



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110199318 B

(45) 授权公告日 2023.03.07

(21) 申请号 201780084001.0

(51) Int.CI.

(22) 申请日 2017.07.27

G06T 7/50 (2017.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

B60W 40/08 (2012.01)

申请公布号 CN 110199318 A

G06T 7/00 (2017.01)

(43) 申请公布日 2019.09.03

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

CN 106463065 A, 2017.02.22

2017-048503 2017.03.14 JP

CN 105829965 A, 2016.08.03

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

CN 1937763 A, 2007.03.28

2019.07.18

CN 105227847 A, 2016.01.06

(86) PCT国际申请的申请数据

CN 105678802 A, 2016.06.15

PCT/JP2017/027245 2017.07.27

JP 2016045713 A, 2016.04.04

(87) PCT国际申请的公布数据

JP 2015194884 A, 2015.11.05

W02018/167996 JA 2018.09.20

US 2008069403 A1, 2008.03.20

(73) 专利权人 欧姆龙株式会社

US 9338363 B1, 2016.05.10

地址 日本京都

US 2015042839 A1, 2015.02.12

(72) 发明人 日向匡史 谢访正树

US 2013308005 A1, 2013.11.21

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司 11240

JP 2015170306 A, 2015.09.28

专利代理人 潘树志

US 2015092091 A1, 2015.04.02

尤玉虎等.基于图像处理的自动对焦技术综述.《激光与红外》.2013,第43卷(第2期),第132-136页.

(续)

审查员 沈怡然

权利要求书1页 说明书11页 附图5页

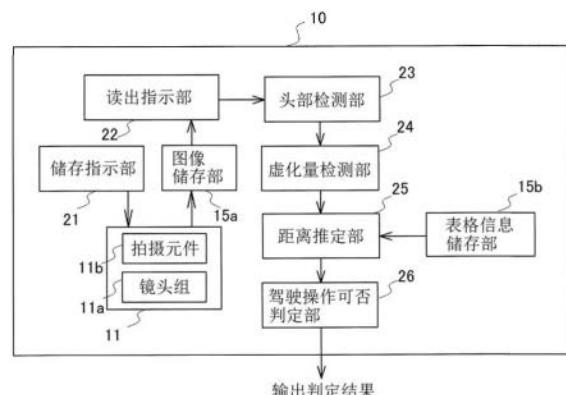
(54) 发明名称

驾驶员状态推定装置以及驾驶员状态推定方法

(57) 摘要

本发明的目的在于提供一种不需检测图像中的驾驶员的脸部区域中心位置就可以推定到驾驶员的头部位置的距离的驾驶员状态推定装置,具备可以拍摄坐在驾驶席的驾驶员的单目相机11、储存部15、CPU12,储存部15具备储存单目相机11所拍摄的图像的图像储存部15a,CPU12具备检测从图像储存部15a读出的图像中的驾驶员的头部的头部检测部23、检测头部检测部23检测出的所述图像中的驾驶员的头部的虚化量的虚化量检测部24和利用虚化量检测部24检测出的

CN 110199318 B



[转续页]

[接上页]

(56) 对比文件

于合龙等.基于双目视觉的植物叶片三维形态与光照度同步测量.《农业工程学报》.2016,第32卷(第10期),第149-156页.

M. Junaid Amin et al..Active depth

from defocus system using coherent illumination and a no moving parts camera.《Optics Communications》.2016,第359卷第135-145页.

1. 一种驾驶员状态推定装置,是利用拍摄的图像推定驾驶员状态的驾驶员状态推定装置,其特征在于,

所述驾驶员状态推定装置具备:

可以拍摄坐在驾驶席的驾驶员的拍摄部和至少一个硬件处理器,所述至少一个硬件处理器具备:

检测所述拍摄部拍摄的图像中的驾驶员的头部的头部检测部;

检测所述头部检测部检测出的所述图像中的驾驶员的头部的虚化量的虚化量检测部;

利用所述虚化量检测部检测出的所述虚化量,推定从坐在所述驾驶席的驾驶员的头部到所述拍摄部的距离的距离推定部,

所述距离推定部考虑从所述拍摄部拍摄的按照时间序列取得的多张图像中检测出的所述驾驶员的脸部区域的大小变化,推定从坐在所述驾驶席的驾驶员的头部到所述拍摄部的距离,

所述至少一个硬件处理器还具备利用所述距离推定部推定的所述距离,判定坐在所述驾驶席的驾驶员是否处于可以进行驾驶操作的状态的驾驶操作可否判定部。

2. 根据权利要求1所述的驾驶员状态推定装置,其特征在于,所述驾驶员状态推定装置具备表格信息储存部,所述表格信息储存部中储存显示从坐在所述驾驶席的驾驶员的头部到所述拍摄部的距离与所述拍摄部拍摄的所述驾驶员的图像的虚化量之间的相关关系的表格信息,

所述距离推定部将所述虚化量检测部检测出的所述虚化量与从所述表格信息储存部中读出的所述表格信息相对照,推定从坐在所述驾驶席的驾驶员的头部到所述拍摄部的距离。

3. 根据权利要求1或者权利要求2所述的驾驶员状态推定装置,其特征在于,所述拍摄部能够与坐在所述驾驶席的驾驶员的位置姿势的变化相对应地,拍摄所述驾驶员的头部的虚化程度不同的图像。

4. 一种驾驶员状态推定方法,是利用具备可以拍摄坐在驾驶席的驾驶员的拍摄部和至少一个硬件处理器的装置,推定坐在所述驾驶席的驾驶员的状态的驾驶员状态推定方法,其特征在于,

所述至少一个硬件处理器实行:

检测所述拍摄部拍摄的图像中的驾驶员的头部的头部检测步骤;

检测所述头部检测步骤检测出的所述图像中驾驶员的头部的虚化量的虚化量检测步骤;

利用所述虚化量检测步骤检测出的所述虚化量,推定从坐在所述驾驶席的驾驶员的头部到所述拍摄部的距离的距离推定步骤,

所述距离推定步骤是考虑从所述拍摄部拍摄的按照时间序列取得的多张图像中检测出的所述驾驶员的脸部区域的大小变化,推定从坐在所述驾驶席的驾驶员的头部到所述拍摄部的距离的步骤,

还实行利用所述距离推定步骤推定的所述距离,判定坐在所述驾驶席的驾驶员是否处于可以进行驾驶操作的状态的驾驶操作可否判定步骤。

## 驾驶员状态推定装置以及驾驶员状态推定方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及驾驶员状态推定装置以及驾驶员状态推定方法,更具体地,涉及能够利用拍摄的图像推定驾驶员状态的驾驶员状态推定装置以及驾驶员状态推定方法。

### 背景技术

[0002] 以往以来就有由车厢内的相机拍摄的驾驶员的图像检测驾驶员动作、视线等的状态,进行驾驶员所必要的信息提示、警告等的技术的开发。

[0003] 另外,有观点认为在近几年开发得以发展的自动驾驶系统中,对为了在自动驾驶时顺利地从自动驾驶向手动驾驶交接而推定驾驶员是否是处在可以进行驾驶操作的状态的技术有需求,解析车厢内相机所拍摄的图像,开发推定驾驶员状态的技术在不断发展。

[0004] 为了推定驾驶员的状态,需要检测驾驶员头部位置的技术。比如在专利文件1中公开了检测车厢内相机所拍摄的图像中的驾驶员的脸部区域,基于检测出的脸部区域,推定驾驶员的头部位置的技术。

