



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110664438 B

(45) 授权公告日 2021.09.10

(21) 申请号 201911007896.5

(22) 申请日 2019.10.22

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 110664438 A

(43) 申请公布日 2020.01.10

(73) 专利权人 深圳瀚维智能医疗科技有限公司

地址 518000 广东省深圳市福田区梅林街道孖岭社区凯丰路10号翠林大厦8层
(湾区国际金融科技城)804A

(72) 发明人 李元伟 谈继勇 杨光耀 秦辉

(74) 专利代理机构 深圳市华勤知识产权代理事务
所(普通合伙) 44426

代理人 隆毅

(51) Int.Cl.

A61B 8/08 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 106361372 A, 2017.02.01

CN 103690191 A, 2014.04.02

CN 102743188 A, 2012.10.24

CN 107330903 A, 2017.11.07

CN 103999126 A, 2014.08.20

US 2009024030 A1, 2009.01.22

WO 2013101988 A1, 2013.07.04

CN 109671155 A, 2019.04.23

CN 104856720 A, 2015.08.26

CN 102473307 A, 2012.05.23

US 2005107703 A1, 2005.05.19

CN 107953336 A, 2018.04.24

审查员 胡叔芳

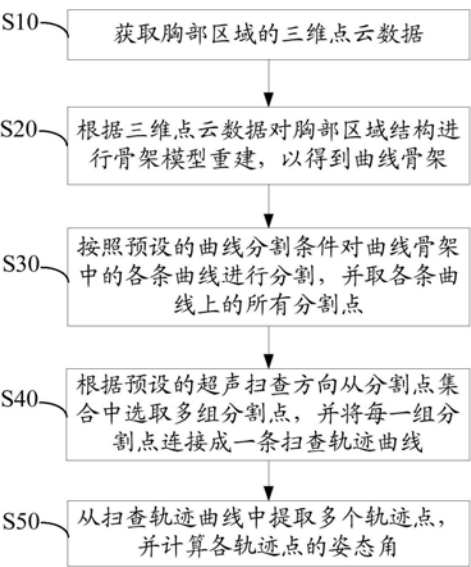
权利要求书2页 说明书7页 附图4页

(54) 发明名称

超声扫查轨迹规划方法、装置、存储介质及
计算机设备

(57) 摘要

本发明公开了一种超声扫查轨迹规划方法，其包括：获取胸部区域的三维点云数据；根据三维点云数据对胸部区域结构进行骨架模型重建，以得到曲线骨架；按照预设的曲线分割条件对曲线骨架中的各条曲线进行分割，并取各条曲线上的所有分割点；根据预设的超声扫查方向从分割点集合中选取多组分割点，并将每一组分割点连接成一条扫查轨迹曲线；从扫查轨迹曲线中提取多个轨迹点，并计算各轨迹点的姿态角。根据胸部区域的三维点云数据计算生成的扫查轨迹，以使超声探头能够根据接触区域的形状调整扫查姿态，保证获取到的每一帧超声图像所涵盖的信息全面、准确。



1. 一种超声扫查轨迹规划方法,其特征在于,包括:

获取胸部区域的三维点云数据;

根据所述三维点云数据对胸部区域结构进行骨架模型重建,以得到曲线骨架;

按照预设的曲线分割条件对所述曲线骨架中的各条曲线进行分割,并取各条曲线上的所有分割点,所述分割点表示为 $\{S_{ij}, 0 < i \leq A, 0 < j \leq B_i\}$,其中A是所述曲线骨架中曲线的条数, B_i 是第i条曲线上的分割点数;

根据预设的超声扫查方向从分割点集合中选取多组分割点,并将每一组分割点连接成一条扫查轨迹曲线;

从所述扫查轨迹曲线中提取多个轨迹点,并计算各轨迹点的姿态角。

2. 根据权利要求1所述的超声扫查轨迹规划方法,其特征在于,所述根据所述三维点云数据对胸部区域结构进行骨架模型重建,以得到曲线骨架包括:

通过对所述三维点云数据进行横向切片以得到若干段子点云;

使用贝塞尔曲线对每一段所述子点云进行曲线拟合以得到所述曲线骨架。

3. 根据权利要求1所述的超声扫查轨迹规划方法,其特征在于,所述计算各轨迹点的姿态角包括:

提取所述轨迹点的邻域点集,并通过对所述邻域点集求PCA得到所述轨迹点所在邻域曲面的指向身体外部的单位法向量 V_z ,并按照以下公式计算所述轨迹点在XY轴的单位方向向量 V_x 、 V_y ,其中:

$$V_y = V_z \times [0 \ 0 \ 1]^T$$

$$V_x = V_y \times V_z$$

将所述轨迹点XYZ坐标轴的单位方向向量转换为欧拉角的表示形式,并提取所述姿态角。

4. 根据权利要求1所述的超声扫查轨迹规划方法,其特征在于,在所述获取胸部区域的三维点云数据的步骤之后,所述方法还包括:

对所述三维点云数据进行预处理,所述预处理包括点云降采样、点云滤波和点云平滑。

5. 根据权利要求1所述的超声扫查轨迹规划方法,其特征在于,在所述计算各轨迹点的姿态角的步骤之后,所述方法还包括:

导入超声探头末端的行程极限数据,并根据所述行程极限数据从所述轨迹点中滤除所述超声探头末端不可到达的点。

6. 根据权利要求5所述的超声扫查轨迹规划方法,其特征在于,在所述导入超声探头末端的行程极限数据,并根据所述行程极限数据从所述轨迹点中滤除所述超声探头末端不可到达的点的步骤之后,所述方法还包括:

对每条扫查轨迹曲线进行平滑滤波。

7. 一种超声扫查轨迹规划装置,其特征在于,包括:

点云获取模块,用于获取胸部区域的三维点云数据;

骨架模型重建模块,用于根据所述三维点云数据对胸部区域结构进行骨架模型重建,以得到曲线骨架;

曲线分割模块,用于按照预设的曲线分割条件对所述曲线骨架中的各条曲线进行分割,并取各条曲线上的所有分割点,所述分割点表示为 $\{S_{ij}, 0 < i \leq A, 0 < j \leq B_i\}$,其中A是所

述曲线骨架中曲线的条数, B_i 是第 i 条曲线上的分割点数;

轨迹生成模块, 用于根据预设的超声扫查方向从分割点集合中选取多组分割点, 并将每一组分割点连接成一条扫查轨迹曲线;

姿态角计算模块, 用于从所述扫查轨迹曲线中提取多个轨迹点, 并计算各轨迹点的姿态角。

8. 一种计算机程序存储介质, 其特征在于, 所述计算机程序存储介质中存储有计算机程序代码, 该计算机程序代码被处理器执行时实现权利要求1至6中任一项所述超声扫查轨迹规划方法的步骤。

9. 一种计算机设备, 包括处理器、存储器和存储在所述存储器中的计算机程序代码, 其特征在于, 所述处理器在调用所述计算机程序代码时, 实现权利要求1至6中任意一项所述超声扫查轨迹规划方法的步骤。

超声扫查轨迹规划方法、装置、存储介质及计算机设备

技术领域

[0001] 本发明涉及超声扫查技术领域,尤其涉及一种超声扫查轨迹规划方法、装置、存储介质及计算设备。

背景技术

[0002] 超声超声波检查是超声波检查的一种方式,这种非手术的诊断性检查,对受检者无痛苦、无损伤、无放射性。并且,超声可以清晰地显示内脏器官及器官周围的各种断面图像,由于图像富于实体感,接近于解剖的真实结构,所以应用超声检查可以早期明确诊断。基于超声检查的诸多优势,从专业的医疗疾病诊断到日常化的健康指标评估,其应用范围越来越广。

[0003] 随着医疗诊断技术的发展以及经济水平的提高,越来越多女性开始关注乳腺健康,而通过超声可以方便快捷地对乳腺生理状况进行初步判断,因此不管是公立医疗机构,还是盈利性健康服务机构,推出了多种乳腺筛查服务,以满足女性用户的需求。但是,现有的乳腺筛查模式,基本上是借助于常规的超声设备,通过操作人员手持超声探头进行乳房区域的扫查,在扫查过程中,探头的扫查轨迹通常是操作人员的主观选择,可能存在未扫描到的位置,并且探头姿态也难以根据乳腺对应区域的乳房形状进行适应性调整,还可能存在着超声图像信息缺失的现象,总的来说,仅依靠操作人员的主观操作来实现对乳房的全面扫查,存在诸多弊端,不利于对乳腺生理状况做出准确判断。

发明内容

[0004] 本发明的主要目的在于提供一种超声扫查轨迹规划方法,旨在解决现有的乳房超声扫查方式难以获取全面、准确的超声图像的技术问题。应用于使用B型超声探头进行乳房自动扫查的设备中。

[0005] 为实现上述目的,本发明提供一种超声扫查轨迹规划方法,包括:

[0006] 获取胸部区域的三维点云数据;

[0007] 根据所述三维点云数据对胸部区域结构进行骨架模型重建,以得到曲线骨架;

[0008] 按照预设的曲线分割条件对所述曲线骨架中的各条曲线进行分割,并取各条曲线上的所有分割点,所述分割点表示为 $\{S_{ij}, 0 \leq i < A, 0 \leq j < B_i\}$,其中A是所述曲线骨架中曲线的条数, B_i 是第i条曲线上的分割点数;

[0009] 根据预设的超声扫查方向从分割点集合中选取多组分割点,并将每一组分割点连接成一条扫查轨迹曲线;

[0010] 从所述扫查轨迹曲线中提取多个轨迹点,并计算各轨迹点的姿态角。

[0011] 优选地,所述根据所述三维点云数据对胸部区域结构进行骨架模型重建,以得到曲线骨架包括:

[0012] 通过对所述三维点云数据进行横向切片以得到若干段子点云;

[0013] 使用贝塞尔曲线对每一段所述子点云进行曲线拟合以得到所述曲线骨架。

[0014] 优选地,所述计算各轨迹点的姿态角包括:

[0015] 提取所述轨迹点的邻域点集,并通过对所述邻域点集求PCA得到所述轨迹点所在邻域曲面的指向身体外部的单位法向量 V_z ,并按照以下公式计算所述轨迹点在XY轴的单位方向向量 V_x 、 V_y ,其中:

[0016] $V_y = V_z \times [0 \ 0 \ 1]^T$

[0017] $V_x = V_y \times V_z$

[0018] 将所述轨迹点XYZ坐标轴的单位方向向量转换为欧拉角的表示形式,并提取所述姿态角。

[0019] 优选地,在所述获取胸部区域的三维点云数据的步骤之后,所述方法还包括:

[0020] 对所述三维点云数据进行预处理,所述预处理包括点云降采样、点云滤波和点云平滑。

[0021] 优选地,在所述计算各轨迹点的姿态角的步骤之后,所述方法还包括:

[0022] 导入超声探头末端的行程极限数据,并根据所述行程极限数据从所述轨迹点中滤除所述超声探头末端不可到达的点。

[0023] 优选地,在所述导入超声探头末端的行程极限数据,并根据所述行程极限数据从所述轨迹点中滤除所述超声探头末端不可到达的点的步骤之后,所述方法还包括:

[0024] 对每条扫查轨迹曲线进行平滑滤波。

[0025] 本发明还提出一种超声扫查轨迹规划装置,包括:

[0026] 点云获取模块,用于获取胸部区域的三维点云数据;

[0027] 骨架模型重建模块,用于根据所述三维点云数据对胸部区域结构进行骨架模型重建,以得到曲线骨架;

[0028] 曲线分割模块,用于按照预设的曲线分割条件对所述曲线骨架中的各条曲线进行分割,并取各条曲线上的所有分割点,所述分割点表示为 $\{S_{ij}, 0 \leq i < A, 0 \leq j < B_i\}$,其中A是所述曲线骨架中曲线的条数, B_i 是第i条曲线上的分割点数;

[0029] 轨迹生成模块,用于根据预设的超声扫查方向从分割点集合中选取多组分割点,并将每一组分割点连接成一条扫查轨迹曲线;

[0030] 姿态角计算模块,用于从所述扫查轨迹曲线中提取多个轨迹点,并计算各轨迹点的姿态角。

[0031] 本发明还提出一种计算机程序存储介质,所述计算机程序存储介质中存储有计算机程序代码,该计算机程序代码被处理器执行时实现上述超声扫查轨迹规划方法的步骤。

[0032] 本发明还提供一种计算机设备,包括处理器、存储器和存储在所述存储器中的计算机程序代码,所述处理器在调用所述计算机程序代码时,实现上述超声扫查轨迹规划方法的步骤。

[0033] 相较于现有技术,本发明通过采用全自动机械化的扫查方式来对用户乳房区域进行超声扫查,从而对乳腺及其周边器官、组织的生理状况进行全面、准确的判断,以避免因人为操作而导致扫查得到的超声图像覆盖面不全、信息缺失等情况的发生;并且,该全自动机械化的扫查方式在执行超声扫查的过程中,依赖于计算机根据胸部区域的三维点云数据计算生成的扫查轨迹,以使超声探头能够根据接触区域的形状调整扫查姿态,保证获取到的每一帧超声图像所涵盖的信息全面、准确。

附图说明

- [0034] 图1为本发明公开的多个实施例可以在其中实施的示例环境的结构示意图；
- [0035] 图2为本发明的超声扫查轨迹规划方法一实施例的流程示意图；
- [0036] 图3为本发明的超声扫查轨迹规划方法另一实施例的流程示意图；
- [0037] 图4为本发明的超声扫查轨迹规划方法又一实施例的流程示意图；
- [0038] 图5为本发明公开的多个实施例中原始三维点云的示意图；
- [0039] 图6为本发明公开的多个实施例中经过骨架模型重建得到的曲线骨架示意图；
- [0040] 图7为本发明的超声扫查轨迹规划装置一实施例的功能模块示意图；
- [0041] 图8为本发明公开的多个实施例能够在其中实施的计算机设备的结构示意图。
- [0042] 本发明目的的实现、功能特点及优点将结合实施例，参照附图做进一步说明。

