

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

A61B 8/00 (2006.01)

G06F 17/00 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710076620.3

[43] 公开日 2009年2月25日

[11] 公开号 CN 101371789A

[22] 申请日 2007.8.22

[21] 申请号 200710076620.3

[71] 申请人 深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司  
地址 518057 广东省深圳市南山区高新技术产业园区科技南12路迈瑞大厦

[72] 发明人 杨鹏飞 杨波 胡勤军

[74] 专利代理机构 深圳市睿智专利事务所  
代理人 陈鸿荫 林青

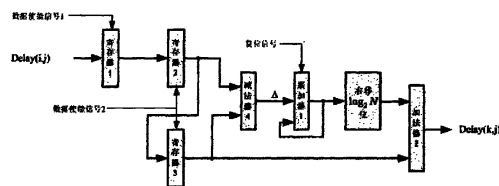
权利要求书3页 说明书8页 附图4页

## [54] 发明名称

实时计算波束合成聚焦延迟参数的方法及装置

## [57] 摘要

一种实时计算波束合成聚焦延迟参数的方法及装置，用于超声成像设备的波束合成，针对近场区域对延迟系数补偿的需求，针对每个接收通道的每个接收点进行实时计算并提供延迟聚焦参数，来避免产生阶段性延时误差。所述实时计算采用线性插值处理来计算，并取插值点数  $N$  为 2 的幂时，可以大大简化装置的硬件设计。采用本发明，还具有实现成本低、易于实施的优点。



1. 一种实时计算波束合成聚焦延迟参数的方法,用于超声成像设备的波束合成,包括步骤:
- A. 将来自同一接收波束多个接收通道的超声回波电信号数据送往波束合成器;
  - B. 对这些通道的数据分别用相应的延迟聚焦参数进行延迟处理;
  - C. 合成得到一条扫描线的超声回波数据;
- 其特征在于,步骤 B 中的所述延迟聚焦参数是针对每个接收通道的每个接收点进行实时计算并提供的,从而减小近场区域的延迟误差。

2. 根据权利要求 1 所述实时计算波束合成聚焦延迟参数的方法,其特征在于,所述实时计算采用插值处理来计算,包括步骤:
- a. 对每一接收通道分别实时计算两个接收时刻点上的延迟聚焦参数;设这两个接收点之间有  $N-1$  个接收点,  $N$  为自然数;
  - b. 同时以这两个延迟聚焦参数为起点和终点来进行插值计算,得到  $N-1$  个插值点的实时延迟聚焦参数,使分别对应所述  $N-1$  个接收点。

3. 根据权利要求 2 所述实时计算波束合成聚焦延迟参数的方法,其特征在于:

所述插值处理采用线性插值方法,从而步骤 b 中是以所述两个延迟聚焦参数为起点和终点来进行等间距的线性插值计算。

4. 根据权利要求 3 所述实时计算波束合成聚焦延迟参数的方法,其特征在于,步骤 a 中所述两个接收时刻点的延迟聚焦参数的实时结果分别由以下公式获得

$$Delay(i, j) = distance\_diff(i, j) / c;$$

$$其中, c 是声速, distance\_diff(i, j) = \sqrt{(x_i - E\_X_j)^2 + (y_i - E\_Y_j)^2} - F_i,$$

其中,  $j$  为所述通道对应的探头阵元序号,  $(E\_X_j, E\_Y_j)$  为该阵元坐标,  $i$  为接收焦点号,  $(x_i, y_i)$  为接收焦点坐标,  $F_i$  为接收焦点深度。

5. 根据权利要求3所述实时计算波束合成聚焦延迟参数的方法，其特征在于：

所述插值点数  $N-1$  决定于设备硬件实现细延时的精度，以及由所述插值计算带来的插值误差；前者要大于后者。

6. 根据权利要求5所述实时计算波束合成聚焦延迟参数的方法，其特征在于：

所述间隔  $N$  为 2 的幂。

7. 一种实时计算波束合成聚焦延迟参数的装置，用于超声成像设备的波束合成单元，该装置包括一个参数计算单元，用来根据探头阵元位置计算预定接收点的聚焦延迟参数，其特征在于：

该装置还包括多个插值电路，每一所述插值电路对应于一个接收通道。

8. 根据权利要求7所述实时计算波束合成聚焦延迟参数的装置，其特征在于：

所述插值电路包括三个寄存器，第一寄存器在第一数据使能信号的控制下用来接收并暂存所述参数计算单元输出的对应于本通道的聚焦延迟参数；该寄存器的输出端连接第二寄存器的输入端，所述第二寄存器的输出端连接第三寄存器的输入端，从而该第二和第三寄存器在第二数据使能信号的控制下，分别接收并输出来自第一和第二寄存器的数据；所述第一和第二数据使能信号均由一个定时控制模块产生并输出的。

9. 根据权利要求8所述实时计算波束合成聚焦延迟参数的装置，其特征在于：

所述插值电路还包括一个第四减法器，用来对来自所述第二和第三寄存器的数据求差，并将该差值  $\Delta$  送往累加器与该累加器的输出进行累加；所述插值电路还包括一个乘法器，接收并计算出所述第三寄存器输出数据与常数  $N$  的积，再输出往第二加法器，与来自所述累加器的数据求和后送往一个除法器，除以常数  $N$  并输出各点的插值后参数；其中， $N$  为自然数；

