



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107802263 A

(43)申请公布日 2018.03.16

(21)申请号 201610811697.X

(22)申请日 2016.09.08

(71)申请人 候俊英

地址 100039 北京市海淀区田村山南路8号  
玉泉嘉园20-2-1502号

(72)发明人 候俊英 杨若霖 徐玉梅 王志兰

(74)专利代理机构 北京海虹嘉诚知识产权代理  
有限公司 11129

代理人 周晓娜

(51) Int. Cl.

A61B 5/0484(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

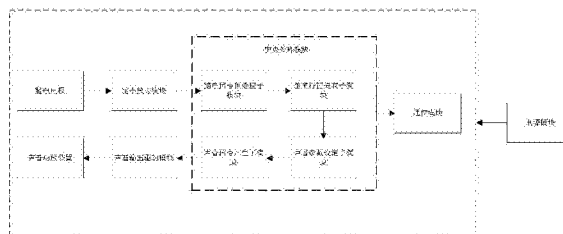
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种基于脑电生理信号的可穿戴声音反馈系统

(57)摘要

本发明提供了一种基于脑电生理信号的可穿戴声音反馈系统,通过可戴在头部的所述系统实现对个体的脑电生理信号采集和提取,然后基于所述的脑电生理信号的特征,实时产生特定的声音信号,并实时反馈到该个体的听觉系统,实现基于个体脑电生理信号特征的实时的声音反馈;本系统实现了对同一个体个性化的声音反馈,同时实现了实时的声音反馈。



1. 一种基于脑电生理信号的可穿戴声音反馈系统,其特征在于,通过可戴在头部的所述系统实现对个体的脑电生理信号采集和提取,然后基于所述的脑电生理信号的特征,实时产生特定的声音信号,并实时反馈到该个体的听觉系统,实现基于个体脑电生理信号特征的实时的声音反馈。

2. 如权利要求1所述的系统,其特征在于,所述的特定的声音信号,在时间上按照一定的周期重复。

3. 如权利要求1所述的系统,其特征在于,所述的特定的声音信号,播放和静音交替进行。

4. 如权利要求1-3之一所述的系统,其特征在于,包括脑电电极、脑电放大模块、中央处理模块、声音输出驱动模块、声音功放装置和电源模块;所述的脑电电极用于采集脑部产生的脑电生理信号,所述的脑电放大模块将所述脑电电极采集到的脑电生理信号进行放大处理,所述的中央处理模块对放大后的脑电生理信号进行处理和分析后,生成能够反映脑电生理信号的特征的数字化的声音信号,所述的声音输出驱动模块将数字化的声音信号转换为模拟信号,所述的声音功放装置将声音输出驱动模块输出的模拟信号转化为声音进行播放,所述的电源模块用于为系统供电。

5. 根据权利要求4所述的系统,其特征在于,所述脑电电极、脑电放大模块、中央处理模块、声音输出驱动模块、声音功放装置和电源模块均固定在柔性印刷电路板上,所述的柔性印刷电路板随头部弧度弯曲,并通过弹性头带将其佩戴于所述个体头部。

6. 根据权利要求4所述的系统,其特征在于,所述的中央处理模块包括:脑电信号预处理子模块、脑电特征提取子模块、声音参数设定子模块和声音信号产生子模块;所述的脑电信号预处理子模块用于对放大后的脑电生理信号进行滤波和除噪处理,所述的脑电特征提取子模块用于对所述脑电信号预处理子模块滤波和除噪处理后的脑电生理信号的特征进行提取,所述的声音参数设定子模块用于将提取得到的特征转换成声音参数,所述的声音信号产生子模块根据声音参数产生数字化的声音信号。

