



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109793509 A

(43)申请公布日 2019.05.24

(21)申请号 201910197346.8

(22)申请日 2019.03.15

(71)申请人 北京科技大学

地址 100083 北京市海淀区学院路30号

(72)发明人 魏清阳 黄钢琴 张朝晖 戴甜甜

鄢章发 胡裕林

(74)专利代理机构 北京市广友专利事务所有限

责任公司 11237

代理人 张仲波

(51)Int.Cl.

A61B 5/024(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

G01T 1/02(2006.01)

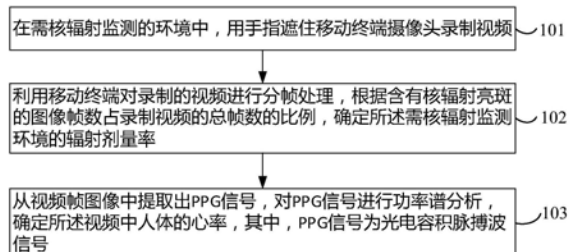
权利要求书2页 说明书7页 附图7页

## (54)发明名称

一种核辐射探测与心率测量方法及装置

## (57)摘要

本发明提供一种核辐射探测与心率测量方法及装置,能够利用移动终端同时实现核辐射探测和心率测量。所述方法包括:在需核辐射监测的环境中,利用手指遮住移动终端摄像头录制视频;利用移动终端对录制的视频进行分帧处理,根据含有核辐射亮斑的图像帧数占录制视频的总帧数的比例,确定所述需核辐射监测环境的辐射剂量率;从视频帧图像中提取出PPG信号,对PPG信号进行功率谱分析,确定所述视频中人体的心率,其中,PPG信号为光电容积脉搏波信号。本发明涉及核辐射探测及生物医学领域。



1. 一种核辐射探测与心率测量方法,其特征在于,包括:

在需核辐射监测的环境中,利用手指遮住移动终端摄像头录制视频;

利用移动终端对录制的视频进行分帧处理,根据含有核辐射亮斑的图像帧数占录制视频的总帧数的比例,确定所述需核辐射监测环境的辐射剂量率;

从视频帧图像中提取出PPG信号,对PPG信号进行功率谱分析,确定所述视频中人体的心率,其中,PPG信号为光电容积脉搏波信号。

2. 根据权利要求1所述的核辐射探测与心率测量方法,其特征在于,所述对录制的视频进行分帧处理,根据含有核辐射亮斑的图像帧数占录制视频的总帧数的比例,确定所述需核辐射监测环境的辐射剂量率包括:

对录制的视频进行分帧处理,得到一系列帧图像;

对每一帧图像进行三基色分离,获取RGB值;

对视频帧图像中RGB值较小的颜色通道图像序列,获取每一帧图像与相邻帧图像的差分图像;

根据差分图像检测帧图像中是否含有辐射亮斑;

根据含有核辐射亮斑的图像帧数占录制视频的总帧数的比例,确定所述需核辐射监测环境的辐射剂量率。

3. 根据权利要求2所述的核辐射探测与心率测量方法,其特征在于,所述对视频帧图像中RGB值较小的颜色通道图像序列,获取每一帧图像与相邻帧图像的差分图像包括:

对当前帧图像分别作前项差分和后项差分,得到前项差分图像和后项差分图像;

采用高斯卷积的方法对前项差分图像和后项差分图像作高斯平滑处理;

取高斯平滑处理后的前项差分图像和后项差分图像中对应像素点处较小颜色通道值生成差分图像。

4. 根据权利要求2所述的核辐射探测与心率测量方法,其特征在于,所述根据差分图像检测帧图像中是否含有辐射亮斑包括:

取差分图像中的最大颜色通道值作为当前帧图像的特征值;

判断特征值是否大于预设的阈值,若是,则当前帧图像含有辐射亮斑。

5. 根据权利要求2所述的核辐射探测与心率测量方法,其特征在于,所述需核辐射监测环境的辐射剂量率表示为:

$$R = -\beta \ln(1 - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{s_0}{s_i} \cdot \delta_i)$$

其中,R表示所述需核辐射监测环境的辐射剂量率, $\beta$ 是用核辐射剂量测量仪器进行对照实验获得核辐射剂量值与视频图像计算值之间的比例系数,N为单位时间内的视频的总帧数, $s_0$ 是每帧图像的像素总数, $s_i$ 是第i帧图像的像素总数, $\delta_i$ 为辐射事件标识。

6. 根据权利要求1所述的核辐射探测与心率测量方法,其特征在于,所述从视频帧图像中提取出PPG信号,对PPG信号进行功率谱分析,确定所述视频中人体的心率包括:

对视频帧图像分别取R、G、B值的平均值,作为R、G、B三个颜色通道的PPG信号;

对PPG信号进行功率谱分析,确定PPG信号频率;

根据得到的PPG信号频率,确定所述视频中人体的心率。

7. 根据权利要求6所述的核辐射探测与心率测量方法,其特征在于,所述对PPG信号进

行功率谱分析,确定PPG信号频率包括:

对PPG信号进行归一化处理;

对归一化后的PPG信号进行带通滤波;

对滤波后的PPG信号进行频谱分析,获取PPG信号频谱峰值频率作为PPG信号频率。

8.根据权利要求7所述的核辐射探测与心率测量方法,其特征在于,所述对滤波后的PPG信号进行频谱分析,获取PPG信号频谱峰值频率作为PPG信号频率包括:

采用离散频谱分析、细化选带频谱分析、解调分析、基于高斯统计量的振动信号分析、分型特征分析中的一种或多种频谱分析方法,对滤波后的PPG信号进行频谱分析,获取PPG信号频谱峰值频率作为PPG信号频率。

9.根据权利要求6所述的核辐射探测与心率测量方法,其特征在于,所述根据得到的PPG信号频率,确定所述视频中人体的心率包括:

根据得到的PPG信号频率,通过公式: $pulse = f \times 60bps$ ,确定所述视频中人体的心率,其中, $pulse$ 表示人体心率, $f$ 表示PPG信号频率。

10.一种核辐射探测与心率测量装置,其特征在于,包括:移动终端,所述移动终端包括:

摄像头,用于在需核辐射监测的环境中,利用手指遮住所述摄像头录制视频;

第一确定模块,用于对录制的视频进行分帧处理,根据含有核辐射亮斑的图像帧数占录制视频的总帧数的比例,确定所述需核辐射监测环境的辐射剂量率;

第二确定模块,用于从视频帧图像中提取出PPG信号,对PPG信号进行功率谱分析,确定所述视频中人体的心率,其中,PPG信号为光电容积脉搏波信号。

## 一种核辐射探测与心率测量方法及装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及核辐射探测及生物医学领域,特别是指一种核辐射探测与心率测量方法及装置。

### 背景技术

[0002] 随着核辐射技术的大力发展,如何快速准确地实现核辐射探测,成为了非常紧要的问题。目前,传统的核辐射探测器,如气体探测器、半导体探测器和闪烁体探测器等,均因价格昂贵,维护困难等问题而难以大规模推广。

