



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101849843 B

(45) 授权公告日 2013. 03. 13

(21) 申请号 200910048615. 0

(22) 申请日 2009. 03. 31

(73) 专利权人 上海交通大学医学院附属新华医院

地址 200092 上海市杨浦区控江路 1665 号

专利权人 上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心
复旦大学

(72) 发明人 薛海虹 孙锬 余建国 陈滨津
王威琪

(74) 专利代理机构 上海翼胜专利商标事务所
(普通合伙) 31218

代理人 翟羽

(51) Int. Cl.

A61B 8/12(2006. 01)

A61B 1/00(2006. 01)

G06T 15/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1606759 A, 2005. 04. 13, 权利要求 1-5,

说明书第 3 页最后一段-第 6 页最后一段, 附图 2, 3.

CN 1135047 A, 1996. 11. 06, 全文.

CN 1707524 A, 2005. 12. 14, 全文.

US 7304644 B2, 2007. 12. 04, 全文.

审查员 杨德智

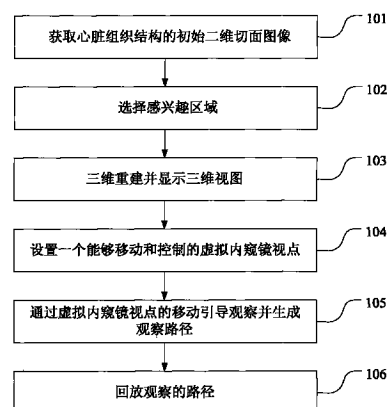
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

三维心脏超声虚拟内窥镜导航方法

(57) 摘要

本发明提供了一种三维心脏超声虚拟内窥镜导航方法, 包含如下步骤: 获取心脏的初始二维切面图像; 根据所述二维切面图像三维重建并显示三维视图; 在所述三维视图中设置一个能够移动和控制的虚拟内窥镜视点; 以及通过虚拟内窥镜视点的移动引导观察并在所述三维视图中生成观察路径。本方法确保了观察者从多方位观察心脏的组织结构的同时不易迷失方向。



1. 一种三维超声虚拟内窥镜导航方法,其特征在于,包含如下步骤:

获取待检器官组织结构的初始二维切面图像;

根据所述二维切面图像创建三维视图;

在所述三维视图中设置一个能够移动和控制的虚拟内窥镜视点;

通过虚拟内窥镜视点的移动引导观察,控制所述虚拟内窥镜视点静止观察时,通过调整虚拟内窥镜视点的视距和视角,在待检器官组织结构的任意角度和在任意部位进行观察,所述虚拟内窥镜视点根据预设的指导路径引导观察或者根据观察者的控制引导观察,虚拟内窥镜视点在移动观察待检器官组织结构时三维视图成像采用面绘制方法,虚拟内窥镜视点在静止观察待检器官组织结构时三维视图成像采用体绘制方法;以及

在所述三维视图中生成观察路径。

2. 根据权利要求1所述的三维超声虚拟内窥镜导航方法,其特征在于,所述待检器官为心脏时,获取至少一个完整心动周期的初始二维切面图像。

3. 根据权利要求1所述的三维超声虚拟内窥镜导航方法,其特征在于,所述创建三维视图的步骤中还包含一选择感兴趣观察区域的步骤。

4. 根据权利要求3所述的三维超声虚拟内窥镜导航方法,其特征在于,所述选择感兴趣观察区域的步骤采用节段分析法,将感兴趣的观察区域划分为若干个,并根据这些观察区域的重要程度确定区域划分的大小。

5. 根据权利要求3所述的三维超声虚拟内窥镜导航方法,其特征在于,所述虚拟内窥镜视点设置于所述感兴趣观察区域的腔体或大血管的中心位置。

6. 根据权利要求3或5所述的三维超声虚拟内窥镜导航方法,其特征在于,控制所述虚拟内窥镜视点移动观察时,将所述感兴趣观察区域置于观察者的视线中心,使三维视图沿着视线方向前进,产生待检器官组织结构目标不断靠近观察者的放大的多帧图像。

