



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105832366 B

(45)授权公告日 2019.11.15

(21)申请号 201610157361.6

(22)申请日 2016.03.18

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105832366 A

(43)申请公布日 2016.08.10

(73)专利权人 深圳安盛生物医疗技术有限公司

地址 518000 广东省深圳市南山区桃源街
道留仙大道1183号南山云谷创新产业
园南风楼6楼B

(72)发明人 孙瑞超

(74)专利代理机构 深圳市深联知识产权代理事

务所(普通合伙) 44357

代理人 徐炫

(51)Int.Cl.

A61B 8/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 101900808 A, 2010.12.01,

CN 101865998 A, 2010.10.20,

JP 特開平9-318733 A, 1997.12.12,

CN 101373181 A, 2009.02.25,

CN 101858972 A, 2010.10.13,

孙瑞超等. 基于相移的实时超声弹性成像方法.《中国生物医学工程学报》.2013,第32卷(第3期),第339-347页.

审查员 赵秋芬

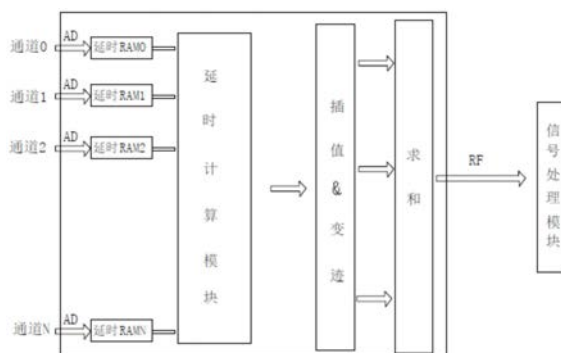
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种用于波束合成过程中的延时实时计算方法

(57)摘要

本发明属于在医用诊断超声设备图像的分辨方法技术领域,具体涉及一种用于波束合成过程中的延时实时计算方法。本发明主要解决现有延时计算方法对在计算精度、资源消耗、适用场景、初始参数规模等往往只是偏重于某一方面的问题。本发明用于波束合成过程中的延时实时计算方法,其特征在于包含以下步骤:(1)利用软件计算得到每条接收线的所有阵元的初始参数K和 L_0 ,并将参数K和 L_0 预先存储到不同的逻辑存储区中;(2)通过下式计算从阵元到焦点距离的平方 L_n : $L_n = L_{n-1} + 2n + K$;(3)对 L_n 进行开方,计算阵元到焦点距离 d_n : $d_n = \sqrt{L_n}$;(4)根据所求的阵元到焦点距离 d_n ,以及量化后的焦点位置n,利用公式 $Addr_n = n + d_n$,求得每个阵元的相对延时值。



1. 一种用于波束合成过程中的延时实时计算方法,其特征在于包含以下步骤:

(1) 利用软件计算得到每条接收线的所有阵元的初始参数K和 L_0 ,并将参数K和 L_0 预先存储到不同的逻辑存储区中,参数K和 L_0 通过下列公式计算:

$K = -(1 + 2x \cos \beta)$, $L_0 = x^2$, 其中对于凸阵, $x = 2 * R * \sin(\varphi / 2)$, 公式中R为探头半径, φ 为任意阵元和探头中心连线以及中心阵元和探头中心连线的夹角;对于线阵, x为任意阵元和中心阵元的距离; β 为任意阵元和中心阵元连线以及中心阵元和焦点连线夹角;

(2) 通过下式计算从阵元到焦点距离的平方L: $L_n = L_{n-1} + 2n + K$;

(3) 对 L_n 进行开方, 计算阵元到焦点距离 d_n : $d_n = \sqrt{L_n}$;

(4) 根据所求的阵元到焦点距离 d_n , 以及量化后的焦点位置n, 利用公式 $\text{Addr}_n = n + d_n$, 求得每个阵元的相对延时值。

