



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104997533 B

(45)授权公告日 2017. 11. 14

(21)申请号 201510348976.2

(22)申请日 2015.06.23

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104997533 A

(43)申请公布日 2015.10.28

(73)专利权人 武汉超信电子工程有限公司
地址 430079 湖北省武汉市东湖开发区佳
园路鼎新工业园一号楼二楼

(72)发明人 杜春宁 胡立钢 彭江 段西尧

(74)专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事
务所(普通合伙) 11201
代理人 张大威

(51)Int.Cl.
A61B 8/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 103356241 A,2013.10.23,
CN 103635148 A,2014.03.12,
CN 202069602 U,2011.12.14,
CN 102028499 A,2011.04.27,
WO 2008144452 A1,2008.11.27,
CN 102871685 A,2013.01.16,

审查员 桂林

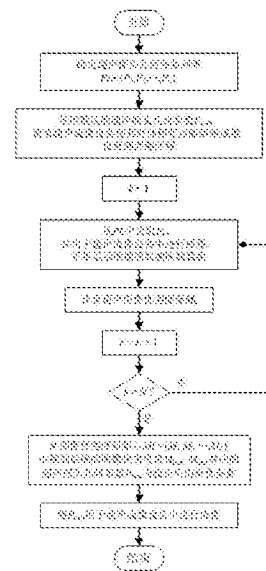
权利要求书2页 说明书8页 附图8页

(54)发明名称

超声探头几何参数自动校正方法和装置

(57)摘要

本发明提供一种超声探头几何参数的自动校正方法,它包括如下步骤:确定超声探头几何参数列表;使用默认的超声探头几何参数,调节设备参数,设置感兴趣区域;读取几何参数列表中每一项,将该项参数用于超声成像设备对超声体模进行成像,采集显示图像中感兴趣区域图像数据;根据感兴趣区域图像计算图像优劣度量;另外本发明还提供与其相关的超声探头几何参数的自动校正装置;本发明在探头规格中的几何参数基础上,对每只探头都能自动自适应寻找到提供最优图像质量的几何参数,将该最优几何参数提供给超声成像设备,可以得到最佳分辨率和几何位置精度的超声图像,从而提高图像质量。



1. 一种超声探头几何参数的自动校正方法,其特征在于:它包括如下步骤:

步骤S1:确定超声探头几何参数列表PL,记 $PL = \{P_k | k=1, 2, L, N\}$;

步骤S2:超声成像设备使用默认的超声探头几何参数 P_{def} ,连接超声探头与超声成像设备,将超声探头固定于超声体模上方,使超声成像设备处于正常工作状态,调节设备参数,使显示设备能清晰显示体模上靶点的B模式图像,设置感兴趣区域,使得所述感兴趣区域包含一个或多个靶点;

步骤S3:依次读取几何参数列表PL中每一项 P_k ,将该项参数用于超声成像设备对超声体模进行成像,其他参数设置与步骤S2中相同,然后采集显示图像中感兴趣区域图像数据,根据感兴趣区域图像计算图像优劣度量 M_k ;

步骤S4:从所有参数项求得的感兴趣区域图像优劣度量集合 $ML = \{M_k | k=1, 2, L, N\}$,找到最优的图像优劣度量 M_{best} ,该最优图像优劣度量 M_{best} 对应的参数 P_{best} 即为该探头校正得到的最优几何参数,然后将该最优几何参数作为所述探头的几何参数应用于所述超声成像设备的成像;

在上述步骤中,所述超声探头几何参数为曲率半径,或者为阵元间距,或者为扫描宽度,或者为曲率半径和阵元间距,或者为扫描宽度和阵元间距。

2. 根据权利要求1所述的超声探头几何参数的自动校正方法,其特征在于:步骤S2中所述默认的超声探头几何参数 P_{def} 采用探头供应商提供的规格值。

3. 根据权利要求1所述的超声探头几何参数的自动校正方法,其特征在于:步骤S2中所述超声体模为标准超声仿组织体模或自制体模,所述超声体模包含若干靶线。

4. 根据权利要求1所述的超声探头几何参数的自动校正方法,其特征在于:步骤S3中所述图像优劣度量 M_k 采用所述感兴趣区域中所有靶点的面积之和来表示,所述面积为分割结果中该靶点的像素个数,所述根据感兴趣区域图像计算图像优劣度量 M_k ,具体为:在感兴趣区域图像中寻找所有靶点,并计算所有靶点的面积之和;步骤S4中所述最优的图像优劣度量等同于该所有靶点所有面积之和中的最小值。

5. 根据权利要求1所述的超声探头几何参数的自动校正方法,其特征在于:步骤S3中所述图像优劣度量 M_k 采用感兴趣区域中所有靶点的平均面积来表示,所述面积为分割结果中该靶点的像素个数,所述根据感兴趣区域图像计算图像优劣度量 M_k ,具体为:在感兴趣区域图像中寻找所有靶点,并计算所有靶点的平均面积;步骤S4中所述最优的图像优劣度量 M_{best} 为该所有靶点平均面积中的最小值。

6. 根据权利要求4或5所述的超声探头几何参数的自动校正方法,其特征在于:所述寻找所有靶点过程具体为:以像素值大于某个阈值为准则对图像进行分割,分割的结果视为靶点;所述阈值人为设定或自适应确定。

7. 一种超声探头几何参数自动校正装置,其连接到超声成像设备,包括几何参数列表计算及存储模块(110)、采集模块(120)、图像优劣度计算模块(130)和参数选取模块(140),其特征在于:

所述超声探头几何参数为曲率半径,或者为阵元间距,或者为扫描宽度,或者为曲率半径和阵元间距,或者为扫描宽度和阵元间距;

所述几何参数列表计算及存储模块(110),用于计算待校正几何参数列表并进行存储;

所述采集模块(120),用于依次读取几何参数列表并将各几何参数设置到超声成像设

备,采集到图像;

所述图像优劣度计算模块(130),用于在所述采集到的图像中寻找靶点,并计算图像优劣度;

所述参数选取模块(140),用于在所有参数项求得的图像优劣度量集合中选择最优的图像优劣度量及其对应的参数,并将该最优几何参数作为所述探头的几何参数应用于所述超声成像设备的成像。

