



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106691443 B

(45)授权公告日 2020.06.26

(21)申请号 201710020897.8

A61B 5/11(2006.01)

(22)申请日 2017.01.11

A61B 5/00(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

审查员 田文文

申请公布号 CN 106691443 A

(43)申请公布日 2017.05.24

(73)专利权人 中国科学技术大学

地址 230026 安徽省合肥市包河区金寨路
96号

(72)发明人 王萍萍 张晴 戴亚康 邱本胜

(74)专利代理机构 北京凯特来知识产权代理有
限公司 11260

代理人 郑立明 郑哲

(51)Int.Cl.

A61B 5/0476(2006.01)

A61B 5/18(2006.01)

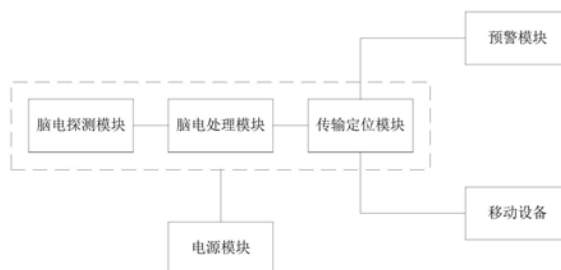
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

基于脑电的穿戴式司机防疲劳智能监测预警系统

(57)摘要

本发明公开了一种基于脑电的穿戴式司机防疲劳智能监测预警系统,在司机驾驶过程中,通过自主开发的穿戴式脑电检测设备检测司机的脑电波特征,并提出了特有的疲劳算法,实时精确地监测司机是否处于疲劳状态或者有疲劳的趋势,并及时预警,可以有效地防止司机由于疲劳驾驶导致的交通事故。该系统精确度高,时效性好,可以有效地防止司机由于疲劳驾驶导致的交通事故,实用性高,前景广泛。同时采用可穿戴的帽式结构体积小,容易佩戴,对司机日常驾驶操作无影响,采用的电极结构,不需要以耳垂为参考电压,不需要佩戴者在耳朵上夹一个耳夹,无不适感并且特有的疲劳算法有效减少误报警、漏报警的情况。



1. 一种基于脑电的穿戴式司机防疲劳智能监测预警系统,其特征在于,包括:脑电探测模块、脑电处理模块、传输定位模块、预警模块和移动设备;其中:

所述脑电探测模块,用于采集司机开车时的原始脑电波;

脑电处理模块,用于对原始脑电波进行预处理后通过传输定位模块传输给移动设备,并接收移动设备返回的司机疲劳驾驶状态的检测结果;若检测结果为司机有疲劳驾驶的趋势或者轻度疲劳驾驶状态,则通过传输定位模块发送预警指令至预警模块;若检测结果为重度疲劳驾驶状态,则通过传输定位模块发送预警指令至预警模块,并由传输定位模块定位将携带司机当前位置信息的短信发送指令发送至移动设备;

所述传输定位模块,具有无线传输与定位功能,用于实现定位,以及脑电处理模块与预警模块和移动设备之间的数据通信;

所述预警模块,用于根据接收到的预警指令产生振动与语音预警;

所述移动设备,用于根据脑电处理模块传输的数据并结合疲劳算法检测司机当前是否为疲劳驾驶状态或者有疲劳驾驶的趋势,并将检测结果通过传输定位模块反馈给脑电处理模块,还用于根据接收到的短信发送指令向指定号码发送带有司机当前位置信息的短信;

脑电处理模块对原始脑电波进行预处理时,建立关注度函数 N 、能量比函数 P 与功率比函数 Q ;并且,建立眨眼函数;当能量比函数 P 达到阈值 P_0 ,并且关注度函数和眨眼函数任一个达到相应的阈值 N_0 、 L_0 时,即判定司机达到疲劳驾驶状态或者有疲劳驾驶的趋势,否则判定未达到疲劳驾驶状态;当功率比函数 Q 达到阈值 Q_0 ,并且关注度函数与眨眼函数均达到相应的阈值 N_0 、 L_0 ,即判定司机处于重度疲劳驾驶状态,否则处于轻度疲劳驾驶状态或者有疲劳驾驶的趋势;

移动设备检测司机当前是否为疲劳驾驶状态或者有疲劳驾驶的趋势之前还包括:确定各函数的阈值,其步骤如下:

首先,采集不同司机在开车时不同脑电波并提取脑波多参数,然后利用深度学习算法对各参数进行优化提取共性特征向量,建立基本的特征参数模型;

然后,对不同个体数据分析并提取脑波多参数,利用自适应算法对各参数进行优化并提取个性特征向量,完善特征参数模型;

最后,利用支持向量机对完善后的特征参数模型进行评估,获得各函数的阈值,包括:关注度函数阈值 N_0 ,能量比函数阈值 P_0 ,功率比函数阈值 Q_0 ,眨眼函数阈值 L_0 。

2. 根据权利要求1所述的一种基于脑电的穿戴式司机防疲劳智能监测预警系统,其特征在于,所述脑电探测模块包括:分别放置在右颞叶、额叶和左颞叶的三个干电极;采集司机开车时的原始脑电波时,以三个干电极的平均电压作为参考电压。

3. 根据权利要求1所述的一种基于脑电的穿戴式司机防疲劳智能监测预警系统,其特征在于,该系统还包括:用于为脑电探测模块、脑电处理模块以及传输定位模块供电的电源模块。

