



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105943065 A

(43)申请公布日 2016.09.21

(21)申请号 201610509460.6

A61B 5/0476(2006.01)

(22)申请日 2016.06.29

A61B 5/00(2006.01)

(71)申请人 北京工业大学

地址 100124 北京市朝阳区平乐园100号

(72)发明人 万志江 钟宁 周海燕 何强

马小萌 张明辉 陈萌 刘岩

(74)专利代理机构 北京思海天达知识产权代理

有限公司 11203

代理人 沈波

(51)Int.Cl.

A61B 5/16(2006.01)

A61B 5/0205(2006.01)

A61B 5/02(2006.01)

A61B 5/11(2006.01)

A61B 5/0402(2006.01)

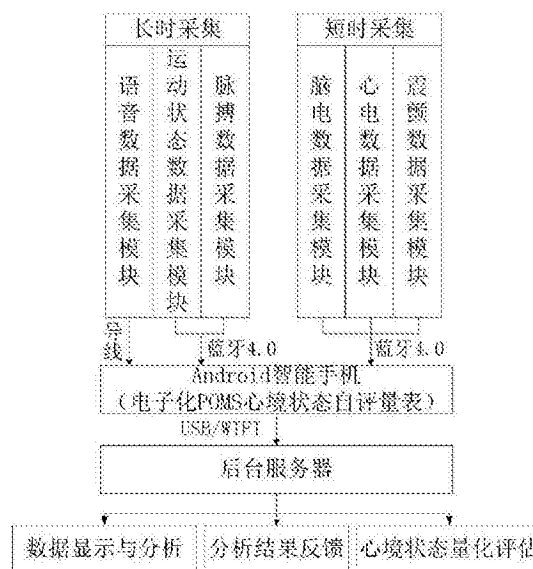
权利要求书7页 说明书10页 附图3页

(54)发明名称

一种基于脑信息学系统化方法学的人体可穿戴生理-心理-行为数据采集与分析系统

(57)摘要

一种基于脑信息学系统化方法学的人体可穿戴生理-心理-行为数据采集与分析系统,涉及传感技术、医疗电子系统、抑郁症量化治疗和健康管理等领域。设计多种可穿戴设备采集语音、运动状态、脉搏、脑电、心电和震颤等生理、行为数据,结合智能手机,在其上开发了系统。设计长时数据采集方法连续采集12个小时以上的语音、运动状态和脉搏等数据,设计短时数据采集方法一天多次对脑电、心电和震颤等数据进行片段式采集,基于智能手机将数据通过USB或WIFI方式传输到后台服务器中,后台服务器不仅能够对采集的生理、心理和行为数据进行动态显示,而且建立心境状态量化评估模型用于对用户提生、行为结果反馈和心境状态量化评估等服务。



1.一种基于脑信息学系统化方法学的人体可穿戴生理-心理-行为数据采集与分析系统,其特征在于:该系统包括用于长时间数据采集的语音数据采集模块、运动状态数据采集模块和脉搏数据采集模块,用于短时间数据采集的脑电数据采集模块、心电数据采集模块和震颤数据采集模块,用于采集心理自评数据的基于智能手机的电子化POMS心境状态自评量表,用于生理、心理和行为数据的动态显示、数据分析和结果反馈的后台服务器;在长时间数据采集的过程中,语音数据采集模块用导线与智能手机的耳机接口相连,运动状态数据采集模块和脉搏数据采集模块采用蓝牙与智能手机进行通信;语音数据采集模块包括语音麦克风、导线和智能手机;语音数据采集模块的语音传感器通过导线和智能手机上的耳机接口将采集到的语音信号传送给智能手机,智能手机上安装语音处理应用程序,负责语音信号的编码、解码、存储和音量波形显示功能,智能手机对语音信号的采样率为8KHz,智能手机一次充电后能连续供电时间12小时以上;运动状态数据采集模块包括微控制器、三轴加速度传感器、三轴陀螺仪传感器、蓝牙模块、锂电池、开关、外部包装;三轴加速度传感器和三轴陀螺仪传感器采集人体三维运动状态数据并将其传送给微控制器,微控制器控制蓝牙发送模块以数字信号形式向智能手机发送运动状态数据,微控制器数据采样频率为20Hz,电源采用可充电锂电池以可插拔的形式为运动状态数据采集模块供电,一次充电可连续供电时间12小时以上;脉搏数据采集模块包括微控制器、脉搏数据传感器、导线、锂电池、开关、外部包装、粘扣和绑带;

脉搏传感器被固定在测试者的中指指尖,对采集的脉搏信号进行信号放大和数模转换后通过导线将其传送给微控制器,微控制器控制蓝牙发送模块以数字信号形式向智能手机发送脉搏数据;微控制器数据采样频率为20Hz,电源采用可充电锂电池以可插拔的形式为脉搏数据采集模块供电,一次充电可连续供电时间12小时以上;智能手机需要支持蓝牙4.0版本以上的通信方式,智能手机上安装有自主开发的支持语音数据采集和一对多蓝牙通信方式的应用程序,即不仅具有支持8KHz以上的语音数据采集功能,而且能够支持同时接收2个或2个以上蓝牙客户端同时发送数据的功能;语音数据采集模块和运动状态数据采集模块放在可穿戴衣中方便佩戴;自主开发的智能手机应用程序不仅支持长时数据采集中涉及的语音、运动状态和脉搏三项数据同步采集功能,还支持对语音、运动状态、脉搏、脑电、心电和震颤等数据的单项采集功能;即测试人员可以使用该应用程序对单项生理或行为数据进行采集;智能手机上安装有基于蓝牙模块和麦克风模块的数据接收、显示、存储和发送的应用程序,上述应用程序能同时接收2个及2个以上蓝牙客户端以及语音传感器发送过来的多通道数据,多通道数据包括震颤数据、脉搏数据、运动状态数据、脑电数据、心电数据和语音数据;同时,多通道数据以数据波形的方式将震颤数据、脉搏数据、运动状态数据、脑电数据、心电数据和语音数据显示在智能手机上,在数据接收的同时将上述多通道数据实时写到智能手机内部安装的SD卡上;应用程序界面上包含数据发送按钮,将存储的数据通过WIFI自动发送到后台服务器上;此外,应用程序具有用户信息记录功能,用户可在程序界面首页输入被试姓名、被试编号、主试姓名和实验类型等信息,用于记录所采数据所属的用户对象或数据采集操作人员;应用程序能够实时记录数据采集时间,将采集时间与数据同时写到SD卡上;针对接收到的震颤、脉搏、运动状态、脑电、心电和语音等数据,都分别保存到以数据类型英文名命名的文件夹中,若脉搏数据保存在pulse文件夹下,对应的数据文件名由被试姓名和数据开始采集时间组成;针对所述的长时数据采集方法,语音数据采集模块、

运动状态数据采集模块和脉搏数据采集模块和手机连接成功后,支持对测试人员的语音、运动状态和脉搏等生理、行为数据进行12个小时以上的连续性采集;采集方法步骤叙述如下:

步骤1、通过导线和智能手机耳机接口连接语音数据采集模块和智能手机,打开运动状态数据采集模块和脉搏数据采集模块的电源开关;

步骤2、将语音麦克风、导线、运动状态数据采集模块和智能手机放在可穿戴衣中,其中智能手机放在可穿戴衣左边腰部位置,语音麦克风固定在衣服领口位置,连接语音麦克风和智能手机耳机接口的导线被包裹在事先缝制好的长形窄口口袋中;运动状态数据采集模块放在衣服腰部靠右位置;脉搏数据采集模块中的外部包装部分(包括微控制器、电源开关、锂电池等部分)通过绑带放置在手腕关节位置,脉搏信号传感器通过粘扣固定在测试人员中指上,脉搏数据传感器通过导线和微控制器相连;

步骤3、打开智能手机长时数据采集应用程序,输入被试姓名、编号以及主试者的姓名,点击下拉菜单选择数据采集方式;所述主试者是指数据采集过程的监督者,在没有监督者的情况下,该项可以忽略或者填写测试人员姓名;所述下拉菜单中的数据采集方式包括长时数据采集、短时数据采集、语音数据采集、运动状态数据采集、脉搏数据采集、脑电数据采集、心电数据采集和震颤数据采集等;点击数据保存按钮,进入蓝牙连接界面;

步骤4、跳转到蓝牙连接界面,点击蓝牙模块开启按钮,保证蓝牙模块处在打开状态;点击周围蓝牙扫描按钮,搜索打开的运动状态数据采集模块和脉搏数据采集模块上的蓝牙模块,在确定搜索到上述两个模块蓝牙地址后,点击任何一个蓝牙地址跳转到数据采集与显示界面;

步骤5、查看数据采集与显示界面,观察语音数据、运动状态数据和脉搏数据是否显示正常;若出现三个数据中某个数据或某几个数据不显示的情况,关闭运动状态数据采集模块和脉搏数据采集模块电源,按照步骤1至步骤5的方法重新执行数据采集步骤;

