



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105476602 B  
(45)授权公告日 2018.11.06

(21)申请号 201510836895.7

(22)申请日 2015.11.25

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 105476602 A

(43)申请公布日 2016.04.13

(73)专利权人 方姝阳  
地址 410083 湖南省长沙市麓山南路932号

(72)发明人 方姝阳

(74)专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限公司 11002  
代理人 李相雨

(51)Int.Cl.  
A61B 5/00(2006.01)

审查员 毛瑞

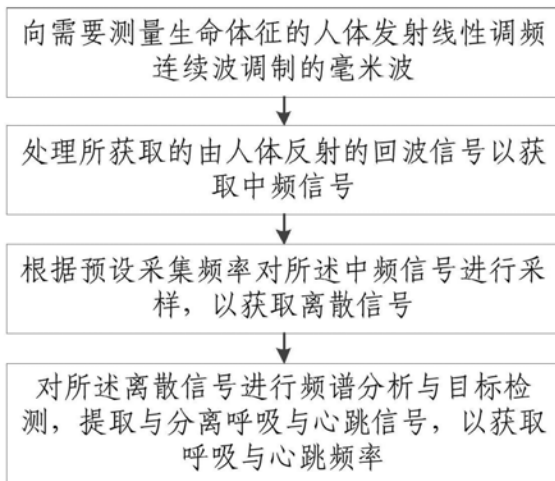
权利要求书3页 说明书7页 附图2页

(54)发明名称

非接触式人体生命体征测量方法及装置

(57)摘要

本发明涉及一种非接触式人体生命体征测量方法及装置。该方法包括：向需要测量生命体征的人体发射线性调频连续波调制的毫米波；处理所获取的由人体反射的回波信号以获取中频信号 $s_1(t)$ ；根据预设采集频率对所述中频信号 $s_1(t)$ 进行采样，以获取离散信号 $s_1(n)$ ；对所述离散信号进行频谱分析与目标检测，提取与分离呼吸与心跳信号，以获取呼吸与心跳频率。该装置基于上文所述的方法实现。本发明可实现人体的呼吸和心跳非接触式的测量和监测，对呼吸与心跳出现异常的情况进行告警，适用于大面积烧伤、精神病患者、婴幼儿等特殊人群进行体征动态监护，也适用于对特殊专业的工作人员进行心理评估。



1. 一种非接触式人体生命体征测量方法,其特征在于,包括:  
向需要测量生命体征的人体发射线性调频连续波调制的毫米波;  
处理所获取的由人体反射的回波信号以获取中频信号 $s_1(t)$ ;  
根据预设采集频率对所述中频信号 $s_1(t)$ 进行采样,以获取离散信号 $s_1(n)$ ;  
对所述离散信号进行频谱分析与目标检测,提取与分离呼吸与心跳信号,以获取呼吸与心跳频率;

其中,所述对所述离散信号进行频谱分析与目标检测,提取与分离呼吸与心跳信号,以获取呼吸与心跳频率的步骤中,包括:

对离散信号 $s_1(n)$ 按照该离散信号的周期进行截断从而形成多组截断信号;并对每一组截断信号中每一点进行傅里叶变换,以获取一维距离像 $S_1(f_n)$ ;  $f_n$ 为信号频域对应的离散频率;

对每一组截断信号中 $N$ 点数据进行排列,形成一行;按照时间顺序取 $M$ 组截断信号依次排成 $M$ 行,以获取 $M \times N$ 数组 $s_2(m, f_n)$ ;其中, $M$ 、 $N$ 为正整数, $m$ 为数组 $s_2(m, f_n)$ 的总行数;

获取 $M \times N$ 数组 $s_2(m, f_n)$ 中第 $i$ 行数据的幅度均值 $\text{mean}(S_2(m, f_n)_i)$ ;其中, $i$ 为正整数;

获取 $M \times N$ 数组中第 $i$ 行第 $j$ 列数据 $s_2(m, f_n)_{ij}$ ;若 $|s_2(m, f_n)_{ij}| > \eta \times \text{mean}(S_2(m, f_n)_i)$ ,则记录该值位置 $(i, j)$ ;其中, $\eta$ 为目标检测门限值, $j$ 为正整数;

设检测目标有 $k$ 个, $k \geq 1$ ,则分别记录位置 $(i_k, j_k)$ ;获取所记录位置 $(i_k, j_k)$ 中列数 $j_k$ 最小的列对应的行 $i_k$ ,计算该行 $i_k$ 的数据个数 $\text{Count}(k)$ ;

若数据个数 $\text{Count}(k)$ 满足 $\text{Count}(k) \geq K_c$ ,则将该位置对应的一列数据 $s_2(m, f_n)_{i_{j_{\min}}}$ 作为后续处理对象;其中, $K_c$ 为计数判断门限,且 $M/2 \leq K_c \leq M$ ;

若数据个数 $\text{Count}(k) < K_c$ ,则寻找下一个所记录的位置 $(i_k, j_k)$ 中 $j_k$ 最小值进行判断,直至找完所有的位置 $(i_k, j_k)$ ;若所有的位置 $(i_k, j_k)$ 都不满足,则该 $M \times N$ 数组 $s_2(m, f_n)$ 的数据无效,并按照时间顺序取 $M$ 组截断信号重新判断。

