



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110269610 A

(43)申请公布日 2019. 09. 24

(21)申请号 201910640676.X

(22)申请日 2019.07.16

(71)申请人 河北医科大学第二医院

地址 050000 河北省石家庄市和平西路215号

(72)发明人 崔雪花 郑杰

(74)专利代理机构 成都其高专利代理事务所
(特殊普通合伙) 51244

代理人 廖曾

(51)Int.Cl.

A61B 5/0476(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

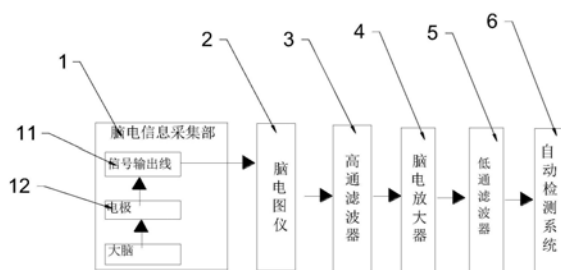
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种脑电异常信号的预警装置

(57)摘要

本发明涉及一种脑电异常信号的预警装置,包括脑电信息采集部、滤波器、脑电图仪、脑电放大器和自动检测系统,脑电信息采集部的输出端连接脑电图仪的输入端,脑电图仪的输出端通过滤波器连接脑电放大器的输入端,脑电放大器的输出端连接自动检测系统,自动检测系统包括显示器、处理器、存储器、无线通信模块和云端数据库,脑电放大器的输出端连接处理器,处理器通过无线通信模块连接云端数据库,存储器和显示器均连接处理器,本发明提供的脑电异常信号的预警装置,可提高检测的准确率、降低误判率,使脑电异常信号的预警更加准确及时。



1. 一种脑电异常信号的预警装置,其特征在于:包括脑电信息采集部(1)、滤波器、脑电图仪(2)、脑电放大器(4)和自动检测系统(6),所述脑电信息采集部(1)的输出端连接脑电图仪(2)的输入端,所述脑电图仪(2)的输出端通过滤波器连接脑电放大器(4)的输入端,所述脑电放大器(4)的输出端连接自动检测系统(6),所述自动检测系统(6)包括显示器(65)、处理器(61)、存储器(62)、无线通信模块(63)和云端数据库(64),所述脑电放大器(4)的输出端连接处理器(61),所述处理器(61)通过无线通信模块(63)连接云端数据库(64),所述存储器(62)和显示器均连接处理器(61)。

2. 根据权利要求1所述的一种脑电异常信号的预警装置,其特征在于:所述脑电信息采集部(1)包括柔性颅内电极(12)和信号输出线(11),所述柔性颅内电极(12)的输入端连接大脑,所述柔性颅内电极(12)的输出端通过信号输出线(11)连接脑电图仪(2)的输入端,所述柔性颅内电极(12)通过双极导联法接入脑电图仪(2)的输入接口。

3. 根据权利要求1所述的一种脑电异常信号的预警装置,其特征在于:所述滤波器包括高通滤波器(3)和低通滤波器(5),所述低通滤波器(5)的频率为 $0\sim 60\text{Hz}$,所述高通滤波器(3)的频率为 $0.5\sim 80\text{Hz}$,所述高通滤波器(3)的输入端连接脑电图仪(2),所述高通滤波器(3)的输出端连接脑电放大器(4),所述低通滤波器(5)的输入端连接脑电放大器(4),所述低通滤波器(5)的输出端连接自动检测系统(6)。

4. 根据权利要求1所述的一种脑电异常信号的预警装置,其特征在于:所述自动检测系统(6)的处理器(61)内配置贝叶斯分类器和贝叶斯线性判别分析器。

5. 根据权利要求1所述的一种脑电异常信号的预警装置,其特征在于:所述脑电图仪(2)采用NeurofileNT数字视频脑电图仪,所述脑电图仪(2)的采样频率为 $1000\text{Hz}\sim 1030\text{Hz}$ 。

