



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104127193 B

(45)授权公告日 2017.08.18

(21)申请号 201410334898.6

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2014.07.14

A61B 5/16(2006.01)

A61B 5/0205(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104127193 A

审查员 王传利

(43)申请公布日 2014.11.05

(73)专利权人 华南理工大学

地址 510640 广东省广州市天河区五山路381号

专利权人 深圳市是源医学科技有限公司

(72)发明人 杨荣骞 吕瑞雪 司璇 陈秀文

关沛峰

(74)专利代理机构 广州市华学知识产权代理有

限公司 44245

代理人 蔡茂略

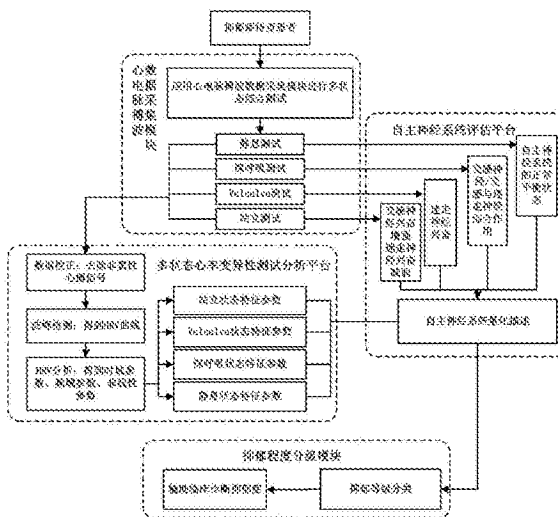
权利要求书1页 说明书7页 附图2页

(54)发明名称

一种抑郁症程度量化的评估系统及其评估方法

(57)摘要

本发明公开了一种抑郁程度量化评估系统,包括:心电脉搏波一体化检测装置、数据传输装置、数据处理平台。本发明还公开了一种抑郁程度量化评估诊断方法,包括以下步骤:步骤1、通过多状态综合测试平台获取不同状态下的人体生理信息;步骤2、依据心率变异性分析原理得到不同状态下的HRV特征参数;步骤3、评估自主神经系统中的交感神经、迷走神经功能的平衡状态;步骤4、建立抑郁程度量化评估模型,实现快速、客观评估受测者的抑郁程度等级。本发明属于计算机辅助诊断技术领域,实现了抑郁程度量化评估,填补了抑郁症检查技术领域的空白,简便易行,节省医疗资源,能有较好的临床实用性。



1. 一种抑郁症程度量化的评估系统,其特征在于,包括:心电脉搏波一体化检测装置、数据传输装置、数据处理平台;所述心电脉搏波一体化检测装置,包括:心电处理模块、脉搏波处理模块和数据传输与处理模块,所述心电处理模块由三导联电极线连接人体与心电检测装置获取心电信号;所述脉搏波处理模块由红外脉搏波传感器连接人体与脉搏波检测装置获取脉搏波信号;所述心电脉搏波一体化检测装置通过桥接器与数据传输装置相连,数据传输装置经串口与上位机相连接;通过心电脉搏波一体化检测装置,获取人体生理信号,经过USB接口传输到上位机数据分析平台,数据分析平台计算HRV特征参数,依据心率变异性原理分析自主神经系统中交感神经、副交感神经的平衡状态,量化评估抑郁程度;

所述HRV特征参数包括:时域参数、频域参数和非线性参数,时域参数包括:MEAN、SDNN、RMSSD和pNN50,频域参数包括:VLF、LF、HF、TP、pVLF、pLF、pHF、nLF、nHF和LF/HF,非线性参数包括SD1、SD2、SDSD、 $\alpha_1$ 和 $\alpha_2$ ;所述的HRV表示心率变异性,所述的MEAN为所有窦性RR间期的均值;SDNN为所有窦性RR间期的标准差,所述的RMSSD为相邻RR间期差值的均方根,所述的pNN50为50毫秒间隔以上相邻RR间期差值的比例,SDSD为相邻RR间期之间的标准差,所述的VLF为心率变异性曲线经FFT变换后极低频成分0.0033~0.04Hz的功率,所述的LF为心率变异性曲线经FFT变换后低频成分0.04~0.15Hz的功率;所述的HF为心率变异性曲线经FFT变换后高频成分0.15~0.4Hz的功率;所述的TP为心率变异性曲线经FFT变换后的总功率,所述的pVLF为心率变异性曲线极低频成分的百分比,所述的pLF为心率变异性曲线低频成分的百分比,所述的pHF为心率变异性曲线高频成分的百分比,所述的nLF为归一化的低频功率,所述的nHF为归一化的高频成分,所述的LF/HF为低频成分与高频成分的比值,所述的SD2为散点图在X=Y方向上的散点图区域最长的两点间距离,SD1为垂直于X=Y方向上散点图区域最长的两点间的距离,所述的 $\alpha_1$ 为HRV曲线第一部分去趋势波动分析斜率,所述的 $\alpha_2$ 为HRV曲线第二部分去趋势波动分析斜率。