2. 根据权利要求1所述的非接触式人体生命体征测量方法,其特征在于,所述对所述离散信号进行频谱分析与目标检测,提取与分离呼吸与心跳信号,以获取呼吸与心跳频率的步骤中,包括:

提取第 $j_{\min}$ 列的数据 $s_2(m, f_n)_{i_{j_{\min}}}$ 的每个数据的相位,以获取相位序列 $\text{Phase}(m)$ ;其中, $m$ 为数组 $s_2(m, f_n)$ 的总行数,每一行提取一个相位,总共有 $M$ 个相位;

根据相位序列 $\text{Phase}(m)$ 获取呼吸与心跳信号。

3. 根据权利要求2所述的非接触式人体生命体征测量方法,其特征在于,所述根据相位序列 $\text{Phase}(m)$ 获取呼吸与心跳信号采用以下公式获取呼吸与心跳信号 $\text{Signal}(m)$ :

$$\text{Signal}(m) = \frac{\text{Phase}(m) \times \lambda}{4\pi},$$

其中, $\lambda$ 其为毫米波的波长, $\text{Signal}(m)$ 为呼吸与心跳信号。

4. 根据权利要求3所述的非接触式人体生命体征测量方法,其特征在于,通过以下方法对呼吸与心跳信号进行分离以获取呼吸信号与心跳信号,包括:

获取带通滤波器 $H_1$ 和带通滤波器 $H_2$ ,其中所述带通滤波器 $H_1$ 的通带范围为 $0.1\text{Hz} \sim 0.75\text{Hz}$ ,所述带通滤波器 $H_2$ 的通带范围为 $0.75\text{Hz} \sim 2.5\text{Hz}$ ;

将呼吸与心跳信号 $\text{Signal}(m)$ 通过所述带通滤波器 $H_1$ ,以获取呼吸信号 $\text{Signal}_B(m)$ ;

将呼吸与心跳信号Signal(m)通过所述带通滤波器 $H_2$ ,以获取心跳信号Signal<sub>H</sub>(m)。

5.根据权利要求4所述的非接触式人体生命体征测量方法,其特征在于,通过以下方法估计呼吸频率与心跳频率,包括:

对所述呼吸信号Signal<sub>B</sub>(m)与所述心跳信号Signal<sub>H</sub>(m)进行傅里叶变换;

分别统计变换后的呼吸信号以及心跳信号的频谱的最大值点,从而得到呼吸频率与心跳频率。

6.一种非接触式人体生命体征测量装置,基于权利要求1~5任意一项所述的非接触式人体生命体征测量方法实现,其特征在于,包括:

发射模块,用于向需要测量生命体征的人体发射线性调频连续波调制的毫米波;

接收模块,用于处理所获取的由人体反射的回波信号以获取中频信号 $s_1(t)$ ;

采样模块,用于根据预设采集频率对所述中频信号 $s_1(t)$ 进行采样,以获取离散信号 $s_1(n)$ ;

频率获取模块,用于对所述离散信号进行频谱分析与目标检测,提取与分离呼吸与心跳信号,以获取呼吸与心跳频率。

7.根据权利要求6所述的非接触式人体生命体征测量装置,其特征在于,所述频率获取模块包括:

频谱分析与目标检测单元,用于处理离散信号以获取作为后续处理对象的 $s_2(m, f_n)_{j_{\min}}$ 和相位序列Phase(m);

呼吸与心跳频率获取单元,用于根据上述相位序列Phase(m)获取呼吸与心跳信号,并进行分离获取呼吸频率与心跳频率。

8.根据权利要求7所述的非接触式人体生命体征测量装置,其特征在于,所述频谱分析与目标检测单元用于执行以下步骤:

对离散信号 $s_1(n)$ 按照该离散信号的周期进行截断从而形成多组截断信号;并对每一组截断信号中每一点进行傅里叶变换,以获取一维距离像 $S_1(f_n)$ ;

对每一组截断信号中N点数据进行排列,形成一行;按照时间顺序取M组截断信号依次排成M行,以获取 $M \times N$ 数组 $s_2(m, f_n)$ ;其中,M、N为正整数;

获取 $M \times N$ 数组 $s_2(m, f_n)$ 中第i行数据的幅度均值 $\text{mean}(S_2(m, f_n)_i)$ ;其中,i为正整数;

获取 $M \times N$ 数组中第i行第j列数据 $s_2(m, f_n)_{ij}$ ;若 $|s_2(m, f_n)_{ij}| > \eta \times \text{mean}(S_2(m, f_n)_i)$ ,则记录该值位置(i, j);其中, $\eta$ 为目标检测门限值,j为正整数;设检测目标有k个, $k \geq 1$ ,则分别记录位置 $(i_k, j_k)$ ;

获取所记录的位置 $(i_k, j_k)$ 中列数 $j_k$ 最小的列对应的行 $i_k$ ,计算该行 $i_k$ 的个数Count(k);

若数据个数Count(k)满足 $\text{Count}(k) \geq K_c$ ,则将该位置对应的一列数据 $s_2(m, f_n)_{j_{\min}}$ 作为后续处理对象;其中, $K_c$ 为计数判断门限,且 $M/2 \leq K_c \leq M$ ;

