



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109620195 A

(43)申请公布日 2019.04.16

(21)申请号 201910017224.6

(22)申请日 2019.01.08

(71)申请人 研和智能科技(杭州)有限公司  
地址 310000 浙江省杭州市滨江区西兴街  
道聚工路19号7幢403室

(72)发明人 徐志兵

(74)专利代理机构 杭州橙知果专利代理事务所  
(特殊普通合伙) 33261

代理人 李品

(51) Int. Cl.

A61B 5/024(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

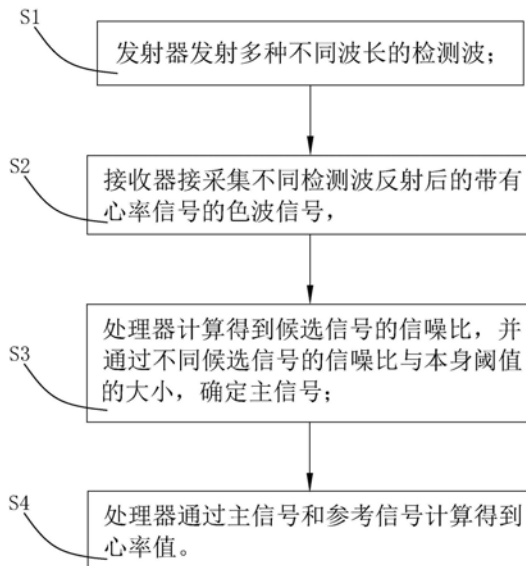
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

基于可穿戴设备的多波长信号融合心率检测方法及系统

(57)摘要

本发明公开了一种基于可穿戴设备的多波长信号融合心率检测方法及系统,包括相应步骤和用于检测的系统,发射器发射多种不同波长的检测波;接收器接采集不同检测波反射后的带有心率信号的色波信号,处理器计算得到候选信号的信噪比,并通过不同候选信号的信噪比与本身阈值的大小,确定主信号;处理器通过主信号和参考信号计算得到心率值。采用本发明能够根据采集到的不同检测波的检测信号的质量,选择不同的检测信号为进行心率计算的主信号,保证心率检测和计算的准确性;采用主信号和参考信号融合的方式对心率信号进行计算,能够有效的将环境光干扰、运动干扰和基线漂移等噪声信号进行排除,保证最后得到的心率信号不含噪声信号。



1. 一种基于可穿戴设备的多波长信号融合心率检测方法,其特征在于:包括步骤:
  - S1、发射器发射多种不同波长的检测波;
  - S2、接收器接采集不同检测波反射后的带有心率信号的色波信号,所述色波信号包括主信号的候选信号和一个参考信号;
  - S3、处理器计算得到候选信号的信噪比,并通过不同候选信号的信噪比与本身阈值的大小,确定主信号;
  - S4、处理器通过主信号和参考信号计算得到心率值。
2. 根据权利要求1所述的基于可穿戴设备的多波长信号融合心率检测方法,其特征在于:步骤S3中所述的通过不同候选信号的信噪比与本身阈值的大小,确定主信号包括:
  - S301、比较候选信号中第一候选信号的信噪比 $SNR_1$ 与第一色波信号本身的阈值 $\lambda_1$ ;
  - S302、当 $SNR_1$ 大于 $\lambda_1$ 时,采用第一候选信号作为主信号;
  - S303、如果 $SNR_1$ 不大于 $\lambda_1$ ,则重复步骤S301和步骤S302,比较第二候选信号的信噪比 $SNR_2$ 与阈值 $\lambda_2$ ,直到找到某一候选信号的信噪比 $SNR_i$ 大于阈值 $\lambda_i$ ,确定主信号。
3. 根据权利要求1所述的基于可穿戴设备的多波长信号融合心率检测方法,其特征在于:在步骤S4中,所述的通过主信号和参考信号计算得到心率值包括:
  - S401、带通滤波器从接收器采集到的色波信号中筛选出主信号;
  - S402、带阻滤波器将参考信号中的心率信号去除,得到噪声信号;
  - S403、将主信号和噪声信号均进行去直流处理;
  - S404、相位相减器将去直流后的主信号与去直流后的噪声信号进行等相位相减得到心率信号。
4. 根据权利要求2所述的基于可穿戴设备的多波长信号融合心率检测方法,其特征在于:在步骤S303后还包括:
  - S304、如果候选信号中的所有信噪比均不大于阈值时,返回步骤S2,接收器重新采集色波信号。
5. 根据权利要求2所述的基于可穿戴设备的多波长信号融合心率检测方法,其特征在于:步骤S1中的所述检测波包括绿光检测波和红光检测波,所述候选信号包括接收器采集的绿光检测波反射后带有心率信号的绿光信号;所述参考信号为接收器采集的红光检测波反射后带有心率信号的红光信号。
6. 根据权利要求5所述的基于可穿戴设备的多波长信号融合心率检测方法,其特征在于:所述检测波还包括红外检测波,所述候选信号还包括接收器采集的红外检测波反射后带有心率信号的红外信号,所述绿光信号为第一候选信号。
7. 一种基于可穿戴设备的多波长信号融合心率检测系统,其特征在于:包括
  - 中央控制模块,用于控制检测系统内各个模块的运行,
  - 发射模块,连接中央控制模块,用于向皮肤发射多种不同波长的检测波;
  - 接收模块,用于接收采集不同检测波反射后的带有心率信号的色波信号,并将色波信号发送给中央控制模块,所述色波信号包括主信号的候选信号和一个参考信号;
  - 数据处理模块,连接中央控制模块,中央控制模块将接收到的色波信号发送给数据处理模块,数据处理模块将接收到的色波信号进行处理得到心率值,并将心率值发送给中央控制模块。

