



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110432885 A

(43)申请公布日 2019. 11. 12

(21)申请号 201910861308.8

(22)申请日 2019.09.11

(71)申请人 东北大学

地址 110819 辽宁省沈阳市和平区文化路3
号巷11号

(72)发明人 李丹程 胡弘炎 王君亦 高鑫

(74)专利代理机构 沈阳东大知识产权代理有限公司 21109

代理人 梁焱

(51)Int.Cl.

A61B 5/024(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

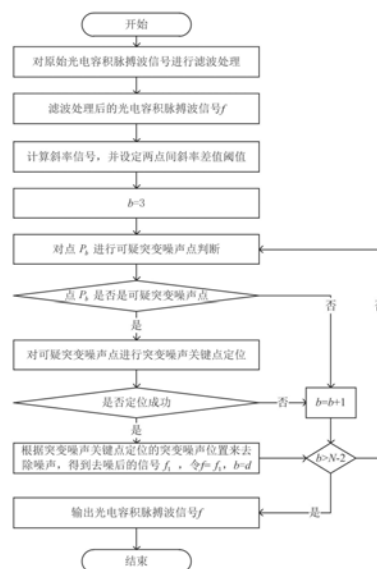
权利要求书2页 说明书6页 附图10页

(54)发明名称

一种光电容积脉搏波噪声去除方法

(57)摘要

本发明涉及信号分析处理技术领域,提供一种光电容积脉搏波噪声去除方法。首先,对原始光电容积脉搏波信号进行滤波处理以去除工频噪声和低频噪声,得到滤波处理后的光电容积脉搏波信号 f ;然后计算信号 f 中每一点处的斜率,得到斜率信号 f' ,并设定两点间斜率差值阈值;接着判断点 P_b 是否是可疑突变噪声点,若是则对可疑突变噪声点 P_b 进行突变噪声关键点定位;若定位成功,则得到突变噪声关键点包括突变起始点、突变点、突变还原点、突变结束点,根据突变噪声关键点定位的突变噪声位置来去除噪声;若定位不成功,则继续进行下一个可疑突变噪声点的判断。本发明能够对随机出现且没有固定频率的突变噪声进行准确识别并有效去除,且运行效率高。



1. 一种光电容积脉搏波噪声去除方法,其特征在于,包括下述步骤:

步骤1:对原始光电容积脉搏波信号 f_0 进行滤波处理以去除工频噪声和低频噪声,得到滤波处理后的光电容积脉搏波信号 f ;其中, $f = \{f(t_1), f(t_2), \dots, f(t_n), \dots, f(t_N)\}$, $f(t_n)$ 为时间 t_n 处的光电容积脉搏波值, t_n 为光电容积脉搏波信号 f 中第 n 个点 P_n 对应的时间, N 为光电容积脉搏波信号 f 中的总点数;

步骤2:计算光电容积脉搏波信号 f 中每一点处的斜率,得到斜率信号 f' ,并设定两点间斜率差值阈值 $\Delta f'$;其中, $f' = \{f'(t_2), f'(t_3), \dots, f'(t_n), \dots, f'(t_N)\}$, $f'(t_n)$ 为光电容积脉搏波信号 f 中点 P_n 处的斜率;

步骤3:初始化 $b=3$;

步骤4:判断点 P_b 是否是可疑突变噪声点,若点 P_b 是可疑突变噪声点,则进入步骤5;若点 P_b 不是可疑突变噪声点,则令 $b=b+1$,进入步骤7;

步骤5:对可疑突变噪声点 P_b 进行突变噪声关键点定位,若定位成功,则得到突变噪声关键点包括突变起始点 P_a 、突变点 P_b 、突变还原点 P_c 、突变结束点 P_d ,进入步骤6;若定位不成功,则令 $b=b+1$,进入步骤7;

步骤6:根据突变噪声关键点定位的突变噪声位置来去除噪声,得到去噪后的信号 f_1 ,令 $f=f_1$, $b=d$,进入步骤7;

步骤7:若 $b>N-2$,则输出光电容积脉搏波信号 f ;若 $b \leq N-2$,则返回步骤4。

2. 根据权利要求1所述的光电容积脉搏波噪声去除方法,其特征在于,所述步骤2中,

$$f'(t_n) = \frac{f(t_n) - f(t_{n-1})}{t_n - t_{n-1}}。$$

3. 根据权利要求1所述的光电容积脉搏波噪声去除方法,其特征在于,所述步骤2中,设定两点间斜率差值阈值 $\Delta f'$ 为经验值或利用一段时间内斜率的方差乘以预设倍率。

4. 根据权利要求1所述的光电容积脉搏波噪声去除方法,其特征在于,所述步骤4中,判断点 P_b 是否是可疑突变噪声点包括:

步骤4.1:若 $|f'(t_b) - f'(t_{b-1})| > \Delta f'$,则进入步骤4.2;若 $|f'(t_b) - f'(t_{b-1})| \leq \Delta f'$,则点 P_b 不是可疑突变噪声点;

步骤4.2:若 $f'(t_b) \times f'(t_{b-1}) < 0$,则点 P_b 为可疑突变噪声点;若 $f'(t_b) \times f'(t_{b-1}) \geq 0$,则点 P_b 不是可疑突变噪声点。

5. 根据权利要求1所述的光电容积脉搏波噪声去除方法,其特征在于,所述步骤5中,对可疑突变噪声点 P_b 进行突变噪声关键点定位包括:

步骤5.1:将光电容积脉搏波信号 f 中点 P_b 的前一点 P_a 设置为突变起始点;

步骤5.2:寻找突变还原点:

步骤5.2.1:将光电容积脉搏波信号 f 中点 P_b 的后一点 P_c 设置为突变还原点;

步骤5.2.2:若点 P_c 处的斜率 $f'(t_c) = 0$,则进入步骤5.2.3;若点 P_c 处的斜率 $f'(t_c) \neq 0$,则进入步骤5.3;

步骤5.2.3:令 $c=c+1$,若 $c=N$,则可疑突变噪声点 P_b 不是突变点,定位不成功;若 $c < N$,则返回步骤5.2.2;

步骤5.3:寻找突变结束点:

步骤5.3.1:将光电容积脉搏波信号f中点P_c的后一点P_d设置为突变结束点;

步骤5.3.2:计算点P_a与点P_d的信号差值 $\Delta f_{ad} = |f(t_a) - f(t_d)|$, 若 $\Delta f_{ad} \leq \Delta f$, 则发生了单次突变噪声, 可疑突变噪声点P_b是突变点, 定位成功; 若 $\Delta f_{ad} > \Delta f$, 则可能发生了连续突变噪声, 进入步骤5.3.3; 其中, Δf 为预设的差值阈值;

