



(10) 授权公告号 CN 118395523 B

(45) 授权公告日 2024. 09. 17

(21) 申请号 202410807280.0

G06F 30/20 (2020.01)

(22) 申请日 2024.06.21

A61C 7/00 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 118395523 A

(56) 对比文件

CN 112932703 A, 2021.06.11

CN 110403719 A, 2019.11.05

(43) 申请公布日 2024.07.26

审查员 任燕

(73) 专利权人 先临三维科技股份有限公司

地址 311258 浙江省杭州市萧山区闻堰街  
道湘滨路1398号(72) 发明人 刘远超 江腾飞 邱凯佳 甄圣贤  
张健

(74) 专利代理机构 深圳市精英专利事务所

44242

专利代理师 戴艳艳

(51) Int. Cl.

G06F 30/10 (2020.01)

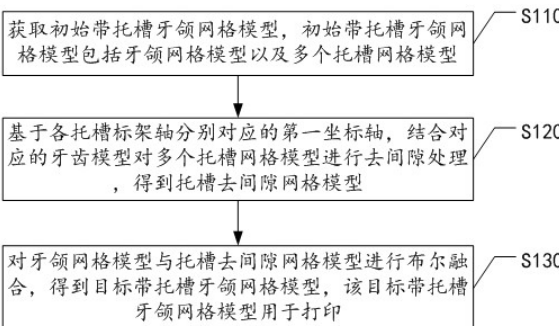
权利要求书3页 说明书13页 附图6页

(54) 发明名称

模型处理方法、装置、设备及存储介质

(57) 摘要

本申请实施例公开了一种模型处理方法、装置、设备及存储介质。方法包括：获取包括牙颌网格模型以及多个托槽网格模型的初始带托槽牙颌网格模型；基于第一坐标轴，结合对应的牙齿模型对多个托槽网格模型进行去间隙处理，得到托槽去间隙网格模型，第一坐标轴的方向与对应牙齿接触面的法向方向对应；对牙颌网格模型与托槽去间隙网格模型进行布尔融合，得到目标带托槽牙颌网格模型，该目标带托槽牙颌网格模型用于打印，使得用户基于打印得到的目标带托槽牙颌物理模型进行托槽定位验证。通过实施本申请实施例的方法可降低打印得到的带托槽牙颌物理模型中托槽的脱落风险，方便用户通过打印得到的带托槽牙颌物理模型进行托槽定位验证。



1. 一种模型处理方法,其特征在于,包括:

获取初始带托槽牙颌网格模型,所述初始带托槽牙颌网格模型包括牙颌网格模型以及多个托槽网格模型,所述托槽网格模型基于所述牙颌网格模型中各牙齿模型的托槽标架轴摆放在所述牙齿模型表面;

基于各所述托槽标架轴分别对应的第一坐标轴,结合对应的牙齿模型对多个所述托槽网格模型进行去间隙处理,得到托槽去间隙网格模型,所述第一坐标轴为所述托槽标架轴中方向与牙齿接触面的法向方向对应的坐标轴;

对所述牙颌网格模型与所述托槽去间隙网格模型进行布尔融合,得到目标带托槽牙颌网格模型,所述目标带托槽牙颌网格模型用于打印;

其中,所述基于各所述托槽标架轴分别对应的第一坐标轴,结合对应的牙齿模型对多个所述托槽网格模型进行去间隙处理,得到托槽去间隙网格模型,包括:

针对各所述托槽网格模型,生成覆盖所述托槽网格模型的三维深度图,所述三维深度图包括多个空间格;

确定所述三维深度图中各空间格到所述托槽网格模型的符号距离值;

基于对应的所述第一坐标轴,从上到下对所述空间格进行遍历,并根据所述符号距离值确定当前遍历的第一空间格是否处于所述托槽网格模型内部;

若确定所述第一空间格处于所述托槽网格模型内部,则对位于所述第一空间格下方且对应牙齿模型上方的第二空间格进行填充处理,得到目标三维深度图,其中,所述填充处理的步骤包括将各所述第二空间格的符号距离值均替换为所述第一空间格的符号距离值,或将所述第二空间格的符号距离值均替换为预先设置的负值符号距离值;

对所述目标三维深度图进行零等值面提取处理,得到所述托槽去间隙网格模型。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述对位于所述第一空间格下方且对应牙齿模型上方的第二空间格进行填充处理,得到目标三维深度图,包括:

将位于所述第一空间格下方且对应牙齿模型上方的各空间格确定为所述第二空间格;

将各所述第二空间格的符号距离值均替换为所述第一空间格的符号距离值,完成对所述第二空间格的填充处理,得到所述目标三维深度图。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述基于各所述托槽标架轴分别对应的第一坐标轴,结合对应的牙齿模型对多个所述托槽网格模型进行去间隙处理,得到托槽去间隙网格模型之后,所述方法包括:

将所述托槽去间隙网格模型中的网格分成多组互不相交的网格组;

所述对所述牙颌网格模型与所述托槽去间隙网格模型进行布尔融合,得到目标带托槽牙颌网格模型,包括:

对所述牙颌网格模型与多组互不相交的所述网格组分别进行布尔融合,得到所述目标带托槽牙颌网格模型。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述获取初始带托槽牙颌网格模型之后,所述方法还包括:

针对各所述托槽标架轴,在第二坐标轴上构造垂直于第一平面的第二平面,及在第三坐标轴上构造垂直于所述第一平面的第三平面,所述第二坐标轴为所述托槽标架轴中方向与牙齿生长方向对应的坐标轴,所述第三坐标轴为所述托槽标架轴中方向与远近中方向对

应的坐标轴,所述第一平面为由所述第二坐标轴及所述第三坐标轴构成的平面;

获取各所述第二平面与对应牙齿模型的交线,及各所述第三平面与对应牙齿模型的交线,得到多条交线;

基于各牙齿模型的牙齿标架轴的第四坐标轴,提取各条所述交线分别对应的曲线,所述第四坐标轴为所述牙齿标架轴中与所述牙齿接触面的法向方向对应的坐标轴;

构造各所述曲线分别对应的窄带;

对所述牙颌网格模型与多条所述窄带进行布尔处理,得到牙颌窄带模型,所述布尔处理包括布尔融合以及布尔减中的至少一种。

5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述构造各所述曲线分别对应的窄带之前,所述方法还包括:

确定多条所述曲线中是否存在自相交曲线;

若存在所述自相交曲线,则对所述自相交曲线进行自相交切割处理,得到切割后曲线;

所述构造各所述曲线分别对应的窄带,包括:

构造所述切割后曲线以及所述曲线中的非自相交曲线分别对应的窄带。

6. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述构造各所述曲线分别对应的窄带之后,所述方法还包括:

将多条所述窄带分成多组互不相交的窄带组;

所述对所述牙颌网格模型与多条所述窄带进行布尔处理,得到牙颌窄带模型,包括:

对所述牙颌网格模型与多组所述窄带组分别进行布尔处理,得到所述牙颌窄带模型。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的方法,其特征在于,所述获取初始带托槽牙颌网格模型之前,所述方法还包括:

获取所述牙颌网格模型;

生成所述牙颌网格模型中各所述牙齿模型分别对应的托槽标架轴;

基于所述托槽标架轴,在对应的所述牙齿模型表面添加所述托槽网格模型,得到所述初始带托槽牙颌网格模型。

8. 根据权利要求7所述的方法,其特征在于,所述生成所述牙颌网格模型中各所述牙齿模型分别对应的托槽标架轴,包括:

基于预设的托槽标架轴算法,生成各所述牙齿模型分别对应的所述托槽标架轴;或,

响应于用户的交互操作,生成各所述牙齿模型分别对应的所述托槽标架轴。

9. 一种模型处理装置,其特征在于,包括:

第一获取模块,用于获取初始带托槽牙颌网格模型,所述初始带托槽牙颌网格模型包括牙颌网格模型以及多个托槽网格模型,所述托槽网格模型基于所述牙颌网格模型中各牙齿模型的托槽标架轴摆放在所述牙齿模型表面;

去间隙模块,用于基于各所述托槽标架轴分别对应的第一坐标轴,结合对应的牙齿模型对多个所述托槽网格模型进行去间隙处理,得到托槽去间隙网格模型,所述第一坐标轴为所述托槽标架轴中方向与牙齿接触面的法向方向对应的坐标轴;

融合模块,用于对所述牙颌网格模型与所述托槽去间隙网格模型进行布尔融合,得到目标带托槽牙颌网格模型,所述目标带托槽牙颌网格模型用于打印;

其中,所述去间隙模块具体用于:

针对各所述托槽网格模型,生成覆盖所述托槽网格模型的三维深度图,所述三维深度图包括多个空间格;确定所述三维深度图中各空间格到所述托槽网格模型的符号距离值;基于对应的所述第一坐标轴,从上到下对所述空间格进行遍历,并根据所述符号距离值确定当前遍历的第一空间格是否处于所述托槽网格模型内部;若确定所述第一空间格处于所述托槽网格模型内部,则对位于所述第一空间格下方且对应牙齿模型上方的第二空间格进行填充处理,得到目标三维深度图,其中,所述填充处理的步骤包括将各所述第二空间格的符号距离值均替换为所述第一空间格的符号距离值,或将所述第二空间格的符号距离值均替换为预先设置的负值符号距离值;对所述目标三维深度图进行零等值面提取处理,得到所述托槽去间隙网格模型。

