



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104200465 B

(45)授权公告日 2017.08.25

(21)申请号 201410413009.5

(22)申请日 2014.08.20

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 104200465 A

(43)申请公布日 2014.12.10

(73)专利权人 沈阳东软医疗系统有限公司  
地址 110179 辽宁省沈阳市浑南新区世纪路16号

(72)发明人 李丙生 何薇

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227  
代理人 李靓 王宝筠

(51)Int.Cl.  
G06T 7/155(2017.01)  
G06T 17/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 103985124 A,2014.08.13,  
US 5889524 A,1999.03.30,  
CN 101065775 A,2007.10.31,  
US 2008/0292169 A1,2008.11.27,  
CN 102397070 A,2012.04.04,  
CN 102663824 A,2012.09.12,

审查员 马晋涛

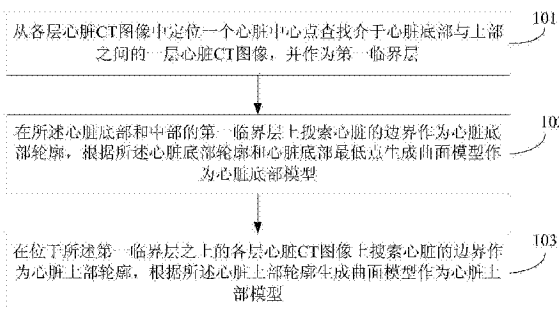
权利要求书3页 说明书11页 附图7页

(54)发明名称

心脏三维图像的分割方法和装置

(57)摘要

本发明实施例公开了一种心脏图像分割方法和装置。该方法包括：从扫描到的各层心脏电子计算机X射线断层扫描CT图像中查找介于心脏底部与上部之间的一层心脏CT图像，并作为第一临界层；在所述第一临界层上搜索心脏的边界作为心脏底部轮廓，根据所述心脏底部轮廓和心脏底部最低点生成曲面模型作为心脏底部模型；在位于所述第一临界层之上的各层心脏CT图像上搜索心脏的边界作为心脏上部轮廓，根据所述心脏上部轮廓生成曲面模型作为心脏上部模型。根据本发明实施例，既可以保证分割的准确度，还可以尽量减少分割的计算量和复杂度，快速地实现图像分割。



1. 一种心脏三维图像的分割方法,其特征在于,包括:

从扫描到的各层心脏电子计算机X射线断层扫描CT图像中查找介于心脏底部与上部之间的一层心脏CT图像,并作为第一临界层;

在所述第一临界层上搜索心脏的边界作为心脏底部轮廓,根据所述心脏底部轮廓和心脏底部最低点生成曲面模型作为心脏底部模型;

在位于所述第一临界层之上的各层心脏CT图像上搜索心脏的边界作为心脏上部轮廓,根据所述心脏上部轮廓生成曲面模型作为心脏上部模型;

所述从扫描到的各层心脏CT图像中查找介于心脏底部与中部之间的一层心脏CT图像,并作为第一临界层,包括:

从各层心脏CT图像中定位一个心脏中心点;

对所述心脏中心点所在的冠状位图像进行逐行扫描,并判断在扫描行是否检测到肺,如果检测到,继续扫描下一行,如果检测不到,停止扫描;

将停止扫描时的扫描行所在的一层心脏CT图像确定为介于心脏底部与中部之间的第一临界层。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,

所述方法还包括:从扫描到的各层心脏CT图像中查找介于心脏顶部与中部之间的一层心脏CT图像,并作为第二临界层;

则所述在位于所述第一临界层之上的各层心脏CT图像上搜索心脏的边界作为心脏上部轮廓,根据所述心脏上部轮廓生成曲面模型作为心脏上部模型具体为:

在所述第二临界层上搜索心脏的边界作为心脏顶部轮廓,根据所述心脏顶部轮廓生成平面模型作为心脏顶部模型,在位于所述第一临界层和第二临界层之间的各层心脏CT图像上搜索心脏的边界作为心脏中部轮廓,根据所述心脏中部轮廓生成曲面模型作为心脏中部模型。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

针对心脏顶部模型、心脏中部模型和心脏底部模型中的任意一个或任意多个模型,沿所述模型的能量函数降低的方向对所述模型进行形变拉伸,直到所述模型的能量函数达到最小值。

4. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

针对心脏顶部模型,只将所述心脏顶部模型中的左心房和冠状动脉区域进行向上拉伸,当形变拉伸到左心房和冠状动脉的顶部边界时,停止形变拉伸。

5. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

在所述心脏中部模型的能量函数达到最小值之前,判断所述心脏中部模型是否形变拉伸到空气、肺、胸骨或降主动脉的位置,如果是,提前停止形变拉伸。

6. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

在所述心脏底部模型的能量函数达到最小值之前,判断所述心脏底部模型是否形变拉伸到降主动脉或肺的位置,如果是,提前停止形变拉伸。

7. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述从扫描到的各层心脏CT图像中查找介于心脏顶部与中部之间的一层心脏CT图像,并作为第二临界层,包括:

从各层心脏CT图像中定位一个心脏中心点;

将所述心脏中心点所在的一层心脏CT图像确定为介于心脏顶部和中部之间的第二临界层。

8. 根据权利要求1或7所述的方法,其特征在於,所述从各层心脏CT图像中定位一个心脏中心点,包括:

通过主动脉造影,在造影后的各层心脏CT图像上检测升主动脉;

根据所述升主动脉确定最低的升主动脉中心点,将最低的升主动脉中心点作为心脏瓣膜位置并标记为心脏中心点。

9. 根据权利要求1或7所述的方法,其特征在於,所述从各层心脏CT图像中定位一个心脏中心点,包括:

在各层的心脏CT图像上检测左右两肺;

计算所述左右两肺之间的间隔,选取最长间隔,将最长间隔上的中心点作为心脏瓣膜位置并标记为心脏中心点。

10. 根据权利要求1所述的方法,其特征在於,所述根据所述心脏底部轮廓和心脏底部最低点生成曲面模型作为心脏底部模型,包括:

将所述心脏底部轮廓划分为前段、中段和后段三个片段;

计算前段轮廓上的每个采样点与心脏底部最低点之间的最优代价路径,根据所述最优代价路径生成一个曲面模型,作为心脏底部的前段模型;

计算中段轮廓上沿冠状位方向对称的每两个采样点之间的最优代价路径,根据所述最优代价路径生成一个曲面模型,作为心脏底部中段模型;

根据中段轮廓上沿冠状位方向对称且最靠近后端轮廓的两个采样点之间的一个最优代价路径生成一个平面模型,作为心脏底部的后段模型。

11. 一种心脏三维图像的分割装置,其特征在於,包括:

第一临界层查找单元,用于从扫描到的各层心脏CT图像中查找介于心脏底部与上部之间的一层心脏CT图像,并作为第一临界层;

底部模型生成单元,用于在所述第一临界层上搜索心脏的边界作为心脏底部轮廓,根据所述心脏底部轮廓和心脏底部最低点生成曲面模型作为心脏底部模型;

上部模型生成单元,用于在位于所述第一临界层之上的各层心脏CT图像上搜索心脏的边界作为心脏上部轮廓,根据所述心脏上部轮廓生成曲面模型作为心脏上部模型;

所述第一临界层查找单元包括:

中心点定位子单元,用于从各层心脏CT图像中定位一个心脏中心点;

扫描子单元,用于对所述心脏中心点所在的冠状位图像进行逐行扫描,并判断在扫描行是否检测到肺,如果检测到,继续扫描下一行,如果检测不到,停止扫描;

第一确定子单元,用于将停止扫描时的扫描行所在的一层心脏CT图像作为介于心脏底部与中部之间的第一临界层。

12. 根据权利要求11所述的装置,其特征在於,

所述装置还包括:第二临界层查找单元,用于从扫描到的各层心脏CT图像中查找介于心脏顶部与中部之间的一层心脏CT图像,并作为第二临界层;

则所述上部模型生成单元具体包括:

顶部模型生成子单元,用于在所述第二临界层上搜索心脏的边界作为心脏顶部轮廓,

根据所述心脏顶部轮廓生成平面模型作为心脏顶部模型；

中部模型生成子单元,用于在位于所述第一临界层和第二临界层之间的各层心脏CT图像上搜索心脏的边界作为心脏中部轮廓,根据所述心脏中部轮廓生成曲面模型作为心脏中部模型。

