



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 112884852 A

(43)申请公布日 2021.06.01

(21)申请号 201911201602.2

(22)申请日 2019.11.29

(71)申请人 上海正雅齿科科技股份有限公司

地址 201210 上海市浦东新区中国(上海)

自由贸易试验区祖冲之路2305号122  
室

(72)发明人 刘艳秋 刘珊珊 赵晓磊 姚峻峰

(74)专利代理机构 上海汉声知识产权代理有限公司 31236

代理人 胡晶

(51)Int.Cl.

G06T 11/00(2006.01)

权利要求书3页 说明书11页 附图5页

### (54)发明名称

一种便携式口腔扫描仪和口腔扫描系统

### (57)摘要

本发明公开了一种便携式口腔扫描仪和口腔扫描系统,该便携式口腔扫描仪的图像采集模块采集待扫描牙齿的图像信息;图像处理模块建立待测试牙齿模型并至少提取相邻两颗牙齿之间的间距;牙位确定模块根据一牙齿参考模型和待测试牙齿模型确定待测试牙齿模型的牙位;牙位显示模块显示所测试牙齿模型的牙位。本发明对扫描区域进行识别与指示,操作简单,方便携带,可以即刻获取用户的牙齿信息。



1. 一种便携式口腔扫描仪,其特征在于,包括图像采集模块、图像处理模块、牙位确定模块和牙位显示模块,其中,

所述图像采集模块采集待扫描牙齿的图像信息,并将所述图像信息发送至所述图像处理模块;

所述图像处理模块根据所述图像信息建立待测试牙齿模型,并提取待测试牙齿模型中每颗牙齿的表征位置的特征量以及相邻两颗牙齿之间的间距;

所述牙位确定模块根据一牙齿参考模型和所述待测试牙齿模型中每颗牙齿的表征位置的特征量以及相邻两颗牙齿之间的间距确定所述待测试牙齿模型的牙位;

所述牙位显示模块显示所述待测试牙齿模型的牙位。

2. 根据权利要求1所述的便携式口腔扫描仪,其特征在于,所述牙齿参考模型包括第一先验模型和第二先验模型,所述第一先验模型包括牙齿参考模型中每两颗相邻牙齿的间距以及该间距对应的缺牙数量,为不同数量缺失牙齿的间距计算概率分布函数值;所述第二先验模型包括牙齿参考模型中每颗牙齿的表征位置的特征量,为具有相同编号的牙齿的至少是表征位置的特征量计算概率分布函数值;

所述牙位确定模块基于隐马尔科夫模型确定待测试牙齿模型的牙位。

3. 根据权利要求2所述的便携式口腔扫描仪,其特征在于,所述牙齿参考模型还包括第三先验模型,所述第三先验模型包括牙齿参考模型中牙齿未缺失、或不同数量的牙齿缺失后每两颗相邻牙齿的牙位排列情况,计算牙位排列情况的概率分布函数值。

4. 根据权利要求2或3所述的便携式口腔扫描仪,其特征在于,所述牙位确定模块基于隐马尔科夫模型确定待测试牙齿模型的牙位,具体为:基于所述牙齿参考模型计算牙齿状态序列的每一种取值与牙齿观察序列同时出现的概率值,将计算出的最大概率值对应的牙齿状态序列的取值所表示的牙位排列情况作为待测试牙齿模型的牙位,其中,所述牙齿状态序列表示牙齿参考模型,所述牙齿观察序列表示待测试牙齿模型。

5. 根据权利要求1所述的便携式口腔扫描仪,其特征在于,所述每颗牙齿的表征位置的特征量是指每颗牙齿的中心点在牙合平面上的横坐标和纵坐标。

6. 根据权利要求1所述的便携式口腔扫描仪,其特征在于,所述牙位显示模块为牙槽形指示面板,所述牙槽形指示面板上设置有与牙位上的牙齿一一对应的多个指示灯,所述牙位显示模块基于所述待测试牙齿模型的牙位改变所述牙槽形指示面板上对应的指示灯的状态。

7. 根据权利要求1所述的便携式口腔扫描仪,其特征在于,还包括一通信模块,所述通信模块将所述待测试牙齿模型的牙位信息发送给一外部数据接收端。

8. 一种便携式口腔扫描仪,其特征在于,包括图像采集模块、图像处理模块、牙位确定模块和牙位显示模块,其中,

所述图像采集模块采集待扫描牙齿的图像信息,并将所述图像信息发送至所述图像处理模块;

所述图像处理模块根据所述图像信息建立待测试牙齿模型,并提取待测试牙齿模型中相邻两颗牙齿之间的间距;

所述牙位确定模块根据一牙齿参考模型和所述待测试牙齿模型中相邻两颗牙齿之间的间距确定所述待测试牙齿模型的牙位;

所述牙位显示模块显示所述待测试牙齿模型的牙位。

9. 根据权利要求8所述的便携式口腔扫描仪,其特征在于,所述牙齿参考模型包括第一先验模型,所述第一先验模型包括牙齿参考模型中每两颗相邻牙齿的间距以及该间距对应的缺牙数量,为不同数量缺失牙齿的间距计算概率分布函数值;

所述牙位确定模块基于隐马尔科夫模型确定待测试牙齿模型的牙位。

10. 根据权利要求9所述的便携式口腔扫描仪,其特征在于,所述牙齿参考模型还包括第三先验模型;所述第三先验模型包括牙齿参考模型中牙齿未缺失、或不同数量的牙齿缺失后每两颗相邻牙齿的牙位排列情况,计算牙位排列情况的概率分布函数值。

11. 根据权利要求9或10所述的便携式口腔扫描仪,其特征在于,所述基于隐马尔科夫模型确定待测试牙齿模型的牙位是指:基于所述牙齿参考模型计算牙齿状态序列的每一种取值与牙齿观察序列同时出现的概率值,将计算出的最大概率值对应的牙齿状态序列的取值所表示的牙位排列情况作为待测试牙齿模型的牙位,其中,所述牙齿状态序列表示牙齿参考模型,所述牙齿观察序列表示待测试牙齿模型。

12. 根据权利要求8所述的便携式口腔扫描仪,其特征在于,所述牙位显示模块为牙槽形指示面板,所述牙槽形指示面板上设置有与牙位上的牙齿一一对应的多个指示灯,所述牙位显示模块基于所述待测试牙齿模型的牙位改变所述牙槽形指示面板上对应的指示灯的状态。

13. 根据权利要求8所述的便携式口腔扫描仪,其特征在于,还包括一通信模块,所述通信模块将所述待测试牙齿模型的牙位信息发送给一外部数据接收端。

14. 根据权利要求13所述的便携式口腔扫描仪,其特征在于,所述外部数据接收端为具有通信功能的移动终端。

15. 一种口腔扫描系统,其特征在于,包括图像采集模块、图像处理模块、牙位确定模块、通信模块和具有通信功能的移动终端,其中,

所述图像采集模块采集待扫描牙齿的图像信息,并将所述图像信息发送至所述图像处理模块;

所述图像处理模块根据所述图像信息建立待测试牙齿模型,并提取待测试牙齿模型中每颗牙齿的表征位置的特征量以及相邻两颗牙齿之间的间距;

所述牙位确定模块根据一牙齿参考模型和所述待测试牙齿模型中每颗牙齿的表征位置的特征量以及相邻两颗牙齿之间的间距确定所述待测试牙齿模型的牙位;

所述通信模块将所述待测试牙齿模型的牙位信息发送给所述移动终端;