步骤5.3.3: 若d=N, 则可疑突变噪声点P_b不是突变点, 定位不成功; 若d<N, 则利用步骤4中判断点P_b是否是可疑突变噪声点的方法, 分别判断点P_d和点P_d的后一点P_{d+1}是否是可疑突变噪声点: 若点P_d和点P_{d+1}中有一个或两个点为可疑突变噪声点, 则发生了连续突变噪声, 可疑突变噪声点P_b是突变点, 定位成功; 若点P_d和点P_{d+1}均不是可疑突变噪声点, 则可疑突变噪声点P_b不是突变点, 定位不成功。

6. 根据权利要求5所述的光电容积脉搏波噪声去除方法, 其特征在于, 所述步骤6中, 根据突变噪声关键点定位的突变噪声位置来去除噪声包括:

步骤6.1: 计算突变起始点P_a和突变还原点P_c的信号值的平均值为 $\bar{f}_{ac} = \frac{f(t_a) + f(t_c)}{2}$;

步骤6.2: 将光电容积脉搏波信号f中突变起始点P_a与突变还原点P_c之间每一个点的光电容积脉搏波值均由该平均值 $\bar{f}_{ac}$ 代替, 得到去噪后的信号f₁。

7. 根据权利要求5所述的光电容积脉搏波噪声去除方法, 其特征在于, 所述步骤6中, 根据突变噪声关键点定位的突变噪声位置来去除噪声包括:

步骤6.1: 利用突变起始点P_a、突变还原点P_c、突变起始点P_a和突变还原点P_c间除突变点P_b外的所有点, 对光电容积脉搏波信号f中突变起始点P_a和突变还原点P_c间的曲线进行多项式拟合, 得到拟合后的曲线;

步骤6.2: 将光电容积脉搏波信号f中突变起始点P_a与突变还原点P_c间的曲线用该拟合后的曲线代替, 得到去噪后的信号f₁。

一种光电容积脉搏波噪声去除方法

技术领域

[0001] 本发明涉及信号分析处理技术领域,特别是涉及一种光电容积脉搏波噪声去除方法。

背景技术

[0002] 近年来,基于光子吸收的Lambert-Beer定律和光电容积脉搏波理论的应用,光电容积脉搏波信号分析和处理成为无创检测生理信息的一种手段。传感器发射并接收特定波段的红外光,利用Lambert-Beer定律计算出被吸收光量,再根据皮肤和血液对光吸收率不同,得出血液中血氧含量,其随心脏搏动而变化,连续重复以上过程即可得到光电容积脉搏波信号,通常应用在心率监测、血氧监测等领域中。光电容积脉搏波(Photoplethysmography, PPG)信号在采集过程中因为环境影响而存在噪声,常见的一些噪声种类有:(1)电力波干扰,也称工频干扰,这类噪声通常由电网中的电力波动导致,根据国家不同,电力波频率通常为50Hz、60Hz等;(2)位移干扰,或称基线漂移,通常由于采集对象的呼吸、身体移动、传感器震动等原因导致的信号整体性改变;(3)早搏噪声,该类噪声是由于心脏早搏导致的波动节律消失或中断;(4)其他噪声,受传感器灵敏度、接触紧密度、测试位置皮肤干湿度及皮肤厚度等众多因素影响,在信号采集过程中收集到的除了光电容积脉搏波信号和前述三种噪声外的其他噪声。

[0003] 在使用光电容积脉搏波信号前,应尽可能地去噪声,降低不相干影响,以达到更精准的评估。目前针对前三类噪声都有了相对成熟的识别及去噪算法,如基于频域的傅立叶变换和滤波法、基于小波变换的基线漂移去噪算法等,都取得了不错的效果。近些年,在一些光电容积脉搏波数据中,常常可以发现一种突变噪声,这种噪声随机出现且没有固定频率,属于上述第(4)种中的其他噪声,无法使用传统的滤波方法去除,该种噪声会对信号计算结果产生严重的干扰,如导致峰谷点检测算法失效等,进而导致测量失效。而现有技术中还未有对这种随机突变噪声进行去除的方法。

发明内容

[0004] 针对现有技术存在的问题,本发明提供一种光电容积脉搏波噪声去除方法,能够对随机出现且没有固定频率的突变噪声进行准确识别并有效去除,且运行效率高。

[0005] 本发明的技术方案为:

[0006] 一种光电容积脉搏波噪声去除方法,其特征在于,包括下述步骤:

[0007] 步骤1:对原始光电容积脉搏波信号 f_0 进行滤波处理以去除工频噪声和低频噪声,得到滤波处理后的光电容积脉搏波信号 f ;其中, $f = \{f(t_1), f(t_2), \dots, f(t_n), \dots, f(t_N)\}$, $f(t_n)$ 为时间 t_n 处的光电容积脉搏波值, t_n 为光电容积脉搏波信号 f 中第 n 个点 P_n 对应的时间, N 为光电容积脉搏波信号 f 中的总点数;

[0008] 步骤2:计算光电容积脉搏波信号 f 中每一点处的斜率,得到斜率信号 f' ,并设定两点间斜率差值阈值 $\Delta f'$;其中, $f' = \{f'(t_2), f'(t_3), \dots, f'(t_n), \dots, f'(t_N)\}$, $f'(t_n)$ 为光

电容容积脉搏波信号 f 中点 P_n 处的斜率;

[0009] 步骤3:初始化 $b=3$;

[0010] 步骤4:判断点 P_b 是否是可疑突变噪声点,若点 P_b 是可疑突变噪声点,则进入步骤5;若点 P_b 不是可疑突变噪声点,则令 $b=b+1$,进入步骤7;

[0011] 步骤5:对可疑突变噪声点 P_b 进行突变噪声关键点定位,若定位成功,则得到突变噪声关键点包括突变起始点 P_a 、突变点 P_b 、突变还原点 P_c 、突变结束点 P_d ,进入步骤6;若定位不成功,则令 $b=b+1$,进入步骤7;

[0012] 步骤6:根据突变噪声关键点定位的突变噪声位置来去除噪声,得到去噪后的信号 f_1 ,令 $f=f_1$, $b=d$,进入步骤7;

[0013] 步骤7:若 $b>N-2$,则输出光电容积脉搏波信号 f ;若 $b\leq N-2$,则返回步骤4。

[0014] 所述步骤2中,
$$f'(t_n) = \frac{f(t_n) - f(t_{n-1})}{t_n - t_{n-1}}。$$

[0015] 所述步骤2中,设定两点间斜率差值阈值 $\Delta f'$ 为经验值或利用一段时间内斜率的方差乘以预设倍率。

[0016] 所述步骤4中,判断点 P_b 是否是可疑突变噪声点包括:

[0017] 步骤4.1:若 $|f'(t_b) - f'(t_{b-1})| > \Delta f'$,则进入步骤4.2;若 $|f'(t_b) - f'(t_{b-1})| \leq \Delta f'$,则点 P_b 不是可疑突变噪声点;

