



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710125695.6

[43] 公开日 2008年7月9日

[11] 公开号 CN 101214157A

[22] 申请日 2007.12.27

[21] 申请号 200710125695.6

[71] 申请人 深圳市蓝韵实业有限公司

地址 518034 广东省深圳市福田区景田北路
81号碧景园E栋601

[72] 发明人 张钰 刘明宇

[74] 专利代理机构 北京必浩得专利代理事务所
代理人 关松寿

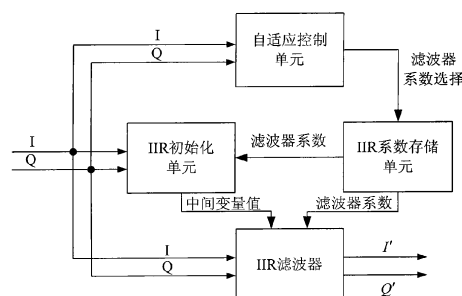
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 4 页

[54] 发明名称

一种自适应彩色血流壁滤波器及滤波方法

[57] 摘要

本发明公开了一种自适应彩色血流壁滤波器及滤波方法，自适应彩色血流壁滤波器包括一无限冲激响应滤波器，还包括自适应控制单元、滤波器初始化单元、滤波器系数存储单元，所述自适应控制单元与所述滤波器系数存储单元相连，所述滤波器系数存储单元与所述滤波器初始化单元和所述无限冲激响应滤波器相连，所述滤波器初始化单元与所述无限冲激响应滤波器相连。本发明通过自相关计算和查表法来确定无限冲激响应壁滤波器的系数，从而改变壁滤波器的阻带截止频率，实现了壁滤波器截止频率的自适应调节，改善了彩色血流壁滤波器的滤波效果，是超声彩色血流成像技术的显著进步。



1、一种自适应彩色血流壁滤波器，包括一无限冲激响应滤波器，其特征在于：还包括自适应控制单元、滤波器初始化单元、滤波器系数存储单元，所述自适应控制单元与所述滤波器系数存储单元相连，所述滤波器系数存储单元与所述滤波器初始化单元和所述无限冲激响应滤波器相连，所述滤波器初始化单元与所述无限冲激响应滤波器相连，所述自适应控制单元用于根据输入的同相回波信号和正交回波信号，计算壁回波信号的平均频率和方差，并根据所述壁回波信号的平均频率和方差确定滤波器系数的存储地址，所述滤波器系数存储单元用于根据输入的所述存储地址读出相应的一组滤波器系数并将所述滤波器系数分别输出到所述无限冲激响应滤波器中相应的乘法器和加法器以及所述滤波器初始化单元，所述滤波器初始化单元用于根据输入的同相回波信号和正交回波信号以及所述滤波器系数计算所述无限冲激响应滤波器的中间变量初始值并输出到所述无限冲激响应滤波器中相应的触发器。

2、根据权利要求1所述的自适应彩色血流壁滤波器，其特征在于：所述自适应控制单元包括自相关壁估计单元和与其相连的滤波器选择单元。

3、根据权利要求2所述的自适应彩色血流壁滤波器，其特征在于：所述自相关壁估计单元包括过渡值计算模块和与其相连的频率、方差、能量计算模块。

4、一种自适应彩色血流壁滤波方法，其特征在于，包括步骤：

A1、输入同相回波信号和正交回波信号；

A2、根据所述同相回波信号和正交回波信号计算过渡值；

A3、根据所述过渡值计算拟滤波信号的平均频率、方差；

-
- A4、根据拟滤波信号的平均频率、方差确定滤波器系数的存储地址；
- A5、读出所述存储地址内的滤波器系数；
- A6、根据所述滤波器系数和所述同相回波信号和正交回波信号计算滤波器中间变量初始值；
- A7、将所述滤波器系数输入到壁滤波器中相应的乘法器和加法器，将所述滤波器中间变量初始值输入到壁滤波器中相应的触发器。

