪元件,诸如一个或多个EM传感器230(例如,EM跟踪传感器),其可以由控制器102、202跟踪以确定一个或多个EM传感器230和/或附接到其的各部分的位置和/或取向。然而,还在其他实施例中,跟踪方法可以包括任何适合的跟踪方法,诸如光学感测(例如,光学形状感测)方法和/或类似方法。

[0041] 尽管EM传感器230被示为被附接到闭塞器236的一端(例如,远端),还预想到了,一个或多个EM传感器230可以被附接到主体236,诸如在主体236的尖端处。无论如何,EM传感器230可以被称为跟踪元件。此外,还在其他实施例中,多个跟踪元件,诸如EM传感器230,可以被定位在导管222的主体236和/或闭塞器232上的各种位置处,诸如在其远端处。

[0042] 根据一些实施例,控制器202可以使用任何适合的方法(诸如EM方法)来跟踪(例如,空间地跟踪)跟踪元件并且可以确定跟踪元件和/或紧密接近于所述跟踪元件的导管的(一个或多个)部分的位置(例如,位置和/或取向)。例如,在使用期间,诸如在根据本系统的实施例所执行的HDR短距离放射治疗流程期间,控制器202可以通过确定被定位在位于导管222的对应闭塞器232的远端的尖端(例如,远端)处的跟踪元件的位置和/或取向来跟踪导管222的尖端(例如,远端)。根据一些实施例,控制器202可以检测导管222到网格模板中的进入。控制器202还可以识别导管222(例如,使用导管的标识(ID))和/或可以确定网格模板内的阵列位置。该阵列位置可以提供期望平面中的导管222的坐标(例如,与网格模板的表面相对应的x-y平面,其中,网格的表面与z=0相对应)。在导管222穿过网格模板时,可以确定其在网格模板内的位置(例如,列、行)。根据一些实施例,在那里网格模板可以是可选的。

因此,用户(例如,内科医师、临床医师等)可以执行通过徒手操纵导管222中的一个或多个植入前列腺。

[0043] 闭塞器232可以被设定形状和大小以便能够相应地通过近端开口238和/或远端开口240中的一个或多个能滑动地插入到主体236的腔234中和/或从主体236的腔234中退出。然而,根据本系统的实施例,当执行HDR流程时,远端开口249可以使用任何适合的方法(诸如通过使用位于远端开口240处的端盖)来密封,以便密封远端开口240。这可以防止HDR放射性源(例如,种子)偶然沉积到患者的身体中。因此,将假定闭塞器232可以经由腔234的其他开口(例如,未密封的开口)(诸如主体236的近端开口238)插入腔234和/或从腔234退出。位于远端开口处的端盖可以被设定形状和大小(例如,指向等),使得导管可以在插入期间容易地穿透组织。

[0044] 如果期望的话,保持机构可以被提供用于将闭塞器232锁定在相对于主体236的位置中。例如,根据本系统的实施例,所述保持机构可以包括任何适合的保持机构,诸如可以接合主体236的部分以便将闭塞器232固定到主体236以供使用的制动器242。然而,还根据其他实施例,所述保持机构可以包括任何适合的摩擦、螺旋、或锁存类型保持机构等。例如,根据一些实施例,所述保持机构可以包括一个或多个波形特征(例如,其可以关于闭塞器232的外周边延伸),以便当闭塞器232被完全插入到主体236中时摩擦地接合主体236的腔234的内部。这可以防止当操纵组合体时闭塞器232相对于主体236的运动。然而,当移除力被施加在闭塞器232与主体236之间时,这些部分可以被彼此分离。

[0045] 如上文所论述的,闭塞器232可以使跟踪元件(诸如EM传感器230)被定位用于跟踪对应端部的位置。因此,在使用期间,控制器102、202可以通过确定对应跟踪元件(诸如被定位在闭塞器232的对应端部处的EM传感器230)的位置和/或取向来确定闭塞器232的末端的位置和/或取向。

[0046] 返回参考图2A,导管222中的一个或多个可以包括转向机构,使得导管222可以由用户和/或控制器202主动地转向。例如,导管222中的一个或多个可以包括致动器,其可以在用户和/或控制器102、202的控制下使导管222或其部分(诸如远端222D)主动地转向。例如,根据一些实施例,控制器202可以控制导管222中的一个或多个的致动器以使对应导管222的远端部分主动地转向到(或紧密接近于)期望的位置。导管222可以被设定形状和/或大小以被植入在患者201的前列腺209内。

[0047] 图像采集部分204可以包括超声探头,诸如TRUS探头224,其可以执行一个或多个扫描并且将对应的图像信息(例如,2D或3D图像信息)提供给控制器202以用于进一步的处理。所述图像信息还可以包括与导管222中的一个或多个的部分的位置有关的信息。例如,在导管222中的一个或多个的植入期间,TRUS探头224可以提供可以被提供给控制器202以用于进一步处理的经直肠超声图像信息并且可以包括与导管中的一个或多个或其部分(诸如对应导管222的远端222D)的位置有关的信息。根据本系统的实施例,控制器202然后可以确定引导信息,诸如导管引导信息。

[0048] 根据本系统的实施例,传感器208可以检测系统200的一个或多个部分的操作参数、位置和/或取向(例如,相对于期望的参考点、点、参考平面、坐标等),诸如导管222、网格模板220和/或TRUS探头224的位置,并且形成可以被提供给控制器202以用于进一步处理的对应的传感器信息。根据本系统的实施例,所述传感器可以跟踪网格模板220的位置和/或

取向、相对于彼此和/或相对于网格模板220的导管位置和/或取向、和/或TRUS探头224的位置和/或取向。根据一些实施例,传感器208可以包括EM和/或光学跟踪传感器。

[0049] 根据本系统的实施例,控制器202可以处理图像信息,并且为了便于用户(例如,临床医师、医生等),在系统的显示器上绘制复合图像。根据本系统的实施例,控制器202还可以确定可以由控制器202确定的引导信息。所述引导信息可以包括与导管222中的一个或多个和/或其部分(例如,导管222中的一个或多个的远端)相对于例如固定点、点、平面(例如,当前实况图像平面)、坐标、系统200的部分(例如,网格模板等)和/或感兴趣对象(诸如前列腺209)的实际和/或期望的(例如,估计的)位置有关的信息。所述引导信息还可以包括与TRUS探头224或者其部分相对于例如固定点、点、平面(例如,沿着z轴)或感兴趣对象(00I, 诸如前列腺等)的(一个或多个)实际和/或期望的位置。例如,控制器202可以确定引导信息,诸如可以指示TRUS探头224沿着z轴的期望的位置的探头引导信息(与导管引导信息相反),并且在系统的显示器上绘制这样的信息以通知用户期望的位置。然而,还在其他实施例中,应当预想到,控制器202可以控制系统的致动器(例如,探头位置致动器)以根据期望的探头位置信息来改变TRUS探头224的位置。类似地,控制器202可以确定导管位置信息并且控制系统的致动器(例如,导管和/或网格模板的致动器)以根据导管位置信息来改变导管222中的一个或多个(或其部分)的位置。还应当预想到,为了便于用户,控制器202可以在系统的显示器上绘制与导管位置信息有关的信息。如果期望的话,为了便于用户,所述探头和/或导管位置信息可以被实时地确定和/或更新,并且可以在系统的用户接口上进行绘制。所述导管引导信息可以包括导管中的一个或多个的期望的位置。所述探头位置致动器可以形成TRUS探头定位系统的一部分,其可以在控制器202的控制下相对于一个或多个坐标将TRUS探头224定位(例如,使用可以包括步进电机的步进器等)在期望的位置。

[0050] 网格模板定位机构可以被提供以将网格模板220定位在期望的位置和/或取向。例如,图3示出了根据本系统的实施例操作的系统300的一部分的侧视视图图示。HDR系统300可以类似于HDR系统100和/或200并且可以包括导管322和网格模板320,其可以相应地类似于图2A的导管222和网格模板220。网格模板320可以包括被布置在阵列中并且可以彼此平行的多个通道321。通道321可以被设定形状和/或大小以接收导管322,导管322可以穿过所述通道,并且所述通道可以支撑和/或引导导管322。因此,网格模板320可以提供患者301的前列腺307内的导管的布置。

[0051] 网格模板定位机构可以关于(例如,关于和/或沿着)一个或多个轴来调节网格模板320的位置和/或取向。根据一些实施例,所述网格模板定位机构可以由用户(例如,临床医师等)来调节,以便关于一个或多个轴来调节网格模板320的位置和/或取向。然而,还在其他实施例中,应当预想到,所述网格模板定位机构可以包括至少一个致动器,其可以在系统300的控制器的控制下关于一个或多个轴来调节网格模板320的位置和/或取向。此外,所述网格模板定位机构可以包括传感器,所述传感器可以将与网格模板320的位置和/或取向有关的信息提供到控制器以用于进一步的处理。

[0052] 返回参考图1,致动器112可以包括一个或多个致动器,其可以由控制器102控制。根据本系统的实施例,致动器112可以包括例如径向和/或线性电机(例如,微电机(MEM)、电致动聚合物(EAP)、形状记忆合金(SMA)等),其可以在控制器102的控制下输出期望的力和/或位移。

[0053] 为了便于用户,用户接口 (UI) 110可以包括可以绘制信息的任何适合的用户接口。例如,用户接口 (UI) 110可以包括显示器(例如,触摸屏显示器等)、扬声器、触觉设备等。因此,控制器102可以通过将该信息提供到用户接口 (UI) 110来绘制信息,所述用户接口 (UI) 110然后可以视觉地、听觉地和/或触觉地输出提供到其的信息。用户接口 (UI) 110还可以包括用户可以利用其录入信息的用户输入设备。例如,触摸屏显示器可以接收由用户录入的信息,诸如用户选择等。还根据其他实施例,所述用户输入设备可以包括用户可以利用其录入信息的任何其他用户输入设备(诸如鼠标、触摸板、轨迹球、光笔等)。

[0054] 还应当预想到,本系统的实施例可以提供对可以在系统的显示器上实时绘制的2D图像(轴向或矢状切片,例如,当前切片,诸如2D图像切片)上的前列腺的边界进行自动地分割的系统和方法。因此,临床医师可以被提供有可以增强导管插入过程的当前切片上的这些确定的边界的定量认知。

[0055] 图4示出了根据本系统的实施例的可以执行的过程400的功能流程图。过程400可以在介入治疗流程期间使用并且可以将实时引导提供给临床医师或导管控制系统。过程400可以使用通过网络通信的一个或多个计算机执行并且可以从其获得信息和/或使用本地和/或彼此远程的一个或多个存储器来存储信息。过程400可以包括如下动作中的一个或多个。在一些实施例中,可以使用一个或多个适合的医学成像系统(诸如根据本系统的实施例操作的超声成像系统等)来执行过程400的动作。此外,如果期望的话,则这些动作中的一个或多个可以被组合和/或被分离为子动作。此外,取决于设置,可以跳过这些动作中的一个或多个。在操作中,所述过程可以在动作401期间开始并且然后转到动作403。

[0056] 在动作403期间,所述过程可以采集感兴趣体积 (VOI) 的3D参考图像数据集。所述3D参考图像数据集(在下文中称为参考数据集)可以包括在其中可以定位期望的感兴趣对象 (OOI) (诸如患者的前列腺) 的VOI的多个(例如,N个,其中,N是整数) 2D图像切片。因此,所述参考数据集可以包括期望的OOI (诸如前列腺) 的N个图像切片。可以在一个或多个图像平面中取得这些N个图像切片。例如,根据一些实施例,所述图像切片可以在矢状平面中,而在其他实施例中,图像切片可以在横向或一个或多个其他平面中。出于清晰的缘故,并非贯穿对过程400的描述参考OOI,而是将参考前列腺。然而,非限制性地,应当理解,如果期望的话,参考其他OOI可以替代前列腺。例如,应当预想到,如果期望的话,其他器官和/或其部分可以替代前列腺。然而,出于清晰的缘故,对前列腺进行参考。

[0057] 可以使用任何适合的超声成像装置(诸如TRUS探头等)来采集参考数据集。然而,还在其他实施例中,还预想到了其他类型的成像设备并且其可以与TRUS探头一起使用和/或替代TRUS探头。在参考数据集的采集期间,可以跟踪(例如,通过系统的传感器)成像装置(例如,TRUS探头),使得TRUS的位置和/或取向可以被确定并且与所采集的每个对应2D图像切片相关联。这些图像切片然后可以被叠加以形成3D参考数据集。

[0058] 根据一些实施例,应当预想到,可以使用一种或多种成像方法(诸如MRI、CT、MR、正电子发射断层摄影(PET) 和/或超声成像方法)来采集3D参考数据集和/或其部分。如果期望的话,可以从多个图像采集源获得的所采集的图像信息可以被配准以形成3D参考数据集的全部和/或一部分。然而,出于清晰的缘故,将假定3D参考数据集的使用在本文中所描述的TRUS探头来采集的。此外,虽然可以关于解剖成像和数据方法来描述本系统的实施例,但是应当理解,在本文中所描述的一些实施例成像方法可以是使用功能成像方法类似地操作

