



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110353648 A

(43)申请公布日 2019.10.22

(21)申请号 201910802268.X

(22)申请日 2019.08.28

(71)申请人 华东师范大学

地址 200241 上海市闵行区东川路500号

(72)发明人 倪瑶 厉阳晨 周梅

(74)专利代理机构 上海蓝迪专利商标事务所

(普通合伙) 31215

代理人 徐筱梅 张翔

(51)Int.Cl.

A61B 5/024(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

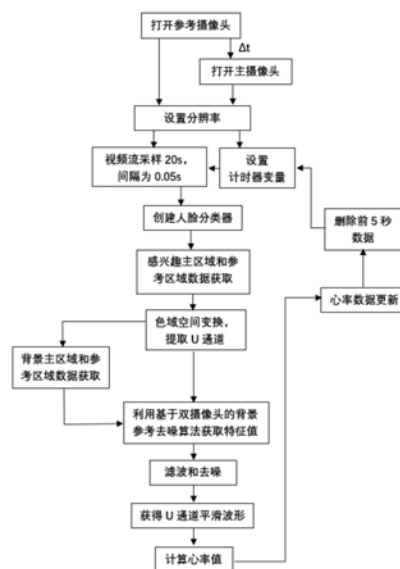
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54)发明名称

一种基于双摄像头的实时心率检测方法

(57)摘要

本发明公开一种基于双摄像头的实时心率检测方法,包括以下步骤:打开主摄像头和参考摄像头,以相同的帧率交替拍摄包含人脸的主视频和参考视频;创建两个人脸检测器,分别获取主摄像头感兴趣区域和参考摄像头感兴趣区域;截取主摄像头背景区域和参考摄像头背景区域;根据参考摄像头感兴趣区域和背景区域提取的噪声信息,计算每一帧感兴趣区域和背景区域的特征值,得到时间轴上的一维特征序列;采用低通滤波器对一维特征序列进行滤波,得到心率信号;采用峰值计数法计算心率值;实时采集数据更新信号序列,重复上述步骤,计算实时心率值。本发明中提出的方法降低了由于环境光干扰引起的信号失真,大大提高了非接触式心率检测中的准确度和稳定性。



1. 一种基于双摄像头的实时心率检测方法,其特征在于,该方法包括以下具体步骤:

步骤1:打开主摄像头和参考摄像头,以相同的帧率交替拍摄20s包含人脸的主视频和参考视频;

步骤2:创建两个人脸检测器,分别获取所述主视频和所述参考视频每一帧感兴趣区域,并提取每一帧U通道数据,获得主摄像头感兴趣区域和参考摄像头感兴趣区域的U通道序列;

步骤3:截取主摄像头背景区域和参考摄像头背景区域,并获得主摄像头背景区域和参考摄像头背景区域的U通道序列;

步骤4:根据参考摄像头感兴趣区域和背景区域提取的噪声信息,计算每一帧感兴趣区域和背景区域特征值,得到时间轴上的一维特征序列;

步骤5:采用低通滤波器对一维特征序列进行滤波,将滤波后的一维特征序列作为心率信号;

步骤6:采用峰值计数法得到心跳次数,计算心率值;

步骤7:实时采集数据更新信号序列,重复(2)-(6)步骤计算实时心率值。

2. 根据权利要求1所述的实时心率检测方法,其特征在于,所述步骤1具体为:

创建主摄像头对象和参考摄像头对象,设置相同帧率 f_s ;

设置帧计数器 $frame_counter=0$;

先打开参考摄像头,经过 Δt 时间后打开主摄像头, $\Delta t < 1/f_s$,并均以 f_s 的帧率拍摄20s包含人脸的视频,分别记参考摄像头当前帧和主摄像头当前帧为 $Frame_ref(i)$ 和 $Frame(i)$, $frame_counter=K=20*f_s$ 。

3. 根据权利要求1所述的实时心率检测方法,其特征在于,所述步骤2具体为:

利用维奥拉-琼斯算法创建人脸检测器,分别获得所述主视频和所述参考视频每一帧人脸区域的起始点坐标 (x,y) 、 (x_ref,y_ref) 和人脸尺寸 (w,h) 、 (w_ref,h_ref) ;

根据人脸比例,分别截取 $Frame(i)$ 和 $Frame_ref(i)$ 高度范围为 $x+0.5*h \sim x+0.7*h$,宽度范围为 $y+0.1*w \sim y+0.3*w$ 的区域,即主摄像头感兴趣区域 $Interest(i)$ 和参考摄像头感兴趣区域 $Interest_ref(i)$,获得当前帧所述主摄像头感兴趣区域和所述参考摄像头感兴趣区域的RGB通道;

将所述主摄像头感兴趣区域和所述参考摄像头感兴趣区域的RGB通道转换为YUV通道,分别提取二维U通道 $U(i)$ 、 $U_ref(i)$;U通道计算公式如下:

$$U = -0.169*R - 0.331*G + 0.5*B$$

每一帧所述主摄像头感兴趣区域的U通道构成序列 $U(1), U(2), \dots, U(K)$ 、每一帧所述参考摄像头感兴趣区域的U通道构成序列 $U_ref(1), U_ref(2), \dots, U_ref(K)$ 。

4. 根据权利要求1所述的实时心率检测方法,其特征在于,所述步骤3具体为:

创建 $n*n$ 背景窗口, n 的取值为8,16,32,64或128,根据视频分辨率大小进行调整;

使用所述背景窗口分别在每一帧所述主摄像头感兴趣区域和所述参考摄像头感兴趣区域的补集区域逐行逐列移动,每次取出背景窗口覆盖的临时像素矩阵,分别记为 $TempArray$ 和 $TempArray_ref$,分别计算其U通道矩阵的方差 U_Sigma 和 U_Sigma_ref ;

若 $U_Sigma > \text{预设方差阈值} Tr$,则继续移动背景窗口,重新计算,否则将当前 $TempArray$ 作为当前帧主摄像头背景区域,提取当前帧所述主摄像头背景区域的U通道 $U_back(i)$,每

一帧所述主摄像头背景区域的U通道构成序列 $U_back(1), U_back(2), \dots, U_back(K)$;

