



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104915519 B

(45)授权公告日 2018.05.11

(21)申请号 201510374448.4

审查员 齐蓓蓓

(22)申请日 2015.06.30

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104915519 A

(43)申请公布日 2015.09.16

(73)专利权人 中国人民解放军第三军医大学第二附属医院

地址 400000 重庆市沙坪坝区新桥正街183号

(72)发明人 杨资洋 谭颖徽 刘煜 吴坡

(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 王宝筠

(51)Int.Cl.

G06F 17/50(2006.01)

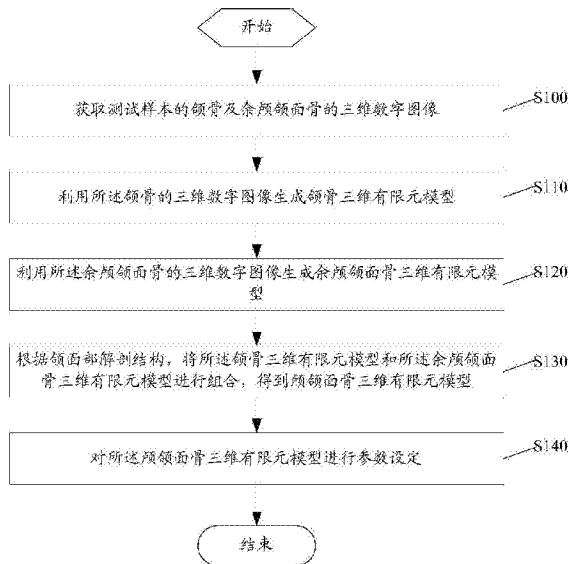
权利要求书2页 说明书8页 附图7页

## (54)发明名称

一种颅颌面骨模型建立方法及装置

## (57)摘要

本公开了一种颅颌面骨模型建立方法及装置,方法包括:利用测试样本的颌骨及余颅颌面骨的三维数字图像,生成对应的颌骨三维有限元模型和余颅颌面骨三维有限元模型,并根据颌面部解剖结构,将颌骨三维有限元模型和余颅颌面骨三维有限元模型进行组合,得到颅颌面骨三维有限元模型,最后对颅颌面骨三维有限元模型进行参数设定,如设定颌骨与余颅颌面骨接触类型、颌骨位移边界条件等。由于本申请建立的颅颌面骨三维有限元模型包括了颅颌面部完整解剖形态,因此使用本申请方法建立的颅颌面骨三维有限元模型模拟碰撞试验时,既能够模拟颌骨受撞后骨折损伤情况,又能够对余颅颌面骨的应力传递进行分析,试验仿真性更高,临床指导意义更强。



1. 一种颅颌面骨模型建立方法,其特征在于,包括:
  - 获取测试样本的颌骨及余颅颌面骨的三维数字图像;
  - 利用所述颌骨的三维数字图像生成颌骨三维有限元模型,利用所述余颅颌面骨的三维数字图像生成余颅颌面骨三维有限元模型;
  - 根据颌面部解剖结构,将所述颌骨三维有限元模型和所述余颅颌面骨三维有限元模型进行组合,得到颅颌面骨三维有限元模型;
  - 对所述颅颌面骨三维有限元模型进行参数设定,所述参数包括颌骨与余颅颌面骨接触类型、颌骨位移边界条件;
  - 所述颌骨为下颌骨,所述余颅颌面骨为颅上颌复合体,则所述获取测试样本的颌骨及余颅颌面骨的三维数字图像,包括:
    - 获取测试样本的颌面部薄层CT扫描图像;
    - 根据下颌骨及颅上颌复合体的组织阈值,分别筛选出下颌骨骨骼云图、颅上颌复合体云图;
    - 分别对所述下颌骨骨骼云图、所述颅上颌复合体云图进行三维重建,得到下颌骨及颅上颌复合体的三维数字图像。
2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述利用所述余颅颌面骨的三维数字图像生成余颅颌面骨三维有限元模型,包括:
  - 对所述颅上颌复合体的三维数字图像进行面网格划分,得到颅上颌复合体面网格模型。
3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述利用所述颌骨的三维数字图像生成颌骨三维有限元模型,包括:
  - 对所述下颌骨的三维数字图像进行面网格划分,得到下颌骨面网格模型;
  - 对所述下颌骨面网格模型进行曲面计算,得到nurbs曲面;
  - 根据所述nurbs曲面创建下颌骨CAD三维实体模型;
  - 对所述下颌骨CAD三维实体模型进行体网格划分,得到下颌骨体网格模型。
4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述对所述下颌骨CAD三维实体模型进行体网格划分,得到下颌骨体网格模型,包括:
  - 确定所述下颌骨CAD三维实体模型的边界轮廓线,并进行几何清理;
  - 按照预置规则,对所述下颌骨CAD三维实体模型进行分块;
  - 对各个分块进行体网格划分;
  - 将体网格划分后的各个分块进行组合,得到下颌骨体网格模型。
5. 一种颅颌面骨模型建立装置,其特征在于,包括:
  - 图像获取单元,用于获取测试样本的颌骨及余颅颌面骨的三维数字图像;
  - 颌骨模型生成单元,用于利用所述颌骨的三维数字图像生成颌骨三维有限元模型;
  - 余颅颌面骨模型生成单元,用于利用所述余颅颌面骨的三维数字图像生成余颅颌面骨三维有限元模型;
  - 模型组合单元,用于根据颌面部解剖结构,将所述颌骨三维有限元模型和所述余颅颌面骨三维有限元模型进行组合,得到颅颌面骨三维有限元模型;
  - 模型参数设定单元,用于对所述颅颌面骨三维有限元模型进行参数设定,所述参数包

括颌骨与余颅颌面骨接触类型、颌骨位移边界条件；

所述颌骨为下颌骨,所述余颅颌面骨为颅上颌复合体,则所述图像获取单元包括:

CT图像获取单元,用于获取测试样本的颌面部薄层CT扫描图像;

图像筛选单元,用于根据下颌骨及颅上颌复合体的组织阈值,分别筛选出下颌骨骨骼云图、颅上颌复合体云图;

三维重建单元,用于分别对所述下颌骨骨骼云图、所述颅上颌复合体云图进行三维重建,得到下颌骨及颅上颌复合体的三维数字图像。

6. 根据权利要求5所述的装置,其特征在于,所述余颅颌面骨模型生成单元包括:

第一余颅颌面骨模型生成子单元,用于对所述颅上颌复合体的三维数字图像进行面网格划分,得到颅上颌复合体面网格模型。

7. 根据权利要求5所述的装置,其特征在于,所述颌骨模型生成单元包括:

第一颌骨模型生成子单元,用于对所述下颌骨的三维数字图像进行面网格划分,得到下颌骨面网格模型;

第二颌骨模型生成子单元,用于对所述下颌骨面网格模型进行曲面计算,得到nurbs曲面;

第三颌骨模型生成子单元,用于根据所述nurbs曲面创建下颌骨CAD三维实体模型;

第四颌骨模型生成子单元,用于对所述下颌骨CAD三维实体模型进行体网格划分,得到下颌骨体网格模型。

8. 根据权利要求7所述的装置,其特征在于,所述第四颌骨模型生成子单元包括:

轮廓线确定单元,用于确定所述下颌骨CAD三维实体模型的边界轮廓线,并进行几何清理;

分块处理单元,用于按照预置规则,对所述下颌骨CAD三维实体模型进行分块;

体网格划分单元,用于对各个分块进行体网格划分;

分块组合单元,用于将体网格划分后的各个分块进行组合,得到下颌骨体网格模型。

## 一种颅颌面骨模型建立方法及装置

### 技术领域

[0001] 本申请涉及模型建立技术领域,更具体地说,涉及一种颅颌面骨模型建立方法及装置。

### 背景技术

[0002] 交通事故伤一直是和平时代口腔颌面部损伤中的主要原因之一,随着机动车作为交通工具的日益普及,交通事故伤发生率逐年提高。颌面部交通事故伤主要是由撞击所造成。临床资料显示,颌面部撞击伤不仅能造成颌面部的局部损伤,同时也可导致邻近器官,如:颅脑、眼球、内耳等的损伤,使伤情更加严重、复杂,死亡率也随之增高。

[0003] 为了更好的指导颌面部损伤的临床治疗,现有技术中提供了几种颌面部撞击伤研究机制,其均是针对单一颌骨创建模型,并对创建的单一颌骨模型进行模拟撞击实验,得到实验结果。

[0004] 本案发明人通过对现有技术进行研究,发现其存在以下缺点:由于实际情况中,任一颌骨都是通过特定解剖结构与其它颌骨相连,当此颌骨受到力学载荷时,可以通过解剖连接将应力传导至其它颌骨,从而导致自身受力的减小并引起周围颌骨的力学变化。因此,按照现有技术创建的单一颌骨模型进行模拟撞击实验时,实验的仿真性不高,无法模拟其余颅颌面骨的应力传导分析。

### 发明内容

[0005] 有鉴于此,本申请提供了一种颅颌面骨模型建立方法及装置,用于解决现有单一颌骨模型进行模拟撞击实验时,实验仿真性低的问题。

[0006] 为了实现上述目的,现提出的方案如下:

[0007] 一种颅颌面骨模型建立方法,包括:

[0008] 获取测试样本的颌骨及余颅颌面骨的三维数字图像;

[0009] 利用所述颌骨的三维数字图像生成颌骨三维有限元模型,利用所述余颅颌面骨的三维数字图像生成余颅颌面骨三维有限元模型;

[0010] 根据颌面部解剖结构,将所述颌骨三维有限元模型和所述余颅颌面骨三维有限元模型进行组合,得到颅颌面骨三维有限元模型;

[0011] 对所述颅颌面骨三维有限元模型进行参数设定,所述参数包括颌骨与余颅颌面骨接触类型、颌骨位移边界条件。

[0012] 优选地,所述颌骨为下颌骨,所述余颅颌面骨为颅上颌复合体,则所述获取测试样本的颌骨及余颅颌面骨的三维数字图像,包括:

[0013] 获取测试样本的颌面部薄层CT扫描图像;

[0014] 根据下颌骨及颅上颌复合体的组织阈值,分别筛选出下颌骨骨骼云图、颅上颌复合体云图;

[0015] 分别对所述下颌骨骨骼云图、所述颅上颌复合体云图进行三维重建,得到下颌骨

及颅上颌复合体的三维数字图像。

[0016] 优选地,所述颌骨为下颌骨,所述余颅颌面骨为颅上颌复合体,则所述利用所述余颅颌面骨的三维数字图像生成余颅颌面骨三维有限元模型,包括:

[0017] 对所述颅上颌复合体的三维数字图像进行面网格划分,得到颅上颌复合体面网格模型。

[0018] 优选地,所述颌骨为下颌骨,所述余颅颌面骨为颅上颌复合体,则所述利用所述颌骨的三维数字图像生成颌骨三维有限元模型,包括:

[0019] 对所述下颌骨的三维数字图像进行面网格划分,得到下颌骨面网格模型;

[0020] 对所述下颌骨面网格模型进行曲面计算,得到nurbs曲面;

[0021] 根据所述nurbs曲面创建下颌骨CAD三维实体模型;

[0022] 对所述下颌骨CAD三维实体模型进行体网格划分,得到下颌骨体网格模型。

[0023] 优选地,所述对所述下颌骨CAD三维实体模型进行体网格划分,得到下颌骨体网格模型,包括:

[0024] 确定所述下颌骨CAD三维实体模型的边界轮廓线,并进行几何清理;

[0025] 按照预置规则,对所述下颌骨CAD三维实体模型进行分块;

[0026] 对各个分块进行体网格划分;

[0027] 将体网格划分后的各个分块进行组合,得到下颌骨体网格模型。

[0028] 一种颅颌面骨模型建立装置,包括:

[0029] 图像获取单元,用于获取测试样本的颌骨及余颅颌面骨的三维数字图像;

[0030] 颌骨模型生成单元,用于利用所述颌骨的三维数字图像生成颌骨三维有限元模型;

[0031] 余颅颌面骨模型生成单元,用于利用所述余颅颌面骨的三维数字图像生成余颅颌面骨三维有限元模型;

[0032] 模型组合单元,用于根据颌面部解剖结构,将所述颌骨三维有限元模型和所述余颅颌面骨三维有限元模型进行组合,得到颅颌面骨三维有限元模型;

[0033] 模型参数设定单元,用于对所述颅颌面骨三维有限元模型进行参数设定,所述参数包括颌骨与余颅颌面骨接触类型、颌骨位移边界条件。

[0034] 优选地,所述颌骨为下颌骨,所述余颅颌面骨为颅上颌复合体,则所述图像获取单元包括:

[0035] CT图像获取单元,用于获取测试样本的颌面部薄层CT扫描图像;

[0036] 图像筛选单元,用于根据下颌骨及颅上颌复合体的组织阈值,分别筛选出下颌骨骨骼云图、颅上颌复合体云图;

