



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110613476 A

(43)申请公布日 2019. 12. 27

(21)申请号 201810632043.X

(22)申请日 2018.06.19

(71)申请人 青岛海信医疗设备股份有限公司

地址 266100 山东省青岛市崂山区松岭路
169号软件园外包中心三层北侧

(72)发明人 马克涛 王桂成 于琦

(74)专利代理机构 北京同立钧成知识产权代理有限公司 11205

代理人 杨贝贝 刘芳

(51)Int.Cl.

A61B 8/00(2006.01)

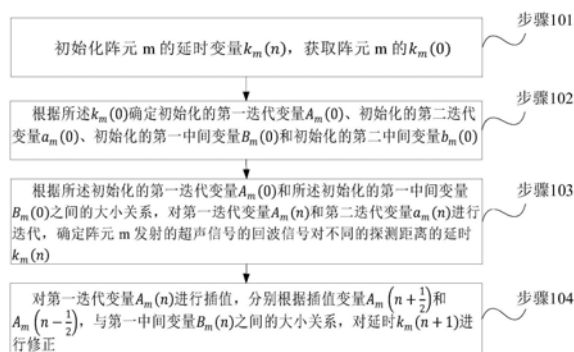
权利要求书3页 说明书9页 附图5页

(54)发明名称

超声信号的处理方法和装置

(57)摘要

本发明实施例提供一种超声信号的处理方法和装置。本发明的超声信号的处理方法,包括:根据所述初始化的第一迭代变量 $A_m(0)$ 和所述初始化的第一中间变量 $B_m(0)$ 之间的大小关系,对第一迭代变量 $A_m(n)$ 和第二迭代变量 $a_m(n)$ 进行迭代,确定阵元 m 发射的超声信号的回波信号对不同的探测距离的延时 $k_m(n)$,对第一迭代变量 $A_m(n)$ 进行插值,分别根据插值变量 $A_m\left(n+\frac{1}{2}\right)$ 和 $A_m\left(n-\frac{1}{2}\right)$,与第一中间变量 $B_m(n)$ 之间的大小关系,对延时 $k_m(n+1)$ 进行修正。本发明实施例可以实现降低波束合成过程中的延时计算所需的运算量,并且可以提升延时计算的精度值,提升波束合成质量。



1. 一种超声信号的处理方法,其特征在于,包括:

初始化阵元 m 的延时变量 $k_m(n)$,获取阵元 m 的 $k_m(0)$;

根据所述 $k_m(0)$ 确定初始化的第一迭代变量 $A_m(0)$ 、初始化的第二迭代变量 $a_m(0)$ 、初始化的第一中间变量 $B_m(0)$ 和初始化的第二中间变量 $b_m(0)$;

根据所述初始化的第一迭代变量 $A_m(0)$ 和所述初始化的第一中间变量 $B_m(0)$ 之间的大小关系,对第一迭代变量 $A_m(n)$ 和第二迭代变量 $a_m(n)$ 进行迭代,确定阵元 m 发射的超声信号的回波信号对不同的探测距离的延时 $k_m(n)$;

对第一迭代变量 $A_m(n)$ 进行插值,分别根据插值变量 $A_m\left(n+\frac{1}{2}\right)$ 和 $A_m\left(n-\frac{1}{2}\right)$,与第一中间变量 $B_m(n)$ 之间的大小关系,对延时 $k_m(n+1)$ 进行修正;

其中, m 的不同取值分别对应不同的阵元, n 分别取0至 X 。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据所述初始化的第一迭代变量 $A_m(0)$ 和所述初始化的第一中间变量 $B_m(0)$ 之间的大小关系,对第一迭代变量 $A_m(n)$ 和第二迭代变量 $a_m(n)$ 进行迭代,确定阵元 m 发射的超声信号的回波信号对不同的探测距离的延时 $k_m(n)$,包括:

根据公式 $\delta_m(n) = B_m(n) - A_m(n)$ 计算 $\delta_m(n)$;

如果 $\delta_m(n) < 0$,则 $a_m(n+1) = a_m(n)$, $A_m(n+1) = A_m(n)$;

如果 $\delta_m(n) \geq 0$,则 $a_m(n+1) = a_m(n) + 2$, $A_m(n+1) = A_m(n) + a_m(n)$;

$k_m(n) = (a_m(n) - 1 - 2n) / 2$ 。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述对第一迭代变量 $A_m(n)$ 进行插值,包括:

根据公式 $A\left(n+\frac{1}{2}\right) \approx A(n) + \frac{1}{2}a(n)$ 计算 $A_m\left(n+\frac{1}{2}\right)$;

根据公式 $A\left(n-\frac{1}{2}\right) \approx A(n) - \frac{1}{2}a(n)$ 计算 $A_m\left(n-\frac{1}{2}\right)$ 。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述分别根据插值变量 $A_m\left(n+\frac{1}{2}\right)$ 和 $A_m\left(n-\frac{1}{2}\right)$,与第一中间变量 $B_m(n)$ 之间的大小关系,对延时 $k_m(n+1)$ 进行修正,包括:

当 $\delta_m(n) < 0$,且 $A_m\left(n-\frac{1}{2}\right) \leq B_m(n)$ 时,根据公式 $k'(n+1) = k(n+1) + \text{corr}$ 对 $k_m(n+1)$ 进行修正;

当 $\delta_m(n) < 0$,且 $A_m\left(n-\frac{1}{2}\right) > B_m(n)$ 时,根据公式 $k'(n+1) = k(n+1)$ 对 $k_m(n+1)$ 进行修正;

当 $\delta_m(n) \geq 0$,且 $A_m\left(n+\frac{1}{2}\right) \leq B_m(n)$ 时,根据公式 $k'(n+1) = k(n+1) + \text{corr}$ 对 $k_m(n+1)$ 进行修正;

当 $\delta_m(n) \geq 0$,且 $A_m\left(n+\frac{1}{2}\right) > B_m(n)$ 时,根据公式 $k'(n+1) = k(n+1)$ 对 $k_m(n+1)$ 进行修正;

其中, $\text{corr} = 0.5$ 。

5. 根据权利要求1至4任一项所述的方法, 其特征在于, 所述初始化阵元 m 的延时变量 $k_m(n)$, 获取阵元 m 的 $k_m(0)$, 包括:

获取探头的类型信息;

当所述探头的类型信息为线性类型时, 则根据公式 $k_m(0) = \lfloor x_m/d \rfloor$ 对阵元 m 的延时变量 $k_m(n)$ 进行初始化;

当所述探头的类型信息为凸阵类型时, 则根据公式 $k_m(0) = \lfloor a_v(m)/d \rfloor$ 对阵元 m 的延时变量 $k_m(n)$ 进行初始化;

其中, $\lfloor \cdot \rfloor$ 表示向下取整。

6. 根据权利要求5所述的方法, 其特征在于, 当所述探头的类型信息为线性类型时, 所述根据所述 $k_m(0)$ 确定初始化的第一迭代变量 $A_m(0)$ 、初始化的第二迭代变量 $a_m(0)$ 、初始化的第一中间变量 $B_m(0)$ 和初始化的第二中间变量 $b_m(0)$, 包括:

根据公式 $A_m(0) = k_m^2(0)$ 对阵元 m 的延时变量 $A_m(n)$ 进行初始化;

根据公式 $a_m(0) = 2k_m(0) + 1$ 对阵元 m 的延时变量 $a_m(n)$ 进行初始化;

根据公式 $B_m(0) = x_m^2/d^2$ 对阵元 m 的延时变量 $B_m(n)$ 进行初始化;

