



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105854147 A

(43)申请公布日 2016.08.17

(21)申请号 201610154522.6

(22)申请日 2016.03.16

(71)申请人 中山大学

地址 510006 广东省广州市番禺区大学城
中山大学东校区教学实验中心C401

(72)发明人 林格 周毅 吴志伟 温伯轩
王智阳 吴钦长

(51)Int.Cl.

A61M 21/00(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

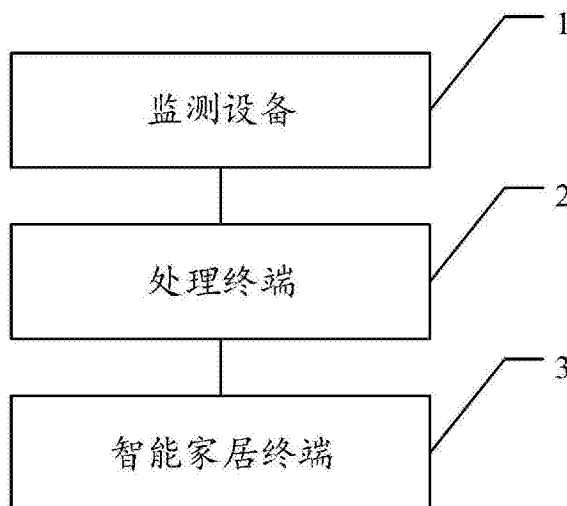
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种智能家庭环境调控系统及方法

(57)摘要

本发明实施例公开了一种智能家庭环境调控系统及方法,其中,该系统包括:监测设备,用于通过脑电信号采集数据,将所采集的模拟信号转换为数字信号,并将数字信号发送给处理终端;处理终端,用于接收数字信号,并对数字信号进行处理,获得调控指令,并将调控指令发送给智能家居终端;智能家居终端,用于接收调控指令,并根据调控指令进行环境调控。在本发明实施例中,将多导睡眠理论及脑电波分析技术应用到实际生活中,实现了信号收集、处理、分析、调节等完整的睡眠管理体系,并通过高效的算法在最短的时间内调节到合适的环境状态,为用户提供更好的睡眠体验,提高用户的生活质量;可实现监控记录用户的睡眠状态,及时发现用户潜在的睡眠问题。



1. 一种智能家庭环境调控系统,其特征在于,所述系统包括:
监测设备,用于通过脑电信号采集数据,将所采集的模拟信号转换为数字信号,并将所述数字信号发送给处理终端;
处理终端,用于接收所述数字信号,并对所述数字信号进行处理,获得调控指令,并将所述调控指令发送给智能家居终端;
智能家居终端,用于接收所述调控指令,并根据所述调控指令进行环境调控。
2. 如权利要求1所述的智能家庭环境调控系统,其特征在于,所述监测设备包括:
采集模块,用于通过脑电信号采集模拟信号;
信号转换模块,用于将所述模拟信号转换成数字信号;
无线传输模块,用于将所述数字信号发送给所述处理终端。
3. 如权利要求2所述的智能家庭环境调控系统,其特征在于,所述采集模块为脑电信号采集模块。
4. 如权利要求1或2所述的智能家庭环境调控系统,其特征在于,所述处理终端包括:
无线接收模块,用于接收所述监测设备发送的数字信号;
处理器,用于对所述数字信号进行处理,获得调控指令;
Zigbee模块,用于将所述调控指令发送给所述智能家居终端。
5. 如权利要求4所述的智能家庭环境调控系统,其特征在于,所述处理器包括:
评估单元,用于根据所述数字信号进行睡眠状态评估,获得评估结果;
计算单元,用于对所述评估结果进行计算,并获得调控指令。
6. 如权利要求5所述的智能家庭环境调控系统,其特征在于,所述处理器选用内核为ARM 32位的CPU。
7. 如权利要求4所述的智能家庭环境调控系统,其特征在于,所述Zigbee模块采用CC2530芯片。
8. 如权利要求4所述的智能家庭环境调控系统,其特征在于,所述智能家居终端包括:
Zigbee模块,用于接收所述处理终端发送的调控指令;
调控模块,用于根据所述调控指令进行环境调控。
9. 一种智能家庭环境调控方法,其特征在于,所述方法包括:
通过脑电信号采集数据,将所采集的模拟信号转换为数字信号;
对所述数字信号进行处理,获得调控指令;
根据所述调控指令进行环境调控。
10. 如权利要求9所述的智能家庭环境调控方法,其特征在于,所述对所述数字信号进行处理,获得调控指令的步骤:
根据所述数字信号进行睡眠状态评估,获得评估结果;
对所述评估结果进行计算,并获得调控指令。

