



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108042155 A

(43)申请公布日 2018. 05. 18

(21)申请号 201711387521.7

(22)申请日 2017.12.20

(71)申请人 飞依诺科技(苏州)有限公司

地址 215123 江苏省苏州市工业园区新发
路27号A栋5楼、C栋4楼

(72)发明人 郭建军 陈惠人

(74)专利代理机构 苏州威世朋知识产权代理事
务所(普通合伙) 32235

代理人 苏婷婷

(51)Int.Cl.

A61B 8/00(2006.01)

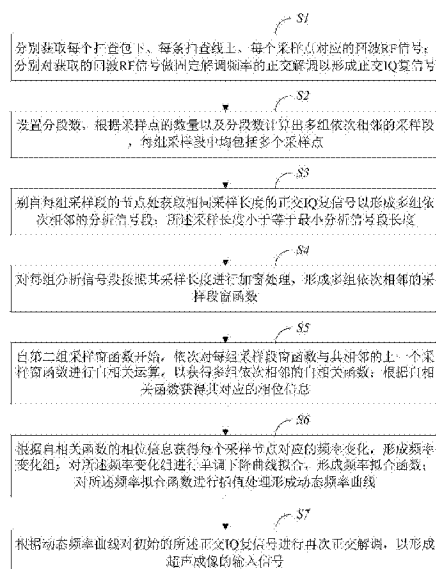
权利要求书4页 说明书9页 附图3页

(54)发明名称

超声回波信号自动时间频率解调方法及处
理系统

(57)摘要

本发明提供一种超声回波信号自动时间频率解调方法及处理系统,所述方法包括:获取回波RF信号的正交IQ复信号;设置分段数,并根据其计算采样段,分别自每组采样段的节点处获取相同采样长度的正交IQ复信号,并按照其采样长度进行加窗处理,形成多组依次相邻的采样段窗函数;对采样段的窗函数进行自相关运算获取对应的相位信息,根据其相位信息获得每个采样节点对应的频率变化以进行单调下降曲线拟合,形成频率拟合函数;对所述频率拟合函数进行插值处理形成动态频率曲线;根据动态频率曲线对初始的所述正交IQ复信号进行再次正交解调,以形成超声成像的输入信号。本发明根据不同的组织回波自适应算出最佳的解调频率,能达到提高图像质量的目的。



1. 一种超声回波信号自动时间频率解调方法,其特征在于,所述方法包括以下步骤:

S1、分别获取每个扫查包下、每条扫查线上、每个采样点对应的回波RF信号;分别对获取的回波RF信号做固定解调频率的正交解调以形成正交IQ复信号;

S2、设置分段数,根据采样点的数量以及分段数计算出多组依次相邻的采样段,每组采样段中均包括多个采样点;

S3、分别自每组采样段的节点处获取相同采样长度的正交IQ复信号以形成多组依次相邻的分析信号段;所述采样长度小于等于最小分析信号段长度;

S4、对每组分析信号段按照其采样长度进行加窗处理,形成多组依次相邻的采样段窗函数;

S5、自第二组采样窗函数开始,依次对每组采样段窗函数与其相邻的上一个采样窗函数进行自相关运算,以获得多组依次相邻的自相关函数;根据自相关函数获得其对应的相位信息;

S6、根据自相关函数的相位信息获得每个采样节点对应的频率变化,形成频率变化组;对所述频率变化组进行单调下降曲线拟合,形成频率拟合函数;对所述频率拟合函数进行插值处理形成动态频率曲线;

S7、根据动态频率曲线对初始的所述正交IQ复信号进行再次正交解调,以形成超声成像的输入信号。

2. 根据权利要求1所述的超声回波信号自动时间频率解调方法,其特征在于,所述步骤S2具体包括:

设置分段数为Num_Seg段,将整段信号拆分为Num_Seg+1组采样段;其中,自第二段开始的采样段的长度均为LN_Seg,第一组采样段的长度小于第二组以及第二组之后的采样段的长度。

3. 根据权利要求1所述的超声回波信号自动时间频率解调方法,其特征在于,所述步骤S2具体包括:

设置分段数为Num_Seg段,将整段信号设置为Num_Seg组采样段;其中,每组采样段的长度均为LN_Seg;

$LN_Seg = N / Num_Seg$, 其中, N为深度方向的总的采样点数。

4. 根据权利要求2所述的超声回波信号自动时间频率解调方法,其特征在于,所述步骤S3具体包括:

根据发射探头的发射波形周期数,采样频率,固定解调频率获得每组分析信号段的采样长度,则 $Lsig = k * fs / f0$, Lsig表示采样长度, k表示发射探头的发射波形周期数, fs表示采样频率, f0表示固定解调频率;

将第一组采样段的长度设置为与采样长度相等,则 $LN_Seg = (N - Lsig) / Num_Seg$, N为深度方向的总的采样点数;

分别自每组采样段的节点处按照采样长度获取对应的正交IQ复信号,以形成多组依次相邻的分析信号段,其表示为:

$Sig_Seg(0) = [Sig_0(0), Sig_0(1), \dots, Sig_0(Lsig-1)]$;

$Sig_Seg(1) = [Sig_0(LN_Seg), Sig_0(LN_Seg+1), \dots, Sig_0(LN_Seg+Lsig-1)]$;

$Sig_Seg(2) = [Sig_0(2*LN_Seg), Sig_0(2*LN_Seg+1), \dots, Sig_0(2*LN_Seg+Lsig-$

1)];

.....

$\text{Sig_Seg}(\text{Num_Seg}) = [\text{Sig_0}(\text{N-Lsig}), \text{Sig_0}(\text{N-Lsig}-1), \dots, \text{Sig_0}(\text{N}-1)]$ 。

5. 根据权利要求1所述的超声回波信号自动时间频率解调方法, 其特征在于, 所述步骤S4具体包括:

对每组分析信号段点乘其对应的采样长度的窗函数, 形成多组依次相邻的采样段窗函数;

所述窗函数为: 汉宁窗, 汉明窗, 高斯窗中的一种。

6. 根据权利要求4所述的超声回波信号自动时间频率解调方法, 其特征在于, 所述步骤S5具体包括:

以 $\text{Sig_Seg_Win}(i)$ 表示当前的采样窗函数, 以 $\text{Sig_Seg_Win}(i-1)$ 表示当前采样窗函数相邻的上一个采样窗函数, 以 $\text{R_Seg}(i)$ 表示自相关函数, 以 $\text{Phase_R_Seg}(i)$ 表示 $\text{R_Seg}(i)$ 的相位信息;

