



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106333673 A

(43)申请公布日 2017.01.18

(21)申请号 201610839395.3

(22)申请日 2016.09.21

(71)申请人 广州视源电子科技股份有限公司

地址 510530 广东省广州市广州黄埔区云
埔四路6号

(72)发明人 赵巍 胡静 韩志

(74)专利代理机构 广州华进联合专利商标代理
有限公司 44224

代理人 潘桂生

(51)Int.Cl.

A61B 5/0476(2006.01)

A61B 5/0496(2006.01)

A61B 5/11(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

A61M 21/02(2006.01)

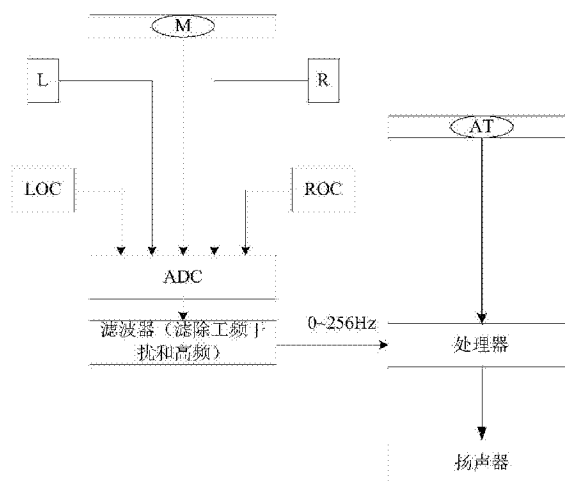
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

催眠深度检测器

(57)摘要

本发明涉及一种催眠深度检测器,包括:脑电电极、眼电电极、参考电极分别及其连接的模数转换器,以及依次连接的模数转换器、滤波电路和理器,加速度传感器连接处理器;脑电电极用于检测用户在睡眠中的脑电信号;眼电电极用于采集用户在睡眠中的眼电信号;加速度传感器用于检测用户手臂反应产生的动作信号;扬声器用于向用户播放声音;模数转换器将眼电信号和脑电信号转换为数字信号,滤波电路对眼电信号和脑电信号进行低频滤波后输入至处理器;所述处理器,用于根据脑电信号、眼电信号以及动作信号判断用户当前所处的催眠深度;其中,催眠深度包括第一级催眠深度、第二催眠深度和第三催眠深度。本发明能够提高识别准确性,而且提高了识别效率。



1. 一种催眠深度检测器,其特征在于,包括:脑电电极、眼电电极、参考电极、模数转换器、滤波电路、加速度传感器、扬声器以及处理器;

所述脑电电极、眼电电极、参考电极分别连接模数转换器,并依次通过所述模数转换器和滤波电路连接至处理器,所述加速度传感器连接处理器;

所述脑电电极用于检测用户在睡眠中的脑电信号;所述眼电电极用于采集用户在睡眠中的眼电信号;所述加速度传感器用于检测用户手臂反应产生的动作信号;所述扬声器用于向用户播放声音;

所述模数转换器将眼电信号和脑电信号转换为数字信号,所述滤波电路对眼电信号和脑电信号进行低频滤波后输入至处理器;

所述处理器,用于根据所述脑电信号、眼电信号以及动作信号判断用户当前所处的催眠深度;其中,所述催眠深度包括第一级催眠深度、第二催眠深度和第三催眠深度。

2. 根据权利要求1所述的催眠深度检测器,其特征在于,所述处理器配置有第一级催眠深度识别模块、第二级催眠深度识别模块和第三级催眠深度识别模块三个算法模块;

所述第一级催眠深度识别模块,用于在智能辅助睡眠中,向用户播放催眠引导词,检测所述用户的眼电信号并获取对应的眼电信号波形图;在播放催眠引导词后的第一时间段内,利用预设的检测窗口移动检测所述眼电信号波形图,若所述眼电信号波形图的幅值没有超过所述检测窗口的高度阈值,则判定所述用户当前处于第一级催眠深度状态;其中,所述检测窗口包括设定的检测窗口长度和高度阈值。

所述第二级催眠深度识别模块,用于向用户播放手臂抬起命令,在播放手臂抬起命令后的第二时间段内,利用固定在所述用户手臂上的加速度传感器检测用户反应的动作信号;若在所述第二时间段内,所述加速度传感器没有输出与所述手臂抬起命令对应的动作信号,则判定所述用户当前处于第二级催眠深度状态;

所述第三级催眠深度识别模块,用于向用户播放靶刺激信号,检测靶刺激后的第三时间段内所述用户的脑电信号;若所述脑电信号在指定时间范围内出现正向波形,则判定所述用户当前处于第三级催眠深度状态。

3. 根据权利要求1所述的催眠深度检测器,其特征在于,所述脑电电极设置在用户的额头位置;所述参考电极设置在用户的耳垂;所述眼电电极设置在眼角位置;所述加速度传感器设置在用户的手臂位置。

