



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104720746 B

(45)授权公告日 2017.06.20

(21)申请号 201310714428.8

(22)申请日 2013.12.20

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104720746 A

(43)申请公布日 2015.06.24

(73)专利权人 中国移动通信集团公司

地址 100032 北京市西城区金融大街29号

(72)发明人 王俊艳 张志鹏 徐青青 许利群

(74)专利代理机构 北京同达信恒知识产权代理有限公司 11291

代理人 郭润湘

(51)Int.Cl.

A61B 5/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 1736324 A, 2006.02.22, 说明书第3页第21行-第4页第26行, 第5页第11行-第6页第2行.

CN 101496716 A, 2009.08.05, 全文.

US 2012197148 A1, 2012.08.02, 全文.

WO 2012156427 A1, 2012.11.22, 全文.

CN 101536904 A, 2009.09.23, 全文.

US 2012245479 A1, 2012.09.27, 全文.

CN 102448368 A, 2012.05.09, 全文.

审查员 许流芳

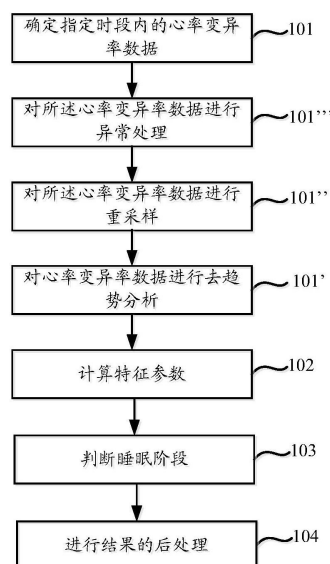
权利要求书3页 说明书12页 附图6页

(54)发明名称

一种睡眠阶段确定方法和系统

(57)摘要

本发明实施例提供一种睡眠阶段确定方法和系统,可以利用心率变异率数据的特征参数,来进行睡眠阶段的识别。因此,仅需要在得到心率变异率数据后,根据一个时间片段对应的心率变异率数据的特征参数与预设规则的对应关系,即可以确定出该时间片段对应的睡眠阶段,而无需获取和标注样本来训练睡眠阶段分类器,解决了由于训练样本不足导致的睡眠阶段确定的精度较低,睡眠阶段分类器普适性较差的问题。



1. 一种睡眠阶段确定方法,其特征在于,所述方法包括:

确定指定时段内的心率变异率数据;

对所述心率变异率数据进行线性拟合,得到所述心率变异率数据的变化趋势数据;

确定所述心率变异率数据与所述变化趋势数据的差值,利用所述差值更新所述心率变异率数据;

针对所述指定时段的一个时间片段,根据更新后的心率变异率数据确定至少一个特征参数;

根据所述特征参数与预设规则的对应关系,确定所述时间片段对应的睡眠阶段;

其中,所述时间片段是根据不大于设定时长,将所述指定时段依次划分得到的;所述睡眠阶段为醒或快速眼球运动睡眠REM,深度睡眠阶段和浅度睡眠阶段中的一种。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述特征参数包括第一标准值NDMH,第二标准值NLFHF,第三标准值NVLF,第四标准值NStd和第五标准值NDif,其中,所述NDMH是对所述时间片段内所述更新后的心率变异率数据按照方差进行标准化得到的,所述NLFHF是对所述时间片段内所述更新后的心率变异率数据低频高频比LF/HF按照均值和方差进行标准化得到的,所述NVLF是对所述时间片段内所述更新后的心率变异率数据极低频VLF按照均值和方差进行标准化得到的,所述NStd是对所述时间片段内所述更新后的心率变异率数据的方差Std按照均值和方差进行标准化得到的,所述NDif是对所述时间片段相邻两个时间片段内所述更新后的心率变异率数据的差分特征Dif按照均值和方差进行标准化得到的;

根据所述特征参数与预设规则的对应关系,确定所述时间片段对应的睡眠阶段,具体包括:

确定所述NDMH是否大于第一门限值,若所述NDMH大于第一门限值,执行第一再判断,否则,确定所述NDMH是否大于第二门限值;

若所述NDMH不大于第二门限值,执行第二再判断,若所述NDMH大于第二门限值,确定所述NStd是否大于第三门限值,所述NLFHF是否小于第四门限值,所述NVLF是否小于第五门限值;

若所述NStd大于第三门限值,所述NLFHF小于第四门限值,且所述NVLF小于第五门限值,确定所述时间片段对应的睡眠阶段为浅度睡眠阶段,否则,执行第一再判断;

所述第一再判断包括,确定所述NDif是否大于第六门限值,若是,则确定所述时间片段对应的睡眠阶段为浅度睡眠阶段,否则,确定所述时间片段对应的睡眠阶段为深度睡眠阶段;

所述第二再判断包括,确定所述NDif是否小于第七门限值,若是,则确定所述时间片段对应的睡眠阶段为浅度睡眠阶段,否则,确定所述时间片段对应的睡眠阶段为醒或REM。

3. 如权利要求1或2所述的方法,其特征在于,若确定所述时间片段对应的睡眠阶段为醒或REM,所述方法还包括:

确定预先获得的所述时间片段内的加速度信号是否大于指定第一阈值,若是,确定所述时间片段对应的睡眠阶段为醒,否则,确定所述时间片段对应的睡眠阶段为REM;或者,

确定预先获得的所述时间片段内的鼾声信号是否小于指定第二阈值,若是,确定所述时间片段对应的睡眠阶段为醒,否则,确定所述时间片段对应的睡眠阶段为REM;或者,

确定预先获得的所述时间片段内的加速度信号是否大于指定第一阈值,以及预先获得

的所述时间片段内的鼾声信号是否小于指定第二阈值,若确定预先获得的所述时间片段内的加速度信号大于指定第一阈值,且预先获得的所述时间片段内的鼾声信号小于指定第二阈值,确定所述时间片段对应的睡眠阶段为醒,否则,确定所述时间片段对应的睡眠阶段为REM。

4.如权利要求3所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

若确定所述时间片段对应的睡眠阶段为深度睡眠阶段,确定所述指定时段中,所述时间片段之前的指定时长内是否存在时间片段对应的睡眠阶段为REM,若存在,则将确定出的睡眠阶段更新为浅度睡眠阶段,否则,保持确定出的睡眠阶段不变;以及,

若确定所述时间片段对应的睡眠阶段为REM,确定所述指定时段中,所述时间片段之前是否存在时间片段对应的睡眠阶段为浅度睡眠阶段,或为深度睡眠阶段,若不存在,则将确定出的睡眠阶段更新为浅度睡眠阶段,否则,保持确定出的睡眠阶段不变。

5.一种睡眠阶段确定系统,其特征在于,所述系统包括:

确定模块,用于确定指定时段内的心率变异率数据;

判断模块,用于对所述确定模块确定出的心率变异率数据进行线性拟合,得到所述心率变异率数据的变化趋势数据;确定所述心率变异率数据与所述变化趋势数据的差值,利用所述差值更新所述心率变异率数据;针对所述指定时段的一个时间片段,根据更新后的心率变异率数据确定至少一个特征参数,根据所述特征参数与预设规则的对应关系,确定所述时间片段对应的睡眠阶段;其中,所述时间片段是根据不大于设定时长,将所述指定时段依次划分得到的;所述睡眠阶段为醒或快速眼球运动睡眠REM,深度睡眠阶段和浅度睡眠阶段中的一种。

6.如权利要求5所述的系统,其特征在于,所述判断模块,具体用于确定出的特征参数包括第一标准值NDMH,第二标准值NLFHF,第三标准值NVLF,第四标准值NStd和第五标准值NDif时,其中,所述NDMH是对所述时间片段内所述更新后的心率变异率数据按照方差进行标准化得到的,所述NLFHF是对所述时间片段内所述更新后的心率变异率数据低频高频比LF/HF按照均值和方差进行标准化得到的,所述NVLF是对所述时间片段内所述更新后的心率变异率数据极低频VLF按照均值和方差进行标准化得到的,所述NStd是对所述时间片段内所述更新后的心率变异率数据的方差Std按照均值和方差进行标准化得到的,所述NDif是对所述时间片段相邻两个时间片段内所述更新后的心率变异率数据的差分特征Dif按照均值和方差进行标准化得到的;

确定所述NDMH是否大于第一门限值,若所述NDMH大于第一门限值,执行第一再判断,否则,确定所述NDMH是否大于第二门限值;

若所述NDMH不大于第二门限值,执行第二再判断,若所述NDMH大于第二门限值,确定所述NStd是否大于第三门限值,所述NLFHF是否小于第四门限值,所述NVLF是否小于第五门限值;