10.一种电子设备,包括存储器、处理器及存储在所述存储器上并可在所述处理器上运行的计算机程序,其特征在于,所述处理器执行所述计算机程序时实现如权利要求1-8中任一项所述的模型处理方法。

11.一种存储介质,其特征在于,所述存储介质存储有计算机程序,所述计算机程序包括程序指令,所述程序指令当被处理器执行时使所述处理器执行如权利要求1-8任一项所述的模型处理方法。

## 模型处理方法、装置、设备及存储介质

### 技术领域

[0001] 本申请涉及智能口腔医学技术领域,尤其涉及一种模型处理方法、装置、设备及存储介质。

### 背景技术

[0002] 在口腔正畸治疗中,常使用托槽进行牙齿校正,托槽通过粘结剂粘结于牙齿表面,容纳并固定弓丝,将弓丝产生的矫治力传递到牙齿上,并使牙齿沿弓丝进行排列和移动,从而达到牙齿矫正的目的。

[0003] 在正畸治疗中,将托槽摆放在合适的位置进行牙齿校正,是确保正畸治疗达到理想结果的重要前提,为此,医生在正式对患者的牙齿进行托槽安装前,需要对托槽的位置进行精确的验证,为了更好地对托槽位置进行验证,医生提出打印带托槽牙颌模型的打印需求。

[0004] 然而,若直接对带托槽的牙颌模型进行打印,由于托槽的特殊构造以及牙齿的形态,托槽与牙齿之间存在一定的间隙,导致打印出的物理模型中的托槽容易脱落,托槽脱落风险高。

### 发明内容

[0005] 为解决上述问题,本申请实施例提供了一种模型处理方法、装置、设备及存储介质。

[0006] 第一方面,本申请实施例提供了一种模型处理方法,其包括:

[0007] 获取初始带托槽牙颌网格模型,所述初始带托槽牙颌网格模型包括牙颌网格模型以及多个托槽网格模型,所述托槽网格模型基于所述牙颌网格模型中各牙齿模型的托槽标架轴摆放在所述牙齿模型表面;

[0008] 基于各所述托槽标架轴分别对应的第一坐标轴,结合对应的牙齿模型对多个所述托槽网格模型进行去间隙处理,得到托槽去间隙网格模型,所述第一坐标轴为所述托槽标架轴中方向与牙齿接触面的法向方向对应的坐标轴;

[0009] 对所述牙颌网格模型与所述托槽去间隙网格模型进行布尔融合,得到目标带托槽牙颌网格模型,所述目标带托槽牙颌网格模型用于打印。

[0010] 第二方面,本申请实施例还提供了一种模型处理装置,其包括:

[0011] 第一获取模块,用于获取初始带托槽牙颌网格模型,所述初始带托槽牙颌网格模型包括牙颌网格模型以及多个托槽网格模型,所述托槽网格模型基于所述牙颌网格模型中各牙齿模型的托槽标架轴摆放在所述牙齿模型表面;

[0012] 去间隙模块,用于基于各所述托槽标架轴分别对应的第一坐标轴,结合对应的牙齿模型对多个所述托槽网格模型进行去间隙处理,得到托槽去间隙网格模型,所述第一坐标轴为所述托槽标架轴中方向与牙齿接触面的法向方向对应的坐标轴;

[0013] 融合模块,用于对所述牙颌网格模型与所述托槽去间隙网格模型进行布尔融合,

得到目标带托槽牙颌网格模型,所述目标带托槽牙颌网格模型用于打印。

[0014] 第三方面,本申请实施例还提供了一种电子设备,其包括存储器及处理器,所述存储器上存储有计算机程序,所述处理器执行所述计算机程序时实现上述方法。

[0015] 第四方面,本申请实施例还提供了一种计算机可读存储介质,所述存储介质存储有计算机程序,所述计算机程序包括程序指令,所述程序指令当被处理器执行时可实现上述方法。

[0016] 本申请实施例提供了一种模型处理方法、装置、设备及存储介质。其中,方法包括:获取初始带托槽牙颌网格模型,初始带托槽牙颌网格模型包括牙颌网格模型以及多个托槽网格模型,托槽网格模型基于牙颌网格模型中各牙齿模型的托槽标架轴摆放在牙齿模型表面;基于各托槽标架轴分别对应的第一坐标轴,结合对应的牙齿模型对多个托槽网格模型进行去间隙处理,得到托槽去间隙网格模型,第一坐标轴为托槽标架轴中方向与牙齿接触面的法向方向对应的坐标轴;对牙颌网格模型与托槽去间隙网格模型进行布尔融合,得到目标带托槽牙颌网格模型,该目标带托槽牙颌网格模型用于打印,使得用户基于打印得到的目标带托槽牙颌物理模型进行托槽定位验证。本申请实施例由于在打印前对托槽网格模型进行去间隙处理,解决了由于托槽与牙齿之间存在间隙导致的所打印出来的带托槽牙颌物理模型中托槽的脱落问题,降低了打印得到的带托槽牙颌物理模型中托槽的脱落风险,方便用户通过打印得到的带托槽牙颌物理模型进行托槽定位验证。

## 附图说明

[0017] 为了更清楚地说明本申请实施例技术方案,下面将对实施例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。

[0018] 图1为本申请实施例提供的模型处理方法的流程示意图;

[0019] 图2为本申请实施例提供的模型处理方法中托槽标架轴的一示意图;

[0020] 图3为本申请实施例提供的模型处理方法的一子流程示意图;

[0021] 图4为本申请实施例提供的模型处理方法中间隙填充的一原理示意图;

[0022] 图5为本申请实施例提供的模型处理方法中的一网格分组示意图;

[0023] 图6为本申请实施例提供的模型处理方法中目标带托槽牙颌网格模型的一示意图;

[0024] 图7为本申请另一实施例提供的模型处理方法的流程示意图;

[0025] 图8为本申请实施例提供的模型处理方法中牙颌窄带模型的一示意图;

[0026] 图9为本申请实施例提供的模型处理方法中牙颌窄带模型的另一示意图;

[0027] 图10为本申请实施例提供的模型处理装置的示意性框图;

[0028] 图11为本申请实施例提供的电子设备的示意性框图。

## 具体实施方式

[0029] 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做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。

[0030] 应当理解,当在本说明书和所附权利要求书中使用时,术语“包括”和“包含”指示所描述特征、整体、步骤、操作、元素和/或组件的存在,但并不排除一个或多个其它特征、整体、步骤、操作、元素、组件和/或其集合的存在或添加。

[0031] 还应当理解,在此本申请说明书中所使用的术语仅仅是出于描述特定实施例的目的而并不意在限制本申请。如在本申请说明书和所附权利要求书中所使用的那样,除非上下文清楚地指明其它情况,否则单数形式的“一”、“一个”及“该”意在包括复数形式。

[0032] 还应当进一步理解,在本申请说明书和所附权利要求书中使用的术语“和/或”是指相关联列出的项中的一个或多个的任何组合以及所有可能组合,并且包括这些组合。

[0033] 本申请实施例提供了一种模型处理方法、装置、设备及存储介质。

[0034] 该模型处理方法的执行主体可以是本申请实施例提供的模型处理装置,或者集成了该模型处理装置的电子设备,其中,该模型处理装置可以采用硬件或者软件的方式实现,该电子设备可以为智能手机、平板电脑、掌上电脑、或者笔记本电脑等终端设备,本申请实施例对终端设备的类型不作限定。

[0035] 图1是本申请实施例提供的模型处理方法的流程示意图。如图1所示,该方法包括以下步骤S110-S130。

[0036] S110、获取初始带托槽牙颌网格模型,初始带托槽牙颌网格模型包括牙颌网格模型以及多个托槽网格模型。

[0037] 其中,托槽网格模型基于牙颌网格模型中各牙齿模型的托槽标架轴摆放在牙齿模型表面。

[0038] 具体地,该初始带托槽牙颌网格模型为初始生成的带托槽牙颌网格模型,在该初始带托槽牙颌网格模型中,托槽模型与牙齿模型之间存在一定的缝隙,该缝隙一方面是为了给粘合剂预留空间,另一方面是由于托槽与牙齿间接接触面曲面的曲率不同造成的。

[0039] 所以,若直接对该初始带托槽牙颌网格模型进行打印,则打印出来的物理模型中的托槽脱落的风险非常大,鉴于此,本申请在对初始带托槽牙颌网格模型进行打印之前,会对初始带托槽牙颌网格模型中托槽与牙齿间的间隙进行填充处理。

[0040] 在一些实施例中,步骤S110包括:当获取到初始带托槽牙颌网格模型的打印指令时,从预设的模型数据库中获取该初始带托槽牙颌网格模型,该模型数据库可以为本地数据库,也可以为云数据库等,本申请对于模型数据库的距离类型不作限定。

