



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114126535 B

(45) 授权公告日 2024. 09. 17

(21) 申请号 202080051643.2

(22) 申请日 2020.07.20

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114126535 A

(43) 申请公布日 2022.03.01

(30) 优先权数据
62/875,866 2019.07.18 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2022.01.17

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/IB2020/056799 2020.07.20

(87) PCT国际申请的公布数据
W02021/009733 EN 2021.01.21

(73) 专利权人 舒万诺知识产权公司
地址 美国

(72) 发明人 古鲁普拉萨德·索马孙达拉姆
亚历山大·R·坎利夫
本杰明·D·西默
布拉因·J·斯坦凯维奇
尼桑·本-加尔恩古延
理查德·E·拉比
阿尔贝托·阿尔瓦雷斯

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限
责任公司 11219
专利代理师 梁晓广 李金刚

(51) Int. Cl.
A61C 7/00 (2006.01)
A61C 7/08 (2006.01)

(56) 对比文件
US 2002064746 A1, 2002.05.30

审查员 郭艳婷

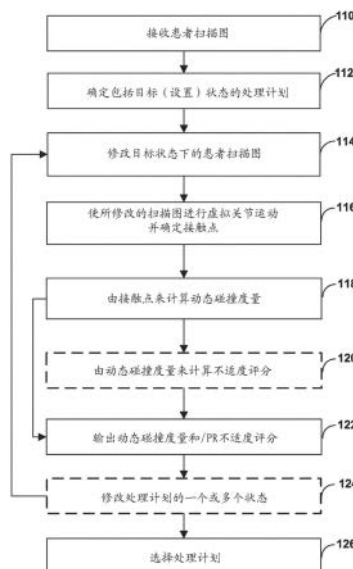
权利要求书3页 说明书15页 附图8页

(54) 发明名称

正畸与牙科处理规划中的虚拟关节运动

(57) 摘要

本公开描述了一种计算机实现的方法和系统,用于使用在虚拟关节运动期间算出的度量来评估、修改和确定正畸处理的设置。本公开的虚拟关节运动技术还可与用于以下项的技术进行组合:确定动态碰撞度量,确定舒适度测量结果,确定处理功效,以及/或者确定牙齿病症,诸如磨牙症。本公开的技术还包括用户界面技术,该用户界面技术基于在虚拟关节运动期间收集的度量,向正畸医生/牙医/技术人员提供关于各种处理计划的信息。



1. 一种正畸处理方法,所述方法包括:

由计算装置接收表示患者上颌弓的虚拟上颌弓扫描图指示数据以及表示患者下颌弓的虚拟下颌弓扫描图指示数据;

基于虚拟上颌弓和虚拟下颌弓的初始状态,确定针对患者的一项或多项处理计划;

由所述计算装置修改所述虚拟上颌弓和所述虚拟下颌弓,以生成针对所述一项或多项处理计划中的每项处理计划的目标状态;

由所述计算装置使所修改的虚拟上颌弓以及所修改的虚拟下颌弓进行虚拟关节运动,以针对所述一项或多项处理计划中的每项处理计划,确定处于所述目标状态下的接触点;

针对所述一项或多项处理计划中的每项处理计划,基于处于所述目标状态下的所述接触点,由所述计算装置计算动态碰撞度量;

针对所述一项或多项处理计划中的每项处理计划,基于处于目标设置状态下的所述动态碰撞度量,由所述计算装置确定不适度评分,其中所述不适度评分指示所预测的所述患者的不适程度;以及

针对所述一项或多项处理计划中的每项处理计划,由所述计算装置输出所述动态碰撞度量的指示数据和所述不适度评分的指示数据。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述上颌弓和所述下颌弓处于咬合不正状态。

3. 根据权利要求1所述的方法,所述方法还包括:

由所述计算装置预测由一种或多种下颌运动在所述接触点处引起的磨损小平面。

4. 根据权利要求3所述的方法,其中所述一种或多种下颌运动包括以下中的一项或多项:前偏移、后偏移、左侧偏移或右侧偏移。

5. 根据权利要求1所述的方法,所述方法还包括:

基于所述虚拟关节运动,由所述计算装置确定是否实现了正确的尖牙导引。

6. 根据权利要求1所述的方法,所述方法还包括:

基于所述虚拟关节运动,由所述计算装置确定是否实现了正确的前牙导引。

7. 根据权利要求1所述的方法,其中由所述计算装置使所修改的虚拟上颌弓以及所修改的虚拟下颌弓进行虚拟关节运动包括:

由所述计算装置使所修改的虚拟上颌弓以及所修改的虚拟下颌弓进行虚拟关节运动以确定一个或多个下颌姿势处的接触点,其中所述一个或多个下颌姿势包括最大牙尖吻合、左侧偏移、右侧偏移、前偏移或后偏移。

8. 根据权利要求7所述的方法,其中基于所述接触点由所述计算装置计算所述动态碰撞度量包括:

基于所述最大牙尖吻合、所述左侧偏移、所述右侧偏移、所述前偏移或所述后偏移中一者或多者处的接触点,由所述计算装置计算所述动态碰撞度量。

9. 根据权利要求1所述的方法,其中进行虚拟关节运动还包括:

由所述计算装置使所修改的虚拟上颌弓以及所修改的虚拟下颌弓进行虚拟关节运动,以确定正在接触的牙齿之间的穿透深度,所述方法还包括:

基于所确定的穿透深度,预测小平面磨损量。

10. 根据权利要求1所述的方法,其中所述一项或多项处理计划包括多项处理计划,所述方法还包括:

基于所述动态碰撞度量或所述不适度评分中的至少一者,选择所述多项处理计划中的一项处理计划。

11. 根据权利要求10所述的方法,所述方法还包括:

确定所述虚拟下颌弓和所述虚拟上颌弓的静态碰撞度量;以及

基于所述动态碰撞度量和所述静态碰撞度量,选择所述多项处理计划中的一项处理计划。

12. 根据权利要求10所述的方法,所述方法还包括:

基于所述动态碰撞度量或所述不适度评分中的至少一者,修改所述多项处理计划中的一项处理计划。

13. 根据权利要求1-12中任一项所述的方法,其中所述一项或多项处理计划还包括至少一个中间状态。

14. 根据权利要求13所述的方法,所述方法还包括:

针对所述一项或多项处理计划中的每项处理计划,由所述计算装置修改处于所述至少一个中间状态和所述目标状态中的每个状态下的所述虚拟上颌弓和所述虚拟下颌弓;

由所述计算装置使所修改的虚拟上颌弓以及所修改的虚拟下颌弓进行虚拟关节运动,以针对所述一项或多项处理计划中的每项处理计划,确定所述至少一个中间状态和所述目标状态中的每个状态下的接触点;

针对所述一项或多项处理计划中的每项处理计划,基于处于所述至少一个中间状态和所述目标状态中的每个状态下的所述接触点,由所述计算装置计算动态碰撞度量;

针对所述一项或多项处理计划中的每项处理计划,由所述计算装置输出针对所述至少一个中间状态和所述目标状态中的每个状态的所述动态碰撞度量的指示数据。

15. 一种正畸处理设备,所述设备包括:

存储器,所述存储器被配置为存储表示患者上颌弓的虚拟上颌弓扫描图指示数据以及表示患者下颌弓的虚拟下颌弓扫描图指示数据;和

处理器,所述处理器与所述存储器通信,所述处理器被配置为:

基于虚拟上颌弓和虚拟下颌弓的初始状态,确定针对患者的一项或多项处理计划;

修改所述虚拟上颌弓和所述虚拟下颌弓,以生成针对所述一项或多项处理计划中的每项处理计划的目标状态;

使所修改的虚拟上颌弓以及所修改的虚拟下颌弓进行虚拟关节运动,以针对所述一项或多项处理计划中的每项处理计划,确定处于所述目标状态下的接触点;

针对所述一项或多项处理计划中的每项处理计划,基于处于所述目标状态下的所述接触点,计算动态碰撞度量;

针对所述一项或多项处理计划中的每项处理计划,基于处于目标设置状态下的所述动态碰撞度量,确定不适度评分,其中所述不适度评分指示所预测的所述患者的不适程度;以及

针对所述一项或多项处理计划中的每项处理计划,输出所述动态碰撞度量的指示数据和所述不适度评分的指示数据。

16. 根据权利要求15所述的设备,其中所述处理器还被配置为:

预测由一种或多种下颌运动在所述接触点处引起的磨损小平面。

17. 根据权利要求15所述的设备,其中所述处理器还被配置为:

基于所述虚拟关节运动,确定是否实现了正确的尖牙导引。

18. 根据权利要求15所述的设备,其中为使所修改的虚拟上颌弓以及所修改的虚拟下颌弓进行虚拟关节运动,所述处理器还被配置为:

使所修改的虚拟上颌弓以及所修改的虚拟下颌弓进行虚拟关节运动以确定一个或多个下颌姿势处的接触点,其中所述一个或多个下颌姿势包括最大牙尖吻合、左侧偏移、右侧偏移、前偏移或后偏移。

正畸与牙科处理规划中的虚拟关节运动

技术领域

[0001] 本公开涉及使用虚拟关节运动的牙科处理规划。

背景技术

[0002] 正畸学领域涉及重新定位患者的牙齿以实现改善的功能和美观的外观。正畸装置和处理方法通常涉及施加力,以将牙齿移动到适当的咬合构造或咬合。作为一个示例,正畸处理可涉及使用被称为托槽的开槽器具,该开槽器具固定到患者的前牙、犬齿和双尖齿。弓丝可被安置在每个托槽的狭槽中,并且用作轨道来引导牙齿移动到期望的取向。弓丝的端部被接纳在固定到患者的臼齿的被称作颊面管的器具中。此类牙科器具保持在患者的口中,并且由正畸医生定期调节,直到实现正确对准。

[0003] 正畸处理还可涉及使用对准托盘诸如透光或透明的基于聚合物的牙齿定位托盘,通常称为透明托盘矫治器(CTA)。例如,使用CTA的正畸处理可包括形成具有接合一颗或多颗牙齿的壳体的托盘。每个壳体可具有在安装在患者的牙齿上时变形的形状。CTA的相应壳体的变形位置可以向相应牙齿施加朝向牙齿的期望位置的力,该期望位置是相应牙齿的初始位置与由正畸处理产生的最终位置之间的中间位置。然而,正畸处理可能需要CTA难以实现的一些牙齿移动,诸如牙根移动以及犬齿和双尖齿的旋转。在这些情况下,CTA能够直接施加到牙齿表面的力和力矩可能不足以实现期望的牙齿移动。