13.根据权利要求12所述的装置,其特征在于,所述装置还包括:

第一形变拉伸单元,用于针对心脏顶部模型、心脏中部模型和心脏底部模型中的任意一个或任意多个模型,沿所述模型的能量函数降低的方向对所述模型进行形变拉伸,直到所述模型的能量函数达到最小值。

14.根据权利要求12所述的装置,其特征在于,所述第二临界层查找单元包括:

中心点定位子单元,用于从各层心脏CT图像中定位一个心脏中心点;

第二确定子单元,用于将所述心脏中心点所在的一层心脏CT图像确定为介于心脏顶部和中部之间的第二临界层。

15.根据权利要求11所述的装置,其特征在于,所述底部模型生成单元包括:

分段子单元,用于将所述心脏底部轮廓划分为前段、中段和后段三个片段;

前段模型生成子单元,用于计算前段轮廓上的每个采样点与心脏底部最低点之间的最优代价路径,根据所述最优代价路径生成一个曲面模型,作为心脏底部的前段模型;

中段模型生成子单元,用于计算中段轮廓上沿冠状位方向对称的每两个采样点之间的最优代价路径,根据所述最优代价路径生成一个曲面模型,作为心脏底部的中段模型;

后段模型生成子单元,用于根据中段轮廓上沿冠状位方向对称且最靠近后端轮廓的两个采样点之间的一个最优代价路径生成平面模型,作为心脏底部的后段模型。

## 心脏三维图像的分割方法和装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及图像处理技术领域,特别是涉及心脏三维图像的分割方法和装置。

### 背景技术

[0002] 据统计,冠心病(全称为:冠状动脉粥样硬化性心脏病)是严重影响人类健康的主要疾病之一,近年来发病率也在逐年上升,因此,对冠心病进行早期检测及诊断、早期治疗显得尤为重要。在冠心病的早期检测中,主要依赖于患者的心脏三维图像。因此,如何获得患者的心脏三维图像是实现冠心病早期检测的关键。

[0003] 心脏是人体循环系统的动力源,是人体中最重要的器官之一。由于心脏位于胸腔内、膈肌的上方、两肺之间,前方与胸前壁临近,因此,在心脏三维图像中需要去除心脏的周围邻近组织,如,空气、肺、膈肌、降主动脉、肺动脉、肺静脉和心耳,只显示直观清晰的心脏、升主动脉和冠状动脉,以便于观察升主动脉和冠状动脉的走向,以及心脏的腔室形态。

[0004] 目前,已有一些关于心脏三维图像的分割方法。最常用的就是传统的区域增长分割法。但是,这种分割方法没有充分地考虑到噪声以及心脏周围邻近组织的形态结构的影响,容易产生过分割或欠分割的问题,最终导致分割的准确度不高。例如,冠状动脉的左前降支与胸骨邻近,使用区域增长的分割方法会很容易去除掉左前降支。再例如,心脏底部与膈肌相连,且边界不容易区分,使用区域增长的分割方法很容易无法干净地去除掉膈肌,从而影响对右冠状动脉和后降支的观察。

[0005] 除了传统的区域增长分割法之外,目前比较常用的是基于训练学习的分割方法,其比传统的区域增长分割法的准确度要高。其中,在该分割方法中,需要先运用大量的心脏三维数据经过反复多次地训练,以训练出初始的心脏三维模型,然后再对初始的心脏三维模型进行一些处理,如,形变和平滑处理,或者分割处理等,最终获得心脏三维图像。但是,这种分割方法依赖于初始的心脏三维模型的建立,而建立模型的过程必须经历反复多次地训练,这会增加分割方法的计算量和复杂度,无法快速地实现图像分割。

[0006] 目前,迫切需要提供一种有效的心脏三维图像的分割方案,既可以保证分割的准确度,还可以尽量减少分割方法的计算量和复杂度,从而快速地实现图像分割。

### 发明内容

[0007] 为了解决上述技术问题,本发明实施例提供了心脏三维图像的分割方法和装置,既可以保证分割的准确度,还可以尽量减少分割方法的计算量和复杂度,从而快速地实现图像分割。

[0008] 本发明实施例公开了如下技术方案:

[0009] 一种心脏三维图像的分割方法,包括:

[0010] 从扫描到的各层心脏电子计算机X射线断层扫描CT图像中查找介于心脏底部与上部之间的一层心脏CT图像,并作为第一临界层;

[0011] 在所述第一临界层上搜索心脏的边界作为心脏底部轮廓,根据所述心脏底部轮廓

和心脏底部最低点生成曲面模型作为心脏底部模型；

[0012] 在位于所述第一临界层之上的各层心脏CT图像上搜索心脏的边界作为心脏上部轮廓,根据所述心脏上部轮廓生成曲面模型作为心脏上部模型。

[0013] 优选的,所述方法还包括:从扫描到的各层心脏CT图像中查找介于心脏顶部与中部之间的一层心脏CT图像,并作为第二临界层;

[0014] 则所述在位于所述第一临界层之上的各层心脏CT图像上搜索心脏的边界作为心脏上部轮廓,根据所述心脏上部轮廓生成曲面模型作为心脏上部模型具体为:

[0015] 在所述第二临界层上搜索心脏的边界作为心脏顶部轮廓,根据所述心脏顶部轮廓生成平面模型作为心脏顶部模型,在位于所述第一临界层和第二临界层之间的各层心脏CT图像上搜索心脏的边界作为心脏中部轮廓,根据所述心脏中部轮廓生成曲面模型作为心脏中部模型。

[0016] 优选的,所述方法还包括:

[0017] 针对心脏顶部模型、心脏中部模型和心脏底部模型中的任意一个或任意多个模型,沿所述模型的能量函数降低的方向对所述模型进行形变拉伸,直到所述模型的能量函数达到最小值。

[0018] 优选的,所述方法还包括:

[0019] 针对心脏顶部模型,只将所述心脏顶部模型中的左心房和冠状动脉区域进行向上拉伸,当形变拉伸到左心房和冠状动脉的顶部边界时,停止形变拉伸。

[0020] 优选的,所述方法还包括:

[0021] 在所述心脏中部模型的能量函数达到最小值之前,判断所述心脏中部模型是否形变拉伸到空气、肺、胸骨或降主动脉的位置,如果是,提前停止形变拉伸。

[0022] 优选的,所述方法还包括:

[0023] 在所述心脏底部模型的能量函数达到最小值之前,判断所述心脏底部模型是否形变拉伸到降主动脉或肺的位置,如果是,提前停止形变拉伸。

[0024] 优选的,所述从扫描到的各层心脏CT图像中查找介于心脏底部与中部之间的一层心脏CT图像,并作为第一临界层,包括:

[0025] 从各层心脏CT图像中定位一个心脏中心点;

[0026] 对所述心脏中心点所在的冠状位图像进行逐行扫描,并判断在扫描行是否检测到肺,如果检测到,继续扫描下一行,如果检测不到,停止扫描;

[0027] 将停止扫描时的扫描行所在的一层心脏CT图像确定为介于心脏底部与中部之间的第一临界层。

[0028] 优选的,所述从扫描到的各层心脏CT图像中查找介于心脏顶部与中部之间的一层心脏CT图像,并作为第二临界层,包括:

[0029] 从各层心脏CT图像中定位一个心脏中心点;

[0030] 将所述心脏中心点所在的一层心脏CT图像确定为介于心脏顶部和中部之间的第二临界层。

[0031] 优选的,所述从各层心脏CT图像中定位一个心脏中心点,包括:

[0032] 通过主动脉造影,在造影后的各层心脏CT图像上检测升主动脉;

[0033] 根据所述升主动脉确定最低的升主动脉中心点,将最低的升主动脉中心点作为心

脏瓣膜位置并标记为心脏中心点。

[0034] 优选的,所述从各层心脏CT图像中定位一个心脏中心点,包括:

[0035] 在各层的心脏CT图像上检测左右两肺;

[0036] 计算所述左右两肺之间的间隔,选取最长间隔,将最长间隔上的中心点作为心脏瓣膜位置并标记为心脏中心点。

[0037] 优选的,所述根据所述心脏底部轮廓和心脏底部最低点生成曲面模型作为心脏底部模型,包括:

[0038] 将所述心脏底部轮廓划分为前段、中段和后段三个片段;

[0039] 计算前段轮廓上的每个采样点与心脏底部最低点之间的最优代价路径,根据所述最优代价路径生成一个曲面模型,作为心脏底部的前段模型;

[0040] 计算中段轮廓上沿冠状位方向对称的每两个采样点之间的最优代价路径,根据所述最优代价路径生成一个曲面模型,作为心脏底部的中段模型;

[0041] 根据中段轮廓上沿冠状位方向对称且最靠近后端轮廓的两个采样点之间的一个最优代价路径生成一个平面模型,作为心脏底部的后段模型。

[0042] 一种心脏三维图像的分割装置,包括:

[0043] 第一临界层查找单元,用于从扫描到的各层心脏CT图像中查找介于心脏底部与上部之间的一层心脏CT图像,并作为第一临界层;

[0044] 底部模型生成单元,用于在所述第一临界层上搜索心脏的边界作为心脏底部轮廓,根据所述心脏底部轮廓和心脏底部最低点生成曲面模型作为心脏底部模型;

[0045] 上部模型生成单元,用于在位于所述第一临界层之上的各层心脏CT图像上搜索心脏的边界作为心脏上部轮廓,根据所述心脏上部轮廓生成曲面模型作为心脏上部模型。

[0046] 优选的,所述装置还包括:第二临界层查找单元,用于从扫描到的各层心脏CT图像中查找介于心脏顶部与中部之间的一层心脏CT图像,并作为第二临界层;

[0047] 则所述上部模型生成单元具体包括:

[0048] 顶部模型生成子单元,用于在所述第二临界层上搜索心脏的边界作为心脏顶部轮廓,根据所述心脏顶部轮廓生成平面模型作为心脏顶部模型;

[0049] 中部模型生成子单元,用于在位于所述第一临界层和第二临界层之间的各层心脏CT图像上搜索心脏的边界作为心脏中部轮廓,根据所述心脏中部轮廓生成曲面模型作为心脏中部模型。

[0050] 优选的,所述装置还包括:

[0051] 第一形变拉伸单元,用于针对心脏顶部模型、心脏中部模型和心脏底部模型中的任意一个或任意多个模型,沿所述模型的能量函数降低的方向对所述模型进行形变拉伸,直到所述模型的能量函数达到最小值。

[0052] 优选的,所述第一临界层查找单元包括:

[0053] 中心点定位子单元,用于从各层心脏CT图像中定位一个心脏中心点;

[0054] 扫描子单元,用于对所述心脏中心点所在的冠状位图像进行逐行扫描,并判断在扫描行是否检测到肺,如果检测到,继续扫描下一行,如果检测不到,停止扫描;

[0055] 第一确定子单元,用于将停止扫描时的扫描行所在的一层心脏CT图像作为介于心脏底部与中部之间的第一临界层。

- [0056] 优选的,所述第二临界层查找单元包括:
- [0057] 中心点定位子单元,用于从各层心脏CT图像中定位一个心脏中心点;
- [0058] 第二确定子单元,用于将所述心脏中心点所在的一层心脏CT图像确定为介于心脏顶部和中部之间的第二临界层。
- [0059] 优选的,所述底部模型生成单元包括:
- [0060] 分段子单元,用于将所述心脏底部轮廓划分为前段、中段和后段三个片段;
- [0061] 前段模型生成子单元,用于计算前段轮廓上的每个采样点与心脏底部最低点之间的最优代价路径,根据所述最优代价路径生成一个曲面模型,作为心脏底部的前段模型;
- [0062] 中段模型生成子单元,用于计算中段轮廓上沿冠状位方向对称的每两个采样点之间的最优代价路径,根据所述最优代价路径生成一个曲面模型,作为心脏底部的中段模型;
- [0063] 后段模型生成子单元,用于根据中段轮廓上沿冠状位方向对称且最靠近后端轮廓的两个采样点之间的一个最优代价路径生成平面模型,作为心脏底部的后段模型。
- [0064] 由上述实施例可以看出,与现有技术相比,本发明的优点在于:
- [0065] 本发明实施例与现有技术不同,无需反复多次地训练心脏三维模型,而是根据心脏的形态特征,直接采用分段建立心脏三维模型的方法。即,先定位临界层:心脏顶部与心脏中部上部之间的临界层,并根据这个临界层将心脏分成上部和底部两个局部,再分段建立心脏的各局部模型,最后由心脏上部模型和心脏底部模型构成一个完整的心脏三维模型,从而通过心脏三维模型可以清晰地显示心脏三维图像。本发明实施例受局部噪声影响小,鲁棒性好,既可以保证分割的准确度,还可以尽量减少分割方法的计算量和复杂度,能快速有效地实现图像分割。

## 附图说明

- [0066] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。
- [0067] 图1为本发明提供的一种心脏三维图像的分割方法的一个实施例的流程图;
- [0068] 图2为本发明提供的一种扫描心脏中心点所在的冠状位图像查找临界层的示意图;
- [0069] 图3为本发明提供的一种根据所述心脏底部轮廓和心脏底部最低点生成心脏底部模型的方法的流程图;
- [0070] 图4-1为本发明的一个心脏底部的后段模型的三维示意图;
- [0071] 图4-2为本发明的一个心脏底部的前段和中段模型的三维示意图;
- [0072] 图5为本发明的一个心脏中部模型的三维示意图;
- [0073] 图6为本发明提供的一种心脏三维图像的分割方法的另一个实施例的流程图;
- [0074] 图7为本发明的一个形变拉伸后的心脏底部的前段和中段模型的三维示意图;
- [0075] 图8为本发明的一个形变拉伸和平滑后的心脏底部的前段和中段模型的三维示意图;
- [0076] 图9为本发明的一个形变拉伸和平滑后的心脏底部的后段模型的三维示意图;

- [0077] 图10为本发明提供了一种心脏三维图像的分割装置的一个实施例的结构图；
- [0078] 图11为本发明提供了一种心脏三维图像的分割装置的另一个实施例的结构图；
- [0079] 图12为本发明提供了一种中心点定位单元的结构图；
- [0080] 图13为本发明提供了一种底部模型生成单元的结构图。

### 具体实施方式

[0081] 本发明实施例提供了心脏三维图像的分割方法和装置。考虑到心脏具有比较复杂的形态特征,即,心脏顶部与周围邻近组织之间具有相对明显的边界,而心脏底部与膈肌相连,两者灰度接近,没有明显的边界,不易分离。因此,在本发明实施例中,先定位临界层,即,心脏顶部与心脏上部之间的临界层,并根据这个临界层将心脏分成上部和底部两个局部,再分段建立心脏的各局部模型,最后由心脏上部模型和心脏底部模型构成一个完整的心脏三维模型,通过心脏三维模型可以清晰地显示心脏三维图像。

[0082] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图对本发明实施例进行详细描述。

#### [0083] 方法实施例

[0084] 请参阅图1,其为本发明提供了一种心脏三维图像的分割方法的一个实施例的流程图,该方法包括以下步骤:

[0085] 步骤101:从各层心脏CT(Computed Tomography,电子计算机X射线断层扫描)图像中查找介于心脏底部与上部之间的一层心脏CT图像,并作为第一临界层。

[0086] 在本发明的一个优选实施方式中,可以通过如下方式查找第一临界层:从各层心脏CT图像中定位一个心脏中心点;对所述心脏中心点所在的冠状位图像进行逐行扫描,并判断在扫描行是否检测到肺,如果检测到,继续扫描下一行,如果检测不到,停止扫描;将停止扫描时的扫描行所在的一层心脏CT图像确定为介于心脏底部与中部之间的第一临界层。

[0087] 由于心脏底部与膈肌组织相连,因此,在本发明的实施例中,是根据心脏与肺的边界点,定位心脏底部的位置。例如,如图2所示的心脏中心点所在的冠状位图像,自上而下地逐行扫描该冠状位图像(一个扫描行所在的横断位图像就是一层心脏CT图像),并判断是否在扫描行检测到肺,当检测不到肺时,认为扫描到了膈肌,停止扫描,该扫描行所在的横断位图像即为心脏底部和中部的临界层。