根据公式 $b_m(0) = 2x_m \sin \theta / d + 1$ 对阵元 m 的延时变量 $b_m(n)$ 进行初始化。

7. 根据权利要求5所述的方法, 其特征在于, 当所述探头的类型信息为凸阵类型时, 所述根据所述 $k_m(0)$ 确定初始化的第一迭代变量 $A_m(0)$ 、初始化的第二迭代变量 $a_m(0)$ 、初始化的第一中间变量 $B_m(0)$ 和初始化的第二中间变量 $b_m(0)$, 包括:

根据公式 $A_m(0) = k_m^2(0)$ 对阵元 m 的延时变量 $A_m(n)$ 进行初始化;

根据公式 $a_m(0) = 2k_m(0) + 1$ 对阵元 m 的延时变量 $a_m(n)$ 进行初始化;

根据公式 $B_m(0) = a_v^2(m)/d^2$ 对阵元 m 的延时变量 $B_m(n)$ 进行初始化;

根据公式 $b_m(0) = 2a_v(m) \sin(\theta + \gamma(m)) / d + 1$ 对阵元 m 的延时变量 $b_m(n)$ 进行初始化。

8. 根据权利要求1至4任一项所述的方法, 其特征在于, 所述初始化阵元 m 的延时变量 $k_m(n)$, 获取阵元 m 的 $k_m(0)$, 包括:

根据预设的数据表和聚焦点的偏转角度, 获取与所述偏转角度对应的阵元 m 的 $k_m(0)$;

其中, 所述预设的数据表中包括不同的阵元位置和偏转角度对应的初始化的值。

9. 根据权利要求1至4任一项所述的方法, 其特征在于, 所述方法还包括:

根据中心线与法线之间的夹角范围确定有效阵元的范围;

根据所述有效阵元的范围确定 m 的取值范围。

10. 根据权利要求9所述的方法, 其特征在于, 根据中心线与法线之间的夹角范围确定有效阵元的范围, 包括:

当探头的类型信息为线性类型时, 根据公式 $x_{lim}^- = -\frac{r \cos(45^\circ - \theta)}{\sin 45^\circ}$ 计算 x_{lim}^- , 根据公式 $x_{lim}^+ = \frac{r \cos(45^\circ + \theta)}{\sin 45^\circ}$ 计算 x_{lim}^+ , 所述有效阵元的范围为 $[x_{lim}^-, x_{lim}^+]$;

当探头的类型信息为凸阵类型时, 根据公式 $a_v^- = -\frac{r \cos(45^\circ - (\theta + \gamma))}{\sin 45^\circ}$ 计算 a_v^- , 根据公式 $a_v^+ = \frac{r \cos(45^\circ + (\theta + \gamma))}{\sin 45^\circ}$ 计算 a_v^+ , 所述有效阵元的范围为 $[a_v^-, a_v^+]$;

其中, θ 为所述中心线与法线之间的夹角。

11.一种超声信号的处理装置,其特征在于,包括:

存储器,用于存储计算机程序;

处理器,用于执行所述计算机程序,以实现如权利要求1至10中任一项所述的方法。

12.一种计算机存储介质,其特征在于,包括:所述计算机存储介质用于存储计算机程序,所述计算机程序执行时用于实现如权利要求1至10中任一项所述的方法。

超声信号的处理方法和装置

技术领域

[0001] 本发明实施例涉及信号处理技术,尤其涉及一种超声信号的处理方法和装置。

背景技术

[0002] 随着科学技术的不断发展,超声系统在医学上得到越来越广泛的应用。其中最重要的部分是波束合成,而波束合成的关键是对不同阵元不同探测距离上的延时计算。

[0003] 超声探头阵列的多个阵元发出探测声波,由于不同的阵元相对于同一组织点的位置不同,该次声波达到组织的路径长短不同,不同的组织对声波的反射也不同,最终声波被反射回来,到达聚焦点位置的时长并不相同,不同的声波束叠加形成一个聚焦点,聚焦图像是由一个个聚焦点形成的。这些用于形成一个聚焦点的声波由于并不同时返回,因此需要计算各自的延时,从而找到属于本次声波的反馈信号的声波以形成聚焦点。波束合成就是对声波进行延时,变迹处理,形成聚焦图像。

[0004] 对于波束合成要对每一个探测距离进行聚焦(波束合成),计算延时值,会导致运算量很大,且运算精度不高。

发明内容

[0005] 本发明实施例提供一种超声信号的处理方法和装置,以实现降低波束合成过程中的延时计算所需的运算量,并且可以提升延时计算的精度值。

[0006] 第一方面,本发明实施例提供一种超声信号的处理方法,包括:

[0007] 初始化阵元 m 的延时变量 $k_m(n)$,获取阵元 m 的 $k_m(0)$;

[0008] 根据所述 $k_m(0)$ 确定初始化的第一迭代变量 $A_m(0)$ 、初始化的第二迭代变量 $a_m(0)$ 、初始化的第一中间变量 $B_m(0)$ 和初始化的第二中间变量 $b_m(0)$;

[0009] 根据所述初始化的第一迭代变量 $A_m(0)$ 和所述初始化的第一中间变量 $B_m(0)$ 之间的大小关系,对第一迭代变量 $A_m(n)$ 和第二迭代变量 $a_m(n)$ 进行迭代,确定阵元 m 发射的超声信号的回波信号对不同的探测距离的延时 $k_m(n)$;

[0010] 对第一迭代变量 $A_m(n)$ 进行插值,分别根据插值变量 $A_m\left(n+\frac{1}{2}\right)$ 和 $A_m\left(n-\frac{1}{2}\right)$,与第一中间变量 $B_m(n)$ 之间的大小关系,对延时 $k_m(n+1)$ 进行修正;

[0011] 其中, m 的不同取值分别对应不同的阵元, n 分别取0至 X 。

[0012] 第二方面,本发明实施例提供一种超声信号的处理装置,包括:

[0013] 存储器,用于存储计算机程序;

[0014] 处理器,用于执行所述计算机程序,以实现如第一方面所述的方法。

[0015] 第三方面,本发明实施例提供一种计算机存储介质,包括:所述计算机存储介质用于存储计算机程序,所述计算机程序执行时用于实现如第一方面所述的方法。

[0016] 本发明实施例的超声信号的处理方法和装置,通过初始化阵元 m 的延时变量 $k_m(n)$,获取阵元 m 的 $k_m(0)$,根据所述 $k_m(0)$ 确定初始化的第一迭代变量 $A_m(0)$ 、初始化的第二迭

代变量 $a_m(0)$ 、初始化的第一中间变量 $B_m(0)$ 和初始化的第二中间变量 $b_m(0)$,根据所述初始化的第一迭代变量 $A_m(0)$ 和所述初始化的第一中间变量 $B_m(0)$ 之间的大小关系,对第一迭代变量 $A_m(n)$ 和第二迭代变量 $a_m(n)$ 进行迭代,确定阵元 m 发射的超声信号的回波信号对不同的探测距离的延时 $k_m(n)$,对第一迭代变量 $A_m(n)$ 进行插值,分别根据插值变量 $A_m\left(n+\frac{1}{2}\right)$ 和 $A_m\left(n-\frac{1}{2}\right)$,与第一中间变量 $B_m(n)$ 之间的大小关系,对延时 $k_m(n+1)$ 进行修正,以修正后的延时值对超声信号的回波信号进行延时,以便后续进行空间复合成像,实现降低波束合成过程中的延时计算所需的运算量,并且可以提升延时计算的精度值,提升波束合成质量。

