



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111053574 A

(43)申请公布日 2020.04.24

(21)申请号 201911236414.3

(22)申请日 2019.12.05

(71)申请人 深圳开立生物医疗科技股份有限公司

地址 518057 广东省深圳市南山区粤海街道麻岭社区高新中区科技中2路1号深圳软件园(2期)12栋201、202

(72)发明人 颜应华 刘旭江 唐艳红

(74)专利代理机构 深圳市深佳知识产权代理事务所(普通合伙) 44285

代理人 王兆林

(51)Int.Cl.

A61B 8/00(2006.01)

B33Y 50/00(2015.01)

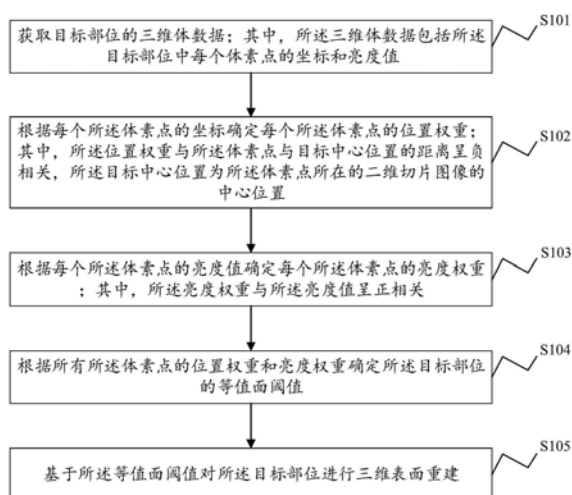
权利要求书3页 说明书11页 附图6页

## (54)发明名称

一种三维表面重建方法、装置及超声设备和存储介质

## (57)摘要

本申请公开了一种三维表面重建方法、装置及一种超声设备和计算机可读存储介质,该方法包括:获取目标部位的三维体数据;其中,三维体数据包括目标部位中每个体素点的坐标和亮度值;根据每个体素点的坐标确定每个体素点的位置权重;其中,位置权重与体素点与目标中心位置的距离呈负相关,目标中心位置为体素点所在的二维切片图像的中心位置;根据每个体素点的亮度值确定每个体素点的亮度权重;其中,亮度权重与亮度值呈正相关;根据所有体素点的位置权重和亮度权重确定目标部位的等值面阈值;基于等值面阈值对目标部位进行三维表面重建。对于不同的目标部位,可以依据其三维体数据自适应选择不同的等值面阈值,从而优化三维表面重建效果。



1. 一种三维表面重建方法,其特征在于,包括:

获取目标部位的三维体数据;其中,所述三维体数据包括所述目标部位中每个体素点的坐标和亮度值;

根据每个所述体素点的坐标确定每个所述体素点的位置权重;其中,所述位置权重与所述体素点与目标中心位置的距离呈负相关,所述目标中心位置为所述体素点所在的二维切片图像的中心位置;

根据每个所述体素点的亮度值确定每个所述体素点的亮度权重;其中,所述亮度权重与所述亮度值呈正相关;

根据所有所述体素点的位置权重和亮度权重确定所述目标部位的等值面阈值;

基于所述等值面阈值对所述目标部位进行三维表面重建。

2. 根据权利要求1所述三维表面重建方法,其特征在于,所述基于所述等值面阈值对所述目标部位进行三维表面重建之后,还包括:

当接收到等值面阈值优化命令时,基于所述等值面阈值优化命令中的剪裁方式对所述目标部位进行剪裁,并基于剪裁结果对所述三维体数据进行更新;

基于更新后的三维体数据进一步确定优化后的等值面阈值,基于所述优化后的等值面阈值对所述目标部位进行三维表面重建。

3. 根据权利要求1所述三维表面重建方法,其特征在于,所述根据每个所述体素点的坐标确定每个所述体素点的位置权重,包括:

按照预设划分方式将所述目标部位的每个二维切片图像划分为不同的区域,并确定每个所述二维切片图像的中心位置;

为每个所述区域中的所有体素点分配相同的位置权重;其中,每个所述区域中所有体素点的位置权重与所述区域与所述中心位置的距离呈负相关。

4. 根据权利要求1所述三维表面重建方法,其特征在于,所述根据每个所述体素点的亮度值确定每个所述体素点的亮度权重,包括:

确定亮度基准值;

为亮度值大于或等于所述亮度基准值的体素点分配第一亮度权重,为亮度值小于所述亮度基准值的体素点分配第二亮度权重;其中,所述第一亮度权重大于所述第二亮度权重。

5. 根据权利要求4所述三维表面重建方法,其特征在于,所述确定亮度基准值,包括:

确定所述三维体数据中的亮度最大值,将所述亮度最大值的一半确定为所述亮度基准值。

6. 根据权利要求1所述三维表面重建方法,其特征在于,所述根据所有所述体素点的位置权重和亮度权重确定所述目标部位的等值面阈值,包括:

基于所有所述体素点的位置权重和亮度值得到所述目标部位基于位置的亮度平均值,基于所有所述体素点的亮度权重和亮度值得到所述目标部位基于亮度的亮度平均值;

确定位置权重系数和亮度权重系数,根据所述位置权重系数、所述亮度权重系数、所述基于位置的亮度平均值和所述基于亮度的亮度平均值确定所述目标部位的等值面阈值。

7. 根据权利要求1所述三维表面重建方法,其特征在于,所述基于所述等值面阈值对所述目标部位进行三维表面重建,包括:

基于所述等值面阈值利用移动立方体算法得到所述目标部位的等值面片;

计算所述等值面片的法向量,基于所述法向量利用渲染算法对所述目标部位进行三维表面重建。

8.根据权利要求1所述三维表面重建方法,其特征在于,所述获取目标部位的三维体数据之后,还包括:

利用滤波算法消除所述三维体数据中的噪声。

9.根据权利要求1所述三维表面重建方法,其特征在于,所述获取目标部位的三维体数据之后,还包括:

当接收到剪裁命令时,利用所述剪裁命令中的剪裁方式对所述目标部位进行剪裁,并基于剪裁结果对所述三维体数据进行更新。

10.根据权利要求1所述三维表面重建方法,其特征在于,所述基于所述等值面阈值对所述目标部位进行三维表面重建之后,还包括:

将三维表面重建结果发送至3D打印机,以便所述3D打印机基于所述三维表面重建结果对所述目标部位进行3D打印。

11.根据权利要求1至10中任一项所述三维表面重建方法,其特征在于,所述基于所述等值面阈值对所述目标部位进行三维表面重建之前,还包括:

判断是否保留所述目标部位的内部组织;

若是,则执行所述基于所述等值面阈值对所述目标部位进行三维表面重建的步骤;

若否,则确定所述目标部位的表面体素点,将所述目标部位中除所述表面体素点之外的体素点的亮度值归一化为目标值;其中,所述目标值为与所有所述表面体素点的亮度值均不同的亮度值。

12.根据权利要求11所述三维表面重建方法,其特征在于,所述确定所述目标部位的表面体素点,包括:

根据所有所述体素点的坐标确定所述目标部位的最外层体素点;

在所有所述最外层体素点中确定亮度值等于所述等值面阈值的体素点为所述表面体素点。

13.一种三维表面重建装置,其特征在于,包括:

获取模块,用于获取目标部位的三维体数据;其中,所述三维体数据包括所述目标部位中每个体素点的坐标和亮度值;

确定位置权重模块,用于根据每个所述体素点的坐标确定每个所述体素点的位置权重;其中,所述位置权重与所述体素点与目标中心位置的距离呈负相关,所述目标中心位置为所述体素点所在的二维切片图像的中心位置;

确定亮度权重模块,用于根据每个所述体素点的亮度值确定每个所述体素点的亮度权重;其中,所述亮度权重与所述亮度值呈正相关;

