



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110236514 A

(43)申请公布日 2019. 09. 17

(21)申请号 201910629610.0

(22)申请日 2019.07.12

(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 厉阳晨 倪瑶 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)

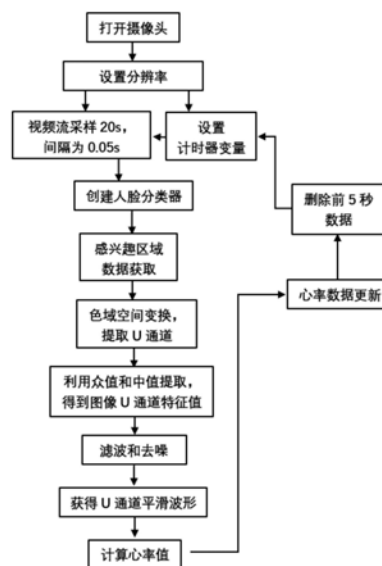
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

## (54)发明名称

基于视频的众值提取和中值滤波结合的实时心率检测方法

## (57)摘要

本发明公开了一种基于视频的众值提取和中值滤波结合的实时心率检测方法,包括以下步骤:打开摄像头,拍摄人脸视频;创建人脸检测器,获取每一帧人脸区域,从中截取人脸感兴趣区域并获得其RGB通道值;将RGB通道转换为YUV通道,提取每一帧二维U通道,形成三维U通道矩阵;采用众值提取和中值滤波相结合的方法处理U通道,计算特征值,得到时间轴上的一维特征序列;采用巴特沃斯低通滤波器对一维特征序列滤波,得到心率信号;用峰值计数法得到心跳次数,换算得到一分钟心率值;实时采集更新数据,重复上述步骤得到实时心率值。本发明在信号提取范围上提高信噪比,增加数据可信度;在特征值提取上,降低噪声对有用信号的影响,提高心率值计算的准确性。



1. 基于视频的众值提取和中值滤波结合的实时心率检测方法, 其特征在于, 所述方法包括以下步骤:

(1) 打开摄像头, 以不小于7Hz的帧率拍摄20s包含人脸的视频;

(2) 创建人脸检测器, 获取每一帧人脸区域, 从中截取人脸感兴趣区域, 并获取感兴趣区域的RGB通道值;

(3) 将感兴趣区域RGB通道转换为YUV通道, 提取每一帧的二维U通道, 形成三维U通道矩阵;

(4) 采用众值提取和中值滤波相结合的方法处理每一帧的U通道矩阵, 计算每一帧特征值, 得到时间轴上的一维特征序列;

(5) 采用截止频率为3Hz的巴特沃斯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;

(6) 采用峰值计数法得到20s内心跳次数, 根据时间比例得到所述20s的实时心率值;

(7) 实时采集更新数据, 重复步骤(2)-(6), 得到实时的心率值。

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:

创建所述摄像头对象, 设置帧率 $f_s$ ,  $f_s \geq 7\text{Hz}$ ;

设置帧计数器 $\text{frame\_counter}=0$ ;

记当前帧为 $\text{Frame}(i)$ , 以 $f_s$ 的帧率拍摄包含人脸的视频20s,  $\text{frame\_counter}=K=20*f_s$ 。

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-琼斯算法创建所述人脸检测器, 获得人脸区域的起始点坐标 $(x, y)$ 和人脸尺寸 $(w, h)$ ;

根据人脸比例, 截取 $\text{Frame}(i)$ 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, 记为 $\text{Interest}(i)$ , 作为感兴趣区域, 获得所述感兴趣区域的RGB通道。

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:

将所述感兴趣区域的RGB通道转换为YUV通道, 提取每一帧所述感兴趣区域的二维U通道, U通道计算公式如下:

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

得到所述20s内每一帧的二维U通道, 组成所述三维U通道序列 $U(1), U(2), \dots, U(K)$ , 均为M行N列。

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:

对所述感兴趣区域的每一帧二维U通道 $U(i)$ 进行行扫描, 分别计算各行U通道众值, 形成U通道众值序列 $U_{\text{most}}(1), U_{\text{most}}(2), \dots, U_{\text{most}}(M)$ ;