2. 根据权利要求1所述抑郁症程度量化的评估系统,其特征在于,所述的心电处理模块包括:三导联电极线、心电检测装置和心电信号处理电路,所述的脉搏波处理模块包括:红外脉搏波传感器、脉搏波检测装置和脉搏波处理电路,所述的数据传输与处理模块包括:处理器单片机、数据格式转换芯片和上位机;心电处理模块由三导联电极线连接人体与心电检测装置获取心电信号,经耳机接口连接到心电信号处理电路部分,所述的心电信号处理电路包括集成仪表放大器和集成滤波放大器,心电信号处理电路经线性光耦隔离装置与处理器单片机的数据采样端口相连;脉搏波处理模块由红外脉搏波传感器连接人体与脉搏波检测装置获取脉搏波信号,经耳机接口连接到脉搏波处理电路部分,所述的脉搏波处理电路部分包括一阶滤波和二阶滤波电路,脉搏波处理电路经线性装置与数据传输与处理模块的处理器单片机的数据采样端口相连;处理器单片机经串口与数据格式转换芯片连接,数据格式转换芯片经USB传输线与上位机连接。

## 一种抑郁症程度量化的评估系统及其评估方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种计算机辅助诊断技术,特别涉及一种抑郁症程度量化的评估系统及其评估方法。

### 背景技术

[0002] 抑郁症(抑郁性障碍)是由各种原因引起的以抑郁为主要症状的一组心境障碍或情感性障碍,以情感低落、思维迟缓、以及言语动作减少,迟缓为典型症状。抑郁症患者中有10-15%面临自杀的危险,给家庭和社会造成沉重负担。世界卫生组织、世界银行和哈佛大学的一项联合研究表明,抑郁症已经成为中国疾病负担的第二大病病。我国抑郁症是一个值得十分重视的问题。抑郁症的诊断确定主要依据病史、精神症状检查,及结合病程进展的规律综合考虑。临床评估需要记录病人的当前状况、病史和症状,还要记录家庭病史以了解病人家庭成员是否有过心境障碍,并且讨论病人是否有酒精或药物滥用。临床评估也包括了精神状态评估。在开始诊断重性抑郁障碍之前,医生通常会对患者进行一次体检和一些特定的检查来排除其他造成相似症状的疾病。对重性抑郁障碍最广泛使用的诊断标准是美国的精神疾病诊断与统计手册第四版修订版(DSM-IV-TR)和世界卫生组织的国际疾病与相关健康问题统计分类。重性抑郁障碍在DSM-IV-TR中被归为心境障碍类。对重性抑郁障碍的诊断依赖于单次或复发的重性抑郁发作。其他诊断指标则用来定性发作本身和病程。现有的抑郁症诊断是根据抑郁症自评量表和心理医生的经验来诊断的,现有技术存在以下缺点与不足:

[0003] 1、量表评分结果不能准确反映测试者的心理状况,可能存在主观隐瞒病情的情况;

[0004] 2、单一评定量表的评分不能用来确诊抑郁症;

[0005] 3、心理医生的诊断结果会受到自身主观因素和实际临床经验的影响;

[0006] 4、量表测试与心理问诊效率低,资源耗费量大。

### 发明内容

[0007] 本发明的首要目的在于克服现有技术的缺点与不足,提供一种抑郁症程度量化的评估系统,该评估系统通过测试、记录、分析受测者在多状态综合测试过程中的心电、脉搏波数据,获取能够反应受测者在不同状态下交感神经系统与迷走神经系统功能状态的特征参数,对受测者的自主神经系统的平衡状态进行评估,进而评估受测者的精神状态和抑郁程度。。

[0008] 本发明的另一目的在于克服现有技术的缺点与不足,提供一种所述抑郁症程度量化的评估系统的评估方法,该评估方法能够实现快速、客观评估受测者的精神状态和抑郁程度等级。

[0009] 本发明的首要目的通过下述技术方案实现:一种抑郁症程度量化的评估系统,包括:心电脉搏波一体化检测装置、数据传输装置、数据处理平台;所述心电脉搏波一体化检

测装置通过桥接器与数据传输装置相连,数据传输装置经串口与上位机相连接;通过心电脉搏波一体化检测装置,获取人体生理信号,经过USB接口传输到上位机数据分析平台,数据分析平台依据心率变异性原理分析自主神经系统中交感神经、副交感神经的平衡状态,量化评估抑郁程度。