4. 根据权利要求1所述的催眠深度检测器,其特征在于,所述滤波电路输出0-256Hz频段的信号。

5. 根据权利要求2所述的催眠深度检测器,其特征在于,执行所述第一级催眠深度识别模块的算法流程时,所述处理器用于在时间-幅值坐标系上绘制所述眼电信号波形图;在所述时间-幅值坐标系上建立沿时间轴方向移动的检测窗口,并根据眨眼速度和眼电信号幅值设置所述检测窗口长度和高度阈值。

6. 根据权利要求1所述的催眠深度检测器,其特征在于,所述处理器还用于采集用户在智能辅助睡眠过程中产生的脑电信号;根据所述脑电信号对用户的睡眠状态进行检测,当所述用户处于未睡着状态,向用户播放催眠引导词。

7. 根据权利要求2所述的催眠深度检测器,其特征在于,执行所述第一级催眠深度识别模块的算法流程时,所述处理器用于计算检测窗口内眼电信号波形尖峰的尖锐程度参数,

若所述尖锐程度参数小于预设的尖锐程度参数阈值,判定所述用户当前处于第一级催眠深度状态。

8.根据权利要求7所述的催眠深度检测器,其特征在于,所述处理器用于分别计算眼电信号波形在检测窗口内的上部区域面积和下部区域面积;根据所述上部区域面积和下部区域面积计算所述眼电信号波形尖峰的面积;根据尖峰面积计算尖锐程度参数。

9.根据权利要求8所述的催眠深度检测器,其特征在于,所述处理器采用如下计算公式计算上部区域面积和下部区域面积:

$$area_{up} = \sum_{i=1}^n (p_{\max} - p_i)$$

$$area_{down} = \sum_{i=1}^n (p_i - p_{\min})$$

式中, p_i 为检测窗口内的眼电信号, $p_{\max}$ 为检测窗口内眼电信号的最大值, $p_{\min}$ 为检测窗口内眼电信号的最小值, $area_{up}$ 表示上部区域面积, $area_{down}$ 表示下部区域面积;

所述眼电信号波形尖峰的面积的计算公式如下:

$$blink_{area} = \begin{cases} area_{up} & \text{if } area_{up} < area_{down} \\ area_{down} & \text{if } area_{up} > area_{down} \end{cases}$$

式中, $blink_{area}$ 表示尖峰的面积,if表示满足条件;

所述尖锐程度参数的计算公式如下:

$$blink_{ratio} = blink_{area} / in - blink_{area}$$

式中, $blink_{ratio}$ 表示尖锐程度参数, $in - blink_{area}$ 表示非尖峰部分的面积,这里尖锐程度参数也可以转化为是上部区域面积和下部区域面积之间的比值。

10.根据权利要求4所述的催眠深度检测器,其特征在于,所述眨眼速度为 $[Ta, Tb]$,所述检测窗口长度取值 $\geq 2Ta$;

所述眼电信号幅值为M,所述高度阈值取值 $\leq 0.7M$;

所述播放催眠引导词后的设定时间为30s,所述第二时间段为10s。

催眠深度检测器

技术领域

[0001] 本发明涉及辅助睡眠技术领域,特别是涉及一种催眠深度检测器。

背景技术

[0002] 在睡眠中,人体进行了自我放松及恢复的过程。因此良好的睡眠是保持身体健康的一项基本条件。但是由于工作压力大、生活作息不规律等原因,导致了部分人群的睡眠质量欠佳,表现为失眠、半夜惊醒等。

[0003] 智能辅助睡眠是一种结合现代科技的睡眠方法,当被试者进入催眠状态后,其受暗示性明显提高,能与催眠师保持密切的感应关系,会不加批判地接受其暗示指示。将催眠术应用于辅助睡眠时,当催眠者被催眠师所催眠后,催眠师发出睡眠指令即可使被催眠者进入睡眠状态。与药物干预(安眠药)相比,基于催眠术的辅助睡眠对身体的副作用较小,比较适合日常应用。

[0004] 在智能辅助睡眠中,如何准确地识别催眠深度是重要因素,在不同的催眠深度需要进行不同的催眠策略,引导用户进入睡眠,目前对于催眠深度,一般可以分为,催眠深度一般可分成三个阶段和六个等级:轻度催眠(1-2级),中度催眠(3-4级)和深度催眠(5-6)级。对于每个等级的催眠深度而言,有相应的判断标准,根据被催眠者的表现出来的动作特征进行评判,对于通过催眠来智能辅助睡眠而言,正确的识别是执行下一阶段催眠的前提,但这一般需要催眠师依据足够经验才能进行判断,对于一般用户而言则难以判断,同时这些觉察方式识别催眠深度,准确性难以保证,效率低。

