



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106388863 A

(43)申请公布日 2017.02.15

(21)申请号 201610853841.6

(22)申请日 2016.09.27

(71)申请人 来安中衡物联网设备科技有限公司
地址 239200 安徽省滁州市汊河经济开发区管理委员会一楼招商局

(72)发明人 覃正笛 郑全 覃道鼎

(74)专利代理机构 北京品源专利代理有限公司

11332

代理人 孟金喆 胡彬

(51)Int.Cl.

A61B 8/00(2006.01)

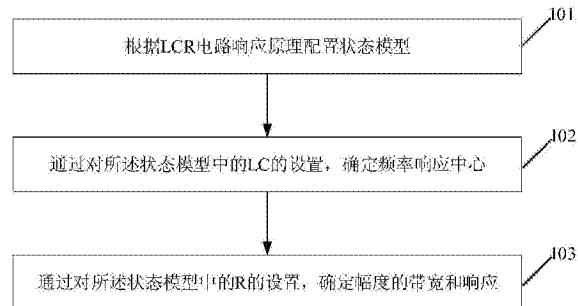
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种提取超声多普勒频率响应的方法及装置

(57)摘要

本发明公开了一种提取超声多普勒频率响应的方法及装置。该方法包括：根据LCR电路响应原理配置状态模型；通过对所述状态模型中的LC的设置，确定频率响应中心；通过对所述状态模型中的R的设置，确定幅度的带宽和响应。本发明提出一种简单的超声多普勒信号提取方法，可以实现对任意频率成分的分析提取，直接积分运算获得多普勒包络；该方法的频率估计准确度高，噪声抑制能力强，算法复杂度低，计算资源消耗少，能保证实时性的要求；该方法不受血流多普勒的双倍频干扰，而双倍频干扰是超声连续波多普勒包络提取，心率检测中的最大难点。



1. 一种提取超声多普勒频率响应的方法,其特征在于,所述方法包括:

根据LCR电路响应原理配置状态模型;

通过对所述状态模型中的LC的设置,确定频率响应中心;

通过对所述状态模型中的R的设置,确定幅度的带宽和响应。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据LCR电路响应原理配置状态模型,包括:

通过所述LCR电路响应原理获取解调后的超声回波复数信号 $x = A * e^{[-j(\omega_d t + \phi)]} + n$;

其中,所述A为信号的幅度,所述 ω_d 为信号的多普勒频偏,所述 ϕ 为信号的相移,所述n即为噪声。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述通过对所述状态模型中的LC的设置,确定频率响应中心,包括:

根据所述LCR电路中的频率 $f_0 = \frac{1}{2\pi LC}$ 获取频率参数,并根据所述频率参数确定频率响应中心。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述通过对所述状态模型中的R的设置,确定幅度的带宽,包括:

根据单次运算输入数据的点数确定数据的截短长度,并根据所述截短长度确定幅度的带宽。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述通过对所述状态模型中的R的设置,确定幅度的响应,包括:

若所述频率为f,则确定所述响应H为:

$$H = e^{j2\pi f} = \cos(2\pi f) + j\sin(2\pi f) = \cos\left(\frac{1}{LC}\right) + j\sin\left(\frac{1}{LC}\right)。$$

6. 一种提取超声多普勒频率响应的装置,其特征在于,所述装置包括:

配置模块,用于根据LCR电路响应原理设计状态模型;

第一确定模块,用于通过对所述状态模型中的LC的设置,确定频率响应中心;

第二确定模块,用于通过对所述状态模型中的R的设置,确定幅度的带宽和响应。

7. 根据权利要求6所述的装置,其特征在于,所述配置模块,具体用于:

通过所述LCR电路响应原理获取解调后的超声回波复数信号 $x = A * e^{[-j(\omega_d t + \phi)]} + n$;

其中,所述A为信号的幅度,所述 ω_d 为信号的多普勒频偏,所述 ϕ 为信号的相移,所述n即为噪声。

8. 根据权利要求6所述的装置,其特征在于,所述第一确定模块,具体用于:

根据所述LCR电路中的频率 $f_0 = \frac{1}{2\pi LC}$ 获取频率参数,并根据所述频率参数确定频率响应中心。

9. 根据权利要求6所述的装置,其特征在于,所述第二确定模块,具体用于:

根据单次运算输入数据的点数确定数据的截短长度,并根据所述截短长度确定幅度的带宽。

10. 根据权利要求6所述的装置,其特征在于,所述第二确定模块,具体用于:

若所述频率为f,则确定所述响应H为:

$$H = e^{j2\pi f} = \cos(2\pi f) + j\sin(2\pi f) = \cos\left(\frac{1}{LC}\right) + j\sin\left(\frac{1}{LC}\right)。$$

一种提取超声多普勒频率响应的方法及装置

技术领域

[0001] 本发明实施例涉及医学算法的技术领域,尤其涉及一种提取超声多普勒频率响应的方法及装置。

背景技术

[0002] 时频分析作为分析时变非平稳信号的有力工具,是现代信号处理研究的一个热点之一,描述了信号频率随时间变化的关系。在超声多普勒医学诊断中,便是通过时频分析和包络提取,实现从超声多普勒信号中提取所需生理参数,无损伤地检测血流状况,进而为血液循环系统和血管疾病的诊断提供依据,在医学临幊上得到了广泛的应用。

[0003] 对于超声多普勒信号而言,在实际的血流检测中,除了固有的非平稳性外,低信噪比、多元背景噪声、多倍频干扰和随机性强等特性对信号的时频分析方法有很多需求。早期使用的频域变换法、数字滤波、空间叠加平均等方式纷纷被淘汰。目前,主流的时频分析算法是运用希尔伯特-黄变换法、短时傅立叶变换以及近年来的研究热点小波变换。但是,这些主流方法的复杂度高,所需计算资源大、耗时长,难以满足超声血流和胎心多普勒实时输出的需求。

发明内容

[0004] 本发明实施例的目的在于提出一种提取超声多普勒频率响应的方法及装置,旨在解决如何实现对任意频率成份进行提取的问题。

[0005] 为达此目的,本发明实施例采用以下技术方案:

[0006] 第一方面,一种提取超声多普勒频率响应的方法,所述方法包括:

[0007] 根据LCR电路响应原理配置状态模型;

[0008] 通过对所述状态模型中的LC的设置,确定频率响应中心;

[0009] 通过对所述状态模型中的R的设置,确定幅度的带宽和响应。

[0010] 优选地,所述根据LCR电路响应原理配置状态模型,包括:

[0011] 通过所述LCR电路响应原理获取解调后的超声回波复数信号 $x = A * e^{-j(\omega_d t + \phi)} + n$;

[0012] 其中,所述A为信号的幅度,所述 ω_d 为信号的多普勒频偏,所述 ϕ 为信号的相移,所述n即为噪声。

[0013] 优选地,所述通过对所述状态模型中的LC的设置,确定频率响应中心,包括:

[0014] 根据所述LCR电路中的频率 $f_0 = \frac{1}{2\pi LC}$ 获取频率参数,并根据所述频率参数确定频率响应中心。

[0015] 优选地,所述通过对所述状态模型中的R的设置,确定幅度的带宽,包括:

[0016] 根据单次运算输入数据的点数确定数据的截短长度,并根据所述截短长度确定幅度的带宽。

[0017] 优选地,所述通过对所述状态模型中的R的设置,确定幅度的响应,包括:

[0018] 若所述频率为f,则确定所述响应H为:

$$[0019] H = e^{j2\pi f} = \cos(2\pi f) + j\sin(2\pi f) = \cos\left(\frac{1}{LC}\right) + j\sin\left(\frac{1}{LC}\right)。$$

[0020] 第二方面,一种提取超声多普勒频率响应的装置,所述装置包括:

[0021] 配置模块,用于根据LCR电路响应原理设计状态模型;

[0022] 第一确定模块,用于通过对所述状态模型中的LC的设置,确定频率响应中心;

