



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103717136 B

(45)授权公告日 2017.03.29

(21)申请号 201280037785.9

(22)申请日 2012.07.26

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103717136 A

(43)申请公布日 2014.04.09

(30)优先权数据

61/512,931 2011.07.29 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2014.01.28

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2012/053825 2012.07.26

(87)PCT国际申请的公布数据

W02013/018003 EN 2013.02.07

(73)专利权人 皇家飞利浦有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72)发明人 A·K·贾殷 V·帕塔萨拉蒂

(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 6/00(2006.01)

A61B 8/00(2006.01)

A61B 6/12(2006.01)

A61B 8/08(2006.01)

G06T 7/00(2017.01)

(56)对比文件

US 2010/0063400 A1,2010.03.11,说明书摘要、说明书第14-16,27,29,31-34,46段、附图1.

CN 101252886 A,2008.08.27,说明书第5页最后1段至第6页第1段,第7页第1段,第8页第2段,第10页第1段,第12页第2段,第16页第2段,第21页第2段.

US 2011/0058653 A1,2011.03.10,说明书第18段.

审查员 宋含

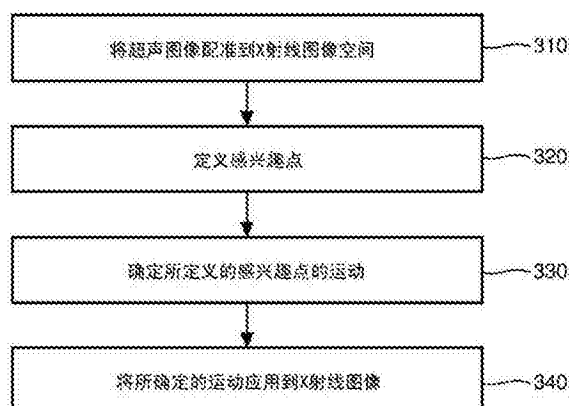
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

X射线上对软组织运动的准确可视化

(57)摘要

提供了用于在X射线图像上对软组织运动进行准确可视化的方法、系统和程序产品。将实时超声图像配准到X射线图像空间。定义感兴趣点。从实时超声图像确定选定点的运动。将所确定的运动应用到所述X射线图像上的选定点。



1. 一种用于在X射线图像上对软组织运动进行准确可视化的方法,包括如下步骤:  
将实时超声图像配准到X射线图像空间(步骤310);  
定义软组织的感兴趣点(步骤320);  
从所述实时超声图像确定所定义的感兴趣点的运动(步骤330);  
将所确定的运动应用到所述X射线图像上的所述所定义的感兴趣点(步骤340)。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中,定义多个感兴趣点,针对每个定义的感兴趣点确定运动,并将所确定的针对每个定义的感兴趣点的运动应用到所述X射线图像上的相应定义的感兴趣点。
3. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述感兴趣点是在X射线图像上定义的。
4. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述感兴趣点是在从X射线图像生成的3D模型上定义的。
5. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述感兴趣点是在所述超声图像上定义的。
6. 根据权利要求1所述的方法,其中,将所述超声图像配准到所述X射线图像包括在所述X射线图像空间中对超声探头进行电磁跟踪。
7. 一种用于在X射线图像上对软组织运动进行准确可视化的系统,包括:  
至少一个处理器(110);  
至少一个存储器(120),其操作性连接到所述至少一个处理器;  
超声成像系统(200),其操作性连接到所述至少一个处理器;以及  
指令程序(121),其编码于所述至少一个存储器上并由所述至少一个处理器执行以在X射线图像上对软组织运动进行准确可视化;  
其中,所述处理器被配置成将实时超声图像配准到X射线图像空间;定义软组织的感兴趣点;从所述实时超声图像确定所定义的感兴趣点的运动;并将所确定的运动应用到所述X射线图像上的所述所定义的感兴趣点。
8. 根据权利要求7所述的系统,还包括X射线机(300),其操作性连接到所述至少一个处理器,其中,所述X射线机向所述至少一个处理器实时提供X射线图像流,并且所述软组织运动被叠加到每个对应的X射线图像上。
9. 根据权利要求8所述的系统,还包括手术工具,其中,在介入流程期间,利用来自超声跟踪的组织运动叠加结果,X射线图像流相对于X射线流上的软组织准确地跟踪所述工具的尖端。
10. 根据权利要求9所述的系统,其中,利用所述运动叠加结果自动放大所述X射线图像以在所述X射线流中准确定位所述工具。
11. 一种用于在X射线图像上对软组织运动进行准确可视化的装置,所述装置包括:  
用于将实时超声图像配准到X射线图像空间的模块;  
用于定义软组织的感兴趣点的模块;  
用于从所述实时超声图像确定所定义的感兴趣点的运动的模块;以及  
用于将所确定的运动应用到所述X射线图像上的所述所定义的感兴趣点的模块。

