



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108601636 B

(45) 授权公告日 2021.04.27

(21) 申请号 201680080004.2

卡尔-约瑟夫·霍伦贝格

(22) 申请日 2016.12.05

(74) 专利代理机构 北京世峰知识产权代理有限公司

(65) 同一申请的已公布的文献号

公司 11713

申请公布号 CN 108601636 A

代理人 卓霖 张春媛

(43) 申请公布日 2018.09.28

(51) Int.Cl.

(30) 优先权数据

A61C 9/00 (2006.01)

PA201570803 2015.12.04 DK

A61B 6/14 (2006.01)

A61B 5/00 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

G16H 30/20 (2018.01)

2018.07.25

(86) PCT国际申请的申请数据

(56) 对比文件

PCT/EP2016/079749 2016.12.05

US 2012189182 A1, 2012.07.26

US 2015320320 A1, 2015.11.12

(87) PCT国际申请的公布数据

W02017/093563 EN 2017.06.08

US 5356294 A, 1994.10.18

CN 1536977 A, 2004.10.13

CN 101579263 A, 2009.11.18

US 2005089214 A1, 2005.04.28

(73) 专利权人 3 形状股份有限公司

地址 丹麦哥本哈根

审查员 李彦双

(72) 发明人 迈克·范德普尔 R·费斯克

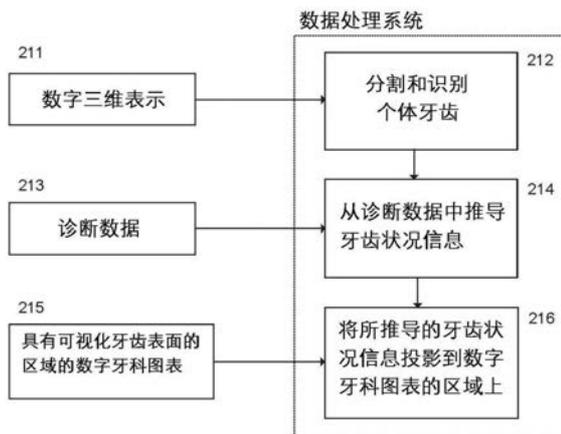
权利要求书2页 说明书17页 附图5页

(54) 发明名称

推导用于填充数字牙科图表的牙齿状况信息

(57) 摘要

公开了一种方法和数字工具,用于推导患者牙齿的牙齿状况信息、用于利用所推导的牙齿状况信息填充数字牙科图表以及用于生成包含此类信息的电子数据记录。



1. 一种用于推导牙齿状况信息并将推导的牙齿状况信息与个体牙齿的特定位置相互关联的系统,所述系统包括:

电子数据处理器;和

用计算机程序产品编码的非暂时性计算机可读介质,所述计算机程序产品包括计算机可读指令,所述计算机可读指令在由所述电子数据处理器执行时通过包括如下步骤的方法提供用于推导患者牙齿的牙齿状况信息的数字环境:

-获得患者牙齿的数字三维表示;

-从数字三维表示分割个体牙齿,其中,所述分割包括使与个体牙齿对应的数字三维表示的部分与数字三维表示的剩余部分隔离;

-在数字三维表示中识别个体牙齿;

-获得一个或多个患者牙齿的诊断数据;

-确定诊断数据与个体牙齿之间的空间相互关联性;

-从诊断数据推导牙齿状况信息;以及

-基于所确定的空间相互关联性将推导的牙齿状况信息与所述个体牙齿的特定位置相互关联。

2. 如权利要求1所述的系统,其中,至少部分所述诊断数据包括在所述数字三维表示中。

3. 如权利要求2所述的系统,其中,牙齿的牙齿状况信息从数字三维表示的分割的牙齿部分上的诊断数据的变化中推导。

4. 如权利要求1、2或3所述的系统,其中,至少部分所述诊断数据包括在除了患者牙齿的数字三维表示之外获得的诊断数据集中。

5. 如权利要求4所述的系统,其中,所述方法包括确定所述数字三维表示和所述诊断数据集的诊断数据之间的空间相互关联性。

6. 如权利要求5所述的系统,其中,通过将所述数字三维表示与所述诊断数据集的对应部分对准来确定所述数字三维表示和所述诊断数据之间的空间相互关联性。

7. 如权利要求1所述的系统,其中,所述牙齿状况信息包括该状况在所述数字三维表示中的识别的个体牙齿上的位置。

8. 如权利要求1所述的系统,其中,将推导的牙齿状况信息与识别的个体牙齿相互关联包括确定所述牙齿状况在所述数字三维表示中的个体牙齿上的位置。

9. 如权利要求1所述的系统,其中,识别个体牙齿包括将分割的牙齿与牙齿数据库的数字模板牙齿进行比较。

10. 如权利要求1所述的系统,其中,在获得的数字三维表示中识别牙齿是基于针对之前获得的患者牙齿的数字三维表示进行的识别。

11. 如权利要求1所述的系统,其中,所述诊断数据包括从由如下组成的群组中选择的数据:纹理数据、荧光数据、红外数据、X射线数据、光学相干断层扫描数据、超声数据、激光散斑图像或表示拮抗牙之间的咬合接触的数据。

12. 如权利要求1所述的系统,其中,所述推导的牙齿状况信息涉及从由以下组成的群组选择的信息:牙齿阴影、牙齿磨损、龋齿、致龋细菌的存在、来自先前牙科工作的填充物的存在、酸蚀损伤、牙齿排列、错𪙇或牙龈退缩。

13. 如权利要求11所述的系统,其中,所述纹理数据包括牙齿颜色数据或牙齿阴影数据。

14. 如权利要求12所述的系统,其中,所述牙齿磨损包括磨牙症引起的损伤。

15. 一种用于利用牙齿状况信息填充数字牙科图表的方法,其中,所述方法包括:

- 获得患者牙齿的数字三维表示;
- 在数字三维表示中识别个体牙齿;
- 从数字三维表示分割个体牙齿,其中,所述分割包括使与个体牙齿对应的数字三维表示的部分与数字三维表示的剩余部分隔离;
- 获得一个或多个患者牙齿的诊断数据;
- 确定诊断数据与个体牙齿之间的空间相互关联性;
- 从诊断数据推导牙齿状况信息;
- 基于所确定的空间相互关联性将推导的牙齿状况信息与所述个体牙齿的特定位置相互关联;
- 获得数字牙科图表,所述数字牙科图表包括表示患者牙齿的表面的区域;
- 将个体牙齿与数字牙科图表的对应区域相互关联;以及
- 将推导的牙齿状况信息的表示添加到所述数字牙科图表的一个或多个对应区域。

16. 一种计算机可读介质,其上存储有程序代码,当所述程序代码在数据处理系统上执行时使所述数据处理系统推导患者牙齿的牙齿状况信息,其中,推导患者牙齿的牙齿状况信息包括:

- 获得患者牙齿的数字三维表示;
- 在所述数字三维表示中识别个体牙齿;
- 从所述数字三维表示分割个体牙齿,其中,所述分割包括使与个体牙齿对应的数字三维表示的部分与数字三维表示的剩余部分隔离;
- 获得一个或多个患者牙齿的诊断数据;
- 确定诊断数据与个体牙齿之间的空间相互关联性;
- 从所述诊断数据推导患者牙齿状况信息;以及
- 基于所确定的空间相互关联性将推导的牙齿信息与个体牙齿的特定位置相互关联。

## 推导用于填充数字牙科图表的牙齿状况信息

### 技术领域

[0001] 本发明一般涉及用于推导患者牙齿的牙齿状况信息和用于用牙齿状况信息填充牙科图表的方法、系统、计算机程序产品和数字环境。更具体地,本发明涉及从患者牙齿的数字三维表示中识别个体牙齿的方法、系统、计算机程序产品和数字环境,并且推导的牙齿状况信息与个体牙齿相关。

### 背景技术

[0002] 牙科实践管理系统经常使用牙科图表来存储关于患者牙齿状况的信息。这种牙科图表被认为是一种有效的工具,用于可视化关于患者牙齿状况的信息。

[0003] 标准化牙科图表通常有代表正常在患者口腔中发现的个体牙齿表面的区域。在这样的图表中,针对每个特定的牙齿表面通常有一个特定的区域。不同的颜色、几何图形或其他视觉表示用于在牙科图表上可视化例如龋齿、牙齿修复工作、牙根问题等。

[0004] 数字牙科图表也例如从US8416984得知,其中公开了一种用于从对患者牙齿的扫描中生成数字牙科图表并用牙齿状况信息填充所生成的数字牙科图表的方法。

[0005] 在现有技术系统中,所推导的牙齿状况信息被手动注释/映射/转移到牙科实践管理系统中使用的患者牙齿的标准化/示意性表示上。这既耗时又容易发生人为错误,例如,将信息注释到牙齿的错误部分或甚至错误的牙齿。

[0006] 有待提供用于为患者牙齿推导牙齿状况信息并用此类信息来填充数字牙科图表的方法和数字工具,其具有较少手动步骤,因此不易出现人为错误。数字工具可以是例如计算机系统、计算机程序产品或数字环境。

### 发明内容

[0007] 公开了一种用于推导患者牙齿的牙齿状况信息的方法,其中该方法包括:

[0008] -获得患者牙齿的数字三维表示;

[0009] -在数字三维表示中识别个体牙齿;

[0010] -从数字三维表示分割个体牙齿;

[0011] -获得一个或多个牙齿的诊断数据;

[0012] -从诊断数据推导牙齿状况信息;以及

[0013] -使推导的牙齿状况信息与个体牙齿相互关联。

[0014] 数字三维表示中牙齿的分割和识别提供数字三维表示的哪些部分与患者的个体牙齿有关是已知的。因此,数字三维表示中的个体牙齿的排列也是已知的。

[0015] 当诊断数据和数字三维表示之间的空间相互关联性也已知时,数字三维表示中牙齿的分割和识别提供了诊断数据可以与个体牙齿相互关联。即,可以确定诊断数据是从哪个牙齿被记录。诊断数据和数字三维表示之间的空间相互关联性是已知的,例如当诊断数据包含在数字三维表示中时,或者当通过将诊断数据的部分与数字三维表示的对应部分对准来确定空间相互关联性时。当诊断数据与数字三维表示空间相关时,数字三维表示的个

