



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105996990 A

(43)申请公布日 2016. 10. 12

(21)申请号 201610279971.3

(22)申请日 2016.04.29

(71)申请人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区清华园1号

(72)发明人 黄开胜 任艳频

(74)专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事
务所(普通合伙) 11201

代理人 廖元秋

(51)Int. Cl.

A61B 5/00(2006.01)

A61B 5/024(2006.01)

A61B 5/11(2006.01)

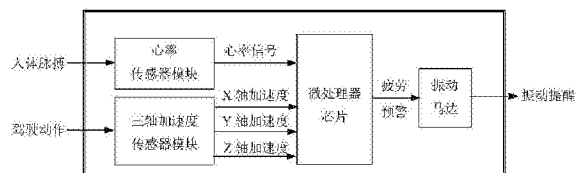
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

一种融合心率和驾驶动作的疲劳驾驶预警
手环及预警方法

(57)摘要

本发明涉及一种融合心率和驾驶动作的疲劳驾驶预警手环,属于智能手环和驾驶辅助系统技术领域,该手环包括嵌入在手环壳体中的三轴加速度传感器,微型振动马达和设置在手环的背面的心率传感器,嵌入手环壳体内的速率传感器模块,三轴加速度传感器模块和微处理器芯片。方法为对人体的心率进行测量,输出实时的心率信号;对驾驶员的手在X、Y、Z三个维度的动作加速度进行检测,输出实时的三个维度的动作加速度信息;对驾驶员的疲劳驾驶情况进行综合判断。如果通过判断,当前为疲劳驾驶状态,则驱动微型振动马达,产生振动,进行疲劳预警。本发明的手环对检测到的两类信息进行融合分析,从而实现疲劳驾驶的准确判断及预警。



1. 一种融合心率和驾驶动作的疲劳驾驶预警手环,包括嵌入在手环壳体中的三轴加速度传感器,微型振动马达和设置在手环的背面的心率传感器,其特征在于,还包括嵌入手环壳体内对心率传感器采集的信号进行处理的心率传感器模块,对三轴加速度传感器采集信号进行处理的三轴加速度传感器模块和预先存储有疲劳驾驶预警应用程序的微处理器芯片。心率传感器模块通过感应手腕的脉搏跳动,对人体的心率进行测量,输出实时的心率信号;三轴加速度传感器模块对驾驶员的手在X、Y、Z三个维度的动作加速度进行检测,输出实时的三个维度的动作加速度信息;微处理器芯片中的应用程序通过对来自心率传感器模块和三轴加速度传感器模块的信号进行采集和处理,对驾驶员的疲劳驾驶情况进行综合判断。如果通过判断,当前为疲劳驾驶状态,则驱动微型振动马达,产生振动,进行疲劳预警。

2. 一种采用如权利要求1所述预警手环的预警方法,其特征在于,该方法包括以下步骤:

1) 心率信号和三轴加速度信息的采集:

1-1) 通过心率传感器模块实时采集压电式微功耗心率传感器检测的人体脉搏的心率信号,输出心率信号波形,当心率信号波形中每个新的上升沿到来时,采集到新的心率信号上升沿后,转到步骤2)进行心率信号的分析 and 疲劳驾驶的判断;

1-2) 通过三轴加速度传感器模块实时采集三轴加速度传感器对驾驶员手部动作的检测信号,输出X、Y、Z三个维度的加速度信息,每隔设定的时间间隔进行三轴加速度信息的采集,当采集到新的三轴加速度信息后,转到步骤3)进行手环长时间静止不动和手环突然动作的判断;

2) 心率信号的分析 and 疲劳驾驶的判断

2-1) 采集到新的心率信号上升沿后,首先计算该上升沿和上一个上升沿之间的时间间隔,得到新的两次心跳之间的时间间隔,即RR间期;设置一个长度为100的存储缓冲区,用于存储最近100个RR间期的数值;

2-2) 基于采集和存储的心率信号,对心率信号的心率变异性HRV进行分析,并通过RR间期标准差SDNN指标来分析判断驾驶员的疲劳状态;

