



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109953763 A

(43)申请公布日 2019.07.02

(21)申请号 201910151313.X

A61B 5/16(2006.01)

(22)申请日 2019.02.28

G06K 9/00(2006.01)

(71)申请人 扬州大学

地址 225009 江苏省扬州市大学路88号

(72)发明人 曾心远 张正华 李斌 韩雪
胡新盛 叶傲斌 罗和成 闻栋
徐颖仪 吕允博 周立言

(74)专利代理机构 南京理工大学专利中心
32203

代理人 马鲁晋

(51)Int.Cl.

A61B 5/18(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

A61B 5/024(2006.01)

A61B 5/0476(2006.01)

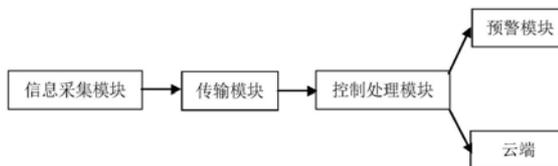
权利要求书3页 说明书7页 附图4页

(54)发明名称

一种基于深度学习的车载驾驶行为检测预警系统及方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于深度学习的车载驾驶行为检测预警系统及方法,系统包括信息采集模块、传输模块、控制处理模块、预警模块,方法包括:首先由信息采集模块采集信号源信息;之后将采集到的信号源信息通过传输模块传送至控制处理模块;然后控制处理模块根据信号源信息判断待测对象的疲劳状态和行为;最后将获得的疲劳状态和行为结果传输至预警模块和云端,预警模块根据疲劳状态和行为结果进行相应的声光、振动预警。本发明结合深度学习的图像识别技术、生理信号检测算法和驾驶行为检测算法,进行多信号源采集,采集准确度更高;且利用基于机器学习的数据融合算法,进行待测对象疲劳及行为的判定,获得的判定结果更为准确,预警更加有效可靠。



1. 一种基于深度学习的车载驾驶行为检测预警系统,其特征在于,包括依次连接的信息采集模块、传输模块、控制处理模块、预警模块;

所述信息采集模块,用于采集信号源信息,所述信号源包括待测对象的脑电信号、心率以及行为视频;

所述传输模块,用于将信息采集模块采集到的信号源信息传输至控制处理模块;

所述控制处理模块,用于根据信号源信息判断待测对象的疲劳状态、行为,并将判断结果传输至预警模块和云端;

所述预警模块,用于根据控制处理模块的判断结果进行声光、振动预警。

2. 根据权利要求1所述的基于深度学习的车载驾驶行为检测预警系统,其特征在于,所述信息采集模块包括脑电采集模块、心率采集模块以及图像采集模块;

脑电采集模块,用于采集待测对象的脑电信号进而获得其专注度;

心率采集模块,用于采集待测对象的心率;

图像采集模块,用于采集待测对象的行为视频。

3. 根据权利要求2所述的基于深度学习的车载驾驶行为检测预警系统,其特征在于,所述脑电采集模块为头戴式装置,包括:

前额脑电极、耳夹电极,用于采集待测对象的脑电信号并传输至TGAM芯片,所述脑电信号包括 α 波、 β 波、 θ 波;

TGAM芯片,用于接收脑电信号并对其进行初步处理,并根据处理后的脑电信号计算待测对象的专注度;其中,所述初步处理包括滤波、放大、A/D转换;

所述心率采集模块为手环佩戴式装置,包括:

光学心率传感器,用于测量待测对象血液中的透光率数据,并将该数据传输至DA14580芯片;

DA14580芯片,用于对透光率数据进行预处理,并通过该芯片内置的ADC模块进行模数转换,之后求取待测对象的心率;所述预处理包括滤波、除噪;

所述图像采集模块包括:

摄像头,用于采集待测对象的行为视频。

4. 根据权利要求3所述的基于深度学习的车载驾驶行为检测预警系统,其特征在于,所述传输模块包括:

蓝牙HC-06从机模块,用于接收TGAM芯片处理获得的待测对象的专注度,并将其传输至与蓝牙HC-06从机模块相配对的蓝牙HC-06主机模块;

蓝牙HC-06主机模块,用于将蓝牙HC-06从机模块传输的待测对象的专注度传输至控制处理模块;

DA14580芯片内置的蓝牙模块,用于将心率传输至控制处理模块;

USB通信模块,用于将摄像头采集到的待测对象的行为视频传输至控制处理模块;

所述控制处理模块包括:

树莓派3B+车载芯片,用于根据其接收到的信号源信息判断待测对象的疲劳状态、行为,并将判断结果传输至预警模块和云端;

所述预警模块包括:

显示模块,用于显示待测对象疲劳状态、行为的可视化报警界面;

振动模块,用于实现驾驶座振动;

语音模块,用于播放预录制的音频信号。

5.根据权利要求4所述的基于深度学习的车载驾驶行为检测预警系统,其特征在于,所述振动模块包括依次相连的L298N稳压驱动电路、振动电机,能够实现不同频率的振动。

6.基于权利要求1所述的基于深度学习的车载驾驶行为检测预警系统的检测预警方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤1、由信息采集模块采集信号源信息,包括由待测对象的脑电信号获得的专注度、心率以及行为视频;

步骤2、将步骤1采集到的信号源信息通过传输模块传送至控制处理模块;

步骤3、控制处理模块根据信号源信息判断待测对象的疲劳状态和行为;

步骤4、将步骤3获得的疲劳状态和行为结果传输至预警模块和云端,预警模块根据疲劳状态和行为结果进行相应的声光、振动预警。

7.根据权利要求6所述的基于深度学习的车载驾驶行为检测预警方法,其特征在于,步骤3所述控制处理模块根据信号源信息判断待测对象的行为,具体为:

步骤3-1、以间隔 t 从采集到的待测对象的行为视频中截取若干图像,其中 t 的单位为ms;

步骤3-2、利用EasyDL训练好的物体检测模型API检测步骤3-1中每幅图像中的物体;

