



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110840483 A

(43)申请公布日 2020.02.28

(21)申请号 201911124130.5

(22)申请日 2019.11.15

(71)申请人 徐州市凯信电子设备有限公司

地址 221004 江苏省徐州市经济开发区C
区-01(凯信大厦)

(72)发明人 康恺 窦进强

(74)专利代理机构 徐州市三联专利事务所
32220

代理人 董开龙

(51)Int.Cl.

A61B 8/00(2006.01)

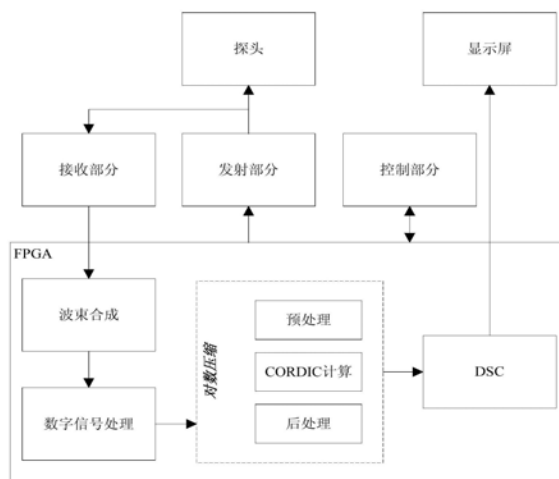
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

一种用于数字超声诊断仪的实时对数压缩方法、系统

(57)摘要

本发明公开了一种用于数字超声诊断仪的实时对数压缩方法、系统,其中,数字超声诊断仪发射高压脉冲,并接收探头反射回来的超声信号,同时通过FPGA对超声信号进行波束合成、信号处理、对数压缩及DSC变换后,将超声图像显示出来,对数压缩采用实时计算的方式,首先对输入的超声信号进行预处理,将其变换到收敛域内,其次进行CORDIC变换,得到预处理结果的自然对数,再次对极坐标变换的结果进行后处理,得到各种形式的对数压缩。通过FPGA采用实时计算的方式实现对数压缩,所以不需要额外的存储空间,且计算精度高,同时控制灵活,只需要给定不同的系数值就可以实现多条压缩曲线间的切换。



1. 一种用于数字超声诊断仪的实时对数压缩方法, 数字超声诊断仪发射高压脉冲, 并接收探头反射回来的超声信号, 同时通过FPGA对超声信号进行波束合成、信号处理、对数压缩及DSC变换后, 将超声图像显示出来, 其特征在于:

对数压缩采用实时计算的方式, 首先对输入的超声信号进行预处理, 将其变换到收敛域内, 其次进行CORDIC变换, 得到预处理结果的自然对数, 再次对极坐标变换的结果进行后处理, 得到各种形式的对数压缩。

2. 根据权利要求1所述的一种用于数字超声诊断仪的实时对数压缩方法, 其特征在于, 预处理具体包括如下步骤:

- a)、对输入数据进行扩展, 低16位补0, 扩展成32位数据;
- b)、查找二进制“1”所在最高位的位置index, 并记录Num=index-15;
- c)、将Num赋值给De, 同时将f0右移Num位得到Do, 预处理结束。

3. 根据权利要求2所述的一种用于数字超声诊断仪的实时对数压缩方法, 其特征在于, 对Do进行CORDIC变换包括如下步骤:

1)、设X、Y、Z、K、N的初值

$$\begin{cases} X \leq Do + 32'h10000 \\ Y \leq Do - 32'h10000 \\ Z \leq 0 \\ K \leq 0 \\ N \leq -1 \end{cases};$$

2)、若N大于0, 且为3的倍数, 则K值减1, 否则K值保持不变;

3)、判断Y[31]是否为1, 并更新X、Y、Z的值

$$\begin{cases} X \leq X + (Y > 1) \\ Y \leq Y + (X > 1) \\ Z \leq Z - a[K] \end{cases} \quad Y[31]=1 \quad \begin{cases} X \leq X - (Y > 1) \\ Y \leq Y - (X > 1) \\ Z \leq Z + a[K] \end{cases} \quad Y[31]=0;$$

4)、N值加1, K值加1;

5)、若K等于15, 则执行第6步, 否则跳到第2步循环执行;