的。例如,如果期望的话,本系统的实施例可以实时转译功能信息以提供实时引导。

[0059] TRUS探头可以相对于患者以期望的位置和/或取向来定位。例如,图2A示出了TRUS探头224相对于患者201的前列腺209的设置,使得其可以采集参考数据集。TRUS探头224可以在参考数据集的采集期间来跟踪(例如,沿着和/或关于z轴),使得在对每个2D切片的采集期间的TRUS探头224的位置和/或取向可以根据位置信息与3D参考图像数据集的对应2D切片相关联。更具体地,所述过程可以跟踪TRUS探头的位置和/或取向、形成对应的位置信息,并且将该位置信息与参考数据集(诸如在示出根据本系统的实施例执行的过程的流程图500的图5中所示的参考数据集)的对应2D图像切片相关联。

[0060] 更具体地,图5示出了三维(3D)参考数据集540,其可以包括具有多个(例如,所选择的数目诸如为N)的二维(2D)图像切片(例如,2D切片)的预采集的3D图像数据集,其是从VOI(其可以包括00I)取得的、在导管插入到患者中之前采集的、并且被存储在存储器中以用于在使用插入到患者中的导管采集另外的图像期间进行检索和参照。在完成动作403之后,所述过程可以继续到动作405。

[0061] 在动作405期间,所述过程可以使用可以包括自动和/或手动方法(例如,使用用户输入)的任何适合的一种或多种分割方法来分割参考数据集。例如,适合的分割方法可以使用根据本系统的实施例操作的UroNav™融合活检系统(利用UroNav™活检平台可用的;Invivo,Gainesville,FL,USA)提供,并且可以被执行以分割参考数据集中的3D图像信息,并且形成可以定义例如VOI内的部分的边界(诸如针对3D参考数据集的2D图像切片的前列腺的边界)的对应分割信息(SI)。更具体地,本系统的实施例可以执行中腺横向切片中的基于图像强度的分割并且然后将该分割用作定义优于和劣于该切片的轮廓的初始化。因此,前列腺的边界可以被定义用于参考数据集的图像切片中的一个或多个并且可以被表示为可以表示前列腺的轮廓的曲线边界表面(CBS)。更具体地,参考数据集的多个2D图像切片(例如,2D图像切片)中的每个可以被分割以形成可以定义前列腺的CBS的分割信息(SI)。例如,参考图5,CBS 545可以定义针对参考数据集540的多个(或者选定的那些)2D图像切片中的每个的前列腺的边界。所述过程可以将SI(其可以包括与CBS有关的信息)与3D参考数据集的每个对应2D图像切片相关联并且可以将该信息存储在系统的存储器中以用于稍后使用。因此,所述参考数据集可以包括相关联的跟踪和/或分割信息。

[0062] 根据一些实施例,可以使用有限元分析方法(FEA),其利用组织反应的生物力学模型来描绘生物组织(诸如器官和/或腺体),以便分割所述参考数据集。因此,应当预想到,一些实施例可以采用FEA方法来描绘3D体积内的前列腺。此外,还根据其他实施例,梯度算法(例如,如由美国俄亥俄州克利夫兰的MIM软件公司所提供的)可以被用于分割组织并且除基于图像强度的分割之外还可以定义边缘。还应当预想到,一些实施例可以采用基于图谱的算法,其使用形变配准以修改基于人口的轮廓并且将其应用到当前数据集。在完成动作405之后,所述过程可以继续动作406。

[0063] 在动作406期间,所述过程可以定义位置约束(LC),诸如如下各项中的至少一项或多项:规划的导管交点(PCIP)、00I的周边边界(PB)、以及限制区域(RA)。所述位置约束中的一个或多个可以由系统和/或用户来定义。例如,根据一些实施例,所述过程可以基于RA和/或CBS中的至少一个或多个来确定PCIP。还在其他实施例中,用户可以定义PCIP和/或RA中的一个或多个。还根据其他实施例,RA可以由用户定义并且PCIP可以可选地定义。此外,根

据一些实施例,位置约束中的一个或多个可以基于一个或多个其他位置约束来确定。例如,PCIP可以基于限制区域来确定,并且反之亦然。

[0064] 关于PCIP,针对系统的一个或多个导管的PCIP可以相对于前列腺的CBS被定义,如可以在分割的数据集中所阐述的。更具体地,所述过程可以相对于参考数据集的一个或多个对应2D图像切片的前列腺的边界区域(例如,周边边界区域)来确定针对导管中的一个或多个的PCIP,如可以由CBS定义的。PCIP可以与对应的2D图像切片相关联并且被存储在系统的存储器中以供稍后使用。更具体地,可以确定PCIP,使得当导管远端处在其对应的PCIP处时,导管中的一个或多个的远端被期望处在前列腺的边界区域中(例如,如由定义前列腺的周边边界的CBS所定义的)。此外,根据一些实施例,还可以根据限制区域(RA)来确定PCIP,如下文可以描述的,使得导管不相交或者以其他方式接触RA,如下文将描述的。根据一些实施例,所述过程还可以至少部分基于RA来确定PCIP。例如,所述过程可以避免其中其位置可能需要导管穿过RA的PCIP。因此,PCIP的位置可以至少部分基于可以被定义在参考数据集中的RA。

[0065] PCIP通常可以定义其中导管的一部分(诸如导管中的一个或多个的远端(例如,所跟踪的远端))被估计(例如,被期望或被计算)为与2D图像切片的图像平面相交并且可以仅延伸超出图像平面(如可以由系统和/或用户定义的)阈值延伸值(例如,0.5mm等)的位置的点。所述过程可以使用任何适合的一种或多种放置方法来执行该动作。

[0066] 所述过程可以使用任何适合的方法来绘制用户接口,所述用户接口可以示出针对一个或多个导管的PCIP。例如,根据一些实施例,所述过程可以使用圆点或其他图形表示来表示导管。

[0067] 根据一些实施例,所述过程可以确定导管范围,所述导管范围通常可以是(如可以在导管的尖端处测量的)导管的实际位置与当前图像平面或PCIP之间的差,并且为了便于用户,提供比较的结果的表示(例如,字母/数字和/或图形表示)。将关于动作427进一步论述导管范围。

[0068] 返回参考位置约束,图6示出了根据本系统的实施例的图示诸如被叠加在参考数据集的对应2D图像切片662上的PCIP 664的位置约束的用户接口(UI) 600的屏幕截图。CBS 645可以由所述过程定义,并且因此,可以与图5的CBS 545类似。然而,在图6中,示出了PCIP 664和限制区域(RA)。RA可以由线662-1到662-M(通常为被叠加在3D参考数据集的对应2D图像切片662上的662-x)来图示,其中,RA 662-1和662-2被示出在图6中,并且可以定义导管都不应当穿过的区域。RA可以被区别为区域,如下文将论述的。系统(例如,在分割期间)和/或用户可以定义RA。RA可以通过任何适合的形状(诸如可以阐述作为RA的区域的线(例如,在线的一侧))和/或通过使用在其内可以定位RA的封闭线(例如,圆形、多边形、椭圆、其他自定义的形状等)来表示(如下文将参考图7A和图7B描述的)。此外,图6可以包括网格图案(例如,圆点),其可以被标记668,使得用户可以容易地确定对应网格模板阵列中的导管的位置(例如,列、行)。

[0069] 根据一些实施例,分割过程可操作以根据针对图像切片中的一个或多个的RA集来设定参考数据集内的RA。例如,如果用户设定定义尿道(例如,尿道区域)的边界的一个图像切片中的RA,则所述过程可以自动地检测这种情况并且可以确定针对3D参考数据集的其他2D图像切片中的尿道区域的RA。因此,用户可以设定参考数据集的图像切片中的RA(例如,

针对区域的RA)，并且可以贯穿参考数据集或其一部分来设定该RA（例如，针对对应区域的RA）。

[0070] 通常，穿过RA的行进可能是不期望的（例如，尿道或膀胱（在图2-3中被示出为207和308）附近的导管的行进应当被避免，以便不引起对这些结构的物理损伤）或者是不可能的（例如，除非钻孔，否则穿过骨骼（诸如耻骨弓）可能是不可能的）。

[0071] 根据本系统的实施例，一种或多种类型的RA区域可以被定义为如下文表1中所示的。所述过程可以为用户提供定义RA区域的用户接口，并且可以之后将与定义的RA区域有关的信息作为RA信息而保存在系统的存储器中。尽管仅示出三个区域，但是可以定义其他区域并将其存储在系统的存储器中以用于稍后使用。此外，可以针对不同的流程定义不同的RA区域。例如，其他类型的HDR流程可以各自具有所定义的对应的RA区域，其例如可以与表1的RA区域不同。

[0072] 表1

	限制区域	
	区域（区）	区域的描述
[0073]	尿道	- 尿道自身（加上其周围的阈值裕度，如果期望的话） - 贯穿整个工作空间的垂直带，包含尿道分割（加上其周围的裕度，如果期望的话）
	膀胱	膀胱自身（加上其周围的裕度，如果期望的话）
	直肠	直肠（例如，参见 662-2）（加上其周围的阈值裕度，如果期望的话）

	耻骨弓	耻骨（加上其周围的阈值裕度，如果期望的话） 可以由可以指示耻骨的位置的线（例如，耻骨弓线）来定义（参见，图 7B）。 在 2 条线 707 上面（例如，之前）的整个工作空间可以被定义为（耻骨弓）RA。

[0074] RA（例如，RA区域）中的一个或多个可以在由用户的分割期间和/或分割之后通过所述过程自动地分割。例如，根据一些实施例，尿道区域可以在分割期间由所述过程选择（例如，参见图6的662-1），而耻骨弓区域可以手动地选择。例如，图7A示出了根据本系统的实施例的图示包括参考数据集的耻骨弓的2D图像切片的用户接口（UI）700A的屏幕截图；并

且图7B示出了根据本系统的实施例的作为图示对耻骨弓RA的分割和选择之后的2D图像切片的UI 700A的UI 700B。参考图7A,耻骨弓的位置通过由虚线703所示的路径图示并且通过箭头705指向。该路径(例如,路径703)可以由所述过程自动地分割(如果期望的话)或者可以由用户设定。参考图7B,所述过程可以为用户提供输入和/或编辑可以定义耻骨的耻骨弓的耻骨弓线707的选项。所述过程然后将耻骨弓线707上面(例如,之前)的整个工作空间设定为耻骨弓RA。所述过程然后可以使用任何适合的方法突出(例如,经由交叉排线)耻骨弓RA(区域)(诸如通过将交叉排线709插入到耻骨弓RA中)。用户然后可以实时修改耻骨弓线707的位置(如果期望的话),并且因此,所述过程可以更新耻骨弓RA。然而,根据一些实施例,所述过程可以在对参考数据集的分割期间自动地形成耻骨弓RA,并且然后可以绘制与耻骨弓RA有关的信息,使得用户可以同意、编辑和/或拒绝耻骨弓RA。尽管讨论了耻骨弓RA,但是所述过程可以执行类似的动作以选择其他RA,如可能期望的。

[0075] 返回参考PCIP,所述过程可以根据RA来确定和/或优化PCIP,如可以由系统和/或用户设定的。例如,为了便于用户,在PCIP被确定之后,该过程可以绘制该信息。用户然后可以设定RA,并且所述过程然后可以根据设定的RA来优化PCIP。因此,如果PCIP不在附近(例如,尿道),则用户可以确定不需要设定尿道RA。如果期望的话,这可以节省时间。然而,根据一些实施例,应当预想到,在没有针对参考数据集的用户介入的情况下,可以自动地确定PCIPS并且设定RA。

[0076] 在完成动作406之后,所述过程可以继续到动作407,在动作407期间,TRUS探头可以被定位在其中多个导管中的一个或多个可以被插入到前列腺中的导管插入过程的期望的位置处。TRUS探头可以由所述过程的控制器自动地定位到默认位置和/或取向(诸如利用设定为对患者的前列腺的中腺区域进行成像的横向/轴向阵列)或者可以由用户(诸如临床医师)手动地定位。

[0077] 例如,根据一些实施例,在确定已经采集参考数据集之后,所述过程可以绘制通知用户将TRUS探头放置在位(例如,开始位置)的信息,使得TRUS探头可以采集前列腺的图像,如下面将讨论的。然而,还根据其他实施例,所述过程可以控制系统的致动器以将TRUS探头定位在期望的位置和/或取向,诸如默认开始位置。所述默认开始位置可以选自从系统的存储器获得的默认值和/或根据当采集参考数据集时TRUS探头的开始位置所确定的开始位置来确定。还根据其他实施例,所述过程可以请求用户将TRUS探头定位在期望的位置中并且之后可以自动地控制TRUS探头的控制位置和/或取向。在完成动作407之后,所述过程可以继续到动作409。

[0078] 在动作409期间,所述过程可以实时捕获包括前列腺的VOI的当前图像(例如,在2D中),并且可以形成对应的图像信息。因此,当前图像可以被认为是实况图像。所述当前图像可以以期望的帧率来更新(例如,在本实施例中为15帧每秒)。还根据其他实施例,在当前过程中的一个或多个动作完成之后,可以更新当前图像(例如,通过重复动作409)。当前图像可以取决于TRUS探头的位置。TRUS探头的位置可以基于用户的选择(如果期望的话),并且例如可以包括中腺位置。

[0079] 还根据其他实施例,当特定条件被确定为发生时,诸如当TRUS探头的位置被改变时、在检测到用户的请求后、在检测到将导管或导管的子集插入前列腺中后、或者检测到用户或系统定义的条件,诸如检测到推进导管的运动停止了阈值时间段(例如,5秒)或者在期

