



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110585551 A

(43)申请公布日 2019.12.20

(21)申请号 201910904841.8

(22)申请日 2019.09.24

(71)申请人 喜临门家具股份有限公司

地址 312001 浙江省绍兴市二环北路1号喜临门工业园区

(72)发明人 李建军 段韩路

(74)专利代理机构 浙江翔隆专利事务所(普通合伙) 33206

代理人 竺琪明

(51) Int. Cl.

A61M 21/00(2006.01)

A61B 5/0476(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

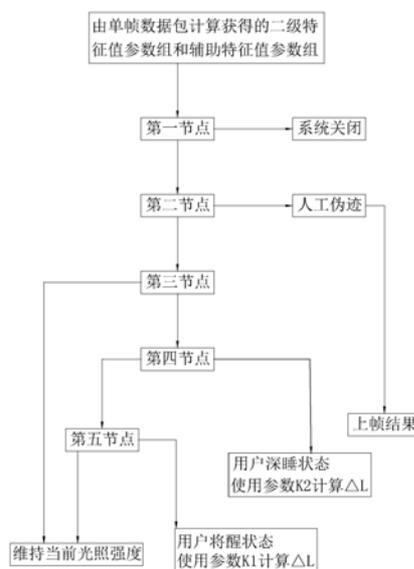
权利要求书3页 说明书9页 附图3页

(54)发明名称

一种基于睡眠分期的灯光唤醒控制系统

(57)摘要

本发明涉及一种基于睡眠分期的灯光唤醒控制系统。现有灯光唤醒的灯光刺激强度不可调节。本发明包括基础数据采集器、处理器以及唤醒装置。根据用户的基础数据计算用户睡眠状态并以此控制唤醒装置形成具有差异化且由弱变强的灯光刺激,灯光刺激会在整个唤醒过程中呈连续且逐渐增强的变化,既确保灯光刺激强度与用户睡眠状态匹配,通过减小变化幅度来确保整个唤醒过程连续且温和,通过对用户进行温和刺激来延长唤醒过程的时间长度,进而提升唤醒体验,还有效防止用户因受到急促、强烈且突然的唤醒刺激而发生身体不适的情况,又确保用户能在预设的唤醒时间点被唤醒,确保唤醒效果。



1. 一种基于睡眠分期的灯光唤醒控制系统,其特征在于,包括:

基础数据采集器,通过便携式穿戴设备获取用户的基础数据,基础数据采集器上设有电信号采集组件;

处理器,接收来自基础数据采集器的基础数据,通过计算获得用户睡眠状态,并根据用户所处睡眠状态形成向唤醒装置输送的实时控制信号,记录该实时控制信号并形成参考基数值,参考基数值为获得下一组实时控制信号提供计算基础;

唤醒装置,接收实时控制信号并产生施加于用户眼部的灯光刺激;

所述系统通过以下步骤运行:

第一阶段,处理器通过基础数据采集器在各单元时段内采集获得单帧数据包,并以此计算获得用户实时睡眠状态;

第二阶段,处理器根据用户睡眠状态调取对应的信号调节参数K,并以参考基数值为基础通过累加计算获得实时控制信号,同时,处理器记录实时控制信号并覆盖形成新的参考基数值L;

第三阶段,灯光唤醒装置接收实时控制信号并形成施加于用户眼部的灯光刺激。

2. 根据权利要求1所述的一种基于睡眠分期的灯光唤醒控制系统,其特征在于,设定唤醒操作时长为T,所述唤醒操作时长被划分为若干等长的单元时段,所述单元时段的时长为A,所述唤醒装置产生的光照强度为 ΔL , $0 \leq \Delta L \leq L_{\max}$, $\Delta L = L + K * A$,以使唤醒装置的光照强度呈线性变化。

3. 根据权利要求2所述的一种基于睡眠分期的灯光唤醒控制系统,其特征在于,所述信号调节参数为将醒斜率参数K1或深睡斜率参数K2, $K1 = L_{\max} / [(T * y) / (2 * A)]$,y为自唤醒装置开启后形成单帧数据包的实时数量, $K2 = L_{\max} / [T / (2 * A)]$ 。

4. 根据权利要求3所述的一种基于睡眠分期的灯光唤醒控制系统,其特征在于,所述处理器通过以下步骤对获得实时控制信号:

第一步,处理器通过单帧数据包计算获得辅助特征值参数组和二级特征值参数组,辅助特征值参数组包括Num-ARI值、Num-LCZ值以及Num-Delta值,二级特征值参数组包括DVS值;

第二步,处理器通过决策树形成与用户睡眠状态对应的实时控制信号,所述决策树上设定至少五个节点,具体地:

在第一节点,设定系统的唤醒时点和唤醒操作时长,以此获得唤醒装置的启动时点,若当前时点到达启动时点时,唤醒装置开启并转入第二节点,否则,唤醒装置处于关闭状态;

在第二节点,设定阈值Num-ARI-Threshold,当Num-ARI > Num-ARI-Threshold时,该单帧数据包被判定为人工伪迹,并通过处理器向外输出处理上一单帧数据包时获得的睡眠状态,否则,转入第三节点;

在第三节点,当L = L_{max}时,唤醒装置维持当前光照强度,直至唤醒装置被手动切换至关闭状态,否则,进入第四节点;

在第四节点,设定阈值DVS-Threshold、Num-Delta-Threshold,当DVS > DVS-Threshold且Num-Delta > Num-Delta-Threshold时,处理器判定用户处于深睡状态,处理器调取的信号调节参数为深睡斜率参数K2,处理器通过计算获得实时控制信号,以使唤醒装置产生与参数 ΔL 同步变化的光照强度,否则,处理器判定用户处于将醒状态并进入第五节点,处理器

调取的信号调节参数为将醒斜率参数K1;

在第五节点,当 $\Delta L > (K2/2) * y$ 时,唤醒装置维持当前光照强度,否则,处理器根据将醒斜率参数K1计算获得实时控制信号,以使唤醒装置产生与参数 ΔL 同步变化的光照强度。

5. 根据权利要求4所述的一种基于睡眠分期的灯光唤醒控制系统,其特征在于,在第二节点,设定阈值Num-LCZ-Threshold,当Num-LCZ > Num-LCZ-Threshold时,该单帧数据包被判定为人工伪迹,并通过处理器向外输出处理上一单帧数据包时获得的睡眠状态,否则,转入第三节点。

6. 根据权利要求4或5所述的一种基于睡眠分期的灯光唤醒控制系统,其特征在于,所述处理器通过以下步骤获得辅助特征值参数组和二级特征值参数组:

首先,处理器通过基础数据采集器获得单帧数据包;

其次,处理器对单帧数据包进行滤波处理,并依次获得频率分别为0.5~3Hz和0.5~30Hz的Delta波波形图和EEG波波形图;