若所述NStd大于第三门限值,所述NLFHF小于第四门限值,且所述NVLF小于第五门限值,确定所述时间片段对应的睡眠阶段为浅度睡眠阶段,否则,执行第一再判断;

所述第一再判断包括,确定所述NDif是否大于第六门限值,若是,则确定所述时间片段对应的睡眠阶段为浅度睡眠阶段,否则,确定所述时间片段对应的睡眠阶段为深度睡眠阶段;

所述第二再判断包括,确定所述NDif是否小于第七门限值,若是,则确定所述时间片段对应的睡眠阶段为浅度睡眠阶段,否则,确定所述时间片段对应的睡眠阶段为醒或REM。

7. 如权利要求5或6所述的系统,其特征在于,所述判断模块,还用于在确定所述时间片段对应的睡眠阶段为醒或REM时,确定预先获得的所述时间片段内的加速度信号是否大于指定第一阈值,若是,确定所述时间片段对应的睡眠阶段为醒,否则,确定所述时间片段对应的睡眠阶段为REM;或者,

确定预先获得的所述时间片段内的鼾声信号是否小于指定第二阈值,若是,确定所述时间片段对应的睡眠阶段为醒,否则,确定所述时间片段对应的睡眠阶段为REM;或者,

确定预先获得的所述时间片段内的加速度信号是否大于指定第一阈值,以及预先获得的所述时间片段内的鼾声信号是否小于指定第二阈值,若确定预先获得的所述时间片段内的加速度信号大于指定第一阈值,且预先获得的所述时间片段内的鼾声信号小于指定第二阈值,确定所述时间片段对应的睡眠阶段为醒,否则,确定所述时间片段对应的睡眠阶段为REM。

8. 如权利要求7所述的系统,其特征在于,所述判断模块,还用于若确定所述时间片段对应的睡眠阶段为深度睡眠阶段,确定所述指定时段中,所述时间片段之前的指定时长内是否存在时间片段对应的睡眠阶段为REM,若存在,则将确定出的睡眠阶段更新为浅度睡眠阶段,否则,保持确定出的睡眠阶段不变;以及,

若确定所述时间片段对应的睡眠阶段为REM,确定所述指定时段中,所述时间片段之前是否存在时间片段对应的睡眠阶段为浅度睡眠阶段,或为深度睡眠阶段,若不存在,则将确定出的睡眠阶段更新为浅度睡眠阶段,否则,保持确定出的睡眠阶段不变。

一种睡眠阶段确定方法和系统

技术领域

[0001] 本发明涉及通信领域,尤其涉及一种睡眠阶段确定方法和系统。

背景技术

[0002] 人的一生有近1/3的时间在睡眠中度过,睡眠的好坏直接关系到人体的记忆、学习、工作和免疫力等多个方面。随着时代的发展,人们的生活节奏越来越快,压力越来越大,很多人出现了睡眠问题,睡眠监测应运而生。

[0003] 在睡眠监测中,人的睡眠通常用6个阶段的连续来描述,这6个阶段通常包括:

[0004] 1、清醒阶段,可以记为醒。在这个阶段,睡眠者的意识处于清醒状态。

[0005] 2、入睡阶段,可以记为慢速眼球运动睡眠(non-rapid eye movements,NREM)1。在NREM1中,睡眠者的眼睛是闭上的,不过如果在此阶段被唤醒,睡眠者可能感觉他还没有睡着。

[0006] 3、浅睡阶段,可以记为NREM2。在NREM2中,睡眠者的身体准备进入深睡。

[0007] 4、深睡阶段,可以记为NREM3,睡眠者进入深度睡眠状态。

[0008] 5、延续深睡阶段,可以记为NREM4,且睡眠者在NREM4中比在NREM3中睡得更深。

[0009] 6、快速眼球运动阶段,可以记为快速眼球运动睡眠(rapid eye movements,REM)。在REM中,与NREM1至NREM4的生理状态有所区别,睡眠者的眼球在此阶段时会快速移动。

[0010] 目前临床上监测睡眠阶段的方法中,典型的方法是采用多导睡眠仪(Polysomnography,PSG)采集睡眠期间的生理信号,包括脑电波(EEG)、眼动(EOG)、肌肉运动(EMG)、心电(ECG)、血氧饱和度(SpO2)和呼吸信号。睡眠阶段判断主要基于对EEG的分析,并可以利用ECG和EEG进行辅助判断。然而PSG操作复杂,仅适用于医院的临床研究,在家庭监测中难以推广。

[0011] 因此,目前通常将睡眠用三个阶段的连续来描述,仅通过ECG进行睡眠阶段确定,使得即使不使用PSG,也可以进行睡眠阶段判断,达到简化睡眠阶段确定的目的。这三个睡眠阶段包括:

[0012] 1、醒或REM。由于在利用心电或者心率变异率进行睡眠描述时,醒和REM的表现是几乎一样的,因此,将睡眠用三个阶段的连续来描述时,将清醒阶段和REM划分为一个阶段。

[0013] 2、浅度睡眠阶段。将睡眠用三个阶段的连续来描述时,将入睡阶段和浅睡阶段划分为一个阶段,并统一称为浅度睡眠阶段。

[0014] 3、深度睡眠阶段。将睡眠用三个阶段的连续来描述时,将深睡阶段和延续深睡阶段划分为一个阶段,并统一称为深度睡眠阶段。

[0015] 通过ECG进行睡眠阶段判断时,主要包括心电特征提取和睡眠阶段分类器两个部分。其中,常用的心电特征主要是心率变异率(Heart rate variability,HRV)的特征,包括心率变异率的时域特征和频域特征。常用的睡眠阶段分类器主要是统计分类器,如支持向量机分类器,或隐马尔可夫模型分类器。通过ECG进行睡眠阶段判断的示意图可以如图1所示。首先,在训练模块中,对ECG训练集进行心电特征提取,利用提取出的心电特征进行分类

器训练,得到睡眠阶段分类器;然后在使用模块中,提取待处理ECG数据的心电特征,并根据提取出的心电特征,采用通过训练模块得到的睡眠阶段分类器确定睡眠阶段。

[0016] 目前通过ECG进行睡眠阶段确定的方案中,睡眠阶段的确定结果由睡眠阶段分类器决定。而睡眠阶段分类器完全是利用训练集训练得到的。睡眠阶段分类器的训练是一个有监督学习的过程,需要具有标签的样本进行训练,对于基于统计学习的睡眠阶段分类器,如支持向量机或者隐马尔可夫模型,其分类能力依赖于训练集,这样可能引起下面的问题。每个人睡眠期间的心率状况是不同的,而且,由于睡眠环境、身体状态等不同因素,同一个人的不同日期的睡眠期间的心率状况也是不同的。为了适应不同的用户,需要大量的训练样本才可能覆盖整个样本空间。而睡眠数据的获取是不容易的,而且人工标注的工作量也很大。因此,难以获得足够的训练样本。而在有限的训练样本的情况下,睡眠阶段分类器很难具有好的普适性,且睡眠阶段确定的精度难以得到保证。

发明内容

[0017] 本发明实施例提供一种睡眠阶段确定方法和系统,用于提高睡眠阶段确定的精度,扩大睡眠阶段确定的普适性。

[0018] 一种睡眠阶段确定方法,所述方法包括:

[0019] 确定指定时段内的心率变异率数据;

[0020] 针对所述指定时段的一个时间片段,根据所述心率变异率数据确定至少一个特征参数;

[0021] 根据所述特征参数与预设规则的对应关系,确定所述时间片段对应的睡眠阶段;

[0022] 其中,所述时间片段是根据不大于设定时长,将所述指定时段依次划分得到的;所述睡眠阶段为醒或快速眼球运动睡眠REM,深度睡眠阶段和浅度睡眠阶段中的一种。

[0023] 一种睡眠阶段确定系统,所述系统包括:

[0024] 确定模块,用于确定指定时段内的心率变异率数据;

[0025] 判断模块,用于针对所述指定时段的一个时间片段,根据所述确定模块确定出的心率变异率数据确定至少一个特征参数,根据所述特征参数与预设规则的对应关系,确定所述时间片段对应的睡眠阶段;其中,所述时间片段是根据不大于设定时长,将所述指定时段依次划分得到的;所述睡眠阶段为醒或快速眼球运动睡眠REM,深度睡眠阶段和浅度睡眠阶段中的一种。

[0026] 根据本发明实施例提供的方案,可以利用心率变异率数据的特征参数,来进行睡眠阶段的识别。因此,仅需要在确定出心率变异率数据后,根据一个时间片段对应的心率变异率数据的特征参数与预设规则的对应关系,即可以确定出该时间片段对应的睡眠阶段,而无需采集训练样本来确定睡眠阶段分类器,解决了由于训练样本不足导致的睡眠阶段确定的精度较低,睡眠阶段分类器普适性较差的问题。

