



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110710990 A

(43)申请公布日 2020.01.21

(21)申请号 201910932901.7

(22)申请日 2019.09.29

(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 尉迟明 丁明跃 张求德 宋俊杰
刘阔林 刘昭辉 周亮 全朝辉
方小悦 武云 周权

(74)专利代理机构 华中科技大学专利中心
42201

代理人 许恒恒 李智

(51)Int.Cl.

A61B 8/14(2006.01)

A61B 8/00(2006.01)

A61B 8/08(2006.01)

权利要求书3页 说明书7页 附图5页

(54)发明名称

一种螺旋超声断层成像方法及系统

(57)摘要

本发明属于超声成像领域,公开了一种螺旋超声断层成像方法及系统,其中方法是在超声探头沿Z轴匀速位移的前提下,利用超声探头的同步旋转或超声探头内发射阵元的循环切换,使各个超声波发射时刻下发射阵元的位置随时间在三维空间中的变化轨迹沿一条螺旋线或曲线分布;在超声探头沿Z轴匀速位移的过程中超声探头发射超声波并接收采集回波数据,采集到的回波数据经存储、及数据后处理即可实现对待测对象的超声断层成像。本发明通过对超声扫描过程中发射阵元的位置变化进行控制,得到的新型的螺旋超声断层三维扫描方法及相应系统,可以实现快速连续不间断的数据获取,保证在Z轴方向上获得更高的空间分辨率;也可利用多层冗余数据,提高图像信噪比。



1. 一种螺旋超声断层成像方法, 其特征在于, 该方法是在超声探头沿Z轴匀速位移的前提下, 利用所述超声探头的同步旋转, 或所述超声探头内发射阵元按预先设定的时针方向进行的循环切换, 使各个超声波发射时刻下发射阵元的位置随时间在三维空间中的变化轨迹沿一条螺旋线分布或是沿主要由多个螺旋线的部分构成的曲线分布; 在超声探头沿Z轴匀速位移的过程中超声探头发射超声波并接收采集回波数据, 采集到的回波数据经存储、及数据后处理即可实现对待测对象的超声断层成像;

其中, 所述超声探头包括多个阵元, 每次发射超声波时, 其中一个阵元作为发射阵元, 其他阵元均作为接收阵元, 各接收阵元接收到的回波数据则携带有超声探头所处平面附近的待测对象局部区域的断层成像信息;

所述超声探头具体是:

(i) 沿预先设定的Z轴方向及预先设定的位移速率沿Z轴进行匀速位移、且同时保持超声探头按预先设定的旋转角速度进行旋转, 旋转角速度矢量保持固定; 或

(ii) 沿预先设定的Z轴方向及预先设定的位移速率沿Z轴进行匀速位移、且同时保持超声探头按预先设定的旋转角速度进行旋转, 旋转角速度的矢量大小保持固定, 矢量方向按预先设定的切换频率进行切换; 或

(iii) 沿预先设定的Z轴方向及预先设定的位移速率沿Z轴进行匀速位移、且同时保持超声探头内发射阵元按预先设定的固定时针方向进行循环切换, 发射阵元切换的频率满足预先设定的要求; 或

(iv) 沿预先设定的Z轴方向及预先设定的位移速率沿Z轴进行匀速位移、且同时保持超声探头内发射阵元按预先设定的变化的时针方向进行循环切换, 发射阵元切换的频率满足预先设定的要求, 时针方向变化的频率也满足预先设定的要求;

所述数据后处理具体是: 对存储的回波数据进行重排和编码, 使回波数据排列成超声探头接收到的排列顺序, 然后计算重建得到各个断层图, 接着将各个断层图按顺序排列进行三维重建, 最后进行对数压缩, 彩色或灰度映射, 即可得到三维成像图; 其中, 所述断层图为反射重建断层图、声速重建断层图及衰减系数重建断层图中的任何一种。

2. 如权利要求1所述螺旋超声断层成像方法, 其特征在于, 在超声探头沿Z轴匀速位移的过程中, 所述超声探头是以等时间间隔依次激励发射超声波, 或者所述超声探头是按预先选定的部分阵元依次激励发射超声波。

3. 如权利要求1所述螺旋超声断层成像方法, 其特征在于, 所述超声探头为环形超声探头或者凹阵超声探头, 具有均匀分布的多个阵元。

4. 如权利要求3所述螺旋超声断层成像方法, 其特征在于, 对于所述超声探头内发射阵元按预先设定的时针方向进行的循环切换, 该切换是环形超声探头内相邻的若干个阵元参与的切换, 或者是环形超声探头内固定间隔的若干个阵元参与的切换。

5. 如权利要求3所述螺旋超声断层成像方法, 其特征在于, 对于所述超声探头内发射阵元按预先设定的时针方向进行的循环切换, 该切换是环形超声探头内全部阵元参与的切换。

6. 一种螺旋超声断层成像装置, 其特征在于, 包括超声探头、Z轴运动子系统、存储器及数据后处理模块, 其中,

所述Z轴运动子系统用于带动超声探头沿Z轴匀速位移并使超声探头同步旋转, 使各个

超声波发射时刻下发射阵元的位置随时间在三维空间中的变化轨迹沿一条螺旋线分布或是沿主要由多个螺旋线的部分构成的曲线分布；

所述超声探头用于在超声探头沿Z轴匀速位移的过程中超声探头发射超声波并接收采集回波数据；该超声探头包括多个阵元，每次发射超声波时，其中一个阵元作为发射阵元，其他阵元均作为接收阵元，各接收阵元接收到的回波数据则携带有超声探头所处平面附近的待测对象局部区域的断层成像信息；

