



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109858178 A

(43)申请公布日 2019.06.07

(21)申请号 201910140551.0

A61B 5/16(2006.01)

(22)申请日 2019.02.26

A61B 5/18(2006.01)

(71)申请人 重庆交通大学

地址 400074 重庆市南岸区学府大道66号

(72)发明人 陈坚 陈兴辉 张鑫 周佳

秦丽之 刘江鹏

(74)专利代理机构 重庆蕴博君晟知识产权代理
事务所(普通合伙) 50223

代理人 王玉芝

(51)Int.Cl.

G06F 17/50(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

A61B 5/0402(2006.01)

A61B 5/0488(2006.01)

A61B 5/1455(2006.01)

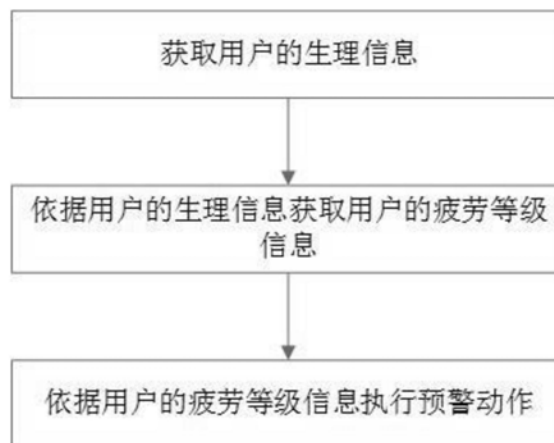
权利要求书2页 说明书7页 附图1页

(54)发明名称

一种基于智能手环的营运车辆驾驶员疲劳
预警方法

(57)摘要

本发明提供一种可以对司机疲劳驾驶行为进行监控和预警的基于智能手环的营运车辆驾驶员疲劳预警方法,包括以下步骤:获取用户的生理信息;依据用户的生理信息获取用户的疲劳等级信息;依据用户的疲劳等级信息执行预警动作。本发明通过手环对本车驾驶员和通过车外警示灯对道路上行驶的其他车辆驾驶员进行预警,本车驾驶员和其他车辆驾驶员在接收到警报后都可以及时采取相应动作,进一步的减少了由于疲劳驾驶发生车祸的概率。



1. 一种基于智能手环的营运车辆驾驶员疲劳预警方法,其特征在于,包括以下步骤:
 获取用户的生理信息;
 依据用户的生理信息获取用户的疲劳等级信息;
 依据用户的疲劳等级信息执行预警动作。

2. 如权利要求1所述的一种基于智能手环的营运车辆驾驶员疲劳预警方法,其特征在于,

所述获取获取用户的生理信息包括,

获取用户心率 R_h 、ECG的R波幅度 R_m 、EMG指标的肌电积分 ω_1 、肌电均方根 ω_2 、 $SP0_2$ 的均值 λ 以及 $SP0_2$ 的方差 γ 。

3. 如权利要求2所述的一种基于智能手环的营运车辆驾驶员疲劳预警方法,其特征在于,

所述 $SP0_2$ 的均值 λ 、 $SP0_2$ 的方差 γ 、肌电均方根 ω_2 采用以下公式获取,

$$\begin{cases} \lambda = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N R_i \\ \gamma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (R_i - \lambda)^2} \end{cases},$$

$$\omega_2 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N m_i^2}{N}},$$

式中, m_i 为肌电值, R_i 为血氧值, N 为采集样本总个数。

4. 如权利要求3所述的一种基于智能手环的营运车辆驾驶员疲劳预警方法,其特征在于,所述依据用户的生理信息获取用户的疲劳等级包括,

构建车辆驾驶员疲劳程度模型,

$$Z = 0.3815y_1 + 0.2507y_2 + 0.1888y_3 + 0.1065y_4;$$

$$y_1 = 0.0309R_h + 0.2373R_m + 0.3694\omega_1 - 0.3790\omega_2 - 0.2405\lambda - 0.2937\gamma$$

$$y_2 = 0.5498R_h + 0.0288R_m + 0.2157\omega_1 - 0.1359\omega_2 + 0.1730\lambda + 0.0894\gamma$$

$$y_3 = 0.0771R_h - 0.1241R_m + 0.3028\omega_1 + 0.0649\omega_2 - 0.5268\lambda + 0.3508\gamma$$

$$y_4 = -0.2386R_h - 0.639R_m + 0.1203\omega_1 + 2387\omega_2 - 0.1058\lambda - 0.4064\gamma$$

