



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109846459 A

(43)申请公布日 2019.06.07

(21)申请号 201910049963.3

(22)申请日 2019.01.18

(71)申请人 长安大学

地址 710064 陕西省西安市碑林区南二环路中段

(72)发明人 袁伟 杨国松 刘彦君 刘金凤
王虹霞 张红妮

(74)专利代理机构 西安通大专利代理有限责任公司 61200

代理人 徐文权

(51)Int.Cl.

A61B 5/00(2006.01)

A61B 5/024(2006.01)

A61B 5/0402(2006.01)

A61B 5/11(2006.01)

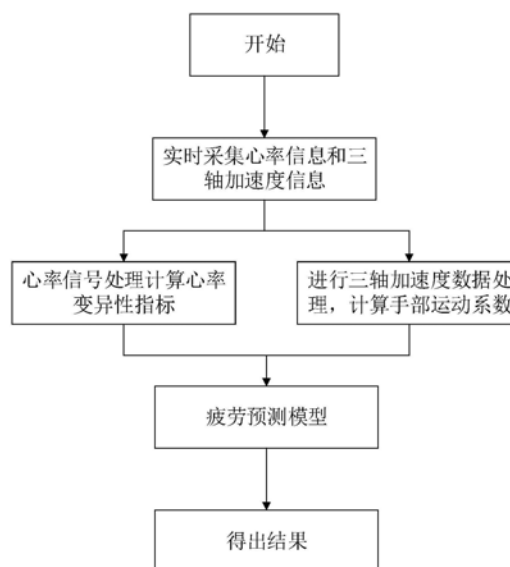
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种疲劳驾驶状态监测方法

(57)摘要

本发明公开了一种疲劳驾驶状态监测方法，本发明通过将采集到的心电数据和手部的三轴加速度数据发送至控制单元，控制单元将其统计为变异性指标和手部运动系数指标，通过K-means法构建疲劳预测模型，将心率和心率变异性指标以及手部运动系数输入疲劳预测模型，根据疲劳预测模型的输出值即可对疲劳预测结果进行等级划分，本方法操作简单，且准确率较高，能够实时在线识别检测驾驶员的疲劳程度并对驾驶员进行提醒，为驾驶员本身或管理者提供相关改进依据。



1. 一种疲劳驾驶状态监测方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1,采集驾驶员的心电数据和手部的三轴加速度数据,并发送至控制单元;

S2,控制单元根据接收的心电数据进行统计学分析,得到心率和心率变异性指标;

S3,控制单元根据接收的三轴加速度信息进行手部运动系数计算,得到表征疲劳状态的手部运动系数指标;

S4,通过K-means法构建疲劳预测模型,将心率和心率变异性指标以及手部运动系数输入疲劳预测模型,根据疲劳预测模型的输出值对疲劳预测结果进行等级划分。

2. 根据权利要求1所述的一种疲劳驾驶状态监测方法,其特征在于,S2中的心率变异性指标包括RR间期、RR间期的标准差SDNN、相邻RR间期差值的均方根RMSSD、相邻RR间期之差大于50ms的个数占总窦性心搏个数的百分比PNN50,RR间期为两次心跳之间的时间间隔。

3. 根据权利要求2所述的一种疲劳驾驶状态监测方法,其特征在于,RR间期的标准差SDNN的计算方法如下:

RR间期的标准差SDNN根据若干个连续RR间期的数值计算得到,计算公式为:

$$SDNN = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (RR_i - RR_{mean})^2}{n}}$$

其中,n为心博次数,RR_i为第i个RR间期,RR_{mean}为n个RR间期的均值。

4. 根据权利要求2所述的一种疲劳驾驶状态监测方法,其特征在于,相邻RR间期差值的均方根RMSSD的计算方法如下:

$$RMSSD = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N-1} (RR_{i+1} - RR_i)^2}$$

其中,N为该组数据的个数。

5. 根据权利要求2所述的一种疲劳驾驶状态监测方法,其特征在于,相邻RR间期之差大于50ms的个数占总窦性心搏个数的百分比PNN50的计算方法如下:

$$PNN50 = \frac{NN50}{totalNN} \times 100\%$$

6. 根据权利要求1所述的一种疲劳驾驶状态监测方法,其特征在于,S3中手部运动系数指标的计算方法如下:

$$D_x = \sum_{k=1}^N (x_k - e_x)^2$$

其中,D_x为x方向的加速度方差,N为该组数据的个数,x_k为x方向的加速度值,e_x为该组加速度数据的平均值;