[0004] 随着越来越多的牙医使用数字印模系统,数字化牙科呈增长趋势。这些系统使用口内扫描相机或传统物理印模的扫描以及相关的处理系统,以生成患者牙齿(例如,患者的上颌弓和下颌弓)的数字三维(3D)模型。然后,数字3D模型可用于制作牙修复术修复物以及用于正畸处理规划。

[0005] 正畸处理规划过程的目标是:在牙齿处理前位置处于咬合不正状态的情况下,确定人牙齿的处理后位置(设置状态)应在何处。该过程通常使用交互式软件来手动执行,并且是非常耗时的过程。牙齿从咬合不正状态到最终状态的中间阶变可包括:以牙齿彼此不碰撞、牙齿朝向它们的最终状态移动并且牙齿遵循最佳轨线(优选为短轨线)的方式,来确定各个牙齿的精确运动。由于每颗牙齿均有6个自由度并且平均牙弓约有14颗牙齿,因此寻找从初始阶段到最终阶段的最佳牙齿轨线具有很大且复杂的搜索空间。

[0006] 精确的关节运动是作出此类正畸处理计划的一个要素。用于机械关节运动的当前数据采集是耗时的并且需要昂贵的模拟装置。具体地,当前示例性技术涉及以下手动过程:用面弓和实验室咬合器来捕捉下颌关节运动数据以进行复杂的康复处理。

发明内容

[0007] 一般来讲,本公开描述了一种计算机实现的方法和系统,用于使用在虚拟关节运动期间算出的度量来评估、修改和确定正畸处理的设置。虚拟关节运动可以指:为了确定最终正畸处理和其他牙齿健康规划的目的,在处理计划的一个或多个阶段,针对患者牙齿(例如,下颌弓和上颌弓)的三维扫描图彼此如何相互作用的测量过程和/或可视化过程。本公

开的虚拟关节运动技术还可与用于以下项的技术进行组合：确定动态碰撞度量，确定舒适度测量结果，确定处理功效，以及/或者确定牙齿病症，诸如磨牙症。本公开的技术还包括用户界面技术，该用户界面技术基于在虚拟关节运动期间收集的度量，向正畸医生/牙医/技术人员提供关于各种处理计划的信息。

[0008] 在一些示例中，本公开描述了一种用以创建中间状态（即，牙齿排列）的全自动方案，该中间状态实现了从咬合不正状态（例如，初始状态）到设置状态（例如，最终状态）的有效轨线。本公开的技术和系统可以与用于以下项的正畸处理规划结合使用：隐形牙托矫治器以及其他处理模式（例如，3M制作的Incognito™ Appliance System、托槽和弓丝等）或甚至多模态处理。在数字化牙科中，本公开的元件也可用于可视化或预测牙齿移动。本公开的技术可实现于全自动处理规划系统中或正在设计处理计划的技术人员或正畸医生所用的交互式软件系统中。

[0009] 本公开的技术和系统可实现对当前处理规划方案进行若干改进，包括：更高的可伸缩型隐形牙托矫治器生产量和销售额；生成多个选项以呈现给医生和患者的能力；供医生同时查看最终设置和中间设置（从双阶段方案到单阶段方案）的能力；以及/或者将基于生物力学的规则和/或复杂的多器具处理所引入的更高复杂性相结合的能力。

[0010] 在一个示例中，本公开描述了一种方法，该方法包括：由计算装置接收表示患者上颌弓的虚拟上颌弓扫描图指示数据以及表示患者下颌弓的虚拟下颌弓扫描图指示数据；基于虚拟上颌弓和虚拟下颌弓的初始状态，确定针对患者的一项或多项处理计划；由计算装置修改虚拟上颌弓和虚拟下颌弓，以生成针对该一项或多项处理计划中的每项处理计划的目标状态；由计算装置使所修改的虚拟上颌弓以及所修改的虚拟下颌弓进行虚拟关节运动，以针对该一项或多项处理计划中的每项处理计划，确定处于目标状态下的接触点；针对该一项或多项处理计划中的每项处理计划，基于处于目标状态下的接触点，由计算装置计算动态碰撞度量；以及针对该一项或多项处理计划中的每项处理计划，由计算装置输出动态碰撞度量的指示数据。

[0011] 在另一示例中，本公开描述了一种系统，该系统包括：存储器，该存储器被配置为存储表示患者上颌弓的虚拟上颌弓扫描图指示数据以及表示患者下颌弓的虚拟下颌弓扫描图指示数据；和与存储器通信的处理器，该处理器被配置为基于虚拟上颌弓和虚拟下颌弓的初始状态来确定针对患者的一项或多项处理计划，修改虚拟上颌弓和虚拟下颌弓以生成针对该一项或多项处理计划中的每项处理计划的目标状态，使所修改的虚拟上颌弓以及所修改的虚拟下颌弓进行虚拟关节运动以针对该一项或多项处理计划中的每项处理计划而确定处于目标状态下的接触点，针对该一项或多项处理计划中的每项处理计划而基于处于目标状态下的接触点来计算动态碰撞度量，以及针对该一项或多项处理计划中的每项处理计划而输出动态碰撞度量的指示数据。

[0012] 在另一示例中，本公开描述了一种存储指令的非暂态计算机可读存储介质，这些指令在执行后致使至少一个处理器：接收表示患者上颌弓的虚拟上颌弓扫描图指示数据以及表示患者下颌弓的虚拟下颌弓扫描图指示数据；基于虚拟上颌弓和虚拟下颌弓的初始状态，确定针对患者的一项或多项处理计划；修改虚拟上颌弓和虚拟下颌弓，以生成针对该一项或多项处理计划中的每项处理计划的目标状态；使所修改的虚拟上颌弓以及所修改的虚拟下颌弓进行虚拟关节运动，以针对该一项或多项处理计划中的每项处理计划，确定处于

目标状态下的接触点;针对该一项或多项处理计划中的每项处理计划,基于处于目标状态下的接触点,计算动态碰撞度量;以及针对该一项或多项处理计划中的每项处理计划,输出动态碰撞度量的指示数据。

[0013] 在附图和下文的描述中示出了本公开的一个或多个方面的细节。根据具体实施方式和附图以及根据权利要求书,本发明的其他特征、目的和优点将显而易见。

附图说明

[0014] 图1是示出了根据本公开一个实施例的用于进行虚拟关节运动的示例性系统的框图。

[0015] 图2示出了患者牙齿的数字3D模型的示例。

[0016] 图3示出了一个示例性用户界面,其显示了触点图。

[0017] 图4示出了另一示例性用户界面,其显示了随着牙齿移动的触点图。

[0018] 图5示出了另一示例性用户界面,其显示了各种状态下的碰撞度量和不适度评分。

[0019] 图6示出了另一示例性用户界面,其将患者的度量与群体数据度量进行比较。

[0020] 图7是显示了使用本公开技术的一个示例性过程的流程图。

[0021] 图8是显示了根据本公开技术的虚拟关节运动系统的示例性操作的流程图。

具体实施方式

[0022] 图1是示例性系统10的图示,该系统用于:执行虚拟关节运动,以及使用来自患者口内扫描图的数字3D模型,计算虚拟关节运动中的度量。系统10可以用例如台式计算机、笔记本电脑、平板电脑或任何类型的计算装置来实现。系统10包括计算机14,其被配置为接收患者扫描数据12并将患者扫描数据12存储在存储器22中。患者扫描数据12可包括来自口内3D扫描图或牙齿印模或铸件扫描图的牙齿或其他口内结构的数字3D模型。在一些示例中,患者扫描数据12可包括患者的下颌弓(例如,下颌和牙齿)和上颌弓(例如,上颌和牙齿)的扫描图。

[0023] 患者扫描数据12可包括患者的下颌弓和上颌弓的3D模型。使用数字3D模型在牙科市场变得越来越流行。在一个示例中,患者扫描数据12可使用口内扫描仪、锥束计算机断层扫描术(CBCT)扫描(即3D X射线)或磁共振成像(MRI)直接在体内获取。在其他示例中,患者扫描数据12可通过扫描牙齿印模或由牙齿印模所制成的铸件来间接获取。间接数据采集方法的一些示例包括但不限于工业计算机断层扫描(CT)扫描(即3D X射线)、激光扫描和图案化光扫描。患者扫描数据12可用于各种临床任务,包括处理规划、牙冠和种植体准备、牙修复术修复物、正畸设置设计、正畸器具设计以及用于诊断辅助,例如以评估或直观地说明牙齿磨损。如下文将更详细所释,系统10可以将患者扫描数据12用以:在牙科处理计划的一个或多个阶段,执行虚拟关节运动;基于虚拟关节运动,计算动态碰撞度量;以及以允许用户确定牙科处理计划的功效、选择特定牙科处理计划和/或修改牙科处理过程的方式,输出动态碰撞度量的指示数据。

[0024] 来自扫描图的患者下颌弓的数字3D模型(例如,患者扫描数据12)的示例在图2中示出。可以对患者上颌弓进行类似的扫描。可以将患者下颌弓和上颌弓的扫描图分别称为虚拟下颌弓和虚拟上颌弓。在美国专利7,956,862和7,605,817中公开了基于来自多个视图

的图像集来生成数字3D图像或模型的系统,这两个专利都如同全文陈述一样以引用方式并入本文。这些系统可使用口内扫描仪以从牙齿或其他口内结构的多个视图获得数字图像,并且处理这些数字图像以生成表示扫描牙齿或其他口内结构的数字3D模型或扫描。3D模型或扫描可实现为例如多边形网格或表示被扫描对象的表面或口内结构的点云。

[0025] 口内结构包括牙列,更典型地是人牙列诸如单个牙齿、象限、完整的牙弓、可以是单独的或各种类型的闭塞的成对的牙弓、软组织(例如,口腔的牙龈和粘膜表面或口周结构诸如嘴唇、鼻子、脸颊和下巴等)等,以及骨骼和任何其他支撑或周围结构。口内结构可能包括口腔内的天然结构和人造结构诸如牙科物体(例如,假体、植入物、器具修复物,修复部件或基台)。

[0026] 回到图1,系统10也可包括电子显示装置16,该电子显示装置用于根据口内结构的扫描图来显示数字3D模型。在一些示例中,显示装置16是计算机14的一部分,并且在其他示例中,显示装置16可与计算机14分开。显示装置16可用任何电子显示器实现,例如阴极射线管(CRT)、液晶显示器(LCD)、发光二极管(LED)显示器或有机发光二极管(OLED)显示器。

[0027] 系统10还可包括输入装置18,用于接收用户命令或其他信息。在一些示例中,输入装置18是计算机14的一部分,并且在其他示例中,输入装置18可与计算机14分开。输入装置18可用用于输入信息或命令的任何装置来实现,例如键盘、麦克风、光标控制装置或触摸屏。系统10的部件也可组合,例如,平板电脑可将处理器、显示器和触摸屏输入装置合并成单个单元。

