



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107427350 B

(45) 授权公告日 2020.12.04

(21) 申请号 201680014600.0

(22) 申请日 2016.10.08

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107427350 A

(43) 申请公布日 2017.12.01

(30) 优先权数据
62/244,338 2015.10.21 US(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2017.09.08(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/IB2016/056039 2016.10.08(87) PCT国际申请的公布数据
W02017/068453 EN 2017.04.27(73) 专利权人 皇家飞利浦有限公司
地址 荷兰艾恩德霍芬市

(72) 发明人 S·J·G·塔敏加 D·M·努内斯

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所
11256

代理人 郑立柱

(51) Int.Cl.

A61C 17/22 (2006.01)

A46B 15/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 102711555 A, 2012.10.03

WO 2007112112 A1, 2007.10.04

WO 2015081846 A1, 2015.06.11

WO 2014202250 A1, 2014.12.24

US 2015127371 A1, 2015.05.07

US 2013108978 A1, 2013.05.02

WO 2015003939 A1, 2015.01.15

张彤等. 图形用户界面环境中的鼠标操作活动分析.《应用心理学》.2003,第9卷(第3期),第13-19页.

张彤等. 计算机指点装置定位操作人因研究回顾.《人类功效学》.2011,第17卷(第3期),第84-87页.

审查员 王莹

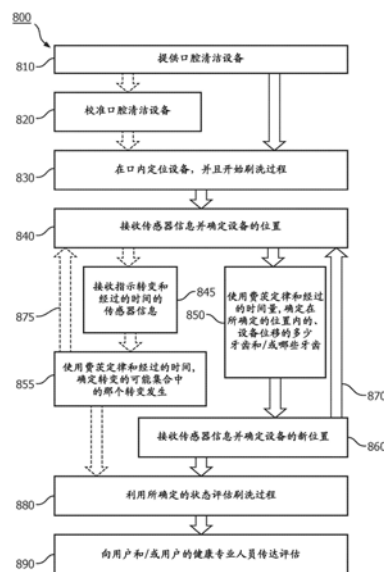
权利要求书1页 说明书14页 附图8页

(54) 发明名称

用于口腔清洁设备定位的方法及系统

(57) 摘要

一种用于在用户的口内定位口腔清洁设备的方法(300)。该方法包括以下步骤:(i)基于从运动识别器(28)接收的传感器信息来确定(830)口腔清洁设备在用户的口内的第一位置;(ii)使用从运动识别器接收的传感器信息,来测量(850)口腔清洁设备在用户的口内、在第一位置处的移动的开始与停止之间经过的时间量;(iii)使用费茨定律和所测量的经过的时间量,来计算(850)在经过的时间量期间口腔清洁设备位移的牙齿数目;和(iv)基于第一位置和在经过的时间量期间口腔清洁设备位移的牙齿数目,来确定(850)用户的牙齿中的哪些牙齿被包括在位移中。



1. 一种口腔清洁设备(10),包括:

运动识别器(28);以及

与所述运动识别器通信的控制器(30),其中所述控制器被配置为:(i)基于从所述运动识别器接收的传感器信息,确定所述口腔清洁设备在用户的口内的第一位置;(ii)使用从所述运动识别器接收的传感器信息,测量所述口腔清洁设备在所述用户的口内、在所述第一位置处的移动的 begin 和停止之间经过的时间量;(iii)使用费茨定律和所测量的所述经过的时间量,计算在所述经过的时间量期间刷洗的牙齿数目;以及(iv)基于所述第一位置和在所述经过的时间量期间所述口腔清洁设备位移的所述牙齿数目,确定所述用户的牙齿中的哪些牙齿被包括在所述位移中。

2. 根据权利要求1所述的口腔清洁设备,其中所述费茨定律包括公式

$$W*2^{(MT-a)/b}-1=D$$

其中MT是所述经过的时间量,W、a和b是预定值,以及D是在所述第一位置内移动的距离。

3. 根据权利要求1所述的口腔清洁设备,其中所述控制器还包括用于所述口腔清洁设备的校准数据。

4. 根据权利要求1所述的口腔清洁设备,其中所述控制器还被配置为评估刷洗过程。

5. 根据权利要求1所述的口腔清洁设备,还包括通信模块(38),其中所述口腔清洁设备被配置为经由所述通信模块传送来自所述运动识别器的传感器数据;以及

与所述口腔清洁设备通信并且包括处理器(44)的设备(40),其中所述处理器被配置为:(i)基于从所述运动识别器接收的传感器信息,确定所述口腔清洁设备在所述用户的口内的第一位置;(ii)使用从所述运动识别器接收的传感器信息,测量所述口腔清洁设备在所述用户的口内、在所述第一位置处的移动的 begin 和停止之间经过的时间量;(iii)使用费茨定律和所测量的所述经过的时间量,计算在所述经过的时间量期间刷洗的牙齿数目;以及(iv)基于所述第一位置和在所述经过的时间量期间所述口腔清洁设备位移的所述牙齿数目,确定所述用户的牙齿中的哪些牙齿被包括在所述位移中。

6. 根据权利要求5所述的口腔清洁设备,其中所述费茨定律包括公式

$$W*2^{(MT-a)/b}-1=D$$

其中MT是所述经过的时间量,W、a和b是预定值,以及D是在所述第一位置内移动的距离。

用于口腔清洁设备定位的方法及系统

技术领域

[0001] 本公开总体上涉及用于使用传感器输入来定位口腔清洁设备的位置和跟踪口腔清洁设备的移动的方法及系统。

背景技术

[0002] 包括刷洗的时间长度和覆盖范围的正确的刷牙技术,有助于确保长期的牙齿健康。不定期刷他们的牙齿或不充分刷牙的人经历了许多牙齿问题。在定期刷洗的人中,不正确的刷洗习惯可能导致刷洗的不良覆盖范围,从而导致未充分清洁的表面。

[0003] 为了促进正确的刷洗技术,牙刷已经被设计成提供定时器功能,使得用户知道刷洗达所推荐的最小时间量。定时器功能可以包括可听见的声音、触觉反馈或其他通知机制,以让用户知道何时经过了预定时间量。这向用户提供了他们已经刷他们的牙齿达足够时间量的指示。

[0004] 促进正确的刷洗技术的另一种机制是确保在平均刷洗过程期间对所有牙齿表面(包括难以达到的口中区域或倾向于被不正确清洁的口中区域)的充分清洁。用以确保充分覆盖的一种方式是在刷洗过程期间跟踪牙刷在口中的位置,并将其与牙齿表面的图进行比较。例如,具有传感器的系统可以跟踪牙刷在用户牙齿上方的移动,该传感器被定位成与用户的牙齿成固定关系。

[0005] 备选地,牙刷可以包括一个或多个内部传感器,该一个或多个内部传感器尝试跟踪设备在口内的移动。在这种系统中,用户开始于牙刷在口内已知的固定位置,并且根据一个或多个内部传感器来确定刷子的后续移动。然而,这种方法有若干限制。用户无法在刷洗期间移动他们的头部,因为这干扰了原始固定参考点的正确定位。系统在数据类似的口的某些区域(诸如口的左上内部和口的右上外部)之间混淆。系统的分辨率低,这意味着只能跟踪口中宽阔的部分,而不是更精确的定位诸如牙齿。

[0006] 因此,在本领域中仍然需要一种使用传感器输入来跟踪牙刷在口内移动的方法。

发明内容

[0007] 本公开涉及用于跟踪口内的口腔清洁设备的移动的发明方法和系统。应用于被配置为在口内定位口腔清洁设备的系统,发明方法和系统实现更高的跟踪精度,从而提供对用户刷洗技术的评估。该系统利用基于费茨定律(Fitt's law-based)的模型来产生人在口中的刷洗活动的定量测量。根据一个实施例,基于费茨定律的模型允许基于完成运动所需的时间量以及观察的时间,来确定在口的一部分内覆盖的距离——从而确定所刷洗的牙齿数目。根据一个实施例,基于费茨定律的模型还允许基于完成转变所需的时间量和观察的时间,来确定从口的一段到另一段的特定转变。系统跟踪刷洗过程进行中的移动和位置,并利用该信息向用户提供反馈。

[0008] 通常在一个方面,提供了一种用于在用户的口内定位口腔清洁设备的方法。该方法包括以下步骤:(i) 基于从运动识别器接收的传感器信息,来确定口腔清洁设备在用户的

口内的第一位置；(ii) 使用从运动识别器接收的传感器信息，来测量口腔清洁设备在用户的口内、在第一位置处的移动的的开始和停止之间经过的时间量；(iii) 使用费茨定律和所测量的经过的时间量，来计算在经过的时间量期间口腔清洁设备位移的牙齿数目；以及(iv) 基于第一位置和在经过的时间量期间牙齿清洁设备位移的牙齿数目，来确定用户的牙齿中的哪些牙齿被包括在位移中。

[0009] 根据一个实施例，利用在移动期间口腔清洁设备位移的牙齿数目的确定，来确定在移动期间用户的牙齿中的哪些牙齿被刷洗。

[0010] 根据一个实施例，第一位置是口的一部分。

[0011] 根据一个实施例，费茨定律包括公式

$$[0012] \quad W * 2^{(MT-a)/b-1} = D$$

[0013] 其中MT是经过的时间量，W、a和b是预定值，以及D是在第一位置内移动的距离。

[0014] 根据一个实施例，该方法还包括提供用于口腔清洁设备的校准数据的步骤。

[0015] 根据一个实施例，校准数据包括针对W、a和b的一个或多个值。

[0016] 根据一个实施例，该方法还包括评估刷洗过程的步骤。根据一个实施例，评估包括关于在刷洗过程期间哪些牙齿被清洁的信息。根据一个实施例，评估包括关于在刷洗过程期间每个牙齿被清洁得多好的信息。