当  $N$  为 2 的幂，所述乘法器可以简化为一个第一移位寄存器，将来自所述第三寄存器的数据进行左移  $\log_2 N$  位的操作后送往第二加法器，所述除法器可以简化为一个第二移位寄存器，将所述第二加法器输出的数据进行右移  $\log_2 N$  位的操作并输出各点的插值后参数。

10. 根据权利要求 8 所述实时计算波束合成聚焦延迟参数的装置，其特征在于：

所述插值电路还包括一个第四减法器，用来对来自所述第二和第三寄存器的数据求差，并将该差值 $\Delta$ 送往累加器与该累加器的输出进行累加；所述插值电路还包括一个除法器，将来自所述累加器输出的数据除以  $N$  后送给第二加法器，与来自所述第三寄存器的输出数据求和后输出各点的插值后参数；其中， $N$  为自然数；

当  $N$  为 2 的幂；所述除法器可以简化为一个移位寄存器，将来自所述累加器输出的数据进行右移  $\log_2 N$  位的操作后送给第二加法器。

11. 根据权利要求 7 所述实时计算波束合成聚焦延迟参数的装置，其特征在于，

所述参数计算单元包括：定时控制模块控制产生接收聚焦点坐标值  $(X_i, Y_i)$  和接收聚焦深度  $F_i$ ；通道计数器通过计数，顺序从阵元坐标存储器中读出每个接收通道对应的阵元坐标  $E_x, E_y$ ，第一减法器计算出所述坐标  $X_i$  与  $E_x$  的差值，第二减法器计算出坐标  $Y_i$  与  $E_y$  的差值；第一平方电路和第二平方电路分别对上述两个差值取平方；第一加法器和一个开平方根电路将这两个平方值求和后再开平方根，得到所述聚焦点与接收阵元的距离；第三减法器求出该距离与所述接收聚焦深度的聚焦延迟距离差后送往第一除法器，与送往该除法器的声速常数  $c$  相除，从而该除法器输出相应的聚焦延迟参数  $\text{Delay}(i, j)$ ；

所述定时控制模块控制还产生并输出累加器复位信号往各所述插值电路。

## 实时计算波束合成聚焦延迟参数的方法及装置

**技术领域** 本发明涉及超声技术，尤其涉及医疗超声成像系统中的信号处理，特别是涉及超声信号接收合成的参数确定方法和装置。

**背景技术** 典型超声成像系统的原理框图如图 1 所示。前端包括一个由多个阵元组成的探头，每个阵元都具有电信号与声信号互相转换的功能。所述探头与发射/接收转换部分相连接。当系统处于发射状态的时候，脉冲发生器根据预定的发射波形与发射延时参数而产生相应激励信号，通过所述发射/接收转换部分送往探头，该探头发射孔径中的各个阵元将电信号转换为声信号形成发射声场。当系统处于接收状态时，探头接收孔径中的阵元接收来自被检测体的回声信号并转换之为电信号，再通过所述发射/接收转换部分传输给系统处理部分，进一步由 A/D（模/数）转换器转换为数字信号；由于每个阵元连接一个通道，这样多个通道的电信号数据进入波束合成器，根据不同的延时被该波束合成器合成而得到接收线的射频数据，再利用检测器来完成信号解调、求包络以及二次采样等处理工作得到扫描线数据，经数字扫描转换器 (DSC) 来处理成可供显示器显示的直角坐标超声图象数据。

在上述接收处理过程中，聚焦延迟系数是波束合成不可缺少的一个重要参数。常用的延迟方法是将延迟分成粗延时和细延时来完成，其中粗延时的精度由 A/D 转换器来决定，细延时的精度则通过插值来实现，将插值后得到的更高延时精度的回波数据存入存储器后，通过控制读地址来读取该存储器，从而实现将不同通道接收到的回波数据延迟聚焦的目的。因此，产生所述读地址的方法直接决定了波束合成的聚焦精度。

现有实时实现聚焦延迟的方法采用的是，每隔 N 点 ( $N > 8$ ) 对读地址做一次修正，也就是说，每相距 N 点做一次精确的延迟聚焦，N 点以内相邻点的读地址都一样。它的不足之处在于：对于远场信号来说，聚焦延迟系数的变化较小，由此带来的延迟误差几乎可以忽略；但在近场区域，延迟系数的变化较大，采用这种方法必然会引入明显的延迟误差。尤其当

系统的通道数，也就是参与接收的阵元数增加时，情况会更为明显。

**发明内容** 本发明要解决的技术问题是针对上述现有技术的不足之处，而提出一种方法及装置，用在超声成像系统的波束合成中，实时计算波束合成的聚焦延迟参数，以减小近场区域的延迟误差。

为解决上述技术问题，本发明的基本构思为：考虑到近场区域对延迟系数精度的需求，采取逐点计算可以明显降低延迟误差；因此，系统将实时计算并提供针对每个接收通道的延迟聚焦参数，来实现逐点的精确聚焦。

作为实现本发明构思的技术方案是，提供一种实时计算波束合成聚焦延迟参数的方法，用于超声成像设备的波束合成，包括步骤：

- A. 将来自同一接收波束多个接收通道的超声回波电信号数据送往波束合成器；
- B. 对这些通道的数据分别用相应的延迟聚焦参数进行延迟处理；
- C. 合成得到一条扫描线的超声回波数据；