SDNN的数值根据N个连续RR间期的数值计算得到:

$$SDNN = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (RR_i - \overline{RR})^2}{N}}$$

其中 RR_i 是第*i*个RR间期的数值, $\overline{RR}$ 是连续N个RR间期的均值:

$$\overline{RR} = \sum_{i=1}^N \frac{RR_i}{N}$$

将得到SDNN值与疲劳驾驶的SDNN阈值进行比较;若 $SDNN \geq SDNN_{\text{阈值}}$,则将疲劳驾驶心率标志位flag1置为1;否则,flag1置为0;

转到步骤4),进行疲劳驾驶的融合分析;

3) 手环长时间静止不动和手环突然动作的判断:

设定若握方向盘的手长时间不动,或突然在某个方向或多个方向有较大的运动加速度,则认为是两种疲劳驾驶的特征动作;

3-1) 手环静止不动累计时间的计算:将新的X、Y、Z轴加速度信息与手环静止不动的加

速度阈值进行比较,若X、Y、Z轴的加速度均小于加速度阈值,则认为在三轴加速度信息采集时间间隔内,手环静止不动,手环静止不动累计时间加上三轴加速度信息采集时间间隔;反之,若X、Y、Z轴的加速度均大于加速度阈值,则手环静止不动累计时间清零;

3-2)对手环长时间静止不动的判断:将计算得到的手环静止不动累计时间和手环静止不动的时间阈值进行比较;若手环静止不动累计时间 $\geq$ 时间阈值,则认为驾驶员的操作出现第一种疲劳驾驶特征动作,将疲劳驾驶超时标志位flag2置为1;否则,flag2置为0;

3-3)对手环突然动作的判断:计算X、Y、Z轴的加速度绝对值之和,并将它和预先设定的加速度绝对值之和的阈值进行比较,若X、Y、Z轴的加速度的绝对值之和 $\geq$ 加速度绝对值之和的阈值,则认为出现第二种疲劳驾驶特征动作,将疲劳驾驶超速标志位flag3置为1,反之,则将疲劳驾驶超速标志位flag3置为0;

转到步骤4),进行疲劳驾驶的融合分析;

4)对疲劳驾驶的融合分析:

根据疲劳驾驶心率标志位flag1、疲劳驾驶超时标志位flag2以及疲劳驾驶超速标志位flag3的信息,对疲劳驾驶进行判断,若flag1和flag2同时为1,或者flag1和flag3同时为1时,判断为疲劳驾驶,转步骤5);否则,转步骤1);

5)微处理器芯片驱动微型振动马达进行振动预警;再转步骤1)。

一种融合心率和驾驶动作的疲劳驾驶预警手环及预警方法

技术领域

[0001] 本发明属于智能手环和驾驶辅助系统技术领域,特别涉及可以利用手环这种产品形态对疲劳驾驶进行判断和预警的方法和技术。

背景技术

[0002] 智能手环是一种佩戴在人体手腕上的可穿戴智能电子设备。通过内置的各类传感器,如三轴加速度传感器、三轴陀螺仪、GPS(全球定位系统)、心率传感器、温度传感器、光传感器、噪音传感器、生物阻抗传感器等,可以对位置、距离、路线等运动情况,心率、皮肤温度等健康状况,以及亮度、噪音等环境情况进行监测,还可以进一步实现睡眠监测、情绪分析、疲劳提醒等功能。通过内置的通讯接口,如蓝牙,智能手环可以将数据上传到智能手机,通过智能手机上的应用程序进行数据的保存和处理。通过内置的微型振动马达,可以对预先设定的状态进行振动提醒。同时,通过手环上的按键和LED灯等,可以进行简单信息的设定和显示。智能手环内一般都有一块可反复充电的锂电池,给内部的电子电路供电。早期的智能手环,主要功能是用作计步器、对睡眠情况进行监测。

