



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111164971 A

(43)申请公布日 2020.05.15

(21)申请号 201880063953.9

(22)申请日 2018.07.27

(30)优先权数据

62/539,518 2017.07.31 US

15/987,747 2018.05.23 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2020.03.31

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2018/044228 2018.07.27

(87)PCT国际申请的公布数据

W02019/027843 EN 2019.02.07

(71)申请人 脸谱公司

地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 迈克尔·约翰·托克斯韦格

乔伊斯·许

(74)专利代理机构 北京安信方达知识产权代理有限公司 11262

代理人 周靖 杨明钊

(51)Int.Cl.

H04N 13/31(2006.01)

H04N 13/366(2006.01)

H04N 13/327(2006.01)

H04N 21/81(2006.01)

权利要求书2页 说明书11页 附图10页

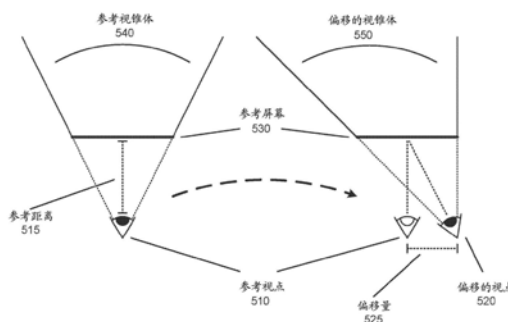
(54)发明名称

用于3D内容的视差观察器系统

(57)摘要

视差观察器系统允许用户通过传统的2D屏幕观看3D内容,例如360度3D全景或其他3D环境。在用户设备上操作的视差观察器系统可以使用面向用户的照相机和2D屏幕来为观看2D屏幕的用户模拟3D环境。当用户的头部关于屏幕移动时,通过改变3D环境的渲染视图,视差观察器系统可以使用传统2D显示器提供VR或3D显示器的许多沉浸感益处。在一些实施方式中,通过确定面向用户的照相机与用于显示虚拟环境的屏幕之间的关系,视差观察器系统可以被校准以在新的情况下(例如,在新的用户设备上)工作。

500



1. 一种方法,包括:
 - 由用户设备跟踪用户视点关于屏幕的相对位置;
 - 由所述用户设备确定所述用户视点与用户参考位置之间的偏移量,所述偏移量是基于所述用户视点和所述屏幕的相对位置确定的;
 - 基于所述偏移量,确定虚拟环境内的虚拟的用户视点位置和所述虚拟环境内的虚拟屏幕位置;以及
 - 由所述用户设备基于所述虚拟的用户视点位置和所述虚拟屏幕位置渲染所述虚拟环境;以及
 - 由所述用户设备传输渲染的虚拟环境用于在所述屏幕上显示。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中,跟踪用户视点和所述屏幕的相对位置包括:
 - 在所述用户设备处从面向用户的照相机接收照相机输出;以及
 - 对所述照相机输出执行面部识别以确定所述用户视点和所述面向用户的照相机的相对位置。
3. 根据权利要求2所述的方法,其中,跟踪用户视点和所述屏幕的相对位置还包括:
 - 基于所述屏幕和所述面向用户的照相机之间的空间关系,将所述用户视点和所述面向用户的照相机的相对位置变换为所述用户视点和所述屏幕的相对位置。
4. 根据权利要求1所述的方法,还包括:
 - 由所述用户设备基于校准过程来确定所述屏幕和面向用户的照相机之间的空间关系。
5. 根据权利要求1所述的方法,其中,确定虚拟的用户视点位置和虚拟屏幕位置包括:
 - 将所述虚拟的用户视点位置从虚拟的用户参考位置偏离所述偏移量;以及
 - 基于虚拟屏幕参考位置选择所述虚拟屏幕位置。
6. 根据权利要求5所述的方法,其中,基于虚拟屏幕参考位置选择所述虚拟屏幕位置包括:
 - 将所述虚拟屏幕位置从所述虚拟屏幕参考位置偏离与所述偏移量成比例的量。
7. 根据权利要求5所述的方法,其中,基于虚拟屏幕参考位置选择所述虚拟屏幕位置包括:
 - 将所述虚拟屏幕位置设置为所述虚拟屏幕参考位置。
8. 根据权利要求1所述的方法,其中,基于所述虚拟的用户视点位置和所述虚拟屏幕位置渲染所述虚拟环境包括:
 - 选择用于渲染所述虚拟环境的视锥体,其中,所述虚拟屏幕位置形成所述视锥体的近平面。
9. 一种方法,包括:
 - 由用户设备跟踪用户视点关于屏幕的相对位置;
 - 由所述用户设备确定所述用户视点与用户参考位置之间的偏移量,所述偏移量是基于所述用户视点和所述屏幕的相对位置确定的;
 - 基于所述偏移量,确定虚拟环境内的虚拟的用户视点位置和所述虚拟环境内的虚拟屏幕位置;以及
 - 由所述用户设备基于所述虚拟的用户视点位置和所述虚拟屏幕位置渲染所述虚拟环境;以及

由所述用户设备传输渲染的虚拟环境用于在所述屏幕上显示。

10. 根据权利要求9所述的方法,其中,跟踪用户视点和所述屏幕的相对位置包括:在所述用户设备处从面向用户的照相机接收照相机输出;以及对所述照相机输出执行面部识别以确定所述用户视点和所述面向用户的照相机的相对位置。

11. 根据权利要求9或10所述的方法,其中,跟踪用户视点和所述屏幕的相对位置还包括:

基于所述屏幕和所述面向用户的照相机之间的空间关系,将所述用户视点和所述面向用户的照相机的相对位置变换为所述用户视点和所述屏幕的相对位置。

12. 根据权利要求9至11中任一项所述的方法,还包括:

由所述用户设备基于校准过程来确定所述屏幕和所述面向用户的照相机之间的空间关系。

13. 根据权利要求9至12中任一项所述的方法,其中,确定虚拟的用户视点位置和虚拟屏幕位置包括:

将所述虚拟的用户视点位置从虚拟的用户参考位置偏离所述偏移量;以及基于虚拟屏幕参考位置选择所述虚拟屏幕位置。

14. 根据权利要求13所述的方法,其中,基于虚拟屏幕参考位置选择所述虚拟屏幕位置包括:

将所述虚拟屏幕位置从所述虚拟屏幕参考位置偏离与所述偏移量成比例的量。

15. 根据权利要求13或14所述的方法,其中,基于虚拟屏幕参考位置选择所述虚拟屏幕位置包括:

将所述虚拟屏幕位置设置为所述虚拟屏幕参考位置。

16. 根据权利要求9至15中任一项所述的方法,其中,基于所述虚拟的用户视点位置和所述虚拟屏幕位置渲染所述虚拟环境包括:

选择用于渲染所述虚拟环境的视锥体,其中,所述虚拟屏幕位置形成所述视锥体的近平面。

17. 体现软件的一个或多个计算机可读非暂时性存储介质,所述软件在被执行时可操作来执行根据权利要求9至16中任一项的方法。

18. 一种系统,包括:一个或多个处理器;以及耦合到所述处理器并包括由所述处理器可执行的指令的至少一个存储器,所述处理器当执行所述指令时可操作来执行根据权利要求9至16中任一项的方法。

20. 一种计算机程序产品,优选地包括计算机可读非暂时性存储介质,所述计算机程序产品当在数据处理系统上被执行时可操作来执行根据权利要求9至16中任一项的方法。

用于执行根据权利要求10至18中任一项的方法的系统。

用于3D内容的视差观察器系统

[0001] 背景

[0002] 虚拟现实 (VR) 内容、3D内容或其他360度全景内容可以向用户提供独特的沉浸式体验。例如,当用户周围发生运动或其他活动时,给予用户在虚拟环境或其他3D场景内“环视(look around)”的能力。然而,使用常规的显示方法,3D内容(例如360度3D全景或其他3D环境)可以通过传统的2D屏幕被观看,或者使用专用且昂贵的装备(例如头戴式VR显示器或被设计用于以3D显示内容的其他专用显示器)在3D中被体验。当使用头戴式VR显示器(或其他专用显示器)观看3D内容时,可以实现VR或360度全景内容的完全沉浸感益处。相比之下,在2D屏幕上显示内容的传统方法与显示2D内容(例如电视节目或电影)相同的方式来显示3D内容,也就是说,3D内容呈现在2D屏幕上,假设用户具有静态视点。在许多情形中,在2D屏幕上呈现3D内容的传统方法不能有效地产生用户正在观看3D环境的印象,或者提供优于观看传统2D内容的沉浸感益处。由于头戴式VR显示器和其他3D显示系统的高成本和相对难以获得,许多用户无法利用VR和360度全景内容的沉浸感益处。因此,需要在2D屏幕上观看沉浸式VR或360度全景内容的改进方法。

[0003] 概述

[0004] 视差观察器系统(parallax viewer system)允许用户通过传统的2D屏幕观看3D内容(例如360度3D全景或其他3D环境)。在用户设备上操作的视差观察器系统可以使用面向用户的照相机和2D屏幕来为观看2D屏幕的用户模拟3D环境。当用户的头部关于屏幕移动时,通过改变3D环境的渲染视图,视差观察器系统可以使用传统2D显示器提供VR或3D显示器的许多沉浸感益处。例如,视差观察器系统可以允许用户通过移动他们/她们的头部来在3D环境内部“环视”,就像通过由屏幕形成的窗口向外看一样。

[0005] 在一些实施例中,面向用户的照相机用于跟踪用户在空间中相对于照相机的位置。然后,可以转换该相对于照相机的位置,以识别用户相对于用户设备屏幕的位置。在一些实施方式中,通过确定面向用户的照相机与用于显示虚拟环境的屏幕之间的关系,视差观察器系统可以被校准以在新的情况下(例如,在新的用户设备上)工作。

