



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108885339 B

(45) 授权公告日 2021.09.28

(21) 申请号 201680077396.7

基兰·瓦拉纳西

(22) 申请日 2016.12.22

(74) 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理

(65) 同一申请的已公布的文献号

有限责任公司 11258

申请公布号 CN 108885339 A

代理人 林强

(43) 申请公布日 2018.11.23

(51) Int.Cl.

(30) 优先权数据

G02B 27/00 (2006.01)

62/273,833 2015.12.31 US

H04N 13/122 (2018.01)

H04N 13/383 (2018.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

G02B 27/01 (2006.01)

2018.06.29

(56) 对比文件

(86) PCT国际申请的申请数据

CN 102457755 A, 2012.05.16

PCT/EP2016/082428 2016.12.22

CN 105244008 A, 2016.01.13

(87) PCT国际申请的公布数据

WO 2013191120 A1, 2013.12.27

W02017/114755 EN 2017.07.06

CN 104766590 A, 2015.07.08

CN 104766590 A, 2015.07.08

(73) 专利权人 汤姆逊许可公司

US 2013335404 A1, 2013.12.19

地址 法国伊西莱穆利欧市

审查员 毛文峰

(72) 发明人 皮特·洛佩兹 约书亚·派恩斯

权利要求书2页 说明书5页 附图5页

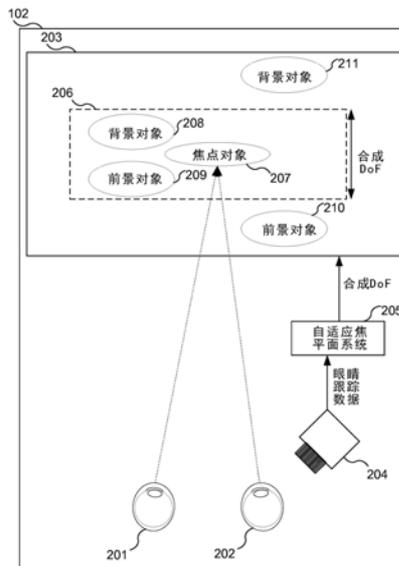
(54) 发明名称

用于使用自适应焦平面渲染虚拟现实的配置

(57) 摘要

虚拟现实装置包括虚拟现实显示屏幕。此外,虚拟现实装置包括跟踪用户的一只或多只眼睛的注视方向以确定虚拟现实显示器中的焦点对象的眼睛跟踪系统。此外,虚拟现实装置包括处理器。虚拟现实装置还包括具有一组指令的存储器,当该指令由处理器执行时,使得虚拟现实装置基于由虚拟现实显示器显示的虚拟现实图像的亮度来估计一只或多只眼睛的一个或多个瞳孔尺寸。虚拟现实装置还被使得基于所估计的一个或多个瞳孔尺寸来确定焦平面。

CN 108885339 B



1. 一种虚拟现实装置(102),包括:
虚拟现实显示器(203);
眼睛跟踪系统(204),跟踪用户的一只或多只眼睛的注视方向以确定虚拟现实显示器(203)中的焦点对象(207);
处理器(401);以及
存储器(403),具有一组指令,当该指令由所述处理器(401)执行时使得所述虚拟现实设备(102):
通过分析与所述虚拟现实图像相关联的帧数据来确定所述虚拟现实图像的特定场景;
确定与所述特定场景相关联的预定亮度;
基于由所述虚拟现实显示器(203)显示的虚拟现实图像的所述预定亮度估计所述一只或多只眼睛的一个或多个瞳孔尺寸;
基于所估计的一个或多个瞳孔尺寸确定焦平面(206);
基于所述焦平面生成合成景深(206);以及
基于所述虚拟现实显示器(203)的一个或多个像素在所述合成景深之外,将模糊效应应用于所述一个或多个像素。
2. 根据权利要求1所述的虚拟现实装置(102),其中,所述处理器(401)还使得所述虚拟现实装置(102)基于所述虚拟现实显示器(203)的一个或多个像素在所述合成景深内,从所述一个或多个像素中移除先前的模糊效应。
3. 根据权利要求1所述的虚拟现实装置(102),其中,所述眼睛跟踪系统(204)包括一个或多个图像捕获设备。
4. 根据权利要求1所述的虚拟现实装置(102),还包括将所述虚拟现实装置(102)安装到用户的头部的安装设备。
5. 根据权利要求1所述的虚拟现实装置(102),其中,所述合成景深之外的一个或多个像素对应于在所述合成景深之外并且在焦点对象(207)之前的前景对象(210)。
6. 根据权利要求1所述的虚拟现实装置(102),其中,所述合成景深之外的一个或多个像素对应于在所述合成景深之外并且在焦点对象(207)之后的背景对象(211)。
7. 一种用于虚拟现实装置的方法,包括:
利用眼睛跟踪系统(204)跟踪用户的一只或多只眼睛的注视方向以确定虚拟现实装置(102)的虚拟现实显示器(203)中的焦点对象(207);
利用处理器(401)通过分析与所述虚拟现实图像相关联的帧数据来确定所述虚拟现实图像的特定场景;
利用所述处理器(401)确定与所述特定场景相关联的预定亮度;
利用所述处理器(401)基于由所述虚拟现实显示器(203)显示的虚拟现实图像的所述预定亮度估计所述一只或多只眼睛的一个或多个瞳孔尺寸;
利用所述处理器(401)基于所估计的一个或多个瞳孔尺寸来确定焦平面(206);
利用所述处理器(401)基于所述焦平面(206)生成合成景深;以及
利用所述处理器(401)基于所述虚拟现实显示器(203)的一个或多个像素在所述合成景深之外,将模糊效应应用于所述一个或多个像素。
8. 根据权利要求7所述的方法,还包括利用所述处理器(401)基于所述虚拟现实显示器