一种自适应彩色血流壁滤波器及滤波方法

技术领域

本发明涉及超声彩色成像技术领域，具体涉及一种自适应彩色血流壁滤波器及滤波方法。

背景技术

彩色血流成像的实现原理是利用多普勒原理，求得彩色血流成像区域的血流的平均速度及方差、能量，经过彩色编码以后得到代表血流情况的二维彩色图像。如图1所示，发射激励使探头发发出脉冲声波，探头发射的波束由被检部位反射产生频移后又被探头接收，经过接收放大，波束合成以后对回波信号进行正交解调，得到解调后的信号分为两路，一路B模式成像处理得到二维灰度图像，另一路信号经壁滤波、自相关估计和彩色编码得到彩色血流图像。这两者经DSC处理，合成和显示最终的图像。来自人体的回波信号主要由两部分组成：来自血流的血流回波信号和低速运动的血管壁及组织产生的壁回波信号，其中血流回波信号是彩色血流成像需要的信号，而壁回波信号是成像的干扰，一般使用壁滤波器来滤除它。因为血流回波信号的频率较高，而壁回波信号的频率较低，所以壁滤波器一般是一个高通滤波器。壁回波信号一般要比血流回波信号要高40-60db。另外，因为彩色血流成像是利用多普勒原理，使用自相关方法来计算彩色血流成像区域的血流的平均速度及方差、能量，所以彩色血流成像需要发射不同方向的波束覆盖整个成像区域，而每个方向因为帧频的限制，只能发射6-16个脉冲，也就是壁滤波器可

处理的数据只有6-16个点。因为超声成像的特点和以上条件的限制，彩色血流成像中的壁滤波器应该满足以下的要求：阻带衰减较大，过渡带较窄，通带平滑，失真小，截止频率可根据回波情况改变。常见的壁滤波器有FIR（Finite Impulse Response，有限冲激响应）滤波器、IIR（Infinite Impulse Response，无限冲激响应）滤波器、回归滤波器、本征滤波器等。FIR滤波器要满足彩色血流成像的要求，需要的阶数很高，而可处理数据只有6-16点，所以现在使用很少。IIR滤波器的阶数可以较低，但是它的瞬态时间太长。回归滤波器和本征滤波器的性能很好，但是它们的截止频率不能连续变化，而只能随阶数变化，而且它们的实现复杂。以上几种滤波器存在共同的缺陷：不能根据信号情况自动调节阻带截止频率，而需要事先预置阻带截止频率或者在成像过程中手工调节。

发明内容

本发明要解决的技术问题是提供一种自适应彩色血流壁滤波器及滤波方法，克服现有技术的彩色血流壁滤波器阻带截止频率不能自动调节的缺陷。

本发明为解决上述技术问题所采用的技术方案为：

一种自适应彩色血流壁滤波器，包括一无限冲激响应滤波器，还包括自适应控制单元、滤波器初始化单元、滤波器系数存储单元，所述自适应控制单元与所述滤波器系数存储单元相连，所述滤波器系数存储单元与所述滤波器初始化单元和所述无限冲激响应滤波器相连，所述滤波器初始化单元与所述无限冲激响应滤波器相连，所述自适应控制单元用于根据输入的同相回波信号和正交回波信号，计算壁回波信号的平均频率和方差，并根据所述壁回波信号的平均频率和方差确定滤波器系数的存储地址，所述滤波器系数存储单元用于根据输入的所述存储地址读出

相应的一组滤波器系数并将所述滤波器系数分别输出到所述无限冲激响应滤波器中相应的乘法器和加法器以及所述滤波器初始化单元，所述滤波器初始化单元用于根据输入的同相回波信号和正交回波信号以及所述滤波器系数计算所述无限冲激响应滤波器的中间变量初始值并输出到所述无限冲激响应滤波器中相应的触发器。

