



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107260173 B

(45)授权公告日 2019.05.10

(21)申请号 201710519852.5

A61B 5/00(2006.01)

(22)申请日 2017.06.30

G06K 9/00(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

G06K 9/46(2006.01)

申请公布号 CN 107260173 A

G06K 9/48(2006.01)

(43)申请公布日 2017.10.20

(56)对比文件

(73)专利权人 大连理工大学

JP 2015229101 A,2015.12.21,

地址 116024 辽宁省大连市甘井子区凌工
路2号

US 2014142435 A1,2014.05.22,

US 2016015277 A1,2016.01.21,

(72)发明人 邱天爽 张家成 马济通 刘诚
徐一平 吕丽明

CN 103824057 A,2014.05.28,

CN 105283128 A,2016.01.27,

审查员 廖怡芳

(74)专利代理机构 大连理工大学专利中心

21200

代理人 李晓亮 潘迅

(51)Int.Cl.

A61B 5/08(2006.01)

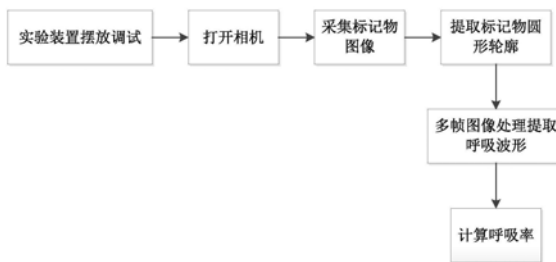
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54)发明名称

一种基于摄像头与球状标记物的呼吸测量方法

(57)摘要

本发明提供一种基于摄像头与球状标记物的呼吸测量方法,球状标记物附着在人体胸腹部,利用摄像头采集标记物的图像,标记物与摄像机之间的距离变化会引起标记物在摄像机内的成像大小发生变化,通过提取标记物的成像区域轮廓半径并记录连续图像内区域轮廓半径的大小变化即可反应人体的呼吸运动,跟踪人体的呼吸运动模式和计算呼吸频率。本发明通过简单的球状标记物和摄像头实现了呼吸模式的跟踪与呼吸频率的计算,避免昂贵的传感器连接及其给人体带来的不适感,此外也避免其他图像测量呼吸算法中复杂的跟踪与计算算法,有助于日常生活中进行呼吸频率的测量与呼吸模式的跟踪。



1. 一种基于摄像头与球状标记物的呼吸测量方法,其特征在于以下步骤:

第一步,采集球状标记物图像

1.1) 将球状标记物贴附在人体胸腹部;

1.2) 调整摄像头位置,保证球状标记物位于成像区域内;

1.3) 打开摄像头,开始采集图像,采集时间为1分钟;

第二步,求解该图像中球状标记物的圆形区域的半径

2.1) 利用球状标记物的颜色特征,通过图像中R,G,B颜色通道的差值进行球状标记物的区域提取,得到图像中球状标记物的圆形区域;圆形区域的提取公式如下:

$$R-G > \text{threshold} \& R-B > \text{threshold}$$

其中,R,G,B为彩色图像的三种颜色通道;threshold为根据相机分辨率,光照条件所定义的阈值;

提取该圆形区域的轮廓,获得圆形区域轮廓点集坐标 (X_i, Y_i) , $i \in (1, 2, 3 \dots N)$, 其中,X为点在图像内的横坐标,Y为点在图像内的纵坐标,N为圆形区域轮廓点集内点的数量;

2.2) 利用最小二乘法对提取到的圆形区域轮廓进行圆形拟合,计算得到该圆形区域的半径;

第三步,通过连续多帧图像处理获得呼吸波形,利用傅里叶变换计算呼吸频率

3.1) 对连续多帧图像进行第二步所述的处理,获得随时间连续变化的圆形区域半径波形,且该随时间变化的圆形区域半径波形代表人体呼吸波形;

3.2) 对步骤3.1)中获得的呼吸波形进行傅里叶变换,得到相应的呼吸频谱,其中,频谱图中的最高峰即代表受试者在该段时间内的呼吸频率。

2. 根据权利要求1所述的一种基于摄像头与球状标记物的呼吸测量方法,其特征在于,所述的步骤2.2)得到圆形区域的半径的步骤为:

采用最小二乘法拟合的圆形曲线为:

$$R^2 = (x-A)^2 + (y-B)^2$$

其中, (x, y) 代表圆形上的点坐标;R代表圆形半径; (A, B) 代表圆心坐标;