一种智能家庭环境调控系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及家庭环境调控技术领域,尤其涉及一种智能家庭环境调控系统。

背景技术

[0002] 环境智能(ambient intelligence,Aml)是指对一个人有感应和反馈的电子环境。在环境智能世界里,设备一起协作来支持人来完成他们的日常活动,任务,仪式等,让他们在使用这些信息以及隐藏在这些设备后面的网络中的智能时变得更容易、更自然。这些设备变得更小、连接更紧密、也更强的集成到环境里。

[0003] 常用于监测睡眠的黄金方法为多导睡眠图(Poly Somno Graphy,PSG)。该方法需要多个电极与人体长时间接触,常用于实验室或者医用环境,不宜于家庭睡眠监护。相对较简单的腕式活动记录仪在获取数据上具有一定的局限性。多导睡眠图监测法通常需要记录人的脑电图、眼电图、肌电图,口鼻气流、血氧饱和度等,从而达到对人的睡眠进行精确的测量。但这种监测方法的成本太高。

[0004] 智能手环利用重力感应,当人体有微弱运动时候,手环识别成浅度睡眠。深度睡眠时人体呈放松状态,基本不会有运动变化,此时手环判定为深度睡眠。当大幅度运动时候表明起夜或清醒了。存在很多问题,比如难以检测午睡这种短时睡眠;难以准确判断入睡时间;比如关灯后并不会立即入睡,有用户喜欢睡前/醒后玩手机,虽没有大幅动作也会被判定为睡眠状态。如果以多导睡眠图来衡量的话,如今这些智能手环很容易出错。

[0005] 智能睡眠床垫基于心动周期、呼吸波和体动等基本生理参数的睡眠结构分析方法,可以提供人体夜间连续动态的生理参数,形成新的诊断信息,准确识别各类睡眠障碍,判定治疗的效果;可以用于各类特殊职业、亚健康人群等的医学监督,更加科学全面地认识人体健康状态与疾病的发生、发展与转归,为疾病的治疗提供精准的依据。目前已经推广应用于我国空军飞行员的睡眠监测,临床应用还属于“新科技”。通过微动敏感(主要是由分区式压力感应构成)区分被测者的状态。通过非侵入性检测获取心率和呼吸状态信息。但是进行监测时,测试者需躺在特制的床垫上,这可能影响测试者的睡眠质量,进而影响睡眠指标的监测结果。

[0006] 智能应用依靠加速传感器,识别0.25到3HZ的运动,通过阈值法或统计学方法,分析睡眠阶段。但是神经层面的活动可以一定程度上指导肌肉运动,但反之不然。并且这些应用还存在以下问题:首先不同品牌的产品,传感器敏感度不同;其次,设备的放置位置,不一定能够精确统一;而且睡眠姿势可能对结果造成影响(如胳膊压在设备上)。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于克服现有技术的不足,本发明提供了一种智能家庭环境调控系统及方法,可以降低成本,提高监测精度,实现完全自动化。

[0008] 为了解决上述问题,本发明提出了一种智能家庭环境调控系统,所述系统包括:

[0009] 监测设备,用于通过脑电信号采集数据,将所采集的模拟信号转换为数字信号,并

将所述数字信号发送给处理终端；

[0010] 处理终端,用于接收所述数字信号,并对所述数字信号进行处理,获得调控指令,并将所述调控指令发送给智能家居终端；

[0011] 智能家居终端,用于接收所述调控指令,并根据所述调控指令进行环境调控。

[0012] 优选地,所述监测设备包括：

[0013] 采集模块,用于通过脑电信号采集模拟信号；

[0014] 信号转换模块,用于将所述模拟信号转换成数字信号；

[0015] 无线传输模块,用于将所述数字信号发送给所述处理终端。

[0016] 优选地,所述采集模块为脑电信号采集模块。

[0017] 优选地,所述处理终端包括：

[0018] 无线接收模块,用于接收所述监测设备发送的数字信号；

[0019] 处理器,用于对所述数字信号进行处理,获得调控指令；

[0020] Zigbee模块,用于将所述调控指令发送给所述智能家居终端。

[0021] 优选地,所述处理器包括：

[0022] 评估单元,用于根据所述数字信号进行睡眠状态评估,获得评估结果；

[0023] 计算单元,用于对所述评估结果进行计算,并获得调控指令。

[0024] 优选地,所述处理器选用内核为ARM 32位的CPU。

[0025] 优选地,所述Zigbee模块采用CC2530芯片。

[0026] 优选地,所述智能家居终端包括：

[0027] Zigbee模块,用于接收所述处理终端发送的调控指令；

[0028] 调控模块,用于根据所述调控指令进行环境调控。

[0029] 相应地,本发明还提供一种智能家庭环境调控方法,所述方法包括：

[0030] 通过脑电信号采集数据,将所采集的模拟信号转换为数字信号；

[0031] 对所述数字信号进行处理,获得调控指令；

[0032] 根据所述调控指令进行环境调控。

[0033] 优选地,所述对所述数字信号进行处理,获得调控指令的步骤：

[0034] 根据所述数字信号进行睡眠状态评估,获得评估结果；

[0035] 对所述评估结果进行计算,并获得调控指令。

[0036] 在本发明实施例中,将多导睡眠理论及脑电波分析技术应用到实际生活中,实现了信号收集、处理、分析、调节等完整的睡眠管理体系,并通过高效的算法在最短的时间内调节到合适的环境状态,为用户提供更好的睡眠体验,提高用户的生活质量;同时可实现监控记录用户的睡眠状态,及时发现用户潜在的睡眠问题;可通过智能终端自动实现,实现完全自动化,不需要用户自行操作,满足各种类型用户的需求。

附图说明

[0037] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其它的附图。

[0038] 图1是本发明实施例的智能家庭环境调控系统的结构组成示意图；

[0039] 图2是本发明实施例的智能家庭环境调控方法的流程示意图。

具体实施方式

[0040] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0041] 图1是本发明实施例的智能家庭环境调控系统的结构组成示意图,如图1所示,该系统包括:

[0042] 监测设备1,用于通过脑电信号采集数据,将所采集的模拟信号转换为数字信号,并将数字信号发送给处理终端2;

[0043] 处理终端2,用于接收数字信号,并对数字信号进行处理,获得调控指令,并将调控指令发送给智能家居终端3;

[0044] 智能家居终端3,用于接收调控指令,并根据调控指令进行环境调控。

[0045] 其中,监测设备1包括:

[0046] 采集模块,用于通过脑电信号采集模拟信号;

[0047] 信号转换模块,用于将模拟信号转换成数字信号;

[0048] 无线传输模块,用于将数字信号发送给处理终端2。

[0049] 具体实施中,采集模块为脑电信号采集模块。

[0050] 基于STC12C5A60S2单片机、无线芯片nRF24L01、脑电信号无线采集系统。其中发送端的STC12C5A60S2单片机用于数据采集与预处理,nRF24L01模块用于数据收发传输。

[0051] 处理终端2进一步包括:

[0052] 无线接收模块,用于接收监测设备发送的数字信号;

[0053] 处理器,用于对数字信号进行处理,获得调控指令;

[0054] Zigbee模块,用于将调控指令发送给智能家居终端。

[0055] 处理器包括:

[0056] 评估单元,用于根据数字信号进行睡眠状态评估,获得评估结果;

[0057] 计算单元,用于对评估结果进行计算,并获得调控指令。

[0058] 处理器选用内核为ARM 32位的CPU。便于低成本设计嵌入式应用的STM32F103VET6,该处理器具有功耗低,延迟小,易于开发等特点。

[0059] 本发明实施例中,Zigbee模块采用CC2530芯片。

[0060] 智能家居终端3包括:

[0061] Zigbee模块,用于接收处理终端发送的调控指令;

[0062] 调控模块,用于根据调控指令进行环境调控。

[0063] 通过“EMOTIV INSIGHT”头部信号收集装置收集到的模拟信号,需要进行预处理。

[0064] 预处理包括降采量、放大和滤波和数模转换。降采量是指用导联算法来进行相关信号的选取,以降低数据量。之后需要放大脑电信号,上述两过程可以通过脑电图机完成。最后用滤波器进行滤波,主要过滤掉工频干扰、眼球运动伪迹和心电伪迹等,以增强要处理

的脑电成分。之后经过AD转换将模拟信号转换为数字信号。

[0065] 进行波形分类。分类标准主要过程是判断脑电图中的波形。人在睡眠时的脑电波主要有如下：

[0066] ① δ 波0.5-3次/秒，波幅20-200微伏范围，又称作“高幅慢波”，是睡眠状态下的主要表现；

[0067] ② θ 波4-7次/秒，在成人极度疲劳及麻醉状态下出现；

[0068] ③ α 波8-13次/秒，在成人头皮上引导记录时波幅在20-5-微伏范围，又称“低幅快波”，是皮层处在安静状态时的主要表现；

[0069] ④ β 波14-30次/秒，波幅只有5-20微伏，是新皮层处在紧张活动状态的主要脑电表现；

[0070] ⑤K-复合体波，是在慢波2期所特定出现的一种波形，由负相和正相的大慢波组成。

[0071] 识别并记录了波形之后就可以根据各类波形信息判断睡眠阶段，人的睡眠过程与各波形的联系如下：

[0072] ①觉醒(W)：EEG主要波率为 α 节律(伴有眼球运动和眨眼；张力性肌电波幅较高)。

[0073] NREM睡眠阶段：EEG以慢波为主(无明显眼球运动，肌张力降低)。

[0074] ②第一阶段(S1)： α 波降至50%以下，代以逐渐增多的 θ 波，为低电压混合频率EEG，后期可出现驼峰波(眼球运动变慢；张力性肌电稍降低)。

[0075] ③第二阶段(S2)：EEG出现明确的睡眠纺锤和K综合波，高幅慢波(75 μ V以上，每秒2次以下)在20%以内(眼球运动基本消失；张力性肌电稍降低)。

[0076] ④第三阶段(S3)：高幅慢波(δ 波)超过20%(无眼球运动，张力性肌电降低)。

[0077] ⑤第四阶段(S4)：高幅慢波(δ 波)超过50%(无眼球运动，张力性肌电降低E)。

[0078] ⑥REM睡眠阶段：EEG与S1类似；有锯齿波提示REM开始， α 波增多(伴有快速眼球运动，张力性肌电最低)。

[0079] 在整个睡眠过程中NREM睡眠和REM睡眠的时相交替存在。在正常睡眠过程中，上述各期规则地按顺序出现，即从清醒(W)-慢波睡眠(NREM)S1-S2-S3-S4，然后脑电又向相反的方向发展而重新出现S3-S2-第一次REM睡眠，接着再重复慢波睡眠S2-S3-S4-S3-S2后才能进入第二次REM睡眠。如此周而复始地形成规则的周期性变化，这样的周期变化一夜中出现3~5次。过程基本为W-S1-(S2-S3-S4-S3-S2-REM)-(S2-S3-S4-S3-S2-REM)-S2-S3-S4-S3-S2-REM)-W。

[0080] ①采用小波变化的多频分析将脑电信号分成高频和低频信号，通过重构信号保留信号中的有用成分。

[0081] 选择小波变换的原因：小波变换是一种分析非平稳信号的有效方法。并且其中的多分辨分析具有较好的时频分解特性，在信号分析中应用十分普遍。

[0082] 实现上述过程用到的MATLAB小波函数是：`[C,L]=wavedec(X,N,'wname')`；此函数为小波分解函数，其中C为小波分解向量，L为记录向量，X为被分解的信号，N为分解层数，wname为所选小波基。