之后,对各波形图内采集点的数值进行统计,并依次经过取绝对值处理、数据平滑处理后通过累加计算获得一级特征值参数组和辅助特征值参数组,所述一级特征值参数组包括Delta值和EEG值,所述辅助特征值参数组包括Num-ARI值、Num-LCZ值以及Num-Delta值;

最后,通过一级特征值参数组计算获得二级特征值参数组,所述二级特征值参数组包括DVS值。

7. 根据权利要求6所述的一种基于睡眠分期的灯光唤醒控制系统,其特征在于, $30s \leq A \leq 60s$,形成单帧数据包所需的单次连续采集时间为B, $B \leq A$,且 $5s \leq B \leq 60s$,所述基础数据采集器的数据采集频率为C, $200samples/s \leq C \leq 1000samples/s$,所述基础数据采集器在形成单帧数据包时进行的数据采集次数为n, $n = C * B$ 。

8. 根据权利要求7所述的一种基于睡眠分期的灯光唤醒控制系统,其特征在于,通过以下步骤获得所述一级特征值参数组:

首先,依次分别对Delta波波形图和EEG波波形图内各采集点对应的数值进行取绝对值处理,并获得数据组 X_m ;

之后,对数据组 X_m 进行数据平滑处理并获得过渡数据组 Y_m , $Y_m = \frac{\sum_{m+0.5*C}^{m+0.5*C} X_m}{0.5*C}$,过渡数据组的数据长度为m, $1 \leq m \leq n - 0.5 * C$,其中, $0.5 * C$ 为数据平滑处理的长度;

最后,对过渡数据组 Y_m 进行累加计算并依次获得所述Delta值和EEG值。

9. 根据权利要求8所述的一种基于睡眠分期的灯光唤醒控制系统,其特征在于,一级特征值参数组内各参数通过除以参数m来获得对应的Mean-Delta值和Mean-EEG值,再计算获得 $DVS = \text{Mean-Delta} / \text{Mean-EEG}$;或者,对各波形图设定对应的最大阈值和最小阈值,并以此形成数据波动范围,对各波形图超出数据波动范围的采集点个数进行累加统计,并形成Num-ARI值;或者,对Delta波波形图中Delta波出现的时长进行统计,以此获得Num-Delta值;对各波形图中曲线穿越x轴的次数进行统计并累加形成Num-LCZ值。

10. 根据权利要求1-9任一项所述的一种基于睡眠分期的灯光唤醒控制系统,其特征在于,所述基础数据采集器为眼镜(1),所述眼镜(1)包括镜架(2)和镜腿(3),所述脑电信号采集组件包括设于镜架(2)中部的鼻梁参考电极(6)以及设于镜架(2)两端的左前颞电极(4)和右前颞电极(5)分置;或者,所述基础数据采集器为眼罩(7),眼罩(7)包括罩体和绑带,所

述脑电信号采集组件包括设于罩体中部的额极参考电极(10)以及设于罩体两端的左额极电极(8)和右额极电极(9)。

一种基于睡眠分期的灯光唤醒控制系统

技术领域

[0001] 本发明涉及睡眠领域,具体涉及一种唤醒控制系统。

背景技术

[0002] 闹钟能为人们提供唤醒服务,传统的闹钟主要通过声音、震动的方式来唤醒,但是当人们在梦中或深度睡眠之中被突如其来强烈刺激惊醒后,很容易产生心情烦躁、情绪低落、心慌等不良情绪,影响一天的学习工作情绪,长此以往,可能会对我们的健康带来不利的影响。研究表明,逐渐增加的亮度能够给人轻微的刺激,用户通过这种具有温和刺激的方式来叫醒,可以减少他们醒来后的睡眠惯性,可以有效的提高睡眠质量。

发明内容

[0003] 为了解决现有技术的不足,本发明提供一种基于睡眠分期的灯光唤醒控制系统,处理器根据用户睡眠状态来控制唤醒装置产生变化的灯光刺激,既起到温和唤醒的作用,还有效确保唤醒效果,提升使用体验。

[0004] 本发明通过以下方式实现:一种基于睡眠分期的灯光唤醒控制系统,包括基础数据采集器、处理器以及唤醒装置。基础数据采集器,通过便携式穿戴设备获取用户的基础数据,基础数据采集器上设有电信号采集组件;处理器,接收来自基础数据采集器的基础数据,通过计算获得用户睡眠状态,并根据用户所处睡眠状态形成向唤醒装置输送的实时控制信号,记录该实时控制信号并形成参考基数值,参考基数值为获得下一组实时控制信号提供计算基础;唤醒装置,接收实时控制信号并产生施加于用户眼部的灯光刺激;

[0005] 所述系统通过以下步骤运行:

[0006] 第一阶段,处理器通过基础数据采集器在各单元时段内采集获得单帧数据包,并以此计算获得用户实时睡眠状态;

[0007] 第二阶段,处理器根据用户睡眠状态调取对应的信号调节参数K,并以参考基数值为基础通过累加计算获得实时控制信号,同时,处理器记录实时控制信号并覆盖形成新的参考基数值L;

[0008] 第三阶段,灯光唤醒装置接收实时控制信号并形成施加于用户眼部的灯光刺激。

[0009] 根据用户的基础数据计算用户睡眠状态并以此控制唤醒装置形成具有差异化且由弱变强的灯光刺激,灯光刺激会在整个唤醒过程中呈连续且逐渐增强的变化,既确保灯光刺激强度与用户睡眠状态匹配,通过减小变化幅度来确保整个唤醒过程连续且温和,通过对用户进行温和刺激来延长唤醒过程的时间长度,进而提升唤醒体验,还有效防止用户因受到急促、强烈且突然的唤醒刺激而发生身体不适的情况,又确保用户能在预设的唤醒时间点被唤醒,确保唤醒效果。

[0010] 作为优选,设定唤醒操作时长为T,所述唤醒操作时长被划分为若干等长的单元时段,所述单元时段的时长为A,所述唤醒装置产生的光照强度为 ΔL , $0 \leq \Delta L \leq L_{max}$, $\Delta L = L + K * A$,以使唤醒装置的光照强度呈线性变化。唤醒操作时长为唤醒装置启动时点与唤醒时点

间的时长,既能通过增长唤醒操作时长来确保唤醒过程温和,还能通过控制唤醒操作时长来为用户保留更多的睡眠时间,防止因唤醒装置过早启动而影响用户正常睡眠。所述唤醒装置的光照强度 ΔL 会随着用户睡眠状态以及唤醒操作时长内时间推移而变化,既确保光照强度的变化幅度维持在较低范围,还确保光照强度产生的灯光刺激会通过累加而变强,并最终达到足以唤醒用户的灯光强度。上一单元时段最终的灯光强度会成为计算下一单元时段灯光强度的基础,由此确保灯光强度温和变大。