(203)的一个或多个像素在所述合成景深之内,从所述一个或多个像素中移除先前的模糊效应。

9.根据权利要求7所述的方法,其中,所述眼睛跟踪系统(204)包括一个或多个图像捕获设备。

10.根据权利要求7所述的方法,其中,所述虚拟现实装置(102)包括将所述虚拟现实装置(102)安装到用户的头部的安装设备。

11.根据权利要求7所述的方法,其中,所述合成景深之外的一个或多个像素对应于在所述合成景深之外并且在焦点对象(207)之前的前景对象(210)。

12.根据权利要求7所述的方法,其中,所述合成景深之外的一个或多个像素对应于在所述合成景深之外并且在焦点对象(207)之后的背景对象(211)。

13.一种存储计算机可执行程序指令的非暂态计算机可读介质,用于执行方法,所述方法包括:

利用眼睛跟踪系统(204)跟踪用户的一只或多只眼睛的注视方向以确定虚拟现实装置(102)的虚拟现实显示器(203)中的焦点对象(207);

利用处理器(401)通过分析与所述虚拟现实图像相关联的帧数据来确定所述虚拟现实图像的特定场景;

利用所述处理器(401)确定与所述特定场景相关联的预定亮度;

利用所述处理器(401)基于由所述虚拟现实显示器(203)显示的虚拟现实图像的所述预定亮度来估计所述一只或多只眼睛的一个或多个瞳孔尺寸;

利用所述处理器(401)基于估计的一个或多个瞳孔尺寸来确定焦平面(206);

利用所述处理器(401)基于所述焦平面(206)生成合成景深;以及

利用所述处理器(401)基于所述虚拟现实显示器(203)的一个或多个像素在所述合成景深之外,将模糊效应应用于所述一个或多个像素。

用于使用自适应焦平面渲染虚拟现实的配置

技术领域

[0001] 本公开总体上涉及计算系统的领域。更具体地，本公开涉及虚拟现实系统。

背景技术

[0002] 虚拟现实(“VR”)系统模拟真实世界环境中的用户的物理存在。该模拟是通过向用户提供各种感官体验(例如视觉、声音、触觉、气味等)来人为生成。

[0003] 一些当前VR系统经由立体显示设备来实现。立体显示设备通过立体视觉提供图像中的深度错觉,即,向用户的第一只眼睛呈现第一图像,并向用户的第二只眼睛呈现第二图像以从2D图像人工生成3D图像。

[0004] VR眼镜是利用立体视觉的VR系统的示例。例如,VR眼镜通常包括头戴式显示屏幕,其覆盖用户双眼的直接和周边视觉。VR眼镜显示相同3D场景的两幅图像,然后由计算机图形系统合成相应数量的视差,以现实的方式呈现3D场景。视差是从两个不同的视线观看的物体的感知位置的差异。3D场景的现实渲染通常对附近的对象具有较大的视差,对远处的对象具有较小的视差。一些VR系统还可以利用立体图像捕获装备来捕获图像以供VR眼镜显示。立体图像捕获装备将图像捕获为三百六十度全景图,使得当利用VR系统的观看者利用VR系统环顾VR系统提供的虚拟环境中的不同对象时,可以执行头部旋转。

发明内容

[0005] 虚拟现实装置包括虚拟现实显示屏幕。此外,虚拟现实装置包括跟踪用户的一只或多只眼睛的注视方向以确定虚拟现实显示器中的焦点对象的眼睛跟踪系统。此外,虚拟现实装置包括处理器。虚拟现实装置还包括具有一组指令的存储器,当该指令由处理器执行时,使得虚拟现实装置基于由虚拟现实显示器显示的虚拟现实图像的亮度来估计一只或多只眼睛的一个或多个瞳孔尺寸。虚拟现实装置还被使得基于所估计的一个或多个瞳孔尺寸来确定焦平面。此外,使虚拟现实装置基于焦平面生成合成景深。此外,使虚拟现实装置基于虚拟现实显示器的一个或多个像素在合成景深之外,将模糊效应应用于该一个或多个像素。

[0006] 此外,过程利用眼睛跟踪系统跟踪用户的一只或多只眼睛的注视方向,以确定虚拟现实装置的虚拟现实显示器中的焦点对象。此外,该过程利用处理器基于由虚拟现实显示器显示的虚拟现实图像的亮度来估计一只或多只眼睛的一个或多个瞳孔尺寸。该过程还利用处理器基于估计的一个或多个瞳孔尺寸来确定焦平面。此外,该过程利用处理器基于焦平面生成合成景深。此外,该过程利用处理器基于虚拟现实显示器的一个或多个像素在合成景深之外,将模糊效应应用于该一个或多个像素。