6. 根据权利要求1所述的一种脑电异常信号的预警装置,其特征在于:所述无线通信模块(63)采用NB-Iot、ZiBee、LoRa、WLAN中的任一种。

一种脑电异常信号的预警装置

技术领域

[0001] 本发明属于物联网技术领域,具体涉及一种脑电异常信号的预警装置。

背景技术

[0002] 脑电图 (Electroencephalogram, EEG) 信号作为大脑神经元电活动在头皮表面或大脑皮层的总体反应,具有复杂的非线性特性。脑电的研究始于生物电的发现:一种是皮层自发产生的节律电位变化,称为自发脑电活动;另一种是由于受到刺激时产生的皮层诱发电位。脑电信号是表征人的整个生理机体尤其是对神经系统变化的精准体现。脑电信号主要受到个体差异、精神活动、意识状态、精神活动、年龄差异、药物影响、脑部疾病以及外部刺激等多方面的影响。

[0003] 癫痫是一种脑功能障碍综合症,诱发病因多种多样。目前全世界的癫痫患者占世界人口的1%左右。意识改变,四肢抽搐,口吐白沫,感觉神经失调,植物神经功能紊乱和精神障碍都是癫痫的常见的主要临床表现。无规律的间歇性发作为其症状的主要特征,一般表现突然,没有任何预先征兆,这对患者的生活和工作带来了极大的危害。癫痫是由于神经元的兴奋性增强,超同步放电引起的发作性脑功能障碍,发作期和发作间期脑电图均可出现癫痫波。因此,利用脑电波改变的过程特征,结合相关临床资料可以用于癫痫早期发作的预警,诊断和定位。

[0004] 脑电信号中存在大量不稳定的因素,如采集设备的轻微变化,患者的自身状态和活动等,送些都会改变脑电记录,进而对癫痫检测系统的性能产生影响。癫痫检测系统的性能评价指标主要包括检测准确率和误判率等,因此,需要考虑如何从脑电信号中提取更有效的特征和信息,在提高检测准确性的同时降低误判率,有效提高检测系统性能。

发明内容

[0005] 本发明的目的是为了解决背景技术中所提出的问题,而提供一种检测准确率高、误判率低的脑电异常信号的预警装置。

[0006] 本发明的目的是这样实现的:

[0007] 一种脑电异常信号的预警装置,包括脑电信息采集部、滤波器、脑电图仪、脑电放大器和自动检测系统,所述脑电信息采集部的输出端连接脑电图仪的输入端,所述脑电图仪的输出端通过滤波器连接脑电放大器的输入端,所述脑电放大器的输出端连接自动检测系统,所述自动检测系统包括显示器、处理器、存储器、无线通信模块和云端数据库,所述脑电放大器的输出端连接处理器,所述处理器通过无线通信模块连接云端数据库,所述存储器和显示器均连接处理器。

[0008] 进一步的,所述脑电信息采集部包括柔性颅内电极和信号输出线,所述柔性颅内电极的输入端连接大脑,所述柔性颅内电极的输出端通过信号输出线连接脑电图仪的输入端,所述柔性颅内电极通过双极导联法接入脑电图仪的输入接口。

[0009] 进一步的,所述滤波器包括高通滤波器和低通滤波器,所述低通滤波器的频率为0

~60Hz,所述高通滤波器的频率为0.5~80Hz,所述高通滤波器的输入端连接脑电图仪,所述高通滤波器的输出端连接脑电放大器,所述低通滤波器的输入端连接脑电放大器,所述低通滤波器的输出端连接自动检测系统。

[0010] 进一步的,所述自动检测系统的处理器内配置贝叶斯分类器和贝叶斯线性判别分析器。

[0011] 进一步的,所述脑电图仪采用NeurofileNT数字视频脑电图仪,所述脑电图仪的采样频率为1000Hz~1030Hz。

[0012] 进一步的,所述脑电图仪的采样频率为1024Hz。

[0013] 进一步的,所述无线通信模块采用NB-Iot、ZiBee、LoRa、WLAN中的任一种。

[0014] 进一步的,所述自动检测系统的处理包括如下步骤:

[0015] S1、预处理:将电极接入大脑头层后,电极的信号输出线通过双极导联法接入脑电图仪的输入接口,脑电图仪的输出端连接滤波器,消除干扰信号,将脑电信号进行分段、滤波,经脑电放大器进入自动检测系统;