[0088] 需要说明的是,除了可以定位一个心脏中心点之外,还可以定位心室顶部点。另外,除了可以检测肺之外,还可以检测膈肌。即,判断在扫描行是否检测到膈肌,如果检测到,继续扫描下一行,如果检测不到,停止扫描。

[0089] 其中,由于心脏与主动脉连通,且位于左右两肺中间,因此,可以通过升主动脉或者左右两肺定位心脏中心点。

[0090] 在本发明的一个优选实施方式中,通过升主动脉定位心脏中心点的过程为:通过主动脉造影,在造影后的各层心脏CT图像上检测升主动脉;根据所述升主动脉确定最低的升主动脉中心点,将最低的升主动脉中心点作为心脏瓣膜位置并标记为心脏中心点。

[0091] 例如,主动脉始于左心室,上至主动脉弓,连通性好,通过主动脉造影,在造影后的每一层心脏CT图像上能够非常明显地显示出主动脉部分。而由于升主动脉的截面近似圆,因此,可以通过圆形检测或聚类等方法从每一层心脏CT图像上的主动脉部分识别出升主动

脉,进而确定升主动脉中心点,最终从各层心脏CT图像中获得一系列的升主动脉中心点,将最低的升主动脉中心点作为心脏瓣膜位置,而心脏瓣膜位置就是我们希望找到的心脏中心点。

[0092] 或者,在本发明的另一个优选实施方式中,通过左右两肺定位心脏中心点的过程为:在各层的心脏CT图像上检测左右两肺;计算所述左右两肺之间的间隔,选取最长间隔,将最长间隔上的中心点作为心脏瓣膜位置并标记为心脏中心点。

[0093] 例如,在心脏CT图像上,左右两肺的灰度均匀且形态规则,可以通过简单的阈值分割方法或带方向的区域增长分割方法检测每一层心脏CT图像上的左右两肺,并计算左右两肺之间的间隔,最终从各层心脏CT图像中获得一系列的左右两肺之间的间隔,最终选取最长间隔,并将最长间隔上的中心点作为心脏瓣膜位置。

[0094] 步骤102:在所述第一临界层上搜索心脏的边界作为心脏底部轮廓,根据所述心脏底部轮廓和心脏底部最低点生成曲面模型作为心脏底部模型。

[0095] 例如,可以计算心脏底部轮廓上的每个采样点与心脏底部最低点之间的最优代价路径,并根据最优代价路径生成一个曲面,作为心脏底部模型。或者,还可以计算心脏底部轮廓上沿冠状位方向对称的每两个采样点之间的最优代价路径,并根据最优代价路径生成一个曲面,作为心脏底部模型。

[0096] 考虑到心脏底部的形态特征,通常,针对心脏底部,有一部分靠近胸骨组织,并且与胸骨之间的边界模糊,不容易定位;再有一部分覆盖大部分心脏底部,并且常常与左右肺相邻;还有一部分接近降主动脉和脊椎组织。

[0097] 因此,可以将心脏底部轮廓划分为前段、中段和后段三个片段,并且,针对前端轮廓、中段轮廓和后段轮廓,分别采用不同的处理方式。

[0098] 如图3所示,在本发明的一个优选实施方式中,根据所述心脏底部轮廓和心脏底部最低点,可以通过如下几个步骤生成曲面模型作为心脏底部模型:

[0099] 步骤301:将所述心脏底部轮廓划分为前段、中段和后段三个片段。

[0100] 步骤302:计算前段轮廓上的每个采样点与心脏底部最低点之间的最优代价路径,根据所述最优代价路径生成一个曲面模型,作为心脏底部的前段模型。

[0101] 步骤303:计算中段轮廓上沿冠状位方向对称的每两个采样点之间的最优代价路径,根据所述最优代价路径生成一个曲面模型,作为心脏底部的中段模型。

[0102] 步骤304:根据中段轮廓上沿冠状位方向对称且最靠近后端轮廓的两个采样点之间的一个最优代价路径生成一个平面模型,作为心脏底部的后段模型。

[0103] 其中,心脏底部最低点位于心脏的最底部,可以将心脏中部轮廓沿冠状位方向生成多条最优代价路径,而在每条最优代价路径上都有一个最低点,从其中靠近胸骨的一部分最优代价路径中选择出最低的最低点,该点即为心脏底部最低点。

[0104] 如图4-1所示,其示出了本发明的一个心脏底部的后段模型的三维示意图。如图4-2所示,其示出了本发明的一个心脏底部的前段和中段模型的三维示意图。

[0105] 步骤103:在位于所述第一临界层之上的各层心脏CT图像上搜索心脏的边界作为心脏上部轮廓,根据所述心脏上部轮廓生成曲面模型作为心脏上部模型。

[0106] 为了建立更加接近真实情况的心脏三维模型,还可以进一步将心脏上部分为心脏顶部和心脏中部,并分别生成心脏顶部模型和心脏中部模型。

[0107] 因此,在本发明的一个优选实施方式中,上述方法还包括:从扫描到的各层心脏CT图像中查找介于心脏顶部与中部之间的一层心脏CT图像,并作为第二临界层。

[0108] 上述步骤103具体为:在所述第二临界层上搜索心脏的边界作为心脏顶部轮廓,根据所述心脏顶部轮廓生成平面模型作为心脏顶部模型,在位于所述第一临界层和第二临界层之间的各层心脏CT图像上搜索心脏的边界作为心脏中部轮廓,根据所述心脏中部轮廓生成曲面模型作为心脏中部模型。

[0109] 在本发明的一个优选实施方式中,可以通过如下方式查找第二临界层:从各层心脏CT图像中定位一个心脏中心点;将所述心脏中心点所在的一层心脏CT图像确定为介于心脏顶部和中部之间的第二临界层。

[0110] 如图5所示,其示出了本发明的一个心脏中部模型的三维示意图。

[0111] 需要说明的是,可以先判断是否可以提取冠状动脉树,如果可以提取出冠状动脉树,优选将心脏上部轮廓分成心脏顶部和中部轮廓,然后再根据心脏顶部和中部轮廓生成心脏中部和顶部模型。如果提取不出冠状动脉树,只根据心脏上部轮廓生成心脏上部模型。

[0112] 还需要说明的是,在本发明的实施例中,可以预先通过区域增长分割等方法分割各层心脏CT图像中的空气、左右两肺、胸骨和降主动脉等心脏底部的周围邻近组织,并进行标记。这样,在第一临界层上,就可以通过预先标记好的各心脏底部的周围邻近组织搜索心脏的边界,并且将该边界作为心脏底部轮廓。

[0113] 与此类似,在第二临界层上,也需要预先分割和标记升主动脉和心房等心脏顶部的周围邻近组织,通过预先标记好的各心脏顶部的周围邻近组织搜索心脏的边界,并且将该边界作为心脏顶部轮廓。而在位于两个临界层之间的各层心脏CT图像上,也需要预先分割和标记出左右两肺、胸骨和降主动脉等心脏中部的周围邻近组织,通过预先标记好的各心脏中部的周围邻近组织搜索心脏的边界,并且将该边界作为心脏中部轮廓。由上述实施例可以看出,与现有技术相比,本发明的优点在于:

[0114] 本发明实施例与现有技术不同,无需反复多次地训练心脏三维模型,而是根据心脏的形态特征,直接采用分段建立心脏三维模型的方法。即,先定位临界层:心脏顶部与心脏中部上部之间的临界层,并根据这个临界层将心脏分成上部和底部两个局部,再分段建立心脏的各局部模型,最后由心脏上部模型和心脏底部模型构成一个完整的心脏三维模型,从而通过心脏三维模型可以清晰地显示心脏三维图像。本发明实施例受局部噪声影响小,鲁棒性好,既可以保证分割的准确度,还可以尽量减少分割方法的计算量和复杂度,能快速有效地实现图像分割。

[0115] 为了使建立的模型轮廓更接近真实的心脏边界,还可以对各模型进行形变拉伸,可以进一步有效地去除膈肌、胸骨和脊骨等组织。请参阅图6,其为本发明提供的一种心脏三维图像的分割方法的另一个实施例的流程图,该方法包括以下步骤:

[0116] 步骤601:从扫描到的各层心脏电子计算机X射线断层扫描CT图像中查找介于心脏底部与上部之间的一层心脏CT图像,并作为第一临界层。

[0117] 步骤602:在所述第一临界层上搜索心脏的边界作为心脏底部轮廓,根据所述心脏底部轮廓和心脏底部最低点生成曲面模型作为心脏底部模型。

[0118] 步骤603:在位于所述第一临界层之上的各层心脏CT图像上搜索心脏的边界作为心脏上部轮廓,根据所述心脏上部轮廓生成曲面模型作为心脏上部模型。

[0119] 步骤604:针对心脏顶部模型、心脏中部模型和心脏底部模型中的任意一个或任意多个模型,沿所述模型的能量函数降低的方向对所述模型进行形变拉伸,直到所述模型的能量函数达到最小值。

[0120] 其中,能量函数由内部能量函数和外部能量函数组成,内部能量函数控制各模型的平滑性和连续性,外部能量函数控制各模型的展示目标收敛。外部能量函数由图像能量和约束能量组成。

[0121] 利用周围区域的外力和各模型本身的内力进行拉伸形变,沿模型的能量函数降低的方向靠近,当模型的能量函数达到最小值时,说明该模型的轮廓收敛到真实边界。

[0122] 其中,对于心脏底部模型,可以沿任意方向进行形变拉伸;对于心脏中部模型,可以沿横断位方向进行形变拉伸;对于心脏顶部模型,可以向上进行形变拉伸。

[0123] 在本发明的一个优选实施方式中,针对心脏顶部模型,除了可以按照能量函数进行形变拉伸之外,作为更优选的一种实施方式是:只将所述心脏顶部模型中的左心房和冠状动脉区域进行向上拉伸,当形变拉伸到左心房和冠状动脉的顶部边界时,停止形变拉伸。

[0124] 在本发明的另一个优选实施方式中,在所述心脏中部模型的能量函数达到最小值之前,判断所述心脏中部模型是否形变拉伸到空气、肺、胸骨或降主动脉的位置,如果是,提前停止形变拉伸。

[0125] 在本发明的另一个优选实施方式中,在所述心脏底部模型的能量函数达到最小值之前,判断所述心脏底部模型是否形变拉伸到降主动脉或肺的位置,如果是,提前停止形变拉伸。从而可以有效去除心耳、肺静脉、肺动脉和上腔静脉等其它组织的干扰。

[0126] 还需要说明的是,针对心脏顶部模型、心脏中部模型和心脏底部模型中的任意一个或任意多个模型,在对其进行形变拉伸后,还可以进一步对其进行平滑处理,最后再进行填充。

[0127] 例如,如图7所示,其示出了本发明的一个形变拉伸后的心脏底部的中前段和中段模型的三维示意图。如图8所示,其示出了本发明的一个形变拉伸和平滑后的心脏底部的中前段和中段模型的三维示意图。如图9所示,其示出了本发明的一个形变拉伸和平滑后的心脏底部的后段模型的三维示意图。

[0128] 由上述实施例可以看出,与现有技术相比,本发明的优点在于:

[0129] 本发明实施例与现有技术不同,无需反复多次地训练心脏三维模型,而是根据心脏的形态特征,直接采用分段建立心脏三维模型的方法。即,先定位临界层:心脏顶部与心脏中部上部之间的临界层,并根据这个临界层将心脏分成上部和底部两个局部,再分段建立心脏的各局部模型,最后由心脏上部模型和心脏底部模型构成一个完整的心脏三维模型,从而通过心脏三维模型可以清晰地显示心脏三维图像。本发明实施例受局部噪声影响小,鲁棒性好,既可以保证分割的准确度,还可以尽量减少分割方法的计算量和复杂度,能快速有效地实现图像分割。

[0130] 装置实施例

[0131] 与上述一种心脏三维图像的分割方法相对应,本发明实施例还提供了一种心脏三维图像的分割装置。请参阅图10,其为本发明提供的一种心脏三维图像的分割装置的一个实施例的结构图,该装置包括:第一临界层查找单元1001、底部模型生成单元1002和上部模型生成单元1003。下面结合该装置的工作原理进一步介绍其内部结构以及连接关系。

[0132] 临界层查找单元1001,用于从扫描到的各层心脏CT图像中查找介于心脏底部与上部之间的一层心脏CT图像,并作为第一临界层;

[0133] 底部模型生成单元1002,用于在所述第一临界层上搜索心脏的边界作为心脏底部轮廓,根据所述心脏底部轮廓和心脏底部最低点生成曲面模型作为心脏底部模型;

[0134] 上部模型生成单元1003,用于在位于所述第一临界层之上的各层心脏CT图像上搜索心脏的边界作为心脏上部轮廓,根据所述心脏上部轮廓生成曲面模型作为心脏上部模型。

[0135] 在本发明的一个优选实施方式中,该装置还包括:第二临界层查找单元,用于从扫描到的各层心脏CT图像中查找介于心脏顶部与中部之间的一层心脏CT图像,并作为第二临界层;

[0136] 则所述上部模型生成单元1003具体包括:

[0137] 顶部模型生成子单元,用于在所述第二临界层上搜索心脏的边界作为心脏顶部轮廓,根据所述心脏顶部轮廓生成平面模型作为心脏顶部模型;

[0138] 中部模型生成子单元,用于在位于所述第一临界层和第二临界层之间的各层心脏CT图像上搜索心脏的边界作为心脏中部轮廓,根据所述心脏中部轮廓生成曲面模型作为心脏中部模型。

[0139] 在本发明的一个优选实施方式中,如图11所示,该装置还包括:

[0140] 第一形变拉伸单元1004,用于针对心脏顶部模型、心脏中部模型和心脏底部模型中的任意一个或任意多个模型,沿所述模型的能量函数降低的方向对所述模型进行形变拉伸,直到所述模型的能量函数达到最小值。

[0141] 在本发明的一个优选实施方式中,该装置还包括:

[0142] 第二形变拉伸单元,用于针对心脏顶部模型,只将所述心脏顶部模型中的左心房和冠状动脉区域进行向上拉伸,当形变拉伸到左心房和冠状动脉的顶部边界时,停止形变拉伸。

[0143] 在本发明的另一个优选实施方式中,在图11所示的结构的基础上,该装置还包括:第一判断单元,用于在所述心脏中部模型的能量函数达到最小值之前,判断所述心脏中部模型是否形变拉伸到空气、肺、胸骨或降主动脉的位置,如果是,提前停止形变拉伸。

[0144] 在本发明的另一个优选实施方式中,在图10所示的结构的基础上,该装置还包括:第二判断单元,用于在所述心脏底部模型的能量函数达到最小值之前,判断所述心脏底部模型是否形变拉伸到降主动脉或肺的位置,如果是,提前停止形变拉伸。

[0145] 在本发明的另一个优选实施方式中,如图12所示,上述的第一临界层查找单元1001包括:

[0146] 中心点定位子单元10011,用于从各层心脏CT图像中定位一个心脏中心点;

[0147] 扫描子单元10012,用于对所述心脏中心点所在的冠状位图像进行逐行扫描,并判断在扫描行是否检测到肺,如果检测到,继续扫描下一行,如果检测不到,停止扫描;

[0148] 第一确定子单元10013,用于将停止扫描时的扫描行所在的一层心脏CT图像作为介于心脏底部与中部之间的第一临界层。

[0149] 在本发明的另一个优选实施方式中,上述的第二临界层查找单元包括:

[0150] 中心点定位子单元,用于从各层心脏CT图像中定位一个心脏中心点;

[0151] 第二确定子单元,用于将所述心脏中心点所在的一层心脏CT图像确定为介于心脏顶部和中部之间的第二临界层。

[0152] 在本发明的另一个优选实施方式中,所述中心点定位子单元10011具体用于通过主动脉造影,在造影后的各层心脏CT图像上检测升主动脉;根据所述升主动脉确定最低的升主动脉中心点,将最低的升主动脉中心点作为心脏瓣膜位置并标记为心脏中心点。

[0153] 除了图12所示的结构之外,作为替换方式,在本发明的另一个优选实施方式中,中心点定位子单元1001具体用于,在各层的心脏CT图像上检测左右两肺;计算所述左右两肺之间的间隔,选取最长间隔,将最长间隔上的中心点作为心脏瓣膜位置并标记为心脏中心点。

[0154] 在本发明的另一个优选实施方式中,如图13所示,上述的底部模型生成单元1003包括:

[0155] 分段子单元10031,用于将所述心脏底部轮廓划分为前段、中段和后段三个片段;

[0156] 前段模型生成子单元10032,用于计算前段轮廓上的每个采样点与心脏底部最低点之间的最优代价路径,根据所述最优代价路径生成一个曲面模型,作为心脏底部的前段模型;

[0157] 中段模型生成子单元10033,用于计算中段轮廓上沿冠状位方向对称的每两个采样点之间的最优代价路径,根据所述最优代价路径生成一个曲面模型,作为心脏底部的中段模型;

[0158] 后段模型生成子单元10034,用于根据中段轮廓上沿冠状位方向对称且最靠近后端轮廓的两个采样点之间的一个最优代价路径生成平面模型,作为心脏底部的后段模型。

[0159] 由上述实施例可以看出,与现有技术相比,本发明的优点在于:

[0160] 本发明实施例与现有技术不同,无需反复多次地训练心脏三维模型,而是根据心脏的形态特征,直接采用分段建立心脏三维模型的方法。即,先定位临界层:心脏顶部与心脏中部上部之间的临界层,并根据这个临界层将心脏分成上部和底部两个局部,再分段建立心脏的各局部模型,最后由心脏上部模型和心脏底部模型构成一个完整的心脏三维模型,从而通过心脏三维模型可以清晰地显示心脏三维图像。本发明实施例受局部噪声影响小,鲁棒性好,既可以保证分割的准确度,还可以尽量减少分割方法的计算量和复杂度,能快速有效地实现图像分割。

[0161] 所述领域的技术人员可以清楚地了解到,为了描述的方便和简洁,上述描述的系统、装置和单元的具体工作过程,可以参考前述方法实施例中的对应过程,在此不再赘述。

[0162] 在本发明所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的系统、装置和方法,可以通过其它的方式实现。例如,以上所描述到的装置实施例仅仅是示意性的,例如,所述单元的划分,仅仅为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式,例如多个单元或组件可以结合或可以集成到另一个系统,或一些特征可以忽略,或不执行。另一点,所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口,装置或单元的间接耦合或通信连接,可以是电性、机械或其它的形式。

[0163] 所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以是物理上分开的,作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目

的。

[0164] 另外,在本发明各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中,也可以是各个单元单独物理存在,也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现,可以采用软件功能单元的形式实现。

[0165] 需要说明的是,本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例方法中的全部或部分流程,是可以通过计算机程序来指令相关的硬件来完成,所述的程序可存储于一计算机可读取存储介质中,该程序在执行时,可包括如上述各方法的实施例的流程。其中,所述的存储介质可为磁碟、光盘、只读存储记忆体(Read-Only Memory,ROM)或随机存储记忆体(Random Access Memory,RAM)等。

[0166] 以上对本发明所提供的心脏三维图像的分割方法和装置进行了详细介绍,本文中应用了具体实施例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本发明的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处,综上所述,本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

