



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110327032 A

(43)申请公布日 2019.10.15

(21)申请号 201910239720.6

(22)申请日 2019.03.27

(71)申请人 苏州平稳芯跳医疗科技有限公司
地址 215000 江苏省苏州市高新区竹园路
209号1号楼B2028-1

(72)发明人 孙见山 张蓝天 朱孟斌 吴松
仲飞

(74)专利代理机构 北京科家知识产权代理事务
所(普通合伙) 11427

代理人 张丽

(51)Int.Cl.

A61B 5/0402(2006.01)

A61B 5/0472(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

权利要求书1页 说明书4页 附图1页

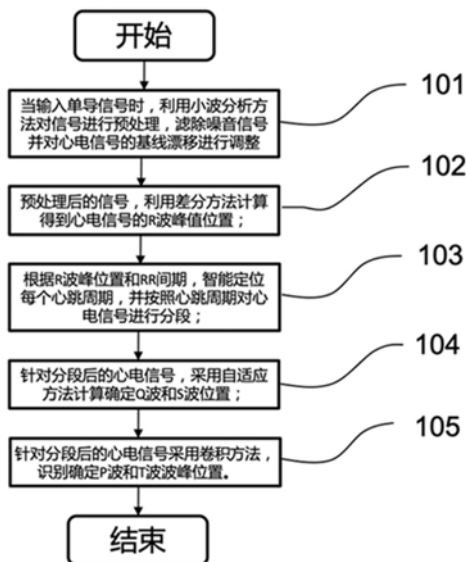
(54)发明名称

一种单导心电信号PQRST波联合精准识别算
法

(57)摘要

本发明公开了一种单导心电信号PQRST波联合精准识别算法,其包括:输入单导信号时,利用小波分析方法对信号进行预处理,滤除噪音信号并对心电信号的基线漂移进行调整;预处理后的信号,利用差分方法计算得到心电信号的R波峰值位置;根据R波峰值位置和RR间期,智能定位每个心跳周期,并按照心跳周期对心电信号进行分段;针对分段后的心电信号,采用自适应方法计算确定Q波和S波位置;针对分段后的心电信号采用卷积方法,识别确定P波和T波波峰位置。所述PQRST波识别方法包括识别PQRST波波峰,各个波之间的间期,不同心电信号片段之间波波间期。本发明实现单导心电信号的各种波及间期特征的识别,为采用机器学习方法进行心电信号分类算法应用提供可靠特征。

CN 110327032 A



1. 一种单导心电信号PQRST波联合精准识别算法,所述方法包括以下步骤:

S1:当输入单导信号时,利用小波分析方法对信号进行预处理,滤除噪音信号并对心电信号的基线漂移进行调整;

S2:预处理后的信号,利用差分方法计算得到心电信号的R波峰值位置;

S3:根据R波峰位置和RR间期,智能定位每个心跳周期,并按照心跳周期对心电信号进行分段;

S4:针对分段后的心电信号,采用自适应方法计算确定Q波和S波位置;

S5:针对分段后的心电信号采用卷积方法,识别确定P波和T波波峰位置。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于:对于输入的单导心电信号,采用小波方法对信号进行滤波处理、基线漂移去除。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于:采用高斯1阶小波实数基作为单导心电信号小波分解的基础小波基,对单导心电信号进行分解,并将其分解得到的低频部分和高频部分略去,将剩下的信号进行重构,得到经过噪声滤波和基线漂移去除之后的单导心电信号。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于:经过噪声滤波和基线漂移去除之后的稳定无噪声单导心电信号,经过两次差分过程,得到心电信号的R波的位置;经过两次差分过程之后,采用最大值检测法,检测差分信号的最大值位置,得到的位置就是R波波峰的位置。

5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于:利用确定好的R波波峰位置,计算两个R波之间的RR间期,并利用R波位置和RR间期,智能定位每一次心跳周期,对心电信号进行分段,智能分段的方法采用自适应位置处的斜率计算方法,其中自适应位置为两个相邻RR间期(存在3个R波波峰),中间R波向前延伸1/4前RR周期,向后延伸3/4后RR周期附近处的斜率,如果斜率在一定的阈值范围内,则判定两个位置之间的心电信号片段为一个心跳周期。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于:针对分段后的心电信号,采用自适应方法计算确定Q波和S波位置;对于自适应方法计算确定Q波和S波位置,采用峰值法和阈值法来判断Q波和S波的位置。

7. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于:针对分段后的心电信号采用卷积方法,识别确定P波和T波波峰位置;根据经验得到的心电信号的PQ段和ST段的经验长度,利用心电信号作为一种卷积的输入信号 $f(t)$,利用方形脉冲波作为卷积的另一个输入信号与心电信号的P波和T波所在区域范围内的信号进行卷积,得到相应的卷积信号,根据卷积信号的极值位置判断P波和T波波峰的位置。

8. 根据权利要求1-7任意一项所述的方法,其特征在于:根据单导心电信号的小波分解和特征点识别,识别单导心电信号的PQRST波。

一种单导心电信号PQRST波联合精准识别算法

技术领域

[0001] 本发明涉及生物信息学技术领域,涉及一种基于小波分解和特征点识别的单导心电信号PQRST波联合识别算法,尤其涉及在心电终端实时人体佩戴过程中,心电信号的去噪、去基线漂移和实时PQRST波特征识别的方法。

背景技术

[0002] 心电信号的临床应用已有一百多年历史,至今仍是临床医学最重要的辅助检查之一。它不仅用于心血管疾病的诊断,也是临床各科观察病情变化必不可少的手段。心电图是诊断心律失常的“金标准”,且无创、经济、方便快捷、重复性好,具有其他检查设备望尘莫及的优点。目前在我国,从农村基层诊所到中心城市超大型医院都有心电图检查项目,因而阅读、识别、解释常见的心电图现象成为几乎所有临床医生必须具备的基本功,随着科技的发展,尤其是人工智能技术的进步,人工智能识别心电图成为发展的必然趋势,在智能判断心脏疾病之前需要对心电信号的特征进行提取,其中心电信号的PQRST波是心电信号的最主要特征,由此可以演化出其他的许多相关特征值,其识别的结果可以作为自动分析诊断系统的关键输入,直接影响到智能诊断的准确性和可靠性,其PQRST波的检测结果是诊断心脏疾病的重要依据。

[0003] 面对以上挑战,小波分析被认为是解决噪声消除和去除基线漂移的最有前景的方法;利用差分过程来实现R波波峰的检测;根据R波峰位置和RR间期,智能定位每个心跳周期,并按照心跳周期对心电信号进行分段;针对分段后的心电信号,采用自适应方法计算确定Q波和S波位置;针对分段后的心电信号采用卷积方法,识别确定P波和T波波峰位置。小波分析和多种特征点识别算法的联合应用,对于PQRST波的识别精准度有了显著的提高,同时具备了很强的抗噪声和抗基线漂移的能力。

[0004] 在实现本发明的过程中,本发明人发现现有技术中存在以下问题:现有技术中,QRS波群检测的方法层出不穷,如:差分阈值法、模板匹配法、小波变换法和神经网络法等等。其中,差分阈值法算法简单,运算速度快,工程和技术实现也很简单;模板匹配法原理简单,但对高频噪声和基线漂移敏感程度太高,很容易就受到影响;小波变换法具有良好的时域局地化特性,检测准确度高,但计算量较大,应用于实时处理需要解决计算能力问题;神经网络法能够实现很好的判别效果,但是训练时间长,实际上较难应用。

发明内容

[0005] 针对上述问题,本发明提供一种基于小波分解和特征点识别的单导心电信号PQRST波联合精准识别算法,用以解决现有技术中,受高频噪声和基线漂移影响较大、检测准确率较低、计算量较大等一系列的问题。

[0006] 本发明的技术方案是提供一种单导心电信号PQRST波联合精准识别算法,所述方法包括以下步骤:

S1:当输入单导信号时,利用小波分析方法对信号进行预处理,滤除噪音信号并对心电

信号的基线漂移进行调整;

S2: 预处理后的信号, 利用差分方法计算得到心电信号的R波峰值位置;

S3: 根据R波峰位置和RR间期, 智能定位每个心跳周期, 并按照心跳周期对心电信号进行分段;

