



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109316170 A

(43)申请公布日 2019.02.12

(21)申请号 201811363915.3

(22)申请日 2018.11.16

(71)申请人 武汉理工大学

地址 430070 湖北省武汉市洪山区珞狮路  
122号

(72)发明人 刘新华 杨建豪 许轶珂 郭少聪  
张华威 刘世元 林淑敏

(74)专利代理机构 湖北武汉永嘉专利代理有限  
公司 42102

代理人 许美红

(51)Int.Cl.

A61B 5/00(2006.01)

A61B 5/0476(2006.01)

A61M 21/00(2006.01)

A61M 21/02(2006.01)

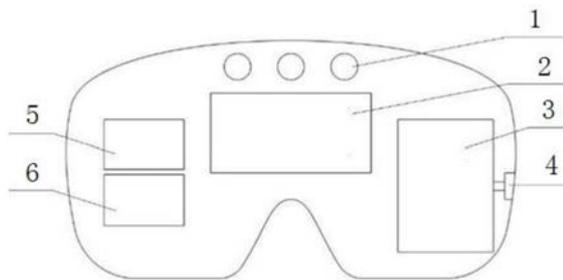
权利要求书3页 说明书7页 附图1页

## (54)发明名称

基于深度学习的脑电波辅助睡眠及唤醒系  
统

## (57)摘要

本发明公开了一种基于深度学习的脑电波辅助睡眠及唤醒系统,其包括安设在眼罩上的脑电波采集模块、音频解码模块、骨传导振子、LED光圈、嵌入式系统板和电源;脑电波采集模块将采集的脑电波数据传递给嵌入式系统板,嵌入式系统板根据该数据将相应的音乐传递给音频解码模块,音频解码模块将该音乐转换成具有一定驱动能力的模拟信号并将该信号传给嵌入式系统板,嵌入式系统板控制骨传导振子,骨传导振子将声音传导到人的听觉神经,且嵌入式系统板还控制LED光圈工作,实现辅助睡眠和唤醒功能。本发明还提供一种基于深度学习的脑电波辅助睡眠及唤醒方法。本发明既能辅助睡眠又能作为不影响睡眠质量的唤醒闹钟。



1. 一种基于深度学习的脑电波辅助睡眠及唤醒系统,其特征之处在于包括安设在眼罩上的脑电波采集模块、音频解码模块、骨传导振子、LED光圈、嵌入式系统板和电源;所述脑电波采集模块、音频解码模块、骨传导振子、LED光圈与嵌入式系统板连接;电源为脑电波采集模块、音频解码模块、骨传导振子、LED光圈、嵌入式系统板供电;

脑电波采集模块将采集的脑电波数据传递给嵌入式系统板,嵌入式系统板根据该数据将相应的音乐传递给音频解码模块,音频解码模块将该音乐转换成具有一定驱动能力的模拟信号并将该信号传给嵌入式系统板,嵌入式系统板控制骨传导振子,骨传导振子将声音传导到人的听觉神经,且嵌入式系统板还控制LED光圈工作,实现辅助睡眠和唤醒功能。

2. 根据权利要求1所述的基于深度学习的脑电波辅助睡眠及唤醒系统,其特征之处在于:所述脑电波采集模块包括依次连接的脑电波传感器、放大电路、滤波电路、AD转换电路;脑电波传感器采集用户大脑皮层的微弱电信号,经放大电路的多级级联放大后,再经滤波电路的滤波,然后再经AD转换电路进行AD转换,最后送至嵌入式系统板。

3. 根据权利要求1所述的基于深度学习的脑电波辅助睡眠及唤醒系统,其特征之处在于:所述嵌入式系统板根据脑电波采集模块传来的脑电信号,判断用户的睡眠状态;所述睡眠状态包括WA期、NREM期和REM睡眠期;

所述睡眠状态的判断步骤为:

提取脑电信号的EEG信号的特征量;

使用以径向基函数神经网络为基础的人工神经网络,对该特征量进行训练后进行人睡眠状态的识别。

4. 根据权利要求1所述的基于深度学习的脑电波辅助睡眠及唤醒系统,其特征之处在于:所述系统还包括WIFI模块,嵌入式系统板通过WIFI模块将数据传递给上位机。

5. 根据权利要求1所述的基于深度学习的脑电波辅助睡眠及唤醒系统,其特征之处在于:所述电源包括锂电池和USB充电模块,锂电池为脑电波采集模块、音频解码模块、骨传导振子、LED光圈、嵌入式系统板供电;USB充电模块为锂电池充电。

6. 根据权利要求1所述的基于深度学习的脑电波辅助睡眠及唤醒系统,其特征之处在于:所述系统通过实时检测用户的睡眠状态,分别采用不同的助眠方法,实现辅助睡眠功能;通过设定闹钟时间,根据户的睡眠状态进行相应的唤醒。

