



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106419898 A

(43)申请公布日 2017.02.22

(21)申请号 201610675959.4

(22)申请日 2016.08.16

(66)本国优先权数据

201610664421.3 2016.08.12 CN

(71)申请人 武汉中旗生物医疗电子有限公司

地址 430206 湖北省武汉市东湖新技术开发区高新二路380号

(72)发明人 罗伟 朱国永

(51)Int. Cl.

A61B 5/0402(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

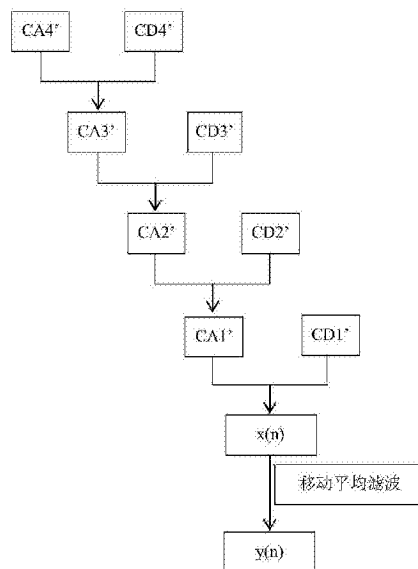
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

一种去除心电信号基线漂移的方法

(57)摘要

本发明公开了一种去除心电信号基线漂移的方法,包括:步骤1)确定小波分解层数步骤,包括:通过信号的采样率与心电信号的有效频带,确定出小波分解的层数;步骤2)进行小波分解步骤,包括:根据步骤1中确定的小波分解层数,采样用小波分析对心电信号进行J层分解,每层的小波高频系数分别为:CD1,CD2,……,CDJ,低频系数为:CAJ;步骤3)小波系数处理及信号重构步骤,包括:分别将步骤2中的高频系数与低频系数进行处理,根据处理后的小波系数进行小波重构;步骤4)移动平均滤波步骤,包括:对步骤3中重构的信号进行移动平均滤波,得到心电信号的基线漂移值;步骤5)去除基线漂移步骤,包括:通过原始心电信号减去步骤四中的基线偏移值,即得到了去除基线漂移后的信号。



1. 一种去除心电信号基线漂移的方法,其特征在于,包括:

步骤1) 确定小波分解层数步骤,包括:通过信号的采样率与心电信号的有效频带,确定出小波分解的层数;

步骤2) 进行小波分解步骤,包括:根据步骤1中确定的小波分解层数,采样用小波分析对心电信号进行J层分解,每层的小波高频系数分别为:CD1, CD2, …… , CDJ, 低频系数为: CAJ;

步骤3) 小波系数处理及信号重构步骤,包括:分别将步骤2中的高频系数与低频系数进行处理,根据处理后的小波系数进行小波重构;

步骤4) 移动平均滤波步骤,包括:对步骤3中重构的信号进行移动平均滤波,得到心电信号的基线漂移值;

步骤5) 去除基线漂移步骤,包括:通过原始心电信号减去步骤四中的基线偏移值,即得到了去除基线漂移后的信号。

2. 根据权利要求1所述的去除心电信号基线漂移的方法,其特征在于,步骤1) 中,确定小波分解层数时,按如下式子进行:

$$J = \log_2 (F_s / f)$$

其中:J为小波分解层数, F_s 为心电信号的采样率, f 为心电信号的有效频带最大值。

3. 根据权利要求2所述的去除心电信号基线漂移的方法,其特征在于,步骤2和步骤3中,进行小波分解与重构采用的小波函数均为Haar函数。

4. 根据权利要求1所述的去除心电信号基线漂移的方法,其特征在于,步骤3中,对将步骤2中的高频系数与低频系数进行处理,包括:

将小波各层高频滤波系数全置0,即: $CA1' = CA2' = \dots = CAJ' = 0$;

低频系数保持不变, $CAJ' = CAJ$ 。

5. 根据权利要求1所述的去除心电信号基线漂移的方法,其特征在于,步骤3) 中,信号重构步骤中,采取Mallat算法。

6. 根据权利要求1所述的去除心电信号基线漂移的方法,其特征在于,移动平均滤波步骤中,具体包括:

$$y[i] = \frac{1}{M} \sum_{j=0}^{M-1} x(i+j)$$

其中 $x[n]$ 为输入信号, $y[n]$ 为输出信号, n 为正整数,取移动平均算法的M值为500。

一种去除心电信号基线漂移的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及生物医学信号噪声处理技术领域,尤其涉及小波分析结合窗口移动平均滤波去除心电信号基线漂移的方法。

背景技术

[0002] 心电信号(Electrocardiogram, ECG)是人类最早研究并应用于临床医学的生物电信号之一,它反映了心脏在兴奋产生、传导和恢复过程中的电变化,是心脏电活动的一种客观表示,在不同层面上反映了心脏的工作状态,对于心脏疾病的临床诊断和治疗具有非常重要的参考价值。心电信号是一种微弱的生物电信号,其幅度为毫伏(mV)级,很容易受到外界环境的影响。在对心电记录的过程中,被记录者身体的活动、呼吸、各种通讯设备等都会对记录过程产生较大的干扰,这些干扰对于信号检测的正确性有很大的影响。