确定等值面阈值模块,用于根据所有所述体素点的位置权重和亮度权重确定所述目标部位的等值面阈值;

三维表面重建模块,用于基于所述等值面阈值对所述目标部位进行三维表面重建。

14.一种超声设备,其特征在于,包括:

存储器,用于存储计算机程序;

处理器,用于执行所述计算机程序时实现如权利要求1至12任一项所述三维表面重建

方法的步骤。

15. 一种计算机可读存储介质,其特征在于,所述计算机可读存储介质上存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现如权利要求1至12任一项所述三维表面重建方法的步骤。

## 一种三维表面重建方法、装置及超声设备和存储介质

### 技术领域

[0001] 本申请涉及3D打印技术领域,更具体地说,涉及一种三维表面重建方法、装置及一种超声设备和一种计算机可读存储介质。

### 背景技术

[0002] 3D打印技术目前广泛应用于医学领域,在一些复杂的人体内病灶部位的手术中,稍有偏差,可能引出大血管及神经损伤或者其他更严重的后果,对病人造成不可逆转的伤害,甚至危及病人生命。因此对病灶的完整“克隆”成为一种必要且有效的辅助完成手术设计方案的重要部分。

[0003] 通常医生可以根据病人的实际情况,再结合三维的CT或者超声等数据,通过面绘制算法进行三维表面重建,绘制出完整的病变部位,最后使用3D打印技术将其打印出来,以供医生研究并通过对病灶部分的充分研究。在现有技术中,同一个算法,对于不同回声强度的部位的绘制,需要手动根据不同部位的特点选择合适的等值面阈值进行三维表面重建,等值面阈值选择不准确导致三维表面重建效果不好。

[0004] 因此,如何优化三维表面重建效果是本领域技术人员需要解决的技术问题。

### 发明内容

[0005] 本申请的目的在于提供一种三维表面重建方法、装置及一种超声设备和一种计算机可读存储介质,优化了三维表面重建效果。

[0006] 为实现上述目的,本申请提供了一种三维表面重建方法,包括:

[0007] 获取目标部位的三维体数据;其中,所述三维体数据包括所述目标部位中每个体素点的坐标和亮度值;

[0008] 根据每个所述体素点的坐标确定每个所述体素点的位置权重;其中,所述位置权重与所述体素点与目标中心位置的距离呈负相关,所述目标中心位置为所述体素点所在的二维切片图像的中心位置;

[0009] 根据每个所述体素点的亮度值确定每个所述体素点的亮度权重;其中,所述亮度权重与所述亮度值呈正相关;

[0010] 根据所有所述体素点的位置权重和亮度权重确定所述目标部位的等值面阈值;

[0011] 基于所述等值面阈值对所述目标部位进行三维表面重建。

[0012] 其中,所述基于所述等值面阈值对所述目标部位进行三维表面重建之后,还包括:

[0013] 当接收到等值面阈值优化命令时,基于所述等值面阈值优化命令中的剪裁方式对所述目标部位进行剪裁,并基于剪裁结果对所述三维体数据进行更新;

[0014] 基于更新后的三维体数据进一步确定优化后的等值面阈值,基于所述优化后的等值面阈值对所述目标部位进行三维表面重建。

[0015] 其中,所述根据每个所述体素点的坐标确定每个所述体素点的位置权重,包括:

[0016] 按照预设划分方式将所述目标部位的每个二维切片图像划分为不同的区域,并确

定每个所述二维切片图像的中心位置；

[0017] 为每个所述区域中的所有体素点分配相同的位置权重；其中，每个所述区域中所有体素点的位置权重与所述区域与所述中心位置的距离呈负相关。

[0018] 其中，所述根据每个所述体素点的亮度值确定每个所述体素点的亮度权重，包括：

[0019] 确定亮度基准值；

[0020] 为亮度值大于或等于所述亮度基准值的体素点分配第一亮度权重，为亮度值小于所述亮度基准值的体素点分配第二亮度权重；其中，所述第一亮度权重大于所述第二亮度权重。

[0021] 其中，所述确定亮度基准值，包括：

[0022] 确定所述三维体数据中的亮度最大值，将所述亮度最大值的一半确定为所述亮度基准值。

[0023] 其中，所述根据所有所述体素点的位置权重和亮度权重确定所述目标部位的等值面阈值，包括：

[0024] 基于所有所述体素点的位置权重和亮度值得到所述目标部位基于位置的亮度平均值，基于所有所述体素点的亮度权重和亮度值得到所述目标部位基于亮度的亮度平均值；

[0025] 确定位置权重系数和亮度权重系数，根据所述位置权重系数、所述亮度权重系数、所述基于位置的亮度平均值和所述基于亮度的亮度平均值确定所述目标部位的等值面阈值。

[0026] 其中，所述基于所述等值面阈值对所述目标部位进行三维表面重建，包括：

[0027] 基于所述等值面阈值利用移动立方体算法得到所述目标部位的等值面片；

[0028] 计算所述等值面片的法向量，基于所述法向量利用渲染算法对所述目标部位进行三维表面重建。

[0029] 其中，所述获取目标部位的三维体数据之后，还包括：

[0030] 利用滤波算法消除所述三维体数据中的噪声。

[0031] 其中，所述获取目标部位的三维体数据之后，还包括：

[0032] 当接收到剪裁命令时，利用所述剪裁命令中的剪裁方式对所述目标部位进行剪裁，并基于剪裁结果对所述三维体数据进行更新。

[0033] 其中，所述基于所述等值面阈值对所述目标部位进行三维表面重建之后，还包括：

[0034] 将三维表面重建结果发送至3D打印机，以便所述3D打印机基于所述三维表面重建结果对所述目标部位进行3D打印。

[0035] 其中，所述基于所述等值面阈值对所述目标部位进行三维表面重建之前，还包括：

[0036] 判断是否保留所述目标部位的内部组织；

[0037] 若是，则执行所述基于所述等值面阈值对所述目标部位进行三维表面重建的步骤；

[0038] 若否，则确定所述目标部位的表面体素点，将所述目标部位中除所述表面体素点之外的体素点的亮度值归一化为目标值；其中，所述目标值为与所有所述表面体素点的亮度值均不同的亮度值。

[0039] 其中，所述确定所述目标部位的表面体素点，包括：

[0040] 根据所有所述体素点的坐标确定所述目标部位的最外层体素点；

[0041] 在所有所述最外层体素点中确定亮度值等于所述等值面阈值的体素点为所述表面体素点。

[0042] 为实现上述目的，本申请提供了一种三维表面重建装置，包括：

[0043] 获取模块，用于获取目标部位的三维体数据；其中，所述三维体数据包括所述目标部位中每个体素点的坐标和亮度值；

[0044] 确定位置权重模块，用于根据每个所述体素点的坐标确定每个所述体素点的位置权重；其中，所述位置权重与所述体素点与目标中心位置的距离呈负相关，所述目标中心位置为所述体素点所在的二维切片图像的中心位置；

[0045] 确定亮度权重模块，用于根据每个所述体素点的亮度值确定每个所述体素点的亮度权重；其中，所述亮度权重与所述亮度值呈正相关；

[0046] 确定等值面阈值模块，用于根据所有所述体素点的位置权重和亮度权重确定所述目标部位的等值面阈值；

[0047] 三维表面重建模块，用于基于所述等值面阈值对所述目标部位进行三维表面重建。

[0048] 为实现上述目的，本申请提供了一种超声设备，包括：

[0049] 存储器，用于存储计算机程序；

[0050] 处理器，用于执行所述计算机程序时实现如上述三维表面重建方法的步骤。

[0051] 为实现上述目的，本申请提供了一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质上存储有计算机程序，所述计算机程序被处理器执行时实现如上述三维表面重建方法的步骤。

