



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109350050 B

(45) 授权公告日 2021.08.17

(21) 申请号 201811383169.4

(22) 申请日 2018.11.20

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109350050 A

(43) 申请公布日 2019.02.19

(73) 专利权人 锐捷网络股份有限公司
地址 350002 福建省福州市仓山区金山大道618号桔园洲工业园19#楼

(72) 发明人 李月平

(51) Int. Cl.
A61B 5/318 (2021.01)
A61B 5/346 (2021.01)
A61B 5/349 (2021.01)
A61B 5/0205 (2006.01)
A61B 5/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 108606798 A, 2018.10.02
CN 107137071 A, 2017.09.08
CN 107951485 A, 2018.04.24
CN 104382582 A, 2015.03.04
CN 108606798 A, 2018.10.02
JP 6077343 B2, 2017.02.08
EP 3247272 A1, 2017.11.29
US 9220427 B2, 2015.12.29

廖媛. 基于BCG信号实时心率检测系统的设计与实现.《中国优秀硕士论文电子期刊》.2015,
王艳华. 基于CPLD的心冲击图信号实时处理方法研究.《中国优秀硕士论文电子期刊》.2013,
将芳芳等. 基于云模型的体震信号智能诊断方法.《东北大学学报》.2015,

审查员 张晓梦

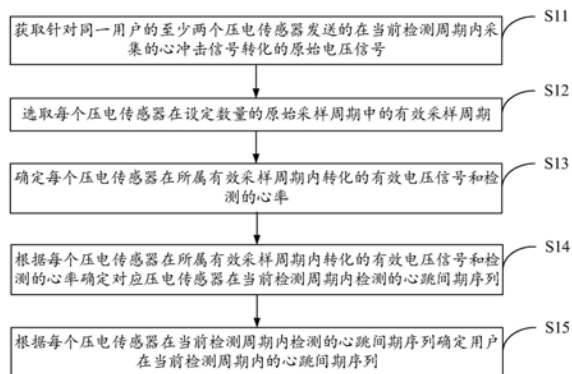
权利要求书7页 说明书16页 附图2页

(54) 发明名称

心跳间期检测方法及装置

(57) 摘要

本发明公开了一种心跳间期检测方法及装置,该方法包括:通过获取针对同一用户的至少两个压电传感器发送的在当前检测周期内采集的心冲击信号转化的原始电压信号,所述当前检测周期包括设定数量的原始采样周期;选取每个压电传感器在所述设定数量的原始采样周期中的有效采样周期;确定每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号和检测的心率;根据每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号和检测的心率确定对应压电传感器在所述当前检测周期内检测的心跳间期序列;根据每个压电传感器在所述当前检测周期内检测的心跳间期序列确定所述用户在所述当前检测周期内的心跳间期序列。该方案准确性好,鲁棒性高。



1. 一种心跳间期检测方法,其特征在于,包括:

获取针对同一用户的至少两个压电传感器发送的在当前检测周期内采集的心冲击信号转化的原始电压信号,所述当前检测周期包括设定数量的原始采样周期;

选取每个压电传感器在所述设定数量的原始采样周期中的有效采样周期;

确定每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号和检测的心率;

根据每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号和检测的心率确定对应压电传感器在所述当前检测周期内检测的心跳间期序列;

根据每个压电传感器在所述当前检测周期内检测的心跳间期序列确定所述用户在所述当前检测周期内的心跳间期序列。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,选取每个压电传感器在所述设定数量的原始采样周期中的有效采样周期,具体包括:

针对每个压电传感器的每个原始采样周期,执行:

获取当前压电传感器在当前原始采样周期内转化的原始电压信号;

计算所述当前压电传感器在所述当前原始采样周期内转化的原始电压信号的第一标准差;

确定所述第一标准差是否大于第一阈值;

若确定所述第一标准差大于所述第一阈值,则确定所述用户在所述当前原始采样周期内处于非离开状态;若确定所述第一标准差小于或等于所述第一阈值,则确定所述用户在所述当前原始采样周期内处于疑似离开状态,计算所述当前压电传感器在所述当前原始采样周期内转化的原始电压信号的自相关值,确定所述自相关值是否大于第二阈值,若确定所述自相关值大于所述第二阈值,则确定所述用户在所述当前原始采样周期内处于非离开状态;

确定所述当前压电传感器在所述当前原始采样周期内转化的原始电压信号是否接近饱和;

若确定所述当前压电传感器在所述当前原始采样周期内转化的原始电压信号接近饱和,则确定所述用户在所述当前原始采样周期内处于体动状态;若确定所述当前压电传感器在所述当前原始采样周期内转化的原始电压信号未接近饱和,则确定所述用户在所述当前原始采样周期内处于疑似体动状态,确定所述自相关值是否大于第三阈值,若确定所述自相关值大于所述第三阈值,则确定所述用户在所述当前原始采样周期内处于非体动状态,所述第三阈值大于所述第二阈值;

确定所述用户处于非体动状态的所述当前原始采样周期为所述当前压电传感器的有效采样周期。

3. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,确定每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号和检测的心率,具体包括:

对每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的原始电压信号进行预处理,得到对应压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号;

根据每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号确定对应压电传感器在所属有效采样周期内检测的心率。

4. 如权利要求3所述的方法,其特征在于,对每个压电传感器在所属有效采样周期内转

化的原始电压信号进行预处理,得到对应压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号,具体包括:

分别利用直方图和小波变换剔除每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的原始电压信号中的波动干扰和毛刺干扰,得到对应压电传感器在所属有效采样周期内转化的候选有效电压信号;

将每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的候选有效电压信号进行小波滤波,得到对应压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号。

5.如权利要求3所述的方法,其特征在于,根据每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号确定对应压电传感器在所属有效采样周期内检测的心率,具体包括:

将每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号进行拼接;

将每个压电传感器在所属有效采样周期内拼接后的有效电压信号进行傅里叶变换,得到对应压电传感器在所属有效采样周期内拼接的有效电压信号的频域信号;

根据每个压电传感器在所属有效采样周期内拼接的有效电压信号及其频域信号计算对应压电传感器在所属有效采样周期内检测的心率。

6.如权利要求1-5任一所述的方法,其特征在于,根据每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号和检测的心率确定对应压电传感器在所述当前检测周期内检测的心跳间期序列,具体包括:

在所述当前检测周期内以第一设定步长移动滑动分析窗,所述滑动分析窗的长度为第一时长,所述第一设定步长小于所述第一时长;

选取所述滑动分析窗每次停留时段的中点时刻的有效电压信号作为候选采样点;

从所述候选采样点中筛选出每个压电传感器的选定采样点;

根据每个压电传感器在所属有效采样周期内检测的心率计算对应压电传感器在对应选定采样点的局部心跳间期、J波波峰位置和对应的估计量;

根据每个压电传感器在对应选定采样点的局部心跳间期、J波波峰位置和对应的估计量得到对应压电传感器在所述当前检测周期内检测的心跳间期序列。

7.如权利要求6所述的方法,其特征在于,从所述候选采样点中筛选出每个压电传感器的选定采样点,具体包括:

针对每个压电传感器的每个候选采样点,执行:

计算当前压电传感器的当前候选采样点对应的滑动分析窗内转化的有效电压信号的第二标准差;

确定所述第二标准差是否小于或等于自适应体动阈值;

若所述第二标准差小于或等于所述自适应体动阈值,则确定所述当前候选采样点为所述当前压电传感器的选定采样点。

8.如权利要求6所述的方法,其特征在于,根据每个压电传感器在所属有效采样周期内检测的心率计算对应压电传感器在对应选定采样点的局部心跳间期、J波波峰位置和对应的估计量,具体包括:

针对每个压电传感器的每个选定采样点,执行:

根据当前压电传感器在当前选定采样点归属的有效采样周期内检测的心率确定可能心跳间期;

计算各个可能心跳间期对应的估计量；

将最大的估计量对应的可能心跳间期确定为所述当前选定采样点的局部心跳间期；

将最大的估计量作为所述当前选定采样点的局部心跳间期对应的估计量；

将所述当前选定采样点对应的滑动分析窗以所述当前选定采样点为中心分为左窗口和右窗口，分别对所述左窗口和所述右窗口从左端开始的相同时刻的两个有效电压信号取均值，将最大的均值对应的且位于所述右窗口的有效电压信号确定为所述当前选定采样点的J波波峰位置。

9. 如权利要求8所述的方法，其特征在于，计算各个可能心跳间期对应的估计量，具体包括：

针对每个可能心跳间期，执行：

将当前可能心跳间期与压电传感器的采样率相乘，得到所述当前可能心跳间期对应的第二设定时长；

确定位于所述当前选定采样点两侧、且在所述第二设定时长内包括的有效电压信号的互相关值和平均幅度差；

将所述互相关值除以所述平均幅度差，得到所述当前可能心跳间期对应的估计量。

10. 如权利要求6所述的方法，其特征在于，根据每个压电传感器在对应选定采样点的局部心跳间期、J波波峰位置和对应的估计量得到对应压电传感器在所述当前检测周期内检测的心跳间期序列，具体包括：