所述移动终端显示所述待测试牙齿模型的牙位。

16. 根据权利要求15所述的口腔扫描系统,其特征在于,所述牙齿参考模型包括第一先验模型和第二先验模型,其中,所述第一先验模型包括牙齿参考模型中每两颗相邻牙齿的间距以及该间距对应的缺牙数量,为不同数量缺失牙齿的间距计算概率分布函数值;所述第二先验模型包括牙齿参考模型中每颗牙齿的表征位置的特征量,为具有相同编号的牙齿的至少是表征位置的特征量计算概率分布函数值;

所述牙位确定模块基于隐马尔科夫模型确定待测试牙齿模型的牙位。

17. 根据权利要求16所述的口腔扫描系统,其特征在于,所述牙齿参考模型还包括第三先验模型,所述第三先验模型包括牙齿参考模型中牙齿未缺失、或不同数量的牙齿缺失后

每两颗相邻牙齿的牙位排列情况,计算牙位排列情况的概率分布函数值。

18. 根据权利要求16或17所述的口腔扫描系统,其特征在于,所述牙位确定模块基于隐马尔科夫模型确定待测试牙齿模型的牙位,具体为:基于所述牙齿参考模型计算牙齿状态序列的每一种取值与牙齿观察序列同时出现的概率值,将计算出的最大概率值对应的牙齿状态序列的取值所表示的牙位排列情况作为待测试牙齿模型的牙位,其中,所述牙齿状态序列表示牙齿参考模型,所述牙齿观察序列表示待测试牙齿模型。

19. 一种口腔扫描系统,其特征在于,包括图像采集模块、图像处理模块、牙位确定模块、通信模块和具有通信功能的移动终端,其中,

所述图像采集模块采集待扫描牙齿的图像信息,并将所述图像信息发送至所述图像处理模块;

所述图像处理模块根据所述图像信息建立待测试牙齿模型,并提取待测试牙齿模型中相邻两颗牙齿之间的间距;

所述牙位确定模块根据一牙齿参考模型和所述待测试牙齿模型中相邻两颗牙齿之间的间距确定所述待测试牙齿模型的牙位;

所述通信模块将所述待测试牙齿模型的牙位信息发送给所述移动终端;

所述移动终端显示所述待测试牙齿模型的牙位。

20. 根据权利要求19所述的口腔扫描系统,其特征在于,所述牙齿参考模型包括第一先验模型,所述第一先验模型包括牙齿参考模型中每两颗相邻牙齿的间距以及该间距对应的缺牙数量,为不同数量缺失牙齿的间距计算概率分布函数值;

所述牙位确定模块基于隐马尔科夫模型确定待测试牙齿模型的牙位。

21. 根据权利要求20所述的口腔扫描系统,其特征在于,所述牙齿参考模型还包括第三先验模型;所述第三先验模型包括牙齿参考模型中牙齿未缺失、或不同数量的牙齿缺失后每两颗相邻牙齿的牙位排列情况,计算牙位排列情况的概率分布函数值。

22. 根据权利要求20或21所述的口腔扫描系统,其特征在于,所述基于隐马尔科夫模型确定待测试牙齿模型的牙位是指:基于所述牙齿参考模型计算牙齿状态序列的每一种取值与牙齿观察序列同时出现的概率值,将计算出的最大概率值对应的牙齿状态序列的取值所表示的牙位排列情况作为待测试牙齿模型的牙位,其中,所述牙齿状态序列表示牙齿参考模型,所述牙齿观察序列表示待测试牙齿模型。

## 一种便携式口腔扫描仪和口腔扫描系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及口腔扫描技术领域，尤其涉及一种便携式口腔扫描仪和口腔扫描系统。

### 背景技术

[0002] 正畸可以包括重新定位未对齐的牙齿和改变咬合构型，以改善外貌和/或牙齿功能。在正畸过程中，需要获取患者的口内信息，目前所使用的获取口内信息的口腔扫描仪通常与电脑配合使用，医护人员通常会使用手持口腔扫描仪对患者口腔内的上下颌区域进行光学扫描，扫描过程中所形成的口内图像信息会在扫描仪所连接的电脑屏幕上显示，以指示扫描的进度。

[0003] 由于现在的扫描仪上没有扫描指示功能，使用时需要配合电脑完成扫描，无法单独使用，不方便携带，使得用户在使用时限制较多，无法真正实现随时随地的便携式扫描。由于口腔扫描是正畸过程的一个重要的环节，随着正畸行业的发展，人们对正畸的要求越来越高，口腔扫描仪将趋于小型化、便携式发展。

### 发明内容

[0004] 本发明的主要目的是克服现有技术缺陷，提供“一种便携式口腔扫描仪和口腔扫描系统”，解决了现有口腔扫描仪上没有扫描指示功能，使用时需要配合电脑完成扫描的问题，真正实现随时随地的便携式扫描。

[0005] 本发明提供的技术方案如下：

[0006] 一种便携式口腔扫描仪，包括图像采集模块、图像处理模块、牙位确定模块和牙位显示模块，其中，

[0007] 所述图像采集模块采集待扫描牙齿的图像信息，并将所述图像信息发送至所述图像处理模块；

[0008] 所述图像处理模块根据所述图像信息建立待测试牙齿模型，并提取待测试牙齿模型中每颗牙齿的表征位置的特征量以及相邻两颗牙齿之间的间距；

[0009] 所述牙位确定模块根据一牙齿参考模型和所述待测试牙齿模型中每颗牙齿的表征位置的特征量以及相邻两颗牙齿之间的间距确定所述待测试牙齿模型的牙位；

[0010] 所述牙位显示模块显示所述待测试牙齿模型的牙位。

[0011] 较佳地，所述牙齿参考模型包括第一先验模型和第二先验模型，所述第一先验模型包括牙齿参考模型中每两颗相邻牙齿的间距以及该间距对应的缺牙数量，为不同数量缺失牙齿的间距计算概率分布函数值；所述第二先验模型包括牙齿参考模型中每颗牙齿的表征位置的特征量，为具有相同编号的牙齿的至少是表征位置的特征量计算概率分布函数值；所述牙位确定模块基于隐马尔科夫模型确定待测试牙齿模型的牙位。

[0012] 较佳地，所述牙齿参考模型还包括第三先验模型，所述第三先验模型包括牙齿参考模型中牙齿未缺失、或不同数量的牙齿缺失后每两颗相邻牙齿的牙位排列情况，计算牙

位排列情况的概率分布函数值。

[0013] 较佳地,所述牙位确定模块基于隐马尔科夫模型确定待测试牙齿模型的牙位,具体为:基于所述牙齿参考模型计算牙齿状态序列的每一种取值与牙齿观察序列同时出现的概率值,将计算出的最大概率值对应的牙齿状态序列的取值所表示的牙位排列情况作为待测试牙齿模型的牙位,其中,所述牙齿状态序列表示牙齿参考模型,所述牙齿观察序列表示待测试牙齿模型。

[0014] 较佳地,所述每颗牙齿的表征位置的特征量是指每颗牙齿的中心点在牙合平面上的横坐标和纵坐标。

[0015] 较佳地,所述牙位显示模块为牙槽形指示面板,所述牙槽形指示面板上设置有与牙位上的牙齿一一对应的多个指示灯,所述牙位显示模块基于所述待测试牙齿模型的牙位改变所述牙槽形指示面板上对应的指示灯的状态。

