



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106037706 A

(43)申请公布日 2016.10.26

(21)申请号 201610541501.X

(22)申请日 2016.07.11

(71)申请人 天津大学

地址 300072 天津市南开区卫津路92号

(72)发明人 胡凯丽 金杰

(74)专利代理机构 天津市北洋有限责任专利代
理事务所 12201

代理人 刘子文

(51)Int.Cl.

A61B 5/024(2006.01)

A61B 5/11(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种基于光电容积法的心率监测可穿戴设备
及监测方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于光电容积法的心率监测可穿戴设备及监测方法,本发明是基于光电容积法对老人心率进行实时监测,心率测量模块使用心率传感器,并将心率传感器嵌于可穿戴手表中。主控芯片是C8051F340,用于控制传感器的工作以及信号处理和计算。为使测量值更加准确,每个可穿戴设备上有两个心率传感器,分别测量尺动脉和桡动脉处的心率。在测量过程中由于老人有意或无意的运动都会产生运动伪影,进而影响计算结果,所以输出的PPG信号在经过放大以及模数转换输入到主控芯片后需要先处理(去除运动伪影)再进行心率计算。本发明利用压缩感知算法对PPG信号进行滤噪,由于信号和噪声都是未知的,采用梯度投影算法对信号进行恢复,最后对PPG信号进行重建。

1. 一种基于光电容积法的心率监测可穿戴设备,其特征在于,包括主控芯片、第一心率传感器、第二心率传感器、通信模块和显示模块,其中:

所述主控芯片内设有控制模块、信号处理模块、预警模块和输出模块;

所述控制模块控制所述第一心率传感器和第二心率传感器采集用户的心率值并输出PPG信号,所述第一心率传感器和第二心率传感器分别用于检测用户尺动脉和桡动脉处的心率值;

所述信号处理模块,用于对所述PPG信号进行滤噪处理并计算得到实际心率;

所述预警模块,用于根据所述实际心率判断用户的心率值是否为零,并将判断结果转换为相应的控制信号;

所述输出模块,用于将所述控制信号输出;

所述通信模块内设有GPS模块;

所述显示模块用于显示心率值。

2. 根据权利要求1所述一种基于光电容积法的心率监测可穿戴设备,其特征在于,所述主控芯片采用C8051F340,所述通信模块采用SIM908。

3. 根据权利要求1所述一种基于光电容积法的心率监测可穿戴设备的监测方法,其特征在于,包括:

所述主控芯片控制第一心率传感器实时采集用户的第一心率值;

第一心率传感器对所述第一心率值进行放大和模数转换后将PPG信号输入至所述主控芯片,对所述PPG信号进行信号处理后得到第一实际心率值:

若第一实际心率值不为零则通过显示模块显示第一实际心率值;

若第一实际心率值为零则通过主控芯片控制第二心率传感器采集用户的第二心率值;

第二心率传感器对所述第二心率值进行放大和模数转换后将PPG信号输入至主控芯片,对所述第二心率值进行信号处理后得到第二实际心率值:

若第二实际心率值不为零则通过所述通信模块通知用户及用户家属更换第一心率传感器;

若第二实际心率值也为零则通过通信模块与用户家属联系。

4. 根据权利要求3所述一种基于光电容积法的心率监测可穿戴设备的监测方法,其特征在于,所述信号处理方式包括利用压缩感知算法和梯度投影算法对PPG信号进行进行滤噪和恢复,最后对PPG信号进行重建。

一种基于光电容积法的心率监测可穿戴设备及监测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及可穿戴电子设备技术领域,具体的说,是涉及一种基于光电容积法的心率监测可穿戴设备及监测方法。

背景技术

[0002] 随着社会发展,空巢老人越来越多,很多老人在家中去世多日才被发现。虽然很多社区已经启用“呼叫器”等报警工具,但是这些设备都是需要独居老人主动实施,不利于紧急情况下的救治。心率是指心脏每分钟搏动的次数,能够反映心脏的工作状态,是人体重要的生理指标,因此对空巢老人实施心率的实时监测和报警是非常有意义的。