[0003] 心率是临床检测生命参数的重要指标之一,现有的测量心率的方法主要是:采用专用医疗设备通过接触式检测,实现心率测量;例如,通过电极或传感器直接或间接地接触来实现心率测量,普及率低、使用不便,无法应用于日常环境中的问题。

### 发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题是提供一种核辐射探测与心率测量方法及装置,以解决现有技术所存在的核辐射探测器价格昂贵、维护困难及接触式的心率测量设备普及率低、使用不便的问题。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明实施例提供一种核辐射探测与心率测量方法,包括:

[0006] 在需核辐射监测的环境中,利用手指遮住移动终端摄像头录制视频;

[0007] 利用移动终端对录制的视频进行分帧处理,根据含有核辐射亮斑的图像帧数占录制视频的总帧数的比例,确定所述需核辐射监测环境的辐射剂量率;

[0008] 从视频帧图像中提取出PPG信号,对PPG信号进行功率谱分析,确定所述视频中人体的心率,其中,PPG信号为光电容积脉搏波信号。

[0009] 进一步地,所述对录制的视频进行分帧处理,根据含有核辐射亮斑的图像帧数占录制视频的总帧数的比例,确定所述需核辐射监测环境的辐射剂量率包括:

[0010] 对录制的视频进行分帧处理,得到一系列帧图像;

[0011] 对每一帧图像进行三基色分离,获取RGB值;

[0012] 对视频帧图像中RGB值较小的颜色通道图像序列,获取每一帧图像与相邻帧图像的差分图像;

[0013] 根据差分图像检测帧图像中是否含有辐射亮斑;

[0014] 根据含有核辐射亮斑的图像帧数占录制视频的总帧数的比例,确定所述需核辐射监测环境的辐射剂量率。

[0015] 进一步地,所述对视频帧图像中RGB值较小的颜色通道图像序列,获取每一帧图像与相邻帧图像的差分图像包括:

[0016] 对当前帧图像分别作前项差分和后项差分,得到前项差分图像和后项差分图像;

[0017] 采用高斯卷积的方法对前项差分图像和后项差分图像作高斯平滑处理;

[0018] 取高斯平滑处理后的前项差分图像和后项差分图像中对应像素点处较小颜色通

道值生成差分图像。

[0019] 进一步地,所述根据差分图像检测帧图像中是否含有辐射亮斑包括:

[0020] 取差分图像中的最大颜色通道值作为当前帧图像的特征值;

[0021] 判断特征值是否大于预设的阈值,若是,则当前帧图像含有辐射亮斑。

[0022] 进一步地,所述需核辐射监测环境的辐射剂量率表示为:

$$[0023] \quad R = -\beta \ln(1 - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{s_0}{s_i} \cdot \delta_i)$$

[0024] 其中,R表示所述需核辐射监测环境的辐射剂量率, $\beta$ 是用核辐射剂量测量仪器进行对照实验获得核辐射剂量值与视频图像计算值之间的比例系数,N为单位时间内的视频的总帧数, $s_0$ 是每帧图像的像素总数, $s_i$ 是第i帧图像的像素总数, $\delta_i$ 为辐射事件标识。

[0025] 进一步地,所述从视频帧图像中提取出PPG信号,对PPG信号进行功率谱分析,确定所述视频中人体的心率包括:

[0026] 对视频帧图像分别取R、G、B值的平均值,作为R、G、B三个颜色通道的PPG信号;

[0027] 对PPG信号进行功率谱分析,确定PPG信号频率;

[0028] 根据得到的PPG信号频率,确定所述视频中人体的心率。

[0029] 进一步地,所述对PPG信号进行功率谱分析,确定PPG信号频率包括:

[0030] 对PPG信号进行归一化处理;

[0031] 对归一化后的PPG信号进行带通滤波;

[0032] 对滤波后的PPG信号进行频谱分析,获取PPG信号频谱峰值频率作为PPG信号频率。

[0033] 进一步地,所述对滤波后的PPG信号进行频谱分析,获取PPG信号频谱峰值频率作为PPG信号频率包括:

[0034] 采用离散频谱分析、细化选带频谱分析、解调分析、基于高斯统计量的振动信号分析、分型特征分析中的一种或多种频谱分析方法,对滤波后的PPG信号进行频谱分析,获取PPG信号频谱峰值频率作为PPG信号频率。

[0035] 进一步地,所述根据得到的PPG信号频率,确定所述视频中人体的心率包括:

[0036] 根据得到的PPG信号频率,通过公式: $pulse = f \times 60bps$ ,确定所述视频中人体的心率,其中,pulse表示人体心率,f表示PPG信号频率。

[0037] 本发明实施例还提供一种核辐射探测与心率测量装置,包括:移动终端,所述移动终端包括:

[0038] 摄像头,用于在需核辐射监测的环境中,利用手指遮住所述摄像头录制视频;

[0039] 第一确定模块,用于对录制的视频进行分帧处理,根据含有核辐射亮斑的图像帧数占录制视频的总帧数的比例,确定所述需核辐射监测环境的辐射剂量率;

[0040] 第二确定模块,用于从视频帧图像中提取出PPG信号,对PPG信号进行功率谱分析,确定所述视频中人体的心率,其中,PPG信号为光电容积脉搏波信号。

[0041] 本发明的上述技术方案的有益效果如下:

[0042] 上述方案中,在需核辐射监测的环境中,利用手指遮住移动终端摄像头录制视频;利用移动终端对录制的视频进行分帧处理,根据含有核辐射亮斑的图像帧数占录制视频的总帧数的比例,确定所述需核辐射监测环境的辐射剂量率;从视频帧图像中提取出PPG信号,对PPG信号进行功率谱分析,确定所述视频中人体的心率;这样,能够在手指遮住摄像头

的条件下,利用移动终端随时随地地对需核辐射监测的环境进行核辐射检测,实现辐射剂量率的准确估计,同时实现人体心率的测量,且检测成本低,普及度高,操作便捷。

## 附图说明

- [0043] 图1为本发明实施例提供的核辐射探测与心率测量方法的流程示意图;
- [0044] 图2为本发明实施例提供的核辐射探测与心率测量方法的详细流程示意图;
- [0045] 图3(a)为本发明实施例提供的通过当前无辐射亮斑帧的前项差分图像和后项差分图像最终生成的图V的各像素点G通道值示意图;
- [0046] 图3(b)为本发明实施例提供的通过当前含辐射亮斑帧的前项差分图像和后项差分图像最终生成的图V的各像素点G通道值示意图;
- [0047] 图4为本发明实施例提供的手指遮智能手机摄像头条件下录制视频的差分图像中含辐射亮斑特征示意图;
- [0048] 图5为本发明实施例提供的低辐射状态下利用智能手机录制的1000帧视频的 $n$ 值统计直方图;
- [0049] 图6为本发明实施例提供的辐射场景下利用遮光智能手机录制的1000帧视频的 $n$ 值分布直方图;
- [0050] 图7(a)为本发明实施例提供的归一化前PPG信号波形图;
- [0051] 图7(b)为本发明实施例提供的归一化后PPG信号波形图;
- [0052] 图8(a)为本发明实施例提供的某一通道滤波前采样的归一化PPG信号波形图;
- [0053] 图8(b)为本发明实施例提供的某一通道滤波后采样的归一化PPG信号波形图;
- [0054] 图9为本发明实施例提供的某一通道PPG信号频谱图;
- [0055] 图10为本发明实施例提供的核辐射探测与心率测量装置的结构示意图。