## X射线上对软组织运动的准确可视化

### 技术领域

[0001] 本发明涉及医学成像领域,更具体而言,涉及用于通过融合X射线和超声图像数据来对减少剂量的X射线图像上的软组织运动进行准确可视化的方法、系统和计算机程序产品。

### 背景技术

[0002] X射线荧光图像用于各种医学介入中,在流程期间用于工具引导以及工具和身体结构的可视化。X射线荧光图像实时地提供高分辨率工具可视化。但是,X射线图像并不是特别擅长探测软组织,例如身体结构,或者软组织运动,例如呼吸、心跳等。同样地,X射线荧光图像使患者和医学人员暴露于X射线剂量之下,最好在介入流程期间限制患者或者医学人员接收的X射线剂量。

[0003] 越来越多地使用2D/3D超声成像(U/S)作为辅助,用于引导心脏介入。U/S的关键作用是利用实时运动信息增强流程前的规划。虽然U/S可以实时地探测软组织运动,但是它无法很好地捕获工具,这限制了它在工具引导或者可视化方面的有用性。

[0004] EP2160978提供了一种使用超声和X射线的组合进行导管引导的方法和装置。在超声图像160和X射线图像150中跟踪异物(导管导丝156、162的尖端)。异物的位置被用于配准这两个图像。

[0005] US2009/326373提供了一种通过将来自术前X射线图像的3D重建配准到超声图像来辅助经皮介入的方法。

[0006] US2008/095421提供了一种通过将荧光图像和术前体积配准到3D超声坐标来将荧光图像配准到术前CT或者MRI体积的方法。

[0007] US6574499提供了一种乳房造影的方法和装置,其提供配准到X射线乳房造影单元的超声图像数据。

### 发明内容

[0008] 提供了用于在X射线图像上对软组织运动进行准确可视化的方法、系统和程序产品。

[0009] 根据一个实施例,提供了一种用于在X射线图像上对软组织运动进行准确可视化的方法。将实时超声图像配准到X射线图像空间。定义感兴趣点。从实时超声图像确定选定点的运动。将所确定的运动应用到所述X射线图像上的选定点。

[0010] 根据一个实施例,选择多个感兴趣点,针对每个选定点确定运动,并将针对每个点确定的运动应用到所述X射线图像上的相应选定点。

[0011] 根据一个实施例,在所述X射线图像上选择所述感兴趣点。根据另一实施例,在从X射线图像生成的3D模型上选择所述感兴趣点。根据另一实施例,在超声图像上选择所述感兴趣点。