[0010] 所述心电脉搏波一体化检测装置,可以包括:心电处理模块、脉搏波处理模块和数据传输与处理模块,所述的心电处理模块包括:三导联电极线、心电检测装置和心电信号处理电路,所述的脉搏波处理模块包括:红外脉搏波传感器、脉搏波检测装置和脉搏波处理电路,所述的数据传输与处理模块包括:处理器单片机、数据格式转换芯片和上位机;心电处理模块由三导联电极线连接人体与心电检测装置获取心电信号,经耳机接口连接到心电信号处理电路部分,所述的心电信号处理电路包括集成仪表放大器和集成滤波放大器,心电信号处理电路经线性光耦隔离装置与处理器单片机的数据采样端口相连;脉搏波处理模块由红外脉搏波传感器连接人体与脉搏波检测装置获取脉搏波信号,经耳机接口连接到脉搏波处理电路部分,所述的脉搏波处理电路部分包括一阶滤波和二阶滤波电路,脉搏波处理电路经线性装置与数据传输与处理模块的处理器单片机的数据采样端口相连;处理器单片机经串口与数据格式转换芯片连接,数据格式转换芯片经USB传输线与上位机连接。

[0011] 所述心电脉搏波一体化检测装置,也可以包括:心电处理模块、脉搏波处理模块和数据传输与处理模块,所述的心电处理模块包括:三导联电极线、心电检测装置和心电信号处理电路,所述的脉搏波处理模块包括:红外脉搏波传感器、脉搏波检测装置和脉搏波处理电路,所述的数据传输与处理模块包括:处理器单片机、数据格式转换芯片(所述数据格式转换芯片的型号为:CP2102)和上位机(所述上位机型号为:苹果电脑iMac-vesa版);心电处理模块由三导联电极线连接人体与心电检测装置获取心电信号,经耳机接口连接到心电信号处理电路部分,所述的心电信号处理电路包括集成仪表放大器和集成滤波放大器,心电信号处理电路经线性光耦隔离装置与处理器单片机的数据采样端口相连;脉搏波处理模块由红外脉搏波传感器连接人体与脉搏波检测装置获取脉搏波信号,经耳机接口连接到脉搏波处理电路部分,所述的脉搏波处理电路部分包括一阶滤波和二阶滤波电路,脉搏波处理电路经线性装置与数据传输与处理模块的处理器单片机的数据采样端口相连;处理器单片机经串口与数据格式转换芯片连接,数据格式转换芯片经USB传输线与上位机连接。

[0012] 本发明的另一目的通过以下技术方案实现:一种所述抑郁症程度量化的评估系统的评估方法,可以包括以下步骤:

[0013] 步骤1、通过多状态综合测试平台获取不同状态下的人体生理信息,依据心率变异性分析原理得到不同状态下的HRV特征参数;通过测试受测者在多状态综合测试中的心电脉搏波数据,并对此数据进行HRV时域、频域、非线性分析,根据CfsSubsetEval属性评估方法和最好优先迭代准则得到不同状态下心率变异性特征参数;

[0014] 步骤2、根据步骤1获取的心率变异性特征参数量化评估自主神经系统中的交感神经、迷走神经功能的平衡状态;根据多状态综合测试过程得到的特征参数来描述该状态下交感神经系统与迷走神经系统的相对平衡性,实现特征参数对自主神经系统平衡状态的量化评估;

[0015] 步骤3、在定量评估自主神经系统平衡状态的基础上,建立抑郁程度量化评估模型;通过预先建立的数学模型根据心率变异性分析模块得到的特征参数对受测者的精神状

态进行评估和抑郁程度分级,以实现快速、客观评估受测者的精神状态。

[0016] 在步骤1中,所述多状态综合测试的方法可以包括以下步骤:

[0017] 步骤11、五分钟静息测试,数据采集平台记录受测者静息态的心电脉搏波数据;

[0018] 步骤12、正常呼吸30秒,然后一分钟深呼吸测试,数据采集平台记录受测者深呼吸状态的心电脉搏波数据;

[0019] 步骤13、正常呼吸30秒,然后九十秒瓦尔萨尔瓦动作测试,数据采集平台记录受测者瓦尔萨尔瓦动作状态的心电脉搏波数据;