则: $\text{R_Seg}(i) = \text{ReaI_R}(i) + j * \text{Imag_R}(i)$,

$\text{Phase_R_Seg}(i) = \text{atan2}(\text{Imag_R}(i) / \text{ReaI_R}(i))$, 其中 $i = [1, 2, 3 \dots \text{Num_Seg}]$ 。

7. 根据权利要求6所述的超声回波信号自动时间频率解调方法, 其特征在于, 所述步骤S6具体包括:

将节点 i 处的频率变化以 $\Delta f_seg(i)$ 表示, 频率变化组以 Δf_seg 表示, 将对应 Δf_seg 获得的频率拟合函数表示为 $f_curve_fun(i)$;

则, $\Delta f_seg(i) = \text{Phase_R_Seg}(i) / 2\pi / (\text{LN_Seg}) * f_s$,

$\Delta f_seg = [0, \Delta f_seg(1), \Delta f_seg(2), \dots, \Delta f_seg(\text{Num_Seg})]$;

其中, f_s 为探头的采样频率, $i = [0, \dots, \text{Num_Seg}]$;

对频率拟合函数进行 LN_Seg 倍插值, 以获得最终长度为 N 的动态频率曲线 $\Delta f(n)$, 其中 $0 \leq n \leq N$ 。

8. 一种超声回波信号自动时间频率解调系统, 其特征在于, 所述系统包括:

正交信号获取模块, 用于分别获取每个扫查包下、每条扫查线上、每个采样点对应的回波RF信号; 分别对获取的回波RF信号做固定解调频率的正交解调以形成正交IQ复信号;

采样选取模块, 用于设置分段数, 根据采样点的数量以及分段数计算出多组依次相邻的采样段, 每组采样段中均包括多个采样点; 分别自每组采样段的节点处获取相同采样长度的正交IQ复信号以形成多组依次相邻的分析信号段; 所述采样长度小于等于最小分析信号段长度;

窗处理模块, 用于对每组分析信号段按照其采样长度进行加窗处理, 形成多组依次相邻的采样段窗函数;

自相关运算模块, 用于自第二组采样窗函数开始, 依次对每组采样段窗函数与其相邻的上一个采样窗函数进行自相关运算, 以获得多组依次相邻的自相关函数; 根据自相关函数获得其对应的相位信息;

曲线拟合模块, 根据自相关函数的相位信息获得每个采样节点对应的频率变化, 形成频率变化组; 对所述频率变化组进行单调下降曲线拟合, 形成频率拟合函数; 对所述频率拟合函数进行插值处理形成动态频率曲线;

输出模块,用于根据动态频率曲线对初始的所述正交IQ复信号进行再次正交解调,以形成超声成像的输入信号。

9.根据权利要求8所述的超声回波信号自动时间频率解调系统,其特征在于,所述采样选取模块具体用于:

设置分段数为Num_Seg段,将整段信号拆分为Num_Seg+1组采样段;其中,自第二段开始的采样段的长度均为LN_Seg,第一组采样段的长度小于第二组以及第二组之后的采样段的长度。

10.根据权利要求8所述的超声回波信号自动时间频率解调系统,其特征在于,所述采样选取模块具体用于:

设置分段数为Num_Seg段,将整段信号设置为Num_Seg组采样段;其中,每组采样段的长度均为LN_Seg;

$LN_Seg = N / Num_Seg$,其中,N为深度方向的总的采样点数。

11.根据权利要求9所述的超声回波信号自动时间频率解调系统,其特征在于,所述采样选取模块还用于:

根据发射探头的发射波形周期数,采样频率,固定解调频率获得每组分析信号段的采样长度,则 $Lsig = k * fs / f0$,Lsig表示采样长度,k表示发射探头的发射波形周期数,fs表示采样频率,f0表示固定解调频率;

将第一组采样段的长度设置为与采样长度相等,则 $LN_Seg = (N - Lsig) / Num_Seg$,N为深度方向的总的采样点数;

分别自每组采样段的节点处按照采样长度获取对应的正交IQ复信号,以形成多组依次相邻的分析信号段,其表示为:

$Sig_Seg(0) = [Sig_0(0), Sig_0(1), \dots, Sig_0(Lsig-1)];$
 $Sig_Seg(1) = [Sig_0(LN_Seg), Sig_0(LN_Seg+1), \dots, Sig_0(LN_Seg+Lsig-1)];$
 $Sig_Seg(2) = [Sig_0(2*LN_Seg), Sig_0(2*LN_Seg+1), \dots, Sig_0(2*LN_Seg+Lsig-1)];$

 $Sig_Seg(Num_Seg) = [Sig_0(N-Lsig), Sig_0(N-Lsig-1), \dots, Sig_0(N-1)].$

12.根据权利要求8所述的超声回波信号自动时间频率解调系统,其特征在于,所述窗处理模块具体用于:对每组分析信号段点乘其对应的采样长度的窗函数,形成多组依次相邻的采样段窗函数;

所述窗函数为:汉宁窗,汉明窗,高斯窗中的一种。

13.根据权利要求11所述的超声回波信号自动时间频率解调系统,其特征在于,所述自相关运算模块具体用于:

以 $Sig_Seg_Win(i)$ 表示当前的采样窗函数,以 $Sig_Seg_Win(i-1)$ 表示当前采样窗函数相邻的上一个采样窗函数,以 $R_Seg(i)$ 表示自相关函数,以 $Phase_R_Seg(i)$ 表示 $R_Seg(i)$ 的相位信息;

则: $R_Seg(i) = ReaI_R(i) + j * Imag_R(i)$,

$Phase_R_Seg(i) = atan2(Imag_R(i) / ReaI_R(i))$,其中 $i = [1, 2, 3 \dots Num_Seg]$ 。

14.根据权利要求11所述的超声回波信号自动时间频率解调系统,其特征在于,所述曲

线拟合模块具体用于：

将节点*i*处的频率变化以 $\Delta f_{\text{seg}}(i)$ 表示，频率变化组以 Δf_{seg} 表示，将对应 Δf_{seg} 获得的频率拟合函数表示为 $f_{\text{curve_fun}}(i)$ ；

则， $\Delta f_{\text{seg}}(i) = \text{Phase_R_Seg}(i) / 2\pi / (\text{LN_Seg}) * f_s$ ，

$\Delta f_{\text{seg}} = [0, \Delta f_{\text{seg}}(1), \Delta f_{\text{seg}}(2), \dots, \Delta f_{\text{seg}}(\text{Num_Seg})]$ ；