[0003] 人在驾驶汽车的过程中,存在多种主观和客观不安全因素。例如,在正向行驶或倒车时,驾驶员由于没有看到行人、其他车辆或障碍物,导致安全驾驶事故。又如,驾驶员由于超时驾驶或身体不适,驾驶技能无法正常发挥,出现操作停滞或操作失误,导致安全驾驶事故。此外,若车辆本身的状况或道路状况不佳,如胎压不足、突然出现的路障等,也会影响安全驾驶。先进驾驶辅助系统(ADAS),通过在车辆的后视镜、侧视镜、挡风玻璃上安装摄像头、雷达、激光和超声波等传感器,对车道线偏离、前车碰撞、行人碰撞、驾驶员的疲劳状态进行识别和处理,并通过声音、振动等方式给出提醒。

[0004] 目前,国内外市场上有各种各样的智能手环和驾驶辅助系统产品及专利。与本发明相关的产品和专利有两类:一类是可以对人体健康状态或驾驶动作进行检测的智能手环,有的涉及疲劳状态分析和报警;另一类是可以为安全驾驶提供辅助的ADAS产品,有的涉及疲劳状态分析和报警。

[0005] 近年来,逐渐出现一些可以对人体健康状态或驾驶动作进行检测的智能手环。列举其中的两款产品和两个已公开的专利如下:

[0006] a)Fitbit Charge HR智能手环:在之前的Fitbit Flex产品基础上,手环背面增加了一个心率传感器,可以对人体的心率进行测量,并在手环的显示屏上进行数据显示。

[0007] b)37度健康手环:除了运动计步和睡眠测量之外,可以测量心率、呼吸频率和血压。

[0008] 上述两款智能手环产品可以对心率进行测量,但没有涉及对疲劳驾驶的分析。

[0009] c)专利“一种基于智能手环防止疲劳驾驶的方法及系统”,申请号为201410661558.4。它涉及了这样一种智能手环,通过内置重力传感器和计时器监测手部动作,当智能手环静止不动的时间超过一定的阈值,或者智能手环偏离方向盘的位移超过一定的阈值时,判断为疲劳驾驶状态,给出报警。

[0010] d)专利“一种便携式多功能电子手环”,申请号为201510626279.9。它提出了这样一种智能手环框架,通过内部的脉搏检测器、心率检测器等检测装置,检测人体参数,并发送给控制器。在控制器中设置参数阈值,超阈值范围时进行疲劳驾驶报警提醒。同时,将数据以及定位信息传送至云端服务器进行数据存储、分析,分析容易产生疲劳的时间段。

[0011] 上述两个专利的不足之处在于,仅仅根据心率或驾驶动作这样的单一指标,对疲劳驾驶进行判断,容易存在较多的误报现象。例如,在专利“一种基于智能手环防止疲劳驾驶的方法及系统”中,当驾驶员等候信号灯时,驾驶动作停滞,此时智能手环静止不动的时间超过一定的阈值,就会被误报成疲劳驾驶。此外,专利“一种便携式多功能电子手环”并未给出基于心率信息进行疲劳驾驶分析的具体方法。

[0012] 近年来,可以为安全驾驶提供辅助的ADAS产品越来越得到关注。相关产品和专利如下:

[0013] a)基于智能手机的ADAS产品:它将智能手机放在车的前挡玻璃处,利用手机摄像头作为传感器,录制车辆前方的视频信息。通过智能手机中的ADAS应用程序,对来自摄像头的视频信息进行处理,从而给出车道线偏离、前车碰撞、行人碰撞等情况的预警。

[0014] 这类产品主要通过对车辆前方的信息进行感知和处理,为安全驾驶提供辅助,并未涉及驾驶员疲劳驾驶的分析和预警。

[0015] b)专利“一种汽车疲劳驾驶预警装置”,申请号为201510949418.1。它公开了一种汽车疲劳驾驶预警装置的框架性想法。拟通过摄像头识别驾驶员面部信号、用手环生理感应器检测驾驶员手部脉搏信号,综合判断驾驶员是否有疲劳驾驶现象。

