



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103140175 A

(43) 申请公布日 2013. 06. 05

(21) 申请号 201180046863. 7

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2011. 08. 05

A61B 8/14 (2006. 01)

G06T 11/00 (2006. 01)

(30) 优先权数据

10-2010-0076649 2010. 08. 09 KR

(85) PCT申请进入国家阶段日

2013. 03. 28

(86) PCT申请的申请数据

PCT/KR2011/005736 2011. 08. 05

(87) PCT申请的公布数据

W02012/020951 EN 2012. 02. 16

(71) 申请人 三星电子株式会社

地址 韩国京畿道水原市

(72) 发明人 林采殷 金康植

(74) 专利代理机构 北京铭硕知识产权代理有限公司

公司 11286

代理人 鲁恭诚 金光军

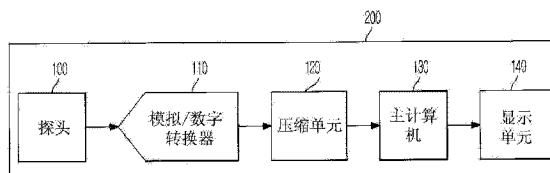
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

超声诊断设备及其控制方法

(57) 摘要

提供了一种通过主计算机针对被发送到目标并从目标反射的超声信号执行图像信号产生操作的超声诊断设备及其控制方法。所述超声诊断设备包括:包括至少一个换能器的探头,将超声信号发送到目标,接收从目标反射的超声信号,并将接收的超声信号转换为模拟信号;模拟数字(A/D)转换器,将由探头输出的模拟信号转换为数字信号;压缩单元,将从A/D转换器输出的数字信号进行压缩;主计算机,对由压缩单元压缩的数字信号进行解压,并执行波束形成。



1. 一种超声诊断设备,包括:

包括至少一个换能器的探头,将超声信号发送到目标,接收从目标反射的超声信号,并将接收的超声信号转换为模拟信号;

模拟数字(A/D)转换器,将由探头输出的模拟信号转换为数字信号;

压缩单元,将从A/D转换器输出的数字信号进行压缩;

主计算机,对由压缩单元压缩的数字信号进行解压,并执行波束形成。

2. 根据权利要求1所述的超声诊断设备,其中,压缩单元从周围像素预测数字信号的目标像素以产生预测误差信号,并对预测误差信号进行编码以执行压缩。

3. 根据权利要求2所述的超声诊断设备,其中,压缩单元使用数字信号的水平数据、垂直数据和矢量方向数据产生预测误差信号。

4. 根据权利要求3所述的超声诊断设备,其中,压缩单元通过将权重因子施加于数字信号的水平数据、垂直数据和矢量方向数据来使用数字信号的水平数据、垂直数据和矢量方向数据产生预测误差信号,以产生预测信号,并且压缩单元确定预测信号的像素值与实际信号的像素值之差,其中,施加于垂直数据和矢量方向数据的权重因子高于施加于水平数据的权重因子。

5. 根据权利要求2所述的超声诊断设备,其中,压缩单元通过从预测误差信号的序列创建压缩码字并对压缩码字进行编码来对预测误差信号进行编码。

6. 根据权利要求1所述的超声诊断设备,其中,压缩单元从数字信号去除空间冗余、暂时冗余和统计冗余以压缩数字信号。

7. 根据权利要求1所述的超声诊断设备,其中,主计算机执行波束形成,以创建帧数据信号并对帧数据信号执行数字信号处理,从而创建超声图像数据。

8. 根据权利要求7所述的超声诊断设备,其中,主计算机将超声图像数据转换为具有扫描线显示格式的图像帧数据。

9. 根据权利要求8所述的超声诊断设备,还包括:显示单元,从主计算机接收图像帧数据,并显示图像帧数据。

10. 一种控制超声诊断设备的方法,所述方法包括:

压缩从目标反射的超声信号;

将压缩的超声信号发送到对压缩信号进行解压并执行波束形成的主计算机。

11. 根据权利要求10所述的方法,其中,压缩超声信号的步骤包括:从周围像素预测超声信号的目标像素以产生预测误差信号,并对预测误差信号进行编码。

12. 根据权利要求11所述的方法,其中,从周围像素预测超声信号的目标像素以产生预测误差信号的步骤包括:基于超声信号的水平变化、垂直变化和时间方向变化产生预测误差信号。

