



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107693031 A

(43)申请公布日 2018.02.16

(21)申请号 201710908446.8

(22)申请日 2017.09.29

(71)申请人 浙江千成电子科技有限公司

地址 323700 浙江省丽水市龙泉市回归工
程广源街92号

(72)发明人 徐王杰 钟永东 袁一卿

(74)专利代理机构 杭州宇信知识产权代理事务
所(普通合伙) 33231

代理人 张宇娟

(51)Int.Cl.

A61B 5/18(2006.01)

A61B 5/024(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

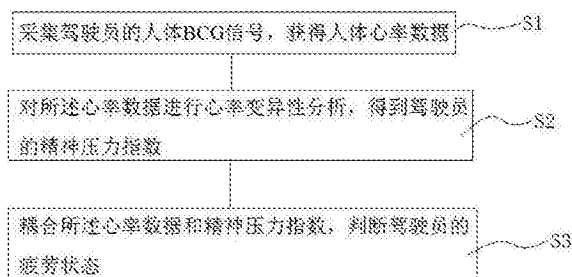
权利要求书3页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

一种疲劳驾驶检测方法及检测设备

(57)摘要

本发明提供了一种疲劳驾驶检测方法,包括如下步骤:S1、采集驾驶员的人体BCG信号,获得人体心率数据;S2、对所述心率数据进行心率变异性分析,得到驾驶员的精神压力指数;S3、耦合所述心率数据和精神压力指数,判断驾驶员的疲劳状态。本发明的有益效果:通过实时BCG心率检测技术,对检测到的心率数据实现心率变异性(HRV)分析,通过对HRV的分析得出精神压力指数,并耦合HRV与精神压力指数对驾驶员当前的疲劳状况进行判断。实现在驾驶过程中,连续不间断,全天候的疲劳驾驶检测,预防行车危险。



1. 一种疲劳驾驶检测方法,包括如下步骤:

S1、采集驾驶员的人体BCG信号,获得人体心率数据;

S2、对所述心率数据进行心率变异性分析,得到驾驶员的精神压力指数;

S3、耦合所述心率数据和精神压力指数,判断驾驶员的疲劳状态。

2. 如权利要求1所述的疲劳驾驶检测方法,其特征在于,步骤S1中,获得的人体心率数据至少包括动态心率和静态心率,以及心率增长率 θ :

$$\theta = \frac{B_T - B_P}{B_P} \times 100\% \quad (1)$$

其中 B_T 为动态心率, B_P 为静态心率。

3. 如权利要求2所述的疲劳驾驶检测方法,其特征在于,步骤S2中,对心率数据进行心率变异性分析具体包括采用两个相邻RR间距的序列,由间期谱法获得HRV信号。

4. 如权利要求3所述的疲劳驾驶检测方法,其特征在于,步骤S2中,获得所述精神压力指数具体包括:

S21、通过能量信号获得频率对应的功率信号:

$$P(k) = \frac{1}{N} |X(k)|^2 \quad (2),$$

其中, $X(k)$ 为能量信号;

S22、对所述功率信号进行积分获得总功率、高频功率及低频功率:

$$TP = \int_0^a P(k) df \quad (3) \quad HF = \int_{b1}^{b2} P(k) df \quad (4) \quad LF = \int_{c1}^{c2} P(k) df \quad (5)$$

其中,TP为总功率,HF为高频功率,LF为低频功率;

S23、结合所述总功率、高频功率及低频功率获得精神压力指数。

5. 如权利要求4所述的疲劳驾驶检测方法,其特征在于,步骤S23中,所述精神压力指数具体为:

$$D = \frac{HF}{(LF + e^{TP}) \frac{LF}{HF}} \quad (6)$$

其中,D为精神压力指数,其含义为:当LF、LF/HF和TP值增加,HF值降低时,精神压力小,心情放松;反之则精神压力大,注意力集中。

6. 如权利要求5所述的疲劳驾驶检测方法,其特征在于,步骤S3中,耦合所述心率数据和精神压力指数,判断驾驶员的疲劳状态具体包括:

