



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107714027 A

(43)申请公布日 2018.02.23

(21)申请号 201711095756.9

(22)申请日 2017.11.09

(71)申请人 杭州质子科技有限公司

地址 310012 浙江省杭州市西湖区文三路
90号70幢二层5209、5211

(72)发明人 钟一舟 李宗俊

(74)专利代理机构 杭州斯可睿专利事务所有
限公司 33241

代理人 王利强

(51) Int. Cl.

A61B 5/0402(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

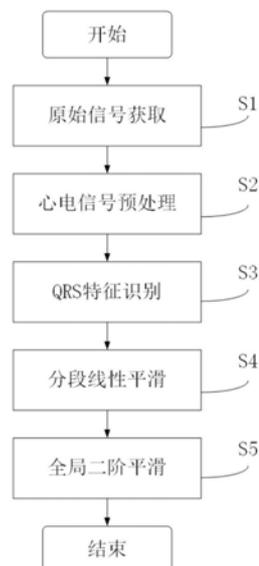
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54)发明名称

一种基于信号分段平滑的心电信号处理方法

(57)摘要

一种基于信号分段平滑的心电信号处理方法,包括以下步骤:S1原始信号获取:采集并获取心电信号的原始数据,记为 ECG_{raw} ;S2心电信号预处理:对 ECG_{raw} 进行预处理操作,得到输出信号记为 $ECG_{filtered}$;S3QRS特征识别:对 $ECG_{filtered}$ 进行QRS波群特征点识别操作;S4分段线性平滑:对 $ECG_{filtered}$ 进行分段线性平滑滤波操作,得到输出信号记为 ECG_{smooth} ;S5全局二阶平滑:对 ECG_{smooth} 进行全局二阶平滑滤波操作,得到输出心电信号。本发明同时满足去除高频噪声、去除运动干扰以及信号波形平滑需求,适用于对心电信号质量要求较高的场合,经处理的心电信号质量效果好。



1. 一种基于信号分段平滑的心电信号处理方法,其特征在于:所述方法包括以下步骤:
S1原始信号获取:采集并获取心电信号的原始数据,记为 ECG_{raw} ;
S2心电信号预处理:对 ECG_{raw} 进行预处理操作,得到输出信号记为 $ECG_{filtered}$;
S3QRS特征识别:对 $ECG_{filtered}$ 进行QRS波群特征点识别操作;
S4分段线性平滑:对 $ECG_{filtered}$ 进行分段线性平滑滤波操作,得到输出信号记为 ECG_{smooth} ;
S5全局二阶平滑:对 ECG_{smooth} 进行全局二阶平滑滤波操作,得到输出心电信号,记为 ECG_{output} 。
2. 如权利要求1所述的一种基于信号分段平滑的心电信号处理方法,其特征在于:所述步骤S1中,原始信号 ECG_{raw} 为数字信号,其中 $ECG_{raw}[n]$ 用于表征原始信号中第n个采样点对应的信号电压值。
3. 如权利要求1或2所述的一种基于信号分段平滑的心电信号处理方法,其特征在于:所述步骤S2中,原始信号 ECG_{raw} 需要进行预处理操作,信号预处理的操作步骤包括数字陷波、数字低通滤波和小波变换去基线,经信号预处理操作得到的输出信号记为 $ECG_{filtered}$ 。
4. 如权利要求1或2所述的一种基于信号分段平滑的心电信号处理方法,其特征在于:所述步骤S3中,心电信号 $ECG_{filtered}$ 需要进行QRS波群特征点识别操作,该步骤可识别出心电信号中每一心拍对应的Q波、R波、S波特征点,并确定每一心拍对应的QRS间期。
5. 如权利要求1或2所述的一种基于信号分段平滑的心电信号处理方法,其特征在于:所述步骤S4中,信号 $ECG_{filtered}$ 需进行分段线性平滑滤波操作,包括设置线性平滑滤波的循环次数loop,同时在每次循环操作下对心电信号进行遍历,针对非处于QRS间期内的信号采样点进行m点线性平滑滤波操作,循环操作完成后得到步骤S4的输出信号记为 ECG_{smooth} 。
6. 如权利要求1或2所述的一种基于信号分段平滑的心电信号处理方法,其特征在于:所述步骤S5中,信号 ECG_{smooth} 需进行全局二阶平滑滤波操作,包括设置二阶平滑滤波的循环次数loop,同时在每次循环操作下对心电信号进行遍历,针对信号全部采样点进行全局m点二阶平滑滤波操作,循环操作完成后得到步骤S5的输出信号记为 ECG_{output} , ECG_{output} 亦即本方法最终输出的心电信号。