附图说明

[0017] 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一简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,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。

[0018] 图1为本发明的超声信号的处理方法的应用场景示意图;

[0019] 图2为本发明的超声信号的处理方法实施例一的流程图;

[0020] 图3为本发明的超声信号的处理方法实施例二的流程图;

[0021] 图4为探头的类型信息为线性类型时的延时计算示意图;

[0022] 图5为探头的类型信息为凸阵类型时的延时计算示意图;

[0023] 图6为本发明的超声信号的处理方法实施例三的流程图;

[0024] 图7为本发明的超声信号的处理装置实施例一的结构示意图;

[0025] 图8为本发明的超声信号的处理装置实施例二的结构示意图;

[0026] 图9为本发明的超声信号的处理装置实施例三的结构示意图。

具体实施方式

[0027] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,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作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0028] 图1为本发明的超声信号的处理方法的应用场景示意图,如图1所示,该应用场景包括探头和超声信号的处理装置。该超声信号的处理装置和探头连接。

[0029] 该超声信号的处理装置可以执行本发明的超声信号的处理方法,以降低波束合成过程中的延时计算所需的运算量,并且可以提升延时计算的精度值,提升波束合成质量。

[0030] 该探头用于发射和接收超声信号,即可以接收超声信号的回波信号。该超声信号的处理装置可以对超声信号的回波信号进行延时计算,以便后续进行空间复合成像,并输出图像。

[0031] 需要说明的是,该超声信号的处理装置可以是芯片,也可以是芯片中的一个功能模块,该超声信号的处理装置可以与显示器分开设置,也可以设置在一起。

[0032] 下面采用几个具体的实施例对本发明的超声信号的处理方法进行具体解释说明。

[0033] 图2为本发明的超声信号的处理方法实施例一的流程图,如图2所示,本实施例的方法可以包括:

[0034] 步骤101、初始化阵元 m 的延时变量 $k_m(n)$,获取阵元 m 的 $k_m(0)$ 。

[0035] 其中, m 的不同取值分别对应不同的阵元, n 分别取0至 X , n 可以指示不同的探测距离。以线性类型的探头的阵元 m 为例,该 $k_m(0) = \lfloor x_m/d \rfloor$, x_m 为阵元 m 的坐标。以凸阵类型的探头的阵元 m 为例,该 $k_m(0) = \lfloor a_v(m)/d \rfloor$, $a_v(m)$ 为阵元 m 的曲率半径。其中, $\lfloor \quad \rfloor$ 表示向下取整。 X 为任意整数。

[0036] 步骤102、根据所述 $k_m(0)$ 确定初始化的第一迭代变量 $A_m(0)$ 、初始化的第二迭代变量 $a_m(0)$ 、初始化的第一中间变量 $B_m(0)$ 和初始化的第二中间变量 $b_m(0)$ 。

[0037] 其中, $A_m(0)$ 为初始化的第一迭代变量, $A_m(n)$ 为第一迭代变量, $A_m(0)$ 即为 $A_m(n)$ 在 $n=0$ 的取值, $A_m(n)$ 的具体表达是为下述公式(1)。 $a_m(0)$ 为初始化的第二迭代变量, $a_m(n)$ 为第二迭代变量, $a_m(0)$ 即为 $a_m(n)$ 在 $n=0$ 的取值, $a_m(n)$ 的具体表达是为下述公式(2)。 $B_m(0)$ 为初始化的第一中间变量, $B_m(n)$ 为第一中间变量, $B_m(0)$ 即为 $B_m(n)$ 在 $n=0$ 的取值, $B_m(n)$ 的具体表达是为下述公式(3)。 $b_m(0)$ 为初始化的第二中间变量, $b_m(n)$ 为第二中间变量, $b_m(0)$ 即为 $b_m(n)$ 在 $n=0$ 的取值, $b_m(n)$ 的具体表达是为下述公式(4)。

$$[0038] \quad A_m(n) = n^2 + 2k(n)n + k^2(n) \quad (1)$$

$$[0039] \quad B_m(n) = n^2 + \alpha_m n + \beta_m \quad (2)$$

$$[0040] \quad a_m(n) = 2n + 2k(n) + 1 \quad (3)$$

$$[0041] \quad b_m(n) = 2n + 1 + \alpha_m \quad (4)$$

[0042] 其中,以线性类型的探头的阵元 m 为例, $\alpha_m = \frac{2x_m \sin \theta}{d}$, $\beta_m = \frac{x_m^2}{d^2}$ 。以凸阵类型的探头的阵元 m 为例, $\alpha_m = \frac{2a_v(m) \sin(\theta + \gamma(m))}{d}$, $\beta_m = \frac{a_v(m)^2}{d^2}$ 。

[0043] 可以根据上述公式(1)和 $k_m(0)$ 确定初始化的第一迭代变量 $A_m(0)$,根据公式(3)和 $k_m(0)$ 确定初始化的第二迭代变量 $a_m(0)$,根据公式(2)和 $k_m(0)$ 确定初始化的第一中间变量 $B_m(0)$,根据公式(4)和 $k_m(0)$ 确定初始化的第二中间变量 $b_m(0)$ 。

[0044] 步骤103、根据所述初始化的第一迭代变量 $A_m(0)$ 和所述初始化的第一中间变量 $B_m(0)$ 之间的大小关系,对第一迭代变量 $A_m(n)$ 和第二迭代变量 $a_m(n)$ 进行迭代,确定阵元 m 发射的超声信号的回波信号对不同的探测距离的延时 $k_m(n)$ 。

[0045] 具体的,本发明实施例采用迭代的方式对上述第一迭代变量 $A_m(n)$ 和第二迭代变量 $a_m(n)$ 进行迭代,即使用 $A_m(0)$ 和 $a_m(0)$ 确定 $A_m(1)$ 和 $a_m(1)$,使用 $A_m(1)$ 和 $a_m(1)$ 确定 $A_m(2)$ 和 $a_m(2)$,依次类推,直至确定 $A_m(X)$ 和 $a_m(X)$ 。并在迭代过程中可以根据公式(3)确定 n 在不同取值时的 $k_m(n)$ 。

[0046] 步骤104、对第一迭代变量 $A_m(n)$ 进行插值,分别根据插值变量 $A_m\left(n + \frac{1}{2}\right)$ 和 $A_m\left(n - \frac{1}{2}\right)$,与第一中间变量 $B_m(n)$ 之间的大小关系,对延时 $k_m(n+1)$ 进行修正。

[0047] 具体的,本实施例还可以对第一迭代变量 $A_m(n)$ 进行插值,确定插值变量

$A_m\left(n+\frac{1}{2}\right)$ 和 $A_m\left(n-\frac{1}{2}\right)$,在通过比较 $A_m(n)$ 和 $B_m(n)$ 、 $A_m\left(n+\frac{1}{2}\right)$ 和 $B_m(n)$ 、 $A_m\left(n-\frac{1}{2}\right)$ 和 $B_m(n)$ 之间的大小关系,对延时 $k_m(n+1)$ 进行修正,以修正后的延时值对超声信号的回波信号进行延时,以便后续进行空间复合成像。

