

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2018 年 3 月 1 日 (01.03.2018)



(10) 国际公布号
WO 2018/035837 A1

(51) 国际专利分类号:
A61C 19/04 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2016/096851

(22) 国际申请日: 2016 年 8 月 26 日 (26.08.2016)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(71) 申请人: 中国科学院深圳先进技术研究院 (SHENZHEN INSTITUTES OF ADVANCED TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。

(72) 发明人: 夏泽洋(XIA, Zeyang); 中国广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。 张东霞(ZHANG, Dongxia); 中国广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。 甘阳洲(GAN, Yangzhou); 中国广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。 熊璟

(XIONG, Jing); 中国广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。

(74) 代理人: 深圳鼎合诚知识产权代理有限公司 (DHC IP ATTORNEYS); 中国广东省深圳市福田区金田路与福华路交汇处现代国际大厦 2201, Guangdong 518048 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,

(54) Title: THREE-DIMENSIONAL TOOTH AXIS ESTIMATION METHOD AND DEVICE

(54) 发明名称: 一种估算三维牙轴的方法和装置

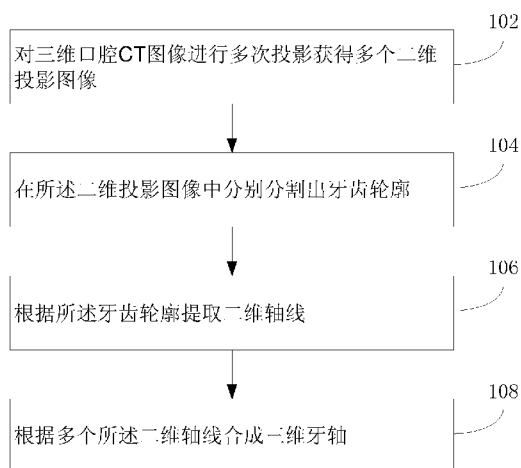


图 1

- 102 Perform multiple projection operations on a three-dimensional CT image of an oral cavity to obtain multiple two-dimensional projection images
104 Perform, on the two-dimensional projection images, segmentation to obtain tooth contours
106 Extract two-dimensional axis lines according to the tooth contours
108 Synthesize, according to the multiple two-dimensional axis lines, a three-dimensional tooth axis

(57) Abstract: A three-dimensional tooth axis estimation method, comprising: performing multiple projection operations on a three-dimensional CT image of an oral cavity to obtain multiple two-dimensional projection images (102); performing, on the two-dimensional projection images, segmentation to obtain tooth contours (104); extracting two-dimensional axis lines according to the tooth contours (106); and synthesizing, according to the multiple two-dimensional axis lines, a three-dimensional tooth axis (108). Also disclosed is a device corresponding to the three-dimensional tooth axis estimation method.

(57) 摘要: 一种估算三维牙轴的方法, 包括: 将三维口腔CT图像进行多次投影获得多张二维投影图像 (102); 在所述二维投影图像中分别分割出牙齿轮廓 (104); 根据所述牙齿轮廓提取二维轴线 (106); 根据多个所述二维轴线合成三维牙轴 (108)。还公开了估算三维牙轴方法相应的装置。

CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布：

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

发明名称：一种估算三维牙轴的方法和装置

技术领域

[0001] 本申请涉及图像处理，尤其涉及一种估算三维牙轴的方法和装置。

[0002] 背景技术

[0003] 在口腔正畸与牙齿种植中，口腔医师需要借助牙轴进行治疗规划，牙轴的不准确和缺失可能导致方案规划的不合理和失败。现有很多技术仅利用牙冠进行牙轴估算，这样估算的牙轴因不能反映牙根的方位，结果不准确；且仅考虑牙冠信息不能确定仅有部分牙冠萌出或无牙冠萌出的阻生牙和埋伏牙的牙轴。随着计算机技术和口腔CT扫描技术的发展，口腔CT图像在口腔正畸与口腔修复中受到广泛应用。有些技术虽然利用口腔CT图像中完整的牙冠与牙根信息进行牙轴估算，但都需要首先从口腔CT图像中分割出完整的牙齿。由于口腔CT图像中牙根与牙槽骨灰度接近，完整牙齿的分割非常困难，这些技术容易造成牙轴估算失败。同时，同一患者的口腔CT图像一般有几百张，分割耗时长，效率低。

