



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111080940 A

(43)申请公布日 2020.04.28

(21)申请号 201911194899.4

A61B 5/0402(2006.01)

(22)申请日 2019.11.28

A61B 5/18(2006.01)

(71)申请人 同济大学

A61B 5/00(2006.01)

地址 200092 上海市杨浦区四平路1239号

G06K 9/00(2006.01)

(72)发明人 曾小清 袁腾飞 熊启鹏 应沛然

王维旸 伍超扬 王奕曾

(74)专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限公司 31225

代理人 叶敏华

(51)Int.Cl.

G08B 7/06(2006.01)

H04N 7/18(2006.01)

G08C 17/02(2006.01)

A61B 5/11(2006.01)

A61B 5/0205(2006.01)

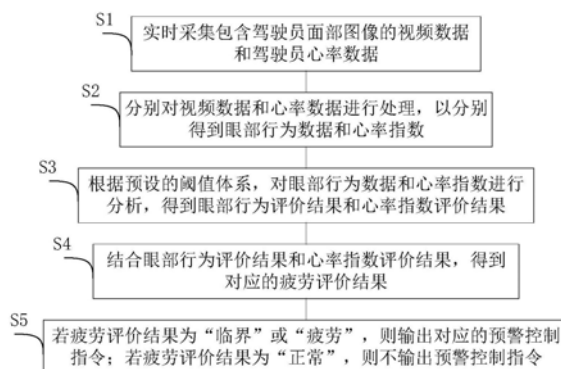
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

## (54)发明名称

一种基于阈值体系的疲劳驾驶预警方法及系统

## (57)摘要

本发明涉及一种基于阈值体系的疲劳驾驶预警方法及系统,其中,预警方法包括以下步骤:实时采集包含驾驶员面部图像的视频数据和驾驶员心率数据;数据处理:以分别得到眼部行为数据和心率指数;数据分析:根据预设的阈值体系,得到眼部行为评价结果和心率指数评价结果;结合眼部行为评价结果和心率指数评价结果,得到对应的疲劳评价结果;若疲劳评价结果为“临界”或“疲劳”,则输出对应的预警控制指令;若疲劳评价结果为“正常”,则不输出预警控制指令。与现有技术相比,本发明通过采集驾驶员的眼部行为数据和心率数据,基于对应的阈值体系,能够实时准确地得到疲劳评价结果,结合预警装置,从而实现有效预警疲劳驾驶的目的、保证驾驶安全。



1. 一种基于阈值体系的疲劳驾驶预警方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1、实时采集包含驾驶员面部图像的视频数据和驾驶员心率数据;

S2、分别对视频数据和心率数据进行处理,以分别得到眼部行为数据和心率指数;

S3、根据预设的阈值体系,对眼部行为数据和心率指数进行分析,得到眼部行为评价结果和心率指数评价结果;

S4、结合眼部行为评价结果和心率指数评价结果,得到对应的疲劳评价结果;

S5、若疲劳评价结果为临界或疲劳,则输出对应的预警控制指令;若疲劳评价结果为正常,则不输出预警控制指令。

2. 根据权利要求1所述的一种基于阈值体系的疲劳驾驶预警方法,其特征在于,所述步骤S2具体包括以下步骤:

S21、从视频数据中截取连续的多个图像帧,基于图像识别算法,从多个图像帧中提取出眼部行为数据;

S22、对心率数据进行格式转换和缺失值补充,得到心率指数。

3. 根据权利要求2所述的一种基于阈值体系的疲劳驾驶预警方法,其特征在于,所述眼部行为数据包括周期时段内眨眼次数、闭眼总持续时间和眨眼时间均值,所述心率指数包括时域心电指标和频域心电指标。

4. 根据权利要求3所述的一种基于阈值体系的疲劳驾驶预警方法,其特征在于,所述阈值体系包括眼部行为阈值和心率指数阈值范围,所述眼部行为阈值包含清醒阈值、临界阈值和疲劳阈值,即周期时段内眨眼次数、闭眼总持续时间和眨眼时间均值分别有其对应的清醒阈值、临界阈值和疲劳阈值,所述心率指数阈值范围包括时域心电指标阈值范围和频域心电指标范围。