4. 根据权利要求3所述的一种基于脑电的穿戴式司机防疲劳智能监测预警系统,其特征在于,所述脑电探测模块、脑电处理模块、传输定位模块与电源模块固定设置在同一结构中,该结构为运动头戴结构或者帽式结构。

5. 根据权利要求1所述的一种基于脑电的穿戴式司机防疲劳智能监测预警系统,其特征在于,脑电处理模块对原始脑电波进行预处理包括:

对原始脑电波进行滤波处理,以过滤掉包含周围环境、电器、肌电以及眼电的噪声干扰,并进行标准时域-频域转换,再计算出不同频率的波的功率谱密度,从而建立关注度函数 N 、能量比函数 P 与功率比函数 Q ;并且,利用脑电探测模块在检测脑电波的同时检测眼电信号,从而建立眨眼函数;上述四个函数具体如下:

关注度函数 $N(A, M)$;其中, A 为关注值,关注值越大表示此刻司机的思想集中度越高,即越不疲劳; M 为放松值,放松值越大代表此刻司机精神越不集中,即越可能处于疲劳状态;其中的参数 A 与 M 均由不同频率的波的功率谱密度计算得到;

能量比函数 $P = E(\text{低}\alpha) / E(\text{高}\beta)$;其中, $E(\text{低}\alpha)$ 为低 α 波的功率谱密度, $E(\text{高}\beta)$ 为高 β 波的功率谱密度;

功率比函数 $Q = E(\delta) / E(\text{高}\beta)$;其中, $E(\delta)$ 为 δ 波的功率谱密度, $E(\text{高}\beta)$ 为高 β 波的功率谱密度;

眨眼函数 $L(T, K)$;其中, T 为单位时间内总闭眼时间, K 为单位时间内眨眼次数。

基于脑电的穿戴式司机防疲劳智能监测预警系统

技术领域

[0001] 本发明涉及司机防疲劳智能监测预警技术领域,尤其涉及一种基于脑电的穿戴式司机防疲劳智能监测预警系统。

背景技术

[0002] 众所周知,当司机开车疲劳时极易发生交通事故,尤其在高速公路等行驶条件好的路段,汽车驾驶员容易产生单调而疲劳瞌睡,且一般驾驶车速高,极易酿成严重车祸。某些长途汽车司机会连续行驶很多小时,因睡眠不足而导致车祸,以至家破人亡。全世界每年因驾驶员疲劳驾驶而导致的死亡人数占交通灾难性事故的57%,疲劳驾驶已然成为交通事故的重要原因之一。

[0003] 驾驶疲劳监测方法分为主观和客观两种方法。主观检测方法有在驾驶前后填写主观调查表、驾驶人自我记录、睡眠习惯调查表和斯坦福睡眠尺度表等方法。但是这种自我约束性的检测方法主要依靠驾驶员的主观因素,填写准确度与真实度难以保证,因此不能作为疲劳驾驶的尺度标准。

[0004] 比较流行的客观疲劳检测方法大概可以分为以下四类。

[0005] 一:基于驾驶车辆的行为分析,即通过驾驶员转动方向盘转动情况、行车速度,车道偏离等行为特征,判别驾驶员是否疲劳。但是这种检测方法受驾驶员本身的驾驶技术和驾驶习惯影响极大,因此不能作为疲劳驾驶的尺度标准。

[0006] 二:基于计算机视觉识别方法:通过高清照相机,红外线等手段采集驾驶员视线方向、眨眼频率、瞳孔大小、嘴部状态等面部特征及头部位置,从而进行图像处理及模式识别来评估疲劳程度。但是这种检测方法受光照条件、照相机分辨率、检测角度和身体位置及影响较大,精确度不高,因此不能作为疲劳驾驶的尺度标准。

[0007] 三:基于驾驶员心电、肌电,脉搏、呼吸频率等生理信息。但是这种测量方式受接触的限制,且时效性差,敏感性不高,不能实时反应驾驶员疲劳的瞬时变化,需要较长时间的统计,而交通事故的发生往往只需要几秒内。

[0008] 四:基于驾驶员的脑电信息。脑电信号一直被誉为监测疲劳的“金标准”,脑电信号频率变化直接反应疲劳程度。这种方法精确度高,时效性好。但是,目前的方案存在如下问题:①一般的脑电仪体积大、携带不便、价格昂贵;②大多数情况下脑电检测装置需要粘贴很多电极,侵入性高,佩戴者舒适度体验较差且影响驾驶操作;③产品一般以耳垂为参考电压,佩戴者需要在耳朵上夹一个耳夹,这样时间久了,耳朵血液容易不循环且有明显的疼痛感;④疲劳算法单一,可靠性差,容易造成误报警、漏报警。

发明内容

[0009] 本发明的目的是提供一种基于脑电的穿戴式司机防疲劳智能监测预警系统,在司机驾驶过程中,通过自主开发的穿戴式脑电检测设备检测司机的脑电波特征,并通过特有的大数据与个性化参数模型相结合的疲劳算法对脑电波实时分析与处理,实时精确地监测

司机是否处于疲劳状态或者有疲劳的趋势,并及时预警,可以有效地防止司机由于疲劳驾驶导致的交通事故。

[0010] 本发明的目的是通过以下技术方案实现的:

[0011] 一种基于脑电的穿戴式司机防疲劳智能监测预警系统,包括:脑电探测模块、脑电处理模块、传输定位模块、预警模块和移动设备;其中:

[0012] 所述脑电探测模块,用于采集司机开车时的原始脑电波;

