



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111480181 B

(45) 授权公告日 2024. 12. 24

(21) 申请号 201880081582.7

(22) 申请日 2018.10.25

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111480181 A

(43) 申请公布日 2020.07.31

(30) 优先权数据
62/578,094 2017.10.27 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2020.06.17

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/US2018/057593 2018.10.25

(87) PCT国际申请的公布数据
W02019/084325 EN 2019.05.02

(73) 专利权人 奇跃公司

地址 美国佛罗里达州

(72) 发明人 P·A·胡佛 S·贝克
J·M·R·迪瓦恩

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所
11247

专利代理师 杨晓光 于静

(51) Int.Cl.
G06T 7/70 (2006.01)
A63F 13/21 (2006.01)

(56) 对比文件
CA 2248473 C, 2000.07.25
FR 3003049 A1, 2014.09.12

审查员 孙钦青

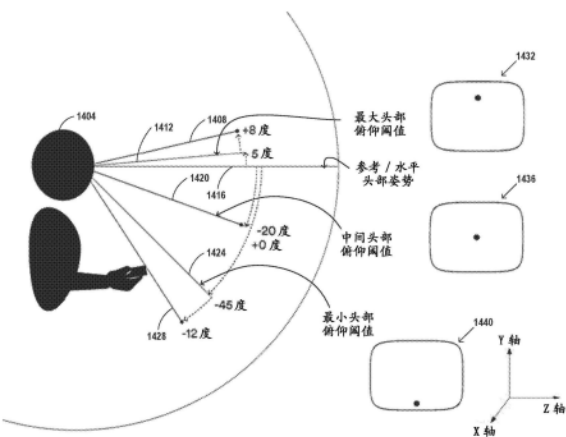
权利要求书2页 说明书38页 附图20页

(54) 发明名称

增强现实系统的虚拟标线

(57) 摘要

描述了用于通过可穿戴设备在增强或虚拟现实环境中显示虚拟标线的系统和方法。该环境可以包括由用户通过各种姿势(例如,头部姿势、眼睛姿势或注视、或身体姿势)与之交互的真实或虚拟对象。用户可以通过改变姿势或注视,使虚拟标线指向目标对象来选择对象。可穿戴设备能识别出用户的头部或眼睛的取向不处于可接受的或舒适的头部或眼睛姿势范围之内,并且加速标线远离默认位置并朝着用户的头部或眼睛移动方向上的一位置移动,这可以减少用户的对准标线与目标的移动量。



1. 一种可穿戴系统,包括:

头部姿势传感器,其被配置为获得所述可穿戴系统的用户的头部姿势数据;

非暂时性存储器,其被配置为存储所述头部姿势数据;

显示器,其被配置为位于用户的眼睛前方,所述显示器被配置为在所述用户的视场内向所述用户的眼睛投射虚拟标线,其中,在所述用户的头部姿势改变时,所述用户的视场对应地改变;

硬件处理器,其与所述头部姿势传感器、所述显示器和所述非暂时性存储器通信,所述硬件处理器被编程为:

获得所述用户的所述头部姿势数据;

至少部分地基于所述头部姿势数据来识别所述用户的头部姿势;

确定所述用户的所述头部姿势与参考头部姿势之间的差;

在所述差不满足头部姿势阈值时,使所述显示器响应于所述头部姿势的改变来更新所述用户的视场,并将所述虚拟标线保持在所述用户的视场内的默认位置处;以及

在所述差满足所述头部姿势阈值时,使所述显示器将所述虚拟标线远离所述用户的视场内的所述默认位置移动,从而基于所述用户的所述头部姿势在所述用户的视场内的与所述默认位置不同的位置处渲染所述虚拟标线,以降低颈部疲劳或不适的可能性,同时仍允许所述用户与对象朝向所述用户的视场的边缘进行交互。

2. 根据权利要求1所述的可穿戴系统,其中,所述虚拟标线包括识别所述用户在所述用户的视场内的位置的可移动指示器。

3. 根据权利要求1所述的可穿戴系统,其中,所述头部姿势数据与所述用户的头部的偏航、俯仰或翻滚的指示中的至少一者相对应。

4. 根据权利要求1所述的可穿戴系统,其中,所述参考头部姿势与相对于所述用户的水平头部姿势0度偏航、0度翻滚或-20度俯仰中的至少一者相对应。

5. 根据权利要求4所述的可穿戴系统,其中,所述水平头部姿势包括所述用户的头部的冠状面、所述用户的头部的矢状面以及所述用户的头部的轴面彼此正交的头部姿势。

6. 根据权利要求4所述的可穿戴系统,其中,所述参考头部姿势包括与所述用户的头部的自然静息状态相对应的头部姿势。

7. 根据权利要求6所述的可穿戴系统,其中,所述用户的头部的自然静息状态与相对于所述水平头部姿势偏航-5至5度之间、翻滚-5至5度之间和俯仰-15至-25度之间相对应。

8. 根据权利要求1所述的可穿戴系统,其中,所述硬件处理器被进一步编程为:识别与所述用户的所述头部姿势相对应的头部姿势矢量,以及识别与所述参考头部姿势相对应的参考头部姿势矢量。

9. 根据权利要求8所述的可穿戴系统,其中,所述硬件处理器被进一步编程为:确定所述头部姿势矢量与所述参考头部姿势矢量之间的角度差,其中,所述角度差与所述用户的所述头部姿势相对于所述参考头部姿势的偏航差、俯仰差或翻滚差中的至少一者相对应。

10. 根据权利要求9所述的可穿戴系统,其中,所述硬件处理器被进一步编程为通过将所确定的角度差与所述参考头部姿势进行比较来确定对所述虚拟标线的位置的调整。

11. 根据权利要求10所述的可穿戴系统,其中,所述参考头部姿势包括最大头部姿势阈值或最小头部姿势阈值中的至少一者。

12. 根据权利要求11所述的可穿戴系统, 其中, 所述最大头部姿势阈值与最大头部偏航阈值、最大头部翻滚阈值或最大头部俯仰阈值中的至少一者相对应。

13. 根据权利要求12所述的可穿戴系统, 其中, 相对于所述参考头部姿势, 所述最大头部偏航阈值是50度, 所述最大头部翻滚阈值是20度, 或者所述最大头部俯仰阈值是5度。

14. 根据权利要求11所述的可穿戴系统, 其中, 所述最小头部姿势阈值与最小头部偏航阈值、最小头部翻滚阈值或最小头部俯仰阈值中的至少一者相对应。

15. 根据权利要求14所述的可穿戴系统, 其中, 相对于所述参考头部姿势, 所述最小头部偏航阈值是-50度, 所述最小头部翻滚阈值是-20度, 或者所述最小头部俯仰阈值是-45度。

16. 根据权利要求11所述的可穿戴系统, 其中, 所述硬件处理器被进一步编程为:

响应于确定所述角度差不满足所述最小头部姿势阈值, 至少部分地基于第一调整值来确定对所述虚拟标线的位置的调整。

17. 根据权利要求16所述的可穿戴系统, 其中, 所述第一调整值是大约-12度。

18. 根据权利要求11所述的可穿戴系统, 其中, 所述硬件处理器被进一步编程为: 响应于确定所述角度差满足所述最大头部姿势阈值, 至少部分地基于第二调整值来确定对所述虚拟标线的位置的调整。

19. 根据权利要求18所述的可穿戴系统, 其中, 所述第二调整值是大约+5度。

20. 根据权利要求11所述的可穿戴系统, 其中, 所述硬件处理器被进一步编程为:

响应于确定所述角度差满足所述最小头部姿势阈值并且不满足所述最大头部姿势阈值, 至少部分地基于第三调整值来确定对所述虚拟标线的位置的调整。

21. 根据权利要求20所述的可穿戴系统, 其中, 所述第三调整值与缓动函数相对应。

22. 根据权利要求20所述的可穿戴系统, 其中, 所述第三调整值是大约0度。

23. 根据权利要求1所述的可穿戴系统, 其中, 所述默认标线位置包括所述用户的视场的中心。

24. 根据权利要求1所述的可穿戴系统, 其中, 所述头部姿势传感器包括惯性测量单元(IMU)、加速度计、陀螺仪、或磁力计。

25. 根据权利要求1所述的可穿戴系统, 其中, 所述可穿戴系统包括头戴式可穿戴系统。

增强现实系统的虚拟标线

[0001] 版权声明

[0002] 本专利文件的一部分公开内容包含受版权保护的材料。版权所有人反对任何人拓制出现在专利与商标局专利文件或记录中的专利文献或专利公开内容,但保留其它所有版权。

[0003] 相关申请的交叉引用

[0004] 本申请主张于2017年10月27日提交的名称为“VIRTUAL RETICLE FOR AUGMENTED REALITY SYSTEMS (增强现实系统的虚拟标线)”的,序列号为62/578,094的美国临时专利申请的优先权益,该申请的全部内容通过引用并入此文。

技术领域

[0005] 本发明涉及虚拟现实和增强现实成像和可视化系统,更具体地,本发明涉及基于头部姿势显示虚拟标线。

背景技术

[0006] 现代计算和显示技术促进了用于所谓的“虚拟现实”、“增强现实”或“混合现实”体验的系统的开发,其中,数字再现的图像或其一部分以看起来真实或可以被感知为真实的方式呈现给用户。虚拟现实或“VR”场景通常涉及呈现数字或虚拟图像信息而对其它实际的真实世界视觉输入不透明;增强现实或“AR”场景通常涉及呈现数字或虚拟图像信息作为对用户周围实际世界的可视化的增强。混合现实或“MR”涉及合并真实和虚拟世界以产生物理对象和虚拟对象共存并且实时交互的新环境。事实证明,人类视觉感知系统非常复杂,而且,产生促进在其它虚拟或真实世界图像元素当中舒适、感觉自然、丰富地呈现虚拟图像元素的VR、AR或MR技术具有挑战性。本文公开的系统和方法解决了与VR、AR或MR技术相关的各种挑战。

发明内容

[0007] 公开了用于显示虚拟标线的系统和方法的各种实施例。环境可以包括用户使用虚拟标线与之交互的真实或虚拟对象。用户的头部、眼睛、肩膀、胸部、手臂或其它身体部位的位置或取向可以指示虚拟标线在环境内的位置或移动速度,并且用户可以通过将虚拟标线导向目标对象或将标线聚焦在目标对象上来选择或指向对象。可穿戴设备可以识别出用户的头部、一个或多个眼睛、肩膀、胸部、一个或多个手臂等的定位或取向是不舒服或其它不期望的。响应于识别出不舒服或不期望的姿势,系统可以调整虚拟标线的位置或移动速度,以帮助理想地定位虚拟标线,从而降低用户的姿势是不舒服的或不期望的可能性。

[0008] 在附图和以下描述中阐述了本说明书中描述的主题的一个或多个实施方式的细节。通过说明书、附图和权利要求,其它特征、方面和优点将变得显而易见。本发明内容和以下具体实施方式都并非旨在限定或限制本发明主题的范围。

附图说明

[0009] 图1示出了具有由人观看到的某些虚拟现实对象和某些物理对象的混合现实场景的图示。

[0010] 图2示意性地示出了可穿戴系统的示例。

[0011] 图3示意性地示出了使用多个深度平面模拟三维图像的方法的各方面。

[0012] 图4示意性地示出了用于向用户输出图像信息的波导堆叠的示例。

[0013] 图5示出了可以由波导输出的示例出射光束。

[0014] 图6是示出光学系统的示意图,该光学系统包括波导装置、光学耦合器子系统,该光学耦合器子系统用于将光光学耦合到波导装置或从波导装置光学耦合光,以及控制子系统,该控制子系统用于生成多焦点体积显示器、图像或光场。

[0015] 图7是可穿戴系统的示例的框图。

[0016] 图8是呈现与所识别的对象有关的虚拟内容的方法的示例的过程流程图。

[0017] 图9是可穿戴系统的另一示例的框图。

[0018] 图10是用于确定可穿戴系统的用户输入的方法的示例的过程流程图。

[0019] 图11是用于与虚拟用户界面交互的方法的示例的过程流程图。

[0020] 图12A示意性地示出了能视域 (FOR)、世界相机的视场 (FOV)、用户的视场以及用户的固定视场的示例。

[0021] 图12B示意性地示出了用户视场中的虚拟对象和能视域中的虚拟对象的示例。

[0022] 图13A和图13B示出了响应于头部姿势的垂直变化 (图13A) 和水平变化 (图13B) 而加速标线移动的示例。

[0023] 图14示出了基于用户的头部姿势调整标线位置的示例。

[0024] 图15示出了用户的头部姿势与对标线位置的调整之间的示例关系。

[0025] 图16示出了示例标线位置调整过程的流程图。

[0026] 图17示出了示例标线调整过程的流程图。

[0027] 图18示出了另一示例标线调整过程的流程图。

[0028] 贯穿附图,可以重复使用参考标号来指示被引用元件之间的对应关系。提供附图是为了说明本文描述的示例实施例,并且并非旨在限制本公开的范围。此外,本公开中的附图是用于说明的目的,并非按比例绘制。

具体实施方式

[0029] 概述

[0030] 可穿戴设备可以包括用于呈现交互式VR/AR/MR环境的显示器。VR/AR/MR环境可以包括用户通过各种姿势 (例如,头部姿势、眼睛注视或身体姿势) 与之交互的数据元素。VR/AR/MR环境可以包括标线,该标线对应于用户相对于用户视场 (例如,在任何给定时刻看到的VR/AR/MR环境的范围) 的当前位置。例如,标线可以表示用户的注视方向。当用户四处移动时 (例如,通过移动眼睛、头部、身体、或其任何组合), 标线也可以与用户一起移动。标线可以指向一个或多个对象,并且用户可以选择标线正指向的目标对象。例如,用户可以移动他或她的头以将标线指向待选择的对象,然后单击手持式用户输入设备以选择该对象。可穿戴式显示设备可以对选定对象执行适当的操作 (例如,移动对象,突出显示或放大对象,

调出有关对象的信息,显示可以执行的与对象相关联的动作的菜单等)。

[0031] 有时,用户可能期望重新定向他或她的头部(非限制性示例:以选择在环境中较高的对象(例如,天花板)、低到地面的对象(例如,地板或用户的脚)、最右边的对象、最左边的对象等),这可能需要用户倾斜、转动或伸出他或她的颈部,以使标线位于所需的对象上。除了其它负作用之外,用户颈部的倾斜、转动和/或伸出还会导致在使用可穿戴设备期间颈部疲劳或不适。因此,可穿戴系统可以识别出用户的头部的取向处于可接受的(例如,舒适的、不疲劳的等)头部姿势的范围之外。因此,为了帮助用户移动或调整标线,可穿戴系统可以在与用户的头部移动方向相对应的方向上修改或加速标线的移动(例如,修改角度)。通过修改或加速标线的移动,可穿戴系统有利地降低了用户必须倾斜、转动或伸出他或她的颈部以使标线与目标对象对准的程度,从而降低颈部疲劳或不适的可能性。

[0032] 作为示例,如果用户向上朝着天花板附近的对象看,则可穿戴式显示设备可以将标线从默认标线位置(非限制性示例:显示器的视场(FOV)的中心附近)移到另一位置,诸如朝着用户的FOV的顶部。同样,如果用户向下看,则可穿戴式显示设备可以将标线从FOV中的默认位置移动到另一位置,诸如在用户FOV底部附近。如果用户向右或向左看,沿对角线向右上或左上方看,沿对角线向右下方或左下方看等,则可穿戴式显示设备可以类似地重新定位标线(例如,分别将标线移向FOV的右侧或左侧)。默认标线位置不限于FOV的中心。而是,FOV内的任何位置都可用作默认标线位置。

[0033] 用户可能期望使用他或她的眼睛来调整标线。可穿戴设备可以收集诸如眼睛图像之类的眼睛数据(例如,经由可穿戴设备的面向内部的成像系统中的眼睛相机)。可穿戴系统可以基于提供用户的眼睛注视与注视矢量(可以指示用户的注视方向)之间的关联的映射矩阵来计算用户的眼睛注视方向。当用户的眼睛移动时,可穿戴系统可以确定用户的眼睛注视方向,并且用户的视场或标线可以响应于眼睛注视方向的变化而移动。如果用户期望使用眼睛注视的变化作为头部姿势变化的替代或补充来观看或瞄准高、低、最左、最右等的对象,则用户眼睛的移动和/或眼睛注视特定位置可能会导致除了其他不适之外的眼睛疲劳、不适或头痛。因此,可穿戴系统可以识别出用户的眼睛的取向处于可接受的(例如,舒适的、非疲劳的等)眼睛姿势范围之外。因此,为了辅助用户移动或调整标线,可穿戴系统可以在与用户的眼睛移动方向相对应的方向上加速标线的移动(例如,修改角度)。通过加速标线的移动,可穿戴系统有利地降低眼睛疲劳、头痛、眼睛不适等的可能性。

[0034] 通过提供用户可以使用头部姿势或眼睛注视的组合来对准虚拟标线与目标的过程,可穿戴系统可以提供直观(intuitive)过程,通过该直观过程使用户在减小或最小化颈部疲劳或眼睛疲劳的同时更轻松地进行对准。

[0035] 可穿戴系统的3D显示示例

[0036] 可穿戴系统(这里也被称为增强现实(AR)系统)可以被配置为向用户呈现二维(2D)或三维(3D)虚拟图像。图像可以是静止图像、视频帧或视频、上述各项的组合等。可穿戴系统可以包括可穿戴设备,其可以单独或组合地呈现VR、AR或MR环境以用于用户交互。可穿戴设备可以是可交换地用作AR设备(ARD)的头戴式设备(HMD)。

[0037] 图1示出了具有由人观看到的某些虚拟现实对象以及某些物理对象的混合现实场景的图示。在图1中,示出了MR场景100,其中,MR技术的用户看到以人、树、建筑物、以及位于背景中的混凝土平台120为特征的真实世界的公园状设置110。除了这些项目之外,MR技术

的用户还感知到他“看到”站在真实世界平台120上的机器人雕像130,以及看起来是大黄蜂的化身的正在飞舞的卡通式化身角色140,即使这些元素在真实世界中不存在。

[0038] 为了使3D显示器产生真实的深度感,更具体地,产生模拟的表面深度感,可能需要显示器视场中的每个点生成与其虚拟深度相对应的调节响应。如果如通过会聚和立体视觉的双目深度线索所确定的,对显示点的调节响应与该点的虚拟深度不对应,则人眼可能产生调节冲突,导致不稳定的成像,有害的眼睛疲劳、头痛,并且,在缺乏调节信息的情况下,几乎完全缺乏表面深度。

[0039] VR、AR和MR体验可以由具有显示器的显示系统提供,在这些显示器中,与多个深度平面相对应的图像被提供给观看者。对于每个深度平面,图像可以是不同的(例如,提供稍微不同的场景或对象呈现),并且可以由观看者的眼睛单独聚焦,从而有助于基于将位于不同深度平面上的场景的不同图像特征聚焦所需的眼睛的调节,或者基于观察处于失焦状态的不同深度平面上的不同图像特征,为用户提供深度线索。如本文其它地方所讨论的,这种深度线索提供了可靠的深度感。

[0040] 图2示出了可穿戴系统200的示例。可穿戴系统200包括显示器220,以及支持该显示器220的功能的各种机械和电子模块和系统。显示器220可以被耦接到框架230,该框架可由显示系统用户、穿戴者或观看者210穿戴。显示器220可以被定位在用户210的眼睛前方。显示器220可以向用户呈现AR/VR/MR内容。显示器220可以包括穿戴在用户头上的头戴式显示器(HMD)。在一些实施例中,扬声器240被耦接到框架230并且被定位在用户的耳道附近(在一些实施例中,另一扬声器(未示出)可以被定位在用户的另一耳道附近以提供立体声/可塑形的声音控制)。

[0041] 可穿戴系统200可以包括面向外部的成像系统464(如图4所示),该面向外部的成像系统464观察用户周围环境中的世界。可穿戴系统200还可以包括面向内部的成像系统462(如图4所示),该面向内部的成像系统462可以跟踪用户的眼睛移动。面向内部的成像系统可以跟踪一只眼睛的移动或两只眼睛的移动。面向内部的成像系统462可以被附接到框架230并且可以与处理模块260或270电连接,处理模块260或270可以处理由面向内部的成像系统获得的图像信息以确定例如用户210的眼睛的瞳孔直径或取向、眼睛移动或眼睛姿势。

[0042] 作为示例,可穿戴系统200可以使用面向外部的成像系统464或面向内部的成像系统462来获得用户姿势的图像。图像可以是静止图像、视频帧或视频及其组合等。

[0043] 显示器220可以诸如通过有线引线或无线连接可操作地将250耦接到本地数据处理模块260,本地数据处理模块260可以以各种配置安装,诸如固定地附接到框架230,固定地附接到用户戴的头盔或帽子,嵌入耳机中,或以其它方式可移除地附接到用户210(例如,采取背包式配置,采取束带连接式配置)。

[0044] 本地处理和数据模块260可以包括硬件处理器、以及数字存储器,诸如非易失性存储器(例如,闪存),这两者可用于辅助数据的处理、缓存和存储。这些数据可以包括a)通过传感器(其例如可以被可操作地耦接到框架230或以其它方式附接到用户210)捕获的数据,这些传感器诸如图像捕获设备(例如,面向内部的成像系统或面向外部的成像系统中的相机)、麦克风、惯性测量单元(IMU)(例如,加速度计、比重计、磁力计等)、指南针、全球定位系统(GPS)单元、无线电设备或陀螺仪;和/或b)使用远程处理模块270和/或远程数据存储库

280获得和/或处理的数据,这些数据可以在被执行完上述处理或检索之后传送到显示器220。本地处理和数据模块260可以通过通信链路262或264(诸如经由有线或无线通信链路)可操作地连接到远程处理模块270和远程数据存储库280,以使得这些远程模块可用做本地处理和数据模块260的资源。此外,远程处理模块280和远程数据存储库280可以被可操作地彼此耦接。

[0045] 在一些实施例中,远程处理模块270可以包括被配置为分析和处理数据和/或图像信息的一个或多个处理器。在一些实施例中,远程数据存储库280可以包括数字数据存储设施,该设施可以通过因特网或“云”资源配置中的其它网络配置获得。在一些实施例中,在本地处理和数据模块中存储所有数据并且执行所有计算,从而允许从远程模块完全自主地使用。

[0046] 人类视觉系统是复杂的并且提供真实的深度感具有挑战性。不受理论的限制,可以认为对象的观看者可能由于辐辏和调节的组合而将对象感知为“三维的”。两只眼睛相对于彼此辐辏动作(即,瞳孔彼此靠近或远离以使眼睛的视线会聚固定在对象上的转动动作)与眼睛晶状体的聚焦(或“调节”)密切相关。在正常情况下,根据被称为“调节-辐辏反射”的关系,更改眼睛晶状体的焦点或调节眼睛以将焦点从一个对象转移到不同距离处的另一对象将自动导致到同一距离的辐辏匹配变化。在调节和辐辏之间提供更好匹配的显示系统可以形成更逼真和舒适的三维图像模拟。

[0047] 图3示出了使用多个深度平面模拟三维图像的方法的各方面。参考图3,z轴上与302和304相距不同距离处的对象由眼睛302和304调节,以使这些对象对焦。眼睛302和304呈现特定的调节状态,以使z轴上不同距离处的对象对焦。因此,可以认为特定的调节状态与深度平面306中的特定一者相关联,该特定的调节状态具有相关联的焦距,以使得当眼睛针对特定深度平面处于调节状态时,该特定深度平面中的对象或其部分对焦。在一些实施例中,可以通过为每只眼睛302和304提供图像的不同呈现,并且还通过提供与每个深度平面相对应的图像的不同呈现来模拟三维图像。尽管为了清楚地说明而示出为是分开的,但是应当理解,眼睛302和304的视场可以重叠,例如在沿z轴的距离增加时。此外,尽管为了便于说明而示出为平坦的,但是应当理解,深度平面的轮廓可以在物理空间中弯曲,以使得深度平面中的所有特征在眼睛处于特定调节状态时对焦。不受理论的限制,可以认为人眼通常可以解释有限数量的深度平面以提供深度感。因此,可以通过向眼睛提供与这些有限数量的深度平面中的每一者相对应的图像的不同呈现来实现高度可信的感知深度模拟。

[0048] 波导堆叠组件

[0049] 图4示出了用于向用户输出图像信息的波导堆叠的示例。可穿戴系统400包括波导的堆叠或堆叠的波导组件480,该组件可被用于使用多个波导432b、434b、436b、438b、4400b向眼睛/大脑提供三维感知。在一些实施例中,可穿戴系统400可与图2的可穿戴系统200相对应,图4更详细地示意性地示出了该可穿戴系统200的一些部分。例如,在一些实施例中,波导组件480可以被集成到图2的显示器220中。

[0050] 继续参考图4,波导组件480还可以包括位于波导之间的多个特征458、456、454、452。在一些实施例中,特征458、456、454、452可以是透镜。在其它实施例中,特征458、456、454、452可以不是透镜。相反,它们只是间隔物(例如,用于形成气隙的包层和/或结构)。

[0051] 波导432b、434b、436b、438b、440b和/或多个透镜458、456、454、452可以被配置为

以各种水平的波前曲率或光线发散度向眼睛发送图像信息。每个波导水平可以与特定深度平面相关联,并且可以被配置为输出与该深度平面相对应的图像信息。图像注入设备420、422、424、426、428可被用于将图像信息注入波导440b、438b、436b、434b、432b中,每个波导可以被配置为将入射光分布在每个相应的波导上以便朝着眼睛410输出。光从图像注入设备420、422、424、426、428的输出表面出射,并且被注入波导440b、438b、436b、434b、432b的对应对的输入边缘。在一些实施例中,可以将单个光束(例如,准直光束)注入每个波导,以输出整个克隆的准直光束场,这些准直光束以对应于与特定波导相关联的深度平面的特定角度(和发散量)指向眼睛410。

[0052] 在一些实施例中,图像注入设备420、422、424、426、428是分立的显示器,每个显示器产生用于分别注入到对应波导440b、438b、436b、434b、432b的图像信息。在一些其它实施例中,图像注入设备420、422、424、426、428是单个多路复用显示器的输出端,这些显示器例如可以经由一个或多个光学导管(例如,光纤光缆)将图像信息管道传输到图像注入设备420、422、424、426、428中的每一者。