一种基于信号分段平滑的心电信号处理方法

技术领域

[0001] 本发明涉及生物电信号的数字信号处理领域,尤其涉及一种基于信号分段平滑的心电信号处理方法。

背景技术

[0002] 心电信号是一种重要的人体生命体征信号,该信号通过生物电极测量人体表面的电势差而获得,可用于反映心脏的工作状态和内部的特征信息,从而可对心血管相关疾病作出快速诊断。

[0003] 心电信号是一种幅值非常微弱的电信号,原始心电信号容易淹没在采集过程中生成的各类噪声中,因此需要对心电信号进行信号处理操作以达到用于疾病分析和诊断的需求。常用于心电信号处理领域的数字信号处理技术包括:数字滤波技术、小波变换技术、平滑滤波技术等。心电信号的信号处理需求包括去除高频噪声、去除运动干扰,以及信号波形平滑等要求,使用上述单一技术实现的心电信号处理方法难以达到全部需求,因此考虑结合已有信号处理技术以满足上述需求。

发明内容

[0004] 为了克服已有心电信号处理方法难以同时实现去除高频噪声、去除运动干扰以及信号波形平滑需求的不足,本发明提供了一种同时满足去除高频噪声、去除运动干扰以及信号波形平滑需求的基于信号分段平滑的心电信号处理方法。

[0005] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:

[0006] 一种基于信号分段平滑的心电信号处理方法,所述方法包括以下步骤:

[0007] S1原始信号获取:采集并获取心电信号的原始数据,记为 ECG_{raw} ;

[0008] S2心电信号预处理:对 ECG_{raw} 进行预处理操作,得到输出信号记为 $ECG_{filtered}$;

[0009] S3QRS特征识别:对 $ECG_{filtered}$ 进行QRS波群特征点识别操作;

[0010] S4分段线性平滑:对 $ECG_{filtered}$ 进行分段线性平滑滤波操作,得到输出信号记为 ECG_{smooth} ;

[0011] S5全局二阶平滑:对 ECG_{smooth} 进行全局二阶平滑滤波操作,得到输出心电信号,记为 ECG_{output} 。

[0012] 进一步,所述步骤S1中,原始信号 ECG_{raw} 为数字信号,原始信号 ECG_{raw} 为数字信号,其中 $ECG_{raw}[n]$ 用于表征原始信号中第n个采样点对应的信号电压值。

[0013] 所述步骤S2中,原始信号 ECG_{raw} 需要进行预处理操作,信号预处理的操作步骤可包括数字陷波、数字低通滤波和小波变换去基线,经信号预处理操作得到的输出信号记为 $ECG_{filtered}$ 。

[0014] 所述步骤S3中,心电信号 $ECG_{filtered}$ 需要进行QRS波群特征点识别操作,该步骤可识别出心电信号中每一心拍对应的Q波、R波、S波特征点,并确定每一心拍对应的QRS间期。

[0015] 所述步骤S4中,信号 $ECG_{filtered}$ 需进行分段线性平滑滤波操作,包括设置线性平滑

滤波的循环次数 $loop$,同时在每次循环操作下对心电信号进行遍历,针对非处于QRS间期内的信号采样点进行 m 点线性平滑滤波操作,循环操作完成后得到步骤S4的输出信号记为 ECG_{smooth} 。

[0016] 所述步骤S5中,信号 ECG_{smooth} 需进行全局二阶平滑滤波操作,包括设置二阶平滑滤波的循环次数 $loop$,同时在每次循环操作下对心电信号进行遍历,针对信号全部采样点进行全局 m 点二阶平滑滤波操作,循环操作完成后得到步骤S5的输出信号记为 ECG_{output} , ECG_{output} 亦即本方法最终输出的心电信号。