7. 根据权利要求6所述的基于深度学习的脑电波辅助睡眠及唤醒系统,其特征之处在于:所述系统通过实时检测用户的睡眠状态,分别采用不同的助眠方法,实现辅助睡眠功能的具体步骤为:

当检测到用户处于WA期时,嵌入式系统板从SD卡中读取混有白噪声的音乐数据,并将该音乐数据传递给音频解码模块,音频解码模块将该音乐数据解码后转换成具有一定驱动能力的模拟信号并将该数据传递给嵌入式系统板,嵌入式系统板将数据传递给骨传导振子,骨传导振子将声音传导到人的听觉神经,使用户进入NREM期;

当检测到用户处于NREM期时,嵌入式系统从SD卡中读取混有粉红噪声的音乐数据,并将该音乐数据传递给音频解码模块,音频解码模块将该音乐数据解码后转换成具有一定驱动能力的模拟信号,并将该数据传递给嵌入式系统板,嵌入式系统板将数据传递给骨传导振子,骨传导振子将声音传导到人的听觉神经,使用户进入REM睡眠期。

8. 根据权利要求6所述的基于深度学习的脑电波辅助睡眠及唤醒系统,其特征之处在于:通

过设定闹钟时间,根据户的睡眠状态进行相应的唤醒的步骤为:

当检测到用户处于REM期时,嵌入式系统板从SD卡中读取白噪声的舒缓音乐,并将该音乐数据传递给音频解码模块,音频解码模块将该音乐数据解码后转换成具有一定驱动能力的模拟信号并将该数据传递给嵌入式系统板,嵌入式系统板将数据传递给骨传导振子,骨传导振子将声音传导到人的听觉神经,同时实时进行人的睡眠状态的辨识;

当检测到人的睡眠状态由REM期转变为NREM期,嵌入式系统板停止从SD卡中读取白噪声的舒缓音乐,而读取纯音乐,并将该音乐传递给音频解码模块,音频解码模块将该音乐解码后转换成具有一定驱动能力的模拟信号并将该数据传递给嵌入式系统板,嵌入式系统板将数据传递给骨传导振子,骨传导振子将声音传导到人的听觉神经,且嵌入式系统板控制骨传导振子的播放音量,使其逐渐渐大,直到将用户唤醒到WA期;

当检测到人的睡眠状态由NREM期转变为WA期,嵌入式系统板控制骨传导振子播放正常手机闹铃铃声,进行唤醒。

9. 一种采用权利要求1-8中任一所述的基于深度学习的脑电波辅助睡眠及唤醒系统进行脑电波辅助睡眠及唤醒的方法,其特征在于:

辅助睡眠的步骤为:

通过嵌入式系统板开启辅助睡眠模式;

通过脑电波采集模块采集用户脑电波信号;

通过嵌入式系统板接收脑电波采集模块传来的信号,并进行睡眠状态判断;

当用户处于WA期时,嵌入式系统板从SD卡中读取混有白噪声的音乐数据,并将该音乐数据传递给音频解码模块,音频解码模块将该音乐数据解码后转换成具有一定驱动能力的模拟信号并将该数据传递给嵌入式系统板,嵌入式系统板将数据传递给骨传导振子,骨传导振子将声音传导到人的听觉神经,使用户进入NREM期;

当检测到用户处于NREM期时,嵌入式系统从SD卡中读取混有粉红噪声的音乐数据,并将该音乐数据传递给音频解码模块,音频解码模块将该音乐数据解码后转换成具有一定驱动能力的模拟信号,并将该数据传递给嵌入式系统板,嵌入式系统板将数据传递给骨传导振子,骨传导振子将声音传导到人的听觉神经,使用户进入REM睡眠期;

唤醒步骤为:

通过上位机设置唤醒时间;

当唤醒时间到了,嵌入式系统板开启唤醒模式;

通过脑电波采集模块采集用户脑电波信号;

通过嵌入式系统板接收脑电波采集模块传来的信号,并进行睡眠状态判断;

当检测到用户处于REM期时,嵌入式系统板从SD卡中读取白噪声的舒缓音乐,并将该音乐数据传递给音频解码模块,音频解码模块将该音乐数据解码后转换成具有一定驱动能力的模拟信号并将该数据传递给嵌入式系统板,嵌入式系统板将数据传递给骨传导振子,骨传导振子将声音传导到人的听觉神经,同时通过脑电波采集模块实时采集用户脑电波信号,并实时传递给嵌入式系统板进行睡眠状态辨识;

