



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106725382 A

(43)申请公布日 2017. 05. 31

(21)申请号 201611236012.X

(22)申请日 2016.12.28

(71)申请人 天津众阳科技有限公司

地址 300072 天津市南开区学府街南丰路
时代公寓A座2401室

(72)发明人 欧阳健飞

(74)专利代理机构 天津市北洋有限责任专利代
理事务所 12201

代理人 李素兰

(51)Int.Cl.

A61B 5/0205(2006.01)

A61B 5/11(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

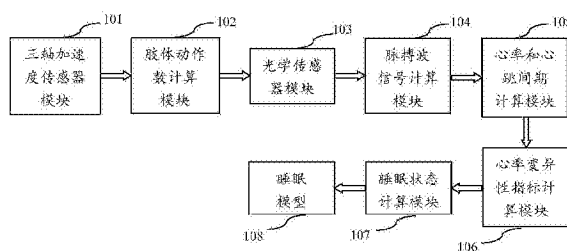
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

基于动作和HRV测量的睡眠状态判别系统及
方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于动作和HRV测量的睡眠状态判别系统,包括依序连接的三轴加速度传感器模块、肢体动作数计算模块、光学传感器模块、脉搏波信号计算模块、心率和心跳间期计算模块、心率变异性指标计算模块、睡眠状态计算模块。收集设定时间内人体肢体三维加速度数据;计算在此时间内肢体动作数量;检测用户血管中血流容积变化引起的皮肤表面光强变化信息;获取脉搏波信号;计算心率及每搏心跳间隔时间;对心率或心跳时间间隔序列进行分析,获取心率变异性的相关指标;利用睡眠状态分期算法模型计算人体睡眠状态。本发明大大提高了人体睡眠状态监测的准确性和便捷性,有效指导人们改善睡眠状态和安排合理睡眠时间来调整身体状态。



1. 一种基于动作和HRV测量的睡眠状态判别系统,其特征在于,该系统包括依序连接的三轴加速度传感器模块(101)、肢体动作数计算模块(102)、光学传感器模块(103)、脉搏波信号计算模块(104)、心率和心跳间期计算模块(105)、心率变异性指标计算模块(106)、睡眠状态计算模块(107);其中:

三轴加速度传感器模块(101),用于测量人体肢体加速度信号;

肢体动作数计算模块(102),根据人体肢体加速度信号计算肢体在系统预设的时间内的动作数;

光学传感器模块(103),用于在至少一个LED灯光照射皮肤表面后检测用户血管中血流容积变化引起的皮肤表面光强变化信息;

脉搏波信号计算模块(104),根据光强变化信息获取脉搏波信号;

心率和心跳间期计算模块(105),用于计算心率及每搏心跳间隔时间;

心率变异性指标计算模块(106),用于对心率或心跳间期序列进行分析获取心率变异性的相关指标,采用对系统预设一定时间内的心率或心跳间期序列进行时域和/或频域分析的方法;

睡眠状态计算模块(107),根据肢体动作数以及心率变异性的相关指标,利用睡眠模型计算睡眠状态;

所述睡眠模型(108),用于描述动作数和心率变异性指标分别与睡眠状态之间的关系。

2. 一种基于动作和HRV测量的睡眠状态判别方法,其特征在于,该方法包括以下步骤:

步骤(1)、利用三轴加速度传感器模块收集设定时间内人体肢体三维加速度数据;

步骤(2)、利用肢体动作数计算模块根据三维加速度数据,计算在此时间内肢体动作数量;

步骤(3)、利用光学检测模块在绿光照射皮肤表面后检测用户血管中血流容积变化引起的皮肤表面光强变化信息;

步骤(4)、利用脉搏波信号计算模块根据上述的光强变化信息获取脉搏波信号;

步骤(5)、利用心率和心跳间隔计算模块计算心率及每搏心跳间隔时间;

步骤(6)、利用心率变异性指标计算模块对心率或心跳时间间隔序列进行分析,获取心率变异性的相关指标,即采用对系统预设时间内的心率或心跳时间间隔序列进行时域和/或频域分析的方法;

步骤(7)、利用睡眠状态计算模块根据肢体动作数和心率变异性这两种指标与人体睡眠状态的关系所建立的睡眠状态分期算法模型计算人体睡眠状态。

3. 如权利要求2所述的基于动作和HRV测量的睡眠状态判别方法,其特征在于,所述步骤(3)的利用脉搏波信号计算模块根据光强变化信息获取脉搏波信号,其具体为:

对所述的光强变化信息进行滤波去噪等信号处理得到脉搏波信号。

4. 如权利要求5所述的基于动作和HRV测量的睡眠状态判别方法,其特征在于,步骤(4)的利用心率和心跳间期计算模块计算心率及每搏心跳间隔时间,其具体为:

通过对脉搏波进行波峰/波谷/斜率最大值检测或频谱分析得到心率和每搏心跳间隔时间。

5. 如权利要求5所述的基于动作和HRV测量的睡眠状态判别方法,其特征在于,所述步骤(7)的利用睡眠状态计算模块根据肢体动作数和心率变异性的相关指标这两种指标与人

体睡眠状态的关系所建立的睡眠状态分期算法模型计算人体睡眠状态,其具体为:

睡眠状态计算模块根据肢体动作数判断人体处于清醒状态还是入睡状态,再根据心率变异性相关指标并利用睡眠状态分期算法模型对入睡状态进行浅睡、深睡、REM睡眠的分期。

基于动作和HRV测量的睡眠状态判别系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及睡眠状态监测技术领域,特别是涉及一种基于动作和HRV测量的睡眠状态判别系统及方法。

背景技术

[0002] 睡眠是每个人都需要进行的重要生理活动,睡眠可以帮助人体恢复疲劳,缓解情绪,因此充足的睡眠对人的正常生活十分必要。在现代社会中,患有失眠、嗜眠等症状的人不在少数,常常对人的白天生活造成很大影响,并常常导致其他精神和身体问题。由于睡眠时人体生理状态与清醒时有很大区别,睡眠状态下人体没有自主意识,通常无法自我了解自我的睡眠状态,以及睡眠状态下机体发生了哪些变化。因此利用某种手段判别人体睡眠状态以及显示睡眠状态变化对每个人来说都有很大好处,尤其是了解睡眠状态的变化情况,对某些与睡眠相关的病症的治疗也有很大帮助。

[0003] 目前最有效的睡眠状态判别方法是测量人体入睡状态下的脑电波,通过观察脑电波的波形变化,可以直接看出睡眠状态的变化情况。然而测量脑电波时需要在头部佩戴脑电波测量仪器,对睡眠会造成极大干扰,在日常生活中没有可操作性。

[0004] 市面上现有利用可穿戴设备利用三轴加速度传感器测量人体腕部动作的方法来判断使用者睡眠状态,特别是通过统计使用者整段睡眠中每分钟的腕部动作次数,然后利用分段处理的方法来判断使用者整段睡眠中每分钟所处睡眠状态(包括清醒、浅睡、深睡)。

[0005] 这种方式在某种程度上是有效的,最直接的体现就是入睡和清醒状态下,人体动作的次数会有明显差异,因此只要测量这个差异的大小,就能很准确判断人体处于清醒还是睡眠状态下。然而本质上,如前所述睡眠分段的依据是脑电波,因此在睡眠状态下,人体是处于浅睡或者深睡,又或者REM睡眠,唯一完全准确的判别方式是对人体脑电波进行测量并分类。由于人体在睡眠状态下动作和脑电的关联性非常微弱,利用三轴加速度传感器测量腕部动作的大小或数量,然后据此来判别人体处于浅睡还是深睡是完全不准确的。

发明内容

[0006] 基于上述现有技术存在的问题,本发明提出了一种基于动作和HRV测量的睡眠状态判别系统及方法,通过检测人体肢体动作数,以及皮肤表面光强变化实现人体HRV检测,并据此监测人体睡眠状态。

[0007] 本发明的一种基于动作和HRV测量的睡眠状态判别系统,该系统包括依序连接的三轴加速度传感器模块101、肢体动作数计算模块102、光学传感器模块103、脉搏波信号计算模块104、心率和心跳间期计算模块105、心率变异性指标计算模块106、睡眠状态计算模块107;其中:

[0008] 三轴加速度传感器模块101,用于测量人体肢体加速度信号;

[0009] 肢体动作数计算模块102,根据人体肢体加速度信号计算肢体在系统预设的时间内的动作数;