尤其是，步骤 B 中的所述延迟聚焦参数是针对每个接收通道的每个接收点进行实时计算并提供的，从而减小近场区域的延迟误差。

上述方案中，所述实时计算采用插值处理来计算，包括步骤：

- a. 对每一接收通道分别实时计算两个接收时刻点上的延迟聚焦参数；设这两个接收点之间有  $N-1$  个接收点， $N$  为自然数；
- b. 同时以这两个延迟聚焦参数为起点和终点来进行插值计算，得到  $N-1$  个插值点的实时延迟聚焦参数，使分别对应所述  $N-1$  个接收点。

上述方案中，所述插值处理采用线性插值方法，从而步骤 b 中是以所述两个延迟聚焦参数为起点和终点来进行等间距的线性插值计算。

上述方案中，所述插值点数  $N-1$  决定于设备硬件实现细延时的精度，以及由所述插值计算带来的插值误差；前者要大于后者。

上述方案中，所述间隔  $N$  取为 2 的幂。

作为实现本发明构思的技术方案还是，提供一种实时计算波束合成聚焦延迟参数的装置，用于超声成像设备的波束合成单元，该装置包括一个参数计算单元，用来根据探头阵

元位置计算预定接收点的聚焦延迟参数，尤其是，该装置还包括多个插值电路，每一所述插值电路对应于一个接收通道。

上述方案中，所述插值电路包括三个寄存器，第一寄存器在第一数据使能信号的控制下用来接收并暂存所述参数计算单元输出的对应于本通道的聚焦延迟参数；该寄存器的输出端连接第二寄存器的输入端，所述第二寄存器的输出端连接第三寄存器的输入端，从而该第二和第三寄存器在第二数据使能信号的控制下，分别接收并输出来自第一和第二寄存器的数据；所述第一和第二数据使能信号均由一个定时控制模块产生并输出的。

上述方案中，所述插值电路还包括一个第四减法器，用来对来自所述第二和第三寄存器的数据求差，并将该差值 $\Delta$ 送往累加器与该累加器的输出进行累加；所述插值电路还包括一个乘法器，接收并计算出所述第三寄存器输出数据与常数 $N$ 的积，再输出往第二加法器，与来自所述累加器的数据求和后送往一个除法器，除以常数 $N$ 并输出各点的插值后参数；其中， $N$ 为自然数；当 $N$ 为2的幂，所述乘法器可以简化为一个第一移位寄存器，将来自所述第三寄存器的数据进行左移 $\log_2 N$ 位的操作后送往第二加法器，所述除法器可以简化为一个第二移位寄存器，将所述第二加法器输出的数据进行右移 $\log_2 N$ 位的操作并输出各点的插值后参数。

上述方案中，所述插值电路还包括一个第四减法器，用来对来自所述第二和第三寄存器的数据求差，并将该差值 $\Delta$ 送往累加器与该累加器的输出进行累加；所述插值电路还包括一个除法器，将来自所述累加器输出的数据除以 $N$ 后送给第二加法器，与来自所述第三寄存器的输出数据求和后输出各点的插值后参数；其中， $N$ 为自然数；当 $N$ 为2的幂；所述除法器可以简化为一个移位寄存器，将来自所述累加器输出的数据进行右移 $\log_2 N$ 位的操作后送给第二加法器。

上述方案中，所述参数计算单元包括：定时控制模块控制产生接收聚焦点坐标值 $(X_i, Y_i)$ 和接收聚焦深度 $F_i$ ；通道计数器通过计数，顺序从阵元坐标存储器中读出每个接收通道对应的阵元坐标 $E_x, E_y$ ，第一减法器计算出所述坐标 $X_i$ 与 $E_x$ 的差值，第二减法器计算出坐标 $Y_i$ 与 $E_y$ 的差值；第一平方电路和第二平方电路分别对上述两个差值取平方；第一加法器和一个开平方根电路将这两个平方值求和后再开平方根，得到所述聚焦点与接收阵元的距离；第三减法器求出该距离与所述接收聚焦深度的聚焦延迟距离差后送往第一除法器，与送往该除法器的声速常数 $c$ 相除，从而该除法器输出相应的聚焦延迟参数 $\text{Delay}(i, j)$ ；所述定时控制模块控制还产生并输出累加器复位信号往各所述插值电路。

采用上述技术方案，实现波束合成过程中聚焦延迟参数的逐点实时计算，不会产生阶段性延时误差，且具有电路简单，易于实现，实现成本低的优点。

## 附图说明

图 1 是现有典型超声成像系统的原理框图

图 2 是本发明接收阵元延迟计算的原理示意图

图 3 是本发明接收聚焦点在接收孔径时求得的延时系数曲线簇示意图

图 4 是本发明图 3 数据为基础通过插值得到的延时系数曲线簇示意图

图 5 是本发明插值前后第一通道延迟系数差值变化曲线示意图

图 6 是本发明实时计算装置参数计算单元的结构示意图

图 7 是本发明实时计算装置插值电路的结构示意图

图 8 是本发明实时计算装置插值电路最佳实施例的结构示意图

**具体实施方式** 下面，结合附图所示之最佳实施例进一步阐述本发明。

本发明以图2的凸阵(线阵和相控阵的情况同样适用)为例说明了聚焦延迟的计算方法。因为接收焦点可以不在接收孔径的中心，为不失一般性，图中所示的接收焦点位于接收孔径的左侧。