[0028] 牙齿从咬合不正状态到最终状态的中间阶变包括:以牙齿具有彼此间可接受的低碰撞量、牙齿朝向它们的最终状态移动并且牙齿遵循最佳轨线(优选为短轨线)这样的方式,来确定各个牙齿的精确运动。由于每颗牙齿均有6个自由度并且平均牙弓约有14颗牙齿,因此寻找从初始阶段到最终阶段的最佳牙齿轨线具有很大且复杂的搜索空间。正畸医生可定义这样的处理计划,该处理计划定义了患者牙齿的目标最终状态。该处理计划也可定义所需的一个或多个牙齿中间状态以及用于实现目标最终状态的处理模式。

[0029] 系统10可被配置为接收一项或多项处理计划26。在一些示例中,用户(例如,正畸医生)可使用输入装置18将处理计划输入到计算机14中。计算机系统14可将处理计划26存储在存储器22中。在一些示例中,处理计划26可包括虚拟上颌弓和虚拟下颌弓的初始状态以及针对患者牙齿的目标状态(例如,处理后的最终位置)。使用下文所述的本公开的技术,系统10可执行虚拟关节运动以针对处理计划26确定目标状态的功效。系统10也可被配置为:确定要包括在处理计划26中的一个或多个中间状态。在其他示例中,直到确定了目标最终状态的功效和合意性,系统10或用户才可确定中间状态。

[0030] 在其他示例中,处理计划26可包括一个或多个中间状态和目标最终状态。使用下文所述的本公开的技术,系统10可以在这些状态中的每个状态下执行虚拟关节运动,以针对处理计划26确定目标状态的功效。

[0031] 处理器20可被配置为:根据本公开的技术,将患者扫描数据12和处理计划26用于执行虚拟关节运动并计算度量。在图1的示例中,处理器20被配置为:执行用于虚拟关节运动系统24的代码,以执行本公开的技术。本文所述的技术可以在例如用于由处理器20或其他计算装置来执行的软件或固件模块中实现。在其他示例中,本公开的技术可以在硬件模块或软件硬件组合中实现。

[0032] 在各种示例中,处理器20可包括、是或者是以下项的一部分:可编程处理电路、固定功能电路、一个或多个处理器诸如一个或多个数字信号处理器(DSP)、通用微处理器、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)或其他等效集成或离散逻辑电路以及此类部件的任何组合。

[0033] 在图1的示例中,虚拟关节运动系统24可包括扫描图修改器28、虚拟咬合器30、动态碰撞模块32、不适度评分模块34和磨牙评分模块38。图1所示的模块仅为示例。可以将前述模块中的每个模块的技术进行组合或分成任何数量的软件模块。

[0034] 扫描图修改器28可被配置为:接收患者扫描数据12和处理计划26。如上所述,在一些示例中,处理计划26可定义所需的患者牙齿的最终状态。在其他示例中,处理计划26可定义患者牙齿的一个或多个中间状态以及所需的牙齿最终状态。

[0035] 扫描图修改器28可被配置为:提取针对处理计划26中的每个处理计划的状态信息;并且针对一项或多项处理计划26中的每项处理计划,修改目标状态下的患者扫描数据12的虚拟上颌弓和虚拟下颌弓。如果处理计划26包括中间状态,则扫描图修改器28还可被配置为:针对一项或多项处理计划26中的每项处理计划,修改在这些中间状态中的每个中间状态下的患者扫描数据12的虚拟上颌弓和虚拟下颌弓。扫描图修改器28可修改虚拟上颌弓和虚拟下颌弓,以匹配在处理计划26的这些状态中的每个状态下的牙齿位置。

[0036] 针对处理计划26中的每项处理计划,虚拟咬合器30可接收所修改的虚拟上颌弓以及所修改的虚拟下颌弓,并且对所修改的扫描图执行虚拟关节运动。一般来讲,虚拟关节运动可涉及:通过各种下颌运动,虚拟地移动所修改的扫描图,以模拟患者牙齿在处理过程中如何在不同状态下相互作用。在一个示例中,虚拟咬合器30可以使所修改的虚拟上颌弓以及所修改的虚拟下颌弓进行关节运动,以针对一项或多项处理计划26中的每项处理计划,确定患者牙齿在目标状态下的接触点。在其他示例中,虚拟咬合器30可以使所修改的虚拟上颌弓以及所修改的虚拟下颌弓进行关节运动,以针对一项或多项处理计划26中的每项处理计划,确定患者牙齿在一个或多个中间状态下以及在目标状态下的接触点。

[0037] 虚拟咬合器30可被配置为:通过各种下颌姿势,移动所修改的虚拟上颌弓以及所修改的虚拟下颌弓,以模拟患者牙齿的正常运动范围。示例性下颌姿势可包括运动,包括以下中的一项或多项:前偏移、后偏移、左侧偏移或右侧偏移。

[0038] 将虚拟上颌弓用作固定参考坐标系,虚拟咬合器30可被配置为:将虚拟上颌弓与虚拟下颌弓之间的相对关系变换成共享坐标系,以得到描述了相对于闭合姿势且针对每个单独关节运动类型的各种下颌姿势的变换,具体是闭合到张开,闭合到前伸,闭合到左侧,以及闭合到右侧。然后有可能对虚拟下颌弓的下颌骨位置以及闭合姿势与对应咬合姿势之间的取向进行各种形式的内插,从而反映出下颌骨运动以得到该特定姿势。然后可以将虚拟关节运动模型中的整体下颌运动表达成各项关节运动变换在各种内插阶段的复合变换。

[0039] 对于每个姿势,下颌骨从闭合姿势到其他姿势中任一个的运动可描述为旋转矩阵和坐标原点的平移矢量的组合(围绕坐标轴 x, y, z 的三次旋转的复合)。这种组合(旋转加平移矢量)通常称为“3D变换矩阵”或更狭义地称为“刚体变换”。

[0040] 在人类下颌骨运动的特定情况下,可能的运动被机械地调节到充当“球窝关节”的髁和窝。这种“球关节”运动的特殊调节允许将下颌骨运动中任一个(来自不同姿势)描述为独特的纯旋转(无平移),而不是旋转加平移的组合(如任何通用运动所需)。

[0041] 通过借各种姿势而相对于所修改的上颌弓来移动所修改的下颌弓,虚拟咬合器30可确定牙齿在处理计划26的各种状态(例如,最终目标状态和/或一个或多个中间状态)下的接触点。

[0042] 在一个示例中,当确定接触点时,虚拟咬合器30还可另外被配置为:预测随时间推移,由各种下颌运动(诸如前偏移/后偏移和左/右侧偏移)而在这些接触点处引起的磨损小平面。

[0043] 在其他示例中,虚拟咬合器30可被配置为:确定是否实现了正确的尖牙导引。虚拟咬合器30可被配置为:作为随着下颌骨侧向移位(即,侧向偏移)而在上尖牙与下尖牙之间发生第一接触的结果,作出此类确定,从而露出后牙(即,张开嘴并消除对颌牙之间的接触)。

[0044] 在其他示例中,虚拟咬合器30可被配置为:确定是否实现了正确的前牙导引。虚拟咬合器30可被配置为:作为随着下颌骨前伸而在上切牙与下切牙之间发生第一接触的结果,作出此类确定,从而露出后牙(即,张开嘴并消除对颌牙之间的接触)。

[0045] 虚拟关节运动增加了处理规划框架的精密程度。在牙齿的当前下颌骨和上颌骨状态的情况下,一些示例性牙科处理规划系统使用静态碰撞测量结果来确定牙科计划的功效。根据本公开的技术,动态碰撞模块32可接收由虚拟咬合器30所产生的接触点和其他测量结果,并且计算动态碰撞度量。一般来讲,动态碰撞模块32可标测来自虚拟咬合器32的接触点,然后另外确定接触点是否根据临床要求是可接受的。基于何种动态咬合程度是可接受的,动态碰撞模块32可计算动态碰撞度量。

[0046] 在一些示例中,基于从虚拟咬合器30接收的以下输入中的一项或多项输入,动态碰撞模块32可计算动态碰撞度量。一般来讲,基于来自以下各种下颌姿势的接触度量,动态碰撞模块32可计算动态碰撞度量:包括最大牙尖吻合、左侧偏移、右侧偏移、前偏移和后偏移。

[0047] 在一些示例中,动态碰撞模块32可基于以下因素来确定动态碰撞评分。在最大牙尖吻合(全闭式咬合)时,最佳评分可来源于对颌牙之间的最大接触数,优选地所有牙齿,并且优选地每个牙齿多个触点。在左侧偏移时,理想的是:在左上尖牙与左下尖牙之间仅存在一个接触点;并且在用于进行右侧偏移的右上尖牙与右下尖牙之间仅存在一个接触点。此单个接触点应当存在于:自略微大于最大牙尖吻合处的静止位置的位移而开始的几乎整个运动范围内。对于前偏移,在上切牙与下切牙之间可存在多于一个接触点,优选地左象限与右象限之间的数量相等,并且这些触点应当通过以下项而仅与切牙隔离:自略微大于最大牙尖吻合处的静止位置的位移而开始的几乎整个运动范围。额外的触点将降低动态咬合质量,从而对评分具有不利影响。

[0048] 在另一示例中,动态碰撞模块32可基于碰撞数量的计数来计算动态碰撞度量。碰撞数量的计数可包括特定状态(例如,目标最终状态和/或一个或多个中间状态)下的碰撞计数(唯一的牙齿碰撞对)。

[0049] 在另一示例中,动态碰撞模块32可基于穿透深度来计算动态碰撞度量。在一个示例中,穿透深度可以是所有碰撞在特定状态下的穿透深度的总和。

[0050] 在另一示例中,动态碰撞模块32可基于碰撞接触点计数来计算动态碰撞度量。在一个示例中,碰撞接触点计数是在特定状态下所有碰撞中的接触点的总计数。碰撞接触点

计数可用作穿透度的估计值,因为其往往将随着碰撞度变深而增加。

[0051] 在另一示例中,动态碰撞模块32可基于上述若干度量(例如, $\alpha \times$ 碰撞计数 $+\beta \times$ 穿透深度)的加权和来计算动态碰撞度量,其中 α 和 β 是可配置权重值。

[0052] 上述几何信息可用于提供物理信息以通知处理规划并促进与临床医生和患者的有效通信。评分也可与其他信息(包括标志点、状态之间的牙齿移动和牙齿位置)组合,以提供全面的口腔健康和舒适度信息。此类系统将不再仅仅是正畸工具,而是用作牙医、正畸医生和其他人员的统一处理平台。