13. 根据权利要求12所述的方法,其中,基于超声信号的水平变化、垂直变化和时间方向变化产生预测误差信号的步骤包括:将权重因子施加于水平变化、垂直变化和时间方向变化以产生预测信号,并确定预测信号的像素值与实际信号的像素值之差,其中,施加于垂直变化和时间方向变化的权重因子高于施加于水平变化的权重因子。

14. 根据权利要求11所述的方法,其中,对预测误差信号进行编码以执行压缩的步骤包括:从预测误差信号的序列创建压缩码字,并对压缩码字进行编码。

15. 根据权利要求 10 所述的方法,其中,压缩超声信号的步骤包括:从超声信号去除空间冗余、暂时冗余和统计冗余。

16. 一种控制超声诊断设备的方法,所述方法包括:

压缩从目标反射的超声信号;

将超声信号转换为数字信号;

基于周围像素预测数字信号的目标像素以产生预测误差信号;

对预测误差信号进行编码以产生压缩数据;

当压缩数据被发送到主计算机时,使用主计算机执行波束形成。

17. 根据权利要求 16 所述的方法,其中,从周围像素预测数字信号的目标像素以计算预测误差信号的步骤包括:基于数字信号的水平数据、垂直数据和矢量方向数据产生预测误差信号。

18. 根据权利要求 17 所述的方法,其中,使用数字信号的水平数据、垂直数据和矢量方向数据产生预测误差信号的步骤包括:将权重因子施加于水平数据、垂直数据和矢量方向数据,其中,计算预测误差信号的步骤包括:计算预测信号的像素值与实际信号的像素值之差,其中,施加于垂直数据和时间方向数据的权重因子高于施加于水平数据的权重因子。

19. 根据权利要求 16 所述的方法,其中,对预测误差信号进行编码以执行压缩的步骤包括:从预测误差信号的序列创建压缩码字以对压缩码字进行编码,并执行压缩。

超声诊断设备及其控制方法

技术领域

[0001] 与实施例一致的设备和方法涉及一种用于创建目标的内部形状的二维或三维图像的超声诊断设备及其控制方法。

[0002] 本申请要求于 2010 年 8 月 9 日提交至韩国知识产权局的第 10-2010-0076649 号韩国专利申请的优先权,所述专利申请的整个公开通过引用合并于此。

背景技术

[0003] 超声诊断设备将超声发送到待测试的目标,并接收从目标反射的超声信号。超声诊断设备将接收的超声信号转换为电图像信号以显示目标的内部状态。通过探头发送和接收超声信号。探头包括用于将电信号转换为发送超声信号并将从目标反射的超声信号转换为电图像信号的换能器。可使用以各种形式布置的多个换能器来提高分辨率。

[0004] 参照图 1,图 1 示出了包括多个换能器 10 的探头的示例,从各个换能器 10 发送的超声信号被设置为同时聚焦于位于深度 d 的焦点。中心换能器 T_c 与焦点之间的距离最短,末端换能器 T_n 与焦点之间的距离最长。现有技术的超声诊断设备包括用于考虑焦点与各个换能器 10 之间的距离之差而产生多个发送信号的发送波束形成器。发送波束形成器基于考虑各个换能器与焦点之间的距离之差的延迟特征来产生多个电发送信号,即,发送波束。发送波束被发送到各个换能器 10。换能器 10 将发送波束转换为发送到焦点的超声信号。

[0005] 从焦点反射的超声信号达到各个换能器 10 所需的时间是不同的。指向中心换能器 T_c 的超声反射信号行进距离。另一方面,达到距离中心换能器 T_c 的距离为 x 的换能器 T_x 的超声信号具有与换能器 T_x 和 T_c 与焦点之间的距离之差 Δr 相应的时间延迟。波束形成器通过在基于中心换能器的位置的各个换能器处接收信号来补偿该延迟。

发明内容

[0006] 技术问题

[0007] 示例性实施例提供一种使用软件执行波束形成操作的超声诊断设备及其控制方法。

[0008] 技术方案

[0009] 根据示例性实施例的一方面,提供一种超声诊断设备,包括:包括至少一个换能器的探头,将超声信号发送到目标,接收从目标反射的超声信号,并将接收的超声信号转换为模拟信号;模拟数字(A/D)转换器,将从探头输出的模拟信号转换为数字信号;压缩单元,将从 A/D 转换器输出的数字信号进行压缩;主计算机,对由压缩单元压缩的数字信号进行解压,并执行波束形成。