所述超声探头能够在所述Z轴运动子系统的带动下，沿预先设定的Z轴方向及预先设定的位移速率沿Z轴进行匀速位移、且同时保持超声探头按预先设定的旋转角速度进行旋转，旋转角速度矢量保持固定；或者，所述超声探头能够在所述Z轴运动子系统的带动下，沿预先设定的Z轴方向及预先设定的位移速率沿Z轴进行匀速位移、且同时保持超声探头按预先设定的旋转角速度进行旋转，旋转角速度的矢量大小保持固定，矢量方向按预先设定的切换频率进行切换；

所述存储器用于存储所述超声探头采集到的回波数据；

所述数据后处理模块用于对存储的回波数据进行重排和编码，使回波数据排列成超声探头接收到的排列顺序，然后计算重建得到各个断层图，接着将各个断层图按顺序排列进行三维重建，最后进行对数压缩，彩色或灰度映射，即可得到三维成像图；其中，所述断层图为反射重建断层图、声速重建断层图及衰减系数重建断层图中的任何一种。

7. 一种螺旋超声断层成像装置，其特征在于，包括超声探头、Z轴运动子系统、存储器及数据后处理模块，其中，

所述Z轴运动子系统用于带动超声探头沿Z轴匀速位移；

所述超声探头内发射阵元能够按预先设定的时针方向进行循环切换，使各个超声波发射时刻下发射阵元的位置随时间在三维空间中的变化轨迹沿一条螺旋线分布或是沿主要由多个螺旋线的部分构成的曲线分布；该超声探头用于在超声探头沿Z轴匀速位移的过程中超声探头发射超声波并接收采集回波数据；该超声探头包括多个阵元，每次发射超声波时，其中一个阵元作为发射阵元，其他阵元均作为接收阵元，各接收阵元接收到的回波数据则携带有超声探头所处平面附近的待测对象局部区域的断层成像信息；

所述超声探头能够在所述Z轴运动子系统的带动下，沿预先设定的Z轴方向及预先设定的位移速率沿Z轴进行匀速位移、且同时保持超声探头内发射阵元按预先设定的固定时针方向进行循环切换，发射阵元切换的频率满足预先设定的要求；或者，所述超声探头能够在所述Z轴运动子系统的带动下，沿预先设定的Z轴方向及预先设定的位移速率沿Z轴进行匀速位移、且同时保持超声探头内发射阵元按预先设定的变化的时针方向进行循环切换，发射阵元切换的频率满足预先设定的要求，时针方向变化的频率也满足预先设定的要求；

所述存储器用于存储所述超声探头采集到的回波数据；

所述数据后处理模块用于对存储的回波数据进行重排和编码，使回波数据排列成超声探头接收到的排列顺序，然后计算重建得到各个断层图，接着将各个断层图按顺序排列进行三维重建，最后进行对数压缩，彩色或灰度映射，即可得到三维成像图；其中，所述断层图为反射重建断层图、声速重建断层图及衰减系数重建断层图中的任何一种。

8. 如权利要求6或7所述螺旋超声断层成像装置，其特征在于，所述螺旋超声断层成像装置还包括床体，该床体用于承载待测对象，并优选能够提供水作为超声探头与待测对象

之间超声波耦合剂介质。

9. 如权利要求8所述螺旋超声断层成像装置,其特征在于,所述螺旋超声断层成像装置还包括水处理子系统,用于过滤作为超声波耦合剂介质水中的杂质,除去水中气泡,控制水循环。

一种螺旋超声断层成像方法及系统

技术领域

[0001] 本发明属于超声成像领域,更具体地,涉及一种螺旋超声断层成像方法及系统。

背景技术

[0002] 超声成像是指,利用超声探头对待扫描物体发射超声波,超声波与扫描物体发生反射、散射、衍射等相互作用,然后检测超声回波,对这些回波数据分析处理得到超声反射图像。超声成像技术广泛应用于眼科、妇产科、消化科等临床医学检测。相对其他影像模式,临床超声检测具有对人体无辐射、检测费用较低、实时成像等优点。近二三十年来,随着超声探头制作和加工工艺的提升、计算机技术的快速发展,超声断层成像技术取得了长足的进步。超声断层成像技术使用超声探头发射超声波,同时检测从待成像物体周围散射出的超声回波,根据回波数据重建各声学参量,包括反射图、声速图、衰减图。

[0003] 超声断层成像属于超声成像领域,同样需要使用超声波激励,然后接收回波。不同的是,超声断层成像接收孔径远远大于普通B超,而且可以获得透射回波,从而衍生出更多的成像模式;但也因此,其获得的数据量更大、计算复杂度更高。

[0004] 超声断层成像一般使用单阵元发射,其他所有阵元接收的激励采集模式。因其阵元数量多,接收孔径大,故具有较高的空间分辨率。在完成单切面扫描后,电机运动一段距离,然后静止,环阵上每个阵元的依次激励,全部阵元同时接收,完成第二层的扫描;重复这个过程,实现三维空间的扫描成像。在X射线断层成像扫描领域,称这种扫描方式为步进扫描方式。这种方式需要经历反复地步进、停止,不仅容易引起超声波传输介质的晃动,造成伪影;而且因为要停下扫描再运动,三维扫描时间很长,极大影响病人的舒适度;另一方面,步进扫描方式的断层成像只能反映当电机停下来时的特定位置切面信息,切面之间无法获得准确的数据,从而可能造成漏诊,也使得此方式获得的图像在Z轴方向上获得的分辨率较低。目前主流的断层成像扫描方式以步进方式为主,急需一种新型三维扫描方式,以缩短扫描时间、提高Z轴分辨率。