[0017] 根据一个方面，该方面是一种口腔清洁设备。该设备包括运动识别器和与运动识别器通信的控制器。控制器被配置为：(i) 基于从运动识别器接收的传感器信息，来确定口腔清洁设备在用户的口内的第一位置；(ii) 使用从所述运动识别器接收的传感器信息，来测量在用户的口内、在第一位置处的口腔清洁设备移动的的开始和停止之间经过的时间量；(iii) 使用费茨定律和所测量的经过的时间量，来计算在经过的时间量期间口腔清洁设备位移的牙齿数目；以及(iv) 基于第一位置和在经过的时间量期间牙齿清洁设备位移的牙齿数目，来确定用户的牙齿中的哪些牙齿被包括在位移中。

[0018] 根据一个方面，该方面是一种口腔清洁系统。该系统包括具有运动识别器和通信模块的口腔清洁设备，其中口腔清洁设备被配置为经由通信模块传送来自运动识别器的传感器数据。该系统还包括与口腔清洁设备通信并且包括处理器的设备，其中处理器被配置为：(i) 基于从运动识别器接收的传感器信息，来确定口腔清洁设备在用户的口内的第一位置；(ii) 使用从运动识别器接收的传感器信息，来测量在用户的口内、在第一位置处的口腔清洁设备移动的的开始和停止之间经过的时间量；(iii) 使用费茨定律和所测量的经过的时间量，来计算在经过的时间量期间口腔清洁设备位移的牙齿数目；以及(iv) 基于第一位置和在经过的时间量期间牙齿清洁设备位移的牙齿数目，来确定用户的牙齿中的哪些牙齿被包括在位移中。

[0019] 根据一个方面，该方面是一种用于在用户的口内定位口腔清洁设备的方法。该方法包括以下步骤：(i) 基于从运动识别器接收的传感器信息，来确定口腔清洁设备在用户的口内的第一位置；(ii) 使用从运动识别器接收的传感器信息，来检测口腔清洁设备从第一位置到用户的口内的第二位置的转变；(iii) 使用费茨定律和用于转变的经过的时间量，来计算在经过的时间量期间多个可能转变中的哪个转变发生的概率；以及(iv) 基于第一位置和所计算的转变概率来确定第二位置。

[0020] 应当理解，以下更详细讨论的前述概念和附加概念的所有组合(倘若这些概念相

互不是不一致的),被认为是本文公开的发明主题的一部分。特别地,在本公开的结尾处出现的所要求保护的主题的所有组合都被认为是本文公开的发明主题的一部分。

[0021] 参考下文描述的实施例,本发明的这些和其他方面被阐明并且将是显而易见的。

附图说明

[0022] 在附图中,相同的参考标记贯穿不同的视图通常指代相同的部分。此外,附图不一定按比例,而是重点通常被放在说明本发明的原理上。

[0023] 图1是根据一个实施例的口腔清洁设备的表示。

[0024] 图2A是根据一个实施例的口腔清洁设备控制系统的示意性表示。

[0025] 图2B是根据一个实施例的口腔清洁设备控制系统的示意性表示。

[0026] 图3是描绘根据一个实施例的用于使用空间传感器输入来跟踪口腔清洁设备在口内的移动的方法的流程图。

[0027] 图4是根据一个实施例的口腔内各种状态的示意性表示。

[0028] 图5是根据一个实施例的口腔内各种状态之间的转变的示意性表示。

[0029] 图6是根据一个实施例的转变概率表。

[0030] 图7是根据一个实施例的口腔内的各种状态之间的转变表。

[0031] 图8是描绘根据一个实施例的用于使用空间传感器输入来跟踪口腔清洁设备在口内的移动的方法的流程图。

具体实施方式

[0032] 本公开描述了用于跟踪口腔清洁设备在口内的移动和位置的方法和控制器和各种实施例。更一般地,申请人已经意识并且认识到,提供一种用以跟踪口腔清洁设备在口内的移动以便向用户提供刷洗反馈的系统将是有益的。因此,本文所描述或以其他方式设想的方法提供了一种口腔清洁设备,该口腔清洁设备被配置为确定口腔清洁设备在用户的口内的位置,并且确定(除了其他变量外)用户刷了多长时间的口内离散位置。根据一个实施例,该方法利用基于费茨定律的模型来产生人在口中的刷洗活动的定量测量。根据一个实施例,基于费茨定律的模型允许基于完成运动所需的时间量以及观察的时间来确定在口的一部分内覆盖的距离。

[0033] 利用本文的实施例和实现方式的特定目的是使用诸如电动牙刷的口腔清洁设备来提供刷洗信息。

[0034] 参考图1,在一个实施例中,提供了一种口腔清洁设备10,其包括主体部分12和被安装在主体部分上的刷头构件14。刷头构件14在其远离主体部分的一端包括刷头16。刷头16包括提供多根刷毛的刷毛面18。根据一个实施例,刷毛沿着基本上垂直于头部伸长轴线的轴线延伸,尽管刷头和刷毛的许多其他实施例是可能的。

[0035] 根据一个实施例,刷头构件14被安装成以便能够相对于主体部分12移动。该移动可以是包括振动或旋转等的各种不同移动中的任何移动。

[0036] 根据一个实施例,主体部分12包括用于生成移动的传动系22和用于将所生成的移动传递给刷头构件14的传动部件24。例如,传动系22可以包括生成传动部件24的移动的电动机或电磁体,传动部件24的移动随后被传递给刷头构件14。除其它部件之外,传动系22可

以包括诸如电源、振荡器和一个或多个电磁体的部件。

[0037] 主体部分12还被设置有用户输入26,以激活和去激活移动发生器22。用户输入26允许用户操作口腔清洁设备10,以例如打开和关闭口腔清洁设备10。用户输入26例如可以是按钮、触摸屏或开关。

[0038] 尽管在本实施例中,口腔清洁设备10是电动牙刷,但是将理解,在备选实施例中,口腔清洁设备是手动牙刷(未示出)。在这种布置中,手动牙刷具有电气部件,但是刷头不是由电气部件机械地致动的。

[0039] 口腔清洁设备10包括一个或多个运动识别器28。运动识别器28在图1中被示出在主体部分12内,但是可以位于设备内的任何地方,包括例如在刷头构件14内或刷头16内。运动识别器28例如包括6轴或9轴的空间传感器系统。例如,运动识别器28被配置为使用例如3轴陀螺仪和3轴加速度计来提供相对运动的六个轴线(三个平移轴线和三个旋转轴线)的读数。作为另一示例,运动识别器28被配置为使用例如3轴陀螺仪、3轴加速度计和3轴磁力计来提供相对运动的九个轴线的读数。其他传感器可以单独利用或与这些传感器结合利用,包括但不限于压力传感器和其他类型的传感器。如本文所描述或以其他方式设想的,可以利用许多不同类型的传感器来确定设备的状态和/或转变。

[0040] 运动识别器28被设置在口腔清洁设备10中的预定义位置和定向中。因此,基于运动识别器28的已知定向和位置,可以容易地确定刷头构件14的定向和位置。因此,刷头构件14与运动识别器28成固定的空间相对布置。

[0041] 运动识别器28被配置为生成指示口腔清洁设备10的加速度和角度定向的信息。传感器系统可以包括两个或更多个运动识别器28,该两个或更多个运动识别器28一起用作6轴或9轴的空间传感器系统。根据另一实施例,集成的9轴空间传感器可以在口腔清洁设备10中提供空间节省。

[0042] 由第一运动识别器28生成的信息被提供给控制器30。控制器30可以包括处理器32和存储器34。处理器32可以采取任何适当的形式。例如,处理器32可以是或包括微控制器、多个微控制器、电路、单个处理器或多个处理器。控制器30可以由一个或多个模块形成,并且是可操作的以响应于例如用户输入26的输入来操作口腔清洁设备10。例如,控制器30可以被配置为致动电动机控制单元。根据一个实施例,运动识别器28与控制器30集成。如下面更详细地阐述的,控制器30还可以包括时钟和/或定时器,或者与时钟和/或定时器通信,时钟和/或定时器被配置为测量一个或多个时间量。

[0043] 存储器34可以采取任何适当的形式,包括非易失性存储器和/或RAM。非易失性存储器可以包括只读存储器(ROM)、硬盘驱动器(HDD)或固态驱动器(SSD)。除其它的之外,存储器可以存储操作系统。RAM被处理器用于临时存储数据。操作系统可以包含代码,该代码当由控制器30执行时,控制口腔清洁设备10的每个硬件部件的操作。

[0044] 参考图2A,提供了口腔清洁系统200的一个实施例。根据一个实施例,口腔清洁系统200包括控制器30和一个或多个运动识别器28,控制器30包括处理器32和存储器34。当由电动清洁设备利用时,口腔清洁系统200包括传动系22,传动系22的操作由控制器30控制。

[0045] 参考图2B,图2B是口腔清洁系统200的另一实施例,该口腔清洁系统200包括口腔清洁设备10和与该口腔清洁设备分离的设备40。口腔清洁设备10可以是本文公开或以其他方式设想的口腔清洁设备实施例中的任何口腔清洁设备实施例。根据一个实施例,口腔清