[0018] 步骤4.2:若 $f'(t_b) \times f'(t_{b-1}) < 0$,则点 P_b 为可疑突变噪声点;若 $f'(t_b) \times f'(t_{b-1}) \geq 0$,则点 P_b 不是可疑突变噪声点。

[0019] 所述步骤5中,对可疑突变噪声点 P_b 进行突变噪声关键点定位包括:

[0020] 步骤5.1:将光电容积脉搏波信号 f 中点 P_b 的前一点 P_a 设置为突变起始点;

[0021] 步骤5.2:寻找突变还原点:

[0022] 步骤5.2.1:将光电容积脉搏波信号 f 中点 P_b 的后一点 P_c 设置为突变还原点;

[0023] 步骤5.2.2:若点 P_c 处的斜率 $f'(t_c) = 0$,则进入步骤5.2.3;若点 P_c 处的斜率 $f'(t_c) \neq 0$,则进入步骤5.3;

[0024] 步骤5.2.3:令 $c=c+1$,若 $c=N$,则可疑突变噪声点 P_b 不是突变点,定位不成功;若 $c < N$,则返回步骤5.2.2;

[0025] 步骤5.3:寻找突变结束点:

[0026] 步骤5.3.1:将光电容积脉搏波信号 f 中点 P_c 的后一点 P_d 设置为突变结束点;

[0027] 步骤5.3.2:计算点 P_a 与点 P_d 的信号差值 $\Delta f_{ad} = |f(t_a) - f(t_d)|$,若 $\Delta f_{ad} \leq \Delta f$,则发生了单次突变噪声,可疑突变噪声点 P_b 是突变点,定位成功;若 $\Delta f_{ad} > \Delta f$,则可能发生了连续突变噪声,进入步骤5.3.3;其中, Δf 为预设的差值阈值;

[0028] 步骤5.3.3:若 $d=N$,则可疑突变噪声点 P_b 不是突变点,定位不成功;若 $d < N$,则利用步骤4中判断点 P_b 是否是可疑突变噪声点的方法,分别判断点 P_d 和点 P_d 的后一点 P_{d+1} 是否是可疑突变噪声点:若点 P_d 和点 P_{d+1} 中有一个或两个点为可疑突变噪声点,则发生了连续突变噪声,可疑突变噪声点 P_b 是突变点,定位成功;若点 P_d 和点 P_{d+1} 均不是可疑突变噪声点,则可疑突变噪声点 P_b 不是突变点,定位不成功。

[0029] 所述步骤6中,根据突变噪声关键点定位的突变噪声位置来去除噪声包括:

[0030] 步骤6.1:计算突变起始点 P_a 和突变还原点 P_c 的信号值的平均值为

$$\bar{f}_{ac} = \frac{f(t_a) + f(t_c)}{2};$$

[0031] 步骤6.2:将光电容积脉搏波信号f中突变起始点P_a与突变还原点P_c之间每一个点的光电容积脉搏波值均由该平均值 $\bar{f}_{ac}$ 代替,得到去噪后的信号f₁。

[0032] 所述步骤6中,根据突变噪声关键点定位的突变噪声位置来去除噪声包括:

[0033] 步骤6.1:利用突变起始点P_a、突变还原点P_c、突变起始点P_a和突变还原点P_c间除突变点P_b外的所有点,对光电容积脉搏波信号f中突变起始点P_a和突变还原点P_c间的曲线进行多项式拟合,得到拟合后的曲线;

[0034] 步骤6.2:将光电容积脉搏波信号f中突变起始点P_a与突变还原点P_c间的曲线用该拟合后的曲线代替,得到去噪后的信号f₁。

[0035] 本发明的有益效果为:

[0036] (1) 本发明基于关键点斜率判别,能够对随机出现且没有固定频率的突变噪声进行准确识别并有效去除,且运行效率高。

[0037] (2) 本发明基于时间维度前向顺序计算,针对静态信号数据只需要遍历一遍数据即可完成噪声识别和去除,最低仅需四个变量的存储空间,不需要时频域转换等复杂操作,在时间和空间上的算法效率高,对于随机出现且没有固定频率的突变噪声有很好的处理效果。

[0038] (3) 本发明能够准确地还原原始信号,排除随机突变噪声对信号的影响,提高数据利用率。未经本发明处理的数据,其随机出现的噪声使得测得的光电容积脉搏波信号不满足临床诊断的科学客观准确性等要求,因此造成了测试结果的失效;而应用了本发明的方法后,清除了噪声影响,保障了后续基于该信号用于计算的准确性。

[0039] (4) 本发明能够准确识别随机突变噪声的多种变体,针对单次突变、连续突变和长时突变三种情况能够准确识别,对于复杂的情况简单化处理,算法通俗易懂,不需要时频域转换等高级知识,有良好的通用性和可扩展性。

附图说明

[0040] 图1为本发明的光电容积脉搏波噪声去除方法的流程图;

[0041] 图2为具体实施方式中光电容积脉搏波信号f及斜率信号f'的局部示意图;

[0042] 图3为具体实施方式中光电容积脉搏波信号f及斜率信号f'的整体示意图;

[0043] 图4为具体实施方式中向下随机突变噪声的实时斜率形态“下-上-下”的示意图;

[0044] 图5为具体实施方式中向上随机突变噪声的实时斜率形态“上-下-上”的示意图;

[0045] 图6为具体实施方式中连续发生向下随机突变噪声的PPG信号及其实时斜率的示意图;

[0046] 图7为具体实施方式中长时发生向下随机突变噪声的PPG信号及其实时斜率的示意图;

[0047] 图8为具体实施方式中同时连续发生和长时发生向下随机突变噪声的PPG信号及其实时斜率的示意图;

[0048] 图9为本发明的光电容积脉搏波噪声去除方法中识别可疑突变噪声点的流程图;

[0049] 图10为本发明的光电容积脉搏波噪声去除方法中对可疑突变噪声点进行突变噪声关键点定位的流程图;

[0050] 图11为具体实施方式中本发明的光电容积脉搏波噪声去除方法中进行噪点去除的流程图;

[0051] 图12为具体实施方式中应用本发明的光电容积脉搏波噪声去除方法对光电容积脉搏波信号进行处理的前后对比图。

具体实施方式

[0052] 下面将结合附图和具体实施方式,对本发明作进一步描述。

[0053] 如图1所示,本发明的光电容积脉搏波噪声去除方法,其特征在于,包括下述步骤:

[0054] 步骤1:对原始光电容积脉搏波信号 f_0 进行滤波处理以去除工频噪声和高频噪声,得到滤波处理后的光电容积脉搏波信号 f ;其中, $f = \{f(t_1), f(t_2), \dots, f(t_n), \dots, f(t_N)\}$, $f(t_n)$ 为时间 t_n 处的光电容积脉搏波值, t_n 为光电容积脉搏波信号 f 中第 n 个点 P_n 对应的时间, N 为光电容积脉搏波信号 f 中的总点数。