[0083] ②采用小波包技术将脑电信号分解，根据分解结果提取出脑电的四种节律。

[0084] 选择小波包变换的原因：因为小波包分析能够为信号提供一种更加精细的分析方

法,它更突出的优势是将每层中的低频和低频信号都进行了分解,提高了高频部分的分辨率。并且小波变换还具有自适应性,能根据被分析信号的特征,选择与自身相对应的频带,使它与信号频谱相匹配。

[0085] 设置脑电的采样频率为200HZ,由于进行7层小波包分解,最小分辨率为0.78HZ($1/2^7$)。设[j,i]为小波包分解的第j层的第i个节点,则四个脑电节律频段所包含的分节点为:

[0086] δ 波——[6,1],[7,1][7,4]

[0087] θ 波——[6,3],[7,6],[7,5],[7,7]

[0088] α 波——[5,3],[6,5],[7,16]

[0089] β 波——[4,3],[5,8],[5,5],[6,9],[7,18],[7,38]

[0090] 用到的MATLAB小波包变换函数有:T=wpdec(X,N,'wname');使用小波'wname',并根据向量X在第N层的小波包分解结构,返回小波包树T。

[0091] ③改变变换尺度进行小波变换,根据连续小波变化结果找出电信号与小波函数(系数为四种节律)的相似程度。若变换输出信号最大,则匹配睡眠阶段程度越好。

[0092] 使用函数 $X1=A*T1+B*T2+C*T3+D*T4$ 。X为睡眠阶段(W,S1,S2,S3,S4,REM),T1-T4为4个节律的小波包树。A-D为与每个节律、睡眠阶段相匹配的波谱系数。

[0093] ⑤将当前匹配结果(睡眠阶段W,S1,S2,S3,S4,REM)输出给处理终端。

[0094] 系统主要功能为营造合适的入睡环境,帮助用户进入熟睡阶段,保持稳定的睡眠周期。

[0095] 睡眠阶段可分为:W,S1,S2,S3,S4,REM睡眠,合理的睡眠过程应该是15分钟内进入S1,1小时内进入S3阶段。系统将依据用户的睡眠过程对环境进行评估。

[0096] 系统考虑的环境因素有:温度,湿度,灯光亮度,背景音量

[0097] 每个环境因素均匀选取合理范围内的10个点,(如温度舒适范围为24~29,则每间隔0.5摄氏度选取一个点。不同时期合理范围可能不同)

[0098] 为每个环境因素的内部各点评分,分值为0~100的整数,评分的标准可以根据试验获得,或者将所有点的初始分值设置为50。

[0099] 系统工作方案:

[0100] (一)入睡模式:

[0101] 步骤1:启动入睡模式,当前睡眠状态设置为W;

[0102] 步骤2:每隔5分钟输入当前睡眠状态,若在第一个5分钟进入S1,则判断当前睡眠环境合适,进入步骤21;若在第二个5分钟进入S1,则判断当前睡眠环境好于预期,进入步骤22;若在第三个5分钟进入S1,则判断当前睡眠环境无用,进入步骤23;若在第三个5分钟仍不能进入S1,说明当前睡眠环境不适宜,进入步骤3。

[0103] 步骤21:将各个因素当前环境参数的分值加5分,相邻环境参数分值加3分,距离为2的环境参数加2分,距离为3的参数加1分,距离为6以上的减1分,保持当前环境状态进入下一模式。

[0104] 步骤22:将各个因素当前环境参数的分值加3分,相邻环境参数分值加1分,保持当前环境状态进入下一模式。

[0105] 步骤23:保持当前环境状态进入下一模式。

[0106] 步骤3:根据用户当前与最初清醒状态的脑电波复杂度对比当前环境进行评级,可分为5个级别1~5,级别越高说明当前环境越不合适,为各自当前环境参数减1,2,3,5,7分,相邻环境参数的惩罚随距离递减2,直到小于0。

[0107] 步骤4:对当前环境各个因素进行调整,调整方向为指向环境因素内最高分数的环境参数,调整幅度为 $(1 - \text{当前环境参数分数}/100) \times \text{当前环境级别}$ 。调整完成进入步骤2。