[0010] 压缩单元可从周围像素预测数字信号的目标像素以产生预测误差信号,并对预测误差信号进行编码以执行压缩。

[0011] 压缩单元可通过使用数字信号的水平(信道方向)数据、垂直(深度方向)数据和矢量方向(时间方向)数据计算预测误差信号来产生预测误差信号。

[0012] 压缩单元可通过如下操作来使用数字信号的水平（信道方向）数据、垂直（深度方向）数据和矢量方向（时间方向）数据产生预测误差信号：将比施加于水平数据的权重因子更高的权重因子施加于垂直方向数据和矢量方向数据以产生预测信号，并计算预测信号的像素值与实际信号的像素值之差以产生预测误差信号。

[0013] 压缩单元可通过从预测误差信号的序列创建压缩码字并对压缩码字进行编码来对预测误差信号进行编码，以执行压缩。

[0014] 压缩单元可从数字信号去除空间冗余、暂时冗余和统计冗余，以执行压缩。

[0015] 主计算机可执行波束形成，以创建帧数据信号，并对帧数据信号执行数字信号处理，以创建超声图像数据。

[0016] 主计算机可将超声图像数据转换为具有扫描线显示格式的图像帧数据。

[0017] 所述超声诊断设备还可包括：显示单元，接收并显示图像帧数据。

[0018] 根据另一示例性实施例的一方面，提供一种控制超声诊断设备的方法，所述方法包括：压缩从目标反射的超声信号；将压缩的超声信号发送到对压缩信号进行解压并执行波束形成的主计算机。

[0019] 压缩超声信号的步骤可包括：从周围像素预测超声信号的目标像素以产生预测误差信号，并对预测误差信号进行编码以执行压缩。

[0020] 从周围像素预测超声信号的目标像素以产生预测误差信号的步骤可包括：基于超声信号的水平变化、垂直变化和时间方向变化产生预测误差信号。

[0021] 基于超声信号的水平变化、垂直变化和时间方向变化产生预测误差信号的步骤可包括：将比施加于水平变化的权重因子更高的权重因子施加于垂直变化和时间方向变化以计算预测信号，并确定预测信号的像素值与实际信号的像素值之差以产生预测误差信号。

[0022] 对预测误差信号进行编码以执行压缩的步骤可包括：从预测误差信号的序列创建压缩码字，并对压缩码字进行编码。

[0023] 所述控制方法还可包括：从超声信号去除空间冗余、暂时冗余和统计冗余以执行压缩。

[0024] 根据另一示例性实施例的一方面，提供一种控制超声诊断设备的方法，所述方法包括：压缩从目标反射的超声信号；将超声信号转换为数字信号；从周围像素预测数字信号的目标像素以产生预测误差信号；对预测误差信号进行编码以执行压缩；当压缩数据被发送到主计算机时，使用主计算机执行波束形成。

[0025] 从周围像素预测数字信号的目标像素以计算预测误差信号的步骤可包括：基于数字信号的水平（信道方向）数据、垂直（深度方向）数据和矢量方向（时间方向）数据计算预测误差信号。

[0026] 使用数字信号的水平（信道方向）数据、垂直（深度方向）数据和矢量方向（时间方向）数据产生预测误差信号的步骤可包括：将比施加于水平数据的权重因子更高的权重因子施加于垂直数据和矢量方向数据以产生预测信号，并产生预测信号的像素值与实际信号的像素值之差。

[0027] 对预测误差信号进行编码以执行压缩的步骤可包括：从预测误差信号的序列创建压缩码字以对压缩码字进行编码，并执行压缩。

[0028] 有益效果

[0029] 以软件方式而非硬件方式执行波束形成。

附图说明

[0030] 通过下面结合附图对示例性实施例进行的描述,以上和 / 或其它方面将变得清楚和更易于理解,其中:

[0031] 图 1 是示出使用换能器阵列的超声信号发送和接收聚焦方法的示意图;

[0032] 图 2 是根据示例性实施例的超声诊断设备的功能框图;

[0033] 图 3 是根据示例性实施例的包括在超声诊断设备中的压缩单元的详细框图;