若数据个数 $\text{Count}(k) < K_c$ ,则寻找下一个所记录的位置 $(i_k, j_k)$ 中j最小值进行判断,直至找完所有的位置 $(i_k, j_k)$ ;若所有的位置 $(i_k, j_k)$ 都不满足,则该 $M \times N$ 数组 $s_2(m, f_n)$ 的数据无效,并按照时间顺序取M组截断信号重新判断。

9.根据权利要求8所述的非接触式人体生命体征测量装置,其特征在于,所述呼吸与心跳频率获取单元用于执行以下步骤:

提取第 $j_{k_{\min}}$ 列的数据 $s_2(m, f_n)_{j_{\min}}$ 的每个数据的相位,以获取相位序列Phase(m);其中,

$m$ 为数组 $s_2(m, f_n)$ 的总行数, 每一行提取一个相位, 总共有 $M$ 个相位;  
根据相位序列 $\text{Phase}(m)$ 获取呼吸与心跳信号。

## 非接触式人体生命体征测量方法及装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及非接触式人体生命体征测量技术领域,尤其涉及一种非接触式人体生命体征测量方法及装置。

### 背景技术

[0002] 人体生命体征测量,是指利用某种机械或电子装置检测人体的生理信息,所采集的生理信息经过转换,变成可以表示人体生理活动的电信号或者机械信号。

[0003] 常用的方法是利用电极或者传感器接触人体的探测部位,再经过模拟信号放大、滤波以及信号处理得到人体的生理信号。接触式人体体征测量方法简单、容易实现,且成本较低,但也存在一些缺点:电极或传感器接触人体待测部位,对人体施加一定的刺激,会影响检测结果的准确性;无法用于精神错乱、身体大面积烧伤等较严重患者;传感器对人体的移动很敏感,容易产生测量伪迹,影响测量的真实性;电极或传感器需要精确接触待测部位,否则会影响测量精度;电极或传感器容易从人体脱落,需要增加脱落报警电路。

[0004] 为解决上述技术问题,目前利用远程光电体积描记术(remote photo-plethysmography,RPPG)可以测量例如人体心率和呼吸率的生命体征。其中,RPPG利用反射的周围光来测量皮肤的细微亮度变化;呼吸测量是基于检测视频帧之间的运动和差异测量呼吸情况。然而远程(基于摄像机的)生命体征监控容易受到环境中的改变的影响,特别是周围照明状况的影响。

### 发明内容

[0005] 本发明的其中一个目的在于提供一种非接触式人体生命体征测量方法及装置,以解决现有技术中接触式人体体征测量的固有缺陷和远程视频测量生命体征时容易受到环境影响的技术问题。

[0006] 为实现上述发明目的,第一方面,本发明实施例提供了一种非接触式人体生命体征测量方法,包括:

[0007] 向需要测量生命体征的人体发射线性调频连续波调制的毫米波;

[0008] 处理所获取的由人体反射的回波信号以获取中频信号 $s_1(t)$ ;

[0009] 根据预设采集频率对所述中频信号 $s_1(t)$ 进行采样,以获取离散信号 $s_1(n)$ ;

[0010] 对所述离散信号进行频谱分析与目标检测,提取与分离呼吸与心跳信号,以获取呼吸与心跳频率。

[0011] 可选地,所述对所述离散信号进行频谱分析与目标检测,提取与分离呼吸与心跳信号,以获取呼吸与心跳频率的步骤中,包括:

[0012] 对离散信号 $s_1(n)$ 按照该离散信号的周期进行截断从而形成多组截断信号;并对每一组截断信号中每一点进行傅里叶变换,以获取一维距离像 $S_1(f_n)$ ;

[0013] 对每一组截断信号中 $N$ 点数据进行排列,形成一行;按照时间顺序取 $M$ 组截断信号依次排成 $M$ 行,以获取 $M \times N$ 数组 $s_2(m, f_n)$ ;其中, $M$ 、 $N$ 为正整数, $m$ 为数组 $s_2(m, f_n)$ 的总行数;

[0014] 获取 $M \times N$ 数组 $s_2(m, f_n)$ 中第 $i$ 行数据的幅度均值 $\text{mean}(S_2(m, f_n)_i)$ ;其中, $i$ 为正整数;

[0015] 获取 $M \times N$ 数组中第 $i$ 行第 $j$ 列数据 $s_2(m, f_n)_{ij}$ ;若 $|s_2(m, f_n)_{ij}| > \eta \times \text{mean}(S_2(m, f_n)_i)$ ,则记录该值位置 $(i, j)$ ;其中, $\eta$ 为目标检测门限值, $j$ 为正整数;

[0016] 设检测目标有 $k$ 个, $k \geq 1$ ,则分别记录位置 $(i_k, j_k)$ ;获取所记录位置 $(i_k, j_k)$ 中列数 $j_k$ 最小的列对应的行 $i_k$ ,计算该行 $i_k$ 的个数 $\text{Count}(k)$ ;

[0017] 若数据个数 $\text{Count}(k)$ 满足 $\text{Count}(k) \geq K_c$ ,则将该位置对应的一列数据 $s_2(m, f_n)_{ij_{\min}}$ 作为后续处理对象;其中, $K_c$ 为计数判断门限,且 $M/2 \leq K_c \leq M$ ;

[0018] 若数据个数 $\text{Count}(k) < K_c$ ,则寻找下一个所记录的 $(i_k, j_k)$ 中 $j$ 最小值进行判断,直至找完所有的位置 $(i_k, j_k)$ ;若所有的位置 $(i_k, j_k)$ 都不满足,则该 $M \times N$ 数组 $s_2(m, f_n)$ 的数据无效,并按照时间顺序取 $M$ 组截断信号重新判断。