洁设备10包括用于空间传感器信息的一个或多个运动识别器28,以及包括处理器32的控制器30。口腔清洁设备10可包括传动系22,传动系22的操作由控制器30控制。

[0046] 根据一个实施例,口腔清洁设备10还包括传送所收集的空间传感器信息的通信模块38。通信模块可以是能够传送有线或无线信号的任何模块、设备或手段,包括但不限于Wi-Fi、蓝牙、近场通信和/或蜂窝模块。

[0047] 根据一个实施例,设备40可以是被配置为或能够接收和处理从口腔清洁设备10传送的空间传感器信息的任何设备。例如,设备40可以是清洁设备固定器或站、智能电话、计算机、服务器或任何其他计算机化设备。根据一个实施例,设备40包括通信模块42,该通信模块42可以是能够接收有线或无线信号的任何模块、设备或手段,包括但不限于Wi-Fi、蓝牙、近场通信和/或蜂窝模块。如本文所述,设备40还包括处理器44,在用户在整个口中移动设备时,该处理器44使用从运动识别器28接收的空间传感器信息,来确定并跟踪口腔清洁设备10的位置。根据一个实施例,设备40可以包括存储器34以存储校准数据、接收到的空间传感器信息或任何其他信息。

[0048] 仅作为一个示例,口腔清洁设备10可以使用运动识别器28收集传感器信息,并且经由蓝牙连接将该信息本地传送给智能电话设备40,在智能电话设备40处处理和/或存储传感器信息。作为另一示例,口腔清洁设备10可以使用运动识别器28来收集传感器信息,并且经由WiFi连接将该信息发送给因特网,在因特网处该信息被传达给远程服务器设备40。远程服务器设备40处理和/或存储传感器信息。用户可以直接访问该信息,或者可以从远程服务器设备40或相关联的设备接收报告、更新或其他信息。

[0049] 根据一个实施例,口腔清洁设备10的控制器30和/或远程设备40的控制器还使用来自运动识别器28的传感器信息,以使用概率图形模型(例如隐马尔科夫模型(“HMM”)或任何其他概率图形模型或混合方法)来确定和跟踪口腔清洁设备10的位置,以根据从运动识别器28接收的空间传感器信息来估算口腔清洁设备10的位置。口内的位置具有特定的名称,并且这些名称中的每个名称可以被看作口腔清洁设备10的刷头的不同位置。例如,刷头在口中的大致位置被称为状态。尽管根据一些实施例,状态可以是刷头在牙齿上的精确位置,或者更具体地,在牙齿的特定部分上的精确位置,但是状态可以更宽泛地是口的一段或一部分,诸如左上外部,左上内部等(见表1)。当用户在口内的不同状态之间移动时,由运动识别器28生成移动信息,并且该移动信息被发送给控制器30。概率图形模型创建针对当前状态的最佳估算,其中从先前的状态概率分布以及由运动识别器28检测到的从一个状态转变到任何其他状态的概率,来计算当前的状态概率分布。因此,基于与转变概率分布组合的先前的状态概率分布来确定设备在给定空间内的最可能的位置,其中分布是一个或多个矩阵,其包含关于状态之间的转变的似然(likelihood)的信息。可以涉及多个转变矩阵,诸如包含基于用户校准的行为信息(诸如转变的可能性多大)的统计矩阵、以及包含基于传感器读数的所发生转变的似然的矩阵、和/或包含基于系统的先验知识的所发生转变的似然的矩阵。

[0050] 根据一个实施例,口腔清洁设备10的控制器30和/或远程设备40的控制器利用来自运动识别器28的传感器信息,以用于对口腔清洁设备在用户的口内的高分辨率跟踪。根据一个实施例,该系统被配置为通过逐个牙齿的分辨率来测量位置和移动。该系统利用基于费茨定律的模型,基于完成运动所需的时间量以及观察到的时间,来确定用户在口的一

部分内覆盖的距离——并且因此确定刷过的牙齿数目。费茨定律预测：移动到目标区域所需的时间是到目标的距离与目标的宽度之间的比率的函数，使用以下方程：

[0051] $MT = a + b \cdot \log_2(2D/W)$ (方程1)

[0052] 其中MT是移动时间或完成移动的平均时间，其可以由系统的时钟部件来测量。此外，a和b是模型参数，并且可以在开发中或在设备的校准期间确定。例如，a和b可以是作为依赖于设备的预期用户（诸如成人与儿童、和/或男性与女性）的预定工厂设置的值。作为另一示例，a和b可以是在用户进行指向性刷洗过程的校准过程期间确定的值。可选地，在校准过程期间获得的数据可以被处理和存储，并且可以确定和设置模型参数a和b。D是从起始点到目标中心的距离，根据一个实施例是预测的结果。W是沿着运动的轴线测量的目标宽度。例如，W可以是最终位置的允许容错，因为运动的终点必须落在目标中心的 $\pm W/2$ 内。根据一个实施例，W可以大致为人牙齿的尺寸。因此，W可以至少部分地基于设备的预期用户，诸如成人与儿童、和/或男性与女性。

[0053] 根据一个实施例，方程1可以被修改为：

[0054] $(MT - a) / b = \log_2(2D/W)$ (方程2)

[0055] $2^{(MT - a) / b} = 2D/W$ (方程3)

[0056] $W \cdot 2^{(MT - a) / b - 1} = D$ (方程4)

因此，在已知参数W、a和b的情况下，方程4允许估算在观察到时间MT时的移动距离D。

[0057] 根据一个实施例，系统200单独地利用通过基于费茨定律的模型获得的较高分辨率的位置信息，或者将通过基于费茨定律的模型获得的较高分辨率的位置信息与使用概率图形模型获得的较低分辨率的位置信息组合利用。例如，一旦识别出口内的特定状态、段或位置的其他更高水平的测量，则可以通过使用基于费茨定律的模型获得的更具体的逐个牙齿信息来放大该信息。

[0058] 参考图3，在一个实施例中，图3是用于跟踪设备在给定空间内的移动的方法300的流程图。在该方法的步骤310处，提供口腔清洁设备10。该口腔清洁设备可以是本文所描述的或以其他方式设想的实施例中的任何实施例。例如，根据一个实施例，口腔清洁设备10包括主体部分12、具有刷毛面18的刷头构件14、运动识别器28、以及具有处理器32和存储器34的控制器30。口腔清洁设备10的许多其他实施例也是可能的。

[0059] 在该方法的可选步骤320处，口腔清洁设备10可以被校准。校准可以包括例如限定系统内的位置和/或转变，这可以在工厂或者由用户完成。状态校准数据由带注释的传感器数据集组成。例如，在校准过程期间，指定区域被刷洗，并且瞬时传感器数据被注释和存储。

[0060] 根据一个实施例，校准可以由个体用户执行，因为颌(jaw)是唯一的。这可以通过几种方式执行。例如，用户可以简单地使用该设备，并且系统可以通过记录形状和边界条件（例如在后臼齿处的转折点）来重建颌的图。根据另一种用户校准方法，用户被引导完成刷洗过程，其中指示他应该刷洗的位置，使得系统可以将位置映射到其传感器数据，并且将系统训练到用户的运动模式（例如，快速或缓慢转变）。

[0061] 根据一个实施例，省略了校准步骤。代之，口腔清洁设备通过一个或多个刷洗过程，通过比较那些过程之间的数据，形成校准数据集。还可以利用自学习方法来补充、修改或者以其他方式调整工厂或用户校准。

[0062] 在该方法的步骤330处，口腔清洁设备被定位在口内的第一位置处，并且用户开始

刷洗他的牙齿。

[0063] 在该方法的步骤335处,系统使用概率图形模型来确定第一状态的概率。根据一个实施例,模型将利用先前的状态概率、基于校准数据的当前的状态概率、和从先前状态转变到当前状态的概率,来确定当前的状态概率,这根据公式:

$$[0064] \quad P(s) = P(s_{cal}) \circ (P(s_{-1})P(T)) \quad (\text{方程 } 5)$$

[0065] 其中 $P(s)$ 是当前的状态概率矩阵, $P(s_{-1})$ 是先前的状态概率矩阵, $P(T)$ 是从每个状态 $s-1$ 转变到状态 s 的概率矩阵,以及 $P(s_{cal})$ 是基于来自步骤320的校准数据的当前的状态概率矩阵。然后对所得到的分布进行归一化。

[0066] 然而,在估算用户口内的第一位置期间,将不存在先前的位置概率。因此,为了估算第一位置,仅可以利用校准数据来确定位置。存在用于当前状态估算的几种方法,下面更详细地提供这些方法。例如,根据一个实施例,基于校准数据来确定第一未知状态的概率,而使用方程 $P(s) = P(s_{-1}) * P(T)$ 来确定后续的未知状态。

[0067] 根据一个实施例,转变矩阵 T 提供从每个可能状态转变到每个其他可能状态的概率。

[0068] 然后将该矩阵乘以当前的状态矩阵 S 。在该示例中,当前的状态是100%准确已知的,但是并非必须是这种情况。当前位置通常也是不确定的,导致具有概率分布的矩阵 S 。转变概率和状态概率相乘的结果向我们给出了新的状态概率分布矩阵 P 。从该矩阵 P ,最可能的当前状态可以被确定,并且用于向用户提供反馈。

$$[0069] \quad \begin{bmatrix} T_{1,1} & T_{2,1} & T_{3,1} \\ T_{1,2} & T_{2,2} & T_{3,2} \\ T_{1,3} & T_{2,3} & T_{3,3} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} S_1 \\ S_2 \\ S_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ P_3 \end{bmatrix} \quad (\text{方程 } 6)$$