式中, Z 为疲劳等级量化值。

5. 如权利要求3所述的一种基于智能手环的营运车辆驾驶员疲劳预警方法,其特征在于,

所述构建车辆驾驶员疲劳程度评价模型包括以下步骤,

数据标准化;

计算关系数矩阵;

计算特征值和特征向量;

选取主成分;

以主成分的贡献率为权重,构建车辆驾驶员疲劳程度评价模型。

6.如权利要求1所述的一种基于智能手环的营运车辆驾驶员疲劳预警方法,其特征在于,所述获取用户的生理信息包括,

采用驾驶员佩戴的智能手环获取用户的生理信息。

7.如权利要求6所述的一种基于智能手环的营运车辆驾驶员疲劳预警方法,其特征在于,

所述智能手环包括,肌电传感器、心电传感器、血氧传感器、蓝牙模块、震动模块、扬声器模块、显示模块;

智能手环通过蓝牙模块与车载电脑连接。

8.如权利要求7所述的一种基于智能手环的营运车辆驾驶员疲劳预警方法,其特征在于,

所述依据用户的疲劳等级信息执行预警动作包括,

若疲劳等级为清醒,手环显示绿灯;

若疲劳等级为轻度疲劳,手环显示蓝灯并发出语音提示;

若疲劳等级为中度疲劳,手环显示黄灯并发出语音报警和震动报警,车外警示灯显示3次每秒;

若疲劳等级为重度疲劳,手环显示红灯并发出语音报警和震动报警,车外警示灯显示5次每秒。

一种基于智能手环的营运车辆驾驶员疲劳预警方法

技术领域

[0001] 本发明涉及交通领域,具体涉及一种基于智能手环的营运车辆驾驶员疲劳预警方法。

背景技术

[0002] 近年来随着汽车的普及,城市汽车拥有量逐年增长,伴随而来的是道路交通事故频发等严重问题,疲劳驾驶导致的交通事故在其中占据相当大的比重。特别是针对大型营运车辆的客运司机及长途驾驶的货运司机,倘若发生交通事故,所造成的影响是不可估量的。目前基于驾驶员行为特征、车辆行为特征的疲劳驾驶检测技术具有特征提取困难、检测精度不高、易受环境因素影响等问题,导致不能及时准确地为驾驶员反馈信息,现有技术没有解决疲劳驾驶的预警问题。

发明内容

[0003] 为了解决上述问题,本发明提供一种可以对司机疲劳驾驶行为进行监控和预警的基于智能手环的营运车辆驾驶员疲劳预警方法,包括以下步骤:

[0004] 获取用户的生理信息;

[0005] 依据用户的生理信息获取用户的疲劳等级信息;

[0006] 依据用户的疲劳等级信息执行预警动作。

[0007] 进一步的,

[0008] 所述获取获取用户的生理信息包括,

[0009] 获取用户心率 R_h 、ECG的R波幅度 R_m 、EMG指标的肌电积分 ω_1 、肌电均方根 ω_2 、SP02的均值 λ 以及SP02的方差 γ 。

[0010] 进一步的,

[0011] 所述SP02的均值 λ 、SP02的方差 γ 、肌电均方根 ω_2 采用以下公式获取,

$$[0012] \begin{cases} \alpha = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N R_i \\ \gamma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (R_i - \lambda)^2} \end{cases},$$

$$[0013] \omega_2 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N m_i^2}{N}},$$