## 具体实施方式

[0056] 为使本发明要解决的技术问题、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图及具体实施例进行详细描述。

[0057] 本发明针对现有的核辐射探测器价格昂贵、维护困难及接触式的心率测量设备普及率低、使用不便的问题,提供一种核辐射探测与心率测量方法及装置。

[0058] 实施例一

[0059] 如图1所示,本发明实施例提供的核辐射探测与心率测量方法,包括:

[0060] S101,在需核辐射监测的环境中,利用手指遮住移动终端摄像头录制视频;

[0061] S102,利用移动终端对录制的视频进行分帧处理,根据含有核辐射亮斑的图像帧数占录制视频的总帧数的比例,确定所述需核辐射监测环境的辐射剂量率;

[0062] S103,从视频帧图像中提取出PPG信号,对PPG信号进行功率谱分析,确定所述视频中人体心率,其中,PPG信号为光电容积脉搏波信号。

[0063] 本发明实施例所述的核辐射探测与心率测量方法,在需核辐射监测的环境中,利用手指遮住移动终端摄像头录制视频;利用移动终端对录制的视频进行分帧处理,根据含有核辐射亮斑的图像帧数占录制视频的总帧数的比例,确定所述需核辐射监测环境的辐射剂量率;从视频帧图像中提取出PPG信号,对PPG信号进行功率谱分析,确定所述视频中人体

的心率;这样,能够在手指遮住摄像头的条件下,利用移动终端随时随地地对需核辐射监测的环境进行核辐射检测,实现辐射剂量率的准确估计,同时实现人体心率的测量,且检测成本低,普及度高,操作便捷。

[0064] 本实施例中,所述移动终端可以是智能手机,也可以是平板等其他移动终端。本实施例中,以智能手机为例,对本实施例所述的核辐射探测与心率测量方法进行说明。

[0065] 本实施例中,在S101中,可以用手指遮智能手机摄像头,在需核辐射监测环境中,利用智能手机的摄像头录制预设时间的视频。

[0066] 在前述核辐射探测与心率测量方法的具体实施方式中,进一步地,所述对录制的视频进行分帧处理,根据含有核辐射亮斑的图像帧数占录制视频的总帧数的比例,确定所述需核辐射监测环境的辐射剂量率包括:

[0067] 对录制的视频进行分帧处理,得到一系列帧图像;

[0068] 对每一帧图像进行三基色分离,获取RGB值;

[0069] 对视频帧图像中RGB值较小的颜色通道图像序列,获取每一帧图像与相邻帧图像的差分图像;

[0070] 根据差分图像检测帧图像中是否含有辐射亮斑;

[0071] 根据含有核辐射亮斑的图像帧数占录制视频的总帧数的比例,确定所述需核辐射监测环境的辐射剂量率。

[0072] 本实施例中,利用智能手机对录制的视频进行分帧处理,得到一系列帧图像,并保存原始视频的相关信息,其中,所述原始视频的相关参数包括:视频持续时间长度、视频编码格式、视频总帧数、视频录制时间点、视频曝光时间、视频帧率以及视频录制所在地的经纬度。

[0073] 在前述核辐射探测与心率测量方法的具体实施方式中,进一步地,所述对视频帧图像中RGB值较小的颜色通道图像序列,获取每一帧图像与相邻帧图像的差分图像包括:

[0074] 对当前帧图像分别作前项差分和后项差分,得到前项差分图像和后项差分图像;

[0075] 采用高斯卷积的方法对前项差分图像和后项差分图像作高斯平滑处理;

[0076] 取高斯平滑处理后的前项差分图像和后项差分图像中对应像素点处较小颜色通道值生成差分图像。

[0077] 本实施例中,差分图像为取高斯平滑处理后的前项差分图像和后项差分图像中对应像素点处较小通道值生成的差分图像;其中,所述高斯平滑处理为:二维高斯核滤波。

[0078] 在前述核辐射探测与心率测量方法的具体实施方式中,进一步地,所述根据差分图像检测帧图像中是否含有辐射亮斑包括:

[0079] 取差分图像中的最大颜色通道值作为当前帧图像的特征值;

[0080] 判断特征值是否大于预设的阈值,若是,则当前帧图像含有辐射亮斑。

[0081] 在前述核辐射探测与心率测量方法的具体实施方式中,进一步地,所述需核辐射监测环境的辐射剂量率表示为:

[0082] 
$$R = -\beta \ln(1 - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{s_0}{s_i} \cdot \delta_i)$$

[0083] 其中,R表示所述需核辐射监测环境的辐射剂量率, $\beta$ 是用核辐射剂量测量仪器进行对照实验获得核辐射剂量值与视频图像计算值之间的比例系数,N为单位时间内的视

频的总帧数,  $s_0$  是每帧图像的像素总数,  $s_i$  是第  $i$  帧图像的像素总数,  $\delta_i$  为辐射事件标识。

[0084] 在前述核辐射探测与心率测量方法的具体实施方式中, 进一步地, 所述从视频帧图像中提取出PPG信号, 对PPG信号进行功率谱分析, 确定所述视频中人体的心率包括:

[0085] 对视频帧图像分别取R、G、B值的平均值, 作为R、G、B三个颜色通道的PPG信号;

[0086] 对PPG信号进行功率谱分析, 确定PPG信号频率;

[0087] 根据得到的PPG信号频率, 确定所述视频中人体的心率。

[0088] 在前述核辐射探测与心率测量方法的具体实施方式中, 进一步地, 所述对PPG信号进行功率谱分析, 确定PPG信号频率包括:

[0089] 对PPG信号进行归一化处理;

[0090] 对归一化后的PPG信号进行带通滤波;

[0091] 对滤波后的PPG信号进行频谱分析, 获取PPG信号频谱峰值频率作为PPG信号频率。

[0092] 本实施例中, 对PPG信号进行归一化处理, 其中, 归一化处理的函数为:

$$[0093] \quad y_i(t) = \frac{x_i(t) - \mu_i}{\sigma}$$

[0094] 其中,  $x_i(t)$  为归一化处理前的PPG信号,  $\mu_i$ 、 $\sigma$  分别为归一化处理前的PPG信号的均值和标准差,  $y_i(t)$  为归一化后的PPG信号。