[0016] 较佳地,还包括一通信模块,所述通信模块将所述待测试牙齿模型的牙位信息发送给一外部数据接收端。

[0017] 一种便携式口腔扫描仪,包括图像采集模块、图像处理模块、牙位确定模块和牙位显示模块,其中,所述图像采集模块采集待扫描牙齿的图像信息,并将所述图像信息发送至所述图像处理模块;所述图像处理模块根据所述图像信息建立待测试牙齿模型,并提取待测试牙齿模型中相邻两颗牙齿之间的间距;所述牙位确定模块根据一牙齿参考模型和所述待测试牙齿模型中相邻两颗牙齿之间的间距确定所述待测试牙齿模型的牙位;所述牙位显示模块显示所述待测试牙齿模型的牙位。

[0018] 较佳地,所述牙齿参考模型包括第一先验模型,所述第一先验模型包括牙齿参考模型中每两颗相邻牙齿的间距以及该间距对应的缺牙数量,为不同数量缺失牙齿的间距计算概率分布函数值;所述牙位确定模块基于隐马尔科夫模型确定待测试牙齿模型的牙位。

[0019] 较佳地,所述牙齿参考模型还包括第三先验模型;所述第三先验模型包括牙齿参考模型中牙齿未缺失、或不同数量的牙齿缺失后每两颗相邻牙齿的牙位排列情况,计算牙位排列情况的概率分布函数值。

[0020] 较佳地,所述基于隐马尔科夫模型确定待测试牙齿模型的牙位是指:基于所述牙齿参考模型计算牙齿状态序列的每一种取值与牙齿观察序列同时出现的概率值,将计算出的最大概率值对应的牙齿状态序列的取值所表示的牙位排列情况作为待测试牙齿模型的牙位,其中,所述牙齿状态序列表示牙齿参考模型,所述牙齿观察序列表示待测试牙齿模型。

[0021] 较佳地,所述牙位显示模块为牙槽形指示面板,所述牙槽形指示面板上设置有与牙位上的牙齿一一对应的多个指示灯,所述牙位显示模块基于所述待测试牙齿模型的牙位改变所述牙槽形指示面板上对应的指示灯的状态。

[0022] 较佳地,还包括一通信模块,所述通信模块将所述待测试牙齿模型的牙位信息发送给一外部数据接收端。

[0023] 较佳地,所述外部数据接收端为具有通信功能的移动终端。

[0024] 一种口腔扫描系统,包括图像采集模块、图像处理模块、牙位确定模块、通信模块和具有通信功能的移动终端,其中,所述图像采集模块采集待扫描牙齿的图像信息,并将所述图像信息发送至所述图像处理模块;所述图像处理模块根据所述图像信息建立待测试牙

齿模型,并提取待测试牙齿模型中每颗牙齿的表征位置的特征量以及相邻两颗牙齿之间的间距;所述牙位确定模块根据一牙齿参考模型和所述待测试牙齿模型中每颗牙齿的表征位置的特征量以及相邻两颗牙齿之间的间距确定所述待测试牙齿模型的牙位;所述通信模块将所述待测试牙齿模型的牙位信息发送给所述移动终端;所述移动终端显示所述待测试牙齿模型的牙位。

[0025] 较佳地,所述牙齿参考模型包括第一先验模型和第二先验模型,其中,所述第一先验模型包括牙齿参考模型中每两颗相邻牙齿的间距以及该间距对应的缺牙数量,为不同数量缺失牙齿的间距计算概率分布函数值;所述第二先验模型包括牙齿参考模型中每颗牙齿的表征位置的特征量,为具有相同编号的牙齿的至少是表征位置的特征量计算概率分布函数值;所述牙位确定模块基于隐马尔科夫模型确定待测试牙齿模型的牙位。

[0026] 较佳地,所述牙齿参考模型还包括第三先验模型,所述第三先验模型包括牙齿参考模型中牙齿未缺失、或不同数量的牙齿缺失后每两颗相邻牙齿的牙位排列情况,计算牙位排列情况的概率分布函数值。

[0027] 较佳地,所述牙位确定模块基于隐马尔科夫模型确定待测试牙齿模型的牙位,具体为:基于所述牙齿参考模型计算牙齿状态序列的每一种取值与牙齿观察序列同时出现的概率值,将计算出的最大概率值对应的牙齿状态序列的取值所表示的牙位排列情况作为待测试牙齿模型的牙位,其中,所述牙齿状态序列表示牙齿参考模型,所述牙齿观察序列表示待测试牙齿模型。

[0028] 一种口腔扫描系统,包括图像采集模块、图像处理模块、牙位确定模块、通信模块和具有通信功能的移动终端,其中,所述图像采集模块采集待扫描牙齿的图像信息,并将所述图像信息发送至所述图像处理模块;所述图像处理模块根据所述图像信息建立待测试牙齿模型,并提取待测试牙齿模型中相邻两颗牙齿之间的间距;所述牙位确定模块根据一牙齿参考模型和所述待测试牙齿模型中相邻两颗牙齿之间的间距确定所述待测试牙齿模型的牙位;所述通信模块将所述待测试牙齿模型的牙位信息发送给所述移动终端;所述移动终端显示所述待测试牙齿模型的牙位。

[0029] 较佳地,所述牙齿参考模型包括第一先验模型,所述第一先验模型包括牙齿参考模型中每两颗相邻牙齿的间距以及该间距对应的缺牙数量,为不同数量缺失牙齿的间距计算概率分布函数值;所述牙位确定模块基于隐马尔科夫模型确定待测试牙齿模型的牙位。

[0030] 较佳地,所述牙齿参考模型还包括第三先验模型;所述第三先验模型包括牙齿参考模型中牙齿未缺失、或不同数量的牙齿缺失后每两颗相邻牙齿的牙位排列情况,计算牙位排列情况的概率分布函数值。

[0031] 较佳地,所述基于隐马尔科夫模型确定待测试牙齿模型的牙位是指:基于所述牙齿参考模型计算牙齿状态序列的每一种取值与牙齿观察序列同时出现的概率值,将计算出的最大概率值对应的牙齿状态序列的取值所表示的牙位排列情况作为待测试牙齿模型的牙位,其中,所述牙齿状态序列表示牙齿参考模型,所述牙齿观察序列表示待测试牙齿模型。

[0032] 通过本发明提供的口腔扫描仪和口腔扫描系统,能够带来以下至少一种有益效果:

[0033] 1、本发明口腔扫描仪和口腔扫描系统可以对扫描区域进行识别与指示,使得用户

不需要外接电脑装置,就可以获取完整的牙齿信息。

[0034] 2、本发明口腔扫描仪和口腔扫描系统基于隐马尔科夫模型确定待测试牙齿模型的牙位,实现对扫描区域的准确识别与指示。

[0035] 3、本发明口腔扫描仪和口腔扫描系统操作简单,携带方便,节省了时间,能够快速、轻松的获取牙齿的图像信息。

## 附图说明

[0036] 下面将以明确易懂的方式,结合附图说明优选实施方式,对上述特性、技术特征、优点及其实现方式予以进一步说明。

[0037] 图1是本申请的口腔扫描仪的结构示意图;

[0038] 图2是本申请的牙位确定模块确定待测试牙齿模型的牙位的方法流程图;

[0039] 图3是上排牙齿具有牙齿编号的示意图;

[0040] 图4是本申请的待测试牙齿模型的牙位排列的示意图;

[0041] 图5是本申请的待测试牙齿模型的牙位排列的另一示意图;

[0042] 图6是本申请的待测试牙齿模型的牙位排列的另一示意图;

[0043] 图7是本申请的待测试牙齿模型的牙位排列的另一示意图;

[0044] 图8是本申请的指示灯的设置方式示意图;