[0014] 式中, m_i 为肌电值, R_i 为血氧值, N 为采集样本总个数。

[0015] 进一步的,

- [0016] 所述依据用户的生理信息获取用户的疲劳等级包括，
- [0017] 构建车辆驾驶员疲劳程度模型，
- [0018] $Z=0.3815y_1+0.2507y_2+0.1888y_3+0.1065y_4$ ；
- [0019] $y_1=0.0309R_h+0.2373R_m+0.3694\omega_1-0.3790\omega_2-0.2405\lambda-0.2937\gamma$
- [0020] $y_2=0.5498R_h+0.0288R_m+0.2157\omega_1-0.1359\omega_2+0.1730\lambda+0.0894\gamma$
- [0021] $y_3=0.0771R_h-0.1241R_m+0.3028\omega_1+0.0649\omega_2-0.5268\lambda+0.3508\gamma$
- [0022] $y_4=-0.2386R_h-0.639R_m+0.1203\omega_1+0.2387\omega_2-0.1058\lambda-0.4064\gamma$
- [0023] 式中，Z为疲劳等级量化值；
- [0024] 进一步的，
- [0025] 所述构建车辆驾驶员疲劳程度评价模型包括以下步骤，
- [0026] 数据标准化；
- [0027] 计算关系数矩阵；
- [0028] 计算特征值和特征向量；
- [0029] 选取主成分；
- [0030] 以主成分的贡献率为权重，构建车辆驾驶员疲劳程度评价模型。
- [0031] 进一步的，
- [0032] 所述获取用户的生理信息包括，
- [0033] 采用驾驶员佩戴的智能手环获取用户的生理信息。
- [0034] 进一步的，
- [0035] 所述智能手环包括，肌电传感器、心电传感器、血氧传感器、蓝牙模块、震动模块、扬声器模块、显示模块；
- [0036] 智能手环通过蓝牙模块与车载电脑连接。
- [0037] 进一步的，
- [0038] 所述依据用户的疲劳等级信息执行预警动作包括，
- [0039] 若疲劳等级为清醒，手环显示绿灯；
- [0040] 若疲劳等级为轻度疲劳，手环显示蓝灯并发出语音提示；
- [0041] 若疲劳等级为中度疲劳，手环显示黄灯并发出语音报警和震动报警，车外警示灯显示3次每秒；
- [0042] 若疲劳等级为重度疲劳，手环显示红灯并发出语音报警和震动报警，车外警示灯显示5次每秒。
- [0043] 本发明的有益效果是，
- [0044] 1本发明将实时对驾驶员在驾驶车辆行驶过程中的肌电信号、心电信号以及血氧信号三项生理信号进行监控，并及时进行分析处理，最后得到驾驶员该时刻的疲劳状况，并在驾驶疲劳产生的初期给驾驶员一些外界反馈，包括：语音报警、快速震动、灯光提醒共同作用等听觉、触觉、视觉三方面的提醒。当检测到驾驶员处于疲劳驾驶状态时，手环开始振动并进行语音报警，提醒驾驶员应立刻休息，同时车外预警灯不断闪烁，警示道路上其他驾驶员注意与该车保持一定距离。只有当驾驶员停车休息，各项指标恢复正常后，警示灯才会

自动关闭。实现监控-预防-制止的工作机制,充分发挥人一车一环的作用,更加准确地判断驾驶员疲劳程度,从而减少疲劳驾驶导致的交通安全事故,保障驾乘人员的生命财产安全。

[0045] 2本发明通过手环对本车驾驶员和通过车外警示灯对道路上行驶的其他车辆驾驶员进行预警,本车驾驶员和其他车辆驾驶员在接收到警报后都可以及时采取相应动作,进一步的减少了由于疲劳驾驶发生车祸的概率。

附图说明

[0046] 图1为本发明一实施例流程图一种基于智能手环的营运车辆驾驶员疲劳预警方法流程图。

具体实施方式

[0047] 本发明解决背景技术中所描述问题的发明思路之一是,通过给驾驶员佩戴智能手环,实时监测驾驶员驾驶过程中的生理信息,并依据车辆驾驶员疲劳程度评价模型获取驾驶员疲劳程度的量化值,依据疲劳程度的量化值执行预警动作同时对本车驾驶员和道路上行驶的其他车辆驾驶员进行预警,进一步的减少了由于疲劳驾驶所发生车祸的概率。

[0048] 发明人通过查阅相关文献,及多次实验,确定出心电、肌电、血氧饱和度3个生理指标,发明人依据嗜睡量表设计主观调查问卷,实验时间为90min,每间隔10min让实验者进行一次问卷填写。依据嗜睡量表(见表一),将疲劳程度划分为4个等级:清醒(S=1,2)、轻度疲劳(S=3,4)、中度疲劳(S=5)、重度疲劳(S=6,7)。

[0049] 表一本发明一实施例嗜睡量表

S 疲劳程度

- 1 感觉非常振奋、充满生机与活力
- 2 身体机能处于较高水平,不过不在峰值,可以集中注意力
- 3 很清醒,不过身体及思维都比较放松,能及时反应但不够灵敏
- [0050] 4 有些倦意、松懈
- 5 充满倦意,不再想保持清醒,非常松懈
- 6 开始打瞌睡,头晕眼花,不再与睡意作斗争,只想躺下来休息
- 7 睡眠初期,开始出现梦境