附图说明

[0027] 图1为现有技术提供的通过ECG进行睡眠阶段判断的示意图;

[0028] 图2为本发明实施例一提供的睡眠阶段确定方法的步骤流程图;

[0029] 图3(a)为本发明实施例一提供的每30秒的心率变异率数据均值数组曲线示意图;

- [0030] 图3(b)为本发明实施例一提供的图3(a)所示曲线的趋势变化图；
- [0031] 图4(a)为本发明实施例一提供的未经过异常处理的心率变异率数据曲线示意图；
- [0032] 图4(b)为本发明实施例一提供的经过异常处理的心率变异率数据曲线示意图；
- [0033] 图5为本发明实施例二提供的睡眠阶段确定方法的步骤示意图；
- [0034] 图6为本发明实施例二提供的第一级规则逻辑图；
- [0035] 图7为本发明实施例二提供的第二级规则逻辑图；
- [0036] 图8为本发明实施例三提供的睡眠阶段确定系统的结构示意图。

具体实施方式

[0037] 本案发明人研究发现,心率变异率数据的特征参数可以用于表征睡眠阶段,因此,可以通过心率变异率数据的特征参数进行睡眠阶段的识别。而利用本发明提供的方案确定睡眠阶段,不存在利用睡眠阶段分类器进行睡眠阶段分类时,训练样本有限的问题,可以有效提高睡眠阶段确定的精度,扩大睡眠阶段确定的普适性,对健康人群、存在睡眠障碍的人群都能有效地进行睡眠阶段确定。

[0038] 本发明方案中还可以结合睡眠医学、神经科学的研究成果进行睡眠阶段的确定。例如,可以根据随着睡眠时间的增加,心率会随之发生变化的特点进行睡眠阶段的确定。具体的,可以根据随着睡眠时间的增加,心率有变慢的趋势的特点,对心率变异率数据进行去趋势分析,使得预设规则时,可以无需考虑睡眠时间的影响,简化特征参数与预设规则的匹配过程,进一步提高睡眠阶段确定的精度。

[0039] 更进一步的,本发明实施例中,除了可以利用心率变异率的特征参数来确定睡眠阶段外,还可以结合其他体征信号,如加速度信号和/或鼾声信号,来确定睡眠阶段。而且,本发明实施例中,还可以利用睡眠阶段出现的规律来进一步确定睡眠阶段。例如,根据在REM之后不会马上进入深度睡眠阶段,睡眠先经过深度睡眠阶段或浅度睡眠阶段,才会进入REM等规律,实现睡眠阶段的综合判断。

[0040] 以下结合说明书附图对本发明的优选实施例进行说明,应当理解,此处所描述的优选实施例仅用于说明和解释本发明,并不用于限定本发明。并且在不冲突的情况下,本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0041] 实施例一、

[0042] 本发明实施例一提供一种睡眠阶段确定方法,该方法的步骤流程可以如图2所示,包括:

[0043] 步骤101、确定指定时段内的心率变异率数据。

[0044] 在本步骤中,可以确定睡眠者在指定时段内的心率变异率数据,用于后续确定该睡眠者在所述指定时段对应的睡眠情况的描述。

[0045] 所述心率变异率数据可以通过采集到的体征信号来确定的,当然,本步骤也可以理解为接收已经预先得到的指定时段内的心率变异率数据。所述体征信号可以但不限于为心电信号或脉搏波信号,任何可以用于确定心率变异率数据的体征信号均可以理解为适用于本实施例。例如,在本步骤中,可以提取采集到的所述指定时段内心电信号的R波位置,根据所述R波位置确定所述指定时段内的心率变异率数据,具体的,可以基于小波变换的方法或积分的方法提取所述心电信号的R波位置;或者,提取采集到的所述指定时段内脉搏波

信号的脉搏波关键点,根据所述脉搏波关键点确定所述指定时段内的心率变异率数据。

[0046] 需要说明的是,为了后续描述所述指定时段对应的睡眠阶段,可以根据不大于设定时长,将所述指定时段依次划分得到多个时间片段。具体的,可以将所述指定时段均匀划分得到多个时间片段。例如,可以将所述指定时段均匀划分为多个时间片段,每个时间片段的长度为30秒。

[0047] 步骤102、确定特征参数。

[0048] 为了确定每个时间片段对应的睡眠阶段,在本步骤中,可以针对一个时间片段,根据所述心率变异率数据确定至少一个特征参数。

[0049] 步骤103、确定睡眠阶段。

[0050] 在本步骤中,可以根据一个时间片段对应的特征参数与预设规则的对应关系,确定该时间片段对应的睡眠阶段。

[0051] 在本步骤中确定出的睡眠阶段可以为醒或REM,深度睡眠阶段和浅度睡眠阶段中的一种。

[0052] 更优的,为了消除心率变异率数据随睡眠时间产生的波动,在步骤101之后,步骤102之前,所述方法还可以进一步包括步骤101'。

[0053] 步骤101'、对心率变异率数据进行去趋势分析。

[0054] 目前的研究发现,随着睡眠时间的增加,心率有变慢的趋势的特点。例如,以MIT数据库中的样本slp61x为例,对该样本进行趋势分析,如图3(a)所示为每30秒的心率变异率数据均值数组曲线示意图,图3(b)所示为图3(a)所示曲线的随时间的趋势变化图。因此,为了消除心率变异率数据中跟睡眠时间有关的信息,可以对心率变异率数据进行去趋势分析。

[0055] 本步骤可以包括,对所述心率变异率数据进行线性拟合,得到所述心率变异率数据的变化趋势数据,确定所述心率变异率数据与所述变化趋势数据的差值,利用所述差值更新所述心率变异率数据。具体的,在本实施例中,可以但不限于采用最小二乘法或梯度下降法进行线性拟合。

[0056] 此时,步骤102具体包括,针对所述指定时段的一个时间片段,根据更新后的心率变异率数据确定至少一个特征参数。

[0057] 此时较优的,针对一个时间片段,所述特征参数可以包括第一标准值NDMH,第二标准值NLFHF,第三标准值NVLF,第四标准值NStd和第五标准值NDif中的至少一个。

[0058] 其中,所述NDMH是对该时间片段内所述更新后的心率变异率数据按照方差进行标准化得到的,所述NLFHF是对该时间片段内所述更新后的心率变异率数据低频高频比LF/HF按照均值和方差进行标准化得到的,所述NVLF是对该时间片段内所述更新后的心率变异率数据极低频VLF按照均值和方差进行标准化得到的,所述NStd是对该时间片段内所述更新后的心率变异率数据的方差Std按照均值和方差进行标准化得到的,所述NDif是对该时间片段相邻两个时间片段内所述更新后的心率变异率数据的差分特征Dif按照均值和方差进行标准化得到的。

[0059] 以所述特征参数包括第一标准值NDMH,第二标准值NLFHF,第三标准值NVLF和第四标准值NStd为例,在本步骤中,可以确定所述NDMH是否大于第一门限值,若所述NDMH大于第一门限值,确定所述时间片段对应的睡眠阶段为深度睡眠阶段,否则,确定所述NDMH是否大

于第二门限值；

[0060] 若所述NDMH不大于第二门限值，确定所述时间片段对应的睡眠阶段为醒或REM，若所述NDMH大于第二门限值，确定所述NStd是否大于第三门限值，所述NLFHF是否小于第四门限值，所述NVLF是否小于第五门限值；

[0061] 若所述NStd大于第三门限值，所述NLFHF小于第四门限值，且所述NVLF小于第五门限值，确定所述时间片段对应的睡眠阶段为浅度睡眠阶段，否则，确定所述时间片段对应的睡眠阶段为深度睡眠阶段。

[0062] 较优的，还可以通过两轮判断来确定一个时间片段对应的睡眠阶段。从而通过分级的睡眠阶段判断规则进一步提高睡眠阶段的确定精度。

[0063] 以所述特征参数包括第一标准值NDMH，第二标准值NLFHF，第三标准值NVLF，第四标准值NStd和第五标准值Ndif为例，在本步骤中，可以确定所述NDMH是否大于第一门限值，若所述NDMH大于第一门限值，执行第一再判断，否则，确定所述NDMH是否大于第二门限值；

[0064] 若所述NDMH不大于第二门限值，执行第二再判断，若所述NDMH大于第二门限值，确定所述NStd是否大于第三门限值，所述NLFHF是否小于第四门限值，所述NVLF是否小于第五门限值；

[0065] 若所述NStd大于第三门限值，所述NLFHF小于第四门限值，且所述NVLF小于第五门限值，确定所述时间片段对应的睡眠阶段为浅度睡眠阶段，否则，执行第一再判断；