[0017] 本发明的有益效果主要表现在:通过不同数字信号处理技术的结合实现了一种全新的心电信号处理方法,可同时满足心电信号去除高频噪声、去除运动干扰,以及信号波形平滑的需求。进一步,本发明提出的方法采用了基于心电信号波形特点的分段平滑滤波操作,该操作在保留心电信号QRS波群特征的同时,也为信号其余区间部分提供了较好的波形平滑效果。

附图说明

[0018] 为了更清楚地说明本发明及其具体实施例中的技术方案,下面将对本发明及其具体实施例中所需使用的附图作简单介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明及其技术对应的一项实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0019] 图1为本发明提供的一种基于信号分段平滑的心电信号处理方法的整体流程示意图;

[0020] 图2为本发明提供的一种基于信号分段平滑的心电信号处理方法中心电信号预处理步骤的一项实施例的流程示意图;

[0021] 图3为本发明提供的一种基于信号分段平滑的心电信号处理方法中分段线性平滑步骤的一项实施例的流程示意图;

[0022] 图4为本发明提供的一种基于信号分段平滑的心电信号处理方法中全局二阶平滑步骤的一项实施例的流程示意图。

具体实施方式

[0023] 下面结合附图对本发明作进一步描述。

[0024] 参照图1~图4,一种基于信号分段平滑的心电信号处理方法,所述方法包括以下步骤:

[0025] S1原始信号获取:采集并获取心电信号的原始数据,记为 ECG_{raw} ;

[0026] S2心电信号预处理:对 ECG_{raw} 进行预处理操作,得到输出信号记为 $ECG_{filtered}$;

[0027] S3QRS特征识别:对 $ECG_{filtered}$ 进行QRS波群特征点识别操作;

[0028] S4分段线性平滑:对 $ECG_{filtered}$ 进行分段线性平滑滤波操作,得到输出信号记为 ECG_{smooth} ;

[0029] S5全局二阶平滑:对 ECG_{smooth} 进行全局二阶平滑滤波操作,得到输出心电信号,记为 ECG_{output} 。

[0030] 本实施例中,所述基于信号分段平滑的心电信号处理方法,其步骤S1中所述的原

始信号 ECG_{raw} 为数字信号,设 ECG_{raw} 信号的采样点个数(即信号长度)为 len ,其中 $ECG_{raw}[n]$ 用于表征原始信号中第 n 个采样点对应的信号电压值,满足 $1 \leq n \leq len$,其他用于表征心电原始信号的方法也应当包含在本发明当中。

[0031] 参照图2,本实施例中,所述基于信号分段平滑的心电信号处理方法,其步骤S2中需要对原始信号 ECG_{raw} 进行预处理操作以得到输出信号 $ECG_{filtered}$,信号预处理的操作步骤包括数字陷波、数字低通滤波、小波变换去基线等步骤。本实施例提供的步骤S2的一种具体操作流程为:

[0032] S21将 ECG_{raw} 信号通过陷波频率为50Hz的数字陷波滤波器,得到输出信号记为 ECG_1 ;

[0033] S22将 ECG_1 信号通过陷波频率为100Hz的数字陷波滤波器,得到输出信号记为 ECG_2 ;

[0034] S23将 ECG_2 信号通过截止频率为40Hz的数字低通滤波器,得到输出信号记为 ECG_3 ;

