



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110477914 A

(43)申请公布日 2019. 11. 22

(21)申请号 201910734083.X

(22)申请日 2019.08.09

(71)申请人 南京邮电大学

地址 210012 江苏省南京市雨花台区宁双
路19号

(72)发明人 沈健 黄丽亚 钱宇同 汤平川
苏义博 马捃凯

(74)专利代理机构 南京苏高专利商标事务所
(普通合伙) 32204

代理人 柏尚春

(51) Int. Cl.

A61B 5/0484(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2页

(54)发明名称

基于Android的情绪激励与脑电信号情绪识别系统

(57)摘要

本发明公开了一种基于Android的情绪激励与脑电信号情绪识别系统,包括脑电采集设备、蓝牙模块、终端APP模块以及配套的APP,终端APP模块内可包含情绪激励视频,用于使用户产生相应的情绪,将采集的用户的原始脑电信号进行预处理、特征提取、模型训练和情绪分类等一系列操作。本发明利用脑电信号进行情绪分类识别,判断准确,可以离线训练SVM模型,携带方便,操作简捷,具有较高的实用价值。



1. 一种基于Android的情绪激励与脑电信号情绪识别系统,其特征在于,该系统包括:
脑电采集头套,用于采集脑电信号;

蓝牙模块,用于将所述脑电采集头套与终端APP模块配对,获取并读取所述脑电采集头套采集的脑电信号,传输到终端APP模块;

终端APP模块,设置于终端,基于Android平台,用于对接收的脑电信号进行预处理;在终端显示原始以及预处理后的脑电波形图;对处理后的数据进行特征提取,将脑电信号和特征向量保存到终端本地形成数据库;根据用户选择的实际情绪类别得到情绪训练集,所述情绪训练集可进行增删改查操作;对情绪训练集进行模型训练,根据训练好的模型进行情绪分类,在终端显示相应系统情绪识别结果。

2. 根据权利要求1所述的基于Android的情绪激励与脑电信号情绪识别系统,其特征在于:所述脑电采集头套采用无线干电极便携式脑电采集头套,通过蓝牙传输脑电信号。

3. 根据权利要求1所述的基于Android的情绪激励与脑电信号情绪识别系统,其特征在于:所述蓝牙模块基于蓝牙2.0协议,通过UUID码验证建立所述脑电采集头套与终端APP模块之间的脑电信号数据连接。

4. 根据权利要求1所述的基于Android的情绪激励与脑电信号情绪识别系统,其特征在于,终端APP模块中,所述情绪识别结果包括喜悦、悲伤、恐惧、愤怒。

5. 根据权利要求1所述的基于Android的情绪激励与脑电信号情绪识别系统,其特征在于,所述终端APP模块包括:

脑电信号预处理单元,用于对接收的脑电信号进行去噪处理;

特征提取单元,用于获取并计算所述脑电信号预处理单元预处理后的脑电信号多尺度熵,并将多尺度熵作为脑电信号特征;

脑电信号显示单元,用于在接收到蓝牙模块传输的脑电信号数据后,实时绘制并显示脑电波形图;绘制、显示所述脑电信号预处理单元预处理后的脑电信号波形;

本地数据库,用于存储所有用户的脑电信号数据、提取的特征向量及情绪标签,所述情绪标签为用户选择的实际情绪类别,所述实情绪标签的类别包括高兴和悲伤;

情绪训练集单元,用于根据情绪标签,提取本地数据库存储的特征向量,得到情绪训练集,该训练集用于对SVM模型进行训练,可以进行增删改查操作;

SVM训练单元,用于根据SVM判别函数对情绪训练集单元中存储的情绪训练集进行情绪模型训练,得到情绪分类结果;所述SVM判别函数如下公式:

其中, $K()$ 表示的是核函数, x_i 为训练集的特征向量, x 为测试集的特征向量, y_i 为训练集的标签类别, a_i^* 为系数, n 为训练集的个数, i 表示训练集序号, $1 \leq i \leq n$, b^* 为偏移项。

6. 根据权利要求5所述的基于Android的情绪激励与脑电信号情绪识别系统,其特征在于:所述SVM判别函数中的核函数 $K()$ 默认为RBF核函数,用于将输入的训练集特征向量 x_i 转换为高维特征空间的内积值,训练得到最佳的超平面进行情绪分类。

7. 根据权利要求1或5所述的基于Android的情绪激励与脑电信号情绪识别系统,其特征在于:所述终端APP模块还包括情绪激励单元,所述情绪激励单元内置多媒体播放器及用于在脑电采集前进行情绪诱发的音视频文件。

