



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110313007 B

(45) 授权公告日 2023. 08. 04

(21) 申请号 201780086832.1

(22) 申请日 2017.11.02

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110313007 A

(43) 申请公布日 2019.10.08

(30) 优先权数据
102017202659.6 2017.02.20 DE

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2019.08.19

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2017/078018 2017.11.02

(87) PCT国际申请的公布数据
W02018/149519 DE 2018.08.23

(73) 专利权人 宝马股份公司
地址 德国慕尼黑

(72) 发明人 E·施米特 S·维德曼

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所
有限公司 11038
专利代理师 楼震炎

(51) Int.Cl.
G06V 20/59 (2022.01)

(56) 对比文件
US 6097295 A, 2000.08.01
US 2016375821 A1, 2016.12.29
Jason S. Tsukahara 等.《The
relationship between baseline pupil size
and intelligence》.《Cognitive Psychology》
.2016,第91卷全文.

审查员 赵芳

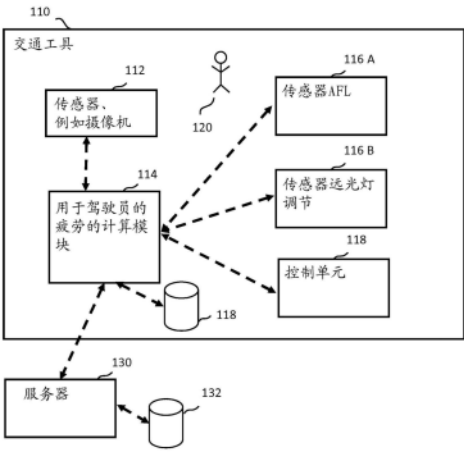
权利要求书2页 说明书8页 附图4页

(54) 发明名称

用于识别交通工具驾驶员疲劳的系统和方法

(57) 摘要

本发明包括一种用于准确地识别交通工具的驾驶员的疲劳的系统。所述系统包括用于检测交通工具的驾驶员的瞳孔直径的至少一个摄像机;用于检测交通工具中的实时的亮度的至少一个传感器;以及用于通过计算识别交通工具的驾驶员的疲劳的至少一个计算模块,其中,所述计算基于检测到的瞳孔直径以及检测到的交通工具中的实时的亮度。



100

1. 一种用于准确地识别交通工具 (110) 驾驶员 (120) 的疲劳的系统 (100), 所述系统包括:

用于检测交通工具 (110) 驾驶员 (120) 的瞳孔直径的至少一个摄像机 (112);

用于检测交通工具 (110) 中的实时的亮度的至少一个传感器 (116A); 以及

用于通过计算来识别交通工具 (110) 驾驶员 (120) 的疲劳的至少一个计算模块 (114), 其中, 所述计算基于检测到的瞳孔直径以及检测到的交通工具 (110) 中的实时的亮度, 其中, 交通工具 (110) 的驾驶员 (120) 的疲劳的识别能使用在瞳孔直径减小的速度方面的修正因子和/或使用用于远光灯调节的传感器 (116B) 进行修正。

2. 按照权利要求1所述的系统 (100), 其中, 所述至少一个摄像机 (112) 包括高分辨率的内部空间摄像机和/或高分辨率的红外摄像机。

3. 按照权利要求1或2所述的系统 (100), 其中, 用于检测所述交通工具 (110) 中的实时的亮度的所述至少一个传感器 (116A) 包括用于自动行驶灯控制的传感器。

4. 按照权利要求1或2所述的系统 (100), 其中, 通过所述计算模块 (114) 识别所述交通工具 (110) 驾驶员 (120) 的疲劳包括:

根据检测到的实时的亮度计算瞳孔直径;

将检测到的瞳孔直径与根据检测到的亮度计算得出的瞳孔直径相比较; 以及

倘若检测到的瞳孔直径比计算出的瞳孔直径小得比常量的范围 $[k-0.3\text{mm}; k+1.4\text{mm}]$ 更多, 其中, 常量 $k=0.6\text{mm}$, 那么:

识别到交通工具 (110) 驾驶员 (120) 的疲劳。

5. 按照权利要求1或2所述的系统 (100), 其中, 所述系统此外还包括:

至少一个控制单元 (118), 其中, 所述控制单元 (118) 设置用于, 在识别到交通工具 (110) 驾驶员 (120) 的疲劳时, 导入至少一个相应的对策措施。

6. 一种用于准确地识别交通工具 (110) 驾驶员 (120) 的疲劳的方法 (200), 该方法包括:

通过至少一个摄像机 (112) 检测 (210) 交通工具 (110) 驾驶员 (120) 的瞳孔直径;

通过至少一个传感器 (116A) 检测 (220) 交通工具 (110) 中的实时的亮度; 以及

通过在计算模块 (114) 中的计算来识别 (230) 是否存在交通工具 (110) 驾驶员 (120) 的疲劳, 其中, 所述计算基于检测到的瞳孔直径以及检测到的交通工具 (110) 中的实时的亮度, 其中, 交通工具 (110) 的驾驶员 (120) 的疲劳的识别能使用在瞳孔直径减小的速度方面的修正因子和/或使用用于远光灯调节的传感器 (116B) 进行修正。

7. 按照权利要求6所述的方法 (200), 其中, 所述至少一个摄像机 (112) 包括高分辨率的内部空间摄像机和/或高分辨率的红外摄像机。

8. 按照权利要求6或7所述的方法 (200), 其中, 用于检测交通工具 (110) 中的实时的亮度的所述至少一个传感器 (116A) 包括用于自动行驶灯控制的传感器。

9. 按照权利要求6或7所述的方法 (200), 其中, 通过所述计算模块 (114) 识别交通工具 (110) 驾驶员 (120) 的疲劳包括:

根据检测到的实时的亮度计算 (232) 瞳孔直径;