8. 根据权利要求7所述的基于可穿戴设备的多波长信号融合心率检测系统,其特征在在于:所述发射模块包括用于发射绿光检测波的绿光发射器、用于发射红光检测波的红光发射器和用于发射红外检测波的红光发射器;所述接收模块包括用于接收绿光信号的绿光接收器、用于接收红光信号的红光接收器和用于接收红外信号的红外接收器。

9. 根据权利要求7所述的基于可穿戴设备的多波长信号融合心率检测系统,其特征在在于:所述数据处理模块包括

-信噪比计算器,中央控制模块将接收到的色波信号发送给阈值计算器,阈值计算器计算各个色波信号的信噪比;

-主信号确定器,接收信噪比计算器计算的信噪比,并讲信噪比与相应色波信号的信噪比阈值进行比较,选定某一色波信号为主信号;

-心率计算器,主信号确定器确定主信号后,根据主信号和参考信号计算得到心率值。

10. 根据权利要求8所述的基于可穿戴设备的多波长信号融合心率检测系统,其特征在在于:所述绿光检测波波长为550nm,所述红外检测波的波长为630nm,所述红光检测波的波长为880nm。

## 基于可穿戴设备的多波长信号融合心率检测方法及系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及智能穿戴设备测量技术领域,具体为一种基于可穿戴设备的多波长信号融合心率检测方法及系统。

### 背景技术

[0002] 随着智能可穿戴设备产业的发展以及人们对于日常健康的关注,带有心率监测功能的手表手环等设备越来越普及。

[0003] 手表手环的心率监测功能多基于绿光采集腕部光电容积脉搏波 (PPG) 信号,再根据脉搏波信号计算心率,但是单波长单通道极易受到肤色、运动、佩戴等噪声干扰。当使用者的皮肤颜色较黑或者带有纹身时,用于测量心率测量的绿色波长很容易被皮肤或者纹身中的黑色素吸收,导致绿光难以穿透皮肤表层达到毛细血管。

[0004] 2017年6月27日公告的106889980A的中国发明专利就公开了基于光谱图的自适应切换心率检测方法、装置和可佩戴心率检测装置,涉及心率检测技术领域,特别涉及基于光谱图的自适应切换心率检测方法和可佩戴心率检测装置。通过对色光下获取的心电信号进行傅立叶变换映射形成按时间-频点关系分布的光谱强度图,把光谱强度图中用户心率频率峰值区域在时间上的连线作为心率变化曲线,通过心率变化曲线的连续性就可以判断当前色光对心率信号采集的有效性,在当前色光下采集到的光电信号不清晰,即不能清楚反映心率变化情况时,立即切换到穿透性更高的色光来采集心电信号,以保证心率检测的连续性和准确性。对于该基于光谱图的自适应切换心率检测方法,可以通过建立功能模块,组合成功能模块构架,由存储在计算机可读存储介质中的计算机程序来实施。

[0005] 上述发明专利中虽然采用了多种波长的光源,但仅仅是在各个光谱之间切换,在实际计算过程中,依然只使用了依旧只是采用了单波长的单通道信号,实际测量过程中的去噪效果一般。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的是为了提供一种基于可穿戴设备的多波长信号融合心率检测方法及系统,能够根据实际使用者的肤色对不同波长的信号进行处理,保证准确地测量人体心率。

[0007] 为了实现上述发明目的,本发明采用了以下技术方案:一种基于可穿戴设备的多波长信号融合心率检测方法,包括步骤:

[0008] S1、发射器发射多种不同波长的检测波;

[0009] S2、接收器接采集不同检测波反射后的带有心率信号的色波信号,所述色波信号包括主信号的候选信号和一个参考信号;

[0010] S3、处理器计算得到候选信号的信噪比,并通过不同候选信号的信噪比与本身阈值的大小,确定主信号;

[0011] S4、处理器通过主信号和参考信号计算得到心率值。

[0012] 优选的,步骤S3中所述的通过不同候选信号的信噪比与本身阈值的大小,确定主信号包括:

[0013] S301、比较候选信号中第一候选信号的信噪比 $SNR_1$ 与第一色波信号本身的阈值 $\lambda_1$ ;

[0014] S302、当 $SNR_1$ 大于 $\lambda_1$ 时,采用第一候选信号作为主信号;

[0015] S303、如果 $SNR_1$ 不大于 $\lambda_1$ ,则重复步骤S301和步骤S302,比较第二候选信号的信噪比 $SNR_2$ 与阈值 $\lambda_2$ ,直到找到某一候选信号的信噪比 $SNR_i$ 大于阈值 $\lambda_i$ ,确定主信号。