[0023] 第二确定模块,用于通过对所述状态模型中的R的设置,确定幅度的带宽和响应。

[0024] 优选地,所述配置模块,具体用于:

[0025] 通过所述LCR电路响应原理获取解调后的超声回波复数信号 $x = A * e^{-j(\omega_d t + \phi)} + n$;

[0026] 其中,所述A为信号的幅度,所述 ω_d 为信号的多普勒频偏,所述 ϕ 为信号的相移,所述n即为噪声。

[0027] 优选地,所述第一确定模块,具体用于:

[0028] 根据所述LCR电路中的频率 $f_0 = \frac{1}{2\pi LC}$ 获取频率参数,并根据所述频率参数确定频率响应中心。

[0029] 优选地,所述第二确定模块,具体用于:

[0030] 根据单次运算输入数据的点数确定数据的截短长度,并根据所述截短长度确定幅度的带宽。

[0031] 优选地,所述第二确定模块,具体用于:

[0032] 若所述频率为f,则确定所述响应H为:

$$[0033] H = e^{j2\pi f} = \cos(2\pi f) + j\sin(2\pi f) = \cos\left(\frac{1}{LC}\right) + j\sin\left(\frac{1}{LC}\right)。$$

[0034] 本发明实施例提供一种提取超声多普勒频率响应的方法及装置,根据LCR电路响应原理配置状态模型;通过对所述状态模型中的LC的设置,确定频率响应中心;通过对所述状态模型中的R的设置,确定幅度的带宽和响应。本发明提出一种简单的超声多普勒信号提取方法,可以实现对任意频率成分的分析提取,在数字信号处理中,数据是离散的,直接累加即可得到多普勒包络;因为LC的设置可以准确提取所需要的频率,理论上而言的奈奎斯特频率下的任意频率,包括复数信号的负频率,因为频率估计准确度高;噪声抑制能力强;因为采用的理论是电路中很常见的LC震荡理论,算法复杂度低;计算资源消耗少,相比于其他滤波提取频率之类的算法,LC可以进行一次乘累加即实现运算,而其与方法都是要多次移位乘累加才能实现,运算更快,能保证实时性的要求;在LC的设置中,不提取双倍频成分,即不受双倍频干扰,非常自由灵活可变,该方法不受血流多普勒的双倍频干扰,而双倍频干扰是超声连续波多普勒包络提取,心率检测中的最大难点。

附图说明

[0035] 图1是本发明实施例提供的一种提取超声多普勒频率响应的方法的流程示意图;

[0036] 图2是本发明实施例提供的一种基于LCR电路模型的结构示意图;

[0037] 图3是本发明实施例提供的一种基于LCR模型的任意频率响应提取示意图;

[0038] 图4是本发明实施例提供的一种提取超声多普勒频率响应的装置的功能模块示意图。

具体实施方式

[0039] 下面结合附图和实施例对本发明实施例作进一步的详细说明。可以理解的是，此处所描述的具体实施例仅仅用于解释本发明实施例，而非对本发明实施例的限定。另外还需要说明的是，为了便于描述，附图中仅示出了与本发明实施例相关的部分而非全部结构。

[0040] 参考图1，图1是本发明实施例提供的一种提取超声多普勒频率响应的方法的流程示意图。

[0041] 如图1所示，所述提取超声多普勒频率响应的方法包括：

[0042] 步骤101，根据LCR电路响应原理配置状态模型；

[0043] 其中，根据LC的设置可以定位响应频率，即可以只获取该频率的超声回波信号，滤除其余干扰信号。

[0044] 可选地，所述根据LCR电路响应原理配置状态模型，包括：

[0045] 通过所述LCR电路响应原理获取解调后的超声回波复数信号 $x = A * e^{[-j(\omega_d t + \phi)]} + n$ ；

[0046] 其中，所述A为信号的幅度，所述 ω_d 为信号的多普勒频偏，所述 ϕ 为信号的相移，所述n即为噪声。

[0047] 具体的，本发明引用了LCR电路响应原理作为对状态模型的设计参考。对于LCR电路而言，通过对LC的设置，能确定频率响应中心，对R的设置，能确定幅度的带宽和响应。其实就像是一个收音机，老式的收音机设备通过线圈的方式捕获电台，以调节音量大小的方式获得信号带宽和幅度。本发明所得出的任意频率响应提取数学公式，便是基于LCR电路模型的思想，如图2所示。