[0016] 该专利分别利用脉搏信号和驾驶员面部信号对疲劳驾驶进行分析,并给出预警,而并没有将两种信息进行融合处理。这两种预警都会存在误报现象。同时,为了识别驾驶员面部信号,需要在驾驶员对面安装摄像头及摄像头信息处理装置,实施起来比较复杂。

发明内容

[0017] 本发明旨在克服已有技术的不足,设计出一种融合心率和驾驶动作的疲劳驾驶预警手环及其预警方法,本发明的手环对驾驶员的生理特征和特定的驾驶动作进行检测,本发明的方法对检测到的两类信息进行融合分析,从而实现疲劳驾驶的准确判断及预警。

[0018] 本发明提出的一种融合心率和驾驶动作的疲劳驾驶预警手环,包括嵌入在手环壳体中的三轴加速度传感器,微型振动马达和设置在手环的背面的心率传感器,其特征在于,还包括嵌入手环壳体内对心率传感器采集的信号进行处理的心率传感器模块,对三轴加速度传感器采集信号进行处理的三轴加速度传感器模块和预先存储有疲劳驾驶预警应用程序的微处理器芯片。心率传感器模块通过感应手腕的脉搏跳动,对人体的心率进行测量,输出实时的心率信号;三轴加速度传感器模块对驾驶员的手在X、Y、Z三个维度的动作加速度进行检测,输出实时的三个维度的动作加速度信息;微处理器芯片中的应用程序通过对来自心率传感器模块和三轴加速度传感器模块的信号进行采集和处理,对驾驶员的疲劳驾驶情况进行综合判断。如果通过判断,当前为疲劳驾驶状态,则驱动微型振动马达,产生振动,进行疲劳预警。

[0019] 本发明还提出一种采用上述预警手环的预警方法,其特征在于,该方法包括以下步骤:

[0020] 1)心率信号和三轴加速度信息的采集:

[0021] 1-1)通过心率传感器模块实时采集压电式微功耗心率传感器检测的人体脉搏的心率信号,输出心率信号波形,当心率信号波形中每个新的上升沿到来时,采集到新的心率信号上升沿后,转到步骤2)进行心率信号的分析 and 疲劳驾驶的判断;

[0022] 1-2)通过三轴加速度传感器模块实时采集三轴加速度传感器对驾驶员手部动作的检测信号,输出X、Y、Z三个维度的加速度信息,每隔设定的时间间隔进行三轴加速度信息的采集,当采集到新的三轴加速度信息后,转到步骤3)进行手环长时间静止不动和手环突然动作的判断;

[0023] 2)心率信号的分析 and 疲劳驾驶的判断

[0024] 2-1)采集到新的心率信号上升沿后,首先计算该上升沿和上一个上升沿之间的时间间隔,得到新的两次心跳之间的时间间隔,即RR间期;设置一个长度为100的存储缓冲区,用于存储最近100个RR间期的数值;

[0025] 2-2)基于采集和存储的心率信号,对心率信号的HRV(心率变异性)进行分析,并通过SDNN(RR间期标准差)指标来分析判断驾驶员的疲劳状态;

[0026] SDNN的数值根据N个连续RR间期的数值计算得到:

$$[0027] \quad SDNN = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (RR_i - \overline{RR})^2}{N}}$$

[0028] 其中 RR_i 是第 i 个RR间期的数值, $\overline{RR}$ 是连续N个RR间期的均值:

$$[0029] \quad \overline{RR} = \frac{\sum_{i=1}^N RR_i}{N}$$

[0030] 将得到SDNN值与疲劳驾驶的SDNN阈值进行比较;若 $SDNN \geq SDNN_{\text{阈值}}$,则将疲劳驾驶心率标志位flag1置为1;否则,flag1置为0;

[0031] 转到步骤4),进行疲劳驾驶的融合分析;

[0032] 3)手环长时间静止不动和手环突然动作的判断:

[0033] 设定若握方向盘的手长时间不动,或突然在某个方向或多个方向有较大的运动加速度,则认为是两种疲劳驾驶的特征动作;

