



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107582051 A

(43)申请公布日 2018.01.16

(21)申请号 201710948805.2

(22)申请日 2017.10.12

(71)申请人 公安部南昌警犬基地

地址 330100 江西省南昌市兴国路518号

申请人 北京翼石科技有限公司

(72)发明人 马长书 赵仑 王博 闫天翼
石国伟

(74)专利代理机构 北京孚睿湾知识产权代理事
务所(普通合伙) 11474

代理人 王冬杰

(51)Int.Cl.

A61B 5/0476(2006.01)

A61B 5/16(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

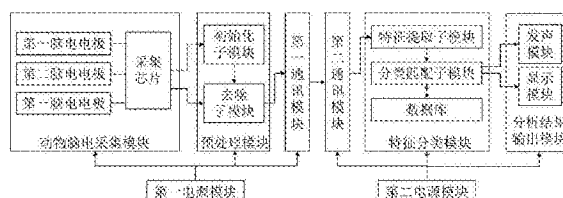
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

一种动物情绪脑电分析设备

(57)摘要

本发明属于脑机接口设备领域,特别涉及一种动物情绪脑电分析设备,包括动物脑电采集模块、预处理模块、特征分类模块、分析结果输出模块,本发明能够去除单电极原始脑电信号中的眼电噪声、漂移噪声和高频噪声,依据基于机器学习的特征分类获得动物的当前情绪状态值并播报、显示。采用爪式干电极采集脑电,能够穿过毛发接触皮层,结合预处理模块能够保证高信噪比且更便于穿戴;采用机器学习完成分类,在保证有效性的同时能够提高时间分辨率,能够捕捉更细微的情绪状态变化。该设备具有穿戴便捷、灵敏度高、准确率高的优点,适宜推广应用。



1. 一种动物情绪脑电分析设备,包括动物脑电采集模块、预处理模块、特征分类模块、分析结果输出模块以及用于向各个模块供电的电源模块,其特征在于:

所述预处理模块用于去除原始脑电信号中的噪声干扰并输出纯化脑电信号;

所述特征分类模块用于接收所述预处理模块输出的纯化脑电信号并基于指定特征进行分类以获得动物当前情绪状态值;

所述分析结果输出模块包括发声模块和显示模块,用于播报或显示动物当前情绪状态值;

所述预处理模块包括初始化子模块和去噪子模块,所述去噪子模块包括与所述动物脑电采集模块连接的低通滤波器单元、连接在所述低通滤波器单元后的陷波滤波器单元,以及与所述陷波滤波器单元和均值计算单元相连的眼电叠加单元,所述初始化子模块包括与所述动物脑电采集模块连接的带通滤波器单元、与所述带通滤波器单元的输出端相连的眨眼周期识别单元和与所述眨眼周期识别单元相连的均值计算单元;所述带通滤波器单元能够在T0时段与所述动物脑电采集模块进行通讯连接,获取所述动物脑电采集单元获得的原始基准脑电信号,并按照预设眼电噪声频率范围进行带通滤波得到前额基准初滤眼电信号;所述眨眼周期识别单元能够获取所述前额基准初滤眼电信号并将所述前额基准初滤脑电信号各数据点幅值 x_n 与预设眼电噪声幅度阈值进行比较,当 x_n 由小于所述预设眼电噪声幅度阈值变更成等于所述预设眼电噪声幅度阈值时,设定该数据点之前的时段a为第一测试眨眼时段,设定该数据点之后的时段b为第二测试眨眼时段,所述第一测试眨眼时段和所述第二测试眨眼时段构成一个测试眨眼周期,提取所述测试眨眼周期内的前额基准初滤脑电信号为该眨眼周期内的眨眼信号;所述均值计算单元能够将T0时段内所有眨眼周期内的眨眼信号平均,得到眼电噪声平均波形。

2. 如权利要求1所述的动物情绪脑电分析设备,其特征在于:还包括一个佩戴在动物头部的头部件和一个与所述头部件连接的移动终端,所述头部件包括所述动物脑电采集模块、所述预处理模块和第一通讯模块;所述移动终端包括所述特征分类模块、所述分析结果输出模块和第二通讯模块;

所述预处理模块和所述特征分类模块借助于所述第一通讯模块和所述第二通讯模块通讯连接。

3. 如权利要求1所述的动物情绪脑电分析设备,其特征在于:还包括佩戴在动物头部的头部件和移动终端,所述头部件包括所述动物脑电采集模块和第一通讯模块;所述移动终端包括所述预处理模块、所述特征分类模块、所述分析结果输出模块和第二通讯模块;

所述动物脑电采集模块和所述预处理模块借助于所述第一通讯模块和所述第二通讯模块通讯连接。

4. 如权利要求1所述的动物情绪脑电分析设备,其特征在于:所述低通滤波器单元能够在T1时段与所述动物脑电采集模块进行通讯连接,获取各个采样点m的原始实时脑电信号,并对所述原始实时脑电信号进行低通滤波,并将滤波后的实时脑电信号传输至所述陷波滤波器单元进行陷波滤波获得实时初滤脑电信号;