[0052] 通过以上方案可知，本申请提供的一种三维表面重建方法，包括：获取目标部位的三维体数据；其中，所述三维体数据包括所述目标部位中每个体素点的坐标和亮度值；根据每个所述体素点的坐标确定每个所述体素点的位置权重；其中，所述位置权重与所述体素点与目标中心位置的距离呈负相关，所述目标中心位置为所述体素点所在的二维切片图像的中心位置；根据每个所述体素点的亮度值确定每个所述体素点的亮度权重；其中，所述亮度权重与所述亮度值呈正相关；根据所有所述体素点的位置权重和亮度权重确定所述目标部位的等值面阈值；基于所述等值面阈值对所述目标部位进行三维表面重建。

[0053] 本申请提供的三维表面重建方法，基于目标部位每个体素点的坐标为其分配不同的位置权重，基于每个体素点的亮度值为其分配不同的亮度权重，综合所有体素点的位置权重和亮度权重确定目标部位的等值面阈值。由此可见，本申请提供的三维表面重建方法，对于不同的目标部位，可以依据其三维体数据自适应选择不同的等值面阈值，提高算法的鲁棒性，可以克服等值面阈值选取不当导致的图像表面提取缺失，不准确等问题，从而优化三维表面重建效果。本申请还公开了一种三维表面重建装置及一种超声设备和一种计算机可读存储介质，同样能实现上述技术效果。

[0054] 应当理解的是，以上的一般描述和后文的细节描述仅是示例性的，并不能限制本申请。

## 附图说明

[0055] 为了更清楚地说明本申请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申请的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。附图是用来提供对本公开的进一步理解,并且构成说明书的一部分,与下面的具体实施方式一起用于解释本公开,但并不构成对本公开的限制。在附图中:

[0056] 图1为根据一示例性实施例示出的一种三维表面重建方法的流程图;

[0057] 图2为一种区域划分和位置权重分配的示意图;

[0058] 图3为一种移动立方体算法的流程图;

[0059] 图4为根据一示例性实施例示出的另一种三维表面重建方法的流程图;

[0060] 图5为根据一示例性实施例示出的又一种三维表面重建方法的流程图;

[0061] 图6为根据一示例性实施例示出的一种三维表面重建装置的结构图;

[0062] 图7为根据一示例性实施例示出的一种超声设备的结构图。

## 具体实施方式

[0063] 下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本申请一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本申请保护的范围。

[0064] 本申请实施例公开了一种三维表面重建方法,优化了三维表面重建效果。

[0065] 参见图1,根据一示例性实施例示出的一种三维表面重建方法的流程图,如图1所示,包括:

[0066] S101:获取目标部位的三维体数据;其中,所述三维体数据包括所述目标部位中每个体素点的坐标和亮度值;

[0067] 在具体实施中,医生根据需要对目标部位,例如病灶、胎儿脸部等进行扫查,将获取的三维体数据进行格式转换成通用格式。可以理解的是,目标部位包括多个体素点,本步骤中的三维体数据至少包括每个体素点的坐标和亮度值。

[0068] 作为一种优选实施方式,在本步骤之后,还包括:利用滤波算法消除所述三维体数据中的噪声。在具体实施中,为了消除三维表面重建结果中的噪点,可以对三维体数据进行预处理,利用滤波算法消除三维体数据中的噪声,此处的滤波算法可以包括高斯滤波算法等。

[0069] 作为一种优选实施方式,在本步骤之后,还包括:当接收到剪裁命令时,利用所述剪裁命令中的剪裁方式对所述目标部位进行剪裁,并基于剪裁结果对所述三维体数据进行更新。在具体实施中,对三维体数据进行预处理后,在目标部位的二维切片图像中确定大体的感兴趣区域(VOI),用户可以根据需求调整感兴趣区域的边界范围进行调整从而实现对感兴趣区域的剪裁,剪裁后对三维体数据进行更新,即仅保留调整后的边界范围内的体素点。

[0070] S102:根据每个所述体素点的坐标确定每个所述体素点的位置权重;其中,所述位



置权重与所述体素点与目标中心位置的距离呈负相关,所述目标中心位置为所述体素点所在的二维切片图像的中心位置;

[0071] 对于目标部位中的任一二维切片图像,可以分为靠近切片的中心位置且高亮区域、距离中心位置较远的高亮区域、距离中心位置较近但是较暗区域以及距离中心位置且亮度较低的区域。因此,可以为不同的体素点分配不同的位置权重和亮度权重,表征其所在的区域。

[0072] 在具体实施中,可以根据体素点的坐标确定体素点的位置,距离二维切片图像的中心位置(即本步骤中的目标位置)越近的体素点位置权重越大,即体素点的位置权重与该体素点与目标中心位置的距离呈负相关。

[0073] 优选的,本步骤包括:按照预设划分方式将所述目标部位的每个二维切片图像划分为不同的区域,并确定每个所述二维切片图像的中心位置;为每个所述区域中的所有体素点分配相同的位置权重;其中,每个所述区域中所有体素点的位置权重与所述区域与所述中心位置的距离呈负相关。举例说明,如图2所示,对每个二维切片图像的横纵向分别划分为四等分,中间两部分定义为靠近中心区域,边缘两部分则为距离中心较远的区域。基于为距离中心较远的区域分配较低权重、为靠近中心区域分配较高权重的原则,区域6、7、10和11的位置权重可以为 $1/8$ ,区域2、3、5、8、9、12、14和15的位置权重可以为 $1/16$ ,区域1、4、13和16的位置权重可以为0。

[0074] S103:根据每个所述体素点的亮度值确定每个所述体素点的亮度权重;其中,所述亮度权重与所述亮度值呈正相关;

[0075] 在本步骤中,为每个体素点分配亮度权重,亮度值越高的体素点亮度权重越大。优选的,本步骤包括:确定亮度基准值;为亮度值大于或等于所述亮度基准值的体素点分配第一亮度权重,为亮度值小于所述亮度基准值的体素点分配第二亮度权重;其中,所述第一亮度权重大于所述第二亮度权重。

[0076] 在具体实施中,可以以亮度基准值对亮度值进行简单的二等分,为亮度值大于或等于亮度基准值的体素点分配较大的亮度权重,为亮度值小于亮度基准值的体素点分配较小的亮度权重。例如,亮度值大于或等于亮度基准值的体素点的亮度权重为 $3/4$ ,亮度值小于亮度基准值的体素点的亮度权重为 $1/4$ 。

[0077] 需要说明的是,此处对于亮度基准值的确定方式不进行具体限定,优选的,所述确定亮度基准值的步骤包括:确定所述三维体数据中的亮度最大值,将所述亮度最大值的一半确定为所述亮度基准值。若三维体数据中的亮度值最大值为 $B$ ,亮度基准值为 $B/2$ ,亮度值在 $[B/2, B]$ 的体素点的亮度权重大于亮度值在 $[0, B/2)$ 的体素点的亮度权重。

[0078] S104:根据所有所述体素点的位置权重和亮度权重确定所述目标部位的等值面阈值;

[0079] 在本步骤中,综合所有体素点的位置权重和亮度权重确定目标部位的等值面阈值。优选的,本步骤包括:基于所有所述体素点的位置权重和亮度值得到所述目标部位基于位置的亮度平均值,基于所有所述体素点的亮度权重和亮度值得到所述目标部位基于亮度的亮度平均值;确定位置权重系数和亮度权重系数,根据所述位置权重系数、所述亮度权重系数、所述基于位置的亮度平均值和所述基于亮度的亮度平均值确定所述目标部位的等值面阈值。