对U通道众值序列 $U_{\text{most}}(1), U_{\text{most}}(2), \dots, U_{\text{most}}(M)$ 进行排序, 提取中值 $U_{\text{mid}}(i)$ , 作为所述感兴趣区域每一帧的特征值;

各帧特征值组成所述时间轴上的一维特征序列 $U_{\text{mid}}(1), U_{\text{mid}}(2), \dots, U_{\text{mid}}(K)$ 。

6. 根据权利要求1所述的实时心率检测方法, 其特征在于, 所述的步骤(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 $U_{\text{mid}}(1), U_{\text{mid}}(2), \dots, U_{\text{mid}}(K)$ 进行滤波, 得到长度为J的滤波序列 $\text{Fil}(1), \text{Fil}(2), \dots, \text{Fil}(J)$ ;

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:

扫描所述长度为J的滤波序列 $Fi1(1)$ ,  $Fi1(2)$ ,  $\dots$ ,  $Fi1(J)$ , 寻找峰值: 所述 $Fi1(1)$ 不做计算处理; 所述 $Fi1(2)$ ,  $Fi1(3)$ ,  $\dots$ ,  $Fi1(J-1)$ 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 $Fi1(j) > Fi1(j-1)$ 且 $Fi1(j) > Fi1(j+1)$ , 则 $Fi1(j)$ 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。

## 基于视频的众值提取和中值滤波结合的实时心率检测方法

[0001]

### 技术领域

[0002] 本发明涉及数字图像处理技术领域,特别涉及基于视频的众值提取和中值滤波结合的实时心率检测方法。

### 背景技术

[0003] 心率作为人体重要的生命体征信息,是检测心血管疾病以及指导科学锻炼的重要参数信息。最传统的心率检测是通过医生使用切脉或者听诊的方式获得的,这种心率测量需要医生具有丰富的相关知识与大量的实践经验。随着科技的发展,人们发明了心率监测仪来测量人的心率,但是心率监测仪的成本很高,通常只用于医院的临床监护,难以进入人们的日常的生活中。随后,指夹式血氧仪等的出现在测量准确率高的基础上大大降低了设备成本,并且使用比较方便,但是,指夹式血氧仪的使用必须与人体有直接的接触,长时间的接触会造成被试者的不适,因而不适合长时间的心率测量。

[0004] 近几年随着计算机、摄像头等的普及,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。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供基于视频的众值提取和中值滤波结合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。

[0006] 实现本发明目的的具体技术方案是:

基于视频的众值提取和中值滤波结合的实时心率检测方法,所述方法包括以下步骤:

- (1) 打开摄像头,以不小于7Hz的帧率拍摄20s包含人脸的视频;
- (2) 创建人脸检测器,获取每一帧人脸区域,从中截取人脸感兴趣区域,并获取感兴趣区域的RGB通道值;
- (3) 将感兴趣区域RGB通道转换为YUV通道,提取每一帧的二维U通道,形成三维U通道矩阵;
- (4) 采用众值提取和中值滤波相结合的方法处理每一帧的U通道矩阵,计算每一帧特征值,得到时间轴上的一维特征序列;
- (5) 采用截止频率为3Hz的巴特沃斯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;
- (6) 采用峰值计数法得到20s内心跳次数,根据时间比例得到所述20s的实时心率值;
- (7) 实时采集更新数据,重复步骤(2)–(6),得到实时的心率值。

[0007] 所述步骤(1)具体为:

创建所述摄像头对象,设置帧率 $f_s$ , $f_s \geq 7\text{Hz}$ ;

设置帧计数器 $\text{frame\_counter}=0$ ;

记当前帧为 $\text{Frame}(i)$ ,以 $f_s$ 的帧率拍摄包含人脸的视频 $20\text{s}$ , $\text{frame\_counter}=K=20*f_s$ 。

[0008] 所述步骤(2)具体为:

利用维奥拉-琼斯算法创建所述人脸检测器,获得人脸区域的起始点坐标 $(x,y)$ 和人脸尺寸 $(w,h)$ ;

根据人脸比例,截取 $\text{Frame}(i)$ 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,记为 $\text{Interest}(i)$ ,作为感兴趣区域,获得所述感兴趣区域的RGB通道。

[0009] 所述步骤(3)具体为:

将所述感兴趣区域的RGB通道转换为YUV通道,提取每一帧所述感兴趣区域的二维U通道,U通道计算公式如下:

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

得到所述 $20\text{s}$ 内每一帧的二维U通道,组成所述三维U通道序列 $U(1), U(2), \dots, U(K)$ ,均为 $M$ 行 $N$ 列。

[0010] 所述步骤(4)具体为:

对所述感兴趣区域的每一帧二维U通道 $U(i)$ 进行行扫描,分别计算各行U通道众值,形成U通道众值序列 $U_{\text{most}}(1), U_{\text{most}}(2), \dots, U_{\text{most}}(M)$ ;

对U通道众值序列 $U_{\text{most}}(1), U_{\text{most}}(2), \dots, U_{\text{most}}(M)$ 进行排序,提取中值 $U_{\text{mid}}(i)$ ,作为所述感兴趣区域每一帧的特征值;

各帧特征值组成所述时间轴上的一维特征序列 $U_{\text{mid}}(1), U_{\text{mid}}(2), \dots, U_{\text{mid}}(K)$ 。

[0011] 所述的步骤(5)具体为:

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

其中, $J=K+P-1$ 。

[0012] 所述步骤(6)具体为:

扫描所述长度为 $J$ 的滤波序列 $\text{Fil}(1), \text{Fil}(2), \dots, \text{Fil}(J)$ ,寻找峰值:所述 $\text{Fil}(1)$ 不做计算处理;所述 $\text{Fil}(2), \text{Fil}(3), \dots, \text{Fil}(J-1)$ 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 $\text{Fil}(j) > \text{Fil}(j-1)$ 且 $\text{Fil}(j) > \text{Fil}(j+1)$ ,则 $\text{Fil}(j)$ 为一个峰值点;

统计所述 $20\text{s}$ 内峰值点个数,记为 $\text{Peak\_}20\text{s}$ ;

计算 $\text{Heart\_Rate} = \text{Peak\_}20\text{s} * 3$ ,即所述 $20\text{s}$ 对应的实时心率值。

[0013] 所述步骤(7)具体为:

丢弃所述 $20\text{s}$ 中的前 $5\text{s}$ 数据 $U_{\text{mid}}(1), U_{\text{mid}}(2), \dots, U_{\text{mid}}(L_1)$ ,其中 $L_1 = f_s * 5$ ,后 $15\text{s}$ 数据组成临时序列 $U_{\text{mid}}(1), U_{\text{mid}}(2), \dots, U_{\text{mid}}(L_2)$ ,其中 $L_2 = f_s * 15$ ;

更新采集 $5\text{s}$ 数据,补充在所述临时序列 $U_{\text{mid}}(1), U_{\text{mid}}(2), \dots, U_{\text{mid}}(L_2)$ 之后,从而实现序列 $U_{\text{mid}}(1), U_{\text{mid}}(2), \dots, U_{\text{mid}}(K)$ 的更新, $K = L_1 + L_2$ ,重复步骤(2)~(6),即得到实时心率值。

[0014] 本发明提供的技术方案的有益效果是:本发明所提出的基于视频的众值提取和中

值滤波结合的实时心率检测方法,所述方法,在信号提取范围上根据人脸特征确定特定感兴趣区域范围,提高信噪比,增加数据可信度;在特征值提取上,通过将每一帧U通道值按照行扫描的方式取众值,再按照列扫描的方式取中值,从而降低噪声对有用信号的影响,提高心率值计算的准确性。本发明适用于不宜直接接触的婴儿实时心率检测的场景,也适用于对久坐的人群进行心率检测。

## 附图说明

[0015] 图1为本发明流程图;

图2为本发明提取三维U通道矩阵流程图;

图3为本发明提取视频流特征序列流程图;

图4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;

图5为本发明采用峰值计数法计算心率值的流程图;

图6为本发明实时心率更新的流程图。

## 具体实施方式

[0016] 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。

## 实施例

[0017] 参阅图1-6,本发明包括以下步骤:

S101:打开摄像头,以不小于7Hz的帧率拍摄20s包含人脸的视频。以下以20岁健康男性为例进行说明。

[0018] 该步骤具体为:

创建所述摄像头对象,设置帧率 $f_s$ ,例如, $f_s=10\text{Hz}$ ;

设置帧计数器 $\text{frame\_counter}=0$ ;