体牙齿与从诊断数据中推导的牙齿状况信息之间的空间相互关联性然后也将是经常已知的。

[0016] 因此,牙齿的分割和识别提供了推导的牙齿信息可以链接到患者的个体牙齿,即,可以确定给定的牙齿状况信息是针对哪颗牙齿推导的。

[0017] 在一些实施例中,将所推导的牙齿信息与所识别和分割的牙齿相关包括:确定牙齿状况在牙齿上的位置。然后可以将牙齿状况信息映射到牙科图表的区域上的正确位置。

[0018] 如上所述,牙齿状况信息可以在数字牙科图表中被可视化。因此,本文还公开了一种用于使用牙齿状况信息填充数字牙科图表的方法,其中该方法包括:

[0019] -通过使用根据任一实施例的方法、系统、计算机程序产品和/或数字环境来推导一个或多个牙齿的牙齿状况信息;

[0020] -获得数字牙科图表,其包括表示患者牙齿表面的区域;

[0021] -使个体牙齿与数字牙科图表的对应区域相互关联;以及

[0022] -将推导的牙齿状况信息的表示添加到数字牙科图表的一个或多个对应区域。

[0023] 即,该方法、计算机程序产品、数字环境和系统可被配置用于使用患者的个体牙齿的牙齿状况信息来填充数字牙科图表。

[0024] 标准化的数字牙科图表经常具有表示患者口腔中通常发现的个体牙齿表面的区域。在这样的图表中,每个特定的牙齿表面通常有一个特定的区域。数字三维表示中个体牙齿的分割和识别提供:数字三维表示的牙齿部分可以链接到数字牙科图表的对应区域。

[0025] 数字三维表示与诊断数据之间的空间相互关联性的知识提供:所推导的牙齿状况信息与哪一颗牙齿有关是已知的。因而推导的牙齿状况信息的表示可以被添加到牙科图表的正确区域,该区域表示推导过的牙齿状况信息所用于的牙齿表面。

[0026] 当推导的牙齿状况信息被添加到数字牙科图表时,数字牙科图表表达至少一个牙齿相对于至少一个牙科状况的当前状况,例如存在龋齿、牙齿表面裂缝或牙齿修复。

[0027] 在一些情况下,数字牙科图表被填充并在牙科实践管理系统中可视化。这里还公开了一种用于生成配置用于牙科实践管理系统中的电子数据记录的方法,其中电子数据记录包括患者的个体牙齿的牙齿状况信息,其中该方法包括:

[0028] -通过使用根据任一实施例的方法、系统、计算机程序产品和/或数字环境来推导一个或多个牙齿的牙齿状况信息;以及

[0029] -在电子数据记录中存储所识别牙齿的牙齿状况信息。

[0030] 公开了一种方法,包括:

[0031] -获得患者牙齿的数字三维表示;

[0032] -获得一个或多个牙齿的诊断数据;

[0033] -识别数字三维表示的个体牙齿;

[0034] -从诊断数据中推导牙齿状况信息,以及

[0035] -使推导的牙齿信息与识别的个体牙齿相互关联。

[0036] 公开了一种数字环境,其被配置用于辅助操作员执行所公开方法的步骤。

[0037] 公开了一种包括计算机可读指令的计算机程序产品,当由电子数据处理装置执行时,其提供了用于执行所公开方法的步骤的数字环境。

[0038] 公开了一种系统,包括:

- [0039] -电子数据处理装置;以及
- [0040] -用所公开的计算机程序产品编码的非暂时性计算机可读介质。
- [0041] 在一些实施例中,该方法、计算机程序产品、数字环境或系统用于推导患者的个体牙齿的牙齿状况信息。
- [0042] 在一些实施例中,该方法、计算机程序产品、数字环境或系统用于利用患者的个体牙齿的牙齿状况信息填充数字牙科图表。然后,该方法包括利用推导的牙齿状况信息填充数字牙科图表的步骤。
- [0043] 在一些实施例中,该方法、计算机程序产品、数字环境或系统用于生成配置用于牙科实践管理系统中的电子数据记录,其中电子数据记录包括用于患者个体牙齿的牙齿状况信息。然后,该方法包括在电子数据记录中存储所识别牙齿的所推导牙齿状况信息。
- [0044] 在一些实施例中,该方法包括从数字三维表示中分割个体牙齿。
- [0045] 数字三维表示中个体牙齿的分割和识别提供:数字三维表示的牙齿部分可以链接到数字牙科图表的对应区域。这提供了一种更有效且更快的程序,其不易出现人为错误。
- [0046] 公开了一种数字环境,包括:
- [0047] -数字加载工具,用于将患者牙齿的数字三维表示和一个或多个牙齿的诊断数据加载到数字环境中;
- [0048] -数字工作空间,适于可视化数字三维表示和/或诊断数据;
- [0049] -数字识别工具,用于识别数字三维表示的个体牙齿;
- [0050] -数字推导工具,用于从诊断数据中推导牙齿状况信息,以及
- [0051] -数字相互关联工具,用于使所推导的牙齿信息与所识别的个体牙齿相互关联。
- [0052] 在一些实施例中,数字环境包括用于从数字三维表示中分割个体牙齿的数字分割工具。
- [0053] 在一些实施例中,数字环境包括数字填充工具,用于利用所推导的牙齿状况信息填充数字牙科图表。
- [0054] 公开了一种包括数字工作空间的数字环境,其中数字环境被配置用于:
- [0055] -获得患者牙齿的数字三维表示,并在数字工作空间中显示数字三维表示;
- [0056] -获得一个或多个牙齿的诊断数据;以及
- [0057] -协助操作员执行方法的步骤,其包括:
- [0058] 在数字三维表示中识别个体牙齿;
- [0059] 从数字三维表示中分割个体牙齿;
- [0060] 从诊断数据中推导牙齿状况信息;以及
- [0061] 使所推导牙齿信息与个体牙齿相互关联。
- [0062] 公开了一种用户界面,其被配置用于推导患者牙齿的牙齿状况信息,其中用户界面被配置用于:
- [0063] -获得患者牙齿的数字三维表示;
- [0064] -在数字三维表示中识别个体牙齿;
- [0065] -从数字三维表示中分割个体牙齿;
- [0066] -获得一个或多个牙齿的诊断数据;
- [0067] -从诊断数据中推导牙齿状况信息;以及

[0068] -使所推导的牙齿信息与个体牙齿相互关联。

[0069] 公开了一种用于推导患者牙齿的牙齿状况信息的系统,其中该系统被配置用于获得患者牙齿的数字三维表示以及一个或多个牙齿的诊断数据,并且其中该系统包括用计算机程序产品编码的非暂时性计算机可读介质,该计算机程序产品编码包括用于以下的计算机可读指令:

[0070] -在数字三维表示中识别个体牙齿;

[0071] -从数字三维表示中分割个体牙齿;

[0072] -从诊断数据中推导牙齿状况信息;

[0073] -使所推导的牙齿信息与个体牙齿相互关联。

[0074] 公开了一种用于推导患者牙齿的牙齿状况信息的系统,该系统包括:

[0075] -电子数据处理装置;以及

[0076] -利用计算机程序产品编码的非暂时性计算机可读介质,该计算机程序产品编码包括计算机可读指令,所述计算机可读指令在由电子数据处理装置执行时提供数字环境,该数字环境用于通过包括以下操作的方法推导牙齿的牙齿状况信息:

[0077] i. 获得患者牙齿的数字三维表示;

[0078] ii. 获得一个或多个牙齿的诊断数据;

[0079] iii. 在数字三维表示中识别个体牙齿;

[0080] iv. 从数字三维表示中分割个体牙齿;

[0081] v. 从诊断数据中推导牙齿状况信息;以及

[0082] vi. 使所推导的牙齿信息与个体牙齿相互关联。

[0083] 公开了一种用户界面,其被配置用于利用患者牙齿的牙齿状况信息填充数字牙科图表,其中用户界面被配置用于:

[0084] -获得患者牙齿的数字三维表示;

[0085] -在数字三维表示中识别个体牙齿;

[0086] -从数字三维表示中分割个体牙齿;

[0087] -获得一个或多个牙齿的诊断数据;

[0088] -从诊断数据中推导牙齿状况信息;

[0089] -使所推导的牙齿信息与个体牙齿相互关联;

[0090] -获得包括表示牙齿表面的区域的数字牙科图表;

[0091] -使个体牙齿与数字牙科图表的对应区域相互关联;

[0092] -将所推导的牙齿状况信息的表示添加到数字牙科图表的对应区域。

[0093] 数字三维表示包括表达患者的一个或多个牙齿的形貌(topography)的形状数据。牙齿的分割和识别优选地至少部分基于这些形状数据。在某些情况下,数字三维表示还包括患者牙龈的形状数据。因而,牙龈状况信息可以独立于牙齿状况信息或作为牙齿状况信息的一部分推导。

[0094] 数字三维表示可以通过口腔内扫描、通过扫描患者牙齿的印模或使用这种印模形成的牙齿的物理模型来获得。

[0095] 一些扫描技术能够测量牙齿表面的形状以及牙齿内部的内部结构。这是例如基于X射线扫描仪的情况,例如锥束计算断层扫描仪和光学相干断层扫描仪。这种扫描仪可以提

