



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 106999246 B

(45) 授权公告日 2020.12.08

(21) 申请号 201580056233.6

(22) 申请日 2015.09.30

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106999246 A

(43) 申请公布日 2017.08.01

(30) 优先权数据
62/065,053 2014.10.17 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2017.04.17

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/IB2015/057466 2015.09.30

(87) PCT国际申请的公布数据
W02016/059498 EN 2016.04.21

(73) 专利权人 皇家飞利浦有限公司
地址 荷兰艾恩德霍芬
专利权人 新宁研究所(SRI)

(72) 发明人 S·巴拉特 E·德赫甘马尔瓦斯特

J·克吕克尔 A·拉维
F·乌勒曼 C·M-f·孔
T·E·阿姆托尔

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

代理人 王英 刘炳胜

(51) Int.Cl.
A61B 34/20 (2016.01)

(56) 对比文件
US 2010286517 A1, 2010.11.11
CN 103268605 A, 2013.08.28
US 2012071758 A1, 2012.03.22
US 2013116548 A1, 2013.05.09
US 2011178389 A1, 2011.07.21
CN 103578076 A, 2014.02.12
WO 2011161684 A2, 2011.12.29

审查员 江磊

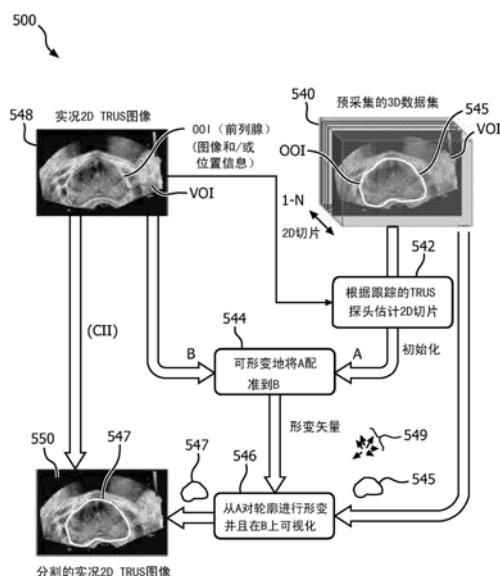
权利要求书2页 说明书25页 附图11页

(54) 发明名称

介入治疗系统和用于对叠加的图像进行绘制的方法

(57) 摘要

一种介入治疗系统(100、200、300、900)可以包括至少一个控制器(102、202、910),其可以获得感兴趣对象(OOI)的参考图像数据集(540);对所述参考图像数据集进行分割以确定多个图像切片中的所述OOI的外周轮廓(545);使用超声探头(114、224)来采集所述OOI(548)的当前图像;选择所述参考图像数据集的所述多个切片中的被确定为对应于当前图像的所选择的图像切片的外周轮廓(CBS、545);和/或根据至少一个形变矢量(549)来修改所述参考图像数据集的所述多个切片中的所述图像切片的所选择的所述外周轮廓。



1. 一种介入治疗系统(100、200、300、900),包括:
 - 至少一个控制器(102、202、910);
 - 被配置为获得感兴趣对象(00I)的参考图像数据集(540);
 - 被配置为对所述参考图像数据集进行分割以确定多个图像切片中的所述感兴趣对象的外周轮廓(545);
 - 被配置为使用超声探头(114、224)来采集所述感兴趣对象(548)的当前图像;
 - 被配置为选择所述参考图像数据集的所述多个切片中被确定为对应于所述当前图像的所选择的图像切片的外周轮廓(CBS、545);
 - 被配置为形变地将所述参考图像数据集的所述多个切片的所选择的图像切片与所述当前图像配准(544)以获得至少一个形变矢量(549);并且
 - 被配置为根据所述至少一个形变矢量(549)来修改所述参考图像数据集的所述多个切片中的所述图像切片的所选择的外周轮廓。
2. 根据权利要求1所述的介入治疗系统,还包括绘制设备(110、930),其中,所述控制器还被配置为使用所述绘制设备来对所述当前图像进行绘制,其中,所述参考图像数据集的所述多个切片中的所选择的图像切片的经修改的所选择的外周轮廓被叠加在所述当前图像上。
3. 根据权利要求1所述的介入治疗系统,还包括至少一个传感器(108、208、940),所述至少一个传感器提供位置信息,所述位置信息包括在所述当前图像被采集时所述超声探头的位置和取向中的至少一个。
4. 根据权利要求3所述的介入治疗系统,其中,所述控制器被配置为根据所述当前图像的所述位置信息来选择所述参考图像数据集的所述多个切片中所选择的图像切片。
5. 根据权利要求1所述的介入治疗系统,其中,所述形变矢量是根据弹性形变约束形成的。
6. 根据权利要求1所述的介入治疗系统,其中,所述当前图像包括具有从轴向切片类型或矢状切片类型中的一个中选择的切片类型的图像切片,并且所述图像切片包括具有与所述当前图像相同的切片类型的多个图像。
7. 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确定所述参考图像数据集的所述多个切片中的所述图像切片的经修改的所选择的外周轮廓是否超过阈值边界变化。
8. 根据权利要求7所述的介入治疗系统,其中,所述控制器还被配置为当确定所述参考图像数据集的所述多个切片中的所述图像切片的经修改的所选择的外周轮廓超过所述阈值边界变化时,优化导管的放置。
9. 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从所述参考图像数据集的所述多个切片选择被确定为对应于所述当前图像的图像切片。
10. 一种介入治疗系统(100、200、300、900),包括:
 - 至少一个控制器(102、202、910);
 - 被配置为获得感兴趣对象(00I)的参考图像数据集(540);
 - 被配置为对所述参考图像数据集进行分割以确定所述感兴趣对象的外周轮廓(545);
 - 被配置为使用超声探头(114、224)来采集所述感兴趣对象(548)的当前图像;

被配置为选择所述参考图像数据集的被确定为对应于所述当前图像的截面；

被配置为选择对应于所述参考图像数据集的所选择的截面的经分割的参考图像数据集的外周轮廓 (CBS、545)；

被配置为形变地将所述参考图像数据集的多个切片中的所选择的截面与所述当前图像配准 (544) 以获得至少一个形变矢量 (549)；并且

被配置为根据至少一个形变矢量 (549) 来修改所选择的外周轮廓。

11. 根据权利要求10所述的介入治疗系统,还包括绘制设备 (110、930),其中,所述控制器还被配置为使用所述绘制设备来对所述当前图像进行绘制,其中,所选择的外周轮廓被叠加在所述当前图像上。

12. 一种由用于对叠加的图像进行绘制的方法,所述方法由至少一个控制器 (102、202、910) 执行,包括以下动作:

获得感兴趣对象 (OOI) 的参考图像数据集 (540)；

对所述参考图像数据集进行分割以确定多个图像切片中的所述感兴趣对象的外周轮廓 (545)；

选择所述参考图像数据集的所述多个切片中被确定为对应于使用超声探头 (114、224) 采集的所述感兴趣对象 (548) 的当前图像的所选择的图像切片的外周轮廓 (CBS、545)；

形变地将所述参考图像数据集的所述多个切片中的所选择的图像切片与所述当前图像配准 (544) 以获得至少一个形变矢量 (549)；并且

根据至少一个形变矢量 (549) 来修改所述参考图像数据集的所述多个切片中的所述图像切片的所选择的外周轮廓。

13. 根据权利要求12所述的方法,还包括以下动作:在绘制设备上对所述当前图像进行绘制,其中,所述参考图像数据集的所述多个切片中的所选择的图像切片的所选择的外周轮廓被叠加在所述当前图像上。

14. 根据权利要求12所述的方法,还包括以下动作:从至少一个传感器 (108、208、940) 获得位置信息,所述位置信息包括当所述当前图像被采集时所述超声探头的位置和取向中的至少一个。

15. 一种包括计算机指令的非暂态计算机可读介质,所述计算机指令在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) 来绘制叠加的图像,以执行以下动作:

获得感兴趣对象 (OOI) 的参考图像数据集 (540)；

对所述参考图像数据集进行分割以确定多个图像切片中的所述感兴趣对象的外周轮廓 (545)；

使用超声探头 (114、224) 来采集所述感兴趣对象 (548) 的当前图像；

选择所述参考图像数据集的多个切片中被确定为对应于所述当前图像的所选择的图像切片的外周轮廓 (CBS、545)；

形变地将所述参考图像数据集的所述多个切片中的所选择的图像切片与所述当前图像配准 (544) 以获得至少一个形变矢量 (549)；并且

根据至少一个形变矢量 (549) 来修改所述参考图像数据集的所述多个切片中的所述图像切片的所选择的外周轮廓。

介入治疗系统和用于对叠加的图像进行绘制的方法

技术领域

[0001] 本发明的系统涉及介入治疗系统,并且更具体而言,涉及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及其操作的方法。

背景技术

[0002] 高剂量率(HDR)短距离放射疗法一种形式的癌症疗法,其利用直接地在靶处或靶附近在短时间段(大约几分钟)递送的高剂量的电离辐射。

[0003] 在前列腺的HDR短距离放射治疗中,空导管经由模板被插入通过患者的会阴并且进入患者的前列腺中,使得每个导管段位于患者的前列腺内。必须小心以免不必要地穿透患者的膀胱。另外,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尿道经过的前列腺的中心区域的辐射剂量以便降低由对尿道的辐射所引起的损害的可能性。

[0004] 在典型的临床工作流程中,前列腺边界根据预插入经直肠超声(TRUS)图像由临床医师主观地并且手动地描绘。因此,接近于前列腺的外周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识别前列腺的边界(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] 次佳的导管插入可能导致膀胱穿透、关于前列腺的不平坦的导管分布和太接近于尿道的导管,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。

[0006] Ali Kamen等人的US 20100286517,“System and Method for Image Guided Prostate Cancer Needle Biopsy”公开了一种使用针对前列腺活检的磁共振成像来定位肿瘤和其周边区并且在超声检查期间使用该信息将针头放置到局部病变中的系统和方法。

[0007] Roni Zvuloni等人的WO/2011161684,“Focused Prostate Cancer Treatment and Method”公开了用于通过使能在医学流程期间对外科医师不直接可见的区域中的外科和/或诊断工具的准确的放置来将医学仪器递送到诊断和/或处置部位以简化各种疾病的诊断和处置的方法和装置。

[0008] Dinesh Kumar等人的US 2013/0116548,“System and Method for Prostate Biopsy”公开了通过在基本上实时生成的前列腺的输出图像上提供额外的功能性和额外的视觉线索来改进针对前列腺的3D图像辅助的活检或处置流程的工具。

发明内容

[0009] 在本文中所描述的(一个或多个)系统、(一个或多个)设备、(一个或多个)方法、(一个或多个)布置、(一个或多个)用户接口、(一个或多个)计算机程序、过程等(除非上下文另行指出,否则在下文中其中的每一个将被称为系统)解决现有技术系统中的问题。

[0010] 根据本系统的实施例,公开了一种介入治疗系统,所述介入治疗系统包括至少一个控制器,所述至少一个控制器被配置为和/或获得感兴趣对象(OOI)的参考图像数据集;对所述参考图像数据集进行分割以确定多个图像切片中的所述OOI的外周轮廓;使用超声

探头采集所述00I的当前图像；选择所述参考图像数据集的所述多个切片中的被确定为对应于所述当前图像的所选择的图像切片的外周轮廓；并且根据可以根据弹性形变约束形成的至少一个形变矢量来修改所述参考图像数据集的所述多个切片中的所述图像切片的所选择的所述外周轮廓。所述控制器还可以被配置为选择被确定为符合所述当前图像的所述参考数据集的截面。

[0011] 所述介入治疗系统还可以包括绘制设备，其中，所述控制器还使用所述绘制设备对所述当前图像进行绘制，其中所述参考图像数据集的所述多个切片中的所选择的所述图像切片的所选择的所述外周轮廓被叠加在所述当前图像上。另外，至少一个传感器提供包括当所述当前图像被采集时所述超声探头的位置和/或取向的位置信息。所述控制器还可以被配置为根据所述当前图像的所述位置信息选择所述参考图像数据集的所述多个切片中的所选择的所述图像切片。所述当前图像可以包括从轴向或矢状切片类型中的一个所选择的切片类型的图像切片，并且所述图像切片包括具有与所述当前图像相同的切片类型的多个图像。