当检测到人的睡眠状态由REM期转变为NREM期,嵌入式系统板停止从SD卡中读取白噪声的舒缓音乐,而读取纯音乐,并将该音乐传递给音频解码模块,音频解码模块将该音乐解码后转换成具有一定驱动能力的模拟信号并将该数据传递给嵌入式系统板,嵌入式系统板

将数据传递给骨传导振子,骨传导振子将声音传导到人的听觉神经,且嵌入式系统板控制骨传导振子的播放音量,使其逐渐渐大,直到将用户唤醒到WA期;

当检测到人的睡眠状态由NREM期转变为WA期,嵌入式系统板控制骨传导振子播放正常手机闹铃铃声,进行唤醒;同时,嵌入式系统板控制LED光圈工作。

## 基于深度学习的脑电波辅助睡眠及唤醒系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及智能睡眠技术领域,具体涉及一种基于深度学习的脑电波辅助睡眠及唤醒系统。

### 背景技术

[0002] 失眠不仅会使人出现注意力不集中、工作效率低下、生长激素合成与分泌功能紊乱等症状,严重失眠也会导致人体记忆与脑功能重塑能力下降,抵抗力和自我康复能力下降等问题,对人体健康影响极大。

[0003] 人体的睡眠大致分为浅睡眠和深度睡眠两个状态,浅睡眠易受外界环境干扰,尤其随着年龄的增长,深度睡眠时间会大大的缩短,老年人睡眠质量差的原因就是深度睡眠时间过短。目前,在快节奏的生活中,很多人因很多原因造成起床困难。通常情况下,人睡眠的自然唤醒方式是光线射入眼睛和颅骨的半透明部分刺激松果体和脑垂体,随后激发肾上腺素进入血流,随着肾上腺素水平的上升,人便会自然地醒来,精神饱满,头脑清醒。闹钟唤醒方式是直接通过外部施加干扰的方式。如果处在深度睡眠状态中的人被闹钟直接唤醒,会影响睡眠质量。

[0004] 目前,市面上并没有一款产品既能辅助睡眠又能作为不影响睡眠质量的唤醒闹钟。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种基于深度学习的脑电波辅助睡眠及唤醒系统,该系统既能辅助睡眠又能作为不影响睡眠质量的唤醒闹钟。

[0006] 本发明所采用的技术方案是:

[0007] 一种基于深度学习的脑电波辅助睡眠及唤醒系统,其包括安设在眼罩上的脑电波采集模块、音频解码模块、骨传导振子、LED光圈、嵌入式系统板和电源;所述脑电波采集模块、音频解码模块、骨传导振子、LED光圈与嵌入式系统板连接;电源为脑电波采集模块、音频解码模块、骨传导振子、LED光圈、嵌入式系统板供电;

[0008] 脑电波采集模块将采集的脑电波数据传递给嵌入式系统板,嵌入式系统板根据该数据将相应的音乐传递给音频解码模块,音频解码模块将该音乐转换成具有一定驱动能力的模拟信号并将该信号传给嵌入式系统板,嵌入式系统板控制骨传导振子,骨传导振子将声音传导到人的听觉神经,且嵌入式系统板还控制LED光圈工作,实现辅助睡眠和唤醒功能。

[0009] 按上述方案,所述脑电波采集模块包括依次连接的脑电波传感器、放大电路、滤波电路、AD转换电路;通过脑电波传感器的干电极来采集用户大脑皮层的微弱电信号,经放大电路的多级级联放大后,再经滤波电路的滤波,然后再经AD转换电路进行AD转换,最后送至嵌入式系统板。

[0010] 按上述方案,所述嵌入式系统板根据脑电波采集模块传来的脑电信号,判断用户

的睡眠状态;所述睡眠状态包括WA期、NREM期和REM睡眠期;其中,NREM期包括NREM睡眠I期、NREM睡眠II期、NREM睡眠III期和NREM睡眠IV期;

[0011] 所述睡眠状态的判断步骤为:

[0012] 提取脑电信号的EEG信号的特征量;

[0013] 使用以径向基函数神经网络为基础的人工神经网络,对该特征量进行训练后进行睡眠状态的识别所述睡眠状态分类步骤为:

[0014] 提取脑电信号的EEG信号的特征量(采用节律波提取的方法进行信号处理,并采用时域-频域相结合的分析方法提取各频域信号能量的分布作为神经网络的输入特征量);

[0015] 使用以径向基函数神经网络为基础的人工神经网络,对该特征量进行训练后进行睡眠状态的识别。

[0016] 使用以径向基函数神经网络为基础的概率人工神经网络进行睡眠状态识别。在学习过程中,贝叶斯最佳判定图被神经网络的判别边界渐进地逼近。其隐含层采用径向基的非线性映射函数来解决不同睡眠状态的EEG信号的特征量的交错的问题。只要有足够充分的训练样本数据,本神经网络都能够收敛到贝叶斯分类器,不会出现网络振荡的状况,其容错性很强。本神经网络具有较为固定的网络各层神经元的数目,易于实现。