令 $a = -2A, b = -2B, c = A^2 + B^2 - R^2$ 则圆形曲线方程的另一个形式为:

$$x^2 + y^2 + ax + by + c = 0$$

将A,B,R的求解问题转换为求解:参数a,b,c:

$$A = -a/2, B = -b/2, R = \sqrt{a^2 + b^2 - 4c} / 2$$

通过步骤2.1)获取到的圆形区域轮廓点集 (X_i, Y_i) , $i \in (1, 2, 3 \dots N)$ 中点到圆心的距离为 d_i :

$$d_i^2 = (X_i - A)^2 + (Y_i - B)^2$$

其与圆半径平方 R^2 的差为:

$$\delta_i = d_i^2 - R^2 = (X_i - A)^2 + (Y_i - B)^2 - R^2 = X_i^2 + Y_i^2 + aX_i + bY_i + c$$

令 $Q(a, b, c) = \sum \delta_i^2 = \sum (X_i^2 + Y_i^2 + aX_i + bY_i + c)^2$ 最小作为判定条件,采用最小二乘法求解得到a,b,c,进而得到圆形区域的半径R。

一种基于摄像头与球状标记物的呼吸测量方法

技术领域

[0001] 本发明涉及生理信号监测与分析技术领域,涉及到人体呼吸信号的模式检测与呼吸率测量,特别涉及到利用球状标记物与摄像头进行呼吸模式追踪与呼吸率测量的方法。

背景技术

[0002] 针对呼吸信号的监测与测量,主要利用相应的阻抗传感器,温度传感器与人体直接连接,测量人体呼吸的气流温度、流速及身体的运动,往往需要复杂的连接与使用,并会给人体带来一定不适感。针对这些问题,产生了一种基于彩色摄像头的呼吸测量方法,其中 Stefan Wiesner通过测量附着在人体腹部的多个块状标记物在彩色图像中色彩饱和度变化的方法测量呼吸,然而此方法只适用于卧姿,并且需要多个标记物辅助测量。Zhang和 Shao分别利用不同的方法计算彩色图像中人体的细微运动变化从而测量呼吸,然而这两种方法需要复杂的计算与区域跟踪算法和昂贵的CCD相机,此外对于人体的细微运动十分敏感,容易产生较大的误差。

发明内容

[0003] 本发明的主要目的是为了解决现有技术问题,提供一种利用摄像头和球状标记物进行呼吸测量的方法。

[0004] 本发明的技术方案为:

[0005] 一种基于摄像头与球状标记物的呼吸测量方法,包括以下步骤:

[0006] 第一步,采集球状标记物图像

[0007] 1.1) 由于呼吸运动时人体的胸腹部运动变化最为明显,将球状标记物用双面胶附着在人体胸腹部。

[0008] 1.2) 调整摄像头位置,保证球状标记物位于成像区域内。

[0009] 1.3) 打开摄像头,开始采集图像,采集时间为1分钟;

[0010] 第二步,求解该图像中球状标记物的圆形区域的半径

[0011] 2.1) 利用球状标记物的颜色特征,通过图像中R,G,B颜色通道的差值进行标记物的区域提取,提取得到图像中球状标记物的圆形区域;圆形区域的提取公式如下:

[0012] $R-G > \text{threshold} \& R-B > \text{threshold}$

[0013] 其中,R,G,B为彩色图像的三种颜色通道;threshold为根据相机分辨率,实验光照条件所定义的阈值。

[0014] 随后提取该圆形区域的轮廓获得圆形区域轮廓点集的坐标 (X_i, Y_i) , $i \in (1, 2, 3 \dots N)$,其中,X为点在图像内的横坐标,Y为点在图像内的纵坐标,N为圆形区域轮廓点集内点的数量。

[0015] 2.2) 利用最小二乘法对提取到的圆形区域轮廓进行圆形拟合,计算该圆形区域的半径。采用最小二乘法拟合的圆形曲线为:

[0016] $R^2 = (x-A)^2 + (y-B)^2$

[0017] 其中, (x, y) 代表圆形上的点坐标; R 代表圆形半径; (A, B) 代表圆心坐标。

[0018] 令 $a = -2A, b = -2B, c = A^2 + B^2 - R^2$ 则圆形曲线方程的另一个形式为:

$$[0019] \quad x^2 + y^2 + ax + by + c = 0$$

[0020] 将 A, B, R 的求解问题转换为求解: 参数 a, b, c :

$$[0021] \quad A = -a/2, B = -b/2, R = \sqrt{a^2 + b^2 - 4c} / 2$$

[0022] 通过步骤2.1) 获取到的圆形区域轮廓点集 (X_i, Y_i) , 则样本集

[0023] $(X_i, Y_i), i \in (1, 2, 3 \dots N)$ 中点到圆心的距离为 d_i :

$$[0024] \quad d_i^2 = (X_i - A)^2 + (Y_i - B)^2$$

[0025] 其与圆半径平方 R^2 的差为:

$$[0026] \quad \delta_i = d_i^2 - R^2 = (X_i - A)^2 + (Y_i - B)^2 - R^2 = X_i^2 + Y_i^2 + aX_i + bY_i + c$$

[0027] 令 $Q(a, b, c) = \sum \delta_i^2 = \sum (X_i^2 + Y_i^2 + aX_i + bY_i + c)^2$ 最小作为判定条件, 采用最小二乘法即可求解出 a, b, c , 从而求解得到圆形区域的半径 R 。

[0028] 第三步, 通过连续多帧图像处理获得呼吸波形, 利用傅里叶变换计算呼吸频率

[0029] 3.1) 对连续多帧图像进行第二步所述的处理, 获得随时间连续变化的圆形区域半径波形; 人体呼吸运动能够改变球状标记物与相机之间的距离, 根据相机成像原理, 由于物体与相机间距离的改变, 物体在相机中的成像大小也会随之改变, 距离越近, 成像区域越大, 距离越远, 成像区域越小, 因此人体呼吸运动变化反映彩色图像中球状标记物的区域大小, 两者具有相同的周期性, 因而随时间变化的圆形区域半径波形即可代表人体的呼吸波形。

[0030] 3.2) 对步骤3.1) 中获得的呼吸波形进行傅里叶变换, 得到相应的呼吸频谱, 其中, 频谱图中的最高峰即代表受试者在该段时间内的呼吸频率。

[0031] 本发明的有益效果为: 本发明通过提取球状标记物在彩色图像中的圆形区域轮廓, 并利用拟合算法求出该轮廓的半径, 通过记录连续图像中轮廓半径的变化即可反应人体的呼吸模式并进行呼吸频率的计算。本发明可以实现远程, 低成本的人体呼吸测量, 通过简单的区域轮廓提取避免了复杂的传感器连接与人体运动跟踪算法即可显示人体呼吸波形, 从而有助于日常生活中的方便使用。

附图说明

[0032] 图1是本发明的呼吸测量与检测的系统框图;

[0033] 图2是图像中提取到的球状标记物区域轮廓;

[0034] 图3(a) 是提取到的呼吸模式波形;

[0035] 图3(b) 是提取到的受试者正常呼吸波形;

[0036] 图4是呼吸波形的频谱图。

具体实施方式

[0037] 为使本发明实施的目的、技术方案和优点更加清晰, 以下结合本发明的技术方案和附图作进一步详细描述:

[0038] 利用球状标记物及摄像头测量呼吸的方法,其系统总体框图如图1所示。该方法可分为三个环节,分别为采集球状标记物图像、提取图像中球状标记物圆形区域轮廓半径与建立呼吸测量模型。具体步骤如下:

[0039] 步骤A.采集球状标记物的图像主要包含如下步骤:

[0040] A1.由于人体呼吸运动时胸腹部的运动最为明显,测量时将球状标记物用双面胶附着在人体的胸部或腹部,受试者可以呈现坐姿和卧姿。

[0041] A2.利用电脑端程序打开摄像头,根据电脑中的图像调整摄像头的位置,保证其位于球状标记物前方,并能采集到完整的球状标记物区域。

[0042] A3.利用电脑端编写的程序打开摄像头并采集相应的图像存储到电脑中,图像采集的频率为25Hz,采集到的图像分辨率为 640×480 ,采集时间为1分钟。

[0043] 步骤B.提取球状标记物的圆形区域轮廓,利用最小二乘法拟合进行圆形区域半径计算。所述步骤B具体包括如下步骤:

[0044] B1.利用球状标记物的颜色特征,通过图像R,G,B颜色通道的差值进行区域提取,基本公式如下:

[0045] $R-G > \text{threshold} \& R-B > \text{threshold}$

[0046] 其中,R,G,B分别为彩色图像的三种颜色通道,threshold为根据相机分辨率,实验光照条件所定义的阈值,本次实验设置为50,随后对提取到的区域进行相应的膨胀腐蚀操作,从而保证区域选择的正确性,最终提取到的区域轮廓如图2所示,随后提取圆形区域轮廓点集的坐标 (X_i, Y_i) , $i \in (1, 2, 3 \dots N)$,其中,X为点在图像内的横坐标,Y为点在图像内的纵坐标,N为区域圆形区域轮廓点集的数量。

[0047] B2.利用最小二乘法进行圆形拟合,并求解相应的圆形区域半径。最小二乘法拟合的圆形曲线为:

[0048] $R^2 = (x-A)^2 + (y-B)^2$

[0049] 其中 (x, y) 代表圆形上的点坐标,R代表圆形半径, (A, B) 代表圆心坐标,令 $a = -2A$, $b = -2B$, $c = A^2 + B^2 - R^2$ 则可以得到圆形曲线方程的另一个形式:

[0050] $x^2 + y^2 + ax + by + c = 0$

[0051] 只要求出参数a,b,c就可以求出相应的A,B,R:

[0052] $A = -a/2, B = -b/2, R = \sqrt{a^2 + b^2 - 4c} / 2$

[0053] 通过步骤B1获取到的圆形区域轮廓点集 (X_i, Y_i) ,则样本集

[0054] (X_i, Y_i) , $i \in (1, 2, 3 \dots N)$ 中点到圆心的距离为 d_i :

[0055] $d_i^2 = (X_i - A)^2 + (Y_i - B)^2$

[0056] 其与圆半径平方 R^2 的差为:

[0057] $\delta_i = d_i^2 - R^2 = (X_i - A)^2 + (Y_i - B)^2 - R^2 = X_i^2 + Y_i^2 + aX_i + bY_i + c$

[0058] 令 $Q(a, b, c) = \sum \delta_i^2 = \sum (X_i^2 + Y_i^2 + aX_i + bY_i + c)^2$ 最小作为判定条件,采用最小二乘法即可求解出a,b,c,从而求解得到圆形区域的半径R。

[0059] 步骤C.通过多帧图像处理获得呼吸波形,利用傅里叶变换计算呼吸频率。

[0060] 步骤C具体包括:

[0061] C1.对多帧图像进行步骤B的处理得到连续变化的轮廓区域半径如图3(a),图3(b)所示,其中横轴代表时间,纵轴代表区域半径大小,根据摄像头成像原理可知该区域半径的变化波形即可反应人体的呼吸波形,图3(a)为人体进行不同呼吸状态时的呼吸波形,可以看出很好的反应出人体的呼吸模式,包括正常呼吸,快速呼吸,深度呼吸,屏住呼吸,图3(b)显示人体正常呼吸的波形。

[0062] C2.对图3(b)提取到的呼吸波形作傅里叶变换,得到呼吸波形的频谱如图4所示,频谱的最大峰值为0.21Hz,代表人体的呼吸频率为 $0.35 \times 60 = 21$ 次每分钟。

[0063] 以上所述,仅为本发明较佳的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,根据本发明的技术方案及其发明构思加以等同替换或改变,都应涵盖在本发明的保护范围之内。