[0045] 图9是本申请的指示灯的设置方式另一示意图;

[0046] 图10是本申请的另一口腔扫描仪的结构示意图;

[0047] 图11是本申请的另一牙位确定模块确定待测试牙齿模型的牙位的方法流程图;

[0048] 图12是本申请的另一牙位确定模块确定待测试牙齿模型的牙位的方法流程图;

[0049] 图13是本申请的另一牙位确定模块确定待测试牙齿模型的牙位的方法流程图;

[0050] 图14是本申请的另一口腔扫描系统的结构示意图。

[0051] 图中附图标记为:10-图像采集模块、20-图像处理模块、30-牙位确定模块、40-牙位显示模块、50-通信模块、60-移动终端、70-扫描头、80-壳体、401-指示灯。

## 具体实施方式

[0052] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对照附图说明本发明的具体实施方式。显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,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,并获得其他的实施方式。

[0053] 实施例一

[0054] 请参考图1,一种便携式口腔扫描仪,包括图像采集模块10、图像处理模块20、牙位确定模块30和牙位显示模块40,其中,

[0055] 所述图像采集模块10采集待扫描牙齿的图像信息,并将所述图像信息发送至所述图像处理模块20;

[0056] 所述图像处理模块20根据所述图像信息建立待测试牙齿模型,并提取待测试牙齿模型中每颗牙齿的表征位置的特征量以及相邻两颗牙齿之间的间距;

[0057] 可选地,还获取待测试牙齿模型的每颗牙齿的表征面积、体积、形状尺寸的特征量



的任一种或多种。

[0058] 作为一种优选实施例,所述每颗牙齿的表征位置的特征量是指每颗牙齿的中心点在牙合平面上的横坐标和纵坐标。

[0059] 具体而言,所述每颗牙齿的表征位置的特征量是指每颗牙齿的中心点在牙合平面上的横坐标和纵坐标。所述每颗牙齿的表征面积的特征量是指每颗牙齿的表面积。所述每颗牙齿的表征体积的特征量是指每颗牙齿的体积。所述每颗牙齿的表征形状尺寸的特征量包括每颗牙齿外接的最小立方体的长、宽、高;以及每颗牙齿表面曲率分布统计值中的任一种或多种。

[0060] 所述牙位确定模块30根据牙齿参考模型和所述待测试牙齿模型中每颗牙齿的表征位置的特征量以及相邻两颗牙齿之间的间距确定所述待测试牙齿模型的牙位;其中,所述牙齿参考模型包括第一先验模型、第二先验模型和第三先验模型,所述第一先验模型包括牙齿参考模型中每两颗相邻牙齿的间距以及该间距对应的缺牙数量,为不同数量缺失牙齿的间距计算概率分布函数值;所述第二先验模型包括牙齿参考模型中每颗牙齿的表征位置的特征量,为具有相同编号的牙齿的至少是表征位置的特征量计算概率分布函数值;所述第三先验模型包括牙齿参考模型中牙齿未缺失、或不同数量的牙齿缺失后每两颗相邻牙齿的牙位排列情况,计算牙位排列情况的概率分布函数值;

[0061] 所述牙位确定模块30基于隐马尔科夫模型确定待测试牙齿模型的牙位。

[0062] 作为一种优选实施例,所述牙位确定模块30基于隐马尔科夫模型确定待测试牙齿模型的牙位,具体为:基于第一先验模型、第二先验模型和第三先验模型计算牙齿状态序列的每一种取值与牙齿观察序列同时出现的概率值,将计算出的最大概率值对应的牙齿状态序列的取值所表示的牙位排列情况作为待测试牙齿模型的牙位,其中,所述牙齿状态序列表示牙齿参考模型,所述牙齿观察序列表示待测试牙齿模型。

[0063] 具体地,请参考图2,牙位确定模块30按照如下步骤确定所述待测试牙齿模型的牙位:

[0064] 步骤S110:建立第一先验模型、第二先验模型和第三先验模型。

[0065] 所述第一先验模型包括采集牙齿参考模型中每两颗相邻牙齿的间距以及该间距对应的缺牙数量,为不同数量缺失牙齿的间距计算概率分布函数值。优选地,所述第一先验模型至少包括计算缺牙数量为0颗至4颗的不同情形下牙齿间距的概率分布函数值。

[0066] 所述第二先验模型包括采集牙齿参考模型中每颗牙齿的表征位置的特征量,为具有相同编号的牙齿的至少是表征位置的特征量计算概率分布函数值。可选地,所述第二先验模型还包括采集已有的牙齿模型中每颗牙齿的表征面积、体积、形状尺寸的特征量的任一种或多种,为具有相同编号的牙齿的表征面积、体积、形状尺寸的特征量分别计算概率分布函数值。

[0067] 所述第三先验模型包括采集牙齿参考模型中牙齿未缺失、或不同数量的牙齿缺失后每两颗相邻牙齿的牙位排列情况,计算牙位排列情况的概率分布函数值。优选地,所述第三先验模型至少包括计算缺牙数量为0颗至4颗的不同情形下其左右两颗相邻牙齿的牙位排列情况的概率分布函数值。

[0068] 优选地,所述概率分布函数值为高斯分布(Gaussian distribution)函数值或卡方分布(chi-square distribution)函数值中的任一种。其中,高斯分布也称正态分布

(normal distribution)。

[0069] 步骤S120:基于隐马尔科夫模型确定待测试牙齿模型的牙位。隐马尔科夫模型是一种经典的机器学习模型,可用于预测(filter)、平滑(smoothing)或解码(most likely explanation)。其中解码是指给定先验模型和观察序列,求观察序列最可能对应的状态序列。本实施例中就是将牙齿参考模型的不同牙位排列情况作为状态序列,将待测试牙齿模型作为观察序列,基于隐马尔科夫模型的机器学习算法确定待测试牙齿模型的牙位。

[0070] 这里,给定的先验模型包括第一先验模型、第二先验模型和第三先验模型,牙齿状态序列为向量K, $K = [k_1, k_2, k_3, \dots, k_{2n-1}]$ ,n为牙齿参考模型包含的牙齿数量;向量K包含2n-1个元素,奇数元素的取值为牙齿编号,偶数元素的取值为相邻两颗牙齿之间的缺牙数量。牙齿状态序列K有 $16!/[n! \times (16-n)!]$ 种取值,其中!表示阶乘运算,n为0至16的整数;牙齿状态序列K的每一种取值分别对应牙齿参考模型的一种牙位排列情况。

[0071] 作为一种示例,所述牙齿编号为:假定牙齿无缺失,右上智齿往左上智齿方向依次编号1至16,右下智齿往左下智齿方向依次编号17至32。根据这种牙齿编号方式,图3至图7给出了上排牙齿模型的不同牙位排列情况。图中圆圈表示实际存留的牙齿,圆圈中的数字为牙齿编号。图中方框表示相邻两颗存留的牙齿之间的间隙,方框中的数字表示相邻两颗存留的牙齿之间的缺牙数量。

[0072] 进一步地,由牙齿观察序列表示待测试牙齿模型;所述牙齿观察序列为向量B, $B = [X_1, b_1, X_2, b_2, \dots, b_{n-1}, X_n]$ ;其中 $X_i$ 表示第i颗牙齿的特征量,i为1至n的整数; $b_j$ 表示相邻两颗牙齿之间的间距值,j为1至n-1的整数;n为待测试牙齿模型包含的牙齿数量。