[0066] 所述第一再判断包括，确定所述Ndif是否大于第六门限值，若是，则确定所述时间片段对应的睡眠阶段为浅度睡眠阶段，否则，确定所述时间片段对应的睡眠阶段为深度睡眠阶段；

[0067] 所述第二再判断包括，确定所述Ndif是否小于第七门限值，若是，则确定所述时间片段对应的睡眠阶段为浅度睡眠阶段，否则，确定所述时间片段对应的睡眠阶段为醒或REM。

[0068] 更优的，在本实施例中，还可以对心率变异率数据进行重采样处理，在步骤101之后，步骤102之前，所述方法还可以进一步包括步骤101'。如图2所示，如果确定睡眠阶段的流程中包括步骤101'，则步骤101'可以在步骤101'之后执行。

[0069] 步骤101'、对所述心率变异率数据进行重采样。

[0070] 由于是心率变异率数据横轴的标度是次，在时间上不是均分的，通过重采样的方法，可以得到在时间轴上均匀的采样点。而且，利用心率变异率数据进行睡眠分析，是以一定的时间长度，如，30s为单位进行处理，人的心动周期一般在0.9秒左右，30s的心率变异率数据大约有33个数据左右，进行频谱分析时，采样点过少，频域分辨率太低，通过重采样的方法可以获得更多的采样点数，从而获得更高的频域分辨率。

[0071] 因此在本步骤中，可以对所述心率变异率数据进行不低于设定心跳频率（可以理解为所述睡眠者的心跳频率）的重采样，从而可以得到在时间轴上均匀的采样点，并获得更高的频域分辨率。

[0072] 具体的，在本实施例中，可以但不限于通过双线性插值，最近邻插值、双三次插值中的任意一种方法实现重采样。较优的，在本实施例中，可以采用双线性插值的方法对所述心率变异率数据进行2Hz的重采样。

[0073] 更优的，在本实施例中，还可以对心率变异率数据进行异常处理，在步骤101之后，

步骤102之前,所述方法还可以进一步包括步骤101'''。如图2所示,如果确定睡眠阶段的流程中包括步骤101'和步骤102'',则步骤101''可以在步骤101'''之后执行。

[0074] 步骤101'''、对所述心率变异率数据进行异常处理。

[0075] 需要说明的是,确定出的心率变异率数据非常有可能是不准确的,以利用心电信号来确定心率变异率数据为例,R波位置检测不能保证100%准确,可能存在一定概率的错误,且当采集到的心电信号质量较差时,可能无法得到准确的RR间隔,心率变异率数据可能存在异常。

[0076] 为了进一步提高后续确定睡眠阶段的精度,在本步骤中,可以对心率变异率数据进行异常处理。具体的,可以确定所述心率变异率数据的数值是否均在设定的范围内,若存在心率变异率数据的数值不在所述设定的范围内,则将该心率变异率数据的数值更新,更新后的该数值在所述设定的范围内,否则,保持所述心率变异率数据不变。

[0077] 所述设定的范围可以但不限于通过心率的波动范围来确定。例如,通常在安静状态下,正常成年人心率的波动范围为60-100次/分钟,身体活动或精神兴奋时心率都可能增快。考虑到睡眠期间一般只存在翻身等不剧烈的活动,可以将睡眠期间心率的波动范围规定为40-150次/分。根据心率与心率变异率之间的关系,可以确定所述设定的范围的取值为0.4~1.5。

[0078] 具体的,在本实施例中,更新心率变异率数据的数值,可以但不限于为利用该心率变异率数据邻域内、且不大于所述设定的范围的心率变异率数据的数值进行更新,或者利用该心率变异率数据邻域内的心率变异率数据的均值进行更新。较优的,可以用距离该心率变异率数据最近、且不大于所述设定的范围的心率变异率数据的数值替代发生异常的心率变异率数据的数值。如图4(a)所示为未经过异常处理的心率变异率数据曲线示意图,图4(b)所示为经过异常处理的心率变异率数据曲线示意图。

[0079] 步骤104、进行确定结果的后处理。

[0080] 本步骤是一个优选步骤。

[0081] 在本步骤中,可以结合其他体征信号,来进一步实现睡眠阶段的综合判断,例如,实现睡眠阶段的进一步细分,实现睡眠阶段的后处理。

[0082] 以实现睡眠阶段的进一步细分为例,在本步骤中,可以在步骤103确定出的所述时间片段对应的睡眠阶段为醒或REM时,利用预先获得的加速度信号和/或鼾声信号来区分该睡眠阶段为清醒阶段还是REM阶段。

[0083] 具体的,在本步骤中,可以确定预先获得的所述时间片段内的加速度信号是否大于指定第一阈值,若是,确定所述时间片段对应的睡眠阶段为醒,否则,确定所述时间片段对应的睡眠阶段为REM;或者,

[0084] 确定预先获得的所述时间片段内的鼾声信号是否小于指定第二阈值,若是,确定所述时间片段对应的睡眠阶段为醒,否则,确定所述时间片段对应的睡眠阶段为REM。

[0085] 当然,也可以同时利用加速度信号和鼾声信号来实现睡眠阶段的细分,此时,可以在确定预先获得的所述时间片段内的加速度信号大于指定第一阈值,且确定预先获得的所述时间片段内的鼾声信号小于指定第二阈值时,确定所述时间片段对应的睡眠阶段为醒,否则,确定所述时间片段对应的睡眠阶段为REM。

[0086] 在本步骤中,也可以结合已知的睡眠阶段的出现规律,来实现睡眠阶段的综合判

断,实现睡眠阶段的后处理。例如,在实现清醒阶段和REM阶段细分的情况下,若确定出的所述时间片段对应的睡眠阶段为深度睡眠阶段,则,确定所述指定时段中,所述时间片段之前的指定时长内是否存在时间片段对应的睡眠阶段为REM,若存在,则将确定出的睡眠阶段更新为浅度睡眠阶段,否则,保持确定出的睡眠阶段不变;

[0087] 以及,若确定出的所述时间片段对应的睡眠阶段为REM,确定所述指定时段中,所述时间片段之前是否存在时间片段对应的睡眠阶段为浅度睡眠阶段,或为深度睡眠阶段,若不存在,则将确定出的睡眠阶段更新为浅度睡眠阶段,否则,保持确定出的睡眠阶段不变。

[0088] 在本实施例中,需要说明的是,某些体征信号可以独立用于睡眠阶段的判断(确定出的睡眠阶段可以为醒或REM、深度睡眠阶段、浅度睡眠阶段、醒、NREM1、NREM2、NREM3、NREM4以及REM中的任意一种),例如,在一个时间片段对应的加速度信号表明睡眠者处于运动状态时,可以直接确定该时间片段对应的睡眠阶段为醒,因此,可以利用某些体征信号直接实现所述指定时段中一个时间片段对应的睡眠阶段的判断,并可以针对所述指定时段中,无法直接用体征信号来确定睡眠阶段的时间片段,执行步骤101~104,从而实现对整个指定时段中,各时间片段对应的睡眠阶段的确定。

[0089] 下面通过一个具体的实例对本发明实施例一的方案进行说明。

[0090] 实施例二、

[0091] 本发明实施例二提供一种睡眠阶段确定方法,该方法的步骤示意图可以如图5所示,包括:

[0092] 步骤201、采集指定时段内的体征信号。

[0093] 本实施例中,所述体征信号可以为心电信号或脉搏波信号。并设定所述指定时段每个时间片段的长度均为30秒。

[0094] 步骤202、确定指定时段内的心率变异率。

[0095] 若采集的体征信号为心电信号,在本步骤中,可以提取采集到的所述指定时段内心电信号的R波位置,根据所述R波位置确定所述指定时段内的心率变异率数据。

[0096] 若采集的体征信号为脉搏波信号,在本步骤中,可以提取采集到的所述指定时段内脉搏波信号的脉搏波关键点,根据所述脉搏波关键点确定所述指定时段内的心率变异率数据。

[0097] 步骤203、对心率变异率数据进行异常处理。

[0098] 在本步骤中,可以对心率变异率数据进行异常处理。若确定有心率变异率数据存在异常,较优的,可以利用距离该心率变异率数据最近,且没有发生异常的心率变异率数据的数值替代发生异常的心率变异率数据的数值。

[0099] 步骤204、对心率变异率数据进行重采样。

[0100] 具体的,在本步骤中,可以采用双线性插值的方法对经过异常处理的心率变异率数据进行2Hz的重采样。

[0101] 步骤205、对心率变异率数据进行去趋势分析。

[0102] 在本步骤中,可以对经过重采样的心率变异率数据进行去趋势分析。具体的,可以采用最小二乘法,对经过重采样的心率变异率数据进行线性拟合,得到该心率变异率数据的变化趋势数据,确定该心率变异率数据与所述变化趋势数据的差值,利用所述差值更新

