



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105147319 A

(43) 申请公布日 2015. 12. 16

(21) 申请号 201510639373. 8

(22) 申请日 2015. 09. 30

(71) 申请人 华中科技大学

地址 430074 湖北省武汉市洪山区珞喻路
1037 号

(72) 发明人 丁明跃 沈春旭 吴鹏 陈东东

(74) 专利代理机构 华中科技大学专利中心
42201

代理人 赵伟

(51) Int. Cl.

A61B 8/00(2006. 01)

A61B 8/06(2006. 01)

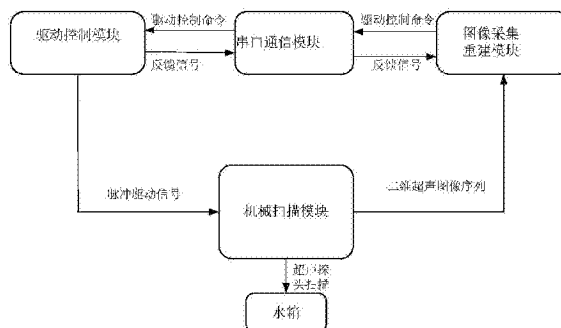
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种用于纳米造影剂评价的三维扫描成像装置及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种用于纳米造影剂评价的三维超声扫描成像装置,包括超声探头定位单元、机械扫描模块、驱动控制模块、串口通信模块和图像采集重建模块;机械扫描模块在驱动控制模块的控制下,扫描待研究对象并将获得的二维超声图像序列反馈给图像采集重建模块;驱动控制模块在图像采集重建模块的控制下驱动机械扫描模块运动,并将驱动控制模块的状态信息反馈给图像采集重建模块;串口通信模块连接图像采集重建模块与驱动控制模块,传输控制命令与反馈信息;图像采集重建模块根据上述二维超声图像序列重建三维超声图像;本发明还公开了利用上述装置的多档调节功能对待扫描对象逐次逼近的超声探头定位方法,可以准确快速的对扫描对象进行定位,提高了定位准确度和速度。



1. 一种用于纳米造影剂评价的三维扫描成像装置,其特征在于,包括超声探头定位单元、机械扫描模块、驱动控制模块、串口通信模块和图像采集重建模块;

所述超声探头定位单元是采用对超声反射能力弱的材料制成的多面立体结构,其中一面设有红外传感器;所述机械扫描模块用于在脉冲驱动信号的控制下,扫描待研究对象获得二维超声图像序列;所述驱动控制模块用于根据驱动控制命令生成所述脉冲驱动信号;

所述图像采集重建模块用于接收所述驱动控制模块的状态信息,根据所述状态信息生成所述驱动控制命令;并用于根据所述二维超声图像序列重建三维超声图像;

所述串口通信模块用于连接图像采集重建模块与驱动控制模块;将所述驱动控制命令通过串口通信模块发送给驱动控制模块;将驱动控制模块的状态信息通过串口通信模块反馈到图像采集重建模块。

2. 如权利要求1所述的三维扫描成像装置,其特征在于,所述机械扫描模块包括X向步进电机、Y向步进电机、竖直升降台和超声探头;X向步进电机在所述脉冲驱动信号控制下沿X方向移动,Y向步进电机在所述脉冲驱动信号控制下沿Y方向移动;Y方向是指水平面向右方向,X方向是水平面上与Y方向垂直的方向;

所述X向步进电机上设有第一滑块,Y向步进电机固定搭载在所述第一滑块上;Y向步进电机上设有第二滑块,竖直升降台固定搭载在所述第二滑块上,随第二滑块的运动而运动;竖直升降台的下端设有超声探头夹,用于固定超声探头;超声探头上具有便于红外传感器识别的标识。

3. 如权利要求2所述的三维扫描成像装置,其特征在于,所述X向步进电机与Y向步进电机均设置有3档步进速度,分别为2cm/s、1cm/s、0.2cm/s。

4. 如权利要求2所述的三维扫描成像装置,其特征在于,所述竖直升降台与第二滑块的连接处设有缓冲件,起到减弱机械振动、减小损耗作用。

5. 如权利要求4所述的三维扫描成像装置,其特征在于,所述缓冲件为弹性垫片。

6. 如权利要求5所述的三维扫描成像装置,其特征在于,所述弹性垫片采用1mm~1.5mm厚度的硅胶垫片。

7. 如权利要求1所述的三维扫描成像装置,其特征在于,所述图像采集重建模块包括数据处理模块和图像采集电路;所述数据处理模块用于控制图像采集电路的开关并用于对所述二维超声图像序列进行三维重建。