具体实施方式

- [0043] 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。
- [0044] 本发明提供一种超声扫查轨迹规划方法，其目的在于根据每位用户的胸部区域情况制定最佳的超声扫查轨迹，以使乳房超声扫查设备能够根据该超声扫查轨迹执行扫查过程，进而生成包含信息全面、准确的超声图像。
- [0045] 如图1所示，为了给该方法的实施提供环境基础，前述乳房超声扫查设备主要包括扫查执行机构10、躺床20和点云获取装置30，其中扫查执行机构10包括主机11、与主机11连接的机械臂12以及安装在该机械臂12的执行末端处的超声探头13，本实施例中，主机11具有能够实现通信、数据处理和运动控制功能的相应硬件，主机11还具有用于安装机械臂12的基础架构，比如机械臂12被构造成能够提供三个直线运动自由度和两个以上旋转自由度的多轴结构，从而保证超声探头13能够根据待扫查区域的表面形状作适应性的姿态变换，具体应用时，机械臂12可以是五轴机械臂，或者是六轴机械臂。躺床20可以是固定式的支撑结构，也可以设置成能够提供位置调节的活动结构，比如通过设置升降机构，以调节躺床20的支撑面的高度，又比如通过设置水平移动机构，以调节躺床20的支撑面的水平位置，从而在不需要用户挪动身躯的情况下调节用户的初始位置。点云获取装置30设置在躺床20的上方，为了更加全面地获取三维点云数据，可以按照图1所示结构的指引，配置两套点云获取装置30，此示例中是以用户身躯的纵向为参照方向布置点云获取装置30的，在其它实施方案中，以用户身躯的横向为参照方向布置点云获取装置30也是能够满足要求的，本实施例的点云获取装置30可以是结构光传感器，当然也可以是激光雷达。
- [0046] 至此，已经详细介绍了本发明各个实施例的应用环境和相关设备的硬件结构和功能，并且上述乳房超声扫查设备的结构组成仅为基本功能的示例，并不是对乳房超声扫查设备实现方式的限制。下面，将基于上述应用环境和相关设备，详细介绍超声扫查轨迹规划方法的各个实施例。
- [0047] 如图2所示，在一实施例中，本发明提出的超声扫查轨迹规划方法包括：
- [0048] 步骤S10，获取胸部区域的三维点云数据。
- [0049] 用户的胸部区域（针对女性）作为容易受到自身姿势和外力影响而产生形状变化的部位，为了满足前述乳房超声扫查设备的技术要求，在执行全面的扫查动作前，需要对胸部区域进行束形，比如通过穿上具有一定弹性的束胸背心来调整胸部区域的形状，并保持

外形的稳定性。因此,针对每一次的超声扫查过程,一般而言,均需要重新采集三维点云数据。在实际应用时,用户先平躺在躺床20上,并根据实际情况调整位置,直至满足三维点云数据采集和超声扫查的要求,然后通过点云获取装置30采集胸部区域的三维点云数据,考虑到获取的原始点云数据覆盖面较广,需要对原始点云数据进行界限过滤,以简化数据的前期处理难度。通过采集胸部区域的三维点云数据,可以准确地描述胸部区域的三维结构,由此通过后期的扫查轨迹规划算法生成符合实际扫查接触面的超声探头13运动轨迹。

[0050] 进一步地,在一较佳实施例中,该超声扫查轨迹规划方法还包括:

[0051] 对三维点云数据进行预处理,该预处理包括点云降采样、点云滤波和点云平滑。

[0052] 该步骤是在获取到三维点云数据之后执行的,通过对三维点云数据进行预处理操作,可以获得更加符合超声扫查应用场景的点云数据,同时降低数据的复杂程度,提高设备的数据处理效率。具体地,输入的点云比较稠密,全部处理的话耗时较长,因此先对输入点云进行降采样,降低点云的密度,加快处理速度。直观上来说,点云降采样就是对原始点云每间隔一定的空间距离取一个点代表其邻域内的其它点,这样就可以得到一个更稀疏的点云,具体的点云降采样设定标准可以根据点云采集装置的数据采集规格和后期数据处理精度选择,在此不作限制。此外,理论上胸部区域的点云应当构成一个平滑连续的曲面,但由于各种原因会存在一些异常点云(如孤立的几个离散点),通过点云滤波就可以滤除这些异常点云,输出一个更高质量的点云供后续步骤使用。滤波后的点云由于传感器的测量误差,会有不平滑的现象,如水浪般的波纹,因此,进一步对点云进行平滑处理,使点云曲面更加平滑。

[0053] 步骤S20,根据三维点云数据对胸部区域结构进行骨架模型重建,以得到曲线骨架。

[0054] 如图5所示,获取到的三维点云数据的数据量较为庞大,需要对其进行模型的重建,在简化数据的同时,满足扫查轨迹规划算法的应用要求。具体地,根据预设方向对点云进行切片,以人体身躯的方向为参照,主要沿身躯的横向和纵向这两个方向进行切片操作,并且在优选的切片约束条件中,以等间距的方式切片,从而获得一段段等宽的子点云,每段子点云的宽度可以根据实际情况灵活调整。作为一种可能的实施方式,超声探头13采用条形扫查的方式,并且该条形扫查的方向沿身躯的纵向,因此沿身躯的横向进行点云切片,这种扫查方式对运动机构的要求较低,并且能够保证超声图像的质量。

[0055] 如图3所示,前述步骤S20包括:

[0056] 步骤S201,通过对三维点云数据进行横向切片以得到若干段子点云;

[0057] 步骤S202,使用贝塞尔曲线对每一段子点云进行曲线拟合以得到曲线骨架。

[0058] 如图6所示,重建出的曲线骨架是胸部区域结构的更稳定可靠的表示方式,有利于算法的后期处理。本步骤中,关于贝塞尔曲线的拟合操作可参照现有技术中关于这方面的详细说明,在此不作赘述。