通过公式:

$$D_y = \sum_{k=1}^N (y_k - e_y)^2$$

$$D_z = \sum_{k=1}^N (z_k - e_z)^2$$

能够得到y方向的方差值D_y和Z方向的方差值D_z,定义D为手部运动系数,则:

$$D = \log_2 \left(\frac{D_x + D_y + D_z}{3} \right)$$

统计连续时间内D值的最大值 $D_{\max}$,最大值 $D_{\max}$ 作为手部运动系数指标。

7.根据权利要求1所述的一种疲劳驾驶状态监测方法,其特征在于,S4中K-means法构建疲劳预测模型的具体方法如下:

第一步,对心率变异性指标构建样本集,并对样本集进行归一化处理,采用K-means方法进行聚类;

第二步,选择若干相关对象作为种子,每个种子代表一个均值中心,计算样本集中剩余对象与种子的平方欧式距离,将其赋给相距最近的均值中心所在的集合;

第三步,重新计算每个新集合的均值中心,并将其作为种子;

第四步,重复第二步和第三步直到式准则函数收敛为止,式准则函数为:

$$E = \sum_{i=1}^K \sum_{p \in C_i} |p - c_i|^2$$

其中E是所有对象的误差总和,p为样本集合中的一个点, c_i 为集合 C_i 的均值;

第五步,算法聚类收敛后,得到各相关对象聚类中心点,即为疲劳预测模型。

一种疲劳驾驶状态监测方法

技术领域

[0001] 本发明为汽车安全行车辅助工具领域,具体涉及一种疲劳驾驶状态监测方法。

背景技术

[0002] 驾驶员是车辆的直接操纵者,道路的使用者,交通环境的直接感受者,在整个交通系统中占主导地位,其驾驶行为直接对道路交通安全有着直接的影响。事故数据表明,驾驶员的不安全驾驶行为是导致营运车辆事故的主要原因,而疲劳驾驶是其中最主要的不安全驾驶行为。因此对驾驶员疲劳驾驶异常状态进行监测和分析具有非常重要的意义,是降低交通事故率的重要途径之一。

[0003] 现有的驾驶员疲劳驾驶状态监测方案主要有三类。第一类方法为基于驾驶员生理反应特征的检测方法,其主要是通过检测身体某些部位,如头部、眼部、嘴部的生理特征变化规律来对驾驶员的疲劳状态进行判断;第二类方法为基于车辆行为特征的检测方法。该类方法主要通过速度、方向盘转动角度、车道偏移量等车辆行驶参数,分析判断驾驶员是否为疲劳状态,此方案准确率较高,但无法实现实时检测,且获取车辆的各种行驶参数需要多种设备,无法在独立的设备中实现驾驶员疲劳驾驶状态监测;第三类方法为基于驾驶员生理参数的检测方法,该方法主要通过监测驾驶员在行车过程中脑电信号、心电信号或肌电信号、皮电信号等生理信号的变化,以此来监控驾驶员的疲劳情况。该方法对疲劳的判断准确性最高。

[0004] 传统的驾驶异常状态检测系统主要通过视频检测,存在受光线影响较大,成本较高和检测准确率一般等缺点,例如: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。通过摄像头识别驾驶员的面部信号、用手环生理感应器检测驾驶员的手部脉搏信号,综合判断驾驶员是否有疲劳驾驶现象。

[0005] 该专利分别利用了脉搏信号和驾驶员的面部信号对疲劳驾驶进行识别,并进行预警,而没有对这两种信息进行融合处理。这两种预警都会存在误报漏报的现象,同时设备过于复杂,需要安装摄像头并配备有摄像头信息处理装置,处理面部信息的周期较长,不易进行实时地检测。

[0006] 因此价格便宜、效果稳定、实时性较强的疲劳驾驶检测、提醒和预警成为运输企业、行业管理部门、驾驶员等多方面共同迫切的需求,如今,随着传感器的广泛应用,传感器可以采集更多的可靠数据,通过多种传感器采集驾驶员心率、三轴加速度等数据,实时判断驾驶员的驾驶状态,从而判断驾驶员在驾驶过程中是否处于疲劳状态,针对不同的疲劳程度设计相应的预警方案。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于克服上述不足,提供一种疲劳驾驶状态监测方法,避免由于驾驶员处于疲劳驾驶状态所引发的交通事故。

[0008] 为了达到上述目的,本发明包括以下步骤:

[0009] S1,采集驾驶员的心电数据和手部的三轴加速度数据,并发送至控制单元;