8. 如权利要求1所述的三维扫描成像装置,其特征在于,所述驱动控制模块包括稳压直流电源、单片机和步进电机驱动器;所述直流稳压电源用于将市电转换为直流电,为步进电机驱动器和单片机供电;单片机用于根据所述驱动控制命令生成脉冲信号;步进电机驱动器根据脉冲信号生成脉冲驱动信号;单片机实时采集步进电机驱动器的状态信息,通过串口通信模块反馈给图像采集重建模块。

9. 一种权利要求1至7任一项所述装置中的超声探头夹的定位方法,其特征在于,包括以下步骤:

(1) 当超声探头与待扫描对象在X方向的距离大于4cm时,X向步进电机以2cm/s速度驱动滑块;当超声探头与待扫描对象在X方向的距离小于4cm时,以1cm/s速度驱动滑块;当超声探头与待扫描对象在X方向的距离在1cm以内时,以0.2cm/s的速度驱动滑块;直到在X方向上,超声探头中心与待扫描对象的中心距离为零;

(2) 当超声探头与待扫描对象在 Y 方向的距离大于 4cm 时, Y 向步进电机以 2cm/s 速度驱动超声探头; 当超声探头与待扫描对象在 Y 方向的距离小于 4cm 时, 以 1cm/s 速度驱动超声探头; 当超声探头与待扫描对象在 Y 方向的距离在 1cm 以内时, 以 0.2cm/s 的速度驱动超声探头; 直到在 Y 方向上, 超声探头处于扫描初始点的上方;

(3) 调节超声探头的高度, 使得超声探头在 Z 方向处于扫描初始点上方 1cm ~ 2cm; Z 方向是与水平面垂直的竖直向上方向;

(4) 重复步骤 (1) ~ (3), 直至超声探头的中心对准扫描初始点。

10. 一种采用权利要求 1 至 7 任一项所述装置进行用于纳米造影剂评价的三维扫描成像的方法, 具体如下:

(1) 测试纳米造影剂的造影强度, 获取其造影强度随时间变化曲线, 获取造影强度维持稳定的时间段的起始时间点与终止时间点;

(2) 在所述造影强度维持稳定的时间段的起始时间点开始扫描, 在造影强度维持稳定的时间段的终止时间点结束扫描, 使得纳米造影剂在被扫描期间始终处于造影稳定状态。

一种用于纳米造影剂评价的三维扫描成像装置及方法

技术领域

[0001] 本发明属于超声成像技术领域,更具体地,涉及一种用于纳米造影剂评价的三维扫描成像装置及方法。

背景技术

[0002] 纳米造影剂突破了传统微泡造影剂的局限性,不仅可以进行血池内成像,还可以透过血管壁对组织器官进行造影成像,实现超声分子成像;提高了医学诊断的敏感性和特异性,尤其是提高对早期肿瘤诊断的准确性,是目前超声领域的研究热点。

[0003] 目前,对纳米造影剂的研究,多采用二维超声图像评价的方法,但对二维超声图像的识别严重依赖医生的经验和专业知识,难以形象地显示出三维结构,且二维超声图像视野有限,很难多方向、多角度进行观察和研究;三维超声可以提高超声图像的时间和空间分辨力,有助于更清晰地显示出研究对象的解剖方位,周邻关系,活动规律和血流动力学变化,对于纳米造影剂的评价有着重要的意义。

[0004] 现有的三维超声图像采集方法主要有机械扫描法和面阵成像法;面阵成像法具有多向多平面扫描获得实时三维图像的优点,但是由于面阵所需的阵元数量巨大和通道数多而使得其加工困难,并且阵元间的高密集度使得阵元阻抗高而影响成像质量;现有的机械扫描方法原理简单,设计成本低廉,但其机械振动对三维超声图像的干扰较大,精度低,实时性差,应用于纳米级超声造影剂评价时效果较差。