若 $U_Sigma_ref > \text{预设方差阈值} Tr$, 则继续移动背景窗口, 重新计算, 否则将当前TempArray_ref作为当前帧参考摄像头背景区域, 提取当前帧所述参考摄像头背景区域的U通道 $U_back_ref(i)$, 每一帧所述参考摄像头背景区域的U通道构成序列 $U_back_ref(1), U_back_ref(2), \dots, U_back_ref(K)$ 。

5. 根据权利要求1所述的实时心率检测方法, 其特征在于, 所述步骤4具体为:

计算当前帧所述参考摄像头感兴趣区域二维U通道矩阵 $U_ref(i)$ 的均值 $m_ref(i)$ 和标准差 $\sigma(i)$, 计算 $U_ref(i)$ 与 $m_ref(i)$ 的差值矩阵, 统计差值矩阵中绝对值超过 $3*\sigma(i)$ 的像素数, 记为 $Num(i)$;

对当前帧所述主摄像头感兴趣区域的二维U通道矩阵 $U(i)$ 中U通道值由小到大进行排序, 去掉 $Num(i)/2$ 个最大值, 去掉 $Num(i)/2$ 个最小值, 计算出剩余U通道值的平均值 $m(i)$, 作为当前帧所述感兴趣区域二维U通道矩阵特征值;

计算当前帧所述参考摄像头背景区域二维U通道矩阵的均值 $m_back_ref(i)$ 和标准差 $\sigma_ref(i)$, 计算 $U_back_ref(i)$ 与 $m_back_ref(i)$ 的差值矩阵, 统计差值矩阵中绝对值超过 $3*\sigma_ref(i)$ 的像素数, 记为 $Num_back(i)$;

对当前帧所述主摄像头背景区域的二维U通道矩阵 $U_back(i)$ 中U通道值由小到大进行排序, 去掉 $Num_back(i)/2$ 个最大值, 去掉 $Num_back(i)/2$ 个最小值, 计算出剩余U通道值的平均值 $m_back(i)$, 作为当前帧所述背景区域二维U通道矩阵特征值;

根据环境光变化剧烈程度设置噪声去除因子, 记为 β , 其中 β 的取值范围为 $0 \sim 1$, 环境光变化越剧烈, β 值越大, 计算 $U_character(i) = m(i) - \beta * m_back(i)$, 作为第 i 帧的特征值;

每一帧特征值组成所述时间轴上的一维特征序列 $U_character(1), U_character(2), \dots, U_character(K)$ 。

6. 根据权利要求1所述的实时心率检测方法, 其特征在于, 所述步骤5具体为:

采用P阶3Hz巴特沃斯滤波器对所述一维特征序列 $U_character(1), U_character(2), \dots, U_character(K)$ 滤波, 得到长度为J的滤波序列 $Fil(1), Fil(2), \dots, Fil(J)$;

其中, $J = K + P - 1$ 。

7. 根据权利要求1所述的实时心率检测方法, 其特征在于, 所述步骤6具体为:

对所述长度为J的滤波序列 $Fil(1), Fil(2), \dots, Fil(J)$ 中的 $Fil(1)$ 不做计算处理; 所述 $Fil(2), Fil(3), \dots, Fil(J-1)$ 与相邻两点进行比较, 若该点值均比相邻两点大, 则认为该点为一个峰值; 即若 $Fil(j) > Fil(j-1)$ 且 $Fil(j) > Fil(j+1)$, 则 $Fil(j)$ 为一个峰值点;

统计所述20s内峰值点个数, 记为 $Peak_20s$;

计算 $Heart_Rate = Peak_20s * 3$, 即所述20s对应的实时心率值。

8. 根据权利要求1所述的实时心率检测方法, 其特征在于, 所述步骤7具体为:

丢弃所述20s中的前5s数据 $Umid(1), Umid(2), \dots, Umid(L1)$, 其中 $L1 = fs * 5$, 后15s数据组成临时序列 $Umid(1), Umid(2), \dots, Umid(L2)$, 其中 $L2 = fs * 15$;

更新采集5s数据, 补充在所述临时序列 $Umid(1), Umid(2), \dots, Umid(L2)$ 之后, 从而实现序列 $Umid(1), Umid(2), \dots, Umid(K)$ 的更新, $K = L1 + L2$, 重复步骤(2) ~ (6), 即得到实时心率值。

一种基于双摄像头的实时心率检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及数字图像处理技术领域,特别涉及一种基于双摄像头的实时心率检测方法。

背景技术

[0002] 根据世界卫生组织的统计,心血管病死亡率居首位,明显高于肿瘤及其他疾病。然而很多人对心脏病的认识往往不足,导致错过最佳寻医问诊时机。

[0003] 研究表明,大部分的早期心脏病发作和中风都是可以预防的。除了保证良好的生活习惯,最关键的就是早发现早治疗。心慌、胸闷、胸痛、头昏或晕厥这些看似不起眼的症状,都是心脑血管疾病的信号,而大部分人都因为大意错过了最佳治疗时机。

[0004] 当前医院最普遍的检查方法是采用心电图机(ECG)检查患者的心脏功能,但监测时间比较短,且设备昂贵,不易携带。人们针对便携性和低成本,设计发明了指夹式心率测试仪。但长期佩戴会导致使用者指尖血液循环不畅,引起使用者的不适。

[0005] 近年来,随着计算机和实时视频图像处理等技术的普及,图像PPG(Photo plethysmography)技术的提出为实现无创、非接触的实时心率测量提供了切实可行的思路。图像PPG技术是指,由于人的心脏在不断地收缩和舒张,会导致人的血管中的血液的充盈程度也会随着心跳而不断地发生变化,并且对光的吸收会随着血液容积的变化呈现出与心跳一致的脉动性变化,同时皮肤表面反射的光的强度也会发生相应的周期性变化,从而表现为皮肤颜色的变化。

[0006] 目前基于视频的心率检测方法中普遍存在环境光的干扰和噪声,导致图像数据的不稳定,从而增大了人脸面部参数微小信号提取的难度。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于提供一种基于双摄像头的实时心率检测方法,该方法能够有效地提高基于摄像头的实时心率检测精度和稳定度。

[0008] 实现本发明目的的技术方案是:

[0009] 一种基于双摄像头的实时心率检测方法,该方法包括以下步骤:

[0010] (1) 打开主摄像头和参考摄像头,以相同的帧率交替拍摄20s包含人脸的主视频和参考视频;