[0005] 上述驾驶员头部位置的具体推定方法是首先检测头部位置相对于车厢内相机的角度。所述头部位置的角度的检测方法是检测图像上脸部区域的中心位置,将该检测出的脸部区域的中心位置作为头部位置,求出通过该脸部区域中心位置的头部位置直线,确定该头部位置直线的角度(头部位置相对于车厢内相机的角度)。

[0006] 接着,检测头部位置直线上的头部位置。该头部位置直线上的头部位置的检测方法是将存在于自车厢内的相机起指定距离的脸部区域的标准大小予以储存,将该标准大小与实际检测出的脸部区域的大小相比较,求出从车厢内相机到头部位置的距离。然后推定从车厢内相机起偏离所求出的距离的、头部位置直线上的位置为头部位置。

[0007] 发明要解决的技术问题

[0008] 专利文件1所述的头部位置的推定方法,是以图像上的脸部区域的中心位置为基准,检测出头部位置,但脸部区域的中心位置随脸部朝向而改变。因此即使头的位置是同一位置,却因脸部朝向不同使得在图像上检测出的脸部区域的中心位置各自在不同位置被检测出。因此图像上的头部位置在与实际上的头部位置不同的位置被检测出,从而具有不能精度高地推定实际上到头部位置的距离的课题。

[0009] 专利文献

[0010] 专利文件1特开2014-218140号公报

[0011] 非专利文献

[0012] 非专利文件1:Yalin Xiong, Steven A. Shafer, "Depth from Focusing and Defocusing", CMU-RI-TR-93-07, The Robotics Institute Carnegie Mellon University Pittsburgh, Pennsylvania 15213. March, 1993. (Yalin Xiong, Steven A. Shafer, "聚焦和离焦深度", CMU-RI-TR-93-07,宾夕法尼亚州匹兹堡卡内基梅隆大学机器人研究所15213.3月,1993.)

[0013] 非专利文件2:D.B.Gennery, "Determination of optical transfer function

by inspection of frequency-domain plot,”Journal of the Optical Society of America,vol.63,pp.1571-1577,1973. (D.B.Geney,“频域图检验法确定光传递函数”美国光学学会杂志,vol.63,pp.1571-1577,1973.)

[0014] 非专利文件3:電子情報通信学会論文誌DVol.J90-D, No.10, pp.2848-2857「対数振幅スペクトル上の輝度こう配ベクトル分布を利用したノイズに頑健な焦点ずれPSF推定」,坂野盛彦、末竹規哲、内野英治(电子信息通信学会论文杂志D vol.J90-D, No.10, pp.2848-2857,“基于对数幅度谱梯度向量分布的离焦PSF噪声鲁棒估计”,坂野盛彦、末竹规哲、内野英治)

[0015] 非专利文件4:A.P.Pentland, “A new sense for depth of field”, IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 9, 4, pp.523-531 (1987) . (A.P.Pentland, “一种新的景深感”, IEEE模式分析与机器智能学报”, 9, 4, pp.523-531 (1987) .)

[0016] 非专利文件5:S.Zhou, T.Sim, “Defocus Map Estimation from a Single Image,”Pattern Recognition, Vol.44, No.9, pp.1852-1858, (2011) . (S.Zhou, T.Sim, “单图像离焦图估计”, 模式识别, Vol.44, No.9, pp.1852-1858, (2011) .)

[0017] 非专利文件6:YOAV Y. SCHECHNER, NAHUM KIRYATI, “Depth from Defocus vs. Stereo:How Different Really Are They?” International Journal of Computer Vision 39 (2) , 141-162, (2000) . (YOAV Y. SCHECHNER, NAHUM KIRYATI, “离焦深度与立体:有多大的不同?”国际计算机视觉杂志39 (2) , 141-162, (2000) .)

## 发明内容

[0018] 本发明是鉴于上述课题完成的,目的在于提供一种不需要检测图像中驾驶员的脸部区域的中心位置,就能够推定到驾驶员的头部为止的距离,能够利用该推定的距离判定前述驾驶员的状态的驾驶员状态推定装置以及驾驶员状态推定方法。

[0019] 为了实现上述目的,本发明涉及的驾驶员状态推定装置(1),是利用拍摄的图像推定驾驶员的状态的驾驶员状态推定装置,其特征在于,

[0020] 所述驾驶员状态推定装置具备能够拍摄坐在驾驶席的驾驶员的拍摄部和至少一个硬件处理器,

[0021] 所述至少一个硬件处理器具备:

[0022] 检测所述拍摄部拍摄的图像中的驾驶员头部的头部检测部;

[0023] 检测所述头部检测部检测出的所述图像中的驾驶员头部的虚化量的虚化量检测部;

[0024] 利用所述虚化量检测部检测的所述虚化量,推定从坐在所述驾驶席的驾驶员的头部到所述拍摄部的距离的距离推定部。

[0025] 根据上述驾驶员状态推定装置(1),利用所述拍摄部拍摄的所述驾驶员的图像,检测所述图像中的驾驶员的头部,检测所述检测出的所述图像中的驾驶员的头部的虚化量,利用所述虚化量,推定从坐在所述驾驶席的驾驶员的头部到所述拍摄部的距离。因此不要求出所述图像中的脸部区域的中心位置,就可以由所述图像中的所述驾驶员的头部虚化量推定所述距离。利用所述推定的距离,能够推定坐在所述驾驶席的驾驶员的位置姿势等

状态。

[0026] 另外,本发明涉及的驾驶员状态推定装置(2),其特征在于,在上述驾驶员状态推定装置(1)中,具备表格信息储存部,所述表格信息储存部储存显示从坐在所述驾驶席的驾驶员的头部到所述拍摄部的距离与所述拍摄部拍摄的所述驾驶员的图像的虚化量的相关关系的表格信息,

[0027] 所述距离推定部对所述虚化量检测部检测的所述虚化量与从所述表格信息储存部读出的所述表格信息相对照,推定从坐在所述驾驶席的驾驶员的头部到所述拍摄部的距离。

[0028] 根据上述驾驶员状态推定装置(2),在所述表格信息储存部中储存有显示了所述拍摄部拍摄的所述驾驶员的图像的虚化量与从所述驾驶员的头部到所述拍摄部的距离的对应关系的表格信息,将所述虚化量检测部检测的所述虚化量与从所述表格信息储存部中读出的所述表格信息相对照,推定从坐在所述驾驶席的驾驶员的头部到所述拍摄部的距离。因此,通过将所述虚化量适用于所述表格信息,能够不给计算处理增加负荷而快速地推定从坐在所述驾驶席的驾驶员的头部到所述拍摄部的距离。

[0029] 另外,本发明涉及的驾驶员状态推定装置(3),其特征在于,在上述驾驶员状态推定装置(1)或者(2)中,所述距离推定部考虑从所述拍摄部拍摄的多张图像中检测出的所述驾驶员的脸部区域的大小变化,推定从坐在所述驾驶席的驾驶员的头部到所述拍摄部的距离。

[0030] 根据上述驾驶员状态推定装置(3),通过考虑所述驾驶员的脸部区域的大小变化,能够判定所述驾驶员从所述拍摄部的焦点对准的焦点位置向前后哪个方向偏离,所以能够提高所述距离的推定精度。

[0031] 另外本发明涉及的驾驶员状态推定装置(4),其特征在于,在上述驾驶员状态推定装置(1)~(3)的任一项中,所述至少一个的硬件处理器具备利用所述距离推定部推定的所述距离,判定坐在所述驾驶席的驾驶员是否是可以进行驾驶操作的状态的驾驶操作可否判定部。