望的方向上被推进特定的量,如可以由用户和/或系统设定的,可以更新当前图像。

[0080] 参考图5,当前图像可以包括可以由TRUS探头采集并且可以包括前列腺的实况2D TRUS图像548。

[0081] 根据其他实施例,应当预想到,当前图像(例如,实况或流程中图像)可以使用3D探头采集为3D图像信息。因此,所述3D图像信息然后可以与2D图像类似地处理:其可以利用表面或体积绘制或者使用通过3D体积的一个或多个2D截面来显示。此外,还应当预想到,分割的参考数据集可以被用于初始化在当前图像中的分割,这启用对流程中器官边界和/或任何RA的实时分割和可视化,如果期望的话。所述过程还可以从当前图像选择默认图像切片并且将该切片设定为当前图像,如果期望的话。

[0082] 还根据其他实施例,用户和/或系统定义的条件可以使用例如由过程形成和/或绘制的设置表根据期望由用户和/或系统来设定。因此,用户可以与设置表交互以设定/重置设置表以便定义用户定义的条件,如果期望的话。之后,设置表可以被对应地更新并且被存储在系统的存储器中以用于稍后使用。所述过程然后可以从系统的存储器获得设置表,并且当如在设置表中所定义的设置被确定为发生时,所述过程可以执行对应的动作,诸如更新当前图像。

[0083] 所述过程还可以跟踪TRUS探头以确定其位置和/或取向,并且形成对应的位置信息,其可以包括TRUS探头的位置和/或取向信息,并且可以将TRUS探头位置信息与当前图像相关联。换言之,所述过程可以关联位置信息,所述位置信息可以包括与在采集当前图像时TRUS探头的位置和/或取向有关的信息,并且将该信息与对应的当前图像相关联。根据一些实施例,当前图像和相关联的位置信息可以被存储在系统的存储器中以用于进一步的处理,如果期望的话。

[0084] 根据一些实施例,所述过程可以为用户提供选择在其中查看当前图像的图像平面(诸如在轴向和/或矢状图像平面中)的选项。所述过程然后可以对根据所选择的图像平面设定的3D图像进行分割。例如,如果确定用户已经选择矢状图像平面,那么所述过程可以对相同平面中的参考数据集进行分割。类似地,如果确定用户已经选择轴向图像平面,那么所述过程可以对相同平面中的参考图像数据集进行分割。然而,根据一些实施例,所述过程可以对这两个平面中的参考数据集进行分割并且然后可以选择与针对当前图像所选择的平面相对应的平面中的图像。因此,如果在轴向平面内选择当前图像,则所述过程可以获得与参考图像数据集的轴向平面相对应的经分割的图像。因此,可以在与图像切片相同的参考平面中获得当前图像。在完成动作409之后,所述过程可以继续到动作411。

[0085] 在动作411期间,所述过程可以初始化图像配准过程。因此,所述过程可以选择被确定为最佳匹配(例如,最接近匹配)到当前图像的参考数据集的至少一个图像切片(例如,2D图像切片)。换言之,所述过程可以从根据位置信息最佳匹配当前图像的参考数据集来估计(一个或多个) (2D) 图像切片(例如,在对应的轴向或矢状平面内)中的至少一个。

[0086] 所选择的图像切片可以选自参考数据集并且可以具有最接近地匹配当前图像的位置的位置。因此,所述过程可以沿着预定轴(例如,如由TRUS探头的位置所确定的z轴)来确定当前图像的位置(例如,基于TRUS探头的位置),并且然后可以从与当前图像的位置(例如,沿着相同轴并且在相同平面内)相对应(或最接近地对应)的参考数据集的图像切片当中选择图像切片。所选择的图像切片可以被认为是通过位置造成的最佳匹配图像切片。

[0087] 为了增加鲁棒性,所述过程可以使用任何适合的方法,诸如使用任何适合的图像分析方法,来确定所选择的图像切片是否最接近匹配当前图像。如果所选择的图像切片被确定为不是最接近匹配,则所述过程可以从最接近(例如,通过 $\pm ns$ 切片,其中, ns 是整数)匹配当前图像的参考数据集选择图像切片。此外,当执行图像分析时,所述过程可以考虑当前图像可以包括除前列腺之外的介入工具(诸如导管等)。因此,当将当前图像与参考数据集的图像切片相比较时,所述过程可以对介入工具进行过滤。根据一些实施例,所述过程可以从最接近匹配当前图像的参考数据集中选择两个最接近的图像切片,并且然后可以基于两个所选择的最接近的匹配切片将所选择的图像切片形成为复合图像。

[0088] 关于在参考数据集与当前图像的采集之间相对于TRUS探头的患者运动,期望很少运动并且不期望影响当前过程的工作流。更具体地,由于TRUS探头可以紧密地适配在患者的直肠内,因而在横向和/或A-P方向上期望很少的相对探头运动。该运动可能通常被认为是不重要的。

[0089] 所述过程可以使用任何适合的图像匹配方法(诸如由根据本系统的实施例操作的UroNavTM活检平台所提供的方法)执行该动作。参考图5的动作542来图示这一点。

[0090] 根据一些实施例,为了增加鲁棒性,所述过程可以从最接近匹配当前图像 $\pm ns$ 个切片(其中, ns 是整数,诸如是1,并且可以由用户和/或系统设定)的参考数据集中选择至少两个图像切片(例如,图像集),而非从参考数据集中选择单个图像切片。如果使用与当前图像相同的切片取向来采集参考数据集,则可以使用该过程。因此,位置信息可以被用于通过位置从参考数据集中选择图像切片的范围(例如,图像集)。所述过程然后可以基于图像集形成复合图像并且将该复合图像设定为所选择的图像。所述过程还可以确定针对该图像的CBS。还在其他实施例中,所述过程可以应用图像匹配以从图像集和集合中选择一幅或多幅图像。所述过程然后可以形成复合图像(例如,从集合中选择两幅或更多幅图像,如上文所讨论的)。所述过程还可以使用任何适合的方法来确定针对复合图像的对应位置(例如,经由内插等)。因此,例如,如果所述过程基于来自以 $\pm 1mm$ (沿着 z 轴)被相应地定位在的参考数据集的两幅图像形成复合图像,则所述过程可以确定针对复合图像的位置是 $0mm$ (沿着 z 轴)。如上文所讨论的,如果期望的话,多幅图像可以被用于克服任何可能的相对患者-探头运动。所述过程可以存储与参考数据集相关联的所选择的图像切片(如果复合图像)以用于稍后使用。所述过程还可以确定针对复合图像的CBS,如上文所讨论的,并且可以存储与参考数据集中的复合图像相关联的CBS,以用于稍后使用。所述复合图像可以被称为伪图像。

[0091] 还在其他实施例中,所选择的图像切片(例如,2D图像切片)可以从参考数据集中选择,作为图像切片,其使用仅图像分析方法而非通过位置被确定为最佳适配(例如,最接近适配)当前图像,如上文所讨论的,如果期望的话。

[0092] 此外,还根据其他实施例,所述参考数据集可以包括任何3D数据集并且甚至可以不包括明确定义的图像切片或者可以包括可以具有与当前图像不同取向的图像切片。因此,在这种情况下,所述过程可以确定在其内可以定位当前(例如,实况)2D图像的参考图像数据集(例如,具有任何适合的厚度,诸如 $5mm$ 或 $10mm$ 厚度等)内的体积厚板(slab)。该厚板内的任何位置处的2D截面然后可以被用于初始化实况2D分割,并且“分割的良好度”的某种度量可以被用于选择最佳2D分割。上文所描述的平板内的分割可以被用于约束当前2D分

割,如果期望的话。

[0093] 在完成动作411之后,所述过程可以继续到动作413。

[0094] 在动作413期间,所述过程可以将当前图像的位置与参考数据集的选定切片的位置链接。换言之,所述过程可以将与当前图像相对应的位置信息(例如,TRUS探头的位置和/或取向)和参考数据集的选定图像切片(或至少一个图像切片)的对应位置链接。一旦位置信息被链接,则在(TRUS探头的)特定位置和/或取向处实时采集的图像(例如,当前图像)可以被链接到参考数据集中具有相同(或相似)位置/或取向的图像。如果期望的话,所述过程可以实时连续地更新所链接的位置。

[0095] 根据一些实施例,所述过程可以使用任何适合的一种或多种方法将当前图像的位置与参考数据集的选定切片的位置链接。例如,所述过程可以执行初始链接,如上文所描述的。之后,所述过程可以使用图像识别方法以识别当前图像中的前列腺的特征并且选择参考数据集中的对应图像(例如,所选择的图像)。该所选择的图像的位置然后可以被链接到当前图像的位置。这可以解释当导管被插入前列腺内时可能发生的形变。例如,当将对象(诸如导管)插入前列腺内时,所述导管可以优越地使前列腺脱位至少数厘米和/或改变前列腺的形状。例如,所述导管可以使前列腺延长,并且如此,切片坐标可以不具有一一对应性。因此,本系统的实施例可以采用基于图像的方法(例如,其可以采用图像配准方法,如果期望的话)以连续地将当前图像的位置与从参考数据集中所选择的参考图像链接,如果期望的话。

[0096] 在完成动作413之后,所述过程可以继续到动作415。

[0097] 在动作415期间,所述过程可以从参考数据集获得对应于所选择的图像的CBS。因此,所述过程可以从作为选定的图像切片的CBS的参考数据集中获得CBS。该CBS可以被称为选定的CBS。由于所选择的图像切片可以被认为是对当前图像的最接近适配的,因而CBS还可以被认为是对当前图像的最接近适配(例如,最接近匹配)的CBS。

[0098] 根据一些实施例,所述过程可以执行图像配准过程,以将来自参考数据集的所选择的图像切片配准到当前图像(例如,实况图像)上。该图像配准过程可以使用任何适合的图像配准方法(诸如自动化配准算法)执行以对图像进行配准,如可以在于2013年11月8日提交的题为“Assisting Apparatus for Assisting in Performing a Brachytherapy”的申请人的在先共同未决的申请No. PCT/IB2013/059989并且于2014年6月19日公开为W0 2014/091330 A1中公开的,通过引用将其中的每个的内容并入本文。

[0099] 在完成动作415之后,所述过程可以继续到动作416,其中,所述过程可以确定针对网格模板的位置和/或取向。根据一些实施例,所述网格模板的位置和/或取向可以由系统和/或用户来设定。例如,根据一些实施例,所述网格模板的位置和/或取向可以由用户来设定。还根据其他实施例,所述系统可以确定网格模板的位置和/或取向,并且因此为了便于然后可能设定网格模板的位置和/或取向的用户,可以绘制该信息。还在其他实施例中,所述系统可以控制致动器以设定网格模板的位置和/或取向,如可能其他地方讨论的。

[0100] 根据一些实施例,所述过程可以根据位置约束中的一个或多个来确定网格模板的位置和/或取向。例如,根据一些实施例,所述过程可以根据位置约束中的一个或多个来确定网格模板的位置和/或取向,使得导管中的一个或多个可以和其PCIP相交和/或不和PA相交,如用户可能期望的。可以使用任何适合的方法来确定网格模板的位置和/或取向。

[0101] 根据一些实施例,所述过程可以使用任何适合的方法(诸如根据本系统的实施例操作的几何方法)至少部分地基于位置约束(例如,PCIP和/或RA)、TRUS探头的位置和/或取向、当前图像、和/或参考数据集中的的一个或多个来确定网格模板的位置和/或取向(在下文中称为位置)。例如,在TRUS探头已经先前被链接时(例如,在动作413期间),可以确定其相对于当前图像和参考数据集中的的一个或多个的位置。所述过程然后可以使用一个或多个位置约束(诸如PCIP和/或RA)来确定网格模板的位置和/或取向,使得通过和/或从网格模板延伸的导管中的一个或多个的投影轨迹在其对应的PCIP处相交,同时不进入RA。如果期望的话,所述过程还可以确定针对导管中的一个或多个的位置(例如,在网格模板的阵列中)。所述过程可以实时地和/或当特定条件被确定为发生时(诸如响应于用户请求、导管的插入等)执行这些确定。例如,所述过程可以确定针对网格模板的位置和/或取向至少一次。

[0102] 根据一些实施例,所述网格模板可以包括网格模板部分(例如,象限等)的阵列,其可以相对于彼此在位置和/或取向方面是能调节的。例如,根据一些实施例,所述网格模板可以包括四个象限,所述四个象限中的一个或多个可以相对于其他象限是能明确表达的。例如,在导管的插入之后,所述过程可以确定网格模板或其部分的期望的位置和/或取向,以用于另一导管的插入。因此,一个或多个导管可以使用与可以被用于一个或多个其他导管相同或不同的网格模板位置和/或取向插入。导管转向系统可以包括致动器以控制网格模板的一个或多个部分的位置/或取向。

[0103] 根据一些实施例,所述过程可以确定可以表示导管上的点(诸如其尖端(例如,远端))与导管的PCIP之间的矢量的导管的一个或多个的规划轨迹。因此,可以假定如果导管沿着其规划轨迹延伸,则其可以被期望相交或者基本上到达其与轨迹没有任何偏差的PCIP。因此,如果所述导管沿着其纵轴(例如, z_c ,如在图2A中所示,由用户和/或由导管的转向机构)延伸,则其可以被期望相交或者基本上相交其与估计轨迹没有任何偏差的PCIP。在针对导管确定规划轨迹之后,所述过程可以通知用户这样的确定(例如,使得用户可以使导管转向以跟随估计轨迹)和/或根据估计轨迹使导管转向。