所述的自适应彩色血流壁滤波器，其中所述自适应控制单元包括自相关壁估计单元和与其相连的滤波器选择单元。

所述的自适应彩色血流壁滤波器，其中所述自相关壁估计单元包括过渡值计算模块和与其相连的频率、方差、能量计算模块。

一种自适应彩色血流壁滤波方法，包括步骤：

- A1、输入同相回波信号和正交回波信号；
- A2、根据所述同相回波信号和正交回波信号计算过渡值；
- A3、根据所述过渡值计算拟滤波信号的平均频率、方差；
- A4、根据拟滤波信号的平均频率、方差确定滤波器系数的存储地址；
- A5、读出所述存储地址内的滤波器系数；
- A6、根据所述滤波器系数和所述同相回波信号和正交回波信号计算滤波器中间变量初始值；
- A7、将所述滤波器系数输入到壁滤波器中相应的乘法器和加法器，将所述滤波器中间变量初始值输入到壁滤波器中相应的触发器。

本发明的有益效果为：本发明通过自相关计算和查表法来确定无限冲激响应壁滤波器的系数，从而改变壁滤波器的阻带截止频率，实现了壁滤波器截止频率的自适应调节，改善了彩色血流壁滤波器的滤波效果，是超声彩色血流成像技术的显著进步。

附图说明

本发明包括如下附图：

图 1 为现有技术彩色血流成像系统示意图；

图 2 为本发明自适应彩色血流壁滤波器示意图；

图 3 为本发明自适应控制单元组成模块图；

图 4 为本发明自相关壁估计单元组成模块图；

图 5 为本发明自适应彩色血流壁滤波器实施例示意图；

图 6 为本发明自适应彩色血流壁滤波方法流程图。

具体实施方式

下面根据附图和实施例对本发明作进一步详细说明：

彩色血流成像中的壁滤波器，一般是一个高通滤波器，它需要滤除的信号是低频的壁回波信号。但是在扫查人体不同部位时，壁回波信号和血流回波信号的中心频率不同，所以壁滤波器的截止频率也需要随之改变，才能达到较好的滤波效果。常规的壁滤波器只能通过手动调节壁滤波器的截止频率，这样操作比较繁琐而且成像效果不好。本发明中，在壁滤波器中添加了一个自适应控制单元。在自适应控制单元中求出壁回波信号的平均频率和方差，并据此来确定对应的滤波器截止频率，从而达到对超声回波信号的自适应壁滤波。

如图2所示，本发明自适应彩色血流壁滤波器的输入是经过正交解调后的超声回波信号（包括同相信号I和正交信号Q），输出为壁滤波后的超声回波信号（包括同相信号I'和正交信号Q'）。本发明自适应彩色血流壁滤波器，包括一无限冲激响应滤波器，还包括自适应控制单元、滤波器初始化单元、滤波器系数存储单元，自适应控制单元与滤波器系数存储单元相连，滤波器系数存储单元与滤波器初始化单元和无限冲激响应滤波器相连，滤波器初始化单元与无限冲激响应滤波器相连，自适

应控制单元根据输入的同相回波信号和正交回波信号，计算壁回波信号的平均频率和方差，并根据壁回波信号的平均频率和方差确定滤波器系数的存储地址，滤波器系数存储单元根据输入的存储地址读出相应的一组滤波器系数并将滤波器系数分别输出到无限冲激响应滤波器中相应的乘法器和加法器以及滤波器初始化单元，滤波器初始化单元根据输入的同相回波信号和正交回波信号以及滤波器系数计算无限冲激响应滤波器的中间变量初始值并输出到无限冲激响应滤波器中相应的触发器。

如图3所示，自适应控制单元包括自相关壁估计单元和与其相连的滤波器选择单元。I、Q信号输入到自相关壁估计单元，得到壁滤波前信号的平均频率，方差及能量。因为拟进行壁滤波的回波信号，壁回波信号比血流回波信号强很多，所以这里求出的平均频率及方差基本代表了壁回波信号的平均频率和方差，所以可以通过壁回波信号的平均频率和方差来确定壁滤波器的截止频率。滤波器选择单元设计为查找表结构，表中储存了滤波器系数储存地址，根据此地址可以读出滤波器系数存储单元中对应的滤波器系数。