将检测到的瞳孔直径与根据检测到的亮度计算得出的瞳孔直径相比较 (234); 以及

倘若检测到的瞳孔直径比计算出的瞳孔直径小得比常量的范围 $[k-0.3\text{mm}; k+1.4\text{mm}]$ 更多, 其中, 常量 $k=0.6\text{mm}$, 那么:

识别到(236)交通工具(110)的驾驶员的疲劳。

10. 按照权利要求6或7所述的方法(200), 其中, 所述方法此外还包括:
在识别到疲劳时通过至少一个控制单元(118)导入(240)对策措施。

用于识别交通工具驾驶员疲劳的系统和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于识别交通工具的驾驶员的疲劳的系统和方法。

背景技术

[0002] 已知的是,交通工具的驾驶员或交通工具驾驶员必须具有极高的持久注意力(警觉性)。如果交通工具驾驶员的注意力的集中程度例如由于缺乏睡眠的疲劳和/或单调的驾驶状况而下降,那么事故风险就上升并且因此给交通工具驾驶员和其它交通参与者带来风险。在此,交通工具的驾驶员即使在日间行驶时也可能为在交通工具驾驶方面保持持久注意力而感到困难。在长距离且单调行驶路程例如高速公路行驶时尤其会这样。在用于识别交通工具的驾驶员的疲劳的系统中,挑战在于:可靠地识别,驾驶员何时出现了疲劳。若错误地识别到了疲劳(这就是说,交通工具的驾驶员的警觉性是存在的),那么针对交通工具驾驶员的相应的措施就极为令人不适。若错误地没有识别到疲劳或警觉性下降,那么这就给交通工具驾驶员和所参与的交通参与者带来了风险。

发明内容

[0003] 本发明的任务是,避免前述缺点并且创造出一种技术方案,该技术方案使能准确地识别交通工具的驾驶员的疲劳。

[0004] 该任务按照本发明通过根据本发明的用于识别交通工具驾驶员疲劳的系统和方法解决。

[0005] 按照第一个方面,提出了一种用于准确地识别交通工具的驾驶员的疲劳的系统,该系统包括:

[0006] 用于检测交通工具的驾驶员的瞳孔直径的至少一个摄像机;

[0007] 用于检测交通工具中的实时的亮度的至少一个传感器;以及

[0008] 用于通过计算识别交通工具的驾驶员的疲劳的至少一个计算模块,其中,所述计算基于检测到的瞳孔直径以及检测到的交通工具中的实时的亮度。所述计算模块被配置为能基于检测到的实时的亮度中止计算驾驶员的疲劳。

[0009] 交通工具可以例如涉及机动车、轨道交通工具、飞机、水上交通工具等。在交通工具中可以布置至少一个摄像机,该摄像机设置用于,识别交通工具的驾驶员(在下文中也称为驾驶员)的瞳孔直径。此外,交通工具可以包括用于识别交通工具中的实时的亮度的至少一个传感器。表面的亮度决定了,驾驶员的眼睛以哪种表面亮度感知表面并且因此具有关于光感的直接的参照。交通工具还包括计算模块,该计算模块设置用于,通过计算来识别交通工具的驾驶员的疲劳。所述计算基于通过所述至少一个摄像机检测到的瞳孔直径以及检测到的交通工具中的实时的亮度。

[0010] 所述至少一个摄像机优选包括高分辨率的内部空间摄像机和/或高分辨率的红外摄像机。

[0011] 所述至少一个摄像机可以包括高分辨率的内部空间摄像机。有利地可以通过高分

分辨率的内部空间摄像机极为准确地确定瞳孔直径。此外或者作为对此的备选,所述至少一个摄像机可以包括高分辨率的红外摄像机。因此即使在交通工具中极为糟糕的光线条件下也还始终有利地能极为准确地确定瞳孔直径。高分辨率的内部空间摄像机和高分辨率的红外摄像机可以在一个摄像机模块中实现。在另一个示例中,这些摄像机能在不同的摄像机模块中实现。所述至少一个摄像机可以包括内部空间摄像机和/或红外摄像机的任意的和/或合适的、数量组合。

[0012] 用于检测交通工具中的实时的亮度的至少一个传感器优选包括用于自动行驶灯控制的传感器、AFL传感器。

[0013] 用于自动行驶灯控制的传感器(AFL传感器)可以例如检测实时的亮度 x 。倘若AFL传感器例如设置用于检测到交通工具周边环境的照明强度 E (这就是说,有多少以流明 lm 为单位的光通量落到了包围交通工具的以 m^2 为单位的单位面积上,也称为 Lux 、 lx :

$1 lx = 1 \frac{lm}{m^2}$),那么可以相应地先换算到 cd 为单位的光强并且接着换算成 cd/m^2 为单位的(实时的)亮度 x 。

$$[0014] \quad x = \frac{I}{A} = \frac{E \cdot r^2}{A}$$

[0015] 在此,亮度 $x[cd/m^2]$ 是光强 $I[cd]$ 和可见的被照亮的面积 $[m^2]$ 的商。光强 $I[cd]$ 是照明强度 $E[lx]$ 和在所照明的面积和眼睛之间的间距 $r[m]$ 的平方的乘积。参数 A 和 r 决定性地由挡风玻璃的和在眼睛与挡风玻璃之间的距离的参量确定并且在范围 $A=1.5m-2.5m$ 和 $r=0.5m-0.9m$ 内变动。

[0016] 所述换算可以例如通过计算模块或者通过交通工具中的有相应的计算能力的每个其它合适的模块进行。因此能以有利的方式使用已经安装在交通工具中的AFL传感器(附加于交通工具的自动行驶灯控制)来检测实时的亮度 x ,因而不需要附加的传感器来检测交通工具中的实时的亮度。

[0017] 通过所述计算模块识别所述交通工具的驾驶员的疲劳优选包括:

[0018] 根据检测到的实时的亮度计算瞳孔直径;

[0019] 根据检测到的亮度将检测到的瞳孔直径与计算得出的瞳孔直径相比较;以及

[0020] 倘若检测到的瞳孔直径比计算出的瞳孔直径小得比常量范围 $[k-0.3mm; k+1.4mm]$ 更多,其中,常量 $k=0.6mm$,那么:

[0021] 识别到交通工具的驾驶员的疲劳;

[0022] 其中,交通工具驾驶员的疲劳的识别可以通过关于时间的在瞳孔直径减小的速度方面的修正因子和/或用于远光灯调节的传感器进行修正。

[0023] 可以例如通过下列公式进行根据检测到的实时的亮度 x 的以 $[mm]$ 为单位的瞳孔直径 D_x 的计算:

$$[0024] \quad D_x = 10^{0.8558-0.000401(\log x+8.4)^3}$$

[0025] 不过所述计算仅适用于关于实时的亮度 x 的瞳孔直径(这就是说没有其它的影响因素)。

[0026] 检测到的瞳孔直径 D_{xy} 则说明了关于实时的亮度 x 和驾驶员的疲劳 y 的驾驶员的瞳

孔直径并且可以如下：

$$[0027] \quad D_{x,y} = 10^{0,8558-0,000401(\log x+8,4)^3} - k \cdot y$$

[0028] 现在适用的是：

[0029] 倘若

$$[0030] \quad D_x - D_{x,y} > [k-0,3\text{mm}; k+1,4\text{mm}],$$

[0031] 其中, $k=0.6\text{mm}$, 那么就存在驾驶员的疲劳。为了特别准确地确定疲劳并且因此避免在疲劳识别时的误警报, 可以优选求出针对 $[k-0.1\text{mm}; k+1.4\text{mm}]$ 的疲劳。

[0032] 通过计算单元计算交通工具的驾驶员的疲劳在此可以包括适合的修正因子。例如可以以如下方式导入或使用在驾驶员的瞳孔直径减小的速度方面的修正因子, 即, 例如对驾驶员的瞳孔直径进行时间求导。倘若驾驶员的瞳孔直径减小得极快, 那么原因在于突然的光线入射, 并且不通过计算模块识别疲劳。反之, 若驾驶员的瞳孔直径缓慢地随时间减小 (参看图3和图4), 那么通过计算模块识别到疲劳。

[0033] 修正因子可以例如由下列公式得出：

$$[0034] \quad \text{当 } \frac{\Delta D}{\Delta t} > -0.05 \frac{\text{mm}}{\text{s}} \text{ 时, 那么瞳孔直径的变小由疲劳引起,}$$

$$[0035] \quad \text{当 } \frac{\Delta D}{\Delta t} < -0.05 \frac{\text{mm}}{\text{s}} \text{ 时, 那么瞳孔直径的变小由光入射引起, 其中,}$$

[0036] D = 驾驶员的检测到的瞳孔直径;

[0037] t = 时间 (点);

$$[0038] \quad \frac{\Delta D}{\Delta t} = \frac{D_2 - D_1}{t_2 - t_1};$$

[0039] 即, 在时间点 t_2 上通过摄像机检测到的瞳孔直径 D_2 和在时间点 t_1 上通过摄像机检测到的瞳孔直径 D_1 的差与时间点 t_2 与时间点 t_1 的间隔的比。

[0040] 在另一个示例中, 计算模块还可以调用之前针对驾驶员 (例如在交通工具的存储单元中) 所储存的有关在清醒时和/或疲劳时的瞳孔直径的数据, 以便进一步精确化驾驶员的疲劳的计算。除此之外或作为对此的备选, 可以通过用于自动远光灯调节的传感器修正或调节实时的亮度 x 。可以有利地通过使用用于自动远光灯调节的传感器例如在夜间行驶时识别到开着灯的迎面而来的交通工具。由此可以考虑到用于通过迎面而来的交通工具的灯影响驾驶员的瞳孔直径的修正因子。在所述修正因子中, 在通过用于自动远光灯调节的传感器识别到开着灯的迎面而来的交通工具的情况下可以包括中止通过计算模块计算驾驶员的疲劳。计算模块可选还可以在计算驾驶员的疲劳中考虑到其它的修正因子, 例如白天时间和/或季节和/或当前的天气条件并结合交通工具方位。交通工具方位可以例如通过交通工具中的导航系统求出, 其中, 有关白天时间和/或季节以及当前的天气条件的数据可以从交通工具的存储单元中和/或从一个或多个 (后台) 服务器获取。

[0041] 系统优选还包括：

[0042] 至少一个控制单元, 其中, 该控制单元设置用于, 在识别到交通工具的驾驶员或驾驶员疲劳时导入至少一个相应的对策措施。

[0043] 对策措施例如可以涉及光学的 (例如通过在交通工具的车载计算机中的输出单

元)和/或声学的(例如通过在交通工具中的扬声器)和/或内部空间温度例如通过经由交通工具中的空调设备的相应的温度调节后的降低。

[0044] 按照本发明的第二个方面,提出一种用于准确地识别交通工具的驾驶员的疲劳的方法,该方法包括:

[0045] 通过至少一个摄像机检测交通工具的驾驶员的瞳孔直径;

[0046] 通过至少一个传感器检测交通工具中的实时的亮度;以及

[0047] 通过在计算模块中的计算来识别是否存在交通工具的驾驶员的疲劳,其中,所述计算基于检测到的瞳孔直径以及检测到的交通工具中的实时的亮度。

[0048] 所述至少一个摄像机优选包括高分辨率的内部空间摄像机和/或高分辨率的红外摄像机。

[0049] 所述至少一个用于检测交通工具中的实时的亮度的传感器优选包括用于自动行驶灯控制的传感器、AFL传感器。

[0050] 通过计算模块识别交通工具的驾驶员的疲劳包括:

[0051] 根据检测到的实时的亮度计算瞳孔直径;

[0052] 根据检测到的亮度将检测到的瞳孔直径与计算得出的瞳孔直径相比较;以及

[0053] 倘若检测到的瞳孔直径比计算出的瞳孔直径小得比常量范围 $[k-0.3\text{mm}; k+1.4\text{mm}]$ 更多,其中,常量 $k=0.6\text{mm}$,那么:

[0054] 识别到交通工具的驾驶员的疲劳;

[0055] 其中,交通工具驾驶员的疲劳可以通过关于时间的在瞳孔直径减小的速度方面的修正因子识别到和/或用于远光灯调节的传感器进行修正。

[0056] 所述方法还优选包括在识别到疲劳时通过至少一个控制单元导入对策措施。

附图说明

[0057] 本发明的所述的和其它的任务、特征和优点由对优选的实施方式和附图的下列详细说明的研究得出。可以看到,尽管单独说明了一些实施方式,但来自这些实施方式的一些特征能组合成附加的实施方式。

[0058] 图1示出了用于准确地识别交通工具的驾驶员的疲劳的示例性的系统;

[0059] 图2示出了用于准确地识别交通工具的驾驶员的疲劳的示例性的方法;

[0060] 图3示出了在单调行驶时在光线条件恒定不变的情况下测试人员的瞳孔直径随时间的变小,其中,测试人员在特定的时间点上面对外部的刺激;

[0061] 图4示出了在单调行驶时并且在光线条件恒定不变的情况下测试人员的瞳孔直径随时间的示例性的变小以及示出了外部的刺激对测试人员的疲劳的积极影响。

具体实施方式

[0062] 图1示出了用于准确地识别交通工具110的驾驶员120(下文中也称为驾驶员120)的疲劳的示例性系统100。交通工具110可以例如涉及机动车、轨道交通工具、飞机、水上交通工具等。系统100包括用于检测驾驶员120的瞳孔直径的至少一个摄像机112。所述至少一个摄像机112可以包括高分辨率的内部空间摄像机。可以有利地通过高分辨率的内部空间摄像机极为准确地确定驾驶员120的瞳孔直径。此外或者作为对此的备选方案,所述至少一

个摄像机112可以包括高分辨率的红外摄像机。因此可以有利地即使在交通工具110内极为糟糕的光线条件下(例如昏暗、隧道、...)也始终能极为准确确定驾驶员120的瞳孔直径。高分辨率的内部空间摄像机和高分辨率的红外摄像机可以在一个摄像机模块中实现。在另一个示例中,这些摄像机可以在不同的摄像机模块中实现。所述至少一个摄像机112可以包括由内部空间摄像机和/或红外摄像机构成的任意的和/或合适的、数量组合。

[0063] 系统100还包括用于检测交通工具110内的实时的亮度的至少一个传感器116A。(交通工具110内的一个表面的)亮度决定了,驾驶员120的眼睛以哪种表面亮度感知所述表面并且因此具有关于光感的直接的参照。用于检测交通工具110内的实时的亮度的所述至少一个传感器116A可以包括用于自动行驶灯控制的传感器,即AFL传感器116A。

[0064] 用于自动行驶灯控制的传感器(AFL传感器)116A例如可以检测实时的亮度 x 。倘若AFL传感器116A例如设置用于,检测到交通工具周边环境的光照强度(这就是说,有多少以流明 lm 为单位的光通量落到了包围交通工具的以 m^2 为单位的单位面积上,也称为Lux、 lx :

$1 lx = 1 \frac{lm}{m^2}$),可以相应地先换算到 cd 为单位的光强并且最终换算成 cd/m^2 为单位的(实时的)亮度 x 。

$$[0065] \quad x = \frac{I}{A} = \frac{E \cdot r^2}{A}$$

[0066] 在此,亮度 $x[cd/m^2]$ 是光强 $I[cd]$ 和可见的被照亮的面积 $[m^2]$ 的商。光强 $I[cd]$ 是照明强度 $E[lx]$ 和在所照明的面积和眼睛之间的间距 $r[m]$ 的平方的乘积。参数 A 和 r 决定性地由挡风玻璃的和在眼睛与挡风玻璃之间的距离的参量确定并且在范围 $A=1.5m-2.5m$ 和 $r=0.5m-0.9m$ 内变动。

[0067] 换算可以例如通过计算模块114进行,参看下文,或者通过交通工具110内的有相应的计算能力的每个其它合适的模块进行。因此能以有利的方式使用已经安装在交通工具110内的AFL传感器116A(除了交通工具110的自动行驶灯控制外)来检测实时的亮度 x ,因而不需要附加的传感器来检测交通工具110内的实时的亮度。

[0068] 此外,系统100还可以包括用于通过计算来识别交通工具的驾驶员120的疲劳的计算模块114,其中,所述计算基于检测到的瞳孔直径以及检测到的交通工具110内的实时的亮度。计算模块114可以基于由所述至少一个摄像机112检测到的驾驶员120的瞳孔直径以及由所述至少一个传感器116A检测到的交通工具110内的实时的亮度执行计算。计算模块114尤其能例如参考下列公式执行涉及到所检测的实时的亮度 x 的瞳孔直径 $D_x[mm]$ 的计算:

$$[0069] \quad D_x = 10^{0,8558-0,000401(\log x+8,4)^3}$$

[0070] 不过所述计算仅适用于参照实时的亮度 x 的瞳孔直径(这就是说没有其它的影响因素如驾驶员120的疲劳)。

[0071] 通过所述至少一个摄像机112检测到的瞳孔直径 D_{xy} 则说明了参照实时的亮度 x 和驾驶员的疲劳 y 的驾驶员120的瞳孔直径并且可以如下表示:

$$[0072] \quad D_{x,y} = 10^{0,8558-0,000401(\log x+8,4)^3} - k \cdot y$$

[0073] 在下一个步骤中,可以将由通过所述至少一个摄像机112检测到的瞳孔直径与通过计算模块114计算出的瞳孔直径根据检测到的亮度进行比较。

[0074] 倘若通过所述至少一个摄像机112检测到的瞳孔直径比计算出的瞳孔直径小得比常量范围 $[k-0.3\text{mm}; k+1.4\text{mm}]$ 更多(其中, 常量 $k=0.6\text{mm}$), 这就是说, 倘若