该心率变异率数据。

[0103] 步骤206、确定特征参数。

[0104] 在本步骤中,可以针对进行去趋势分析后得到的心率变异率数据,来确定特征参数。以特征参数包括第一标准值NDMH,第二标准值NLFHF,第三标准值NVLF,第四标准值NStd和第五标准值NDif为例。

[0105] 可以通过以下方式确定NDMH、NStd和NDif:

[0106] $NDMH(i) = DMH(i) / StdDMH$

[0107] 其中,

[0108] NDMH(i)表示所述指定时段第i个时间片段的第一标准值;

[0109] DMH(i)表示经过去趋势分析后,所述指定时段第i个时间片段内心率变异率数据的均值;

[0110] StdDMH表示经过去趋势分析后,所述指定时段每个时间片段内心率变异率数据的均值数组的方差。

[0111] $NStd(i) = (Std(i) - MeanStd) / StdStd$

[0112] 其中,

[0113] NStd(i)表示所述指定时段第i个时间片段的第四标准值;

[0114] Std(i)表示经过去趋势分析后,所述指定时段第i个时间片段内心率变异率数据的方差;

[0115] MeanStd表示经过去趋势分析后,所述指定时段每个时间片段内心率变异率数据的方差数组的均值;

[0116] StdStd表示经过去趋势分析后,所述指定时段每个时间片段内心率变异率数据的方差数组的方差。

[0117] $Dif(i) = |MH(i+1) - MH(i-1)|$

[0118] 其中,Dif(i)表示去趋势分析后,所述指定时段第i个时间片段的差分;

[0119] MH(i+1)表示去趋势分析后,所述指定时段第i+1个时间片段内心率变异率数据的均值;

[0120] MH(i-1)表示去趋势分析后,所述指定时段第i-1个时间片段内心率变异率数据的均值。

[0121] $NDif(i) = (Dif(i) - MeanDif) / StdDif$

[0122] 其中,NDif(i)表示所述指定时段第i个时间片段的第五标准值;

[0123] Dif(i)表示去趋势分析后,所述指定时段第i个时间片段的差分;

[0124] MeanDif表示去趋势分析后,所述指定时段每个时间片段内差分数组的均值;

[0125] StdDif表示去趋势分析后,所述指定时段每个时间片段内差分数组的方差。

[0126] NLFHF和NVLF可以通过以下方式确定:

[0127] 对于心率变异率的频域特征,可以采用窗口为512个点的功率谱分析,512个点对应256秒时长,选择这个窗口尺寸的原因是在保持频率分辨率的基础上有效利用快速傅里叶变换(FFT)的计算资源。对于功率谱分析的结果,可以选择低频高频比(LF/HF)、极低频(VLF)作为有效特征。

[0128] 对LF/HF按照均值和方差进行标准化,可以得到NLFHF,对VLF按照均值和方差进行

标准化,可以得到NVLF,其中:

[0129] $NLFHF(i) = (LFHF(i) - \text{Mean}LFHF) / \text{Std}LFHF$

[0130] 其中,

[0131] NLFHF(i)表示所述指定时段第i个时间片段的第二标准值;

[0132] LFHF(i)表示经过去趋势分析后,所述指定时段第i个时间片段内心率变异率数据LF/HF的方差;

[0133] MeanLFHF表示经过去趋势分析后,所述指定时段每个时间片段内心率变异率数据LF/HF的方差数组的均值;

[0134] StdLFHF表示经过去趋势分析后,所述指定时段每个时间片段内心率变异率数据LF/HF的方差数组的方差。

[0135] $NVLF(i) = (VLF(i) - \text{Mean} VLF) / \text{Std}VLF$

[0136] 其中,

[0137] NVLF(i)表示所述指定时段第i个时间片段的第三标准值;

[0138] VLF(i)表示经过去趋势分析后,所述指定时段第i个时间片段内心率变异率数据VLF的方差;

[0139] MeanVLF表示经过去趋势分析后,所述指定时段每个时间片段内心率变异率数据VLF的方差数组的均值;

[0140] StdVLF表示经过去趋势分析后,所述指定时段每个时间片段内心率变异率数据VLF的方差数组的方差。

[0141] 步骤207、确定睡眠阶段。

[0142] 在本实施例中,可以通过两轮判断来确定一个时间片段对应的睡眠阶段。可以设定第一门限值TH1=1,第二门限值TH2=0,第三门限值TH3=-1/2,第四门限值TH4=0,第五门限值TH5=0。

[0143] 第一轮判断可以利用NDMH进行初步分类,规则逻辑图可以如图6所示。第二轮判断中,可以根据心率和差分特征,在第一轮判断的结果上进一步进行细分,从深度睡眠阶段中区分出差分特征较大的浅度睡眠阶段,从醒或REM中区分出差分特征不够大的浅度睡眠阶段,规则逻辑图可以如图7所示,其中Stage(i)表示经过第一轮判断确定出的所述指定时段第i个时间片段所对应的睡眠阶段。

[0144] 步骤208、进行确定结果的后处理。

[0145] 在本步骤中,可以根据加速度信号和/或鼾声信号实现睡眠阶段的进一步细分。并可以根据REM之后不会马上进入深度睡眠阶段,睡眠先经过深度睡眠阶段或浅度睡眠阶段,才会进入REM,进行睡眠阶段的综合判断。

[0146] 与本发明实施例一基于同一发明构思,提供以下的系统。

[0147] 实施例三、

[0148] 本发明实施例三提供一种睡眠阶段确定系统,该系统的结构示意图可以如图8所示,包括确定模块11和判断模块12,其中:

[0149] 确定模块11用于确定指定时段内的心率变异率数据;

[0150] 判断模块12用于针对所述指定时段的一个时间片段,根据所述确定模块确定出的心率变异率数据确定至少一个特征参数,根据所述特征参数与预设规则的对应关系,确定

所述时间片段对应的睡眠阶段;其中,所述时间片段是根据不大于设定时长,将所述指定时段依次划分得到的;所述睡眠阶段为醒或快速眼球运动睡眠REM,深度睡眠阶段和浅度睡眠阶段中的一种。

[0151] 所述判断模块12还用于对所述心率变异率数据进行线性拟合,得到所述心率变异率数据的变化趋势数据;确定所述心率变异率数据与所述变化趋势数据的差值,利用所述差值更新所述心率变异率数据;

[0152] 且所述判断模块12用于针对所述指定时段的一个时间片段,根据所述心率变异率数据确定至少一个特征参数,具体包括:针对所述指定时段的一个时间片段,根据更新后的心率变异率数据确定至少一个特征参数。

[0153] 所述判断模块12具体用于确定出的特征参数包括第一标准值NDMH,第二标准值NLFHF,第三标准值NVLF和第四标准值NStd时,其中,所述NDMH是对所述时间片段内所述更新后的心率变异率数据按照方差进行标准化得到的,所述NLFHF是对所述时间片段内所述更新后的心率变异率数据低频高频比LF/HF按照均值和方差进行标准化得到的,所述NVLF是对所述时间片段内所述更新后的心率变异率数据极低频VLF按照均值和方差进行标准化得到的,所述NStd是对所述时间片段内所述更新后的心率变异率数据的方差Std按照均值和方差进行标准化得到的;

[0154] 确定所述NDMH是否大于第一门限值,若所述NDMH大于第一门限值,确定所述时间片段对应的睡眠阶段为深度睡眠阶段,否则,确定所述NDMH是否大于第二门限值;

[0155] 若所述NDMH不大于第二门限值,确定所述时间片段对应的睡眠阶段为醒或REM,若所述NDMH大于第二门限值,确定所述NStd是否大于第三门限值,所述NLFHF是否小于第四门限值,所述NVLF是否小于第五门限值;

[0156] 若所述NStd大于第三门限值,所述NLFHF小于第四门限值,且所述NVLF小于第五门限值,确定所述时间片段对应的睡眠阶段为浅度睡眠阶段,否则,确定所述时间片段对应的睡眠阶段为深度睡眠阶段。

[0157] 所述判断模块12具体用于确定出的特征参数包括第一标准值NDMH,第二标准值NLFHF,第三标准值NVLF,第四标准值NStd和第五标准值NDif时,其中,所述NDMH是对所述时间片段内所述更新后的心率变异率数据按照方差进行标准化得到的,所述NLFHF是对所述时间片段内所述更新后的心率变异率数据低频高频比LF/HF按照均值和方差进行标准化得到的,所述NVLF是对所述时间片段内所述更新后的心率变异率数据极低频VLF按照均值和方差进行标准化得到的,所述NStd是对所述时间片段内所述更新后的心率变异率数据的方差Std按照均值和方差进行标准化得到的,所述NDif是对所述时间片段相邻两个时间片段内所述更新后的心率变异率数据的差分特征Dif按照均值和方差进行标准化得到的;