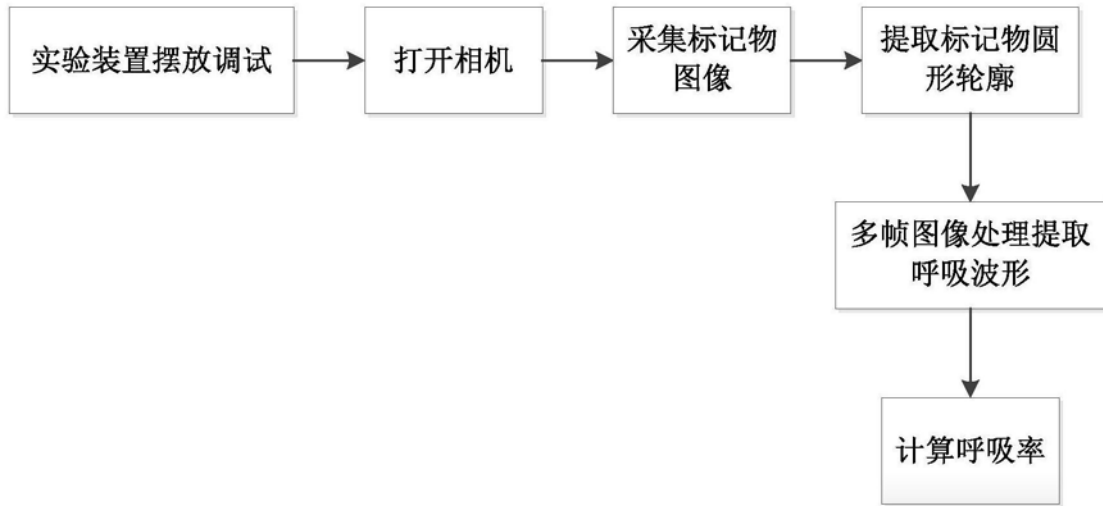


图1

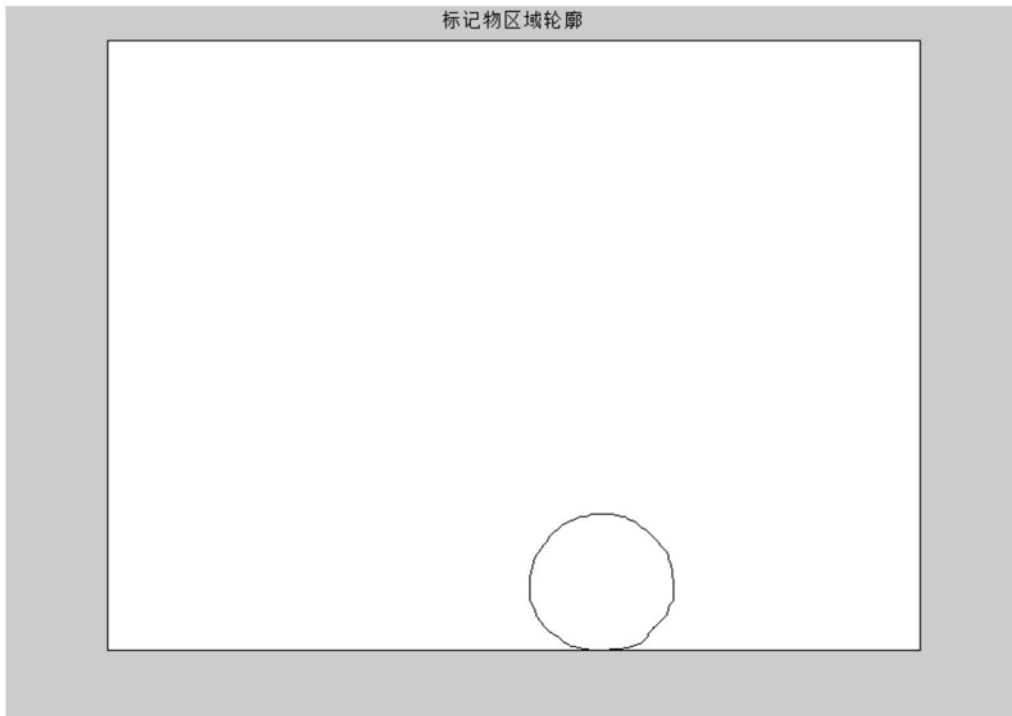


图2