[0075] $D_x - D_{x,y} > [k-0.3\text{mm}; k+1.4\text{mm}]$,

[0076] 其中, $k=0.6\text{mm}$, 那么就识别到了交通工具110的驾驶员120的疲劳。为了特别准确地确定疲劳并且因此避免在疲劳识别时的误警报, 可以优选求出针对 $[k-0.1\text{mm}; k+1.4\text{mm}]$ ($k=0.6\text{mm}$) 的疲劳。

[0077] 通过计算单元114计算交通工具110的驾驶员120的疲劳在此可以包括适合的修正因子。例如可以以如下方式导入或使用在驾驶员120的瞳孔直径减小的速度方面的修正因子, 即, 例如对驾驶员120的瞳孔直径进行时间求导。倘若驾驶员120的瞳孔直径例如减小得极快, 那么原因在于突然的光线入射, 并且不通过计算模块114识别疲劳。反之, 若驾驶员120的瞳孔直径缓慢地随时间减小(参看图3和图4), 那么通过计算模块114识别到疲劳。

[0078] 修正因子可以例如由下列公式得出:

[0079] 当 $\frac{\Delta D}{\Delta t} > -0.05 \frac{\text{mm}}{\text{s}}$ 时, 那么瞳孔直径的变小由疲劳引起,

[0080] 当 $\frac{\Delta D}{\Delta t} < -0.05 \frac{\text{mm}}{\text{s}}$ 时, 那么瞳孔直径的变小由光入射引起, 其中,

[0081] D = 检测到的驾驶员120的瞳孔直径;

[0082] t = 时间(点);

[0083] $\frac{\Delta D}{\Delta t} = \frac{D_2 - D_1}{t_2 - t_1}$

[0084] 即, 在时间点 t_2 上通过摄像机检测到的瞳孔直径 D_2 和在时间点 t_1 上通过摄像机检测到的瞳孔直径 D_1 的差与时间点 t_2 与时间点 t_1 的间隔的比。

[0085] 在另一个示例中, 计算模块114还可以调用之前针对驾驶员120(例如在交通工具110的存储单元118中)所储存的有关在清醒时和/或疲劳时的瞳孔直径的数据, 以便进一步精确化驾驶员120的疲劳的计算。除此之外或作为对此的备选, 可以通过用于自动远光灯调节的传感器116B修正或调节实时的亮度 x 。可以有利地通过使用用于自动远光灯调节的传感器116B例如在夜间行驶时识别到开着灯的迎面而来的交通工具。由此可以考虑到用于通过迎面而来的交通工具的灯影响驾驶员120的瞳孔直径的修正因子。在所述修正因子中, 在通过用于自动远光灯调节的传感器116B识别到开着灯的迎面而来的交通工具的情况下可以包括中止通过计算模块114计算驾驶员120的疲劳。计算模块114可选还可以在计算驾驶员120的疲劳时考虑到其它的修正因子, 例如白天时间和/或季节和/或当前的天气条件并结合交通工具方位。交通工具方位可以例如通过交通工具中的导航系统求出, 其中, 有关白天时间和/或季节以及当前的天气条件的数据可以从交通工具110的存储单元118中和/或从一个或多个(后台)服务器130援引。

[0086] 系统100还可以包括至少一个控制单元118, 其中, 该控制单元118设置用于, 在识别到交通工具110的驾驶员120或驾驶员120疲劳时导入至少一个相应的对策措施。对策措施例如可以涉及光学的(例如通过在交通工具110的车载计算机中的输出单元)和/或声学的(例如通过在交通工具110中的扬声器)和/或内部空间温度例如通过经由交通工具110中

的空调设备的相应的温度调节后的降低,如进一步参考图3和4所阐释的那样。

[0087] 图2示出了用于准确地识别交通工具110的驾驶员120(下文中也称为驾驶员120)的疲劳的示例性的方法200,其中,方法步骤可以通过系统100例如参考图1加以说明、实施并且方法步骤可以参考图1进行说明。所述方法在此包括:

[0088] 通过至少一个摄像机112检测210交通工具110的驾驶员120的瞳孔直径,其中,所述至少一个摄像机112可以包括高分辨率的内部空间摄像机和/或高分辨率的红外摄像机;

[0089] 通过至少一个传感器116A检测220交通工具110中的实时的亮度,其中,所述至少一个传感器116A可以包括用于自动远光灯调节的传感器,即AFL传感器116A;以及

[0090] 通过在计算模块114中计算来识别230,是否存在交通工具110的驾驶员120的疲劳,其中,所述计算基于通过所述至少一个摄像机112检测到的瞳孔直径以及检测到的交通工具110中的实时的亮度。

[0091] 通过计算模块114识别230交通工具110的驾驶员120(或驾驶员120)的疲劳在此可以包括:

[0092] 根据通过所述至少一个传感器116A检测到的实时的亮度计算232瞳孔直径;

[0093] 根据检测到的亮度将通过所述至少一个摄像机112检测到的瞳孔直径与通过计算模块114计算出的瞳孔直径相比较234;以及

[0094] 倘若通过所述至少一个摄像机112检测到的瞳孔直径比通过计算模块114计算出的瞳孔直径小得比常量范围 $[k-0.3\text{mm}; k+1.4\text{mm}]$ 更多(其中,常量 $k=0.6\text{mm}$):

[0095] 识别到236交通工具110的驾驶员120的疲劳;

[0096] 其中,交通工具110驾驶员120的疲劳的识别236通过关于时间的在瞳孔直径的减小的速度方面的修正因子和/或用于远光灯调节的传感器116B进行修正。

[0097] 所述方法还可以包括在通过计算单元114识别到236疲劳时通过至少一个控制单元118导入240对策措施,如参考图3和4所说明的那样。

[0098] 图3示出了在单调行驶时测试人员的以毫米(mm)为单位的平均的瞳孔直径310随着以分钟(min)为单位的时间320减小,其中,测试人员在确定的时间点上、特别是在5分钟、10分钟和27分钟时面对外部的刺激。涉及多个测试人员的两次单调行驶的平均值,所述平均值明显表明,在单调行驶时,测试人员的疲劳连续地上升并且瞳孔直径因此连续地减小。