[0003] 根据是否与被测者的身体接触,可以将心率的测量方法分为接触式和非接触式。本设计中用到的光电容积法(Photoplethysmography,简称PPG)就是接触式心率测量方法,这种方法是基于动脉血液对光的吸收量随动脉搏动变化的原理,是借助光电手段在活体组织中检测血液容积变化的一种无创的检测方法。基于这种方法的传感器一般由光源和光电变换器组成,光源一般选择对人体动脉血中的氧和血红蛋白吸收度较好的一定波长(500-700nm)的发光二极管。光电变换器用来吸收经皮肤反射过来的光线,又叫光电探测器。当光束透过人体外周血管时,由于血液容积变化导致光的透光率不同,同时光电变换器接收经过人体反射的光线并将其转化为电流信号,而且电流信号的变化幅度与脉搏幅度是成正比的。由于脉搏是随心脏跳动而周期性的变化,因此光电变换器输出的电信号的变化周期就是心率。由于是基于光电容积法,所以光电变换器输出的信号又叫PPG信号。

发明内容

[0004] 本发明的目的是为了克服现有技术中的不足,提供一种基于光电容积法的心率监测可穿戴设备及监测方法,本发明是基于光电容积法对老人心率进行实时监测,心率测量模块使用心率传感器,并将心率传感器嵌于可穿戴手表中。主控芯片是C8051F340,用于控制传感器的工作以及信号处理和计算。为使测量值更加准确,每个可穿戴设备上两个心率传感器,分别测量尺动脉和桡动脉处的心率。

[0005] 在测量过程中由于老人有意或无意的运动都会产生运动伪影,进而影响计算结果,所以输出的光电容积(PPG)信号在经过放大以及模数转换输入到主控芯片后需要先处理(去除运动伪影)再进行心率计算。本发明利用压缩感知算法对光电容积(PPG)信号进行滤噪,由于信号和噪声都是未知的,采用梯度投影算法对信号进行恢复,最后对光电容积(PPG)信号进行重建。

[0006] 本发明的目的是通过以下技术方案实现的:

[0007] 一种基于光电容积法的心率监测可穿戴设备,包括主控芯片、第一心率传感器、第二心率传感器、通信模块和显示模块,其中:

[0008] 所述主控芯片内设有控制模块、信号处理模块、预警模块和输出模块,

[0009] 所述控制模块控制所述第一心率传感器和第二心率传感器采集用户的心率值并

输出PPG信号,所述第一心率传感器和第二心率传感器分别用于检测用户尺动脉和桡动脉处的心率值;

[0010] 所述信号处理模块,用于对所述PPG信号进行滤噪处理并计算得到实际心率;

[0011] 所述预警模块,用于根据所述实际心率判断用户的心率值是否为零,并将判断结果转换为相应的控制信号;

[0012] 所述输出模块,用于将所述控制信号输出;

[0013] 所述通信模块内设有GPS模块;

[0014] 所述显示模块用于显示心率值。

[0015] 所述主控芯片采用C8051F340,所述通信模块采用SIM908。

[0016] 一种基于光电容积法的心率监测可穿戴设备的监测方法,包括:

[0017] 所述主控芯片控制第一心率传感器实时采集用户的第一心率值;

[0018] 第一心率传感器对所述第一心率值进行放大和模数转换后将PPG信号输入至所述主控芯片,对所述PPG信号进行信号处理后得到第一实际心率值;

[0019] 若第一实际心率值不为零则通过显示模块显示第一实际心率值;

[0020] 若第一实际心率值为零则通过主控芯片控制第二心率传感器采集用户的第二心率值;

