



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108392176 A

(43)申请公布日 2018.08.14

(21)申请号 201710069117.9

(22)申请日 2017.02.08

(71)申请人 上海跃扬医疗科技有限公司

地址 201203 上海市浦东新区郭守敬路199号107室

(72)发明人 杨树臣 严加勇

(74)专利代理机构 上海德昭知识产权代理有限公司 31204

代理人 郁旦蓉

(51) Int. Cl.

A61B 5/00(2006.01)

A61B 5/11(2006.01)

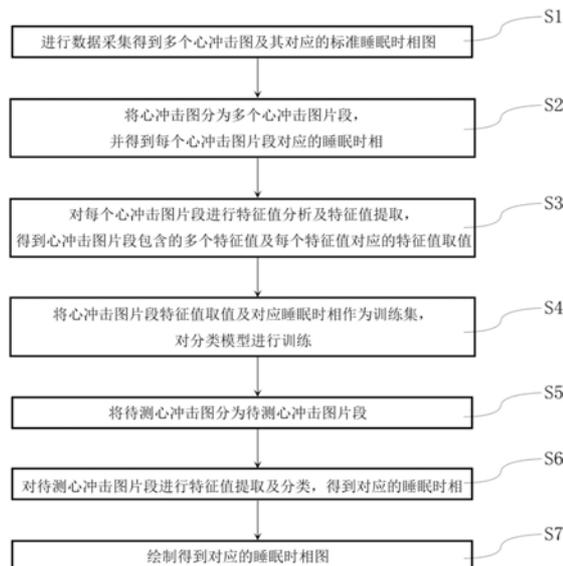
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种基于心冲击信号采集的睡眠结构检测方法

(57)摘要

本发明提供了一种基于心冲击信号采集的睡眠结构检测方法,用于心冲击图转换为睡眠时相图从而让心冲击信号采集设备能够进行睡眠结构检测,包括如下步骤:步骤S1,进行数据采集得到多个心冲击图及其对应的标准睡眠时相图;步骤S2,将心冲击图分为多个心冲击图片段,得到每个心冲击图片段对应的睡眠时相;步骤S3,对每个心冲击图片段进行特征值分析及特征值提取,得到心冲击图片段包含的多个特征值及每个特征值对应的特征值取值;步骤S4,将心冲击图片段特征值取值及对应睡眠时相作为训练集,对分类模型进行训练;步骤S5,采集得到待测心冲击图,将其分为待测心冲击图片段;步骤S6,对待测心冲击图片段进行特征值提取及分类,得到对应的睡眠时相;步骤S7,绘制得到对应的睡眠时相图。



1. 一种基于心冲击信号采集的睡眠结构检测方法,用于将心冲击信号采集设备采集得到的心冲击图转换为对应的睡眠时相图从而让该心冲击信号采集设备能够对人体进行睡眠结构检测,其特征在于,包括如下步骤:

步骤S1,采用所述心冲击信号采集设备对多个人体的睡眠过程进行数据采集得到多个心冲击图,同时采用多导睡眠记录仪对所述多个人体进行数据采集得到与所述心冲击图分别对应的睡眠时相图作为标准睡眠时相图;

步骤S2,按照预定的时间间隔将所述心冲击图分为多个心冲击图片段,同时按照相同的时间间隔将所述标准睡眠时相图划分为与所述心冲击图片段一一对应的标准睡眠时相图片段,并提取所述标准睡眠时相图片段中的睡眠时相信息,得到每个所述心冲击图片段对应的睡眠时相;

步骤S3,对每个所述心冲击图片段进行特征值分析及特征值提取,得到所述心冲击图片段包含的多个特征值及每个特征值对应的特征值取值;

步骤S4,将所述心冲击图片段的所述特征值取值作为特征向量,以所述心冲击图片段及其对应的所述睡眠时相作为训练集对分类模型进行训练,得到训练后的分类模型;