5. 根据权利要求4所述的一种基于阈值体系的疲劳驾驶预警方法,其特征在于,所述步骤S3具体包括以下步骤:

S31、将周期时段内眨眼次数、闭眼总持续时间和眨眼时间均值分别对应地与眼部行为阈值进行比较,若周期时段内眨眼次数、闭眼总持续时间和眨眼时间均值均小于其对应的清醒阈值,则眼部行为评价结果为清醒;

若周期时段内眨眼次数、闭眼总持续时间或眨眼时间均值大于或等于其对应的清醒阈值、且小于其对应的临界阈值,则眼部行为评价结果为临界;

若周期时段内眨眼次数、闭眼总持续时间或眨眼时间均值大于或等于其对应的临界阈值、且小于其对应的疲劳阈值,则眼部行为评价结果为临界;

若周期时段内眨眼次数、闭眼总持续时间或眨眼时间均值大于或等于其对应的疲劳阈值,则眼部行为评价结果为疲劳;

S32、将时域心电指标和频域心电指标分别对应地与时域心电指标阈值范围和频域心电指标范围进行比较,若时域心电指标和频域心电指标均处于其对应的阈值范围内,则心率指数评价结果为正常;

若时域心电指标或频域心电指标不在其对应的阈值范围内,则心率指数评价结果为临界;

若时域心电指标和频域心电指标均不在其对应的阈值范围内,则心率指数评价结果为疲劳。

6. 根据权利要求5所述的一种基于阈值体系的疲劳驾驶预警方法,其特征在于,所述步骤S4的具体过程为:若眼部行为评价结果和心率指数评价结果分别为清醒和正常,则疲劳评价结果为正常;

若眼部行为评价结果和心率指数评价结果均为临界,则疲劳评价结果为临界;

若眼部行为评价结果或心率指数评价结果为疲劳,则疲劳评价结果为疲劳。

7. 一种基于如权利要求1所述基于阈值体系的疲劳驾驶预警方法的预警系统,其特征在于,包括安装在车辆上的视频监测单元和佩戴在驾驶员身上的心率监测单元,所述视频监测单元和心率监测单元分别与后台控制中心连接,以将实时采集的视频数据和心率数据传输给后台控制中心,所述后台控制中心连接有预警装置,由后台控制中心对视频数据和心率数据进行处理分析,并根据预设的阈值体系,得到对应的疲劳评价结果,同时输出相应的预警控制指令给预警装置,其中,视频数据中包含驾驶员眼部图像。

8. 根据权利要求7所述的一种预警系统,其特征在于,所述后台控制中心包括依次连接的数据库、处理器和控制器,所述数据库还分别与视频监测单元和心率监测单元连接,以存储实时采集的视频数据和心率数据;

所述处理器用于处理视频数据和心率数据,以得到眼部行为数据和心率指数,并根据预设的阈值体系,对眼部行为数据和心率指数进行分析,得到疲劳评价结果;

所述控制器还与预警装置相连接,以根据疲劳评价结果输出对应的预警控制指令给预警装置。

9. 根据权利要求7所述的一种预警系统,其特征在于,所述视频监测单元包括通过有线网络连接的视频采集终端和车载行车电脑,所述车载行车电脑还通过无线移动网络与后台控制中心连接,所述心率监测单元包括心率手环以及通过蓝牙连接的可穿戴心电仪和车载智能盒子,所述心率手环和车载智能盒子分别通过无线移动网络与后台控制中心连接。