供数字三维表示,它既包含牙齿形貌的形状数据,也包含与牙齿中的内部结构和亚表面损伤以及龋齿和牙齿修复的存在有关的数据。

[0096] 在一些实施例中,诊断数据的至少一部分包含在数字三维表示中。该实施例的一个优点是数字三维表示中分割的牙齿部分和诊断数据已经是相互关联的。当诊断数据包含在数字三维表示中时,它们通常与表达所分割牙齿的形貌的形状数据对准。例如,可以与形状数据同时记录牙齿阴影数据,使得在所获得的数字三维表示中,牙齿的阴影数据和形状数据被精确地相互关联。因此,不需要额外的步骤将诊断数据与数字三维表示的形状数据对准,以提供或确定两者之间的空间相互关联性。在这种情况下,获得数字三维表示并获得诊断数据作为一个步骤来执行,即在该方法的同一步骤中获得数字三维表示和诊断数据。诊断数据也可以是数字三维表示的形状数据,例如当牙齿状况与牙齿磨损或牙龈收缩有关,其中可以根据对形状数据的分析来确定状况。

[0097] 在一些实施例中,数字三维表示包括形状数据、颜色或阴影数据和荧光数据。这样的数字三维表示可以包括以 $(x,y,z)$ 、颜色数据、荧光强度数据)的形式的数据。这里 $(x,y,z)$ 表示牙齿表面上的点在空间中的坐标,颜色数据和荧光强度数据分别提供关于从牙齿表面的 $(x,y,z)$ 点测量的牙齿颜色和荧光的信息。颜色数据可以例如在(RGB)坐标中提供。那么,数字三维表示包括以 $(x,y,z,R,G,B)$ 、荧光强度)形式的数据。

[0098] 在一些实施例中,使用不同的装置记录患者牙齿的诊断数据和数字三维表示,使得诊断数据最初不是数字三维表示的一部分。这可能是例如当数字三维表示使用口腔内扫描仪来记录时的情况,该口腔内扫描仪提供牙齿的表面扫描,而诊断数据是X射线数据,例如使用CBCT扫描仪记录的数据。

[0099] 在一些实施例中,至少部分诊断数据包含在除了患者牙齿的数字三维表示之外获得的诊断数据集中。那么,可以从该诊断数据集中推导至少部分牙齿状况信息。例如,当如下情况时,可以使用这样的诊断数据集:当从扫描仪中提取诊断数据,该扫描仪没有记录牙齿表面的足够精确或详细的形状数据,或者当诊断数据以二维图像的形式提供时。可以从诊断数据集获得的诊断数据的其他例子是CBCT数据,单独获得的荧光数据和IR数据。

[0100] 在这种情况下,确定数字三维表示和诊断数据之间的空间相互关联性可以是有利的,即数字三维表示和诊断数据集的诊断数据之间的空间相互关联性。该相互关联性可以例如表达为将数字三维表示和诊断数据变换为具有正确的相对排列的公共坐标系。确定该相互关联性可以提供:从诊断数据推导的牙齿和/或牙龈状况信息与数字三维表示的形状数据之间的空间关系也被确定。例如,当使用计算机程序产品来将推导的牙齿和/或牙龈状况信息映射到数字牙科图表上时,这是有利的。

[0101] 空间相互关联性可以例如基于在基准标记、标志点识别的基础上对准数字三维表示的部分和与相同表面有关的诊断数据或利用例如迭代最近点算法对准表面来确定。

[0102] 在一些实施例中,数字三维表示由包括牙齿形状数据的第一数字三维表示和包括诊断数据的第二数字三维表示形成。当已经确定了第一和第二数字三维表示之间的空间相互关联性时,可以形成包含第一数字三维表示的形状数据和第二数字三维表示的诊断数据的数字三维表示。

[0103] 所推导的牙齿状况信息与数字三维表示的识别的个体牙齿之间的相互关联性可以基于在数字三维表示和诊断数据集之间所确定的空间关系。

[0104] 从数字三维表示中分割牙齿优选地使与个体牙齿对应的数字三维表示的部分与数字三维表示的剩余部分隔离。即,与个体牙齿有关的数字三维表示的数据彼此隔离并与数字三维表示的其他部分(诸如与患者牙龈有关的部分)隔离。

[0105] 分割步骤可以在牙齿被识别之前或之后执行。如果之前执行,识别可以基于分割的牙齿。如果在识别之后执行,分割则可以基于数字三维表示的给定部分与哪一颗牙齿有关的知识。

[0106] 分割既可以在用户交互的情况下实现,也可以在没有用户交互的情况下实现。如果数字三维表示在诸如计算机屏幕之类的显示器中被可视化,操作员也可以使用指点(例如计算机鼠标)来标记数字三维表示上个体牙齿的边界。然后,来自数字三维表示的牙齿的分割可以基于标记的边界。基于计算机的算法也可以应用于识别例如从牙齿表面到牙龈的过渡以及牙齿在其与相邻牙齿的接触部处的边界,使得可以在没有用户交互或有有限的用户交互的情况下进行分割。

[0107] 当诊断数据包括诸如颜色数据的纹理数据时,分割也可以至少部分地基于诊断数据。例如,牙齿在牙龈处的边界可以根据牙齿和牙龈的颜色差异来检测。

[0108] 在一些实施例中,牙齿的牙齿状况信息是根据诊断数据在数字三维表示的分割的牙齿部分上的变化推导的。

[0109] 当诊断数据包含在数字三维表示中时,诊断数据本征地链接到牙齿的形状数据。在某些情况下,例如当牙齿状况是从由该牙齿发出的荧光的局部变化推导的牙齿的给定部分中存在龋齿时,推导的牙齿状况信息已经与数字三维表示的牙齿部分相互关联。

[0110] 在一些实施例中,诊断数据表示从牙齿记录的信号的强度,并且在牙齿表面上的强度变化表明存在例如龋齿或现有的牙齿填充物。牙齿状况的存在可以通过该状况位置处信号强度的增加或减小两者来指示。

[0111] 当好的牙齿被波长约405nm的光照射时,牙齿发出的荧光具有500nm的宽发射,这是典型的天然牙釉质。在龋齿感染的牙齿区域中,由于从口腔细菌中卟啉化合物的释放,在635nm和680nm处经常看见额外的峰。即,通过测量从牙齿的特定区域记录的635nm和680nm处的荧光信号是否比来自牙齿的其他(健康)部分的荧光信号更强,可以检测龋齿的存在。荧光信号强度的增加因而提供了牙齿中龋齿的直接表示。

[0112] 在波长例如为405nm的光照射下,牙齿以500nm发出的自然荧光的减少可能是由具有龋齿的区域中的散射引起的。因此,检测较低的荧光信号(约500纳米)可以指示在牙齿的该区域中龋齿的存在。

[0113] 诊断数据可以表达牙齿状况的空间分布。这可能是当诊断数据是表明牙齿在牙齿的特定区域、例如咬合面上的特定区域被龋齿攻击的荧光数据时的情况。

[0114] 在一些实施例中,牙齿状况信息包括牙齿上状况的位置。所推导的信息因而既描述了状况,又描述了牙齿的哪一部分受状况的影响。在龋齿的情况下,牙齿状况信息则可以包括描述龋齿存在于牙齿中并且它例如位于牙齿的咬合面上的信息。

[0115] 当数字三维表示和/或诊断数据包括患者牙龈的数据时,该方法可包括推导与牙龈状况有关的信息,诸如牙龈的形状、颜色、与牙齿的空间关系或牙龈袋的深度。随着时间的推移,监测牙龈形状及其随时间与牙齿的空间关系提供了一种检测牙龈退缩和牙龈囊袋加深的手段。

[0116] 在一些实施例中,识别个体牙齿包括将分割的牙齿与牙齿数据库的数字模板牙齿进行比较。这是可能的,原因在于不同的牙齿具有不同的形状(例如前牙没有与后牙相同的形状)。给定的白齿属于患者口腔的左侧还是右侧例如可根据患者牙齿的数字三维表示中对应数据的位置来确定。

[0117] 当牙齿已经被识别时,识别结果可以在用户界面中可视化,从而允许操作员确认识别是正确的。

[0118] 在一些实施例中,牙齿由操作员例如在用户界面中的牙齿组的可视化上使用指点工具来手动识别。牙科医生或操作员经常在过程期间看到牙齿的可视化,并且手动识别个体牙齿可以结合牙齿在显示器上的可视化使用指点工具来进行。

[0119] 在一些实施例中,所获得的数字三维表示中牙齿的识别基于对先前获得的患者牙齿的数字三维表示所进行的识别。这种先前获得的数字三维表示可能在先前在牙科医生处问诊期间应用该方法时已经被分析。先前的分析提供了关于该具体患者牙齿的实际形状的知识,使得在当前问诊期间获得的数字三维表示的牙齿部分可以与实际形状进行比较。相较于与牙齿数据库的模板牙齿进行比较,这种比较可能更容易且更精确。

[0120] 在一些实施例中,所识别的牙齿的形状被存储在电子数据记录中。这提供了如下优点:在后续使用该方法期间,例如后续在牙科医生处问诊期间,牙齿的识别可以基于患者的牙齿组的实际形状。与基于与标准牙齿形状比较来识别牙齿时相比,这种识别可能快得多,并且需要更少的计算力。

[0121] 在一些实施例中,诊断数据包括如下数据,所述数据从包括诸如牙齿颜色数据或牙齿阴影数据的纹理数据、荧光数据、红外数据、X射线数据、光学相干断层扫描数据、超声数据、激光散斑图像或表示拮抗牙之间的咬合接触部的数据的组中选择。原则上,可以使用适合于诊断目的和表达牙齿状况的任何类型的数据。

[0122] 在本公开的上下文中,短语“荧光数据”指的是通过荧光测量获取的数据,其检测响应于由包括波长能够退出牙齿的或牙齿处的荧光材料的光的探测束的照射而从牙齿发出的荧光信号。激发可以例如使用蓝色或绿色光,这取决于要激发哪种材料。

[0123] 在本公开的上下文中,短语“红外数据”是指通过红外测量获取的数据,例如通过红外扫描仪,其中检测红外波长的光通过所分析的一个或多个牙齿的透射或透射的变化。通过牙齿透射的红外光的强度的变化可以是例如由于牙齿填充物、牙齿表面的裂纹或龋齿。