S31、对所得的心率增长 θ 与高低频功率比 $\frac{LF}{HF}$ 进行相位耦合,得出耦合系数 δ :

$$\delta = \theta \cdot \cot^{-1} \frac{LF}{HF} \quad (7)$$

S32、结合一个检测周期内R波信号的能量强度均值,得出疲劳驾驶指数

$$\varphi = \overline{X(i)} e^{\delta}, \quad i=1,2,3 \dots n; \quad (8)$$

其中, $X(i) = \sum_{k=1}^n X(ki)$;

S33、当疲劳驾驶指数 Φ 的波动超过一预设区间,或者当疲劳驾驶指数 Φ 与精神压力指数D同时降低时,判断此时驾驶员处于疲劳驾驶状态。

7.如权利要求6所述的疲劳驾驶检测方法,其特征在于,步骤S33中,疲劳驾驶指数 Φ 的预设区间为 $\Phi \in (1.36-2.71)$ 。

8.一种疲劳驾驶检测设备,包括:

一检测终端,所述检测终端被配置成用于采集驾驶员的人体BCG信号,获得人体心率数据;

一数据分析终端,所述数据分析终端被配置成用于接收所述人体心率数据,进行心率变异性分析,得到驾驶员的精神压力指数;以及,

耦合所述心率数据和精神压力指数,判断驾驶员的疲劳状态。

9.如权利要求8所述的疲劳驾驶检测设备,其特征在于,所述检测终端被配置成通过驾驶员检测坐垫获得传感器数据,所述检测终端至少包括一BCG检测模块,该BCG检测模块被配置成用于穿过至少一层阻碍屏障获得人体的BCG信号。

10.如权利要求9所述的疲劳驾驶检测设备,其特征在于,所述检测终端内还包括:

耦接至所述BCG检测模块的信号处理模块,用于对BCG检测模块获得的BCG信号进行放大/滤波/数模转换中的一种或几种处理;

以及耦接至所述信号处理模块的数据传输模块和通讯模块,所述数据传输模块用于选取不同的通讯模块将处理后的信号数据发送至所述数据分析终端。

11.如权利要求10所述的疲劳驾驶检测设备,其特征在于,所述数据分析终端被配置成用于根据接收的BCG信号数据中的动态心率 B_T 和静态心率 B_P 获得心率增长率 θ :

$$\theta = \frac{B_T - B_P}{B_P} \times 100\%。$$

12.如权利要求11所述的疲劳驾驶检测设备,其特征在于,所述数据分析终端还被配置成采用两个相邻RR间距的序列,由间期谱法获得HRV信号。

13.如权利要求12所述的疲劳驾驶检测设备,其特征在于,所述数据分析终端被配置成通过能量信号获得频率对应的功率信号,并对所述功率信号进行积分获得总功率、高频功率及低频功率,以及结合所述总功率、高频功率及低频功率获得精神压力指数;具体通过如下公式计算得到:

$$P(k) = \frac{1}{N} |X(k)|^2, \quad TP = \int_0^a P(k) df, \quad HF = \int_{b1}^{b2} P(k) df, \quad LF = \int_{c1}^{c2} P(k) df$$

其中, $X(k)$ 为能量信号, $P(k)$ 为频率所对应的功率,TP为总功率,HF为高频功率,LF为低频功率。

14.如权利要求13所述的疲劳驾驶检测设备,其特征在于,所述数据分析终端被配置成通过如下公式计算得到精神压力指数D:

$$D = \frac{HF}{(LF + e^{TP}) \frac{LF}{HF}}。$$

15.如权利要求14所述的疲劳驾驶检测设备,其特征在于,所述数据分析终端被配置成用于耦合所述心率数据和精神压力指数,判断驾驶员的疲劳状态,具体包括被配置成对所

得的心率增长 θ 与高低频功率比 $\frac{LF}{HF}$ 进行相位耦合,得出耦合系数 δ :

$$\delta = \theta \cdot \cot^{-1} \frac{LF}{HF};$$

以及,结合一个检测周期内R波信号的能量强度均值,得出疲劳驾驶指数 $\varphi = \overline{X(i)} e^{\delta}, i=1,2,3 \dots n$;