在短时数据采集方法中,所述脑电数据采集模块以绑带的形式固定在脑部并采用单通道干电极采集大脑前额叶脑电数据,脑电传感器对采集的信号进行信号放大和数模转换后将其传送给微控制器,微控制器控制蓝牙发送模块以数字信号形式向智能手机发送脑电数据,微控制器数据采样频率为512Hz,电源采用可充电锂电池并以可插拔的形式为脑电传感模块供电,一次充电可连续供电时间12小时以上;所述心电数据采集模块采用两个以氯化银为材质的电极传感器,以双手食指为检测点采集用户心电信号,心电传感器对采集的信号进行信号放大和数模转换后将其传送给微控制器,微控制器控制蓝牙发送模块以数字信号形式向智能手机发送心电数据,微控制器数据采样频率为50Hz,电源采用可充电锂电池以可插拔的形式为心电传感模块供电,一次充电可连续供电时间12小时以上;所述震颤数据采集模块由三轴加速度传感器、三轴陀螺仪传感器、微控制器、蓝牙模块、导线、粘扣和电池等部分组成;以单手中指和大拇指为检测点,将粘扣、三轴加速度传感器和三轴陀螺仪传感器分别固定在中指和大拇指上对采集的信号进行信号放大和数模转换后将其传送给微控制器,微控制器控制蓝牙发送模块以数字信号形式向智能手机发送震颤数据,即所述震颤数据是指利用三轴加速度传感器和三轴陀螺仪传感器采集到的三轴加速度数据和三轴陀螺仪数据;微控制器数据采样频率为20Hz,电源采用可充电锂电池以可插拔的形式为震颤传感模块供电,一次充电可连续供电时间12小时以上;针对所述短时数据采集方法,可以

分别对脑电、心电和震颤数据进行单项数据采集,也能够对脑电、心电数据和震颤数据进行两项或三项数据同时采集;与智能手机连接成功后,脑电数据采集模块采集左前额5分钟静息态脑电数据,心电数据采集模块以双手食指为数据采集点,采集5分钟静息态心电数据,震颤数据采集模块以单手中指和大拇指为数据采集点,采集手指5分钟指定动作数据;所述静息态脑电和静息态心电是指测试人员处于静止状态下发出的脑电和心电数据;震颤数据采集过程中所述指定动作是指静息态下的震颤数据和运动态下的震颤数据,静息态下震颤动作为测试人员保持静止自然状态下的数据采集;运动态震颤动作为:测试人员佩戴震颤数据采集模块的手臂向前伸展,方向与地面平行,五指伸展并保持略微分开状态;

震颤数据中,短时数据采集方法步骤说明如下:

步骤1、打开两个震颤数据采集模块,将由三轴加速度传感器、三轴陀螺仪传感器组成的传感模块通过粘扣固定在左手或右手中指和拇指上;

步骤2、打开智能手机长时数据采集应用程序,输入被试者姓名、编号以及主试者的姓名,点击下拉菜单选择数据采集方式;所述主试者是指数据采集过程的监督者,在没有监督者的情况下,该项可以忽略或者填写测试人员姓名;点击数据保存按钮进入蓝牙连接界面;

步骤3、跳转到蓝牙连接界面,点击蓝牙模块开启按钮,保证手机蓝牙模块处在打开状态;点击周围蓝牙扫描按钮,搜索打开的震颤数据采集模块上的蓝牙模块,在确定搜索到蓝牙地址后,点击蓝牙地址跳转到数据采集与显示界面;

步骤4、采集测试人员静息态下震颤数据时,要求测试人员坐在椅子上,眼睛闭眼,双手放在大腿上保持静止,完成上述动作后执行步骤5;采集测试人员运动态下震颤数据时,要求测试人员坐在椅子上,眼睛目视前方,佩戴震颤数据采集模块的手臂向前伸展,方向与地面平行,五指伸展并保持微微分开状态,完成上述动作后执行步骤5;

步骤5、查看数据采集与显示界面,观察震颤数据是否显示正常;若出现两个数据中某个数据或两个数据都不显示的情况,关闭运动状态数据采集模块和脉搏数据采集模块电源,按照步骤1至步骤5的方法重新执行数据采集步骤;

在长时间数据采集和短时数据采集方法中,语音数据采集模块、运动状态数据采集模块、脉搏数据采集模块、脑电数据采集模块、心电数据采集模块和震颤数据采集模块将对应的数据格式发送到智能手机上,即不同的数据采集模块向智能手机发送的数据组成与数据标记格式不同;语音数据采集模块向手机发送的语音数据由帧头、语音数据和帧尾三部分组成;运动状态数据采集模块向手机发送的运动状态数据由帧头、x轴加速度数据、分隔符1、y轴加速度数据、分隔符2、z轴加速度数据、分隔符3、x轴角速度数据、分隔符4、y轴角速度数据、分隔符5、z轴角速度数据和帧尾等部分组成;脉搏数据采集模块向手机发送的脉搏数据由帧头、脉搏数据和帧尾等部分组成;震颤数据采集模块向手机发送的震颤数据由帧头、分隔符1、x轴加速度数据、分隔符2、y轴加速度数据、分隔符3、z轴加速度数据、分隔符4、x轴角速度数据、分隔符5、y轴角速度数据、分隔符6、z轴角速度数据和帧尾等部分组成;中指和拇指上的震颤数据由帧头进行区分;脑电数据采集模块向手机发送的脑电数据由帧头、脑电数据和帧尾等三部分组成;心电数据采集模块向手机发送的心电数据由帧头、心电数据和帧尾等三部分组成;针对不同数据采集模块向手机发送的数据所设置的帧头不同。

2. 根据权利要求1所述的一种基于脑信息学系统化方法学的人体可穿戴生理-心理-行为数据采集与分析系统,其特征在于:用于生理、心理和行为数据的动态显示、数据分析和

结果反馈的后台服务器不仅能够用于对采集的生理、心理和行为数据进行动态显示,而且能够建立心境状态量化评估模型用于对用户生理、行为结果反馈和心境状态量化评估等服务;后台服务器以在线或离线的方式接收智能手机发送过来的生理-心理-行为数据,在在线方式下,智能手机通过WIFI向后台服务器实时发送采集到的语音、运动状态、脉搏、脑电、心电和震颤等生理和行为数据,服务器对接收到的数据进行实时显示、存储和在线数据分析;或者通过离线方式,通过USB或WIFI将手机上保存的语音、运动状态、脉搏、脑电、心电、震颤和心理自评量表评估数据等生理、心理和行为数据传输到后台服务器上;在后台服务器上,根据采集到的用户生理、心理和行为数据,建立心境状态量化评估模型为用户提供心境状态量化评估服务;心境状态量化评估模型主要基于用户的多天心境评估数据和生理、行为数据,采用主成分分析、数理统计和多重多元线性回归分析方法得出多个以生理、行为数据特征为自变量、以心境评估数据为因变量的线性回归方程,将线性回归方程作为心境状态量化评估模型,根据采集到的测试人员当天的生理、行为数据特征对当天心境状态进行量化评估;服务器上建立的个性化模型旨在基于用户的生理和行为数据,找到能够准确反映该用户心境状态变化的生理和行为数据特征并作为有效的心境量化指标,进而提供有针对性的心境量化评估服务。

3. 根据权利要求1所述的一种基于脑信息学系统化方法学的人体可穿戴生理-心理-行为数据采集与分析系统,其特征在于:

长时数据采集,具体实施步骤如下:

步骤1、通过导线和手机耳机接口连接语音数据采集模块和智能手机,打开运动状态数据采集模块和脉搏数据采集模块的电源开关;运动状态数据采集模块,将运动状态数据采集模块和第一锂电池(204)相连接,打开第一电源开关(205)为三轴加速度传感模块和三轴陀螺仪第一运动状态传感模块(201)、第一微控制器(206)和第一蓝牙发送模块(202)供电,操作完成后将运动状态数据采集放到第一外包装(203)中;脉搏数据采集模块,将脉搏数据采集模块和第二锂电池(305)相连,打开第二电源开关(306)为脉搏数据传感器(302)、第二微控制器(307)和第二蓝牙发送模块(303)供电,操作完成后将整个模块放到第二外包装(304)中;上述操作完成后,将语音麦克风、导线、运动状态数据采集模块和手机放在可穿戴衣中,智能手机(402)放在可穿戴衣左边腰部位置,语音麦克风(401)固定在衣服领口位置,连接语音麦克风和智能手机耳机接口的第二导线(404)被包裹在事先缝制好的长形窄口袋中;运动状态数据采集模块放在衣服腰部靠右位置(403);脉搏数据采集模块中的外部包装部分通过绑带放置在手腕关节位置,脉搏信号传感器(302)通过第一粘扣(301)固定在测试人员中指上,脉搏数据传感器通过第一导线(308)和第二微控制器(307)相连;

步骤2、打开智能手机长时数据采集应用程序,输入测试人员姓名、编号以及主试者的姓名,点击下拉菜单选择数据采集方式选择长时数据采集方式;所述主试者是指数据采集过程的监督者,在没有监督者的情况下,该项可以忽略或者填写测试人员姓名;所述下拉菜单中的数据采集方式包括长时数据采集、短时数据采集、语音数据采集、运动状态数据采集、脉搏数据采集、脑电数据采集、心电数据采集和震颤数据采集;点击数据保存按钮,进入蓝牙连接界面;