发明内容

[0005] 基于此,有必要针对上述问题,提供一种催眠深度检测器,能够较为准确地识别用户的催眠深度,有效地提高辅助睡眠效果。

[0006] 一种催眠深度检测器,包括:脑电电极、眼电电极、参考电极、模数转换器、滤波电路、加速度传感器、扬声器以及处理器;

[0007] 所述脑电电极、眼电电极、参考电极分别连接模数转换器,并依次通过所述模数转换器和滤波电路连接至处理器,所述加速度传感器连接处理器;

[0008] 所述脑电电极用于检测用户在睡眠中的脑电信号;所述眼电电极用于采集用户在睡眠中的眼电信号;所述加速度传感器用于检测用户手臂反应产生的动作信号;所述扬声器用于向用户播放声音;

[0009] 所述模数转换器将眼电信号和脑电信号转换为数字信号,所述滤波电路对眼电信号和脑电信号进行低频滤波后输入至处理器;

[0010] 所述处理器,用于根据所述脑电信号、眼电信号以及动作信号判断用户当前所处的催眠深度;其中,所述催眠深度包括第一级催眠深度、第二级催眠深度和第三级催眠深度。

[0011] 上述催眠深度检测器,在播放催眠引导词过程中,通过检测用户的眼电信号并利用检测窗口进行识别,在识别第一级催眠深度后,利用加速度传感器检测用户手臂的动作

信号,识别第二级催眠深度,然后利用基于听觉刺激测试,利用脑电信号识别第三级催眠深度,从而实现三级催眠深度的识别,能够提高识别准确性,而且提高了识别效率,为执行下一阶段催眠提供了良好的参考。

附图说明

[0012] 图1为一个实施例的催眠深度检测器的结构示意图;

[0013] 图2是处理器内部的算法架构图;

[0014] 图3为一个眼电信号波形示意图;

[0015] 图4为检测窗口内眼电信号波形尖峰面积示意图;

[0016] 图5为多次靶刺激后检测的脑电信号波形图;

[0017] 图6为脑电信号波形图叠加平均后的波形图。

具体实施方式

[0018] 下面结合附图阐述本发明的催眠深度检测器的实施例。

[0019] 参考图1所示,图1为一个实施例的催眠深度检测器的结构示意图,包括:脑电电极、眼电电极、参考电极、模数转换器、滤波电路、加速度传感器、扬声器以及处理器;

[0020] 所述脑电电极、眼电电极、参考电极分别连接模数转换器,并依次通过所述模数转换器和滤波电路连接至处理器,所述加速度传感器连接处理器;

[0021] 所述脑电电极用于检测用户在睡眠中的脑电信号;所述眼电电极用于采集用户在睡眠中的眼电信号;所述加速度传感器用于检测用户手臂反应产生的动作信号;所述扬声器用于向用户播放声音;

[0022] 所述模数转换器将眼电信号和脑电信号转换为数字信号,所述滤波电路对眼电信号和脑电信号进行低频滤波后输入至处理器;

[0023] 所述处理器,用于根据所述脑电信号、眼电信号以及动作信号判断用户当前所处的催眠深度;其中,所述催眠深度包括第一级催眠深度、第二催眠深度和第三催眠深度。

[0024] 上述实施例的催眠深度检测器,在播放催眠引导词过程中,通过检测用户的眼电信号并利用检测窗口进行识别,在识别第一级催眠深度后,利用加速度传感器检测用户手臂的动作信号,识别第二级催眠深度,然后利用基于听觉刺激测试,利用脑电信号识别第三级催眠深度,从而实现三级催眠深度的识别,能够提高识别准确性,而且提高了识别效率,为执行下一阶段催眠提供了良好的参考。

[0025] 对于催眠深度检测,主要通过处理器来进行识别,基于处理器实现的功能,可以在处理器中配置相应的算法模块,参考图2所示,图2是处理器内部的算法架构图,处理器中配置有第一级催眠深度识别模块、第二级催眠深度识别模块和第三级催眠深度识别模块三个算法模块;分别用于识别一个等级的催眠深度。

[0026] 所述第一级催眠深度识别模块,用于在智能辅助睡眠中,向用户播放催眠引导词,检测所述用户的眼电信号并获取对应的眼电信号波形图;在播放催眠引导词后的第一时间段内,利用预设的检测窗口移动检测所述眼电信号波形图,若所述眼电信号波形图的幅值没有超过所述检测窗口的高度阈值,则判定所述用户当前处于第一级催眠深度状态;其中,所述检测窗口包括设定的检测窗口长度和高度阈值。

[0027] 所述第二级催眠深度识别模块,用于向用户播放手臂抬起命令,在播放手臂抬起命令后的第二时间段内,利用固定在所述用户手臂上的加速度传感器检测用户反应的动作信号;若在所述第二时间段内,所述加速度传感器没有输出与所述手臂抬起命令对应的动作信号,则判定所述用户当前处于第二级催眠深度状态;