6)、判断Y[31]是否为1, 并输出计算结果Co;

$$Co \leq \begin{cases} Z - a[15] & Y[31]=1 \\ Z + a[15] & Y[31]=0 \end{cases}。$$

4. 根据权利要求3所述的一种用于数字超声诊断仪的实时对数压缩方法, 其特征在于: 进行CORDIC变换前, 先通过如下公式产生M个反正切双曲常量, 根据需要的计算精度选取M值, M越大精度越高, 但延时越大;

$$a[m-1] = 65536 * \operatorname{atanh}(1/(2^m))$$

式中, $m=1, 2, 3, \dots, M$,

$a[]$ 为M个反正切常量,

$\operatorname{atanh}()$ 为反正切函数。

5. 根据权利要求4所述的一种用于数字超声诊断仪的实时对数压缩方法,其特征在在于:M优选取16。

6. 根据权利要求3所述的一种用于数字超声诊断仪的实时对数压缩方法,其特征在在于,通过如下公式即可求出带扩展位的自然对数值:

$$Y_0 \leq \text{FLAG} ? 0 : (2 * Co + De * 45426)$$

式中,FLAG为输入数据是否为0的标志,

Co为对Do进行CORDIC变换的处理结果,

De为预处理中得到的中间值。

7. 根据权利要求6所述的一种用于数字超声诊断仪的实时对数压缩方法,其特征在在于:计算不同参数的对数压缩曲线包括:

根据下面的换底公式可知,将 Y_0 乘以一个常系数 K_1 再减去一个常系数 K_2 ,即可得到任意形式的对数值,这意味着将上述计算得到的结果经过简单处理即可得到各种不同的对数压缩曲线:

$$D_{out} = K * \log_a \left(\frac{I_0 + 1}{b} \right) = K_1 * Y_0 - K_2$$

式中, Y_0 为 $I_0 + 1$ 的自然对数值

$K * \log_a \left(\frac{I_0 + 1}{b} \right)$ 为输入 $I_0 + 1$ 的任意形式的对数

$$K_1 = \frac{K}{\ln(a)}$$

$$K_2 = K * \log_a(b)。$$

8. 一种用于数字超声诊断仪的实时对数压缩系统,其特征在在于:包括:

数字超声诊断仪,用于发射高压脉冲,并接收探头反射回来的超声信号;

FPGA,其与数字超声诊断仪相连,用于对超声信号进行波束合成、信号处理、对数压缩及DSC变换;

显示屏,其与FPGA相连,用于将超声图像显示出来;

其中,对数压缩采用实时计算的方式,首先对输入的超声信号进行预处理,将其变换到收敛域内,其次进行CORDIC变换,得到预处理结果的自然对数,再次对极坐标变换的结果进行后处理,得到各种形式的对数压缩。

一种用于数字超声诊断仪的实时对数压缩方法、系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种对数压缩方法,具体是一种用于数字超声诊断仪的实时对数压缩方法,应用于医用超声诊断仪领域。

背景技术

[0002] 超声在人体内传播时会产生很大的衰减,导致其回波信号的动态范围很大,甚至可以达到100dB以上,如此大的动态范围,无法直接在终端上进行显示。为了将回波信号显示出来,需要对其进行对数压缩。

[0003] 由于查表法需要占用大量的存储空间,所以在目前的数字超声系统中,对数压缩通常是通过分段法和查表法相结合的方式实现的。此方法有一定的优势,但也存在两个无法解决的问题:一,由于做不到一对一映射,所以数据难免有损失;二,在需要多条压缩曲线的情况下,仍然要占用较多的存储空间。

发明内容

[0004] 根据现有技术不足,本发明提供一种用于数字超声诊断仪的实时对数压缩方法、系统。

[0005] 本发明按以下技术方案实现:

[0006] 一种用于数字超声诊断仪的实时对数压缩方法,数字超声诊断仪发射高压脉冲,并接收探头反射回来的超声信号,同时通过FPGA对超声信号进行波束合成、信号处理、对数压缩及DSC变换后,将超声图像显示出来,对数压缩采用实时计算的方式,首先对输入的超声信号进行预处理,将其变换到收敛域内,其次进行CORDIC变换,得到预处理结果的自然对数,再次对极坐标变换的结果进行后处理,得到各种形式的对数压缩。