一种用于波束合成过程中的延时实时计算方法

技术领域

[0001] 本发明属于在医用诊断超声设备图像的分辨方法技术领域,具体涉及一种用于波束合成过程中的延时实时计算方法。

背景技术

[0002] 在医用诊断超声设备中,为了提高图像的分辨率,在接收聚焦过程中往往有多个焦点甚至于逐点聚焦。对于每个焦点各个阵元的延时参数有所区别,所以接收聚焦往往需要预先存储巨大参数量。为了提高图像的横向分辨率,现代医用超声诊断设备中广泛采用的方法是通过一个阵元组进行发射和接收进行聚焦。因为不同的焦点位置到阵元组中各个阵元的相对距离是变化的,往往都是预先计算好存储在ROM里面。尤其是对于接收聚焦来说,因为焦点个数较多甚至于要进行逐点聚焦,所以每个焦点都需要预先提供一组延时参数。对于相控阵成像而言,则更为复杂,每条线的聚焦参数都是不同的,所以提供的参数有可能达到几十兆,甚至于上百兆。

[0003] 针对于上述情况,一种解决方法是根据延时曲线自身的特性对参数进行压缩,这种方法虽然在很大程度上减少了参数量,然而对于多波束或者是相控阵成像而言参数量往往仍然较大。近几年比较流行的另外一种解决方式是通过实时计算的方式获取延时参数。

[0004] 专利号为EP0856831A2的欧洲专利,提出了一种迭代的思路,通过上一点的延时值以及产生的中间变量,来得到当前焦点的延时值,同时更新中间变量。这种方法的缺点是需要逐点计算延时参数,对于通道较多或者是多波束的系统方案,需要较多的计算单元。同时需要满足一定的条件,而这种条件一般在近场不容易满足,所以计算延时在近场存在一定的误差,随着焦点深度增加,误差逐渐减少。

[0005] 美国专利6123617通过分别计算阵元和焦点的坐标,然后通过cordic方法直接求两坐标点之间的距离的方法计算延时,这种方法适用于任意形状探头和扫描模式,但是需要复杂的距离求取电路,资源消耗仍然较大。

发明内容

[0006] 本发明主要针对现有延时计算方法对在计算精度、资源消耗、适用场景、初始参数规模等往往只是偏重于某一方面的问题,提供一种同时考虑计算精度,资源消耗、适用场景以及初始参数规模,在四个方面做出权衡的用于波束合成过程中的延时实时计算方法。

[0007] 本发明为实现上述目的而采取的技术方案为:

[0008] 一种用于波束合成过程中的延时实时计算方法,其特征在于包含以下步骤:

[0009] (1) 利用软件计算得到每条接收线的所有阵元的初始参数K和 L_0 ,并将参数K和 L_0 预先存储到不同的逻辑存储区中,参数K和 L_0 通过下列公式计算:

[0010] $K = -(1 + 2x \cos\beta)$, $L_0 = x^2$,其中对于凸阵, $x = 2 * R * \sin(\varphi/2)$,公式中R为探头半径, φ 为任意阵元和探头中心连线以及中心阵元和探头中心连线的夹角;对于线阵,x为任意阵元和中心阵元的距离; β 为任意阵元和中心阵元连线以及中心阵元和焦点连线夹角;

[0011] (2) 通过下式计算从阵元到焦点距离的平方 L : $L_n = L_{n-1} + 2n + K$;

[0012] (3) 对 L_n 进行开方, 计算阵元到焦点距离 d_n : $d_n = \sqrt{L_n}$;

[0013] (4) 根据所求的阵元到焦点距离 d_n , 以及量化后的焦点位置 n , 利用公式 $\text{Addr}_n = n + d_n$, 求得每个阵元的相对延时值。

[0014] 本发明采用上述技术方案, 由于相同焦点位置距离各个物理阵元的长度不同, 所谓发射聚焦就是通过控制各个阵元激励的时间, 使各个阵元产生的响应超声信号同时刻、同相位到达焦点位置, 从而叠加后的发射波束在焦点位置能量最强。如图1所示, 波束轴中心位置 O , 焦点位置 F , 阵元 E_1 和 E_2 距离焦点 F 的长度分别为 D_1 和 D_2 , 根据 D_1 和 D_2 的长度不同, 分别计算出阵元 E_1 和 E_2 的延时, 使得激励产生的波形同一时刻到达 F 处。