附图说明

[0007] 参考以下结合附图的描述,本公开的上述特征将变得更加明显,其中相同的附图标记表示相同的元件,并且其中:

- [0008] 图1示出了其中用户利用头戴式VR设备来观看VR环境的VR配置；
- [0009] 图2示出了如由图1所示的用户观看的VR头戴式设备的内部组件的顶视图；
- [0010] 图3示出具有不同焦平面和相应的景深(“DoF”)的VR头戴式设备的内部组件的顶视图；
- [0011] 图4示出了图2和3中所示的自适应焦平面系统的内部组件；
- [0012] 图5示出了由自适应焦平面系统利用的基于亮度来调整焦平面的过程。

具体实施方式

[0013] 提供了用于使用自适应焦平面渲染VR的配置。虽然先前的VR系统能够在利用计算机图形管线来点亮和渲染3D世界几何的合成3D场景的环境中生成视差,但是这类VR系统通常将所有对象显示在焦点处。换言之,所有虚拟对象都保持在用户所关注的对象的前景和背景中的焦点处。因为人视觉系统除了视差之外还依赖于焦平面,所以这样的环境具有不现实的外观。换言之,现实的环境具有在一个特定深度的焦平面上的对象,该对象对用户来说是清晰的,而位于前景或背景中的平面上的对象有一定程度的模糊。

[0014] 尽管各种系统已经尝试通过跟踪用户的眼睛并测量瞳孔扩张来确定要清晰地显示的焦点的对象和将应用模糊的其他对象,从而将模糊应用于虚拟环境的部分,但是这样的系统通常利用复杂的图像处理。例如,这样的系统分析瞳孔的图像,以确定瞳孔是否扩张以应用更多的模糊来模拟低DoF,即,由于大瞳孔扩张得到对象在焦点中的前方和后方的深度使得深度在焦点中可察觉,或确定瞳孔是否收缩以减少模糊来模拟小瞳孔扩张的高DoF。换言之,DoF测量场景中最近和最远对象之间的距离,该距离应该反应在焦点上,而在该距离之外的对象应该有一定程度的模糊。相反,用自适应焦平面渲染VR的配置基于虚拟场景的亮度来估计用户瞳孔的直径。因此,VR系统的计算效率(例如处理速度)得到改善,因为瞳孔直径估计比瞳孔扩张的图像处理更有效。此外,与先前的VR系统相比,用于利用自适应焦平面渲染VR的配置降低了先前的VR系统的成本,因为用于复杂图像分析的设备对于用自适应焦平面渲染VR的配置是不必要的。

[0015] 用自适应焦平面渲染VR的配置还比先前的VR系统更精确。例如,真实户外场景中的用户的瞳孔将被收缩,使得场景中的所有对象都处于焦点。当在VR环境中观看相似的场景时,用户可能会降低显示器的亮度,这可能导致瞳孔扩张,这与真实世界场景的不相称。先前的VR系统基于测量的瞳孔扩张将模糊应用于前景和背景对象,即使用户正在看向虚拟环境中明亮地照亮的场景。换言之,用户可能期望将虚拟场景中的所有对象在焦点中进行观看,但是由于先前的VR系统利用测量的瞳孔扩张用于模糊应用,所以可能观看到关于某些前景和背景对象的模糊。相反,由于场景的亮度被用作模糊应用的标准,所以用于用自适应焦平面渲染VR的配置通过为模糊应用提供更高的准确度,而改善了先前的VR系统。例如,由于阳光照射的VR场景的亮度未被用户改变,所以用于用自适应焦平面渲染VR的配置将不会向用户已经降低了显示亮度的阳光照射的VR场景施加尽可能多的模糊。

[0016] 图1示出了用户101利用头戴式VR设备102来观看VR环境的VR配置100。如图5所示,用户101观看位于头戴式安装的VR设备102中的VR显示屏幕203。在各种实施例中,VR环境已经捕获真实世界图像的立体图像,其在VR环境中被渲染为合成图像。用户101可以经由各种形式(例如头部转动、向位于头戴式VR设备102上的麦克风提供语音输入、向位于头戴式VR

设备102上的致动器提供触摸输入、向位于VR头戴式设备102附近的致动器提供触摸输入等)操纵VR环境。可以使用各种头戴式安装设备(例如带条配置)来实现将VF设备102到用户101的头部的头戴式安装。尽管VR配置100被图示为利用头戴式VR设备102,但VR系统的各种其他实施例包括VR显示屏幕,该VR显示屏幕位于距离用户一定距离处并基于跟踪的用户相对于VR显示屏幕的头部移动来改变VR环境。因此,VR配置100不限于特定的VR系统。

[0017] 图2示出了由图1所示的用户101观看的VR头戴式设备102的内部组件的俯视图。用户101观看显示屏幕203以感知VR环境中的各对象207-211。例如,用户101的左眼201和右眼202注视焦点对象207。眼睛跟踪系统204(例如,一个或多个图像捕获设备)捕获眼睛201和202的注视以确定焦点对象207。眼睛跟踪系统204将捕获的眼睛跟踪数据提供给自适应焦平面系统205。