[0012] 根据一个实施例,将所述超声图像配准到所述X射线图像包括在X射线空间中对超

声探头进行电磁跟踪。

[0013] 根据一个实施例,在介入流程期间获得连续X射线图像。利用来自超声跟踪的组织运动叠加结果在X射线流上相对于软组织准确跟踪流程中使用的工具尖端。

[0014] 根据一个实施例,使用跟踪的运动确定心动周期的当前时相,使用确定的时相改善对运动的估计,以更有效率和准确地跟踪软组织运动,以在X射线图像上进行叠加。

[0015] 根据一个实施例,利用所述运动叠加结果自动放大所述X射线图像以在所述X射线图像中准确定位所述工具。

[0016] 根据本发明的另一实施例,提供了一种用于在X射线图像上对软组织运动进行准确可视化的系统。该系统包括:至少一个处理器;至少一个存储器,其操作性连接到所述至少一个处理器;超声成像系统,其操作性连接到所述至少一个处理器;以及指令程序,其编码于所述至少一个存储器上并由所述至少一个处理器执行以对X射线图像上的软组织运动进行准确可视化。

[0017] 根据一个实施例,所述指令程序包括:用于将实时超声图像配准到X射线图像空间的程序指令;用于定义感兴趣点的程序指令;用于从所述实时超声图像确定选定点的运动的程序指令;以及用于将所确定的运动应用到所述X射线图像上的选定点的程序指令。

[0018] 根据一个实施例,该系统还包括X射线机,其操作性连接到所述至少一个处理器,其中,所述X射线机向所述至少一个处理器实时提供X射线图像流,并在每个对应的X射线图像上叠加软组织运动。

[0019] 根据一个实施例,所述系统还包括手术工具,其中,在介入流程期间,利用来自超声跟踪的组织运动叠加结果,X射线图像流相对于X射线流上的软组织准确跟踪工具尖端。

[0020] 根据一个实施例,利用所述运动叠加结果自动放大所述X射线图像以在所述X射线流中准确定位所述工具。

[0021] 根据本发明的另一实施例,提供一种包括计算机可读存储设备的计算机程序产品,所述计算机可读存储设备上编写有指令程序,用于在X射线图像上对软组织运动进行准确可视化。该指令程序包括:用于将实时超声图像配准到X射线图像空间的程序指令;用于定义感兴趣点的程序指令;用于从所述实时超声图像确定选定点的运动的程序指令;以及用于将所确定的运动应用到所述X射线图像上的选定点的程序指令。

## 附图说明

[0022] 在结合附图阅读时,从优选实施例的以下详细描述,将更清晰地理解本发明的特征和优点。附图中包括如下各图:

[0023] 图1是根据本发明的实施例的用于对X射线图像上的软组织运动进行准确可视化的系统的等轴侧视图;

[0024] 图2是根据本发明的实施例的用于对X射线图像上的软组织运动进行准确可视化的系统的方框图;

[0025] 图3是根据本发明的实施例的用于对X射线图像上的软组织运动进行准确可视化的方法的流程图;

[0026] 图4的用户界面屏的视图示出了根据本发明实施例在解剖模型上选择感兴趣点;

[0027] 图5是根据本发明实施例的具有已识别感兴趣点的实时超声图像的视图;

[0028] 图6是图5所示实时超声图像的视图,其为感兴趣点示出了运动路径;以及

[0029] 图7是X射线图像的视图,感兴趣点的运动路径被叠加到感兴趣点上。

### 具体实施方式

[0030] 本发明提供了一种对X射线图像上的软组织运动进行准确可视化的方法、系统和计算机程序产品。根据本发明的一个实施例,将实时超声图像配准到X射线图像。然后,系统用户在以下之一中选择感兴趣点:X射线图像、超声图像或者对应于图像的患者解剖3D模型。系统在超声体积中跟踪所选择的感兴趣点的运动,并且为所选择的点计算运动路径。然后,将所计算的运动路径叠加到X射线图像。

[0031] 图1示出了根据本发明的实施例的用于对X射线图像上的软组织运动进行准确可视化的系统。该成像系统包括X射线机300,其被设置为拍摄台10上的患者的X射线图像。处理系统100,例如通用计算机被可操作地连接到X射线机并且处理来自X射线机300的X射线图像。可以在显示器140上显示处理过的图像。

