



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109310392 A

(43)申请公布日 2019.02.05

(21)申请号 201780034979.6

(22)申请日 2017.06.06

(30)优先权数据

62/346,189 2016.06.06 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2018.12.05

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2017/036184 2017.06.06

(87)PCT国际申请的公布数据

W02017/214172 EN 2017.12.14

(71)申请人 埃达技术股份有限公司

地址 美国新泽西州

(72)发明人 梁正中 范黎 魏国庆 窦鑫

钱建中 曾小兰

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

代理人 姬利永 钱慰民

(51)Int.Cl.

A61B 8/00(2006.01)

A61B 8/13(2006.01)

A61B 8/14(2006.01)

A61B 18/00(2006.01)

G09B 23/00(2006.01)

G09B 23/28(2006.01)

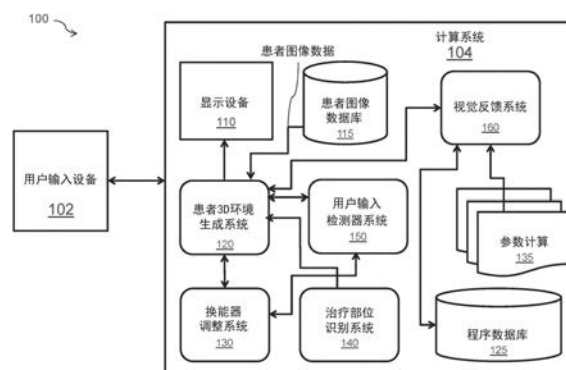
权利要求书4页 说明书17页 附图22页

(54)发明名称

交互式腹腔镜超声引导消融计划和手术程序模拟的方法和系统

(57)摘要

涉及用于程序的超声换能器的放置的系统和方法。在非限制性实施例中,包括患者的身体区域的图像以及包括在第一位置处的消融针的第一虚拟表示和在第二位置处的超声换能器的第二虚拟表示的图像的3D环境被呈现在显示设备上。可以确定有关第一虚拟表示和第二虚拟表示是否在第一碰撞点处碰撞。如果是,则可以调整与第二虚拟表示的取向和/或位置相关联的至少一个参数。然后可以确定有关第一虚拟表示和第二虚拟表示是否仍然碰撞,并且响应于确定不存在碰撞,存储在调整之后指示第二虚拟表示的位置的位置数据。



1. 一种用于确定用于程序的超声换能器的放置的方法,所述方法由包括至少一个处理器、存储器和通信电路的计算系统来实施,所述方法包括:

由所述至少一个处理器在与所述计算系统相关联的显示设备上呈现第一三维(“3D”)环境,所述第一3D环境包括患者的第一身体区域的第一图像以及第二图像,所述第二图像包括放置在所述第一身体区域内的第一位置处的消融针的第一虚拟表示、以及正放置在所述第一身体区域内的第二位置处的所述超声换能器的第二虚拟表示;

通过所述至少一个处理器确定所述第一虚拟表示和所述第二虚拟表示是否在第一碰撞点碰撞;如果所述碰撞发生在所述第一碰撞点处,则调整与以下中的至少一个相关联的至少一个参数:所述第二虚拟表示的第一取向和所述第二虚拟表示的第一位置;

响应于正被调整的所述至少一个参数确定所述第一虚拟表示和所述第二虚拟表示是否碰撞;以及

通过所述至少一个处理器在所述至少一个参数已被调整之后存储指示所述第二虚拟表示的第三位置的第二位置数据,通过所述存储器响应于确定所述第一虚拟表示和所述第二虚拟表示之间没有碰撞来存储所述第二位置数据。

2. 如权利要求1所述的方法,进一步包括:

通过所述至少一个处理器并且在所述第一3D环境由所述显示设备呈现之前,获得表示所述第一图像的第一患者成像数据,所述第一患者成像数据从所述存储器获得;通过所述至少一个处理器获得表示所述第二图像的第一患者治疗数据,所述第一患者治疗数据从所述存储器获得;以及

通过所述至少一个处理器生成表示所述第一3D环境的第一3D环境数据。

3. 如权利要求2所述的方法,进一步包括:

向所述显示设备提供所述第一3D环境数据,使得所述第一3D环境由所述显示设备呈现。

4. 如权利要求1所述的方法,其中,调整所述至少一个参数进一步包括:

调整以下参数中的至少一个:与所述第二虚拟表示相关联的偏航角和俯仰角。

5. 如权利要求1所述的方法,进一步包括:

通过所述至少一个处理器在所述至少一个参数被调整之前生成第一扫描平面数据,所述第一扫描平面数据表示指示与所述第一碰撞点相关联的碰撞区域的第一扫描平面,所述第一扫描平面具有第一颜色和第一形状;以及

除了所述第一3D环境以外,还在所述显示设备上呈现所述第一扫描平面。

6. 如权利要求1所述的方法,进一步包括:

通过所述至少一个处理器确定经由第一输入设备已经检测到第一用户输入,所述第一用户输入使得所述第一3D环境的视图被调整。

7. 如权利要求1所述的方法,进一步包括:

通过所述至少一个处理器确定经由第一输入设备已经检测到第一用户输入;确定与所述第一用户输入相关联的动作;确定所述动作与使所述至少一个参数的至少第一参数被锁定使得所述第一参数不能被调整相关联。

8. 如权利要求1所述的方法,进一步包括:

通过所述至少一个处理器确定与所述至少一个参数相关联的至少一个值;生成表示所

述至少一个值的显示数据;以及

在所述显示设备上呈现所述显示数据。

9. 如权利要求1所述的方法,进一步包括:

确定第一用户输入设备已检测到第一用户输入;响应于与所述第一用户输入被确定相关联的动作,生成与所述第一3D环境的一部分相关联的至少二维(“2D”)图像,所述2D图像包括所述第一虚拟表示的至少一部分;以及

在与所述第一3D环境基本上相同的时间在所述显示设备上呈现所述至少2D图像。

10. 一种用于确定用于程序的超声换能器的放置的系统,所述系统包括至少一个计算设备,所述计算设备包括至少一个处理器、存储器和通信电路,所述系统包括:

患者三维(“3D”)环境生成系统,被配置为在与所述计算系统相关联的显示设备上呈现第一三维(“3D”)环境,所述第一3D环境包括患者的第一身体区域的第一图像以及第二图像,所述第二图像包括放置在所述第一身体区域内的第一位置处的消融针的第一虚拟表示、以及正放置在所述第一身体区域内的第二位置处的所述超声换能器的第二虚拟表示;视觉反馈系统,被配置为确定所述第一虚拟表示和所述第二虚拟表示是否在所述第一碰撞点处碰撞;以及

换能器调整系统,被配置为如果所述碰撞发生在所述第一碰撞点处,则调整与以下中的至少一个相关联的至少一个参数:所述第二虚拟表示的第一取向和所述第二虚拟表示的第一位置,其中所述视觉反馈系统还配置为:

响应于正被调整的所述至少一个参数确定所述第一虚拟表示和所述第二虚拟表示是否碰撞;以及

在所述至少一个参数已被调整之后存储指示所述第二虚拟表示的第三位置的第二位置数据,通过所述存储器响应于确定所述第一虚拟表示和所述第二虚拟表示之间没有碰撞来存储所述第二位置数据。

11. 如权利要求10所述的系统,进一步包括:

治疗部位识别系统,配置为:

获得表示所述第一图像的第一患者成像数据,所述第一患者成像数据从所述存储器获得;以及

获得表示所述第二图像的第一患者治疗数据,所述第一患者治疗数据从所述存储器获得,其中所述患者3D环境生成系统还被配置为生成表示所述第一3D环境的第一3D环境数据。

12. 如权利要求11所述的系统,其中,所述患者3D环境生成系统被进一步配置成:

向所述显示设备提供所述第一3D环境数据,使得所述第一3D环境由所述显示设备呈现。

13. 如权利要求10所述的系统,其中,调整所述至少一个参数还包括:所述换能器调整系统被配置为:

调整以下参数中的至少一个:与所述第二虚拟表示相关联的偏航角和俯仰角。

14. 如权利要求10所述的系统,其中,所述视觉反馈系统被进一步配置成:

生成表示第一扫描平面的第一扫描平面数据,所述第一扫描平面指示与所述第一碰撞点相关联的碰撞区域,所述第一扫描平面具有第一颜色和第一形状,使得所述患者3D环境

生成系统还配置为：

除了所述第一3D环境以外，还在所述显示设备上呈现所述第一扫描平面。

15. 如权利要求10所述的系统，进一步包括：

用户输入检测器系统，被配置为确定经由第一输入设备检测已经检测到的第一用户输入，所述第一用户输入使得所述第一3D环境的视图被调整。

16. 如权利要求10所述的系统，进一步包括：

用户输入检测器系统，被配置为：

通过所述至少一个处理器确定经由第一输入设备已经检测到第一用户输入；确定与所述第一用户输入相关联的动作；确定所述动作与使所述至少一个参数的至少第一参数被锁定使得所述第一参数不能被调整相关联。

17. 如权利要求10所述的系统，其中，所述换能器调整系统被进一步配置成：

确定与所述至少一个参数相关联的至少一个值，所述患者3D环境系统进一步被配置为：

生成表示所述至少一个值的显示数据；以及

在所述显示设备上呈现所述显示数据。

18. 如权利要求10所述的系统，进一步包括：

用户输入检测器系统，配置为确定第一用户输入设备已检测到第一用户输入，其中，所述视觉反馈系统进一步被配置为：

响应于与确定所述第一用户输入相关联的动作，生成与所述第一3D环境的一部分相关联的至少二维（“2D”）图像，所述2D图像包括所述第一虚拟表示的至少一部分。

19. 如权利要求18所述的系统，其中，所述患者3D环境生成系统被进一步配置成：

在与所述第一3D环境基本上相同的时间在所述显示设备上呈现所述至少2D图像。

20. 一种机器可读和非瞬态介质，具有在其上被记录用于确定用于程序的超声换能器的放置的数据，其中，当被所述机器读取时所述数据使得所述机器用于：

在与所述计算系统相关联的显示设备上呈现第一三维（“3D”）环境，所述第一3D环境包括患者的第一身体区域的第一图像以及第二图像，所述第二图像包括放置在所述第一身体区域内的第一位置处的消融针的第一虚拟表示，以及正放置在所述第一身体区域内的第二位置处的所述超声换能器的第二虚拟表示；确定所述第一虚拟表示和所述第二虚拟表示是否在第一碰撞点碰撞；如果所述碰撞发生在所述第一碰撞点处，则调整与以下中的至少一个相关联的至少一个参数：所述第二虚拟表示的第一取向和所述第二虚拟表示的第一位置；响应于正被调整的所述至少一个参数确定所述第一虚拟表示和所述第二虚拟表示是否碰撞；以及

在所述至少一个参数已被调整之后存储指示所述第二虚拟表示的第三位置的第二位置数据，通过所述存储器响应于确定所述第一虚拟表示和所述第二虚拟表示之间没有碰撞来存储所述第二位置数据。

21. 如权利要求20所述的介质，其中，当被所述机器读取时所述数据进一步使得所述机器用于：

在所述第一3D环境在所述显示设备上被呈现之前，获得表示所述第一图像的第一患者成像数据，所述第一患者成像数据从所述存储器获得；获得表示所述第二图像的第一患者

治疗数据,所述第一患者治疗数据从所述存储器获得;以及
生成表示所述第一3D环境的第一3D环境数据。

22.如权利要求21所述的介质,其中,当被所述机器读取时所述数据进一步使得所述机器用于:

向所述显示设备提供所述第一3D环境数据,使得所述第一3D环境呈现在所述显示设备上。

23.如权利要求20所述的介质,其中,被调整的所述至少一个参数还包括当由所述机器读取时用于执行以下步骤的所述数据:

调整以下参数中的至少一个:与所述第二虚拟表示相关联的偏航角和俯仰角。

24.如权利要求20所述的介质,其中,当被所述机器读取时所述数据进一步使得所述机器用于:

在所述至少一个参数被调整之前生成第一扫描平面数据,所述第一扫描平面数据表示指示与所述第一碰撞点相关联的碰撞区域的第一扫描平面,所述第一扫描平面具有第一颜色和第一形状;以及

除了所述第一3D环境以外,还在所述显示设备上呈现所述第一扫描平面。

25.如权利要求20所述的介质,其中,当被所述机器读取时所述数据进一步使得所述机器用于:

确定经由第一输入设备已经检测到第一用户输入,所述第一用户输入使得所述第一3D环境的视图被调整。

26.如权利要求20所述的介质,其中,当被所述机器读取时所述数据进一步使得所述机器用于:

确定经由第一输入设备已经检测到第一用户输入;确定与所述第一用户输入相关联的动作;确定所述动作与使所述至少一个参数的至少第一参数被锁定使得所述第一参数不能被调整相关联。

27.如权利要求20所述的介质,其中,当被所述机器读取时所述数据进一步使得所述机器用于:

确定与所述至少一个参数相关联的至少一个值;

生成表示所述至少一个值的显示数据;以及

在所述显示设备上呈现所述显示数据。

28.如权利要求20所述的介质,其中,当被所述机器读取时所述数据进一步使得所述机器用于:

确定第一用户输入设备已检测到第一用户输入;响应于与所述第一用户输入被确定相关联的动作,生成与所述第一3D环境的一部分相关联的至少二维(“2D”)图像,所述2D图像包括所述第一虚拟表示的至少一部分;以及

在与所述第一3D环境基本上相同的时间在所述显示设备上呈现所述至少2D图像。

交互式腹腔镜超声引导消融计划和手术程序模拟的方法和系统

关联申请的交叉引用

[0001] 本申请要求2016年6月6日提交的美国临时专利申请第62/346,189号的优先权益,该专利申请的公开内容通过引用整体结合于此。

背景技术

1. 发明领域

[0002] 本发明大体上涉及交互式腹腔镜超声引导消融程序 (procedure) 计划。

2. 现有技术说明

[0003] 腹腔镜超声引导消融术 (“LUSA”) 是一种治疗一些不可切除的癌症病变的微创手术程序。通常,该程序需要外科医生为消融针做一个小切口,以及为超声探头做一个小切口。然后,外科医生操作超声探头以跟踪消融针的位置,同时使消融针朝向目标区域前进。然后将超声换能器头放置在重要器官 (诸如肝脏) 的表面上,该重要器官包含一个或多个待治疗的病变。可以通过位于超声探头上的控制器以及通过微移动探头本身来调节超声换能器头的位置和取向。

[0004] 然而,难以确定如何同时准确地放置和操纵腹腔镜超声探头和消融针,使得在程序期间由超声探头捕获的腹腔镜超声图像中总可以看到消融针的尖端。当因为手术器械、目标和任何重要的器官位于腹腔内,不能在物理上直接看到它们时,执行这样的任务甚至更具挑战性。

[0005] 计算机模拟可以帮助医师准备在手术期间可能需要执行的实际操纵,类似于通过使用飞行模拟器进行用于驾驶飞机的飞机飞行员训练。存在一些通用的3D可视化工作站或软件包,它们让用户准备和可视化一些3D结构。然而,这些都不适用于腹腔镜超声引导消融程序,这可能使得难以或甚至不可能用于准备腹腔镜超声引导消融程序。

发明内容

[0006] 本公开一般涉及对应于用于腹腔镜超声引导消融程序的交互式3D范围和针放置和测量技术的系统、方法、设备、和非瞬态计算机可读介质。根据本文更具体描述的各种实施例,这些程序可用于手术前计划和/或在实际手术期间用于指导参考。此外,在一些实施例中,可以提供与在3D空间中执行直接交互方案以放置和调整超声探头和消融针相关联的技术和技术解决方案。另外,还可以提供与在3D空间中执行直接测量以用于各种手术相关的测量相关联的技术和技术解决方案。

[0007] 在一个实施例中,描述了一种用于确定超声换能器在程序中的放置的方法。该方法可以由包括至少一个处理器、存储器和通信电路的计算系统来实现。例如,该方法包括在与计算系统相关联的显示设备上呈现第一三维 (“3D”) 环境。第一3D环境可以包括患者的第一身体区域的第一图像以及第二图像,第二图像包括放置在第一身体区域内的第一位置处

的消融针的第一虚拟表示以及放置在第一身体区域内的第二位置处的超声换能器的第二虚拟表示。然后可以确定第一虚拟表示和第二虚拟表示是否在第一碰撞点处碰撞。可以调整至少一个参数,其中该至少一个参数与以下参数中的至少一个相关联:第二虚拟表示的第一取向和第二虚拟表示的第一位置。然后可以响应于正被调整的至少一个参数确定第一虚拟表示和第二虚拟表示是否碰撞。此外,如果没有确定在第一虚拟表示和第二虚拟表示之间的碰撞,则指示第二虚拟表示的第三位置的第三位置数据在已经调整了至少一个参数之后可以被存储。

[0008] 在另一个实施例中,描述了一种用于确定用于程序的超声换能器的放置的系统。例如,该系统可以包括至少一个计算设备,该计算设备包括至少一个处理器、存储器和通信电路。该系统包括患者三维(“3D”)环境生成系统,被配置为在与计算系统相关联的显示设备上呈现第一3D环境。第一3D环境可以包括患者的第一身体区域的第一图像以及第二图像,第二图像包括放置在第一身体区域内的第一位置处的消融针的第一虚拟表示以及放置在第一身体区域内的第二位置处的超声换能器的第二虚拟表示。该计算系统还包括视觉反馈系统,该视觉反馈系统被配置为确定第一虚拟表示和第二虚拟表示在第一碰撞点处碰撞。该计算系统还包括换能器调整系统,该换能器调整系统被配置为调整与以下中的至少一个相关联的至少一个参数:第二虚拟表示的第一取向和第二虚拟表示的第一位置。视觉反馈系统还可以被配置为响应于正被调整的至少一个参数来确定第一虚拟表示和第二虚拟表示是否碰撞,并且在至少一个参数已经被调整之后存储指示第二虚拟表示的第三位置的第三位置数据。如果第一虚拟表示与第二虚拟表示之间存在碰撞,则可以存储第二位置数据。

