



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104523291 A

(43) 申请公布日 2015. 04. 22

(21) 申请号 201410720045. 6

(22) 申请日 2014. 12. 02

(71) 申请人 重庆博恩富克医疗设备有限公司

地址 401120 重庆市渝北区北部新区高新园
黄山大道中段 9 号木星科技大厦一区
五楼

(72) 发明人 王平 蒋辉 于铁柱 唐英勇

(74) 专利代理机构 北京弘权知识产权代理事务
所(普通合伙) 11363

代理人 逯长明 许伟群

(51) Int. Cl.

A61B 8/00(2006. 01)

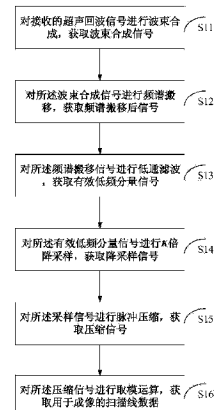
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

一种超声回波信号的脉冲压缩与正交解调处
理方法及装置

(57) 摘要

本发明实施例公开了一种超声回波信号的脉
冲压缩与正交解调处理方法及装置,该方法包括:
对接收的超声回波信号进行波束合成,获取合成
信号;对所述合成信号进行频谱搬移,获取频谱
搬移信号;对所述频谱搬移信号进行低通滤波,
获取低频分量信号;对所述低频分量信号进行 K
倍降采样,获取降采样后信号,所述 K 为大于 2
的整数;对所述降采样信号进行脉冲压缩和取模运
算,获取用于成像的扫描线数据;采用本发明的
方法及装置,可有效减小脉冲压缩环节的运算量,
进而提高整个超声回波信号处理环节的运算效
率。



1. 一种超声回波信号的脉冲压缩和正交解调处理方法,其特征在于,包括:

对接收的超声回波信号进行波束合成,获取波束合成信号;

对所述波束合成信号进行频谱搬移,获取频谱搬移信号;

对所述频谱搬移后的信号进行低通滤波,获取有效的低频分量信号;

对所述低频分量信号进行 K 倍降采样,获取采样信号,所述 K 为大于 2 的整数;

对所述采样信号进行脉冲压缩,获取压缩信号;

对所述脉冲压缩信号进行取模运算,获取用于成像的扫描线数据。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述频谱搬移信号包括第一频谱搬移信号和第二频谱搬移信号,所述对波束合成信号进行频谱搬移,获取频谱搬移信号,包括:

将所述波束合成信号 $r[n]$ 分别与 $\cos[2\pi f_0 n]$ 和 $-\sin[2\pi f_0 n]$ 相乘,以获取所述第一频谱搬移信号和第二频谱搬移信号;所述 f_0 为所述合成信号的中心频率,所述 n 为整数。

3. 根据权利要求 2 所述的方法,其特征在于,所述低频分量信号包括第一低频分量信号和第二低频分量信号,所述对频谱搬移信号进行低通滤波,获取低频分量信号,包括:

对所述第一频谱搬移信号进行低通滤波,以获取所述第一低频分量信号 $I[n]$;

对所述第二频谱搬移信号进行低通滤波,以获取所述第二低频分量信号 $Q[n]$ 。

4. 根据权利要求 3 所述的方法,其特征在于,所述采样信号包括第一采样信号和第二采样信号,所述对低频分量信号进行 K 倍降采样,获取采样信号,包括:

对所述 $I[n]$ 进行 K 倍降采样,以获取所述第一采样信号 $I_k[n]$;

对所述 $Q[n]$ 进行 K 倍降采样,以获取所述第二采样信号 $Q_k[n]$ 。

5. 根据权利要求 4 所述的方法,其特征在于,所述对采样信号进行脉冲压缩,获取压缩信号,包括:

利用公式 $I'_{kc}[n] + jQ'_{kc}[n] = (I_k[n] + jQ_k[n]) * (c_{BK}[n])$ 对所述采样信号的同相分量 $I_k[n]$ 和正交分量 $Q_k[n]$ 进行脉冲压缩,获取压缩信号的同相分量 $I'_{kc}[n]$ 和正交分量 $Q'_{kc}[n]$,“*”表示卷积运算;所述 $c_{BK}[n]$ 为脉冲压缩滤波函数,所述 $c_{BK}[n] = I_{BK}[n] + jQ_{BK}[n] = LPF(c[n] \cdot e^{-j2\pi f_0 n})_{\downarrow K}$,所述 $I_{BK}[n]$ 为脉冲压缩滤波器的同相分量,所述 $Q_{BK}[n]$ 为压缩滤波器的正交分量,所述 LPF 表示低通滤波,所述 $\downarrow K$ 表示 K 倍降采样,所述 $c[n]$ 表示脉冲压缩滤波函数。

6. 一种超声回波信号的脉冲压缩与正交解调处理装置,其特征在于,包括:

波束合成模块,用于对接收的超声回波信号进行波束合成,获取波束合成信号;

频谱搬移模块,用于对所述波束合成信号进行频谱搬移,获取频谱搬移信号;

低通滤波模块,用于对所述频谱搬移信号进行低通滤波,获取低频分量信号;

降采样模块,用于对所述低频分量信号进行 K 倍降采样,获取采样信号,所述 K 为大于 2 的整数;

脉冲压缩模块,用于对所述降采样信号进行脉冲压缩,获取脉冲压缩信号;