[0037] 三维重建单元,用于分别对所述下颌骨骨骼云图、所述颅上颌复合体云图进行三维重建,得到下颌骨及颅上颌复合体的三维数字图像。

[0038] 优选地,所述颌骨为下颌骨,所述余颅颌面骨为颅上颌复合体,则所述余颅颌面骨模型生成单元包括:

[0039] 第一余颅颌面骨模型生成子单元,用于对所述颅上颌复合体的三维数字图像进行面网格划分,得到颅上颌复合体面网格模型。

[0040] 优选地,所述颌骨为下颌骨,所述余颅颌面骨为颅上颌复合体,则所述颌骨模型生

成单元包括：

[0041] 第一颌骨模型生成子单元,用于对所述下颌骨的三维数字图像进行面网格划分,得到下颌骨面网格模型;

[0042] 第二颌骨模型生成子单元,用于对所述下颌骨面网格模型进行曲面计算,得到nurbs曲面;

[0043] 第三颌骨模型生成子单元,用于根据所述nurbs曲面创建下颌骨CAD三维实体模型;

[0044] 第四颌骨模型生成子单元,用于对所述下颌骨CAD三维实体模型进行体网格划分,得到下颌骨体网格模型。

[0045] 优选地,所述第四颌骨模型生成子单元包括:

[0046] 轮廓线确定单元,用于确定所述下颌骨CAD三维实体模型的边界轮廓线,并进行几何清理;

[0047] 分块处理单元,用于按照预置规则,对所述下颌骨CAD三维实体模型进行分块;

[0048] 体网格划分单元,用于对各个分块进行体网格划分;

[0049] 分块组合单元,用于将体网格划分后的各个分块进行组合,得到下颌骨体网格模型。

[0050] 从上述的技术方案可以看出,本申请实施例提供的颅颌面骨模型建立方法,利用测试样本的颌骨及余颅颌面骨的三维数字图像,生成对应的颌骨三维有限元模型和余颅颌面骨三维有限元模型,并根据颌面部解剖结构,将所述颌骨三维有限元模型和所述余颅颌面骨三维有限元模型进行组合,得到颌面骨三维有限元模型,最后对所述颌面骨三维有限元模型进行参数设定,如设定颌骨与余颅颌面骨接触类型、颌骨位移边界条件等。由于本申请建立的颌面骨三维有限元模型包括了颌骨和余颅颌面骨,其是一个综合体,包括了颅颌面部完整解剖形态,因此使用本申请方法建立的颅颌面骨三维有限元模型可用于各类条件的碰撞试验,且在模拟碰撞试验时,既能够模拟颌骨受撞后骨损伤的完整形态表现,又能够对余颅颌面骨的应力传导进行分析,试验仿真性更高,临床指导意义更强。

## 附图说明

[0051] 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,还可以根据提供的附图获得其他的附图。

[0052] 图1为本申请实施例公开的一种颅颌面骨模型建立方法流程图;

[0053] 图2为本申请实施例公开的另一一种颅颌面骨模型建立方法流程图;

[0054] 图3为本申请实施例公开的又一种颅颌面骨模型建立方法流程图;

[0055] 图4为本申请实施例公开的又一种颅颌面骨模型建立方法流程图;

[0056] 图5为本申请实施例公开的一种对下颌骨CAD三维实体模型进行体网格划分的方法流程图;

[0057] 图6为本申请实施例公开的一种颅颌面骨模型建立装置结构示意图;

[0058] 图7为本申请实施例公开的一种图像获取单元结构示意图;

[0059] 图8为本申请实施例公开的一种余颅颌面骨模型单元结构示意图；

[0060] 图9为本申请实施例公开的一种颌骨模型生成单元结构示意图；

[0061] 图10为本申请实施例公开的一种第四颌骨模型生成子单元结构示意图。具体实施方式

[0062] 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。

[0063] 参见图1，图1为本申请实施例公开的一种颅颌面骨模型建立方法流程图。

[0064] 如图1所示，该方法包括：

[0065] 步骤S100、获取测试样本的颌骨及余颅颌面骨的三维数字图像；

[0066] 可以选取一名健康的成年志愿者，对其头颅进行CT扫描，并经过处理得到颌骨及余颅颌面骨的三维数字图像。其中，余颅颌面骨为颅颌面骨中除测试样本颌骨外的其余颅颌面骨，如测试样本颌骨为下颌骨时，则余颅颌面骨包括上颌骨、颧骨、颞骨等。

[0067] 步骤S110、利用所述颌骨的三维数字图像生成颌骨三维有限元模型；

[0068] 步骤S120、利用所述余颅颌面骨的三维数字图像生成余颅颌面骨三维有限元模型；

[0069] 有限元模型是把整个物体结构看作是由有限个细小单元相互连接而成的几何实体，各单元力学特征的总装效果反映结构的整体力学特性。有限元模型能够分析物体内部及物体间的复杂力学过程，预测力学作用产生的效应（如模型的应力、应变、形状、温度等的变化），并且能够在电脑上直观显示或输出计算结果以供分析。

[0070] 步骤S130、根据颌面部解剖结构，将所述颌骨三维有限元模型和所述余颅颌面骨三维有限元模型进行组合，得到颅颌面骨三维有限元模型；

[0071] 步骤S140、对所述颅颌面骨三维有限元模型进行参数设定。

[0072] 在对颅颌面骨三维有限元模型设定完参数后，该模型才能够用于进行碰撞试验。其中，所述参数可以包括颌骨与余颅颌面骨接触类型、颌骨位移边界条件。除此之外，还可以包括一些基本的参数，如颌面骨材料属性、撞击物材料属性、撞击物截面属性、撞击物载荷类型和载荷方式、材料失效方式等。

[0073] 本申请实施例提供的颅颌面骨模型建立方法，利用测试样本的颌骨及余颅颌面骨的三维数字图像，生成对应的颌骨三维有限元模型和余颅颌面骨三维有限元模型，并根据颌面部解剖结构，将所述颌骨三维有限元模型和所述余颅颌面骨三维有限元模型进行组合，得到颌面骨三维有限元模型，最后对所述颌面骨三维有限元模型进行参数设定，如设定颌骨与余颅颌面骨接触类型、颌骨位移边界条件等。由于本申请建立的颌面骨三维有限元模型包括了颌骨和余颅颌面骨，其是一个综合体，包括了颅颌面部完整解剖形态，因此使用本申请方法建立的颅颌面骨三维有限元模型可用于各类条件的碰撞试验，且在模拟碰撞试验时，既能够模拟颌骨受撞后骨损伤的完整形态表现，又能够对余颅颌面骨的应力传导进行分析，试验仿真性更高，临床指导意义更强。