[0055] 步骤2:计算光电容积脉搏波信号 f 中每一点处的斜率,得到斜率信号 f' ,并设定两点间斜率差值阈值 $\Delta f'$;其中, $f' = \{f'(t_2), f'(t_3), \dots, f'(t_n), \dots, f'(t_N)\}$, $f'(t_n)$ 为光电容积脉搏波信号 f 中点 P_n 处的斜率。

[0056] 其中,设定两点间斜率差值阈值 $\Delta f'$ 为经验值或利用一段时间内斜率的方差乘以预设倍率。本实施例中, $f'(t_n) = \frac{f(t_n) - f(t_{n-1})}{t_n - t_{n-1}}$,设定两点间斜率差值阈值 $\Delta f'$ 为经验值,光

电容积脉搏波信号 f 及其斜率信号 f' 的局部示意图及整体示意图分别如图2、图3所示。其中,图2-8图中,横坐标均为时间(单位:ms),纵坐标为对应的PPG值或斜率值。

[0057] 本发明针对随机突变噪声进行识别和去除。由于其属于随机噪声且不具有频率特性,无法使用频域方法进行处理,但该种噪声表现出的形态特征具有很强的规律性,因此针对其形态特征,基于关键点斜率判别对该类噪声进行识别和去除。根据统计,这类噪声分为两类:一为突发向上,二为突发向下。这两类的瞬时斜率,在形态上表现出总体类似的规律,根据这个规律,突变噪声识别:根据噪声发生时的形态特征在竖直方向上的不同,将噪声分为向上突变和向下突变;根据噪声发生的连续性,将噪声分为单次发生和连续多次发生以及长时发生(突变后维持一段时间)三种;突变噪声点识别,主要通过该点与前一点的瞬时斜率进行判断,其受到高频噪声影响较大,因此在进行该步骤之前首先使用传统的滤波方法去除工频和低频噪声;整个噪声过程分为四个过程:起始、突变、突变复原、结束,在信号中通过瞬时斜率对这四个过程的关键点进行识别。

[0058] 其中,若发生向下的突变噪声,则在一般情况下,信号对应的斜率值将会体现出图4中的“下-上-下”的特征;若发生向上的突变噪声则会体现出图5中的“上-下-上”的特征。连续发生、长时发生、同时连续发生和长时发生向下随机突变噪声的PPG信号及其实时斜率的示意图分别如图6、图7、图8所示。

[0059] 步骤3:初始化 $b=3$ 。

[0060] 步骤4:判断点 P_b 是否是可疑突变噪声点,若点 P_b 是可疑突变噪声点,则进入步骤5;若点 P_b 不是可疑突变噪声点,则令 $b=b+1$,进入步骤7。

[0061] 所述步骤4中,如图9所示,判断点 P_b 是否是可疑突变噪声点包括:

[0062] 步骤4.1:若 $|f'(t_b) - f'(t_{b-1})| > \Delta f'$,则进入步骤4.2;若 $|f'(t_b) - f'(t_{b-1})| \leq \Delta f'$,则点 P_b 不是可疑突变噪声点;

[0063] 步骤4.2:若 $f'(t_b) \times f'(t_{b-1}) < 0$,则点 P_b 为可疑突变噪声点;若 $f'(t_b) \times f'(t_{b-1}) \geq 0$,则点 P_b 不是可疑突变噪声点。

[0064] 步骤5:对可疑突变噪声点 P_b 进行突变噪声关键点定位,若定位成功,则得到突变噪声关键点包括突变起始点 P_a 、突变点 P_b 、突变还原点 P_c 、突变结束点 P_d ,进入步骤6;若定位不成功,则令 $b=b+1$,进入步骤7。

[0065] 所述步骤5中,如图10所示,对可疑突变噪声点 P_b 进行突变噪声关键点定位包括:

[0066] 步骤5.1:将光电容积脉搏波信号 f 中点 P_b 的前一点 P_a 设置为突变起始点;

[0067] 步骤5.2:寻找突变还原点:

[0068] 步骤5.2.1:将光电容积脉搏波信号 f 中点 P_b 的后一点 P_c 设置为突变还原点;

[0069] 步骤5.2.2:若点 P_c 处的斜率 $f'(t_c) = 0$,则进入步骤5.2.3;若点 P_c 处的斜率 $f'(t_c) \neq 0$,则进入步骤5.3;

[0070] 步骤5.2.3:令 $c=c+1$,若 $c=N$,则可疑突变噪声点 P_b 不是突变点,定位不成功;若 $c < N$,则返回步骤5.2.2;

[0071] 步骤5.3:寻找突变结束点:

[0072] 步骤5.3.1:将光电容积脉搏波信号 f 中点 P_c 的后一点 P_d 设置为突变结束点;

[0073] 步骤5.3.2:计算点 P_a 与点 P_d 的信号差值 $\Delta f_{ad} = |f(t_a) - f(t_d)|$,若 $\Delta f_{ad} \leq \Delta f$,则发生了单次突变噪声,可疑突变噪声点 P_b 是突变点,定位成功;若 $\Delta f_{ad} > \Delta f$,则可能发生了连续突变噪声,进入步骤5.3.3;其中, Δf 为预设的差值阈值;

[0074] 步骤5.3.3:若 $d=N$,则可疑突变噪声点 P_b 不是突变点,定位不成功;若 $d < N$,则利用步骤4中判断点 P_b 是否是可疑突变噪声点的方法,分别判断点 P_d 和点 P_d 的后一点 P_{d+1} 是否是可疑突变噪声点:若点 P_d 和点 P_{d+1} 中有一个或两个点为可疑突变噪声点,则发生了连续突变噪声,可疑突变噪声点 P_b 是突变点,定位成功;若点 P_d 和点 P_{d+1} 均不是可疑突变噪声点,则可疑突变噪声点 P_b 不是突变点,定位不成功。

[0075] 步骤6:根据突变噪声关键点定位的突变噪声位置来去除噪声,得到去噪后的信号 f_1 ,令 $f=f_1$, $b=d$,进入步骤7。

[0076] 步骤7:若 $b > N-2$,则输出光电容积脉搏波信号 f ;若 $b \leq N-2$,则返回步骤4。

[0077] 本实施例中,所述步骤6中,如图11所示,根据突变噪声关键点定位的突变噪声位置来去除噪声包括:

[0078] 步骤6.1:计算突变起始点 P_a 和突变还原点 P_c 的信号值的平均值为

$$\bar{f}_{ac} = \frac{f(t_a) + f(t_c)}{2};$$

[0079] 步骤6.2:将光电容积脉搏波信号 f 中突变起始点 P_a 与突变还原点 P_c 之间每一个点的光电容积脉搏波值均由该平均值 $\bar{f}_{ac}$ 代替,得到去噪后的信号 f_1 。