若某一物体属于物体检测模型中预设为危险驾驶因素的物体,则根据该物体判定待测对象的行为,若该物体对应的图像个数大于阈值 p ,则判定待测对象的行为为危险驾驶行为,否则判定为正常驾驶行为;

反之执行步骤3-3;

步骤3-3、提取步骤3-1获得的每幅图像的人脸图像;

步骤3-4、利用EasyDL训练好的图像分类模型API检测步骤3-3中每幅图像的分类;

若某一图像类别属于图像分类模型中预设为危险驾驶因素的图像类别,则根据该类别图像的个数判定待测对象的行为,若该类别图像的个数大于阈值 p ,则判定待测对象的行为为危险驾驶行为,否则判定为正常驾驶行为。

8.根据权利要求7所述的基于深度学习的车载驾驶行为检测预警方法,其特征在于,步骤3所述控制处理模块根据信号源信息判断待测对象的疲劳状态,具体为:

步骤3-1'、提取步骤3-3获得的每幅人脸图像的人眼图像;

步骤3-2'、对步骤3-1'的所有人眼图像进行预处理;所述预处理包括依次执行的中值滤波、拉普拉斯锐化、图像灰度化、二值化;

步骤3-3'、根据perclos算法,求取人眼perclos指数值 f ,具体为:

步骤3-3'-1、根据所有的人眼图像,记录四个时间间隔:从人眼完全睁开至闭合 $p_1\%$ 的时间间隔 t_1 、从人眼完全睁开至闭合 $p_2\%$ 的时间间隔 t_2 、从人眼完全睁开至下一次睁开 $p_1\%$ 的间隔时间 t_3 、从人眼完全睁开至下一次睁开 $p_2\%$ 的时间间隔 t_4 ;其中, $p_1\%$ 、 $p_2\%$ 均为眼球占整个眼睛的比例;

步骤3-3'-2、根据 t_1 、 t_2 、 t_3 、 t_4 求取人眼perclos指数值 f ,所用公式为:

$$f = \frac{(t3-t2)}{(t4-t1)} \times 100\%$$

步骤3-4'、根据待测对象的专注度 r 、心率 h 、人眼perclos指数 f ，利用基于深度学习的数据融合算法，求取待测对象的疲劳状态程度值 $h_0(x)$ ，具体为：

步骤3-4'-1、采集待测对象在进行驾驶训练时清醒和疲劳时的数据，并分类成数据训练集和测试集，利用逻辑回归分析模型对训练集进行训练，并采用随机梯度下降法确定所述模型中的最优参数 θ ；

步骤3-4'-2、根据待测对象的专注度 r 、心率 h 、人眼perclos指数 f 和最优参数 θ ，求取待测对象的疲劳状态值 $h_0(x)$ ：

$$h_{\theta}(x) = \frac{1}{1 + e^{-\theta^T x}}$$

式中， x 为待测对象的专注度 r 、心率 h 、人眼perclos指数 f 组成的矩阵， $x = [r \ h \ f]$ ；

其中，专注度 r 的计算公式为：

$$r = (\alpha + \theta) / \beta$$

式中， α 为采集的脑电信号 α 波功率， β 为脑电信号 β 波功率， θ 为脑电信号 θ 波功率；

心率 h 的计算公式为：

$$h = 6000 / \text{period}$$

式中， period 为两次心跳间的时间间隔；

步骤3-5'、根据疲劳状态程度值 $h_0(x)$ 的大小判定待测对象的疲劳状态；具体为：

若 $0 < h_0(x) < q_1$ ，则待测对象的疲劳状态为重度疲劳；

若 $q_1 \leq h_0(x) < q_2$ ，则待测对象的疲劳状态为轻度疲劳；

若 $q_2 \leq h_0(x) < q_3$ ，则待测对象的疲劳状态为清醒；

其中， $0 \leq q_1, q_2, q_3 \leq 1$ 。

9. 根据权利要求8所述的基于深度学习的车载驾驶行为检测预警方法，其特征在于，步骤3-3'-1所述 $p_1 = 20$ ， $p_2 = 80$ ，步骤3-5'所述 $q_1 = 0.3$ ， $q_2 = 0.6$ ， $q_3 = 1$ 。

10. 根据权利要求8所述的基于深度学习的车载驾驶行为检测预警方法，其特征在于，步骤4所述预警模块根据待测对象的疲劳状态和行为结果进行相应的声光、振动预警，具体为：

若待测对象的行为被判定为危险驾驶行为或疲劳状态被判定为重度疲劳、轻度疲劳，则显示模块闪烁显示当前危险驾驶行为或疲劳状态结果、振动模块工作使得驾驶座产生振动、语音模块同时播放预录制的音频信号，共同实现预警作用；

其中，针对重度疲劳、轻度疲劳两种疲劳状态，重度疲劳时振动模块工作的频率高于轻度疲劳对应的频率。

一种基于深度学习的车载驾驶行为检测预警系统及方法

技术领域

[0001] 本发明属于驾驶行为检测领域,特别是一种基于深度学习的车载驾驶行为检测预警系统及方法。

背景技术

[0002] 随着我国经济社会持续快速发展,我国机动车总数据急剧增加。截止到2018年底,我国机动车保有量达3.22亿辆。车辆的剧增、公路通车里程逐年增长,也伴随着意外交通事故的频发。同时随着现代人生活节奏加快,熬夜现象严重、缺乏锻炼、饮食不规律等等因素造成了现代人容易疲劳精力差,随之出现的疲劳驾驶。据统计,在影响安全驾驶的因素中,疲劳、注意力不集中以及不规范驾驶等是导致交通事故发生的主要原因。目前,驾驶行为检测主要方法是针对行驶过程中驾驶员生理心理的一些特异性指标进行检测,利用机器视觉技术或其他传感器技术检测驾驶员的外部变化特征及行为,如:眼睑眨动、点头、打哈欠、抽烟、看手机等等。但此方法判定速度及准确度仍有待提高。因此如何有效地通过车载辅助驾驶系统来预防疲劳驾驶、注意力不集中以及不规范驾驶所带来的交通事故已经成为世界性的难题,国内外有不少学者采用不同的技术进行了研究。