[0013] 脑电处理模块,用于对原始脑电波进行预处理后通过传输定位模块传输给移动设备,并接收移动设备返回的司机疲劳驾驶状态的检测结果;若检测结果为司机有疲劳驾驶的趋势或者轻度疲劳驾驶状态,则通过传输定位模块发送预警指令至预警模块;若检测结果为重度疲劳驾驶状态,则通过传输定位模块发送预警指令至预警模块,并由传输定位模块定位将携带司机当前位置信息的短信发送指令发送至移动设备;

[0014] 所述传输定位模块,具有无线传输与定位功能,用于实现定位,以及脑电处理模块与预警模块和移动设备之间的数据通信;

[0015] 所述预警模块,用于根据接收到的预警指令产生振动与语音预警;

[0016] 所述移动设备,用于根据脑电处理模块传输的数据并结合疲劳算法检测司机当前是否为疲劳驾驶状态或者有疲劳驾驶的趋势,并将检测结果通过传输定位模块反馈给脑电处理模块,还用于根据接收到的短信发送指令向指定号码发送带有司机当前位置信息的短信。

[0017] 所述脑电探测模块包括:分别放置在右颞叶、额叶和左颞叶的三个干电极;采集司机开车时的原始脑电波时,以三个干电极的平均电压作为参考电压。

[0018] 该系统还包括:用于为脑电探测模块、脑电处理模块以及传输定位模块供电的电源模块。

[0019] 所述脑电探测模块、脑电处理模块、传输定位模块与电源模块固定设置在同一结构中,该结构为运动头戴结构或者帽式结构。

[0020] 脑电处理模块对原始脑电波进行预处理包括:

[0021] 对原始脑电波进行滤波处理,以过滤掉包含周围环境、电器、肌电以及眼电的噪声干扰,并进行标准时域-频域转换,再计算出不同频率的波的功率谱密度,从而建立关注度函数 N 、能量比函数 P 与功率比函数 Q ;并且,利用脑电探测模块在检测脑电波的同时检测眼电信号,从而建立眨眼函数;上述四个函数具体如下:

[0022] 关注度函数 $N(A, M)$;其中, A 为关注值,关注值越大表示此刻司机的思想集中度越高,即越不疲劳; M 为放松值,放松值越大代表此刻司机精神越不集中,即越可能处于疲劳状态;其中的参数 A 与 M 均由不同频率的波的功率谱密度计算得到;

[0023] 能量比函数 $P = E(\text{低}\alpha) / E(\text{高}\beta)$;其中, $E(\text{低}\alpha)$ 为低 α 波的功率谱密度, $E(\text{高}\beta)$ 为高 β 波的功率谱密度;

[0024] 功率比函数 $Q = E(\delta) / E(\text{高}\beta)$;其中, $E(\delta)$ 为 δ 波的功率谱密度, $E(\text{高}\beta)$ 为高 β 波的功率谱密度;

[0025] 眨眼函数 $L(T, K)$;其中, T 为单位时间内总闭眼时间, K 为单位时间内眨眼次数。

[0026] 移动设备根据脑电处理模块传输的数据并结合疲劳算法检测司机当前是否为疲劳驾驶状态或者有疲劳驾驶的趋势包括:

[0027] 当能量比函数 P 达到阈值 P_0 ,并且关注度函数和眨眼函数任一个达到相应的阈值 N_0 、 L_0 时,即判定司机达到疲劳驾驶状态或者有疲劳驾驶的趋势,否则判定未达到疲劳驾驶状态;

[0028] 当功率比函数 Q 达到阈值 Q_0 ,并且关注度函数与眨眼函数均达到相应的阈值 N_0 、 L_0 ,即判定司机处于重度疲劳驾驶状态,否则处于轻度疲劳驾驶状态或者有疲劳驾驶的趋势。

[0029] 移动设备检测司机当前是否为疲劳驾驶状态或者有疲劳驾驶的趋势之前还包括:确定各函数的阈值,其步骤如下:

[0030] 首先,采集不同司机在开车时不同脑电波并提取脑波多参数,然后利用深度学习算法对各参数进行优化提取共性特征向量,建立基本的特征参数模型;

[0031] 然后,对不同个体数据分析并提取脑波多参数,利用自适应算法对各参数进行优化并提取个性特征向量,完善特征参数模型;

[0032] 最后,利用支持向量机对完善后的特征参数模型进行评估,获得各函数的阈值,包括:关注度函数阈值 N_0 ,能量比函数阈值 P_0 ,功率比函数阈值 Q_0 ,眨眼函数阈值 L_0 。

[0033] 由上述本发明提供的技术方案可以看出,1)在外观上,采用运动头戴和帽式结构两种结构设计,运动头戴适合室内监护佩戴,帽式结构适合室外监护佩戴,体积小,携带方便,价格低廉;2)自主研发的脑电采集设备包括脑电探测模块、脑电处理模块、传输定位模块和预警模块,其中脑电探测模块只需3个电极,且为干电极,不需涂抹导电膏,侵入性小,佩戴舒适,几乎不影响司机的日常驾驶操作;同时,以三个电极的平均电压作为参考电压,不需要以耳垂为参考电压,不需要佩戴者在耳朵上夹一个耳夹,无不适感;3)特有的疲劳算法,综合考虑司机驾驶时的脑电功率谱、单位时间内的眨眼次数和闭眼时间,并进行分级预警,有效减少误报警、漏报警的情况;4)精确度高,时效性好,不仅能够在司机疲劳瞌睡时预警,也能根据脑波特征在司机有疲劳的趋势时预警,防患于未然;5)数据采集和分析过程既有对司机群体的大数据分析,具有统计意义,也有对司机个体的数据分析,建立个性化参数模型,通过深度学习和自适应算法,自主反馈调节各种参数,具有现实意义。