[0124] 可例如使用虚拟咬合器模拟咬合期间牙齿的相对移动来确定与拮抗牙的咬合接触。咬合接触也可以使用咬合纸记录,其在牙齿上留下颜色标记。如果使用记录牙齿形状和牙齿颜色两者的口腔内扫描来获取牙齿的数字三维表示,则可以从数字三维表示推导接触点。然后将推导的咬合接触映射到数字牙科图表上。

[0125] X射线数据可以例如是以锥形束计算断层扫描图像或二维X射线图像的形式。

[0126] 在一些实施例中,所推导的牙齿状况信息涉及选自包括牙齿阴影、牙齿磨损、龋齿、致龋细菌的存在、来自先前牙科工作的填充物、酸蚀损伤、磨牙症引起的损伤、牙齿排列、错牙合或牙龈退缩的组的信息。

[0127] 牙齿排列可以作为正畸治疗的一部分而得到,其中监测患者牙齿排列的变化。存储治疗期间为患者牙齿推导的牙齿状况信息(即牙齿排列)然后为矫正医师在可视化进展

和确认治疗按计划进展方面提供了强有力的工具。

[0128] 酸蚀或磨牙症引起的损伤可以从激光散斑图像中检测到,从而提供关于釉质的微观结构的信息。也可以检测这种损伤,以监测患者牙齿形状随时间的变化。

[0129] 在微观结构标度上存在致龋菌或折断可作为牙齿中正在发展的龋齿的指示。

[0130] 可以针对多个牙齿以及关于多个不同的牙科状况推导信息。

[0131] 在一些实施例中,操作员将手动地将推导的牙齿状况信息注释到数字牙科图表上。

[0132] 在一些实施例中,该方法包括获得包括表示患者牙齿表面的区域的数字牙科图表,并将推导的牙齿状况信息的表示添加到数字牙科图表的对应于为其推导牙科状况信息的一个或多个牙齿的一个或多个区域。

[0133] 在一些实施例中,数字牙科图表包括表示牙齿表面的区域,即对于通常在患者牙齿组中发现的每个牙齿,数字牙科图表具有表示牙齿表面的一个或多个区域。对于前牙,数字牙科图表可以包括表示颊面的区域和表示每个牙齿舌表面的区域。对于每个后牙,数字牙科图表可以包括表示颊面的区域、表示舌面的区域和表示咬合表面的区域。例如,如果在其中一个犬齿中检测到龋齿,则向牙医表明该牙齿中存在龋齿的表示被添加到表示该牙齿的牙科图表的区域。

[0134] 在一些实施例中,数字牙科图表包括具有表示牙齿不同表面的区域的二维牙科图表。然后,可以将用于已分割牙齿的诊断数据或所推导的牙齿状况信息投影到数字牙科图表中的对应区域。该区域可以例如表示数字牙科图表中的颊面/唇面、咬合面或舌面。

[0135] 数字牙科图表可以是标准牙科图表的形式,其中表示不同牙齿的区域是概括了的。

[0136] 在一些实施例中,基于牙齿的对应表面形成区域,使得数字牙科图表是个性化牙科图表,其中牙科图表的区域根据患者口腔中的实际情况而成形和/或着色和/或排列。

[0137] 在一些实施例中,将推导的牙齿状况信息添加到数字牙科图表包括:将所推导的信息的表示映射到数字牙科图表上。然后在数字牙科图表中的正确区域可视化牙齿状况信息。

[0138] 在一些实施例中,诊断数据被映射到数字牙科图表上。例如,可以将阴影数据或荧光数据映射到数字牙科图表的区域上,使得数字牙科图表显示具有投影到这些区域上的诊断数据的牙齿表面表示。

[0139] 在一些实施例中,诊断数据包括纹理数据,并且纹理数据的表示被投影到数字牙科图表的表示这些牙齿表面的区域上。

[0140] 有关患者牙龈状况的所推导的信息也可添加到数字牙科图表。牙龈状况信息可被映射到数字牙科图表上。

[0141] 可以在数字牙科图表上手动地注释诸如从单独的图像X射线图像手动推导的牙齿状况信息。

[0142] 在一些实施例中,牙齿状况信息使用颜色代码、几何或文本符号、矢量图或一个或多个箭头在数字牙科图表上表示。当数字牙科图表用于监测正畸治疗时,这样的箭头可以例如用来指示自图表的最后更新以来的移动。

[0143] 因此,填充数字牙科图表可以包括:将信息的符号投影到数字牙科图表的对应区

域上。

[0144] 在一些实施例中,数字牙科图表至少部分地由数字三维表示形成。

[0145] 当诊断数据包含在牙齿的数字三维表示中时,这提供了优势,原因在于在形成数字牙科图表时所建立或者使用的数字牙科图表和数字三维表示之间的相互关联性也可用于将所推导的牙齿状况信息或诊断数据映射到数字牙科图表上。

[0146] 在一些实施例中,通过将牙科图表模板加载到计算机系统中获得数字牙科图表,所述计算机系统被配置用于执行提供所公开方法的步骤的计算机程序产品的指令。

[0147] 公开了一种用于推导患者牙齿的牙齿状况信息的方法,其中该方法包括:

[0148] -将患者牙齿的数字三维表示和一个或多个牙齿的诊断数据加载到电子数据处理装置中;

[0149] -使用所述电子数据处理装置执行计算机程序产品,其中所述计算机程序产品包括用于如下操作的计算机可读指令:

[0150] -在数字三维表示中识别个体牙齿;

[0151] -从数字三维表示中分割个体牙齿;

[0152] -从诊断数据中推导牙齿状况信息;

[0153] -使推导的牙齿信息与识别的个体牙齿相互关联。

[0154] 公开了一种用于推导患者牙齿的牙齿状况信息的方法,其中该方法包括:

[0155] -将患者牙齿的数字三维表示和一个或多个牙齿的诊断数据加载到数字环境中;以及

[0156] -在数字环境中执行以下步骤:

[0157] -在数字三维表示中识别个体牙齿;

[0158] -从数字三维表示中分割个体牙齿;

[0159] -从诊断数据中推导牙齿状况信息;以及

[0160] -使推导的牙齿信息与识别的个体牙齿相互关联。

[0161] 公开了一种包括计算机可读指令的计算机程序产品,其用于:

[0162] -获得患者牙齿的数字三维表示;

[0163] -获得一个或多个牙齿的诊断数据;以及

[0164] -通过包括以下步骤的程序推导患者牙齿的牙齿状况信息:

[0165] -在数字三维表示中识别个体牙齿;

[0166] -从数字三维表示中分割个体牙齿;

[0167] -从诊断数据中推导牙齿状况信息;以及

[0168] -使推导的牙齿信息与识别的个体牙齿相互关联。

[0169] 公开了一种包括计算机可读指令的计算机程序产品,当由电子数据处理装置执行时,其提供了一种数字环境,用于通过包括如下操作的方法推导患者牙齿的牙齿状况信息:

[0170] -将患者牙齿的数字三维表示加载到数字环境中;

[0171] -在数字三维表示中识别个体牙齿;

[0172] -从数字三维表示中分割个体牙齿;

[0173] -将一个或多个牙齿的诊断数据加载到数字环境中;

[0174] -从诊断数据中推导牙齿状况信息;以及

- [0175] -使推导的牙齿信息与识别的个体牙齿相互关联。
- [0176] 在一些实施例中,计算机可读指令执行所执行方法在被执行时的一个或多个步骤,例如识别、分割、推导和相互关联的步骤。
- [0177] 公开了一种包括用于提供包括用户界面的虚拟环境的计算机可读指令的计算机程序产品,其中虚拟环境被配置用于:
- [0178] -获得患者牙齿的数字三维表示,并在用户界面中显示数字三维表示;
- [0179] -获得一个或多个牙齿的诊断数据;以及
- [0180] -协助用户通过包括如下操作的过程获得患者牙齿的牙齿状况信息:
- [0181] i. 在数字三维表示中识别个体牙齿;
- [0182] ii. 从数字三维表示中分割个体牙齿;
- [0183] iii. 从诊断数据中推导牙齿状况信息;
- [0184] iv. 使推导的牙齿信息与个体识别的牙齿相互关联。
- [0185] 在一些实施例中,虚拟环境被配置用于在用户界面中显示诊断数据或包含诊断数据的数字诊断数据文件。
- [0186] 公开了一种利用所公开的计算机程序产品编码的非暂时性计算机可读介质。
- [0187] 在一些实施例中,电子数据记录被配置用于加载到牙科实践管理系统中。
- [0188] 然后,牙科实践管理系统可以优选地从电子数据记录中读取牙齿状况信息,使得牙科实践管理系统例如可以在数字牙科图表中可视化推导的牙齿状况信息。牙科实践管理系统还可以被配置用于将加载的电子数据记录的牙齿状况信息和/或牙龈状况信息与从较早时间获得的诊断数据中推断的信息进行比较。数字牙科图表可以例如在牙科实践管理系统的用户界面中可视化。
- [0189] 在一些实施例中,用户界面被配置用于在显示数字牙科图表和显示牙齿的数字三维表示之间切换。数字牙科图表可以例如包括具有如下区域的二维牙科图表:所述区域可视化患者牙齿的可见表面,其中将所推导的信息映射到这些区域上,而数字三维表示显示从牙齿获得的形状数据以及例如阴影数据或荧光数据。
- [0190] 这提供了如下优点:操作员、例如牙医可以容易地在不同的视图之间改变,从而容易访问由不同视图提供的不同知识。
- [0191] 例如,当以任何其他合适的方式按压或激活虚拟推压按钮时,可以提供不同视图之间的切换。
- [0192] 在一些实施例中,用户界面被配置用于在如下两者中切换:显示具有在对应区域中可视化的所推导牙齿信息的数字牙科图表以及显示具有隐藏的所推导信息的数字牙科图表。
- [0193] 当例如颜色或牙齿阴影等的纹理数据在数字牙科图表上可视化时,这能够是有利的。切换则允许一个视图与具有例如阴影数据的数字三维表示一起清晰可见,而不干扰牙齿状况信息和提供牙齿状况信息的另一视图。
- [0194] 在一些实施例中,牙科图表的一个视图包括仅具有形状数据且具有映射到数字三维表示的区域上的牙齿状况信息的数字三维表示。
- [0195] 这提供了如下优点:在牙齿的数字三维可视化上看到牙齿状况信息,但是没有任何纹理数据干扰牙齿状况信息。

