



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108403094 A

(43)申请公布日 2018.08.17

(21)申请号 201810249214.0

(22)申请日 2018.03.23

(71)申请人 中国科学院微电子研究所
地址 100029 北京市朝阳区北土城西路3号

(72)发明人 魏永琴 耿兴光 张以涛 张海英
黄成军

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

代理人 任岩

(51) Int. Cl.

A61B 5/02(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

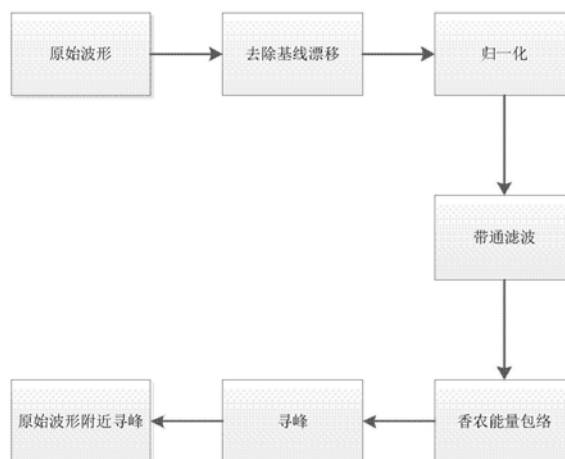
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种识别脉搏波波峰的方法

(57)摘要

一种识别脉搏波波峰的方法,包括:(1)采集脉搏波的波形信号;(2)查看主波频率分布;(3)对原始脉搏波信号进行预处理,去除噪声;(4)基于主波的频率范围选择滤波器,利用选择的滤波器凸显主波,排除其他峰,对处理后的脉搏波信号进行提取香农能量包络,然后提取局部最大值;(5)利用所述局部极大值在原始脉搏波信号上定位真实的脉搏波峰值点。本发明所述方法在处理有高且窄峰的信号时,识别精准,在非平稳的信号中,对周期的划分具有更好的稳定性,并且对脉搏波信号的抗噪声能力强。



1. 一种识别脉搏波波峰的方法,包括:

(1) 采集脉搏波的波形信号;

(2) 查看主波频率分布;

(3) 对原始脉搏波信号进行预处理,去除噪声;

(4) 基于主波的频率范围选择滤波器,利用选择的滤波器凸显主波,排除其他峰,对处理后的脉搏波信号进行提取香农能量包络,然后提取局部极大值;

(5) 利用所述局部极大值在原始脉搏波信号上定位真实的脉搏波峰值点。

2. 如权利要求1所述的方法,其中,查看主波频率分布的方法包括:对原始脉搏波信号进行快速傅里叶变换,得到分化的信号,然后查看主波频谱图频率分布。

3. 如权利要求1所述的方法,其中,所述预处理包括利用高通滤波去除原始脉搏波信号的基线漂移,利用低通滤波用来处理波形中由于震动和呼吸产生的毛刺,并在除噪后对脉搏波信号进行归一化。

4. 如权利要求1所述的方法,其中,所述归一化的方法为: $a[n] = \frac{d[n]}{\max_{n=1}^n (|d[n]|)}$,其中 $d[n]$ 表示在 n 点处脉搏波的振幅, $a[n]$ 为归一化后的脉搏波。

5. 如权利要求1所述的方法,其中,所述香农能量包络的计算方法为:

$$Se[n] = -f1^2[n] \log(f1^2[n])$$

其中, $F1[n]$ 是滤波后的信号。

6. 如权利要求1所述的方法,其中,在提取所述局部极大值时,使用低通滤波器对脉搏波信号进行处理以减小搜索局部极大值的复杂性。

7. 如权利要求1所述的方法,其中,提取局部极大值的方法选自希尔伯特变换、小波变换和傅里叶变换中的一种。

8. 如权利要求1所述的方法,其中,提取局部极大值的方法为:对脉搏波信号进行希尔伯特变换,然后使用切线逼近方法找到脉搏波峰值点。

9. 如权利要求8所述的方法,其中,所述希尔伯特变换的方法为:

$$\hat{x}(t) = H(x(t)) = \frac{1}{\pi t} * x(t) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{x(\tau)}{t-\tau} d\tau。$$

