



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108670245 A

(43)申请公布日 2018. 10. 19

(21)申请号 201810552206.3

(22)申请日 2018.05.31

(71)申请人 哈尔滨工业大学深圳研究生院

地址 518000 广东省深圳市南山区深圳大学
学城哈工大校区

(72)发明人 赵毅 邓宇辉 李建

(74)专利代理机构 北京高沃律师事务所 11569

代理人 王戈

(51)Int.Cl.

A61B 5/0402(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

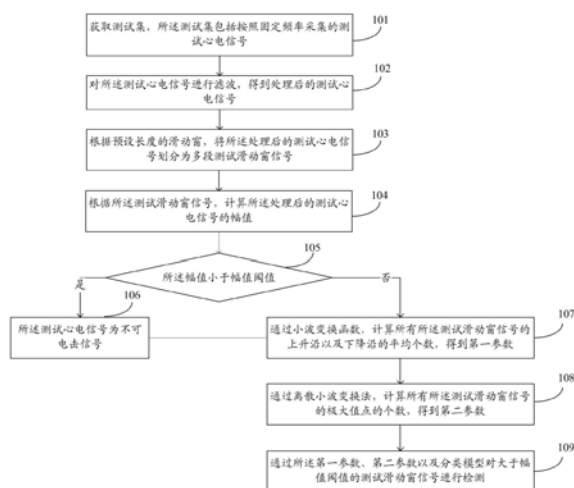
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种心电信号检测方法及系统

(57)摘要

本发明公开了一种心电信号检测方法及系统。该方法包括：获取测试集，测试集包括按照固定频率采集的测试心电信号；对测试心电信号进行滤波，得到处理后的测试心电信号；根据预设长度的滑动窗，将所述处理后的测试心电信号划分为多段测试滑动窗信号；根据测试滑动窗信号，计算所述处理后的测试心电信号的幅值；判断幅值是否小于幅值阈值；若是，则测试心电信号为不可电击信号；若否，则通过小波变换函数，计算第一参数；通过离散小波变换法，计算第二参数；通过第一参数、第二参数以及分类模型对大于幅值阈值的测试滑动窗信号进行检测。本发明能够提高心室纤颤检测的精确度，使其灵敏度和特异性满足除颤仪的临床标准。



1. 一种心电信号检测方法,其特征在于,所述方法包括:
获取测试集,所述测试集包括按照固定频率采集的测试心电信号;
对所述测试心电信号进行滤波,得到处理后的测试心电信号;
根据预设长度的滑动窗,将所述处理后的测试心电信号划分为多段测试滑动窗信号;
根据所述测试滑动窗信号,计算所述处理后的测试心电信号的幅值;
判断所述幅值是否小于幅值阈值;
若是,则所述测试心电信号为不可电击信号;
若否,则通过小波变换函数,计算所有所述测试滑动窗信号的上升沿以及下降沿的平均个数,得到第一参数;
通过离散小波变换法,计算所有所述测试滑动窗信号的极大值点的个数,得到第二参数;
通过所述第一参数、第二参数以及分类模型对大于幅值阈值的测试滑动窗信号进行检测。
2. 根据权利要求1所述的检测方法,其特征在于,在所述获取测试集,之前还包括:
获取训练集,所述训练集包括多个可电击心电信号以及多个不可电击心电信号;
根据预设长度的滑动窗,将各所述可电击心电信号以及各所述不可电击心电信号划分为多段训练滑动窗信号;
通过小波变换函数,计算所述训练滑动窗信号的上升沿以及下降沿的平均个数,得到第三参数;
通过离散小波变换法,计算所述训练滑动窗信号的极大值点的个数,得到第四参数;
通过所述第三参数以及所述第四参数训练所述支持向量机模型,得到分类模型。
3. 根据权利要求1所述的检测方法,其特征在于,所述根据所述测试滑动窗信号,计算所述处理后的测试心电信号的幅值,具体包括:
计算各所述测试滑动窗口信号的波峰与波谷的差值;
根据计算得到的差值,剔除最大差值以及最小差值,得到剩余差值;
计算所述剩余差值的平均值,得到所述处理后的测试心电信号的幅值。
4. 根据权利要求1所述的检测方法,其特征在于,所述通过所述第一参数、第二参数以及分类模型对大于幅值阈值的测试滑动窗信号进行检测,具体包括:
以所述第一参数以及所述第二参数为所述分类模型的输入参数,得到输出参数;
判断所述输出参数是否为正数;
若是,则所述测试心电信号为可电击信号;
若否,则所述测试心电信号为不可电击信号。
5. 一种心电信号检测系统,其特征在于,所述系统包括:
测试集获取模块,用于获取测试集,所述测试集包括按照固定频率采集的测试心电信号;
滤波模块,用于对所述测试心电信号进行滤波,得到处理后的测试心电信号;
第一划分模块,用于根据预设长度的滑动窗,将所述处理后的测试心电信号划分为多段测试滑动窗信号;
幅值计算模块,用于根据所述测试滑动窗信号,计算所述处理后的测试心电信号的幅