[0048] 步骤102，通过对所述状态模型中的LC的设置，确定频率响应中心；

[0049] 具体的，该频率响应中心等同于通过电路中的 $f_0 = \frac{1}{2\pi LC}$ ， $\omega = 2\pi f_0 = \frac{1}{LC}$ ，计算得到相应频率参数。

[0050] 对于频率参数的具体计算为：LC为模型设置的参数，和图2所展示的原理相对应，对于所求取的频率若为 $f_0 = 10\text{kHz}$ ，对应的 $LC = \frac{1}{2\pi f_0} \approx 1.6 \times 10^{-5}$ ，则在数字信号处理中，相应的LC只要满足相乘所得值为 1.6×10^{-5} ，具体的L值和C值可以任意搭配。

[0051] 步骤103，通过对所述状态模型中的R的设置，确定幅度的带宽和响应。

[0052] 优选地，所述通过对所述状态模型中的R的设置，确定幅度的带宽，包括：

[0053] 根据单次运算输入数据的点数确定数据的截短长度，并根据所述截短长度确定幅度的带宽。

[0054] 优选地，所述通过对所述状态模型中的R的设置，确定幅度的响应，包括：

[0055] 若所述频率为f，则确定所述响应H为：

$$[0056] H = e^{j2\pi f} = \cos(2\pi f) + j\sin(2\pi f) = \cos\left(\frac{1}{LC}\right) + j\sin\left(\frac{1}{LC}\right)。$$

[0057] 具体的，结合LCR模型，在实际的算法实现过程中，解调后的超声回波复数信号x如下式所示：

[0058] $x = A * e^{-j(\omega_d t + \phi)} + n$

[0059] 其中, A为信号的幅度, ω_d 为信号的多普勒频偏, ϕ 为信号的相移, n即为噪声。对于所需要的频响的频率f,其系统响应H表达式为:

$$[0060] H = e^{j2\pi f} = \cos(2\pi f) + j\sin(2\pi f) = \cos\left(\frac{1}{LC}\right) + j\sin\left(\frac{1}{LC}\right)$$

[0061] 由此通过简单的乘法运算,即可得到信号在该f频率点($f_0 = \frac{1}{2\pi LC}$)的响应。对于多频率成分的多普勒信号而言,通过设置多个频率响应点,积分运算和加权累加即可得到理想的多普勒包络曲线,即多个LC加权实现多频率的信号提取,若是对大范围的信号有需求,在R的设置中扩大该频率响应范围,因为参数都是可以一一调整的,因此可以调整获得理想的多普勒包络,并实现对倍频、漂移、畸变信号的抑制。因此,对f的设置是对应LC选频,对数据长度的设置对应R带宽的控制,如图3所示。该算法最终实现了基于LCR模型的任意频率响应提取。

[0062] 具体的,如图3所示,在0到奈奎斯特 $f_s/2$ 的范围内,对 $f_0 = f_s/4$ 频率信号进行提取,可以看到当数据长度(R值)设置不同是,其频率响应带宽也不同,R值越小,带宽越宽,R值越大,带宽越窄。对于其余频率的提取也是,其响应带宽如图所示,R值越小,带宽越宽,R值越大,带宽越窄。