则聚焦点与接收阵元的聚焦延迟距离差为

$$distance\_diff(i, j) = \sqrt{(x_i - E\_X_j)^2 + (y_i - E\_Y_j)^2} - F_i \quad (1)$$

其中，j 为探头阵元序号，(E\_X\_j, E\_Y\_j) 为阵元坐标，i 为接收焦点号，(x\_i, y\_i) 为接收焦点坐标，F\_i 为接收焦点深度。因为每条接收线的起始焦点坐标(x\_0, y\_0)，以及两个焦点之间的调整量(dx, dy)均已知，因此接收焦点坐标为：

$$x_i = x_0 + i * dx \quad y_i = y_0 + i * dy \quad (2)$$

为了在硬件实现的时候避免乘法，可以用逐次累加的方法代替上式完成接收焦点的计算，如(3)式所示：

$$x_{i+1} = x_i + dx \quad y_{i+1} = y_i + dy \quad (3)$$

同理定义  $F$  代表焦点间距，则

$$F_{i+1} = F_i + F \quad (4)$$

在 (4) 式中，当  $i=0$  时， $F_0 = 0$ 。

当探头类型给定后，阵元坐标  $(E\_X_j, E\_Y_j)$  也就确定了，焦点间距  $F$  也可以预先设置好，因此可以计算出每个接收焦点对于每个阵元的延时差，然后得到每个阵元的延时为

$$Delay(i, j) = distance\_diff(i, j)/c \quad (5)$$

其中  $c$  是声速。

在上述方法中，计算一个通道对应的阵元的延迟系数需要做 4 次加法（减法视同为加法，对于各通道，接收焦点坐标  $X_i, Y_i$  和焦距  $F_i$  的计算是一样的；在每一个聚焦点计算一次就可以了，其计算量未计入），两次平方，以及一次开平方；而每一个通道对应的阵元的延迟系数都需要计算，如果接收过程中每一个聚焦点的延迟系数都这样计算，则每一个通道都需要一套这样的电路，对于多波束来说，更需要成倍的增加电路，硬件的开销非常大。为了减少硬件资源的消耗，需要采取更简便的方法。

图 3 示意了接收聚焦点为  $(0, 20), (0, 44.4141), (0, 68.8281), (0, 93.2422), (0, 117.6562), (0, 142.0703), (0, 166.4844)$  时用式 (1) 计算出来的延时系数曲线簇。可见随着接收焦点距离的增加，各通道对应阵元的延迟时间具有线性减少的趋势，因而可以采用插值的方法求取相距  $N$  点的接收聚焦点之间的延迟系数，插值的方法包括样条插值，线性插值等插值方法，本方法实施例以线性插值为例来求取相距  $N$  点的聚焦点之间的延迟系数，但本发明亦可以采用其它插值方法。所述线性插值依赖下式进行：

$$Delay(k, j) = (Delay(i, j) * N + \Delta * k) / N \quad (6)$$

其中  $\Delta = Delay(i + N, j) - Delay(i, j)$

其中， $j$  表示的是接收阵元号， $k$  是从  $i$  到  $i+N$  之间的接收聚焦点，当  $N$  取值为 2 的幂时，与  $N$  相乘和除以  $N$  在硬件实现上都可以简化为移位操作， $\Delta * k$  可以通过累加的方式来实现。通过式 (1) 计算出  $Delay(i, j)$  和  $Delay(i+N, j)$  后，对于每一个通道，在实时计算各个接收点的延迟系数时只需要一个累加器，一个加法器，两次移位操作就可以了，与直接用式 (1) 相比，硬件开销大为减少。

图4给出了当插值点数为6时，以图3中的七根延迟曲线分别作为起点和终点，插值得到的六组（每组6根曲线）延迟系数曲线簇。由图4可见，每一组插值得到的延迟系数都均匀地分布在起始曲线之间，由此可知，当减小所述用于插值的起始曲线之间的距离，同时增大N至可以实时计算出每一个接收点延迟系数为止，将得到分布更为密集的延迟系数曲线簇。

采用插值的方法求取相邻点间的延迟系数是否适合，需要通过评估实际接收点的延迟时间与插值得到的延迟时间之间的差异来判断。图5为第一通道中各接收点采用插值算法（以相距点数 $N=64$ 为例）得到的延迟时间与实际延迟时间的差值随深度变化曲线。可见，除了插值用的起始点外，其余各点计算出来的延迟时间都有差异，但所述差异都小于1ns。当回波信号采样率为40M时，粗延时精度为25ns，设定细延时后的延迟精度是6.25ns，所以采用插值得到的延迟精度满足硬件实现的需要。第一通道的延迟差异是最大的，所以可知其他通道的误差更小，因而采用线性插值求取中间点的延迟系数是可行的，插值点数N选取的原则是保证插值误差小于硬件细延时的精度。

从而本发明实时计算波束合成聚焦延迟参数的方法可以小结如下，包括步骤：

- A. 将来自同一接收波束多个接收通道的超声回波电信号数据送往波束合成器；
- B. 对这些通道的数据分别用相应的延迟聚焦参数进行延迟处理；
- C. 合成得到一条扫描线的超声回波数据；

尤其是，步骤B中的所述延迟聚焦参数是针对每个接收通道的每个接收点进行实时计算并提供的，从而减小近场区域的延迟误差。该方法适用于各种通道数，包括但不限于32、64或128通道的超声成像设备；不仅可适用于单波束接收系统，还可以适用于多波束接收系统。