10. 根据权利要求7所述的一种预警系统,其特征在于,所述预警装置包括语音播放器和安装在主驾驶座椅上的振动器。

## 一种基于阈值体系的疲劳驾驶预警方法及系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及疲劳驾驶预警技术领域,尤其是涉及一种基于阈值体系的疲劳驾驶预警系统。

### 背景技术

[0002] 近些年,由于疲劳驾驶而导致的交通事故时有发生。疲劳驾驶是指驾驶人在长时间连续行车后,产生生理机能和心理机能的失调,而在客观上出现驾驶技能下降的现象。统计数据表明,疲劳驾驶所导致的交通事故占人身伤害事故的15%、死亡事故的20%以上。

[0003] 因此,若要减少因疲劳驾驶而导致的交通事故,有必要对疲劳驾驶进行监测并及时发出预警,作为一项安全驾驶辅助技术,疲劳驾驶预警系统目前还处于研究起步阶段,现有的疲劳驾驶预警系统大多是通过获取驾驶员面部特征数据和方向盘操作数据,结合人脸识别技术,以检测行车过程中是否出现疲劳驾驶,然而这种方式获取的驾驶员驾驶状态信息过于单一,不能有效真实反映出驾驶员的驾驶状态,容易发生误判断。

[0004] 中国专利CN108973851A公开了一种疲劳驾驶警报系统,通过对车道位置的偏离进行追踪,以检测驾驶员的疲劳水平,该系统是在车道偏离的计数超过越界阈值时,才激活警报装置,这种方式一方面没有融合驾驶员有效驾驶状态信息,另一方面由于实时性不够,有可能发生预警滞后的情况,即不能及时发现疲劳驾驶、无法提前发出预警。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的就是为了克服上述现有技术存在的缺陷而提供一种基于阈值体系的疲劳驾驶预警方法及系统,通过实时获取驾驶员有效的驾驶状态信息,结合设置的阈值体系,从而准确及时地发出预警。

[0006] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现:一种基于阈值体系的疲劳驾驶预警方法,包括以下步骤:

[0007] S1、实时采集包含驾驶员面部图像的视频数据和驾驶员心率数据;

[0008] S2、分别对视频数据和心率数据进行处理,以分别得到眼部行为数据和心率指数;

[0009] S3、根据预设的阈值体系,对眼部行为数据和心率指数进行分析,得到眼部行为评价结果和心率指数评价结果;

[0010] S4、结合眼部行为评价结果和心率指数评价结果,得到对应的疲劳评价结果;

[0011] S5、若疲劳评价结果为“临界”或“疲劳”,则输出对应的预警控制指令;若疲劳评价结果为“正常”,则不输出预警控制指令。

[0012] 进一步地,所述步骤S2具体包括以下步骤:

[0013] S21、从视频数据中截取连续的多个图像帧,基于图像识别算法,从多个图像帧中提取出眼部行为数据;

[0014] S22、对心率数据进行格式转换和缺失值补充,得到心率指数。

[0015] 进一步地,所述眼部行为数据包括周期时段内眨眼次数、闭眼总持续时间和眨眼

时间均值,所述心率指数包括时域心电指标和频域心电指标。

[0016] 进一步地,所述阈值体系包括眼部行为阈值和心率指数阈值范围,所述眼部行为阈值包含清醒阈值、临界阈值和疲劳阈值,即周期时段内眨眼次数、闭眼总持续时间和眨眼时间均值分别有其对应的清醒阈值、临界阈值和疲劳阈值,所述心率指数阈值范围包括时域心电指标阈值范围和频域心电指标范围。

[0017] 进一步地,所述步骤S3具体包括以下步骤:

[0018] S31、将周期时段内眨眼次数、闭眼总持续时间和眨眼时间均值分别对应地与眼部行为阈值进行比较,若周期时段内眨眼次数、闭眼总持续时间和眨眼时间均值均小于其对应的清醒阈值,则眼部行为评价结果为“清醒”;

[0019] 若周期时段内眨眼次数、闭眼总持续时间或眨眼时间均值大于或等于其对应的清醒阈值、且小于其对应的临界阈值,则眼部行为评价结果为“临界”;