[0021] 第二心率传感器对所述第二心率值进行放大和模数转换后将PPG信号输入至主控芯片,对所述第二心率值进行信号处理后得到第二实际心率值;

[0022] 若第二实际心率值不为零则通过所述通信模块通知用户及用户家属更换第一心率传感器;

[0023] 若第二实际心率值也为零则通过通信模块与用户家属联系。

[0024] 所述信号处理方式包括利用压缩感知算法和梯度投影算法对PPG信号进行进行滤噪和恢复,最后对PPG信号进行重建。

[0025] 与现有技术相比,本发明的技术方案所带来的有益效果是:

[0026] 1.本发明通信模块内设有GPS模块,可实时上传用户位置信息,确保及时找到用户,安全可靠。

[0027] 2.本发明主控芯片内设有信号处理模块,能对测得的PPG信号进行除噪和重建,效率高且确保监测数据精确可靠。

[0028] 3.为使监测值更加准确可靠,每个可穿戴设备上有两个心率传感器,分别测量尺动脉和桡动脉处的心率。

附图说明

[0029] 图1是本发明监测方法的流程示意图。

[0030] 图2是信号处理模块内的处理流程示意图。

[0031] 图3是垂直晃动手腕时的信号处理示意图。

[0032] 图4是水平晃动手腕时的信号处理示意图。

[0033] 图5是弯曲手腕时的信号处理示意图。

具体实施方式

[0034] 下面结合附图对本发明作进一步的描述:

[0035] 一种基于光电容积法的心率监测可穿戴设备,包括主控芯片、第一心率传感器、第二心率传感器、通信模块和显示模块,其中:

[0036] 所述主控芯片内设有控制模块、信号处理模块、预警模块和输出模块,

[0037] 所述控制模块控制所述第一心率传感器和第二心率传感器采集用户的心率值并输出PPG信号,第一心率传感器和第二心率传感器嵌在可穿戴手表的表链上,分别用于检测用户尺动脉和桡动脉处的心率值,这两处的脉搏跳动都比较明显,容易测量,两个心率传感器均贴在皮肤表面上,但不要太紧;正常情况下只有尺动脉处的第一心率传感器处于工作状态。

[0038] 所述信号处理模块,用于对所述PPG信号进行滤噪处理并得到实际心率;

[0039] 所述预警模块,用于根据所述实际心率判断用户的心率值是否为零,并将判断结果转换为相应的控制信号;

[0040] 所述输出模块,用于将所述控制信号输出;

[0041] 所述通信模块内设有GPS模块;

[0042] 所述显示模块用于显示心率值。

[0043] 本实施例中通信模块为SIM908,SIM908是一款集成GPS导航技术的四频GSM/GPRS模块,紧凑的模块尺寸并将GPRS和GPS整合在SMT封装里,其工业级的标准接口和GPS功能,在GSM和GPS信号覆盖的地方无论何时何地都能实现无缝追踪,可在深圳富微达有限公司购买获得。

[0044] 本实施例中主控电路由C8051F340作为主芯片控制两个心率传感器的工作状态,正常情况下两个传感器只有第一心率传感器(PuIse Sensor1)处于工作状态,而第二心率传感器(PuIse Sensor2)处于关闭状态,由主控芯片控制其开关。正常工作状态下,第一心率传感器(PuIse Sensor1)检测到的光电容积(PPG)信号首先经过放大并进行模数变换,变换后的数字信号输入到主控芯片中进行相关处理并计算心率。当单片机检测到第一心率传感器(PuIse Sensor1)输出的光电容积(PPG)信号心率为零时控制启动第二心率传感器(PuIse Sensor2)进入工作状态,用以具体判断是传感器出现故障或是老人心跳骤停。若第二心率传感器(PuIse Sensor2)的计算结果不为零且为正常值,则表明是传感器出现故障,通过通信模块(SIM908)发送信息,通知子女更换传感器;若第二心率传感器(PuIse Sensor2)的计算值也为零,则可能是老人停止心跳,这时通过通信模块(SIM908)联系老人子女与医生,发送求救信号,并且通信模块(SIM908)内嵌的GPS模块可以实现准确定位,定位信息也可以通过通信模块(SIM908)发出。这样就可以实施主动求救,而不需要老人操作。主要工作流程图如图1所示:

[0045] 为方便描述及显示简洁,图1及下文中涉及的第一心率传感器用PuIse Sensor1替代,第二心率传感器用PuIse Sensor2替代,主控芯片用F340替代,

[0046] 测试时控制两个传感器同时工作,观察其工作状态。其后测试PuIse Sensor1正常工作时,以及当PuIse Sensor1测量心率为零时的情况,此时,当PuIse Sensor2不为零,则说明可能是因为传感器PuIse Sensor1损坏,通过SIM908发送信息联系他人更换传感器,此为指令2;若PuIse Sensor2也为零,则可能是出现突发状况比如心跳骤停,此时通过SIM908发送求救信号,此为指令1。对两个心率传感器正常测试时分为运动和不动的情况,用以检

测设计中算法的可行性和有效性。

[0047] 通过该可穿戴设备进行实验过程中,PPG信号每隔1分钟进行采样保存一次,计算心率。经测试,在被测者保持安静状态下,两心率传感器都能获得较稳定准确的PPG信号。测试时,首先将PuIse Sensor1设置为工作状态,输出稳定的PPG信号,且测得准确的心率。后将传感器远离测试者皮肤,让其输出为零,当单片机检测到心率为零时PuIse Sensor2就会自动打开,获取PPG信号。当PuIse Sensor2处于正常工作状态,测得较准确的PPG信号,并且计算得到的心率为正常范围时单片机会向SIM908发送指令,SIM908收到指令后给事先设定好的号码发送更换传感器信息。将PuIse Sensor2远离被测者皮肤,使其输出也为零,此时单片机会向SIM908发送不同的指令,SIM908会同样发出求救信号,并且发送由GPRS传送的位置信息,经测试位置信息准确。

[0048] 在PPG信号测量过程中由于老人有意或无意的运动都会产生运动伪影,进而影响最后的计算结果,为滤除噪声,输入到单主控芯片的数字PPG信号首先经过一个巴特沃斯滤波器,再用压缩感知算法进行除噪。压缩感知算法主要包括三个方面内容:信号的稀疏表示,观测矩阵的设计和快速恢复算法。如图2所示,稀疏表示本设计采用哈尔小波变换,构造小波基对测量信号进行稀疏,观测矩阵利用高斯随机矩阵。由于PPG信号与噪声都是未知的,我们将寻找稀疏解问题归结为带限的二次规划问题,并用梯度投影算法对信号进行恢复并除噪。重构后的信号就是无噪声的准确的PPG信号,用这一信号进行心率的计算并将计算值显示在液晶显示屏即显示模块上。

[0049] 当测试者进行激烈运动时,会产生运动伪影,从而影响心率的计算。所以当PPG信号输入到主控芯片计算心率前要先进行滤噪,通过压缩感知算法对信号进行稀疏并恢复重建,用梯度投影算法恢复信号,在恢复的同时滤除噪声,为验证算法的有效性,将其与正交匹配追踪算法(OMP)作比较,实验分别测量三种运动产生的运动伪影:垂直晃动手腕,水平晃动手腕和弯曲手腕。用梯度投影算法(GPSR)和正交匹配追踪算法(OMP)两种方法处理三种噪声的PPG信号,结果由图3、图4和图5显示:

[0050] 图3中,(a)为垂直运动产生噪声,(b)、(d)为用两种方法进行稀疏恢复的图形,(c)、(e)为两种方法的重构PPG信号图;

[0051] 图4中,(a)为水平运动产生噪声,(b)、(d)为用两种方法进行稀疏恢复的图形,(c)、(e)为两种方法的重构PPG信号图;