值；

判断模块，用于判断所述幅值是否小于幅值阈值；

结果确定模块，用于当所述测试滑动窗信号的幅值小于幅值阈值时，确定所述测试心电信号为不可电击信号；

第一参数计算模块，用于当所述测试滑动窗信号的幅值大于幅值阈值时，通过小波变换函数，计算所有所述测试滑动窗信号的上升沿以及下降沿的平均个数，得到第一参数；

第二参数计算模块，用于通过离散小波变换法，计算所有所述测试滑动窗信号的极大值点的个数，得到第二参数；

检测模块，用于通过所述第一参数、第二参数以及分类模型对大于幅值阈值的测试滑动窗信号进行检测。

6. 根据权利要求5所述的检测系统，其特征在于，所述系统还包括：

训练集获取模块，用于在获取测试集之前获取训练集，所述训练集包括多个可电击心电信号以及多个不可电击心电信号；

第二划分模块，用于根据预设长度的滑动窗，将各所述可电击心电信号以及各所述不可电击心电信号划分为多段训练滑动窗信号；

第三参数计算模块，用于通过小波变换函数，计算所述训练滑动窗信号的上升沿以及下降沿的平均个数，得到第三参数；

第四参数计算模块，用于通过离散小波变换法，计算所述训练滑动窗信号的极大值点的个数，得到第四参数；

训练模块，用于通过所述第三参数以及所述第四参数训练所述支持向量机模型，得到分类模型。

7. 根据权利要求5所述的检测系统，其特征在于，所述幅值计算模块包括：

差值计算单元，用于计算各所述测试滑动窗口信号的波峰与波谷的差值；

剔除单元，用于根据计算得到的差值，剔除最大差值以及最小差值，得到剩余差值；

幅值计算单元，用于计算所述剩余差值的平均值，得到所述处理后的测试心电信号的幅值。

8. 根据权利要求5所述的检测系统，其特征在于，所述检测模块包括：

输出参数确定单元，用于以所述第一参数以及所述第二参数为所述分类模型的输入参数，得到输出参数；

判断单元，用于判断所述输出参数是否为正数；

结果确定单元，用于当所述输出参数为正数时，确定所述测试心电信号为可电击信号；以及用于当所述输出参数为负数时，确定所述测试心电信号为不可电击信号。

一种心电信号检测方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及体表心电信号 (ECG) 的检测领域,特别是涉及一种心电信号检测方法及系统。

背景技术

[0002] 如果心室发放的兴奋很迅速而没有规律,这就称为心室纤颤,心室纤颤是引发心脏骤停猝死的常见因素之一。通过查阅IEEE数据库、万方数据库以及美国专利,发现自从1970年后期由Dyack和Wellborn发明第一台自动体外除颤器 (AED) 以来,心室纤颤的识别检测算法也开始研究。但是由于没有得到足够的重视,并没有达到理想的效果,不能满足临床的要求。由于心室纤颤出现越来越多,但是通过抢救存活率却没有提高,人们开始逐渐重视心室纤颤的检测和除颤。

[0003] 目前,现有的室颤检测方法对于停搏和幅值小于0.2的心室纤颤信号 (不可电击信号) 均会有误检,而且该算法对于部分心率偏小的心室纤颤也会漏检,因此它的灵敏度和特异性都不能满足除颤仪的临床标准。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种心电信号检测方法及系统,提高心室纤颤检测的精确度,使其灵敏度和特异性满足除颤仪的临床标准。

[0005] 为实现上述目的,本发明提供了如下方案:

[0006] 一种心电信号检测方法,所述方法包括:

[0007] 获取测试集,所述测试集包括按照固定频率采集的测试心电信号;

[0008] 对所述测试心电信号进行滤波,得到处理后的测试心电信号;

[0009] 根据预设长度的滑动窗,将所述处理后的测试心电信号划分为多段测试滑动窗信号;

[0010] 根据所述测试滑动窗信号,计算所述处理后的测试心电信号的幅值;

[0011] 判断所述幅值是否小于幅值阈值;

[0012] 若是,则所述测试心电信号为不可电击信号;

[0013] 若否,则通过小波变换函数,计算所有所述测试滑动窗信号的上升沿以及下降沿的平均个数,得到第一参数;

[0014] 通过离散小波变换法,计算所有所述测试滑动窗信号的极大值点的个数,得到第二参数;

[0015] 通过所述第一参数、第二参数以及分类模型对大于幅值阈值的测试滑动窗信号进行检测。

[0016] 可选的,在所述获取测试集,之前还包括:

[0017] 获取训练集,所述训练集包括多个可电击心电信号以及多个不可电击心电信号;

[0018] 根据预设长度的滑动窗,将各所述可电击心电信号以及各所述不可电击心电信号

划分为多段训练滑动窗信号；

[0019] 通过小波变换函数,计算所述训练滑动窗信号的上升沿以及下降沿的平均个数,得到第三参数；

[0020] 通过离散小波变换法,计算所述训练滑动窗信号的极大值点的个数,得到第四参数；

[0021] 通过所述第三参数以及所述第四参数训练所述支持向量机模型,得到分类模型。

[0022] 可选的,根据所述测试滑动窗信号,计算所述处理后的测试心电信号的幅值,具体包括：

[0023] 计算各所述测试滑动窗口信号的波峰与波谷的差值；

[0024] 根据计算得到的差值,剔除最大差值以及最小差值,得到剩余差值；

[0025] 计算所述剩余差值的平均值,得到所述处理后的测试心电信号的幅值。

[0026] 可选的,所述通过所述第一参数、第二参数以及分类模型对大于幅值阈值的测试滑动窗信号进行检测,具体包括：

[0027] 以所述第一参数以及所述第二参数为所述分类模型的输入参数,得到输出参数；

[0028] 判断所述输出参数是否为正数；

[0029] 若是,则所述测试心电信号为可电击信号；

[0030] 若否,则所述测试心电信号为不可电击信号。

[0031] 本发明还提供了一种心电信号检测系统,所述系统包括：

[0032] 测试集获取模块,用于获取测试集,所述测试集包括按照固定频率采集的测试心电信号；

[0033] 滤波模块,用于对所述测试心电信号进行滤波,得到处理后的测试心电信号；

[0034] 第一划分模块,用于根据预设长度的滑动窗,将所述处理后的测试心电信号划分为多段测试滑动窗信号；

[0035] 幅值计算模块,用于根据所述测试滑动窗信号,计算所述处理后的测试心电信号的幅值；

[0036] 判断模块,用于判断所述幅值是否小于幅值阈值；

[0037] 结果确定模块,用于当所述测试滑动窗信号的幅值小于幅值阈值时,确定所述测试心电信号为不可电击信号；

[0038] 第一参数计算模块,用于当所述测试滑动窗信号的幅值大于幅值阈值时,通过小波变换函数,计算所有所述测试滑动窗信号的上升沿以及下降沿的平均个数,得到第一参数；

