



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109674467 A

(43)申请公布日 2019.04.26

(21)申请号 201910017413.3

(22)申请日 2019.01.08

(71)申请人 大连理工大学

地址 116024 辽宁省大连市高新园区凌工
路2号

(72)发明人 刘蓉 梁洪宇 王永轩

(74)专利代理机构 大连星海专利事务所有限公
司 21208

代理人 王树本 徐雪莲

(51)Int.Cl.

A61B 5/0476(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

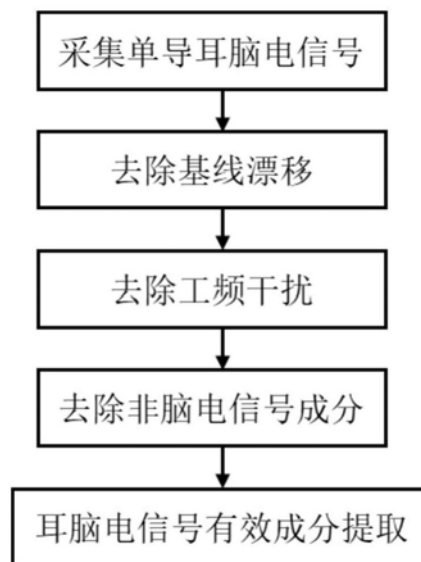
权利要求书2页 说明书4页 附图4页

(54)发明名称

一种单导耳脑电信号采集装置及其方法

(57)摘要

本发明属于脑电信号采集技术领域,一种单导耳脑电信号采集装置及其方法,其中方法包括以下步骤:(1)采集单导耳脑电信号,(2)去除基线漂移,(3)去除工频干扰,(4)去除非脑电信号成分,(5)耳脑电信号有效成分提取。装置包括耳脑电采集电极、耳脑电信号采集模块、蓝牙发送/接收模块2及耳脑电信号处理与显示模块。本发明的单导耳脑电信号采集装置,与传统的脑电采集技术相比,在保持高耳脑电信号质量的同时,还具有成本低、便携、无线数据传输、佩戴舒适、实时数据处理、便于操作和使用等优点。



1. 一种单导耳脑电信号的处理方法,其特征在于包括以下步骤:

步骤1、采集单导耳脑电信号,并通过蓝牙无线发送/接收脑电数据和编程控制信号;

步骤2、去除基线漂移,基线漂移属于低频噪声,是一种非平稳随机信号,基于小波变换的多分辨率性质采用小波分解重构的方法去除基线漂移;

步骤3、去除工频干扰,工频干扰强度高,而且是在非屏蔽环境内无处不在的,必须通过陷波器滤除工频干扰,采用4阶直接II型滤波器就能达到很好的效果,陷波频率设置为50Hz;

步骤4、去除非脑电信号成分,脑电信号包含以下几种脑电特征波: α 波频率范围8~13Hz、 β 波频率范围13~30Hz、 δ 波频率范围1~4Hz、 θ 波频率范围4~8Hz;对于在这些频率之外的信号成分,是由人体其他电生理活动产生的,需要滤除,采用6阶直接II型带通滤波器,考虑到脑电信号的有效成分,将带通滤波频率设定为0.2~40Hz;

步骤5、耳脑电信号有效成分提取,针对睡眠状态监控、癫痫发作、精神障碍检测目的,需要有选择地提取耳脑电信号有效成分,通过小波分解、阈值法提取小波系数、小波分解重构实现耳脑电信号有效成分提取。

2. 根据权利要求1所述处理方法中采用的单导耳脑电信号采集装置,包括耳脑电采集电极、耳脑电信号采集模块、蓝牙发送/接收模块2及耳脑电信号处理与显示模块,其特征在于:所述耳脑电采集电极的输出端与耳脑电信号采集模块的输入端相连,所述耳脑电信号采集模块与蓝牙发送/接收模块2之间通过无线方式连接完成无线数据传输,并通过软件对采集的耳脑电信号进行处理,最终获得质量好的耳脑电信号;所述蓝牙发送/接收模块2的输出端与耳脑电信号处理与显示模块的输入端相连,耳脑电信号处理与显示模块的输出端与蓝牙发送/接收模块2的输入端相连,所述耳脑电信号采集模块,包括电压保护模块、低通滤波模块、信号采集模块、单片机处理模块、SD存储模块及蓝牙发送/接收模块1,所述电压保护模块的输出端与低通滤波模块的输入端相连,低通滤波模块的输出端与信号采集模块的输入端相连,所述单片机处理模块的输入端分别与信号采集模块的输出端、SD存储模块的输出端及蓝牙发送/接收模块1的输出端相连,所述单片机处理模块的输出端还分别与信号采集模块的输入端、SD存储模块的输入端及蓝牙发送/接收模块1的输入端相连;所述耳脑电采集电极为海绵耳塞,表面附有椭圆形银纤维导电布和银纤维导电线,用来采集耳道内的耳脑电信号。