[0059] 步骤S30,按照预设的曲线分割条件对曲线骨架中的各条曲线进行分割,并取各条曲线上的所有分割点。

[0060] 在该步骤中,以前述选择的纵向条形扫查方式为例,对横向分布的各条曲线进行等弧长分割,并且根据超声探头13的覆盖面大小设定分割间距,从而保证超声探头13在扫查过程中能够覆盖完整的待扫查区域,同时又能减少重合区。在执行曲线分割的环节,所得

到的分割点表示为 $\{S_{ij}, 0 \leq i < A, 0 \leq j < B_i\}$, 其中 A 是曲线骨架中曲线的条数, B_i 是第 i 条曲线上的分割点数, i 和 j 均取正整数, 通过对点云进行坐标变换, 可以得到各个分割点在超声探头13对应的运动坐标系下的XYZ坐标值, 关于点云坐标变换的原理, 可参照现有技术的详细说明, 在此不作赘述。

[0061] 步骤S40, 根据预设的超声扫查方向从分割点集合中选取多组分割点, 并将每一组分割点连接成一条扫查轨迹曲线。

[0062] 在该步骤中, 根据预设的超声扫查方向从分割点集合中选取能够组合成扫查轨迹曲线的多组分割点, 以纵向的条形扫查为例, 最简单的分组方式是, 选取曲线骨架中每条曲线上同序号 j 的分割点为一组, 这样即可得到了一条完整的轨迹 $\{S_{0j}, S_{1j}, S_{2j}, \dots, S_{Aj}\}$ 。除了上述作为示例的分割点组合方式, 还可以采用其它任意适用的方式进行分割点分组。

[0063] 步骤S50, 从扫查轨迹曲线中提取多个轨迹点, 并计算各轨迹点的姿态角。

[0064] 在该步骤中, 作为较佳的实施方式, 轨迹点即为前述分割点, 这种轨迹点的提取方式能够简化数据处理的过程。当然, 除了提取前述的分割点, 还可以在相邻分割点之间额外提取一个或多个点作为轨迹点, 这里需要结合乳房超声扫查设备的机构运动参数, 避免造成数据冗余。以提取的分割点作为轨迹点为例, 并且匹配五自由度的乳房超声扫查设备, 则需要获取每个轨迹点坐标值和相应的姿态角, 将轨迹点表示为 $P_i = [X_i, Y_i, Z_i, R_i, P_i]$, 这五个量分别表示 P_i 的XYZ坐标值和 P_i 的Roll、Pitch姿态角, 其中 P_i 的XYZ坐标值根据前述的点云数据计算可以得到, 因此该步骤主要计算轨迹点的两个姿态角。但是, 如果提取得到的轨迹点并非前述分割点, 那么还需计算这些未知轨迹点的XYZ坐标值。通过确定每个轨迹点的五个坐标量, 根据XYZ坐标值可以在运动控制程序中控制超声探头13运动至待扫查区域的具体位置, 而根据Roll、Pitch姿态角可以在运动控制程序中控制超声探头13应当调整到哪种角度姿态, 以使探头表面与待扫查区域表面紧密贴合。

[0065] 如图4所示, 在一较佳实施例中, 前述计算各轨迹点的姿态角主要采用以下算法, 具体步骤包括:

[0066] 步骤S501, 提取轨迹点的邻域点集, 并通过对邻域点集求PCA得到轨迹点所在邻域曲面的指向身体外部的单位法向量 V_z 。

[0067] 在该步骤中, 以轨迹点为中心提取的邻域点集可根据所期望的计算精度选择边界半径, 这里不对邻域点集的范围设定作出限制, 设定好邻域点集的提取范围后, 即可通过对邻域点集求PCA得到轨迹点所在邻域曲面的指向身体外部的单位法向量 V_z 。

[0068] 步骤S502, 按照公式 $V_y = V_z \times [0 \ 0 \ 1]^T$ 、 $V_x = V_y \times V_z$ 计算轨迹点在XY轴的单位方向向量 V_x 、 V_y 。

[0069] 步骤S503, 将轨迹点XYZ坐标轴的单位方向向量转换为欧拉角的表示形式, 并提取姿态角。

[0070] 在将单位方向向量转换为欧拉角的表示形式后, 实际上可以获取到三个方向的姿态角, 具体是提取几个姿态角, 可以结合超声探头13所能提供的运动自由度, 本实施例以提取Roll、Pitch姿态角作为示例。

[0071] 此外, 在计算各轨迹点的姿态角的步骤之后, 考虑到一些轨迹点可能位于超声探头13末端运动范围之外, 因此需要对各轨迹点进行校验, 具体地, 该超声扫查轨迹规划方法还包括:

[0072] 导入超声探头末端的行程极限数据,并根据行程极限数据从轨迹点中滤除超声探头末端不可到达的点。

[0073] 通常,可标定出超声探头13的运动极限,并以数据表的形式存储起来备用,根据该数据表来对轨迹点进行校验,可以避免设备在扫查过程中出现意外。同时,滤除了一些轨迹点后,对每条扫查轨迹曲线进行平滑滤波,使得超声探头13在扫查过程中动作更加平滑,减少对人体的局部挤压。