[0034] 3-1)手环静止不动累计时间的计算:将新的X、Y、Z轴加速度信息与手环静止不动的加速度阈值进行比较,若X、Y、Z轴的加速度均小于加速度阈值,则认为在三轴加速度信息采集时间间隔内,手环静止不动,手环静止不动累计时间加上三轴加速度信息采集时间间隔;反之,若X、Y、Z轴的加速度均大于加速度阈值,则手环静止不动累计时间清零;

[0035] 3-2)对手环长时间静止不动的判断:将计算得到的手环静止不动累计时间和手环静止不动的时间阈值进行比较;若手环静止不动累计时间 $\geq$ 时间阈值,则认为驾驶员的操作出现第一种疲劳驾驶特征动作,将疲劳驾驶超时标志位flag2置为1;否则,flag2置为0;

[0036] 3-3)对手环突然动作的判断:计算X、Y、Z轴的加速度绝对值之和,并将它和预先设定的加速度绝对值之和的阈值进行比较,若X、Y、Z轴的加速度的绝对值之和 $\geq$ 加速度绝对值之和的阈值,则认为出现第二种疲劳驾驶特征动作,将疲劳驾驶超速标志位flag3置为1,反之,则将疲劳驾驶超速标志位flag3置为0;

[0037] 转到步骤4),进行疲劳驾驶的融合分析;

[0038] 4)对疲劳驾驶的融合分析:

[0039] 根据疲劳驾驶心率标志位flag1、疲劳驾驶超时标志位flag2以及疲劳驾驶超速标志位flag3的信息,对疲劳驾驶进行判断,若flag1和flag2同时为1,或者flag1和flag3同时为1时,判断为疲劳驾驶,转步骤5);否则,转步骤1);

[0040] 5)微处理器芯片驱动微型振动马达进行振动预警;再转步骤1)。

[0041] 本发明的特点及有益效果:

[0042] 利用在手腕上佩戴本发明的智能手环并根据本发明的方法进行疲劳驾驶预警,相比需要在车上安装摄像头及其处理装置的疲劳驾驶预警方案,更加简单易行。本发明方法根据智能手环内部的传感器的信息进行处理和分析,当检测到驾驶员的疲劳状态时,驱动微型振动马达进行提醒,可以有效减少因疲劳驾驶而导致的安全事故。通过对来自心率传感器和三轴加速度传感器的信息进行融合分析,基于心率和驾驶动作两个指标综合进行疲劳状态分析,可以大大减少使用单一传感器信息进行判断时容易出现的误报现象。

附图说明

[0043] 图1为本发明的智能手环的构成示意图;

[0044] 图2为本发明方法的疲劳驾驶预警应用程序总体工作流程框图;

[0045] 图3为本发明基于智能手环的心率传感器模块输出的心率信号波形图。

具体实施方式

[0046] 本发明提出的融合心率和驾驶动作的疲劳驾驶预警手环及其预警方法结合附图及实施例详细说明如下:

[0047] 本发明方法实施例采用的智能手环的主要构成如图1所示,包括:嵌入在手环壳体背面的心率传感器、嵌入手环壳体内的压电式、压阻式或电容式低功耗的三轴加速度传感器、微处理器芯片和微型振动马达,以及还包括嵌入手环壳体内对心率传感器采集的信号进行处理的心率传感器模块,对三轴加速度传感器采集信号进行处理的三轴加速度传感器模块和预先存储有疲劳驾驶预警应用程序的微处理器芯片;心率传感器模块通过感应手腕的脉搏跳动,对人体的心率进行测量,输出实时的心率信号;三轴加速度传感器对驾驶员的手在X、Y、Z三个维度的动作加速度进行检测,输出实时的三个维度的动作加速度信息;微处理器芯片中的应用程序通过对来自心率传感器模块和三轴加速度传感器模块的信号进行采集和处理,对驾驶员的疲劳驾驶情况进行综合判断。如果通过判断,当前为疲劳驾驶状态,则驱动微型振动马达,产生振动,进行疲劳预警。