[0080] 具体的,若体素点的位置权重为 $w_D$ 、亮度权重为 $w_I$ 、亮度值为 $I$ ,则目标部位基于位置的亮度平均值: $W_D = \sum_{i=1}^N I w_D$ ,目标部位基于亮度的亮度平均值 $W_I = \sum_{i=1}^N I w_I$ , $N$ 为体素点的总数。若位置权重系数为 $A$ ,亮度权重系数为 $B$ ,则等值面阈值 $T = A W_D + B W_I$ 。举例说明,若位置权重系数为 $0.4$ ,亮度权重系数为 $0.6$ ,则等值面阈值 $T = 0.6 W_I + 0.4 W_D$ 。

[0081] S105:基于所述等值面阈值对所述目标部位进行三维表面重建。

[0082] 在本步骤中,基于上一步骤得到的等值面阈值对目标部位进行三维表面重建,本实施例不对具体的三维表面重建方式进行限定。优选的,本步骤包括:基于所述等值面阈值利用移动立方体算法得到所述目标部位的等值面片;计算所述等值面片的法向量,基于所述法向量利用渲染算法对所述目标部位进行三维表面重建。

[0083] 可以理解的是,针对一系列的二维切片图像构成的三维体数据,构建三维空间采样数据场,即在三维数据场中构造出中间集合图元,例如三角形面片、四边形面片等,再由这些几何图元构造出物体表面,实现对物体表面的三维表面重建。具体的,利用移动立方体算法基于上一步骤得到的等值面阈值对目标部位进行表面绘制,得到目标部位的等值面片。以三角形面片为例,具体流程如图3所示,对于相邻上下两个二维切片图像各选取四个相邻的点构建如图4所示的立方体,将立方体的8个顶点的亮度值分别与等值面阈值进行比较,亮度值大于等值面阈值将顶点的状态标记为1,小于等值面阈值将顶点的状态标记为0,根据相邻顶点的状态确定所在边上是否存在等值点,等值点即亮度值与等值面阈值一致的点,将等值点连成三角形面片,分别计算其各个顶点的法向量,并通过准确度以及算法复杂的权衡选择恰当的插值算法来计算整个三角形面片的法向量,得到的法向量将用于渲染算法的输入,最后得到最终的三维表面重建结果。

[0084] 作为一种优选实施方式,本步骤之后还包括:将三维表面重建结果发送至3D打印机,以便所述3D打印机基于所述三维表面重建结果对所述目标部位进行3D打印。在具体实施中,用户可以自主生成STL格式文件,即上述的三维表面重建结果,连接打印机直接打印,还是导出至PC后经过三维处理软件进行处理后再连通打印机打印。

[0085] 作为一种优选实施方式,本步骤之后还包括:将所述三维表面重建结果保存为预设格式;其中,所述预设格式包括文本格式或二进制格式。在具体实施中,可以将三维表面重建结果保存为STL文件,通常STL文件包含两种格式文本格式或者二进制格式。二进制格式所需的存储空间较小,但是它的可读性较差。文本格式的可读性较好,但是较二进制文件需要更多的存储空间,因此用户也可以根据自己的需求来选择最终存储为何种格式。

[0086] 本申请实施例提供的三维表面重建方法,基于目标部位每个体素点的坐标为其分配不同的位置权重,基于每个体素点的亮度值为其分配不同的亮度权重,综合所有体素点的位置权重和亮度权重确定目标部位的等值面阈值。由此可见,本申请实施例提供的三维表面重建方法,对于不同的目标部位,可以依据其三维体数据自适应选择不同的等值面阈值,提高算法的鲁棒性,可以克服等值面阈值选取不当导致的图像表面提取缺失,不准确等问题,从而优化三维表面重建效果。

[0087] 本申请实施例公开了一种三维表面重建方法,相对于上一实施例,本实施例对技术方案作了进一步的说明和优化。具体的:

[0088] 参见图4,根据一示例性实施例示出的另一种三维表面重建方法的流程图,如图4

所示,包括:

[0089] S201:获取目标部位的三维体数据;其中,所述三维体数据包括所述目标部位中每个体素点的坐标和亮度值;

[0090] S202:根据每个所述体素点的坐标确定每个所述体素点的位置权重;其中,所述位置权重与所述体素点与目标中心位置的距离呈负相关,所述目标中心位置为所述体素点所在的二维切片图像的中心位置;

[0091] S203:根据每个所述体素点的亮度值确定每个所述体素点的亮度权重;其中,所述亮度权重与所述亮度值呈正相关;

[0092] S204:根据所有所述体素点的位置权重和亮度权重确定所述目标部位的等值面阈值;

[0093] S205:基于所述等值面阈值对所述目标部位进行三维表面重建。

[0094] S206:判断三维表面重建结果中是否存在噪声点;若是,则进入S207;若否,则结束流程;

[0095] S207:接收到等值面阈值优化命令,基于所述等值面阈值优化命令中的第二剪裁方式对所述目标部位进行剪裁,基于剪裁结果对所述三维体数据进行更新,并重新进入S202。

[0096] 在本实施例中,用户可以通过观察三维表面重建结果确定是否存在噪声点需要进一步处理,还是得到较为理想的结果对其进行保存。即用户可以根据三维表面重建结果选择是否进行进一步裁剪,在一些情况下,三维表面重建结果中存在一些使用滤波算法无法去除的面积较大的噪声点时,可以由用户自适应反馈需要进行裁剪的区域,本步骤中的等值面阈值优化命令中包括用户自定义的剪裁方式,剪裁后对三维体数据进行更新,重新进入步骤S202,实现对等值面阈值的优化,并基于优化后的等值面重新进行三维表面重建。

[0097] 由此可见,在本实施例中,对于不同的目标部位,可以依据其三维体数据自适应选择不同的等值面阈值,提高算法的鲁棒性,从而优化三维表面重建效果。在此基础上,用户可以对三维表面重建结果中的噪点进行自定义剪裁,从而优化等值面阈值,通过剪裁和优化等值面阈值得到一个更加精准且无遮挡的表面,进一步优化三维表面重建效果。

[0098] 本申请实施例公开了一种三维表面重建方法,相对于第一个实施例,本实施例对技术方案作了进一步的说明和优化。具体的:

[0099] 参见图5,根据一示例性实施例示出的又一种三维表面重建方法的流程图,如图5所示,包括:

[0100] S301:获取目标部位的三维体数据;其中,所述三维体数据包括所述目标部位中每个体素点的坐标和亮度值;

[0101] S302:根据每个所述体素点的坐标确定每个所述体素点的位置权重;其中,所述位置权重与所述体素点与目标中心位置的距离呈负相关,所述目标中心位置为所述体素点所在的二维切片图像的中心位置;

[0102] S303:根据每个所述体素点的亮度值确定每个所述体素点的亮度权重;其中,所述亮度权重与所述亮度值呈正相关;

[0103] S304:根据所有所述体素点的位置权重和亮度权重确定所述目标部位的等值面阈值;

[0104] S305:判断是否保留所述目标部位的内部组织;若是,则进入S307;若否,则进入S306;

[0105] S306:确定所述目标部位的表面体素点,将所述目标部位中除所述表面体素点之外的体素点的亮度值归一化为目标值;其中,所述目标值为与所有所述表面体素点的亮度值均不同的亮度值。

[0106] 可以理解的是,胎儿脸部、血管等部位的三维重建中通常不需要内部多余的无关组织,但是有的需要观察内部的结构部位则需要保留内部组织以便更好的观察其结构并做出相应的诊断。因此在本实施例中,在进行面绘制之前,可以由用户自主选择是否保留目标部位的内部组织。若保留,则直接进入S307。