步骤3、跳转到蓝牙连接界面,点击蓝牙模块开启按钮,保证手机蓝牙模块处在打开状态;点击周围蓝牙扫描按钮,搜索打开的运动状态数据采集模块和脉搏数据采集模块上的

蓝牙模块地址,在确定搜索到上述两个模块蓝牙地址后,点击任何一个蓝牙地址跳转到数据采集与显示界面;

步骤4、查看数据采集与显示界面,观察语音数据、运动状态数据和脉搏数据是否显示正常;若出现三个数据中某个数据或某几个数据不显示的情况,关闭运动状态数据采集模块和脉搏数据采集模块电源,按照步骤1至步骤5的方法重新执行数据采集步骤;

针对短时数据采集,具体实施步骤说明如下:

步骤1、分别打开脑电数据采集模块、心电数据采集模块和震颤数据采集模块;脑电数据采集模块中,将脑电数据采集模块和第三锂电池(506)相连,打开第三电源开关(509)为脑电传感器(507)、第三微控制器(510)和第三蓝牙模块(508)供电,操作完成后将脑电传感模块放到第三外包装(505)中;心电数据采集模块中,将心电数据采集模块和第四锂电池(606)相连,打开第四电源开关(607)为心电传感器(604)、第四微控制器(608)、第四蓝牙模块(609)供电,操作完成后将心电数据采集模块放在第四外包装(605)中;震颤数据采集模块中,震颤数据采集模块分别采集单手中指和拇指静息态下震颤数据,中指和拇指震颤数据分别由三轴陀螺仪传感器和三轴加速度传感器组成的第一震颤传感器(702)和第二震颤传感器(710)进行采集,将震颤数据采集模块分别和第五锂电池(706)与第六锂电池(716)相连,打开震颤数据采集模块的第五电源开关(707)和第六电源开关(715)分别为第五微控制器(708)和第六微控制器(714)、第五蓝牙模块(704)和第六蓝牙数据发送模块(712)、第一震颤传感器(702)和第二震颤传感器(710)供电,操作完成后将震颤数据采集模块分别放在第五外包装(705)和第六外包装(713)中;

步骤2、将脑电数据采集模块、心电数据采集模块和震颤数据采集模块佩戴在测试人员身上;将脑电数据采集模块上的脑电数据采集模块上的第一干电极(502)放置在大脑左前额上并通过绑带(501)固定,第一干电极(502)通过第三导线(504)与脑电传感器(507)相连,脑电数据采集模块上的参考电极(503)被粘贴在左耳垂上;将心电数据采集模块上的第二干电极(602)和第三干电极(611)分别通过第二粘扣(601)和第三粘扣(612)固定在测试人员左手和右手的食指部位,第二干电极(602)和第三干电极(611)分别通过第四导线(603)和第五导线(610)与心电传感器(604)相连;将震颤数据采集模块上由三轴陀螺仪传感器和三轴加速度传感器组成的第一震颤传感器(702)和第二震颤传感器(710)通过第四粘扣(701)和第五粘扣(709)固定在左手中指和拇指上,震颤传感器通过第六导线(703)和第七导线(711)分别与第五微控制器(708)和第六微控制器(714)相连;

步骤3、通过蓝牙通讯方式将智能手机和脑电数据采集模块、心电数据采集模块和震颤数据采集模块相连;打开手机长时数据采集应用程序,输入测试人员姓名、编号以及主试者的姓名,点击下拉菜单选择数据采集方式选择短时数据采集方式;点击数据保存按钮,进入蓝牙连接界面;

步骤4、跳转到蓝牙连接界面,点击蓝牙模块开启按钮,保证手机蓝牙模块处在打开状态;点击周围蓝牙扫描按钮,搜索打开的脑电数据采集模块、心电数据采集模块和震颤数据采集模块上的蓝牙模块地址,在确定搜索到上述模块蓝牙地址后,点击任何一个蓝牙地址跳转到数据采集与显示界面;

步骤5、查看数据采集与显示界面,观察脑电数据、两个震颤数据和心电数据是否显示正常;若出现四个数据中某个数据或某几个数据不显示的情况,关闭脑电数据采集模块、心

电数据采集模块和震颤数据采集模块电源,按照步骤1至步骤5的方法重新执行数据采集步骤;

值得注意的是,上述短时数据采集方法只适用于采集测试人员静息态下的脑电、震颤和心电数据;对于采集测试人员运动态下的震颤数据,只能基于智能手机和震颤数据采集模块进行单独采集,采集步骤叙述如下:

步骤1、将震颤数据采集模块分别和第五锂电池(706)、第六锂电池(716)相连,打开震颤数据采集模块第五电源开关(707)和第六电源开关(715)分别为第五微控制器(708)和第六微控制器(714)、第五蓝牙模块(704)和第六蓝牙模块(712)、由三轴陀螺仪传感器和三轴加速度传感器组成的第一震颤传感器(702)和第二震颤传感器(710)供电,操作完成后将震颤数据采集模块分别放在第五外包装(705)和第六外包装(713)中;

步骤2、将震颤数据采集模块上由三轴陀螺仪传感器和三轴加速度传感器组成的第一震颤传感器(702)和第二震颤传感器(710)通过第四粘扣(701)和第五粘扣(709)固定在左手手指和拇指上,震颤传感器通过第六导线(703)和第七导线(711)分别与第五微控制器(708)和第六微控制器(714)相连;

步骤3、通过蓝牙通讯方式将智能手机和震颤数据采集模块相连;打开手机长时数据采集应用程序,输入测试人员姓名、编号以及主试者的姓名,点击下拉菜单选择数据采集方式选择震颤数据采集方式;点击数据保存按钮,进入蓝牙连接界面;

步骤4、跳转到蓝牙连接界面,点击蓝牙模块开启按钮,保证手机蓝牙模块处在打开状态;点击周围蓝牙扫描按钮,搜索打开的震颤数据采集模块上的蓝牙模块地址,在确定搜索到上述模块蓝牙地址后,点击任何一个蓝牙地址跳转到数据采集与显示界面;

步骤5、测试人员坐在椅子上,眼睛目视前方,佩戴震颤数据采集模块的手臂向前伸展,方向与地面平行,五指伸展并保持微微分开状态,完成上述动作后执行步骤6;

步骤6、查看数据采集与显示界面,观察两个震颤数据是否显示正常;若出现两个数据中某个数据或两个数据不显示的情况,关闭震颤数据采集模块电源,按照步骤1至步骤6的方法重新执行数据采集步骤;

基于脑信息学系统化方法学的人体可穿戴生理-心理-行为数据采集与分析系统中包含的后台服务器主要负责基于采集的长时或短时生理、心理和行为数据为测试人员提供数据显示、结果分析、心境状态量化评估和健康管理等服务;其中,数据显示服务主要是将采集到的生理、心理和行为数据以波形的方式在服务器上进行显示,方法原理较简单,在此不作重点叙述;心境状态量化评估是后台服务器上提供的结果分析和健康管理服务的核心,即心境状态量化评估的实现步骤与结果分析实现的步骤基本相同,为测试人员提供心境状态量化评估服务是基于生理-心理-行为数据健康管理服务中的核心组件;鉴于此,对心境状态量化评估的实现步骤进行重点叙述,实现步骤如下:

步骤1、按照量表数据的采集频率和时间点,对采集的生理、行为数据进行不同粒度的数据划分;

步骤2、对不同粒度的生理、行为数据进行特征抽取,特征抽取方法由于形式多样,在此不做详细介绍;基于抽取的特征,采用特征选择方法对抽取的特征进行特征选择;

步骤3、采用主成分分析和数理统计的方法从多天的心境状态评估数据中抽取反映用户不同心境状态的数据向量,将多个数据向量作为因变量,选取的生理、行为特征作为自变

量,采用多重多元线性回归分析方法组合不同生理、行为特征并与心理数据进行拟合,找出多个能反映用户心理数据变化的多元回归方程;

步骤4、对多元回归方程进行方程可靠性检验和回归系数检验,淘汰检验不通过的多元回归方程和特征组合,选择通过检验并拟合度最佳的方程作为生理行为特征与量表数据拟合的数学基础;

步骤5、针对用户多天采集的生理、心理和行为数据,可以将获得的多个多元线性回归方程视为该用户的心境状态量化评估模型,由于该方程以生理、行为数据作为自变量,以心理数据作为因变量,可以将测试用户未来每天的生理、行为数据作为自变量输入到方程中,得到的结果便可视为当天的心境状态量化评估结果。

一种基于脑信息学系统化方法学的人体可穿戴生理-心理-行为数据采集与分析系统

技术领域

[0001] 本发明涉及传感技术、医疗电子系统、抑郁症量化治疗和健康管理等领域,特别涉及一种基于脑信息学系统化方法学的人体可穿戴生理-心理-行为数据采集与分析系统。适用于家庭、社区和医院内的医疗和健康管理服务,实现健康状况的实时追踪与量化评估。