[0039] 第二参数计算模块,用于通过离散小波变换法,计算所有所述测试滑动窗信号的极大值点的个数,得到第二参数；

[0040] 检测模块,用于通过所述第一参数、第二参数以及分类模型对大于幅值阈值的测试滑动窗信号进行检测。

[0041] 可选的,所述系统还包括：

[0042] 训练集获取模块,用于在获取测试集之前获取训练集,所述训练集包括多个可电击心电信号以及多个不可电击心电信号；

[0043] 第二划分模块,用于根据预设长度的滑动窗,将各所述可电击心电信号以及各所

述不可电击心电信号划分为多段训练滑动窗信号；

[0044] 第三参数计算模块,用于通过小波变换函数,计算所述训练滑动窗信号的上升沿以及下降沿的平均个数,得到第三参数；

[0045] 第四参数计算模块,用于通过离散小波变换法,计算所述训练滑动窗信号的极大值点的个数,得到第四参数；

[0046] 训练模块,用于通过所述第三参数以及所述第四参数训练所述支持向量机模型,得到分类模型。

[0047] 可选的,所述幅值计算模块包括：

[0048] 差值计算单元,用于计算各所述测试滑动窗口信号的波峰与波谷的差值；

[0049] 剔除单元,用于根据计算得到的差值,剔除最大差值以及最小差值,得到剩余差值；

[0050] 幅值计算单元,用于计算所述剩余差值的平均值,得到所述处理后的测试心电信号的幅值。

[0051] 可选的,所述检测模块包括：

[0052] 输出参数确定单元,用于以所述第一参数以及所述第二参数为所述分类模型的输入参数,得到输出参数；

[0053] 判断单元,用于判断所述输出参数是否为正数；

[0054] 结果确定单元,用于当所述输出参数为正数时,确定所述测试心电信号为可电击信号；以及用于当所述输出参数为负数时,确定所述测试心电信号为不可电击信号。

[0055] 根据本发明提供的具体实施例,本发明公开了以下技术效果:本发明对TCSC算法进行了改进,并与离散小波分解(DWT)方法和支持向量机(SVM)方法结合。将TCSC算法和DWT方法分别计算出的时域和频域特征值参数,通过支持向量机分类器从而对可电击信号和不可电击信号进行分类。实现了对心室纤颤(VF)的检测,提高了检测的灵敏度和特异性,有效解决了停搏和小幅室颤的误检以及小心率室颤的漏检问题。

附图说明

[0056] 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性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0057] 图1为本发明实施例心电信号检测方法的流程图；

[0058] 图2为本发明实施例心电信号检测系统的结构框图。

具体实施方式

[0059] 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做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。

[0060] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图和具体实

施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0061] 图1为本发明实施例心电信号检测方法的流程图。如图1所示,一种心电信号检测方法包括以下步骤:

[0062] 步骤101:获取测试集,所述测试集包括按照固定频率采集的测试心电信号。按照采样率250Hz,采集10s的数据存入预设的固定长度的存储空间,对该10s数据 $x(n)$ 进行分析,其中 $n=2500$ 。

[0063] 步骤102:对所述测试心电信号进行滤波,得到处理后的测试心电信号 $y(n)$ 。滤波方法包括如下步骤:使用一个滑动平均滤波器,然后使用一个截止频率1Hz的高通滤波器,再使用一个截止频率为30Hz的巴特沃斯低通滤波器。

[0064] 步骤103:根据预设长度的滑动窗,将所述处理后的测试心电信号划分为多段测试滑动窗信号。将信号 $y(n)$ 分为长度为 m 的滑动窗,得到 L 段滑动窗信号 $y_i(m)$ 。

[0065] 步骤104:根据所述测试滑动窗信号,计算所述处理后的测试心电信号的幅值。计算每段窗口信号 $y_i(m)$ 波峰与波谷差值,然后在 L 个差值中剔除最大值和最小值后计算平均值得到的 $y(n)$ 相对幅值 A 。

[0066] 步骤105:判断各所述测试滑动窗信号的幅值是否小于幅值阈值。

[0067] 步骤106:若是,则所述测试心电信号为不可电击信号。

[0068] 将 A 与设定的阈值 A_0 比较,如果 A 小于设定的阈值 A_0 ,则检测为停搏或幅值小于 A_0 的室颤信号,将其归为不可电击信号;如果 A 大于设定的阈值 A_0 ,则对该信号进行以下步骤的检测。

[0069] 步骤107:若否,则通过小波变换函数,计算所有所述测试滑动窗信号的上升沿以及下降沿的平均个数,得到第一参数。

[0070] 对上步得到的每段窗口信号 $y_i(m)$ 乘以小波变换函数 $w(t)$ 得到 $h_i(m)$;

$$[0071] \quad w(t) = \begin{cases} \frac{1}{2}(1 - \cos(4\pi t)) & 0 < t \leq \frac{1}{4} \\ 1 & \frac{1}{4} \leq t \leq L_s - \frac{1}{4} \\ \frac{1}{2}(1 - \cos(4\pi t)) & L_s - \frac{1}{4} \leq t \leq L_s \end{cases},$$

