



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106073712 B

(45)授权公告日 2019.08.30

(21)申请号 201610420755.6

(22)申请日 2016.06.15

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106073712 A

(43)申请公布日 2016.11.09

(73)专利权人 南京理工大学

地址 210094 江苏省南京市孝陵卫200号

(72)发明人 郭唐仪 姜雪娇 郭进 朱周

葛徐婷 朱云霞 邵飞 刘康

吴中山

(74)专利代理机构 南京理工大学专利中心

32203

代理人 王玮

(51)Int.Cl.

A61B 5/00(2006.01)

A61B 5/01(2006.01)

A61B 5/0205(2006.01)

A61B 5/04(2006.01)

A61B 5/0402(2006.01)

A61B 5/0488(2006.01)

A61B 5/1455(2006.01)

B62D 1/06(2006.01)

(56)对比文件

CN 202619669 U,2012.12.26,

CN 104490374 A,2015.04.08,

EP 3015055 A1,2016.05.04,

CN 205113414 U,2016.03.30,

DE 102015011522 A1,2016.05.12,

审查员 廖怡芳

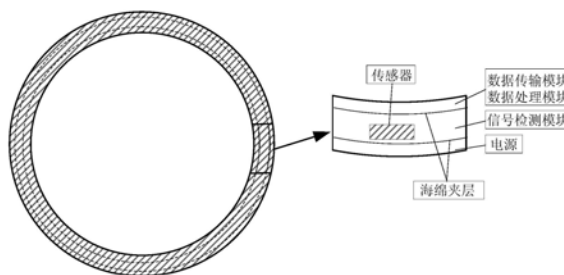
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

基于心生理信号的驾驶警示方向盘套装置
及信号检测方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于心生理信号的驾驶警示方向盘套装置及信号检测方法。包括信号检测模块,数据传输模块,数据处理模块三大部分,信号检测模块中的传感器根据驾驶员置于方向盘上的双手检测其心生理信号,并将采集的心生理信号发送给数据传输模块,数据传输模块将心生理信号传输给数据处理模块,数据处理模块对接收的信号数据进行存储、分析和预警,同时提出一种检测异常状态的方法,即构建自适应神经网络,实时判定当前驾驶状态与正常状态的差异大小和异常值鉴定,根据误差值做出分级预警决策。本发明实用性高,辅助数据判别奇异,准确性高,检测结果可靠性高,智能性高。



1.一种基于心生理信号的驾驶警示方向盘套装置的心生理信号检测方法,其特征在于:利用传感器采集到的驾驶员心生理信号数据,进行驾驶状态检测,当检测到驾驶员处于异常驾驶状态时,针对不同的异常状态对驾驶员进行分等级的安全预警;

具体执行过程如下:

步骤一:数据预处理,获取开始一段时间T的心生理信号数据,采样间隔为t,采样点的总个数为 $N=T/t$;

分别对传感器获取的脉搏波、血氧饱和度、心电参数、体温、皮电参数、血压和肌电参数进行预处理,获取各参数均值E与方差D;

$$E = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |X_i|$$

$$D = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (X_i - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i)^2$$

其中,N为采样点的总个数; X_i 分别为第i次采样点的脉搏波速度、血氧饱和度、心电、体温、皮电参数、血压和肌电参数;

步骤二:模拟信号转换为数字信号;

A/D转换模块将所采集的脉搏波速度、血氧饱和度、心电、体温、皮电参数、血压和肌电参数模拟信号从介于 $V_{\min}$ 和 $V_{\max}$ 的正比于原始信号的电压信号转换为数字信号,具体转换表达式为:

$$V_i = \frac{D(V_{r+} - V_{r-})}{2^n - 1} + V_{r-}$$

其中, V_i 为输入模拟电压信号,包括所采集的脉搏波速度、血氧饱和度、心电、体温、皮电参数、血压和肌电参数; V_{r-} 为参考低电平; V_{r+} 为参考高电平;D为转换后的数字量;n为模拟转换的位数;