S4: 针对分段后的心电信号, 采用自适应方法计算确定Q波和S波位置;

S5: 针对分段后的心电信号采用卷积方法, 识别确定P波和T波波峰位置。

[0007] 进一步的, 对于输入的单导心电信号, 采用小波方法对信号进行滤波处理、基线漂移去除。

[0008] 进一步的, 采用高斯1阶小波实数基作为单导心电信号小波分解的基础小波基, 对单导心电信号进行分解, 并将其分解得到的低频部分和高频部分略去, 将剩下的信号进行重构, 得到经过噪声滤波和基线漂移去除之后的单导心电信号。

[0009] 进一步的, 经过噪声滤波和基线漂移去除之后的稳定无噪声单导心电信号, 经过两次差分过程, 得到心电信号的R波的位置; 经过两次差分过程之后, 采用最大值检测法, 检测差分信号的最大值位置, 得到的位置就是R波波峰的位置。

[0010] 进一步的, 利用确定好的R波波峰位置, 计算两个R波之间的RR间期, 并利用R波位置和RR间期, 智能定位每一次心跳周期, 对心电信号进行分段。智能分段的方法采用自适应位置处的斜率计算方法, 其中自适应位置为两个相邻RR间期(存在3个R波波峰), 中间R波向前延伸1/4前RR周期, 向后延伸3/4后RR周期附近处的斜率, 如果斜率在一定的阈值范围内, 则判定两个位置之间的心电信号片段为一个心跳周期。

[0011] 进一步的, 针对分段后的心电信号, 采用自适应方法计算确定Q波和S波位置; 对于自适应方法计算确定Q波和S波位置, 采用峰值法和阈值法来判断Q波和S波的位置。

[0012] 进一步的, 针对分段后的心电信号采用卷积方法, 识别确定P波和T波波峰位置; 根据经验得到的心电信号的PQ段和ST段的经验长度, 利用心电信号作为一种卷积的输入信号 $f(t)$, 利用方形脉冲波作为卷积的另一个输入信号与心电信号的P波和T波所在区域范围内的信号进行卷积, 得到相应的卷积信号, 根据卷积信号的极值位置判断P波和T波波峰的位置。

[0013] 进一步的, 根据单导心电信号的小波分解和特征点识别, 识别单导心电信号的PQRST波。

[0014] 本发明的有益效果是: 本发明的一种单导心电信号PQRST波联合精准识别算法解决了现有技术中, 受高频噪声和基线漂移影响较大、检测准确率较低、计算量较大等一系列的问题。利用小波分析解决噪声消除和去除基线漂移的问题; 利用差分过程来实现R波波峰的检测; 根据R波峰位置和RR间期, 智能定位每个心跳周期, 并按照心跳周期对心电信号进行分段; 针对分段后的心电信号, 采用自适应方法计算确定Q波和S波位置; 针对分段后的心电信号采用卷积方法, 识别确定P波和T波波峰位置。小波分析和多种特征点识别算法的联合应用, 对于PQRST波的识别精准度有了显著的提高, 同时具备了很强的抗噪声和抗基线漂移的能力。

附图说明

[0015] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案, 下面将对实施例中所需要使用的附

图作简单地介绍,应当理解,以下附图仅示出了本发明的某些实施例,因此不应被看作是对范围的限定,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他相关的附图。

[0016] 图1是本发明的一种单导心电信号PQRST波联合精准识别算法实现框图。

具体实施方式

[0017] 为了使本发明实现的技术手段、创作特征、达成目的与功效易于明白了解,下面结合具体实施例,进一步阐述本发明。

[0018] 如图1所示,本发明的一种单导心电信号PQRST波联合精准识别算法实现包括以下几个步骤:

步骤101:当输入单导信号时,利用小波分析方法对信号进行预处理,滤除噪音信号并对心电信号的基线漂移进行调整;