背景技术

[0002] 近年来,基于可穿戴设备的健康管理已经成为众多研究人员的关注焦点。一方面,在数据采集内容上不仅从单一的生理、行为数据采集过渡到了多模态的生理、行为数据采集,而且在数据采集方法上也从基于片段式生理、行为数据采集方法转变到了基于连续性生理、行为数据采集方法。另一方面,基于多模态的连续性生理、行为数据不仅能够较为全面的反映出测试人员生命体征信息(脉搏、心电、脑电、运动状态、语音、震颤等)的连续性变化规律,而且可以支持传统主观性问诊和状态评估的辅助工具,成为临床研究提供数据基础和量化依据。特别是在抑郁症量化治疗领域,传统的抑郁症问诊和心理评估方法均采用医生问诊、量表评估等具有强烈主观性的评价机制,缺乏对抑郁状态的量化评估方法。如何基于多模态生理、行为数据,采用数据挖掘和数理统计的方法提取出有效反映用户心理状态变换的生理、行为特征是抑郁症量化治疗领域的亟需解决的问题。鉴于此,采用非侵入式可穿戴设备采集生理信号,将有效的分析方法应用于抑郁症临床研究已越来越受到关注。近年来许多研究将抑郁症和多种生理信号(脑电、脉搏、心电等)联系起来,尝试找到反应精神状态的客观量化指标。研究发现,中枢神经系统具有自动调节心脏活动的功能。神经系统的交感神经分支具有调节人体活动、心理活动和情绪活动的功能,而这些活动又和脉搏的变化密切相关。临床研究表明,抑郁症病人涉及情绪和意志的交感神经和副交感神经反应微弱。这种由于降低的交感神经和副交感神经紧张可以通过不同的生理采集方式进行测量。相关研究一致表明慢性抑郁症患者具有下降的心率变异性,频谱波段的能量下降,然而重度抑郁症患者的心电频谱波段的能量上升。

[0003] 许多针对脉搏和抑郁症关联性的研究也一致认为重度抑郁症患者减弱的副交感神经紧张对脉搏产生影响。通常来说,抑郁症患者的脉搏基线高于非抑郁症患者的脉搏基线。另外,许多研究对精神疾病患者采用长时间脉搏监测,结果表明抑郁症患者在睡眠状态脉搏增强,并伴随着早醒的症状。其他脉搏研究也表明抑郁症患者正常心率节奏会出现减少或者消失的现象。例如抑郁症症状之一——冷漠,已经和下降的脉搏活动建立起较强的相关。

[0004] 除了上述讨论的抑郁症生理特征之外,也有大量的文献表明了抑郁症对人体行为的影响,行为特征已经长期作为反映抑郁症患者行为失常的量化指标。下降的情绪反映、减弱的身体活动和心理活动阻滞以及社交功能障碍等行为特征已被视为抑郁特征。实际上,上述行为症状都可以被视为由重度抑郁症引起的自律迟钝的行为表象。精神运动迟缓(被定义为思维、语言和运动的减慢)也是抑郁症一种主要的症状之一。它是诊断抑郁症、区分

抑郁症亚型和进行疗效评估(药物评估)的一种重要抑郁症症状。重度抑郁症患者的运动活动下降,研究表明身体活动水平和抑郁症也有较强关联性。精神焦虑和躁狂症患者会出现明显的手部震颤动作,鉴于此,手部震颤程度也可以作为反映抑郁症病情严重性的量化指标。众所周知,社交活动的减少和社交功能紊乱是抑郁症症状之一。相关研究表明社交活动的数量和质量与抑郁症呈现负相关。此外,譬如社交恐惧症和回避型人格障碍等社交功能紊乱症状也在重度抑郁症患者中经常出现。研究表明日常语音模式能够很好的反映人们的日常社交情况,一天内的说话时间和对答时间可以作为衡量人们日常交往的量化指标,采用语音分析技术从人们的日常语音数据中提取特征进而量化日常语音模式可以作为有效反映社交活动量的技术工具。

[0005] 综上所述,上述生理及行为特征在抑郁症诊断及预测方面都具有较强可区分度。采用非侵入式传感设备亦可对上述生理及行为特征进行数据采集和量化分析。例如市场上已经有监测人体体温、心率以及脑电的可穿戴传感器。此外,采用三轴加速度传感器也可以采集人体行为数据(久坐、睡眠状态、人体运动模式等)并进行量化分析。因此,结合可穿戴生理监测设备,采集及分析人体长期的生理及行为数据,对相关的抑郁症生理及行为特征进行量化分析,可以成为抑郁症临床诊疗的一种辅助手段。

[0006] 然而,由于对若干个可穿戴设备同时进行长时间佩戴会使测试人员觉得身体不适并最终造成数据采集失败。而且,在大多数的基于可穿戴设备的健康管理和抑郁症量化治疗研究中,都缺少一种方便用户操作和连续自评的心境评估手段,即目前尚未形成一种行之有效的系统化生理、心理、行为数据采集方案。一方面,针对长时间佩戴可穿戴设备导致测试人员不舒适的问题,本发明采用针对生理、心理和行为数据进行长时采集和短时采集的方法并结合智能手机,不仅提高了数据采集方法的灵活性,而且增强了数据采集系统的便携性,将给测试人员带来的不适程度降到最低。另一方面,针对基于可穿戴设备的系统化生理、心理和行为数据采集,本发明在脑信息学系统化方法学系统化设计认知实验思想的指导下,设计出一种基于可穿戴设备的系统化生理、心理和行为数据采集方法。

发明内容

[0007] 本发明要解决的问题是为健康管理和抑郁症量化治疗领域提供一种基于可穿戴设备的系统化生理、心理和行为数据采集与分析系统,一方面,设计多种可穿戴设备采集语音、运动状态、脉搏、脑电、心电和震颤等生理、行为数据,结合智能手机,在其上开发了一种电子化POMS心境状态自评用的系统。另一方面,设计长时数据采集方法连续采集12个小时以上的语音、运动状态和脉搏等数据,设计短时数据采集方法一天多次对脑电、心电和震颤等数据进行片段式采集,基于智能手机将数据通过USB或WIFI方式传输到后台服务器中,后台服务器不仅能够对采集的生理、心理和行为数据进行动态显示,而且可以建立心境状态量化评估模型用于对用户生理、行为结果反馈和心境状态量化评估等服务。

[0008] 为实现上述目的,本发明采用的技术方案为一种基于脑信息学系统化方法学的人体可穿戴生理-心理-行为数据采集与分析系统,该系统包括用于长时间数据采集的语音数据采集模块、运动状态数据采集模块和脉搏数据采集模块,用于短时间数据采集的脑电数据采集模块、心电数据采集模块和震颤数据采集模块,用于采集心理自评数据的基于智能手机的电子化POMS心境状态自评量表,用于生理、心理和行为数据的动态显示、数据分析和

结果反馈的后台服务器。在长时间数据采集的过程中,语音数据采集模块用导线与智能手机的耳机接口相连,运动状态数据采集模块和脉搏数据采集模块采用蓝牙与智能手机进行通信。语音数据采集模块包括语音麦克风、导线和智能手机。语音数据采集模块的语音传感器通过导线和智能手机上的耳机接口将采集到的语音信号传送给智能手机,智能手机上安装语音处理应用程序,负责语音信号的编码、解码、存储和音量波形显示功能,智能手机对语音信号的采样率为8KHz,智能手机一次充电后能连续供电时间12小时以上。运动状态数据采集模块包括微控制器、三轴加速度传感器、三轴陀螺仪传感器、蓝牙模块、锂电池、开关、外部包装。三轴加速度传感器和三轴陀螺仪传感器采集人体三维运动状态数据并将其传送给微控制器,微控制器控制蓝牙发送模块以数字信号形式向智能手机发送运动状态数据,微控制器数据采样频率为20Hz,电源采用可充电锂电池以可插拔的形式为运动状态数据采集模块供电,一次充电可连续供电时间12小时以上。脉搏数据采集模块包括微控制器、脉搏数据传感器、导线、锂电池、开关、外部包装、粘扣和绑带。