[0015] 接收聚焦相对比较复杂。一般情况下系统实现为将各个通道接收到的AD信号存储到延时RAM中, 如图2所示。对于逐点聚焦的系统, 对于接收线上每一个采样点均作为焦点, 根据焦点位置到阵元的距离得到延时RAM中缓存地址, 然后从相应位置取出对应的数据, 经过插值以及变迹之后再求和得到波束合成之后的射频信号。

[0016] 无论对于发射还是接收, 延时控制都是聚焦最重要的环节。本发明权衡初始参数量、计算精度、适用性以及资源消耗四个方面, 提出了一种延时计算方案。

[0017] 线阵和凸阵探头示意图分别如图3和图4所示。 O 为波束轴和探头交点, E 为任意阵元, F 为焦点位置, EF 为波束轴。根据余弦定理可得:

$$[0018] \quad d = \sqrt{x^2 + r^2 - 2rx \cos \beta}$$

[0019] β 为 OE 和 OF 夹角。 OE 长度为 x , OF 长度为 r , 阵元和焦点之间的距离 EF 为 d 。

[0020] 对于线阵:

$$[0021] \quad \beta = \frac{\pi}{2} + \theta$$

[0022] θ 为波束轴的偏转角。

[0023] $x = \text{width} * N$

[0024] N 为间隔的阵元数目, width 为阵元间距。

[0025] 对于凸阵:

$$[0026] \quad x = 2 * R * \sin(\varphi / 2)$$

$$[0027] \quad \beta = \pi - \frac{\pi - \varphi}{2} + \theta$$

[0028] R 为探头半径, φ 为任意阵元和探头中心连线与中心阵元和探头中心连线的夹角
 $\varphi = \varphi' * N$

[0029] φ' 为相邻阵元间隔角度, N 为间隔阵元数目。

[0030] 用 $\frac{c}{fs}$ 对公式进行量化, 其中 c 为声速, 一般取值1540m/s, fs 为采样率。

[0031] 量化后公式用下式表示:

$$[0032] \quad d_n = \sqrt{x^2 + n^2 - 2nx \cos \beta}$$

$$[0033] \quad d_{n+1} = \sqrt{x^2 + (n+1)^2 - 2(n+1)x \cos \beta}$$

[0034] 根据上式可以得到:

$$[0035] \quad L_n = L_{n-1} + 2n + K$$

[0036] 其中, $L_n = d_n^2$, 其中, $K = -(1 + 2x \cos \beta)$ 。

[0037] 由上式可知, 根据 L_{n-1} 通过简单的加法以及移位操作就可以得到焦点位置在 n 处, 焦点与阵元距离的平方 L_n , 对 L_n 进行开方就可以得到焦点与阵元的距离 d_n 。

$$[0038] \quad d_n = \sqrt{L_n}$$

[0039] 图5为根据前述算法设计的延时实时计算装置框图, L_0, K 为初始值寄存器。和波束轴的位置以及偏转角相关, 可以根据不同的场景由软件计算好, 放在硬件指定位置。 n 为焦点位置寄存器, 对于发射聚焦, 可以由软件控制并赋相应的值, 对于接收聚焦, 可以添加另外一个累加器进行计算得到当前焦点的位置。 K 和 n 通过加法器一和乘法器一得到累加量 Add 。初始值 L_0 和 Add 通过加法器二进行求和运算得到阵元和焦点距离的平方 L , 最后把 L 送入开方电路进行开方得到阵元与焦点之间的距离 d_n 。延时/地址计算单元根据 d_n 的值, 计算出发射的延时量或者波束合成中采样点对应的所有通道相应数据在延时RAM中地址。