单导心电信号可以被看作是含有噪声的不平稳时变信号,其中对于单导设备来说,肌肉电和身体移动过程中的噪声会造成严重的基线漂移和信号噪声。由于单导信号可以被看做高斯信号组合特性,高斯小波是高斯密度函数的微分形式,是一种非正交与非双正交的小波,没有尺度函数。复数的高斯小波是下面公式的P阶导数:

$$\psi(t) = C e^{-jt} e^{-t^2}$$

其中,P是从1到8的一个整数,C是一个和P阶的阶数相关的正则化常数。此处采用高斯1阶小波实数基作为单导心电信号小波分解的基础小波基,对单导心电信号进行分解,并将其分解得到的低频部分和高频部分略去,将剩下的信号进行重构,得到经过噪声滤波(低频和高频信号)和基线漂移(低频信号)去除之后的单导心电信号。

[0019] 步骤102:预处理后的信号,利用差分方法计算得到心电信号的R波峰值位置;经过噪声滤波和基线漂移去除之后的稳定无噪声单导心电信号,经过两次差分过程,得到心电信号的R波的位置,令x表示信号,差分过程的公式可以表示为:

$$diff_x_i = x_{i+1} - x_i$$

经过两次差分过程之后,采用最大值检测法,检测差分信号的最大值位置,得到的位置就是R波波峰的位置。

[0020] 步骤103:根据R波峰位置和RR间期,智能定位每个心跳周期,并按照心跳周期对心电信号进行分段;

利用确定好的R波波峰位置,计算两个R波之间的RR间期,并利用R波位置和RR间期,智能定位每一次心跳周期,对心电信号进行分段。智能分段的方法采用自适应位置处的斜率计算方法,其中自适应位置为两个相邻RR间期(存在3个R波波峰),中间R波向前延伸1/4前RR周期,向后延伸3/4后RR周期附近处的斜率,如果斜率在一定的阈值范围内,则判定两个位置之间的心电信号片段为一个心跳周期。

[0021] 步骤104:针对分段后的心电信号,采用自适应方法计算确定Q波和S波位置;

对于自适应方法计算确定Q波和S波位置,主要是采用峰值法和阈值法来判断Q波和S波的位置,SPKI代表对应的QRS波的波峰幅度。NPKI代表非QRS波的波峰幅度。THRESHOLD代表用来区分所检测峰值的阈值。如果所检测出的峰值大于THRESHOLD,被认为是SPKI,否则认为是NPKI。阈值的大小由下式更新:

$SPKI=0.125PEAKI+0.875SPKI$ 如果PEAKI是信号极值

$NPKI=0.125PEAKI+0.875NPKI$ 如果PEAKI是噪声极值

$THRESHOLD=NPKI+0.25(SPKI-NPKI)$

因为已知R波的位置,所以Q波和S波分别位于R波两侧,通过自适应阈值检测法和峰值检测得到相应的Q波和S波的位置。

[0022] 步骤105:针对分段后的心电信号采用卷积方法,识别确定P波和T波波峰位置;

针对分段后的心电信号采用卷积方法,识别确定P波和T波波峰位置;根据经验得到的心电信号的PQ段和ST段的经验长度,利用心电信号作为一种卷积的输入信号 $f(t)$,利用方形脉冲波作为卷积的另一个输入信号与心电信号的P波和T波所在区域范围内的信号进行卷积,得到相应的卷积信号,根据卷积信号的极值位置判断P波和T波波峰的位置。

[0023] 综上所述,本发明实施例提供的一种基于小波分解和特征点识别的单导心电信号PQRST波联合精准识别算法,解决了现有技术中,受高频噪声和基线漂移影响较大、检测准确率较低、计算量较大等一系列的问题。利用小波分析解决噪声消除和去除基线漂移的问题;利用差分过程来实现R波波峰的检测;根据R波峰位置和RR间期,智能定位每个心跳周期,并按照心跳周期对心电信号进行分段;针对分段后的心电信号,采用自适应方法计算确定Q波和S波位置;针对分段后的心电信号采用卷积方法,识别确定P波和T波波峰位置。小波分析和多种特征点识别算法的联合应用,对于PQRST波的识别精准度有了显著的提高,同时具备了很强的抗噪声和抗基线漂移的能力,具有广泛、重大的推广意义。