[0007] 进一步,预处理具体包括如下步骤:

[0008] a)、对输入数据进行扩展,低16位补0,扩展成32位数据;

[0009] b)、查找二进制“1”所在最高位的位置index,并记录Num=index-15;

[0010] c)、将Num赋值给De,同时将f0右移Num位得到Do,预处理结束。

[0011] 进一步,对Do进行CORDIC变换包括如下步骤:

[0012] 1)、设X、Y、Z、K、N的初值

[0013]
$$\begin{cases} X \leq Do + 32'h10000 \\ Y \leq Do - 32'h10000 \\ Z \leq 0 \\ K \leq 0 \\ N \leq -1 \end{cases};$$

[0014] 2)、若N大于0,且为3的倍数,则K值减1,否则K值保持不变;

[0015] 3)、判断Y[31]是否为1,并更新X、Y、Z的值

$$[0016] \quad \begin{cases} X \leq X+(Y>>1) \\ Y \leq Y+(X>>1) \\ Z \leq Z - a[K] \end{cases} \quad Y[31]=1 \quad \begin{cases} X \leq X-(Y>>1) \\ Y \leq Y-(X>>1) \\ Z \leq Z + a[K] \end{cases} \quad Y[31]=0$$

;

[0017] 4)、N值加1,K值加1;

[0018] 5)、若K等于15,则执行第6步,否则跳到第2步循环执行;

[0019] 6)、判断Y[31]是否为1,并输出计算结果Co;

$$[0020] \quad Co \leq \begin{cases} Z-a[15] & Y[31]=1 \\ Z+a[15] & Y[31]=0 \end{cases} .$$

[0021] 进一步,进行CORDIC变换前,先通过如下公式产生M个反正切双曲常量,根据需要的计算精度选取M值,M越大精度越高,但延时越大;

$$[0022] \quad a[m-1] = 65536 * \operatorname{atanh}(1/(2^m))$$

[0023] 式中,m=1,2,3……M,

[0024] a[]为M个反正切常量,

[0025] $\operatorname{atanh}()$ 为反正切函数。

[0026] 进一步,M优选取16。

[0027] 进一步,,通过如下公式即可求出带扩展位的自然对数值:

$$[0028] \quad Yo \leq \text{FLAG?}0: (2*Co+De*45426)$$

[0029] 式中,FLAG为输入数据是否为0的标志,

[0030] Co为对Do进行CORDIC变换的处理结果,

[0031] De为预处理中得到的中间值。

[0032] 进一步,计算不同参数的对数压缩曲线包括:

[0033] 根据下面的换底公式可知,将Yo乘以一个常系数K1再减去一个常系数K2,即可得到任意形式的对数值,这意味着将上述计算得到的结果经过简单处理即可得到各种不同的对数压缩曲线;

$$[0034] \quad Dout = K * \log_a \left(\frac{I0+1}{b} \right) = K1 * Yo - K2$$

[0035] 式中,Yo为I0+1的自然对数值

$$[0036] \quad K * \log_a \left(\frac{I0+1}{b} \right) \text{ 为输入 } I0+1 \text{ 的任意形式的对数}$$

$$[0037] \quad K1 = \frac{K}{\ln(a)}$$

$$[0038] \quad K2 = K * \log_a(b) .$$

[0039] 一种用于数字超声诊断仪的实时对数压缩系统,包括:

[0040] 数字超声诊断仪,用于发射高压脉冲,并接收探头反射回来的超声信号;

[0041] FPGA,其与数字超声诊断仪相连,用于对超声信号进行波束合成、信号处理、对数压缩及DSC变换;

[0042] 显示屏,其与FPGA相连,用于将超声图像显示出来;

[0043] 其中,对数压缩采用实时计算的方式,首先对输入的超声信号进行预处理,将其变换到收敛域内,其次进行CORDIC变换,得到预处理结果的自然对数,再次对极坐标变换的结果进行后处理,得到各种形式的对数压缩。

[0044] 本发明有益效果:

[0045] 通过FPGA采用实时计算的方式实现对数压缩,所以不需要额外的存储空间,且计算精度高,同时控制灵活,只需要给定不同的系数值就可以实现多条压缩曲线间的切换。另外,由于实现过程采用流水线操作,所以输入输出为一一对应关系,且计算产生的几百纳秒延时对超声图像没有任何影响。