下面以一个64通道单波束的超声成像系统为例（在进行波束合成时需要进行最多64通道的延迟参数计算），对实现该方法的装置进行说明。

本发明装置作为波束合成器的一部分，包括一个如图6所示的参数计算单元，根据阵元位置计算一预定接收点的聚焦延迟参数 $\text{Delay}(i, j)$ 。该单元的定时控制模块控制产生接收聚焦点坐标值 $(X_i, Y_i)$ ，接收聚焦深度 $F_i$ ；通道计数器通过计数，顺序从阵元坐标存储器中读出每个接收通道对应的阵元坐标 $E_x, E_y$ ，第一减法器计算出所述坐标 $X_i$ 与 $E_x$ 的差值，第二减法器计算出坐标 $Y_i$ 与 $E_y$ 的差值；第一平方电路和第二平方电路分别对上述两个

差值取平方；第一加法器和一个开平方根电路将这两个平方值求和后再开平方根，得到所述聚焦点与接收阵元的距离；第三减法器求出该距离与所述接收聚焦深度的聚焦延迟距离差后送往第一除法器，与送往该除法器的声速常数 $c$ 相除，从而该除法器输出相应的聚焦延迟参数 $\text{Delay}(i, j)$ 。

本发明装置还包括多个插值电路，每个所述插值电路对应于一个接收通道，在该通道中完成式(6)的计算。因此对于64个通道，需要64个插值电路。

本发明如图7所示的实施例中，所述插值电路包括三个寄存器，第一寄存器在第一数据使能信号的控制下用来接收并暂存所述参数计算单元输出的对应于本通道的聚焦延迟参数；该寄存器的输出端连接第二寄存器的输入端，所述第二寄存器的输出端连接第三寄存器的输入端，从而该第二和第三寄存器在第二数据使能信号的控制下，分别接收并输出来自第一和第二寄存器的数据；所述第一和第二数据使能信号均输出自所述定时控制电路。

在波束合成器开始接收前的初始化工作过程中，所述参数计算单元先逐个计算64个通道中每一个通道在预定接收聚焦点上的延迟参数，例如 $\text{Delay}(0, j)$ ，其中 $(0 \leq j < 64)$ ，并通过所述第一数据使能信号的作用，将这些参数存入相应通道插值电路的第一寄存器中；系统通过所述第二数据使能信号的控制，使这些参数再存入各所述第二寄存器中；所述参数计算单元再逐个计算每一个通道的延迟参数 $\text{Delay}(N, j)$ ，并同上述存入各所述第一寄存器中；系统再次通过所述第二数据使能信号的控制，使各通道的参数 $\text{Delay}(0, j)$ 由第二寄存器进入第三寄存器，参数 $\text{Delay}(N, j)$ 由第一寄存器进入第二寄存器后，本发明装置的初始化工作完成。

所述插值电路还包括一个第四减法器，用来对来自所述第二和第三寄存器的数据求差，将该差值 $\Delta$ 送往累加器，与该累加器的输出进行累加来代替进行 $\Delta * k$ 计算的乘法电路；为了节省资源，本实施例两个插值点之间的间隔 $N$ 取为2的幂，从而将(6)中的乘法和除法用移位操作来代替，因此所述插值电路还包括第一移位寄存器，将来自第三寄存器的数据进行左移 $\log_2 N$ 位的操作后送往第二加法器，与来自所述累加器的数据求和后送往第二移位寄存器，进行右移 $\log_2 N$ 位的操作。从而波束合成器开始接收后， $i = 0$ ，在0到 $N-1$ 个接收点的接收过程中，每接收一个点，所述累加器累加一次，所述第二移位寄存器输出一个点

的插值后参数。

与此同时，所述参数计算单元逐个计算每一个通道的延迟参数  $Delay(2*N, j)$ ，并通过对所述第一数据使能信号的控制来存入各第一寄存器中；当接收点变化到  $N$  点后，系统通过对所述第二数据使能信号的控制，将所述第二和第三寄存器的数据分别更新为所述第一和第二寄存器的当前数据  $Delay(2*N, j)$  和  $Delay(N, j)$ ，同时，所述定时控制电路产生一累加器复位信号送往所述累加器来复位该累加器，于是进入第  $N$  到  $2*N-1$  点的接收和延迟参数实时插值计算过程。

……依此类推，在接收过程中，所述参数计算单元总是不断地提前计算出64个通道每一通道的下 $N$ 点处的延迟参数并暂存在各第一寄存器中，来供下一轮插值过程开始前更新所述第二和第三寄存器的值。如此循环，就可以不断地实时得到各个通道的各个接收点的延迟系数值。

应该指出，所述插值电路可以用乘法器来代替第一移位寄存器，接收并计算出所述第三寄存器输出数据与常数 $N$ 的积，再输出往所述第二加法器；可以用除法器来代替第二移位寄存器时，将所述第二加法器的输出数据除以常数 $N$ ，得到各个接收点的延迟系数值。图7插值电路中的两个移位寄存器不过是所述乘法器和除法器在 $N$ 为2的幂条件下的替代，可以简化电路。此外，用乘法器来代替累加器实现 $\Delta*k$ ，也是一种等同替代方案。

