



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108961413 A

(43)申请公布日 2018.12.07

(21)申请号 201810778217.3

(22)申请日 2018.07.16

(71)申请人 清华大学深圳研究生院

地址 518055 广东省深圳市南山区西丽镇

清华大学深圳研究生院

(72)发明人 吴剑 付饶

(74)专利代理机构 北京市诚辉律师事务所

11430

代理人 王大伟

(51)Int.Cl.

G06T 17/30(2006.01)

G06T 5/00(2006.01)

G06T 5/30(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

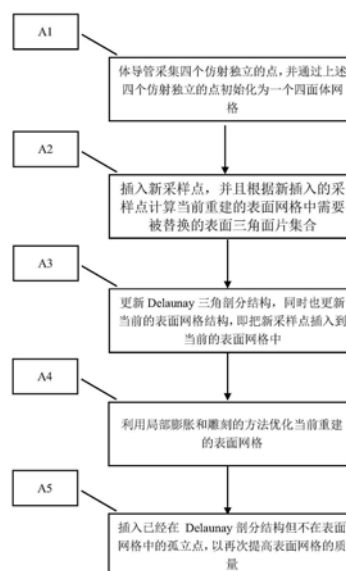
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

一种用于心脏标测系统中的心内膜逐点插入动态表面重建方法

(57)摘要

本发明公开了一种用于心脏标测系统中的心内膜逐点插入动态表面重建方法,包括:A1:导管采集四个仿射独立的点,并通过上述四个仿射独立的点初始化为一个四面体网格;A2:插入新采样点,并且根据新插入的采样点计算当前重建的表面网格中需要被替换的表面三角面片集合;A3:更新Delaunay三角剖分结构,同时也更新当前的表面网格结构,即把新采样点插入到当前的表面网格中;A4:利用局部膨胀和雕刻的方法优化当前重建的表面网格;A5:插入已经在Delaunay剖分结构但不在表面网格中的孤立点,提高表面网格的质量。上述表面重建方法更贴合手术中导管的采点步骤,更友好地服务医生掌握当前采样情况,显著提高心脏标测系统中心内膜表面的重建效率,更好地为医生提高病灶定位和病灶分析的服务。



1. 一种用于心脏标测系统中的心内膜逐点插入动态表面重建方法,其特征在于,所述方法包括如下步骤:

A1: 导管采集四个仿射独立的点,并通过上述四个仿射独立的点初始化为一个四面体网格;

A2: 插入新采样点,并且根据新插入的采样点计算当前重建的表面网格中需要被替换的表面三角面片集合;

A3: 更新Delaunay三角剖分结构,同时也更新当前的表面网格结构,即把新采样点插入到当前的表面网格中;

A4: 利用局部膨胀和雕刻的方法优化当前重建的表面网格;

A5: 插入已经在Delaunay剖分结构但不在表面网格中的孤立点,以再次提高表面网格的质量。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,步骤A2包括:当新插入一个采样点到当前重建的心内膜表面网格中,通过一个种子三角面片,以广度优先的方式进行增长,从而求得需要被替换的表面三角面片集合。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,种子三角面片为选择距离新待插入点最近的表面三角面片,其计算步骤如下:

A21: 通过点定位计算当前插入点的四面体单元;

A22: 以当前四面体单元为种子,以区域增长的方式求得该种子领域内距离新的待插入点最近的表面三角面片作为种子三角面片。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,计算得到种子表面三角面片后,通过广度优先的方式计算当前表面网格中被替换的表面面片集合,其计算步骤如下:

以区域增长的方式检测种子面片相邻的表面网格上的面片,检测这些面片是否满足条件:在待插入点的Delaunay影响域中,或者不在Delaunay影响域中但不满足Gabriel准则;对于满足条件的表面面片一律被标记为需要被替换的表面面片;如果被替换的表面面片集合不是一个正则的二维单纯形,则不插入当前采样点并重新采样;如果被替换的表面面片集合是一个正则的二维单纯形,则计算其边界。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,步骤A3包括:如果当前网格中被替换的表面面片集合是正则的二维单纯形,在计算被替换面片集合的边界后,以深度优先的方式将当前待插入点用增量式算法插入到Delaunay剖分结构中,在计算剖分的过程中,如果发现有新生成的四面体有一条边落在被替换表面集合的边界中,则生成一个表面面片。

6. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,步骤A4括:在满足不改变二维流形的情况下运用局部膨胀和雕刻,用其滤除表面网格中的新生成的非Gabriel三角面片,对于每个新生成的四面体,局部膨胀是把非Gabriel表面面片关联的Delaunay四面体移到当前重建表面网格的内部,而局部雕刻是把非Gabriel表面面片关联的Delaunay四面体移到当前表面网格的外部。

7. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,步骤A5包括:插入孤立点,就是在当前表面网格中,通过距离孤立点最近的表面面片的领域,计算不满足Gabriel准则的表面面片的集合,并且这个集合应该为正则二维单纯形,然后,将孤立点与这个集合的边界生成表面面片。

一种用于心脏标测系统中的心内膜逐点插入动态表面重建方法

技术领域

[0001] 本发明涉及计算机图形学与计算几何领域,特别涉及一种用于心脏标测系统中的心内膜逐点插入动态表面重建方法。

背景技术

[0002] 近些年来,导管消融技术可防止房颤复发在临床上已经被证明是一个相对高效和安全的方法,并且在一些情况下可以治愈房颤。因此,研发高效廉价的导管射频消融仪器具有重要意义。

[0003] 对于导管消融手术而言,医生首先需要把导管从肱骨动脉处插入病人体内,并移动至主动脉瓣进入心室,接着医生操作导管开始采集心内膜表面上的点云,并在显示终端上显示通过点云重建的心内膜表面。同时根据重建的三维表面,医生能够确定病灶点的位置,并进行相应的消融手术。因此,通过采集的散乱点云可视化一个三维心脏表面是导管消融中至关重要的环节,通过散乱点云重构一个合理的心内膜表面对消融手术靶点定位起着举足轻重的作用。

[0004] 对于当前流行的心脏标测系统而言,在心内膜上采样的过程是逐点进行的,然而当前系统中配套的表面重建算法多为一次重建,即一次性输入点云数据,然后输出心内膜表面网格。但是这种重建策略不符合导管采样的过程,重建效率低下,并且不方便医生直观地感觉心脏重建的局部变化范围,从而影响到病灶点的定位。

发明内容

[0005] 为了能体现心脏标测系统的逐点采样过程,重建表面策略也应该被设计为渐进过程,即重建的表面可以随着采样点的新增进行局部更新。为解决上述技术问题,本发明提出一种动态心内膜表面重建方法,可以有效地提高手术过程中的表面重建效率。

[0006] 为此,本发明采用了如下技术方案,其包括如下步骤:

[0007] 一种用于心脏标测系统中的心内膜逐点插入动态表面重建方法,包括如下步骤:

[0008] A1:导管采集四个仿射独立的点,并通过上述四个仿射独立的点初始化为一个四面体网格;

[0009] A2:插入新采样点,并且根据新插入的采样点计算当前重建的表面网格中需要被替换的表面三角面片集合;

[0010] A3:更新Delaunay三角剖分结构,同时也更新当前的表面网格结构,即把新采样点插入到当前的表面网格中;

[0011] A4:利用局部膨胀和雕刻的方法优化当前重建的表面网格;

[0012] A5:插入已经在Delaunay剖分结构但不在表面网格中的孤立点,以再次提高表面网格的质量。

[0013] 进一步,步骤A2包括:当新插入一个采样点到当前重建的心内膜表面网格中,通过

一个种子三角面片,以广度优先的方式进行增长,从而求得需要被替换的表面三角面片集合。

[0014] 进一步,种子三角面片为选择距离新待插入点最近的表面三角面片,其计算步骤如下:

[0015] A21:通过点定位计算当前插入点的四面体单元;

[0016] A22:以当前四面体单元为种子,以区域增长的方式求得该种子领域内距离新的待插入点最近的表面三角面片作为种子三角面片。

[0017] 进一步,计算得到种子表面三角面片后,通过广度优先的方式计算当前表面网格中被替换的表面面片集合,其计算步骤如下:

[0018] 以区域增长的方式检测种子面片相邻的表面网格上的面片,检测这些面片是否满足条件:在待插入点的Delaunay影响域中,或者不在Delaunay影响域中但不满足Gabriel准则;对于满足条件的表面面片一律被标记为需要被替换的表面面片;如果被替换的表面面片集合不是一个正则的二维单纯形,则不插入当前采样点并重新采样;如果被替换的表面面片集合是一个正则的二维单纯形,则计算其边界。

[0019] 进一步,步骤A3包括:如果当前网格中被替换的表面面片集合是正则的二维单纯形,在计算被替换面片集合的边界后,以深度优先的方式将当前待插入点用增量式算法插入到Delaunay剖分结构中,在计算剖分的过程中,如果发现有新生成的四面体有一条边落在被替换表面集合的边界中,则生成一个表面面片。

[0020] 进一步,步骤A4括:在满足不改变二维流形的情况下运用局部膨胀和雕刻,用其滤除表面网格中的新生成的非Gabriel三角面片,对于每个新生成的四面体,局部膨胀是把非Gabriel表面面片关联的Delaunay四面体移到当前重建表面网格的内部,而局部雕刻是把非Gabriel表面面片关联的Delaunay四面体移到当前表面网格的外部。