针对每个压电传感器，执行：

将当前压电传感器在各个选定采样点的J波波峰位置按照时间先后顺序排序，得到J波波峰位置序列；

使用归类池对所述J波波峰位置序列中的J波波峰位置进行归类，并计算归类后的J波波峰位置的中值、局部心跳间期的中值和对应估计量的中值；

将归类后的J波波峰位置的中值、局部心跳间期的中值和对应的估计量的中值按照J波波峰位置的时间先后顺序排序，得到所述当前压电传感器在所述当前检测周期内的心跳间期序列。

11. 如权利要求6所述的方法，其特征在于，根据每个压电传感器在所述当前检测周期内检测的心跳间期序列确定所述用户在所述当前检测周期内的心跳间期序列，具体包括：

计算每个压电传感器在所述当前检测周期内检测的心跳间期序列的标准差与熵的乘积倒数，得到对应压电传感器在所述当前检测周期内检测的心跳间期序列的质量值；

将质量值大于设定阈值的心跳间期序列确定为候选心跳间期序列；

将各个候选心跳间期序列中的J波波峰位置按照时间先后顺序排序，得到J波波峰位置序列；

使用归类池对所述J波波峰位置序列中的J波波峰位置进行归类，并计算归类后的J波波峰位置的中值、局部心跳间期的中值和对应估计量的中值；

将归类后的J波波峰位置的中值、局部心跳间期的中值和对应的估计量的中值按照J波波峰位置的时间先后顺序排序，得到所述用户在所述当前检测周期内检测的心跳间期序列。

12. 如权利要求10或11所述的方法，其特征在于，使用归类池对所述J波波峰位置序列

中的J波波峰位置进行归类,并计算归类后的J波波峰位置的中值、局部心跳间期的中值和对应估计量的中值,具体包括:

计算所述J波波峰位置序列中各个J波波峰位置与前后相邻两个J波波峰位置的时间间隔;

取出前后相邻两个J波波峰位置的时间间隔之和最小的J波波峰位置放入所述归类池中;

将所述归类池中的J波波峰位置前后相邻两个J波波峰位置的时间间隔中的较小者对应的J波波峰位置放入所述归类池中,计算所述归类池中J波波峰位置的最大时间间隔,确定所述最大时间间隔是否大于或等于设定值,若确定所述时间间隔大于或等于所述设定值,则剔除最后放入所述归类池中的J波波峰位置,计算所述归类池中的J波波峰位置的中值、局部心跳间期的中值和对应的估计量的中值;

确定所述J波波峰位置序列是否为空,若所述J波波峰位置序列不为空,执行所述计算所述J波波峰位置序列中各个J波波峰位置与前后相邻两个J波波峰位置的时间间隔的步骤。

13. 一种心跳间期检测装置,其特征在于,包括:

获取模块,用于获取针对同一用户的至少两个压电传感器发送的在当前检测周期内采集的心冲击信号转化的原始电压信号,所述当前检测周期包括设定数量的原始采样周期;

选取模块,用于选取每个压电传感器在所述设定数量的原始采样周期中的有效采样周期;

第一确定模块,用于确定每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号和检测的心率;

第二确定模块,用于根据每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号和检测的心率确定对应压电传感器在所述当前检测周期内检测的心跳间期序列;

第三确定模块,用于根据每个压电传感器在所述当前检测周期内检测的心跳间期序列确定所述用户在所述当前检测周期内的心跳间期序列。

14. 如权利要求13所述的装置,其特征在于,所述选取模块,具体用于:

针对每个压电传感器的每个原始采样周期,执行:

获取当前压电传感器在当前原始采样周期内转化的原始电压信号;

计算所述当前压电传感器在所述当前原始采样周期内转化的原始电压信号的第一标准差;

确定所述第一标准差是否大于第一阈值;

若确定所述第一标准差大于所述第一阈值,则确定所述用户在所述当前原始采样周期内处于非离开状态;若确定所述第一标准差小于或等于所述第一阈值,则确定所述用户在所述当前原始采样周期内处于疑似离开状态,计算所述当前压电传感器在所述当前原始采样周期内转化的原始电压信号的自相关值,确定所述自相关值是否大于第二阈值,若确定所述自相关值大于所述第二阈值,则确定所述用户在所述当前原始采样周期内处于非离开状态;

确定所述当前压电传感器在所述当前原始采样周期内转化的原始电压信号是否接近饱和;

若确定所述当前压电传感器在所述当前原始采样周期内转化的原始电压信号接近饱和,则确定所述用户在所述当前原始采样周期内处于体动状态;若确定所述当前压电传感器在所述当前原始采样周期内转化的原始电压信号未接近饱和,则确定所述用户在所述当前原始采样周期内处于疑似体动状态,确定所述自相关值是否大于第三阈值,若确定所述自相关值大于所述第三阈值,则确定所述用户在所述当前原始采样周期内处于非体动状态,所述第三阈值大于所述第二阈值;

确定所述用户处于非体动状态的所述当前原始采样周期为所述当前压电传感器的有效采样周期。

15. 如权利要求13所述的装置,其特征在在于,所述第一确定模块,具体用于:

对每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的原始电压信号进行预处理,得到对应压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号;

根据每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号确定对应压电传感器在所属有效采样周期内检测的心率。

16. 如权利要求15所述的装置,其特征在在于,所述第一确定模块,用于对每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的原始电压信号进行预处理,得到对应压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号,具体用于:

分别利用直方图和小波变换剔除每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的原始电压信号中的波动干扰和毛刺干扰,得到对应压电传感器在所属有效采样周期内转化的候选有效电压信号;

将每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的候选有效电压信号进行小波滤波,得到对应压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号。

17. 如权利要求15所述的装置,其特征在在于,所述第一确定模块,用于根据每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号确定对应压电传感器在所属有效采样周期内检测的心率,具体用于:

将每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号进行拼接;

将每个压电传感器在所属有效采样周期内拼接后的有效电压信号进行傅里叶变换,得到对应压电传感器在所属有效采样周期内拼接的有效电压信号的频域信号;

根据每个压电传感器在所属有效采样周期内拼接的有效电压信号及其频域信号计算对应压电传感器在所属有效采样周期内检测的心率。

18. 如权利要求13-17任一所述的装置,其特征在在于,所述第二确定模块,具体用于:

在所述当前检测周期内以第一设定步长移动滑动分析窗,所述滑动分析窗的长度为第一时长,所述第一设定步长小于所述第一时长;

选取所述滑动分析窗每次停留时段的中点时刻的有效电压信号作为候选采样点;

从所述候选采样点中筛选出每个压电传感器的选定采样点;

根据每个压电传感器在所属有效采样周期内检测的心率计算对应压电传感器在对应选定采样点的局部心跳间期、J波波峰位置和对应的估计量;

根据每个压电传感器在对应选定采样点的局部心跳间期、J波波峰位置和对应的估计量得到对应压电传感器在所述当前检测周期内检测的心跳间期序列。

19. 如权利要求18所述的装置,其特征在在于,所述第二确定模块,用于从所述候选采样

点中筛选出每个压电传感器的选定采样点,具体用于:

针对每个压电传感器的每个候选采样点,执行:

计算当前压电传感器的当前候选采样点对应的滑动分析窗内转化的有效电压信号的第二标准差;

确定所述第二标准差是否小于或等于自适应体动阈值;

若所述第二标准差小于或等于所述自适应体动阈值,则确定所述当前候选采样点为所述当前压电传感器的选定采样点。

20. 如权利要求18所述的装置,其特征在于,所述第二确定模块,用于根据每个压电传感器在所属有效采样周期内检测的心率计算对应压电传感器在对应选定采样点的局部心跳间期、J波波峰位置和对应的估计量,具体用于:

针对每个压电传感器的每个选定采样点,执行:

根据当前压电传感器在当前选定采样点归属的有效采样周期内检测的心率确定可能心跳间期;

计算各个可能心跳间期对应的估计量;

将最大的估计量对应的可能心跳间期确定为所述当前选定采样点的局部心跳间期;

将最大的估计量作为所述当前选定采样点的局部心跳间期对应的估计量;

将所述当前选定采样点对应的滑动分析窗以所述当前选定采样点为中心分为左窗口和右窗口,分别对所述左窗口和所述右窗口从左端开始的相同时刻的两个有效电压信号取均值,将最大的均值对应的且位于所述右窗口的有效电压信号确定为所述当前选定采样点的J波波峰位置。

21. 如权利要求20所述的装置,其特征在于,所述第二确定模块,用于计算各个可能心跳间期对应的估计量,具体用于:

针对每个可能心跳间期,执行:

将当前可能心跳间期与压电传感器的采样率相乘,得到所述当前可能心跳间期对应的第二设定时长;

确定位于所述当前选定采样点两侧、且在所述第二设定时长内包括的有效电压信号的互相关值和平均幅度差;

将所述互相关值除以所述平均幅度差,得到所述当前可能心跳间期对应的估计量。

22. 如权利要求18所述的装置,其特征在于,所述第二确定模块,用于根据每个压电传感器在对应选定采样点的局部心跳间期、J波波峰位置和对应的估计量得到对应压电传感器在所述当前检测周期内检测的心跳间期序列,具体用于:

针对每个压电传感器,执行:

将当前压电传感器在各个选定采样点的J波波峰位置按照时间先后顺序排序,得到J波波峰位置序列;

使用归类池对所述J波波峰位置序列中的J波波峰位置进行归类,并计算归类后的J波波峰位置的中值、局部心跳间期的中值和对应估计量的中值;

将归类后的J波波峰位置的中值、局部心跳间期的中值和对应的估计量的中值按照J波波峰位置的时间先后顺序排序,得到所述当前压电传感器在所述当前检测周期内的心跳间期序列。

23. 如权利要求18所述的装置,其特征在于,所述第三确定模块,具体用于:

计算每个压电传感器在所述当前检测周期内检测的心跳间期序列的标准差与熵的乘积倒数,得到对应压电传感器在所述当前检测周期内检测的心跳间期序列的质量值;

将质量值大于设定阈值的心跳间期序列确定为候选心跳间期序列;

将各个候选心跳间期序列中的J波波峰位置按照时间先后顺序排序,得到J波波峰位置序列;

使用归类池对所述J波波峰位置序列中的J波波峰位置进行归类,并计算归类后的J波波峰位置的中值、局部心跳间期的中值和对应估计量的中值;

将归类后的J波波峰位置的中值、局部心跳间期的中值和对应的估计量的中值按照J波波峰位置的时间先后顺序排序,得到所述用户在所述当前检测周期内检测的心跳间期序列。

24. 如权利要求22或23所述的装置,其特征在于,所述第二确定模块或者所述第三确定模块,用于使用归类池对所述J波波峰位置序列中的J波波峰位置进行归类,并计算归类后的J波波峰位置的中值、局部心跳间期的中值和对应估计量的中值,具体用于:

计算所述J波波峰位置序列中各个J波波峰位置与前后相邻两个J波波峰位置的时间间隔;

取出前后相邻两个J波波峰位置的时间间隔之和最小的J波波峰位置放入所述归类池中;

将所述归类池中的J波波峰位置前后相邻两个J波波峰位置的时间间隔中的较小者对应的J波波峰位置放入所述归类池中,计算所述归类池中J波波峰位置的最大时间间隔,确定所述最大时间间隔是否大于或等于设定值,若确定所述时间间隔大于或等于所述设定值,则剔除最后放入所述归类池中的J波波峰位置,计算所述归类池中的J波波峰位置的中值、局部心跳间期的中值和对应的估计量的中值;

确定所述J波波峰位置序列是否为空,若所述J波波峰位置序列不为空,执行所述计算所述J波波峰位置序列中各个J波波峰位置与前后相邻两个J波波峰位置的时间间隔的步骤。

心跳间期检测方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及计算机技术领域,尤指一种心跳间期检测方法及装置。

背景技术

[0002] 心跳间期是指心脏相邻两次跳动的时间间隔,单位是毫秒。心跳间期的测量一般是通过检测心电图(Electrocardiogram,ECG)中相邻两个R波波峰的时间间隔来实现,得到的心跳间期也称为RR间期。由于受到复杂的人体生物机制调节(包括交感神经和副交感神经等),每个心跳间期的长度并不一样,存在着些许差异。而特定的心脏条件会使心跳间期变得基本相等,比如人在锻炼或者受到病菌感染的情况下,此时心率会上升、心跳间期会变得基本一致,检测心跳间期有助于医生对人体的心脏条件进行判断。心跳间期可以衍生出许多其他数据指标,如心率变异性(Heart Rate Variability,HRV),常用于分析冠心病人的心脏情况、正常人的神经自主平衡性和疲劳度等。心跳间期的检测在健康监测领域具有广阔的前景。

[0003] 传统的心跳间期检测方法是根据动态ECG确定的,动态ECG需要将多个电极片贴在人体上,给使用者带来不便,若长时间使用容易造成局部皮肤瘙痒甚至发炎。为了避免这一问题,出现了一种基于压电传感器的非接触式的心跳间期检测方法,人体心脏射血会引起身体运动,间接作用于压电传感器上,将心冲击信号(Ballistocardiogram,BCG)转化为电压信号,再识别降噪处理后的J波波峰,从而求解JJ间期,作为心跳间期。

[0004] 上述方法是通过检测相邻两个J波波峰之间的间隔来确定心跳间期的,这就需要有明显的J波波峰,实际当中BCG的J波波峰常常不明显,这就导致检测得到的心跳间期与ECG的相比,准确性很差,鲁棒性低。

发明内容

[0005] 本发明实施例提供一种心跳间期检测方法及装置,用以解决现有技术中存在的准确性很差,鲁棒性低的问题。

[0006] 根据本发明实施例,提供一种心跳间期检测方法,包括:

[0007] 获取针对同一用户的至少两个压电传感器发送的在当前检测周期内采集的心冲击信号转化的原始电压信号,所述当前检测周期包括设定数量的原始采样周期;

[0008] 选取每个压电传感器在所述设定数量的原始采样周期中的有效采样周期;

[0009] 确定每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号和检测的心率;

[0010] 根据每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号和检测的心率确定对应压电传感器在所述当前检测周期内检测的心跳间期序列;

[0011] 根据每个压电传感器在所述当前检测周期内检测的心跳间期序列确定所述用户在所述当前检测周期内的心跳间期序列。

[0012] 具体的,选取每个压电传感器在所述设定数量的原始采样周期中的有效采样周期,具体包括:

- [0013] 针对每个压电传感器的每个原始采样周期,执行:
- [0014] 获取当前压电传感器在当前原始采样周期内转化的原始电压信号;
- [0015] 计算所述当前压电传感器在所述当前原始采样周期内转化的原始电压信号的第一标准差;
- [0016] 确定所述第一标准差是否大于第一阈值;
- [0017] 若确定所述第一标准差大于所述第一阈值,则确定所述用户在所述当前原始采样周期内处于非离开状态;若确定所述第一标准差小于或等于所述第一阈值,则确定所述用户在所述当前原始采样周期内处于疑似离开状态,计算所述当前压电传感器在所述当前原始采样周期内转化的原始电压信号的自相关值,确定所述自相关值是否大于第二阈值,若确定所述自相关值大于所述第二阈值,则确定所述用户在所述当前原始采样周期内处于非离开状态;
- [0018] 确定所述当前压电传感器在所述当前原始采样周期内转化的原始电压信号是否接近饱和;
- [0019] 若确定所述当前压电传感器在所述当前原始采样周期内转化的原始电压信号接近饱和,则确定所述用户在所述当前原始采样周期内处于体动状态;若确定所述当前压电传感器在所述当前原始采样周期内转化的原始电压信号未接近饱和,则确定所述用户在所述当前原始采样周期内处于疑似体动状态,确定所述自相关值是否大于第三阈值,若确定所述自相关值大于所述第三阈值,则确定所述用户在所述当前原始采样周期内处于非体动状态,所述第三阈值大于所述第二阈值;
- [0020] 确定所述用户处于非体动状态的所述当前原始采样周期为所述当前压电传感器的有效采样周期。
- [0021] 具体的,确定每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号和检测的心率,具体包括:
- [0022] 对每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的原始电压信号进行预处理,得到对应压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号;
- [0023] 根据每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号确定对应压电传感器在所属有效采样周期内检测的心率。
- [0024] 具体的,对每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的原始电压信号进行预处理,得到对应压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号,具体包括:
- [0025] 分别利用直方图和小波变换剔除每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的原始电压信号中的波动干扰和毛刺干扰,得到对应压电传感器在所属有效采样周期内转化的候选有效电压信号;
- [0026] 将每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的候选有效电压信号进行小波滤波,得到对应压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号。
- [0027] 具体的,根据每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号确定对应压电传感器在所属有效采样周期内检测的心率,具体包括:
- [0028] 将每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号进行拼接;
- [0029] 将每个压电传感器在所属有效采样周期内拼接后的有效电压信号进行傅里叶变换,得到对应压电传感器在所属有效采样周期内拼接的有效电压信号的频域信号;

[0030] 根据每个压电传感器在所属有效采样周期内拼接的有效电压信号及其频域信号计算对应压电传感器在所属有效采样周期内检测的心率。

[0031] 具体的,根据每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号和检测的心率确定对应压电传感器在所述当前检测周期内检测的心跳间期序列,具体包括:

[0032] 在所述当前检测周期内以第一设定步长移动滑动分析窗,所述滑动分析窗的长度为第一时长,所述第一设定步长小于所述第一时长;

[0033] 选取所述滑动分析窗每次停留时段的中点时刻的有效电压信号作为候选采样点;

[0034] 从所述候选采样点中筛选出每个压电传感器的选定采样点;

[0035] 根据每个压电传感器在所属有效采样周期内检测的心率计算对应压电传感器在对应选定采样点的局部心跳间期、J波波峰位置和对应的估计量;

[0036] 根据每个压电传感器在对应选定采样点的局部心跳间期、J波波峰位置和对应的估计量得到对应压电传感器在所述当前检测周期内检测的心跳间期序列。

[0037] 具体的,从所述候选采样点中筛选出每个压电传感器的选定采样点,具体包括:

[0038] 针对每个压电传感器的每个候选采样点,执行:

[0039] 计算当前压电传感器的当前候选采样点对应的滑动分析窗内转化的有效电压信号的第二标准差;

[0040] 确定所述第二标准差是否小于或等于自适应体动阈值;

[0041] 若所述第二标准差小于或等于所述自适应体动阈值,则确定所述当前候选采样点为所述当前传感器的选定采样点。

[0042] 具体的,根据每个压电传感器在所属有效采样周期内检测的心率计算对应压电传感器在对应选定采样点的局部心跳间期、J波波峰位置和对应的估计量,具体包括:

[0043] 针对每个压电传感器的每个选定采样点,执行:

[0044] 根据当前压电传感器在当前选定采样点归属的有效采样周期内检测的心率确定可能心跳间期;

[0045] 计算各个可能心跳间期对应的估计量;

[0046] 将最大的估计量对应的可能心跳间期确定为所述当前选定采样点的局部心跳间期;

[0047] 将最大的估计量作为所述当前选定采样点的局部心跳间期对应的估计量;

[0048] 将所述当前选定采样点对应的滑动分析窗以所述当前选定采样点为中心分为左窗口和右窗口,分别对所述左窗口和所述右窗口从左端开始的相同时刻的两个有效电压信号取均值,将最大的均值对应的且位于所述右窗口的有效电压信号确定为所述当前选定采样点的J波波峰位置。

[0049] 具体的,计算各个可能心跳间期对应的估计量,具体包括:

[0050] 针对每个可能心跳间期,执行:

[0051] 将当前可能心跳间期与压电传感器的采样率相乘,得到所述当前可能心跳间期对应的第二设定时长;

[0052] 确定位于所述当前选定采样点两侧、且在所述第二设定时长内包括的有效电压信号的互相关值和平均幅度差;

[0053] 将所述互相关值除以所述平均幅度差,得到所述当前可能心跳间期对应的估计

量。

[0054] 具体的,根据每个压电传感器在对应选定采样点的局部心跳间期、J波波峰位置和对应的估计量得到对应压电传感器在所述当前检测周期内检测的心跳间期序列,具体包括:

[0055] 针对每个压电传感器,执行:

[0056] 将当前压电传感器在各个选定采样点的J波波峰位置按照时间先后顺序排序,得到J波波峰位置序列;

[0057] 使用归类池对所述J波波峰位置序列中的J波波峰位置进行归类,并计算归类后的J波波峰位置的中值、局部心跳间期的中值和对应估计量的中值;

[0058] 将归类后的J波波峰位置的中值、局部心跳间期的中值和对应的估计量的中值按照J波波峰位置的时间先后顺序排序,得到所述当前压电传感器在所述当前检测周期内的心跳间期序列。

[0059] 具体的,根据每个压电传感器在所述当前检测周期内检测的心跳间期序列确定所述用户在所述当前检测周期内的心跳间期序列,具体包括:

[0060] 计算每个压电传感器在所述当前检测周期内检测的心跳间期序列的标准差与熵的乘积倒数,得到对应压电传感器在所述当前检测周期内检测的心跳间期序列的质量值;

[0061] 将质量值大于设定阈值的心跳间期序列确定为候选心跳间期序列;

[0062] 将各个候选心跳间期序列中的J波波峰位置按照时间先后顺序排序,得到J波波峰位置序列;

[0063] 使用归类池对所述J波波峰位置序列中的J波波峰位置进行归类,并计算归类后的J波波峰位置的中值、局部心跳间期的中值和对应估计量的中值;

[0064] 将归类后的J波波峰位置的中值、局部心跳间期的中值和对应的估计量的中值按照J波波峰位置的时间先后顺序排序,得到所述用户在所述当前检测周期内检测的心跳间期序列。

[0065] 具体的,使用归类池对所述J波波峰位置序列中的J波波峰位置进行归类,并计算归类后的J波波峰位置的中值、局部心跳间期的中值和对应估计量的中值,具体包括:

[0066] 计算所述J波波峰位置序列中各个J波波峰位置与前后相邻两个J波波峰位置的时间间隔;

[0067] 取出前后相邻两个J波波峰位置的时间间隔之和最小的J波波峰位置放入所述归类池中;

[0068] 将所述归类池中的J波波峰位置前后相邻两个J波波峰位置的时间间隔中的较小者对应的J波波峰位置放入所述归类池中,计算所述归类池中J波波峰位置的最大时间间隔,确定所述最大时间间隔是否大于或等于设定值,若确定所述时间间隔大于或等于所述设定值,则剔除最后放入所述归类池中的J波波峰位置,计算所述归类池中的J波波峰位置的中值、局部心跳间期的中值和对应的估计量的中值;

[0069] 确定所述J波波峰位置序列是否为空,若所述J波波峰位置序列不为空,执行所述计算所述J波波峰位置序列中各个J波波峰位置与前后相邻两个J波波峰位置的时间间隔的步骤。

[0070] 根据本发明实施例,还提供一种心跳间期检测装置,包括:

- [0071] 获取模块,用于获取针对同一用户的至少两个压电传感器发送的在当前检测周期内采集的心冲击信号转化的原始电压信号,所述当前检测周期包括设定数量的原始采样周期;
- [0072] 选取模块,用于选取每个压电传感器在所述设定数量的原始采样周期中的有效采样周期;
- [0073] 第一确定模块,用于确定每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号和检测的心率;
- [0074] 第二确定模块,用于根据每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号和检测的心率确定对应压电传感器在所述当前检测周期内检测的心跳间期序列;
- [0075] 第三确定模块,用于根据每个压电传感器在所述当前检测周期内检测的心跳间期序列确定所述用户在所述当前检测周期内的心跳间期序列。
- [0076] 具体的,所述选取模块,具体用于:
- [0077] 针对每个压电传感器的每个原始采样周期,执行:
- [0078] 获取当前压电传感器在当前原始采样周期内转化的原始电压信号;
- [0079] 计算所述当前压电传感器在所述当前原始采样周期内转化的原始电压信号的第一标准差;
- [0080] 确定所述第一标准差是否大于第一阈值;
- [0081] 若确定所述第一标准差大于所述第一阈值,则确定所述用户在所述当前原始采样周期内处于非离开状态;若确定所述第一标准差小于或等于所述第一阈值,则确定所述用户在所述当前原始采样周期内处于疑似离开状态,计算所述当前压电传感器在所述当前原始采样周期内转化的原始电压信号的自相关值,确定所述自相关值是否大于第二阈值,若确定所述自相关值大于所述第二阈值,则确定所述用户在所述当前原始采样周期内处于非离开状态;
- [0082] 确定所述当前压电传感器在所述当前原始采样周期内转化的原始电压信号是否接近饱和;
- [0083] 若确定所述当前压电传感器在所述当前原始采样周期内转化的原始电压信号接近饱和,则确定所述用户在所述当前原始采样周期内处于体动状态;若确定所述当前压电传感器在所述当前原始采样周期内转化的原始电压信号未接近饱和,则确定所述用户在所述当前原始采样周期内处于疑似体动状态,确定所述自相关值是否大于第三阈值,若确定所述自相关值大于所述第三阈值,则确定所述用户在所述当前原始采样周期内处于非体动状态,所述第三阈值大于所述第二阈值;
- [0084] 确定所述用户处于非体动状态的所述当前原始采样周期为所述当前压电传感器的有效采样周期。
- [0085] 具体的,所述第一确定模块,具体用于:
- [0086] 对每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的原始电压信号进行预处理,得到对应压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号;
- [0087] 根据每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号确定对应压电传感器在所属有效采样周期内检测的心率。
- [0088] 具体的,所述第一确定模块,用于对每个压电传感器在所属有效采样周期内转化

的原始电压信号进行预处理,得到对应压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号,具体用于:

[0089] 分别利用直方图和小波变换剔除每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的原始电压信号中的波动干扰和毛刺干扰,得到对应压电传感器在所属有效采样周期内转化的候选有效电压信号;

[0090] 将每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的候选有效电压信号进行小波滤波,得到对应压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号。

[0091] 具体的,所述第一确定模块,用于根据每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号确定对应压电传感器在所属有效采样周期内检测的心率,具体用于:

[0092] 将每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号进行拼接;

[0093] 将每个压电传感器在所属有效采样周期内拼接后的有效电压信号进行傅里叶变换,得到对应压电传感器在所属有效采样周期内拼接的有效电压信号的频域信号;

[0094] 根据每个压电传感器在所属有效采样周期内拼接的有效电压信号及其频域信号计算对应压电传感器在所属有效采样周期内检测的心率。

[0095] 具体的,所述第二确定模块,具体用于:

[0096] 在所述当前检测周期内以第一设定步长移动滑动分析窗,所述滑动分析窗的长度为第一时长,所述第一设定步长小于所述第一时长;

[0097] 选取所述滑动分析窗每次停留时段的中点时刻的有效电压信号作为候选采样点;

[0098] 从所述候选采样点中筛选出每个压电传感器的选定采样点;

[0099] 根据每个压电传感器在所属有效采样周期内检测的心率计算对应压电传感器在对应选定采样点的局部心跳间期、J波波峰位置和对应的估计量;