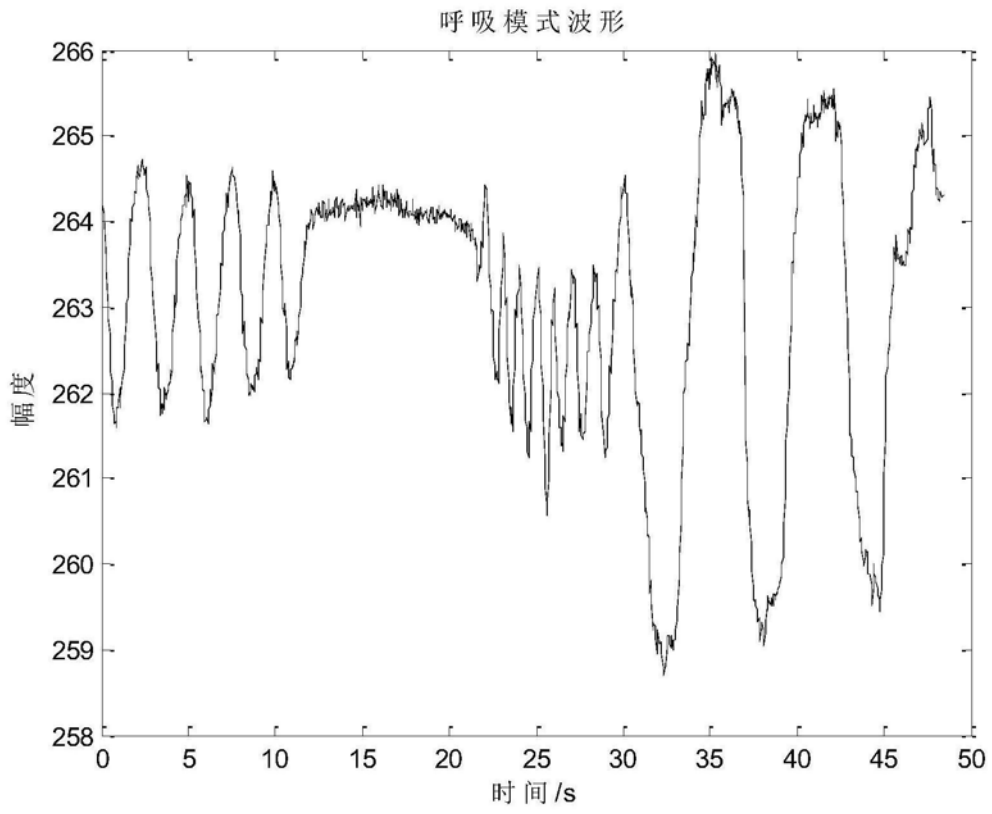


图3(a)

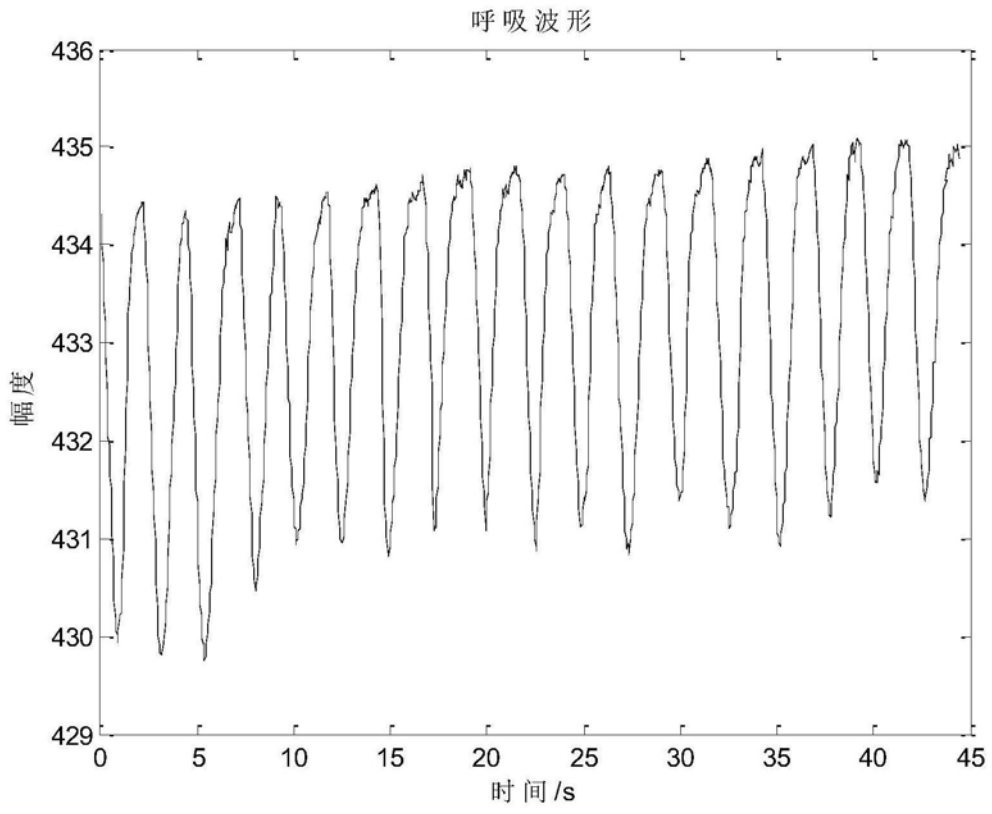


图3 (b)