[0099] 在此尤其能确定,已经在行驶半小时时测试人员的瞳孔直径就如图3和4所示那样由于产生的疲劳已经减小了约0.6mm。瞳孔直径在5分钟、10分钟和27分钟时的变大尤其通过在仿真器中的测试行驶期间通过言语询问测试人员产生。在此尤其涉及对行驶仿真器研究的评估或结果。因此表明,认知努力例如包括回答问题、扩张瞳孔直径并且因此包括提高清醒度或提高注意力程度。

[0100] 图4示出了在单调行驶时测试人员的以mm为单位的瞳孔直径410随以min为单位的时间420的示例性的减小。从20分钟起外部的刺激对测试人员的疲劳的正面影响尤其被表明为另一个行驶仿真器研究的结果。第一行驶类似地参考图3加以说明、执行(=单调行驶),伴随在6分钟和16分钟时的询问(=单调行驶430)。在第二单调行驶中(=对策措施440),从20分钟起导入对策措施,在这种情况下,通过用热刺激使相应的测试人员变得活跃。明显可以看到,热刺激在测试人员的瞳孔直径的变大中起作用。在此证实,在单调行驶430和伴随对策措施的行驶440之间的瞳孔直径的差异在用*或**表征的分钟中表明了统计

上的显著差异,其中,测试人员的瞳孔直径的差异不再由于偏差或偶然事件得出,其中,在*时存在伴随 $p < 0.05$ 的巨大的差异并且在**时存在伴随 $p < 0.001$ 的极为显著差异。