[0009] 其他概念涉及用于实施关于开发虚拟代理的本教导的软件。根据这个概念的软件产品包括至少一个机器可读的非瞬态介质和由该介质携带的信息。由介质携带的信息可以是可执行程序代码数据、与可执行程序代码相关联的参数、和/或与用户、请求、内容相关的信息、或与社交群组相关的信息等。

[0010] 在又一个实施例中,描述了其上记录有用于确定用于程序的超声换能器的放置的数据的机器可读和非瞬态介质,其中当由机器读取时,数据使得机器在与计算系统相关联的显示设备上呈现第一三维(“3D”)环境。第一3D环境可以包括患者的第一身体区域的第一图像以及第二图像,第二图像包括放置在第一身体区域内的第一位置处的消融针的第一虚拟表示以及放置在第一身体区域内的第二位置处的超声换能器的第二虚拟表示。数据还使得机器确定第一虚拟表示和第二虚拟表示是否在第一碰撞点处碰撞。数据还使得机器调整与以下中的至少一个相关联的至少一个参数:第二虚拟表示的第一取向和第二虚拟表示的第一位置。数据还使得机器响应于正被调整的至少一个参数确定第一虚拟表示和第二虚拟表示是否碰撞。如果在第一虚拟表示和第二虚拟表示之间存在碰撞,则在已经调整了至少一个参数之后,该数据还使机器存储指示第二虚拟表示的第三位置的第三位置数据。

附图说明

[0011] 注意到,该美国专利或申请文件包括至少一个彩色附图。经请求并且支付必要费用后,美国专利局将提供具有彩色附图的本专利或专利申请公开的副本。根据示例性实施例进一步描述本文所描述和/或要求的发明。这些示例性的实施例将参考附图详述。这些实

施例是非限定性的示例性实施例,其中在附图的若干个视图中相同的附图标记表示相似的结构,并且其中:

[0012] 图1是根据各种实施例的包括示例性计算系统和示例性用户输入设备的计算环境的说明图;

[0013] 图2是根据各种实施例的用于开发用于确定超声换能器的放置的程序的示例性过程的说明性流程图;

[0014] 图3A是根据各种实施例的示例性治疗部位识别系统的说明图;

[0015] 图3B是根据各种实施例的用于生成用于患者3D环境的放置数据的示例性过程的说明性流程图;

[0016] 图4A是根据各种实施例的示例性用户输入检测器系统的说明图;

[0017] 图4B是根据各种实施例的用于响应于用户输入来生成指令的示例性过程的说明性流程图;

[0018] 图5A是根据各种实施例的示例性换能器调整系统的说明图;

[0019] 图5B是根据各种实施例的用于向患者3D环境生成系统提供一个或多个调整的示例性过程的说明性流程图;

[0020] 图6A是根据各种实施例的示例性视觉反馈系统的说明图;

[0021] 图6B是根据各种实施例的用于向用户提供视觉反馈的示例性过程的说明性流程图;

[0022] 图7A是根据各种实施例的示例性患者3D环境生成系统的说明图;

[0023] 图7B是根据各种实施例的用于生成患者3D环境的示例性过程的说明性流程图;

[0024] 图8A和图8B是根据各种实施例的描述3D空间、虚拟器官、虚拟皮肤、虚拟骨骼、虚拟针和虚拟目标(病变)的示例性虚拟环境的前视图和侧视图的说明图;

[0025] 图9是根据各种实施例的超声换能器和消融针的平面几何表示的说明图;

[0026] 图10是根据各种实施例的描述放置和调整超声探头的示例性过程的说明性流程图;

[0027] 图11A和图11B是根据各种实施例的表示用于确定超声探头的位置和取向的操纵的说明图;

[0028] 图12A和图12B是根据各种实施例的表示示出支持视觉提示(诸如俯仰角弹出、皮肤内长度弹出、超声扫描平面和超声平面中的针路径)的操纵的说明图;

[0029] 图13是根据各种实施例的示例性腹腔镜超声探头的说明图,该超声探头指示具有探头主体的换能器的俯仰角和偏航角;

[0030] 图14A和图14B是根据各种实施例的描述皮上测量以帮助医师定位超声探头插入点和取向的示例性表示的说明图;以及

[0031] 图15是根据各种实施例的可用于实现本教导的计算机的示例性计算系统架构的说明图。

具体实施方式

[0032] 本公开大致涉及对应于用于腹腔镜超声引导消融程序的交互式3D范围和针放置和测量技术的系统、方法、设备和非瞬态计算机可读介质。如前所描述,现有的一般3D可视

化工作站或软件包都不允许用户准备和可视化适合于腹腔镜超声引导消融程序的某些3D结构。这些问题使得准备这种腹腔镜超声引导消融程序极其困难。

[0033] 为了克服上述低效率和缺点,描述了设计用于供用户交互地放置超声探头和消融针的计划工具,以及使用这种计划工具来执行操作以及执行与腹腔镜超声引导消融程序相关的关键测量的技术。本教导描述了各种实施例,其允许确定用于放置超声探头的最佳位置和角度,使得可以在超声扫描图像的视场中看到消融针。本教导进一步描述了系统、方法、设备和计算机可读介质,其为医师提供直接在与解剖3D结构所驻存的3D空间相同的3D空间中执行测量的能力。以这种方式,用户(例如,外科医生)可以获得并利用整个(基本上整个)的3D空间、3D解剖结构以及与其的任何相邻结构关系的全景。在计划过程期间由本文描述的各种实施例提供的视觉提示给予医师快速反馈,以允许他们进行调整并达到其预期目标。模拟结果也给予医生真实手术的参考。这种实时交互让用户非常快速地确定可行或期望的设置,并为外科医生节省决定手术的最好或最佳方法的时间。本教导还为经验较少的从业者提供了清晰的图片,以便学习使用更有经验的医生的捕获技术来执行类似的外科程序。

[0034] 在一个实施例中,描述了对应于智能地对准两个仪器(对于用户可能非常难以实现)的系统、设备和方法。本教导可以允许模拟完整的外科程序过程-从消融针进入患者身体的时刻到针到达目标病变或区域。本教导还允许对应于放置超声探头执行计算,使得消融针在超声扫描图像内可见。完整的模拟过程还可以被记录并回放以供以后使用和训练。

互动操作

[0035] 在非限制性实施例中,虚拟3D空间可据说已经存在(诸如美国专利第7,315,304号所描述,其公开内容因此以其整体并入本文),并且在该虚拟3D空间中存在已经从扫描的医学数据中分割出来的并放置在3D空间内的有意义的解剖学和/或身体结构(例如,肝脏、肾脏或其他器官,导管/静脉/动脉、病变、肋骨笼和/或其他骨骼结构和皮肤)。例如,扫描的医学数据可以对应于磁共振成像(“MRI”)、计算机断层扫描(“CT”)、医学超声、正电子发射断层扫描(“PET”)和/或任何其他类型的成像技术、或者其任何组合,如本领域普通技术人员将认识到的。例如,该虚拟3D场景可以显示在2D屏幕上,诸如计算机监测器、膝上型计算机、平板计算机、智能电话或任何其他类型的计算设备,或其任何组合。来自使用用户交互设备(诸如但不限于计算机鼠标、键盘和/或指示笔)的用户的输入的发生在示例性虚拟3D空间内的交互和/或操纵可以被转换为应用于位于3D虚拟空间内的一个或者更多个对象的3D动作。

[0036] 图1是根据各种实施例的包括示例性计算系统和示例性用户输入设备的计算环境的说明图。在非限制性实施例中,计算环境100可以包括至少一个用户输入设备102和至少第一计算系统104。在一个实施例中,用户输入设备102可以对应于计算机鼠标、键盘、指示笔、一个或多个传感器、3D操纵手套或任何其他合适的输入设备,或其任何组合。此外,用户输入设备102还可以对应于独立设备,例如但不限于移动设备(例如,智能电话、平板设备、个人数字助理、膝上型电脑等)或计算设备(例如,台式计算机、相机等)。

[0037] 在一些实施例中,计算系统104可包括显示设备110、患者3D环境生成系统120、换能器调整系统130、治疗系统识别系统140、用户输入检测器系统150和视觉反馈系统160。此外,计算系统104可以包括患者图像数据库115和程序数据库125。患者图像数据库115可以

被配置为存储与一个或多个患者相关联的患者图像数据。例如,患者图像数据库115可以存储MRI扫描、CT扫描、PET扫描或任何其他合适类型的医学图像数据、或其任何组合。程序数据库125可以被配置为存储与用于程序的一个或多个对象的放置和/或取向相关联的一个或多个参数设置。例如,程序数据库125可以存储用于对患者执行的LUSA程序的超声换能器和/或消融针的示例性位置和取向。在一些实施例中,程序数据库125可以存储与用户执行的模拟程序相关联的信息,以识别用于真实程序的一个或多个对象的合适放置和/或取向。

[0038] 计算系统104可以进一步存储一个或多个参数计算135。参数计算135可以对应于能够识别与对用户有用的信息相关联的以了解要执行的程序(procedure)的角度、深度、长度和/或位置等其他特征的任何合适的模型和/或程序(program)。例如,参数计算135可以存储关于如何计算超声换能器的偏航角,以及基于患者的一个或多个特征的患者体内剑突的大致位置的信息。关于计算环境100的组件中的一个或多个的更多细节和描述将在本文中更详细地描述。此外,本领域普通技术人员将认识到,计算系统104中可以包括附加的或更少的组件,并且上述和前述仅仅是说明性的。例如,一个或多个数据库可以位于计算系统104的外部,并且能够通过计算系统104经由网络(例如,因特网)来访问。

[0039] 图2是根据各种实施例的用于开发用于确定超声换能器的放置的程序的示例性过程的说明性流程图。在一个非限制性实施例中,过程200可以在步骤202开始。在步骤202,可以获得患者图像数据。例如,可以从患者图像数据库115获得患者图像数据。在另一种情况下,可以直接地从图像捕获设备获得患者图像数据,诸如但不限于MRI机器、CT机器和/或PET机器。

[0040] 在步骤204,可以确定第一患者3D环境内的治疗部位。例如,可以由患者图像数据指示可能需要医疗干预的病变或其他物体的位置。在一些实施例中,治疗部位还可包括基于如本文所述的一个或多个方面的要调整和/或修改的超声换能器和探头的虚拟表示的放置/位置。在步骤206,可确定用于程序的消融针的放置。消融针可以能够递送病变所需的治疗,并且因此可能需要相对于一个或多个内部器官的针的放置。例如,以下参考图8A和图8B可以找到该方面的更详细描述。治疗部位确定和消融针放置确定可以在下面参考图3A和图3B进行描述。

[0041] 在步骤208,可以生成第一3D环境。例如,患者3D环境生成系统120可以生成表示要执行程序的患者身体区域的第一3D环境。在一些实施例中,第一3D环境可包括治疗部位(诸如待治疗的病变或肿瘤)的虚拟表示,以及医疗对象(诸如消融针)的虚拟表示。

[0001] 在步骤210,可以由显示设备110显示第一3D环境。在一个实施例中,显示设备110可以对应于显示设备,诸如触摸屏,其可以是任何尺寸和/或形状,并且可以位于计算系统104的任何部分和/或与计算系统通信。各种类型的显示器可包括但不限于液晶显示器(“LCD”),单色显示器,彩色图形适配器(“CGA”)显示器,增强型图形适配器(“EGA”)显示器,可变图形阵列(“VGA”)显示器,或任何其他类型的显示器,或其任何组合。更进一步地,在一些实施例中,触摸屏可以对应于包括能够识别在其上的触摸输入的电容感测面板的显示设备。例如,显示设备110可以对应于投射电容式触摸(“PCT”),屏幕包括一个或多个行迹线和/或驱动线迹线,以及一个或多个列迹线和/或感测线。在一些实施例中,显示屏110可以是用于计算系统104的可选组件。

[0042] 在步骤212,可以检测关于治疗结构的表面的第一用户输入。例如,由显示设备110

显示的第一患者3D环境可以包括正在显示的肝脏的表示。在一些实施例中,用户可以在表示的表面周围移动输入设备(诸如输入设备102)以改变该表示的视图。例如,通过在肝脏的表示的表面(例如,虚拟表面)上滚动鼠标,用户可能够将该表示的视图改变为最佳的视图。例如,用户可以在肝脏的表面的周围滚动以确定放置在肝脏上的超声换能器的扫描区域的更好视图,其可能够检测消融针的存在。下面参考图4A和图4B描述检测到的用户输入和那些输入可能涉及的动作的更详细的描述。

[0043] 在步骤214,可以显示第二患者3D环境。在一个实施例中,第二患者3D环境可以对应于肝脏的表示以及任何周围的虚拟解剖对象的视图,这些虚拟解剖对象现在响应于步骤212的检测到的用户输入是可查看的。本领域技术人员将认识到,在一些实施例中步骤212和214可以是可选的。

[0044] 在步骤216,可以检测第二用户输入。例如,可以由此和/或通过计算系统104检测对用户输入设备102的输入。例如,用户可以点击鼠标、按压键盘键或触摸与用户输入设备102相关联的触摸屏。在步骤218,响应于第二用户输入,计算系统104可以显示被扫描的区域的第一2D图像和第一3D图像。例如,2D图像和3D图像可以由显示设备110显示。下面可以参考图12描述对此的更详细描述。

[0045] 在步骤220,可以确定皮肤进入位置的第一取向。皮肤进入位置可以对应于患者的进入点,消融针和/或超声换能器(或任何其他医疗设备)通过该进入点可以插入患者体内。下面可以参考图12描述对此的更详细描述。

[0046] 在步骤222,可以通过显示设备显示第一角度。例如,可以显示换能器相对于一个或多个对象或位置的角度。在步骤224,可以确定换能器的第二取向。在步骤226,可以通过显示设备显示第二角度。例如,可以显示换能器的偏航角和/或俯仰角。以下可以参考图12、图14A和图14B描述步骤220-步骤226的更详细的描述。在步骤228,第一角度、第二角度、第一取向和第二取向可以由程序数据库125存储。在一些实施例中,第一角度、第二角度、第一取向和第二取向中的一个或多个不需要被存储,并且本领域普通技术人员将认识到前述内容仅仅是示例性的。

[0047] 图3A是根据各种实施例的示例性治疗部位识别系统的说明图。图3A描述了图1的计算系统104的治疗部位识别系统140的示例性实例。在一个实施例中,治疗部位识别系统140包括消融针放置模块310和治疗部位放置模块320。然而,本领域普通技术人员将认识到可以包括附加的或更少的组件/模块,并且上述仅仅是示例性的。治疗部位识别系统140可以被配置为接收患者历史数据,诸如一个或多个患者图像(例如,MRI、CT扫描等),并且可以输出指示待治疗的一个或多个物体(诸如,病变、肿瘤等)和一个或多个医疗设备(诸如消融针)的放置和/或取向的放置数据。

[0048] 消融针放置模块310和治疗部位放置模块320中的每个可以包括处理器302、存储器304和通信电路306的一个或多个实例。(多个)处理器302可以包括能够控制消融针放置模块310和/或治疗部位放置模块320的操作和功能以及促进计算系统104内的各种组件之间的通信的任何合适的处理电路。在一些实施例中,(多个)处理器302可包括中央处理单元(“CPU”)、图形处理单元(“GPU”)、一个或多个微处理器、数字信号处理器或任何其他类型的处理器,或其任何组合。在一些实施例中,(多个)处理器302的功能可以由一个或多个硬件逻辑组件执行,该一个或多个硬件逻辑组件包括但不限于现场可编程门阵列(“FPGA”)、专

用集成电路(“ASIC”)、特定应用标准产品(“ASSP”)、片上系统(“SOC”)和/或复杂可编程逻辑器件(“CPLD”)。此外,(多个)处理器302中的每个可以包括其自己的本地存储器,其可以存储程序系统、程序数据和/或一个或多个操作系统。然而,(多个)处理器302可以运行用于治疗部位识别系统130的操作系统(“OS”)、和/或一个或多个固件应用程序、媒体应用程序和/或驻存在其上的应用程序。在一些实施例中,(多个)处理器302可以运行本地客户端脚本以用于读取和呈现从一个或多个网站接收的内容。例如,(多个)处理器302可以运行本地JavaScript客户端以呈现HTML或XHTML内容。

[0049] 存储器304可以包括一种或多种类型的存储介质,诸如以任何合适的方式实现以存储用于计算系统104的数据的任何易失性或非易失性存储器、或任何可移动或不可移动存储器。例如,信息可以使用计算机可读指令、数据结构和/或程序系统来存储。各种类型的存储装置/存储器可以包括但不限于硬盘驱动器、固态驱动器、闪存、永久存储器(例如,ROM)、电子可擦除可编程只读存储器(“EEPROM”)、CD ROM、数字通用光盘(“DVD”)或其他光学存储介质、磁带盒、磁盘存储装置或其他磁存储设备、RAID存储系统或任何其他存储类型,或其任何组合。此外,存储器304可以实现为计算机可读存储介质(“CRSM”),其可以是(多个)处理器302可访问的任何可用物理介质,以执行存储在存储器304中的一个或多个指令。在一些实施例中,一个或多个应用可以由(多个)处理器302运行,并且可以存储在存储器304中。

[0050] 通信电路306可以包括允许或启用计算系统104的一个或多个组件(诸如包括消融针放置模块310和治疗部位放置模块320的治疗部位识别系统140)彼此通信和/或与一个或多个附加设备、服务器和/或系统通信的任何电路。例如,通信电路306可以促进患者图像数据库115和治疗部位识别系统140之间的通信。在一些实施例中,通信电路306可以允许治疗部位识别系统140或包括在其上的或与其相关联的任何其他组件跨网络230(诸如因特网)通信。例如,使用传输控制协议和因特网协议(“TCP/IP”) (例如,在TCP/IP层中的每层中使用的任何协议)、超文本传输协议(“HTTP”)、WebRTC、SIP和无线应用协议(“WAP”)来访问的(多个)网络230是可用于促进通信的各种类型的协议中的一些协议。在一些实施例中,使用HTTP的网页浏览器可以用于通信。可以用来促进通信的各种附加通信协议可以包括但不限于Wi-Fi(例如,802.11协议)、蓝牙、射频系统(例如,900MHz、1.4GHz和5.6GHz通信系统)、蜂窝网络(例如,GSM、AMPS、GPRS、CDMA、EV-DO、EDGE、3GSM、DECT、IS 136/TDMA、iDen、LTE或任何其他合适的蜂窝网络协议)、红外、比特流、FTP、RTP、RTSP、SSH和/或VOIP。