[0074] 可选的，我们以Hypermesh (HM) 软件进行参数设定为例，其参数设置方式如下：

[0075] 本申请采用接触类型为\*CONTACT\_AUTOMATIC\_GENERAL\_ID接触设置；

- [0076] 设置颌骨模型及撞击物材料属性,按照模型、材料特性选择合适的材料本构方程;
- [0077] 设置撞击物截面属性,在HM中对关键字\*SECTION\_SOLID进行设置;
- [0078] 设置颌骨位移边界条件,在HM中对\*BOUNDARY\_SPC\_SET关键字进行设置;
- [0079] 设置载荷类型和载荷方式;
- [0080] 在HM中对\*INITIAL\_VELOCITY\_GENERATION关键字进行设置,载荷方式为给弹体施加初速度载荷;
- [0081] 设置材料失效方式;
- [0082] 在HM中对\*CONSTRAINED\_TIED\_NODES\_FAILURE关键字进行控制。
- [0083] 可选的,本申请上述实施例在建立颅颌面骨模型过程,针对颌骨和余颅颌面骨分别建立了三维有限元模型,然后再进行组合。其中,颌骨可以是下颌骨、上颌骨或者上下颌骨的集合。为了便于讲解,下文中均以颌骨为下颌骨为例,对应的余颅颌面骨为颅上颌复合体。
- [0084] 参见图2,图2为本申请实施例公开的另一种颅颌面骨模型建立方法流程图。
- [0085] 如图2所示,该方法包括:
- [0086] 步骤S200、获取测试样本的颌面部薄层CT扫描图像;
- [0087] 具体地,可以按照DICOM格式对CT扫描图像进行存储。
- [0088] 步骤S210、根据下颌骨及颅上颌复合体的组织阈值,分别筛选出下颌骨骨骼云图、颅上颌复合体云图;
- [0089] 需要解释的是,组织阈值也即组织的灰度值,不同组织的灰度值不同,基于此可以筛选出下颌骨骨骼云图和颅上颌复合体云图。
- [0090] 步骤S220、分别对所述下颌骨骨骼云图、所述颅上颌复合体云图进行三维重建,得到下颌骨及颅上颌复合体的三维数字图像;
- [0091] 步骤S230、利用所述下颌骨的三维数字图像生成下颌骨三维有限元模型;
- [0092] 步骤S240、利用所述颅上颌复合体的三维数字图像生成颅上颌复合体三维有限元模型;
- [0093] 步骤S250、根据颞颌关节解剖结构,将所述下颌骨三维有限元模型和所述颅上颌复合体三维有限元模型进行组合,得到颅颌面骨三维有限元模型;
- [0094] 步骤S260、对所述颅颌面骨三维有限元模型进行参数设定。
- [0095] 对比图1和图2可知,本申请实施例中具体公开了一种获取测试样本的下颌骨及颅上颌复合体的三维数字图像的方法。
- [0096] 可选的,对于利用组织阈值进行图像筛选以及进行三维重建的过程,可以选用Mimics软件来实现。
- [0097] 参见图3,图3为本申请实施例公开的又一种颅颌面骨模型建立方法流程图。
- [0098] 如图3所示,该方法包括:
- [0099] 步骤S300、获取测试样本的下颌骨及颅上颌复合体的三维数字图像;
- [0100] 可以选取一名健康的成年志愿者,对其头颅进行CT扫描,并经过处理得到下颌骨及颅上颌复合体的三维数字图像。
- [0101] 步骤S310、利用所述下颌骨的三维数字图像生成下颌骨三维有限元模型;
- [0102] 步骤S320、对所述颅上颌复合体的三维数字图像进行面网格划分,得到颅上颌复

合体面网格模型；

[0103] 步骤S330、根据颞颌关节解剖结构，将所述下颌骨三维有限元模型和所述颅上颌复合体三维有限元模型进行组合，得到颅颌面骨三维有限元模型；

[0104] 步骤S340、对所述颅颌面骨三维有限元模型进行参数设定。

[0105] 对比图1和图3可知，在构建颅上颌复合体的三维有限元模型时，具体可以选用面网格形式建立。相比于体网格而言，面网格所占用的电脑内存更小，计算速度也更快。面网格能够进行应力传导的分析，而不能很好的模拟受撞后骨质损伤的形态表现等。而由于在进行模拟碰撞试验时，碰撞物撞击下颌骨后，应力传递至颅上颌复合体，对于颅上颌复合体而言，其承受的应力大大减少，不易发生骨折，因此仅仅对其进行应力传导的分析即可。

[0106] 参见图4，图4为本申请实施例公开的又一种颅颌面骨模型建立方法流程图。

[0107] 如图4所示，该方法包括：

[0108] 步骤S400、获取测试样本的下颌骨及颅上颌复合体的三维数字图像；

[0109] 可以选取一名健康的成年志愿者，对其头颅进行CT扫描，并经过处理得到下颌骨及颅上颌复合体的三维数字图像。

[0110] 步骤S410、对所述下颌骨的三维数字图像进行面网格划分，得到下颌骨面网格模型；

[0111] 步骤S420、对所述下颌骨面网格模型进行曲面计算，得到nurbs曲面；

[0112] 步骤S430、根据所述nurbs曲面创建下颌骨CAD三维实体模型；

[0113] 步骤S440、对所述下颌骨CAD三维实体模型进行体网格划分，得到下颌骨体网格模型；

[0114] 步骤S450、对所述颅上颌复合体的三维数字图像进行面网格划分，得到颅上颌复合体面网格模型；

[0115] 步骤S460、根据颞颌关节解剖结构，将所述下颌骨三维有限元模型和所述颅上颌复合体三维有限元模型进行组合，得到颅颌面骨三维有限元模型；

[0116] 步骤S470、对所述颅颌面骨三维有限元模型进行参数设定。

[0117] 可选的，在步骤S420之前，还可以对下颌骨面网格模型进行预处理，对其中畸形的网格进行修复，消除多余的几何点、面。通过预处理使得模型更加准确。

[0118] 可选的，对于步骤S420得到的nurbs曲面，还可以进一步进行修复，修补表面缝隙以及狭长的曲面。

[0119] 可选的，步骤S420-S430的过程，可以选用Geomagic软件来实现。至于步骤S440中进行体网格划分的过程，可以选用Hypermesh软件来实现。

[0120] 本实施例中，对于下颌骨构建的三维有限元模型选用体网格形式进行建立，体网格的计算复杂度虽然高于面网格，但是体网格能够模拟下颌骨碰撞后的骨折及损伤情况，这一点是面网格无法实现的。