[0010] S2,控制单元根据接收的心电数据进行统计学分析,得到心率和心率变异性指标;

[0011] S3,控制单元根据接收的三轴加速度信息进行手部运动系数计算,得到表征疲劳状态的手部运动系数指标;

[0012] S4,通过K-means法构建疲劳预测模型,将心率和心率变异性指标以及手部运动系数输入疲劳预测模型,根据疲劳预测模型的输出值对疲劳预测结果进行等级划分。

[0013] S2中的心率变异性指标包括RR间期、RR间期的标准差SDNN、相邻RR间期差值的均方根RMSSD、相邻RR间期之差大于50ms的个数占总窦性心搏个数的百分比PNN50,RR间期为两次心跳之间的时间间隔。

[0014] RR间期的标准差SDNN的计算方法如下:

[0015] RR间期的标准差SDNN根据若干个连续RR间期的数值计算得到,计算公式为:

$$[0016] \quad SDNN = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (RR_i - RR_{\text{mean}})^2}{n}}$$

[0017] 其中,n为心博次数,RR_i为第i个RR间期,RR_{mean}为n个RR间期的均值。

[0018] 相邻RR间期差值的均方根RMSSD的计算方法如下:

$$[0019] \quad RMSSD = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N-1} (RR_{i+1} - RR_i)^2}$$

[0020] 其中,N为该组数据的个数。

[0021] 相邻RR间期之差大于50ms的个数占总窦性心搏个数的百分比PNN50的计算方法如下:

$$[0022] \quad PNN50 = \frac{NN50}{\text{total}NN} \times 100\%$$

[0023] S3中手部运动系数指标的计算方法如下:

$$[0024] \quad D_x = \sum_{k=1}^N (x_k - e_x)^2$$

[0025] 其中,D_x为x方向的加速度方差,N为该组数据的个数,x_k为x方向的加速度值,e_x为该组加速度数据的平均值;

[0026] 通过公式:

$$[0027] \quad D_y = \sum_{k=1}^N (y_k - e_y)^2$$

$$[0028] \quad D_z = \sum_{k=1}^N (z_k - e_z)^2$$

[0029] 能够得到y方向的方差值D_y和Z方向的方差值D_z,定义D为手部运动系数,则:

$$[0030] \quad D = \log_2 \left(\frac{D_x + D_y + D_z}{3} \right)$$

[0031] 统计连续时间内D值的最大值D_{max},最大值D_{max}作为手部运动系数指标。

[0032] S4中K-means法构建疲劳预测模型的具体方法如下:

[0033] 第一步,对心率变异性指标构建样本集,并对样本集进行归一化处理,采用K-means方法进行聚类;

[0034] 第二步,选择若干相关对象作为种子,每个种子代表一个均值中心,计算样本集中剩余对象与种子的平方欧式距离,将其赋给相距最近的均值中心所在的集合;

[0035] 第三步,重新计算每个新集合的均值中心,并将其作为种子;

[0036] 第四步,重复第二步和第三步直到式准则函数收敛为止,式准则函数为:

$$[0037] \quad E = \sum_{i=1}^K \sum_{p \in C_i} |p - e_i|^2$$

[0038] 其中E是所有对象的误差总和,p为样本集合中的一个点, e_i 为集合 C_i 的均值;

[0039] 第五步,算法聚类收敛后,得到各相关对象聚类中心点,即为疲劳预测模型。

[0040] 与现有技术相比,本发明通过将采集到的心电数据和手部的三轴加速度数据发送至控制单元,控制单元将其统计为变异性指标和手部运动系数指标,通过K-means法构建疲劳预测模型,将心率和心率变异性指标以及手部运动系数输入疲劳预测模型,根据疲劳预测模型的输出值即可对疲劳预测结果进行等级划分,本方法操作简单,且准确率较高,能够实时在线识别检测驾驶员的疲劳程度并对驾驶员进行提醒,为驾驶员本身或管理者提供相关改进依据。

附图说明

[0041] 图1为本发明的流程图。

具体实施方式

[0042] 下面结合附图对本发明做进一步说明。

[0043] 参见图1,本发明包括以下步骤:

[0044] 步骤一:采集驾驶员的心电数据和三轴加速度数据;

[0045] 步骤二:将采集到的心电数据进行预处理;将采集到的加速度信息进行模数转换;

[0046] 步骤三:控制单元根据接收的心电数据进行统计学分析,得到心率和心率变异性指标,控制单元根据接收的三轴加速度信息进行手部运动系数计算,得到表征疲劳状态的手部运动系数指标;