[0158] 确定所述NDMH是否大于第一门限值,若所述NDMH大于第一门限值,执行第一再判断,否则,确定所述NDMH是否大于第二门限值;

[0159] 若所述NDMH不大于第二门限值,执行第二再判断,若所述NDMH大于第二门限值,确定所述NStd是否大于第三门限值,所述NLFHF是否小于第四门限值,所述NVLF是否小于第五门限值;

[0160] 若所述NStd大于第三门限值,所述NLFHF小于第四门限值,且所述NVLF小于第五门限值,确定所述时间片段对应的睡眠阶段为浅度睡眠阶段,否则,执行第一再判断;

[0161] 所述第一再判断包括,确定所述Ndif是否大于第六门限值,若是,则确定所述时间片段对应的睡眠阶段为浅度睡眠阶段,否则,确定所述时间片段对应的睡眠阶段为深度睡眠阶段;

[0162] 所述第二再判断包括,确定所述Ndif是否小于第七门限值,若是,则确定所述时间片段对应的睡眠阶段为浅度睡眠阶段,否则,确定所述时间片段对应的睡眠阶段为醒或REM。

[0163] 所述确定模块11具体用于提取采集到的所述指定时段内心电信号的R波位置,根据所述R波位置确定所述指定时段内的心率变异率数据;或者,提取采集到的所述指定时段内脉搏波信号的脉搏波关键点,根据所述脉搏波关键点确定所述指定时段内的心率变异率数据。

[0164] 所述判断模块12还用于确定所述心率变异率数据的数值是否均在设定的范围内;若存在心率变异率数据的数值不在所述设定的范围内,则将该心率变异率数据的数值更新,更新后的该数值在所述设定的范围内;否则,保持所述心率变异率数据不变;

[0165] 且所述判断模块12用于针对所述指定时段的一个时间片段,根据所述心率变异率数据确定至少一个特征参数,具体包括:针对所述指定时段的一个时间片段,根据数值更新后的心率变异率数据或保持不变的心率变异率数据确定至少一个特征参数。

[0166] 所述判断模块12还用于对所述心率变异率数据进行不低于设定心跳频率的重采样;

[0167] 且所述判断模块12用于针对所述指定时段的一个时间片段,根据所述心率变异率数据确定至少一个特征参数,具体包括:针对所述指定时段的一个时间片段,根据重采样后得到的心率变异率数据确定至少一个特征参数。

[0168] 所述判断模块12还用于在确定所述时间片段对应的睡眠阶段为醒或REM时,确定预先获得的所述时间片段内的加速度信号是否大于指定第一阈值,若是,确定所述时间片段对应的睡眠阶段为醒,否则,确定所述时间片段对应的睡眠阶段为REM;或者,

[0169] 确定预先获得的所述时间片段内的鼾声信号是否小于指定第二阈值,若是,确定所述时间片段对应的睡眠阶段为醒,否则,确定所述时间片段对应的睡眠阶段为REM;或者,

[0170] 确定预先获得的所述时间片段内的加速度信号是否大于指定第一阈值,以及预先获得的所述时间片段内的鼾声信号是否小于指定第二阈值,若确定预先获得的所述时间片段内的加速度信号大于指定第一阈值,且预先获得的所述时间片段内的鼾声信号小于指定第二阈值,确定所述时间片段对应的睡眠阶段为醒,否则,确定所述时间片段对应的睡眠阶段为REM。

[0171] 所述判断模块12还用于若确定所述时间片段对应的睡眠阶段为深度睡眠阶段,确定所述指定时段中,所述时间片段之前的指定时长内是否存在时间片段对应的睡眠阶段为REM,若存在,则将确定出的睡眠阶段更新为浅度睡眠阶段,否则,保持确定出的睡眠阶段不变;以及,

[0172] 若确定所述时间片段对应的睡眠阶段为REM,确定所述指定时段中,所述时间片段之前是否存在时间片段对应的睡眠阶段为浅度睡眠阶段,或为深度睡眠阶段,若不存在,则将确定出的睡眠阶段更新为浅度睡眠阶段,否则,保持确定出的睡眠阶段不变。

[0173] 进一步的,所述系统还可以包括采集模块13,用于为确定模块11采集用来确定所

述指定时段内的心率变异率数据的体征信号,如心电信号或脉搏波信号。所述采集模块13采集到的体征信号,如加速度信号和/或鼾声信号,还可以用于判断模块12单独或与心率变异率数据共同确定睡眠阶段。

[0174] 进一步的,所述系统还可以进一步包括显示模块14,用于显示判断模块12确定出的所述指定时段中,每个时间片段对应的睡眠阶段,实现睡眠阶段信息的直观显示。

[0175] 本领域内的技术人员应明白,本申请的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此,本申请可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且,本申请可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质(包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等)上实施的计算机程序产品的形式。

[0176] 本申请是参照根据本申请实施例的方法、设备(系统)、和计算机程序产品的流程图和/或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和/或方框图中的每一流程和/或方框、以及流程图和/或方框图中的流程和/或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器,使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

[0177] 这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中,使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品,该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

[0178] 这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上,使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理,从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

[0179] 尽管已描述了本申请的优选实施例,但本领域内的技术人员一旦得知了基本创造性概念,则可对这些实施例做出另外的变更和修改。所以,所附权利要求意欲解释为包括优选实施例以及落入本申请范围的所有变更和修改。

[0180] 显然,本领域的技术人员可以对本申请进行各种改动和变型而不脱离本申请的精神和范围。这样,倘若本申请的这些修改和变型属于本申请权利要求及其等同技术的范围之内,则本申请也意图包含这些改动和变型在内。