[0196] 在一些实施例中,当咬合翼布置在患者牙齿上时记录数字三维表示,并且该方法包括向数字三维表示注册咬合翼的数字模型,以推导咬合翼相对于患者牙齿的信息。

[0197] 所公开的实施例可用于将牙齿和牙龈状况信息添加到干净的数字牙科图表或用于更新患者的现有数字牙科图表。即,所获得的数字牙科图表可以是干净模板数字牙科图表,或先前填充的数字牙科图表,其已经包括患者牙齿的诊断数据或牙齿状况信息,以使得生成数字牙科图表提供患者牙齿的已更新数字牙科图表。

[0198] 公开了一种用于推导患者牙齿的牙齿状况信息的方法,其中该方法包括:

[0199] -获得患者牙齿的数字表示;

[0200] -在数字表示中识别个体牙齿;

[0201] -从数字表示中分割个体牙齿;

[0202] -获得一个或多个牙齿的诊断数据;

[0203] -从诊断数据中推导牙齿状况信息;以及

[0204] -使推导的牙齿信息与个体牙齿相互关联。

[0205] 在一些实施例中,牙齿的数字表示包括牙齿的数字二维表示或数字三维表示。

[0206] 此外,本公开涉及一种计算机程序产品,该计算机程序产品包括计算机可读指令,其用于当在数据处理系统上执行所述计算机可读指令时,使数据处理系统执行根据任何实施例的方法;并且涉及一种计算机程序产品,其包括存储在计算机可读指令上的计算机可读介质。

[0207] 公开了一种在其上存储计算机程序的非暂时性计算机可读介质,其中所述计算机程序被配置用于引起计算机辅助推导患者牙齿的牙齿状况信息,其中所述推导包括识别患者的个体牙齿并从所获得的患者牙齿的数字三维表示中分割个体牙齿,并从为一个或多个牙齿获得的诊断数据中推导个体牙齿的牙齿状况信息。

[0208] 本发明涉及不同的方面,包括上文以及下文描述的方法、计算机程序产品、系统、数字环境和用户界面,以及对应的方法、计算机程序产品、系统和/或用户界面,各产生一个或多个结合上述第一方面描述的益处和优点,并且每一个都具有一个或多个实施例,所述一个或多个实施例对应于结合上述第一方面和/或在所附权利要求中所公开的实施例。

## 实施例

[0209] 1. 一种用牙齿状况信息填充数字牙科图表的方法,其中,该方法包括:

[0210] -通过使用根据任一个所公开实施例中的方法推导一个或多个牙齿的牙齿状况信息;

[0211] -获得包括表示牙齿表面的区域的数字牙科图表;

[0212] -将识别和分割的牙齿与数字牙科图表的对应区域相互关联;

[0213] -将推导的牙齿状况信息的表示添加到数字牙科图表的一个或多个对应区域。

[0214] 2. 根据实施例1的方法,其中,将推导的牙齿状况信息添加到数字牙科图表包括将所推导的信息的表示映射到数字牙科图表上。

[0215] 3. 根据实施例1或2所述的方法,其中,所述牙齿状况信息使用颜色代码、几何或文本符号、矢量图或一个或多个箭头在所述数字牙科图表上表示。

[0216] 4. 根据实施例1至3中任一实施例的方法,其中,所述数字牙科图表至少部分地从

数字三维表示形成。

[0217] 5. 根据实施例1至4中任一实施例的方法,其中,所述诊断数据包括纹理数据,并且将纹理数据的表示投影到数字牙科图表的表示牙齿表面的区域上。

[0218] 6. 根据实施例5的方法,其中,所述数字牙科图表包括具有表示牙齿的不同表面的区域的二维牙科图表,并且其中,所述分割的牙齿的推导的牙齿状况信息或诊断数据被投影到数字牙科图表中对应的区域上。

[0219] 7. 一种用于生成被配置用于牙科实践管理系统中的电子数据记录的方法,其中,所述电子数据记录包括患者的个体牙齿的牙齿状况信息,其中,该方法包括:

[0220] -通过使用任一个所公开实施例的方法推导一个或多个牙齿的牙齿状况信息;以及

[0221] -在电子数据记录中存储所识别的牙齿的牙齿状况信息。

[0222] 8. 根据实施例7的方法,其中,分割和识别的牙齿的形状数据存储于电子数据记录中。

[0223] 9. 根据实施例7或8的方法,其中,所述电子数据记录被配置用于加载到牙科实践管理系统中。

[0224] 10. 一种虚拟环境,其被配置用于推导患者牙齿的牙齿状况信息,其中,所述虚拟环境被配置用于:

[0225] -获得所述患者牙齿的数字三维表示;

[0226] -在所述数字三维表示中识别个体牙齿;

[0227] -从所述数字三维表示分割个体牙齿;

[0228] -获得一个或多个牙齿的诊断数据;

[0229] -从所述诊断数据推导牙齿状况信息;以及

[0230] -将推导的牙齿信息与个体牙齿相互关联。

[0231] 11. 根据实施例19的虚拟环境,其中,所述牙齿状况信息使用颜色代码、几何或文本符号、矢量图或一个或多个箭头在所述数字牙科图表上可视化。

[0232] 12. 根据实施例20的虚拟环境,其中,所述虚拟环境被配置用于在显示数字牙科图表和显示数字三维表示之间切换。

[0233] 13. 根据实施例20或21所述的虚拟环境,其中,所述虚拟环境被配置用于如下两者之间切换:显示具有在对应区域中可视化的推导的牙齿信息的数字牙科图表与显示具有隐藏的推导的信息的数字牙科图表。

## 附图说明

[0234] 本发明的上述和/或附加对象、特征和优点将参照附图通过下文说明性且非限制性地详细描述本发明的实施例来进一步阐明,其中:

[0235] 图1示出了用于记录牙齿状况信息的牙科图表。

[0236] 图2示出了流程图的示意图。

[0237] 图3示出了实施例的步骤。

[0238] 图4示出了根据一个实施例的系统。

[0239] 图5示出了根据一个实施例的用户界面系统。

## 具体实施方式

[0240] 在下面的描述中,参考附图,其通过例证示出可如何实施本发明。

[0241] 图1示出了用于记录牙齿状况信息的牙科图表。

[0242] 该牙科图表100具有表示每个牙齿的表面和根部的标准化区域。例如,牙科图表100具有分别表示牙齿#32的舌面、咬合面和颊面的区域101、102和103,而区域104表示牙齿的根部。

[0243] 表示牙齿表面的区域可以成形为类似于牙齿,甚至超过图1所见或更示意性。大多数牙科图表具有针对通常在人口腔内发现的所有牙齿的区域,如也在图1中例证的图表中所示。

[0244] 可以使用不同的符号来可视化为患者牙齿推导的牙齿状况信息。在图1的牙科图表中,除了其他的之外,在牙齿11还存在复合填充物,其由填充有圆点的环105来符号化。

[0245] 这种牙科图表在近几十年来已经以纸形式为人所知,并且也是许多在其中使用数字牙科图表的数字牙科实践管理系统的一部分。

[0246] 图2示出了一实施例的流程图210的示意图。

[0247] 在步骤211中,获得患者牙齿的数字三维表示,其具有描述牙齿形貌的形状数据。可以使用口腔内扫描仪(例如由3shape A/S生产的TRIOS口腔内扫描仪)、或者在牙齿由印模制造的情况下通过对牙齿的印模或物理模型进行扫描记录数字三维表示。

[0248] 数字三维表示被加载到具有非暂时性计算机可读介质的数据处理系统中,该非暂时性计算机可读介质编码有计算机程序产品,其具有计算机可读指令,用于从数字三维表示的其余部分识别和分割个体牙齿(步骤212)。这些操作提供获得个体牙齿的数字模型,并给予所述数字模型对应的牙齿数量。

[0249] 牙齿识别可以通过由数据处理系统执行的牙齿辨识算法来处理,其中例如将个体牙齿的数字模型与在人的口腔中通常发现的不同类型的牙齿的标准化牙齿CAD模型进行比较。该识别也可以基于患者的中间平面上的对称性,这为牙齿编号提供参考。

[0250] 在步骤213中,获得牙齿的诊断数据。诊断数据可以是例如颜色数据、阴影数据、荧光数据、红外数据、锥束计算断层扫描(CBCT)数据和咬合接触数据。

[0251] 图2示出了作为单独步骤来获得数字三维表示211和诊断数据213。然而,情况不一定是这样的,因为一些诊断数据可以作为数字三维表示的一部分获得,也就是说,使得步骤211和步骤213的动作在一个单一步骤中执行。如果例如口腔内扫描仪被配置用于记录颜色,例如TRIOS 3口腔内扫描仪,则可以将颜色数据或阴影数据形式的诊断数据与数字三维表示的形状数据同时地记录。那么所获得的数字三维表示包括牙齿的形状数据和诊断数据。

[0252] 诊断数据也被加载到数据处理系统中,并且在步骤214中,从所获得的诊断数据推导牙齿状况信息。推导牙齿状况信息的分析取决于诊断数据的特征和正在推导的信息。

[0253] 在诊断数据是荧光数据的情况下,所得到的信息可以例如涉及在患者牙齿的一部分中存在龋齿或致龋细菌或存在填充物或牙齿修复。致龋细菌产生卟啉化合物,其响应波长为405nm的探测光激发,在大于600nm的波长处发射荧光信号。如果卟啉化合物存在于牙齿表面的一部分上,则从牙齿表面的那部分会有更强的荧光信号,并且从荧光强度的局部增加中检测致龋细菌。