[0107] 当不需要保留目标部位的内部组织时,对体素点进行筛选,仅保留表面体素点,即亮度值等于等值面阈值且位于最外层的体素点,去除除表面体素点之外的体素点,即将其亮度值归一化为目标值,表面体素点构成目标部位的表面轮廓,后续步骤对表面轮廓进行三维重建。

[0108] 具体的,所述确定所述目标部位的表面体素点的步骤包括:根据所有所述体素点的坐标确定所述目标部位的最外层体素点;在所有所述最外层体素点中确定亮度值等于所述等值面阈值的体素点为所述表面体素点。在具体实施中,若当前体素在等值面上(即亮度值等于等值面阈值)且位于最外层,则记录当前体素的位置,若当前体素大于等值面但是不属于最外层体素则舍弃当前体素点,认为其不在等值面上,并将该体素值进行归一化与表面体素不同的值,通过此方法最后得到了目标部位的外表面轮廓而不包含其他多余的无关内部组织。

[0109] S307:基于所述等值面阈值对所述目标部位进行三维表面重建。

[0110] 由此可见,在本实施例中,对于不同的目标部位,可以依据其三维体数据自适应选择不同的等值面阈值,提高算法的鲁棒性,从而优化三维表面重建效果。在此基础上,可以由用户自定义是否去除内部组织,算法灵活度更高。

[0111] 下面对本申请实施例提供的一种三维表面重建装置进行介绍,下文描述的一种三维表面重建装置与上文描述的一种三维表面重建方法可以相互参照。

[0112] 参见图6,根据一示例性实施例示出的一种三维表面重建装置的结构图,如图6所示,包括:

[0113] 获取模块601,用于获取目标部位的三维体数据;其中,所述三维体数据包括所述目标部位中每个体素点的坐标和亮度值;

[0114] 确定位置权重模块602,用于根据每个所述体素点的坐标确定每个所述体素点的位置权重;其中,所述位置权重与所述体素点与目标中心位置的距离呈负相关,所述目标中心位置为所述体素点所在的二维切片图像的中心位置;

[0115] 确定亮度权重模块603,用于根据每个所述体素点的亮度值确定每个所述体素点的亮度权重;其中,所述亮度权重与所述亮度值呈正相关;

[0116] 确定等值面阈值模块604,用于根据所有所述体素点的位置权重和亮度权重确定所述目标部位的等值面阈值;

[0117] 三维表面重建模块605,用于基于所述等值面阈值对所述目标部位进行三维表面重建。

[0118] 本申请实施例提供的三维表面重建装置,基于目标部位每个体素点的坐标为其分配不同的位置权重,基于每个体素点的亮度值为其分配不同的亮度权重,综合所有体素点的位置权重和亮度权重确定目标部位的等值面阈值。由此可见,本申请实施例提供的三维表面重建装置,对于不同的目标部位,可以依据其三维体数据自适应选择不同的等值面阈值,提高算法的鲁棒性,可以克服等值面阈值选取不当导致的图像表面提取缺失,不准确等问题,从而优化三维表面重建效果。

[0119] 在上述实施例的基础上,作为一种优选实施方式,还包括:

[0120] 第一剪裁模块,用于当接收到等值面阈值优化命令时,基于所述等值面阈值优化命令中的剪裁方式对所述目标部位进行剪裁,并基于剪裁结果对所述三维体数据进行更新;

[0121] 更新模块,用于基于更新后的三维体数据确定优化后的等值面阈值,基于所述优化后的等值面阈值对所述目标部位进行三维表面重建。

[0122] 在上述实施例的基础上,作为一种优选实施方式,所述确定位置权重模块602包括:

[0123] 划分单元,用于按照预设划分方式将所述目标部位的每个二维切片图像划分为不同的区域,并确定每个所述二维切片图像的中心位置;

[0124] 第一分配单元,用于为每个所述区域中的所有体素点分配相同的位置权重;其中,每个所述区域中所有体素点的位置权重与所述区域与所述中心位置的距离呈负相关。

[0125] 在上述实施例的基础上,作为一种优选实施方式,所述确定亮度权重模块603包括:

[0126] 第一确定单元,用于确定亮度基准值;

[0127] 第二分配单元,用于为亮度值大于或等于所述亮度基准值的体素点分配第一亮度权重,为亮度值小于所述亮度基准值的体素点分配第二亮度权重;其中,所述第一亮度权重大于所述第二亮度权重。

[0128] 在上述实施例的基础上,作为一种优选实施方式,所述第一确定单元具体为确定所述三维体数据中的亮度最大值,将所述亮度最大值的一半确定为所述亮度基准值的单元。

[0129] 在上述实施例的基础上,作为一种优选实施方式,所述确定等值面阈值模块604包括:

[0130] 第二确定单元,用于基于所有所述体素点的位置权重和亮度值得到所述目标部位基于位置的亮度平均值,基于所有所述体素点的亮度权重和亮度值得到所述目标部位基于亮度的亮度平均值;

[0131] 第三确定单元,用于确定位置权重系数和亮度权重系数,根据所述位置权重系数、所述亮度权重系数、所述基于位置的亮度平均值和所述基于亮度的亮度平均值确定所述目标部位的等值面阈值。

[0132] 在上述实施例的基础上,作为一种优选实施方式,所述三维表面重建模块605包括:

[0133] 第四确定单元,用于基于所述等值面阈值利用移动立方体算法得到所述目标部位的等值面片;

[0134] 三维表面单元,用于计算所述等值面片的法向量,基于所述法向量利用渲染算法对所述目标部位进行三维表面重建。

[0135] 在上述实施例的基础上,作为一种优选实施方式,还包括:

[0136] 消除模块,用于利用滤波算法消除所述三维体数据中的噪声。

[0137] 在上述实施例的基础上,作为一种优选实施方式,还包括:

[0138] 第二剪裁模块,用于当接收到剪裁命令时,利用所述剪裁命令中的剪裁方式对所述目标部位进行剪裁,并基于剪裁结果对所述三维体数据进行更新。

[0139] 在上述实施例的基础上,作为一种优选实施方式,还包括:

[0140] 保存模块,用于将所述三维表面重建结果保存为预设格式;其中,所述预设格式包括文本格式或二进制格式。

[0141] 在上述实施例的基础上,作为一种优选实施方式,还包括:

[0142] 打印模块,用于将三维表面重建结果发送至3D打印机,以便所述3D打印机基于所述三维表面重建结果对所述目标部位进行3D打印。

[0143] 在上述实施例的基础上,作为一种优选实施方式,还包括:

[0144] 判断模块,用于判断是否保留所述目标部位的内部组织;若是,则启动所述三维表面重建模块605的工作流程;若否,则启动归一化模块的工作流程

[0145] 归一化模块,用于确定所述目标部位的表面体素点,将所述目标部位中除所述表面体素点之外的体素点的亮度值归一化为目标值;其中,所述目标值为与所有所述表面体素点的亮度值均不同的亮度值。

[0146] 在上述实施例的基础上,作为一种优选实施方式,所述归一化模块包括:

[0147] 第五确定单元,用于根据所有所述体素点的坐标确定所述目标部位的最外层体素点,在所有所述最外层体素点中确定亮度值等于所述等值面阈值的体素点为所述表面体素点;

[0148] 归一化单元,用于将所述目标部位中除所述表面体素点之外的体素点的亮度值归一化为目标值。

[0149] 关于上述实施例中的装置,其中各个模块执行操作的具体方式已经在有关该方法的实施例中进行了详细描述,此处将不做详细阐述说明。

[0150] 本申请还提供了一种超声设备,参见图7,本申请实施例提供的一种超声设备700的结构图,如图7所示,可以包括处理器11和存储器12。该超声设备700还可以包括多媒体组件13,输入/输出(I/O)接口14,以及通信组件15中的一者或多者。