3. 根据权利要求2所述处理方法中采用的单导耳脑电信号采集装置,其特征在于:所述电压保护模块采用TPD4E1B06芯片,该芯片为4通道超低泄露静电放电保护器件,用来防止因电路电压过高而对器件造成损坏。

4. 根据权利要求2所述处理方法中采用的单导耳脑电信号采集装置,其特征在于:所述信号采集模块采用ADS1299芯片,该芯片支持8通道脑电数据同步采集,具有1、2、4、6、9、12、24倍低噪声可编程增益放大器和8个高分辨率同步采样模数转换器。

5. 根据权利要求2所述处理方法中采用的单导耳脑电信号采集装置,其特征在于:所述单片机处理模块采用PIC32MX25F128B芯片,用来连接和控制信号采集模块、SD存储模块及蓝牙发送/接收模块1。

6. 根据权利要求2所述处理方法中采用的单导耳脑电信号采集装置,其特征在于:所述蓝牙发送/接收模块1采用RFD22301芯片,用来与蓝牙发送/接收模块2进行无线数据传输和

编程控制。

一种单导耳脑电信号采集装置及其方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种单导耳脑电信号采集装置及其方法,属于脑电信号采集技术领域。

背景技术

[0002] 脑电信号 (Electroencephalograph, EEG) 是大脑神经细胞的电生理活动在头皮表面的总体反映,可通过电极记录下来这种随时间波动的电位变化。脑电信号中包含着大量的神经活动信息,在临床上有着十分重要的意义,现已成为诊断大脑相关疾病的重要手段,如睡眠障碍、癫痫、精神障碍等。目前脑电信号的采集技术在迅速发展,采集的导联数越来越多,更加强调通过导电膏实现电极与头皮之间的耦合性。然而,更多的导联数使脑电信号采集与处理的成本大大增高,带电极帽打导电膏会使受试者感觉非常不适,因此对于长时间连续采集脑电信号的工作要求则需要使用更便捷的采集装置和方法。使用干电极来代替湿电极并设计成穿戴式脑电信号采集装置是发展方向之一。耳脑电是在耳部无毛发皮肤部位记录的少数导联或单导脑电信号,其优势在于采集信号时对人体影响小,不易受眼动因素影响,具有和头皮脑电相近的信噪比,使用干电极记录稳定,可设计成穿戴式装置,目前鲜有相关的研究。针对耳脑电信号微弱,信噪比低的特点,在信号采集和传输中需要采用适当的方法进行处理。

发明内容

[0003] 为了克服现有技术中存在的不足,本发明目的是提供一种单导耳脑电信号采集装置及其方法,包括硬件结构和信号处理方法,综合体现在耳脑电采集端和计算机控制处理端。耳脑电采集端将干电极获取的耳脑电信号经滤波放大采样后通过蓝牙发送/接收模块1进行无线传输,计算机控制处理端通过蓝牙发送/接收模块2接收到耳脑电信号后进行处理显示并根据分析结果反向控制采集端调整参数以获得更好效果。本发明的单导耳脑电信号采集装置佩戴舒适,不影响受试者的正常工作和休息,可用于长时间连续采集脑电信号。

[0004] 为了实现上述发明目的,解决已有技术中所存在的问题,本发明采取的技术方案是:一种单导耳脑电信号的处理方法,包括以下步骤:

[0005] 步骤1、采集单导耳脑电信号,并通过蓝牙无线发送/接收脑电数据和编程控制信号;

[0006] 步骤2、去除基线漂移,基线漂移属于低频噪声,是一种非平稳随机信号,基于小波变换的多分辨率性质采用小波分解重构的方法去除基线漂移;

[0007] 步骤3、去除工频干扰,工频干扰强度高,而且是在非屏蔽环境内无处不在的,必须通过陷波器滤除工频干扰,采用4阶直接II型滤波器就能达到很好的效果,陷波频率设置为50Hz;

[0008] 步骤4、去除非脑电信号成分,脑电信号包含以下几种脑电特征波: α 波频率范围8~13Hz、 β 波频率范围13~30Hz、 δ 波频率范围1~4Hz、 θ 波频率范围4~8Hz;对于在这些频率