[0041] 此时,当生成初始带托槽牙颌网格模型后,可以将该初始带托槽牙颌网格模型存储至模型数据库中,当需要对该初始带托槽牙颌网格模型进行打印时,再从该模型数据库中提取该初始带托槽牙颌网格模型。

[0042] 在一些实施例中,本申请提供的初始带托槽牙颌网格模型基于以下步骤生成:

[0043] A、获取牙颌网格模型;

[0044] 具体地,本实施例中的电子设备可以通过三维扫描设备对患者的口腔进行扫描获取该牙颌网络模型;

[0045] B、生成牙颌网格模型中各牙齿模型分别对应的托槽标架轴。

[0046] 本实施例中,可以基于预设的托槽标架轴算法,生成各牙齿模型分别对应的托槽标架轴;或,响应于用户的交互操作,生成各牙齿模型分别对应的托槽标架轴。

[0047] 具体地,在使用预设的托槽标架轴算法,生成各牙齿模型分别对应的托槽标架轴时,首先需要对牙颌网格模型进行牙齿识别处理,得到牙颌网格模型中的多个牙齿模型,并对各牙齿模型进行牙齿序号标号,其中,在一些实施例中,在预设的托槽标架轴算法中,对于不同序号的牙齿模型设置有不同的托槽标架轴算法,对不同序号的牙齿模型进行个性化处理。

[0048] 在基于用户的交互操作,生成各牙齿模型分别对应的托槽标架轴时,可基于用户的经验进行托槽标架轴的绘制。

[0049] 进一步地,电子设备可基于预先设计的矫正方案确定哪些牙齿模型需要黏贴托槽,或者根据各牙齿模型的形状自动确定哪些牙齿模型需要黏贴托槽,此时,仅需对需要黏贴托槽的牙齿模型生成托槽标架轴,即生成牙颌网格模型中需要进行托槽黏贴的各牙齿模型分别对应的托槽标架轴。

[0050] 本实施例中,如图2所示,本申请所提供的托槽标架轴由第一坐标轴、第二坐标轴以及第三坐标轴构成,其中,第一坐标轴为托槽标架轴中方向与牙齿接触面的法向方向对应的坐标轴,第二坐标轴为托槽标架轴中方向与牙齿生长方向对应的坐标轴,第三坐标轴为托槽标架轴中方向与远近中方向对应的坐标轴。

[0051] 其中,托槽标架轴的坐标中心为临床冠中心(Facial—Axis point,FA)点,第二坐标轴为临床冠长轴(Facial Axis of the Clinical Crown,FACC)线,在进行托槽摆放时,托槽中心点放在FA点且托槽的垂直标记线与FACC线重合。

[0052] C、基于托槽标架轴,在对应的牙齿模型表面添加托槽网格模型,得到初始带托槽牙颌网格模型。

[0053] 具体地,生成各需要进行托槽黏贴的牙齿的托槽标架轴之后,可以基于该托槽标架轴手动从托槽模型库中选择合适的托槽网格模型拖动添加至对应的牙齿模型表面;或者通过预设的托槽生成算法,基于托槽标架轴在牙齿模型表面自动生成对应的托槽网格模型。

[0054] 其中,该托槽生成算法可以从预设的托槽模型库中智能选择适配的托槽网格模型,并基于托槽标架轴将托槽网格模型添加至对应的牙齿模型上;或者该托槽生成算法可以根据对应牙齿模型的序号以及牙齿形态智能生成对应的托槽网格模型,并基于托槽标架轴将所生成的托槽网格模型添加至对应的牙齿模型上。

[0055] 此外,本实施例还可以根据预先设计的矫治方案确定,确定各牙齿对应的托槽、以及托槽在牙齿上的固定位置,本实施例可自动根据该固定位置确定托槽标架轴。其中,矫正方案为针对待粘接托槽的用户口内的各个牙齿进行数字化设计,即确定哪个牙齿应用粘接哪个托槽、以及每个托槽粘贴在牙齿上的哪个位置的设计方案,更具体地,基于医生设计的矫正方案选择合适的托槽(比如合适的品牌类型,不同品牌类型托槽数据不同)粘贴在牙齿上并调整好托槽位置,即将托槽精准粘贴在牙齿上。

[0056] 在使用预先设计的矫正方案确定各牙齿对应的托槽、以及托槽在牙齿上的固定位置时,可以通过三维扫描获取用户口内的牙颌网格模型并显示,可以选择一组托槽对显示的牙颌网格模型进行预先设计,即对显示界面上牙颌网格模型的各个牙齿进行托槽设计并粘接,可以看到托槽摆放在牙齿上合理的位置,从而可以确定每个牙齿对应的具体托槽,并保存每个牙齿对应的具体托槽的映射关系,得到初始带托槽牙颌网格模型。

[0057] 具体地,根据预先设计好的矫正方案,可以确定牙齿对应的托槽,比如1号牙齿对应托槽A,2号牙齿对应托槽B等,将托槽A粘贴到1号牙齿上并调整好托槽A位置、以及将托槽B粘贴到2号牙齿上并调整好托槽B位置。

[0058] 本申请提供的托槽网格模型保留弓丝孔位等细节信息,便于医生基于模型上的弓丝孔位模拟弓丝的走向,方便对托槽网格模型的摆放位置以及托槽型号进行进一步的验证。

[0059] S120、基于各托槽标架轴分别对应的第一坐标轴,结合对应的牙齿模型对多个托槽网格模型进行去间隙处理,得到托槽去间隙网格模型。

[0060] 其中,第一坐标轴为托槽标架轴中方向与牙齿接触面的法向方向对应的坐标轴。

[0061] 本实施例中,沿着各个托槽标架轴第一坐标轴的方向,结合对应的牙齿模型对多个托槽网格模型进行去间隙处理,得到托槽去间隙网格模型。

[0062] 所得到的托槽去间隙网格模型完成了去间隙处理,去除的间隙包括托槽本身的倒凹以及托槽与牙齿之间的间隙,使后续融合得到的目标带托槽牙颌网格模型中托槽网格模型与对应的牙齿模型连接更加紧密。

[0063] 其中,去间隙处理包括填充处理和/或挤压处理,本实施例可以对托槽网格模型的全部进行填充处理或者全部进行挤压处理,或者对托槽网格模型的部分进行填充处理或者部分进行挤压处理。

[0064] 例如,对托槽侧面倒凹的部分数据进行挤压处理,对托槽与牙齿之间的间隙进行填充处理。

[0065] 其中,在一些实施例中,具体可以基于牙齿模型与托槽网格模型确定间隙面,然后通过确定出来的间隙面构造间隙的模块,完成去间隙处理;或者同时结合三维深度图以及符号距离场对托槽进行填充,完成去间隙处理。

[0066] 以下对结合三维深度图以及符号距离场对托槽进行填充处理进行详细说明:

[0067] 具体地,在一些实施例中,如图3所示,通过步骤S1201-S1205对托槽网格模型进行去间隙处理:

[0068] S1201、针对各托槽网格模型,生成覆盖托槽网格模型的三维深度图,三维深度图包括多个空间格。

[0069] 具体地,本实施例对于每个托槽网格模型,生成完全覆盖该托槽网格模型的三维深度图,并且该三维深度图包括多个空间格,这些空间格部分位于托槽网格模型上,部分位于托槽网格模型外部。

[0070] S1202、确定三维深度图中各空间格到托槽网格模型的符号距离值。

[0071] 具体地,本实施例在该三维深度图中生成对应托槽网格模型的符号距离场,通过该符号距离场可得到该三维深度图中各个空间格的符号距离值,该符号距离值指示该空间格到托槽网格模型网格的最短距离。

[0072] 其中,该符号距离值具体可以为对应空间格的格点或格心到托槽网格模型网格的最短距离。

[0073] S1203、基于对应的第一坐标轴,从上到下对空间格进行遍历,并根据符号距离值确定当前遍历的第一空间格是否处于托槽网格模型内部。

[0074] 本实施例中,沿着第一坐标轴的方向(视觉方向),在三维深度图中,从上到下进行

空间格的遍历,并且在沿着第一坐标轴的方向从上到下遍历的过程中,检测第一空间格是否在托槽网格模型内部。

[0075] 具体地,获取当前进行遍历的第一空间格的符号距离值,然后根据该符号距离值确定第一空间格是否在托槽网格模型内部。

[0076] 本实施例中,三维深度图中的各个空间格都具有对应的符号距离值,通过该符号距离值可确定对应空间格在托槽网格模型网格上的位置。

[0077] 例如,当该符号距离值为正数,则确定该空间格在托槽网格模型的外部,如果为负数,则确定该空间格在托槽网格模型的内部,如果为零,则确定该空间格在托槽网格模型的网格上。

[0078] 在本实施例中,当检测到当前进行遍历第一空间格的符号距离值为负值,则确定该第一空间格位于托槽网格模型的内部。

[0079] S1204、若确定第一空间格处于托槽网格模型内部,则对位于第一空间格下方且对应牙齿模型上方的第二空间格进行填充处理,得到目标三维深度图。

[0080] 本实施例中,当确定第一空间格处于托槽网格模型内部,则对第一坐标轴的方向上,处于第一空间格下方且对应牙齿模型上方的第二空间格进行填充处理,得到目标三维深度图,其中,该目标三维深度图中的第二空间格进行了填充处理。