[0011] (2) 创建两个人脸检测器,分别获取所述主视频和所述参考视频每一帧感兴趣区域,并提取每一帧U通道数据,获得主摄像头感兴趣区域和参考摄像头感兴趣区域的U通道序列;

[0012] (3) 截取主摄像头背景区域和参考摄像头背景区域,并获得主摄像头背景区域和参考摄像头背景区域的U通道序列;

[0013] (4) 根据参考摄像头感兴趣区域和背景区域提取的噪声信息,计算每一帧感兴趣区域和背景区域特征值,得到时间轴上的一维特征序列;

[0014] (5) 采用低通滤波器对一维特征序列进行滤波,将滤波后的一维特征序列作为心率信号;

[0015] (6) 采用峰值计数法得到心跳次数,计算心率值;

[0016] (7) 实时采集数据更新信号序列,重复(2)–(6)步骤计算实时心率值。

[0017] 所述步骤(1)具体为:

[0018] 创建主摄像头对象和参考摄像头对象,设置相同帧率 f_s ;

[0019] 设置帧计数器 $frame_counter=0$;

[0020] 先打开参考摄像头,经过 Δt 时间后打开主摄像头, $\Delta t < 1/f_s$,并均以 f_s 的帧率拍摄20s包含人脸的视频,分别记参考摄像头当前帧和主摄像头当前帧为 $Frame_ref(i)$ 和 $Frame(i)$, $frame_counter=K=20*f_s$ 。

[0021] 所述步骤(2)具体为:

[0022] 利用维奥拉-琼斯算法创建人脸检测器,分别获得所述主视频和所述参考视频每一帧人脸区域的起始点坐标 (x,y) 、 (x_ref,y_ref) 和人脸尺寸 (w,h) 、 (w_ref,h_ref) ;

[0023] 根据人脸比例,分别截取 $Frame(i)$ 和 $Frame_ref(i)$ 高度范围为 $x+0.5*h \sim x+0.7*h$,宽度范围为 $y+0.1*w \sim y+0.3*w$ 的区域,即主摄像头感兴趣区域 $Interest(i)$ 和参考摄像头感兴趣区域 $Interest_ref(i)$,获得当前帧所述主摄像头感兴趣区域和所述参考摄像头感兴趣区域的RGB通道;

[0024] 将所述主摄像头感兴趣区域和所述参考摄像头感兴趣区域的RGB通道转换为YUV通道,分别提取二维U通道 $U(i)$ 、 $U_ref(i)$;U通道计算公式如下:

[0025] $U = -0.169*R - 0.331*G + 0.5*B$

[0026] 每一帧所述主摄像头感兴趣区域的U通道构成序列 $U(1), U(2), \dots, U(K)$ 、每一帧所述参考摄像头感兴趣区域的U通道构成序列 $U_ref(1), U_ref(2), \dots, U_ref(K)$ 。

[0027] 所述步骤(3)具体为:

[0028] 创建 $n*n$ 背景窗口, n 的取值为8,16,32,64或128,可根据视频分辨率大小进行调整;

[0029] 使用所述背景窗口分别在每一帧所述主摄像头感兴趣区域和所述参考摄像头感兴趣区域的补集区域逐行逐列移动,每次取出背景窗口覆盖的临时像素矩阵,分别记为 $TempArray$ 和 $TempArray_ref$,分别计算其U通道矩阵的方差 U_Sigma 和 U_Sigma_ref ;

[0030] 若 $U_Sigma > \text{预设方差阈值} Tr$,则继续移动背景窗口,重新计算,否则将当前 $TempArray$ 作为当前帧主摄像头背景区域,提取当前帧所述主摄像头背景区域的U通道 $U_back(i)$,每一帧所述主摄像头背景区域的U通道构成序列 $U_back(1), U_back(2), \dots, U_back(K)$;

[0031] 若 $U_Sigma_ref > \text{预设方差阈值} Tr$,则继续移动背景窗口,重新计算,否则将当前 $TempArray_ref$ 作为当前帧参考摄像头背景区域,提取当前帧所述参考摄像头背景区域的U通道 $U_back_ref(i)$,每一帧所述参考摄像头背景区域的U通道构成序列 $U_back_ref(1), U_back_ref(2), \dots, U_back_ref(K)$;

[0032] 所述步骤(4)具体为:

[0033] 计算当前帧所述参考摄像头感兴趣区域二维U通道矩阵 $U_ref(i)$ 的均值 $m_ref(i)$ 和标准差 $\sigma(i)$,计算 $U_ref(i)$ 与 $m_ref(i)$ 的差值矩阵,统计差值矩阵中绝对值超过 $3*\sigma(i)$

的像素数,记为Num(i);

[0034] 对当前帧所述主摄像头感兴趣区域的二维U通道矩阵U(i)中U通道值由小到大进行排序,去掉Num(i)/2个最大值,去掉Num(i)/2个最小值,计算出剩余U通道值的平均值m(i),作为当前帧所述感兴趣区域二维U通道矩阵特征值;

[0035] 计算当前帧所述参考摄像头背景区域二维U通道矩阵的均值m_back_ref(i)和标准差 $\sigma_{\text{ref}}(i)$,计算U_back_ref(i)与m_back_ref(i)的差值矩阵,统计差值矩阵中绝对值超过 $3 \times \sigma_{\text{ref}}(i)$ 的像素数,记为Num_back(i);

[0036] 对当前帧所述主摄像头背景区域的二维U通道矩阵U_back(i)中U通道值由小到大进行排序,去掉Num_back(i)/2个最大值,去掉Num_back(i)/2个最小值,计算出剩余U通道值的平均值m_back(i),作为当前帧所述背景区域二维U通道矩阵特征值;

[0037] 根据环境光变化剧烈程度设置噪声去除因子,记为 β ,其中 β 的取值范围为0~1,环境光变化越剧烈, β 值越大,计算U_character(i)=m(i)- $\beta \times m_{\text{back}}(i)$,作为第i帧的特征值;

[0038] 每一帧特征值组成所述时间轴上的一维特征序列U_character(1),U_character(2),...,U_character(K)。

[0039] 所述步骤(5)具体为:

[0040] 采用P阶3Hz巴特沃斯滤波器对所述一维特征序列U_character(1),U_character(2),...,U_character(K)滤波,得到长度为J的滤波序列Fil(1),Fil(2),...,Fil(J);

[0041] 其中, $J=K+P-1$;