发明内容

[0005] 针对目前主流的断层成像步进扫描方式的以上缺陷,本发明的目的在于提供一种螺旋超声断层成像方法及系统,其中通过对超声扫描过程中发射阵元的位置变化进行控制,使得发射阵元以螺旋轨迹或者近似螺旋轨迹进行发射,得到的新型的螺旋超声断层三维扫描方法及相应系统,可以实现快速连续不间断的数据获取,保证在Z轴方向上获得更高的空间分辨率;也可利用多层冗余数据,提高图像信噪比。

[0006] 为实现上述目的,按照本发明的一个方面,提供了一种螺旋超声断层成像方法,其特征在于,该方法是在超声探头沿Z轴匀速位移的前提下,利用所述超声探头的同步旋转,或所述超声探头内发射阵元按预先设定的时针方向进行的循环切换,使各个超声波发射时刻下发射阵元的位置随时间在三维空间中的变化轨迹沿一条螺旋线分布或是沿主要由多个螺旋线的部分构成的曲线分布;在超声探头沿Z轴匀速位移的过程中超声探头发射超声

波并接收采集回波数据,采集到的回波数据经存储、及数据后处理即可实现对待测对象的超声断层成像;

[0007] 其中,所述超声探头包括多个阵元,每次发射超声波时,其中一个阵元作为发射阵元,其他阵元均作为接收阵元,各接收阵元接收到的回波数据则携带有超声探头所处平面附近的待测对象局部区域的断层成像信息;

[0008] 所述超声探头具体是:

[0009] (i)沿预先设定的Z轴方向及预先设定的位移速率沿Z轴进行匀速位移、且同时保持超声探头按预先设定的旋转角速度进行旋转,旋转角速度矢量保持固定;或

[0010] (ii)沿预先设定的Z轴方向及预先设定的位移速率沿Z轴进行匀速位移、且同时保持超声探头按预先设定的旋转角速度进行旋转,旋转角速度的矢量大小保持固定,矢量方向按预先设定的切换频率进行切换;或

[0011] (iii)沿预先设定的Z轴方向及预先设定的位移速率沿Z轴进行匀速位移、且同时保持超声探头内发射阵元按预先设定的固定时针方向进行循环切换,发射阵元切换的频率满足预先设定的要求;或

[0012] (iv)沿预先设定的Z轴方向及预先设定的位移速率沿Z轴进行匀速位移、且同时保持超声探头内发射阵元按预先设定的变化的时针方向进行循环切换,发射阵元切换的频率满足预先设定的要求,时针方向变化的频率也满足预先设定的要求;

[0013] 所述数据后处理具体是:对存储的回波数据进行重排和编码,使回波数据排列成超声探头接收到的排列顺序,然后计算重建得到各个断层图,接着将各个断层图按顺序排列进行三维重建,最后进行对数压缩,彩色或灰度映射,即可得到三维成像图;其中,所述断层图分为反射重建断层图、声速重建断层图及衰减系数重建断层图中的任何一种。

[0014] 作为本发明的进一步优选,在超声探头沿Z轴匀速位移的过程中,所述超声探头是以等时间间隔依次激励发射超声波,或者所述超声探头是按预先选定的部分阵元依次激励发射超声波。

[0015] 作为本发明的进一步优选,所述超声探头为环形超声探头或者凹阵超声探头,具有均匀分布的多个阵元。

[0016] 作为本发明的进一步优选,对于所述超声探头内发射阵元按预先设定的时针方向进行的循环切换,该切换是环形超声探头内相邻的若干个阵元参与的切换,或者是环形超声探头内固定间隔的若干个阵元参与的切换。

[0017] 作为本发明的进一步优选,对于所述超声探头内发射阵元按预先设定的时针方向进行的循环切换,该切换是环形超声探头内全部阵元参与的切换。

[0018] 按照本发明的另一方面,本发明提供了一种螺旋超声断层成像装置,其特征在于,包括超声探头、Z轴运动子系统、存储器及数据后处理模块,其中,

[0019] 所述Z轴运动子系统用于带动超声探头沿Z轴匀速位移并使超声探头同步旋转,使各个超声波发射时刻下发射阵元的位置随时间在三维空间中的变化轨迹沿一条螺旋线分布或是沿主要由多个螺旋线的部分构成的曲线分布;

[0020] 所述超声探头用于在超声探头沿Z轴匀速位移的过程中超声探头发射超声波并接收采集回波数据;该超声探头包括多个阵元,每次发射超声波时,其中一个阵元作为发射阵元,其他阵元均作为接收阵元,各接收阵元接收到的回波数据则携带有超声探头所处平面

附近的待测对象局部区域的断层成像信息；

[0021] 所述超声探头能够在所述Z轴运动子系统的带动下，沿预先设定的Z轴方向及预先设定的位移速率沿Z轴进行匀速位移、且同时保持超声探头按预先设定的旋转角速度进行旋转，旋转角速度矢量保持固定；或者，所述超声探头能够在所述Z轴运动子系统的带动下，沿预先设定的Z轴方向及预先设定的位移速率沿Z轴进行匀速位移、且同时保持超声探头按预先设定的旋转角速度进行旋转，旋转角速度的矢量大小保持固定，矢量方向按预先设定的切换频率进行切换；

