



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109259793 A

(43)申请公布日 2019.01.25

(21)申请号 201810756587.7

(22)申请日 2018.07.11

(71)申请人 浙江京新术派医疗科技有限公司

地址 310000 浙江省杭州市滨江区浦沿街道六和路368号一幢北三楼B3188

(72)发明人 姚舜 谢卫国 卢焕翔 魏嵬
徐宁

(74)专利代理机构 北京邦信阳专利商标代理有限公司 11012

代理人 张伟杰

(51)Int.Cl.

A61B 8/00(2006.01)

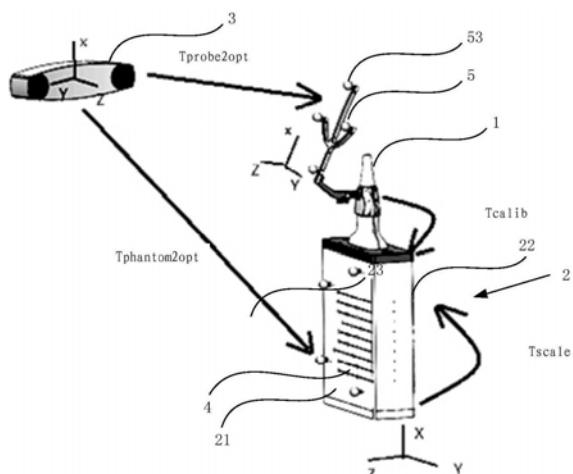
权利要求书3页 说明书9页 附图5页

(54)发明名称

超声校准系统、方法、电子设备及存储介质

(57)摘要

本发明公开超声校准系统、方法、电子设备及存储介质,超声校准系统包括:超声探头、校准器及其校准支架、以及追踪相机;校准器至少包括第一侧壁和第二侧壁,第一侧壁和第二侧壁形成能容置校准线的校准空间,第一侧壁和第二侧壁上设置有多组用于穿入校准线的校准孔组,每组校准孔组包括设置在第一侧壁的校准孔以及设置在第二侧壁的校准孔;超声探头设置在校准器上方,且超声探头的扫描面延伸进入校准空间。本发明通过设定校准器,对二维超声设备自动进行三维校准,最终通过校准结果可以把任意一幅二维超声图像上的每一个像素点换算到三维空间坐标中。



1. 一种超声校准系统,其特征在于,包括:超声探头及其校准支架、校准器、以及追踪相机;

所述校准器至少包括第一侧壁和第二侧壁,所述第一侧壁和所述第二侧壁形成能容置校准线的校准空间,所述第一侧壁和所述第二侧壁上设置有多组用于穿入校准线的校准孔组,每组校准孔组包括设置在所述第一侧壁的校准孔以及设置在所述第二侧壁的校准孔,分别穿入任意两组所述校准孔组的校准线相互平行,校准线中点与预设的超声探头扫描平面与的交点为校准线交点,至少具有三个连线为折线的校准线交点;

所述超声探头设置在所述校准器上方,且所述超声探头的扫描面延伸进入所述校准空间。

2. 根据权利要求1所述的超声校准系统,其特征在于,所述校准支架包括与所述超声探头连接的连接段以及设置多个追踪标志的追踪段,所述追踪段所在平面与所述超声探头的中心面形成预设夹角;

所述超声探头上校准支架上的追踪标志和校准器上追踪标志在所述追踪相机的观测范围内。

3. 根据权利要求1所述的超声校准系统,其特征在于,所述校准孔为多边形校准孔。

4. 根据权利要求1所述的超声校准系统,其特征在于,多个校准孔在第一侧壁和第二侧壁形成的图案为不对称图案。

5. 一种对如权利要求1~4任一项所述的超声校准系统进行超声校准的方法,其特征在于,包括:执行校准操作,所述校准操作包括:

确定每个校准线交点在所述校准器上的校准器坐标,并获取追踪相机对校准器进行追踪后得到的校准器坐标转换为追踪相机坐标的校准器转换参数;

从所述超声探头扫描得到的超声图像中,确定对每个校准线交点进行扫描得到的成像点在超声图像中的图像坐标,并获取追踪相机对超声探头上校准支架进行追踪后得到的校准支架坐标转换为追踪相机坐标的探头支架转换参数;

选择不少于3个不共线校准线交点作为已知校准线交点,根据校准器转换参数、探头支架转换参数、已知校准线交点的校准器坐标、以及与已知校准线交点对应的成像点的图像坐标,计算得到所述超声图像中的成像点的图像坐标与所述探头支架坐标的转换参数。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述选择不少于3个不共线校准线交点作为已知校准线交点,根据校准器转换参数、探头支架转换参数、已知校准线交点的校准器坐标、以及与已知校准线交点对应的成像点的图像坐标,计算得到所述超声图像中的成像点的图像坐标与所述探头支架坐标的转换参数,具体包括:

获取N个与待计算校准线交点对应的成像点的图像坐标,其中N>=3,将N个图像坐标组成N×3矩阵M,其中矩阵中第n行为 $[(X_{n0}-X_{n1})^2, (Y_{n0}-Y_{n1})^2, L_n]$, (X_{n0}, Y_{n0}) 为矩阵中第n行的第一个成像点的图像坐标, (X_{n1}, Y_{n1}) 为矩阵中第n行的第二个成像点的图像坐标, L_n 为图像坐标 (X_{n0}, Y_{n0}) 的成像点所对应的校准线交点与图像坐标为 (X_{n1}, Y_{n1}) 的成像点所对应的校准线交点在校准器上的距离;

构造 $M \times [Tscale_x^2, Tscale_y^2, -1] = 0$,计算求得Tscale_x和Tscale_y,其中Tscale_x为图像坐标在x轴上的比例转换参数,Tscale_y为图像坐标在y轴上的比例转换参数;

获取至少三个连线为折线的待计算校准线交点的校准器坐标 $(X_0, Y_0, Z_0, 1)$ 、以及对应

的成像点的图像坐标(X1,Y1)；

构造 $T_{calib} \times (T_{scale_x} \times X1, T_{scale_y} \times Y1, 0, 1) = T_{probe2opt}^{-1} \times T_{phantom2opt} \times (X0, Y0, Z0, 1)$ 方程,其中, T_{calib} 为待求探头图像转换参数, $T_{phantom2opt}$ 为校准器转换参数, $T_{probe2opt}$ 为探头支架转换参数;

将所述比例转换参数 T_{scale_x} 、 T_{scale_y} 、所述校准器转换参数 $T_{phantom2opt}$ 、以及所述探头支架转换参数 $T_{probe2opt}$ 作为方程已知参数,即可求解所述待求探头图像转换参数 T_{calib} 。