[0003] 心电信号主要受到以下三种类型噪声的干扰:

[0004] 1工频噪声:工频噪声是由带电系统产生的一种干扰,呈现的形态类似在纯净心电信号上出现正弦波以及类似正弦波的波形。这种类型的噪声频率一般为50Hz或60Hz,且其幅值不高,为该心电信号波形最高幅度的50%左右。

[0005] 2肌电噪声:肌电噪声是由于肌肉紧张以及人身体的移动造成的,该类噪声的频率为0-10kHz,与均值高斯噪声相似,所以一般并不是很明显,这类噪声一般表现比较微弱,可以把肌电干扰看成是瞬间产生的零均值带限噪声。

[0006] 3基线漂移噪声:ECG中的基线漂移干扰在心电信号处理中是常见的情况,由被记录者呼吸时引起的,没有办法避免,基线漂移的噪声幅度比较低,基线漂移频率在0.05Hz到2Hz之间,同时该曲线比较平缓,跟正弦波形相似,不易去除。

[0007] 去除以上三种类型的噪声主要方法有:去除工频噪声的方法比较多,主要包括:平滑滤波、IIR滤波、FIR滤波、自适应滤波等,比较成熟的做法是利用陷波滤波。每种方法均有其各自的优缺点,工程应用中根据实际的应用需求选择合适的方法;去除肌电噪声,对于肌电噪声一般可以采取高通滤波结合硬件上采取上限频率为100Hz的低通滤波器进行消除;去除基线噪声,一般有传统的高通滤波和小波变换等方法,由于基线偏移噪声的频率比较低(一般为0-0.05Hz),设计高通滤波器时所需要的滤波阶数特别大,计算量大,占用计算资源多;同样,在利用小波分析的方法进行时,由于其基于卷积运算,在去除基线漂移时要将信号分解到十层之后(特别是信号采样率大的情况下),计算量大,对计算资源要求高,不利于实时处理。

发明内容

[0008] 本发明所要解决的技术问题是提供一种去除心电信号基线漂移的方法,用于克服现有技术存在的技术问题。

[0009] 本发明解决上述技术问题所采取的技术方案如下:

[0010] 一种去除心电信号基线漂移的方法,包括:

[0011] 步骤1) 确定小波分解层数步骤,包括:通过信号的采样率与心电信号的有效频带,确定出小波分解的层数;

[0012] 步骤2) 进行小波分解步骤,包括:根据步骤1中确定的小波分解层数,采样用小波分析对心电信号进行J层分解,每层的小波高频系数分别为:CD1,CD2,……,CDJ,低频系数为:CAJ;

[0013] 步骤3) 小波系数处理及信号重构步骤,包括:分别将步骤2中的高频系数与低频系数进行处理,根据处理后的小波系数进行小波重构;

[0014] 步骤4) 移动平均滤波步骤,包括:对步骤3中重构的信号进行移动平均滤波,得到心电信号的基线漂移值;

[0015] 步骤5) 去除基线漂移步骤,包括:通过原始心电信号减去步骤四中的基线偏移值,即得到了去除基线漂移后的信号。

[0016] 优选的是,步骤1) 中,确定小波分解层数时,按如下式子进行:

[0017] $J = \log_2 (F_s / f)$

[0018] 其中:J为小波分解层数, F_s 为心电信号的采样率, f 为心电信号的有效频带最大值。

[0019] 优选的是,步骤2和步骤3中,进行小波分解与重构采用的小波函数均为Haar函数。

[0020] 优选的是,步骤3中,对将步骤2中的高频系数与低频系数进行处理,包括:

[0021] 将小波各层高频滤波系数全置0,即: $CA1' = CA2' = \dots = CAJ' = 0$;

[0022] 低频系数保持不变, $CAJ' = CAJ$ 。

[0023] 优选的是,步骤3) 中,信号重构步骤中,采取Mallat算法。

[0024] 优选的是,移动平均滤波步骤中,具体包括:

[0025]
$$y[i] = \frac{1}{M} \sum_{j=0}^{M-1} x(i+j)$$

[0026] 其中 $x[n]$ 为输入信号, $y[n]$ 为输出信号, n 为正整数,取移动平均算法的M值为500。

[0027] 本发明采取了上述方案以后,确定了小波变换的层数,不用将小波分解至十几层,极大的降低了计算复杂度,有针对性的处理感兴趣频带的信号,减小了其他频带噪声的影响,提高了信号的质量。

[0028] 本发明的其它特征和优点将在随后的说明书中阐述,并且,部分地从说明书中变得显而易见,或者通过实施本发明而了解。本发明的目的和其他优点可通过在所写的说明书、权利要求书、以及附图中所特别指出的结构来实现和获得。

附图说明

[0029] 下面结合附图对本发明进行详细的描述,以使得本发明的上述优点更加明确。其中,

[0030] 图1是本发明去除心电信号基线漂移的方法中PTB数据库中第s00161rem号数据第二导联信号的示意图;