[0048] 本实施例,通过初始化阵元 m 的延时变量 $k_m(n)$,获取阵元 m 的 $k_m(0)$,根据所述 $k_m(0)$ 确定初始化的第一迭代变量 $A_m(0)$ 、初始化的第二迭代变量 $a_m(0)$ 、初始化的第一中间变量 $B_m(0)$ 和初始化的第二中间变量 $b_m(0)$,根据所述初始化的第一迭代变量 $A_m(0)$ 和所述初始化的第一中间变量 $B_m(0)$ 之间的大小关系,对第一迭代变量 $A_m(n)$ 和第二迭代变量 $a_m(n)$ 进行迭代,确定阵元 m 发射的超声信号的回波信号对不同的探测距离的延时 $k_m(n)$,对第一迭代变量 $A_m(n)$ 进行插值,分别根据插值变量 $A_m\left(n+\frac{1}{2}\right)$ 和 $A_m\left(n-\frac{1}{2}\right)$,与第一中间变量 $B_m(n)$ 之间的大小关系,对延时 $k_m(n+1)$ 进行修正,以修正后的延时值对超声信号的回波信号进行延时,以便后续进行空间复合成像,实现降低波束合成过程中的延时计算所需的运算量,并且可以提升延时计算的精度值,提升波束合成质量。

[0049] 下面采用几个具体的实施例,对图2所示方法实施例的技术方案进行详细说明。

[0050] 图3为本发明的超声信号的处理方法实施例二的流程图,如图3所示,本实施例的方法可以包括:

[0051] 步骤201、初始化阵元 m 的延时变量 $k_m(n)$,获取阵元 m 的 $k_m(0)$ 。

[0052] 步骤202、根据所述 $k_m(0)$ 确定初始化的第一迭代变量 $A_m(0)$ 、初始化的第二迭代变量 $a_m(0)$ 、初始化的第一中间变量 $B_m(0)$ 和初始化的第二中间变量 $b_m(0)$ 。

[0053] 步骤2031、根据公式 $\delta_m(n) = B_m(n) - A_m(n)$ 计算 $\delta_m(n)$ 。

[0054] 步骤2032、如果 $\delta_m(n) < 0$,则使用公式(5)确定 $a_m(n+1)$,根据公式(6)确定 $A_m(n+1)$ 。

[0055] $a_m(n+1) = a_m(n)$ (5)

[0056] $A_m(n+1) = A_m(n)$ (6)

[0057] 步骤2033、如果 $\delta_m(n) \geq 0$,则使用公式(7)确定 $a_m(n+1)$,根据公式(8)确定 $A_m(n+1)$ 。

[0058] $a_m(n+1) = a_m(n) + 2$ (7)

[0059] $A_m(n+1) = A_m(n) + a_m(n)$ (8)

[0060] 步骤2034、根据公式(9)计算 $k_m(n)$ 。

[0061] $k_m(n) = (a_m(n) - 1 - 2n) / 2$ (9)

[0062] 步骤2041、根据公式(10)计算 $A_m\left(n+\frac{1}{2}\right)$,根据公式(11)计算 $A_m\left(n-\frac{1}{2}\right)$ 。

[0063] $A\left(n+\frac{1}{2}\right) \approx A(n) + \frac{1}{2}a(n)$ (10)

[0064] $A\left(n-\frac{1}{2}\right) \approx A(n) - \frac{1}{2}a(n)$ (11)

[0065] 步骤2042、当 $\delta_m(n) < 0$,且 $A_m\left(n-\frac{1}{2}\right) \leq B_m(n)$ 时,根据公式(12)对 $k_m(n+1)$ 进行修正。

[0066] $k'(n+1) = k(n+1) + \text{corr}$ (12)

[0067] 步骤2043、当 $\delta_m(n) < 0$,且 $A_m\left(n-\frac{1}{2}\right) > B_m(n)$ 时,根据公式(13)对 $k_m(n+1)$ 进行

修正。

[0068] $k'(n+1) = k(n+1)$ (13)

[0069] 步骤2044、当 $\delta_m(n) \geq 0$, 且 $A_m\left(n + \frac{1}{2}\right) \leq B_m(n)$ 时, 根据公式(12)对 $k_m(n+1)$ 进行修正。

[0070] 步骤2045、当 $\delta_m(n) \geq 0$, 且 $A_m\left(n + \frac{1}{2}\right) > B_m(n)$ 时, 根据公式(13)对 $k_m(n+1)$ 进行修正。

[0071] 其中, $\text{corr} = 0.5 \cdot k'(n+1)$ 即为 $k(n+1)$ 的修正后的值。

[0072] 需要说明的是, 执行一次步骤2041至步骤2045, 可以提升2倍延时计算精度, 具体的, 并修正之前的延时计算精度为 $\frac{T_u}{2}$, T_u 为所述超声信号的采样周期。通过执行一次步骤2041至步骤2045, 可以将延时计算精度提升至 $\frac{T_u}{4}$ 。

[0073] 可选的, 在执行一次步骤2041至步骤2045之后, 还可以根据公式 $\delta_m'(n) = \delta_m(n) + \frac{1}{2}a_m(n)$ (当 $\delta(n) < 0$ 时) 或者公式 $\delta_m'(n) = \delta_m(n) - \frac{1}{2}a_m(n)$ (当 $\delta(n) \geq 0$ 时), 对 $\delta_m(n)$ 进行更新。根据公式 $a_m'(n) = \frac{1}{2}a_m(n)$ 对 $a_m(n)$ 进行更新。根据公式 $\text{corr}' = \frac{1}{2}\text{corr}$ 对 corr 进行更新。可以使用更新后的 $\delta_m(n)$ 、 $a_m(n)$ 以及 corr , 通过如上述步骤2041至步骤2044的方式对 $k_m(n+1)$ 进行再修正。将延时计算精度提升至 $\frac{T_u}{2^{N+1}}$, N 为执行步骤2041的次数。

[0074] 本实施例, 通过初始化阵元 m 的延时变量 $k_m(n)$, 获取阵元 m 的 $k_m(0)$, 根据所述 $k_m(0)$ 确定初始化的第一迭代变量 $A_m(0)$ 、初始化的第二迭代变量 $a_m(0)$ 、初始化的第一中间变量 $B_m(0)$ 和初始化的第二中间变量 $b_m(0)$, 根据所述初始化的第一迭代变量 $A_m(0)$ 和所述初始化的第一中间变量 $B_m(0)$ 之间的大小关系, 对第一迭代变量 $A_m(n)$ 和第二迭代变量 $a_m(n)$ 进行迭代, 确定阵元 m 发射的超声信号的回波信号对不同的探测距离的延时 $k_m(n)$, 对第一迭代变量 $A_m(n)$ 进行插值, 分别根据插值变量 $A_m\left(n + \frac{1}{2}\right)$ 和 $A_m\left(n - \frac{1}{2}\right)$, 与第一中间变量 $B_m(n)$ 之间的大小关系, 对延时 $k_m(n+1)$ 进行修正, 以修正后的延时值对超声信号的回波信号进行延时, 以便后续进行空间复合成像, 实现降低波束合成过程中的延时计算所需的运算量, 并且可以提升延时计算的精度值, 提升波束合成质量。

[0075] 图4为探头的类型信息为线性类型时的延时计算示意图, 如图4所示, 该探头包括多个阵元, 每个阵元用一个小方格表示, 该多个阵元沿直线排布。以0点为接收中心线位置, θ 为接收中心线偏角, 两边的阵元同时接收超声信号的回波信号, 在示意图中, 对于 x^+ 的振元来说, 偏转角(即扫描波束与振元夹角)大于 90° ; 对于 x^- 的振元来说, 偏转角小于 90° 。

[0076] T_u 为所述超声信号的采样周期, c_0 为所述超声信号的传播速度、 θ 为接收中心线偏角(如图所示)。

[0077] $d = \frac{c_0 T_u}{2} = \frac{c_0}{2f_u}$, 如图4所涉及的参数(如 r 、 l 等)都使用 d 来量化(d 代表在一个采样