7.根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述超声探头上设置有校准支架,所述校准支架包括与所述超声探头连接的连接段以及设置多个追踪标志的追踪段,所述追踪段所在平面与所述超声探头的中心面形成预设夹角a,多个所述追踪标志的中心点与所述超声探头的中心面的距离为d,所述超声校准方法还包括:

根据追踪标志确定追踪段所在平面,根据所述预设夹角a和所述距离d确定所述超声探头中心面的位置,进而确定超声图像中成像点所对应校准线交点的实际位置;

当所述超声探头中心面的位置和校准器的预设位置的距离小于预设距离阈值,则执行所述校准操作。

8.一种对如权利要求1~4任一项所述的超声校准系统进行超声校准的电子设备,其特征在于,包括:

至少一个处理器;以及,

与所述至少一个处理器通信连接的存储器;其中,

所述存储器存储有可被所述一个处理器执行的指令,所述指令被所述至少一个处理器执行,以使所述至少一个处理器能够:

执行校准操作,所述校准操作包括:

确定每个校准线交点在所述校准器上的校准器坐标,并获取追踪相机对校准器进行追踪后得到的校准器坐标转换为追踪相机坐标的校准器转换参数;

从所述超声探头扫描得到的超声图像中,确定对每个校准线交点进行扫描得到的成像点在超声图像中的图像坐标,并获取追踪相机对超声探头上校准支架进行追踪后得到的校准支架坐标转换为追踪相机坐标的探头支架转换参数;

选择不少于3个不共线校准线交点作为已知校准线交点,根据校准器转换参数、探头支架转换参数、已知校准线交点的校准器坐标、以及与已知校准线交点对应的成像点的图像坐标,计算得到所述超声图像中的成像点的图像坐标与所述探头支架坐标的转换参数。

9.根据权利要求8所述的电子设备,其特征在于,所述选择不少于3个不共线校准线交点作为已知校准线交点,根据校准器转换参数、探头支架转换参数、已知校准线交点的校准器坐标、以及与已知校准线交点对应的成像点的图像坐标,计算得到所述超声图像中的成像点的图像坐标与所述探头支架坐标的转换参数,具体包括:

获取N个与待计算校准线交点对应的成像点的图像坐标,其中 $N \geq 3$,将N个图像坐标组成 $N \times 3$ 矩阵M,其中矩阵中第n行为 $[(X_{n0}-X_{n1})^2, (Y_{n0}-Y_{n1})^2, L_n]$, (X_{n0}, Y_{n0}) 为矩阵中第n行的第一个成像点的图像坐标, (X_{n1}, Y_{n1}) 为矩阵中第n行的第二个成像点的图像坐标, L_n 为图像坐标 (X_{n0}, Y_{n0}) 的成像点所对应的校准线交点与图像坐标为 (X_{n1}, Y_{n1}) 的成像点所对应的校准线交点在校准器上的距离;

构造 $M \times [Tscale_x^2, Tscale_y^2, -1] = 0$, 计算求得 $Tscale_x$ 和 $Tscale_y$, 其中 $Tscale_x$ 为图像坐标在x轴上的比例转换参数, $Tscale_y$ 为图像坐标在y轴上的比例转换参数;

获取至少三个连线为折线的待计算校准线交点的校准器坐标 $(X_0, Y_0, Z_0, 1)$ 、以及对应的成像点的图像坐标 (X_1, Y_1) ;

构造 $Tcalib \times (Tscale_x \times X_1, Tscale_y \times Y_1, 0, 1) = Tprobe2opt^{-1} \times Tphantom2opt \times (X_0, Y_0, Z_0, 1)$ 方程, 其中, $Tcalib$ 为待求探头图像转换参数, $Tphantom2opt$ 为校准器转换参数, $Tprobe2opt$ 为探头支架转换参数;

将所述比例转换参数 $Tscale_x$ 、 $Tscale_y$ 、所述校准器转换参数 $Tphantom2opt$ 、以及所述探头支架转换参数 $Tprobe2opt$ 作为方程已知参数, 即可求解所述待求探头图像转换参数 $Tcalib$ 。

10. 根据权利要求8所述的电子设备, 其特征在于, 所述超声探头上设置有校准支架, 所述校准支架包括与所述超声探头连接的连接段以及设置多个追踪标志的追踪段, 所述追踪段所在平面与所述超声探头的中心面形成预设夹角 a , 多个所述追踪标志的中心点与所述超声探头的中心面的距离为 d , 所述超声校准方法还包括:

根据追踪标志确定追踪段所在平面, 根据所述预设夹角 a 和所述距离 d 确定所述超声探头中心面的位置, 进而确定超声图像中成像点所对应校准线交点的实际位置;

当所述超声探头中心面的位置和校准器的预设位置的距离小于预设距离阈值, 则执行所述校准操作。

11. 一种存储介质, 其特征在于, 所述存储介质存储计算机指令, 当计算机执行所述计算机指令时, 用于执行如权利要求5~7任一项所述的方法的所有步骤。

超声校准系统、方法、电子设备及存储介质

技术领域

[0001] 本发明涉及超声探测相关技术领域,特别是超声校准系统、方法、电子设备及存储介质。

背景技术

[0002] 超声成像技术因为其实时性好,对人体伤害小,操作简单,设备价格相对较低等特点被广泛应用于医疗诊断中。但是目前大部分的超声设备只能提供二维图像,即利用电子技术扫描超声探头上的阵元阵列最后合成一幅扫面平面上的二维图像。

[0003] 尽管以上二维成像已经适用于大部分医疗诊断需要,对于手术导航系统来说,三维空间的体数据才更有利于满足配准和三维显示等技术的需要,但是目前技术条件下三维成像的超声诊断设备技术复杂,成像质量也有待提高。

发明内容

[0004] 基于此,有必要针对现有技术的三维成像技术复杂,成像质量不高的技术问题,提供超声校准系统、方法、电子设备及存储介质,以便能够通过相对简单的二维超声成像合成符合精度要求的三维体数据。

[0005] 本发明提供一种超声校准系统,包括:超声探头及其校准支架、校准器、以及追踪相机;

[0006] 所述校准器至少包括第一侧壁和第二侧壁,所述第一侧壁和所述第二侧壁形成能容置校准线的校准空间,所述第一侧壁和所述第二侧壁上设置有多组用于穿入校准线的校准孔组,每组校准孔组包括设置在所述第一侧壁的校准孔以及设置在所述第二侧壁的校准孔,分别穿入任意两组所述校准孔组的校准线相互平行,校准线中点与预设的超声探头扫描平面与的交点为校准线交点,至少具有三个连线为折线的校准线交点,校准器上设置有多个追踪标志;

[0007] 所述超声探头设置在所述校准器上方,且所述超声探头的扫描面延伸进入所述校准空腔;