[0052] 图5中,(a)为弯曲运动产生噪声,(b)、(d)为用两种方法进行稀疏恢复的图形,(c)、(e)为两种方法的重构PPG信号图

[0053] 从三幅图可看出,梯度投影算法(GPSR)恢复及重构的信号更加接近正常心率信号波形图。计算得到的重建PPG信号的心率与直接输入到单片机中的原始信号心率相比,重建后的信号心率更加贴近测试者的心率。计算两种方法重建后的PPG信号的心率,与测试者正常情况下心率进行比较,实验中用到5名健康测试者,年龄在20-45岁之间,结果在表1中显示。正常值指的是测试者正常情况下的心率,从表1中可看出GPSR在信号重建及除噪时效率更高。

[0054] 表1

[0055]

测试者	正常值 (bmp)	垂直(bmp)		水平(bmp)		弯曲(bmp)	
		OMP	GPSR	OMP	GPSR	OMP	GPSR
1	72.26	71.23	72.24	72.12	72.24	70.14	72.27
2	84.38	83.20	84.21	83.89	84.35	84.23	84.40
3	67.58	65.98	67.10	66.78	67.34	67.21	67.60
4	75.76	75.61	75.74	75.65	75.73	75.70	75.78
5	64.86	64.75	64.84	64.78	64.83	64.81	64.88

[0056] 本发明并不限于上文描述的实施方式。以上对具体实施方式的描述旨在描述和说明本发明的技术方案,上述的具体实施方式仅仅是示意性的,并不是限制性的。在不脱离本发明宗旨和权利要求所保护的范围情况下,本领域的普通技术人员在本发明的启示下还可做出很多形式的具体变换,这些均属于本发明的保护范围之内。