[0011] 作为优选,所述信号调节参数为将醒斜率参数 $K1$ 或深睡斜率参数 $K2$, $K1=L_{max}/[(T*y)/(2*A)]$, y 为自唤醒装置开启后形成单帧数据包的实时数量, $K2=L_{max}/[T/(2*A)]$ 。根据用户所处睡眠状态不同来选用不同的信号调节参数,确保灯光刺激变化与用户睡眠状态相匹配。通常情况下, $K1 \leq K2$,当用户处于深睡状态时,需要较强的灯光刺激来对用户进行唤醒,所以,对应的深睡斜率参数 $K2$ 取值较大,以驱使用户尽快从深睡状态切换至将醒状态;当用户处于将醒状态时,需要较弱的灯光刺激来延长唤醒过程,所以,对应的将醒斜率参数较小,且随着参数 y 增大而进一步变小,使得灯光刺激变化幅度逐渐变小并趋于零,且灯光刺激始终具有较强的刺激,确保用户能在唤醒时点准时被唤醒。由于灯光刺激为逐渐变大,使得用户已适应既有的灯光刺激,有效提升唤醒温和性,尤其在外界空间亮度较暗的环境中。

[0012] 作为优选,所述处理器通过以下步骤对获得实时控制信号:

[0013] 第一步,处理器通过单帧数据包计算获得辅助特征值参数组和二级特征值参数组,辅助特征值参数组包括Num-ARI值、Num-LCZ值以及Num-Delta值,二级特征值参数组包括DVS值;

[0014] 第二步,处理器通过决策树形成与用户睡眠状态对应的实时控制信号,所述决策树上设定至少五个节点,具体地:

[0015] 在第一节点,设定系统的唤醒时点和唤醒操作时长,以此获得唤醒装置的启动时点,若当前时点到达启动时点时,唤醒装置开启并转入第二节点,否则,唤醒装置处于关闭状态;

[0016] 在第二节点,设定阈值Num-ARI-Threshold,当Num-ARI>Num-ARI-Threshold时,该单帧数据包被判定为人工伪迹,并通过处理器向外输出处理上一单帧数据包时获得的睡眠状态,否则,转入第三节点;

[0017] 在第三节点,当 $L=L_{max}$ 时,唤醒装置维持当前光照强度,直至唤醒装置被手动切换至关闭状态,否则,进入第四节点;

[0018] 在第四节点,设定阈值DVS-Threshold、Num-Delta-Threshold,当 $DVS > DVS-Threshold$ 且 $Num-Delta > Num-Delta-Threshold$ 时,处理器判定用户处于深睡状态,处理器调取的信号调节参数为深睡斜率参数 $K2$,处理器通过计算获得实时控制信号,以使唤醒装置产生与参数 ΔL 同步变化的光照强度,否则,处理器判定用户处于将醒状态并进入第五节点,处理器调取的信号调节参数为将醒斜率参数 $K1$;

[0019] 在第五节点,当 $\Delta L > (K2/2)*y$ 时,唤醒装置维持当前光照强度,否则,处理器根据将醒斜率参数 $K1$ 计算获得实时控制信号,以使唤醒装置产生与参数 ΔL 同步变化的光照强度。

[0020] 处理器通过决策树来判定用户当前睡眠状态,并选择合适的信号调节参数来计算

形成实施控制信号,确保唤醒装置能形成与参数 ΔL 同步变化的光照强度,进而确保唤醒体验。此外,通过设定 $\Delta L > (K2/2) * y$ 的情况来限制灯光刺激的变化幅度,确保灯光刺激缓慢变强,提升唤醒温和度。

[0021] 作为优选,在第二节点,设定阈值Num-LCZ-Threshold,当Num-LCZ > Num-LCZ-Threshold时,该单帧数据包被判定为人工伪迹,并通过处理器向外输出处理上一单帧数据包时获得的睡眠状态,否则,转入第三节点。作为第二节点的替换方案,既可以单独起到判断人工伪迹的作用,还能起到验证准确性的作用。

[0022] 作为优选,所述处理器通过以下步骤获得辅助特征值参数组和二级特征值参数组:

[0023] 首先,处理器通过基础数据采集器获得单帧数据包;

[0024] 其次,处理器对单帧数据包进行滤波处理,并依次获得频率分别为0.5~3Hz和0.5~30Hz的Delta波波形图和EEG波波形图;

[0025] 之后,对各波形图内采集点的数值进行统计,并依次经过取绝对值处理、数据平滑处理后通过累加计算获得一级特征值参数组和辅助特征值参数组,所述一级特征值参数组包括Delta值和EEG值,所述辅助特征值参数组包括Num-ARI值、Num-LCZ值以及Num-Delta值;

[0026] 最后,通过一级特征值参数组计算获得二级特征值参数组,所述二级特征值参数组包括DVS值。

[0027] 通过基础数据采集器采集限定种类的基础数据,以此为基础通过处理器计算获得一级特征值参数组、辅助特征值参数组和二级特征值参数组,并对处于入睡潜伏期用户的细分睡眠状态进行判定和分类,为后续助眠操作提供参考依据。此系统具有使用基础数据种类少、计算和分类过程简单的特点,既通过减少基础数据采集种类来简化基础数据采集器的结构,方便用户穿戴使用,提升数据准确性,还通过简化计算和分类的过程来降低对处理器的要求,提升运算速度,降低硬件成本,确保硬件运行稳定性,提升使用体验。

[0028] 作为优选, $30s \leq A \leq 60s$,形成单帧数据包所需的单次连续采集时间为B, $B \leq A$,且 $5s \leq B \leq 60s$,所述基础数据采集器的数据采集频率为C, $200samples/s \leq C \leq 1000samples/s$,所述基础数据采集器在形成单帧数据包时进行的数据采集次数为n, $n = C * B$ 。基础数据采集器采集次数与形成的数据数量对应,单次连续采集完成后所得的数据形成一个单帧数据包,再通过滤波器分别获得Delta波波形图和EEG波波形图。当单帧数据包内的数据数量越多时,用于绘制形成波形图的数据点也越多,使得波形图绘制越精确,使得绘制的波形图越趋于真实电波的图形,为处理器提供更准确的数据。当 $C < 200samples/s$ 时,绘制的波形图会因数据点数量较少,影响波形图绘制精度;当 $C > 1000samples/s$ 时,对绘制精度提升有限,但对硬件要求较高,同时会引入更多的高频干扰,性较比较低。

[0029] 作为优选,通过以下步骤获得所述一级特征值参数组:

[0030] 首先,依次分别对Delta波波形图和EEG波波形图内各采集点对应的数值进行取绝对值处理,并获得数据组 X_m ;