[0101] 因此表明,瞳孔直径良好地适合用作驾驶员疲劳或警觉性的指标,只要光线条件是恒定的。

[0102] 例如参照图1和2说明的系统100和方法200现在允许了通过考虑到非恒定不变的光线条件并根据瞳孔直径准确地检测驾驶员120的疲劳。

100

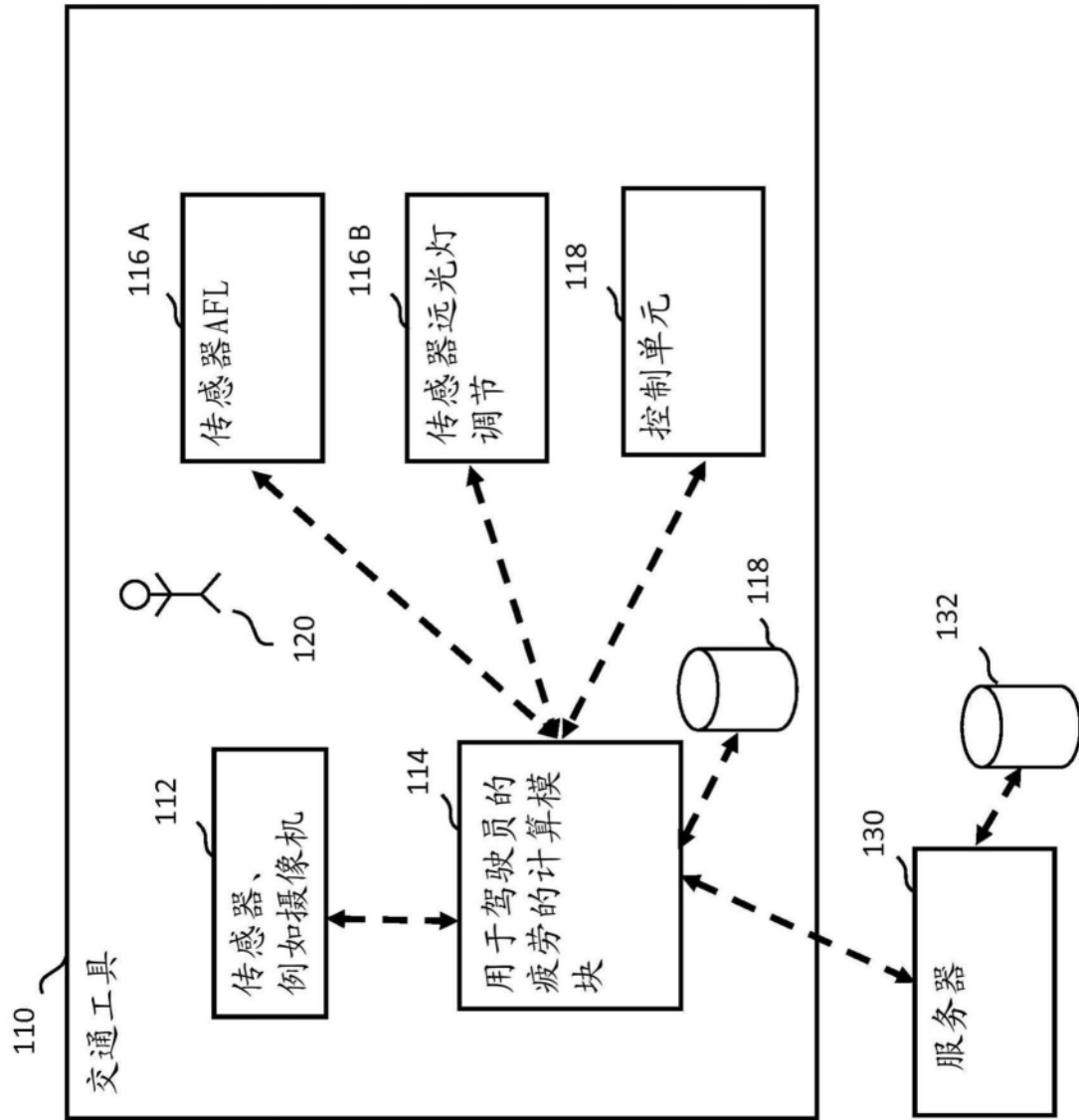