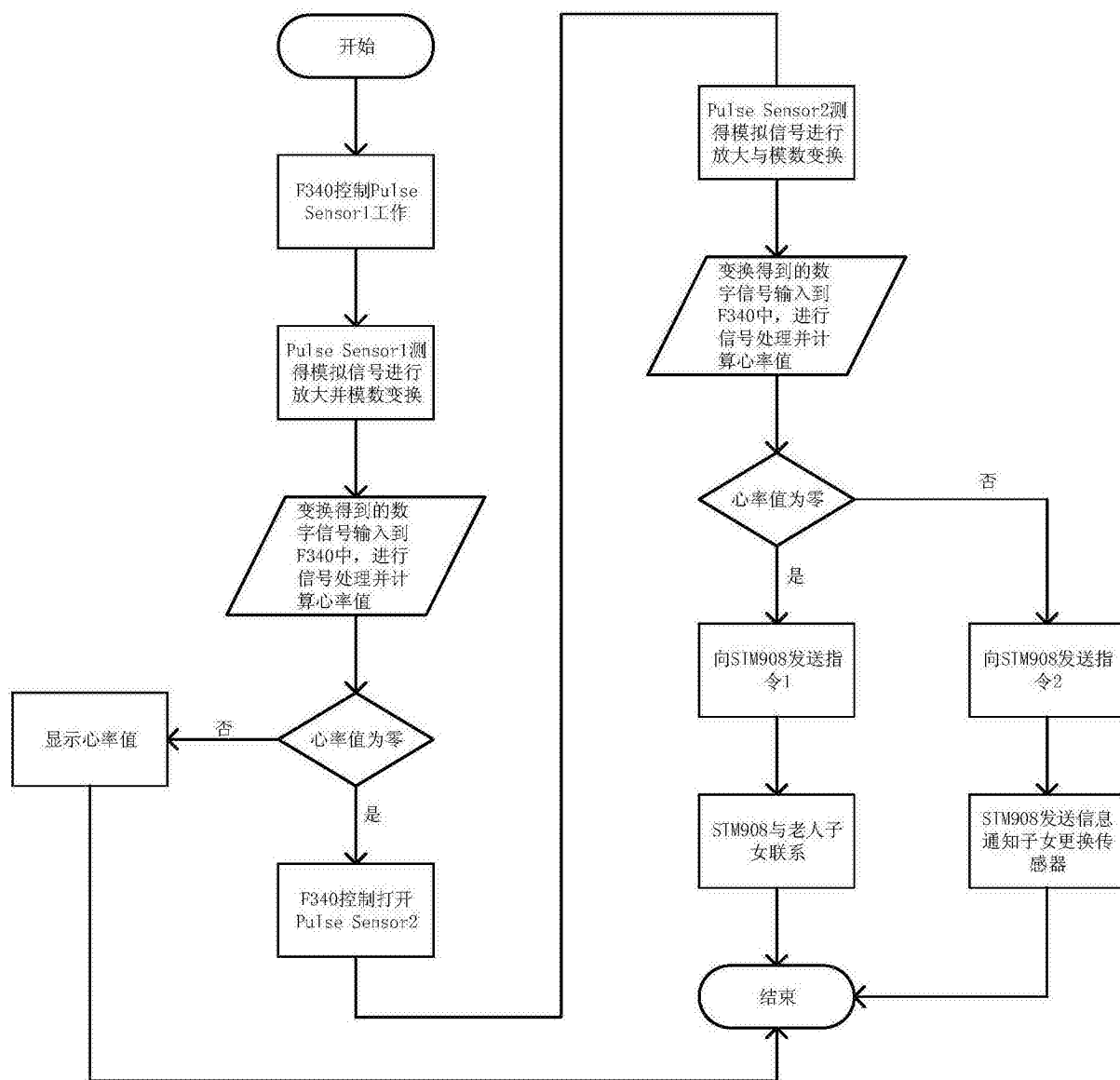


图1

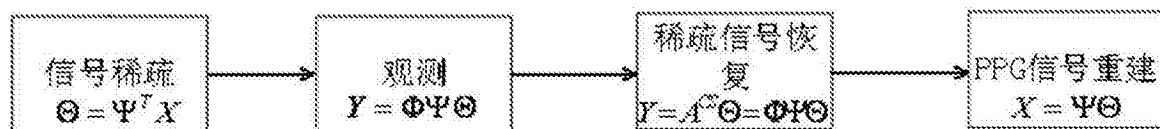


图2

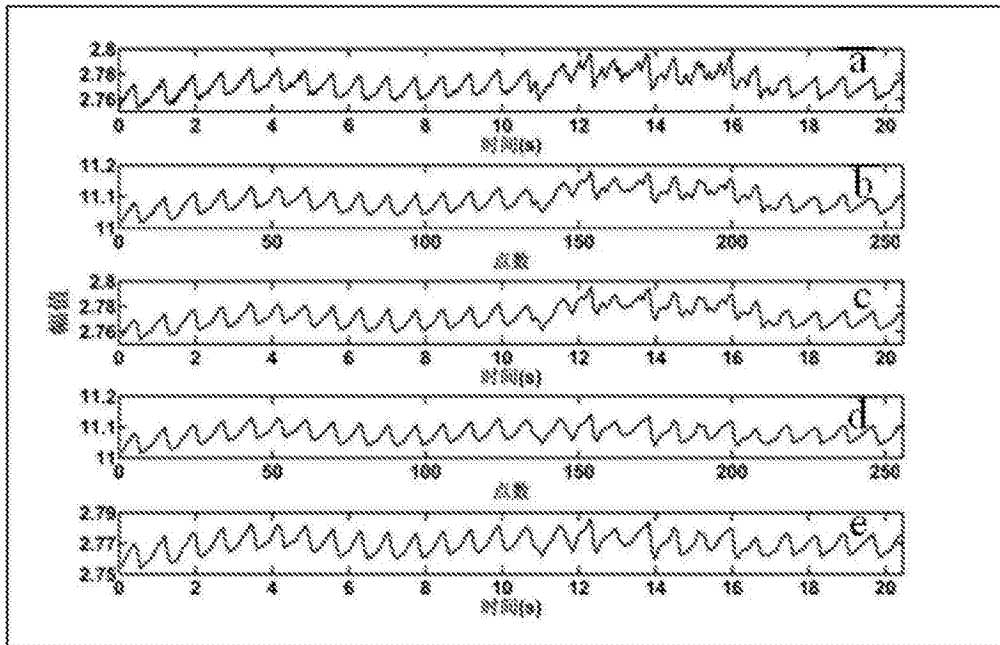


图3

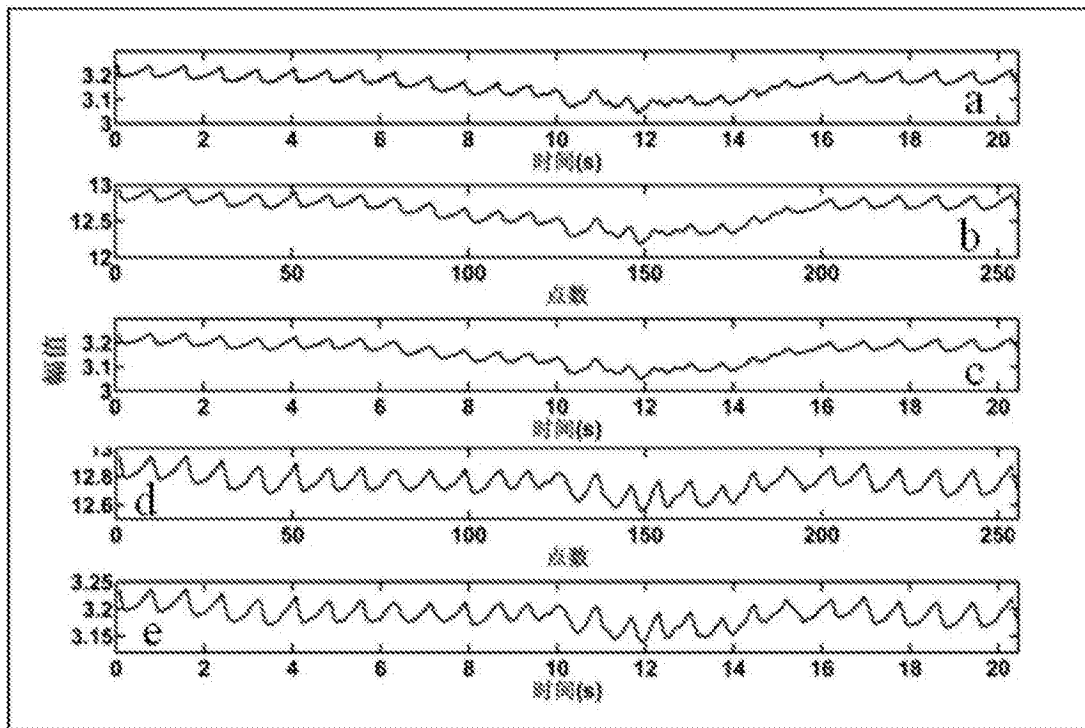


图4

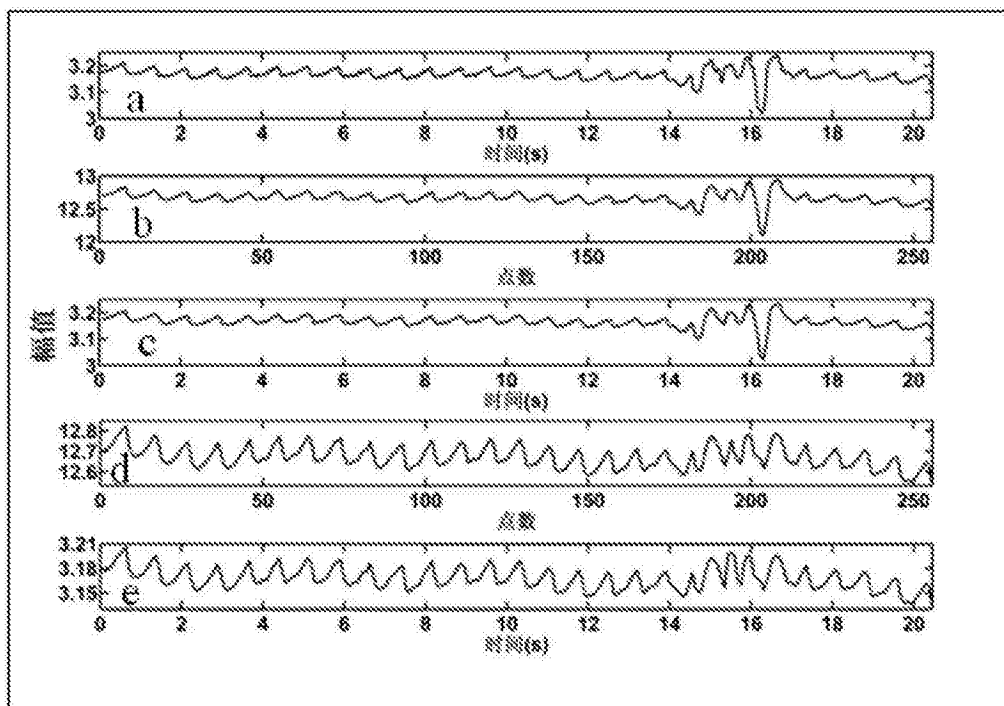


图5

专利名称(译)	一种基于光电容积法的心率监测可穿戴设备及监测方法		
公开(公告)号	CN106037706A	公开(公告)日	2016-10-26
申请号	CN201610541501.X	申请日	2016-07-11
[标]申请(专利权)人(译)	天津大学		
申请(专利权)人(译)	天津大学		
当前申请(专利权)人(译)	天津大学		
[标]发明人	胡凯丽 金杰		
发明人	胡凯丽 金杰		