[0009] 脉搏传感器被固定在测试者的中指指尖,对采集的脉搏信号进行信号放大和数模转换后通过导线将其传送给微控制器,微控制器控制蓝牙发送模块以数字信号形式向智能手机发送脉搏数据。微控制器数据采样频率为20Hz,电源采用可充电锂电池以可插拔的形式为脉搏数据采集模块供电,一次充电可连续供电时间12小时以上。智能手机需要支持蓝牙4.0版本以上的通信方式,智能手机上安装有自主开发的支持语音数据采集和一对多蓝牙通信方式的应用程序,即不仅具有支持8KHz以上的语音数据采集功能,而且能够支持同时接收2个或2个以上蓝牙客户端同时发送数据的功能。语音数据采集模块和运动状态数据采集模块放在可穿戴衣中方便佩戴。自主开发的智能手机应用程序不仅支持长时数据采集中涉及的语音、运动状态和脉搏三项数据同步采集功能,还支持对语音、运动状态、脉搏、脑电、心电和震颤等数据的单项采集功能。即测试人员可以使用该应用程序对单项生理或行为数据进行采集。智能手机上安装有基于蓝牙模块和麦克风模块的数据接收、显示、存储和发送的应用程序,上述应用程序能同时接收2个及2个以上蓝牙客户端以及语音传感器发送过来的多通道数据,多通道数据包括震颤数据、脉搏数据、运动状态数据、脑电数据、心电数据和语音数据。同时,多通道数据以数据波形的方式将震颤数据、脉搏数据、运动状态数据、脑电数据、心电数据和语音数据显示在智能手机上,在数据接收的同时将上述多通道数据实时写到智能手机内部安装的SD卡上。应用程序界面上包含数据发送按钮,将存储的数据通过WIFI自动发送到后台服务器上。此外,应用程序具有用户信息记录功能,用户可在程序界面首页输入被试姓名、被试编号、主试姓名和实验类型等信息,用于记录所采数据所属的用户对象或数据采集操作人员。应用程序能够实时记录数据采集时间,将采集时间与数据同时写到SD卡上。针对接收到的震颤、脉搏、运动状态、脑电、心电和语音等数据,都分别保存到以数据类型英文名命名的文件夹中,如脉搏数据保存在puIse文件夹下,对应的数据文件名由被试姓名和数据开始采集时间组成。针对所述的长时数据采集方法,语音数据采集模块、运动状态数据采集模块和脉搏数据采集模块和手机连接成功后,支持对测试人员的语音、运动状态和脉搏等生理、行为数据进行12个小时以上的连续性采集。采集方法步骤叙述如下:

[0010] 步骤1、通过导线和智能手机耳机接口连接语音数据采集模块和智能手机,打开运动状态数据采集模块和脉搏数据采集模块的电源开关。

[0011] 步骤2、将语音麦克风、导线、运动状态数据采集模块和智能手机放在可穿戴衣中,其中智能手机放在可穿戴衣左边腰部位置,语音麦克风固定在衣服领口位置,连接语音麦克风和智能手机耳机接口的导线被包裹在事先缝制好的长形窄口口袋中。运动状态数据采集模块放在衣服腰部靠右位置。脉搏数据采集模块中的外部包装部分(包括微控制器、电源开关、锂电池等部分)通过绑带放置在手腕关节位置,脉搏信号传感器通过粘扣固定在测试人员中指上,脉搏数据传感器通过导线和微控制器相连。

[0012] 步骤3、打开智能手机长时数据采集应用程序,输入被试姓名、编号以及主试者的姓名,点击下拉菜单选择数据采集方式。所述主试者是指数据采集过程的监督者,在没有监督者的情况下,该项可以忽略或者填写测试人员姓名。所述下拉菜单中的数据采集方式包括长时数据采集、短时数据采集、语音数据采集、运动状态数据采集、脉搏数据采集、脑电数据采集、心电数据采集和震颤数据采集等。点击数据保存按钮,进入蓝牙连接界面。

[0013] 步骤4、跳转到蓝牙连接界面,点击蓝牙模块开启按钮,保证蓝牙模块处在打开状态。点击周围蓝牙扫描按钮,搜索打开的运动状态数据采集模块和脉搏数据采集模块上的蓝牙模块,在确定搜索到上述两个模块蓝牙地址后,点击任何一个蓝牙地址跳转到数据采集与显示界面。

[0014] 步骤5、查看数据采集与显示界面,观察语音数据、运动状态数据和脉搏数据是否显示正常。若出现三个数据中某个数据或某几个数据不显示的情况,关闭运动状态数据采集模块和脉搏数据采集模块电源,按照步骤1至步骤5的方法重新执行数据采集步骤。

[0015] 在短时数据采集方法中,所述脑电数据采集模块以绑带的形式固定在脑部并采用单通道干电极采集大脑前额叶脑电数据,脑电传感器对采集的信号进行信号放大和数模转换后将其传送给微控制器,微控制器控制蓝牙发送模块以数字信号形式向智能手机发送脑电数据,微控制器数据采样频率为512Hz,电源采用可充电锂电池并以可插拔的形式为脑电传感模块供电,一次充电可连续供电时间12小时以上。所述心电数据采集模块采用两个以氯化银为材质的电极传感器,以双手食指为检测点采集用户心电信号,心电传感器对采集的信号进行信号放大和数模转换后将其传送给微控制器,微控制器控制蓝牙发送模块以数字信号形式向智能手机发送心电数据,微控制器数据采样频率为50Hz,电源采用可充电锂电池以可插拔的形式为心电传感模块供电,一次充电可连续供电时间12小时以上。所述震颤数据采集模块由三轴加速度传感器、三轴陀螺仪传感器、微控制器、蓝牙模块、导线、粘扣和电池等部分组成。以单手中指和大拇指为检测点,将粘扣、三轴加速度传感器和三轴陀螺仪传感器分别固定在中指和大拇指上对采集的信号进行信号放大和数模转换后将其传送给微控制器,微控制器控制蓝牙发送模块以数字信号形式向智能手机发送震颤数据,即所述震颤数据是指利用三轴加速度传感器和三轴陀螺仪传感器采集到的三轴加速度数据和三轴陀螺仪数据。微控制器数据采样频率为20Hz,电源采用可充电锂电池以可插拔的形式为震颤传感模块供电,一次充电可连续供电时间12小时以上。针对所述短时数据采集方法,可以分别对脑电、心电和震颤数据进行单项数据采集,也能够对脑电、心电数据和震颤数据进行两项或三项数据同时采集。与智能手机连接成功后,脑电数据采集模块采集左前额5分钟静息态脑电数据,心电数据采集模块以双手食指为数据采集点,采集5分钟静息态心电数据,震颤数据采集模块以单手中指和大拇指为数据采集点,采集手指5分钟指定动作数据。所述静息态脑电和静息态心电是指测试人员处于静止状态下发出的脑电和心电数据。震颤

数据采集过程中所述指定动作是指静息态下的震颤数据和运动态下的震颤数据,静息态下震颤动作为测试人员保持静止自然状态下的数据采集;运动态震颤动作为:测试人员佩戴震颤数据采集模块的手臂向前伸展,方向与地面平行,五指伸展并保持略微分开状态。

[0016] 震颤数据中,短时数据采集方法步骤说明如下:

[0017] 步骤1、打开两个震颤数据采集模块,将由三轴加速度传感器、三轴陀螺仪传感器组成的传感模块通过粘扣固定在左手或右手中指和大拇指上。

[0018] 步骤2、打开智能手机长时数据采集应用程序,输入被试者姓名、编号以及主试者的姓名,点击下拉菜单选择数据采集方式。所述主试者是指数据采集过程的监督者,在没有监督者的情况下,该项可以忽略或者填写测试人员姓名。点击数据保存按钮进入蓝牙连接界面。

[0019] 步骤3、跳转到蓝牙连接界面,点击蓝牙模块开启按钮,保证手机蓝牙模块处在打开状态。点击周围蓝牙扫描按钮,搜索打开的震颤数据采集模块上的蓝牙模块,在确定搜索到蓝牙地址后,点击蓝牙地址跳转到数据采集与显示界面。

[0020] 步骤4、采集测试人员静息态下震颤数据时,要求测试人员坐在椅子上,眼睛闭眼,双手放在大腿上保持静止,完成上述动作后执行步骤5;采集测试人员运动态下震颤数据时,要求测试人员坐在椅子上,眼睛目视前方,佩戴震颤数据采集模块的手臂向前伸展,方向与地面平行,五指伸展并保持微微分开状态,完成上述动作后执行步骤5。

[0021] 步骤5、查看数据采集与显示界面,观察震颤数据是否显示正常。若出现两个数据中某个数据或两个数据都不显示的情况,关闭运动状态数据采集模块和脉搏数据采集模块电源,按照步骤1至步骤5的方法重新执行数据采集步骤。

[0022] 在长时间数据采集和短时数据采集方法中,语音数据采集模块、运动状态数据采集模块、脉搏数据采集模块、脑电数据采集模块、心电数据采集模块和震颤数据采集模块将对应的数据格式发送到智能手机上,即不同的数据采集模块向智能手机发送的数据组成与数据标记格式不同。语音数据采集模块向手机发送的语音数据由帧头、语音数据和帧尾三部分组成。运动状态数据采集模块向手机发送的运动状态数据由帧头、x轴加速度数据、分隔符1、y轴加速度数据、分隔符2、z轴加速度数据、分隔符3、x轴角速度数据、分隔符4、y轴角速度数据、分隔符5、z轴角速度数据和帧尾等部分组成。脉搏数据采集模块向手机发送的脉搏数据由帧头、脉搏数据和帧尾等部分组成。震颤数据采集模块向手机发送的震颤数据由帧头、分隔符1、x轴加速度数据、分隔符2、y轴加速度数据、分隔符3、z轴加速度数据、分隔符4、x轴角速度数据、分隔符5、y轴角速度数据、分隔符6、z轴角速度数据和帧尾等部分组成。中指和大拇指上的震颤数据由帧头进行区分。脑电数据采集模块向手机发送的脑电数据由帧头、脑电数据和帧尾等三部分组成。心电数据采集模块向手机发送的心电数据由帧头、心电数据和帧尾等三部分组成。针对不同数据采集模块向手机发送的数据所设置的帧头不同。