[0022] 所述存储器用于存储所述超声探头采集到的回波数据；

[0023] 所述数据后处理模块用于对存储的回波数据进行重排和编码，使回波数据排列成超声探头接收到的排列顺序，然后计算重建得到各个断层图，接着将各个断层图按顺序排列进行三维重建，最后进行对数压缩，彩色或灰度映射，即可得到三维成像图；其中，所述断层图为反射重建断层图、声速重建断层图及衰减系数重建断层图中的任何一种。

[0024] 按照本发明的又一方面，本发明提供了一种螺旋超声断层成像装置，其特征在于，包括超声探头、Z轴运动子系统、存储器及数据后处理模块，其中，

[0025] 所述Z轴运动子系统用于带动超声探头沿Z轴匀速位移；

[0026] 所述超声探头内发射阵元能够按预先设定的时针方向进行循环切换，使各个超声波发射时刻下发射阵元的位置随时间在三维空间中的变化轨迹沿一条螺旋线分布或是沿主要由多个螺旋线的部分构成的曲线分布；该超声探头用于在超声探头沿Z轴匀速位移的过程中超声探头发射超声波并接收采集回波数据；该超声探头包括多个阵元，每次发射超声波时，其中一个阵元作为发射阵元，其他阵元均作为接收阵元，各接收阵元接收到的回波数据则携带有超声探头所处平面附近的待测对象局部区域的断层成像信息；

[0027] 所述超声探头能够在所述Z轴运动子系统的带动下，沿预先设定的Z轴方向及预先设定的位移速率沿Z轴进行匀速位移、且同时保持超声探头内发射阵元按预先设定的固定时针方向进行循环切换，发射阵元切换的频率满足预先设定的要求；或者，所述超声探头能够在所述Z轴运动子系统的带动下，沿预先设定的Z轴方向及预先设定的位移速率沿Z轴进行匀速位移、且同时保持超声探头内发射阵元按预先设定的变化的时针方向进行循环切换，发射阵元切换的频率满足预先设定的要求，时针方向变化的频率也满足预先设定的要求；

[0028] 所述存储器用于存储所述超声探头采集到的回波数据；

[0029] 所述数据后处理模块用于对存储的回波数据进行重排和编码，使回波数据排列成超声探头接收到的排列顺序，然后计算重建得到各个断层图，接着将各个断层图按顺序排列进行三维重建，最后进行对数压缩，彩色或灰度映射，即可得到三维成像图；其中，所述断层图为反射重建断层图、声速重建断层图及衰减系数重建断层图中的任何一种。

[0030] 作为本发明的进一步优选，所述螺旋超声断层成像装置还包括床体，该床体用于承载待测对象，并优选能够提供水作为超声探头与待测对象之间超声波耦合剂介质。

[0031] 作为本发明的进一步优选，所述螺旋超声断层成像装置还包括水处理子系统，用于过滤作为超声波耦合剂介质水中的杂质，除去水中气泡，控制水循环。

[0032] 通过本发明所构思的以上技术方案，与现有技术相比，本发明提供的螺旋断层成像方法及系统，其发射阵元以螺旋轨迹或者近似螺旋轨迹依次发射（螺旋轨迹例如可以是

一条螺距固定的螺旋线;近似螺旋轨迹例如可以是由多个螺旋线的部分构成的曲线),并接收回波数据。扫描过程持续不间断,所获取的回波数据覆盖整个三维空间,从而极大地提高Z轴方向分辨率及其对比度,提高超声断层成像质量,同时缩短了扫描时间,减少伪影,提高病人舒适度,利于设备的推广与应用。

[0033] 本发明中,超声探头用于产生超声波,超声波与待成像物体发生反射、透射等相互作用后,超声探头还可以用于接收作用后的回波。与常规超声检测相似,每次激励发射超声波后,经过短暂延迟,采集系统开始接收回波,并记录足够的信号长度,同时,将回波数据编码后传输至计算服务器;服务器将多层回波数据解码后按照实际物理阵元的发射顺序重新排列。而本发明可进一步根据探头运动速度与阵元发射时间间隔,计算得到每次发射时刻阵元在空间中的位置,完成坐标系的精确建模,参照二维超声图像的重建方法,实现螺旋轨迹超声断层重建过程。此外,后续数据后处理可以不同步进行,从而能够减少对待测对象施加超声检测过程的时间;待扫描完成且回波数据存储完毕后,可单独再对这些存储的回波数据进行数据后处理。

附图说明

[0034] 图1A是本发明实施例一中的一种发射阵元运动轨迹示意图。

[0035] 图1B是本发明实施例一中的另一种发射阵元运动轨迹示意图。

[0036] 图2是本发明实施例一的螺旋轨迹平面视图。

[0037] 图3是本发明实施例一中的一种螺旋轨迹超声断层成像方法的流程图。

[0038] 图4是本发明实施例二的螺旋轨迹成像系统的系统组成示意图。

[0039] 图5是本发明实施例二的系统信号与数据流示意图。

[0040] 图6A是本发明实施例二中重建的大腿切片图。

[0041] 图6B是本发明实施例二中重建的大腿三维立体图。

具体实施方式

[0042] 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。

[0043] 本发明中基于螺旋轨迹扫描方式的超声断层成像方法,在具体操作时,可以按以下步骤进行:

[0044] S1:获取外部输入信息,设置扫描参数,包括螺距、发射模式、编码方式、扫描层数等;