[0081] 其中,如果遍历到的空间格不在托槽网格模型内部,则继续对下一个空间格进行遍历,并将下一个进行遍历的空间格确定为第一空间格。

[0082] 本实施例中,需要对第一空间格至对应牙齿模型之间的第二空间格进行填充处理。

[0083] 在一些实施例中,具体通过以下步骤进行填充处理:

[0084] 将位于第一空间格下方且对应牙齿模型上方的各空间格确定为第二空间格;将各第二空间格的符号距离值均替换为第一空间格的符号距离值,完成对第二空间格的填充处理,得到目标三维深度图。

[0085] 在另一些实施例中,确定出第二空间格之后,还可以将第二空间格的符号距离值均替换为预先设置的负值符号距离值,得到目标三维深度图。

[0086] S1205、对目标三维深度图进行零等值面提取处理,得到托槽去间隙网格模型。

[0087] 本实施例中,对初始的三维深度图中的空间格进行填充处理,得到目标三维深度图之后,还需要将目标三维深度图转换为网格模型,转换得到的网格模型即托槽去间隙网格模型。

[0088] 具体地,可利用移动立方体(Marching Cube,MC)算法(一种等值面提取算法)提取零等值面,将目标三维深度图转换为托槽去间隙网格模型。

[0089] 如图4所示,图4为本申请实施例提供的一个间隙填充原理示意图,图中的每个格子表示一个空间格,空间格中的数字表示对应的符号距离值(为方便理解,在图4中使用“+1”表示位于托槽网格模型之外的空间格的符号距离值,使用“-1”表示位于托槽网格模型内/上的空间格的符号距离值)。

[0090] 此外,由于需要进行牙齿校正的患者牙齿一般不太整齐,例如,两个相邻的牙齿之间形成一定夹角,甚至存在部分重叠的情况,此时,所牙齿表面的托槽在同一空间中可能存在重叠的可能,若对重叠部分不进行处理,后续会对重叠部分进行重复打印(在同一位置打

印两次),会产生打印失败的情况。

[0091] 为了解决这个问题,避免打印失败,本申请在得到托槽去间隙网格模型之后,还将托槽去间隙网格模型中的网格分成多组互不相交的网格组,后续在进行牙颌网格模型与托槽去间隙网格模型的融合时,对牙颌网格模型与多组互不相交的网格组分别进行布尔融合。

[0092] 在一些实施例中,具体通过以下步骤将托槽去间隙网格模型中的网格分成多组互不相交的网格组:

[0093] 检测托槽去间隙网格模型中是否存在相交的网格组(如相互碰撞的托槽网格模型),如果存在相交的第一网格组以及第二网格组,则确定第一网格组以及第二网格组之间的重合网格组,然后将第二网格组与重合网格组进行布尔减,在第二网格组中去除重合网格组,此时,去除了重合网格组的第二网格组与第一网格组互不相交。

[0094] 具体地,本实施例使用碰撞检测技术,如利用开源的碰撞检测几何库(Proximity Query Package,PQP)检测托槽去间隙网格模型中是否存在相交的网格组。

[0095] 例如,如图5所示,图5为两个相交的网格组,其中灰色部分为重合部分。

[0096] S130、对牙颌网格模型与托槽去间隙网格模型进行布尔融合,得到目标带托槽牙颌网格模型,该目标带托槽牙颌网格模型用于打印。

[0097] 用户可基于打印得到的目标带托槽牙颌物理模型进行托槽定位验证。

[0098] 本实施例中,得到托槽去间隙网格模型后,将该牙颌网格模型与托槽去间隙网格模型进行布尔融合,即可得到去除了托槽与牙齿间间隙的目标带托槽牙颌网格模型。

[0099] 在一些实施例中,由于将托槽去间隙网格模型中的网格分成了多组互不相交的网格组,各个网格组可以同时与牙颌网格模型进行布尔融合,从而缩短了融合时间,提高融合效率。

[0100] 其中,本实施例得到的目标带托槽牙颌网格模型如图6所示,在目标带托槽牙颌网格模型中,托槽与牙齿之间的间隙已被填充,包括托槽本身的倒凹的填充以及托槽与牙齿之间的间隙的填充。

[0101] 进一步地,当生成去除了托槽与牙齿间间隙的目标带托槽牙颌网格模型后,对该目标带托槽牙颌网格模型进行打印,得到目标带托槽牙颌物理模型,医生可基于该目标带托槽牙颌物理模型进行托槽定位验证。

[0102] 综上,本申请实施例由于在打印前对托槽网格模型进行去间隙处理,解决了由于托槽与牙齿之间存在间隙导致的所打印出来的带托槽牙颌物理模型中托槽的脱落问题,降低了打印得到的带托槽牙颌物理模型中托槽的脱落风险,方便用户通过打印得到的带托槽牙颌物理模型进行托槽定位验证。

[0103] 图7为本公开实施例提供的另一种模型处理方法的流程示意图,本实施例在上述实施例的基础上,为了进一步对托槽定位进行验证,还基于牙颌网格模型生成了牙颌窄带模型。如图7所示,该方法包括步骤S210-S280:

[0104] S210、获取初始带托槽牙颌网格模型,初始带托槽牙颌网格模型包括牙颌网格模型以及多个托槽网格模型。

[0105] S220、基于各托槽标架轴分别对应的第一坐标轴,结合对应的牙齿模型对多个托槽网格模型进行去间隙处理,得到托槽去间隙网格模型。

[0106] S230、对牙颌网格模型与托槽去间隙网格模型进行布尔融合,得到目标带托槽牙颌网格模型,该目标带托槽牙颌网格模型用于打印。

[0107] 其中,本实施例中的步骤S210-S230与图1对应实施例中的步骤S110-S130类似,具体此处不作赘述。

[0108] S240、针对各托槽标架轴,在第二坐标轴上构造垂直于第一平面的第二平面,及在第三坐标轴上构造垂直于第一平面的第三平面。

[0109] 其中,第二坐标轴为托槽标架轴中方向与牙齿生长方向对应的坐标轴,第三坐标轴为托槽标架轴中方向与远近中方向对应的坐标轴,第一平面为由第二坐标轴及第三坐标轴构成的平面。

[0110] S250、获取各第二平面与对应牙齿模型的交线,及各第三平面与对应牙齿模型的交线,得到多条交线。

[0111] 其中,获取到牙颌网格模型之后即可执行步骤S250,步骤S250可以与步骤S210-S230同时执行,也可在步骤S210-S230之前或之后执行。

[0112] 在一些实施例中,响应于用户的牙颌窄带模型生成指令,获取各第二平面与对应牙齿模型的交线。

[0113] 具体地,当用户需要查看牙颌网格模型的牙颌窄带模型时,可以在电子设备中触发牙颌窄带模型生成指令,电子设备获取到牙颌窄带模型生成指令后,响应于用户的牙颌窄带模型生成指令执行步骤S250。

[0114] S260、基于各牙齿模型的牙齿标架轴的第四坐标轴,提取各条交线分别对应的曲线。

[0115] 其中,第四坐标轴为牙齿标架轴中与牙齿接触面的法向方向对应的坐标轴,具体地,提取交线视觉方向可见的曲线段。

[0116] S270、构造各曲线分别对应的窄带。

[0117] 具体地,针对各条曲线,基于第四坐标轴的方向,生成预设宽度窄带。

[0118] 进一步地,由于牙颌网格模型在各牙齿模型存在视觉方向(沿第四坐标轴方向)重叠的可能,此时,所提取到的曲线存在自相交的情况,对存在自相交情况的曲线进行窄带构建时,所构建出来的窄带会存在重合区域,导致窄带构建出错。

[0119] 为解决上述由于曲线自相交导致的窄带构建出错的问题,本实施例在构造窄带之前,执行以下步骤:

[0120] 确定多条曲线中是否存在自相交曲线;若存在自相交曲线,则对自相交曲线进行自相交切割处理,得到切割后曲线;

[0121] 具体地,通过多边形求交算法对自相交的曲线进行切割,并对切割点进行光滑处理,得到切割后曲线。

[0122] 此时,构造各曲线分别对应的窄带,包括:构造切割后曲线以及曲线中的非自相交曲线分别对应的窄带。

[0123] 可见,本实施例在进行窄带构建之前,会进行曲线自相交检测,并对检测得到的自相交曲线进行自相交切割处理,去除自相交部分线段,从而避免由于曲线自相交导致的窄带构建出错的问题。

[0124] S280、对牙颌网格模型与多条窄带进行布尔处理,得到牙颌窄带模型。

[0125] 其中,布尔处理包括布尔融合以及布尔减中的至少一种。

[0126] 当对牙颌网格模型与多条窄带进行布尔融合时,所得到的牙颌窄带模型如图8所示,在牙颌网格模型中形成突出牙面的切割带,方便用户对FACC线以及FA点进行验证(竖向切割带即FACC线,横竖切割带相交处即FA点)。