步骤S5,采用所述心冲击信号采集设备对受测人员体的睡眠过程进行数据采集得到待测心冲击图,按照所述时间间隔将该待测心冲击图分为多个按时间顺序依次排列的待测心冲击图片段;

步骤S6,对所述待测心冲击图片段进行特征值提取得到对应的特征值取值,以该特征值取值作为特征向量,采用所述训练后的分类模型对所述待测心冲击图片段进行分类,得到每个所述待测心冲击图片段对应的睡眠时相;

步骤S7,将步骤S6得到的所述睡眠时相按照时间顺序依次绘制成睡眠时相点并依次连接,得到与所述待测心冲击图对应的睡眠时相图。

2. 根据权利要求1所述的基于心冲击信号采集的睡眠结构检测方法,其特征在于:其中,所述分类模型为模糊推理系统模型。

3. 根据权利要求1所述的基于心冲击信号采集的睡眠结构检测方法,其特征在于:其中,步骤S3中的所述特征值分析包括如下子步骤:

子步骤S3-1,采用预定算法得出所述心冲击图片段中的J波波峰值;

子步骤S3-2,根据子步骤3-1中得到的所述J波波峰值计算得到心率特征参数;

子步骤S3-3,采用主分量分析对所述心率特征参数进行降维分析,得到多个主分量成分;

子步骤S3-4,从子步骤S3-3中得到的所述主分量成分中选取预定数量的主分量成分作为所述特征值。

4. 根据权利要求3所述的基于心冲击信号采集的睡眠结构检测方法,其特征在于:其中,在子步骤S3-1中,所述预定算法为模板匹配法。

5. 根据权利要求3所述的基于心冲击信号采集的睡眠结构检测方法,其特征在于:其中,在子步骤S3-4中,所述预定数量为2。

6. 根据权利要求3所述的基于心冲击信号采集的睡眠结构检测方法,其特征在于:

其中,所述心率特征参数包括平均心率、心率标准差、心博间期标准差、相邻心博间期差值平均值、相邻心博间期差值平均值、相邻心博间期差值平均值方根、相邻心博间期差值

大于50毫秒的百分比、功率谱低频分量百分比、功率谱高频分量百分比以及功率谱高低频分量比值。

7. 根据权利要求1所述的基于心冲击信号采集的睡眠结构检测方法,其特征在于:
其中,所述预定时间间隔为15秒~45秒的任意时间间隔。

一种基于心冲击信号采集的睡眠结构检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种睡眠结构检测方法,具体涉及一种基于心冲击信号采集的睡眠结构检测方法。

背景技术

[0002] 现代医学中,人体的睡眠阶段可根据大脑活跃程度不同而划分为不同的时相,例如觉醒、快动眼(REM)和非快动眼(non-REM)。随着对睡眠结构研究的进一步加深,这些时相还可以进一步细分形成六个不同的睡眠时相。

[0003] 在人体的一个完整睡眠过程中,这些时相交替出现并持续不同的时长,将这些时相作为纵坐标,时间作为横坐标绘制所得到的就是反映人体睡眠结构的睡眠时相图,而对人体的睡眠情况进行检测来得到睡眠时相图的过程就是睡眠结构检测。睡眠时相图能够直观地反映人体的睡眠状况,进而反映人体的健康状况,对于一些疾病的及早发现和诊断是非常有益的。

[0004] 目前,医院进行专业的睡眠结构检测是通过多导睡眠记录仪来进行的。利用多导睡眠记录仪进行检测时,需要让受测人员躺在专用的检测床上进行睡眠,并在受测人员的身体上多处固定检测电极来检测各种生理信号,其检测过程较为繁琐,并且只能在医院进行,不适用于在家庭中对一般人群进行检测。

[0005] 为了让一般人群能够在家庭环境中更为容易地完成睡眠结构检测,现有技术中出现了多种睡眠检测设备,其原理与多导睡眠记录仪类似,仍是通过检测生理信号来得到睡眠时相图。这样的检测极易受到环境干扰,并且检测元件数量较少,也不能很好地反映睡眠时相。