10. 如权利要求1所述的方法,其中,利用所述局部极大值在原始脉搏波信号上定位真实的脉搏波峰值点的方法包括:

在主波识别曲线的所述局部极大值的两侧,在原始脉搏波波形上寻找局部最小值,所述局部最小值所在的位置对应脉波周期的起点和终点;

在起点和终点之间寻找局部最大值,所述局部最大值对应脉搏波波形信号中主波的波峰。

一种识别脉搏波波峰的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及脉搏波波形识别方法,并且更具体地,涉及一种识别脉搏波波峰的方法。

背景技术

[0002] 人体脉搏波一般具有6个特征点,如图1所示,a点表示主动脉瓣开放点,c点是收缩期压力最高点,d点是主动脉扩张降压点,e点是左心室舒张开始点,f点是重搏波波谷,g点是重搏波波峰,b点为脉搏波结束点。脉图的特征点分别反映了心血管的不同状态,是具有生理意义的特征点。脉图特征点既可以用于计算心血管功能参数,辅助分析和判断心血管状况,也可以用于判断脉图的类型和脉象。特征点的识别对脉诊自动化存在非常重要的意义,是必不可少的一环。目前脉搏波特征点的识别中,常见的方法有斜率阈值法,小波变换,峰高比和拟合手腕脉搏信号的高斯模型的方法,由于噪声干扰和本身方法的缺陷,这些方法普遍存在偏差,且鲁棒性较差。主波是脉搏波信号中最明显最重要的特征,对于识别脉搏周期是非常关键的,确定主波的位置对周期的准确划分和识别其他特征点具有重要的作用。香农能量包络在ECG信号的R峰检测中有非常好的性能,同样适用于脉搏波信号,如何利用主波的特点进行特征点的精准识别是提高准确性和鲁棒性的重要突破口。

发明内容

[0003] 为了解决现有技术中存在的上述问题,本发明提供一种识别脉搏波波峰的方法。

[0004] 本发明提供的识别脉搏波波峰的方法包括:

[0005] (1) 采集脉搏波的波形信号;

[0006] (2) 查看主波频率分布;

[0007] (3) 对原始脉搏波信号进行预处理,去除噪声;

[0008] (4) 基于主波的频率范围选择滤波器,利用选择的滤波器凸显主波,排除其他峰,对处理后的脉搏波信号进行提取香农能量包络,然后提取局部极大值;

[0009] (5) 利用所述局部极大值在原始脉搏波信号上定位真实的脉搏波峰值点。

[0010] 优选地,查看主波频率分布的方法包括:对原始脉搏波信号进行快速傅里叶变换,得到分化的信号,然后查看主波频谱图频率分布。

[0011] 优选地,所述预处理包括利用高通滤波去除原始脉搏波信号的基线漂移,利用低通滤波用来处理波形中由于震动和呼吸产生的毛刺,并在除噪后对脉搏波信号进行归一化。

[0012] 优选地,所述归一化的方法为: $a[n] = \frac{d[n]}{\max_{n=1} n(|d[n]|)}$,其中d[n]表示在n点处脉搏波的振幅,a[n]为归一化后的脉搏波。

[0013] 优选地,所述香农能量包络的计算方法为:

[0014] $Se[n] = -f1^2[n] \log(f1^2[n])$

[0015] 其中, $F1[n]$ 是滤波后的信号。

[0016] 优选地, 在提取所述局部极大值时, 使用低通滤波器对脉搏波信号进行处理以减小搜索局部极大值的复杂性。

[0017] 优选地, 提取局部极大值的方法选自希尔伯特变换、小波变换和傅里叶变换中的一种。

[0018] 优选地, 提取局部极大值的方法为: 对脉搏波信号进行希尔伯特变换, 然后使用切线逼近方法找到脉搏波峰值点。

[0019] 优选地, 所述希尔伯特变换的方法为:

$$[0020] \quad \hat{x}(t) = H(x(t)) = \frac{1}{\pi t} * x(t) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{x(\tau)}{t-\tau} d\tau。$$

[0021] 优选地, 利用所述局部极大值在原始脉搏波信号上定位真实的脉搏波峰值点的方法包括: 在主波识别曲线的所述局部极大值的两侧, 在原始脉搏波波形上寻找局部最小值, 所述局部最小值所在的位置对应脉波周期的起点和终点;

[0022] 在起点和终点之间寻找局部最大值, 所述局部最大值对应脉搏波波形信号中主波的波峰。

[0023] 与现有技术相比, 本发明具有以下优点:

[0024] (1) 在处理有高且窄峰的信号的时候, 识别精准;

[0025] (2) 非平稳的信号中, 本发明对周期的划分具有更好的稳定性;

[0026] (3) 对脉搏波信号的抗噪声能力强。

附图说明

[0027] 图1为人体脉搏波的波形信号;

[0028] 图2为本发明的方法流程图;

[0029] 图3为本发明实施例中采集到的原始脉搏波形信号;

[0030] 图4为本发明实施例中带通滤波后的脉搏波信号;

[0031] 图5为本发明实施例中提取的香农能量包络。

具体实施方式

[0032] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白, 以下结合具体实施例, 并参照附图, 对本发明作进一步的详细说明。

[0033] 如图2所示, 本发明的识别脉搏波波峰的方法包括:

[0034] 1. 采集脉搏波形信号;

[0035] 由压力可调的传感器置于病人腕部挠动脉处获得脉搏电压信号, 分段加压, 经由脉象采集电路转换为数字信号, 存入计算机, 如图3所示。

[0036] 2. 查看主波频率分布

[0037] 对原始脉搏波信号进行快速傅里叶变换 (FFT), 得到分化的信号, 查看主波频谱图频率分布, 基于主波的频率范围设计后面的滤波器;

[0038] 3. 预处理

[0039] 使用高通滤波器和低通滤波器去除相应的噪声, 具体包括: 使用高通滤波去除原

始脉搏波信号的基线漂移,使用30Hz的低通滤波用来处理波形中由于震动和呼吸产生的毛刺。除噪后对脉搏波信号进行归一化: $a[n] = \frac{d[n]}{\max_{n=1} n(|d[n]|)}$ 其中d[n]表示在n点处脉搏波的振幅。a[n]为归一化后的脉搏波。

[0040] 4. 寻找峰值点

[0041] 根据主波的频率范围,设计合适的带通滤波器(例如1-4Hz),用于凸显主波,排除其他峰,如图4所示。对处理后的脉搏波信号进行提取香农能量包络,如图5所示,然后提取局部极大值,局部极大值对应着主波的近似位置。使用低通滤波器可以减小搜索局部极大值的复杂性。

[0042] 香农能量包络Se[n]使用 $Se[n] = -f1^2[n] \log(f1^2[n])$ 计算,

[0043] 其中,F1[n]是滤波后的信号。

[0044] 找寻包络极大值点的方法有很多不限于希尔伯特变换,小波变换和傅里叶变换等。

[0045] 脉搏波中可以提取时域信号,通过傅里叶变换可以提取频域信号,通过小波变换可以提取时频信号特征点。

[0046] 小波变换在信号处理中重要的应用为检测信号的奇异点。奇异点处信号的上升沿下降沿对应小波变换细节信号的一对局部极值。

[0047] 希尔伯特变换确定局部极大值的步骤为:

[0048] 在低通滤波后使用希尔伯特变换,希尔伯特变换的方法为:

$$[0049] \quad \hat{x}(t) = H(x(t)) = \frac{1}{\pi t} * x(t) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{x(\tau)}{t - \tau} d\tau$$

[0050] 希尔伯特变换定义了 $1/\pi t$ 和 $x(t)$ 的卷积。

[0051] 在HT之后滑动平均滤波器信号H(n),去除低频漂移,通过正轴到负轴的零交叉点定位SEE信号(提取香农能量包络后的脉搏波信号)的波峰R(k)。对于峰值点的精确的定位滑动平均滤波器长度是非常重要的。主波的真实峰值点是脉搏信号在0.25s内R(k)附近的最大点。基于分化的信号和主波的最大值可以找到每个脉冲周期的开始点。

[0052] 使用切线逼近方法找到脉搏波峰值点,在原始脉搏波信号上利用相邻峰值点之间的最小值定位脉搏波周期的开始点,最后将原始脉搏波信号上相邻两个周期开始点之间的最大值确定为真实的脉搏波峰值点。

[0053] 其中,在原始脉搏波信号上相邻个的周期开始点之间进行特征域上的局部探测包括:

[0054] 在主波识别曲线的局部最大值的两侧,在原始脉搏波波形上寻找局部最小值,所述局部最小值所在的位置对应脉波周期的起点、终点,即脉搏波形信号曲线上本次主波的波谷v1及下一个主波的波谷v2;

[0055] 在起点和终点之间寻找局部最大值,所述局部最大值对应脉搏波形信号中主波的波峰k。

[0056] 以上所述的具体实施例,对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施例而已,并不用于限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护