所述眼电叠加单元提取采样点m的实时初滤脑电信号 s_m 的幅度值由小于预设眼电噪声幅度阈值变更成等于预设眼电噪声幅度阈值时采样点m所在时刻为眨眼阈值时刻 T_{mp} ,设定眨眼阈值时刻 T_{mp} 之前的时段a为第一眨眼时段,并设定眨眼阈值时刻 T_{mp} 之后的时段b为第

二眨眼时段,所述第一眨眼时段和第二眨眼时段构成一个眨眼周期;将眨眼周期内的实时初滤脑电信号与眼电噪声平均波形相叠加,抵消掉所述眨眼周期内由于眨眼而引起的噪声干扰,从而获得修正后实时初滤脑电信号;

利用修正后实时初滤脑电信号替换相应的所述眨眼周期内实时初滤脑电信号,从而获得实时纯化脑电信号。

5.如权利要求4所述的动物情绪脑电分析设备,其特征在于:所述特征分类模块包括特征提取子模块、分类匹配子模块和数据库,所述特征提取子模块以实时纯化脑电信号的 μ 波能量分布和相位分布信息为特征向量,所述特征提取子模块提取特征向量的频率最高可达到与采样频率相同的频率。

6.如权利要求2或3所述的动物情绪脑电分析设备,其特征在于:所述第一和第二通讯模块为无线通讯模块。

7.如权利要求1所述的动物情绪脑电分析设备,其特征在于:所述动物脑电采集模块采用爪式干电极进行原始脑电信号的采集。

8.如权利要求4所述的动物情绪脑电分析设备,其特征在于:所述预设眼电噪声频率范围为1-10Hz。

9.如权利要求4所述的动物情绪脑电分析设备,其特征在于:所述T0为30秒,所述时段a为50毫秒,所述时段b为300毫秒,所述预设眼电噪声幅度阈值100微伏。

10.如权利要求9所述的动物情绪脑电分析设备,其特征在于:所述低通滤波单元的滤波上限频率值为60Hz,所述陷波滤波单元的滤波频率值为50Hz。

一种动物情绪脑电分析设备

技术领域

[0001] 本发明属于脑机接口设备领域,特别涉及一种动物情绪脑电分析设备。

背景技术

[0002] 在脑-机接口技术领域,现有技术以人为对象设计可穿戴设备进行脑波分析。中国专利文献CN 105011932 A公开了一种基于冥想度与专注度的疲劳驾驶脑电监测方法,利用TGAM芯片输出的专注度参数、冥想度参数,结合原始脑电信号的平均值,对驾驶员的疲劳脑电信号进行监测。但是,现有技术采用TGAM芯片输出的专注度参数、冥想度参数,仅能够以1赫兹的频率计算脑波参数,而如情绪等脑电状态的变化往往是转瞬即逝的,需要更高的时间分辨率才能检测出来。

[0003] 另外,现有技术中没有对原始信号中的眼电噪声等进行去除,数据信噪比低,可靠性差,且其他现有技术中眼电噪声的去除依赖主成分分析和独立成分分析方法,需要单独的设置位于眼睛周围的眼电采集电极,增加了设备的复杂性,同时这两种去噪的方法均需要较长的时长,难以满足实时性的要求。在分类方法上,采用PCA降维常常导致信号中的细节信息的丢失,难于捕捉细微的情绪变化。

发明内容

[0004] 为了克服现有技术的缺陷,本发明的目的在于提供一种时间分辨率高、数据可靠性强且便于穿戴的动物情绪脑电分析设备。

[0005] 为实现上述目的,本发明是通过以下技术方案实现的:一种动物情绪脑电分析设备,包括动物脑电采集模块、预处理模块、特征分类模块、分析结果输出模块以及用于向各个模块供电的电源模块,所述预处理模块用于去除原始脑电信号中的噪声干扰并输出纯化脑电信号;所述特征分类模块用于接收所述预处理模块输出的纯化脑电信号并基于指定特征进行分类以获得动物当前情绪状态值;所述分析结果输出模块包括发声模块和显示模块,用于播报或显示动物当前情绪状态值;

[0006] 所述预处理模块包括初始化子模块和去噪子模块,所述去噪子模块包括与所述动物脑电采集模块连接的低通滤波器单元、连接在所述低通滤波器单元后的陷波滤波器单元,以及与所述陷波滤波器单元和均值计算单元相连的眼电叠加单元,所述初始化子模块包括与所述动物脑电采集模块连接的带通滤波器单元、与所述带通滤波器单元的输出端相连的眨眼周期识别单元和与所述眨眼周期识别单元相连的均值计算单元;所述带通滤波器单元能够在T0时段与所述动物脑电采集模块进行通讯连接,获取所述动物脑电采集单元获得的原始基准脑电信号,并按照预设眼电噪声频率范围进行带通滤波得到前额基准初滤眼电信号;所述眨眼周期识别单元能够获取所述前额基准初滤眼电信号并将所述前额基准初滤脑电信号各数据点幅值 x_n 与预设眼电噪声幅度阈值进行比较,当 x_n 由小于所述预设眼电噪声幅度阈值变更成等于所述预设眼电噪声幅度阈值时,设定该数据点之前的时段a为第一测试眨眼时段,设定该数据点之后的时段b为第二测试眨眼时段,所述第一测试眨眼时段