[0019] 可选地,所述对所述离散信号进行频谱分析与目标检测,提取与分离呼吸与心跳信号,以获取呼吸与心跳频率的步骤中,包括:

[0020] 提取第 $j_{k_{\min}}$ 列的数据 $s_2(m, f_n)_{ij_{\min}}$ 的每个数据的相位,以获取相位序列 $\text{Phase}(m)$ ;其中, $m$ 为数组 $s_2(m, f_n)$ 的总行数,每一行提取一个相位,总共有 $M$ 个相位;

[0021] 根据相位序列 $\text{Phase}(m)$ 获取呼吸与心跳信号。

[0022] 可选地,所述根据相位序列 $\text{Phase}(m)$ 获取呼吸与心跳信号采用以下公式获取呼吸与心跳信号 $\text{Signal}(m)$ :

$$[0023] \quad \text{Signal}(m) = \frac{\text{Phase}(m) \times \lambda}{4\pi},$$

[0024] 其中, $\lambda$ 其为毫米波的波长, $\text{Signal}(m)$ 为呼吸与心跳信号。

[0025] 可选地,通过以下方法对呼吸与心跳信号进行分离以获取呼吸信号与心跳信号,包括:

[0026] 获取带通滤波器 $H_1$ 和带通滤波器 $H_2$ ,其中所述带通滤波器 $H_1$ 的通带范围为 $0.1\text{Hz} \sim 0.75\text{Hz}$ ,所述带通滤波器 $H_2$ 的通带范围为 $0.75\text{Hz} \sim 2.5\text{Hz}$ ;

[0027] 将呼吸与心跳信号 $\text{Signal}(m)$ 通过所述带通滤波器 $H_1$ ,以获取呼吸信号 $\text{Signal}_B(m)$ ;

[0028] 将呼吸与心跳信号 $\text{Signal}(m)$ 通过所述带通滤波器 $H_2$ ,以获取心跳信号 $\text{Signal}_H(m)$ 。

[0029] 可选地,通过以下方法估计呼吸频率与心跳频率,包括:

[0030] 对所述呼吸信号 $\text{Signal}_B(m)$ 与所述心跳信号 $\text{Signal}_H(m)$ 进行傅里叶变换;

[0031] 分别统计变换后的呼吸信号以及心跳信号的频谱的最大值点,从而得到呼吸频率与心跳频率。

[0032] 第二方面,本发明实施例还提供了一种非接触式人体生命体征测量装置,基于上文所述的非接触式人体生命体征测量方法实现,包括:

[0033] 发射模块,用于向需要测量生命体征的人体发射线性调频连续波调制的毫米波;

[0034] 接收模块,用于处理所获取的由人体反射的回波信号以获取中频信号 $s_1(t)$ ;

[0035] 采样模块,用于根据预设采集频率对所述中频信号 $s_1(t)$ 进行采样,以获取离散信号 $s_1(n)$ ;

- [0036] 频率获取模块,用于对所述离散信号进行频谱分析与目标检测,提取与分离呼吸与心跳信号,以获取呼吸与心跳频率。
- [0037] 可选地,所述频率获取模块包括:
- [0038] 频谱分析与目标检测单元,用于处理离散信号以获取作为后续处理对象的 $s_2(m, f_n)_{i_{jmin}}$ 相位序列Phase(m);
- [0039] 呼吸与心跳频率获取单元,用于根据上述相位序列Phase(m)获取呼吸与心跳信号,并进行分离获取呼吸频率与心跳频率。
- [0040] 可选地,所述频谱分析与目标检测单元用于执行以下步骤:
- [0041] 对离散信号 $s_1(n)$ 按照该离散信号的周期进行截断从而形成多组截断信号;并对每一组截断信号中每一点进行傅里叶变换,以获取一维距离像 $S_1(f_n)$ ;
- [0042] 对每一组截断信号中N点数据进行排列,形成一行;按照时间顺序取M组截断信号依次排成M行,以获取 $M \times N$ 数组 $s_2(m, f_n)$ ;其中,M、N为正整数;
- [0043] 获取 $M \times N$ 数组 $s_2(m, f_n)$ 中第i行数据的幅度均值 $\text{mean}(S_2(m, f_n)_i)$ ;其中,i为正整数;
- [0044] 获取 $M \times N$ 数组中第i行第j列数据 $s_2(m, f_n)_{ij}$ ;若 $|s_2(m, f_n)_{ij}| > \eta \times \text{mean}(S_2(m, f_n)_i)$ ,则记录该值位置(i, j);其中, $\eta$ 为目标检测门限值,j为正整数。设检测目标有k个, $k \geq 1$ ,则分别记录位置 $(i_k, j_k)$ ;
- [0045] 获取所记录的位置 $(i_k, j_k)$ 中列数 $j_k$ 最小的列对应的行 $i_k$ ,计算该行 $i_k$ 的数据个数Count(k);
- [0046] 若数据个数Count(k)满足 $\text{Count}(k) \geq K_c$ ,则将该位置对应的一列数据 $s_2(m, f_n)_{i_{jmin}}$ 作为后续处理对象;其中, $K_c$ 为计数判断门限,且 $M/2 \leq K_c \leq M$ ;
- [0047] 若数据个数 $\text{Count}(k) < K_c$ ,则寻找下一个所记录的位置 $(i_k, j_k)$ 中j最小值进行判断,直至找完所有的位置 $(i_k, j_k)$ ;若所有的位置 $(i_k, j_k)$ 都不满足,则该 $M \times N$ 数组 $s_2(m, f_n)$ 的数据无效,并按照时间顺序取M组截断信号重新判断。
- [0048] 可选地,所述呼吸与心跳频率获取单元用于执行以下步骤:
- [0049] 提取第 $j_{kmin}$ 列的数据 $s_2(m, f_n)_{i_{jmin}}$ 的每个数据的相位,以获取相位序列Phase(m);其中,m为数组 $s_2(m, f_n)$ 的总行数,每一行提取一个相位,总共有M个相位;
- [0050] 根据相位序列Phase(m)获取呼吸与心跳信号。
- [0051] 本发明通过采用电磁波照射人体,采集包含人体呼吸与心跳等生理特征信息的回波信号,利用人体微动与回波幅度和相位之间的关系,可以从人体表面微动引起的回波信号变化中提取出呼吸频率、心率等重要的人体生命参数。本发明可实现人体的呼吸和心跳非接触式的测量和监测,对呼吸与心跳出现异常的情况进行告警,适用于大面积烧伤、精神病患者、婴幼儿等特殊人群进行体征动态监护,也适用于对特殊专业的工作人员(如射击运动员)进行心理评估。