[0121] 基于上述两个实施例，本申请可以选择建立下颌骨体网格模型和颅上颌复合体面网格模型，并对二者进行组合，得到颅颌面骨模型。这样，既使得所建颅颌面骨模型更加接近人真实颅颌面部的解剖形态，并且可以满足撞击伤模拟，又使得所建模型网格数不至于过多，降低运算复杂度。

[0122] 接下来，本申请另一个实施例中对上述步骤S440“对所述下颌骨CAD三维实体模型

进行体网格划分,得到下颌骨体网格模型”的过程进行介绍,如图5所示,该过程包括:

[0123] 步骤S500、确定所述下颌骨CAD三维实体模型的边界轮廓线,并进行几何清理;

[0124] 通过几何清理,将模型表面的神经线去除,同时修复模型表面不规则部分。

[0125] 步骤S510、按照预置规则,对所述下颌骨CAD三维实体模型进行分块;

[0126] 在对模型进行分块时,一般要求各部分形状相对规则。

[0127] 步骤S520、对各个分块进行体网格划分;

[0128] 在Hypermesh软件中,根据各个分块的形状和大小等特征,选择合适的面板对各分块进行面网格划分,再选择合适操作方式形成体网格。

[0129] 步骤S530、将体网格划分后的各个分块进行组合,得到下颌骨体网格模型。

[0130] 在对分块进行组合时,需要保证组合后体网格的质量,如单元形状、网格最小尺寸、模型孔位处理等,使得最终得到的下颌骨体网格模型中不存在畸形的体网格。

[0131] 下面对本申请实施例提供的颅颌面骨模型建立装置进行描述,下文描述的颅颌面骨模型建立装置与上文描述的颅颌面骨模型建立方法可相互对应参照。

[0132] 参见图6,图6为本申请实施例公开的一种颅颌面骨模型建立装置结构示意图。

[0133] 如图6所示,该装置包括:

[0134] 图像获取单元61,用于获取测试样本的颌骨及余颅颌面骨的三维数字图像;

[0135] 颌骨模型生成单元62,用于利用所述颌骨的三维数字图像生成颌骨三维有限元模型;

[0136] 余颅颌面骨模型生成单元63,用于利用所述余颅颌面骨的三维数字图像生成余颅颌面骨三维有限元模型;

[0137] 模型组合单元64,用于根据颌面部解剖结构,将所述颌骨三维有限元模型和所述余颅颌面骨三维有限元模型进行组合,得到颅颌面骨三维有限元模型;

[0138] 模型参数设定单元65,用于对所述颅颌面骨三维有限元模型进行参数设定,所述参数包括颌骨与余颅颌面骨接触类型、颌骨位移边界条件。

[0139] 可选的,本申请上述实施例在建立颅颌面骨模型过程,针对颌骨和余颅颌面骨分别建立了三维有限元模型,然后再进行组合。其中,颌骨可以是下颌骨、上颌骨或者上下颌骨的集合。为了便于讲解,下文中均以颌骨为下颌骨为例,对应的余颅颌面骨为颅上颌复合体。

[0140] 可选的,如图7所示,上述图像获取单元61可以包括:

[0141] CT图像获取单元611,用于获取测试样本的颌面部薄层CT扫描图像;

[0142] 图像筛选单元612,用于根据下颌骨及颅上颌复合体的组织阈值,分别筛选出下颌骨骨骼云图、颅上颌复合体云图;

[0143] 三维重建单元613,用于分别对所述下颌骨骨骼云图、所述颅上颌复合体云图进行三维重建,得到下颌骨及颅上颌复合体的三维数字图像。

[0144] 可选的,如图8所示,上述余颅颌面骨模型生成单元63可以包括:

[0145] 第一余颅颌面骨模型生成子单元631,用于对所述颅上颌复合体的三维数字图像进行面网格划分,得到颅上颌复合体面网格模型。

[0146] 可选的,如图9所示,上述颌骨模型生成单元62可以包括:

[0147] 第一颌骨模型生成子单元621,用于对所述下颌骨的三维数字图像进行面网格划

分,得到下颌骨面网格模型;

[0148] 第二颌骨模型生成子单元622,用于对所述下颌骨面网格模型进行曲面计算,得到nurbs曲面;

[0149] 第三颌骨模型生成子单元623,用于根据所述nurbs曲面创建下颌骨CAD三维实体模型;

[0150] 第四颌骨模型生成子单元624,用于对所述下颌骨CAD三维实体模型进行体网格划分,得到下颌骨体网格模型。

[0151] 可选的,如图10所示,上述第四颌骨模型生成子单元624可以包括:

[0152] 轮廓线确定单元6241,用于确定所述下颌骨CAD三维实体模型的边界轮廓线,并进行几何清理;

[0153] 分块处理单元6242,用于按照预置规则,对所述下颌骨CAD三维实体模型进行分块;

[0154] 体网格划分单元6243,用于对各个分块进行体网格划分;

[0155] 分块组合单元6244,用于将体网格划分后的各个分块进行组合,得到下颌骨体网格模型。

[0156] 本申请实施例提供的颅颌面骨模型建立装置,利用测试样本的颌骨及余颅颌面骨的三维数字图像,生成对应的颌骨三维有限元模型和余颅颌面骨三维有限元模型,并根据颌面部解剖结构,将所述颌骨三维有限元模型和所述余颅颌面骨三维有限元模型进行组合,得到颌面骨三维有限元模型,最后对所述颌面骨三维有限元模型进行参数设定,如设定颌骨与余颅颌面骨接触类型、颌骨位移边界条件等。由于本申请建立的颌面骨三维有限元模型包括了颌骨和余颅颌面骨,其是一个综合体,包括了颅颌面部完整解剖形态,因此使用本申请装置建立的颅颌面骨三维有限元模型可用于各类条件的碰撞试验,且在模拟碰撞试验时,既能够模拟颌骨受撞后骨损伤的完整形态表现,又能够对余颅颌面骨的应力传导进行分析,试验仿真性更高,临床指导意义更强。

[0157] 最后,还需要说明的是,在本文中,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。

[0158] 本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。

[0159] 对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本申请。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本申请的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本申请将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