- [0010] 光学传感器模块103,用于在至少一个LED灯光照射皮肤表面后检测用户血管中血流容积变化引起的皮肤表面光强变化信息;
- [0011] 脉搏波信号计算模块104,根据光强变化信息获取脉搏波信号;
- [0012] 心率和心跳间期计算模块105,用于计算心率及每搏心跳间隔时间;
- [0013] 心率变异性指标计算模块106,用于对心率或心跳间期序列进行分析获取心率变异性的相关指标,采用对系统预设一定时间内的心率或心跳间期序列进行时域和/或频域分析的方法;
- [0014] 睡眠状态计算模块107,根据肢体动作数以及心率变异性的相关指标,利用睡眠模型计算睡眠状态;
- [0015] 所述睡眠模型108,用于描述动作数和心率变异性指标分别与睡眠状态之间的关系。
- [0016] 本发明的一种基于动作和HRV测量的睡眠状态判别方法,该方法包括以下步骤:
- [0017] 步骤1、利用三轴加速度传感器模块收集设定时间内人体肢体三维加速度数据;
- [0018] 步骤2、利用肢体动作数计算模块根据三维加速度数据,计算在此时间内肢体动作数量;
- [0019] 步骤3、利用光学检测模块在绿光照射皮肤表面后检测用户血管中血流容积变化引起的皮肤表面光强变化信息;
- [0020] 步骤4、利用脉搏波信号计算模块根据上述的光强变化信息获取脉搏波信号;
- [0021] 步骤5、利用心率和心跳间隔计算模块计算心率及每搏心跳间隔时间;
- [0022] 步骤6、利用心率变异性指标计算模块对心率或心跳时间间隔序列进行分析,获取心率变异性的相关指标,即采用对系统预设时间内的速率或心跳时间间隔序列进行时域和/或频域分析的方法;
- [0023] 步骤7、利用睡眠状态计算模块根据肢体动作数和心率变异性这两种指标与人体睡眠状态的关系所建立的睡眠状态分期算法模型计算人体睡眠状态。
- [0024] 与现有技术相比,本发明大大提高了人体睡眠状态监测的准确性和便捷性,经济实用,可以有效指导人们改善睡眠状态和安排合理睡眠时间来调整身体状态,具有更广泛的应用范围。

附图说明

- [0025] 图1为本发明的基于动作和HRV测量的睡眠状态判别系统结构示意图;
- [0026] 图2为本发明的基于动作和HRV测量的睡眠状态判别方法整体流程示意图。

具体实施方式

- [0027] 下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步详细描述。
- [0028] 如图1所示,为本发明的基于动作和HRV测量的睡眠状态判别系统结构示意图,该系统包括以下8个模块:
- [0029] 三轴加速度传感器模块101,用于测量人体肢体加速度信号;该三轴加速度传感器模块紧贴着手腕,但不仅限于此,还可以设置在脚腕、胸腹部等位置;
- [0030] 肢体动作数计算模块102,根据人体肢体加速度信号计算肢体在系统预设的时间

内的动作数；

[0031] 光学传感器模块103,用于在至少一个LED灯光照射皮肤表面后检测用户血管中血流容积变化引起的皮肤表面光强变化信息;该光学检测模块紧贴着手腕,但不仅仅限于此,还可设置在手指、手臂、手心和胸部等位置;

[0032] 脉搏波信号计算模块104,根据光强变化信息获取脉搏波信号;

[0033] 心率和心跳间期计算模块105,用于计算心率及每搏心跳间隔时间;

[0034] 心率变异性指标计算模块106,用于对心率或心跳间期序列进行分析获取心率变异性的相关指标,可以采用对系统预设一定时间内的心率或心跳间期序列进行时域和/或频域分析的方法;

[0035] 睡眠状态计算模块107,根据所述的肢体动作数以及心率变异性的相关指标,利用算法模型计算睡眠状态。

[0036] 所述睡眠模型108,用于描述动作数和心率变异性指标分别与睡眠状态之间的关系,包括但不限于简单统计模型、人工神经网络、支持向量机等模式识别智能算法模型。

[0037] 以具体实施方式为例,光学传感器模块中的LED灯,可以是白光LED、绿光LED或红光和近红外光LED组合,以绿光LED最佳。可以为一个或多个LED灯的组合。绿光LED的峰值波长范围为520nm~575nm。

[0038] 心率变异性的相关指标包括但不限于LF(低频功率)、HF(高频功率)、TP(总功率)、MEAN(RR间期平均值)、SDNN(RR间期总体标准差)、r-MSSD(RR间期差值均方的平方根)。

[0039] 本发明的实现基于动作和HRV测量的睡眠状态判别的方法,包括以下步骤:

[0040] 步骤1、利用三轴加速度传感器模块收集一定时间内所有人体肢体三维加速度数据;

[0041] 步骤2、利用肢体动作数计算模块根据三维加速度数据,计算在此时间内肢体动作数量;

[0042] 步骤3、利用光学检测模块在绿光照射皮肤表面后检测用户血管中血流容积变化引起的皮肤表面光强变化信息;

[0043] 步骤4、利用脉搏波信号计算模块根据上述的光强变化信息获取脉搏波信号;