[0053] 控制器460控制堆叠波导组件480和图像注入设备420、422、424、426、428的操作。控制器460包括编程(例如,非暂时性计算机可读介质中的指令),该编程调节图像信息到波导440b、438b、436b、434b、432b的定时和提供。在一些实施例中,控制器460可以是单个集成设备,或者是通过有线或无线通信信道连接的分布式系统。在一些实施例中,控制器460可以是处理模块260或270(如图2所示)的一部分。

[0054] 波导440b、438b、436b、434b、432b可以被配置为通过全内反射(TIR)在各自相应的波导内传播光。波导440b、438b、436b、434b、432b可以各自是平面的或具有另一形状(例如,弯曲的),其具有顶部主表面和底部主表面以及在这些顶部主表面和底部主表面之间延伸的边缘。在所示的配置中,波导440b、438b、436b、434b、432b可各自包括光提取光学元件440a、438a、436a、434a、432a,这些元件被配置为通过将在每个相应的波导内传播的光重定向到波导之外来从波导中提取光,从而向眼睛410输出图像信息。所提取的光也可以被称为耦出光,并且光提取光学元件也可以被称为耦出光学元件。在波导内传播的光照射光重定向元件所在的位置处,可以由波导输出所提取的光束。光提取光学元件(440a、438a、436a、434a、432a)例如可以是反射或衍射光学特征。尽管为了便于描述和作图清晰,光提取光学元件440a、438a、436a、434a、432a被示出为设置在波导440b、438b、436b、434b、432b的底部主表面处,但是在一些实施例中,光提取光学元件440a、438a、436a、434a、432a可以被设置在顶部主表面或底部主表面,和/或可以直接被设置在波导440b、438b、436b、434b、432b的体中。在一些实施例中,光提取光学元件440a、438a、436a、434a、432a可以在被附接到透明衬底,以在波导440b、438b、436b、434b、432b的材料层中形成。在一些其它实施例中,波导440b、438b、436b、434b、432b可以是整块材料,并且光提取光学元件440a、438a、436a、434a、432a可以形成在该块材料的表面上和/或内部。

[0055] 继续参考图4,如本文所讨论的,每个波导440b、438b、436b、434b、432b被配置为输出光,以形成与特定深度平面相对应的图像。例如,最靠近眼睛的波导432b可以被配置为将注入这种波导432b的准直光传送到眼睛410。准直光可以代表光学无限远焦平面。下一上行波导434b可以被配置为发出在到达眼睛410之前传输通过第一透镜452(例如,负透镜)的准直光;第一透镜452可以被配置为产生微凸的波前曲率,以使得眼睛/大脑将来自下一上行

波导434b的光解释为来自从光学无限远向内更接近眼睛410的第一焦平面。类似地,第三上行波导436b使其输出光在到达眼睛410之前传输通过第一透镜452和第二透镜454的光。第一透镜452和第二透镜454的组合光焦度(optical power)可以被配置为产生另一波前曲率增量,以使得眼睛/大脑将来自第三波导436b的光解释为来自从光学无限远向内进一步更接近人的第二焦平面的光,而不是来自下一上行波导434b的光。

[0056] 其它波导层(例如,波导438b、440b)和透镜(例如,透镜456、458)被类似地配置,其中堆叠中的最高波导440b通过其与眼睛之间的所有透镜发送其输出,以获得代表与人最近的焦平面的总焦度。为了在观察/解释来自堆叠波导组件480的另一侧上的世界470的光时,补偿透镜堆叠458、456、454、452,可以在堆叠的顶部设置补偿透镜层430,以补偿下面的透镜堆叠458、456、454、452的总焦度。这种配置提供与可用的波导/透镜配对一样多的感知焦平面。波导的光提取光学元件和透镜的聚焦方面都可以是静态的(即,不是动态的或电话性的)。在一些实施例中,通过使用电话性特征,它们中的一者或两者可以是动态的。

[0057] 继续参考图4,光提取光学元件440a、438a、436a、434a、432a可以被配置为将光重定向出它们各自的波导并且针对与波导相关联的特定深度平面以适当的发散量或准直度输出该光。因此,具有不同相关深度平面的波导可以具有不同配置的光提取光学元件,这些元件根据相关联的深度平面以不同的发散量输出光。在一些实施例中,如本文所讨论的,光提取光学元件440a、438a、436a、434a、432a可以是体特征或表面特征,其可以被配置为以特定角度输出光。例如,光提取光学元件440a、438a、436a、434a、432a可以是体全息图、表面全息图和/或衍射光栅。诸如衍射光栅之类的光提取光学元件在2015年6月25日公开的序列号为2015/0178939美国专利公开中进行描述,此公开的全部内容通过引用并入本文。

[0058] 在一些实施例中,光提取光学元件440a、438a、436a、434a、432a是形成衍射图案的衍射特征,或“衍射光学元件”(在本文中也被称为“DOE”)。优选地,DOE具有相对低的衍射效率,以使得只有一部分光束借助DOE的每个交叉点朝着眼睛410偏转,而其余部分经由全内反射继续通过波导。因此,携带图像信息的光可以被分成多个相关的出射光束,这些出射光束在多个位置处从波导出射,并且针对在波导内四处弹跳的特定准直光束,结果是形成朝着眼睛304出射的相当均匀的模式。

[0059] 在一些实施例中,一个或多个DOE可以在它们活跃地衍射的“接通”状态与不明显衍射的“关断”状态之间切换。例如,可切换的DOE可以包括聚合物分散液晶层,其中,微滴在主体介质中包括衍射图案,并且微滴的折射率可以被切换为基本匹配主体材料的折射率(在这种情况下,图案不会明显地衍射入射光),或者微滴可以切换被换到与主体介质的折射率失配的折射率(在这种情况下,图案活跃地衍射入射光)。

[0060] 在一些实施例中,深度平面或景深的数量和分布可以基于观看者的眼睛的瞳孔大小或取向动态地改变。景深可以与观看者的瞳孔大小成反比地改变。因此,当观看者眼睛的瞳孔大小减小时,景深增加,以使得由于该平面的位置超出眼睛的焦点深度而无法辨别的该平面可能随着瞳孔大小的减小和景深的相应增加相称而变得可辨别并且显得更对焦。同样地,被用于向观看者呈现不同图像的间隔开的深度平面的数量可以随着瞳孔大小的减小而减小。例如,观看者可能无法在不调整远离一个深度平面且靠近另一深度平面的眼睛的适应的情况下,以一个瞳孔大小清楚地感知第一深度平面和第二深度平面两者的细节。然而,这两个深度平面可以在不改变适应的情况下以另一瞳孔大小同时充分地对焦于用户。

[0061] 在一些实施例中,显示系统可以基于瞳孔大小或取向的确定,或基于接收指示特定瞳孔大小或取向的电信号,改变接收图像信息的波导的数量。例如,如果用户的眼睛无法区分与两个波导相关联的两个深度平面,则控制器460可以被配置或编程为停止向这些波导之一提供图像信息。有利地,这可以减轻系统的处理负担,从而增加系统的响应性。在用于波导的DOE可在接通和关断状态之间切换的实施例中,当波导确实接收到图像信息时,DOE可以切换到关断状态。

[0062] 在一些实施例中,可能需要使出射光束满足直径小于观看者眼睛直径的条件。然而,考虑到观看者瞳孔大小的变化,满足这种条件可能具有挑战性。在一些实施例中,通过响应于观看者瞳孔大小的确定而改变出射光束的尺寸,在宽范围的瞳孔大小上满足该条件。例如,随着瞳孔大小减小,出射光束的尺寸也可能减小。在一些实施例中,可以使用可变孔来改变出射光束的尺寸。

[0063] 可穿戴系统400可以包括面向外部的成像系统464(例如,数字相机),该面向外部的成像系统464对世界470的一部分进行成像。世界470的该部分可被称为世界相机的视场(FOV),并且成像系统464有时被称为FOV相机。可供观看者观看或成像的整个区域可被称为能视域(FOR)。FOR可以包括围绕可穿戴系统400的 4π 弧度的立体角,因为穿戴者可以移动他或她的身体、头部或眼睛以感知空间中的基本任何方向。在其它情景中,穿戴者的动作可能更受限制,相应地,穿戴者的FOR可以对着更小的立体角。从面向外部的成像系统464获得的图像可被用于跟踪用户做出的手势(例如手部或手指的姿势),检测用户前面的世界470中的对象等。

[0064] 可穿戴系统400还可以包括面向内部的成像系统466(例如,数字相机),该成像系统观察用户的动作,诸如眼睛移动和面部移动。面向内部的成像系统466可被用于捕获眼睛410的图像以确定眼睛304的瞳孔的大小和/或取向。面向内部的成像系统466可被用于获得用来确定用户的观看方向(例如,眼睛姿势)或用于用户的生物识别(例如,经由虹膜识别)的图像。在一些实施例中,至少一个相机可被用于每只眼睛,以单独地分开确定每只眼睛的瞳孔大小或眼睛姿势,从而允许针对每只眼睛的图像信息呈现动态地满足该眼睛。在一些其它实施例中,仅确定单只眼睛410的瞳孔直径或取向(例如,针对每对眼睛仅使用单个相机),并且假设对于用户的双眼是相似的。可以分析由面向内部的成像系统466获得的图像,以确定用户的眼睛姿势或心情,可穿戴系统400可以使用该确定来决定应该向用户呈现的音频或视觉内容。可穿戴系统400还可以使用诸如IMU(其可以包括加速度计、陀螺仪或磁力计)之类的一个或多个头部姿势传感器来确定头部姿势(例如,头部位置或头部取向)。

[0065] 可穿戴系统400可以包括用户输入设备466,通过该用户输入设备466用户可以向控制器460输入命令以与可穿戴系统400进行交互。例如,用户输入设备466可以包括触控板、触摸屏、操纵杆、多自由度(DOF)控制器、电容感测设备、游戏控制器、键盘、鼠标、方向垫(D-pad)、手持操纵器、触觉设备、图腾(例如,用作虚拟用户输入设备)等。多DOF控制器可以感测控制器的部分或全部可能的平移(例如,左/右、前/后、或上/下)或旋转(例如,偏航、俯仰或翻滚)方面的用户输入。支持平移动作的多DOF控制器可以被称为3DOF,而支持平移和旋转的多DOF控制器可以被称为6DOF。在一些情况下,用户可以使用手指(例如,拇指)在触敏输入设备上按压或轻扫以向可穿戴系统400提供输入(例如,以将用户输入提供给由可穿戴系统400提供的用户界面)。用户输入设备466可以在使用可穿戴系统400期间由用户的手

持。用户输入设备466可以与可穿戴系统400进行有线或无线通信。

[0066] 图5示出了由波导输出的出射光束的示例。其中示出了一个波导,但应当理解,波导组件480中的其它波导可以类似地起作用,其中,波导组件480包括多个波导。光520在波导432b的输入边缘432c处被注入波导432b中,并且通过TIR在波导432b内传播。在光520照射到DOE 432a上的点处,该光的一部分作为出射光束510从波导出射。出射光束510被示出为基本上平行,但它们也可以被重定向为以一定角度(例如形成发散的出射光束)传播到眼睛410,该角度具体取决于与波导432b相关联的深度平面。应当理解,基本平行的出射光束可以指示具有光提取光学元件的波导,该光提取光学元件耦出光,以形成看上去被设置在与眼睛410相距的较远距离(例如,光学无限远)处的深度平面上的图像。其它波导或其它光提取光学元件组可以输出更加发散的出射光束图案,这需要眼睛410适应更近的距离以将其聚焦在视网膜上,并且将被大脑解释为来自比光学无限大更接近眼睛410的距离的光。

[0067] 图6是示出光学系统的示意图,该光学系统包括波导装置、将光光学耦合到波导装置或从波导装置光学耦合出光的光学耦合器子系统、以及控制子系统,并且该控制子系统用于产生多焦立体显示、图像或光场。该光学系统可以包括波导装置,将光光学耦合到波导装置或从波导装置光学耦合出光的光学耦合器子系统、以及控制子系统。该光学系统可被用于生成多焦点体积、图像或光场。该光学系统可以包括一个或多个主平面波导632a(图6仅示出一个)以及与至少一些主波导632a中的每一者相关联的一个或多个DOE 632b。平面波导632b类似于参考图4讨论的波导432b、434b、436b、438b、440b。该光学系统可以采用分布波导装置,来沿着第一轴(图6的垂直轴或Y轴)中继光,并且沿着第一轴(例如,Y轴)扩展光的有效出射光瞳。分布波导装置例如可以包括分布平面波导622b和与分布平面波导622b相关联的至少一个DOE 622a(由双点划线示出)。分布平面波导622b至少在一些方面可以与主平面波导632b类似或相同,但是与其取向不同。类似地,至少一个DOE 622a可以至少在一些方面与DOE 632a类似或相同。例如,分布平面波导622b或DOE 622a可以分别由与主平面波导632b或DOE 632a相同的材料组成。图6所示的光学显示系统600的实施例可以被集成到图2所示的可穿戴系统200中。

[0068] 中继的和出瞳扩展的光可以在光学上从分布波导装置耦合出并进入一个或多个主平面波导632b。主平面波导632b可以沿着优选地与第一轴垂直的第二轴(例如,图6的水平轴或X轴)中继光。值得注意的是,第二轴可以是不与第一轴垂直的轴。主平面波导632b沿着该第二轴(例如,X轴)扩展光的有效出射光瞳。例如,分布平面波导622b可以沿着垂直轴或Y轴中继和扩展光,并且将该光传递到主平面波导632b,主平面波导632b可以沿着水平轴或X轴中继和扩展光。

[0069] 光学显示系统可以包括能够光学耦合到单模光纤640的近端中的一种或多种彩色光源(例如,红色、绿色和蓝色激光)610。光纤640的远端带有螺纹或被压电材料制成的中空管642接收。该远端作为非固定柔性悬臂644从管642突出。压电管642可以与四象限电极(未示出)相关联。例如,这些电极可以镀在管642的外侧、外表面或外周或外径上。芯电极(未示出)也可以位于管642的核心、中心、内周或内径中。

[0070] 例如经由导线660电耦合的驱动电子装置650驱动相对的电极对以独立地沿两个轴弯曲压电管642。光纤644的突出的远端具有机械共振模式。共振频率取决于光纤644的直径、长度和材料特性。通过在光纤悬臂632的第一机械共振模式附近振动压电管642,可以使

光纤悬臂644发生振动,并且可以扫过大的偏转。

[0071] 通过刺激两个轴的共振,光纤悬臂644的尖端在填充二维(2D)扫描的区域中被执行双轴扫描。通过与光纤悬臂644的扫描同步地调制一个或多个光源610的强度,从光纤悬臂644出射的光可以形成图像。在序列号为2014/0003762的美国专利公开中提供了这种设置的描述,该专利的全部内容通过引用并入此文。

[0072] 光学耦合器子系统的部件可以对通过扫描光纤悬臂644出射的光进行准直。准直光可以由反射镜面648反射到包含至少一个衍射光学元件(DOE) 622a的窄的分布平面波导622b中。准直光可以通过TIR沿分布平面波导622b竖直(相对于图6的视图)传播,并且在这时与DOE 622a重复相交。DOE 622a优选具有低衍射效率。这可以导致在与DOE 622a的每个交点处,一部分光(例如10%)被朝向较大的主平面波导632b的边缘衍射,并且一部分光经由TIR沿着分布平面波导622b的长向下在其原始轨迹上继续。

[0073] 在与DOE 622a的每个交点处,额外的光可以被朝着主波导632b的入口衍射。通过将入射光分成多个耦出集合,光的出射光瞳可以由DOE 4在分布平面波导622b中竖直地扩展。从分布平面波导622b耦合出的该竖直扩展光可以进入主平面波导632b的边缘。

[0074] 进入主波导632b的光经由TIR沿着主波导632b水平传播(相对于图6的视图)。当光经由TIR沿着主波导632b长的至少一部分长度水平传播时,光在多个点处与DOE 632a相交。DOE 632a可以有利地被设计或配置为具有线性衍射图案和径向对称衍射图案的总和的相轮廓,以产生光的偏转和聚焦。DOE 632a可以有利地具有低的衍射效率(例如,10%),以使得只有部分光束在DOE 632a的每个交点处朝着视场的方向偏转,而其余的光继续经由TIR通过主波导632b传播。

[0075] 在传播光和DOE 632a之间的每个交点处,一部分光被朝着主波导632b的相邻面衍射,从而允许光逸出TIR,并且从主波导632b的面出射。在一些实施例中,DOE 632a的径向对称衍射图案附加地赋予衍射光以聚焦水平,既成形单个光束的光波前(例如,赋予曲率),又以与所设计的聚焦水平相匹配的角度引导光束。

[0076] 因此,这些不同的路径可以通过处于不同角度、聚焦水平和/或在出瞳处产生不同填充图案的多个DOE 632a将光耦出主平面波导632b。出瞳处的不同填充图案可以被有利地用于创建具有多个深度平面的光场显示器。波导组件中的每一层或堆叠中的层集(例如3个层)可被用于产生相应的颜色(例如,红色、蓝色、绿色)。因此,例如,可以采用由三个相邻层构成的第一层集分别在第一焦深处产生红色、蓝色和绿色光。可以采用由三个相邻层构成的第二层集分别在第二焦深产生红色、蓝色和绿色光。可以采用多个层集来生成具有各种焦深的全3D或4D彩色图像光场。

[0077] 可穿戴系统的其它组件

[0078] 在许多实施方式中,可穿戴系统可以包括其它部件,作为上述可穿戴系统的组件的补充或替代。可穿戴系统例如可以包括一个或多个触觉设备或部件。触觉设备或部件可通过操作向用户提供触感。例如,触觉设备或部件可以在接触虚拟内容(例如,虚拟对象、虚拟工具、其它虚拟构造)时提供压力或纹理的触感。触感可以复制虚拟对象所表示的物理对象的感觉,或者可以复制虚拟内容所表示的想象对象或角色(例如,龙)的感觉。在一些实施方式中,用户可穿戴触觉设备或部件(例如,用户可穿戴手套)。在一些实施方式中,触觉设备或部件可以由用户持有。

[0079] 可穿戴系统例如可以包括一个或多个可由用户操纵以允许输入或与可穿戴系统交互的物理对象。这些物理对象在此可以被称为图腾。一些图腾可能采取无生命对象的形式,例如金属片或塑料片、墙、桌面。在某些实施方式中,图腾实际上可能不具有任何物理输入结构(例如,键、触发器、操纵杆、轨迹球、摇杆开关)。相反,图腾可以仅提供物理表面,并且可穿戴系统可以呈现用户界面,以使用户看起来在图腾的一个或多个表面上。例如,可穿戴系统可以使计算机键盘和触控板的图像看起来位于图腾的一个或多个表面上。例如,可穿戴系统可以使虚拟计算机键盘和虚拟触控板出现在用作图腾的矩形薄铝板的表面上。矩形板本身没有任何物理键或触控板或传感器。然而,当经由虚拟键盘或虚拟触控板做出选择或输入时,可穿戴系统可以通过该矩形板检测到用户操纵或交互或触摸。用户输入设备466(如图4所示)可以是图腾的实施例,该图腾可以包括触控板、触摸板、触发器、操纵杆、轨迹球、摇杆或虚拟开关、鼠标、键盘、多自由度控制器或其它物理输入设备。用户可以单独或结合姿势使用图腾来与可穿戴系统或其他用户进行交互。

[0080] 在序列号为2015/0016777的美国专利公开中描述了可用于本公开的可穿戴设备HMD和显示系统的触觉设备和图腾的示例,该专利的全部内容通过引用并入此文。

[0081] 可穿戴系统、环境和接口示例

[0082] 可穿戴系统可以采用各种与建图相关的技术,以便在呈现光场中实现高景深。在对虚拟世界进行建图时,了解真实世界中的所有特征和点以准确描绘与真实世界相关的虚拟对象是有利的。为此,通过包括传达有关真实世界的各种点和特征的信息的新画面,可以将从可穿戴系统的用户处捕获的FOV图像添加到世界模型中。例如,可穿戴系统可以收集建图点(例如2D点或3D点)并找到新的建图点以呈现世界模型的更准确版本。可以将第一用户的世界模型(例如,通过诸如云网络之类的网络)传送给第二用户,以使得第二用户可以体验第一用户周围的世界。

[0083] 图7是MR环境700的示例的框图。MR环境700可以被配置为从一个或多个用户可穿戴系统(例如,可穿戴系统200或显示系统220)或固定的房间系统(例如,房间相机等)接收输入(例如,来自用户的可穿戴系统的视觉输入702、诸如房间相机之类的固定输入704、来自各种传感器(手势、图腾、眼睛跟踪传感器)的传感器输入706、来自输入设备466的用户输入等)。可穿戴系统可以使用各种传感器(例如,加速度计、陀螺仪、温度传感器、运动传感器、深度传感器、GPS传感器、面向内部的成像系统、面向外部的成像系统等)来确定用户环境的位置以及各种其它属性。该信息可以进一步通过来自房间中的固定相机的信息进行补充,这些相机可以从不同的视点提供图像或各种线索。由相机(诸如房间相机和/或面向外部的成像系统的相机)获得的图像数据可以被精简为建图点集。

[0084] 一个或多个对象识别器708可以浏览所接收的数据(例如,点集)并且在映射数据库(map database)710的帮助下识别或绘制点,标记图像,将语义信息附加到对象。映射数据库710可以包括在一段时间内收集的各种点及其对应的对象。各种设备和映射数据库可以通过网络(例如,LAN、WAN等)彼此连接以访问云。

[0085] 基于该信息和映射数据库中的点集,对象识别器708a至708n可以识别环境中的对象。例如,对象识别器可以识别人脸、人、窗户、墙壁、用户输入设备、电视、用户环境中的其它对象等。一个或多个对象识别器可以专用于具有特定特性的对象。例如,对象识别器708a可用于识别人脸,而另一对象识别器可用于识别图腾。

[0086] 可以使用各种计算机视觉技术来执行对象识别。例如,可穿戴系统可以分析由面向外部的成像系统464(如图4所示)获得的图像以执行场景重建、事件检测、视频跟踪、对象识别、对象姿势估计、学习、索引、运动估计或图像恢复等。可以使用一个或多个计算机视觉算法来执行这些任务。计算机视觉算法的非限制性示例包括:尺度不变特征变换(SIFT)、加速鲁棒特征(SURF)、定向FAST和旋转BRIEF(ORB)、二进制鲁棒不变可缩放关键点(BRISK)、快速视网膜关键点(FREAK)、维奥拉-琼斯(Viola-Jones)算法、特征脸(Eigenfaces)方法、卢卡斯-卡纳德(Lucas-Kanade)算法、霍恩-希尔科(Horn-Schunk)算法、均值漂移(Mean-shift)算法、视觉同步定位和建图(vSLAM)技术、连续贝叶斯估计(例如,卡尔曼滤波器、扩展卡尔曼滤波器等)、光束平差法、自适应阈值转换法(和其它阈值技术)、迭代最近点(ICP)、半全局匹配(SGM)、半全局块匹配(SGBM)、特征点直方图、各种机器学习算法(例如,支持向量机、k最近邻算法、朴素贝叶斯(Naive Bayes)、神经网络(包括卷积或深度神经网络)或其它有监督/无监督模型等)等。

[0087] 在一些实施例中,对象识别可以通过各种机器学习算法来执行。一旦经过训练,机器学习算法便可由HMD存储。机器学习算法的一些示例可以包括有监督或无监督机器学习算法,包括回归算法(例如,普通最小二乘回归)、基于实例的算法(例如,学习向量量化)、决策树算法(例如,分类和回归树)、贝叶斯算法(例如,朴素贝叶斯)、聚类算法(例如,k均值聚类)、关联规则学习算法(例如,先验算法)、人工神经网络算法(例如,感知器)、深度学习算法(例如,深度玻尔茨曼机(Boltzmann Machine)或深度神经网络)、降维算法(例如,主成分分析)、集合算法(例如,堆栈泛化)和/或其它机器学习算法。在一些实施例中,可以针对各个数据集定制各个模型。例如,可穿戴设备可以生成或存储基础模型。基础模型可被用作生成特定于数据类型(例如,远端临场会话中的特定用户)、数据集(例如,在远端临场会话中从用户处获得的附加图像集)、条件情况或其它变化的其它模型的起点。在一些实施例中,可穿戴HMD可以被配置为利用多种技术来生成用于分析聚合数据的模型。其它技术可以包括使用预定义的阈值或数据值。

[0088] 基于该信息和映射数据库中的点集,对象识别器708a至708n可以识别对象,并用语义信息补充对象以赋予对象生命。例如,如果对象识别器将一点集识别为门,则系统可以附加一些语义信息(例如,门具有铰链并且具有围绕铰链的90度移动)。如果对象识别器将一点集识别为镜子,则系统可以附加有关该镜子具有能够照出房间中对象的图像的反射表面的语义信息。随着时间的推移,当系统(可以驻留在本地或可以通过无线网络访问)累积来自世界的更多数据时,映射数据库也随之增长。一旦识别出对象,就可将信息发送到一个或多个可穿戴系统。例如,MR环境700可以包括有关在加利福尼亚发生的场景的信息。可以将环境700发送给纽约的一个或多个用户。基于从FOV相机接收的数据和其它输入,对象识别器和其它软件部件可以对从各种图像收集的点进行建图,识别对象等,以使得场景能够被准确地“传递”给可能位于世界的另一部分的第二用户。环境700还可以使用拓扑图来实现本地化。

[0089] 图8是呈现与所识别的对象相关的虚拟内容的方法800的示例的过程流程图。方法800描述了如何向可穿戴系统的用户再现虚拟场景。用户可能在地理上远离场景。例如,用户可能在纽约,但可能想要观看当前正在加利福尼亚州发生的场景,或者可能想要与居住在加利福尼亚的朋友一起散步。

[0090] 在框810处,可穿戴系统可以从用户和其他用户接收有关用户的环境的输入。这可以通过各种输入设备和已经存储在映射数据库中的知识来实现。在框810处,用户的FOV相机、传感器、GPS、眼睛跟踪等将信息传送到系统。在框820处,系统可以基于该信息确定稀疏点。稀疏点可被用于确定姿势数据(例如,头部姿势、眼睛姿势、身体姿势或手势),这些数据可被用于显示和理解用户周围环境中各种对象的取向和位置。在框830处,对象识别器708a至708n可以浏览这些收集点并使用映射数据库来识别一个或多个对象。然后,在框840处,可以将该信息传送到用户的个人可穿戴系统,并且在框850处,可以相应地向用户显示所需虚拟场景。例如,可以相对于纽约的用户的各种对象和其它环境以适当的取向、位置等显示所需的虚拟场景(例如,位于CA的用户)。