[0095] 对归一化的PPG信号进行带通滤波以滤除噪声信号, 其中, 进行带通滤波的带通滤波器为巴特沃斯带通滤波器;

[0096] 采用离散频谱分析、细化选带频谱分析、解调分析、基于高斯统计量的振动信号分析、分型特征分析中的一种或多种频谱分析方法, 对滤波后的PPG信号进行频谱分析, 获取PPG信号频谱峰值频率作为PPG信号频率。

[0097] 在前述核辐射探测与心率测量方法的具体实施方式中, 进一步地, 所述根据得到的PPG信号频率, 确定所述视频中人体的心率包括:

[0098] 根据得到的PPG信号频率, 通过公式:  $\text{pulse} = f \times 60\text{bps}$ , 确定所述视频中人体的心率, 其中,  $\text{pulse}$  表示人体心率,  $f$  表示PPG信号频率。

[0099] 为了更好地理解本发明实施例所述的核辐射探测和心率测量方法, 将对本发明实施例所述的核辐射探测和心率测量方法进行详细说明, 如图2所示, 具体可以包括以下步骤:

[0100] 本实施例中, 可以使用标记放射性药物 $^{99}\text{Tc}^m$ 液体作为核辐射源。

[0101] A11, 将手指紧压在智能手机摄像头上, 在需核辐射监测的环境中, 利用所述智能手机摄像头录制预设时间的视频。

[0102] 本实施例中, 使用的是从智能手机摄像头录制的视频中切分出长度为1000帧的视频来检测核辐射, 将所得视频进行分帧处理得到1000帧图像, 将视频分帧后的图像根据时间按序号保存, 并保存原始视频的相关参数。具体的: 对分帧后得到的1000帧图像按序号1到1000进行标保存, 并保存原始视频的相关信息, 其相关信息包括但不限于: 视频持续时间长度、视频编码格式、视频总帧数、视频录制时间点, 视频曝光时间、视频帧率以及视频录制所在地的经纬度。

[0103] 需要说明的是, 对于所得的视频帧数长度来说, 不限于1000帧, 在实际应用中, 可以根据具体应用使用不同的帧数。



[0104] A12,对每一帧图像进行三基色分离,获取RGB值。

[0105] A13,对视频帧图像中RGB值最小的颜色通道图像序列,获取每一帧图像与相邻帧图像的差分图像。

[0106] 本实施例中,由于R、G、B三通道图像均包含辐射信息,为减少数据处理量,提高数据处理速度,只选择对RGB值最小的颜色通道图像序列进行辐射信息提取。

[0107] 本实施例中,选取了G通道图像序列;所述差分图像为取高斯平滑处理后的前项差分图像和后项差分图像中对应像素点处较小通道值生成的差分图像;其中,所述高斯平滑处理为:二维高斯核滤波。

[0108] 本实施例中,将得到的高斯平滑处理后的前项差分图像和后项差分图像分别标记为D1,D2;使用公式 $V=\min(D1,D2)$ 对高斯平滑处理后的前项差分图像和后项差分图像中每一个像素点计算,合成一张差分图像V。

[0109] A14,根据差分图像检测帧图像中是否含有辐射亮斑。

[0110] 如图3(a)、3(b)所示,在手指遮住摄像头条件下,不含辐射亮斑的帧图像和含有辐射亮斑的帧图像生成的差分图像V的G值示意图。从图3(a)、3(b)可知,非辐射帧的最大G值与辐射帧的最大G值有着明显的区别,故而可以使用帧图像中最大G值(记为 $\eta$ ,其中 $\eta=\max(V)$ )作为当前帧是否为辐射帧的特征值。更为具体地说,先设定一个阈值T,将该特征值与设定阈值进行比较,当 $\eta>T$ ,则认为当前帧含有辐射亮斑,否则认为不含辐射亮斑。阈值T的设定决定着探测的灵敏度。图4为本发明实施例提供的手指遮智能手机摄像头条件下录制视频的差分图像中含辐射亮斑特征示意图;图5为在低辐射状态下录制的视频中1000帧图像 $\eta$ 值的统计分布图,由统计分布图可以得出,处理后图像中 $\eta$ 大于10的概率已小于为0.3%,因此有理由相信 $\eta$ 值大于10的视频图像中含辐射亮斑,因此,将阈值T设为10。图6为某辐射强度下手机摄像头录制的视频的帧图像生成的图V的 $\eta$ 值分布直方图。

[0111] A15,根据含有核辐射亮斑的图像帧数占录制视频的总帧数的比例,确定所述需核辐射监测环境中放射性物质的辐射剂量率。

[0112] 本实施例中,基于核辐射事件的泊松分布特性,可以通过公式 $R=-\beta \ln(1-\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{s_0}{s_i} \cdot \delta_i)$ ,确定所述需核辐射监测环境中放射性物质的辐射剂量率R;

[0113] 其中,当判定为有辐射事件时,辐射事件标识 $\delta_i=1$ ,否则,辐射事件标识 $\delta_i=0$ 。

[0114] A16,对视频帧图像分别取R、G、B值得平均值,获取R、G、B三个通道的PPG信号;在一个心动周期内,当血管内的血容量最大时,血液吸收的光强达到最大值,图像中的像素灰度值减小,呈现在PPG波形中,此时出现在PPG的谷点;反之,则出现在PPG波形的峰值点。

[0115] 本实施例中,对视频帧图像分别取R、G、B的平均值作为当前帧视频所处时刻的特征值,得到三个包含心脏搏动信息的、时域上的离散信号,作为R、G、B三个颜色通道的PPG信号,本实例中,将R、G、B三个通道的信号分别记为 $x1(t)$ 、 $x2(t)$ 和 $x3(t)$ ,如图7(a)所示。

[0116] A17,对PPG信号进行功率谱分析,确定所述视频中人体的心率。

[0117] 由于混沌信号在功率频谱图中会出现宽频噪声背景和宽峰,因此,需要采用功率谱分析的方法得到功率频谱图,并从中找出频谱尖峰及其对应的频率值,得出信号频率。

[0118] 本实施例中,首先需要对信号 $x1(t)$ 、 $x2(t)$ 和 $x3(t)$ 进行归一化处理,归一化处理的PPG信号波形如图7(b)所示;由于血液对绿光或黄光的吸收能力最强,所以三基色信号中

绿色信号最能反映心脏搏动的信息,在本发明实施例中,选择G通道信号来获取心率;为减小数据处理量,提高数据处理速率,选择采样信号的前256点进行分析,采样频率为30Hz;由于心率大约在42bps-180bps之间,也就是0.7Hz-3.0Hz,在这个频率区间之外的可以认定为噪声,所以接下来需要一个带通滤波器来滤除噪声,这里采用巴特沃兹带通滤波,其通带范围是[0.7,3.5],阻带截频率为[0.5,5],要求带边频率衰减 $\leq 3\text{db}$ ,0.5Hz以下5Hz以上衰减 $\geq 18\text{db}$ ,滤波前后的PPG信号如图8(a)和8(b),可以看出,滤波后信号与滤波前信号相比较,信噪比明显提高,消除了毛刺等高频噪声,以及基线漂移等低频干扰。