[0021] 进一步,步骤A5包括:插入孤立点,就是在当前表面网格中,通过距离孤立点最近的表面面片的领域,计算不满足Gabriel准则的表面面片的集合,并且这个集合应该为正则二维单纯形,然后,将孤立点与这个集合的边界生成表面面片。

[0022] 相对于现有技术,本发明的有益效果是:重建表面策略不仅更贴合手术过程中导管的采点步骤,而且以局部更新的方式重建心内膜表面能够更友好地服务医生掌握当前采样情况,以便医生可以快速地定位病灶点。

附图说明

[0023] 图1是本发明的心内膜逐点插入动态表面重建方法流程图。

具体实施方式

[0024] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0025] 结合图1,本发明所提出的心内膜逐点插入动态表面重建方法,包括以下步骤:

[0026] A1:选取仿射独立的四个采样点初始化为四面体网格;

[0027] 心脏标测在术中初始阶段,医生首先通过导管采集四个仿射独立的点,然后通过

这四个仿射独立的点构建一个含有无穷远点的Delaunay剖分结构,并将这四个点初始化为一个四面体网格。

[0028] A2:插入新采样点,并且根据新插入的采样点计算当前重建的表面网格中需要被替换的表面三角面片集合;

[0029] 当新插入一个采样点到当前重建的心内膜表面网格中,首先通过一个种子三角面片,以广度优先的方式进行增长,从而求得需要被替换的表面三角面片集合。

[0030] 选择距离新待插入点最近的表面三角面片为种子三角面片,其计算步骤如下:

[0031] A21:通过点定位计算当前插入点的四面体单元;

[0032] A22:以当前四面体单元为种子,以区域增长的方式求得该种子领域内距离新的待插入点最近的表面三角面片作为种子三角面片。

[0033] 计算得到种子表面三角面片后,通过广度优先的方式计算当前表面网格中被替换的表面面片集合,其计算步骤如下:

[0034] 以区域增长的方式检测种子面片相邻的表面网格上的面片,检测这些面片是否满足条件:在待插入点的Delaunay影响域中,或者不在Delaunay影响域中但不满足Gabriel准则。对于满足条件的表面面片一律被标记为需要被替换的表面面片。如果被替换的表面面片集合不是一个正则的二维单纯形,则不插入当前采样点并重新采样。如果被替换的表面面片集合是一个正则的二维单纯形,则计算其边界。

[0035] A3:更新Delaunay三角剖分结构,同时也更新当前的表面网格结构,即把新采样点插入到当前的表面网格中;

[0036] 如果当前网格中被替换的表面面片集合是正则的二维单纯形,在计算被替换面片集合的边界后,以深度优先的方式将当前待插入点用增量式算法插入到Delaunay剖分结构中,在计算剖分的过程中,如果发现有新生成的四面体有一条边落在被替换表面集合的边界中,则生成一个表面面片。

[0037] A4:利用局部膨胀和雕刻的方法优化当前重建的表面网格;

[0038] 由于A3的替换策略,会产生违背Gabriel准则的三角面片。因此,在满足不改变二维流形的情况下运用局部膨胀和雕刻,用其滤除表面网格中的新生成的非Gabriel三角面片。对于每个新生成的四面体,局部膨胀是把非Gabriel表面面片关联的Delaunay四面体移到当前重建表面网格的内部,而局部雕刻是把非Gabriel表面面片关联的Delaunay四面体移到当前表面网格的外部。

[0039] A5:插入已经在Delaunay剖分结构但不在表面网格中的孤立点,以再次提高表面网格的质量。

[0040] 孤立点是指在Delaunay剖分中,但不在表面网格之中的采样点。插入孤立点,就是在当前表面网格中,通过距离孤立点最近的表面面片的领域,计算不满足Gabriel准则的表面面片的集合,并且这个集合应该为正则二维单纯形。然后,将孤立点与这个集合的边界生成表面面片。

[0041] 以上内容是结合具体/优选的实施方式对本发明所作的进一步详细说明,不能认定本发明的具体实施只局限于这些说明。对于本发明所属技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,其还可以对这些已描述的实施方式做出若干替代或变型,而这些替代或变型方式都应当视为属于本发明的保护范围。