[0070] 转变矩阵 T 本身可以是概率乘法的结果,并且还可以包括行为模式的概率信息。例如,刷洗时用户不太可能跳过单个牙齿。例如,从牙齿#1到牙齿#3的转变,而完全跳过在它们之间的牙齿#2,是不太可能的。每两个牙齿之间存在转变概率,这可以被包含到转变矩阵 T 中。这些行为概率可以通过例如引导校准过程或者从消费者研究中挖掘的数据来获得。

[0071] 根据一个实施例,转变矩阵 T 包括边界条件信息。由于颌的形状是已知的,因此边界条件可以被施加在计算上。例如,如果系统正在跟踪颌上的绝对位置,并且来自运动指示器的信息表明新位置位于颌外部5厘米处,那么该位置被分配可忽略的概率,因为所估算的位置没有落在系统边界内。在这样的时刻,跟踪可以被认为是丢失的,直到所估算的新位置落回系统的边界条件内,或者在系统边界内的第二位置也具有作为真实位置的高概率。每当跟踪丢失并再次找到时,使用在跟踪丢失时发生的转变概率,可以从新找到的位置回溯中间路径。

[0072] 根据一个实施例,在考虑转变概率之前,瞬时传感器值可以已经给出了位置的指示。传感器数据的每个组合已经约束了可能的位置。例如,当刷子向内指向时,刷子位于颌的外部处,这排除某些状态。这些观察也可以帮助恢复丢失的位置跟踪。将状态链接到瞬时传感器数据的模型可以是由终端用户或在开发期间从校准步骤挖掘的数据。

[0073] 在该方法的步骤340处,发生转变,并且通过来自运动识别器28的信息检测该转变。例如,运动识别器可以检测从口的一侧到另一侧的平移、从口内部到口外部的旋转、或

者平移和旋转两者。运动识别器28的陀螺仪、加速度计、磁力计、压力传感器和/或其他传感器将信息连续地或周期性地发送给控制器30,并且该信息的改变可以被系统解释为转变,改转变包括但不限于平移、旋转和/或其他运动或转变。根据一个实施例,基于与校准数据的比较、与预定的或预编程的数据和/或其他数据的比较,控制器将来自运动识别器28的信息解释为转变。

[0074] 一旦转变完成,控制器30将利用该信息在方法的步骤350处确定口腔清洁设备10在口中的新位置或状态。因此,与先前的方法不同,仅在设备从先前状态到当前状态的转变完成之后才确定状态。为了确定新状态,控制器将来自运动识别器28的转变信息与校准数据进行比较。例如,控制器可以确定新数据与校准点匹配得多好,并获得相似性的测量。如下面详细描述,存在通过将来自运动识别器28的转变信息与校准数据进行比较来实现步骤350的多种方式,包括:(i) 直方图相关;(ii) 概率密度分布分析;和/或(iii) 最近邻分析。

[0075] 对于直方图相关方法,针对校准数据和来自运动识别器28的当前观察到的传感器数据两者的一个或多个轴线,构建归一化直方图。通过直方图内积(利用按元素的乘积并且然后求和),来计算相关性。具有最匹配数据点的数据集将产生最高的和。当使用多个轴线时,通过将个体轴线的结果相乘来计算总估算。

[0076] 对于概率密度分布分析,使用以下方程将正态分布函数拟合到校准数据集:

$$f(x | \mu, \sigma) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (\text{方程 7})$$

[0078] 然后通过概率密度分布中找到观察到的传感器数据的每个个体点的概率,来估算当前位置。根据一个实施例,例如该方法对校准数据中的可能间隙较不敏感。

[0079] 一些状态观察导致定位中的歧义结果。为了区分这些状态,有必要考虑导致状态的转变。口中转变的最特别的特征可以是例如第一状态与第二状态之间的角位移。然而,每个转变仅对应于一组位移(x、y和z)。因此,可能没有足够的数据来建立正态概率分布,以与校准集进行比较。由于数据点数目少,可以利用最近邻分析。根据一个实施例,当观察到转变时,系统寻找转变的五个最近邻(dx, dy, dz),尽管在其他实施例中可以利用小于五个或大于五个的最近邻。优选地,系统寻找将避免相等几率的多个近邻。每个转变的概率由每个集群(cluster)贡献的最近邻的数目来确定。

[0080] 因此,根据一个实施例,对于最近邻分析,通过考虑多维空间中的数目x的最近邻,将来自运动识别器28的观察到的传感器数据与校准数据集进行比较。通过采用在三维空间中表示为两个向量的点之间的差的范数,来计算所测量的点——如通过来自运动识别器28的观察到的传感器数据确定的——与每个校准点之间的距离:

$$(d = \|\vec{a} - \vec{b}\|) \quad (\text{方程 8})$$

[0082] 然后,使用例如以下方程,通过分配给该位置的最近邻的相对数目,可以计算针对每个位置的概率,其中n(total)是所考虑的近邻的总数:

$$P(s) = n(s) / n(\text{total}) \quad (\text{方程9})$$

[0084] 根据一个实施例,可以清楚地限定口腔中的状态和转变,包括但不限于通过校准数据。参考图4,根据一个实施例,图4是针对口所限定的状态。口400包括上牙齿410和下牙齿420,其中状态被限定成如表1所阐述的。这些状态也可以被识别为口的部分。转变是从状

态中的任何一个状态到状态中的任何其他状态的移动。如下面更详细地阐述的,一些转变是清楚的,而另一些转变是歧义性的。此外,一些转变更有可能出现,而另一些转变不太可能出现,并且该信息可以可选地是分析的组成部分。

[0085] 表1. 状态缩写

[0086]	状态缩写	状态全称
	LLI	左下内部
	LLO	左下外部
	ULO	左上外部
	ULI	左上内部
	URI	右上内部
[0087]	URO	右上外部
	LRO	右下外部
	LRI	右下内部
	LCI	中下内部
	LCO	中下外部
	UCO	中上外部
	UCI	中上内部
	LCI	中下内部

[0088] 参考图5,根据一个实施例,图5是在口中的状态之间的所限定的转变。口400包括上牙齿410和下牙齿420,其中转变被限定为正或负平移(“T”)和/或正或负旋转(“R”)。一些转变仅涉及一种类型的运动(T或R),而另一些转变涉及两种类型的运动(T和R)。

[0089] 根据一个实施例,转变概率可以被可视化,其中观察信号(诸如累积的角度变化的集合)提供每个可能的转变为真的概率。这可以完全概率地完成,和/或基于规则集。

[0090] 概率方法

[0091] 根据一个实施例,完全概率方法需要传感器数据的完全校准集合,根据一个实施例,这是角度旋转。在检测到转变之后,通过用于状态估算的上述方法中的一种方法,将转变前与转变后之间的传感器旋转与针对每个可能转变的校准角度旋转进行比较,得到如图6所示的表。对于由到/从指示的每个状态转变(诸如LLO(左下外部)到LLI(左下内部)),例如,存在可能的转变为真的概率P2。

[0092] 基于规则的方法

[0093] 根据一个实施例,基于规则的方法基于系统的先验知识,其中每个段之间的运动类型是已知的。如图7所示,通过可以限定的运动类型来制成表,在这种情况下是左右平移(T+/-)、左右旋转(R+/-)和/或180°旋转。根据一个实施例,校准集合可以仅包含用于每种类型运动的校准数据(例如角度旋转)。

[0094] 当检测到转变时,将角度旋转签名与现存签名进行比较,在该示例中使用最近邻方法,以分配观察到的每个运动的概率。这些归一化概率被分配给表中期望出现运动的对应位置。不期望运动的所有位置被分配概率的反数。根据一个实施例,这产生针对每个可能

的运动的一个完全表。

[0095] 例如,当以0.6确定性观察到正旋转R+时,R+表中出现R+的每个元素被分配0.6。所有其他元素被分配(1-0.6),因为当R+未被观察到时,这是其他运动中的任何运动为真的机会。

[0096] 根据一个实施例,然后将所有表按元素相乘以获得最终的转变概率分布。当没有观察到移动时,每个元素被分配相同的值(1/N),所以表不影响最后的相对几率。根据一个实施例,表示不需要是单独的表。也可以使用库、查找表或其他方法来执行。

[0097] 返回到上述方程5,处于某一状态的概率P(s)等于由开始于任何其他状态P(s₋₁)和以概率P(T)转变到该特定位置的所有组合给出的几率之和。为了解决歧义并且达成更好的估算,估算再乘以基于校准数据的当前状态概率P(s_{cal})。

[0098] 根据一个实施例,歧义的解决需要原始信息P(s₋₁)、转变信息P(T)和目的地信息P(s_{cal})。例如,这是因为对于某些位置,在口腔中检测到的状态可以至少是两个不同的状态。例如,ULO和URI可以是不可区分的,直到转变出现,以及甚至之后一些转变可以是不可区分的。例如,ULO到ULI或ULI到ULO的转变包括旋转,但是至少直到引入不对称,系统可能难以确定精确的定位。一存在由不对称引起的可区分的转变,则系统就没有歧义。通常,系统不仅将没有歧义,而且将能够确定先前歧义性的先前状态。

[0099] 在图3中的方法的可选步骤355处,根据一个实施例,校正一个或多个先前状态确定。例如,可以在该方法的步骤350处确定状态确定,但是随后的转变可以指示先前状态转变错误。例如,随后的转变可以是不可能或不太可能来自错误确定的状态,这可以触发检查和/或可能的校正。系统可以利用一个或多个先前转变连同最近的转变,来确定和校正错误确定的状态。