[0020] 若周期时段内眨眼次数、闭眼总持续时间或眨眼时间均值大于或等于其对应的临界阈值、且小于其对应的疲劳阈值,则眼部行为评价结果为“临界”;

[0021] 若周期时段内眨眼次数、闭眼总持续时间或眨眼时间均值大于或等于其对应的疲劳阈值,则眼部行为评价结果为“疲劳”;

[0022] S32、将时域心电指标和频域心电指标分别对应地与时域心电指标阈值范围和频域心电指标范围进行比较,若时域心电指标和频域心电指标均处于其对应的阈值范围内,则心率指数评价结果为“正常”;

[0023] 若时域心电指标或频域心电指标不在其对应的阈值范围内,则心率指数评价结果为“临界”;

[0024] 若时域心电指标和频域心电指标均不在其对应的阈值范围内,则心率指数评价结果为“疲劳”。

[0025] 进一步地,所述步骤S4的具体过程为:若眼部行为评价结果和心率指数评价结果分别为“清醒”和“正常”,则疲劳评价结果为“正常”;

[0026] 若眼部行为评价结果和心率指数评价结果均为“临界”,则疲劳评价结果为“临界”;

[0027] 若眼部行为评价结果或心率指数评价结果为“疲劳”,则疲劳评价结果为“疲劳”。

[0028] 一种基于阈值体系的疲劳驾驶预警系统,包括安装在车辆上的视频监测单元和佩戴在驾驶员身上的心率监测单元,所述视频监测单元和心率监测单元分别与后台控制中心连接,以将实时采集的视频数据和心率数据传输给后台控制中心,所述后台控制中心连接有预警装置,由后台控制中心对视频数据和心率数据进行处理分析,并根据预设的阈值体系,得到对应的疲劳评价结果,同时输出相应的预警控制指令给预警装置,其中,视频数据中包含驾驶员眼部图像。

[0029] 进一步地,所述后台控制中心包括依次连接的数据库、处理器和控制器,所述数据库还分别与视频监测单元和心率监测单元连接,以存储实时采集的视频数据和心率数据;

[0030] 所述处理器用于处理视频数据和心率数据,以得到眼部行为数据和心率指数,并根据预设的阈值体系,对眼部行为数据和心率指数进行分析,得到疲劳评价结果;

[0031] 所述控制器还与预警装置相连接,以根据疲劳评价结果输出对应的预警控制指令给预警装置。

[0032] 进一步地,所述视频监测单元包括通过有线网络连接的视频采集终端和车载行车电脑,所述车载行车电脑还通过无线移动网络与后台控制中心连接,所述心率监测单元包括心率手环以及通过蓝牙连接的可穿戴心电仪和车载智能盒子,所述心率手环和车载智能盒子分别通过无线移动网络与后台控制中心连接。

[0033] 进一步地,所述预警装置包括语音播放器和安装在主驾驶座椅上的振动器。

[0034] 与现有技术相比,本发明通过实时获取驾驶员眼部行为数据和心率数据,并基于对应的阈值体系进行比较分析,既保证了驾驶状态信息的实时有效性,同时能够综合不同的驾驶状态信息得到更为准确的疲劳评价结果,结合预警装置,实现了及时有效警示驾驶员的目的;

[0035] 本发明设置的阈值体系中包含对应于眼部行为数据的眼部行为阈值以及对应于心率数据的心率指数阈值范围,同时,根据不同的眼部行为数据,眼部行为阈值分为清醒阈值、临界阈值和疲劳阈值,根据不同的心率指数,心率指数阈值范围分为时域心电指标范围和频域心电指标范围,基于此,能够有效保证数据分析的可靠性,从而提高疲劳评价结果的准确性。

## 附图说明

[0036] 图1为本发明的方法流程示意图;

[0037] 图2为本发明的系统结构示意图;

[0038] 图中标记说明:100、视频监测单元;101、视频采集终端;102、车载行车电脑;200、心率监测单元;201、心率手环;202、可穿戴心电仪;203、车载智能盒子;300、后台控制中心;400、预警装置。