[0012] 所述控制器还可以被配置为确定所述参考图像数据集的所述多个切片中的所述图像切片的经修改的所选择的所述外周轮廓是否超过阈值边界变化。另外，所述控制器还可以当确定所述参考图像数据集的所述多个切片中的所述图像切片的经修改的所选择的所述外周轮廓超过所述阈值边界变化时，优化导管的放置。所述控制器还可以从所述参考数据集的所述多个切片选择被确定为对应于所述当前图像的图像切片。

[0013] 根据本系统的实施例，公开了一种由具有超声探头的介入治疗系统所执行的方法，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以下动作：获得感兴趣对象(00I)的参考图像数据集；对所述参考图像数据集进行分割以确定所述多个图像切片中的所述00I的外周轮廓；使用超声探头采集所述00I的当前图像；选择所述参考图像数据集的所述多个切片中的被确定为对应于所述当前图像的所选择的图像切片的外周轮廓；并且根据至少一个形变矢量来修改所述参考图像数据集的所述多个切片中的所述图像切片的所选择的所述外周轮廓。

[0014] 在其他实施例中，所述方法还可以包括以下动作：在绘制设备上对所述当前图像进行绘制，其中，所述参考图像数据集的所述多个切片中的所选择的所述图像切片的所选择的所述外周轮廓被叠加在所述当前图像上；从至少一个传感器获得包括当所述当前图像被采集时所述超声探头的位置和取向中的至少一个的位置信息；根据所述当前图像的所述位置信息来选择所述参考图像数据集的所述多个切片中的所选择的所述图像切片；根据所确定的弹性形变约束来形成形变矢量；并且形成包括从轴向或矢状切片类型中的一个所选择的切片类型的图像切片的所述当前图像，其中，所述图像切片包括具有与所述当前图像相同的切片类型的多个图像。

[0015] 根据本系统的实施例，公开了一种包括计算机指令的非暂态计算机可读介质，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具有超声探头的介入治疗系统以执行以下动作：获得感兴趣对象(00I)的参考图像数据集；对所述参考图像数据集进行分割以确定所述多个图像切片中的所述00I的外周轮廓；使用超声探头采集所述00I的当前图像；选择被确定为对应于所述当前图像的所述参考图像数据集的所述多个切片中的所选择的图像切片的外周轮廓；并且根据至少一个形变矢量修改所述参考图

像数据集的所述多个切片中的所述图像切片的所选择的所述外周轮廓。

[0016] 所述计算机指令还可以将所述至少一个处理器配置为在绘制设备上对所述当前图像进行绘制,其中所述参考图像数据集的所述多个切片中的所选择的所述图像切片的所选择的所述外周轮廓被叠加在所述当前图像上;以及当所述当前图像被采集时从至少一个传感器(108、208、940)获得包括所述超声探头的位置和取向的至少一个的位置信息。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所述各种实施例执行上文所描述的进一步的动作。

附图说明

[0017] 在以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:

[0018] 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;

[0019] 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;

[0020] 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;

[0021] 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;

[0022] 图4示出了可以根据本系统的实施例执行的过程的功能流程图;

[0023] 图5示出了根据本系统的实施例执行的过程的流程图;

[0024] 图6示出了图示根据本系统的实施例的叠加在参考数据集的对应的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;

[0025] 图7A示出了图示根据本系统的实施例的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;

[0026] 图7B示出了图示根据本系统的实施例的耻骨弓RA的分割和选择之后的2D图像的UI;

[0027] 图8A示出了根据本系统的实施例的其端部尚未到达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;

[0028] 图8B示出了根据本系统的实施例的其端部尚未到达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;

[0029] 图8C示出了根据本系统的实施例的其端部已经经过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

[0030] 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

[0031] 以下是对说明性实施例的描述,其在结合以下附图时将展示以上指出的特征和优点以及另外优点。在以下描述中,出于解释而不是限制的目的,阐述了说明性细节诸如架构、接口、技术、元素属性等等。然而,对于本领域的普通技术人员而言将明显的是,脱离这些细节的其他实施例将仍然被理解为处于随附权利要求书的范围之内。另外,出于清晰的目的,省略对众所周知的设备、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,附图出于说明性目的而包括并且不表示本系统的全部范围。在附图中,不同附图中的相同的附图标记可以指代类似的元件。

[0032] 图1示出了本系统的实施例操作的系统100(出于清晰的缘故,在下文中为系统100)的一部分的示意图。系统100可以包括以下中的一项或多项:控制器102、存储器106、用户接口(UI)110、致动器112、传感器108和图像采集部分(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/或彼此远离地定位和/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有总线和/或网络彼此通信,如在其他地方可以描述的。

[0033] 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)。

[0034] 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,其可以分别采集2D和/或3D图像信息(通常图像信息)。2D和3D图像信息可以此后被提供到控制器102用于系统的存储器(诸如存储器106)中的进一步处理和/或存储(例如,在原始和/或处理的形式)以用于以后使用。例如,3D图像信息可以被采集、处理并且此后存储在存储器106中,并且2D图像信息可以实时采集和利用根据本系统的实施例的所存储的3D图像信息处理。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)。

[0035] 根据再另外的实施例,具有实时成像能力(诸如MRI)的其他成像模态可以被提供以采集期望的器官或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。

[0036] 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)以使用超声方法等采集图像信息。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。

[0037] 根据再另外的实施例,TRUS探头可以采集3D图像信息。出于清晰的目的,并且不作为限制,本系统的实施例可以采用TRUS探头。然而,根据再另外的实施例,其他类型的超声探头可以替代TRUS探头。根据一些实施例,TRUS探头可以包括采集二维(2D)图像信息的阵列。另外,阵列可以被平移和/或被旋转以采集三维(3D)图像信息。然而,还设想根据一些实施例,阵列探头可以包括采集3D图像信息的二维矩阵。例如,超声探头可以包括任何适合的阵列(诸如可以获得用于绘制二维图像的图像信息的一维阵列)。另外,根据一些实施例,阵列可以被平移和/或被旋转以获得三维图像。然而,在再另外的实施例中,设想阵列可以包括获得三维图像的二维矩阵阵列。

[0038] 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,例如可以与2D成像部分114的TRUS探头类似或者相同的3D TRUS探头。然而,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可以将所采集的图像信息提供到控制器102,其可以重建并且此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)中以用于以后使用。因此,根据一些实施例,3D TRUS探头可以提供有旋转和/或平移步进器,其可以编码2D TRUS探头的空间位置,所述空间位置可以提供用于所采集的3D体积的重建。

[0039] 根据一些实施例,设想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,例如超声成像系统、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。根据再另外的实施例,从一个或多个成像源(诸如TRUS探头和/或MRI)所获得的图像信息可以被配准以便提供复合图像,如果期望的话。

[0040] 存储器106可以包括任何适合的非暂态计算机可读介质或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经由任何适合的网络(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。根据再另外的实施例,存储器106的至少一部分可以集成地被定位在控制器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,在下文中患者)的前列腺)的二维(2D)或三维(3D)图像体积)。

[0041] 传感器108可以包括一个或多个传感器,其可以检测系统100的一个或多个期望的部分的位置和/或取向,例如图像采集设备(例如,TRUS探头或其他(一个或多个)图像处理器)、网格模板、导管(例如,植入导管或其部分(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可以然后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可以当其使用任何适合的(一个或多个)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/或取向可以然后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)场发生器(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的位置的对应的信息。

[0042] 例如,图2A示出了根据本系统的实施例操作的系统200的一部分的侧视图图示。系统200可以与系统100相似并且可以包括图像采集部分204、传感器208和、控制器202,其可以分别与系统100的图像采集部分104、传感器108、和控制器102相似。

[0043] 系统200还可以包括一个或多个导管组件222(出于清晰的目的,在下文中导管),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支持和/或操纵。非限制性地,由于导管222中的一个或多个可以彼此相似,因而出于清晰的缘故,在本文中可以仅讨论单个导管222。另外,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操纵。类似地,如果期望的话,导管222可以是自插入的和/或通过由控制器202和/或由用户所控制的致动器收回。导管222可以被确定形状和大小使得其可以被插入期望的感兴趣对象(OOI)(诸如患者201的前列腺209),使得在使用期间对应的导管的222D的远端可以位于OOI内同时导管的近端222P可以位于OOI外。非限制性地,还设想如果期望的话,导管222中的一个或多个可以彼此相同或者彼此不同。

[0044] 图2B示出了根据本系统的实施例的导管222的分解图图示。参考图2B,导管222可以由组件形成,所述组件包括主体236和封闭器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,以及腔234,其适于接收相应地位于近端开口238与远端开口240之间的封闭器232。

[0045] 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,在再另外的实施例中,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)。

[0046] 虽然EM传感器230被示出为被附接到封闭器236的一端(例如,远端),但是还设想一个或多个EM传感器230可以被附接到主体236(诸如在主体236的端部处)。无论如何,EM传感器230可以被称为跟踪元件。另外,在再另外的实施例中,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/或封闭器232上的各种位置处(例如在其远端处)。

[0047] 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)跟踪(例如,空间地跟踪)跟踪元件并且可以确定跟踪元件的位置(例如,位置和/或取向)和/或非常接近于跟踪元件的导管的一个或多个部分。例如,在使用期间(诸如在根据本系统的实施例所执行的HDR短距离放射治疗程序期间),控制器202可以通过确定跟踪元件的位置和/或取向来跟踪导管222的端部(例如,远端),所述跟踪元件定位在位于导管222的对应的封闭器232的远端的端部(例如,远端)处。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,导管的识别(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的平面内的导管222的坐标(例如,符合网格模板的表面的x-y平面,其中网格的表面符合 $z=0$)。当导管222穿过网格模板时,可以确定网格模板内的其位置(例如,列、行)。根据一些实施例,在那里网格模板可以是任选的。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。

[0048] 封闭器232可以被确定形状和尺寸为以便能够分别通过近端开口238和/或远端开口240中的一个或多个可滑动地插入主体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程序时,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)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)意外沉积到患者的身体中。因此,将假定封闭器232可以经由腔234的另一开口(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确定形状和尺寸为(例如,尖的等)使得导管可以在插入期间容易地穿透组织。

[0049] 如果期望的话,保持机构可以被提供以相对于主体236将封闭器232锁定在适当的位置。例如,根据本系统的实施例,保持机构可以包括任何适合的保持机构,例如可以接合主体236的部分以便将封闭器232固定到主体236用于使用的止动器242。然而,根据再另外的实施例,保持机构可以包括任何适合的摩擦、螺旋或闭锁类型保持机构等。例如,根据一些实施例,保持机构可以包括一个或多个波浪形特征(例如,其可以关于封闭器232的外周延伸)以便当封闭器232完全地被插入主体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封闭器232相对于主体236的运动。然而,当移除力被施加在封闭器232与主体236之间时,这些部分可以是彼此分离的。

[0050] 如上文所讨论的,封闭器232可以使跟踪元件(诸如EM传感器230)被定位用于跟踪对应的末端的位置。因此,在使用期间,控制器102、202可以通过确定对应的跟踪元件(诸如定位在封闭器232的对应的末端处的EM传感器230)的位置和/或取向来确定封闭器232的末端的位置和/或取向。

[0051] 返回参考图2A,导管222中的一个或多个可以包括操纵机构,使得导管222可以由

用户和/或控制器202主动地操纵。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的控制下主动地操纵导管222或其部分(例如远端222D)。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主动地将对应的导管222的远端部分操纵到(或非常接近于)期望的位置。导管222可以被定形状和/或尺寸为被移植在患者201的前列腺209内。

[0052] 图像采集部分204可以包括超声探头(例如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。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中的一个或多个的移植期间,TRUS探头224可以提供可以被提供到控制器202以用于进一步的处理的经直肠超声图像信息并且可以包括与导管或其部分(诸如对应的导管222的远端222D)中的一个或多个的位置有关的信息。根据本系统的实施例,控制器202可以然后确定引导信息(诸如导管引导信息)。

[0053] 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(诸如导管222、网格模板220和/或TRUS探头224的位置)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)并且形成可以被提供给控制器202以用于进一步的处理的对应的传感器信息。根据本系统的实施例,传感器可以跟踪网格模板220相对于彼此和/或网格模板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。