记当前帧为 $\text{Frame}(i)$ ,以 $f_s$ 的帧率拍摄包含人脸的视频20s, $\text{frame\_counter}=K=200$ 。

[0019] S102:创建人脸检测器,获取每一帧人脸区域,从中截取人脸感兴趣区域,并获取感兴趣区域的RGB通道值。

[0020] 该步骤具体为:

利用维奥拉-琼斯算法创建所述人脸检测器,获得人脸区域的起始点坐标 $(x,y)$ 和人脸尺寸 $(w,h)$ ;例如,起始点坐标为 $(100,150)$ ,人脸尺寸为 $(200,300)$ 。

[0021] 根据人脸比例,截取 $\text{Frame}(i)$ 高度范围为200~250,宽度范围为170~210的区域,记为 $\text{Interest}(i)$ ,作为感兴趣区域,获得所述感兴趣区域的RGB通道。

[0022] S103:将感兴趣区域RGB通道转换为YUV通道,提取每一帧的二维U通道,形成三维U通道矩阵,参阅图2。

[0023] 该步骤具体为:

将所述感兴趣区域的RGB通道转换为YUV通道,提取每一帧所述感兴趣区域的二维U通道,U通道计算公式如下:

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

得到所述20s内每一帧的二维U通道,各U通道矩阵均为50行40列,组成所述三维U通道序列 $U(1), U(2), \dots, U(200)$ 。

[0024] S104:采用众值提取和中值滤波相结合的方法处理每一帧的U通道矩阵,计算每一帧特征值,得到时间轴上的一维特征序列,参阅图3。

[0025] 该步骤具体为:

对所述感兴趣区域的每一帧二维U通道 $U(i)$ 进行行扫描,分别计算各行U通道众值,形成U通道众值序列 $U_{\text{most}}(1), U_{\text{most}}(2), \dots, U_{\text{most}}(50)$ ;

对U通道众值序列 $U_{\text{most}}(1), U_{\text{most}}(2), \dots, U_{\text{most}}(50)$ 进行排序,提取中值 $U_{\text{mid}}(i)$ ,作为所述感兴趣区域每一帧的特征值;

各帧特征值组成所述时间轴上的一维特征序列 $U_{\text{mid}}(1), U_{\text{mid}}(2), \dots, U_{\text{mid}}(200)$ 。

[0026] S105:采用截止频率为3Hz的巴特沃斯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4。

[0027] 该步骤具体为:

采用30阶3Hz巴特沃斯滤波器对所述一维特征序列 $U_{\text{mid}}(1), U_{\text{mid}}(2), \dots, U_{\text{mid}}(200)$ 进行滤波,得到长度为J的滤波序列 $Fi1(1), Fi1(2), \dots, Fi1(229)$ ;

S106:采用峰值计数法得到20s内心跳次数,根据时间比例得到所述20s的实时心率值,作为所述20s的实时心率值,参阅图5。

[0028] 该步骤具体为:

扫描所述长度为J的滤波序列 $Fi1(1), Fi1(2), \dots, Fi1(229)$ ,寻找峰值:所述 $Fi1(1)$ 不做计算处理;所述 $Fi1(2), Fi1(3), \dots, Fi1(228)$ 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 $Fi1(j) > Fi1(j-1)$ 且 $Fi1(j) > Fi1(j+1)$ ,则 $Fi1(j)$ 为一个峰值点;

统计所述20s内峰值点个数,记为 $Peak\_20s$ ,例如 $Peak\_20s=30$ ;

计算所述20s对应的实时心率值 $Heart\_Rate=Peak\_20s*3=90$ ,即该人在所述20s的实施心率值为90次/分。

[0029] S107:丢弃前5s数据,更新5s数据,重复上述步骤计算当前心率值,参阅图6。

[0030] 该步骤具体为:

丢弃所述20s中的前5s数据, $U_{\text{mid}}(1), U_{\text{mid}}(2), \dots, U_{\text{mid}}(50)$ ,后15s数据组成临时序列 $U_{\text{mid}}(1), U_{\text{mid}}(2), \dots, U_{\text{mid}}(150)$ ;

更新采集5s数据,补充在所述临时序列 $U_{\text{mid}}(1), U_{\text{mid}}(2), \dots, U_{\text{mid}}(150)$ 之后,从而实现序列 $U_{\text{mid}}(1), U_{\text{mid}}(2), \dots, U_{\text{mid}}(200)$ 的更新。重复步骤(2)~(6),即得到实时心率值。