[0016] S2、脑电特征提取:经S1预处理后的脑电信号储存在储存器中,经处理器内的非线性特征提取方法提取脑电信号,并将该脑电信号送入分类器中进行检测;

[0017] S3、分类及后处理:提取脑电信号特征后,通过无线通信模块将脑电信号特征与云端数据库内已经训练好的脑电数据进行比对,使用处理器内配置的分类器将癫痫发作期信号和间歇期信号识别出来,得到输出结果,根据每段脑电信号的输出结果判定该段数据是否为发作期脑电信号,对输出结果进行平滑滤波处理,实现癫痫脑电信号的自动检测。

[0018] 进一步的,S2的特征提取中,通过发作期脑电信号和间歇期脑电信号的扩散距离特征的扩散距离作为检测癫痫发作的特征,并将该特征送入分类器中进行检测,其中扩散距离满足:

$$[0019] \quad K(D_1, D_2) = \sum_{l=1}^L ||d_l(x)||_1 \quad (l=1, \dots, L)$$

[0020] 其中D为脑电图仪的频带,L为高斯金字塔的层数,x表示n维向量,且 $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ 。

[0021] 进一步的,对分类器的输出结果经滤波器进行平滑滤波,平滑后的输出信号满足:

$$[0022] \quad x_k = \frac{1}{2N+1} \sum_{i=-N}^N \hat{x}_{k+i}$$

[0023] 其中k为分类器系数, $\hat{x}$ 为输入信号,即分类器的输出值,2N+1为滤波器的平滑长度,N为平滑参数。

[0024] 进一步的,将经过滤波器平滑处理后的输出信号和设定的阈值进行比较,阈值th满足 $th = k \cdot m$,其中k为分类器系数,m表示分类器输出值的中值,若 $x_k > th$,则表示该段脑电信号属于间歇期脑电,若 $x_k < th$,则表明该段脑电信号属于发作期脑电。

[0025] 进一步的,通过阈值判断后的脑电信号,将发作期脑电数据向左右两侧扩充,发作期脑电数据左右相邻持续时间 $\geq 6s$ 的异常波形最终判定为癫痫发作,发出预警信号。

[0026] 与现有技术相比,本发明的有益效果在于:

[0027] 1、本发明提供一种脑电异常信号的预警装置,脑电信息采集部采用柔性颅内电极,将脑电信息采集的目标从整个大脑或癫痫病灶区域缩小到局部癫痫性神经元群,通过

对神经元群的检测能够更早、更稳定的发出预警信息,降低个体差异对脑电信号分析和处理造成的干扰。

[0028] 2、本发明提供一种脑电异常信号的预警装置,自动检测系统的处理器内配置分类器和线性判别分析器,通过对癫痫发作期脑电信号和间歇期脑电信号的扩散距离特征进行对比,以区分发作期脑电信号和间歇期脑电信号,具有较好的辨识度,通过分类器的自动计算和输出直接对脑电信号进行类别标签,提高检测的准确度。

[0029] 3、本发明提供一种脑电异常信号的预警装置,经处理器提取和分类后的脑电信号,经滤波器的平滑处理、阈值判断和相邻数据持续时间判断,弥补可能被漏掉的发作期脑电信号,减少孤立的判断结果,降低了误检率。

附图说明

[0030] 图1是本发明一种脑电异常信号的预警装置结构示意图。

[0031] 图2是本发明一种脑电异常信号的预警装置自动检测系统示意图。

[0032] 图3是本发明一种脑电异常信号的预警装置自动检测系统流程图。

[0033] 图4是癫痫异常放电波形。

[0034] 图5是癫痫发作期脑电信号和间歇期脑电信号的扩散距离特征对比图。

[0035] 图6是左右脑检测癫痫样波形的差异性分析图。

[0036] 图中:1、脑电信息采集部;2、脑电图仪;3、高通滤波器;4、脑电放大器;5、低通滤波器;6、自动检测系统;11、信号输出线;12、柔性颅内电极;61、处理器;62、存储器;63、无线通信模块;64、云端数据库;65、显示器。

具体实施方式

[0037] 下面结合附图对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整的描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部实施例,基于本发明中的实施例,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,都属于本发明保护的范围。