[0016] 优选的,在步骤S4中,所述的通过主信号和参考信号计算得到心率值包括:

[0017] S401、带通滤波器从接收器采集到的色波信号中筛选出主信号;

[0018] S402、带阻滤波器将参考信号中的心率信号去除,得到噪声信号;

[0019] S403、将主信号和噪声信号均进行去直流处理;

[0020] S404、相位相减器将去直流后的主信号与去直流后的噪声信号进行等相位相减得到心率信号。

[0021] 优选的,在步骤S303后还包括:

[0022] S304、如果候选信号中的所有信噪比均不大于阈值时,返回步骤S2,接收器重新采集色波信号。

[0023] 优选的,步骤S1中的所述检测波包括绿光检测波和红光检测波,所述候选信号包括接收器采集的绿光检测波反射后带有心率信号的绿光信号;所述参考信号为接收器采集的红光检测波反射后带有心率信号的红光信号。

[0024] 优选的,所述检测波还包括红外检测波,所述候选信号还包括接收器采集的红外检测波反射后带有心率信号的红外信号,所述绿光信号为第一候选信号。

[0025] 为了实现上述发明目的,本发明还采用了以下技术方案:一种基于可穿戴设备的多波长信号融合心率检测系统,包括

[0026] -中央控制模块,用于控制检测系统内各个模块的运行,

[0027] -发射模块,连接中央控制模块,用于向皮肤发射多种不同波长的检测波;

[0028] -接收模块,用于接收采集不同检测波反射后的带有心率信号的色波信号,并将色波信号发送给中央控制模块,所述色波信号包括主信号的候选信号和一个参考信号;

[0029] -数据处理模块,连接中央控制模块,中央控制模块将接收到的色波信号发送给数据处理模块,数据处理模块将接收到的色波信号进行处理得到心率值,并将心率值发送给中央控制模块。

[0030] 优选的,所述发射模块包括用于发射绿光检测波的绿光发射器、用于发射红光检测波的红光发射器和用于发射红外检测波的红光发射器;所述接收模块包括用于接收绿光信号的绿光接收器、用于接收红光信号的红光接收器和用于接收红外信号的红外接收器。

[0031] 优选的,所述数据处理模块包括阈值计算器、阈值比较器、主信号确定

[0032] -信噪比计算器,中央控制模块将接收到的色波信号发送给阈值计算器,阈值计算器计算各个色波信号的信噪比;

[0033] -主信号确定器,接收信噪比计算器计算的信噪比,并讲信噪比与相应色波信号的信噪比阈值进行比较,选定某一色波信号为主信号;

[0034] -心率计算器,主信号确定器确定主信号后,根据主信号和参考信号计算得到心率值。

[0035] 优选的,所述绿光检测波波长为550nm,所述红外检测波的波长为630nm,所述红光检测波的波长为880nm。

[0036] 与现有技术相比,采用了上述技术方案的基于可穿戴设备的多波长信号融合心率检测方法及系统,具有如下有益效果:

[0037] 一、采用本发明的基于可穿戴设备的多波长信号融合心率检测方法及系统,能够根据采集到的不同检测波的检测信号的质量,选择不同的检测信号为进行心率计算的主信号,保证心率检测和计算的准确性。

[0038] 二、采用主信号和参考信号融合的方式对心率信号进行计算,能够有效的将环境光干扰、运动干扰和基线漂移等噪声信号进行排除,保证最后得到的心率信号不含噪声信号。

## 附图说明

[0039] 图1为本发明基于可穿戴设备的多波长信号融合心率检测方法的流程图;

[0040] 图2为本实施例中检测方法的主信号确定流程图;

[0041] 图3为本实施例中主信号和参考信号的处理流程图;

[0042] 图4为本实施例中噪声信号的波形图;

[0043] 图5为本实施例中不含噪声的PPG信号波形图;

[0044] 图6为本发明基于可穿戴设备的多波长信号融合心率检测系统的模块连接图。

## 具体实施方式

[0045] 下面参考附图来更加详细地描述本发明的实施方式。

[0046] 如图1所示的基于可穿戴设备的多波长信号融合心率检测方法,包括步骤:

[0047] S1、发射器发射多种不同波长的检测波;

[0048] S2、接收器接采集不同检测波反射后的带有心率信号的色波信号,所述色波信号包括主信号的候选信号和一个参考信号;

[0049] S3、处理器计算得到候选信号的信噪比,并通过不同候选信号的信噪比与本身阈值的大小,确定主信号;

[0050] S4、处理器通过主信号和参考信号计算得到心率值。

[0051] 其中,步骤S3包括以下步骤:

[0052] S301、比较候选信号中第一候选信号的信噪比 $SNR_1$ 与第一色波信号本身的阈值 $\lambda_1$ ;

[0053] S302、当 $SNR_1$ 大于 $\lambda_1$ 时,采用第一候选信号作为主信号;

[0054] S303、如果 $SNR_1$ 不大于 $\lambda_1$ ,则重复步骤S301和步骤S302,比较第二候选信号的信噪比 $SNR_2$ 与阈值 $\lambda_2$ ,直到找到某一候选信号的信噪比 $SNR_i$ 大于阈值 $\lambda_i$ ,确定主信号。