[0127] 当对牙颌网格模型与多条窄带进行布尔减时,所得到的牙颌窄带模型如图9所示,在牙颌网格模型中形成凹进牙面的切割带,方便用户对FACC线以及FA点进行验证。

[0128] 进一步地,为了提高牙颌网格模型与多条窄带的布尔处理效率,本实施例在构造各曲线分别对应的窄带之后,方法还包括:将多条窄带分成多组互不相交的窄带组。

[0129] 此时,可以对牙颌网格模型与多组窄带组分别进行布尔处理,得到牙颌窄带模型,同时对多个窄带组进行布尔处理,从而提高牙颌网格模型与多条窄带的布尔处理效率,进而提高牙颌窄带模型的生成效率。

[0130] 在一些实施例中,为了便于用户对FACC线以及FA点进行验证,本实施例在得到牙颌窄带模型之后,还对牙颌窄带模型进行打印,得到牙颌窄带物理模型。

[0131] 综上,本申请实施例由于在打印前对托槽网格模型进行去间隙处理,解决了由于托槽与牙齿之间存在间隙导致的所打印出来的带托槽牙颌物理模型中托槽的脱落问题,降低了打印得到的带托槽牙颌物理模型中托槽的脱落风险,方便用户通过打印得到的带托槽牙颌物理模型进行托槽定位验证;此外,通过本实施例生成的牙颌窄带模型可进一步方便用户基于模型上的切割带进行FACC线以及FA点的验证,由于本实施例中生成的牙颌窄带模型中的FACC线以及FA点凸出或凹进牙齿表面,更加便于用户对FACC线以及FA点进行观察。

[0132] 图10是本申请实施例提供的一种模型处理装置的示意性框图。如图10所示,对应于以上模型处理方法,本申请还提供一种模型处理装置。该模型处理装置包括用于执行上述模型处理方法的模块。具体地,请参阅图10,该模型处理装置1000包括:

[0133] 第一获取模块1001,用于获取初始带托槽牙颌网格模型,所述初始带托槽牙颌网格模型包括牙颌网格模型以及多个托槽网格模型,所述托槽网格模型基于所述牙颌网格模型中各牙齿模型的托槽标架轴摆放在所述牙齿模型表面;

[0134] 去间隙模块1002,用于基于各所述托槽标架轴分别对应的第一坐标轴,结合对应的牙齿模型对多个所述托槽网格模型进行去间隙处理,得到托槽去间隙网格模型,所述第一坐标轴为所述托槽标架轴中方向与牙齿接触面的法向方向对应的坐标轴;

[0135] 融合模块1003,用于对所述牙颌网格模型与所述托槽去间隙网格模型进行布尔融合,得到目标带托槽牙颌网格模型,所述目标带托槽牙颌网格模型用于打印。

[0136] 在一些实施例中,所述去间隙模块1002具体用于:

[0137] 针对各所述托槽网格模型,生成覆盖所述托槽网格模型的三维深度图,所述三维深度图包括多个空间格;

[0138] 确定所述三维深度图中各空间格到所述托槽网格模型的符号距离值;

[0139] 基于对应的所述第一坐标轴,从上到下对所述空间格进行遍历,并根据所述符号距离值确定当前遍历的第一空间格是否处于所述托槽网格模型内部;

[0140] 若确定所述第一空间格处于所述托槽网格模型内部,则对位于所述第一空间格下方且对应牙齿模型上方的第二空间格进行填充处理,得到目标三维深度图;

[0141] 对所述目标三维深度图进行零等值面提取处理,得到所述托槽去间隙网格模型。

[0142] 在一些实施例中,所述去间隙模块1002在执行所述对位于所述第一空格下方且对应牙齿模型上方的第二空格进行填充处理,得到目标三维深度图步骤时,具体用于:

[0143] 将位于所述第一空格下方且对应牙齿模型上方的各空格确定为所述第二空格;

[0144] 将各所述第二空格的符号距离值均替换为所述第一空格的符号距离值,完成对所述第二空格的填充处理,得到所述目标三维深度图。

[0145] 在一些实施例中,所述模型处理装置1000还包括:

[0146] 第一切分模块,用于将所述托槽去间隙网格模型中的网格分成多组互不相交的网格组;

[0147] 此时,所述融合模块具体1003用于:

[0148] 对所述牙颌网格模型与多组互不相交的所述网格组分别进行布尔融合,得到所述目标带托槽牙颌网格模型。

[0149] 在一些实施例中,所述模型处理装置1000还包括:

[0150] 第一构造模块,用于针对各所述托槽标架轴,在第二坐标轴上构造垂直于第一平面的第二平面,及在第三坐标轴上构造垂直于所述第一平面的第三平面,所述第二坐标轴为所述托槽标架轴中方向与牙齿生长方向对应的坐标轴,所述第三坐标轴为所述托槽标架轴中方向与远近中方向对应的坐标轴,所述第一平面为由所述第二坐标轴及所述第三坐标轴构成的平面;

[0151] 第二获取模块,用于获取各所述第二平面与对应牙齿模型的交线,及各所述第三平面与对应牙齿模型的交线,得到多条交线;

[0152] 提取模块,用于基于各牙齿模型的牙齿标架轴的第四坐标轴,提取各条所述交线分别对应的曲线,所述第四坐标轴为所述牙齿标架轴中与所述牙齿接触面的法向方向对应的坐标轴;

[0153] 第二构造模块,用于构造各所述曲线分别对应的窄带;

[0154] 布尔处理模块,用于对所述牙颌网格模型与多条所述窄带进行布尔处理,得到牙颌窄带模型,所述布尔处理包括布尔融合以及布尔减中的至少一种。

[0155] 在一些实施例中,所述模型处理装置1000还包括:

[0156] 确定模块,用于确定多条所述曲线中是否存在自相交曲线;

[0157] 切割模块,用于若存在所述自相交曲线,则对所述自相交曲线进行自相交切割处理,得到切割后曲线;

[0158] 此时,所述第二构造模块具体用于:

[0159] 构造所述切割后曲线以及所述曲线中的非自相交曲线分别对应的窄带。

[0160] 在一些实施例中,所述模型处理装置1000还包括:

[0161] 第二切分模块,用于将多条所述窄带分成多组互不相交的窄带组;

[0162] 此时,所述布尔处理模块具体用于:

[0163] 对所述牙颌网格模型与多组所述窄带组分别进行布尔处理,得到所述牙颌窄带模型。

[0164] 在一些实施例中,所述模型处理装置1000还包括:

[0165] 第三获取模块,用于获取所述牙颌网格模型;

[0166] 生成模块,用于生成所述牙颌网格模型中各所述牙齿模型分别对应的托槽标架轴;

[0167] 添加模块,用于基于所述托槽标架轴,在对应的所述牙齿模型表面添加所述托槽网格模型,得到所述初始带托槽牙颌网格模型。

[0168] 在一些实施例中,所述生成模块具体用于:

[0169] 基于预设的托槽标架轴算法,生成各所述牙齿模型分别对应的所述托槽标架轴;或,

[0170] 响应于用户的交互操作,生成各所述牙齿模型分别对应的所述托槽标架轴。

[0171] 综上,本申请实施例中的模型处理装置1000由于在打印前对托槽网格模型进行去间隙处理,解决了由于托槽与牙齿之间存在间隙导致的所打印出来的带托槽牙颌物理模型中托槽的脱落问题,降低了打印得到的带托槽牙颌物理模型中托槽的脱落风险,方便用户通过打印得到的带托槽牙颌物理模型进行托槽定位验证。

[0172] 需要说明的是,所属领域的技术人员可以清楚地了解到,上述模型处理装置和各单元的具体实现过程,可以参考前述方法实施例中的相应描述,为了描述的方便和简洁,在此不再赘述。

[0173] 上述模型处理装置可以实现为一种计算机程序的形式,该计算机程序可以在如图11所示的电子设备上运行。

[0174] 请参阅图11,图11是本申请实施例提供的一种电子设备的示意性框图。参阅图11,该电子设备1100包括通过系统总线1101连接的处理器1102、存储器和网络接口1105,其中,存储器可以包括非易失性存储介质1103和内存储器1104。

[0175] 该非易失性存储介质1103可存储操作系统11031和计算机程序11032。该计算机程序11032包括程序指令,该程序指令被执行时,可使得处理器1102执行一种模型处理方法。

[0176] 该处理器1102用于提供计算和控制能力,以支撑整个电子设备1100的运行。

[0177] 该内存储器1104为非易失性存储介质1103中的计算机程序11032的运行提供环境,该计算机程序11032被处理器1102执行时,可使得处理器1102执行一种模型处理方法。

[0178] 该网络接口1105用于与其它设备进行网络通信。本领域技术人员可以理解,图11中示出的结构,仅仅是与本申请方案相关的部分结构的框图,并不构成对本申请方案所应用于其上的电子设备1100的限定,具体的电子设备1100可以包括比图中所示更多或更少的部件,或者组合某些部件,或者具有不同的部件布置。

[0179] 其中,所述处理器1102用于运行存储在存储器中的计算机程序11032,以实现如下步骤:

[0180] 获取初始带托槽牙颌网格模型,所述初始带托槽牙颌网格模型包括牙颌网格模型以及多个托槽网格模型,所述托槽网格模型基于所述牙颌网格模型中各牙齿模型的托槽标架轴摆放在所述牙齿模型表面;

[0181] 基于各所述托槽标架轴分别对应的第一坐标轴,结合对应的牙齿模型对多个所述托槽网格模型进行去间隙处理,得到托槽去间隙网格模型,所述第一坐标轴为所述托槽标架轴中方向与牙齿接触面的法向方向对应的坐标轴;

[0182] 对所述牙颌网格模型与所述托槽去间隙网格模型进行布尔融合,得到目标带托槽牙颌网格模型,所述目标带托槽牙颌网格模型用于打印。

[0183] 应当理解,在本申请实施例中,处理器1102可以是中央处理单元 (Central Processing Unit,CPU),该处理器1102还可以是其他通用处理器、数字信号处理器 (Digital Signal Processor,DSP)、专用集成电路 (Application Specific Integrated Circuit,ASIC)、现成可编程门阵列 (Field-Programmable Gate Array,FPGA) 或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件等。其中,通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等。

[0184] 本领域普通技术人员可以理解的是实现上述实施例的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。该计算机程序包括程序指令,计算机程序可存储于一存储介质中,该存储介质为计算机可读存储介质。该程序指令被该计算机系统至少一个处理器执行,以实现上述方法的实施例的流程步骤。

[0185] 因此,本申请还提供一种存储介质。该存储介质可以为计算机可读存储介质。该存储介质存储有计算机程序,其中计算机程序包括程序指令。该程序指令被处理器执行时使处理器执行如下步骤:

[0186] 获取初始带托槽牙颌网格模型,所述初始带托槽牙颌网格模型包括牙颌网格模型以及多个托槽网格模型,所述托槽网格模型基于所述牙颌网格模型中各牙齿模型的托槽标架轴摆放在所述牙齿模型表面;

[0187] 基于各所述托槽标架轴分别对应的第一坐标轴,结合对应的牙齿模型对多个所述托槽网格模型进行去间隙处理,得到托槽去间隙网格模型,所述第一坐标轴为所述托槽标架轴中方向与牙齿接触面的法向方向对应的坐标轴;

[0188] 对所述牙颌网格模型与所述托槽去间隙网格模型进行布尔融合,得到目标带托槽牙颌网格模型,所述目标带托槽牙颌网格模型用于打印。

[0189] 所述存储介质可以是U盘、移动硬盘、只读存储器 (Read-Only Memory,ROM)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的计算机可读存储介质。

[0190] 本领域普通技术人员可以意识到,结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤,能够以电子硬件、计算机软件或者二者的结合来实现,为了清楚地说明硬件和软件的可互换性,在上述说明中已经按照功能一般性地描述了各示例的组成及步骤。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行,取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能,但是这种实现不应认为超出本申请的范围。

[0191] 在本申请所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的装置和方法,可以通过其它的方式实现。例如,以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的。例如,各个单元的划分,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者可以集成到另一个系统,或一些特征可以忽略,或不执行。

[0192] 本申请实施例方法中的步骤可以根据实际需要进行顺序调整、合并和删减。本申请实施例装置中的单元可以根据实际需要进行合并、划分和删减。另外,在本申请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,也可以是两个或两个以上单元集成在一个单元中。

[0193] 该集成的单元如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用,可以存储在一个存储介质中。基于这样的理解,本申请的技术方案本质上或者说对现有技

术做出贡献的部分,或者该技术方案的全部或部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中,包括若干指令用以使得一台电子设备(可以是个人计算机,终端,或者网络设备等)执行本申请各个实施例所述方法的全部或部分步骤。

[0194] 以上所述,仅为本申请的具体实施方式,但本申请的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内,可轻易想到各种等效的修改或替换,这些修改或替换都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此,本申请的保护范围应以权利要求要求的保护范围为准。