[0006] 有研究表明,心率及相关参数能够更好地反映出睡眠时相,因此现有技术中也有较多通过检测心率及相关参数来进行睡眠结构检测的方法。但是,这些方法仍然需要利用安装在肢体上的传感器来获得心率信息,在睡眠时佩戴这样的传感器是较为不适的。

[0007] 另有研究表明,人体心脏泵血时所产生的冲击力能够使身体产生轻微运动,通过高灵敏传感器获取该运动的信号(即心冲击信号)并描记为波形图,就能够得到反映心脏机械活动的心冲击图。现代传感器技术的发展让心冲击信号的测量精度大大提升,并且心冲击信号测定时只需要将传感器安装在床垫的适当位置即可,具有无创、非接触和能够长期连续监测的优点。

[0008] 目前,现有技术中出现了一些利用心冲击信号采集技术进行睡眠结构检测的设备,但其检测方法均是基于对信号进行过滤、统计分析或模板匹配分析来进行的,其灵敏度和准确度均较低,只能实现三个睡眠时相的划分。

发明内容

[0009] 为解决上述问题,提供一种能够利用心冲击信号采集设备更为准确、灵敏地对人体进行睡眠结构检测的方法,本发明采用了如下技术方案:

[0010] 本发明提供了一种基于心冲击信号采集的睡眠结构检测方法,用于将心冲击信号采集设备采集得到的心冲击图转换为对应的睡眠时相图从而让该心冲击信号采集设备能够对人体进行睡眠结构检测,其特征在于,包括如下步骤:

[0011] 步骤S1,采用心冲击信号采集设备对多个人体的睡眠过程进行数据采集得到多个心冲击图,同时采用多导睡眠记录仪对多个人体进行数据采集得到与心冲击图分别对应的睡眠时相图作为标准睡眠时相图;

[0012] 步骤S2,按照预定的时间间隔将心冲击图分为多个心冲击图片段,同时按照相同的时间间隔将标准睡眠时相图划分为与心冲击图片段一一对应的标准睡眠时相图片段,并提取标准睡眠时相图片段中的睡眠时相信息,得到每个心冲击图片段对应的睡眠时相;

[0013] 步骤S3,对每个心冲击图片段进行特征值分析及特征值提取,得到心冲击图片段包含的多个特征值及每个特征值对应的特征值取值;

[0014] 步骤S4,将心冲击图片段的特征值取值作为特征向量,以心冲击图片段及其对应的睡眠时相作为训练集对分类模型进行训练,得到训练后的分类模型;

[0015] 步骤S5,采用心冲击信号采集设备对受测人员体的睡眠过程进行数据采集得到待测心冲击图,按照时间间隔将该待测心冲击图分为多个按时间顺序依次排列的待测心冲击图片段;

[0016] 步骤S6,对待测心冲击图片段进行特征值提取得到对应的特征值取值,以该特征值取值作为特征向量,采用训练后的分类模型对待测心冲击图片段进行分类,得到每个待测心冲击图片段对应的睡眠时相;

[0017] 步骤S7,将步骤S6得到的睡眠时相按照时间顺序依次绘制成睡眠时相点并依次连接,得到与待测心冲击图对应的睡眠时相图。

[0018] 本发明提供的基于心冲击信号采集的睡眠结构检测方法,还可以具有如下技术特征:

[0019] 其中,分类模型为模糊推理系统模型。

[0020] 本发明提供的基于心冲击信号采集的睡眠结构检测方法,还可以具有如下技术特征:

[0021] 其中,步骤S3中的特征值分析包括如下子步骤:

[0022] 子步骤S3-1,采用预定算法得出心冲击图片段中的J波波峰值;

[0023] 子步骤S3-2,根据子步骤S3-1中得到的J波波峰值计算得到心率特征参数;

[0024] 子步骤S3-3,采用主分量分析对心率特征参数进行降维分析,得到多个主分量成分;