[0072] (其中 L_s 为 m 秒ECG的长度)通过绝对最大值的方法对 $h_i(m)$ 进行归一化得到 $\bar{h}_i(m)$;通过与给定阈值 V 的比较,得到0-1序列 $b_1 b_2 b_3 \cdots b_n$;计算0-1序列中上升沿和下降沿的个数 N_i ;进而计算所有 L 段滑动窗信号 $\bar{h}_i(m)$ 的平均上升沿和下降沿的个数,记为 N 。

[0073] 步骤108:通过离散小波变换法,计算所有所述测试滑动窗信号的极大值点的个数,得到第二参数。将信号 $y(n)$ 进行离散小波分解(DWT)得到细节值 $d(m)$,对该细节值进行平方放大并对其利用移动窗积分 $w(m) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} d^2(m-n)$ 以获取波形信息,进而求得积分结果 $w(m)$ 的极大值点个数,记为 M 。

[0074] 步骤109:通过所述第一参数、第二参数以及分类模型对大于幅值阈值的测试滑动窗信号进行检测。

- [0075] 以所述第一参数以及所述第二参数为所述分类模型的输入参数,得到输出参数;
- [0076] 判断所述输出参数是否为正数;
- [0077] 若是,则所述测试心电信号为可电击信号;
- [0078] 若否,则所述测试心电信号为不可电击信号。
- [0079] 在所述获取测试集,之前还包括:
- [0080] 获取训练集,所述训练集包括多个可电击心电信号以及多个不可电击心电信号;
- [0081] 根据预设长度的滑动窗,将各所述可电击心电信号以及各所述不可电击心电信号划分为多段训练滑动窗信号;
- [0082] 通过小波变换函数,计算所述训练滑动窗信号的上升沿以及下降沿的平均个数,得到第三参数;
- [0083] 通过离散小波变换法,计算所述训练滑动窗信号的极大值点的个数,得到第四参数;
- [0084] 通过所述第三参数以及所述第四参数训练所述支持向量机模型,得到分类模型。
- [0085] 选择20个训练数据(其中包括10个可电击信号和10个不可电击信号)按照步骤107和步骤108计算得到各训练数据对应的 N 和 M ,并将它们记为 N_j 和 M_j , $j=1,2,\dots,20$ 。将 (N_j, M_j) 作为支持向量机算法的输入参数,应用支持向量机技术进行训练,得到支持向量以及分类超平面 H ,再将由上面测试数据计算得到的 N 和 M 作为输入参数输入训练后得到的分类模型,计算得到输出参数 S 。如果 S 为+1则判定该信号为可电击信号,如果 S 为-1则判定该信号为不可电击的信号。
- [0086] 根据本发明提供的具体实施例,本发明具有以下技术效果:本发明对TCSC算法进行了改进,并与离散小波分解(DWT)方法和支持向量机(SVM)方法结合。将TCSC算法和DWT方法分别计算出的时域和频域特征值参数,通过支持向量机分类器从而对可电击信号和不可电击信号进行分类。实现了对心室纤颤(VF)的检测,提高了检测的灵敏度和特异性,有效解决了停搏和小幅室颤的误检以及小心率室颤的漏检问题。
- [0087] 图2为本发明实施例心电信号检测系统的结构框图。本发明还提供了一种心电信号检测系统。所述系统包括:
- [0088] 测试集获取模块201,用于获取测试集,所述测试集包括按照固定频率采集的测试心电信号;
- [0089] 滤波模块202,用于对所述测试心电信号进行滤波,得到处理后的测试心电信号。
- [0090] 第一划分模块203,用于根据预设长度的滑动窗,将所述处理后的测试心电信号划分为多段测试滑动窗信号。
- [0091] 幅值计算模块204,用于根据所述测试滑动窗信号,计算所述处理后的测试心电信号的幅值。
- [0092] 所述幅值计算模块204具体包括:
- [0093] 差值计算单元,用于计算各所述测试滑动窗口信号的波峰与波谷的差值;
- [0094] 剔除单元,用于根据计算得到的差值,剔除最大差值以及最小差值,得到剩余差值;
- [0095] 幅值计算单元,用于计算所述剩余差值的平均值,得到所述处理后的测试心电信号的幅值。