[0032] 根据上述驾驶员状态推定装置(4),利用所述距离推定部推定的所述距离,能够判定坐在所述驾驶席的驾驶员是否是处在可以进行驾驶操作的状态,能够适当地进行对所述驾驶员的监视。

[0033] 另外,本发明涉及的驾驶员推定装置(5),其特征在于,在上述驾驶员状态推定装置(1)~(4)的任一项中,所述拍摄部能够与坐在所述驾驶席的驾驶员的位置姿势的变化相对应地拍摄所述驾驶员的头部虚化程度不同的图像。

[0034] 根据上述驾驶员状态推定装置(5),即使在所述驾驶席限制的空间,也可以拍摄所述驾驶员的头部的虚化程度不同的图像,所以能够从所述虚化量确实地推定所述距离。

[0035] 另外本发明涉及的驾驶员状态推定方法,是利用具备可以拍摄坐在驾驶席的驾驶员的拍摄部和至少一个硬件处理程序的装置,推定坐在所述驾驶席的驾驶员的状态的驾驶员状态推定方法,其特征在于,

[0036] 所述至少一个硬件处理程序包括:

[0037] 检测所述拍摄部拍摄的图像中的驾驶员的头部的头部检测步骤;

[0038] 检测所述头部检测步骤检测出的所述图像中的驾驶员的头部的虚化量的虚化量

检测步骤；

[0039] 利用所述虚化量检测步骤所检测出的所述虚化量,推定从坐在所述驾驶席的驾驶员的头部到所述拍摄部的距离的距离推定步骤。

[0040] 根据上述驾驶员状态推定方法,利用由所述拍摄部拍摄的所述驾驶员的图像,检测所述图像中的驾驶员的头部,检测该检测出的所述图像中的驾驶员的头部的虚化量,利用该虚化量,推定从坐在所述驾驶席的驾驶员的头部到所述拍摄部的距离。因此不需要求出所述图像中的脸部区域的中心位置,就可以从所述图像中的所述驾驶员的头部的虚化量推定所述距离。利用该推定的距离,能够推定坐在所述驾驶席的驾驶员的位置姿势等状态。

## 附图说明

[0041] 图1是概略地显示了包括本发明的实施方式涉及的驾驶员状态推定装置的自动驾驶系统的主要部件的方框图。

[0042] 图2是显示实施方式涉及的驾驶员状态推定装置的构成的方框图。

[0043] 图3是用以说明驾驶席的座位位置与拍摄的图像中的驾驶员的虚化程度的关系的解说图。

[0044] 图4是用以说明实施方式涉及的驾驶员状态推定装置检测的虚化量与到驾驶员的距离的关系的图。

[0045] 图5是表示显示到驾驶员的距离与虚化量大小的相关关系的表格信息的一个实例的坐标图。

[0046] 图6是显示了实施方式涉及的驾驶员状态推定装置的CPU所进行处理动作的流程图。

## 具体实施方式

[0047] 以下基于附图详细说明本发明涉及的驾驶员状态推定装置以及驾驶员状态推定方法的实施方式。另外以下所述实施方式是本发明的优选的具体实例,在技术方面施以了各种限定,但在以下的说明中只要没有记载特别的对本发明进行限制的意思,本发明的范围就不受这些实施方式的限制。

[0048] 图1是概略地显示了包括实施方式涉及的驾驶员状态推定装置的自动驾驶系统的主要部件的方框图。图2是显示实施方式涉及的驾驶员状态推定装置的构成的方框图。

[0049] 自动驾驶系统1是使车辆沿道路自动行驶的系统,包括驾驶员状态推定装置10、人机接口HMI (Human Machine Interface) 40以及自动驾驶控制装置50而构成,这些各装置藉由通信总线60连接。另外,通信总线60上还连接有通过自动驾驶或者驾驶员手动驾驶的控制所必要的各种传感器、控制装置(未图示)。

[0050] 驾驶员状态推定装置10从拍摄的图像检测驾驶员的状态,具体地检测拍摄的图像中的驾驶员的头部的虚化量,进行从所述虚化量推定从单目相机11到驾驶员头部(脸部)的距离的处理、基于所述距离的推定结果判定驾驶员是否是可以进行驾驶操作的状态、并进行输出该判定结果的处理等。

[0051] 驾驶员状态推定装置10包括单目相机11、中央处理器(CPU12)、只读存储器(ROM13)、随机存储器(RAM14)、储存部15以及输入输出接口(I/F)16而构成,这些各部分藉

由通信总线17连接。另外,还可以是单目相机11作为与装置本体分别构成的相机单元而构成。

[0052] 作为拍摄部的单目相机11是可以定期地(比如1秒内30~60次)拍摄坐在驾驶席的驾驶员的包括头部的图像的单目相机,包括由一个以上的镜头构成的镜头组11a、生成被拍摄体的拍摄数据的电荷耦合器件(CCD)或者互补金属氧化物半导体(CMOS)等的拍摄元件11b、将拍摄数据转换为电子数据的AD变换器(未图示)以及照射近红外光的近红外LED等的红外线照射器(未图示)等而构成。

[0053] 另外单目相机11的镜头组11a使用为了在驾驶席的可动范围内的任一个位置上,使驾驶员对准焦点、且使景深浅(焦点的对准范围窄)而设定镜头的焦点距离以及光圈(F值)等光学参数的镜头。通过设定这些光学参数,能够与坐在驾驶席的驾驶员的位置姿势的变化、如驾驶席的座面位置、靠背的倾斜的变化相对应地,拍摄驾驶员头部虚化程度不同的图像(从焦点对准驾驶员的图像到焦点慢慢地偏离的虚化程度不同的图像)。另外优选使所述景深不妨碍后述头部检测部23的处理性能、即不妨碍由图像检测驾驶员的头部、脸部器官的性能,在头部检测部23的处理性能的虚化允许范围内、尽量浅的设定景深。

[0054] CPU12是硬件处理器,读出ROM13中储存的程序,基于该程序进行单目相机11拍摄的图像数据的各种处理等。CPU12还可以按照每个图像处理、控制信号输出处理等的处理用途,装备多个。

[0055] ROM13中储存有程序,用来使CPU实行图2所示的储存指示部21、读出指示部22、头部检测部23、虚化量检测部24、距离推定部25以及驾驶操作可否判定部26的处理等。另外,还可以是CPU12所实行的所述程序的全部或者一部分储存在与ROM13不同的另外的储存部15或者其他储存介质(未图示)。

[0056] 在RAM14中临时储存CPU12实行各种处理所必要的数据、从ROM13读出的程序等。

[0057] 储存部15包括储存单目相机11拍摄的图像数据的图像储存部15a、显示从单目相机11到被拍摄体(驾驶员)的距离与单目相机11所拍摄的被拍摄体的图像的虚化量的相关关系的表格信息的表格信息储存部15b。另外,储存部15中还储存有包括单目相机11的焦距距离、光圈(F值)、图像角度、像素(宽x竖)等的参数信息、单目相机11的安装位置信息等。单目相机11的安装位置信息等比如是在HMI40读出单目相机11的设定菜单而构成,在安装时,只要从所述设定菜单进行输入设定即可。储存部15比如可以由带电可擦可编程只读存储器(EEPROM)、闪存盘等一个以上的不挥发性半导体储存器构成。输出输入接口(I/F)16是用来藉由通信总线60与各种外部装置之间进行数据交换的。