[0074] 由此可见,本发明的超声扫查轨迹规划方法通过采用全自动机械化的扫查方式对用户乳房区域进行超声扫查,从而对乳腺及其周边器官、组织的生理状况进行全面、准确的判断,以避免因人为操作而导致扫查得到的超声图像覆盖面不全、信息缺失等情况的发生;并且,该全自动机械化的扫查方式在执行超声扫查的过程中,依赖于计算机根据胸部区域的三维点云数据计算生成的扫查轨迹,以使超声探头能够根据接触区域的形状调整扫查姿态,保证获取到的每一帧超声图像所涵盖的信息全面、准确。

[0075] 此外,本发明还提供一种超声扫查轨迹规划装置,如图7所示,该超声扫查轨迹规划装置包括:

[0076] 点云获取模块100,用于获取胸部区域的三维点云数据;

[0077] 骨架模型重建模块200,用于根据三维点云数据对胸部区域结构进行骨架模型重建,以得到曲线骨架;

[0078] 曲线分割模块300,用于按照预设的曲线分割条件对曲线骨架中的各条曲线进行分割,并取各条曲线上的所有分割点,分割点表示为 $\{S_{ij}, 0 \leq i < A, 0 \leq j < B_i\}$,其中A是曲线骨架中曲线的条数, B_i 是第i条曲线上的分割点数;

[0079] 轨迹生成模块400,用于根据预设的超声扫查方向从分割点集合中选取多组分割点,并将每一组分割点连接成一条扫查轨迹曲线;

[0080] 姿态角计算模块500,用于从扫查轨迹曲线中提取多个轨迹点,并计算各轨迹点的姿态角。

[0081] 上述超声扫查轨迹规划装置中的各个模块可全部或部分通过软件、硬件及其组合来实现。上述各模块可以硬件形式内嵌于或独立于计算机设备中,也可以以软件形式存储于服务器中的存储器中,以便于计算机设备调用执行以上各个模块对应的操作。该计算机设备可以为中央处理单元(CPU)、微计算机设备、单片机等。上述各功能模块所起到的工作原理及起到的作用可参见图2~4中所示的超声扫查轨迹规划方法的实现过程,在此不作赘述。

[0082] 本发明还提供一种计算机程序存储介质,该计算机程序存储介质中存储有计算机程序代码,该计算机程序代码被处理器执行时实现如下步骤:

[0083] 获取胸部区域的三维点云数据;

[0084] 根据三维点云数据对胸部区域结构进行骨架模型重建,以得到曲线骨架;

[0085] 按照预设的曲线分割条件对曲线骨架中的各条曲线进行分割,并取各条曲线上的所有分割点,分割点表示为 $\{S_{ij}, 0 \leq i < A, 0 \leq j < B_i\}$,其中A是曲线骨架中曲线的条数, B_i 是第i条曲线上的分割点数;

[0086] 根据预设的超声扫查方向从分割点集合中选取多组分割点,并将每一组分割点连接成一条扫查轨迹曲线;

[0087] 从扫查轨迹曲线中提取多个轨迹点,并计算各轨迹点的姿态角。

[0088] 该计算机程序被处理器执行时还实现了超声扫查轨迹规划方法的其它步骤,具体可参见包括上述图3、4对应实施例在内的说明,在此不作赘述。

[0089] 本发明还提供了一种计算机设备,如图8所示,该计算机设备包括处理器40、存储器50和存储在存储器50中的计算机程序代码,处理器40在调用该计算机程序代码时,实现上述各实施例中提供的一种超声扫查轨迹规划方法的步骤。

[0090] 具体地,该计算机设备可为个人计算机或服务器。该计算机设备包括通过系统总线连接的处理器40、存储器50和通信接口(图未示)。其中,处理器40用于提供计算和控制能力,支撑整个计算机设备的运行。存储器50包括非易失性存储介质和内存储器。非易失性存储介质中存储有操作系统和计算机程序,该计算机程序被处理器40执行时以实现一种超声扫查轨迹规划方法。内存储器为非易失性存储介质中的操作系统和计算机程序的运行提供环境。通信接口用于与外部的服务器或终端通过网络连接通信。

[0091] 以上仅为本发明的优选实施例,并非因此限制本发明的专利范围,凡是利用本发明说明书及附图内容所作的等效结构或等效流程变换,或直接或间接运用在其他相关的技术领域,均同理包括在本发明的专利保护范围内。