[0008] 进一步的,所述校准支架包括与所述超声探头连接的连接段以及设置多个追踪标志的追踪段,所述追踪段所在平面与所述超声探头的中心面形成预设夹角;

[0009] 所述超声探头上校准支架上的追踪标志和校准器上追踪标志在所述追踪相机的观测范围内。

[0010] 进一步的,所述校准孔为多边形校准孔。

[0011] 进一步的,多个校准孔在第一侧壁和第二侧壁形成的图案为不对称图案。

[0012] 本发明提供一种对如前所述的超声校准系统进行超声校准的方法,包括:执行校准操作,所述校准操作包括:

[0013] 确定每个校准线交点在所述校准器上的校准器坐标,并获取追踪相机对校准器进行追踪后得到的校准器坐标转换为追踪相机坐标的校准器转换参数;

[0014] 从所述超声探头扫描得到的超声图像中,确定对每个校准线交点进行扫描得到的成像点在超声图像中的图像坐标,并获取追踪相机对超声探头上校准支架进行追踪后得到的校准支架坐标转换为追踪相机坐标系的探头支架转换参数;

[0015] 选择不少于3个不共线校准线交点作为已知校准线交点,根据校准器转换参数、探头支架转换参数、已知校准线交点的校准器坐标、以及与已知校准线交点对应的成像点的图像坐标,计算得到所述超声图像中的成像点的图像坐标与所述探头支架坐标的转换参数。

[0016] 进一步的,所述选择不少于3个不共线校准线交点作为已知校准线交点,根据校准器转换参数、探头支架转换参数、已知校准线交点的校准器坐标、以及与已知校准线交点对应的成像点的图像坐标,计算得到所述超声图像中的成像点的图像坐标与所述探头支架坐标的转换参数,具体包括:

[0017] 获取N个与待计算校准线交点对应的成像点的图像坐标,其中N>=3,将N个图像坐标组成N×3矩阵M,其中矩阵中第n行为 $[(X_{n0}-X_{n1})^2, (Y_{n0}-Y_{n1})^2, L_n]$, (X_{n0}, Y_{n0}) 为矩阵中第n行的第一个成像点的图像坐标, (X_{n1}, Y_{n1}) 为矩阵中第n行的第二个成像点的图像坐标, L_n 为图像坐标 (X_{n0}, Y_{n0}) 的成像点所对应的校准线交点与图像坐标为 (X_{n1}, Y_{n1}) 的成像点所对应的校准线交点在校准器上的距离;

[0018] 构造 $M \times [Tscale_x^2, Tscale_y^2, -1] = 0$,计算求得Tscale_x和Tscale_y,其中Tscale_x为图像坐标在x轴上的比例转换参数,Tscale_y为图像坐标在y轴上的比例转换参数;

[0019] 获取至少三个连线为折线的待计算校准线交点的校准器坐标 $(X_0, Y_0, Z_0, 1)$ 、以及对应的成像点的图像坐标 (X_1, Y_1) ;

[0020] 构造 $T_{calib} \times (Tscale_x \times X_1, Tscale_y \times Y_1, 0, 1) = T_{probe2opt}^{-1} \times T_{phantom2opt} \times (X_0, Y_0, Z_0, 1)$ 方程,其中,Tcalib为待求探头图像转换参数,Tphantom2opt为校准器转换参数,Tprobe2opt为探头支架转换参数;

[0021] 将所述比例转换参数Tscale_x、Tscale_y、所述校准器转换参数Tphantom2opt、以及所述探头支架转换参数Tprobe2opt作为所述方程已知参数,即可求解所述待求探头图像转换参数Tcalib。

[0022] 进一步的,所述超声探头上设置有校准支架,所述校准支架包括与所述超声探头连接的连接段以及设置多个追踪标志的追踪段,所述追踪段所在平面与所述超声探头的中心面形成预设夹角a,多个所述追踪标志的中心点与所述超声探头的中心面的距离为d,所述超声校准方法还包括:

[0023] 根据追踪标志确定追踪段所在平面,根据所述预设夹角a和所述距离d确定所述超声探头中心面的位置,进而确定超声图像中成像点所对应校准线交点的实际位置;

[0024] 当所述超声探头中心面的位置和校准器的预设位置的距离小于预设距离阈值,则执行所述校准操作。

[0025] 本发明提供一种对如前所述的超声校准系统进行超声校准的电子设备,包括:

[0026] 至少一个处理器;以及,

[0027] 与所述至少一个处理器通信连接的存储器;其中,

[0028] 所述存储器存储有可被所述一个处理器执行的指令,所述指令被所述至少一个处

理器执行,以使所述至少一个处理器能够:

[0029] 执行校准操作,所述校准操作包括:

[0030] 确定每个校准线交点在所述校准器上的校准器坐标,并获取追踪相机对校准线交点进行追踪后得到的校准器坐标转换为追踪相机坐标的校准器转换参数;

[0031] 从所述超声探头扫描得到的超声图像中,确定对每个校准线交点进行扫描得到的成像点在超声图像中的图像坐标,并获取追踪相机对超声探头上校准支架进行追踪后得到的校准支架坐标转换为追踪相机坐标的探头支架转换参数;

[0032] 选择不少于3个不共线校准线交点作为已知校准线交点,根据校准器转换参数、探头支架转换参数、已知校准线交点的校准器坐标、以及与已知校准线交点对应的成像点的图像坐标,计算得到所述超声图像中的成像点的图像坐标与所述探头支架坐标的转换参数。

[0033] 进一步的,所述选择不少于3个不共线校准线交点作为已知校准线交点,根据校准器转换参数、探头支架转换参数、已知校准线交点的校准器坐标、以及与已知校准线交点对应的成像点的图像坐标,计算得到所述超声图像中的成像点的图像坐标与所述探头支架坐标的转换参数,具体包括:

[0034] 获取N个与待计算校准线交点对应的成像点的图像坐标,其中N>=3,将N个图像坐标组成N×3矩阵M,其中矩阵中第n行为 $[(X_{n0}-X_{n1})^2, (Y_{n0}-Y_{n1})^2, L_n]$, (X_{n0}, Y_{n0}) 为矩阵中第n行的第一个成像点的图像坐标, (X_{n1}, Y_{n1}) 为矩阵中第n行的第二个成像点的图像坐标, L_n 为图像坐标 (X_{n0}, Y_{n0}) 的成像点所对应的校准线交点与图像坐标为 (X_{n1}, Y_{n1}) 的成像点所对应的校准线交点在校准器上的距离;

[0035] 构造 $M \times [Tscale_x^2, Tscale_y^2, -1] = 0$,计算求得Tscale_x和Tscale_y,其中Tscale_x为图像坐标在x轴上的比例转换参数,Tscale_y为图像坐标在y轴上的比例转换参数;