[0023] 所述用于生理、心理和行为数据的动态显示、数据分析和结果反馈的后台服务器不仅能够用于对采集的生理、心理和行为数据进行动态显示,而且能够建立心境状态量化评估模型用于为用户提供生理、行为结果反馈和心境状态量化评估等服务。后台服务器以在线或离线的方式接收智能手机发送过来的生理-心理-行为数据,在在线方式下,智能手机通过WIFI向后台服务器实时发送采集到的语音、运动状态、脉搏、脑电、心电和震颤等生

理和行为数据,服务器对接收到的数据进行实时显示、存储和在线数据分析。或者通过离线方式,通过USB或WIFI将手机上保存的语音、运动状态、脉搏、脑电、心电、震颤和心理自评量表评估数据等生理、心理和行为数据传输到后台服务器上。在后台服务器上,根据采集到的用户生理、心理和行为数据,建立心境状态量化评估模型为用户提供心境状态量化评估服务。心境状态量化评估模型主要基于用户的多天心境评估数据和生理、行为数据,采用主成分分析、数理统计和多重多元线性回归分析方法得出多个以生理、行为数据特征为自变量、以心境评估数据为因变量的线性回归方程,将线性回归方程作为心境状态量化评估模型,根据采集到的测试人员当天的生理、行为数据特征对当天心境状态进行量化评估。服务器上建立的个性化模型旨在基于用户的生理和行为数据,找到能够准确反映该用户心境状态变化的生理和行为数据特征并作为有效的心境量化指标,进而提供有针对性的心境量化评估服务。

[0024] 本发明在脑信息学系统化方法学系统化设计实验和采集人体生命体征信息的指导下,结合多种可穿戴设备和智能手机,对人体生理、行为和心理数据进行系统化采集。一方面,利用智能手机和可穿戴设备的便携性,从长时间的角度连续监测人体语音、运动状态和脉搏等生命体征数据的变化情况,克服了现有监测设备在及时性、便携性和操作方式简单性等方面存在的缺陷。另一方面,结合智能手机和可穿戴设备,从短时间的角度对人体脑电、心电、震颤和心理等数据进行片段式采集,在提高了生命体征信息采集多样性的同时,为健康管理和抑郁症量化领域中涉及的心境状态客观量化评估提供了一种解决思路。本发明不仅能够适用于家庭、社区用户的健康管理,为人们测量人体生理、行为参数提供系统化的数据采集方案,而且还能作为面向医院临床医生的生理、心理和行为数据采集辅助工具,从客观量化的角度评估患者心境状态,为医生的临床决策和诊疗方案提供支持。

附图说明

[0025] 图1为基于脑信息学系统化方法学的人体可穿戴生理-心理-行为数据采集与分析系统组成结构图

[0026] 图2为运动状态数据采集模块组成结构图

[0027] 图3为脉搏数据采集模块组成结构图

[0028] 图4为可穿戴衣组成结构图

[0029] 图5为脑电数据采集模块组成结构图

[0030] 图6为心电数据采集模块组成结构图

[0031] 图7为震颤数据采集模块组成结构图

[0032] 图8为基于多模态生理、心理和行为数据的心境状态量化评估方法流程图

具体实施方式

[0033] 下面结合实施例及附图对本专利发明作进一步详细描述,值得注意的是,本发明专利的实施方式不限于此。

[0034] 一种基于脑信息学系统化方法学的人体可穿戴生理-心理-行为数据采集与分析系统如图1所示,包括语音数据采集模块、运动状态数据采集模块和脉搏数据采集模块等长时采集手段、脑电数据采集模块、心电数据采集模块和震颤数据采集模块等短时采集手段、

以导线和蓝牙为通讯手段并安装了电子化POMS心境状态自评量表的智能手机、以USB/WIFI为通讯手段并用于数据显示、分析及结果反馈的后台服务器。

[0035] 所述长时数据采集,具体实施步骤如下:

[0036] 步骤1、通过导线和手机耳机接口连接语音数据采集模块和智能手机,打开运动状态数据采集模块和脉搏数据采集模块的电源开关。运动状态数据采集模块如图2所示,将运动状态数据采集模块和第一锂电池204相连接,打开第一电源开关205为三轴加速度传感模块和三轴陀螺仪第一运动状态传感模块201、第一微控制器206和第一蓝牙发送模块202供电,操作完成后将运动状态数据采集放到第一外包装203中。脉搏数据采集模块如图3所示,将脉搏数据采集模块和第二锂电池305相连,打开第二电源开关306为脉搏数据传感器302、第二微控制器307和第二蓝牙发送模块303供电,操作完成后将整个模块放到第二外包装304中。上述操作完成后,将语音麦克风、导线、运动状态数据采集模块和手机放在可穿戴衣中,如图4所示,智能手机402放在可穿戴衣左边腰部位置,语音麦克风401固定在衣服领口位置,连接语音麦克风和智能手机耳机接口的第二导线404被包裹在事先缝制好的长形窄口口袋中。运动状态数据采集模块放在衣服腰部靠右位置403。脉搏数据采集模块中的外包装部分(包括第二微控制器307、第二电源开关306、第二锂电池等部分)通过绑带放置在手腕关节位置,脉搏信号传感器302通过第一粘扣301固定在测试人员中指上,脉搏数据传感器通过第一导线308和第二微控制器307相连。

[0037] 步骤2、打开智能手机长时数据采集应用程序,输入测试人员姓名、编号以及主试者的姓名,点击下拉菜单选择数据采集方式选择长时数据采集方式。所述主试者是指数据采集过程的监督者,在没有监督者的情况下,该项可以忽略或者填写测试人员姓名。所述下拉菜单中的数据采集方式包括长时数据采集、短时数据采集、语音数据采集、运动状态数据采集、脉搏数据采集、脑电数据采集、心电数据采集和震颤数据采集。点击数据保存按钮,进入蓝牙连接界面。

[0038] 步骤3、跳转到蓝牙连接界面,点击蓝牙模块开启按钮,保证手机蓝牙模块处在打开状态。点击周围蓝牙扫描按钮,搜索打开的运动状态数据采集模块和脉搏数据采集模块上的蓝牙模块地址,在确定搜索到上述两个模块蓝牙地址后,点击任何一个蓝牙地址跳转到数据采集与显示界面。

[0039] 步骤4、查看数据采集与显示界面,观察语音数据、运动状态数据和脉搏数据是否显示正常。若出现三个数据中某个数据或某几个数据不显示的情况,关闭运动状态数据采集模块和脉搏数据采集模块电源,按照步骤1至步骤5的方法重新执行数据采集步骤。

[0040] 针对短时数据采集,具体实施步骤说明如下:

[0041] 步骤1、分别打开脑电数据采集模块、心电数据采集模块和震颤数据采集模块。脑电数据采集模块如图5所示,将脑电数据采集模块和第三锂电池506相连,打开第三电源开关509为脑电传感器507、第三微控制器510和第三蓝牙模块508供电,操作完成后将脑电传感模块放到第三外包装505中。心电数据采集模块如图6所示,将心电数据采集模块和第四锂电池606相连,打开第四电源开关607为心电传感器604、第四微控制器608、第四蓝牙模块609供电,操作完成后将心电数据采集模块放在第四外包装605中。震颤数据采集模块如图7所示,震颤数据采集模块分别采集单手中指和拇指静息态下震颤数据,中指和拇指震颤数据分别由三轴陀螺仪传感器和三轴加速度传感器组成的第一震颤传感器702和第二震

颤传感器710进行采集,将震颤数据采集模块分别和第五锂电池706与第六锂电池716相连,打开震颤数据采集模块的第五电源开关707和第六电源开关715分别为第五微控制器708和第六微控制器714、第五蓝牙模块704和第六蓝牙数据发送模块712、第一震颤传感器702和第二震颤传感器710供电,操作完成后将震颤数据采集模块分别放在第五外包装705和第六外包装713中。

[0042] 步骤2、将脑电数据采集模块、心电数据采集模块和震颤数据采集模块佩戴在测试人员身上。将脑电数据采集模块上的脑电数据采集模块上的第一干电极502放置在大脑左前额上并通过绑带501固定,第一干电极502通过第三导线504与脑电传感器507相连,脑电数据采集模块上的参考电极503被粘贴在左耳垂上。将心电数据采集模块上的第二干电极602和第三干电极611分别通过第二粘扣601和第三粘扣612固定在测试人员左手和右手的食指部位,第二干电极602和第三干电极611分别通过第四导线603和第五导线610与心电传感器604相连。将震颤数据采集模块上由三轴陀螺仪传感器和三轴加速度传感器组成的第一震颤传感器702和第二震颤传感器710通过第四粘扣701和第五粘扣709固定在左手中指和大拇指上,震颤传感器通过第六导线703和第七导线711分别与第五微控制器708和第六微控制器714相连。

[0043] 步骤3、通过蓝牙通讯方式将智能手机和脑电数据采集模块、心电数据采集模块和震颤数据采集模块相连。打开手机长时数据采集应用程序,输入测试人员姓名、编号以及主试者的姓名,点击下拉菜单选择数据采集方式选择短时数据采集方式。点击数据保存按钮,进入蓝牙连接界面。