[0051] 图3B是根据各种实施例的用于生成用于患者3D环境的放置数据的示例性过程的说明性流程图。在一个实施例中,过程350可以在步骤352开始。在步骤352,可以获得患者历史数据。例如,患者历史数据可以包括表示患者的区域(诸如,腹部、头部、骨盆等)的一个或多个扫描/图像的患者图像数据。此外,患者历史数据可以包括与该区域内的一个或多个物体(例如病变或肿瘤)的位置有关的信息。

[0052] 在步骤354中,可以确定治疗位置。例如,可以经由患者历史数据识别要由医疗程序介入的区域或物体的位置。因此,治疗部位放置模块320可以被配置为在患者的图像数据内识别该位置。这里应当注意,在说明性实施例中,治疗位置可以对应于3D环境内的虚拟位置,该虚拟位置表示治疗物体所位于的患者的区域。在步骤356,可确定消融针位置和/或取向。例如,消融针放置模块310可以确定3D环境内的消融针的虚拟表示的位置。在步骤358,

可以生成指示治疗位置和消融针的虚拟表示的放置的放置数据。在一些实施例中,可以将放置数据提供给患者3D环境生成系统120,以用于在生成患者3D环境时使用。

[0053] 图4A是根据各种实施例的示例性用户输入检测器系统的说明图。如图4A所示,可以描述用户输入检测器系统150。在非限制性实施例中,用户输入检测器系统150可以包括用户输入识别模块410和用户输入动作模块420。然而,本领域技术人员将认识到可以包括更多或更少的模块/组件,并且上述仅仅是示例性的。此外,用户输入识别模块410和用户输入动作模块420中的每个可以包括(多个)处理器402、存储器404和通信电路406中的一个或多个。在一些实施例中,(多个)处理器402、存储器404和通信电路406可以基本上类似于图3的(多个)处理器302、存储器304和通信电路306,并且上述仅仅是示例性的。此外,在一些实施例中,用户输入检测器系统150可以被配置为接收一个或多个用户输入,并且可以响应于那些输入生成和发送一个或多个指令到一个或多个附加组件和/或设备。

[0054] 图4B是根据各种实施例的用于响应于用户输入来生成指令的示例性过程的说明性流程图。在一个实施例中,过程450可以在步骤452开始。在步骤452,可以接收用户输入。在一些实施例中,用户输入可以对应于由用户输入设备102检测到的输入,该用户输入设备102可以与计算系统104通信。例如,用户输入可以包括但不限于由用户输入检测到的移动(例如,鼠标滚动、鼠标移动、滑动等),调用动作(例如,鼠标点击、触摸屏上的轻击等)等。

[0055] 在步骤454,可以确定用户输入的类型。例如,用户输入识别模块410可以被配置为识别用户输入对应的输入类型。在一些实施例中,用户输入识别模块410可以包括不同输入的查找表、以及它们对应的对应特征。在步骤456,可以确定与该类型的用户输入相关联的动作。例如,计算机鼠标移动可以对应于使得表示的视图的取向被修改的指令。作为另一个示例,鼠标按钮的点击可以对应于冻结过程的一个或多个参数的指令(例如,锁定换能器探头的虚拟表示的角度)。本领域技术人员将认识到,任何合适类型的输入可以与任何合适的动作相关联,并且前述仅仅是说明性的。

[0056] 在步骤458,可以生成用于使得与用户输入的所识别类型相关联的动作被执行的指令。然后,该指令可以由用户输入检测器系统150发送到患者3D生成系统和/或换能器调整系统130,以使该动作被执行。例如,如果输入指示换能器的角度要被调整,则可以将要如此做的指令发送到换能器调整系统130以配置换能器的调整,该指令进而可以被提供给患者3D环境生成系统120以生成要由显示设备110呈现的更新的3D环境。

[0057] 在一些实施例中,一种类型的用户输入可以指示正在实施锁定或冻结特征。在该特定场景中,用户输入动作模块420可以确定用户输入对应于正启用的锁定特征。作为响应,用户输入检测器系统150可以生成使得由用户输入指定的一个或多个参数变得不可调整的指令。在一个实施例中,当由患者3D环境生成系统120接收时,该指令可以使患者成像生成器720不改变该参数显示。例如,如果实施锁定特征使得超声路径(进入点、探头取向、触摸点、换能器取向)被固定,并且设置消融的目标,则系统可以计算消融针的最佳路径,包括进入点、取向和路径长度。作为另一个示例,如果设置消融针路径,则可以锁定该参数,使得可以计算超声路径。作为又一个示例,如果消融针路径和超声进入点被锁定,则可以计算超声路径。仍然作为另一个示例,锁定特征可以允许计划或模拟由程序数据库135保存,并且稍后重新被加载以用于参考或训练。还可以将模拟制作成视频剪辑或其他视频回放媒介。

[0058] 图5A是根据各种实施例的示例性换能器调整系统的说明图。在非限制性实施例中,换能器调整系统130可包括换能器位置模块510、换能器取向模块520和(多)角度调整模块530。本领域普通技术人员将认识到换能器调整系统130可以包括一个或多个附加的或更少的组件/模块,并且前述仅仅是示例性的。此外,换能器位置模块510、换能器取向模块520和(多)角度调整模块530中的每个可以包括(多个)处理器502、存储器504和通信电路506的一个或多个实例。在一些实施例中,(多个)处理器502、存储器504和通信电路506中的每个可以基本上类似于图3的(多个)处理器302、存储器304和通信电路306,并且上述仅仅是示例性的。在一些实施例中,换能器调整系统130可以被配置为接收初始换能器定位数据和/或用户输入,并且可以输出要进行的一个或多个调整。

[0059] 图5B是根据各种实施例的用于向患者3D环境生成系统提供一个或多个调整的示例性过程的说明性流程图。在一个实施例中,过程550可以在步骤552开始。在步骤552,可以获得初始传感器位置数据。例如,初始换能器位置数据可以对应于指示与用于特定程序的治疗部位相关联的超声换能器的虚拟表示相关联的起始位置或初始位置的信息。在步骤554,可以将初始换能器位置数据提供给患者3D环境生成系统120,以生成包括超声换能器的虚拟表示的患者3D环境。

[0060] 在步骤556,可以接收调整超声换能器的位置/取向的用户输入。在一些实施例中,可以从用户输入设备102接收用户输入。例如,用户可以控制鼠标来调整换能器的角度/位置。作为另一个示例,用户可以经由虚拟现实手套和/或计算系统104在物理上调整换能器的虚拟表示的位置/取向。下面参考图12、图14A和图14B可以看见对此的更详细描述。

[0061] 在步骤558,可以确定与用户输入相关联的动作。例如,如果动作是要使得角度调整,则这可以被确定。在步骤560,可以调整与换能器相关联的角度中的一个或多个。例如,可以调整超声换能器的俯仰角和/或偏航角。在一些实施例中,角度调整模块530可以被配置为基于用户输入识别动作并相应地调整换能器的角度。在步骤562,可以向患者3D环境生成系统120提供对(多个)角度的(多个)调整。

[0062] 图6A是根据各种实施例的示例性视觉反馈系统的说明图。在非限制性实施例中,视觉反馈系统160可包括碰撞检测模块610、扫描平面生成模块620、角度/长度计算模块630、3D图像生成模块640和2D图像生成模块600。碰撞检测模块610、扫描平面生成模块620、角度/长度计算模块630、3D图像生成模块640和2D图像生成模块600中的每个可包括(多个)处理器602、存储器604和通信电路606中的一个或多个实例。在一些实施例中,(多个)处理器602、存储器604和通信电路606中的每个可以基本上类似于图3的(多个)处理器302、存储器304和通信电路306,并且上述仅仅是示例性的。在一些实施例中,视觉反馈系统160可以被配置为接收消融针位置和/或超声换能器位置中的一个或多个、以及一个或多个参数计算135,并且可以输出碰撞数据、参数数据和/或2D/3D图像数据中的一个或多个。

[0063] 图6B是根据各种实施例的用于向用户提供视觉反馈的示例性过程的说明性流程图。在非限制性实施例中,过程650可以在步骤652开始。在步骤652,可以获得传感器位置。例如,可以获得初始换能器位置数据,如上面更详细地描述的。在步骤654,可以获得消融针位置。例如,可以获得用于特定患者治疗的消融针(或消融针的虚拟表示)的位置,如上面更详细地描述的。

[0064] 在步骤656,可以确定有关换能器主体和消融针之间是否存在碰撞或相交。例如,

下面参考图11A更详细地描述这两者之间的碰撞。如果在步骤656确定存在可能由冲突检测模块610执行的冲突,则过程650可以进行到步骤658。在步骤658,可以确定碰撞点。例如,碰撞点可以对应于消融针和超声换能器探头应该相交的位置的3D表示。在步骤660,可以生成突出显示将发生碰撞的区域的扫描平面。在一些实施例中,扫描平面生成模块620可以生成指示碰撞的扫描平面。例如,图11A的扫描平面1105-a可描述这种扫描平面。

[0065] 在步骤662,可以识别正在发生碰撞时的换能器的角度/长度。在一些实施例中,角度/长度计算模块630可确定角度/长度。此外,角度/长度计算模块630可以使用一个或多个参数计算135(例如,数学模块、几何识别、解剖关系、患者信息等)来计算超声换能器在其相交时的角度和/或长度。在步骤664,可以生成突出显示碰撞的3D图像。例如,3D图像生成模块640可以生成3D图像。在步骤666,可以生成突出显示碰撞的2D图像。下面参考图12可以看到所生成的3D和2D图像的更详细的描述。在步骤668,可以将扫描平面、角度/长度、3D图像和2D图像提供给患者3D环境生成系统120。这可以允许将这些信息中的一些或全部向用户显示,使得他/她可以看到相交和与相交相关联的参数。

[0066] 在步骤670,可以确定有关是否已经接收到对换能器的角度/位置的调整。例如,在识别碰撞之后,用户可以尝试改变换能器的位置/角度以消除碰撞。如果是,则过程650可以返回到步骤656以确定是否保留碰撞。如果不是,则过程650可以进行到步骤682,其中过程650可以结束。

[0067] 如果在步骤656确定不存在碰撞,则过程650可以进行到步骤672。在步骤672,可以生成扫描平面。例如,下面参考图11B可以看到指示没有发生碰撞的扫描平面。在步骤674,可以确定角度/长度。在步骤676,可以生成3D图像。在步骤678,可以生成2D图像。并且在步骤680,可以将扫描平面、角度/长度、3D图像和2D图像提供给患者3D环境生成系统120。在一些实施例中,步骤672-步骤680可以基本上类似于步骤660-步骤668,除非步骤672-步骤680对应于不发生碰撞的场景。

[0068] 图7A是根据各种实施例的示例性患者3D环境生成系统的说明图。患者3D环境生成系统120可以包括患者成像生成器720、扫描平面图像生成器720和反馈生成器730。患者成像生成器720、扫描平面图像生成器720和反馈生成器730中的每个可以包括(多个)处理器702、存储器704和通信电路706的一个或多个实例。在一些实施例中,(多个)处理器702、存储器704和通信电路706中的每个可以基本上类似于图3的(多个)处理器302、存储器304和通信电路306,并且上述仅仅是示例性的。在一些实施例中,患者成像生成器710可以被配置为接收/使用一个或多个人体模型735以生成表示人体的一部分的3D环境,用户可能开发用于该人体的一部分程序感兴趣。例如,一个人体模型可以对应于围绕肝脏的人体的一部分,以指示在该区域中共同发现的一个或多个解剖对象。患者3D环境生成系统120可以被配置为接收指令、患者图像数据、放置数据、调整和/或碰撞信息、参数信息和2D/3D图像数据中的一个或多个。作为交换,患者3D环境生成系统可以被配置为输出表示3D虚拟工作空间的患者3D环境,该3D虚拟工作空间包括各种解剖对象(例如,肝脏、围绕的器官/组织)、医疗对象(例如,消融针、超声换能器)和/或治疗部位(例如,病变、肿瘤等)的虚拟表示。

[0069] 图7B是根据各种实施例的用于生成患者3D环境的示例性过程的说明性流程图。在非限制性实施例中,过程750可以在步骤780开始。在说明性实施例中,步骤780描述为使得其可以包括步骤752-步骤764中的一个或多个。本领域普通技术人员将认识到包括在步骤

780内的步骤中的任何一个可以用于开始过程750。此外,在一些实施例中,可以采用步骤780内包括的步骤中的两个或更多个步骤来开始过程750。

[0070] 在一个实施例中,步骤780可以包括步骤752-步骤764。在步骤752,可以获得一个或多个指令。例如,可以获得来自用户输入检测器系统150的一个或多个指令。在步骤754,可以获得患者图像数据。例如,可以从患者图像数据库115获得表示一个或多个扫描/图像(例如,MRI扫描、CT扫描、PET扫描等)的患者图像数据。在步骤756,可以获得放置数据。例如,可以从治疗部位识别系统140获得放置数据。在步骤758,可以获得一个或多个调整。例如,可以从换能器调整系统130获得调整。在步骤760,可以获得碰撞数据。例如,碰撞数据可以指示由视觉反馈系统160的碰撞检测系统610识别的碰撞的位置。在步骤762,可以获得参数数据。例如,参数数据可以从视觉反馈系统160获得。例如,参数数据可以指示与换能器探头相关联的一个或多个角度/长度,其可以由角度/长度计算模块630来计算。在步骤764,可以获得2D和/或3D图像数据。例如,2D图像数据和/或3D图像数据可以从视觉反馈系统160获得。

[0071] 在步骤766,可以生成一个或多个扫描平面。例如,可以生成诸如下面参考图11A和/或图11B描述的指示碰撞/无碰撞的扫描平面。在步骤768,可以生成视觉反馈。例如,视觉反馈可以对应于与超声换能器和/或消融针中的一个或多个相关联的角度。作为另一个示例,视觉反馈还可以指示与碰撞相关联的长度,以及插入部位的位置或任何其他相关信息。

[0072] 在步骤770,可以生成包括扫描平面和视觉反馈的患者3D环境数据,以及第一3D环境图像。例如,患者3D环境生成系统120可以接收如本文所述的各种输入,并且制定表示3D患者环境的数据。在一些实施例中,患者3D环境数据所表示的3D环境可以对应于在已经发生一个或多个调整之后的3D环境的更新版本。在步骤772,可以将患者3D环境数据提供给显示设备110,使得可以渲染患者3D环境数据。例如,显示设备110可以显示表示用于要执行的或正在执行的程序的感兴趣的区域的3D环境。

[0073] 图8A和图8B是根据各种实施例的描述3D空间、虚拟器官、虚拟皮肤、虚拟骨骼、虚拟针、虚拟目标(病变)的示例性虚拟环境805的前视图800和侧视图850的说明图。前视图800和侧视图850都可以包括虚拟3D环境805。诸如肝脏810、动脉815、病变820、骨骼825和皮肤830的一些解剖结构,被分段并显示在虚拟3D环境805中,如图8A和图8B所示。

[0074] 在非限制性实施例中,消融针835的虚拟表示可以放置在虚拟3D环境805内。例如,医疗专业人员可以使用消融针835来将要治疗的病变810的虚拟表示作为目标。这种靶向程序的更详细描述可以在美国专利申请公开第2016/0058521号中找到,其公开内容通过引用整体并入本文。然而,本领域普通技术人员将认识到,尽管消融针835在图8A和图8B中被描述,任何其他合适的医疗设备可以被采用并且可以使用本文所述的教导,并且前述内容不限于单独使用消融针。

[0075] 图9是根据各种实施例的用于超声换能器和消融针的平面几何表示900的说明图。在非限制性的实施例中,在LUSA程序期间,医师可能希望当他正在推进或以其他方式移动消融针朝向目标病变或其他结构时在超声扫描图像中看到消融针。在一些实施例中,医师可能期望在扫描图像中查看整个消融针,而在其他实施例中,医师可能仅需要看到消融针的一部分。更进一步地,医师可以在LUSA程序的一部分期间寻求看到消融针的一部分,并且

然后在LUSA程序的另一部分,医生可以寻求看到整个消融针。本领域普通技术人员将认识到,尽管上述描述了执行LUSA程序的医师,但是附加的医疗程序也可能需要医师或其他医疗专业人员看见医疗设备(诸如消融针)的一些或全部,并且上述内容仅仅是示例性的。

[0076] 如图9所见,在一个实施例中,平面几何表示900可包括肝脏905、位于肝脏905内的病变910和身体皮肤915。在一个实施例中,可放置消融针930的虚拟表示以通过身体皮肤915到达目标病变。例如,消融针930可以在点940处穿透身体皮肤915,使得消融针930的针尖942在点945处到达目标(例如,目标病变910)。在一个实施例中可以包括位于超声探头935的末端的超声换能器920的超声探头935的虚拟表示可以放置在肝脏905的虚拟表示的表面上。超声换能器920可以在点925处接触肝脏905。本领域普通技术人员将认识到,虽然点925被图示为单数的,但这仅仅是示例性的,因为超声换能器920可以在基本上等于超声换能器920的接触肝脏905的面的表面的面积的区域处接触肝脏905。超声换能器920然后可以被配置为扫描出图像950,其可以对应于能够被这样的超声换能器920实际扫描的预期区域,使得在说明性实施例中,被扫描的图像950覆盖消融针930的大部分(例如,大于50%)。例如,超声换能器920可以获得包括由虚线960封围的内容的图像,使得任何结构(例如,肝脏905的一些或全部、针尖942和消融针930的一部分)在扫描图像950内时可见的。从基本几何形状,平面可以由点940、945和925形成。在该特定场景中,平面包括消融针930,然而本领域普通技术人员将认识到,实际上,可能难以调整超声换能器920的角度,使得超声换能器920可捕获包括消融针930的整体(例如,大于阈值,诸如例如90%)的扫描而没有一定程度的经验或外部帮助。因此,可能需要精确放置消融针930和换能器探头935两者,以便获得供医疗专业人员使用的准确扫描。