[0032] 根据一个实施例,系统还包括用于拍摄患者超声图像的超声系统200。超声系统200包括:用于处理超声图像的处理单元210,用于生成和接收用于生成超声图像声信号的传感器220。通过系统230将传感器220连接到处理单元,系统230在处理单元210和传感器220之间传输信号。可以在监视器240上显示超声图像。根据另一实施例,可以用处理X射线图像的相同处理单元100来处理超声图像。

[0033] 根据一个实施例,将来自超声系统200的超声图像传输到处理系统100。处理系统100将超声图像配准到来自X射线机300的X射线图像。然后,处理系统100通过用户界面接收来自用户的感兴趣点的指示。处理系统在来自超声图像的超声体积中跟踪感兴趣点并且为感兴趣点计算运动路径。处理系统将点和运动路径叠加到X射线图像的对应点上。

[0034] 图2是根据本发明的实施例的用于对X射线图像上的软组织运动进行准确可视化的系统的方框图。处理系统100包括处理器110和存储器120。处理器110可操作地连接到存储器120。根据一个实施例,它们通过总线130进行连接。处理器110可以是任何能够执行程序指令的设备,例如一个或者多个微处理器。存储器可以是任何易失性或者非易失性存储设备,例如可移动盘、硬盘驱动器、CD、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)等。此外,可以在通用计算机中实现处理器110。

[0035] 存储器120可以是任何适于存储数据和程序指令的易失性或者非易失性存储设备,例如可移动盘、硬盘驱动器、CD、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)等。此外,存储器120可以包括一个或者多个存储设备。

[0036] 处理系统100还可以包括一个或者多个用于接收X射线和超声数据的网络连接器150。网络连接器可以是通用串行总线(USB)连接器、网络适配器、或者是任何其他的适于直接或者通过网络来接收来自其他设备数据的连接器,网络例如是内联网或者互联网。

[0037] 处理系统100还可以包括显示器140,例如用于显示X射线图像、超声图像、解剖学模型等的监视器。附加于或者代替专用监视器,可以为超声系统200和X射线机300提供一个或者多个监视器。

[0038] 可以提供额外的输入和/或输出设备(I/O),例如键盘、鼠标等作为用户界面的一部分来接收来自用户的指示,例如在显示器140上的图像内点和导航的选择。

[0039] 存储器120上已经编写有指令程序121,可以由处理器110执行指令程序,以根据本发明的实施例对X射线图像上的软组织运动执行准确可视化。指令程序121包括:用于将实时超声图像配准到X射线图像空间122的程序指令、用于定义感兴趣点124的程序指令、用于确定超声图像126上感兴趣点的运动的程序指令以及用于将所确定的运动应用到X射线图像128中的感兴趣点的程序指令,它们可以是一个应用的不同部分、可以彼此调用的独立应用。

[0040] 图3是根据本发明实施例的用于对X射线图像上的软组织运动进行准确可视化的方法的流程图。指令程序121接收来自X射线机300的X射线数据并且通过图4所示显示器140上的用户界面生成X射线图像。

[0041] 指令程序121还接收来自超声系统200的超声数据。超声数据可以包括对应于B模式或者射频(rf)图像的每个体素的数据流。根据一个实施例,超声图像是3D图像,但是具有2D超声图像的实施例也在本发明的范围之内。

[0042] 用于将实时超声图像配准到X射线图像空间122的指令程序将从超声系统200接收的超声图像配准到从X射线机300接收的X射线图像的图像空间(步骤310)。可以使用各种方法中的任何一种将超声图像配准到X射线图像空间。这些方法可以包括手动对准、电磁跟踪、2D/3D配准、分割、形状感测以及其他技术的各种组合。根据一个实施例,在X射线空间中跟踪超声探头或者传感器220。例如,可将一个或者多个传感器安装于超声探头,其在X射线图像上是可检测的,由此提供超声探头的2D位置。此外,一个或者多个传感器可以具有预先确定的几何结构(尺寸、形状)和/或预先确定的间距,其可以用来执行X射线空间的2D/3D配准。由于已知探头220相对于超声图像每个体素的3D位置,因而可以通过X射线空间中探头的位置和X射线空间的2D/3D配准来确定X射线空间中对应的坐标。