[0091] 图9是可穿戴系统的另一示例的框图。在该示例中,可穿戴系统900包括地图,该地图可以包括世界的地图数据。该地图可以部分地驻留在可穿戴系统本地,可以部分地驻留在可由有线或无线网络(例如,在云系统中)访问的网络存储位置。姿势处理910可以在可穿戴计算架构(例如,处理模块260或控制器460)上执行,并利用来自地图的数据确定可穿戴计算硬件或用户的位置和取向。可以根据用户正在体验系统并在世界中执行操作时实时收集的数据计算姿势数据。该数据可以包括图像、来自传感器(例如惯性测量单元(IMU),其可以包括加速度计、陀螺仪、磁力计或这些组件的组合)的数据和与真实或虚拟环境中的对象相关的表面信息。

[0092] 稀疏点表示可以是同步定位与建图(SLAM或V-SLAM,指示其中输入只是图像/视觉的配置)过程的输出。该系统可以被配置为不仅找出各种部件在世界上的位置,而且还要找出世界是由什么构成的。姿势可以是实现许多目标的构建块,包括填充地图和使用来自地图的数据。

[0093] 在一个实施例中,稀疏点位置本身可能不完全足够,并且可能需要进一步的信息来产生多焦点AR、VR或MR体验。可以使用通常参考深度图信息的密集表示来至少部分地填充该间隙。可以根据被称为立体成像处理940计算这样的信息,其中使用诸如三角测量或飞行时间感测之类的技术来确定深度信息。图像信息和主动图案(诸如使用主动投影仪创建的红外图案)可用作立体处理940的输入。可以将大量深度图信息融合在一起,并且可以用表面表示来概括其中的一些。例如,数学上可定义的表面是诸如游戏引擎之类的其它处理设备的有效(例如,相对于大点云)且可理解的输入。因此,立体处理(例如,深度图)940的输出可以通过融合处理930组合。姿势也可以是该融合处理930的输入,并且融合930的输出变为填充建图处理920的输入。子表面可以彼此连接(例如在地形图中)以形成更大的表面,并且地图成为点和表面的大混合体。

[0094] 为了解决混合现实处理960中的各个方面,可以使用各种输入。例如,在图9所示的实施例中,可以输入游戏参数以确定系统的用户正在玩打怪兽游戏,其中一个或多个怪兽位于各个位置,怪兽在各种条件下死亡或逃跑(例如,如果用户射杀怪兽),墙壁或其它对象位于各个位置等。世界地图可以包括有关这些对象相对于彼此在哪的信息,作为混合现实的另一有价值的输入。相对于世界的姿势也成为一种输入,并且几乎对任何交互系统起着关键作用。

[0095] 来自用户的控制或输入是可穿戴系统900的另一输入。如本文所述,用户输入可以包括视觉输入、手势、图腾、音频输入、感官输入等。为了四处走动或玩游戏,例如用户可能

需要指示可穿戴系统900他或她想做的事。除了在太空中移动自己之外,可以使用多种形式的用户控制。在一个实施例中,图腾(例如,用户输入设备)或诸如玩具枪之类的对象可由用户握持并由系统跟踪。该系统优选地被配置为知道用户正在握住物品并且理解用户与物品进行何种交互(例如,如果图腾或对象是枪,则系统可以被配置为了解位置和取向,以及用户是否正在点击触发器或其它可能配备有传感器的按钮或元件,例如IMU,其可以有助于确定正在发生的事情,即使这样的活动不在任何相机的视场内)。

[0096] 手势跟踪或识别还可以提供输入信息。可穿戴系统900可以被配置为跟踪和解释按钮按压的手势,指示向左或向右、停止、抓取、握持等的手势。例如,在一种配置中,用户可能需要在非游戏环境中翻阅电子邮件或日历,或与其它人或玩家“对拳”。可穿戴系统900可以被配置为利用最小量的手势,手势可以是动态的,也可以不是动态的。例如,手势可以是简单的静态手势,例如张开手表示停止,拇指向上表示完美,拇指向下表示不完美;或者左右或上下翻转手来做出方向命令。

[0097] 眼睛跟踪是另一输入(例如,跟踪用户通过注视位置来控制显示技术以在特定深度或范围进行呈现)。在一个实施例中,可以使用三角测量来确定眼睛的辐辏,然后使用为该特定人物开发的辐辏/调节模型,可以确定调节。

[0098] 关于相机系统,图9所示的示例可穿戴系统990可以包括三个相机对:相对宽FOV相机对或无源SLAM相机,其被布置在用户面部的侧面;另外的一相机对,其被定位在用户前方以处理双声道成像处理940,并且还捕获用户面前的手势和图腾/对象跟踪。FOV相机和用于立体成像处理940的相机对可以是面向外部的成像系统464的一部分(如图4所示)。可穿戴系统900可以包括眼睛跟踪相机(其可以是图4所示的面向内部的成像系统462的一部分),其被朝着用户的眼睛定位,以便对眼睛矢量和其它信息进行三角测量。可穿戴系统900还可以包括一个或多个纹理光投影仪(例如红外(IR)投影仪)以将纹理注入场景。

[0099] 图10是用于确定可穿戴系统的用户输入的方法1000的示例的过程流程图。在该示例中,用户可以与图腾交互。用户可能有多个图腾。例如,用户可能已经指定了用于社交媒体应用的图腾,以及用于玩游戏的另一图腾等。在框1010处,可穿戴系统可以检测图腾的动作。图腾的动作可以通过面向外部的系统识别,或者可以通过传感器(例如,触觉手套、图像传感器、手部跟踪设备、眼睛跟踪相机、头部姿势传感器等)来检测。

[0100] 在框1020处,至少部分地基于检测到的手势、眼睛姿势、头部姿势或通过图腾的输入,可穿戴系统检测图腾相对于参考帧的位置、取向和/或动作(或用户的眼睛姿势或头部姿势或手势)。参考帧可以是建图点集,可穿戴系统基于该建图点集将图腾(或用户)的动作转换为动作或命令。在框1030处,对用户与图腾的交互进行建图。在框1040处,基于相对于参考帧1020的对用户交互的建图,系统确定用户输入。

[0101] 例如,用户可以前后移动图腾或实体对象以表示转动虚拟页面并移到下一页或者从一个用户界面(UI)显示屏幕移到另一UI屏幕。作为另一示例,用户可移动他们的头部或眼睛以观看用户的FOR中的不同真实或虚拟对象。如果用户注视特定真实或虚拟对象的时间长于阈值时间,则可以选择该真实或虚拟对象作为用户输入。在一些实施方式中,可以跟踪用户眼睛的辐辏,并且可以使用调节/辐辏模型来确定用户眼睛的调节状态,该调节状态提供有关用户正聚焦的深度平面的信息。在一些实施方式中,可穿戴系统可以使用射线投射技术来确定哪些真实或虚拟对象沿着用户的头部姿势或眼睛姿势的方向。在各种实施方

式中,射线投射技术可以包括投射具有基本上很小的横向宽度的窄的射线束或具有大横向宽度(例如,锥体或平截头体)的投射射线。

[0102] 用户界面可以由本文所述的显示系统(例如图2中的显示器220)投射。它还可以使用各种其它技术显示,诸如一个或多个投影仪。投影仪可以将图像投射到诸如画布或地球仪之类的实体对象上。可以使用系统外部或作为系统一部分的一个或多个相机(例如,使用面向内部的成像系统462或面向外部的成像系统464)来跟踪与用户界面的交互。

[0103] 图11是用于与虚拟用户界面交互的方法1100的示例的过程流程图。方法1100可以由本文描述的可穿戴系统执行。

[0104] 在框1110处,可穿戴系统可识别特定UI。UI的类型可以由用户预先确定。可穿戴系统可以基于用户输入(例如,手势、视觉数据、音频数据、传感数据、直接命令等)识别需要填充特定UI。在框1120处,可穿戴系统可以生成用于虚拟UI的数据。例如,可以生成与UI的限制、一般结构、形状等相关联的数据。另外,可穿戴系统可以确定用户的物理位置的地图坐标,以使得可穿戴系统可以显示与用户的物理位置有关的UI。例如,如果UI以身体为中心,则可穿戴系统可以确定用户的身体姿势、头部姿势或眼睛姿势的坐标,以使得可以在用户周围显示环形UI,或者可以在墙壁上或在用户面前显示平面UI。如果UI以手部为中心,则可以确定用户的手部的地图坐标。这些建图点可以借助通过FOV相机接收的数据、传感输入或任何其它类型的收集数据导出。

[0105] 在框1130处,可穿戴系统可以从云向显示器发送数据,或者可以从本地数据库向显示部件发送数据。在框1140处,基于所发送的数据向用户显示UI。例如,光场显示器可以将虚拟UI投射到用户的一只或两只眼睛中。一旦创建了虚拟UI,在框1150处,可穿戴系统只需等待来自用户的命令以生成虚拟UI上的更多虚拟内容。例如,UI可以是围绕用户身体的身体中心环。然后,可穿戴系统可以等待命令(手势、头部或眼睛移动、来自用户输入设备的输入等),并且如果它被识别(框1160处),可以向用户显示与命令相关联的虚拟内容(框1170处)。作为示例,可穿戴系统可以等待用户的手势再混合多个流轨道。

[0106] 可穿戴系统、UI和用户体验(UX)的其它示例在序列号为2015/0016777的美国专利公开中描述,该专利公开的全部内容通过引用并入此文。

[0107] 能视域(FOR)和视场(FOV)中的示例对象

[0108] 图12A示意性地示出了能视域(FOR)1200、世界相机1270的视场(FOV)、用户1250的视场以及用户1290的固定视场的示例。如参考图4所示,FOR 1200包括用户周围的环境的一部分,该环境部分能够被用户经由可穿戴系统感知到。FOR可以包括可穿戴系统400周围的 4π 弧度的立体角,因为穿戴者可以移动他的身体、头部或眼睛以感知空间中的基本上任何方向。在其它情景中,穿戴者的移动可能会更受限制,因此穿戴者的FOR可能对着较小的立体角。

[0109] 世界相机1270的视场可以包括当前由面向外部的成像系统464观察到的用户的FOR的一部分。参考图4,世界相机1270的视场可以包括由可穿戴系统400在给定时间观察到的世界470。世界相机1270的FOV的大小可以取决于面向外部的成像系统464的光学特性。例如,面向外部的成像系统464可以包括广角相机,该广角相机可以对用户周围的190度空间进行成像。在某些实施方式中,世界相机1270的FOV可以大于或等于用户的眼睛的自然FOV。

[0110] 用户1250的FOV可以包括用户在给定时间感知的FOR 1200的一部分。FOV可以取决

于可穿戴设备的显示器的尺寸或光学特性。例如,AR显示器可以包括在用户浏览显示器的特定部分时仅提供AR功能的光学器件。FOV 1250可与当浏览AR显示器(诸如,堆叠波导组件480(图4)或平面波导600(图6))时,由用户感知的立体角相对应。在某些实施例中,用户1250的FOV可以小于用户的眼睛的自然FOV。

[0111] 可穿戴系统还可以确定用户的固定视场(FOF) 1290。FOF 1290可以包括用户的眼睛可以注视的FOV 1250的一部分(例如,在该部分保持视觉注视)。FOF 1290可以小于用户的FOV 1250,例如,FOF可以横跨几度到大约5度之间。因此,用户可以感知到FOV 1250中的一些虚拟对象,这些虚拟对象不在固定视场1290中,而是在用户的外围FOV中。

[0112] 图12B示意性地示出了用户的FOV 1250中的虚拟对象和FOR 1200中的虚拟对象的示例。在图12B中,FOR 1200可以包括能够由用户经由可穿戴系统感知的一组对象(例如,1210、1220、1230、1242和1244)。FOR 1200中的对象可以是虚拟对象和/或实体对象。例如,FOR 1200可以包括诸如椅子、沙发、墙壁等之类的实体对象。虚拟对象可以包括操作系统对象,诸如用于已删除文件的回收站、用于输入命令的终端、用于访问文件或目录的文件管理器、图标、菜单、用于音频或视频流的应用、来自操作系统的通知等。虚拟对象还可以包括应用中的对象,例如化身、游戏中的虚拟对象、图形或图像等。一些虚拟对象可以既是操作系统对象又是应用中的对象。在一些实施例中,可穿戴系统可以将虚拟元素添加到现有实体对象中。例如,可穿戴系统可以添加与房间中的电视相关联的虚拟菜单,其中,虚拟菜单可以向用户提供使用可穿戴系统打开或改变电视频道的选项。

[0113] 虚拟对象可以是三维(3D)、二维(2D)或一维(1D)对象。例如,虚拟对象可以是3D咖啡杯(可以表示物理咖啡机的虚拟控件)。虚拟对象还可以是时钟的2D图形表示(向用户显示当前时间)。在一些实施方式中,一个或多个虚拟对象可以被显示在另一虚拟对象内(或与另一虚拟对象相关联)。该虚拟咖啡杯可以显示在用户界面平面的内部,尽管虚拟咖啡杯在该2D平面虚拟空间内呈现为3D的。

[0114] 用户的FOR中的对象可以是参考图9所描述的世界地图的一部分。与对象相关联的数据(例如,位置、语义信息、特性等)可以被存储在各种数据结构中,例如阵列、列表、树、散列、图形等。每个所存储的对象的索引在适当的时候例如可以通过对象的位置来确定。例如,数据结构可以通过诸如对象与基准位置相距的距离(例如,与基准位置的左侧或右侧相距多远,与基准位置的顶部或底部相距多远,或与基准位置相距多少纵深(depth-wise))之类的单个坐标来索引对象。可以基于用户的位置(诸如,用户的头部或眼睛的位置)来确定基准位置。也可以基于用户的环境中虚拟或实体对象(诸如,目标对象)的位置来确定基准位置。因此,可以将用户的环境中的3D空间折叠到2D用户界面内,在该2D用户界面中,根据对象与基准位置的距离来布置虚拟对象。

[0115] 标线的用途

[0116] 继续参考图12B,VR/AR/MR系统可以显示虚拟标线1256,该虚拟标线可以包括识别用户在FOV 1250内的位置的可移动指示器。例如,标线1256可以表示用户的注视方向,诸如固定视场、受来自用户的输入影响的点等。标线1256的外观可以呈现各种不同的颜色、轮廓、形状、符号、尺寸、图像、图形及组合等中的任一种。例如,标线1256可以采用各种形状,诸如光标、几何锥、窄束、箭头、椭圆、圆、圆心、多边形或其它1D、2D或3D形状。标线1256可以是固定在装置(rig)空间(例如,与可穿戴设备相关联的坐标系,诸如笛卡尔x-y-z坐标系)

内的虚拟对象,也能够固定在用户的3D环境内。标线1256可以由虚拟对象表示,用户可以将该虚拟对象拖放(例如,从装置空间中的一个位置)到用户的3D空间内的特定位置。

[0117] 用户可以移动他或她的身体、头部或眼睛以移动标线1256。例如,用户的姿势的改变(例如,头部姿势、身体姿势或眼睛注视)可以使标线1256在FOV 1250内的位置变化和/或改变在FOV 1250中示出或可观察到的内容。类似地,标线1256可通过诸如触摸板、触摸屏、操纵杆、多自由度(DOF)控制器、电容感测设备、游戏控制器、键盘、鼠标、方向垫(D-pad)、手持操纵器、触觉设备、图腾(例如,用作虚拟用户输入设备)等之类的用户输入设备控制。例如,当用户在用户输入设备上移动他的手部时,标线1256可以从第一位置移动到第二位置。

[0118] 通过移动标线1256使其悬停在目标对象上或以其它方式指向目标对象,可以使用标线1256选择、观看或指向诸如对象1210、1242、1244、1230、1220之一之类的对象。例如,为了有效地对准目标对象与标线1256,用户可以倾斜、转动他或她的头部或以其它方式将他或她的头部重新定向到与目标对象的位置相对应的姿势。一旦标线1256与目标对象对准,用户便可选择标线1256将悬停或指向的目标对象。在某些实施例中,目标对象还可以接收聚焦指示符(例如,从标线1256或选定对象发出的虚拟射线或其它图形突显部分)。

[0119] 加速标线定位

[0120] 图13A至图13B示出了响应于头部姿势的改变而加速标线移动的示例。环境1300A、1300B包括穿戴诸如图2的系统200的可穿戴系统1320的用户1304,并且进一步包括能视域(FOR) 1310的可穿戴系统1320的表示。如参考图4所述,FOR 1310包括能够由用户经由可穿戴系统1320感知到用户1304周围的环境的一部分。

[0121] 用户1304可以移动他或她的身体、头部或眼睛以感知FOR 1310中的基本任何方向。例如,用户的头部可以具有多个自由度。当用户的头部移动(例如,倾斜或转动)时,用户的头部姿势改变。可以通过确定相对于参考头部姿势矢量的角度的变化来量化头部姿势的变化。参考头部姿势可以是用户的任何头部姿势。例如,在考虑图13A和图13B所示的x-y-z坐标系中的坐标值时,当用户的头部的用户的头部的冠状面(例如,将身体分为腹部和背部的竖直平面)、用户的头部的矢状面(例如,将身体分为右部分和左部分的解剖平面)以及用户的头部的轴向面(例如,将身体分为上部分和下部分,大致垂直于脊柱的平面)中的每一者相互正交时,参考头部姿势矢量可对应于用户的头部的位置。

[0122] 在一些应用中,用户可能更频繁地看向特定方向,并且系统可以调节参考头部姿势以减小或减轻颈部疲劳。例如,与射击飞鸟有关的游戏和向用户传授星座知识的观星应用两者均可涉及用户周期性地或不断地向上看。类似地,棋类游戏可涉及用户周期性地或不断地向下看。其它游戏或应用可涉及用户周期性地或不断地向左、向右、沿对角线方向看等。因此,在一些情况下,可以更新参考头部姿势以冲抵与该更频繁方向相关联的头部姿势。例如,参考头部姿势可以是特定时间段内的平均或最常见的用户的头部姿势,或者可以是在用户使用特定应用或玩特定游戏时的平均或最常见的用户的头部姿势。通过将参考头部姿势配置为冲抵或匹配与常见或平均头部姿势相关联的头部姿势,系统可以减少或减轻颈部疲劳。

[0123] 图13A和图13B中的坐标系示出了可用于测量相对于参考头部姿势矢量的头部姿势的三个角自由度(例如,偏航、俯仰和翻滚)。例如,用户的头部可以前后倾斜(例如,俯仰),左右旋转(例如,偏航)或左右倾斜(例如,翻滚),并且可以确定新头部姿势与参考头部

姿势矢量之间的角度差以对变化进行量化。在其它实施方式中,可以使用用于测量头部姿势的其它技术或角度表示,例如四元数角度或任何类型的欧拉角系统。

[0124] 当用户的姿势(例如,身体、头部或眼睛姿势)改变时,用户FOV可能相应地改变,并且FOV内的任何对象也可能改变。图13A示出了三个FOV 1350a、1350b、1350c,这三个FOV由矩形示意性地表示,并且可与在特定的时间段观察到的用户的FOR 1310的一部分相对应。在所示的三个场景1350a、1350b、1350c中的每个场景中,用户可以经由显示器1320感知标线1356。此外,如FOV 1350b、1350c所示,用户可以感知目标对象,诸如圆柱体1382或方盒1380,目标对象可以表示位于用户的环境中给定位置处的虚拟或实体对象。当用户调整他或她的头部(例如,俯仰、偏航或翻滚)时,系统可以调整用户的FOV,以使得用户感知到他或她正在VR/AR/MR环境中倾斜或转动他或她的头部。

[0125] 作为非限制性示例,用户1304可能期望观看对象1380和/或对象1382或与对象1380和/或对象1382进行交互。为简单起见,用户的头部的初始姿势1348对应于参考头部姿势矢量,如本文所述。另外,在初始头部姿势1348处,用户感知FOV 1350a。由于在FOV 1350a内未感知到任何对象,因此用户可以开始扫描FOR 1310以搜索对象1380、1382。当用户将他或她的头部朝着地板向下倾斜时,用户的FOV相应地进行调整,以使得用户可以最终在FOV 1350b内感知到对象1382。用户可以继续扫描FOR 1310以搜索更多对象,例如,通过将他或她的头部朝着天花板向上倾斜。在之后的某个时间点,用户可以调整他或她的头部姿势,以使得用户感知FOV 1350c。如图所示,可以在FOV 1350c中对象1380是可感知的。在一些情况下,除了简单地感知对象之外,用户还可以使用标线1356来选择对象。

[0126] 可以使用各种方法将标线1356定位在目标对象上。作为第一示例,用户的FOV可以临时或永久地固定在FOR内。因此,用户的姿势(例如,头部姿势、身体姿势、眼睛姿势)的改变可以使标线在用户FOV内移动(例如,相对于默认标线位置,该位置可以在FOV的中心附近),但不会使用户的FOV改变。例如,如果用户向上看或向后倾斜他或她的头部,则该移动可使标线在FOV内向上移动,诸如靠近FOV的顶部移动。因此,在诸如这些的示例中,为了使用标线来选择对象,对象可能需要位于FOV内,并且用户可能需要将他或她的头部定位成使得标线指向目标对象。

[0127] 作为第二示例,标线在FOV内的位置可以临时或永久地固定。因此,用户的姿势的改变可改变用户的FOV,但不会改变标线在FOV内的位置。例如,标线可以固定或锁定在用户的FOV的位置(例如,中心)处,诸如在FOV 1350a中所示的。当用户的姿势改变时,FOV可能改变,但标线仍保持在动态FOV的默认位置(例如,中心)处。因此,为了使用标线来选择对象,用户可能需要将他或她的头部定位成使得目标对象位于FOV的中心(例如,标线的位置)处。

[0128] 作为第三示例,可以使用前两个示例的组合将标线定位在目标对象上。标线可以临时固定在FOV内的位置处。例如,当用户的头部姿势在最小头部姿势阈值和最大头部姿势阈值之间(例如,满足最小头部姿势阈值并且不满足最大头部姿势阈值)时,标线可以固定。当用户姿势改变时,用户的FOV可能改变,而标线在FOV内的位置保持不变。然而,当用户的头部朝着不舒服或其它不期望的姿势移动时(例如,用户的头部姿势不满足最小头部姿势阈值或满足最大头部姿势阈值),标线可能变得不固定并且可以在用户FOV内自由地移动。例如,可穿戴系统可以加速标线在对应于用户头部移动方向的方向上的移动。在一些情况下,这种加速可以降低颈部疲劳或不适的可能性,因为标线朝着用户移动他或她的头部的

位置移动,从而减少或最小化根据目标对象定位标线所需的头部移动量。尽管标线被加速,但是在一些实施例中,标线未被加速超过阈值位置(例如,F0V内的位置)。例如,在一些情况下,标线不会被加速到用户F0V外部。这有利地有助于降低颈部疲劳或不适的可能性,同时还保留了用户经由标线与F0V中的对象进行交互的能力。

[0129] 有时在用户需要重新定向他或她的头部时(非限制性示例:以选择高空中的对象(例如,天花板)、低到地面的对象(例如,地板)、最右边的对象、最左边的对象等),用户可能必须弯曲、扭动或伸出他或她的颈部,以使的标线1356位于所需的对象处。除了其它负作用之外,用户颈部的弯曲、扭动和/或伸出还会导致颈部疲劳或不适。因此,可穿戴系统可以识别出用户头部的取向在可接受的(例如,舒适的、不疲劳的等)头部姿势的范围之外(例如,低于最小头部姿势阈值,高于最大头部姿势阈值)。因此,为了辅助用户移动标线1356,可穿戴系统可以在与用户的头部移动方向相对应的方向上加速标线1356的移动(例如,调整相对于参考头部姿势矢量的角度或调整F0V内的位置)。通过加速标线1356的移动,可穿戴系统有利地降低了用户必须弯曲、扭动或伸出他或她的颈部以使标线与目标对象对准的程度,从而降低颈部疲劳或不适的可能性。

[0130] 返回图13A,F0V 1350a内的标线1356位于F0V 1350a的中心1360处的固定位置。当用户将他或她的头部倾向天花板或地板时,可穿戴系统可以实时确定用户的头部姿势。如果用户的头部姿势开始对应于不期望的、不舒服的或疲劳的头部姿势范围中的任一者,则可穿戴系统可以开始加速标线1356。

[0131] 例如,如图13A所示,可以将用户的实时头部姿势与一个或多个阈值头部姿势(例如,最大头部俯仰阈值1394、最小头部俯仰阈值1396)进行比较,以确定用户的头部姿势是否对应于期望或不期望的头部姿势范围中的一者或多者或者落在其中。可穿戴系统1320可以通过计算与用户弯曲、转动、倾斜或旋转他或她的颈部的程度相对应的一个或多个角度来确定用户的头部姿势。例如,可以计算与用户的当前头部姿势相对应的矢量和参考头部姿势矢量之间的角度差。如果一个或多个角度对应于与不期望的头部姿势相关联的角度,则可穿戴系统可以加速标线1356的移动,例如通过向与标线相关联的角度添加偏移量或从中去除偏移量以调节标线在F0V内的位置。

[0132] 图13A和图13B示出了偏移量添加示例。作为第一示例,并继续其中用户的初始头部姿势与F0V 1350a相对应的示例,用户必须朝着地面向下倾斜他或她的头部以感知F0V 1350b。当用户的头部姿势处于使得用户感知F0V 1350b的角度时,系统可以确定用户的新头部姿势与参考头部姿势(例如,用户的初始头部姿势1348)之间的角度1386。如图13A所示,对应于F0V 1350b的中心1360的用户的新头部姿势低于(或不满足)最小头部俯仰阈值1396。基于用户的新头部姿势,系统可以确定用户正在向下看和/或用户的头部或颈部处于或朝向不舒服或其它不期望的姿势。因此,系统可以沿向下的方向加速标线1356,以使得位置不再处于F0V的默认标线位置(例如,中心)处。为了做出这种标线位置调整,系统可以向标线相对于参考头部姿势定位的角度1386添加偏移量1364。可以使用本领域公知的各种方法向角度1386添加偏移量(例如,大约12度)。例如,偏移量1364可被添加到角度1386或从角度1386中去除以使新角度更负。同样,偏移量可以增加或减少新角度的绝对值。