[0017] 按上述方案,所述系统还包括位于眼罩上的WIFI模块,嵌入式系统板通过WIFI模块将用户睡眠信息传递给上位机,所述上位机可以为手机、平板、电脑等,用户可以通过上位机查看睡眠状态分布,从而了解睡眠质量。

[0018] 按上述方案,所述电源包括锂电池和USB充电模块,锂电池为脑电波采集模块、音频解码模块、骨传导振子、LED光圈、嵌入式系统板供电;USB充电模块为锂电池充电。

[0019] 按上述方案,所述系统通过实时检测用户的睡眠状态,分别采用不同的助眠方法,实现辅助睡眠功能;通过设定闹钟时间,根据户的睡眠状态进行相应的唤醒。

[0020] 按上述方案,所述系统通过实时检测用户的睡眠状态,分别采用不同的助眠方法,实现辅助睡眠功能的具体步骤为:

[0021] 当检测到用户处于WA期时,嵌入式系统板从SD卡中读取混有白噪声的音乐数据,并将该音乐数据传递给音频解码模块,音频解码模块将该音乐数据解码后转换成具有一定驱动能力的模拟信号并将该数据传递给嵌入式系统板,嵌入式系统板将数据传递给骨传导振子,骨传导振子将声音传导到人的听觉神经,使用户进入NREM期;

[0022] 当检测到用户处于NREM期时,嵌入式系统从SD卡中读取混有粉红噪声的音乐数据,并将该音乐数据传递给音频解码模块,音频解码模块将该音乐数据解码后转换成具有一定驱动能力的模拟信号,并将该数据传递给嵌入式系统板,嵌入式系统板将数据传递给骨传导振子,骨传导振子将声音传导到人的听觉神经,使用户进入REM睡眠期。

[0023] 按上述方案,通过设定闹钟时间,根据户的睡眠状态进行相应的唤醒的步骤为:

[0024] 当检测到用户处于REM期时,嵌入式系统板从SD卡中读取白噪声的舒缓音乐,并将该音乐数据传递给音频解码模块,音频解码模块将该音乐数据解码后转换成具有一定驱动能力的模拟信号并将该数据传递给嵌入式系统板,嵌入式系统板将数据传递给骨传导振子,骨传导振子将声音传导到人的听觉神经,同时实时进行人的睡眠状态的辨识;

[0025] 当检测到人的睡眠状态由REM期转变为NREM期,嵌入式系统板停止从SD卡中读取白噪声的舒缓音乐,而读取纯音乐,并将该音乐传递给音频解码模块,音频解码模块将该音

乐解码后转换成具有一定驱动能力的模拟信号并将该数据传递给嵌入式系统板,嵌入式系统板将数据传递给骨传导振子,骨传导振子将声音传导到人的听觉神经,且嵌入式系统板控制骨传导振子的播放音量,使其逐渐渐大,直到将用户唤醒到WA期;

[0026] 当检测到人的睡眠状态由NREM期转变为WA期,嵌入式系统板控制骨传导振子播放正常手机闹铃铃声,进行唤醒。

[0027] 本发明还提供一种采用上述基于深度学习的脑电波辅助睡眠及唤醒系统进行脑电波辅助睡眠及唤醒的方法,其中,

[0028] 辅助睡眠的步骤为:

[0029] 通过嵌入式系统板开启辅助睡眠模式;

[0030] 通过脑电波采集模块采集用户脑电波信号;

[0031] 通过嵌入式系统板接收脑电波采集模块传来的信号,并进行睡眠状态判断;

[0032] 当用户处于WA期时,嵌入式系统板从SD卡中读取混有白噪声的音乐数据,并将该音乐数据传递给音频解码模块,音频解码模块将该音乐数据解码后转换成具有一定驱动能力的模拟信号并将该数据传递给嵌入式系统板,嵌入式系统板将数据传递给骨传导振子,骨传导振子将声音传导到人的听觉神经,使用户进入NREM期;

[0033] 当检测到用户处于NREM期时,嵌入式系统从SD卡中读取混有粉红噪声的音乐数据,并将该音乐数据传递给音频解码模块,音频解码模块将该音乐数据解码后转换成具有一定驱动能力的模拟信号,并将该数据传递给嵌入式系统板,嵌入式系统板将数据传递给骨传导振子,骨传导振子将声音传导到人的听觉神经,使用户进入REM睡眠期;

[0034] 唤醒步骤为:

[0035] 通过上位机设置唤醒时间;