[0031] 之后,对数据组 X_m 进行数据平滑处理并获得过渡数据组 Y_m , $Y_m = \frac{\sum_{m+0.5*C}^{m+0.5*C} X_m}{0.5*C}$,过渡数据组的数据长度为m, $1 \leq m \leq n - 0.5 * C$,其中, $0.5 * C$ 为数据平滑处理的长度;

[0032] 最后,对过渡数据组 Y_m 进行累加计算并依次获得所述Delta值和EEG值。

[0033] 基础数据采集器在采集基础数据时,用户会因各种因素出现明显超出变化范围的跳动数值,导致波形图瞬时变化较大,虽然不会对用户睡眠状态产生影响,但会影响处理器判断用户睡眠状态,对连续 $0.5 * C$ 个数据进行累加平均处理,有效减小单个跳动数值对处理器判断用户睡眠状态的影响。此外,数据组 X_m 是对各数据及其后 $0.5 * C$ 个数据进行累加并平均处理,使得过渡数据组 Y_m 的数据数量 m 会减少至 $n - 0.5 * C$ 个。

[0034] 作为优选,一级特征值参数组内各参数通过除以参数 m 来获得对应的Mean-Delta值和Mean-EEG值,再计算获得 $DVS = \text{Mean-Delta} / \text{Mean-EEG}$,通过累加平均来获得上述参数,有效减小跳动参数对用户睡眠状态判断准确性的影响。

[0035] 作为优选,对各波形图设定对应的最大阈值和最小阈值,并以此形成数据波动范围,对各波形图超出数据波动范围的采集点个数进行累加统计,并形成Num-ARI值,参数Num-ARI值是对超出预设范围的跳动数值的数量进行统计。

[0036] 作为优选,对Delta波波形图中Delta波出现的时长进行统计,以此获得Num-Delta值,用于体现Delta波的强弱。

[0037] 作为优选,对各波形图中曲线穿越x轴的次数进行累加统计,并形成Num-LCZ值,波形图中曲线穿越x轴的次数与波形频率有关,参数Num-LCZ值是对波形频率进行统计。

[0038] 作为优选,所述基础数据采集器为眼镜,所述眼镜包括镜架和镜腿,所述脑电采集组件包括设于镜架中部的鼻梁参考电极以及设于镜架两端的左前颞电极和右前颞电极分置。在使用时,当眼镜穿戴到位后,所述左前颞电极、右前颞电极以及鼻梁参考电极分别同步抵触在待检测工位上,确保基础数据采集器能持续精确地采集数据,并向处理器定期发送单帧数据包。

[0039] 作为优选,所述基础数据采集器为眼罩,眼罩包括罩体和绑带,所述脑电采集组件包括设于罩体中部的额极参考电极以及设于罩体两端的左额极电极和右额极电极。眼罩既能起到遮挡光线的作用,还能为使用者提供舒适感受。

[0040] 本发明的突出有益效果:根据用户的基础数据计算用户睡眠状态并以此控制唤醒装置形成具有差异化且由弱变强的灯光刺激,灯光刺激会在整个唤醒过程中呈连续且逐渐增强的变化,既确保灯光刺激强度与用户睡眠状态匹配,通过减小变化幅度来确保整个唤醒过程连续且温和,通过对用户进行温和刺激来延长唤醒过程的时间长度,进而提升唤醒体验,还有效防止用户因受到急促、强烈且突然的唤醒刺激而发生身体不适的情况,又确保用户能在预设的唤醒时间点被唤醒,确保唤醒效果。

附图说明

[0041] 图1为所述眼镜结构示意图;

[0042] 图2为所述决策树结构示意图;

[0043] 图3为用户在整个唤醒操作时长内均处于深睡状态时的光照强度变化图;

[0044] 图4为用户在唤醒操作时长内由深睡状态切换为将醒状态时的光照强度变化图;

[0045] 图5为所述眼罩结构示意图;

[0046] 图中:1、眼镜,2、镜架,3、镜腿,4、左前颞电极,5、右前颞电极,6、鼻梁参考电极,7、眼罩,8、左额极电极,9、右额极电极,10、额极参考电极,11、LED灯。

具体实施方式

[0047] 下面结合说明书附图和具体实施方式对本发明的实质性特点作进一步的说明。

[0048] 实施例一：

[0049] 本实施例提供一种基于睡眠分期的灯光唤醒控制系统。

[0050] 如图1所示的系统,由基础数据采集器、处理器以及唤醒装置组成。基础数据采集器,通过便携式穿戴设备获取用户的基础数据,基础数据采集器上设有电信号采集组件;处理器,接收来自基础数据采集器的基础数据,通过计算获得用户睡眠状态,并根据用户所处睡眠状态形成向唤醒装置输送的实时控制信号,记录该实时控制信号并形成参考基数值,参考基数值为获得下一组实时控制信号提供计算基础;唤醒装置,接收实时控制信号并产生施加于用户眼部的灯光刺激。

[0051] 在本实施例中,基础数据采集器为带数据收集组件的眼镜1,所述眼镜1包括镜架2以及设于镜架2两端的镜腿3,所述数据收集组件包括分置在所述镜架2两端的左前颞电极4、右前颞电极5以及设于镜架2中部鼻梁参考电极6,眼镜1被穿戴到位后,所述左前颞电极4、右前颞电极5以及鼻梁参考电极6分别抵触在待检测工位上。所述眼镜1通过与用户体表贴合的左前颞电极4、右前颞电极5以及鼻梁参考电极6采集相关基础数据,并向处理器输送。具体地,所述左前颞电极4、右前颞电极5以及鼻梁参考电极6分别与近左前颞、近右前颞及鼻梁贴合,形成一种简单测量脑电活动的单导联采集器。基础数据采集器对Delta波和EEG波进行采集,并以此为基础协助处理器将用户睡眠状态归类至将醒状态和深睡状态。

[0052] 在本实施例中,唤醒装置为LED灯11,唤醒装置可以设置在眼镜上,并直接产生施加于用户眼部的灯光刺激。优选方案,LED灯输出波长为575nm~590nm、最大光强 $L_{max}=250LUX$ 的黄色光。

[0053] 所述系统通过以下步骤运行：

[0054] 第一阶段,处理器通过基础数据采集器在各单元时段内采集获得单帧数据包,并以此计算获得用户实时睡眠状态;

[0055] 第二阶段,处理器根据用户睡眠状态调取对应的信号调节参数K,并以参考基数值为基础通过累加计算获得实时控制信号,同时,处理器记录实时控制信号并覆盖形成新的参考基数值L;