[0020] 步骤14、正常呼吸30秒,然后二分钟站立测试,数据采集平台记录受测者坐立体态变化以及站立态的心电脉搏波数据。

[0021] 在步骤1中,所述多状态综合测试的方法也可以包括以下步骤:1、五分钟静息测试,数据采集平台记录受测者静息态的心电脉搏波数据;2、正常呼吸30秒,然后一分钟深呼吸测试,数据采集平台记录受测者深呼吸状态的心电脉搏波数据;3、正常呼吸30秒,然后九十秒瓦尔萨尔瓦动作测试,数据采集平台记录受测者瓦尔萨尔瓦动作状态的心电脉搏波数据;4、正常呼吸30秒,然后二分钟站立测试,数据采集平台记录受测者坐立体态变化以及站立态的心电脉搏波数据;所述HRV参数包括:时域参数、频域参数和非线性参数,时域参数包括:SDNN、SDANN、RMSSD和pNN50,频域参数包括:VLF、LF、HF、TP、pVLF、pLF、pHF、nLF、nHF和LF/HF,非线性参数包括SD1、SD2、SDSD、 $\alpha_1$ 和 $\alpha_2$ ;所述的HRV表示心率变异性,所述的SDNN为所有窦性RR间期的标准差,所述的SDANN为每5分钟的RR间期均值的标准差,所述的RMSSD为相邻RR间期差值的均方根,所述的pNN50为50毫秒间隔以上相邻RR间期差值的比例,SDSD为相邻RR间期之间的标准差,所述的VLF为心率变异性曲线经FFT变换后极低频成分0.0033~0.04Hz的功率,所述的LF为心率变异性曲线经FFT变换后低频成分0.04~0.15Hz的功率;所述的HF为心率变异性曲线经FFT变换后高频成分0.15~0.4Hz的功率;所述的TP为心率变异性曲线经FFT变换后的总功率,所述的pVLF为心率变异性曲线极低频成分的百分比,所述的pLF为心率变异性曲线低频成分的百分比,所述的pHF为心率变异性曲线高频成分的百分比,所述的nLF为归一化的低频功率,所述的nHF为归一化的高频成分,所述的LF/HF为低频成分与高频成分的比值,所述的SD2为散点图在X=Y方向上的散点图区域最长的两点间距离,SD1为垂直于X=Y方向上散点图区域最长的两点间的距离,所述的 $\alpha_1$ 为HRV曲线第一部分去趋势波动分析斜率,所述的 $\alpha_2$ 为HRV曲线第二部分去趋势波动分析斜率;所述的特征参数是根据可回溯的贪婪搜索扩张和CfsSubsetEval属性评估方法获得的HRV参数的特征参数集;CfsSubsetEval属性评估方法是根据属性子集中每一个特征的预测能力及其与其他特征的关联性进行评估。可回溯的贪婪搜索扩张为:首先初始化一个属性为当前的结果集;扩展属性集,计算当前属性集对于分类结果的贡献,作为当前属性集评分;属性集评分高于结果集,则保留当前属性集为结果集,重复步骤2至3;连续N次扩充属性集,其评分没有高于结果集,保存结果集,迭代结束。

[0022] 在步骤3中,所述抑郁程度量化评估模型,为根据AdaBoost算法在大量实验数据的基础上建立的分类模型。所述的训练抑郁程度量化评估模型H,是根据AdaBoost原理得到的。AdaBoost是一种迭代算法,其核心思想是针对同一个训练集训练不同的分类器,即弱分类器,然后把把这些弱分类器集合起来,构造一个更强的最终分类器。数据输入抑郁程度量化评估模型H,得到诊断结果。

[0023] 抑郁程度分级模块完成对受测者的精神状态进行评估和抑郁程度分级。抑郁程度量化评估系统在大量实验数据基础上基于AdaBoost的方法建立了数学模型,将受测者的特征参数抑郁等级量化评估模型进行分类划分,即可得到当前测试者的抑郁等级。

[0024] 在步骤3中,所述抑郁程度量化评估模型的建立过程包括以下步骤:

[0025] 步骤31、计算HRV参数;所述HRV参数包括:时域参数、频域参数和非线性参数,时域参数包括:MEAN、SDNN、RMSSD和pNN50,频域参数包括:VLF、LF、HF、TP、pVLF、pLF、pHF、nLF、nHF和LF/HF,非线性参数包括SD1、SD2、SDSD、 $\alpha_1$ 和 $\alpha_2$ ;所述的HRV表示心率变异性,所述的MEAN为所有窦性RR间期的均值;SDNN为所有窦性RR间期的标准差,所述的RMSSD为相邻RR间期差值的均方根,所述的pNN50为50毫秒间隔以上相邻RR间期差值的比例,SDSD为相邻RR间期之间的标准差,所述的VLF为心率变异性曲线经FFT变换后极低频成分0.0033~0.04Hz的功率,所述的LF为心率变异性曲线经FFT变换后低频成分0.04~0.15Hz的功率;所述的HF为心率变异性曲线经FFT变换后高频成分0.15~0.4Hz的功率;所述的TP为心率变异性曲线经FFT变换后的总功率,所述的pVLF为心率变异性曲线极低频成分的百分比,所述的pLF为心率变异性曲线低频成分的百分比,所述的pHF为心率变异性曲线高频成分的百分比,所述的nLF为归一化的低频功率,所述的nHF为归一化的高频成分,所述的LF/HF为低频成分与高频成分的比值,所述的SD2为散点图在X=Y方向上的散点图区域最长的两点间距离,SD1为垂直于X=Y方向上散点图区域最长的两点间的距离,所述的 $\alpha_1$ 为HRV曲线第一部分去趋势波动分析斜率,所述的 $\alpha_2$ 为HRV曲线第二部分去趋势波动分析斜率;

[0026] 步骤32、获取特征参数集;根据可回溯的贪婪搜索扩张和CfsSubsetEval属性评估方法获得HRV参数的特征参数集;