[0119] 本实施例中,对滤波后的PPG信号作快速傅里叶变换(FFT),获取PPG信号频谱峰值频率作为PPG信号频率,具体的:由于所测得的PPG信号都是实信号,所以得到的频谱图是中心对称的,在移频之后关于零频点对称。因此,在本实施例中,只取移频后频谱图中频率为正一半频谱进行分析,所得频谱图如图9所示,找出第一尖峰对应的频率即为信号频率 $f$ ,通过公式:

[0120]  $\text{pulse} = f \times 60\text{bps}$ ,计算人体心率,其中pulse表示人体心率, $f$ 为信号频率。

[0121] 本实施例中,所测PPG信号频率为1.41,于是计算出人体心率约为85(次/分钟)。

[0122] 实施例二

[0123] 本发明还提供一种核辐射探测与心率测量装置的具体实施方式,由于本发明提供的核辐射探测与心率测量装置与前述核辐射探测与心率测量方法的具体实施方式相对应,该核辐射探测与心率测量装置可以通过执行上述方法具体实施方式中的流程步骤来实现本发明的目的,因此上述核辐射探测与心率测量方法具体实施方式中的解释说明,也适用于本发明提供的核辐射探测与心率测量装置的具体实施方式,在本发明以下的具体实施方式中将不再赘述。

[0124] 如图10所示,本发明实施例还提供一种核辐射探测与心率测量装置,包括:移动终端,所述移动终端包括:

[0125] 摄像头11,用于在需核辐射监测的环境中,利用手指遮住所述摄像头录制视频;

[0126] 第一确定模块12,用于对录制的视频进行分帧处理,根据含有核辐射亮斑的图像帧数占录制视频的总帧数的比例,确定所述需核辐射监测环境的辐射剂量率;

[0127] 第二确定模块13,用于从视频帧图像中提取出PPG信号,对PPG信号进行功率谱分析,确定所述视频中人体的心率,其中,PPG信号为光电容积脉搏波信号。

[0128] 本发明实施例所述的核辐射探测与心率测量装置,在需核辐射监测的环境中,利用手指遮住移动终端摄像头录制视频;利用移动终端对录制的视频进行分帧处理,根据含有核辐射亮斑的图像帧数占录制视频的总帧数的比例,确定所述需核辐射监测环境的辐射剂量率;从视频帧图像中提取出PPG信号,对PPG信号进行功率谱分析,确定所述视频中人体的心率;这样,能够在手指遮住摄像头的条件下,利用移动终端随时随地地对需核辐射监测的环境进行核辐射检测,实现辐射剂量率的准确估计,同时实现人体心率的测量,且检测成本低,普及度高,操作便捷。

[0129] 以上所述是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明所述原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

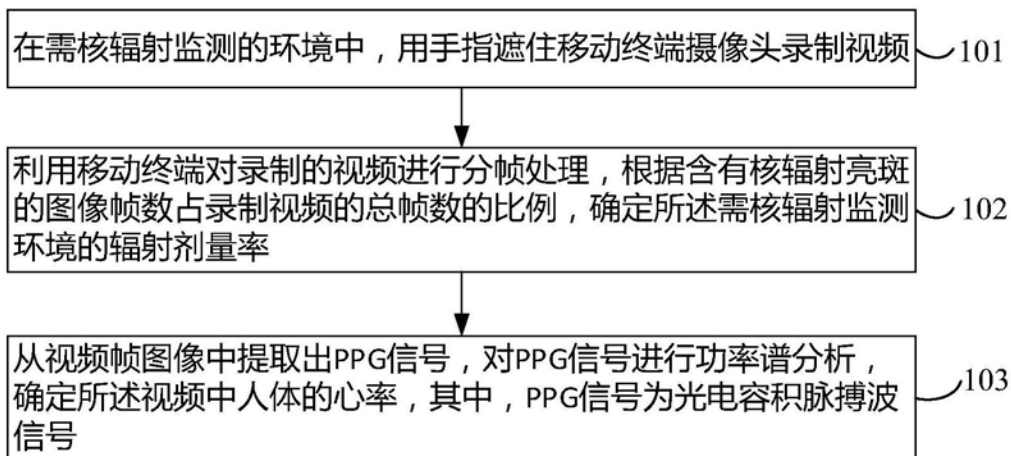


图1

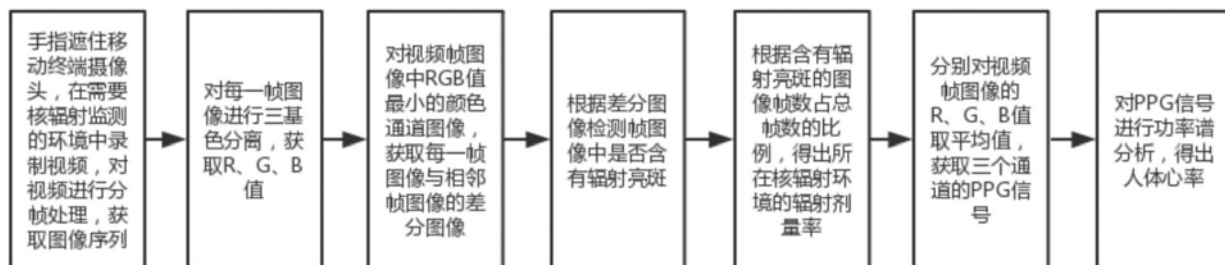


图2

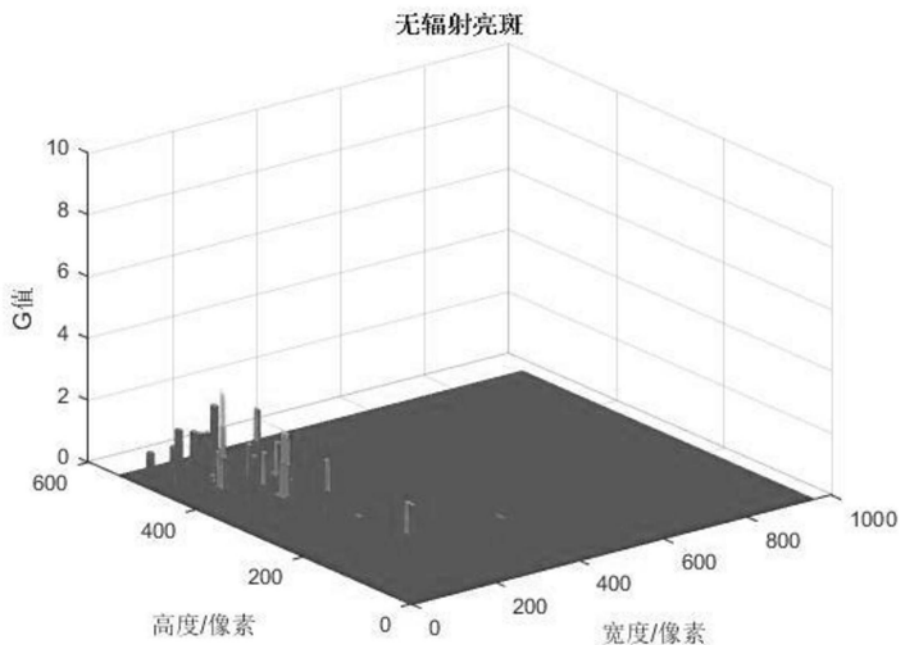


图3 (a)