其中， f_s 为探头的采样频率， $i = [0, \dots, \text{Num_Seg}]$ ；

对频率拟合函数进行 LN_Seg 倍插值，以获得最终长度为 N 的动态频率曲线 $\Delta f(n)$ ，其中 $0 \leq n \leq N$ 。

超声回波信号自动时间频率解调方法及处理系统

技术领域

[0001] 本发明属于医疗超声技术领域,主要涉及一种超声回波信号自动时间频率解调方法及处理系统。

背景技术

[0002] 彩色超声诊断仪(B超机)的彩色血流成像,以其独有的实时动态特性,成为现代医学不可或缺的辅助诊断的手段之一,在临床诊断中成为某些病症的判断标准。

[0003] 在超声成像过程中,由于超声在组织内存在频率衰减的传播特性,所以超声回波信号的频率成分是随着深度的增加而发生变化的;在传统B模式回波信号的正交解调过程中,一般采用一条随时间变化的解调频率曲线用于超声回波信号的解调;而在多普勒模式中,一般采用固定频率进行信号的解调。

[0004] 然而,传统的回波信号解调方法,由于其设定的随时间变化的解调频率曲线(称之为TFC)是固定的,而在实际过程中,待测组织的特性不同,其随时间变化的趋势也是不尽相同的,所以采用同一条TFC曲线,难以实现最优的成像效果。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种超声回波信号自动时间频率解调方法及处理系统。

[0006] 为了实现上述发明目的之一,本发明一实施方式的超声回波信号自动时间频率解调方法,所述方法包括以下步骤:

[0007] S1、分别获取每个扫查包下、每条扫查线上、每个采样点对应的回波RF信号;分别对获取的回波RF信号做固定解调频率的正交解调以形成正交IQ复信号;

[0008] S2、设置分段数,根据采样点的数量以及分段数计算出多组依次相邻的采样段,每组采样段中均包括多个采样点;

[0009] S3、分别自每组采样段的节点处获取相同采样长度的正交IQ复信号以形成多组依次相邻的分析信号段;所述采样长度小于等于最小分析信号段长度;

[0010] S4、对每组分析信号段按照其采样长度进行加窗处理,形成多组依次相邻的采样段窗函数;

[0011] S5、自第二组采样窗函数开始,依次对每组采样段窗函数与其相邻的上一个采样窗函数进行自相关运算,以获得多组依次相邻的自相关函数;根据自相关函数获得其对应的相位信息;

[0012] S6、根据自相关函数的相位信息获得每个采样节点对应的频率变化,形成频率变化组;对所述频率变化组进行单调下降曲线拟合,形成频率拟合函数;对所述频率拟合函数进行插值处理形成动态频率曲线;

[0013] S7、根据动态频率曲线对初始的所述正交IQ复信号进行再次正交解调,以形成超声成像的输入信号。

[0014] 作为本发明一实施方式的进一步改进,所述步骤S2具体包括:

[0015] 设置分段数为Num_Seg段,将整段信号拆分为Num_Seg+1组采样段;其中,自第二段开始的采样段的长度均为LN_Seg,第一组采样段的长度小于第二组以及第二组之后的采样段的长度。

[0016] 作为本发明一实施方式的进一步改进,所述步骤S2具体包括:

[0017] 设置分段数为Num_Seg段,将整段信号设置为Num_Seg组采样段;其中,每组采样段的长度均为LN_Seg;

[0018] $LN_Seg = N / Num_Seg$,其中,N为深度方向的总的采样点数。

[0019] 作为本发明一实施方式的进一步改进,所述步骤S3具体包括:

[0020] 根据发射探头的发射波形周期数,采样频率,固定解调频率获得每组分析信号段的采样长度,则 $L_{sig} = k * f_s / f_0$, L_{sig} 表示采样长度,k表示发射探头的发射波形周期数, f_s 表示采样频率, f_0 表示固定解调频率;

[0021] 将第一组采样段的长度设置为与采样长度相等,则 $LN_Seg = (N - L_{sig}) / Num_Seg$,N为深度方向的总的采样点数;

[0022] 分别自每组采样段的节点处按照采样长度获取对应的正交IQ复信号,以形成多组依次相邻的分析信号段,其表示为:

[0023] $Sig_Seg(0) = [Sig_0(0), Sig_0(1), \dots, Sig_0(L_{sig}-1)]$;

[0024] $Sig_Seg(1) = [Sig_0(LN_Seg), Sig_0(LN_Seg+1), \dots, Sig_0(LN_Seg+L_{sig}-1)]$;

[0025] $Sig_Seg(2) = [Sig_0(2*LN_Seg), Sig_0(2*LN_Seg+1), \dots, Sig_0(2*LN_Seg+L_{sig}-1)]$;

[0026]

[0027] $Sig_Seg(Num_Seg) = [Sig_0(N-L_{sig}), Sig_0(N-L_{sig}-1), \dots, Sig_0(N-1)]$ 。

[0028] 作为本发明一实施方式的进一步改进,所述步骤S4具体包括:

[0029] 对每组分析信号段点乘其对应的采样长度的窗函数,形成多组依次相邻的采样段窗函数;

[0030] 所述窗函数为:汉宁窗,汉明窗,高斯窗中的一种。

[0031] 作为本发明一实施方式的进一步改进,所述步骤S5具体包括:

[0032] 以 $Sig_Seg_Win(i)$ 表示当前的采样窗函数,以 $Sig_Seg_Win(i-1)$ 表示当前采样窗函数相邻的上一个采样窗函数,以 $R_Seg(i)$ 表示自相关函数,以 $Phase_R_Seg(i)$ 表示 $R_Seg(i)$ 的相位信息;

[0033] 则: $R_Seg(i) = ReaI_R(i) + j * Imag_R(i)$,

[0034] $Phase_R_Seg(i) = \text{atan2}(Imag_R(i) / ReaI_R(i))$,其中 $i = [1, 2, 3 \dots Num_Seg]$ 。

[0035] 作为本发明一实施方式的进一步改进,所述步骤S6具体包括:

[0036] 将节点i处的频率变化以 $\Delta f_seg(i)$ 表示,频率变化组以 Δf_seg 表示,将对应 Δf_seg 获得的频率拟合函数表示为 $f_curve_fun(i)$;

[0037] 则, $\Delta f_seg(i) = Phase_R_Seg(i) / 2\pi / (LN_Seg) * f_s$,

[0038] $\Delta f_seg = [0, \Delta f_seg(1), \Delta f_seg(2), \dots, \Delta f_seg(Num_Seg)]$;

[0039] 其中, f_s 为探头的采样频率, $i = [0, \dots, Num_Seg]$;