和所述第二测试眨眼时段构成一个测试眨眼周期,提取所述测试眨眼周期内的前额基准初滤脑电信号为该眨眼周期内的眨眼信号;所述均值计算单元能够将T0时段内所有眨眼周期内的眨眼信号平均,得到眼电噪声平均波形。

[0007] 优选地,还包括一个佩戴在动物头部的头部件和一个与所述头部件连接的移动终端,所述头部件包括所述动物脑电采集模块、所述预处理模块和第一通讯模块;所述移动终端包括所述特征分类模块、所述分析结果输出模块和第二通讯模块;所述预处理模块和所述特征分类模块借助于所述第一通讯模块和所述第二通讯模块通讯连接。

[0008] 优选地,还包括佩戴在动物头部的头部件和移动终端,所述头部件包括所述动物脑电采集模块和第一通讯模块;所述移动终端包括所述预处理模块、所述特征分类模块、所述分析结果输出模块和第二通讯模块;所述动物脑电采集模块和所述预处理模块借助于所述第一通讯模块和所述第二通讯模块通讯连接。

[0009] 优选地,所述低通滤波器单元能够在T1时段与所述动物脑电采集模块进行通讯连接,获取各个采样点m的原始实时脑电信号,并对所述原始实时脑电信号进行低通滤波,并将滤波后的实时脑电信号传输至所述陷波滤波器单元进行陷波滤波获得实时初滤脑电信号;所述眼电叠加单元提取采样点m的实时初滤脑电信号 s_m 的幅度值由小于预设眼电噪声幅度阈值变更成等于预设眼电噪声幅度阈值时采样点m所在时刻为眨眼阈值时刻 T_{mp} ,设定眨眼阈值时刻 T_{mp} 之前的时段a为第一眨眼时段,并设定眨眼阈值时刻 T_{mp} 之后的时段b为第二眨眼时段,所述第一眨眼时段和第二眨眼时段构成一个眨眼周期;将眨眼周期内的实时初滤脑电信号与眼电噪声平均波形相叠加,抵消掉所述眨眼周期内由于眨眼而引起的噪声干扰,从而获得修正后实时初滤脑电信号;利用修正后实时初滤脑电信号替换相应的所述眨眼周期内实时初滤脑电信号,从而获得实时纯化脑电信号。

[0010] 优选地,所述特征分类模块包括特征提取子模块、分类匹配子模块和数据库,所述特征提取子模块以实时纯化脑电信号的 μ 波能量分布和相位分布信息为特征向量,所述特征提取子模块提取特征向量的频率最高可达到与采样频率相同的频率。

[0011] 优选地,所述第一和第二通讯模块为无线通讯模块。

[0012] 优选地,所述动物脑电采集模块采用爪式干电极进行原始脑电信号的采集。

[0013] 优选地,所述预设眼电噪声频率范围为1-10Hz。

[0014] 优选地,所述T0为30秒,所述时段a为50毫秒,所述时段b为300毫秒,所述预设眼电噪声幅度阈值100微伏。

[0015] 优选地,所述低通滤波单元的滤波上限频率值为60Hz,所述陷波滤波单元的滤波频率值为50Hz。

[0016] 与现有技术相比,本发明具有以下有益效果:

[0017] 本发明的一种动物情绪脑电分析设备,能够以设定频率对脑电信号进行特征提取,提高了分析装置的时间分辨率,能够捕捉更细微的情绪变化;采用预处理模块能够实现单电极的眼电噪声去除,提高了数据的信噪比,且由于只需进行简单的数学运算,能够同时满足实时性的要求;采用基于机器学习的分类方法,相对于现有技术中的PCA技术能够更好的利用信号中的细节信息。因此,本发明的动物情绪脑电分析设备具有时间分辨率高、信噪比高、实时性强、分类准确性高等优点,适宜推广应用。

附图说明

- [0018] 图1是本发明动物情绪脑电分析设备使用时的示意图；
- [0019] 图2是本发明头部件示意图；
- [0020] 图3是本发明动物情绪脑电分析设备的框图；
- [0021] 图4是本发明预处理模块的流程图；
- [0022] 图5是利用本发明动物情绪脑电分析设备所获得的前额实时脑电信号；
- [0023] 图6是应用本发明前额区脑电分析方法获得的眨眼周期示意图；
- [0024] 图7是应用本发明前额区脑电分析方法获得的眼电噪声平均波形示意图；
- [0025] 图8是应用本发明前额区脑电分析方法获得的前额实时初滤脑电信号的示意图；
- 以及
- [0026] 图9是应用本发明前额区脑电分析方法中修正后前额实时初滤脑电信号而获得实时纯净脑电信号曲线示意图。