[0077] 图10是根据各种实施例的描述放置和调整超声探头的示例性过程的说明性流程图。例如,过程1000可以对应于用于将超声探头交互地放置到期望的取向和位置的工作流程。在一些实施例中,诸如外科医师的用户可以执行过程1000的步骤中的一些步骤,而计算系统(诸如图1的计算系统104)可以执行其他步骤,然而本领域普通技术人员将认识到这仅仅是示例性的。

[0078] 在非限制性实施例中,过程1000可以在步骤1002开始。在步骤1002,可以通过与计算系统相关联的显示屏来显示与患者相关联的3D环境。在一些实施例中,3D环境可包括待分析和/或治疗的器官(例如,肝脏)。此外,在一些实施例中,3D环境可以包括已经定位的消融针,使得消融需要与器官的特定部分对准(例如,相互作用)。例如,消融针可能已经定位在3D环境内,使得围绕器官表面的区域可以由与计算设备相关联的显示屏显示。

[0079] 在步骤1004,可以从用户输入设备接收第一用户输入,该第一用户输入指示3D环境的视图的位置和/或取向已经/已经改变。在一些实施例中,用户可以移动输入设备,诸如计算机鼠标、键盘、指示笔等,使得光标在对应的计算机屏幕上。通过移动输入设备(例如,鼠标),用户可以查看/观察不同的图形的被扫描区域以摆出探头。这可以允许用户从全局视角查看超声换能器探头的扫描区域和位置以确定最佳视图。可以确定第一取向,使得超声探头位于显示在该区域内的结构(诸如器官(例如肝脏))的表面上。例如,在移动计算机鼠标、键盘、指示笔等之后,可以确定输入设备被放置在主要器官表面的顶部。该输入设备(例如,鼠标光标)位置有点像从用户的视角到器官表面的射击光线。在一个实施例中,如果光标位于表面的顶部,则光标位置可以在一点处与器官的表面相交。例如,该点可以对应于

超声换能器920的触摸点925,如上面参考图9所描述。

[0080] 在步骤906,计算系统可以经由显示屏显示第一反馈。在一些实施例中,在与接收到第一用户输入的基本上相同的时间,系统可以被配置为显示第一反馈以帮助确定换能器探头的位置。例如,可以在所显示的区域图像内显示一个或多个视觉提示,以帮助用户确定可行位置以使超声探头被定位。本文提到的视觉提示可以在以下参考图11A和图11B更详细地描述。

[0081] 图11A和图11B是根据各种实施例的表示用于确定超声探头的位置和取向的操纵的说明图。如上面参考图10所描述,第一反馈可以对应于视觉反馈,在一些实施例中,该视觉反馈包括由超声探杆1110的超声换能器获得的扫描平面1105-a和1105-b。扫描平面1105-a和1105-b可以基于参考图9先前地描述的一些或所有原理来计算,图9包括虚拟针的路径和换能器触点。如从图11A所见,可识别超声探杆110与消融针1120的碰撞1115,并且可在第一图像1100内用红色平面1105-a指示碰撞1115。图11B的第二图像1150可描绘未识别到碰撞的场景(例如,超声探杆1110与消融针1120没有碰撞或相交)。在该特定场景中,“无碰撞”部分可以由第二图像1150内的蓝色平面1105-b表示。

[0082] 返回图10,在步骤1008,可以接收来自输入设备的第二用户输入以锁定换能器探头的位置。在一些实施例中,在确定器官表面上的期望位置之后,诸如在步骤1006,用户经由输入设备提供输入(例如,点击计算机鼠标的按钮),这导致超声换能器的位置和取向以及扫描平面“冻结”。例如,用户可以点击鼠标,同时显示设备显示视觉提示(例如,平面1105-a或1105-b),并且超声换能器探杆的位置1110和超声换能器探杆1110的取向由与鼠标相关联的对应的计算系统识别和存储。

[0083] 在步骤1110,可以由显示设备显示包括消融针的一个或多个被扫描的图像。例如,计算系统可以显示附加的视觉信息,如下面参考图12A和图12B更详细地示出。在一些实施例中,计算系统可以显示由超声换能器1120获得的被扫描的区域的2D和3D表示中的一个或多个。例如,在2D表示中,消融针1120可以是可见的。在一些实施例中,计算系统能够提供相对于超声探头935的主体的超声换能器(例如,超声换能器920)的角度。例如,该角度可以表示超声换能器和定位在身体内的超声探头的一部分之间的角度。

[0084] 图12A和图12B是根据各种实施例的表示示出许多支持视觉提示(诸如俯仰角弹出、皮肤内长度弹出、超声扫描平面和超声平面中的针路径)的操纵的说明图。如图12A的视图1200内所见,可以用位于探头1205的一端的取向手柄1210显示逼真的超声探头1205。可以用在3D视图1200和2D视图1215两者中的多平面呈现(“MPR”)图像来显示被扫描的区域,如图12B所见。

[0085] 在2D MPR图像视图1215内,消融针1235的路径1230可以是可见的。在3D空间中,如视图1200所示,可以看到对应于超声换能器和探头1205主体之间的角度的第一角度1220,其可以被称为俯仰角。在一个实施例中,可以被称为俯仰角的第二角度1220可以对应于在用户调正超声探头的皮肤进入点之前换能器和探头1205的主体在直线上对准的从零度开始的角度。附加显示的可以是患者体内探头1205的主体的长度1225和探头1205的全长,其中长度可以对应于从皮肤进入点到附接到探头主体的换能器所位于的点的长度。根据这些测量和图形表示,医师可以清楚地知道放置超声换能器的位置,从探头控制调整的俯仰角是哪个,和/或何处进入患者体内。

[0086] 在步骤1012,可以发生确定超声探头已经被调整到第二取向。在一些实施例中,用户可以通过抓住探头1205的手柄1010(如图12A所示)在3D空间中调整超声探头的取向并相应地移动探头1205。在美国专利申请公开第2009/0142740号中可能描述能够用于调整超声探头的取向的技术的更详细描述,其公开内容通过引用整体并入本文。在调整期间,用户可以看到探头相对于3D空间中的其他对象的姿势,并且可以容易地确定探头1205的期望取向。

[0087] 在步骤1014,可以显示与第二取向相关联的第三视觉反馈。在一些实施例中,系统可以显示视觉反馈,诸如与换能器相关联的角度。例如,当正调整探头1205时,可以同时地更新俯仰角度值1220。由于超声探头1205的一个或多个操作限制,这可以让用户知道取向是否可以。附加地,探头1205经过肋或其他解剖部位的碰撞或穿透的可能性(应该被避免)可以被检测到。该检测可以由探头1205主体的主体中的警告颜色(例如红色)表示,以标记用户对潜在碰撞或穿透的注意。

[0088] 图13是根据各种实施例的示例性腹腔镜超声探头的说明图,该超声探头指示具有探头主体的换能器的俯仰角和偏航角。在一些实施例中,腹腔镜超声探头1300可包括三个主要部件:换能器1315、探头主体1320和一个或多个控制器1325。可通过控制器1325调整换能器1315以改变相对于探头主体1320的两个(或更多个)角度。这些角度中的一个可以对应于俯仰角1305,而这些角度中的另一个可以对应于偏航角1310。

[0089] 在步骤1016,可以发生确定超声探头已经被调整到第三取向。例如,用户可以通过抓住换能器1315的一端并在超声探头1300的规格所允许的有限的半圆范围内来回移动端部来相对于探头主体1320调节换能器1315的偏航角1310。该操作可以允许仅想要跟踪消融针尖的尖端并且不关心消融针的长度的用户。例如,这可以允许用户获得仅包括消融针尖的一个或多个被扫描的图像。相应地,在步骤1018,可以显示与第三取向相关联的第四视觉反馈。例如,计算系统可以被配置为显示偏航角1310。

[0090] 图14A和图14B是根据各种实施例的描述皮上测量以帮助医师定位超声探头的插入点和取向的示例性表示的说明图。在决定超声探头的位置之后,医师可能想要准确地确定进入点在患者身体中的位置。在一些实施例中,确定进入点的一种技术可以是执行两个距离测量。

[0091] 如图14A中所描绘,在皮肤1440被示出为透明的情况下,可测量的第一距离可对应于从超声探头1435的皮肤进入点1410到垂直线1420上的点1415的距离,其中垂直线1420表示在患者的身体中间的从头部延伸到脚趾的示例线。可以测量的第二距离可以对应于从点1415到解剖结构(诸如但不限于沿着垂直线1420的剑突1405)的距离。医师可以使用这两个距离来定位在实际手术过程中使用的腹腔镜超声探头1435的皮肤进入点。在一些实施例中,这两个距离也可以由用户指出患者的剑突1405的位置来提供。在确定剑突1405的位置之后,可以至少部分地基于与患者相关联的体积数据取向信息来确定患者的垂直线1420。接下来,可以将计划的探头皮肤进入点1410投影到垂直线1420以确定点1415的位置。可以以直线距离或沿着皮肤计算从剑突点1405到点1415的距离1425。根据各种实施例,对应于皮肤进入点1410至点1415的距离1430也可以以直线计算或作为沿皮肤的曲线来计算。

[0092] 医师还可能想知道如何将超声探头1435插入到患者体内,使得可以到达计划的位置。两个角度测量可以提供插入取向信息。在图14B中,在皮肤1440被示出为不透明的情况

下,可以测量第一角度1450,使得可以确定超声探头1435与探头1435在穿过皮肤进入点1410的轴向平面上的投影之间的角度。可以测量第二角度1455,使得可以确定投影线与垂直于患者所躺的手术台的垂直线之间的角度。

[0093] 利用(a)换能器上的一组控制参数和(b)对超声的进入点的一组控制参数,腹腔镜超声控制可以由用户交互地设置和调整,

锁定功能

[0094] 本教导的一个优点是用户可以通过锁定模拟中的不同变量来执行不同的模拟场景。这可以给予用户用于不同模拟项目的全新方法。该系统和方法可以根据用户的偏好或设置“锁定”两个仪器(即消融针和腹腔镜超声探头)的对准。用户偏好的一些示例包括锁定在超声图像上的针尖的显示,和/或锁定在超声图像上的针路径的显示。

[0095] 下面,图示了“锁定”的一些示例性实施例:

- 1.如果超声路径(进入点、探头取向、触摸点、换能器取向)被固定,并且设置消融目标,则因此系统可以计算消融针的最佳路径,包括进入点、取向和路径长度。
- 2.如果设置消融针路径,则可以计算超声路径。
- 3.如果设置消融针路径并设置超声进入点,则可以计算超声路径。
- 4.当用户交互地调整针路径时,可以自动更新对应的超声设置以确保(多个)超声图像显示针和/或针尖,如用户优选的。
- 5.当用户交互地调整超声探头时,也可以自动地更新对应的针路径。

[0096] 最后,计划或模拟可以被保存并且以后被重新加载以用于参考或训练。还可以将模拟制作成视频剪辑或其他视频回放媒介。

[0097] 在一些实施例中,可以响应于由用户输入设备102检测到的用户输入来实施锁定特征。例如,响应于检测到与锁定特征相关联的用户输入,可以通过程序数据库125来存储一个或多个参数。以这种方式,当进行调整时,如上面更详细描述,锁定参数可以不改变。

手术模拟

[0098] 在真正的腹腔镜超声引导消融手术期间,在将腹腔镜超声探头放置在患者体内之后,用户通常地仍需要调整超声探头,包括调整在固定进入点处的探头的取向、换能器触点和其扫描取向等,以便即时地处理身体移动、解剖结构变形等。例如,腹部气腔内的压力和麻醉的程度可能导致腹壁不同程度的扩张。此外,超声探头施加的压力可能导致器官移动或变形。为了帮助用户处理这些挑战,该系统可以通过应用变形模型以模仿上述腹腔气腔压力的情况来模拟真实的腹腔镜超声引导消融手术程序。通过结合变形信息可以导出由于变形引起的腹腔镜超声和消融针的相应对准。本发明的各种实施例可以通过软件来实施,但也可以以硬件来实施,或者以硬件和软件的组合来实施。本发明还可以体现为计算机可读介质上的计算机可读代码。计算机可读介质可以是此后可由计算机系统读取的任何数据存储设备。

[0099] 图15是根据各种实施例的可用于实现本教导的计算机的示例性计算系统架构的说明图。本教导包括包括用户界面元素的硬件平台的功能框图图示。如本文描述的计算机1500可以是通用计算机或专用计算机。两者可以被用于实施用于本教导的专用系统。如本文所述,该计算机1500可用于实施本教导的任何组件。尽管为方便起见仅示出了一个此类计算机,但是与如本文中所描述的本教导有关的计算机功能可以分布式的方式被实施在数

个类似的平台上,以分布处理负荷。

[0100] 计算机1500例如包括COM端口1550,该COM端口被连接到和来自与之相连接的网络以促成数据通信。计算机1500还包括以一个或多个处理器形式的中央处理单元(CPU) 1520以用于执行程序指令。该示例性计算机平台可包括内部通信总线1510、程序存储、以及不同形式的数据存储,例如,用于要由该计算机处理和/或传达的各种数据文件以及可能要由CPU执行的程序指令的盘1570、只读存储器(ROM) 1530、或随机存取存储器(RAM) 1540。计算机1500还可包括I/O组件1560,其支持计算机与其中的其他组件(诸如用户接口元件)之间的输入/输出流。计算机1500还可经由网络通信来接收编程和数据。

[0101] 因此,如上所概述的本教导的方法的方面可以在编程中被体现。技术的程序方面可被认为是通常以在某类机器可读介质上执行或实施在某类机器可读介质中的可执行代码和/或关联数据的形式“产品”或“制品”。有形非瞬态“存储”类型介质包括可提供在任何时间用于软件编程的存储的存储器或用于计算机、处理器或类似物的其它存储、或其相关联的模块(诸如各种半导体存储器、磁带驱动器、磁盘驱动器等)中的任何或所有。

[0102] 软件的所有或部分有时可通过网络(诸如,因特网或各种其它电信网络)来传达。此类通信例如可使得能够将软件从一个计算机或处理器加载到另一个计算机或处理器中,例如,从管理服务器或搜索引擎操作器的主机计算机或其他增强的高级服务器加载到计算环境或实施计算环境或与本教导有关的类似功能性的其他系统的(诸)硬件平台中。因此,可承载软件元素的另一种类型的介质包括光波、电波和电磁波,诸如跨本地设备之间的物理接口、通过有线和光学地线网络、和越过各种空中链路来使用的。承载这些波的物理元件(诸如有线或无线链路、光学链路或类似物等)也可以被认为是承载软件的介质。如本文所使用的,除非被限制于有形“存储”介质,否则诸如计算机或机器“可读介质”之类的术语指的是参与向处理器提供指令以供执行的任何介质。

[0103] 因此,机器可读介质可以采取许多形式,包括但不限于有形存储介质、载波介质、或物理传输介质。非易失性存储介质包括,例如,光盘或磁盘,诸如可用于实现附图中所示的系统或其部件中的任一个的在任何(多个)计算机中的存储设备或类似物中的任一个。易失性介质包括动态存储器,诸如这种计算机平台的主存储器。有形传输介质包括同轴电缆;包括形成在计算机系统内的总线的铜线和光纤。载波传输介质可采取电或电磁信号、或声波或光波(诸如在射频(RF)和红外(IR)数据通信期间生成的那些)的形式。因此,计算机可读介质的常见形式包括例如:软盘、柔性盘、硬盘、磁带、任何其它磁介质,CD-ROM、DVD或DVD-ROM、任何其它光学介质,穿孔卡片纸带、具有孔图案的任何其他物理存储介质,RAM、PROM和EPROM、FLASH-EPROM、任何其他存储器芯片或卡带盒,传输数据或指令的载波、传输这种载波的电缆或链路,或者计算机可从中读取编程代码和/或数据的任何其它介质。在将一个或多个指令中的一个或多个序列携带至物理处理器以供执行时可以涉及这些形式的计算机可读介质中的许多形式。

[0104] 本领域技术人员将认识到,本文的教导顺应于各种修改和/或增强。例如,尽管上面描述的各种部件的实现可被体现在硬件设备中,但是它也可被实现为仅软件解决方案,例如安装在现存服务器上。另外,如本文中所公开的本教导可被实现为固件、固件/软件组合、固件/硬件组合、或硬件/固件/软件组合。

[0105] 尽管前文已经描述了被认为构成本教导和/或其它示例的内容,但是应该理解,可

以对其做出各种修改,并且本文公开的主题可以以各种形式和示例来实施,并且教导可以应用于许多应用中,仅其中的一些在本文中被已经描述。所附权利要求旨在要求落入本教导的真实范围内的任何和所有的应用、修改和变化。