[0031] 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。

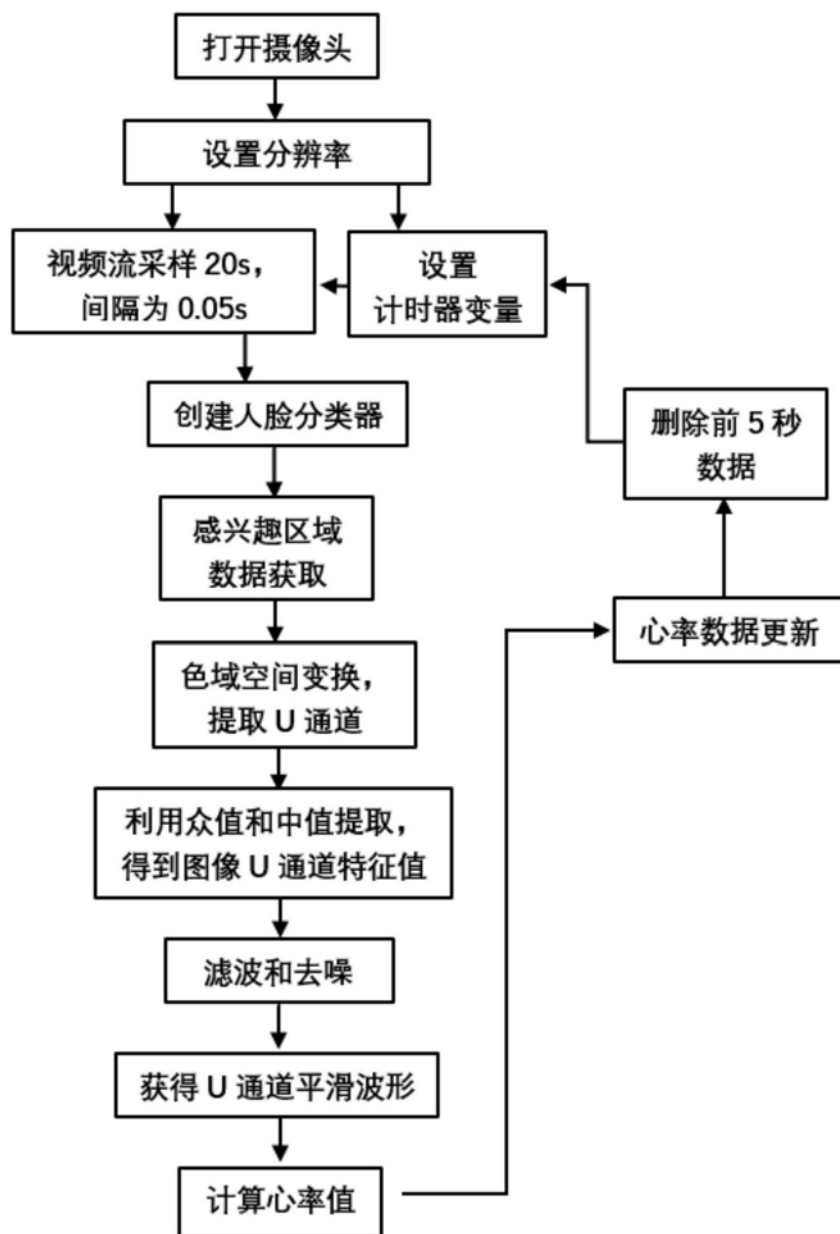


图1



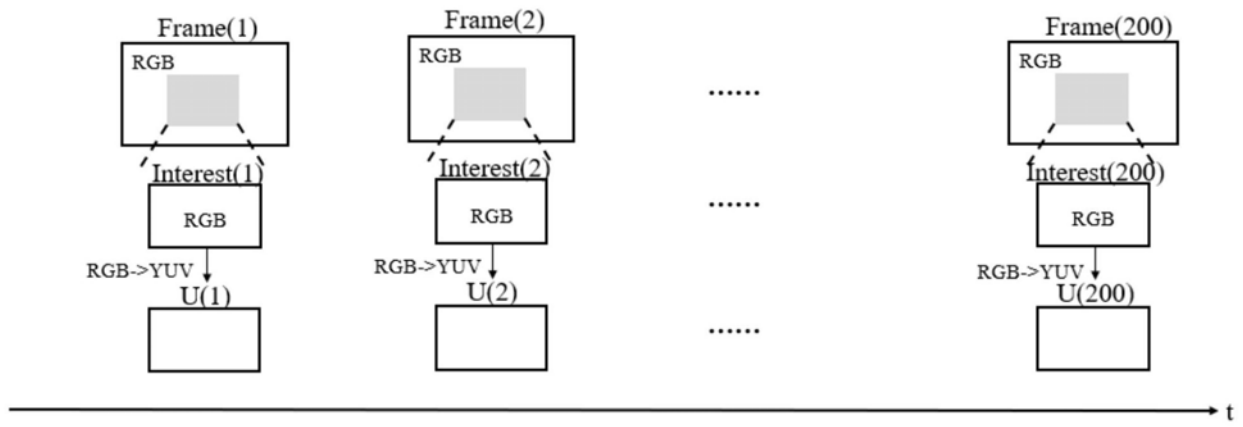


图2

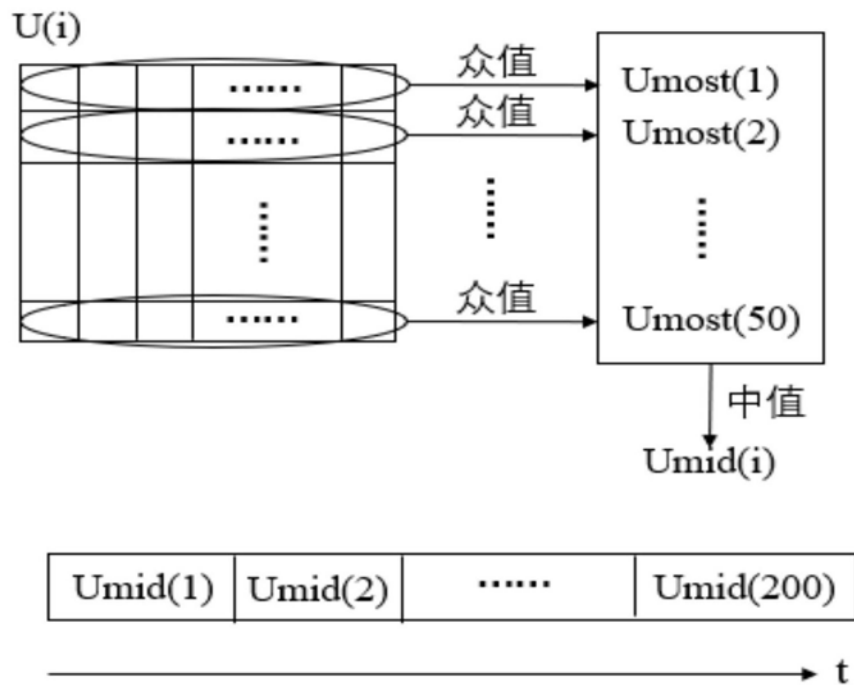


图3

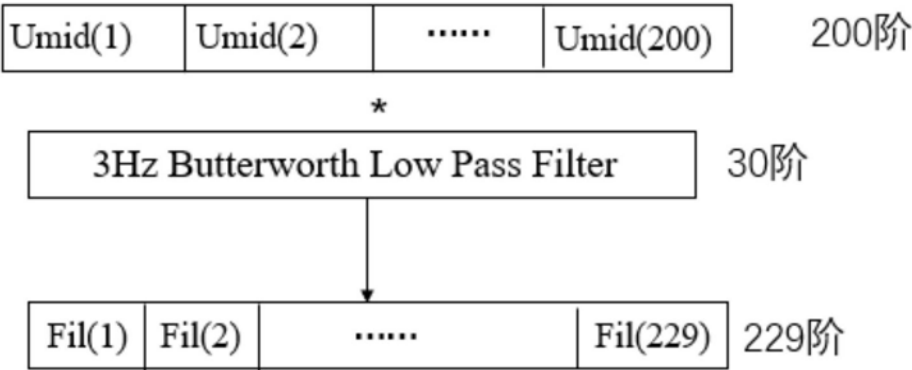


图4

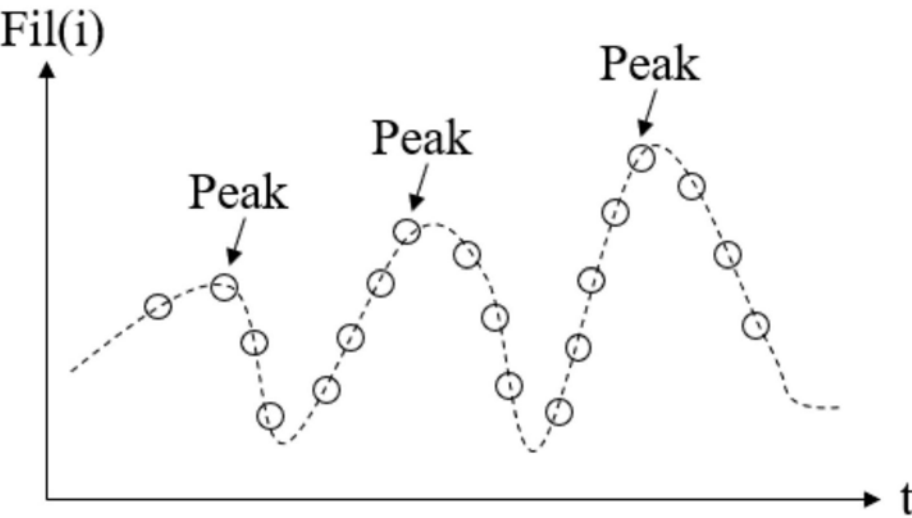


图5

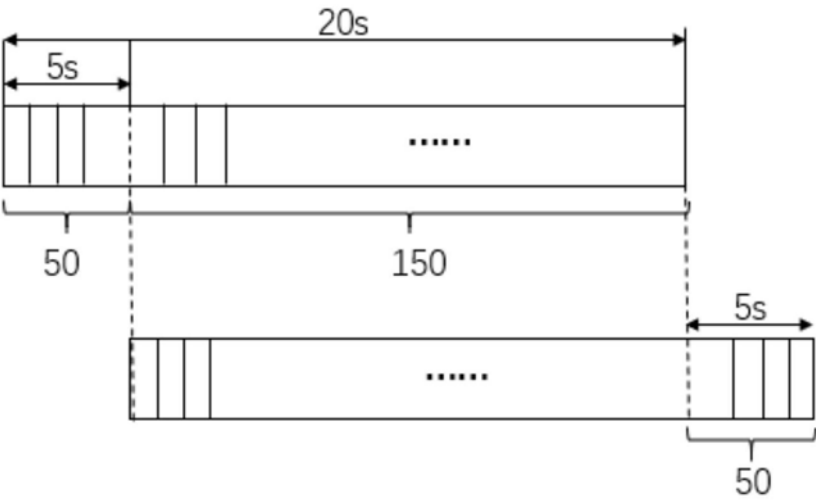


图6