[0027] 步骤33、训练抑郁程度量化评估模型H;样本集合 $X_0$ 包括N个训练样本,经第一次训练得到弱分类器 $h_1$ ,将分错的样本和其他样本构建成由N个训练样本组成的第二个样本集合 $X_1$ ,经第二次训练得到弱分类器 $h_2$ ,经t次重复训练,得到t个弱分类器 $h_i$ ,所述 $h_i = \{h_i | i = 1, 2, 3, \dots, t\}$ ,t为正整数,所述抑郁程度量化评估模型的表达式为:

$$[0028] \quad H = \sum_{t=1}^T \alpha_t h_t,$$

[0029] 其中, $h_t$ 表示第t个弱分类器, $\alpha_t$ 表示第t个弱分类器的权重;

[0030] 步骤34、把心电脉搏波一体化检测装置检测到的数据输入抑郁程度量化评估模型H,得到抑郁程度量化评估结果。

[0031] 本发明的工作原理:本发明是根据多状态综合测试过程得到的心电脉搏波信号,经过心率变异性分析,得到不同状态下HRV特征参数来描述该状态下交感神经系统与迷走神经系统的功能状态,进而评估自主神经系统相的对平衡性。根据不同状态下的特征参数建立抑郁程度量化评估模型,对受测者的精神状态进行评估和抑郁程度分级,以实现快速、客观评估受测者的精神状态。

[0032] 本发明相对于现有技术具有如下的优点及效果:

[0033] 1、实现了抑郁程度量化评估,避免了量表评估的主观性和多变性;

[0034] 2、填补了抑郁症的基于生理信息检查技术领域的空白。

[0035] 3、系统仅需获取受测者的心电脉搏波数据即可科学评估受测者精神状态的抑郁程度,简便易行,节省医疗资源,能有较好的临床实用性。

## 附图说明

- [0036] 图1为抑郁程度量化评估系统结构图。  
[0037] 图2为抑郁程度量化评估系统原理图。  
[0038] 图3为系统软件架构图。  
[0039] 图4为多状态测试流程图。

## 具体实施方式

[0040] 下面结合实施例及附图对本发明作进一步详细的描述,但本发明的实施方式不限于此。

### [0041] 实施例

[0042] 如图1所示,一种抑郁症程度量化的评估系统,包括:心电脉搏波数据采集模块、心率变异性处理分析模块以及抑郁程度分级模块;心电脉搏波数据采集模块是以心电脉搏波一体化采集电路为基础,经USB接口将数据传输到上位机,系统结构图如图2所示。心率变异性数据处理分析模块由多状态心率变异性测试分析平台、自主神经系统评估平台组成。多状态心率变异性测试分析平台、自主神经系统评估平台组成软件架构模块如图3所示。

[0043] 所述的抑郁程度量化评估系统,所述心电脉搏波一体化检测装置,包括:心电处理模块、脉搏波处理模块和数据传输与处理模块,所述的心电处理模块包括:三导联电极线、心电检测装置和心电信号处理电路,所述的脉搏波处理模块包括:红外脉搏波传感器、脉搏波检测装置和脉搏波处理电路,所述的数据传输与处理模块包括:处理器单片机、数据格式转换芯片(所述数据格式转换芯片的型号为:CP2102)和上位机(所述上位机型号为:苹果电脑iMac-vesa版);心电处理模块由三导联电极线连接人体与心电检测装置获取心电信号,经耳机接口连接到心电信号处理电路部分,所述的心电信号处理电路包括集成仪表放大器和集成滤波放大器,心电信号处理电路经线性光耦隔离装置与处理器单片机的数据采样端口相连;脉搏波处理模块由红外脉搏波传感器连接人体与脉搏波检测装置获取脉搏波信号,经耳机接口连接到脉搏波处理电路部分,所述的脉搏波处理电路部分包括一阶滤波和二阶滤波电路,脉搏波处理电路经线性装置与数据传输与处理模块的处理器单片机的数据采样端口相连;处理器单片机经串口与数据格式转换芯片连接,数据格式转换芯片经USB传输线与上位机连接。

[0044] 受测者根据抑郁程度量化评估系统的语音提示完成多状态综合测试过程。该过程分四部分,如图4所示,第一部分为静息测试,受测者处于坐位,保持正常呼吸称为静息状态,该状态下受测者的自主神经系统处于常态,能够反映出正常状态下自主神经系统的平衡状态。第二部分为深呼吸测试,时长60秒,受测者主动控制呼气吸气时间,整个呼吸周期为10秒,吸气呼气时间各占50%。深呼吸时呼吸频率的降低,HRV低频段(0.05~0.1Hz)出现高功率,尤能反应交感神经的兴奋或交感神经和迷走神经的共同作用。第三部分为Valsalva动作测试,每组动作30秒共3组。每组动作分为两部分:吸气屏气保持15s,然后用力吐气放松15秒。Valsalva动作具有兴奋迷走神经的作用。因此通过对比常人与抑郁症患者Valsalva动作时的HRV参数差异,可以较为突出的反应二者迷走神经的兴奋性能。第四部分为站立测试,受测者由坐位变为站立,由于站立时心率比坐卧位时快,交感神经对心率起