[0100] 类似地,如果系统暂时失去对状态或转变的跟踪,或者不能识别状态或转变,则系统可以确定当前状态和/或校正先前状态。例如,系统可以使用先前的传感器信息确定它处于假设状态S1,之后是到新的不可确定的状态S?的不可确定的转变T?。随后的已知转变T2产生确定的状态S3,这意味着到状态S?的先前不可确定的转变T?必须是到状态S2的转变T1。所获得的信息可以用于自学习和/或精炼或以其他方式限定校准数据集。

[0101] 因此,在图3中的方法的步骤360处,系统检测口腔清洁设备从一个状态到另一个状态的第二转变。例如,运动识别器可以检测从口的一侧到另一侧的平移、从口内部到口外部的旋转、或平移和旋转两者。运动识别器28的陀螺仪、加速度计、磁力计和/或其他传感器将信息连续地或周期性地发送给控制器30,并且该信息的变化可以被解释为转变,该转变包括但不限于平移、旋转和/或其他移动或转变。根据一个实施例,基于与校准数据的比较、与预定的或预编程的数据和/或其他数据的比较,控制器将来自运动识别器28的信息解释为转变。可以在整个刷洗过程中重复步骤340、350和360。

[0102] 根据另一实施例,该方法仅利用转变数据来跟踪运动并确定口腔清洁设备的状态。例如,当检测到必然限定口腔清洁设备移动到的或现在位于的状态的转变时,则仅转变数据是必要的。在转变限定两个或更多个可能状态的情况下,可能有必要依赖其他传感器数据,或者利用先前的和/或后续的转变来确定先前状态。

[0103] 在该方法的步骤370处,系统利用在刷洗过程期间获得的状态确定或仅仅是如上所述的转变数据来评估刷洗过程。根据一个实施例,系统存储关于在刷洗过程期间获得的

状态确定的信息,以便现在或在将来的某一点创建或以其他方式执行评估。根据另一实施例,系统存储关于多个刷洗过程的信息,以随时间累积数据,该数据包括刷洗时间、技术或其他度量的改进、以及改进的缺乏。

[0104] 例如,评估刷洗过程的一个目标可以是要跟踪用户刷洗每个位置花费的时间量。如果推荐的总刷洗时间是例如两分钟,则图4中识别的十二个区域中的每一个区域应被刷洗约十秒钟。系统可以将跟踪的状态与定时器、时钟或表进行比较,以确定哪些区域被充分刷洗以及哪些区域没有被充分刷洗。

[0105] 根据一个实施例,系统可以利用针对刷洗过程的其他评估度量。例如,另一个度量可以是在每个区域内行进的距离。这可能需要知道颌的尺寸,颌的尺寸可以例如从校准过程或正常刷洗中提取。另一个度量可以是单个区域内的信号扩展。例如,如果用户只将刷子保持在一个位置,则扩展将非常小。当用户在一个区域中移动、从而更完全地覆盖该区域时,扩展将更大并且更符合校准曲线,该校准曲线也更宽。根据一个实施例,系统可以利用多个度量来以多维方式评估刷洗过程。

[0106] 在该方法的可选步骤375处,系统确定在刷洗过程期间谁在使用刷子。然后,系统可以可选地将该信息与用户和/或用户帐户相关联。例如,根据一个实施例,系统使用观察到的确定状态的顺序来确定在刷洗过程期间谁在使用刷子。可以合理地假定大多数用户在刷洗过程期间会以相同或相似的模式刷洗他们的牙齿。因此,一旦所确定的顺序或模式与特定用户和/或用户帐户相关联,则后续的刷洗过程足够接近所存储的或相关联的顺序或模式。例如,可以通过阈值或概率确定来确定过程是否足够接近先前的过程的确定。

[0107] 在该方法的步骤380处,可以传达对刷洗过程的评估。例如,系统可以向用户传达关于哪些区域被充分刷洗以及哪些区域没有被充分刷洗的信息。这可以利用显示器来执行,诸如具有八个或十二个目标区域的显示器,并且该显示器具有哪些区域被充分刷洗、哪些区域没有被充分刷洗和/或两者的视觉指示器。根据一个实施例,系统可以向用户或远程系统提供实时跟踪和定位数据。例如,系统可以经由有线或无线网络连接将实时跟踪和定位数据传送给计算机。作为另一示例,系统可以经由有线或无线网络连接将所存储的跟踪和定位数据传送给计算机。因此,系统可以将关于单个刷洗过程和/或多个刷洗过程的信息直接传送给健康护理专业人员(诸如牙医或牙科卫生师)。

[0108] 参考图8,在一个实施例中,图8是用于使用基于费茨定律的模型来跟踪设备在给定空间内的移动的方法800的流程图。在该方法的步骤810处,提供口腔清洁设备10。口腔清洁设备可以是本文所描述或以其他方式设想的实施例中的任何实施例。例如,根据一个实施例,口腔清洁设备10包括主体部分12、具有刷毛面18的刷头构件14、运动识别器28、以及具有处理器32和存储器34的控制器30。口腔清洁设备10的许多其他实施例也是可能的。

[0109] 在该方法的可选步骤820处,系统200可被校准。校准可以包括例如限定变量 W 、 a 和/或 b ,这可在工厂完成或者由用户完成。例如,在校准过程期间,刷洗指定区域并且注释及存储瞬时传感器数据。根据一个实施例,因为颌是唯一的,校准可以由个体用户执行。这可以通过几种方式执行。例如,用户可以简单地使用该设备,并且系统可以通过记录形状和边界条件(诸如在后臼齿处的转折点)来重建颌的图。根据另一用户校准方法,用户被引导完成刷洗过程,其中指示他应该刷哪里,使得系统可以将位置映射到其传感器数据,并且将系统训练到用户的运动模式。

[0110] 根据一个实施例,省略了校准步骤。代之,口腔清洁设备通过一个或多个刷洗过程,通过比较那些过程之间的数据来形成校准数据集。还可以利用自学习方法来补充、修改或以其他方式调整工厂或用户校准。

[0111] 在该方法的步骤830处,口腔清洁设备被定位在口内的第一位置处,并且用户开始刷洗他们的牙齿。

[0112] 在该方法的步骤840处,运动识别器28获得传感器数据,并且系统利用该传感器数据来确定设备在口内的大致位置。大致位置是口内的状态、段或位置的其他更高水平的测量。根据一个实施例,系统利用本文描述的或以其他方式设想的概率图形模型来确定正在刷洗口的什么部分,包括但不限于表1所阐述的位置。识别口内的状态、段或位置的其他更高水平的测量的其它方法也是可能的。

[0113] 在该方法的步骤850处,使用关于设备在口中的大致位置的信息,系统可以使用基于费茨定律的模型,使用方程4来确定设备位移的牙齿数目:

[0114] $W * 2^{(MT-a)/b} - 1 = D$ (方程4)

[0115] 其中参数W、a和b是已知的,并且MT是观察的时间量。观察的时间MT可以通过测量运动何时开始和何时结束之间的时间量来获得,其中运动由运动识别器28来检测。测量的时间MT与运动的开始和结束之间的牙齿数目相关,因为在一次运动中覆盖的牙齿数目与完成运动所需的时间呈指数关系。

[0116] 根据一个实施例,关于运动的开始和结束之间的牙齿数目(即,设备位移的牙齿数目)的信息可以被系统用于不同的目的。例如,可以使用该信息来确定在运动期间哪些牙齿正被清洁。根据另一实施例,该信息可以用于触发口腔清洁设备的动作,例如影响设备的气流、流体分散或各种其他动作。

[0117] 在图8中的方法的步骤860处,系统确定口腔清洁设备10在口内的第二位置。例如,根据一个实施例,运动识别器可以检测从口的一侧到另一侧的平移、从口内部到口外部的旋转、或平移和旋转两者。运动识别器28的陀螺仪、加速度计、磁力计和/或其他传感器将信息连续地或周期性地发送给控制器30,并且该信息的变化可以被解释为转变,该转变包括但不限于平移、旋转和/或其他移动或转变。根据一个实施例,基于与校准数据的比较、与预定的或预编程的数据和/或其他数据的比较,控制器将来自运动识别器28的信息解释为转变。可以在整个刷洗过程中重复步骤850、860和870。

[0118] 根据该方法的另一个实施例(其可以被单独利用或者与上述步骤结合),基于费茨定律的模型被用于基于接收的传感器数据来确定多个可能转变中的哪个转变可能已经发生。例如,在步骤845处,口腔清洁设备的运动识别器检测从口的一部分到口的另一部分的转变。例如,运动识别器可以检测从口的一侧到另一侧的平移、从口内部到口外部的旋转、或平移和旋转两者。运动识别器28的陀螺仪、加速度计、磁力计和/或其他传感器将信息连续地或周期性地发送给控制器30,并且该信息的变化可以被解释为转变,该转变包括但不限于平移、旋转和/或其他移动或转变。

[0119] 在该方法的该实施例的步骤855处,使用关于所检测到的转变的传感器信息和针对该转变观察的时间量,系统可以使用基于费茨定律的模型,来使用上述方程4确定多个可能转变中的哪个转变可能发生,其中参数W、a和b是已知的,并且MT是观察的时间量。观察的时间MT是通过测量转变何时开始和转变何时结束之间的时间量获得的,其中运动由运动识

别器28检测。测量时间MT与转变的类型相关,因为转变的类型将与完成转变运动所需的时间有关。然后所识别的转变可以用于各种目的,包括精炼其他定位测量。根据该实施例,可以在整个刷洗过程中重复步骤845、855和875。