[0058] HMI40根据驾驶员状态推定装置10发送来的信号,进行向驾驶员通知驾驶姿势等状态的处理、将自动驾驶系统1的动作状况、自动驾驶的解除信息等通知给驾驶员的处理、将自动驾驶控制相关联的操作信号输出到自动驾驶控制装置50的处理等。除了在驾驶员容易目视确认的位置设置的显示部41、声音输出部42以外,HMI40还可以包括未图示的操作部、声音输入部等而构成。

[0059] 自动驾驶控制装置50与未图示的动力源控制装置、操舵控制装置、制动控制装置、周边监视传感器、导航系统、与外部进行通信的通信装置等连接,基于从这些各部件所取得的信息,将用以进行自动驾驶的控制信号输出到各控制装置,进行车辆的自动行驶控制(自动操舵控制、自动速度调整控制等)。

[0060] 在说明图2所示的驾驶员状态推定装置10的各部分之前,利用图3,就驾驶席的坐席位置与单目相机11所拍摄的图像中的驾驶员的虚化程度的关系进行说明。图3是用以说明因驾驶席的座位位置不同而图像中的驾驶员的虚化程度变化的坐标图。

[0061] 如图3所示,驾驶员30坐在驾驶席31上。驾驶席31的正面前方设置有方向盘32。驾驶席31可以在前后方向进行位置调整,座面的可动范围设定为S。单目相机11设在方向盘32的内深部(未图示的操舵杆或者仪表板、仪表盘的前面),设置在可以拍摄到驾驶员30A的包括头部(脸部)的图像11c的位置。另外,单目相机11的设置位置姿势不限定于该形态。

[0062] 在图3中,从单目相机11到现实中的驾驶员30的距离以Z(Zf,Zblur)表示,从方向盘32到驾驶员30的距离以A表示,从方向盘32到单目相机11的距离以B表示,单目相机11的图像角度以 $\alpha$ 表示,拍摄面的中心以I表示。

[0063] 图3(b)显示将驾驶席31置于可动范围S的近似中间的位置 $S_m$ 的状态。在该状态下,驾驶员30的头部(头部正面的脸部)的位置成为单目相机11的焦距符合的焦点位置(距离Zf),在图像11c上驾驶员30A以焦距符合的没有虚化状态被拍摄。

[0064] 图3(a)是显示将驾驶席31置于可动范围S的后方位置 $S_b$ 的状态。驾驶员30的头部位置在比单目相机11的焦距符合的焦点位置(距离Zf)还远的位置(焦点偏离的位置)(距离Zblur),所以在图像11c上驾驶员30A以比中间位置 $S_m$ 还稍小的、且产生了虚化状态被拍摄。

[0065] 图3(c)是显示将驾驶席31置于可动范围S的前方位置 $S_f$ 的状态。驾驶员30的头部位置在比单目相机11的焦距符合的焦点位置(距离Zf)还近的位置(焦点偏离的位置)(距离Zblur),所以在图像11c上驾驶员30A以比中间位置 $S_m$ 还稍大的、且产生了虚化状态被拍摄。

[0066] 像这样单目相机11的设定为:在将驾驶席31置于大致中间位置 $S_m$ 的状态下,将焦点对准驾驶员30的头部;另一方面,在将驾驶席31置于大致中间位置 $S_m$ 前后的状态下,焦点不对准驾驶员30的头部,在图像中的驾驶员30A的头部产生与从焦点位置的偏离量相对应的虚化。

[0067] 另外,在上述方式中,是为了使焦点对准驾驶席31位于大致中间位置 $S_m$ 时的驾驶员30的头部而设定单目相机11的光学参数,但对准单目相机11焦点的位置,不限定于这个位置。可以将焦点对准驾驶席31位于可动范围S的任一位置时的驾驶员30的头部而设定单目相机11的光学参数。

[0068] 接着,基于图2所示的方框图说明实施方式涉及的驾驶员状态推定装置10的具体构成。

[0069] 驾驶员状态推定装置10将ROM13中储存的各种程序读出到RAM14,通过在CPU实行,构成能够进行储存指示部21、读出指示部22、头部检测部23、虚化量检测部24、距离推定部25以及驾驶操作可否判定部26的处理的装置。

[0070] 储存指示部21进行将单目相机11拍摄的驾驶员30A的包括头部(脸部)的图像数据储存在作为储存部15一部分的图像储存部15a的处理。读出指示部22进行从图像储存部15a读出驾驶员30A被拍摄的图像11c的处理。

[0071] 头部检测部23进行由从图像储存部15a读出的图像11c中检测驾驶员30A的头部(脸部)的处理。从图像11c中检测头部(脸部)的方法没有特别限定。比如可以是利用与头部

(脸部整体)的轮廓相对应的标准模板的模板匹配法、通过基于头部(脸部)的构成要素(眼睛、鼻子、耳朵等)的模板匹配法来检测头部(脸部)而构成。另外作为高速高精度地检测头部(脸部)的方法有:比如将脸部的局部区域、如眼睛的端点、嘴的端点、鼻孔周围等脸部器官的明暗差(亮度差)、边缘强度、这些局部区域间的关联性(共现性)作为特征量掌握,通过将这些多数的特征量组合,进行学习,制作检测器,通过利用分阶层构造(从大致掌握脸部的阶层到掌握脸部细节部的阶层的构造)的检测器的方法,能够高速地进行脸部区域的检测。另外为了与脸部虚化程度的不同、脸部朝向、倾斜相对应,还可以具备分别学习脸部的虚化程度、脸部朝向、倾斜的多个检测器。

[0072] 虚化量检测部24进行处理,检测头部检测部23所检测出的图像11c中的驾驶员30A的头部虚化量。检测图像中驾驶员30A(被拍摄体)的虚化量的方法可以采用公知的方法。

[0073] 比如可以采用通过对拍摄的图像进行分析、求出虚化量的方法(参照非专利文件1)、由图像的对数幅度谱上呈现的暗圆环半径进行推定体现虚化特性的PSF (Point Spread Function点像分布函数)的方法(参照非专利文献2)、利用图像的对数幅度谱上的灰度坡度的矢量分布体现虚化特性,进行PST的推定的方法(非专利文献3)等。

[0074] 另外,作为处理拍摄的图像、测定到被拍摄体的距离的方法,已知有着眼于与对准焦点位置相对应的图像虚化的DFD法(散焦测距Depth from Defocus)、DFF法(对焦测距Depth from Focus)。DFD法是拍摄焦点位置不同的多张图像,使虚化量适于光学虚化的模型函数,通过从虚化量的变化推定对于被拍摄体来说焦点最合适的位置,求出到被拍摄体的距离的方法。DFF法是一边使焦点位置偏移一边从拍摄的多张图像列中,由焦距最适合的图像位置求出距离的方法。利用这些方法也可以推定虚化量。

[0075] 比如假定图像中的虚化按照薄的镜头模型,则虚化量可以作为上述点像分布函数(PSF)模型化。一般地,作为该模型利用高斯函数。利用该函数,可以采用解析拍摄的1张或者2张包括虚化的图像的边缘、推定虚化量的方法(非专利文献4)、通过解析拍摄的包括虚化的图像(输入图像)与将该输入图像再次模糊的平滑化图像的边缘的破坏方法(边缘强度的变化程度)来推定虚化量的方法(非专利文献5)等。另外,在非专利文献6中,公开了DFD法能够以与立体法同样的结构测定到物体的距离,还公开了物体的图像被投影到拍摄元件面上时的模糊(虚化)的圆的半径的求出方法等。这些DFD法等是由图像的虚化量与被拍摄体距离的相关信息测定距离的,利用单目相机11就可以实现。使用这些方法,能够检测图像的虚化量。