## 附图说明

[0052] 通过参考附图会更加清楚的理解本发明的特征和优点,附图是示意性的而不应该理解为对本发明进行任何限制,在附图中:

[0053] 图1是本发明实施例提供的一种非接触式人体生命体征测量方法流程示意图;

[0054] 图2~图3是本发明实施例提供的非接触式人体体征监测装置使用场景示意图;

[0055] 图4是本发明实施例提供的一种非接触式人体生命体征测量装置框图。

### 具体实施方式

[0056] 下面结合附图和实施例,对本发明的具体实施方式作进一步详细描述。以下实施例用于说明本发明,但不用来限制本发明的范围。

[0057] 实施例一

[0058] 本发明实施例提供了一种非接触式人体生命体征测量方法,如图1所示,包括:

[0059] 向需要测量生命体征的人体发射线性调频连续波调制的毫米波;

[0060] 处理所获取的由人体反射的回波信号以获取中频信号 $s_1(t)$ ;

[0061] 根据预设采集频率对所述中频信号 $s_1(t)$ 进行采样,以获取离散信号 $s_1(n)$ ;

[0062] 对所述离散信号进行频谱分析与目标检测,提取与分离呼吸与心跳信号,以获取呼吸与心跳频率。

[0063] 本发明通过采用电磁波照射人体,采集包含人体呼吸与心跳等生理特征信息的回波信号,利用人体微动与回波幅度和相位之间的关系,可以从人体表面微动引起的回波信号变化中提取出呼吸频率、心率等重要的人体生命参数。本发明可实现人体的呼吸和心跳非接触式的测量和监测,对呼吸与心跳出现异常的情况进行告警,适用于大面积烧伤、精神病患者、婴幼儿等特殊人群进行体征动态监护,也适用于对特殊专业的工作人员(如射击运动员)进行心理评估。

[0064] 下面以某一种毫米波雷达为例,对本发明实施例提供的方法作进一步的详细说明。

[0065] 首先,如图2与图3所示,调节毫米波雷达的天线,使该天线主瓣照射到人体上半身,并向其发射线性调频连续波调制的毫米波。该毫米波雷达的天线方向图主瓣-3dB水平方向角度 $\theta$ 满足: $16^\circ \leq \theta \leq 22^\circ$ ,优选的设计 $\theta$ 为20度,垂直方向角度 $\varphi$ 满足: $6^\circ \leq \varphi \leq 10^\circ$ ,优选的设计 $\varphi$ 为8度,作用距离3~5米,其余参数可参考InnoSenT公司24G毫米波雷达前端的同类产品。

[0066] 实际应用中,该毫米波雷达采用24G频段或者76G频段的线性调频连续波,周期 $T$ 满足 $0.01s \leq T \leq 0.04s$ 。较优地,该毫米波的周期 $T$ 设为 $T=0.02s$ ,信号带宽 $B$ 满足 $150MHz \leq B \leq 250MHz$ 。较优地,该毫米波的带宽 $B$ 设为 $B=200MHz$ 。当毫米波照射到人体后,被人体生命活动(呼吸、心跳)引起的体表微动所调制,使得经由人体反射的回波信号中的某些参数(频率、相位)发生改变,从而回波信号中包含人体生命体征信号。

[0067] 其次,毫米波雷达接收由人体反射的回波信号,对该回波信号进行处理,包括:该回波信号进行混频去斜,具体混频去斜方法采用现有技术即可实现,在此不再详述。然后采用频率范围为0.1~2.5Hz的带通滤波器进行滤波。最后通过放大器对回波信号进行放大,得到中频信号 $s_1(t)$ 。