超声探头几何参数自动校正方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及超声诊断设备技术领域,特别是涉及一种超声探头几何参数自动校正方法和装置。

背景技术

[0002] 医用超声成像设备因其无创、实时、便捷等优点,在现代医学成像中占有重要位置。优质的超声图像能为临床提供更准确的诊断信息。超声图像的质量与超声探头、主机系统以及显示器等密切相联。其中,超声探头作为超声的发射和接收组件,是超声成像设备中重要组成部分。描述超声探头几何特征参数,在超声成像设备中被用于扫描控制、发射和接收聚焦、DSC变换等过程。超声探头几何参数的准确性,是影响超声图像质量的关键因素之一。如果超声探头的实际几何参数与超声成像设备中所使用的参数有较大偏离,会导致发射和接收聚焦不能达到最优,DSC变换存在较大误差,从而降低图像的横向分辨率和几何位置精度,即降低了图像质量。为了获得最优的图像质量,在超声成像设备中需要使用能够提供最优图像质量的超声探头几何参数。

[0003] 不同类型的探头具有不同的几何参数。即使是同一种探头同一批次的两只探头,由于探头在生产过程中不可避免地引入误差,也会存在几何参数上微小差别。探头生产商提供给超声设备生产厂商的探头规格书会包含探头的几何参数,但该参数只是统计均值,并非所有探头严格符合该数值。在超声设备生产过程中,需要对每只探头在均值参数的基础上进行校正,达到最优参数,以提供最优质量的图像。一种解决方案是,人为输入各参数的经验值,根据某种法则,判定最优的一组几何参数,作为该探头的几何参数。但这种解决方案需要耗费大量人力和时间,在实际生产过程中是不可取的。另一种解决方案是提供一种装置,能够自动搜索判定出最优的一组几何参数,高效完成该任务。

[0004] 专利CN102871685B提供了一种超声探头几何参数的校正方法,该方法采集设定的几何参数对应的感兴趣区域内I、Q数据,并对I、Q数据求幅度后进行二维傅里叶变换,求取某一范围内的频率能量值,以能量值作为判断依据找到最优几何参数。该方法确实能够解决上述问题。实际情况中,中间过程的I、Q数据对超声诊断设备用户是不可见的,而最终显示在显示设备上的超声图像对用户来说更为直观。此外,超声图像的分辨率和几何位置精度也是通过最终显示的图像而非中间过程的数据来进行测量的。根据最终显示的超声图像的质量作为判断依据更适合用于自动寻找最优的探头几何参数。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于克服上述不足,提供一种超声探头几何参数的自动校正方法和装置,使超声诊断设备能使用最优超声探头几何参数得到最优质量的图像。

[0006] 本发明的目的是通过以下技术方案实现的:

[0007] 一种超声探头几何参数的自动校正方法,其特殊之处在于:它包括如下步骤:

[0008] 步骤S1:确定超声探头几何参数列表PL,记 $PL = \{P_k | k=1, 2, L, N\}$;

[0009] 步骤S2:超声成像设备使用默认的超声探头几何参数 P_{def} ,连接超声探头与超声成像设备,将超声探头固定于超声体模上方,使超声成像设备处于正常工作状态,调节设备参数,使显示设备能清晰显示体模上靶点的B模式图像,设置感兴趣区域,使得所述感兴趣区域包含一个或多个靶点;

[0010] 步骤S3:依次读取几何参数列表PL中每一项 P_k ,将该项参数用于超声成像设备对超声体模进行成像,其他参数设置与步骤S2中相同,然后采集显示图像中感兴趣区域图像数据,根据感兴趣区域图像计算图像优劣度量 M_k ;

[0011] 步骤S4:从所有参数项求得的感兴趣区域图像优劣度量集合 $ML = \{M_k | k = 1, 2, L, N\}$,找到最优的图像优劣度量 M_{best} ,该最优图像优劣度量 M_{best} 对应的参数 P_{best} 即为该探头校正得到的最优几何参数,然后将该最优几何参数作为所述探头的几何参数应用于所述超声成像设备的成像;

[0012] 在上述步骤中,所述超声探头几何参数为曲率半径,或者为阵元间距,或者为扫描宽度,或者为曲率半径和阵元间距,或者为扫描宽度和阵元间距。

[0013] 优选地,步骤S2中所述默认的超声探头几何参数 P_{def} 采用探头供应商提供的规格值。

[0014] 优选地,步骤S2中所述超声体模为标准超声仿组织体模或自制体模,所述超声体模包含若干靶线。

[0015] 进一步地,步骤S3中所述图像优劣度量 M_k 采用所述感兴趣区域中所有靶点的面积之和来表示,所述面积为分割结果中该靶点的像素个数,所述根据感兴趣区域图像计算图像优劣度量 M_k ,具体为:在感兴趣区域图像中寻找所有靶点,并计算所有靶点的面积之和;步骤S4中所述最优的图像优劣度量等同于该所有靶点所有面积之和中的最小值。

[0016] 进一步地,步骤S3中所述图像优劣度量 M_k 采用感兴趣区域中所有靶点的平均面积来表示,所述面积为分割结果中该靶点的像素个数,所述根据感兴趣区域图像计算图像优劣度量 M_k ,具体为:在感兴趣区域图像中寻找所有靶点,并计算所有靶点的平均面积;步骤S4中所述最优的图像优劣度量 M_{best} 为该所有靶点平均面积中的最小值。

[0017] 更进一步地,所述寻找所有靶点过程具体为:以像素值大于某个阈值为准则对图像进行分割,分割的结果视为靶点;所述阈值人为设定或自适应确定。

[0018] 本发明还提供一种超声探头几何参数自动校正装置,其连接到超声成像设备,包括几何参数列表计算及存储模块、采集模块、图像优劣度计算模块和参数选取模块,其特殊之处在于:

[0019] 所述超声探头几何参数为曲率半径,或者为阵元间距,或者为扫描宽度,或者为曲率半径和阵元间距,或者为扫描宽度和阵元间距;

[0020] 所述几何参数列表计算及存储模块,用于计算待校正几何参数列表并进行存储;

[0021] 所述采集模块,用于依次读取几何参数列表并将各几何参数设置到超声成像设备,采集到图像;

[0022] 所述图像优劣度计算模块,用于在所述采集到的图像中寻找靶点,并计算图像优劣度;