正性变时作用,加速心率,迷走神经对心率起负性变时作用,减缓心率。当测试者由坐位变为站立时,心率由慢变快,迷走神经兴奋性减弱,交感神经兴奋性增强。数据采集平台记录受测者在多状态综合测试过程的心电脉搏波数据。

[0045] 使用心电脉搏波一体化检测装置记录受测者在多状态综合测试过程中10分钟的心电、脉搏波数据。本实施方案中记录了92个受测者的心电脉搏波数据作为样本数据。对所有样本数据的心电脉搏波数据进行校正、处理得到心率变异性曲线,获取的心率变异性特征参数量化评估自主神经系统中的交感神经、迷走神经功能的平衡状态。根据多状态综合测试过程得到的特征参数来描述该状态下交感神经系统与迷走神经系统的相对平衡性,实现特征参数对自主神经系统平衡状态的量化评估。HRV参数包括:时域参数、频域参数和非线性参数,时域参数包括:MEAN、SDNN、RMSSD和pNN50,频域参数包括:VLF、LF、HF、TP、pVLF、pLF、pHF、nLF、nHF和LF/HF,非线性参数包括SD1、SD2、SDSD、 $\alpha_1$ 和 $\alpha_2$ ;所述的HRV表示心率变异性,所述的MEAN为所有窦性RR间期的均值;SDNN为所有窦性RR间期的标准差,所述的RMSSD为相邻RR间期差值的均方根,所述的pNN50为50毫秒间隔以上相邻RR间期差值的比例,SDSD为相邻RR间期之间的标准差,所述的VLF为心率变异性曲线经FFT变换后极低频成分0.0033~0.04Hz的功率,所述的LF为心率变异性曲线经FFT变换后低频成分0.04~0.15Hz的功率;所述的HF为心率变异性曲线经FFT变换后高频成分0.15~0.4Hz的功率;所述的TP为心率变异性曲线经FFT变换后的总功率,所述的pVLF为心率变异性曲线极低频成分的百分比,所述的pLF为心率变异性曲线低频成分的百分比,所述的pHF为心率变异性曲线高频成分的百分比,所述的nLF为归一化的低频功率,所述的nHF为归一化的高频成分,所述的LF/HF为低频成分与高频成分的比值,所述的SD2为散点图在X=Y方向上的散点图区域最长的两点间距离,SD1为垂直于X=Y方向上散点图区域最长的两点间的距离,所述的 $\alpha_1$ 为HRV曲线第一部分去趋势波动分析斜率,所述的 $\alpha_2$ 为HRV曲线第二部分去趋势波动分析斜率。

[0046] 由于不同状态下的自主神经系统处于不同平衡状态:静息状态下,自主神经系统处于一种常规状态,交感神经系统与副交感神经系统相对平衡;深呼吸状态下自主神经系统的平衡性有所改变,交感神经系统的作用或交感神经与迷走神经的共同作用增强;Valsalva动作状态下迷走神经兴奋性增强;站立状态下迷走神经兴奋性减弱,交感神经兴奋性增强。因此,根据可回溯的贪婪搜索扩张和CfsSubsetEval属性评估方法获得的HRV参数的特征参数集。CfsSubsetEval属性评估方法是根据属性子集中每一个特征的预测能力及其与其他特征的关联性进行评估。可回溯的贪婪搜索扩张的迭代过程如下:1、首先初始化一个属性为当前的结果集;2、扩展属性集,计算当前属性集对于分类结果的贡献,作为当前属性集评分;3、属性集评分高于结果集,则保留当前属性集为结果集,重复步骤2至3;连续5次扩充属性集,其评分没有高于结果集,保存结果集,迭代结束。

[0047] 上述过程中获取到的特征参数集为,静息态参数:pNN50、LF、HF、TP、 $\alpha_1$ ;深呼吸态数据:RMSSD、pNN50、VLF、LF、 $\alpha_1$ ;瓦尔萨尔瓦态参数:pNN50、TP、pVLF、nLF、nHF;站立态参数:Mean。

[0048] 抑郁程度分级模块完成对受测者的精神状态进行评估和抑郁程度分级。抑郁程度量化评估系统在大量实验数据基础上基于AdaBoost的方法建立了数学模型,将受测者的特征参数输入抑郁等级量化评估模型进行分类划分,即可得到当前测试者的抑郁等级。训练