[0036] 获取至少三个连线为折线的已知校准线交点的校准器坐标 $(X_0, Y_0, Z_0, 1)$ 、以及对应的成像点的图像坐标 (X_1, Y_1) ;

[0037] 构造 $Tcalib \times (Tscale_x \times X_1, Tscale_y \times Y_1, 0, 1) = Tprobe2opt^{-1} \times Tphantom2opt \times (X_0, Y_0, Z_0, 1)$,其中,Tcalib为待求探头标定转换参数,Tphantom2opt为校准器转换参数,Tprobe2opt为探头支架转换参数;

[0038] 将所述比例转换参数Tscale_x、Tscale_y、所述校准器转换参数Tphantom2opt、以及所述探头支架转换参数Tprobe2opt作为所述方程已知参数,即可求解所述待求探头图像转换参数Tcalib

[0039] 进一步的,所述超声探头上设置有校准支架,所述校准支架包括与所述超声探头连接的连接段以及设置多个追踪标志的追踪段,所述追踪段所在平面与所述超声探头的中心面形成预设夹角a,多个所述追踪标志的中心点与所述超声探头的中心面的距离为d,所述超声校准方法还包括:

[0040] 根据追踪标志确定追踪段所在平面,根据所述预设夹角a和所述距离d确定所述超声探头中心面的位置,进而确定超声图像中成像点所对应校准线交点的实际位置;

[0041] 当所述超声探头中心面的位置和校准器的预设位置的距离小于预设距离阈值,则执行所述校准操作。

[0042] 本发明提供一种存储介质,所述存储介质存储计算机指令,当计算机执行所述计算机指令时,用于执行如前所述的方法的所有步骤。

[0043] 本发明通过设定校准器,对二维超声设备自动进行三维校准,最终通过校准结果可以把任意一幅二维超声图像上的每一个像素点换算到三维空间坐标中。本发明不需要破坏超声设备硬件,使用光学追踪方式减小了对电磁环境的依赖,理论上可以用于任何厂家的超声设备,自动程度高,成本低廉,且校准结果精度高。

附图说明

[0044] 图1为本发明一种超声校准系统的结构示意图;

[0045] 图2为本发明一实施例校准支架的结构示意图;

[0046] 图3为本发明一实施例校准孔的示意图;

[0047] 图4为本发明一种对如前所述的超声校准系统进行超声校准的方法的工作流程图;

[0048] 图5为本发明最佳实施例的工作流程图;

[0049] 图6为本发明一种对如前所述的超声校准系统进行超声校准的电子设备的硬件结构示意图。

具体实施方式

[0050] 下面结合附图和具体实施例对本发明做进一步详细的说明。

[0051] 如图1所示为本发明一种超声校准系统的结构示意图,包括:超声探头1、校准器2及其校准支架5、以及追踪相机3;

[0052] 所述校准器2至少包括第一侧壁21和第二侧壁22,所述第一侧壁21和所述第二侧壁22形成能安置校准线4的校准空间,所述第一侧壁21和所述第二侧壁22上设置有多组用于穿入校准线4的校准孔组23,每组校准孔组包括设置在所述第一侧壁的校准孔以及设置在所述第二侧壁的校准孔,分别穿入任意两组所述校准孔组的校准线相互平行,校准线中点与预设的超声探头扫描平面与的交点为校准线交点,至少具有三个连线为折线的校准线交点;

[0053] 所述超声探头1设置在所述校准器2上方,且所述超声探头1的扫描面延伸进入所述校准空腔。

[0054] 具体来说,超声探头1对校准器2内的校准线进行扫描,其扫描面扫描校准线4之后,得到超声图像,并显示在显示屏中,并被追踪相机3拍摄得到。同时,由于校准线交点置于所述追踪相机3的观测范围内。因此,追踪相机同时获得校准线交点的图像以及超声图像。通过比较校准线交点以及其在超声图像上对应的成像点,则能够得出将超声图像的成像点转换为物理空间中的坐标的转换参数。其中,校准线优选为尼龙线。

[0055] 本发明通过设定校准器,对二维超声设备自动进行三维校准,最终通过校准结果可以把任意一幅二维超声图像上的每一个像素点换算到三维空间坐标中。本发明不需要破坏超声设备硬件,使用光学追踪方式减小了对电磁环境的依赖,理论上可以用于任何厂家的超声设备,自动程度高,成本低廉,且校准结果精度高。

[0056] 如图1和图2所示,在其中一个实施例中,所述校准支架5包括与所述超声探头1连

接的连接段51以及设置多个追踪标志53的追踪段52,所述追踪段52所在平面L1与所述超声探头的中心面L2形成预设夹角a;

[0057] 所述超声探头上校准支架上的追踪标志和校准器上追踪标志在所述追踪相机的观测范围内。

[0058] 具体来说,本实施例使用追踪标志53,便于追踪相机捕捉,当追踪相机捕捉到追踪标志53之后,可以根据预设夹角a以及追踪标志53的原点与超声探头中心面的距离d确定超声探头中心面的位置。

[0059] 本实施例通过在校准器上设置追踪标志以保证追踪相机测量的法向量与校准器侧面法向量一致。通过在超声探头上设置追踪标志以保证追踪相机测量的法向量与超声探头中心面为一已知角度a,便于对超声探头的位置进行追踪。

[0060] 在其中一个实施例中,所述校准孔为多边形校准孔。

[0061] 如图3所示,校准孔优选为三角形,并且三角形顶端为与校准线同直径的圆孔。校准器两侧的校准孔在对称位置,保证校准线在空腔内的部分是平行的。并让每根校准线穿过张紧器,当张紧器把校准线拉直时,校准线可以确保位于三角形顶端。

[0062] 在其中一个实施例中,多个校准孔在第一侧壁和第二侧壁上校准孔形成的图案为不对称图案。

[0063] 本实施例设置多个校准孔在第一侧壁和第二侧壁形成的图案为不对称图案,便于在超声探头180°反装到校准器后,程序可以识别,并提示用户。

[0064] 如图4所示为本发明一种对如前所述的超声校准系统进行超声校准的方法的工作流程图,包括:执行校准操作,所述校准操作包括:

[0065] 步骤S401,确定每个校准线交点在所述校准器上的校准器坐标,并获取追踪相机对校准器进行追踪后得到的校准器坐标转换为追踪相机坐标的校准器转换参数;

[0066] 步骤S402,从所述超声探头扫描得到的超声图像中,确定对每个校准线交点进行扫描得到的成像点在超声图像中的图像坐标,并获取追踪相机对超声探头上校准支架进行追踪后得到的校准支架坐标转换为追踪相机坐标的探头支架转换参数;