[0054] 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用户(例如,临床医师、医生等)的方便,对系统的显示器上的复合图像进行绘制。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。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(估计的)位置有关的信息。引导信息还可以包括与TRUS探头224或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(OOI,诸如前列腺等)的实际和/或期望的(一个或多个)位置的信息。例如,控制器202可以确定引导信息(诸如可以指示沿着z轴的TRUS探头224的期望的位置的探头引导信息(与导管引导信息相反))并且对系统的显示器上的这样的信息进行绘制以通知用户期望的位置。然而,在再另外的实施例中,设想控制器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。还设想为了方便用户,控制器202可以对与系统的显示器上的导管位置信息有关的信息进行绘制。如果期望的话,为了方便用户,探头和/或导管位置信息可以实时确定和/或更新并且可以在系统的用户接口上绘制。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。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。

[0055] 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的一部分的侧视图图示。HDR系统300

可以与HDR系统100和/或200类似并且可以包括导管322和网格模板320,其可以分别与图2A的导管222和网格模板220类似。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可以被定形状和/或尺寸为接收可以从其穿过的导管322并且可以支持和/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。

[0056] 网格模板定位机构可以关于(例如,关于和/或沿着)一个或多个轴调节网格模板320的位置和/或取向。根据一些实施例,网格模板定位机构可以由用户(例如,临床医师等)调节以便关于一个或多个轴调节网格模板320的位置和/或取向。然而,在再另外的实施例中,设想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调节网格模板320的位置和/或取向。另外,网格模板定位机构可以包括传感器,其可以将与网格模板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。

[0057] 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可以包括例如径向马达和/或直线马达例如,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。

[0058] 用户接口(UI)110可以包括可以为了方便用户而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可以然后视觉地、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录入信息利用的用户输入设备。例如,触摸屏显示器可以接收由用户输入的信息(诸如用户选择等)。根据再另外的实施例,用户输入设备可以包括利用其用户可以输入信息的任何其他用户输入设备(诸如鼠标、触摸板、轨迹球、指点笔等)。

[0059] 还设想本系统的实施例可以提供对可以实时在系统的显示器上绘制的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以当前切片上的这些所确定的边界的定量知识,这可以增强导管插入过程。

[0060] 图4示出了可以根据本系统的实施例执行的过程400的功能流程图。过程400可以在介入治疗程序期间使用并且可以将实时引导提供到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获得信息和/或使用本地的和/或彼此远离的一个或多个存储器存储信息。过程400可以包括以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)执行过程400的动作。另外,如果期望的话,则这些动作中的一个或多个可以组合和/或分离为子动作。另外,取决于设置,可以跳过这些动作中的一个或多个。在操作中,过程可以在动作401期间开始并且然后转到动作403。

[0061] 在动作403期间,过程可以采集感兴趣体积(VOI)的3D参考图像数据集。3D参考图像数据集(在下文中参考数据集)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,其中N是整数)2D图像切片。因此,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N个图

像切片。例如,根据一些实施例,图像切片可以在矢状平面内,而在其他实施例中,图像切片可以在横向或其他(一个或多个)平面内。出于清晰的缘故,不是贯穿过程400的描述参考00I,而是对前列腺进行参考。然而,非限制性地,应当理解,如果期望的话,参考其他00I可以替代前列腺。例如,设想如果期望的话,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。

[0062] 可以使用任何适合的超声成像装置(诸如TRUS探头等)采集参考数据集。然而,在再另外的实施例中,其他类型的成像设备还被预想并且可以与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/或取向可以确定并且与所采集的每个对应的2D图像切片相关联。这些图像切片可以然后被堆叠以形成3D参考数据集。

[0063] 根据一些实施例,设想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参考数据集使用本文所描述的TRUS探头采集。另外,虽然可以关于解剖成像和数据方法描述本系统的实施例,但是应当理解,本文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。

[0064] TRUS探头可以相对于患者被定位在期望的位置和/或取向。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跟踪(例如,沿着和/或关于z轴),使得每个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的2D切片相关联。更特别地,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(诸如示出根据本系统的实施例所执行的过程的流程图500的图5中所示的参考数据集)的对应的2D图像切片相关联。

[0065] 更特别地,图5示出了可以包括具有对可以包括00I的VOI所取得的、在将导管插入患者中之前所采集的并且被存储在存储器中以用于使用插入患者中的导管采集其他图像期间检索和推荐的多个(例如,选定数量(诸如N))的二维(2D)图像切片(例如,2D切片)的预采集的3D图像数据集的三维(3D)参考数据集540。在完成动作403之后,过程可以继续动作405。

[0066] 在动作405期间,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(一个或多个)分割方法对参考数据集进行分割。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™活检平台可购得的;Invivo,Gainesville,FL,USA)提供,并且可以被执行以对参考数据集中的3D图像信息进行分割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)的对应的分割信息(SI)。更特别地,本系统的实施例可以执行腺体中间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,前列腺的边界可以针对参考数据集的图像切片中的一个或多个被定义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)。更特别地,参考数据集的多个2D图像切片(例如,2D图像切片)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(或者所选择的那些)2D图像切片中的每一个的前列腺的边界。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的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以后使用。因此,参考数据集可以包括相关联的跟踪和/或分割信息。

[0067] 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)以便分割参考数据集。因此,设想一些实施例可以采用FEA方法描绘3D体积内的前列腺。另外,根据再另外的实施例,(例如,如由美国俄亥俄州克利夫兰的MIM软件公司所提供的)梯度算法可以被用于对组织进行分割并且除基于图像强度的分割之外,可以定义边缘。还设想一些实施例可以采用基于图谱的算法,其使用形变配准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,过程可以继续动作406。

[0068] 在动作406期间,过程可以定义位置约束(LC),诸如以下各项中的至少一项或多项:计划导管交点(PCIP)、OOI的外周边界(PB)和限制区域(RA)。位置约束中的一个或多个可以由系统和/或用户定义。例如,根据一些实施例,过程可以基于RA和/或CBS中的至少一个或多个,确定PCIP。在再另外的实施例中,用户可以定义PCIP和/或RA中的一个或多个。根据再另外的实施例,RA可以由用户定义并且PCIP可以被任选地定义。另外,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而确定。例如,PCIP可以基于限制区域而确定,并且反之亦然。

[0069] 关于PCIP,对于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阐述的。更特别地,过程可以相对于参考数据集的一个或多个对应的2D图像切片的前列腺的边界区域(例如,外周边界区域)确定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用于以后使用。特别地,可以对PCIP进行确定使得当导管远端在其对应的PCIP处时,导管中的一个或多个的远端被期望在前列腺的边界区域中(例如,如由定义前列腺的外周边界的CBS所定义的)。另外,根据一些实施例,还可以根据限制区域(RA)确定PCIP,如下文可以描述的,使得导管不相交或以其他方式接触RA,如下文将描述的。根据一些实施例,过程还可以至少部分基于RA确定PCIP。例如,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。

[0070] PCIP可以通常定义对应于这样的位置的点,在所述位置处,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长超过图像平面(如可以由系统和/或用户定义的)阈值延长值(例如,0.5mm等)。过程可以使用任何适合的(一个或多个)放置方法执行该动作。

[0071] 过程可以绘制可以使用任何适合的方法示出一个或多个导管的PCIP的用户接口。例如,根据一些实施例,过程可以使用圆点或其他图形表示表示导管。

[0072] 根据一些实施例,过程可以确定导管范围,所述导管范围可以通常是(如可以在导管的端部处所测量的)导管的实际位置与当前图像平面或PCIP之间的差,并且为了方便用户,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进一步讨论导管范围。

[0073] 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叠加在参考数据

集的对应的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可以通过过程来定义,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(通常地被叠加在3D参考数据集的对应的2D图像切片662上的662-x) 图示,其中,RA 662-1和662-2被示出在图1中并且可以定义任何导管都不应当穿过的区域。RA可以被区别为如下面将讨论的区。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)表示(如下文将参考图7A和图7B 描述的)。另外,图6可以包括可以标记668的网格图案(例如,圆点),使得用户可以容易地确定对应的网格模板阵列中的导管的位置(例如,列、行)。

[0074] 根据一些实施例,分割过程可操作以根据针对图像切片的一个或多个的RA集设定参考数据集内的RA。例如,如果用户设定尿道(例如,尿道区)的边界的一个图像切片中的RA,则过程可以自动地检测这一点并且可以确定针对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,针对区的RA)并且可以贯穿参考数据集或其一部分设定该RA(例如,针对对应的区的RA)。

[0075] 通常地,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避免以便不引起对这些结构的物理损坏)或不可能的(例如,除非钻孔的,否则穿过骨骼(诸如耻骨弓)可能是不可能的)。

[0076] 根据本系统的实施例,一个或多个类型的RA地点可以如下面表1中所示地被定义。过程可以给用户提供定义RA区的用户接口并且可以此后将与定义的RA区有关的信息作为RA信息保存在系统的存储器中。虽然仅示出三个区,但是其他区可以被定义并且被存储在系统的存储器中以用于以后使用。另外,可以针对不同的流程定义不同的RA区。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,其可以例如与表1 的RA区不同。

[0077] 表1

限制区域	
区 (区域)	区说明
[0078] 尿道	<ul style="list-style-type: none"> - 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）
...	...
[0079] 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）定义（参见，图 7B）。在 2 个线 707 之上（例如，之前）的整个工作空间可以被定义（耻骨弓）RA。

[0080] RA中(例如,RA区中的)的一个或多个可以在由用户分割期间和/或在分割之后由过程自动地分割。例如,根据一些实施例,尿道区可以由分割期间的过程选择(例如,参见图6的662-1),而耻骨弓区可以手动地选择。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耻骨弓RA的分割和选择之后的2D图像切片的UI700A的UI700B。参考图7A,耻骨弓的位置通过由虚线703所示并且通过箭头705指向的路径图示。该路径(例如,路径703)可以自动地由过程分割(如果期望的话)或者可以由用户设定。参考图7B,过程可以为用户提供进入和/或编辑可以定义耻骨的耻骨弓的耻骨弓线707的选项。过程可以然后将耻骨弓线707上面(例如,之前)的整个工作空间设定为耻骨弓RA。过程可以然后使用任何适合的方法突出(例如,经由交叉阴影线)耻骨弓RA(区)(诸如通过将交叉阴影线709插入耻骨弓RA中)。用户可以然后实时修改耻骨弓线707的位置(如果期望的话),并且因此过程可以更新耻骨弓RA。然而,根据一些实施例,过程可以在参考数据集的分割期间自动地形成耻骨弓RA并且可以然后绘制与耻骨弓RA有关的信息,使得用户可以同意、编辑和/或拒绝耻骨弓RA。虽然讨论了耻骨弓RA,但是过程可以执行类似的动作以选择其他RA,如可以期望的。

[0081] 返回参考PCIP,过程可以根据如可以由系统和/或用户设定的RA来确定和/或优化PCIP。例如,为了方便用户,在PCIP被确定之后,该过程可以对该信息进行绘制。用户可以然后设定RA,并且过程可以然后根据设定的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,设想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。

[0082] 在完成动作406之后,过程可以继续动作407,在动作407期间TRUS 探头可以被定位在针对导管插入过程的期望的位置处,在所述过程中,多个导管中的一个或多个可以被

插入前列腺中。TRUS探头可以由过程的控制器的自动地定位到默认位置和/或取向(例如利用设定为对患者的前列腺的腺体中间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。

[0083] 例如,根据一些实施例,在确定参考数据集已经被采集之后,过程可以绘制通知用户将TRUS探头放置在适当的位置(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,根据再另外的实施例,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)。默认开始位置可以选自从系统的存储器所获得的默认值和/或根据开始位置确定,所述开始位置是根据当采集参考数据集时TRUS探头的开始位置所确定的。根据再另外的实施例,过程可以请求用户将TRUS探头定位在期望的位置并且此后可以自动地控制TRUS探头的控制位置和/或取向。在完成动作407之后,过程可以继续到动作409。

[0084] 在动作409期间,过程可以实时采集包括前列腺的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。当前图像可以以期望的帧速率更新(例如,在本实施例中的 15帧每秒)。根据再另外的实施例,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)并且可以例如包括腺体中间位置。

[0085] 根据再另外的实施例,在某些条件被确定为发生时(诸如在TRUS探头的位置被改变时、在检测到用户的请求时、在检测到将导管或导管的子集插入前列腺中时或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阈值时间段(例如,5秒))或者在期望的方向上被推进某个量,如可以由用户和/或系统设定的),可以更新当前图像。