IPC分类号	A61B5/024 A61B5/11 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/02416 A61B5/02438 A61B5/02455 A61B5/1112 A61B5/681 A61B5/6824 A61B5/7207 A61B5/7235 A61B5/725 A61B5/747 A61B2503/08		
代理人(译)	刘子文		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种基于光电容积法的心率监测可穿戴设备及监测方法，本发明是基于光电容积法对老人心率进行实时监测，心率测量模块使用心率传感器，并将心率传感器嵌于可穿戴手表中。主控芯片是C8051F340，用于控制传感器的工作以及信号处理和计算。为使测量值更加准确，每个可穿戴设备上有两个心率传感器，分别测量尺动脉和桡动脉处的心率。在测量过程中由于老人有意或无意的运动都会产生运动伪影，进而影响计算结果，所以输出的PPG信号在经过放大以及模数转换输入到主控芯片后需要先处理(去除运动伪影)再进行心率计算。本发明利用压缩感知算法对PPG信号进行滤噪，由于信号和噪声都是未知的，采用梯度投影算法对信号进行恢复，最后对PPG信号进行重建。

测试者	正常值 (bmp)	垂直(bmp)		水平(bmp)		弯曲(bmp)	
		OMP	GPSR	OMP	GPSR	OMP	GPSR
1	72.26	71.23	72.24	72.12	72.24	70.14	72.27
2	84.38	83.20	84.21	83.89	84.35	84.23	84.40
3	67.58	65.98	67.10	66.78	67.34	67.21	67.60
4	75.76	75.61	75.74	75.65	75.73	75.70	75.78
5	64.86	64.75	64.84	64.78	64.83	64.81	64.88