[0023] 所述参数选取模块,用于在所有参数项求得的图像优劣度量集合中选择最优的图像优劣度量及其对应的参数,并将该最优几何参数作为所述探头的几何参数应用于所述超

声成像设备的成像。

[0024] 本发明提供的超声探头几何参数的自动校正方法和装置适用于探头,包括并不限于凸阵、微凸阵、线阵、相控阵。

[0025] 本发明的有益效果是:

[0026] 本发明提供的超声探头几何参数的自动校正方法和装置,在探头规格中的几何参数基础上,对每只探头都能自动自适应寻找到提供最优图像质量的几何参数,将该最优几何参数提供给超声成像设备,可以得到最佳分辨率和几何位置精度的超声图像,从而提高图像质量。

附图说明

[0027] 图1为本发明提供的一种超声探头几何参数的自动校正方法的流程图;

[0028] 图2为本发明提供的一种超声探头几何参数的自动校正装置的结构示意图;

[0029] 图3为实施例一的超声探头几何参数列表;

[0030] 图4为实施例一采用默认的超声探头几何参数对体模的成像及设置的感兴趣区域;

[0031] 图5为实施例一采用探头几何参数列表 P_1 项对体模成像的感兴趣区域图像;

[0032] 图6为对图5的分割结果;

[0033] 图7为实施例二的超声探头几何参数列表;

[0034] 图8为实施例二采用默认的超声探头几何参数对体模的成像及设置的感兴趣区域;

[0035] 图9为实施例二采用探头几何参数列表 P_1 项对体模成像的感兴趣区域图像;

[0036] 图10为对图9的分割结果;

[0037] 图11为实施例三的超声探头几何参数列表;

[0038] 图12为实施例三采用默认的超声探头几何参数对体模的成像及设置的感兴趣区域;

[0039] 图13为实施例三采用探头几何参数列表 $P_{1,1}$ 项对体模成像的感兴趣区域图像;

[0040] 图14为对图13的分割结果。

[0041] 图中,几何参数列表计算及存储模块110、采集模块120、图像优劣度计算模块130、参数选取模块140。

具体实施方式

[0042] 下面详细描述本发明的实施例。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,仅用于解释本发明,而不能理解为对本发明的限制。

[0043] 实施例一

[0044] 下面以几何参数为超声探头曲率半径,其出厂规格为60mm的凸阵对本发明实施例的超声探头几何参数的自动校正方法进行详细说明。

[0045] 本发明提供的一种超声探头几何参数的自动校正方法,包括如下步骤:

[0046] 步骤S1:确定超声探头几何参数列表 $PL = \{P_k | k = 1, 2, L, N\}$,本实施例中 P_k 仅包含曲率半径取值 R_i ,即 $P_k = \{R_i\}$;

[0047] 参数列表PL中的各项 R_i 值由探头的工程参数决定。可以由如下两种方式产生：

[0048] 方式1： R_i 直接由经验参数给出；

[0049] 方式2：给出 R_i 取值范围 $[R_{\min}, R_{\max}]$ 及步进值 R_{step} ，生成 R_i 的值：

$$[0050] \quad R_i = R_{\min} + (i-1) * R_{\text{step}} \quad (1)$$

[0051] $R_{\min} \leq R_i \leq R_{\max}$ ， R_{\min} 按经验可取 $R_{\min} = 0.9 * R_{\text{def}}$ ， R_{\max} 按经验可取 $R_{\max} = 1.1 * R_{\text{def}}$ ， R_{def} 为供应商提供的探头曲率半径出厂规格值。步进值 R_{step} 按经验可按式(2)取值：

$$[0052] \quad R_{\text{step}} = \begin{cases} 0.05, & R_{\text{def}} \leq 20 \\ 0.1, & R_{\text{def}} > 20 \end{cases} \quad (2)$$

[0053] 曲率半径出厂规格为60mm的凸阵探头 $R_{\text{def}} = 60\text{mm}$ ，使用方式2确定 R_i 过程如下：确定曲率半径取值范围为 $[R_{\min}, R_{\max}] = [54, 66]$ ，步进值 $R_{\text{step}} = 0.1$ ，则由式(1)得

$$[0054] \quad R_i = R_{\min} + (i-1) * R_{\text{step}} = 54 + (i-1) * 0.1, i = 1, 2, L, N, N = 121 \quad (3)$$

[0055] 此时参数列表PL各项值如图3所示。参数列表PL取值并不限于此。

[0056] 步骤S2：超声成像设备使用默认的超声探头几何参数 P_{def} ，连接超声探头与超声成像设备，将超声探头固定于超声体模上方，使超声成像设备处于正常工作状态，调节设备参数，使显示设备能清晰显示体模上靶点的B模式图像，设置感兴趣区域；

[0057] 默认的超声探头几何参数 P_{def} 采用探头供应商提供的规格值，即取 $P_{\text{def}} = \{R_{\text{def}} = 60\}$ 。此处使用标准仿组织体模进行成像。调整超声成像设备参数如深度、焦点位置、增益、TGC等，使其对体模上的靶点清晰成像，成像结果如图4所示，靶点处具有高亮度。设置感兴趣区域如图4中的虚线方框所示。

[0058] 步骤S3：依次读取几何参数列表PL中每一项 P_k ($k = 1, 2, L, N$)，将该项参数用于超声成像设备对超声体模进行成像，其他参数设置同步骤S2中相同。采集显示图像中感兴趣区域图像数据，根据感兴趣区域图像计算图像优劣度量 M_k ($k = 1, 2, L, N$)；

[0059] 读取 $P_1 = \{R_1 = 54\}$ ，将此值用于对体模成像，得到感兴趣区域图像如图5所示。像素值阈值 Th 按经验取值128，使用像素值阈值 Th 对感兴趣区域图像进行分割，分割结果如图6所示，白色区域为靶点部分。一般地，体模中含有若干靶点，此时分割结果中会包含所有靶点。