8. 根据权利要求1所述的基于Android的情绪激励与脑电信号情绪识别系统,其特征在于:所述脑电信号预处理单元包括滤波器,所述滤波器用于提取脑电信号频段并进行矫正

基线漂移,再用小波包分解并重构脑电信号。

9. 根据权利要求8所述的基于Android的情绪激励与脑电信号情绪识别系统,其特征在于:所述滤波器采用FIR数字滤波器,提取脑电信号的0-50Hz频段,并校正基线漂移,采用db5小波作为小波基,对原始脑电信号进行5层小波包分解并重构脑电信号。

基于Android的情绪激励与脑电信号情绪识别系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种脑电信号情绪识别系统,尤其涉及一种基于Android的情绪激励与脑电信号情绪识别系统。

背景技术

[0002] 基于EEG(脑电波)的情绪识别逐渐成为脑科学研究的热点。通过不同的信号处理方法结合机器学习分类,分类效果也都达到了令人满意的效果。目前情绪识别的方法有多种,如基于图像处理的面部表情识别系统、基于语义分析的文本情绪识别系统、基于语音处理技术的语音情绪识别系统、基于生理信号的情绪识别系统等。脑电信号具有毫秒级别的时间分辨率,可用于快速、实时地捕捉个体情绪产生过程中神经信息流的变化,结果不易伪装。所以脑电信号以方便的获取方式、较低的获取成本和较高的识别效果在众多生理信号中脱颖而出,基于脑电信号的自动情绪识别成为自动情绪识别研究的重要方向。

[0003] 现在很多移动端的模式识别需要连接云服务器,语音识别领域有诸如科大讯飞语音识别云服务器、亚马逊Alexa等云服务器,但设备需要接入网络才能连接这些服务器,且受网络波动较大。因此在移动端本地实现情绪识别显得十分必要。

发明内容

[0004] 发明目的:针对以上问题,本发明提出一种适用于Android终端、可以离线进行情绪识别的系统。

[0005] 技术方案:本发明所述的一种基于Android情绪激励与脑电信号情绪识别系统,该系统包括:

[0006] 脑电采集头套,用于采集脑电信号;

[0007] 蓝牙模块,用于将所述脑电采集头套与终端APP模块配对,获取并读取所述脑电采集头套采集的脑电信号,传输到终端APP模块;

[0008] 终端APP模块,设置于终端,基于Android平台,用于对接收的脑电信号进行预处理;在终端显示原始以及预处理后的脑电波形图;对处理后的数据进行特征提取,将脑电信号和特征向量保存到终端本地形成数据库;根据用户选择的实际情绪类别得到情绪训练集,所述情绪训练集可进行增删改查操作;对情绪训练集进行模型训练,根据训练好的模型进行情绪分类,在终端显示相应系统情绪识别结果。

[0009] 进一步地,所述脑电采集头套采用无线干电极便携式脑电采集头套,通过蓝牙传输脑电信号。

[0010] 进一步地,所述蓝牙模块基于蓝牙2.0协议,通过UUID码验证建立所述脑电采集头套与终端APP模块之间的脑电信号数据连接。

[0011] 进一步地,终端APP模块中,所述情绪识别结果包括喜悦、悲伤、恐惧、愤怒。

[0012] 进一步地,所述终端APP模块包括:

[0013] 脑电信号预处理单元,用于对接收的脑电信号进行去噪处理;

[0014] 特征提取单元,用于获取并计算所述脑电信号预处理单元预处理后的脑电信号多尺度熵,并将多尺度熵作为脑电信号特征;

[0015] 脑电信号显示单元,用于在接收到蓝牙模块传输的脑电信号数据后,实时绘制并显示脑电波形图;绘制、显示所述脑电信号预处理单元预处理后的脑电信号波形;

[0016] 本地数据库,用于存储所有用户的脑电信号数据、提取的特征向量及情绪标签,所述情绪标签为用户选择的实际情绪类别,所述实情绪标签的类别包括高兴和悲伤;

[0017] 情绪训练集单元,用于根据情绪标签,提取本地数据库存储的特征向量,得到情绪训练集,该训练集用于对SVM模型进行训练,可以进行增删改查操作;

[0018] SVM训练单元,用于根据SVM判别函数对情绪训练集中存储的情绪训练集进行情绪模型训练,得到情绪分类结果;所述SVM判别函数如下公式:

$$[0019] \quad f(x) = \operatorname{sgn} \left\{ \sum_{i=1}^n a_i^* y_i K(x_i, x) + b^* \right\}$$