[0004] 发明内容

[0005] 本申请提供一种估算三维牙轴的方法和装置。

[0006] 根据本申请的第一方面，本申请提供一种估算三维牙轴的方法，其特征在于，包括：

[0007] 将三维口腔CT图像转换为多张二维投影图像，根据所述二维投影图像提取三维牙轴。

[0008] 上述方法，所述将三维口腔CT图像转换为多张二维投影图像，根据所述二维投影图像提取三维牙轴，具体包括：

[0009] 对三维口腔CT图像进行多次投影获得多张二维投影图像；

[0010] 在所述二维投影图像中分别分割出牙齿轮廓；

[0011] 根据所述牙齿轮廓提取二维轴线；

[0012] 根据多个所述二维轴线合成三维牙轴。

[0013] 上述方法，所述将所述二维投影图像分割出牙齿轮廓，具体包括：

- [0014] 对所述二维投影图像进行预处理;
- [0015] 采用自动或手动交互方式分割提取出牙齿二维轮廓。
- [0016] 上述方法,所述根据所述牙齿轮廓提取二维轴线,具体包括:
- [0017] 在二维投影图像上提取二维轴线,提取的二维轴线包括沿所述牙齿轮廓的长轴方向,并通过所述牙齿轮廓的质心点的直线。
- [0018] 上述方法,对三维口腔CT图像进行投影获得二维投影图像,具体包括:
- [0019] 将牙齿牙槽骨区域从所述三维口腔CT图像中提取出来;
- [0020] 从所述牙齿牙槽骨区域获取牙弓曲线;
- [0021] 将所述牙齿牙槽骨区域以所述牙弓曲线的法线方向为投影方向进行投影,得到第一张二维投影图像;
- [0022] 以所述第一张二维投影图像的二维牙齿轴线在其牙齿轮廓的左右平行轴线所确定的牙齿牙槽骨区域为投影区域,以过所述第一张二维投影图像的二维牙齿轴线的平面的法线为投影方向,对所述投影区域进行投影,得到多张二维投影图像。
- [0023] 根据本申请的第二方面,本申请提供一种估算三维牙轴的装置,所述装置,用于将三维口腔CT图像转换为多张二维投影图像,并根据所述二维投影图像提取三维牙轴。
- [0024] 上述装置中,所述装置包括:
- [0025] 投影模块,用于对三维口腔CT图像进行多次投影获得多张二维投影图像;
- [0026] 分割模块,用于在所述二维投影图像中分别分割出牙齿轮廓;
- [0027] 提取模块,用于根据所述牙齿轮廓提取二维轴线;
- [0028] 合成模块,用于根据多个所述二维轴线合成三维牙轴。
- [0029] 上述装置中,所述分割模块,还用于对所述二维投影图像进行预处理,对预处理后的二维投影图像,采用自动或手动交互方式分割提取出牙齿二维轮廓。
- [0030] 上述装置中,所述提取模块,还用于在二维投影图像上提取二维轴线,提取的二维轴线包括沿所述牙齿轮廓的长轴方向,并通过所述牙齿轮廓的质心点的直线。
- [0031] 上述装置中,所述投影模块,还用于将牙齿牙槽骨区域从所述三维口腔CT图

像中提取出来，从所述牙齿牙槽骨区域获取牙弓曲线，将所述牙齿牙槽骨区域以所述牙弓曲线的法线方向为投影方向进行投影，得到第一张二维投影图像；以所述第一张二维投影图像的二维牙齿轴线在其牙齿轮廓的左右平行轴线所确定的牙齿牙槽骨区域为投影区域，以过所述第一张二维投影图像的二维牙齿轴线的平面的法线为投影方向，对所述投影区域进行投影，得到多张二维投影图像。

[0032] 由于采用了以上技术方案，使本申请具备的有益效果在于：

[0033] 在本申请的具体实施方式中，由于将三维口腔CT图像转换为多张二维投影图像，根据二维投影图像提取三维牙轴，本申请综合考虑了牙冠和牙根信息，只需要对每颗牙齿在多张二维投影图像上进行轮廓分割，无需在患者口腔CT图像中进行完整牙齿的分割，牙轴估算效率更高。同时，由于二维投影图像上牙根与牙槽骨的差异比原始的口腔CT图像中两者的差异更明显一些，牙齿轮廓分割更加容易，且估算的三维牙轴也更准确。