[0060] 计算图像优劣度量可采用如下两种方式：

[0061] 方式1：求感兴趣区域中所有靶点面积之和；

[0062] 方式2：求感兴趣区域中所有靶点的平均面积。

[0063] 某一靶点的面积定义为分割结果中该靶点的像素个数。

[0064] 选取上述任一方式求得 P_1 对应的图像优劣度量 M_1 。

[0065] 依次读取 P_2, P_3, \dots, P_{121} ，按照读取 P_1 后相同的操作计算得到对应的图像优劣度量 M_2, M_3, \dots, M_{121} 。

[0066] 步骤S4：对所有参数项求得的图像优劣度量集合 $ML = \{M_1, M_2, L, M_N\}$ ，找到最优的图像优劣度量 M_{best} ，该最优图像优劣度量 M_{best} 对应的几何参数 P_{best} 即为该探头校正得到的最优几何参数。并将该最优几何参数作为所述探头的几何参数应用于所述超声成像设备的成像。

[0067] 如果计算图像优劣度量是按照上述步骤S3中五种方式中任一种进行的，那么此步骤最优图像优劣度量 M_{best} 即为 ML 中最小的值，其对应的几何参数 P_{best} 即为该探头校正得到

的最优曲率半径参数。

[0068] 几何参数为扫描宽度时的超声探头几何参数的自动校正方法的实施与实施例一相同,不再一一详细描述。

[0069] 实施例二

[0070] 下面以几何参数为超声探头阵元间距,其出厂规格为0.78mm的凸阵对本发明实施例的超声探头几何参数的自动校正方法进行详细说明。

[0071] 本发明提供一种超声探头几何参数的自动校正方法,包括如下步骤:

[0072] 步骤S1:确定超声探头几何参数列表 $PL = \{P_k | k=1, 2, L, N\}$,本实施例中 P_k 仅包含阵元间距取值 C_i ,即 $P_k = \{C_i\}$;

[0073] 参数列表 PL 中的各项 C_i 值由探头的工程参数决定。可以由如下两种方式产生:

[0074] 方式1: C_i 直接由经验参数给出;

[0075] 方式2:给出 C_i 取值范围 $[C_{min}, C_{max}]$ 及步进值 C_{step} ,生成 C_i 的值:

[0076] $C_i = C_{min} + (i-1) * C_{step}$ (4)

[0077] $C_{min} \leq C_i \leq C_{max}$, C_{min} 按经验可取 $C_{min} = 0.9 * C_{def}$, C_{max} 按经验可取 $C_{max} = 1.1 * C_{def}$, C_{def} 为供应商提供的探头曲率半径出厂规格值。步进值 C_{step} 按经验可按式(5)取值:

$$[0078] \quad C_{step} = \begin{cases} 0.0005, & C_{def} \leq 0.5 \\ 0.001, & C_{def} > 0.5 \end{cases} \quad (5)$$

[0079] 阵元间距出厂规格为0.78mm的凸阵探头 $C_{def} = 0.78\text{mm}$,使用方式2确定 C_i 过程如下:确定曲率半径取值范围为 $[C_{min}, C_{max}] = [0.702, 0.858]$,步进值 $C_{step} = 0.001$,则由式(4)得

[0080] $C_i = C_{min} + (i-1) * C_{step} = 0.702 + (i-1) * 0.001, i=1, 2, L, N, N=157$ (6)

[0081] 此时参数列表 PL 各项值如图7所示。参数列表 PL 取值并不限于此。

[0082] 步骤S2:超声成像设备使用默认的超声探头几何参数 P_{def} ,连接超声探头与超声成像设备,将超声探头固定于超声体模上方,使超声成像设备处于正常工作状态,调节设备参数,使显示设备能清晰显示体模上靶点的B模式图像,设置感兴趣区域;

[0083] 默认的超声探头几何参数 P_{def} 采用探头供应商提供的规格值,即取 $P_{def} = \{C_{def} = 0.78\}$ 。此处使用标准仿组织体模进行成像。调整超声成像设备参数如深度、焦点位置、增益、TGC等,使其对体模上的靶点清晰成像,成像结果如图8所示,靶点处具有高亮度。设置感兴趣区域如图8中的虚线方框所示。

[0084] 步骤S3:依次读取几何参数列表 PL 中每一项 $P_k (k=1, 2, L, N)$,将该项参数用于超声成像设备对超声体模进行成像,其他参数设置同步骤S2中相同。采集显示图像中感兴趣区域图像数据,根据感兴趣区域图像计算图像优劣度量 $M_k (k=1, 2, L, N)$;

[0085] 读取 $P_1 = \{C_1 = 0.702\}$,将此值用于成像,得到感兴趣区域图像如图9所示。像素值阈值 Th 按经验取值128,使用像素值阈值 Th 对感兴趣区域图像进行分割,分割结果如图10所示,白色区域为靶点部分。一般地,体模中含有若干靶点,此时分割结果中会包含所有靶点。

[0086] 计算图像优劣度量可采用如下两种方式:

[0087] 方式1:求感兴趣区域中所有靶点面积之和;

[0088] 方式2:求感兴趣区域中所有靶点的平均面积。

[0089] 某一靶点的面积定义为分割结果中该靶点的像素个数。

[0090] 选取上述任一方式求得 P_1 对应的图像优劣度量 M_1 。

[0091] 依次读取 P_2, P_3, \dots, P_{157} , 按照读取 P_1 后相同的操作计算得到对应的图像优劣度量 M_2, M_3, \dots, M_{157} 。

[0092] 步骤S4: 对所有参数项求得的图像优劣度量集合 $ML = \{M_1, M_2, L, M_N\}$, 找到最优的图像优劣度量 M_{best} , 该最优图像优劣度量 M_{best} 对应的几何参数 P_{best} 即为该探头校正得到的最优几何参数。并将该最优几何参数作为所述探头的几何参数应用于所述超声成像设备的成像。

[0093] 如果计算图像优劣度量是按照上述步骤S3中五种方式中任一种进行的, 那么此步骤最优图像优劣度量 M_{best} 即为 ML 中最小的值, 其对应的几何参数 P_{best} 即为该探头校正得到的最优阵元间距参数。

[0094] 实施例三

[0095] 下面以几何参数为超声探头曲率半径和阵元间距, 曲率半径出厂规格为60mm, 阵元间距出厂规格为0.78mm的凸阵对本发明实施例的超声探头几何参数的自动校正方法进行详细说明。

[0096] 本发明提供了一种超声探头几何参数的自动校正方法, 包括如下步骤:

[0097] 步骤S1: 确定超声探头几何参数列表 $PL = \{P_{i,j} | i = 1, 2, L, N_1, j = 1, 2, L, N_2\}$, 本实施例中 $P_{i,j}$ 包含曲率半径取值 R_i 和阵元间距取值 C_j , 即 $P_{i,j} = \{R_i, C_j\}$;

[0098] 参数列表 PL 中的各项 R_i 值和 C_j 值由探头的工程参数决定。可以由如下两种方式产生:

[0099] 方式1: R_i, C_j 直接由经验参数给出;

[0100] 方式2: 给出 R_i 取值范围 $[R_{min}, R_{max}]$ 及步进值 R_{step} , 生成 R_i 的值; 给出 C_j 取值范围 $[C_{min}, C_{max}]$ 及步进值 C_{step} , 生成 C_j 的值:

$$[0101] \quad R_i = R_{min} + (i-1) * R_{step} \quad (7)$$

$$[0102] \quad C_j = C_{min} + (j-1) * C_{step} \quad (8)$$

[0103] $R_{min} \leq R_i \leq R_{max}$, R_{min} 按经验可取 $R_{min} = 0.9 * R_{def}$, R_{max} 按经验可取 $R_{max} = 1.1 * R_{def}$, R_{def} 为供应商提供的探头曲率半径出厂规格值。步进值 R_{step} 按经验可按式(9)取值:

$$[0104] \quad R_{step} = \begin{cases} 0.05, & R_{def} \leq 20 \\ 0.1, & R_{def} > 20 \end{cases} \quad (9)$$

[0105] $C_{min} \leq C_i \leq C_{max}$, C_{min} 按经验可取 $C_{min} = 0.9 * C_{def}$, C_{max} 按经验可取 $C_{max} = 1.1 * C_{def}$, C_{def} 为供应商提供的探头曲率半径出厂规格值。步进值 C_{step} 按经验可按式(10)取值:

$$[0106] \quad C_{step} = \begin{cases} 0.0005, & C_{def} \leq 0.5 \\ 0.001, & C_{def} > 0.5 \end{cases} \quad (10)$$

[0107] 曲率半径出厂规格为60mm的凸阵探头 $R_{def} = 60\text{mm}$, 使用方式2确定 R_i 过程如下: 确定曲率半径取值范围为 $[R_{min}, R_{max}] = [54, 66]$, 步进值 $R_{step} = 0.1$, 则由式(7)得

$$[0108] \quad R_i = R_{min} + (i-1) * R_{step} = 54 + (i-1) * 0.1, i = 1, 2, L, N_1, N_1 = 121 \quad (11)$$

[0109] 阵元间距出厂规格为0.78mm的凸阵探头 $C_{def} = 0.78\text{mm}$, 使用方式2确定 C_j 过程如下: 确定曲率半径取值范围为 $[C_{min}, C_{max}] = [0.702, 0.858]$, 步进值 $C_{step} = 0.001$, 则由式(8)得

[0110] $C_i = C_{\min} + (i-1) * C_{\text{step}} = 0.702 + (i-1) * 0.001, i = 1, 2, L, N_2, N_2 = 157$ (12)

[0111] 此时参数列表PL各项值如图11所示。参数列表PL取值并不限于此。

[0112] 步骤S2:超声成像设备使用默认的超声探头几何参数 P_{def} ,连接超声探头与超声成像设备,将超声探头固定于超声体模上方,使超声成像设备处于正常工作状态,调节设备参数,使显示设备能清晰显示体模上靶点的B模式图像,设置感兴趣区域;

[0113] 默认的超声探头几何参数 P_{def} 采用探头供应商提供的规格值,即取 $P_{\text{def}} = \{R_{\text{def}} = 60, C_{\text{def}} = 0.78\}$ 。此处使用标准仿组织体模进行成像。调整超声成像设备参数如深度、焦点位置、增益、TGC等,使其对体模上的靶点清晰成像,成像结果如图12所示,靶点处具有高亮度。设置感兴趣区域如图12中的虚线方框所示。

[0114] 步骤S3:依次读取几何参数列表PL中每一项 $P_{i,j}$ ($i = 1, 2, L, N_1, j = 1, 2, L, N_2$),将该项参数用于超声成像设备对超声体模进行成像,其他参数设置同步骤S2中相同。采集显示图像中感兴趣区域图像数据,根据感兴趣区域图像计算图像优劣度量 $M_{i,j}$ ($i = 1, 2, L, N_1, j = 1, 2, L, N_2$);

[0115] 读取 $P_{1,1} = \{R_1 = 54, C_1 = 0.702\}$,将此值用于成像,得到感兴趣区域图像如图13所示。像素值阈值 Th 按经验取值128,使用像素值阈值 Th 对感兴趣区域图像进行分割,分割结果如图14所示,白色区域为靶点部分。一般地,体模中含有若干靶点,此时分割结果 T 中会包含所有靶点,此时分割结果中会包含所有靶点。

[0116] 计算图像优劣度量可采用如下两种方式:

[0117] 方式1:求感兴趣区域中所有靶点面积之和;

[0118] 方式2:求感兴趣区域中所有靶点的平均面积。

[0119] 某一靶点的面积定义为分割结果中该靶点的像素个数。

[0120] 选取上述任一方式求得 $P_{1,1}$ 对应的图像优劣度量 $M_{1,1}$ 。

[0121] 依次读取 $P_{1,2}, P_{1,3}, \dots, P_{121,157}$,按照读取 P_i 后相同的操作计算得到对应的图像优劣度量 $M_{1,2}, M_{1,3}, \dots, M_{121,157}$ 。

[0122] 步骤S4:对所有参数项求得的图像优劣度量集合

[0123] $ML = \{M_{i,j} | i = 1, 2, L, N_1, j = 1, 2, L, N_2\}$,找到最优的图像优劣度量 M_{best} ,该最优图像优劣度量 M_{best} 对应的几何参数 P_{best} 即为该探头校正得到的最优几何参数。并将该最优几何参数作为所述探头的几何参数应用于所述超声成像设备的成像。如果计算图像优劣度量是按照上述步骤S3中五种方式中任一种进行的,那么此步骤最优图像优劣度量 M_{best} 即为 ML 中最小的值,其对应的几何参数 P_{best} 即为该探头校正得到的最优曲率半径和阵元间距参数。