步骤三:构建基于关键参数的自适应RBP神经网络;

输入向量为:

$$X_m = \{D1, D2, D3, D4\}$$

其中,D1、D2、D3、D4分别为脉搏、心电、皮电、肌电转换后的数字量;

与输入向量对应的输出向量输出驾驶员状态,并利用T时间内所获取的数据训练神经网络;

步骤四:获取数据,识别神经网络,进行误差分析;

实时获取驾驶人关键参数,利用训练的神经网络进行驾驶状态预测,并实时计算一段时间下的平均相对误差MARE:

$$MARE = \frac{1}{N} \sum \left| \frac{y(t) - \hat{y}(t)}{y(t)} \right|$$

式中:N为1分钟内所获取的关键参数组数,y(t)为正常驾驶状态测试值, $\hat{y}(t)$ 为预测值,一段时间为1min;

若结果得到的误差大于正常状态下的差异值,则进行第五步骤异常值分析;若误差小于正常状态下的差异值,则说明驾驶状态正常,回到步骤一;

步骤五:基于辅助参数的异常值分析;

提取开始T时段内所记录辅助参数值,与当前辅助参数值运用配对样本t检验,量化同一驾驶员不同驾驶状态下的驾驶数据差异,设置显著性水平 $\alpha=0.05$;

若结果得到的弃真概率 $P<0.05$,则所测数据与检测模型具有显著差异,即驾驶状态异常,进行第六步骤安全预警;若 $P\geq 0.05$,则不具备显著差异,即为异常值,回到步骤一;

步骤六:安全预警,根据误差MARE值大小对异常状态分级,由高到低分为I、II、III三个等级,当误差值较小时,进行III级预警,语音提示状态异常;当误差值较大时,进行II级预警,通过语音提示和蜂鸣器报警提示驾驶员;当误差值远大于正常值时,进行I级预警,语音提示、蜂鸣器报警并且主动控制车辆。

2.根据权利要求1所述的基于心生理信号的驾驶警示方向盘套装置的心生理信号检测方法,其特征在于:所述开始一段时间T为10~20分钟。

基于心生理信号的驾驶警示方向盘套装置及信号检测方法

技术领域

[0001] 本发明属于智慧交通领域,具体是一种基于心生理信号的驾驶警示的方向盘套装置及信号检测方法。

背景技术

[0002] 作为道路交通系统的信息处理者、决策者、调节者和控制者,驾驶员是人-车-路-环境系统中最关键、最复杂的组成部分。各国所有交通事故完全由人因引起的比例,联邦德国为82%、巴西75%、匈牙利74%、意大利41%、波兰96%;考虑人因与车-路-环境的共同作用,直接或间接由人因引起的交通事故比例高达92.7%。因此,人因(包含驾驶员)已成为各国交通安全研究的热点与重点。

[0003] 在诸多人因中,驾驶员的异常状态或行为,如超速、疲劳、酒驾、分心、路怒、心生理疾病等,是道路交通事故的主要致因。对于超速和酒驾,易于检测并取证,通过完善交通安全管理立法与执法,已经得到较好的管控效果。随着汽车出行半径增大,长途驾驶疲劳问题加剧;智能手机及其与车辆的互联功能,在增强了驾驶娱乐性同时,增加了分心驾驶的概率。但是,对于疲劳、分心、路怒或心生理疾病等异态或行为,其“症状”具有强隐蔽性,通过非接触式检测设备难以监测,且“症状”恢复快,人为执法取证困难。这类难以监测取证的驾驶员异态或行为,虽然具有公认潜在危险性,但目前对其管理与预警手段相对匮乏。