[0034] 图 4 是示出基于上下文的自适应无损图像编码 (CALIC) 压缩方法的框图;

[0035] 图 5 是示出根据一示例性实施例的使用 CALIC 预测方法计算超声信号的预测误差的方法的示意图;

[0036] 图 6 是示出根据一示例性实施例的基于时间的关于从超声信号获取的图像的多个矢量的布置的示意图。

具体实施方式

[0037] 现在,将详细参考示例性实施例,在附图中示出示例性实施例的示例,其中,相同的标号始终表示相同的元件。

[0038] 图 2 是根据示例性实施例的超声诊断设备 200 的功能框图。

[0039] 超声诊断设备 200 包括探头 100、模拟数字 (A/D) 转换器 110、压缩单元 120、主计算机 130 和显示单元 140。

[0040] 探头 100 包括用于将电信号转换为超声信号并将超声信号发送到目标的至少一个换能器 (未示出)。所述至少一个换能器还可接收从目标反射的超声信号,并将超声信号转换为电信号 (模拟信号)。从探头 100 输出的模拟信号具有与换能器和组织的属性有关的中心频率。

[0041] A/D 转换器 110 通过以例如 60MHz 的固定采样率对模拟信号采样将从探头 100 输出的模拟信号转换为数字信号。A/D 转换器 110 不考虑模拟信号的中心频率的大小而以这样的固定采样率执行采样。因此,当模拟信号的中心频率低时,获取相对大量的数字信号。另一方面,当模拟信号的中心频率高时,获得相对小量的数字信号。当探头 100 包括多个换能器时,提供与各个换能器相应的多个 A/D 转换器 110。

[0042] 压缩单元 120 将从 A/D 转换器 110 输出的数字信号进行压缩。在接收到从 A/D 转换器 110 输出的数字信号时,压缩单元 120 压缩数字信号。

[0043] 压缩单元 120 可使用无损压缩处理来压缩数字信号。无损压缩处理将数字信号压缩,使得当压缩数据被恢复时,恢复的数据与压缩之前的数据完全相符。

[0044] 压缩单元 120 可使用基于上下文的自适应无损图像编码 (CALIC) 或者来自联合图像专家组的无损 JPEG (JPEG-LS) 作为无损压缩技术。

[0045] 在 1997 年 4 月的第 45 卷第 4 号的 IEEE Transactions on Communications 中的 X. Wu 和 N. Memon 的“基于上下文的自适应无损图像编码 (Context-based, adaptive, lossless image coding)”的第 437 至 444 页中详细描述了 CALIC 压缩方法,其公开被合并于此。

[0046] 例如,在 ISO/IEC JTC1/SC29WG114495 的“连续色调静止图像的无损和非无损编码 (Lossless and non-lossless coding of continuous tone still images)”中详细描述了 JPEG-LS 压缩方法,其公开被合并于此。

[0047] CALIC 和 JPEG-LS 压缩方法使用差分脉冲编码调制 (DPCM)。按每行每列扫描图像的每个像素。DPCM 从周围像素预测目标像素以对其预测误差信号进行编码。DPCM 对原始信息进行无损编码。

[0048] 也就是说,根据无损压缩,基于围绕每个像素的周围像素的值计算预测误差信号。熵编码器对计算的像素值的预测误差信号 (即,预测信号的有效值与像素值之差) 进行编码。在示例性实施例中所使用的无损压缩方法不限于 CALIC 和 JPEG-LS。可使用其它已知的无损压缩方法。另外,还可使用有损压缩方法。由于示例性实施例被应用于医学成像,因此可主要使用无损压缩方法。将参照图 3 至图 5 详细描述无损压缩方法之一 CALIC。

[0049] 主计算机 130 对从压缩单元 120 发送的数据进行解码以对数据解压,并使用软件执行波束形成操作以创建作为原始数据的帧数据信号。波束形成是一些数字信号以与中心频率的整数倍相应的速率被处理以形成接收波束的处理。主计算机 130 将从压缩单元 120 输出的数字信号转换为预定数量的帧数据信号。

[0050] 主计算机 130 对帧数据信号进行数字信号处理,以形成表示 B、C 或 D 模式的超声图像数据。

[0051] 主计算机 130 将超声图像数据转换为预定的扫描线显示格式,所述预定的扫描线显示格式是在显示单元 140 中使用的数据格式。即,主计算机 130 将超声图像数据信号转换为在显示单元 140 中显示的图像帧数据。