7. 根据权利要求1所述的三维超声虚拟内窥镜导航方法,其特征在于,控制所述虚拟内窥镜视点移动时,根据三维视图中待检器官组织结构的血流分布和血流方向判断虚拟内窥镜视点所在位置。

8. 根据权利要求1所述的三维超声虚拟内窥镜导航方法,其特征在于,对所述虚拟内窥镜视点移动时显示过的三维图像保存并进行回放,再现观察的路径。

9. 根据权利要求8所述的三维超声虚拟内窥镜导航方法,其特征在于,所述虚拟内窥镜视点通过保存的三维图像观察路径引导观察。

三维心脏超声虚拟内窥镜导航方法

【技术领域】

[0001] 本发明涉及计算机医学成像技术和导航技术领域,特别是涉及一种三维心脏超声虚拟内窥镜导航方法。

【背景技术】

[0002] 虚拟内窥镜(virtual endoscopy, VE)是目前发展的一项崭新医学影像技术,应用计算机虚拟现实技术生成具有内窥镜可视效果的三维可视化图像。将虚拟现实与科学计算可视化(visualization in scientific computing)技术相结合,利用CT、MRI或超声二维图像数据进行三维可视化重建,模拟传统的内窥镜检查过程,在人体器官内甚至血管中实现漫游,并可沿虚拟的内部空腔做飞行观察,显示连续的三维器官内腔结构图,在计算机屏幕上生成具有内窥镜仿真效果的可视化图像。这项技术克服了普通内窥镜的诸多弊端,如病人因不适应内窥镜引起的咳嗽恶心甚至壁穿孔、出血,没有经验的医生控制内窥镜在器官中移动时迷失方向增加了病人的痛苦,以及内窥镜自身结构原因无法到达人体内的很多重要部位。

[0003] 自1993年首次由Vining等报道CT仿真支气管内窥镜技术以来,虚拟内窥镜将虚拟现实与科学计算可视化技术相结合并成功地应用于医学图像处理。虚拟环境将用户和计算机结合成一个整体,用户置身于模仿真实世界而创建的三维电子环境中,产生身临其境感觉的交互式视景仿真。

[0004] 然而,目前虚拟内窥镜在医学中的应用主要集中在具有空腔结构的器官上,如胃肠道、支气管、血管、鼻腔、内耳等等。因其类似纤维内镜(Fiberopic Endoscopy, FE)所见,故又被称为“仿真内镜”。虚拟内窥镜是一种非创伤性技术,避免心导管检查给病人带来的痛苦,无出血、穿孔、感染等并发症。VE可重复操作,从任意角度和部位反复观察,并可轻易经过狭窄段去观察狭窄后的情况。

[0005] 然而,类似于心脏之类的器官由于内部解剖结构复杂加之存在瓣膜运动,在观察者对感兴趣的区域进行观察和评价时,虚拟内窥镜不仅要提供交互实时多角度观察,而且要求虚拟视点位置不断改变观察,故在操作虚拟内窥镜时存在观察不到位以及迷失方向可能,因此探索并建立三维超声虚拟内窥镜导航方法是很有必要的。

【发明内容】

[0006] 本发明的目的在于解决现有技术中存在的上述问题,提供一种三维心脏超声虚拟内窥镜的导航方法,在虚拟视点观察位置不断变换时,观察者也不容易迷失方向。

[0007] 本发明的目的是通过以下技术手段实现的:

[0008] 一种三维心脏超声虚拟内窥镜导航方法,包含如下步骤:

[0009] 获取心脏组织结构的初始二维切面图像;

[0010] 根据所述二维切面图像三维重建并显示三维视图;