[0028] 所述第三级催眠深度识别模块,用于向用户播放靶刺激信号,检测靶刺激后的第三时间段内所述用户的脑电信号;若所述脑电信号在指定时间范围内出现正向波形,则判定所述用户当前处于第三级催眠深度状态。

[0029] 在一个实施例中,本发明提供的催眠深度检测器,所述脑电电极设置在用户的额头位置;所述参考电极设置在用户的耳垂;所述眼电电极设置在眼角位置;所述加速度传感器设置在用户的手臂位置。如图1所示,图中,脑电电极即图中的“M”,眼电电极包括左右两个电极,即图中的“ROC”和“LOC”,参考电极设置在用户的耳垂,即图中“R”和“L”,加速度传感器即图中“AT”。滤波电路主要是进行低通滤波和滤除工频干扰,为了适应于脑电信号和眼电信号的处理,滤波电路滤波后,输出0-256Hz频段的信号至处理器。

[0030] 对于处理器的第一级催眠深度识别模块,其主要功能解析可以如下:

[0031] (1) 在智能辅助睡眠中,向用户播放催眠引导词,检测所述用户的眼电信号并获取对应的眼电信号波形图;

[0032] 一般是用户在未睡着的情况下,进行智能辅助睡眠,向用户播放催眠引导词,以对用户进行睡眠干预,利用眼电电极,检测用户的眼电信号,发送至处理器绘制对应的眼电信号波形图。

[0033] 作为一个实施例,可以在眼电电极检测到眼电信号后,处理器在时间-幅值坐标系上绘制对应的眼电信号波形图;坐标系可以以时间为横轴,以眼电信号幅值为纵轴。

[0034] 另外,处理器还可以在向用户播放催眠引导词前,对用户的睡眠状态进行检测,在检测到用户是未睡着状态时,再启动催眠干预和识别流程。

[0035] 即在检测所述用户的眼电信号前,采集用户在智能辅助睡眠过程中产生的脑电信号;根据所述脑电信号对用户的睡眠状态进行检测,当所述用户处于未睡着状态,执行所述向用户播放催眠引导词的步骤。

[0036] (2) 在播放催眠引导词后的第一时间段内,利用预设的检测窗口移动检测所述眼电信号波形图,若所述眼电信号波形图的幅值没有超过所述检测窗口的高度阈值,则判定所述用户当前处于第一级催眠深度状态;其中,所述检测窗口包括设定的检测窗口长度和高度阈值;

[0037] 在播放催眠引导词进行干预后,在设定时间(一般取30s)内利用检测窗口按时间轴方向移动,移动检测眼电信号波形图,以检测眼皮活动情况,当眼电信号波形图的幅值没有超过所述高度阈值,即没有检测到窗口内的眼电信号波形幅值波动幅度超过高度阈值,则判定所述用户当前处于第一级催眠深度状态。

[0038] 在一个实施例中,对于检测窗口的选取,需要设置检测窗口长度和高度阈值,即在所述时间-幅值坐标系上建立沿时间轴方向移动的检测窗口,并根据眨眼速度和眼电信号幅值设置所述检测窗口长度和高度阈值。

[0039] 具体设置过程可以包括如下:

[0040] (a) 在正常情况下,统计所述用户多次眨眼中快速的闭眼动作(眨眼,即瞬目反射)

的时间；根据所述统计的时间获取所述用户的眨眼速度；

[0041] (b) 统计所述用户多次眨眼中的眼电信号幅值的最大值或最小值；根据所述眼电信号幅值的最大值或最小值获取所述用户的眼电信号幅值；

[0042] (c) 根据所述眨眼速度设置所述检测窗口长度，以及根据所述眼电信号幅值设置所述高度阈值。

[0043] 其中，所述眨眼速度为 $[Ta, Tb]$ ，所述检测窗口长度取值 $\geq 2Ta$ ；所述眼电信号幅值为 M ，所述高度阈值取值 $\leq 0.7M$ 。

[0044] 例如，参考图3所示，图3为一个眼电信号波形示意图，当计算的眨眼速度为 $0.3s-0.4s$ ，眼电信号幅值为 $200\mu V$ ，则检测窗口长度可以设为 $0.6s$ ，高度阈值可以设为 $140\mu V$ 。

[0045] 另外，考虑到眼电信号波形是判断眨眼的重要特征，在波形判断时，容易收到外界的干扰。因此，如果仅依赖于时间和幅值判断，容易导致误判，因此，处理器可以进一步对波形尖锐程度进行判断，以提高识别准确性。