[0086] 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。

[0087] 根据其他实施例,设想当前图像(例如,实况或过程内图像)可以使用3D探头被采集为3D图像信息。因此,3D图像信息可以然后与2D图像类似地处理:其可以利用表面或体积绘制或使用通过3D体积的一个或多个 2D剖面显示。另外,还设想分割的参考数据集可以被用于初始化当前图像中的分割,这实现过程内器官边界和/或任何RA的实时分割和可视化(如果期望的话)。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)。

[0088] 根据再另外的实施例,用户和/或系统定义的条件可以由用户和/或系统使用例如由过程形成和/或绘制的设置表来根据期望设定。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)。此后,设置表可以对应地更新并且被存储在系统的存储器中以用于以后使用。过程可以然后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,过程可以执行对应的动作(诸如更新当前图像)。

[0089] 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并且可以将TRUS探头位置信息与当前图像相关联,所述可以包括 TRUS探头的位置和/或取向信息。换句话说,过程可以关联可以包括与在当前图像被采集时TRUS探头的位置和/或取向有关的位置信息,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)。

[0090] 根据一些实施例,过程可以给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。过程可以然后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,那么过程可以对相同平面内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,那么过程可以对相同平面内的参考图像数据集进行分割。然而,根据一些实施例,过程可以对这两个平面内的参考数据集进行分割并且可以然后选择符合针对当前图像所选择的平面的平面内的图像。因此,如果在轴向平面内选择当前图像,则过程可以获得符合参考图像数据集的轴向平面的分割的图像。因此,可以在与图像切片相同的参考平面内获得当前图像。在完成动作409之后,过程可以继续到动作411。

[0091] 在动作411期间,过程可以初始化图像配准过程。因此,过程可以选择被确定为最佳匹配(例如,最近匹配)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)。换句话说,过程可以从根据位置信息来估计最佳匹配来自当前图像的参考数据集的(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。

[0092] 所选择的图像切片可以选自参考数据集并且可以具有最近地匹配当前图像的位置的位置。因此,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)确定当前图像的位置(例如,基于TRUS探头的位置)并且可以然后从当前图像的位置(例如,沿着相同轴并且在相同平面内)的参考数据集的图像切片当中选择符合(或最接近地符合)图像切片。所选择的图像切片可以被认为是按位置最佳匹配图像切片。

[0093] 为了增加的鲁棒性,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。另外,在执行图像分析时,过程可以考虑当前图像可以包括除前列腺之外介入工具(诸如导管等)。因此,在将当前图像与参考数据集的图像切片相比较时,过程可以对介入工具进行过滤。根据一些实施例,过程可以从最接近匹配当前图像的参考数据集选择两个最接近的图像切片,并且可以然后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。

[0094] 关于相对于参考数据集的采集与当前图像之间的TRUS探头的患者运动,期望很少的运动并且不期望影响当前过程的工作流。更特别地,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方向上期望很少相对探头运动。该运动可以通常被认为是不重要的。

[0095] 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UroNav™活检平台所提供的方法)来执行该动作。参考图5的动作542图示了这一点。

[0096] 根据一些实施例,为了增加鲁棒性,过程可以从最接近地匹配当前图像 $\pm ns$ 个切片(其中, ns 是整数诸如1并且可以由用户和/或系统设定)的参考数据集选择至少两个图像切片(例如,图像集),而不是从参考数据集选择单个图像切片。如果将相同切片取向用作当前图像采集参考数据集,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选择一系列图像切片(例如,图像集)。过程可以然后基于图像集来形成复合图像并且将该复合图像设定为所选择的图像。过程还可以确定针对该图像的CBS。在再另外的实施例

中,过程可以应用图像匹配以从图像集和集选择一个或多个图像。过程可以然后形成复合图像(例如,从集选择两个或两个以上图像,如上文所讨论的)。过程还可以使用任何适合的方法确定针对复合图像的对应的位置(例如,经由内插等)。因此,例如,如果过程基于来自相应地被定位在 $\pm 1\text{mm}$ (沿着z轴)的参考数据集的两个图像形成复合图像,则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,多个图像可以被用于克服任何可能的相对患者探头运动。过程可以与参考数据集相关联地存储所选择的图像切片(如果复合图像)以用于以后使用。过程还可以确定针对复合图像的CBS(如上文所讨论)并且可以与参考数据集中的复合图像相关联地存储CBS以用于以后使用。复合图像可以被称为伪图像。

[0097] 在再另外的实施例中,所选择的图像切片(例如,2D图像切片)可以从参考数据集被选择为图像切片,其使用仅图像分析方法而不是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)。

[0098] 另外,根据再另外的实施例,参考数据集可以包括任何3D数据集并且可以甚至不包括良好定义的图像切片或可以包括可以具有与当前图像不同的取向的图像切片。因此,在这种情况下,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)内的体积厚片。该厚片内的任何位置处的2D截面可以然后被用于初始化实况2D分割,并且“分割的优良性”的某种度量可以被用于选择最佳2D分割。以上所描述的厚片内的分割可以被用于约束当前2D分割(如果期望的话)。

[0099] 在完成动作411之后,过程可以继续到动作413。

[0100] 在动作413期间,过程可以将当前图像的位置与参考数据集的所选择的切片的位置链接。换句话说,过程可以将对应于当前图像的位置信息(例如,TRUS探头的位置和/或取向)与参考数据集的所选择的图像切片(或至少一个图像切片)的对应的位置链接。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)可以与具有相同(或者类似)位置/或取向的参考数据集中的图像链接。如果期望的话,过程可以实时连续地更新链接的位置。

[0101] 根据一些实施例,过程可以使用任何适合的(一个或多个)方法将当前图像的位置与参考数据集的所选择的切片的位置链接。例如,过程可以执行初始链接,如上文所描述的。此后,过程可以使用图像识别方法来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的图像(例如,所选择的图像)。该所选择的图像的位置可以然后与当前图像的位置链接。这可以考虑在导管被插入前列腺内时可能发生的形变。例如,在将对象(诸如导管)插入前列腺内时,导管可以向上使前列腺移动至少几厘米和/或改变前列腺的形状。例如,导管可以使前列腺伸长,并且这样切片坐标可以不具有一一对应。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))来连续地将当前图像的位置与从参考数据集所选择的参考图像链接(如果期望的话)。

[0102] 在完成动作413之后,过程可以继续到动作415。

[0103] 在动作415期间,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,过程可以从作为所选择的图像切片的CBS的参考数据集获得CBS。该CBS可以被称为所选择的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,因而CBS还可以被

认为是对当前图像的最接近适配(例如,最近匹配)CBS。

[0104] 根据一些实施例,过程可以执行图像配准过程以将所选择的图像切片从参考数据集配准到当前图像(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号 PCT/IB2013/059989并且于2014年6月19日发表为WO 2014/091330 A1 中可以公开的,其中的每一个的内容通过引用并入本文。

[0105] 在完成动作415之后,过程可以继续到动作416,其中,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,网格模板的位置和/或取向可以由系统和/或用户设定。例如,根据一些实施例,网格模板的位置和 /或取向可以由用户设定。根据再另外的实施例,系统可以确定网格模板的位置和/或取向,并且因此为了便于可以然后设定网格模板的位置和/或取向的用户,可以对该信息进行绘制。在再另外的实施例中,系统可以控制致动器以设定网格模板的位置和/或取向,如在其他地方可以讨论的。

[0106] 根据一些实施例,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,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,如可以由用户期望的。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。

[0107] 根据一些实施例,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/或参考数据集中的一个或多个,来确定网格模板的位置和/或取向(在下文中位置)。例如,由于TRUS探头先前已经被链接(例如,在动作413期间),可以确定相对于当前图像和参考数据集中的一个或多个的其位置。过程可以然后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,过程还可以确定针对导管中的一个或多个的位置(例如,在网格模板阵列中)。过程可以实时和/或在某些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,过程可以确定针对网格模板的位置和/或取向至少一次。

[0108] 根据一些实施例,网格模板可以包括网格模板部分(例如,象限等)阵列,其可以相对于彼此在位置和/或取向方面是可调节的。例如,根据一些实施例,网格模板可以包括四个象限,其中的一个或多个可以相对于另一个可明确表达的。例如,在导管的插入之后,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。导管操纵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。

[0109] 根据一些实施例,过程可以确定可以表示导管上的点(诸如其端部(例如,远端))与导管的PCIP之间的矢量的导管的一个或多个的计划轨迹。因此,可以假定如果导管沿着其计划轨迹延伸,则其可以被期望相交或基本上到达缺少与轨迹的任何偏差的其PCIP。因此,如果导管沿着其纵轴延伸(例如, z_c ,如在图2A中所示,由用户和/或由导管的操纵机构),其可以被期望相交或基本上与其PCIP相交,没有与估计轨迹的任何偏差。在针对导管

确定计划轨迹之后,过程可以通知用户这样的确定(例如,使得用户可以操纵导管以跟随估计轨迹)和/或根据估计轨迹操纵导管。

[0110] 根据一些实施例,导管的计划轨迹还可以根据以下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,轨迹可以根据位置约束确定,使得其不相交任何RA、不退出前列腺等。网格模板可以然后根据导管的估计位置和/或取向定位(例如,由用户和/或系统定位)或者反之亦然。

[0111] 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),则过程可以跳过确定导管中的一个或多个的计划轨迹的动作。当用户期望手动导管操纵等时,这可以是有益的。在这种情况下,过程可以通知用户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)。

[0112] 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计划轨迹),过程可以使用任何适合的方法(诸如通过对系统的显示器上的这样的信息进行绘制)通知用户该位置和/或取向,或者可以控制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、自动操纵的、模型、制造商、当前设置等)、从端部到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)。

[0113] 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)可以容易地与具有相同(或者类似)位置和/或取向的参考数据集中的图像、当前图像和参考数据集连接。因此,TRUS探头的位置可以与参考数据集中的对应的(一个或多个)图像切片链接。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,过程可以继续到动作417。

[0114] 在动作417期间,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,则过程可以重复动作417。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。在再另外的实施例中,导管插入过程可以在(如由其端部所确定的)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被确定为开始。

[0115] 在动作418期间,过程可以可选地跟踪导管中的一个或多个以确定对应的导管中的一个或多个的估计轨迹。在跟踪导管时,过程可以实时确定与以下各项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,如可以由随时间的跟踪位置所确定的)和一个或多个对应的导管的延伸(例如,在z方向上)。该信息可以然后作为导管位置信息被存储在系统的存储器中以用于以后使用和/或可以被用于确定对应的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定位在其远端处的单个跟踪元件,并且过程可以通过跟踪该跟踪元件跟踪对应的导管的位置(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/或取向而确定。因此,导管的位置可以指代其远端处的位置。因此,当导管行进并且形

成对应的位置信息时,过程可以随时间跟踪导管的跟踪元件。过程可以然后还至少部分基于由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z轴中的延伸(在下文中z延伸)。

[0116] 根据一些实施例,导管的进入点(例如,可以符合网格列和/或行的网格位置的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由过程被用于计算估计导管轨迹。传感器(诸如EM传感器)可以提供导管的位置和/或取向。

[0117] 另外,根据一些实施例,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,如果确定导管正被操纵,则过程可以将该导管设定为当前导管。因此,在用户移动导管时(例如,在导管的z方向上),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,根据再另外的实施例,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顺序和/或图案(例如,相对于网格模板阵列)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,过程可以确定当前导管。根据再另外的实施例,当前导管可以至少部分基于用户和/或系统设置而确定。根据再另外的实施例,用户可以将导管选择为当前导管。在完成动作418之后,过程可以继续动作419。

[0118] 在动作419期间,过程可以在其中至少一个导管(例如,当前导管)可以被插入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。在实况图像的质量由导管的存在退化情况下,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膨胀;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,其进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)和所选择的配准的类型,形变矢量可以是2D(在2D实况图像的当前图像平面内,被配准到先验3D图像的平面剖面;“对应的”意指:基于2D实况图像平面的空间地跟踪的位置)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”约束中的任一个的这样的潜在配准的图像相似性度量)。

[0119] 当导管和/或其他对象被插入前列腺时,前列腺可以改变其形状。因此,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,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,过程可以继续动作421。

[0120] 在动作421期间,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,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)以便表示前列腺的最新的估计边界(例如,最新的CBS)。

[0121] 参考图5,虽然所选择的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,但是在再另外的实施例中,设想如果期望的话,CBS和/或修改轮廓可以包括开放曲线和/或不连续的曲线。