[0003] 传统的基于生理信号和行为特征的驾驶员行为检测算法都有其优势及缺陷。基于生理信号特征的检测算法具有较高的精度但由于传感器与驾驶员接触,影响驾驶;基于行为特征的检测算法不需要驾驶人直接接触检测装置,并且在汽车现有装置的基础上对设备需求较低,实用性很强,但检测精度不高。

发明内容

[0004] 本发明所解决的技术问题在于提供一种根据待测对象心率、脑电信号及行为视频,综合评判待测对象疲劳状态及不规范驾驶行为的系统及方法。

[0005] 实现本发明目的的技术解决方案为:一种基于深度学习的车载驾驶行为检测预警系统,包括依次连接的信息采集模块、传输模块、控制处理模块、预警模块;

[0006] 所述信息采集模块,用于采集信号源信息,所述信号源包括待测对象的脑电信号、心率以及行为视频;

[0007] 所述传输模块,用于将信息采集模块采集到的信号源信息传输至控制处理模块;

[0008] 所述控制处理模块,用于根据信号源信息判断待测对象的疲劳状态、行为,并将判断结果传输至预警模块和云端;

[0009] 所述预警模块,用于根据控制处理模块的判断结果进行声光、振动预警。

[0010] 基于上述基于深度学习的车载驾驶行为检测预警系统的检测预警方法,包括以下步骤:

[0011] 步骤1、由信息采集模块采集信号源信息,包括由待测对象的脑电信号获得的专注度、心率以及行为视频;

[0012] 步骤2、将步骤1采集到的信号源信息通过传输模块传送至控制处理模块;

[0013] 步骤3、控制处理模块根据信号源信息判断待测对象的疲劳状态和行为；

[0014] 步骤4、将步骤3获得的疲劳状态和行为结果传输至预警模块和云端，预警模块根据疲劳状态和行为结果进行相应的声光、振动预警。

[0015] 本发明与现有技术相比，其显著优点为：1) 本发明在基于深度学习的图像识别技术上，结合生理信号检测算法和驾驶行为检测算法，进行多信号源的采集，扬长避短，充分发挥各自的优势，选取的信号源更为全面可靠，信号源采集准确度更为客观；2) 本发明利用基于机器学习的融合算法，进行疲劳及各项待测对象行为的判定，使得判定的结果更为准确，使得预警更加有效可靠；3) 本发明可用于各类待测对象的疲劳状态及驾驶行为的检测、及车辆驾驶安全的预警；4) 本发明将车载系统采集数据对应的判定结果上传至云端数据库，即可对待测对象的历史行为进行查看，便于交警部门或物流、客运公司对其所负责的广大驾驶员进行监控管理。