[0053] 在一个示例中,使用动态碰撞度量,用户可确定要使用的处理计划26中的特定一项处理计划。在另一示例中,基于动态碰撞度量,用户可手动修改处理计划26的中间状态和/或最终状态中的一个或多个状态。在另一示例中,基于动态碰撞度量,虚拟关节运动系统24可自动确定要使用的处理计划26中的特定一项处理计划。在另一示例中,基于动态碰撞度量,虚拟关节运动系统24可自动修改处理计划26的中间状态和/或最终状态中的一个或多个状态。例如,虚拟关节运动系统24可以将使动态碰撞度量最小化的处理计划选为最终设置。在其他示例中,虚拟关节运动系统24可被配置为:输出所选的处理计划作为用户可查看并接受的推荐/建议处理计划。

[0054] 除了计算动态碰撞度量之外,虚拟关节运动系统24还可基于动态碰撞度量来确定不舒适度评分。不舒适度评分模块34可以从动态碰撞度量32接收动态碰撞度量并确定不舒适度评分。鉴于由虚拟关节运动所确定的动态咬合质量和类型,不舒适度评分可指示患者可能经历的总体不适程度。

[0055] 在一个示例中,使用不舒适度评分,用户可确定要使用的处理计划26中的特定一项处理计划。在另一示例中,基于不舒适度评分,用户可手动修改处理计划26的中间状态和/或最终状态中的一个或多个状态。在另一示例中,基于不舒适度评分,虚拟关节运动系统24可自动确定要使用的处理计划26中的特定一项处理计划。在另一示例中,基于不舒适度评分,虚拟关节运动系统24可自动修改处理计划26的中间状态和/或最终状态中的一个或多个状态。例如,虚拟关节运动系统24可以将使不舒适度评分最小化的处理计划选为最终设置。使用不舒适度评分来作出处理规划决定可提高患者依从性。一般来讲,与产生较少不适度的计划相比,患者不太可能遵从产生更多不适度的处理计划。

[0056] 对于中间状态,作为中间阶变算法的一部分,该中间阶变算法探索不同的中间阶段以在初始(咬合不正)状态和最终(设置)状态之间进行内插,虚拟关节运动系统24可被配置为使用虚拟咬合器来评估每个动态咬合阶段,并且可对接触点进行标测,这继而可被转换成针对该患者的不舒适度评分。由于可在咬合不正与设置之间产生多条处理轨线,因此虚拟关节运动系统24可确定最小不适度的轨线。

[0057] 在其他示例中,用户或虚拟关节运动系统24可被配置为:基于动态碰撞度量和不舒适度评分的组合,作出处理规划决定。

[0058] 虚拟关节运动系统24可任选地包括磨牙评分模块38。磨牙评分模块38可接收动态碰撞模块32的输出(例如,动态碰撞度量)并且确定磨牙出现在处理计划26的任何阶段的可能性。磨牙是一种患者会磨损、咬紧和/或咬啮其牙齿的病症。动态碰撞度量可指示后牙之间的过早接触,即,缺乏尖牙导引和/或前牙导引。此类尖牙导引和/或前牙导引的缺乏可导致不适,但往往也可导致磨牙习惯,该习惯造成显著牙齿磨损和/或小平面形成。牙齿磨损

和小平面形成可导致许多其他病状,诸如龋齿、缺损、裂纹、牙龈萎缩、感染和牙齿脱落。

[0059] 磨牙模块38可接收上述动态碰撞度量以及待确定的相关度量的动态测量值(例如,尖牙的类别关系、臼齿的近中阶梯状)。磨牙模块38可确定由此类动态测量值所计算的值(例如,评分),其中评分指示:在处理计划26的中间阶段和/或最终阶段,牙齿磨损的风险因素增加。正畸医生可使用此磨牙评分来选择和/或修改处理计划26。另外,捕获了中间咬合构造和磨牙外观或磨牙分辨率的数据可用于识别所考虑的患者非最佳咬合构造。例如,如果美学上优选的构造与磨牙症相关,则正畸医生可提出所修改的处理,或者如果中间咬合构造与磨牙症相关,则可选择另选的处理途径。

[0060] 基于动态碰撞度量和/或不适度评分,虚拟关节运动系统24也可确定一个或多个指定了各种处理模式的形式(例如,隐形牙托矫治器)的数字化设置36。在一个示例中,虚拟关节运动系统24可被配置为:基于动态碰撞度量或不适度评分中的至少一者,确定矫治器的外部形式。通常,矫治器的外部形式被制造成与该形式下方的牙齿相匹配。因为牙齿在处理期间移动,所以它们可度过真牙将产生不适的状态。然而,矫治器的外部部分不必遵循牙齿的形状。虚拟关节运动系统24可输出数字化设置36,其包括计划和/或指令,用于在虚拟关节运动的情况下,修改外部矫治器,使得即使在矫治器内的牙齿未对齐时,外部矫治器的上下咬合度也匹配。这将允许虚拟关节运动系统24找到达到最终设置的“最快”路径,即使这些中间位置中的一些中间位置将由于未对准而产生一些不适也是如此。

[0061] 除了上述技术之外,虚拟关节运动系统24也可包括一个或多个用户界面特征,其中虚拟关节运动、动态碰撞度量和/或不适度评分的各个方面在显示装置16上显示给用户。虚拟关节运动系统可被配置为:针对一项或多项处理计划中的每项处理计划,输出并显示动态碰撞度量 and/或不适度评分的指示数据。此数据本质上可以是可视的,诸如接触点或接触区的颜色编码,以指示不适的严重性。例如,与更远离下颌咬轴的触点相比,更靠近骨突下颌咬轴的触点(例如,在颞下颌关节(TMJ)中,即,更远侧或更后面)可能造成更大不适,这既是由于神经学的原因,也是由于以下基本原因:在来自咬肌的相同输入力的情况下,机械杠杆作用越大,由此力或压力也越大。虚拟关节运动系统24可使用不同颜色,该不同颜色指示碰撞和/或潜在不适的严重性(例如,红色表示非常不适,黄色表示中等不适,绿色表示很小不适)。

[0062] 下文所述的用户界面特征为正畸医生实现了以下用户体验选项:通过查看触点图或查看虚拟关节运动的模拟而在视觉上评估给定状态。此信息也可与整形牙医或牙修复术牙医共享以用于实现组合处理计划。图3示出了一个示例性用户界面,其显示了触点图。如图3所示,用户界面40可包括患者的下牙弓(例如,虚拟下颌弓)和上牙弓(例如,虚拟上颌弓)上的接触点42的视觉显示。如图3所示,接触点42基于接触穿透量而用灰度进行颜色编码。最浅灰色指示小于0.05mm的穿透度。中度灰色指示介于0.05mm和0.1mm之间的穿透度。最深灰色指示大于0.1mm的穿透度。当然,也可用不同颜色在视觉上描绘穿透深度的“热图”,而不是使用灰度。用户界面40也显示了咬合舒适度评分、碰撞数量和最大穿透深度。

[0063] 图4示出了另一示例性用户界面,其显示了随着牙齿移动的触点图。图4中的用户界面40还包括箭头44,其指示牙齿在处理计划的特定状态下的移动速度。在图4的示例中,慢速牙齿移动用深灰色指示,中速牙齿移动用中灰色示出,并且快速牙齿移动用浅灰色示出。同样,代替使用灰度,牙齿移动“热图”也可用不同颜色来进行视觉描绘。图4的用户界面

40还可显示牙齿移动评分、正在移动的牙齿数、最大牙齿平移度和最大牙齿旋转度。

[0064] 图5示出了另一示例性用户界面,其显示了各种状态下的碰撞度量和不适度评分。具体地讲,图5示出了示例性用户界面46,其显示了在处理计划A的每个状态下的碰撞度量和不适度评分。在一些示例中,用户界面46可以显示描绘了每个状态下的所修改牙弓的图像,而不是仅仅显示指示每项处理计划的文本。在一些示例中,这些状态中的每个状态可由用户选择。然后,用户可对一个或多个状态进行修改。基于修改,虚拟关节运动系统24可被配置为:修改虚拟牙弓,对所修改的牙弓重新运行虚拟关节运动,执行度量计算,并且显示任何更新的碰撞度量和/或不适度评分。

[0065] 在其他示例中,虚拟关节运动系统24还可被配置为:显示触点图、虚拟关节运动、动态碰撞度量和/或舒适度评分与以下项的比较结果:(1)从同一患者获取的过往扫描图、以及/或者(2)由群体数据生成的平均值。对于触点图和虚拟关节运动,虚拟关节运动系统24可被配置为:将此比较结果显示成并列视图或叠加图。对于舒适度评分,虚拟关节运动系统24可以将单个患者的当前评分和历史评分显示成跨群体数据的评分分布的一部分。图6示出了另一示例性用户界面,其将患者的度量与群体数据度量进行比较。在图6中,虚拟关节运动系统24可显示用户界面48,其针对某群体的患者数据,显示了碰撞度量50的历史分布。此外,用户界面48可以为当前患者显示当前碰撞度量52。这样,用户可以将患者的碰撞度量与历史数据进行比较。在图6的示例中,当前碰撞度量52处于该度量的正常范围之外。

[0066] 图7是显示了使用本公开技术的一个示例性过程的流程图。具体地讲,图7示出了从使用者(例如,正畸医生)的角度来看的过程。首先,正畸医生可例如在一组咬合不正处获得患者的下颌弓和上颌弓的3D患者扫描图(60)。基于患者牙齿的当前状态,正畸医生可确定所需的处理处方以及牙齿的最终设置状态(62)。任选地,正畸医生可基于一个或多个所需的最终设置状态来执行处理规划和中间阶变(64)。在一些示例中,虚拟关节运动系统24可被配置为:基于所需的最终设置状态,自动生成具有中间状态的一项或多项处理计划。

[0067] 无论处理计划是否仅包括所需的一项或多项最终设置以及所建议的中间状态,虚拟关节运动系统24都可被配置为分析多项处理计划(66)。正畸医生可将多项处理计划66输入到虚拟关节运动系统24中(参见图1)。虚拟关节运动系统可被配置为:从多项处理计划66中的每项处理计划中,提取出各个候选状态(例如,最终设置状态和/或中间状态)(68)。然后虚拟关节运动系统24可按上述方式,根据候选状态来修改3D扫描图(70)。然后虚拟关节运动系统24可执行虚拟关节运动以及碰撞评分和不适度评分的计算,如上所述(72)。然后虚拟关节运动系统24可按上述方式中的一种或多种方式而将结果显示给正畸医生。然后正畸医生可评估处理计划的舒适度和/或临床矫正(74)。