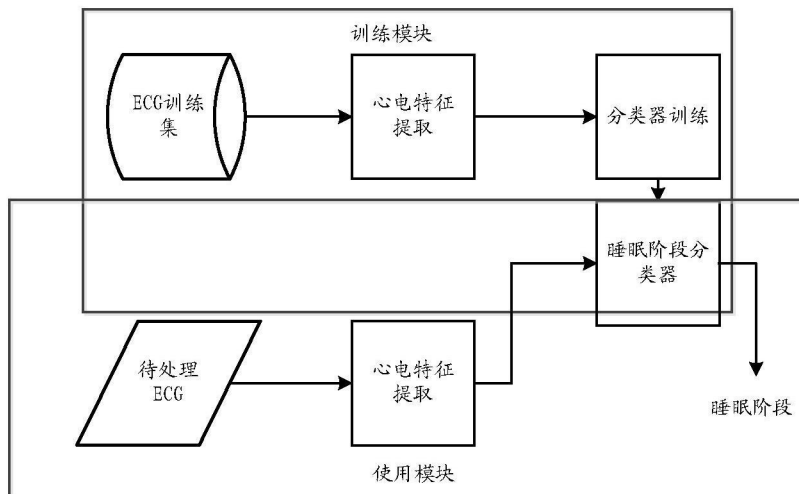


图1

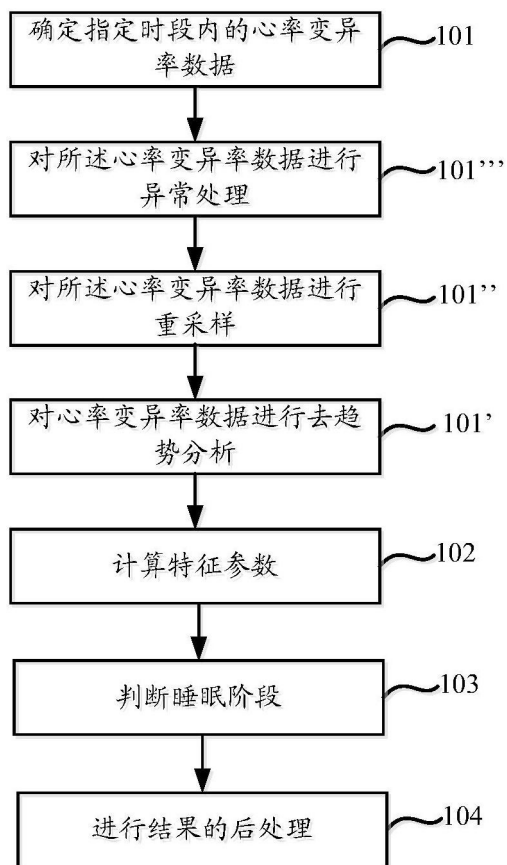


图2

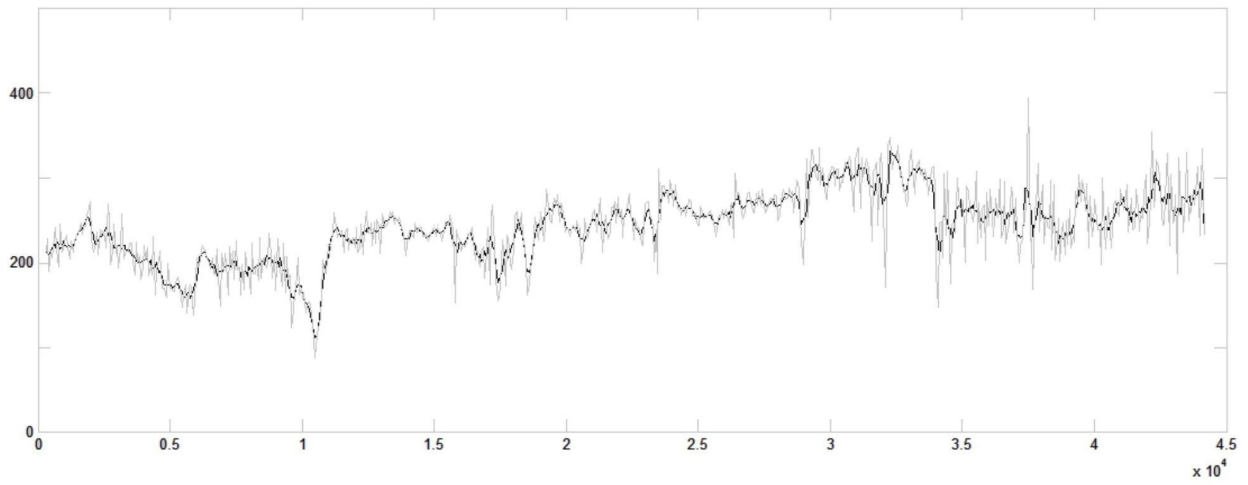


图3(a)

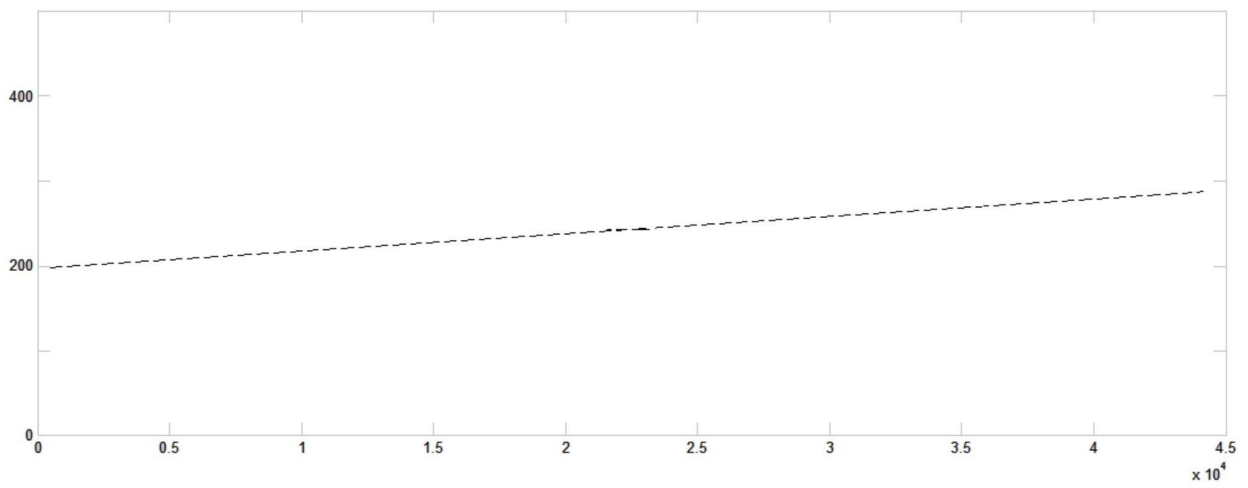


图3(b)

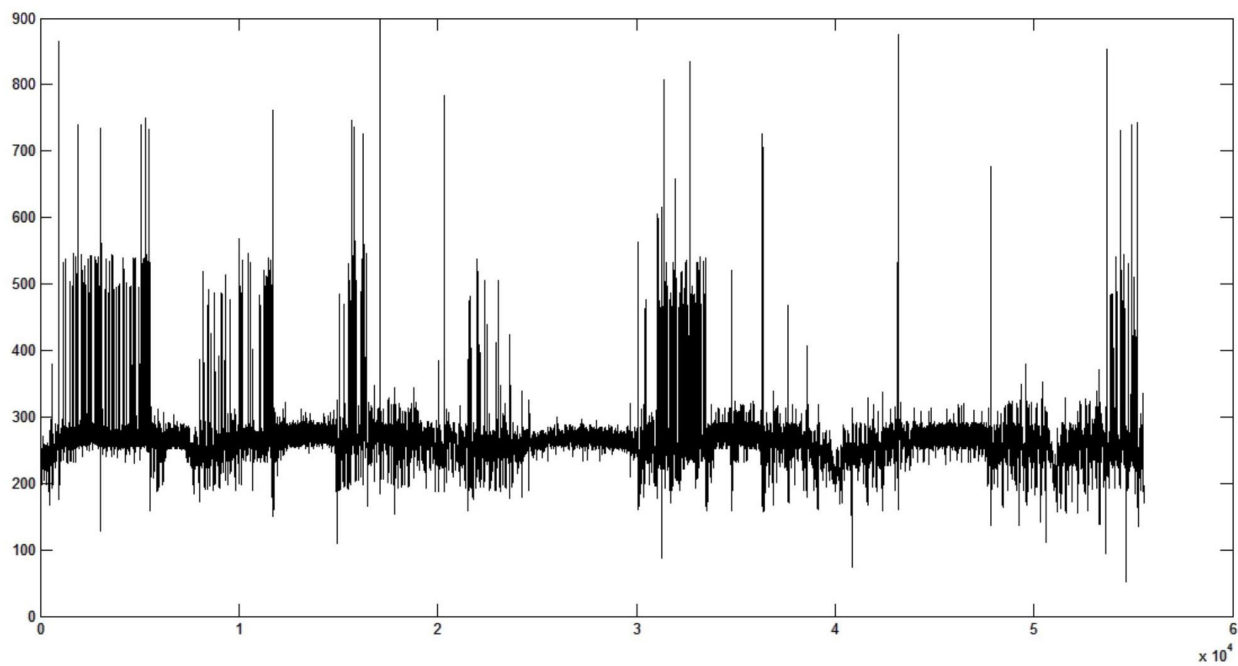


图4(a)

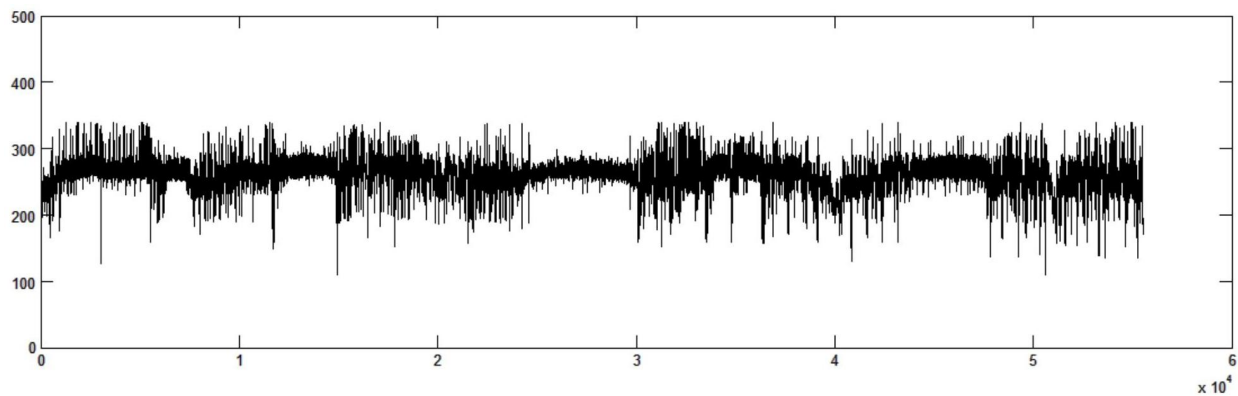


图4(b)