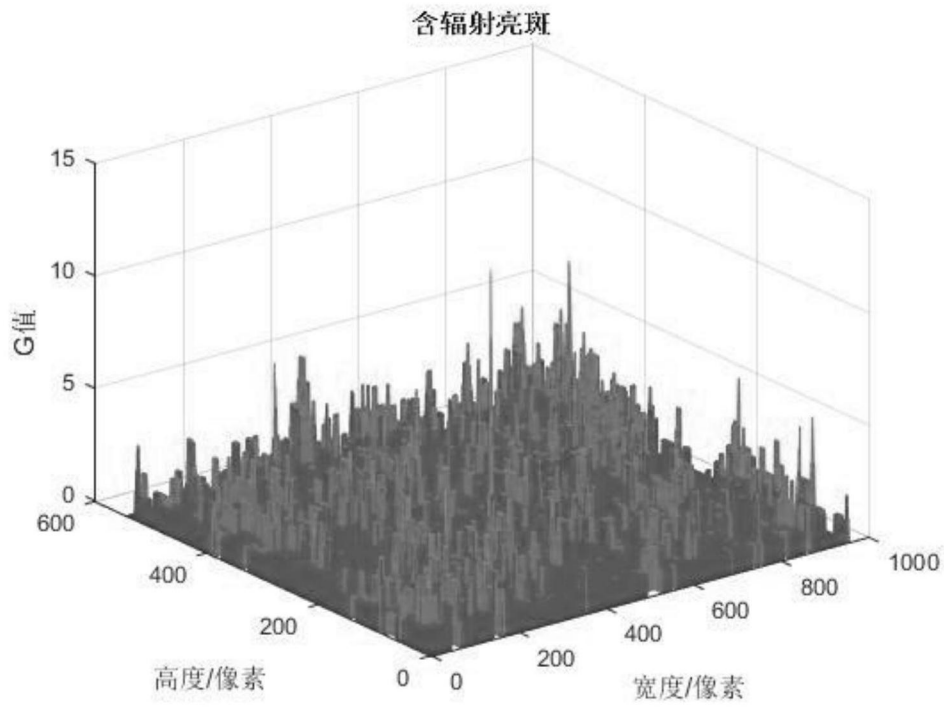


图3 (b)