[0122] 如上文所讨论的,当针头被插入前列腺时,前列腺可以改变其形状(例如,形变)并且过程可以更新形变矢量以考虑形状的该改变。过程可以计算考虑前列腺的形变的配准约束并且根据配准约束更新形变矢量。然后,过程可以根据这些经更新的形变矢量更新所选

择的CBS以便形成当前 CBS,其可以充当修改轮廓,所述修改轮廓可以估计前列腺的形变的边界,如上文所讨论的。在完成动作421之后,过程可以继续动作423。

[0123] 在动作423期间,过程可以确定由于将导管中的一个或多个插入前列腺中,因而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,则过程可以继续动作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,则过程可以继续到动作426。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。

[0124] 然而,在再另外的实施例中,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。

[0125] 根据本系统的实施例,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PCIP,则过程可以从动作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,则过程可以从动作421继续到动作426。在条件可以确保这样时(诸如在较宽的约束,诸如需要保持在前列腺内和/或接近于前列腺的边界可以在个体基础上确保这样时),用户可以主观地跳过动作423。

[0126] 在动作425期间,过程可以重新优化PCIP以便更新剩余的导管的计划放置。如本文所使用的,剩余的导管可以是指尚未插入前列腺中或者尚未完全地插入前列腺内的位置中的导管。因此,过程可以执行动态导管重新计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,过程可以确定哪些导管尚未插入前列腺中并且重新优化这些导管的放置。执行重新优化所使用的方法可以与执行优化的PCIP动作406的确定所使用的那些方法相同或者类似。然而,与在动作406期间所使用的原始边界(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,可以对PCIP进行确定使得在其对应的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所估计的外周边界的最新CBS所定义的)。

[0127] 在确定存在归因于初始导管的插入的估计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。另外,针对剩余的导管的规划的放置可以然后通过使用最新的前列腺轮廓的过程重新优化。在完成动作425之后,过程可以继续到动作426。

[0128] 关于所估计的轨迹,该轨迹是给定的导管的当前位置和取向导管期望结束之处并且可以完全从与导管的远端处的传感器的位置/取向有关的信息通过过程获得。计划轨迹是过程可以确定导管应当进行并且可以基于与信息(诸如对应的导管的网格进入孔、对应的导管的PCIP、RA、等)的组合有关的信息获得。

[0129] 在动作426期间,过程可以可选地更新剩余的导管中的一个或多个的计划轨迹。这可以对CBS和/或PCIP的改变(例如,更新)进行校正。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)来更新针对剩余的导管的计划轨迹。然而,在可用时,过程

可以使用对应的导管的更新的PCIP、估计的轨迹和更新的实际位置。例如,过程可以跟踪剩余的导管中的一个或多个以确定其端部的实际位置。然后,过程可以根据导管的最新(例如,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计划轨迹。

[0130] 为了方便用户,过程可以然后绘制与一个或多个剩余的导管的估计和/ 或计划轨迹有关的信息(如在动作416期间所讨论的)和/或相应地可以控制剩余的导管中的一个或多个的操纵机构以便根据例如针对导管的计划 PCIP将所选择的导管引导到其PCIP。根据一些实施例,控制器可以控制操纵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。

[0131] 根据一些实施例,过程可以自动地检测导管的弯曲或偏离。过程可以确定针对校正的适当的动作(例如,操纵、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校正并且可以在可以是可接受的某个阈值内。例如,过程可以确定导管是否将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要么自动地要么通过绘制信息以供用户手动地做出校正来对偏离进行校正。根据一些实施例,可以通过检测导管的端部的取向(例如,角取向)的改变(如可以由导管角测量的)大于对应的阈值角度值(如可以由系统和/或用户定义的 t_{α})或者导管的端部的x-y位置(即,在横向平面内)的改变大于对应的阈值(例如,如可以由系统和/或用户定义的 $t_{\Delta XY}$)来识别导管弯曲或者偏离。更特别地,如果相对于z轴(例如,相对于x和y平面)的导管角被确定为大于 t_{α} ,则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导管端部位置改变被确定为大于沿着z轴(例如,1mm) 的平移的给定单位的 $t_{\Delta XY}$,则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端部的位置。过程可以然后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/偏离或可以采取动作以自动地通过至少基于所记录的导管端部位置控制控制器。

[0132] 根据一些实施例,过程可以实时跟踪导管、更新PCIP和/或更新导管的估计轨迹。在完成动作426之后,过程可以继续到动作427。

[0133] 在动作427期间,过程可以形成一个或多个复合图像(诸如当前分割的实况2D TRUS图像,其可以例如包括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,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分割的实况2D TRUS图像550。

[0134] 根据一些实施例,过程还可以将与PCIP中的一个或多个有关的信息、估计和/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/或实际轨迹等)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),如可以由系统和/或用户期望的。

[0135] 例如,过程可以确定可以指示导管(例如,如其端部处所测量的)与当前图像平面之间的距离的差的导管范围(或PCIP(如果期望的话)并且可以被表示为rangePICP)。过程可以然后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,过程可以将导管的实际位置(如可以在导管的端部处测量的)与当前图像平面相比较。换句话说,过程可以确定从导管之一的端部(例如,远端处的端部)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导管的估计交点的屏幕截图800A,所述导管端部尚未到达叠加在当前图像上的当前图像平面;图8B示出了根据本系统的实施例的导管的实际交点的屏幕截图800B,导管的端部已经到达叠加在当前图像上的当前图像平面;并且图8C示出了根据本系统的实施例的导管的实际交点的屏幕截图800C,导管的端部已经经过当前图像平面。

[0136] 参考图8A,如果确定导管的端部尚未和当前图像平面相交,则过程可以确定并且此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))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,如可以期望的。圆点864R可以使用任何适合的突出显示(诸如红色突出显示)进行突出显示以指示导管尚未和当前图像平面相交。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,确定导管与当前图像平面的估计交点。过程还可以绘制可以指示导管的端部应当穿过的期望的点或区域的圆。

[0137] 参考图8B,如果确定导管的端部已经相交并且在当前图像平面处(例如,在距当前图像平面阈值距离内),则过程可以使用任何适合的表示(诸如可以与原点864R类似的圆点864G)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突出显示(诸如绿色突出显示)来突出显示以强调导管已经相交并且在当前图像平面处。根据一些实施例,可以使用可以在系统的扬声器上呈现的任何适合的方法来表示导管(例如,所选择的导管(诸如当前导管))中的一个或多个的交点的位置。例如,过程可以根据导管端部与期望的位置/交点之间的距离(例如,距离的绝对值)可变地呈现音高或者可以使用可以表示一个或多个轴中的距离的词语指示距离(例如,向右、向左5mm、4mm、1mm、-1mm、-3mm等,+4mm z轴、-4mm z轴等)。因此,当导管端部接近期望的位置(例如,预定义的交点)时,过程可以减小音高并且反之亦然并且为了方便用户,对该信息进行呈现。因此,当导管的端部和期望的交点相交时,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)表示音高。相反地,当导管的端部移动远离期望的交点时,音高可以增加。根据再另外的实施例,距离信息可以使用音频方法呈现(诸如可以使用文本到语音TTS方法提供)。根据一些实施例,导管端部与期望的位置/交点之间的差的绝对值可以被表示为误差信息。然后,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,则过程可以增加音高。因此,大误差将导致高的音高。相反地,当误差减小时,音高可以减小。因此,小误差将导致低的音高。因此,当音高基本上减小并且接近0时(或某个默认值,如可以由系统和/或用户设定的),用户可以确定导管端部已经到达其期望的位置。然而,如果音高增加,则用户可以确定导管端部正行进原理期望的位置。

[0138] 参考图8C,如果确定导管的端部已经相交并且延伸超过当前图像平面(例如,以阈值距离),则过程可以使用任何适合的表示(诸如可以与原点864R和864G类似的圆点864Y)指示交点(例如,如使用在导管的端部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突出显示(诸如黄色突出显示)突出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,高回声斑点可以是在当前图像中可见的并且提供额外的定性验证。例如,在导管端部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剖面。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和当前图像平面相交的位置。然而,由于导管弯曲,因而导管的端部可能或可能由于导管弯曲尚未与该点处的当前图像平面相交。

[0139] 根据再另外的实施例,过程可以提供导管的端部与所选择的对象(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)提供距离的该指示。例如,根据一些实施例,过程可以形成音频音高和音调,其可以随着导管的端部接近当前查看的图像切片而减小并且反之亦然。因此,在导管的端部被确定为在当前查看的图像切片(或其他所选择的点)处时,音频音高和音调可以等于或者基本上等于零,并且音频音高和音调中的每一个或之一可以随着导管的端部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端部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端部移动原理当前查看的图像切片时增加。在再另外的实施例中,可以使用附图标记866Y(诸如在图8C中所示的那个附图标记866Y)提供导管端部与当前查看的图像切片之间的距离。通过提供音频、视觉和/或触觉反馈以指示导管的端部与图像平面之间的距离,临床医师可以更容易地将导管端部导航到期望的位置。

[0140] 根据一些实施例,过程可以绘制当前图像和一个或多个参考图像(诸如与从参考数据集所选择的当前图像的位置的图像切片相对应)。

[0141] 在完成动作427之后,过程继续到动作429,其中,过程可以绘制重新优化动作425期间或者之后所形成的复合图像中的一个或多个(诸如为了方便用户,系统的显示器上的当前分割的实况2D TRUS图像)。过程还可以提供用户可以与过程交互利用的交互用户接口(UI)以例如选择绘制图像(诸如当前分割的实况2D TRUS图像和/或用于执行某些动作(诸如改变放大率、选择特征等)的复合图像)的部分。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、参考数据集的一个或多个图像切片、图像切片(例如,图像平面)等)。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、计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,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,过程可以继续到动作431。

[0142] 在动作431期间,过程可以将由过程所获得和/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,过程可以继续到动作433。

[0143] 在动作433期间,过程可以利用从TRUS探头所获得的实况图像来更新当前图像。该动作可以与动作409类似。根据一些实施例,该更新动作可以在某些条件满足时(诸如在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,如可以由过程指示的)、在特定时间过去时(例如,更新时间(诸如1/15秒)等)、在用户请求更新时等)发生。在完成动作433之后,过程可以重复动作418。

[0144] 因此,本系统的实施例可以将预采集的计划图像(诸如来自参考数据集的图像)配准到实况图像(诸如当前图像)上。针对参考数据集所确定的器官的外周边界可以然后根据器官的边界中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

置的准确度的增强导管引导。

[0145] 还设想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,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端部的当前位置。过程可以然后确定估计的导管轨迹,其可以被表示为可以在导管端部的所确定的当前位置处开始并且在符合导管的端部的当前取向的方向上延伸的射线(例如,矢量)。过程还可以检测和存储与所确定的所估计的导管轨迹(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。过程可以实时这样做。过程可以然后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,确定和/或改善以下各项中的一项或多项:估计和/或计划导管轨迹、与一个或多个图像平面的估计交点、交点与图像平面的距离(例如,实际的和/或估计的)、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端部的行进的路径改变。然而,在再另外的实施例中,过程可以在导管的端部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,确定导管正在弯曲。

[0146] 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端部处测量的)的可视化。可视化还可以包括交点(诸如实际交点和/或估计交点)、计划轨迹、估计轨迹的表示,其可以被叠加在当前实况(一个或多个)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。

[0147] 另外,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端部是否在当前图像平面的前面、处、或者后面的标志可视化。

[0148] 根据再另外的实施例,系统可以绘制导管相对于例如实况图像和/或从参考数据集所选择的图像切片的轨迹的可视化。因此,系统可以提供用户可以从参考数据集选择图像切片利用的接口(例如,GUI)。

[0149] 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操作地耦合到存储器920的处理器910(例如,控制器)、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与所描述的操作有关的其他数据的任何类型的设备。应用数据和其他数据由处理器910接收用于将处理器910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。

[0150] 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交互,如本文所描述的。清楚地,处理器910、存储器920、显示器930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。

[0151] 本系统的方法特别地适合于由计算机软件程序执行,这样的程序包含对应于由本系统所描述和/或所预想的单独的步骤或动作中的一个或多个。当然,这样的程序可以实现在计算机可读介质中,例如集成芯片,外围设备或存储器中,例如存储器920或耦合到处理器910的其他存储器。