取模运算模块,用于对所述脉冲压缩信号进行取模运算,获取成像的扫描线数据。

7. 根据权利要求 6 所述的装置,其特征在于,所述频谱搬移信号包括第一频谱搬移信号和第二频谱搬移信号,所述频谱搬移模块包括:

第一频谱搬移单元,用于将所述波束合成信号 $r[n]$ 与 $\cos[2\pi f_0 n]$ 相乘,以获取所述第一频谱搬移信号,所述 f_0 为所述波束合成信号的中心频率,所述 n 为整数;

第二频谱搬移单元,用于将所述波束合成信号 $r[n]$ 与 $-\sin[2\pi f_0 n]$ 相乘,以获取所述第二频谱搬移信号。

8. 根据权利要求 7 所述的装置,其特征在于,所述低频分量信号包括第一低频分量信号和第二低频分量信号,所述低通滤波模块,包括:

第一低通滤波单元,用于对所述第一频谱搬移信号进行低通滤波,以获取所述第一低频分量信号 $I[n]$;

第二低通滤波单元,用于对所述第二频谱搬移信号进行低通滤波,以获取所述第二低频分量信号 $Q[n]$ 。

9. 根据权利要求 8 所述的装置,其特征在于,所述采样信号包括第一采样信号和第二采样信号,所述降采样模块,包括:

第一降采样单元,用于对所述 $I[n]$ 进行 K 倍降采样,以获取所述第一采样信号 $I_k[n]$;

第二降采样单元,用于对所述 $Q[n]$ 进行 K 倍降采样,以获取所述第二采样信号 $Q_k[n]$ 。

10. 根据权利要求 9 所述的装置,其特征在于,所述脉冲压缩模块,包括:

脉冲压缩单元,用于利用公式 $I'_{Kc}[n]+jQ'_{Kc}[n] = (I_k[n]+jQ_k[n])*(c_{BK}[n])$ 对所述采样信号的同相分量 $I_k[n]$ 和正交分量 $Q_k[n]$ 进行脉冲压缩,获得压缩信号的同相分量 $I'_{Kc}[n]$ 和正交分量 $Q'_{Kc}[n]$;所述 $c_{BK}[n]$ 为脉冲压缩滤波函数,所述 $c_{BK}[n] = I_{BK}[n] + jQ_{BK}[n] = LPF(c[n] \cdot e^{-j2\pi f_0 n})_{\downarrow K}$,所述 $I_{BK}[n]$ 为压缩滤波器的同相分量,所述 $Q_{BK}[n]$ 为压缩滤波器的正交分量,所述 LPF 表示低通滤波,所述 $\downarrow K$ 表示 K 倍降采样,所述 $c[n]$ 表示脉冲压缩滤波函数。

一种超声回波信号的脉冲压缩与正交解调处理方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及超声成像技术领域,特别是涉及一种超声回波信号的脉冲压缩与正交解调处理方法及装置。

背景技术

[0002] 在传统的超声成像中,发射脉冲一般采用短脉冲信号,但是受到医用超声安全剂量的限制,所发射的超声波的能量均较弱,经人体组织衰减反射后,所得到的超声回波信号较弱,成像效果较差。

[0003] 目前,为了提高超声成像的质量,一般采用编码激励技术。所谓编码激励技术,是指在超声波的发射模式下对发射信号进行编码激励,在接收模块下,对超声回波信号进行处理,以提取有用信号并去除噪声干扰。采用编码激励技术,可有效提高超声成像的信噪比、信号穿透力和纵向分辨率等,从而有效提高超声成像的质量。在现有技术中,一般采用如下方法,对超声编码回波信号进行处理:首先对接收的编码回波信号进行波束合成,然后进行脉冲压缩、频谱搬移和低通滤波,再然后进行K倍降采样和取模,即可获得用于成像的扫描线数据。

[0004] 但是,由于上述脉冲压缩环节置于K倍降采样环节之前,这将大大增加脉冲压缩环节的运算量,从而增加整个超声回波信号处理环节的运算量,大幅度降低了成像系统的实时性。

发明内容

[0005] 本发明实施例中提供了一种超声回波信号的脉冲压缩与正交解调处理方法及装置,以减小脉冲压缩环节的运算量,进而减小整个超声回波信号处理环节的工作量。

[0006] 为了解决上述技术问题,本发明实施例公开了如下技术方案:

[0007] 一种超声回波信号的脉冲压缩与正交解调处理方法,包括:

[0008] 对接收的超声回波信号进行波束合成,获取波束合成信号;

[0009] 对所述波束合成信号进行频谱搬移,获取频谱搬移信号;

[0010] 对所述频谱搬移信号进行低通滤波,获取低频分量信号;

[0011] 对所述低频分量信号进行K倍降采样,获取采样信号,所述K为大于2的整数;

[0012] 对所述降采样信号进行脉冲压缩,获取脉冲压缩信号;

[0013] 对所述脉冲压缩信号进行取模运算,获取用于成像的扫描线数据。

[0014] 优选的,所述频谱搬移信号包括第一频谱搬移信号和第二频谱搬移信号,所述对波束合成信号进行频谱搬移,获取频谱搬移信号,包括:

[0015] 将所述波束合成信号 $r[n]$ 分别与 $\cos[2\pi f_0 n]$ 和 $-\sin[2\pi f_0 n]$ 相乘,以获取所述第一频谱搬移信号和第二频谱搬移信号;所述 f_0 为所述波束合成信号的中心频率,所述 n 为整数。

[0016] 优选的,所述低频分量信号包括第一低频分量信号和第二低频分量信号,所述对

频谱搬移信号进行低通滤波,获取低频分量信号,包括:

[0017] 对所述第一频谱搬移信号进行低通滤波,以获取所述第一低频分量信号 $I[n]$;

[0018] 对所述第二频谱搬移信号进行低通滤波,以获取所述第二低频分量信号 $Q[n]$ 。

[0019] 优选的,所述采样信号包括第一采样信号和第二采样信号,所述对低频分量信号进行 K 倍降采样,获取采样信号,包括:

[0020] 对所述 $I[n]$ 进行 K 倍降采样,以获取所述第一采样信号 $I_k[n]$;

[0021] 对所述 $Q[n]$ 进行 K 倍降采样,以获取所述第二采样信号 $Q_k[n]$ 。

[0022] 优选的,所述对采样信号进行脉冲压缩,获取脉冲压缩信号,包括:

[0023] 利用公式 $I'_{kc}[n] + jQ'_{kc}[n] = (I_k[n] + jQ_k[n]) * (c_{BK}[n])$ 对所述采样信号的同相分量 $I_k[n]$ 和正交分量 $Q_k[n]$ 进行脉冲压缩,获取脉冲压缩信号的同相分量 $I'_{kc}[n]$ 和正交分量 $Q'_{kc}[n]$; 所述 $c_{BK}[n]$ 为脉冲压缩滤波函数,所述 $c_{BK}[n] = I_{BK}[n] + jQ_{BK}[n] = LPF(c[n] \cdot e^{-j2\pi f_0 n}) \downarrow_K$, 所述 $I_{BK}[n]$ 为脉冲压缩滤波器的同相分量,所述 $Q_{BK}[n]$ 为脉冲压缩滤波器的正交分量,所述 LPF 表示低通滤波,所述 \downarrow_K 表示 K 倍降采样,所述 $c[n]$ 表示脉冲压缩滤波函数。

[0024] 一种超声回波信号的脉冲压缩与正交解调处理装置,包括:

[0025] 波束合成模块,用于对接收的超声回波信号进行波束合成,获取波束合成信号;

[0026] 频谱搬移模块,用于对所述波束合成信号进行频谱搬移,获取频谱搬移信号;

[0027] 低通滤波模块,用于对所述频谱搬移信号进行低通滤波,获取低频分量信号;

[0028] 降采样模块,用于对所述低频分量信号进行 K 倍降采样,获取采样信号,所述 K 为大于 2 的整数;

[0029] 脉冲压缩模块,用于对所述采样信号进行脉冲压缩,获取脉冲压缩信号;

[0030] 取模运算模块,用于对所述脉冲压缩信号进行取模运算,获取成像的扫描线数据。

[0031] 优选的,所述频谱搬移信号包括第一频谱搬移信号和第二频谱搬移信号,所述频谱搬移模块包括:

[0032] 第一频谱搬移单元,用于将所述波束合成信号 $r[n]$ 与 $\cos[2\pi f_0 n]$ 相乘,以获取所述第一频谱搬移信号,所述 f_0 为所述波束合成信号的中心频率,所述 n 为整数;

[0033] 第二频谱搬移单元,用于将所述波束合成信号 $r[n]$ 与 $-\sin[2\pi f_0 n]$ 相乘,以获取所述第二频谱搬移信号。

[0034] 优选的,所述低频分量信号包括第一低频分量信号和第二低频分量信号,所述低通滤波模块,包括:

[0035] 第一低通滤波单元,用于对所述第一频谱搬移信号进行低通滤波,以获取所述第一低频分量信号 $I[n]$;

[0036] 第二低通滤波单元,用于对所述第二频谱搬移信号进行低通滤波,以获取所述第二低频分量信号 $Q[n]$ 。

[0037] 优选的,所述采样信号包括第一采样信号和第二采样信号,所述降采样模块,包括:

[0038] 第一降采样单元,用于对所述 $I[n]$ 进行 K 倍降采样,以获取所述第一采样信号 $I_k[n]$;

[0039] 第二降采样单元,用于对所述 $Q[n]$ 进行 K 倍降采样,以获取所述第二采样信号 $Q_k[n]$ 。

[0040] 优选的,所述脉冲压缩模块,包括:

[0041] 脉冲压缩单元,用于利用公式 $I'_{Kc}[n] + jQ'_{Kc}[n] = (I_K[n] + jQ_K[n]) * (c_{BK}[n])$ 对所述采样信号的同相分量 $I_K[n]$ 和正交分量 $Q_K[n]$ 进行脉冲压缩,获得压缩信号的同相分量 $I'_{Kc}[n]$ 和正交分量 $Q'_{Kc}[n]$;所述 $c_{BK}[n]$ 为复基带压缩滤波函数,所述 $c_{BK}[n] = I_{BK}[n] + jQ_{BK}[n] = LPF(c[n] \cdot e^{-j2\pi f_0 n}) \downarrow_K$,所述 $I_{BK}[n]$ 为压缩滤波器的同相分量,所述 $Q_{BK}[n]$ 为压缩滤波器的正交分量,所述 LPF 表示低通滤波,所述 \downarrow_K 表示 K 倍降采样,所述 $c[n]$ 表示传统脉冲压缩滤波函数。