周期内往返的声波经历的一半的距离长度,为仅往或返的距离长度),其中 $n=r(nT_u)/d$,为整数; $k(n)=1(nT_u)/d$,使用 d 来量化。

[0078] 当探头的类型信息为如图4所示的线性类型时,上述实施例中的 $k_m(0)=[x_m/d]$ 。

[0079] 并且根据公式 $A_m(0)=k_m^2(0)$ 对阵元 m 的延时变量 $A_m(n)$ 进行初始化,根据公式 $a_m(0)=2k_m(0)+1$ 对阵元 m 的延时变量 $a_m(n)$ 进行初始化,根据公式 $B_m(0)=x_m^2/d^2$ 对阵元 m 的延时变量 $B_m(n)$ 进行初始化,根据公式 $b_m(0)=2x_m\sin\theta/d+1$ 对阵元 m 的延时变量 $b_m(n)$ 进行初始化。

[0080] 需要说明的是,另一种可实现方式,根据预设的数据表和聚焦点的偏转角度,获取与所述偏转角度对应的阵元 m 的 $k_m(0)$;其中,所述预设的数据表中包括不同的阵元位置和偏转角度对应的初始化的值。即可以通过查表的方式确定 $k_m(0)$ 。

[0081] 图5为探头的类型信息为凸阵类型时的延时计算示意图,如图5所示,探头的多个阵元不在同一个水平线上,存在一个角度差 γ ,所以,上述线性类型中的 θ 就变为了 $\theta+\gamma$, x 变为了 a_v ,其中 a_v 表示为探头的属性数值。对于不同的阵元 $m(m\in[-K,K])$,存在不同的 $\theta+\gamma(m)$ 和 $a_v(m)$ 。 $m>0$ 对应于线阵中 x^+ 的部分, $m<0$ 对应于线阵中 x^- 的部分。

[0082] 当探头的类型信息为如图5所示的凸阵类型时,上述实施例中的 $k_m(0)=[a_v(m)/d]$ 。

[0083] 根据公式 $A_m(0)=k_m^2(0)$ 对阵元 m 的延时变量 $A_m(n)$ 进行初始化,根据公式 $a_m(0)=2k_m(0)+1$ 对阵元 m 的延时变量 $a_m(n)$ 进行初始化,根据公式 $B_m(0)=a_v^2(m)/d^2$ 对阵元 m 的延时变量 $B_m(n)$ 进行初始化,根据公式 $b_m(0)=2a_v(m)\sin(\theta+\gamma(m))/d+1$ 对阵元 m 的延时变量 $b_m(n)$ 进行初始化。

[0084] 需要说明的是,另一种可实现方式,根据预设的数据表和聚焦点的偏转角度,获取与所述偏转角度对应的阵元 m 的 $k_m(0)$;其中,所述预设的数据表中包括不同的阵元位置和偏转角度对应的初始化的值。即可以通过查表的方式确定 $k_m(0)$ 。

[0085] 图6为本发明的超声信号的处理方法实施例三的流程,如图6所示,本实施例在上述任一实施例的基础上,本实施例的方法还可以包括:

[0086] 步骤301、根据中心线与法线之间的夹角范围确定有效阵元的范围。

[0087] 具体的,当探头的类型信息为线性类型时,根据公式 $x_{lim}^- = -\frac{r\cos(45^\circ-\theta)}{\sin 45^\circ}$ 计算 x_{lim}^- ,根据公式 $x_{lim}^+ = \frac{r\cos(45^\circ+\theta)}{\sin 45^\circ}$ 计算 x_{lim}^+ ,所述有效阵元的范围为 $[x_{lim}^-, x_{lim}^+]$;

[0088] 当探头的类型信息为凸阵类型时,根据公式 $a_{v\lim}^- = -\frac{r\cos(45^\circ-(\theta-\gamma))}{\sin 45^\circ}$ 计算 $a_{v\lim}^-$,根据公式 $a_{v\lim}^+ = \frac{r\cos(45^\circ+(\theta+\gamma))}{\sin 45^\circ}$ 计算 $a_{v\lim}^+$,所述有效阵元的范围为 $[a_{v\lim}^-, a_{v\lim}^+]$;

[0089] 其中, θ 为所述中心线与法线之间的夹角,也可称为接收中心线偏角。

[0090] 步骤302、根据所述有效阵元的范围确定 m 的取值范围。

[0091] 具体的,上述实施例中的 x_m 需要在该 $[x_{lim}^-, x_{lim}^+]$ 范围内。上述实施例中的 $a_v(m)$ 需

要在该 $[a_{v\lim}^-, a_{v\lim}^+]$ 范围内。

[0092] 本实施例,通过根据中心线与法线之间的夹角范围确定有效阵元的范围,根据所述有效阵元的范围确定 m 的取值范围,从而可以在不影响后续成像的基础上,去除无效阵元的计算,可以进一步提升运算效率。

[0093] 图7为本发明的超声信号的处理装置实施例一的结构示意图,如图7所示,本实施例的装置可以包括:初始化模块11、迭代计算模块12和修正模块13,其中,初始化模块11用于初始化阵元 m 的延时变量 $k_m(n)$,获取阵元 m 的 $k_m(0)$;初始化模块11还用于根据所述 $k_m(0)$ 确定初始化的第一迭代变量 $A_m(0)$ 、初始化的第二迭代变量 $a_m(0)$ 、初始化的第一中间变量 $B_m(0)$ 和初始化的第二中间变量 $b_m(0)$;迭代计算模块12用于根据所述初始化的第一迭代变量 $A_m(0)$ 和所述初始化的第一中间变量 $B_m(0)$ 之间的大小关系,对第一迭代变量 $A_m(n)$ 和第二迭代变量 $a_m(n)$ 进行迭代,确定阵元 m 发射的超声信号的回波信号对不同的探测距离的延时 $k_m(n)$;修正模块13用于对第一迭代变量 $A_m(n)$ 进行插值,分别根据插值变量 $A_m\left(n+\frac{1}{2}\right)$ 和 $A_m\left(n-\frac{1}{2}\right)$,与第一中间变量 $B_m(n)$ 之间的大小关系,对延时 $k_m(n+1)$ 进行修正;其中, m 的不同取值分别对应不同的阵元, n 分别取0至 X 。

[0094] 该迭代计算模块12用于根据公式 $\delta_m(n) = B_m(n) - A_m(n)$ 计算 $\delta_m(n)$;

[0095] 如果 $\delta_m(n) < 0$,则 $a_m(n+1) = a_m(n)$, $A_m(n+1) = A_m(n)$;

[0096] 如果 $\delta_m(n) \geq 0$,则 $a_m(n+1) = a_m(n) + 2$, $A_m(n+1) = A_m(n) + a_m(n)$;

[0097] $k_m(n) = (a_m(n) - 1 - 2n) / 2$ 。

[0098] 该修正模块13用于对第一迭代变量 $A_m(n)$ 进行插值,包括:根据公式 $A\left(n+\frac{1}{2}\right) \approx A(n) + \frac{1}{2}a(n)$ 计算 $A_m\left(n+\frac{1}{2}\right)$;根据公式 $A\left(n-\frac{1}{2}\right) \approx A(n) - \frac{1}{2}a(n)$ 计算 $A_m\left(n-\frac{1}{2}\right)$ 。