[0076] 图4是用以说明虚化量检测部24检测的虚化量d与到驾驶员30的距离的关系(DFD法或者DFF法结构)的图。

[0077] 图4中,f是镜头组11a与拍摄元件11b的距离、Z<sub>f</sub>是焦点对准的焦点(焦点focus)与拍摄元件11b的距离,Z<sub>blur</sub>是产生虚化(被散焦)的驾驶员30(被拍摄体)与拍摄元件11b的距离,F是镜头的焦点距离、D是镜头系11a的口径、d是被拍摄体的图像被拍摄元件投影时的模糊(虚化)的圆(错乱圆)的半径,半径d相当于虚化量。

[0078] 虚化量d可以由以下公示表示。

[0079] (数1)

$$[0080] \quad d = \frac{D}{2} \frac{|FZ_{blur} - fZ_{blur} + Ff|}{FZ_{blur}}$$

[0081] 另外,以实线表示的光线L1表示驾驶员30在焦点对准的焦点位置时(图3(b)的状态)的光线。以点划线表示的光线L2表示驾驶员30在从单目相机11的距离比焦点对准的焦点位置还远的位置时(图3(a)的状态)的光线。以虚线表示的光线L3表示驾驶员30在从单目相机11的距离比焦点对准的焦点位置还近的位置时(图3(c))的光线。

[0082] 上述公式表示虚化量d与产生虚化时的距离Z<sub>blur</sub>的相关关系。在本实施方式中,事先制作显示单目相机11拍摄的被拍摄体的图像的虚化量d与从单目相机11到被拍摄体的距离Z的相关关系的表格信息,储存到表格信息储存部15b。

[0083] 图5是显示在表格信息储存部15b中储存的虚化量d与距离Z的相关关系的表格信息的一个实例的坐标图。

[0084] 在焦点对准的焦点位置的距离Z<sub>f</sub>,虚化量d接近0。到驾驶员30的距离Z随着从焦点对准的焦点位置Z<sub>f</sub>离开(移动到距离Z<sub>blur</sub>),虚化量d变大。在驾驶席31的可动范围S内,为了能够检测出虚化量d而设定镜头组11a的焦点距离、光圈。另外,如图5的虚线所示,通过将单目相机11的镜头组11a的焦点距离放大、或者光圈打开(缩小F值)进行设定,能够放大从焦点位置的虚化量的变化。

[0085] 距离推定部25利用虚化量检测部24检测的虚化量d,进行推定从坐在驾驶席31上的驾驶员30的头部到单目相机11的距离Z(关于进深的信息)的处理。即、将虚化量检测部24检测的虚化量d应用于上述表格信息储存部15b中储存的表格信息,进行推定从坐在驾驶席31的驾驶员30的头部到单目相机11的距离Z的处理。另外,在虚化量检测部24检测由头部检测部23检测的脸部器官的特征点部分,比如眼睛端点、嘴端点、鼻孔周围等对比明显的特征点部分的虚化量d,通过将该虚化量d应用于距离推定部25的推定处理,能够使距离推定变得容易,同时还能够提高距离推定的精度。

[0086] 另外,在由虚化量d很难判定从焦点对准的角点位置(距离Z<sub>f</sub>的位置)向前后哪个方向偏离时,从按照时间序列取得的多张图像中检测驾驶员的脸部区域的大小,通过检测脸部区域的大小(如果变大,则接近单目相机11;另一方面如果变小则从单目相机11离开),能够判定向所述哪个方向偏离。另外,取代所述表格信息,还可以利用显示虚化量d与距离Z的相关关系的公式,由虚化量d求出距离Z。

[0087] 驾驶操作可否判定部26利用距离推定部25所推定的距离Z,判定驾驶员30是否是可以进行驾驶操作的状态,比如将ROM13或者储存部15中储存的、手够得到方向盘的范围读出到RAM14,通过进行比较演算,判定驾驶员30是否在手能够够得到方向盘32的范围内,将显示该判定结果的信号输出到HMI40或者自动驾驶控制装置50。另外,还可以从距离Z中减去距离B(从方向盘32到单目相机11的距离),求出距离A(从方向盘32到驾驶员30的距离),进行上述判定。

[0088] 图6是显示实施方式涉及的驾驶员状态推定装置10的CPU12所进行的处理动作的流程图。单目相机11比如以每秒30~60的帧,拍摄图像,按照每个帧或者每一定间隔的帧,进行本处理。

[0089] 首先在步骤S1,从图像储存部15a读出单目相机11拍摄的一个以上的图像数据,在

步骤S2,进行从读出的一个以上的图像11c检测驾驶员30A的头部(脸部)区域的处理。

[0090] 在步骤S3,进行检测图像11c中的驾驶员30A的头部的虚化量d,比如头部区域的各像素的虚化量d或者头部的边缘区域的各像素的虚化量d的处理。虚化量d的检测处理可以采用上述方法。

[0091] 在步骤S4,利用图像11c中的驾驶员30A的头部的虚化量d,推定从驾驶员30的头部到单目相机11的距离Z。即,将从表格信息储存部15b读出的上述表格信息与检测出的虚化量相对照,确定与虚化量d相对应的、从单目相机11的距离Z。另外,在推定距离Z时,从单目相机11拍摄的多张图像(按照时间序列的图像)检测驾驶员的脸部区域的大小变化,判定驾驶员从单目相机11的焦点对准的焦点位置、向前后哪个方向偏离,利用该判定结果和虚化量d,推定距离Z。

[0092] 在步骤S5,利用距离Z,推定从方向盘32的位置到驾驶员30的头部的距离A。比如在单目相机11与驾驶员30的线段上有方向盘32的情况下,通过从距离Z中减去单目相机11与方向盘32的距离B,推定距离A。

[0093] 在步骤S6,读出RAM13或者储存部15中储存的手够得到方向盘的范围,通过进行比较演算,判定距离A是否是可以进行适当的方向盘操作的范围内(距离D<sub>1</sub><距离A<距离D<sub>2</sub>)。从距离D<sub>1</sub>到D<sub>2</sub>的距离范围可以设定为驾驶员30坐在驾驶席31的状态下,推定可以操作方向盘32的距离范围,比如D1为40cm、距离D2为80cm左右的值。

[0094] 在步骤S6,如果判断距离A为可以进行适当的方向盘操作的范围内,则结束其后的处理;另一方面,如果判断距离A不是可以进行适当的方向盘操作的范围内,则进行步骤S7。

[0095] 在步骤S7,将操作驾驶不可信号输出到HMI40、自动驾驶控制装置50,结束其后的处理。在HMI40中输入驾驶操作不可信号时,比如在显示部41实行警告驾驶姿势、坐席位置的显示、从声音输出部42实行警告驾驶姿势、坐席位置的播告。另外,在自动驾驶控制装置50中输入驾驶操作不可信号时,比如实行减速控制等。

[0096] 另外,取代上述步骤S5、S6的处理,还可以读出RAM13或者储存部15中储存的、可以进行适当的方向盘操作的范围,通过进行比较演算,进行判定距离Z是否在推定的可以进行适当的方向盘操作的范围内(距离E<sub>1</sub><距离Z<距离E<sub>2</sub>)的处理。