[0042] 本发明的有益效果包括:假设采样点个数为 N,压缩滤波系数为 M,采用现有技术中的超声回波信号的脉冲压缩和正交解调处理方法,脉冲压缩环节的运算量为 $N \cdot M$ 次乘法运算,而由于本发明的 K 倍降采样环节置于脉冲压缩环节之前,因此采样点个数变为 N/K ,压缩滤波系数变为 M/K ,脉冲压缩环节的运算量变为 $4N \cdot M/K^2$ 次乘法运算(4 表示需进行 4 次卷积运算),K 为大于 2 的整数,因此可见,采用本发明的方法及装置,可减小脉冲压缩环节的运算量,进而减小了整个超声回波信号处理环节的运算量。

附图说明

[0043] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,对于本领域普通技术人员而言,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0044] 图 1 为本发明实施例提供的超声回波信号的脉冲压缩和正交解调处理方法的一流程示意图;

[0045] 图 2 为本发明实施例提供的超声回波信号的脉冲压缩和正交解调处理方法的另一流程示意图;

[0046] 图 3 为传统的超声回波信号的脉冲压缩和正交解调处理方法的一流程示意图;

[0047] 图 4 为本发明实施例提供的超声回波信号的脉冲压缩与正交解调处理装置的一结构示意图;

[0048] 图 5 为本发明实施例提供的超声回波信号的脉冲压缩与正交解调处理装置的另一结构示意图;

[0049] 图 6 为本发明实施例提供的超声回波信号的脉冲压缩与正交解调处理装置的又一结构示意图;

[0050] 图 7 为本发明实施例提供的超声回波信号的脉冲压缩与正交解调处理装置的另一结构示意图;

[0051] 图 8 为本发明实施例提供的超声回波信号的脉冲压缩与正交解调处理装置的又一结构示意图。

具体实施方式

[0052] 本发明实施例提供一种超声回波信号的脉冲压缩与正交解调处理方法及装置,以减小脉冲压缩环节的运算量,从而减小整个超声回波信号处理环节的运算量。

[0053] 为了使本技术领域的人员更好地理解本发明中的技术方案,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例

例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都应当属于本发明保护的范围。

[0054] 首先对本发明实施例的超声回波信号的脉冲压缩和正交解调处理方法进行说明,如图 1 所示,至少包括以下步骤:

[0055] S11:对接收的超声回波信号进行波束合成,获取波束合成信号;

[0056] S12:对所述波束合成信号进行频谱搬移,获取频谱搬移信号;

[0057] S13:对所述频谱搬移信号进行低通滤波,获取低频分量信号;

[0058] 其中,所述低频分量信号的特性与超声波束合成信号的特性一致;

[0059] S14:对所述低频分量信号进行 K 倍降采样,获取采样信号,所述 K 为大于 2 的整数;

[0060] S15:对所述采样信号进行脉冲压缩,获取脉冲压缩信号;

[0061] S16:对所述脉冲压缩信号进行取模运算,获取成像的超声扫描线数据。

[0062] 在本发明实施例中,假设采样点个数为 N,压缩滤波系数为 M,采用现有技术中的超声回波信号的脉冲压缩和正交解调处理方法,脉冲压缩环节的运算量为 $N \cdot M$ 次乘法运算,而由于本发明的 K 倍降采样环节置于脉冲压缩环节之前,因此采样点个数变为 N/K ,压缩滤波系数变为 M/K ,脉冲压缩环节的运算量变为 $4N \cdot M/K^2$ 次乘法运算(4 表示需进行 4 次卷积运算),K 为大于 2 的整数,因此可见,采用本发明的处理方法,可减小脉冲压缩环节的运算量,进而减小了整个超声回波信号处理环节的运算量。

[0063] 在本发明的另一可行实施例中,对超声回波信号的脉冲压缩与正交解调整个处理过程,如图 2 所示:

[0064] 其中,所述频谱搬移信号包括第一频谱搬移信号和第二频谱搬移信号,上述所有实施例中的步骤 S12 可具体为:

[0065] 将所述波束合成信号 $r[n]$ 分别与 $\cos[2\pi f_0 n]$ 和 $-\sin[2\pi f_0 n]$ 相乘,以获取第一频谱搬移信号和第二频谱搬移信号;所述 f_0 表示所述合成信号的中心频率,所述 n 为整数。

[0066] 其中,所述低频分量信号包括第一低频分量信号和第二低频分量信号,上述所有实施例中的步骤 S13 可具体为:

[0067] 对所述第一频谱搬移信号进行低通滤波,以获取第一低频分量信号 $I[n]$;

[0068] 对所述第二频谱搬移信号进行低通滤波,以获取第二低频分量信号 $Q[n]$;

[0069] 其中,所述采样信号包括第一采样信号和第二采样信号,上述所有实施例中的步骤 S14 可具体为:

[0070] 对所述 $I[n]$ 进行 K 倍降采样,以获取第一采样信号 $I_k[n]$;

[0071] 对所述 $Q[n]$ 进行 K 倍降采样,以获取第二采样信号 $Q_k[n]$ 。

[0072] 在本发明实施例中,采样频率通常大于 $4f_0$ 。

[0073] 在本发明实施例中,上述所有实施例中的步骤 S15 可具体包括:

[0074] 利用公式 $I'_{Kc}[n] + jQ'_{Kc}[n] = (I_k[n] + jQ_k[n]) * (c_{BK}[n])$ 对所述采样信号的同相分量 $I_k[n]$ 和正交分量 $Q_k[n]$ 进行脉冲压缩,获得压缩信号的同相分量 $I'_{Kc}[n]$ 和正交分量 $Q'_{Kc}[n]$;所述 $c_{BK}[n] = I_{BK}[n] + jQ_{BK}[n] = LPF(c[n] \cdot e^{-j2\pi f_0 n})_{\downarrow K}$, 所述 $I_{BK}[n]$ 为压缩滤波器的同相分量,所述 $Q_{BK}[n]$ 为压缩滤波器的正交分量,所述 LPF 表示