发明内容

[0005] 针对现有技术的以上缺陷或改进需求,本发明提供了一种用于纳米造影剂评价的三维扫描成像装置及方法,根据纳米造影剂的造影强度随时间变化曲线确定扫描区域及扫描时间,其目的在于解决现有的扫描成像方法精度低的问题。

[0006] 为实现上述目的,按照本发明的一个方面,提供了一种用于纳米造影剂评价的三维超声扫描成像装置,包括超声探头定位单元、机械扫描模块、驱动控制模块、串口通信模块和图像采集重建模块;

[0007] 其中,超声探头定位单元是采用对超声反射能力弱的材料制成的多面立体结构,其中一面设有红外传感器;机械扫描模块用于在脉冲驱动信号的控制下,扫描待研究对象获得二维超声图像序列;驱动控制模块用于根据驱动控制命令生成所述脉冲驱动信号;图像采集重建模块用于接收所述驱动控制模块的状态信息,根据该状态信息生成驱动控制命令;并用于根据二维超声图像序列重建三维超声图像;串口通信模块用于连接图像采集重建模块与驱动控制模块;将驱动控制命令通过串口通信模块发送给驱动控制模块;将驱动控制模块的状态信息通过串口通信模块反馈到图像采集重建模块。

[0008] 优选的,机械扫描模块包括X向步进电机、Y向步进电机、竖直升降台和超声探头;X向步进电机在脉冲驱动信号控制下沿X方向移动,Y向步进电机在脉冲驱动信号控制下沿Y方向移动;Y方向是指水平面向右方向,X方向是水平面上与Y方向垂直的方向;

[0009] X 向步进电机上设有第一滑块, Y 向步进电机固定搭载在第一滑块上; Y 向步进电机上设有第二滑块, 竖直升降台固定搭载在第二滑块上, 随第二滑块的运动而运动; 竖直升降台的下端设有超声探头夹, 用于固定超声探头; 超声探头上设有便于红外传感器识别的标识。

[0010] 优选的, 超声探头上设有激光定位器, 激光定位器发出“十”字激光点实时显示超声探头在超声探头定位单元中的位置。

[0011] 优选的, X 向步进电机与 Y 向步进电机均设置有 3 档步进速度, 分别为 2cm/s、1cm/s、0.2cm/s。

[0012] 优选的, 在竖直升降台与 Y 向步进电机上的第二滑块的连接处设有缓冲件, 起到减弱机械振动、减小损耗作用。

[0013] 优选的, 所述缓冲件为弹性垫片。

[0014] 优选的, 弹性垫片采用 1mm ~ 1.5mm 厚度的硅胶垫片; 通过评价三维超声图像的轮廓光滑程度来评价减震效果; 测试结果表明: 采用 1mm ~ 1.5mm 厚度的硅胶片重建后的管壁最光滑, 减震效果最佳。

[0015] 优选的, 图像采集重建模块包括数据处理模块和图像采集电路; 数据处理模块用于控制图像采集电路的开关并对二维超声图像序列进行三维重建; 数据处理模块根据驱动控制模块发送的图像采集开关命令开启或关闭图像采集电路; 采集的二维图像序列存储在数据处理模块中, 经重建获得三维超声图像。

[0016] 优选的, 驱动控制模块包括稳压直流电源、单片机和步进电机驱动器; 直流稳压电源用于将市电转换为直流电, 为步进电机驱动器和单片机供电; 单片机用于根据驱动控制命令生成脉冲信号; 步进电机驱动器根据脉冲信号生成脉冲驱动信号; 单片机实时采集步进电机驱动器的状态信息, 通过串口通信模块反馈给图像采集重建模块;

[0017] 单片机通过步进电机驱动器驱动 X 向步进电机和 Y 向步进电机, 使得设置在竖直升降台下端的超声探头夹在三维的水箱空间内精准定位。

[0018] 为实现本发明目的, 按照本发明的另一个方面, 提供了一种上述装置中的超声探头夹的定位方法, 具体包括以下步骤:

[0019] (1) X 方向位置调节: 当超声探头与待扫描对象在 X 方向的距离大于 4cm 时, X 向步进电机以 2cm/s 速度驱动滑块; 当超声探头与待扫描对象之间在 X 方向的距离小于 4cm 时, 以 1cm/s 速度驱动滑块; 当超声探头与待扫描对象之间在 X 方向的距离在 1cm 以内时, 以 0.2cm/s 的速度驱动滑块, 直到 X 方向上, 探头中心与扫描对象的中心距离为零;

[0020] (2) Y 方向位置调节: 当超声探头与待扫描对象在 Y 方向上的距离大于 4cm 时, Y 向步进电机以 2cm/s 速度驱动超声探头; 当超声探头与待扫描对象之间在 Y 方向的距离小于 4cm 时, 以 1cm/s 速度驱动超声探头; 当超声探头与待扫描对象之间在 Y 方向的距离在 1cm 以内时, 以 0.2cm/s 的速度驱动超声探头, 直到在 Y 方向上, 超声探头处于扫描初始点的上方;

[0021] (3) Z 方向调节: 调节超声探头的高度, 使得超声探头在 Z 方向上处于扫描初始点正上方 1cm ~ 2cm;

[0022] (4) 重复步骤 (1) ~ (3), 直至超声探头的中心对准扫描初始点; 通过从 X、Y、Z 三个方向分时、逐次进行调节, 可使超声探头快速、准确地到达扫描初始位置;

[0023] 其中,Y 方向是指水平面向右方向,X 方向是水平面上与 Y 方向垂直的方向,Z 方向是与水平面垂直的竖直向上方向。

[0024] 为实现本发明目的,按照本发明的另一个方面,提供了一种用于纳米造影剂评价的三维扫描成像方法,具体如下:

[0025] (1) 测试纳米造影剂的造影强度,获取其造影强度随时间变化曲线,获取造影强度维持稳定的时间段的起始时间点与终止时间点;

[0026] (2) 在所述造影强度维持稳定的时间段的起始时间点开始扫描,在造影强度维持稳定的时间段的终止时间点结束扫描,使得纳米造影剂在被扫描期间始终处于造影稳定状态。

[0027] 总体而言,通过本发明所构思的以上技术方案与现有技术相比,能够取得下列有益效果:

[0028] (1) 本发明提供的装置,其的图像采集范围为红外传感器之间的间距,通过改变红外传感器之间的间距,获得感兴趣区域的二维超声图像序列;在一对红外传感器的作用下,可以获得任意感兴趣区域内二维超声图像序列;

[0029] (2) 本发明提供的装置,其 X 向步进电机、Y 向步进电机设置了多档速度调节,可以快速的确定扫描初始位置;

[0030] (3) 通过本发明提供的装置,应用本发明提供的逐次逼近的超声探头定位方法,可以准确快速的对扫描初始位置进行定位,避免了非机械情况下,超声探头不自主运动;

[0031] (4) 本发明提供的与纳米造影剂物理特性相适应的扫描方法,充分考虑到纳米级超声造影剂其造影强度随时间变化表现为缓慢增强、强度保持、缓慢减弱三个阶段的特性,在造影剂处在造影稳定的时间段内进行数据采集,其灰度值变化最小,克服了不同厂家不同批次纳米级超声造影剂的差异性。

附图说明

[0032] 图 1 是实施例提供的用于纳米造影剂评价的三维超声扫描装置系统示意图;

[0033] 图 2 是采用实施例提供的用于纳米造影剂评价的三维超声扫描装置进行三维超声扫描的流程;

[0034] 图 3 是实施例中 5 次测试纳米造影剂获得的造影强度随时间变化曲线。

具体实施方式

[0035] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。此外,下面所描述的本发明各个实施方式中所涉及到的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互组合。

[0036] 实施例提供的用于纳米造影剂评价的三维超声扫描装置,包括水箱、机械扫描模块、驱动控制模块、串口通信模块和图像采集重建模块;其系统示意图如图 1 所示;

[0037] 其中,采用立方体水箱作为超声探头定位单元,用于盛放冷却的蒸馏水;水箱采用对超声反射能力弱的亚克力材料,水箱的有效空间容量为 40cm*40cm*40cm;水箱的一面设有红外传感器,用于识别超声探头上的标识;