[0024] 以上实施方式仅用于说明本发明,而并非对本发明的限制,有关技术领域的普通技术人员,在不脱离本发明的精神和范围的情况下,还可以做出各种变化和变型,因此所有等同的技术方案也属于本发明的范畴,本发明的专利保护范围应由权利要求限定。

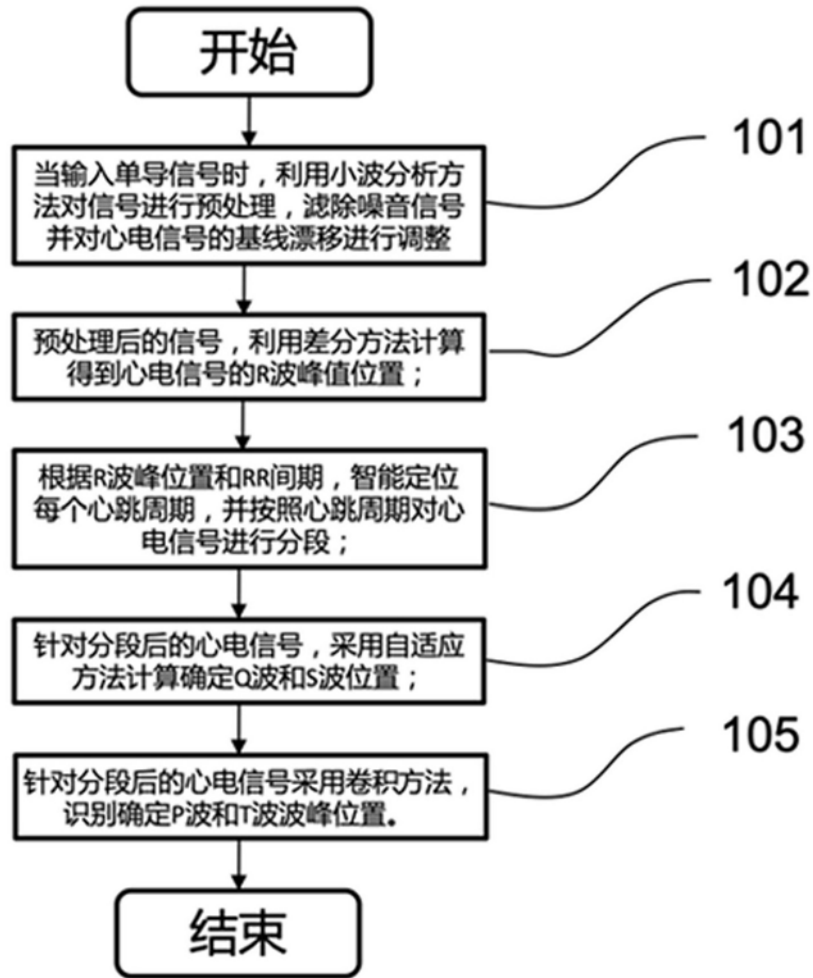


图1

专利名称(译)	一种单导心电信号PQRST波联合精准识别算法		
公开(公告)号	CN110327032A	公开(公告)日	2019-10-15
申请号	CN201910239720.6	申请日	2019-03-27
[标]发明人	孙见山 张蓝天 吴松 仲飞		
发明人	孙见山 张蓝天 朱孟斌 吴松 仲飞		
IPC分类号	A61B5/0402 A61B5/0472 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/0402 A61B5/0472 A61B5/7203 A61B5/7225 A61B5/7267		
代理人(译)	张丽		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种单导心电信号PQRST波联合精准识别算法，其包括：输入单导信号时，利用小波分析方法对信号进行预处理，滤除噪音信号并对心电信号的基线漂移进行调整；预处理后的信号，利用差分方法计算得到心电信号的R波峰值位置；根据R波峰值位置和RR间期，智能定位每个心跳周期，并按照心跳周期对心电信号进行分段；针对分段后的心电信号，采用自适应方法计算确定Q波和S波位置；针对分段后的心电信号采用卷积方法，识别确定P波和T波波峰位置。所述PQRST波识别方法包括识别PQRST波波峰，各个波之间的间期，不同心电信号片段之间波波间期。本发明实现单导心电信号的各种波及间期特征的识别，为采用机器学习方法进行心电信号分类算法应用提供可靠特征。