[0047] 步骤四:采用心率变异性指标衡量驾驶员的疲劳驾驶状态心率变异性指标包括两次心跳之间的时间间隔即RR间期;RR间期的标准差SDNN、相邻RR间期差值的均方根RMSSD、相邻RR间期之差大于50ms的个数占总窦性心搏个数的百分比PNN50。

[0048] 已有研究表明,心率和心率变异性指标和人体的精神活动状态息息相关,处于正常驾驶和疲劳驾驶状态下的心率和心率变异性指标具有显著差异,利用心率和心率变异性指标可以判别驾驶员是否处于驾驶异常状态的特征指标。

[0049] 步骤五:RR间期的标准差SDNN根据n个连续RR间期的数值计算得到,其含义为HRV中缓慢变化的部分,若以20s为一个单元进行分析,其计算公式为

$$[0050] \quad SDNN = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (RR_i - RR_{\text{mean}})^2}{n}}$$

[0051] 其中心搏次数用n表示,RR_i是第i个RR间期,RR_{mean}是n个RR间期的均值;

[0052] 步骤六:RMSSD表示相邻RR间期差值的均方根

$$[0053] \quad RMSSD = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N-1} (RR_{i+1} - RR_i)^2}$$

[0054] 步骤七:PNN50表示相邻RR间期之差大于50ms的个数占总总窦性心搏个数的百分比

$$[0055] \quad PNN50 = \frac{NN50}{\text{total}NN} \times 100\%$$

[0056] 步骤八:采用手部运动系数来补充衡量驾驶员的疲劳程度,手部加速度变化程度同手部运动剧烈程度正相关。一段时间内的加速度变化程度可通过一组加速度数据的方差

来表示,即 $D_x = \sum_{k=1}^N (x_k - e_x)^2$

[0057] 其中,D_x为x方向的加速度方差,N为该组数据的个数,x_k为x方向的加速度值,e_x为该组加速度数据的平均值;

$$[0058] \quad D_y = \sum_{k=1}^N (y_k - e_y)^2$$

$$[0059] \quad D_z = \sum_{k=1}^N (z_k - e_z)^2$$

[0060] 得到y方向的方差值D_y和Z方向的方差值D_z,定义D为手部运动系数:

$$[0061] \quad D = \log_2 \left(\frac{D_x + D_y + D_z}{3} \right)$$

[0062] 统计100s内D值的最大值D_{max},最大值D_{max}作为手部运动系数指标。

[0063] 步骤九:将计算得到的心率和心率变异性指标以及手部运动系数等特征指标参数值输入疲劳预测模型,这里的疲劳预测模型由K-means方法构建,根据疲劳预测模型的输出值对疲劳预测结果进行等级划分。

[0064] 疲劳预测模型的构建方法如下:

[0065] 将得到的心率变异性指标SDNN、RMSSD、PNN50以及手部运动系数D_{max}构建样本集,并对样本集进行归一化处理,采用K-means方法进行聚类,确定需要归类的数目为3,已确定重度疲劳状态类、轻度疲劳状态类、清醒状态类;选择3个对象作为种子,每个种子代表一个均值中心,计算样本集中中剩余对象与种子的平方欧式距离,将其赋给相距最近的均值中心所在的集合;重新计算每个新集合的均值中心,并将其作为种子,重复步骤直到式准则函数收敛为止:

$$[0066] \quad E = \sum_{i=1}^K \sum_{p \in C_i} |p - e_i|^2$$

[0067] 其中E是所有对象的误差总和,p为样本集合中的一个点,e_i为集合C_i的均值。

[0068] 算法聚类收敛后,得到各疲劳程度聚类中心点,将得到的重度疲劳和轻度疲劳聚类中心点作为阈值,得到评价指标。

[0069] 步骤十:将RR间期的标准差SDNN、相邻RR间期差值的均方根RMSSD、百分比PNN50、手部运动系数指标 $D_{\max}$ 与得到的评判疲劳程度的指标阈值进行比较,输出预测的疲劳程度,判断驾驶员是否发生疲劳驾驶,如果发生则调用步骤S3,进行驾驶员疲劳状态预警。

[0070] 步骤十一:综合疲劳预测的结果对驾驶员所处的驾驶状态的安全情况进行评估,然后根据安全情况将疲劳预警等级划分为无预警、轻度预警、重度预警,并通过智能手机APP精准地采取不同程度的干预措施,以提醒驾驶员注意休息,从而防止驾驶员处于疲劳驾驶状态。