[0031] 图2是本发明去除心电信号基线漂移的方法中小波分解计算各层系数的示意图;

[0032] 图3是本发明去除心电信号基线漂移的方法中小波重构及移动平均滤波的示意

图；

[0033] 图4是本发明去除心电信号基线漂移的方法中重构后的信号的示意图；

[0034] 图5本发明去除心电信号基线漂移的方法中基线漂移信号的示意图；

[0035] 图6本发明去除心电信号基线漂移的方法中去除基线漂移后信号的示意图；

[0036] 图7是本发明去除心电信号基线漂移的方法中患者1心电信号及去基线漂移后信号的示意图；

[0037] 图8是本发明去除心电信号基线漂移的方法中患者11心电信号及去基线漂移后信号的示意图；

[0038] 图9是本发明去除心电信号基线漂移的方法中患者111心电信号及去基线漂移后信号的示意图。

具体实施方式

[0039] 以下将结合附图及实施例来详细说明本发明的实施方式,借此对本发明如何应用技术手段来解决技术问题,并达成技术效果的实现过程能充分理解并据以实施。需要说明的是,只要不构成冲突,本发明中的各个实施例以及各实施例中的各个特征可以相互结合,所形成的技术方案均在本发明的保护范围之内。

[0040] 另外,在附图的流程图示出的步骤可以在诸如一组计算机可执行指令的计算机系统中执行,并且,虽然在流程图中示出了逻辑顺序,但是在某些情况下,可以以不同于此处的顺序执行所示出或描述的步骤。

[0041] 具体来说,本发明针对在心电信号基线漂移去噪中存在的问题,提供了一种新的解决方法:通过一种小波变换与移动平均滤波结合的方法,去除心电信号的基线漂移噪声。具体步骤如下:

[0042] 一种去除心电信号基线漂移的方法,包括:

[0043] 步骤1) 确定小波分解层数步骤,包括:通过信号的采样率与心电信号的有效频带,确定出小波分解的层数;

[0044] 步骤2) 进行小波分解步骤,包括:根据步骤1中确定的小波分解层数,采样用小波分析对心电信号进行J层分解,每层的小波高频系数分别为:CD1,CD2,……,CDJ,低频系数为:CAJ;

[0045] 步骤3) 小波系数处理及信号重构步骤,包括:分别将步骤2中的高频系数与低频系数进行处理,根据处理后的小波系数进行小波重构;

[0046] 步骤4) 移动平均滤波步骤,包括:对步骤3中重构的信号进行移动平均滤波,得到心电信号的基线漂移值;

[0047] 步骤5) 去除基线漂移步骤,包括:通过原始心电信号减去步骤四中的基线偏移值,即得到了去除基线漂移后的信号。

[0048] 本发明采取了上述方案以后,确定了小波变换的层数,不用将小波分解至十几层,极大的降低了计算复杂度,有针对性的处理感兴趣频带的信号,减小了其他频带噪声的影响,提高了信号的质量。

[0049] 其中,更进一步的实施例中,优选的是,步骤1)中,确定小波分解层数时,按如下式子进行:

[0050] $J = \log_2 (F_s/f)$

[0051] 其中:J为小波分解层数, F_s 为心电信号的采样率, f 为心电信号的有效频带最大值。

[0052] 优选的是,步骤2和步骤3中,进行小波分解与重构采用的小波函数均为Haar函数。

[0053] 优选的是,步骤3中,对将步骤2中的高频系数与低频系数进行处理,包括:

[0054] 将小波各层高频滤波系数全置0,即: $CA1' = CA2' = \dots = CAJ' = 0$;

[0055] 低频系数保持不变, $CAJ' = CAJ$ 。

[0056] 优选的是,步骤3)中,信号重构步骤中,采取Mallat算法。

[0057] 优选的是,移动平均滤波步骤中,具体包括:

[0058]
$$y[i] = \frac{1}{M} \sum_{j=0}^{M-1} x(i+j)$$

[0059] 其中 $x[n]$ 为输入信号, $y[n]$ 为输出信号, n 为正整数,取移动平均算法的M值为500。

[0060] 其中,下面结合附图对本发明的具体实施作进一步的详细说明。

[0061] 本发明选取了德国国家计量署心电数据库(PTB)的数据(数据号为s00161rem,第二导联)作为实验数据,信号采样率为1000Hz,采样时间10s,如图1所示。本方法的实验步骤如下:

[0062] 步骤1:确定小波分解层数。通过信号的采样率与心电信号的有效频带,确定出小波分解的层数:

[0063] $J = \log_2 (F_s/f)$

[0064] 其中:J为小波分解层数, F_s 为心电信号的采样率, f 为心电信号的有效频带最大值。如:本发明中研究的心电信号采样率为1000Hz,心电信号的有效频带为0--40Hz,根据式(1)可确定小波分解层应为4层。第四层小波低频系数中包含的频带为0--31.125Hz,包含了大部分有用的心电信号;