[0133] 作为另一示例,并继续假设用户的初始头部姿势对应于F0V 1350a,用户必须朝着天花板向上倾斜他或她的头部以感知F0V 1350c。当用户的头部姿势处于使得用户感知F0V

1350c的角度时,系统可以确定用户的新头部姿势与参考头部姿势(例如,用户的初始头部姿势1348)之间的角度1390。如图13A所示,与FOV 1350c的中心1360相对应的用户的新头部姿势高于(或满足)最大头部俯仰阈值1394。基于用户的新头部姿势,系统可以确定用户正在向上看和/或用户的头部或颈部处于或朝向不舒服或其它不期望的姿势。因此,系统可以沿向上的方向加速标线1356,以使得位置不再处于相对于FOV的默认标线位置(例如,FOV的中心)处。为了做出这种标线位置调整,系统可以向标线相对于参考头部姿势定位的角度1390添加偏移量1368。可以使用本领域公知的各种方法向角度1390添加偏移量(例如,大约8度)。例如,偏移量1368可被添加到角度1390或从角度1390中去除以使新角度更正。同样,偏移量可以增加或减少新角度的绝对值。

[0134] 作为另一示例,类似于图13A,图13B示出了三个FOV 1350d、1350e、1350f,这三个FOV由矩形示意性地表示,并且可以与在特定的时间段观察到的用户FOR 1310的一部分相对应。在所示的三个场景1350d、1350e、1350f中的每个场景中,用户可以经由显示器1320感知标线1356。最初,标线1356位于FOV 1350d的中心1360处的固定位置处。当用户向右转动他或她的头部时,可穿戴系统1320可以实时确定用户的头部姿势。当用户头部姿势开始朝着不期望的、不舒服的或疲劳的头部姿势范围中的任一者移动时,可穿戴系统开始加速标线1356,从而将标线从FOV内的固定位置移开。

[0135] 作为非限制性示例,用户1304可能期望观看对象1384或与对象1384进行交互。为简单起见,用户的头部的初始姿势1348对应于参考头部姿势,如本文所述,并且由用户感知到的初始FOV是FOV 1350d。当用户的头部姿势改变时,可以将头部姿势与一个或多个阈值头部姿势(例如,最大头部偏航阈值1374、缓动阈值1372、最小头部偏航阈值等)进行比较,以确定头部姿势是否超过阈值以及是否应该加速标线位置。

[0136] 返回到该示例,用户可以开始扫描FOR 1310以搜索对象1384。当用户向右转动他或她的头部时,用户的FOV对应地进行调整,以使得用户最终可以感知FOV 1350e。在感知FOV 1350e的同时,用户的头部姿势(可与FOV 1350e的中心1360相对应)满足缓动阈值1372。因此,系统可以加速标线1356的位置,以使其被定位于FOV 1350e的中心1360稍微靠右处。例如,系统可以向与FOV 1350e中的标线1356相对应的角度1392添加偏移量1376(例如,对应于缓动函数)。

[0137] 用户可以继续扫描FOR 1310以搜索对象1384,例如通过向更右方转动他或她的头部。在之后的某个时间点,用户可以调整他或她的头部姿势,以使得用户能够感知FOV 1350f。如图所示,可以在FOV 1350f中感知到对象1384,并且系统可以有利地例如朝着对象1384加速标线,以使用户更容易选择对象。因此,系统可以确定用户的头部姿势(其可与FOV 1350f的中心1360相对应)满足最大头部偏航阈值1374。这样,系统可以加速标线1356的位置,以使得其定位到比FOV 1350e中定位的标线更靠FOV 1350e的中心的右方。例如,系统可以向与FOV 1350f中的标线相对应的角度1388添加较大偏移量1378。

[0138] 在一些情况下,为了确定水平方向上的光标加速量,系统确定用户的头部相对于用户的身体、躯干、肩膀等的姿势。例如,如果头部姿势矢量相对于身体姿势矢量的偏移更大,则更可能加大颈部疲劳。因此,系统可以取决于用户的头部、颈部、肩膀、身体等的对齐,以相对较快或较慢的速率加速标线。

[0139] 在一些情况下,可以添加被配置为跟踪用户的身体、躯干或肩膀的姿势的附加惯

性测量单元(IMU),并且系统可以确定用户的头部相对于用户的身体的角度或位置。附加IMU可以包括位于受动者(patient)的肩膀、胸部或腰部上的辅助装置,例如别针、项链、背包、腰带包、图腾等。在一些实施例中,系统可以包括外部或面向用户的传感器或相机,这些传感器或相机例如可以使用计算机视觉处理来计算身体矢量。

[0140] 尽管图13A和图13B所示的示例与用户上下倾斜他或她的头部以及向右转动他或她的头部相对应,但这并非限制,可以测量对角的头部移动(例如,竖直和水平移动的组合),如果超过对角阈值(或竖直和水平阈值的组合),则可以将标线加速到FOV的拐角。此外,用户可以移动他的身体、头部或眼睛以感知空间中的基本任何方向。在一些实施例中,与基于头部姿势改变调整用户FOV类似,系统可以基于眼睛姿势改变(例如,眼睛注视)来调整标线的位置或定位。眼睛姿势可以由面向内部的成像系统504(在图4中示出)确定。系统可以使用一个或多个阈值来确定用户的眼睛是否可能疲劳,并且可以基于该确定来改变标线位置。

[0141] 示例头部姿势角度调整

[0142] 图14示出了基于用户的头部姿势调整标线位置的示例。诸如图2的可穿戴系统200之类的可穿戴系统例如可以通过确定与用户的头部姿势相对应的头部姿势矢量来确定用户的头部姿势。基于头部姿势矢量与参考矢量之间的角度差,系统可以调整标线相对于用户的FOV的位置。如本文所述,可穿戴系统可以包括一个或多个头部姿势传感器,诸如可用于确定头部姿势的IMU或可用于确定眼睛注视的眼睛跟踪相机。可穿戴系统可以使用来自此类传感器的数据来确定本文所述的姿势和角度。

[0143] 头部姿势矢量可以提供用户的头部姿势的指示。例如,头部姿势矢量可以示出用户注视的位置,用户的头部如何定向,用户的颈部如何弯曲等。在一些实施例中,头部姿势矢量可被定义为从用户的头部的冠状面(例如,将用户的头部分为腹侧部分和背侧部分的额平面)正交地延伸的矢量。例如,头部姿势平面可以是与用户的前额平行(或基本平行)的平面。在一些实施例中,头部姿势平面可以平行于冠状面,并且可以包括连接用户眼睛或其它面部特征的线。在一些实施例中,头部姿势矢量能够从用户的头部上的中心点(诸如,用户的前额的中心、用户的眼睛的中心、用户的鼻子等),从冠状面(或平行于冠状面的平面)正交地延伸。在一些实施例中,头部姿势矢量可以从与用户的头部或颈部相对应的任何其它点延伸。因此,当用户的头部姿势改变时,头部姿势矢量也改变。作为一些示例,图14示出了各种示例头部姿势矢量1408、1412、1416、1420、1424、1428。

[0144] 参考矢量可以是可能的头部姿势矢量的子集,并且可用作确定用户的头部倾斜或转动角度的参考。参考矢量可以是与任何头部姿势相对应的矢量。例如,当考虑图14所示的x-y-z坐标系中的坐标值时,参考矢量可以等同于具有为零的竖直或y分量的头部姿势矢量(有时被称为水平头部姿势矢量1416)。在一些情况下,参考矢量通过在垂直于显示器平面的水平面中识别矢量被确定。在一些实施例中,当用户的头部处于自然静息状态(例如,作为中间头部俯仰矢量1420)时,参考矢量可以是头部姿势矢量。在一些实施例中,当用户的头部的冠状面(例如,将身体分为腹部和背部的竖直平面)、用户头部的矢状面(例如,将身体分为左部分和右部分的解剖平面)和用户头部的轴向面(例如,将身体分为上部分和下部分,大致垂直于脊柱的平面)中的每一者相互正交时,水平头部姿势矢量与用户的头部的位置相对应。如图14所示,在一些情况下,中间头部俯仰矢量1420和水平头部姿势矢量1416之

间的角度差是大约-20度(例如,中间头部俯仰矢量1420在水平头部姿势矢量1416以下大约20度)。在一些应用中,用户可能更频繁地看向特定方向,并且系统可以调整参考头部姿势以减小或减轻颈部疲劳。例如,与射击飞鸟有关的游戏和向用户传授星座知识的观星应用两者均可涉及用户周期性地或不断地向上看。类似地,棋类游戏可涉及用户周期性地或不断地向下看。其它游戏或应用可涉及用户周期性地或不断地向左、向右、沿对角线方向看等。因此,在一些情况下,可以更新参考头部姿势以冲抵与该更频繁方向相关联的头部姿势。例如,参考头部姿势可以是特定时间段内的平均或最常见的用户的头部姿势,或者可以是在用户使用特定应用或玩特定游戏时的平均或最常见的用户的头部姿势。通过将参考头部姿势配置为冲抵或匹配与常见用户的头部姿势相关联的头部姿势,系统可以减少或减轻颈部疲劳。

[0145] 如本文所述,可穿戴系统可以识别头部位置范围或头部取向范围,这些位置和取向可以用于特定的与不舒服或疲劳的头部姿势相对应的一个或多个头部姿势范围。这些范围的边界可被视为对应于阈值。例如,如果用户在一个方向上将他或她的头部倾斜或转动得太远,则用户的头部姿势可能不满足(例如,小于)最小头部俯仰、头部偏航或头部翻滚阈值。类似地,如果用户在另一方向上将他或她的头部倾斜或转动得太远,则用户的头部姿势可能满足(例如,大于)最大头部俯仰、头部偏航或头部翻滚阈值。在诸如这样的情况下,小于(或不满足)最小头部姿势阈值的头部姿势和大于(或满足)最大头部姿势阈值的头部姿势可与可能导致颈部疲劳或不适的头部倾斜或转动的一个或多个范围相对应。

[0146] 图14示出了调整标线位置,或调整标线相对于参考头部姿势的角度的三个示例。在第一示例中,用户的头部姿势对应于头部俯仰矢量1420,在该示例中,头部俯仰矢量1420对应于中间头部姿势阈值。如本文所述,中间头部姿势阈值可对应于头部的自然静息状态,并且可以表示比例如水平头部姿势1416更舒适的用户的头部姿势。因此,在一些情况下,中间头部姿势矢量可以被用作水平头部姿势矢量的替代或补充的参考头部姿势矢量。

[0147] 返回到第一示例,在头部俯仰矢量1420和参考头部姿势矢量1416之间存在-20度的角度差,在这种情况下,该参考头部姿势矢量1416也是水平头部姿势矢量1416。基于所确定的-20度的角度差,系统确定用户的头部姿势高于(例如,满足)-45度的最小俯仰阈值。另外,系统确定-20度的角度差低于(例如,不满足)5度的最大俯仰阈值。基于这些确定,系统可以确定不调整标线的位置。因此,如在场景1436中所见,标线保留在场景1436内的默认位置(例如,中心)处。

[0148] 在第二示例中,用户的头部姿势对应于头部姿势矢量1412。如图所示,在头部姿势矢量1412和参考头部姿势矢量1416之间存在+5度的角度差。基于所确定的+5度的角度差,系统确定的用户的姿势等于(例如,满足)+5度的最大俯仰阈值。因此,系统将标线的角度调整一个偏移量,在这种情况下为8度。可以在场景1432中看到此调整,其中标线位置呈现为朝着场景1432的顶部,而非呈现在场景1432的默认位置(例如,中心)处。

[0149] 在第三示例中,用户的头部姿势对应于头部姿势矢量1424。如图所示,在头部姿势矢量1424与参考头部姿势矢量1416之间存在-45度的角度差。因此,基于所确定的-45度的角度差,系统确定用户的姿势等于(例如,不满足)-45度的最小头部俯仰阈值。因此,系统将标线角度调整一个偏移量,在这种情况下为-12度。可以在场景1440中看到此调整,其中,标线位置呈现为朝着场景1440的底部,而非呈现在场景1440的默认位置(例如,中心)处。

[0150] 应当注意,图14所示的示例仅是说明性的,不应被解释为限制性的。因此,在一些实施例中,使用参考矢量而非水平头部姿势矢量1416来确定角度差。系统可以使用更少、更多或不同的阈值来确定头部位置是否超过阈值并调整标线的位置。此外,与最大头部俯仰阈值1412、最小头部俯仰阈值1424、中间头部俯仰矢量1420、对应于最大头部俯仰阈值1412的偏移量和/或对应于最小头部俯仰阈值1424的偏移量相对应的值是为了说明的目的。在其它实施方式中,最大头部俯仰阈值1412可以处于从低于水平头部姿势矢量141610度至高于水平头部俯仰矢量141625度的范围内。最小头部俯仰阈值1424可以处于从低于水平头部姿势矢量1416的60度至高于水平头部姿势矢量1416的30度的范围内。中间头部俯仰矢量1420可以在从低于水平头部姿势矢量1416的30度至与水平头部姿势矢量1416持平的范围内。对应于最大俯仰阈值1412的偏移量可以在+1度至+25度的范围内。对应于最小俯仰阈值1424的偏移量可以在-1度至-25度的范围内。另外,可以以各种方式满足一个或多个阈值。例如,在一些情况下,等同于阈值的值满足阈值,而在另一些情况下,等同于阈值的值不满足阈值。

[0151] 示例标线的位置的头部姿势角度调整

[0152] 图15示出了用户的头部姿势与标线的位置调整之间的示例关系。图形1500示出了示例的标线角度调整与角度差。如本文所述,角度差(例如,x轴)可被定义为头部姿势矢量与参考矢量(例如,水平头部姿势矢量、中间头部姿势矢量等)之间的角度的差。另外,标线角度(例如,y轴)的调整可与系统如何基于所确定的头部姿势改变标线的位置相对应。

[0153] 图形1500示出了标线角度调整和角度差之间的若干不同的可能关系(例如,线1560、1564、1568)。例如,线1560、1568示出了在角度差改变时逐渐调整标线角度,而线1564示出了在指定范围内(例如,-30度至-10度)内不调整标线角度,然后当角度差超出指定范围时(例如,低于最小头部姿势阈值,高于最大头部姿势阈值),逐渐调整标线角度。

[0154] 如由关系1564、1560和1568中的每一者所示,如果角度差为5度或更高(例如,用户朝着高于水平头部姿势矢量上方约5度或更多处向上看),则系统确定用户头部姿势大于或等于(例如,满足)最大头部俯仰阈值(例如,+5度)。因此,系统将标线的角度调整8度的最大偏移量。另外,如果角度差小于或等于-45度(例如,用户朝着水平头部姿势矢量下方约45度或更多处向下看),则系统确定用户的头部姿势小于或等于(例如,不满足)最小头部俯仰阈值(例如,-45度)。因此,系统将标线的角度调整-12度的最小偏移量。

[0155] 此外,如果角度差在大约-45度和大约5度之间(例如,在最小头部姿势阈值和最大头部姿势阈值之间),则系统确定用户的头部姿势大于(例如,满足)最小头部俯仰阈值,并且小于(例如,不满足)最大头部俯仰阈值。因此,系统将标线的角度调整一个偏移量,该偏移量例如可以通过各种线性、指数、分段或缓动函数来确定。例如,缓动函数可以提供逐渐增加或减小的标线角度调整。

[0156] 示例标线定位过程

[0157] 基于头部姿势的标线定位或调整

[0158] 图16示出了示例标线位置调整过程1600的流程图。示例过程1600可以由可穿戴系统200的一个或多个部件(例如,远程处理模块270或本地处理和数据模块260)单独地或相结合地执行。可穿戴系统200的显示器220可以向用户呈现一个或多个标线,面向内部的成像系统462可以获得用于眼睛注视确定的眼睛图像,并且IMU、加速度计或陀螺仪可以确定

头部姿势。

[0159] 在框1610处,可穿戴系统可以接收指示用户的当前头部姿势的数据。头部姿势可以描述用户的头部的位置和取向。数据可以包括用户的头部的当前位置和取向,或用户的头部在3D空间中的移动。该位置可以由平移坐标值(例如,图6所示的x-y-z坐标系中的坐标值)表示。例如,当用户的头部倾斜或转动时,可穿戴系统可以跟踪和记录用户的头部的移动。取向可以由矢量或相对于头部自然静息状态的角度值表示。例如,矢量或角度值可以表示头部前后倾斜(例如,俯仰),左右转动(例如,偏航)以及从左右倾斜(例如,翻滚)。

[0160] 可穿戴系统可以识别头部位置范围或头部取向范围,这些位置和取向一起用于指定的可与不舒服或疲劳的头部姿势相对应的一个或多个头部姿势范围。这些范围的边界可被视为对应于阈值。例如,最大或最小头部俯仰、头部偏航或头部翻滚阈值可与使颈部疲劳或不适的一个或多个头部向左倾斜或转动范围相对应。类似地,中间或参考头部姿势阈值可对应于头部的自然静息状态。

[0161] 落入这些范围内的头部姿势可与需要调整标线的位置的头部姿势相对应。例如,可穿戴系统可以为用户在3D空间中渲染标线。标线可以在装置空间(此空间可以由相对于HMD的坐标系表示。标线可以以各种图形形式表示,包括1D、2D和3D图像)中渲染。标线可与用户的相对于用户的视场的当前位置相对应,并且例如可以表示用户的注视方向。当用户四处移动时,标线也可以随用户一起移动。当用户的头部姿势改变时(例如,使其落入上述范围之一内),可以调整标线的位置,以防止、缓解或减轻颈部疲劳或不适。

[0162] 可穿戴系统可以使用HMD内部的一个或多个传感器(例如,IMU或面向外部的成像系统(例如,以跟踪用户的头部的反射图像))或HMD外部的一个或多个传感器(例如,安装在用户的房间中的墙壁上的相机)来跟踪头部姿势。

[0163] 在框1620处,可穿戴系统可以至少部分地基于从框1610处获得的头部姿势数据来识别或确定用户的实时头部姿势。例如,可穿戴系统可以识别或确定头部姿势矢量,如本文所述,该头部姿势矢量对应于用户的头部姿势。在一些情况下,使用AR软件开发套件(SDK)来确定头部姿势矢量。

[0164] 在框1630处,可穿戴系统可以识别、访问或确定用户的参考头部姿势。例如,参考头部姿势可对应于中间头部姿势,并且可以至少部分地基于从框1610处获取的头部姿势数据。可穿戴系统可以确定参考头部姿势矢量,如本文所述,该参考头部姿势矢量可对应于中间头部姿势(诸如,相对于头部自然静息状态的头部姿势)。在一些情况下,参考头部姿势矢量使用AR SDK来确定。在一些实施方式中,将用户的参考或中间头部姿势设定为默认值(例如,以-20度角),并且可穿戴系统通过访问默认值(例如,通过查询AR SDK)来确定参考头部姿势。

[0165] 在框1640处,可穿戴系统可以至少部分地基于当前头部姿势与参考头部姿势之间的比较,确定对被投射在头戴式显示器上的虚拟标线的位置调整。例如,系统可以确定指示从框1620确定的头部姿势和从框1630确定的参考头部姿势之间的差的值。例如,可以相对于坐标值(例如,图6所示的x-y-z坐标系中的坐标值)计算头部姿势与参考头部姿势之间的角度差。在一些实施例中,可穿戴系统可以确定头部姿势矢量与参考头部姿势矢量之间的角度差。例如,如图14所示,角度差可被用于确定与用户的头部相对于参考头部姿势的倾斜或转动的程度相对应的角度。至少部分地基于角度差,可穿戴系统可以确定用户是向上还

是向下看,或者倾斜还是转动他的头。在一些情况下,使用AR SDK来确定角度差。

[0166] 可穿戴系统可以至少部分地基于用户的头部姿势确定调整后标线位置。例如,可穿戴系统可以确定用户是否呈现出落入所识别的头部姿势范围中的一者或多者内的头部姿势。可穿戴系统可以确定用户的头部姿势是否处于导致标线的位置的调整的位置或取向。例如,可穿戴系统可以确定用户的头部姿势是否落入所识别的头部位置范围和所识别的头部取向范围内。可穿戴系统可以通过比较用户的头部姿势与定义所识别的头部位置(例如,平移坐标值)范围的边界的阈值,或者通过比较与用户的头部姿势相关联的头部取向(例如,角度差)与定义所识别的头部取向(例如,角度值)范围的边界的阈值,来做出这样的确定。

[0167] 参考图14,基于确定用户呈现出与头部姿势矢量1412相对应的头部姿势,可穿戴系统可以确定角度差(例如,与参考头部姿势矢量之间的差)为5度。因此,通过比较角度差与阈值(例如,与矢量1416相对应的中间头部姿势阈值),可穿戴系统可以确定是否需要调整标线的位置。例如,返回到图14的示例,可穿戴系统可以确定与头部姿势矢量1412相对应的5度的角度差满足最大头部姿势阈值。然后,可穿戴系统可以调整标线的位置,以使得指向新调整的标线的头部姿势矢量1408具有8度的角度差。因此,可穿戴系统可以至少部分地基于头部姿势或头部姿势的改变来加速或减慢标线移动。

[0168] 本文描述的各种框可以以各种顺序来实现,并且可穿戴系统可以根据需要同时实现一个或多个框和/或改变顺序。可以使用更少、更多或不同的框作为过程1600的一部分。例如,过程1600可以包括用于确定标线的位置,提供标线的位置被更新的指示等的框。

[0169] 此外,尽管过程1600在逻辑上与防止或降低颈部疲劳的可能性相关联,但是可以采用类似的技术来防止或降低眼睛疲劳的可能性。例如,系统可以获得眼睛注视数据,并且可以根据眼睛注视数据确定眼睛注视矢量和中间眼睛注视矢量。系统可以进一步确定眼睛注视矢量与中间眼睛注视矢量之间的角度差,并且基于该角度差和一个或多个阈值,可以确定对虚拟标线位置或3D显示视图中的至少一者的调整。

[0170] 基于角度差的标线定位或调整

[0171] 图17示出了示例标线调整过程1700的流程图。示例过程1700可以由可穿戴系统200的一个或多个部件(例如,远程处理模块270或本地处理和数据模块260)单独地或相结合地执行。可穿戴系统200的显示器220可以向用户呈现一个或多个标线,面向内部的成像系统462可以获得用于眼睛注视确定的眼睛图像,并且IMU、加速度计或陀螺仪可以确定头部姿势。

[0172] 可穿戴系统可以为用户在3D空间中渲染标线。标线可以在装置空间(此空间可以由相对于HMD的坐标系表示。标线可以以各种图形形式表示,包括1D、2D和3D图像)中渲染。标线可与用户相对于用户的视场的当前位置相对应,并且例如可以表示用户的注视方向。当用户四处移动时,标线也可以随用户移动。此外,标线可以指向一个或多个对象,并且用户可以选择标线所指向的目标对象。在一些情况下,当用户的头部移动时,标线在用户的FOV内的位置可能保持恒定。例如,标线可以位于用户的视场的中心,即使在用户的FOV改变,也会停留在此中心。因此,在一些情况下,为了通过标线选择目标对象,用户必须移动他或她的头部以调整FOV,以使得FOV的中心(例如,标线的位置)在目标对象上。

[0173] 然而,可穿戴系统可以有利地在用户的FOV内调整标线位置。例如,在用户期望选

择高空对象(例如,天花板)、低到地面的对象(例如,地板)、最右边的对象、最左边的对象等的情况下,可穿戴系统可以调整标线在用户的FOV内的位置,以帮助用户将标线定位在目标对象的位置处,而不需要用户将他或她的头部倾斜或转动为使得用户的FOV的中心在目标对象上。因此,可穿戴系统可以实现过程1600以调整标线位置。

[0174] 在框1710处,可穿戴系统可以识别或确定一个或多个头部位置范围或一个或多个头部取向范围,这些位置和取向一起用于指定可与不舒服或疲劳的头部姿势相对应的一个或多个头部姿势范围。这些范围的边界可被视为对应于阈值。例如,可穿戴系统可以识别或确定最大头部俯仰阈值和/或最小头部俯仰阈值,这些阈值可与将导致最大或最小标线角度调整的前后头部倾斜的程度或角度相对应。在一些实施例中,可穿戴系统可以识别或确定最大头部偏航阈值或最小头部偏航阈值,这些阈值可与在用户的颈部处于不舒服或疲劳的位置之前左右转动头部的程度或角度相对应。类似地,可穿戴系统可以识别或确定最大头部翻滚阈值或最小头部翻滚阈值,这些阈值可与在用户颈部处于不舒服或疲劳的位置之前左右倾斜头部的程度或角度相对应。此外,可穿戴系统可以识别或确定中间头部俯仰阈值、中间头部偏航阈值或中间头部翻滚阈值,这些阈值可对应于头部的自然静息状态相对应。在一些情况下,这些阈值可以是用户输入,可以在校准阶段期间被确定,或者在系统内可以是恒定的。

[0175] 在框1720和1730处,可穿戴系统可以至少部分地基于接收到的头部姿势数据来确定头部姿势矢量和参考(或中间)头部姿势矢量,如本文所述。

[0176] 在框1740处,可穿戴系统可以确定头部姿势矢量与中间头部姿势矢量之间的角度差。例如,如图14所示,角度差可被用于确定与用户的头部相对于水平头部姿势矢量的倾斜或转动程度相对应的角度。至少部分地基于角度差,可穿戴系统可以确定用户是向上还是向下看,或者是倾斜还是转动他的头。

[0177] 在框1750处,可穿戴系统可以计算标线位置调整。标线位置调整(例如,角度调整或偏移)可以与阈值中的每一者相关联,以帮助例如加速光标移动。例如,如果头部姿势满足最大头部俯仰阈值、最大头部偏航阈值或最大头部翻滚阈值,则可穿戴系统可以将标线的角度或位置调整第一预定量(例如,+8度)。类似地,如果头部姿势不满足最小头部俯仰阈值、最小头部偏航阈值或最小头部翻滚阈值,则可穿戴系统可以将标线的角度或位置调整第二预定量(例如,-12度)。在一些实施例中,如果头部姿势满足最小阈值(例如,俯仰、偏航或翻滚)并且不满足最大阈值(例如,俯仰、偏航或翻滚),则可穿戴系统可以使用缓动函数来调整标线的角度或位置。例如,如果头部姿势满足最小头部俯仰阈值并且不满足中间头部俯仰阈值,则可穿戴系统可以使用以下等式1来调整标线的角度或位置:

$$[0178] \quad VPA = \max HPA * ease\left(\frac{P - \text{neutralH}}{\max HPA - \text{neutralH}}\right) \quad (\text{等式 1})$$