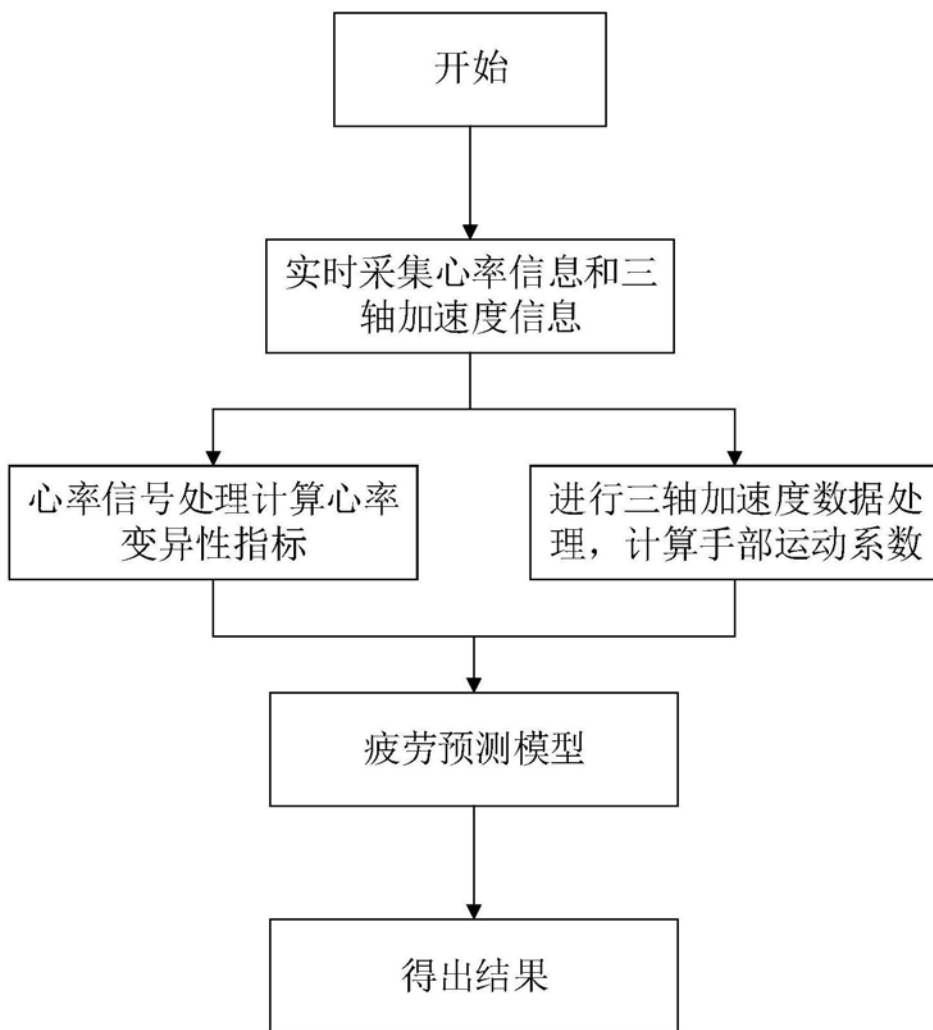


图1

专利名称(译)	一种疲劳驾驶状态监测方法		
公开(公告)号	CN109846459A	公开(公告)日	2019-06-07
申请号	CN201910049963.3	申请日	2019-01-18
[标]申请(专利权)人(译)	长安大学		
申请(专利权)人(译)	长安大学		
当前申请(专利权)人(译)	长安大学		
[标]发明人	袁伟 杨国松 刘彦君 刘金凤 王虹霞 张红妮		
发明人	袁伟 杨国松 刘彦君 刘金凤 王虹霞 张红妮		
IPC分类号	A61B5/00 A61B5/024 A61B5/0402 A61B5/11		
代理人(译)	徐文权		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种疲劳驾驶状态监测方法，本发明通过将采集到的心电数据和手部的三轴加速度数据发送至控制单元，控制单元将其统计为变异性指标和手部运动系数指标，通过K-means法构建疲劳预测模型，将心率和心率变异性指标以及手部运动系数输入疲劳预测模型，根据疲劳预测模型的输出值即可对疲劳预测结果进行等级划分，本方法操作简单，且准确率较高，能够实时在线识别检测驾驶员的疲劳程度并对驾驶员进行提醒，为驾驶员本身或管理者提供相关改进依据。