[0055] S304、如果候选信号中的所有信噪比均不大于阈值时,返回步骤S2,接收器重新采集色波信号。

[0056] 其中,步骤S4包括以下步骤:

[0057] S401、带通滤波器从接收器采集到的色波信号中筛选出主信号;

[0058] S402、带阻滤波器将参考信号中的心率信号去除,得到噪声信号;

[0059] S403、将主信号和噪声信号均进行去直流处理;

[0060] S404、相位相减器将去直流后的主信号与去直流后的噪声信号进行等相位相减得到心率信号。

[0061] 采用多种波长的光源作为检测光,以一定的采样频率同时采集各个检测光发射后携带有心率信号的色波信号。计算不同色波信号的信噪比。选用信噪比大于阈值的检测波得到的色波信号作为主信号,如果多个波长的信噪比都大于预设阈值,则选用波长较小的波长携带的信号作为主信号。

[0062] 选定主信号后,将主信号和参考信号做去除基线、运动干扰和随机噪声后,进行主信号的心里计算,得到最终的心率数据。

[0063] 在本实施例中,信号发射器发射的检测波有三种,接收器对三种检测波检测后的反射波接收后进行上述运算后,得出使用者的心率值。这三种检测波分别采用波长为550nm的绿光、波长为630nm的红光以及波长为880nm的红外线。

[0064] 绿光信号和红光信号为适用于不同心率检测环境的主信号的候选信号。绿光信号的信噪比较高,在环境温度变化时的漂移较小,通常情况下采用绿光就可以获得较为清晰的光电信号。但是在使用者剧烈运动导致出汗,皮肤表面对光的反射增强时,或者使用者肤色较深,对光的吸收率过高时,采用红光或者红外可以获得更加清晰的光电信号。

[0065] 另外,血液之所以呈现红色,是因为其中的氧合血红蛋白和脱氧血红蛋白对于红光波段的吸收远小于其他波段的色光。这使得信号接收器接收到的红光信号基本没有受到血液容积变化的影响,而其他的噪声干扰如环境光、运动和佩戴姿势对各个色光的发射和接收的影响是平等的,所以将红光信号作为反映血液容积干扰的参考信号,用于主信号中的干扰去除。

[0066] 在本实施例中采用红外和绿光为主信号的候选信号,其中绿光为第一候选信号,采用红光信号作为参考信号。下面结合附图2对采用绿光、红外和红光进行多波长信号融合心率检测方法的具体步骤进行进一步描述。

[0067] 心率检测设备中的发射器发射上述三种波长的检测波,信号接收器采集经过腕部后反射的相应绿光信号、红外信号以及红光信号,并将上述信号发送到心率检测设备的处理器中,处理器对绿光信号、红外信号以及红光信号进行处理。

[0068] 首先,计算绿光信号的信噪比,若绿光信号的信噪比大于绿光阈值,则将绿光作为主信号进行心率计算;否则计算红外信号的信噪比,若红外信号的信噪比大于红外阈值,则把红外作为主信号。如果绿光信号和红外信号两者的信噪比都不大于相应的阈值,则控制接收器重新采集绿光信号、红外信号以及红光信号。

[0069] 选定主信号,将主信号和参考信号进行去除基线漂移、运动干扰和随机噪音的处理,最后计算主信号的心率并且输出心率值。

[0070] 图3为本实施例中,主信号和参考信号的处理过程。具体地,接收器采集到的色波信号通过带通滤波器筛选出主信号,同时将参考信号通过带阻滤波器得到不包含心率信号的噪声信号;然后将主信号和上述噪声信号分别进行去直流处理,然后将去直流后的两信号进行等相位相减,最终得到不含有噪声的PPG信号。图4为本实施例中,参考信号通过带阻滤波器后得到的噪声信号的波形图;图5为最终得到的不含有噪声的PPG信号,图5中的A处为部位信号的局部放大图。对去噪后的PPG信号进行傅里叶变化得到信号频谱图,其中频谱图的最高峰即为本发明需要检测的心率值。

[0071] 如图6所示为基于可穿戴设备的多波长信号融合心率检测系统中各个模块的连接图,包括中央控制模块,用于控制检测系统内各个模块的运行,发射模块,连接中央控制模块,用于向皮肤发射多种不同波长的检测波;接收模块,用于接收采集不同检测波反射后的带有心率信号的色波信号,并将色波信号发送给中央控制模块,所述色波信号包括主信号的候选信号和一个参考信号;数据处理模块,连接中央控制模块,中央控制模块将接收到的色波信号发送给数据处理模块,数据处理模块将接收到的色波信号进行处理得到心率值,并将心率值发送给中央控制模块。

[0072] 其中,发射模块包括用于发射绿光检测波的绿光发射器、用于发射红光检测波的红光发射器和用于发射红外检测波的红光发射器;所述接收模块包括用于接收绿光信号的绿光接收器、用于接收红光信号的红光接收器和用于接收红外信号的红外接收器。