其中, $X(i) = \sum_{k=1}^n X(ki)$ 。

16. 如权利要求15所述的疲劳驾驶检测设备,其特征在于,所述数据分析终端被配置成通过检测疲劳驾驶指数 φ 和精神压力指数D的变化来判断驾驶员是否处于疲劳驾驶状态,具体包括:

当疲劳驾驶指数 φ 的波动超过一预设区间,或者当疲劳驾驶指数 φ 与精神压力指数D同时降低时,判断此时驾驶员处于疲劳驾驶状态。

17. 如权利要求9-16任一项所述的疲劳驾驶检测设备,其特征在于,所述数据分析终端包括手机、平板电脑或PC,通过无线通讯模式连接所述检测终端;或者所述数据分析终端为车载数据分析终端,通过USB数据传输模式连接所述检测终端。

一种疲劳驾驶检测方法及检测设备

技术领域

[0001] 本发明涉及电子检测技术领域,具体涉及一种疲劳驾驶检测设备及相应的检测方法。

背景技术

[0002] 目前,对于驾驶员疲劳驾驶的检测手段主要集中于摄像头拍摄驾驶员面部表情及眨眼频率,以此来判断驾驶员是否处于疲劳驾驶的状态。其准确性容易受到环境光的影响,且容易受到面部表情变化的干扰。尤其是面部表情为人为可控,因此其不确定性因素将会对疲劳驾驶的判断产生影响。

发明内容

[0003] 本发明解决的技术问题在于解决目前疲劳驾驶检测手段中存在的判断准确率低,易受环境及人为因素影响判断结果等问题。

[0004] 为了解决上述问题,本发明采用了如下技术方案:

[0005] 本发明的一个方面提供了一种疲劳驾驶检测方法,包括如下步骤:

[0006] 一种疲劳驾驶检测方法,包括如下步骤:

[0007] S1、采集驾驶员的人体BCG信号,获得人体心率数据;

[0008] S2、对所述心率数据进行心率变异性分析,得到驾驶员的精神压力指数;

[0009] S3、耦合所述心率数据和精神压力指数,判断驾驶员的疲劳状态。

[0010] 进一步的,步骤S1中,获得的人体心率数据至少包括动态心率和静态心率,以及心率增长率 θ :

$$[0011] \quad \theta = \frac{B_T - B_P}{B_P} \times 100\% \quad (1)$$

[0012] 其中 B_T 为动态心率, B_P 为静态心率。

[0013] 可选的,步骤S2中,对心率数据进行心率变异性分析具体包括采用两个相邻RR间距的序列,由间期谱法获得HRV信号。

[0014] 进一步的,步骤S2中,获得所述精神压力指数具体包括:

[0015] S21、通过能量信号获得频率对应的功率信号:

$$[0016] \quad P(k) = \frac{1}{N} |X(k)|^2 \quad (2),$$

其中, $X(k)$ 为能量信号;

[0017] S22、对所述功率信号进行积分获得总功率、高频功率及低频功率:

$$[0018] \quad TP = \int_0^a P(k) df \quad (3) \quad HF = \int_{b1}^{b2} P(k) df \quad (4) \quad LF = \int_{c1}^{c2} P(k) df \quad (5)$$

[0019] 其中,TP为总功率,HF为高频功率,LF为低频功率;

[0020] S23、结合所述总功率、高频功率及低频功率获得精神压力指数。

[0021] 进一步的,步骤S23中,所述精神压力指数具体为:

$$[0022] \quad D = \frac{HF}{(LF + e^{TP}) \frac{LF}{HF}} \quad (6)$$

[0023] 其中,D为精神压力指数,其含义为:当LF、LF/HF和TP值增加,HF值降低时,精神压力小,心情放松;反之则精神压力大,注意力集中。

[0024] 进一步的,步骤S3中,耦合所述心率数据和精神压力指数,判断驾驶员的疲劳状态具体包括:

[0025] S31、对所得的心率增长 θ 与高低频功率比 $\frac{LF}{HF}$ 进行相位耦合,得出耦合系数 δ :

$$[0026] \quad \delta = \theta \cdot \cot^{-1} \frac{LF}{HF} \quad (7)$$

[0027] S32、结合一个检测周期内R波信号的能量强度均值,得出疲劳驾驶指数

$$[0028] \quad \varphi = \overline{X(i)} e^{\delta}, \quad i=1,2,3 \dots n; \quad (8)$$

[0029] 其中, $X(i) = \sum_{k=1}^n X(ki)$;

[0030] S33、当疲劳驾驶指数 φ 的波动超过一预设区间,或者当疲劳驾驶指数 φ 与精神压力指数D同时降低时,判断此时驾驶员处于疲劳驾驶状态。

[0031] 可选的,步骤S33中,疲劳驾驶指数 φ 的预设区间为 $\varphi \in (1.36-2.71)$ 。

[0032] 本发明的另一个方面提供了一种疲劳驾驶检测设备,包括:

[0033] 一检测终端,所述检测终端被配置成用于采集驾驶员的人体BCG信号,获得人体心率数据;

[0034] 一数据分析终端,所述数据分析终端被配置成用于接收所述人体心率数据,进行心率变异性分析,得到驾驶员的精神压力指数;以及,

[0035] 耦合所述心率数据和精神压力指数,判断驾驶员的疲劳状态。

[0036] 可选的,所述检测终端被配置成通过驾驶员检测坐垫获得传感器数据,所述检测终端至少包括一BCG检测模块,该BCG检测模块被配置成用于穿过至少一层阻碍屏障获得人体的BCG信号。

[0037] 进一步的,所述检测终端内还包括:

[0038] 耦接至所述BCG检测模块的信号处理模块,用于对BCG检测模块获得的BCG信号进行放大/滤波/数模转换中的一种或几种处理;

[0039] 以及耦接至所述信号处理模块的数据传输模块和通讯模块,所述数据传输模块用于选取不同的通讯模块将处理后的信号数据发送至所述数据分析终端。

[0040] 可选的,所述数据分析终端被配置成用于根据接收的BCG信号数据中的动态心率 B_T 和静态心率 B_P 获得心率增长率 θ :

$$[0041] \quad \theta = \frac{B_T - B_P}{B_P} \times 100\%。$$

[0042] 可选的,所述数据分析终端还被配置成采用两个相邻RR间距的序列,由间期谱法获得HRV信号。

[0043] 进一步的,所述数据分析终端被配置成通过能量信号获得频率对应的功率信号,

并对所述功率信号进行积分获得总功率、高频功率及低频功率,以及结合所述总功率、高频功率及低频功率获得精神压力指数;具体通过如下公式计算得到:

$$[0044] \quad P(k) = \frac{1}{N} |X(k)|^2, \quad TP = \int_0^a P(k) df, \quad HF = \int_{b1}^{b2} P(k) df, \quad LF = \int_{c1}^{c2} P(k) df$$

[0045] 其中, $X(k)$ 为能量信号, $P(k)$ 为频率所对应的功率, TP 为总功率, HF 为高频功率, LF 为低频功率。

[0046] 进一步的,所述数据分析终端被配置成通过如下公式计算得到精神压力指数 D :

$$[0047] \quad D = \frac{HF}{(LF + e^{TP}) \frac{LF}{HF}}.$$

[0048] 进一步的,所述数据分析终端被配置成用于耦合所述心率数据和精神压力指数,判断驾驶员的疲劳状态,具体包括被配置成对所得的心率增长 θ 与高低频功率比 $\frac{LF}{HF}$ 进行相位耦合,得出耦合系数 δ :

$$[0049] \quad \delta = \theta \bullet \cot^{-1} \frac{LF}{HF};$$

[0050] 以及,结合一个检测周期内 R 波信号的能量强度均值,得出疲劳驾驶指数

$$[0051] \quad \varphi = \overline{X(i)} e^{\delta}, i=1,2,3 \dots n; \text{其中}, X(i) = \sum_{k=1}^n X(ki).$$