[0045] 发射阵元螺旋轨迹线的获得,以探头为环形探头为例,可以采用以下3种方式中的任意一种:

[0046] i.发射阵元不变,探头整体一方面沿Z轴进行平移,另一方面同时绕Z轴进行按预先设定的固定时针方向的旋转;例如,当固定时针方向预先设定为逆时针方向时,探头整体一方面沿Z轴进行平移,另一方面同时绕Z轴进行逆时针方向的旋转;顺时针方向同理;

[0047] ii.发射阵元不变,探头整体一方面沿Z轴进行平移,另一方面同时绕Z轴进行例如

按逆时针-顺时针-逆时针的时针周期变化的方式旋转,每到达一个螺距,则变化一次旋转的时针方向;例如,探头整体一方面沿Z轴进行平移,另一方面同时绕Z轴进行按先逆时针方向、再顺时针方向、再逆时针方向的时针变换方向变换旋转的时针方向。

[0048] iii.探头仅沿Z轴进行平移,发射阵元按预先设定的固定时针方向(如逆时针方向)进行循环切换(记超声探头沿Z轴移动的方向为Z轴正方向,逆时针方向的切换满足右手定则,顺时针方向的切换满足左手定则);

[0049] iv.探头仅沿Z轴进行平移,发射阵元按预先设定的变化的时针方向(如呈周期变化的逆时针-顺时针-逆时针)进行循环切换。阵元切换的频率可预先设定,时针方向变化的频率也可预先设定;阵元切换的频率可以是时针方向变化频率的整数倍。

[0050] 当采用方式i时,螺距与平移速度及旋转角速度相关,同时受平移速度及旋转角速度的影响;并且,每一层的旋转角度 α 只能等于360度,相应得到的发射阵元轨迹线沿完整的螺旋线分布。

[0051] 当采用方式ii时,螺距与平移速度大小及旋转角速度大小相关,同时受平移速度大小及旋转角速度大小的影响;每一层的旋转角度 α 既可以等于360度,也可以小于360度,相应得到的发射阵元轨迹线由多段部分螺旋线组合而成。

[0052] 当采用方式iii、iv时,螺距与平移速度大小及阵元切换频率相关,同时受平移速度及阵元切换频率的影响;并且此时,每一层的旋转角度 α 既可以等于360度,也可以小于360度,相应得到的发射阵元轨迹线沿完整的螺旋线分布,或沿螺旋线的部分分布。

[0053] 此外,对于超声探头,既可以以等时间间隔依次激励发射超声波,也可以预先选择探头中的部分阵元依次激励发射超声波,即,按预先选定的部分阵元依次激励发射超声波。

[0054] S2:工控机发送激励采集指令,激励采集系统开始发射超声波并接收回波数据;

[0055] S3:存储与计算服务器接收采集系统传输来的原始数据,并将其保存待后续处理;

[0056] S4:服务器对接收到的原始数据进行重排和解码,使得回波数据排列成物理探头接收到的排列顺序,使用重建算法,重建断层图,包括反射图、声速图和衰减图;

[0057] S5:对断层图增强对比度等后处理,然后根据预先保存的颜色表对断层图进行映射和可视化,最后三维重建并显示。

[0058] 相应的,本发明中基于螺旋轨迹扫描方式的超声断层成像系统,可包括超声探头、运动控制子系统、激励采集子系统和计算服务器,其中:

[0059] 超声探头用于产生超声波,超声波与待成像物体发生反射、透射等相互作用后,超声探头还可以用于接收作用后的回波;

[0060] 运动控制子系统用于控制探头以匀速方式沿Z轴方向运动,从而连续获取待成像物体的三维超声回波信息;

[0061] 激励采集子系统用于产生高压激励信号驱动探头产生超声波,采集子系统用于收集回波信号,数字化以及传输至服务器;

[0062] 计算服务器可用于接收采集系统发送来的回波数据包,解码和重排数据格式,然后使用算法重建超声断层图像,最后使用多层断层图重建出三维立体图。

[0063] 超声探头可以以等时间间隔依次激励发射超声波,配合运动控制子系统带动超声探头沿Z轴的平移等,使得发射阵元运动轨迹呈螺旋或者近似螺旋;每次激励后,经过短暂延迟,采集系统开始接收回波,并记录足够的信号长度,同时,将回波数据编码后传输至计

算服务器;服务器将多层回波数据解码后按照实际物理阵元的发射顺序重新排列;根据探头运动速度与阵元发射时间间隔,计算得到每次发射时刻阵元在空间中的位置,完成坐标系的精确建模,参照二维超声图像的重建方法,实现螺旋轨迹超声断层重建过程。

[0064] 基于螺旋轨迹扫描方式的超声断层成像系统除上述组件,还可额外设置其他配套组件,如床体、水处理子系统、工业控制计算机,其中:

[0065] 床体用于承载系统各个组件,也用于承载扫描对象;因为探头与待扫描物体之间有一段距离,需要使用水介质充当超声波耦合剂,水处理系统用于过滤耦合剂水中杂质,除去水中气泡,控制水循环;工业控制计算机则可作为整个系统的控制中枢,并可同时作为人机交互的接口,承担控制和协调各组件的任务。