[0043] 或者,配准可以利用超声探头的系缆230的形状感测。即可以将布拉格光栅或者瑞利散射设置于系缆中的光缆中,其被光信号探测来探测局部应变,由此计算局部弯曲度并且确定系缆的形状。可以从X射线图像上系缆的2D投影和已知的3D系缆形状以变换矩阵形式迭代计算探头220的平移或者旋转位置。然后,可以将矩阵应用到超声图像的每个体素,在X射线空间中确定其对应的3D坐标。

[0044] 根据另一可选的实施例,可以在术前将超声图像和X射线图像都配准到患者台。

[0045] 如图4所示,用于在指令程序121中定义感兴趣点的程序指令在X射线图像、超声图像或者对应于X射线图像的解剖3D模型(例如,来源于流程前CT扫描或者术中锥形束扫描,并且被配准到X射线图像)中定义感兴趣点(步骤320)。例如,这可以通过用户利用诸如鼠标的用户输入设备并指示选择(例如通过鼠标点击)在相关图像或模型中导航到感兴趣点来完成。根据一个实施例,可以通过下拉菜单、对话框等引导用户选择感兴趣点。

[0046] 如图5所示,因为超声图像空间被配准到X射线图像空间,因而所定义的感兴趣点也可以定位于超声图像空间中。感兴趣点的范例包括,但不限于:Afib流程中的切除点、经皮主动脉瓣植入中冠状动脉口的开端和其他的手术感兴趣点。

[0047] 用于确定超声图像126上感兴趣点运动的程序指令在图6所示所定义的感兴趣点处确定软组织的实时运动。即在超声图像流中实时跟踪解剖结构上所定义的感兴趣点的运动(步骤330)。可以通过在连续超声图像中匹配特征以及在rf或者B模式数据中使用时空特性数据为对应的感兴趣点体素减去坐标来确定所定义感兴趣点的运动路径。

[0048] 或者,可以使用本领域已知的归一化互相关或平方差的和,或者任何其他适当的技术来确定感兴趣点的运动路径。

[0049] 用于将所确定的运动应用到X射线图像128中的感兴趣点的程序指令,将来自超声跟踪的所确定运动应用到图5所示的实况X射线图像(步骤340)。因此,可以在实时X射线图像中对软组织运动进行准确可视化。使用系统校准、重建和实时跟踪的组合可以将2D X射线坐标转换成3D US实时坐标。

[0050] 根据本发明的一个实施例,定义多个感兴趣点。然后,为每个来自超声图像的感兴趣点确定运动,并且将每个感兴趣点的运动叠加到实时X射线图像。

[0051] 在介入流程期间,由于获得连续X射线图像,可以使用来自超声跟踪的组织运动叠加结果,在X射线流上相对于软组织准确跟踪工具尖端。同样地,可以使用所跟踪的运动来确定心脏或者呼吸周期的当前时相。然后,使用所确定的时相来优化运动的估算,以便为X射线图像上的叠加进行更加有效和准确的软组织运动跟踪。

[0052] 在另一实施例中,当使用两台X射线机同时获得两个X射线流时,使用双平面系统获得工具的3D轨迹。然后将使用超声数据跟踪到的运动叠加到生成的3D图像空间上。

[0053] 在另一实施例中,通过使用运动叠加结果对X射线图像中的工具进行精确定位,可以自动放大X射线图像。因此,由于X射线焦点更窄的原因,可以减少剂量。

[0054] 本发明可以采取完全硬件的实施例或者包含硬件和软件单元的实施例的形式。在示范性实施例中,本发明实施为软件,其包括但不限于固件、驻留软件、微代码等。

[0055] 此外,本发明可以采取可从计算机可用或计算机可读介质访问的计算机程序产品的形式,所述计算机可用或计算机可读介质提供程序代码,供计算机或任何指令执行系统使用或结合它们使用。出于本说明的目的,计算机可用或计算机可读介质可以是,可以包含或存储供指令执行系统、装置或设备使用或结合其使用的程序的任何装置。