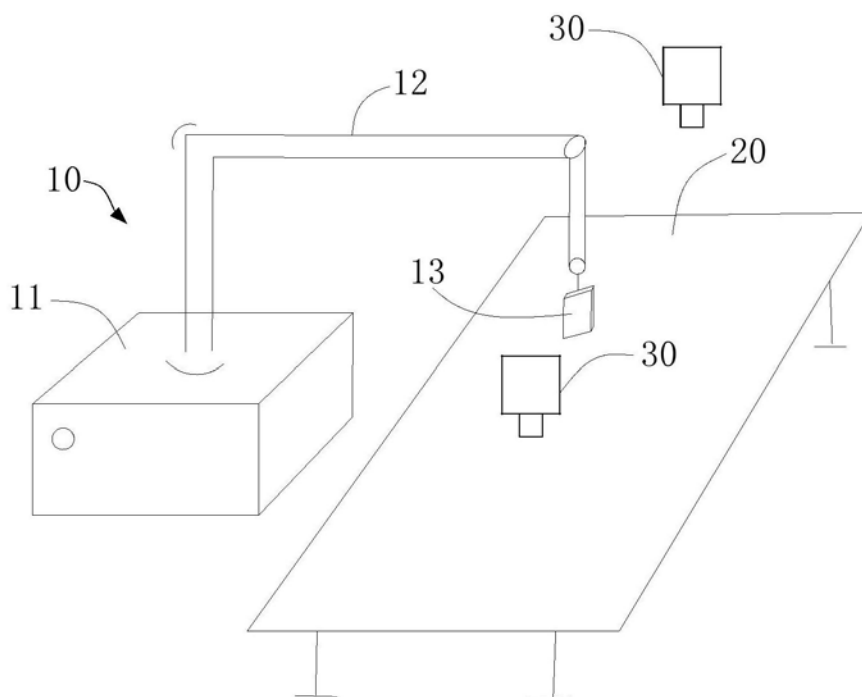


图1

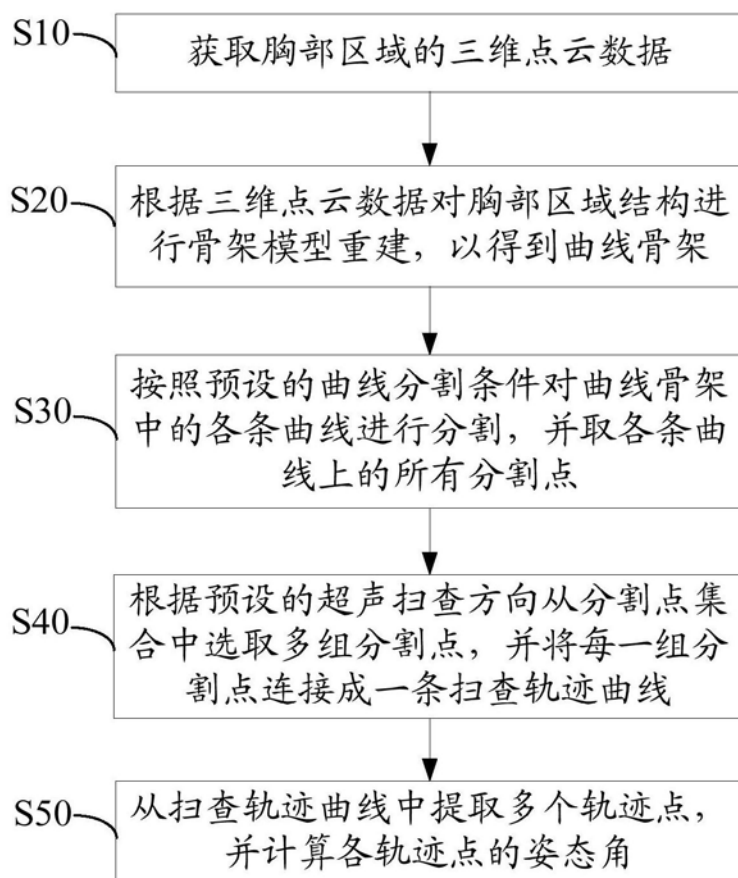


图2

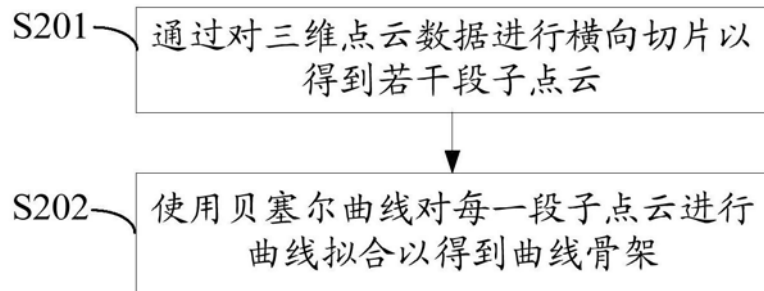


图3

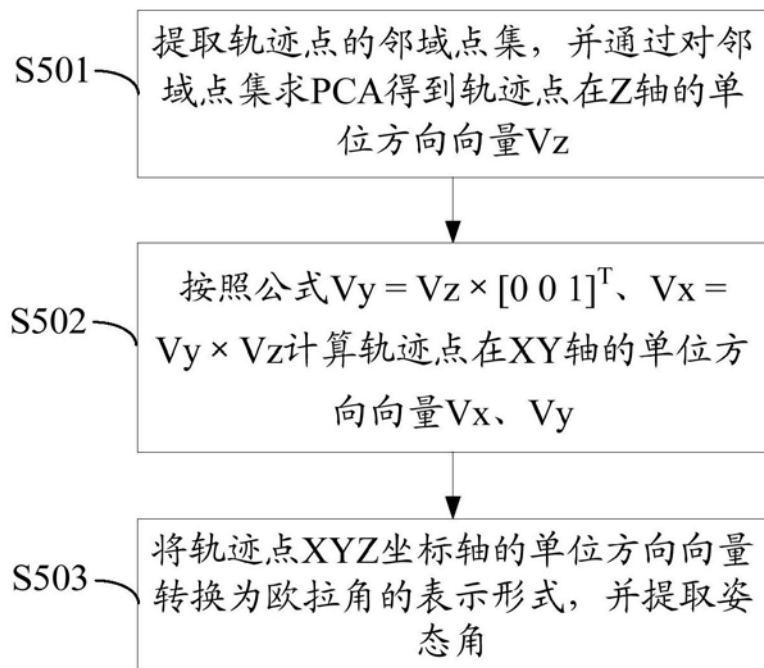