7. 根据权利要求4所述的系统,其特征在于,所述脑电生理信号的特征包括:脑电生理信号的功率谱、事件相关电位的幅度和潜伏期特征。

8. 根据权利要求6所述的系统,其特征在于,所述的声音参数包括音量、音频、声音刺激时间和声音刺激间隔。

9. 根据权利要求4所述的系统,其特征在于,还包括通信模块;所述的通信模块与中央处理模块通过串口连接,用于将中央处理模块处理得到的数据传输至外部设备。

10. 根据权利要求5所述的系统,其特征在于,所述的弹性头带采用硅胶材料制成。

## 一种基于脑电生理信号的可穿戴声音反馈系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及脑电神经生物反馈技术领域,具体涉及一种基于脑电生理信号的可穿戴声音反馈系统。

### 背景技术

[0002] 脑电生理信号(Electroencephalogram, EEG),是大脑所产生的微弱电信号。EEG可以被戴在头上的电极记录下来,它表征了大脑细胞群的生物电活动,是研究大脑高级认知功能的重要工具。基于脑电的神经生物反馈(Neurobiofeedback, NFB),是将EEG信号,转换成听觉信息或者视觉信息,播放给受试人员。在神经生物反馈的过程中,受试人员通过训练,选择性地增强或抑制某些成分,可以达到调节脑功能的目的。这项技术最早是根据巴甫洛夫的经典条件反射理论发展而来,心理学家斯金纳对其进行了完善。目前,神经生物反馈已经和定量脑电图(QEEG)、功能核磁(fMRI)等技术结合,应用于医疗和非医疗的多个领域。

[0003] 基于上述的理论,现有技术中已有了脑电刺激器,脑电刺激器按照预设的脑电刺激流程播放相应的脑电刺激(比如声音),这里的预设的脑电刺激流程是根据提取的一定数量个体的脑电生理信号得到的,因此播放的脑电刺激不具有针对性,无法满足人员的个性化需求,获得的治疗或者保健效果不佳。另外,现有的脑电刺激器依托于普通的电脑(比如:台式机、笔记本),体积大、不方便携带。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的,在于提供一种基于个体的脑电生理信号的可穿戴声音实时反馈系统。该系统根据生物神经反馈原理,利用可穿戴的设备采集个体的脑电波,并做实时分析,通过提取 $\alpha$ 脑波能量、 $\Delta$ 脑波能量、 $\beta$ 脑波能量、 $\gamma$ 脑波能量、 $\theta$ 脑波能量、SMR脑波能量或它们的各种组合(即,脑电生理信号的特征)或者其他脑电生理信号的特征,将其转换为声音参数,形成特定的声音信号,最终通过声音功放装置(比如:耳机)实时播放,当然也可外接音箱来实时播放。

[0005] 本发明的一个具体实施例中,通过神经反馈,可让个体调节自身的脑电能量分布。该调节过程中,首先是根据个体 $\alpha$ 脑波能量,确定基准值。然后根据个体的 $\alpha$ 脑波能量实时增强或减弱,给予受试人员相应反馈。当能量升高时给予正面反馈,播放鼓掌的声音,优选地同时通过屏幕显示一个笑脸;反之,给予负面反馈,即播放哭泣的声音,优选地同时通过屏幕显示一个哭脸。

[0006] 本发明的另一个具体实施例中,可以通过神经反馈给予个体不同的特定的声音。例如根据 $\alpha$ 脑波能量的变化,调节声音的频率、音量,能量增强给予更高频率或更高音量的声音刺激,反之亦然。

[0007] 为实现上述目的,本发明提供了一种头戴式脑电声音反馈系统,该系统能够实时采集个体的脑电生理信号,在分析和处理并提取脑电生理信号的特征后产生个性化的声音信号,再反馈到该个体的听觉系统,干预人体的听觉活动。所述的脑电声反馈系统包括:脑

电电极、脑电放大模块、中央处理模块、声音输出驱动模块、声音功放装置和电源模块；所述的脑电电极用于在人体头皮上采集脑部产生的脑电生理信号，所述的脑电放大模块将脑电电极上采集到的脑电生理信号进行放大处理，所述的中央处理模块对放大后的脑电生理信号进行处理和分析后，生成能够反映脑电生理信号特征的数字化的声音信号，所述的声音输出驱动模块将数字化的声音信号转换为模拟信号，所述的声音功放装置将声音输出驱动模块输出的模拟信号转化为声音进行播放，所述的电源模块用于为系统供电。