[0040] 对频率拟合函数进行LN_Seg倍插值,以获得最终长度为N的动态频率曲线 $\Delta f(n)$,

其中 $0 \leq n \leq N$ 。

[0041] 为了实现上述发明目的的另一,本发明一实施方式提供一种超声回波信号自动时间频率解调系统,所述系统包括:正交信号获取模块,用于分别获取每个扫查包下、每条扫查线上、每个采样点对应的回波RF信号;分别对获取的回波RF信号做固定解调频率的正交解调以形成正交IQ复信号;

[0042] 采样选取模块,用于设置分段数,根据采样点的数量以及分段数计算出多组依次相邻的采样段,每组采样段中均包括多个采样点;分别自每组采样段的节点处获取相同采样长度的正交IQ复信号以形成多组依次相邻的分析信号段;所述采样长度小于等于最小分析信号段长度;

[0043] 窗处理模块,用于对每组分析信号段按照其采样长度进行加窗处理,形成多组依次相邻的采样段窗函数;

[0044] 自相关运算模块,用于自第二组采样窗函数开始,依次对每组采样段窗函数与其相邻的上一个采样窗函数进行自相关运算,以获得多组依次相邻的自相关函数;根据自相关函数获得其对应的相位信息;

[0045] 曲线拟合模块,根据自相关函数的相位信息获得每个采样节点对应的频率变化,形成频率变化组;对所述频率变化组进行单调下降曲线拟合,形成频率拟合函数;对所述频率拟合函数进行插值处理形成动态频率曲线;

[0046] 输出模块,用于根据动态频率曲线对初始的所述正交IQ复信号进行再次正交解调,以形成超声成像的输入信号。

[0047] 作为本发明一实施方式的进一步改进,所述采样选取模块具体用于:

[0048] 设置分段数为Num_Seg段,将整段信号拆分为Num_Seg+1组采样段;其中,自第二段开始的采样段的长度均为LN_Seg,第一组采样段的长度小于第二组以及第二组之后的采样段的长度。

[0049] 作为本发明一实施方式的进一步改进,所述采样选取模块具体用于:

[0050] 设置分段数为Num_Seg段,将整段信号设置为Num_Seg组采样段;其中,每组采样段的长度均为LN_Seg;

[0051] $LN_Seg = N / Num_Seg$,其中,N为深度方向的总的采样点数。

[0052] 作为本发明一实施方式的进一步改进,所述采样选取模块还用于:

[0053] 根据发射探头的发射波形周期数,采样频率,固定解调频率获得每组分析信号段的采样长度,则 $L_{sig} = k * f_s / f_0$, L_{sig} 表示采样长度,k表示发射探头的发射波形周期数, f_s 表示采样频率, f_0 表示固定解调频率;

[0054] 将第一组采样段的长度设置为与采样长度相等,则 $LN_Seg = (N - L_{sig}) / Num_Seg$,N为深度方向的总的采样点数;

[0055] 分别自每组采样段的节点处按照采样长度获取对应的正交IQ复信号,以形成多组依次相邻的分析信号段,其表示为:

[0056] $Sig_Seg(0) = [Sig_0(0), Sig_0(1), \dots, Sig_0(L_{sig}-1)]$;

[0057] $Sig_Seg(1) = [Sig_0(LN_Seg), Sig_0(LN_Seg+1), \dots, Sig_0(LN_Seg+L_{sig}-1)]$;

[0058] $Sig_Seg(2) = [Sig_0(2*LN_Seg), Sig_0(2*LN_Seg+1), \dots, Sig_0(2*LN_Seg+$

Lsig-1)];

[0059]

[0060] Sig_Seg (Num_Seg) = [Sig_0 (N-Lsig), Sig_0 (N-Lsig-1), ..., Sig_0 (N-1)]。

[0061] 作为本发明一实施方式的进一步改进,所述窗处理模块具体用于:对每组分析信号段点乘其对应的采样长度的窗函数,形成多组依次相邻的采样段窗函数;

[0062] 所述窗函数为:汉宁窗,汉明窗,高斯窗中的一种。

[0063] 作为本发明一实施方式的进一步改进,所述自相关运算模块具体用于:

[0064] 以Sig_Seg_Win(i)表示当前的采样窗函数,以Sig_Seg_Win(i-1)表示当前采样窗函数相邻的上一个采样窗函数,以R_Seg(i)表示自相关函数,以Phase_R_Seg(i)表示R_Seg(i)的相位信息;

[0065] 则: $R_Seg(i) = ReaI_R(i) + j * Imag_R(i)$,

[0066] $Phase_R_Seg(i) = atan2(Imag_R(i) / ReaI_R(i))$, 其中 $i = [1, 2, 3 \cdots Num_Seg]$ 。

[0067] 作为本发明一实施方式的进一步改进,所述曲线拟合模块具体用于:

[0068] 将节点i处的频率变化以 $\Delta f_seg(i)$ 表示,频率变化组以 Δf_seg 表示,将对应 Δf_seg 获得的频率拟合函数表示为 $f_curve_fun(i)$;

[0069] 则, $\Delta f_seg(i) = Phase_R_Seg(i) / 2\pi / (LN_Seg) * fs$,

[0070] $\Delta f_seg = [0, \Delta f_seg(1), \Delta f_seg(2), \dots, \Delta f_seg(Num_seg)]$;

[0071] 其中, fs 为探头的采样频率, $i = [0, \dots, Num_Seg]$;

[0072] 对频率拟合函数进行 LN_Seg 倍插值,以获得最终长度为 N 的动态频率曲线 $\Delta f(n)$, 其中 $0 \leq n \leq N$ 。

[0073] 与现有技术相比,本发明的超声回波信号自动时间频率解调方法及处理系统,对原始的回波RF信号进行动态频率解调,根据不同的组织回波自适应算出最佳的解调频率,从而可以提高解调信号的信噪比,有较高的鲁棒性,能达到提高图像质量的目的。

附图说明

[0074] 图1是传统的成像系统的整体模块示意图;

[0075] 图2是传统的超声回波信号自动时间频率解调系统的模块示意图;

[0076] 图3是本发明一实施方式中超声回波信号自动时间频率解调方法的流程示意图;

[0077] 图4是本发明一实施方式中超声回波信号自动时间频率解调系统的模块示意图。

具体实施方式

[0078] 以下将结合附图所示的各实施方式对本发明进行详细描述。但这些实施方式并不限制本发明,本领域的普通技术人员根据这些实施方式所做出的结构、方法、或功能上的变换均包含在本发明的保护范围内。