[0052] 进一步的,所述数据分析终端被配置成通过检测疲劳驾驶指数 φ 和精神压力指数 D 的变化来判断驾驶员是否处于疲劳驾驶状态,具体包括:

[0053] 当疲劳驾驶指数 φ 的波动超过一预设区间,或者当疲劳驾驶指数 φ 与精神压力指数 D 同时降低时,判断此时驾驶员处于疲劳驾驶状态。

[0054] 可选的,所述数据分析终端包括手机、平板电脑或 PC ,通过无线通讯模式连接所述检测终端;或者所述数据分析终端为车载数据分析终端,通过 USB 数据传输模式连接所述检测终端。

[0055] 本发明的检测设备的工作模式概述如下:

[0056] 驾驶员在开车过程中坐在检测坐垫上,由 BCG 检测模块通过压电式传感器检测人体的 BCG 信号,并通过内部电路有线连接的方式传输至信号处理电路,通过其前置放大电路、高通滤波电路、陷波器、低通滤波电路、主放大电路与 A/D 转换电路将模拟信号转化为数字信号,并通过内部电路传输至数据传输电路;依据数据分析终端的不同,数据传输电路调用不同的数据通讯模块,若数据分析终端为手机、平板电脑等智能终端,则调用无线通讯模块将信号传输至智能终端进行分析和显示;若数据分析终端为车载数据分析终端,则调用 USB 数据传输模块,通过线传的方式将数据传输至车载数据分析终端。

[0057] 智能终端或车载数据分析终端通过算法对接受到的数据进行分析得出驾驶员当前的 HRV 与精神压力指数,并依据 HRV 与精神压力指数对驾驶员当前的疲劳状况进行判断,在疲劳驾驶发生时及时发出警示预防危险发生。

[0058] 本发明的有益效果:通过实时 BCG 心率检测技术,对检测到的心率数据实现心率变异性 (HRV) 分析,通过对 HRV 的分析得出精神压力指数,并耦合 HRV 与精神压力指数对驾驶员当前的疲劳状况进行判断。实现在驾驶过程中,连续不间断,全天候的疲劳驾驶检测,预防

行车危险。

附图说明

[0059] 图1为本发明的疲劳驾驶检测方法的流程示意图。

[0060] 图2为本发明的疲劳驾驶检测设备实施例的功能模块连接关系示意图。

具体实施方式

[0061] 为了进一步理解本发明,下面结合实施例对本发明优选实施方案进行描述,但是应当理解,这些描述只是为进一步说明本发明的特征和优点,而不是对本发明权利要求的限制。

[0062] 本发明总体上用于对驾驶员进行疲劳检测,以预防行车危险。其具体包括一种检测设备及相应的检测方法,核心在于耦合HRV与精神压力指数对驾驶员当前的疲劳状况进行判断,以克服现有的类似检测方法准确性容易受到环境光的影响且容易受到面部表情变化干扰的缺陷。

[0063] 本发明的一个方面先提供了一种检测方法,下面通过具体实施例详细说明。

[0064] 如图1所示,首先,该方法通过相应的设备采集驾驶员的人体BCG信号,从而获得人体心率数据。心脏泵血会使与人体紧密接触的支撑物体的受力发生变化,将其记录下来便称为心冲击图(Ballistocardiogram,BCG)。BCG信号反映了心血管系统的工作状况,无需在人体贴附传感器即可方便获取,其检测方法可以在受试者感受不到测量状态的情况下得到其心脏活动情况,长期使用不会对受试者造成心理负担。