[0034] 附图说明

[0035] 图1为本申请的方法在一种实施方式中的流程图；

[0036] 图2为本申请的方法在一种实施方式中获得二维牙齿轮廓的流程图；

[0037] 图3为本申请的方法在一种实施方式中获得二维投影图像的流程图；

[0038] 图4为本申请的方法在另一种实施方式中获得二维投影图像的流程图；

[0039] 图5为本申请的装置在一种实施方式中的功能模块示意图。

[0040] 具体实施方式

[0041] 下面通过具体实施方式结合附图对本申请作进一步详细说明。

[0042] 本申请的估算三维牙轴的方法，首先对口腔CT图像进行 $n(n \geq 2)$ 次投影，然后在 n 张二维投影图像里分别分割出牙齿轮廓、提取牙齿轮廓的二维轴线，最后根据 n 根二维轴线合成一根三维轴线，即所求牙齿的三维牙轴。随着 n 的值增大，即投影次数增多，估算的牙轴精确度增高。以下以 $n=2$ 为例进行说明。本申请的估算三维牙轴的方法，包括三个阶段。第一阶段即第1根二维轴线的提取。对输入的原始口腔CT图像进行第1次投影，然后在投影图像中分割牙齿二维轮廓、提取牙齿二维轴线。分割结果记为牙齿二维轮廓1，提取结果记为牙齿二维轴线1。

第二阶段即第2根二维轴线的提取。对输入的原始口腔CT图像进行第2次投影（第2次投影方向与第1次投影方向不同），然后在投影图像上分割牙齿二维轮廓、提取牙齿二维轴线。分割结果记为牙齿二维轮廓2，提取结果记为牙齿二维轴线2。第三阶段即三维牙轴的合成。根据提取得到的两根二维轴线即牙齿二维轴线1和牙齿二维轴线2来合成三维轴线，即所估计的牙齿的三维牙轴。本技术不需要在几百张的口腔CT图像上进行完整牙齿的分割，只需要对每颗牙齿在2张投影图像中进行轮廓分割；且两张投影图上牙根与牙槽骨的差异比原始的口腔CT图像中两者的差异更明显，牙齿轮廓分割更加容易，所估算的三维牙轴更为准确。

[0043] 实施例一：

[0044] 本申请的估算三维牙轴的方法，其一种实施方式，包括：

[0045] 将三维口腔CT图像转换为多张二维投影图像，根据二维投影图像提取三维牙轴。

[0046] 如图1所示，本申请的估算三维牙轴的方法，其另一种实施方式，包括以下步骤：

[0047] 步骤102：对三维口腔CT图像进行多次投影获得多张二维投影图像。

[0048] 步骤104：在二维投影图像中分别分割出牙齿轮廓。

[0049] 步骤106：根据牙齿轮廓提取二维轴线。

[0050] 步骤108：根据多个二维轴线合成三维牙轴。

[0051] 其中步骤104，具体可以包括：

[0052] 步骤1042：对二维投影图像进行预处理；

[0053] 步骤1044：对预处理后的二维投影图像，采用自动或手动交互方式分割提取出牙齿二维轮廓。在合成的二维投影图像中牙齿轮廓分割的一种实施方式如图2所示。首先对二维投影图像进行图像预处理。这里可以采用自适应阈值算法、Otsu阈值算法、高低帽滤波、butterfly滤波、双边滤波、自适应比例变换等方法中的一种或几种结合来进行图像预处理，提高二维投影图像中牙齿轮廓边界的清晰度。

[0054] 由于第1张投影图像中包含了所有的牙齿，要实现相邻牙齿的孤立。而第 $n(n$

≥2)张投影图像上仅包含一颗牙齿，其本身即为独立牙齿区域，所以不需要进行下述相邻牙齿的孤立。在预处理之后的第1张投影图像上，上下牙颌之间的缝隙处及相邻牙齿之间的边界处灰度值较低，因此可以用上下牙颌之间及相邻牙齿之间灰度较低像素构成的直线或曲线将上下牙颌及相邻牙齿分开，实现独立牙齿的孤立。此时，二维投影图像将被这些分离线分割成小块，每一小块区域中只有一颗牙齿，即在二维投影图像上实现了独立牙齿的孤立。

[0055] 在独立牙齿区域中，牙根周围常常会粘连一些牙槽骨组织，因此可以采用阈值分割、形态学运算、形状分析等算法去除牙根周围的部分牙槽骨组织，并以此时独立牙齿区域中面积最大的联通区域的边界作为初始牙齿轮廓。然后，可采用Moore边界追踪算法、graph-cut算法、活动轮廓、水平集等算法优化初始牙齿轮廓，即得二维牙齿轮廓。