[0016] 下面结合附图对本发明作进一步详细描述。

附图说明

[0017] 图1为本发明基于深度学习的车载驾驶行为检测预警系统构成示意图。

[0018] 图2为本发明中脑电信号采集、处理及预警流程示意图。

[0019] 图3为本发明中心率采集、处理及预警流程示意图。

[0020] 图4为本发明中人脸图片采集、处理及预警流程示意图。

[0021] 图5为本发明中数据融合算法实现流程图。

具体实施方式

[0022] 结合图1，本发明一种基于深度学习的车载驾驶行为检测预警系统，包括依次连接的信息采集模块、传输模块、控制处理模块、预警模块；

[0023] 信息采集模块，用于采集信号源信息，所述信号源包括待测对象的脑电信号、心率以及行为视频；

[0024] 传输模块，用于将信息采集模块采集到的信号源信息传输至控制处理模块；

[0025] 控制处理模块，用于根据信号源信息判断待测对象的疲劳状态、行为，并将判断结果传输至预警模块和云端；

[0026] 预警模块，用于根据控制处理模块的判断结果进行声光、振动预警。

[0027] 进一步地，信息采集模块包括脑电采集模块、心率采集模块以及图像采集模块；

[0028] 脑电采集模块，用于采集待测对象的脑电信号进而获得其专注度；

[0029] 心率采集模块，用于采集待测对象的心率；

[0030] 图像采集模块，用于采集待测对象的行为视频。

[0031] 进一步优选地，脑电采集模块为头戴式装置，包括：

[0032] 前额脑电极、耳夹电极，用于采集待测对象的脑电信号并传输至TGAM芯片，所述脑电信号包括 α 波、 β 波、 θ 波；

[0033] TGAM芯片，用于接收脑电信号并对其进行初步处理，并根据处理后的脑电信号计算待测对象的专注度；其中，所述初步处理包括滤波、放大、A/D转换。

[0034] 进一步优选地，心率采集模块为手环佩戴式装置，包括：

- [0035] 光学心率传感器,用于测量待测对象血液中的透光率数据,并将该数据传输至DA14580芯片;
- [0036] DA14580芯片,用于对透光率数据进行预处理,并通过该芯片内置的ADC模块进行模数转换,之后求取待测对象的心率;所述预处理包括滤波、除噪。
- [0037] 进一步优选地,图像采集模块包括:
- [0038] 摄像头,用于采集待测对象的行为视频。
- [0039] 进一步地,传输模块包括:
- [0040] 蓝牙HC-06从机模块,用于接收TGAM芯片处理获得的待测对象的专注度,并将其传输至与蓝牙HC-06从机模块相配对的蓝牙HC-06主机模块;
- [0041] 蓝牙HC-06主机模块,用于将蓝牙HC-06从机模块传输的待测对象的专注度传输至控制处理模块;
- [0042] DA14580芯片内置的蓝牙模块,用于将心率传输至控制处理模块;
- [0043] USB通信模块,用于将摄像头采集到的待测对象的行为视频传输至控制处理模块。
- [0044] 进一步地,控制处理模块包括:
- [0045] 树莓派3B+车载芯片,用于根据其接收到的信号源信息判断待测对象的疲劳状态、行为,并将判断结果传输至预警模块和云端。
- [0046] 进一步地,预警模块包括:
- [0047] 显示模块,用于显示待测对象疲劳状态、行为的可视化报警界面;
- [0048] 振动模块,用于实现驾驶座振动;
- [0049] 语音模块,用于播放预录制的音频信号。
- [0050] 进一步优选地,振动模块包括依次相连的L298N稳压驱动电路、振动电机,能够实现不同频率的振动。
- [0051] 基于上述基于深度学习的车载驾驶行为检测预警系统的检测预警方法,包括以下步骤:
- [0052] 步骤1、由信息采集模块采集信号源信息,包括由待测对象的脑电信号获得的专注度、心率以及行为视频;
- [0053] 步骤2、将步骤1采集到的信号源信息通过传输模块传送至控制处理模块;
- [0054] 步骤3、控制处理模块根据信号源信息判断待测对象的疲劳状态和行为;
- [0055] 步骤4、将步骤3获得的疲劳状态和行为结果传输至预警模块和云端,预警模块根据疲劳状态和行为结果进行相应的声光、振动预警。
- [0056] 进一步地,结合图2、图3、图4,步骤3所述控制处理模块根据信号源信息判断待测对象的行为,具体为:
- [0057] 步骤3-1、以间隔 t 从采集到的待测对象的行为视频中截取若干图像,其中 t 的单位为ms;
- [0058] 步骤3-2、利用EasyDL训练好的物体检测模型API检测步骤3-1中每幅图像中的物体;
- [0059] 若某一物体属于物体检测模型中预设为危险驾驶因素的物体,则根据该物体判定待测对象的行为,若该物体对应的图像个数大于阈值 p ,则判定待测对象的行为为危险驾驶行为,否则判定为正常驾驶行为;

[0060] 反之执行步骤3-3;

[0061] 步骤3-3、提取步骤3-1获得的每幅图像的人脸图像;

[0062] 步骤3-4、利用EasyDL训练好的图像分类模型API检测步骤3-3中每幅图像类别;

[0063] 若某一图像类别属于图像分类模型中预设为危险驾驶因素的图像类别,则根据该类别图像的个数判定待测对象的行为,若该类别图像的个数大于阈值p,则判定待测对象的行为为危险驾驶行为,否则判定为正常驾驶行为。

[0064] 进一步地,结合图2、图3、图4,步骤3所述控制处理模块根据信号源信息判断待测对象的疲劳状态,具体为:

[0065] 步骤3-1'、提取步骤3-3获得的每幅人脸图像的人眼图像;

[0066] 步骤3-2'、对步骤3-1'的所有人眼图像进行预处理;所述预处理包括依次执行的中值滤波、拉普拉斯锐化、图像灰度化、二值化;

[0067] 步骤3-3'、根据perclos算法,求取人眼perclos指数值f,具体为:

[0068] 步骤3-3'-1、根据所有的人眼图像,记录四个时间间隔:从人眼完全睁开至闭合 $p_1\%$ 的时间间隔 t_1 、从人眼完全睁开至闭合 $p_2\%$ 的时间间隔 t_2 、从人眼完全睁开至下一次睁开 $p_1\%$ 的时间间隔 t_3 、从人眼完全睁开至下一次睁开 $p_2\%$ 的时间间隔 t_4 ;其中, $p_1\%$ 、 $p_2\%$ 均为眼球占整个眼睛的比例;

[0069] 步骤3-3'-2、根据 t_1 、 t_2 、 t_3 、 t_4 求取人眼perclos指数值f,所用公式为:

$$[0070] \quad f = \frac{(t_3 - t_2)}{(t_4 - t_1)} \times 100\%。$$

[0071] 步骤3-4'、根据待测对象的专注度r、心率h、人眼perclos指数f,利用基于深度学习的数据融合算法如图5所示,求取待测对象的疲劳状态程度值 $h_0(x)$,具体为:

[0072] 步骤3-4'-1、采集待测对象在进行驾驶训练时清醒和疲劳时的数据,并分类成数据训练集和测试集,利用逻辑回归分析模型对训练集进行训练,并采用随机梯度下降法确定所述模型中的最优参数 θ ;

[0073] 步骤3-4'-2、根据待测对象的专注度r、心率h、人眼perclos指数f和最优参数 θ ,求取待测对象的疲劳状态值 $h_0(x)$:

$$[0074] \quad h_{\theta}(x) = \frac{1}{1 + e^{-\theta^T x}}$$

[0075] 式中,x为待测对象的专注度r、心率h、人眼perclos指数f组成的矩阵, $x = [r \quad h \quad f]$;

[0076] 其中,专注度r的计算公式为:

$$[0077] \quad r = (\alpha + \theta) / \beta$$

[0078] 式中, α 为采集的脑电信号 α 波功率, β 为脑电信号 β 波功率, θ 为脑电信号 θ 波功率;

[0079] 心率h的计算公式为:

$$[0080] \quad h = 6000 / \text{period}$$

[0081] 式中,period为两次心跳间的时间间隔;

[0082] 步骤3-5'、根据疲劳状态程度值 $h_0(x)$ 的大小判定待测对象的疲劳状态;具体为:

[0083] 若 $0 < h_0(x) < q_1$,则待测对象的疲劳状态为重度疲劳;

[0084] 若 $q_1 \leq h_0(x) < q_2$, 则待测对象的疲劳状态为轻度疲劳;

[0085] 若 $q_2 \leq h_0(x) < q_3$, 则待测对象的疲劳状态为清醒;

[0086] 其中, $0 \leq q_1, q_2, q_3 \leq 1$ 。

[0087] 优选地, 步骤3-3' -1中 $p_1=20, p_2=80$, 步骤3-5' 中 $q_1=0.3, q_2=0.6, q_3=1$ 。

[0088] 进一步地, 步骤4所述预警模块根据待测对象的疲劳状态和行为结果进行相应的声光、振动预警, 具体为:

[0089] 若待测对象的行为被判定为危险驾驶行为或疲劳状态被判定为重度疲劳、轻度疲劳, 则显示模块闪烁显示当前危险驾驶行为或疲劳状态结果、振动模块工作使得驾驶座产生振动、语音模块同时播放预录制的音频信号, 共同实现预警作用;

[0090] 其中, 针对重度疲劳、轻度疲劳两种疲劳状态, 重度疲劳时振动模块工作的频率高于轻度疲劳对应的频率。

[0091] 下面结合实施例对发明作进一步详细的说明。

[0092] 实施例

[0093] 结合图1, 本发明一种基于深度学习的车载驾驶行为检测预警系统, 包括以下内容:

[0094] 本发明实施例中图像采集模块选用的是摄像头, 采集驾驶员的行为视频, 并通过传输模块中的USB通信模块, 将摄像头采集到的驾驶员行为视频传输至控制处理模块。因为待测对象打电话、抽烟、单手驾驶、打哈欠、低头等行为容易从视觉层面去感知, 且一段时间内人眼的闭合时间占总时间的比例, 可用来判定疲劳, 可作为控制处理模块进行疲劳综合判定的信源。

[0095] 心率采集模块, 选用光学心率传感器和DA14580芯片, 光学心率传感器测量驾驶员血液中的透光率数据, 并将该数据传输至DA14580芯片, DA14580芯片对透光率数据进行滤波、除噪, 并通过该芯片内置的ADC模块进行模数转换, 之后求取驾驶员的心率, 最后通过传输模块中, DA14580芯片内置的蓝牙模块, 将心率传输至控制处理模块。当待测对象处于疲劳状态时, 心率会显著上升, 可作为控制处理模块进行疲劳综合判定的信源。

[0096] 脑电采集模块, 选用由前额脑电极、耳夹电极、TGAM芯片组成的头戴式装置, 前额脑电极、耳夹电极, 采集驾驶员的 α 波、 β 波、 θ 波并传输至TGAM芯片, TGAM芯片进行滤波、放大、A/D转换、计算驾驶员的专注度, 最后通过传输模块中, 蓝牙HC-06从机模块、蓝牙HC-06主机模块将专注度传输至控制处理模块。当驾驶员处于疲劳状态时, 人脑活跃度降低, 从而导致 β 波减少, 但 α 波增多, 当疲劳状态转变为睡眠状态时, 脑电的主要频率会降至 θ 波, 因此通过 α 波、 β 波、 θ 波计算出的专注度可以作为控制处理模块进行疲劳综合判定的信源。

[0097] 控制处理模块, 选用树莓派3B+芯片, 该芯片具备所有PC的基本功能, 接口丰富, 满足本系统的功能需求, 用于处理行为视频、心率、专注度数据, 判定驾驶员疲劳状态及行为, 并通过分配引脚电平高低控制预警模块进行预警, 同时将数据及判定结果上传至云端。

[0098] 预警模块中, 显示模块选用LCD触摸屏, 用于显示待测对象疲劳状态、行为的可视化报警界面; 振动模块选用依次相连的L298N稳压驱动电路、振动电机, 能够实现驾驶座不同频率的振动; 语音模块选用SYN6288语音播放模块, 用于播放预录制的音频信号。

[0099] 本发明基于深度学习的车载驾驶行为检测预警系统的检测方法, 包括以下内容:

[0100] 1、采集驾驶员的脑电信号获得的专注度、心率以及行为视频, 其中:

[0101] 脑电专注度计算公式为：

$$[0102] \quad r = (\alpha + \theta) / \beta$$

[0103] 式中， α 为采集的脑电信号 α 波功率， β 为脑电信号 β 波功率， θ 为脑电信号 θ 波功率；经过归一化数据处理， $R \in (0, 100)$ 。

[0104] 心率 h 的计算公式为：

$$[0105] \quad h = 6000 / \text{period}$$

[0106] 式中， period 为两次心跳间的时间间隔； $h \in (40, 120)$ 次/分钟。

[0107] 2、将步骤1采集到的信号源信息通过传输模块传送至控制处理模块。

[0108] 3、控制处理模块根据信号源信息判断待测对象的疲劳状态和行为，具体为：

[0109] 步骤3-1、每100ms对采集到的待测对象的行为视频中截取图像；

[0110] 步骤3-2、利用EasyDL训练好的物体检测模型API检测步骤3-1中每幅图像中的物体；若某一物体属于物体检测模型中预设为危险驾驶因素的物体，则根据该物体判定待测对象的行为，若该物体对应的图像个数大于阈值30，则判定待测对象的行为为危险驾驶行为，否则判定为正常驾驶行为；危险驾驶因素的物体包括烟、手机等等；

[0111] 步骤3-3、提取步骤3-1获得的每幅图像的人脸图像；

[0112] 步骤3-4、利用EasyDL训练好的图像分类模型API检测步骤3-3中每幅图像的类别；若某一图像类别属于图像分类模型中预设为危险驾驶因素的图像类别，则根据该类别图像的个数判定待测对象的行为，若该类别图像的个数大于阈值30，则判定待测对象的行为为危险驾驶行为，否则判定为正常驾驶行为。

[0113] 步骤3-5、提取步骤3-3获得的每幅人脸图像的人眼图像并进行图像预处理，包括：中值滤波、拉普拉斯锐化、图像灰度化、二值化。

[0114] 步骤3-6、根据 t_1 、 t_2 、 t_3 、 t_4 求取人眼perclos指数值 f ，所用公式为：

$$[0115] \quad f = \frac{(t_3 - t_2)}{(t_4 - t_1)} \times 100\%。$$

[0116] 式中，

[0117] t_1 ：从人眼完全睁开至闭合20%的时间间隔；

[0118] t_2 ：从人眼完全睁开至闭合80%的时间间隔；

[0119] t_3 ：从人眼完全睁开至下一次睁开20%的时间间隔；

[0120] t_4 ：从人眼完全睁开至下一次睁开80%的时间间隔；

[0121] 其中，20%、80%均为眼球占整个眼睛的比例；

[0122] 步骤3-7、根据待测对象的专注度 r 、心率 h 、人眼perclos指数 f 和最优参数 θ ，求取待测对象的疲劳状态值 $h_\theta(x)$ ：

$$[0123] \quad h_\theta(x) = \frac{1}{1 + e^{-\theta^T x}}$$

[0124] 式中， x 为待测对象的专注度 r 、心率 h 、人眼perclos指数 f 组成的矩阵， $x = [r \ h \ f]$ ； θ 为模型经过训练后的最优参数， $h_\theta(x) \in (0, 1)$