[0065] 之后,对检测到的心率数据进行心率变异性分析,并计算得到驾驶员的精神压力指数。

[0066] 其中,检测到的心率数据至少包括动态心率和静态心率,并进一步得到心率增长率 θ ,作为下一步判断的一个参数:

$$[0067] \quad \theta = \frac{B_T - B_P}{B_P} \times 100\%$$

[0068] 其中 B_T 为动态心率, B_P 为静态心率。

[0069] 另一方面,对获得的心率数据,采用两个相邻RR间距的序列,由间期谱法获得HRV信号,进一步通过去干扰、降噪、变换等处理后制作其幅值谱或功率谱。具体步骤为:

[0070] 1) 通过能量信号获得频率对应的功率信号;

[0071] 2) 对获得的功率信号进行积分获得总功率、高频功率及低频功率,具体通过如下公式计算得到:

$$[0072] \quad P(k) = \frac{1}{N} |X(k)|^2 \quad (1) \quad TP = \int_0^0.4 P(k) df \quad (2)$$

$$[0073] \quad HF = \int_{0.14}^{0.4} P(k) df \quad (3) \quad LF = \int_{0.04}^{0.14} P(k) df \quad (4)$$

[0074] 其中, $X(k)$ 为能量信号, $P(k)$ 为频率所对应的功率,TP为总功率,HF为高频功率,LF为低频功率。

[0075] 3) 结合上述获得的总功率、高频功率及低频功率获得精神压力指数D:

$$[0076] \quad D = \frac{HF}{(LF + e^{TP}) \frac{LF}{HF}}。$$

[0077] 该精神压力指数D反应了如下信息：当LF、LF/HF和TP值增加，HF值降低时，精神压力小，心情放松；反之则精神压力大，注意力集中。

[0078] 最后，耦合上述的心率数据和精神压力指数，判断驾驶员的疲劳状态。具体包括：

[0079] 1) 对所得的心率增长 θ 与高低频功率比 $\frac{LF}{HF}$ 进行相位耦合，得出耦合系数 δ ：

$$[0080] \quad \delta = \theta \cdot \cot^{-1} \frac{LF}{HF}；$$

[0081] 2) 结合一个检测周期内R波信号的能量强度均值，得出疲劳驾驶指数

$$[0082] \quad \varphi = \overline{X(i)} e^{\delta}, \quad i=1,2,3 \dots n; \text{其中}, X(i) = \sum_{k=1}^n X(ki)。$$

[0083] 3) 正常精神状态良好的情况下， φ 值在一个较小区间内浮动。当 φ 值出现较大的减小，或减小数值超过一预设区间时，同时结合其精神压力是否为松弛状态，对驾驶员是否疲劳驾驶进行判断。

[0084] 具体为：当疲劳驾驶指数 φ 的波动超过一预设区间，或者当疲劳驾驶指数 φ 与精神压力指数D同时降低时，判断此时驾驶员处于疲劳驾驶状态。

[0085] 优选的，上述的疲劳驾驶指数 φ 预设区间为 $\varphi \in (1.36-2.71)$ 。

[0086] 本发明的另一方面提供了与上述的检测方法对应的疲劳驾驶检测设备。如图2所示，其具体实施例中，包括：

[0087] 一检测终端被配置成用于采集驾驶员的人体BCG信号，获得人体心率数据；

[0088] 一数据分析终端，被配置成用于接收所述人体心率数据，进行心率变异性分析，得到驾驶员的精神压力指数；以及，

[0089] 耦合所述心率数据和精神压力指数，判断驾驶员的疲劳状态。

[0090] 具体的，上述的检测终端被配置成通过驾驶员检测坐垫获得传感器数据，其中检测终端至少包括一个BCG检测模块，该BCG检测模块优选为压电式传感器，可穿过至少一层阻碍屏障获得人体的BCG信号。

[0091] 同时，该检测终端内还包括耦接至BCG检测模块的信号处理模块，用于对BCG检测模块获得的BCG信号进行放大/滤波/数模转换中的一种或几种处理。优选的包括依次耦接的前置放大电路、高通滤波电路、陷波器、低通滤波电路、主放大电路及A/D转换电路。

[0092] 以及，耦接至信号处理模块的数据传输模块和通讯模块，其中数据传输模块用于选取不同的数据通讯模块将处理后的数据发送至数据分析终端。其中，数据通讯模块包括但不限于蓝牙、WIFI、蜂窝通信等无线通信模块或USB数据传输模块中的一种或一种。