[0020] 其中,K()表示的是核函数, x_i 为训练集的特征向量, x 为测试集的特征向量, y_i 为训练集的标签类别, a_i^* 为系数, n 为训练集的个数, i 表示训练集序号, $1 \leq i \leq n$, b^* 为偏移项。

[0021] 优选地,所述SVM判别函数中的核函数K()默认为RBF核函数,用于将输入的训练集特征向量 x_i 转换为高维特征空间的内积值,训练得到最佳的超平面进行情绪分类。

[0022] 进一步地,所述终端APP模块还包括情绪激励单元,所述情绪激励单元内置多媒体播放器及用于在脑电采集前进行情绪诱发的音视频文件。

[0023] 进一步地,所述脑电信号预处理单元包括滤波器,通过滤波器提取脑电信号频段并进行矫正基线漂移,再用小波包分解并重构脑电信号。

[0024] 优选地,所述滤波器采用FIR数字滤波器,提取脑电信号的0-50Hz频段,并校正基线漂移,采用db5小波作为小波基,对原始脑电信号进行5层小波包分解并重构脑电信号。

[0025] 有益效果:本发明具有以下有益效果:

[0026] 1、脑电采集设备可佩戴在头上,小巧易携带;

[0027] 2、采用蓝牙无线传输,传输距离可达10m;

[0028] 3、SVM分类可以离线训练模型,本地完成SVM分类,不用借助于企业级云服务器。

附图说明

[0029] 图1是本发明识别系统框图;

[0030] 图2是本发明识别系统识别流程图;

[0031] 图3是本发明实施例中便携式脑电采集头套模型图。

具体实施方式

[0032] 下面结合附图和实施例对本发明的技术方案作进一步的说明。

[0033] 请参见图1,其示出了本发明所述的基于Android的情绪激励与脑电信号情绪识别系统框图,该系统包括脑电采集头套、蓝牙模块、终端APP模块。

[0034] 每个人采集大约1分钟的原始脑电信号,经过预处理后进行特征提取,提取的特征

为多尺度熵,即每名受试者提取10种不同尺度下的样本熵,组建10维特征向量,之后放入训练好的SVM分类模型中进行分类,实现高兴和悲伤两类情绪的识别,将分类结果以表情的形式展示出来。

[0035] 请参见图2,其示出了本发明识别系统识别流程图。

[0036] 所述情绪诱发视频,本发明内置多媒体播放器,通过播放音视频的方式诱发高兴或者悲伤的情绪,视频内容为剪辑的电影片段和DEAP数据库中采用的情绪诱发视频,每段视频的主题为喜悦或者悲伤,每段视频大约3分钟。在开始采集脑电信号之前要求被试者观看这些情绪诱发视频,可以相应的激发被试者的特定情绪。观看完情绪诱发视频后,即可进行脑电信号的采集。

[0037] 用户佩戴脑电采集头套进行脑电信号的采集,所述脑电采集头套为NeuroSky公司研发的干电极便携脑电采集头套,具体模型可以见图3,所述脑电采集头套包括干电极采集器11、参考电极耳夹12和内置芯片。该产品体积小、功耗低,并且可以去除外部噪声,因此被广泛应用于各类BCI(脑机接口)领域的研究。所述干电极采集器11位于前额FP1处,采样率为512Hz,电极使用Ag/AgCl覆盖的干电极,可以避免传统湿电极佩戴带来的繁琐。因此本发明采用此头套作为脑电采集设备。

[0038] 采集的脑电信号通过蓝牙传输至终端APP,所述蓝牙接收模块基于蓝牙2.0协议,大约每秒钟接收513个包。蓝牙之间的通讯需要一个唯一识别的UUID码来匹配正确的设备,使用UUID码获取蓝牙的通讯Socket,APP先通过蓝牙配对,再通过UUID码连接,终端APP模块与采集器连通之后所述便携式脑电采集头套的指示灯会保持长亮,此时可以从Socket中获取输入流,并在输入流中读取脑电原始信号。

[0039] 所述脑电信号预处理用于脑电信号去噪,由于脑电信号是微伏级别极其微弱,且极易受到50Hz的工频交流电、心电、眼电、肌电以及其他干扰源产生的干扰信号的影响。为了确保结果的准确性,需要对脑电信号进行预处理,本发明采用FIR数字滤波器提取脑电信号的0-50Hz频段,并校正基线漂移。再用小波包分解并重构脑电信号,采用db5小波作为小波基,对原始脑电信号进行5层小波包分解并重构,重构后的脑电信号更平滑,适合进一步的信号处理。