[0042] 所述步骤(6)具体为:

[0043] 扫描所述长度为J的滤波序列Fil(1),Fil(2),...,Fil(J),寻找峰值:所述Fil(1)不做计算处理;所述Fil(2),Fil(3),...,Fil(J-1)与相邻两点进行比较,若该点值均比相邻两点大,则认为该点为一个峰值;即:若Fil(j)>Fil(j-1)且Fil(j)>Fil(j+1),则Fil(j)为一个峰值点;

[0044] 统计所述20s内峰值点个数,记为Peak_20s;

[0045] 计算Heart_Rate=Peak_20s*3,即所述20s对应的实时心率值。

[0046] 所述步骤(7)具体为:

[0047] 丢弃所述20s中的前5s数据Umid(1),Umid(2),...,Umid(L1),其中 $L1=fs \times 5$,后15s数据组成临时序列Umid(1),Umid(2),...,Umid(L2),其中 $L2=fs \times 15$;

[0048] 更新采集5s数据,补充在所述临时序列Umid(1),Umid(2),...,Umid(L2)之后,从而实现序列Umid(1),Umid(2),...,Umid(K)的更新, $K=L1+L2$,重复步骤(2)~(6),即得到实时心率值。

[0049] 本发明提供的技术方案的有益效果是:本发明所提出的一种基于双摄像头的实时心率检测方法,所述方法,在信号提取上根据人脸特征确定特定感兴趣区域范围,提高信噪比,根据背景特征确定背景区域范围,增加数据稳定度;在特征值提取上,通过参考帧提供的帧内噪声参数降低帧内噪声,通过背景区域提供的帧间噪声参数降低环境变化的影响,从而提高心率值计算的准确性。本发明适用于司机等易疲劳人群的实时心率检测场景。本发明中提出的方法降低了由于环境光干扰引起的信号失真和抖动,大大提高了非接触式心率检测中的准确度和稳定性。

附图说明

- [0050] 图1为本发明流程图；
- [0051] 图2为本发明提取主摄像头感兴趣区域和参考摄像头感兴趣区域U通道序列流程图；
- [0052] 图3为本发明提取主摄像头背景区域和参考摄像头背景区域U通道序列流程图；
- [0053] 图4为本发明基于双摄像头的算法流程图；
- [0054] 图5为本发明采用3Hz巴特沃斯低通滤波器对特征序列进行滤波的流程图；
- [0055] 图6为本发明采用峰值计数法计算心率值的流程图；
- [0056] 图7为本发明实时心率更新的流程图。

具体实施方式

[0057] 为了更加清楚明白地说明本发明所述的技术手段、技术改进及有益效果，以下结合附图对本发明进行详细的说明。

[0058] 实施例

[0059] 参阅图1-7，本实施例包括以下步骤：

[0060] S101：打开主摄像头和参考摄像头，以相同的帧率交替拍摄20s包含人脸的主视频和参考视频。以30岁健康女性为例进行说明。

[0061] 该步骤具体为：

[0062] 创建所述主摄像头对象和参考摄像头对象，设置相同帧率 $f_s = 20\text{Hz}$ ；

[0063] 设置帧计数器 $\text{frame_counter} = 0$ ；

[0064] 先打开参考摄像头，经过 $\Delta t = 0.025\text{s}$ 时间后打开主摄像头，并均以20Hz的帧率拍摄包含人脸的视频20s，分别记参考摄像头当前帧和主摄像头当前帧为 $\text{Frame_ref}(i)$ 和 $\text{Frame}(i)$ ， $\text{frame_counter} = K = 400$ 。

[0065] S102：创建两个人脸检测器，分别获取主摄像头感兴趣区域和参考摄像头感兴趣区域，基于每一帧RGB数据，提取U通道数据，并获得主摄像头感兴趣区域和参考摄像头感兴趣区域的U通道序列，参阅图2。

[0066] 该步骤具体为：

[0067] 利用维奥拉-琼斯算法创建所述人脸检测器，分别获得人脸主区域及人脸参考区域的起始点坐标 (x, y) 、 $(x_{\text{ref}}, y_{\text{ref}})$ 和人脸尺寸 (w, h) 、 $(w_{\text{ref}}, h_{\text{ref}})$ ；例如，人脸主区域起始点坐标为 $(400, 500)$ 、人脸尺寸为 $(100, 200)$ ，人脸参考区域的起始点坐标 $(450, 550)$ 、人脸尺寸为 $(100, 200)$ 。

[0068] 根据人脸比例，截取 $\text{Frame}(i)$ 高度范围为500~540，宽度范围为510~530的区域，即主摄像头感兴趣区域 $\text{Interest}(i)$ ，截取 $\text{Frame_ref}(i)$ 高度范围为550~590，宽度范围为560~580的区域，即参考摄像头感兴趣区域 $\text{Interest_ref}(i)$ ，获得当前帧所述主摄像头感兴趣区域和所述参考摄像头感兴趣区域的RGB通道；

[0069] 将所述主摄像头感兴趣区域和所述参考摄像头感兴趣区域的RGB通道转换为YUV通道，分别提取二维U通道 $U(i)$ 、 $U_{\text{ref}}(i)$ ；U通道计算公式如下：

[0070] $U = -0.169 \cdot R - 0.331 \cdot G + 0.5 \cdot B$

[0071] 每一帧所述主摄像头感兴趣区域的U通道构成序列 $U(1), U(2), \dots, U(400)$ 、每一帧

所述参考摄像头感兴趣区域的U通道构成序列 $U_{ref}(1), U_{ref}(2), \dots, U_{ref}(400)$ 。

[0072] S103:截取主摄像头背景区域和参考摄像头背景区域,并获得主摄像头背景区域和参考摄像头背景区域的U通道序列,参阅图3。

[0073] 该步骤具体为:

[0074] 创建 $8*8$ 背景窗口;

[0075] 使用所述背景窗口分别在每一帧所述主摄像头感兴趣区域和所述参考摄像头感兴趣区域的补集区域逐行逐列移动,每次取出背景窗口覆盖的临时像素矩阵,分别记为TempArray和TempArray_ref,分别计算其U通道矩阵的方差 U_Sigma 和 U_Sigma_ref ;