[0063] 本发明实施例提供一种提取超声多普勒频率响应的方法,根据LCR电路响应原理配置状态模型;通过对所述状态模型中的LC的设置,确定频率响应中心;通过对所述状态模型中的R的设置,确定幅度的带宽和响应。本发明提出一种简单的超声多普勒信号提取方法,可以实现对任意频率成分的分析提取,在数字信号处理中,数据是离散的,直接累加即可得到多普勒包络;因为LC的设置可以准确提取所需要的频率,理论上而言的奈奎斯特频率下的任意频率,包括复数信号的负频率,因为频率估计准确度高;噪声抑制能力强;因为采用的理论是电路中很常见的LC震荡理论,算法复杂度低;计算资源消耗少,相比于其他滤波提取频率之类的算法,LC可以进行一次乘累加即实现运算,而其与方法都是要多次移位乘累加才能实现,运算更快,能保证实时性的要求;在LC的设置中,不提取双倍频成分,即不受双倍频干扰,非常自由灵活可变,该方法不受血流多普勒的双倍频干扰,而双倍频干扰是超声连续波多普勒包络提取,心率检测中的最大难点。

[0064] 参考图4,图4是本发明实施例提供的一种提取超声多普勒频率响应的装置的功能模块示意图。

[0065] 如图4所示,所述装置包括:

[0066] 配置模块401,用于根据LCR电路响应原理设计状态模型;

[0067] 第一确定模块402,用于通过对所述状态模型中的LC的设置,确定频率响应中心;

[0068] 第二确定模块403,用于通过对所述状态模型中的R的设置,确定幅度的带宽和响应。

[0069] 优选地,所述配置模块401,具体用于:

[0070] 通过所述LCR电路响应原理获取解调后的超声回波复数信号 $x = A * e^{-j(\omega_d t + \phi)} + n$;

[0071] 其中,所述A为信号的幅度,所述 ω_d 为信号的多普勒频偏,所述 ϕ 为信号的相移,所述n即为噪声。

[0072] 优选地,所述第一确定模块402,具体用于:

[0073] 根据所述LCR电路中的频率 $f_0 = \frac{1}{2\pi LC}$ 获取频率参数,并根据所述频率参数确定频率响应中心。

[0074] 优选地,所述第二确定模块402,具体用于:

[0075] 根据单次运算输入数据的点数确定数据的截短长度,并根据所述截短长度确定幅度的带宽。

[0076] 优选地,所述第二确定模块403,具体用于:

[0077] 若所述频率为f,则确定所述响应H为:

$$[0078] H = e^{j2\pi f} = \cos(2\pi f) + j\sin(2\pi f) = \cos\left(\frac{1}{LC}\right) + j\sin\left(\frac{1}{LC}\right)$$

[0079] 本发明实施例提供一种提取超声多普勒频率响应的装置,根据LCR电路响应原理配置状态模型;通过对所述状态模型中的LC的设置,确定频率响应中心;通过对所述状态模型中的R的设置,确定幅度的带宽和响应。本发明提出一种简单的超声多普勒信号提取方法,可以实现对任意频率成分的分析提取,在数字信号处理中,数据是离散的,直接累加即可得到多普勒包络;因为LC的设置可以准确提取所需要的频率,理论上而言的奈奎斯特频率下的任意频率,包括复数信号的负频率,因为频率估计准确度高;噪声抑制能力强;因为采用的理论是电路中很常见的LC震荡理论,算法复杂度低;计算资源消耗少,相比于其他滤波提取频率之类的算法,LC可以进行一次乘累加即实现运算,而其与方法都是要多次移位乘累加才能实现,运算更快,能保证实时性的要求;在LC的设置中,不提取双倍频成分,即不受双倍频干扰,非常自由灵活可变,该方法不受血流多普勒的双倍频干扰,而双倍频干扰是超声连续波多普勒包络提取,心率检测中的最大难点。

[0080] 以上结合具体实施例描述了本发明实施例的技术原理。这些描述只是为了解释本发明实施例的原理,而不能以任何方式解释为对本发明实施例保护范围的限制。基于此处的解释,本领域的技术人员不需要付出创造性的劳动即可联想到本发明实施例的其它具体实施方式,这些方式都将落入本发明实施例的保护范围之内。