[0048] 本实施例的心率传感器、三轴加速度传感器、微处理器芯片和微型振动马达均采用常规手环用的产品,各传感器的信号处理模块的处理功能、及微处理器芯片的预警应用程序均可采用常规技术实现。

[0049] 本发明提出的一种基于上述预警手环的融合心率和驾驶动作的疲劳驾驶预警方法实施例,该方法总体工作流程如图2所示,包括以下步骤:

[0050] 1)心率信号和三轴加速度信息的采集

[0051] 1-1)通过心率传感器模块采集压电式低功耗心率传感器检测的人体脉搏的心率信号,输出心率信号波形,如图3所示;其中每两次心跳之间的时间间隔RR_i称为RR间期,它们存在微小差异,称为心率变异性(HRV)。在图3所示的心率信号波形中,对应每一次心跳都

会有一个新的上升沿。当每个新的上升沿到来时,采集到新的心率信号上升沿后,转到步骤2)进行心率信号的分析和疲劳驾驶的判断;

[0052] 1-2)通过三轴加速度传感器模块采集三轴加速度传感器对驾驶员手部动作的检测信号;输出X、Y、Z三个维度的加速度信息,这些信息用以识别驾驶员特定的驾驶动作,每隔设定的时间间隔进行三轴加速度信息的采集。本发明方法实施例中,每隔100ms对三轴加速度信息进行采集;采集到新的三轴加速度信息后,转到步骤3)进行手环长时间静止不动和手环突然动作的判断。

[0053] 2)心率信号的分析和疲劳驾驶的判断

[0054] 2-1)采集到新的心率信号上升沿后,首先计算该上升沿和上一个上升沿之间的时间间隔,即新的RR间期;设置一个长度为100的存储缓冲区,用于存储最近100个RR间期的数值;

[0055] 2-2)基于采集和存储的心率信号,对心率信号的心率变异性进行分析,并判断驾驶员的疲劳状态;

[0056] (医学研究表明,心率变异性指标中的RR间期标准差,即SDNN,它的数值和人体疲劳状态有关。当人体出现疲劳时,SDNN值显著增大)本发明方法实施例中通过SDNN指标来分析疲劳驾驶状态。

[0057] SDNN的数值根据N个连续RR间期的数值计算得到:

$$[0058] \quad SDNN = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (RR_i - \overline{RR})^2}{N}}$$

[0059] 其中 RR_i 是第i个RR间期的数值 $\overline{RR}$ 是连续N个RR间期的均值:

$$[0060] \quad \overline{RR} = \frac{\sum_{i=1}^N RR_i}{N}$$

[0061] 本发明方法实施例中 $N=100$ 。

[0062] 计算得到SDNN值以后,将它与疲劳驾驶的SDNN阈值进行比较;本发明方法实施例中将这个阈值设置为50ms。更合理的疲劳驾驶SDNN阈值,可以通过实验进行标定,然后通过智能手机利用常规技术进行设置。若 $SDNN \geq 50ms$,则将疲劳驾驶心率标志位flag1置为1;否则,flag1置为0;

[0063] 心率信号的分析和疲劳驾驶的判断步骤完成后,转到步骤4),进行疲劳驾驶的融合分析;

[0064] 3)手环长时间静止不动和手环突然动作的判断:

[0065] 根据常识得知人在正常驾驶时,若直行,握方向盘的手顺时针方向、逆时针方向交替进行小范围的运动;若往左(右)拐弯,握方向盘的手朝一个方向连续运动,然后顺时针方向、逆时针方向交替进行小范围的运动。

[0066] 在本发明方法实施例中,设定若握方向盘的手长时间不动,或突然在某个方向或多个方向有较大的运动加速度,则认为是两种典型的疲劳驾驶的特征动作。

[0067] 采集到新的三轴加速度信息之后,对手环静止不动和手环突然动作这两种疲劳驾驶的特征动作进行判断。

[0068] 3-1)如图2所示,首先进行手环静止不动累计时间的计算。将新的X、Y、Z轴加速度信息与手环静止不动的加速度阈值进行比较,本发明方法实施例中将这个阈值设置为