[0125] 步骤3-8、根据疲劳状态程度值 $h_\theta(x)$ 的大小判定待测对象的疲劳状态；具体为：

[0126] 若 $0 < h_\theta(x) < q_1$ ，则待测对象的疲劳状态为重度疲劳；

[0127] 若 $q_1 \leq h_0(x) < q_2$,则待测对象的疲劳状态为轻度疲劳;

[0128] 若 $q_2 \leq h_0(x) < q_3$,则待测对象的疲劳状态为清醒;

[0129] 其中, $0 \leq q_1, q_2, q_3 \leq 1$,本实施例中 $q_1=0.3, q_2=0.6, q_3=1$ 。

[0130] 本实施例以三种已知疲劳程度的数据为例描述疲劳状态的判断过程,如下表1所示:

[0131] 表1三种疲劳程度的数据

[0132]

	r (脑电专注度)	h (心率)	f (人眼perclos指数)
清醒	90	68	0.12
轻度疲劳	41	66	0.375
重度疲劳	21	66	0.416667

[0133] 本实施例中,采集待测对象在进行驾驶训练时清醒和疲劳时的数据,并分类成数据训练集和测试集,利用逻辑回归分析模型对训练集进行训练,并采用随机梯度下降法确定模型中的最优参数 θ 为 $[0.0408, 0.0741, -5.3655, -5.6617]$ 。

[0134] (1)取 $r=90, h=68, f=0.12$,则 x 与 θ 相乘后,结果为:

[0135] $y=0.0408*90+0.0741*68+(-5.3655)*0.12-5.6617=2.40524$

[0136] $h_0(x)=1/(1+e^{-y})$,计算可得, $h_0(x)=0.9172$,在 $q_2 \leq h_0(x) < q_3$ 区间,故为清醒;

[0137] (2)取 $r=41, h=66, f=0.375$,则 x 与 θ 相乘后,结果为:

[0138] $y=0.0408*41+0.0741*66+(-5.3655)*0.375-5.6617=-0.36036$

[0139] $h_0(x)=1/(1+e^{-y})$,计算可得, $h_0(x)=0.4108$,在 $q_1 \leq h_0(x) < q_2$ 区间,故为轻度疲劳;

[0140] (3)取 $r=21, h=66, f=0.416667$,则 x 与 θ 相乘后,结果为:

[0141] $y=0.0408*21+0.0741*66+(-5.3655)*0.416667-5.6617=-2.14992$

[0142] $h_0(x)=1/(1+e^{-y})$,计算可得, $h_0(x)=0.10433$,在 $0 < h_0(x) < q_1$ 区间,故为重度疲劳。

[0143] 4、将上述3获得的疲劳状态和行为结果传输至预警模块和云端,预警模块根据疲劳状态和行为结果进行相应的声光、振动预警。

[0144] 若待测对象的行为被判定为危险驾驶行为或疲劳状态被判定为重度疲劳、轻度疲劳,则显示模块闪烁显示当前危险驾驶行为或疲劳状态结果、振动模块工作使得驾驶座产生振动、语音模块同时播放预录制的音频信号,共同实现预警作用;

[0145] 其中,针对重度疲劳、轻度疲劳两种疲劳状态,重度疲劳时振动模块工作的频率高于轻度疲劳对应的频率。

[0146] 综上,本发明的系统及其方法,综合了基于生理参数疲劳检测法、基于计算机视觉的驾驶员行为检测方法,以及基于深度学习的融合算法,进行了待测对象的行为以及疲劳状态的判定,一方面提高了疲劳判定的准确性,另一方面系统设备的便携性让驾驶员更容易接受。通过信息采集模块采集驾驶员脑电信号、心率以及行为视频;通过传输模块将这三个信号源传输至控制处理模块,进行疲劳行为判定,一方面控制预警模块进行预警,另一方面将数据上传至云端,便于交警部门或物流、客运公司对其所负责的广大驾驶员进行监控管理。

