



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105997151 A

(43)申请公布日 2016.10.12

(21)申请号 201610465729.5

(22)申请日 2016.06.23

(71)申请人 北京智影技术有限公司

地址 100000 北京市海淀区学院南路15号
院7号楼18层2116

(72)发明人 张羽

(74)专利代理机构 深圳市凯达知识产权事务所

44256

代理人 刘大弯 沈荣彬

(51) Int. Cl.

A61B 8/08(2006.01)

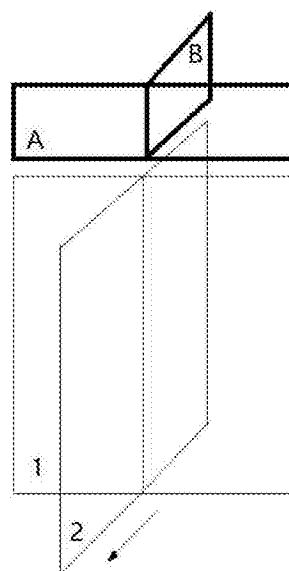
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

一种三维超声成像装置

(57)摘要

本发明公开了一种三维超声成像装置,其中,所述成像装置包括至少两个探头,其中至少一个为用于三维空间扫描的探头A,其中至少一个为用于运动位移估计的探头B,所述至少两个探头固定连接,且成一定角度;所述探头A沿平面1对空间进行三维扫查,所述探头B始终维持在平面2里对不同部位进行扫查。对探头B获得相邻帧图像进行类似宽景成像中的位移估计,准确估计出探头A相邻两帧之间的运动方式和距离,从而实现了探头A扫描的每一帧二维图像的空间坐标估计,并进一步获得空间无失真的三维体数据,保证了后续三维可视化处理获得更好的图像效果。



1. 一种三维超声成像装置,其特征在于,所述成像装置包括至少两个探头,其中至少一个为用于三维空间扫描的探头A,其中至少一个为用于运动位移估计的探头B,所述至少两个探头固定连接,且成一定角度;所述探头A沿平面1对空间进行三维扫查,所述探头B始终维持在平面2里对不同部位进行扫查。

2. 根据权利要求1所述的成像装置,其特征在于,所述探头A和所述探头B相互垂直,所述探头A和所述探头B分别进行成像的平面1和平面2也相互垂直。

3. 根据权利要求1或2所述的成像装置,其特征在于,所述探头B移动过程中的三帧连续扫描的图像分别记为时刻 t_1 、 t_2 、 t_3 ,相邻两次的位移分别为 d_1 和 d_2 ,由于所述探头A和所述探头B固定连接,所述探头A相邻两次的位移分别为 d_1 和 d_2 ; t_1 和 t_2 时刻探头B采集到的相邻两帧图像分别为第 (i) 帧图像和第 $(i+1)$ 帧图像,以所述第 (i) 帧图像为模板,设置图像上的特征点的范围,在所述第 $(i+1)$ 帧图像上寻找与所述特征点匹配的图像,所述匹配的特征点与所述模板上的特征点的相对位移为所述 d_1 的估计值。

4. 根据权利要求3所述的成像装置,其特征在于,所述探头A扫描的二维图像上纵向和横向两个点之间的距离分别为 D_y 和 D_x ,相邻两帧之间的距离为 D_z ,利用三维的数字扫描转换分别沿X/Y/Z坐标轴进行插值,使得插值后的三维体数据沿每个方向上的两点之间的距离相等。

一种三维超声成像装置

技术领域

[0001] 本发明涉及三维超声成像,尤其是一种三维超声成像装置。

背景技术

[0002] 现有的三维超声成像方法包括自由臂3D、机械扇扫3D、面阵电子扫描3D等方法。其中自由臂3D是操作者手握一个二维扫描探头,探头做平扫或者扇扫获得一系列的二维图像,人工输入探头平扫的移动速度或者扇扫的转动角速度,计算机就根据这个估计的速度将一系列连续的二维图像设置相应的空间坐标,然后进行三维的扫描转换获得三维的体数据,再基于这些三维的体数据进行三维可视化的处理,比如表面成像获得胎儿的面部轮廓、极大值成像获得胎儿的脊椎图像等等。由于手工运动的速度并不均匀,而且估算的运动速度也很难准确,因此获得的三维图像可能存在畸变的问题。