具体实施方式

[0027] 以下将参考附图详细说明本发明的示例性实施例、特征和方面。附图中相同的附图标记表示功能相同或相似的元件。尽管在附图中示出了实施例的各种方面，但是除非特别指出，不必按比例绘制附图。

[0028] 另外，为了更好的说明本发明，在下文的具体实施方式中给出了众多的具体细节。本领域技术人员应当理解，没有某些具体细节，本发明同样可以实施。对于本领域技术人员熟知的方法、手段、元件和电路未作详细描述，以便于凸显本发明的主旨。

[0029] 一种动物情绪脑电分析设备，如图1和图2所示，以犬类的情绪脑电分析设备为例，包括佩戴在犬类头部的头部件10和与之无线通讯连接的移动终端T1、移动终端T2。头部件10具有发带状或帽状的形状。头部件10上位于发带1内侧设有第一脑电电极2，第一脑电电极2为爪式干电极，具有圆柱形底座22和位于底座22上向头皮方向延伸的多个呈阵列分布的针状采集导柱21，针状采集导柱21能够实时的采集犬类头部对应位置的头皮电位；头部件两侧分别延伸出两根分别与第二脑电电极3和第三脑电电极4相连的导线，第二脑电电极3和第三脑电电极4为能够夹在犬的两个耳尖的夹状，夹状的内部具有一个圆形电极片31，能够采集对应位置的皮肤电位。根据不同体型和品种的犬类，本发明的头部件设有多种可供选择的型号。

[0030] 如图3所示是本发明的一种动物情绪脑电分析设备的一种实施例。头部件包括动物脑电采集模块、预处理模块、第一通讯模块和用于向头部件供电的第一电源模块。移动终端包括第二通讯模块、基于机器学习的特征分类模块、用于向移动终端供电的第二电源模块，以及包括发声模块和显示模块的分析结果输出模块。

[0031] 如图3所示，动物脑电采集模块包括设置在犬类头部顶区(CZ)的第一脑电电极2、设置在左侧耳尖(A1)的第二脑电电极3和设置在右侧耳尖(A2)的第三脑电电极4，三者分别与TGAM芯片的EEG引脚、REF引脚和EEG_GND引脚相接组成动物脑电采集模块，能够对第一脑电电极所在位置的原始脑电信号进行实时采集，并经由TGAM芯片的输出端口输出至预处理模块。使用时，首先需要对本发明的动物情绪脑电分析设备进行初始化，而后再进行实时的

原始脑电信号采集。按照所处时段的不同,将位于初始化时段的原始脑电信号命名为原始基准脑电信号,将位于实时采集时段的原始脑电信号命名为原始实时脑电信号。

[0032] 如图4所示,预处理模块共采用下述步骤1至步骤5进行预处理:

[0033] 步骤1,首先将脑电采集设备初始化30秒,在这30秒中,动物脑电采集模块采集头皮电位并转化为原始基准脑电信号输出至初始化子模块,初始化子模块从原始基准脑电信号中提取眼电噪声平均波形,具体包括下述子步骤1-1至子步骤1-3:

[0034] 子步骤1-1,带通滤波器单元对原始基准脑电信号按照预设眼电噪声频率范围进行带通滤波,即进行1-10Hz的带通滤波得到基准初滤眼电信号。

[0035] 子步骤1-2,眨眼周期识别单元将基准初滤脑电信号各数据点幅值 x_n 与预设眼电噪声幅度阈值进行比较,预设眼电噪声幅度阈值为100微伏。当 x_n 由小于100微伏变更成等于100微伏时,如图3所示,设定该数据点之前的50毫秒为第一测试眨眼时段,设定该数据点之后的300毫秒为第二测试眨眼时段,第一测试眨眼时段和第二测试眨眼时段S2构成一个测试眨眼周期,提取测试眨眼周期内的基准初滤脑电信号为该眨眼周期内的眨眼信号。

[0036] 子步骤1-3,均值计算单元将初始化30秒内所有眨眼周期内的眨眼信号进行平均,得到如图7所示的眼电噪声平均波形,并保存至去噪子模块的存储单元中。

[0037] 步骤2,初始化完成后,开始进行实时采集。动物脑电采集模块继续采集头皮电位,去噪子模块获取各个采样点m的原始实时脑电信号,如图5所示。依次通过低通滤波器单元和陷波滤波器单元对原始实时脑电信号进行60Hz的低通滤波和50Hz的陷波滤波,获得如图8所示的实时初滤脑电信号,由于仅做了滤波处理,此时得到的实时初滤脑电信号的采样率与原始实时脑电信号相同。