[0099] 该修正模块13用于分别根据插值变量 $A_m\left(n+\frac{1}{2}\right)$ 和 $A_m\left(n-\frac{1}{2}\right)$,与第一中间变量 $B_m(n)$ 之间的大小关系,对延时 $k_m(n+1)$ 进行修正,包括:

[0100] 当 $\delta_m(n) < 0$,且 $A_m\left(n-\frac{1}{2}\right) \leq B_m(n)$ 时,根据公式 $k'(n+1) = k(n+1) + \text{corr}$ 对 $k_m(n+1)$ 进行修正;

[0101] 当 $\delta_m(n) < 0$,且 $A_m\left(n-\frac{1}{2}\right) > B_m(n)$ 时,根据公式 $k'(n+1) = k(n+1)$ 对 $k_m(n+1)$ 进行修正;

[0102] 当 $\delta_m(n) \geq 0$,且 $A_m\left(n+\frac{1}{2}\right) \leq B_m(n)$ 时,根据公式 $k'(n+1) = k(n+1) + \text{corr}$ 对 $k_m(n+1)$ 进行修正;

[0103] 当 $\delta_m(n) \geq 0$,且 $A_m\left(n+\frac{1}{2}\right) > B_m(n)$ 时,根据公式 $k'(n+1) = k(n+1)$ 对 $k_m(n+1)$ 进行修正;

[0104] 其中, $\text{corr} = 0.5$ 。

[0105] 该初始化模块11用于初始化阵元m的延时变量 $k_m(n)$, 获取阵元m的 $k_m(0)$, 包括: 获取探头的类型信息; 当所述探头的类型信息为线性类型时, 则根据公式 $k_m(0) = \lfloor x_m/d \rfloor$ 对阵元m的延时变量 $k_m(n)$ 进行初始化; 当所述探头的类型信息为凸阵类型时, 则根据公式 $k_m(0) = \lfloor a_v(m)/d \rfloor$ 对阵元m的延时变量 $k_m(n)$ 进行初始化; 其中, $\lfloor \cdot \rfloor$ 表示向下取整。

[0106] 当所述探头的类型信息为线性类型时, 该初始化模块11用于根据所述 $k_m(0)$ 确定初始化的第一迭代变量 $A_m(0)$ 、初始化的第二迭代变量 $a_m(0)$ 、初始化的第一中间变量 $B_m(0)$ 和初始化的第二中间变量 $b_m(0)$, 包括:

[0107] 根据公式 $A_m(0) = k_m^2(0)$ 对阵元m的延时变量 $A_m(n)$ 进行初始化;

[0108] 根据公式 $a_m(0) = 2k_m(0) + 1$ 对阵元m的延时变量 $a_m(n)$ 进行初始化;

[0109] 根据公式 $B_m(0) = x_m^2/d^2$ 对阵元m的延时变量 $B_m(n)$ 进行初始化;

[0110] 根据公式 $b_m(0) = 2x_m \sin \theta / d + 1$ 对阵元m的延时变量 $b_m(n)$ 进行初始化。

[0111] 当所述探头的类型信息为凸阵类型时, 该初始化模块11用于根据所述 $k_m(0)$ 确定初始化的第一迭代变量 $A_m(0)$ 、初始化的第二迭代变量 $a_m(0)$ 、初始化的第一中间变量 $B_m(0)$ 和初始化的第二中间变量 $b_m(0)$, 包括:

[0112] 根据公式 $A_m(0) = k_m^2(0)$ 对阵元m的延时变量 $A_m(n)$ 进行初始化;

[0113] 根据公式 $a_m(0) = 2k_m(0) + 1$ 对阵元m的延时变量 $a_m(n)$ 进行初始化;

[0114] 根据公式 $B_m(0) = a_v^2(m)/d^2$ 对阵元m的延时变量 $B_m(n)$ 进行初始化;

[0115] 根据公式 $b_m(0) = 2a_v(m) \sin(\theta + \gamma(m)) / d + 1$ 对阵元m的延时变量 $b_m(n)$ 进行初始化。

[0116] 所述初始化阵元m的延时变量 $k_m(n)$, 获取阵元m的 $k_m(0)$, 包括:

[0117] 根据预设的数据表和聚焦点的偏转角度, 获取与所述偏转角度对应的阵元m的 $k_m(0)$;

[0118] 其中, 所述预设的数据表中包括不同的阵元位置和偏转角度对应的初始化的值。

[0119] 本实施例的装置, 可以用于执行上述方法实施例的技术方案, 其实现原理和技术效果类似, 此处不再赘述。

[0120] 图8为本发明的超声信号的处理装置实施例二的结构示意图, 如图8所示, 本实施例的装置在图7所示装置结构的基础上, 进一步地, 还可以包括: 有效阵元确定模块14, 该有效阵元确定模块14用于根据中心线与法线之间的夹角范围确定有效阵元的范围; 根据所述有效阵元的范围确定m的取值范围。

[0121] 其中, 根据中心线与法线之间的夹角范围确定有效阵元的范围, 包括:

[0122] 当探头的类型信息为线性类型时, 根据公式 $x_{lim}^- = -\frac{r \cos(45^\circ - \theta)}{\sin 45^\circ}$ 计算 x_{lim}^- , 根据公式 $x_{lim}^+ = \frac{r \cos(45^\circ + \theta)}{\sin 45^\circ}$ 计算 x_{lim}^+ , 所述有效阵元的范围为 $[x_{lim}^-, x_{lim}^+]$;

[0123] 当探头的类型信息为凸阵类型时, 根据公式 $a_{v lim}^- = -\frac{r \cos(45^\circ - (\theta - \gamma))}{\sin 45^\circ}$ 计算 $a_{v lim}^-$, 根据公式 $a_{v lim}^+ = \frac{r \cos(45^\circ + (\theta + \gamma))}{\sin 45^\circ}$ 计算 $a_{v lim}^+$, 所述有效阵元的范围为 $[a_{v lim}^-, a_{v lim}^+]$;

[0124] 其中, θ 为所述中心线与法线之间的夹角。

[0125] 本实施例的装置,可以用于执行上述方法实施例的技术方案,其实现原理和技术效果类似,此处不再赘述。

[0126] 图9为本发明的超声信号的处理装置实施例三的结构示意图,如图9所示,本实施例的装置可以包括:存储器21和处理器22,其中,存储器21用于存储计算机程序,处理器22用于执行所述计算机程序,以实现上述各个实施例所述的方法。

[0127] 本实施例的装置,可以用于执行上述方法实施例的技术方案,其实现原理和技术效果类似,此处不再赘述。

[0128] 本发明实施例还提供一种计算机存储介质,所述计算机存储介质用于存储计算机程序,所述计算机程序执行时用于实现如上述任一实施例所述的方法。其实现原理和技术效果类似,此处不再赘述。

[0129] 本领域普通技术人员可以理解:实现上述各方法实施例的全部或部分步骤可以通过程序指令相关的硬件来完成。前述的程序可以存储于一计算机可读取存储介质中。该程序在执行时,执行包括上述各方法实施例的步骤;而前述的存储介质包括:ROM、RAM、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0130] 最后应说明的是:以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。