[0152] 在系统920中包含的程序和/或程序部分可以将处理器910配置为实现本文所公开的方法、操作动作和功能。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,在额外的处理器可以被提供时、还可以分布式的或者可以是单体的。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。另外,术语“存储器”应当足够宽广地被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的任何信息。利用该定义,例如,通过网络(诸如网络980)可访问的信息仍然在存储器内,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。

[0153] 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设备的其他设备来提供控制信号和/或执行操作和执行存储在存储器920中的指令。处理器910可以包括以下中的一个或多个:微处理器、(一个或多个)专用或通用集成电路、逻辑设备等等。另外,处理器910可以是用于根据本系统执行的专用处理器或可以是通用处理器,其中仅许多功能之一操作用于根据本系统执行。处理器910可以利用程序部分、多个程序段来操作,或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来采集图像和生成对应的图像信息。

[0154] 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、高热治疗导管插入等)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能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。

[0155] 本系统的实施例可以提供一种可以提供用户接口(UI)的系统和方法,用户可以与所述用户接口交互并且所述用户接口可以在导管移植期间实时绘制器官(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),其可以包括按切片的期望的器官(诸如前列腺)的可视化和其边界以在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每个对应的切片中的器官和/或器官的边界的实况图像切片。

[0156] 另外,本系统的实施例可以提供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。虽然参考HDR短距离放射治疗流程描述了本系统的实施例,但是设想本系统的其他实施例可以包括其他临床目标应用,例如低剂量率(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。

[0157] 虽然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的形式和细节的各种改变。

[0158] 本领域普通技术人员将容易进行本发明的系统的进一步的变型并且由所附权利要求要求所涵盖。

[0159] 最终,以上旨在仅仅是对本发明的系统的说明并且不应理解为将所附权利要求限制到任何特定的实施例或任何一组实施例。因此,尽管已参考示范性实施例描述了本发明的系统,但是应该理解,本领域普通技术人员可以设计出大量修改和替代性实施例,而不偏离在随后的权利要求中所阐述的本发明的系统的宽泛的和旨在的精神和范围。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,说明书和附图应被视为是说明性的方式并且不旨在限制随附权利要求的范围。

[0160] 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,说明书和附图应被视为是说明性的方式并且不旨在限制随附权利要求的范围。

[0161] 在解释随附的权利要求时,应当理解:

[0162] a) “包括”一词不排除在给定权利要求中所列举的其他元件或动作之外的元件或动作的存在;

[0163] b) 在元件之前的词语“一”或“一个”不排除多个这样的元件的存在;

[0164] c) 在权利要求中的任何附图标记不限制其范围;

[0165] d) 若干“单元”可以由相同的项或硬件或软件实施的结构或动能来表示;

[0166] e) 所公开的元件中的任一项可以包括硬件部分(例如,包括分立的和集成的电子电路)、软件部分(例如,计算机程序)、以及它们的任何组合;

[0167] f) 硬件部分可以包括逻辑和数字部分中的一个或两者;

[0168] g) 所公开的设备或其部分中的任一项可以被组合到一起或者分割成进一步的部分,除非专门另行指出;

[0169] h) 除非特别指明,否则不旨在要求动作或步骤的特定序列;

[0170] 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,多个元件可以少至两个元件,并且可以包括不可测量数目的元件;并且

[0171] j) 术语和/或其构词要素应该被理解为意指可能仅需要所记载的元件中的一个或多个以合适地出现在根据权利要求记载和根据本发明的系统的一个或多个实施例中。