[0004] 随着科技的发展,各国出现了对驾驶员疲劳、酒驾、分心等异常行为进行检测或者进行人车交互的仪器设备或者,如疲劳预警仪、可穿戴智能设备、生理健康检测仪等。除部分基于图像处理的疲劳预警仪外,其它驾驶员状态或行为监测手段存在共同的缺陷:特定实验条件,需穿戴或与人体接触,难以实现对驾驶员自然驾驶状态的无干扰实时检测功能。因此,自然驾驶状态下的驾驶员状态监测及其成果利用成为学者和车企研发的重点。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种基于心生理信号的驾驶警示的方向盘套装置及其心生理信号检测方法。通过驾驶员置于方向盘的双手检测驾驶员心电、皮电、肌电等心生理指标,使第一时间判断驾驶员驾驶状态,若出现异常则分级预警。

[0006] 实现本发明目的的技术解决方案为:一种基于心生理信号的驾驶警示方向盘套装置,包括信号检测模块,数据传输模块,数据处理模块三大部分;其中,信号检测模块与数据传输模块相连,检测模块将采集的心生理信号发送给数据传输模块;数据传输模块与数据处理模块相连,数据传输模块将心生理信号传输给数据处理模块,数据处理模块再对信号数据进行存储、分析和预警;信号检测模块包括传感器、放大器、A/D转换和微处理控制模块,其中,传感器与放大器相连,放大器将传感器原始输出信号放大;放大器与A/D转换相连,A/D转换将放大的模拟信号转换为数字信号;A/D转换与微处理控制模块相连,微处理控制模块对获取信号进行预处理;数据传输模块为PDA通信蓝牙模块;数据处理模块包括数据存储模块,数据分析模块,安全预警模块;数据存储模块,存储采集到的心生理信号数据;数

据分析模块,根据获取的心生理信号数据进行驾驶员心生理状态分析,并作出决策;安全预警模块,根据不同决策进行分级预警。

[0007] 传感器根据驾驶员置于方向盘上的双手检测其心生理信号,包括固态压阻传感器(型号Dynisco),光电血氧饱和度传感器(型号EPM2001),贴片式心电电极(型号HKD-10A),温度传感器(型号MS12),皮肤电反应电极(型号yh-1),血压传感器(型号BPS-BTA),肌电传感器(型号IC621);其中,固态压阻传感器,检测脉搏波;光电血氧饱和度传感器,检测血氧饱和度;贴片式心电电极,检测心电参数;温度传感器,检测体温;皮肤电反应电极,检测皮电参数;血压传感器,检测血压值;肌电传感器,检测皮肤表面肌电参数;传感器检测心生理信号数据参数,包括关键参数和辅助参数;其中,关键参数根据显著性差异判别驾驶员是否处于异常驾驶状态,包括脉搏、心电、皮电、肌电;辅助参数辅助参考检测结果是否为异常值,包括血氧饱和度、体温、血压。

[0008] 一种基于心生理信号的检测方法,利用传感器采集到的驾驶员心生理信号数据,进行驾驶状态检测,当检测到驾驶员处于异常驾驶状态时,针对不同的异常状态对驾驶员进行分等级的安全预警;

[0009] 具体执行过程如下:

[0010] 步骤一:数据预处理,获取开始一段时间T的心生理信号数据,T一般在10~20分钟之间,采样间隔为t,采样点的总个数为 $N=T/t$;

[0011] 分别对传感器获取的脉搏波、血氧饱和度、心电参数、体温、皮电参数、血压和肌电参数进行预处理,获取各参数均值E与方差D;

$$[0012] \quad E = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |X_i|$$

$$[0013] \quad D = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (X_i - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i)^2$$

[0014] 其中,N为采样点的总个数; X_i 分别为第i次采样点的脉搏波速度、血氧饱和度、心电、体温、皮电参数、血压和肌电参数。

[0015] 步骤二:模拟信号转换为数字信号;