[0096] 判断模块205,用于判断所述幅值是否小于幅值阈值。

[0097] 结果确定模块206,用于当所述测试滑动窗信号的幅值小于幅值阈值时,确定所述测试心电信号为不可电击信号。

[0098] 第一参数计算模块207,用于当所述测试滑动窗信号的幅值大于幅值阈值时,通过小波变换函数,计算所有所述测试滑动窗信号的上升沿以及下降沿的平均个数,得到第一参数。

[0099] 第二参数计算模块208,用于通过离散小波变换法,计算所有所述测试滑动窗信号的极大值点的个数,得到第二参数。

[0100] 检测模块209,用于通过所述第一参数、第二参数以及分类模型对大于幅值阈值的测试滑动窗信号进行检测。

[0101] 所述检测模块209具体包括:

[0102] 输出参数确定单元,用于以所述第一参数以及所述第二参数为所述分类模型的输入参数,得到输出参数;

[0103] 判断单元,用于判断所述输出参数是否为正数;

[0104] 结果确定单元,用于当所述输出参数为正数时,确定所述测试心电信号为可电击信号;以及用于当所述输出参数为负数时,确定所述测试心电信号为不可电击信号。

[0105] 所述系统还包括:

[0106] 训练集获取模块,用于在获取测试集之前获取训练集,所述训练集包括多个可电击心电信号以及多个不可电击心电信号;

[0107] 第二划分模块,用于根据预设长度的滑动窗,将各所述可电击心电信号以及各所述不可电击心电信号划分为多段训练滑动窗信号;

[0108] 第三参数计算模块,用于通过小波变换函数,计算所述训练滑动窗信号的上升沿以及下降沿的平均个数,得到第三参数;

[0109] 第四参数计算模块,用于通过离散小波变换法,计算所述训练滑动窗信号的极大值点的个数,得到第四参数;