[0025] 子步骤S3-4,从子步骤S3-3中得到的主分量成分中选取预定数量的主分量成分作为特征值。

[0026] 本发明提供的基于心冲击信号采集的睡眠结构检测方法,还可以具有如下技术特征:

[0027] 其中,在子步骤S3-1中,预定算法为模板匹配法。

[0028] 本发明提供的基于心冲击信号采集的睡眠结构检测方法,还可以具有如下技术特征:

[0029] 其中,在子步骤S3-4中,预定数量为2。

[0030] 本发明提供的基于心冲击信号采集的睡眠结构检测方法,还可以具有如下技术特征:

[0031] 其中,心率特征参数包括平均心率、心率标准差、心博间期标准差、相邻心博间期差值平均值、相邻心博间期差值平均值、相邻心博间期差值平均值方根、相邻心博间期差值大于50毫秒的百分比、功率谱低频分量百分比、功率谱高频分量百分比以及功率谱高低频分量比值。

[0032] 本发明提供的基于心冲击信号采集的睡眠结构检测方法,还可以具有如下技术特征:

[0033] 其中,预定时间间隔为15秒~45秒的任意时间间隔。

[0034] 发明作用与效果

[0035] 根据本发明的基于心冲击信号采集的睡眠结构检测方法,由于将心冲击图和对应的标准睡眠时相图按相同的时间间隔划分,并用划分后得到的片段所包含的特征值取值及对应的睡眠时相作为训练集对分类模型进行训练,因而能够将不同的心冲击图片段与睡眠时相一一对应并形成睡眠时相图。因此,本发明的方法能够完成心冲击图到睡眠时相图的转换,采用本发明的方法就能够利用心冲击信号采集设备在对人体进行心冲击信号采集的同时实现睡眠结构检测。

附图说明

[0036] 图1为本发明的基于心冲击信号采集的睡眠结构检测方法的流程图;图2为心冲击图中的J波波峰示意图;

[0037] 图3为心冲击图对应的平均心率图;

[0038] 图4为采用模糊推理系统模型进行分类的过程示意图;

[0039] 图5为采用本发明的基于心冲击信号采集的睡眠结构检测方法对受测人员进行睡眠结构检测所得到的睡眠时相图;

[0040] 图6为图5的同一受测人员在同一睡眠过程中采用多导睡眠记录仪进行睡眠结构检测所得到的睡眠时相图。

具体实施方式

[0041] 以下结合附图及实施例来说明本发明的具体实施方式。

[0042] <实施例>

[0043] 图1为本发明的基于心冲击信号采集的睡眠结构检测方法的流程图。

[0044] 如图1所示,本发明的基于心冲击信号采集的睡眠结构检测方法包括如下几个步骤。

[0045] 步骤S1,采用心冲击信号采集设备对多个人体的睡眠过程进行数据采集得到多个心冲击图,同时采用多导睡眠记录仪对多个人体进行数据采集得到与心冲击图分别对应的睡眠时相图作为标准睡眠时相图。

[0046] 在步骤S1中,心冲击信号采集设备直接得到的是人体的实时心冲击信号,在得到这些实时心冲击信号后需要进行一定的处理来得到相应的心冲击图,这些处理包括如下子步骤:

[0047] 子步骤S1-1,对实时心冲击信号进行滤波,去除其所包含的噪音,该滤波采用截止频率为0~20Hz的低通滤波电路来进行;

[0048] 子步骤S1-2,对滤波后的实时心冲击信号进行带通滤波,提取得到心动信号,该带通滤波的范围为2Hz~15Hz;

[0049] 子步骤S1-3,对带通滤波后的实时心冲击信号进行描记,即可得到心冲击图。

[0050] 步骤S2,得到心冲击图和以后,按照预定的时间间隔将心冲击图分为多个心冲击图片段,同时按照相同的时间间隔将标准睡眠时相图划分为与心冲击图片段一一对应的标准睡眠时相图片段。然后,提取标准睡眠时相图片段中的睡眠时相信息,得到每个心冲击图片段对应的睡眠时相。