[0056] 其中步骤106，具体可以包括：

[0057] 在二维投影图像上提取二维轴线，提取的二维轴线包括沿牙齿轮廓的长轴方向，并通过牙齿轮廓的质心点的直线。

[0058] 步骤102中，对三维口腔CT图像进行投影获得第1张二维投影图像，具体可以包括：

[0059] 步骤1022：在三维口腔CT图像中提取牙齿牙槽骨区域；

[0060] 步骤1024：根据牙齿牙槽骨区域提取牙弓曲线；

[0061] 步骤1026：对牙齿牙槽骨区域以所述牙弓曲线的法线方向为投影方向进行投影，得第1张投影图像。

[0062] 第1张投影图像的合成流程如图3所示。本申请中将二维投影图像1的投影区域限定在口腔CT图像中牙齿牙槽骨区域。在口腔CT图像中提取牙齿牙槽骨区域的过程如下：在口腔CT图像中，由于骨骼组织（牙齿、牙槽骨、其它颌骨组织）与其他组织之间灰度差异较大，可采用阈值分割等方法从口腔CT图像中提取骨骼组织。对提取出的骨骼组织，采用开运算算法等方法将骨骼组织中的牙齿牙槽骨组织与颌骨等其他骨骼组织断开。此时，骨骼组织被分为几部分，其中体积最大的三维连通区域即为牙齿牙槽骨区域。然后，根据提取得到的牙齿牙槽骨区域获取牙弓曲线，以牙弓曲线的法线为投影方向。牙弓曲线可以在提取得

到的牙齿牙槽骨区域的最大灰度投影图上通过细化、手动描点法结合样条曲线或其他多项式曲线拟合等方法得到。对提取得到的牙齿牙槽骨区域沿着牙弓曲线的法线进行投影即得第1张投影图像。

[0063] 步骤102中，对三维口腔CT图像进行投影获得第 $n(n \geq 2)$ 张投影图像的获取具体可以包括：

[0064] 步骤1028：第 $n(n \geq 2)$ 张投影图像的合成流程如图4所示。以所述第1张投影图像的二维牙齿轴线在其牙齿轮廓的左右平行轴线所确定的牙齿牙槽骨区域为投影区域。以过所述第1张投影图像的二维牙齿轴线的法线为投影方向，对所述投影区域进行投影，即得第 $n(n \geq 2)$ 张投影图像。

[0065] 实施例二：

[0066] 本申请的估算三维牙轴的装置，用于将三维口腔CT图像转换为多张二维投影图像，并根据二维投影图像提取三维牙轴。

[0067] 如图5所示，本申请的估算三维牙轴的装置，其另一种实施方式，可以包括投影模块、分割模块、提取模块和合成模块。其中，投影模块，用于对三维口腔CT图像进行多次投影获得多张二维投影图像；分割模块，用于分别将二维投影图像分割出牙齿轮廓；提取模块，用于根据牙齿轮廓提取二维轴线；合成模块，用于根据多个二维轴线合成三维牙轴。

[0068] 在一种实施方式中，分割模块还用于对二维投影图像进行预处理，对预处理后的二维投影图像，采用自动或手动交互方式分割提取出牙齿二维轮廓。

[0069] 在合成的二维投影图像中牙齿轮廓分割的一种实施方式如图2所示。首先对二维投影图像进行图像预处理。这里可以采用自适应阈值算法、Otsu阈值算法、高低帽滤波、butterfly滤波、双边滤波、自适应比例变换等方法中的一种或几种结合来进行图像预处理，提高二维投影图像中牙齿轮廓边界的清晰度。

[0070] 由于第1张投影图像中包含了所有的牙齿，需要实现相邻牙齿的孤立。而第 $n(n \geq 2)$ 张投影图像上仅包含一颗牙齿，其本身即为独立牙齿区域，所以不需要进行下述相邻牙齿的孤立。在预处理之后的第1张投影图像上，上下牙颌之间的缝隙处及相邻牙齿之间的边界处灰度值较低，因此可以用上下牙颌之间及相邻牙齿之间灰度较低像素构成的直线或曲线将上下牙颌及相邻牙齿分开，实现独立牙