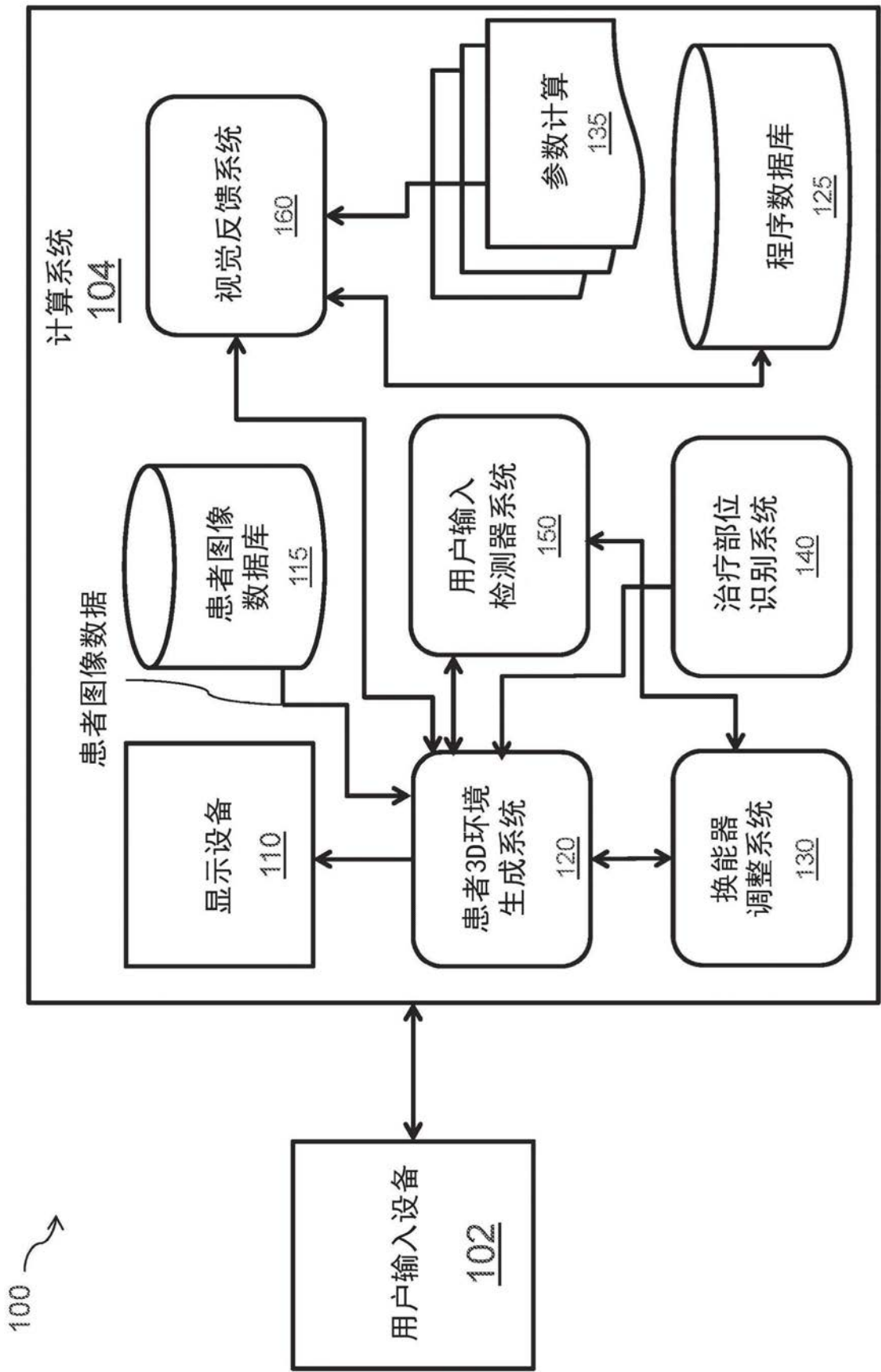


图1

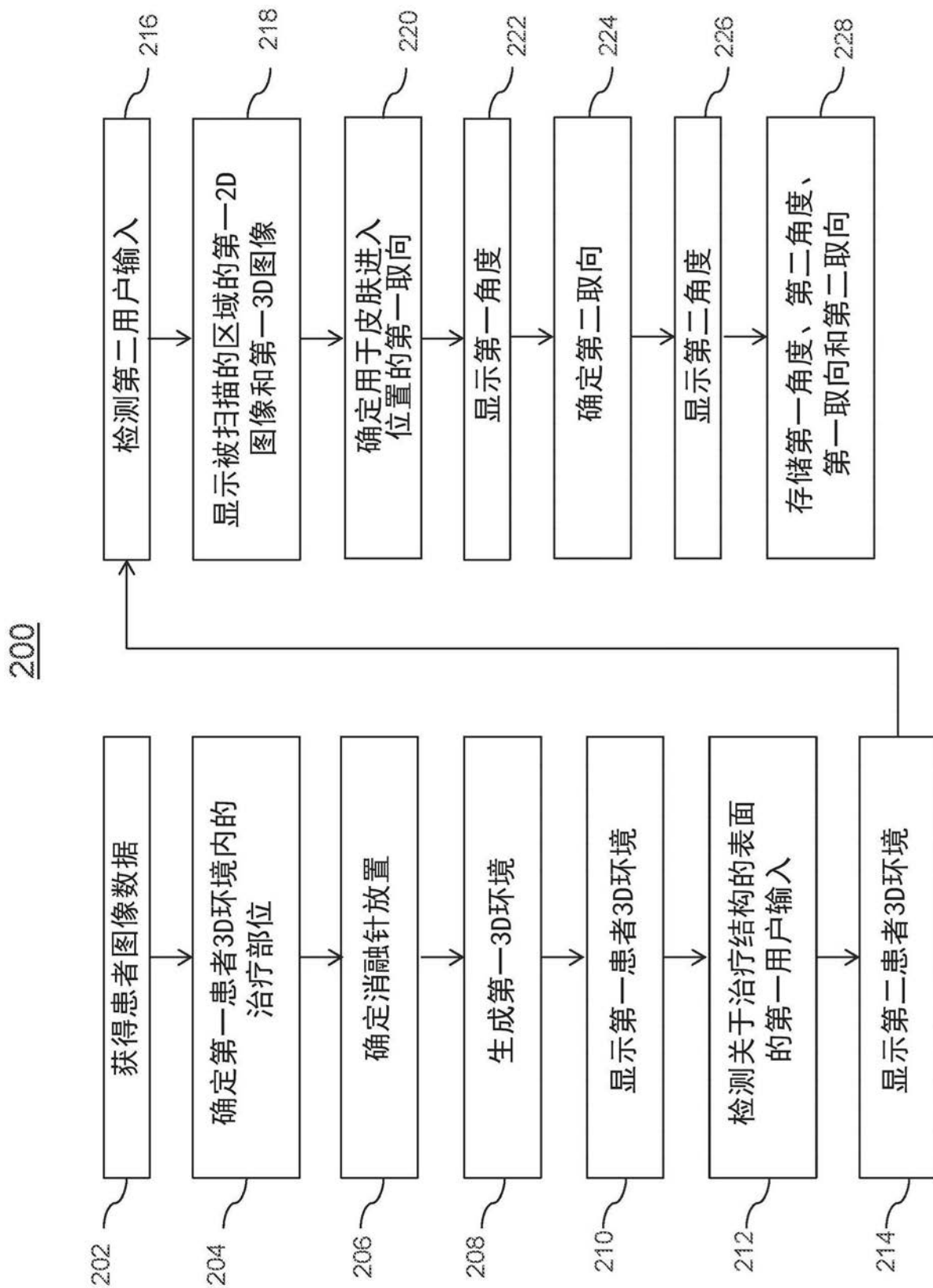


图2

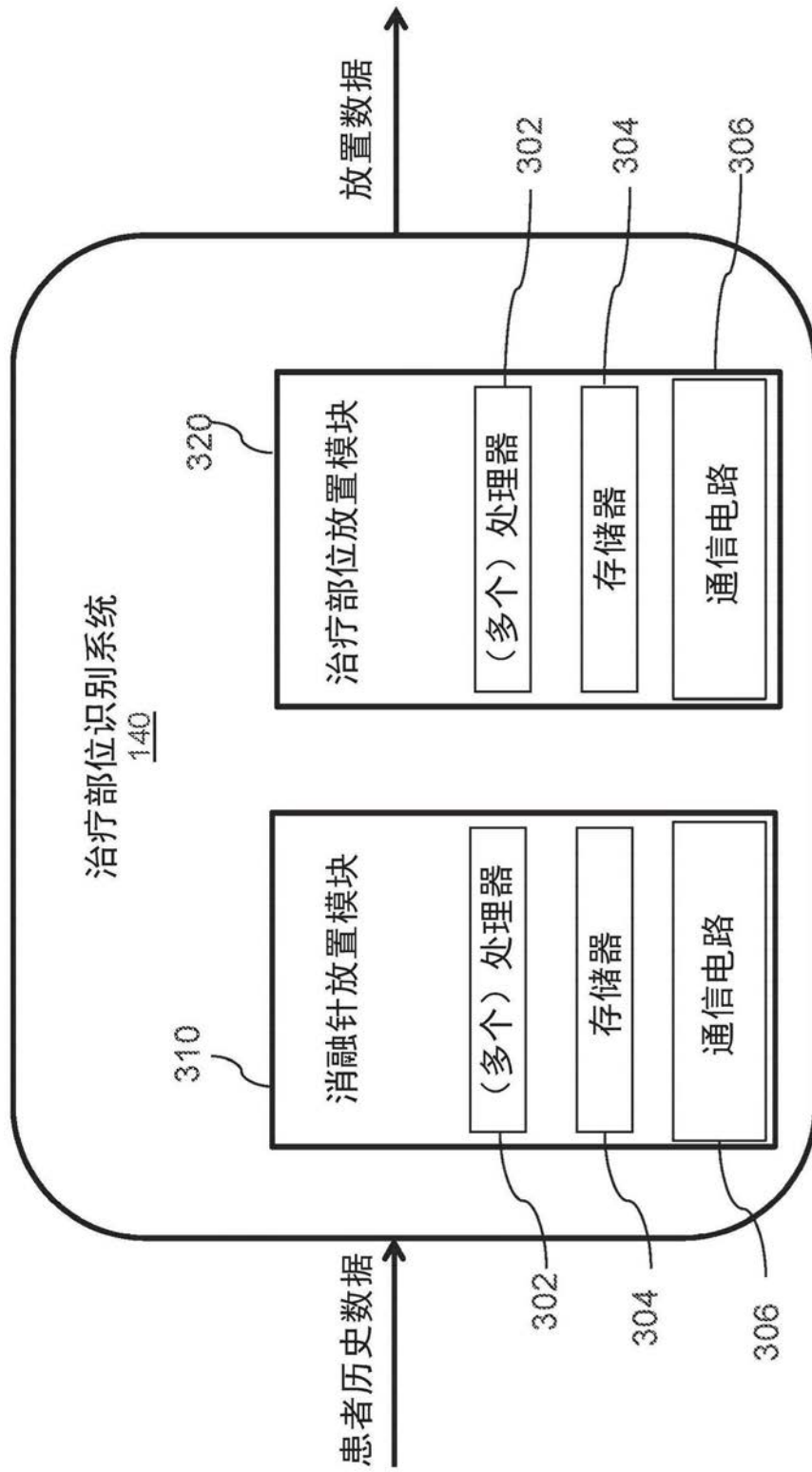


图3A

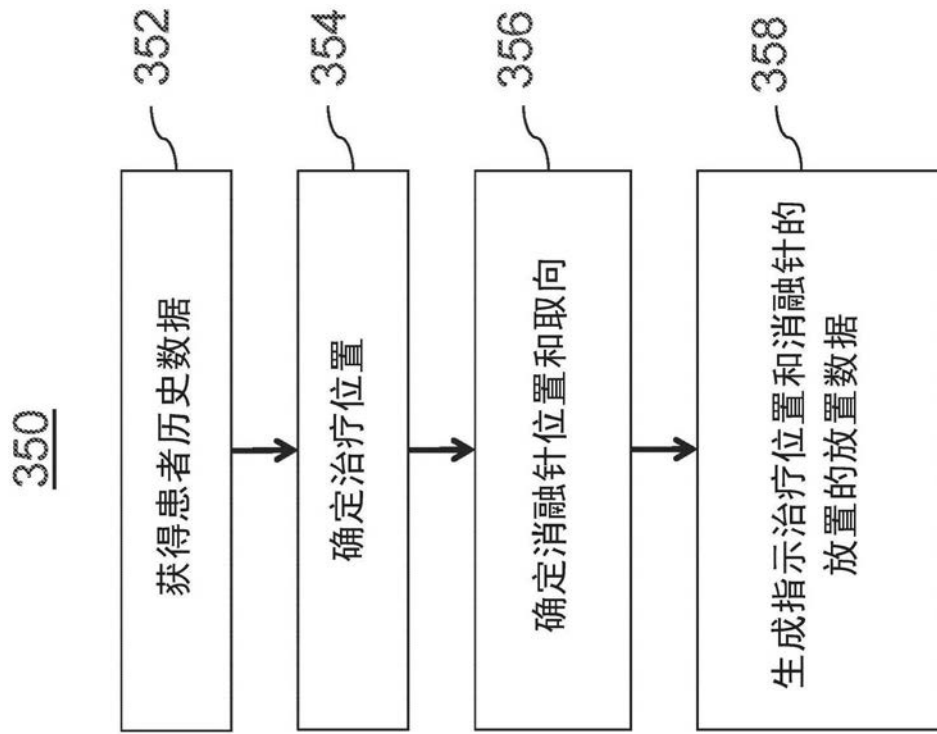


图3B

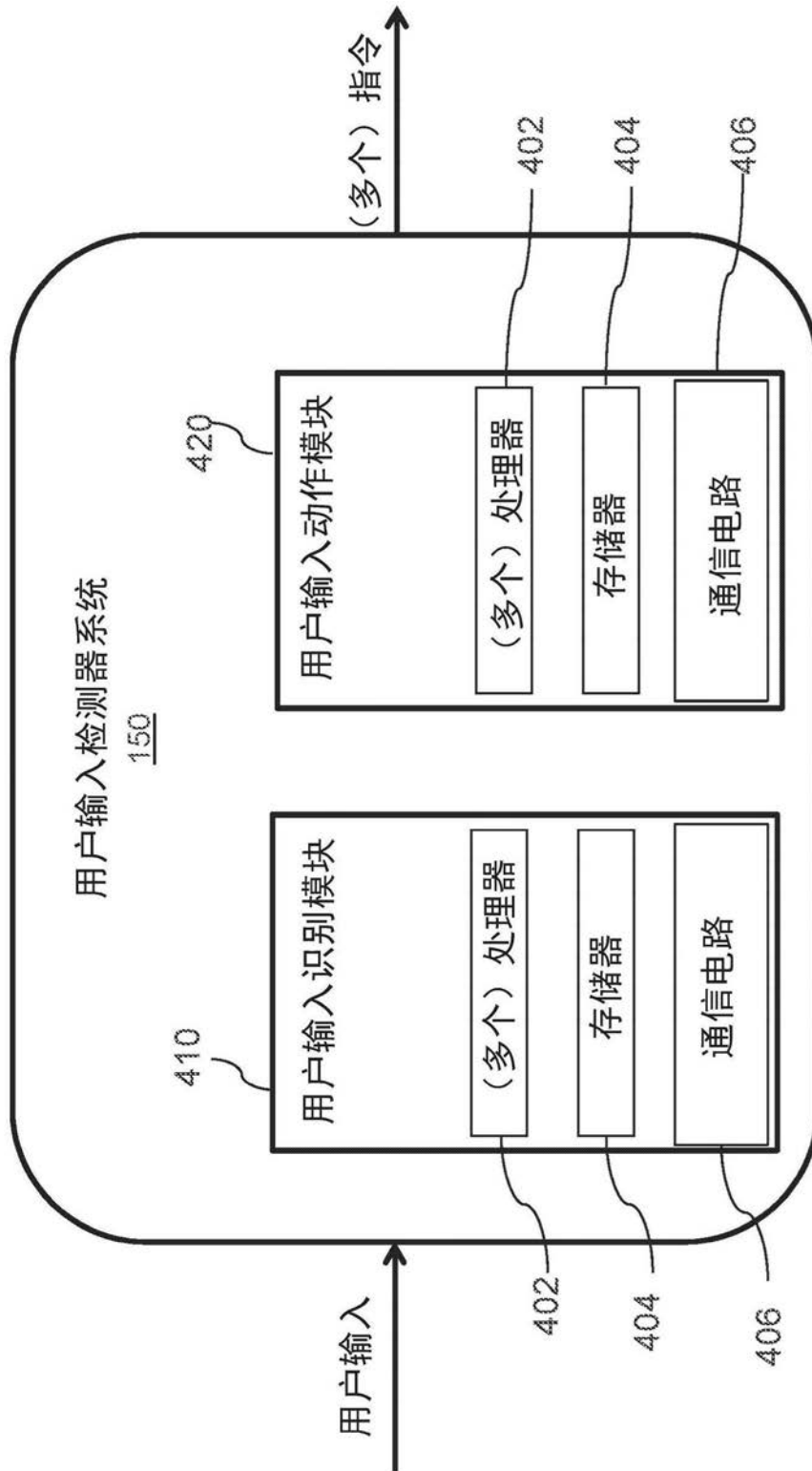


图4A

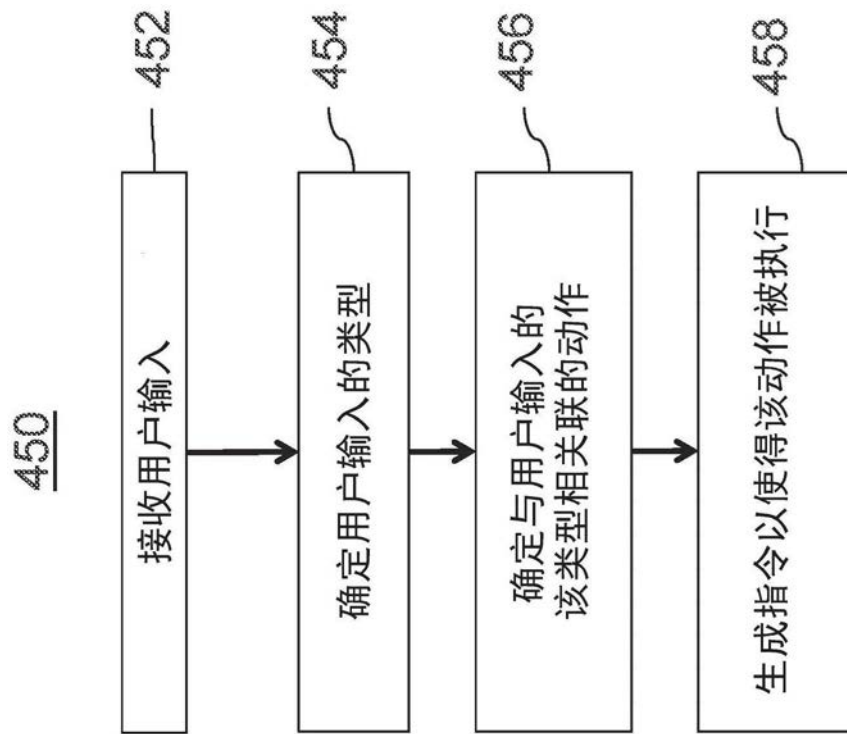


图4B

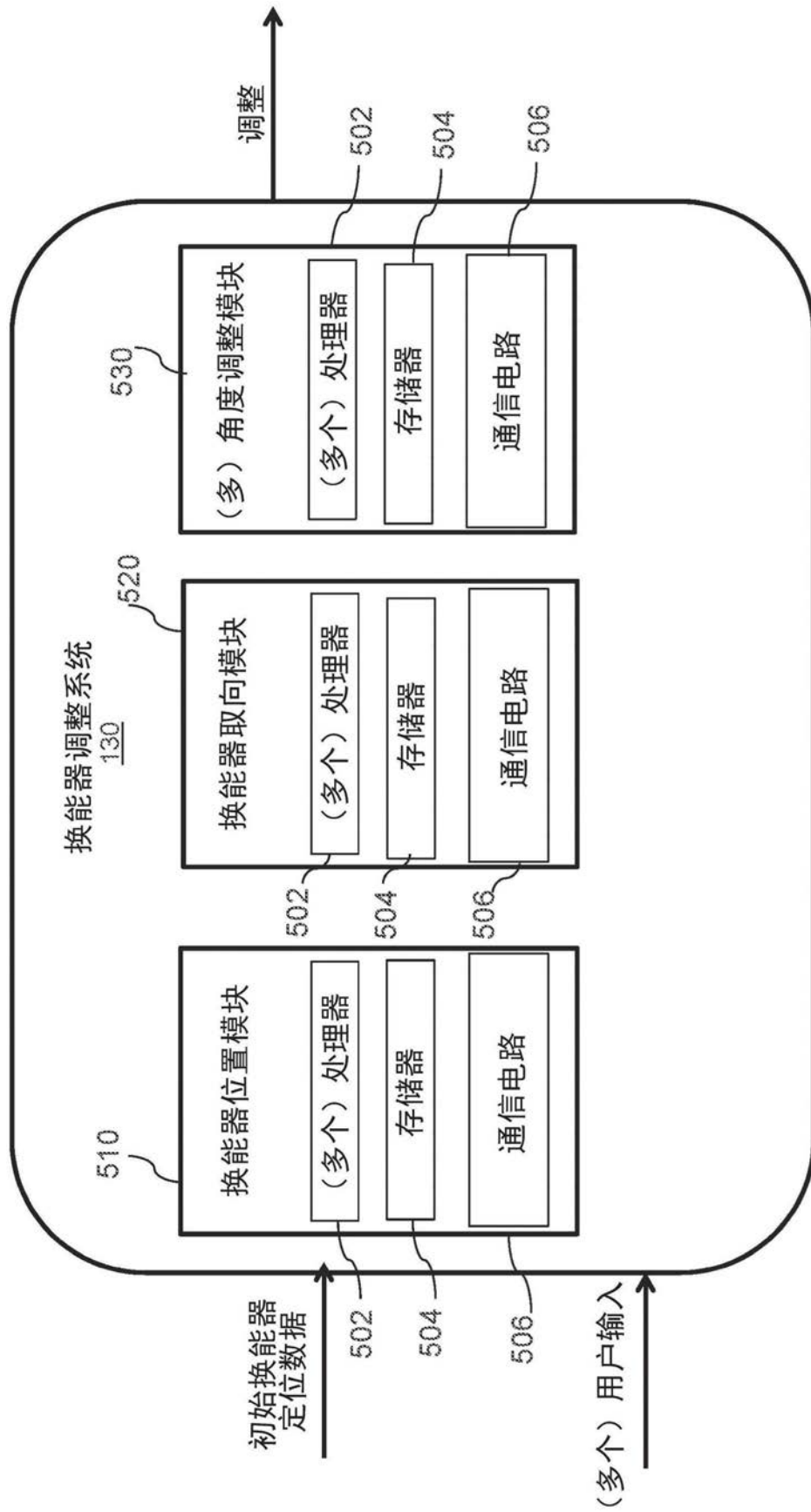


图5A

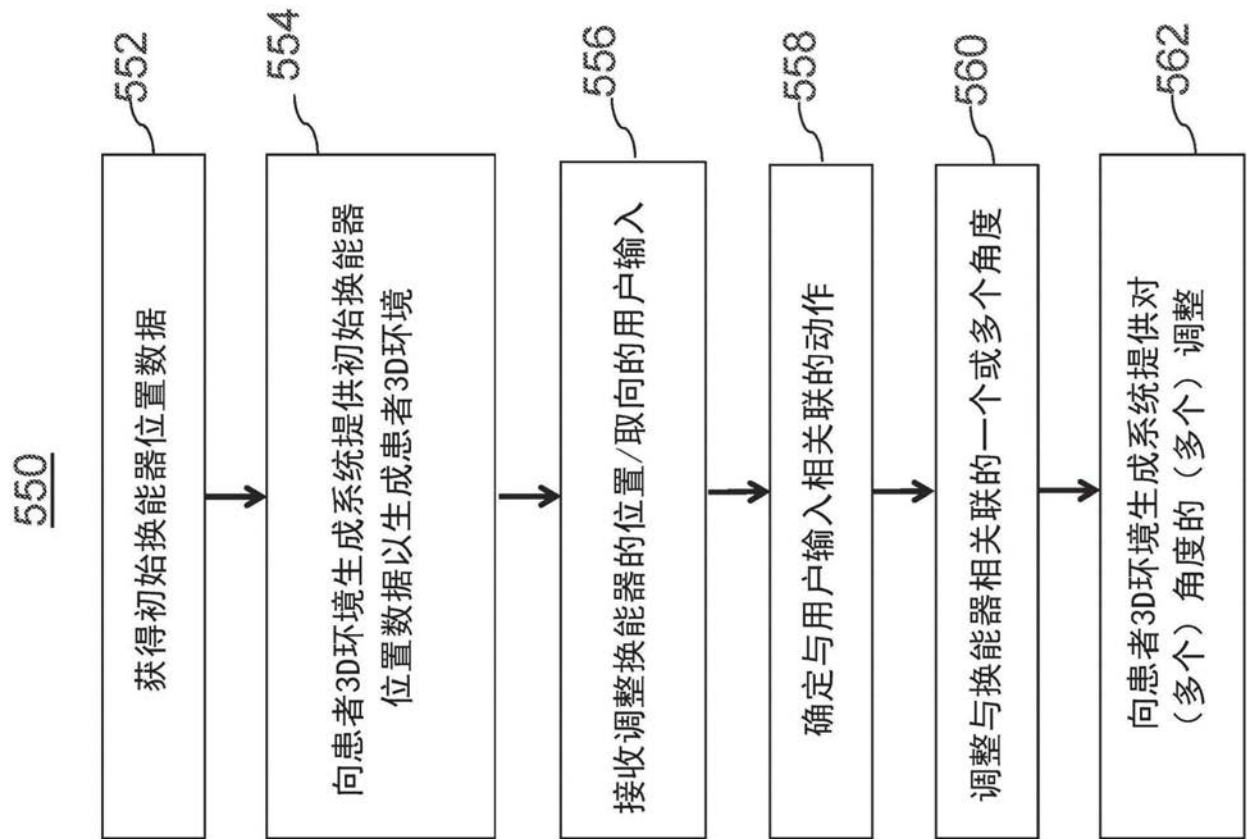


图5B

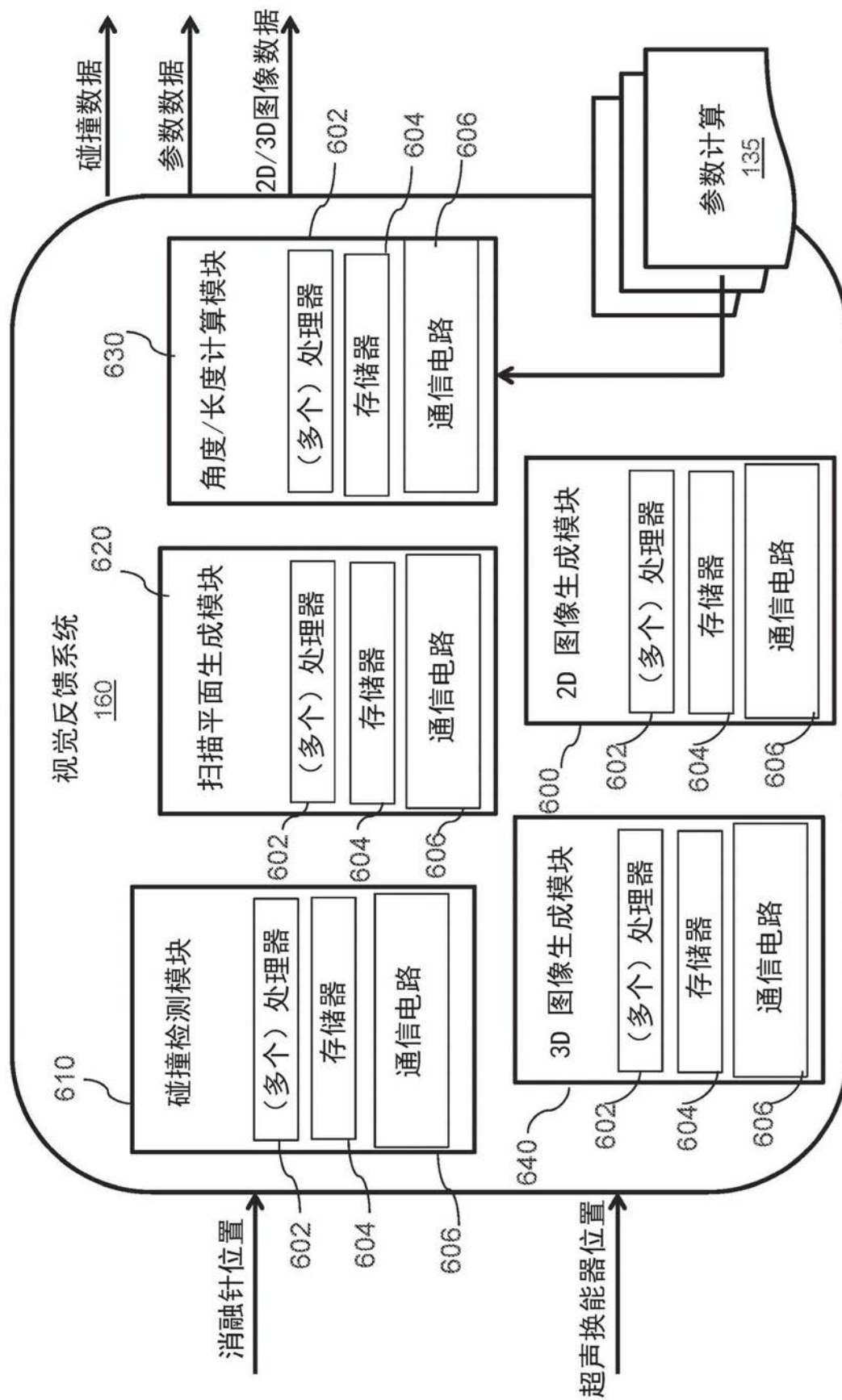


图6A