[0124] 几何参数为扫描宽度和阵元间距时的超声探头几何参数的自动校正方法的实施与实施例三相同,不再一一详细描述。

[0125] 实施例四

[0126] 相应地,基于同一发明构思,本发明还提供一种超声探头几何参数的自动校正装置,其连接到超声成像设备,如图2所示,包括几何参数列表计算及存储模块110、采集模块120、图像优劣度计算模块130和参数选取模块140,其中:

[0127] 所述超声探头几何参数或者为曲率半径,或者为阵元间距,或者为扫描宽度,或者为曲率半径和阵元间距,或者为扫描宽度和阵元间距;

[0128] 所述几何参数列表计算及存储模块110,用于计算待校正几何参数列表并进行存储;

[0129] 所述采集模块120,用于依次读取几何参数列表并将各几何参数设置到超声成像设备,采集到图像;

[0130] 所述图像优劣度计算模块130,用于在所述采集到的图像中寻找靶点,并计算图像优劣度;

[0131] 所述参数选取模块140,用于在所有参数项求得的图像优劣度量集合中选择最优的图像优劣度量及其对应的参数,并将该最优几何参数作为所述探头的几何参数应用于所述超声成像设备的成像。

[0132] 本发明实施例四中的超声探头几何参数的自动校正装置,其校正工作过程与实施例一、二、三相同,因此,在本发明实施例中不再一一详细描述。

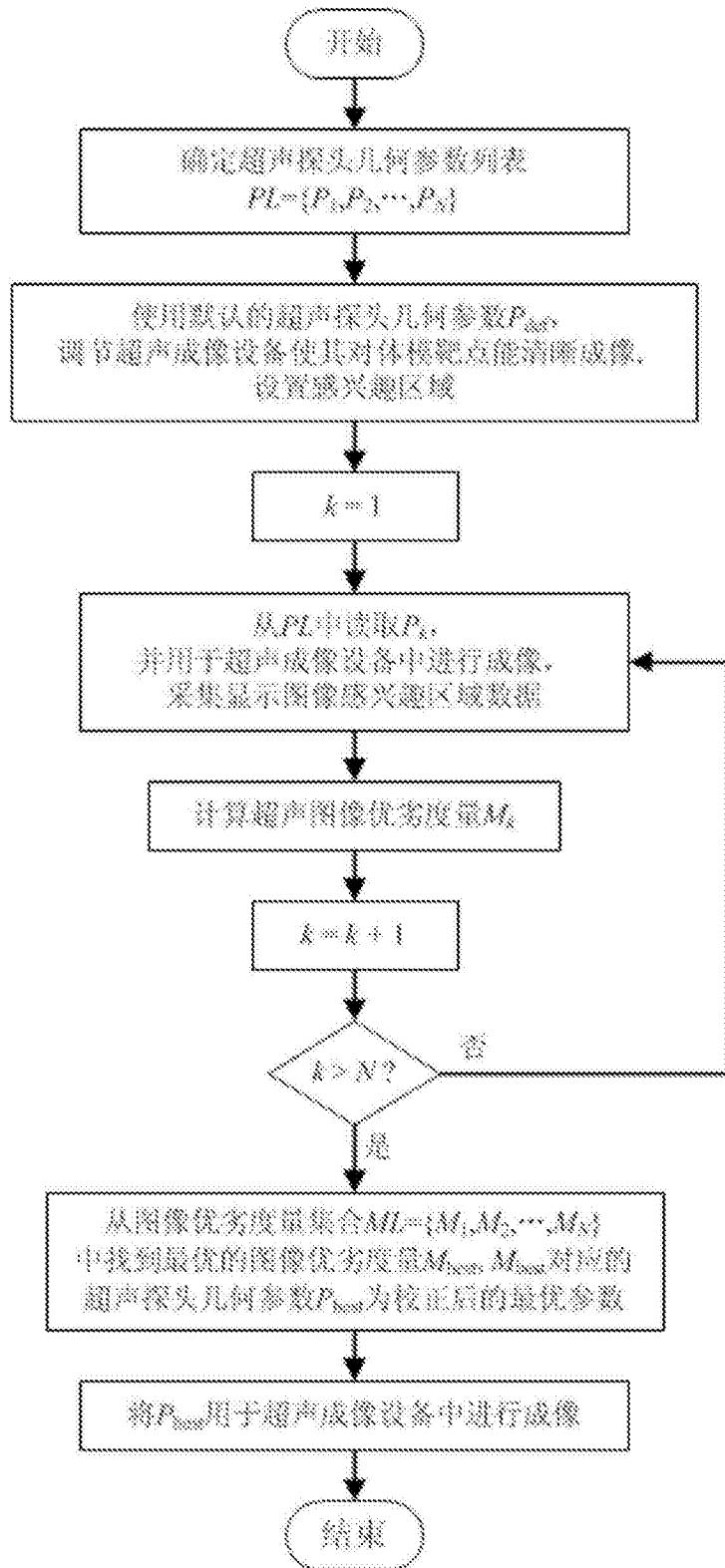


图1

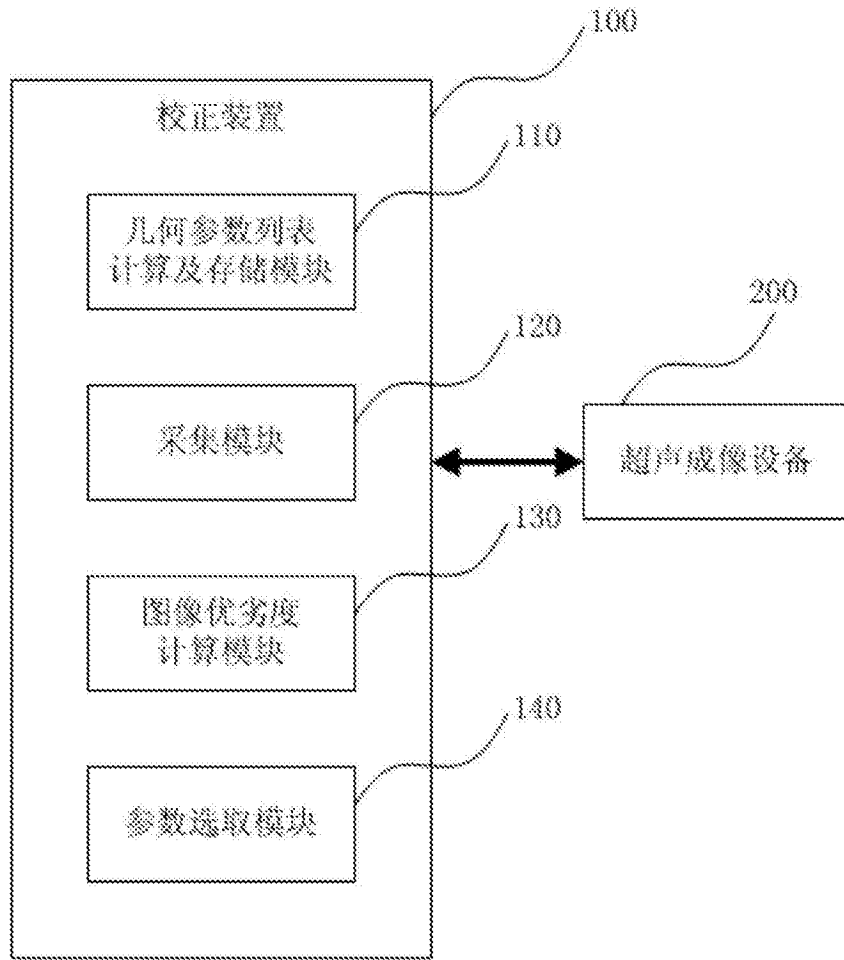


图2

参数列表PL

P_1	$R_1=54.0$
P_2	$R_2=54.1$
P_3	$R_3=54.2$
...	...
P_k	$R_i=54+(i-1)*0.1$
...	...
P_{120}	$R_{120}=65.9$
P_{121}	$R_{121}=66.0$

图3

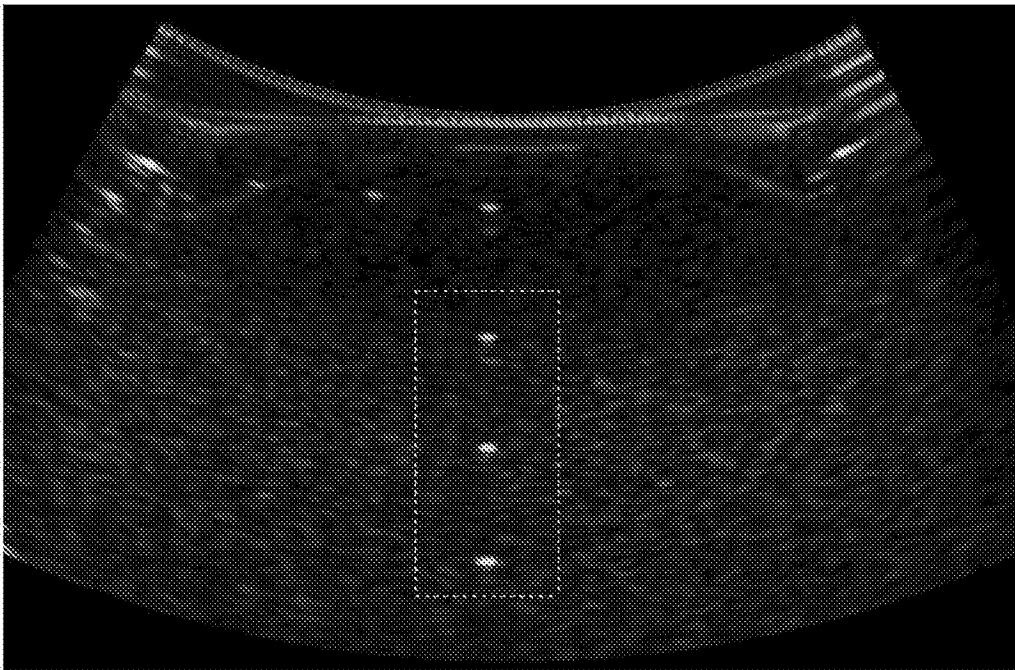


图4

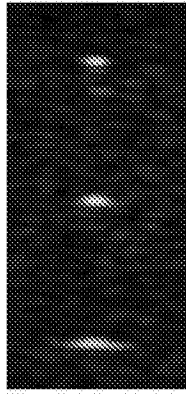


图5



图6

参数列表PL

P_1	$C_1=0.702$
P_2	$C_2=0.703$
P_3	$C_3=0.704$
...	...
P_i	$C_i=0.702+(i-1)*0.001$
...	...
P_{156}	$C_{156}=0.857$
P_{157}	$C_{157}=0.858$