[0254] 使用如下扫描仪可以将荧光数据记录为数字三维表示的一部分,该扫描器使用基于从牙齿表面反射的探测光检测形状数据并同时记录较长波长荧光信号。这在如下情况下能够实现:探测光由波长为405nm的激光发射光或蓝色LED提供,并且扫描仪的检测器应用拜耳滤波器来区分反射光和荧光信号。在这种情况下,荧光数据可以与反射光同时记录,并且记录的数字三维表示包括形状数据和荧光数据两者。

[0255] 对诊断数据的分析可以由操作员基于诊断数据的可视化例如在如下用户界面中进行,该用户界面配置用于帮助操作员执行该方法的步骤。例如,患者牙齿的红外数据形式的诊断数据可以在用户界面中呈现,并且操作员可以识别散射红外光的牙齿片段,例如牙齿牙釉质中的龋齿或折断。

[0256] 该分析还可以由计算机程序产品执行,该计算机程序产品具有用于检测例如在牙齿上的诊断数据的强度方面变化的指令。例如,由牙釉质中折断造成的红外光散射会引起透射红外光的局部较低强度。这样的局部强度最小值的存在和位置可以由计算机程序产品推导,由此从分析的诊断数据推导牙齿状况信息。

[0257] 在步骤215中获得数字牙科图表。这可以从牙科实践管理系统的数据库中获得,并且可以是用于在患者第一次到诊所就诊时记录牙齿状况信息的干净模板,或者可以是已经在先前的一次或多次到诊所就诊时已经用这些信息填充的数字牙科图表。数字牙科图表可以具有患者牙齿的标准化表示,如图1所示的数字牙科图表那样。

[0258] 在步骤216中,用推导的牙齿状况信息填充所获得的数字牙科图表。当从与数字三维表示空间上相关的诊断数据推导信息,即已知诊断数据和数字三维表示的形状数据的空间相互关联性时,可以立即将推导的信息投影到数字牙科图表的对应区域上。如果没有建立这种空间相互关联性,则操作员手动地在数字牙科图表上注释推导的信息也是可能的,例如使用计算机鼠标来指示牙科图表的牙齿区域上的哪里应该添加牙齿状况信息。如果诸如炎症或牙周袋深度的存在等牙龈状况信息已经从诊断数据中推导,则该信息也可以被添加到数字牙科图表。

[0259] 步骤211到214单独地涉及一种用于推导牙齿状况信息的方法,同时步骤211至216涉及一种用于推导牙齿状况信息并利用推导的信息来填充数字牙科图表的方法。

[0260] 这些步骤可以由具有非暂时性计算机可读介质的系统执行,其能够接收和存储患者牙齿的数字三维表示、一个或多个牙齿的诊断数据和数字牙科图表。计算机程序产品也存储在介质中,其中计算机程序产品具有用于推导牙齿状况信息并利用推导的牙齿状况信息填充数字牙科图表的指令。所填充的数字牙科图表的图形表示可以显示在系统的显示单元上。关于图4描述了这样的系统。

[0261] 图3例证用于推导牙齿状况信息并利用推导的信息填充数字牙科图表的步骤。

[0262] 图3A示出获得的数字三维表示320的示意图。数字三维表示可以在诸如计算机屏幕之类的显示器上呈现给操作员的数字工作空间中被可视化。数字三维表示320具有患者上颌的牙龈321的部分和六个前牙、即通用牙齿编号系统中的牙齿#6-11的表面的形状数据。除了表示牙齿形貌的形状数据之外,数字三维表示320还提供以荧光数据形式的诊断数据。荧光数据在患者上颌中切牙324和上颌侧切牙325上的两个节段322中具有显著较强的强度。荧光数据可以例如来自于从卟啉化合物在被405nm的光激发时它们以超过600nm的波长发射的荧光。如上所述,卟啉化合物指示存在致龋菌。

[0263] 数字三维表示可以通过使用蓝色LED的口腔内扫描仪来照亮患者牙齿获得。牙齿的形貌可以从反射自牙齿表面的蓝光中推导,而牙齿状况信息从荧光材料响应于蓝光在受感染区域322中发出的红光推导。这提供了荧光数据(即诊断数据)与形状数据同时获得,并且荧光数据是数字三维表示的一部分,并且因而与牙齿的形状数据空间相关。

[0264] 图3B示出了所获得的具有从数字三维表示分割的上颌中切牙的数字三维表示320。所分割部分形成上颌中切牙(牙#8)的数字模型327,图中示为虚线。从数字三维表示中分割牙齿涉及检测每个牙齿表面的边界。可以基于数字三维表示的形状数据或基于数字三维表示的颜色数据来检测牙龈处的边界。该分割可以由具有配置用于检测数字三维表示中的边界的指令的计算机程序产品执行或由在数字三维表示上标记边界的操作员执行。由计算机算法检测到的边界也可以在数字工作空间中可视化,使得操作员可以验证检测到的边界是正确的。

[0265] 使用计算机程序产品识别个体牙齿,所述计算机程序产品被配置用于从数字三维表示中进行识别。这可以基于对所分割牙齿的形状的分析和/或通过描述牙齿的标准形状和相对大小的模板牙齿的比较来实现。如果数字三维表示具有中切牙的形状数据,则这些可以基于它们的对称性来检测,并且其余牙齿基于它们相对于中切牙的自然位置来识别。在图3B中,所分割牙齿被识别为使用通用牙齿编号系统的牙齿#8。代替使用计算机程序产品,操作员可以结合数字工作空间使用例如指点工具手动识别每个牙齿。

[0266] 当作为数字三维表示的一部分获得荧光数据时,荧光数据与形状数据之间的空间相互关联性是已知的。如果对荧光数据的分析得出结论:从牙齿的某些节段(诸如上颌中切牙324和上颌侧切牙325切齿边缘处的节段322)记录的荧光信号比来自牙齿其他部分的荧光信号强得多,则得出的结论是有如下风险:在这些节段存在致龋细菌。即,基于荧光数据,系统或操作员推导出如下牙齿状况信息:在上颌中切牙324和上颌侧切牙325的节段322中龋齿可能存在或正在形成。如图3C上所示,使用所分割牙齿327的数字模型上的符号330来可视化所推导的信息。

[0267] 图3D示出了用于上颌中切牙和侧切牙的牙齿状况的符号330、331,其投影到数字牙科图表332的对应区域上,如图1中所描述的那样。由此填充的数字牙科图表可以例如在下次去牙科诊所就诊时被存储和检查,以确定自上次就诊以来什么发生了变化。

[0268] 图4示出了根据一实施例的系统的示意图。系统440包括计算机装置441,其包括计算机可读介质442和微处理器443形式的电子数据处理装置。该系统还包括视觉显示单元444和允许操作员利用计算机系统的功能性的至少一个访问装置和/或接口。所述访问装置和/或接口可以包括但不限于键盘、鼠标、触摸屏、手写笔、操纵杆、光笔、轨迹球、语音交互功能、三维手套、实体三维鼠标球、图形用户界面(GUI)、显示屏、打印机和其他已知的输入或输出装置和接口。在图4中,访问装置是计算机键盘445和计算机鼠标446,用于输入数据并激活在视觉显示单元444上可视化的用户界面的虚拟按钮。视觉显示单元444可以例如是计算机屏幕。计算机装置441能够获得患者牙齿的数字三维表示和诊断数据,这两者都可以存储在计算机可读介质442中,并且可以加载到微处理器443以便进行处理。数字三维表示可以从三维颜色扫描仪450获得,例如由3Shape TRIOS A/S制造的TRIOS 3口腔内扫描仪,其能够记录牙齿的形状和颜色两者。

[0269] 计算机系统提供所述方法步骤的执行,通过所述方法步骤可以自动地或响应于操

作员命令来操纵所获取的数字三维表示。计算机可以是能够运行各种不同的软件应用的通用计算机或限于特定功能的专用装置。在一些实施例中,计算机是计算装置的网络或其他配置。计算机可以包括任何类型、数量、形式或配置的处理器的系统存储器、计算机可读介质、外围装置和操作系统。在一个实施例中,计算机包括个人计算机(PC),其可以是台式机、膝上型计算机、平板电脑或其他已知形式的个人计算机。

[0270] 诊断数据可以使用不同类型的诊断装置451来记录,例如分别用于记录红外数据和CBCT数据的红外扫描仪和CBCT扫描仪。所记录的数据被加载到计算机可读介质442中,并使用微处理器443进行分析,以推导患者牙齿的牙齿状况信息。

[0271] 包含先前为患者记录的数据的数字牙科图表被存储在计算机可读介质442上,从那里它可以被加载到微处理器443中并在视觉显示单元444上可视化,使得牙科医生可以回忆患者的牙科历史。

[0272] 系统441被配置用于允许操作员根据最佳地反映解剖正确排列的空间排列来安排数字三维表示和诊断数据。当需要数字三维表示和诊断数据之间的空间相互关联性但不知道时,这是重要的。这可以例如是当诊断数据是独立于数字三维表示记录的CBCT数据时的情况。数字三维表示和诊断数据可以在三个维度上彼此相对移动,例如使用计算机鼠标来拖动或旋转数字三维表示和诊断数据在视觉显示单元444上的可视化。当操作员对相对排列满意时,他激活用户界面中的虚拟推动按钮,并且空间关系被存储在计算机可读介质442中。

[0273] 存储在计算机可读介质442上的还有计算机程序产品,其具有用于分析诊断数据以推导患者牙齿的牙齿状况信息的指令。

[0274] 计算机可读介质442还存储用于从数字三维表示中分割牙齿以及识别个体牙齿的计算机程序产品。当应用于数字三维表示时,结果是对应牙齿数已知情况下个体牙齿的数字模型。个体牙齿的这些数字模型可以与数字牙科图表一起存储在计算机可读介质442上的患者的电子期刊上,并在下次就诊时重新使用,以用于在下一次就诊时记录的数字三维表示中识别个体牙齿。