[0003] 传统的自由臂3D成像有畸变,探头运动要求接近匀速,对操作者要求高。为了解决扫描不均匀的问题,机械扇扫3D利用机械马达匀速带动探头做扇形扫描。为了获得更好的三维空间扫描线的聚焦,面阵电子扫描3D采用了面阵探头实现了三维的电子扫描。

[0004] 无论是机械扇扫3D还是面阵电子扫描3D,在解决了几何失真,提高了三维成像质量的同时,让系统的控制变得更加复杂,软硬件的成本也急剧提高,成本也随之增加,不利于三维成像的普及。此外,无论是扇扫还是面阵扫描都是把探头固定在一个位置,做局部的小范围的成像。对于较长的血管或者像胎儿全身的扫描成像都无法实现。

发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题是提供了一种操作便利、估值准确的三维超声成像装置,具体为:

[0006] 一种三维超声成像装置,其中,所述成像装置包括至少两个探头,其中至少一个为用于三维空间扫描的探头A,其中至少一个为用于运动位移估计的探头B,所述至少两个探头固定连接,且成一定角度;所述探头A沿平面1对空间进行三维扫查,所述探头B始终维持在平面2里对不同部位进行扫查。

[0007] 优选的,所述探头A和所述探头B相互垂直,所述探头A和所述探头B分别进行成像的平面1和平面2也相互垂直。

[0008] 优选的,所述探头B移动过程中的三帧连续扫描的图像分别记为时刻 t_1 、 t_2 、 t_3 ,相邻两次的位移分别为 d_1 和 d_2 ,由于所述探头A和所述探头B固定连接,所述探头A相邻两次的位移分别为 d_1 和 d_2 ; t_1 和 t_2 时刻探头B采集到的相邻两帧图像分别为第 (i) 帧图像和第 $(i+1)$ 帧图像,以所述第 (i) 帧图像为模板,设置图像上的特征点的范围,在所述第 $(i+1)$ 帧图像上寻找与所述特征点匹配的图像,所述匹配的特征点与所述模板上的特征点的相对位移为所述 d_1 的估计值。通过SAD算法可估计出,所述探头A采集到的相邻两帧图像分别为第 (i') 帧图像和第 $(i'+1)$ 帧图像之间的距离为 d_1 。

[0009] 优选的,所述探头A扫描的二维图像上纵向和横向两个点之间的距离分别为 D_y 和

D_x , 相邻两帧之间的距离为 D_z , 利用三维的数字扫描转换分别沿 X/Y/Z 坐标轴进行插值, 使得插值后的三维体数据沿每个方向上的两点之间的距离相等。假设 $D_x = D_y = 1, D_z = 2$, 为了让三维空间的每个图像点与相邻的三个方向上的点的间距都统一为 1, 根据线性插值算法, 需要在 $D_z = 2$ 的两帧之间插入一帧。

[0010] 与现有技术相比, 本发明的有益效果为: 本发明采用了一个至少包含两个平面的探头, 即一个探头上有两个平面探头 A 和探头 B, 其中探头 A 依然用于空间的三维扫描和后续的三维重建, 而探头 B 则维持在同一个平面内平移或者转动, 通过对探头 B 获得相邻帧图像进行类似宽景成像中的位移估计, 准确估计出探头 A 相邻两帧之间的运动方式和距离, 从而实现了探头 A 扫描的每一帧二维图像的空间坐标估计, 并进一步获得空间无失真的三维体数据, 保证了后续三维可视化处理获得更好的图像效果。

附图说明

[0011] 图1为现有的自由臂3D进行平移扫描和转动扫描成像示意图;

[0012] 图2为本发明实施例所述探头A和探头B的结构示意图;

[0013] 图3为本发明实施例所述探头B进行图像扫描的位移示意图;

[0014] 图4为本发明实施例图像扫描后的运动距离数值估计示意图;

[0015] 图5为本发明实施例所述探头B进行旋转扫描的示意图;

[0016] 图6为本发明实施例所述探头A进行三维数字扫描转换插值的示意图;