[0040] 从最后一个阵元发射完成之后, 所有通道开始同步接收数据, 并进行AD转换存储在对应的延时RAM中, 所以接收聚焦要得到的是在延时RAM中对应的地址。如图2所示, 阵元组中的最后一个阵元 (往往是中心阵元) 完成发射, 并传播到焦点位置 F 并返回到阵元 E 所经历的路程为 $OF + FE$, 对应的量化后数据为 $d_n + n$ 。通过图6所示的计算即可得到对应焦点对应的任意通道数据在延时RAM中地址 $Addr_n$ 。 $Addr_n = n + d_n$ 。

附图说明

[0041] 图1是本发明聚焦示意图;

[0042] 图2是本发明波束合成模块框图;

[0043] 图3是本发明线阵探头示意图;

[0044] 图4是本发明凸阵探头示意图;

[0045] 图5是本发明距离计算模块框图;

[0046] 图6是本发明缓冲地址计算模块框图。

具体实施方式

[0047] 实施例1

[0048] 以线阵探头为例对本发明所采用的技术方案进行详细说明。

[0049] 首先根据公式

$$[0050] \quad x = \text{width} * N$$

$$[0051] \quad \beta = \frac{\pi}{2} + \theta$$

$$[0052] \quad K = -(1 + 2x \cos \beta)$$

$$[0053] \quad L_0 = x^2$$

[0054] 计算出初始参数 K 和 L_0 。

[0055] 其中width为阵元间距,N为阵元间隔数目, θ 为波束轴的偏转角。

[0056] 对于任意扫描密度以及相控阵系统而言,每条扫描线的N或者偏转角 θ 可能都不相同,所以初始参数K和 L_0 也可能不同。为了兼容所有可能出现的情况,初始参数K和 L_0 对于每根扫描线单独控制。由软件根据用户选择的扫描偏转角度或者扫描模式进行计算然后存储到硬件指定的存储区内。以64通道,512条接收波束的系统为例,假设K和 L_0 ,分别需要32比特进行存储,则总的参数存储量只需要256K。

[0057] 根据公式

$$[0058] \quad L_n = L_{n-1} + 2n + K$$

$$[0059] \quad d_n = \sqrt{L_n}$$

[0060] 计算出阵元和焦点之间的距离。

[0061] 具体实现方式如图5所示的硬件实现框架。

[0062] 对于接收聚焦而言,焦点n通过另外的累加器进行计算得到。假设每4个点变一次焦,则n每次的累加值为4。同样通过如图5所示的距离计算单元计算出阵元到焦点之间的距离,然后通过如图6所示的缓存地址计算单元得到,焦点位置为n时各个通道数据在延时RAM中地址。