[0067] 步骤S403,选择不少于3个不共线校准线交点作为已知校准线交点,根据校准器转换参数、探头支架转换参数、已知校准线交点的校准器坐标、以及与已知校准线交点对应的成像点的图像坐标,计算得到所述超声图像中的成像点的图像坐标与所述探头支架坐标的转换参数。

[0068] 在其中一个实施例中,所述选择不少于3个不共线校准线交点作为已知校准线交点,根据校准器转换参数、探头支架转换参数、已知校准线交点的校准器坐标、以及与已知校准线交点对应的成像点的图像坐标,计算得到所述超声图像中的成像点的图像坐标与所述探头支架坐标的转换参数,具体包括:

[0069] 获取N个与待计算校准线交点对应的成像点的图像坐标,其中N>=3,将N个图像坐标组成N×3矩阵M,其中矩阵中第n行为 $[(X_{n0}-X_{n1})^2, (Y_{n0}-Y_{n1})^2, L_n]$, (X_{n0}, Y_{n0}) 为矩阵中第n行的第一个成像点的图像坐标, (X_{n1}, Y_{n1}) 为矩阵中第n行的第二个成像点的图像坐标, L_n 为图像坐标 (X_{n0}, Y_{n0}) 的成像点所对应的校准线交点与图像坐标为 (X_{n1}, Y_{n1}) 的成像点所对应的校准线交点在校准器上的距离;

[0070] 构造 $M \times [Tscale_x^2, Tscale_y^2, -1] = 0$,计算求得Tscale_x和Tscale_y,其中

Tscale_x为图像坐标在x轴上的比例转换参数,Tscale_y为图像坐标在y轴上的比例转换参数;

[0071] 获取至少三个连线为折线的待计算校准线交点的校准器坐标(X0,Y0,Z0,1)、以及对应的成像点的图像坐标(X1,Y1);

[0072] 构造Tcalib×(Tscale_x×X1,Tscale_y×Y1,0,1)=Tprobe2opt⁻¹×Tphantom2opt×(X0,Y0,Z0,1)方程,其中,Tcalib为待求探头图像转换参数,Tphantom2opt为校准器转换参数,Tprobe2opt为探头支架转换参数;

[0073] 将所述比例转换参数Tscale_x、Tscale_y、所述校准器转换参数Tphantom2opt、以及所述探头支架转换参数Tprobe2opt作为方程已知参数,即可求解所述待求探头图像转换参数Tcalib。

[0074] 具体来说,对于校准器坐标下任意点(X0,Y0,Z0)在追踪相机坐标系中的位置为:Tphantom2opt×(X0,Y0,Z0,1)。

[0075] 对于超声图像中任意点(X1,Y1)在追踪相机坐标系中的位置为:Tprobe2opt×Tcalib×(Tscale_x×X1,Tscale_y×Y1,0,1)。

[0076] 因此,对于一个校准线交点(X0,Y0,Z0),其对应的超声图像中的成像点的图像坐标(X1,Y1),有如下公式:

[0077] Tprobe2opt×Tcalib×Tscale×(X1,Y1,0,1)=Tphantom2opt×(X0,Y0,Z0,1);

[0078] 即:

[0079] Tcalib×Tscale×(X1,Y1,0,1)=Tprobe2opt⁻¹×Tphantom2opt×(X0,Y0,Z0,1)
(1)

[0080] 在以上公式中,Tprobe2opt和Tphantom2opt是追踪相机的输出是已知量,未知量是Tcalib以及Tscale_x,Tscale_y。

[0081] Tscale求解如下:

[0082] 对于超声图像上任意两点(X₀₀,Y₀₀)和(X₀₁,Y₀₁),如果其对应的点的物理距离L₀已知。那么

[0083] (X₀₀-X₀₁)²×Tscale_x²+(Y₀₀-Y₀₁)²×Tscale_y²-L₀=0

[0084] 对于N(N>=2)个点可得方程

[0085] M×[X,Y,-1]=0 (2)

[0086] 其中M为(N×3)矩阵,对于n行的定义为

[0087] [(X_{n0}-X_{n1})², (Y_{n0}-Y_{n1})², L_n];

[0088] X为Tscale_x²,Y为Tscale_y²

[0089] 通过公式(2)可求得Tscale_x和Tscale_y。

[0090] 然后再找到不共面的三个校准线交点,可以根据公式(1)求出Tcalib。

[0091] 在其中一个实施例中,所述超声探头上设置有校准支架,所述校准支架包括与所述超声探头连接的连接段以及设置多个追踪标志的追踪段,所述追踪段所在平面与所述超声探头的中心面形成预设夹角a,多个所述追踪标志的中心点与所述超声探头的中心面的距离为d,所述超声校准方法还包括:

[0092] 根据追踪标志确定追踪段所在平面,根据所述预设夹角a和所述距离d确定所述超声探头中心面的位置,进而确定超声图像中成像点所对应校准线交点的实际位置;

[0093] 当所述超声探头中心面的位置和校准器的预设位置的距离小于预设距离阈值,则执行所述校准操作。

[0094] 本实施例在超声探头中心面的位置和校准器的预设位置的距离小于预设距离阈值时,自动触发执行所述校准操作。

[0095] 如图5所示为本发明最佳实施例的工作流程图,校准线采用尼龙线,包括:

[0096] 步骤S501,检测超声探头和校准器位置,当位置足够接近时抓取超声图像;

[0097] 步骤S502,获得超声探头扫描面和校准器的空间位置关系,并通过位置补偿计算出尼龙线交点的实际位置;

[0098] 步骤S503,使用gaussian fitting算法从超声图像中提取尼龙线成像点;

[0099] 步骤S504,将计算出的尼龙线交点的实际位置和提取的成像点的图像坐标,根据公式(2)求解Tscale_x,Tscale_y;

[0100] 步骤S505,将步骤S502的结果和步骤S503,S504的结果代入公式(1),联立方程组;

[0101] 步骤S506,利用iterative closet point算法计算Tcalib。

[0102] 如图6所示为本发明一种对如前所述的超声校准系统进行超声校准的电子设备的硬件结构示意图,包括:

[0103] 至少一个处理器601;以及,

[0104] 与所述至少一个处理器601通信连接的存储器602;其中,

[0105] 所述存储器602存储有可被所述一个处理器执行的指令,所述指令被所述至少一个处理器执行,以使所述至少一个处理器能够:

[0106] 执行校准操作,所述校准操作包括:

[0107] 确定每个校准线交点在所述校准器上的校准器坐标,并获取追踪相机对校准器进行追踪后得到的校准器坐标转换为追踪相机坐标的校准器转换参数;

[0108] 从所述超声探头扫描得到的超声图像中,确定对每个校准线交点进行扫描得到的成像点在超声图像中的图像坐标,并获取追踪相机对超声探头上校准支架进行追踪后得到的校准支架坐标转换为追踪相机坐标的探头支架转换参数;