[0017] 图7为本发明实施例所述探头A采集到的图像上相同(x, y)平面坐标点的幅度值和经过三维数字扫描转换线性插值后的幅度值的示意图。

具体实施方式

[0018] 下面结合附图, 对本发明作进一步详细的说明。

[0019] 图1包括左侧的探头平移成像示意图和右侧的探头转动成像示意图。如图1所示, 传统的自由臂3D成像过程通常包括以下几步: 通过对一个普通的B-mode成像探头(如普通的线阵或者凸阵探头)进行平移或者转动实现一个三维空间的扫描, 扫描过程中采集一系列的B-mode的二维图像; 然后根据估计的平移或者转动速度, 对获得的一系列二维图像空间位置进行标记, 根据标记的空间坐标信息重建出一个空间直角坐标系下的体数据; 在获得空间直角坐标系下的三维体数据之后就可以采用常规的各项三维可视化技术进行三维转二维显示了。

[0020] 常用的三维可视化方式包括表面成像、极大值成像、极小值成像等, 在不同的部位显示的时候需要采用不同的显示可视化显示方式, 比如胎儿脸部的显示就采用表面成像方式, 胎儿脊椎由于反射信号较强, 就采用极大值成像方式。

[0021] 自由臂3D成像中很关键的一步就是探头手工平移或者转动的速度估计, 在现有的实际系统中, 首先用户需要选择是平移还是转动的运动方式; 然后根据运动方式设置运动的速度或者角速度: 如果是平移则设置平移的速度, 即获得相邻两帧二维图像之间的距离; 如果是转动则设置转动的角速度, 即获得相邻两帧二维图像的之间的角度间隔。

[0022] 在手工操作探头的时候, 存在两个明显的问题: 1、很难保证探头平移或者转动的匀速的; 2、探头可能在平移的同时发生了转动。因此设置了固定的运动模式和运动速度或

角速度后,空间三维扫描获得的这些二维图像中一些帧的实际空间位置和估计的空间位置可能就相差较大,导致重建的三维体数据几何失真,基于失真的体数据获得的可视化的图像也就容易发生畸变。

[0023] 为了克服上述缺点,本发明提出通过至少增加另外一个平面的探头进行二维的扫描,这个新增的探头的扫描平面与上述用于三维体数据扫描的二维平面不重叠或不平行,这两个平面也可以相互垂直。如图2所示,探头A和探头B相互垂直,两个探头各自进行的成像的平面1和平面2也是相互垂直,其中,探头A用于三维空间扫描,探头B用于运动位移估计。不失一般性在本实施例中探头沿着箭头方向做平移。在探头A沿平面1对空间进行三维扫描的同时,探头B始终维持在平面2里的不同部位的扫描。探头B扫描的相邻两帧的图像由于存在重叠的扫描区域,相同的图像特征将会出现在两帧图像的不同位置,从而可以根据这些相同特征在两帧图像上的相对位移估算出探头的运动信息。

[0024] 本发明实施例中的双平面探头的两个平面是垂直的,也可以是不垂直,只要是保证两个探头平面不平行,且在探头运动的过程中其中一个探头的扫描维持在一个平面内即可。另外,本实施例中,图2所示中的双平面探头,探头A用于三维空间扫描,探头B用于运动位移估计,探头A与探头B的作用也可以互换,即探头B用于三维空间扫描,探头A用于运动位移估计。

[0025] 图3包括了左、中、右3幅图,如图3(左)所示,探头B移动过程中的三帧连续扫描的图像分别记为时刻 t_1 、 t_2 、 t_3 ,圆形表示为某个特征组织,该特征组织物理位置固定,但由于探头B的移动,导致该特征组织在不同帧图像中的相对位置发生了变化。如图3(中)所示,这连续三帧图像对应的扫描的空间位置。如图3(右)示出了超声系统数据对齐存储后的情况,可见固定目标的相对位置在不同帧的图像上发生了位移,相邻两次的位移分别为 d_1 和 d_2 所示。由于探头A与探头B是一体的,所以在探头B移动的同时,探头A同步发生了移动,因此可以通过估计出的探头B的相邻三帧的移动距离分别为 d_1 和 d_2 ,就可以估计出同时采集到的探头A的三帧图像的间隔也为 d_1 和 d_2 。由于探头的运动,导致静止的目标在相邻帧图像上发生的位移。图像处理技术中有很多方法用于运动位移的估计,本实施例中采用的方法是:先从图像中利用统计特性或者边缘信息提取出一些结构特征点,然后在相邻帧的该结构特征点对应的位置附近通过互相关运算寻找到最匹配的点,该匹配点的位置和原始结构特征点的位置的距离就是该目标的位移。