[0065] 步骤2:进行小波分解。其次根据本发明中所研究信号的采样率1000Hz,采用小波分析对心电信号进行4层分解,为了提高计算效率,在信号的小波分解与重构中选取的基小波为Haar小波。每层的小波高频系数分别为:CD1,CD2,CD3,CD4,低频系数为:CA4,分解过程见图2;

[0066] 步骤3:小波系数处理及信号重构。将小波高频滤波系数均置0,即: $CA1' = CA2' = CA3' = CA4' = 0$ 。保留低频系数, $CA4' = CA4$ 。通过Mallat算根据处理过得小波系数进行小波重构。其中,小波重构是小波分解的逆过程,信号重构流程如图3所示,重构后信号如图4所示,图3中信号滤除了高频噪声,保留大部分的心电信号信息以及低频噪声,该低频噪声主要表现为心电信号的基线漂移。

[0067] 步骤4:移动平均滤波。移动平均滤波的方法数字信号处理中最常用的滤波方法之一,具有实现简单,计算量小,效果优越等优点。设定输入信号为 $x[n]$,输出信号为 $y[n]$,移动平均滤波算法可表示为:

[0068]
$$y[i] = \frac{1}{M} \sum_{j=0}^{M-1} x(i+j)$$

[0069] 在本发明中根据信号的采样率,取移动平均算法的M值为500。保证运算效率的前

提下,通过实验发现,M值取400—600时,去基线漂移效果最佳。对步骤3中的重构信号进行移动平均滤波,得到心电信号的基线漂移部分。

[0070] 步骤5:去除基线漂移。通过原始心电信号减去步骤四中的基线偏移,即得到了去除基线漂移后的信号,如图5所示。

[0071] 最后使用含有基线偏移的实际数据对本方法进行验证。图7—9中的原始数据为Zoncare公司生产的1MAC1800心电图机所采集的具有明显基线漂移的患者1、11、111的心电信号,采样率为1000Hz,采样时间9s,通过—图7—9可以看出:本方法去基线漂移效果良好,信号失真度低。

[0072] 本发明首先根据心电信号采样率结合心电信号的频带范围确定层数小波分解层数,对心电信号进行J次分解,每层的小波高频系数分别为:CD1,CD2,⋯,CDJ,低频系数为:CAJ;将每层的小波高频系数CD1,CD2,⋯,CDJ置0,保留低频系数CAJ,然后进行小波重构,将进行小波重构后得到的信号经过移动平均滤波器,得到心电信号的基线漂移部分,最后通过原始心电信号减去基线偏移,即得到了去除基线漂移后的信号。

[0073] 本算法的显著效果是:确定了小波变换的层数,不用将小波分解至十几层,极大的降低了计算复杂度,有针对性的处理感兴趣频带的信号,减小了其他频带噪声的影响,提高了信号的质量;此外,在进行信号的小波分解与重构过程中选取的小波基函数为Haar小波函数,提高了运算效率。对小波分解后各层系数的处理,明显的提高了算法效率。进行基线漂移线的提取时,采用了移动平均滤波器,利用其实现简单,计算量小,效果优越等优点。使得本方法适用于实时处理。最后采用德国心电数据(PTB)以及实际心电数据对本方法去基线漂移性能进行了验证,结果表明本方法去基线漂移效果好,信号失真低。

[0074] 需要说明的是,对于上述方法实施例而言,为了简单描述,故将其都表述为一系列的动作组合,但是本领域技术人员应该知悉,本申请并不受所描述的动作顺序的限制,因为依据本申请,某些步骤可以采用其他顺序或者同时进行。其次,本领域技术人员也应该知悉,说明书中所描述的实施例均属于优选实施例,所涉及的动作和模块并不一定是本申请所必须的。

[0075] 本领域内的技术人员应明白,本申请的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此,本申请可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。

[0076] 而且,本申请可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质(包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等)上实施的计算机程序产品的形式。

[0077] 最后应说明的是:以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,对于本领域的技术人员来说,其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