[0179] 其中VPA是垂直角度俯仰调整,maxHPA是最大头部俯仰调整,P是头部姿势矢量与水平头部姿势矢量之间的角度,neutralHP是与中间头部姿势矢量相对应的角度,ease()是缓动函数,诸如easeOutSine。

[0180] 类似地,如果头部姿势满足中间头部俯仰阈值并且不满足最大头部俯仰阈值,则可穿戴系统可以使用以下等式2来调整标线的角度或位置:

$$[0181] \quad VPA = \min HPA * ease\left(\frac{P - \min HPA}{\text{neutralHP} - \min HPA}\right) \quad (\text{等式 2})$$

[0182] 其中,VPA是垂直角度俯仰调整,minHPA是最小头部俯仰调整,P是头部姿势矢量与水平头部姿势矢量之间的角度,neutralHP是与中间头部姿势矢量相对应的角度,ease()是缓动函数,诸如easeOutSine。

[0183] 本文描述的各种框可以以各种顺序来实现,并且可穿戴系统可以根据需要同时实现一个或多个框和/或改变顺序。可以使用更少、更多或不同的框作为过程1700的一部分。例如,过程1700可以包括用于确定标线的位置,提供标线的位置被更新的指示等的框。

[0184] 此外,尽管过程1700在逻辑上与防止或降低颈部疲劳的可能性相关联,但是可以采用类似的技术来防止或降低眼睛疲劳的可能性。例如,系统可以获得眼睛注视数据,并且可以根据眼睛注视数据来确定眼睛注视矢量和中间眼睛注视矢量。系统可以进一步确定眼睛注视矢量与中间眼睛注视矢量之间的角度差,并且基于该角度差和一个或多个阈值,可以确定对虚拟标线位置或3D显示视图中的至少一者的调整。

[0185] 基于头部俯仰阈值的标线定位或调整

[0186] 图18示出了示例标线调整过程的流程图。示例性过程1800可以由可穿戴系统200的一个或多个部件(诸如,远程处理模块270或本地处理和数据模块260)单独地或相结合地执行。可穿戴系统200的显示器220可以向用户呈现一个或多个标线,面向内部的成像系统462可以获得用于眼睛注视确定的眼睛图像,并且IMU、加速度计或陀螺仪可以确定头部姿势。

[0187] 在框1810处,类似于图17的框1740,可穿戴系统计算头部姿势矢量与中间头部姿势矢量之间的角度差。

[0188] 在框1820处,可穿戴系统确定角度差是否满足或不满足最小头部俯仰阈值。如本文所述,头部俯仰可与头部前后倾斜相对应。因此,当用户向前拉紧或弯曲他或她的颈部(例如,看地面)时,角度差可能不满足最小头部俯仰阈值。例如,最小头部俯仰阈值可与大约-30度、-35度、-40度、-45度、-50度、55度或-60度(+/-若干度)的角度差相对应。因此,在一些情况下,如果角度差等于或低于最小头部俯仰阈值,则角度差不满足最小头部俯仰阈值。但是,在一些情况下,如果角度差等于或低于最小头部俯仰阈值,则角度差满足最小头部俯仰阈值。

[0189] 应当注意,如果头部姿势矢量与中间头部姿势矢量之间的角度(例如,头部姿势矢量减去中间头部姿势矢量)为正,则用户相对于中间位置向上看。同样,如果角度为负,则用户向下看。因此,在一些情况下,系统可以确定用户是向上还是向下看,并且可以取角度差的绝对值以确保正的角度。在一些实施例中,系统可以确定角度差(例如,头部姿势矢量减去中间头部姿势矢量),并且应理解,负值指示用户正向下看。

[0190] 在框1830处,可穿戴系统确定角度差不满足最小头部俯仰阈值。因此,可穿戴系统使用与最小头部俯仰阈值相关联的角度调整来确定调整后标线位置。在一些情况下,角度调整可以是大约-30度、-25度、-20度、-15度、-12度、-10度、-5度或-2度。

[0191] 在框1840处,可穿戴系统确定角度差是否满足或不满足最大头部俯仰阈值。如本文所述,头部俯仰可与头部前后倾斜相对应。因此,当用户向后拉紧或弯曲他或她的颈部(例如,看天空)时,角度差可满足最大头部俯仰阈值。例如,最大头部俯仰阈值可与大约2度、5度、8度、10度、12度、15度、20度、25度或30度(+/-若干度)的角度差相对应。因此,在一些情况下,如果角度差等于或高于最大头部俯仰阈值,则角度差满足最大头部俯仰阈值。但

是,在一些情况下,如果角度差等于或高于最大头部俯仰阈值,则角度差不满足最大头部俯仰阈值。

[0192] 在框1850处,可穿戴系统确定角度差满足最大头部俯仰阈值。因此,可穿戴系统使用与最大头部俯仰阈值相关联的角度调整来确定调整后标线位置。在一些情况下,角度调整可以是大约1度、2度、3度、4度、5度、6度、7度、8度、9度、10度、12度、15度或20度。

[0193] 在框1860处,可穿戴系统确定角度差是否满足或不满足中间头部俯仰阈值。如本文所述,头部俯仰可与头部前后倾斜相对应。中间头部俯仰阈值可与头部的自然静息状态相对应。例如,中间头部俯仰阈值可与大约-10度、-15度、-20度、-25度或-30度(+/-若干度)的角度差相对应。因此,在一些情况下,如果角度差等于或高于中间头部俯仰阈值,则角度差满足中间头部俯仰阈值。类似地,如果角度差低于中间头部俯仰阈值,则角度差不满足中间头部俯仰阈值。然而,在一些情况下,如果角度差等于或高于中间头部俯仰阈值,则角度差不满足中间头部俯仰阈值,并且如果角度差低于中间头部俯仰阈值,则角度差满足中间头部俯仰阈值。

[0194] 在框1870处,可穿戴系统确定角度差满足中间头部俯仰阈值。因此,可穿戴系统可以使用上面的等式2来调整标线的角度或位置。

[0195] 在框1880处,可穿戴系统确定角度差不满足中间头部俯仰阈值。因此,可穿戴系统可以使用上面的等式1来调整标线的角度或位置。

[0196] 本文描述的各种框可以以各种顺序来实现,并且可穿戴系统可以根据需要同时实现一个或多个框和/或改变顺序。可以使用更少、更多或不同的框作为过程1800的一部分。例如,过程1800可以包括用于确定其它阈值,提供标线的位置被更新的指示等的框。

[0197] 此外,尽管过程1800在逻辑上与防止或降低颈部疲劳的可能性相关联,但是可以采用类似的技术来防止或降低眼睛疲劳的可能性。例如,系统可以获得眼睛注视数据,并且可以根据眼睛注视数据来确定眼睛注视矢量和中间眼睛注视矢量。系统可以进一步确定眼睛注视矢量与中间眼睛注视矢量之间的角度差,并且基于该角度差和一个或多个阈值,可以确定对虚拟标线的位置或3D显示视图中的至少一者的调整。

[0198] 软件代码示例

[0199] 附录A包括C#编程语言中计算头部姿势和竖直俯仰调整的代码的示例。该代码实现参考图17描述的标线调整过程1700的示例。附录A的全部内容特此通过引用并入此文,以构成本说明书的一部分。

[0200] 其它方面

[0201] 在第1方面,一种系统,包括:头部姿势传感器,其被配置为获得所述系统的用户的头部姿势数据;非暂时性存储器,其被配置为存储所述头部姿势数据;显示器,其被配置为位于用户的眼睛前方,所述显示器被配置为向所述用户的眼睛投射虚拟标线;硬件处理器,其与所述头部姿势传感器、所述显示器和所述非暂时性存储器通信,所述硬件处理器被编程为:获得所述用户的所述头部姿势数据;至少部分地基于所述头部姿势数据来识别所述用户的所述头部姿势;至少部分地基于所述用户的所述头部姿势与参考头部姿势之间的比较来确定对所述虚拟标线的位置的调整;以及至少部分地基于所确定的调整来使所述虚拟标线改变位置。

[0202] 在第2方面,根据第1方面所述的系统,其中,所述虚拟标线包括识别所述用户在所

述用户的视场内的位置的可移动指示器。

[0203] 在第3方面,根据第1方面或第2方面所述的系统,其中,所述头部姿势数据对应于所述用户的头部的偏航、俯仰或翻滚的指示中的至少一者。

[0204] 在第4方面,根据第3方面所述的系统,其中,偏航、俯仰或翻滚的所述指示是相对于所述参考头部姿势的。

[0205] 在第5方面,根据第4方面所述的系统,其中,所述参考头部姿势与所述用户的头部的水平头部姿势相对应。

[0206] 在第6方面,根据第5方面所述的系统,其中,所述水平头部姿势包括所述用户的头部的冠状面、所述用户的头部的矢状面以及所述用户的头部的轴面彼此正交的头部姿势。

[0207] 在第7方面,根据第1至6方面中任一项所述的系统,其中,所述参考头部姿势包括与所述用户的头部的自然静息状态相对应的的头部姿势。

[0208] 在第8方面,根据第7方面所述的系统,其中,所述用户的头部的自然静息状态与相对于所述水平头部姿势偏航-5至5度之间、翻滚-5至5度之间和俯仰-15至-25度之间相对应。

[0209] 在第9方面,根据第8方面所述的系统,其中,所述参考头部姿势与相对于所述水平头部姿势0度偏航、0度翻滚或-20度俯仰中的至少一者相对应。

[0210] 在第10方面,根据第1至9方面中任一项所述的系统,其中,所述硬件处理器被进一步编程为识别与所述用户的所述头部姿势相对应的头部姿势矢量,以及识别与所述参考头部姿势相对应的参考头部姿势矢量。

[0211] 在第11方面,根据第10方面所述的系统,其中,所述硬件处理器被进一步编程为:至少部分地基于所述用户的所述头部姿势与所述参考头部姿势之间的比较来确定所述头部姿势矢量与所述参考头部姿势矢量之间的角度差,其中,所述角度差与所述用户的所述头部姿势相对于所述参考头部姿势的偏航差、俯仰差或翻滚差中的至少一者相对应。

[0212] 在第12方面,根据第11方面所述的系统,其中,为了确定对所述虚拟标线的位置的调整,所述硬件处理器被编程为将所确定的角度差与一个或多个头部姿势阈值进行比较。

[0213] 在第13方面,根据第12方面所述的系统,其中,所述一个或多个头部姿势阈值包括最大头部姿势阈值或最小头部姿势阈值中的至少一者。

[0214] 在第14方面,根据第13方面所述的系统,其中,所述最大头部姿势阈值与最大头部偏航阈值、最大头部翻滚阈值或最大头部俯仰阈值中的至少一者相对应。

[0215] 在第15方面,根据第14方面所述的系统,其中,相对于所述参考头部姿势,所述最大头部偏航阈值是50度,所述最大头部翻滚阈值是20度,或者所述最大头部俯仰阈值是5度。

[0216] 在第16面,根据第13至15方面中任一项所述的系统,其中,所述最小头部姿势阈值与最小头部偏航阈值、最小头部翻滚阈值或最小头部俯仰阈值中的至少一者相对应。

[0217] 在第17方面,根据第16方面所述的系统,其中,相对于所述参考头部姿势,所述最小头部偏航阈值是-50度,所述最小头部翻滚阈值是-20度,或者所述最小头部俯仰阈值是-45度。

[0218] 在第18方面,根据第13至17方面中任一项所述的系统,其中,所述硬件处理器被进一步编程为:响应于确定所述角度差不满足所述最小头部姿势阈值,至少部分地基于第一

调整值来确定对所述虚拟标线的位置的调整。

[0219] 在第19方面,根据第18方面所述的系统,其中,所述第一调整值是大约-12度。

[0220] 在第20方面,根据第13至19方面中任一项所述的系统,其中,所述硬件处理器被进一步编程为:响应于确定所述角度差满足所述最大头部姿势阈值,至少部分地基于第二调整值来确定对所述虚拟标线的位置的调整。

[0221] 在第21方面,根据第20方面所述的系统,其中,所述第二调整值是大约+5度。

[0222] 在第22方面,根据第13至21方面中任一项所述的系统,其中,所述硬件处理器被进一步编程为:响应于确定所述角度差满足所述最小头部姿势阈值并且不满足所述最大头部姿势阈值,至少部分地基于第三调整值来确定对所述虚拟标线的位置的调整。

[0223] 在第23方面,根据第22方面所述的系统,其中,所述第三调整值与缓动函数相对应。

[0224] 在第24方面,根据第22方面或第23方面所述的系统,其中,所述第三调整值是大约0度。

[0225] 在第25方面,根据第1至24方面中任一项所述的系统,其中,使所述虚拟标线改变位置包括使所述虚拟标线从所述用户的视场的默认标线位置改变位置。

[0226] 在第26方面,根据第25方面所述的系统,其中,所述默认标线位置包括所述用户的视场的中心。

[0227] 在第27方面,根据第1至26方面中任一项所述的系统,其中,所述头部姿势传感器包括惯性测量单元(IMU)、加速度计、陀螺仪、或磁力计。

[0228] 在第28方面,根据第1至27方面中任一项所述的系统,其中,所述可穿戴系统包括头戴式可穿戴系统。

[0229] 在第29方面,一种对识别用户在与显示系统的显示器相对应的视场内的位置的虚拟标线的位置进行调整的方法,所述方法包括:从被配置为跟踪所述用户的头部姿势的头部姿势传感器获得显示系统的用户的头部姿势数据;至少部分地基于所述头部姿势数据来识别与所述用户的头部姿势相对应的头部姿势矢量;识别与参考头部姿势相对应的参考头部姿势矢量;至少部分地基于所述用户的所述头部姿势与所述参考头部姿势之间的比较来确定所述头部姿势矢量与所述参考头部姿势矢量之间的角度差,其中,所述角度差与所述用户的所述头部姿势相对于所述参考头部姿势的偏航差、俯仰差或翻滚差中的至少一者相对应;将所确定的角度差与一个或多个头部姿势阈值进行比较,其中,所述一个或多个头部姿势阈值包括最大头部姿势阈值或最小头部姿势阈值中的至少一者;响应于确定所述角度差不满足所述最小头部姿势阈值,至少部分地基于第一调整值来确定对虚拟标线的位置的调整,其中,所述虚拟标线的位置与识别所述用户在所述用户的视场内的位置的可移动指示器的位置相对应;响应于确定所述角度差满足所述最大头部姿势阈值,至少部分地基于第二调整值来确定对所述虚拟标线的位置的调整;响应于确定所述角度差满足所述最小头部姿势阈值并且不满足所述最大头部姿势阈值,至少部分地基于第三调整值来确定对所述虚拟标线的位置的调整;以及基于所确定的调整,使所述虚拟标线的位置从所述用户的视场的默认标线位置开始被调整。所述方法可以在所述显示系统的控制下,例如由被编程为执行所述方法的操作的硬件处理器来执行。

[0230] 在第30方面,根据第29方面所述的方法,其中,所述虚拟标线包括识别所述用户在

所述用户的视场内的位置的可移动指示器。

[0231] 在第31方面,根据第29方面或第30方面所述的方法,其中,所述头部姿势数据与所述用户的头部的偏航、俯仰或翻滚的指示中的至少一者相对应。

[0232] 在第32方面,根据第31方面所述的方法,其中,所述用户的头部的偏航、俯仰或翻滚的指示是相对于所述参考头部姿势的。

[0233] 在第33方面,根据第29至32方面中任一项所述的方法,其中,所述用户的参考头部姿势与所述用户的头部的水平头部姿势相对应。

[0234] 在第34方面,根据第33方面所述的方法,其中,所述水平头部姿势包括所述用户的头部的冠状面、所述用户的头部的矢状面以及所述用户的头部的轴面彼此正交的头部姿势。

[0235] 在第35方面,根据第29至34方面中任一项所述的方法,其中,所述参考头部姿势包括与所述用户的头部的自然静息状态相对应的头部姿势。

[0236] 在第36方面,根据第35方面所述的方法,其中,所述用户的头部的自然静息状态与相对于所述用户的水平头部的偏航大约-5至5度之间、翻滚大约-5至5度之间、或俯仰大约-15至-25度之间相对应。

[0237] 在第37方面,根据第35方面或第36方面所述的方法,其中,所述参考头部姿势与相对于所述水平头部姿势0度偏航、0度翻滚或-20度俯仰中的至少一者相对应。

[0238] 在第38方面,根据第29至37方面中任一项所述的方法,其中,所述最大头部姿势阈值与最大头部偏航阈值、最大头部翻滚阈值或最大头部俯仰阈值中的至少一者相对应。

[0239] 在第39方面,根据第29至38方面中任一项所述的方法,其中,相对于所述参考头部姿势,所述最大头部偏航阈值是大约50度,所述最大头部翻滚阈值是大约20度,以及所述最大头部俯仰阈值是大约5度。

[0240] 在第40方面,根据第29至39方面中任一项所述的方法,其中,所述最小头部姿势阈值与最小头部偏航阈值、最小头部翻滚阈值或最小头部俯仰阈值中的至少一者相对应。

[0241] 在第41方面,根据第29至40方面中任一项所述的方法,其中,相对于所述参考头部姿势,所述最小头部偏航阈值是大约-50度,所述最小头部翻滚阈值是大约-20度,以及所述最小头部俯仰阈值是大约-45度。

[0242] 在第42方面,根据第29至41方面中任一项所述的方法,其中,所述第一调整值是大约-12度。

[0243] 在第43方面,根据第29至42方面中任一项所述的方法,其中,所述第二调整值是大约+5度。

[0244] 在第44方面,根据第29至43方面中任一项所述的方法,其中,所述第三调整值与缓动函数相对应。

[0245] 在第45方面,根据第29至44方面中任一项所述的方法,其中,所述第三调整值是大约0度。

[0246] 在第46方面,根据第29至45方面中任一项所述的方法,其中,所述默认标线位置包括所述用户的视场的中心。

[0247] 在第47方面,根据第29至46方面中任一项所述的方法,其中,所述头部姿势传感器包括惯性测量单元(IMU)、加速度计、陀螺仪、或磁力计。

[0248] 在第48方面,一种对识别用户在与显示系统的显示器相对应的视场内的位置的虚拟标线的位置进行调整的方法,所述方法包括:获得所述显示系统的用户的头部姿势数据;至少部分地基于所述头部姿势数据来识别头部姿势;识别参考头部姿势;至少部分地基于所述头部姿势与所述参考头部姿势之间的比较来确定对被投射在头戴式显示器上的虚拟标线的位置的调整。

[0249] 在第49方面,根据第48方面所述的方法,进一步包括从被配置为跟踪所述用户的头部姿势的头部姿势传感器获得所述显示系统的所述用户的所述头部姿势数据。

[0250] 在第50方面,根据第48方面或第49方面所述的方法,进一步包括:识别与所述用户的所述头部姿势相对应的头部姿势矢量;以及识别与所述参考头部姿势相对应的参考头部姿势矢量。

[0251] 在第51方面,根据第50方面中任一项所述的方法,进一步包括:至少部分地基于所述头部姿势与所述参考头部姿势之间的比较来确定所述头部姿势矢量与所述参考头部姿势矢量之间的角度差,其中,所述角度差与所述用户的头部姿势相对于所述参考头部姿势的偏航差、俯仰差或翻滚差中的至少一者相对应。

[0252] 在第52方面,根据第48至51方面中任一项所述的方法,其中,所述确定对所述虚拟标线的位置的调整进一步基于所述角度差与一个或多个头部姿势阈值的比较。

[0253] 在第53方面,根据第52方面所述的方法,其中,所述一个或多个头部姿势阈值包括最大头部姿势阈值或最小头部姿势阈值中的至少一者。

[0254] 在第54方面,一种对识别用户在与显示系统的显示器相对应的所述用户的视场内的位置的可移动指示器的位置进行调整的方法,所述方法包括:识别最大头部俯仰阈值、最小头部俯仰阈值、或中间头部俯仰阈值中的至少一者;识别与用户的头部姿势相对应的头部姿势矢量;识别参考头部姿势矢量;计算所述头部姿势矢量与所述参考头部姿势矢量之间的角度差;至少部分地基于所述角度差、以及所述最大头部俯仰阈值、所述最小头部俯仰阈值或所述中间头部俯仰阈值中的至少一者来计算标线调整;以及至少部分地基于所计算的标线调整来确定调整后标线位置。

[0255] 在第55方面,根据第54方面所述的方法,进一步包括从被配置为跟踪所述用户的头部姿势的头部姿势传感器获得所述显示系统的用户的头部姿势数据。

[0256] 在第56方面,根据第54方面或第55方面所述的方法,其中,所述确定所述角度差是至少部分地基于所述头部姿势矢量与所述参考头部姿势矢量之间的比较的,其中,所述角度差与所述用户的所述头部姿势相对于所述参考头部姿势的偏航差、俯仰差或翻滚差中的至少一者。

[0257] 在第57方面,根据第54至56方面中任一项所述的方法,其中,所述确定所述调整后标线位置是进一步基于所述角度差与一个或多个头部姿势阈值的比较的。

[0258] 在第58方面,根据第57方面所述的方法,其中,所述一个或多个头部姿势阈值包括最大头部姿势阈值或最小头部姿势阈值中的至少一者。

[0259] 在第59方面,一种对识别用户在与显示系统的显示器相对应的视场内的位置的虚拟标线的位置进行调整的方法,所述方法包括:计算头部姿势矢量与参考头部姿势矢量之间的角度差,其中,所述头部姿势矢量与显示系统的用户的头部姿势相对应,其中,所述参考头部姿势矢量与参考头部姿势相对应;确定所述角度差不满足最小头部俯仰阈值;以及

至少部分地基于与所述最小头部俯仰阈值相关联的角度来调整确定调整后标线位置。

[0260] 在第60方面,根据第59方面所述的方法,进一步包括:从被配置为跟踪所述用户的头部姿势的头部姿势传感器获得所述显示系统的所述用户的头部姿势数据;至少部分地基于所述头部姿势数据来识别与所述用户的头部姿势相对应的所述头部姿势矢量。

[0261] 在第61方面,根据第59方面或第60方面所述的方法,其中,所述计算所述角度差是至少部分地基于所述头部姿势矢量与所述参考头部姿势矢量之间的比较的,其中,所述角度差与所述用户的头部姿势相对于所述参考头部姿势的偏航差、俯仰差或翻滚差中的至少一者相对应。

[0262] 在第62方面,一种对识别用户在与显示系统的显示器相对应的视场内的位置的虚拟标线的位置进行调整的方法,所述方法包括:计算头部姿势矢量与参考头部姿势矢量之间的角度差,其中,所述头部姿势矢量与显示系统的用户的头部姿势相对应,其中,所述参考头部姿势矢量与参考头部姿势相对应;确定所述角度差满足最小头部俯仰阈值;确定所述角度差不满足最大头部俯仰阈值;以及至少部分地基于与所述最大头部俯仰阈值相关联的角度调整来确定调整后标线位置。

[0263] 在第63方面,根据第62方面所述的方法,进一步包括:从被配置为跟踪所述用户的头部姿势的头部姿势传感器获得所述显示系统的所述用户的头部姿势数据;至少部分地基于所述头部姿势数据来识别与所述用户的头部姿势相对应的所述头部姿势矢量;以及识别与所述参考头部姿势相对应的所述参考头部姿势矢量。

[0264] 在第64方面,根据第62方面或第63方面所述的方法,其中,所述计算所述角度差是至少部分地基于所述头部姿势矢量与所述参考头部姿势矢量之间的比较的,其中,所述角度差与所述用户的头部姿势相对于所述参考头部姿势的偏航差、俯仰差或翻滚差中的至少一者相对应。

[0265] 在第65方面,一种对识别用户在与显示系统的显示器相对应的视场内的位置的虚拟标线的位置进行调整的方法,所述方法包括:计算头部姿势矢量与参考头部姿势矢量之间的角度差,其中,所述头部姿势矢量与显示系统的用户的头部姿势相对应,其中,所述参考头部姿势矢量与参考头部姿势相对应;确定所述角度差满足最小头部俯仰阈值;确定所述角度差不满足中间头部俯仰阈值;以及至少部分地基于缓动函数来确定调整后标线位置。

[0266] 在第66方面,根据第65方面所述的方法,进一步包括:从被配置为跟踪所述用户的头部姿势的头部姿势传感器获得所述显示系统的所述用户的头部姿势数据;至少部分地基于所述头部姿势数据来识别与所述用户的头部姿势相对应的所述头部姿势矢量;以及识别与所述参考头部姿势相对应的所述参考头部姿势矢量。

[0267] 在第67方面,根据第65方面所述的方法,其中,所述计算所述角度差是至少部分地基于所述头部姿势矢量与所述参考头部姿势矢量之间的比较的,其中,所述角度差与所述用户的头部姿势相对于所述参考头部姿势的偏航差、俯仰差或翻滚差中的至少一者相对应。

[0268] 在第68方面,一种对识别用户在与显示系统的显示器相对应的视场内的位置的虚拟标线的位置进行调整的方法,所述方法包括:计算头部姿势矢量与参考头部姿势矢量之间的角度差,其中,所述头部姿势矢量与显示系统的用户的头部姿势相对应,其中,所述参

考头部姿势矢量与参考头部姿势相对应;确定所述角度差满足中间头部俯仰阈值;确定所述角度差不满足最大头部俯仰阈值;以及至少部分地基于缓动函数来确定调整后的标线位置。

[0269] 在第69方面,根据第68方面所述的方法,进一步包括:从被配置为跟踪所述用户的头部姿势的头部姿势传感器获得所述显示系统的所述用户的头部姿势数据;至少部分地基于所述头部姿势数据来识别与所述用户的头部姿势相对应的所述头部姿势矢量;以及识别与所述参考头部姿势相对应的所述参考头部姿势矢量。