齿的孤立。此时，二维投影图像将被这些分离线分割成小块，每一小块区域中只有一颗牙齿，即在二维投影图像上实现了独立牙齿的孤立。

[0071] 在独立牙齿区域中，牙根周围常常会粘连一些牙槽骨组织，因此可以采用阈值分割、形态学运算、形状分析等算法去除牙根周围的部分牙槽骨组织，并以此时独立牙齿区域中面积最大的联通区域的边界作为初始牙齿轮廓。然后，可采用Moore边界追踪算法、graph-cut算法、活动轮廓、水平集等算法优化初始牙齿轮廓，即得二维牙齿轮廓。

[0072] 本申请的提取模块，还用于在二维投影图像上提取二维轴线，提取的二维轴线包括沿所述牙齿轮廓的长轴方向，并通过牙齿轮廓的质心点的直线。

[0073] 在一种实施方式中，投影模块还用于获取第1张和第 $n(n \geq 2)$ 张投影图像。

[0074] 第1张投影图像的获取方式为：在三维口腔CT图像中提取牙齿牙槽骨区域；根据牙齿牙槽骨区域提取牙弓曲线；对牙齿牙槽骨区域以所述牙弓曲线的法线方向为投影方向进行投影，得第1张投影图像。

[0075] 第1张投影图像的合成流程如图3所示。本申请将二维投影图像1的投影区域限定在口腔CT图像中牙齿牙槽骨区域。在口腔CT图像中提取牙齿牙槽骨区域的过程如下：在口腔CT图像中，由于骨骼组织（牙齿、牙槽骨、其它颌骨组织）与其他组织之间灰度差异较大，可采用阈值分割等方法从口腔CT图像中提取骨骼组织。对提取出的骨骼组织，采用开运算算法等方法将骨骼组织中的牙齿牙槽骨组织与颌骨等其他骨骼组织断开。此时，骨骼组织被分为几部分，其中体积最大的三维连通区域即为牙齿牙槽骨区域。然后，根据提取得到的牙齿牙槽骨区域获取牙弓曲线，以牙弓曲线的法线为投影方向。牙弓曲线可以在提取得到的牙齿牙槽骨区域的最大灰度投影图上通过细化、手动描点法结合样条曲线或其他多项式曲线拟合等方法得到。对提取得到的牙齿牙槽骨区域沿着牙弓曲线的法线进行投影即得第1张投影图像。

[0076] 第 $n(n \geq 2)$ 张投影图像的合成流程如图4所示。对三维口腔CT图像进行投影获得第 $n(n \geq 2)$ 张投影图像的获取具体可以包括：以所述第1张投影图像的二维牙齿轴线在其牙齿轮廓的左右平行轴线所确定的牙齿牙槽骨区域为投影区域。以过所述第1张投影图像的二维牙齿轴线的法线为投影方向对所述投影区域进行投影，

即得第 $n(n \geq 2)$ 张投影图像。

[0077] 以上内容是结合具体的实施方式对本申请所作的进一步详细说明，不能认定本申请的具体实施只局限于这些说明。对于本申请所属技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本申请构思的前提下，还可以做出若干简单推演或替换。

技术问题

问题的解决方案

发明的有益效果

权利要求书

- [权利要求 1] 一种估算三维牙轴的方法，其特征在于，包括：
将三维口腔CT图像转换为多张二维投影图像，根据所述二维投影图像提取三维牙轴。
- [权利要求 2] 如权利要求1所述的估算三维牙轴的方法，其特征在于，所述将三维口腔CT图像转换为多张二维投影图像，根据所述二维投影图像提取三维牙轴，具体包括：
对三维口腔CT图像进行多次投影获得多张二维投影图像；
在所述二维投影图像中分别分割出牙齿轮廓；
根据所述牙齿轮廓提取二维轴线；
根据多个所述二维轴线合成三维牙轴。
- [权利要求 3] 如权利要求2所述的估算三维牙轴的方法，其特征在于，所述根据所述二维投影图像分割出牙齿轮廓，具体包括：
对所述二维投影图像进行预处理；
对预处理后的二维投影图像，采用自动或手动交互方式分割提取出牙齿二维轮廓。
- [权利要求 4] 如权利要求2所述的估算三维牙轴的方法，其特征在于，所述根据所述牙齿轮廓提取二维轴线，具体包括：
在二维投影图像上提取二维轴线，提取的二维轴线包括沿所述牙齿轮廓的长轴方向，并通过所述牙齿轮廓的质心点的直线。
- [权利要求 5] 如权利要求2所述的估算三维牙轴的方法，其特征在于，对三维口腔CT图像进行投影获得二维投影图像，具体包括：
将牙齿牙槽骨区域从所述三维口腔CT图像中提取出来；
从所述牙齿牙槽骨区域获取牙弓曲线；
将所述牙齿牙槽骨区域以所述牙弓曲线的法线方向为投影方向进行投影，得到第一张二维投影图像；
以所述第一张二维投影图像的二维牙齿轴线在其牙齿轮廓的左右平行轴线所确定的牙齿牙槽骨区域为投影区域，以所述第一张二维投影