为了进一步降低电路的复杂程度，本发明可以将式(6)进一步简化为

$$Delay(k, j) = Delay(i, j) + \Delta * k / N$$

$$\text{其中 } \Delta = Delay(i + N, j) - Delay(i, j)$$

从而，如图8的最佳实施例所示，所述插值电路可以减少一个移位寄存器，只需要一个减法器、一个累加器（或乘法器）、一个加法器和一个移位寄存器（除法器在 $N$ 为2的幂时的简化）即可，具体为：所述累加器输出数据经一个移位寄存器进行右移  $\log_2 N$  位的操作后送给第二加法器，与来自所述第三寄存器的输出数据求和后，输出各个接收点的延迟系数值。

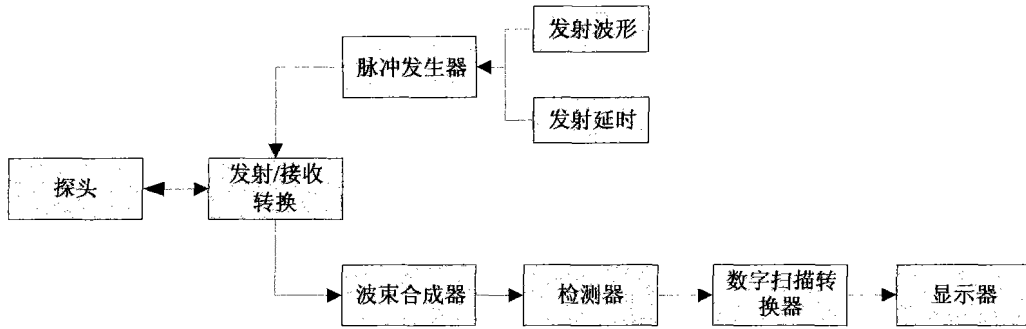


图 1

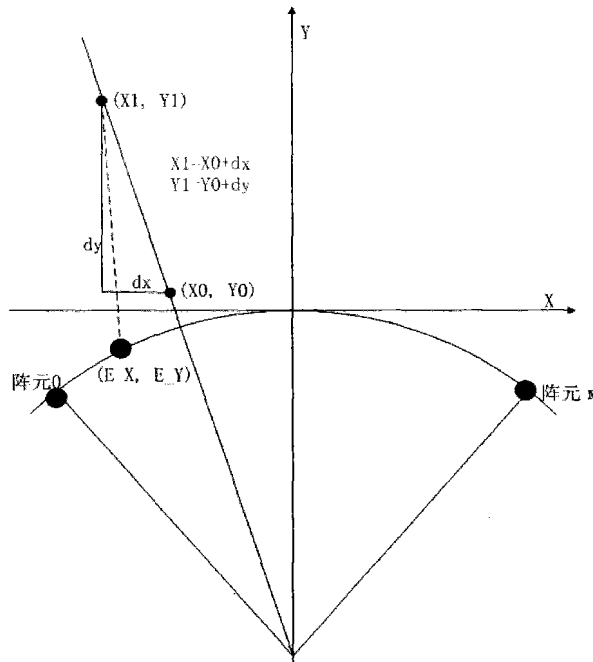


图 2

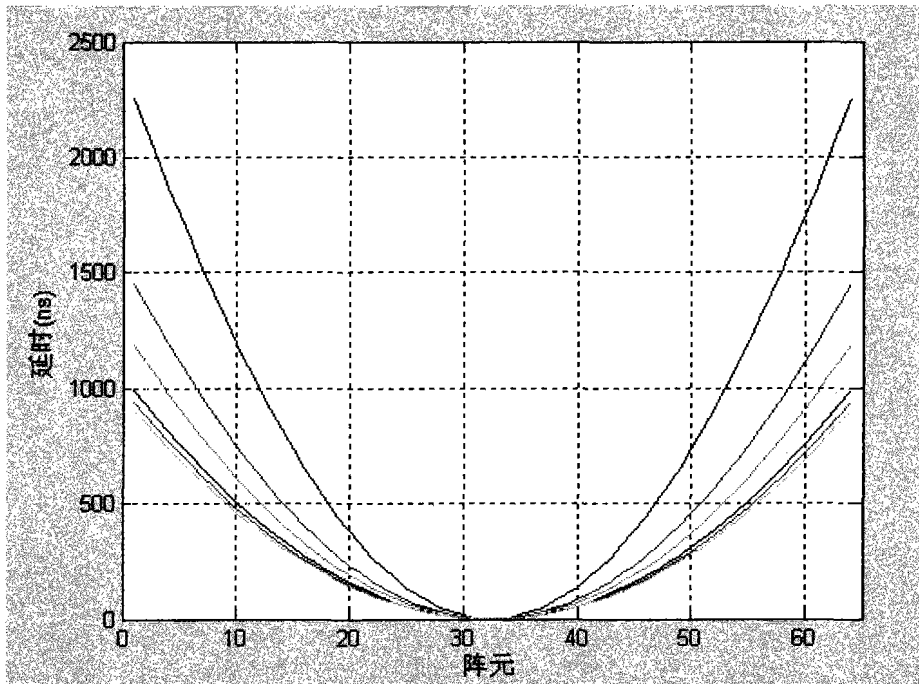


图 3

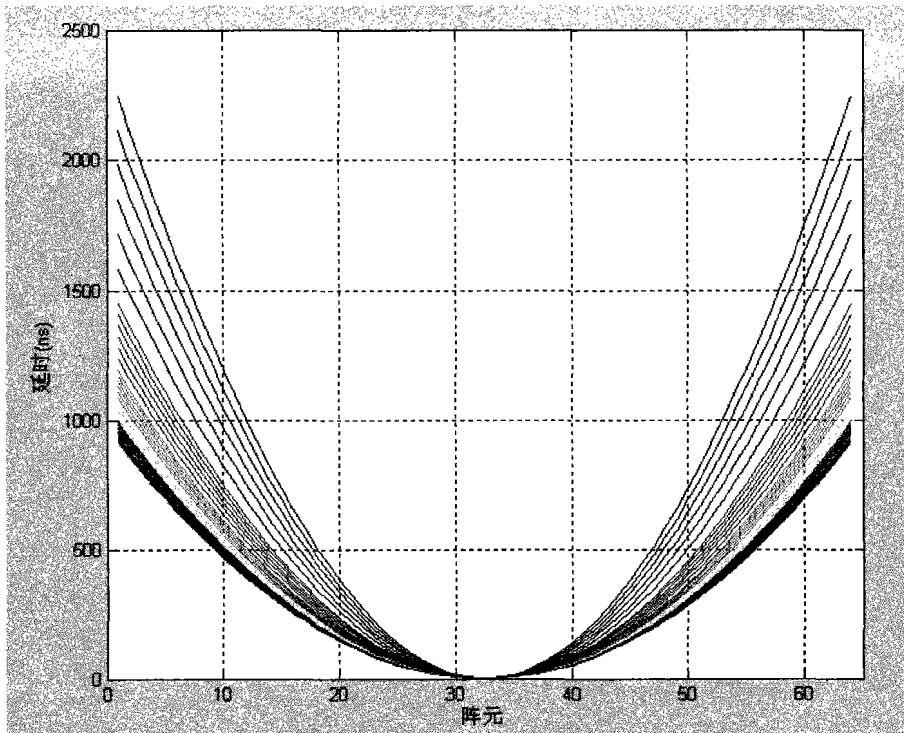


图 4

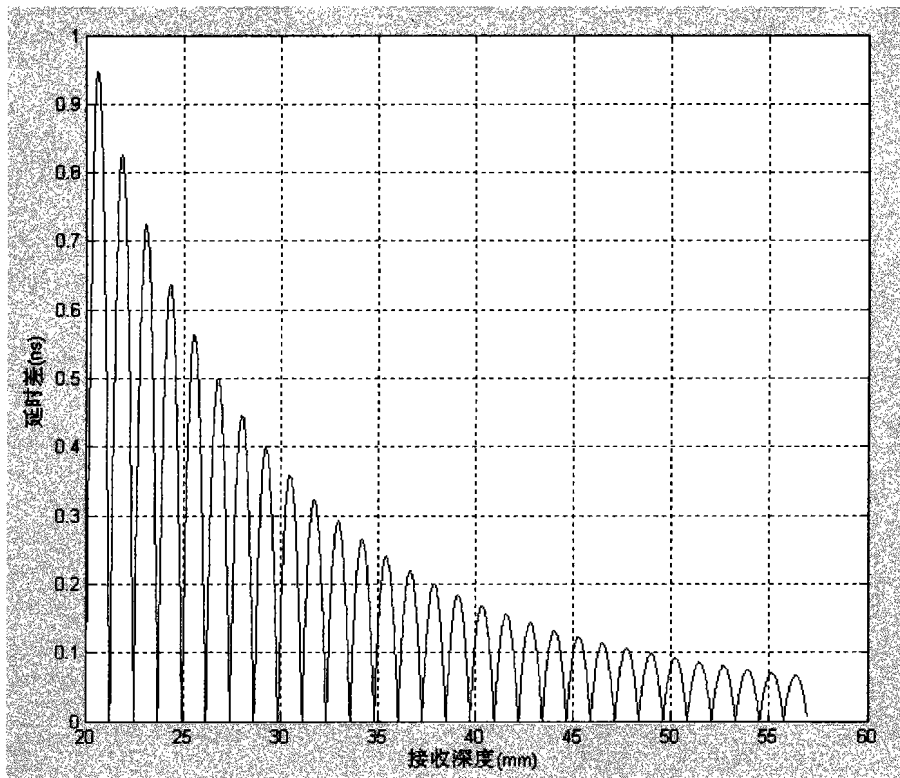


图 5

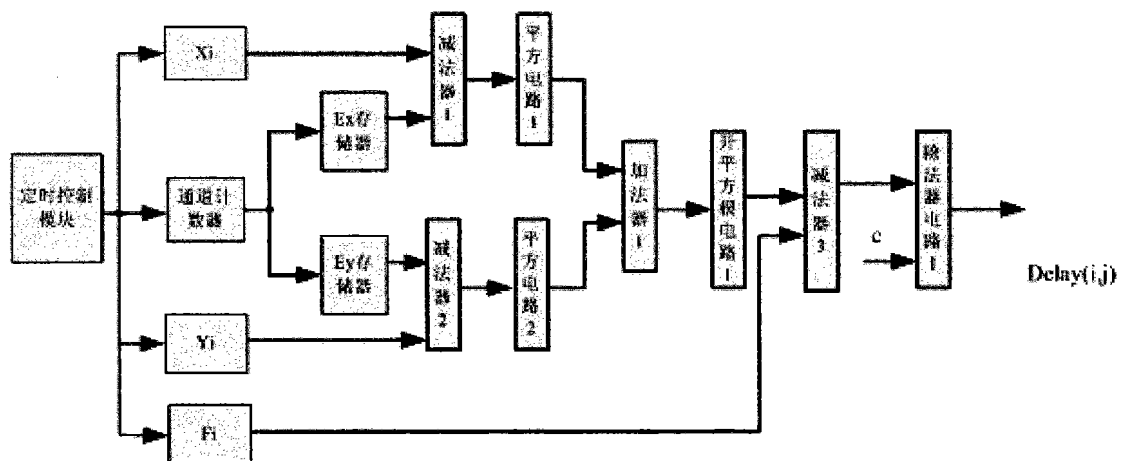


图 6

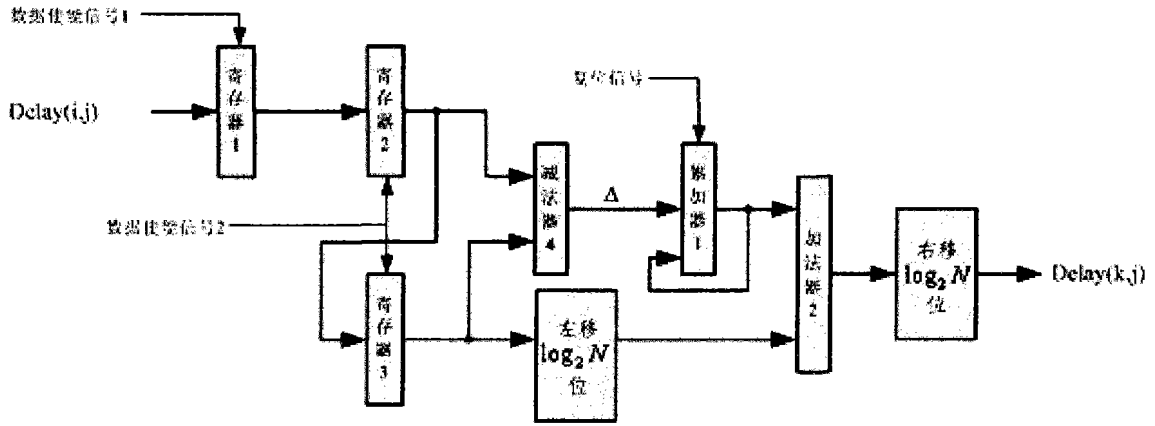


图 7