[0006] 根据本发明的实施例在涉及方法、存储介质、系统和计算机程序产品的所附权利要求中被具体公开,其中,在一个权利要求类别(例如方法)中提到的任何特征也可以在另一个权利要求类别(例如系统)中被要求保护。在所附权利要求中的从属性或往回引用仅为形式原因而被选择。然而,也可以要求保护由对任何前面权利要求的有意往回引用(特别是多项引用)而产生的任何主题,使得权利要求及其特征的任何组合被公开并可被要求保护,而不考虑在所附权利要求中选择的从属性。可以被要求保护的主体不仅包括如在所附权利要求中阐述的特征的组合,而且还包括在权利要求中的特征的任何其他组合,其中,在权利要求中提到的每个特征可以与在权利要求中的任何其他特征或其他特征的组合相结合。此外,本文描述或描绘的实施例和特征中的任一个可以在单独的权利要求中和/或以与本文描述或描绘的任何实施例或特征的任何组合或以与所附权利要求的任何特征的任何组合被要求保护。

[0007] 在根据本发明的实施例中,一种方法可以包括:

- [0008] 由用户设备跟踪用户视点关于屏幕的相对位置;
- [0009] 由用户设备确定用户视点与用户参考位置之间的偏移量,该偏移量是基于用户视点和屏幕的相对位置确定的;
- [0010] 基于偏移量,确定虚拟环境内的虚拟的用户视点位置和虚拟环境内的虚拟屏幕位置;以及
- [0011] 由用户设备基于虚拟的用户视点位置和虚拟屏幕位置渲染(render)虚拟环境;以及
- [0012] 由用户设备传输渲染的虚拟环境用于在屏幕上显示。
- [0013] 跟踪用户视点和屏幕的相对位置可以包括:
- [0014] 在用户设备处从面向用户的照相机接收照相机输出;以及
- [0015] 对照相机输出执行面部识别,以确定用户视点和面向用户的照相机的相对位置。
- [0016] 跟踪用户视点和屏幕的相对位置可以包括:
- [0017] 基于屏幕和面向用户的照相机之间的空间关系,将用户视点和面向用户的照相机的相对位置变换为用户视点和屏幕的相对位置。
- [0018] 在根据本发明的实施例中,一种方法可以包括:
- [0019] 由用户设备基于校准过程来确定屏幕和面向用户的照相机之间的空间关系。
- [0020] 确定虚拟的用户视点位置和虚拟屏幕位置可以包括:
- [0021] 将虚拟的用户视点位置从虚拟的用户参考位置偏离偏移量;以及
- [0022] 基于虚拟屏幕参考位置选择虚拟屏幕位置。
- [0023] 基于虚拟屏幕参考位置选择虚拟屏幕位置可以包括:
- [0024] 将虚拟屏幕位置从虚拟屏幕参考位置偏离与该偏移量成比例的量。
- [0025] 基于虚拟屏幕参考位置选择虚拟屏幕位置可以包括:
- [0026] 将虚拟屏幕位置设置为虚拟屏幕参考位置。
- [0027] 基于虚拟的用户视点位置和虚拟屏幕位置渲染虚拟环境可以包括:
- [0028] 选择用于渲染虚拟环境的视锥体(view frustum),其中,虚拟屏幕位置形成视锥体的近平面。
- [0029] 在根据本发明的实施例中,一种方法可以包括:
- [0030] 由用户设备跟踪用户视点和照相机的相对位置;以及
- [0031] 由用户设备通过以下方式确定照相机和屏幕之间的空间关系:
- [0032] 在屏幕上选择屏幕定位(location);
- [0033] 将用户视点与屏幕定位对准;
- [0034] 响应于将用户视点与选定的定位对准,捕获用户视点和照相机的第一相对位置;
- [0035] 生成校准对,该校准对包括屏幕定位以及用户视点和照相机的第一相对位置;以及
- [0036] 基于校准对确定照相机和屏幕之间的空间关系。
- [0037] 照相机可以是面向用户的照相机,并且跟踪用户视点和照相机的相对位置可以包括:
- [0038] 在用户设备处从面向用户的照相机接收照相机输出;以及
- [0039] 对照相机输出执行面部识别,以确定用户视点和面向用户的照相机的相对位置。

- [0040] 用户视点可以是用户一只眼睛的位置的指示符。
- [0041] 将用户视点与屏幕定位对准可以包括：
- [0042] 在屏幕定位处将屏幕定位的指示符显示在屏幕上；以及
- [0043] 指示用户将他们/她们的眼睛在屏幕中的反射与屏幕定位的指示符对准。
- [0044] 将用户视点与屏幕定位对准可以包括：
- [0045] 在用户设备处接收用户已经将他们/她们的眼睛在屏幕中的反射与屏幕的指示符对齐的指示符。
- [0046] 在根据本发明的实施例中，一种方法可以包括：
- [0047] 在用户设备处接收用户已经将他们/她们的眼睛在屏幕中的反射与屏幕的指示符对齐的指示符。
- [0048] 在根据本发明的实施例中，一种方法可以包括：
- [0049] 在用户设备处接收校准照相机和屏幕之间的空间关系的请求。
- [0050] 确定照相机和屏幕之间的空间关系可以基于附加的多个校准对。
- [0051] 确定照相机和屏幕之间的空间关系可以包括使用非线性求解器来确定空间关系。
- [0052] 在根据本发明的实施例中，一个或多个计算机可读非暂时性存储介质可以体现软件，该软件在被执行时可操作来执行根据本发明或任何上面提到的实施例的方法。
- [0053] 在根据本发明的实施例中，系统包括：一个或多个处理器；以及耦合到处理器并包括由处理器可执行的指令的至少一个存储器，处理器当执行指令时可操作来执行根据本发明或任何上面提到的实施例的方法。
- [0054] 在根据本发明的实施例中，优选地包括计算机可读非暂时性存储介质的计算机程序产品当在数据处理系统上被执行时可操作来执行根据本发明或任何上面提到的实施例的方法。
- [0055] 附图简述
- [0056] 图1A示出了根据一个实施例的视差观察器系统可以在其中操作的示例环境。
- [0057] 图1B是根据一个实施例的示例视差观察器系统的框图。
- [0058] 图2示出了根据一个实施例的包括由用户的眼睛观看的反射屏幕的环境。
- [0059] 图3是示出根据一个实施例的用于校准视差观察器系统的示例过程的流程图。
- [0060] 图4是示出根据一个实施例的用于向用户显示3D环境的示例过程的流程图。
- [0061] 图5示出了根据一个实施例的示例环境，其中在观看静态虚拟屏幕时虚拟视点偏移。
- [0062] 图6示出了根据一个实施例的示例环境，其中在观看无限大且远的虚拟屏幕时虚拟视点偏移。
- [0063] 图7示出了根据一个实施例的示例环境，其中通过随视点偏移参考屏幕来近似无限屏幕(infinite screen)。
- [0064] 图8示出了根据一个实施例的示例环境，其中在观看引导屏幕(guide screen)时虚拟视点偏移。
- [0065] 图9示出了根据一个实施例的示例环境，其中虚拟视点和屏幕被偏移以近似较大引导屏幕的视图。
- [0066] 附图仅为了说明的目的而描绘各种实施例。本领域中的技术人员从下面的讨论中

将容易认识到,本文所示的结构和方法的替代实施例可以被采用而不偏离本文所述的原理。

[0067] 详细描述

[0068] 综述

[0069] 目前,用户可以通过传统的2D屏幕观看3D内容(例如360度3D全景或其他3D环境),或者使用专业且昂贵的装备(例如头戴式显示器)体验3D。当在远离用户的传统屏幕上观看内容时,3D内容的呈现通常假设用户的视点不变,并且不会有效地创建用户正在观看3D环境的印象(例如,无法模拟当用户的头部相对于屏幕移动时出现的自然视差感)。如本文所公开的,视差观察器系统使用面向用户的照相机和用户设备屏幕来向用户呈现3D内容,并且通过随着用户的头部关于屏幕移动而改变渲染的3D视图来为用户模拟视差。视差观察器系统可以使用传统2D显示器提供VR或3D显示器的许多沉浸感益处。

[0070] 在一些实施例中,面向用户的照相机(例如膝上型计算机或智能手机的面向用户的照相机)与面部跟踪软件一起用于跟踪用户的眼睛在空间中相对于照相机的位置。然后,可以转换该相对于照相机位置,以识别眼睛相对于用户设备屏幕的位置。基于用户的眼睛相对于设备屏幕的位置,交互式地渲染3D环境或其他合适的3D内容,例如允许用户通过移动他们/她们的头部来看上去在3D环境内部“环视”,就好像是通过由设备屏幕形成的窗口向外看一样。在许多情形中,面向用户的照相机很便宜和/或内置在普通的消费者电子产品中,允许视差观察器系统廉价地安装在各种用户设备和/或显示系统上。