[0044] 步骤5、利用心率和心跳间隔计算模块计算心率及每搏心跳间隔时间;

[0045] 步骤6、利用心率变异性指标计算模块对心率或心跳时间间隔序列进行分析获取心率变异性的相关指标,可以采用对系统预设一定时间内的心率或心跳时间间隔序列进行时域和/或频域分析的方法;

[0046] 步骤7、利用睡眠状态计算模块根据肢体动作数和心率变异性这两种指标与人体睡眠状态的关系所建立的睡眠状态分期算法模型计算人体睡眠状态。

[0047] 以下通过实施例具体说明本发明上述步骤的内容:

[0048] 步骤3的利用脉搏波信号计算模块根据光强变化信息获取脉搏波信号,其具体为:

[0049] 利用脉搏波信号计算模块对所述的光强变化信息进行滤波去噪等信号处理得到脉搏波信号。

[0050] 步骤4的利用心率和心跳间期计算模块计算心率及每搏心跳间隔时间,其具体为:

[0051] 利用心率和心跳间隔计算模块通过对脉搏波进行波峰/波谷/斜率最大值检测或频谱分析得到心率和每搏心跳间隔时间。

[0052] 步骤7的利用睡眠状态计算模块根据肢体动作数和心率变异性的相关指标这两种指标与人体睡眠状态的关系所建立的睡眠状态分期算法模型计算人体睡眠状态,其具体为:

[0053] 睡眠状态计算模块根据肢体动作数判断人体处于清醒状态还是入睡状态,再根据心率变异性相关指标并利用睡眠状态分期算法模型对入睡状态进行浅睡、深睡、REM睡眠的分期。

[0054] 本发明的基于动作和HRV测量的睡眠状态判别系统及方法,通过人体动作数判断人体是否处于入睡状态;再利用人体HRV的相关指标对人体睡眠过程进行分期,得到人体处于浅睡状态、深睡状态以及REM睡眠状态的分析方法。

[0055] 以上所述,仅为本发明的较佳实施例,用于帮助理解本发明的方法及核心思想,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,所以本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