[0120] 在该方法的步骤880处,系统利用在刷洗过程期间获得的刷洗信息来评估刷洗过程。根据一个实施例,系统存储关于在刷洗过程期间所清洁的个体牙齿的信息,以便立即或在将来的某一点创建或以其他方式执行评估。根据另一个实施例,系统存储关于多个刷洗过程的信息,以随时间累积数据,该数据包括刷洗时间、技术或其他度量的改进、以及改进的缺乏。

[0121] 例如,评估刷洗过程的一个目标可以是要跟踪用户刷洗每个牙齿花费的时间量。如果推荐的总刷洗时间是例如两分钟,成年人中大约32个个体牙齿中的每一个应该刷洗约4秒钟。系统可以将跟踪的状态与定时器、时钟或表进行比较,以确定哪些区域被充分刷洗以及哪些区域没有被充分刷洗。

[0122] 在该方法的步骤890处,可以传达对刷洗过程的评估。例如,系统可以向用户传达关于哪些牙齿和/或区域被充分刷洗以及哪些牙齿和/或区域没有被充分刷洗的信息。这可以利用显示器来执行,该显示器诸如为哪些牙齿或区域被充分刷洗、哪些牙齿或区域没有被充分刷洗、和/或两者的视觉指示器。根据一个实施例,系统可以向用户或远程系统提供实时跟踪和定位数据。例如,系统可以经由有线或无线网络连接将实时跟踪和定位数据传送给计算机。作为另一示例,系统可以经由有线或无线网络连接将所存储的跟踪和定位数据传送给计算机。因此,系统可以将关于单个刷洗过程和/或多个刷洗过程的信息直接传送给健康护理专业人员(诸如牙医或牙科卫生师)。

[0123] 本文限定和使用的定义都应当被理解为凌驾于词典定义、通过引用并入的文献中的定义、和/或所定义的术语的普通含义之上。

[0124] 在本文中的说明书和权利要求中使用的冠词“一”和“一个”应当被理解为意指“至少一个”,除非明确地相反说明。

[0125] 如在本文中的说明书和权利要求中使用的,短语“和/或”应当理解为意指如此结合的元素中的“任一者或两者”,即,在一些情况下结合存在的元素以及在其它情况下分别存在的元素。使用“和/或”列出的多个元素应该以相同的方式来解释,即,如此结合的元素中的“一个或多个”。除了由“和/或”子句明确识别的元素之外,其它元素可以可选地存在,无论与明确识别的那些元素有关或无关。

[0126] 如在本文中的说明书和权利要求中使用的,“或者”应当理解为具有与前面限定的“和/或”相同的含义。例如,当将列表中的项目分开时,“或者”或“和/或”应当解释为是包括性的,即包括多个元素或元素列表中的至少一个,但是还包括多个元素或元素列表中的多于一个,并且可选地包括另外的未列出的项目。仅仅明确地相反说明的用语,诸如“……中的仅仅一个”或“……中的恰好一个”或者在权利要求中使用时的“由……构成”,将指的是包括多个元素或元素列表中的恰好一个元素。通常,本文使用的用语“或者”仅仅在前面有诸如“任一个”、“……中的一个”、“……中的仅仅一个”或“……中的恰好一个”的排他性用语时,才应当被理解为指示排他性的备选(即“一个或另一个,但不是两个”)。

[0127] 如在本文中的说明书和权利要求中使用的,关于一个或多个元素的列表的短语“至少一个”应当被理解为意指从元素列表中的任何一个或多个元素中选择的至少一个元

素,但是并不一定包括在元素列表内具体列出的每一个元素中的至少一个,并且不排除元素列表中的元素的任意组合。该定义还允许了可以可选地存在除短语“至少一个”所指的元素列表内明确识别的元素以外的元素,无论与明确识别的那些元素有关或无关。

[0128] 还应当理解的是,除非明确地相反说明,否则,在包括多于一个步骤或动作的本文要求保护的任何方法中,方法的步骤或动作的顺序并不一定局限于记载该方法的步骤或动作的顺序。

[0129] 在权利要求以及前面的说明书中,诸如“包括”、“包含”、“承载”、“具有”、“含有”、“涉及”、“持有”、“由……组成”等的所有过渡词要理解为是开放性的,即,意指包括但不限于。

[0130] 尽管已经在本文描述和图示了若干本发明的实施方式,但本领域普通技术人员将容易地想到用于执行功能和/或获得结果和/或本文描述的优点中的一个或多个的各种其他手段和/或结构,并且每个这种变型和/或修改被认为在本文描述的本发明实施方式的范围内。更一般地,本领域技术人员将容易地认识到,本文描述的所有参数、尺寸、材料和配置意在是示例性的,并且实际的参数、尺寸、材料和/或配置将取决于本发明教导被用于的具体一个或多个应用。本领域技术人员仅仅使用常规实验就将认识到或者能够确定本文描述的本发明具体实施方式的很多等同物。因此,要理解的是,前面的实施方式仅仅通过示例的方式提出,并且在所附权利要求及其等同物的范围内,可以除具体描述和要求保护的以外的其他方式来实践本发明的实施方式。本公开的发明实施方式涉及本文描述的每个个体特征、系统、物品、材料、套件和/或方法。此外,两个或更多个这种特征、系统、物品、材料、套件和/或方法的任意组合——如果这种特征、系统、物品、材料、套件和/或方法不会相互不一致——都包括在本公开的发明范围内。