[0270] 在第70方面,根据第68方面或第69方面所述的方法,其中,所述计算所述角度差是至少部分地基于所述头部姿势矢量与所述参考头部姿势矢量之间的比较的,其中,所述角度差与所述用户的头部姿势相对于所述参考头部姿势的偏航差、俯仰差或翻滚差中的至少一者相对应。上述方面中任一项所述的任何方法可以在硬件处理器的控制下执行,例如在与头戴式显示系统相关联的硬件处理器的控制下。

[0271] 在第71方面,一种系统,包括:头部姿势传感器,其被配置为测量所述系统的用户的头部姿势数据;非暂时性存储器,其被配置为存储与所述用户的头部的偏航、俯仰或翻滚的指示中的至少一者相对应的头部姿势数据;显示器,其被配置为位于用户的眼睛前方,所述显示器被配置为向所述用户的眼睛投射虚拟标线,其中,所述虚拟标线包括识别所述用户在视场内的位置的可移动指示器;硬件处理器,其与所述头部姿势传感器、所述显示器和所述非暂时性存储器通信,所述硬件处理器被编程为:获得所述用户的头部姿势数据;至少部分地基于所述头部姿势数据来识别与所述用户的头部姿势相对应的头部姿势矢量;识别与参考头部姿势相对应的参考头部姿势矢量;至少部分地基于所述用户的头部姿势与所述参考头部姿势之间的比较来确定所述头部姿势矢量与所述参考头部姿势矢量之间的角度差,其中,所述角度差与所述用户的头部姿势相对于所述参考头部姿势的偏航差、俯仰差或翻滚差中的至少一者相对应;将所确定的角度差与一个或多个头部姿势阈值进行比较,其中,所述一个或多个头部姿势阈值包括最大头部姿势阈值或最小头部姿势阈值中的至少一者;响应于确定所述角度差不满足所述最小头部姿势阈值,至少部分地基于第一调整值来确定对所述虚拟标线的位置的调整;响应于确定所述角度差满足所述最大头部姿势阈值,至少部分地基于第二调整值来确定对所述虚拟标线的位置的调整;响应于确定所述角度差满足所述最小头部姿势阈值并且不满足所述最大头部姿势阈值,至少部分地基于第三调整值来确定对所述虚拟标线的位置的调整;以及基于所确定的调整,使所述虚拟标线的位置从所述用户的视场的默认标线位置被调整。

[0272] 其它考虑事项

[0273] 在此描述的和/或附图示出的过程、方法和算法中的每一者可以体现在以下项中并通过以下项被全部或部分自动化:代码模块,其由一个或多个物理计算系统、硬件计算机处理器、专用电路执行;和/或电子硬件,其被配置为执行具体和特定计算机指令。例如,计算系统可以包括用具体计算机指令编程的通用计算机(例如,服务器)或专用计算机、专用电路等。代码模块可以被编译并链接到可执行程序中,安装在动态链接库中,或者可以用解释性的编程语言编写。在一些实施方式中,特定操作和方法可以由专用于给定功能的电路来执行。

[0274] 此外,本公开的功能的某些实施方式在数学上、计算上或技术上足够复杂,以至于

为了执行所述功能(例如,由于所涉及的计算量或复杂性或者为了基本实时地提供结果),专用硬件或一个或多个物理计算设备(利用适当的专用可执行指令)可能是必需的。例如,视频可以包括许多帧,其中,每帧具有数百万个像素,并且需要专门编程的计算机硬件来处理视频数据以在商业上合理的时间内提供所需的图像处理任务或应用。

[0275] 代码模块或任何类型的数据可以被存储在任何类型的非暂时性计算机可读介质上,诸如物理计算机存储装置,包括硬盘驱动器、固态存储器、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、光盘、易失性或非易失性存储器以及相同和/或相似元件的组合。方法和模块(或数据)也可以在各种计算机可读传输介质上作为生成的数据信号(例如,作为载波或其它模拟或数字传播信号的一部分)传输,所述传输介质包括基于无线的介质和基于导线/电缆的介质,且可以采取多种形式(例如,作为单个或多路复用模拟信号的一部分,或者作为多个离散数字数据包或帧)。所公开的过程或处理步骤的结果可以持久地或以其它方式存储在任何类型的非暂时性实体计算机存储器中,或者可以经由计算机可读传输介质来传送。

[0276] 在此描述和/或附图示出的流程图中的任何过程、框、状态、步骤或功能应该被理解为潜在地表示代码模块、代码段或代码部分,其包括用于实现处理中的特定功能(例如,逻辑或算术功能)或步骤的一个或多个可执行指令。各种过程、框、状态、步骤或功能可以与本文提供的说明性示例一起执行以下操作:组合、重排、添加、删除、修改或其它改变。在一些实施例中,附加的或不同的计算系统或代码模块可以执行本文所述的功能中的部分或全部。本文描述的方法和过程也不限于任何具体的顺序,并且与其相关的框、步骤或状态可以以其它适当的顺列来执行,例如以串行、并行或以某种其它方式来执行。可以向所公开的示例实施例添加任务或事件或者从中移除任务或事件。此外,本文所述的实施方式中的各种系统组件的分离是出于说明的目的,不应该被理解为在所有实施方式中都需要这种分离。应该理解,所描述的程序组件、方法和系统通常可以一起集成在单个计算机产品中或者封装到多个计算机产品中。许多实施方式的变体是可行的。

[0277] 过程、方法和系统可以在网络(或分布式)计算环境中实施。网络环境包括企业范围的计算机网络、内联网、局域网(LAN)、广域网(WAN)、个域网(PAN)、云计算网络、众包计算网络、因特网和万维网。网络可以是有线或无线网络、或任何其它类型的通信网络。

[0278] 本公开的系统和方法各自具有若干创新性方面,它们不能独立地单独构成本文公开的所需属性。上述各种特征和过程可以彼此独立地使用,或者可以以各种方式组合使用。所有可能的组合和子组合均旨在落入本公开的范围。对本公开中所描述的实施方案的各种修改对于本领域技术人员来说是显而易见的,并且在不脱离本公开的精神或范围的情况下,可将本文中限定的一般原理应用于其它实施方式。因此,权利要求不旨在限于本文所示的实施方式,而是应被赋予与本公开、本文公开的原理和新颖特征一致的最宽范围。

[0279] 本说明书中在单独的实施方案的上下文描述的某些特征也可以在单个实施方式中组合地实现。相反地,在单个实施方案的上下文中描述的各种特征也可以在多个实施方式中单独实施,或以任何合适的子组合实施。此外,尽管特征可以像上文描述的那样以某些组合起作用,甚至最初以此方式要求保护,但是所要求保护的组合中的一个或多个特征在某些情况下可以从该组合中剔除,并且所要求保护的组合可以涉及子组合或子组合的变体。对于每个实施例而言,没有任何单个特征或特征组是必需的或不可或缺的。

[0280] 除非另有具体说明,或者在所使用的上下文中另有理解除外,否则在此使用的诸如“可”、“可以”、“可能”、“能够”、“例如”等之类的条件语通常旨在表达某些实施例包括,而其它实施例不包括某些特征、元素和/或步骤。因此,这种条件语通常不旨在暗示特征、元素和/或步骤以任何方式对于一个或多个实施例所必需的,也不意在暗示在有或者没有作者输入或提示的情况下,一个或多个实施例必然包括用于决定是否包括这些特征、元素和/或步骤或否是在任何特定实施例中执行这些特征、元素和/或步骤的逻辑。术语“包括”、“包含”、“具有”等是同义词,并且以开放的方式包含性地使用,并且不排除其它元素、特征、动作、操作等等。此外,术语“或”在使用时具有包含性含义(而非排他性含义),因此,当用于例如连接元素列表时,术语“或”表示一个、一些或全部列表元素。另外,除非另有说明,否则在本申请和所附权利要求书中使用的冠词“一”、“一个”和“所述”应被解释为表示“一个或多个”或“至少一个”。

[0281] 如本文所使用的,涉及项目列表中的“至少一个”的短语指这些项目的任何组合,包括单个成员。作为示例,“A、B或C中的至少一个”旨在涵盖:A、B、C、A和B、A和C、B和C,以及A、B和C。诸如短语“X、Y和Z中的至少一个”之类的连接语在未有另外特别说明的情况下通过常用的上下文来理解,以表达项目、术语等可以是X、Y和Z中的至少一个。因此,这样的连接语通常并不旨在暗示某些实施例需要至少一个X、至少一个Y以及至少一个Z中的每者都存在。

[0282] 类似地,尽管操作在附图中示出为采取特定顺序,但应认识到,这些操作不需要以所示的特定顺序或以相继的顺序执行,或者执行所有例示的操作以实现所需的结果。此外,附图可以以流程图的形式示意性地示出一个或多个示例处理。然而,其它未示出的操作可以并入示意性说明的示例方法和处理中。例如,一个或多个附加操作可以在任何所示的操作之前、之后、同时或期间执行。另外,在其它实施方式中,操作可以重新排列或排序。在某些情况下,多任务和并行处理是有利的。此外,上述实施方式描述的各种系统部件的分离不应该被理解为在所有实施方式中都需要这种分离,需要理解,所描述的程序部件和系统通常可以一起集成在单个软件产品中或者封装到多个软件产品中。另外,其它实施方式在以下权利要求的范围内。在一些情况下,权利要求中列出的动作可以以不同的顺序执行并且仍能实现所需的结果。

[0283] APPENDIX A

[0284] [Header("Pitches limits relative to horizontal")]

[0285] public float maxHeadPitch=5;

[0286] public float neutralHeadPitch=-20;

[0287] public float minHeadPitch=-45;

[0288] [Header("Angle offsets at the min/max head pitch")]

[0289] public float maxHeadPitchDelta=8;

[0290] public float minHeadPitchDelta=-12;

[0291] public Vector3 GetAcceleratedForwardVector() {

[0292] //Pitch limits relative to horizontal

[0293] float maxHeadPitch=5;

[0294] float neutralHeadPitch=-20;

```
[0295] float minHeadPitch=-45;
[0296] //Angle offsets at the min/max head pitch
[0297] float maxHeadPitchDelta=8;
[0298] float minHeadPitchDelta=-12;
[0299] //Get the camera/headpose forward vector
[0300] Vector3 forward=Headpose.Forward;
[0301] //Get the forward vector projected on to the horizontal plane
[0302] Vector3 flat=forward;
[0303] flat.y=0;
[0304] flat.Normalize();
[0305] //Calculate the absolute angle between the headpose forward vector
and the flattened forward vector
[0306] float pitch=Mathf.Acos(Vector3.Dot(forward,flat))*Mathf.Rad2Deg;
[0307] //If the forward vector is pointing downwards,then the angle is
negative
[0308] if (forward.y<0)
[0309] {
[0310] pitch=-pitch;
[0311] }
[0312] //pitchAdjustment is the angular deviation from the forward vector
[0313] float pitchAdjustment=0;
[0314] if (pitch>=maxHeadPitch)
[0315] {
[0316] //If pitch>maxHeadPitch,set adjustment to maxHeadPitchDelta
[0317] pitchAdjustment=maxHeadPitchDelta;
[0318] }
[0319] else if (pitch>=neutralHeadPitch)
[0320] {
[0321] //If pitch is between neutralHeadPitch and maxHeadPitch,set
adjustment to be an eased value between 0 and ma
[0322] xHeadPitchDelta
[0323] float t=(pitch-neutralHeadPitch)/(maxHeadPitch-neutralHeadPitch);
[0324] t=EaseOutSine(t);
[0325] pitchAdjustment=maxHeadPitchDelta*t;
[0326] }
[0327] else if (pitch>=minHeadPitch)
[0328] {
[0329] //If pitch is between neutralHeadPitch and minHeadPitch,set
adjustment to be an eased value between 0 and min
```

```
[0330]   HeadPitchDelta
[0331]   float t=(pitch-minHeadPitch)/(neutralHeadPitch-minHeadPitch);
[0332]   t=EaseOutSine(1-t);
[0333]   pitchAdjustment=minHeadPitchDelta*t;
[0334]   }
[0335]   else
[0336]   {
[0337]   //If pitch<minHeadPitch,set adjustment to minHeadPitchDelta
[0338]   pitchAdjustment=minHeadPitchDelta;
[0339]   }
[0340]   //If the pitch adjustment is not equal to zero
[0341]   if(pitchAdjustment!=0)
[0342]   {
[0343]   //Calculate the vector perpendicular to the up and forward vectors
[0344]   Vector3 right=Vector3.Cross(Vector3.up,flat);
[0345]   //Calculate the rotation adjustment
[0346]   Quaternion adjust=Quaternion.AngleAxis(pitchAdjustment,-right);
[0347]   //Apply the adjustment to the forward vector to get a new adjusted
forward vector
[0348]   forward=adjust*forward;
[0349]   }
[0350]   return forward;
[0351]   }
[0352]   ©MAGIC LEAP,INC.All rights reserved.
```