[0052] 主计算机可以是处理器单元。处理器单元可以是 CPU、GPU 和计算机。

[0053] 显示单元 140 接收图像帧数据以显示超声图像。

[0054] 图 3 是根据示例性实施例的包括在超声诊断设备中的压缩单元的详细框图,图 4 是示出基于上下文的自适应无损图像编码 (CALIC) 压缩方法的框图。

[0055] 压缩单元 120 包括图像缓冲器 121、像素序列产生器 122、预测器 123、加法器 124 和熵编码器 125。

[0056] 图像缓冲器 121 积累从外部设备输入的图像。像素序列产生器 122 扫描在图像缓冲器 121 中积累的图像以从当前像素 (即,目标像素) 提取周围像素。对于每个像素,像素序列产生器 122 将当前像素的像素值提供给加法器 124,还将周围像素的像素值提供给预测器 123。

[0057] 预测器 123 基于从像素序列产生器 122 提供的周围像素的像素值创建预测信号,并将预测信号提供给加法器 124。加法器 124 从由像素序列产生器 122 提供的当前像素的像素值减去由预测器 123 提供的预测信号以获得预测误差信号,并将预测误差信号提供给熵编码器 125。

[0058] 熵编码器 125 从由加法器 124 提供的预测误差信号的序列创建并输出压缩码字。

[0059] 预测误差信号被编码为具有可变长度的前缀和具有固定长度的后缀。具有可变长度的前缀是一系列跟随“1”比特的“0”比特。预测误差信号的序列被划分为块。对于每个块,首先确定后缀的最佳长度。码字在码字与每个块的预测误差信号结合之前被发送。例如,在 IEEE1997 的 R. Rice 的“空间数据系统的无损编码标准 (Lossless coding standards

of space data systems) ”中详细描述了熵编码器 125, 其公开被合并于此。

[0060] 如图 4 所示, 上述编码方法被划分为预测和熵编码。将参照图 5 详细描述 CALIC 预测。CALIC 熵编码使用作为传统编码方法的霍夫曼编码和算术编码。

[0061] 霍夫曼编码是在无损压缩中使用的熵编码的形式。霍夫曼编码是根据估计的特定数据片段出现的概率而使用具有不同长度的代码的算法。在对不同字母编码时, 霍夫曼编码不使用固定数量的比特而使用统计分布。因此, 霍夫曼编码是针对频繁出现的值使用较少数量的比特而针对不经常出现的值使用较大数量的比特的编码方法。

[0062] 算术编码是在无损压缩中使用的熵编码的形式。算术编码从输入信号出现的频率估计输入信号的概率。在其它形式的熵编码中, 每个符号被一一对应的代码替代。另一方面, 在算术编码中, 整个消息被单个实数 n 替代。

[0063] 霍夫曼编码和算术编码是传统的技术, 因此, 不必对其进行详细描述。

[0064] 图 5 是示出使用 CALIC 预测方法计算超声信号的预测误差的方法的示意图。

[0065] 从目标反射的超声信号展现了在轴向方向和方位角方向上具有相似性的空间冗余。此外, 超声信号具有统计冗余, 其中, 预测误差与水平变化或信道方向变化 dh 以及垂直变化或深度方向变化 dv (见结合水平变化和垂直变化的图 6) 成比例增加。

[0066] CALIC 压缩方法使用梯度调整预测 (GAP) 来预测像素值以获得预测误差 e , 预测误差 e 是预测值 $\hat{I}$ 与实际值 I 之差。水平变化 dh 、垂直变化 dv 、预测值 $\hat{I}$ 和实际值 I 可使用以下等式来获得:

[0067] 数学公式 1

[0068] [公式 1]

[0069]

$$\hat{I} = GAP(&dh, &dv)$$

[0070] $dh = \text{abs}(I(w) - I(ww)) + \text{abs}(I(n) - I(nw)) + \text{abs}(I(ne) - I(n))$

[0071] $dv = \text{abs}(I(w) - I(nw)) + \text{abs}(I(n) - I(nn)) + \text{abs}(I(ne) - I(nne))$