[0073] 最后,所述基于隐马尔科夫模型确定待测试牙齿模型的牙位是指:基于第一先验模型、第二先验模型和第三先验模型计算牙齿状态序列的每一种取值与牙齿观察序列同时出现的概率值,将计算出的最大概率值对应的牙齿状态序列的取值所表示的牙位排列情况作为待测试牙齿模型的牙位。

[0074] 具体而言,先计算牙齿状态序列K的每一种取值下产生牙齿观察序列B的概率 $P(B|K)$ 、以及形成牙齿状态序列K的状态转换概率 $P(K)$ ,再计算牙齿观察序列B和牙齿状态序列K的每一种取值同时出现的概率 $P(B|K)P(K)$ ;将其中的最大概率值 $P(B,K)$ 对应的牙齿状态序列K的取值所表示的牙位排列情况作为待测试牙齿模型的牙位。

[0075] 例如,采用如下公式计算 $P(B|K)$ ;

$$[0076] \quad P(B|K) = \prod_{i=1}^n P(X_i|k_{2i-1}) \prod_{j=1}^{n-1} P(b_j|k_{2j});$$

[0077] 其中, $\Pi$ 表示连乘号, $P(X_i|k_{2i-1})$ 表示编号为 $k_{2i-1}$ 的牙齿出现特征量 $X_i$ 的概率, $P(b_j|k_{2j})$ 表示缺牙数量为 $k_{2j}$ 时出现相邻两颗牙齿之间的间距值为 $b_j$ 的概率。

[0078] 例如,采用如下公式计算 $P(K)$ ;

$$[0079] \quad P(K) = P(k_1) \prod_{i=1}^n P(k_{2i+1}|k_{2i-1});$$

[0080] 其中, $\Pi$ 表示连乘号, $P(k_{2i+1}|k_{2i-1})$ 代表牙齿编号为 $k_{2i-1}$ 的牙齿后面出现牙齿编号为 $k_{2i+1}$ 的牙齿的牙位排列情况的概率。

[0081] 例如,采用如下公式计算P(B,K);

$$[0082] \quad P(B,K) = \max_{\text{All Possible K in Q}} P(B|K)P(K);$$

[0083] 其中,max表示取最大值,Q表示向量K的所有取值的集合。

[0084] 最后,牙位显示模块40显示待测试牙齿模型的牙位。

[0085] 作为一种优选实施例,请参考图8和图9,牙位显示模块40为牙槽形指示面板,所述牙槽形指示面板上设置有与牙位上的牙齿一一对应的多个指示灯401,所述牙位显示模块40基于所述待测试牙齿模型的牙位改变所述牙槽形指示面板上对应的指示灯401的状态。

[0086] 具体地,请继续参考图8和图9,便携式口腔扫描仪包括壳体80和设置在壳体80一端部的扫描头70,牙位显示模块40(牙槽形指示面板)设置在壳体80上,牙槽形指示面板上设置有与牙位上的牙齿一一对应的牙齿模型,指示灯401与牙齿模型一一对应,指示灯401可采用以下设置方式:设置方式一,指示灯401设置在牙齿模型的一侧,如图8所示;设置方式二,指示灯401设置在牙齿模型内部(图中未示出),如图9所示。

[0087] 在对指示灯401进行控制时,可由一控制电路根据确定的待测试牙齿模型的牙位控制牙位上相应牙齿对应的指示灯状态改变,如指示灯401状态由暗变为亮或由亮变为暗,根据指示灯401的亮、暗情况,即可知对应牙齿的扫描情况。

[0088] 可以理解地,本实施例对指示灯401的具体设置方式、形状及亮暗状态等不做限定,只要其能指示相对应的牙齿的扫描情况即可。

[0089] 作为一种优选实施例,请参考图10,便携式口腔扫描仪还包括一通信模块50,所述通信模块50将所述待测试牙齿模型的牙位信息发送给一外部数据接收端60。

[0090] 作为一种优选实施例,所述外部数据接收端60为具有通信功能的移动终端。

[0091] 在使用本实施例便携式口腔扫描仪时,用户打开便携式口腔扫描仪开始扫描,便携式口腔扫描仪探入患者的口腔内部,图像采集模块10扫描患者的牙齿图像,图像处理模块20根据图像信息建立待测试牙齿模型,并提取待测试牙齿模型中每颗牙齿的表征位置的特征量以及相邻两颗牙齿之间的间距;牙位确定模块30根据牙齿参考模型和待测试牙齿模型中每颗牙齿的表征位置的特征量以及相邻两颗牙齿之间的间距确定待测试牙齿模型的牙位,牙位显示模块40显示待测试牙齿模型的牙位。

[0092] 实施例二

[0093] 本实施例的便携式口腔扫描仪与实施例一的便携式口腔扫描仪的区别仅在于:牙齿参考模型仅包括第一先验模型;

[0094] 具体地,由于牙齿参考模型仅包括第一先验模型,图像处理模块20只需提取待测试牙齿模型中相邻两颗牙齿之间的间距,可以不提取每颗牙齿的表征位置的特征量,牙位确定模块30则根据牙齿参考模型和待测试牙齿模型中每颗牙齿的相邻两颗牙齿之间的间距确定待测试牙齿模型的牙位;

[0095] 相应地,牙位确定模块30确定所述待测试牙齿模型的牙位的过程相应有一定区别,请参考图11,具体步骤如下:

[0096] 步骤S210:建立第一先验模型。

[0097] 所述第一先验模型包括采集牙齿参考模型中每两颗相邻牙齿的间距以及该间距对应的缺牙数量,为不同数量缺失牙齿的间距计算概率分布函数值。

[0098] 步骤S220:基于隐马尔科夫模型确定待测试牙齿模型的牙位。

[0099] 所述基于隐马尔科夫模型确定待测试牙齿模型的牙位是指:基于建立的一个先验模型或多个先验模型计算牙齿状态序列的每一种取值与牙齿观察序列同时出现的概率值,将计算出的最大概率值对应的牙齿状态序列的取值所表示的牙位排列情况作为待测试牙齿模型的牙位。

[0100] 这里,所述牙齿观察序列为向量 $B$ , $B=[X_1, b_1, X_2, b_2, \dots, b_{n-1}, X_n]$ ;其中 $X_i$ 表示第 $i$ 颗牙齿的特征量, $i$ 为1至 $n$ 的整数; $b_j$ 表示相邻两颗牙齿之间的间距值, $j$ 为1至 $n-1$ 的整数; $n$ 为待测试牙齿模型包含的牙齿数量;由于缺少第二先验模型,故 $X_i$ 采用常数。

[0101] 具体而言,所述步骤S220中,先计算牙齿状态序列 $K$ 的每一种取值下产生牙齿观察序列 $B$ 的概率 $P(B|K)$ 、以及形成牙齿状态序列 $K$ 的状态转换概率 $P(K)$ ,再计算牙齿观察序列 $B$ 和牙齿状态序列 $K$ 的每一种取值同时出现的概率 $P(B|K)P(K)$ ;将其中的最大概率值 $P(B, K)$ 对应的牙齿状态序列 $K$ 的取值所表示的牙位排列情况作为待测试牙齿模型的牙位。

[0102] 例如,采用如下公式计算 $P(B|K)$ ;

$$[0103] \quad P(B|K) = \prod_{i=1}^n P(X_i|k_{2i-1}) \prod_{j=1}^{n-1} P(b_j|k_{2j}) ;$$