[0038] 实施例1

[0039] 结合图1-3,一种脑电异常信号的预警装置,包括脑电信息采集部1、滤波器、脑电图仪2、脑电放大器4和自动检测系统6,所述脑电信息采集部1的输出端连接脑电图仪2的输入端,所述脑电图仪2的输出端通过滤波器连接脑电放大器4的输入端,所述脑电放大器4的输出端连接自动检测系统6,所述自动检测系统6包括显示器65、处理器61、存储器62、无线通信模块63和云端数据库64,所述脑电放大器4的输出端连接处理器61,所述处理器61通过无线通信模块63连接云端数据库64,所述存储器62和显示器均连接处理器61。

[0040] 所述脑电信息采集部1包括柔性颅内电极12和信号输出线11,所述柔性颅内电极12的输入端连接大脑,所述柔性颅内电极12的输出端通过信号输出线11连接脑电图仪2的输入端,所述柔性颅内电极12通过双极导联法接入脑电图仪2的输入接口。采用柔性颅内电极12,将脑电信息采集的目标从整个大脑或癫痫病灶区域缩小到局部癫痫性神经元群,通过对神经元群的检测能够更早、更稳定的发出预警信息,降低个体差异对脑电信号分析和处理造成的干扰。

[0041] 所述滤波器包括高通滤波器3和低通滤波器5,所述低通滤波器5的频率为0~60Hz,所述高通滤波器3的频率为0.5~80Hz,所述高通滤波器3的输入端连接脑电图仪2,所述高通滤波器3的输出端连接脑电放大器4,所述低通滤波器5的输入端连接脑电放大器4,所述低通滤波器5的输出端连接自动检测系统6。皮层脑电活动通过在大脑皮层上安置的柔性颅内电极12及信号输出线11,引入到脑电放大器4中,人类脑电正常的电压较低(10~200 μ V),需要将脑电信号进行放大后记录,但脑电信号中存在直流电成分,也就是脑区间恒定存在的电位差,脑电信号的基线会同时放大,过大的直流信号会导致放大器饱和,一般会在脑电放大器4的前端加入一个高通滤波器3来去除直流信号,通过高通滤波器3和低通滤波器5对脑电信号滤波,得到有用频带的脑电信号,滤除频带外的干扰信号,从而从采集到的数据信号中得出清晰的脑电波信号。

[0042] 所述脑电图仪2采用NeurofileNT数字视频脑电图仪,所述脑电图仪2的采样频率为250Hz~1025Hz。

[0043] 通过电刺激器向大脑中输出刺激脉冲,刺激电极进入大脑皮层,接入大脑皮层的柔性颅内电极将采集到的脑电信号经信号输出线传送至脑电图仪,脑电图仪数字视频式,可清楚直观的观测到输出信号波形,脑电图仪将脑电信号经高通滤波器脑电放大器和低通滤波器分段、滤波预处理后,传送至自动检测系统6的存储器62进行储存,处理器61从存储器62内提取相应的脑电信号,经与云端数据库内的训练信号进行比对并分类后,将脑电信号分为发作期脑电和间歇期脑电,经处理器61的平滑处理、阈值判断和相邻数据持续时间判断等一系列的处理后,将采集到的脑电信号分为清晰的发作期脑电和间歇期脑电,若发作期脑电的持续时间不少于6s,则处理器61向显示器65发出警示信号,相应的警示装置发出警报。

[0044] 实施例2

[0045] 结合图4-6,一种脑电异常信号的预警装置,所述自动检测系统6的内部处理包括如下步骤:

[0046] S1、预处理:将柔性颅内电极12接入大脑头层后,信号输出线11通过双极导联法接入脑电图仪2的输入接口,脑电图仪2的输出端连接滤波器,消除干扰信号,将脑电信号进行分段、滤波,经脑电放大器4进入自动检测系统6;

[0047] S2、脑电特征提取:经S1预处理后的脑电信号储存在存储器62中,经处理器62内的非线性特征提取方法提取脑电信号,并将该脑电信号送入分类器中进行检测,通过发作期脑电信号和间歇期脑电信号的扩散距离特征的扩散距离作为检测癫痫发作的特征,并将该特征送入分类器中进行检测,其中扩散距离满足:

$K(D_1, D_2) = \sum_{l=0}^L ||d_l(x)||_1 (l=1, \dots, L)$, 其中D为脑电图仪的频带,L为高斯金字塔的层数,x表示n维向量,且 $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$,通过对30名癫痫患者的数据测试,年龄范围18到50岁,其中男性患者和女性患者各15名,每名患者都至少采集了25个小时且包含至少15次癫痫发作,脑电图仪的采样频率为256Hz,所有患者的脑电信号的发作期脑电和间歇期脑电扩散距离特征如图5所示,发作期脑电和间歇期脑电的差异性如图6所示,由图6可知,波形检测的差异性P值均小于0.01,差异性显著;

[0048] S3、分类及后处理:提取脑电信号特征后,通过无线通信模块将脑电信号特征与云

端数据库内已经训练好的脑电数据进行比对,使用处理器内配置的分类器将癫痫发作期信号和间歇期信号识别出来,得到输出结果,根据每段脑电信号的输出结果判定该段数据是否为发作期脑电信号,对输出结果进行平滑滤波处理,实现癫痫脑电信号的自动检测。

[0049] 实施例3

[0050] 在实施例2的基础上,对分类器的输出结果经滤波器进行平滑滤波,平滑后的输出信号满足: $x_k = \frac{1}{2N+1} \sum_{i=-N}^N \hat{x}_{k+i}$, 其中k为分类器系数, $\hat{x}$ 为输入信号,即分类器的输出值, 2N+1为滤波器的平滑长度,N为平滑参数。

[0051] 将经过滤波器平滑处理后的输出信号和设定的阈值进行比较,阈值th满足 $th = k \cdot m$, 其中k为分类器系数,m表示分类器输出值的中值,若 $x_k > th$,则表示该段脑电信号属于间歇期脑电,若 $x_k < th$,则表明该段脑电信号属于发作期脑电。

[0052] 通过阈值判断后的脑电信号,将发作期脑电数据向左右两侧扩充,发作期脑电数据左右相邻持续时间 $\geq 6s$ 的异常波形最终判定为癫痫发作,发出预警信号。

[0053] 对每位患者选取病灶区的4个导联脑电记录作为实验数据,从患者的脑电记录中随机选取1~3次癫痫发作作为发作期训练样本,同时选取相同数目的间歇期脑电数据作为间歇期训练样本,二者形成一个完整的训练集,在此次实验中,从每位患者的间歇期脑电数据中随机选取几个小时的数据进行测试,一共有173.24小时的脑电数据构成测试数据集,其中包括1567段(约2.34小时)发作期脑电数据和11386段(约170.9小时)间歇期脑电数据。