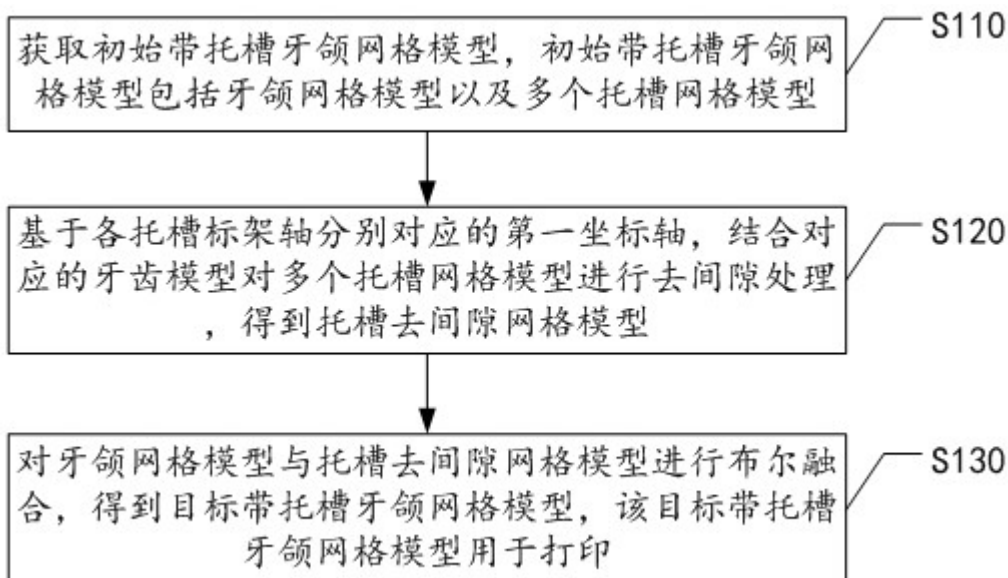


图 1

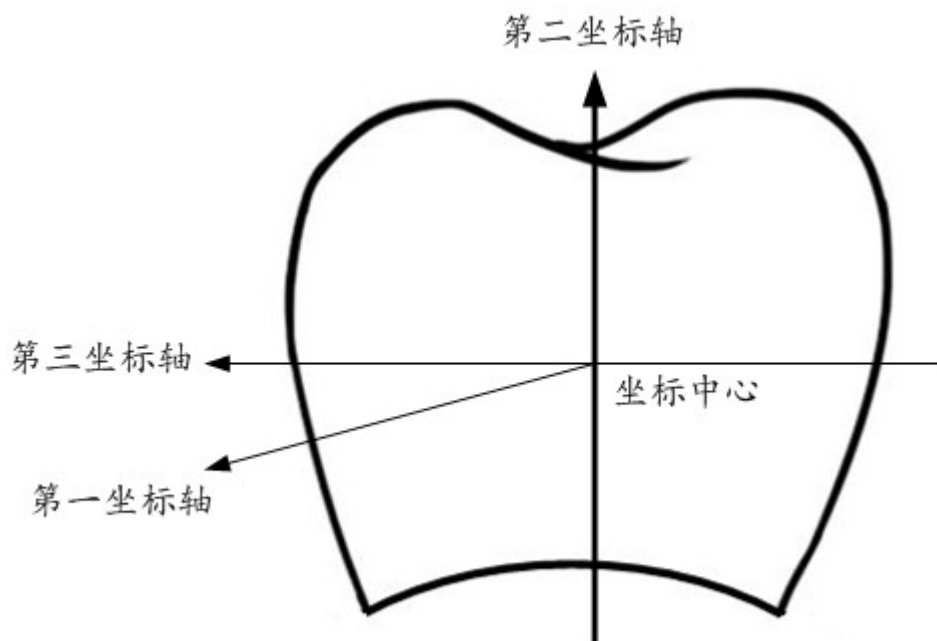


图 2

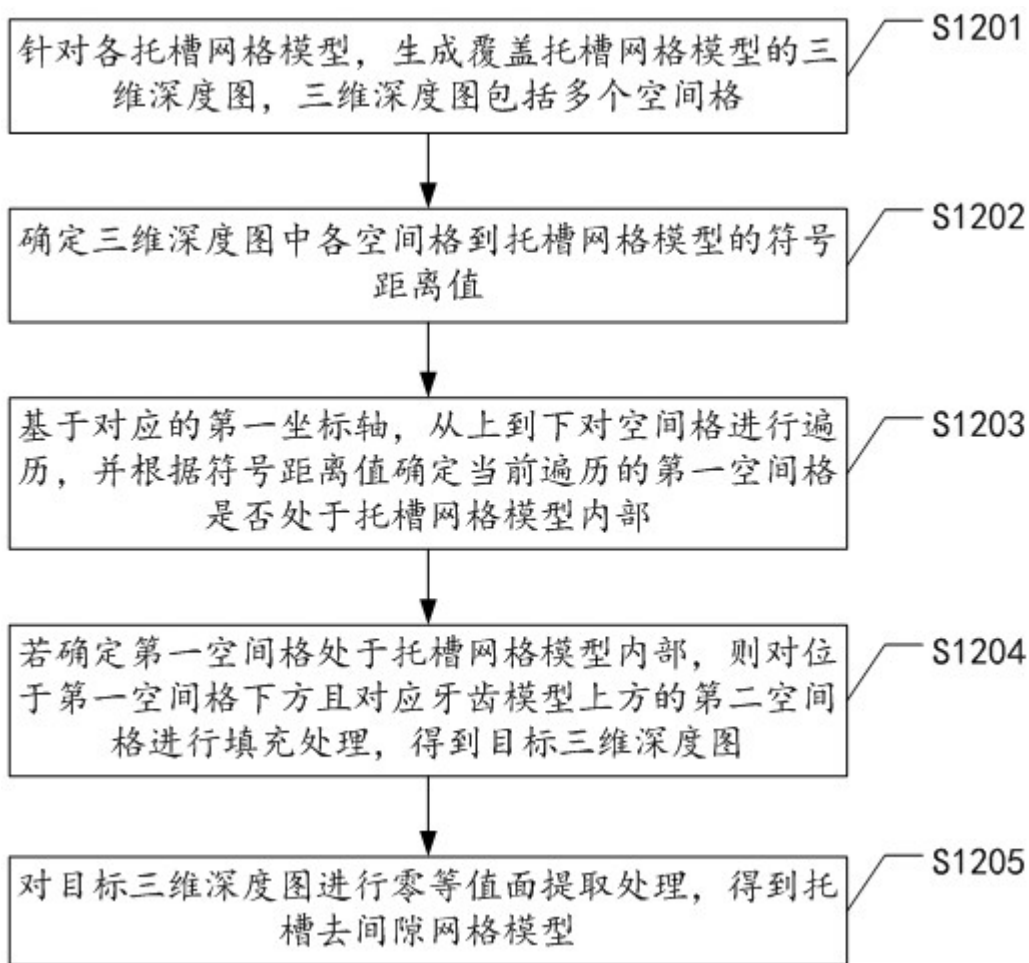


图 3

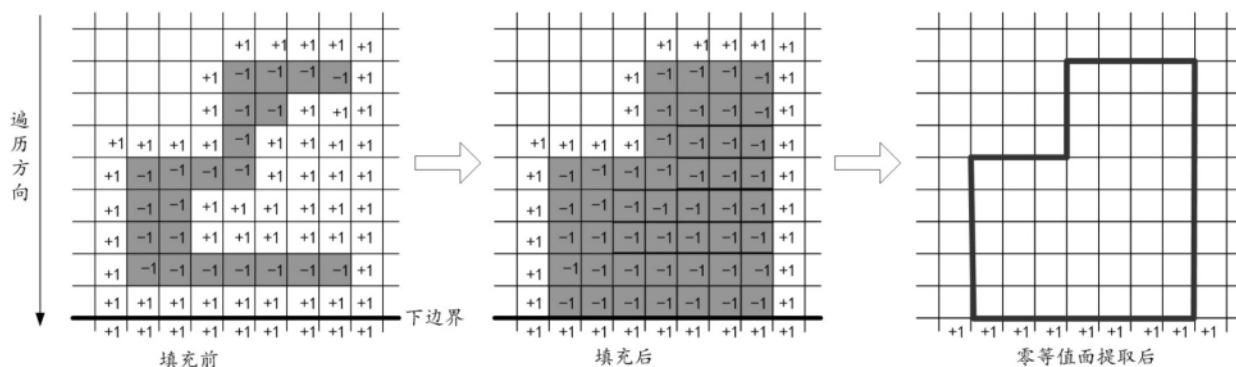


图 4

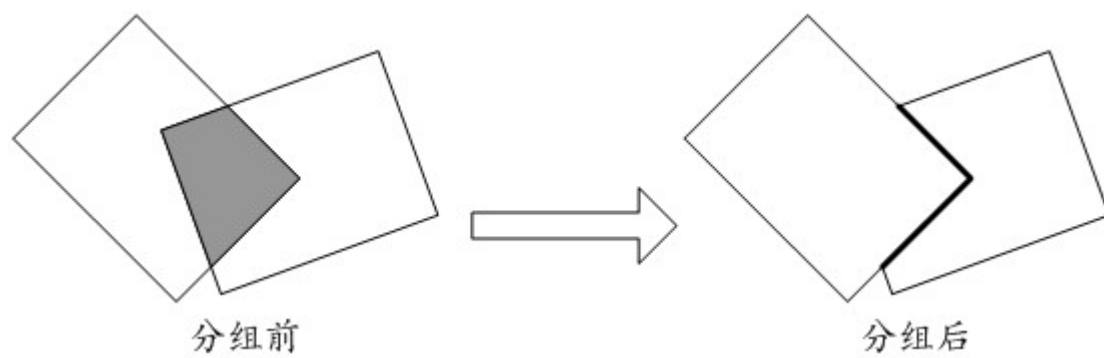


图 5

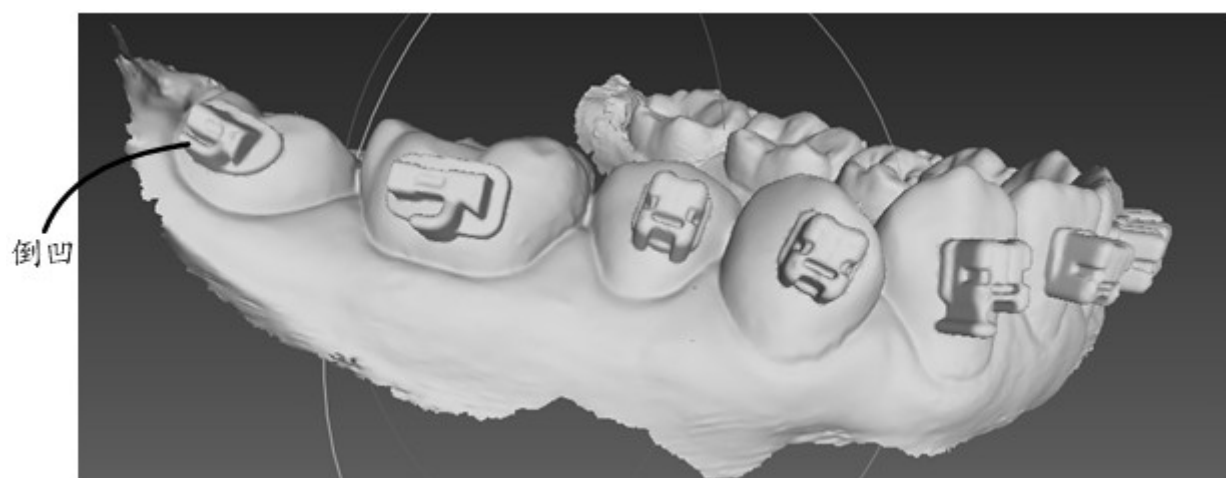