[0068] 图8是示出了根据本公开技术的虚拟关节运动系统24所执行的技术的流程图。虚拟关节运动系统24可被配置为:执行上述技术的任何组合。虚拟关节运动系统24可被配置为:接收患者扫描图(110)。例如,虚拟关节运动系统24可被配置为:接收表示患者上颌弓的虚拟上颌弓扫描图指示数据以及表示患者下颌弓的虚拟下颌弓扫描图指示数据。在一个示例中,上颌弓和下颌弓处于咬合不正状态。

[0069] 虚拟关节运动系统24还可被配置为:确定处理计划,其中处理计划包括至少目标(例如,设置)状态(112)。在一些示例中,处理计划尚未具有目标状态。相反,可使用虚拟关节运动系统24来测试一个或多个目标状态。在一些示例中,虚拟关节运动系统24可被配置

为:从用户(例如,正畸医生)接收处理计划。在其他示例中,虚拟关节运动系统24可被配置为:基于虚拟上颌弓和虚拟下颌弓的初始状态以及虚拟上颌弓和虚拟下颌弓的目标状态,确定针对患者的一项或多项处理计划。

[0070] 虚拟关节运动系统24还可被配置为:修改处于目标状态下的患者扫描图(114)。例如,虚拟关节运动系统24可被配置为:针对一项或多项处理计划中的每项处理计划,修改处于目标状态下的虚拟上颌弓和虚拟下颌弓。在一些示例中,虚拟关节运动系统24可被配置为:修改虚拟上颌弓和虚拟下颌弓,以生成针对一项或多项处理计划中的每项处理计划的目标状态。

[0071] 虚拟关节运动系统24还可被配置为:使所修改的扫描图进行虚拟关节运动,并且确定患者牙齿的接触点(116)。例如,虚拟关节运动系统24可被配置为:使所修改的虚拟上颌弓以及所修改的虚拟下颌弓进行虚拟关节运动,以针对一项或多项处理计划中的每项处理计划,确定处于目标状态下的接触点。在一个示例中,虚拟关节运动系统24可以使所修改的虚拟上颌弓以及所修改的虚拟下颌弓进行虚拟关节运动以确定一个或多个下颌姿势处的接触点,其中一个或多个下颌姿势包括最大牙尖吻合、左侧偏移、右侧偏移、前偏移或后偏移。

[0072] 在本公开的一个示例中,通过虚拟关节运动,虚拟关节运动系统24可被配置为:预测由一种或多种下颌运动在接触点处引起的磨损小平面。在另一示例中,虚拟关节运动系统24可被配置为:基于虚拟关节运动,确定是否实现了正确的尖牙导引。在另一示例中,虚拟关节运动系统24可被配置为:基于虚拟关节运动,确定是否实现了正确的前牙导引。

[0073] 在另一示例中,虚拟关节运动系统24可被配置为:使所修改的虚拟上颌弓以及所修改的虚拟下颌弓进行虚拟关节运动,以确定正在接触的牙齿之间的穿透深度。基于所确定的穿透深度,虚拟关节运动系统24还可预测小平面的磨损量。

[0074] 虚拟关节运动系统24还可被配置为:针对一项或多项处理计划中的每项处理计划,基于处于目标状态下的接触点,计算动态碰撞度量(118)。在一个示例中,基于最大牙尖吻合、左侧偏移、右侧偏移、前偏移或后偏移中一者或多者处的接触点,虚拟关节运动系统24可以计算动态碰撞度量。

[0075] 任选地,虚拟关节运动系统24还可:针对一项或多项处理计划中的每项处理计划,基于处于目标设置状态下的动态碰撞度量,确定不舒适度评分(120)。不舒适度评分指示所预测的患者的不适程度。

[0076] 虚拟关节运动系统24还可:针对一项或多项处理计划中的每项处理计划,输出不舒适度评分(如果算出的话)的指示数据,并且针对一项或多项处理计划中的每项处理计划,输出动态碰撞度量的指示数据(122)。在一些示例中,基于接触点,虚拟关节运动系统24可显示触点图。在一些示例中,虚拟关节运动系统24可显示虚拟关节运动的模拟。在一些示例中,虚拟关节运动系统24可以在虚拟下颌弓和虚拟上颌弓旁边显示患者的过往扫描图。在一些示例中,虚拟关节运动系统24可显示动态碰撞度量或不舒适度评分中的至少一者以及针对某一患者群体的平均值。

[0077] 任选地,通过自动过程或通过用户输入,基于动态碰撞度量或不舒适度评分中的至少一者,虚拟关节运动系统24可修改多项处理计划中的一项处理计划(124)。如果这样,则基于所修改的处理计划,虚拟关节运动系统24可重复过程114-122。

[0078] 虚拟关节运动系统24还可选择处理计划,无论是通过用户输入还是自动过程(126)。在一个示例中,基于动态碰撞度量或不适度评分中的至少一者,虚拟关节运动系统24可确定最终设置状态。在另一示例中,基于动态碰撞度量或不适度评分中的至少一者,虚拟关节运动系统24可选择多项处理计划中的一项处理计划。

[0079] 在其他示例中,虚拟关节运动系统24可确定虚拟下颌弓和虚拟上颌弓的静态碰撞度量,并且基于动态碰撞度量和静态碰撞度量,选择多项处理计划中的一项处理计划。

[0080] 参考关于最终目标状态的虚拟关节运动和计算度量来描述图8的技术。然而,图8的技术也可应用于处理计划的一个或多个中间状态。例如,虚拟关节运动系统24可被配置为:针对一项或多项处理计划中的每项处理计划,修改至少一个中间状态和目标状态中的每个状态下的虚拟上颌弓和虚拟下颌弓;使所修改的虚拟上颌弓以及所修改的虚拟下颌弓进行虚拟关节运动,以针对一项或多项处理计划中的每项处理计划,确定至少一个中间状态和目标状态中的每个状态下的接触点。虚拟关节运动系统24还可:针对一项或多项处理计划中的每项处理计划,基于至少一个中间状态和目标状态中的每个状态下的接触点,计算动态碰撞度量;并且针对一项或多项处理计划中的每项处理计划,输出针对至少一个中间状态和目标状态中的每个状态的动态碰撞度量的指示数据。同样,基于动态碰撞度量,虚拟关节运动系统可修改一个或多个中间阶段,以及/或者基于动态碰撞度量,确定一个或多个中间状态。

[0081] 已描述了各种示例。这些示例以及其他示例均在以下权利要求书的范围内。

[0082] 例示性实施方案的列表

[0083] 1.一种方法,包括:

[0084] 由计算装置接收表示患者上颌弓的虚拟上颌弓扫描图指示数据以及表示患者下颌弓的虚拟下颌弓扫描图指示数据;

[0085] 基于虚拟上颌弓和虚拟下颌弓的初始状态,确定针对患者的一项或多项处理计划;

[0086] 由计算装置修改虚拟上颌弓和虚拟下颌弓,以生成针对一项或多项处理计划中的每项处理计划的目标状态;

[0087] 由计算装置使所修改的虚拟上颌弓以及所修改的虚拟下颌弓进行虚拟关节运动,以针对一项或多项处理计划中的每项处理计划,确定处于目标状态下的接触点;

[0088] 针对一项或多项处理计划中的每项处理计划,基于处于目标状态下的接触点,由计算装置计算动态碰撞度量;以及

[0089] 针对一项或多项处理计划中的每项处理计划,由计算装置输出动态碰撞度量的指示数据。

[0090] 2.根据实施方案1所述的方法,还包括:

[0091] 针对一项或多项处理计划中的每项处理计划,基于处于目标设置状态下的动态碰撞度量,由计算装置确定不适度评分,其中不适度评分指示所预测的患者的不适程度;以及

[0092] 针对一项或多项处理计划中的每项处理计划,由计算装置输出不适度评分的指示数据。

[0093] 3.根据实施方案1或实施方案2所述的方法,其中上颌弓和下颌弓处于咬合不正状态。

- [0094] 4. 根据实施方案1或实施方案2所述的方法,还包括:
- [0095] 由计算装置预测由一种或多种下颌运动在接触点处引起的磨损小平面。
- [0096] 5. 根据实施方案4所述的方法,其中一种或多种下颌运动包括以下中的一项或多项:前偏移、后偏移、左侧偏移或右侧偏移。
- [0097] 6. 根据实施方案1或实施方案2所述的方法,还包括:
- [0098] 基于虚拟关节运动,由计算装置确定是否实现了正确的尖牙导引。
- [0099] 7. 根据实施方案1或实施方案2所述的方法,还包括:
- [0100] 基于虚拟关节运动,由计算装置确定是否实现了正确的前牙导引。
- [0101] 8. 根据实施方案1或实施方案2所述的方法,其中由计算装置使所修改的虚拟上颌弓以及所修改的虚拟下颌弓进行虚拟关节运动包括:
- [0102] 由计算装置使所修改的虚拟上颌弓以及所修改的虚拟下颌弓进行虚拟关节运动以确定一个或多个下颌姿势处的接触点,其中一个或多个下颌姿势包括最大牙尖吻合、左侧偏移、右侧偏移、前偏移或后偏移。
- [0103] 9. 根据实施方案8所述的方法,其中基于接触点由计算装置计算动态碰撞度量包括:
- [0104] 基于最大牙尖吻合、左侧偏移、右侧偏移、前偏移或后偏移中一者或多者处的接触点,由计算装置计算动态碰撞度量。
- [0105] 10. 根据实施方案1或实施方案2所述的方法,其中进行虚拟关节运动还包括:
- [0106] 由计算装置使所修改的虚拟上颌弓以及所修改的虚拟下颌弓进行虚拟关节运动,以确定正在接触的牙齿之间的穿透深度,该方法还包括:
- [0107] 基于所确定的穿透深度,预测小平面磨损量。
- [0108] 11. 根据实施方案1或实施方案2所述的方法,其中一项或多项处理计划包括多项处理计划,该方法还包括:
- [0109] 基于动态碰撞度量或不适度评分中的至少一者,选择多项处理计划中的一项处理计划。
- [0110] 12. 根据实施方案11所述的方法,该方法还包括:
- [0111] 确定虚拟下颌弓和虚拟上颌弓的静态碰撞度量;以及
- [0112] 基于动态碰撞度量和静态碰撞度量,选择多项处理计划中的一项处理计划。
- [0113] 13. 根据实施方案11所述的方法,还包括:
- [0114] 基于动态碰撞度量或不适度评分中的至少一者,修改多项处理计划中的一项处理计划。
- [0115] 14. 根据实施方案1或实施方案2所述的方法,还包括:
- [0116] 基于动态碰撞度量或不适度评分中的至少一者,确定最终设置状态。
- [0117] 15. 根据实施方案1或实施方案2所述的方法,还包括:
- [0118] 基于动态碰撞度量或不适度评分中的至少一者,确定矫治器形式。
- [0119] 16. 根据实施方案1-15中任何组合所述的方法,还包括:
- [0120] 基于接触点,显示触点图。
- [0121] 17. 根据实施方案1-16中任何组合所述的方法,还包括:
- [0122] 显示虚拟关节运动的模拟。