附图说明

[0034] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域的普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他附图。

[0035] 图1为本发明实施例提供的一种基于脑电的穿戴式司机防疲劳智能监测预警系统的结构示意图;

[0036] 图2为本发明实施例提供的三个干电极放置示意图;

[0037] 图3为本发明实施例提供的运动头戴结构的示意图;

[0038] 图4为本发明实施例提供的帽式结构的示意图;

[0039] 图5为本发明实施例提供的支持向量机阈值算法框图;

[0040] 图6为本发明实施例提供的结合四个函数来进行疲劳检测算法的流程图。

具体实施方式

[0041] 下面结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明的保护范围。

[0042] 本发明实施例提供一种基于脑电的穿戴式司机防疲劳智能监测预警系统,如图1所示,其主要包括:脑电探测模块、脑电处理模块、传输定位模块、预警模块和移动设备;其中:

[0043] 所述脑电探测模块,用于采集司机开车时的原始脑电波;

[0044] 脑电处理模块,用于对原始脑电波进行预处理后通过传输定位模块传输给移动设备,并接收移动设备返回的司机疲劳驾驶状态的检测结果;若检测结果为司机有疲劳驾驶的趋势或者轻度疲劳驾驶状态,则通过传输定位模块发送预警指令至预警模块;若检测结果为重度疲劳驾驶状态,则通过传输定位模块发送预警指令至预警模块,并由传输定位模块定位将携带司机当前位置信息的短信发送指令发送至移动设备;

[0045] 所述传输定位模块,具有无线传输与定位功能,用于实现定位,以及脑电处理模块与预警模块和移动设备之间的数据通信;

[0046] 所述预警模块,用于根据接收到的预警指令产生振动与语音预警;

[0047] 所述移动设备,用于脑电处理模块传输的数据并结合疲劳算法检测司机当前是否为疲劳驾驶状态或者有疲劳驾驶的趋势,并将检测结果通过传输定位模块反馈给脑电处理模块,还用于根据接收到的短信发送指令向指定号码发送带有司机当前位置信息的短信。

[0048] 本发明实施例中,移动设备可以是智能手机端、电脑端、平板电脑端等;可以开发相关的app进行司机的疲劳状态检测以及发送短信;此外,还可以存储接收到以及处理获得的相关数据,用于司机脑电波数据的日常管理。

[0049] 本发明实施例中,传输定位模块中的无线传输可以采用通用的且相对成熟的蓝牙4.0模块实现,定位可以采用GPS定位方式。

[0050] 本发明实施例所提供的上述系统还包括,用于为脑电探测模块、脑电处理模块以及传输定位模块供电的电源模块。所述电源模块可以采用安全环保的聚物理锂电池,其寿命长、充电能力好,持续放电时间长。

[0051] 本发明实施例中,脑电探测模块、脑电处理模块、传输定位模块与电源模块固定设置在同一结构中,该结构可以为运动头戴结构或者帽式结构。其中,运动头戴适合室内监护佩戴,帽式结构适合室外监护佩戴,体积小,携带方便,价格低廉。

[0052] 这两种结构的电极放置标准采用国际通用的10-20标准,脑电探测模块为三个干电极。如图2所示,分别放置于右颞叶,额叶和左颞叶;相应位置上的干电极对应的记为1~3。优点在于:1)不需要耳垂处作为参考电压,而采用上述三个电极的平均电压作为参考电压,免去了佩戴耳夹的疼痛感;2)只需三个电极,且为干电极,不需涂抹导电膏,侵入性小,佩戴舒适。

[0053] 运动头戴结构与者帽式结构的示意图可参见图3~4。其中,图3为运动头戴结构的示意图,图3中1表示外层为运动帆布帽,2表示干电极,3表示内层为柔软松紧带,4表示夹层内的芯片区(设有脑电处理模块、传输定位模块与电源模块),5表示夹层区。图4为帽式结构

的示意图,其中示出了帽式结构四个视角图,图中的3个圆环表示三个干电极,侧面的突起部分为芯片区(设有脑电处理模块、传输定位模块与电源模块)。上述两种结构中各个器件的连线均采用夹层走线方式。

[0054] 本发明实施例中,移动设备在进行司机的疲劳状态检测之前,还需要采集不同司机的大量脑电信号,以确定各函数的阈值。如图5所示,主要采用大数据分析和个体数据分析两种方式进行采集,通过大数据分析可以得到司机开车时脑电信号的共性特征向量,个体数据分析主要对共性特征向量进行参数调整以得到不同司机个体脑电的个性特征向量,使参数模型更完善合理。具体步骤如下:首先,采集不同司机在开车时不同脑电波并提取脑波多参数,然后利用深度学习算法对各参数进行优化提取共性特征向量,建立基本的特征参数模型;然后,对不同个体数据分析并提取脑波多参数,利用自适应算法对各参数进行优化并提取个性特征向量,完善特征参数模型;最后,利用支持向量机对完善后的特征参数模型进行评估,获得各函数的阈值,包括:关注度函数阈值为 N_0 ,能量比函数阈值为 P_0 ,功率比函数阈值为 Q_0 ,眨眼函数阈值为 L_0 ,这四个函数将在后文进行详细介绍。在上述过程中,司机脑电波数据的采集可以通过脑电探测模块实现,其可以采集不同司机在真实路面开车时不同脑电波,如果真实路面采集司机脑电波不方便时也可在3D驾车模拟器上模拟真实道路场景进行采集。