X 沉睡

[0051] 如图1所示,本发明提供一种可以对司机疲劳驾驶行为进行监控和预警的基于智能手环的营运车辆驾驶员疲劳预警方法,包括以下步骤:

[0052] 获取用户的生理信息;

[0053] 依据用户的生理信息获取用户的疲劳等级信息;

[0054] 依据用户的疲劳等级信息执行预警动作。

[0055] 下面对本发明实施过程中获取用户的生理信息进行说明。

[0056] 获取用户的生理信息包括,

[0057] 1). 基于心电的检测 (ECG)

[0058] 基于心电信号的疲劳驾驶检测方法主要是通过通过分析驾驶者的心电信号来判断驾驶者的疲劳状态。发明人通过实验发现,当驾驶员处于疲劳状态时,驾驶员心电信号的心率变异性HRV会出现明显的规律性变化,即心电指标中时域指标的R波幅度、R-R间期标准差显著升高,而频域指标中的交感神经活性LF和副交感神经活性HF分别呈现上升和下降的趋势,LF/HF则呈现整体上升,因此,可利用这四项指标对疲劳进行定量评价。

[0059] 2). 基于肌电的检测 (EMG)

[0060] 基于肌电信号的疲劳驾驶检测方法主要是通过通过分析驾驶员肌电信号来判断驾驶员的疲劳状态。发明人通过实验发现,当驾驶员处于疲劳状态时,肌电信号的幅值会增大,频率会降低,肌电积分 ω_1 、肌电均方根 ω_2 发生变化因此通过分析肌电信号来检测驾驶员的疲劳程度,具有操作简便、检测不受体位、姿势、环境的影响的优势。

[0061] 3). 基于脉搏血氧饱和度的检测 (SP02)

[0062] 基于脉搏血氧饱和度的检测方法主要是通过通过分析驾驶员的脉搏血氧信号来判断驾驶员的疲劳状态。当驾驶员处于清醒状态时,其血氧饱和度波动相对较小,但在疲劳状态下其血氧数据相对清醒时波动幅度较大,并且驾驶员正常驾驶时脉搏血氧的分布范围小于疲劳驾驶时的分布范围,因此,可通过血氧的平均值及标准差来表示脉搏血氧波动的幅度,从而间接的判断出驾驶员的疲劳程度。

[0063] 下面对本发明依据用户的生理信息获取用户的疲劳等级信息步骤进行说明。

[0064] 1). 指标参数值的确定

[0065] 首先,通过运用Keil uVision5,编写关于读取心电、肌电、血氧饱和度相关数据信息的stm32单片机程序,采用Acqknowledge软件对读取到的信号进行离线处理,计算25名被试者的生理指标心率(R_h)、ECG的R波幅度(R_m)、EMG指标的肌电积分 ω_1 、肌电均方根 ω_2 、SP02的均值 λ 以及方差 γ 随模拟驾驶时间每1min内的平均值,实验时间共计90min。其中 R_h 、 R_m 、 ω_1 、 m_i 、 R_i 的值可通过实验直接得出, λ 、 γ 、 ω_2 的值可通过式(1)、(2)计算得到。

$$[0066] \begin{cases} \alpha = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N R_i \\ \gamma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (R_i - \lambda)^2} \end{cases} \quad (1)$$

$$[0067] \omega_2 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N m_i^2}{N}} \quad (2)$$

[0068] 其中 m_i ——肌电值, R_i ——血氧值, N ——采集样本总个数。

[0069] 2). 主成分分析建模

[0070] Step1: 数据标准化

[0071] 在6个变量参数所描述的事物总体中,共有90个样本单位,则第*i*个评价对象的第*j*个指标的取值为 x_{ij} 。运用公式(3)对其进行标准化处理:

$$[0072] \quad x'_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{\sqrt{\text{Var}(x_j)}} \quad (3)$$

[0073] $(i=1, 2, \dots, 90; j=1, 2, \dots, 6)$ (3)

[0074] 其中,

$$[0075] \quad \bar{x}_j = \frac{1}{90} \sum_{i=1}^{90} x_{ij} \quad \text{Var}(x_j) = \frac{1}{90-1} \sum_{i=1}^{90} (x_{ij} - \bar{x}_j)^2 \quad (j=1, 2, \dots, 6)$$

[0076] Step2: 计算相关系数矩阵

$$[0077] \quad r_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n x'_{ki} x'_{kj}}{n-1} \quad (n > 1, i, j = 1, 2, \dots, 6) \quad (4)$$