[0011] 在所述三维视图中设置一个能够移动和控制的虚拟内窥镜视点;以及

[0012] 通过虚拟内窥镜视点的移动在所述三维视图中生成观察路径。

[0013] 当所述待检器官为心脏时,获取至少一个完整心动周期的初始二维切面图像。

[0014] 所述创建三维视图的步骤中还包含一选择感兴趣区域的步骤。所述选择感兴趣区域(ROI)的步骤采用节段分析法,将感兴趣区域划分为若干个,并根据这些观察区域的结构确定区域划分的大小。感兴趣区域范围根据观察对象决定,其中房室瓣区域、房室间隔区域 ROI 选择宜大,主、肺动脉区域 ROI 选择宜小。

[0015] 所述虚拟内窥镜视点设置于所述感兴趣区域的腔体或大血管的中心位置。

[0016] 控制所述虚拟内窥镜视点移动观察时,将所述感兴趣区域置于观察者的视线中心,使三维视图沿着视线方向前进,产生心脏内组织结构目标不断靠近观察者的放大的多帧图像。

[0017] 控制所述虚拟内窥镜视点静止观察时,通过调整虚拟内窥镜视点的视距和视角,在心脏内组织结构的任意角度和在任意部位进行观察。

[0018] 所述虚拟内窥镜视点在移动观察待检器官组织结构时三维视图成像采用面绘制方法,所述虚拟内窥镜视点在静止观察待检器官组织结构时三维视图成像采用体绘制方法。

[0019] 对所述虚拟内窥镜视点移动时显示过的三维图像保存并进行回放,再现观察的路径。

[0020] 所述虚拟内窥镜视点可通过保存的三维图像观察路径引导观察或者根据预设的指导路径引导观察,也可以根据观察者的控制引导观察。

[0021] 本发明的有益效果在于,用户在三维视图中通过手工控制虚拟内窥镜视点的移动,以人机交互导航方式在心脏内组织的三维视图中漫游,并允许对观察过的区域进行连续回放,再现任意角度下观察漫游所生成的路径,以此获得器官的虚拟仿真内窥镜观察效果,便于观察者进行判断,且不易迷失方向。

【附图说明】

[0022] 图 1 为本发明具体实施方式的步骤示意图;

[0023] 图 2 为本发明具体实施方式中的导航界面示意图。

【具体实施方式】

[0024] 下面参照附图对本发明提供的三维心脏超声虚拟内窥镜导航方法的具体实施方式进行详细说明。

[0025] 本具体实施方式如下:步骤 S101,获取心脏组织结构的初始二维切面图像;步骤 S102,选择感兴趣区域;步骤 S103,三维重建并显示三维视图;步骤 S104,在虚拟显示图像中设置一个能够移动和控制的虚拟内窥镜视点;步骤 S105,通过虚拟内窥镜视点的移动引导观察并生成观察路径;步骤 S107,回放观察的路径。

[0026] 当待检器官为心脏时,由于三维超声心动图在显示心内结构、瓣膜运动等方面具有较大的优越性,采样方便,获得图像时间短,可以减少呼吸或心脏运动造成的伪影,且心脏超声价格低廉,效/价比高,而 CT、MRI 价格昂贵,成像的时间较长,很难跟踪心脏的动态变化,且不适用于危重病人检查。所以,本发明通过三维超声获取待检器官组织结构的初始

二维切面图像。

[0027] 参见图 1, 于步骤 S101, 获取心脏组织结构的初始二维切面图像。当所述待检器官为心脏时, 获取至少一个完整心动周期的初始二维切面图像。

[0028] 于步骤 S102, 选择感兴趣区域。感兴趣区域 (region-of-interest ROI) 是操作者选择的观察区域范围, 通过图像切割对每一帧断层像上 ROI 以内所有区域进行图像分析, ROI 以外区域在导航时将不列入可视化范围, 以减少对观察者的干扰。

[0029] 根据心脏结构及运动特点, 结合 Van Praagh“节段分析法”, 感兴趣区域设定三个, 分别为房室瓣区域、房室间隔区域和主、肺动脉区域。ROI 范围根据观察对象决定, 其中房室瓣区域、房室间隔区域 ROI 选择宜大, 主、肺动脉区域 ROI 选择宜小。