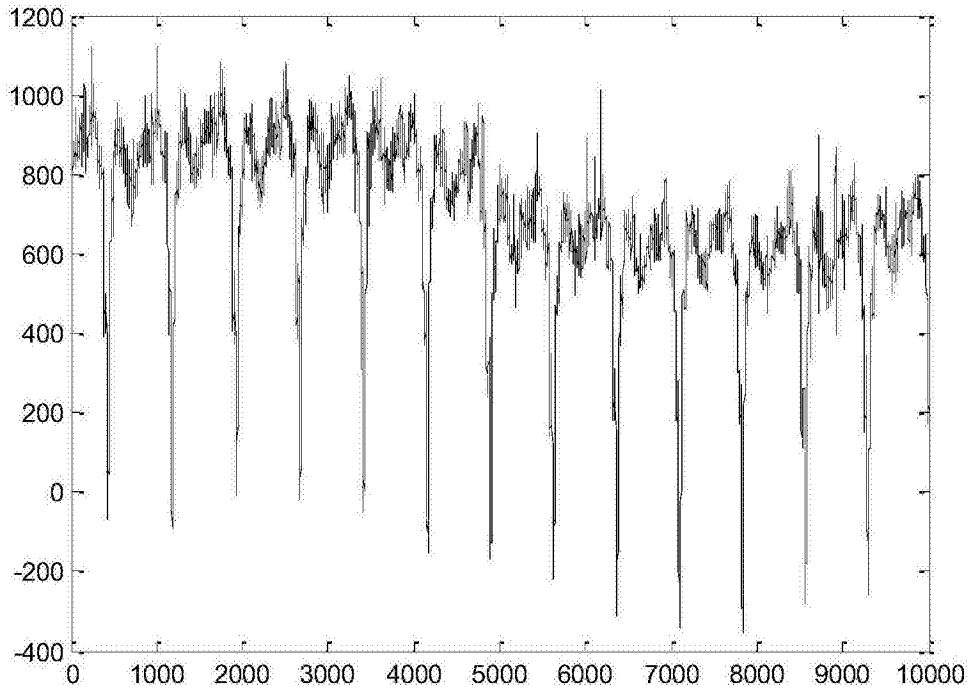


图1

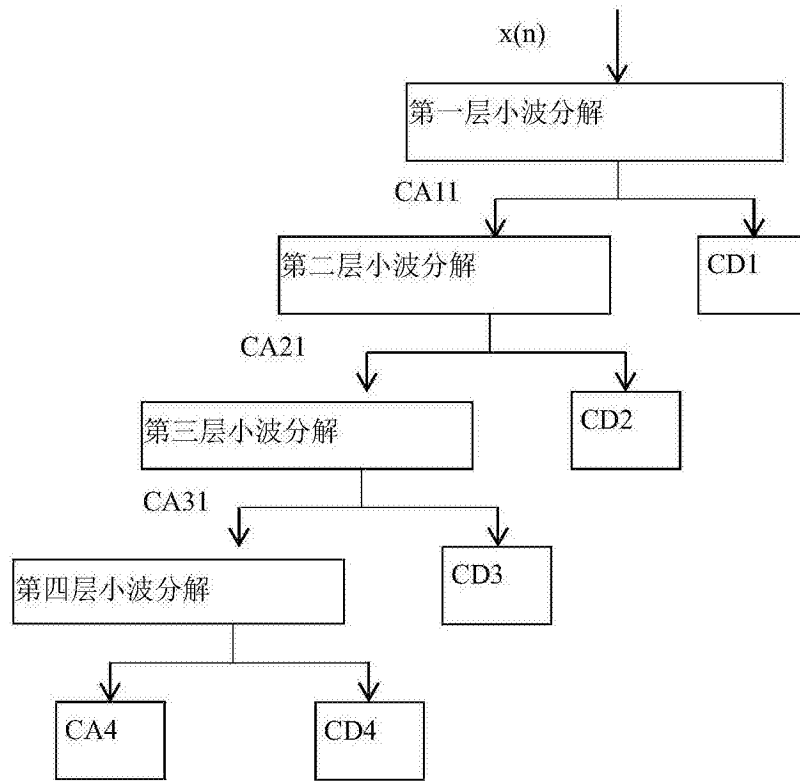


图2

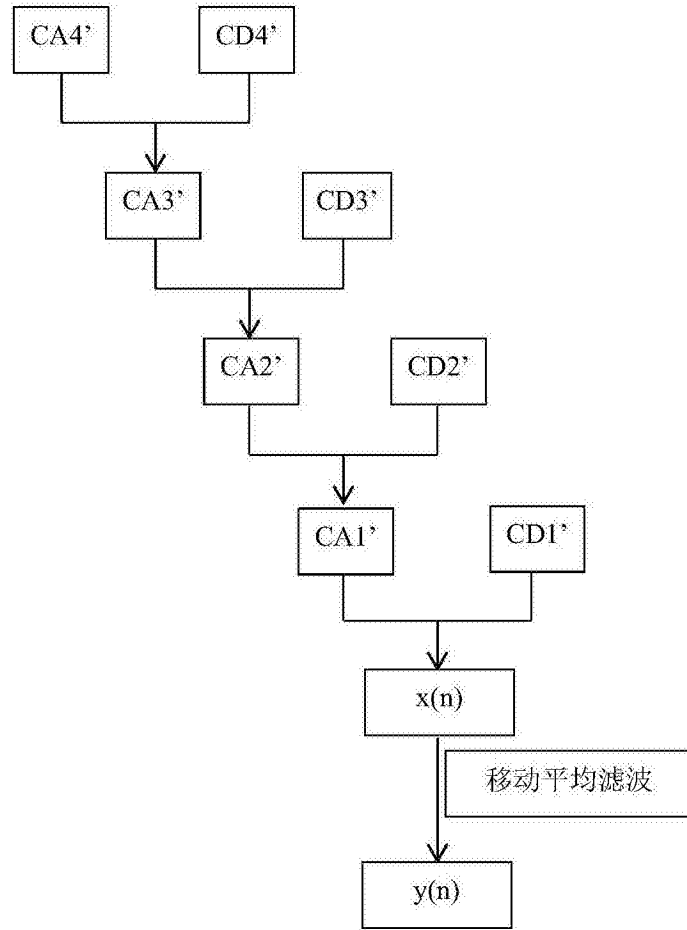


图3

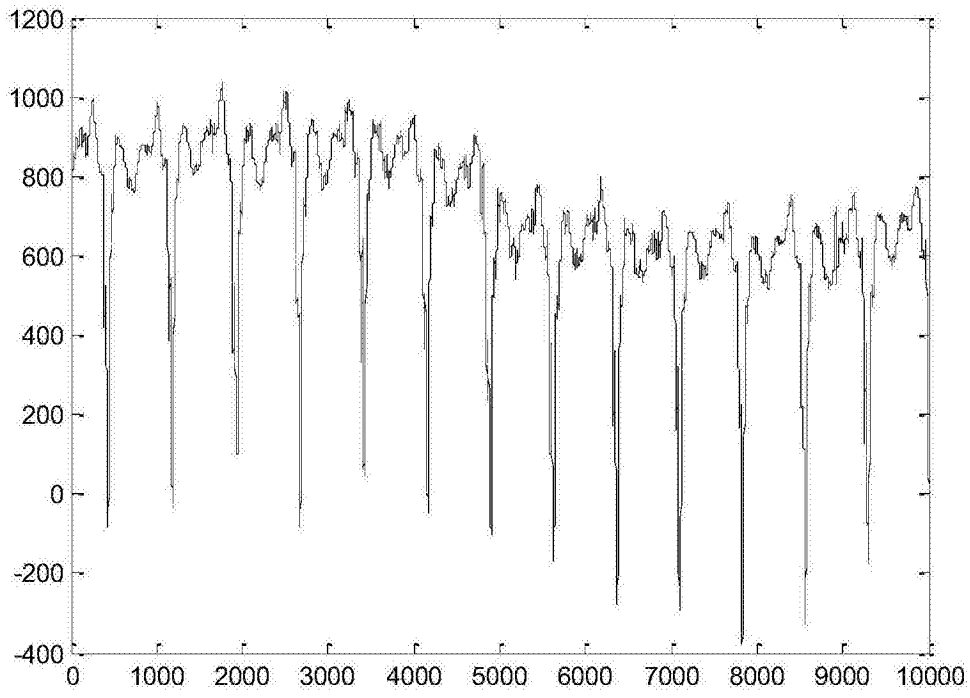


图4

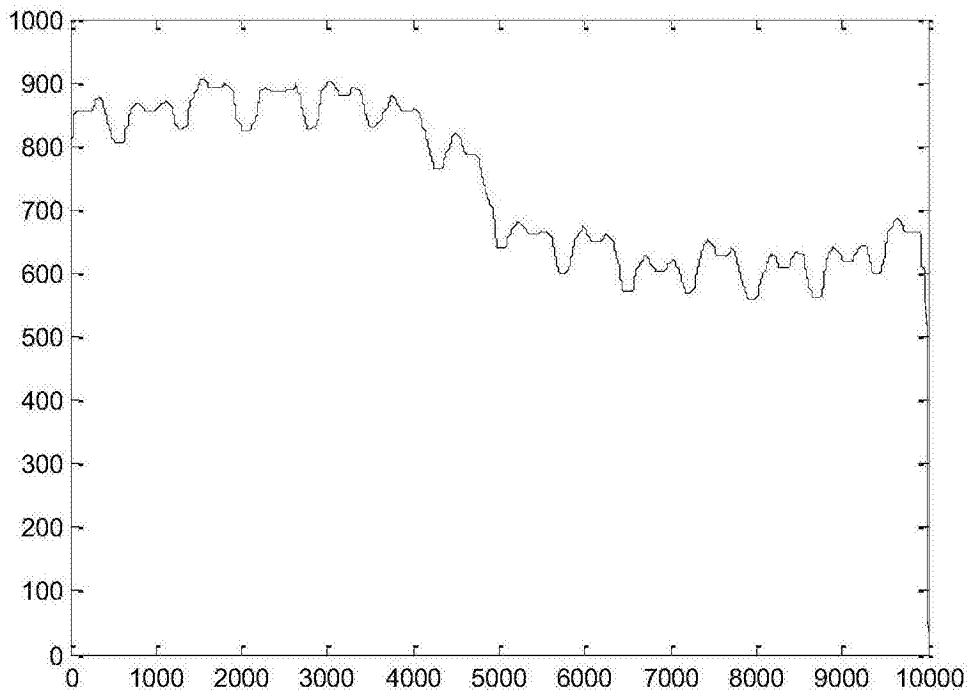


图5

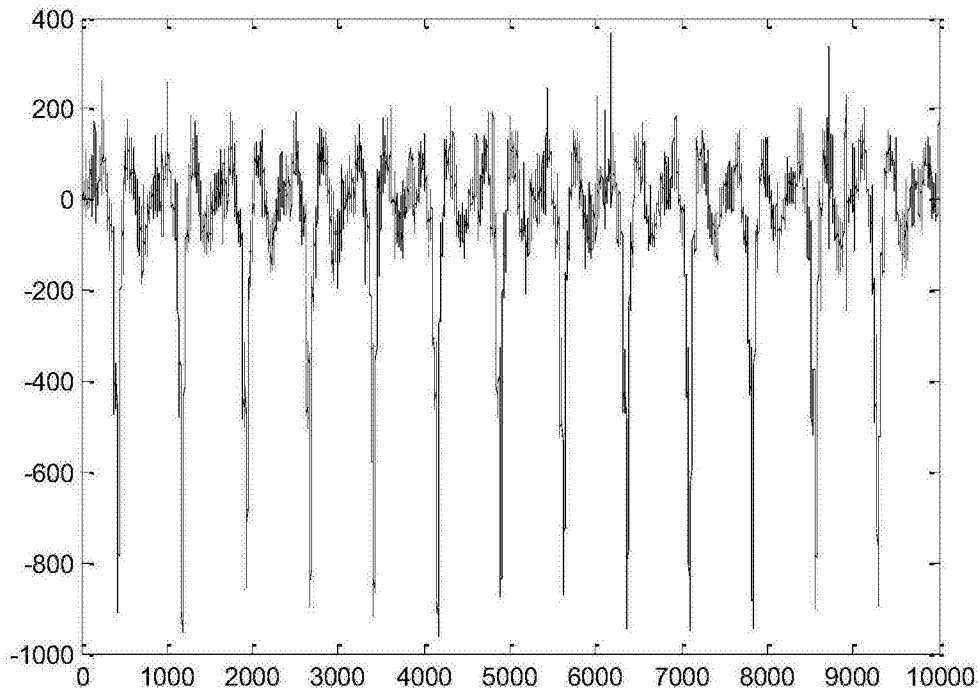


图6

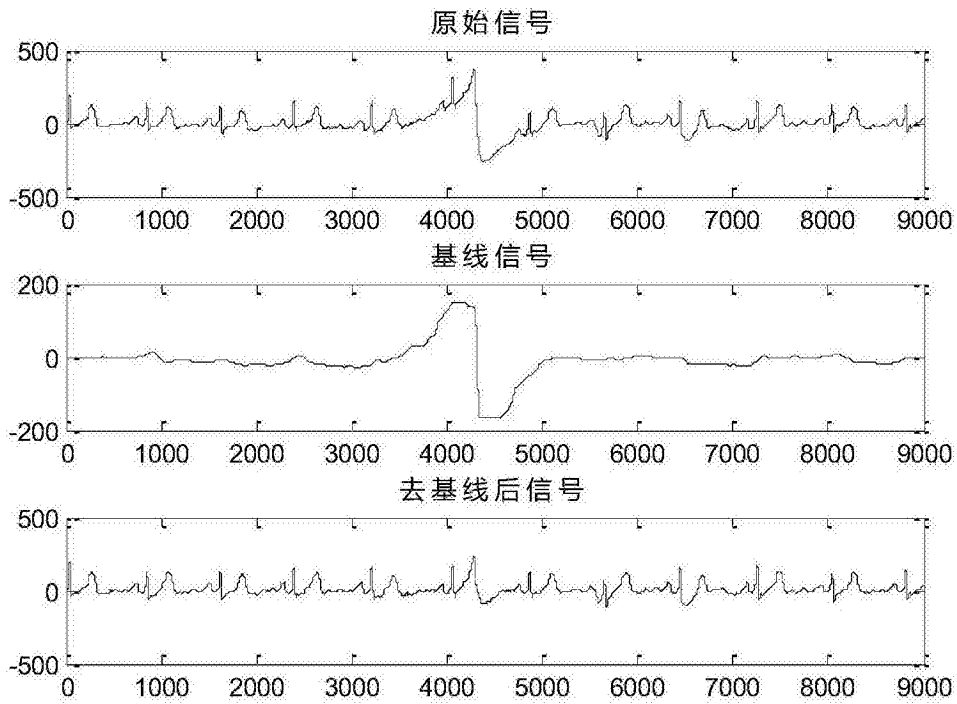