[0066] 实施例一

[0067] 本实施例提供的一种螺旋轨迹超声断层成像方法,用于对乳腺进行超声三维成像。如图1A所示,本发明采用的螺旋轨迹扫描方式,可通过机械移动发射阵元使其形成螺旋轨迹,或者向Z轴方向平移环形探头,然后依次激励圆环上的阵元使得发射阵元的运动轨迹螺旋覆盖整个三维体成像区域。另外,本发明采用的螺旋轨迹扫描方式,其发射阵元运动轨迹可以不用完成360度旋转,而直接开始下一层扫描,如图1B所示,每移动一个螺距发射阵元轨迹行走 50° 。

[0068] 为了更深入地理解近似螺旋轨迹,可以假设设置扫描层数为7层、螺距为P、激励阵元每层旋转角度为 α (α 可以设置为 50° ,当然根据需求也可以是小于或者等于 360° 的其他值),如图2所示。

[0069] 本发明提供的方法可由超声成像设备来执行,参见图3,该方法包括:

[0070] S1:设置扫描参数。

[0071] 具体地,在待扫描物体置于成像范围后,用户可在工控屏幕输入各种扫描参数,包括螺距、发射模式、编码方式、扫描层数等;工控计算机将参数传输给电机、激励采集系统、服务器等组件,完成扫描前的准备工作。

[0072] S2:触发激励采集指令采集数据。

[0073] 具体地,工控计算机发送指令给电机驱动器,电机开始以预设速度c开始匀速运动;同时,工控机发送指令给激励采集系统,激励采集系统开始发射超声波并接收回波数据;待完成用户指定的扫描层数后,停止数据采集,停止电机运动,电机恢复到初始位置。

[0074] S3:服务器接收采集系统传输的数据。

[0075] 具体地,服务器在开始扫描前提前启动守护进程,用于监测线路上有无数据包的到来。待收集完成原始数据后,并将其保存在本地硬盘,待后续处理。所述服务器可以是单节点,或者由分布式多节点服务器组成,也可为具备计算能力的通用计算机,其具体形式本发明不做限制。

[0076] S4:解码回波数据,重建断层图。

[0077] 具体地,服务器对接收到的原始数据进行重排和解码,使得回波数据排列成实际的物理顺序,使用延时叠加、反投影法、波形反演等超声重建算法,重建断层图,包括反射图、声速图和衰减图。

[0078] S5:断层图后处理、可视化,三维重建并显示。

[0079] 具体地,对断层图进行增强对比度等后处理,然后根据预先保存的颜色表对断层

图进行映射和可视化,最后三维重建并显示。

[0080] 实施例二

[0081] 本实施例提供一种螺旋轨迹超声断层成像系统,参见图4,该系统包括超声探头、激励与采集子系统、计算与存储服务器、阅片工作站。所述超声探头为超声波发生器和超声波传感器,用于产生超声波,超声波与待成像物体发生反射、透射等相互作用后,超声探头还可以用于接收作用后的回波。所述激励与采集系统用于产生高压激励信号驱动探头产生超声波,采集系统用于收集回波信号,数字化以及传输至服务器。所述计算与存储服务器用于接收采集系统发送来的回波数据包,解码和重排数据格式,然后使用算法重建超声断层图像,最后使用多层断层图重建出三维立体图。所述阅片工作站接收计算与存储服务器传输的重建后的切片图,用于显示图像,设备用户从阅片工作站阅读图像数据,了解扫描物体的内部信息,

[0082] 其中,图5展示了本发明提供的螺旋轨迹超声断层成像系统的信号与数据流,激励与采集子系统承担了大部分的信号与数据处理过程,该子系统的核心部件包括FPGA、模数转换器、模拟前端电路、高压激励模块、传输模块等。FPGA负责配置子系统中其他子模块参数,协调各子模块配合工作,完成模拟数字转换、数据重新打包、数据分流、数据传输等工作。与用户相关的主要包括输入输出的工控设备以及阅片计算机,工控机需要与FPGA、计算服务器、阅片服务器通讯。

[0083] 以扫描人体大腿举例,使用本系统扫描和产生图像的过程如下:

[0084] 将探头浸泡于液体耦合剂中,待扫描大腿穿过环形探头,静止放于中间位置,打开存储与计算服务器守护进程,使用工控机上的人机交互界面设置扫描层厚、层数、发射模式等参数,确认无误后开始扫描,待提示扫描完成,即可在阅片服务器上查阅重建后的切片图和三维体绘制立体图,如图6A和6B所示。

[0085] 本发明基于螺旋轨迹扫描方式的超声断层成像方法及装置,其中所涉及的细节技术,如运动控制方法、超声探头激励方法、回波采集方式、数据重组方式以及断层重建方法,除特别说明外,均可参照相关现有技术进行设置。例如,运动控制方面,可使用普通步进或伺服电机,在超声波发射开始前以某一匀速驱动超声波探头向Z轴方向运动,在超声波回波采集结束后停止运动。