图像的二维牙齿轴线的平面的法线为投影方向，对所述投影区域进行投影，得到多张二维投影图像。

[权利要求 6] 一种估算三维牙轴的装置，其特征在于，
所述装置，用于将三维口腔CT图像转换为多张二维投影图像，并根据所述二维投影图像提取三维牙轴。

[权利要求 7] 如权利要求6所述的估算三维牙轴的装置，其特征在于，包括：
投影模块，用于对三维口腔CT图像进行多次投影获得多张二维投影图像；
分割模块，用于在所述二维投影图像中分别分割出牙齿轮廓；
提取模块，用于根据所述牙齿轮廓提取二维轴线；
合成模块，用于根据多个所述二维轴线合成三维牙轴。

[权利要求 8] 如权利要求6所述的估算三维牙轴的装置，其特征在于，
所述分割模块，还用于对所述二维投影图像进行预处理，对预处理后的二维投影图像，采用自动或手动交互方式分割提取出牙齿二维轮廓。

[权利要求 9] 如权利要求6所述的估算三维牙轴的装置，其特征在于，
所述提取模块，还用于在二维投影图像上提取二维轴线，提取的二维轴线包括沿所述牙齿轮廓的长轴方向，并通过所述牙齿轮廓的质心点的直线。

[权利要求 10] 如权利要求6所述的估算三维牙轴的装置，其特征在于，
所述投影模块，还用于将牙齿牙槽骨区域从所述三维口腔CT图像中提取出来，从所述牙齿牙槽骨区域获取牙弓曲线，将所述牙齿牙槽骨区域以所述牙弓曲线的法线方向为投影方向进行投影，得到第一张二维投影图像；以所述第一张二维投影图像的二维牙齿轴线在其牙齿轮廓的左右平行轴线所确定的牙齿牙槽骨区域为投影区域，以所述第一张二维投影图像的二维牙齿轴线的平面的法线为投影方向，对所述投影区域进行投影，得到多张二维投影图像。