附图说明

[0046] 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,下面描述中的附图仅仅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。

[0047] 图1为用于数字超声诊断仪的实时对数压缩系统框图;

[0048] 图2为对数压缩实时计算流程图;

[0049] 图3为预处理工作流程;

[0050] 图4为CORDIC工作流程。

具体实施方式

[0051] 为使本发明实施的目的、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更加详细的描述。在附图中,自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的零部件或具有相同或类似功能的零部件。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。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,旨在用于解释本发明,而不能理解为对本发明的限制。下面结合附图对本发明的实施例进行详细说明。

[0052] 一种用于数字超声诊断仪的实时对数压缩方法,数字超声诊断仪发射高压脉冲,并接收探头反射回来的超声信号,同时通过FPGA对超声信号进行波束合成、信号处理、对数压缩及DSC变换后,将超声图像显示出来。其特征在于对数压缩采用实时计算的方式,首先对输入的超声信号进行预处理,将其变换到收敛域内,其次进行CORDIC变换,得到预处理结果的自然对数,再次对极坐标变换的结果进行后处理,得到各种形式的对数压缩。其工作流程如图2所示。

[0053] 一,预处理

[0054] 由于收敛域的关系,无法直接对16位的输入信号进行CORDIC操作,必须首先对输入的超声信号进行预处理,其核心思想是将信号变换到收敛域内,工作流程如图3所示。

[0055] a),对输入数据进行扩展,低16位补0,扩展成32位数据。

[0056] b),查找二进制“1”所在最高位的位置index,并记录 $\text{Num} = \text{index} - 15$,如 $\text{f0}[31:0] = 32'h28102810$,则二进制“1”所在最高位的位置为 $\text{f0}[29]$, $\text{Num} = 14$ 。

[0057] c),将Num赋值给De,同时将f0右移Num位得到Do,预处理结束。

[0058] 二,CORDIC变换

[0059] a),进行CORDIC变换前,先通过如下公式产生M个反正切双曲常量,根据需要的计算精度选取M值,M越大精度越高,但延时越大,本系统M取16,结果如表1所示

[0060] $a[m-1] = 65536 * \operatorname{atanh}(1/(2^m))$

[0061] 式中, $m=1,2,3\cdots M$,

[0062] $a[]$ 为M个反正切常量,

[0063] $\operatorname{atanh}()$ 为反正切函数。

[0064] 表1

	a[0]	a[1]	a[2]	a[3]	a[4]	a[5]	a[6]	a[7]	a[8]	a[9]	a[10]	a[11]	a[12]	a[13]	a[14]	a[15]
[0065]	3599	1673	8235	4101	204	102	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1
	9	9			9	4										

[0066] b),对上述预处理后的数据Do进行CORDIC变换,其工作流程如图4所示:

[0067] 1,设X、Y、Z、K、N的初值

[0068]
$$\begin{cases} X \leq \text{Do} + 32'h10000 \\ Y \leq \text{Do} - 32'h10000 \\ Z \leq 0 \\ K \leq 0 \\ N \leq -1 \end{cases}$$

[0069] 2,若N大于0,且为3的倍数,则K值减1,否则K值保持不变

[0070] 3,判断Y[31]是否为1,并更新X、Y、Z的值

[0071]
$$\begin{cases} X \leq X + (Y >> 1) \\ Y \leq Y + (X >> 1) \\ Z \leq Z - a[K] \end{cases} \quad Y[31]=1 \quad \begin{cases} X \leq X - (Y >> 1) \\ Y \leq Y - (X >> 1) \\ Z \leq Z + a[K] \end{cases} \quad Y[31]=0$$

[0072] 4,N值加1,K值加1

[0073] 5,若K等于15,则执行第6步,否则跳到第2步循环执行

[0074] 6,判断Y[31]是否为1,并输出计算结果Co

[0075]
$$Co \leq \begin{cases} Z - a[15] & Y[31]=1 \\ Z + a[15] & Y[31]=0 \end{cases}$$