[0040] 本系统选取多尺度熵作为特征,以原始脑电信号为输入,分别取 $\tau=1,2,\dots,10$,得到10种不同尺度下的样本熵值,即10个多尺度熵。系统在子线程中计算多尺度熵特征,并存储在本地数据库中。多尺度熵是在样本熵的基础上改进而来,通过粗粒化处理,多尺度熵可以分析不同时间尺度下信号的复杂性。样本熵算法原理如下:

[0041] (1) 设由N个原始脑电数据组成的时间序列为 $u(1), u(2), \dots, u(N)$,共N个点。

[0042] (2) 按序号连续顺序组成一组m维矢量,从 $X_m(1)$ 到 $X_m(N-m)$,其中 $X_m(i)=[u(i), u(i+1), \dots, u(i+m-1)]$, $1 \leq i \leq N-m$ 。

[0043] 矢量 $u(i), u(i+1), \dots, u(i+m-1)$ 代表从第i个点开始连续的m个u的值。

[0044] (3) 定义矢量 $X_m(i)$ 和 $X_m(j)$ 之间的距离d为对应元素中差值最大的一个:

[0045] $d[X_m(i), X_m(j)] = \max |u(i+k) - u(j+k)| \quad (1)$

[0046] 式中:k为i和j的增量, $0 \leq k \leq m-1, 1 \leq i, j \leq N-m, j \neq i$ 。

[0047] (4) 给定阈值r,r为输入脑电原始信号标准差的0.2倍,对每个 $1 \leq i \leq N-m$ 的值,统计 $d[X_m(i), X_m(j)]$ 小于r的数目(称为模板匹配数),将此数与距离总数 $N-m-1$ 作比值:

$$[0048] \quad B_r^m(i) = \frac{N^m(i)}{N-m-1} \quad (2)$$

[0049] 求其对所有i的平均值:

$$[0050] \quad B^m(r) = (N-m)^{-1} \sum_{i=1}^{N-m} B_r^m(i) \quad (3)$$

[0051] (5) 增加维数为m+1,按序号连续顺序组成一组m+1维矢量:从 $X_{m+1}(1)$ 到 $X_{m+1}(N-m)$,其中, $X_{m+1}(i) = [u(i), u(i+1), \dots, u(i+m)]$, $1 \leq i \leq N-m$ 。

[0052] 这些矢量代表着从第i个点开始连续的m+1个u的值。

[0053] (6) 定义矢量 $X_{m+1}(i)$ 和 $X_{m+1}(j)$ 之间的距离d为对应元素中差值最大的一个:

$$[0054] \quad d[X_{m+1}(i), X_{m+1}(j)] = \max |u(i+k) - u(j+k)| \quad (4)$$

[0055] 式中: $0 \leq k \leq m$, $1 \leq i, j \leq N-m$, $j \neq i$ 。

[0056] (7) 给定阈值r,对每个 $1 \leq i \leq N-m$ 的值,统计 $d[X_{m+1}(i), X_{m+1}(j)]$ 小于r的数目(称为模板匹配数),将此数与距离总数 $N-m-1$ 作比值:

$$[0057] \quad B_r^{m+1}(i) = \frac{N^{m+1}(i)}{N-m-1} \quad (5)$$

[0058] (8) 求其对所有i的平均值:

$$[0059] \quad B^{m+1}(r) = (N-m)^{-1} \sum_{i=1}^{N-m} B_r^{m+1}(i) \quad (6)$$

[0060] (9) 理论上此序列的样本熵:

$$[0061] \quad \text{SampEn}(m, r, N) = -\ln[B^{m+1}(r)/B^m(r)] \quad (7)$$

[0062] 粗粒化算法原理如下:

[0063] 将原始数据 $u(1), u(2), \dots, u(N)$ 每隔 τ 个数据取平均值产生新的数据。

[0064] 本地数据库采用Android自带的SQLite数据库,SQLite是一款轻量级的关系型数据库,它的运算速度非常快,占用资源很少,通常只需要几百KB的内存就足够了,因此特别适合在移动设备上使用。用户每次测试完之后数据库中就存储了原始脑电信号和特征向量,并可以选择实际的情绪类别作为标签。