低通滤波,所述 $\downarrow K$ 表示 K 倍降采样,所述 $c[n]$ 表示传统脉冲压缩滤波函数。

$$\begin{aligned}
 I'_{Kc}[n] + jQ'_{Kc}[n] &= (I_K[n] + jQ_K[n]) * (c_{BK}[n]) \\
 [0075] \quad \text{由于} &= (I_K[n] + jQ_K[n]) * (I_{BK}[n] + jQ_{BK}[n]) \\
 &= (I_K[n] * I_{BK}[n] - Q_K[n] * Q_{BK}[n]) + j(I_K[n] * Q_{BK}[n] + Q_K[n] * I_{BK}[n])
 \end{aligned}$$

可见,在本发明实施例

中,脉冲压缩需要 4 次卷积运算,而输入信号 ($I_K[n]$ 和 $Q_K[n]$) 以及压缩滤波系数 $c_{BK}[n]$ 已进行了 K 倍降采样,此时脉冲压缩的运算总量降为原脉冲压缩运算总量的 $K^2/4$ 倍。由于在实际应用中,采样因子 K 总大于 2,采用本发明的方法,脉冲压缩的运算量将小于现有技术中脉冲压缩的运算量,且成平方律变化。但在实际应用中, K 不能一味增大,否则成像效果也会逐渐下降。根据采样定理,降采样率最大为 $f_s/2f_0 = 10$ 倍。

[0076] 在现有技术中,对超声回波信号的整个处理过程,可如图 3 所示,可见, $I_{Kc}[n] + jQ_{Kc}[n] = LPF[(r[n] * c[n]) \cdot e^{-j2\pi f_0 n}]_{\downarrow K}$ (公式 1), $r[n]$ 代表超声回波信号的数字量, $c[n]$ 为传统脉冲压缩滤波函数。

[0077] 根据离散卷积定义 $x[n] * y[n] = \sum_{i=-\infty}^{+\infty} x[i] \cdot y[n-i]$, 可得

$$\begin{aligned}
 &(r[n] \cdot e^{-j2\pi f_0 n}) * (c[n] \cdot e^{-j2\pi f_0 n}) \\
 &= \sum_{i=-\infty}^{+\infty} r[i] e^{-j2\pi f_0 i} \cdot c[n-i] e^{-j2\pi f_0 (n-i)} \\
 [0078] \quad &= \sum_{i=-\infty}^{+\infty} r[i] \cdot c[n-i] \cdot e^{-j2\pi f_0 (i+n-i)} \quad (\text{公式 2}) \\
 &= \left(\sum_{i=-\infty}^{+\infty} r[i] c[n-i] \right) \cdot e^{-j2\pi f_0 n} \\
 &= (r[n] * c[n]) \cdot e^{-j2\pi f_0 n}
 \end{aligned}$$

[0079] 将公式 2 代入公式 1 中可得:

$$\begin{aligned}
 &I_{Kc} + jQ_{Kc} \\
 &= LPF[(r[n] \cdot e^{-j2\pi f_0 n}) * (c[n] \cdot e^{-j2\pi f_0 n})]_{\downarrow K} \\
 [0080] \quad &\approx LPF(r[n] \cdot e^{-j2\pi f_0 n})_{\downarrow K} * LPF(c[n] \cdot e^{-j2\pi f_0 n})_{\downarrow K} \\
 &= (I_K + jQ_K) * (I_{BK} + jQ_{BK}) \\
 &= I'_{Kc} + jQ'_{Kc}
 \end{aligned}$$

[0081] 由上可见,本发明的处理方法与传统的处理方法相比,误差只产生在低通滤波环节与卷积环节,其它环节都是等效的。因此,本发明的方法与传统方法所生在的扫描线数据相当,即成像效果相当,但本发明的运算量远低于传统方法。

[0082] 需要说明的是,本发明的方法不仅完整地保留编码信号各项特性,克服了传统超声成像在图像信噪比、纵向分辨率等方面缺陷,同时极大地降低了编码激励技术的运算复杂度,并且还能通过改变降采样因子 K 对运算量动态调整。因此,本发明方法可以有效降低滤波器阶数,降低超声硬件系统的成本,对于提高超声系统的实时性具有重要的参考价值。

[0083] 通过以上的方法实施例的描述,所属领域的技术人员可以清楚地了解到本发明可借助软件加必需的通用硬件平台的方式来实现,当然也可以通过硬件,但很多情况下前者是更佳的实施方式。基于这样的理解,本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,服务器,或者网络设备等)执

行本发明各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括：只读存储器 (ROM)、随机存取存储器 (RAM)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0084] 与上述方法相对应的,本发明还提出了一种超声回波信号的脉冲压缩与正交解调处理装置,如图 4 所示,至少包括:

[0085] 波束合成模块 41,用于对接收的超声回波信号进行波束合成,获取波束合成信号;

[0086] 频谱搬移模块 42,用于对所述波束合成信号进行频谱搬移,获取频谱搬移信号;

[0087] 低通滤波模块 43,用于对所述频谱搬移信号进行低通滤波,获取低频分量信号;

[0088] 降采样模块 44,用于对所述低频分量信号进行 K 倍降采样,获取采样信号;

[0089] 脉冲压缩模块 45,用于对所述采样信号进行脉冲压缩,获取脉冲压缩信号;