[0071] 图1A示出了视差观察器系统可以在其中操作的示例环境100。图1A包括用户设备110,用户设备110包括屏幕120和沿着照相机中心线135定向的照相机130。用户设备110可以包括或连接到照相机130,照相机130能够捕获可用于确定用户和屏幕120的相对位置的图像。用户设备110可以是如图1A所示的膝上型计算系统、移动设备、平板计算机、桌面计算系统或任何其他合适的设备。在一些实施例中,照相机130捕获观看屏幕120的用户的图像或视频,并且可以集成到用户设备110的主体中,或者可以是独立的网络照相机或与用户设备110通信连接的其他合适的数字照相机。例如,照相机130可以放置在屏幕120上方(如图1A所示),或屏幕120附近的另一个定位中,以捕获用户的移动。通常,可以使用照相机130的各种位置,这些位置允许照相机观察用户视点170关于屏幕120的移动。因此,在不同的实施方式或情况下,照相机130可以改变其位置、视角、定向或关于屏幕120的其他位置特征。屏幕120和照相机130具有在视差观察器系统的操作中使用的恒定空间关系140。空间关系140最初对于视差观察器系统可能是未知的(例如,如果视差观察器系统与未知或不熟悉的用户设备110类型一起使用,或者在照相机130关于屏幕120可移动的情况下),并且可以通过校准过程来被确定。在一些实施方式中,假设照相机130和屏幕120之间的空间关系在视差观察器系统的使用期间(例如,在校准之后)保持恒定。例如,如果屏幕120和照相机130与用户设备110分离,则在使用期间,屏幕120和照相机130可以被放置在表面上(例如桌子上),或者屏幕120和照相机130可以被集成到同一用户设备110(例如如图1所示的膝上型计算机或智能手机)中,并因此保持相同的空间关系140。

[0072] 图1B是根据一个实施例的示例视差观察器系统的框图。如上所述,用户设备110是计算设备,其作为视差观察器系统的一部分能够向用户显示3D内容。图1B的用户设备110包括显示模块125、照相机接口模块135、包括校准模块185的视差观察器模块180、屏幕120和

照相机130。如上所述,屏幕120和照相机130可以集成到用户设备110中,或者可以是通信连接到用户设备110的独立设备。

[0073] 在一些实施例中,显示模块125允许用户设备110与屏幕120通信并在屏幕120上显示内容。例如,用户设备110可以提供用于在屏幕120上显示的内容(例如3D内容)。类似地,根据一些实施方式,照相机接口模块135允许用户设备110与照相机130通信。例如,照相机接口模块135可以允许用户设备接收由照相机130捕获的图像数据。

[0074] 视差观察器模块180可以使用户设备180能够向观看屏幕120的用户提供3D环境(或其他合适的3D内容)的模拟3D视图,该模拟3D视图对用户(即用户视点170)相对于屏幕120的运动做出反应。例如,视差观察器模块180可以向观看屏幕120的用户提供进入3D内容的窗口状视图,增加了观看3D内容的沉浸感,而无需使用专用的装备或硬件。根据一些实施例,为了将视差观察器模块180用于特定用户设备110,校准模块185使得用户设备110能够确定屏幕120和照相机130之间的空间关系140。

[0075] 系统校准

[0076] 在一些实施例中,校准模块185校准视差观察器系统。例如,校准可以包括确定屏幕120和照相机130之间的空间关系140。在一些实施例中,校准过程允许视差观察器系统基于空间关系140执行“校准变换”,该“校准变换”将关于照相机130确定的空间坐标变换为相对于屏幕120的空间坐标。空间关系140可以是相对于照相机130的坐标(例如,原点(origin)位于照相机130中心的坐标系统中的坐标)与相对于屏幕120的对应坐标之间的偏离、旋转、缩放或任何其他合适的关系。因此,给定观看屏幕120的用户的面部或眼睛在照相机130的视图中的坐标(以及在一些实施例中,估计的深度),视差观察器模块180可以使用通过校准确定的空间关系140来将相对于照相机130的坐标变换成相对于屏幕120的坐标。

[0077] 在一些实施方式中,用户可以例如通过用户设备110在照相机130上启动面部跟踪。例如,用户可以选择隐私设置以允许视差观察器系统使用面部位置信息,或者可以肯定地选择开始面部跟踪以观看3D内容或校准视差观察器系统。在一些实施方式中,用户设备和/或视差观察器系统仅从面部跟踪软件接收面部的相关位置信息,这附加地可以模糊或避免提供个人面部特征或来自照相机130的高分辨率照相机图像。面部跟踪可以连续地(或者以规定的间隔)返回用户眼睛(或其他相关兴趣点)相对于照相机130的位置坐标(以下称为“照相机坐标位置”)。例如,在图1A中,表示用户视点170的照相机坐标位置150可以是使用面部跟踪生成的照相机坐标位置。在一些实施方式中,面部跟踪返回照相机坐标位置,其包括用户的一只眼睛(或两只眼睛)的位置相对于照相机130位置的定位的XYZ坐标(即3D坐标),但是其他实施方式可以仅返回2D坐标(例如照相机130的当前图像输出中用户定位的坐标)。在一些实施例中,通过面部跟踪确定的照相机坐标位置包括视点的估计深度,例如,基于照相机输出中用户面部的尺寸、基于照相机坐标定位的其他深度校准或检测、或者基于任何其他合适的因素确定的视点的估计深度。为了确定空间关系140并校准从照相机坐标位置坐标系中的相对于屏幕120的位置(以下称为“屏幕坐标位置”)的变换,接收到的照相机坐标位置可以与从屏幕120上(例如,对应于屏幕的一个或更多个像素)的特定定位垂直于屏幕120发出的光线(以下称为“屏幕光线”)相匹配。在一些实施例中,对应于给定照相机坐标位置的屏幕坐标位置被假设沿着与给定照相机坐标位置相关联的屏幕光线位于某一点。

[0078] 根据一些实施例,作为校准过程的一部分,校准模块185可以生成成对的照相机坐标位置和对应的屏幕光线160(以下称为“校准对”)。也就是说,在校准视差观察器系统的一些实施方式中,通过使用屏幕120的反射特性,屏幕光线160可以与用户眼睛的对应位置相关联。屏幕120可以充当反射镜(由于有光泽或反射性的表面),并在用户看向屏幕120时反射用户的面部。用户在屏幕120中的这些反射可以用于确定空间关系140,以供视差观察器模块180稍后使用。图2示出了具有屏幕120和用户眼睛210的环境200,用户眼睛210表示观看屏幕120的用户的物理眼睛。指示符可以在指示的屏幕定位230处显示在屏幕120上。可以指示用户移动他们/她们的眼睛(在这种情形中,用户眼睛210),使得他们/她们眼睛的反射位于指示的屏幕定位230处。在图2的实施例中,屏幕120是反射性的。因此,当用户处于看到在所指示的屏幕位置的定位处反射的用户眼睛220的位置时,用户眼睛210处于沿着垂直于屏幕的屏幕光线160并且直接跨越指示的屏幕定位230的位置。这种校准方法利用了反射表面(例如屏幕120)的特性,即,视点(例如用户的主视眼(dominant eye))与(例如从该视点看到的)该视点在反射表面中的反射之间的光线将垂直于反射表面。也就是说,在图2的实施例中,如果用户(从用户眼睛210)直接观看反射的用户眼睛220,则反射的图像225和用户眼睛210之间的光线将垂直于屏幕120的表面。因此,当正确对准时,用户眼睛210位于沿着与屏幕定位230相关联的屏幕光线160的某处。基于反射的用户眼睛220与指示的屏幕定位230之间的对准,校准模块185可以生成校准对,该校准对包括屏幕光线160(与指示的屏幕定位230相关联的屏幕光线)和用户眼睛210的跟踪位置(例如,基于来自照相机130的面部跟踪信息)。

[0079] 然而,当用户的眼睛未对准212并且用户看向指示的屏幕定位230,而不是看到反射的用户眼睛220时,用户将看见屏幕定位230处未对准的反射222。如图2所示,对于未对准的用户眼睛212的位置,未对准的反射222示出了用户头部的另一部分(这里是用户的前额)。在一些实施方式中,校准模块185通过将用户眼睛210的反射与各种所指示的屏幕定位对准来生成多个校准对。

[0080] 返回图1A,可以通过将照相机坐标位置150(相对于照相机)与各种用户视点170的对应屏幕光线160(相对于屏幕)进行匹配来校准视差观察器系统。如上所述,面部跟踪软件可以基于照相机130的输出来确定照相机坐标位置。如上所述,为了将返回的照相机坐标位置与对应的屏幕光线进行匹配,一些实施方式可以使用屏幕的反射特性。例如,指示符(例如点或其他合适的小图形)可以显示在屏幕120上已知的屏幕定位处,并且用户可以被指示来将他们/她们眼睛的反射(其可以通过面部跟踪由照相机130同时跟踪)与指示符对准。在指示符被显示并且用户被指示将他们/她们眼睛的反射与指示符对准之后,视差观察器系统然后可以确定用户何时已经对准了他们/她们的眼睛。例如,视差观察器系统可以基于从指示符被显示开始的阈值流逝时间、基于用户眼睛对准的确认(例如按钮按压或其他用户输入)、或者基于用户眼睛对准的推断来假设用户眼睛被对准,其中用户眼睛对准的推断是基于用户保持静止(通过面部跟踪软件确定)。如上所讨论,当用户正在观看与屏幕120上的指示符对准的他们/她们眼睛的反射时,用户的视点将与从指示符的屏幕定位发出的屏幕光线160对准。然后,校准模块185可以确定对应的校准对,其包括与所指示的屏幕定位相关联的屏幕光线160和用户视点170的当前跟踪的照相机坐标位置。为了获得附加的校准对,校准过程重复以下过程:显示指示符(这次在屏幕上的不同定位处)、将用户眼睛与指示符

对准(例如,通过指示用户将他们/她们的眼睛与指示符对准)、并将得到的照相机坐标位置和屏幕光线关联成校准对。在一些实施例中,用于生成校准对的屏幕定位是随机选择的,然而,屏幕定位也可以基于预设模式或序列来被确定、基于用户输入来被选择、或者使用任何合适的方法以其他方式来被选择。

