



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107616782 A

(43)申请公布日 2018.01.23

(21)申请号 201710797429.1

(22)申请日 2017.09.06

(71)申请人 郑州云海信息技术有限公司  
地址 450018 河南省郑州市郑东新区心怡路278号16层1601室

(72)发明人 林素红

(74)专利代理机构 济南诚智商标专利事务有限公司 37105

代理人 李修杰

(51) Int. Cl.

A61B 5/00(2006.01)

A61B 5/0402(2006.01)

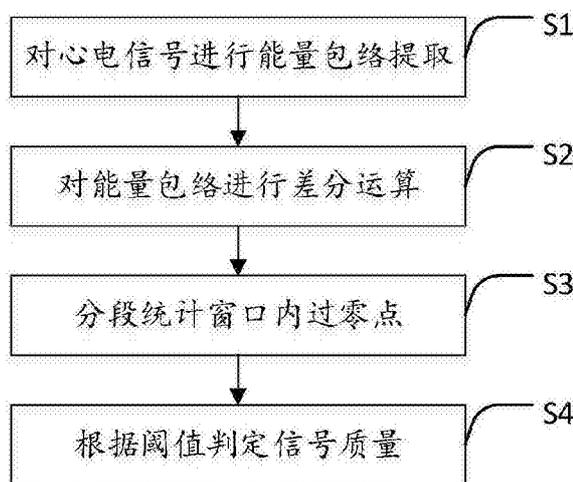
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

## (54)发明名称

一种心电信号质量检测方法与装置

## (57)摘要

本发明提供一种心电信号质量检测方法与装置,所述方法包括:对心电信号进行能量包络提取;对能量包络进行差分运算;分段统计窗口内过零点;根据阈值判定信号质量。本发明通过使用能量包络的差分方法,将过零点的数量与心电信号质量关联起来,即只需通过统计差分数据过零点的数量即可判定心电信号质量,从而实现准确判定心电信号的质量,相比于传统心电信号质量分析算法存在的复杂度高且必须依靠强大的硬件资源才能实现,本算法简单,易于实现且运算复杂度低。



1. 一种心电信号质量检测方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1、对心电信号进行能量包络提取;

S2、对能量包络进行差分运算;

S3、分段统计窗口内过零点;

S4、根据阈值判定信号质量。

2. 根据权利要求1所述的一种心电信号质量检测方法,其特征在于,所述步骤S1具体包括以下步骤:

S101、对心电信号进行归一化处理;

S102、计算归一化心电信号的香农能量;

S103、对所述香农能量进行平滑处理;

S104、提取香农能量包络。

3. 根据权利要求1所述的一种心电信号质量检测方法,其特征在于,所述过零点根据以下公式确定:

$y(t-1) < 0$ 且 $y(t) > 0$ ,或

$y(t-1) > 0$ 且 $y(t) < 0$

$y(t)$ 为香农能量差分运算值。

4. 根据权利要求1所述的一种心电信号质量检测方法,其特征在于,所述步骤S4具体为:设定所述阈值为所有窗口内过零点个数的平均值,当窗口内过零点数量大于所述阈值,则判定信号质量不合格;当窗口内过零点数量小于所述阈值,则判定信号质量合格。

5. 一种心电信号质量检测装置,其特征在于,包括:

能量包络提取模块,用于对心电信号进行能量包络提取;

差分运算模块,用于对能量包络进行差分运算;

过零点统计模块,用于分段统计窗口内过零点;

信号质量判定模块,用于根据阈值判定信号质量。

6. 根据权利要求5所述的一种心电信号质量检测装置,其特征在于,所述能量包络提取模块包括:

归一化处理单元,用于对心电信号进行归一化处理;

香农能量计算单元,用于计算归一化心电信号的香农能量;

平滑处理单元,用于对所述香农能量进行平滑处理;

提取单元,用于提取香农能量包络。

7. 根据权利要求5所述的一种心电信号质量检测装置,其特征在于,所述过零点根据以下公式确定:

$y(t-1) < 0$ 且 $y(t) > 0$ ,或

$y(t-1) > 0$ 且 $y(t) < 0$

$y(t)$ 为香农能量差分运算值。

8. 根据权利要求5所述的一种心电信号质量检测装置,其特征在于,所述信号质量判定模块包括:

阈值设定单元,用于设定窗口过零点阈值;

判定单元,用于将窗口过零点数量与所述阈值进行对比,当窗口内过零点数量大于所

述阈值,则判定信号质量不合格;当窗口内过零点数量小于所述阈值,则判定信号质量合格。

## 一种心电信号质量检测方法与装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及医学信号处理技术领域,特别是一种心电信号质量检测方法与装置。

### 背景技术

[0002] 当今医学上,心血管疾病属于发病率和死亡率最高的疾病之一,有效预防和诊断心脏病成为急需解决的重要问题之一。心电信号是诊断心血管疾病和评估心脏功能的主要依据,因此关于心电信号检测和处理的研究一直备受关注,心电图作为一种无创的检测技术,因诊断方法简单、无痛无害等特点,一直是诊断心脏病的主要技术之一,在心血管疾病的诊断中发挥了极其重要的作用。

[0003] 但是心电信号的采集非常容易受到各种因素的影响,如采集设备、人为因素、环境因素以及高频杂音等造成的噪声,导致采集到的信号出现质量问题,严重影响心电信号的分析与诊断,因此在对心电信号分析诊断之前,使用有效的方式检测出心电信号的质量并提取出质量好的信号进行分析和诊断,具有极其迫切的现实需求。

[0004] 当前心电信号质量检测方法有许多种,主要是通过信号波形的频域分析和时域分析来判断信号波形质量。其中频域分析主要有三种方法:

[0005] (1) 通过提取原始信号频谱的高频分量来判断波形质量。

[0006] (2) 对原始信号进行带通滤波处理,提取处理后的信号频谱的高频分量来判断波形质量。

[0007] (3) 通过提取原始信号能量包络的频谱来判断波形质量。

[0008] 然而正常波形和非正常波形在频谱上虽然存在一定差异,却没有很明显的界限,导致以上三种方法容易出现对信号的漏检和误检,无法对信号质量作出准确判断。

[0009] 时域分析主要有以下两种方法:

[0010] (1) 基于波形质量差的区域,香农能量包络在一定时间内无法回零的原理,通过统计香农能量包络中小于阈值点的个数来判断波形质量。但是这种方法容易出现误判。

[0011] (2) 通过多阈值分布的方法来判断波形质量。缺点在于不易取得合适的阈值。

### 发明内容

[0012] 本发明的目的是提供一种心电信号质量检测方法与装置,旨在解决当前心电信号质量检测算法复杂度较高,需要耗费大量的资源,而无法准确判定心电信号质量而影响分析和诊断的问题,实现准确度高、复杂性低的技术效果。

[0013] 为达到上述技术目的,本发明提供了一种心电信号质量检测方法,包括以下步骤:

[0014] S1、对心电信号进行能量包络提取;

[0015] S2、对能量包络进行差分运算;

[0016] S3、分段统计窗口内过零点;

[0017] S4、根据阈值判定信号质量。

[0018] 优选地,所述步骤S1具体包括以下步骤:

- [0019] S101、对心电信号进行归一化处理；
- [0020] S102、计算归一化心电信号的香农能量；
- [0021] S103、对所述香农能量进行平滑处理；
- [0022] S104、提取香农能量包络。
- [0023] 优选地，所述过零点根据以下公式确定：
- [0024]  $y(t-1) < 0$  且  $y(t) > 0$ ，或
- [0025]  $y(t-1) > 0$  且  $y(t) < 0$
- [0026]  $y(t)$  为香农能量差分运算值。
- [0027] 优选地，所述步骤S4具体为：设定所述阈值为所有窗口内过零点个数的平均值，当窗口内过零点数量大于所述阈值，则判定信号质量不合格；当窗口内过零点数量小于所述阈值，则判定信号质量合格。
- [0028] 本发明还提供了一种心电信号质量检测装置，包括：
- [0029] 能量包络提取模块，用于对心电信号进行能量包络提取；
- [0030] 差分运算模块，用于对能量包络进行差分运算；
- [0031] 过零点统计模块，用于分段统计窗口内过零点；
- [0032] 信号质量判定模块，用于根据阈值判定信号质量。
- [0033] 优选地，所述能量包络提取模块包括：
- [0034] 归一化处理单元，用于对心电信号进行归一化处理；
- [0035] 香农能量计算单元，用于计算归一化心电信号的香农能量；
- [0036] 平滑处理单元，用于对所述香农能量进行平滑处理；
- [0037] 提取单元，用于提取香农能量包络。
- [0038] 优选地，所述过零点根据以下公式确定：
- [0039]  $y(t-1) < 0$  且  $y(t) > 0$ ，或
- [0040]  $y(t-1) > 0$  且  $y(t) < 0$
- [0041]  $y(t)$  为香农能量差分运算值。
- [0042] 优选地，所述信号质量判定模块包括：
- [0043] 阈值设定单元，用于设定窗口过零点阈值；
- [0044] 判定单元，用于将窗口过零点数量与所述阈值进行对比，当窗口内过零点数量大于所述阈值，则判定信号质量不合格；当窗口内过零点数量小于所述阈值，则判定信号质量合格。
- [0045] 发明内容中提供的效果仅仅是实施例的效果，而不是发明所有的全部效果，上述技术方案中的一个技术方案具有如下优点或有益效果：
- [0046] 与现有技术相比，本发明通过使用能量包络的差分方法，将过零点的数量与心电信号质量关联起来，即只需通过统计差分数据过零点的数量即可判定心电信号质量，从而实现准确判定心电信号的质量，相比于传统心电信号质量分析算法存在的复杂度高且必须依靠强大的硬件资源才能实现，本算法简单，易于实现且运算复杂度低。

## 附图说明

- [0047] 图1为本发明实施例中所提供的一种心电信号质量检测方法流程图；

[0048] 图2为本发明实施例中所提供的一种心电信号质量检测方法过程中能量包络提取方法流程图；

[0049] 图3为本发明实施例中所提供的一种心电信号质量检测装置整体框图。

### 具体实施方式

[0050] 为了能清楚说明本方案的技术特点,下面通过具体实施方式,并结合其附图,对本发明进行详细阐述。下文的公开提供了许多不同的实施例或例子用来实现本发明的不同结构。为了简化本发明的公开,下文中对特定例子的部件和设置进行描述。此外,本发明可以在不同例子中重复参考数字和/或字母。这种重复是为了简化和清楚的目的,其本身不指示所讨论各种实施例和/或设置之间的关系。应当注意,在附图中所图示的部件不一定按比例绘制。本发明省略了对公知组件和处理技术及工艺的描述以避免不必要地限制本发明。

[0051] 下面结合附图对本发明实施例所提供的一种心电信号质量检测方法与装置进行详细说明。

[0052] 如图1所示,本发明实施例公开了一种心电信号质量检测方法,包括以下步骤:

[0053] S1、对心电信号进行包络提取,具体步骤如图2所示:

[0054] S101、归一化处理;

[0055] 从MIT-BIH(美国麻省理工学院提供的研究心律失常的数据库)中提取心电信号,对原始心电信号进行幅值归一化处理,计算原始心电信号绝对值的最大值,将原始心电信号除以得到的最大值,即完成信号幅值的归一化处理。公式如下:

$$[0056] \quad x_{norm}(t) = \frac{x(t)}{\max(|x(t)|)}$$

[0057]  $x(t)$  为原始心电信号,  $x_{norm}(t)$  为归一化后的心电信号。归一化后的心电信号方便后续信号处理。

[0058] S102、计算归一化心电信号的香农能量;