[0275] 当已知数字三维表示和诊断数据之间的空间相互关联性时,也已知给定的牙齿状况信息被推导用于哪个或哪些牙齿。一旦推导牙齿状况信息,它就因而可以投射到在视觉显示单元444中可视化的数字牙科图表上。因此,牙科医生将具有有用的工具来评估患者的牙科状况,并且可以针对任何问题确定可以应用哪些治疗来纠正。

[0276] 图5示出了根据一实施例的数字环境的数字工作空间的示意图。

[0277] 在数字工作空间555的第一部分557中,示出了从数字三维表示中分割的牙齿527。牙齿状况信息530已经从获得的诊断数据推导,并在分割的牙齿上可视化。在数字工作空间555的第一部分557中还可以看到数字牙科图表560。当操作员已经确认了推导的牙齿状况信息时,通过激活虚拟推动按钮561,可以将信息的符号投影到数字牙科图表560上。虚拟推动按钮可以例如使用计算机鼠标按钮来激活。同样的鼠标按钮也可以用来调整符号在数字牙科图表的代表该牙齿的区域上的位置(如果操作员希望这样做)。

[0278] 数字工作空间的第二部分558包括数据输入节段562、563,以例如用于输入与患者的牙科状况有关的牙医评论,以用于选择哪些诊断数据来进行分析以及以用于选择牙齿状况信息要记录在其上的数字牙科图表。

[0279] 数字工作空间可以在视觉显示单元上可视化,例如计算机屏幕是被配置用于实现所公开方法的系统的一部分。

[0280] 图5中所示的数字环境和工作空间包括可以在数字工作空间中显示的一个或多个数字工具。这些数字工具允许操作员例如通过输入数据与数字环境交互,并参与识别、分割、推导和关联的至少一个步骤。在图5中,这些工具中的一个被具体化为虚拟推动按钮561。当激活时,虚拟推动按钮导致执行指令,以用于利用推导的牙齿状况信息填充数字牙科图表。用于从数字三维表示中分割和识别个体牙齿的数字工具可以通过计算机程序产品的指令来具体化,从而允许对牙齿进行自动分割和识别。

[0281] 虽然已经详细描述和显示了一些实施例,但本发明不限于它们,而是也可以在以下权利要求中定义的主题范围内以其他方式具体化。特别是,要理解,可以利用其他实施例,并且可以在不脱离本发明范围的情况下进行结构和功能上的修改。

[0282] 在枚举若干部件的装置权利要求中,这些部件中的若干部件可以由同一个硬件项来具体化。仅仅在相互不同的从属权利要求中陈述或在不同实施例中描述的某些措施的事实并不表明这些措施的组合不能有利使用。

[0283] 权利要求可指前述权利要求中的任一项,而“任一”要理解为指上述权利要求中的“任一项或多项”。

[0284] 应当强调的是,在本说明书中使用术语“包含/包含”被用来指定所陈述的特征、整数、步骤或组件的存在,但不排除存在或添加一个或多个其他特征、整数、步骤、组件或其群组。

[0285] 上述和下述方法的特征可以用软件实现,并在数据处理系统或由计算机可执行指令的执行导致的其他处理部件上执行。指令可以是程序代码部件,其经由计算机网络从存储介质或从另一计算机中加载在存储器、例如RAM中。备选地,所描述的特征可以通过硬连线电路来实现,而不是通过软件或与软件结合。