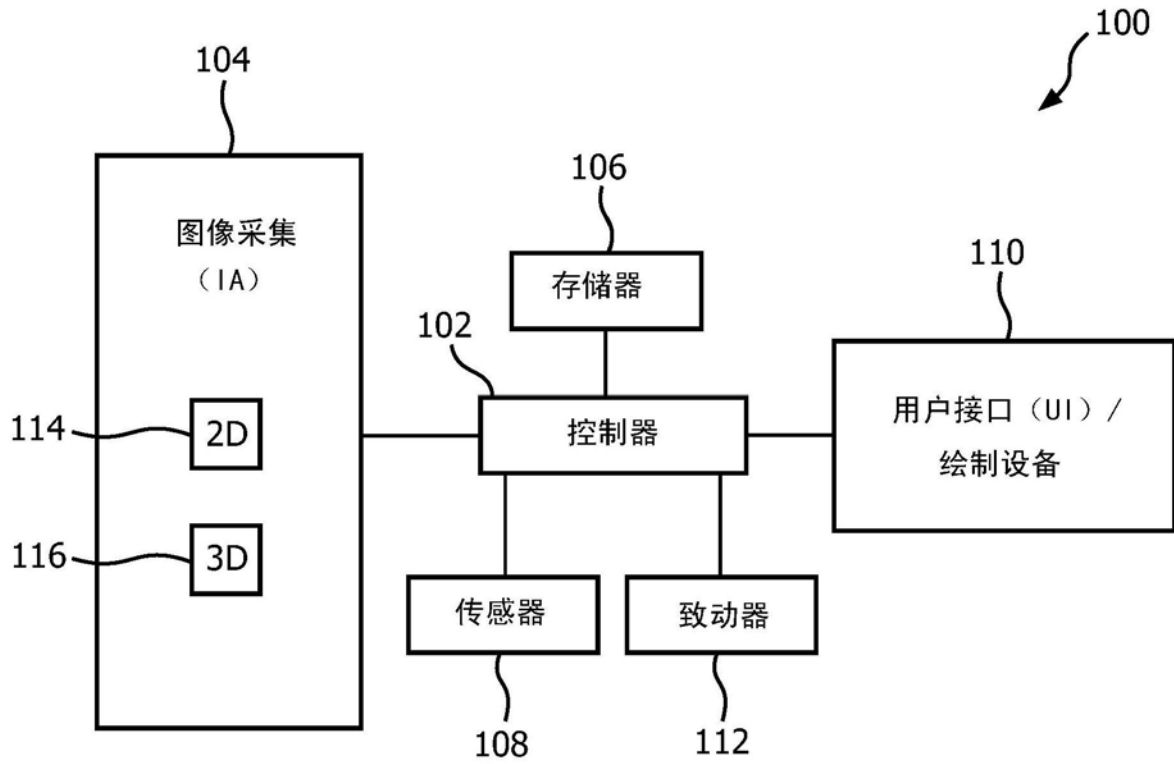


图1

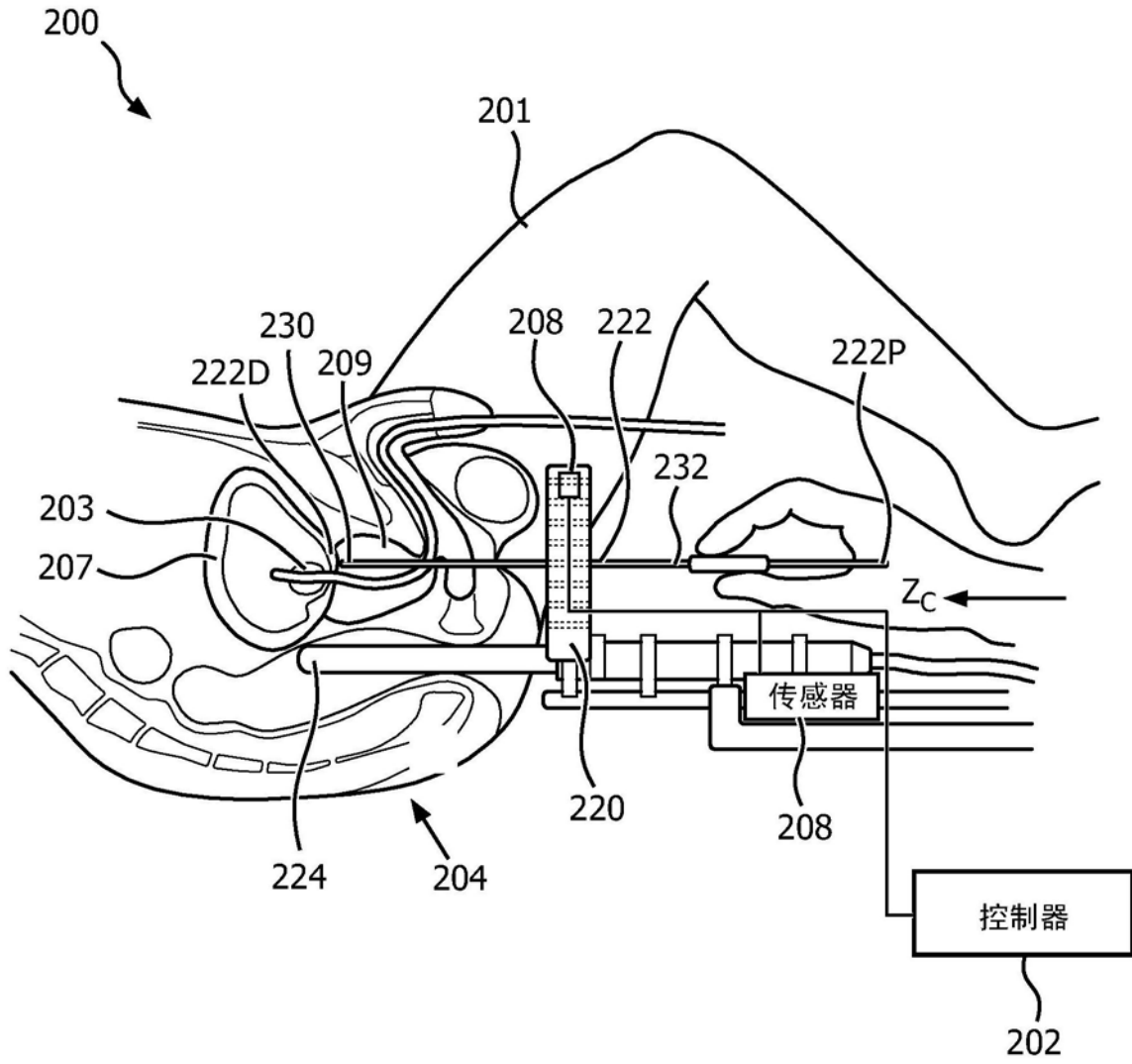


图2A

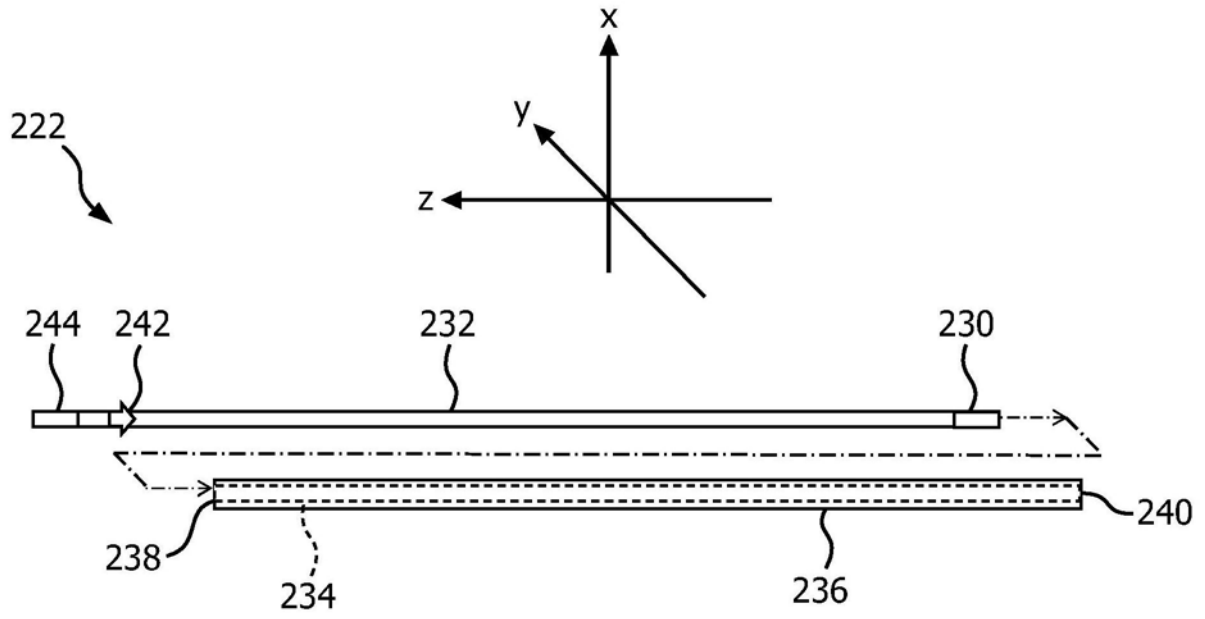


图2B

300

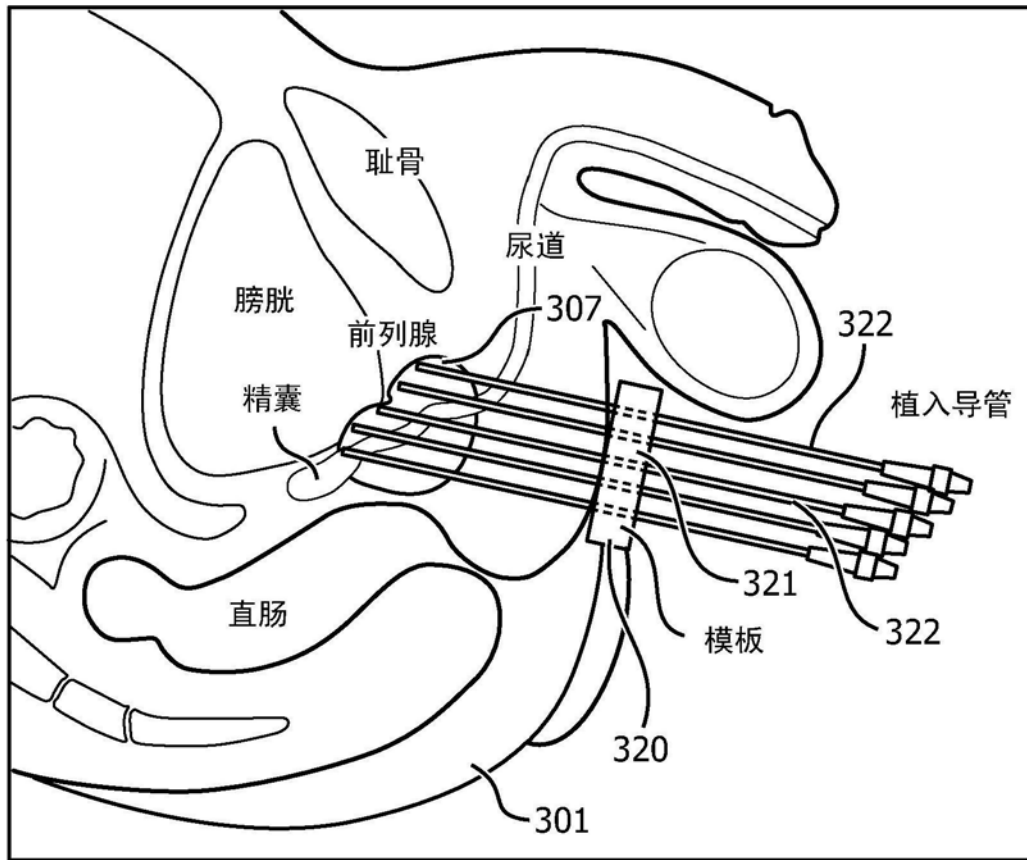


图3

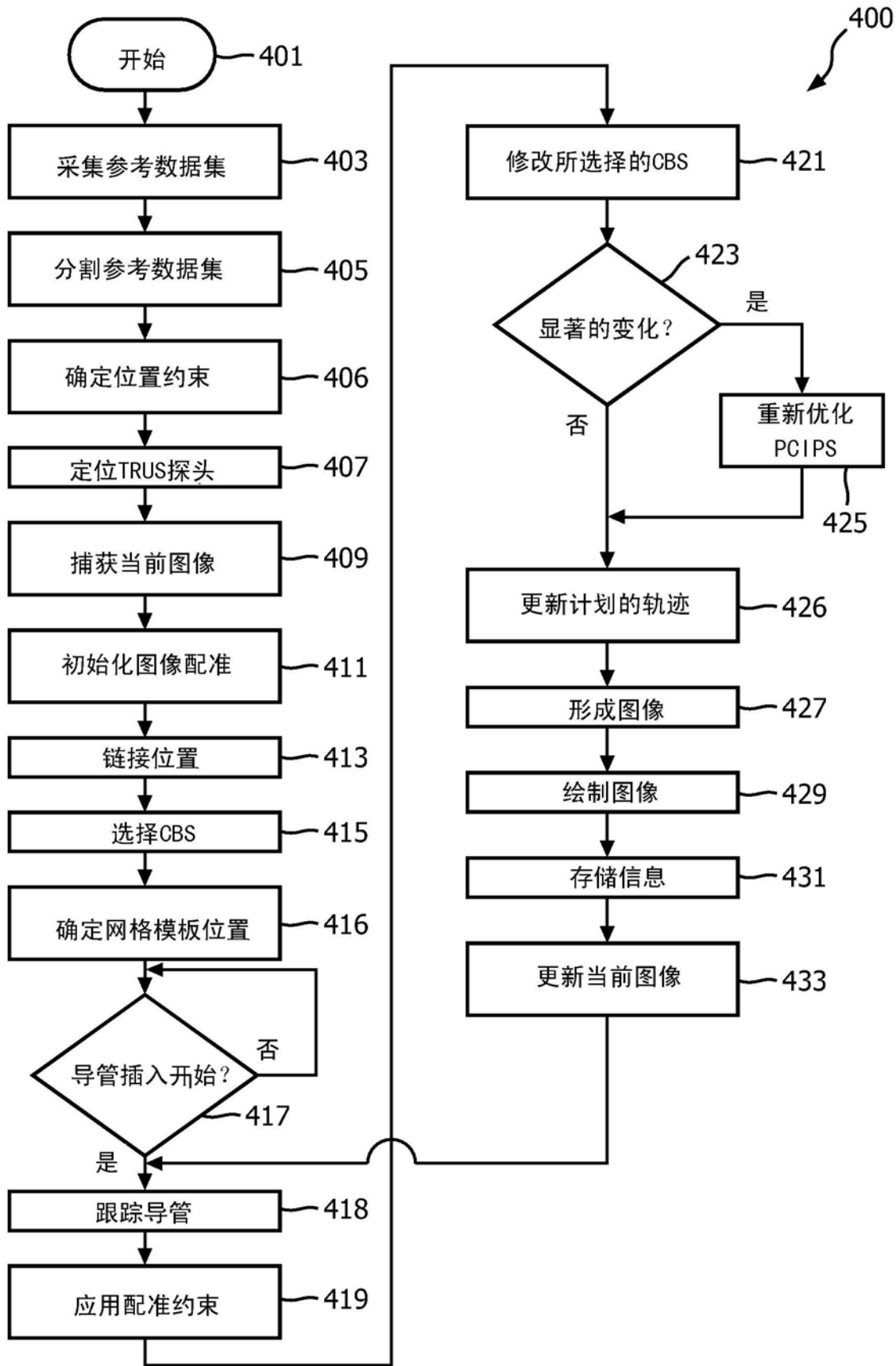


图4

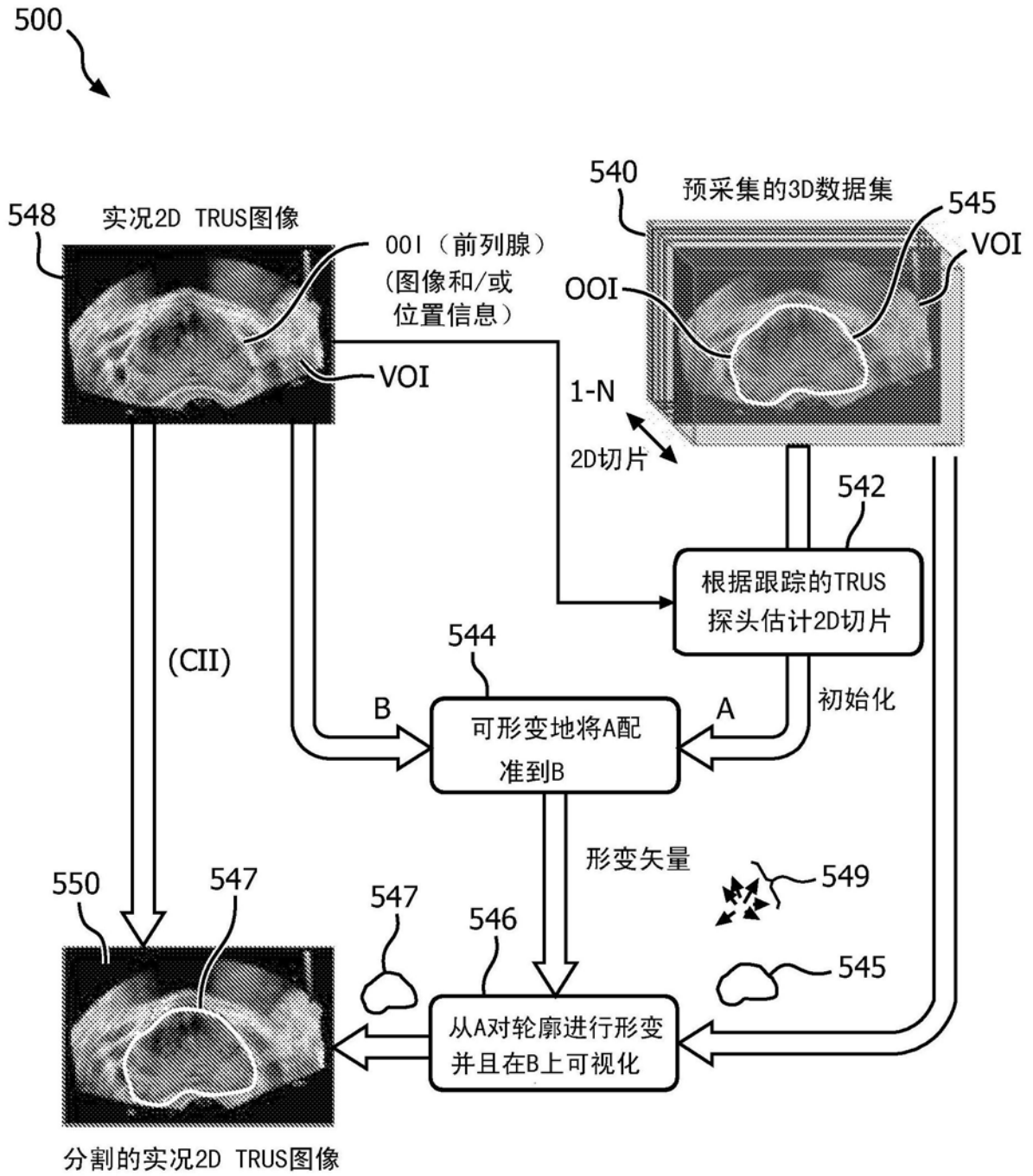


图5

600

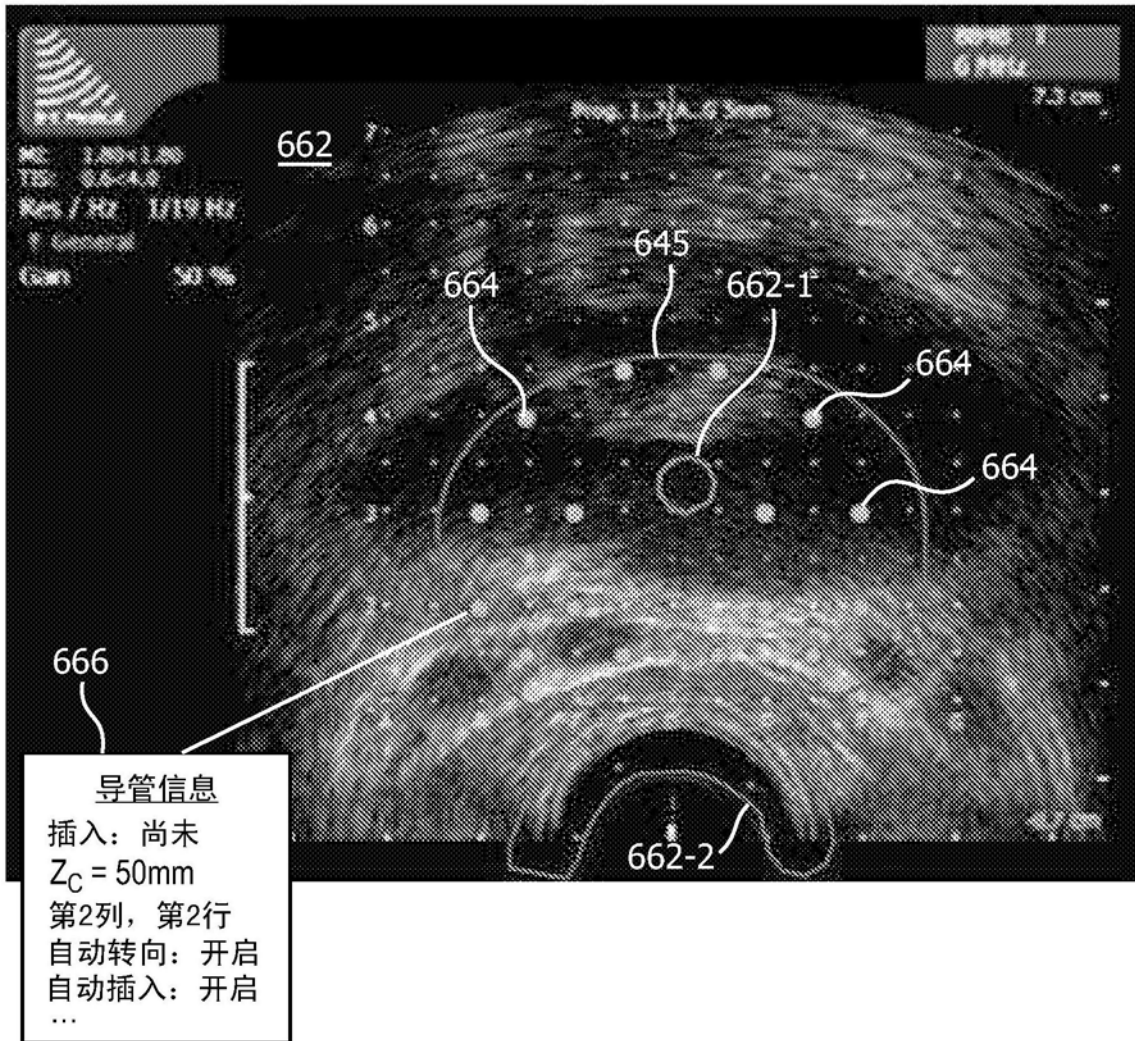