如图4所示，自相关壁估计单元包括过渡值计算模块和与其相连的频率、方差、能量计算模块。

I、Q信号输入到过渡值计算模块，求出过渡值A、B、C。其公式为：

$$A = \frac{1}{N-1} \sum_{k=1}^{N-1} I_k I_{k+1} + Q_k Q_{k+1}$$

$$B = \frac{1}{N-1} \sum_{k=1}^{N-1} I_k Q_{k+1} - Q_k I_{k+1}$$

$$C = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N I_k^2 + Q_k^2$$

式中N为每个方向发射次数，也就是可处理点数，而I、Q的下标k代表第k个数据。

频率、方差、能量计算单元由A、B、C求得未滤波信号的平均频率、方差及能量。

$$\bar{\omega} = \frac{1}{T} \arctan \left[\frac{B}{A} \right]$$

$$\sigma_v^2 = \frac{2}{T^2} \left[1 - \frac{\sqrt{A^2 + B^2}}{C} \right]$$

$$P = R(0) = C$$

计算过程中的反正切及开根号都通过查表法来实现。

这里求出的频率、方差、能量可以用于壁滤波器的选择，还可以做为彩色血流成像后处理中门限控制的参考值。

在本发明中，共设15个滤波器，其号码分别为0-14，每个滤波器都对应不同的截止频率和带宽。根据不同的 $\bar{\omega}$ 、 σ_v^2 ，可选择对应的滤波器。其对应可通过一个二维查找表来进行。在查找表中根据 $\bar{\omega}$ 、 σ_v^2 来确定选择1-15个滤波器的其中一个，也就是给出(0-14)中的某一个值做为滤波器号码。 $\bar{\omega}$ 、 σ_v^2 与滤波器的对应关系并不能以简单的线性关系表示，而是由大量的实验得出的。

滤波器的选择通过一个地址数组来进行，地址数组内共有15个元素，数组的内容是15组滤波器系数的存储首地址，如表1所示。

0	第1组滤波器系数存储首地址
1	第2组滤波器系数存储首地址
2	第3组滤波器系数存储首地址
...	
14	第15组滤波器系数存储首地址

表1

由滤波器号码(0-14)读取地址数组内的滤波器系数存储首地址，然后根据地址读出滤波器系数，对I、Q信号进行滤波。

本发明中，15组滤波器系数可存储在DSP芯片内部，也可以放置在外部存储器中，只需要把系数存储首地址赋值给地址数组即可。

本发明中还可以增加判断自适应模式的单元，如果系统处于自适应

模式，则通过上述过程选择滤波器；如果系统不在自适应模式，则根据预设值来选择滤波器。预设值实际上就是通过用户设置，给出一个滤波器号码，来代替自适应控制单元求出的滤波器号码。

如图5所示，实际中I、Q信号需要分别进行滤波，但是为了避免重复，图中将I、Q信号合写为IQ，因为对I信号和Q信号所进行的处理是完全一样的。一组来自正交解调输出的待滤波的IQ信号来到壁滤波器单元，同时被送往自相关壁估计单元、IIR初始化计算单元和IIR滤波器。首先自相关壁估计单元通过自相关运算求得壁回波信号的频率、方差及能量；根据频率及方差经滤波器选择译码逻辑得到对应的IIR系数存储地址；根据地址从IIR系数存储ROM中读出对应的一组滤波器系数 $\{a_{11}, b_{11}, a_{12}, b_{12}; a_{21}, b_{21}, a_{22}, b_{22}\}$ ；滤波器系数和延时后的IQ数据一起计算出中间变量初始值 $\{w_{11}, w_{12}; w_{21}, w_{22}\}$ 。其中中间变量初始值根据IIR滤波器的向量空间表示法求得，本实施例中使用阶梯初始化方法。阶跃初始化的计算公式为：

$$\begin{aligned} [w_{11}, w_{12}]^T &= \{1 + b_{11} + b_{12}\}^{-1} [IQ(1), IQ(1)]^T \\ [w_{21}, w_{22}]^T &= \{1 + b_{21} + b_{22}\}^{-1} [IQ'(1), IQ'(1)]^T \end{aligned}$$