[0104] 其中, $\Pi$ 表示连乘号, $P(X_i|k_{2i-1})$ 表示编号为 $k_{2i-1}$ 的牙齿出现特征量 $X_i$ 的概率; $P(b_j|k_{2j})$ 表示缺牙数量为 $k_{2j}$ 时出现相邻两颗牙齿之间的间距值为 $b_j$ 的概率。由于缺少第二先验模型,故 $P(X_i|k_{2i-1})$ 采用均匀分布。

[0105] 例如,采用如下公式计算 $P(K)$ ;

$$[0106] \quad P(K) = P(k_1) \prod_{i=1}^n P(k_{2i+1}|k_{2i-1}) ;$$

[0107] 其中 $\Pi$ 表示连乘号, $P(k_{2i+1}|k_{2i-1})$ 代表牙齿编号为 $k_{2i-1}$ 的牙齿后面出现牙齿编号为 $k_{2i+1}$ 的牙齿的牙位排列情况的概率。由于缺少第三先验模型,故 $P(k_{2i+1}|k_{2i-1})$ 采用均匀分布。

[0108] 例如,采用如下公式计算 $P(B, K)$ ;

$$[0109] \quad P(B, K) = \max_{\text{All Possible } K \text{ in } Q} P(B|K)P(K) ;$$

[0110] 其中, $\max$ 表示取最大值, $Q$ 表示向量 $K$ 的所有取值的集合。

[0111] 实施例三

[0112] 本实施例的便携式口腔扫描仪与实施例一的便携式口腔扫描仪的区别仅在于:牙齿参考模型仅包括第一先验模型和第二先验模型;

[0113] 具体地,由于牙齿参考模型仅包括第一先验模型第二先验模型,牙位确定模块30确定所述待测试牙齿模型的牙位的过程相应有一定区别,请参考图12,具体步骤如下:

[0114] 步骤S310:建立第一先验模型和第二先验模型。

[0115] 所述第一先验模型包括采集牙齿参考模型中每两颗相邻牙齿的间距以及该间距对应的缺牙数量,为不同数量缺失牙齿的间距计算概率分布函数值。所述第二先验模型包括采集已有的牙齿模型中每颗牙齿的表征位置的特征量,为具有相同编号的牙齿的至少是



表征位置的特征量计算概率分布函数值。

[0116] 步骤S320:基于隐马尔科夫模型确定待测试牙齿模型的牙位。

[0117] 所述基于隐马尔科夫模型确定待测试牙齿模型的牙位是指:基于建立的一个先验模型或多个先验模型计算牙齿状态序列的每一种取值与牙齿观察序列同时出现的概率值,将计算出的最大概率值对应的牙齿状态序列的取值所表示的牙位排列情况作为待测试牙齿模型的牙位。

[0118] 这里,所述牙齿观察序列为向量 $B$ , $B=[X_1, b_1, X_2, b_2, \dots, b_{n-1}, X_n]$ ;其中 $X_i$ 表示第 $i$ 颗牙齿的特征量, $i$ 为1至 $n$ 的整数; $b_j$ 表示相邻两颗牙齿之间的间距值, $j$ 为1至 $n-1$ 的整数; $n$ 为待测试牙齿模型包含的牙齿数量。

[0119] 具体而言,所述步骤S320中,先计算牙齿状态序列 $K$ 的每一种取值下产生牙齿观察序列 $B$ 的概率 $P(B|K)$ 、以及形成牙齿状态序列 $K$ 的状态转换概率 $P(K)$ ,再计算牙齿观察序列 $B$ 和牙齿状态序列 $K$ 的每一种取值同时出现的概率 $P(B|K)P(K)$ ;将其中的最大概率值 $P(B,K)$ 对应的牙齿状态序列 $K$ 的取值所表示的牙位排列情况作为待测试牙齿模型的牙位。

[0120] 例如,采用如下公式计算 $P(B|K)$ ;

$$[0121] \quad P(B|K) = \prod_{i=1}^n P(X_i|k_{2i-1}) \prod_{j=1}^{n-1} P(b_j|k_{2j}) ;$$

[0122] 其中, $\Pi$ 表示连乘号, $P(X_i|k_{2i-1})$ 表示编号为 $k_{2i-1}$ 的牙齿出现特征量 $X_i$ 的概率; $P(b_j|k_{2j})$ 表示缺牙数量为 $k_{2j}$ 时出现相邻两颗牙齿之间的间距值为 $b_j$ 的概率。

[0123] 例如,采用如下公式计算 $P(K)$ ;

$$[0124] \quad P(K) = P(k_1) \prod_{i=1}^n P(k_{2i+1}|k_{2i-1}) ;$$

[0125] 其中 $\Pi$ 表示连乘号, $P(k_{2i+1}|k_{2i-1})$ 代表牙齿编号为 $k_{2i-1}$ 的牙齿后面出现牙齿编号为 $k_{2i+1}$ 的牙齿的牙位排列情况的概率。由于缺少第三先验模型,故 $P(k_{2i+1}|k_{2i-1})$ 采用均匀分布。

[0126] 例如,采用如下公式计算 $P(B,K)$ ;

$$[0127] \quad P(B,K) = \max_{\text{All Possible } K \text{ in } Q} P(B|K)P(K) ;$$

[0128] 其中, $\max$ 表示取最大值, $Q$ 表示向量 $K$ 的所有取值的集合。

[0129] 实施例四

[0130] 本实施例的便携式口腔扫描仪与实施例一的便携式口腔扫描仪的区别仅在于:牙齿参考模型仅包括第一先验模型和第三先验模型;

[0131] 具体地,由于牙齿参考模型仅包括第一先验模型和第三先验模型,图像处理模块20只需提取待测试牙齿模型中相邻两颗牙齿之间的间距,可以不提取每颗牙齿的表征位置的特征量,牙位确定模块30则根据牙齿参考模型和待测试牙齿模型中每颗牙齿的相邻两颗牙齿之间的间距确定待测试牙齿模型的牙位;

[0132] 相应地,牙位确定模块30确定所述待测试牙齿模型的牙位的过程相应有一定区别,请参考图13,具体步骤如下:

[0133] 步骤S410:建立第一先验模型和第三先验模型。

[0134] 所述第一先验模型包括采集牙齿参考模型中每两颗相邻牙齿的间距以及该间距对应的缺牙数量,为不同数量缺失牙齿的间距计算概率分布函数值。

[0135] 所述第三先验模型包括采集已有的牙齿模型中牙齿未缺失、或不同数量的牙齿缺失后每两颗相邻牙齿的牙位排列情况,计算牙位排列情况的概率分布函数值。

[0136] 步骤S420:基于隐马尔科夫模型确定待测试牙齿模型的牙位。

[0137] 所述基于隐马尔科夫模型确定待测试牙齿模型的牙位是指:基于建立的一个先验模型或多个先验模型计算牙齿状态序列的每一种取值与牙齿观察序列同时出现的概率值,将计算出的最大概率值对应的牙齿状态序列的取值所表示的牙位排列情况作为待测试牙齿模型的牙位。

[0138] 这里,所述牙齿观察序列为向量 $B$ , $B=[X_1, b_1, X_2, b_2, \dots, b_{n-1}, X_n]$ ;其中 $X_i$ 表示第 $i$ 颗牙齿的特征量, $i$ 为1至 $n$ 的整数; $b_j$ 表示相邻两颗牙齿之间的间距值, $j$ 为1至 $n-1$ 的整数; $n$ 为待测试牙齿模型包含的牙齿数量;由于缺少第二先验模型,故 $X_i$ 采用常数。