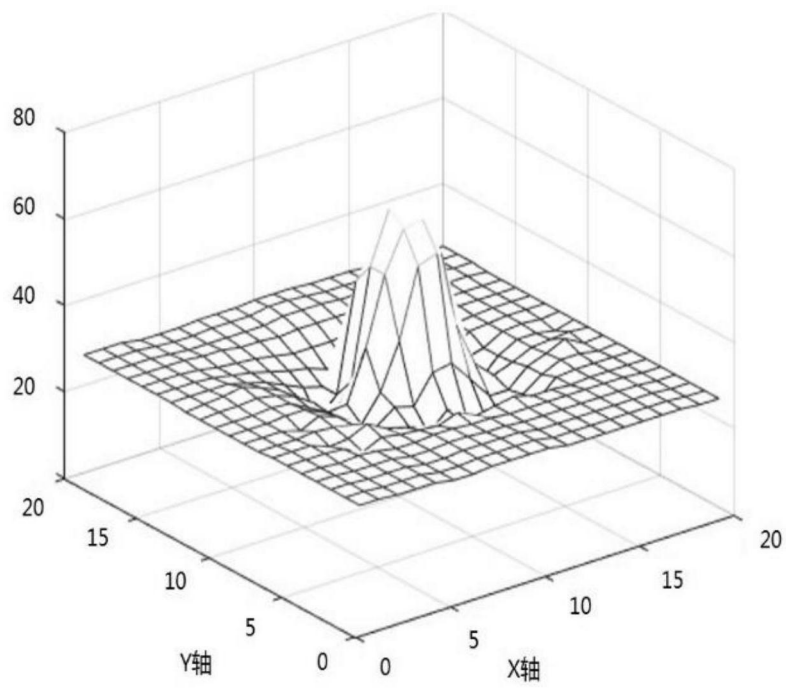


图4

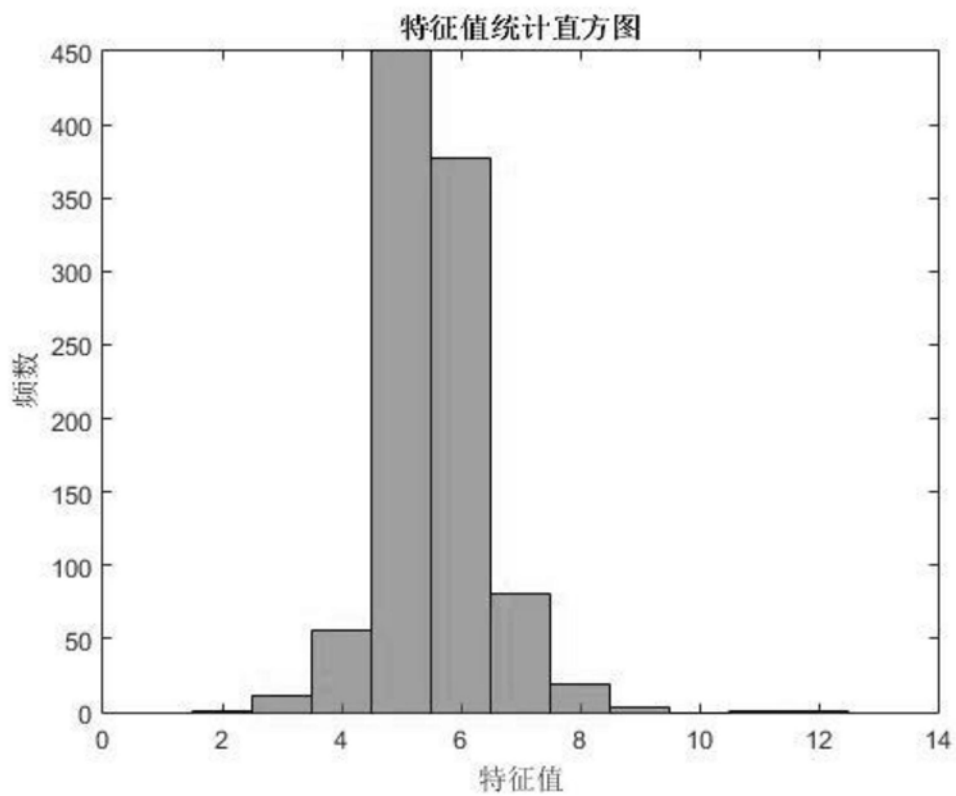


图5

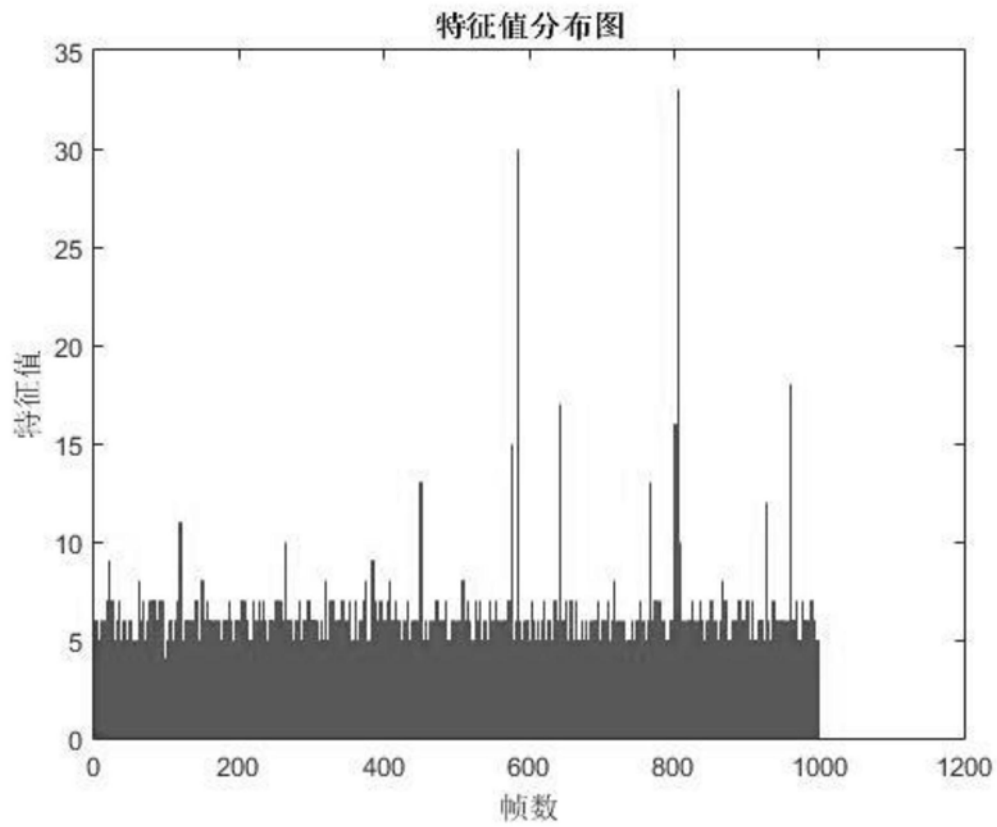


图6

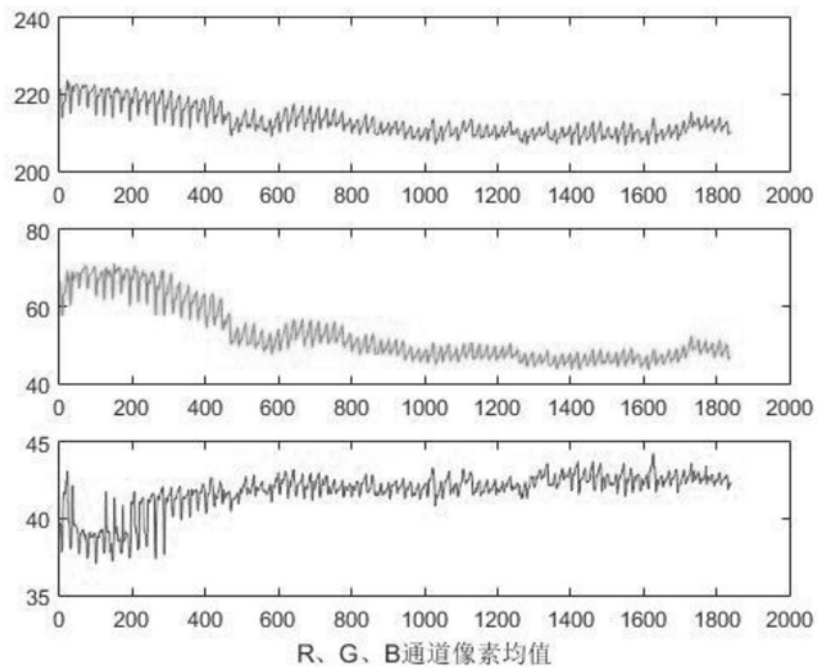


图7 (a)

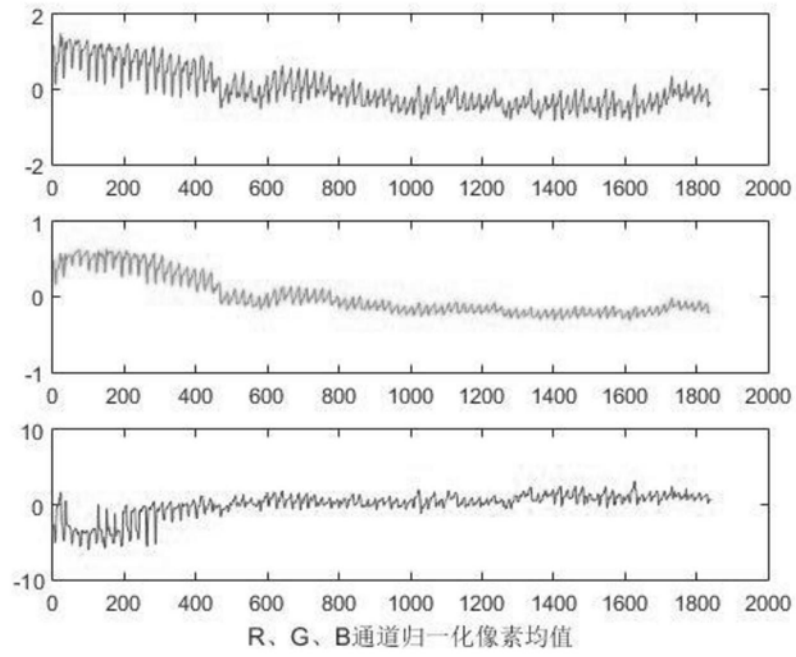


图7 (b)