求得的滤波器系数和中间变量初始值被传至滤波器单元中的对应位置，滤波器系数做为滤波器单元中乘法器中的一个乘数，而中间变量初始值是滤波器单元中触发器的初始值。在进行初始化完毕以后，IIR滤波器开始对延时后的IQ数据进行滤波，滤波是通过两个级联的二阶IIR滤波器来实现，滤波后输出到自相关估计单元。

本发明在DSP芯片中通过软件实现相关的控制，自适应彩色血流壁滤波方法的流程如附图6所示。首先载入I、Q信号，接着计算中间变量A、B、C，再根据A、B、C求出为滤波信号的平均频率、方差及能量；计算完后，判断系统是否处于自适应模式，如果在自适应模式，则根据平均频率和方差选择滤波器，如果不在，则由预设值来选择滤波器。根据滤

波器号码读出系数存储地址，通过该地址得到对应得滤波器系数，进行滤波。

本领域技术人员不脱离本发明的实质和精神，可以有多种变形方案实现本发明，以上所述仅为本发明较佳可行的实施例而已，并非因此局限本发明的权利范围，凡运用本发明说明书及附图内容所作的等效结构变化，均包含于本发明的权利范围之内。

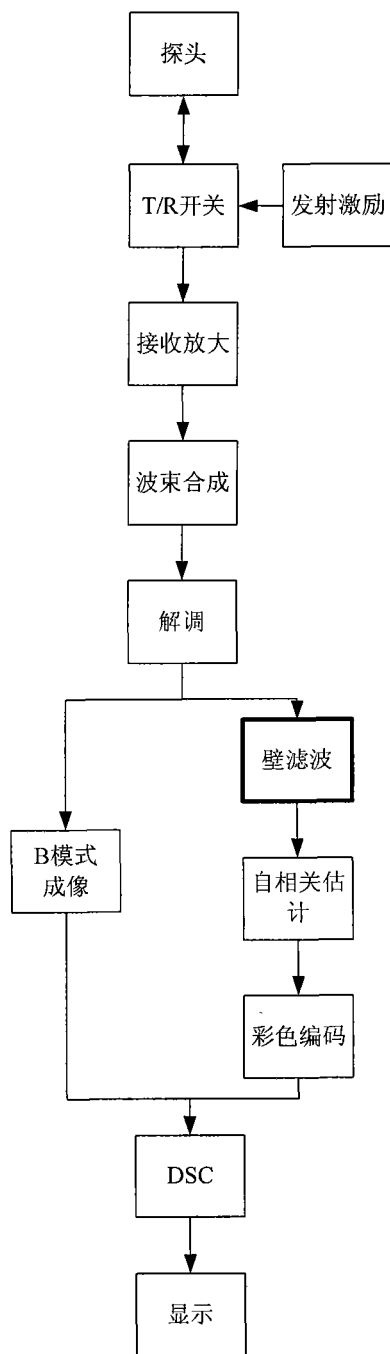


图1

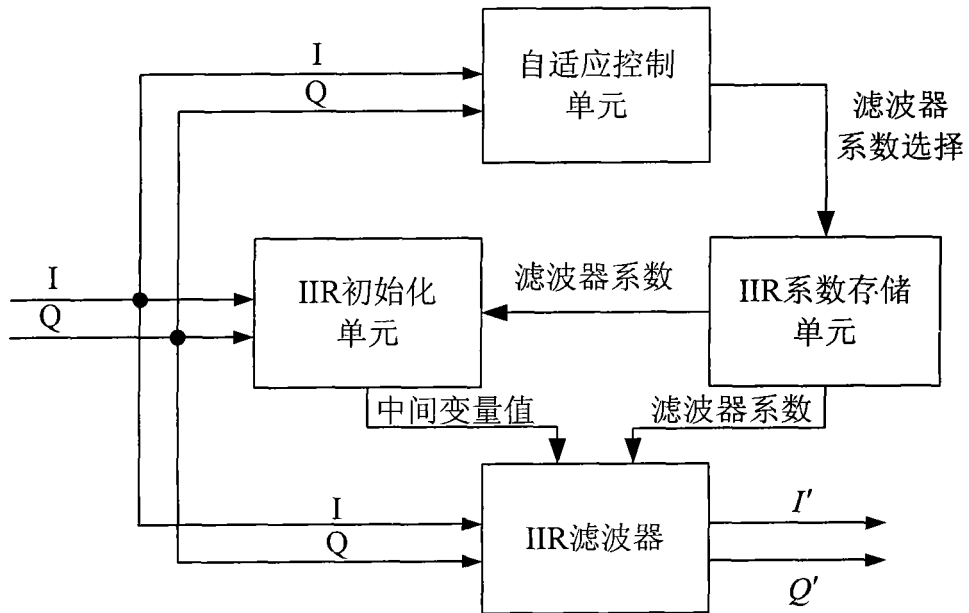


图2

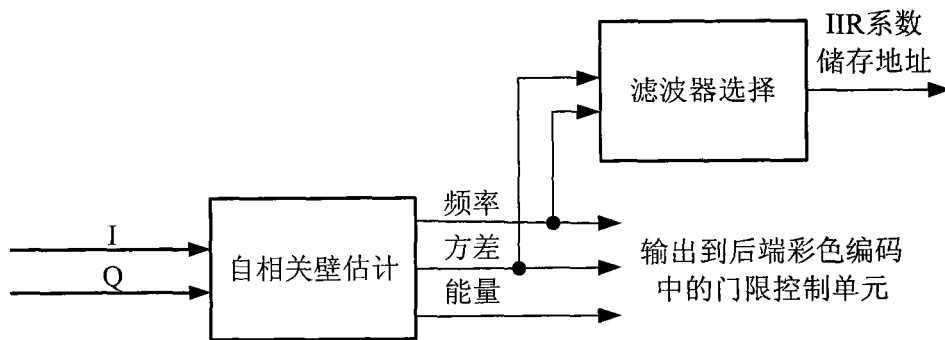


图3

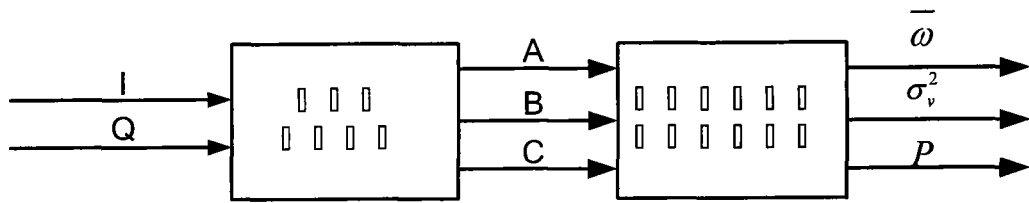