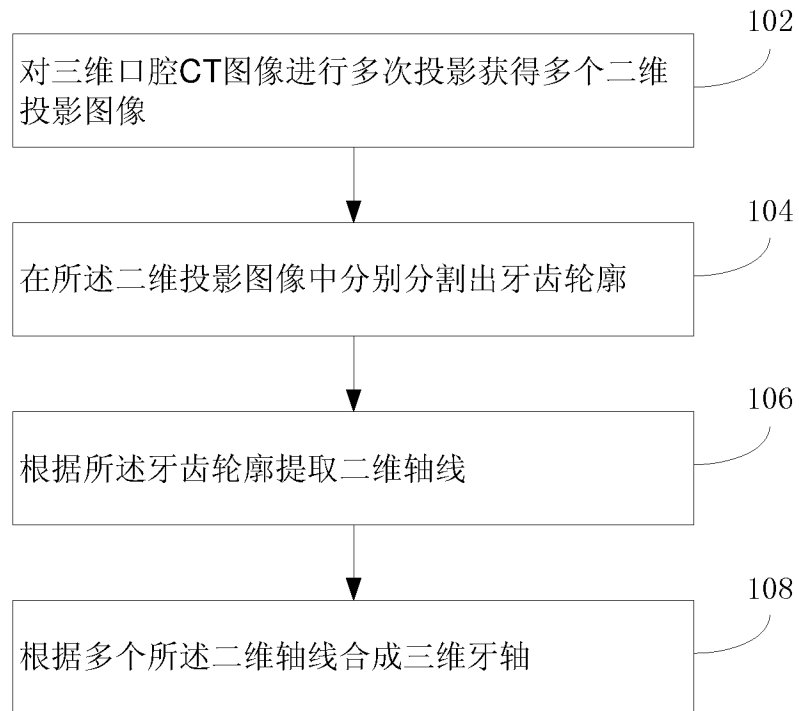


图 1

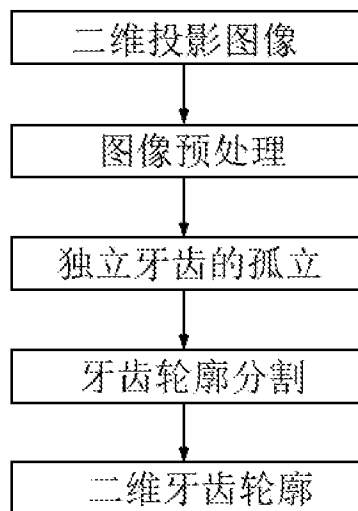


图 2

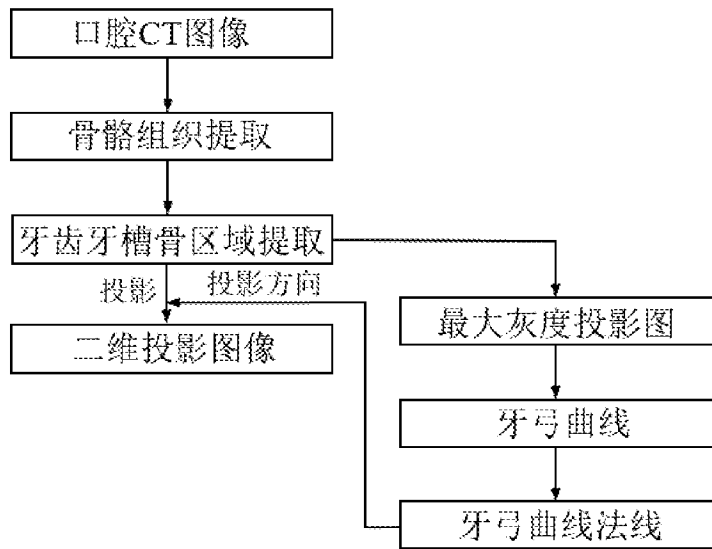


图 3

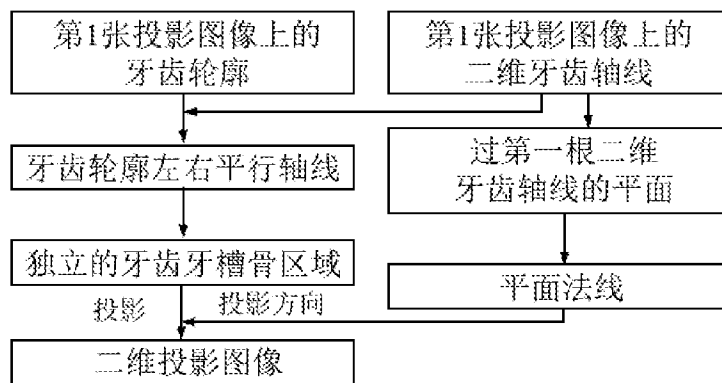


图 4

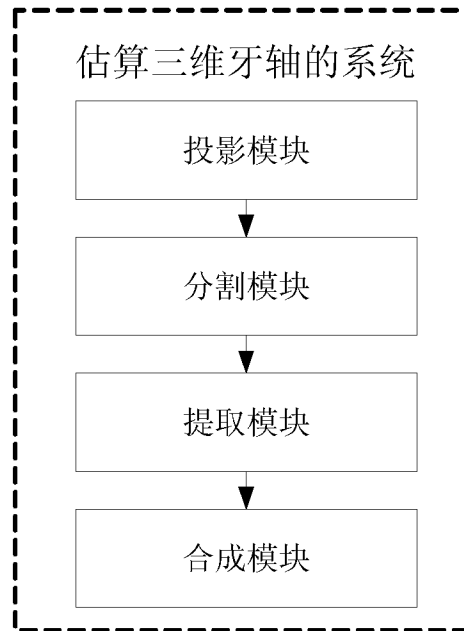


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2016/096851

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61C 19/04 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A61C 19; A61C 8; A61B 6

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, CNTXT, CJFD, VEN, CNKI: CT, 牙轴方向, 牙根方向, 牙齿, 牙轴, 牙根, 方向, 轴向, 分割, 牙弓曲线, 投影, dental, tooth, root, direction, segment, arch, curve, project