之外的信号成分,是由人体其他电生理活动产生的,需要滤除,采用6阶直接II型带通滤波器,考虑到脑电信号的有效成分,将带通滤波频率设定为0.2~40Hz;

[0009] 步骤5、耳脑电信号有效成分提取,针对睡眠状态监控、癫痫发作、精神障碍检测目的,需要有选择地提取耳脑电信号有效成分,通过小波分解、阈值法提取小波系数、小波分解重构实现耳脑电信号有效成分提取。

[0010] 所述处理方法中采用的单导耳脑电信号采集装置,包括耳脑电采集电极、耳脑电信号采集模块、蓝牙发送/接收模块2及耳脑电信号处理与显示模块,所述耳脑电采集电极的输出端与耳脑电信号采集模块的输入端相连,所述耳脑电信号采集模块与蓝牙发送/接收模块2之间通过无线方式连接完成无线数据传输,并通过软件对采集的耳脑电信号进行处理,最终获得质量好的耳脑电信号;所述蓝牙发送/接收模块2的输出端与耳脑电信号处理与显示模块的输入端相连,耳脑电信号处理与显示模块的输出端与蓝牙发送/接收模块2的输入端相连,所述耳脑电信号采集模块,包括电压保护模块、低通滤波模块、信号采集模块、单片机处理模块、SD存储模块及蓝牙发送/接收模块1,所述电压保护模块的输出端与低通滤波模块的输入端相连,低通滤波模块的输出端与信号采集模块的输入端相连,所述单片机处理模块的输入端分别与信号采集模块的输出端、SD存储模块的输出端及蓝牙发送/接收模块1的输出端相连,所述单片机处理模块的输出端还分别与信号采集模块的输入端、SD存储模块的输入端及蓝牙发送/接收模块1的输入端相连;所述耳脑电采集电极为海绵耳塞,表面附有椭圆形银纤维导电布和银纤维导电线,用来采集耳道内的耳脑电信号。

[0011] 所述电压保护模块采用TPD4E1B06芯片,该芯片为4通道超低泄露静电放电保护器件,用来防止因电路电压过高而对器件造成损坏。

[0012] 所述信号采集模块采用ADS1299芯片,该芯片支持8通道脑电数据同步采集,具有1、2、4、6、9、12、24倍低噪声可编程增益放大器和8个高分辨率同步采样模数转换器。

[0013] 所述单片机处理模块采用PIC32MX25F128B芯片,用来连接和控制信号采集模块、SD存储模块及蓝牙发送/接收模块1。

[0014] 所述蓝牙发送/接收模块1采用RFD22301芯片,用来与蓝牙发送/接收模块2进行无线数据传输和编程控制。

[0015] 本发明有益效果是:一种单导耳脑电信号采集装置及其方法,其中方法包括以下步骤:(1)采集单导耳脑电信号,(2)去除基线漂移,(3)去除工频干扰,(4)去除非脑电信号成分,(5)耳脑电信号有效成分提取。装置包括耳脑电采集端的耳脑电采集电极、电压保护模块、低通滤波模块、信号采集模块、单片机处理模块、SD存储模块及蓝牙发送/接收模块1以及计算机控制处理端的蓝牙发送/接收模块2及耳脑电信号处理与显示模块。耳脑电采集端与计算机控制处理端之间通过无线方式连接完成数据传输和编程控制,并通过软件对采集的耳脑电信号进行处理,最终获得质量好的耳脑电信号;与已有技术相比,本发明具有以下优点:(1)本发明装置便携,成本低廉,采集端装置仅需6V干电池进行供电;(2)耳脑电采集电极为海绵耳塞、银纤维导电布和银纤维导电线,电极材料为干电极,佩戴舒适,不影响人们休息和正常的生理活动;(3)采集装置具有内置的SD卡,可进行数据存储,信号采集模块通过蓝牙与电脑进行无线连接,可进行无线数据传输与数据实时显示、实时存储、实时处理;(4)装置最多可采集8通道信号,既可以采集单通道耳脑电信号,也可以实现耳脑电信号与头皮脑电信号同步采集;(5)设计了预处理算法,获得了质量较好的单通道耳脑电信号,