[0046] 即当检测到眼电信号波形图的幅值超过所述高度阈值时，计算检测窗口内眼电信号波形尖峰的尖锐程度参数，若所述尖锐程度参数小于预设的尖锐程度参数阈值，判定所述用户当前处于第一级催眠深度状态。

[0047] 可以采用如下公式计算检测窗口内眼电信号波形尖峰的尖锐程度参数：

[0048] (a) 分别计算眼电信号波形在检测窗口内的上部区域面积和下部区域面积，计算公式如下：

$$[0049] \quad area_{up} = \sum_{i=1}^n (p_{max} - p_i)$$

$$[0050] \quad area_{down} = \sum_{i=1}^n (p_i - p_{min})$$

[0051] 式中， p_i 为检测窗口内的眼电信号， p_{max} 为检测窗口内眼电信号的值， p_{min} 为检测窗口内眼电信号的最小值， $area_{up}$ 表示上部区域面积， $area_{down}$ 表示下部区域面积；

[0052] (b) 根据所述上部区域面积和下部区域面积计算所述眼电信号波形尖峰的面积，计算公式如下：

$$[0053] \quad blink_{area} = \begin{cases} area_{up} & \text{if } area_{up} < area_{down} \\ area_{down} & \text{if } area_{up} > area_{down} \end{cases}$$

[0054] 式中， $blink_{area}$ 表示尖峰的面积，if 表示满足条件；

[0055] 参考图4所示，图4为检测窗口内眼电信号波形尖峰面积示意图，两种方向的尖峰上、下部区域面积如图所示，左图尖峰方向向上，右图的尖峰方向向下。

[0056] (c) 根据尖峰面积计算尖锐程度参数，计算公式如下：

$$[0057] \quad blinkratio = blink_{area} / in_blink_{area}$$

[0058] 式中， $blinkratio$ 表示尖锐程度参数， in_blink_{area} 表示非尖峰部分的面积，这里尖锐程度参数也可以转化为是上部区域面积和下部区域面积之间的比值。

[0059] 对于处理器的第二级催眠深度识别模块，其主要功能解析可以如下：

[0060] (1) 向用户播放手臂抬起命令，在播放手臂抬起命令后的第二时间段内，利用固定在所述用户手臂上的加速度传感器检测用户反应的动作信号；

[0061] 在检测到第一级催眠深度后，向用户播放手臂抬起命令，进行第一级催眠深度检

测,检测用户的大肌肉群受到暗示被操控的情况,利用加速度传感器,检测手臂的动作信号。

[0062] (2)若在所述第二时间段内,所述加速度传感器没有输出与所述手臂抬起命令对应的动作信号,则判定所述用户当前处于第二级催眠深度状态;

[0063] 如果加速度传感器在第二时间段(一般取10s)内没有输出与手臂抬起命令对应的动作信号,例如,或相应运动感觉节律或其他手臂动作产生的动作信号,可以认为用户达到第二级催眠深度。

[0064] 对于处理器的第三级催眠深度识别模块,其主要功能解析可以如下:

[0065] (1)向用户播放多次插入靶刺激的音乐,检测每次靶刺激后的第三时间段内所述用户的脑电信号;

[0066] 可以利用基于听觉刺激的P300信号,在oddball模式下进行检测。例如,在催眠内容中对用户进行数字阻滞的暗示,用户在即将播放的音乐中关注靶刺激,然后开始播放音乐,并在播放音乐时多次(例如15次)插入靶刺激,最后将多次靶刺激出现后的第三时间段(一般取600ms)内的脑电信号进行叠加并计算平均值。

[0067] 参考图5所示,图5为多次靶刺激后检测的脑电信号波形图;虚线框内为截取的叠加图像部分,叠加求平均后,得到如图6所示,图6为脑电信号波形图叠加平均后的波形图。

[0068] (2)若所述脑电信号在指定时间范围内出现正向波形,则判定所述用户当前处于第三级催眠深度状态;

[0069] 可以检测在300ms~500ms的时间范围内是否出现一个明显的正向波形,如图6所示,出现明显正向波形,则判定用户当前处于第三级的催眠深度,反之则没有达到。

[0070] 综合上述实施例的方案,在播放催眠引导词过程中,处理器通过检测用户的眼电信号并利用检测窗口进行识别,在识别第一级催眠深度后,利用加速度传感器检测用户的手臂动作信号,识别第二级催眠深度,然后利用基于听觉刺激测试识别脑电信号来确定第三级催眠深度,从而实现三级催眠深度的识别,能够提高识别准确性,而且提高了识别效率,为执行下一阶段催眠提供了良好的参考。

[0071] 以上所述实施例的各技术特征可以进行任意的组合,为使描述简洁,未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述,然而,只要这些技术特征的组合不存在矛盾,都应当认为是本说明书记载的范围。

[0072] 以上所述实施例仅表达了本发明的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但并不能因此而理解为对发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。因此,本发明的保护范围应以所附权利要求为准。