[0036] 当唤醒时间到了,嵌入式系统板开启唤醒模式;

[0037] 通过脑电波采集模块采集用户脑电波信号;

[0038] 通过嵌入式系统板接收脑电波采集模块传来的信号,并进行睡眠状态判断;

[0039] 当检测到用户处于REM期时,嵌入式系统板从SD卡中读取白噪声的舒缓音乐,并将该音乐数据传递给音频解码模块,音频解码模块将该音乐数据解码后转换成具有一定驱动能力的模拟信号并将该数据传递给嵌入式系统板,嵌入式系统板将数据传递给骨传导振子,骨传导振子将声音传导到人的听觉神经,同时通过脑电波采集模块实时采集用户脑电波信号,并实时传递给嵌入式系统板进行睡眠状态辨识;

[0040] 当检测到人的睡眠状态由REM期转变为NREM期,嵌入式系统板停止从SD卡中读取白噪声的舒缓音乐,而读取纯音乐,并将该音乐传递给音频解码模块,音频解码模块将该音乐解码后转换成具有一定驱动能力的模拟信号并将该数据传递给嵌入式系统板,嵌入式系统板将数据传递给骨传导振子,骨传导振子将声音传导到人的听觉神经,且嵌入式系统板控制骨传导振子的播放音量,使其逐渐渐大,直到将用户唤醒到WA期;

[0041] 当检测到人的睡眠状态由NREM期转变为WA期,嵌入式系统板控制骨传导振子播放正常手机闹铃铃声,进行唤醒;同时,嵌入式系统板控制LED光圈工作。

[0042] 按上述方案,可以通过上位机选择不同的睡眠模式,同时还可以设置闹钟时间。

[0043] 嵌入式系统板负责接收脑电波传感器的信息并进行处理(判断睡眠的状态),控制骨传导振子进行催眠和唤醒,控制LED光圈的亮度,通过Wifi将用户睡眠信息上传到上位

机。

[0044] 脑电波传感器是本系统的数据采集部分,用于实时采集用户大脑皮层的脑电波活动信号。

[0045] SD卡用于存储预先处理好的音频数据。

[0046] 音频解码模块用于把读取的数字音频信息转换成模拟音频信号输出,驱动发声模块。

[0047] 骨传导振子用于把声音模拟信号转换成不同频率的机械振动,进行声音传导。

[0048] LED光圈用于唤醒时给人眼施加亮度最适的光(首先通过光电传感器检测外界环境光的强度,之后采用光的亮度最适算法计算出LED光圈的最适亮度,从而通过嵌入式系统板对LED光圈的光亮进行调节,达到最适的光),让用户眼睛提前适应外界环境的光亮,减少用户突然摘掉眼罩时,外界光对眼睛造成的伤害。

[0049] 用户可以通过上位机选择不同的睡眠模式,同时还可以设置闹钟时间,用户也可以通过上位机了解自己的睡眠情况,对自己的睡眠质量做出相应的判断。

[0050] 锂电池的电压为3.7V,工作时3.7V的锂离子电池通过降压电路给各模块供电。USB充电模块对锂电池充电电路运用5V转3.7V BUCK降压电路。

[0051] 本发明的有益效果在于:

[0052] 本发明通过脑电波采集模块实时采集脑电波信息,通过嵌入式系统板实时判断用户睡眠状态,根据不同的睡眠状态进行不同的催眠和唤醒手段,极大地提高了用户的睡眠质量;

[0053] 通过上位机监测使用者的睡眠质量,入眠时间和不同睡眠状态下的睡眠时长,从而对身体进行监控,实现身体的健康;

[0054] 可根据需要进行音乐的更换,兼顾了用户的个体差异,引入多种形式的“脑电音乐”和有色噪音,适应不同的用户使用,提高了其适用范围;

[0055] 通过骨传导方式播放音乐,相比于传统耳机会带给用户更舒适的使用体验,提高了用户睡眠的舒适感,避免了本系统对他人的干扰和影响,也避免了传统耳机佩戴时间过久对人体耳部健康造成影响;

[0056] 在唤醒过程中,首先通过对用户传导白噪声使其从深度睡眠引导至浅睡眠状态,然后通过播放音量渐大的音乐使其过渡到清醒状态,相比于传统的闹钟唤醒,本发明避免了用户从深度睡眠状态下直接被唤醒,从而提高了用户的睡眠质量,确保了身体的健康;

[0057] 长期通过微弱电流刺激大脑的催眠方式会导致神经衰弱,本发明通过施加声波来引导用户逐渐进入深度睡眠,过程更加安全;

[0058] 相比于传统药物进行的失眠治疗,本发明更有利于人体健康,无副作用;