[0078] Step3: 计算特征值和特征向量

[0079] 解特征方程 $|\lambda I - R| = 0$ 求出特征值 $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \lambda_3 \dots \geq \lambda_6 \geq 0$, 对应的特征向量 u_1, u_2, \dots, u_6 其中 $u_j = (u_{1j}, u_{2j}, \dots, u_{6j})^T$, 且 $\|u_j\| = 1, j=1, 2, \dots, 6$, 则第 j 个主成分为 $y_j = u_{1j}x_1 + u_{2j}x_2 + \dots + u_{6j}x_6$, 其中

[0080] $x_j = (x_{1j}, x_{2j}, x_{3j}, \dots, x_{6j})^T, j=1, 2, 3, \dots, 6.$

[0081] Step4: 选取主成分

$$[0082] \quad \beta_j = \frac{\lambda_j}{\sum_{k=1}^6 \lambda_k}$$

[0083] $(j=1, 2, \dots, 6)$ (5)

$$[0084] \quad \text{前 } P \text{ 个成分的累计贡献率: } \alpha_p = \frac{\sum_{k=1}^p \lambda_k}{\sum_{k=1}^6 \lambda_k} \quad (6)$$

[0085] 各主成分的方差是递减的, 包含的信息也是递减的。当接近于1时, 则选择前 P 个综合指标作为 P 个主成分, 代替原来的6个指标变量。

[0086] Step5: 计算综合得分 Z

$$[0087] \quad Z = \sum_{j=1}^p \beta_j y_j \quad (7)$$

[0088] 其中 β_j 为第 j 个主成分的信息贡献率, 最后根据综合得分值及其主观评价表就可以得出四个疲劳等级的阈值。

[0089] 将实验所得数据导入Excel中, 利用MATLAB读取并计算出主成分的特征值, 贡献

率,累计贡献率,软件求得相关系数矩阵的前五个特征值,贡献率及其累计贡献率如下:

[0090] 表二 主成分分析表

[0091]

序号	特征值	贡献率	累计贡献率
1	4.6679	0.3815	0.3815
2	3.0081	0.2347	0.6522
3	2.3652	0.1988	0.8219
4	1.2781	0.1065	0.9374
5	0.8710	0.0736	1

[0092] 发明人通过实验发现,前四个特征根的累计贡献率就达到了90%以上,主成分分析效果很好。下面选取前四个主成分进行综合评价。前四个特征根的特征向量如表三所示:

[0093] 表三 特征向量表

[0094]

	R_h	R_m	ω_1	ω_2	λ	γ
第1特征向量	0.0309	0.2373	0.3694	0.3790	-0.2405	-0.2937
第2特征向量	0.5498	0.0288	0.2157	-0.1359	0.1730	0.0894
第3特征向量	0.0771	-0.1241	0.3028	-0.0649	-0.5268	0.3508
第4特征向量	-0.2386	-0.6395	0.1203	0.2387	-0.1058	-0.4064

[0095] 由此可得四个主成分分别为:

$$[0096] \quad y_1 = 0.0309 R_h + 0.2373 R_m + 0.3694 \omega_1 - 0.3790 \omega_2 - 0.2405 \lambda - 0.2937 \gamma$$

$$[0097] \quad y_2 = 0.5498 R_h + 0.0288 R_m + 0.2157 \omega_1 - 0.1359 \omega_2 + 0.1730 \lambda + 0.0894 \gamma$$

$$[0098] \quad y_3 = 0.0771 R_h - 0.1241 R_m + 0.3028 \omega_1 - 0.0649 \omega_2 - 0.5268 \lambda + 0.3508 \gamma$$

$$[0099] \quad y_4 = -0.2386 R_h - 0.639 R_m + 0.1203 \omega_1 + 0.2387 \omega_2 - 0.1058 \lambda - 0.4064 \gamma$$

[0100] 分别以4个主成分的贡献率为权重,构建主成分综合评价模型,即:

$$[0101] \quad Z = 0.3815 y_1 + 0.2507 y_2 + 0.1888 y_3 + 0.1065 y_4 \quad (8)$$

[0102] 下面对本发明依据用户的疲劳等级信息执行预警动作进行说明

[0103] 信息处理系统通过对采集到的心电、肌电、血氧饱和度等相关信息进行处理分析,判断驾驶员当前所处疲劳程度,再根据驾驶员的不同疲劳程度反应出不同形式的信息。