图1

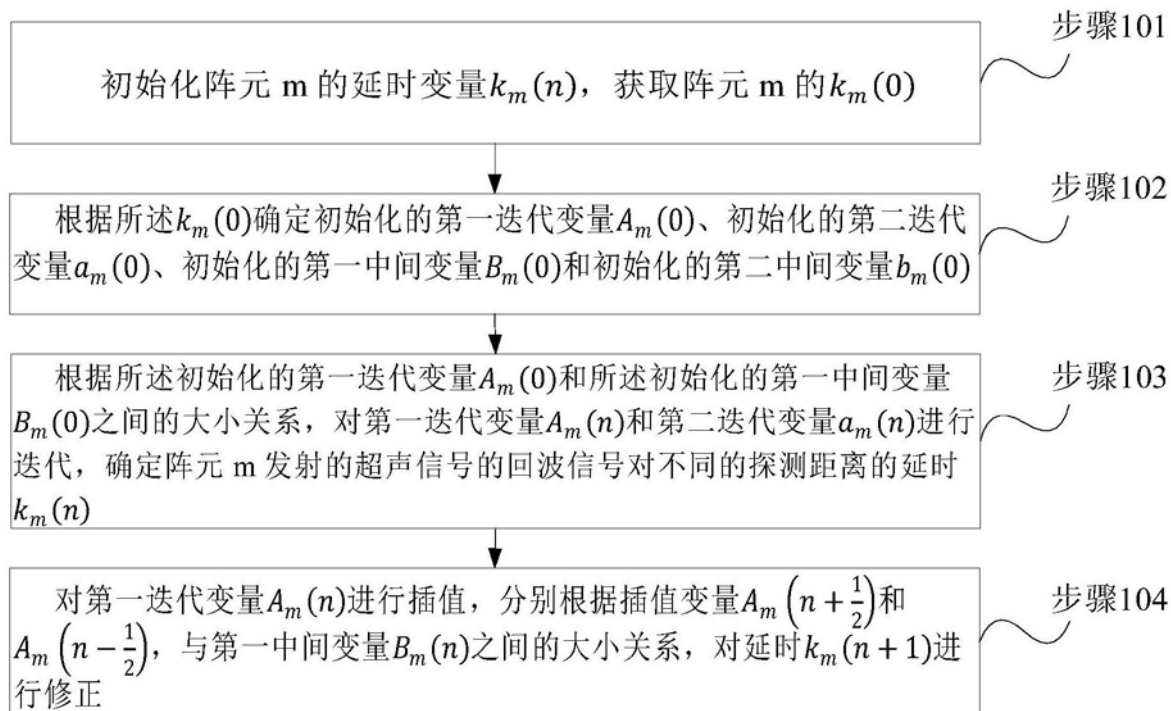


图2

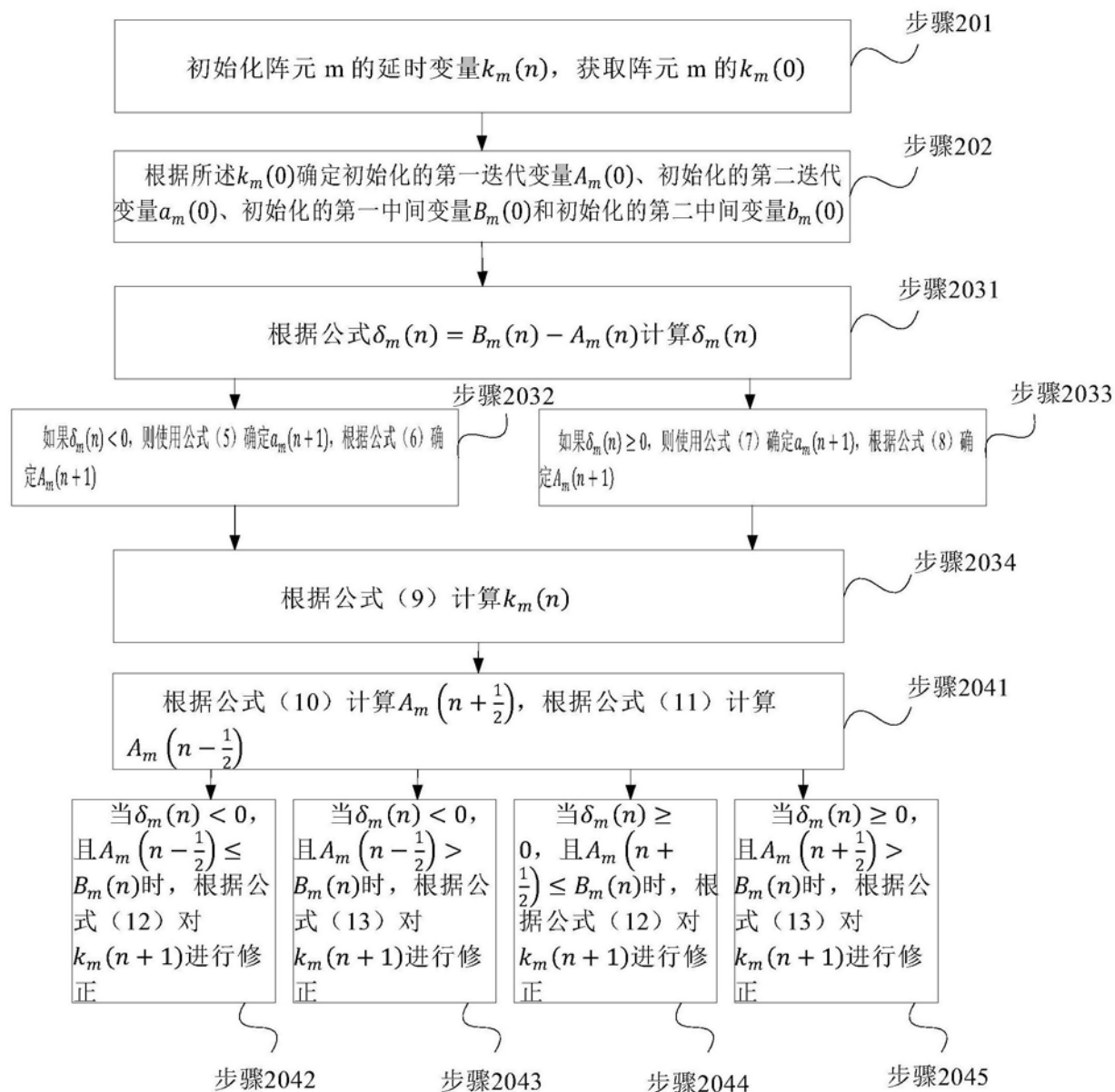


图3

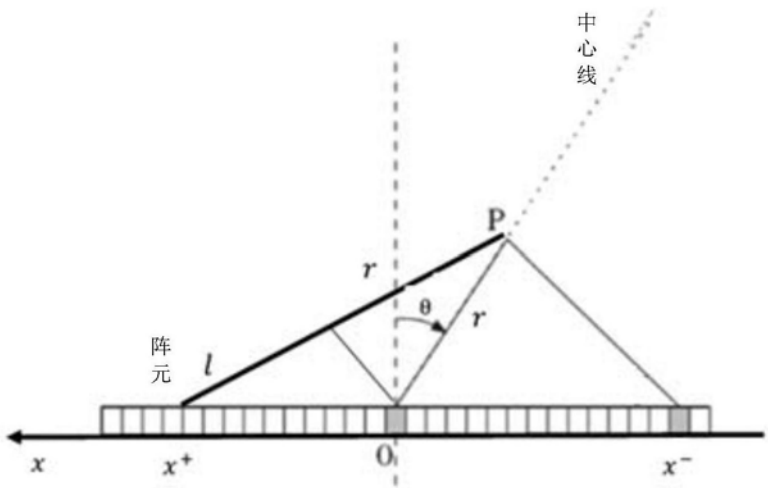


图4

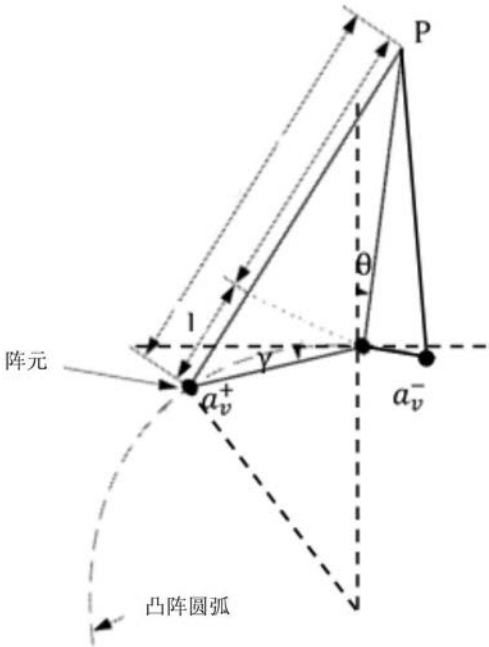


图5

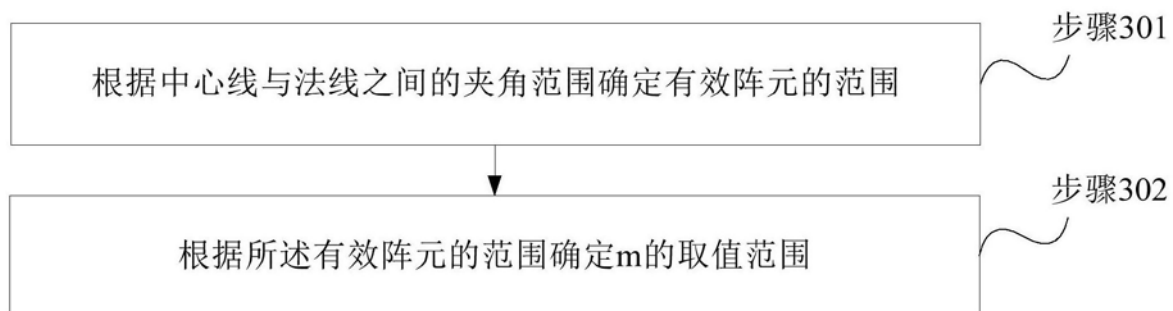


图6

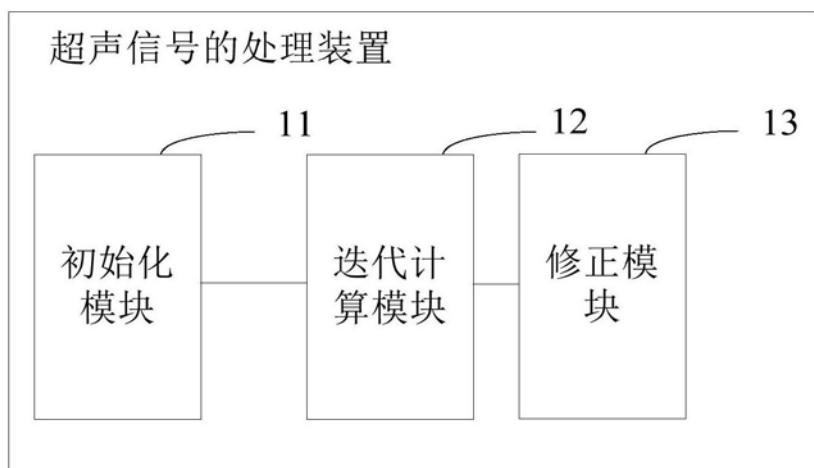


图7

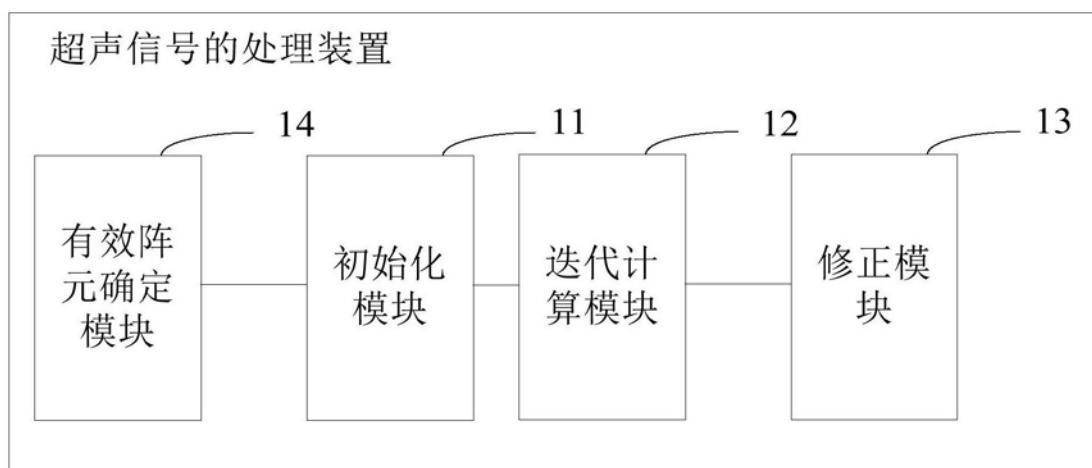


图8

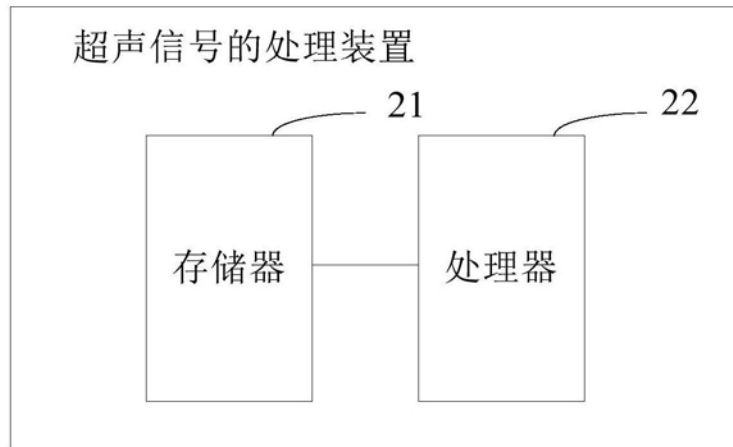


图9

专利名称(译)	超声信号的处理方法和装置		
公开(公告)号	CN110613476A	公开(公告)日	2019-12-27
申请号	CN201810632043.X	申请日	2018-06-19
[标]申请(专利权)人(译)	青岛海信医疗设备股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	青岛海信医疗设备股份有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	青岛海信医疗设备股份有限公司		
[标]发明人	马克涛 王桂成 于琦		
发明人	马克涛 王桂成 于琦		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/52		
代理人(译)	杨贝贝 刘芳		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明实施例提供一种超声信号的处理方法和装置。本发明的超声信号的处理方法，包括：根据所述初始化的第一迭代变量 $A_m(0)$ 和所述初始化的第一中间变量 $B_m(0)$ 之间的大小关系，对第一迭代变量 $A_m(n)$ 和第二迭代变量 $a_m(n)$ 进行迭代，确定阵元 m 发射的超声信号的回波信号对不同的探测距离的延时 $k_m(n)$ ，对第一迭代变量 $A_m(n)$ 进行插值，分别根据插值变量和与第一中间变量 $B_m(n)$ 之间的大小关系，对延时 $k_m(n+1)$ 进行修正。本发明实施例可以实现降低波束合成过程中的延时计算所需的运算量，并且可以提升延时计算的精度值，提升波束合成质量。