0.1m/s^2 。若X、Y、Z轴的加速度均小于阈值 0.1m/s^2 ，则认为在三轴加速度信息采集时间间隔内，手环静止不动，手环静止不动累计时间加上三轴加速度信息采集时间间隔 100ms ；反之，若X、Y、Z轴的加速度均大于阈值 0.1m/s^2 ，则手环静止不动累计时间清零；

[0069] 3-2)对手环长时间静止不动的判断：将计算得到的手环静止不动累计时间和手环静止不动的时间阈值进行比较。本发明方法实施例中将这个阈值设置为 2s 。若手环静止不动累计时间 $\geq 2\text{s}$ ，则认为驾驶员的操作出现停滞，出现本发明方法实施例中的第一种疲劳驾驶特征动作，将疲劳驾驶超时标志位flag2置为1；否则，flag2置为0；

[0070] 3-3)如图2所示，接着再进行手环突然动作的判断。计算X、Y、Z轴的加速度绝对值之和，并将它和预先设定的阈值进行比较。本发明方法实施例中将这个阈值设置为 6m/s^2 。若X、Y、Z轴的加速度的绝对值之和 $\geq 6\text{m/s}^2$ ，则认为出现本发明方法实施例中的第二种疲劳驾驶特征动作，即在某个方向或多个方向上存在突然的驾驶动作，将疲劳驾驶超速标志位flag3置为1。反之，若X、Y、Z轴的加速度的绝对值之和 $< 6\text{m/s}^2$ ，则将疲劳驾驶超速标志位flag3置为0。

[0071] 更合理的手环静止不动加速度阈值、手环静止不动时间阈值和三轴加速度绝对值之和的阈值，可以通过实验进行标定，然后通过智能手机利用常规技术进行设置。

[0072] 手环长时间静止不动和手环突然动作的判断步骤完成后，转到步骤4)，进行疲劳驾驶的融合分析。

[0073] 4)对疲劳驾驶的融合分析：

[0074] 本步骤对步骤2)通过心率信号分析得到疲劳驾驶判断结果、步骤3)通过三轴加速度信息得到的手环长时间静止不动和突然动作结果进行融合分析，从而判断驾驶员是否处于疲劳驾驶状态。

[0075] 在本步骤中，根据疲劳驾驶心率标志位flag1、疲劳驾驶超时标志位flag2以及疲劳驾驶超速标志位flag3的信息，对疲劳驾驶进行判断。若flag1和flag2同时为1，或者flag1和flag3同时为1时，判断为疲劳驾驶，转步骤5)；否则，转步骤1)；