[0100] 根据每个压电传感器在对应选定采样点的局部心跳间期、J波波峰位置和对应的估计量得到对应压电传感器在所述当前检测周期内检测的心跳间期序列。

[0101] 具体的,所述第二确定模块,用于从所述候选采样点中筛选出每个压电传感器的选定采样点,具体用于:

[0102] 针对每个压电传感器的每个候选采样点,执行:

[0103] 计算当前压电传感器的当前候选采样点对应的滑动分析窗内转化的有效电压信号的第二标准差;

[0104] 确定所述第二标准差是否小于或等于自适应体动阈值;

[0105] 若所述第二标准差小于或等于所述自适应体动阈值,则确定所述当前候选采样点为所述当前传感器的选定采样点。

[0106] 具体的,所述第二确定模块,用于根据每个压电传感器在所属有效采样周期内检测的心率计算对应压电传感器在对应选定采样点的局部心跳间期、J波波峰位置和对应的估计量,具体用于:

[0107] 针对每个压电传感器的每个选定采样点,执行:

[0108] 根据当前压电传感器在当前选定采样点归属的有效采样周期内检测的心率确定可能心跳间期;

[0109] 计算各个可能心跳间期对应的估计量;

[0110] 将最大的估计量对应的可能心跳间期确定为所述当前选定采样点的局部心跳间

期；

[0111] 将最大的估计量作为所述当前选定采样点的局部心跳间期对应的估计量；

[0112] 将所述当前选定采样点对应的滑动分析窗以所述当前选定采样点为中心分为左窗口和右窗口，分别对所述左窗口和所述右窗口从左端开始的相同时刻的两个有效电压信号取均值，将最大的均值对应的且位于所述右窗口的有效电压信号确定为所述当前选定采样点的J波波峰位置。

[0113] 具体的，所述第二确定模块，用于计算各个可能心跳间期对应的估计量，具体用于：

[0114] 针对每个可能心跳间期，执行：

[0115] 将当前可能心跳间期与压电传感器的采样率相乘，得到所述当前可能心跳间期对应的第二设定时长；

[0116] 确定位于所述当前选定采样点两侧、且在所述第二设定时长内包括的有效电压信号的互相关值和平均幅度差；

[0117] 将所述互相关值除以所述平均幅度差，得到所述当前可能心跳间期对应的估计量。

[0118] 具体的，所述第二确定模块，用于根据每个压电传感器在对应选定采样点的局部心跳间期、J波波峰位置和对应的估计量得到对应压电传感器在所述当前检测周期内检测的心跳间期序列，具体用于：

[0119] 针对每个压电传感器，执行：

[0120] 将当前压电传感器在各个选定采样点的J波波峰位置按照时间先后顺序排序，得到J波波峰位置序列；

[0121] 使用归类池对所述J波波峰位置序列中的J波波峰位置进行归类，并计算归类后的J波波峰位置的中值、局部心跳间期的中值和对应估计量的中值；

[0122] 将归类后的J波波峰位置的中值、局部心跳间期的中值和对应的估计量的中值按照J波波峰位置的时间先后顺序排序，得到所述当前压电传感器在所述当前检测周期内的心跳间期序列。

[0123] 具体的，所述第三确定模块，具体用于：

[0124] 计算每个压电传感器在所述当前检测周期内检测的心跳间期序列的标准差与熵的乘积倒数，得到对应压电传感器在所述当前检测周期内检测的心跳间期序列的质量值；

[0125] 将质量值大于设定阈值的心跳间期序列确定为候选心跳间期序列；

[0126] 将各个候选心跳间期序列中的J波波峰位置按照时间先后顺序排序，得到J波波峰位置序列；

[0127] 使用归类池对所述J波波峰位置序列中的J波波峰位置进行归类，并计算归类后的J波波峰位置的中值、局部心跳间期的中值和对应估计量的中值；

[0128] 将归类后的J波波峰位置的中值、局部心跳间期的中值和对应的估计量的中值按照J波波峰位置的时间先后顺序排序，得到所述用户在所述当前检测周期内检测的心跳间期序列。

[0129] 具体的，所述第二确定模块或者所述第三确定模块，用于使用归类池对所述J波波峰位置序列中的J波波峰位置进行归类，并计算归类后的J波波峰位置的中值、局部心跳间

期的中值和对应估计量的中值,具体用于:

[0130] 计算所述J波波峰位置序列中各个J波波峰位置与前后相邻两个J波波峰位置的时间间隔;

[0131] 取出前后相邻两个J波波峰位置的时间间隔之和最小的J波波峰位置放入所述归类池中;

[0132] 将所述归类池中的J波波峰位置前后相邻两个J波波峰位置的时间间隔中的较小者对应的J波波峰位置放入所述归类池中,计算所述归类池中J波波峰位置的最大时间间隔,确定所述最大时间间隔是否大于或等于设定值,若确定所述时间间隔大于或等于所述设定值,则剔除最后放入所述归类池中的J波波峰位置,计算所述归类池中的J波波峰位置的中值、局部心跳间期的中值和对应的估计量的中值;

[0133] 确定所述J波波峰位置序列是否为空,若所述J波波峰位置序列不为空,执行所述计算所述J波波峰位置序列中各个J波波峰位置与前后相邻两个J波波峰位置的时间间隔的步骤。

[0134] 本发明有益效果如下:

[0135] 本发明实施例提供一种心跳间期检测方法及装置,通过获取针对同一用户的至少两个压电传感器发送的在当前检测周期内采集的心冲击信号转化的原始电压信号,所述当前检测周期包括设定数量的原始采样周期;选取每个压电传感器在所述设定数量的原始采样周期中的有效采样周期;确定每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号和检测的心率;根据每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号和检测的心率确定对应压电传感器在所述当前检测周期内检测的心跳间期序列;根据每个压电传感器在所述当前检测周期内检测的心跳间期序列确定所述用户在所述当前检测周期内的心跳间期序列。该方案中,根据每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号和检测的心率确定对应压电传感器在当前检测周期内检测的心跳间期序列,进而根据每个压电传感器在当前检测周期内检测的心跳间期序列确定用户在所述当前检测周期内的心跳间期序列,相对于现有技术,确定出的心跳间期准确性好,鲁棒性高。

附图说明

[0136] 图1为本发明实施例中一种心跳间期检测方法的流程图;

[0137] 图2为本发明实施例中S14的流程图;

[0138] 图3为本发明实施例中一种心跳间期检测装置的结构示意图。

具体实施方式

[0139] 针对现有技术中存在的准确性很差,鲁棒性低的问题,本发明实施例提供一种心跳间期检测方法,该方法可以应用在数据盒子中,数据盒子可以获取针对同一用户的至少两个压电传感器采集的心冲击信号转化的原始电压信号,基于这些原始电压信号分析出该用户的心跳间期序列,还可以将该用户的心跳间期序列发送给服务器进行后续分析处理。该方法的流程如图1所示,执行步骤如下:

[0140] S11:获取针对同一用户的至少两个压电传感器发送的在当前检测周期内采集的心冲击信号转化的原始电压信号。

[0141] 可以在椅子、床等设备上设置至少两个压电传感器,这样就可以实现针对同一用户有多个压电传感器采集信号。可以设置检测周期实时监测用户的心跳间期,当前时刻所处的检测周期定义为当前检测周期,当前检测周期包括设定数量的原始采样周期,原始采样周期是压电传感器设置的采样周期,设定数量可以根据实际需要进行设定。

[0142] S12:选取每个压电传感器在设定数量的原始采样周期中的有效采样周期。

[0143] 压电传感器的原始采样周期采集的信号有可能是无效信号,也可能是有效信号,只有采集的有效信号才是有贡献的,采集有效信号的周期就可以定义为有效采样周期。无效信号包括毛刺信号、干扰信号等等,无效信号之外的信号可以认为是有效信号。

[0144] S13:确定每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号和检测的心率。

[0145] S14:根据每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号和检测的心率确定对应压电传感器在当前检测周期内检测的心跳间期序列。

[0146] S15:根据每个压电传感器在当前检测周期内检测的心跳间期序列确定用户在当前检测周期内的心跳间期序列。

[0147] 该方案中,根据每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号和检测的心率确定对应压电传感器在当前检测周期内检测的心跳间期序列,进而根据每个压电传感器在当前检测周期内检测的心跳间期序列确定用户在当前检测周期内的心跳间期序列,相对于现有技术,确定出的心跳间期准确性好,鲁棒性高。

[0148] 具体的,上述S12中选取每个压电传感器在设定数量的原始采样周期中的有效采样周期,实现过程具体包括:针对每个压电传感器的每个原始采样周期,执行:

[0149] 获取当前压电传感器在当前原始采样周期内转化的原始电压信号;

[0150] 计算当前压电传感器在当前原始采样周期内转化的原始电压信号的第一标准差;

[0151] 确定第一标准差是否大于第一阈值;

[0152] 若确定第一标准差大于第一阈值,则确定用户在当前原始采样周期内处于非离开状态;若确定第一标准差小于或等于第一阈值,则确定用户在当前原始采样周期内处于疑似离开状态,计算当前压电传感器在当前原始采样周期内转化的原始电压信号的自相关值,确定自相关值是否大于第二阈值,若确定自相关值大于第二阈值,则确定用户在当前原始采样周期内处于非离开状态;