[0030] 于步骤 S103, 三维重建并显示三维视图。根据步骤 S102 所选择的感兴趣区域创建三维视图, 感兴趣区域以外的区域不列入观察者的可视化范围。参见图 2, 为选择感兴趣区域后的导航界面示意图, 其中, 左侧图方框为 ROI 区域选择, 箭头所指为视点位置, 视点在左心室内, 右侧图为人工导航下相应主动脉瓣、二尖瓣虚拟显示结果。

[0031] 在其他具体实施方式中, 可于步骤 S101 直接进入步骤 S103, 不进行感兴趣区域的选择, 而是按照预设的路径导航。

[0032] 于步骤 S104, 在虚拟显示图像中设置一个能够移动和控制的虚拟内窥镜视点。这个虚拟内窥镜视点允许根据观察者的控制进行上下、左右及前后多个方向移动, 同时, 可视化范围内的观察对象也可以进行任意角度的空间变换。最好将虚拟内窥镜视点设置于所述感兴趣观察区域的腔体或大血管的中心位置向四周观察, 这样不会因为贴壁造成变形的视觉效果。

[0033] 于步骤 S105, 通过虚拟内窥镜视点的移动引导观察并生成观察路径, 虚拟内窥镜视点的移动可以根据预设的指导路径或者根据观察者的控制, 虚拟内窥镜视点的移动也可以选自以前保存的三维图像和观察路径。

[0034] 当控制虚拟内窥镜视点移动观察时, 将感兴趣观察区域置于观察者的视线中心, 使三维视图沿着视线方向前进, 产生心脏内组织结构目标不断靠近观察者的放大的多帧图像。

[0035] 例如, 观察心脏的房室瓣区域时, 模拟手术路径, 从心房向心室方向三维显示, 或从心尖向心房方向观察, 视点可从房室腔内任意点开始漫游, 通过变动视距、调整视角, 对视点前方房室瓣组织结构进行动态的实时显示, 完整地观察房室瓣形态和活动情况, 对二尖瓣、三尖瓣瓣环和瓣下结构及周围比邻结构的空间关系。

[0036] 观察心脏的房室间隔区域时, 视点定位于房、室间隔的两侧, 视线与间隔组织或垂直正视或成夹角侧面观察, 如三维显示有间隔缺损, 视点可通过移动鼠标右键和键盘控制向缺损方向移动, 观察缺损的解剖位置、形态、大小及与周围组织结构的关系, 当视点快速推进穿过缺损区域到达间隔的另一侧后, 可反转视点, 改变视距、视角后进一步观察间隔缺损及相邻组织的空间结构。

[0037] 观察心脏的大动脉区域时, 以大动脉与心室连接处 ROI 为中心, 视点位于心室腔内向主、肺动脉观察, 显示大动脉与心室的空间位置关系, 实时显示主、肺动脉瓣瓣膜的活动情况。对主动脉骑跨病例, 视点移动至大动脉内, 在大动脉根部向心室腔方向观察, 显示大动脉骑跨室间隔的比例, 观察室间隔缺损的解剖位置。

[0038] 于步骤 S106, 回放观察的路径。对所述虚拟内窥镜视点移动时显示过的三维图像保存并进行连续回放即可再现观察的路径。当视点在导航系统支持下前进时, 观察者可以“走走停停”, 且当视点在行走路径上停下时, 系统允许观察者借助键盘按键向四周看看, 所生成的图像被加入到图像序列中构成动画的一帧。在心内漫游任意步之后, 系统可以对观察过的路径进行回放, 实现视频帧速观察。

[0039] 作为较佳的技术方案, 虚拟内窥镜视点在移动观察心脏内组织结构时三维视图成像采用面绘制 (surface rendering) 方法, 虚拟内窥镜视点在静止观察心脏内组织结构时三维视图成像采用体绘制 (volume rendering) 方法。