[0108] (二)深睡模式:

[0109] 步骤1:每隔15分钟输入当前睡眠状态,如果脑电波复杂度呈下降趋势,说明用户正进入深睡阶段,重复步骤1;若测得用户进入S3阶段,进入步骤2,若连续两次测得输入为清醒状态,进入入睡模式。

[0110] 步骤2:将环境逐渐调整为适合S3的预设值。记录睡眠周期。

[0111] 步骤3:经历4~5个睡眠周期或接近闹钟时间,进入唤醒模式。

[0112] (三)唤醒模式:

[0113] 步骤1:每隔5分钟记录睡眠状态,若测得当前为浅睡眠状态进入步骤2。

[0114] 步骤2:缓慢调高室内亮度及音量。

[0115] 相应地,本发明实施例还提供一种智能家庭环境调控方法,如图2所示,该方法包括:

[0116] S1,通过脑电信号采集数据,将所采集的模拟信号转换为数字信号;

[0117] S2,对数字信号进行处理,获得调控指令;

[0118] S3,根据调控指令进行环境调控。

[0119] 进一步地,S2包括:

[0120] 根据数字信号进行睡眠状态评估,获得评估结果;

[0121] 对评估结果进行计算,并获得调控指令。

[0122] 本发明方法实施例中的流程处理可参见本发明系统实施例中各功能模块的功能描述,这里不再赘述。

[0123] 在本发明实施例中,将多导睡眠理论及脑电波分析技术应用到实际生活中,实现了信号收集、处理、分析、调节等完整的睡眠管理体系,并通过高效的算法在最短的时间内调节到合适的环境状态,为用户提供更好的睡眠体验,提高用户的生活质量;同时可实现监控记录用户的睡眠状态,及时发现用户潜在的睡眠问题;可通过智能终端自动实现,实现完全自动化,不需要用户自行操作,满足各种类型用户的需求。

[0124] 本领域普通技术人员可以理解上述实施例的各种方法中的全部或部分步骤是可以通程序来指令相关的硬件来完成,该程序可以存储于一计算机可读存储介质中,存储介质可以包括:只读存储器(ROM, Read Only Memory)、随机存取存储器(RAM, Random Access Memory)、磁盘或光盘等。

[0125] 另外,以上对本发明实施例所提供的智能家庭环境调控系统及方法进行了详细介绍,本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本发明的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处,综上所述,本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