[0104] 根据一些实施例,导管的规划轨迹还可以根据如下各项中的一项或多项来确定: TRUS探头的当前位置和/或取向、所选择的CBS、位置约束中的一个或多个、当前图像、和/或参考数据集。例如,所述轨迹可以根据位置约束来确定,使得其不相交任何RA、不退出前列腺等。所述网格模板然后可以根据导管的估计的位置和/或取向来定位(例如,由用户和/或系统定位)或者反之亦然。

[0105] 根据一些实施例,如果一个或多个PCIP未被定义(例如,由用户和/或系统),则所述过程可以跳过确定导管中的一个或多个的规划轨迹的动作。当手动导管操纵是用户等所期望的时,这可以是有用的。在这种情况下,所述过程可以通知用户所述网格模板的期望的位置和/或取向,和/或可以确定网格模板的实际位置和/或取向以用于稍后计算,如果期望的话。

[0106] 根据一些实施例,在网格模板位置和/或取向被确定之后(例如,以便将导管中的一个或多个设定到其规划轨迹),所述过程可以使用任何适合的方法(诸如通过在系统的显示器上绘制这样的信息)通知用户该位置和/或取向,或者可以控制所述系统的致动器以将网格模板的位置和/或取向设定到期望的位置和/或取向,如果期望的话。例如,图6示出了图示其中在用户选择PCIP 664(例如,通过正确点击PCIP)时可以绘制的导管参数的窗口

666。窗口666可以包括关于PCIP 664和对应的导管的信息,诸如类型、当前参数(例如,尚未插入的、自动转向的模型、制造商、当前设置等)、从尖端到PCIP的距离(例如, z_c)、网格阵列中的位置(列、行等)等,如可以由系统和/或用户设定的。

[0107] 返回参考链接,一旦位置信息被链接,则在(TRUS探头的)特定位置和/或取向处实时采集的图像(例如,当前图像)可以被容易地链接到参考数据集中具有相同(或相似)位置和/或取向的图像、当前图像、和参考数据集。因此,TRUS探头的位置可以被链接到参考数据集中的对应的(一个或多个)图像切片。这可以在流程期间节约系统资源并且可以节省时间。在完成动作416之后,所述过程可以继续到动作417。

[0108] 在动作417期间,所述过程可以确定导管插入过程是否已经开始。因此,如果确定导管插入过程已经开始,则所述过程可以继续到动作418。然而,如果确定导管插入过程尚未开始,则所述过程可以重复动作417。所述过程可以使用任何适合的方法来确定导管插入过程已经开始。例如,根据一些实施例,用户和/或过程可以请求开始导管插入过程。还在其他实施例中,导管插入过程可以被确定为在(如其尖端所确定的)导管的位置(例如,位置和/或取向等)已经被确定为改变超过阈值时开始。

[0109] 在动作418期间,所述过程可以可选地跟踪导管中的一个或多个以确定对应导管中的一个或多个的估计轨迹。当跟踪导管时,所述过程可以实时地确定与如下中的一项或多项有关的信息:位置、取向、实际轨迹、行进路径(例如,如可以通过随时间跟踪位置所确定的)、和一个或多个对应导管的延伸(例如,在 z 方向上)。该信息然后可以作为导管位置信息被存储在系统的存储器中以用于稍后使用,和/或可以被用于确定对应导管中的一个或多个的估计轨迹。出于清晰的缘故并且非限制性地,将假定每个导管可以包括被定位在其远端处的单个跟踪元件,并且所述过程可以通过跟踪该跟踪元件来跟踪对应导管的位置(例如,位置和/或取向)。根据一些实施例,导管的估计轨迹可以基于这样的导管的远端的所确定的位置和/或取向来确定。因此,导管的位置可以指代其远端处的位置。因此,在导管行进并且形成对应的位置信息时,所述过程可以随时间跟踪导管的跟踪元件。所述过程然后还可以至少部分地基于通过跟踪所生成的位置信息来确定导管的实际行进路径、取向、轨迹、和/或在 z 轴中的延伸(在下文中称为 z 延伸)。

[0110] 根据一些实施例,导管的网格进入点(例如,可以与网格的列和/或行相对应的网格位置的 X - Y 坐标;其中,网格的表面对应于 $z=0$)和导管轨迹的历史的知识可以被所述过程用于计算估计的导管轨迹。传感器,诸如EM传感器,可以提供导管的位置和/或取向。

[0111] 此外,根据一些实施例,所述过程可以使用任何适合的方法来确定导管是否可以被设定为当前导管。例如,根据一些实施例,如果确定导管正在被操纵,则所述过程可以将该导管设定为当前导管。因此,当用户移动导管时(例如,在导管的 z 方向上),所述过程可以感测该运动并且确定多个导管中的该导管是当前导管。然而,还根据其他实施例,所述过程可以将当前导管确定为其运动由过程请求的导管。例如,导管的运动可以以特定的顺序和/或样式(例如,相对于网格模板阵列)来选择,如可以由系统和/或用户设定的(例如,根据用户设置)。因此,所述过程可以确定当前导管。还根据其他实施例,当前导管可以至少部分地基于用户和/或系统设置来确定。还根据其他实施例,用户可以将导管选择为当前导管。在完成动作418之后,所述过程可以继续到动作419。

[0112] 在动作419期间,所述过程可以在其中至少一个导管(例如,当前导管)可以被插入

到前列腺中的导管插入过程期间应用弹性(可形变的)配准约束。在实况图像的质量被导管的存在而劣化的情况下,这些约束可以非限制性地考虑若干变量,诸如:a)将前列腺推向底部;b)在前后和横向方向上使前列腺肿胀;和/或c)先验前列腺形状约束。形变矢量可以是弹性图像配准的结果,其继而可以在有或没有弹性(可形变的)配准约束的情况下计算。取决于实况图像的维度(2D或3D)以及所选取的配准的类型,形变矢量可以是2D(在针对2D实况图像的当前图像平面内,被配准到先验3D图像的对应平面截面;“对应”意指:基于2D实况图像平面的空间跟踪的位置)或3D(在实况图像也是3D的情况下或者在“2D到3D”配准被执行的情况下,即,将实况2D图像配准到3D先验图像并且允许平面外平移/旋转/剪切/变形)。可以在配准期间应用约束,例如,通过在其中惩罚“违反”约束中的任一个约束的这样的潜在配准的图像相似性度量。

[0113] 在导管和/或其他对象被插入到前列腺中时,前列腺可能改变其形状。因此,所述过程可以根据配准约束形成或以其他方式更新形变矢量,以便考虑前列腺的形变。如果期望的话,所述过程可以从系统的传感器获得与一个或多个导管和/或其部分(例如,远端)有关的信息,诸如可以是位置信息。在完成动作419之后,所述过程可以继续到动作421。

[0114] 在动作421期间,所述过程可以根据形变矢量修改所选择的CBS以便更新所选择的CBS。因此,所述过程可以将形变矢量应用到CBS(例如,参见图5的545),以便修改所选择的CBS(其可以被称为修改轮廓),从而表示前列腺的最当前的估计边界(例如,最当前的CBS)。

[0115] 参考图5,尽管所选择的CBS(例如,545)和修改轮廓(例如,547)在本实施例中被图示为封闭表面,但是还在其他实施例中,应当预想到,如果期望的话,CBS和/或修改轮廓可以包括开放曲线和/或不连续的曲线。

[0116] 如上文所讨论的,在针头被插入到前列腺中时,前列腺可能改变其形状(例如,形变),并且所述过程可以更新形变矢量以考虑形状的该改变。所述过程可以计算考虑前列腺的形变的配准约束,并且根据所述配准约束来更新所述形变矢量。然后,所述过程可以根据这些经更新的形变矢量来更新所选择的CBS,以便形成当前CBS,所述当前CBS可以充当可以估计前列腺的形变的边界的修改轮廓,如上文所讨论的。在完成动作421之后,所述过程可以继续到动作423。

[0117] 在动作423期间,所述过程可以确定由于将导管中的一个或多个插入到前列腺中,在前列腺的估计边界中是否存在显著的改变。因此,如果确定在前列腺的估计边界中存在显著的改变,则所述过程可以继续到动作425。然而,如果确定在前列腺的估计边界中不存在显著的改变,则所述过程可以继续到动作426。所述过程可以使用任何适合的方法,诸如通过在(对应的)修改之前将经更新的所选择的CBS(其可以是最新的CBS)的对应点与所选择的CBS相比较并且计算这些点之间的差的绝对值(CAV),来确定在前列腺的估计区域中存在显著的改变。因此,如果确定CAV大于阈值距离值,则所述过程可以确定在前列腺的估计边界中存在显著的改变。然而,如果该计算的绝对值的绝对值小于或等于阈值,则所述过程可以确定在前列腺的估计边界中是否不存在显著的改变。

[0118] 然而,还在其他实施例中,所述过程可以使用其他适合的方法(诸如图像分析方法等)来确定在前列腺的估计边界中是否已经存在显著的改变。

[0119] 根据本系统的实施例,所述过程可以跳过动作423并且继续到动作426。例如,如果确定不存在(例如,在动作406期间)所定义的预定义的PCIP,则所述过程可以从动作421继

续到426。类似地,如果系统(例如,基于系统设置)和/或用户选择跳过动作423,则所述过程可以从动作421继续到动作426。当条件可以忽略这样时,诸如当较宽的约束,诸如保持在前列腺内部和/或靠近前列腺的边界的需要可以基于个体忽略这样时,用户可以主观地跳过动作423。

[0120] 在动作425期间,所述过程可以重新优化PCIP,以便更新对剩余的导管的规划放置。如在本文中所使用的,剩余的导管可以指尚未被插入到前列腺中或者尚未被完全地插入前列腺内的位置中的导管。因此,所述过程可以执行动态导管重新规划过程,以根据所确定的当前前列腺轮廓(例如,在2D或3D中)重新优化这些剩余的导管的PCIP。因此,所述过程可以确定哪些导管尚未被插入到前列腺中并且重新优化对这些导管的放置。用于执行重新优化的方法可以与执行对优化的PCIP动作406的确定所使用的那些方法相同或相似。然而,与在动作406期间所使用的前列腺的原始边界(如可以由对应的原始CBS表示的)相反,重新优化可以使用前列腺的最新的估计边界(例如,如可以由最新的经修改的CBS表示的)来确定经重新优化的PCIP。因此,在动作425期间,可以确定PCIP,使得在其对应的PCIP处时,导管中的一个或多个的远端被期望位于前列腺的边界区域中(例如,如由定义前列腺的最新的估计的周边边界的最新的CBS所定义的)。

[0121] 当确定存在归因于初始导管的插入造成的估计的前列腺边界中的显著的改变时,可以执行该重新优化动作425。此外,针对剩余的导管的计划放置然后通过使用最新的前列腺轮廓的过程来重新优化。在完成动作425之后,所述过程可以继续到动作426。

[0122] 关于所估计的轨迹,该轨迹是其中导管被期望结束给定的其当前位置和取向,并且可以仅根据与导管的远端处的传感器的位置/取向有关的信息通过所述过程来获得。规划轨迹是其中所述过程可以确定导管应当进行,并且可以基于与信息(诸如对应导管的网格进入孔、对应导管的PCIP、RA等)的组合有关的信息来获得。

[0123] 在动作426期间,所述过程可以可选地更新剩余的导管中的一个或多个的规划轨迹。这可以对CBS和/或PCIP的改变(例如,更新)进行校正。所述过程可以使用任何适合的方法,诸如在动作416期间所描述的那些方法,更新针对剩余的导管的规划轨迹。然而,当可用时,所述过程可以使用对应导管的经更新的PCIP、估计的轨迹、以及经更新的实际位置。例如,所述过程可以跟踪剩余的导管中的一个或多个以确定其尖端的实际位置。然后,所述过程可以根据导管的最新(例如,经更新的或原始的)PCIP至少基于导管的实际位置和/或估计轨迹来更新导管的规划轨迹。

[0124] 为了便于用户,所述过程然后可以绘制与一个或多个剩余的导管的估计和/或规划轨迹有关的信息(如在动作416期间所讨论的),和/或因此可以控制剩余的导管中的一个或多个的转向机构,以便根据例如针对导管的规划的PCIP将所选择的导管引导到其PCIP。根据一些实施例,控制器可以控制转向机构以在任何给定时间段(例如,30秒)期间推进或者收回导管仅阈值距离(如可以由用户和/或系统设定的),诸如多达5mm。然而,还预想了其他值或这些值的值范围。

[0125] 根据一些实施例,所述过程可以自动地检测导管的弯曲或偏离。所述过程可以确定用于校正的适当的动作(例如,转向、撤回、插入等),并且可以绘制这样的信息以引导用户使得导管的轨迹可以被校正并且可以在可以是可接受的特定阈值内。例如,所述过程可以确定导管是否正在弯曲或者偏离超过阈值,并且在肯定的情况下,可以采取适当的动作

以自动地校正所述偏离,或者通过为用户绘制信息以手动地做出校正。根据一些实施例,可以通过检测大于对应阈值角度值(例如,可以由系统和/或用户定义的 t_{α})的导管的尖端的取向(例如,角度取向)的改变(如可以由导管角度测量的)或者大于对应的阈值(例如,如可以由系统和/或用户定义的 $t_{\Delta XY}$)的导管的尖端的x-y位置(即,在横向平面内)的改变来识别导管弯曲或者偏离。更具体地,如果相对于z轴(例如,相对于x和y平面)的导管角度被确定为大于 t_{α} ,则所述过程可以绘制信息以通知用户导管角度大于容许值。类似地,如果x-y导管尖端位置改变被确定为大于 $t_{\Delta XY}$ 沿着z轴(例如,1mm)的平移的给定单位,则所述过程可以绘制信息以通知用户这样的确定并且可以记录导管的尖端的位置。所述过程然后可以通知用户将对应的导管拉回到较小的z位置,以便消除和避免导管弯曲/偏离,或者可以采取动作以自动地通过至少基于所记录的导管尖端位置控制控制器。