[0073] 其中,数据处理模块包括信噪比计算器,中央控制模块将接收到的色波信号发送给阈值计算器,阈值计算器计算各个色波信号的信噪比;主信号确定器,接收信噪比计算器计算的信噪比,并讲信噪比与相应色波信号的信噪比阈值进行比较,选定某一色波信号为主信号;心率计算器,主信号确定器确定主信号后,根据主信号和参考信号计算得到心率值。

[0074] 以上是本发明的优选实施方式,对于本领域的普通技术人员来说不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干变型和改进,这些也应视为本发明的保护范围。



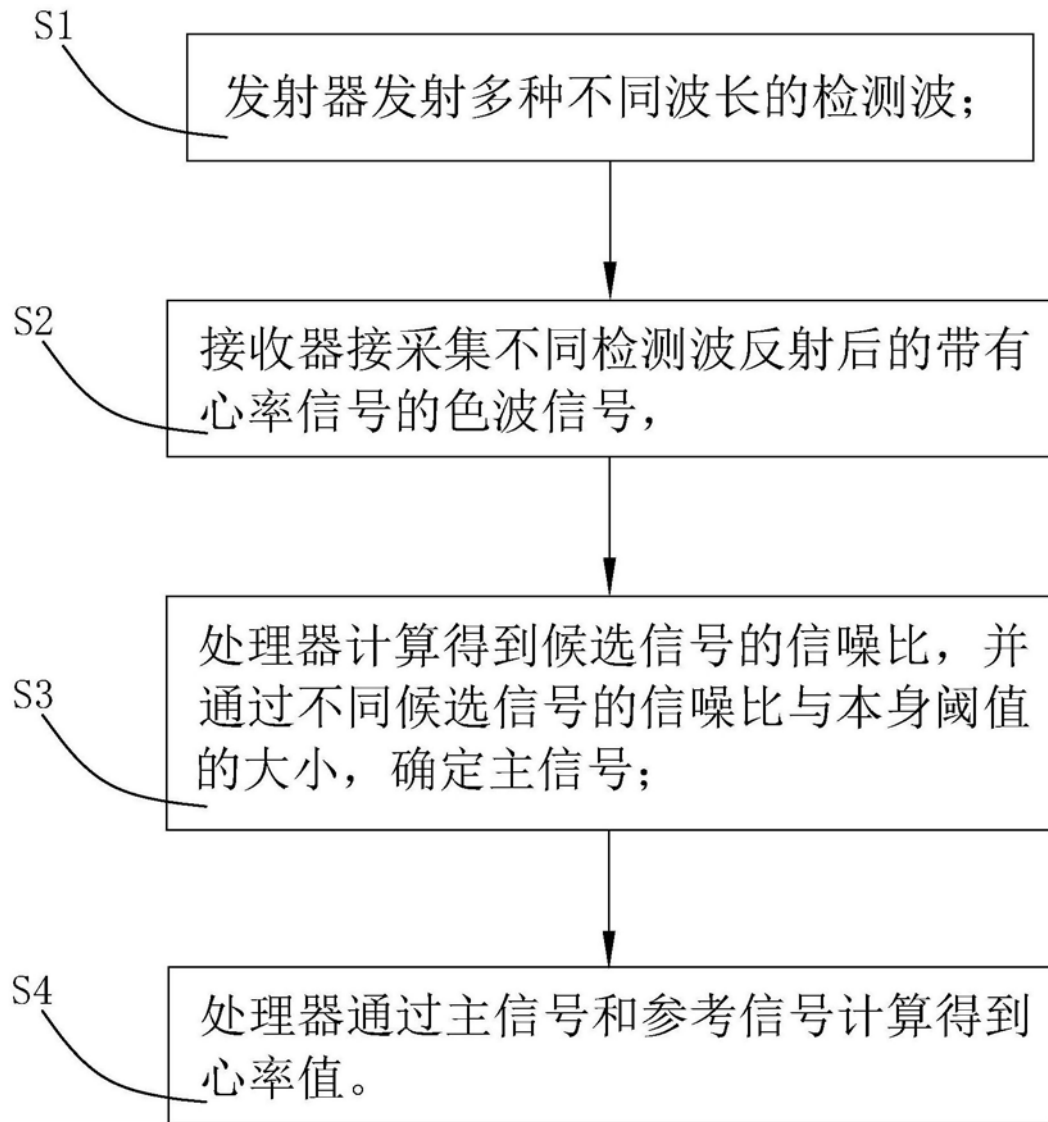


图1

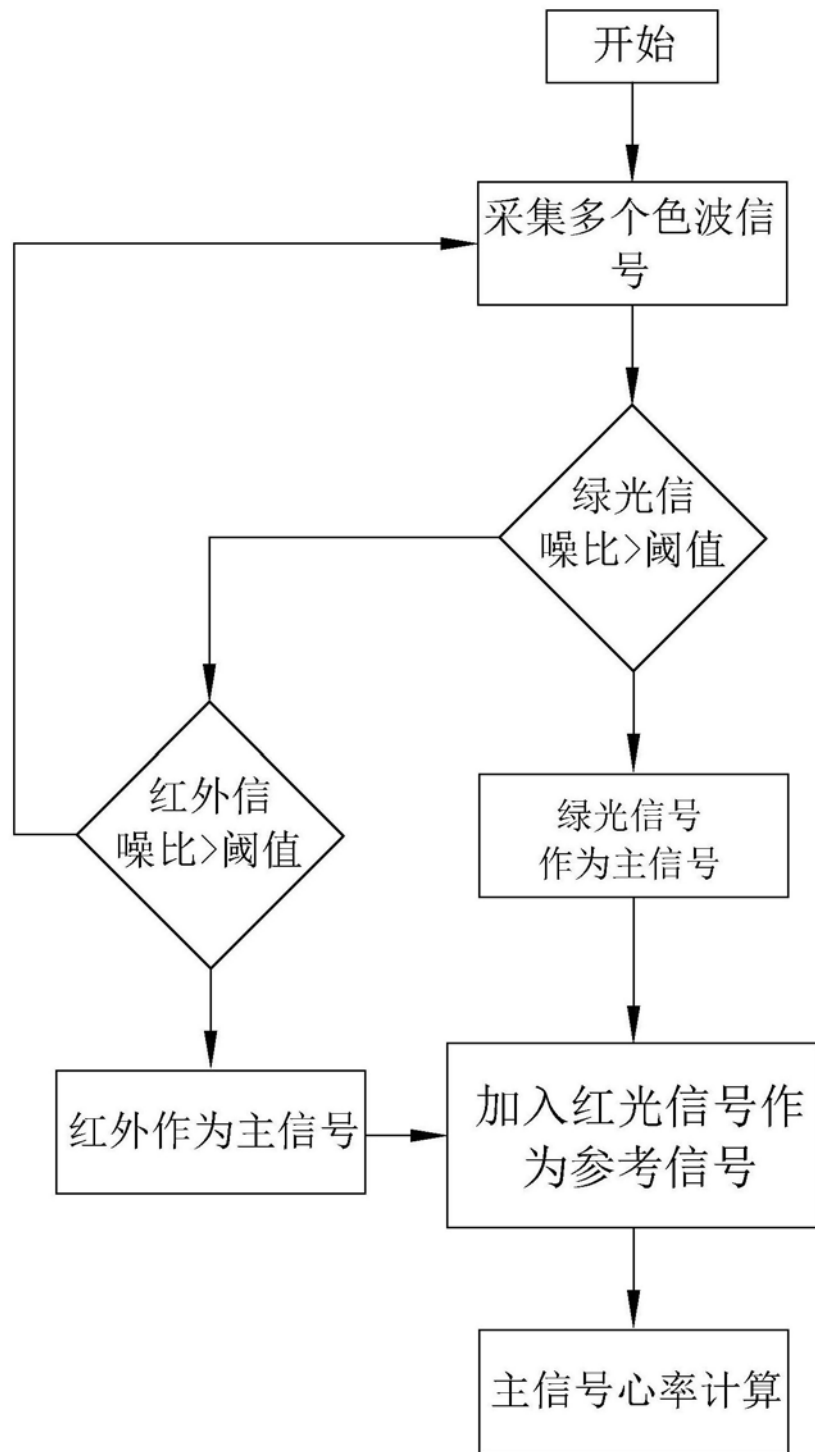


图2

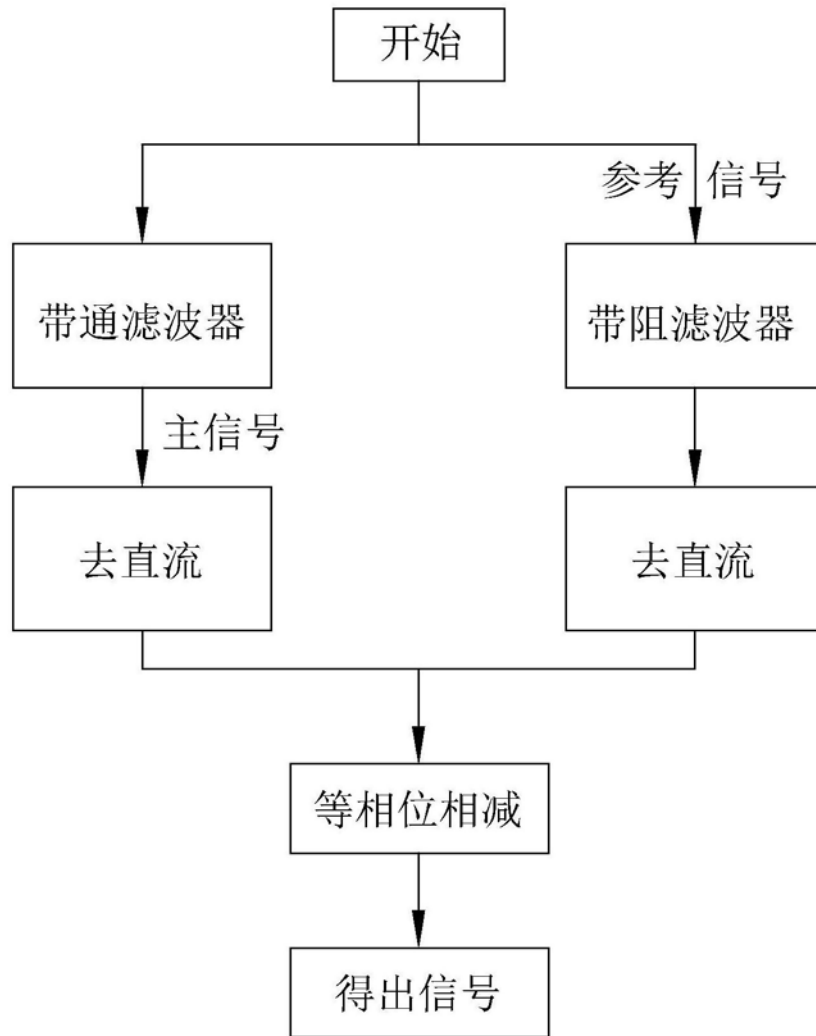


图3