[0104] 本发明的有益效果是：

[0105] 本发明将实时对驾驶员在驾驶车辆行驶过程中的肌电信号、心电信号以及血氧信号三项生理信号进行监控,并及时进行分析处理,最后得到驾驶员该时刻的疲劳状况,并在驾驶疲劳产生的初期给驾驶员一些外界反馈,包括:语音报警、快速震动、灯光提醒共同作用等听觉、触觉、视觉三方面的提醒。当检测到驾驶员处于疲劳驾驶状态时,手环开始振动并进行语音报警,提醒驾驶员应立刻休息,同时车外预警灯不断闪烁,警示道路上其他驾驶员注意与该车保持一定距离。只有当驾驶员停车休息,各项指标恢复正常后,警示灯才会自动关闭。实现监控-预防-制止的工作机制,充分发挥人一车一环的作用,更加准确地判断驾驶员疲劳程度,从而减少疲劳驾驶导致的交通安全事故,保障驾乘人员的生命财产安全。

[0106] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围,其均应涵盖在本发明的权利要求和说明书的范围当中。

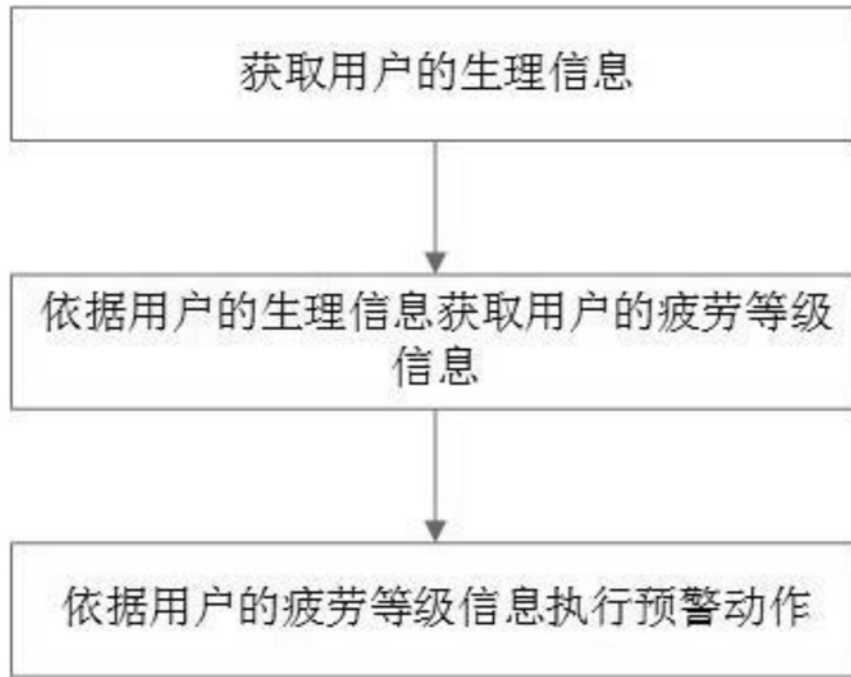


图1

专利名称(译)	一种基于智能手环的营运车辆驾驶员疲劳预警方法		
公开(公告)号	CN109858178A	公开(公告)日	2019-06-07
申请号	CN201910140551.0	申请日	2019-02-26
[标]申请(专利权)人(译)	重庆交通大学		
申请(专利权)人(译)	重庆交通大学		
当前申请(专利权)人(译)	重庆交通大学		
[标]发明人	陈坚 陈兴辉 张鑫 周佳 刘江鹏		
发明人	陈坚 陈兴辉 张鑫 周佳 秦丽之 刘江鹏		
IPC分类号	G06F17/50 A61B5/00 A61B5/0402 A61B5/0488 A61B5/1455 A61B5/16 A61B5/18		
代理人(译)	王玉芝		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供一种可以对司机疲劳驾驶行为进行监控和预警的基于智能手环的营运车辆驾驶员疲劳预警方法，包括以下步骤：获取用户的生理信息；依据用户的生理信息获取用户的疲劳等级信息；依据用户的疲劳等级信息执行预警动作。本发明通过手环对本车驾驶员和通过车外警示灯对道路上行驶的其他车辆驾驶员进行预警，本车驾驶员和其他车辆驾驶员在接收到警报后都可以及时采取相应动作，进一步的减少了由于疲劳驾驶发生车祸的概率。