- [0123] 18. 根据实施方案1-17中任何组合所述的方法,还包括:
- [0124] 在虚拟下颌弓和虚拟上颌弓旁边显示患者的过往扫描图。
- [0125] 19. 根据实施方案1-18中任何组合所述的方法,还包括:
- [0126] 显示动态碰撞度量或不适度评分中的至少一者以及针对某一患者群体的平均值。
- [0127] 20. 根据实施方案1-19中任何组合所述的方法,其中一项或多项处理计划还包括至少一个中间状态。
- [0128] 21. 根据实施方案20所述的方法,该方法还包括:
- [0129] 针对一项或多项处理计划中的每项处理计划,由计算装置修改处于至少一个中间状态和目标状态中的每个状态下的虚拟上颌弓和虚拟下颌弓;
- [0130] 由计算装置使所修改的虚拟上颌弓以及所修改的虚拟下颌弓进行虚拟关节运动,以针对一项或多项处理计划中的每项处理计划,确定至少一个中间状态和目标状态中的每个状态下的接触点;
- [0131] 针对一项或多项处理计划中的每项处理计划,基于处于至少一个中间状态和目标状态中的每个状态下的接触点,由计算装置计算动态碰撞度量;
- [0132] 针对一项或多项处理计划中的每项处理计划,由计算装置输出针对至少一个中间状态和目标状态中的每个状态的动态碰撞度量的指示数据。
- [0133] 22. 根据实施方案21所述的方法,还包括:
- [0134] 基于动态碰撞度量,由计算装置修改一个或多个中间阶段。
- [0135] 23. 根据实施方案21所述的方法,还包括:
- [0136] 基于动态碰撞度量,由计算装置确定一个或多个中间状态。
- [0137] 24. 一种设备,所述设备包括:
- [0138] 存储器,该存储器被配置为存储表示患者上颌弓的虚拟上颌弓扫描图指示数据以及表示患者下颌弓的虚拟下颌弓扫描图指示数据;和
- [0139] 处理器,该处理器与存储器通信,该处理器被配置为:
- [0140] 基于虚拟上颌弓和虚拟下颌弓的初始状态,确定针对患者的一项或多项处理计划;
- [0141] 修改虚拟上颌弓和虚拟下颌弓,以生成针对一项或多项处理计划中的每项处理计划的目标状态;
- [0142] 使所修改的虚拟上颌弓以及所修改的虚拟下颌弓进行虚拟关节运动,以针对一项或多项处理计划中的每项处理计划,确定处于目标状态下的接触点;
- [0143] 针对一项或多项处理计划中的每项处理计划,基于处于目标状态下的接触点,计算动态碰撞度量;以及
- [0144] 针对一项或多项处理计划中的每项处理计划,输出动态碰撞度量的指示数据。
- [0145] 25. 根据实施方案24所述的设备,其中处理器还被配置为:
- [0146] 针对一项或多项处理计划中的每项处理计划,基于处于目标设置状态下的动态碰撞度量,确定不适度评分,其中不适度评分指示所预测的患者的不适程度;以及
- [0147] 针对一项或多项处理计划中的每项处理计划,输出不适度评分的指示数据。
- [0148] 26. 根据实施方案24或实施方案25所述的设备,其中上颌弓和下颌弓处于咬合不正状态。

- [0149] 27. 根据实施方案24或实施方案25所述的设备,其中处理器还被配置为:
- [0150] 预测由一种或多种下颌运动在接触点处引起的磨损小平面。
- [0151] 28. 根据实施方案27所述的设备,其中一种或多种下颌运动包括以下中的一项或多项:前偏移、后偏移、左侧偏移或右侧偏移。
- [0152] 29. 根据实施方案24或实施方案25所述的设备,其中处理器还被配置为:
- [0153] 基于虚拟关节运动,确定是否实现了正确的尖牙导引。
- [0154] 30. 根据实施方案24或实施方案25所述的设备,其中处理器还被配置为:
- [0155] 基于虚拟关节运动,确定是否实现了正确的前牙导引。
- [0156] 31. 根据实施方案24或实施方案25所述的设备,其中为使所修改的虚拟上颌弓以及所修改的虚拟下颌弓进行虚拟关节运动,处理器还被配置为:
- [0157] 使所修改的虚拟上颌弓以及所修改的虚拟下颌弓进行虚拟关节运动以确定一个或多个下颌姿势处的接触点,其中一个或多个下颌姿势包括最大牙尖吻合、左侧偏移、右侧偏移、前偏移或后偏移。
- [0158] 32. 根据实施方案31所述的设备,其中为了基于接触点来计算动态碰撞度量,处理器还被配置为:
- [0159] 基于最大牙尖吻合、左侧偏移、右侧偏移、前偏移或后偏移中一者或多者处的接触点,计算动态碰撞度量。
- [0160] 33. 根据实施方案24或实施方案25所述的设备,其中处理器还被配置为:使所修改的虚拟上颌弓以及所修改的虚拟下颌弓进行虚拟关节运动,以确定正在接触的牙齿之间的穿透深度;以及
- [0161] 基于所确定的穿透深度,预测小平面磨损量。
- [0162] 34. 根据实施方案24或实施方案25所述的设备,其中一项或多项处理计划包括多项处理计划,并且其中处理器还被配置为:
- [0163] 基于动态碰撞度量或不适度评分中的至少一者,选择多项处理计划中的一项处理计划。
- [0164] 35. 根据实施方案34所述的设备,其中处理器还被配置为:
- [0165] 确定虚拟下颌弓和虚拟上颌弓的静态碰撞度量;以及
- [0166] 基于动态碰撞度量和静态碰撞度量,选择多项处理计划中的一项处理计划。
- [0167] 36. 根据实施方案34所述的设备,其中处理器还被配置为:
- [0168] 基于动态碰撞度量或不适度评分中的至少一者,修改多项处理计划中的一项处理计划。
- [0169] 37. 根据实施方案24或实施方案25所述的设备,其中处理器还被配置为:
- [0170] 基于动态碰撞度量或不适度评分中的至少一者,确定最终设置状态。
- [0171] 38. 根据实施方案24或实施方案25所述的设备,其中处理器还被配置为:
- [0172] 基于动态碰撞度量或不适度评分中的至少一者,确定矫治器形式。
- [0173] 39. 根据实施方案24-38中任何组合所述的设备,其中处理器还被配置为:
- [0174] 基于接触点,显示触点图。
- [0175] 40. 根据实施方案24-39中任何组合所述的设备,其中处理器还被配置为:
- [0176] 显示虚拟关节运动的模拟。

- [0177] 41. 根据实施方案24-40中任何组合所述的设备,其中处理器还被配置为:
- [0178] 在虚拟下颌弓和虚拟上颌弓旁边显示患者的过往扫描图。
- [0179] 42. 根据实施方案24-41中任何组合所述的设备,其中处理器还被配置为:
- [0180] 显示动态碰撞度量或不适度评分中的至少一者以及针对某一患者群体的平均值。
- [0181] 43. 根据实施方案24-42中任何组合所述的设备,其中一项或多项处理计划还包括至少一个中间状态。
- [0182] 44. 根据实施方案43所述的设备,其中处理器还被配置为:
- [0183] 针对一项或多项处理计划中的每项处理计划,修改处于至少一个中间状态和目标状态中的每个状态下的虚拟上颌弓和虚拟下颌弓;
- [0184] 使所修改的虚拟上颌弓以及所修改的虚拟下颌弓进行虚拟关节运动,以针对一项或多项处理计划中的每项处理计划,确定至少一个中间状态和目标状态中的每个状态下的接触点;
- [0185] 针对一项或多项处理计划中的每项处理计划,基于处于至少一个中间状态和目标状态中的每个状态下的接触点,计算动态碰撞度量;
- [0186] 针对一项或多项处理计划中的每项处理计划,输出针对至少一个中间状态和目标状态中的每个状态的动态碰撞度量的指示数据。
- [0187] 45. 根据实施方案44所述的设备,其中处理器还被配置为:
- [0188] 基于动态碰撞度量,修改一个或多个中间阶段。
- [0189] 46. 根据实施方案45所述的设备,其中处理器还被配置为:
- [0190] 基于动态碰撞度量,确定一个或多个中间阶段。
- [0191] 47. 一种存储指令的非暂态计算机可读存储介质,该指令在被执行时致使处理器:
- [0192] 接收表示患者上颌弓的虚拟上颌弓扫描图指示数据以及表示患者下颌弓的虚拟下颌弓扫描图指示数据;
- [0193] 基于虚拟上颌弓和虚拟下颌弓的初始状态,确定针对患者的一项或多项处理计划;
- [0194] 修改虚拟上颌弓和虚拟下颌弓,以生成针对一项或多项处理计划中的每项处理计划的目标状态;
- [0195] 使所修改的虚拟上颌弓以及所修改的虚拟下颌弓进行虚拟关节运动,以针对一项或多项处理计划中的每项处理计划,确定处于目标状态下的接触点;
- [0196] 针对一项或多项处理计划中的每项处理计划,基于处于目标状态下的接触点,计算动态碰撞度量;以及
- [0197] 针对一项或多项处理计划中的每项处理计划,输出动态碰撞度量的指示数据。