图4

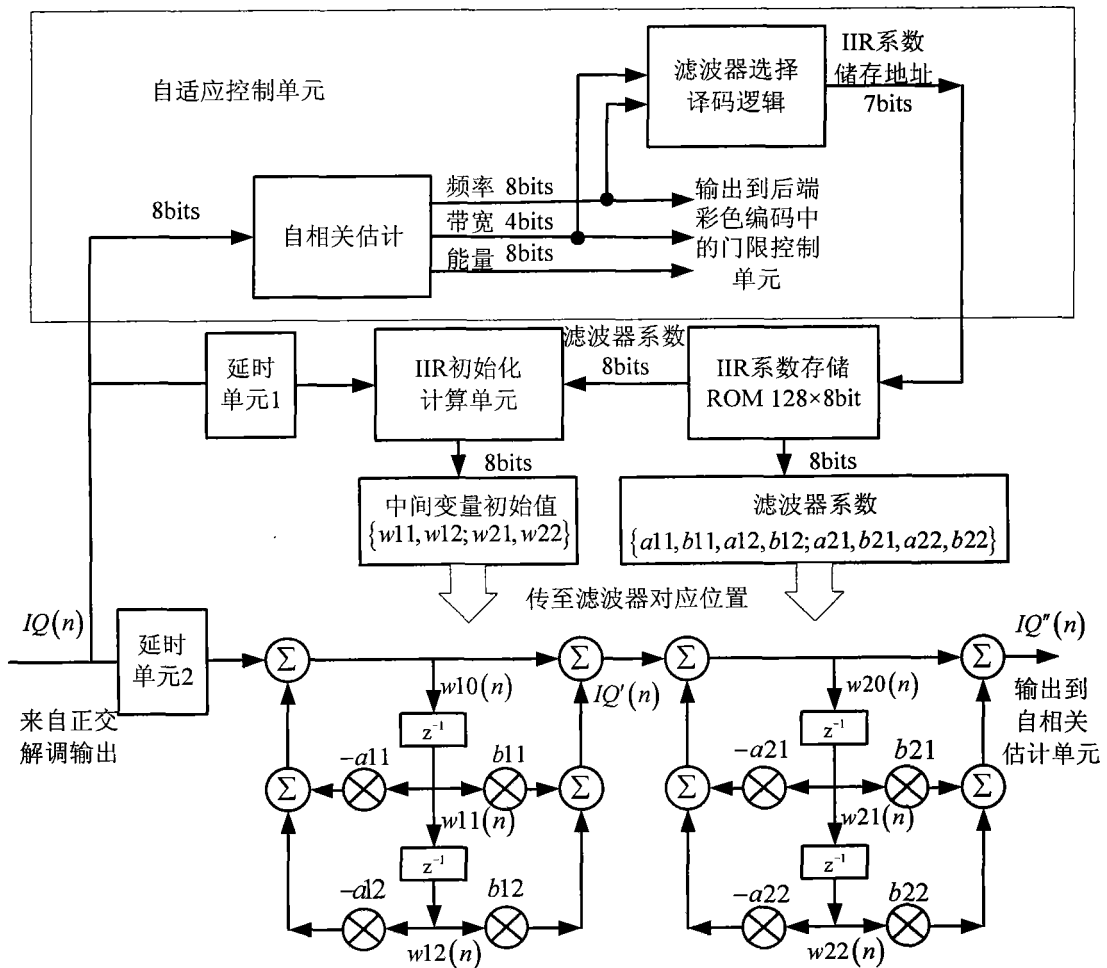


图5

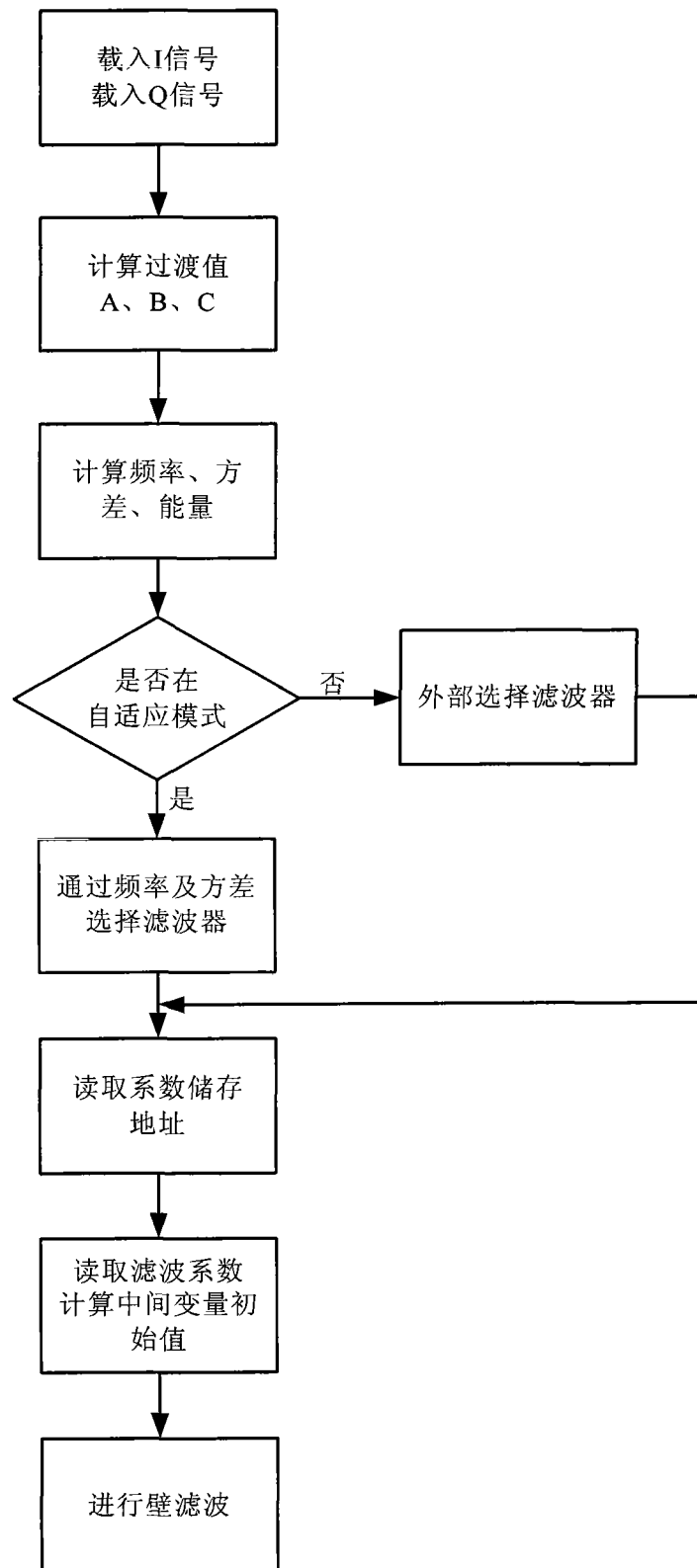


图6

专利名称(译)	一种自适应彩色血流壁滤波器及滤波方法		
公开(公告)号	CN101214157A	公开(公告)日	2008-07-09
申请号	CN200710125695.6	申请日	2007-12-27
[标]申请(专利权)人(译)	深圳市蓝韵实业有限公司		
申请(专利权)人(译)	深圳市蓝韵实业有限公司		
[标]发明人	张钰 刘明宇		
发明人	张钰 刘明宇		
IPC分类号	A61B8/06		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种自适应彩色血流壁滤波器及滤波方法，自适应彩色血流壁滤波器包括一有限冲激响应滤波器，还包括自适应控制单元、滤波器初始化单元、滤波器系数存储单元，所述自适应控制单元与所述滤波器系数存储单元相连，所述滤波器系数存储单元与所述滤波器初始化单元和所述有限冲激响应滤波器相连，所述滤波器初始化单元与所述有限冲激响应滤波器相连。本发明通过自相关计算和查表法来确定有限冲激响应壁滤波器的系数，从而改变壁滤波器的阻带截止频率，实现了壁滤波器截止频率的自适应调节，改善了彩色血流壁滤波器的滤波效果，是超声彩色血流成像技术的显著进步。