[0035] S24对 ECG_3 信号进行小波分解及重构,提取并剔除信号基线后得到预处理操作的输出信号,记为 $ECG_{filtered}$ 。

[0036] 该步骤中所述心电信号预处理操作流程的不同顺序及组合,及其他可用于进行心电信号预处理操作的方法也应当包含在本发明当中。

[0037] 本实施例中,所述基于信号分段平滑的心电信号处理方法,其步骤S3为针对 $ECG_{filtered}$ 信号进行QRS波群特征点的识别操作,目标识别出心电信号中每一心拍对应的Q波、R波、S波特征点,并确定每一心拍对应的QRS间期。本实施例提供的步骤S3的一种具体操作流程为:首先将心电信号中所有信号值超过幅值50%的峰值点识别为R波点,再将R波波峰前60毫秒内的信号最小值点识别为Q波点,最后将R波波峰后60毫秒内的信号最小值点识别为S波点,每一心拍识别出的Q波至S波区域即为其对应的QRS间期。其他可用于实现QRS波群特征点识别的操作及方法也应当包含在本发明当中。

[0038] 参照图3,本实施例中,所述基于信号分段平滑的心电信号处理方法,其步骤S4中需针对信号 $ECG_{filtered}$ 进行分段线性平滑滤波操作,包括设置线性平滑滤波的循环次数 $loop$,同时在每次循环操作下对心电信号进行遍历,针对非处于QRS间期内的信号采样点进行 m 点线性平滑滤波操作,循环操作完成后得到步骤S4的输出信号记为 ECG_{smooth} 。本实施例提供的步骤S4的一种具体操作流程为:

[0039] S41建立两组信号,分别记为 ECG_1 和 ECG_2 ,其信号长度均与 $ECG_{filtered}$ 相同,并将信号 $ECG_{filtered}$ 赋值给 ECG_1 ;

[0040] S42设线性平滑滤波的总次数为 $loop$,设整数变量 $k=1$;

[0041] S43若 $k \leq loop$,则执行步骤S44;否则,执行步骤S46;

[0042] S44以下标 n 对信号 ECG_2 进行遍历($1 \leq n \leq len$),同时判断采样点 $ECG_{filtered}[n]$ 是否处于QRS间期之内:若处于,则令 $ECG_2[n] = ECG_1[n]$;否则,对其进行 m 点线性平滑滤波操作,本实施例中取 $m=7$,具体公式为 $ECG_2[n] = (ECG_1[n-3] + ECG_1[n-2] + ECG_1[n-1] + ECG_1[n] + ECG_1[n+1] + ECG_1[n+2] + ECG_1[n+3]) / 7$;

[0043] S45令 $k=k+1$,并将 ECG_2 赋值给 ECG_1 ,同时返回步骤S43;

[0044] S46将 ECG_2 赋值 ECG_{smooth} , ECG_{smooth} 即为分段线性平滑滤波操作的输出信号。

[0045] 该步骤中所述心电信号分段线性平滑操作对应的不同参数选取,流程中的不同顺序及组合,及其他可用于进行分段线性平滑操作的方法也应当包含在本发明当中。

[0046] 参照图4,本实施例中,所述基于信号分段平滑的心电信号处理方法,其步骤S5需针对信号 ECG_{smooth} 进行全局二阶平滑滤波操作,包括设置二阶平滑滤波的循环次数 $loop$,同时在每次循环操作下对心电信号进行遍历,针对信号全部采样点进行全局 m 点二阶平滑滤波操作,循环操作完成后得到步骤S5的输出信号记为 ECG_{output} , ECG_{output} 亦即本方法最终输出的心电信号。本实施例提供的步骤S5的一种具体操作流程为:

[0047] S51建立两组信号,分别记为 ECG_1 和 ECG_2 ,其信号长度均与 ECG_{smooth} 相同,并将信号 ECG_{smooth} 赋值给 ECG_1 ;

[0048] S52设线性平滑滤波的总次数为 $loop$,设整数变量 $k=1$;

[0049] S53若 $k \leq loop$,则执行步骤S54;否则,执行步骤S55;

[0050] S54以下标 n 对信号 ECG_2 进行遍历($1 \leq n \leq len$),对其进行全局 m 点二阶平滑滤波操作,本实施例中取 $m=7$,具体公式为 $ECG_2[n] = (-2*ECG_1[n-3]+3*ECG_1[n-2]+6*ECG_1[n-1]+7*ECG_1[n]+6*ECG_1[n+1]+3*ECG_1[n+2]-2*ECG_1[n+3])/21$;