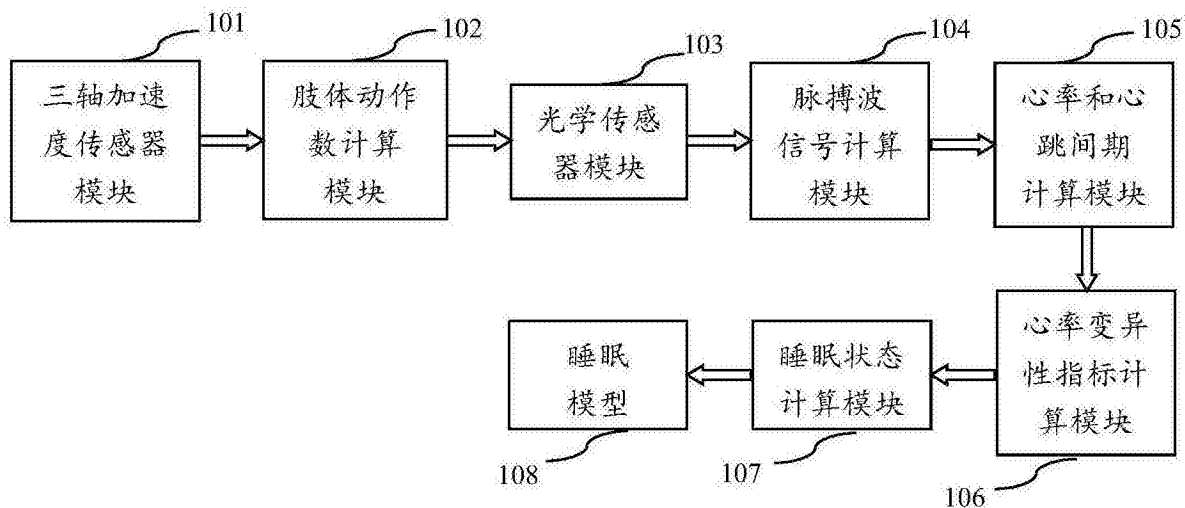


图1

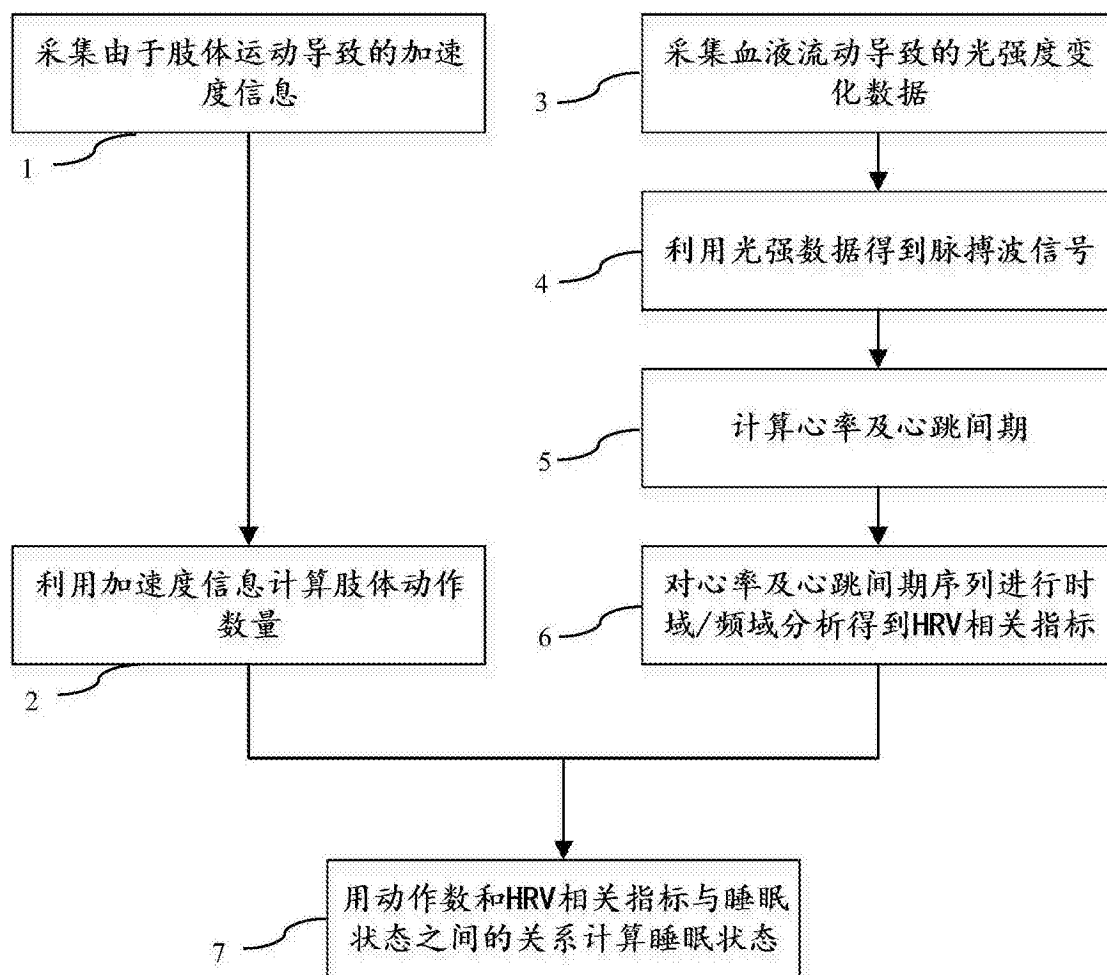


图2

专利名称(译)	基于动作和HRV测量的睡眠状态判别系统及方法		
公开(公告)号	CN106725382A	公开(公告)日	2017-05-31
申请号	CN201611236012.X	申请日	2016-12-28
[标]申请(专利权)人(译)	天津众阳科技有限公司		
申请(专利权)人(译)	天津众阳科技有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	天津众阳科技有限公司		
[标]发明人	欧阳健飞		
发明人	欧阳健飞		
IPC分类号	A61B5/0205 A61B5/11 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/0205 A61B5/0059 A61B5/02 A61B5/02405 A61B5/11 A61B5/4809 A61B5/4812 A61B2562/0219		
代理人(译)	李素兰		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种基于动作和HRV测量的睡眠状态判别系统，包括依次连接的三轴加速度传感器模块、肢体动作数计算模块、光学传感器模块、脉搏波信号计算模块、心率和心跳间期计算模块、心率变异性指标计算模块、睡眠状态计算模块。收集设定时间内人体肢体三维加速度数据；计算在此时间内肢体动作数量；检测用户血管中血流容积变化引起的皮肤表面光强变化信息；获取脉搏波信号；计算心率及每搏心跳间隔时间；对心率或心跳时间间隔序列进行分析，获取心率变异性的相关指标；利用睡眠状态分期算法模型计算人体睡眠状态。本发明大大提高了人体睡眠状态监测的准确性和便捷性，有效指导人们改善睡眠状态和安排合理睡眠时间来调整身体状态。