[0068] 再次,毫米波雷达继续对该中频信号 $s_1(t)$ 进行处理:根据预设采集频率 $f_s$ 对该中频信号 $s_1(t)$ 进行采样获取离散信号 $s_1(n)$ 。该预设采集频率 $f_s$ 满足 $50kHz \leq f_s \leq 250kHz$ 。较优地,本发明实施例中,该预设采集频率 $f_s$ 采用 $f_s=100kHz$ 。需要注意的是,为保证每个周期内的采样点数为固定的整数,以利于后续处理,本发明实施例中,周期 $T$ 和预设采集频率 $f_s$

需要联合设计： $T \times f_s = N$ 为整数，且 $1000 \leq N \leq 2000$ 。

[0069] 最后，对离散信号 $s_1(n)$ 进行频谱分析与目标检测，提取与分离呼吸与心跳信号，以获取呼吸与心跳频率。具体步骤包括：

[0070] (1) 对离散信号 $s_1(n)$ 进行频谱分析与目标检测。

[0071] 将离散信号 $s_1(n)$ 进行按照周期进行截断。每个周期中，离散信号 $s_1(n)$ 包括 $N$ 个点，对于每个点的数据进行傅里叶变换(FFT)，得到频谱分析后的目标一维距离像 $S_1(f_n)$ ，如式(1)所示：

$$[0072] \quad S_1(f_n) = \text{FFT}_N(s_1(n)) \quad (1)$$

[0073] 式(1)中， $f_n$ 为信号频域对应的离散频率， $N$ 为每个周期的采样点个数； $n$ 表示对第 $n$ 个点，且 $0 < n \leq N$ 的整数。

[0074] 将每个周期内的 $N$ 个点的一维距离像 $S_1(f_n)$ 排成一行。按照时间顺序取 $M$ 组截断信号依次排成 $M$ 行，从而可以获得一个 $M \times N$ 数组 $s_2(m, f_n)$ ；其中， $M, N$ 为正整数。

[0075] 检测目标所在距离单元：设数组 $s_2(m, f_n)$ 第 $i$ 行数据为 $S_2(m, f_n)_i$ ，求出 $S_2(m, f_n)_i$ 的幅度均值为 $\text{mean}(S_2(m, f_n)_i)$ ；设 $S_2(m, f_n)_i$ 的第 $j$ 列数据为 $S_2(m, f_n)_{ij}$ 。若 $S_2(m, f_n)_{ij}$ 的幅值满足 $|s_2(m, f_n)_{ij}| > \eta \times \text{mean}(S_2(m, f_n)_i)$ ，则记录该数据的位置 $(i, j)$ 。其中， $\eta$ 为目标检测门限值，一般情况下 $3 \leq \eta \leq 5$ 。较优地，本发明实施例中 $\eta = 4$ 。设检测目标有 $k$ 个， $k \geq 1$ ，则分别记录位置 $(i_k, j_k)$ 。

[0076] 选取检测出目标的位置 $(i_k, j_k)$ 中列数 $j_k$ 最小的列所对应的行 $i_k$ ，记录为位置 $(i_k, j_{k\min})$ 。计算出该行 $i_k$ 的数据个数 $\text{Count}(k)$ ；若数据个数 $\text{Count}(k)$ 满足 $\text{Count}(k) \geq K_c$ ，则将该位置对应的一列数据 $s_2(m, f_n)_{i_{j\min}}$ 作为后续处理对象；其中， $K_c$ 为计数判断门限，且 $M/2 \leq K_c \leq M$ ，较优地，本发明实施例中 $K_c = 3M/4$ 。

[0077] 若数据个数 $\text{Count}(k) < K_c$ ，则寻找下一个所记录的位置 $(i_k, j_k)$ 中列数 $j_k$ 中列数最小值进行判断，直至找完所有的位置 $(i_k, j_k)$ ；若所有的位置 $(i_k, j_k)$ 都不满足，则该 $M \times N$ 数组 $s_2(m, f_n)$ 的数据无效，并按照时间顺序取 $M$ 组截断信号重新判断。

[0078] (2) 提取与分离呼吸与心跳信号。

[0079] 提取第 $j_{k\min}$ 列的数据 $s_2(m, f_n)_{i_{j\min}}$ 的每个数据的相位，形成一个序列，设为相位序列 $\text{Phase}(m)$ ，并通过式(2)计算呼吸与心跳信号：

$$[0080] \quad \text{Signal}(m) = \frac{\text{Phase}(m) \times \lambda}{4\pi} \quad (2)$$

[0081] 其中， $\lambda$ 为毫米波的波长， $\text{Signal}(m)$ 为呼吸与心跳信号。

[0082] (3) 呼吸信号与心跳信号分离。

[0083] 获取带通滤波器 $H_1$ 和带通滤波器 $H_2$ ，其中所述带通滤波器 $H_1$ 的通带范围为 $0.1\text{Hz} \sim 0.75\text{Hz}$ ，所述带通滤波器 $H_2$ 的通带范围为 $0.75\text{Hz} \sim 2.5\text{Hz}$ ；

[0084] 将呼吸与心跳信号 $\text{Signal}(m)$ 通过所述带通滤波器 $H_1$ ，以获取呼吸信号 $\text{Signal}_B(m)$ ；

[0085] 将呼吸与心跳信号 $\text{Signal}(m)$ 通过所述带通滤波器 $H_2$ ，以获取心跳信号 $\text{Signal}_H(m)$ 。