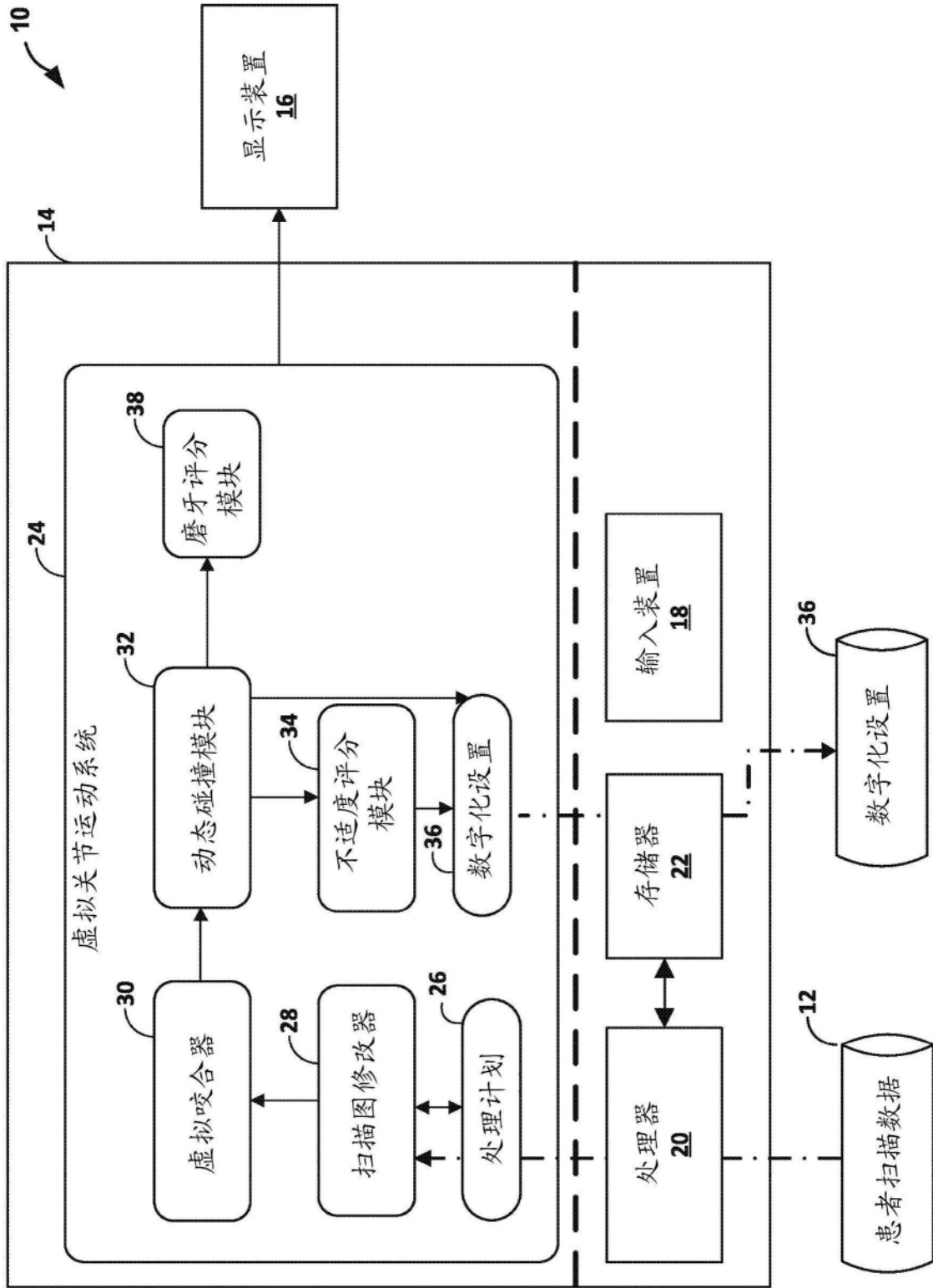


图1

12

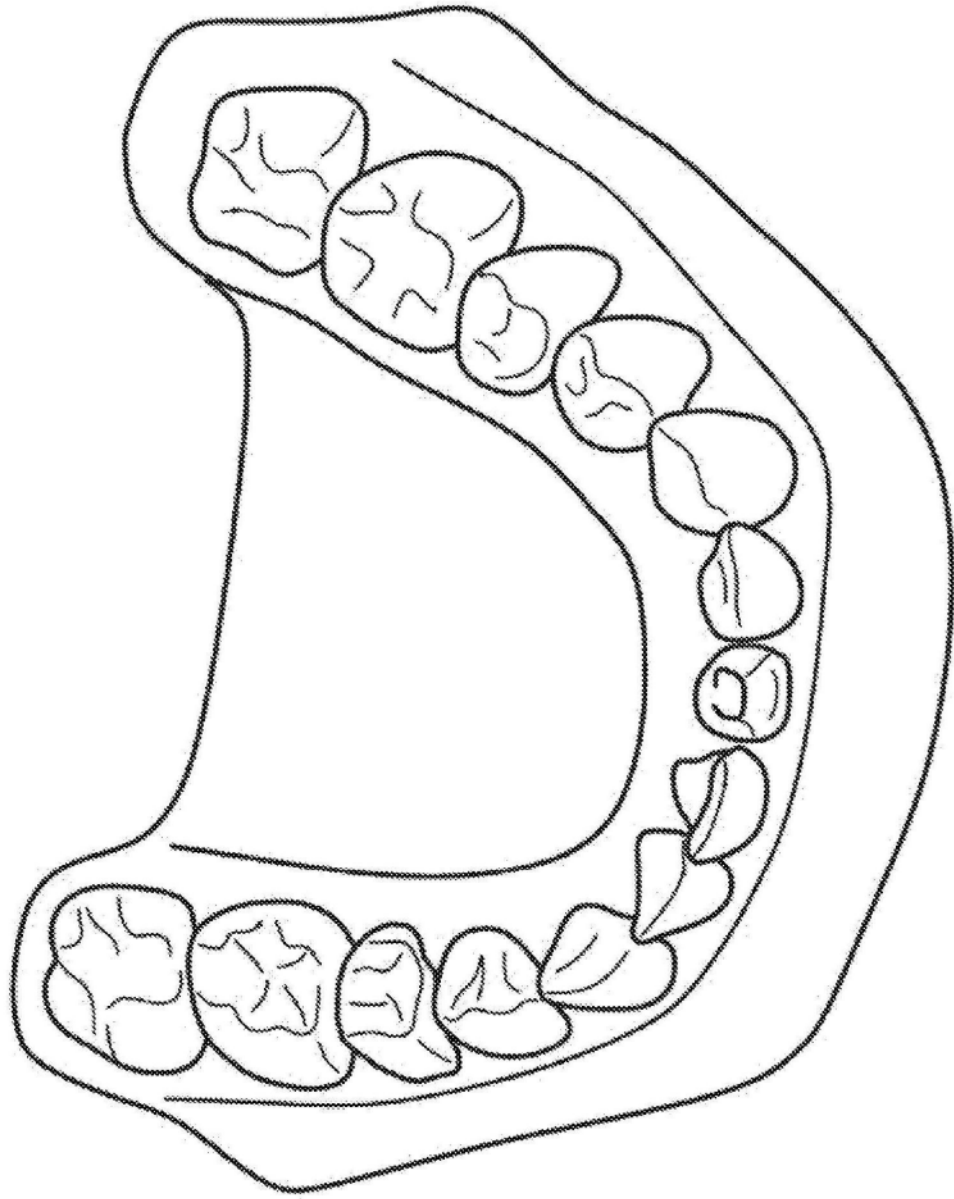


图2

46

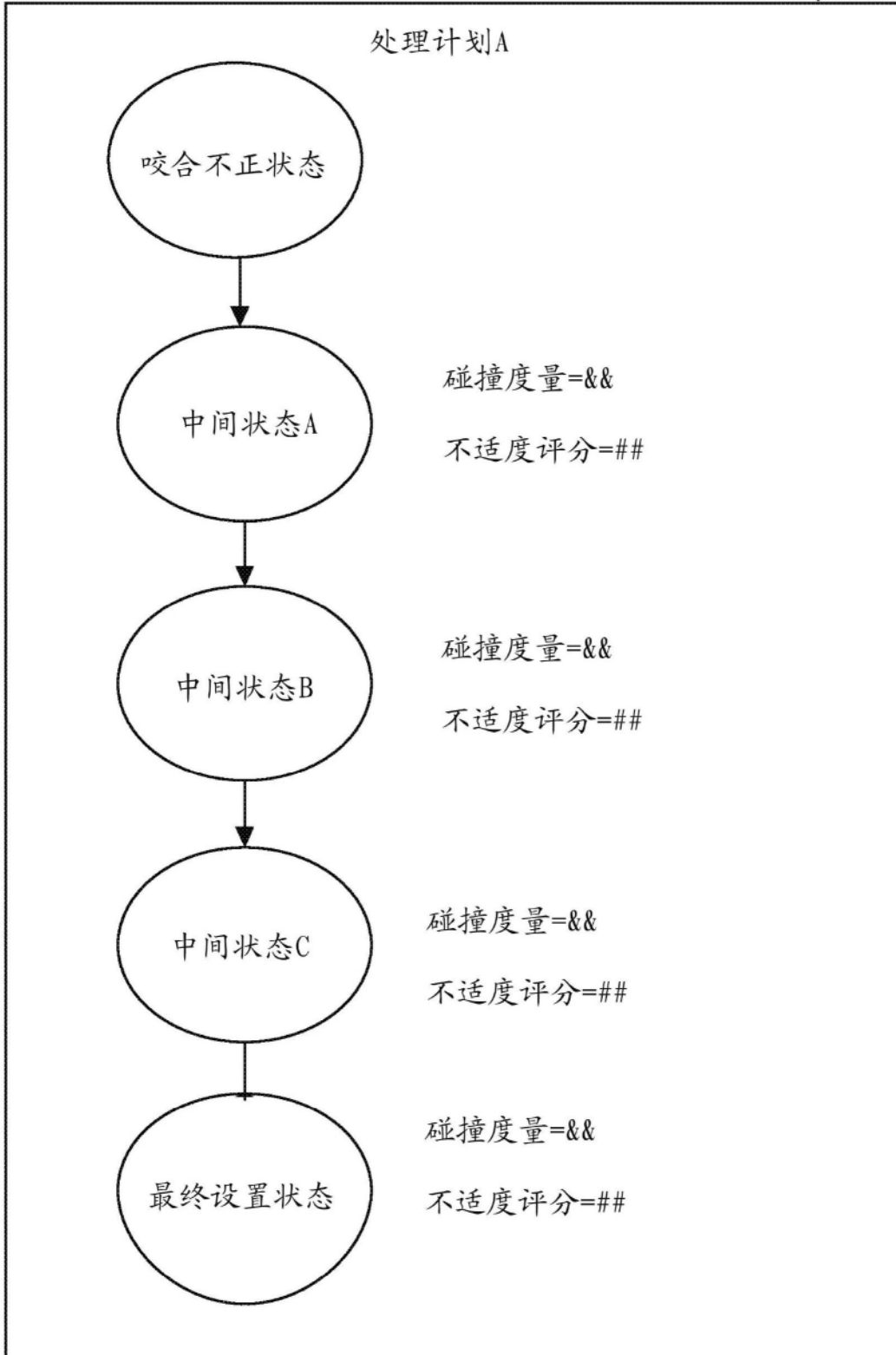