[0110] 训练模块,用于通过所述第三参数以及所述第四参数训练所述支持向量机模型,得到分类模型。

[0111] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。

[0112] 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。

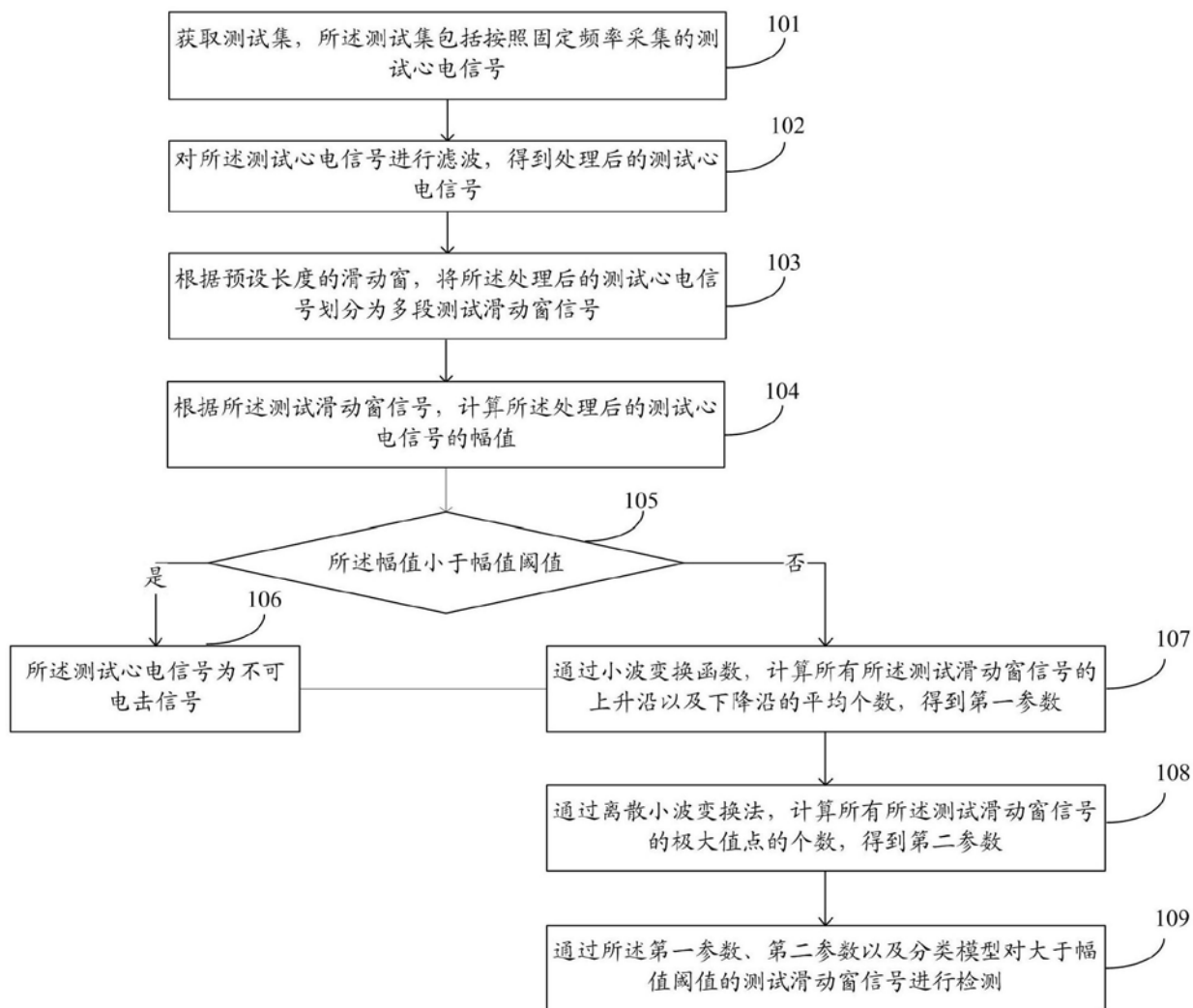


图1

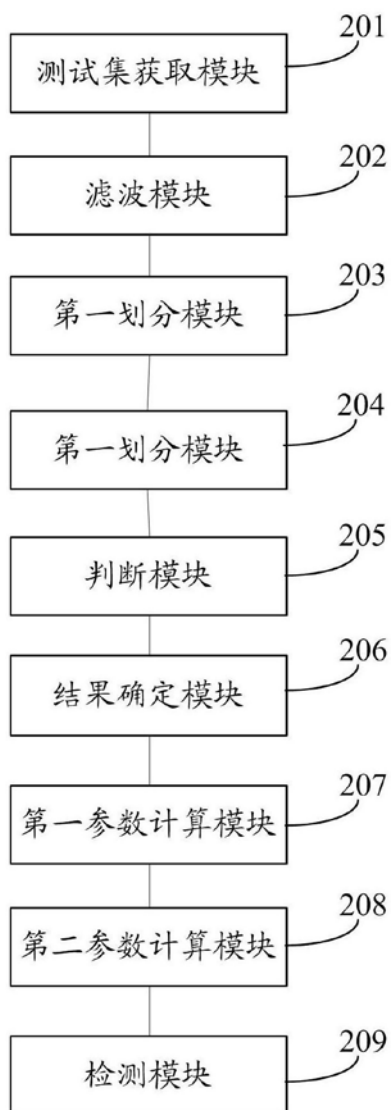


图2

专利名称(译)	一种心电信号检测方法及系统		
公开(公告)号	CN108670245A	公开(公告)日	2018-10-19
申请号	CN201810552206.3	申请日	2018-05-31
[标]申请(专利权)人(译)	哈尔滨工业大学深圳研究生院		
申请(专利权)人(译)	哈尔滨工业大学深圳研究生院		
当前申请(专利权)人(译)	哈尔滨工业大学深圳研究生院		
[标]发明人	赵毅 邓宇辉 李建		
发明人	赵毅 邓宇辉 李建		
IPC分类号	A61B5/0402 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/0402 A61B5/04012 A61B5/7235 A61B5/7253 A61B5/7264		
代理人(译)	王戈		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种心电信号检测方法及系统。该方法包括：获取测试集，测试集包括按照固定频率采集的测试心电信号；对测试心电信号进行滤波，得到处理后的测试心电信号；根据预设长度的滑动窗，将处理后的测试心电信号划分为多段测试滑动窗信号；根据测试滑动窗信号，计算处理后的测试心电信号的幅值；判断幅值是否小于幅值阈值；若是，则测试心电信号为不可电击信号；若否，则通过小波变换函数，计算第一参数；通过离散小波变换法，计算第二参数；通过第一参数、第二参数以及分类模型对大于幅值阈值的测试滑动窗信号进行检测。本发明能够提高心室纤颤检测的精确度，使其灵敏度和特异性满足除颤仪的临床标准。