[0038] 步骤3,眼电叠加单元按照如下方法确定受试者在实时采集时段的实时眨眼阈值时刻 T_{mp} :对每个采样点的实时初滤脑电信号的幅度值均与100微伏进行比较,当实时初滤脑电信号的幅值从低于100微伏变成高于100微伏时,定义此时的时刻为眨眼阈值时刻 T_{mp} ,对应 T_{mp} 之前50毫秒的时段定义为第一眨眼时段S1,对应 T_{mp} 之后300毫秒的时段定义为第二眨眼时段S2,对应 T_{mp} 之前50毫秒至 T_{mp} 之后300毫秒的时段定义为该次眨眼的眨眼周期S。

[0039] 步骤4,眼电叠加单元对眨眼周期内的实时初滤脑电信号进行降噪处理,将眨眼周期内的实时初滤脑电信号与眼电噪声平均波形相叠加,抵消掉眨眼周期内由于眨眼而引起的噪声干扰,从而获得修正后实时初滤脑电信号。

[0040] 步骤5,眼电叠加单元利用修正后实时初滤脑电信号替换相应的眨眼周期内实时初滤脑电信号,从而获得如图9所示的实时纯化脑电信号,将实时纯化脑电信号输出至第一通讯模块,并进一步的采用无线数据传输的方式传出。

[0041] 特征分类模块包括特征提取子模块、分类匹配子模块和数据库,特征提取子模块通过第二通讯模块与第一通讯模块进行数据通讯,以设定频率提取当前数据点前一秒的数据并提取纯化脑电的 μ 波能量分布和相位分布信息为特征向量,通过分类匹配子模块和数据库的匹配,将当前纯化脑电信号分类到特定的情绪类别并转化为控制指令,发声模块根据控制指令进行发声,显示模块根据控制指令进行界面显示。特征提取的频率最高可达到动物脑电采集模块的采样频率。

[0042] 如图1所示,使用时,将头部件佩戴到犬的头部,使第一脑电电极处于犬的头部顶

区(CZ)头皮,第二脑电电极3和第三脑电电极4分别夹到犬的两耳耳尖,打开犬类情绪脑电分析设备电源开关,头部件开始采集犬的原始脑电信号并进行预处理,将实时纯化脑电信号通过蓝牙或WiFi发送给移动终端,终端接收到处理好的信号,按需求显示出反映犬的情绪状况的信息,同时可通过发声模块进行报警,监测结束后,取下犬类情绪脑电分析设备,关闭其电源。

[0043] 最后应说明的是:以上所述的各实施例仅用于说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或全部技术特征进行等同替换;而这些修改或替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。