图7

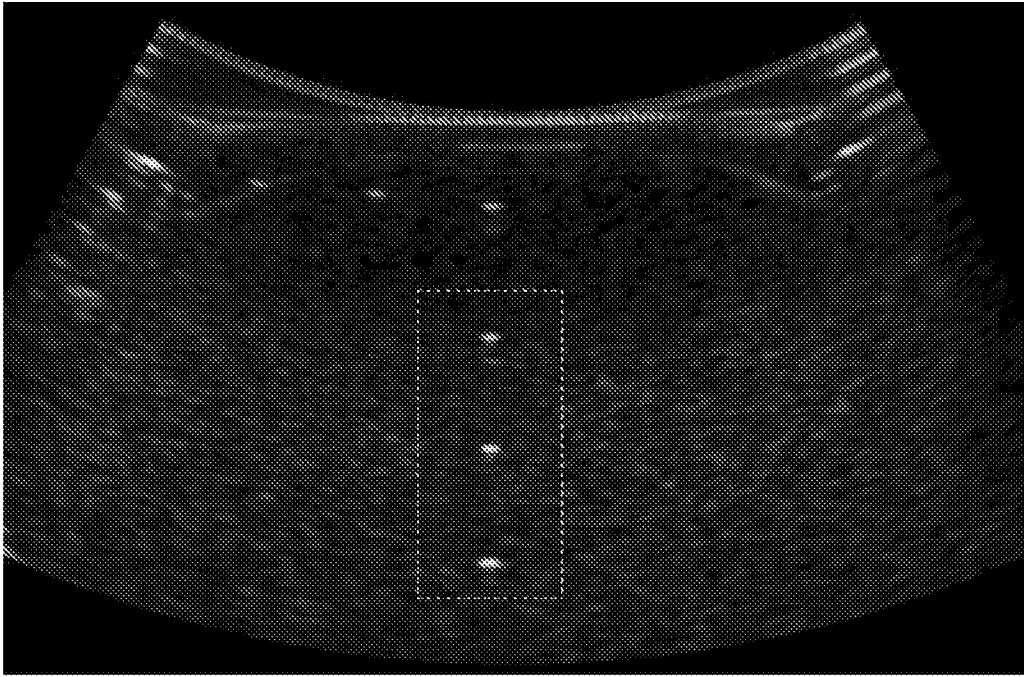


图8

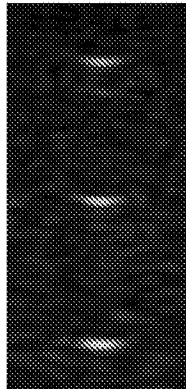


图9



图10

参数列表PL

$P_{1,1} = \{R_1, C_1\}$	$P_{1,2} = \{R_1, C_2\}$	...	$P_{1,j} = \{R_1, C_j\}$	...	$P_{1,157} = \{R_1, C_{157}\}$
$P_{2,1} = \{R_2, C_1\}$	$P_{2,2} = \{R_2, C_2\}$	...	$P_{2,j} = \{R_2, C_j\}$	...	$P_{2,157} = \{R_2, C_{157}\}$
...
$P_{i,1} = \{R_i, C_1\}$	$P_{i,2} = \{R_i, C_2\}$	...	$P_{i,j} = \{R_i, C_j\}$	...	$P_{i,157} = \{R_i, C_{157}\}$
...
$P_{121} = \{R_{121}, C_1\}$	$P_{122} = \{R_{121}, C_2\}$	...	$P_{12j} = \{R_{121}, C_j\}$	...	$P_{12157} = \{R_{121}, C_{157}\}$

其中： $R_i = 54 + (i - 1) * 0.1$, $C_j = 0.702 + (j - 1) * 0.001$

图11

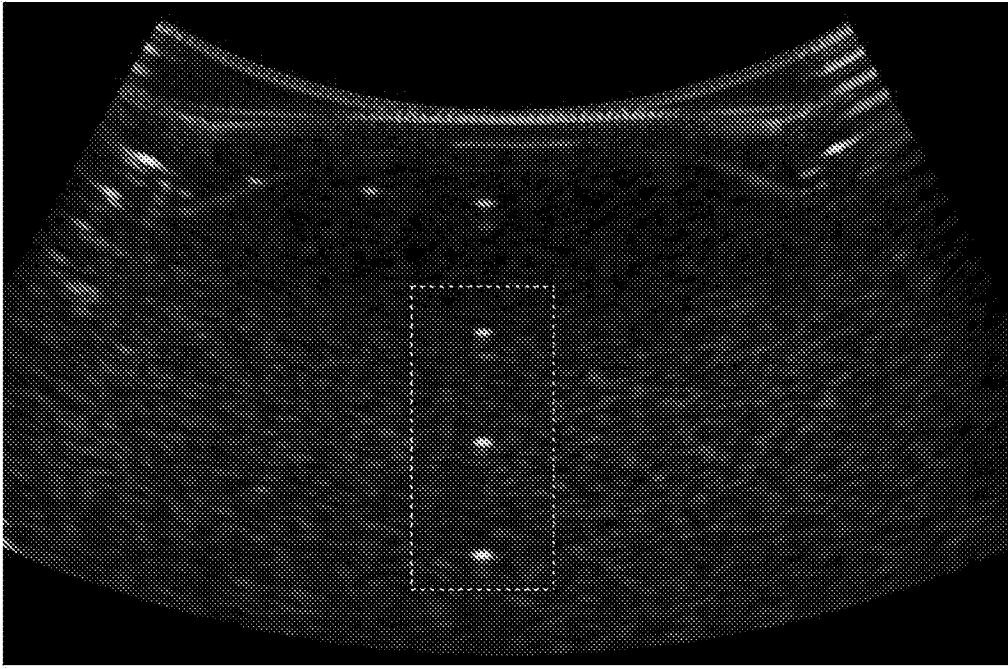


图12

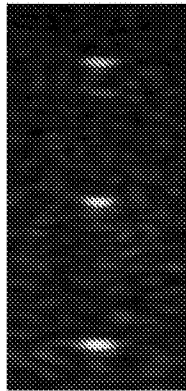


图13

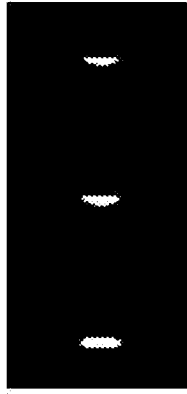


图14

专利名称(译)	超声探头几何参数自动校正方法和装置		
公开(公告)号	CN104997533B	公开(公告)日	2017-11-14
申请号	CN201510348976.2	申请日	2015-06-23
[标]申请(专利权)人(译)	武汉超信电子工程有限公司		
申请(专利权)人(译)	武汉超信电子工程有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	武汉超信电子工程有限公司		
[标]发明人	杜春宁 胡立钢 彭江 段西尧		
发明人	杜春宁 胡立钢 彭江 段西尧		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/4444 A61B8/4466 A61B8/4488 A61B8/58		
代理人(译)	张大威		
审查员(译)	桂林		
其他公开文献	CN104997533A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供一种超声探头几何参数的自动校正方法，它包括如下步骤：确定超声探头几何参数列表；使用默认的超声探头几何参数，调节设备参数，设置感兴趣区域；读取几何参数列表中每一项，将该项参数用于超声成像设备对超声体模进行成像，采集显示图像中感兴趣区域图像数据；根据感兴趣区域图像计算图像优劣度量；另外本发明还提供与其相关的超声探头几何参数的自动校正装置；本发明在探头规格中的几何参数基础上，对每只探头都能自动自适应寻找到提供最优图像质量的几何参数，将该最优几何参数提供给超声成像设备，可以得到最佳分辨率和几何位置精度的超声图像，从而提高图像质量。