[0080] 本实施例中,应用本发明的光电容积脉搏波噪声去除方法对光电容积脉搏波信号 f 进行处理的前后对比结果如图12所示。

[0081] 其中,除了本实施例中使用的平均值法来去除噪声,还可以使用多项式拟合法,具体包括:

[0082] 步骤6.1:利用突变起始点 P_a 、突变还原点 P_c 、突变起始点 P_a 和突变还原点 P_c 间除突变点 P_b 外的所有点,对光电容积脉搏波信号 f 中突变起始点 P_a 和突变还原点 P_c 间的曲线进行多项式拟合,得到拟合后的曲线;

[0083] 步骤6.2:将光电容积脉搏波信号 f 中突变起始点 P_a 与突变还原点 P_c 间的曲线用该拟合后的曲线代替,得到去噪后的信号 f_1 。

[0084] 显然,上述实施例仅仅是本发明的一部分实施例,而不是全部的实施例。上述实施例仅用于解释本发明,并不构成对本发明保护范围的限定。基于上述实施例,本领域技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例,也即凡在本申请的精神和原理之内所作的所有修改、等同替换和改进等,均落在本发明要求的保护范围内。

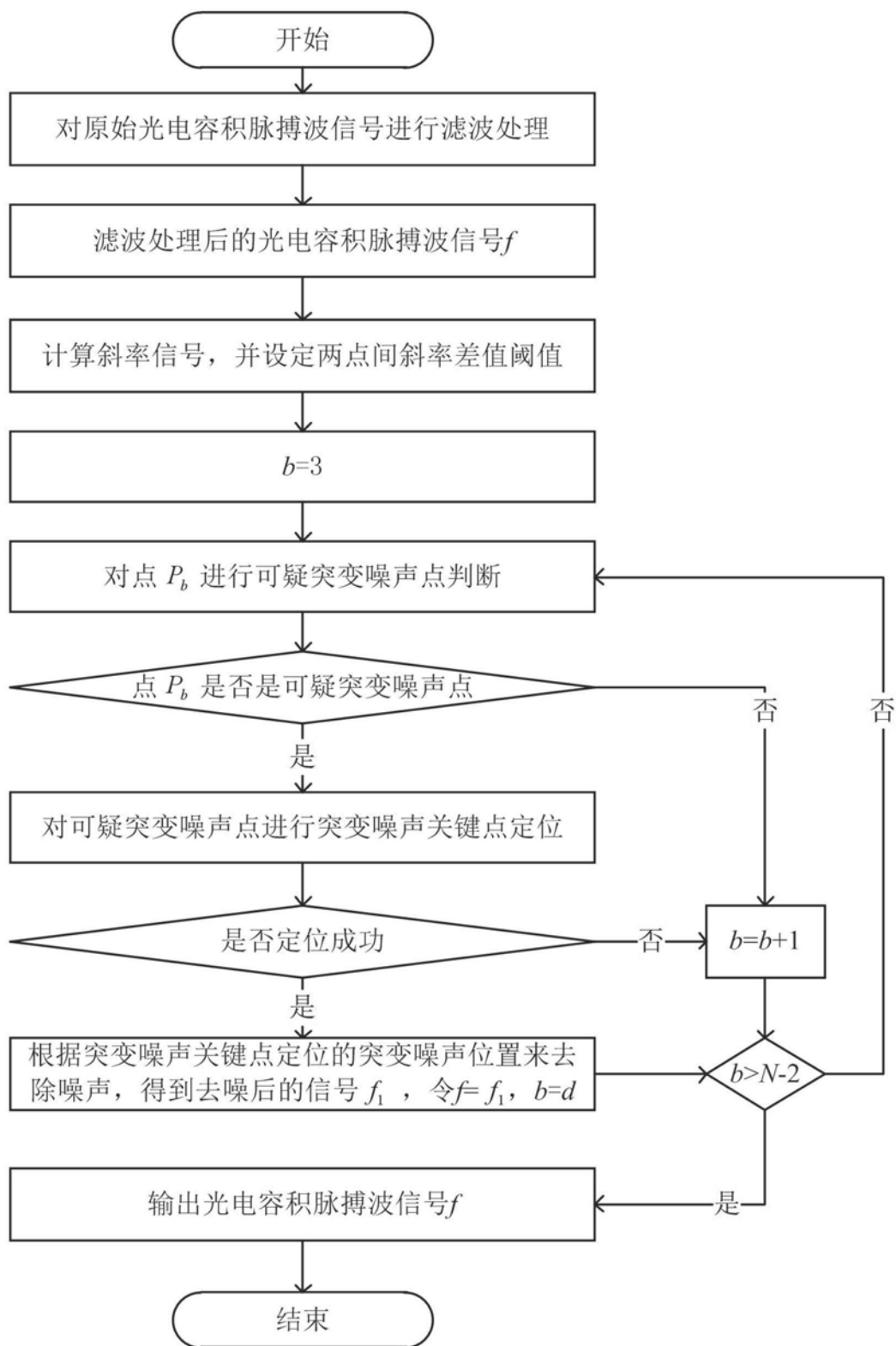


图1

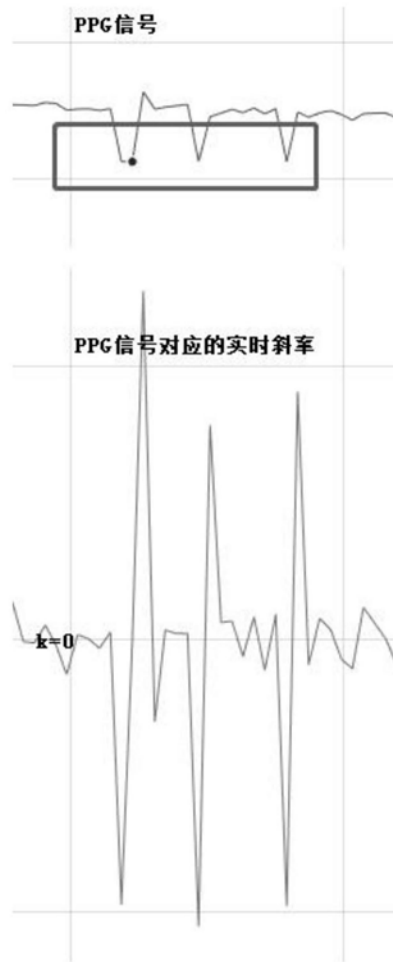


图2

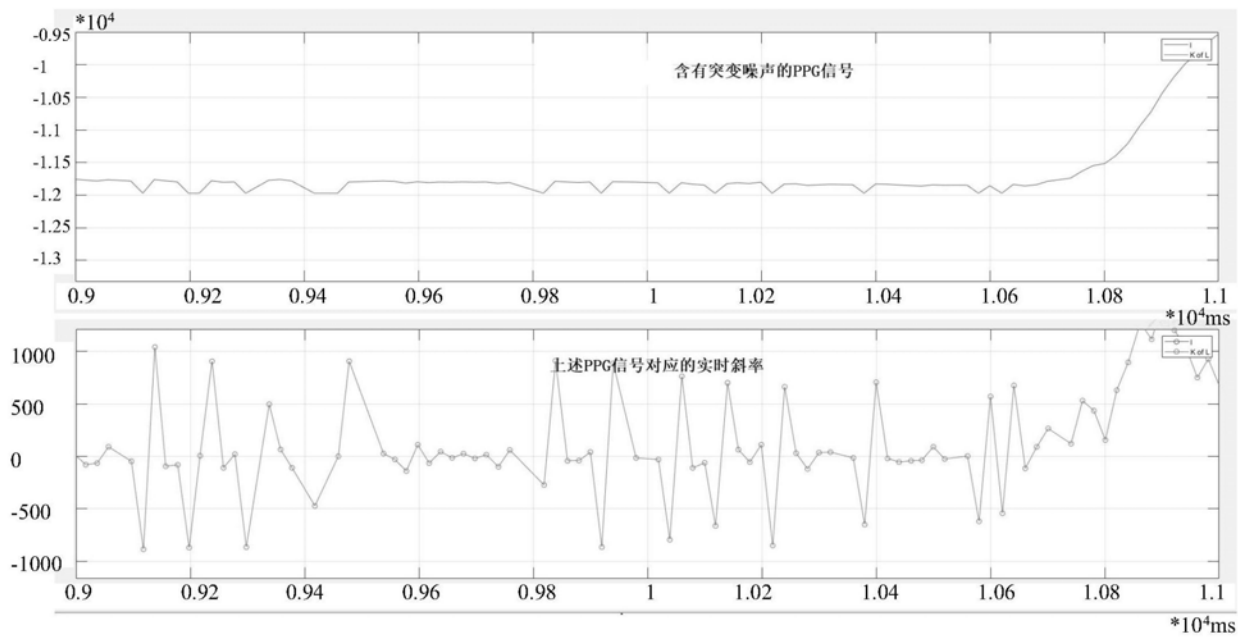


图3

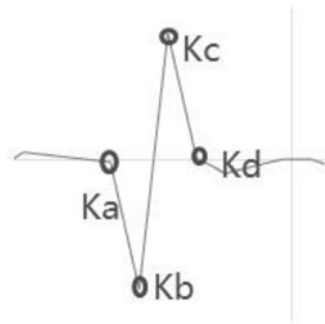


图4

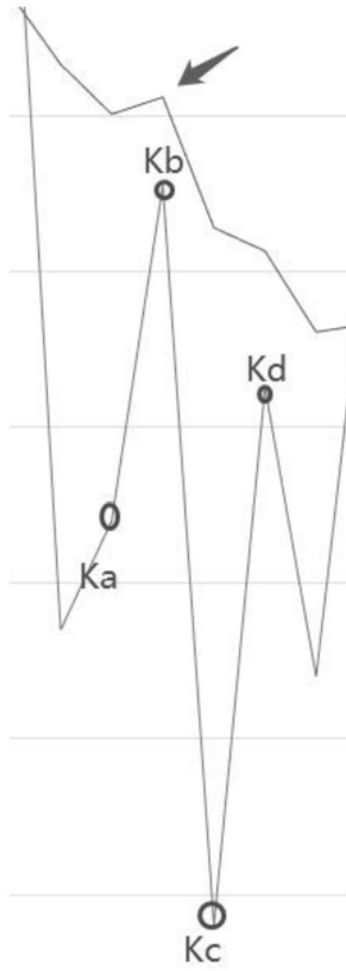


图5

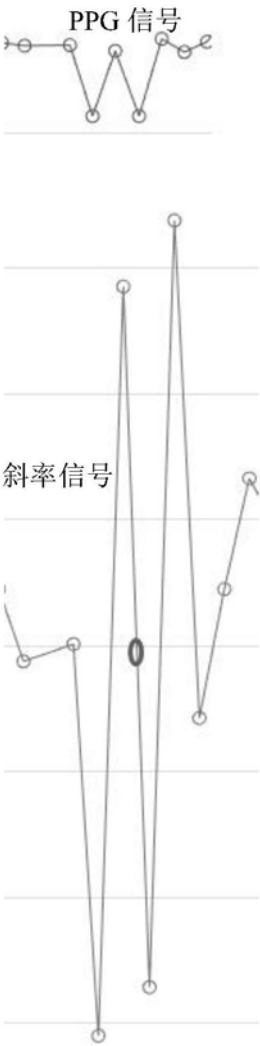


图6

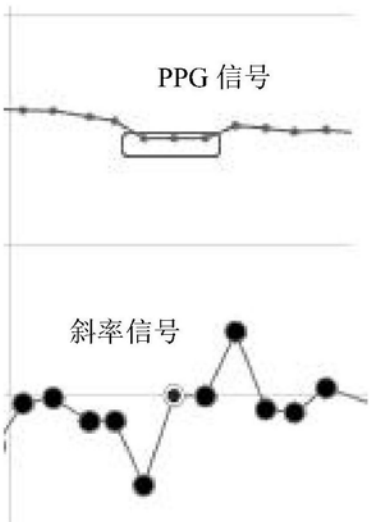


图7

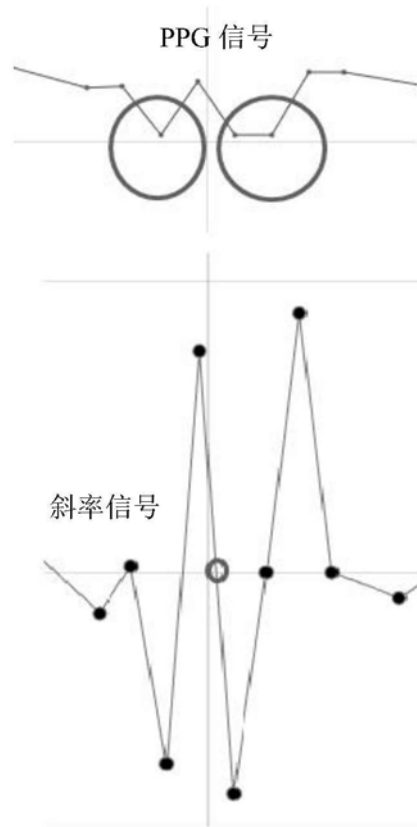