[0026] 实际实施的时候由于互相关运算计算量较大,所以往往采用绝对值和最小计算方法(sum of absolute difference,简称SAD)。该算法如图4所示,假设 t_1 和 t_2 时刻探头B采集到的相邻两帧图像第 (i) 帧图像和第 $(i+1)$ 帧图像,两帧图像均经过了一次二维的数字扫描转换(DSC),即图像上左右两点的间距和上下两点的间距代表了同样的物理距离,同样的二维DSC处理被用于探头A采集到的相邻帧图像。由于不同时刻采集到的图像包含有不一样的噪声,因此往往相同的特征点具有不一样的数值。以第 (i) 帧图像为模板,首先寻找特征点,例如只对图像灰度大于20的点作为特征点,所获得的特征点图像如图中特征图像所示,只在左边保留了 $3*3$ 的一个有效的图像区域。然后以该特征图像为模板,在第 $(i+1)$ 帧图像上寻找匹配的图像。在匹配运算的时候,对特征图像上下和左右移动若干像素点后,与第 $(i+1)$ 帧图像进行逐点的减法运算,相减后求绝对值之和,即获得SAD的结果。本实施例中特征图像移动的范围为 $[-3,3]$,即上下和左右各7个点的范围的搜索。SAD的运算结果为一个 $7*7$

的矩阵,矩阵第*i*行表示特征图像往下移动(*i*-3)行,第*j*列表示特征图像往右移动第(*j*-3)列。通过观察SAD的结果,我们发现(4,5)这个元素的数值最小,即表示估计出的图像位移为往下移动了1个像素,往右移动了2个像素。通过肉眼观察第(*i*+1)帧图像,可见估计的结果是正确的。由于探头A和探头B的固定在一起的,因此探头A此时获得第(*i*+1)帧图像和第(*i*)帧图像的间距*d*₁就等于2个像素,但由于位移中还包含了1个像素的向下移动,因此为了让第(*i*+1)帧图像和第(*i*)帧图像在深度上对齐,就需要对第(*i*+1)帧图像在最上面补一行0像素,或者是把第(*i*)帧图像的第一行像素删除。经过这样深度对齐处理后即可获得如图6所示的三维空间。由于同样的二维DSC被用于探头A和探头B获得图像,因此图中*D*_x=*D*_y,不妨假设*D*_x=*D*_y=1,则*D*_z为上述估计获得的两帧之间的距离,即*D*_z=2。因此为了让三维空间的每个图像点与相邻的三个方向上的点的间距都统一为1,就需要在在*D*_z=2的两帧之间插入一帧,简单的处理方式就是利用线性插值得到这两帧图像的均值,插入这两帧图像之间的位置。这就是一个简单的三维数字扫描转换(3D DSC)过程。由于探头平移的速度可能存在差异,相邻两帧之间的距离*D*_z可能也会不同,因此在3D DSC的时候,就需要采用不同的插值系数进行插值。如图7所示,虚线和空心圆点给出了相邻10帧探头A采集到的图像上相同(*X*,*Y*)坐标点的幅度值,由于这10帧图像两两之间的*D*_z不相同,因此这些点在*Z*轴上的分布是不均匀的。在3D DSC的时候,我们可以通过线性插值得到*Z*坐标为整数时候的幅度值,如图7中实心方块点所示。