图1

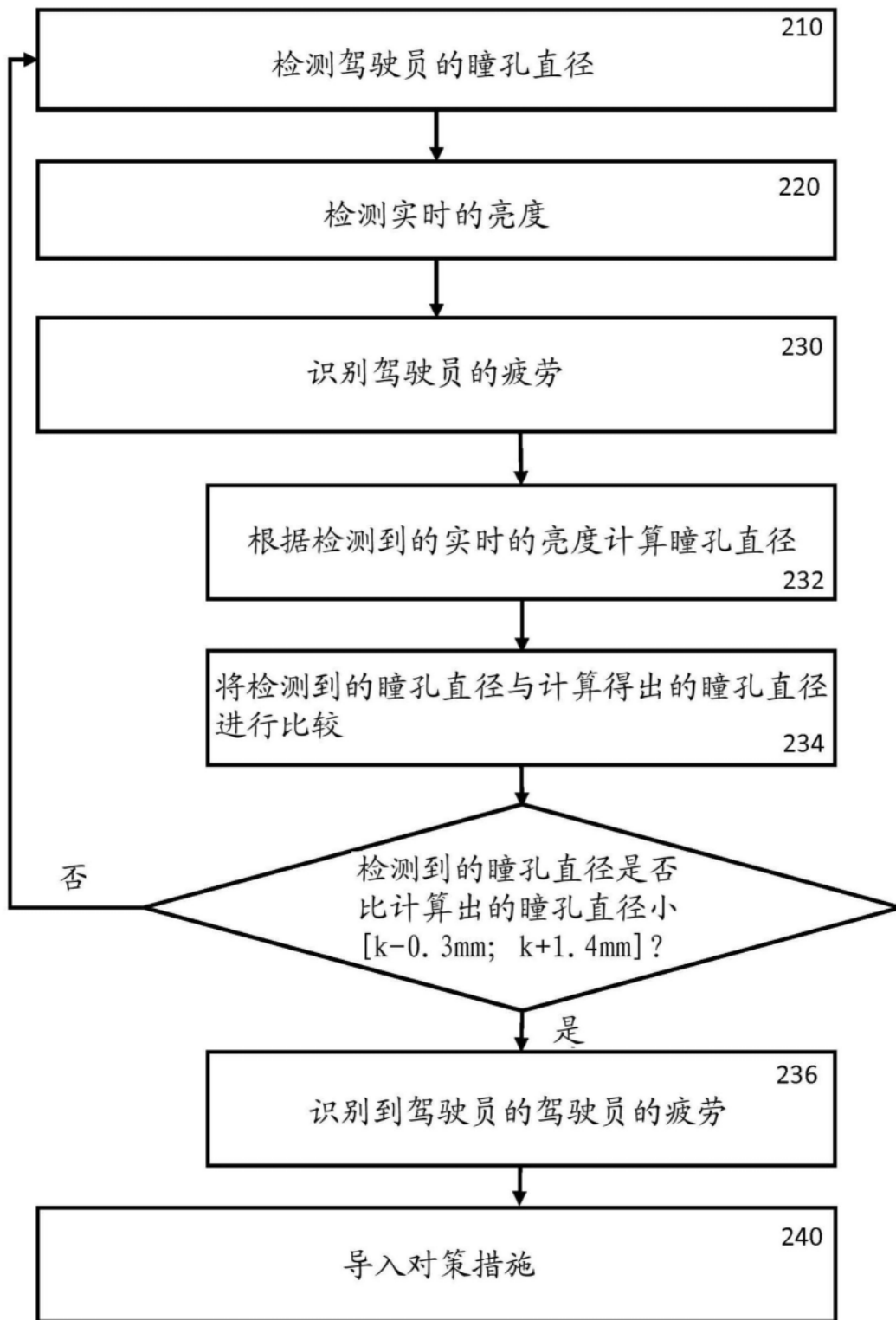


图2

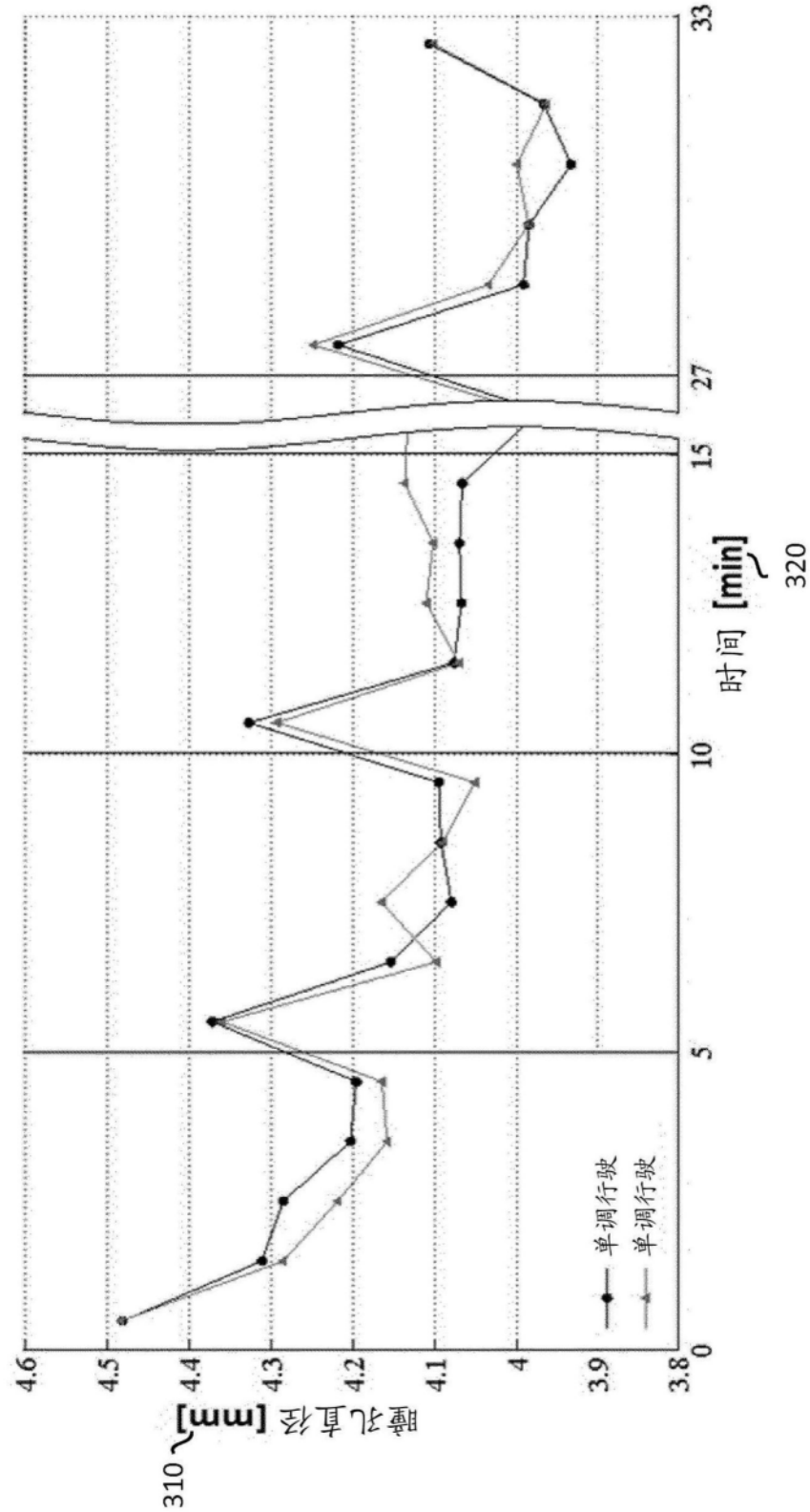


图3

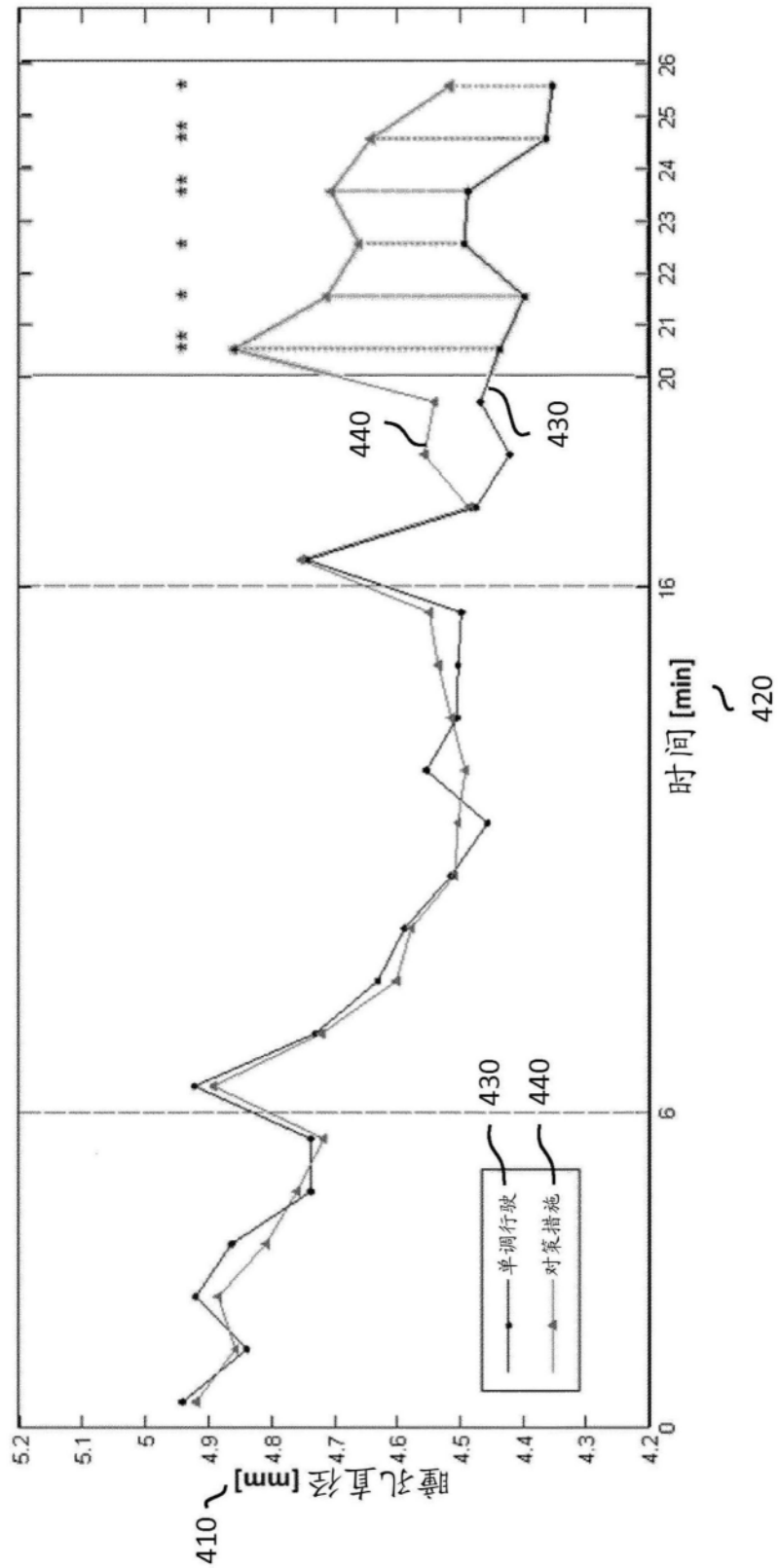


图4