[0059] 本发明先将用户从深度睡眠唤醒到浅度睡眠,再由浅度睡眠唤醒到清醒状态,从而模拟了人类的自然醒,极大地提高了用户的睡眠质量;

[0060] 本发明具有低成本、易操作和个性化的特点,能满足人们对高质量睡眠的需求,有着良好的市场推广前景和巨大的潜在商业价值。

## 附图说明

[0061] 下面将结合附图及实施例对本发明作进一步说明,附图中:

[0062] 图1是本发明基于深度学习的脑电波辅助睡眠及唤醒系统的正视结构示意图；

[0063] 图2是本发明基于深度学习的脑电波辅助睡眠及唤醒系统的侧视结构示意图；

[0064] 其中,1、脑电波采集模块,2、嵌入式系统板,3、锂电池,4、USB充电模块,5、音频解码模块,6、Wifi模块,7、LED光圈,8、骨传导振子,9、眼罩。

### 具体实施方式

[0065] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0066] 实施例1,参见图1和图2,一种基于深度学习的脑电波辅助睡眠及唤醒系统,其包括上位机和安设在眼罩9上的脑电波采集模块1、音频解码模块5、骨传导振子8、LED光圈7、嵌入式系统板2、Wifi模块6、锂电池3、USB充电模块4。脑电波采集模块1、音频解码模块5、骨传导振子8、LED光圈7、Wifi模块6与嵌入式系统板2连接;嵌入式系统板2通过Wifi模块6将数据传递给上位机,上位机可以为手机、平板、电脑等,用户可以通过上位机查看睡眠状态分布,从而了解睡眠质量;锂电池3为脑电波采集模块1、音频解码模块5、骨传导振子8、LED光圈7、嵌入式系统板2、Wifi模块6供电;USB充电模块4与锂电池3连接,USB充电模块4为锂电池3充电。

[0067] 脑电波采集模块1包括依次连接的脑电波传感器、放大电路、滤波电路、AD转换电路;通过脑电波传感器的干电极来采集用户大脑皮层的微弱电信号,随后经放大电路的多级级联放大后,再经滤波电路的滤波,然后再经AD转换电路进行AD转换,最后送至嵌入式系统板。脑电波采集模块1将采集的脑电波数据传递给嵌入式系统板2,嵌入式系统板2根据脑电波采集模块1传来的脑电信号,判断用户的睡眠状态(睡眠状态为WA期、NREM期(NREM期包括NREM睡眠I期、NREM睡眠II期、NREM睡眠III期和NREM睡眠IV期)和REM睡眠期),嵌入式系统板2根据该睡眠状态将相应的音乐传递给音频解码模块5,音频解码模块5将该音乐转换成具有一定驱动能力的模拟信号并将该信号传给嵌入式系统板2,嵌入式系统板2控制骨传导振子8工作,骨传导振子8将声音传导到人的听觉神经,且嵌入式系统板2还控制LED光圈7工作,实现辅助睡眠和唤醒功能。

[0068] 本实施例中,睡眠状态的判断步骤为:

[0069] 提取脑电信号的EEG信号的特征量(采用节律波提取的方法进行信号处理,并采用时域-频域相结合的分析方法提取各频域信号能量的分布作为神经网络的输入特征量);使用以径向基函数神经网络为基础的人工神经网络,对该特征量进行训练后进行睡眠状态的识别。

[0070] 本发明通过实时检测用户的睡眠状态,分别采用不同的助眠方法,实现辅助睡眠功能;通过设定闹钟时间,根据用户的睡眠状态进行相应的唤醒。

[0071] 其中,实现辅助睡眠的具体步骤为:

[0072] 当检测到用户处于WA期时,嵌入式系统板从SD卡中读取混有白噪声的音乐数据,并将该音乐数据传递给音频解码模块,音频解码模块将该音乐数据解码后转换成具有一定驱动能力的模拟信号并将该数据传递给嵌入式系统板,嵌入式系统板将数据传递给骨传导振子,骨传导振子将声音传导到人的听觉神经,使用户进入NREM期;

[0073] 当检测到用户处于NREM期时,嵌入式系统从SD卡中读取混有粉红噪声的音乐数据,并将该音乐数据传递给音频解码模块,音频解码模块将该音乐数据解码后转换成具有一定驱动能力的模拟信号,并将该数据传递给嵌入式系统板,嵌入式系统板将数据传递给骨传导振子,骨传导振子将声音传导到人的听觉神经,使用户进入REM睡眠期。

[0074] 其中,实现唤醒的步骤为:

[0075] 当检测到用户处于REM期时,嵌入式系统板从SD卡中读取白噪声的舒缓音乐,并将该音乐数据传递给音频解码模块,音频解码模块将该音乐数据解码后转换成具有一定驱动能力的模拟信号并将该数据传递给嵌入式系统板,嵌入式系统板将数据传递给骨传导振子,骨传导振子将声音传导到人的听觉神经,同时实时进行人的睡眠状态的辨识;

[0076] 当检测到人的睡眠状态由REM期转变为NREM期,嵌入式系统板停止从SD卡中读取白噪声的舒缓音乐,而读取纯音乐,并将该音乐传递给音频解码模块,音频解码模块将该音乐解码后转换成具有一定驱动能力的模拟信号并将该数据传递给嵌入式系统板,嵌入式系统板将数据传递给骨传导振子,骨传导振子将声音传导到人的听觉神经,且嵌入式系统板控制骨传导振子的播放音量,使其逐渐渐大,直到将用户唤醒到WA期;

[0077] 当检测到人的睡眠状态由NREM期转变为WA期,嵌入式系统板控制骨传导振子播放正常手机闹铃铃声,进行唤醒。

[0078] 实施例2,一种基于深度学习的脑电波辅助睡眠及唤醒方法,

[0079] 其辅助睡眠的步骤为:

[0080] 通过嵌入式系统板开启辅助睡眠模式;

[0081] 通过脑电波采集模块采集用户脑电波信号;

[0082] 通过嵌入式系统板接收脑电波采集模块传来的信号,并进行睡眠状态判断;

[0083] 当用户处于WA期时,嵌入式系统板从SD卡中读取混有白噪声的音乐数据,并将该音乐数据传递给音频解码模块,音频解码模块将该音乐数据解码后转换成具有一定驱动能力的模拟信号并将该数据传递给嵌入式系统板,嵌入式系统板将数据传递给骨传导振子,骨传导振子将声音传导到人的听觉神经,使用户进入NREM期;

[0084] 当检测到用户处于NREM期时,嵌入式系统从SD卡中读取混有粉红噪声的音乐数据,并将该音乐数据传递给音频解码模块,音频解码模块将该音乐数据解码后转换成具有一定驱动能力的模拟信号,并将该数据传递给嵌入式系统板,嵌入式系统板将数据传递给骨传导振子,骨传导振子将声音传导到人的听觉神经,使用户进入REM睡眠期;

[0085] 其唤醒步骤为:

[0086] 通过上位机设置唤醒时间;

[0087] 当唤醒时间到了,嵌入式系统板开启唤醒模式;

[0088] 通过脑电波采集模块采集用户脑电波信号;

[0089] 通过嵌入式系统板接收脑电波采集模块传来的信号,并进行睡眠状态判断;

[0090] 当检测到用户处于REM期时,嵌入式系统板从SD卡中读取白噪声的舒缓音乐,并将该音乐数据传递给音频解码模块,音频解码模块将该音乐数据解码后转换成具有一定驱动能力的模拟信号并将该数据传递给嵌入式系统板,嵌入式系统板将数据传递给骨传导振子,骨传导振子将声音传导到人的听觉神经,同时通过脑电波采集模块实时采集用户脑电波信号,并实时传递给嵌入式系统板进行睡眠状态辨识;

[0091] 当检测到人的睡眠状态由REM期转变为NREM期,嵌入式系统板停止从SD卡中读取白噪声的舒缓音乐,而读取纯音乐,并将该音乐传递给音频解码模块,音频解码模块将该音乐解码后转换成具有一定驱动能力的模拟信号并将该数据传递给嵌入式系统板,嵌入式系统板将数据传递给骨传导振子,骨传导振子将声音传导到人的听觉神经,且嵌入式系统板控制骨传导振子的播放音量,使其逐渐渐大,直到将用户唤醒到WA期;

[0092] 当检测到人的睡眠状态由NREM期转变为WA期,嵌入式系统板控制骨传导振子播放正常手机闹铃铃声,进行唤醒;同时,嵌入式系统板控制LED光圈工作。在唤醒期间系统实时进行人的睡眠状态的辨识,采取不同的唤醒方式,进行反馈调节。整个唤醒过程模拟人体的自然醒,极大地减少了传统闹钟将用户从深度睡眠直接唤醒为清醒状态所对人体造成的伤害,最大限度地保证用户的睡眠质量。

[0093] 本发明中,可以根据需要,在上位机上设定不同的辅助睡眠模式,比如午睡时,就不需要用户进入深度睡眠,以免影响工作。

[0094] 在使用本发明时,首先在上位机上选择午睡模式或舒睡模式,若选择午睡模式,则嵌入式系统从SD卡读取混有白噪声的催眠音乐进行播放,使用户只进入到NREM期,防止造成睡眠迟钝等负作用。若选择舒睡模式,则根据睡眠状态,通过播放混有白噪声和粉红噪声的催眠音乐分别把用户从WA期过渡到NREM期,NREM期过渡到REM期。在发明工作时,会随时检测用户的睡眠状态,形成反馈控制。