[0081] 在已经确定了合适数量的校准对之后(例如,基于校准对的阈值数量或来自用户的选择),可以使用合适的求解器(如迭代非线性求解器、线性求解器)或使用任何其他合适的求解方法来确定空间关系140(以及照相机坐标位置与对应的屏幕坐标位置之间的对应校准变换)。换句话说,求解器试图确定一种变换,该变换使每个生成的校准对的误差最小化。然后,所生成的校准变换可以用于针对用户视点的任何照相机坐标位置来确定屏幕坐标位置(例如,以关于屏幕120的XYZ坐标的形式)。尽管基于与指定的屏幕定位230相关联的屏幕光线160而生成,但是校准变换可以用于生成与屏幕光线160直接对应的屏幕坐标位置。例如,用户可以移动到屏幕120本身的侧面或上方,但是仍然可以被照相机130看到并跟踪。因为校准变换描述了照相机130与屏幕120之间的空间关系140,所以由照相机130捕获的任何用户移动可以被有效地转换至屏幕坐标系,以供视差观察器系统使用(例如,模拟从捕获的视点看的3D环境的外观)。

[0082] 图3是示出用于校准视差观察器系统的示例过程的流程图。过程300开始于(例如,使用面部跟踪软件)跟踪310用户视点的照相机坐标位置。为了校准,然后(例如随机地、半随机地、基于定义的模式或序列、或者基于用户输入)选择320屏幕定位。然后在选定的屏幕定位处在屏幕上显示330选定的屏幕定位的指示符。然后,指示340用户将他们/她们眼睛在屏幕中的反射与显示的指示符对准,并且系统确定350用户已经按照指示对准了眼睛反射。然后,跟踪的照相机坐标位置和与选定的屏幕定位相关联的屏幕光线被记录360为校准对,并且从步骤320开始重复该过程,直到收集370了足够的校准对来校准视差观察器系统。最后,求解器可以用于基于存储的校准对来确定380照相机位置和屏幕位置之间的校准变换。校准的视差观察器系统然后可以用于显示3D内容,这将在下面进一步描述。

[0083] 视差观察器操作

[0084] 如上所述,视差观察器系统允许用户通过屏幕120观看3D环境。在用户设备上操作的视差观察器系统可以使用照相机130、屏幕120向观看用户显示3D环境。例如,可以通过照相机130连续跟踪用户视点170相对于屏幕120的位置。基于该信息,视差观察器系统可以向观看屏幕120的用户提供3D环境(或其他合适的3D内容)的模拟3D视图。

[0085] 图4是示出用于向用户显示3D环境的示例过程的流程图。当选定410物理空间中用户视点(例如,用户的主视眼或用户眼睛之间的平均定位)和屏幕的参考位置并将其与3D环境中对应的虚拟视点和屏幕参考位置相关联时,过程400开始。在一些实施例中,虚拟视点参考位置和虚拟屏幕参考位置用于初始化屏幕上呈现的3D环境的视图,并为所显示的3D环境的视图的后续变化提供参考帧。在3D环境内,可以相对于虚拟参考位置来确定基于跟踪的用户移动和/或其他因素的虚拟视点和屏幕位置的变化。当显示3D内容时,可以基于期望的3D环境的初始视图(或基于任何其他合适的因素)来确定虚拟屏幕参考位置。在一些实施例中,视差观察器系统确定视点在坐标系中相对于屏幕120的物理定位。因此,物理屏幕参考位置是屏幕相关的坐标系的原点。物理视点参考位置可以是用户视点的初始定位,或者被定义为距屏幕中心固定距离。例如,视点参考位置(在物理空间中和在3D环境中)可以被

指定为屏幕120前面的限定距离(例如60cm)。在一些实施方式中,虚拟视点参考位置被选择为保持物理视点参考位置与物理屏幕参考位置之间的相同空间关系。然后,可以基于虚拟视点参考位置和虚拟屏幕参考位置来初始化3D环境。

[0086] 在3D环境被初始化之后,视差观察器系统可以向用户显示3D内容。为了显示3D环境,视差观察器系统可以跟踪420用户视点相对于视差观察器系统的照相机的当前位置(“相对于照相机的位置”)。例如,如上所述,可以使用面部跟踪技术和照相机130输出来确定用户当前视点的照相机坐标位置。视差观察器系统然后将跟踪的相对于照相机的位置变换430为相对于屏幕的位置(用户视点相对于视差观察器系统的屏幕120的位置)。例如,视差观察器系统可以使用如上所述的校准变换来对相对于照相机的位置进行变换。为了描述用户物理位置的变化,视差观察器系统基于当前相对于屏幕的位置和物理视点参考位置来确定440偏移量。在一些实施例中,基于用户的先前视点(例如,先前帧的视点)来确定偏移量,而不是在每个帧中从参考位置偏移用户的视点。基于偏移量,视差观察器系统可以确定450当前帧在3D环境中的虚拟视点。例如,可以将虚拟视点从虚拟视点参考位置偏离偏移量。

[0087] 在一些实施例中,视差观察器系统还基于同一确定的偏移量来偏离460虚拟屏幕位置。尽管物理屏幕120可能没有从物理屏幕参考位置物理地移动,但是视差观察器系统的一些实施例可以基于用户视点的变化来使虚拟屏幕位置偏离,以实现期望的用户体验。根据实施方式,虚拟屏幕位置可以偏离偏移量、与偏移量成比例的量、或者保持静态虚拟屏幕参考位置。虚拟屏幕的偏移可以基于实施例、到3D环境中的对象的距离或其他合适的因素而变化,这将在下面进一步讨论。

[0088] 最后,基于当前(偏移的)虚拟视点位置和虚拟屏幕位置,视差观察器系统可以渲染470并向用户发送用于显示的3D环境。例如,渲染的3D环境可以通过屏幕120实时或基本实时地显示给用户。视差观察器系统可以使用任何合适的渲染技术来渲染3D环境。例如,OpenGL渲染可以用于渲染3D环境,其中虚拟视点作为渲染照相机定位,而渲染截锥体(frustum)使用虚拟屏幕位置作为近渲染平面。截锥体是一种3D形状(类似于顶部被切除的金字塔),通常用于表示用于渲染3D环境的虚拟照相机的视场。然后,基于所跟踪的用户相对于照相机的位置的变化,或者出于任何其他合适的原因,可以从步骤420开始对要被渲染的任何附加帧480重复过程400。

[0089] 在一些实施方式中,虚拟屏幕位置的运动(或非运动)由3D环境中在虚拟屏幕参考位置之外的定位处所表示的次级虚拟屏幕(以下称为“引导屏幕”)来通知。例如,引导屏幕可以表示比实际屏幕120离用户更远、理论上更大的屏幕,其最初具有与通过屏幕120看到的相同的视场。在一些示例中,虚拟屏幕位置可以被偏移,使得用户视点保持通过屏幕120的视场,该视场延伸到引导屏幕的边缘。也就是说,视差观察器系统可以通过在3D环境内偏移虚拟屏幕位置以保持与正在观看更大、更远的引导屏幕的用户的视场相对应的视场,来使用屏幕120模拟更大的引导屏幕。

[0090] 图5示出了示例环境500,其中虚拟屏幕位置保持静止,模拟进入3D环境的窗口(以下称为“入口实施方式(portal implementation)”)。例如,使用入口实施方式的视差观察器系统将响应于跟踪的用户移动而偏移虚拟视点,而不是虚拟屏幕位置。然而,取决于3D环境(或其他3D内容),虚拟屏幕可能由于其他原因(例如,当对模拟正处于移动汽车中的3D环

境进行渲染时)而偏移。图5的环境500包括定位在距参考屏幕530参考距离515处的参考视点510。相应地,当使用参考视点510作为渲染照相机定位并且使用参考屏幕530作为近渲染平面来渲染3D环境时,产生参考视锥体540。如上所述,参考视锥体540可以确定3D场景的哪些对象/区域在发送到屏幕120用于显示的渲染图像中是可见的。稍后在视差观察器系统的操作中,虚拟视点可以从参考视点510移动到偏移的视点520,从参考视点偏离偏移量525。在入口实施方式中,虚拟屏幕不基于虚拟视点的变化而偏移,并且参考屏幕530的位置仍然用于在虚拟视点的偏移之后渲染3D场景。此时,可以基于偏移的视锥体550,使用偏移的视点520作为渲染照相机定位并且使用参考屏幕530作为近渲染平面,来对3D环境进行渲染。在一些情况下,偏移的视锥体550可以与参考视锥体(在形状和视场方面)差异很大,即使虚拟视点的偏移相对较小时亦如此。

[0091] 视差观察器系统的入口实施方式可以使用屏幕120来直接模拟在看向屏幕120时进入3D环境的入口(例如窗口)。因此,保持静态虚拟屏幕位置(在理论意义上)最接近从用户的视点来观看,通过现实世界“入口”进入3D环境的视图将如何起作用。入口实施方式可以准确地表示屏幕120的平面上或附近的虚拟对象,允许用户模拟从不同角度看向附近的对象。然而,对于从短的观看距离观看的现实窗口,入口实施方式可以产生基于用户视点的相对小的偏移而快速偏移的屏幕图像。例如,当对主要具有背景或中间场景的3D环境进行渲染时,用户视点中即使很小的偏移也可能导致几乎完全不同的场景显示在屏幕120上。当屏幕120相对较小时(例如智能手机屏幕),这个问题会被扩大。此外,入口实施方式的偏移的视锥体550的快速偏移会放大用于确定用户视点的校准或面部跟踪技术中的任何误差或伪像,从而产生不稳定的渲染图像。此外,一些用户可能不期望在观看屏幕上内容的情境中,渲染内容有快速的偏移。