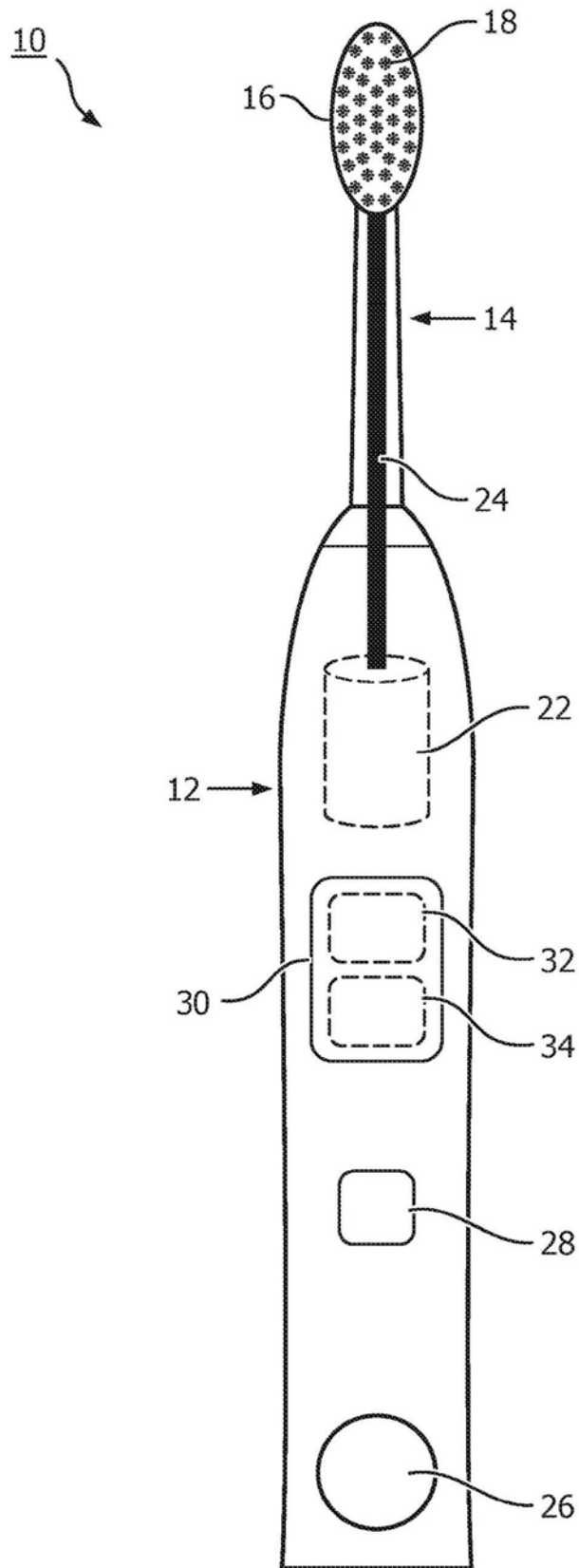


图1

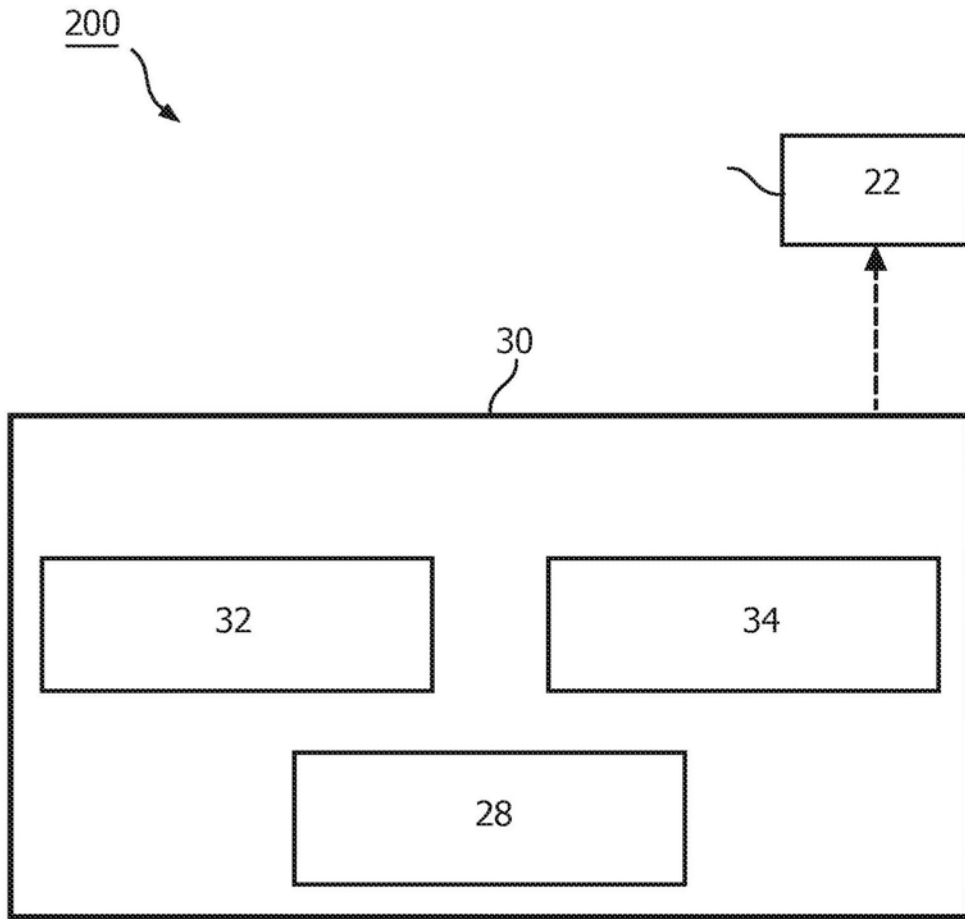


图2A

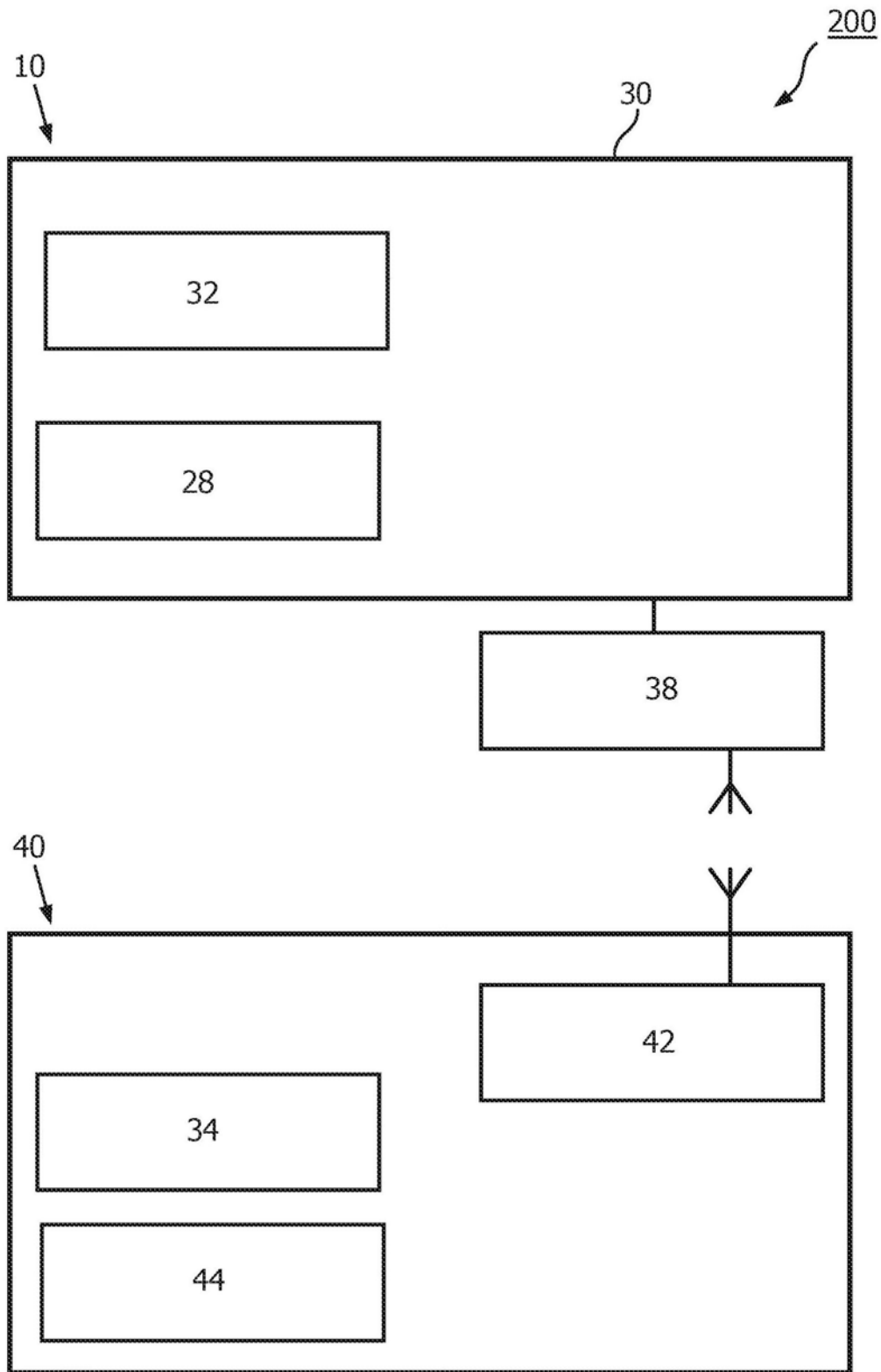


图2B

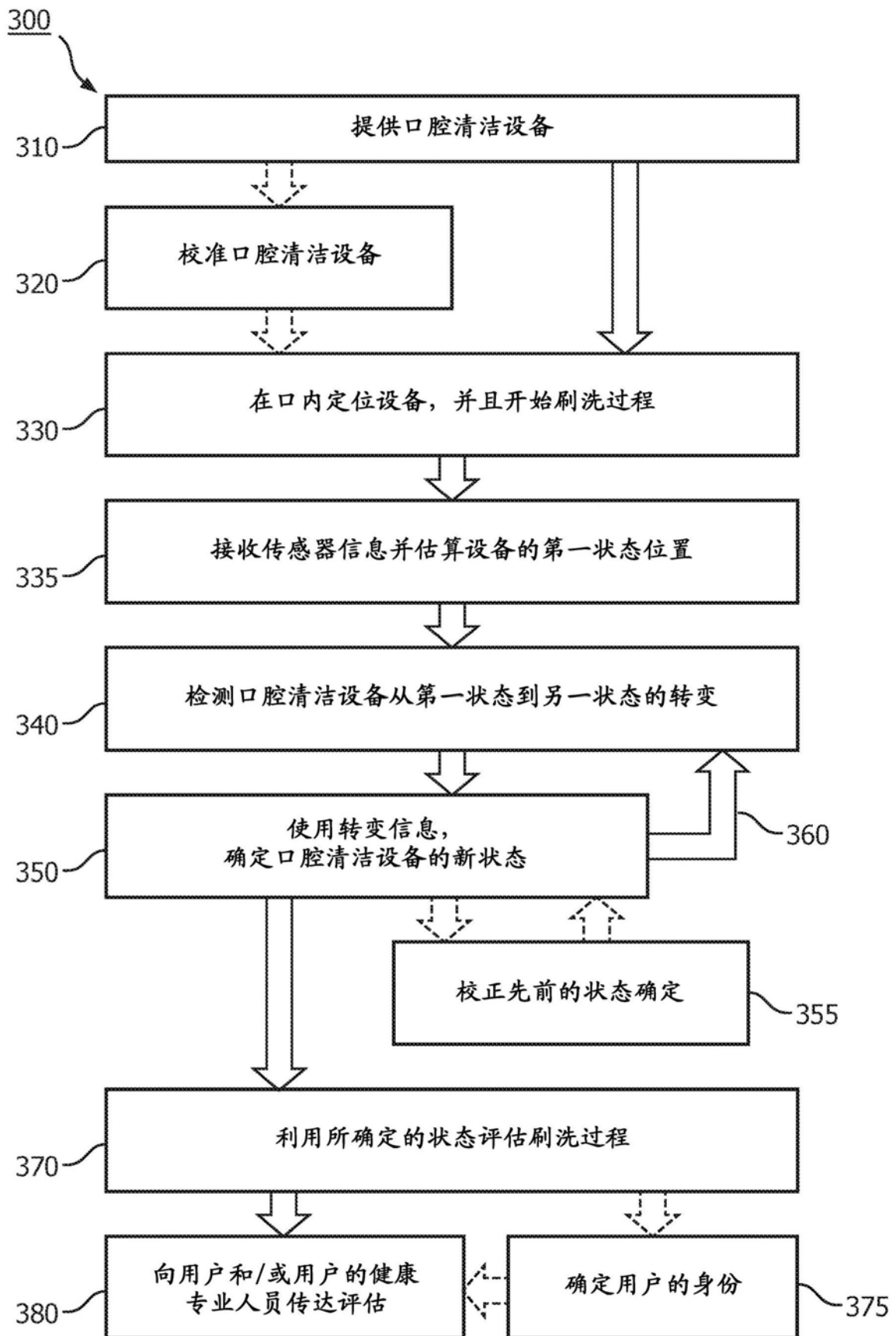


图3

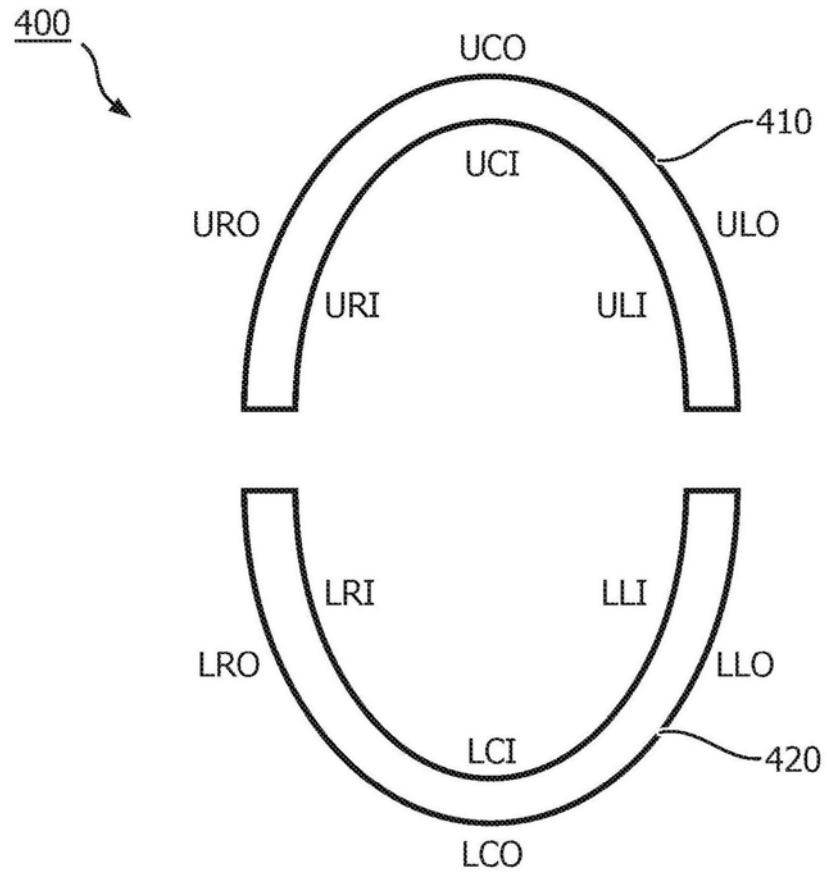


图4

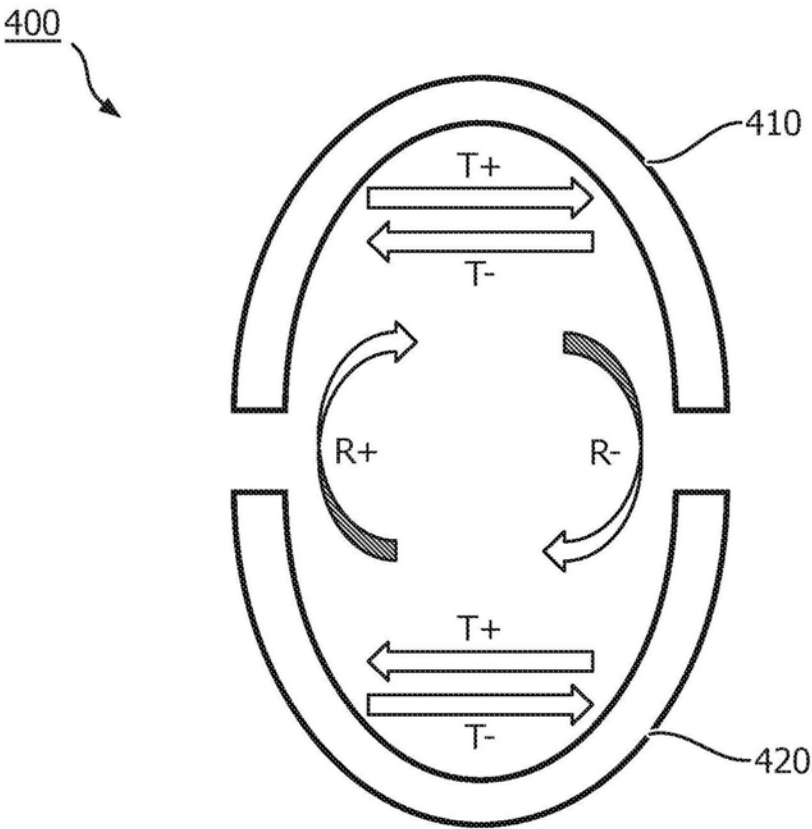


图5

V 到/从	LLI	LLO	[...]	LRO	LRI
LLI	P1	P2	...	...	...
LLO	...	...	...	...	...
[...]	...	...	...	...	...
LRO	...	...	...	...	...
LRI	...	...	...	...	...

图6

		从							
		ULO	ULI	URI	URO	LRO	LRI	LLI	LLO
到	ULO	n/a	R+	T+	$\frac{R+}{T+}$	$\frac{R\pm}{T-}$	$\frac{R-}{T-}$	R±	R-