[0038] 机械扫描模块包括 X 向步进电机、Y 向步进电机和竖直升降台；X 向步进电机上设有第一滑块，Y 向步进电机固定搭载在第一滑块上，在第一滑块与 Y 向步进电机的接触处部位有 1mm ~ 1.5mm 厚的硅胶垫片；Y 向步进电机上设有第二滑块，竖直升降台固定搭载在第二滑块上，跟随第二滑块的运动而运动；竖直升降台与第二滑块的接触部位设有硅胶垫片；竖直升降台的下端是超声探头夹，用于固定超声探头，超声探头带有用于红外传感器识别的标识，激光定位器粘附在超声探头上；探头夹与超声探头的接触部位设有 1mm ~ 1.5mm 厚的硅胶垫片；一方面减小对超声探头的损耗，另一方面消除步进电机作用在超声探头上的机械振动；

[0039] 驱动控制模块包括稳压直流电源、单片机、步进电机驱动器；其中，直流稳压电源连接市电为步进电机驱动器、单片机供电；实施例中采用的是 220V 转 12V 的直流稳压电源；单片机根据数据处理模块的命令向步进电机驱动器发送脉冲信号控制步进电机运动状态，并实时向数据处理模块反馈当前的状态；

[0040] 采用 USB 转串口数据线作为串口通信模块；数据处理模块将控制命令发送至 PC 机端口，USB 转串口数据线将此命令传送给单片机；当前状态由 USB 转串口数据线将状态信号反馈到 PC 机端口；

[0041] 图像采集重建模块包括数据处理模块、图像采集电路、视频传输线；数据处理模块用于向单片机发送控制命令、控制图像采集电路关闭以及对二维图像序列进行重建；当单片机向数据处理模块反馈图像采集开始信号时，数据处理模块打开图像采集电路，开始进行二维图像采集；当单片机向数据处理模块反馈图像采集结束信号时，数据处理模块关闭图像采集电路；采集到的二维图像序列将存在数据处理模块中，经重建获得三维超声图像。

[0042] 图 2 所示，是采用实施例提供的三维超声扫描装置对注射了纳米超声造影剂的大鼠进行超声扫描的流程示意图，包括如下步骤：

[0043] (1) 在驱动控制模块的控制下，驱动机械扫描模块的步进电机移动，使得探头夹在三维水箱空间内精准定位，具体包括以下子步骤：

[0044] (1.1) 调节 X 方向位置：当超声探头与待扫描对象之间在 X 方向的距离大于 4cm 时，X 向步进电机以 2cm/s 速度驱动滑块；当超声探头与待扫描对象之间在 X 方向的距离小于 4cm 时，以 1cm/s 速度驱动滑块；当超声探头与待扫描对象之间在 X 方向的距离在 1cm 以内时，以 0.2cm/s 的速度驱动滑块，直到 X 方向上，探头中心与扫描对象的中心距离为零；

[0045] (1.2) 调节 Y 方向位置：当超声探头与待扫描对象之间在 Y 方向的距离大于 4cm 时，Y 向步进电机以 2cm/s 速度驱动超声探头；当超声探头与待扫描对象之间在 Y 方向的距离小于 4cm 时，以 1cm/s 速度驱动超声探头；当超声探头与待扫描对象之间在 Y 方向的距离在 1cm 以内时，以 0.2cm/s 的速度驱动超声探头，直到超声探头悬于扫描初始点的正上方；

[0046] (1.3) 调节 Z 方向高度：调节超声探头的高度，使得超声探头在 Z 方向处于扫描初始点上方 1 ~ 2cm；

[0047] (1.4) 重复步骤 (1.1) ~ (1.3)，直至超声探头的中心对准扫描初始点；其中，扫描初始点是预先设定的感兴趣扫描区域初始位置；

[0048] (2) 超声探头平行扫描注射了纳米超声造影剂的待测大鼠；测试中，图像采集重建模块根据收到的状态，通过驱动控制模块调整机械扫描模块里超声探头的移动，改变扫描区域；

[0049] (3) 图像采集电路在超声探头运动过程中接收机械扫描模块获得的注射了纳米超声造影剂的大鼠的二维超声图像序列；由数据处理模块对该二维超声图像序列进行三维重建，获得三维超声图像。