[0056] 前述方法可以由包括机器可读介质的程序产品实现,机器可读介质具有机器可执行指令程序,其在由诸如计算机的机器执行时,该程序执行方法的步骤。这种程序产品可以存储于任何各种已知的机器可读介质上,包括,但不限于光盘、软盘、USB存储设备等。

[0057] 该介质可以是电子、磁性、光学、电磁、红外或半导体系统(或装置或设备)。计算机可读介质的范例包括半导体或固态存储器、磁带、可移除计算机盘、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、刚性磁盘、光盘。当前光盘的范例包括光盘-只读存储器(CD-ROM)、光盘-读/写(CD-R/W)和DVD。

[0058] 前面的描述和附图意在进行例示,并非要限制本发明。本发明的范围意在在权利要求的最大可能范围内涵盖等价变型和配置。

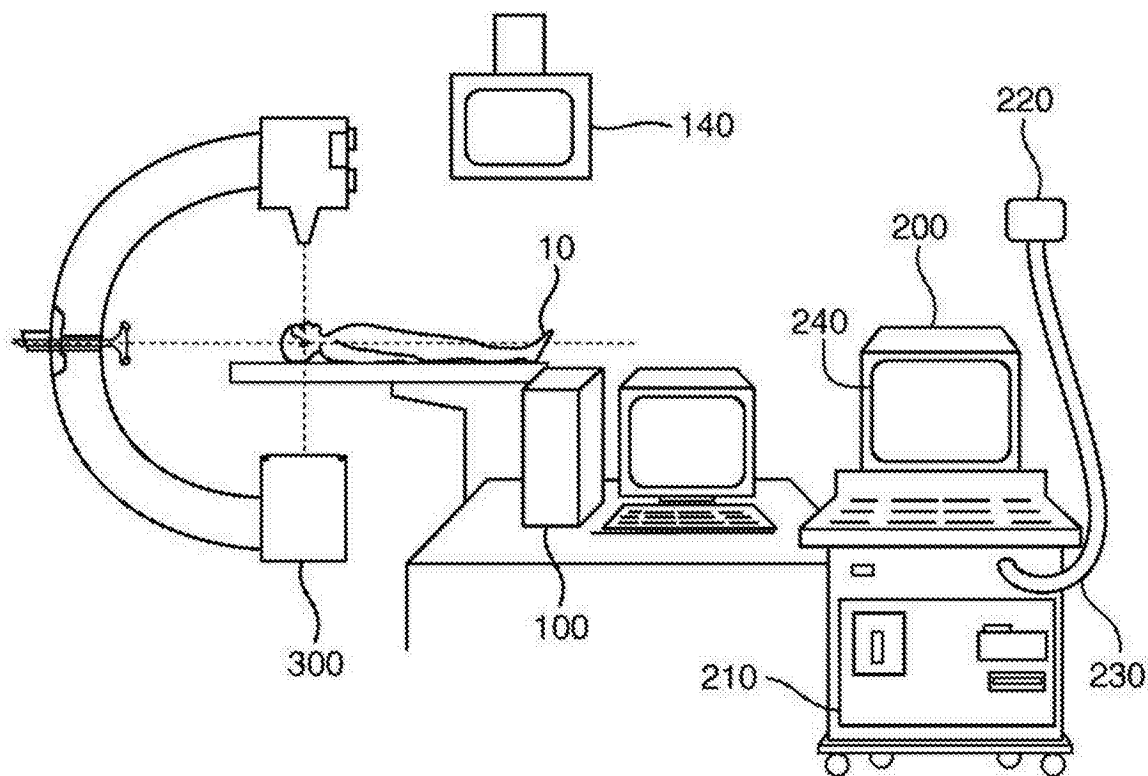


图1

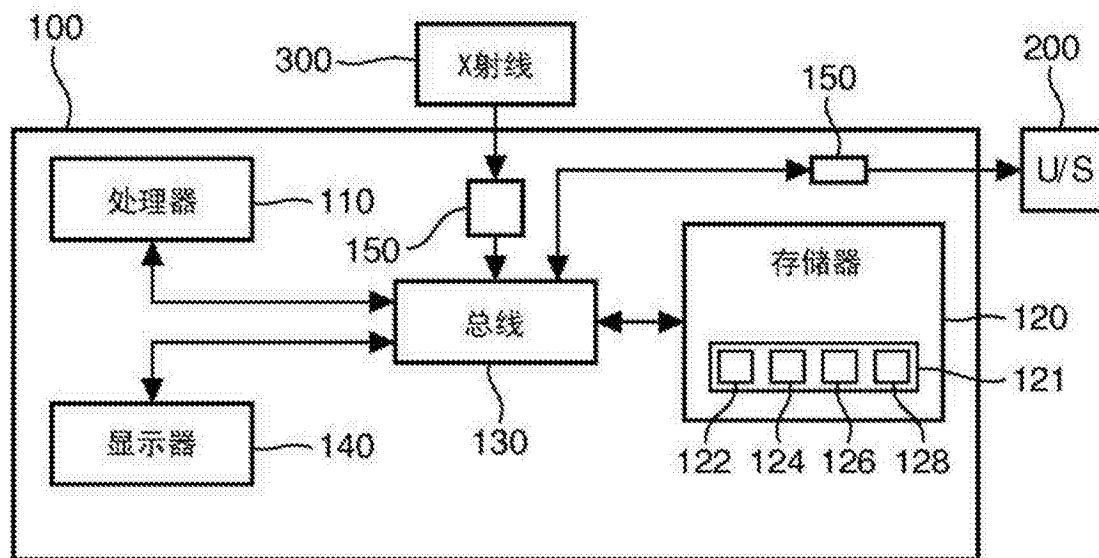


图2