[0079] 需要说明的是,本发明主要应用于超声设备,相应的,所述待测物可为待测组织,在此不做详细赘述。

[0080] 结合图1所示,B模式成像系统的模块示意图;B模式成像过程中;通过探头向组织中发射脉冲信号,所述脉冲信号经组织中反射形成超声信号经由探头换能器的不同基元转变为电模拟信号,通过前放模块放大,再由A/D数模转换模块转换为数字信号;各个不同基

元的数字信号经过波束合成模块,合成为射频信号;射频信号经过RF滤波后,通过时间增益补偿模块补偿信号时间方向的衰减,再将增益补偿后的信号送入正交解调模块进行解调处理,正交解调的结果I/Q信号送入后面的成像处理模块,将正交解调结果I/Q信号送入相应的处理模块。

[0081] 结合图2所示,正交解调模块解调回波信号Rf的过程,如其所示,正交解调过程中,回波信号Rf为随深度变化,记为 $R_f(t)$,在正交解调过程中,分别乘以解调频率对应的正弦函数 $\sin(2\pi f_t t)$ 和余弦函数 $\cos(2\pi f_t t)$,其中 f_t 表示随时间变化的解调频率,即本发明背景技术中所提及的TFC曲线,之后分别通过低通滤波分别获得I/Q信号。如此,由于成像过程中,待测组织随时间变化的趋势是不尽相同的,所以采用同一条TFC曲线,难以实现最优的成像效果。

[0082] 结合图3所示,图3为本发明一实施方式中超声回波信号自动时间频率解调方法的流程图,所述方法包括:S1、分别获取每个扫查包下、每条扫查线上、每个采样点对应的回波RF信号;分别对获取的回波RF信号做固定解调频率的正交解调以形成正交IQ复信号。

[0083] 本实施方式中,采用现有技术对RF信号做首次正交解调以形成IQ复信号,例如:采用斜坡成像,或者进行固定频率为 f_0 的解调,其中, f_0 为设置值,其不随深度而变化,通常其取值为接近探头的发射频率。

[0084] 相应的,对回波RF信号做固定解调频率的正交解调后,形成的IQ复信号以 $\text{Sig}_0(t)$ 表示, $\text{Sig}_0(t) = I_0(t) + jQ(t)$,其中 j 表示虚部;由于时间 t 在系统采样后离散化,故,上式可表示为: $\text{Sig}_0(n) = I_0(n) + jQ(n)$,其中 $0 \leq n \leq N$, N 表示深度方向上总的采样点数。

[0085] 进一步的,所述方法还包括:S2、设置分段数,根据采样点的数量以及分段数计算出多组依次相邻的采样段,每组采样段中均包括多个采样点。

[0086] 本发明具体实施方式中,可根据分段数将总的采样点数进行均分以形成多个采样段,也可以按照特定的规则进行分段。

[0087] 本发明其中一种实施方式中,所述步骤S2具体包括:设置分段数为 Num_Seg 段,将整段信号设置为 Num_Seg 组采样段;其中,每组采样段的长度均为 LN_Seg ; $\text{LN_Seg} = N / \text{Num_Seg}$,其中, N 为深度方向的总的采样点数。

[0088] 本发明一优选实施方式中,按照特定的规则进行分段,所述步骤S2具体包括:设置分段数为 Num_Seg 段,将整段信号拆分为 $\text{Num_Seg}+1$ 组采样段;其中,自第二段开始的采样段的长度均为 LN_Seg ,第一组采样段的长度小于第二组以及第二组之后的采样段的长度。

[0089] 进一步的,所述方法还包括:S3、分别自每组采样段的节点处获取相同采样长度的正交IQ复信号以形成多组依次相邻的分析信号段;所述采样长度小于等于最小分析信号段长度。

[0090] 本发明优选实施方式中,所述步骤S3具体包括:根据发射探头的发射波形周期数,采样频率,固定解调频率获得每组分析信号段的采样长度,则 $L_{\text{sig}} = k * f_s / f_0$, L_{sig} 表示采样长度, k 表示发射探头的发射波形周期数, f_s 表示采样频率, f_0 表示固定解调频率;将第一组采样段的长度设置为与采样长度相等,则第一组采样段的长度为 L_{sig} ,第二组以及第二组之后的采样段的长度均为 $\text{LN_Seg} = (N - L_{\text{sig}}) / \text{Num_Seg}$, N 为深度方向的总的采样点数;分别自每组采样段的节点处按照采样长度获取对应的正交IQ复信号,以形成 $\text{Num_Seg}+1$ 组依次相邻的分析信号段,其表示为:

- [0091] $\text{Sig_Seg}(0) = [\text{Sig}_0(0), \text{Sig}_0(1), \dots, \text{Sig}_0(\text{Lsig}-1)]$;
- [0092] $\text{Sig_Seg}(1) = [\text{Sig}_0(\text{LN_Seg}), \text{Sig}_0(\text{LN_Seg}+1), \dots, \text{Sig}_0(\text{LN_Seg}+\text{Lsig}-1)]$;
- [0093] $\text{Sig_Seg}(2) = [\text{Sig}_0(2*\text{LN_Seg}), \text{Sig}_0(2*\text{LN_Seg}+1), \dots, \text{Sig}_0(2*\text{LN_Seg}+\text{Lsig}-1)]$;
- [0094]
- [0095] $\text{Sig_Seg}(\text{Num_Seg}) = [\text{Sig}_0(\text{N}-\text{Lsig}), \text{Sig}_0(\text{N}-\text{Lsig}-1), \dots, \text{Sig}_0(\text{N}-1)]$ 。
- [0096] 步骤S2、S3的目的在于精简计算的数据量,加快扫查及处理速度,提高扫查效率。
- [0097] 进一步的,所述方法还包括:S4、对每组分析信号段按照其采样长度进行加窗处理,形成多组依次相邻的采样段窗函数。
- [0098] 本发明具体实施方式中,所述步骤S4具体包括;对每组分析信号段点乘其对应的采样长度的窗函数,形成多组依次相邻的采样段窗函数;所述窗函数为:汉宁窗,汉明窗,高斯窗中的一种。
- [0099] 采用公式可表示为: $\text{Sig_Seg_Win}(i) = \text{Sig_Seg}(i) .* \text{Window}(\text{Lsig})$, $i = [0, 1, 2, 3 \dots \text{Num_Seg}]$,其中,.*表示点乘,Window(Lsig)表示长度为Lsig的窗函数。
- [0100] 进一步的,所述方法还包括:S5、自第二组采样窗函数开始,依次对每组采样段窗函数与其相邻的上一个采样窗函数进行自相关运算,以获得多组依次相邻的自相关函数;根据自相关函数获得其对应的相位信息。
- [0101] 本发明具体实施方式中,对 $\text{Sig_Seg_Win}(i)$ 和 $\text{Sig_Seg_Win}(i-1)$ 进行自相关,并将自相关函数以 $R_Seg_i(i)$ 表示, $R_Seg_i(i)$ 的相位信息以 $\text{Phase_R_Seg}(i)$ 表示,则, $R_Seg_i(i) = \text{ReaI_R}(i) + j * \text{Imag_R}(i)$,其中 $i = [1, 2, 3 \dots \text{Num_Seg}]$; $\text{Phase_R_Seg}(i) = \text{atan2}(\text{Imag_R}(i) / \text{ReaI_R}(i))$ 。
- [0102] 进一步的,所述方法还包括:S6、根据自相关函数的相位信息获得每个采样节点对应的频率变化,形成频率变化组;对所述频率变化组进行单调下降曲线拟合,形成频率拟合函数;对所述频率拟合函数进行插值处理形成频率变化曲线。
- [0103] 本发明具体实施方式中,将节点i处的频率变化以 $\Delta f_seg(i)$ 表示,则, $\Delta f_seg(i) = \text{Phase_R_Seg}(i) / 2\pi / (\text{LN_Seg}) * f_s$,其中, f_s 为探头的采样频率;
- [0104] 相应的,形成的频率变化组以 Δf_seg 表示,则, $\Delta f_seg = [0, \Delta f_seg(1), \Delta f_seg(2), \dots, \Delta f_seg(\text{Num_Seg})]$ 。
- [0105] 本发明具体实施方式中,所述频率拟合函数需要符合如下条件,即当 $i = [0, \dots, \text{Num_Seg}]$ 时单调下降。
- [0106] 相应的,将对应 Δf_seg 获得的频率拟合函数表示为 $f_curve_fun(i)$, $i = [0, \dots, \text{Num_Seg}]$ 。
- [0107] 本发明具体实施方式中,对频率拟合函数进行LN_Seg倍插值,以获得最终长度为N的动态频率曲线 $\Delta f(n)$,其中 $0 \leq n \leq N$;本发明实际应用中,插值算法可采用多种,例如:二次样条,三次样条等,在此不做详细赘述。
- [0108] 进一步的,所述方法还包括:S7、根据频率变化曲线对初始的所述正交IQ复信号进行再次正交解调,以形成超声成像的输入信号。
- [0109] 进一步的,对初始的所述正交IQ复信号进行进行频率为 $\Delta f(n)$ 的正交解调,以形

成超声成像的输入信号,如此,相对于背景技术中的采用一条固定的TFC曲线进行正交解调的方式,达到提高图像质量的目的。

[0110] 结合图4所示,本发明一实施方式中提供的超声回波信号自动时间频率解调系统,所述系统包括:正交信号获取模块100、采样选取模块200、窗处理模块300、自相关运算模块400、曲线拟合模块500以及输出模块600。

[0111] 正交信号获取模块100用于分别获取每个扫查包下、每条扫查线上、每个采样点对应的回波RF信号;分别对获取的回波RF信号做固定解调频率的正交解调以形成正交IQ复信号。

[0112] 本实施方式中,采用现有技术对RF信号做首次正交解调以形成IQ复信号,例如:采用斜坡成像,或者进行固定频率为 f_0 的解调,其中, f_0 为设置值,其不随深度而变化,通常其取值为接近探头的发射频率。

[0113] 相应的,对回波RF信号做固定解调频率的正交解调后,形成的IQ复信号以 $Sig_0(t)$ 表示, $Sig_0(t) = I_0(t) + j*Q(t)$,其中 j 表示虚部;由于时间 t 在系统采样后离散化,故,上式可表示为: $Sig_0(n) = I_0(n) + j*Q(n)$,其中 $0 \leq n \leq N$, N 表示深度方向上总的采样点数。

[0114] 采样选取模块200用于设置分段数,根据采样点的数量以及分段数计算出多组依次相邻的采样段,每组采样段中均包括多个采样点。

[0115] 本发明具体实施方式中,可根据分段数将总的采样点数进行均分以形成多个采样段,也可以按照特定的规则进行分段。

[0116] 本发明其中一种实施方式中,采样选取模块200具体用于设置分段数为 Num_Seg 段,将整段信号设置为 Num_Seg 组采样段;其中,每组采样段的长度均为 LN_Seg ; $LN_Seg = N / Num_Seg$,其中, N 为深度方向的总的采样点数。

[0117] 本发明一优选实施方式中,按照特定的规则进行分段,采样选取模块200具体用于设置分段数为 Num_Seg 段,将整段信号拆分为 Num_Seg+1 组采样段;其中,自第二段开始的采样段的长度均为 LN_Seg ,第一组采样段的长度小于第二组以及第二组之后的采样段的长度。

[0118] 采样选取模块200还用于分别自每组采样段的节点处获取相同采样长度的正交IQ复信号以形成多组依次相邻的分析信号段;所述采样长度小于等于最小分析信号段长度。

[0119] 本发明优选实施方式中,采样选取模块200具体用于根据发射探头的发射波形周期数,采样频率,固定解调频率获得每组分析信号段的采样长度,则 $Lsig = k*fs/f_0$, $Lsig$ 表示采样长度, k 表示发射探头的发射波形周期数, fs 表示采样频率, f_0 表示固定解调频率;将第一组采样段的长度设置为与采样长度相等,则第一组采样段的长度为 $Lsig$,第二组以及第二组之后的采样段的长度均为 $LN_Seg = (N - Lsig) / Num_Seg$, N 为深度方向的总的采样点数;分别自每组采样段的节点处按照采样长度获取对应的正交IQ复信号,以形成 Num_Seg+1 组依次相邻的分析信号段,其表示为:

[0120] $Sig_Seg(0) = [Sig_0(0), Sig_0(1), \dots, Sig_0(Lsig-1)]$;

[0121] $Sig_Seg(1) = [Sig_0(LN_Seg), Sig_0(LN_Seg+1), \dots, Sig_0(LN_Seg+Lsig-1)]$;

[0122] $Sig_Seg(2) = [Sig_0(2*LN_Seg), Sig_0(2*LN_Seg+1), \dots, Sig_0(2*LN_Seg+Lsig-1)]$;

[0123]

[0124] $\text{Sig_Seg}(\text{Num_Seg}) = [\text{Sig_0}(\text{N-Lsig}), \text{Sig_0}(\text{N-Lsig}-1), \dots, \text{Sig_0}(\text{N}-1)]$ 。