[0126] 根据一些实施例,所述过程可以实时地跟踪导管、更新PCIP、和/或更新导管的估计轨迹。在完成动作426之后,所述过程可以继续到动作427。

[0127] 在动作427期间,所述过程可以形成一幅或多幅复合图像,诸如当前分割的实况2D TRUS图像,其可以例如包括被叠加在当前图像上的最新的经修改的所选择的CBS(即,修改轮廓)以形成复合图像。例如,参考图5,所述过程可以获得当前图像,诸如图像548,并且将修改轮廓547叠加在当前图像上以形成当前经分割的实况2D TRUS图像550。

[0128] 根据一些实施例,所述过程还可以将与PCIP、估计轨迹和/或实际轨迹、和/或导管中的至少一个的参数(例如,导管范围、导管设置、导管估计、估计和/或规划轨迹等)中的一个或多个有关的信息重叠或者叠加在当前图像(例如,实况2D TRUS图像)或者当前图像的另一表示(例如,当前图像的副本以便形成另一复合图像)上,如可以由系统和/或用户期望的。

[0129] 例如,所述过程可以确定可以指示导管(例如,如其尖端处所测量的)与当前图像平面(或者PCIP,如果期望的话,并且可以被表示为rangePICP)之间的距离的差的导管范围。所述过程然后可以形成导管范围的字母、数字、和/或图形表示,并且为用户绘制该信息。关于确定导管范围,所述过程可以将导管的实际位置(如可以在导管的尖端处测量的)与当前图像平面相比较。换言之,所述过程可以确定从导管之一的尖端(例如,远端处的尖端)到当前图像平面的距离、导管与当前图像平面的估计交点、和/或导管与当前图像平面的实际交点,如可以由系统和/或用户选择的。例如,图8A示出了根据本系统的实施例的其尖端尚未到达被叠加在当前图像上的当前图像平面的导管的估计交点的屏幕截图800A;图8B示出了根据本系统的实施例的其尖端已经到达被叠加在当前图像上的当前图像平面的导管的实际交点的屏幕截图800B;并且图8C示出了根据本系统的实施例的其尖端已经经过当前图像平面的导管的实际交点的屏幕截图800C。

[0130] 参考图8A,如果确定导管的尖端尚未和当前图像平面相交,则所述过程可以确定并且之后使用任何适合的表示(诸如圆点864R或其他期望的形状(例如,“o”、“x”、“+”等))来指示导管与当前图像平面(例如,当前正被查看的图像平面)的估计交点,如可能期望的。圆点864R可以使用任何适合的高亮(诸如红色高亮)来高亮显示,以指示导管尚未和当前图像平面相交。所述过程可以至少基于导管的估计轨迹和当前图像平面的位置来确定导管与当前图像平面的估计交点。所述过程还可以绘制圆,所述圆可以指示导管的尖端应当穿过的期望的点或区域。

[0131] 参考图8B,如果确定导管的尖端已经相交并且处在当前图像平面处(例如,在距当前图像平面的阈值距离内),则所述过程可以使用任何适合的表示(诸如圆点864G,其可以类似于圆点864R)来指示交点(例如,如通过跟踪导管的实际位置所确定的)。然而,圆点864G可以使用任何适合的高亮(诸如绿色高亮)高亮显示以强调导管已经相交并且处在当前图像平面处。根据一些实施例,可以使用可以在系统的扬声器上绘制的听觉方法来表示导管(例如,所选择的导管,诸如当前导管)中的一个或多个的相交点的位置。例如,所述过程可以根据导管尖端与期望的位置/交点之间的距离(例如,距离的绝对值)可变地绘制音调,或者可以使用可以表示一个或多个轴中的距离的词语来指示距离(例如,右边的5mm、4mm、1mm、-1mm、-3mm等,左边的+4mm z轴、-4mm z轴等)。因此,在导管尖端接近期望的位置(例如,预定义的交点)时,所述过程可以降低音调,并且反之亦然,并且为了便于用户,对该信息进行绘制。因此,当导管的尖端与期望的交点相交时,可以基本上使用默认频率(例如,0Hz,如可以由系统和/或用户设定的)来表示音调。相反地,在导管的尖端移动远离期望的交点时,音调可以增加。还根据其他实施例,距离信息可以使用听觉方法来绘制,诸如可以使用文本到语音TTS方法所提供的。根据一些实施例,导管尖端与期望的位置/交点之间的差的绝对值可以被表示为误差信息。然后,所述过程可以绘制与误差信息有关的信息。例如,如果误差正在增加,则所述过程可以增加音调。因此,大的误差将导致高音调。相反地,在误差减小时,音调可以减小。因此,小的误差将导致低音调。因此,在音调基本上减小并且接近0时(或者某个默认值,如可以由系统和/或用户设定的),用户可以确定导管尖端已经到达其期望的位置。然而,如果音调增加,则用户可以确定导管尖端正在行进远离期望的位置。

[0132] 参考图8C,如果确定导管的尖端已经相交并且延伸超出当前图像平面(例如,超出阈值距离),则所述过程可以使用任何适合的表示(诸如可以类似于圆点864R和864G的圆点864Y)来指示交点(例如,如使用在导管的尖端和当前图像平面相交时所获得的先前的跟踪信息所确定的)。然而,圆点864Y可以使用任何适合的高亮(诸如黄色高亮)高亮显示以强调导管已经相交并且已经延伸经过图像平面。根据一些实施例,高回声斑点在当前图像中可以是可见的并且提供额外的定性验证。例如,当导管尖端延伸经过当前图像平面时,当前图像平面可以包括导管的主体的截面。这可以可见为当前图像中的高回声(亮)区域,并且可以确认其中对应的导管与当前图像平面相交的位置。然而,由于导管弯曲,因而导管的尖端可能已经或可能尚未由于导管弯曲而与该点处的当前图像平面相交。

[0133] 还根据其他实施例,所述过程可以提供导管的尖端与所选择的对象(诸如所选择的点、RA)和/或选择的图像切片(诸如当前查看的图像切片)之间的距离的指示。可以使用任何适合的绘制方法(诸如视觉、听觉和/或触觉方法)来提供对距离的该指示。例如,根据一些实施例,所述过程可以形成音频音调和色调,其可以随着导管的尖端接近当前查看的图像切片而减小,并且反之亦然。因此,当导管的尖端被确定为在当前查看的图像切片(或其他所选择的点)处时,音频音调和色调可以等于或者基本上等于零,并且音频音调和色调中的每个或之一可以随着导管的尖端移动远离当前查看的图像切片而增加。类似地,触觉反馈可以经由耦合到导管的振动器被提供给用户,并且其可以在导管的尖端接近当前查看的图像切片时减小振动频率和/或幅度。相反地,振动频率和/或幅度可以在导管的尖端移动远离当前查看的图像切片时增加。还在其他实施例中,可以使用诸如在图8C中所示的附

图标记866Y来提供导管尖端与当前查看的图像切片之间的距离。通过提供音频、视觉和/或触觉反馈来指示导管的尖端与图像平面之间的距离,临床医师可以更容易地将导管尖端导航到期望的位置。

[0134] 根据一些实施例,所述过程可以绘制当前图像和一幅或多幅参考图像,诸如与从参考数据集中所选择的当前图像的位置相对应的图像切片。

[0135] 在完成动作427之后,所述过程继续到动作429,其中,所述过程可以绘制在重新优化动作425期间或之后所形成的复合图像中的一幅或多幅,诸如为了便于用户,在系统的显示器上的当前分割的实况2D TRUS图像。所述过程还可以提供用户可以利用其与所述过程交互的交互用户接口(UI),以例如选择所绘制的图像(诸如当前分割的实况2D TRUS图像和/或用于执行特定动作(诸如改变放大率、选择特征等)的复合图像)的各部分。所述过程还可以提供用户接口,使得用户可以选择用于绘制的其他图像,诸如当前图像、参考数据集中的一个或多个图像切片、图像切片(例如,图像平面)等。所述过程还可以绘制与导管中的一个或多个的实际位置、估计轨迹、估计距离、规划轨迹等有关的信息,如可以由系统和/或用户选择的(例如,一个或多个剩余的导管,如果期望的话)。例如,根据一些实施例,所述过程可以提供用户接口,其可以允许用户查看和/或旋转当前分割的实况2D TRUS图像,以便查看导管中的一个或多个的3D和/或实际和投影的轨迹中的当前分割的实况2D TRUS图像。在完成动作429之后,所述过程可以继续到动作431。

[0136] 在动作431期间,所述过程可以将由所述过程所获得和/或所生成的信息存储在系统的存储器中以用于进一步使用。在完成动作431之后,所述过程可以继续到动作433。

[0137] 在动作433期间,所述过程可以利用从TRUS探头获得的实况图像来更新当前图像。该动作可以类似于动作409。根据一些实施例,该更新可以是可以在特定条件满足时(诸如当用户插入导管或一组导管时(例如,将导管放置在期望的位置中,如可以由过程指示的)、当特定时间过去时(例如,更新时间,诸如1/15秒等)、当用户请求更新时等发生的动作。在完成动作433之后,所述过程可以重复动作418。

[0138] 因此,本系统的实施例可以将预采集的规划图像,诸如来自参考数据集中的图像,配准到诸如当前图像的实况图像上。针对参考数据集所确定的器官的周边边界然后可以根据器官的边界的所确定的改变被修改,并且被叠加在当前图像上,以便提供可以增加导管位置的准确度的增强的导管引导。

[0139] 还应当预想到,本系统的实施例可以提供跟踪、评估、和/或确定一个或多个导管的估计轨迹的过程。例如,根据一些实施例,所述过程可以使用由系统的一个或多个传感器所生成的空间跟踪信息来确定导管尖端的当前位置。所述过程然后可以确定估计的导管轨迹,其可以被表示为可以在导管尖端的所确定的当前位置处开始并且在符合导管的尖端的当前取向的方向上延伸的射线(例如,矢量)。所述过程还可以检测和存储与所确定的估计的导管轨迹(例如,如可以使用射线表示的)和/或导管位置和/或取向有关的信息。所述过程可以实时地这样做。所述过程然后可以至少基于与可以被存储在系统的存储器中的导管位置和/或取向有关的信息来确定和/或细化如下中的一项或多项:估计和/或规划的导管轨迹、与一个或多个图像平面的估计交点、到与图像平面的交点的(例如,实际的和/或估计的)距离、导管弯曲和/或导管偏离。例如,如果导管正在弯曲,则表示其先前的估计轨迹的射线的方向和/或幅度可以沿着导管的尖端的行进的路径改变。然而,还在其他实施例中,

所述过程可以确定在导管的尖端的行径的路径中的改变被确定为大于阈值(例如,路径可以形成弧)时,导管正在弯曲。

[0140] 本系统的实施例可以提供用户接口(UI),诸如图形用户接口(GUI),其可以绘制当前以及预测的导管位置(例如,可以在导管的跟踪的尖端处测量的)的可视化。所述可视化还可以包括交点(诸如实际交点和/或估计交点)、规划轨迹、估计轨迹的表示,其可以被叠加在(一个或多个)当前实况超声成像平面、任意图像平面、和/或预采集的参考图像帧上。根据本系统的实施例,超声探头的空间跟踪可以被用于确定跟踪空间中的实况超声图像的位置,其后者可以被用于确定预测和/或实际的导管轨迹与实况和/或参考图像的交点。

[0141] 此外,根据一些实施例,在实况横向图像平面中,与导管轨迹(例如,估计的)的交点可以通过绘制其特性(诸如颜色、形状、大小、强度)可以被选择以指示对应的导管的尖端是否在当前图像平面(如在图8x中所示的)的前面、处、或者后面的标志可视化。

[0142] 还根据其他实施例,所述系统可以绘制导管相对于例如实况图像和/或从参考数据集集中所选择的图像切片的轨迹的可视化。因此,所述系统可以提供用户可以利用其从参考数据集选择图像切片的接口(例如,GUI)。

[0143] 图9示出了根据本系统的实施例的系统900的一部分。例如,本系统的一部分可以包括处理器910(例如,控制器),其被操作性地耦合到存储器920、用户接口(UI)和/或绘制设备(诸如用于绘制UI和其他图像的显示器930,例如,触敏显示器)、传感器940、网络980、和用户输入设备970。存储器920可以是用于存储应用数据以及涉及所描述的操作的其他数据的任何类型的设备。所述应用数据和其他数据由处理器610接收,以用于将处理器610配置(例如,编程)为执行根据本系统的操作动作。这样配置的处理器910变为特别适合于根据本系统的实施例执行的专用机器。

[0144] 用户输入970可以包括键盘、鼠标、轨迹球、或其他设备,诸如触敏显示器,其可以是独立的或者是系统的一部分,诸如个人计算机的一部分、个人数字助理(PDA)、移动电话(例如,智能电话)、监视器、可穿戴显示器(例如,智能眼镜等)、智能终端或哑终端或其他设备,以用于经由任何可操作的链路与处理器910通信。用户输入设备970可以可操作用于与包括用户接口(UI)内的使能交互的处理器910进行交互,如在本文中所描述的。清楚地,处理器910、存储器920、显示器93、和/或用户输入设备970可以全部或部分计算机系统的一部分或诸如客户端和/或服务器的其他设备。