图 6

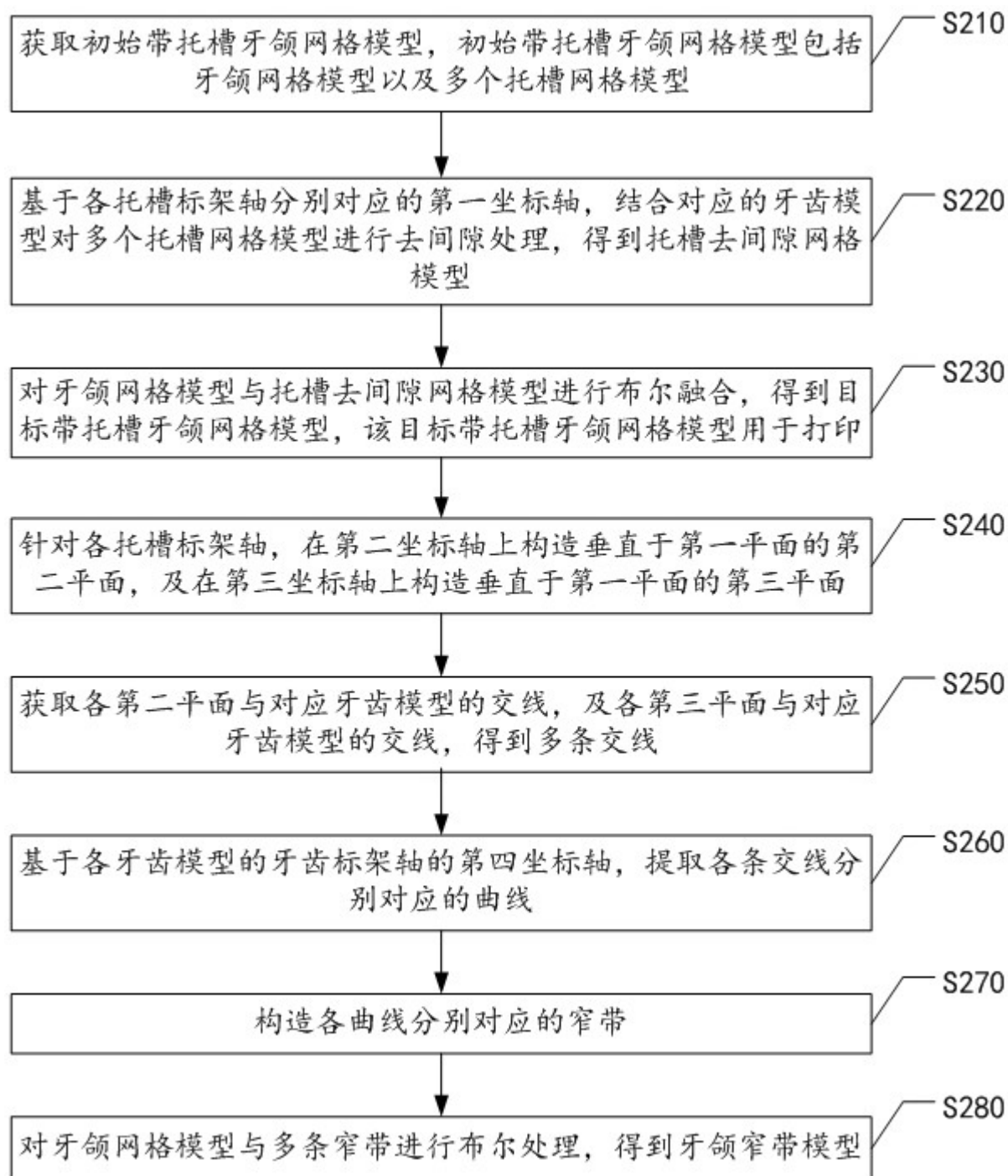


图 7

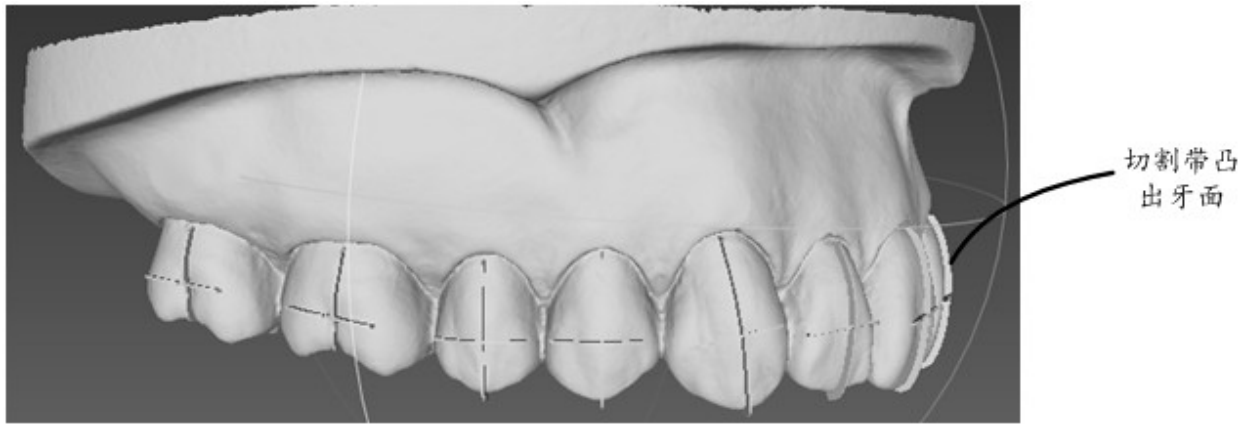


图 8

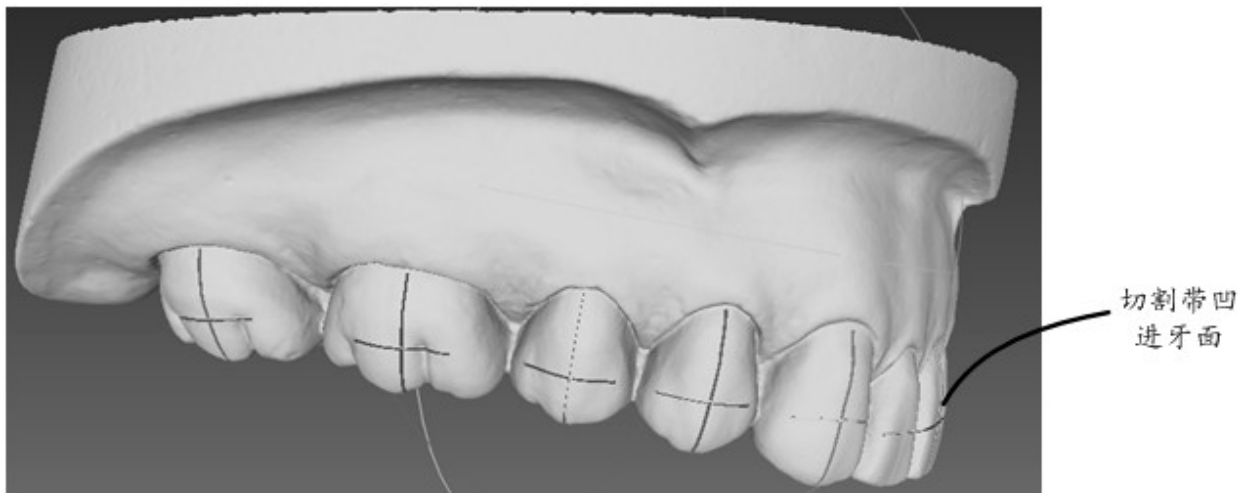


图 9

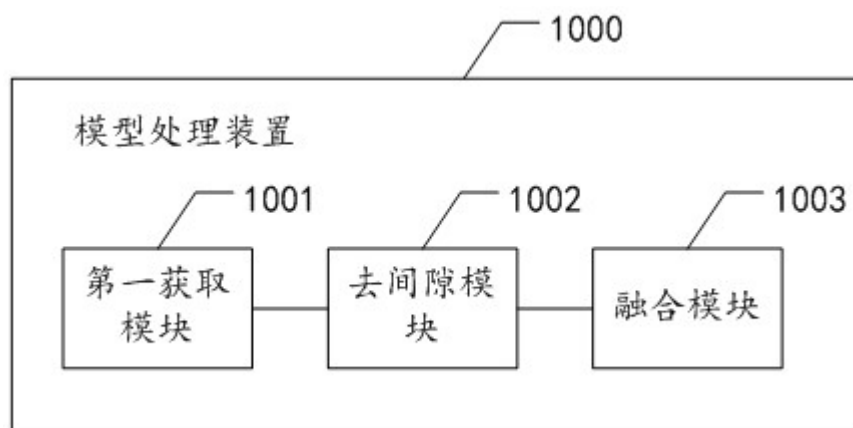


图 10

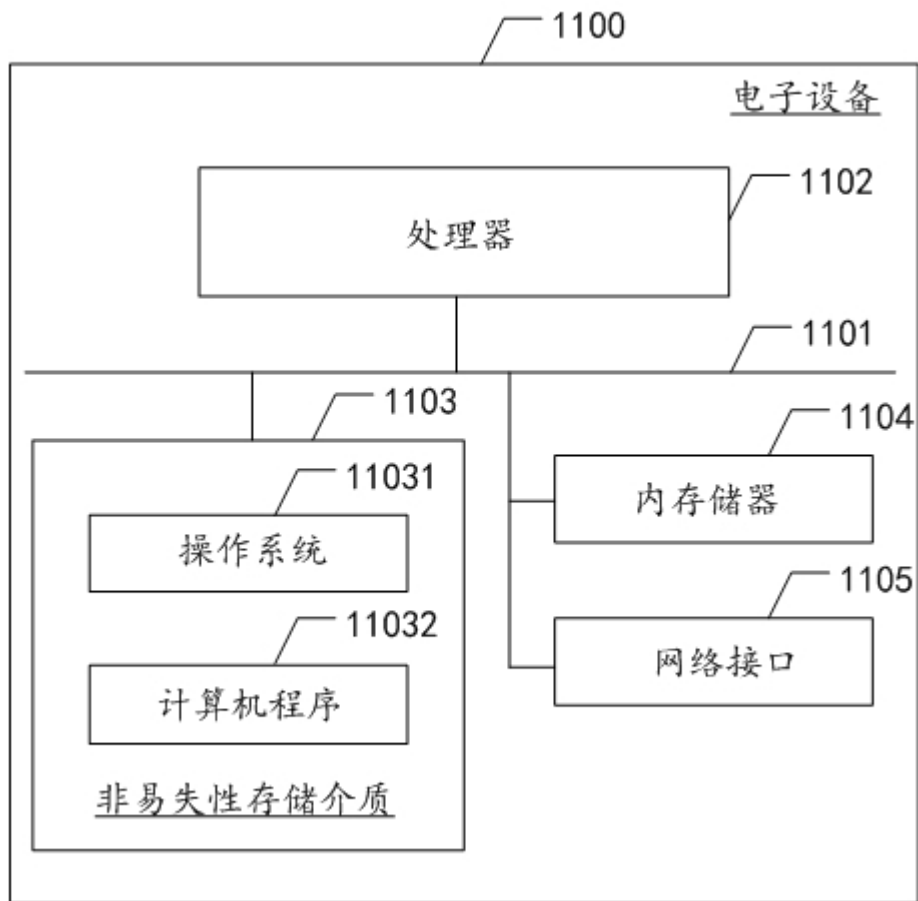


图 11