[0051] S55令 $k=k+1$,并将 ECG_2 赋值给 ECG_1 ,同时返回步骤S53;

[0052] S56将 ECG_2 赋值 ECG_{output} , ECG_{output} 即为全局二阶平滑滤波的输出信号。

[0053] 该步骤中所述心电信号全局二阶平滑操作对应的不同参数选取,流程中的不同顺序及组合,及其他可用于进行分段线性平滑操作的方法也应当包含在本发明当中。

[0054] 以上实施方式仅用于说明本发明,而非对本发明的限制。尽管参照实施例对本发明进行了详细说明,本领域的普通技术人员应当理解,对本发明的技术方案进行各种组合、修改或者等同替换,都不脱离本发明技术方案的精神和范围,均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

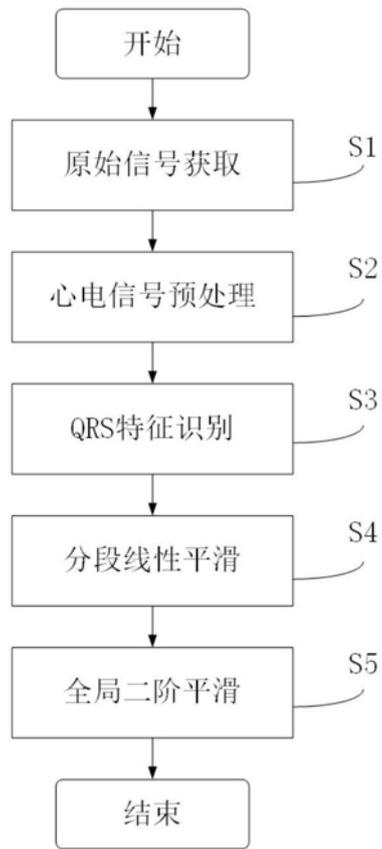


图1

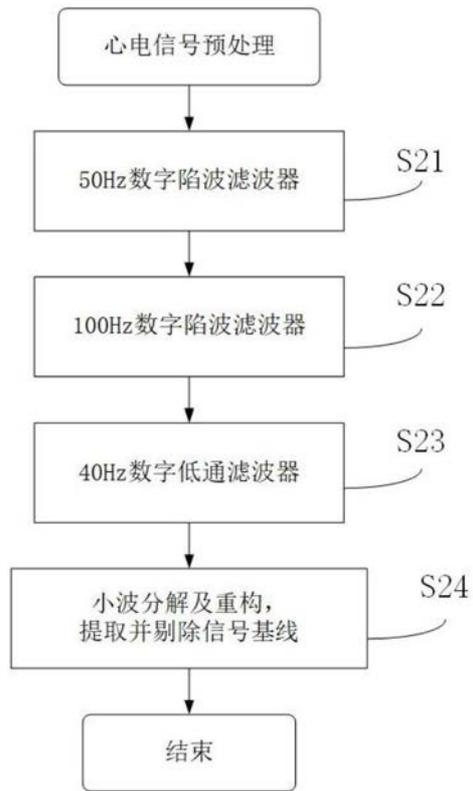