[0145] 本系统的方法特别适合于由计算机软件程序来执行,这样的程序包含对应于由本系统所描述和/或所预想的个体步骤或动作中的一个或多个。当然,这样的程序可以实现非瞬态计算机可读介质中,诸如集成芯片、外围设备或存储器,诸如存储器920或耦合到处理器910的其他存储器。

[0146] 在系统920中包含的程序和/或程序部分可以将处理器910配置为实现在本文中所公开的方法、操作动作和功能。所述存储器可以例如分布在客户端和/或服务器、或者本地和处理器910之间,其中,额外的处理器可以被提供、还可以分布、或者可以是单数的。所述存储器可以被实现为电、磁或光存储器,或者这些或其他类型的存储设备的任何组合。此外,术语“存储器”应当被足够宽泛地解释为涵盖从由处理器910可访问的可寻址空间中的地址读取或者写到其中的任何信息。利用该定义,通过网络(诸如网络980)可访问的信息仍然在存储器内,例如,因为处理器910可以从网络980检索信息以用于根据本系统的操作。

[0147] 处理器910可操作用于响应于来自用户输入设备970的输入信号以及响应于网络的其他设备提供控制信号和/或执行操作并且运行被存储在存储器920中的指令。处理器910可以包括如下中的一个或多个：微处理器、(一个或多个)专用或通用集成电路、逻辑设备等。此外，处理器910可以是用于根据本系统执行的专用处理器或者可以是通用处理器，其中，仅许多功能之一操作用于根据本系统来执行。处理器910可以利用程序部分、多个程序段来操作，或者可以是利用专用或多用集成电路的硬件设备。本系统的实施例可以提供快速成像方法以采集图像并生成对应的图像信息。

[0148] 本系统的实施例可以给临床医师提供介入治疗流程(例如，高剂量率(HDR)短距离放射治疗、冷冻治疗、高热导管插入等)中的工具插入期间的(例如，前列腺的)器官边界的定量知识。因此，本系统的实施例可以可操作用于减小与确定器官边界相关联的不确定性并且在工具插入流程期间提供鲁棒的实时图像引导。这可以增强工具插入的准确度。本系统的实施例还可以降低或消除对于可以缩短临床流程时间的重复工具插入的需要。

[0149] 本系统的实施例可以提供一种系统和方法，其可以提供用户接口(UI)，用户可以利用其进行交互，并且其可以在导管植入期间实时地绘制器官(诸如前列腺)的分割图像。因此，本系统的实施例可以生成和绘制用户接口(UI)，其可以包括由切片对期望的器官(诸如前列腺)和其边界的可视化，以在其中一个或多个导管可以被插入期望的器官中的介入流程期间向用户(诸如临床医师)提供实时引导。这可以降低执行介入流程所要求的时间，并且可以增加流程的准确度。本系统的实施例可以提供针对内部放射治疗流程(诸如短距离放射治疗等)的实时分割，其中，可以确定和绘制器官的实况图像切片和/或每个对应切片中的器官的边界。

[0150] 此外，本系统的实施例可以提供在导管插入期间的定量引导并且可以减轻将导管引导到期望的位置的过程。因此，本系统的实施例可以导致对临床目标的更准确的依从性，并且可以缩短临床流程时间。尽管相对于HDR短距离放射治疗流程描述了本系统的实施例，但是应当预想到，本系统的其他实施例可以包括其他临床目标应用，诸如低剂量率(LDR)短距离放射治疗流程、经会阴前列腺治疗、前列腺活检和/或非前列腺应用。

[0151] 尽管已经参考特定示范性实施例示出并且描述了本发明，但是本领域的技术人员将理解到，本发明不限于此，而是在不脱离本发明的精神和范围的情况下，可以在其中做出包括各种特征和实施例的组合的形式和细节的各种改变。

[0152] 本系统的其他变型将容易由本领域的普通技术人员想到并且由如下权利要求书所包含。

[0153] 最后，以上讨论旨在仅图示本系统并且不应当被解释为将随附的权利要求书限于任何特定的实施例或实施例之一。因此，尽管已经参考示范性实施例描述了本系统，但是还应当理解，在不脱离如下权利要求中所阐述的本系统的边界和预期精神和范围的情况下，可以由本领域的普通技术人员做出许多修改和备选实施例。另外，在本文中包括的章节标题旨在促进回顾而不是旨在限制本系统的范围。因此，说明书和附图将以说明性方式看待并且将不旨在限制随附权利要求书的范围。

[0154] 在本文中包括的章节标题旨在促进回顾而不是旨在限制本系统的范围。因此，说明书和附图将以说明性方式看待并且将不旨在限制随附权利要求书的范围。

[0155] 在解析权利要求书时，应当理解：

- [0156] a) 词语“包括”不排除给定权利要求中的那些之外的其他元件或动作的存在；
- [0157] b) 在元件前面的词语“一”或“一个”不排除多个这样的元件的存在；
- [0158] c) 权利要求中的任何附图标记不限制其范围；
- [0159] d) 若干“装置”可以通过相同项目或硬件或软件实现的结构或功能表示；
- [0160] e) 任何所公开的元件可以包括硬件部分(例如,包括分立和集成电子电路)、软件部分(例如,计算机编程)和其任何组合；
- [0161] f) 硬件部分可以包括模拟和数字部分中的一者或两者；
- [0162] g) 除非另外特别陈述,否则任何所公开的设备或其部分可以组合在一起或分离为另外的部分；
- [0163] h) 除非特别指明,否则动作或步骤的特定序列不旨在是要求的；以及
- [0164] i) 术语“多个”元件包括所要求保护的元件中的两个或两个以上,并且不隐含任何特定范围数目的元件:即,多个元件可以像两个元件那样少,并且可以包括不可测量数目的元件。
- [0165] j) 术语和/或其构成应当理解为意指所列出的元件中的仅一个或多个可能需要适合地存在于根据权利要求记载和根据本系统的一个或多个实施例的系统中。