[0027] 对于平移运动,图像中所有特征点估计出来的位移是一样的,但若发生了转动则不同深度的特征点估计出的位移会不同。图5所示是探头B发生转动时候的示意图,图中填充椭圆、填充矩形和圆形分别对应图像不同区域的特征点。这些特征点在相邻帧的运动距离是不相同的。需要对所有的这些目标进行运动距离的估计(如用上述的SAD方法),然后利用这些特征点的运动距离估计值对整幅图像的运动拟合出旋转的圆心位置和旋转的角度。在自由臂3D空间扫描的过程中,可能会出现平移和转动,只要像旋转运动时候一样,对图像上的不同特征点分别求运动距离,然后对这些运动距离进行拟合。当不同特征点拟合的运动距离基本一致的时候,就可以认为相邻两帧做了平移运动;而当不同特征点拟合的结果更接近旋转运动的时候,就可以认为相邻两帧做了旋转运动。因此,可以对逐帧的运动进行识别和位置校正,准确还原相邻两帧之间的运动方式和运动距离,从而大大降低了因为运动估计不准确导致的重建图像的畸变。

[0028] 如图6所示,探头A扫描的二维图像上纵向和横向两个点之间的距离根据成像的深度和扫描线的间距可以计算获得,分别为*D*_y和*D*_x,相邻两帧之间的距离则根据探头B的图像估计出*D*_z,不失一般性这里的探头运动依然是假设平移,即不同深度的相邻两帧图像之间的间隔都是*D*_z(当发生转动的时候,只需要把不同深度的位移代替上述恒定的*D*_z即可),通常这三个间距值都不相等,为了获得不畸变的图像,就需要通过在直角坐标系下的插值,插值后的数据三个方向的点间距相等,该过程就是常说的三维扫描转换(3D Digital Scan Conversion,简称3D DSC)。本实施例中,插值就用快速的线性插值,若对插值后图像质量要求更高,也可以采用样条插值等更复杂的处理方法。

[0029] 本实施例所述的自由臂三维超声成像装置,所用的探头至少由两个不同平面的探头组成,其中一个平面的探头(探头A)用于三维空间扫描,另外一个平面的探头(探头B)维持在平面内扫描用于相邻两帧图像的位移估计。具体成像的方法包括如下步骤:

[0030] 1) 超声成像系统启动自由臂三维成像模式;

[0031] 2) 将所述探头A和探头B在待成像组织上做平移或者转动运动, 在探头运动的过程中始终保持其中一个平面的探头B只在其成像平面内进行平移或者转动, 而另外一个平面的探头A则每次对组织的不同切面进行扫描成像。在探头运动的过程中, 超声成像系统对两个探头进行实时的二维成像, 每次采集的二维图像都在内存中存储起来。

[0032] 3) 完成三维扫查时, 停止超声系统的图像采集, 并进入图像分析和处理环节。

[0033] A) 读取第一帧的探头B的二维图像, 作为空间坐标的初始位置;

[0034] B) 读取第二帧的探头B的二维图像, 将该图像与上述第一帧的图像做空间匹配处理, 完成匹配处理后, 获得第二帧图像相对第一帧图像的位移(平移距离或者转动角度), 将所述位移用于标记第二帧探头A的二维图像;

[0035] C) 依次对后续每一帧的探头B的二维图像与前一帧图像做空间匹配处理, 并将估计出的位移用于标记相应帧的探头A的二维图像;

[0036] D) 当对存储区内所有的探头A的二维图像完成了空间位置的标记后, 对这些二维图像进行空间的插值(3D DSC), 获得在直角坐标系下三个方向上空间点间距相等的三维体数据;

[0037] E) 基于上述三维体数据, 进行三维可视化处理(表面成像、极大值成像等)获得可用于可视化显示的图像, 并输出到超声成像系统的显示器上进行显示。

[0038] 随着计算机性能的不不断提升, 其中采集得到的探头B的二维图像也可以在获得第二帧起的每一帧图像的时候就与上一帧图像进行实时的空间匹配处理, 无需等到所有的图像都采集完成后再启动。这些只是用于减少成像输出显示的等待时间, 不对实际成像效果产生影响。