[0097] 这种情况下,距离E<sub>1</sub>、E<sub>2</sub>可以是在上述距离D<sub>1</sub>、D<sub>2</sub>中加上从方向盘32到单目相机11的距离B的数值。距离E<sub>1</sub>、E<sub>2</sub>的距离范围可以设定为驾驶员30坐在驾驶席31的状态下,推定可以操作方向盘32的距离范围,比如距离E<sub>1</sub>为(40+距离B)cm、距离E<sub>2</sub>为(80+距离B)cm左右的数值。

[0098] 另外,还可以取代上述步骤S4、5、6,通过虚化量检测部24检测出的虚化量d是否是指定范围内的虚化量(虚化量d<sub>1</sub><虚化量d<虚化量d<sub>2</sub>),进行判断驾驶员是否在可以进行驾驶操作的位置的处理。

[0099] 这种情况下,将事先作成上述距离Z或者距离A在推定可以操作方向盘的范围内(从上述距离E<sub>1</sub>到距离E<sub>2</sub>或者从上述距离D<sub>1</sub>到距离D<sub>2</sub>)的虚化量(包括距离E<sub>1</sub>、D<sub>1</sub>时的虚化量d<sub>1</sub>,距离E<sub>2</sub>、D<sub>2</sub>时的虚化量d<sub>2</sub>)的表格信息储存在表格信息储存部15b,在上述判定时读出虚化量的表格信息,通过比较演算进行判定。

[0100] 根据实施方式涉及的驾驶员状态推定装置10,利用单目相机11拍摄的驾驶员30的头部的虚化程度不同的图像,检测图像11c中的驾驶员30A的头部,检测所述检测出的图像

11c中的驾驶员30A的头部的虚化量,利用该虚化量,推定从坐在驾驶席31的驾驶员30的头部到单目相机11的距离Z。因此不必求出图像11c中的脸部区域的中心位置,就可以从图像11c中的驾驶员30A的头部的虚化量d推定距离Z,利用该推定的距离Z,能够推定坐在驾驶席31的驾驶员30的位置姿势等的状态。

[0101] 另外,根据驾驶员状态推定装置10,除了单目相机11外,不需要设置其他的传感器,就可以推定上述到驾驶员的距离Z或者距离A,能够实现装置构成的简单化,另外,由于没有必要设置所述其他的传感器,因此也不需要随其发生的追加处理,能够减少对CPU12所施以的负担,实现装置的小型化、低成本化。

[0102] 另外,在表格信息储存部15b中储存有显示单目相机11拍摄的驾驶员(被拍摄体)的图像的虚化量与从驾驶员(被拍摄体)到单目相机11的距离的对应关系的表格信息,虚化量检测部24检测出的虚化量d与从表格信息储存部15b读出的表格信息相对照,推定从坐在驾驶席31的驾驶员30的头部到单目相机11的距离Z,通过将虚化量d应用于表格信息,能够不给演算处理增加负荷而快速地推定从坐在驾驶席31的驾驶员30的头部到单目相机11的距离Z。

[0103] 另外,利用距离推定部25所推定的距离Z,推定从方向盘32到驾驶员30的距离A,能够判定坐在驾驶席31的驾驶员30是否是可以进行方向盘操作的状态,能够适当地进行驾驶员30的监视。

[0104] 驾驶员状态推定装置10搭载在自动驾驶系统1上,从而能够适当地实行对驾驶员的自动驾驶的监视,即使在自动驾驶的行驶控制困难的状况下,也能够迅速且安全地进行向手动驾驶的交接,能够提高自动驾驶系统1的安全性。

[0105] (附注1)

[0106] 一种驾驶员状态推定装置,是利用拍摄的图像推定驾驶员状态的驾驶员状态推定装置,其特征在于,所述驾驶员状态推定装置具备:

[0107] 可以拍摄坐在驾驶席的驾驶员的拍摄部;

[0108] 至少一个储存部;

[0109] 至少一个硬件处理器,

[0110] 所述至少一个储存部具备储存所述拍摄部拍摄的图像的图像储存部,

[0111] 所述至少一个硬件处理器具备:

[0112] 将所述拍摄部拍摄的图像储存在所述图像储存部的储存指示部;

[0113] 从所述图像储存部中读出所述驾驶员被拍摄的图像的读出指示部;

[0114] 检测从所述图像储存部读出的所述图像中的驾驶员头部的头部检测部;

[0115] 检测在所述头部检测部检测出的所述图像中的驾驶员头部的虚化量的虚化量检测部;

[0116] 利用所述虚化量检测部检测出的所述虚化量,推定从坐在所述驾驶席的驾驶员的头部到所述拍摄部的距离的距离推定部。

[0117] (附注2)

[0118] 一种驾驶员状态推定方法,是利用具备可以拍摄坐在驾驶席的驾驶员的拍摄部、至少一个储存部、至少一个硬件处理器的装置,推定坐在所述驾驶席的驾驶员的状态的驾驶员状态推定方法,其特征在于,

- [0119] 所述至少一个硬件处理器实行：
- [0120] 将所述拍摄部拍摄的图像储存在所述至少一个储存部中所包含的图像储存部的储存指示步骤；
- [0121] 从所述图像储存部读出所述驾驶员被拍摄的图像的读出指示步骤；
- [0122] 检测从所述图像储存部读出的所述图像中的驾驶员的头部的头部检测步骤；
- [0123] 检测所述头部检测部检测的所述图像中的驾驶员的头部的虚化量的虚化量检测步骤；
- [0124] 利用所述虚化量检测部检测的所述虚化量，推定从坐在所述驾驶席的驾驶员的头部到所述拍摄部的距离的距离推定步骤。
- [0125] 产业上的利用可能性
- [0126] 本发明可以广泛应用于需要监视驾驶员状态的自动驾驶系统等主要是汽车行业的领域。
- [0127] 符号说明
- [0128] 1 自动驾驶系统
- [0129] 10 驾驶员状态推定装置
- [0130] 11 单目相机
- [0131] 11a 镜头组
- [0132] 11b 拍摄元件
- [0133] 11c 图像
- [0134] 12 CPU
- [0135] 13 ROM
- [0136] 14 RAM
- [0137] 15 储存部
- [0138] 15a 图像储存部
- [0139] 15b 表格信息储存部
- [0140] 16 I/F
- [0141] 17 通信总线
- [0142] 21 储存指示部
- [0143] 22 读出指示部
- [0144] 23 头部检测部
- [0145] 24 虚化量检测部
- [0146] 25 距离推定部
- [0147] 26 驾驶操作可否判定部
- [0148] 30、30A 驾驶员
- [0149] 31 驾驶席
- [0150] 32 方向盘
- [0151] 40 HMI
- [0152] 50 自动驾驶控制装置
- [0153] 60 通信总线。