[0018] 在各种实施例中,眼睛跟踪系统204可以具有用于眼睛201和202中的每一个的照相机坐标系统,例如x和y坐标。世界几何可以根据照相机坐标系统来向眼睛201和202呈现,使得眼睛201和202中的每一个被认为处于世界几何的原点。眼睛跟踪系统204根据VR显示屏幕203上的(x,y)像素坐标来估计每只眼睛201和202的观看方向。

[0019] 自适应焦平面系统205利用捕获的眼睛跟踪数据的观看方向来估计眼睛201和202的焦平面206。在各种实施例中,自适应焦平面系统205将焦平面206估计为单个焦平面206,该单个焦平面206是基于眼睛201和202注视焦点对象207的同一点。在各种其它实施例中,自适应焦平面系统205针对眼睛201和202中的每一个估计不同焦平面,该不同的焦平面是基于眼睛201和202凝视着VR环境中的同一对象的或不同对象的不同点。

[0020] 自适应焦平面系统205然后基于VR显示屏幕203的亮度来估计眼睛201和202的瞳孔扩张。例如,如果VR显示屏幕203发射具有低亮度的图像,则自适应焦平面系统205可以估计眼睛201和202的大的瞳孔扩张。这种瞳孔收缩与具有最少照明的真实世界场景的瞳孔扩张相关。如另一示例,如果VR显示屏幕203发射具有大的亮度的图像,则自适应焦平面系统205可以生成眼睛201和202的小的瞳孔扩张。这种瞳孔扩张与具有最优照明或近乎最优照明的真实世界场景的瞳孔收缩相关,使得瞳孔扩张对于感知该真实世界场景中的对象是不必要的。

[0021] 自适应焦平面系统205基于估计的焦平面206生成合成DoF。自适应焦平面系统205允许或修改在合成DoF内的对象的像素为清晰的,而如果模糊尚未被应用,则自适应焦平面系统205将模糊应用于合成DoF外部的对象。例如,焦点对象207的像素未被修改或被自适应焦平面系统205修改以移除任何模糊,因为焦点对象207旨在被用户101清楚地观看和感知。此外,合成DoF内的前景对象和/或背景对象还旨在被用户101清楚地观看和感知。因此,自适应焦平面系统205允许或修改这些对象的像素而没有任何模糊。

[0022] 由图2所示的DoF的示例是基于由VR显示屏幕203发射的低亮度的估计显著瞳孔扩张而得到的低DoF。例如,DoF被图示为仅从焦点对象207向前和向后延伸最小距离,即小于VR显示屏幕203的整体。因此,自适应焦平面系统205不将模糊应用与存在于DoF内的前景对象209和背景对象208,而是将模糊应用于DoF外部的的前景对象210和背景对象211。

[0023] 在各种实施例中,由于由VR显示屏幕203显示的VR环境的图像是合成图像,因此亮度是预定的。换言之,即使用户调整诸如亮度的各种输入,特定场景的亮度也不会改变。例如,可以将亮度场景值编码成提供给自适应焦平面系统205的视频帧(例如通过流式传输、

下载等),使得自适应焦平面系统205确定与特定场景相关联的预定亮度。在各种实施例中,自适应焦平面系统205可通过分析由VR显示屏幕203显示的与特定VR场景相关联的代码,分析从VR显示屏幕203接收的元数据,执行图像分析以确定被预定与特定图像相关联的场景等。

[0024] 模糊数据由自适应焦平面系统205确定,其可以将这样的数据发送到VR显示屏幕203用于渲染。换言之,自适应焦平面系统205可以改变显示数据以模糊合成DoF外部的某些对象或部分对象。VR显示屏幕203然后可以渲染改变的数据。

[0025] 虽然自适应焦平面系统205被图示为单个系统,但是在各种实施例中,可以利用多系统来执行自适应焦平面系统205的功能。例如,第一系统可以基于亮度估计瞳孔尺寸,第二系统可以基于瞳孔尺寸估计来确定焦平面或适应现有焦平面,第三系统可以基于焦平面生成合成DoF,并且第四系统可以基于合成DoF来执行模糊应用。可以利用各种其他数量的系统来执行不同的功能。

[0026] 自适应焦平面系统205使焦平面适应各种瞳孔大小估计。图3示出了具有不同的焦平面301和相应的DoF的VR头戴式设备102的内部组件的顶视图。如示例,图3的自适应焦平面系统205估计眼睛201和202的小的瞳孔扩张,即,由于VR显示屏幕203发射的最优或近似最优亮度导致的瞳孔收缩。结果,自适应焦平面系统205计算高DoF,使得所有对象207-211通过VR显示装置203被清楚地渲染。

[0027] 图4示出了图2和3中所示的自适应焦平面系统205的内部组件。自适应焦平面系统205包括处理器401、诸如例如音频/视频输出和音频/视频输入之类的各种输入/输出设备402、存储设备、包括但不限于磁带驱动器、软盘驱动器、硬盘驱动器或光盘驱动器、接收器,发射器、扬声器、显示器、图像捕获传感器,例如在数字照相机或数字摄像机中使用的那些、时钟、输出端口、诸如键盘、键板、鼠标等的用户输入设备,或用于捕获语音命令的麦克风、例如随机存取存储器(“RAM”)和/或只读存储器(“ROM”)等的存储器403、数据存储设备404、以及合成DoF生成代码405。