[0090] 取模运算模块 46,用于对所述脉冲压缩信号进行取模运算,获取成像的扫描线数据。

[0091] 假设采样点个数为 N,压缩滤波系数为 M,采用现有技术中的超声回波信号的脉冲压缩和正交解调处理方法,脉冲压缩环节的运算量为 $N \cdot M$ 次乘法运算,而由于本发明的 K 倍降采样环节置于脉冲压缩环节之前,因此采样点个数变为 N/K ,压缩滤波系数变为 M/K ,脉冲压缩环节的运算量变为 $4N \cdot M/K^2$ 次乘法运算 (4 表示需进行 4 次卷积运算),K 为大于 2 的整数,因此可见,采用本发明的装置,可减小脉冲压缩环节的运算量,进而减小了整个超声回波信号处理环节的运算量。

[0092] 在本发明的其它可行实施例中,上述所有实施例中的频谱搬移信号包括第一频谱搬移信号和第二频谱搬移信号,如图 5 所示,频谱搬移模块 42 包括:

[0093] 第一频谱搬移单元 51,用于将所述合成信号 $r[n]$ 与 $\cos[2\pi f_0 n]$ 相乘,以获取第一频谱搬移信号,所述 f_0 表示所述合成信号的中心频率,所述 n 为整数;

[0094] 第二频谱搬移单元 52,用于将所述合成信号 $r[n]$ 与 $-\sin[2\pi f_0 n]$ 相乘,以获取第二频谱搬移信号。

[0095] 在本发明的其它可行实施例中,所述低频分量信号包括第一低频分量信号和第二低频分量信号,如图 6 所示,低通滤波模块 43,包括:

[0096] 第一低通滤波单元 61,用于对所述第一频谱搬移信号进行低通滤波,以获取第一低频分量信号 $I[n]$;

[0097] 第二低通滤波单元 62,用于对所述第二频谱搬移信号进行低通滤波,以获取第二低频分量信号 $Q[n]$ 。

[0098] 在本发明的其它可行实施例中,所述采样信号包括第一采样信号和第二采样信号,如图 7 所示,降采样模块 44,包括:

[0099] 第一降采样单元 71,用于对所述 $I[n]$ 进行 K 倍降采样,以获取第一采样信号 $I_k[n]$;

[0100] 第二降采样单元 72,用于对所述 $Q[n]$ 进行 K 倍降采样,以获取第二采样信号 $Q_k[n]$ 。

[0101] 在本发明的其它可行实施例中,如图 8 所示,脉冲压缩模块 45,包括:

[0102] 脉冲压缩单元 81,用于利用公式 $I'_k[n] + jQ'_k[n] = (I_k[n] + jQ_k[n]) * (c_{BK}[n])$ 对所述采样信号的同相分量 $I_k[n]$ 和正交分量 $Q_k[n]$ 进行脉冲压缩,获得压缩信号

的同相分量 $I'_{Kc}[n]$ 和正交分量 $Q'_{Kc}[n]$; 所述 $c_{BK}[n]$ 为脉冲压缩滤波函数, 所述 $c_{BK}[n] = I_{BK}[n] + jQ_{BK}[n] = LPF(c[n] \cdot e^{-j2\pi f_0 n})_{\downarrow K}$, 所述 $I_{BK}[n]$ 为压缩滤波器的同相分量, 所述 $Q_{BK}[n]$ 为压缩滤波器的正交分量, 所述 LPF 表示低通滤波, 所述 $\downarrow K$ 表示 K 倍降采样, 所述 $c[n]$ 表示传统脉冲压缩滤波函数。

[0103] 需要说明的是, 在本文中, 诸如“第一”和“第二”等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来, 而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且, 术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含, 从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素, 而且还包括没有明确列出的其他要素, 或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下, 由语句“包括一个……”限定的要素, 并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0104] 以上所述仅是本发明的具体实施方式, 使本领域技术人员能够理解或实现本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的技术人员来说将是显而易见的, 本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下, 在其它实施例中实现。因此, 本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例, 而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