图7

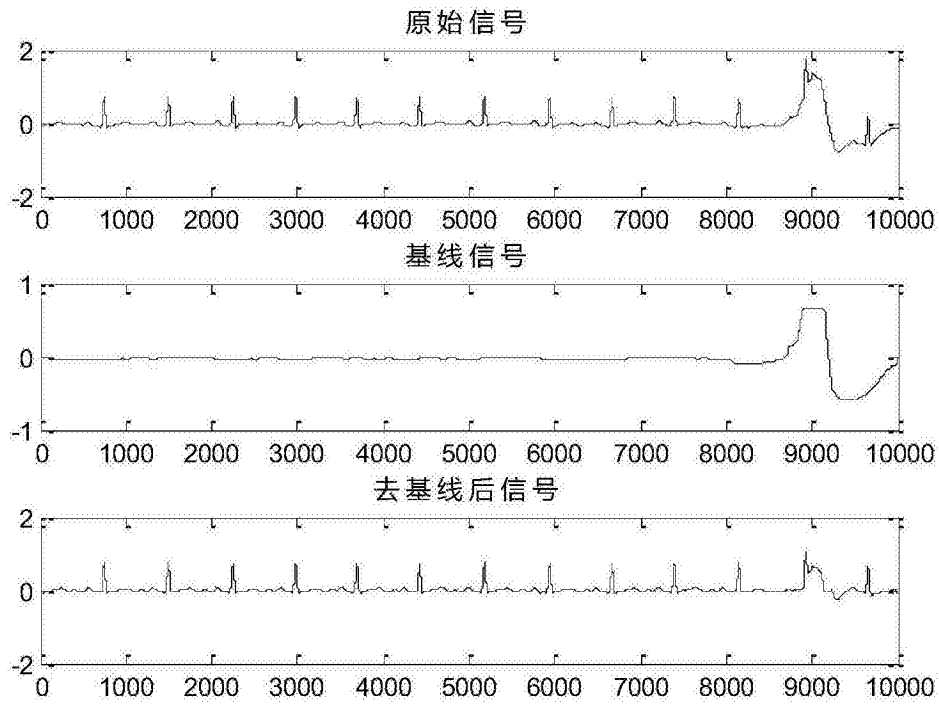


图8

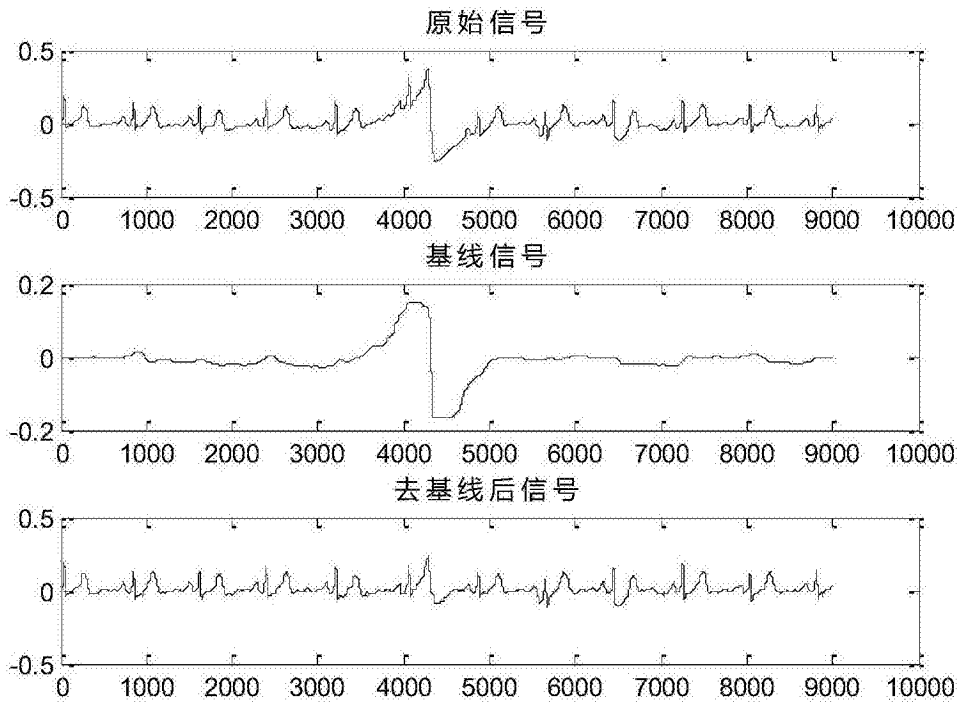


图9

专利名称(译)	一种去除心电信号基线漂移的方法		
公开(公告)号	CN106419898A	公开(公告)日	2017-02-22
申请号	CN201610675959.4	申请日	2016-08-16
[标]申请(专利权)人(译)	武汉中旗生物医疗电子有限公司		
申请(专利权)人(译)	武汉中旗生物医疗电子有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	武汉中旗生物医疗电子有限公司		
[标]发明人	罗伟 朱国永		
发明人	罗伟 朱国永		
IPC分类号	A61B5/0402 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/0402 A61B5/04012 A61B5/7203 A61B5/7235 A61B5/725 A61B5/7253		
优先权	201610664421.3 2016-08-12 CN		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种去除心电信号基线漂移的方法，包括：步骤1)确定小波分解层数步骤，包括：通过信号的采样率与心电信号的有效频带，确定出小波分解的层数；步骤2)进行小波分解步骤，包括：根据步骤1中确定的小波分解层数，采样用小波分析对心电信号进行J层分解，每层的小波高频系数分别为：CD1，CD2，……，CDJ，低频系数为：CAJ；步骤3)小波系数处理及信号重构步骤，包括：分别将步骤2中的高频系数与低频系数进行处理，根据处理后的小波系数进行小波重构；步骤4)移动平均滤波步骤，包括：对步骤3中重构的信号进行移动平均滤波，得到心电信号的基线漂移值；步骤5)去除基线漂移步骤，包括：通过原始心电信号减去步骤四中的基线偏移值，即得到了去除基线漂移后的信号。