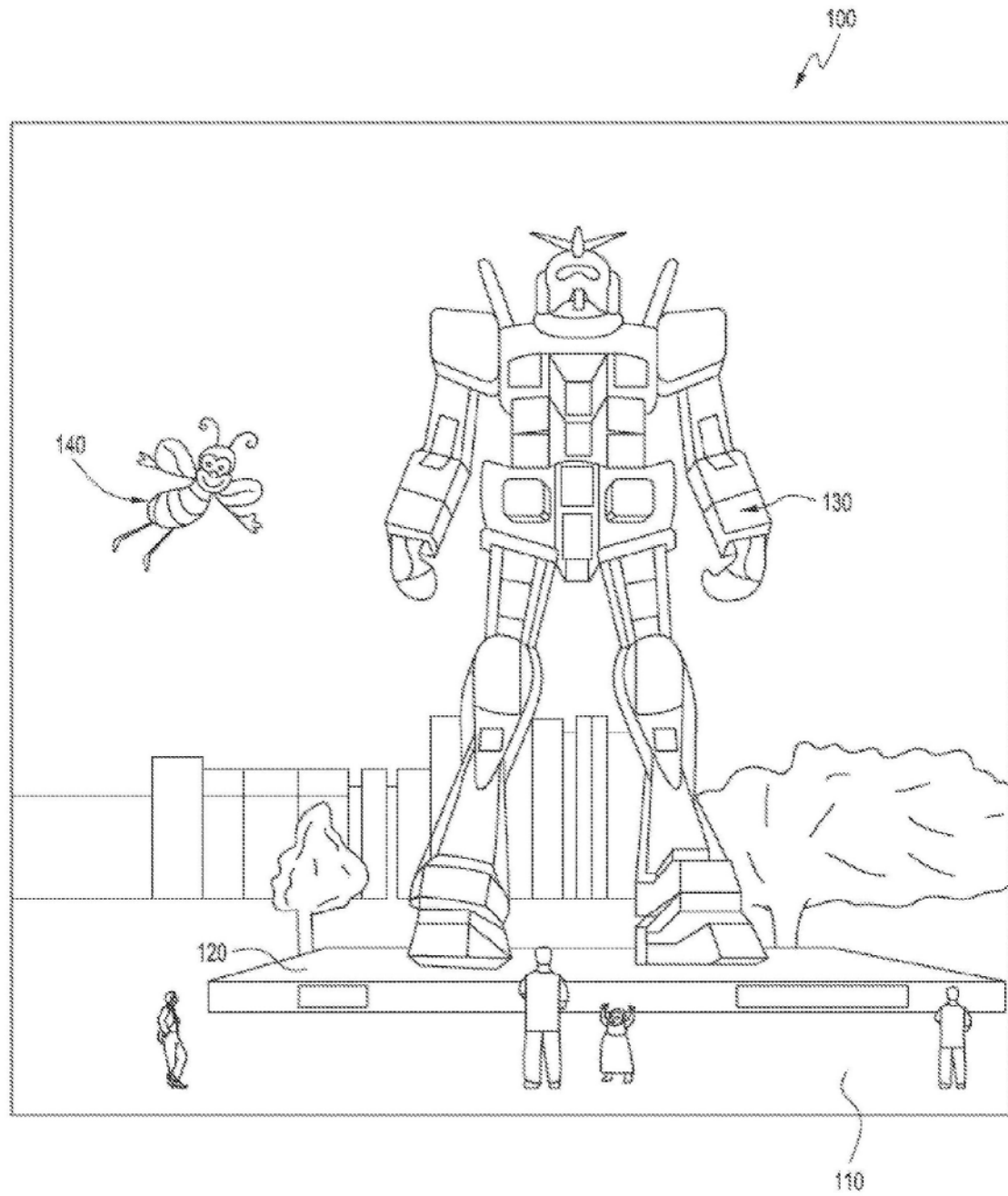


图1

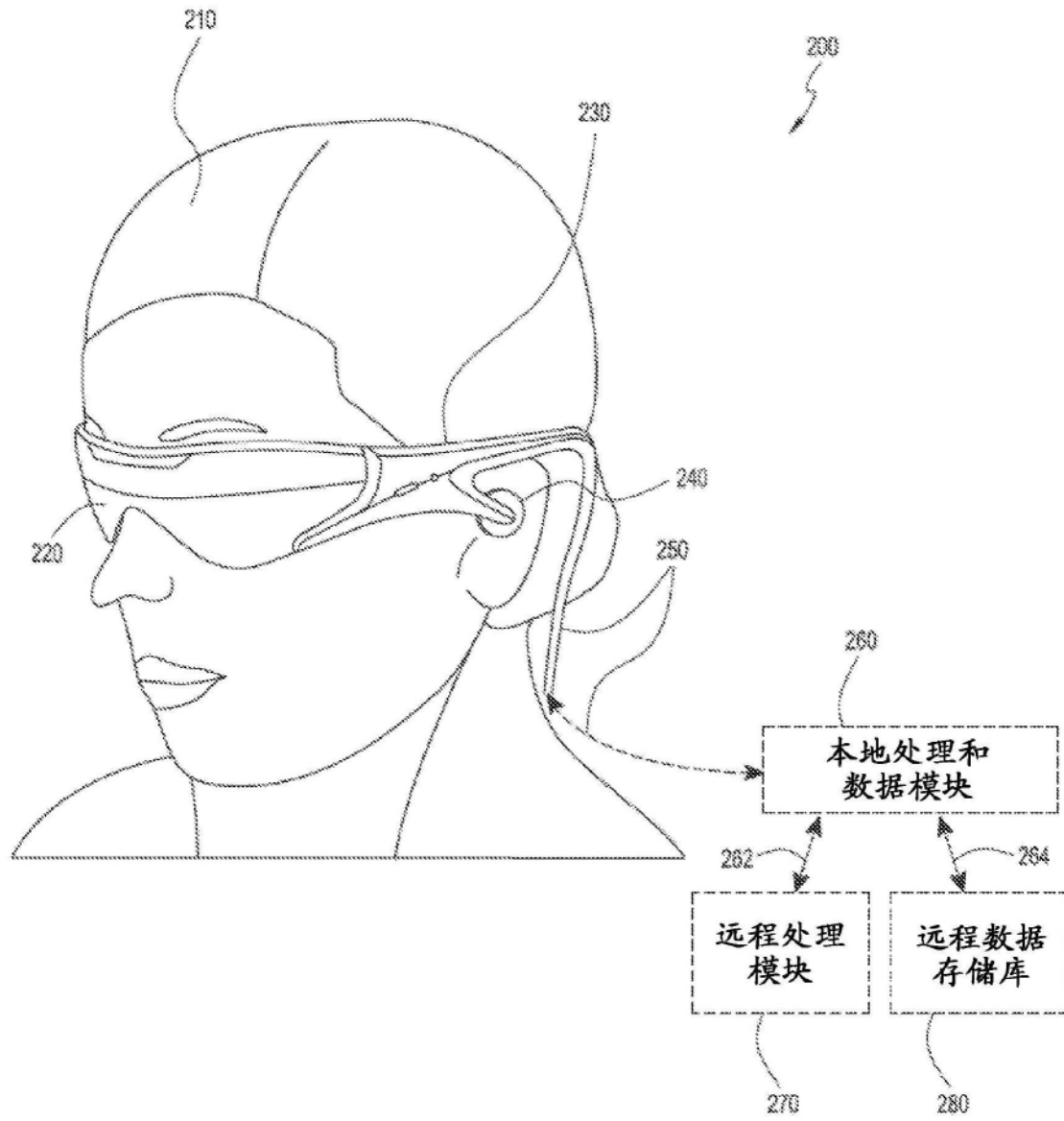


图2

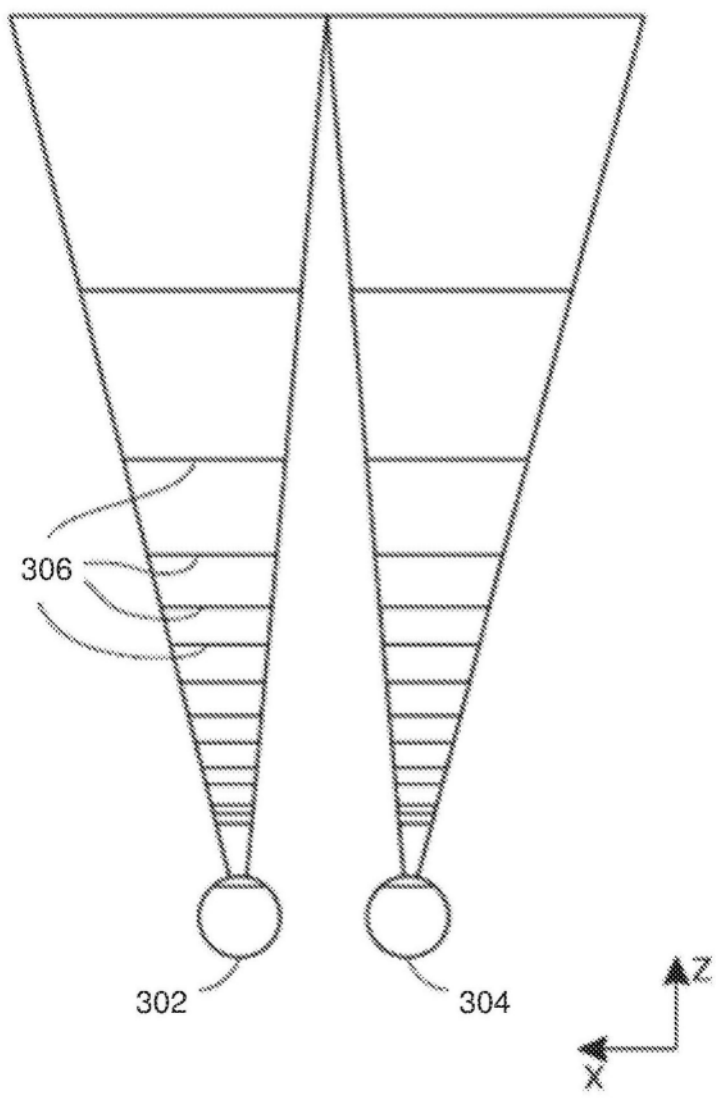


图3

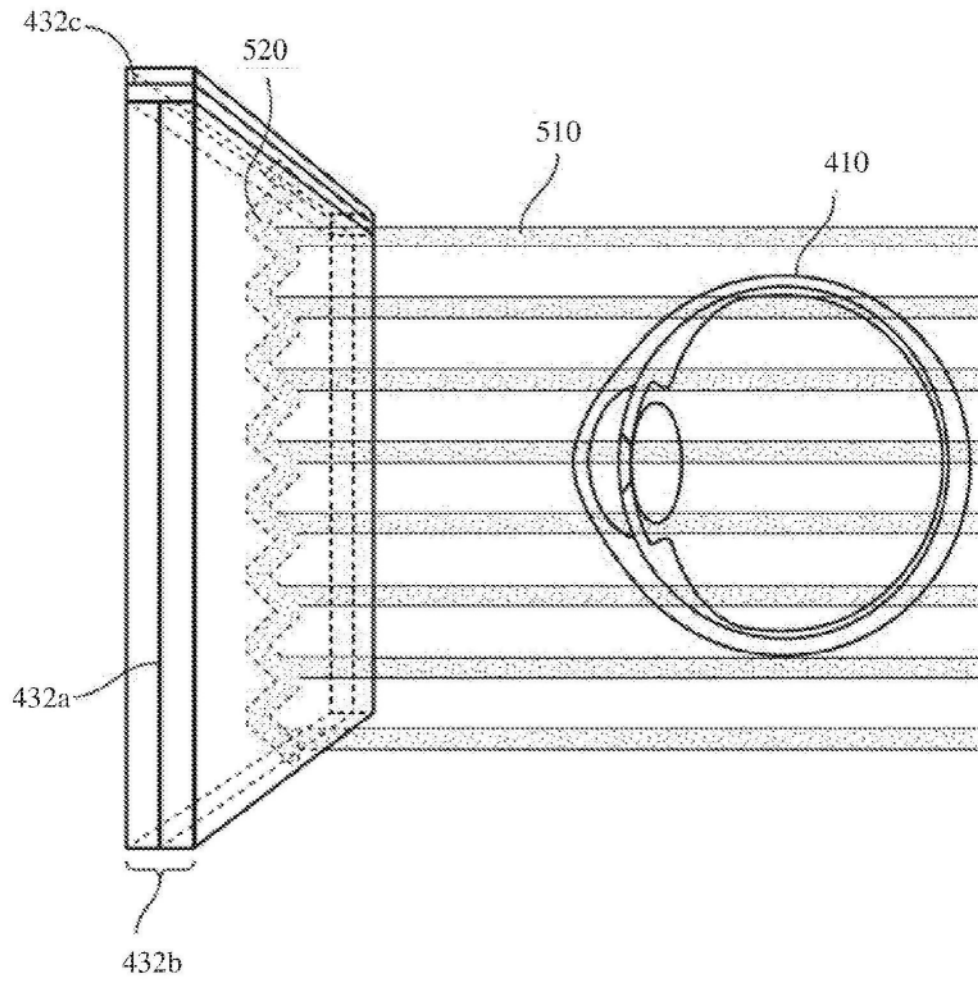


图5

600

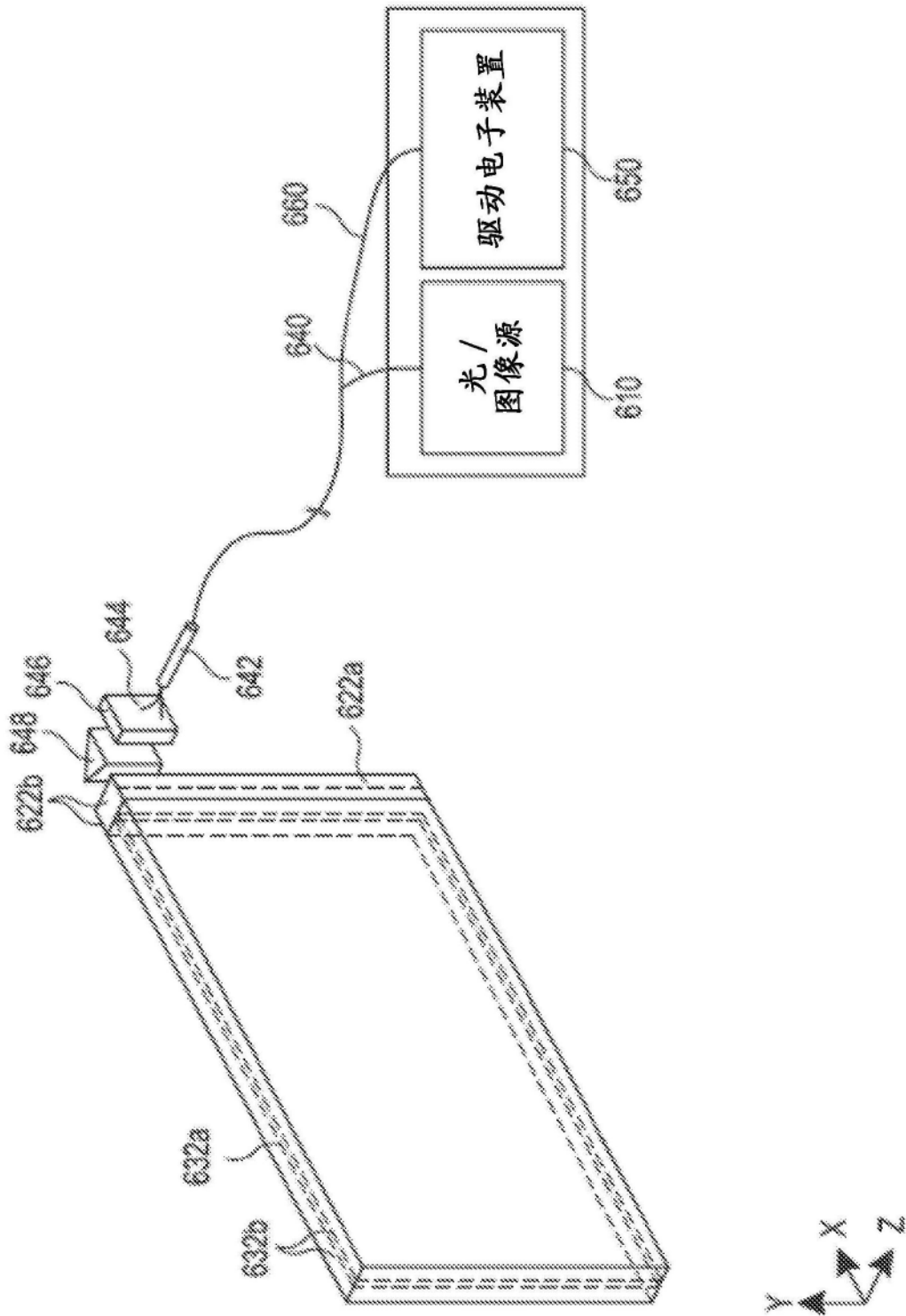


图6

用于对象识别的
示例输入

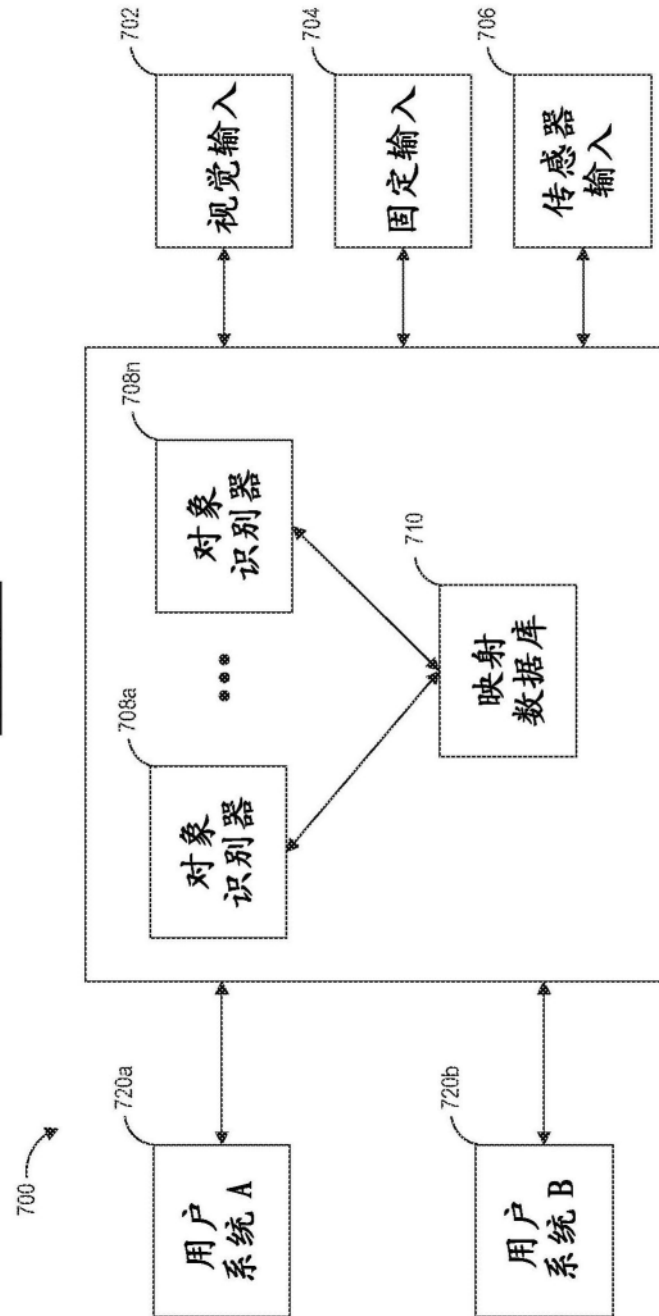


图7

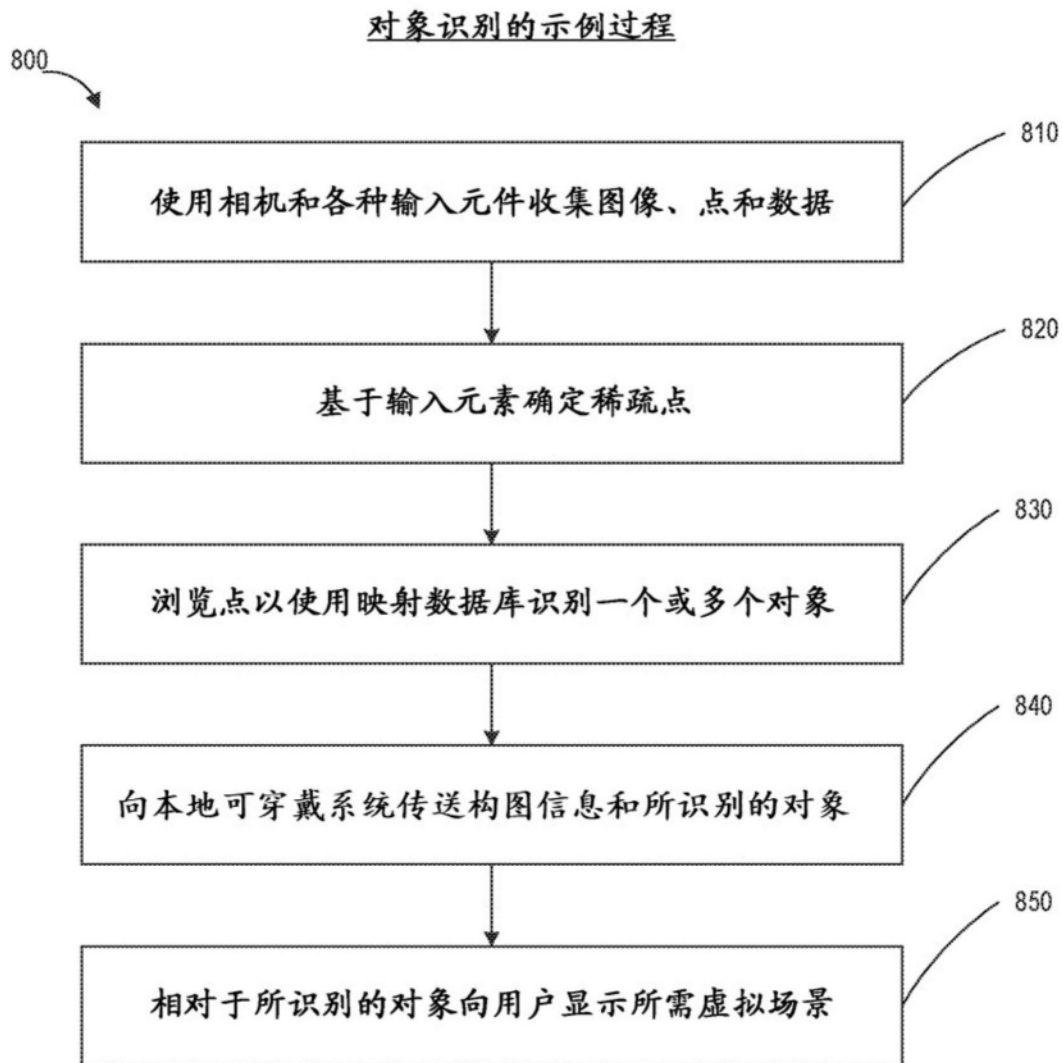


图8

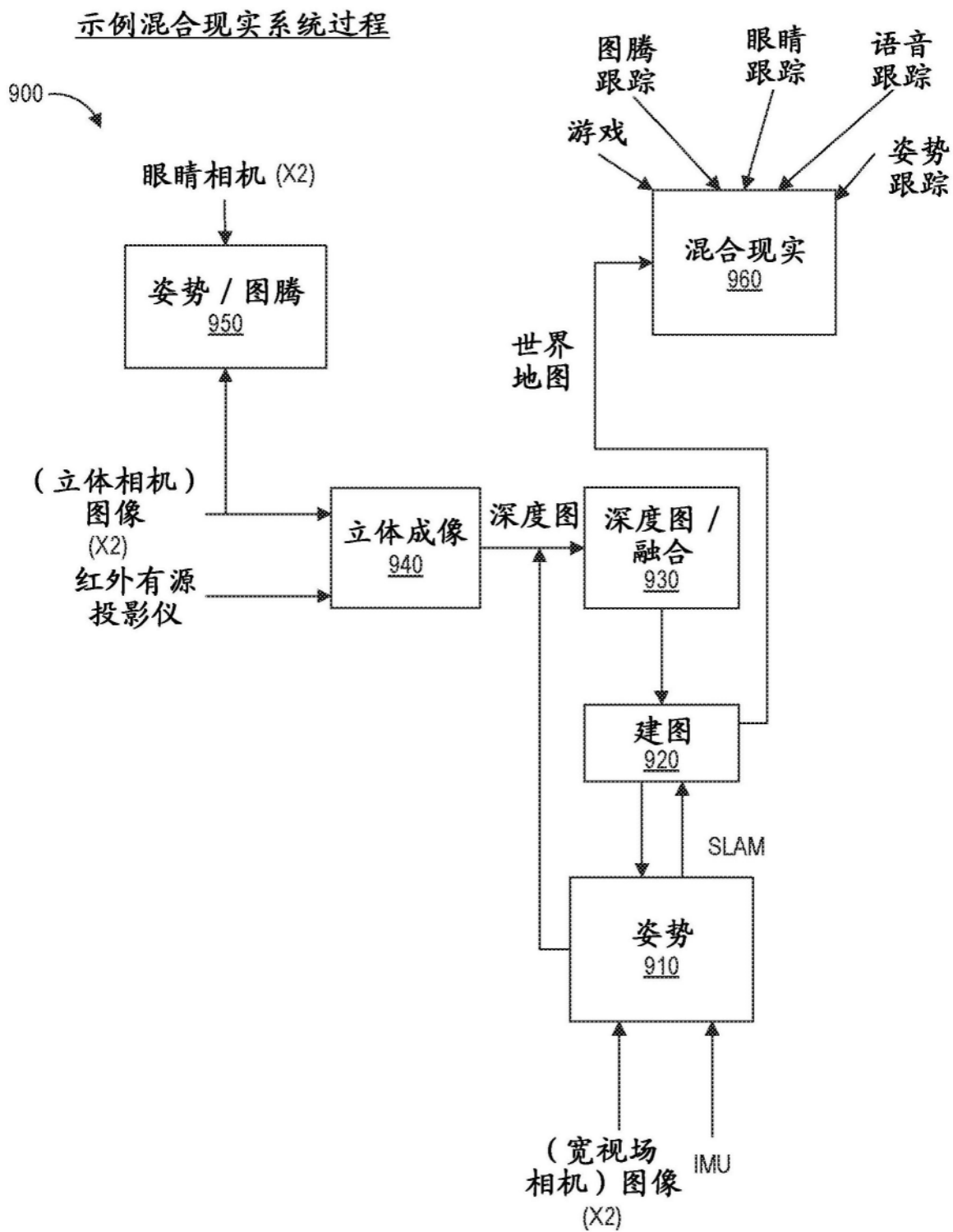


图9

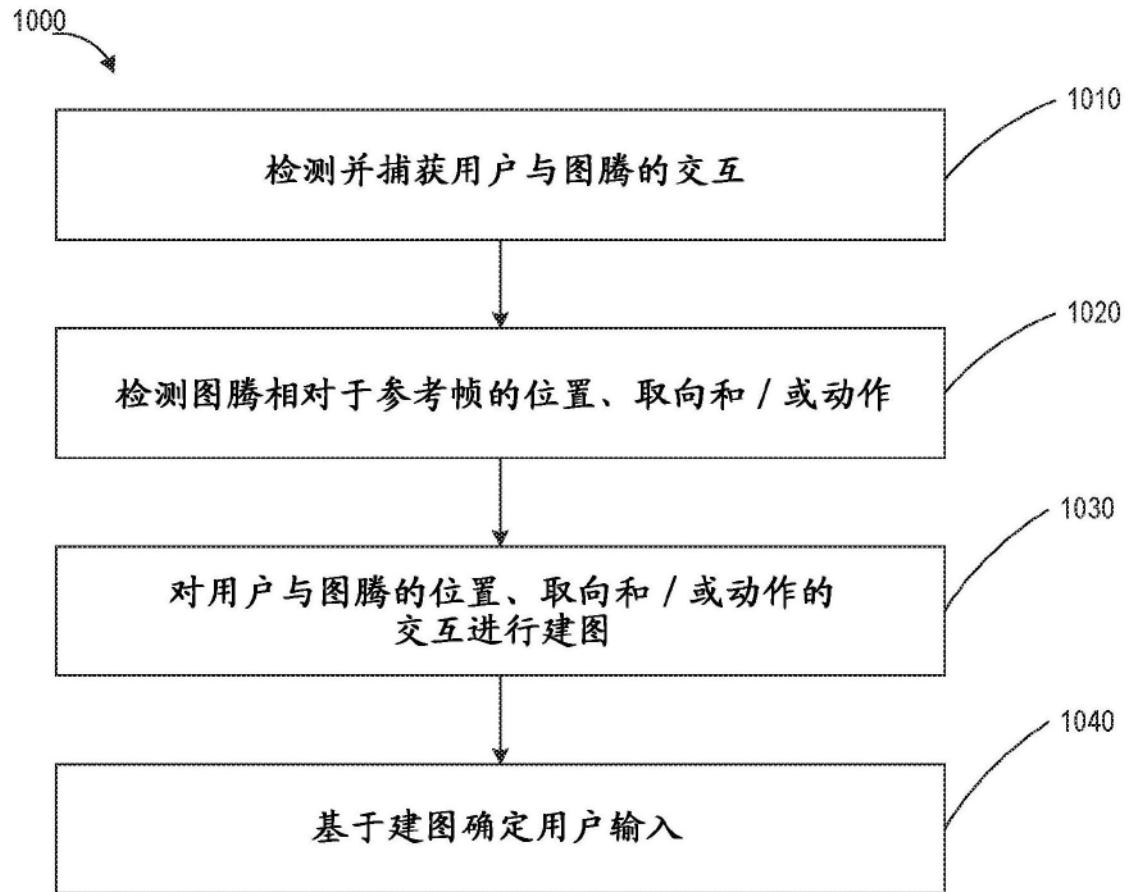


图10

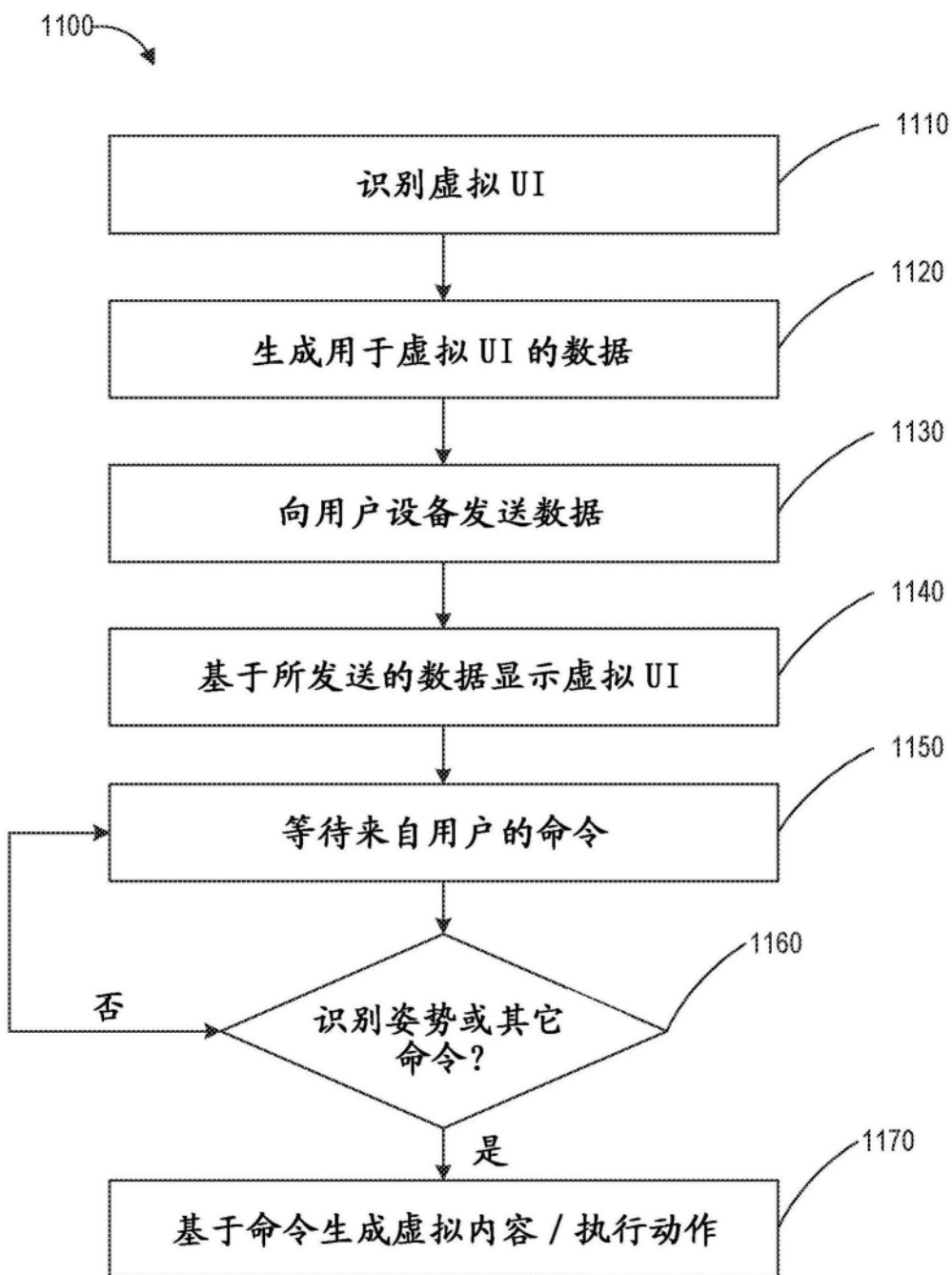