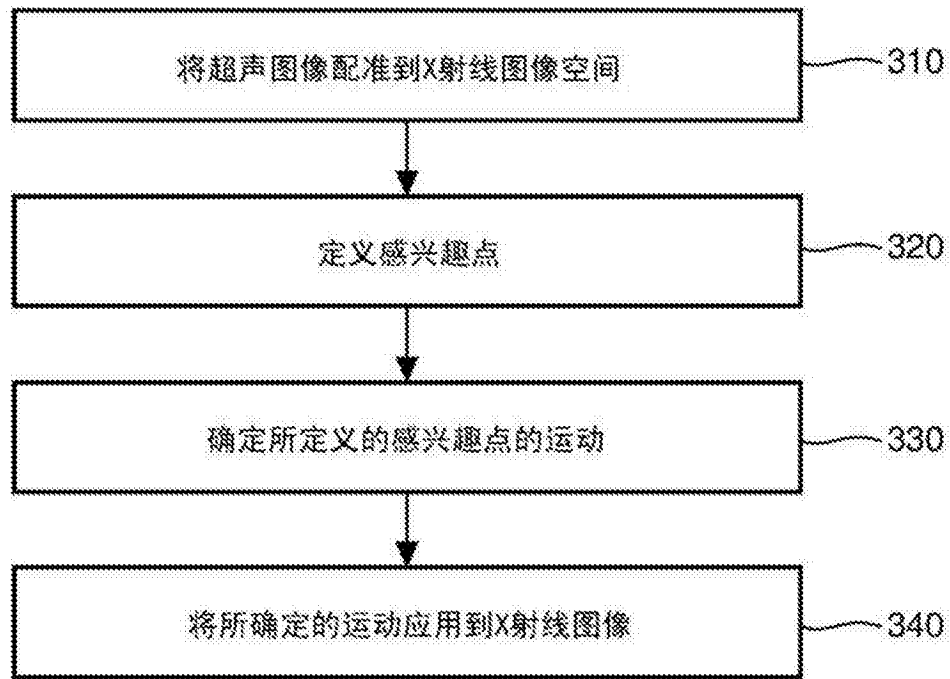


图3

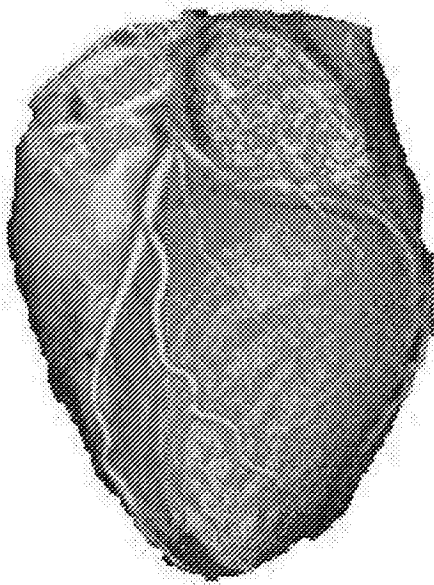


图4

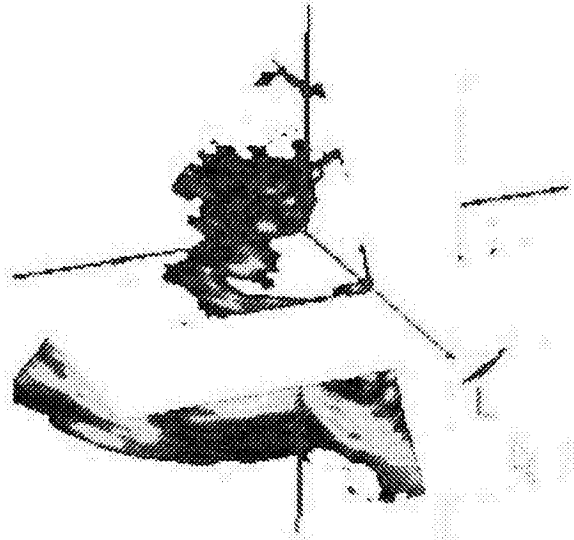


图5

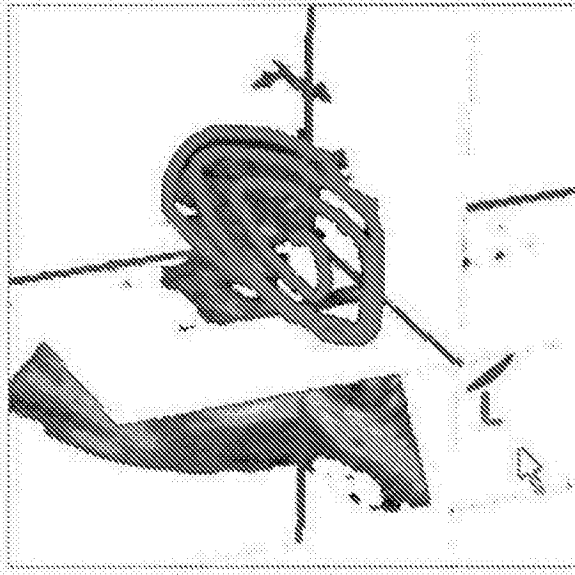


图6

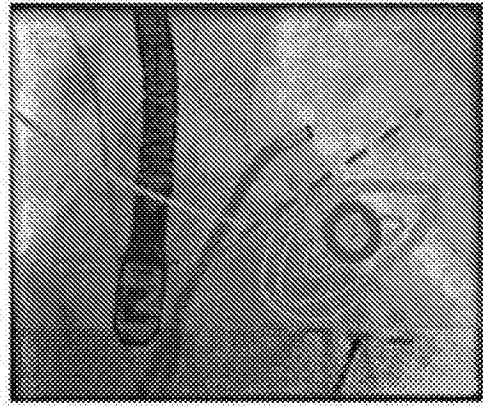


图7