抑郁程度量化评估模型H,是根据AdaBoost原理得到的。AdaBoost是一种迭代算法,其核心思想是针对同一个训练集训练不同的分类器,即弱分类器,然后把这些弱分类器集合起来,构造一个更强的最终分类器。样本集合X0包括92个训练样本,经第一次训练得到弱分类器h1,将分错的样本和其他样本构建成由92个训练样本组成的第二个样本集合X1,经第二次训练得到弱分类器h2,经10次重复训练,得到10个弱分类器hi,所述 $h_i = \{h_i | i=1,2,3,\dots,10\}$ ,所述抑郁程度量化评估模型的表达式为:  $H = \sum_{t=1}^T \alpha_t h_t$ ,其中,ht表示第t个弱分类器,αt表示第t个弱分类器的权重;数据输入抑郁程度量化评估模型H,得到诊断结果,准确率达到82.5%。

[0049] 实施过程中,发现样本数据量的增加有利于模型准确率的提高。初次实验过程中,使用了83个样本数据作为抑郁程度量化评估模型的训练集合,抑郁程度分类准确率是75.9%,二次实验过程中增加了样本量,使用92例样本数据作为模型的训练集,得到的诊断结果,准确率达到82.5%。由此可见,后续试验中如果继续增大模型训练集,模型的准确率会继续提高。

[0050] 本发明公开的抑郁程度量化评估系统是基于心率变异性分析方法实现对自主神经系统功能状态的评估进而诊断抑郁状态,在抑郁症诊断领域提出一种新的研究方法,该系统能科学、客观的评估患者抑郁状态,能够有效辅助临床诊断,具有推广性和临床实用性。

[0051] 上述实施例为本发明较佳的实施方式,但本发明的实施方式并不受上述实施例的限制,其他的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化,均应为等效的置换方式,都包含在本发明的保护范围之内。