图5

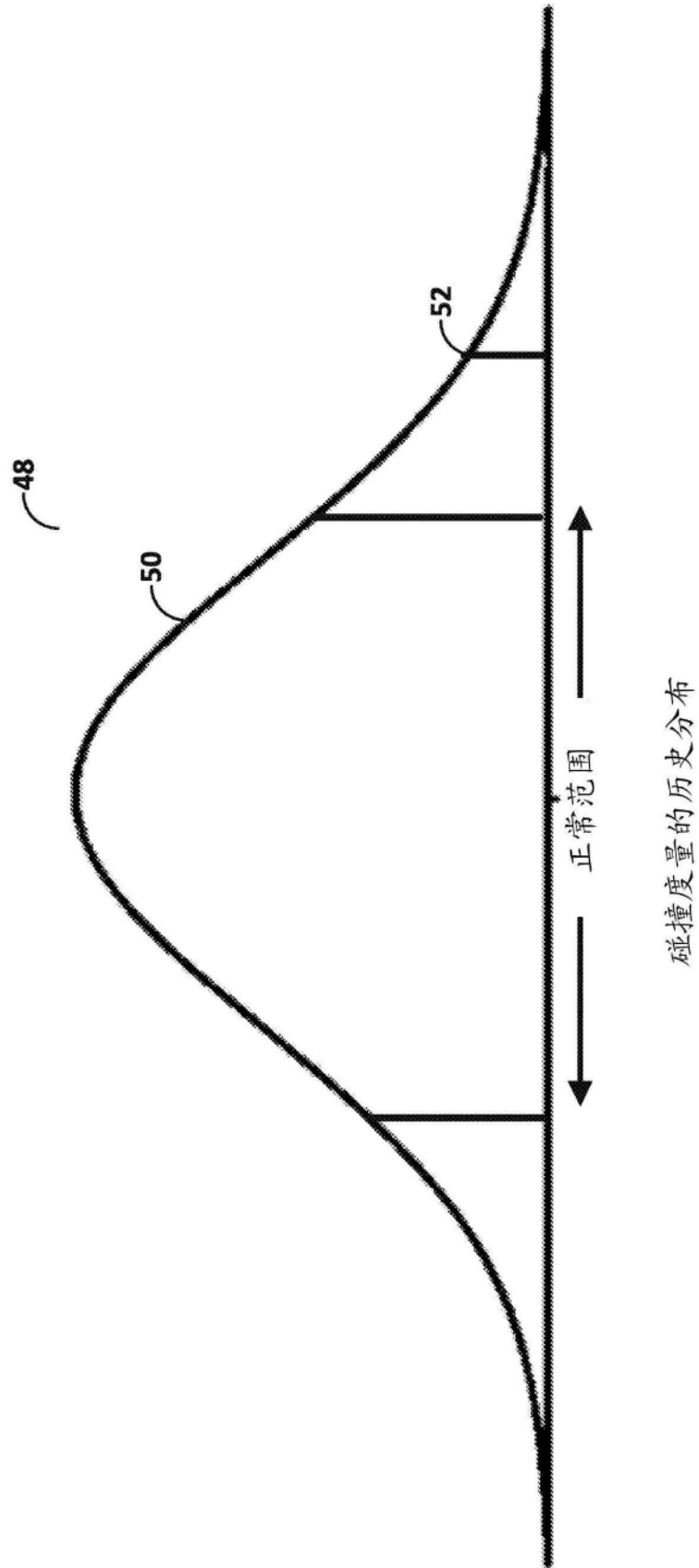


图6

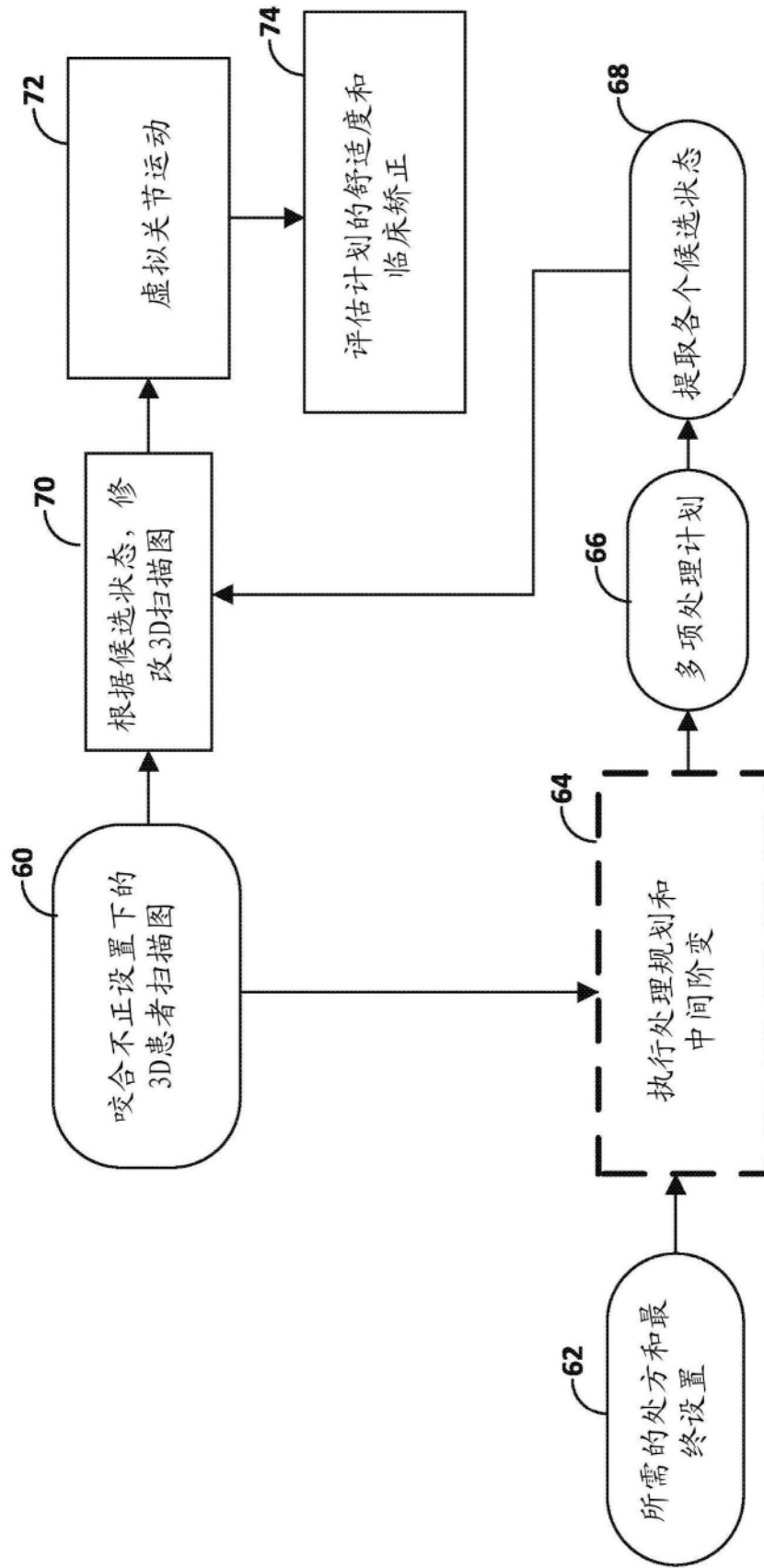


图7

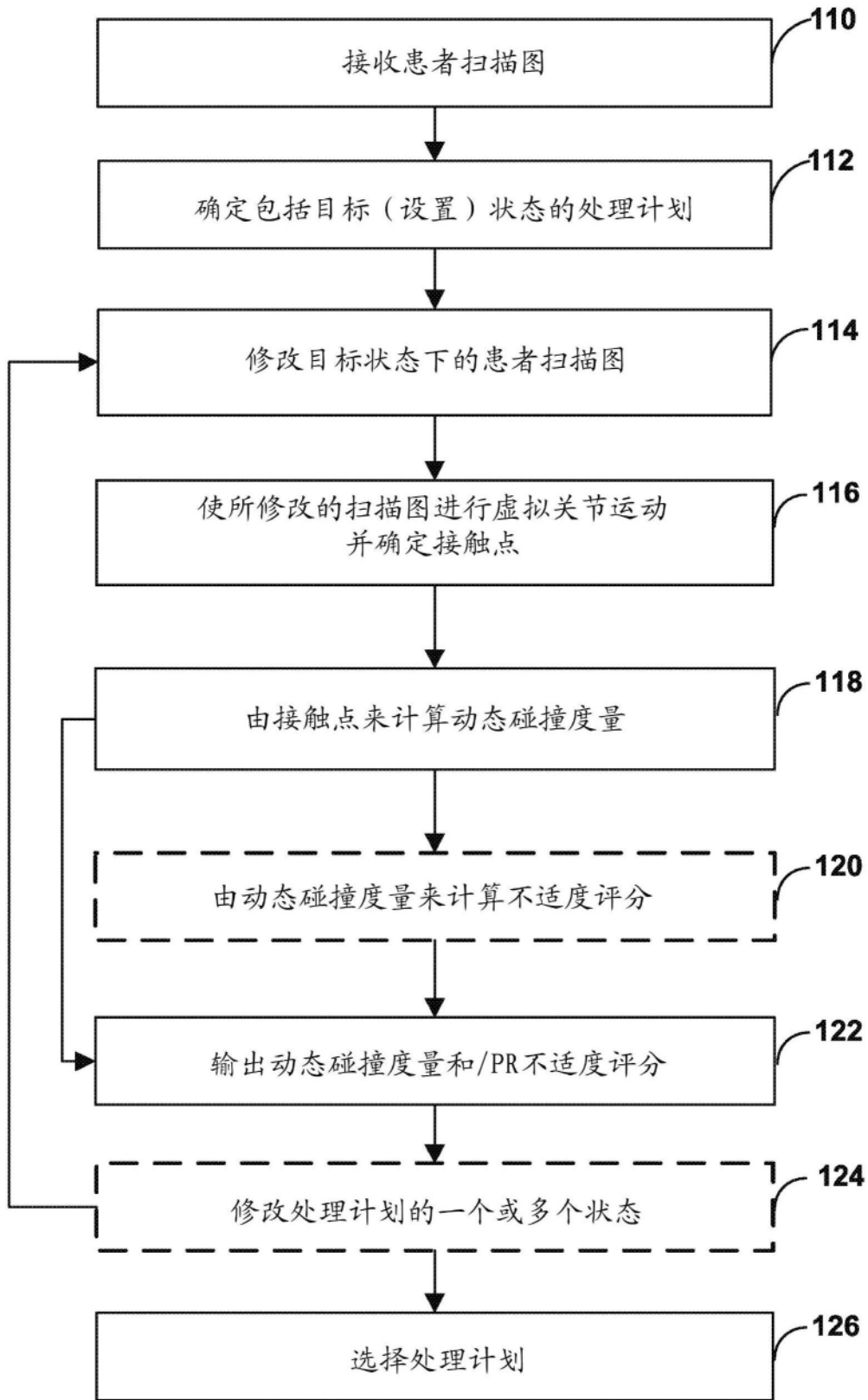


图8