[0125] 上述采样模块的设定,其目的在于精简计算的数据量,加快扫查及处理速度,提高扫查效率。

[0126] 进一步的,窗处理模块300用于对每组分析信号段按照其采样长度进行加窗处理,形成多组依次相邻的采样段窗函数。

[0127] 本发明具体实施方式中,窗处理模块300具体用于对每组分析信号段点乘其对应的采样长度的窗函数,形成多组依次相邻的采样段窗函数;所述窗函数为:汉宁窗,汉明窗,高斯窗中的一种。

[0128] 采用公式可表示为: $\text{Sig_Seg_Win}(i) = \text{Sig_Seg}(i) \cdot \text{Window}(\text{Lsig})$, $i = [0, 1, 2, 3 \dots \text{Num_Seg}]$,其中, $\cdot$ 表示点乘, $\text{Window}(\text{Lsig})$ 表示长度为Lsig的窗函数。

[0129] 自相关运算模块500用于自第二组采样窗函数开始,依次对每组采样段窗函数与其相邻的上一个采样窗函数进行自相关运算,以获得多组依次相邻的自相关函数;根据自相关函数获得其对应的相位信息。

[0130] 本发明具体实施方式中,对 $\text{Sig_Seg_Win}(i)$ 和 $\text{Sig_Seg_Win}(i-1)$ 进行自相关,并将自相关函数以 $\text{R_Seg}(i)$ 表示, $\text{R_Seg}(i)$ 的相位信息以 $\text{Phase_R_Seg}(i)$ 表示,则, $\text{R_Seg}(i) = \text{ReI_R}(i) + j \cdot \text{Imag_R}(i)$,其中 $i = [1, 2, 3 \dots \text{Num_Seg}]$; $\text{Phase_R_Seg}(i) = \text{atan2}(\text{Imag_R}(i) / \text{ReI_R}(i))$ 。

[0131] 曲线拟合模块500用于根据自相关函数的相位信息获得每个采样节点对应的频率变化,形成频率变化组;对所述频率变化组进行单调下降曲线拟合,形成频率拟合函数;对所述频率拟合函数进行插值处理形成频率变化曲线。

[0132] 本发明具体实施方式中,将节点 i 处的频率变化以 $\Delta f_seg(i)$ 表示,则, $\Delta f_seg(i) = \text{Phase_R_Seg}(i) / 2\pi / (\text{LN_Seg}) \cdot f_s$,其中 f_s 为探头的采样频率;

[0133] 相应的,形成的频率变化组以 Δf_seg 表示,则, $\Delta f_seg = [0, \Delta f_seg(1), \Delta f_seg(2), \dots, \Delta f_seg(\text{Num_Seg})]$ 。

[0134] 本发明具体实施方式中,所述频率拟合函数需要符合如下条件,即当 $i = [0, \dots, \text{Num_Seg}]$ 时单调下降。

[0135] 相应的,将对应 Δf_seg 获得的频率拟合函数表示为 $f_curve_fun(i)$, $i = [0, \dots, \text{Num_Seg}]$ 。

[0136] 本发明具体实施方式中,对频率拟合函数进行LN_Seg倍插值,以获得最终长度为N的动态频率曲线 $\Delta f(n)$,其中 $0 \leq n \leq N$;本发明实际应用中,插值算法可采用多种,例如:二次样条,三次样条等,在此不做详细赘述。

[0137] 输出模块600用于根据频率变化曲线对初始的所述正交IQ复信号进行再次正交解调,以形成超声成像的输入信号。

[0138] 进一步的,对初始的所述正交IQ复信号进行进行频率为 $\Delta f(n)$ 的正交解调,以形成超声成像的输入信号,如此,相对于背景技术中的采用一条固定的TFC曲线进行正交解调的方式,达到提高图像质量的目的。

[0139] 综上所述,本发明的超声回波信号自动时间频率解调方法及处理系统,对原始的回波RF信号进行动态频率解调,根据不同的组织回波自适应算出最佳的解调频率,从而可

以提高解调信号的信噪比,有较高的鲁棒性,能达到提高图像质量的目的。

[0140] 为了描述的方便,描述以上装置时以功能分为各种模块分别描述。当然,在实施本申请时可以把各模块的功能在同一个或多个软件和/或硬件中实现。

[0141] 应当理解,虽然本说明书按照实施方式加以描述,但并非每个实施方式仅包含一个独立的技术方案,说明书的这种叙述方式仅仅是为清楚起见,本领域技术人员应当将说明书作为一个整体,各实施方式中的技术方案也可以经适当组合,形成本领域技术人员可以理解的其他实施方式。

[0142] 上文所列出一系列的详细说明仅仅是针对本发明的可行性实施方式的具体说明,它们并非用以限制本发明的保护范围,凡未脱离本发明技艺精神所作的等效实施方式或变更均应包含在本发明的保护范围之内。