[0153] 确定当前压电传感器在当前原始采样周期内转化的原始电压信号是否接近饱和;

[0154] 若确定当前压电传感器在当前原始采样周期内转化的原始电压信号接近饱和,则确定用户在当前原始采样周期内处于体动状态;若确定当前压电传感器在当前原始采样周期内转化的原始电压信号未接近饱和,则确定用户在当前原始采样周期内处于疑似体动状态,确定自相关值是否大于第三阈值,若确定自相关值大于第三阈值,则确定用户在当前原始采样周期内处于非体动状态,第三阈值大于第二阈值;

[0155] 确定用户处于非体动状态的当前原始采样周期为当前压电传感器的有效采样周期。

[0156] 只有用户处于非体动状态的原始采样周期内采集的信号才是贡献的,因此需要确定用户处于非体动状态的当前原始采样周期,作为压电传感器的有效采样周期。其中,第一阈值、第二阈值和第三阈值可以根据实际需要进行设定。在确定当前压电传感器在当前原

始采样周期内转化的原始电压信号是否接近饱和时,可以根据达到电压信号最大值的原始电压信号的数量是否超过一定数量来确定,例如电压信号最大值为3.3v,若有半数以上的原始电压信号为3.3v,则认为当前压电传感器在当前原始采样周期内转化的原始电压信号接近饱和;反之,则认为当前压电传感器在当前原始采样周期内转化的原始电压信号未接近饱和。

[0157] 具体的,上述S13中确定每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号和检测的心率,实现过程具体包括以下两步:

[0158] 第一步,对每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的原始电压信号进行预处理,得到对应压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号。

[0159] 分别利用直方图和小波变换剔除每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的原始电压信号中的波动干扰和毛刺干扰,得到对应压电传感器在所属有效采样周期内转化的候选有效电压信号;将每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的候选有效电压信号进行小波滤波,得到对应压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号。

[0160] 第二步,根据每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号确定对应压电传感器在所属有效采样周期内检测的心率。

[0161] 将每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号进行拼接;将每个压电传感器在所属有效采样周期内拼接后的有效电压信号进行傅里叶变换,得到对应压电传感器在所属有效采样周期内拼接的有效电压信号的频域信号;根据每个压电传感器在所属有效采样周期内拼接的有效电压信号及其频域信号计算对应压电传感器在所属有效采样周期内检测的心率。

[0162] 其中,根据每个压电传感器在所属有效采样周期内拼接的有效电压信号的频域信号是对有效电压信号进行傅里叶变换得到的,然后根据每个压电传感器在所属有效采样周期内拼接的有效电压信号及其频域信号计算对应压电传感器在所属有效采样周期内检测的心率,可以采用现有计算方法进行计算。

[0163] 具体的,上述S14中根据每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号和检测的心率确定对应压电传感器在当前检测周期内检测的心跳间期序列,实现过程如图2所示,具体包括:

[0164] S141:在当前检测周期内以第一设定步长移动滑动分析窗。

[0165] 滑动分析窗的长度为第一时长,第一设定步长小于第一时长。第一设定步长和第一时长可以根据实际需要进行设定,一种优选的方式,第一时长为最大心跳间期(经验值)的两倍,以保证滑动分析窗内至少有两次完整的心跳,例如,第一设定步长可以设定为0.2秒,第一时长可以设定为3秒。

[0166] S142:选取滑动分析窗每次停留时段的中点时刻的有效电压信号作为候选采样点。

[0167] S143:从候选采样点中筛选出每个压电传感器的选定采样点。

[0168] S144:根据每个压电传感器在所属有效采样周期内检测的心率计算对应压电传感器在对应选定采样点的局部心跳间期、J波波峰位置和对应的估计量。

[0169] S145:根据每个压电传感器在对应选定采样点的局部心跳间期、J波波峰位置和对应的估计量得到对应压电传感器在当前检测周期内检测的心跳间期序列。

[0170] 具体的,上述S143中从候选采样点中筛选出每个压电传感器的选定采样点,具体包括:针对每个压电传感器的每个候选采样点,执行:

[0171] 计算当前压电传感器的当前候选采样点对应的滑动分析窗内转化的有效电压信号的第二标准差;

[0172] 确定第二标准差是否小于或等于自适应体动阈值;

[0173] 若第二标准差小于或等于自适应体动阈值,则确定当前候选采样点为当前传感器的选定采样点。

[0174] 一种优选的方式,自适应体动阈值可以设定为当前检测周期内的信号均值+1.5倍第二标准差,若第二标准差小于或等于自适应体动阈值,则确定当前候选采样点为当前传感器的选定采样点,不是干扰;若第二标准差大于自适应体动阈值,则确定当前采样点为干扰。

[0175] 具体的,上述S144中根据每个压电传感器在所属有效采样周期内检测的心率计算对应压电传感器在对应选定采样点的局部心跳间期、J波波峰位置和对应的估计量,实现过程具体包括以下:针对每个压电传感器的每个选定采样点,执行:

[0176] 第一步,根据当前压电传感器在当前选定采样点归属的有效采样周期内检测的心率确定可能心跳间期。

[0177] 假设,人体心率范围为40~150bpm,则可能心跳间期范围为0.4~1.5s,从中选出适量的点作为可能心跳间期。

[0178] 第二步,计算各个可能心跳间期对应的估计量。

[0179] 第三步,将最大的估计量对应的可能心跳间期确定为当前选定采样点的局部心跳间期。

[0180] 第四步,将最大的估计量作为当前选定采样点的局部心跳间期对应的估计量。

[0181] 第五步,将当前选定采样点对应的滑动分析窗以当前选定采样点为中心分为左窗口和右窗口,分别对左窗口和右窗口从左端开始的相同时刻的两个有效电压信号取均值,将最大的均值对应的且位于右窗口的有效电压信号确定为当前选定采样点的J波波峰位置。

[0182] 相应地,上述第二步中计算各个可能心跳间期对应的估计量,具体包括:针对每个可能心跳间期,执行:

[0183] 将当前可能心跳间期与压电传感器的采样率相乘,得到当前可能心跳间期对应的第二设定时长;

[0184] 确定位于当前选定采样点两侧、且在第二设定时长内包括的有效电压信号的互相关值和平均幅度差;

[0185] 将互相关值除以平均幅度差,得到当前可能心跳间期对应的估计量。

[0186] 具体的,上述S145中根据每个压电传感器在对应选定采样点的局部心跳间期、J波波峰位置和对应的估计量得到对应压电传感器在当前检测周期内检测的心跳间期序列,实现过程具体包括:针对每个压电传感器,执行:

[0187] 将当前压电传感器在各个选定采样点的J波波峰位置按照时间先后顺序排序,得到J波波峰位置序列;

[0188] 使用归类池对J波波峰位置序列中的J波波峰位置进行归类,并计算归类后的J波

波峰位置的中值、局部心跳间期的中值和对应估计量的中值；

[0189] 将归类后的J波波峰位置的中值、局部心跳间期的中值和对应的估计量的中值按照J波波峰位置的时间先后顺序排序,得到当前压电传感器在当前检测周期内的心跳间期序列。

[0190] 具体的,上述S15中的根据每个压电传感器在当前检测周期内检测的心跳间期序列确定用户在当前检测周期内的心跳间期序列,实现过程具体包括:

[0191] 计算每个压电传感器在当前检测周期内检测的心跳间期序列的标准差与熵的乘积倒数,得到对应压电传感器在当前检测周期内检测的心跳间期序列的质量值;

[0192] 将质量值大于设定阈值的心跳间期序列确定为候选心跳间期序列;

[0193] 将各个候选心跳间期序列中的J波波峰位置按照时间先后顺序排序,得到J波波峰位置序列;

[0194] 使用归类池对J波波峰位置序列中的J波波峰位置进行归类,并计算归类后的J波波峰位置的中值、局部心跳间期的中值和对应估计量的中值;

[0195] 将归类后的J波波峰位置的中值、局部心跳间期的中值和对应的估计量的中值按照J波波峰位置的时间先后顺序排序,得到用户在当前检测周期内检测的心跳间期序列。

[0196] 在S145和S15的实现过程中,使用归类池对J波波峰位置序列中的J波波峰位置进行归类,并计算归类后的J波波峰位置的中值、局部心跳间期的中值和对应估计量的中值,具体包括:

[0197] 计算J波波峰位置序列中各个J波波峰位置与前后相邻两个J波波峰位置的时间间隔;

[0198] 取出前后相邻两个J波波峰位置的时间间隔之和最小的J波波峰位置放入归类池中;

[0199] 将归类池中的J波波峰位置前后相邻两个J波波峰位置的时间间隔中的较小者对应的J波波峰位置放入归类池中,计算归类池中J波波峰位置的最大时间间隔,确定最大时间间隔是否大于或等于设定值,若确定时间间隔大于或等于设定值,则剔除最后放入归类池中的J波波峰位置,计算归类池中的J波波峰位置的中值、局部心跳间期的中值和对应的估计量的中值;