[0008] 进一步地，所述脑电电极、脑电放大模块、中央处理模块、声音输出驱动模块、声音功放装置和电源模块均固定在柔性印刷电路板上，所述的柔性印刷电路板随头部弧度弯曲，并通过弹性头带将其佩戴于人体头部。

[0009] 作为上述技术方案的进一步改进，所述的中央处理模块包括：脑电信号预处理子模块、脑电特征提取子模块、声音参数设定子模块和声音信号产生子模块；所述的脑电信号预处理子模块用于对放大后的脑电生理信号进行滤波和除噪处理，所述的脑电特征提取子模块用于对所述脑电信号预处理子模块滤波和除噪处理后的脑电生理信号的特征进行提取，所述的声音参数设定子模块用于将提取得到的特征转换成声音参数，所述的声音信号产生子模块根据声音参数产生数字化的声音信号。

[0010] 作为上述技术方案的进一步改进，所述脑电生理信号的特征包括：脑电生理信号的功率谱、事件相关电位的幅度和潜伏期特征。

[0011] 作为上述技术方案的进一步改进，所述的声音参数包括音量、音频、声音刺激时间和声音刺激间隔。

[0012] 作为上述技术方案的进一步改进，还包括通信模块；所述的通信模块与中央处理模块通过串口连接，用于将中央处理模块处理得到的数据传输至外部设备。

[0013] 作为上述技术方案的进一步改进，所述的弹性头带采用硅胶材料制成。

[0014] 本发明的上述基于脑电生理信号的可穿戴声反馈系统的设计符合科学原理，充分利用可穿戴设备的便利，整合人机接口技术、脑电生理信号提取和分析技术、生物反馈技术，形成了基于脑电生理信号的实时声反馈系统。

[0015] 突破了设备和方法的限制，使神经生物声反馈技术走出实验室，服务于大众，可以治疗患者疾病比如耳鸣，还可以保健比如改善情绪、提高人的生活质量。

[0016] 本发明的一种基于脑电生理信号的可穿戴声音反馈系统的优点在于：

[0017] 1、系统中各个模块将固定在柔性印刷电路板上，可随头部弧度弯曲，采用硅胶材料加工的弹性头带加以固定，使印制电路板更接近人体头部，穿戴更为舒适。

[0018] 2、电路设计更加精巧；本发明的系统使用中央处理电路实现脑电生理信号的预处理和分析、特征提取、信号声音参数设定和生成，利用通信模块使系统可以实现无线或有线数据传输。

[0019] 3、电路结构更简单，成本低；因为采用低功耗的通信传输模式，省去线路的复杂设计，不仅降低了开发难度，也大大减少了开发成本。

[0020] 4、系统外观更加美观；由于本发明采用柔性印制电路板且用弹性硅胶带固定，使得系统外观可靠、美观、舒适，所以整个系统不仅在功能上更加突出，外观上也更加美观和人性化。

[0021] 5、系统更加便携轻巧；由于本发明集成度高，各模块高速有效的运作，使整体系统

体积小,重量轻,真正实现脑电声反馈系统的可穿戴性。

[0022] 6、系统针对个体进行脑电生理信号的采集、提取,并根据提取得到的脑电生理信号的特征实时产生特定的声音信号并反馈到相同个体的听觉系统,实现了对同一个体个性化的声音反馈,同时实现了实时的声音反馈。

### 附图说明

[0023] 图1是本发明实施例中的一种基于脑电生理信号的可穿戴声音反馈系统的结构框图。

### 具体实施方式

[0024] 下面结合附图和实施例对本发明所述的一种基于脑电生理信号的可穿戴声音反馈系统进行详细说明。

[0025] 如图1所示,本发明提出的一种基于脑电生理信号的可穿戴声音反馈系统,该系统通过戴在个体的头部,实现脑电生理信号采集和提取,然后基于脑电生理信号特征,产生特定的声音信号,经耳机等声音功放装置反馈到该个体的听觉系统,实现基于个体脑电生理信号特征的实时声音反馈。