[0051] 在本实施例中,上述预定的时间间隔为30秒。由于人体的一次睡眠过程通常持续6~8小时,而上述预定的时间间隔远远小于该睡眠过程,因此该时间间隔能够将标准睡眠时相图进行十分细致的划分,让得到的每个标准睡眠时相图片段中的睡眠时相均是唯一的,所以实际上每个心冲击图片段所对应的睡眠时相也是唯一的。

[0052] 步骤S3,对步骤S2所得到的每个心冲击图片段进行特征值分析及特征值提取,得到心冲击图片段包含的多个特征值及每个特征值对应的特征值取值。

[0053] 其中,特征值分析采用主分量分析的手段,主要包括如下子步骤:

[0054] 子步骤S3-1,采用预定算法得出心冲击图片段中的J波波峰值,该预定算法为模板匹配法,即将心冲击图片段中的波谱与标准的心冲击图J波波峰进行模板匹配,从而找出其中的全部J波波峰以及每个J波波峰出现的时间点;

[0055] 子步骤S3-2,根据子步骤3-1中得到的J波波峰值计算得到心率特征参数,该J波波峰值在此处指每个J波波峰出现的时间点,由于J波波峰与心脏机械运动直接相关,因此可以认为每个J波波峰出现的时间点心脏都正好进行了一次搏动;

[0056] 子步骤S3-3,采用主分量分析对心率特征参数进行降维分析,得到多个主分量成分;

[0057] 子步骤S3-4,从子步骤S3-3中得到的主分量成分中选取预定数量的主分量成分作为特征值。在本实施例中,该预定数量为2。

[0058] 上述步骤中,心率特征参数是指与心脏活动相关并且能够反映心脏变异性的参数,包括但不限于平均心率、心率标准差、心博间期标准差、相邻心博间期差值平均值、相邻心博间期差值平均值、相邻心博间期差值平均值方根、相邻心博间期差值大于50毫秒的百分比、功率谱低频分量百分比、功率谱高频分量百分比以及功率谱高低频分量比值。

[0059] 对心率特征参数进行分析时,将步骤S2得到的所有心冲击图片段及其包含的相应心率特征参数均作为主分量分析的源数据,得到这些心率特征参数在特征向量的空间的几个投影,即主分量成分。另外,在得到这些主分量成分的同时,也得到了从心率特征参数计算得到这些主分量成分的计算方法(例如相应的计算函数)。

[0060] 图2为心冲击图中的J波波峰示意图。

[0061] 如图2所示,心冲击图中包含多个J波波峰,每个J波波峰均与心脏搏动对应,因而可以认为一次J波波峰等同于一次心脏跳动。因此,根据J波波峰就可以得出心脏跳动的频率,也就是心率。

[0062] 图3为心冲击图对应的平均心率图。

[0063] 图3为根据步骤S3-1中所得出心冲击图片段中的J波波峰值绘制而成。即,计算得到每个心冲击图片段中的J波波峰出现次数,并将该次数除以时间来得到该时间段内的平均心率,随后将平均心率按照时间顺序依次进行描绘,从而形成平均心率图。如图3所示,根据J波波峰能够很好地获得反映整个睡眠过程中平均心率波动的平均心率图,说明J波波峰与心脏活动是能够对应的。

[0064] 步骤S4,将心冲击图片段的特征值取值作为特征向量,以心冲击图片段及其对应的睡眠时相作为训练集对分类模型进行训练,得到训练后的分类模型。其中,该分类模型为模糊推理系统模型,其具体的训练及后续应用均通过相应分析软件的工具箱来进行。