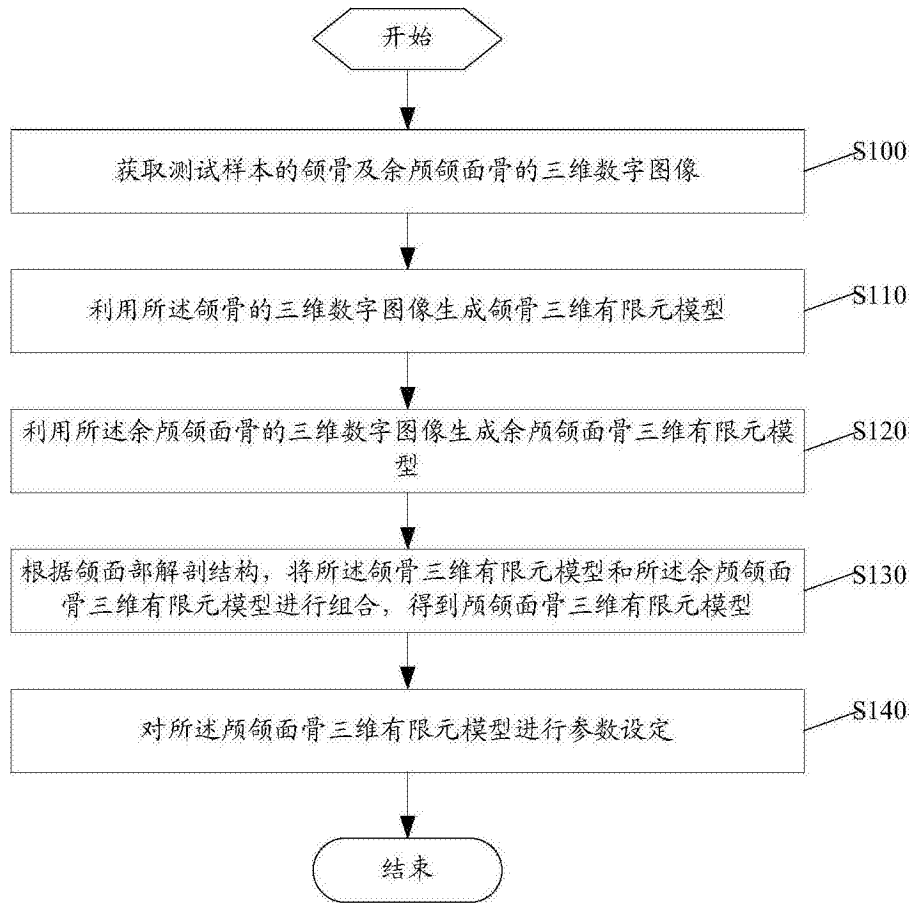


图1

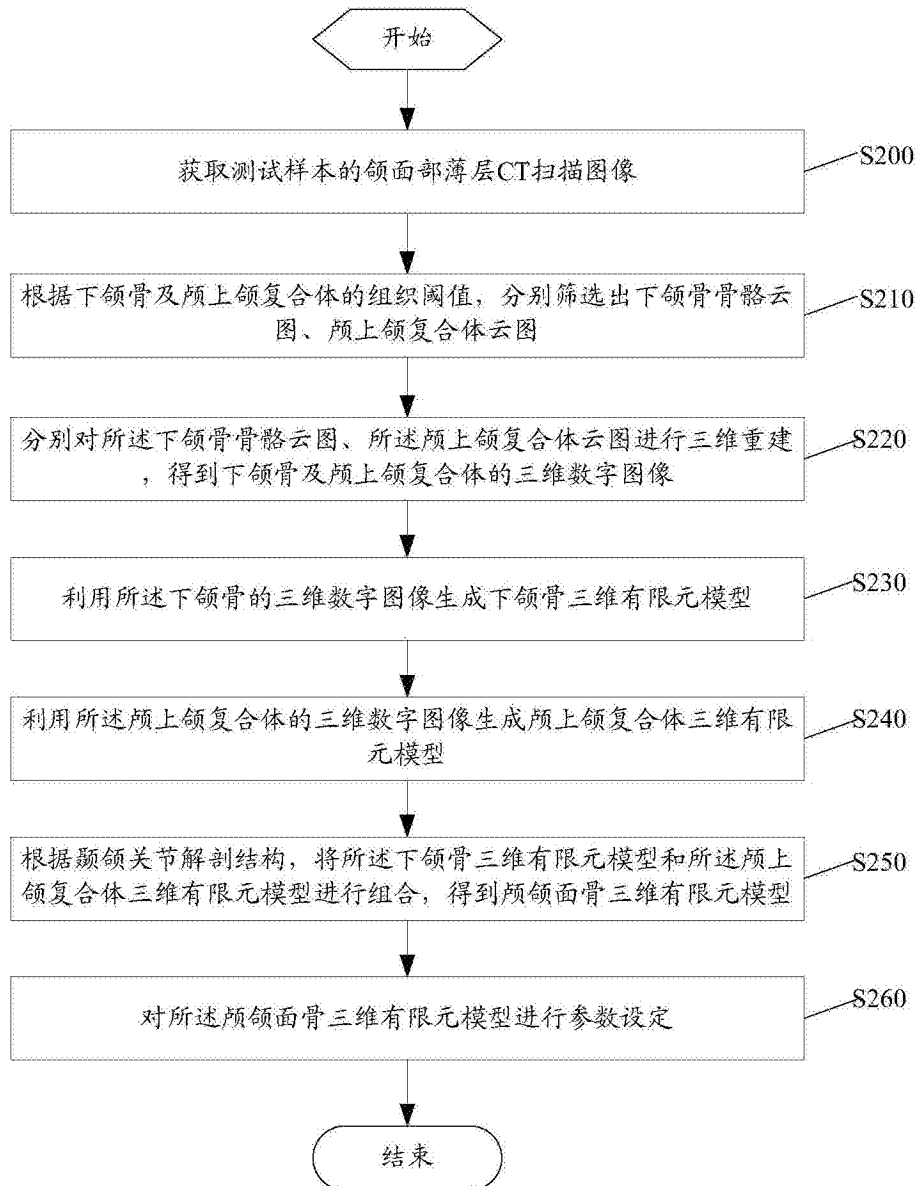


图2

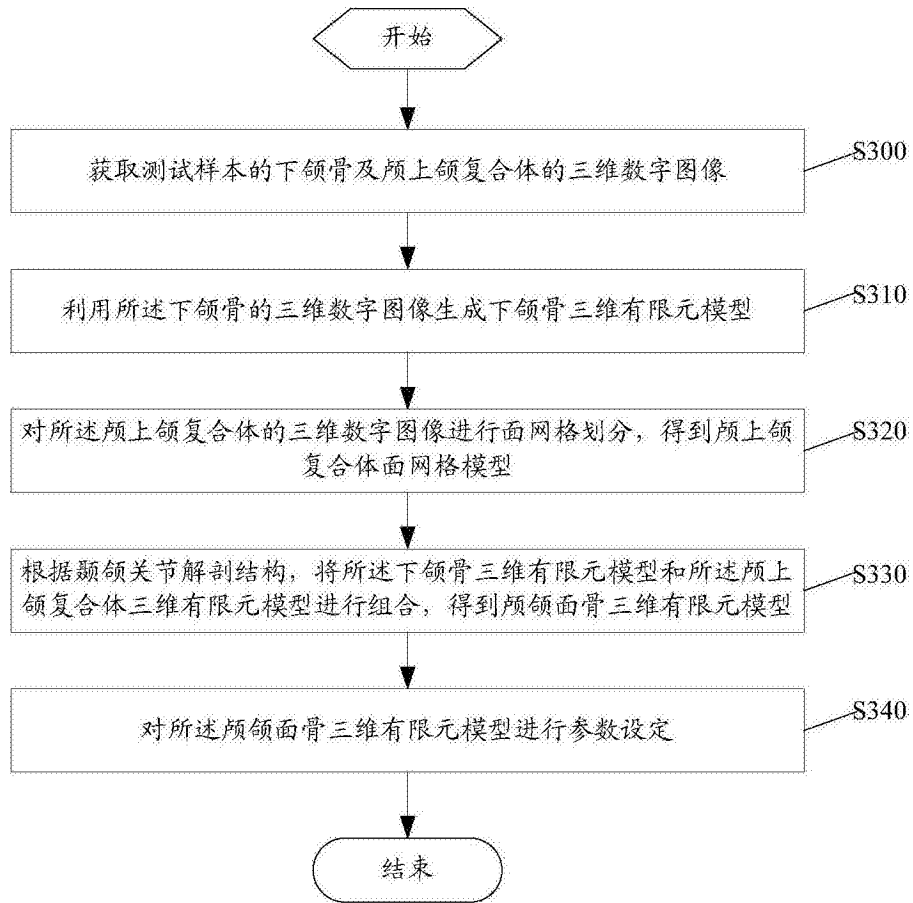


图3