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	林斌, 基于三维 CT 图像的牙齿牙根方向计算及其应用, 中国优秀硕士学位论文全文数据库医药卫生科技辑, 15 July 2013 (15.07.2013), 2013(07), ISSN: 1674-024, pages 5-6, 11-20, 27-34 and 58-59, (LIN, Bin, Computation and Application of Tooth-Root Orientation from 3D CT Images, Medicine & Public Health, China Master's Theses Full-Text Database)	1-10
X	吴琳, CT 图像中牙齿的半自动分割及应用, 中国优秀硕士学位论文全文数据库医药卫生科技辑, 15 July 2016 (15.07.2016), 2016(07), ISSN: 1674-0246, page 5, paragraph 3 and pages 7-31 and 53-56, (WU, Lin, Semi-automatic Segmentation of Tooth and Application in CT Image, Medicine & Public Health, China Master's Theses Full-Text Database)	1-10
A	刘泉雄, 基于 CBCT 图像序列的三维牙齿分割技术研究, 中国优秀硕士学位论文全文数据库信息科技辑, 15 July 2012 (15.07.2012), 2012 (07), ISSN: 1674-024, pages 5-10, (LIU, Xiaoxiong, Research on Methods of Three-Dimensional Segmentation Tooth from CBCT Images, Electronic Technology & Information Science, China Master's Theses Full-text Database)	1-10
A	KR 101099732 B1 (UNIV KYUNG HEE UNIV IND COOP), 28 December 2011 (28.12.2011), entire document	1-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 16 November 2016	Date of mailing of the international search report 21 December 2016
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer TAN, Xiaobo Telephone No. (86-10) 010-62085594

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2016/096851

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	胡颂玉, 计算机辅助正畸诊断与分析技术研究, 中国优秀硕士学位论文全文数据库信息科技辑, 15 December 2011 (15.12.2011), 2011(S2), ISSN: 1674-024, pages 4-5, (HU, Songyu, Research on Computer-aided Diagnosis and Analysis of Orthodontic Technique, Electronic Technology & Information Science, China Master's Theses Full-text Database)	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2016/096851

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
KR 101099732 B1	28 December 2011	None	

A. 主题的分类 A61C 19/04 (2006.01) i 按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类		
B. 检索领域 检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号) A61C 19; A61C 8; A61B 6 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用)) CNABS, CNTXT, CJFD, VEN, CNKI; CT, 牙轴方向, 牙根方向, 牙齿, 牙轴, 牙根, 方向, 轴向, 分割, 牙弓曲线, 投影, dental, tooth, root, direction, segment, arch, curve, project		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	林斌. "基于三维CT图像的牙齿牙根方向计算及其应用" 中国优秀硕士学位论文全文数据库医药卫生科技辑, 第2013卷, 第07期, 2013年 7月 15日 (2013 - 07 - 15), ISSN: 1674-024, 第5-6, 11-20, 27-34, 58-59页	1-10
X	吴琳. "CT图像中牙齿的半自动分割及应用" 中国优秀硕士学位论文全文数据库医药卫生科技辑, 第2016卷, 第07期, 2016年 7月 15日 (2016 - 07 - 15), ISSN: 1674-0246, 第5页第3段, 第7-31, 53-56页	1-10
A	刘泉雄. "基于CBCT图像序列的三维牙齿分割技术研究" 中国优秀硕士学位论文全文数据库信息科技辑, 第2012卷, 第07期, 2012年 7月 15日 (2012 - 07 - 15), ISSN: 1674-024, 第5-10页	1-10
A	KR 101099732 B1 (UNIV KYUNG HEE UNIV IND COOP) 2011年 12月 28日 (2011 - 12 - 28) the whole document	1-10
☒ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: "A" 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 "E" 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 "L" 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) "O" 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 "P" 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 "T" 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 "X" 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 "Y" 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 "&" 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期 2016年 11月 16日		国际检索报告邮寄日期 2016年 12月 21日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10) 62019451		受权官员 谭晓波 电话号码 (86-10) 010-62085594

C. 相关文件		
类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	胡颂玉. “计算机辅助正畸诊断与分析技术研究” 中国优秀硕士学位论文全文数据库信息科技辑, 第2011卷, 第S2期, 2011年 12月 15日 (2011 - 12 - 15), ISSN: 1674-024, 第4-5页	1-10

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2016/096851

检索报告引用的专利文件	公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
KR 101099732 B1	2011年 12月 28日	无	