[0056] 第三阶段,灯光唤醒装置接收实时控制信号并形成施加于用户眼部的灯光刺激。

[0057] 根据用户的基础数据计算用户睡眠状态并以此控制唤醒装置形成具有差异化且由弱变强的灯光刺激,灯光刺激会在整个唤醒过程中呈连续且逐渐增强的变化。在整个唤醒过程中,灯光刺激的强度在缓慢增强状态和维持状态间切换,且不会变小,直至用户被唤醒,既通过减小变化幅度来确保整个唤醒过程连续且温和,延长唤醒过程的时间长度,还确保唤醒效果,保证系统能在预设的唤醒时点将用户唤醒。

[0058] 在本实施例中,设定唤醒操作时长为T, $T=30mins$,所述唤醒操作时长被划分为若干等长的单元时段,所述单元时段的时长为A,所述唤醒装置产生的光照强度为 ΔL , $0 \leq \Delta L \leq L_{max}$, $\Delta L=L+K*A$,以使唤醒装置的光照强度呈线性变化。唤醒装置产生的实时光照强度根据公式 $\Delta L=L+K*A$ 计算,L为上一单元时长结束时的光照强度值,处理器记录并覆盖原有记录,用于计算下一单元时长内的光照强度,使得光照强度在整个唤醒操作时长内均处于增长或维持状态,直至光照强度维持在 L_{max} 为止。

[0059] 在本实施例中,所述信号调节参数为将醒斜率参数K1或深睡斜率参数K2, $K1 = L_{max} / [(T * y) / (2 * A)]$,y为自唤醒装置开启后形成单帧数据包的实时数量, $K2 = L_{max} / [T / (2 * A)]$ 。在第一个单元时长内, $K1 = K2$,在其后的单元时长内, $K1 < K2$,用户处于深睡状态时,光照强度具有更大的变化幅度。具体地,在计算参数K1时,由于公式中存在变量参数y,使得参数K1会随着参数y数值增加而逐渐变小,使得光照强度的变化幅度越来越小,既确保光照强度适中保持较大的灯光刺激,还有效减小变化幅度,提升唤醒温和性。

[0060] 在第一阶段和第二阶段中,处理器通过基础数据采集器在各单元时段内采集获得单帧数据包,并以此计算获得用户实时睡眠状态,处理器根据用户睡眠状态调取对应的信号调节参数K,并以参考基数为基础通过累加计算获得实时控制信号,同时,处理器记录实时控制信号并覆盖形成新的参考基数L。处理器通过以下步骤运行:

[0061] 第一步,处理器通过基础数据采集器获得单帧数据包。

[0062] 具体地,相邻所述单帧数据包的采集时间间隔为A, $A = 10s$,形成单帧数据包所需的单次连续采集时间为 $B = 60s$,所述基础数据采集器的数据采集频率为C, $200samples/s \leq C \leq 1000samples/s$,所述基础数据采集器在形成单帧数据包时进行的数据采集次数为n, $n = C * B$ 。基础数据采集器采集次数与形成的数据数量对应,单次连续采集完成后所得的数据形成一个单帧数据包,当单帧数据包内的数据数量越多时,用于绘制形成波形图的数据点也越多,使得波形图绘制越精确,使得绘制的波形图越趋于真实电波的图形,为处理器提供更准确的数据。

[0063] 第二步,处理器对单帧数据包进行滤波处理,并依次获得频率分别为 $0.5 \sim 3Hz$ 和 $0.5 \sim 30Hz$ 的Delta波波形图和EEG波波形图。

[0064] 具体地,所述基础数据采集器的数据采集频率为C, $C = 250samples/s$,优选为,所述基础数据采集器在形成单帧数据包时进行的数据采集次数为n, $n = C * B = 250samples/s * 10s = 2500$ 次,当参数n为非整数时,通过四舍五入方式取整。基础数据采集器每次采集到的单帧数据包为综合数据,利用滤波器对综合数据进行滤波分解并获得具有差异化频率的Delta波波形图和EEG波波形图。每个波形图均有2500个基点沿时间顺序串联形成。优选使用8阶巴特沃斯滤波器、切比雪夫滤波器或者4阶巴特沃斯滤波器对单帧数据包进行去噪提取特定频率段中的脑电信号。

[0065] 第三步,对各波形图内采集点的数值进行统计,并依次经过取绝对值处理、数据平滑处理后通过累加计算获得一级特征值参数组和辅助特征值参数组,所述一级特征值参数组包括Delta值和EEG值,所述辅助特征值参数组包括Num-ARI值、Num-LCZ值以及Num-Delta值。

[0066] 具体地,通过以下步骤获得所述一级特征值参数组:

[0067] 首先,依次分别对Delta波波形图和EEG波波形图内各采集点对应的数值进行取绝对值处理,并获得数据组 X_m ;

[0068] 之后,对数据组 X_m 进行数据平滑处理并获得过渡数据组 Y_m , $Y_m = \frac{\sum_{m+0.5 * C}^{m+0.5 * C} X_m}{0.5 * C}$,过

渡数据组的数据长度为m, $1 \leq m \leq n - 0.5 * C$,其中, $0.5 * C$ 为数据平滑处理的长度;

[0069] 最后,对过渡数据组 Y_m 进行累加计算并依次获得所述Delta值和EEG值。

[0070] 由于Delta波波形图和EEG波波形图均由2500个基点连接形成,所以通过各波形图

对应的2500个基点来计算获得对应的Delta值和EEG值。在实际操作中,以Delta波波形图为例,Delta波波形图包括2500个基点,在计算时,首先,对2500个基点的数值进行绝对值处理,以此获得包括2500个数据的数据组 X_m ;之后,对数据组 X_m 进行数据平滑处理并获得过渡

数据组 Y_m ,在处理时, $Y_m = \frac{\sum_{m+0.5*C}^{m+0.5*C} X_m}{0.5*C}$,数据平滑处理的长度为 $0.5*C$,过渡数据组的数据

长度为 m , $m=n-0.5*C=2375$,由于在对数据组 X_m 中第2376个数据进行计算时,其后数据数量已不足125个,所以过渡数据组 Y_m 的数据长度为2375个;最后,对过渡数据组 Y_m 中的2375个数值进行累加计算并获得所述Delta值。以此类推来获得EEG值。当数据平滑处理的长度 $0.5*C$ 为非整数时,通过四舍五入方式取整。

[0071] 具体地,对各波形图设定对应的最大阈值和最小阈值,并以此形成数据波动范围,对各波形图超出数据波动范围的采集点个数进行累加统计,并形成Num-ARI值。

[0072] 具体地,对各波形图设定对应的最大阈值和最小阈值,并以此形成数据波动范围,对各波形图超出数据波动范围的采集点个数进行累加统计,并形成Num-ARI值。