## 具体实施方式

[0039] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。

[0040] 如图1所示,一种基于阈值体系的疲劳驾驶预警方法,包括以下步骤:

[0041] S1、实时采集包含驾驶员面部图像的视频数据和驾驶员心率数据;

[0042] S2、分别对视频数据和心率数据进行处理,以分别得到眼部行为数据和心率指数;

[0043] S3、根据预设的阈值体系,对眼部行为数据和心率指数进行分析,得到眼部行为评价结果和心率指数评价结果;

[0044] S4、结合眼部行为评价结果和心率指数评价结果,得到对应的疲劳评价结果;

[0045] S5、若疲劳评价结果为“临界”或“疲劳”,则输出对应的预警控制指令;若疲劳评价结果为“正常”,则不输出预警控制指令。

[0046] 其中,眼部行为数据包括周期时段内眨眼次数、闭眼总持续时间和眨眼时间均值,心率指数包括时域心电指标和频域心电指标,相对应的,阈值体系包括眼部行为阈值和心率指数阈值范围,眼部行为阈值则包含清醒阈值、临界阈值和疲劳阈值,即周期时段内眨眼次数、闭眼总持续时间和眨眼时间均值分别有其对应的清醒阈值、临界阈值和疲劳阈值,本实施例中眼部行为阈值数据如表1所示:

[0047] 表1

[0048]	周期时段内眨眼次数			闭眼总持续时间/s			眨眼时间均值/s		
	清醒	临界	疲劳	清醒	临界	疲劳	清醒	临界	疲劳
	4.732	5.217	4.874	0.875	1.901	2.765	0.189	0.367	0.567

[0049] 心率指数阈值范围包括时域心电指标阈值范围和频域心电指标范围,本实施例中心率指数阈值范围数据如表2所示:

[0050] 表2

[0051]	心率指数	聚类阈值范围
	RR triangular index	(8.355,13.25)
	TINN	(109.75,199)
	VLF%	(6.835,12.8)
	LF%	(32.57,39.38)
	HF%	(60.75,50.25)
	LF	(25.25,37.95)
	HF	(45.565,42.25)
	LF/HF	(0.525,0.795)

[0052] 其中,RR triangular index即为HRV(heart rate variability,心率变异性),RR triangular index和TINN均为时域心电指标,VLF%、LF%、HF%、LF、HF和LF/HF均为频域心电指标,具体的,VLF——极低频段(0.0033~0.04Hz)的功率,其与体温调节、肾素功能相关,LF——低频段(0.04~0.15Hz)的功率,可作为交感神经活动的标志,HF——高频段(0.15~0.4Hz)的功率,由迷走神经介导,代表呼吸变异,LF/HF——交感神经和迷走神经张力的平衡状态。

[0053] 将实时分析得到的眼部行为数据和心率指数与阈值体系进行比较,具体为:首先,将周期时段内眨眼次数、闭眼总持续时间和眨眼时间均值分别对应地与眼部行为阈值进行比较,若周期时段内眨眼次数、闭眼总持续时间和眨眼时间均值均小于其对应的清醒阈值,则眼部行为评价结果为“清醒”;

[0054] 若周期时段内眨眼次数、闭眼总持续时间或眨眼时间均值大于或等于其对应的清醒阈值、且小于其对应的临界阈值,则眼部行为评价结果为“临界”;

[0055] 若周期时段内眨眼次数、闭眼总持续时间或眨眼时间均值大于或等于其对应的临界阈值、且小于其对应的疲劳阈值,则眼部行为评价结果为“临界”;

[0056] 若周期时段内眨眼次数、闭眼总持续时间或眨眼时间均值大于或等于其对应的疲劳阈值,则眼部行为评价结果为“疲劳”;

[0057] 然后,将时域心电指标和频域心电指标分别对应地与时域心电指标阈值范围和频域心电指标范围进行比较,若时域心电指标和频域心电指标均处于其对应的阈值范围内,则心率指数评价结果为“正常”;