[0065] 图4为采用模糊推理系统模型进行分类的过程示意图。

[0066] 如图4所示,向模糊推理系统模型中输入作为特征向量的特征值(也就是步骤S3-4所得到的两个主分量成分,该两个主分量成分分别记为主分量1、主分量2),然后该模型能够根据输入的特征向量建立隶属函数,随后建立相应的模糊规则(以 π 表示)、进行规一化处理得到不同的规一化参数(以 N 表示),并得到不同的常系数(以 c 表示)。在训练过程中,模糊推理系统模型会依据输入的参考值(在本实施例中为对应的睡眠时相)对上述隶属函数、模糊规则等进行不断的调整。在训练集的训练结束后,这些调整也相应地结束,模糊推理系统模型中的规则、参数均能够反映出特征向量与睡眠时相的对应关系,因此向其中输入新的特征向量时,该模型就能够自动且准确地得出相应的睡眠时相了。

[0067] 步骤S5,采用心冲击信号采集设备对受测人员的睡眠过程进行数据采集得到待测心冲击图,按照时间间隔将该待测心冲击图分为多个按时间顺序依次排列的待测心冲击图片段;

[0068] 步骤S6,对待测心冲击图片段进行特征值提取得到对应的特征值取值,以该特征值取值作为特征向量,采用训练后的分类模型对待测心冲击图片段进行分类,得到每个待测心冲击图片段对应的睡眠时相;

[0069] 步骤S7,将步骤S6得到的睡眠时相按照时间顺序依次绘制成睡眠时相点并依次连接,得到与待测心冲击图对应的睡眠时相图。

[0070] 图5为采用本发明的基于心冲击信号采集的睡眠结构检测方法对受测人员进行睡眠结构检测所得到的睡眠时相图,图6为同一受测人员在同一睡眠过程中采用多导睡眠记录仪进行睡眠结构检测所得到的睡眠时相图。

[0071] 图5及图6中,纵坐标Wake、REM、N1、N2、N3和N4分别代表了六个睡眠时相,其睡眠深度依次递增;横坐标表示睡眠的时间进程,其单位为半分钟,也就是30秒。

[0072] 如图5所示,本发明的方法能够得到反映六个睡眠时相的睡眠时相图,且其中的睡眠结构与图6中多导睡眠记录仪的结果相近,说明采用本发明的方法能够从心冲击图转换得到对应的睡眠时相图,并且转换结果准确,能够作为睡眠结构的检测方法应用。

[0073] 实施例作用与效果

[0074] 根据本实施例的基于心冲击信号采集的睡眠结构检测方法,由于将心冲击图和对应的标准睡眠时相图按相同的时间间隔划分,并用划分后得到的片段所包含的特征值取值及对应的睡眠时相作为训练集对分类模型进行训练,因而能够将不同的心冲击图片段与睡眠时相一一对应并形成睡眠时相图。因此,本实施例的方法能够完成心冲击图到睡眠时相图的转换,采用本实施例的方法就能够利用心冲击信号采集设备在对人体进行心冲击信号

采集的同时实现睡眠结构检测。

[0075] 另外,本实施例采用了30秒的预定时间间隔对心冲击图及标准睡眠时相图进行划分,使每个心冲击图片段所对应的睡眠时相唯一,因而让心冲击图片段与睡眠时相的对应关系更加准确,进而让心冲击图与睡眠时相图的转换也更加准确。

[0076] 本实施例的特征值分析采用了主分量分析的手段,因而能够达到很好的降维效果,减少数据冗余,减少数据处理的工作量;本实施例的分类模型采用了模糊推理系统模型,该分类模型简单有效,因而能进一步减少数据处理的工作量。

[0077] 上述实施例仅仅用于说明本发明的具体实施方式,本发明的基于心冲击信号采集的睡眠结构检测方法不限于上述实施例所描述的范围。

[0078] 例如,上述实施例中采用了30秒的预定时间间隔对心冲击图及标准睡眠时相图进行划分,但在本发明中,该时间间隔也可以是15秒~45秒之间的任意时间间隔,这些时间间隔均能够让心冲击图片段与睡眠时相准确地对应。