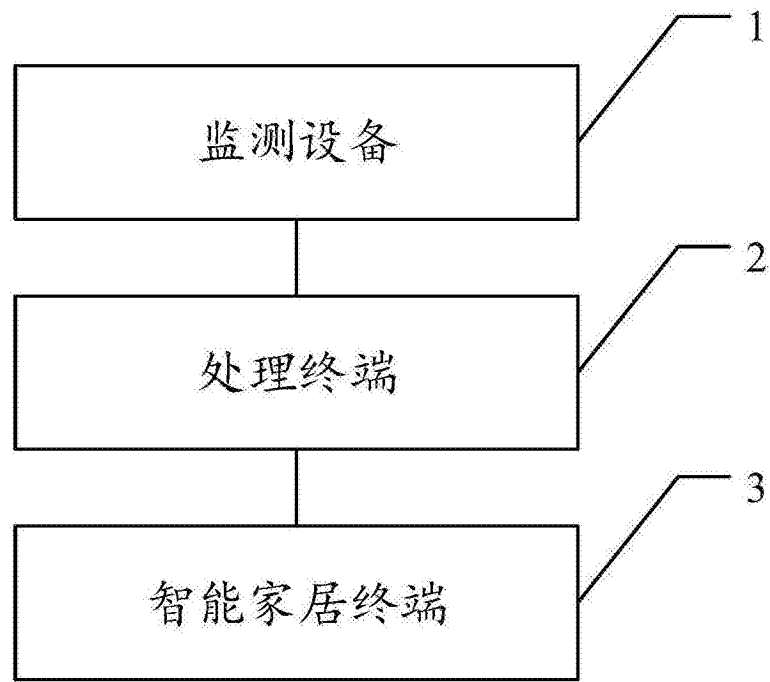


图1

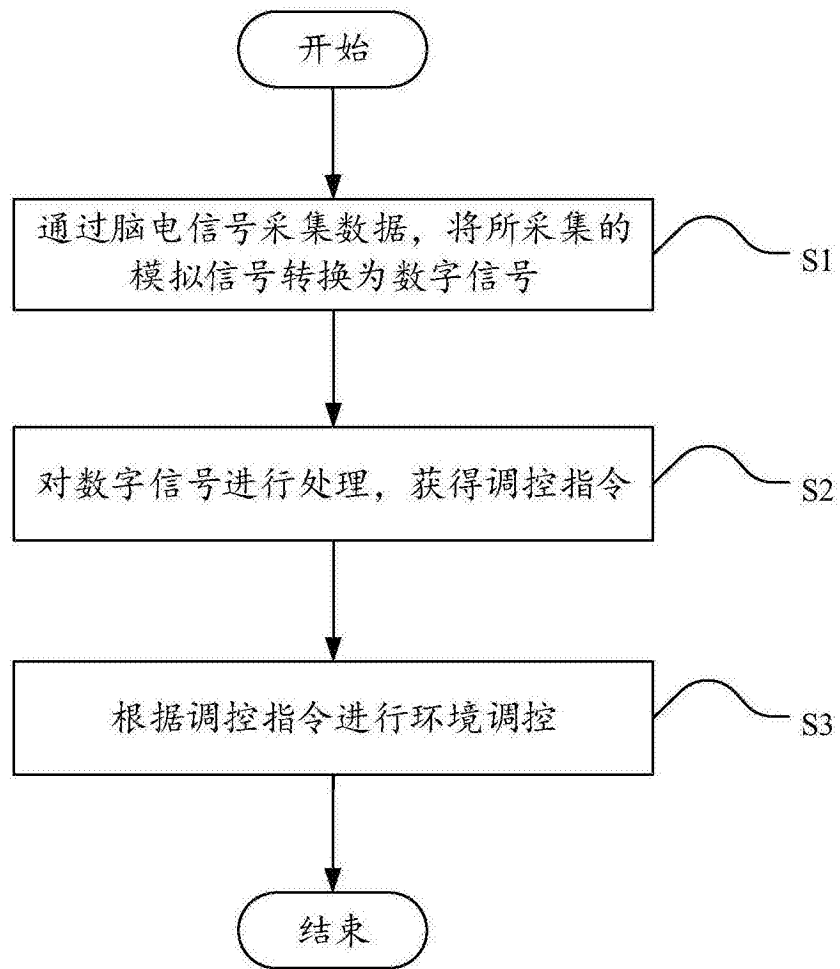


图2

专利名称(译)	一种智能家庭环境调控系统及方法		
公开(公告)号	CN105854147A	公开(公告)日	2016-08-17
申请号	CN201610154522.6	申请日	2016-03-16
[标]申请(专利权)人(译)	中山大学		
申请(专利权)人(译)	中山大学		
当前申请(专利权)人(译)	中山大学		
[标]发明人	林格 周毅 吴志伟 温伯轩 王智阳 吴钦长		
发明人	林格 周毅 吴志伟 温伯轩 王智阳 吴钦长		
IPC分类号	A61M21/00 A61B5/00		
CPC分类号	A61M21/00 A61B5/4806		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明实施例公开了一种智能家庭环境调控系统及方法，其中，该系统包括：监测设备，用于通过脑电信号采集数据，将所采集的模拟信号转换为数字信号，并将数字信号发送给处理终端；处理终端，用于接收数字信号，并对数字信号进行处理，获得调控指令，并将调控指令发送给智能家居终端；智能家居终端，用于接收调控指令，并根据调控指令进行环境调控。在本发明实施例中，将多导睡眠理论及脑电波分析技术应用到实际生活中，实现了信号收集、处理、分析、调节等完整的睡眠管理体系，并通过高效的算法在最短的时间内调节到合适的环境状态，为用户提供更好的睡眠体验，提高用户的生活质量；可实现监控记录用户的睡眠状态，及时发现用户潜在的睡眠问题。