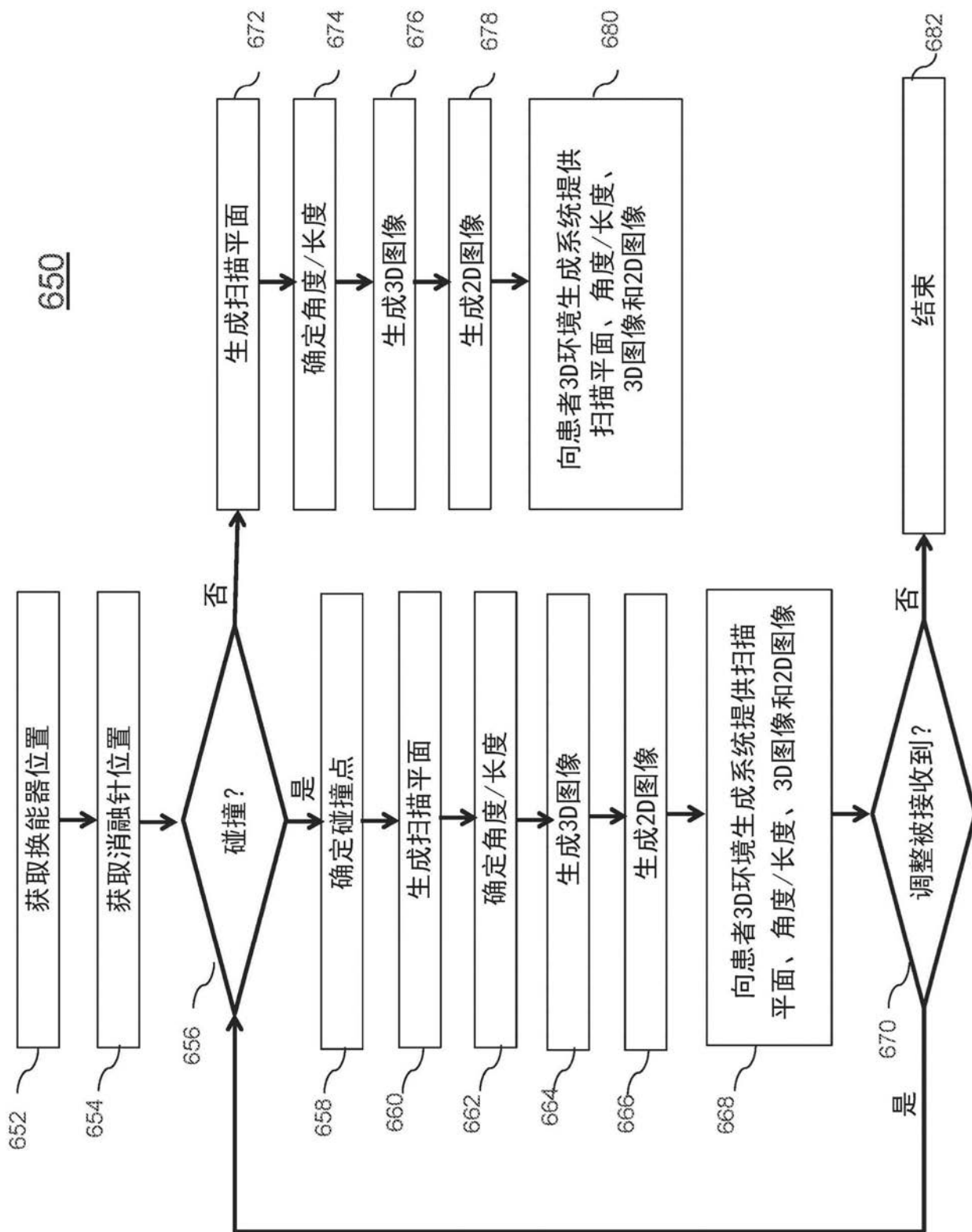


图6B

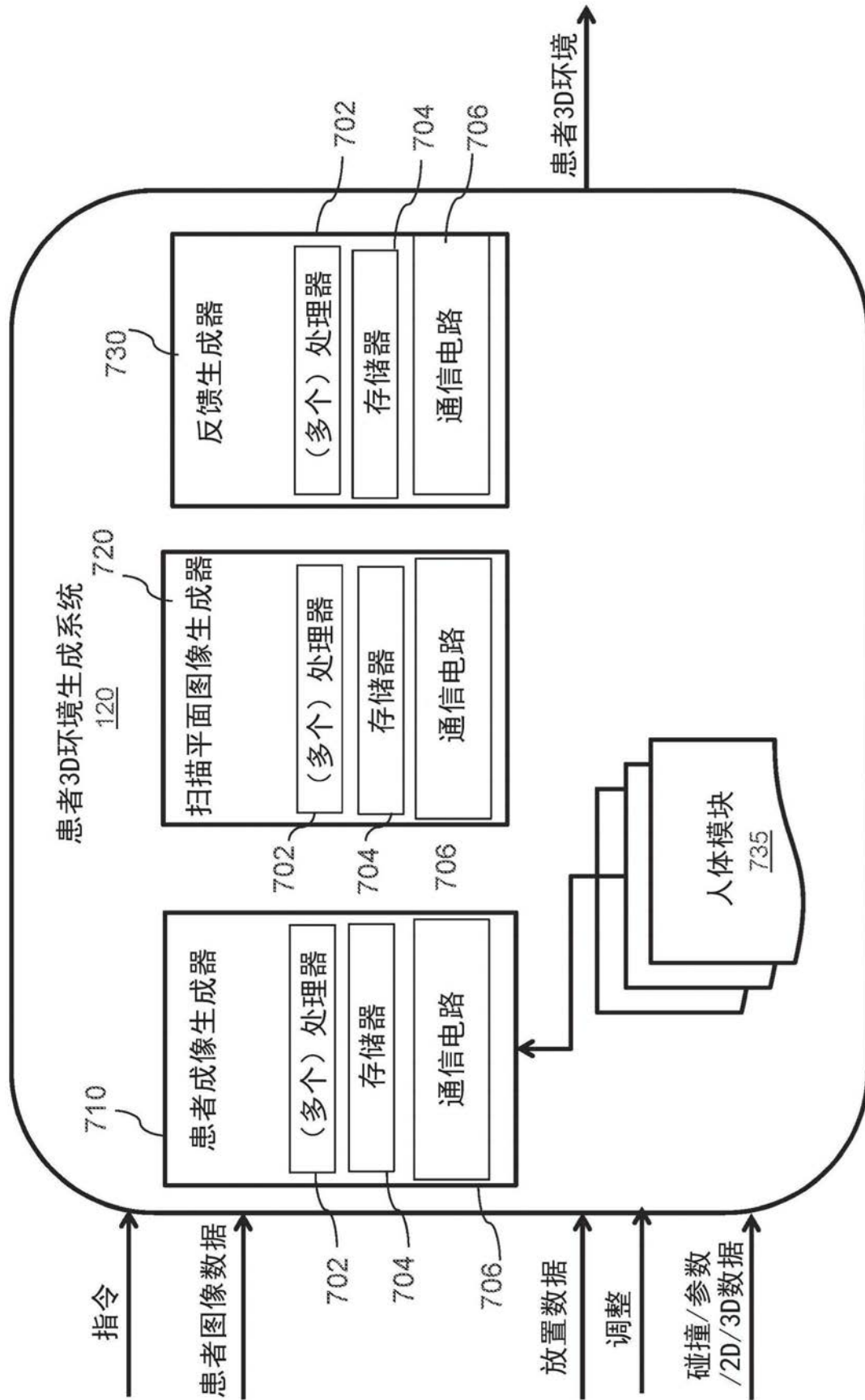


图7A

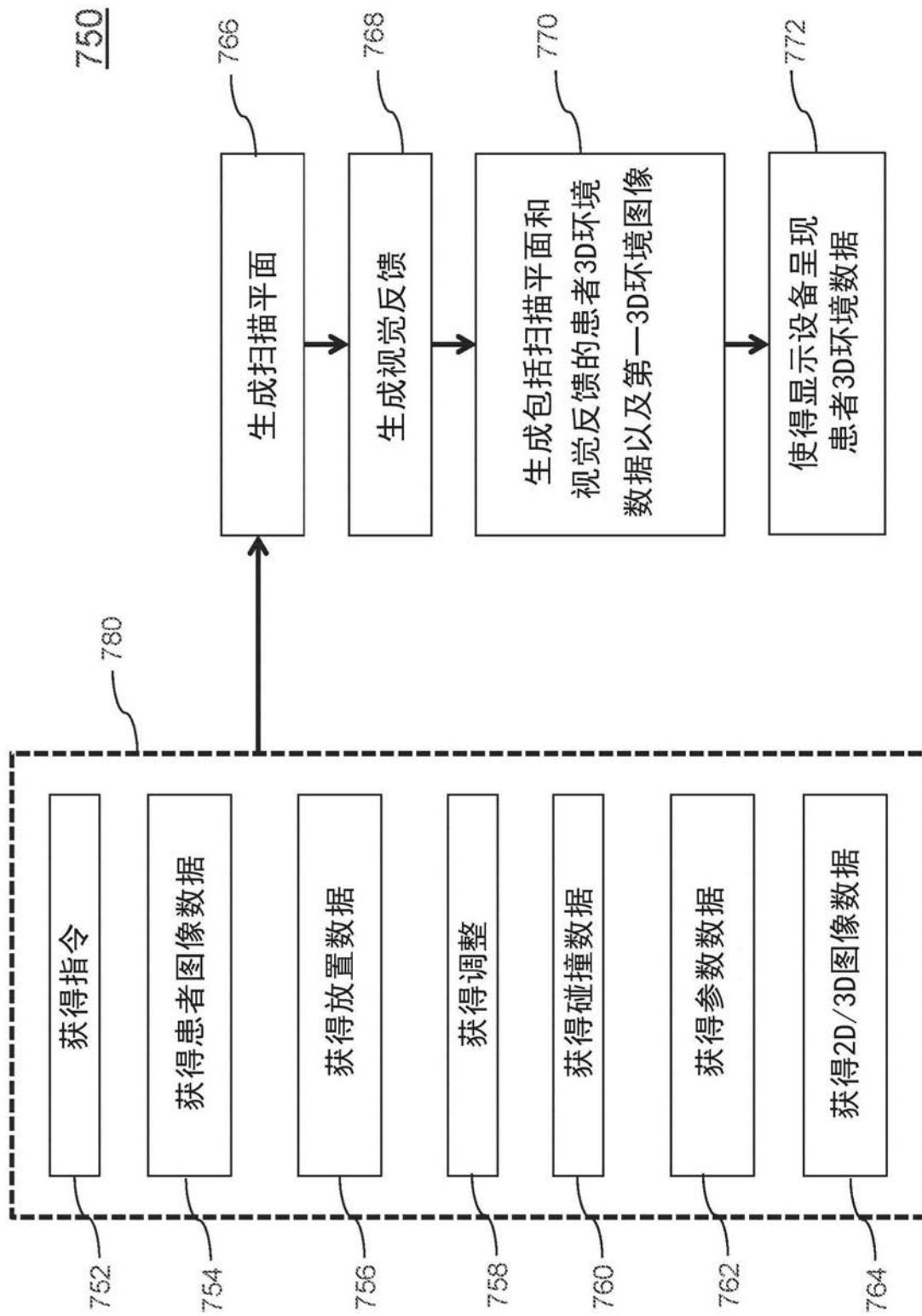


图7B

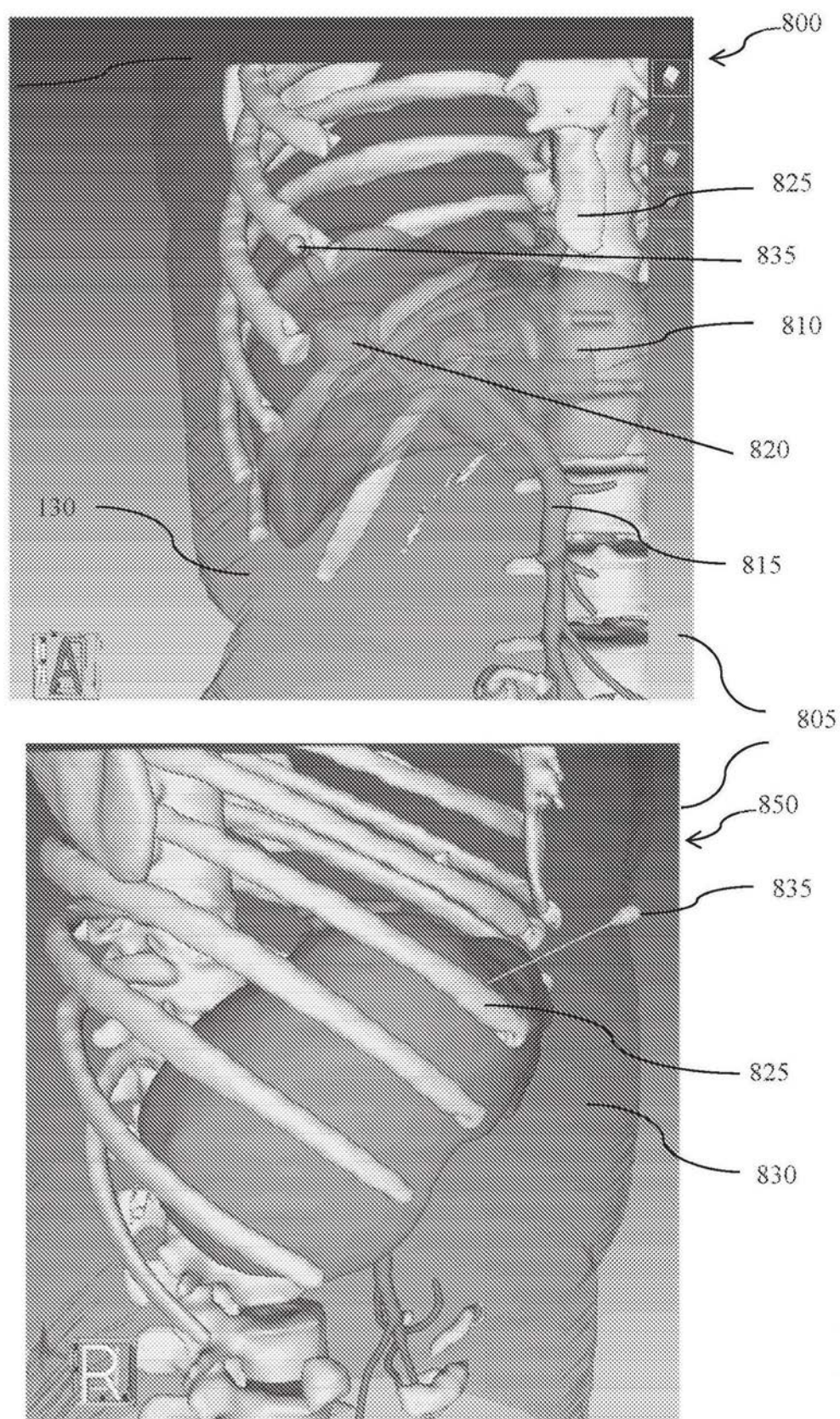


图8A图8B

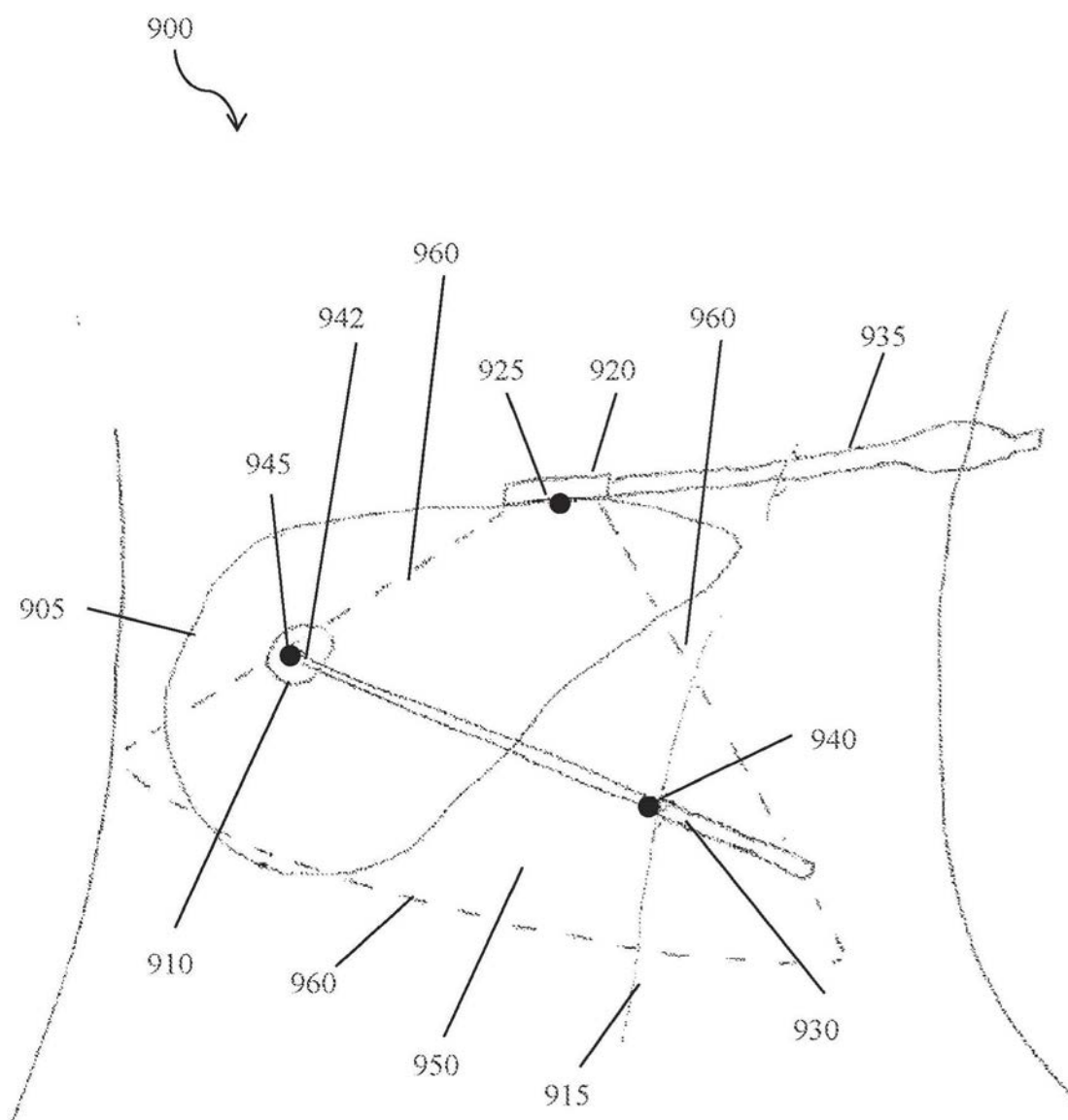


图9

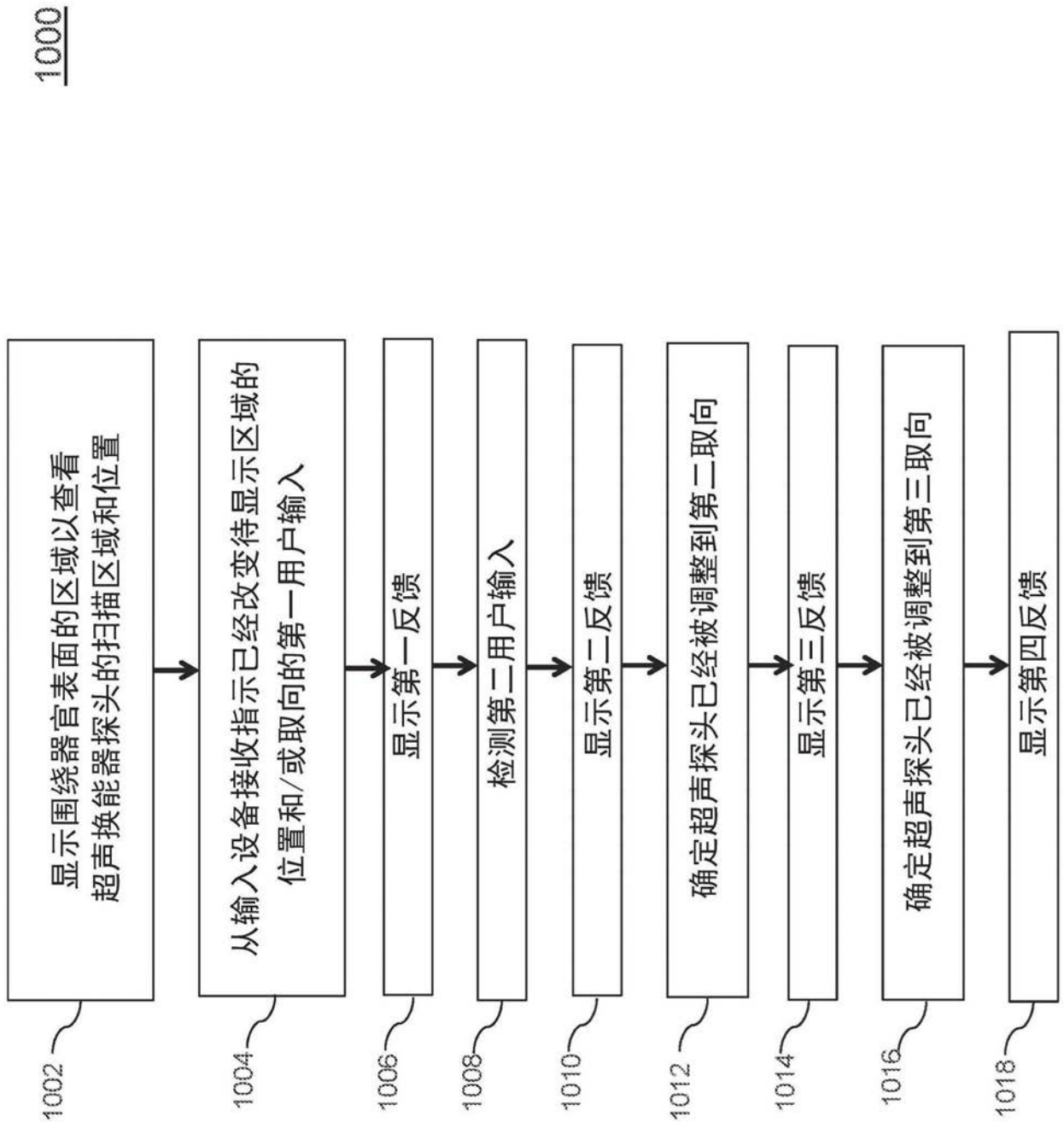


图10

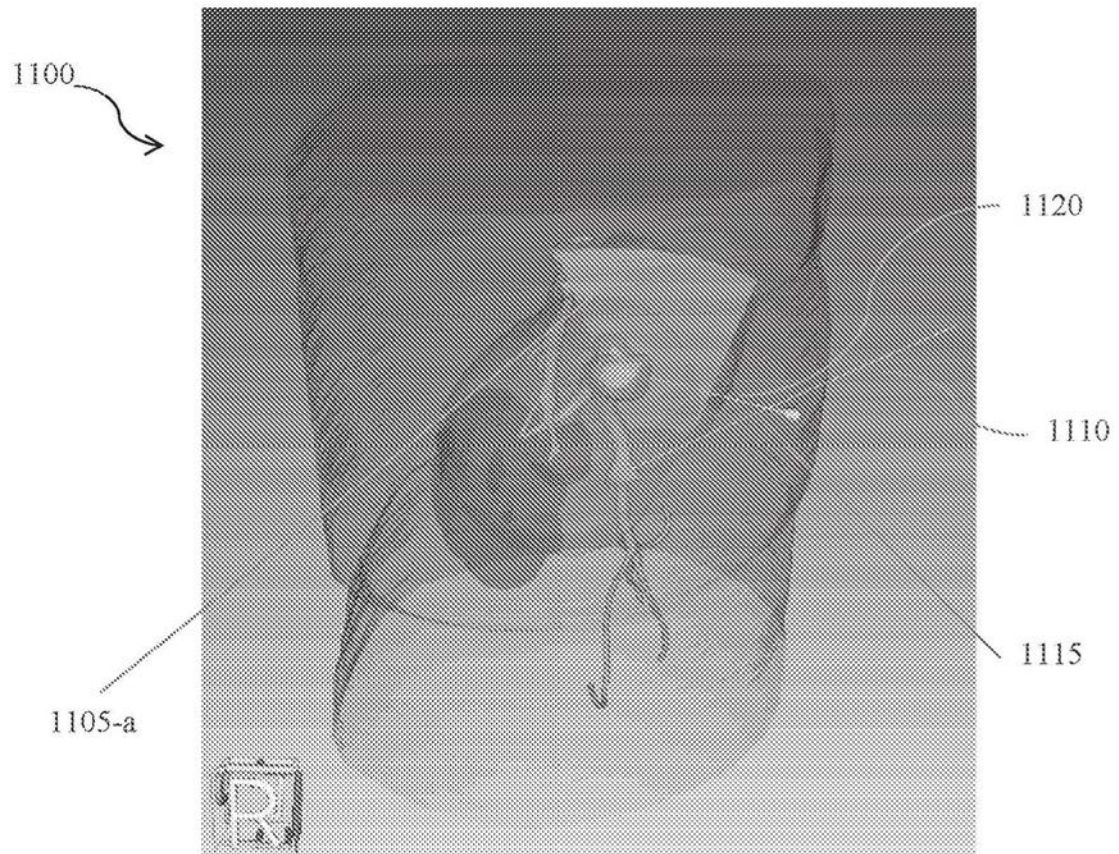


图11A



图11B

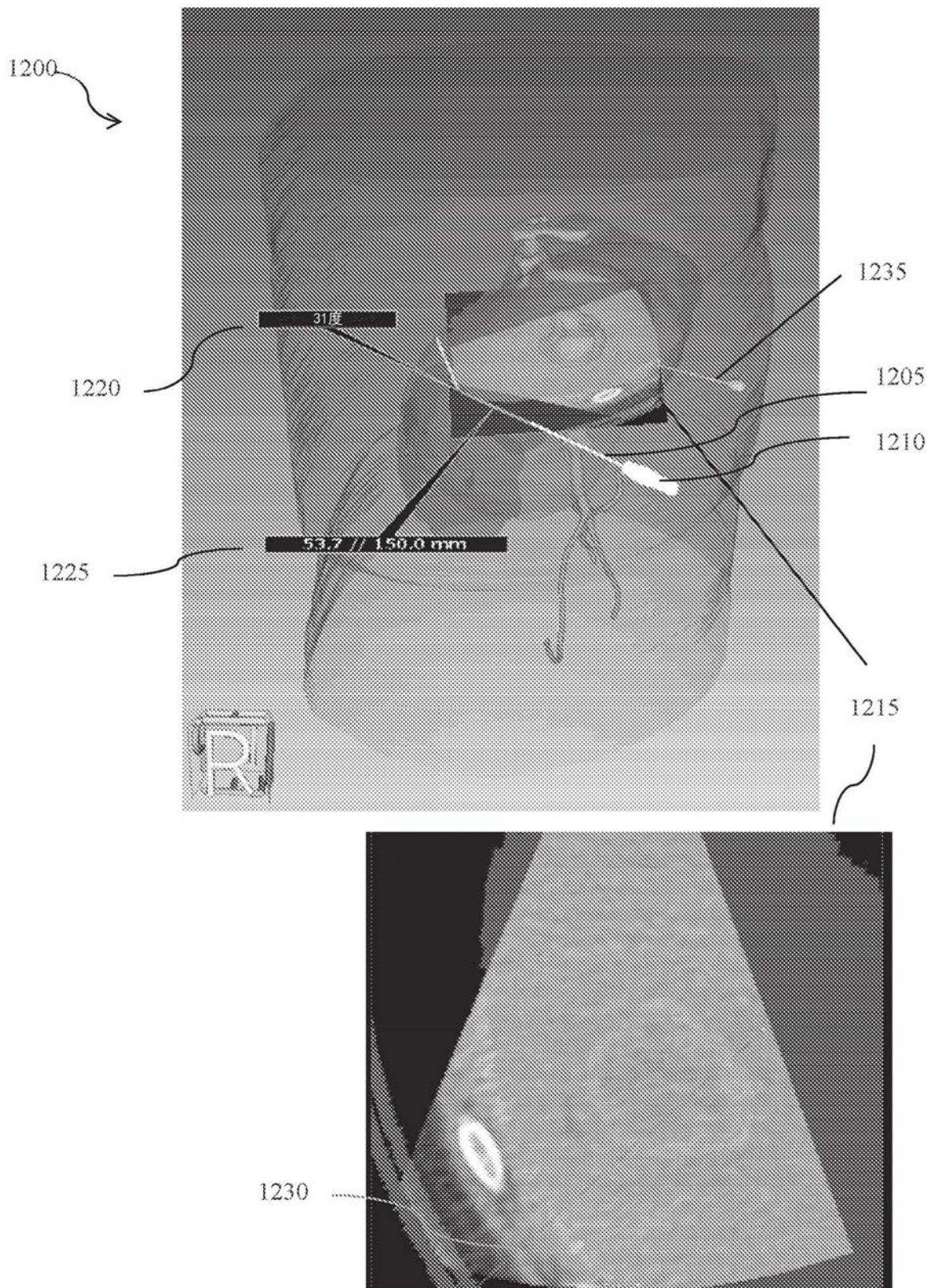


图12

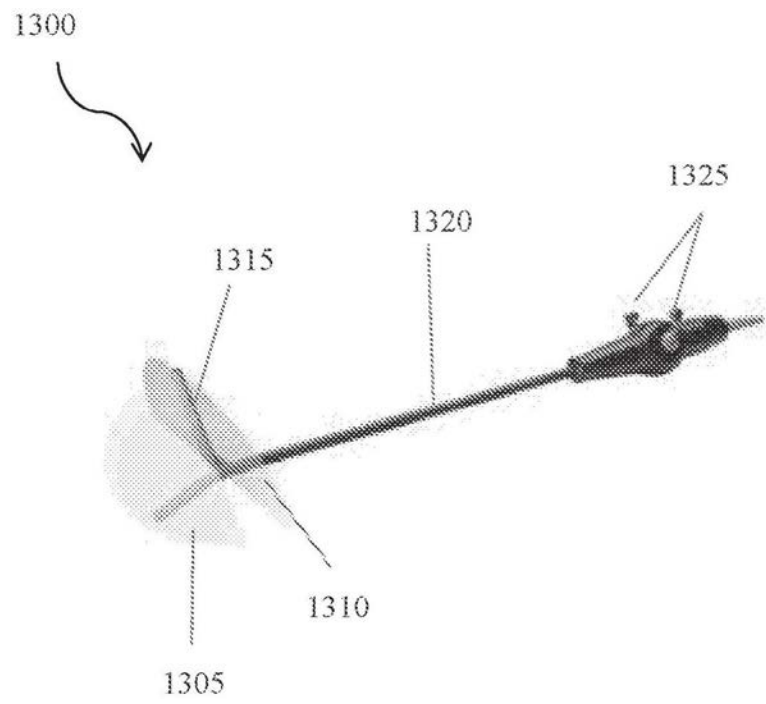


图13