[0079] 上述实施例中,心冲击信号采用了2Hz~15Hz的带通滤波来获得心动信号,并由此获得反映心脏搏动的J波波峰,进而得到心率特征参数并将用来进行特征值分析及特征值提取。但在本发明中,也可以对心冲击信号进行0.1Hz~1Hz的带通滤波来获得呼吸信号,并将该呼吸信号形成相应的呼吸频率,进一步将呼吸频率及其相关参数与心率特征参数同时用来进行特征值分析及特征值提取,这样的做法增大了数据处理的工作量,但能够让结果更加准确可信。

[0080] 另外,上述实施例的J波波峰值采用模板匹配法得出,但该J波波峰值也可以采用其他能够识别波形的算法得出;上述实施例的特征值分析采用了主分量分析法,但在本发明中该特征值分析也可以采用其他的方法,只要能够对心率特征参数进行降维,减少数据冗余即可;上述实施例的分类模型采用了模糊推理系统模型,但在本发明中该分类模型也可以采用其他分类模型,例如SVM分类器。

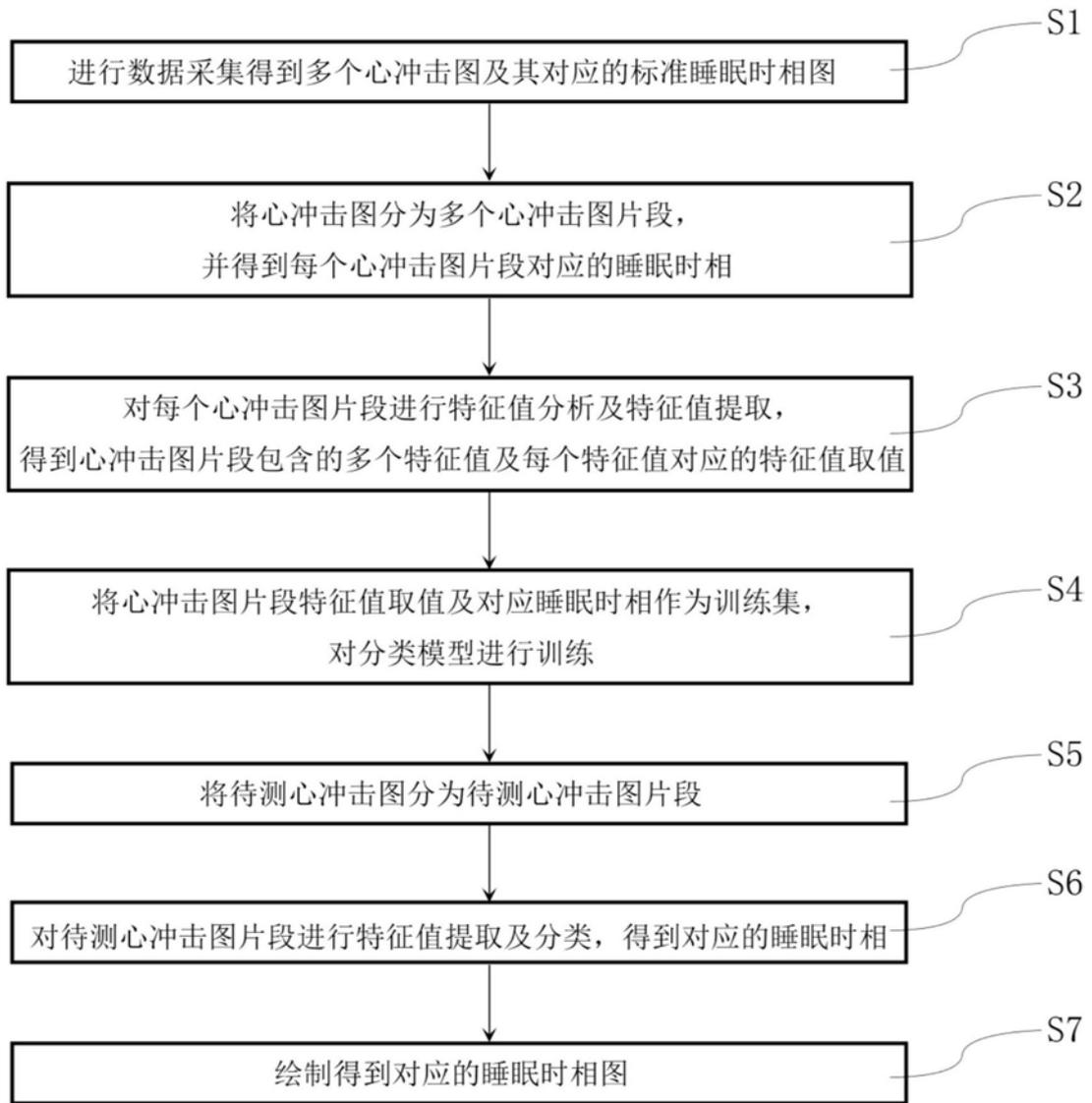


图1

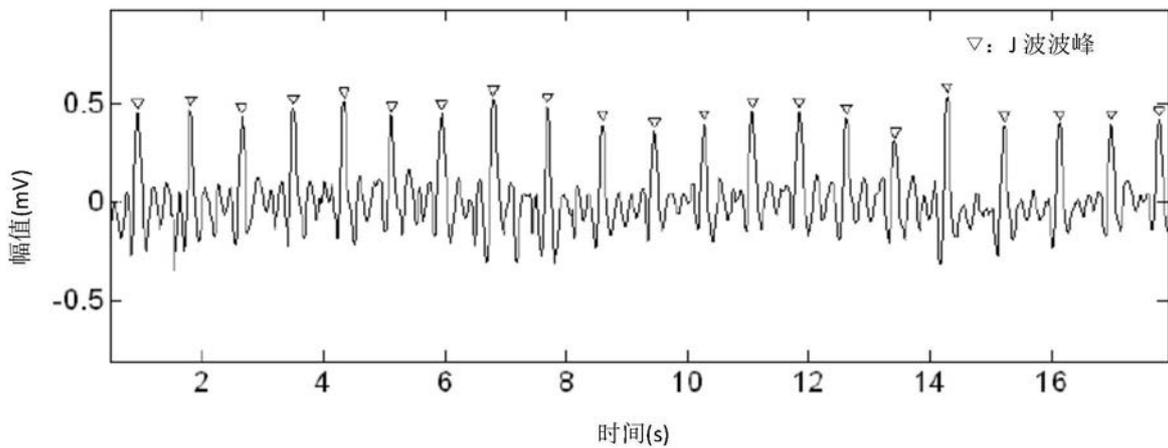


图2

专利名称(译)	一种基于心冲击信号采集的睡眠结构检测方法		
公开(公告)号	CN108392176A	公开(公告)日	2018-08-14
申请号	CN2017110069117.9	申请日	2017-02-08
[标]发明人	杨树臣 严加勇		
发明人	杨树臣 严加勇		
IPC分类号	A61B5/00 A61B5/11		
CPC分类号	A61B5/1102 A61B5/4812 A61B5/7235 A61B5/7264 A61B5/7271		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供了一种基于心冲击信号采集的睡眠结构检测方法，用于心冲击图转换为睡眠时相图从而让心冲击信号采集设备能够进行睡眠结构检测，包括如下步骤：步骤S1，进行数据采集得到多个心冲击图及其对应的标准睡眠时相图；步骤S2，将心冲击图分为多个心冲击图片段，得到每个心冲击图片段对应的睡眠时相；步骤S3，对每个心冲击图片段进行特征值分析及特征值提取，得到心冲击图片段包含的多个特征值及每个特征值对应的特征值取值；步骤S4，对分类模型进行训练；步骤S5，采集得到待测心冲击图，将其分为待测心冲击图片段；步骤S6，对待测心冲击图片段进行特征值提取及分类，得到对应的睡眠时相；步骤S7，绘制得到对应的睡眠时相图。