[0086] (4) 呼吸频率与心跳频率的估计。

[0087] 对所述呼吸信号 $\text{Signal}_B(m)$ 与所述心跳信号 $\text{Signal}_H(m)$ 进行傅里叶变换；

[0088] 分别统计变换后的呼吸信号以及心跳信号的频谱的最大值点,从而得到呼吸频率与心跳频率。

[0089] 另外,本发明提供的方法还包括异常报警。在测量对象的呼吸频率 $f_B(t)$ 与心跳频率 $f_H(t)$ 超出正常范围的时候发出蜂鸣告警声音。

[0090] 实施例二

[0091] 本发明实施例还提供了一种非接触式人体生命体征测量装置,基于上文所述的非接触式人体生命体征测量方法实现,包括:

[0092] 发射模块,用于向需要测量生命体征的人体发射线性调频连续波调制的毫米波;

[0093] 接收模块,用于处理所获取的由人体反射的回波信号以获取中频信号 $s_1(t)$ ;

[0094] 采样模块,用于根据预设采集频率对所述中频信号 $s_1(t)$ 进行采样,以获取离散信号 $s_1(n)$ ;

[0095] 频率获取模块,用于对所述离散信号进行频谱分析与目标检测,提取与分离呼吸与心跳信号,以获取呼吸与心跳频率。

[0096] 可选地,所述频率获取模块包括:

[0097] 频谱分析与目标检测单元,用于处理离散信号以获取作为后续处理对象的 $s_2(m, f_n)_{i_{jmin}}$ 和相位序列Phase(m);

[0098] 呼吸与心跳频率获取单元,用于根据上述相位序列Phase(m)获取呼吸与心跳信号,进行分离并获取呼吸频率与心跳频率。。

[0099] 可选地,所述频谱分析与目标检测单元用于执行以下步骤:

[0100] 对离散信号 $s_1(n)$ 按照该离散信号的周期进行截断从而形成多组截断信号;并对每一组截断信号中每一点进行傅里叶变换,以获取一维距离像 $S_1(f_n)$ ;

[0101] 对每一组截断信号中N点数据进行排列,形成一行;按照时间顺序取M组截断信号依次排成M行,以获取 $M \times N$ 数组 $s_2(m, f_n)$ ;其中,M、N为正整数;

[0102] 获取 $M \times N$ 数组 $s_2(m, f_n)$ 中第i行数据的幅度均值 $\text{mean}(S_2(m, f_n)_i)$ ;其中,i为正整数;

[0103] 获取 $M \times N$ 数组中第i行第j列数据 $s_2(m, f_n)_{ij}$ ;若 $|s_2(m, f_n)_{ij}| > \eta \times \text{mean}(S_2(m, f_n)_i)$ ,则记录该值位置(i,j);其中, $\eta$ 为目标检测门限值,j为正整数;

[0104] 设检测目标有k个, $k \geq 1$ ,则分别记录位置 $(i_k, j_k)$ ;获取所记录的位置 $(i_k, j_k)$ 中列数 $j_k$ 最小的列对应的行 $i_k$ ,计算该行 $i_k$ 的数据个数Count(k);

[0105] 若数据个数Count(k)满足 $\text{Count}(k) \geq K_c$ ,则将该位置对应的一列数据 $s_2(m, f_n)_{i_{jmin}}$ 作为后续处理对象;其中, $K_c$ 为计数判断门限,且 $M/2 \leq K_c \leq M$ ;

[0106] 若数据个数 $\text{Count}(k) < K_c$ ,则寻找下一个所记录的位置 $(i_k, j_k)$ 中 $j_k$ 最小值进行判断,直至找完所有的位置 $(i_k, j_k)$ ;若所有的位置 $(i_k, j_k)$ 都不满足,则该 $M \times N$ 数组 $s_2(m, f_n)$ 的数据无效,并按照时间顺序取M组截断信号重新判断。

[0107] 可选地,所述呼吸与心跳频率获取单元用于执行以下步骤:

[0108] 提取第 $j_{kmin}$ 列的数据 $s_2(m, f_n)_{i_{jmin}}$ 的每个数据的相位,以获取相位序列Phase(m);其中,m为数组 $s_2(m, f_n)$ 的总行数,每一行提取一个相位,总共有M个相位;

[0109] 根据相位序列Phase(m)获取呼吸与心跳信号。

[0110] 本发明提供的非接触式人体生命体征测量装置基于上文所述的非接触式人体生

命体征测量方法实现,因而可以解决同样的技术问题,并取得相同的技术效果,在此不再一一赘述。

[0111] 综上所述,本发明实施例提供的非接触式人体生命体征测量方法及装置,通过采用电磁波照射人体,采集包含人体呼吸与心跳等生理特征信息的回波信号,利用人体微动与回波幅度和相位之间的关系,可以从人体表面微动引起的回波信号变化中提取出呼吸频率、心率等重要的人体生命参数。从而可以实现无接触地监测人体的呼吸频率和心跳,可以在待测对象无任何反应的情况下测得心跳参数,适用于大面积烧伤、精神病患者、婴幼儿等特殊人群进行体征动态监护,也适用于对特殊专业的工作人员(如射击运动员)进行心理评估。

[0112] 虽然结合附图描述了本发明的实施方式,但是本领域技术人员可以在不脱离本发明的精神和范围的情况下做出各种修改和变型,这样的修改和变型均落入由所附权利要求所限定的范围之内。