[0151] 其中,处理器11用于控制该超声设备700的整体操作,以完成上述的三维表面重建方法中的全部或部分步骤。存储器12用于存储各种类型的数据以支持在该超声设备700的操作,这些数据例如可以包括用于在该超声设备700上操作的任何应用程序或方法的指令,以及应用程序相关的数据,例如联系人数据、收发的消息、图片、音频、视频等等。该存储器12可以由任何类型的易失性或非易失性存储设备或者它们的组合实现,例如静态随机存取存储器(Static Random Access Memory,简称SRAM),电可擦除可编程只读存储器(Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory,简称EEPROM),可擦除可编程只读存储器(Erasable Programmable Read-Only Memory,简称EPROM),可编程只读存储器(Programmable Read-Only Memory,简称PROM),只读存储器(Read-Only Memory,简称

ROM),磁存储器,快闪存储器,磁盘或光盘。多媒体组件13可以包括屏幕和音频组件。其中屏幕例如可以是触摸屏,音频组件用于输出和/或输入音频信号。例如,音频组件可以包括一个麦克风,麦克风用于接收外部音频信号。所接收的音频信号可以被进一步存储在存储器12或通过通信组件15发送。音频组件还包括至少一个扬声器,用于输出音频信号。I/O接口14为处理器11和其他接口模块之间提供接口,上述其他接口模块可以是键盘,鼠标,按钮等。这些按钮可以是虚拟按钮或者实体按钮。通信组件15用于该超声设备700与其他设备之间进行有线或无线通信。无线通信,例如Wi-Fi,蓝牙,近场通信(Near Field Communication,简称NFC),2G、3G或4G,或它们中的一种或几种的组合,因此相应的该通信组件15可以包括:Wi-Fi模块,蓝牙模块,NFC模块。

[0152] 在一示例性实施例中,超声设备700可以被一个或多个应用专用集成电路(Application Specific Integrated Circuit,简称ASIC)、数字信号处理器(Digital Signal Processor,简称DSP)、数字信号处理设备(Digital Signal Processing Device,简称DSPD)、可编程逻辑器件(Programmable Logic Device,简称PLD)、现场可编程门阵列(Field Programmable Gate Array,简称FPGA)、控制器、微控制器、微处理器或其他电子元件实现,用于执行上述的三维表面重建方法。

[0153] 在另一示例性实施例中,还提供了一种包括程序指令的计算机可读存储介质,该程序指令被处理器执行时实现上述三维表面重建方法的步骤。例如,该计算机可读存储介质可以为上述包括程序指令的存储器12,上述程序指令可由超声设备700的处理器11执行以完成上述的三维表面重建方法。

[0154] 说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。对于实施例公开的装置而言,由于其与实施例公开的方法相对应,所以描述的比较简单,相关之处参见方法部分说明即可。应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本申请原理的前提下,还可以对本申请进行若干改进和修饰,这些改进和修饰也落入本申请权利要求的保护范围内。