图8

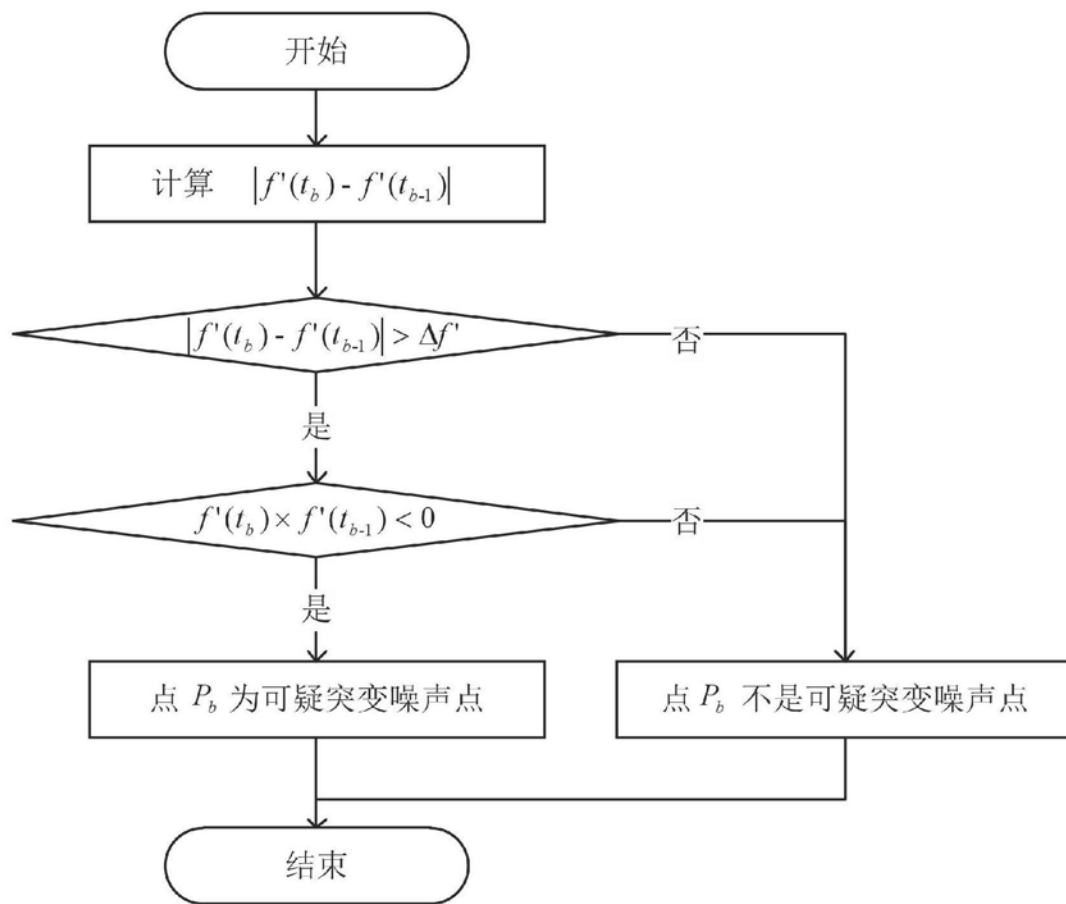


图9

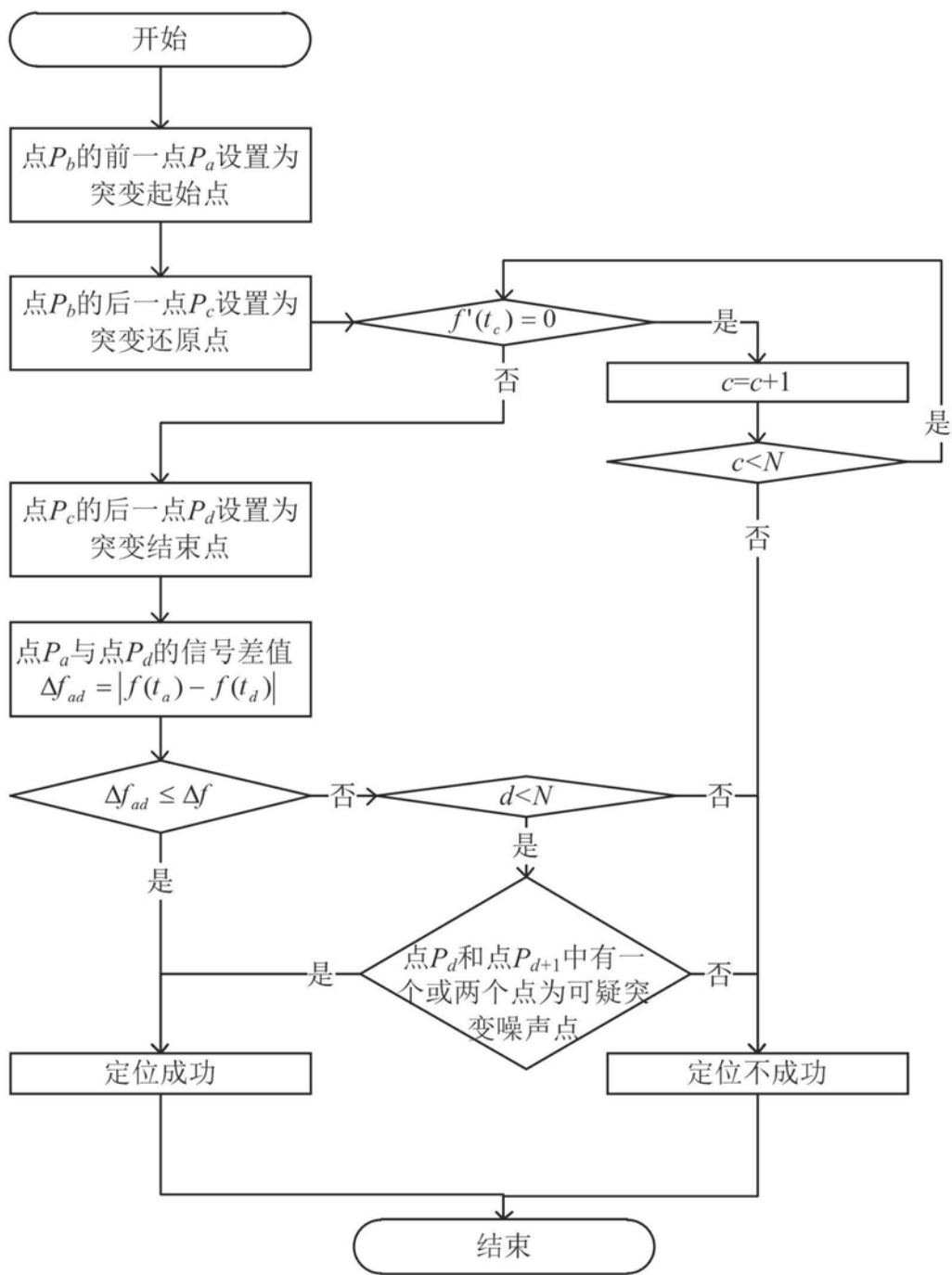


图10

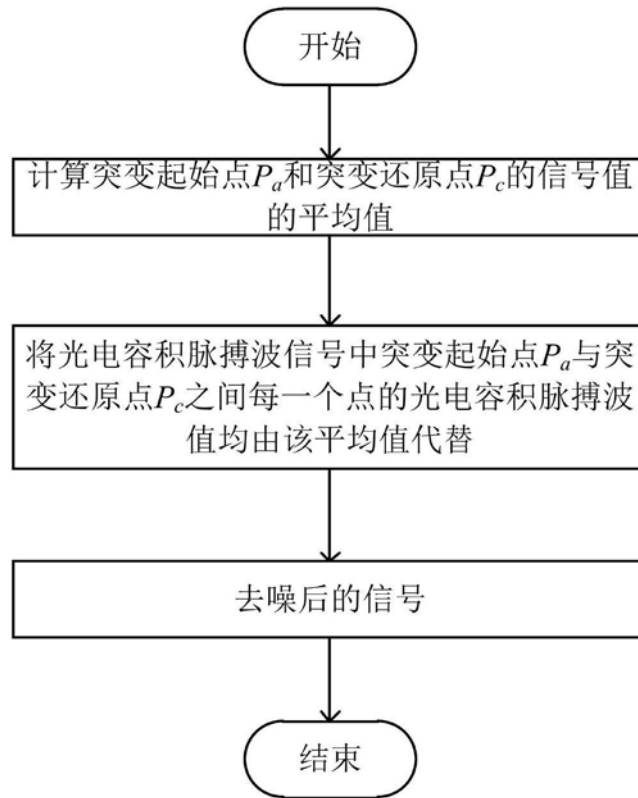


图11

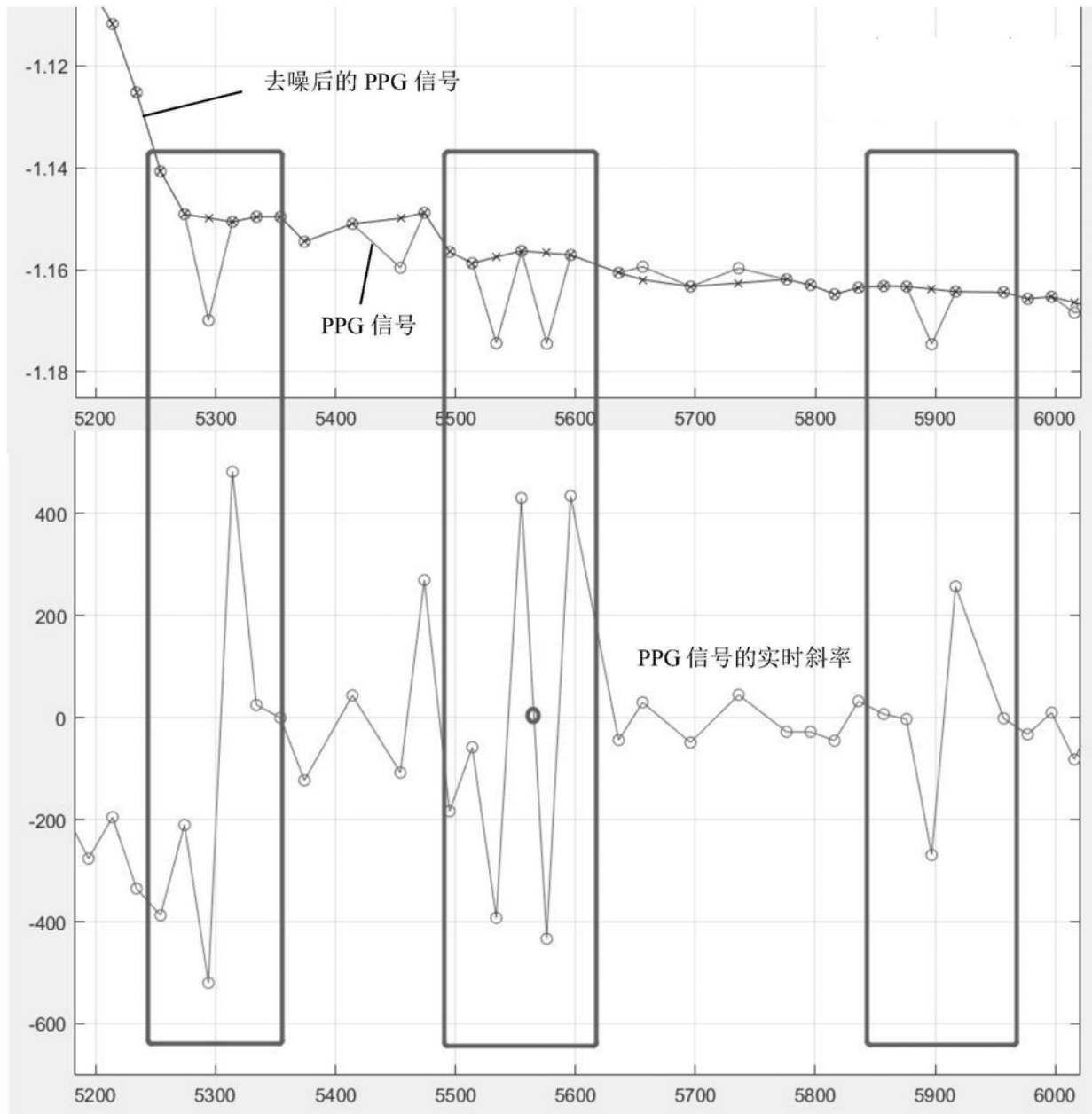


图12

专利名称(译)	一种光电容积脉搏波噪声去除方法		
公开(公告)号	CN110432885A	公开(公告)日	2019-11-12
申请号	CN201910861308.8	申请日	2019-09-11
[标]申请(专利权)人(译)	东北大学		
申请(专利权)人(译)	东北大学		
当前申请(专利权)人(译)	东北大学		
[标]发明人	李丹程 高鑫		
发明人	李丹程 胡弘炎 王君亦 高鑫		
IPC分类号	A61B5/024 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/02416 A61B5/7203 A61B5/7225		
代理人(译)	梁焱		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及信号分析处理技术领域，提供一种光电容积脉搏波噪声去除方法。首先，对原始光电容积脉搏波信号进行滤波处理以去除工频噪声和低频噪声，得到滤波处理后的光电容积脉搏波信号 f ；然后计算信号 f 中每一点处的斜率，得到斜率信号 $f\&\#39;$ ，并设定两点间斜率差值阈值；接着判断点 P_b 是否是可疑突变噪声点，若是则对可疑突变噪声点 P_b 进行突变噪声关键点定位；若定位成功，则得到突变噪声关键点包括突变起始点、突变点、突变还原点、突变结束点，根据突变噪声关键点定位的突变噪声位置来去除噪声；若定位不成功，则继续进行下一个可疑突变噪声点的判断。本发明能够对随机出现且没有固定频率的突变噪声进行准确识别并有效去除，且运行效率高。