[0139] 具体而言,所述步骤S420中,先计算牙齿状态序列 $K$ 的每一种取值下产生牙齿观察序列 $B$ 的概率 $P(B|K)$ 、以及形成牙齿状态序列 $K$ 的状态转换概率 $P(K)$ ,再计算牙齿观察序列 $B$ 和牙齿状态序列 $K$ 的每一种取值同时出现的概率 $P(B|K)P(K)$ ;将其中的最大概率值 $P(B,K)$ 对应的牙齿状态序列 $K$ 的取值所表示的牙位排列情况作为待测试牙齿模型的牙位。

[0140] 例如,采用如下公式计算 $P(B|K)$ ;

$$[0141] \quad P(B|K) = \prod_{i=1}^n P(X_i|k_{2i-1}) \prod_{j=1}^{n-1} P(b_j|k_{2j}) ;$$

[0142] 其中, $\Pi$ 表示连乘号, $P(X_i|k_{2i-1})$ 表示编号为 $k_{2i-1}$ 的牙齿出现特征量 $X_i$ 的概率; $P(b_j|k_{2j})$ 表示缺牙数量为 $k_{2j}$ 时出现相邻两颗牙齿之间的间距值为 $b_j$ 的概率。由于缺少第二先验模型,故 $P(X_i|k_{2i-1})$ 采用均匀分布。

[0143] 例如,采用如下公式计算 $P(K)$ ;

$$[0144] \quad P(K) = P(k_1) \prod_{i=1}^n P(k_{2i+1}|k_{2i-1}) ;$$

[0145] 其中 $\Pi$ 表示连乘号, $P(k_{2i+1}|k_{2i-1})$ 代表牙齿编号为 $k_{2i-1}$ 的牙齿后面出现牙齿编号为 $k_{2i+1}$ 的牙齿的牙位排列情况的概率。

[0146] 例如,采用如下公式计算 $P(B,K)$ ;

$$[0147] \quad P(B,K) = \max_{\text{All Possible } K \text{ in } Q} P(B|K)P(K) ;$$

[0148] 其中, $\max$ 表示取最大值, $Q$ 表示向量 $K$ 的所有取值的集合。

[0149] 实施例五

[0150] 基于上述实施例一至实施例四提供的口腔扫描仪,本实施例还提供一种口腔扫描系统,请参考图14,包括图像采集模块10、图像处理模块20、牙位确定模块30、通信模块50和具有通信功能的移动终端60,其中,图像采集模块10、图像处理模块20、牙位确定模块30实现上述实施例一至实施例四任一实施例中对应图像采集模块10、图像处理模块20、牙位确

定模块30的功能。

[0151] 进一步地,通信模块50将待测试牙齿模型的牙位信息发送给移动终端60,移动终端60显示待测试牙齿模型的牙位。

[0152] 应当说明的是,上述实施例均可根据需要自由组合。以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