[0072] $e = I - \hat{I}$

[0073] $I(w)$ 是位于图 5 的 w 处的点的像素值, $I(ne)$ 是位于图 5 的 ne 处的点的像素值, $\text{abs}()$ 是括号中的值的绝对值。

[0074] 从目标反射的超声信号在轴向方向上比在方位角方向上展现了更高的相似性。因此, 为了获得预测误差, 与水平变化或信道方向变化 dh 相比, 将更高的权重因子施加于垂直变化或深度方向变化 dv 。

[0075] 在压缩中, 数据被预测, 预测值与实际值之差被编码。为此, 可基于超声射频 (RF) 数据的属性来调整参数, 可改变算法来提高压缩率。因此, 当查看超声诊断设备 200 的属性时, 反射的超声信号形成了暂时冗余。参照图 6, 超声信号包括有在时间延迟内获得的多个矢量。在时间延迟内获得的 RF 数据具有可在预测中使用的相似的暂时冗余。

[0076] 在使用 CALIC 计算预测误差时, 时间方向变化或矢量方向变化 dp 被包括作为参数, 在获得预测的像素值时, 算法被改变为包括 de (或 $dprev$)。改变的等式如下:

[0077] 数学公式 2

[0078] [公式 2]

[0079]

$$\hat{I} = GAP(&dh, &dv, &dprev)$$

[0080] $dh = \text{abs}(I(w) - I(ww)) + \text{abs}(I(n) - I(nw)) + \text{abs}(I(ne) - I(n))$

[0081] $dv = \text{abs}(I(w) - I(nw)) + \text{abs}(I(n) - I(nn)) + \text{abs}(I(ne) - I(nne))$

[0082] $dp = \text{abs}(I(w) - I(wp)) + \text{abs}(I(n) - I(np)) + \text{abs}(I(ne) - I(nep))$

[0083] 在从以上等式获得梯度调整预测 (GAP) 时, 由于 RF 数据在轴向方向上比在方位角方向上展现出更高的相似性, 因此施加于 dv 的权重因子高于施加于 dh 的权重因子。此外, 由于 RF 数据具有高暂时冗余, 因此施加于 dv 的权重因子高于施加于 dh 的权重因子。

[0084] 图 6 示出水平 (信道方向) 数据变化方向 a-b、垂直 (深度方向) 数据变化方向 a-c 以及矢量方向 (时间方向) 数据变化方向 a-d。

[0085] 从以上描述中清楚的是, 由主计算机 130 使用软件而非硬件来执行波束形成操作, 从而降低超声诊断设备的制造成本。

[0086] 此外, 超声信号被压缩并被发送到主计算机, 从而提高发送率并因此对超声信号快速执行后处理操作。

[0087] 虽然已经示出和描述了一些示例性实施例, 但是本领域的技术人员将理解的是, 在不脱离本发明构思的原理和精神的情况下, 可对这些示例性实施例进行改变, 本发明构思的范围由权利要求及其等同物限定。