[0093] 另一方面，数据分析终端被配置成对检测终端获取的检测信号或数据进行处理，以得到相应的判断结果。

[0094] 在具体的实施例中，数据分析终端可以为安装有分析算法软件的智能终端如智能手机、平板电脑等设备，也可以为内置有分析算法软件的车载数据分析终端。

[0095] 其中，智能终端通过无线通讯的方式与检测坐垫连接，接收来自坐垫的信号并分

析显示;车载数据分析终端则通过USB有线连接的方式与检测坐垫连接,接收分析来自坐垫的信号。

[0096] 无论是智能终端还是车载数据分析终端,其均被配置为通过分析算法软件或其它功能模块或单元实现如下功能:

[0097] 1) 用于根据接收的BCG信号数据中的动态心率 B_T 和静态心率 B_P 获得心率增长率 θ :

$$[0098] \quad \theta = \frac{B_T - B_P}{B_P} \times 100\%。$$

[0099] 2) 采用两个相邻RR间距的序列,由间期谱法获得HRV信号,并进一步通过去干扰、降噪、变换等处理后制作其幅值谱或功率谱,进而对功率信号进行积分获得总功率、高频功率及低频功率。具体通过如下公式计算得到总功率、高频功率及低频功率:

$$[0100] \quad P(k) = \frac{1}{N} |X(k)|^2 \quad TP = \int_0^{0.4} P(k) df$$

$$[0101] \quad HF = \int_{0.14}^{0.4} P(k) df \quad LF = \int_{0.04}^{0.14} P(k) df$$

[0102] 其中, $X(k)$ 为能量信号, $P(k)$ 为频率所对应的功率,TP为总功率,HF为高频功率,LF为低频功率。

[0103] 3) 结合上述获得的总功率、高频功率及低频功率获得精神压力指数D:

$$[0104] \quad D = \frac{HF}{(LF + e^{TP}) \frac{LF}{HF}}。$$

[0105] 4) 耦合心率数据和精神压力指数,判断驾驶员的疲劳状态,具体包括:

[0106] 对所得的心率增长 θ 与高低频功率比 $\frac{LF}{HF}$ 进行相位耦合,得出耦合系数 δ :

$$[0107] \quad \delta = \theta \bullet \cot^{-1} \frac{LF}{HF};$$

[0108] 结合一个检测周期内R波信号的能量强度均值,得出疲劳驾驶指数

$$[0109] \quad \varphi = \overline{X(i)} e^{\delta}, \quad i=1,2,3,\dots,n; \text{其中}, X(i) = \sum_{k=1}^n X(ki)。$$

[0110] 5) 结合获得的疲劳驾驶指数及精神压力指数,判断驾驶员疲劳程度。

[0111] 本实施例中,具体判断标准为:当 Φ 值出现较大的减小,或减小数值超过一预设区间时,同时结合其精神压力是否为松弛状态,对驾驶员是否疲劳驾驶进行判断。

[0112] 具体为:当疲劳驾驶指数 Φ 的波动超过一预设区间,或者当疲劳驾驶指数 Φ 与精神压力指数D同时降低时,判断此时驾驶员处于疲劳驾驶状态。

[0113] 优选的,上述的疲劳驾驶指数 Φ 预设区间设置为 $\varphi \in (1.36-2.71)$ 。

[0114] 以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想。应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以对本发明进行若干改进和修饰,这些改进和修饰也落入本发明权利要求的保护范围内。