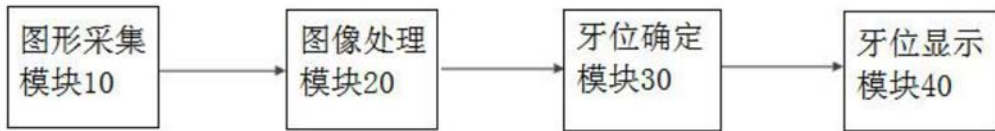


图1



图2

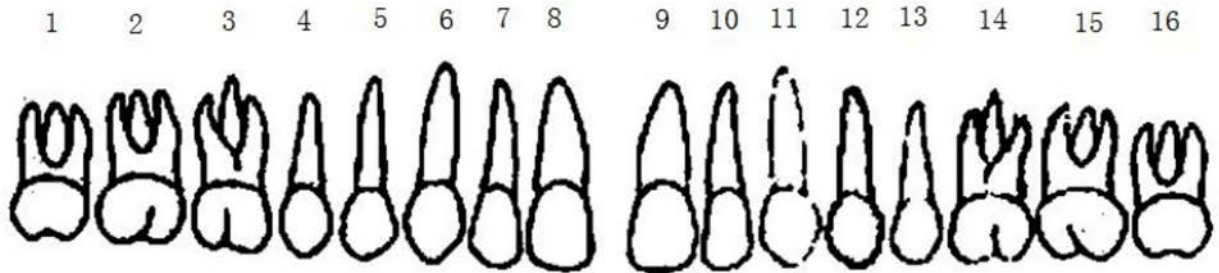


图3

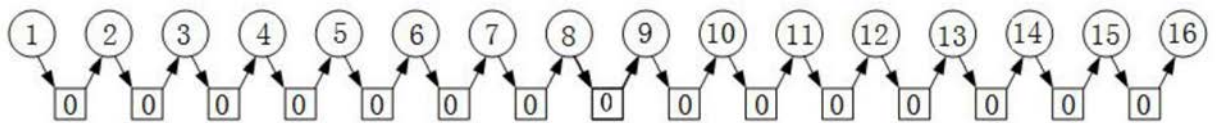


图4

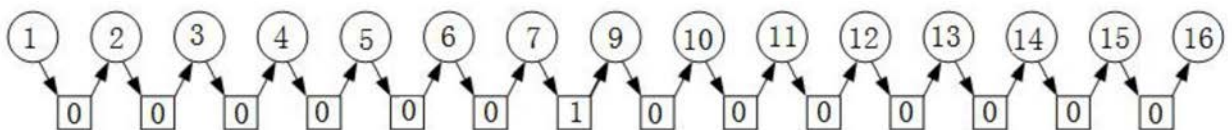


图5



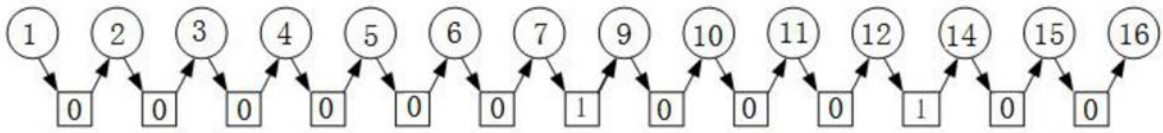


图6

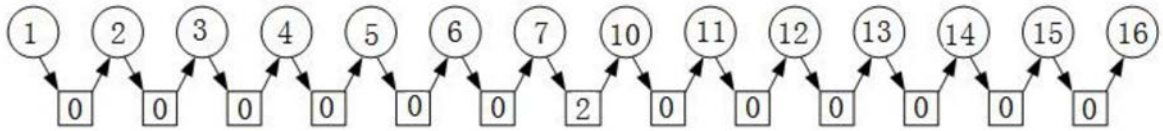


图7

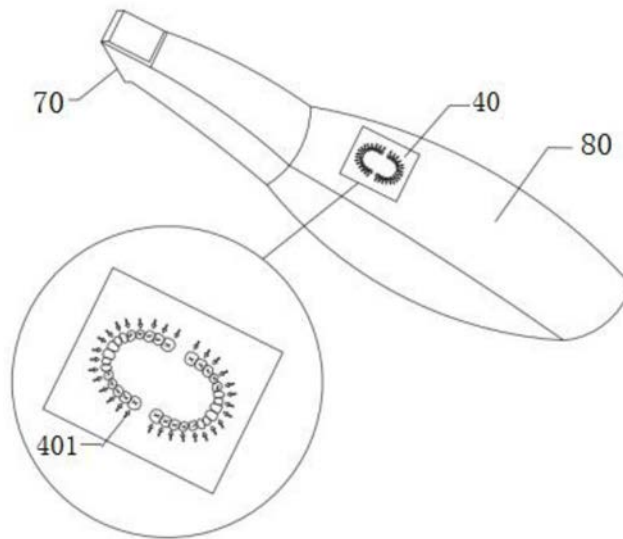


图8

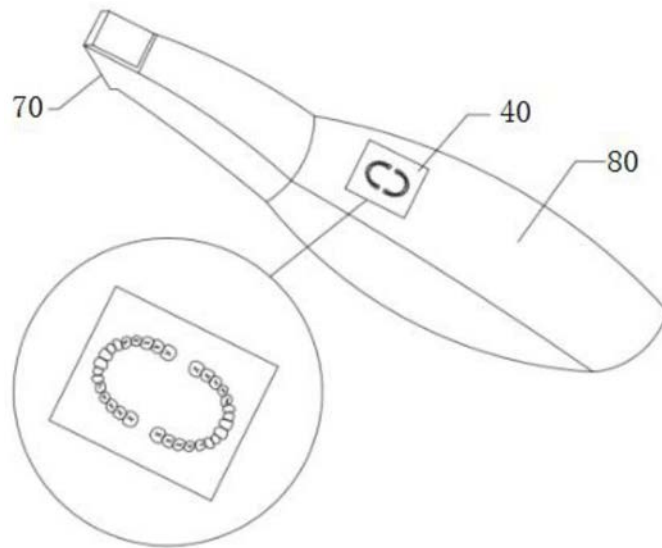


图9

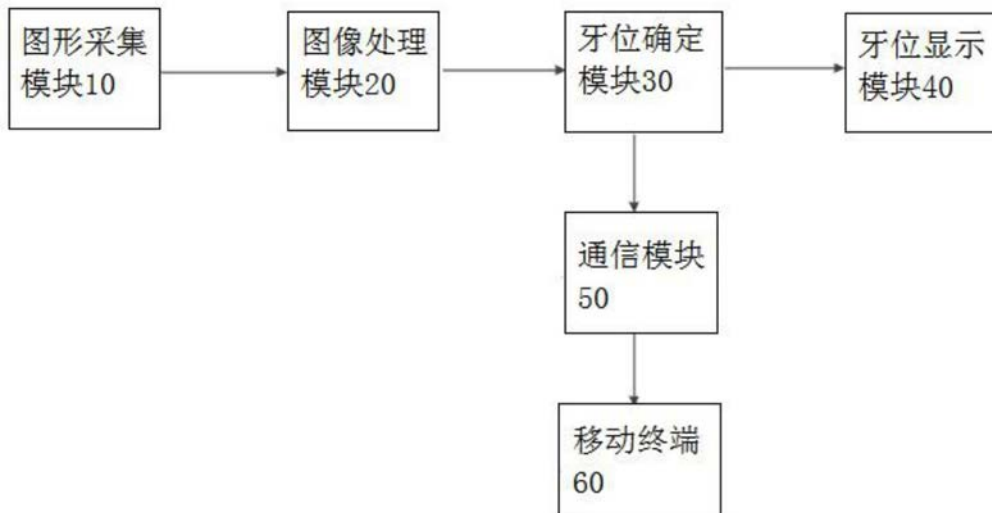


图10

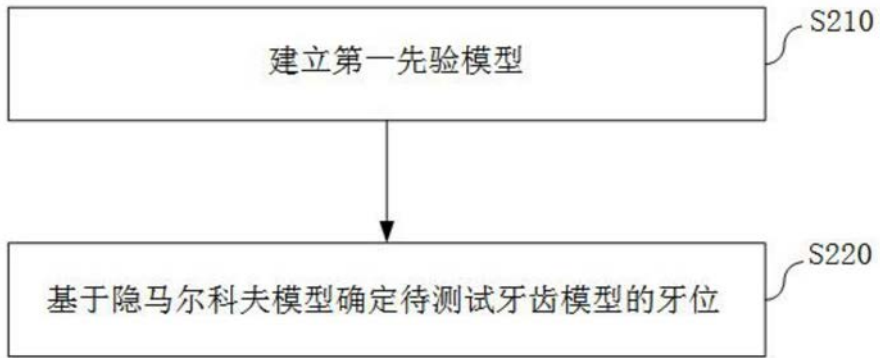


图11

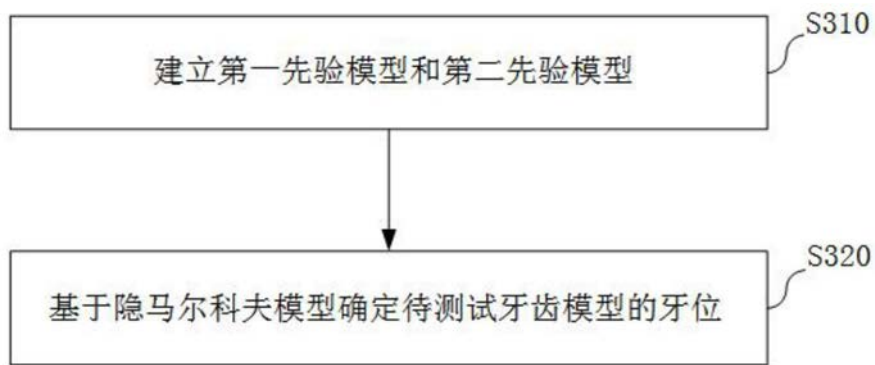


图12

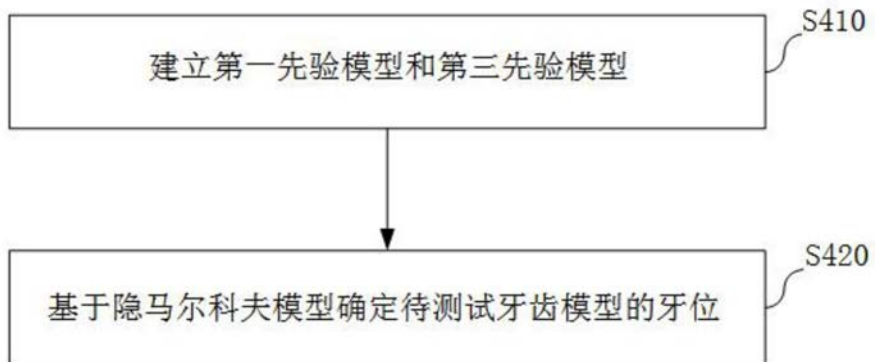


图13

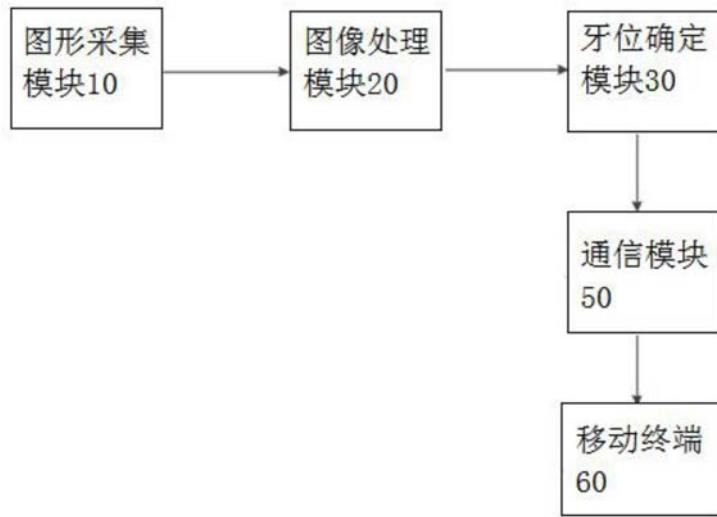


图14