[0026] 优选地,所述的特定的声音信号,在时间上具有周期重复性,还可以优选地,所述的特定的声音信号,播放和静音交替进行,从而激发个体的特定的听觉中枢响应。

[0027] 所述的基于脑电生理信号的可穿戴声音反馈系统具体包括:脑电电极、脑电放大模块、中央处理模块、声音输出驱动模块、声音功放装置、电源模块和通信模块(通信模块不是必须的,可根据需求选择是否包括通信模块),其中:

[0028] 所述的脑电电极,用于在人体头皮上采集人脑产生的微弱的脑电生理信号;

[0029] 所述的脑电放大模块,用于将脑电电极采集到的脑电生理信号进行放大处理;

[0030] 所述的中央处理模块,用于对放大后的脑电生理信号进行处理和分析,生成能够反映脑电生理信号特征的数字化的声音信号;

[0031] 所述的声音输出驱动模块,用于将数字化的声音信号转换为模拟信号;

[0032] 所述的声音功放装置,用于接收声音输出驱动模块的模拟信号,并将这种电信号转为声音,播放传送到人的听觉系统;

[0033] 在包括通信模块的情况下,所述的通信模块与中央处理模块通过串口连接,可将中央处理模块处理过的数据上传给便携式终端的应用软件,与智能终端进行数据交互;

[0034] 所述的电源模块可采用锂电池给系统提供可靠稳定的电压,并能监控电源状态。

[0035] 作为一种优选,脑电电极、脑电放大模块、中央处理模块、声音输出驱动模块、声音功放装置和电源模块,以及通信模块(如果有)均固定在柔性印刷电路板上,所述的柔性印刷电路板随头部弧度弯曲,并通过弹性头带将其佩戴于人体头部。作为进一步的优选,这里的弹性头带采用硅胶材料制成。

[0036] 基于上述结构的基于脑电生理信号的可穿戴声音反馈系统,如图1所示,在本实施例中,所述的中央处理模块包括:脑电信号预处理子模块、脑电特征提取子模块、声音参数设定子模块和声音信号产生子模块;其中,所述的脑电信号预处理子模块,用于对脑电生理信号进行滤波和除噪处理;所述的脑电特征提取子模块,用于对所述脑电信号预处理子模

块滤波和除噪处理后的脑电生理信号的特征进行提取；所述的声音参数设定子模块，用于将提取到的脑电生理信号的特征转换成声音参数，声音参数包括：音量、音频、声音刺激时间、声音刺激间隔等参数；所述的声音信号产生子模块，用于根据声音参数产生数字化的声音信号。

[0037] 其中，脑电生理信号的特征包括：脑电生理信号的功率谱、事件相关电位的幅度和潜伏期特征。脑电生理信号的功率谱包括： $\alpha$ 脑波能量、 $\Delta$ 脑波能量、 $\beta$ 脑波能量、 $\gamma$ 脑波能量、 $\theta$ 脑波能量、SMR脑波能量或它们的各种组合。事件相关电位，是脑电学科的一个常用名词，它定义为一种特殊的脑诱发电位，是利用声音刺激所引起的脑的电位，事件相关电位属于长潜伏期诱发电位，测试时一般要求被试者清醒，并在一定程度上参与其中。潜伏期，也是脑电学科的一个常用名词，它是从声音刺激发出的时刻直到脑部出现预期的电位的这段延迟时间。

[0038] 本发明的上述系统基于神经生物反馈原理，整合了人机接口技术、脑电生理信号提取和分析技术、生物反馈技术，突破了传统设备和方法的限制，实现了可穿戴、便携、实时分析和反馈、声音的个体化，调高了耳鸣者或其他患者或者有保健需求的个体对声音干预的依从性，从而实现干预的有效性。