这些信号与头皮脑电信号相比,眼动因素干扰少,与脑电信号具有较高的相关性;(6)本发明通道间干扰小,可实现单输入与双输入,可实现脑电和其它生理信号的同步采集。

附图说明

- [0016] 图1是本发明方法步骤流程图。
[0017] 图2是本发明原理框图。
[0018] 图3是本发明中的耳脑电信号采集模块原理框图。
[0019] 图4是3层离散小波分解示意图。
[0020] 图5是50Hz陷波器频域响应曲线图。
[0021] 图6是0.2~40Hz带通滤波器频域响应曲线图。
[0022] 图7是小波阈值法提取耳脑电信号有效成分的流程图。
[0023] 图8是耳脑电数据及数据处理结果示意图。

具体实施方式

[0024] 下面结合附图对本发明作进一步说明。

[0025] 如图1所示,一种单导耳脑电信号的处理方法,包括以下步骤:

[0026] 步骤1、采集单导耳脑电信号,并通过蓝牙无线发送/接收脑电数据和编程控制信号;

[0027] 步骤2、去除基线漂移,基线漂移属于低频噪声,是一种非平稳随机信号,基于小波变换的多分辨率性质采用小波分解重构的方法去除基线漂移;图4为3层离散小波分解示意图,对 $x(n)$ 进行离散小波分解,第一层分解得到近似系数 A_1 和细节系数 D_1 ,其中近似系数主要为低频部分,细节系数主要为高频部分,对 A_1 再次进行小波分解,得到近似系数 A_2 和细节系数 D_2 ,以此类推;本发明采用'db4'小波基对 $x(n)$ 进行8层离散小波分解,得到近似系数 A_8 和细节系数 D_1 、 D_2 、 D_3 、 D_4 、 D_5 、 D_6 、 D_7 、 D_8 ,其中 A_8 的频带范围为 $\left[0, \frac{f_s}{2^9}\right]$,在采样频率 F_s 为250Hz的

条件下可得 A_8 的频带范围为0~0.488Hz,这个频带范围对应于基线漂移;忽略 A_8 仅根据 D_1 ~ D_8 进行重构,即可得到去除基线漂移后的耳脑电信号;

[0028] 步骤3、去除工频干扰,工频干扰强度高,而且是在非屏蔽环境内无处不在的,必须通过陷波器滤除工频干扰,采用4阶直接II型滤波器就能达到很好的效果,陷波频率设置为50Hz,所设计的陷波滤波器的频域响应曲线如图5所示。

[0029] 步骤4、去除非脑电信号成分,脑电信号包含以下几种脑电特征波: α 波频率范围8~13Hz、 β 波频率范围13~30Hz、 δ 波频率范围1~4Hz、 θ 波频率范围4~8Hz;对于在这些频率之外的信号成分,是由人体其他电生理活动产生的,需要滤除,采用6阶直接II型带通滤波器,考虑到脑电信号的有效成分,将带通滤波频率设定为0.2~40Hz,所设计的带通滤波器的频域响应曲线如图6所示。

[0030] 步骤5、耳脑电信号有效成分提取,针对睡眠状态监控、癫痫发作、精神障碍检测目的,需要有选择地提取耳脑电信号有效成分,通过小波分解、阈值法提取小波系数、小波分解重构实现耳脑电信号有效成分提取。图7为小波阈值法提取耳脑电信号有效成分的流程图,其中thr代表选择的阈值,sorh代表选择的是硬阈值还是软阈值,keepapp代表是否对近

似分量进行阈值处理。同时,根据待提取有效成分特点选取适当小波基,对输入信号进行小波变换,得到小波系数数组C和小波系数长度数组L;通过阈值法对小波系数进行处理再重构,即可得到小波阈值法处理后的耳脑电信号;采集到的原始耳脑电信号经去除基线漂移、去除工频干扰、去除非脑电信号成分及有效成分提取等处理步骤后信号变化过程如图8所示,可以看到原始耳脑电信号质量差,漂移严重;去除基线漂移后,信号幅值在0微伏处上下波动;再经过陷波去除工频干扰后,信号变得精细;再经过带通滤波使信号的边缘、尖峰更加突出;最后,通过小波阈值法得到图像光滑、特征明显的高质量耳脑电信号。

[0031] 如图2所示,单导耳脑电信号采集装置,包括耳脑电采集电极、耳脑电信号采集模块、蓝牙发送/接收模块2及耳脑电信号处理与显示模块,所述耳脑电采集电极的输出端与耳脑电信号采集模块的输入端相连,所述耳脑电信号采集模块与蓝牙发送/接收模块2之间通过无线方式连接完成无线数据传输,并通过软件对采集的耳脑电信号进行处理,最终获得质量好的耳脑电信号;所述蓝牙发送/接收模块2的输出端与耳脑电信号处理与显示模块的输入端相连,耳脑电信号处理与显示模块的输出端与蓝牙发送/接收模块2的输入端相连。所述耳脑电采集电极为海绵耳塞,表面附有椭圆形银纤维导电布和银纤维导电线,用来采集耳道内的耳脑电信号。