[0092] 在一些实施方式中,视差观察器系统和用户视点的任何偏移一起偏移虚拟屏幕位置,使得虚拟屏幕和虚拟视点在3D环境内一起移动(以下称为“无限屏幕实施方式”)。替代地,无限屏幕实施方式可以被认为当用户的视点移动时,使用屏幕120来模拟无限大且无限远的引导屏幕的视图。图6示出了示例环境600,其中,在观看无限屏幕时视点偏移。环境600包括3D环境600内的第一视点610,该第一视点610被偏移了偏移量620到第二视点615。使用第一视点610和虚拟屏幕位置630渲染3D环境600产生视锥体650。视锥体650模拟从第一视点610看到的在无限距离645处呈现的无限引导屏幕640的视图。然而,当从第一视点610偏移到第二视点615时,与无限引导屏幕640的无限尺寸和距离645相比,产生的(非无限)偏移量620无限小。因此,在偏移620到第二视点615之后,无限引导屏幕640的视图(以及因此模拟该视图所需的视锥体650的角度/视场)保持不变。然而,当从第二视点615观看时,屏幕位置630不再有效地模拟无限引导屏幕的视图。因此,为了保持正确的视锥体650,屏幕位置630也必须偏移相同的偏移量620(如图7所示)。在实践中,可以通过随虚拟视点的运动直接偏移虚拟屏幕位置来对无限屏幕实施方式进行建模。也就是说,虚拟屏幕位置可以与虚拟视点的偏移成1:1比例地移动。

[0093] 图7示出了示例环境700,其中使用无限屏幕实施方式来偏移视点和屏幕。环境700包括与参考屏幕位置720相关联的参考视点710,参考屏幕位置720在被渲染时生成参考视锥体740。在物理视点位置偏移之后,虚拟视点和虚拟屏幕位置都平移偏移量730,产生偏移的视点715和偏移的屏幕位置725。偏移的视点715和偏移的屏幕位置725保持相同的相对定

向,但是在3D环境内偏移了偏移量730。该偏移导致偏移的视锥体750,偏移的视锥体750保留了与参考视锥体740相同的形状和视角,但是类似地移动了偏移量730。

[0094] 与入口实施方式相比,无限屏幕实施方式可以使3D环境视场的变化更小,从而产生更稳定的最终输出。此外,无限屏幕实施方式保留了视差观察器系统的许多沉浸感益处。例如,用户的视点仍然响应于用户相对于屏幕120的移动而在3D环境内移动。然而,由于虚拟视点和虚拟屏幕位置之间的定向保持静止,用户控制他们/她们观看3D环境的角度的能力受到限制。例如,无限屏幕实施方式允许用户环视附近的对象,以在3D环境中看到被遮挡的对象(例如通过倾斜以在遮挡的前景对象周围移动虚拟视点)。然而,根据一些实施例,由于虚拟视点和虚拟屏幕位置在3D环境中保持相同的相对定向,无限实施方式会在用户观看3D环境的角度方面限制用户的能力。

[0095] 一些实施例使用入口和无限屏幕实施方式之间的中间解决方案。例如,可以使用“成比例偏移实施方式(proportional shift implementation)”,其将虚拟屏幕位置偏移虚拟视点变化的一个分数(fraction)或一个比例的量。替代地,成比例偏移实施方式可以被认为是使用屏幕120来近似更大引导屏幕的视图,该更大的引导屏幕成比例地位于距参考视点位置更大的距离处。图8示出了示例环境800,其中在观看引导屏幕时用户视点偏移。环境800包括第一视点810,该第一视点810被偏移了视点偏移量830到第二视点815。最初,使用第一视点810和第一屏幕位置820渲染3D环境800产生第一视锥体850,第一视锥体850模拟从第一视点810看到的引导屏幕840的视图。然而,当视点从第一视点810偏移到第二视点815时,虚拟屏幕位置也必须偏移以继续模拟引导屏幕840。因此,视差观察器系统可以将虚拟屏幕位置从第一屏幕位置820偏移屏幕偏移量835到第二屏幕位置825。得到的第二视锥体855模拟从第二视点815看到的引导屏幕840的视图。然而,得到的屏幕偏移量835不等于视点偏移量,而是其某个分数的量,该分数对应于引导屏幕840和屏幕120实际尺寸之间的尺寸差异。

[0096] 在实践中,可以通过将虚拟屏幕位置偏移视点偏移量的某一比例的量来对成比例偏移实施方式进行建模,该视点偏移量被用来偏移虚拟视点。例如,屏幕偏移与视点偏移的1:2的比例模拟了位于两倍参考距离处的、是屏幕120两倍大的屏幕,而屏幕偏移与视点偏移的1:3的比例模拟了是屏幕120三倍大并且位于三倍参考距离处的屏幕。例如,在图8的实施例中,引导屏幕840大约是屏幕120的两倍尺寸,因此屏幕偏移量835大约是视点偏移量830的一半。

[0097] 图9示出了示例环境900,其中使用成比例实施方式来偏移视点和屏幕。环境900包括参考视点910,并且参考视点910与参考屏幕位置920相关联,当环境900被渲染时对应于参考视锥体940。当虚拟视点从参考视点910偏移到偏移的视点915时(将虚拟视点偏移视点偏移量930),虚拟屏幕位置成比例地从参考屏幕位置920偏移到偏移的屏幕位置925。比例偏移量935可以是视点偏移量930大小的任何合适的分数或因子的量。例如,0.5的分数将导致虚拟屏幕位置偏移一半的量,但是在与虚拟视点相同的方向上偏移(其中因子1将导致无限屏幕实施方式,而因子0将导致入口实施方式)。所得到的偏移的视锥体950在位置和视场上可以都不同于参考视锥体940。在一些实施方式中,比例偏移量可以基于偏移方向和/或虚拟视点相对于参考虚拟视点的位置而变化。例如,比参考视点更接近物理屏幕120的用户视点(例如,用户向前倾(lean in)向屏幕120)可能比远于参考视点的用户视点产生更大比

例的偏移。当用户移动接近屏幕120时,这种“向前倾”效果会缩小显示在屏幕120上的视场,扩大了向前倾向屏幕120的缩放效果。

[0098] 根据所选的分数,成比例偏移实施方式可以产生比入口实施方式更稳定的图像,同时保留了入口实施方式相对于无限屏幕实施方式的大多数优势。在一些实施例中,像入口实施方式一样,成比例偏移实施方式允许用户改变他们/她们观看3D环境的角度。然而,因为视角的改变没有入口实施方式那样严重,所以成比例偏移实施方式像无限屏幕实施方式一样,可以在用户移动他们/她们的视点时向用户提供稳定的图像。

[0099] 结论

[0100] 为了说明的目的,提出了实施例的前述描述;它并不旨在是无遗漏的或将专利权限定于所公开的精确形式。相关领域中的技术人员可以认识到,按照上面的公开,许多修改和变化是可能的。

[0101] 本描述的一些部分从对信息的操作的算法和符号表示方面描述了实施例。这些算法描述和表示通常被数据处理领域的技术人员用来将他们/她们工作的实质有效传达给本领域中的其他技术人员。虽然在功能上、计算上或逻辑上对这些操作进行了描述,但这些操作应理解为由计算机程序或等效电路、微代码等来实现。此外,将操作的这些布置称为模块有时候也被证明是方便的而不失一般性。所描述的操作和它们的相关模块可以体现在软件、固件、硬件或其任何组合中。

[0102] 可以利用一个或更多个硬件或软件模块单独地或与其他设备组合地来执行或实现本文描述的任何步骤、操作或过程。在一个实施例中,利用包括包含计算机程序代码的计算机可读介质的计算机程序产品来实现软件模块,该计算机程序代码可以由计算机处理器执行,用于执行所描述的任何或全部步骤、操作或过程。

[0103] 实施例也可以涉及用于执行本文的操作的装置。该装置可以被特别构造成用于所需的目的,和/或它可以包括由存储在计算机中的计算机程序选择性地激活或重新配置的通用计算设备。这种计算机程序可以存储在非暂时性的、有形的计算机可读存储介质中、或者适于存储电子指令的任何类型的介质中,这些介质可以耦合到计算机系统总线。此外,说明书中提到的任何计算系统可以包括单个处理器,或者可以是采用多处理器设计以提高计算能力的体系结构。

[0104] 实施例也可以涉及由本文所述的计算过程产生的产品。这样的产品可以包括由计算过程产生的信息,其中信息被存储在非暂时性的、有形的计算机可读介质上且可以包括计算机程序产品或本文所述的其他数据组合的任何实施例。

[0105] 最后,在说明书中使用的语言主要为了可读性和指导目的而被选择,并且它可以不被选择来描绘或限制专利权。因此,意图是本专利权的范围不由该详细描述限制,而是由在基于其的申请上发布的任何权利要求限制。因此,实施例的公开意图对本专利权的范围是说明性的,而不是限制性的,在所附权利要求中阐述了本专利权的范围。