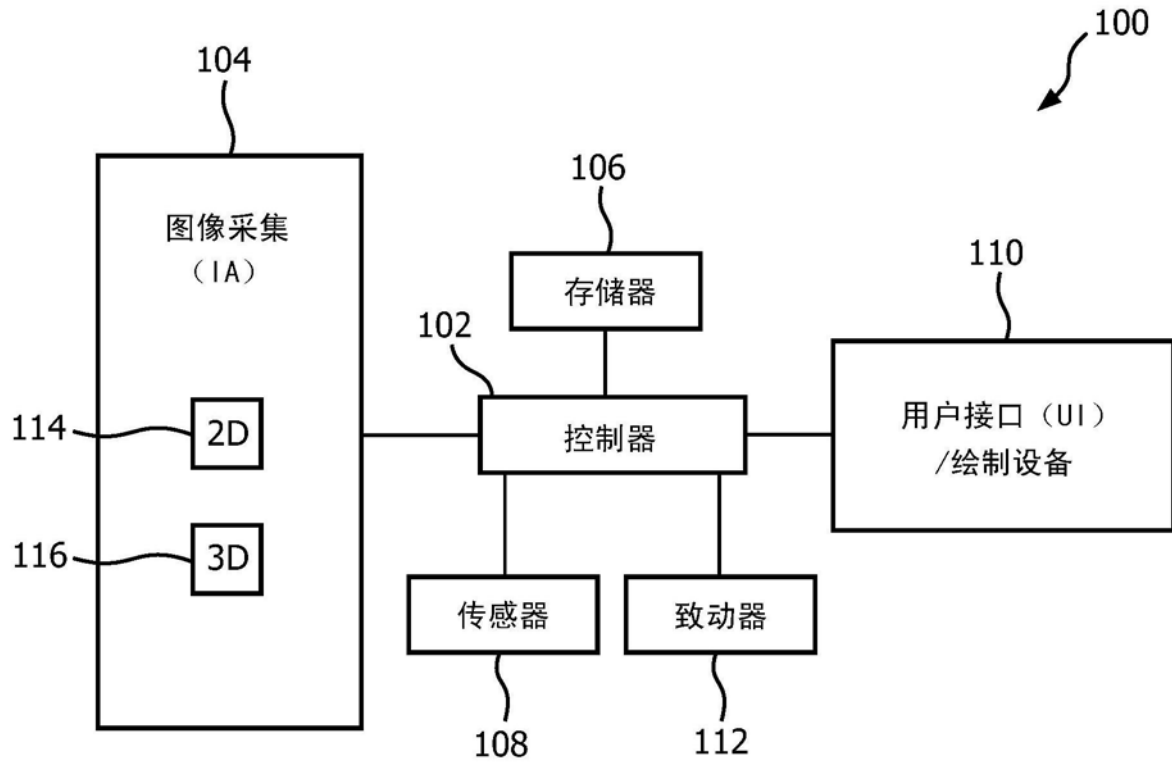


图1

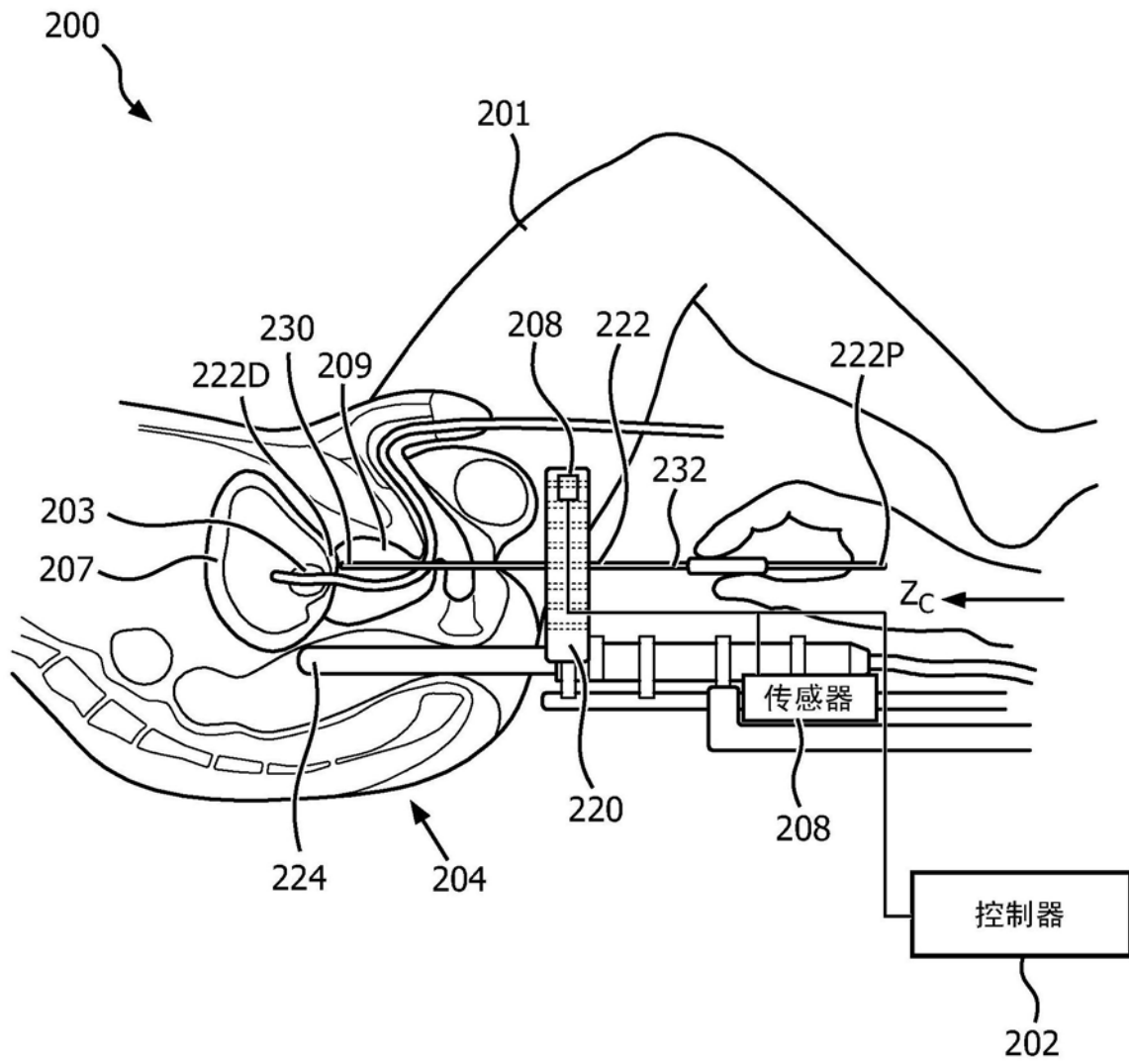


图2A

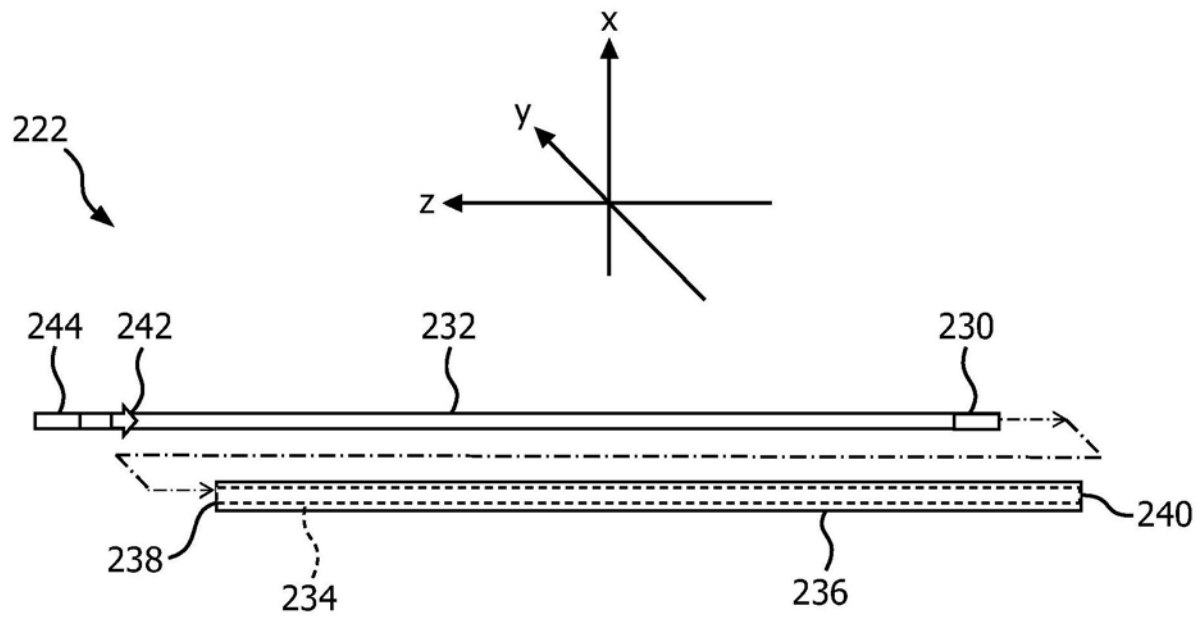


图2B

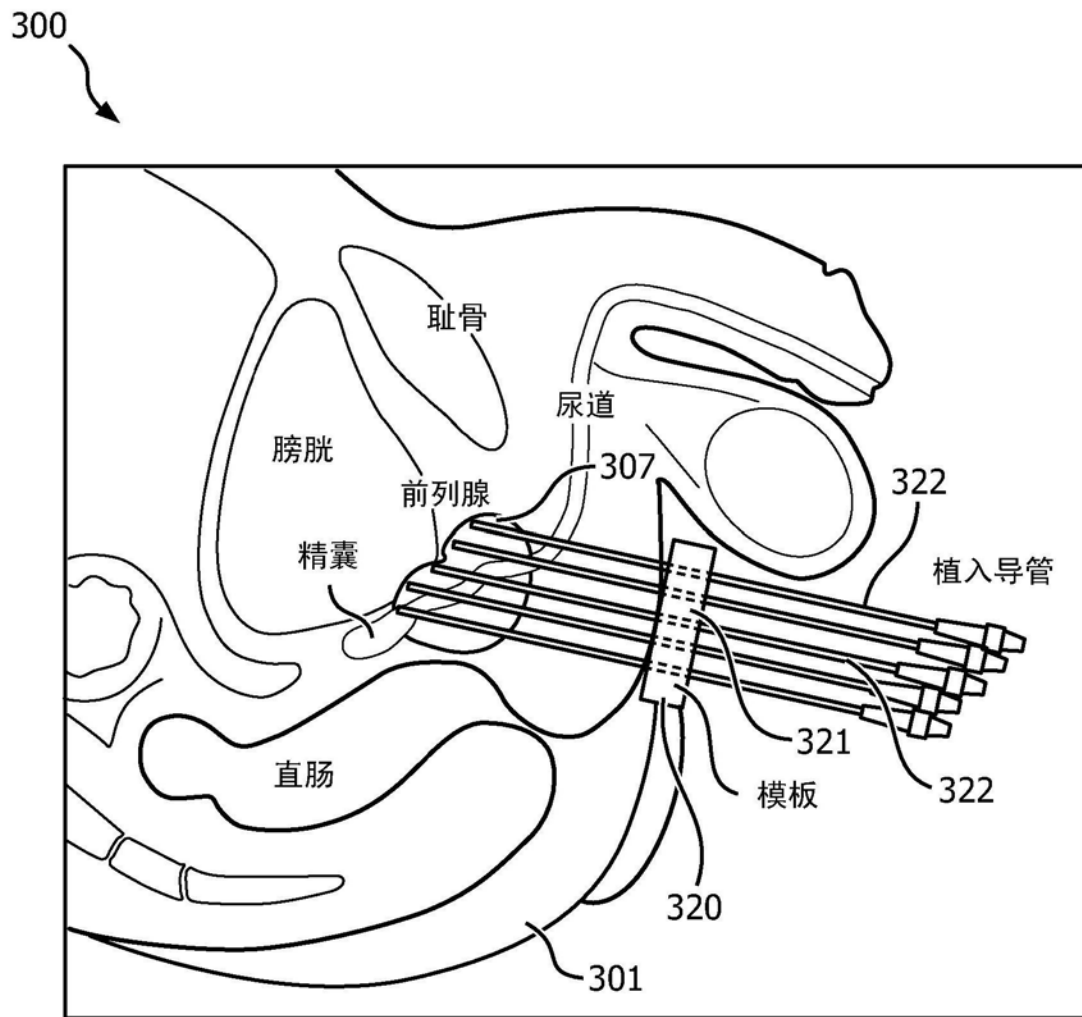


图3

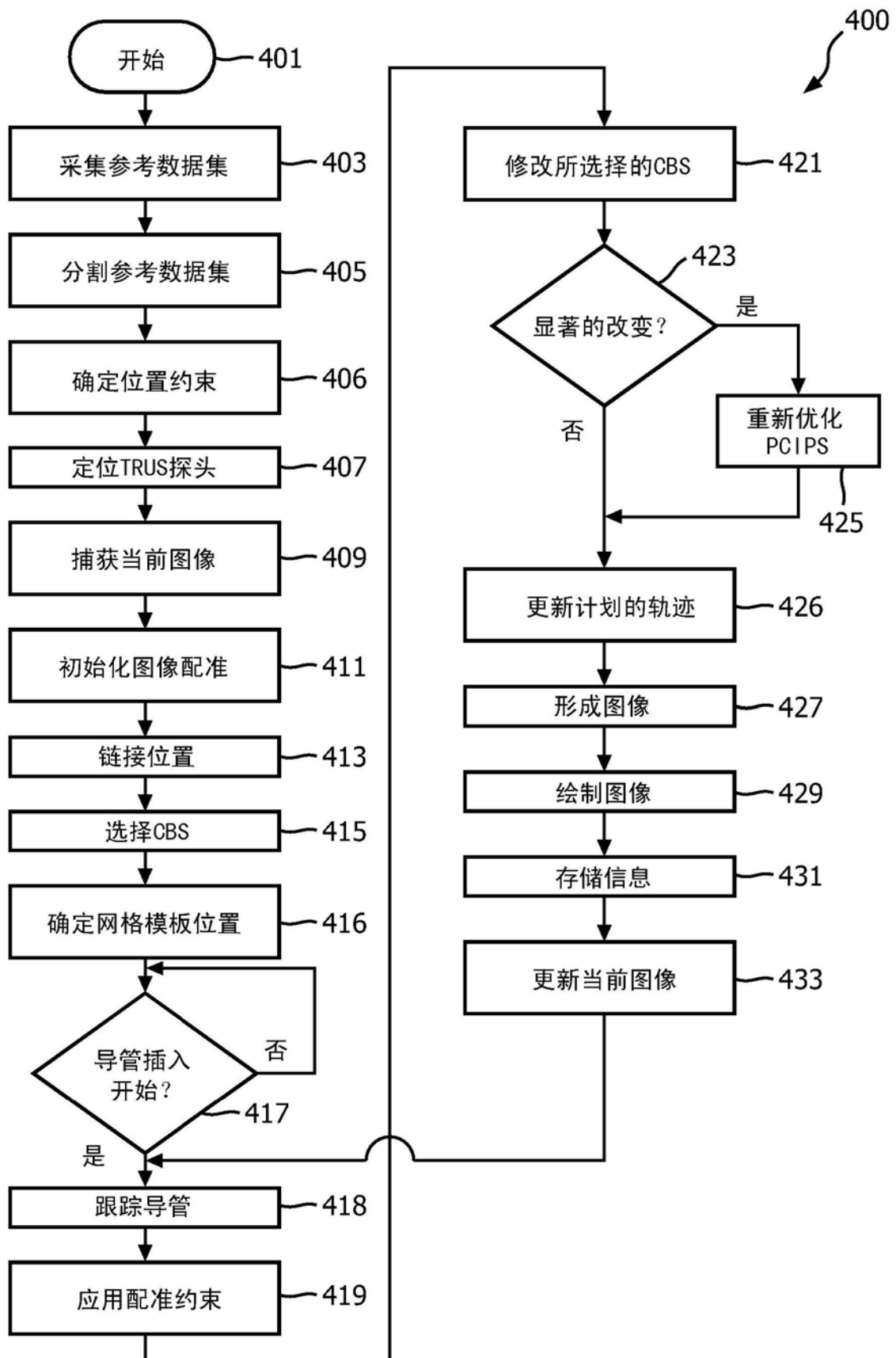


图4

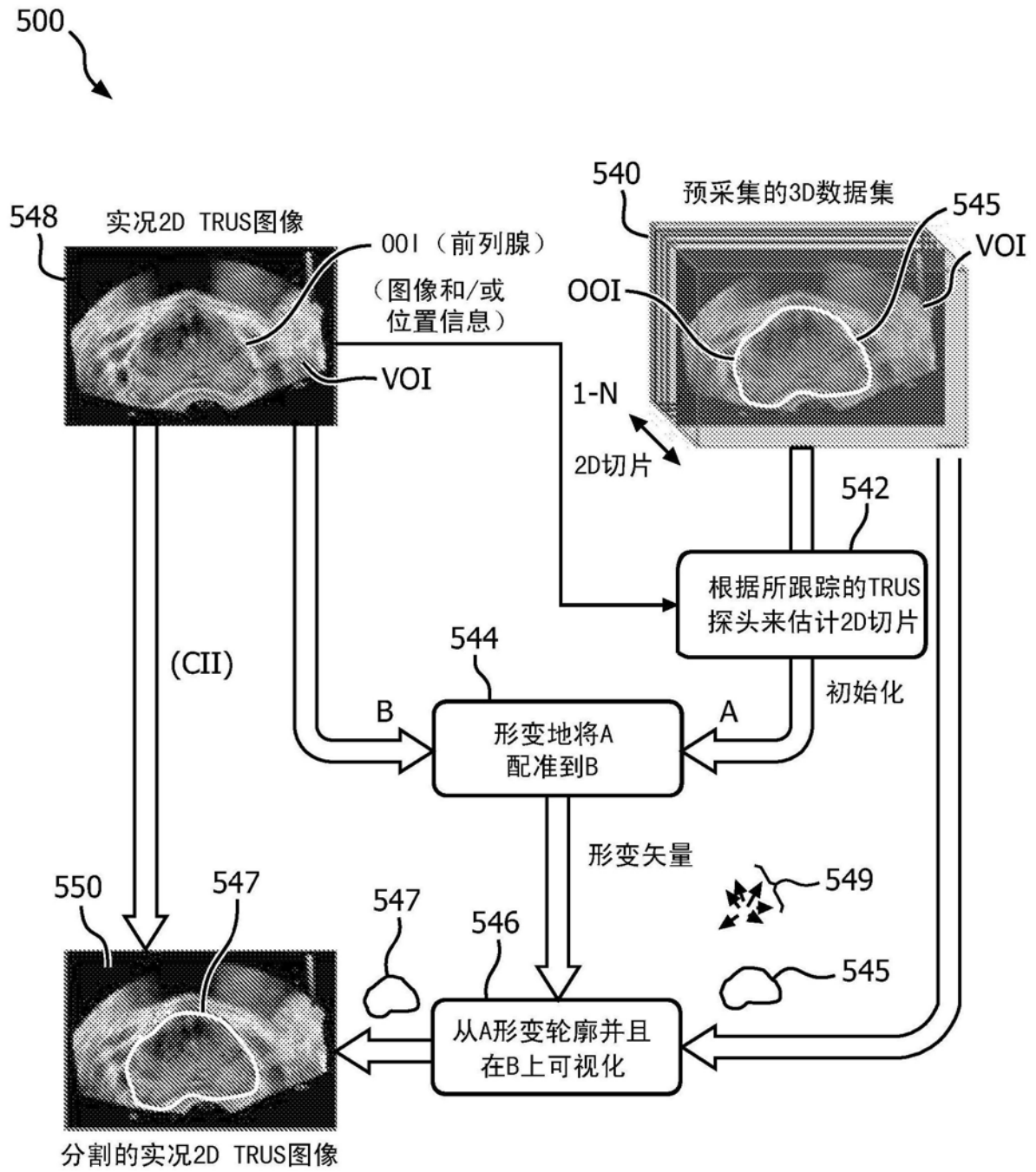


图5

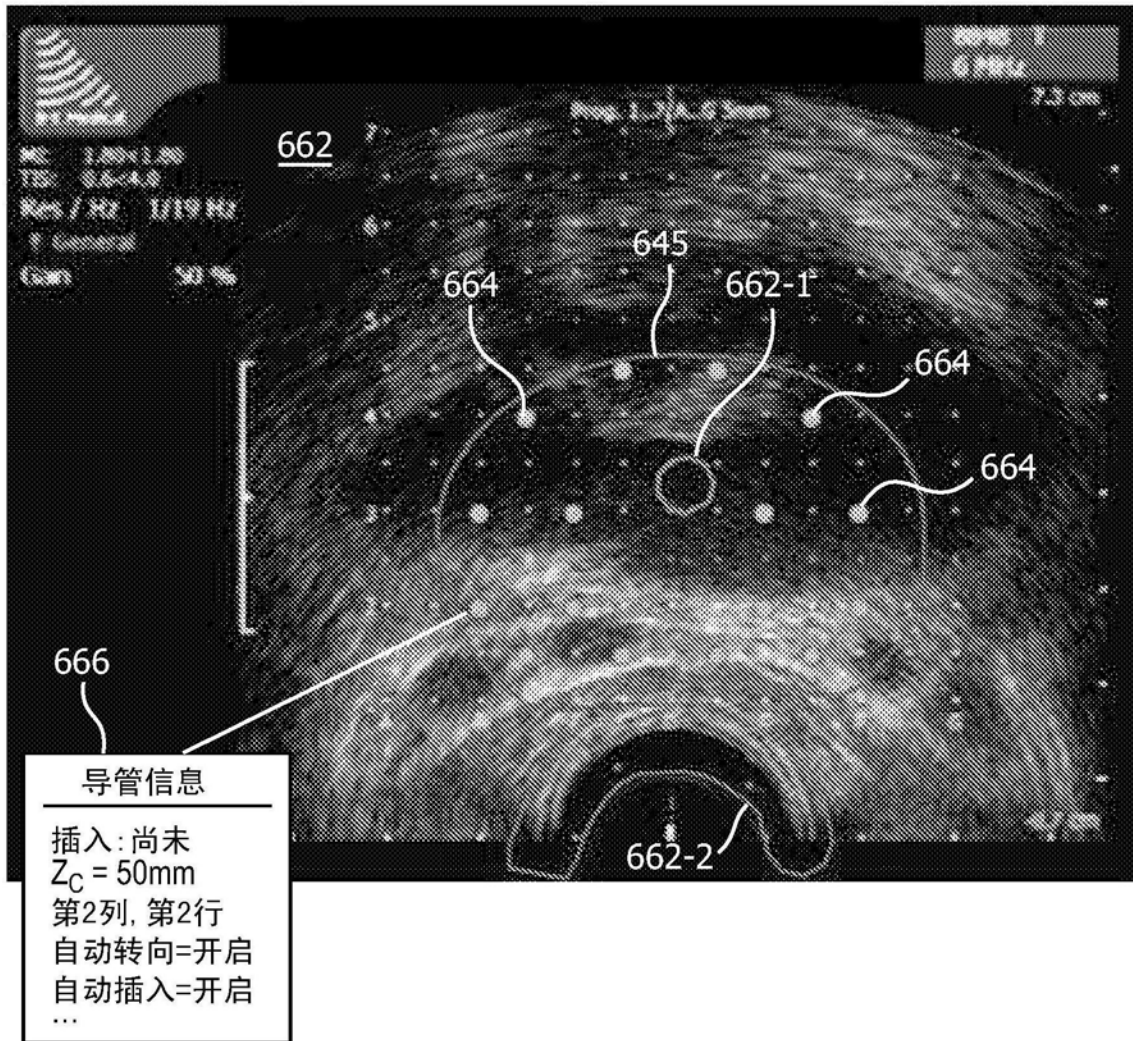