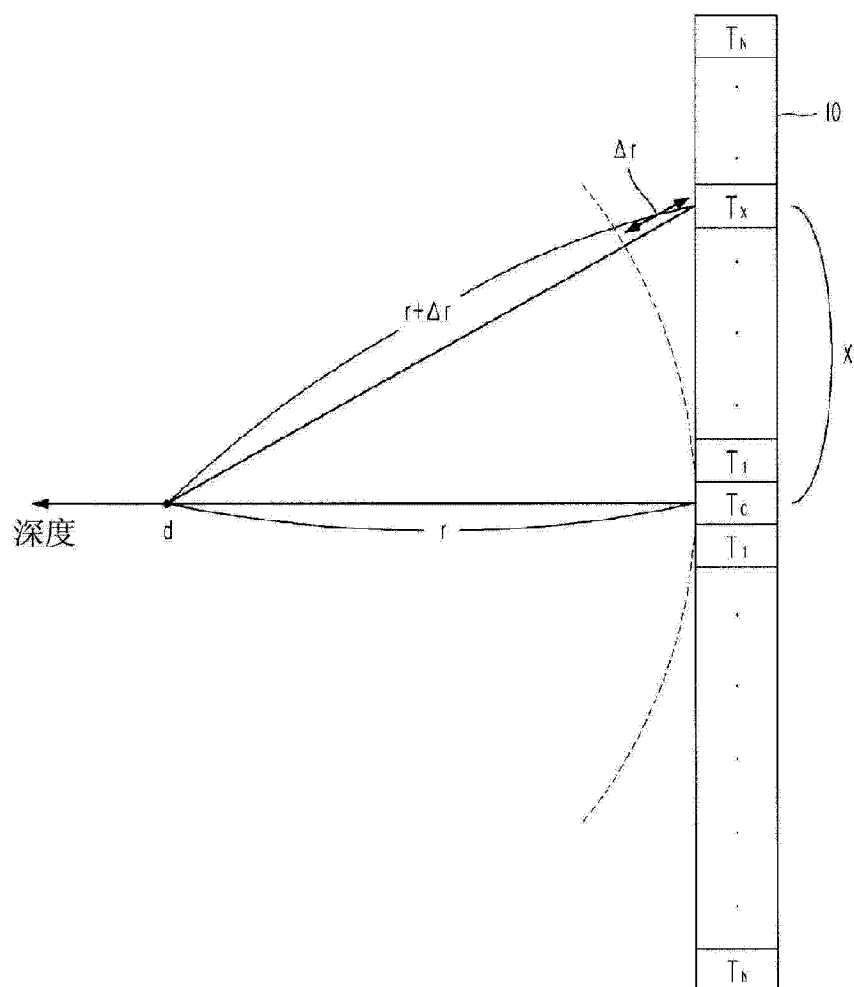


图 1

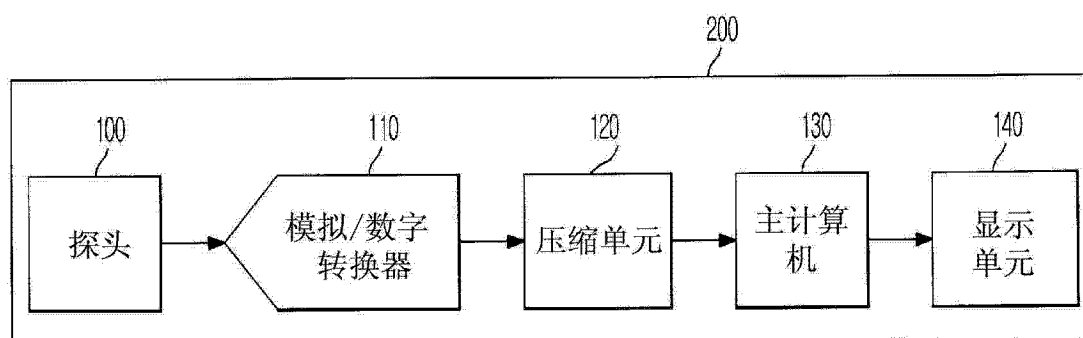


图 2

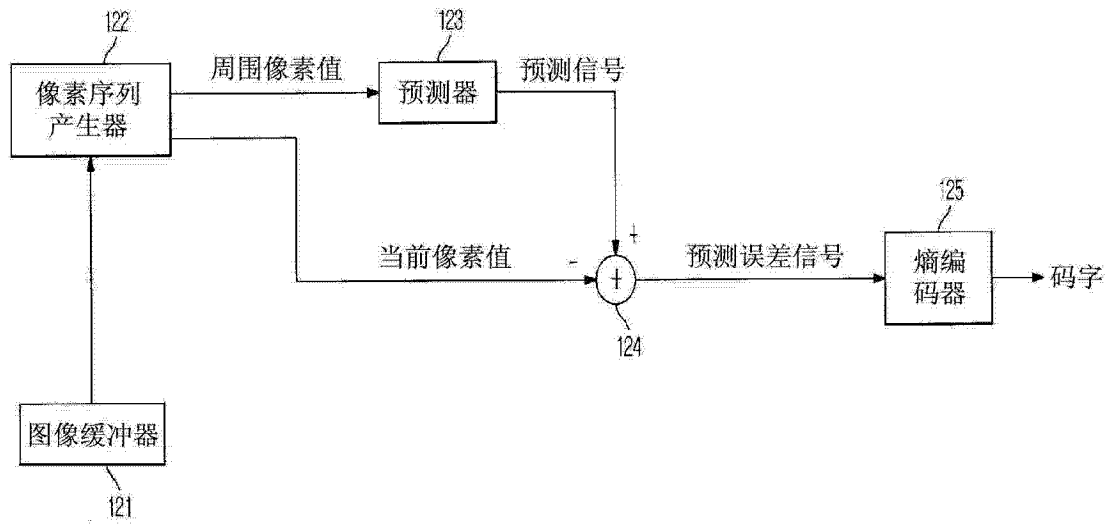


图 3



图 4

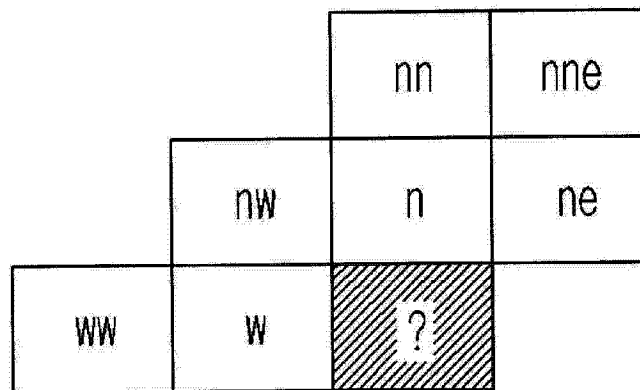
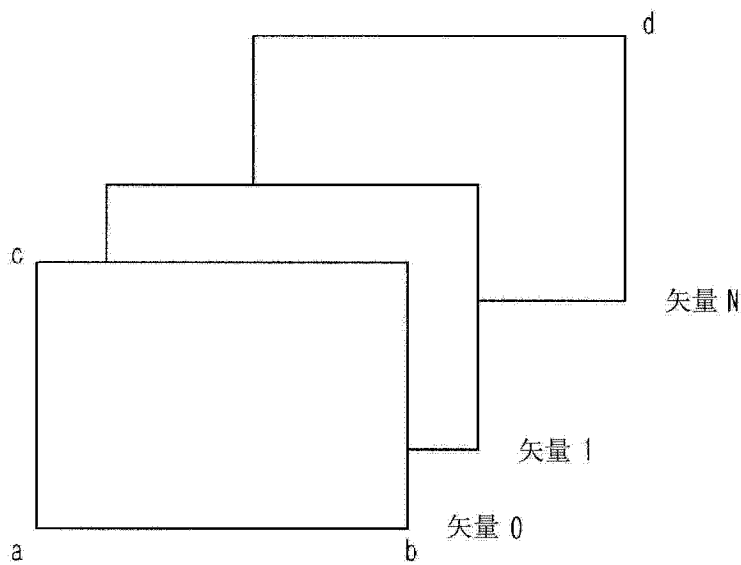


图 5



一图像

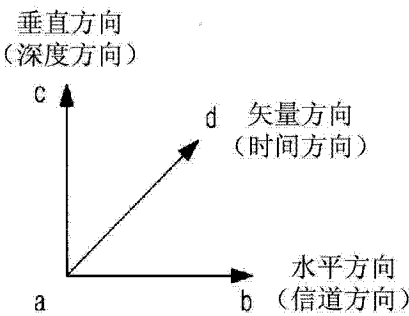


图 6

专利名称(译)	超声诊断设备及其控制方法		
公开(公告)号	CN103140175A	公开(公告)日	2013-06-05
申请号	CN201180046863.7	申请日	2011-08-05
[标]申请(专利权)人(译)	三星电子株式会社		
申请(专利权)人(译)	三星电子株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	三星电子株式会社		
[标]发明人	林采殷 金康植		
发明人	林采殷 金康植		
IPC分类号	A61B8/14 G06T11/00		
CPC分类号	G10K11/341 A61B8/5207 G01S7/003		
优先权	1020100076649 2010-08-09 KR		
其他公开文献	CN103140175B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

提供了一种通过主计算机针对被发送到目标并从目标反射的超声信号执行图像信号产生操作的超声诊断设备及其控制方法。所述超声诊断设备包括：包括至少一个换能器的探头，将超声信号发送到目标，接收从目标反射的超声信号，并将接收的超声信号转换为模拟信号；模拟数字(A/D)转换器，将由探头输出的模拟信号转换为数字信号；压缩单元，将从A/D转换器输出的数字信号进行压缩；主计算机，对由压缩单元压缩的数字信号进行解压，并执行波束形成。