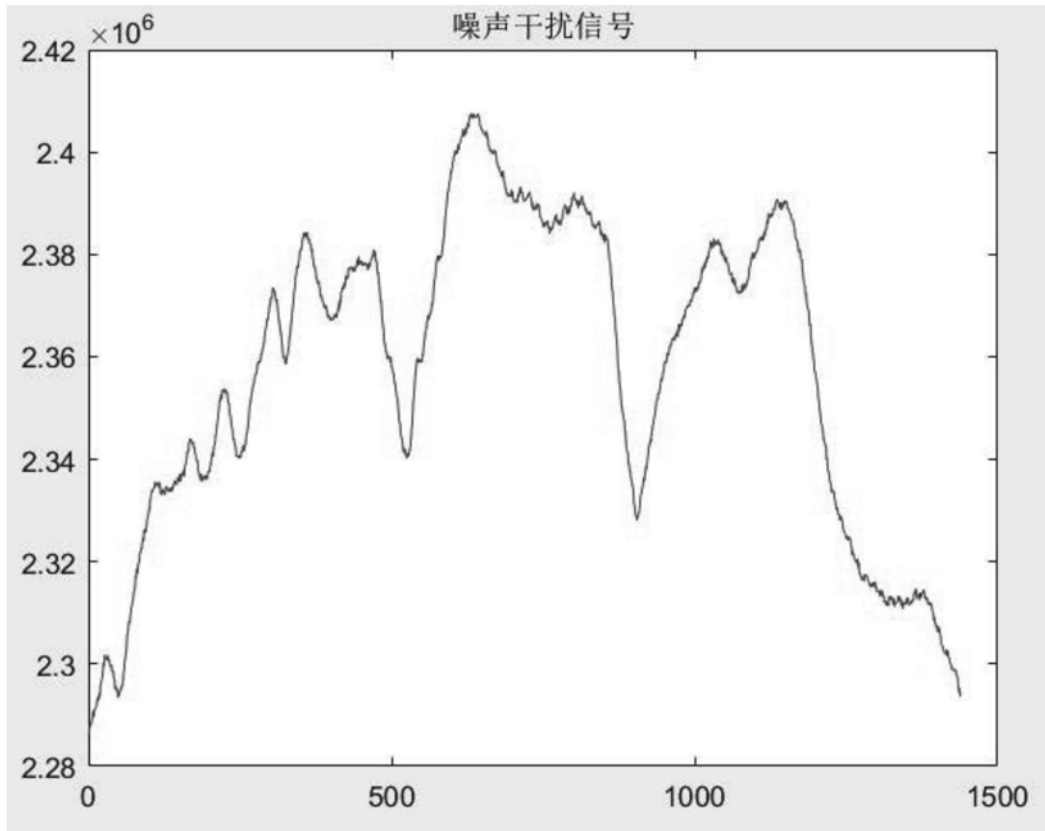


图4

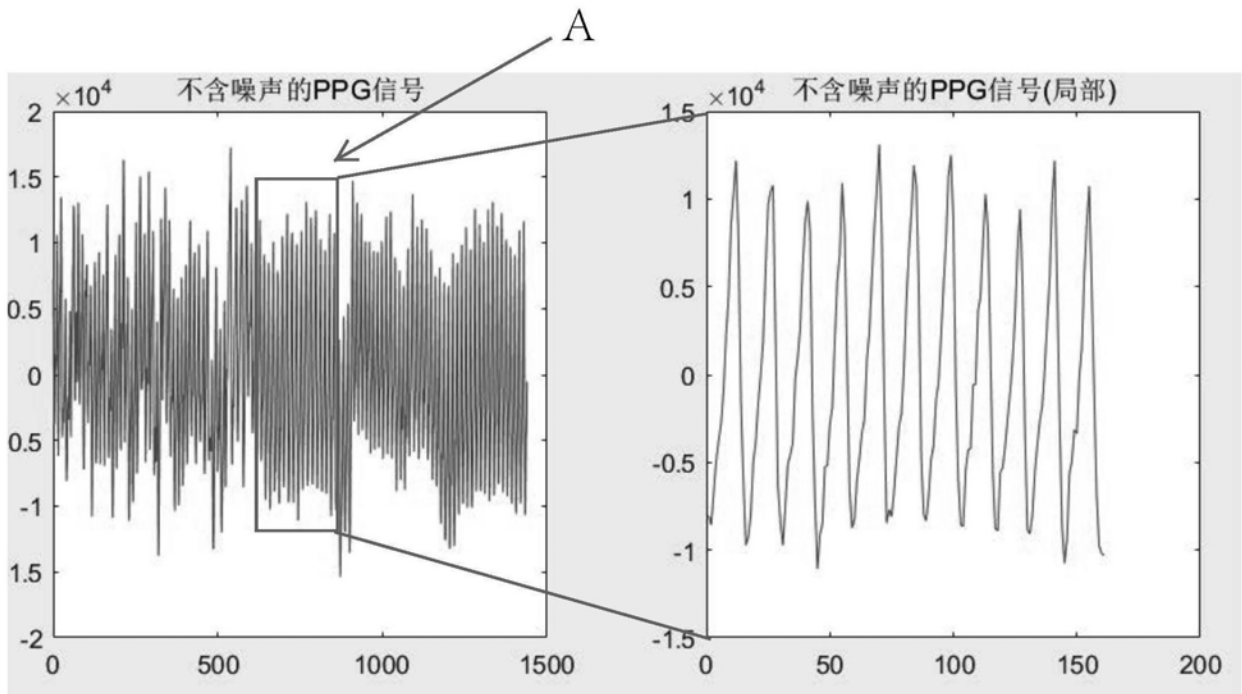


图5

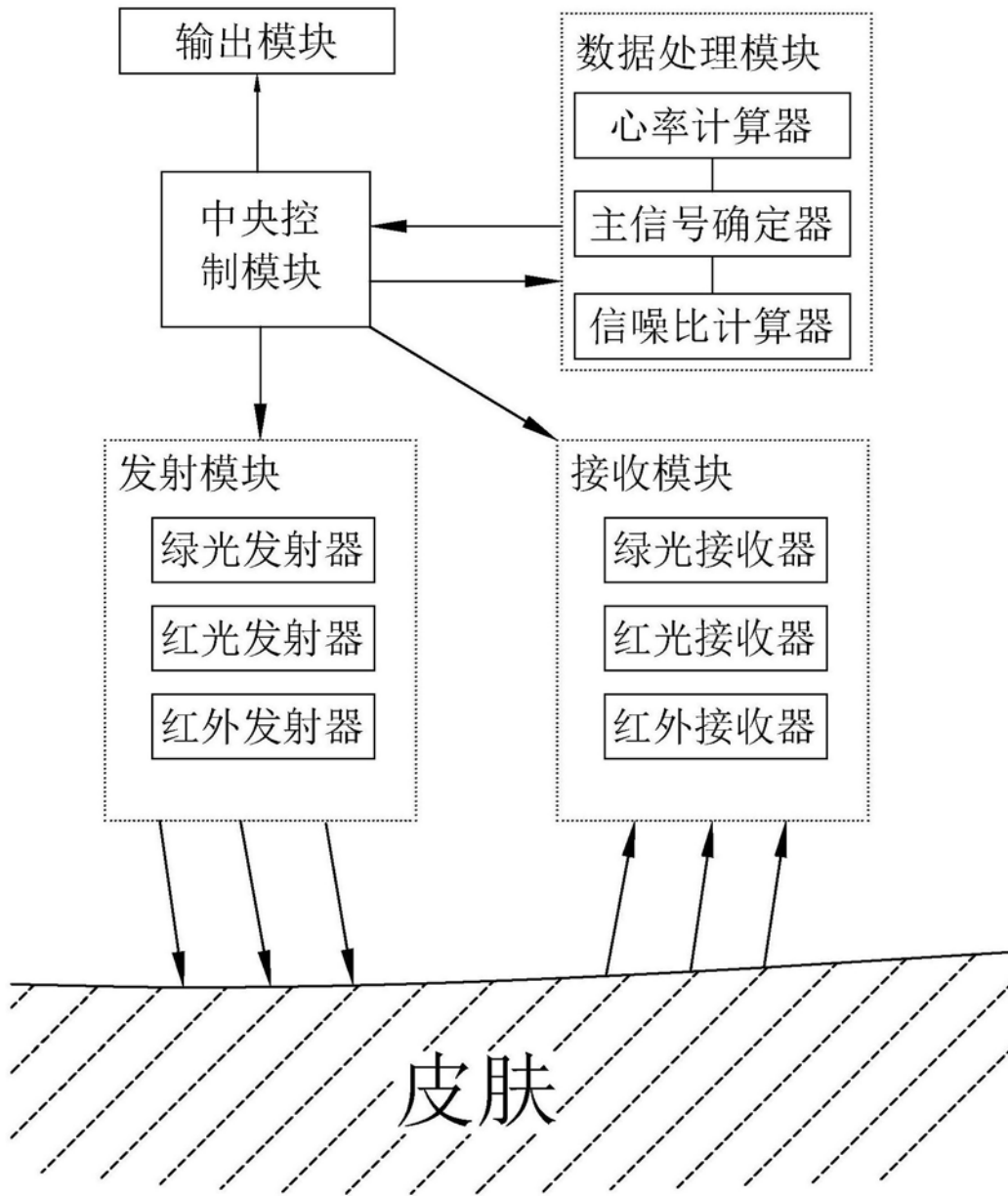


图6