图6

700A

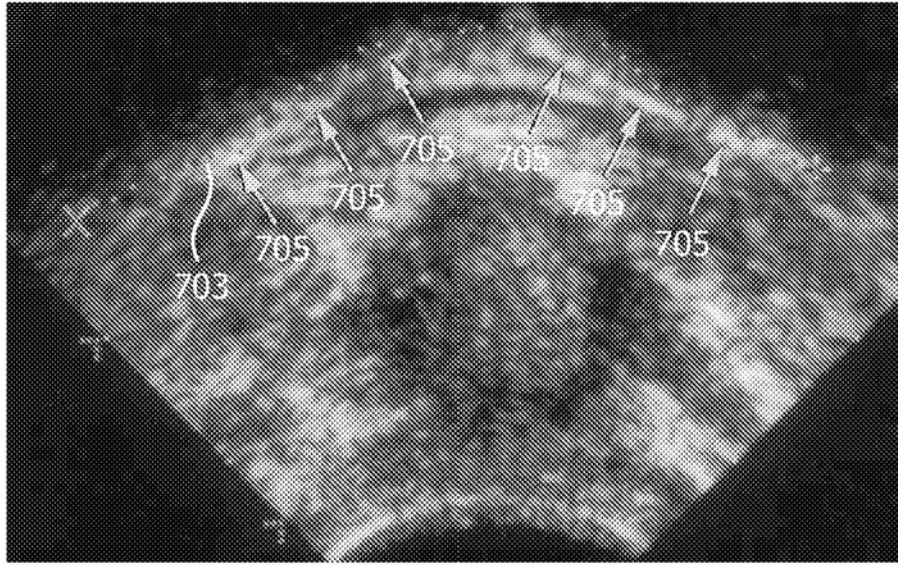


图7A

700B

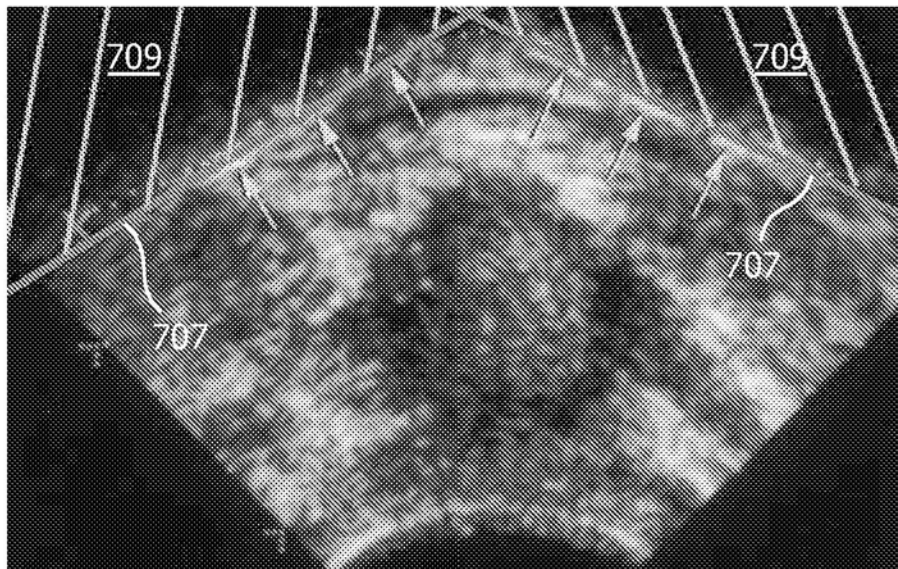


图7B

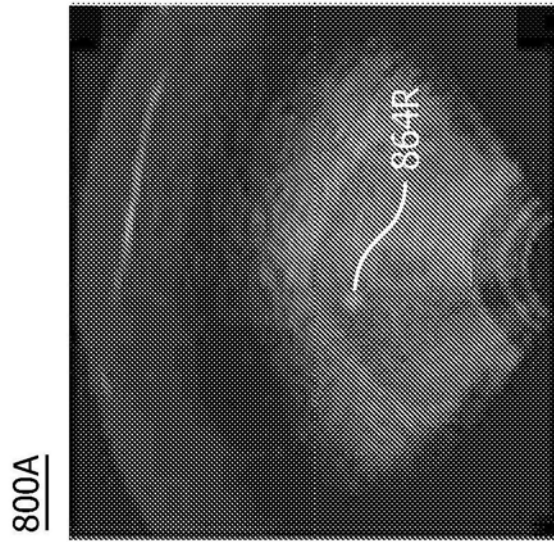


图8A

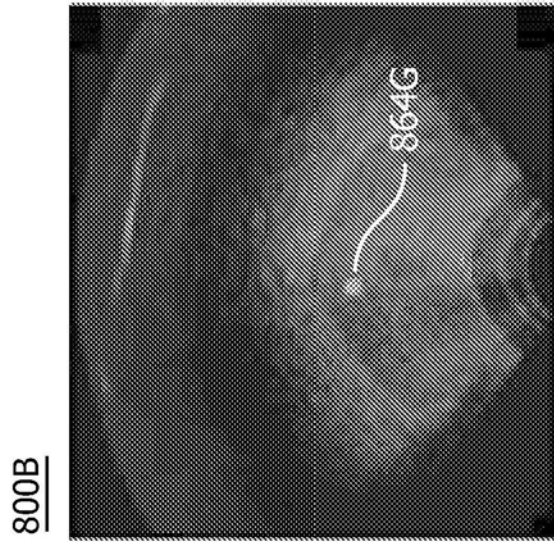


图8B

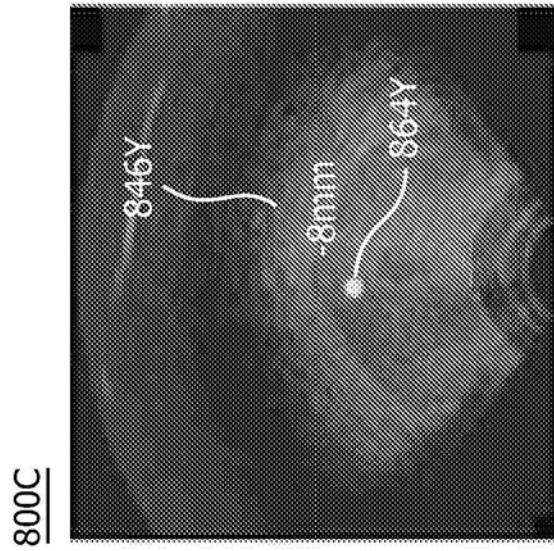


图8C

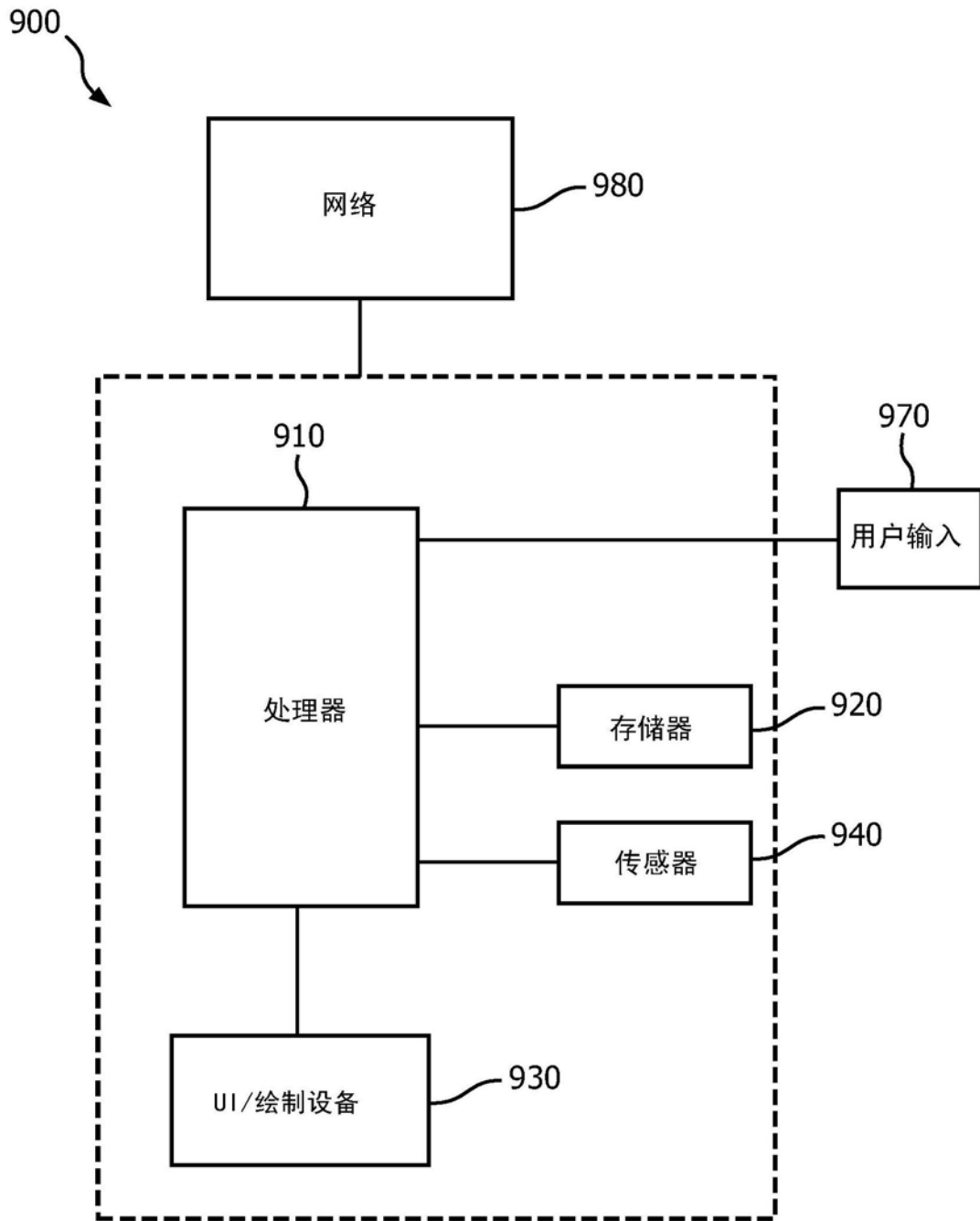


图9