[0073] 具体地,对Delta波波形图中Delta波出现的时长进行统计,以此获得Num-Delta值。

[0074] 具体地,对各波形图中曲线穿越x轴的次数进行统计并累加形成Num-LCZ值。

[0075] 第四步,通过一级特征值参数组计算获得二级特征值参数组,所述二级特征值参数组包括DVS值。一级特征值参数组内各参数通过除以参数 m 来获得对应的Mean-Delta值和Mean-EEG值,Mean-Delta值和Mean-EEG值均为单帧数据包内各波形基点数值的平均值,例如,Mean-Delta值为Delta值除以参数 $m=2375$ 获得,以此类推获得Mean-EEG值。

[0076] 具体地, $DVS=Mean-Delta/Mean-EEG$,用于表示单帧数据包内Delta波信号与EEG波信号间的强弱对比,当参数DVS值越大时,说明Delta波信号强于EEG波信号,反之,当参数DVS值越小时,说明EEG波信号强于Delta波信号。

[0077] 第五步,处理器通过决策树形成与用户睡眠状态对应的实时控制信号,所述决策树上设定至少五个节点,如图2所示,具体地:

[0078] 在第一节点,设定系统的唤醒时点和唤醒操作时长,以此获得唤醒装置的启动时点,若当前时点到达启动时点时,唤醒装置开启并转入第二节点,否则,唤醒装置处于关闭状态。

[0079] 具体地,通过设定唤醒时点和唤醒操作时长来确定唤醒装置的运行时段,具体地,在唤醒时点向前推移唤醒操作时长来获得唤醒装置启动时点,既通过延长唤醒操作时长来确保唤醒温和性,还尽量为用户预留较长的睡眠时间。

[0080] 在第二节点,设定阈值Num-ARI-Threshold,当 $Num-ARI > Num-ARI-Threshold$ 时,该单帧数据包被判定为人工伪迹,并通过处理器向外输出处理上一单帧数据包时获得的睡眠状态,否则,转入第三节点;

[0081] 具体地,人工伪迹是指是影响电生理信号的干扰信号,包括生理伪迹和设备伪迹。当人工伪迹出现时,基础数据会出现超出正常范围的跳动,通过对参数Num-ARI值与对应阈值Num-ARI-Threshold间大小比较来判定是否产生人工伪迹,具体地,当 $Num-ARI > Num-ARI-Threshold$ 时,该单帧数据包被判定为人工伪迹,该单帧数据包作废,并对外输上一单帧数据包时获得的睡眠状态,反之,则说明书此刻不存在人工伪迹,可以进行进一步分

析。

[0082] 在第三节点,当 $L=L_{max}$ 时,唤醒装置维持当前光照强度,直至唤醒装置被手动切换至关闭状态,否则,进入第四节点;

[0083] 具体地,通过第三节点来判断当前唤醒装置产生的灯光刺激是否为最高强度 L_{max} 。当灯光刺激以达到最高强度时,由于唤醒装置无法再提升灯光刺激,唤醒装置通过维持灯光刺激在最高强度 L_{max} 来对用户进行持续地唤醒刺激,有效确保唤醒效果。

[0084] 在第四节点,设定阈值 $DVS-Threshold$ 、 $Num-Delta-Threshold$,当 $DVS > DVS-Threshold$ 且 $Num-Delta > Num-Delta-Threshold$ 时,处理器判定用户处于深睡状态,处理器调取的信号调节参数为深睡斜率参数 $K2$,处理器通过计算获得实时控制信号,以使唤醒装置产生与参数 ΔL 同步变化的光照强度,否则,处理器判定用户处于将醒状态并进入第五节点,处理器调取的信号调节参数为将醒斜率参数 $K1$ 。

[0085] 具体地,具体地,当用户处于深睡状态时,大脑主要发出 $Delta$ 波,因此,可以通过 $Delta$ 波在该单帧数据包中幅值占比情况来区分用户是否处于深睡状态,所以,当 $DVS > DVS-Threshold$,且 $Num-Delta > Num-Delta-Threshold$ 时,此时 $Delta$ 波信号更强,说明用户的大脑思维不活跃且处于深睡状态,反之,说明用户的大脑思维活跃且处于更浅层次的将醒状态。用户处于深睡状态时,处理器调取深睡斜率参数 $K2 = L_{max} / [T / (2 * A)]$,并利用公式 $\Delta L = L + K2 * A$ 来计算唤醒装置实时具备的光照强度,进而获得满足预设要求的灯光刺激。由于参数 T 和参数 A 均为预设的定值,所以 T/A 也为定值,且用于表示唤醒操作时长内的单元时段总数量,将光照强度变化幅度由0增加至 L_{max} 的过程被平均分散至各单元时段内实现,例如,如图3所示,当用户在整个唤醒操作时长内始终处于深睡状态时,则唤醒装置产生的光照强度会在唤醒操作时长的前半段时长内由0增大至 L_{max} ,并在后半段时长内对用户持续施加强度为 L_{max} 的灯光刺激,确保用户被尽快唤醒。

[0086] 在第五节点,当 $\Delta L > (K2/2) * y$ 时,唤醒装置维持当前光照强度,否则,处理器根据将醒斜率参数 $K1$ 计算获得实时控制信号,以使唤醒装置产生与参数 ΔL 同步变化的光照强度。

[0087] 具体地,在用户处于将醒状态的情况下,当 $\Delta L > (K2 * y) / 2$ 时,唤醒装置维持当前光照强度,参数的 y 为变量, y 为自唤醒装置开启后形成单帧数据包的实时数量,通过上述设置来限定各单元时段内光照强度的上限,以使光照强度被限制在 $(K2 * y) / 2$ 以下,进而限制光照强度的变化幅度,确保灯光刺激温和上升,例如,如图4所示,进入唤醒装置的运行时段时,用户处于深睡状态,光照强度会以参数 $K2$ 快速增大,并在用户转入将醒状态时出现 $\Delta L > (K2 * y) / 2$ 的情况,则需要通过限制光照强度变化来防止用户因剧烈变化的灯光刺激而惊醒的情况,通过延长唤醒时长来提升唤醒温和性。当参数 y 取不同值时, $(K2 * y) / 2$ 的值也会随之发生变化,以此形成与各单元时段分别对应且呈等高台阶状的光照强度上限值,确保光照强度温和变化。当 $\Delta L \leq (K2 * y) / 2$ 时,利用公式 $\Delta L = L + K1 * A$ 来计算唤醒装置实时具备的光照强度,进而获得满足预设要求的灯光刺激。

[0088] 在第三阶段中,灯光唤醒装置接收实时控制信号并形成施加于用户眼部的灯光刺激。处理器通过计算获得的 ΔL 来形成用于控制唤醒装置的实时控制信号,确保唤醒装置形成施加于用户眼部的灯光刺激。