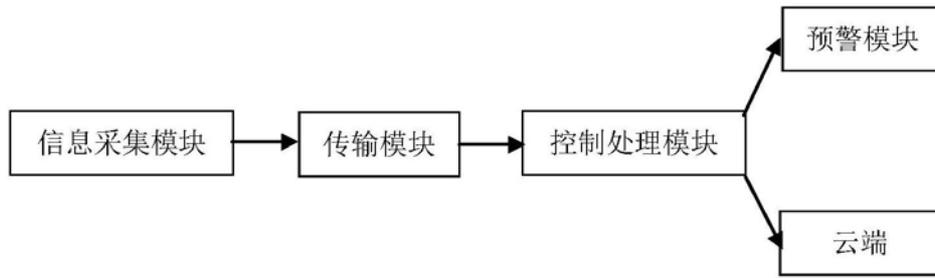


图1

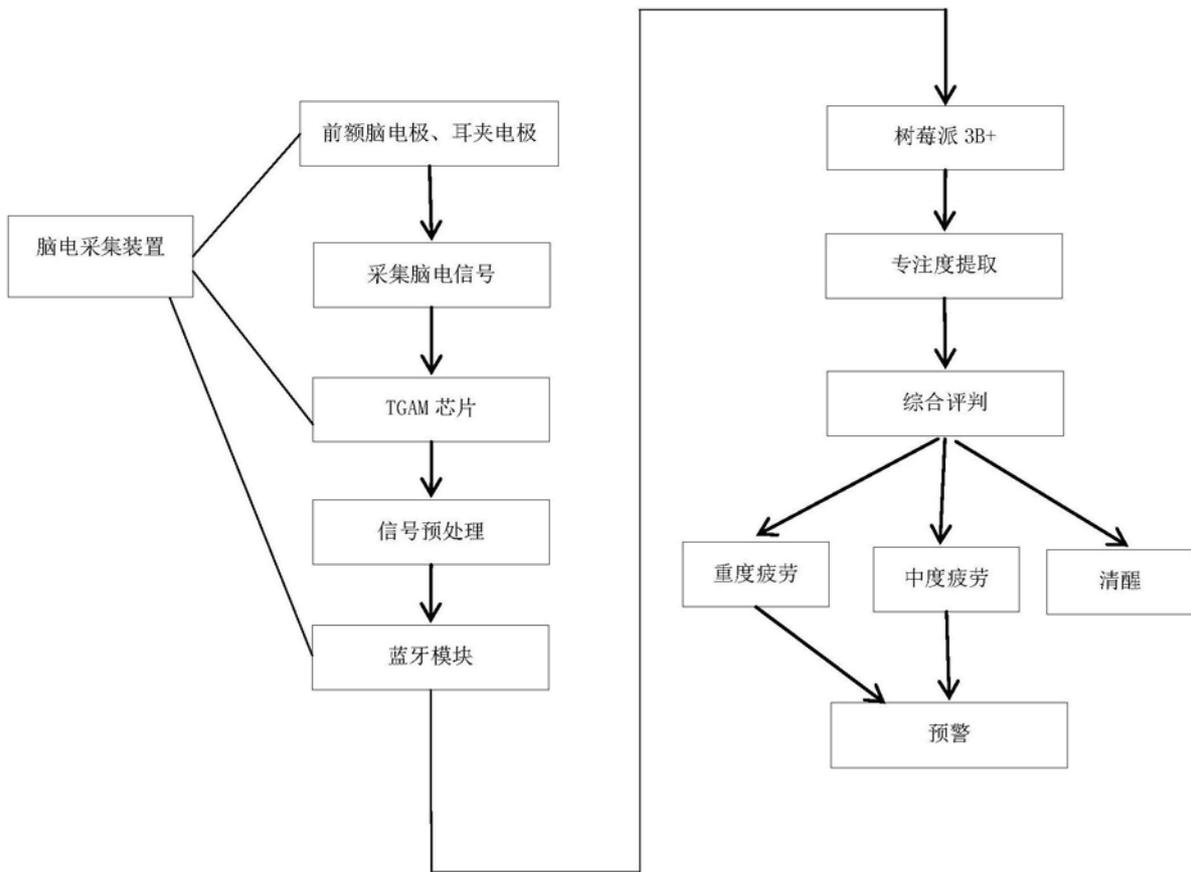


图2

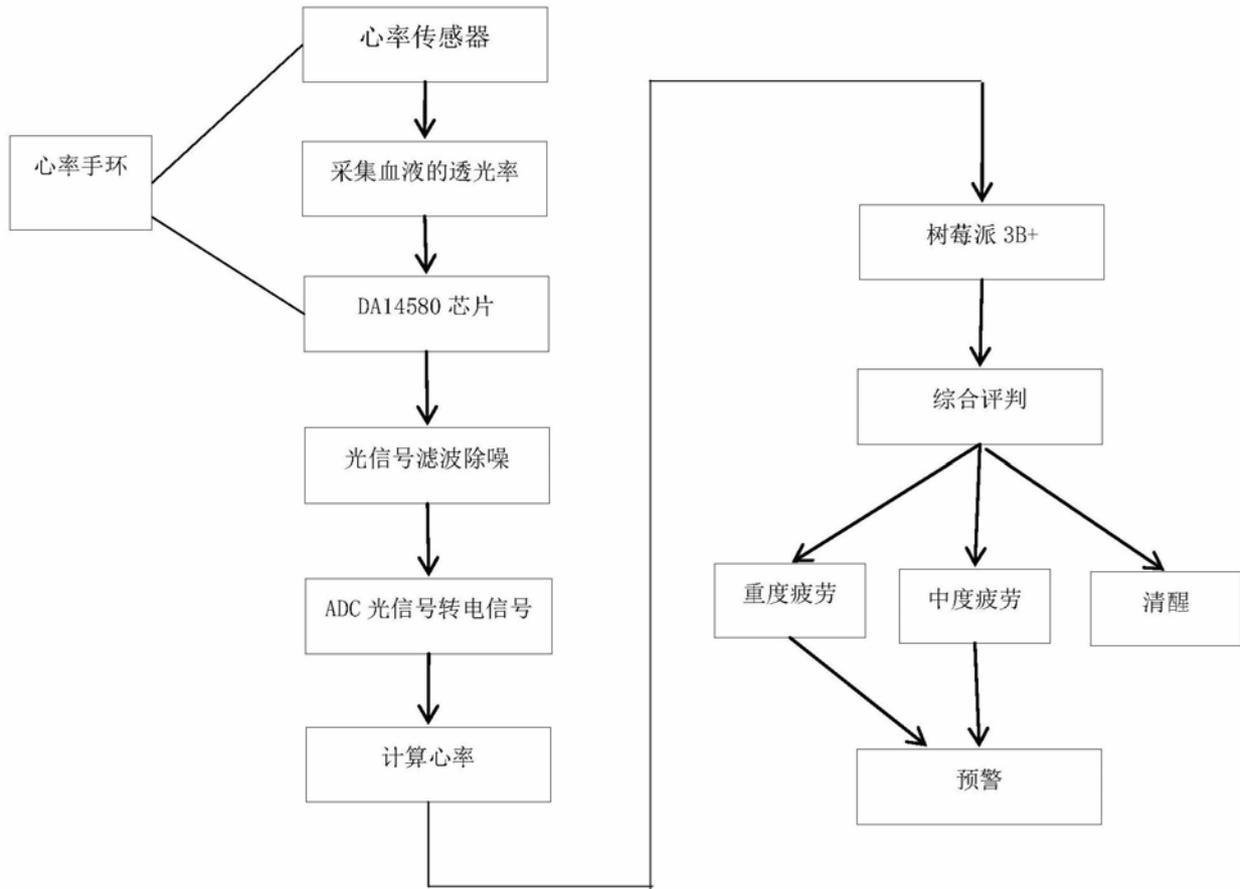


图3

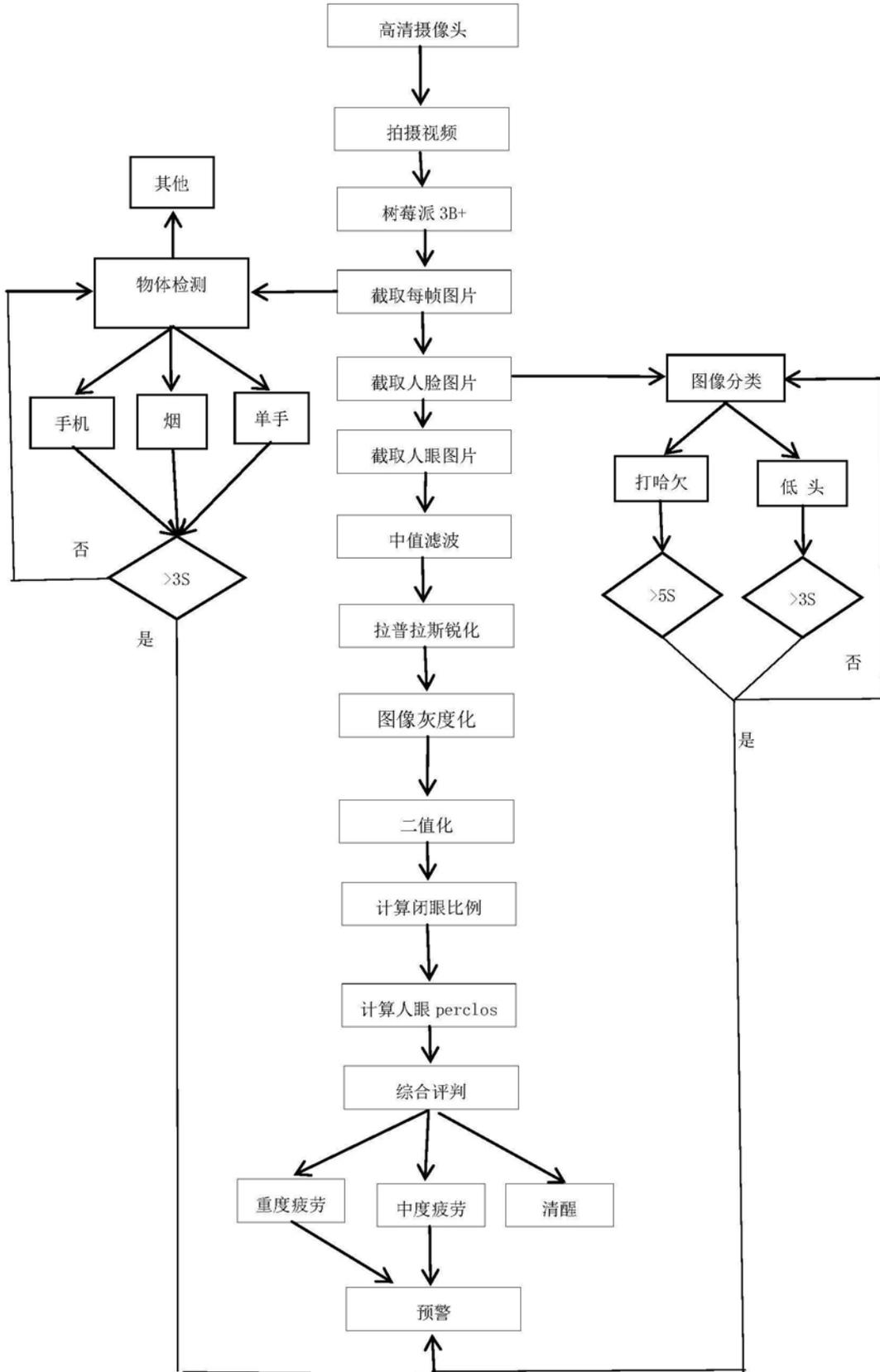


图4



图5

专利名称(译)	一种基于深度学习的车载驾驶行为检测预警系统及方法		
公开(公告)号	CN109953763A	公开(公告)日	2019-07-02
申请号	CN201910151313.X	申请日	2019-02-28
[标]申请(专利权)人(译)	扬州大学		
申请(专利权)人(译)	扬州大学		
当前申请(专利权)人(译)	扬州大学		
[标]发明人	张正华 李斌 韩雪 胡新盛 罗和成 吕允博 周立言		
发明人	曾心远 张正华 李斌 韩雪 胡新盛 叶傲斌 罗和成 闻栋 徐颖仪 吕允博 周立言		
IPC分类号	A61B5/18 A61B5/00 A61B5/024 A61B5/0476 A61B5/16 G06K9/00		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种基于深度学习的车载驾驶行为检测预警系统及方法，系统包括信息采集模块、传输模块、控制处理模块、预警模块，方法包括：首先由信息采集模块采集信号源信息；之后将采集到的信号源信息通过传输模块传送至控制处理模块；然后控制处理模块根据信号源信息判断待测对象的疲劳状态和行为；最后将获得的疲劳状态和行为结果传输至预警模块和云端，预警模块根据疲劳状态和行为结果进行相应的声光、振动预警。本发明结合深度学习的图像识别技术、生理信号检测算法和驾驶行为检测算法，进行多信号源采集，采集准确度更高；且利用基于机器学习的数据融合算法，进行待测对象疲劳及行为的判定，获得的判定结果更为准确，预警更加有效可靠。