专利名称(译)	基于视频的众值提取和中值滤波结合的实时心率检测方法		
公开(公告)号	<a href="#">CN110236514A</a>	公开(公告)日	2019-09-17
申请号	CN201910629610.0	申请日	2019-07-12
[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	厉阳晨 倪瑶 周梅		
发明人	厉阳晨 倪瑶 周梅		
IPC分类号	A61B5/024 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/024 A61B5/7203 A61B5/725 A61B5/748 A61B2503/04		
代理人(译)	张翔		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

#### 摘要(译)

本发明公开了一种基于视频的众值提取和中值滤波结合的实时心率检测方法，包括以下步骤：打开摄像头，拍摄人脸视频；创建人脸检测器，获取每一帧人脸区域，从中截取人脸感兴趣区域并获得其RGB通道值；将RGB通道转换为YUV通道，提取每一帧二维U通道，形成三维U通道矩阵；采用众值提取和中值滤波相结合的方法处理U通道，计算特征值，得到时间轴上的一维特征序列；采用巴特沃斯低通滤波器对一维特征序列滤波，得到心率信号；用峰值计数法得到心跳次数，换算得到一分钟心率值；实时采集更新数据，重复上述步骤得到实时心率值。本发明在信号提取范围上提高信噪比，增加数据可信度；在特征值提取上，降低噪声对有用信号的影响，提高心率值计算的准确性。