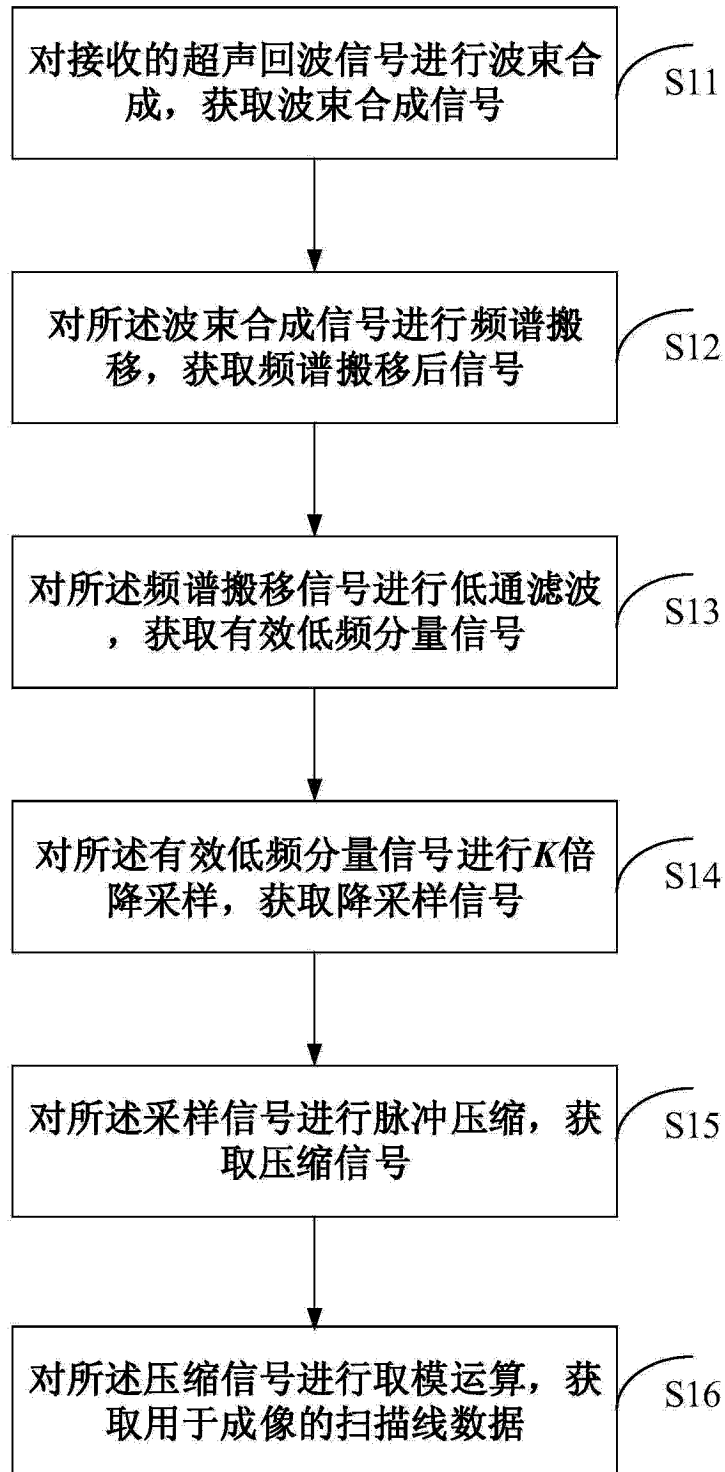


图 1

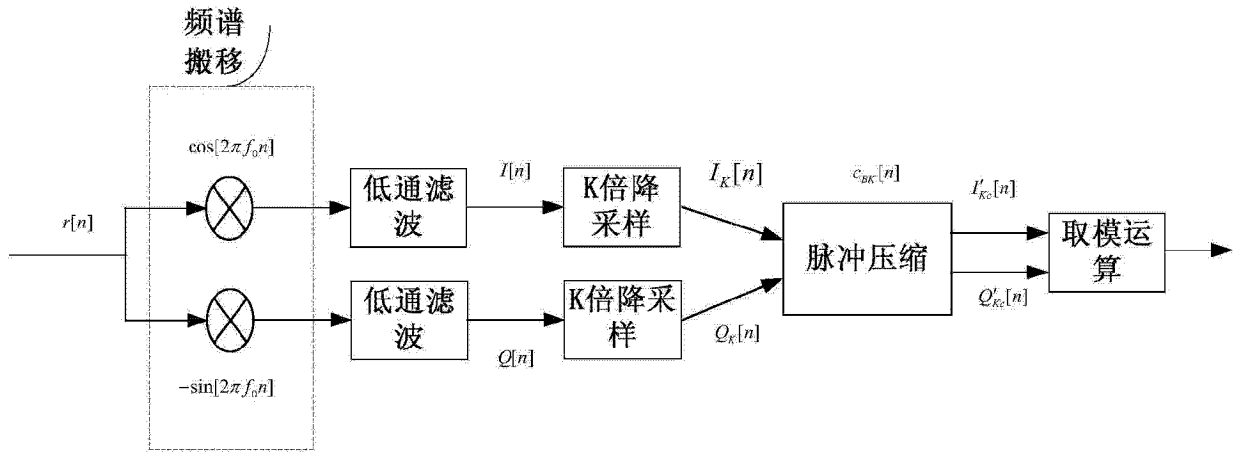


图 2

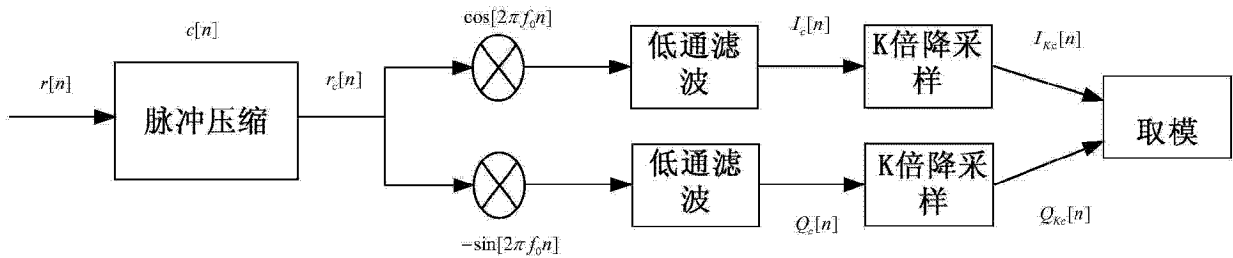


图 3

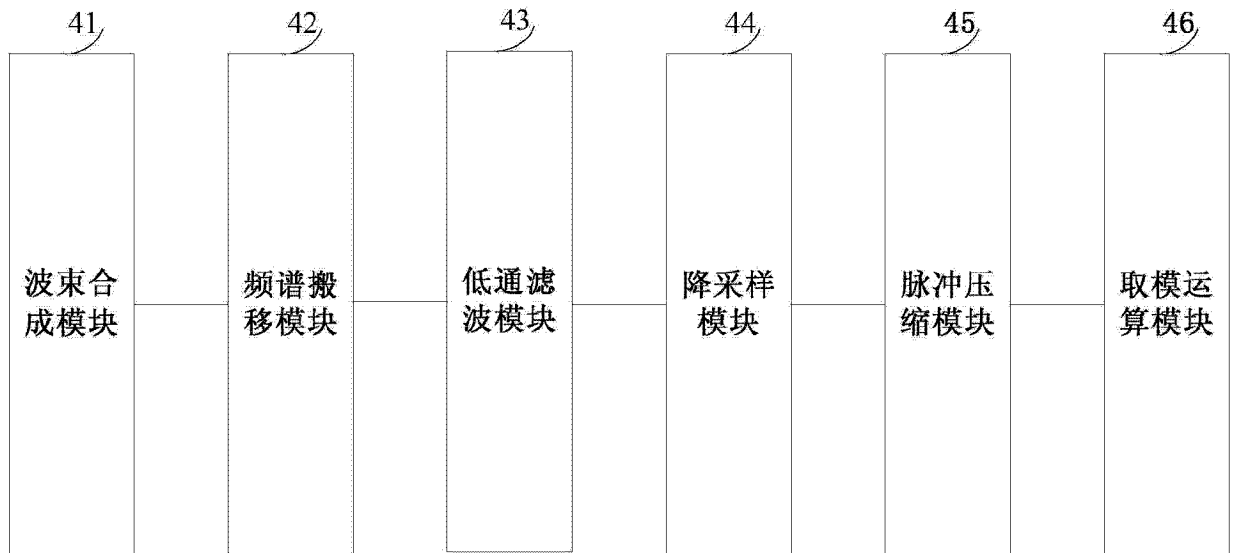


图 4

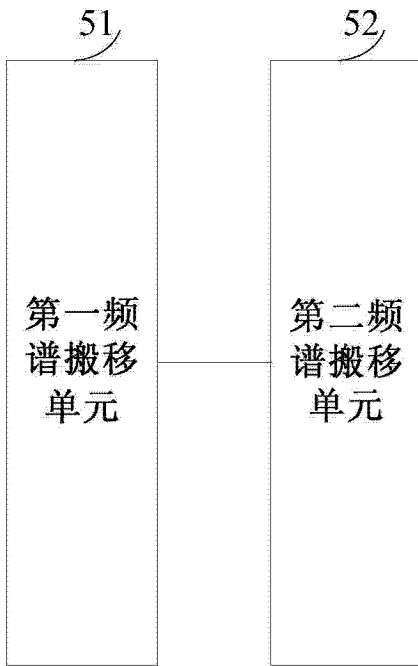


图 5



图 6

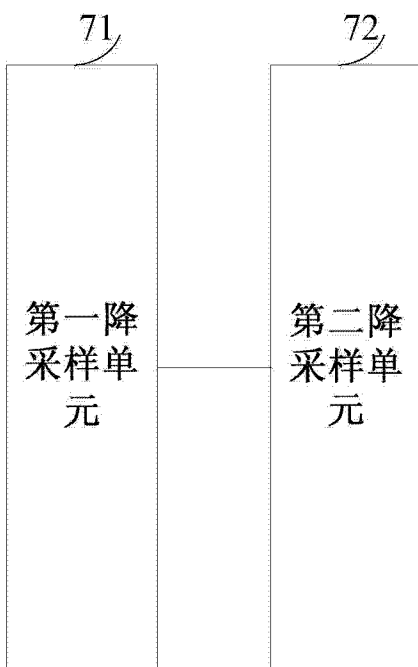


图 7

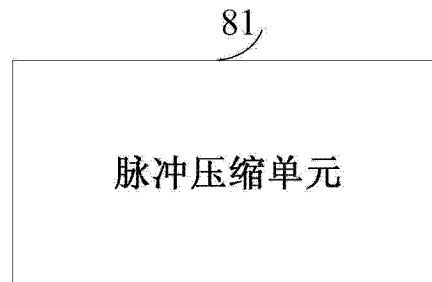


图 8

专利名称(译)	一种超声回波信号的脉冲压缩与正交解调处理方法及装置		
公开(公告)号	CN104523291A	公开(公告)日	2015-04-22
申请号	CN201410720045.6	申请日	2014-12-02
[标]申请(专利权)人(译)	重庆博恩富克医疗设备有限公司		
申请(专利权)人(译)	重庆博恩富克医疗设备有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	重庆博恩富克医疗设备有限公司		
[标]发明人	王平 蒋辉 于铁柱 唐英勇		
发明人	王平 蒋辉 于铁柱 唐英勇		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/14 A61B8/48 A61B8/5207		
其他公开文献	CN104523291B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明实施例公开了一种超声回波信号的脉冲压缩与正交解调处理方法及装置，该方法包括：对接收的超声回波信号进行波束合成，获取合成信号；对所述合成信号进行频谱搬移，获取频谱搬移信号；对所述频谱搬移信号进行低通滤波，获取低频分量信号；对所述低频分量信号进行K倍降采样，获取降采样后信号，所述K为大于2的整数；对所述降采样信号进行脉冲压缩和取模运算，获取用于成像的扫描线数据；采用本发明的方法及装置，可有效减小脉冲压缩环节的运算量，进而提高整个超声回波信号处理环节的运算效率。