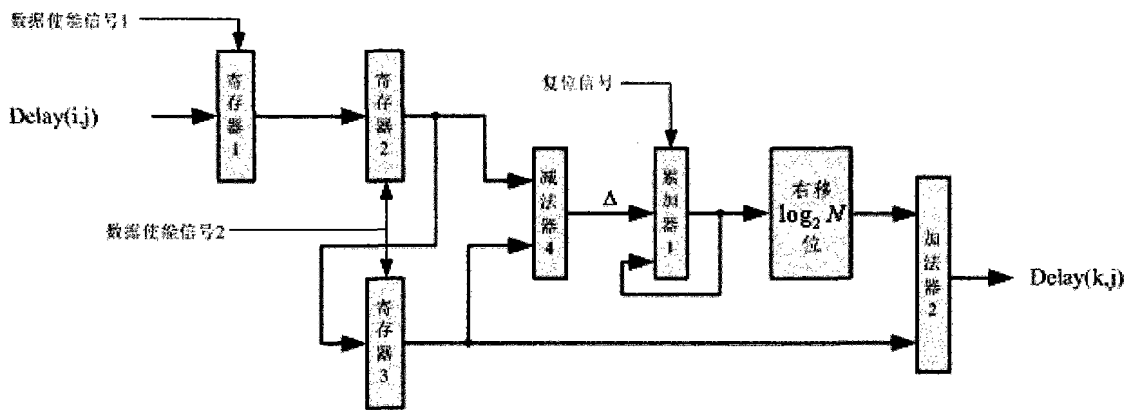


图 8

|                |  |         |            |
|----------------|--|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 实时计算波束合成聚焦延迟参数的方法及装置                           |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">CN101371789A</a>                   | 公开(公告)日 | 2009-02-25 |
| 申请号            | CN200710076620.3                               | 申请日     | 2007-08-22 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司                               |         |            |
| 申请(专利权)人(译)    | 深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司                               |         |            |
| 当前申请(专利权)人(译)  | 深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司                               |         |            |
| [标]发明人         | 杨鹏飞<br>杨波<br>胡勤军                               |         |            |
| 发明人            | 杨鹏飞<br>杨波<br>胡勤军                               |         |            |
| IPC分类号         | A61B8/00 G06F17/00                             |         |            |
| 代理人(译)         | 林青   |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a> |         |            |

摘要(译)

一种实时计算波束合成聚焦延迟参数的方法及装置，用于超声成像设备的波束合成，针对近场区域对延迟系数补偿的需求，针对每个接收通道的每个接收点进行实时计算并提供延迟聚焦参数，来避免产生阶段性延时误差。所述实时计算采用线性插值处理来计算，并取插值点数N为2的幂时，可以大大简化装置的硬件设计。采用本发明，还具有实现成本低、易于实施的优点。