[0076] 若 $U_Sigma > 10$,则继续移动背景窗口,重新计算;否则将当前TempArray作为当前帧主摄像头背景区域,提取当前帧所述主摄像头背景区域的U通道 $U_back(i)$,每一帧所述主摄像头背景区域的U通道构成序列 $U_back(1), U_back(2), \dots, U_back(400)$;

[0077] 若 $U_Sigma_ref > 10$,则继续移动背景窗口,重新计算;否则将当前TempArray_ref作为当前帧参考摄像头背景区域,提取当前帧所述参考摄像头背景区域的U通道 $U_back_ref(i)$,每一帧所述参考摄像头背景区域的U通道构成序列 $U_back_ref(1), U_back_ref(2), \dots, U_back_ref(400)$;

[0078] S104:基于双摄像头计算每一帧感兴趣区域和背景区域特征值,得到时间轴上的一维特征序列,参阅图4,图中,a图为 $U_ref(i)$ 均值及标准差计算,b图为 $U_back_ref(i)$ 均值及标准差计算,c图为第i帧的特征值计算。

[0079] 该步骤具体为:

[0080] 计算当前帧所述参考摄像头感兴趣区域二维U通道矩阵的均值 $m_ref(i)$ 和标准差 $\sigma(i)$,例如, $m_ref(i) = 133, \sigma(i) = 6$;获得 $U_ref(i)$ 与 $m_ref(i)$ 的差值矩阵,统计差值矩阵中绝对值超过 $3*\sigma(i) = 18$ 的像素数,记为Num(i),例如,Num(i) = 10;

[0081] 对当前帧所述主摄像头感兴趣区域的二维U通道矩阵 $U(i)$ 中U通道值由小到大进行排序,去掉5个最大值,去掉5个最小值,计算出 $U(i)$ 的平均值 $m(i)$,作为当前帧所述感兴趣区域二维U通道矩阵特征值,例如, $m(i) = 130$;

[0082] 计算当前帧所述参考摄像头背景区域二维U通道矩阵的均值 $m_back_ref(i)$ 和标准差 $\sigma_ref(i)$,例如, $m_back_ref(i) = 212, \sigma_ref(i) = 2$;获得 $U_back_ref(i)$ 与 $m_back_ref(i)$ 的差值矩阵,统计差值矩阵中绝对值超过 $3*\sigma_ref(i)$ 的像素数,记为Num_back(i),例如,Num_back(i) = 4;

[0083] 对当前帧所述主摄像头背景区域的二维U通道矩阵 $U_back(i)$ 中U通道值由小到大进行排序,去掉2个最大值,去掉2个最小值,计算出 $U_back(i)$ 的平均值 $m_back(i)$,作为所述背景区域二维U通道矩阵特征值,例如, $m_back(i) = 210$;

[0084] 根据环境光变化剧烈程度设置噪声去除因子,记为 $\beta = 0.5$,计算 $U_character(i) = 130 - 0.5*210 = 25$,作为第i帧的特征值;

[0085] 每一帧特征值组成所述时间轴上的一维特征序列 $U_character(1), U_character(2), \dots, U_character(400)$ 。

[0086] S105:采用低通滤波器对一维特征序列进行滤波,将滤波后的一维特征序列作为心率信号,参阅图5。

[0087] 该步骤具体为:

[0088] 采用40阶3Hz巴特沃斯滤波器对所述一维特征序列 $U_character(1), U_character(2), \dots, U_character(400)$ 进行滤波,得到长度为439的滤波序列 $Fil(1), Fil(2), \dots, Fil(439)$;

[0089] S106:采用峰值计数法得到心跳次数,计算心率值,参阅图6。

[0090] 该步骤具体为:

[0091] 扫描所述长度为J的滤波序列 $Fil(1), Fil(2), \dots, Fil(439)$,寻找峰值:所述 $Fil(1)$ 不做计算处理;所述 $Fil(2), Fil(3), \dots, Fil(438)$ 与相邻两点进行比较,若该点值均比相邻两点大,则认为该点为一个峰值;即:若 $Fil(j) > Fil(j-1)$ 且 $Fil(j) > Fil(j+1)$,则 $Fil(j)$ 为一个峰值点;

[0092] 统计所述20s内峰值点个数,记为 $Peak_20s$,例如 $Peak_20s=28$;

[0093] 计算所述20s对应的实时心率值 $Heart_Rate=Peak_20s*3=84$,即该人在所述20s的实时心率值为84次/分。

[0094] S107:实时采集数据更新信号序列,重复(2)–(6)步骤计算实时心率值,参阅图7。

[0095] 丢弃所述20s中的前5s数据 $Umid(1), Umid(2), \dots, Umid(100)$,后15s数据组成临时序列 $Umid(1), Umid(2), \dots, Umid(300)$;

[0096] 更新采集5s数据,补充在所述临时序列 $Umid(1), Umid(2), \dots, Umid(300)$ 之后,从而实现序列 $Umid(1), Umid(2), \dots, Umid(400)$ 的更新,重复步骤(2)~(6),即得到实时心率值。

[0097] 以上所述仅为本发明的较佳实施例,并不用以限制本发明,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。