[0054] 以上仅为本发明的较佳实施例,并不用以限制本发明,凡在本发明的保护范围内所做的任何修改,等同替换等,均应包含在本发明的保护范围之内。

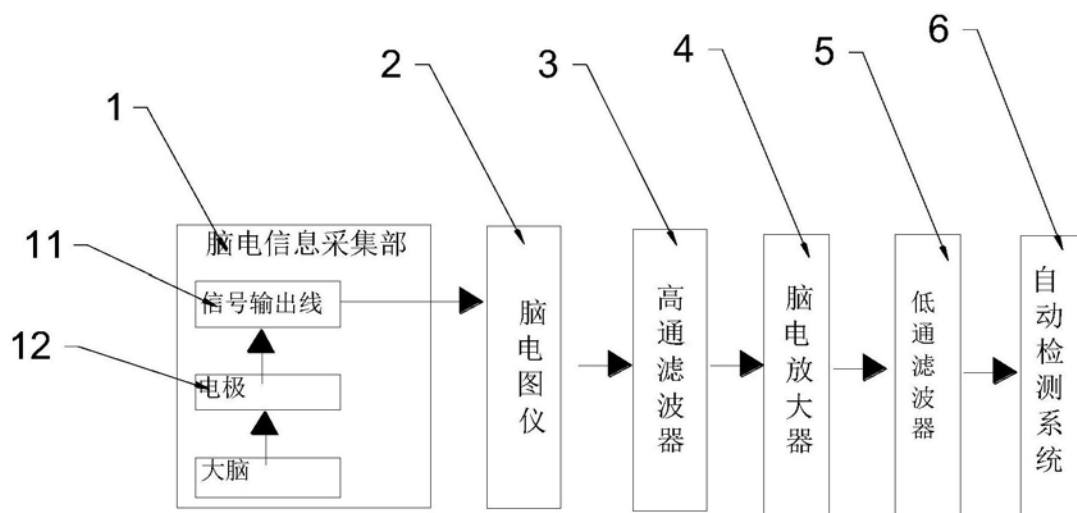


图1

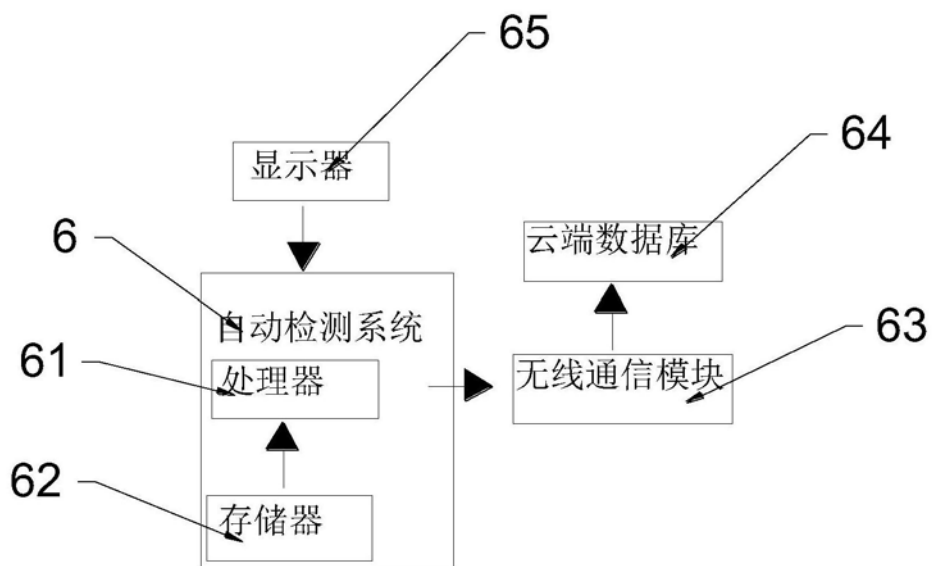


图2

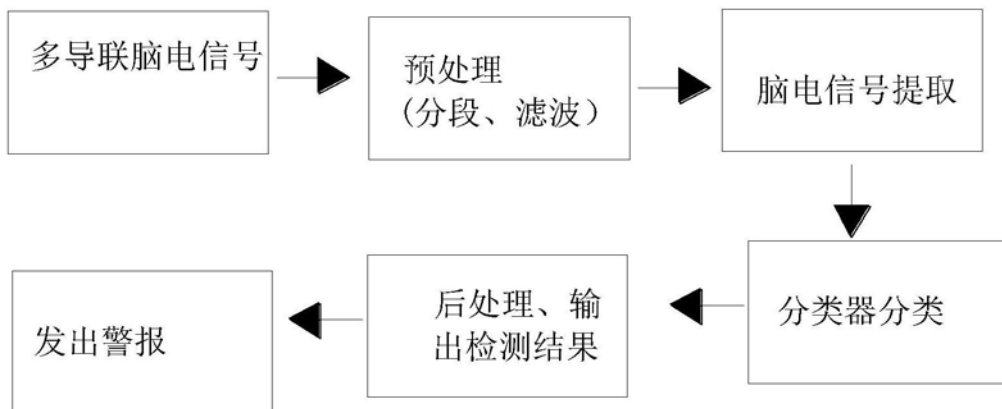


图3

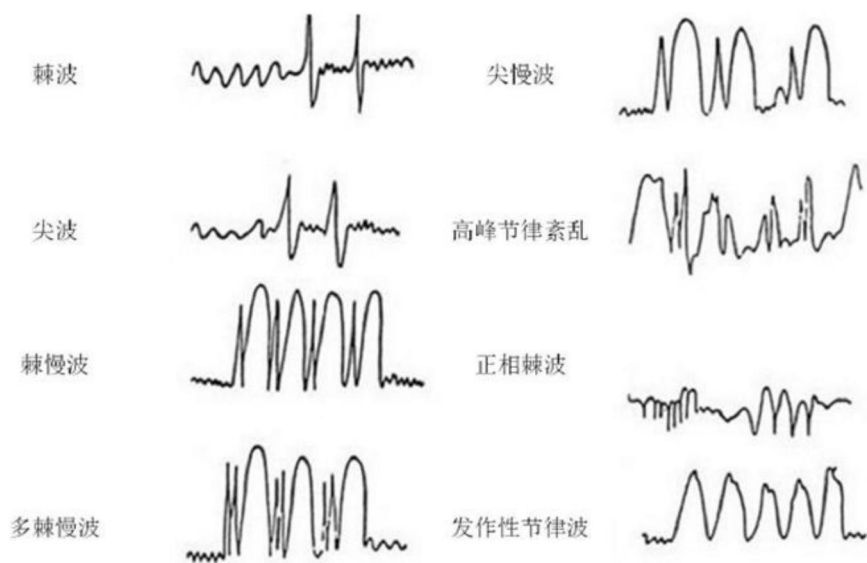


图4

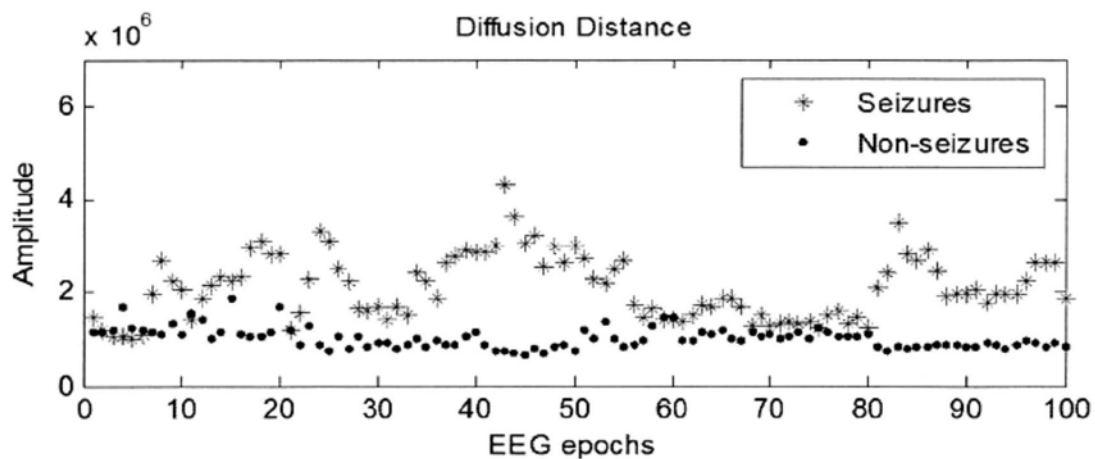


图5

右脑信号分析		左脑信号分析	
P-value	P-value	P-value	P-value
3.1306E-25	2.1652E-40	0.000268	1.2437E-32

图6

专利名称(译)	一种脑电异常信号的预警装置		
公开(公告)号	CN110269610A	公开(公告)日	2019-09-24
申请号	CN201910640676.X	申请日	2019-07-16
[标]申请(专利权)人(译)	河北医科大学第二医院		
申请(专利权)人(译)	河北医科大学第二医院		
当前申请(专利权)人(译)	河北医科大学第二医院		
[标]发明人	崔雪花 郑杰		
发明人	崔雪花 郑杰		
IPC分类号	A61B5/0476 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/04018 A61B5/0476 A61B5/4094 A61B5/7203 A61B5/7225 A61B5/7235 A61B5/725 A61B5/7267		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及一种脑电异常信号的预警装置，包括脑电信息采集部、滤波器、脑电图仪、脑电放大器和自动检测系统，脑电信息采集部的输出端连接脑电图仪的输入端，脑电图仪的输出端通过滤波器连接脑电放大器的输入端，脑电放大器的输出端连接自动检测系统，自动检测系统包括显示器、处理器、存储器、无线通信模块和云端数据库，脑电放大器的输出端连接处理器，处理器通过无线通信模块连接云端数据库，存储器和显示器均连接处理器，本发明提供的脑电异常信号的预警装置，可提高检测的准确率、降低误判率，使脑电异常信号的预警更加准确及时。