[0058] 若时域心电指标或频域心电指标不在其对应的阈值范围内,则心率指数评价结果为“临界”;

[0059] 若时域心电指标和频域心电指标均不在其对应的阈值范围内,则心率指数评价结

果为“疲劳”；

[0060] 最后,若眼部行为评价结果和心率指数评价结果分别为“清醒”和“正常”,则疲劳评价结果为“正常”；

[0061] 若眼部行为评价结果和心率指数评价结果均为“临界”,则疲劳评价结果为“临界”；

[0062] 若眼部行为评价结果或心率指数评价结果为“疲劳”,则疲劳评价结果为“疲劳”。

[0063] 基于上述预警方法,构建一种疲劳驾驶预警系统,如图2所示,包括视频监测单元100,安装在车辆上,主要监测驾驶员眼部行为,视频监测单元100进一步包括视频终端101,用来采集驾驶员眼部行为数据,车载电脑102,与视频终端通过有线网络连接；

[0064] 心率监测单元200,包括心率手环201和可穿戴心电仪202,用于采集驾驶员的心率数据,以及车载智能盒子203,与可穿戴心电仪202通过蓝牙连接；

[0065] 后台控制中心300,与所述的视频监测单元和心率监测单元,通过无线4G网络进行通信连接,并对采集的驾驶员眼部行为数据和心率数据进行存储、处理和分析,获得驾驶员的疲劳评价结构,根据设立的阈值体系进行预警；当后台控制中心300监测到驾驶员处于疲劳或疲劳临界状态时,预警装置400会根据驾驶员的疲劳等级采取相应的预警措施。

[0066] 综上所述,本发明通过视频监测和心率监测采集的驾驶员眼部行为数据和心率数据,通过车载行车电脑和无线4G网络与后台控制中心连接,并对采集数据进行存储、处理和分析,获得驾驶员的疲劳状况,根据设立的阈值体系进行预警,当安后台控制中心判断驾驶员处于疲劳或疲劳临界状态时,预警装置会根据驾驶员的疲劳等级采取相应的预警措施。这种方法实施简单,数据实时有效,适用范围广,能够实时有效地预警疲劳驾驶,保证驾驶员安全驾驶车辆。