[0028] 处理器401可以是被特定配置为执行合成DoF生成代码405以生成合成DoF的专用处理器,该合成DoF被用来确定VR场景的哪些部分模糊或不模糊。与利用计算密集型图像处理来确定瞳孔扩张的先前计算系统相比,处理器401利用基于亮度数据的更加计算有效的瞳孔扩张估计。因此,处理器401通过改善对渲染现实VR场景的模糊应用的处理速度来改善计算机的功能。

[0029] 此外,与通过经由图像处理确定瞳孔扩张相比,处理器401通过利用亮度值来生成更精确的合成DoF来改善计算机的准确性。换言之,处理器401基于预定的合成图像的特定亮度值而不是由用户101可能已调整并且可能对瞳孔扩张有影响的特定亮度级别来确定应该是什么样的瞳孔扩张。因此,合成图像的亮度的使用是比瞳孔扩张用于生成合成DoF的更准确的决定因素,瞳孔扩张可能受到其他约束(例如,亮度调整)的影响。

[0030] 图5示出了自适应焦平面系统205利用基于亮度来调整焦平面的过程500。在过程块501处,过程500利用眼睛跟踪系统204跟踪用户101的一只或多只眼睛201和202的注视方向,以确定虚拟现实装置102的虚拟现实显示器203中的焦点对象207。此外,在过程块502处,过程500利用处理器401基于由虚拟现实显示器203显示的虚拟现实图像的亮度来估计一只或多只眼睛201和202的一个或多个瞳孔尺。在过程块503处,过程500还利用处理器401

基于估计的一个或多个瞳孔尺寸来确定焦平面206。此外,在处理块504处,处理500利用处理器401基于焦平面206生成合成DoF。此外,在处理块505处,处理500利用处理器401基于在合成景深之外的一个或多个像素而对虚拟现实显示器203的一个或多个像素施加模糊效应。

[0031] 本文描述的过程可以由图4中所示的处理器401来实现。这样的处理器将在汇编、编译或机器级别执行指令以执行这些过程。这些指令可以由本领域的普通技术人员在对与过程相对应的附图的描述之后写入,并且在诸如计算机可读存储设备之类的计算机可读介质上存储或发送。这些指令也可以使用源代码或任何其他已知的计算机辅助设计工具来创建。计算机可读介质可以是能够携带这些指令的任何介质,并且包括CD-ROM、DVD、磁盘或其他光盘、磁带、硅存储器、例如可移动、不可移动、易失性或非易失性、通过有线或无线传输本地或通过网络远程传输的打包或非打包的数据。本文的计算机旨在包括具有如上所述的通用、多用途或单用途处理器的任何设备。

[0032] 尽管本文描述的配置直接针对VR系统,但是这样的配置也可以用在增强现实(“AR”)系统的上下文中。AR系统通常利用将真实世界图像上的虚拟图像重叠的显示系统,例如头戴式安装系统(诸如一副眼镜)。因此,用户能够通过虚拟图像覆盖来观看真实世界的场景。本文提供的配置可以被用于基于根据该虚拟图像的亮度值生成的瞳孔扩张估计来调整虚拟图像的焦平面,使得虚拟图像看起来更真实。

[0033] 使用“和/或”和“至少一个”(例如,在“A和/或B”和“A和B中的至少一个”的情况下)旨在包括仅第一所列出的选项(A)的选择、或仅第二所列选项(B)的选择,或两个选项(A和B)的选择。如另一示例,在“A、B和/或C”和“A、B和C中的至少一个”的情况下,这样的措辞旨在包括仅第一所列出的选项(A)的选择,或仅第二所列出的选项(B)的选择,或仅第三所列出的选项(C)的选择,或仅第一和第二所列出的选项(A和B)的选择,或仅第一和第三所列出的选项(A和C)的选择,或仅第二和第三所列出的选项(B和C)的选择,或所有三个选项(A和B和C)的选择。这可能会延伸到列出的项目数量。

[0034] 应该理解,本文描述的过程、系统、设备和计算程序产品也可以应用于其他类型的过程、系统、装置和计算机程序产品中。本领域的技术人员将认识到,在不脱离本过程和系统的范围和精神的情况下,可以配置本文描述的过程、系统、装置和计算机程序产品的实施例的各种改变和修改。因此,应当理解,在所附权利要求的范围内,本过程、系统、装置和计算机程序产品可以除了此具体描述的之外的方式来实践。