[0059] 计算归一化后心电信号的香农能量,计算公式如下:

$$[0060] \quad E(t) = -x_{norm}^2(t) \log[x_{norm}^2(t)]$$

[0061]  $E(t)$  为归一化后心电信号的香农能量,  $x_{norm}(t)$  为归一化后的心电信号。

[0062] S103、对心电信号的香农能量进行平滑处理;

[0063] 设置平均区间N,对归一化心电信号的香农能量进行平滑处理,计算公式如下:

$$[0064] \quad E_s(t) = \frac{1}{N} \sum_{i=t}^{i=t+N} \{E(t)\}$$

[0065]  $E_s(t)$  为平滑后的香农能量。

[0066] S104、提取香农能量包络。

[0067] 对平滑处理后的香农能量求平均值和方差,从而获得香农能量包络,计算公式如下:

$$[0068] \quad P(t) = \frac{E_s(t) - M(E_s(t))}{S(E_s(t))}$$

[0069]  $P(t)$  为归一化香农能量包络,  $M(E_s(t))$  为香农能量平均值,  $S(E_s(t))$  为香农能量方差。

[0070] S2、对香农能量包络进行差分运算；

[0071] 通过差分运算可以将波形的波峰和波谷转化为过零点, 便于对波形的波峰及波谷也即极大值和极小值点进行统计, 通过统计过零点的数量即可求得对应峰谷的数量, 计算公式如下:

[0072]  $y(t) = P(t) - P(t-1)$

[0073] 采取前向差分的方式对香农能量包络进行差分运算,  $y(t)$  为香农能量差分运算值。

[0074] S3、分段统计过零点；

[0075] 根据差分运算后的香农能量包络设置滑动窗口, 每个滑动窗口的大小设置为两个分段点的大小, 根据该滑动窗口, 将差分运算后的数据按时间推移, 将每一次窗口滑动后窗口内的过零点个数进行统计, 窗口每次滑动一个数据点的位置。当存在以下情况时, 则确定为过零点:

[0076]  $y(t-1) < 0$  且  $y(t) > 0$ , 或

[0077]  $y(t-1) > 0$  且  $y(t) < 0$

[0078] 统计所有确定为过零点的数量。

[0079] S4、设定阈值, 判定信号质量。

[0080] 由于窗口内过零点的个数与窗口内心电信号的质量相关, 窗口内的过零点的数量越多, 说明心电信号噪声越大, 反之, 则心电信号噪声越小。因此, 对窗口内过零点的数量设置一个阈值, 阈值的大小可以根据经验来确定, 当窗口内过零点的数量大于这个阈值, 则判定该窗口内的心电信号数据质量不符合要求, 并做相应的标记, 当窗口内过零点的数量小于这个阈值, 则判定该窗口内的心电信号数据符合要求。当需要对心电信号作进一步分析时, 则直接跳过标记为不符合要求的心电信号数据段落, 从而避免得到错误的分析或诊断结果。

[0081] 对原始心电信号数据进行香农能量包络、差分运算、过零点分布以及质量不合格标记的效果仿真如图2所示。

[0082] 本发明实施例通过使用能量包络的差分方法, 将过零点的数量与心电信号质量关联起来, 即只需通过统计差分数据过零点的数量即可判定心电信号质量, 从而实现准确判定心电信号的质量, 相比于传统心电信号质量分析算法存在的复杂度高且必须依靠强大的硬件资源才能实现, 本算法简单, 易于实现且运算复杂度低。

[0083] 如图3所示, 本发明实施例还公开了一种心电信号质量检测装置, 包括能量包络提取模块、差分运算模块、过零点统计模块、信号质量判定模块。

[0084] 所述能量包络提取模块, 用于对心电信号进行能量包络提取, 包括:

[0085] 归一化处理单元, 用于对心电信号进行归一化处理;

[0086] 对原始心电信号进行幅值归一化处理, 计算原始心电信号绝对值的最大值, 将原始心电信号除以得到的最大值, 即完成信号幅值的归一化处理。公式如下:

[0087] 
$$x_{norm}(t) = \frac{x(t)}{\max(|x(t)|)}$$

[0088]  $x(t)$  为原始心电信号,  $x_{norm}(t)$  为归一化后的心电信号。归一化后的心电信号方便后续信号处理。

[0089] 香农能量计算单元, 用于计算归一化心电信号的香农能量;

[0090] 计算归一化后心电信号的香农能量, 计算公式如下:

$$[0091] \quad E(t) = -x_{norm}^2(t) \log[x_{norm}^2(t)]$$

[0092]  $E(t)$  为归一化后心电信号的香农能量,  $x_{norm}(t)$  为归一化后的心电信号。

[0093] 平滑处理单元, 用于对所述香农能量进行平滑处理;

[0094] 设置平均区间  $N$ , 对归一化心电信号的香农能量进行平滑处理, 计算公式如下:

$$[0095] \quad E_s(t) = \frac{1}{N} \sum_{i=t}^{i=t+N} \{E(t)\}$$

[0096]  $E_s(t)$  为平滑后的香农能量。

[0097] 提取单元, 用于提取香农能量包络。

[0098] 对平滑处理后的香农能量求平均值和方差, 从而获得香农能量包络, 计算公式如下:

$$[0099] \quad P(t) = \frac{E_s(t) - M(E_s(t))}{S(E_s(t))}$$

[0100]  $P(t)$  为归一化香农能量包络,  $M(E_s(t))$  为香农能量平均值,  $S(E_s(t))$  为香农能量方差。

[0101] 所述差分运算模块, 用于对能量包络进行差分运算;

[0102] 通过差分运算可以将波形的波峰和波谷转化为过零点, 便于对波形的波峰及波谷也即极大值和极小值点进行统计, 通过统计过零点的数量即可求得对应峰谷的数量, 计算公式如下:

$$[0103] \quad y(t) = P(t) - P(t-1)$$

[0104] 采取前向差分的方式对香农能量包络进行差分运算,  $y(t)$  为香农能量差分运算值。

[0105] 所述过零点统计模块, 用于分段统计过零点;

[0106] 根据差分运算后的香农能量包络设置滑动窗口, 每个滑动窗口的大小设置为两个分段点的大小, 根据该滑动窗口, 将差分运算后的数据按时间推移, 将每一次窗口滑动后窗口内的过零点个数进行统计, 窗口每次滑动一个数据点的位置。当存在以下情况时, 则确定为过零点:

$$[0107] \quad y(t-1) < 0 \text{ 且 } y(t) > 0, \text{ 或}$$

$$[0108] \quad y(t-1) > 0 \text{ 且 } y(t) < 0$$

[0109] 统计所有确定为过零点的数量。

[0110] 所述信号质量判定模块, 用于根据阈值判定信号质量, 包括:

[0111] 阈值设定单元, 用于设定窗口过零点阈值, 将阈值设定为所有窗口内过零点个数的平均值。

[0112] 判定单元, 用于将窗口过零点数量与所述阈值进行对比, 当窗口内过零点数量大

于所述阈值,则判定信号质量不合格;当窗口内过零点数量小于所述阈值,则判定信号质量合格。

[0113] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

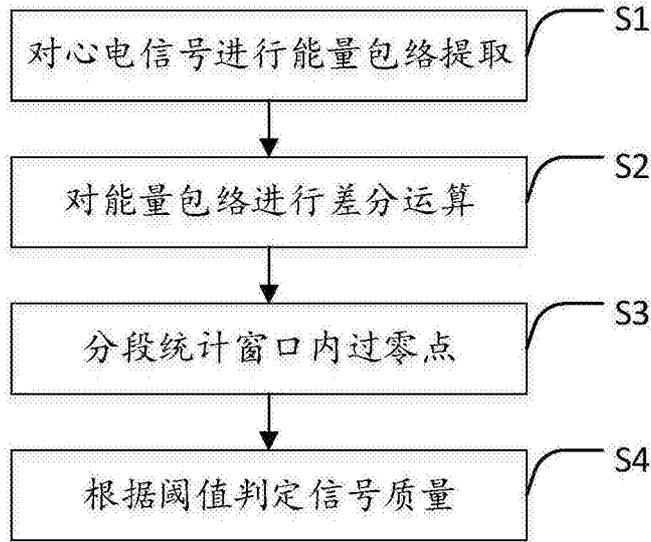


图1

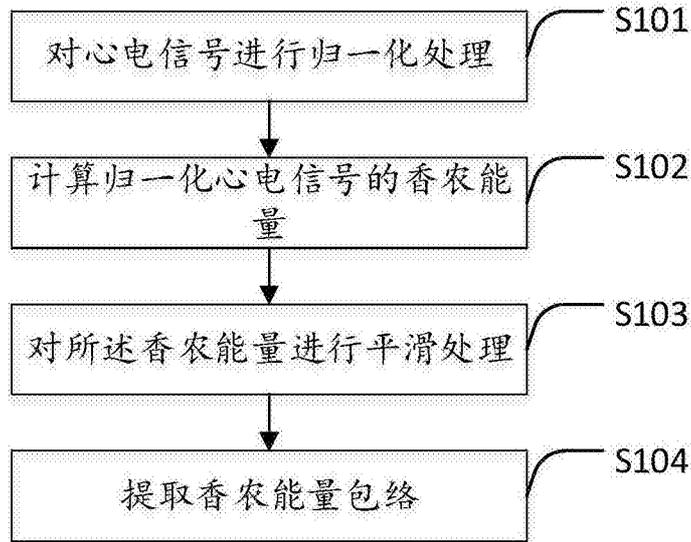


图2

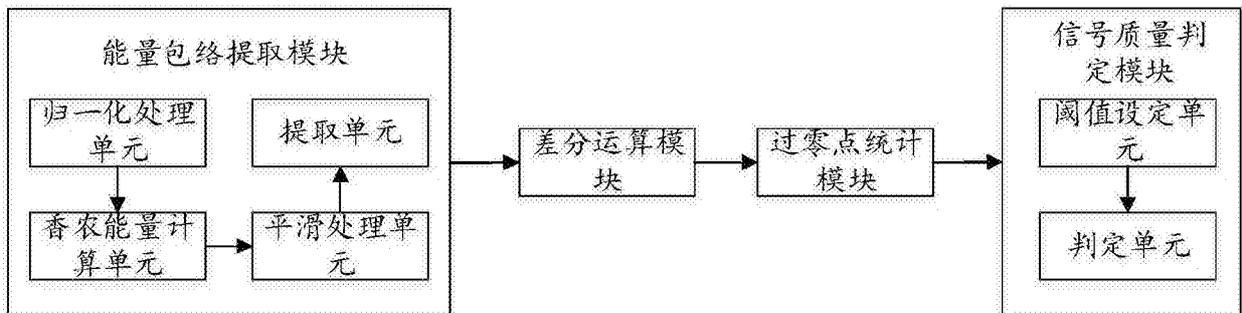


图3

专利名称(译)	一种心电信号质量检测方法与装置		
公开(公告)号	<a href="#">CN107616782A</a>	公开(公告)日	2018-01-23
申请号	CN2017110797429.1	申请日	2017-09-06
[标]申请(专利权)人(译)	郑州云海信息技术有限公司		
申请(专利权)人(译)	郑州云海信息技术有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	郑州云海信息技术有限公司		
发明人	林素红		
IPC分类号	A61B5/00 A61B5/0402		
代理人(译)	李修杰		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明提供一种心电信号质量检测方法与装置，所述方法包括：对心电信号进行能量包络提取；对能量包络进行差分运算；分段统计窗口内过零点；根据阈值判定信号质量。本发明通过使用能量包络的差分方法，将过零点的数量与心电信号质量关联起来，即只需通过统计差分数据过零点的数量即可判定心电信号质量，从而实现准确判定心电信号的质量，相比于传统心电信号质量分析算法存在的复杂度高且必须依靠强大的硬件资源才能实现，本算法简单，易于实现且运算复杂度低。