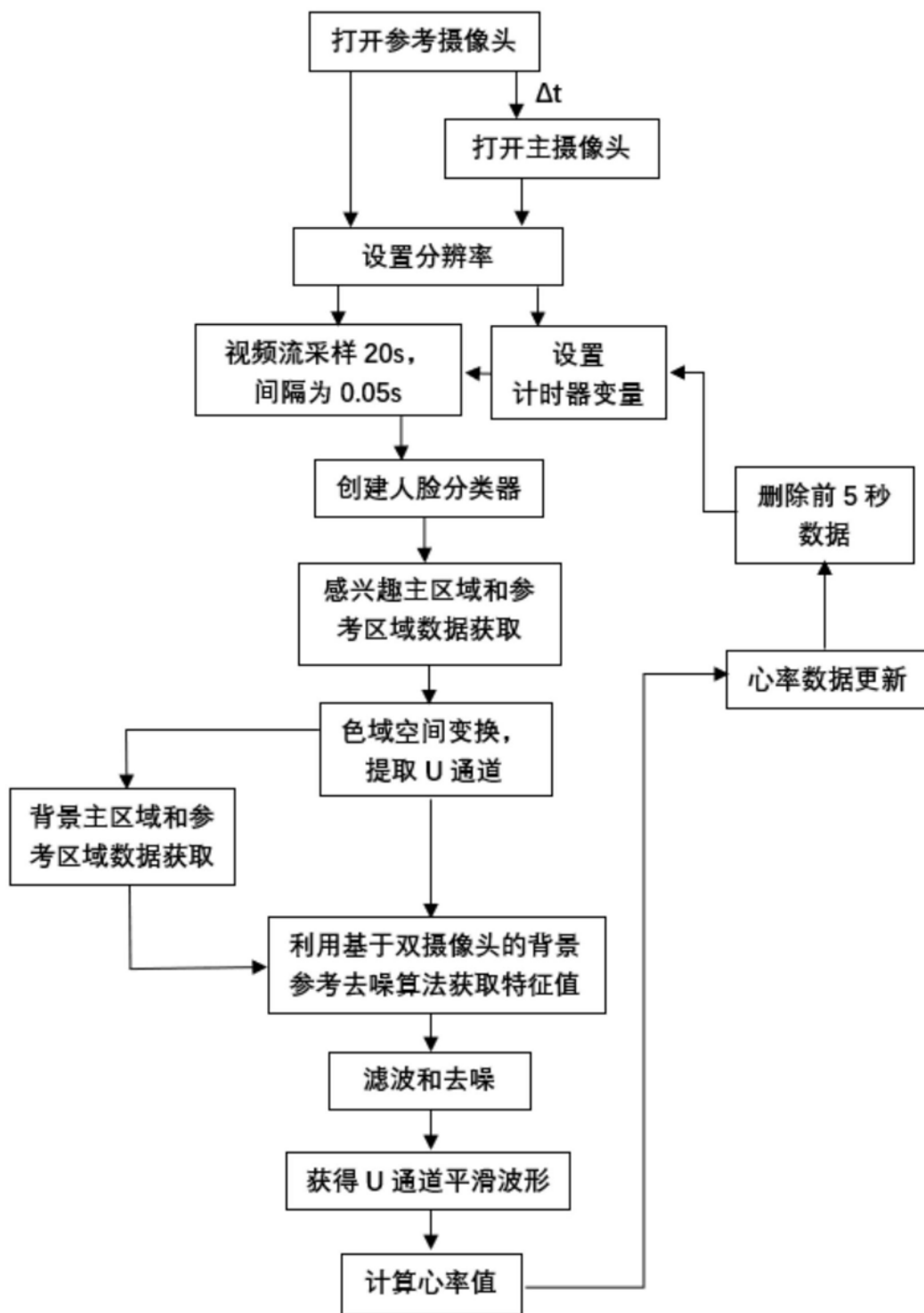


图1

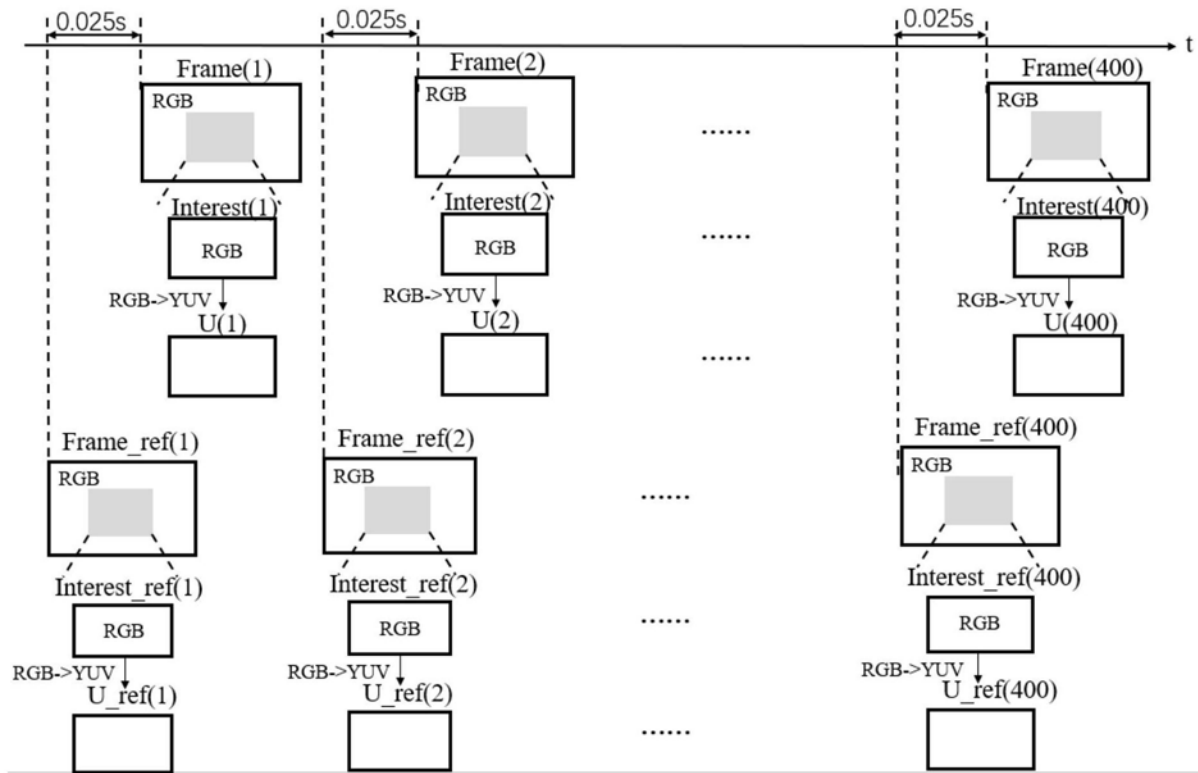


图2