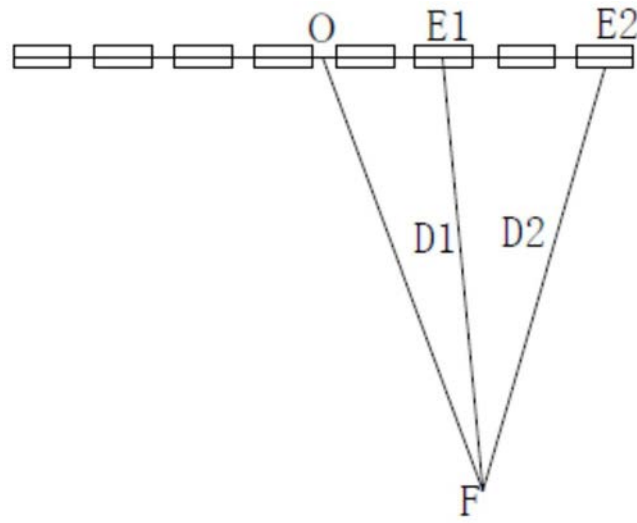


图1

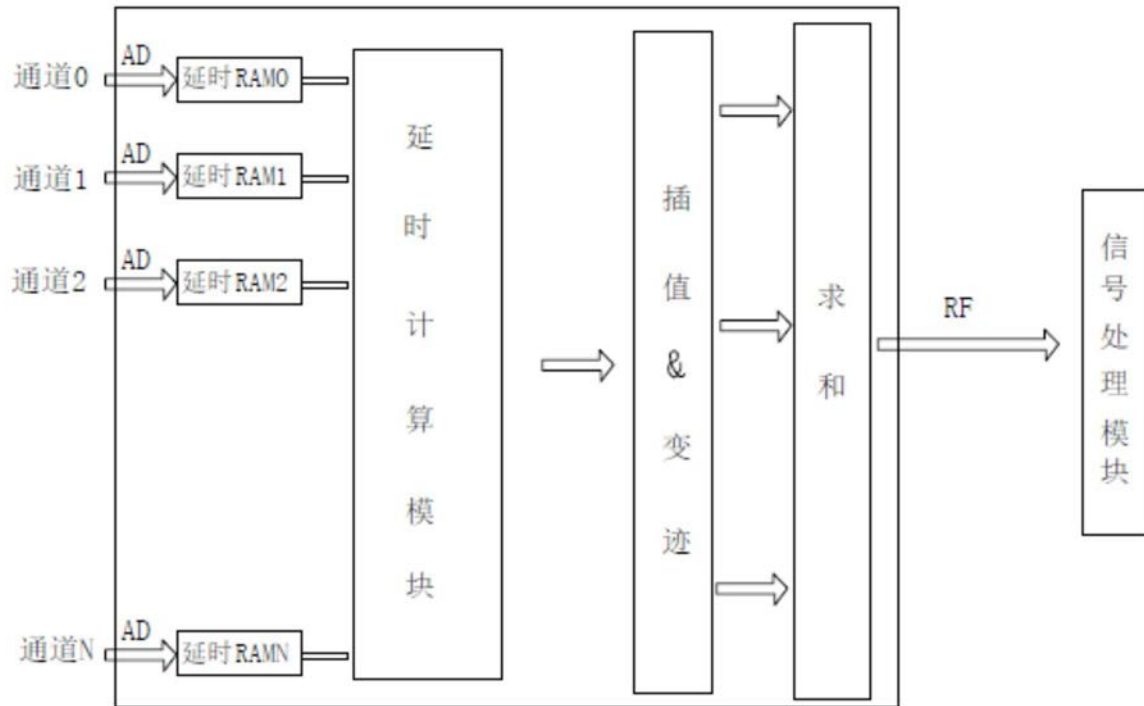


图2

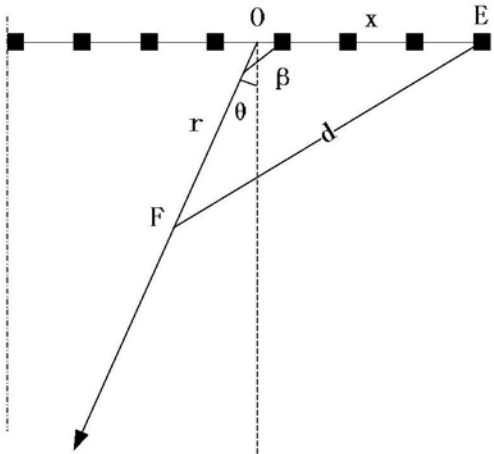


图3

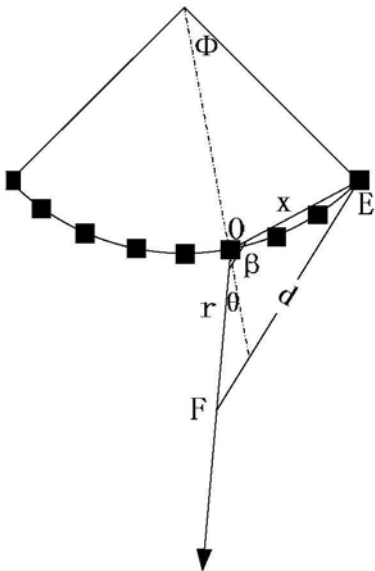


图4

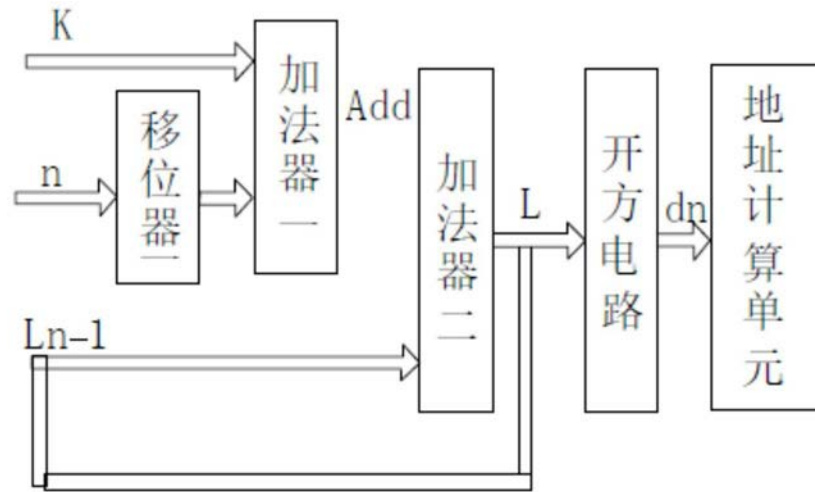


图5

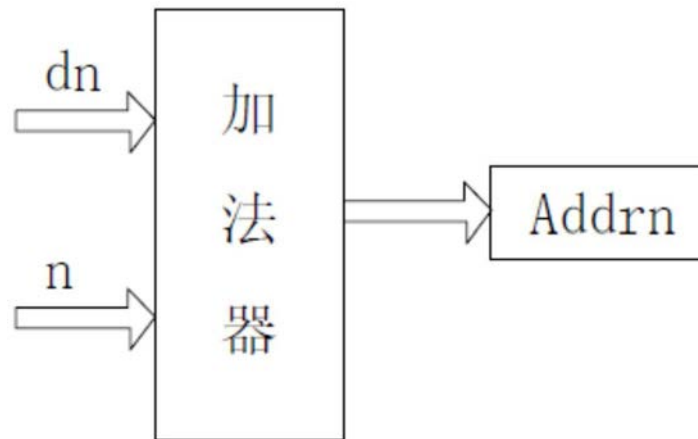


图6

专利名称(译)	一种用于波束合成过程中的延时实时计算方法		
公开(公告)号	CN105832366B	公开(公告)日	2019-11-15
申请号	CN201610157361.6	申请日	2016-03-18
[标]申请(专利权)人(译)	深圳安盛生物医疗技术有限公司		
申请(专利权)人(译)	深圳安盛生物医疗技术有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	深圳安盛生物医疗技术有限公司		
[标]发明人	孙瑞超		
发明人	孙瑞超		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/52		
代理人(译)	徐炫		
其他公开文献	CN105832366A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明属于在医用诊断超声设备图像的分辨方法技术领域，具体涉及一种用于波束合成过程中的延时实时计算方法。本发明主要解决现有延时计算方法对在计算精度、资源消耗、适用场景、初始参数规模等往往只是偏重于某一方面的问题。本发明用于波束合成过程中的延时实时计算方法，其特征在于包含以下步骤：(1)利用软件计算得到每条接收线的所有阵元的初始参数K和Lo，并将参数K和Lo预先存储到不同的逻辑存储区中；(2)通过下式计算从阵元到焦点距离的平方L： $L_n = L_{n-1} + 2n + K$ ；(3)对Ln进行开方，计算阵元到焦点距离dn；(4)根据所求的阵元到焦点距离dn，以及量化后的焦点位置n，利用公式 $Addr_n = n + d_n$ ，求得每个阵元的相对延时值。