[0055] 之后,则可根据确定的各函数阈值进行防疲劳智能监测预警。

[0056] 为了便于理解,先介绍有关脑电波的常规知识,脑电波是反映大脑活动的一个重要工具,疲倦与否在脑电波图谱中应当有所反映。脑电波是大脑在活动时,大量神经元同步发生的突触后电位经总和后形成的。脑电波各频段大致可以分为以下5种: δ 波(1-3Hz)、 θ 波(3-8Hz)、 α 波(8-13Hz)、 β 波(13-30Hz)、 γ 波(30-50Hz),其中 α 波又可细分为低 α 波(8-10Hz)、高 α 波(10-13Hz), β 又可细分为低 β 波(13-17Hz)、高 β 波(17-30Hz)。根据这些不同频率的波我们容易计算出不同波的功率谱密度 $E(\delta)$ 、 $E(\theta)$ 、 $E(\alpha)$ 、 $E(\beta)$ 、 $E(\gamma)$ 、 $E(\text{低}\alpha)$ 、 $E(\text{高}\alpha)$ 、 $E(\text{低}\beta)$ 、 $E(\text{高}\beta)$ 。

[0057] 在进入防疲劳智能监测预警时,由所述脑电探测模块采集司机开车时的原始脑电波,并发送给脑电处理模块。脑电处理模块则对原始脑电波进行滤波处理,以过滤掉包含周围环境、电器、肌电以及眼电的噪声干扰,并进行标准时域-频域转换,再计算出不同频率的波的功率谱密度,从而建立关注度函数 N 、能量比函数 P 与功率比函数 Q ;并且,利用脑电探测模块在检测脑电波的同时检测眼电信号,从而建立眨眼函数 L ;四个函数用于特有疲劳算法的输入参数,上述四个函数具体如下:

[0058] 1) 关注度函数 $N(A, M)$,阈值为 N_0 ;其中, A 为关注值,关注值代表着一种精神“集中度”水平或“注意力”水平的强烈程度,其数值的范围是0到100,关注值越大表示此刻司机的思想集中度越高,即越不疲劳; M 为放松值,放松值代表着一种精神“平静度”水平或者“放松度”水平,其数值的范围是0到100,放松值越大代表此刻司机精神越不集中,即越可能处于疲劳状态;此处的参数 A 与 M 均由不同频率的波的功率谱密度计算得到。

[0059] 2) 能量比函数 $P = E(\text{低}\alpha) / E(\text{高}\beta)$,阈值为 P_0 ;其中, $E(\text{低}\alpha)$ 为低 α 波的功率谱密度, $E(\text{高}\beta)$ 为高 β 波的功率谱密度。研究发现低 α 波(8-10Hz)对疲劳初期状态较为敏感,当司机轻度疲倦时低 α 波会有明显的增加,高 β 会有明显的下降,因此可以将能量比函数 $P = E(\text{低}\alpha) / E(\text{高}\beta)$ 作为疲劳初期的检验标准。

[0060] 3) 功率比函数 $Q=E(\delta)/E(\text{高}\beta)$, 阈值为 Q_0 ; 其中, $E(\delta)$ 为 δ 波的功率谱密度, $E(\text{高}\beta)$ 为高 β 波的功率谱密度。研究发现 δ 波(1-3Hz)对疲劳后期状态较为敏感,当司机重度疲倦时 δ 波会有明显的增加,高 β 会进一步下降,因此可以将能量比函数 $E(\delta)/E(\text{高}\beta)$ 作为疲劳后期的检验标准。

[0061] 4) 眨眼函数 $L(T,K)$, 阈值为 L_0 ; 其中, T 为单位时间内总闭眼时间, K 为单位时间内眨眼次数。根据国际标准可以将不同疲劳状态下瞳孔被眼睑纵向遮住80%以上的时间作为闭眼时间。在疲劳初期,眨眼次数稍稍增加,这是由于在疲劳初期司机的精神较为紧张,在入睡和清醒之间挣扎,想睡而不敢睡,稍微清醒眼睛就睁开,但随着疲劳的加深,司机很可能出现打瞌睡、点头等现象。眨眼次数大大降低同时单位时间内总闭眼时间增加。检测眼电信号与脑电信号的基本原理相同,都可利用干电极检测产生的电压变化,眨眼的时候眼电信号明显大于脑电信号,检测到的电压明显大于均值,即可判断为眨眼,可以利用这个原理在检测脑电的同时检测眼电信号,从而计算出闭眼的时间和眨眼次数。

[0062] 本发明实施例中,由移动设备基于上述四个函数来进行疲劳检测,其流程如图6所示。当能量比函数 P 达到阈值 P_0 ,并且关注度函数和眨眼函数任一个达到相应的阈值 N_0 、 L_0 时,即判定司机达到疲劳驾驶状态或者有疲劳驾驶的趋势,否则判定未达到疲劳驾驶状态;当功率比函数 Q 达到阈值 Q_0 ,并且关注度函数与眨眼函数均达到相应的阈值 N_0 、 L_0 ,即判定司机处于重度疲劳驾驶状态,否则处于轻度疲劳驾驶状态或者有疲劳驾驶的趋势。