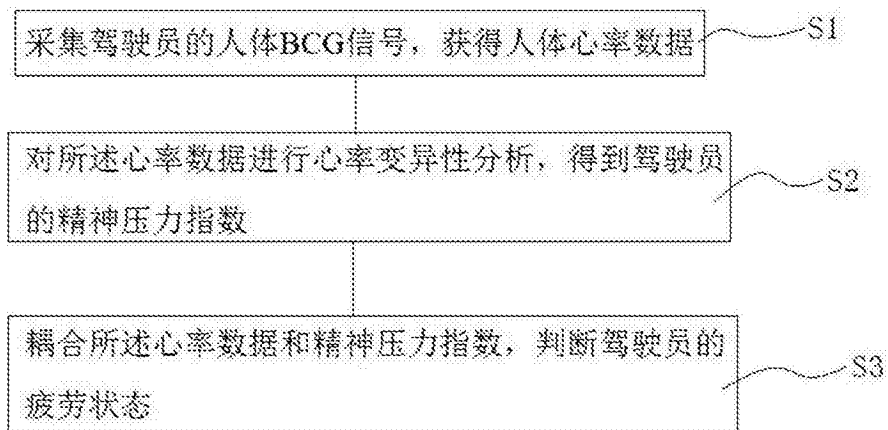


图1

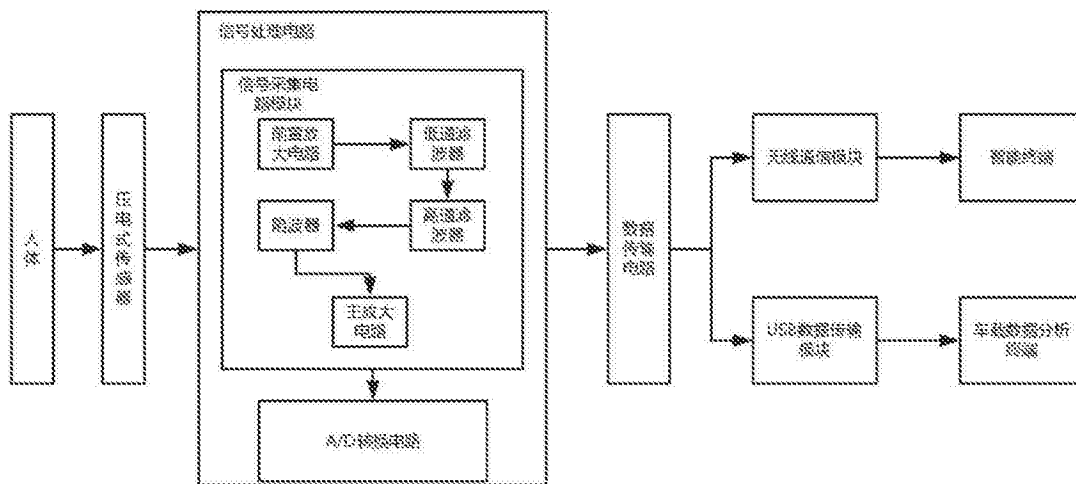


图2

专利名称(译)	一种疲劳驾驶检测方法及检测设备		
公开(公告)号	CN107693031A	公开(公告)日	2018-02-16
申请号	CN2017110908446.8	申请日	2017-09-29
[标]申请(专利权)人(译)	浙江千成电子科技有限公司		
申请(专利权)人(译)	浙江千成电子科技有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	浙江千成电子科技有限公司		
[标]发明人	徐王杰 钟永东 袁一卿		
发明人	徐王杰 钟永东 袁一卿		
IPC分类号	A61B5/18 A61B5/024 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/18 A61B5/02405 A61B5/165 A61B5/168 A61B5/6893 A61B5/7225 A61B5/725 A61B2503/22		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供了一种疲劳驾驶检测方法，包括如下步骤：S1、采集驾驶员的人体BCG信号，获得人体心率数据；S2、对所述心率数据进行心率变异性分析，得到驾驶员的精神压力指数；S3、耦合所述心率数据和精神压力指数，判断驾驶员的疲劳状态。本发明的有益效果：通过实时BCG心率检测技术，对检测到的心率数据实现心率变异性(HRV)分析，通过对HRV的分析得出精神压力指数，并耦合HRV与精神压力指数对驾驶员当前的疲劳状况进行判断。实现在驾驶过程中，连续不间断，全天候的疲劳驾驶检测，预防行车危险。