[0109] 选择不少于3个不共线校准线交点作为已知校准线交点,根据校准器转换参数、探头支架转换参数、已知校准线交点的校准器坐标、以及与已知校准线交点对应的成像点的图像坐标,计算得到所述超声图像中的成像点的图像坐标与所述探头支架坐标的转换参数。

[0110] 图6中以一个处理器602为例。

[0111] 电子设备还可以包括:输入装置603和输出装置604。

[0112] 处理器601、存储器602、输入装置603及显示装置604可以通过总线或者其他方式连接,图中以通过总线连接为例。

[0113] 存储器602作为一种非易失性计算机可读存储介质,可用于存储非易失性软件程序、非易失性计算机可执行程序以及模块,如本申请实施例中的超声校准的方法对应的程序指令/模块,例如,图4、图5所示的方法流程。处理器601通过运行存储在存储器602中的非易失性软件程序、指令以及模块,从而执行各种功能应用以及数据处理,即实现上述实施例中的超声校准的方法。

[0114] 存储器602可以包括存储程序区和存储数据区,其中,存储程序区可存储操作系

统、至少一个功能所需要的应用程序；存储数据区可存储根据超声校准的方法的使用所创建的数据等。此外，存储器602可以包括高速随机存取存储器，还可以包括非易失性存储器，例如至少一个磁盘存储器件、闪存器件、或其他非易失性固态存储器件。在一些实施例中，存储器602可选包括相对于处理器601远程设置的存储器，这些远程存储器可以通过网络连接至执行超声校准的方法的装置。上述网络的实例包括但不限于互联网、企业内部网、局域网、移动通信网及其组合。

[0115] 输入装置603可接收输入的用户点击，以及产生与超声校准的方法的用户设置以及功能控制有关的信号输入。显示装置604可包括显示屏等显示设备。

[0116] 在所述一个或者多个模块存储在所述存储器602中，当被所述一个或者多个处理器601运行时，执行上述任意方法实施例中的超声校准的方法。

[0117] 在其中一个实施例中，所述选择不少于3个不共线校准线交点作为已知校准线交点，根据校准器转换参数、探头支架转换参数、已知校准线交点的校准器坐标、以及与已知校准线交点对应的成像点的图像坐标，计算得到所述超声图像中的成像点的图像坐标与所述探头支架坐标的转换参数，具体包括：

[0118] 获取N个与待计算校准线交点对应的成像点的图像坐标，其中N>=3，将N个图像坐标组成N×3矩阵M，其中矩阵中第n行为 $[(X_{n0}-X_{n1})^2, (Y_{n0}-Y_{n1})^2, L_n]$ ， (X_{n0}, Y_{n0}) 为矩阵中第n行的第一个成像点的图像坐标， (X_{n1}, Y_{n1}) 为矩阵中第n行的第二个成像点的图像坐标， L_n 为图像坐标 (X_{n0}, Y_{n0}) 的成像点所对应的校准线交点与图像坐标为 (X_{n1}, Y_{n1}) 的成像点所对应的校准线交点在校准器上的距离；

[0119] 构造 $M \times [Tscale_x^2, Tscale_y^2, -1] = 0$ ，计算求得Tscale_x和Tscale_y，其中Tscale_x为图像坐标在x轴上的比例转换参数，Tscale_y为图像坐标在y轴上的比例转换参数；

[0120] 获取至少三个连线为折线的待计算校准线交点的校准器坐标 $(X_0, Y_0, Z_0, 1)$ 、以及对应的成像点的图像坐标 (X_1, Y_1) ；

[0121] 构造 $Tcalib \times (Tscale_x \times X_1, Tscale_y \times Y_1, 0, 1) = Tprobe2opt^{-1} \times Tphantom2opt \times (X_0, Y_0, Z_0, 1)$ 方程，其中，Tcalib为待求探头图像转换参数，Tphantom2opt为校准器转换参数，Tprobe2opt为探头支架转换参数；

[0122] 将所述比例转换参数Tscale_x、Tscale_y、所述校准器转换参数Tphantom2opt、以及所述探头支架转换参数Tprobe2opt作为方程已知参数，即可求解所述待求探头图像转换参数Tcalib。

[0123] 在其中一个实施例中，所述超声探头上设置有校准支架，所述校准支架包括与所述超声探头连接的连接段以及设置多个追踪标志的追踪段，所述追踪段所在平面与所述超声探头的中心面形成预设夹角a，多个所述追踪标志的中心点与所述超声探头的中心面的距离为d，所述超声校准方法还包括：

[0124] 根据追踪标志确定追踪段所在平面，根据所述预设夹角a和所述距离d确定所述超声探头中心面的位置，进而确定超声图像中成像点所对应校准线交点的实际位置；

[0125] 当所述超声探头中心面的位置和校准器的预设位置的距离小于预设距离阈值，则执行所述校准操作。

[0126] 本发明提供一种存储介质，所述存储介质存储计算机指令，当计算机执行所述计

算机指令时,用于执行如前所述的方法的所有步骤。

[0127] 以上所述实施例仅表达了本发明的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但并不能因此而理解为对本发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。因此,本发明专利的保护范围应以所附权利要求为准。