[0076] 5)当步骤4)判断驾驶员处于疲劳驾驶状态时，微处理器芯片驱动微型振动马达进行振动预警；

[0077] 疲劳驾驶的融合分析和振动预警步骤完成之后，再转到步骤1)，进行心率信号和三轴加速度信息的采集。

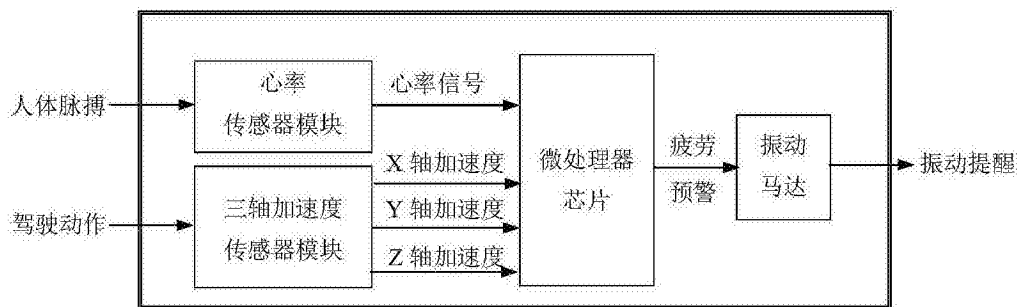


图1

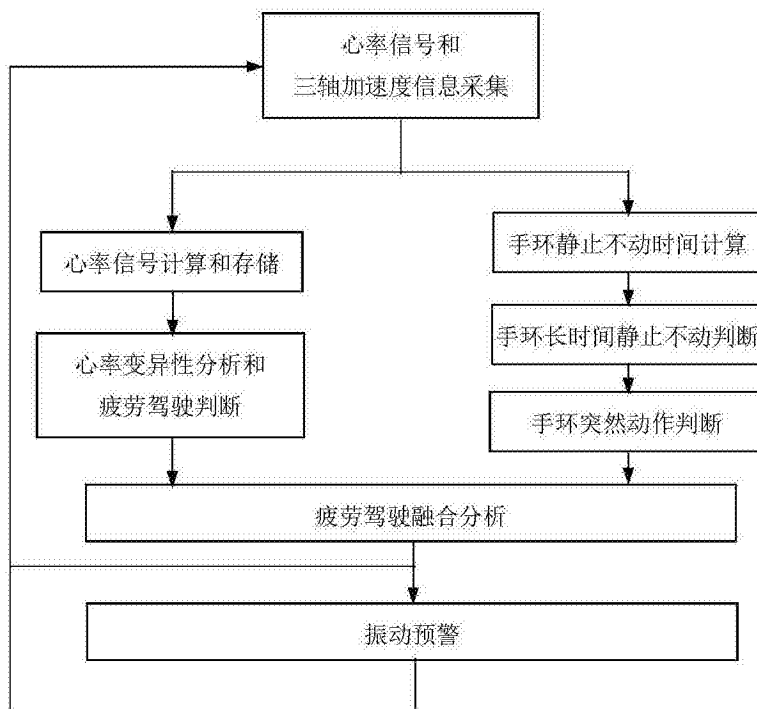


图2

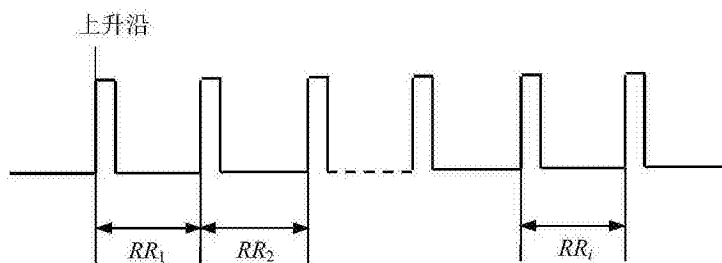


图3

专利名称(译)	一种融合心率和驾驶动作的疲劳驾驶预警手环及预警方法		
公开(公告)号	CN105996990A	公开(公告)日	2016-10-12
申请号	CN201610279971.3	申请日	2016-04-29
[标]申请(专利权)人(译)	清华大学		
申请(专利权)人(译)	清华大学		
当前申请(专利权)人(译)	清华大学		
[标]发明人	黄开胜 任艳频		
发明人	黄开胜 任艳频		
IPC分类号	A61B5/00 A61B5/024 A61B5/11		
CPC分类号	A61B5/02405 A61B5/11 A61B5/7455 A61B5/746		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及一种融合心率和驾驶动作的疲劳驾驶预警手环，属于智能手环和驾驶辅助系统技术领域，该手环包括嵌入在手环壳体中的三轴加速度传感器，微型振动马达和设置在手环的背面的心率传感器，嵌入手环壳体内的速率传感器模块，三轴加速度传感器模块和微处理器芯片。方法为对人体的心率进行测量，输出实时的心率信号；对驾驶员的手在X、Y、Z三个维度的动作加速度进行检测，输出实时的三个维度的动作加速度信息；对驾驶员的疲劳驾驶情况进行综合判断。如果通过判断，当前为疲劳驾驶状态，则驱动微型振动马达，产生振动，进行疲劳预警。本发明的手环对检测到的两类信息进行融合分析，从而实现疲劳驾驶的准确判断及预警。