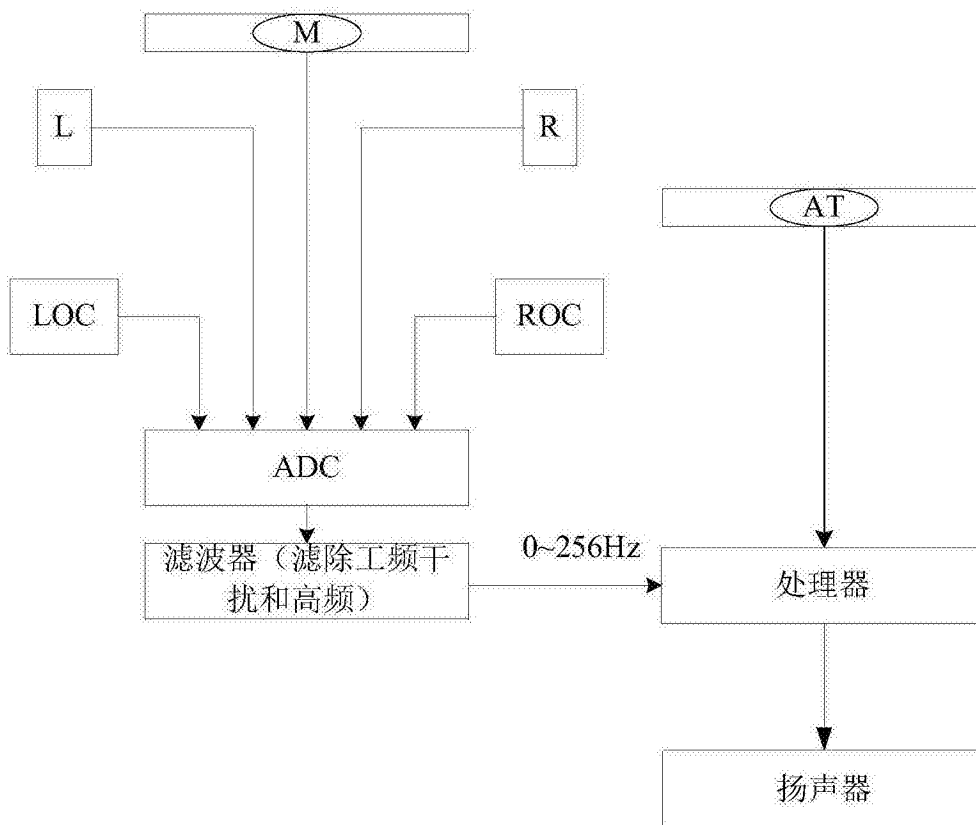


图1

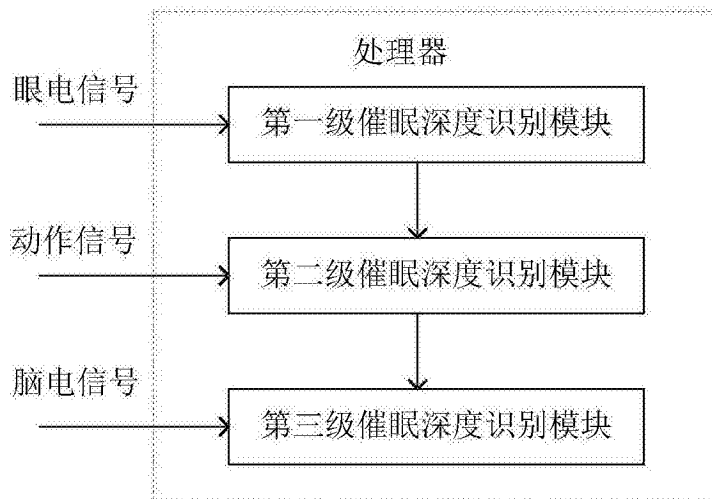


图2

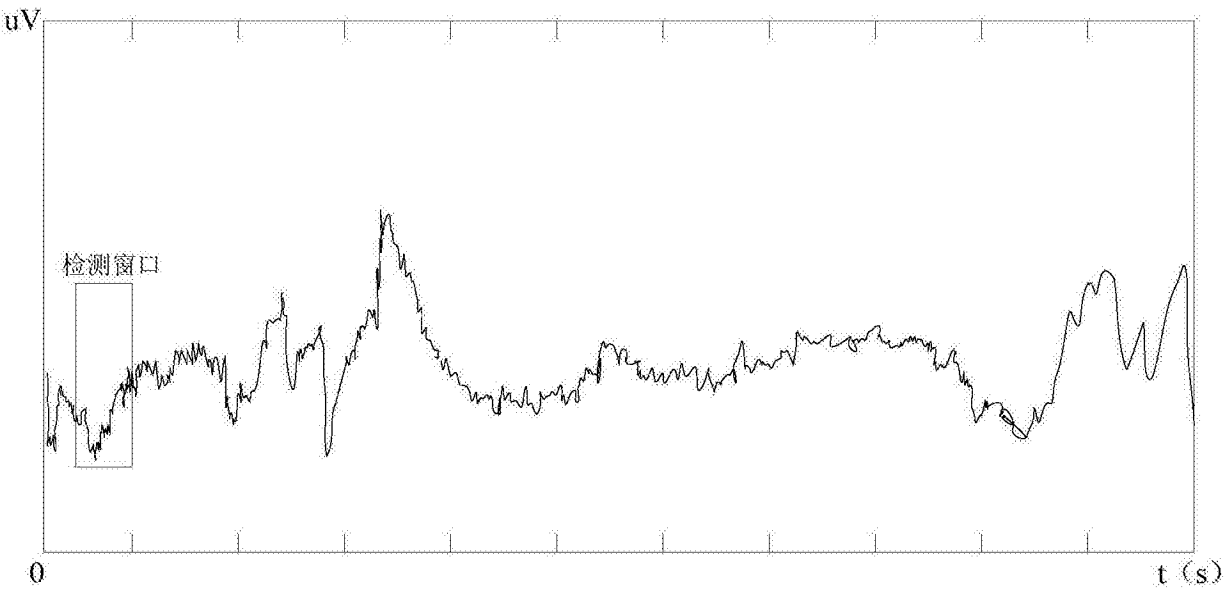


图3

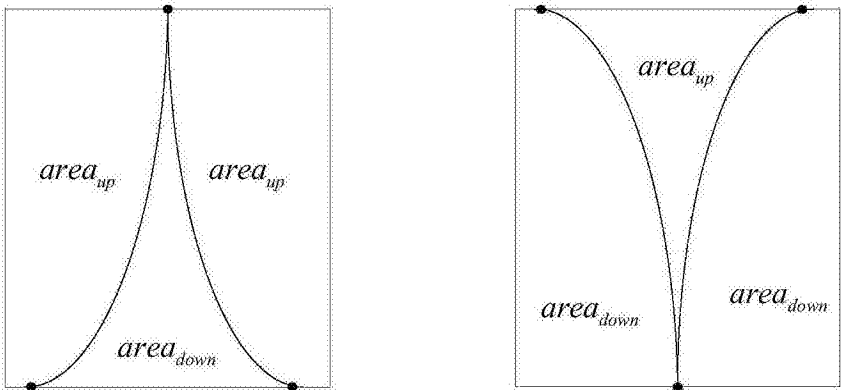


图4

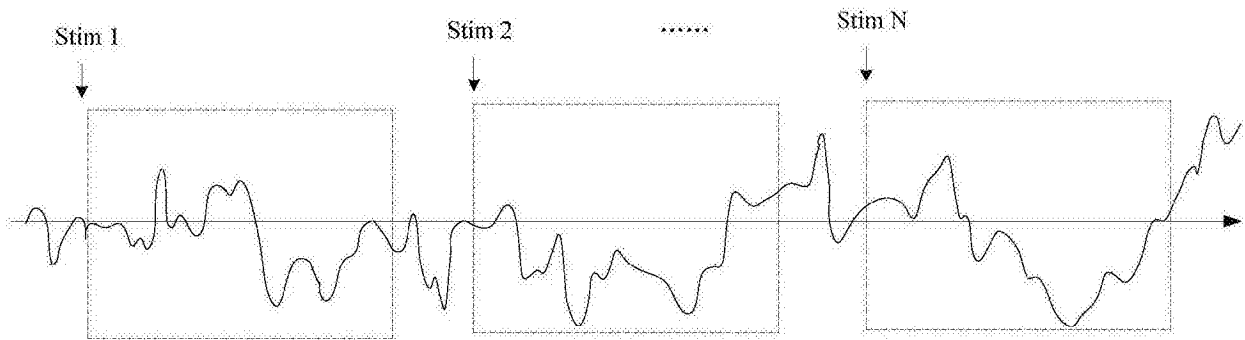


图5

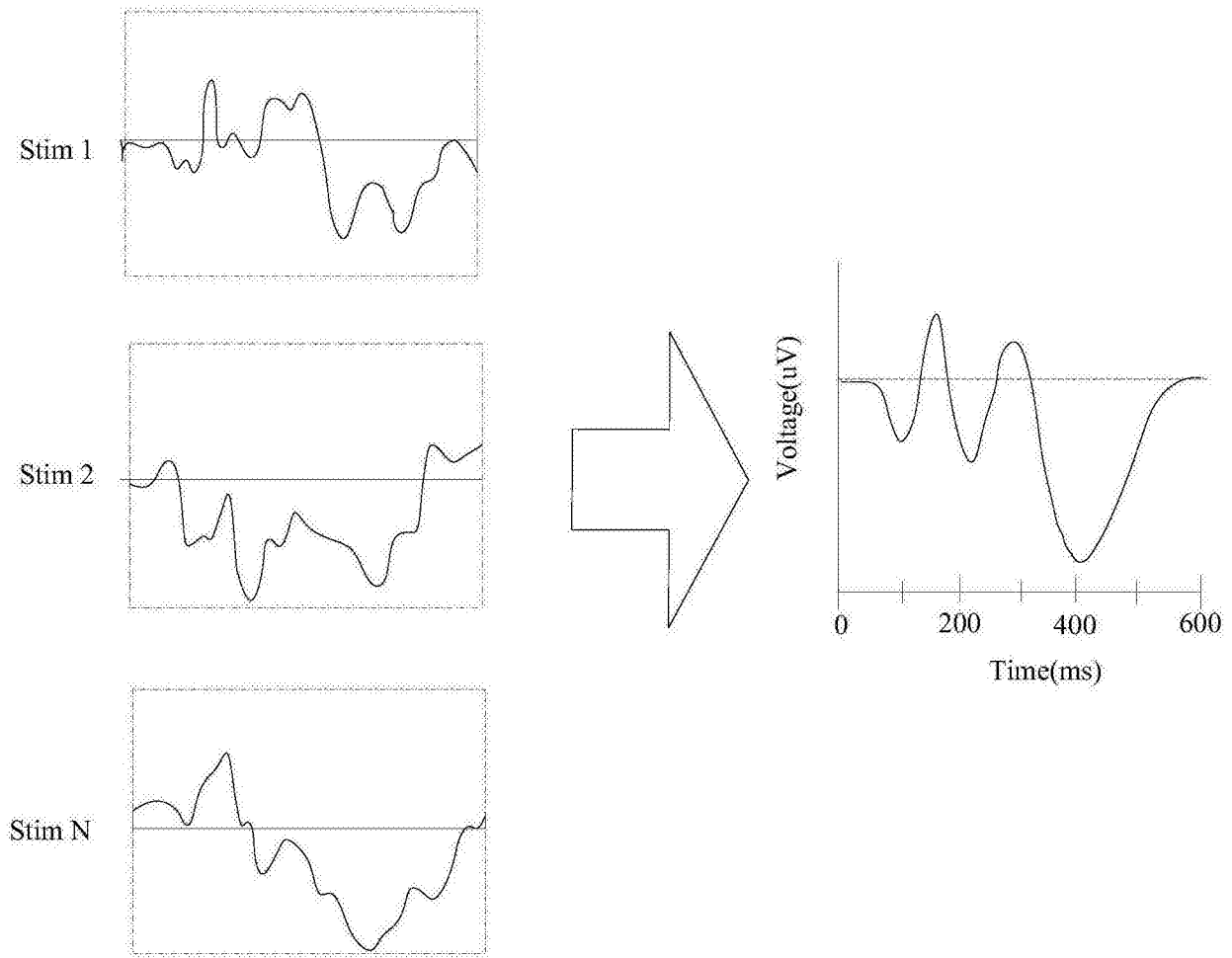


图6

专利名称(译)	催眠深度检测器		
公开(公告)号	CN106333673A	公开(公告)日	2017-01-18
申请号	CN201610839395.3	申请日	2016-09-21