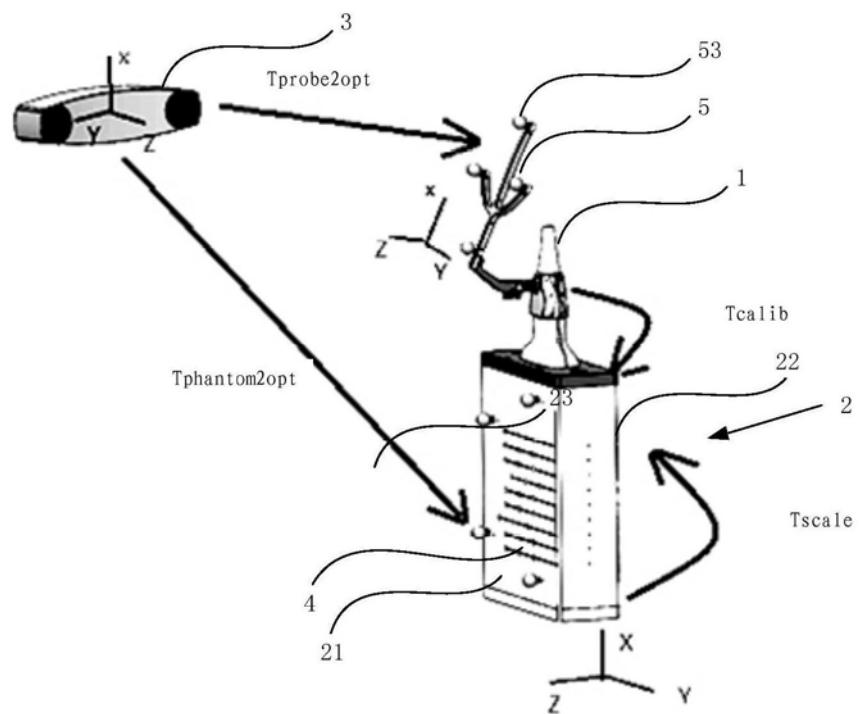


图1

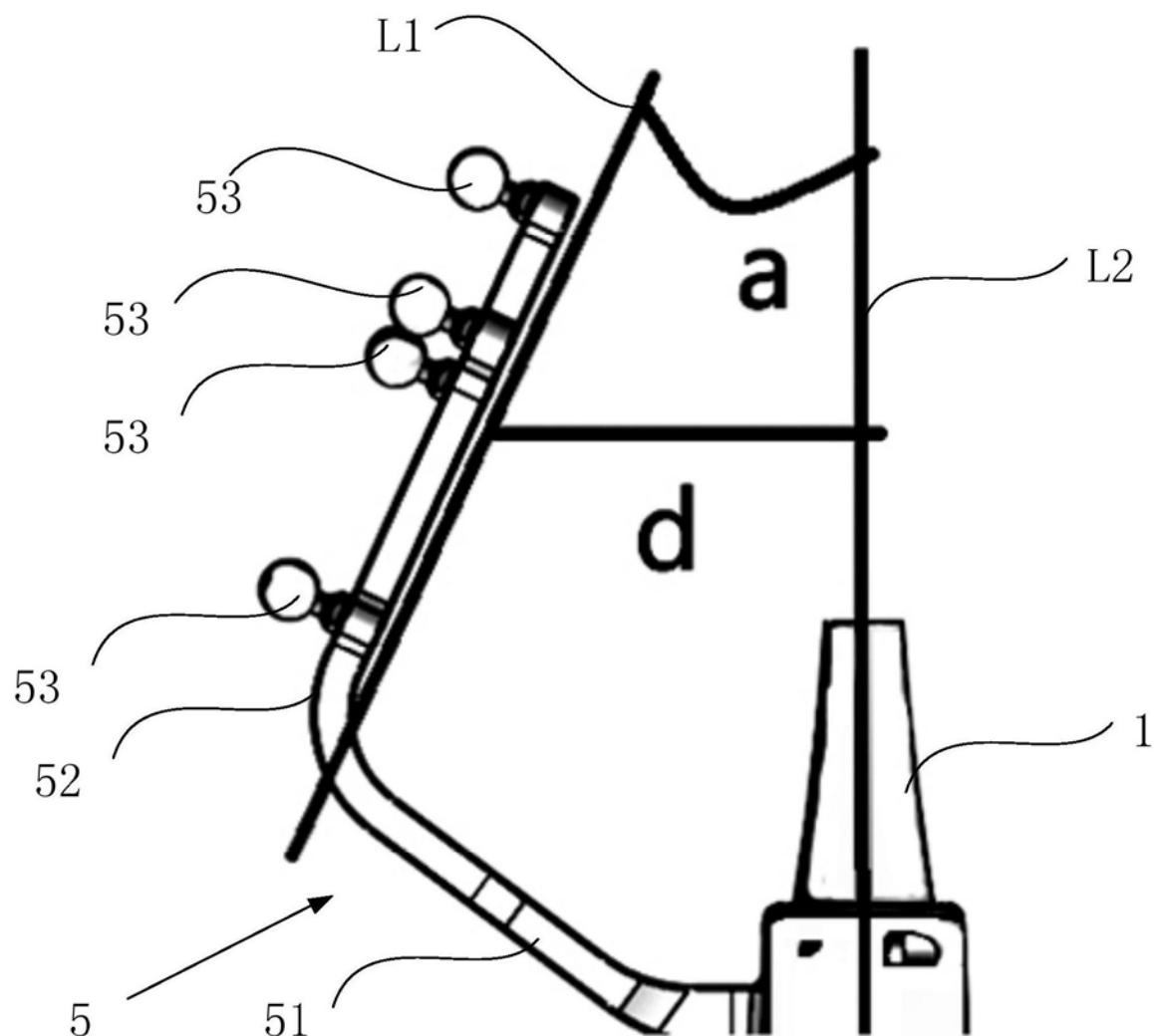
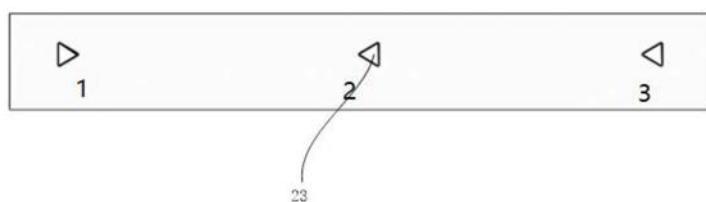