[0063] 对于轻度疲劳驾驶(或者有疲劳驾驶的趋势)和重度疲劳驾驶将采取不同的预警方式,预警装置可以通过蓝牙接收指令并产生相应动作。对于轻度疲劳驾驶(或者有疲劳驾驶的趋势),可以利用语音提示装置和震动驾驶坐垫提醒司机注意休息,切勿疲劳驾驶,从听觉和触觉上加以预警,语音提示装置可以夹在安全带上,此装置体积小,不会影响司机正常驾驶且可以减轻帽子的重量,达到真正的可穿戴,震动驾驶坐垫装置安装在司机的驾驶坐垫下。

[0064] 对于重度疲劳驾驶,仅仅是对司机本人预警是不够的,这时司机很难自控,也很难自觉从疲劳时清醒过来。这时我们不仅要利用语音提醒和震动驾驶坐垫方式,还要对该司机所处的地理位置加以定位并给该司机家属发短信提醒,起到更好的预警效果。未来,还可以将司机位置、车牌号和疲劳驾驶等信息接入交警网,从而实现一个全方位、多覆盖的司机个人档案,当执勤交警发现这辆车时也可以及时提醒。

[0065] 本发明实施例的上述方案,精确度高,时效性好,可以有效地防止司机由于疲劳驾驶导致的交通事故,实用性高,前景广泛。同时采用可穿戴的帽式结构体积小,容易佩戴,对司机日常驾驶操作无影响,采用的电极结构,不需要以耳垂为参考电压,不需要佩戴者在耳朵上夹一个耳夹,无不适感并且特有的疲劳算法有效减少误报警、漏报警的情况。

[0066] 所属领域的技术人员可以清楚地了解到,为描述的方便和简洁,仅以上述各功能模块的划分进行举例说明,实际应用中,可以根据需要而将上述功能分配由不同的功能模块完成,即将装置的内部结构划分成不同的功能模块,以完成以上描述的全部或者部分功能。

[0067] 以上所述,仅为本发明较佳的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明披露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应该以权利要求书的保护范