[0032] 如图3所示,耳脑电信号采集模块,包括电压保护模块、低通滤波模块、信号采集模块、单片机处理模块、SD存储模块及蓝牙发送/接收模块1,所述电压保护模块的输出端与低通滤波模块的输入端相连,低通滤波模块的输出端与信号采集模块的输入端相连,所述单片机处理模块的输入端分别与信号采集模块的输出端、SD存储模块的输出端及蓝牙发送/接收模块1的输出端相连,所述单片机处理模块的输出端还分别与信号采集模块的输入端、SD存储模块的输入端及蓝牙发送/接收模块1的输入端相连;所述电压保护模块采用TPD4E1B06芯片,该芯片为4通道超低泄露静电放电保护器件,用来防止因电路电压过高而对器件造成损坏。所述信号采集模块采用ADS1299芯片,该芯片支持8通道脑电数据同步采集,具有1、2、4、6、9、12、24倍低噪声可编程增益放大器和8个高分辨率同步采样模数转换器。所述单片机处理模块采用PIC32MX25F128B芯片,用来连接和控制信号采集模块、SD存储模块及蓝牙发送/接收模块1。所述蓝牙发送/接收模块1采用RFD22301芯片,用来与蓝牙发送/接收模块2进行无线数据传输和编程控制。

[0033] 本发明综合体现在耳脑电采集端和计算机控制处理端,耳脑电采集端将干电极获取的耳脑电信号经滤波放大采样后通过蓝牙发送/接收模块1进行无线传输,计算机控制处理端通过蓝牙发送/接收模块2接收到耳脑电信号后进行处理显示并根据分析结果反向控制采集端调整参数以获得更好效果。