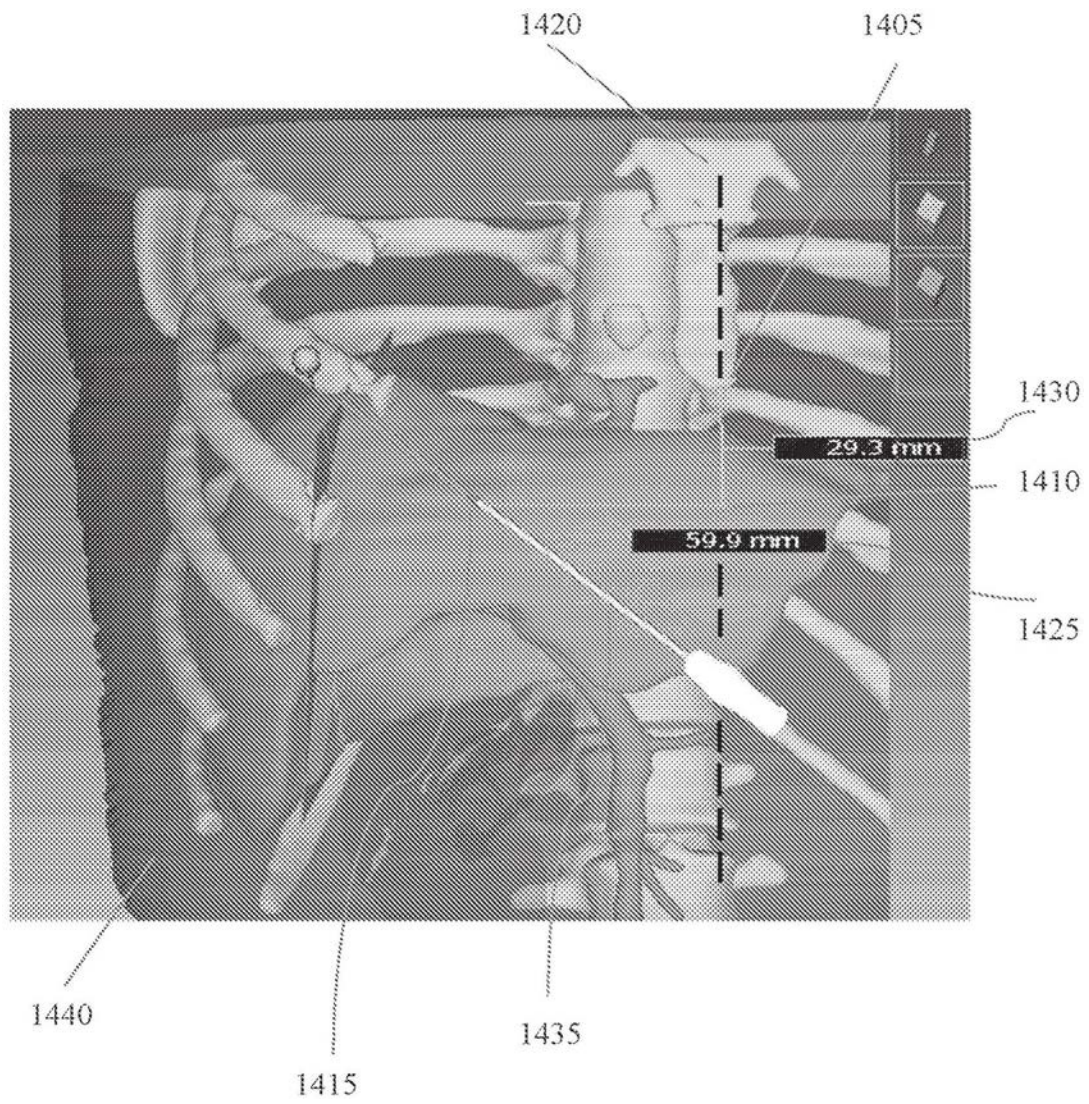


图14A

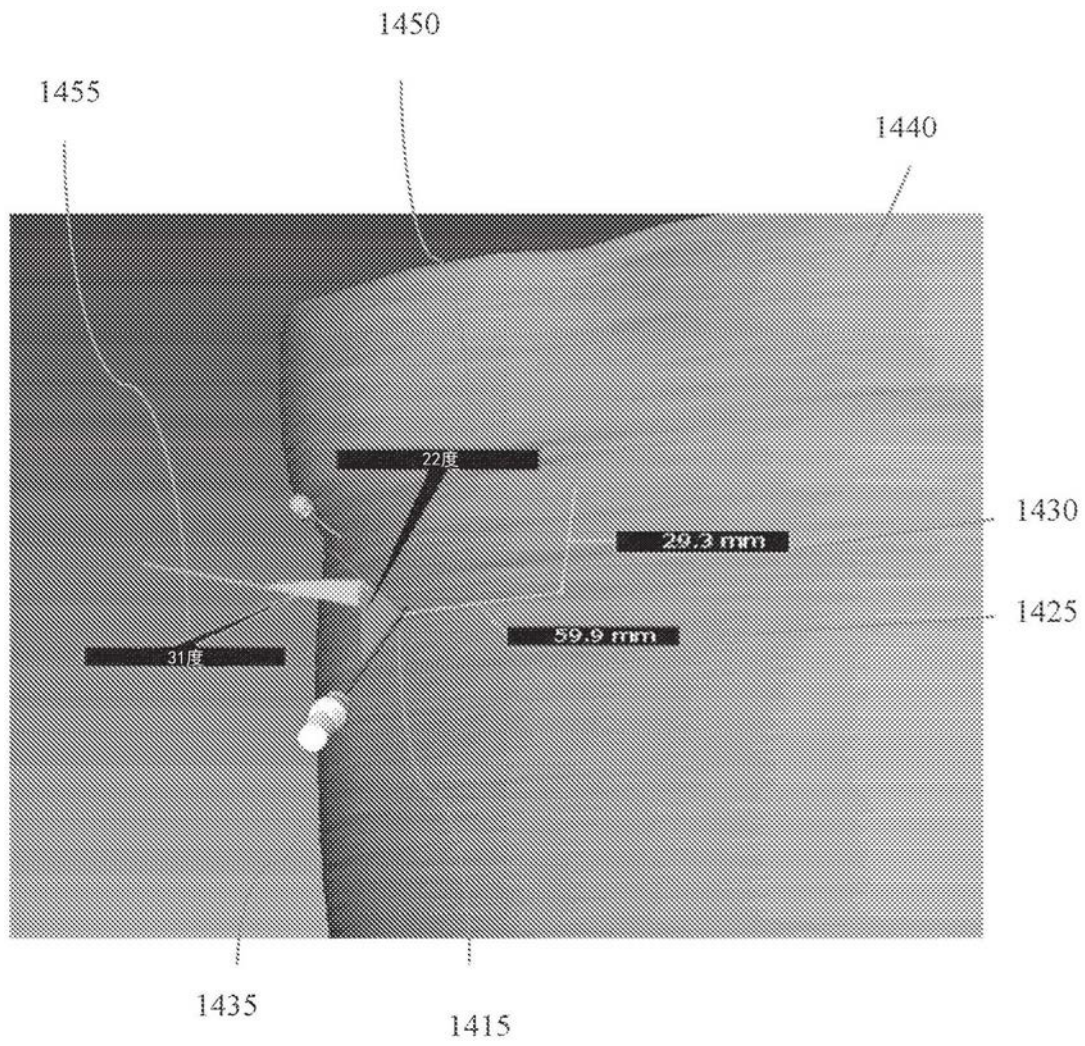


图14B

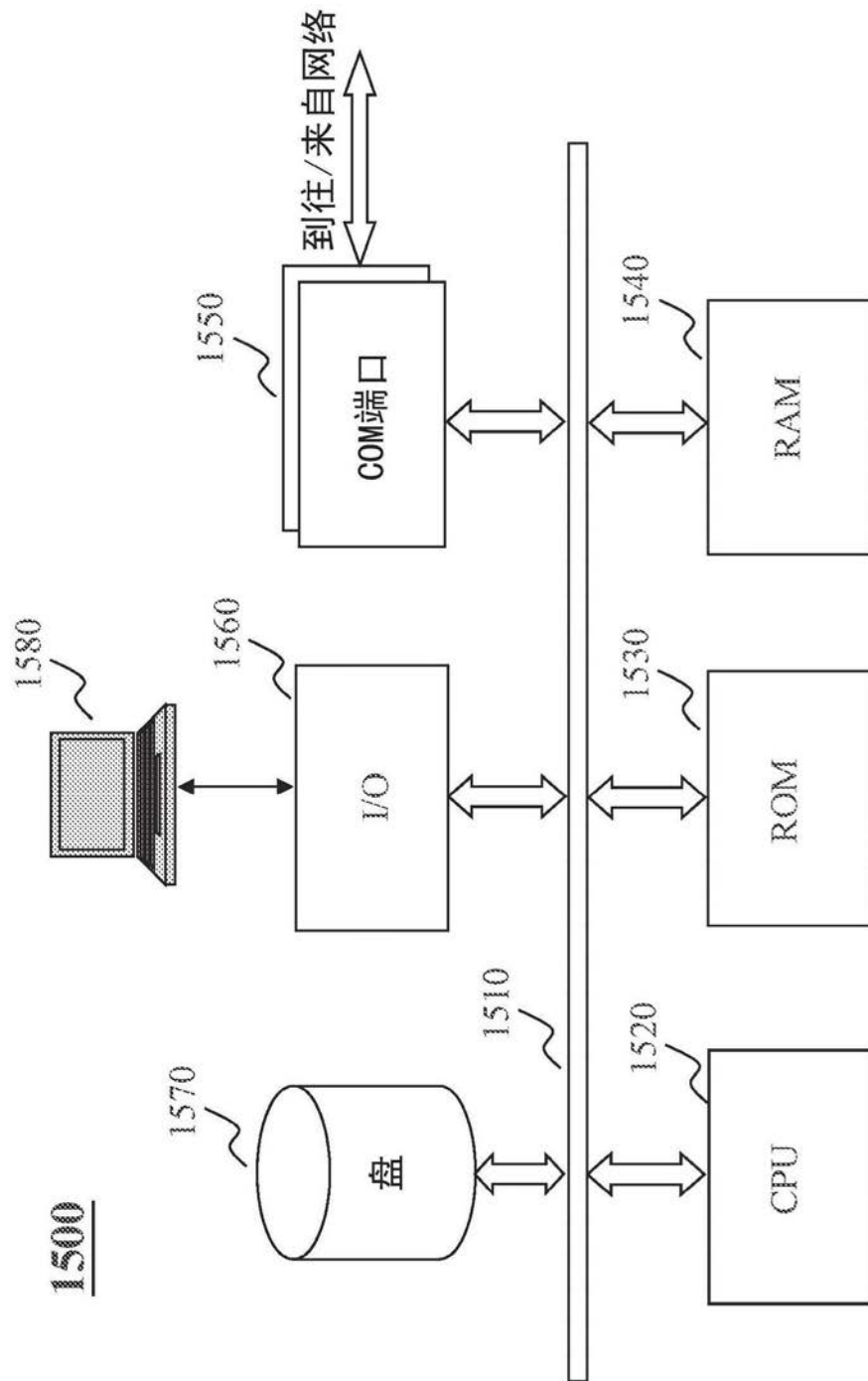


图15

专利名称(译)	交互式腹腔镜超声引导消融计划和手术程序模拟的方法和系统		
公开(公告)号	CN109310392A	公开(公告)日	2019-02-05
申请号	CN201780034979.6	申请日	2017-06-06
[标]发明人	梁正中 范黎 魏国庆 窦鑫 钱建中 曾小兰		
发明人	梁正中 范黎 魏国庆 窦鑫 钱建中 曾小兰		
IPC分类号	A61B8/00 A61B8/13 A61B8/14 A61B18/00 G09B23/00 G09B23/28		
CPC分类号	A61B8/0841 A61B34/10 A61B2017/320069 A61B2017/3413 A61B2034/101 A61B2034/102 A61B2034/105 A61B2034/107 G06F19/321 G06F19/324 G16H30/20 G16H50/50 A61B17/320068		
优先权	62/346189 2016-06-06 US		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

涉及用于程序的超声换能器的放置的系统和方法。在非限制性实施例中，包括患者的身体区域的图像以及包括在第一位置处的消融针的第一虚拟表示和在第二位置处的超声换能器的第二虚拟表示的图像的3D环境被呈现在显示设备上。可以确定有关第一虚拟表示和第二虚拟表示是否在第一碰撞点处碰撞。如果是，则可以调整与第二虚拟表示的取向和/或位置相关联的至少一个参数。然后可以确定有关第一虚拟表示和第二虚拟表示是否仍然碰撞，并且响应于确定不存在碰撞，存储在调整之后指示第二虚拟表示的位置的位置数据。