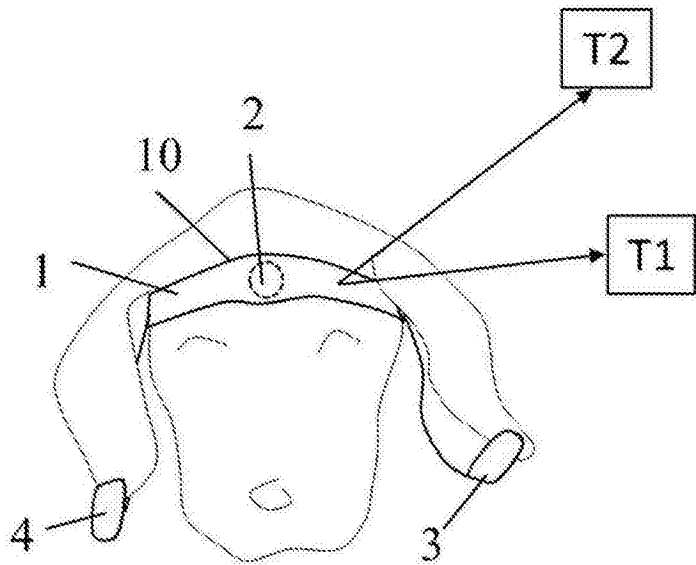


图1

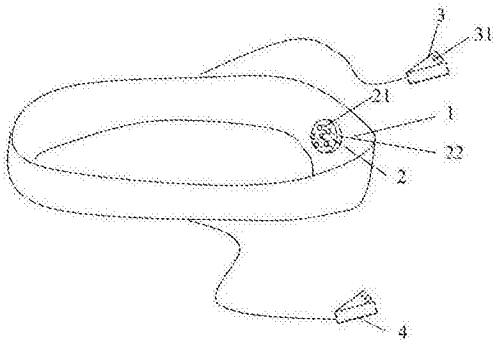


图2

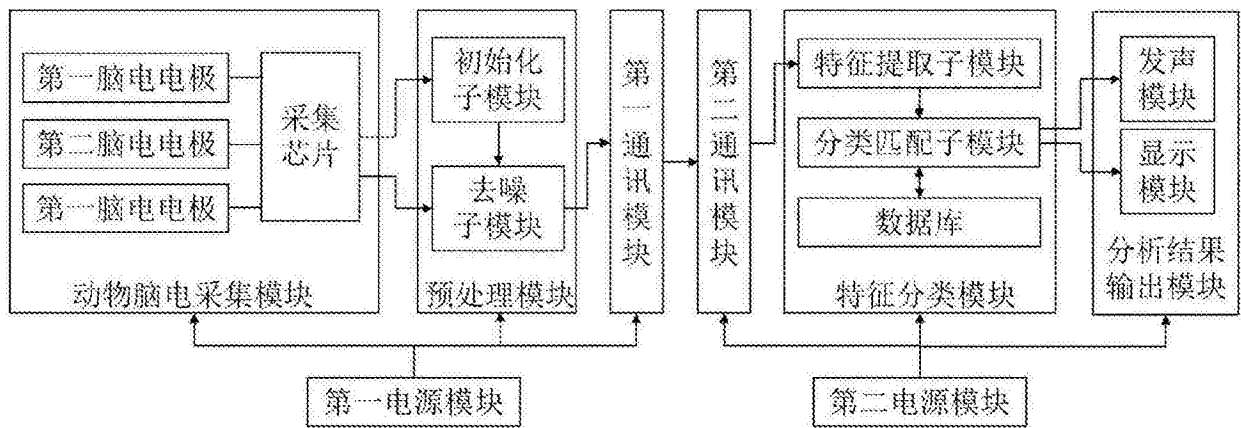


图3

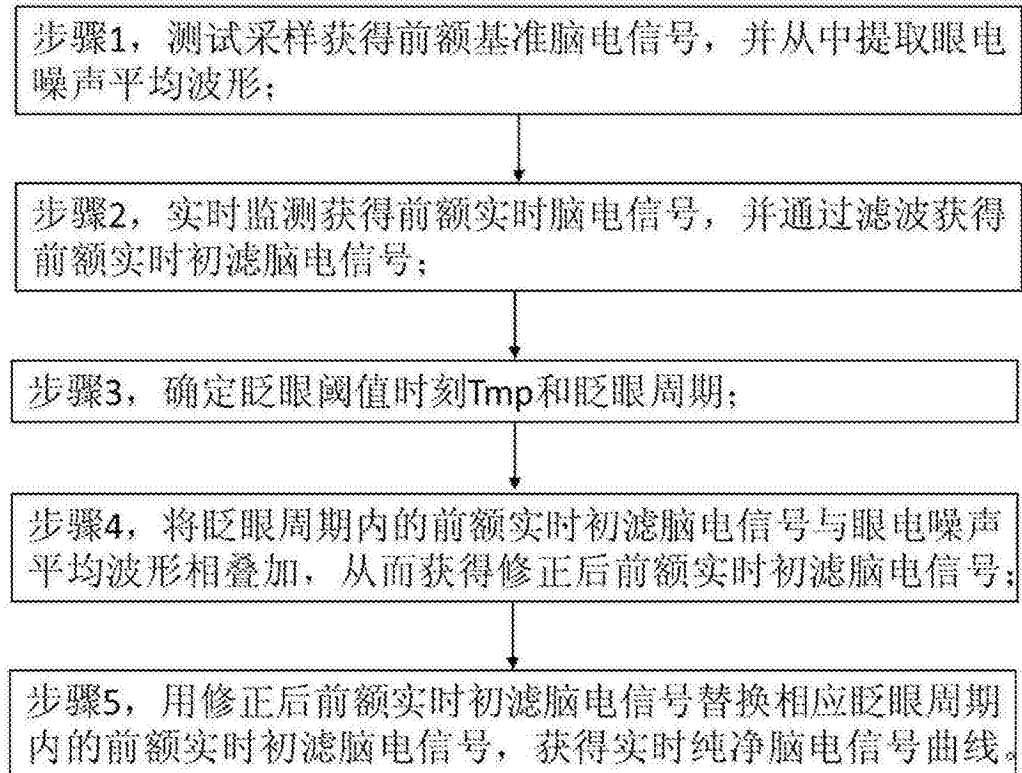


图4

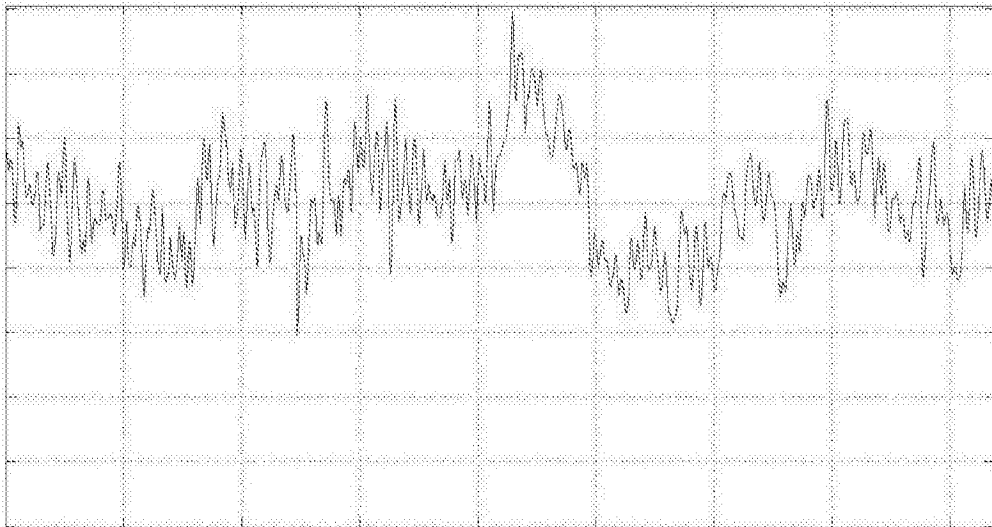


图5

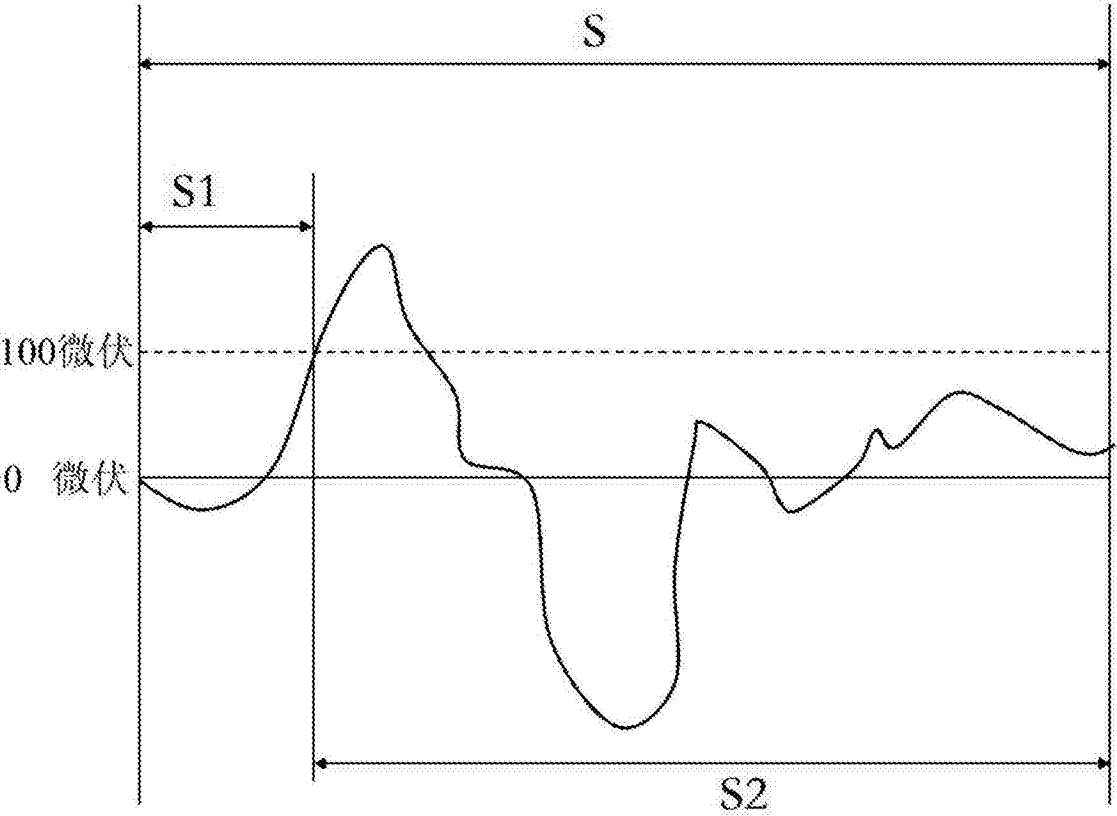


图6

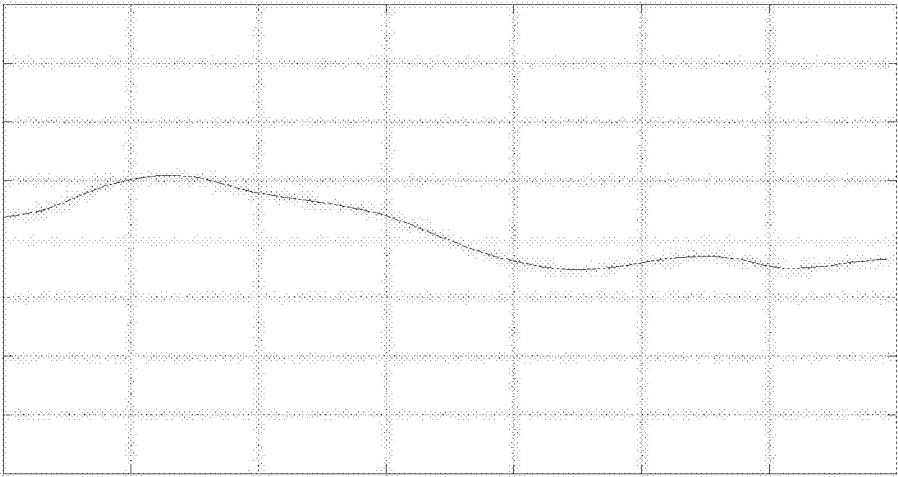


图7