100

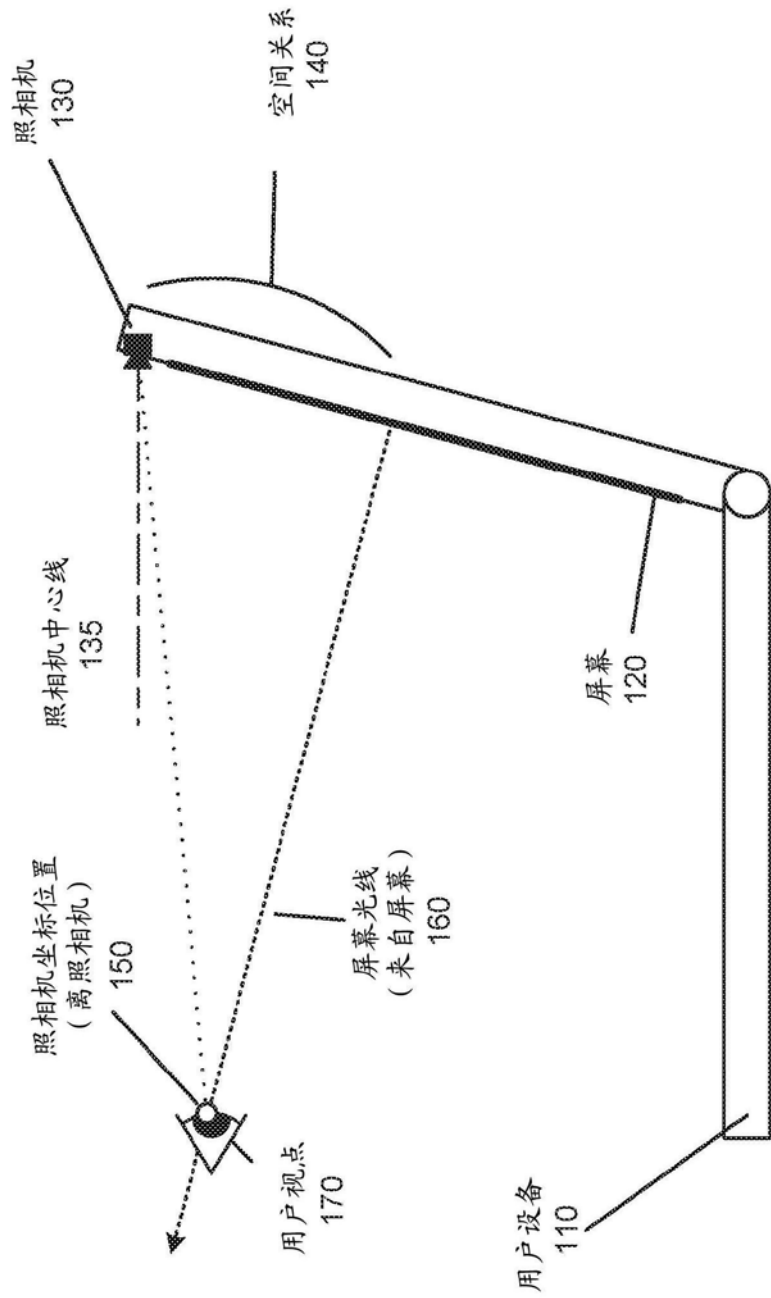


图1A

105

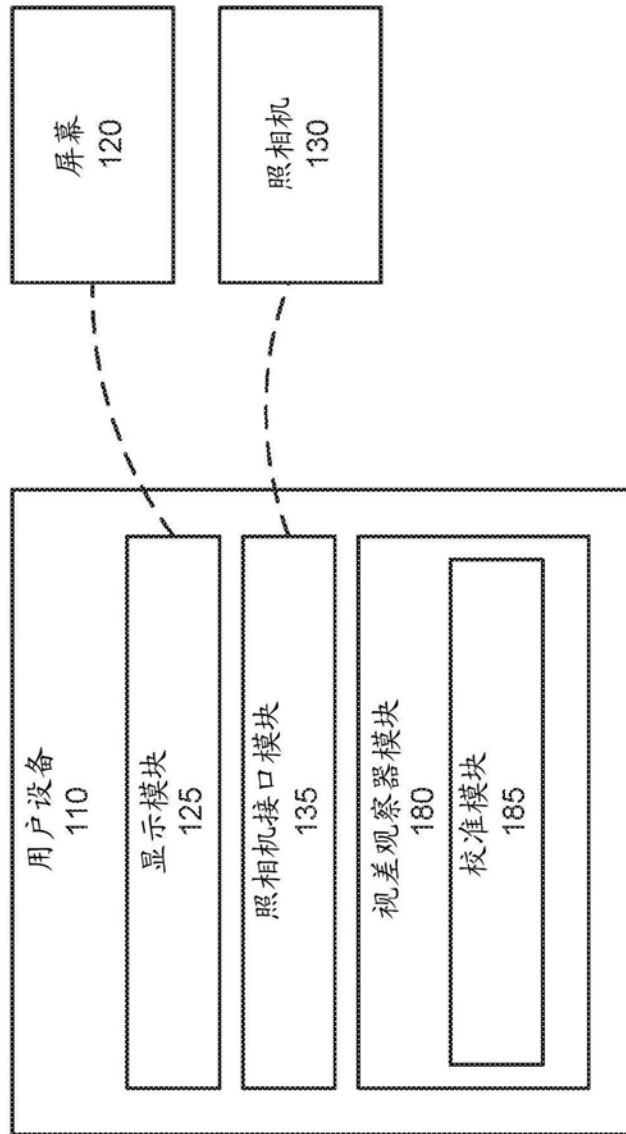


图1B

200

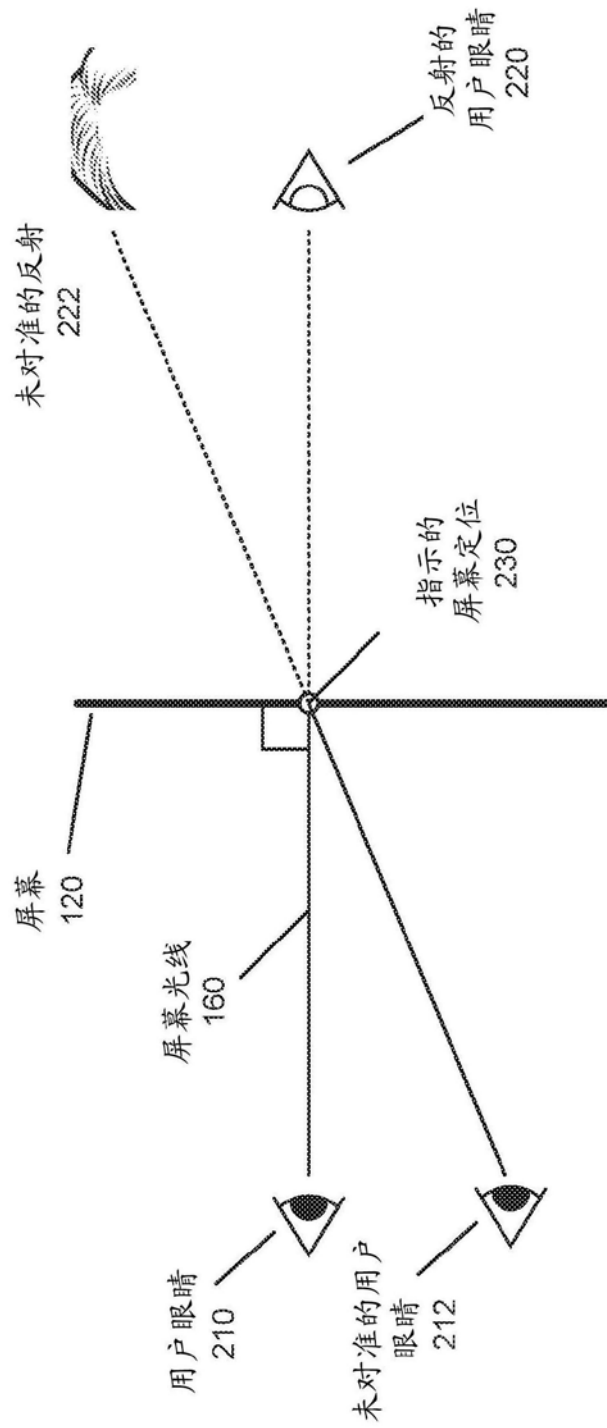