[0016] A/D转换模块将所采集的脉搏波速度、血氧饱和度、心电、体温、皮电参数、血压和肌电参数等模拟信号从介于 $V_{\min}$ 和 $V_{\max}$ 的正比于原始信号的电压信号转换为数字信号,具体转换表达式为:

$$[0017] \quad V_i = \frac{D(V_{r+} - V_{r-})}{2^n - 1} + V_{r-}$$

[0018] 其中, V_i 为输入模拟电压信号,包括所采集的脉搏波速度、血氧饱和度、心电、体温、皮电参数、血压和肌电参数等; V_{r-} 为参考低电平; V_{r+} 为参考高电平;D为转换后的数字量;n为模拟转换的位数。

[0019] 步骤三:构建基于关键参数的自适应RBP神经网络;

[0020] 输入向量为:

$$[0021] \quad X_m = \{D1, D2, D3, D4\}$$

[0022] 其中,D1、D2、D3、D4分别为脉搏、心电、皮电、肌电转换后的数字量;

[0023] 与输入向量对应的输出向量输出驾驶员状态,并利用T时间内所获取的数据训练

神经网络;

[0024] 步骤四:获取数据,识别神经网络,进行误差分析;

[0025] 实时获取驾驶人关键参数,利用训练的神经网络进行驾驶状态预测,并实时计算一段时间(1min)下的平均绝对相对误差MARE:

$$[0026] \quad MARE = \frac{1}{N} \sum \left| \frac{y(t) - \hat{y}(t)}{y(t)} \right|$$

[0027] 式中:N为1分钟内所获取的关键参数组数,y(t)为正常驾驶状态测试值, $\hat{y}(t)$ 为预测值;

[0028] 若结果得到的误差大于正常状态下的差异值,则进行第五步骤异常值分析;若误差小于正常状态下的差异值,则说明驾驶状态正常,回到步骤一;

[0029] 步骤五:基于辅助参数的异常值分析;

[0030] 提取开始T时段内所记录辅助参数值,与当前辅助参数值运用配对样本t检验,量化同一驾驶员不同驾驶状态下的驾驶数据差异,设置显著性水平 $\alpha=0.05$;

[0031] 若结果得到的弃真概率 $P<0.05$,则所测数据与检测模型具有显著差异,即驾驶状态异常,进行第六步骤安全预警;若 $P\geq 0.05$,则不具备显著差异,即为异常值,回到步骤一;

[0032] 步骤六:安全预警,根据误差MARE值大小对异常状态分级,由高到低分为I、II、III三个等级,当误差值较小时,进行III级预警,语音提示状态异常;当误差值较大时,进行II级预警,通过语音提示和蜂鸣器报警提示驾驶员;当误差值远大于正常值时,进行I级预警,语音提示、蜂鸣器报警并且主动控制车辆。

[0033] 本发明与现有技术相比,其显著优点:(1)本发明将异常驾驶检测系统整合于方向盘套之中,对自然驾驶环境下的驾驶员无任何干扰,实用性高;

[0034] (2)本发明将监测数据多元化,并划分为关键数据和辅助数据,通过关键数据检测异常,辅助数据判别奇异,准确性高;

[0035] (3)本发明整合算法进行正常驾驶状态评估,可针对驾驶员的个体差异获取相对应的检测数据,检测结果可靠性高;

[0036] (4)本发明不用手动输入任何数据,并可在检测出驾驶异常之后自动进行安全预警,智能性高。

附图说明

[0037] 图1为本发明的驾驶警示方向盘套的结构框图。

[0038] 图2为本发明的安全预警算法流程图。

具体实施方式

[0039] 下面结合附图对本发明作进一步说明。

[0040] 如附图1所示,在方向盘套整圈内嵌入三层,以海绵做隔离,分别作为数据传输模块与数据处理模块层、信号检测层和相应的配置电源,信号检测层主要进行数据采集,利用安全的传感器(固态压阻传感器,光电血氧饱和度传感器,贴片式心电电极,温度传感器,皮肤电反应电极,血压传感器,肌电传感器)获取心生理数据(脉搏、血氧饱和度、心电、体温、皮电、血压、肌电),并对数据进行预处理,将模拟信号转换为数字信号;信号检测层获取数