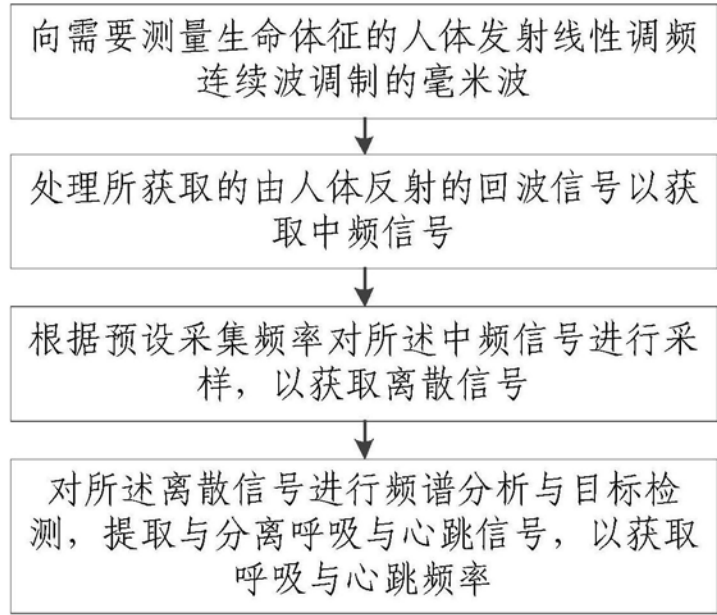


图1

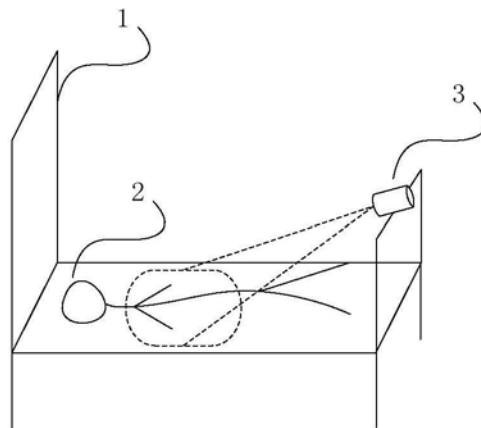


图2

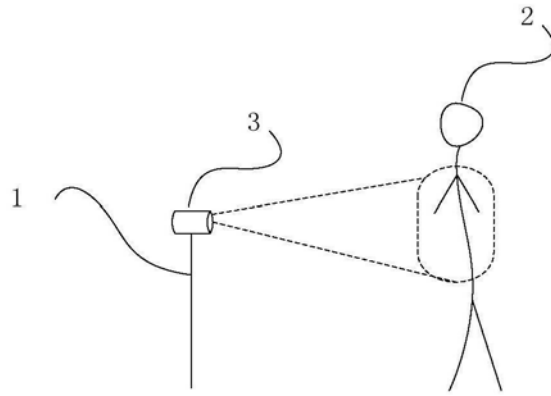


图3

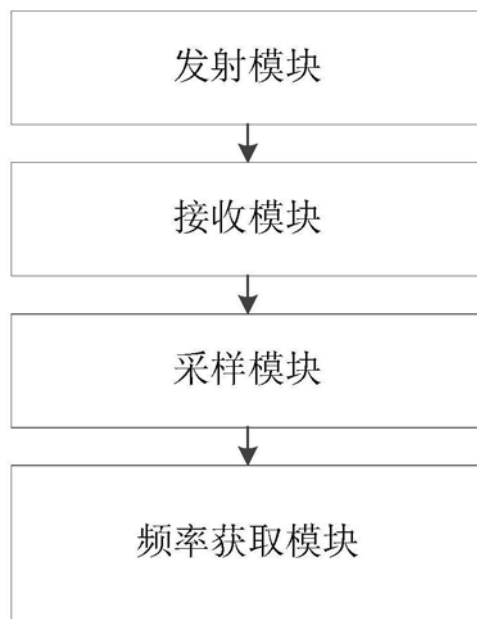


图4

专利名称(译)	非接触式人体生命体征测量方法及装置		
公开(公告)号	<a href="#">CN105476602B</a>	公开(公告)日	2018-11-06
申请号	CN201510836895.7	申请日	2015-11-25
[标]申请(专利权)人(译)	方姝阳		
申请(专利权)人(译)	方姝阳		
当前申请(专利权)人(译)	方姝阳		
[标]发明人	方姝阳		
发明人	方姝阳		
IPC分类号	A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/7228		
代理人(译)	李相雨		
审查员(译)	毛瑞		
其他公开文献	CN105476602A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明涉及一种非接触式人体生命体征测量方法及装置。该方法包括：向需要测量生命体征的人体发射线性调频连续波调制的毫米波；处理所获取的由人体反射的回波信号以获取中频信号 $s_1(t)$ ；根据预设采集频率对所述中频信号 $s_1(t)$ 进行采样，以获取离散信号 $s_1(n)$ ；对所述离散信号进行频谱分析与目标检测，提取与分离呼吸与心跳信号，以获取呼吸与心跳频率。该装置基于上文所述的方法实现。本发明可实现人体的呼吸和心跳非接触式的测量和监测，对呼吸与心跳出现异常的情况进行告警，适用于大面积烧伤、精神病患者、婴幼儿等特殊人群进行体征动态监护，也适用于对特殊专业的工作人员进行心理评估。