[0200] 确定J波波峰位置序列是否为空,若J波波峰位置序列不为空,执行计算J波波峰位置序列中各个J波波峰位置与前后相邻两个J波波峰位置的时间间隔的步骤。

[0201] 由于综合了最优的压电传感器在当前检测周期内检测的心跳间期序列,从而确保最终得到的用户在当前检测周期内检测的心跳间期序列是最优的,进一步提高检测的准确度和鲁棒性。

[0202] 基于同一发明构思,本发明实施例提供一种心跳间期检测装置,该装置可以应用在数据盒子中,数据盒子可以获取针对同一用户的至少两个压电传感器采集的心冲击信号转化的原始电压信号,基于这些原始电压信号分析出该用户的心跳间期序列,还可以将该用户的心跳间期序列发送给服务器进行后续分析处理。该装置的结构如图3所示,包括:

[0203] 获取模块31,用于获取针对同一用户的至少两个压电传感器发送的在当前检测周期内采集的心冲击信号转化的原始电压信号,当前检测周期包括设定数量的原始采样周期;

- [0204] 选取模块32,用于选取每个压电传感器在设定数量的原始采样周期中的有效采样周期;
- [0205] 第一确定模块33,用于确定每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号和检测的心率;
- [0206] 第二确定模块34,用于根据每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号和检测的心率确定对应压电传感器在当前检测周期内检测的心跳间期序列;
- [0207] 第三确定模块35,用于根据每个压电传感器在当前检测周期内检测的心跳间期序列确定用户在当前检测周期内的心跳间期序列。
- [0208] 该方案中,根据每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号和检测的心率确定对应压电传感器在当前检测周期内检测的心跳间期序列,进而根据每个压电传感器在当前检测周期内检测的心跳间期序列确定用户在当前检测周期内的心跳间期序列,相当于现有技术,确定出的心跳间期准确性好,鲁棒性高。
- [0209] 具体的,选取模块32,具体用于:
- [0210] 针对每个压电传感器的每个原始采样周期,执行:
- [0211] 获取当前压电传感器在当前原始采样周期内转化的原始电压信号;
- [0212] 计算当前压电传感器在当前原始采样周期内转化的原始电压信号的第一标准差;
- [0213] 确定第一标准差是否大于第一阈值;
- [0214] 若确定第一标准差大于第一阈值,则确定用户在当前原始采样周期内处于非离开状态;若确定第一标准差小于或等于第一阈值,则确定用户在当前原始采样周期内处于疑似离开状态,计算当前压电传感器在当前原始采样周期内转化的原始电压信号的自相关值,确定自相关值是否大于第二阈值,若确定自相关值大于第二阈值,则确定用户在当前原始采样周期内处于非离开状态;
- [0215] 确定当前压电传感器在当前原始采样周期内转化的原始电压信号是否接近饱和;
- [0216] 若确定当前压电传感器在当前原始采样周期内转化的原始电压信号接近饱和,则确定用户在当前原始采样周期内处于体动状态;若确定当前压电传感器在当前原始采样周期内转化的原始电压信号未接近饱和,则确定用户在当前原始采样周期内处于疑似体动状态,确定自相关值是否大于第三阈值,若确定自相关值大于第三阈值,则确定用户在当前原始采样周期内处于非体动状态,第三阈值大于第二阈值;
- [0217] 确定用户处于非体动状态的当前原始采样周期为当前压电传感器的有效采样周期。
- [0218] 具体的,第一确定模块33,具体用于:
- [0219] 对每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的原始电压信号进行预处理,得到对应压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号;
- [0220] 根据每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号确定对应压电传感器在所属有效采样周期内检测的心率。
- [0221] 具体的,第一确定模块33,用于对每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的原始电压信号进行预处理,得到对应压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号,具体用于:
- [0222] 分别利用直方图和小波变换剔除每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的

原始电压信号中的波动干扰和毛刺干扰,得到对应压电传感器在所属有效采样周期内转化的候选有效电压信号;

[0223] 将每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的候选有效电压信号进行小波滤波,得到对应压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号。

[0224] 具体的,第一确定模块33,用于根据每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号确定对应压电传感器在所属有效采样周期内检测的心率,具体用于:

[0225] 将每个压电传感器在所属有效采样周期内转化的有效电压信号进行拼接;

[0226] 将每个压电传感器在所属有效采样周期内拼接后的有效电压信号进行傅里叶变换,得到对应压电传感器在所属有效采样周期内拼接的有效电压信号的频域信号;

[0227] 根据每个压电传感器在所属有效采样周期内拼接的有效电压信号及其频域信号计算对应压电传感器在所属有效采样周期内检测的心率。

[0228] 具体的,第二确定模块34,具体用于:

[0229] 在当前检测周期内以第一设定步长移动滑动分析窗,滑动分析窗的长度为第一时长,第一设定步长小于第一时长;

[0230] 选取滑动分析窗每次停留时段的中点时刻的有效电压信号作为候选采样点;

[0231] 从候选采样点中筛选出每个压电传感器的选定采样点;

[0232] 根据每个压电传感器在所属有效采样周期内检测的心率计算对应压电传感器在对应选定采样点的局部心跳间期、J波波峰位置和对应的估计量;

[0233] 根据每个压电传感器在对应选定采样点的局部心跳间期、J波波峰位置和对应的估计量得到对应压电传感器在当前检测周期内检测的心跳间期序列。

[0234] 具体的,第二确定模块34,用于从候选采样点中筛选出每个压电传感器的选定采样点,具体用于:

[0235] 针对每个压电传感器的每个候选采样点,执行:

[0236] 计算当前压电传感器的当前候选采样点对应的滑动分析窗内转化的有效电压信号的第二标准差;

[0237] 确定第二标准差是否小于或等于自适应体动阈值;

[0238] 若第二标准差小于或等于自适应体动阈值,则确定当前候选采样点为当前传感器的选定采样点。

[0239] 具体的,第二确定模块34,用于根据每个压电传感器在所属有效采样周期内检测的心率计算对应压电传感器在对应选定采样点的局部心跳间期、J波波峰位置和对应的估计量,具体用于:

[0240] 针对每个压电传感器的每个选定采样点,执行:

[0241] 根据当前压电传感器在当前选定采样点归属的有效采样周期内检测的心率确定可能心跳间期;

[0242] 计算各个可能心跳间期对应的估计量;

[0243] 将最大的估计量对应的可能心跳间期确定为当前选定采样点的局部心跳间期;

[0244] 将最大的估计量作为当前选定采样点的局部心跳间期对应的估计量;

[0245] 将当前选定采样点对应的滑动分析窗以当前选定采样点为中心分为左窗口和右窗口,分别对左窗口和右窗口从左端开始的相同时刻的两个有效电压信号取均值,将最大

的均值对应的且位于右窗口的有效电压信号确定为当前选定采样点的J波波峰位置。

[0246] 具体的,第二确定模块34,用于计算各个可能心跳间期对应的估计量,具体用于:

[0247] 针对每个可能心跳间期,执行:

[0248] 将当前可能心跳间期与压电传感器的采样率相乘,得到当前可能心跳间期对应的第二设定时长;

[0249] 确定位于当前选定采样点两侧、且在第二设定时长内包括的有效电压信号的互相关值和平均幅度差;

[0250] 将互相关值除以平均幅度差,得到当前可能心跳间期对应的估计量。

[0251] 具体的,第二确定模块34,用于根据每个压电传感器在对应选定采样点的局部心跳间期、J波波峰位置和对应的估计量得到对应压电传感器在当前检测周期内检测的心跳间期序列,具体用于:

[0252] 针对每个压电传感器,执行:

[0253] 将当前压电传感器在各个选定采样点的J波波峰位置按照时间先后顺序排序,得到J波波峰位置序列;

[0254] 使用归类池对J波波峰位置序列中的J波波峰位置进行归类,并计算归类后的J波波峰位置的中值、局部心跳间期的中值和对应估计量的中值;

[0255] 将归类后的J波波峰位置的中值、局部心跳间期的中值和对应的估计量的中值按照J波波峰位置的时间先后顺序排序,得到当前压电传感器在当前检测周期内的心跳间期序列。

[0256] 具体的,第三确定模块35,具体用于:

[0257] 计算每个压电传感器在当前检测周期内检测的心跳间期序列的标准差与熵的乘积倒数,得到对应压电传感器在当前检测周期内检测的心跳间期序列的质量值;

[0258] 将质量值大于设定阈值的心跳间期序列确定为候选心跳间期序列;

[0259] 将各个候选心跳间期序列中的J波波峰位置按照时间先后顺序,得到J波波峰位置序列;

[0260] 使用归类池对J波波峰位置序列中的J波波峰位置进行归类,并计算归类后的J波波峰位置的中值、局部心跳间期的中值和对应估计量的中值;

[0261] 将归类后的J波波峰位置的中值、局部心跳间期的中值和对应的估计量的中值按照J波波峰位置的时间先后顺序排序,得到用户在当前检测周期内检测的心跳间期序列。

[0262] 具体的,第二确定模块34或者第三确定模块35,用于使用归类池对J波波峰位置序列中的J波波峰位置进行归类,并计算归类后的J波波峰位置的中值、局部心跳间期的中值和对应估计量的中值,具体用于:

[0263] 计算J波波峰位置序列中各个J波波峰位置与前后相邻两个J波波峰位置的时间间隔;

[0264] 取出前后相邻两个J波波峰位置的时间间隔之和最小的J波波峰位置放入归类池中;

[0265] 将归类池中的J波波峰位置前后相邻两个J波波峰位置的时间间隔中的较小者对应的J波波峰位置放入归类池中,计算归类池中J波波峰位置的最大时间间隔,确定最大时间间隔是否大于或等于设定值,若确定时间间隔大于或等于设定值,则剔除最后放入归类

池中的J波波峰位置,计算归类池中的J波波峰位置的中值、局部心跳间期的中值和对应的估计量的中值;

[0266] 确定J波波峰位置序列是否为空,若J波波峰位置序列不为空,执行计算J波波峰位置序列中各个J波波峰位置与前后相邻两个J波波峰位置的时间间隔的步骤。

[0267] 本发明是参照根据本发明实施例的方法、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。

[0268] 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。

[0269] 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。

[0270] 尽管已描述了本发明的可选实施例,但本领域内的技术人员一旦得知了基本创造性概念,则可对这些实施例作出另外的变更和修改。所以,所附权利要求意欲解释为包括可选实施例以及落入本发明范围的所有变更和修改。

[0271] 显然,本领域的技术人员可以对本发明实施例进行各种改动和变型而不脱离本发明实施例的精神和范围。这样,倘若本发明实施例的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内,则本发明也意图包含这些改动和变型在内。

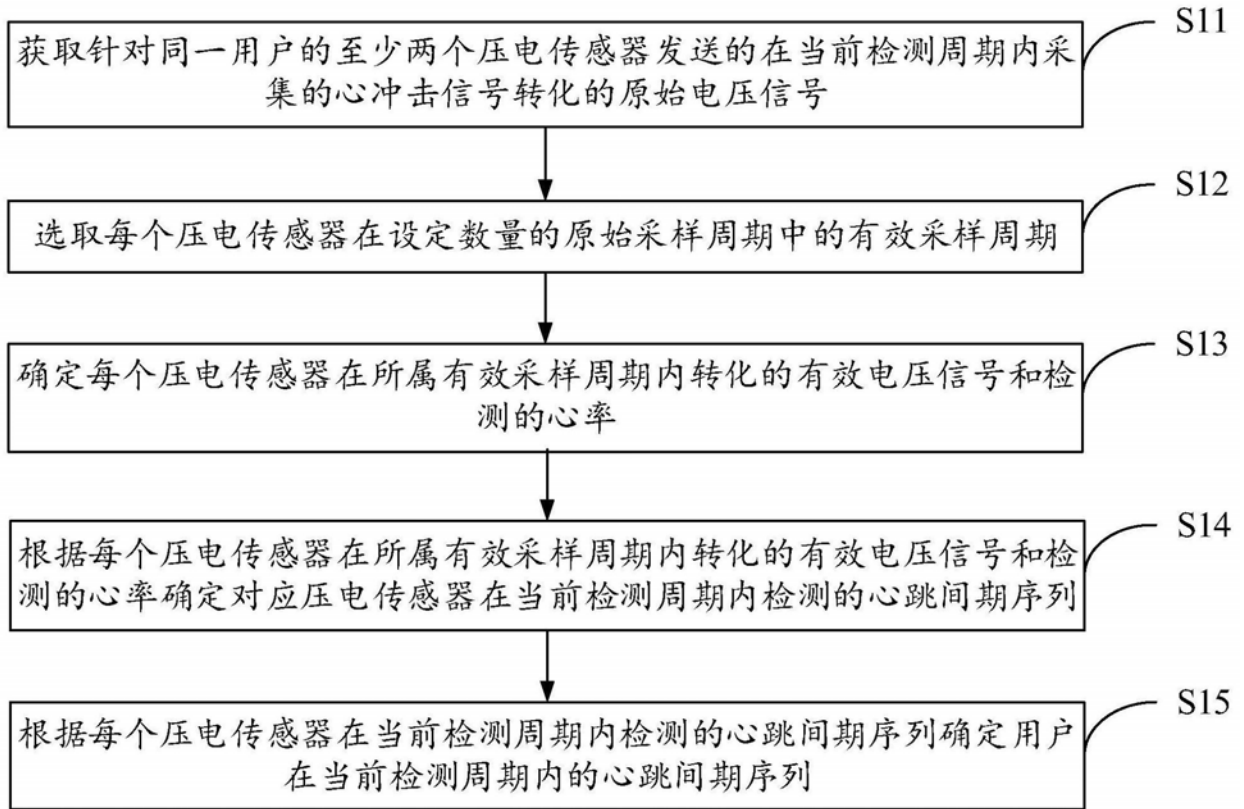


图1

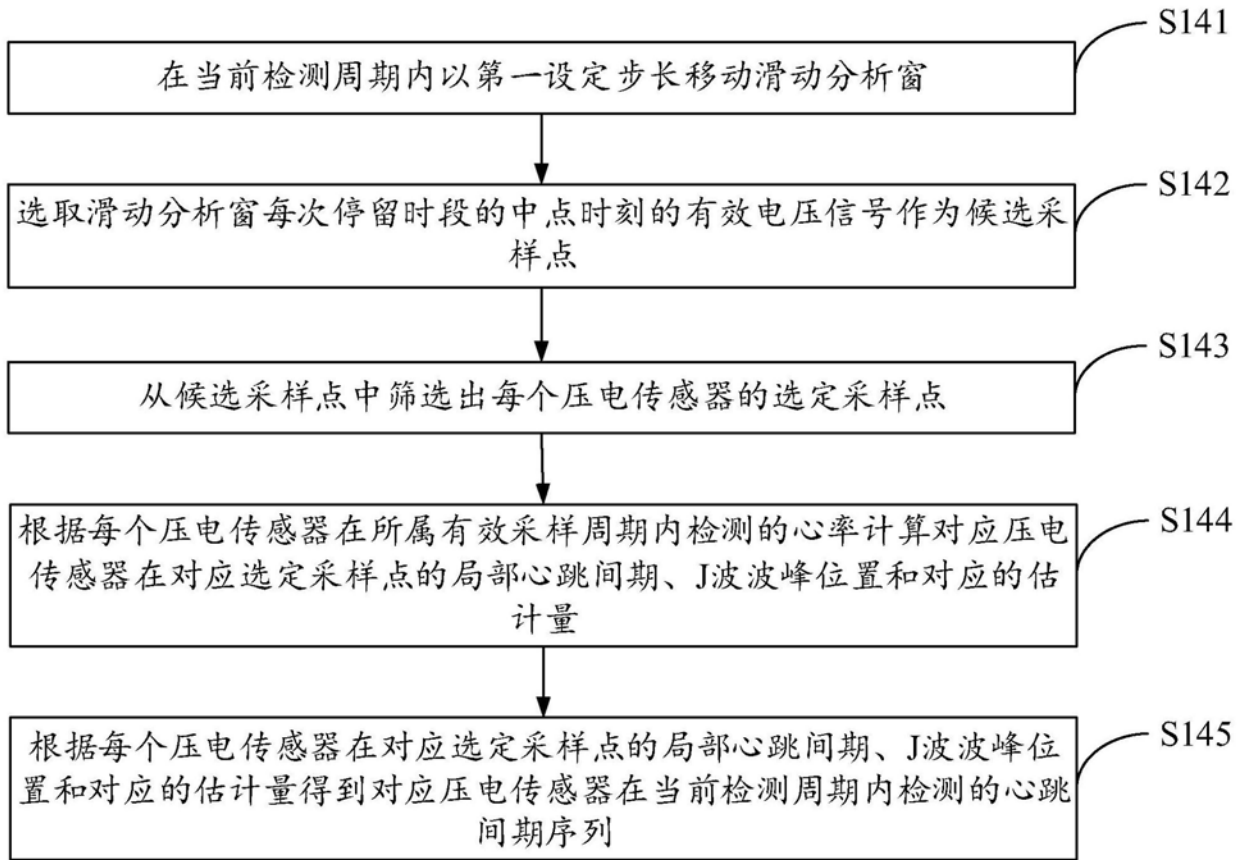


图2

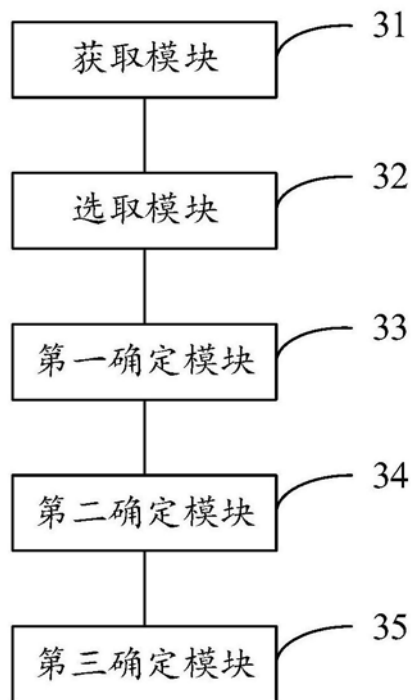


图3