图2



穿线顺序是线从左侧到引到右侧孔3，然后穿过左侧孔1，最后穿过孔2，最后回到左侧

图3

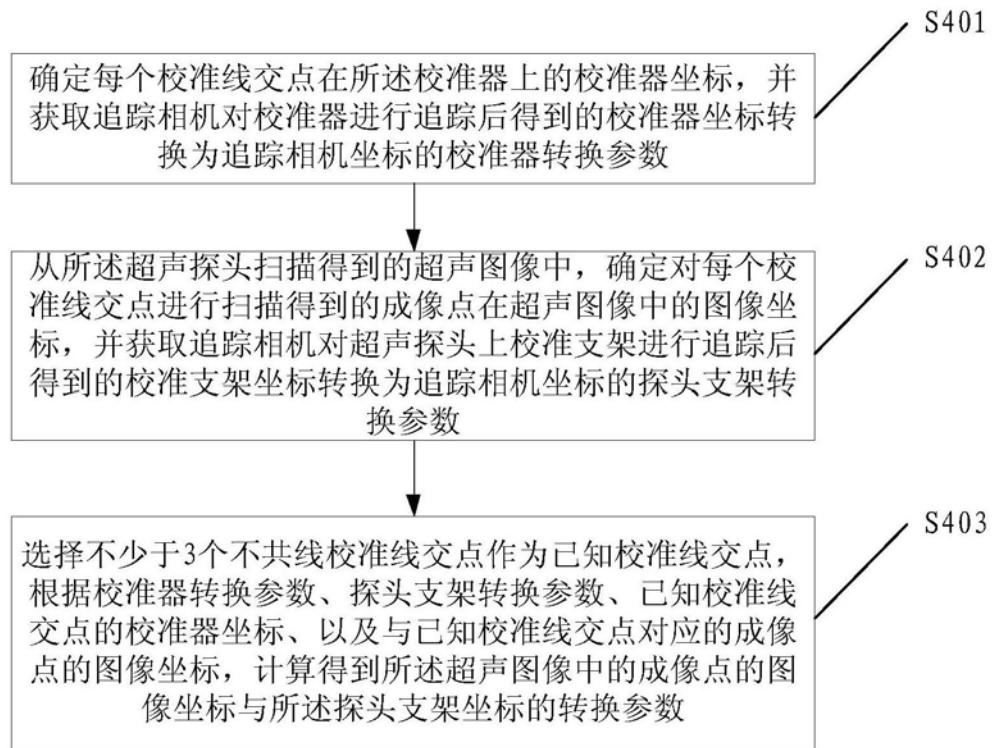


图4

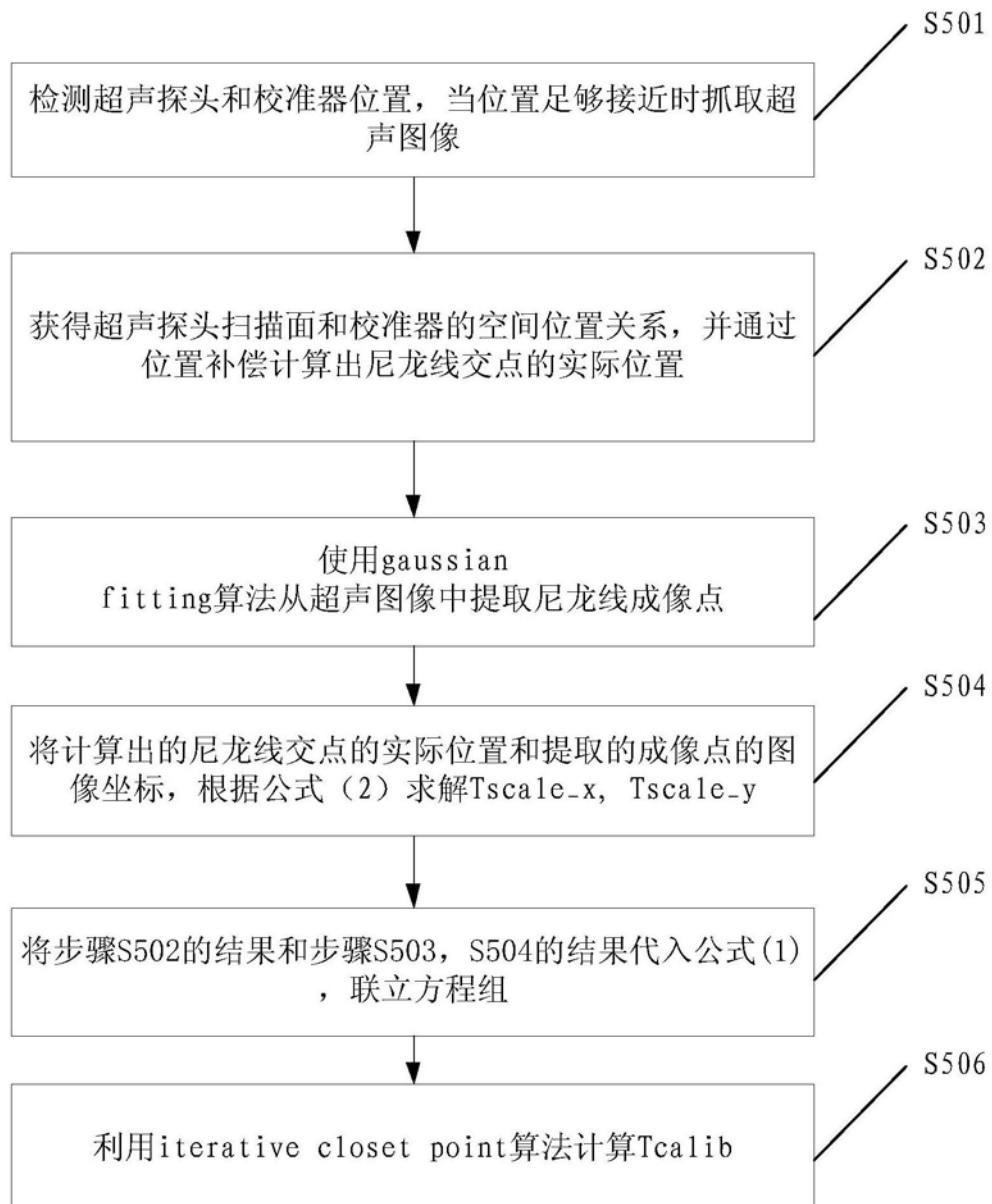


图5

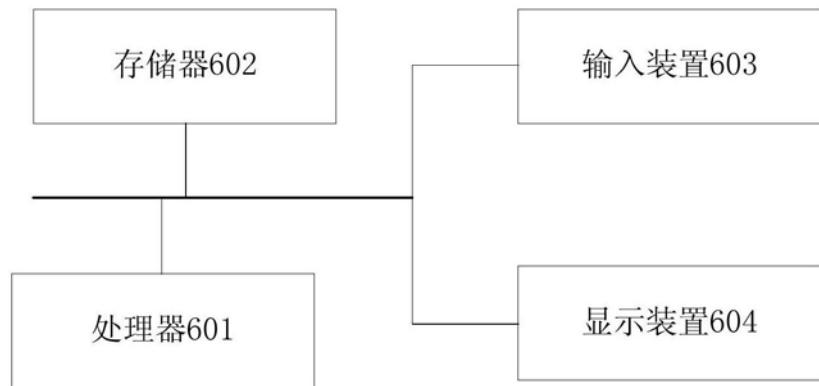


图6

专利名称(译)	超声校准系统、方法、电子设备及存储介质		
公开(公告)号	CN109259793A	公开(公告)日	2019-01-25
申请号	CN201810756587.7	申请日	2018-07-11
[标]发明人	姚舜 谢卫国 卢焕翔 魏嵬 徐宁		
发明人	姚舜 谢卫国 卢焕翔 魏嵬 徐宁		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/58 A61B8/483		
代理人(译)	张伟杰		
外部链接	Espacenet	SIPO	

摘要(译)

本发明公开超声校准系统、方法、电子设备及存储介质，超声校准系统包括：超声探头、校准器及其校准支架、以及追踪相机；校准器至少包括第一侧壁和第二侧壁，第一侧壁和第二侧壁形成能容置校准线的校准空间，第一侧壁和第二侧壁上设置有多组用于穿入校准线的校准孔组，每组校准孔组包括设置在第一侧壁的校准孔以及设置在第二侧壁的校准孔；超声探头设置在校准器上方，且超声探头的扫描面延伸进入校准空腔。本发明通过设定校准器，对二维超声设备自动进行三维校准，最终通过校准结果可以把任意一幅二维超声图像上的每一个像素点换算到三维空间坐标中。