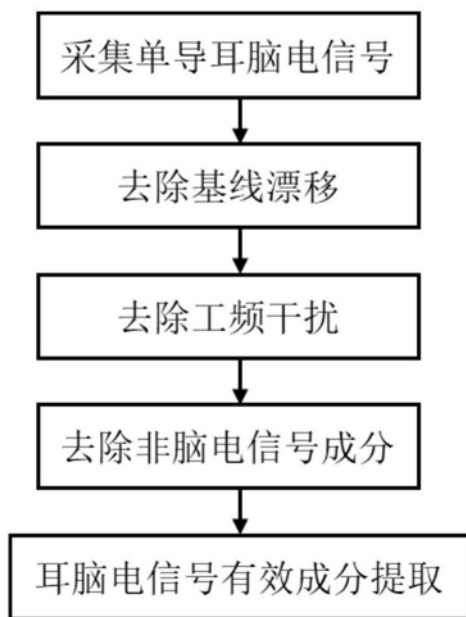


图1

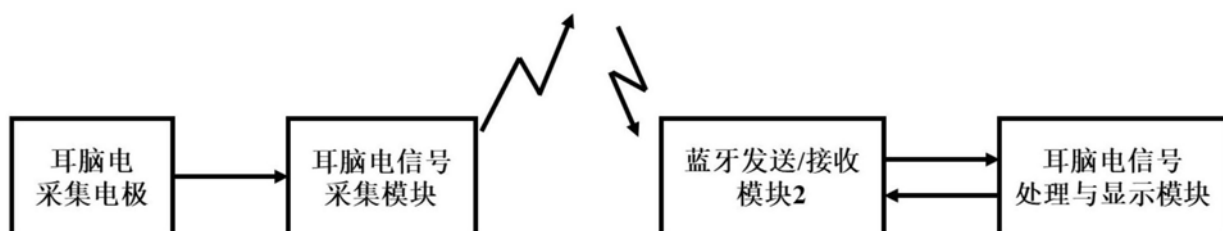


图2

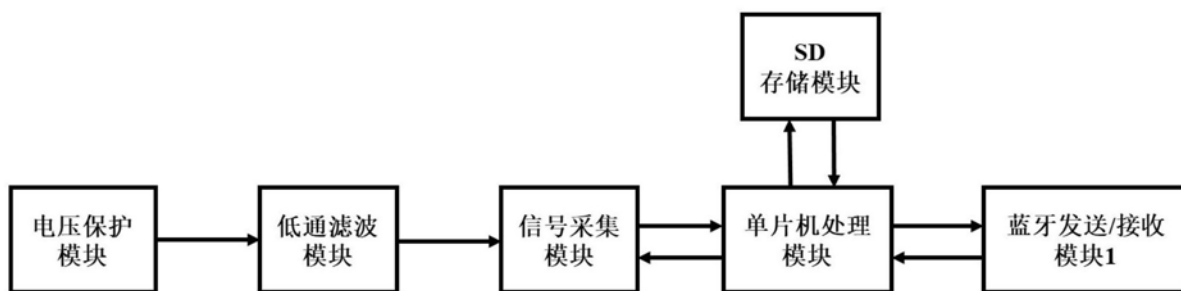


图3

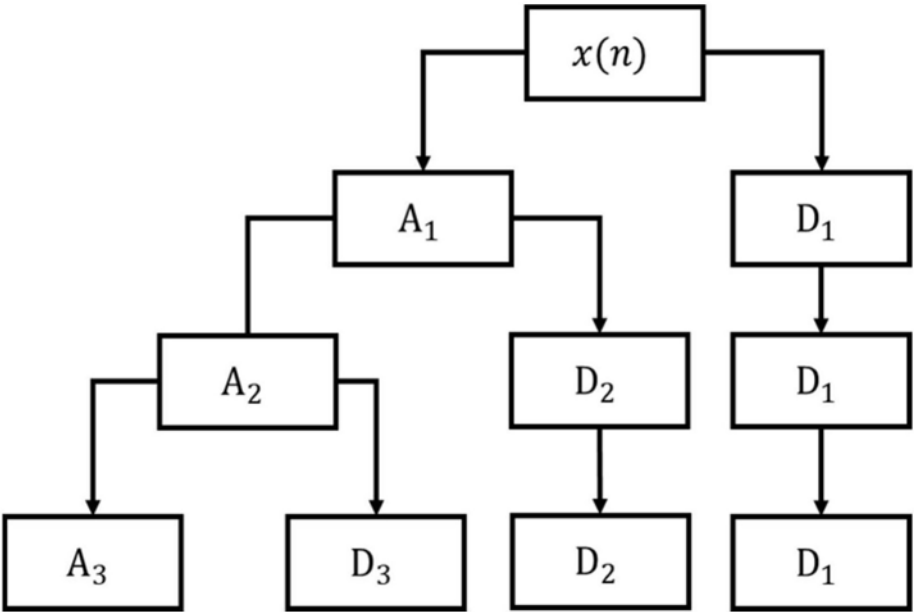


图4

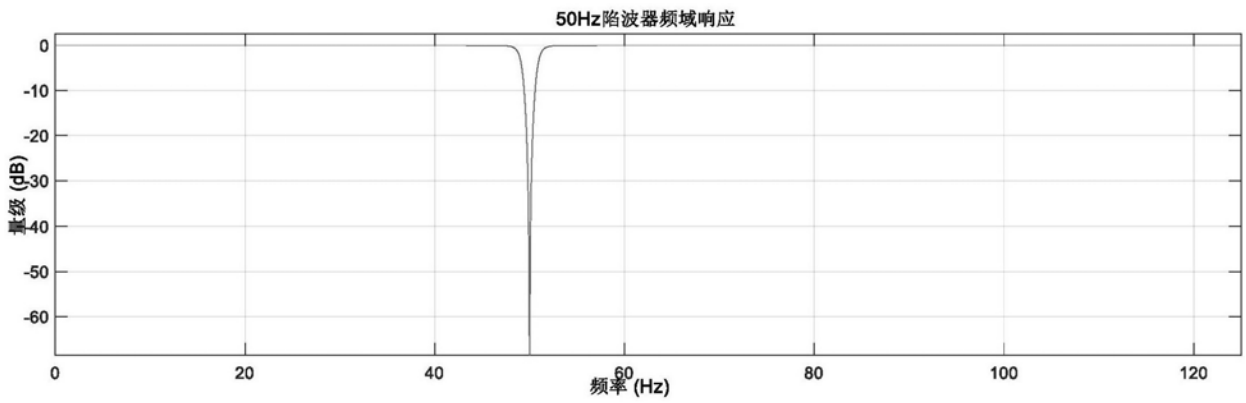


图5

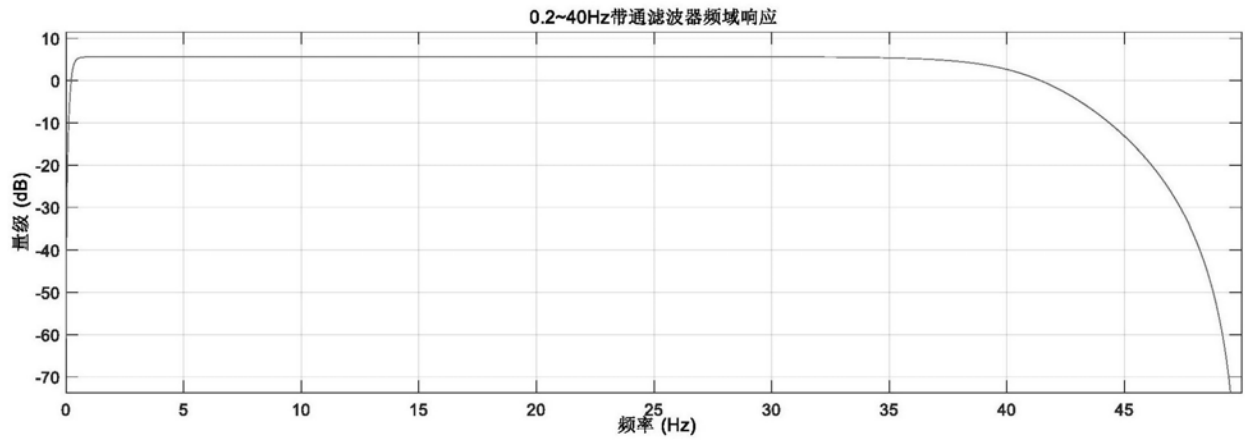


图6

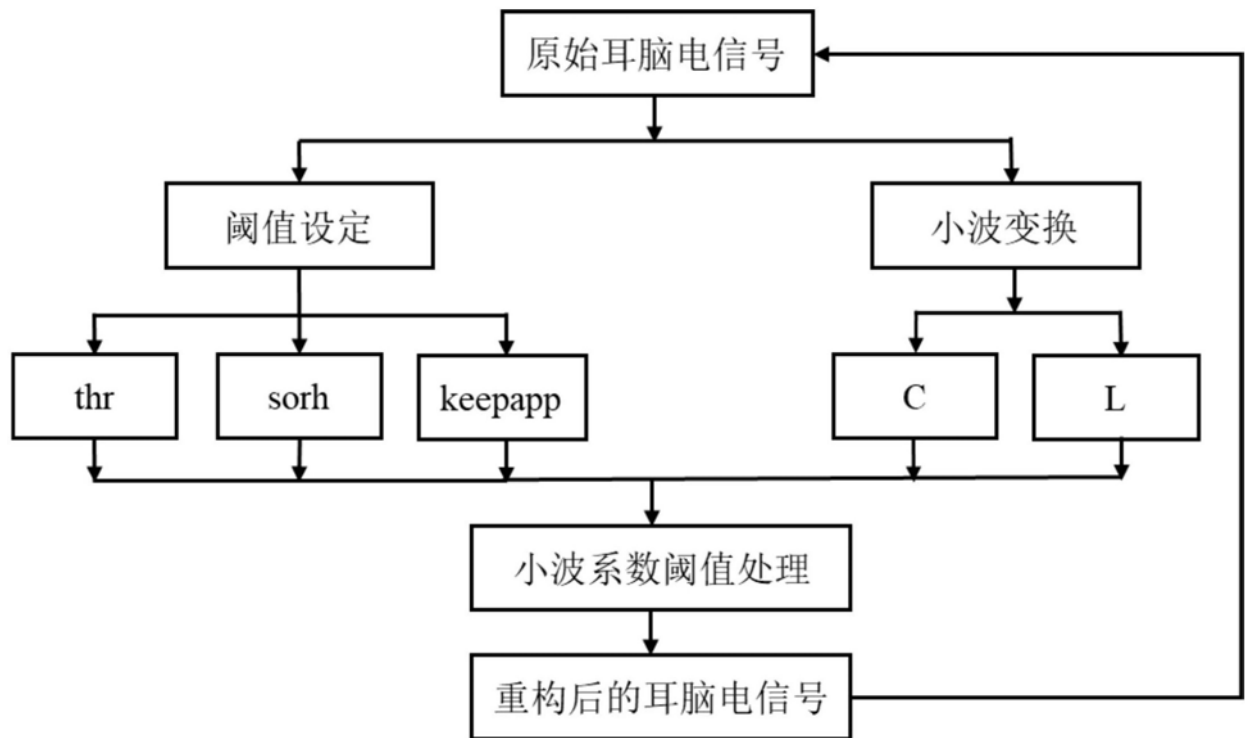


图7

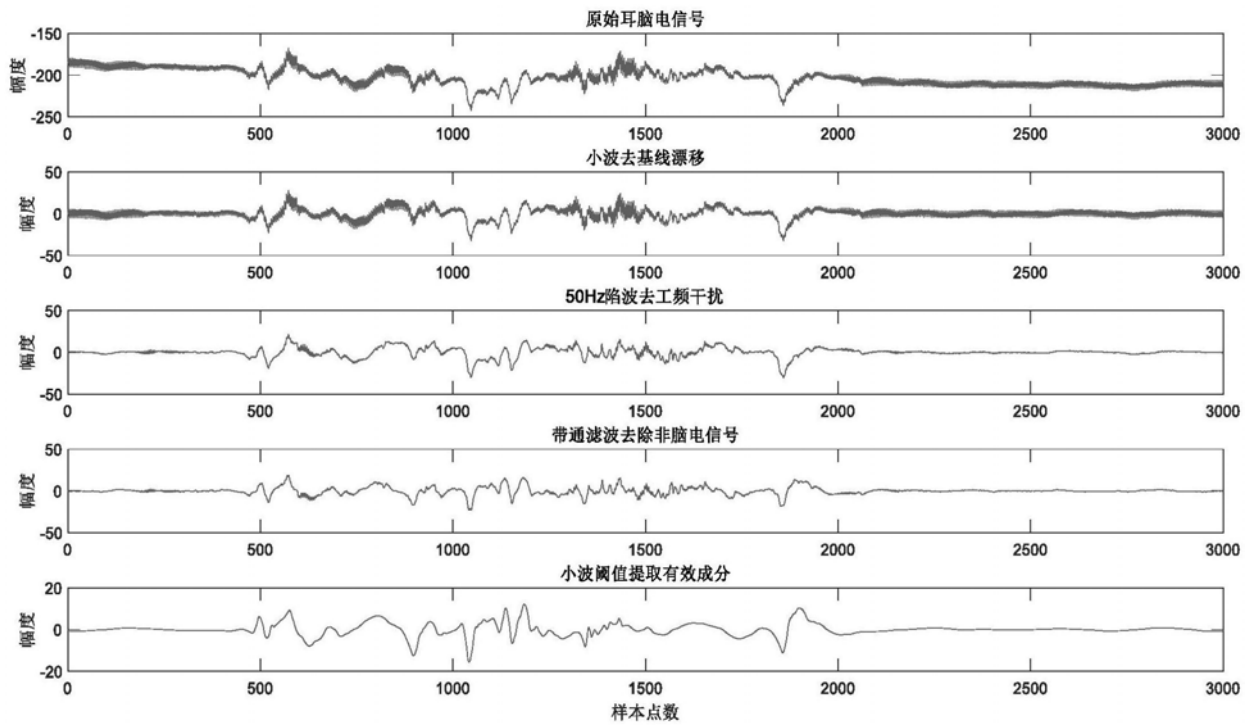