[0050] 实施例还提供了一种与纳米级超声造影剂物理特性相适应的扫描方法，具体如下：

[0051] (1) 测试造影剂的造影强度，获取其造影强度随时间变化曲线，获取造影强度维持稳定的时间段的起始时间点与终止时间点；实施例以 5 次测试同一批造影剂获得的结果获得如图 3 所示的造影强度随时间变化曲线；

[0052] 实施例里提取的造影强度稳定时间段起始时间点与终止时间点，如下表所列：

[0053] 表 1 实施例里纳米超声造影剂造影强度稳定时间段信息

[0054]

试验次数	1	2	3	4	5
开始时间	Ts1	Ts2	Ts3	Ts4	Ts5
结束时间	Td1	Td2	Td3	Td4	Td5

[0055] (2) 从图 3 可看出，Ts2 是起始时间点的最大值，Td5 是终止时间点的最小值；因此，可以确定在 Ts2 ~ Td5 时间段内，纳米造影剂的造影强度保持稳定；因此，在 Ts2 时间点开始扫描，在 Td5 时间点结束扫描；在选取的扫描时间段内，纳米造影剂处于造影稳定阶段，使得在扫描获得的每帧二维超声图像序列中，纳米造影剂的造影强度是相同的，其灰度值变化最小；重建后的三维超声图像更准确的反应待测对象。

[0056] 本领域的技术人员容易理解，以上所述仅为本发明的较佳实施例而已，并不用以限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