围为准。

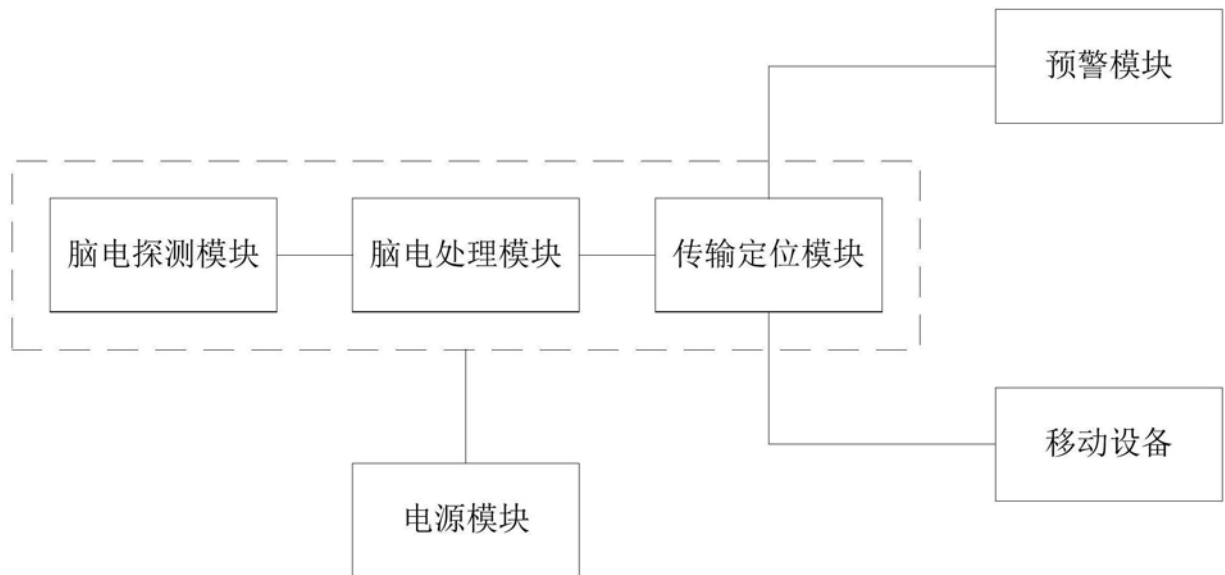


图1

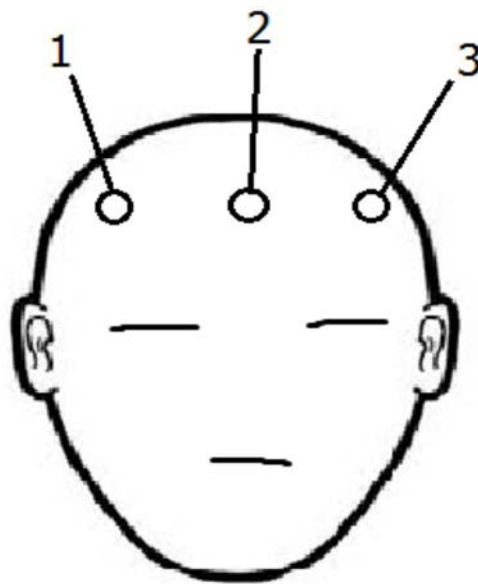


图2

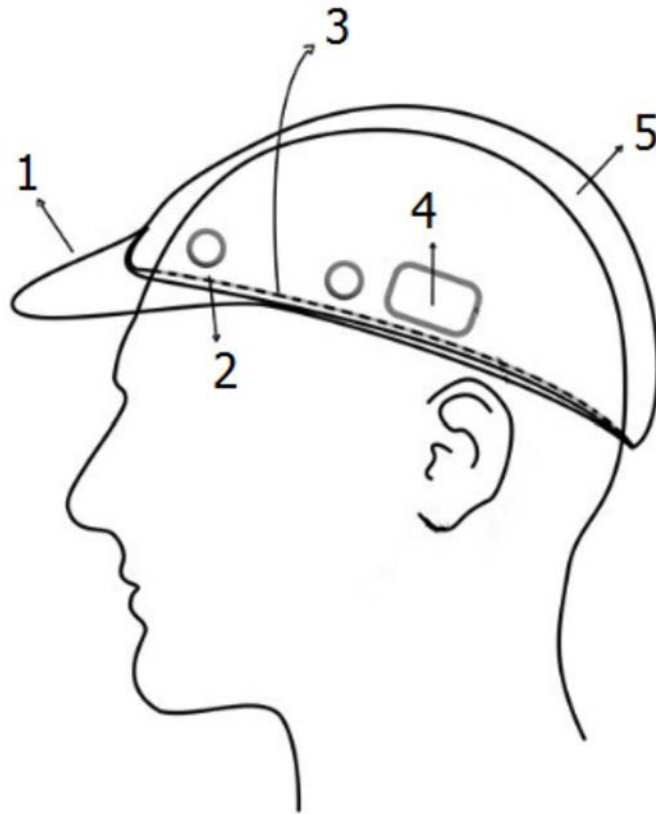


图3

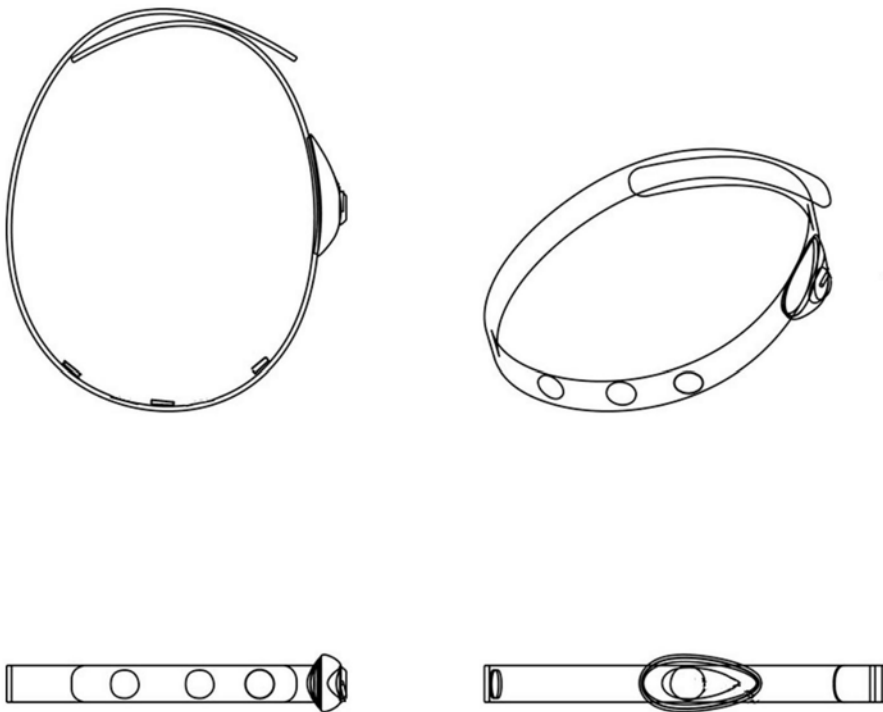


图4

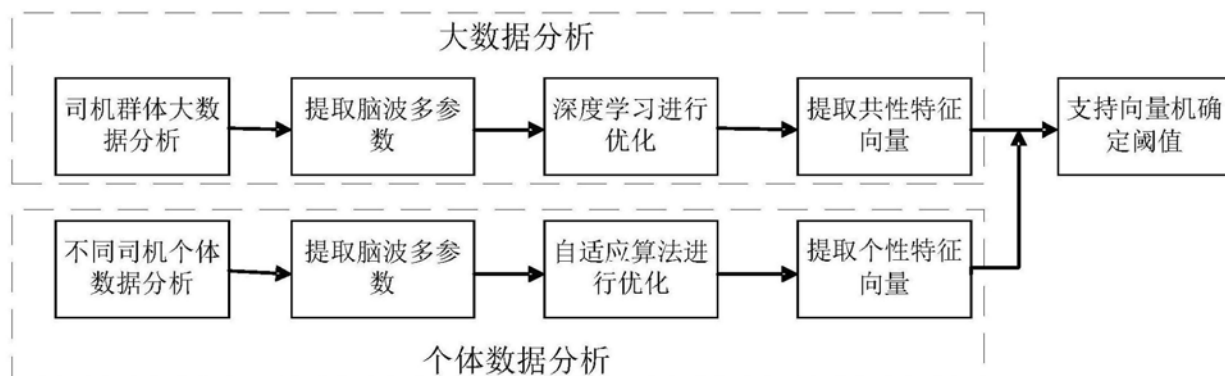


图5

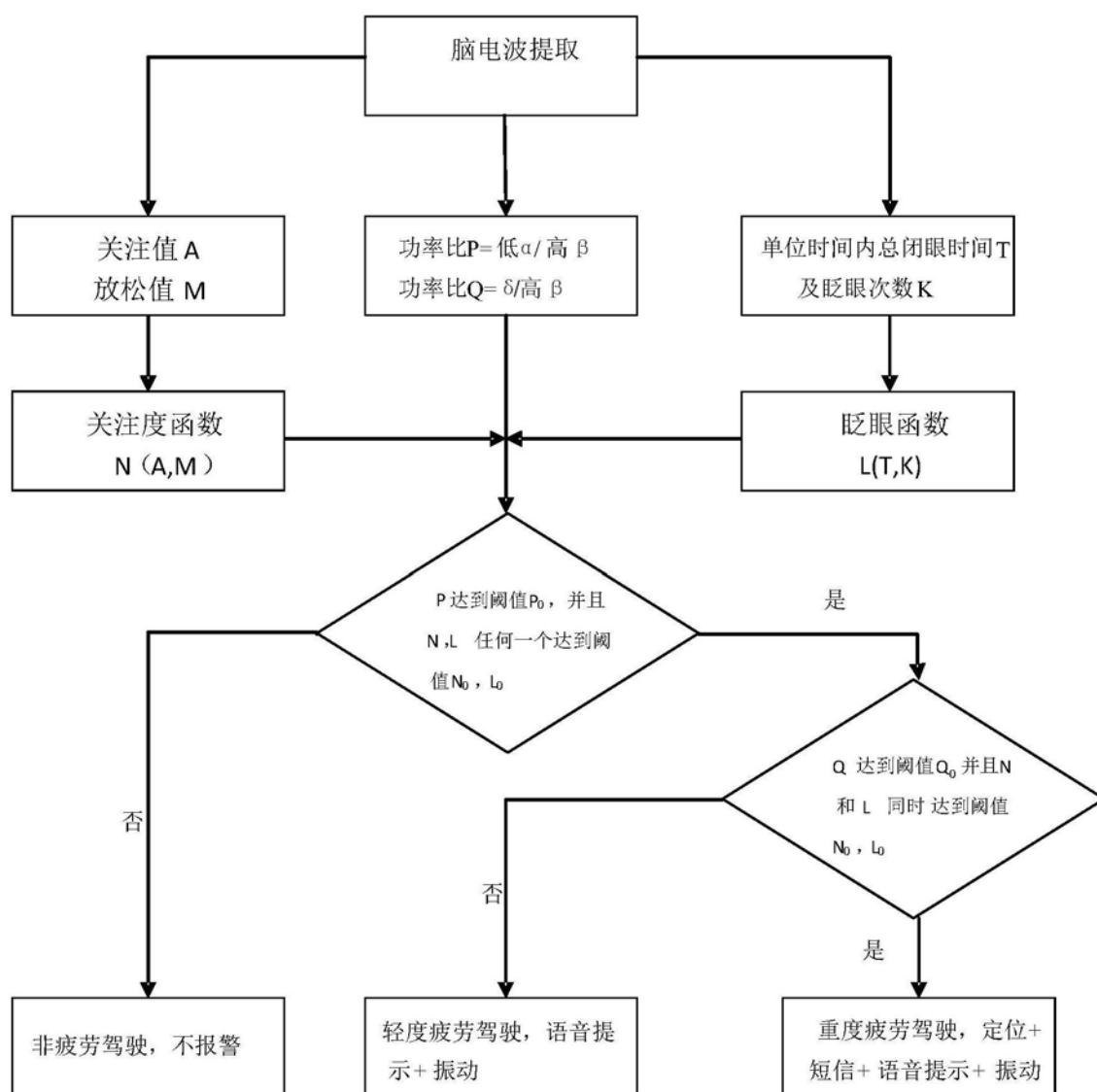


图6

专利名称(译)	基于脑电的穿戴式司机防疲劳智能监测预警系统		
公开(公告)号	CN106691443B	公开(公告)日	2020-06-26
申请号	CN201710020897.8	申请日	2017-01-11
[标]申请(专利权)人(译)	中国科学技术大学		
申请(专利权)人(译)	中国科学技术大学		
当前申请(专利权)人(译)	中国科学技术大学		
[标]发明人	王萍萍 张晴 戴亚康 邱本胜		
发明人	王萍萍 张晴 戴亚康 邱本胜		
IPC分类号	A61B5/0476 A61B5/18 A61B5/11 A61B5/00		
代理人(译)	郑立明 郑哲		
审查员(译)	田文文		
其他公开文献	CN106691443A		
外部链接	SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种基于脑电的穿戴式司机防疲劳智能监测预警系统，在司机驾驶过程中，通过自主开发的穿戴式脑电检测设备检测司机的脑电波特征，并提出了特有的疲劳算法，实时精确地监测司机是否处于疲劳状态或者有疲劳的趋势，并及时预警，可以有效地防止司机由于疲劳驾驶导致的交通事故。该系统精确度高，时效性好，可以有效地防止司机由于疲劳驾驶导致的交通事故，实用性高，前景广泛。同时采用可穿戴的帽式结构体积小，容易佩戴，对司机日常驾驶操作无影响，采用的电极结构，不需要以耳垂为参考电压，不需要佩戴者在耳朵上夹一个耳夹，无不适感并且特有的疲劳算法有效减少误报警、漏报警的情况。