[0076] 三,计算自然对数值

[0077] 通过如下公式即可求出带扩展位的自然对数值,如表2所示,此方法在整个取值区间都有非常高的计算精度

[0078] $Yo \leq \text{FLAG} ? 0 : (2 * Co + De * 45426)$

[0079] 式中,FLAG为输入数据是否为0的标志,

[0080] Co为对Do进行CORDIC变换的处理结果,

[0081] De为预处理中得到的中间值。

[0082] 表2

[0083]	数据	1	2	127	255	511	1023	2047	8191	65535
--------	----	---	---	-----	-----	-----	------	------	------	-------

实际值	0	45426	317469	363152	408707	454197	499655	590531	726816
计算值	0	45426	317472	363154	408708	454202	499660	590532	726818
误差	0.000%	0.000%	0.001%	0.001%	0.000%	0.001%	0.001%	0.000%	0.000%

[0084] 四,计算不同参数的对数压缩曲线

[0085] 根据下面的换底公式可知,将 Y_0 乘以一个常系数 K_2 再减去一个常系数 K_3 ,即可得到任意形式的对数值,这意味着将上述计算得到的结果经过简单处理即可得到各种不同的对数压缩曲线。表3展示了一个以10为底,b取1,并将16位输入信号映射到8位输出显示的结果,结果表明计算结果无偏差。

$$[0086] \quad D_{out} = K * \log_a \left(\frac{I_0 + 1}{b} \right) = K_1 * Y_0 - K_2$$

[0087] 式中, Y_0 为 I_0+1 的自然对数值

[0088] $K * \log_a \left(\frac{I_0 + 1}{b} \right)$ 为输入 I_0+1 的任意形式的对数

$$[0089] \quad K_1 = \frac{K}{\ln(a)}$$

[0090] $K_2 = K * \log_a(b)$ 。

[0091] 表3

[0092]

数据	1	2	127	255	511	1023	2047	8191	65535
实际值	0	16	111	127	143	159	175	207	255
计算值	0	16	111	127	143	159	175	207	255

[0093] 如图1所示,本发明还提供一种用于数字超声诊断仪的实时对数压缩系统,包括数字超声诊断仪、FPGA和显示屏;数字超声诊断仪用于发射高压脉冲,并接收探头反射回来的超声信号;FPGA与数字超声诊断仪相连,用于对超声信号进行波束合成、信号处理、对数压缩及DSC变换;显示屏与FPGA相连,用于将超声图像显示出来;其中,对数压缩采用实时计算的方式,首先对输入的超声信号进行预处理,将其变换到收敛域内,其次进行CORDIC变换,得到预处理结果的自然对数,再次对极坐标变换的结果进行后处理,得到各种形式的对数压缩。具体对数压缩方法参照上述方案。

[0094] 综上,通过FPGA采用实时计算的方式实现对数压缩,所以不需要额外的存储空间,且计算精度高,同时控制灵活,只需要给定不同的系数值就可以实现多条压缩曲线间的切换。另外,由于实现过程采用流水线操作,所以输入输出为一一对应关系,且计算产生的几百纳秒延时对超声图像没有任何影响。

[0095] 虽然已参照典型实施例描述了本申请,但应当理解,所用的术语是说明和示例性、而非限制性的术语。由于本申请能够以多种形式具体实施而不脱离发明的精神或实质,所以应当理解,上述实施例不限于任何前述的细节,而应在随附权利要求所限定的精神和范围内广泛地解释,因此落入权利要求或其等效范围内的全部变化和改型都应随附权利要求所涵盖。