图2

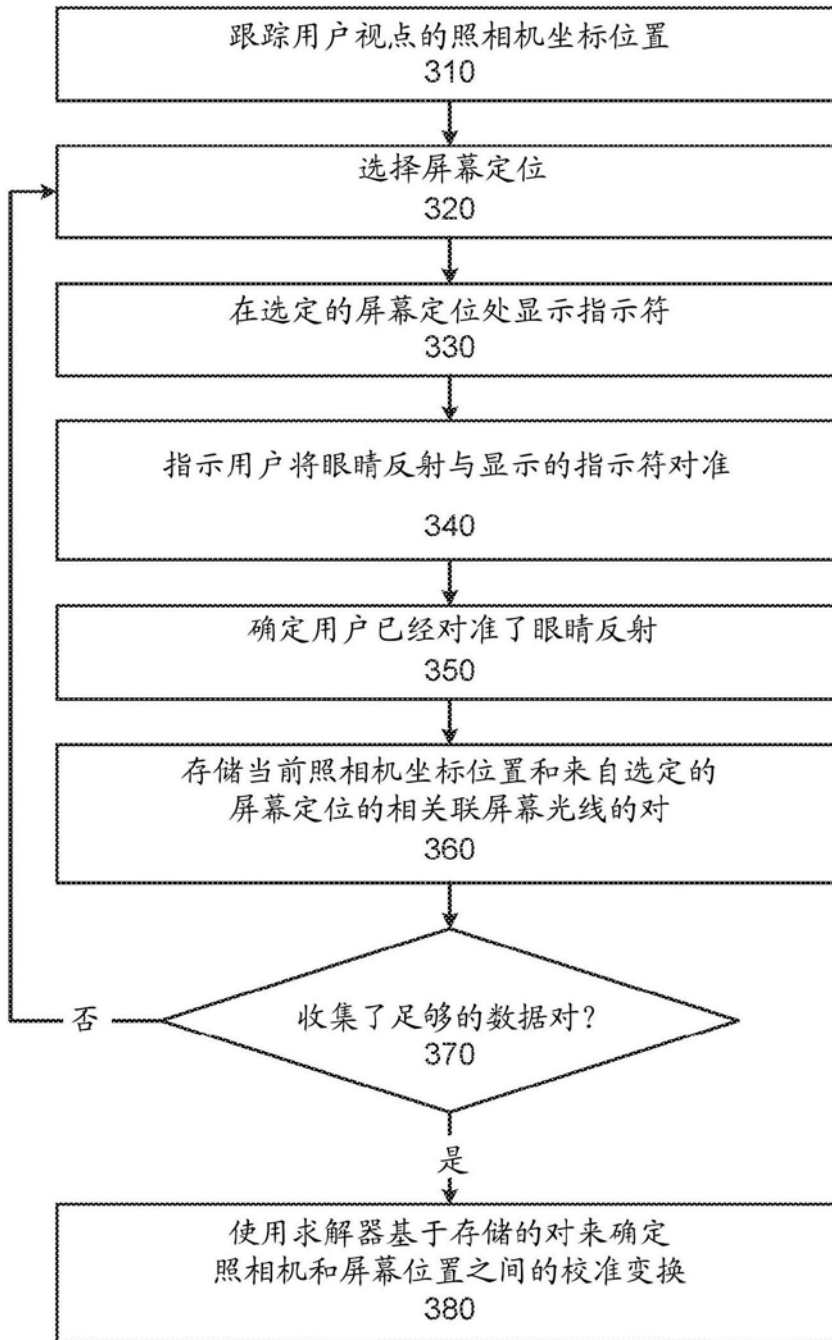


图3

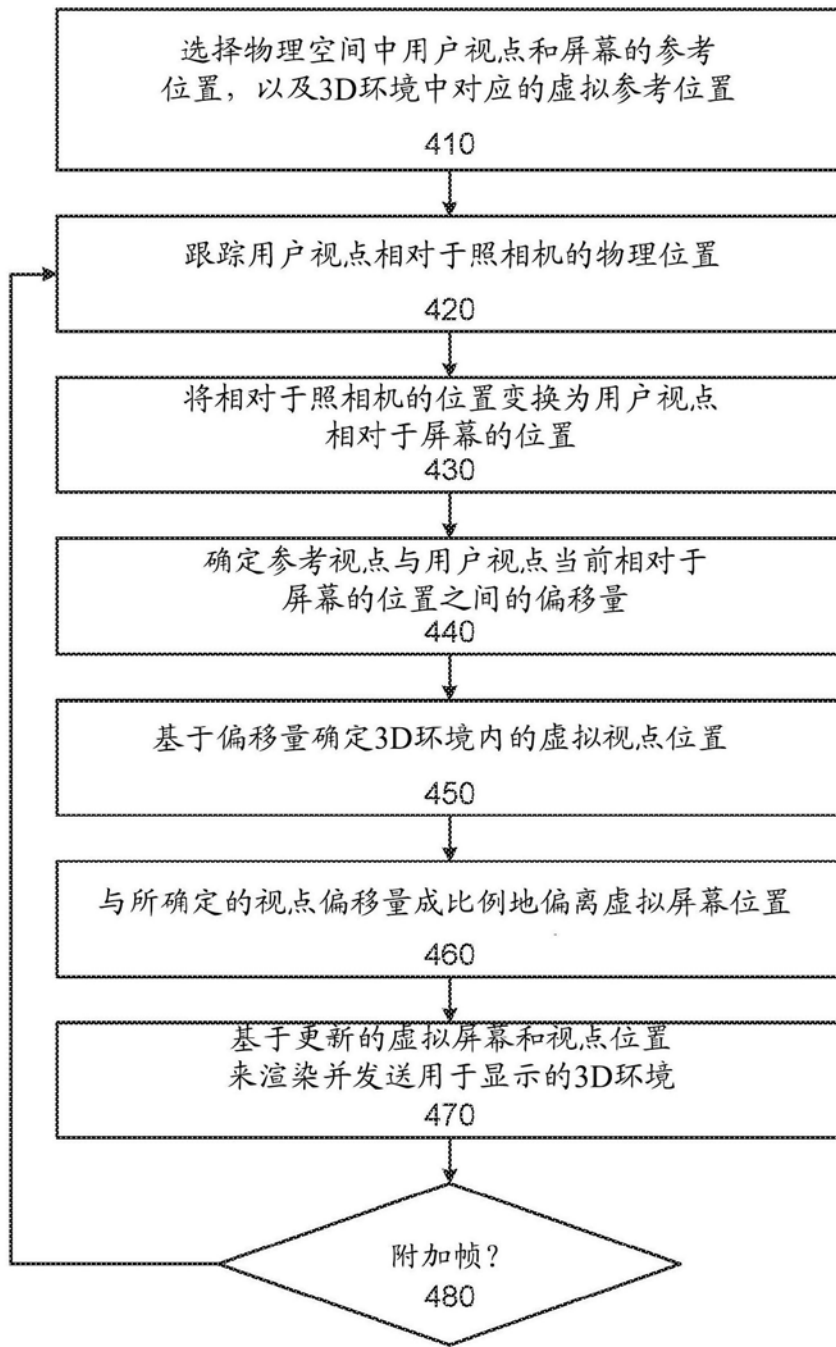


图4

600

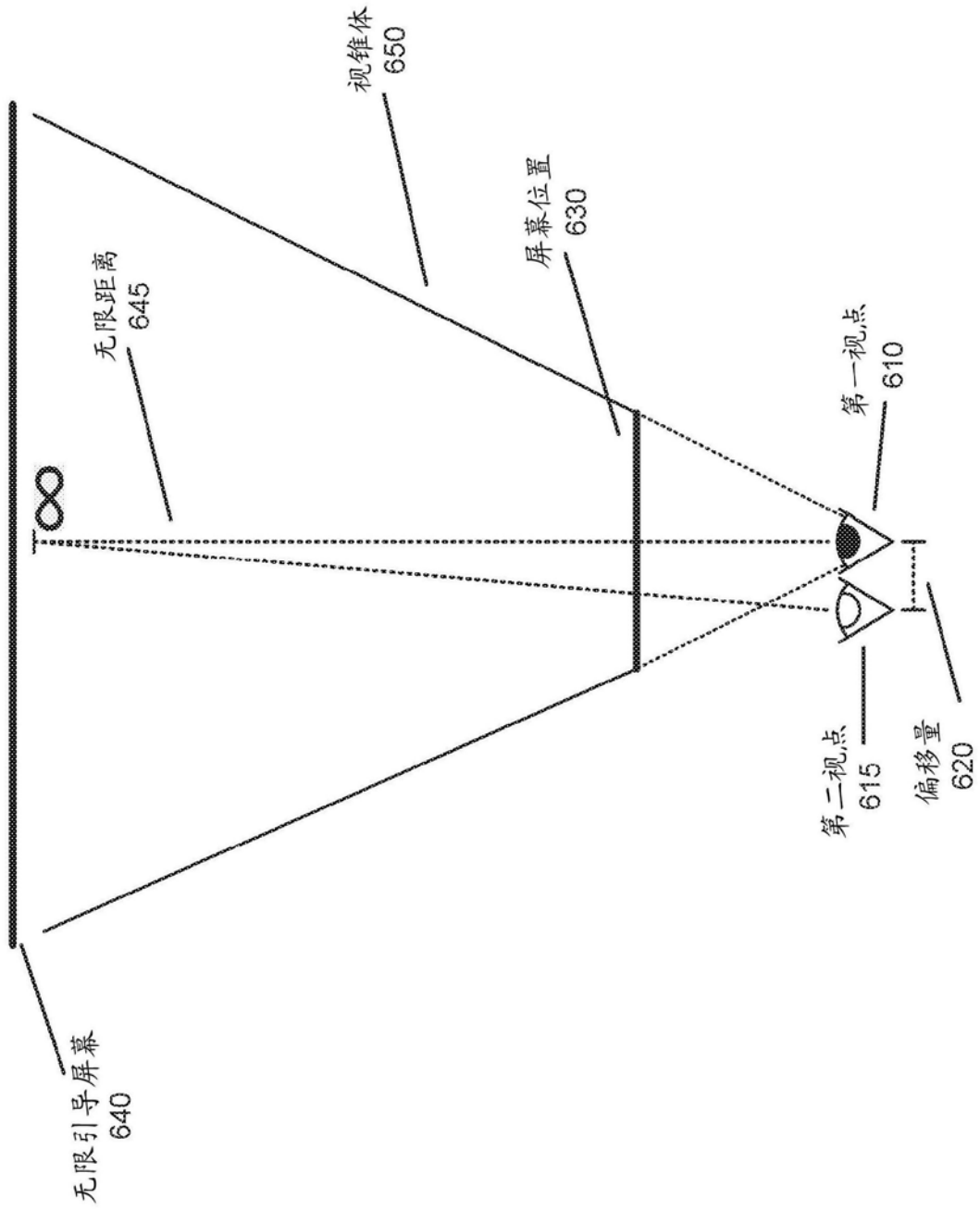


图6