据经过数据传输模块达到数据处理模块,数据处理模块进行存储、分析和安全预警的工作。

[0041] 将方向盘套套入任意方向盘上,即可进行基于心生理信号的驾驶警示工作,利用驾驶员放于方向盘上的双手判断驾驶行为是否异常,并进行不同级别的安全预警。

[0042] 如附图2所示一种基于心生理信号的检测方法,利用传感器采集到的驾驶员心生理信号数据,进行驾驶状态检测,当检测到驾驶员处于异常驾驶状态时,针对不同的异常状态对驾驶员进行分等级的安全预警;

[0043] 具体执行过程如下:

[0044] 步骤一:数据预处理,获取开始一段时间T的心生理信号数据,T一般在10~20分钟之间,采样间隔为t,采样点的总个数为 $N=T/t$;

[0045] 分别对传感器获取的脉搏波、血氧饱和度、心电参数、体温、皮电参数、血压和肌电参数进行预处理,获取各参数均值E与方差D;

$$[0046] \quad E = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |X_i|$$

$$[0047] \quad D = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (X_i - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i)^2$$

[0048] 其中,N为采样点的总个数; X_i 分别为第i次采样点的脉搏波速度、血氧饱和度、心电、体温、皮电参数、血压和肌电参数。

[0049] 步骤二:模拟信号转换为数字信号;

[0050] A/D转换模块将所采集的脉搏波速度、血氧饱和度、心电、体温、皮电参数、血压和肌电参数等模拟信号从介于 $V_{\min}$ 和 $V_{\max}$ 的正比于原始信号的电压信号转换为数字信号,具体转换表达式为:

$$[0051] \quad V_i = \frac{D(V_{r+} - V_{r-})}{2^n - 1} + V_{r-}$$

[0052] 其中, V_i 为输入模拟电压信号,包括所采集的脉搏波速度、血氧饱和度、心电、体温、皮电参数、血压和肌电参数等; V_{r-} 为参考低电平; V_{r+} 为参考高电平;D为转换后的数字量;n为模拟转换的位数。

[0053] 步骤三:构建基于关键参数的自适应RBP神经网络;

[0054] 输入向量为:

$$[0055] \quad X_m = \{D1, D2, D3, D4\}$$

[0056] 其中,D1、D2、D3、D4分别为脉搏、心电、皮电、肌电转换后的数字量;

[0057] 与输入向量对应的输出向量输出驾驶员状态,并利用T时间内所获取的数据训练神经网络;

[0058] 步骤四:获取数据,识别神经网络,进行误差分析;

[0059] 实时获取驾驶人关键参数,利用训练的神经网络进行驾驶状态预测,并实时计算一段时间(1min)下的平均绝对相对误差MARE:

$$[0060] \quad MARE = \frac{1}{N} \sum \left| \frac{y(t) - \hat{y}(t)}{y(t)} \right|$$

[0061] 式中:N为1分钟内所获取的关键参数组数,y(t)为正常驾驶状态测试值, $\hat{y}(t)$ 为预测值;

[0062] 若结果得到的误差大于正常状态下的差异值,则进行第五步骤异常值分析;若误差小于正常状态下的差异值,则说明驾驶状态正常,回到步骤一;

[0063] 步骤五:基于辅助参数的异常值分析;

[0064] 提取开始T时段内所记录辅助参数值,与当前辅助参数值运用配对样本t检验,量化同一驾驶员不同驾驶状态下的驾驶数据差异,设置显著性水平 $\alpha=0.05$;

[0065] 若结果得到的弃真概率 $P<0.05$,则所测数据与检测模型具有显著差异,即驾驶状态异常,进行第六步骤安全预警;若 $P\geq 0.05$,则不具备显著差异,即为异常值,回到步骤一;