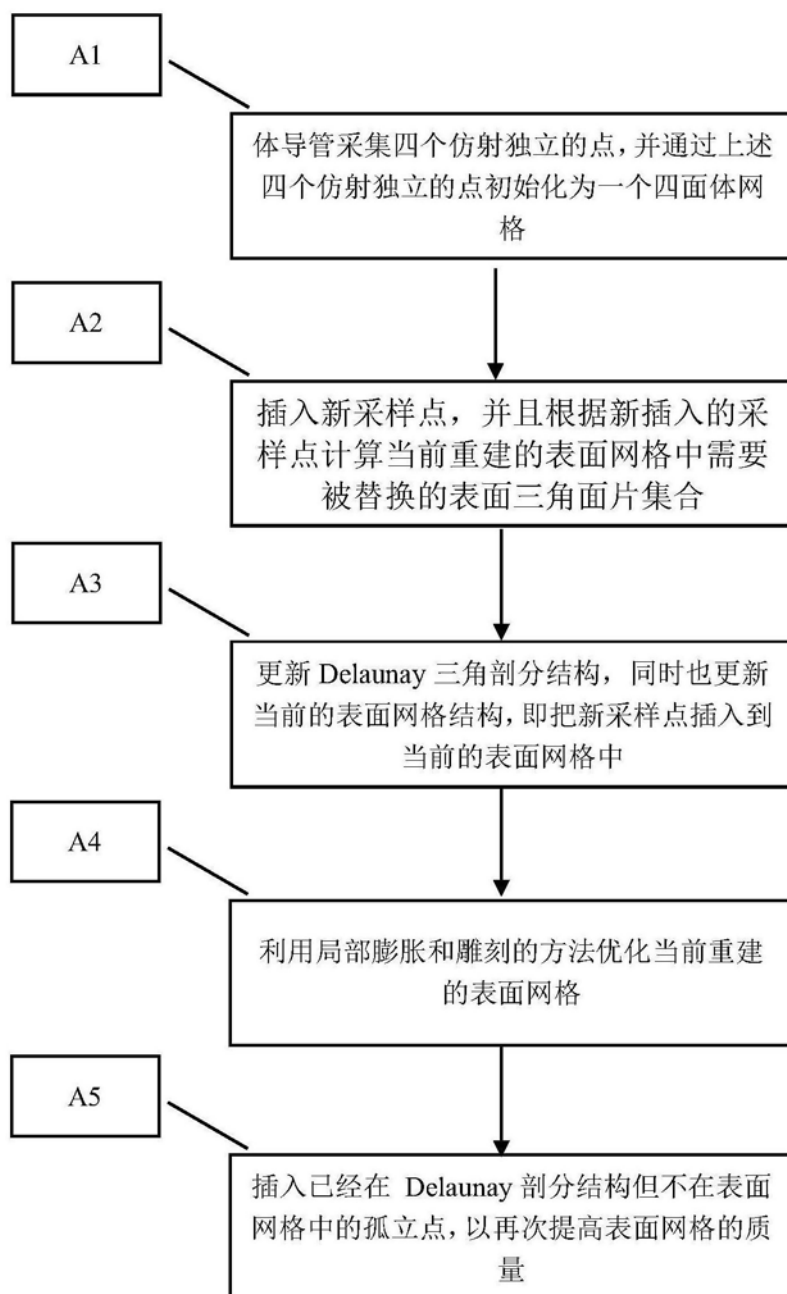


图1

专利名称(译)	一种用于心脏标测系统中的心内膜逐点插入动态表面重建方法		
公开(公告)号	CN108961413A	公开(公告)日	2018-12-07
申请号	CN201810778217.3	申请日	2018-07-16
[标]申请(专利权)人(译)	清华大学深圳研究生院		
申请(专利权)人(译)	清华大学深圳研究生院		
当前申请(专利权)人(译)	清华大学深圳研究生院		
[标]发明人	吴剑 付饶		
发明人	吴剑 付饶		
IPC分类号	G06T17/30 G06T5/00 G06T5/30 A61B5/00		
CPC分类号	G06T17/30 A61B5/0044 G06T5/008 G06T5/30 G06T2207/10028 G06T2207/30048		
代理人(译)	王大伟		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种用于心脏标测系统中的心内膜逐点插入动态表面重建方法，包括：A1：导管采集四个仿射独立的点，并通过上述四个仿射独立的点初始化为一个四面体网格；A2：插入新采样点，并且根据新插入的采样点计算当前重建的表面网格中需要被替换的表面三角面片集合；A3：更新Delaunay三角剖分结构，同时也更新当前的表面网格结构；A4：利用局部膨胀和雕刻的方法优化当前重建的表面网格；A5：插入已经在Delaunay剖分结构但不在表面网格中的孤立点，提高表面网格的质量。上述表面重建方法更贴合手术中导管的采点步骤，更友好地服务医生掌握当前采样情况，显著提高心脏标测系统中心内膜表面的重建效率，更好地为医生提高病灶定位和病灶分析的服务。