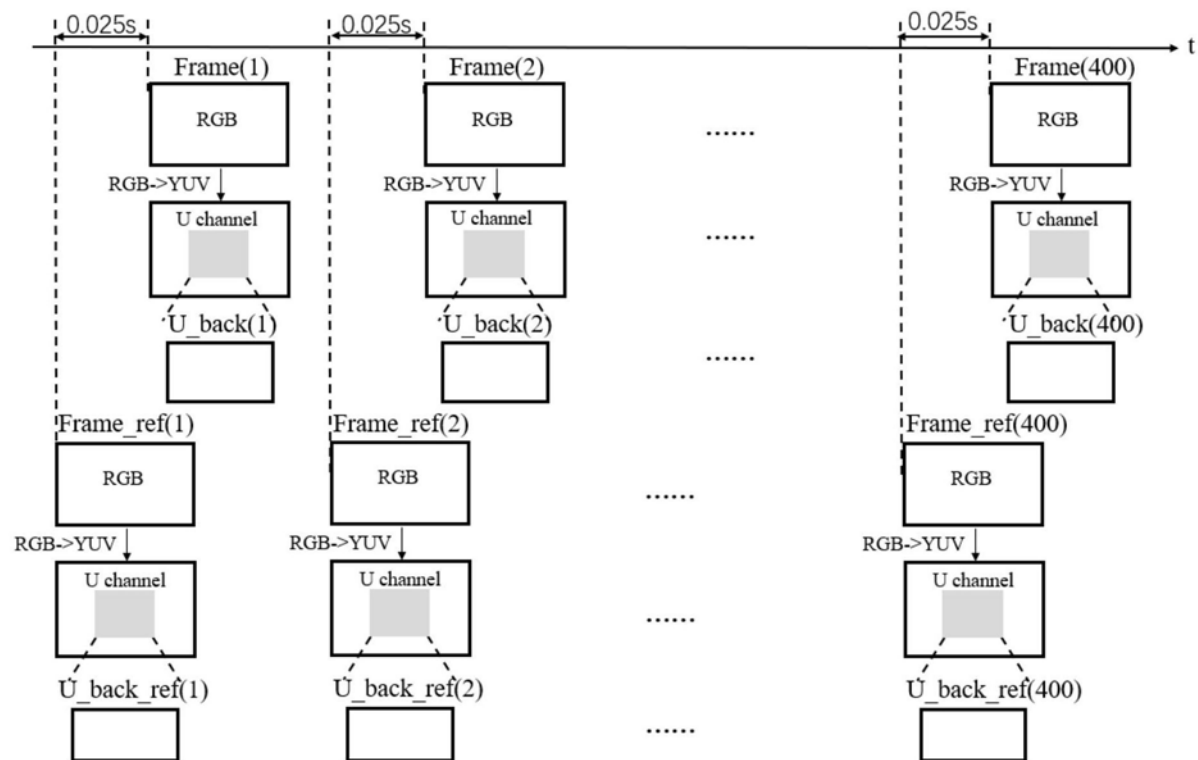
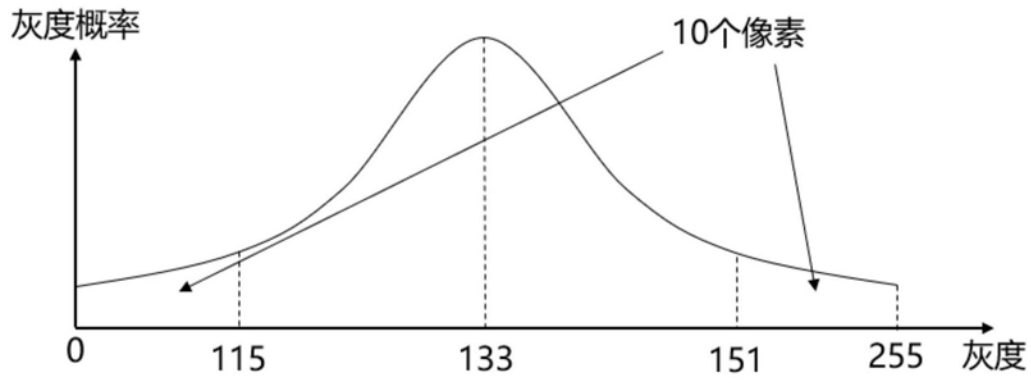
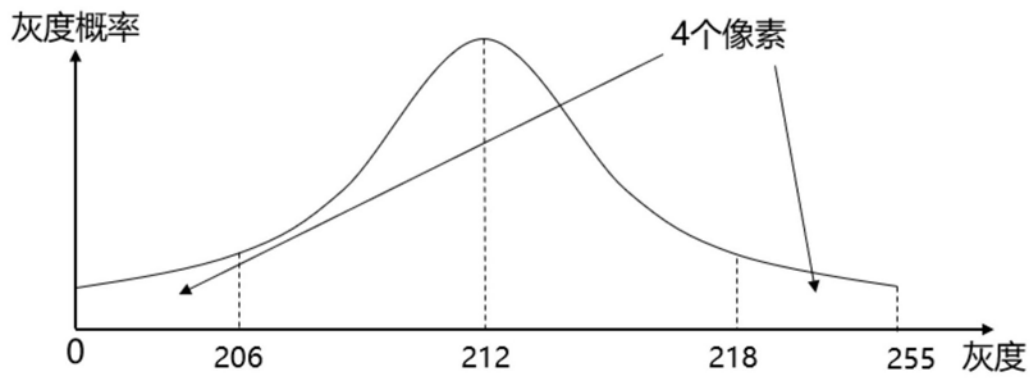