[0040] 面绘制方法, 又称间接绘制方法, 其原理是基于二维图像边缘或轮廓线提取, 由三维空间数据场构造出中间几何图元 (如曲面、平面等), 通过几何单元拼接拟合物体三维结构, 借助传统图形学技术及硬件实现画面绘制。医学图像三维表面重建的方法中, 直接从三维体数据生成等值面有多种不同的方法, 其最具代表性的是移动立方体 (Marching Cubes) 方法。面绘制方法构造出的可视化图形不能反映整个原始数据场的全貌及细节, 可视化映射只是将原始数据中的部分属性映射成平面或曲面, 但是可以产生比较清晰的等值面图像, 而且可以利用现有的图形硬件实现绘制功能, 使图像生成及变换的速度加快, 是一类常用的可视化算法。

[0041] 体绘制方法 (Volume Rendering) 是近年来迅速发展的一种三维数据可视化方法。体绘制与面绘制方法完全不同, 它并不构造中间几何图元, 而是直接由三维数据场产生, 应用视觉原理直接将体素投射到显示平面, 通过对体数据三维重建, 直接由三维数据场产生屏幕上的二维图像, 也称为直接体绘制 (Direct Volume Rendering) 算法。

[0042] 体绘制的目的在于提供一种基于体素的绘制技术, 它有别于传统的基于面的绘制, 直接对处理后的数据进行绘制, 可将重建后三维模型中的每一个数据点都进行绘制, 包括心脏肌肉内部的数据。

[0043] 基于体绘制技术的虚拟内窥镜成像通过调整阈值、透明度, 并赋予人工伪色彩和不同的灯光亮度, 重建的心腔内表面三维图像可显示心脏的内部细节, 能够保留心脏整体信息, 且图像质量高、便于图像后处理。

[0044] 虚拟内窥镜系统应用于分析诊断, 对成像质量要求较高, 最终目标是达到实时准确显示和交互操作的要求, 对三维超声图像绘制研究表明, 面绘制与体绘制显示的综合利用将提高虚拟内窥镜的观察效果。在虚拟内窥镜视点导航时可采用面绘制方法, 成像快速图像清晰, 在视点位置不移动时可采用体绘制方法, 体绘制可以显示细微的结构和形态, 这样对感兴趣区域可以提供更加丰富和精确的信息, 使观察者得到更加满意的视野观察效果。

[0045] 因此, 虚拟内窥镜视点在移动观察心脏内组织结构时三维视图成像采用面绘制方法, 静止观察心脏内组织结构时采用体绘制方法, 可以较好地实现成像快且图像细腻逼真。

[0046] 以上所述仅是本发明的优选实施方式, 应当指出, 对于本技术领域的普通技术人员, 在不脱离本发明构思的前提下, 还可以做出若干改进和润饰, 这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围内。