[0044] 步骤4、跳转到蓝牙连接界面,点击蓝牙模块开启按钮,保证手机蓝牙模块处在打开状态。点击周围蓝牙扫描按钮,搜索打开的脑电数据采集模块、心电数据采集模块和震颤数据采集模块上的蓝牙模块地址,在确定搜索到上述模块蓝牙地址后,点击任何一个蓝牙地址跳转到数据采集与显示界面。

[0045] 步骤5、查看数据采集与显示界面,观察脑电数据、两个震颤数据和心电数据是否显示正常。若出现四个数据中某个数据或某几个数据不显示的情况,关闭脑电数据采集模块、心电数据采集模块和震颤数据采集模块电源,按照步骤1至步骤5的方法重新执行数据采集步骤。

[0046] 值得注意的是,上述短时数据采集方法只适用于采集测试人员静息态下的脑电、震颤和心电数据。对于采集测试人员运动态下的震颤数据,只能基于智能手机和震颤数据采集模块进行单独采集,采集步骤叙述如下:

[0047] 步骤1、将震颤数据采集模块分别和第五锂电池706、第六锂电池716相连,打开震颤数据采集模块第五电源开关707和第六电源开关715分别为第五微控制器708和第六微控制器714、第五蓝牙模块704和第六蓝牙模块712、由三轴陀螺仪传感器和三轴加速度传感器组成的第一震颤传感器702和第二震颤传感器710供电,操作完成后将震颤数据采集模块分别放在第五外包装705和第六外包装713中。

[0048] 步骤2、将震颤数据采集模块上由三轴陀螺仪传感器和三轴加速度传感器组成的第一震颤传感器702和第二震颤传感器710通过第四粘扣701和第五粘扣709固定在左手中指和大拇指上,震颤传感器通过第六导线703和第七导线711分别与第五微控制器708和第六微控制器714相连。

[0049] 步骤3、通过蓝牙通讯方式将智能手机和震颤数据采集模块相连。打开手机长时数据采集应用程序,输入测试人员姓名、编号以及主试者的姓名,点击下拉菜单选择数据采集方式选择震颤数据采集方式。点击数据保存按钮,进入蓝牙连接界面。

[0050] 步骤4、跳转到蓝牙连接界面,点击蓝牙模块开启按钮,保证手机蓝牙模块处在打开状态。点击周围蓝牙扫描按钮,搜索打开的震颤数据采集模块上的蓝牙模块地址,在确定搜索到上述模块蓝牙地址后,点击任何一个蓝牙地址跳转到数据采集与显示界面。

[0051] 步骤5、测试人员坐在椅子上,眼睛目视前方,佩戴震颤数据采集模块的手臂向前伸展,方向与地面平行,五指伸展并保持微微分开状态,完成上述动作后执行步骤6。

[0052] 步骤6、查看数据采集与显示界面,观察两个震颤数据是否显示正常。若出现两个数据中某个数据或两个数据不显示的情况,关闭震颤数据采集模块电源,按照步骤1至步骤6的方法重新执行数据采集步骤。

[0053] 基于脑信息学系统化方法学的人体可穿戴生理-心理-行为数据采集与分析系统中包含的后台服务器主要负责基于采集的长时或短时生理、心理和行为数据为测试人员提供数据显示、结果分析、心境状态量化评估和健康管理等服务。其中,数据显示服务主要是将采集到的生理、心理和行为数据以波形的方式在服务器上显示,方法原理较简单,在此不作重点叙述。心境状态量化评估是后台服务器上提供的结果分析和健康管理服务的核心,即心境状态量化评估的实现步骤与结果分析实现的步骤基本相同,为测试人员提供心境状态量化评估服务是基于生理-心理-行为数据健康管理服务中的核心组件。鉴于此,对心境状态量化评估的实现步骤进行重点叙述,实现步骤如图8所示,说明如下:

[0054] 步骤1、按照量表数据的采集频率和时间点,对采集的生理、行为数据进行不同粒度的数据划分。

[0055] 步骤2、对不同粒度的生理、行为数据进行特征抽取,特征抽取方法由于形式多样,在此不做详细介绍。基于抽取的特征,采用特征选择方法对抽取的特征进行特征选择。

[0056] 步骤3、采用主成分分析和数理统计的方法从多天的心境状态评估数据中抽取反映用户不同心境状态的数据向量,将多个数据向量作为因变量,选取的生理、行为特征作为自变量,采用多重多元线性回归分析方法组合不同生理、行为特征并与心理数据进行拟合,找出多个能反映用户心理数据变化的多元回归方程。

[0057] 步骤4、对多元回归方程进行方程可靠性检验和回归系数检验,淘汰检验不通过的多元回归方程和特征组合,选择通过检验并拟合度最佳的方程作为生理行为特征与量表数据拟合的数学基础。

[0058] 步骤5、针对用户多天采集的生理、心理和行为数据,可以将获得的多个多元线性回归方程视为该用户的心境状态量化评估模型,由于该方程以生理、行为数据作为自变量,以心理数据作为因变量,可以将测试用户未来每天的生理、行为数据作为自变量输入到方程中,得到的结果便可视为当天的心境状态量化评估结果。

[0059] 以上对本发明的较佳实施例进行了描述。需要理解的是,本发明为详细公开的部分属于本领域的公知技术,即本发明并不局限与上述特定实施方式,其中未尽详细描述的设备 and 结构应该理解为应用本领域中的普通方式予以实施;任何熟悉本领域的技术人员,在不脱离本发明技术方案范围情况下,都可利用上述揭示的方法和技术内容对本发明技术方案做出许多可能的变动和修饰,或修改为等同变化的等效实施例,这并不影响本发明的