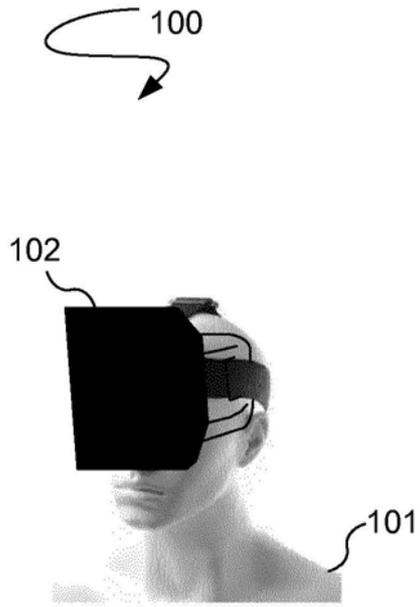


图1

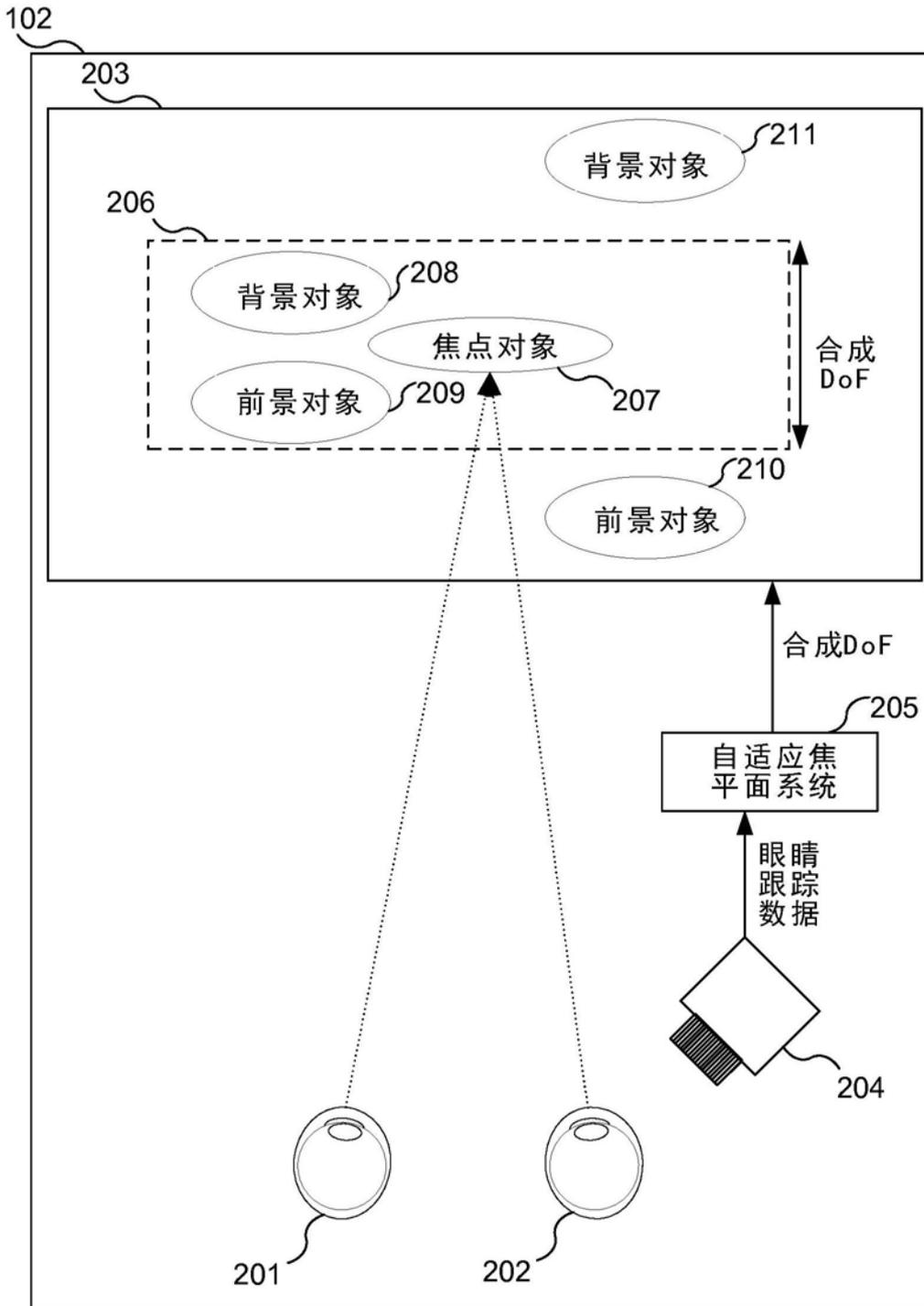