100

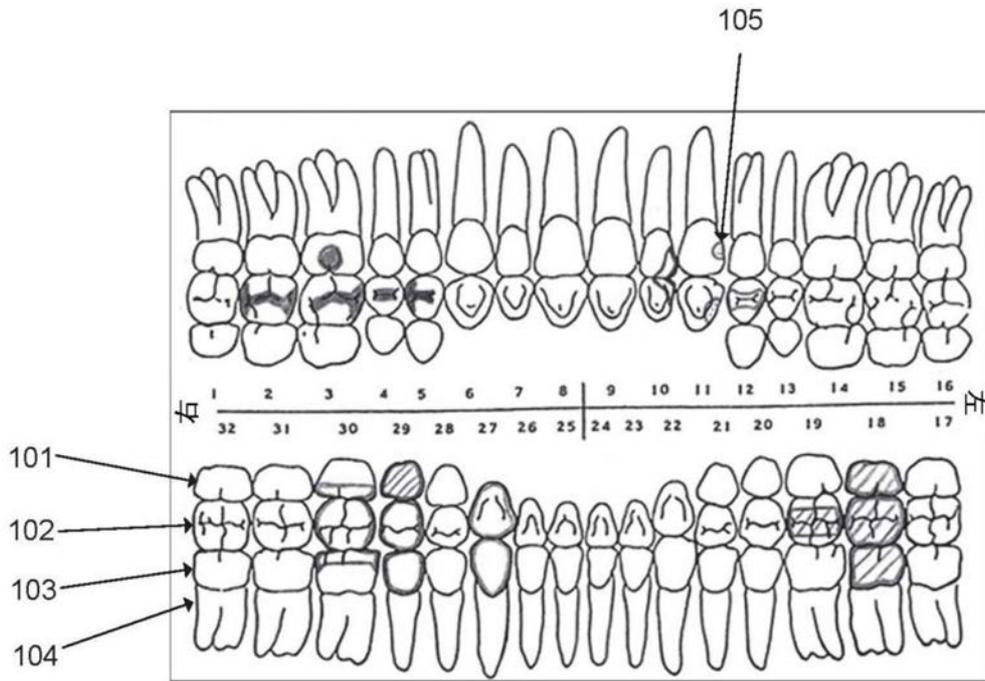


图1

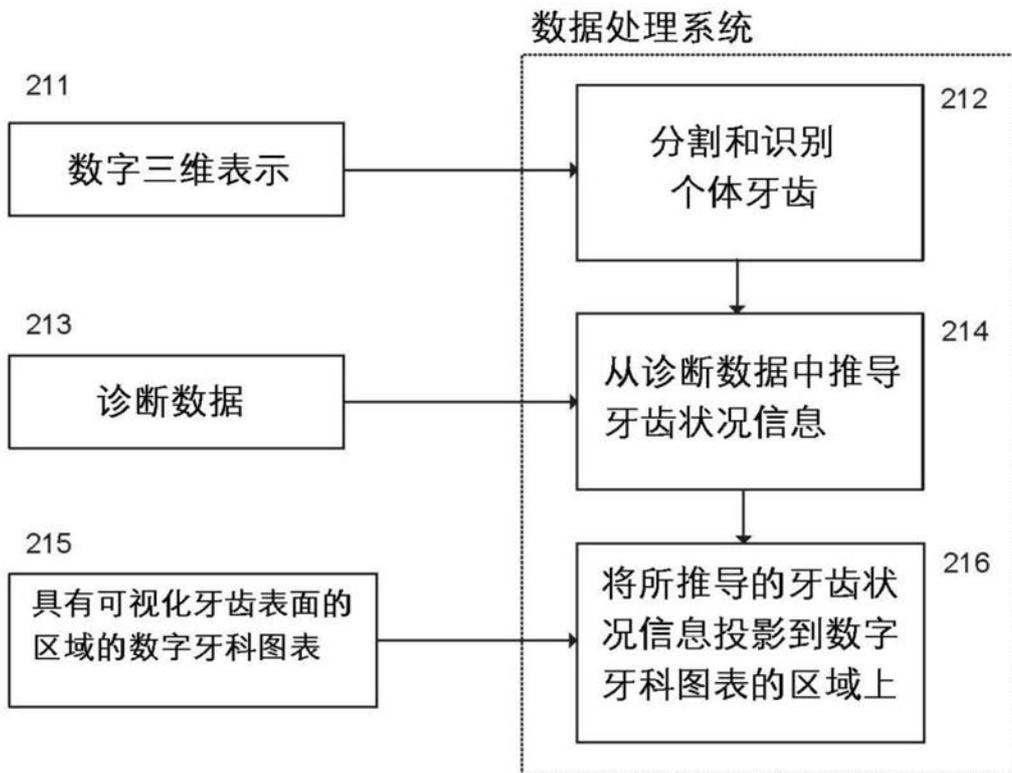


图2

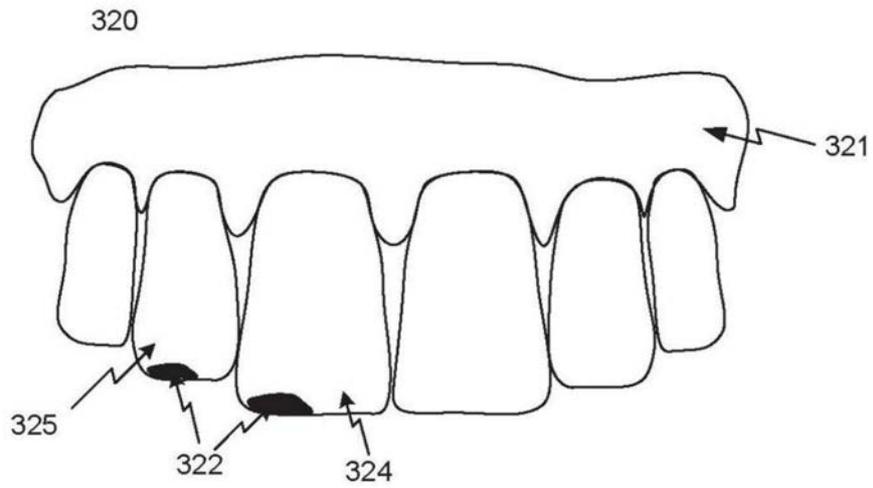


图3A

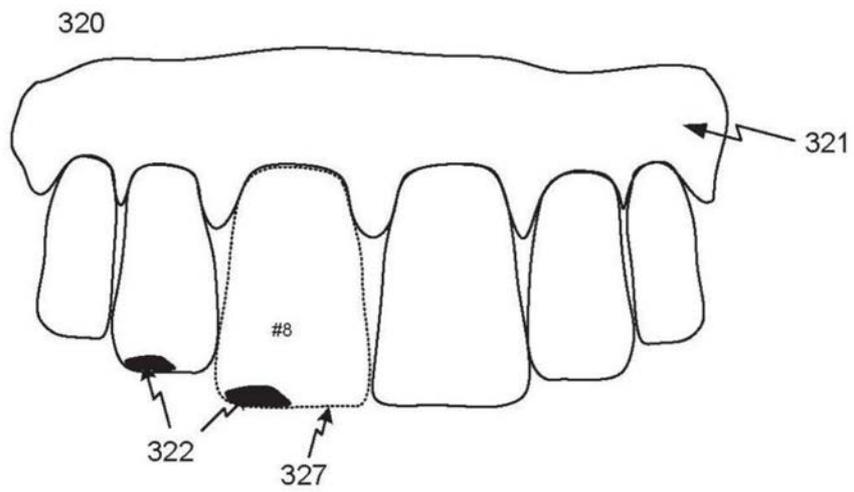


图3B

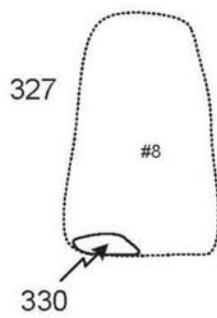


图3C

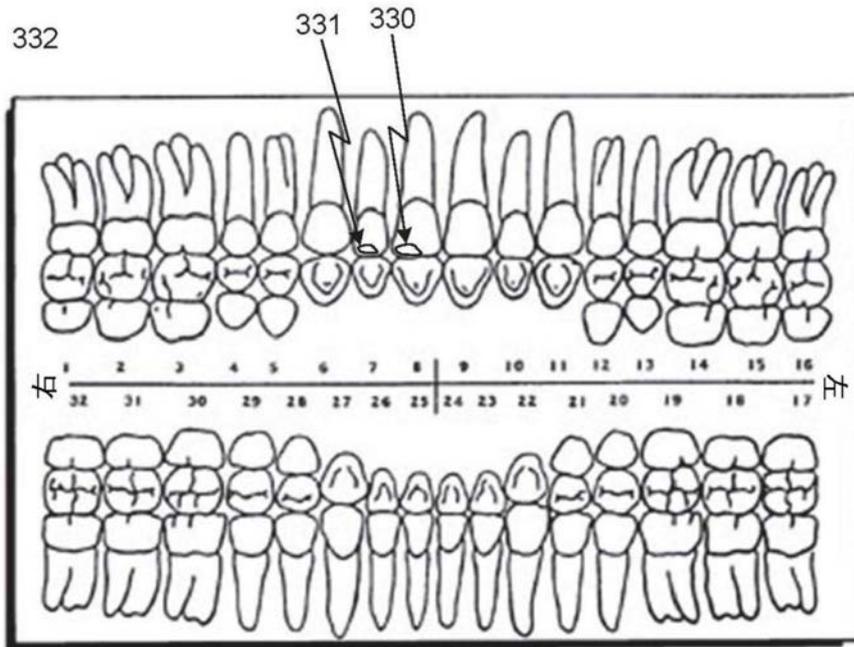


图3D

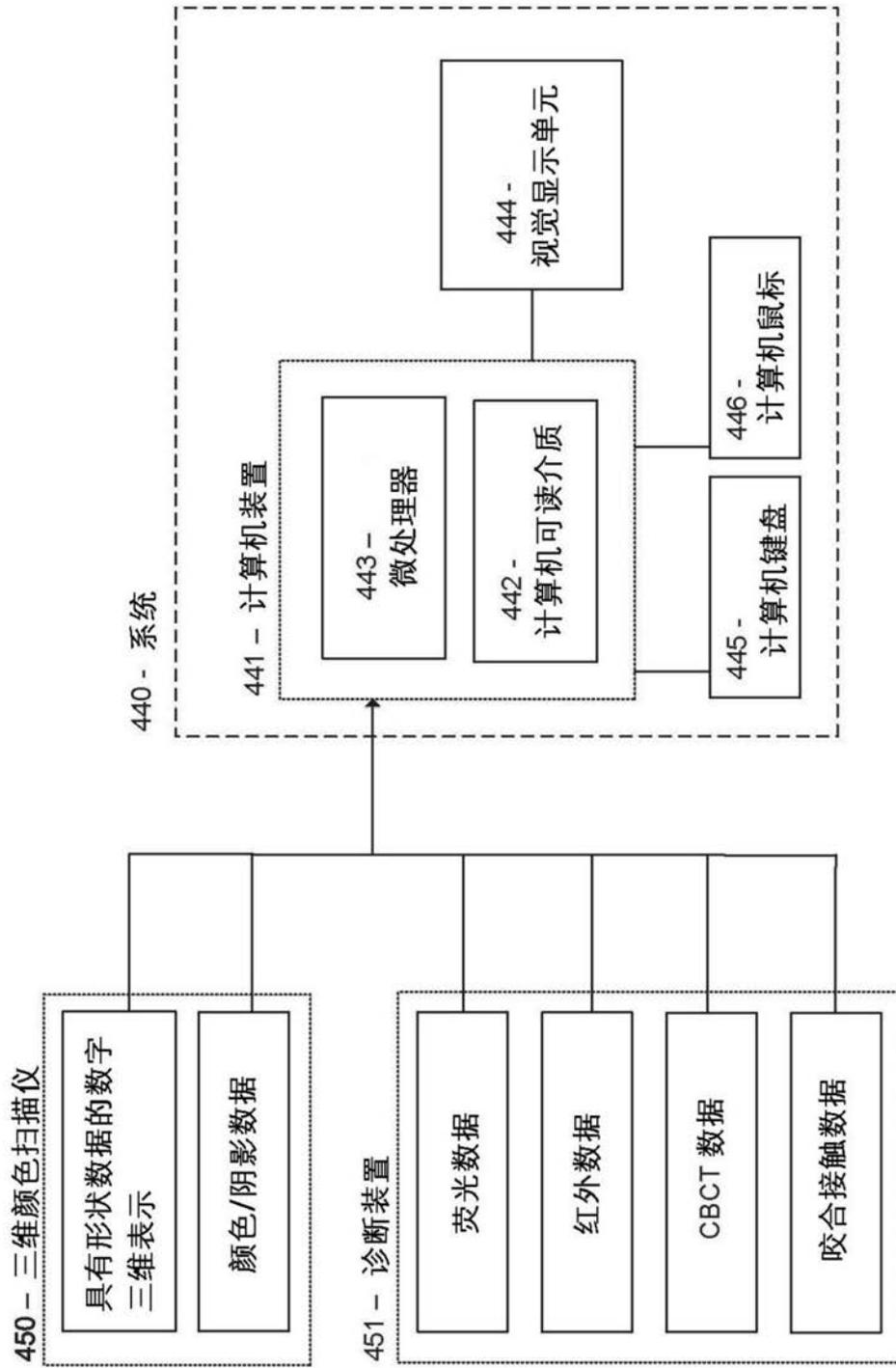


图4

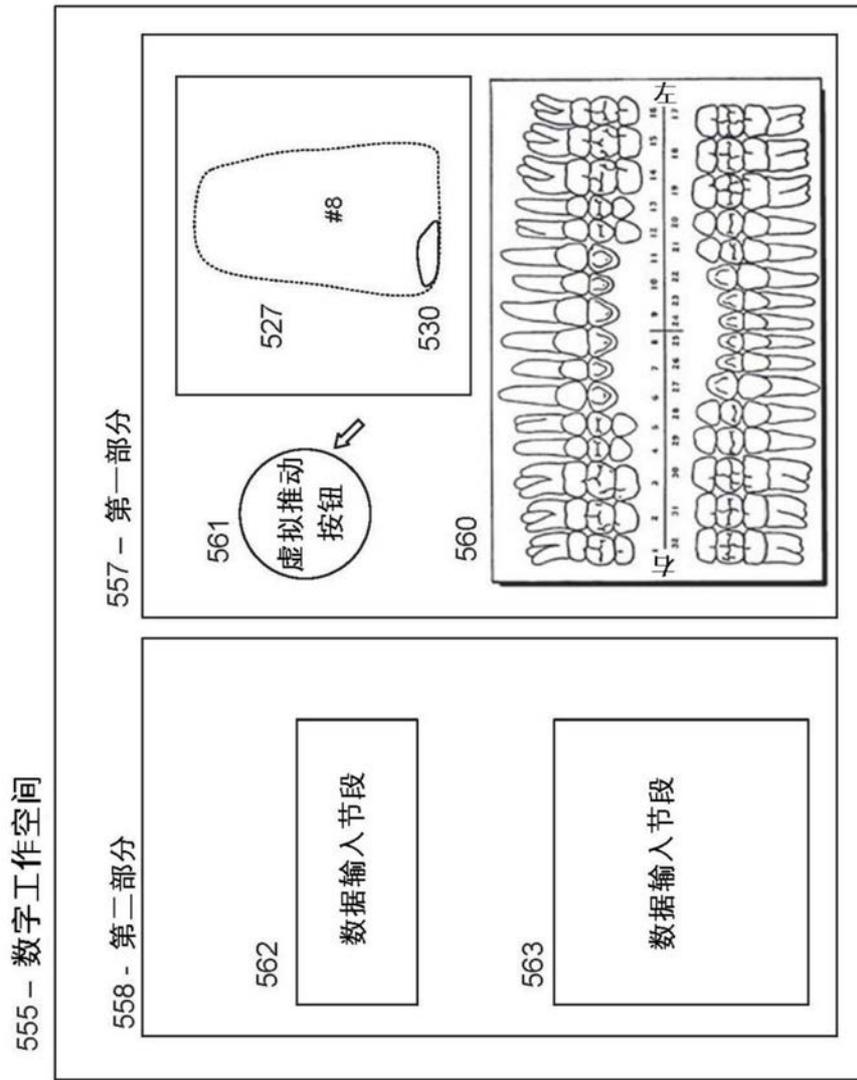


图5