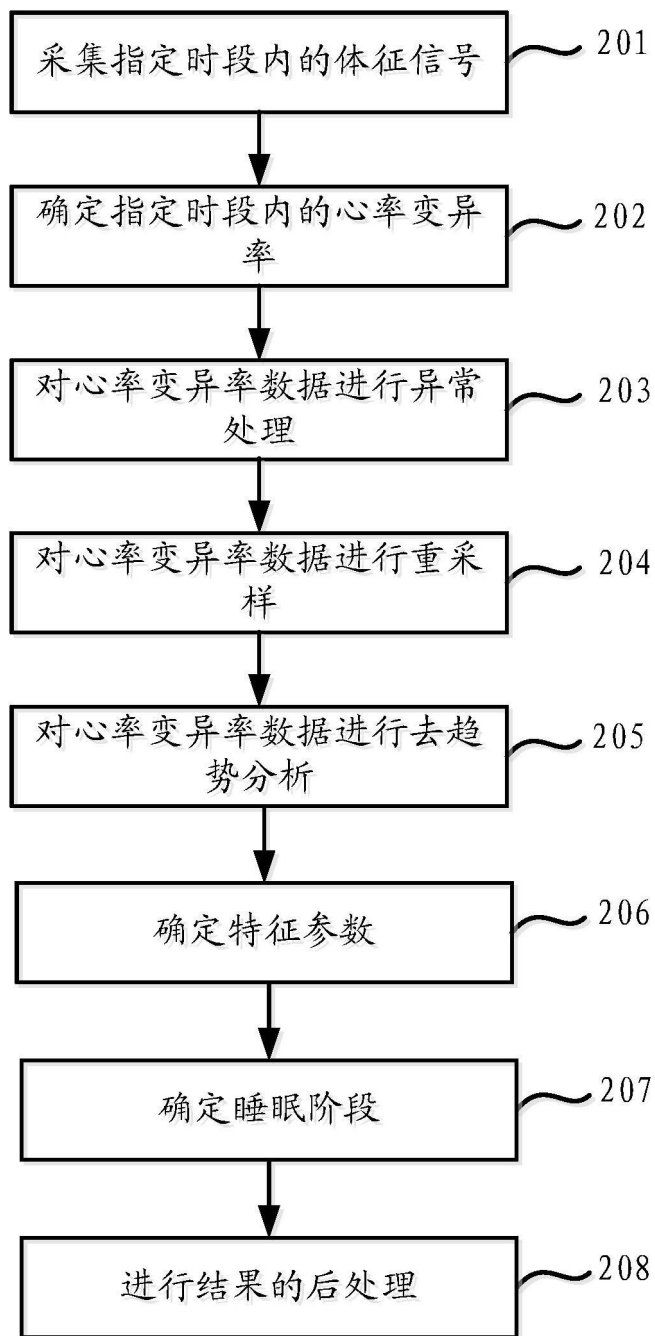


图5

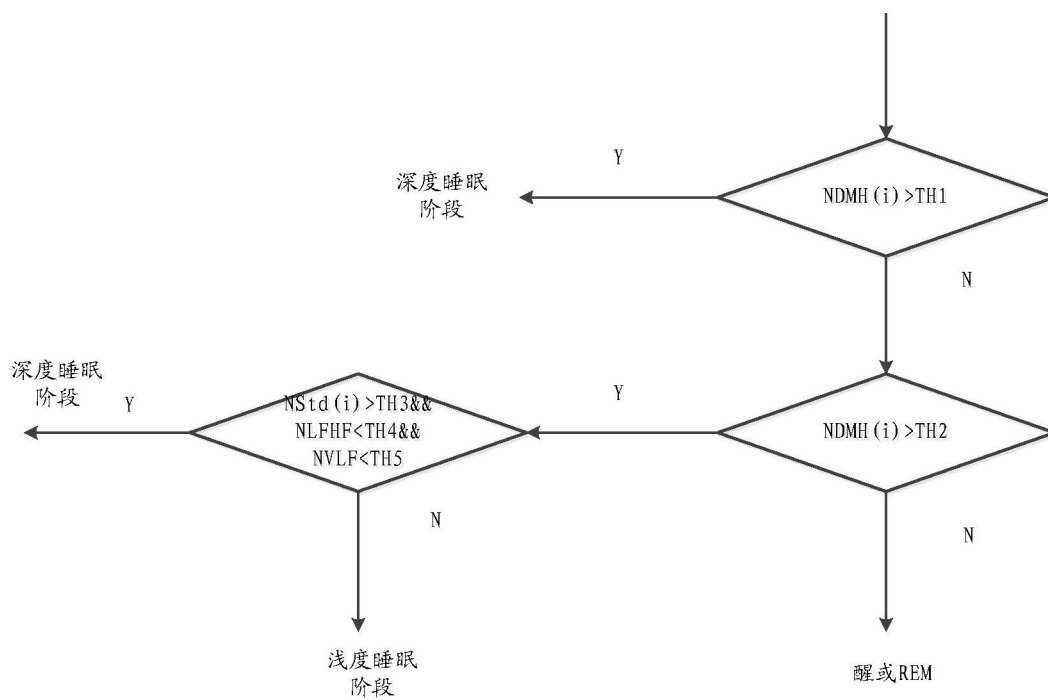


图6

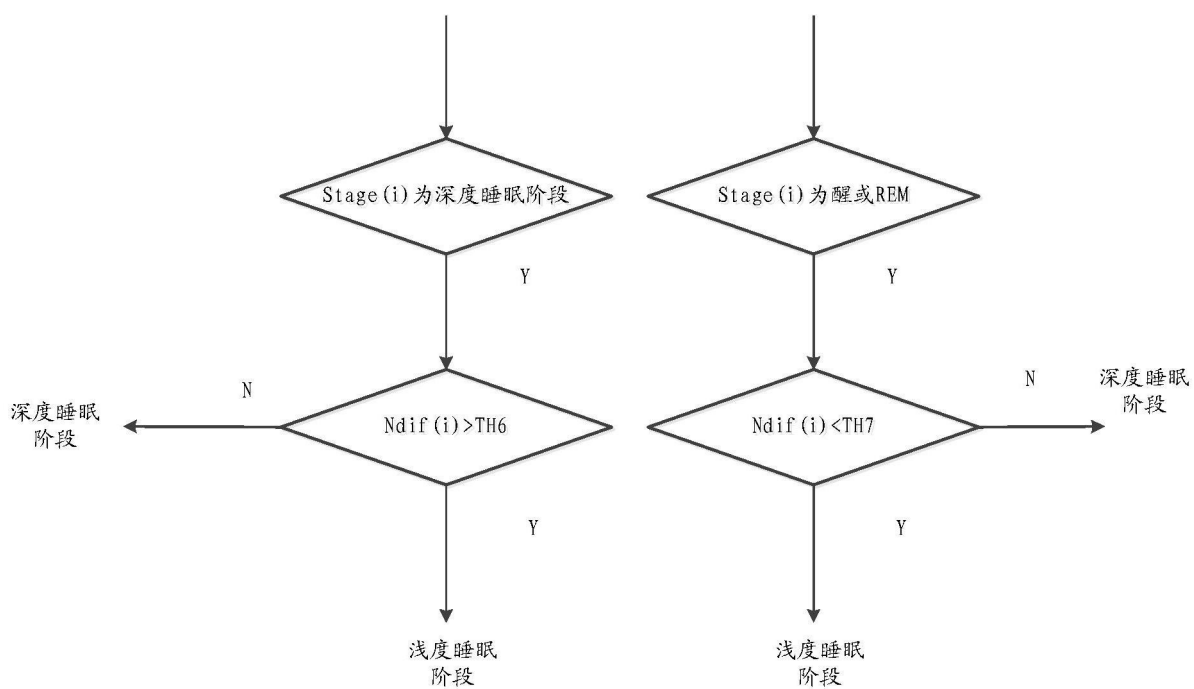


图7

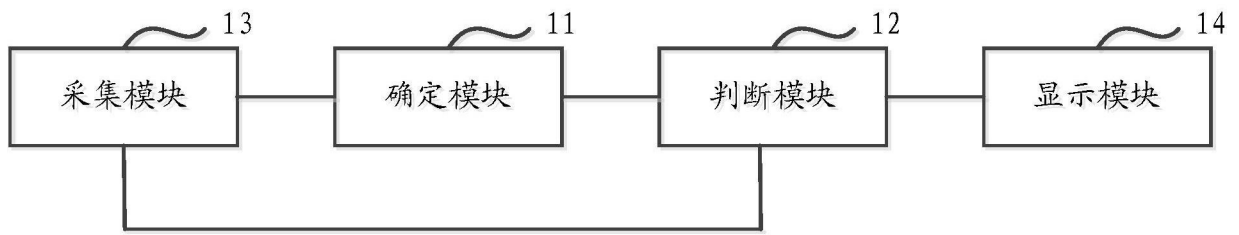


图8