[0065] 情绪训练集是从数据库中提取的,用户可以根据情绪标签选择数据库中不同情绪的特征向量,将它们作为训练集,情绪训练集可以进行增删改查的操作,选择完训练集之后,即可训练SVM分类模型。

[0066] 训练完成后,即可根据所训练的模型进行SVM的情绪分类,所分类的情绪分为高兴和悲伤两种类别。SVM即支持向量机,是一种有监督的学习模型,其基本思想是在样本空间或特征空间中求取最优超平面,使得超平面与不同种类样本集之间的距离最大,从而达到最好分类效果;经过实际的测试,分类的准确率达到71%,分类结果较为准确。

[0067] 所述SVM设置,在此界面下,可以选取核函数类型(包括线性核函数,多项式核函数,RBF核函数,sigmoid核函数)、是否归一化、设置不同核函数的参数,系统默认选择了RBF核函数作为SVM分类算法的核函数,RBF作为一种对应于非线性映射的一种特例,可以处理非线性可分问题,适合处理多维的向量,适用于本系统。完成设置后可以重新训练SVM模型,训练完成后会弹出训练成功的提示。

[0068] 综上,本发明实现了一款集情绪激励、信号采集传输、信号处理分析、数据存储、模型训练、情绪分类为一体的软硬件系统。本发明先进行情绪激励,然后利用脑电信号进行情绪分类识别,判断结果准确,并且可以离线训练SVM模型,携带方便,操作简捷,具有较高的

实用价值。

[0069] 以上对本发明的实施方式作了详细说明,但是本发明并不限于上述实施方式,在本领域普通技术人员所具备的知识范围内,还可以在不脱离本发明宗旨前提下做出各种变化,但只要在本发明的权利要求范围内都受到专利法的保护。