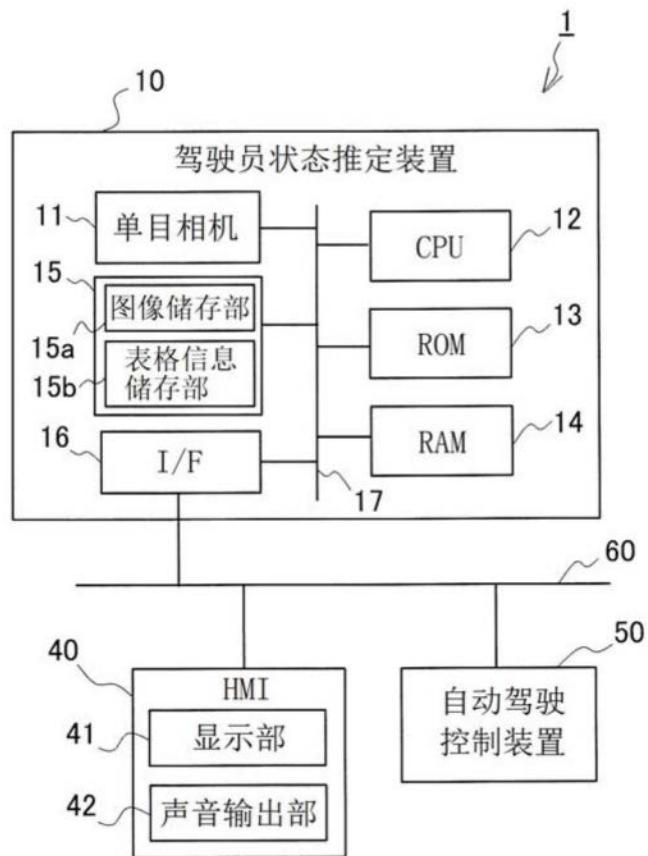


图1

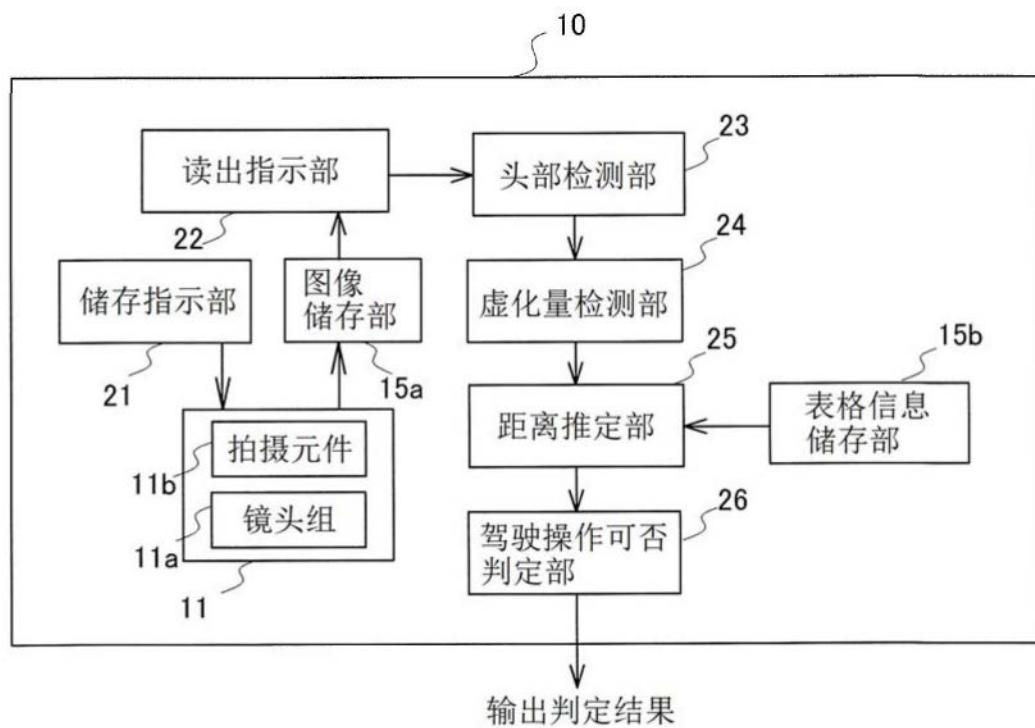


图2

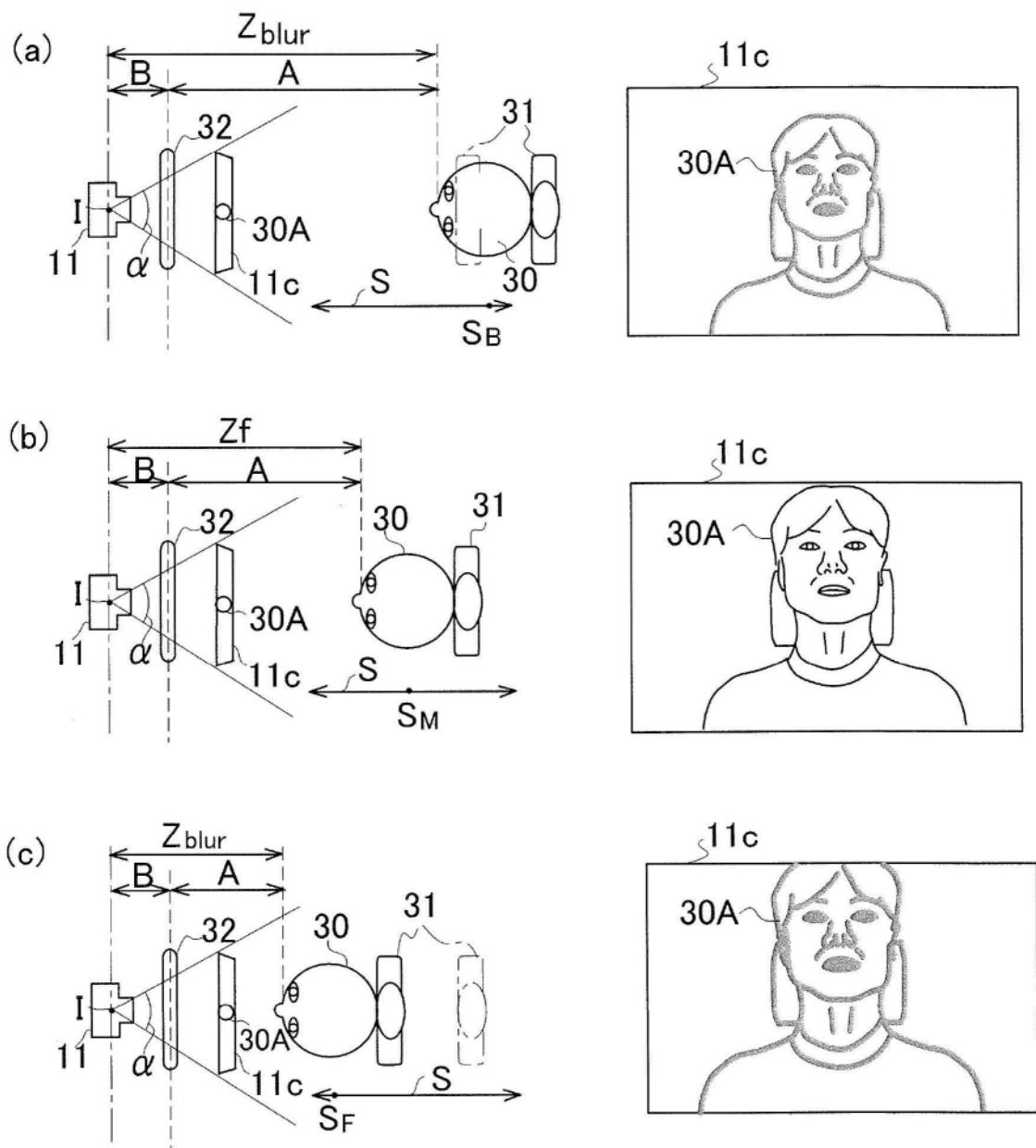


图3