[0089] 可以理解地,参数 T 还可以为5mins、10mins、15mins、45mins等,只要符合 $5mins \leq T$

≤45mins的要求即可。

[0090] 可以理解地,参数A还可以为35s、40s、50s、60s等,只要符合 $30s \leq A \leq 60s$ 的要求即可。

[0091] 可以理解地,参数B还可以为5s、7s、11s、20s、30s等,只要符合 $B \leq A$ 且 $5s \leq B \leq 60s$ 的要求即可。

[0092] 可以理解地,参数C还可以为200samples/s、300samples/s、500samples/s、1000samples/s等,只要符合 $200samples/s \leq C \leq 1000samples/s$ 的要求即可。

[0093] 可以理解地,参数m还可以为1、10、500等,只要符合 $1 \leq m \leq n - 0.5 * C$ 的要求即可。

[0094] 实施例二:

[0095] 相较于实施例一,本实施例提供另一种决策树结构。

[0096] 作为第二节点的替换方案,在第二节点处,设定阈值Num-LCZ-Threshold,当 $Num-LCZ > Num-LCZ-Threshold$ 时,该单帧数据包被判定为人工伪迹,并通过处理器向外输出处理上一单帧数据包时获得的睡眠状态,否则,转入第三节点。

[0097] 具体地,当人工伪迹出现时,各波形图中波形穿越x轴的次数会出现明显增加,通过对参数Num-LCZ值与对应阈值Num-LCZ-Threshold间大小比较来判定是否产生人工伪迹,具体地,当 $Num-LCZ > Num-LCZ-Threshold$ 时,该单帧数据包被判定为人工伪迹,该单帧数据包作废,并向外输出一单帧数据包时获得的睡眠状态,反之,则说明书此刻不存在人工伪迹,可以进行进一步分析。并继续下一帧睡眠检测。

[0098] 本实施例所述决策树的其它结构和效果均与实施例一致,不再赘述。

[0099] 实施例三:

[0100] 相较于实施例一,本实施例提供另一种基础数据采集器。

[0101] 如图5所示,所述基础数据采集器为眼罩7,眼罩7包括罩体和绑带,所述脑电信号采集组件包括设于罩体中部的额极参考电极10以及设于罩体两端的左额极电极8和右额极电极9。

[0102] 在使用时,眼罩7通过绑带固定在预设工位,使得罩体与使用者额部贴合。所述眼罩7通过与用户体表贴合的左额极电极8、右额极电极9以及额极参考电极10采集相关基础数据,并向处理器输送。具体地,所述左额极电极8、右额极电极9以及额极参考电极10分别与左额极、右额极及额极参考贴合,形成一种简单测量脑电活动的单导联采集器。