图4



图5

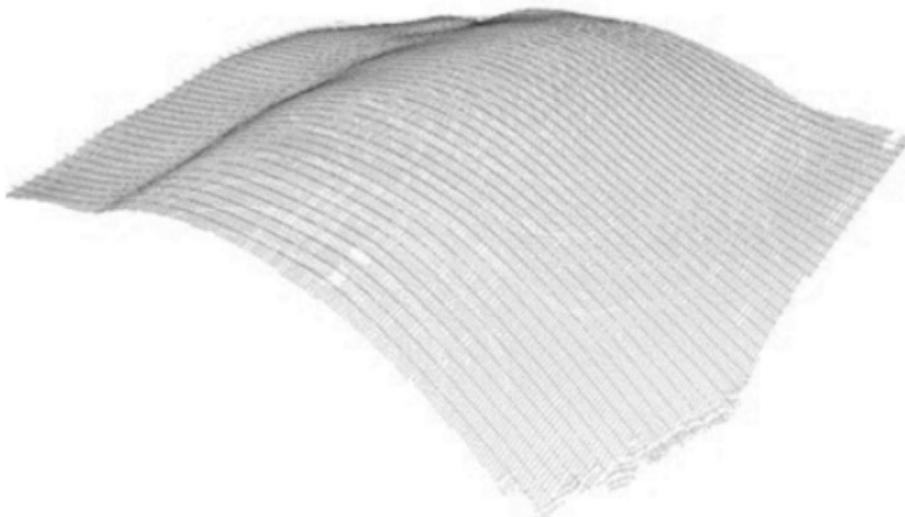


图6

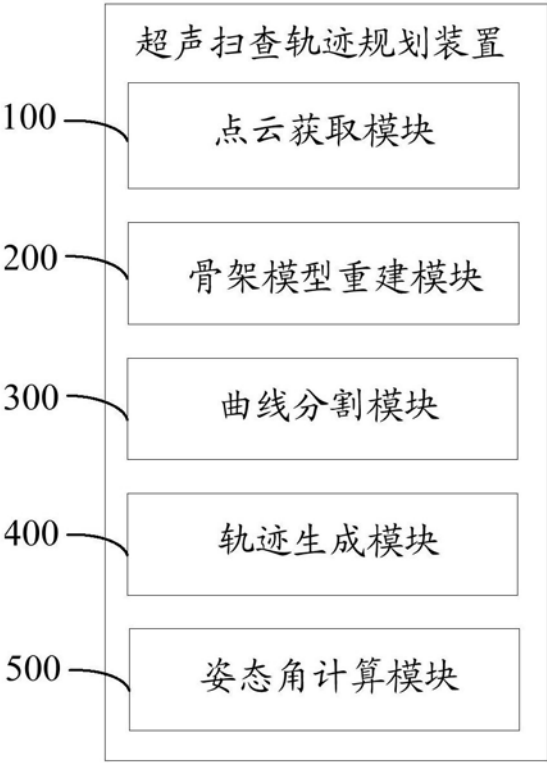


图7

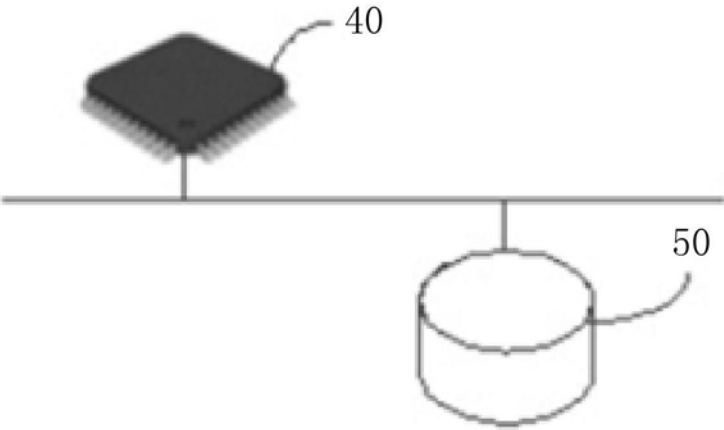


图8