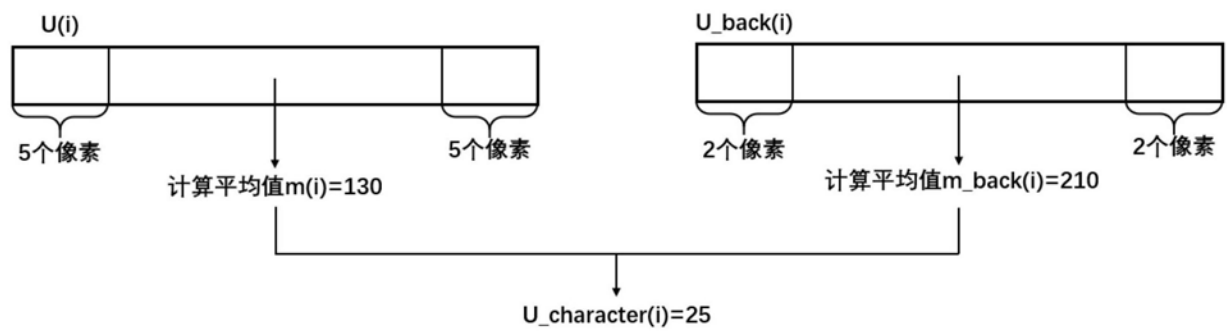
图3



a图



b图



c图

图4

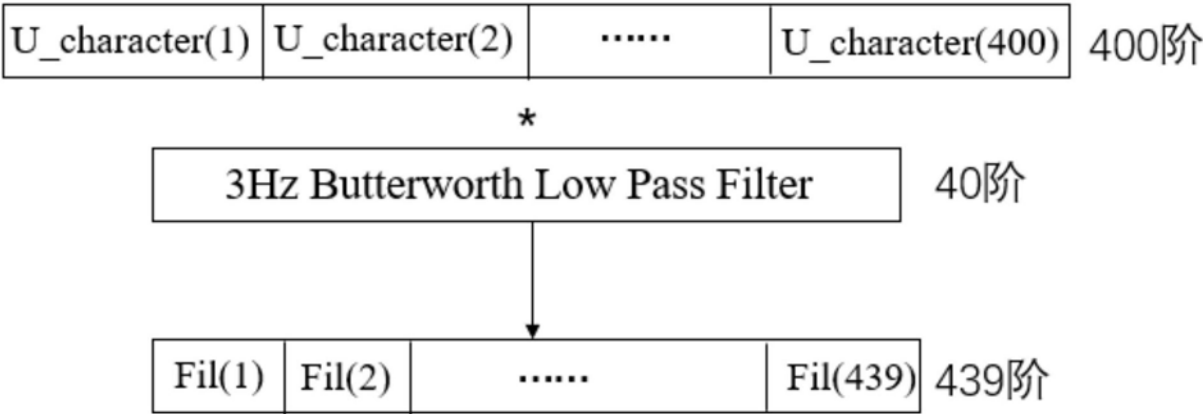


图5

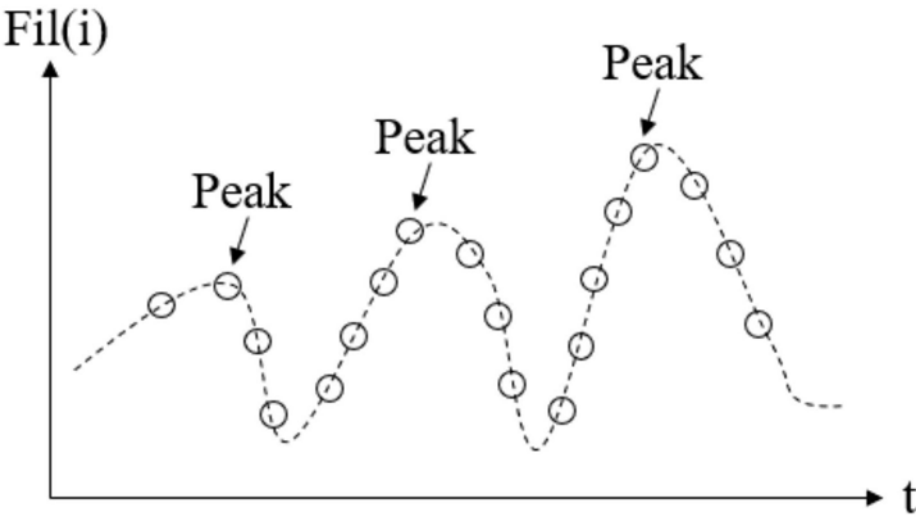


图6

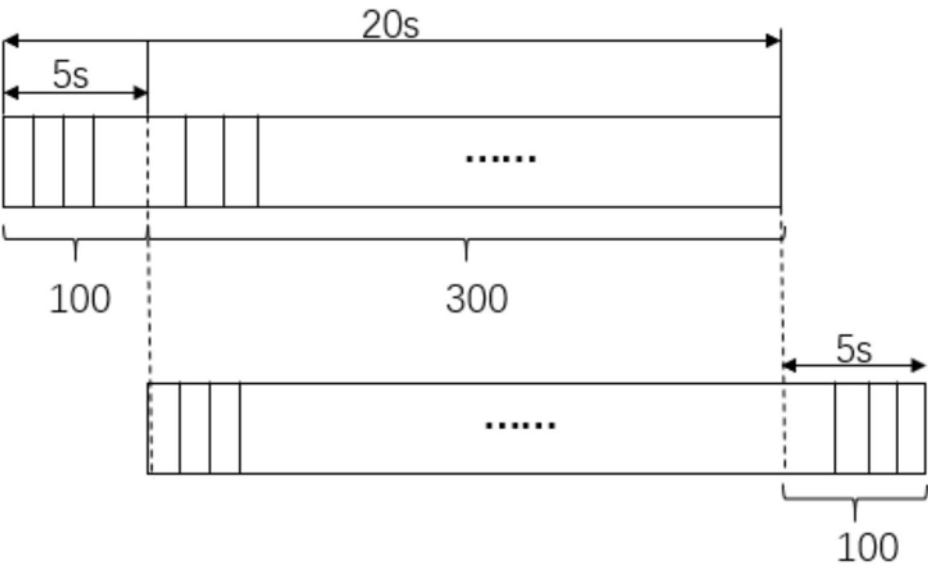


图7

专利名称(译)	一种基于双摄像头的实时心率检测方法		
公开(公告)号	CN110353648A	公开(公告)日	2019-10-22
申请号	CN201910802268.X	申请日	2019-08-28
[标]申请(专利权)人(译)	华东师范大学		
申请(专利权)人(译)	华东师范大学		
当前申请(专利权)人(译)	华东师范大学		
[标]发明人	倪瑶 厉阳晨 周梅		
发明人	倪瑶 厉阳晨 周梅		
IPC分类号	A61B5/024 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/024 A61B5/7203 A61B5/725 A61B5/748 A61B2503/22		
代理人(译)	张翔		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开一种基于双摄像头的实时心率检测方法，包括以下步骤：打开主摄像头和参考摄像头，以相同的帧率交替拍摄包含人脸的主视频和参考视频；创建两个人脸检测器，分别获取主摄像头感兴趣区域和参考摄像头感兴趣区域；截取主摄像头背景区域和参考摄像头背景区域；根据参考摄像头感兴趣区域和背景区域提取的噪声信息，计算每一帧感兴趣区域和背景区域的特征值，得到时间轴上的一维特征序列；采用低通滤波器对一维特征序列进行滤波，得到心率信号；采用峰值计数法计算心率值；实时采集数据更新信号序列，重复上述步骤，计算实时心率值。本发明中提出的方法降低了由于环境光干扰引起的信号失真，大大提高了非接触式心率检测中的准确度和稳定性。