图8

专利名称(译)	一种单导耳脑电信号采集装置及其方法		
公开(公告)号	CN109674467A	公开(公告)日	2019-04-26
申请号	CN201910017413.3	申请日	2019-01-08
[标]申请(专利权)人(译)	大连理工大学		
申请(专利权)人(译)	大连理工大学		
当前申请(专利权)人(译)	大连理工大学		
[标]发明人	刘蓉 梁洪宇 王永轩		
发明人	刘蓉 梁洪宇 王永轩		
IPC分类号	A61B5/0476 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/0476 A61B5/0006 A61B5/4064 A61B5/4094 A61B5/4809 A61B5/4812 A61B5/4815 A61B5/7203 A61B5/7225		
代理人(译)	徐雪莲		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明属于脑电信号采集技术领域，一种单导耳脑电信号采集装置及其方法，其中方法包括以下步骤：(1)采集单导耳脑电信号，(2)去除基线漂移，(3)去除工频干扰，(4)去除非脑电信号成分，(5)耳脑电信号有效成分提取。装置包括耳脑电采集电极、耳脑电信号采集模块、蓝牙发送/接收模块及耳脑电信号处理与显示模块。本发明的单导耳脑电信号采集装置，与传统的脑电采集技术相比，在保持高耳脑电信号质量的同时，还具有成本低、便携、无线数据传输、佩戴舒适、实时数据处理、便于操作和使用等优点。