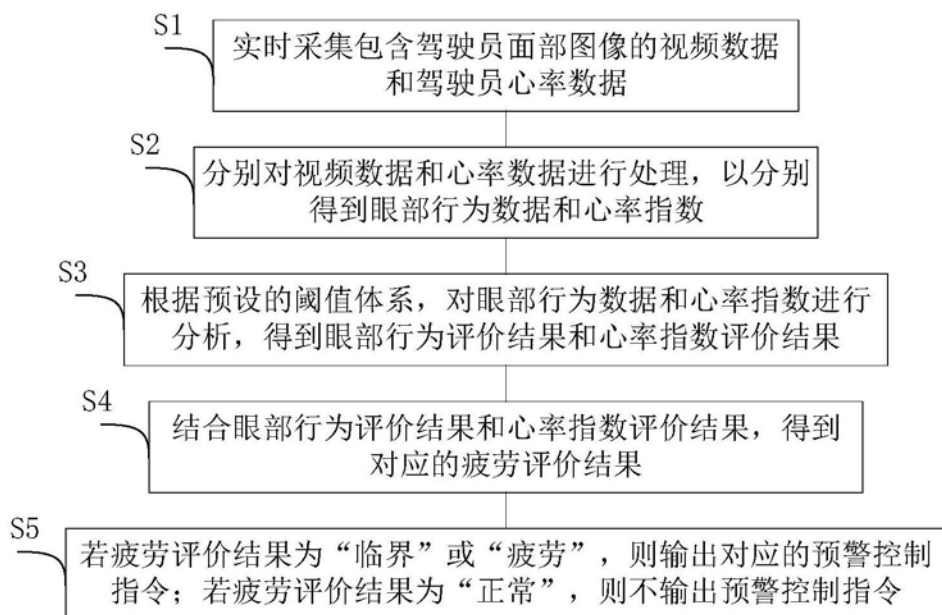


图1

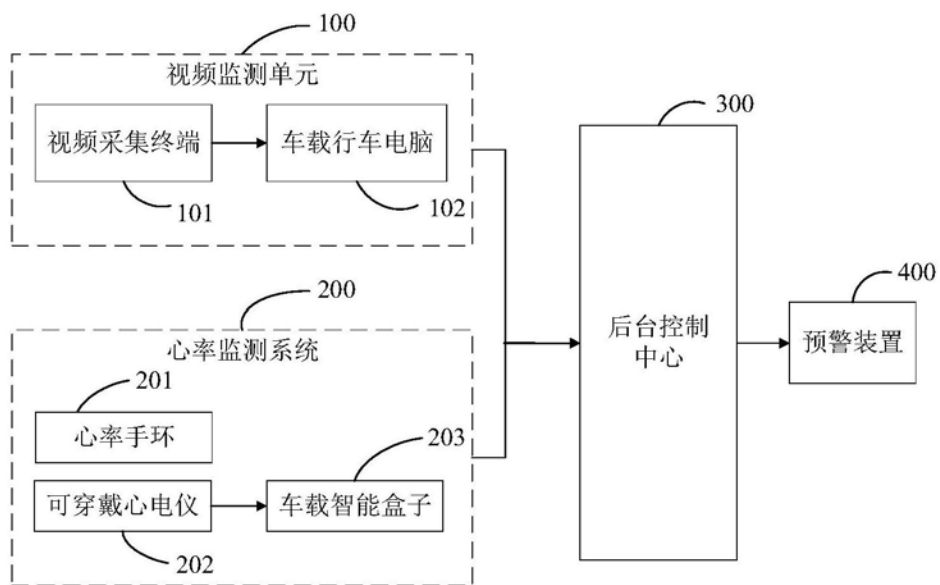


图2

专利名称(译)	一种基于阈值体系的疲劳驾驶预警方法及系统		
公开(公告)号	<a href="#">CN111080940A</a>	公开(公告)日	2020-04-28
申请号	CN201911194899.4	申请日	2019-11-28
[标]申请(专利权)人(译)	同济大学		
申请(专利权)人(译)	同济大学		
当前申请(专利权)人(译)	同济大学		
[标]发明人	曾小清 袁腾飞 熊启鹏 王维旸 伍超扬 王奕曾		
发明人	曾小清 袁腾飞 熊启鹏 应沛然 王维旸 伍超扬 王奕曾		
IPC分类号	G08B7/06 H04N7/18 G08C17/02 A61B5/11 A61B5/0205 A61B5/0402 A61B5/18 A61B5/00 G06K9/00		
CPC分类号	A61B5/0022 A61B5/0205 A61B5/0402 A61B5/1103 A61B5/18 A61B5/6893 A61B5/7455 A61B5/746 G06K9/00845 G08B7/06 G08C17/02 H04N7/18		
代理人(译)	叶敏华		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

#### 摘要(译)

本发明涉及一种基于阈值体系的疲劳驾驶预警方法及系统，其中，预警方法包括以下步骤：实时采集包含驾驶员面部图像的视频数据和驾驶员心率数据；数据处理：以分别得到眼部行为数据和心率指数；数据分析：根据预设的阈值体系，得到眼部行为评价结果和心率指数评价结果；结合眼部行为评价结果和心率指数评价结果，得到对应的疲劳评价结果；若疲劳评价结果为“临界”或“疲劳”，则输出对应的预警控制指令；若疲劳评价结果为“正常”，则不输出预警控制指令。与现有技术相比，本发明通过采集驾驶员的眼部行为数据和心率数据，基于对应的阈值体系，能够实时准确地得到疲劳评价结果，结合预警装置，从而实现有效预警疲劳驾驶的目的、保证驾驶安全。