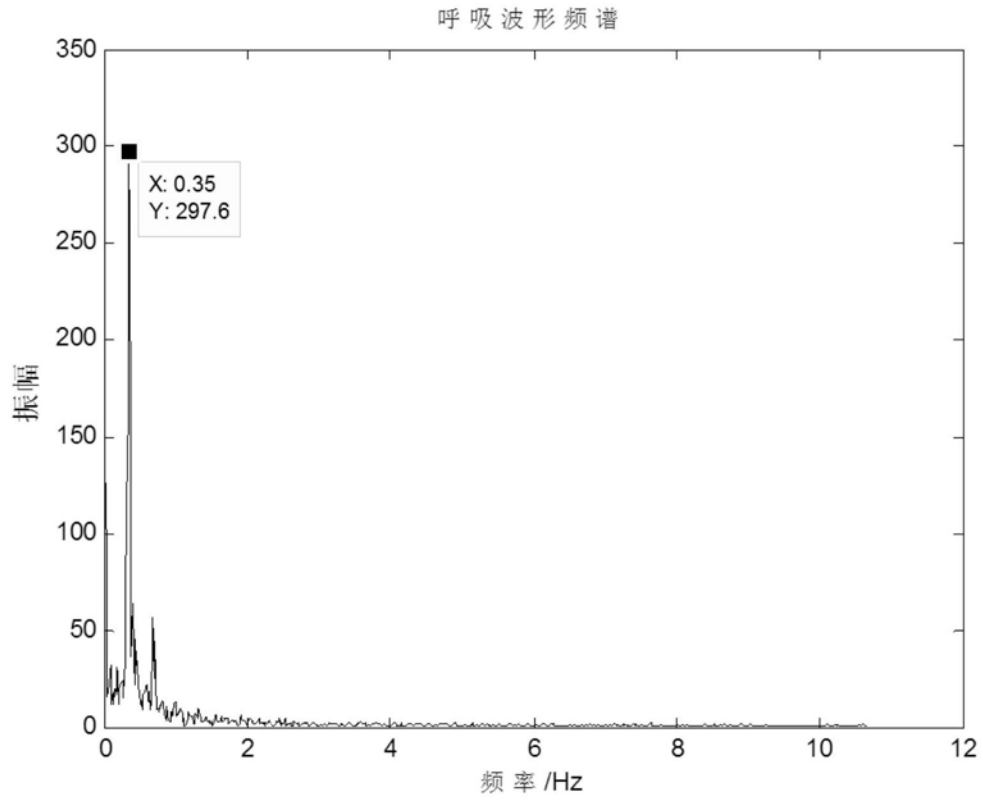


图4

专利名称(译)	一种基于摄像头与球状标记物的呼吸测量方法		
公开(公告)号	CN107260173B	公开(公告)日	2019-05-10
申请号	CN2017110519852.5	申请日	2017-06-30
[标]申请(专利权)人(译)	大连理工大学		
申请(专利权)人(译)	大连理工大学		
当前申请(专利权)人(译)	大连理工大学		
[标]发明人	邱天爽 张家成 马济通 刘诚 徐一平 吕丽明		
发明人	邱天爽 张家成 马济通 刘诚 徐一平 吕丽明		
IPC分类号	A61B5/08 A61B5/00 G06K9/00 G06K9/46 G06K9/48		
CPC分类号	A61B5/0064 A61B5/0077 A61B5/0816 A61B5/7235 A61B5/7257 G06K9/0053 G06K9/4604 G06K9/482		
代理人(译)	李晓亮 潘迅		
其他公开文献	CN107260173A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供一种基于摄像头与球状标记物的呼吸测量方法，球状标记物附着在人体胸腹部，利用摄像头采集标记物的图像，标记物与摄像机之间的距离变化会引起标记物在摄像机内的成像大小发生变化，通过提取标记物的成像区域轮廓半径并记录连续图像内区域轮廓半径的大小变化即可反应人体的呼吸运动，跟踪人体的呼吸运动模式和计算呼吸频率。本发明通过简单的球状标记物和摄像头实现了呼吸模式的跟踪与呼吸频率的计算，避免昂贵的传感器连接及其给人体带来的不适感，此外也避免其他图像测量呼吸算法中复杂的跟踪与计算算法，有助于日常生活中进行呼吸频率的测量与呼吸模式的跟踪。