图2

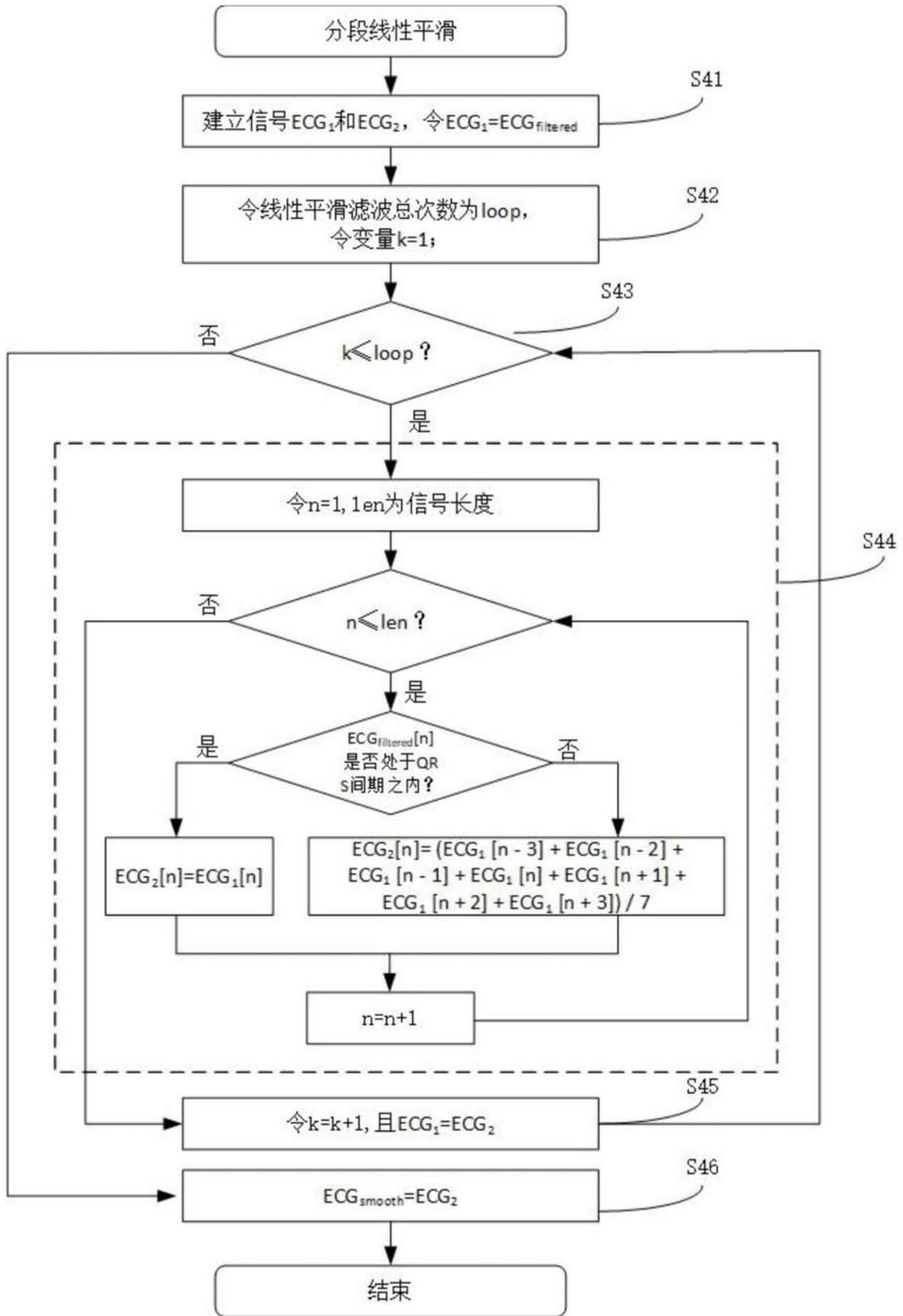


图3

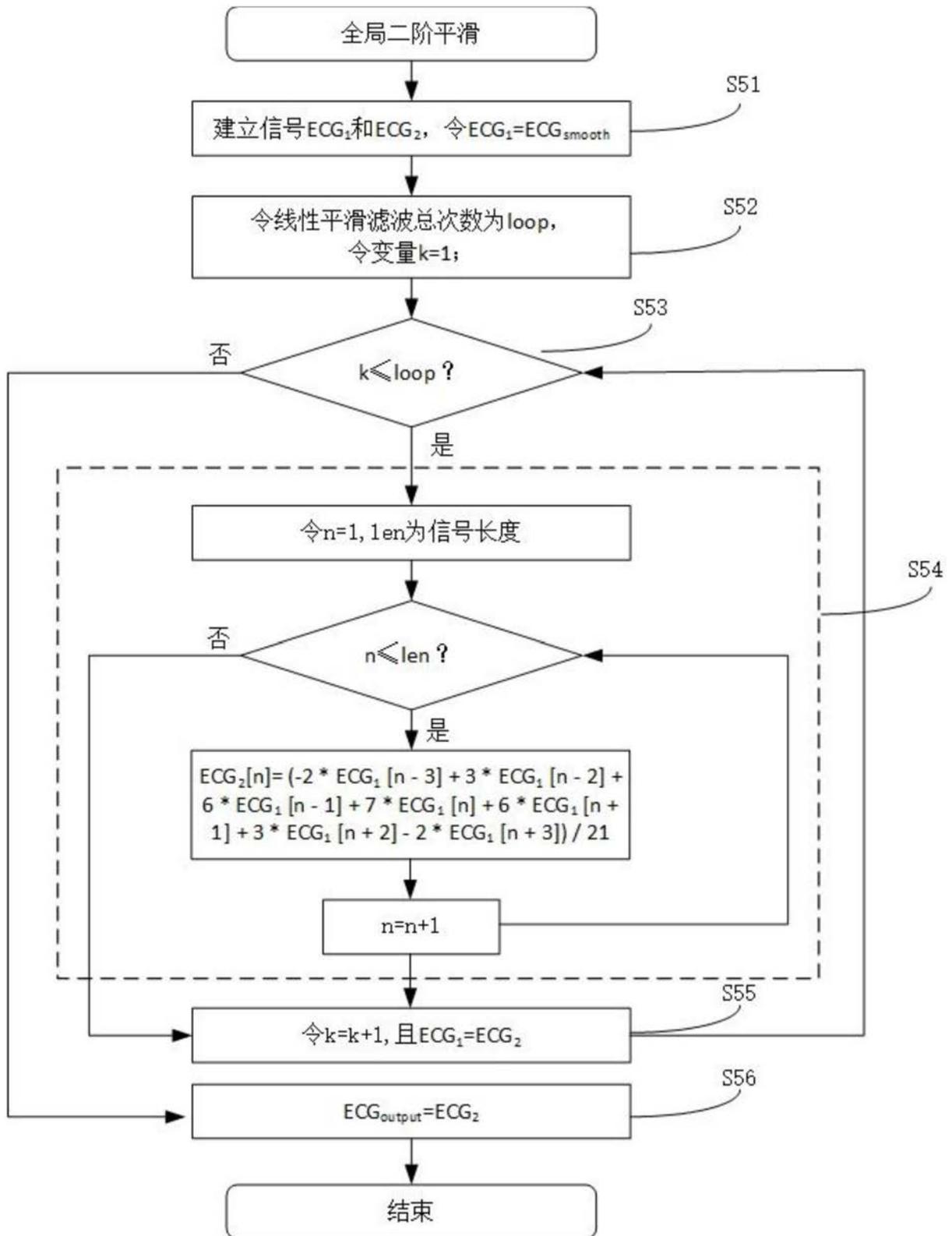


图4

专利名称(译)	一种基于信号分段平滑的心电信号处理方法		
公开(公告)号	CN107714027A	公开(公告)日	2018-02-23
申请号	CN2017111095756.9	申请日	2017-11-09
[标]申请(专利权)人(译)	杭州质子科技有限公司		
申请(专利权)人(译)	杭州质子科技有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	杭州质子科技有限公司		
[标]发明人	钟一舟 李宗俊		
发明人	钟一舟 李宗俊		
IPC分类号	A61B5/0402 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/04012 A61B5/0402 A61B5/7203 A61B5/7207 A61B5/7235 A61B5/725 A61B5/7253		
代理人(译)	王利强		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种基于信号分段平滑的心电信号处理方法，包括以下步骤：S1原始信号获取：采集并获取心电信号的原始数据，记为ECGraw；S2心电信号预处理：对ECGraw进行预处理操作，得到输出信号记为ECGfiltered；S3QRS特征识别：对ECGfiltered进行QRS波群特征点识别操作；S4分段线性平滑：对ECGfiltered进行分段线性平滑滤波操作，得到输出信号记为ECGsmooth；S5全局二阶平滑：对ECGsmooth进行全局二阶平滑滤波操作，得到输出心电信号。本发明同时满足去除高频噪声、去除运动干扰以及信号波形平滑需求，适用于对心电信号质量要求较高的场合，经处理的心电信号质量效果好。