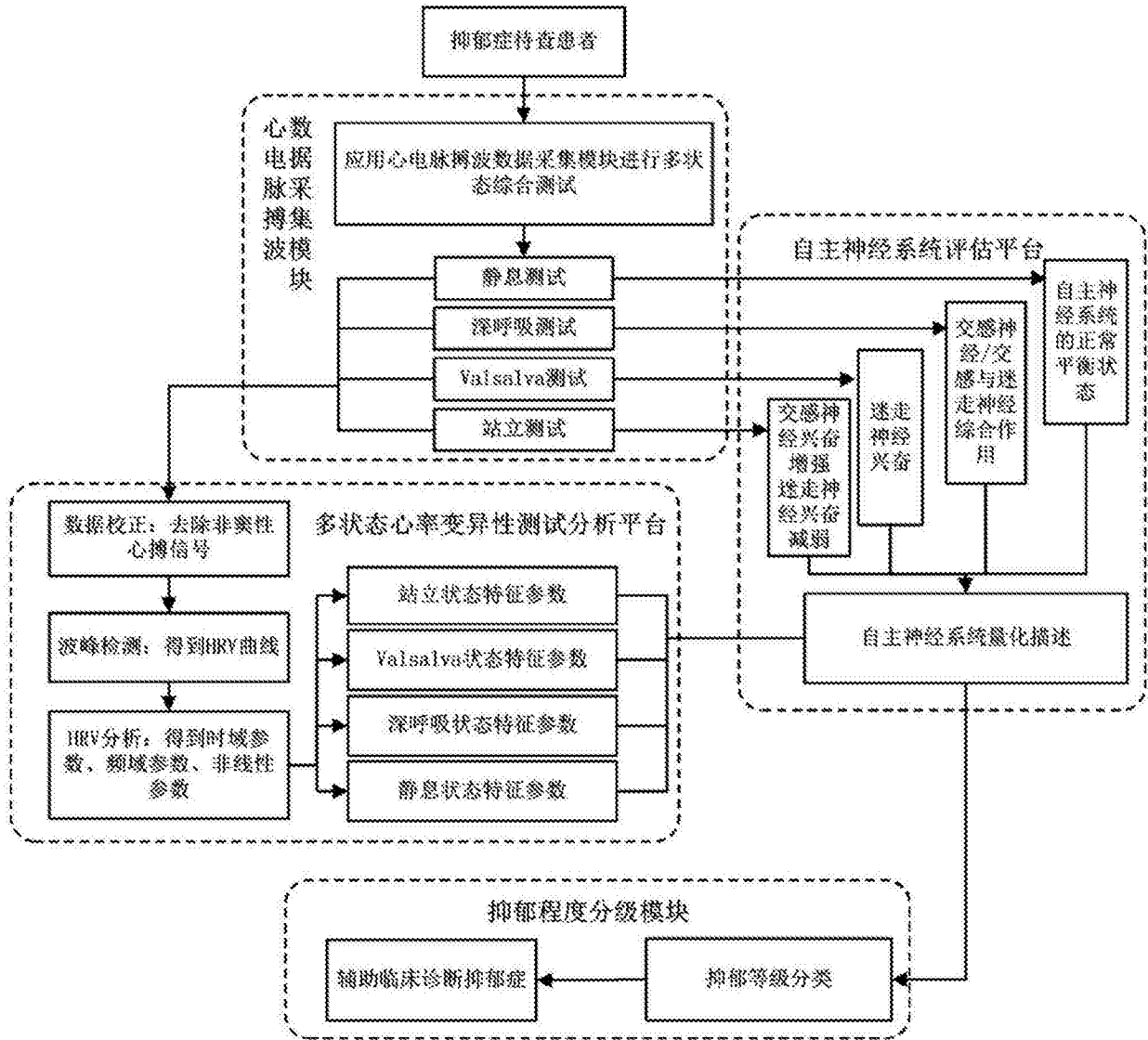


图1

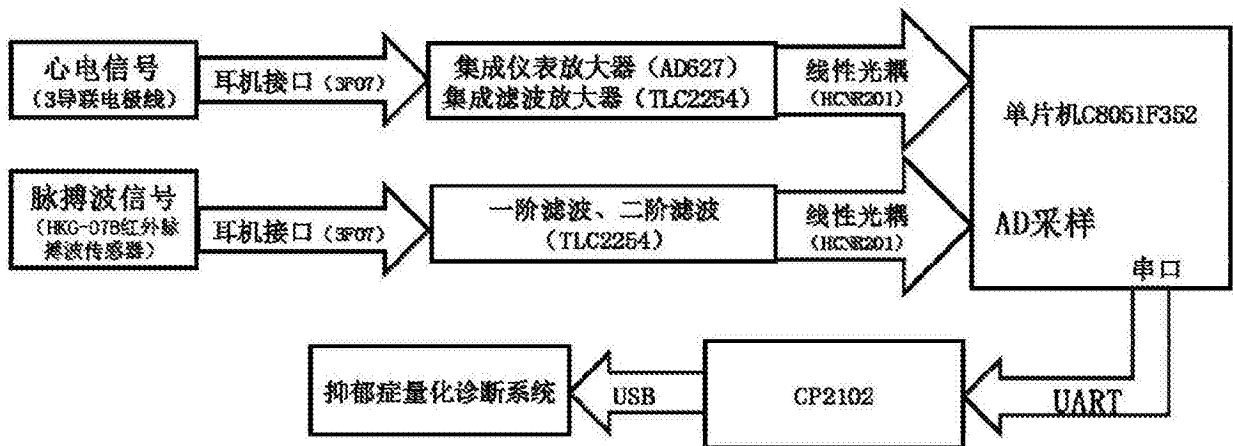


图2

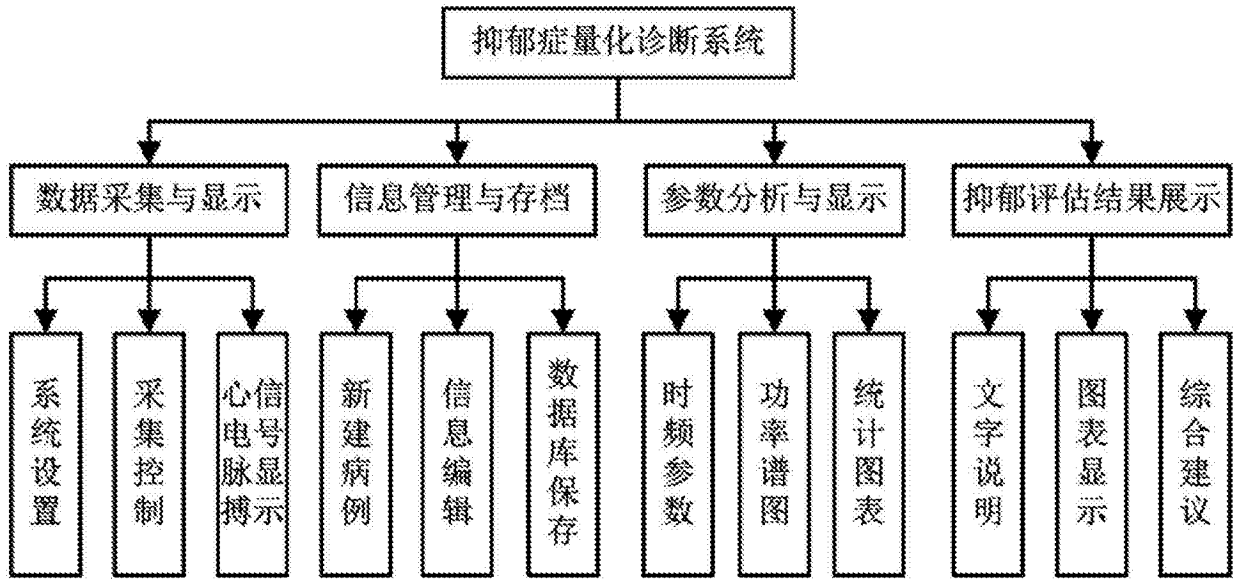


图3



图4