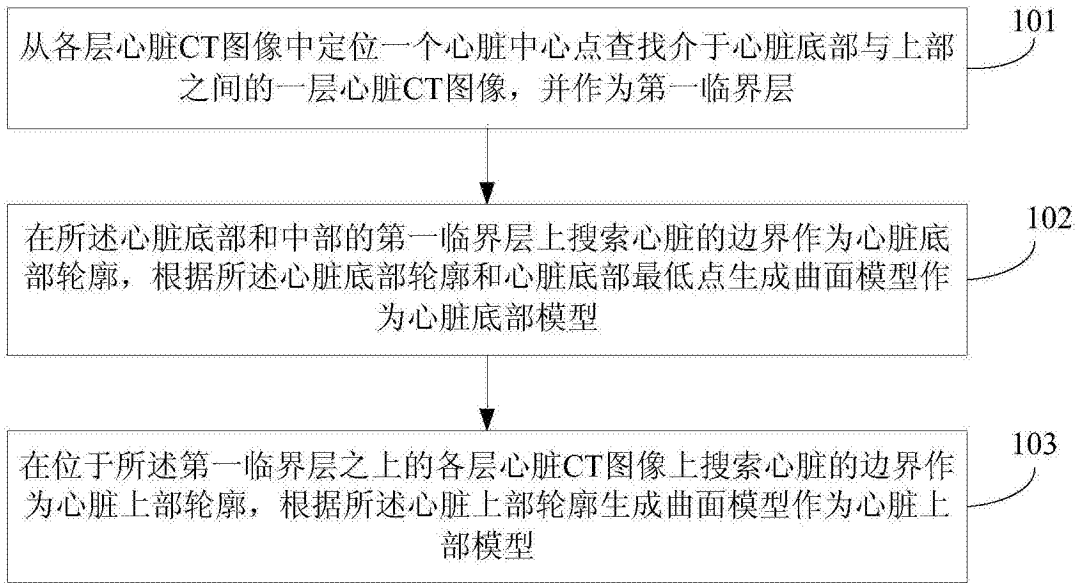


图1

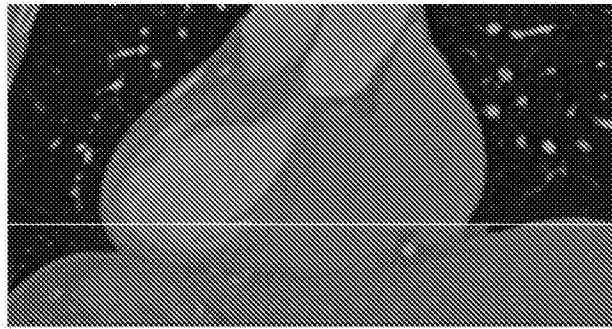


图2

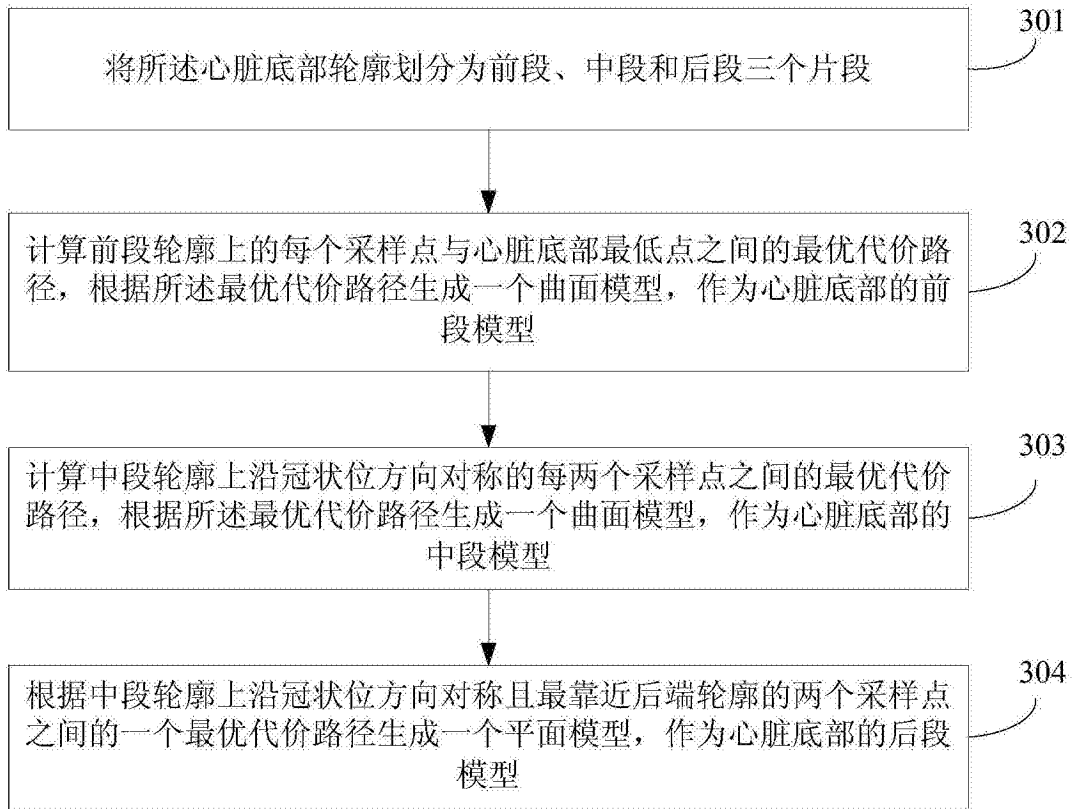


图3

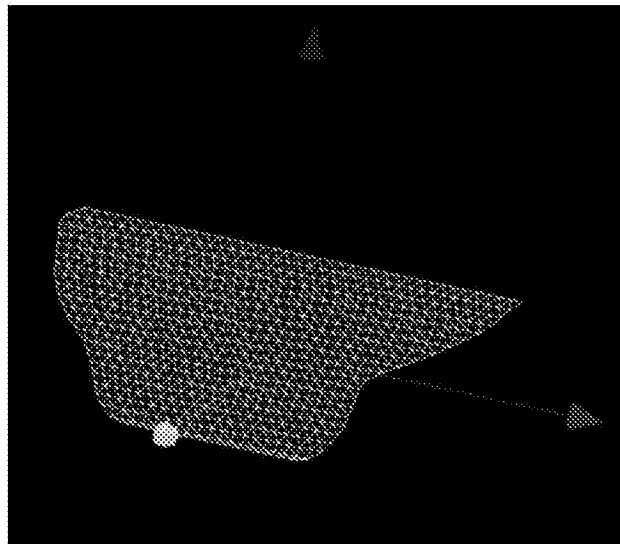


图4-1

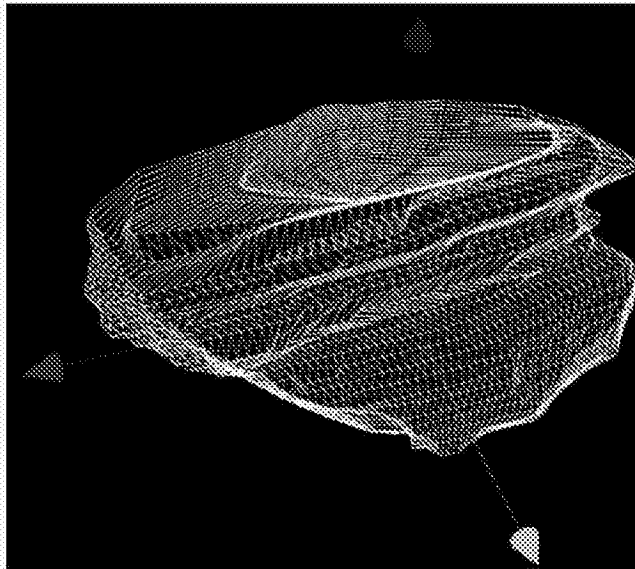


图4-2

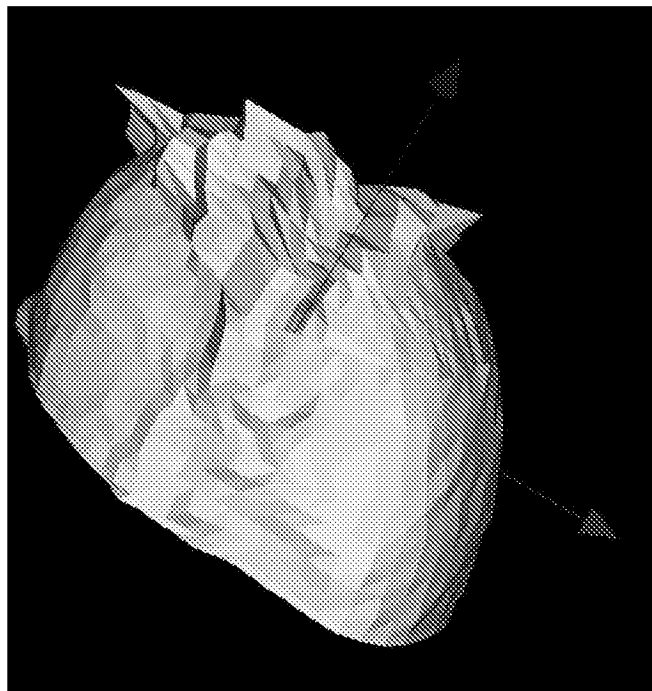


图5

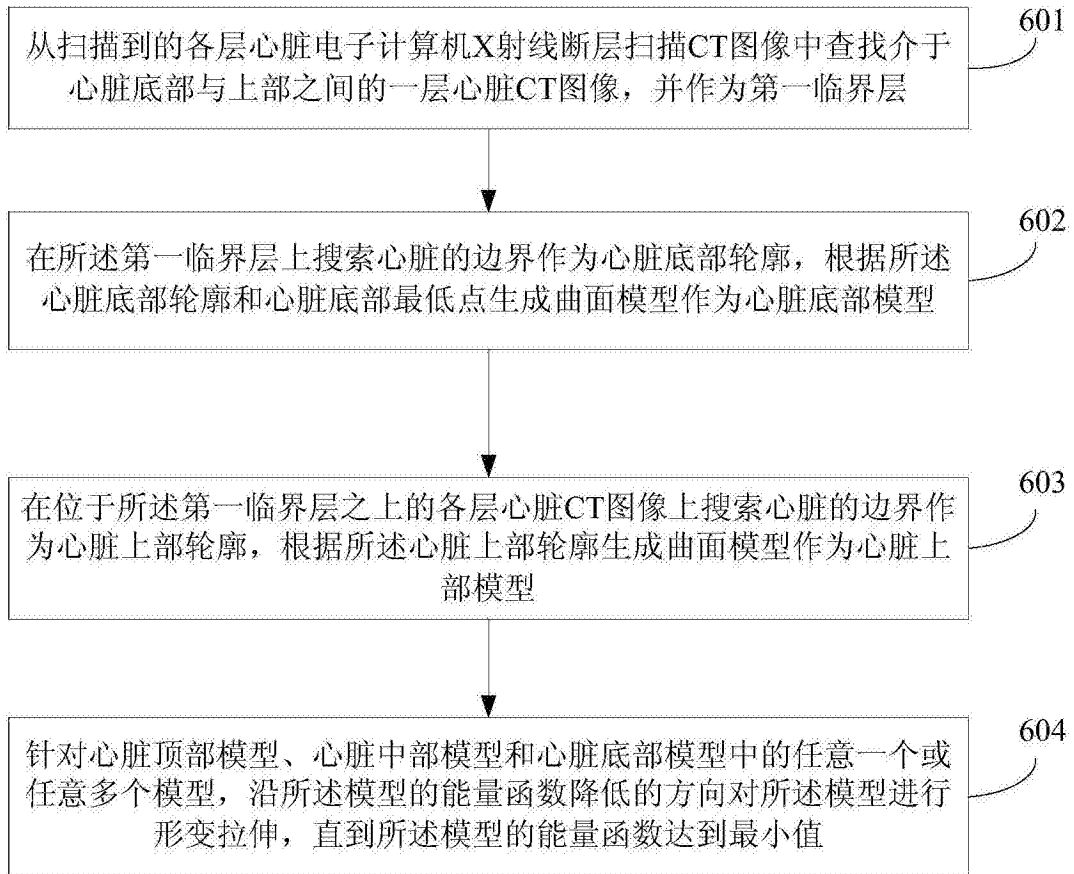


图6