范围之内。

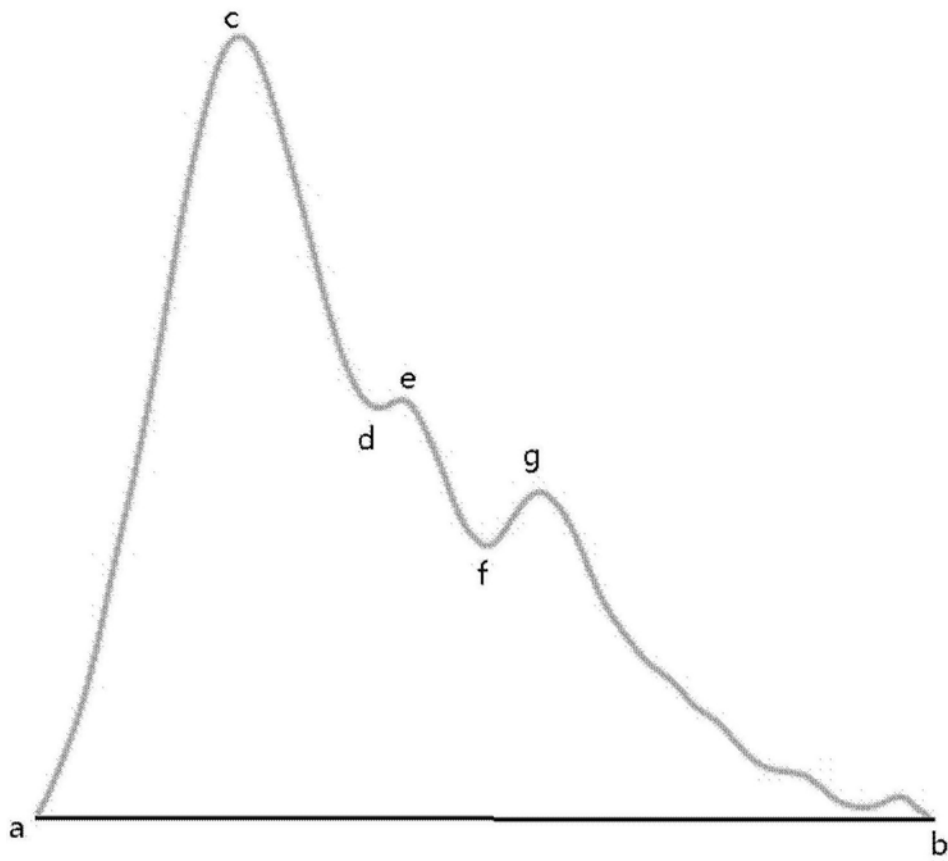


图1

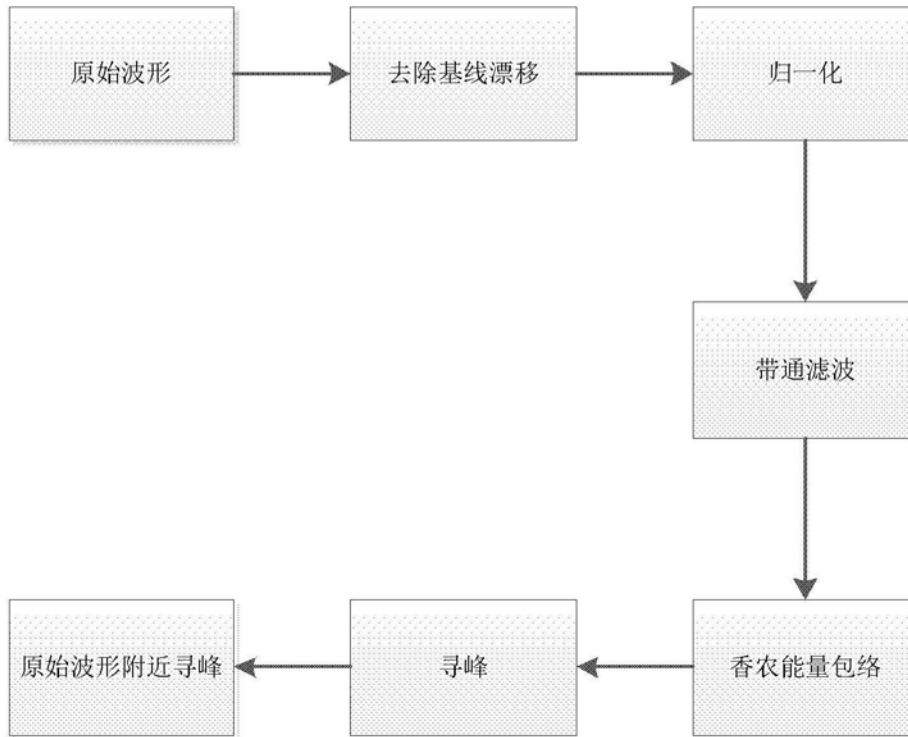


图2

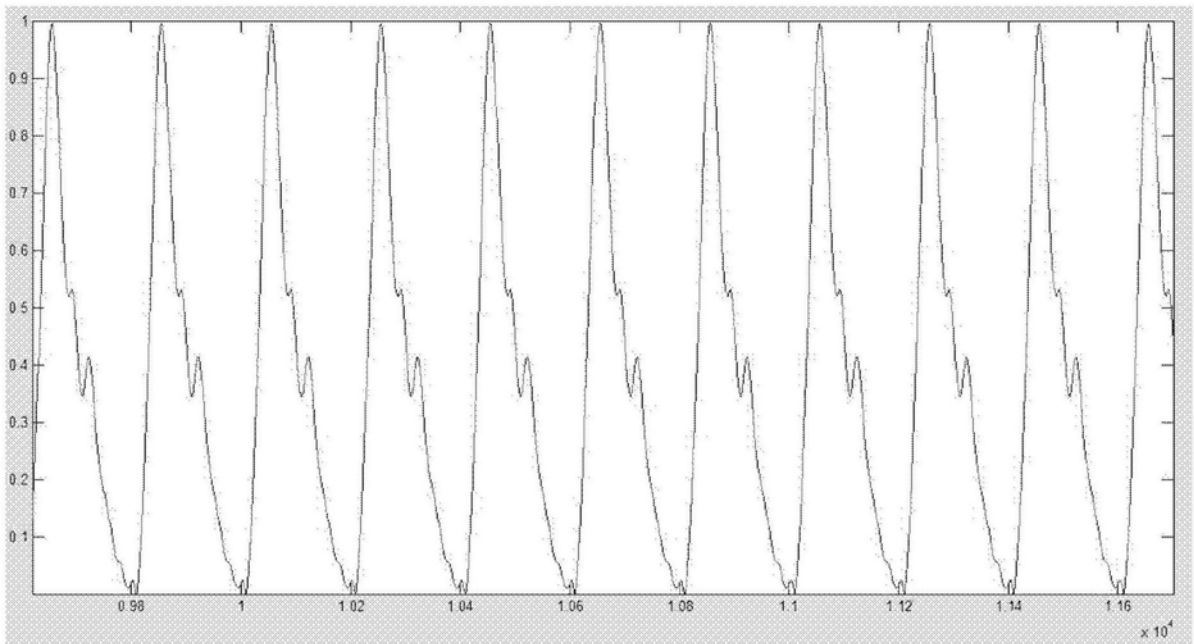


图3

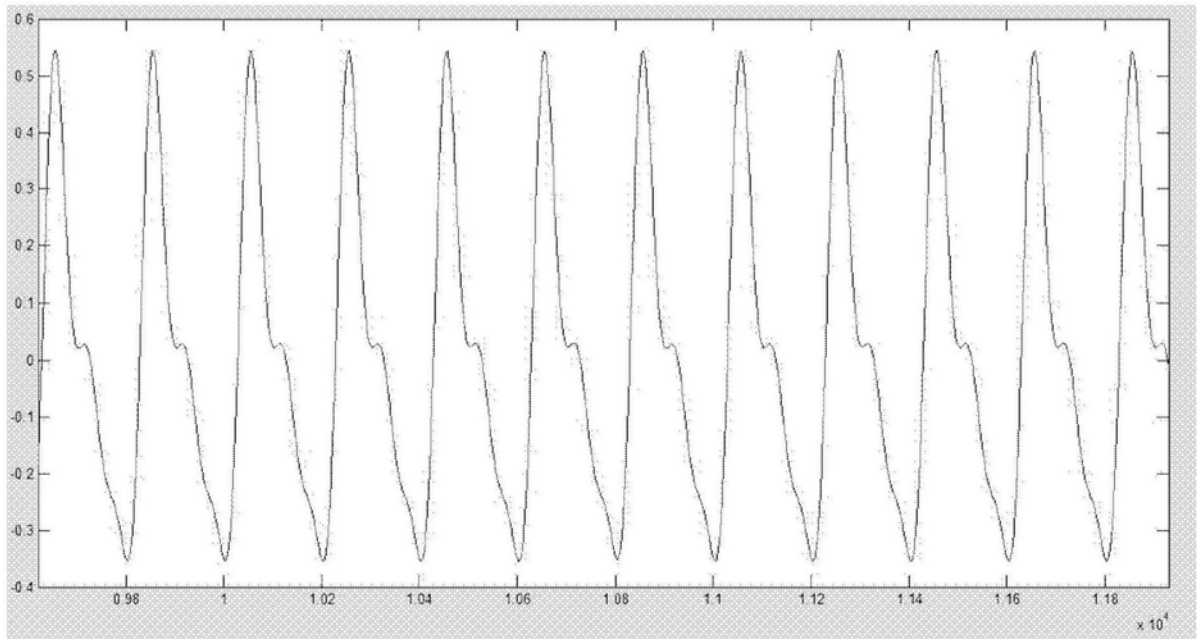


图4

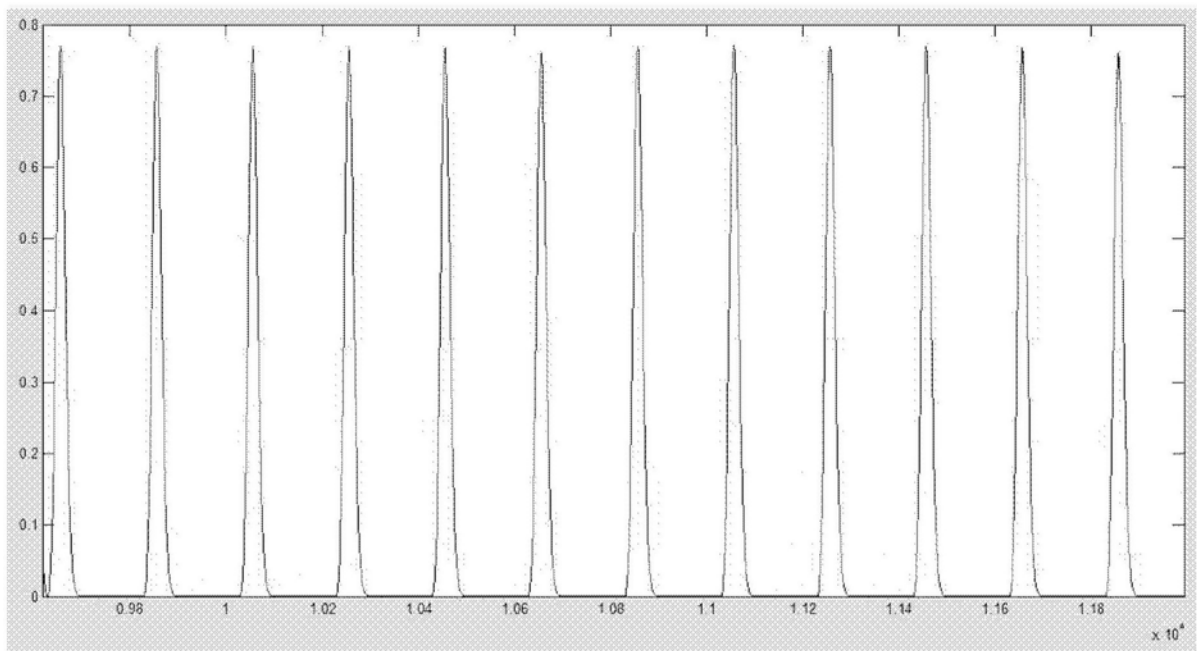


图5

专利名称(译)	一种识别脉搏波波峰的方法		
公开(公告)号	CN108403094A	公开(公告)日	2018-08-17
申请号	CN201810249214.0	申请日	2018-03-23
[标]申请(专利权)人(译)	中国科学院微电子研究所		
申请(专利权)人(译)	中国科学院微电子研究所		
当前申请(专利权)人(译)	中国科学院微电子研究所		
[标]发明人	魏永琴 耿兴光 张以涛 张海英 黄成军		
发明人	魏永琴 耿兴光 张以涛 张海英 黄成军		
IPC分类号	A61B5/02 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/02 A61B5/7203 A61B5/725 A61B5/7253 A61B5/7257		
代理人(译)	任岩		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种识别脉搏波波峰的方法，包括：(1)采集脉搏波的波形信号；(2)查看主波频率分布；(3)对原始脉搏波信号进行预处理，去除噪声；(4)基于主波的频率范围选择滤波器，利用选择的滤波器凸显主波，排除其他峰，对处理后的脉搏波信号进行提取香农能量包络，然后提取局部最大值；(5)利用所述局部极大值在原始脉搏波信号上定位真实的脉搏波峰值点。本发明所述方法在处理有高且窄峰的信号时，识别精准，在非平稳的信号中，对周期的划分具有更好的稳定性，并且对脉搏波信号的抗噪声能力强。