图2

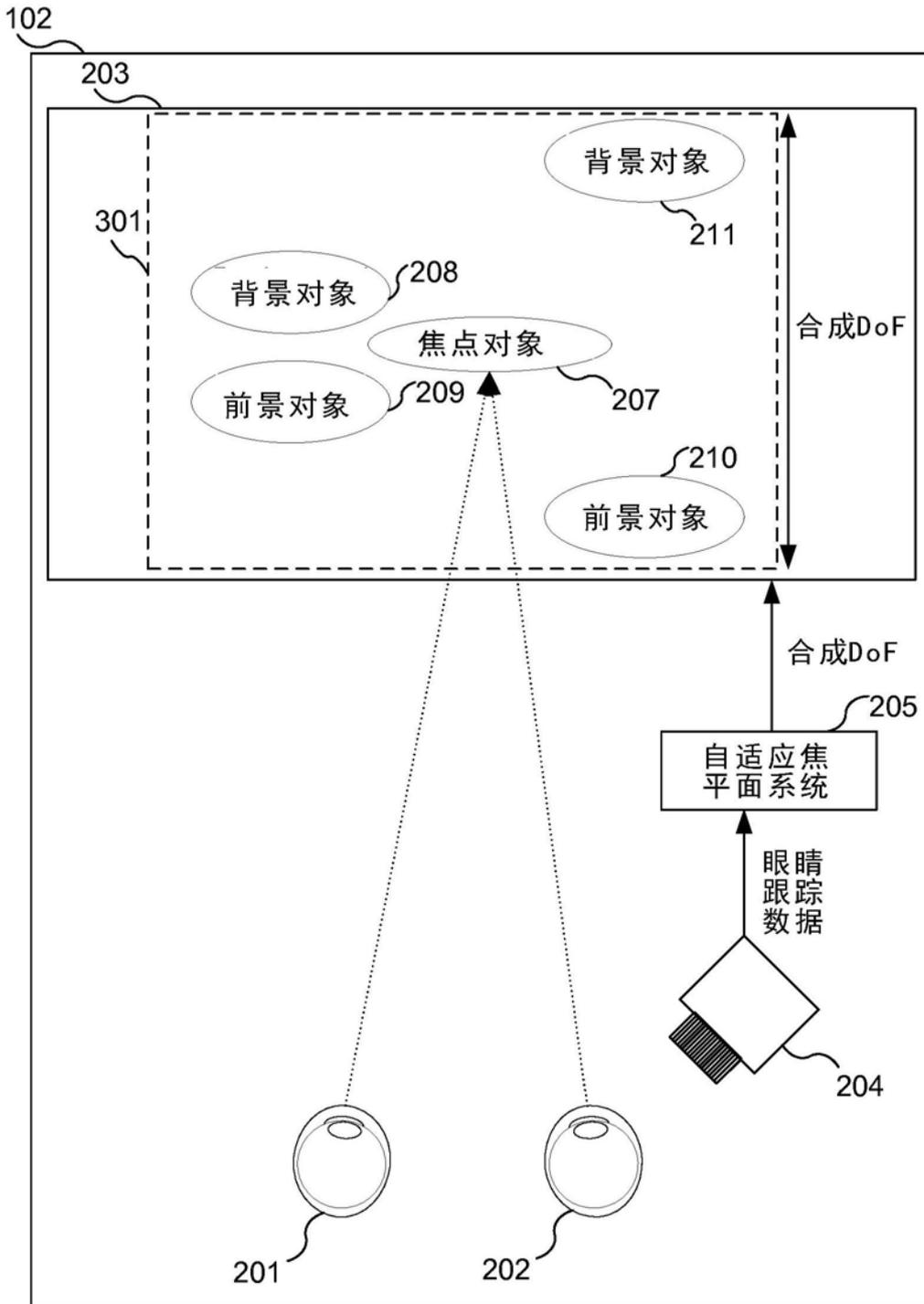


图3