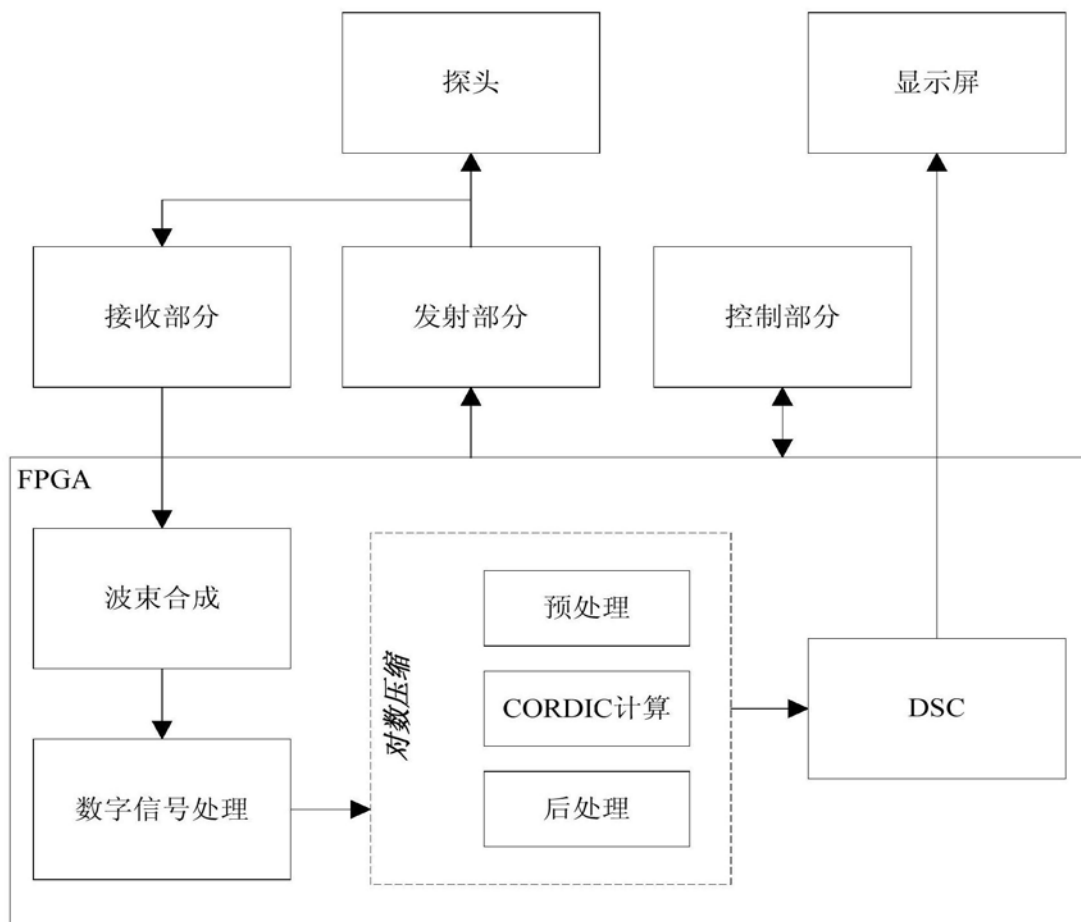


图1

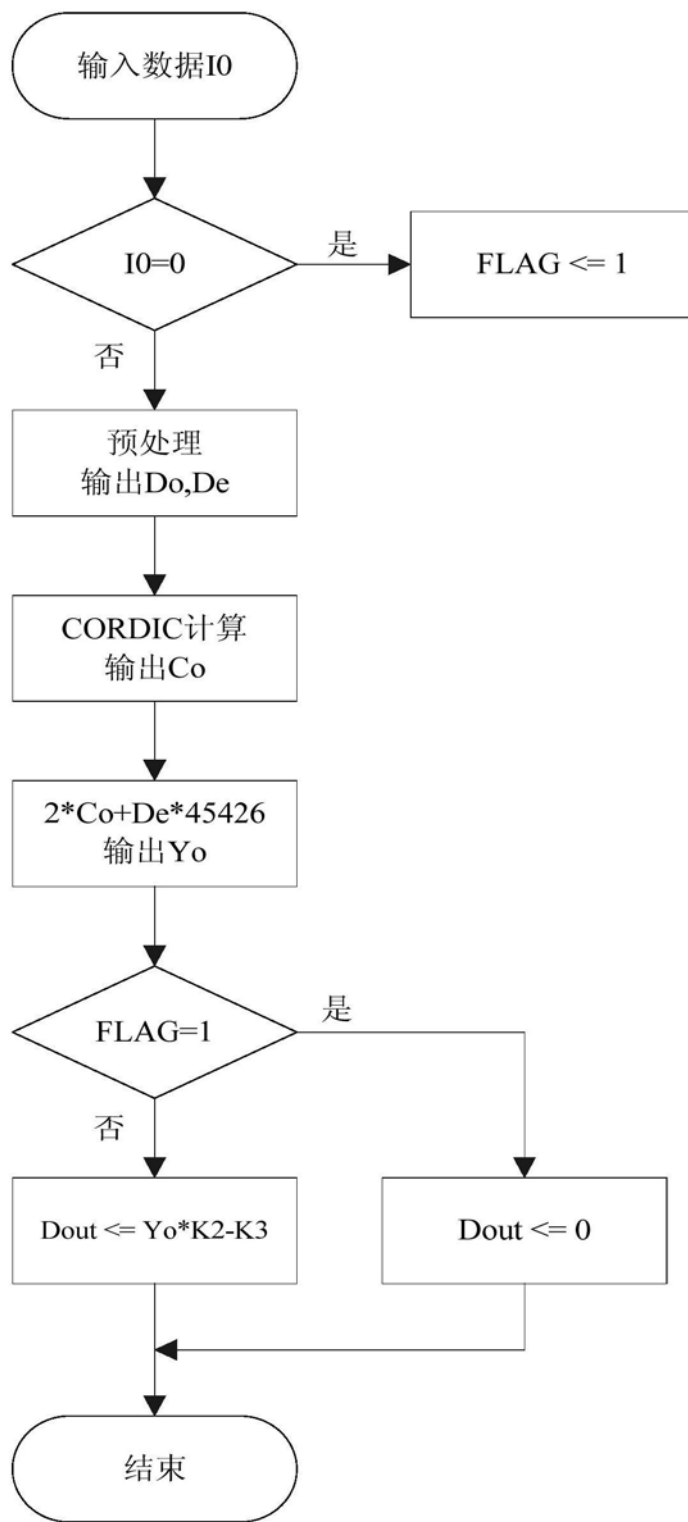


图2

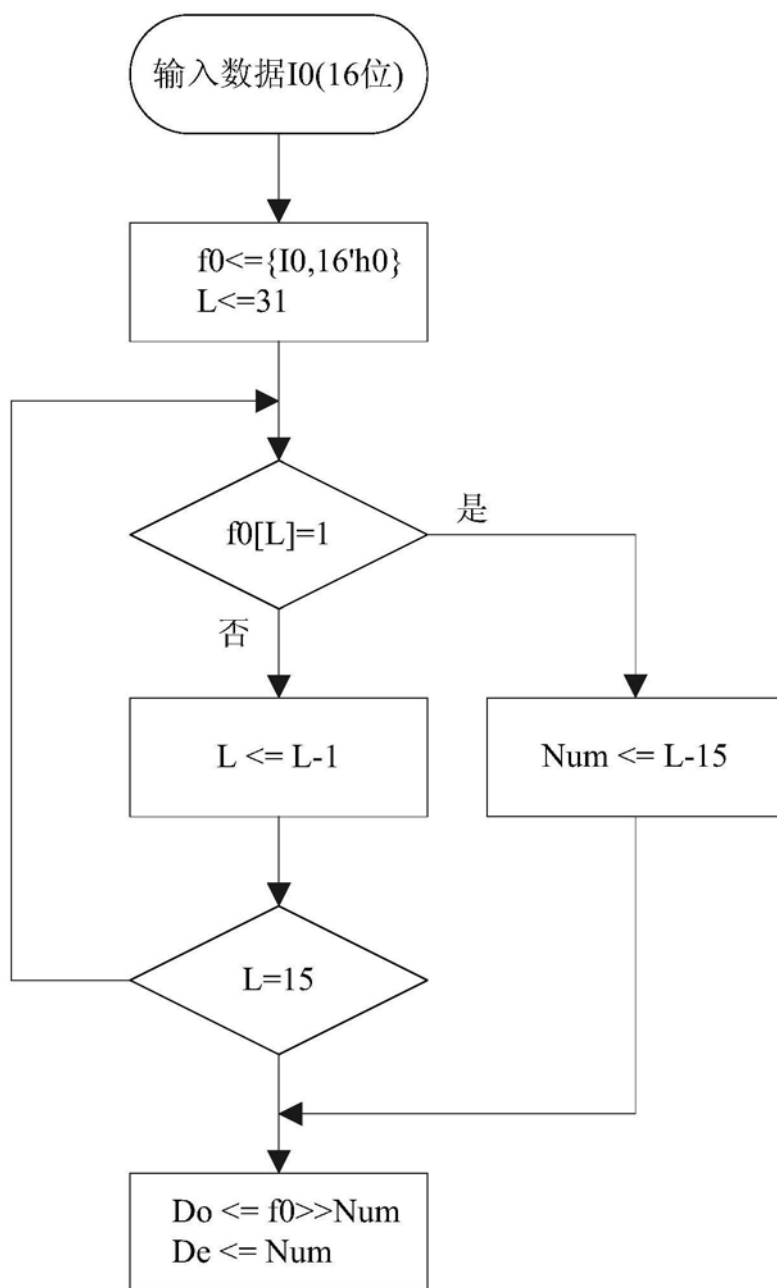


图3

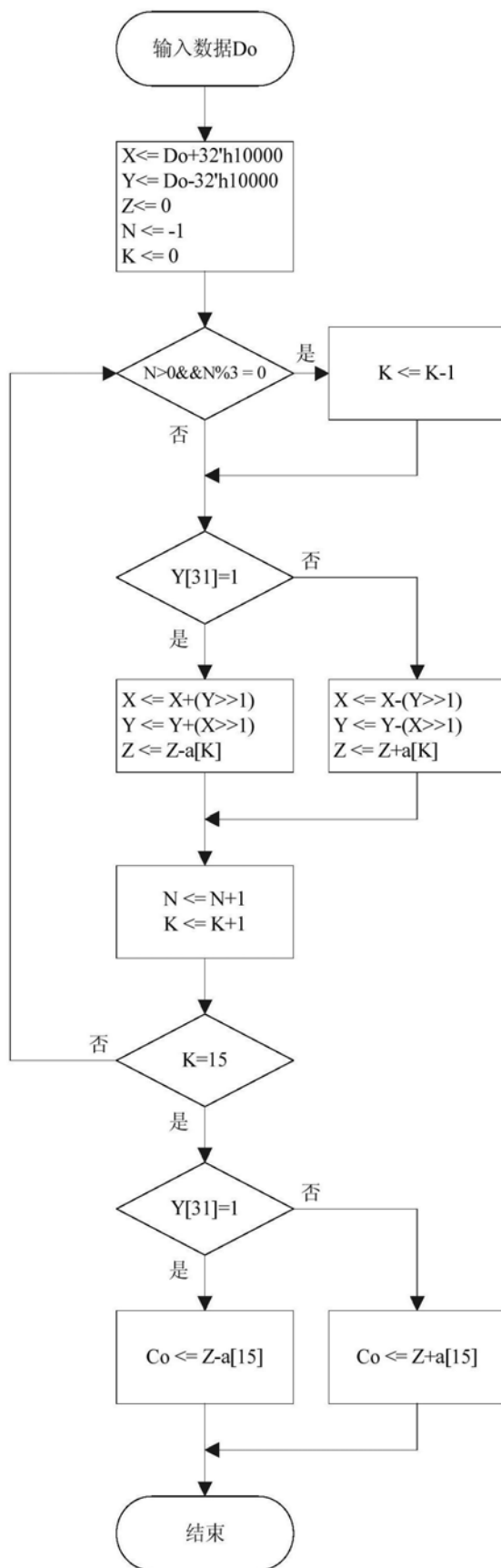


图4

专利名称(译)	一种用于数字超声诊断仪的实时对数压缩方法、系统		
公开(公告)号	CN110840483A	公开(公告)日	2020-02-28
申请号	CN201911124130.5	申请日	2019-11-15
[标]申请(专利权)人(译)	徐州市凯信电子设备有限公司		
申请(专利权)人(译)	徐州市凯信电子设备有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	徐州市凯信电子设备有限公司		
[标]发明人	康恺 窦进强		
发明人	康恺 窦进强		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/5215 A61B8/5269		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种用于数字超声诊断仪的实时对数压缩方法、系统，其中，数字超声诊断仪发射高压脉冲，并接收探头反射回来的超声信号，同时通过FPGA对超声信号进行波束合成、信号处理、对数压缩及DSC变换后，将超声图像显示出来，对数压缩采用实时计算的方式，首先对输入的超声信号进行预处理，将其变换到收敛域内，其次进行CORDIC变换，得到预处理结果的自然对数，再次对极坐标变换的结果进行后处理，得到各种形式的对数压缩。通过FPGA采用实时计算的方式实现对数压缩，所以不需要额外的存储空间，且计算精度高，同时控制灵活，只需要给定不同的系数值就可以实现多条压缩曲线间的切换。