	ULI	R-	n/a	$\frac{R-}{T+}$	T+	$\frac{R+}{T-}$	$\frac{R\pm}{T-}$	R+	R±
	URI	T-	$\frac{R+}{T-}$	n/a	R+	R±	R-	$\frac{R\pm}{T+}$	$\frac{R-}{T+}$
	URO	$\frac{R-}{T-}$	T-	R-	n/a	R+	R±	$\frac{R+}{T+}$	$\frac{R\pm}{T+}$
	LRO	$\frac{R\pm}{T-}$	$\frac{R-}{T-}$	R±	R-	n/a	R+	T+	$\frac{R+}{T+}$
	LRI	$\frac{R+}{T-}$	$\frac{R\pm}{T-}$	R+	R±	R-	n/a	$\frac{R-}{T+}$	T+
	LLI	R±	R-	$\frac{R\pm}{T+}$	$\frac{R-}{T+}$	T-	$\frac{R+}{T-}$	n/a	R+
	LLO	R+	R±	$\frac{R+}{T+}$	$\frac{R\pm}{T+}$	$\frac{R-}{T-}$	T-	R-	n/a

图7

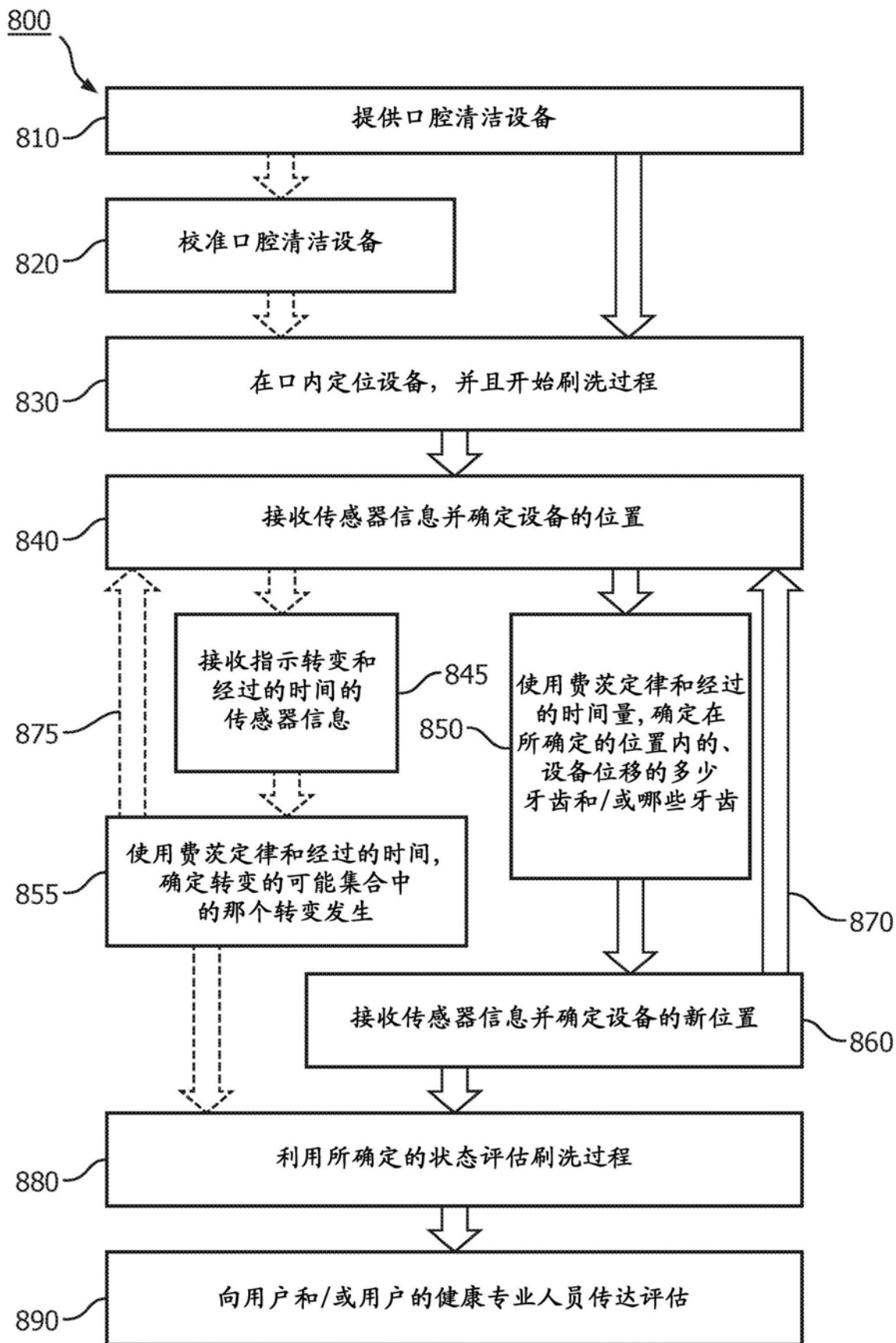


图8