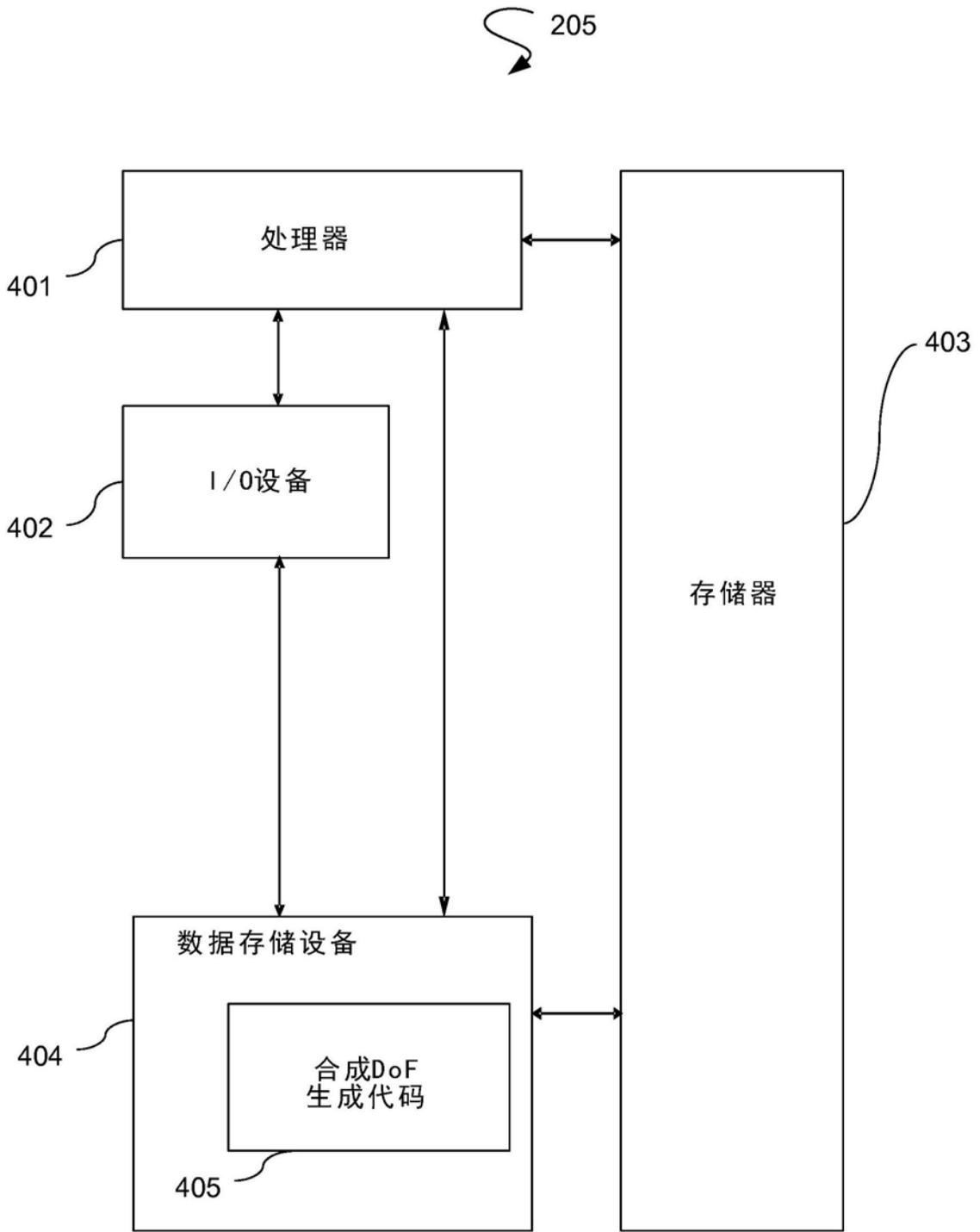


图4

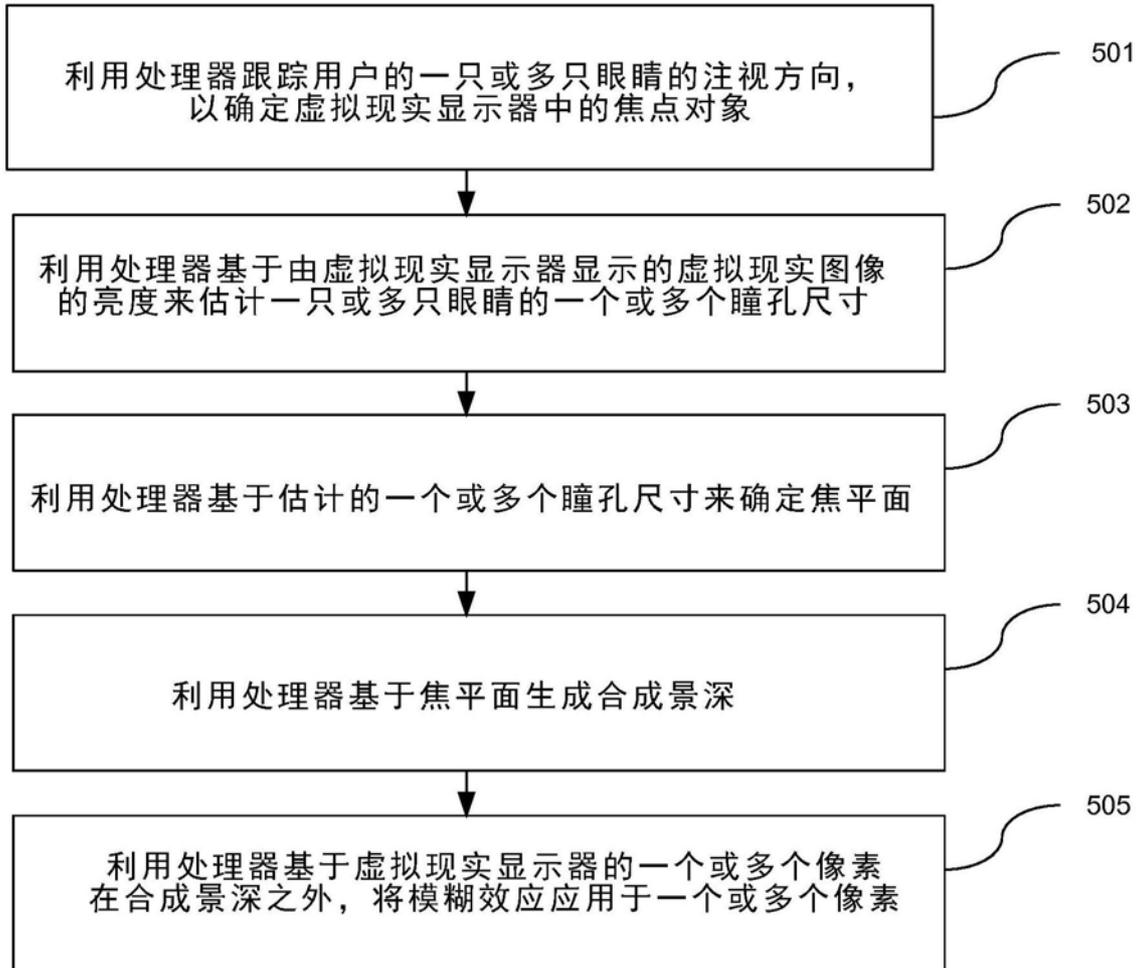


图5