[0039] 与传统的自由臂3D只利用一个平面的探头A进行成像不同, 本发明采用了一个至少包含两个平面的探头, 即一个探头上有两个平面探头A和探头B, 其中探头A依然用于空间的三维扫描和后续的三维重建, 而探头B则维持在同一个平面内平移或者转动, 通过对探头B获得相邻帧图像进行类似宽景成像中的位移估计, 准确估计出探头A相邻两帧之间的运动方式和距离, 从而实现了探头A扫描的每一帧二维图像的空间坐标估计, 并进一步获得空间无失真的三维体数据, 保证了后续三维可视化处理获得更好的图像效果。

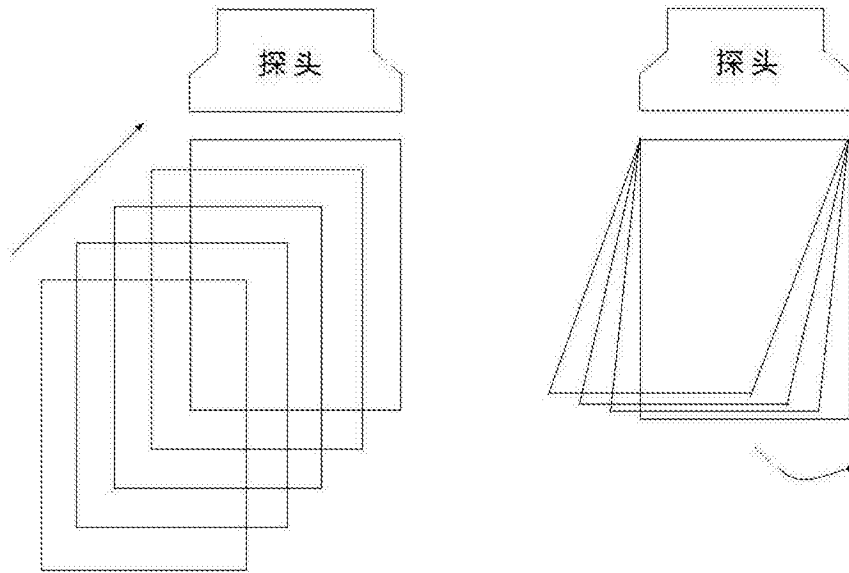


图1

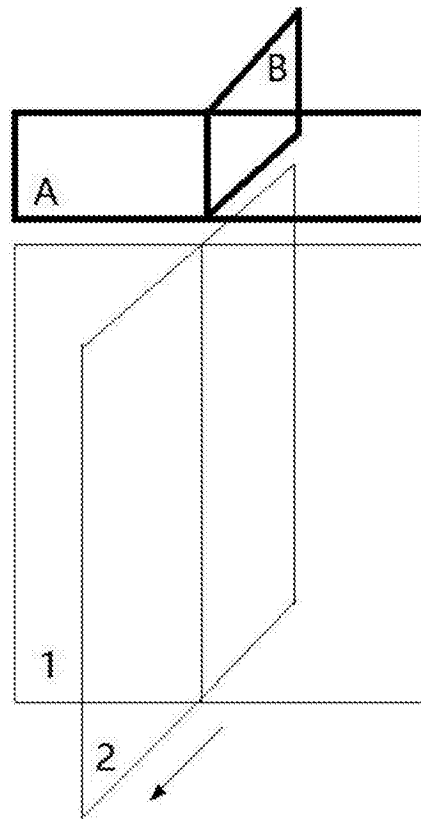


图2

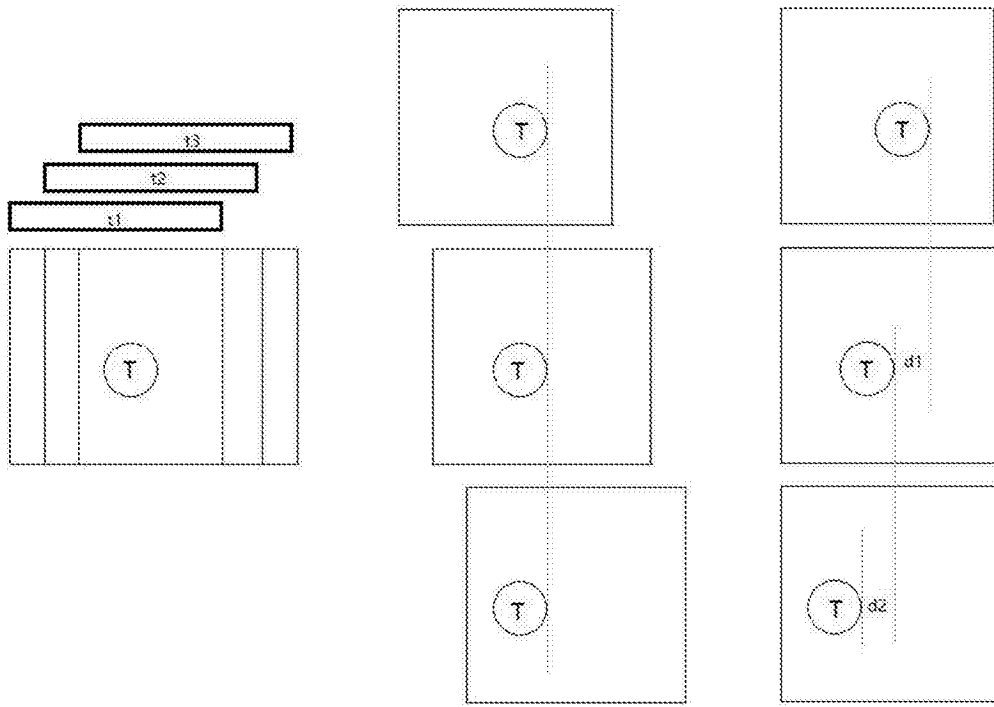


图3

第(i)帧

0	3	1	2	1	3
46	61	33	3	4	0
43	54	31	1	1	6
47	59	36	3	6	4
3	2	6	2	1	4
4	2	0	6	4	5

第(i+1)帧

1	4	6	3	2	0
6	3	2	1	1	4
2	4	48	58	38	4
3	5	48	54	31	0
3	6	44	58	33	4
5	2	5	0	1	5

特征图像

0	0	0	0	0	0
46	61	33	0	0	0
43	54	31	0	0	0
47	59	36	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0

SAD

486	546	579	575	562	555	511
542	644	702	694	688	680	584
595	751	834	758	657	537	501
607	759	841	720	528	332	369
596	751	825	642	359	49	210
585	733	810	685	510	311	370
531	627	676	609	526	411	418