700

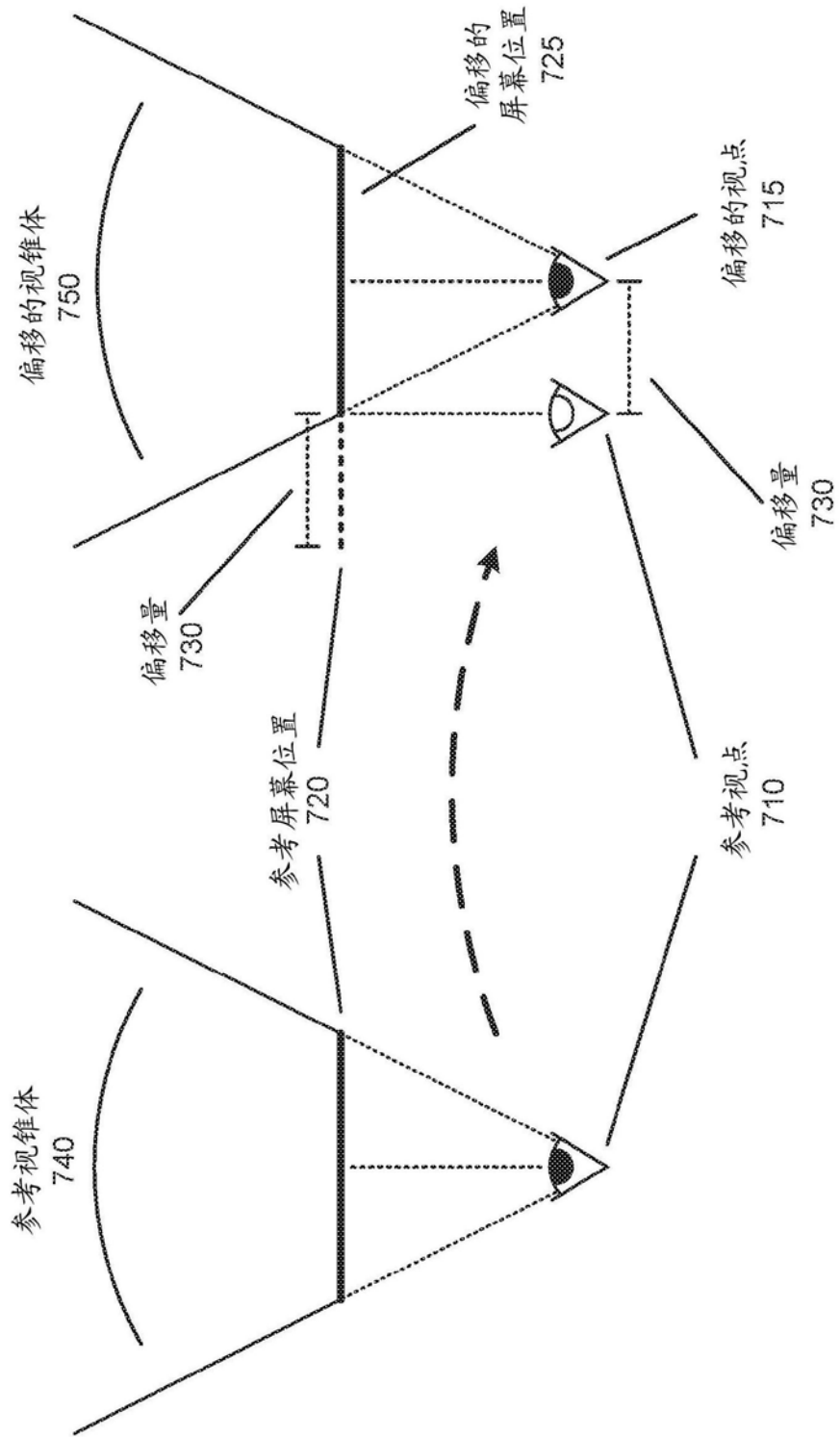


图7

800

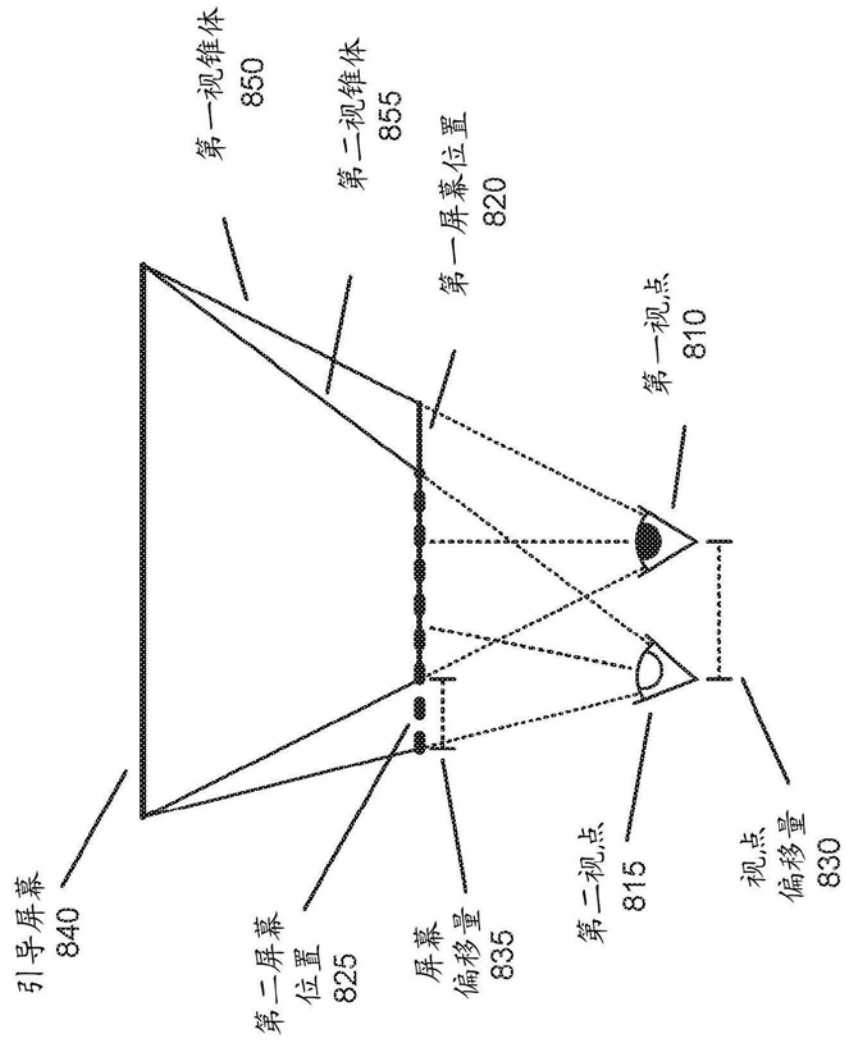


图8

900

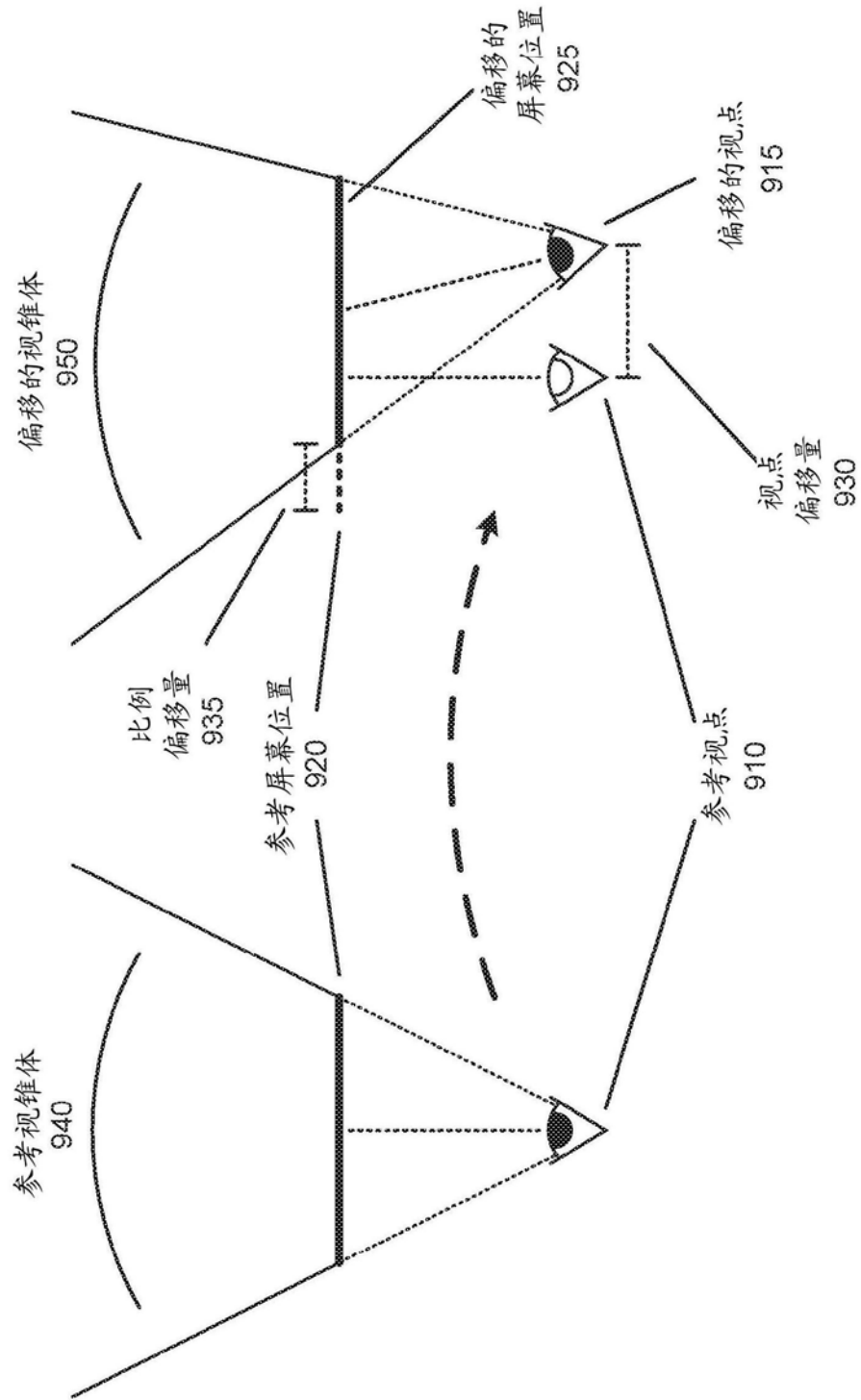


图9