[0155] 还需要说明的是,在本说明书中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

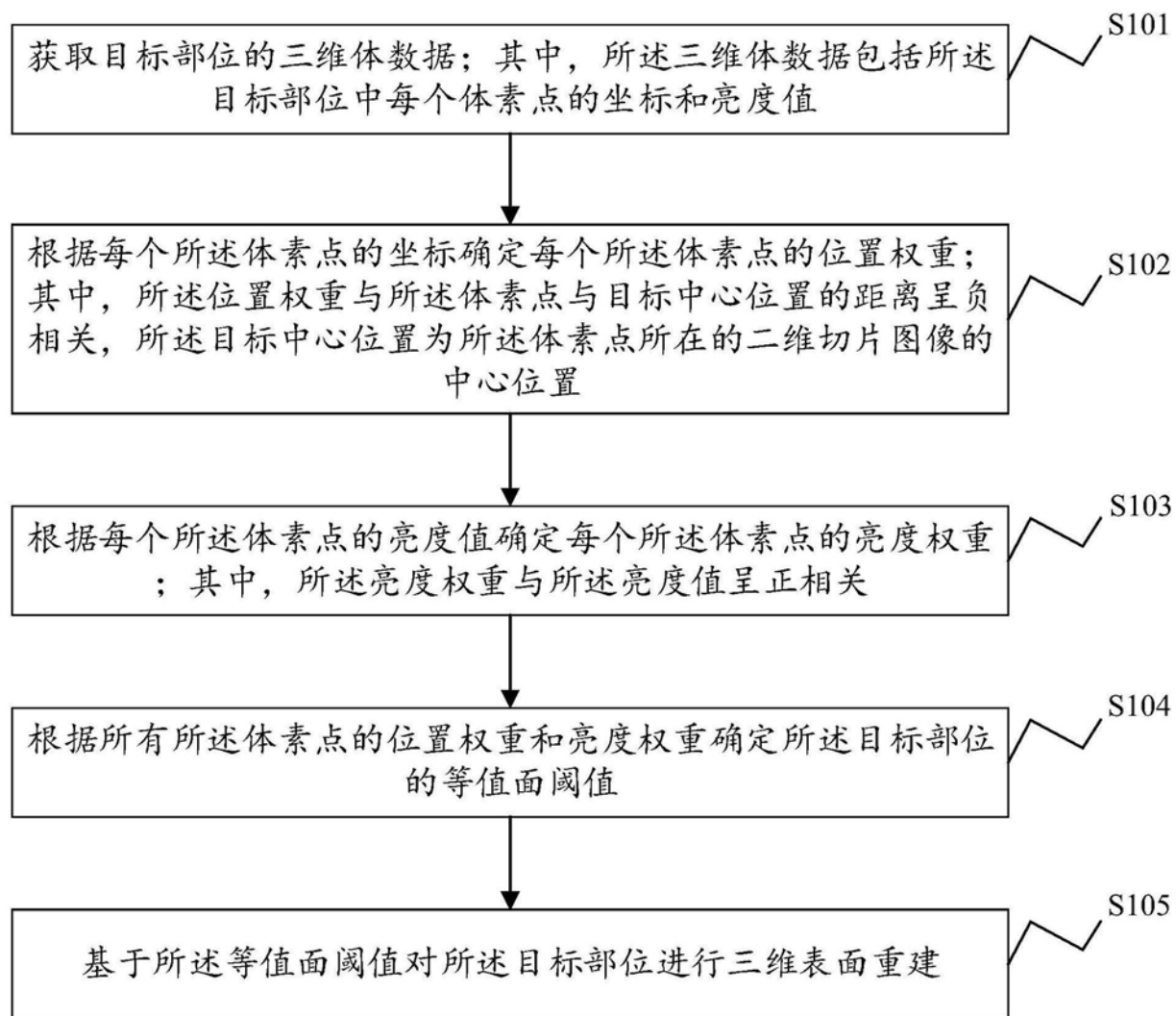


图1



1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16

图2

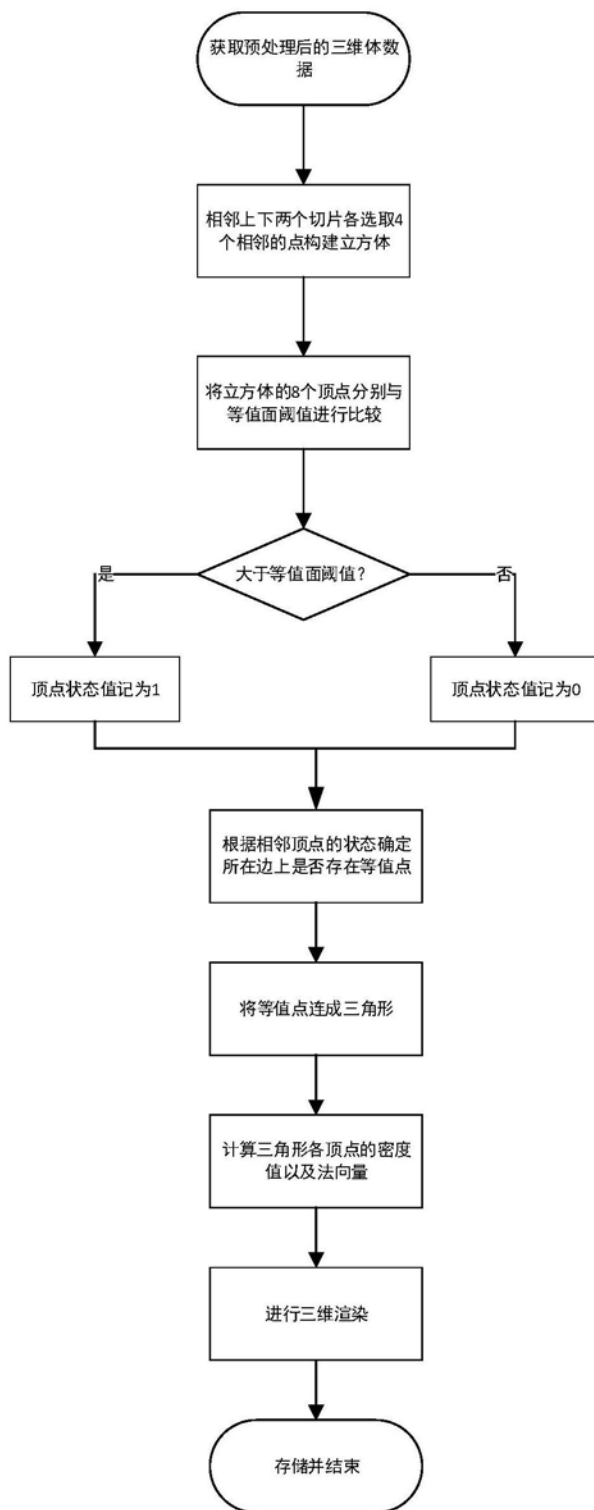


图3

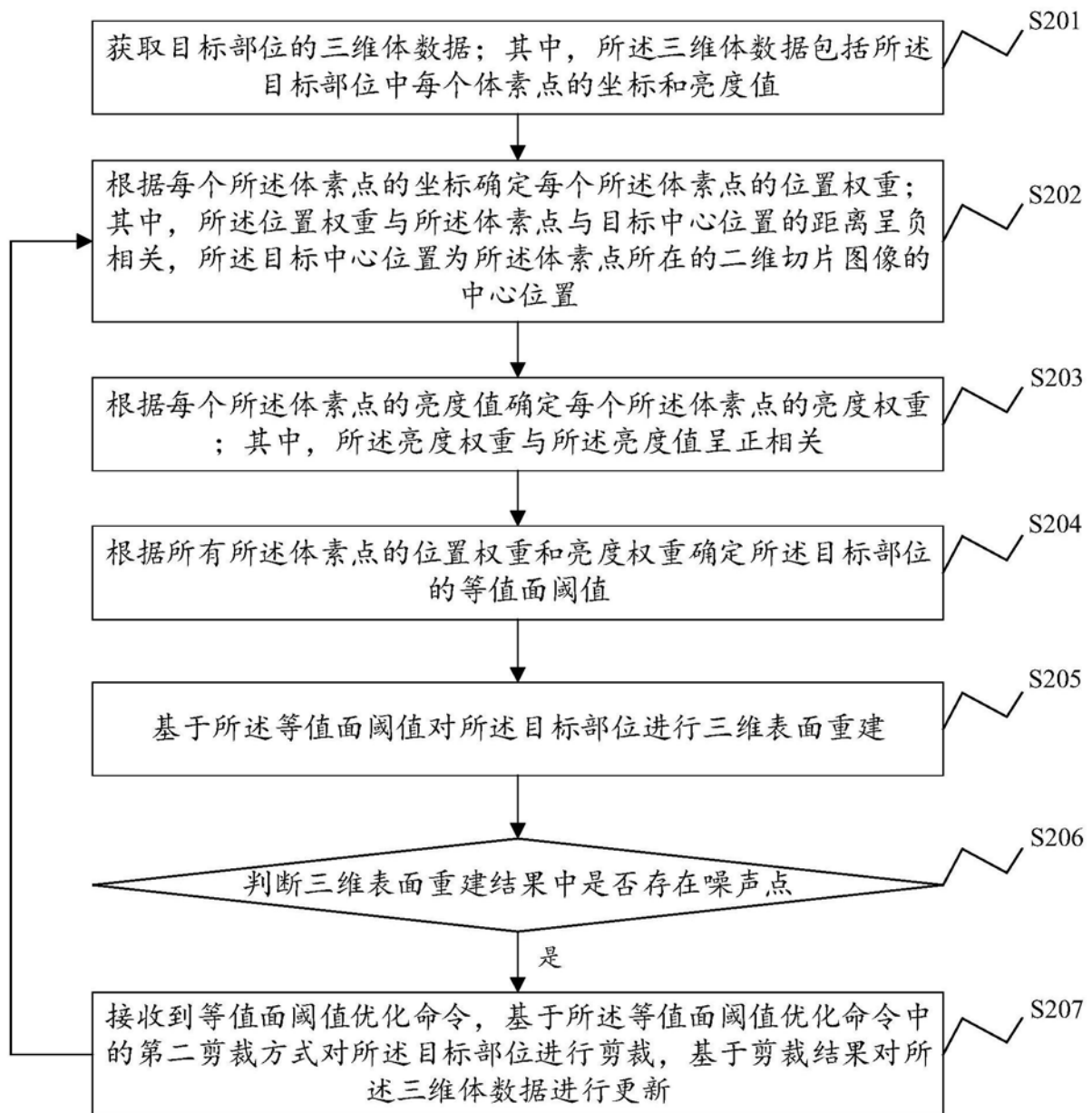


图4

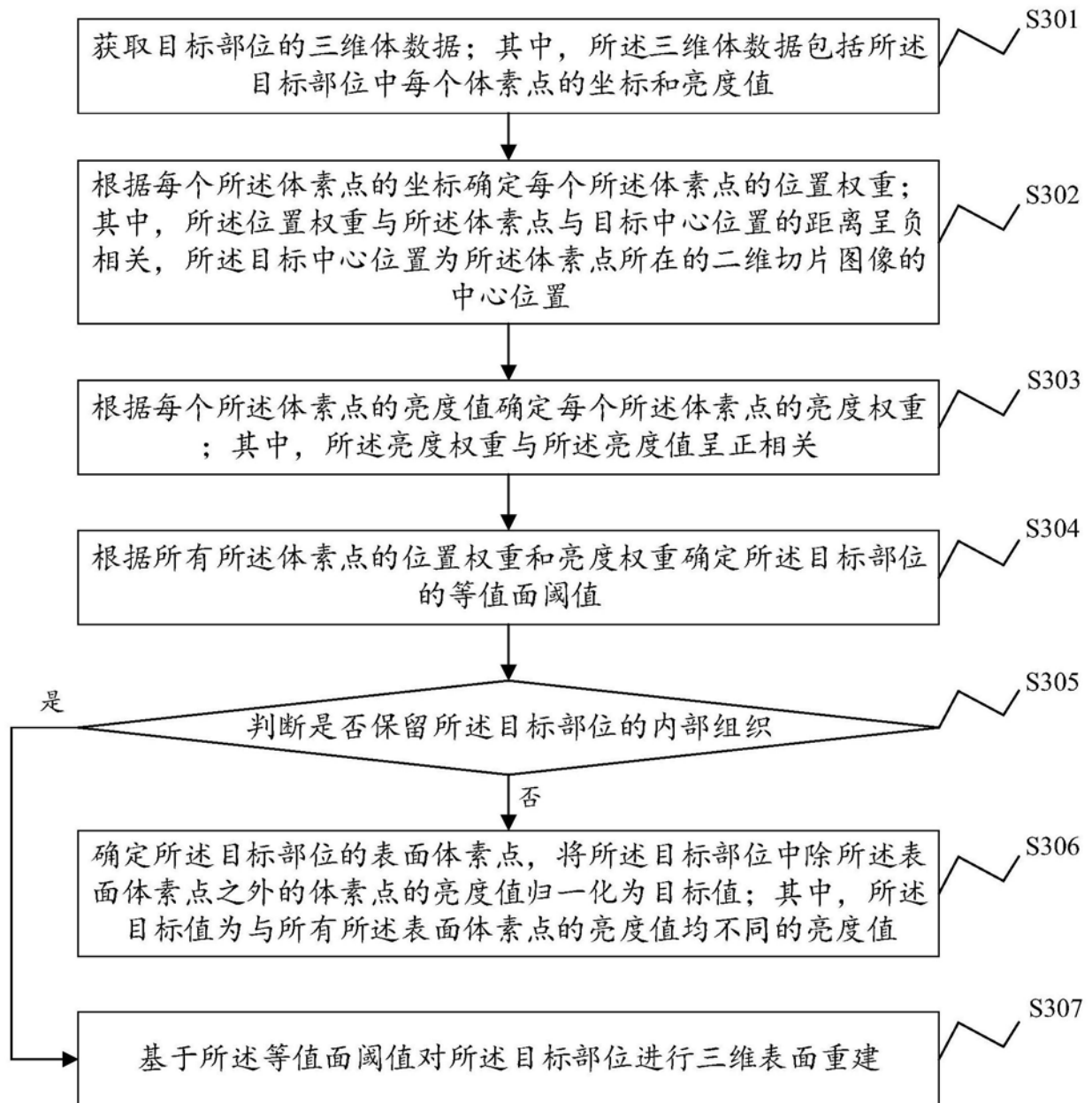


图5

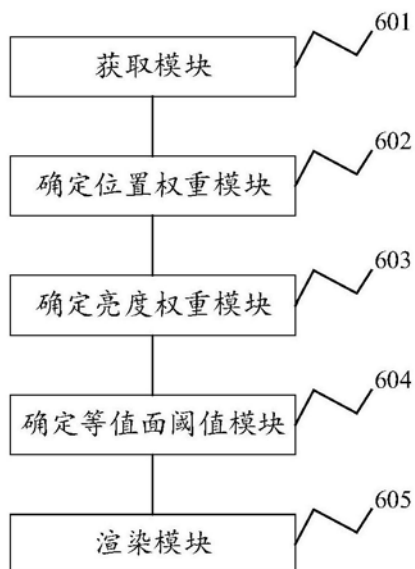


图6

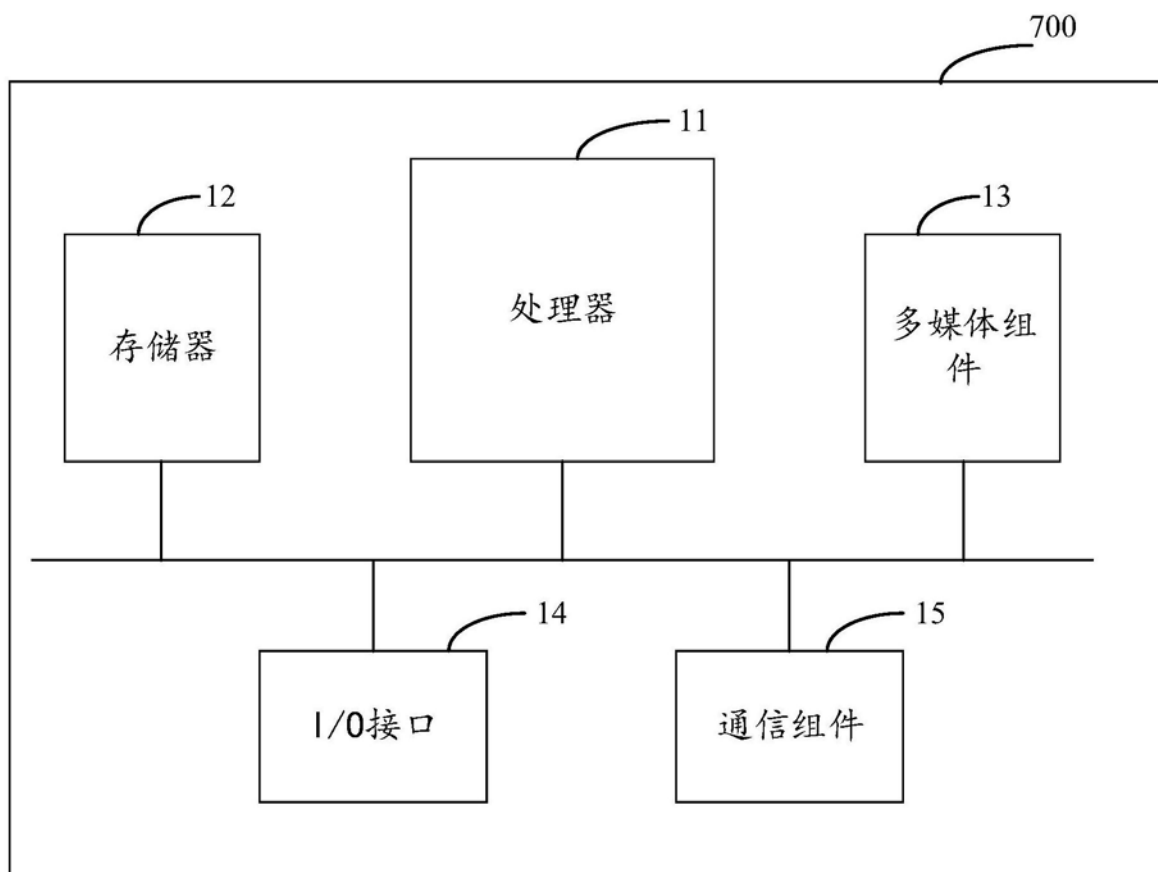


图7

专利名称(译)	一种三维表面重建方法、装置及超声设备和存储介质		
公开(公告)号	<a href="#">CN111053574A</a>	公开(公告)日	2020-04-24
申请号	CN201911236414.3	申请日	2019-12-05
[标]申请(专利权)人(译)	深圳开立生物医疗科技股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	深圳开立生物医疗科技股份有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	深圳开立生物医疗科技股份有限公司		
[标]发明人	刘旭江 唐艳红		
发明人	颜应华 刘旭江 唐艳红		
IPC分类号	A61B8/00 B33Y50/00		
CPC分类号	A61B8/483 B33Y50/00		
代理人(译)	王兆林		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

# 摘要(译)

本申请公开了一种三维表面重建方法、装置及一种超声设备和计算机可读存储介质，该方法包括：获取目标部位的三维体数据；其中，三维体数据包括目标部位中每个体素点的坐标和亮度值；根据每个体素点的坐标确定每个体素点的位置权重；其中，位置权重与体素点与目标中心位置的距离呈负相关，目标中心位置为体素点所在的二维切片图像的中心位置；根据每个体素点的亮度值确定每个体素点的亮度权重；其中，亮度权重与亮度值呈正相关；根据所有体素点的位置权重和亮度权重确定目标部位的等值面阈值；基于等值面阈值对目标部位进行三维表面重建。对于不同的目标部位，可以依据其三维体数据自适应选择不同的等值面阈值，从而优化三维表面重建效果。