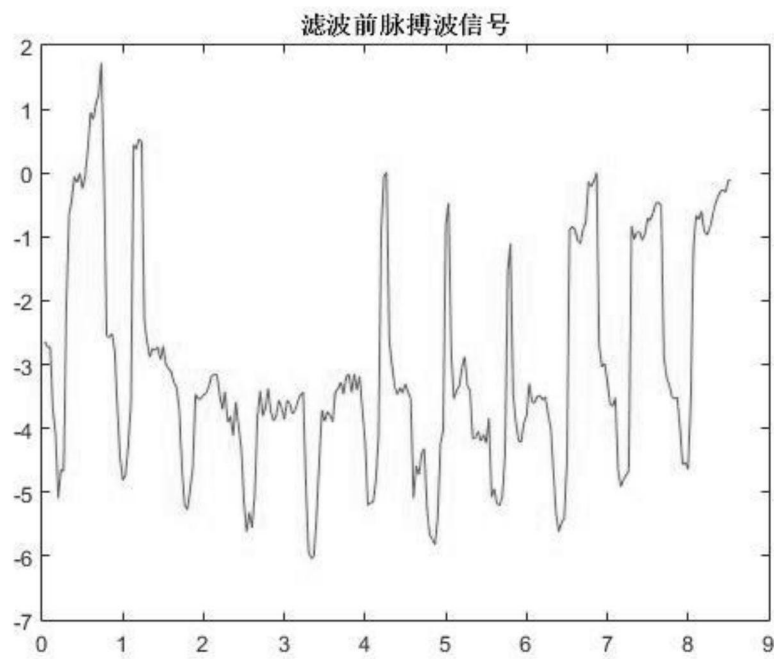


图8 (a)

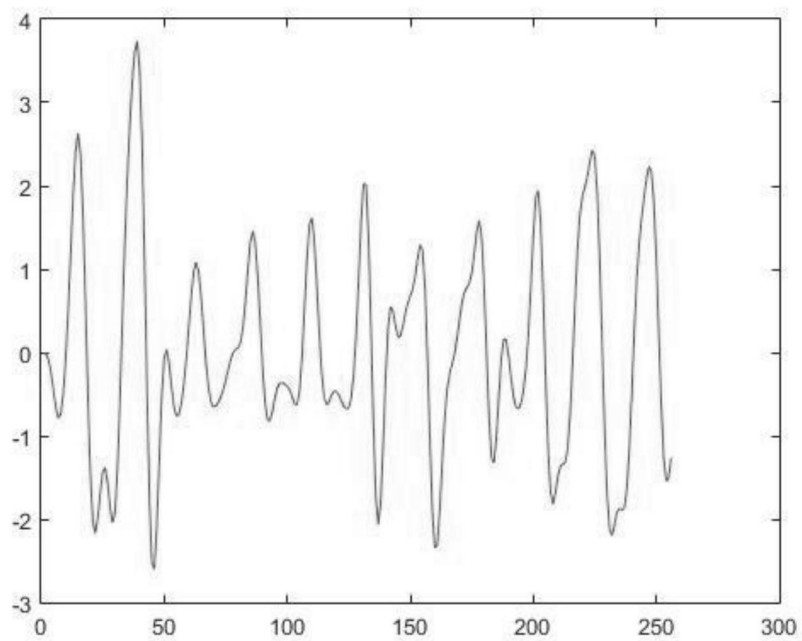


图8 (b)

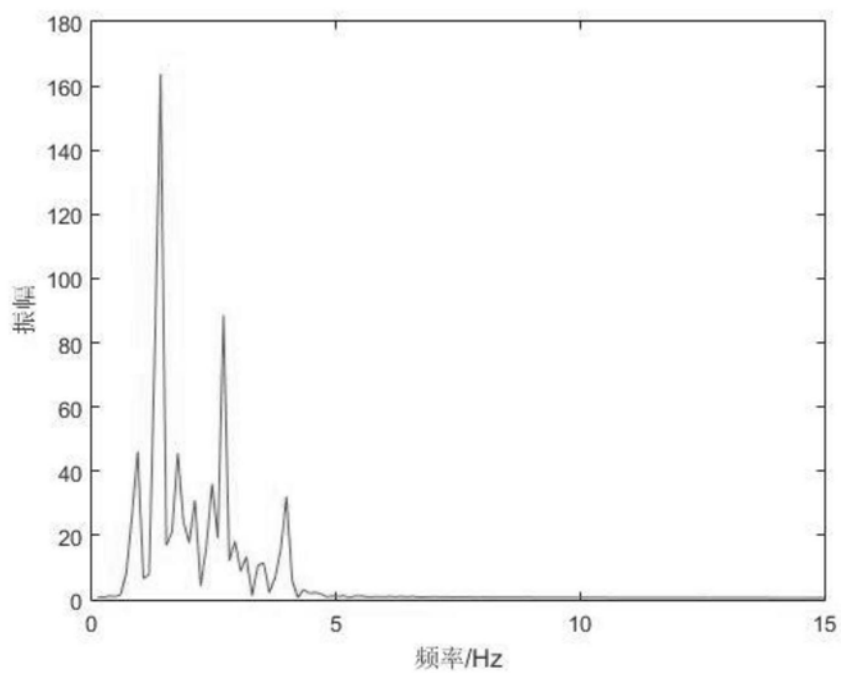


图9



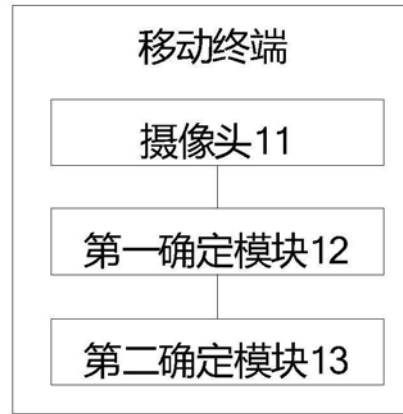


图10

专利名称(译)	一种核辐射探测与心率测量方法及装置		
公开(公告)号	<a href="#">CN109793509A</a>	公开(公告)日	2019-05-24
申请号	CN201910197346.8	申请日	2019-03-15
[标]申请(专利权)人(译)	北京科技大学		
申请(专利权)人(译)	北京科技大学		
当前申请(专利权)人(译)	北京科技大学		
[标]发明人	魏清阳 张朝晖 戴甜甜 鄢章发 胡裕林		
发明人	魏清阳 黄钢琴 张朝晖 戴甜甜 鄢章发 胡裕林		
IPC分类号	A61B5/024 A61B5/00 G01T1/02		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

# 摘要(译)

本发明提供一种核辐射探测与心率测量方法及装置，能够利用移动终端同时实现核辐射探测和心率测量。所述方法包括：在需核辐射监测的环境中，利用手指遮住移动终端摄像头录制视频；利用移动终端对录制的视频进行分帧处理，根据含有核辐射亮斑的图像帧数占录制视频的总帧数的比例，确定所述需核辐射监测环境的辐射剂量率；从视频帧图像中提取出PPG信号，对PPG信号进行功率谱分析，确定所述视频中人体的心率，其中，PPG信号为光电容积脉搏波信号。本发明涉及核辐射探测及生物医学领域。