[0039] 利用上述基于脑电生理信号的可穿戴声音反馈系统进行工作时，首先对个体进行脑电生理信号采集，也就是将本系统戴在头部，确定脑电电极与头皮密切接触。然后开始采集个体的脑电生理信号。当采集到脑电生理信号后，由于脑电生理信号非常微弱，需要通过脑电放大模块进行信号放大，达到信号处理水平后传输到中央处理模块。由于脑电生理信号中包涵了较多的生理噪声、环境干扰以及工频干扰等噪声，需要由脑电信号预处理子模块进行信号的滤波和除噪，将得到的由脑电信号预处理子模块滤波和除噪后的脑电生理信号传输给脑电特征提取子模块，该模块负责从脑电生理信号中提取特征，例如脑波功率谱，统计各个波段的能量值。在获得脑电生理信号的特征后，再将特征值发送到声音参数设定子模块，该模块根据脑电特征产生声音参数。所述的声音参数在声音信号产生子模块中发挥重要作用，该模块根据这些声音参数产生声音数字信号。最后，由声音输出驱动模块将数字信号转换为模拟信号，再经过声音功放装置放大，外放为声音输入到个体的听觉系统，实现基于个体脑电生理信号特征的实时的声音反馈。

[0040] 在本发明的脑电声反馈系统中，利用电源模块对系统提供稳定可靠的工作电压并监视电池充电状态，利用外部独立的通信模块对数据进行上传至便携式移动终端，利用自主开发的便携式终端的应用软件对采集到的携带有脑电信息的数据进行实时显示，并可实现用户历史信息存储和查询以及与云端服务器的连接。

[0041] 最后所应说明的是，以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制。尽管参照实施例对本发明进行了详细说明，本领域的普通技术人员应当理解，对本发明的技术方案进行修改或者等同替换，都不脱离本发明技术方案的精神和范围，其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

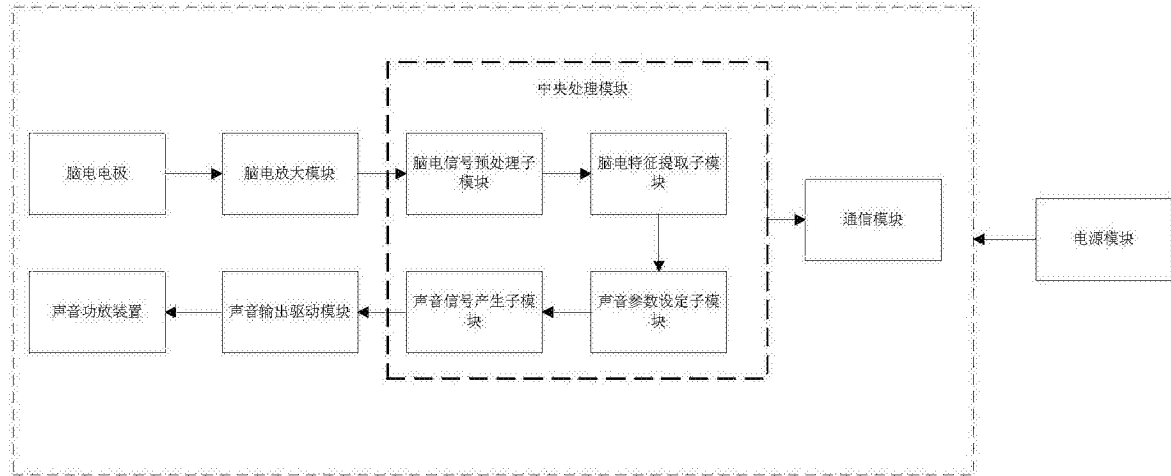


图1

专利名称(译)	一种基于脑电生理信号的可穿戴声音反馈系统		
公开(公告)号	<a href="#">CN107802263A</a>	公开(公告)日	2018-03-16
申请号	CN201610811697.X	申请日	2016-09-08
[标]发明人	候俊英 杨若霖 徐玉梅 王志兰		
发明人	候俊英 杨若霖 徐玉梅 王志兰		
IPC分类号	A61B5/0484 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/0002 A61B5/04012 A61B5/04845 A61B5/6803 A61B5/6814 A61B5/6831 A61B5/7203 A61B5/7225 A61B5/7235		
代理人(译)	周晓娜		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明提供了一种基于脑电生理信号的可穿戴声音反馈系统，通过可戴在头部的所述系统实现对个体的脑电生理信号采集和提取，然后基于所述的脑电生理信号的特征，实时产生特定的声音信号，并实时反馈到该个体的听觉系统，实现基于个体脑电生理信号特征的实时的声音反馈；本系统实现了对同一个体个性化的声音反馈，同时实现了实时的声音反馈。