与可穿戴设备的示例用户交互

图11

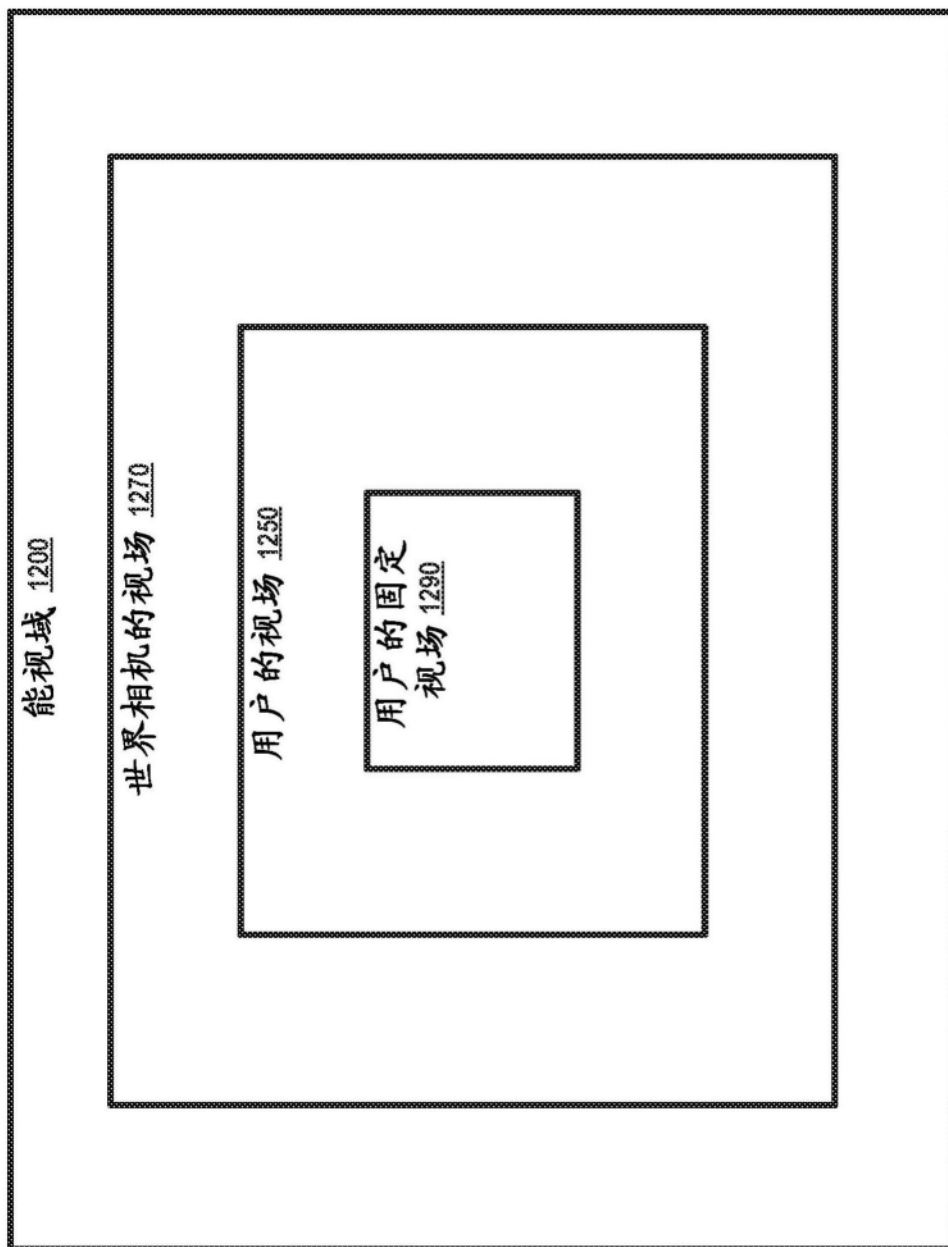


图12A

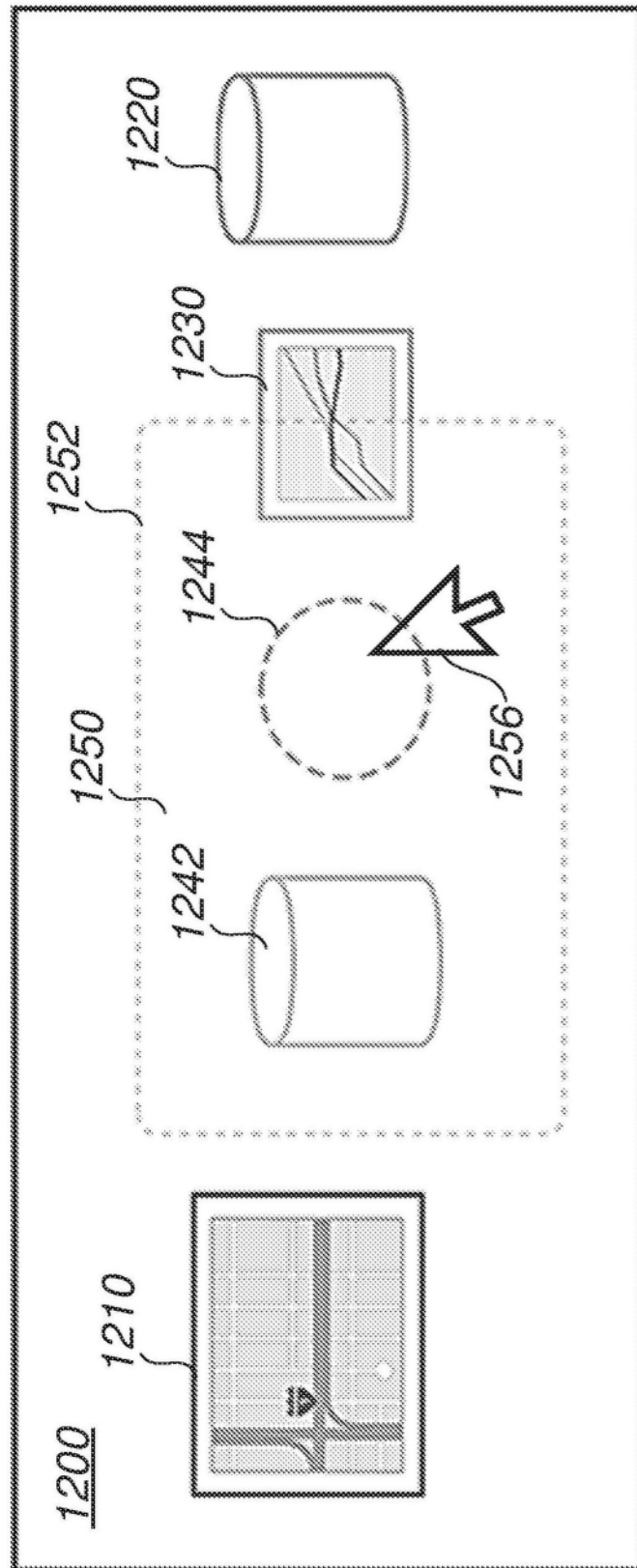


图12B

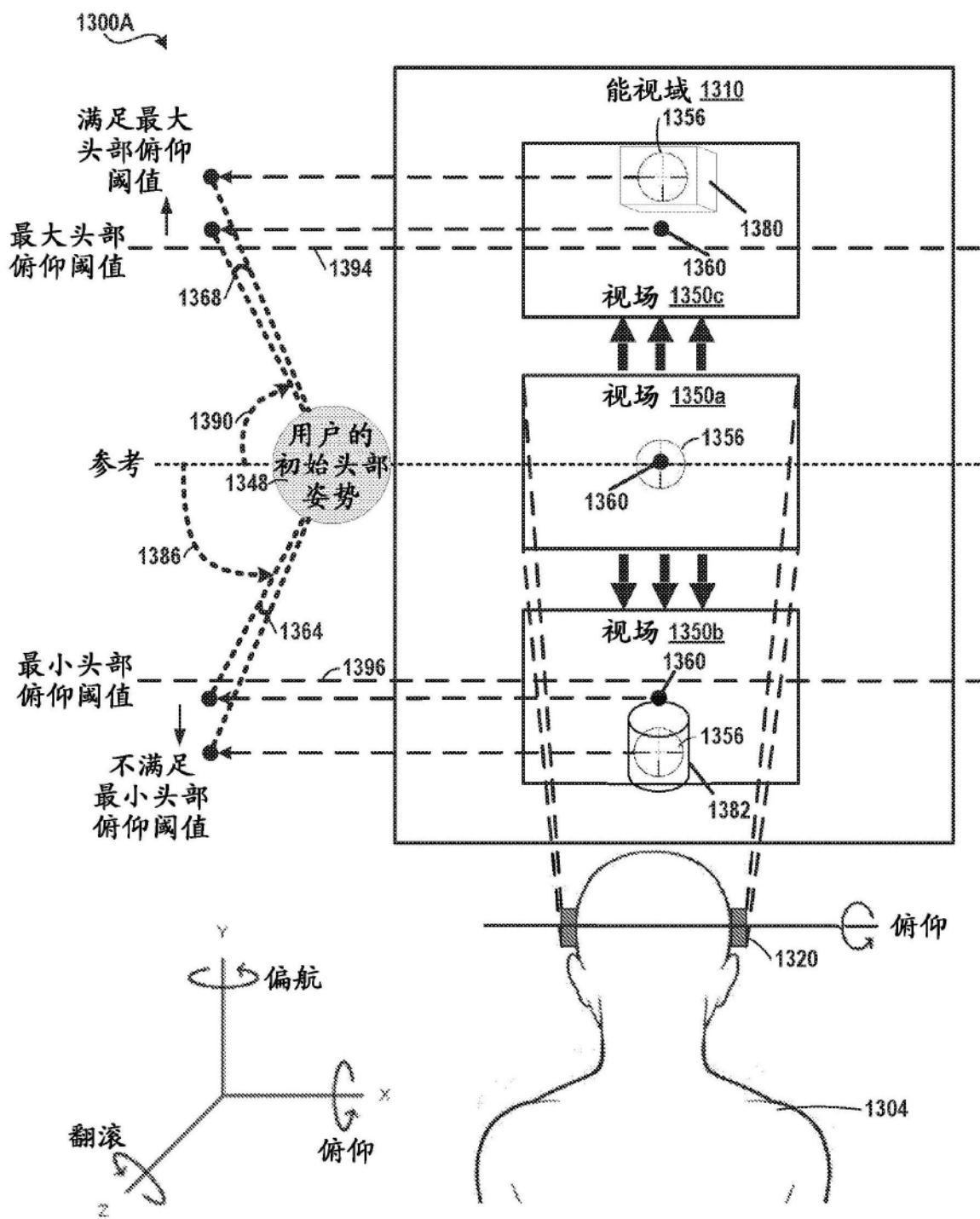


图13A

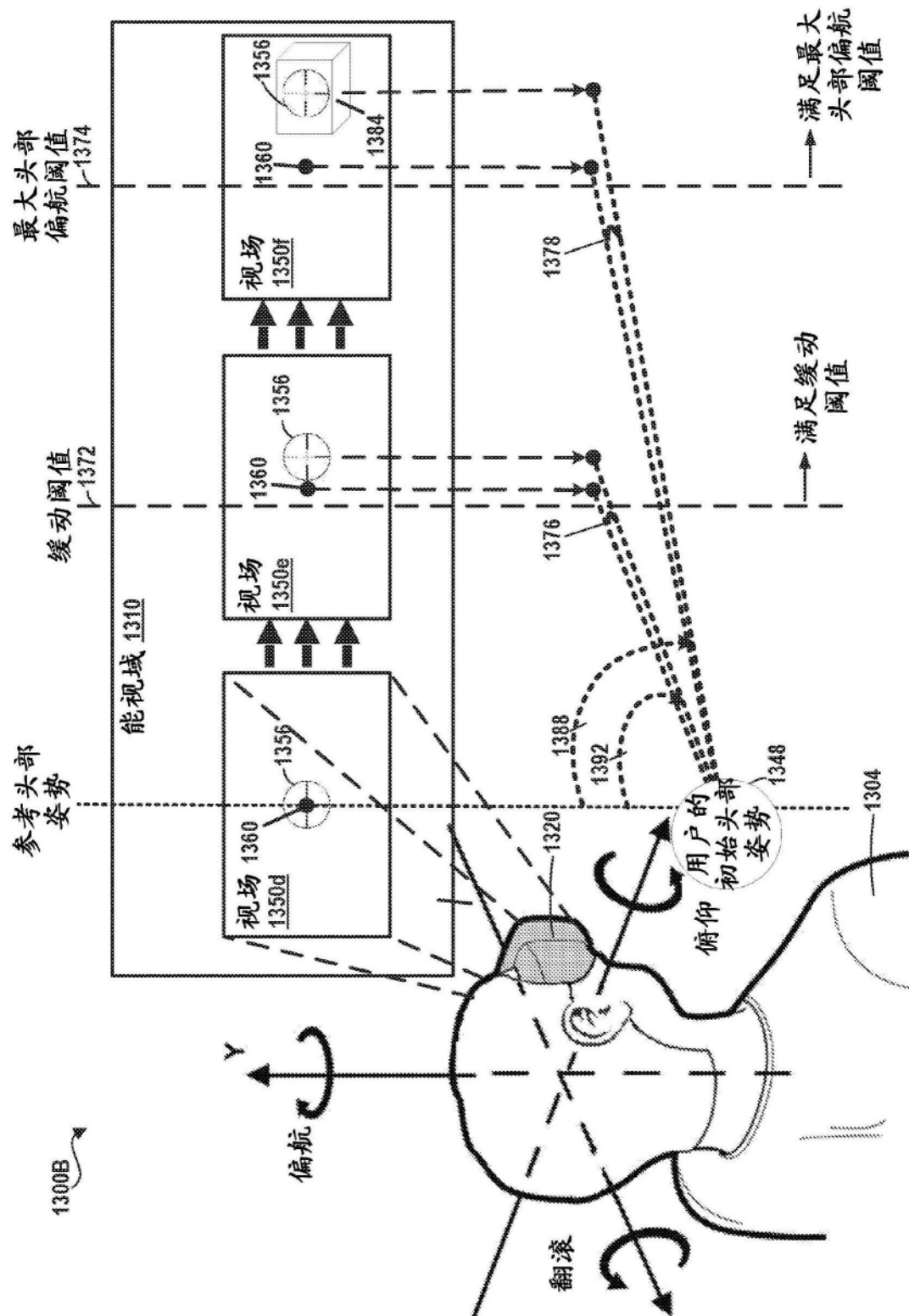


图13B

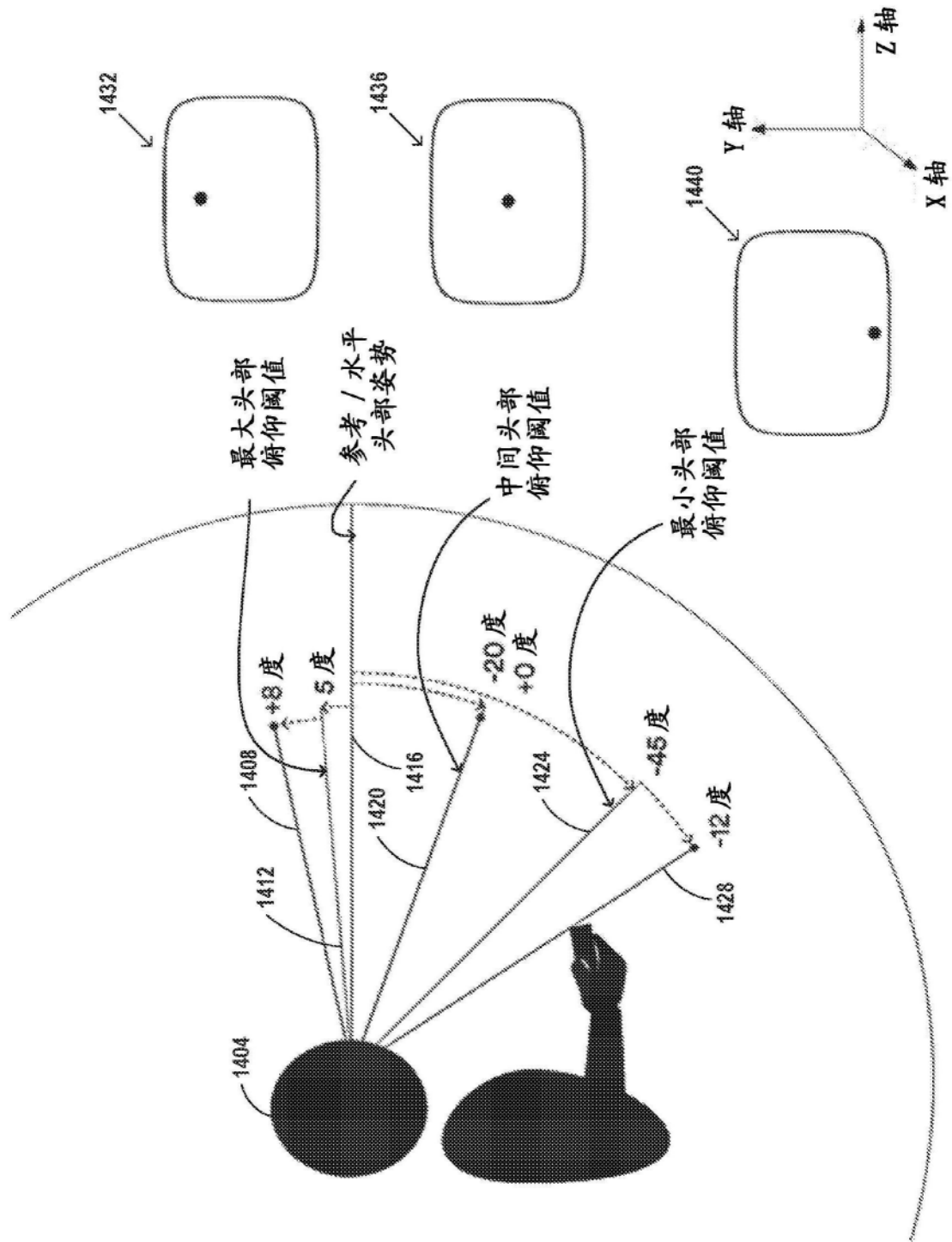


图14

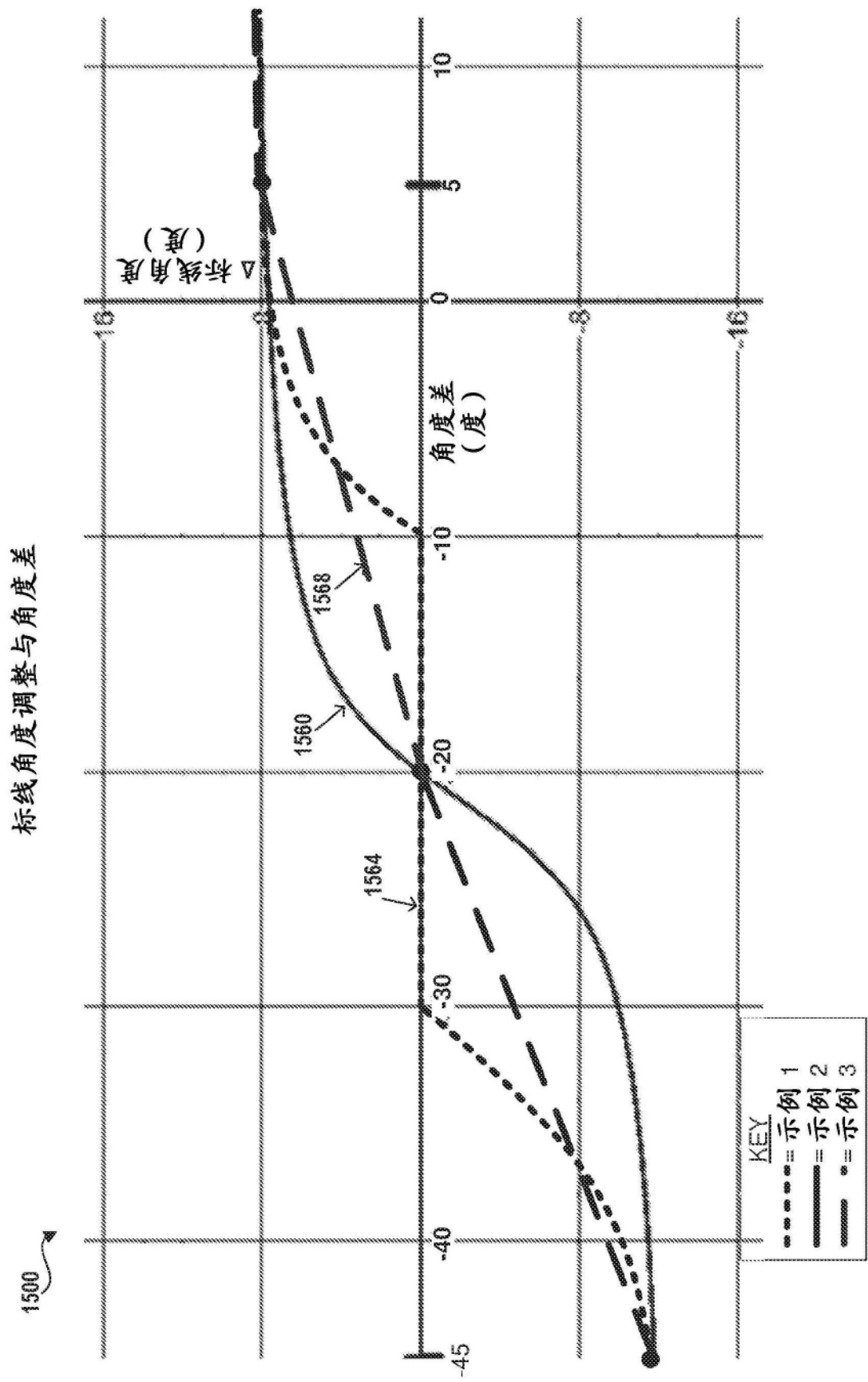


图15

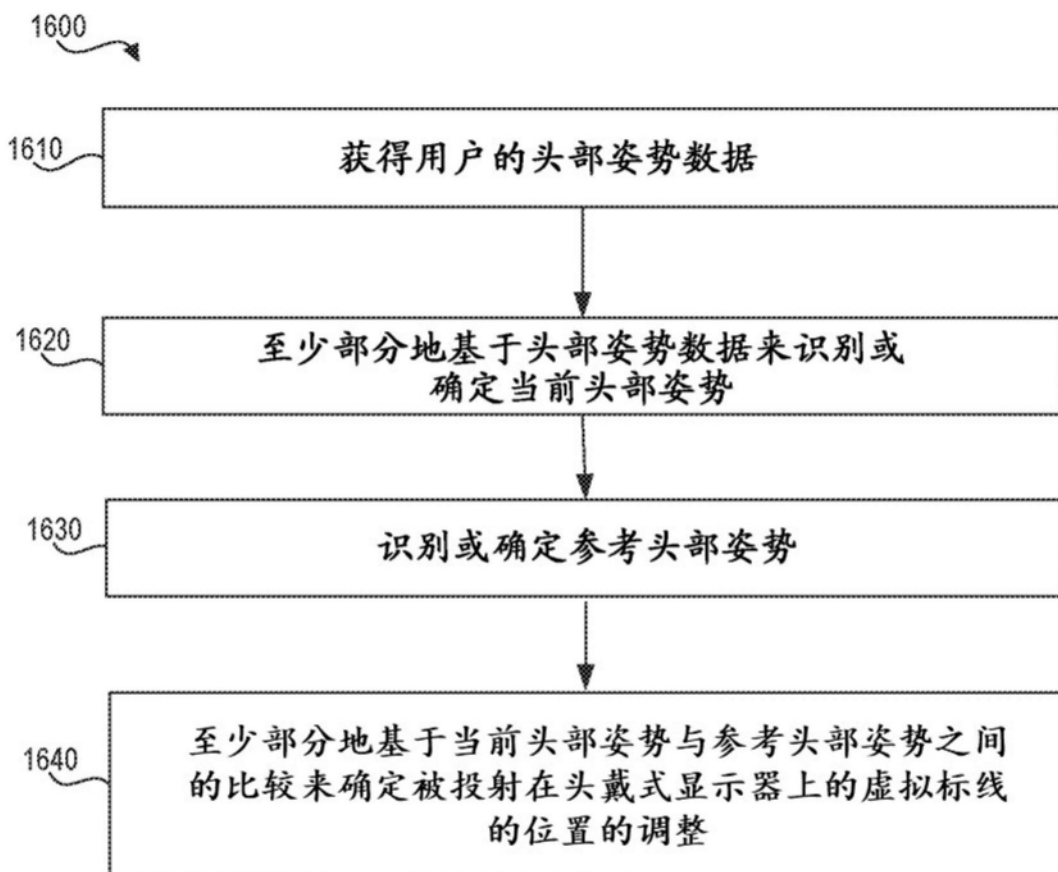


图16

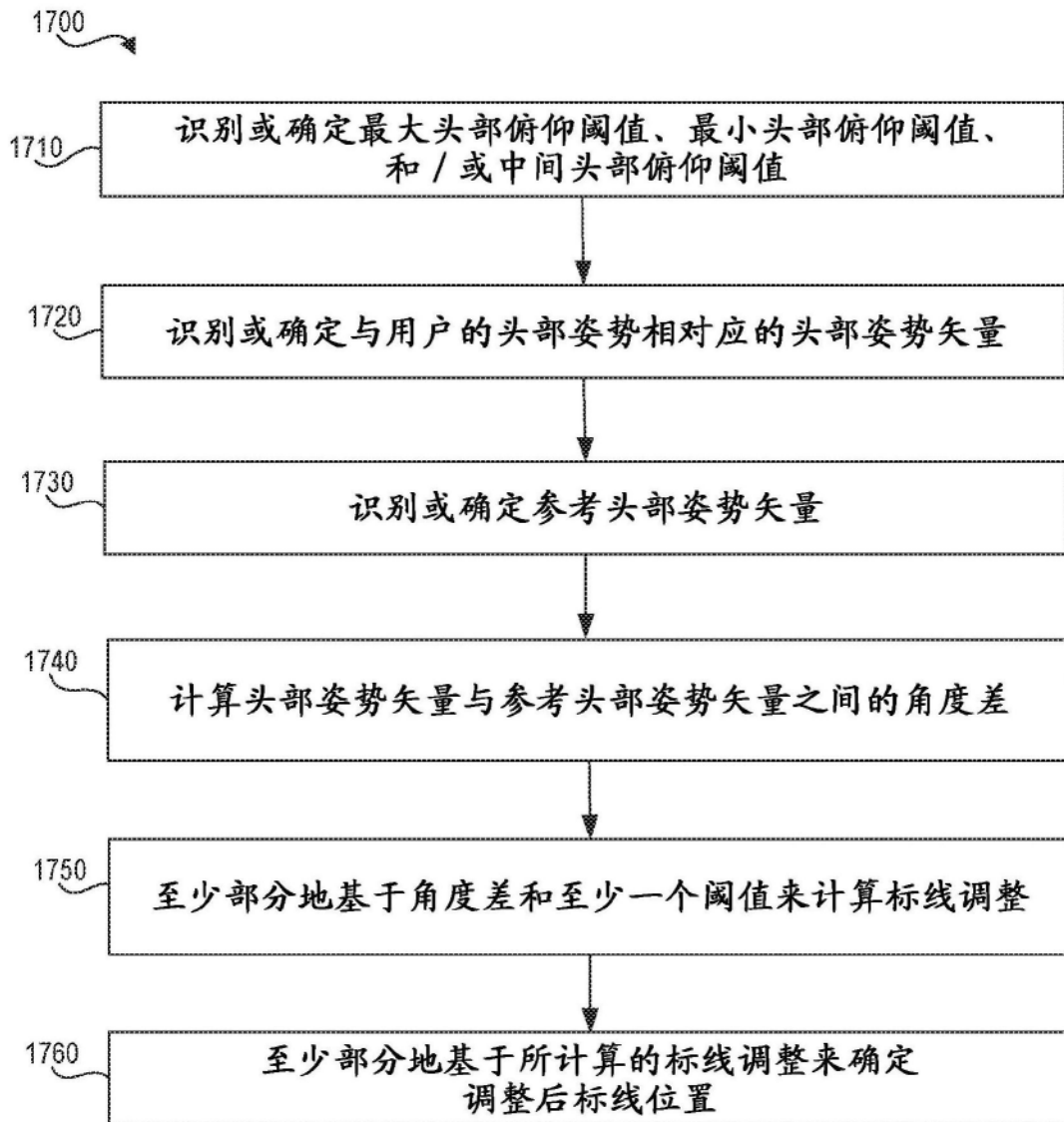


图17

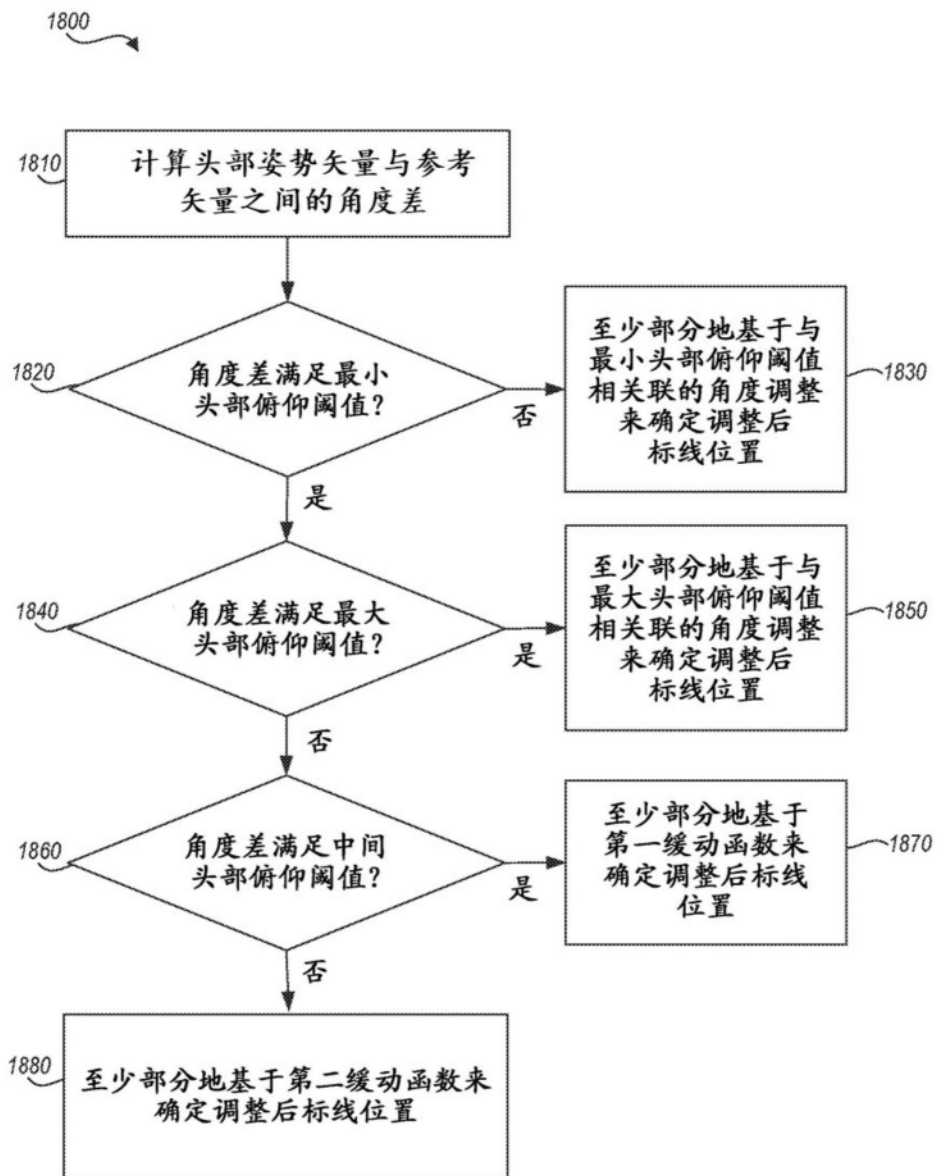


图18