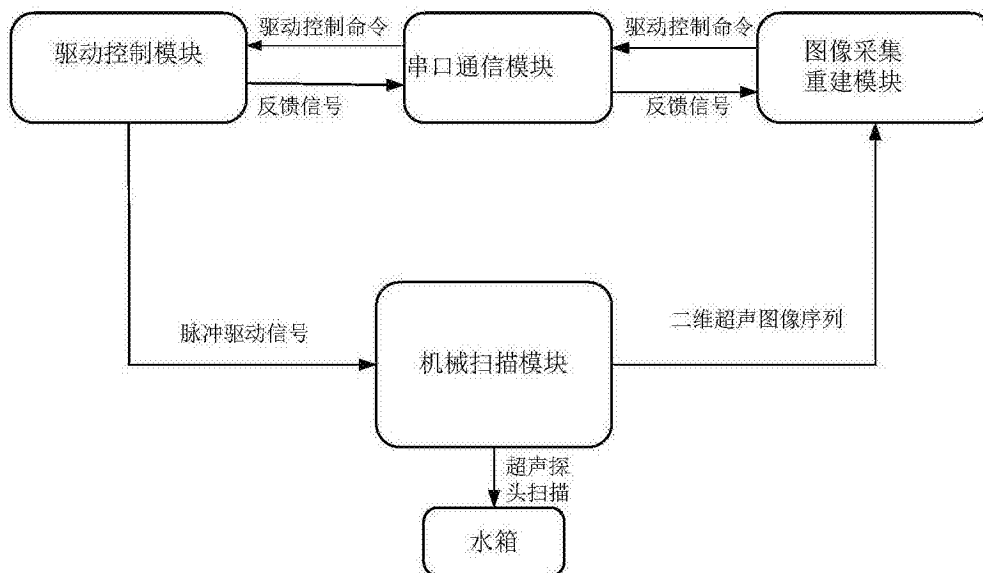


图 1

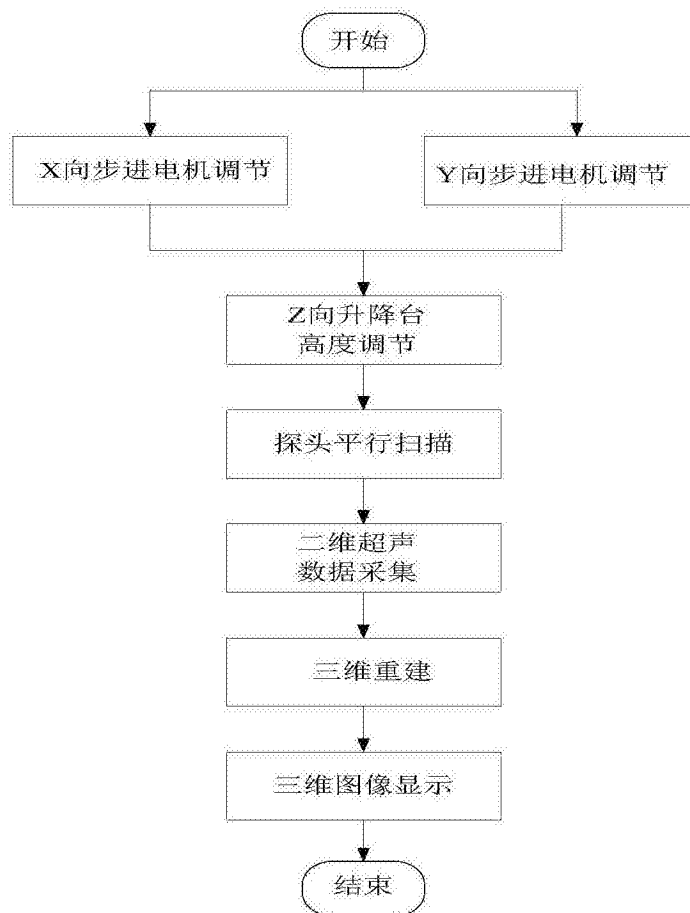


图 2

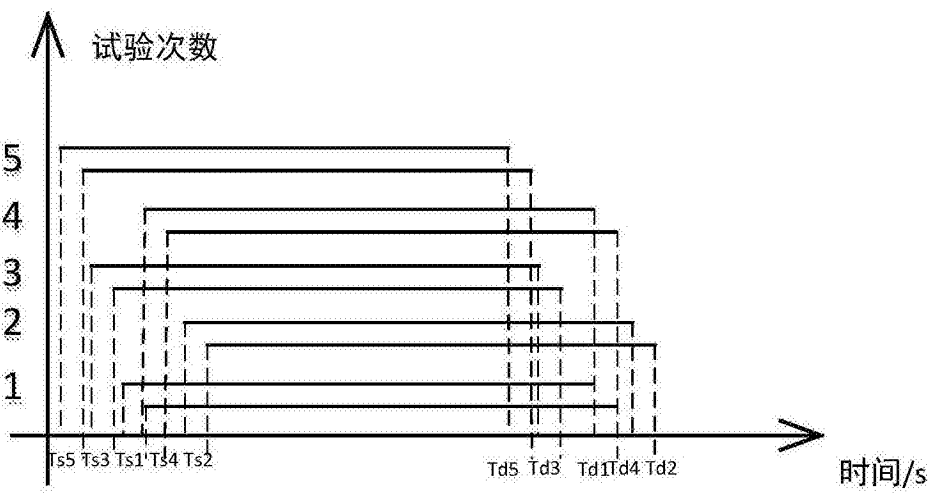


图 3

专利名称(译)	一种用于纳米造影剂评价的三维扫描成像装置及方法		
公开(公告)号	CN105147319A	公开(公告)日	2015-12-16
申请号	CN201510639373.8	申请日	2015-09-30
[标]申请(专利权)人(译)	华中科技大学		
申请(专利权)人(译)	华中科技大学		
当前申请(专利权)人(译)	华中科技大学		
[标]发明人	丁明跃 沈春旭 吴鹏 陈东东		
发明人	丁明跃 沈春旭 吴鹏 陈东东		
IPC分类号	A61B8/00 A61B8/06		
代理人(译)	赵伟		
其他公开文献	CN105147319B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种用于纳米造影剂评价的三维超声扫描成像装置，包括超声探头定位单元、机械扫描模块、驱动控制模块、串口通信模块和图像采集重建模块；机械扫描模块在驱动控制模块的控制下，扫描待研究对象并将获得的二维超声图像序列反馈给图像采集重建模块；驱动控制模块在图像采集重建模块的控制下驱动机械扫描模块运动，并将驱动控制模块的状态信息反馈给图像采集重建模块；串口通信模块连接图像采集重建模块与驱动控制模块，传输控制命令与反馈信息；图像采集重建模块根据上述二维超声图像序列重建三维超声图像；本发明还公开了利用上述装置的多档调节功能对待扫描对象逐次逼近的超声探头定位方法，可以准确快速的对扫描对象进行定位，提高了定位准确度和速度。