实质内容。因此,凡是未脱离本发明技术方案的内容,根据本发明的技术实质对以上实施例的任何简单修改、等同变化及修饰,均仍属于本发明技术方案保护的范围内。

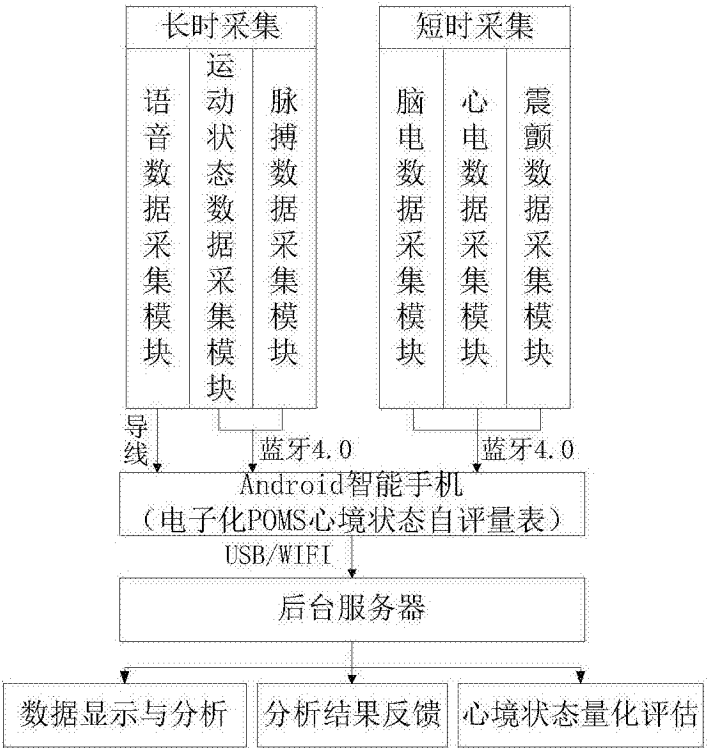


图1

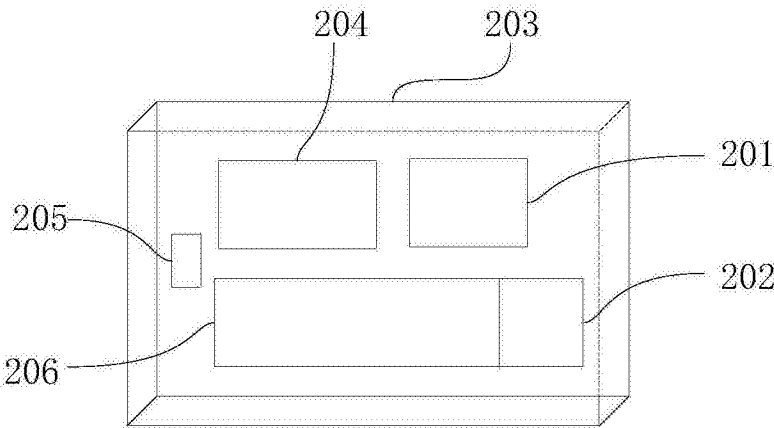


图2

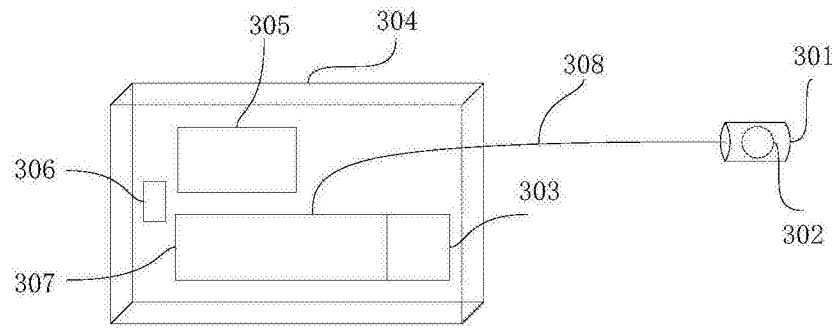


图3

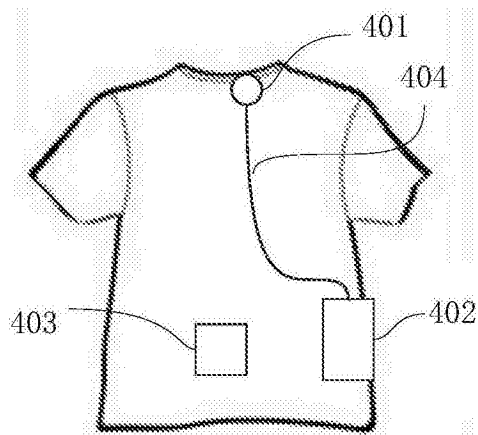


图4

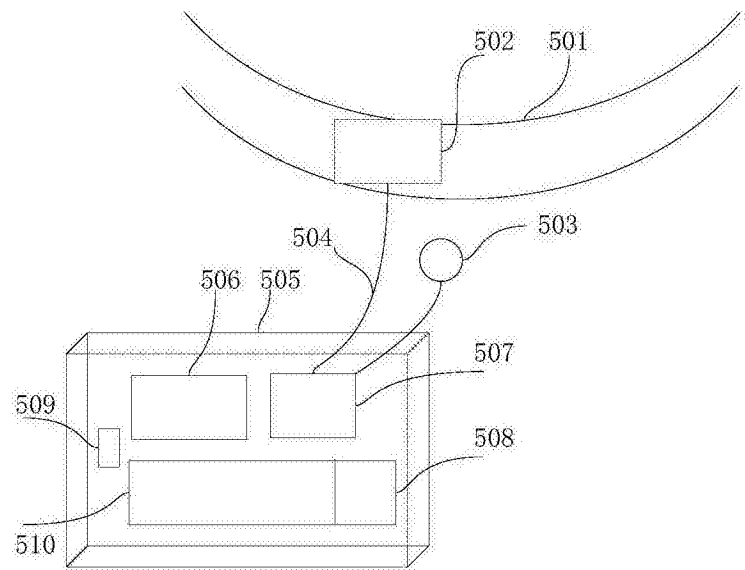


图5

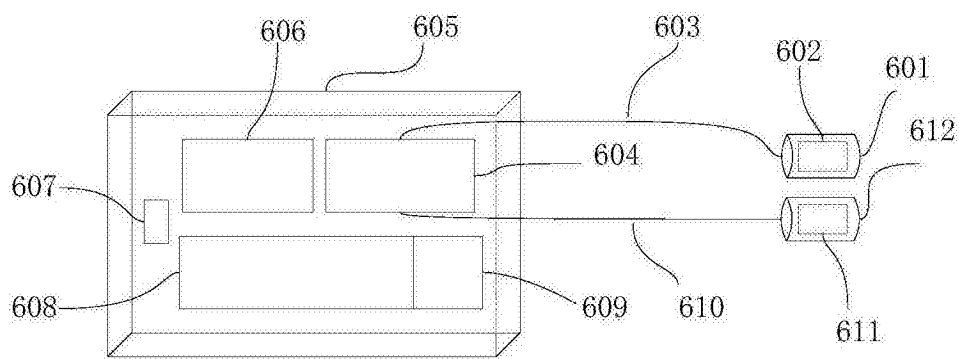


图6

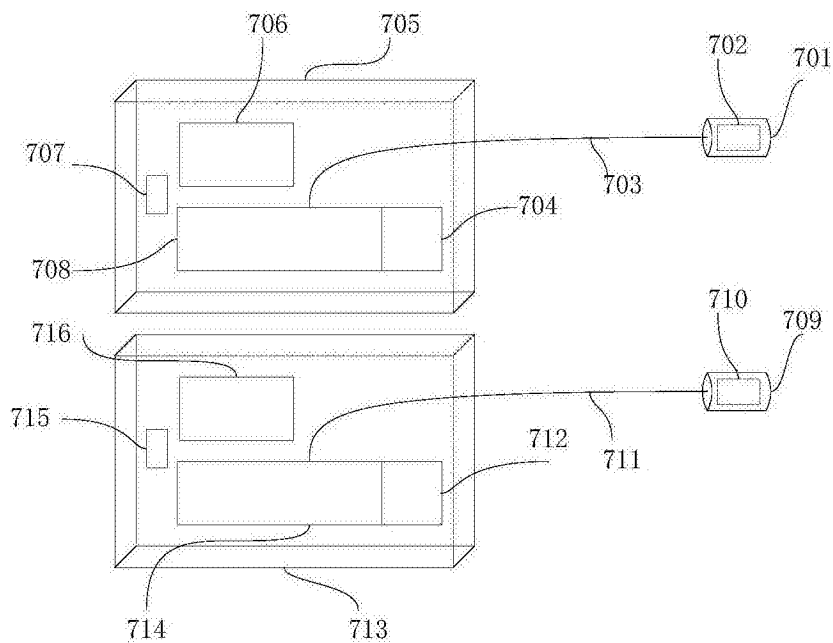


图7

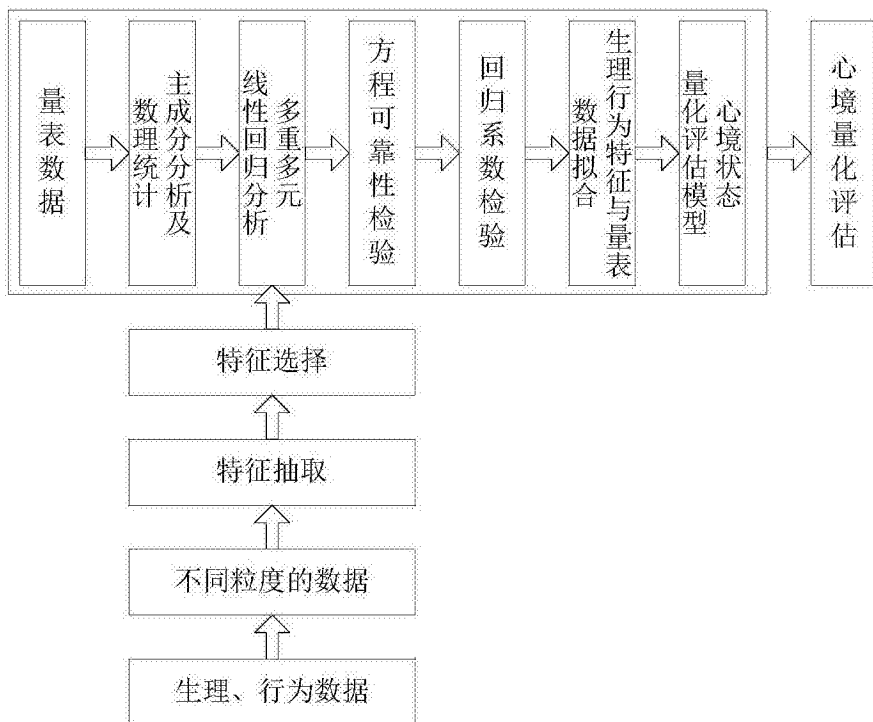


图8

专利名称(译)	一种基于脑信息学系统化方法学的人体可穿戴生理-心理-行为数据采集与分析系统		
公开(公告)号	CN105943065A	公开(公告)日	2016-09-21
申请号	CN201610509460.6	申请日	2016-06-29
[标]申请(专利权)人(译)	北京工业大学		
申请(专利权)人(译)	北京工业大学		
当前申请(专利权)人(译)	北京工业大学		
[标]发明人	万志江 钟宁 周海燕 何强 马小萌 张明辉 陈萌 刘岩		
发明人	万志江 钟宁 周海燕 何强 马小萌 张明辉 陈萌 刘岩		
IPC分类号	A61B5/16 A61B5/0205 A61B5/02 A61B5/11 A61B5/0402 A61B5/0476 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/165 A61B5/02 A61B5/0205 A61B5/0402 A61B5/0476 A61B5/11 A61B5/1101 A61B5/4803 A61B5/6802		
代理人(译)	沉波		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种基于脑信息学系统化方法学的人体可穿戴生理-心理-行为数据采集与分析系统，涉及传感技术、医疗电子系统、抑郁症量化治疗和健康管理等领域。设计多种可穿戴设备采集语音、运动状态、脉搏、脑电、心电和震颤等生理、行为数据，结合智能手机，在其上开发了系统。设计长时数据采集方法连续采集12个小时以上的语音、运动状态和脉搏等数据，设计短时数据采集方法一天多次对脑电、心电和震颤等数据进行片段式采集，基于智能手机将数据通过USB或WIFI方式传输到后台服务器中，后台服务器不仅能够对采集的生理、心理和行为数据进行动态显示，而且建立心境状态量化评估模型用于对用户进行生理、行为结果反馈和心境状态量化评估等服务。