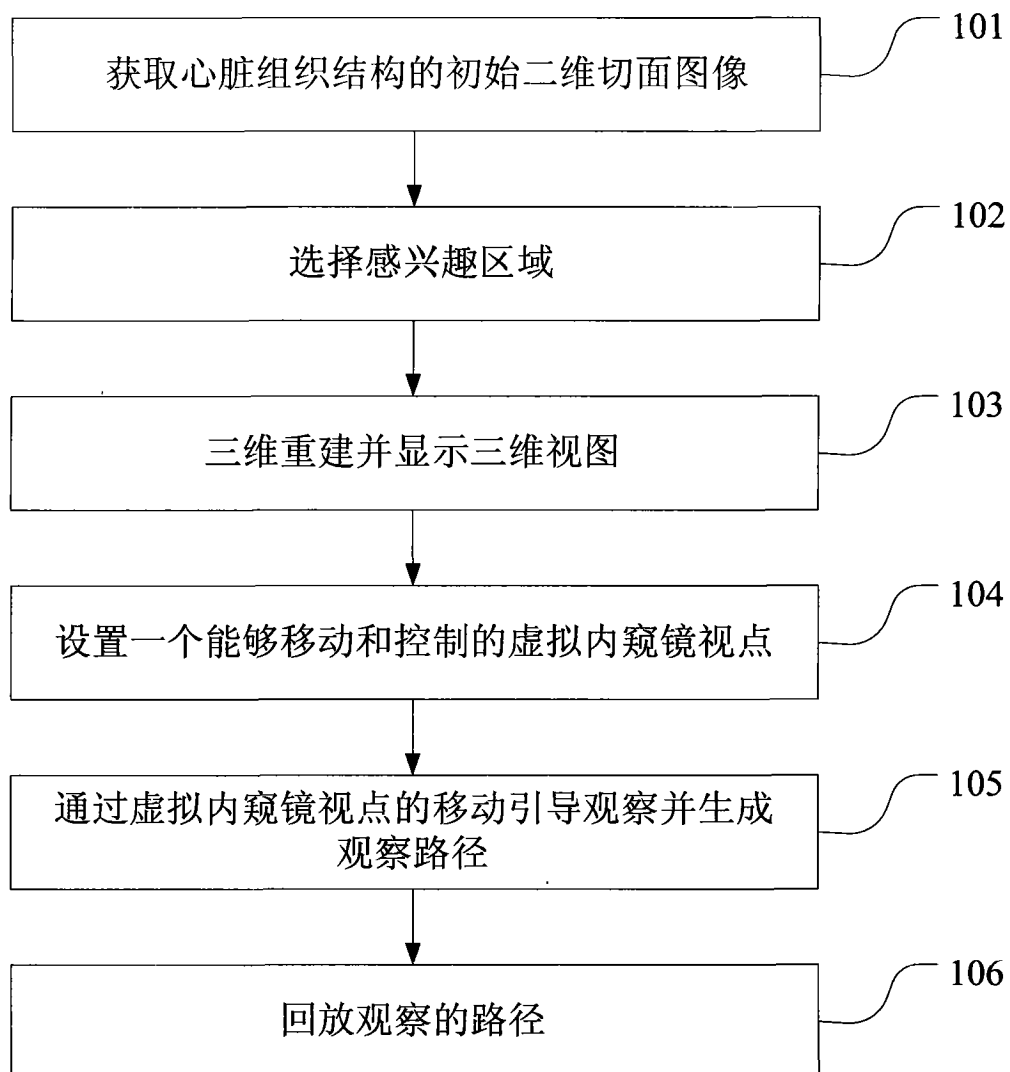


图 1

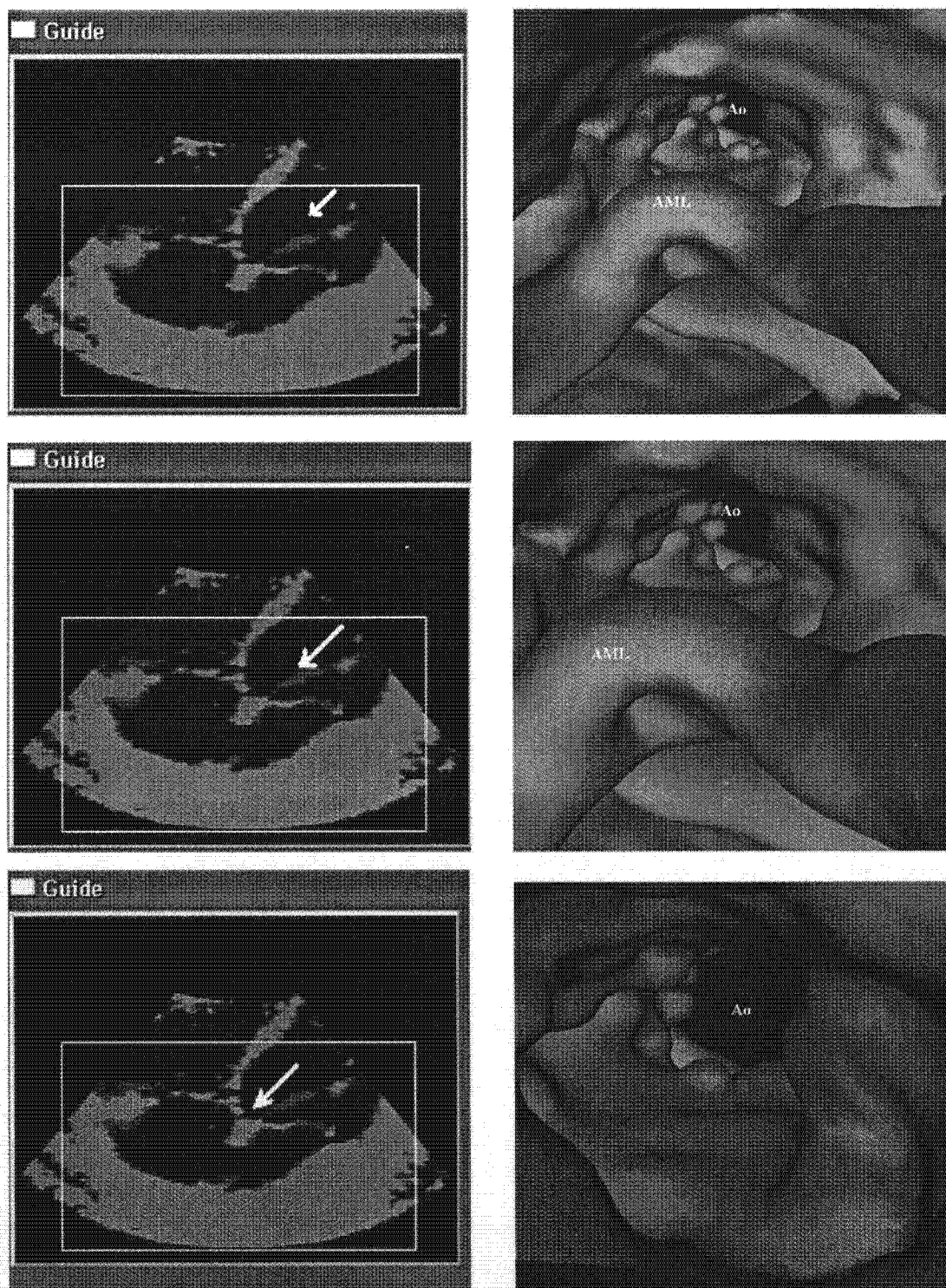


图 2

专利名称(译)	三维心脏超声虚拟内窥镜导航方法		
公开(公告)号	CN101849843B	公开(公告)日	2013-03-13
申请号	CN200910048615.0	申请日	2009-03-31
[标]申请(专利权)人(译)	上海交通大学医学院附属新华医院 上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心 复旦大学		
申请(专利权)人(译)	上海交通大学医学院附属新华医院 上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心 复旦大学		
当前申请(专利权)人(译)	上海交通大学医学院附属新华医院 上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心 复旦大学		
[标]发明人	薛海虹 孙锟 余建国 陈滨津 王威琪		
发明人	薛海虹 孙锟 余建国 陈滨津 王威琪		
IPC分类号	A61B8/12 A61B1/00 G06T15/00		
代理人(译)	翟羽		
审查员(译)	杨德智		
其他公开文献	CN101849843A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供了一种三维心脏超声虚拟内窥镜导航方法，包含如下步骤：获取心脏的初始二维切面图像；根据所述二维切面图像三维重建并显示三维视图；在所述三维视图中设置一个能够移动和控制的虚拟内窥镜视点；以及通过虚拟内窥镜视点的移动引导观察并在所述三维视图中生成观察路径。本方法确保了观察者从多方位观察心脏的组织结构的同时不易迷失方向。