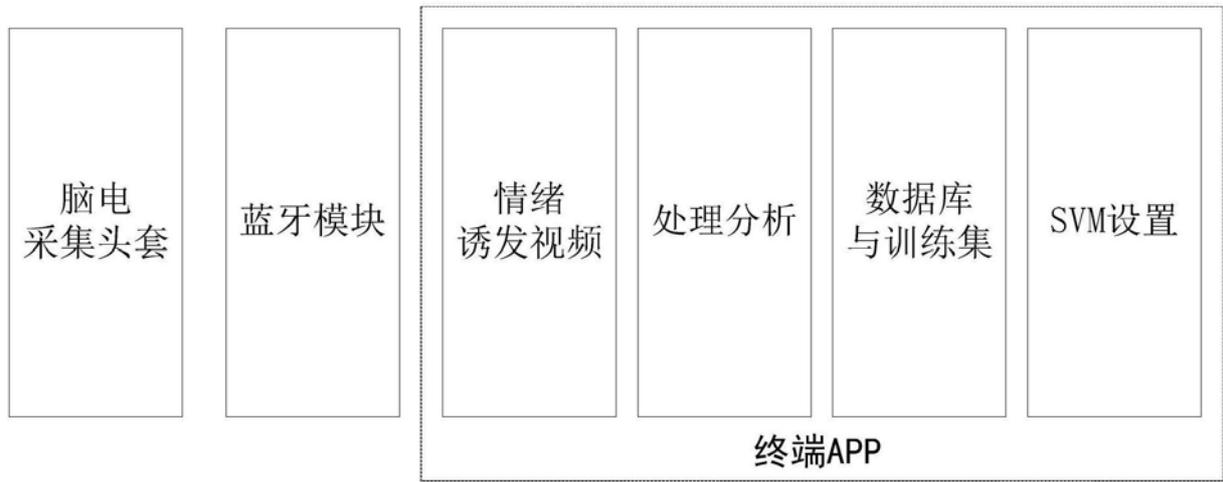


图1

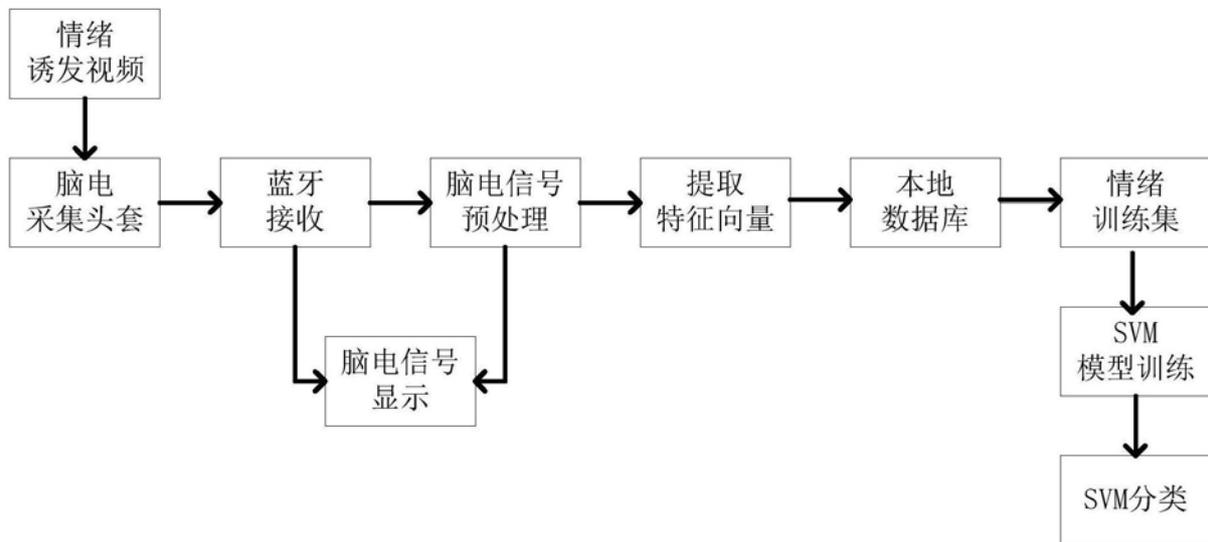


图2

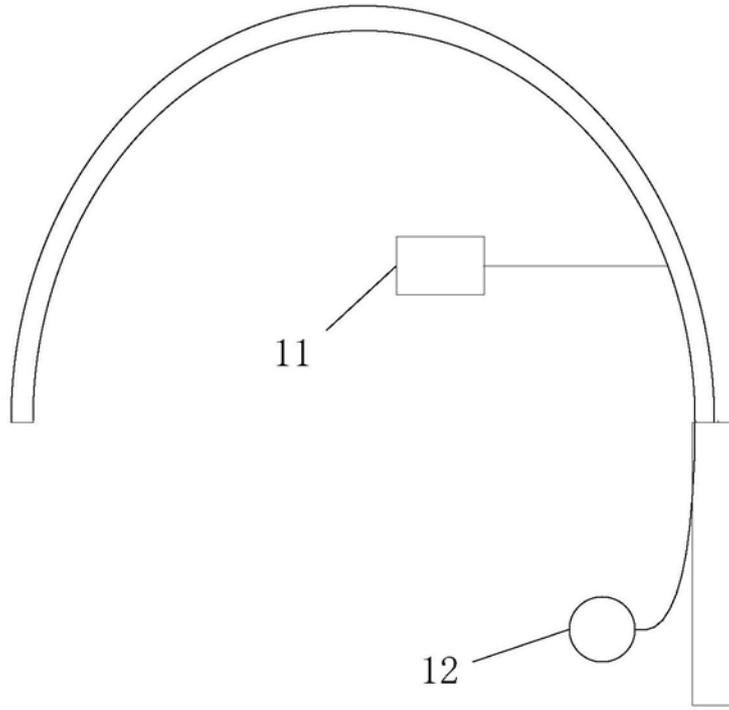


图3

专利名称(译)	基于Android的情绪激励与脑电信号情绪识别系统		
公开(公告)号	CN110477914A	公开(公告)日	2019-11-22
申请号	CN201910734083.X	申请日	2019-08-09
[标]申请(专利权)人(译)	南京邮电大学		
申请(专利权)人(译)	南京邮电大学		
当前申请(专利权)人(译)	南京邮电大学		
[标]发明人	沈健 黄丽亚		
发明人	沈健 黄丽亚 钱宇同 汤平川 苏义博 马摺凯		
IPC分类号	A61B5/0484 A61B5/16 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/0006 A61B5/04012 A61B5/04842 A61B5/04845 A61B5/165 A61B5/6803 A61B5/7203 A61B5/7235 A61B5/7267		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种基于Android的情绪激励与脑电信号情绪识别系统，包括脑电采集设备、蓝牙模块、终端APP模块以及配套的APP，终端APP模块内可包含情绪激励视频，用于使用户产生相应的情绪，将采集的用户的原始脑电信号进行预处理、特征提取、模型训练和情绪分类等一系列操作。本发明利用脑电信号进行情绪分类识别，判断准确，可以离线训练SVM模型，携带方便，操作简捷，具有较高的实用价值。