图4

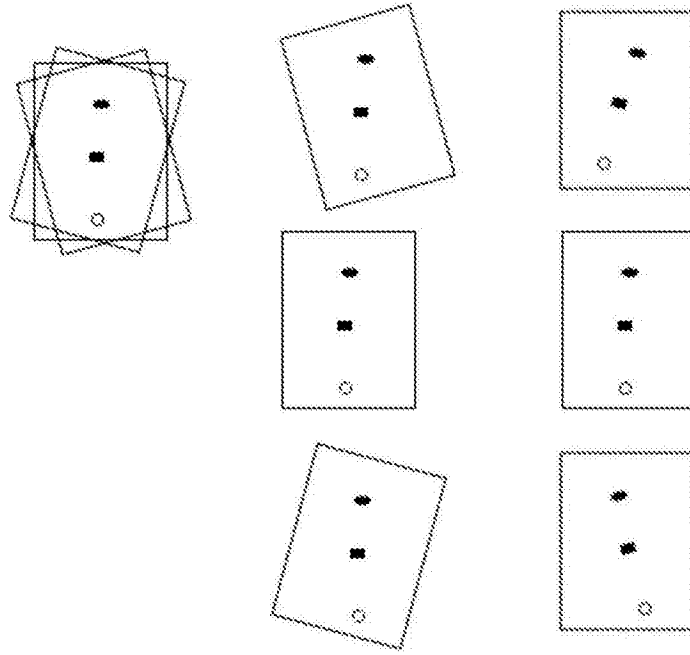


图5

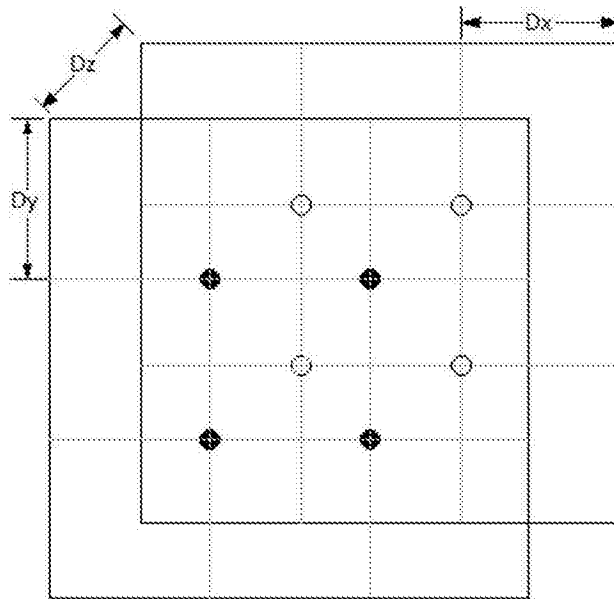


图6

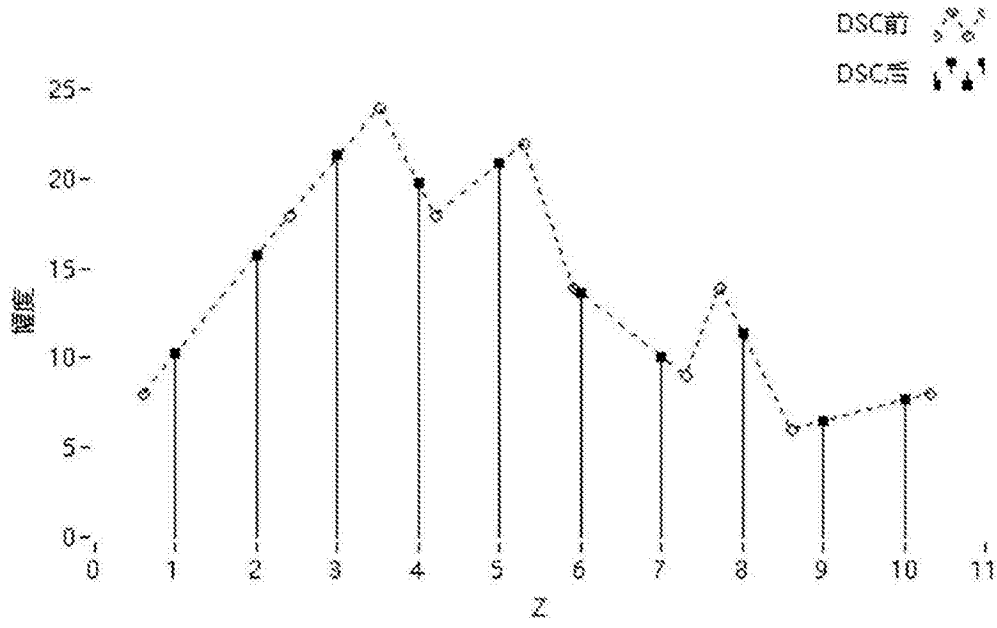


图7

专利名称(译)	一种三维超声成像装置		
公开(公告)号	CN105997151A	公开(公告)日	2016-10-12
申请号	CN201610465729.5	申请日	2016-06-23
[标]申请(专利权)人(译)	北京智影技术有限公司		
申请(专利权)人(译)	北京智影技术有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	北京智影技术有限公司		
[标]发明人	张羽		
发明人	张羽		
IPC分类号	A61B8/08		
CPC分类号	A61B8/085 A61B8/0866 A61B8/4444 A61B8/483 A61B8/5215		
其他公开文献	CN105997151B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种三维超声成像装置，其中，所述成像装置包括至少两个探头，其中至少一个为用于三维空间扫描的探头A，其中至少一个为用于运动位移估计的探头B，所述至少两个探头固定连接，且成一定角度；所述探头A沿平面1对空间进行三维扫描，所述探头B始终维持在平面2里对不同部位进行扫描。对探头B获得相邻帧图像进行类似宽景成像中的位移估计，准确估计出探头A相邻两帧之间的运动方式和距离，从而实现了探头A扫描的每一帧二维图像的空间坐标估计，并进一步获得空间无失真的三维体数据，保证了后续三维可视化处理获得更好的图像效果。