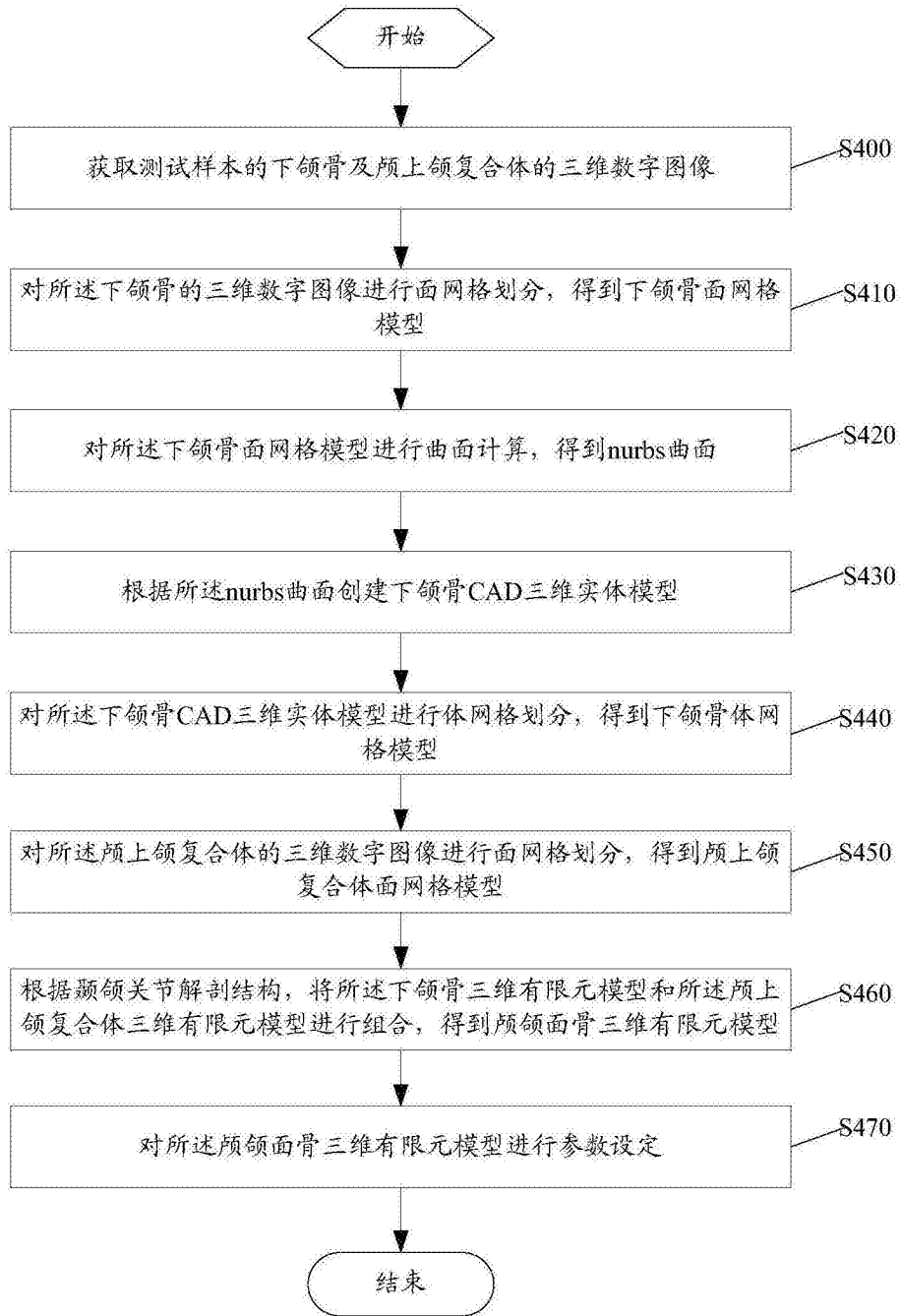


图4

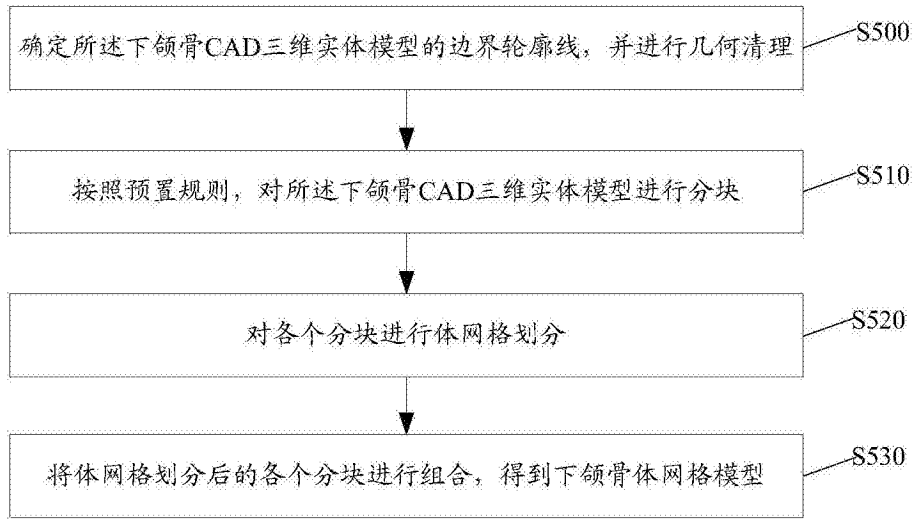


图5

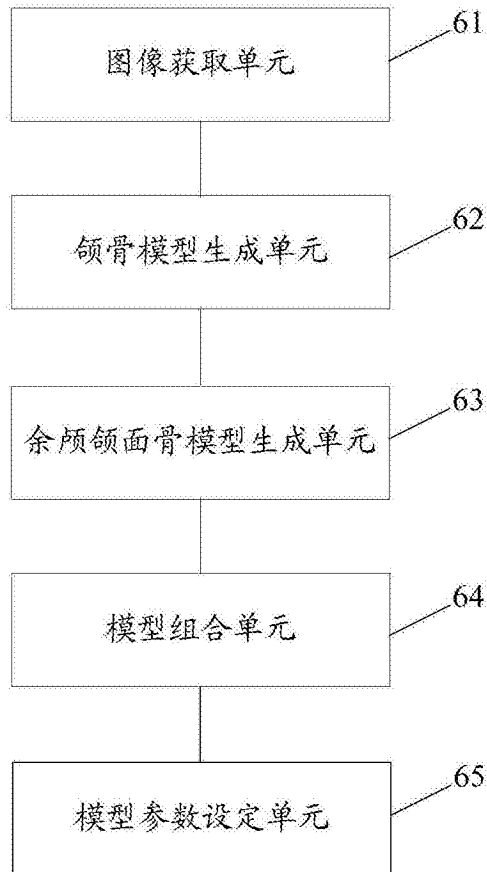


图6

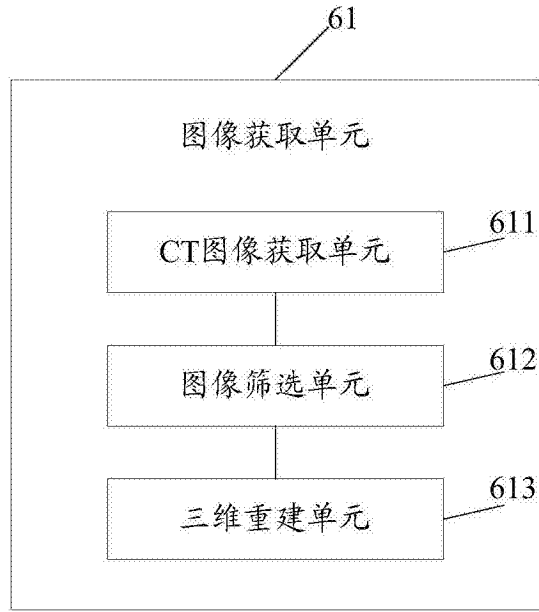