[0066] 步骤六:安全预警,根据误差MARE值大小对异常状态分级,由高到低分为I、II、III三个等级,当误差值较小时,进行III级预警,语音提示状态异常;当误差值较大时,进行II级预警,通过语音提示和蜂鸣器报警提示驾驶员;当误差值远大于正常值时,进行I级预警,语音提示、蜂鸣器报警并且主动控制车辆。

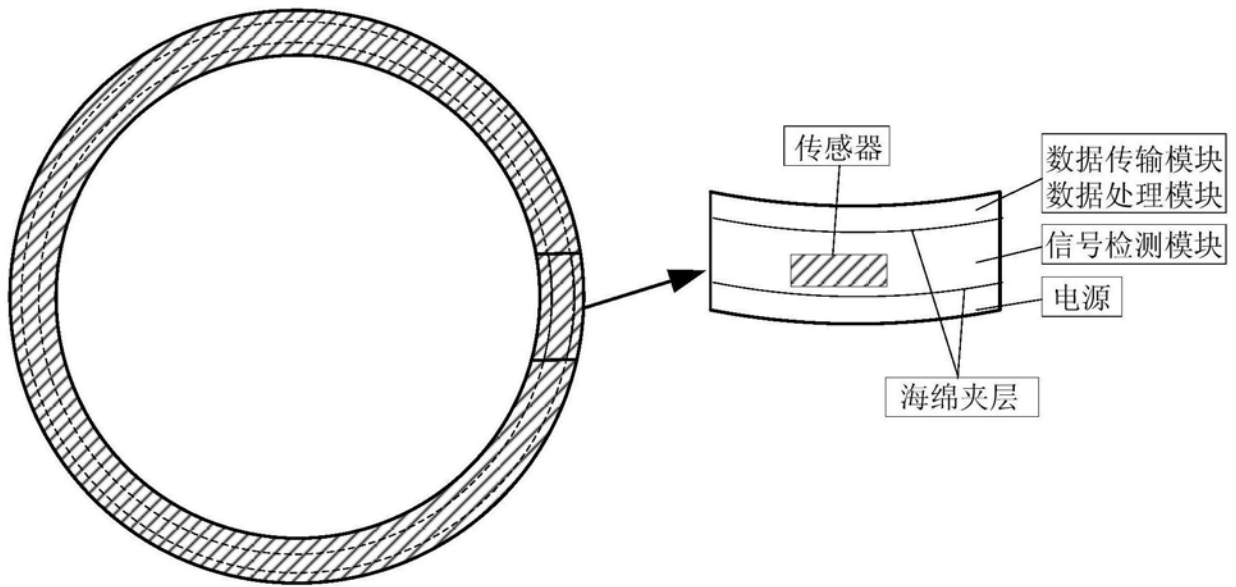


图1

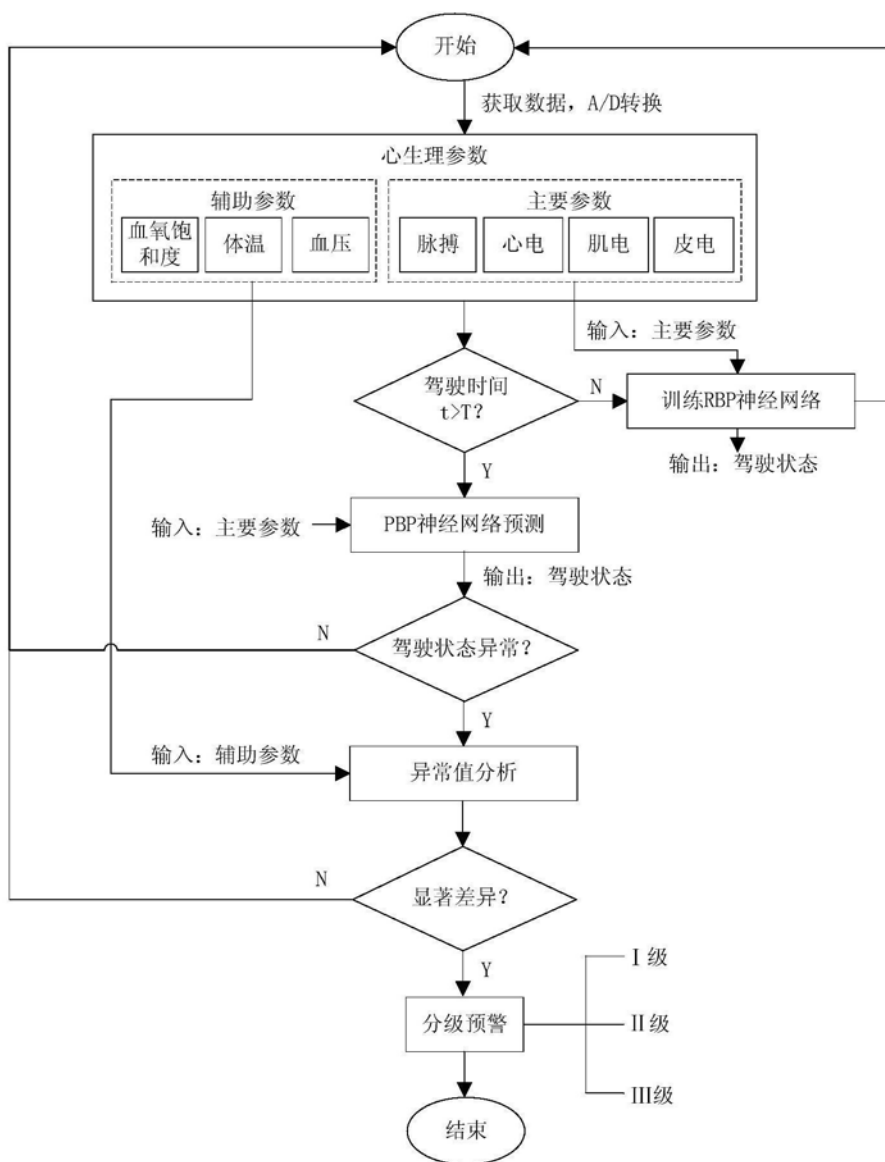


图2

专利名称(译)	基于心生理信号的驾驶警示方向盘套装置及信号检测方法		
公开(公告)号	CN106073712B	公开(公告)日	2019-08-30
申请号	CN201610420755.6	申请日	2016-06-15
[标]申请(专利权)人(译)	南京理工大学		
申请(专利权)人(译)	南京理工大学		
当前申请(专利权)人(译)	南京理工大学		
[标]发明人	郭唐仪 姜雪娇 郭进 朱周 葛徐婷 朱云霞 邵飞 刘康 吴中山		
发明人	郭唐仪 姜雪娇 郭进 朱周 葛徐婷 朱云霞 邵飞 刘康 吴中山		
IPC分类号	A61B5/00 A61B5/01 A61B5/0205 A61B5/04 A61B5/0402 A61B5/0488 A61B5/1455 B62D1/06		
代理人(译)	王玮		
其他公开文献	CN106073712A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种基于心生理信号的驾驶警示方向盘套装置及信号检测方法。包括信号检测模块，数据传输模块，数据处理模块三大部分，信号检测模块中的传感器根据驾驶员置于方向盘上的双手检测其心生理信号，并将采集的心生理信号发送给数据传输模块，数据传输模块将心生理信号传输给数据处理模块，数据处理模块对接收的信号数据进行存储、分析和预警，同时提出一种检测异常状态的方法，即构建自适应神经网络，实时判定当前驾驶状态与正常状态的差异大小和异常值鉴定，根据误差值做出分级预警决策。本发明实用性高，辅助数据判别奇异，准确性高，检测结果可靠性高，智能性高。