600
↓

图6

700A

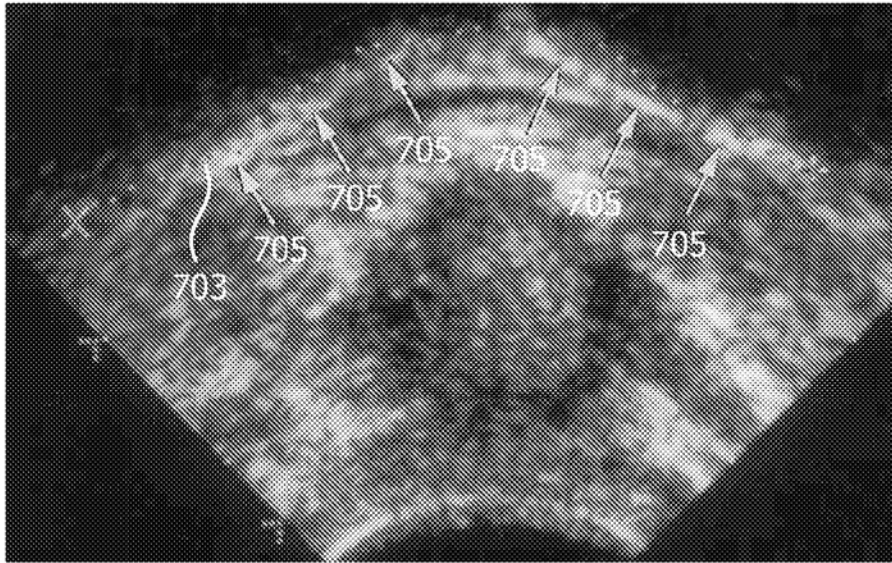


图7A

700B

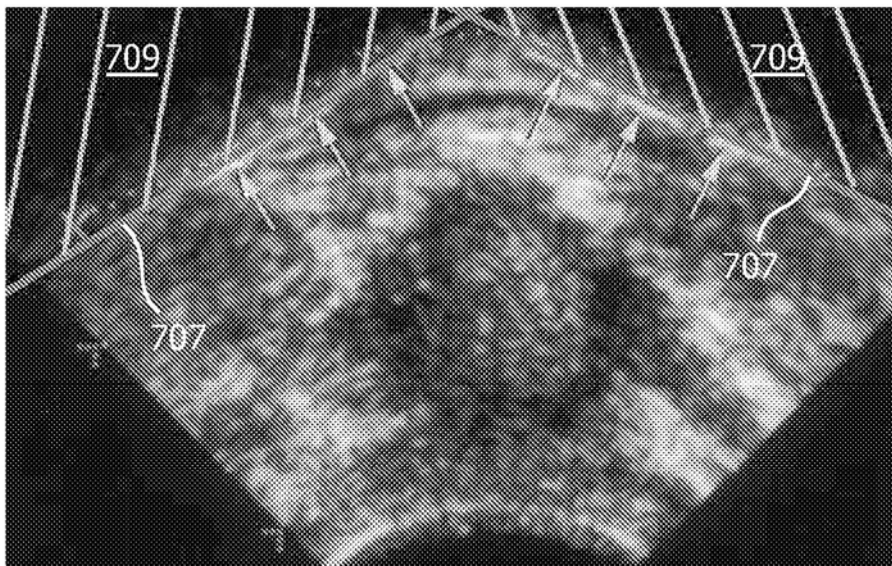


图7B

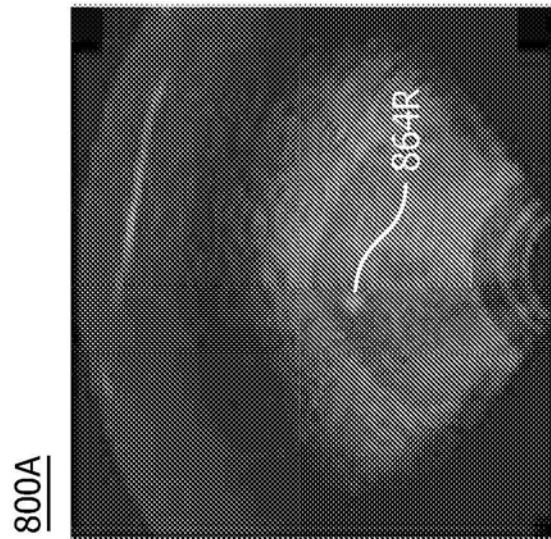


图8A

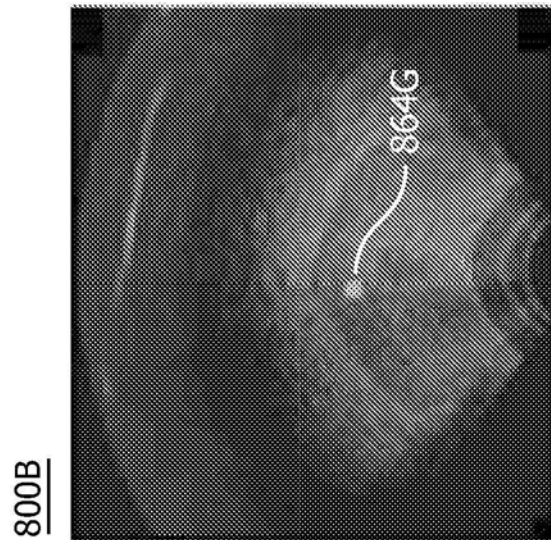


图8B

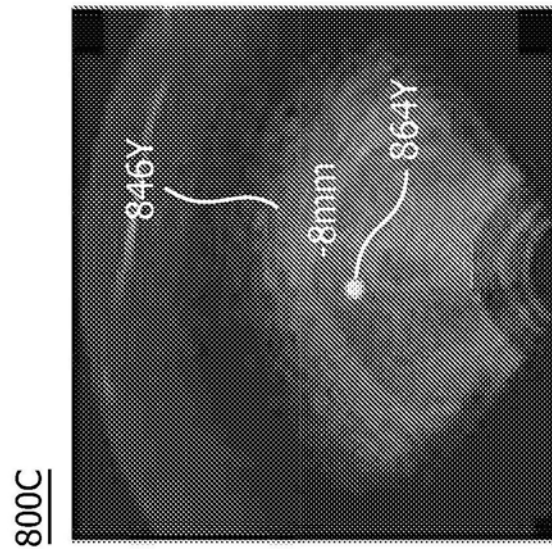


图8C

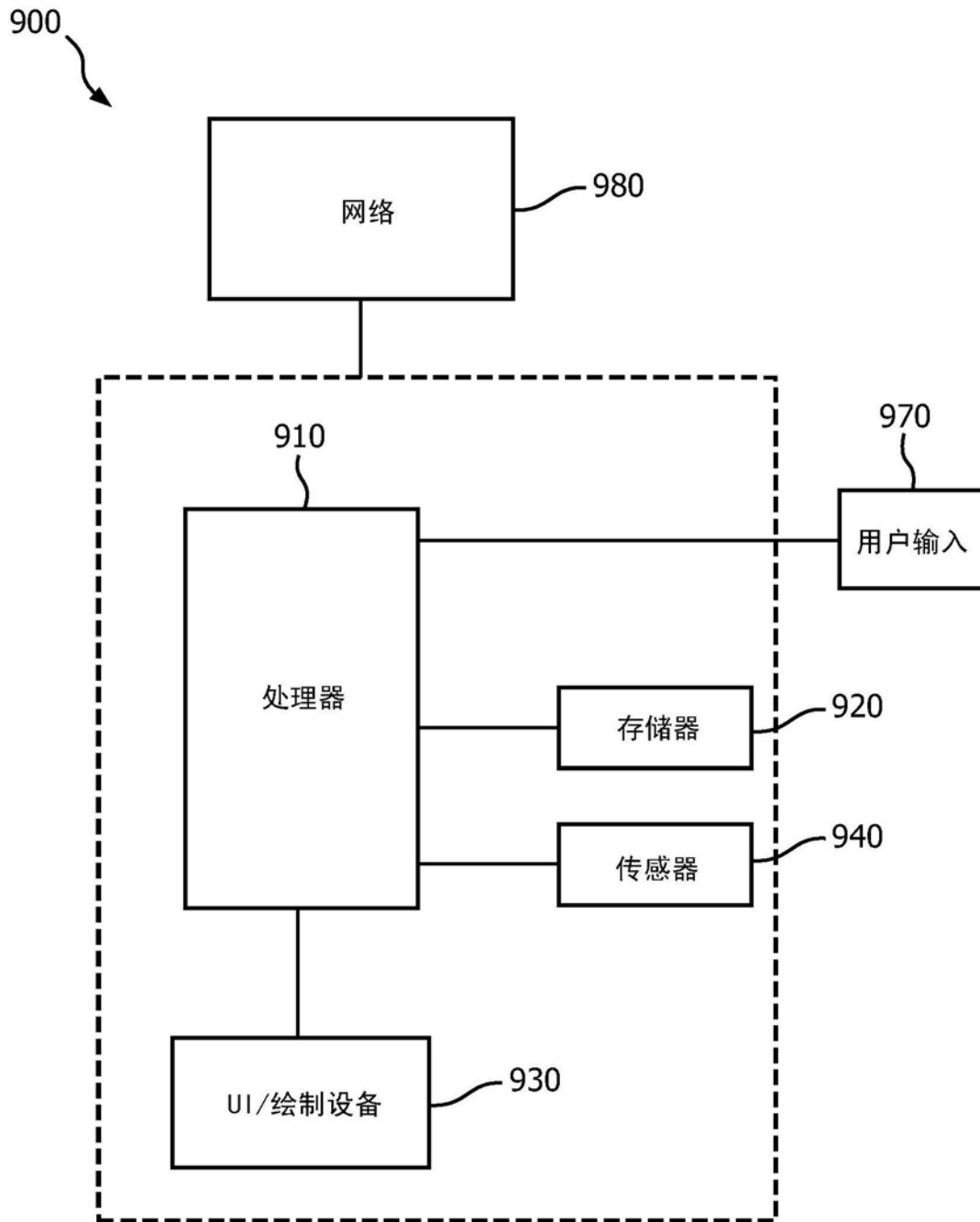


图9