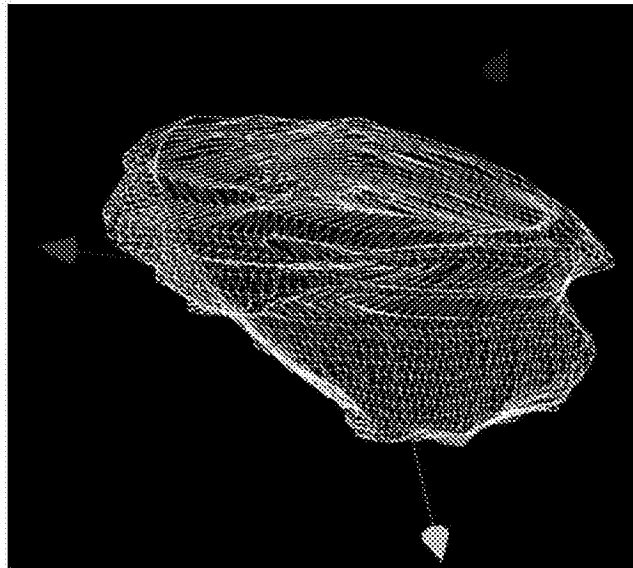


图7

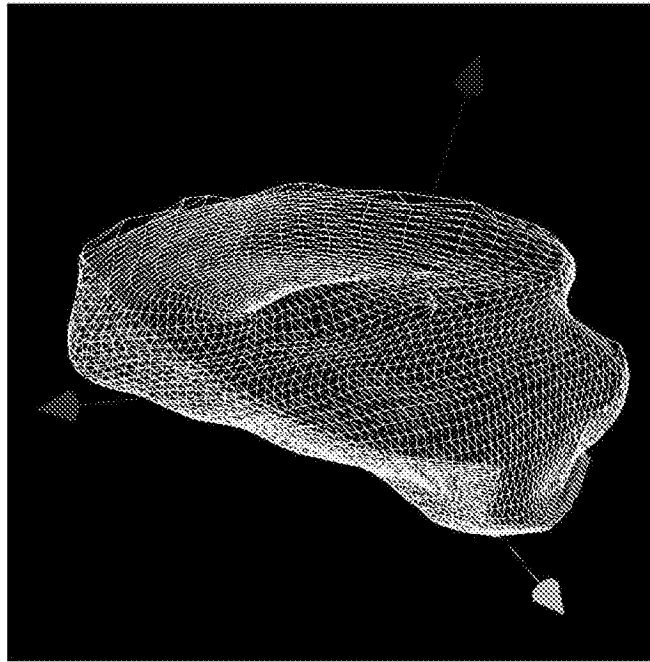


图8

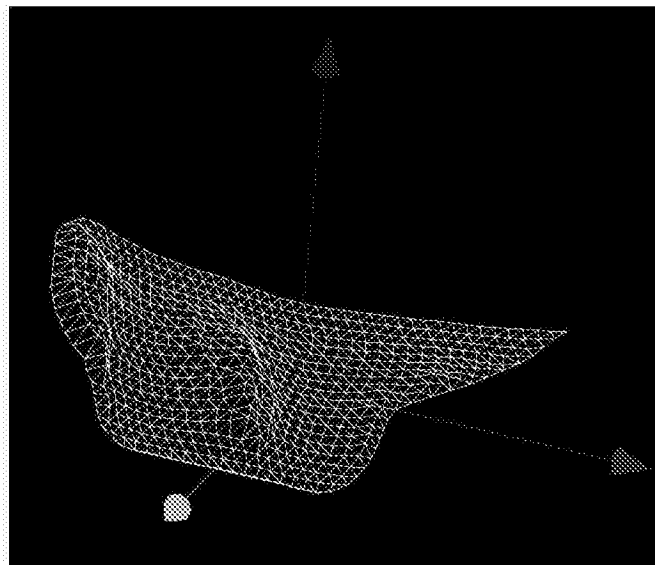


图9

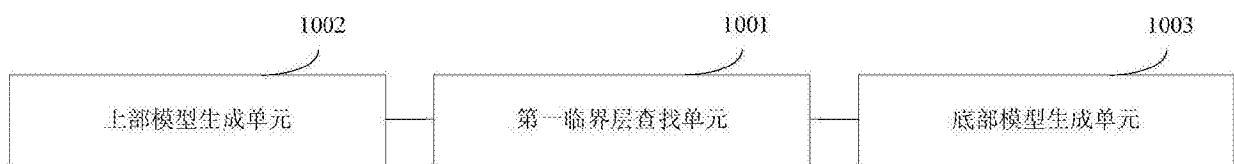


图10

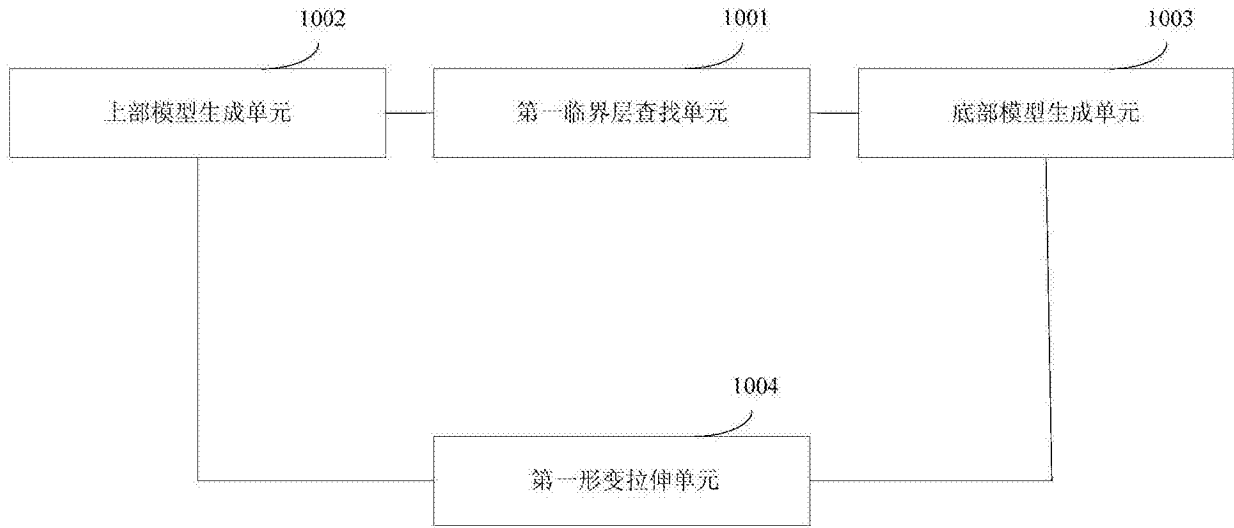


图11

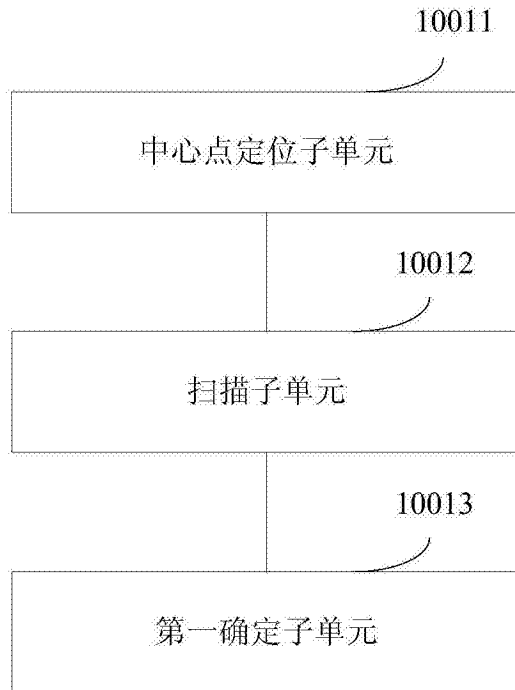


图12

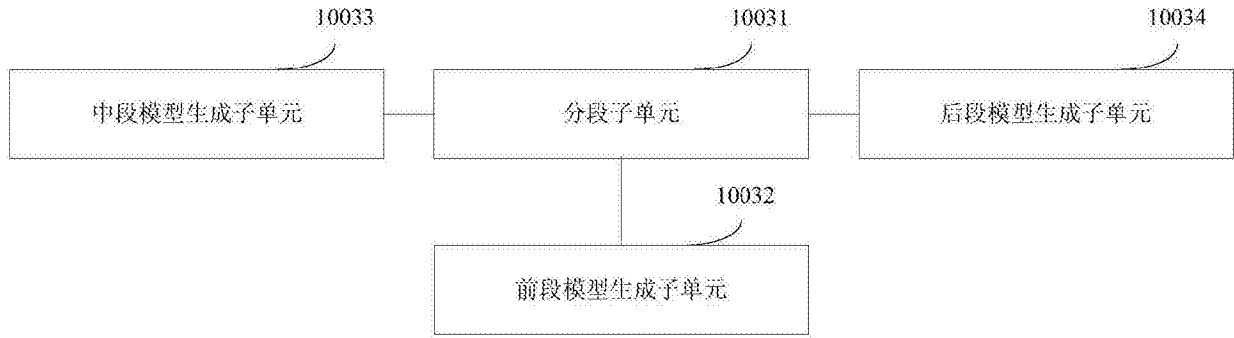


图13