[标]申请(专利权)人(译)	广州视源电子科技股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	广州视源电子科技股份有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	广州视源电子科技股份有限公司		
[标]发明人	赵巍 胡静 韩志		
发明人	赵巍 胡静 韩志		
IPC分类号	A61B5/0476 A61B5/0496 A61B5/11 A61B5/00 A61M21/02		
CPC分类号	A61B5/04012 A61B5/0476 A61B5/0496 A61B5/1103 A61B5/1118 A61B5/4809 A61B5/7203 A61B5/7225 A61M21/02 A61M2021/0027		
代理人(译)	潘桂生		
其他公开文献	CN106333673B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及一种催眠深度检测器，包括：脑电电极、眼电电极、参考电极分别及其连接的模数转换器，以及依次连接的模数转换器、滤波电路和理器，加速度传感器连接处理器；脑电电极用于检测用户在睡眠中的脑电信号；眼电电极用于采集用户在睡眠中的眼电信号；加速度传感器用于检测用户手臂反应产生的动作信号；扬声器用于向用户播放声音；模数转换器将眼电信号和脑电信号转换为数字信号，滤波电路对眼电信号和脑电信号进行低频滤波后输入至处理器；所述处理器，用于根据脑电信号、眼电信号以及动作信号判断用户当前所处的催眠深度；其中，催眠深度包括第一级催眠深度、第二催眠深度和第三催眠深度。本发明能够提高识别准确性，而且提高了识别效率。