图1

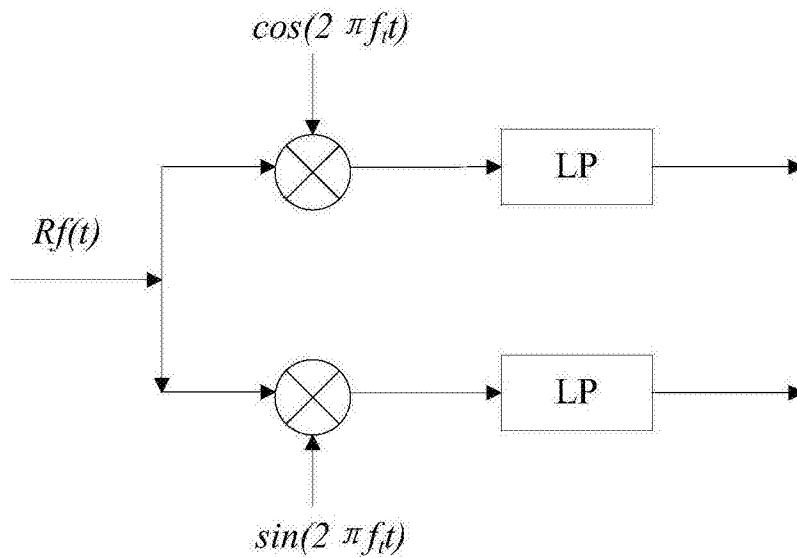


图2

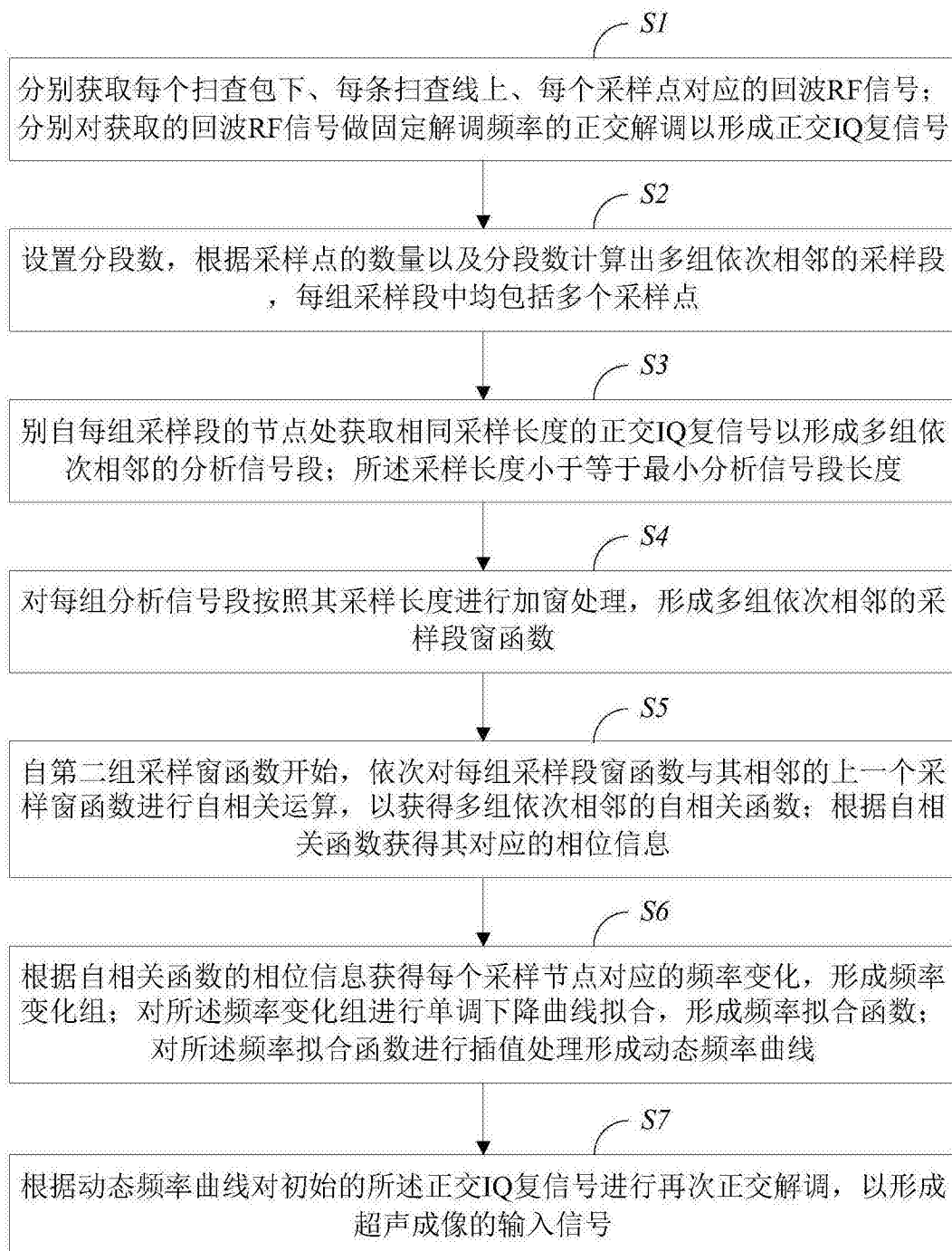


图3

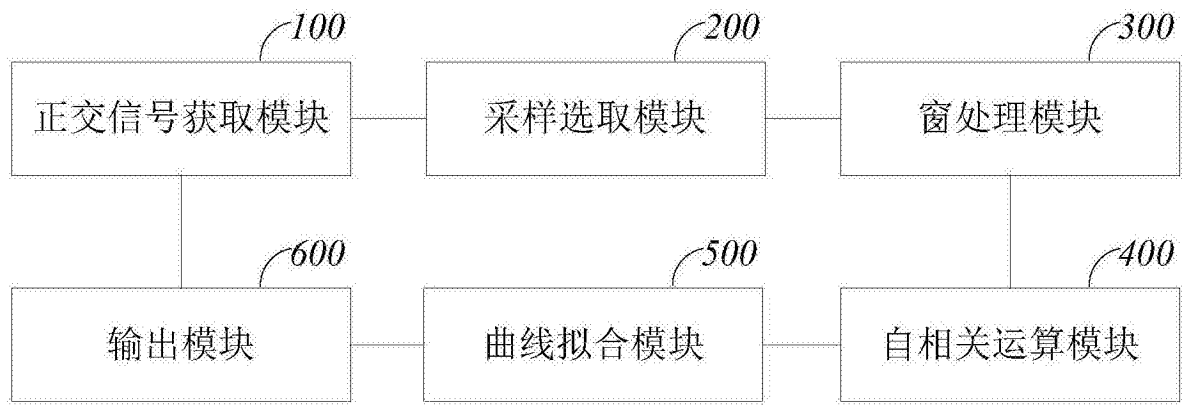


图4

专利名称(译)	超声回波信号自动时间频率解调方法及处理系统		
公开(公告)号	CN108042155A	公开(公告)日	2018-05-18
申请号	CN2017111387521.7	申请日	2017-12-20
[标]申请(专利权)人(译)	飞依诺科技(苏州)有限公司		
申请(专利权)人(译)	飞依诺科技(苏州)有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	飞依诺科技(苏州)有限公司		
[标]发明人	郭建军 陈惠人		
发明人	郭建军 陈惠人		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/4411 A61B8/5207		
代理人(译)	苏婷婷		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供一种超声回波信号自动时间频率解调方法及处理系统，所述方法包括：获取回波RF信号的正交IQ复信号；设置分段数，并根据其计算采样段，分别自每组采样段的节点处获取相同采样长度的正交IQ复信号，并按照其采样长度进行加窗处理，形成多组依次相邻的采样段窗函数；对采样段的窗函数进行自相关运算获取对应的相位信息，根据其相位信息获得每个采样节点对应的频率变化以进行单调下降曲线拟合，形成频率拟合函数；对所述频率拟合函数进行插值处理形成动态频率曲线；根据动态频率曲线对初始的所述正交IQ复信号进行再次正交解调，以形成超声成像的输入信号。本发明根据不同的组织回波自适应算出最佳的解调频率，能达到提高图像质量的目的。