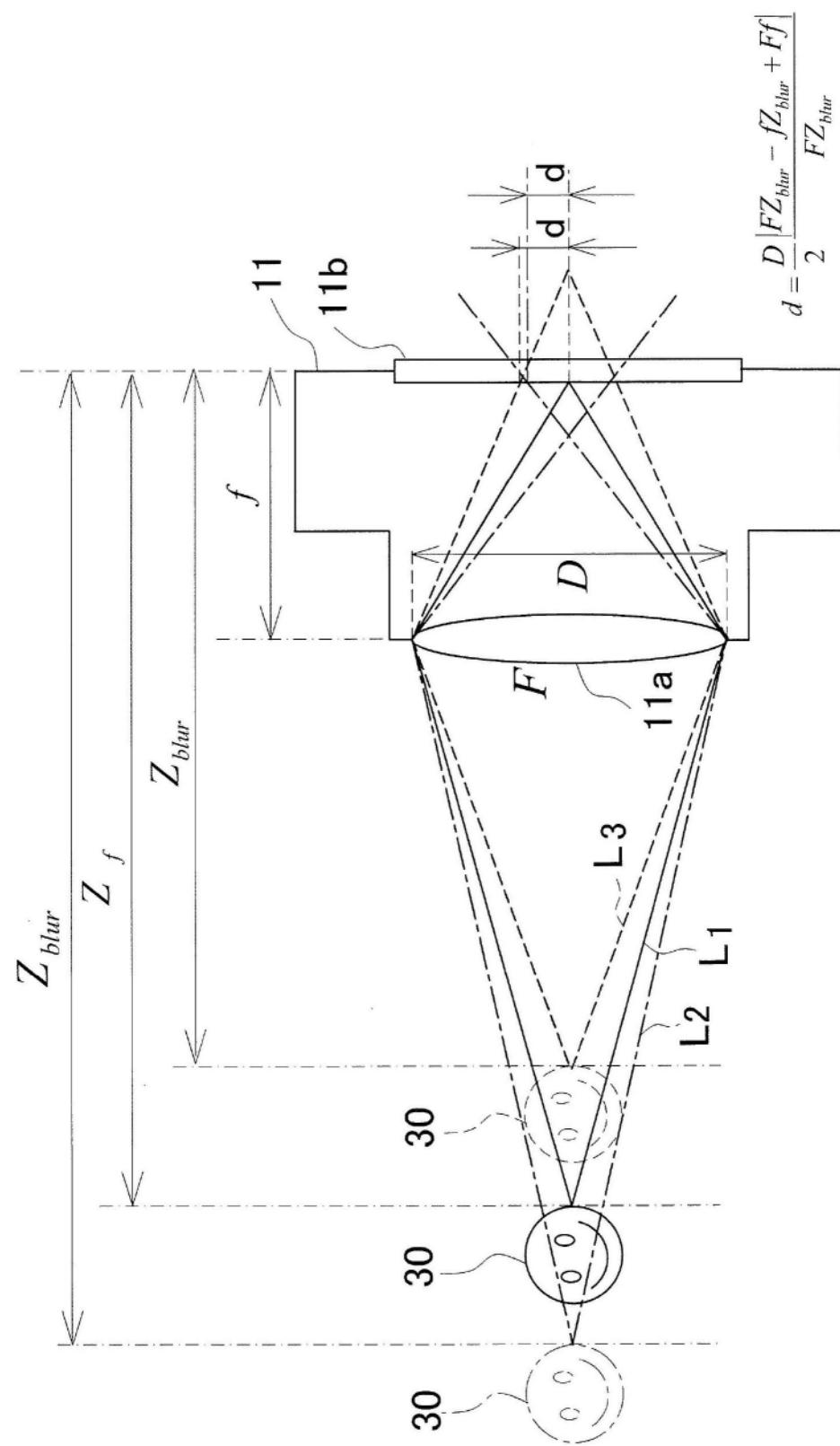


图4

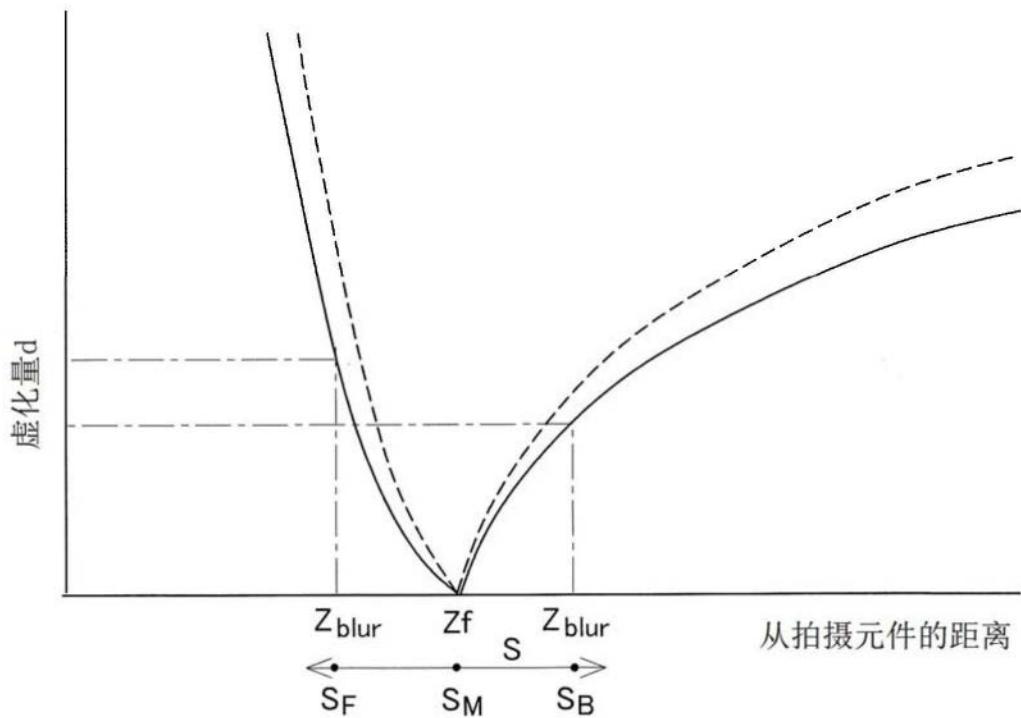


图5

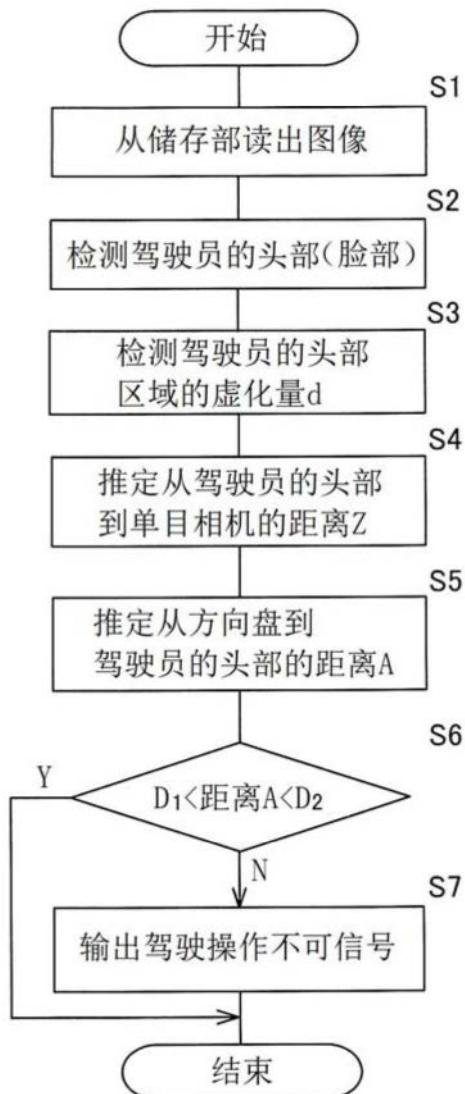


图6