图7

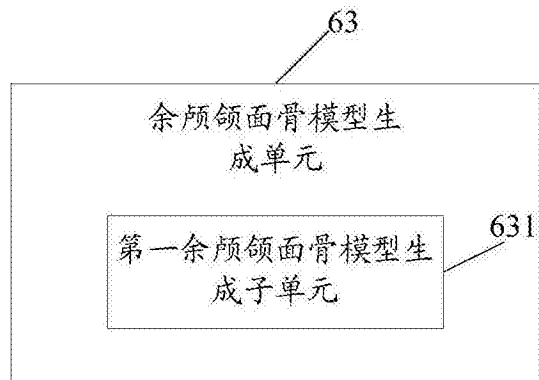


图8

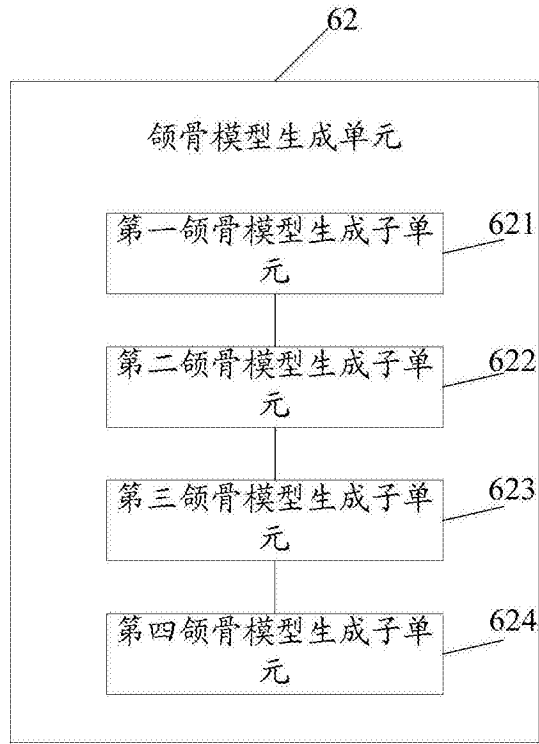


图9

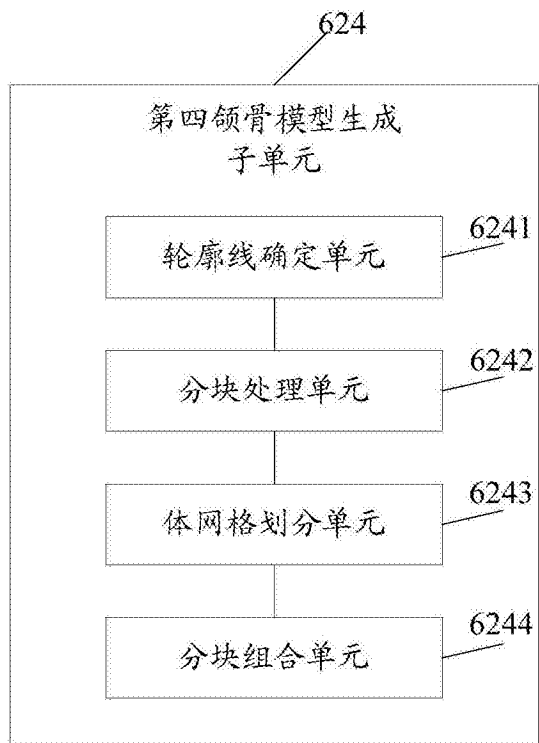


图10