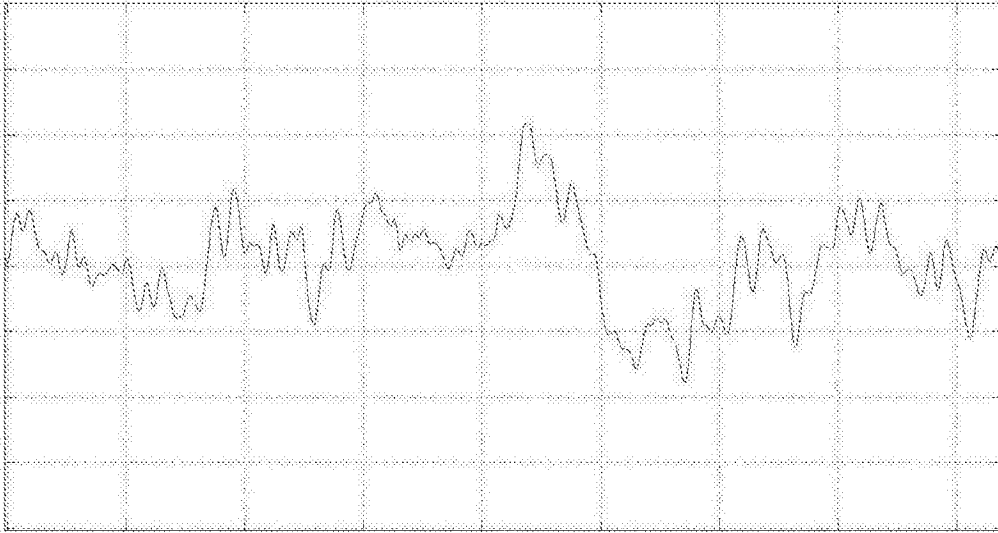


图8

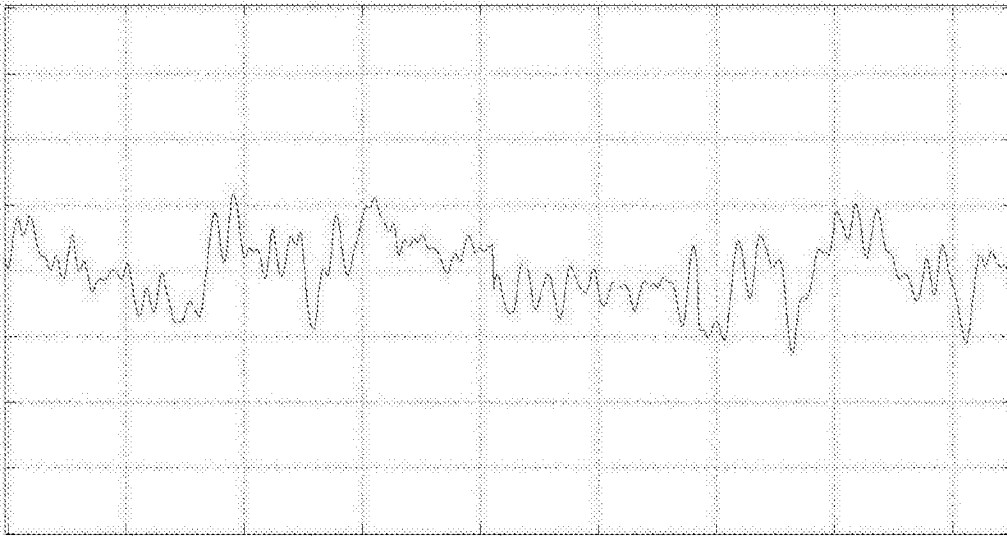


图9

专利名称(译)	一种动物情绪脑电分析设备		
公开(公告)号	CN107582051A	公开(公告)日	2018-01-16
申请号	CN2017110948805.2	申请日	2017-10-12
[标]申请(专利权)人(译)	公安部南昌警犬基地		
申请(专利权)人(译)	公安部南昌警犬基地		
当前申请(专利权)人(译)	公安部南昌警犬基地		
[标]发明人	马长书 赵仑 王博 闫天翼 石国伟		
发明人	马长书 赵仑 王博 闫天翼 石国伟		
IPC分类号	A61B5/0476 A61B5/16 A61B5/00		
代理人(译)	王冬杰		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明属于脑机接口设备领域，特别涉及一种动物情绪脑电分析设备，包括动物脑电采集模块、预处理模块、特征分类模块、分析结果输出模块，本发明能够去除单电极原始脑电信号中的眼电噪声、漂移噪声和高频噪声，依据基于机器学习的特征分类获得动物的当前情绪状态值并播报、显示。采用爪式干电极采集脑电，能够穿过毛发接触皮层，结合预处理模块能够保证高信噪比且更便于穿戴；采用机器学习完成分类，在保证有效性的同时能够提高时间分辨率，能够捕捉更细微的情绪状态变化。该设备具有穿戴便捷、灵敏度高、准确率高的优点，适宜推广应用。