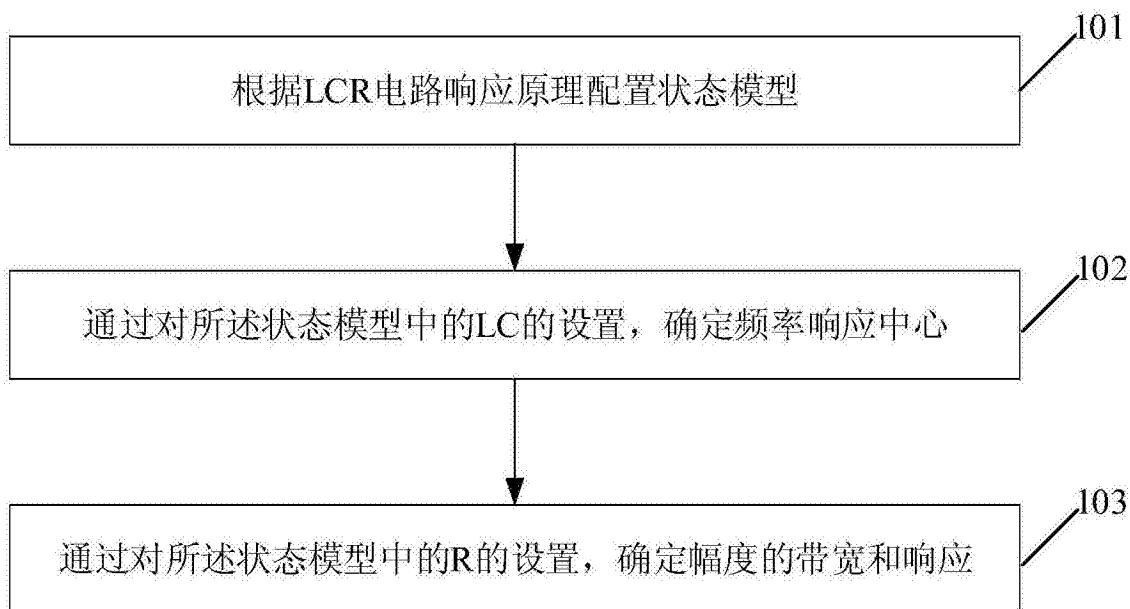


图1

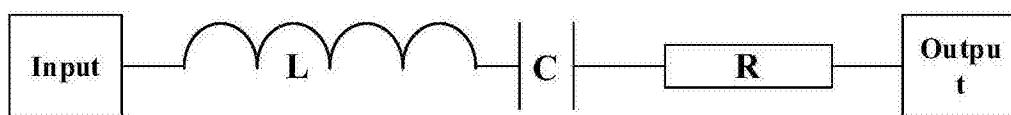


图2

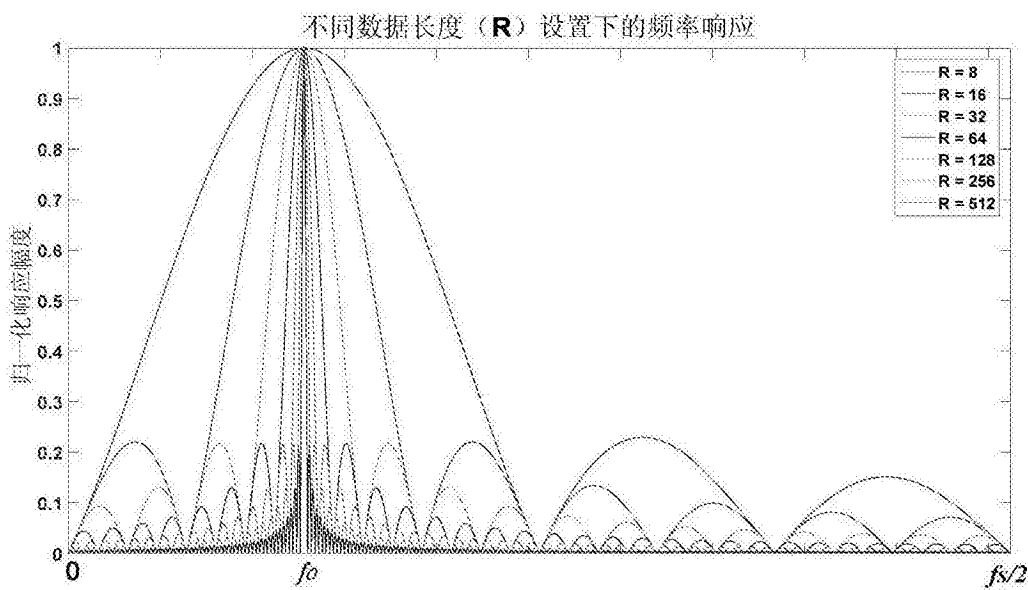


图3

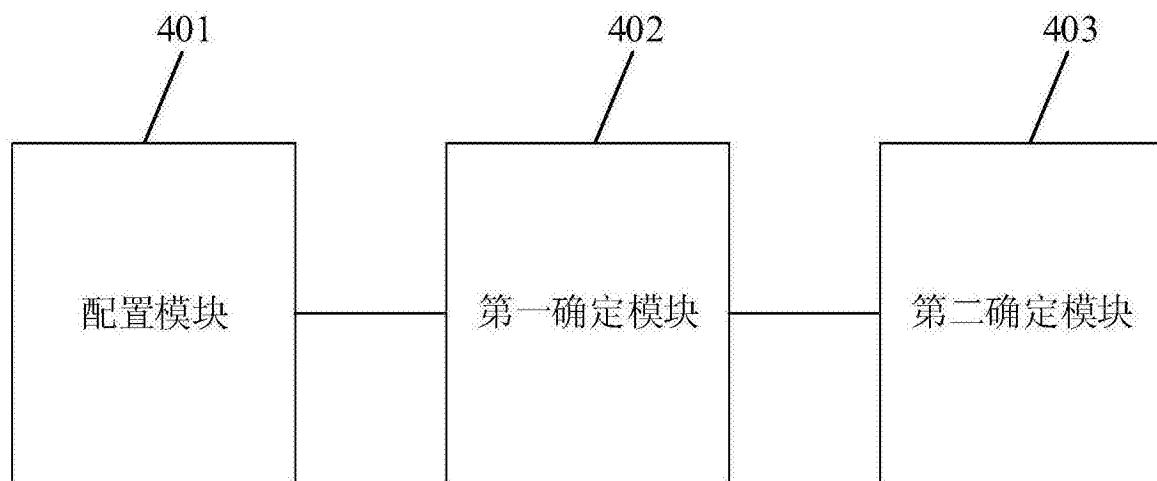


图4

专利名称(译)	一种提取超声多普勒频率响应的方法及装置		
公开(公告)号	CN106388863A	公开(公告)日	2017-02-15
申请号	CN201610853841.6	申请日	2016-09-27
[标]申请(专利权)人(译)	来安中衡物联网设备科技有限公司		
申请(专利权)人(译)	来安中衡物联网设备科技有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	来安中衡物联网设备科技有限公司		
[标]发明人	覃正笛 郑全 覃道鼎		
发明人	覃正笛 郑全 覃道鼎		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/52 A61B8/488		
代理人(译)	胡彬		
外部链接	Espacenet Sipo		

摘要(译)

本发明公开了一种提取超声多普勒频率响应的方法及装置。该方法包括：根据LCR电路响应原理配置状态模型；通过对所述状态模型中的LC的设置，确定频率响应中心；通过对所述状态模型中的R的设置，确定幅度的带宽和响应。本发明提出一种简单的超声多普勒信号提取方法，可以实现对任意频率成分的分析提取，直接积分运算获得多普勒包络；该方法的频率估计准确度高，噪声抑制能力强，算法复杂度低，计算资源消耗少，能保证实时性的要求；该方法不受血流多普勒的双倍频干扰，而双倍频干扰是超声连续波多普勒包络提取，心率检测中的最大难点。