[0095] 应当理解的是,对本领域普通技术人员来说,可以根据上述说明加以改进或变换,而所有这些改进和变换都应属于本发明所附权利要求的保护范围。

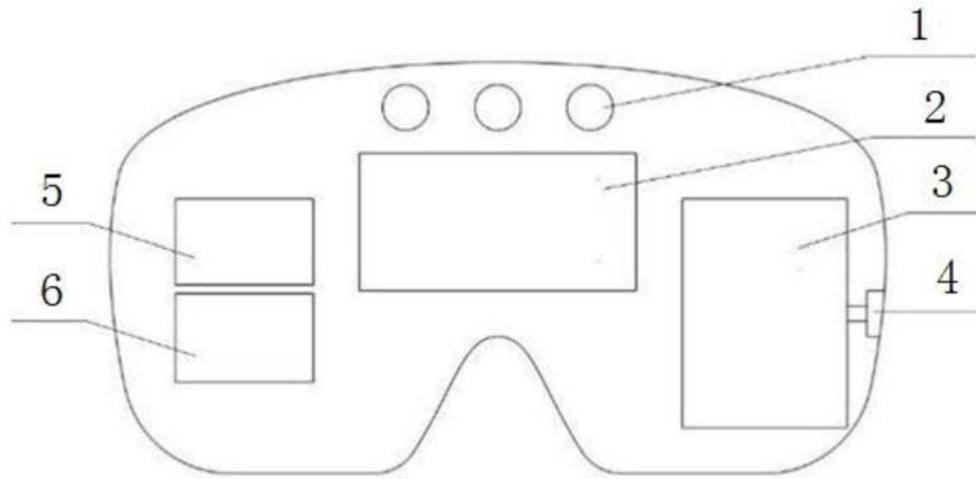


图1

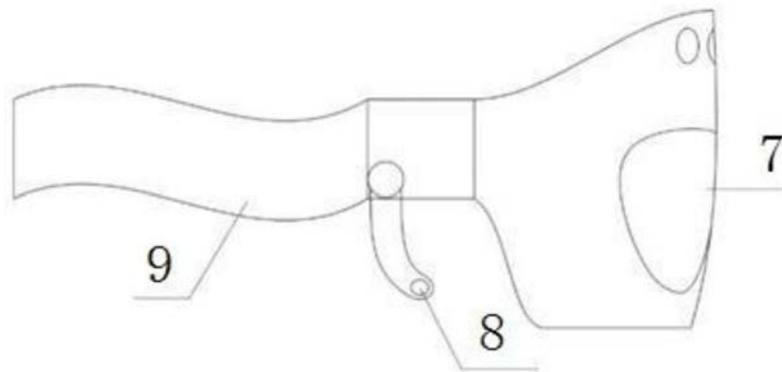


图2

专利名称(译)	基于深度学习的脑电波辅助睡眠及唤醒系统		
公开(公告)号	<a href="#">CN109316170A</a>	公开(公告)日	2019-02-12
申请号	CN201811363915.3	申请日	2018-11-16
[标]申请(专利权)人(译)	武汉理工大学		
申请(专利权)人(译)	武汉理工大学		
当前申请(专利权)人(译)	武汉理工大学		
[标]发明人	刘新华 杨建豪 许轶珂 郭少聪 张华威 刘世元 林淑敏		
发明人	刘新华 杨建豪 许轶珂 郭少聪 张华威 刘世元 林淑敏		
IPC分类号	A61B5/00 A61B5/0476 A61M21/00 A61M21/02		
CPC分类号	A61B5/0476 A61B5/4812 A61B5/7264 A61M21/00 A61M21/02 A61M2021/0027 A61M2021/0083		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明公开了一种基于深度学习的脑电波辅助睡眠及唤醒系统，其包括安设在眼罩上的脑电波采集模块、音频解码模块、骨传导振子、LED光圈、嵌入式系统板和电源；脑电波采集模块将采集的脑电波数据传递给嵌入式系统板，嵌入式系统板根据该数据将相应的音乐传递给音频解码模块，音频解码模块将该音乐转换成具有一定驱动能力的模拟信号并将该信号传给嵌入式系统板，嵌入式系统板控制骨传导振子，骨传导振子将声音传导到人的听觉神经，且嵌入式系统板还控制LED光圈工作，实现辅助睡眠和唤醒功能。本发明还提供一种基于深度学习的脑电波辅助睡眠及唤醒方法。本发明既能辅助睡眠又能作为不影响睡眠质量的唤醒闹钟。