[0103] 本实施例所述系统的其它特征和效果均与实施例一一致,不再赘述。

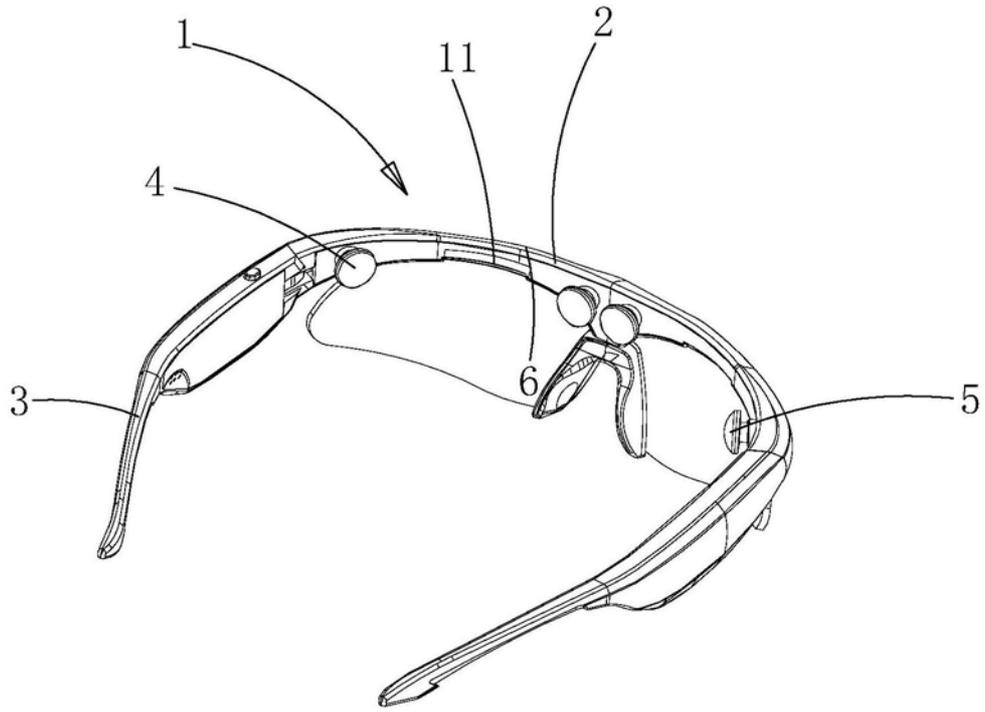


图1

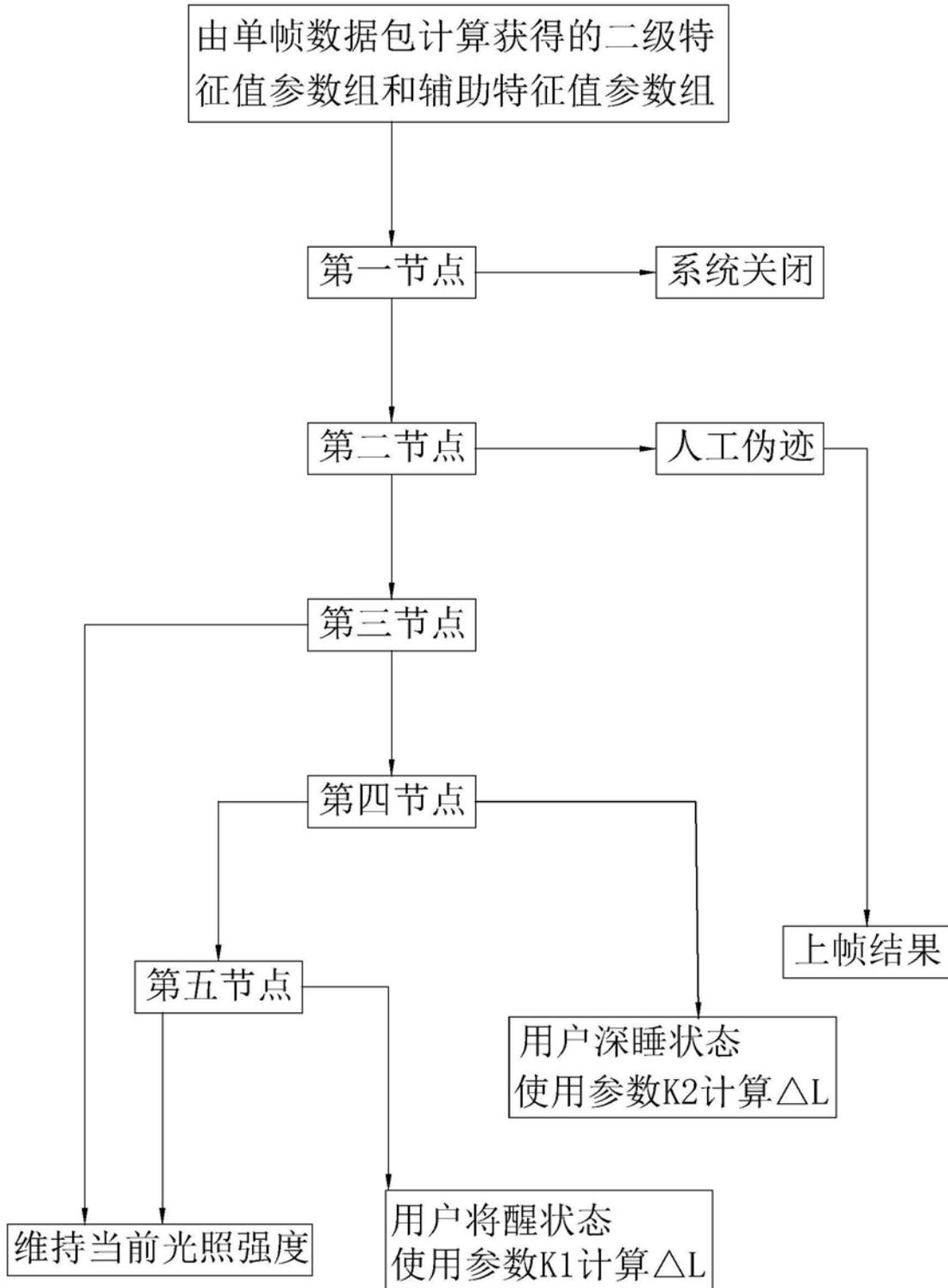


图2

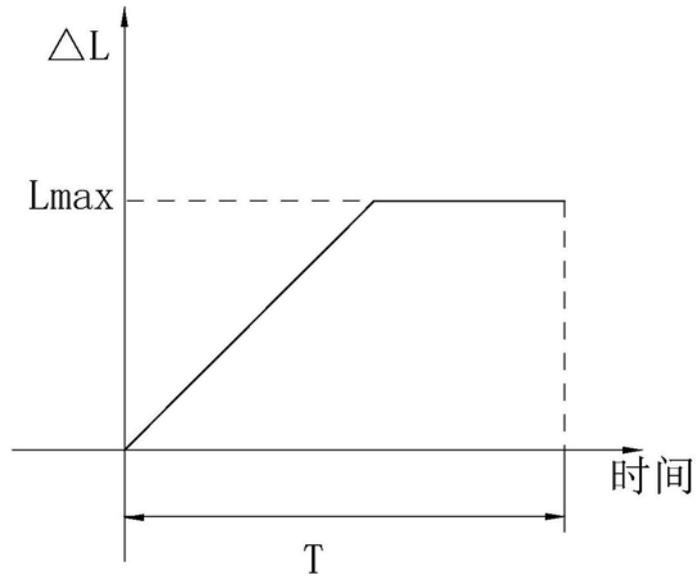


图3

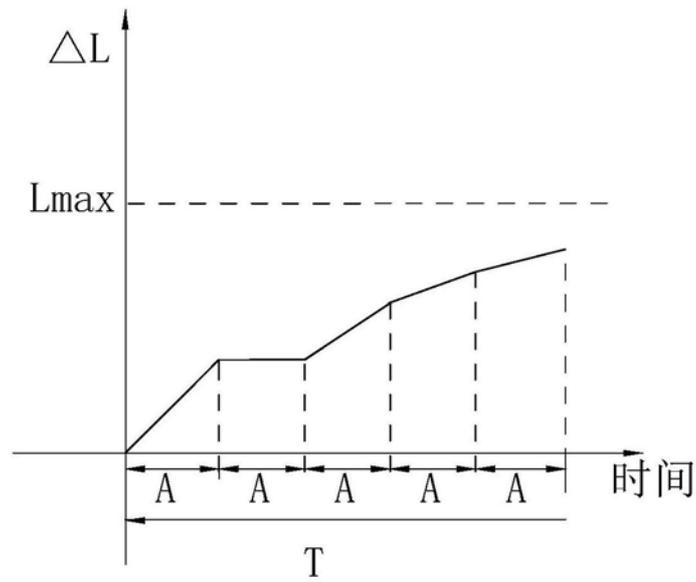


图4

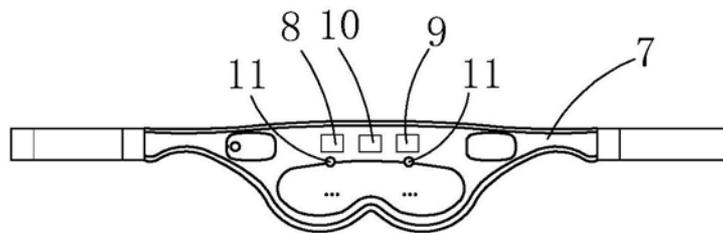


图5

专利名称(译)	一种基于睡眠分期的灯光唤醒控制系统		
公开(公告)号	CN110585551A	公开(公告)日	2019-12-20
申请号	CN201910904841.8	申请日	2019-09-24
[标]申请(专利权)人(译)	喜临门家具股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	喜临门家具股份有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	喜临门家具股份有限公司		
[标]发明人	李建军 段韩路		
发明人	李建军 段韩路		
IPC分类号	A61M21/00 A61B5/0476 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/0476 A61B5/4806 A61B5/4812 A61B5/6803 A61B5/7203 A61B5/725 A61M21/00 A61M2021/0044 A61M2021/0083		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及一种基于睡眠分期的灯光唤醒控制系统。现有灯光唤醒的灯光刺激强度不可调节。本发明包括基础数据采集器、处理器以及唤醒装置。根据用户的基础数据计算用户睡眠状态并以此控制唤醒装置形成具有差异化且由弱变强的灯光刺激，灯光刺激会在整个唤醒过程中呈连续且逐渐增强的变化，既确保灯光刺激强度与用户睡眠状态匹配，通过减小变化幅度来确保整个唤醒过程连续且温和，通过对用户进行温和刺激来延长唤醒过程的时间长度，进而提升唤醒体验，还有效防止用户因受到急促、强烈且突然的唤醒刺激而发生身体不适的情况，又确保用户能在预设的唤醒时间点被唤醒，确保唤醒效果。