[0086] 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。

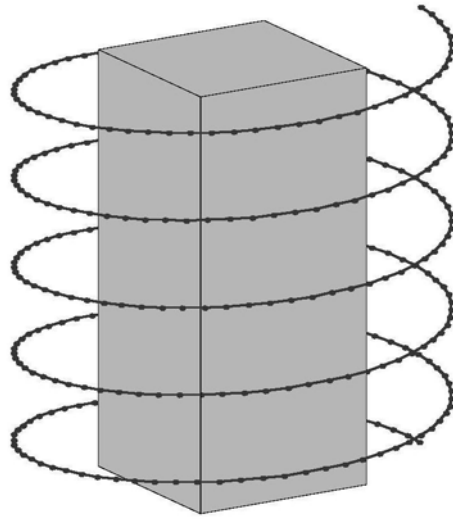


图1A

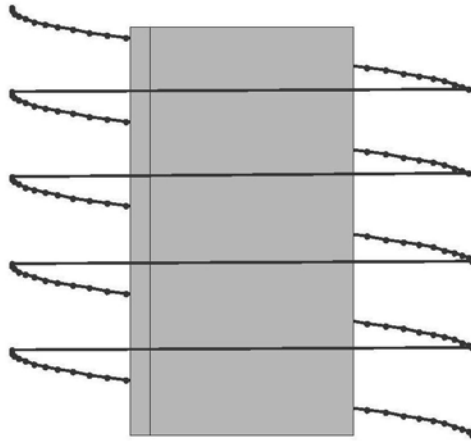


图1B

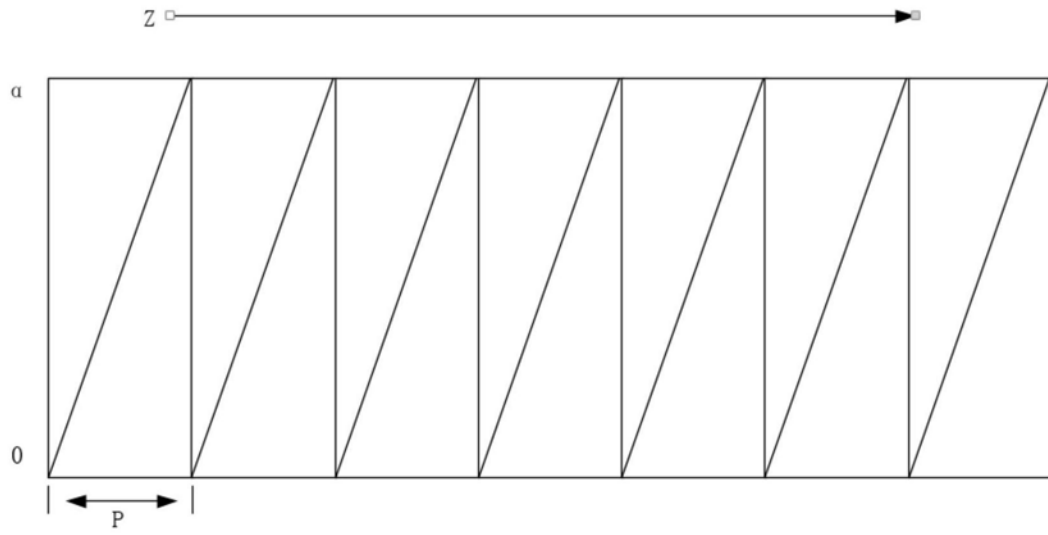


图2

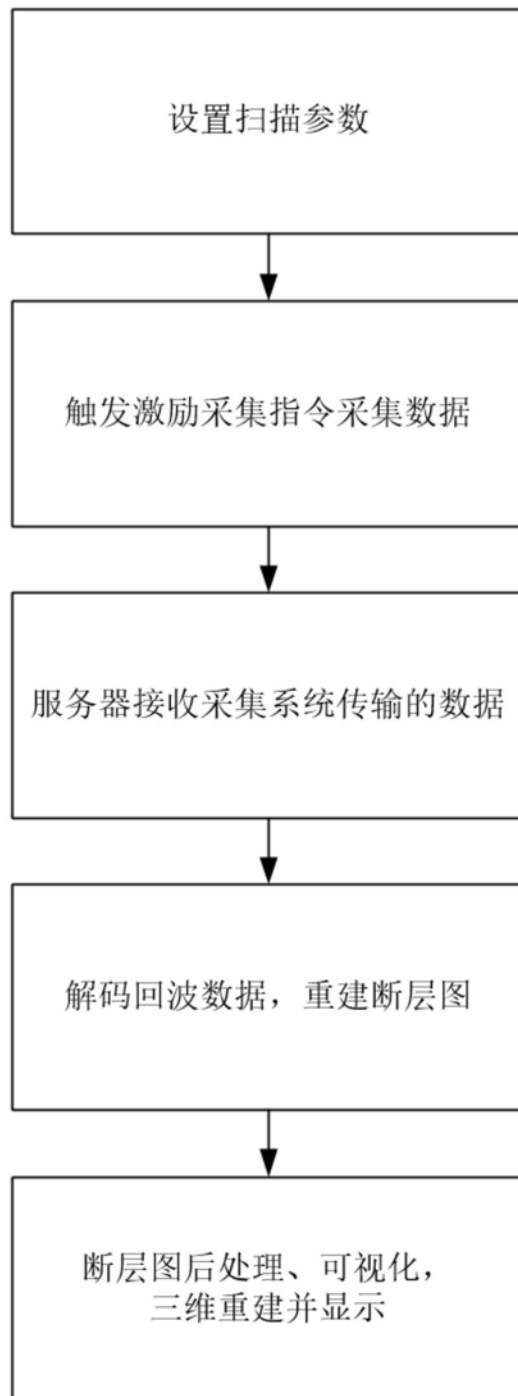


图3

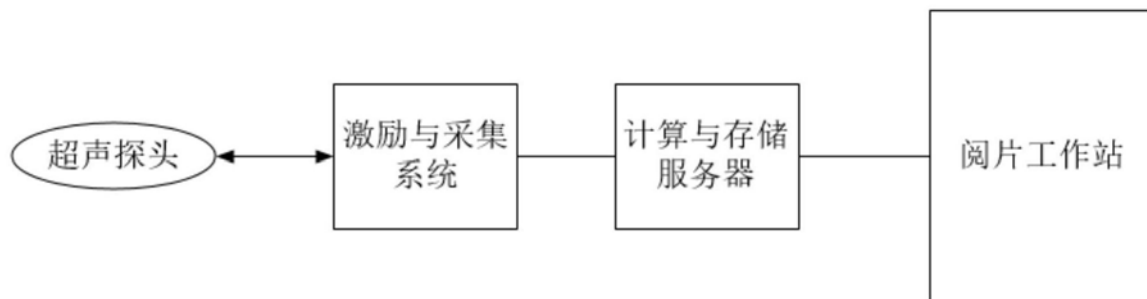


图4

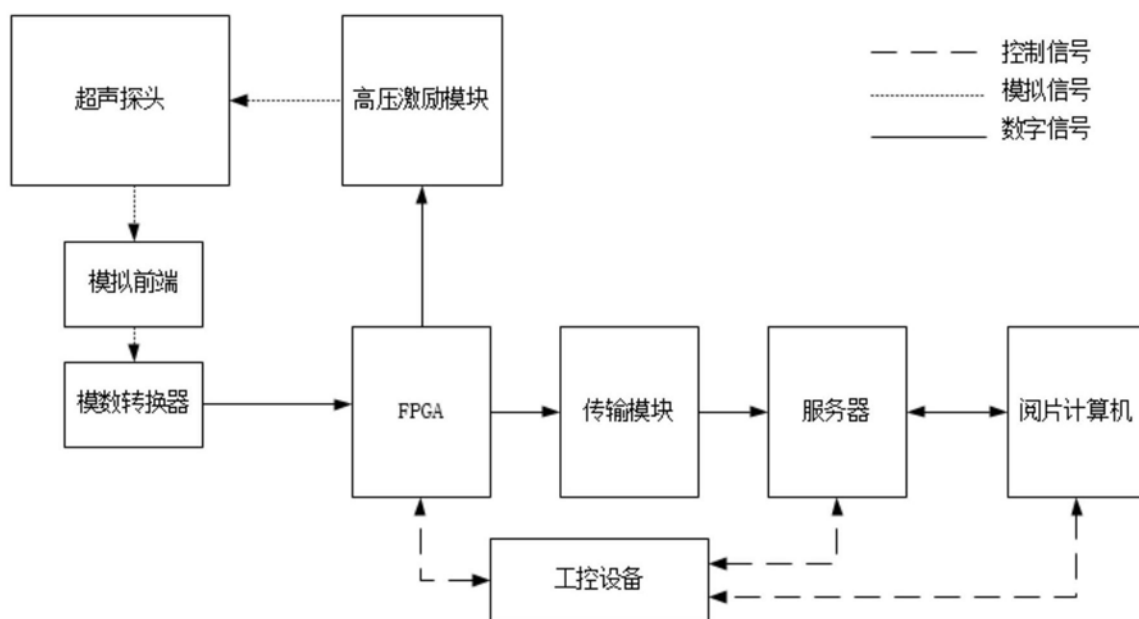


图5

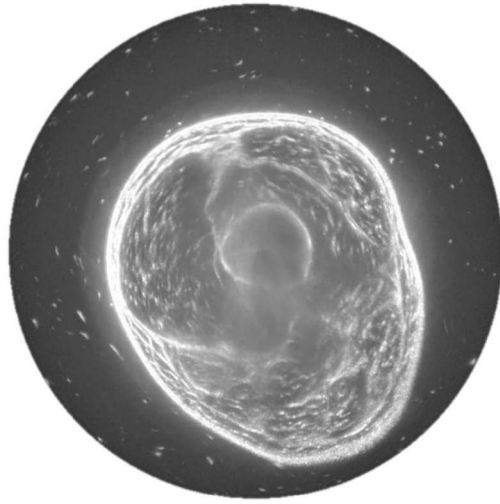


图6A

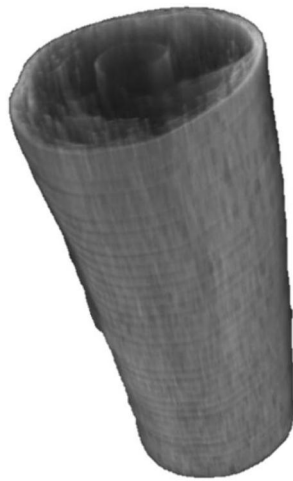


图6B

专利名称(译)	一种螺旋超声断层成像方法及系统		
公开(公告)号	CN110710990A	公开(公告)日	2020-01-21
申请号	CN201910932901.7	申请日	2019-09-29
[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	尉迟明 丁明跃 张求德 宋俊杰 刘昭辉 周亮 方小悦 武云 周权		
发明人	尉迟明 丁明跃 张求德 宋俊杰 刘阔林 刘昭辉 周亮 全朝辉 方小悦 武云 周权		
IPC分类号	A61B8/14 A61B8/00 A61B8/08		
CPC分类号	A61B8/145 A61B8/4281 A61B8/4455 A61B8/5207		
代理人(译)	李智		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明属于超声成像领域，公开了一种螺旋超声断层成像方法及系统，其中方法是在超声探头沿Z轴匀速位移的前提下，利用超声探头的同步旋转或超声探头内发射阵元的循环切换，使各个超声波发射时刻下发射阵元的位置随时间在三维空间中的变化轨迹沿一条螺旋线或曲线分布；在超声探头沿Z轴匀速位移的过程中超声探头发射超声波并接收采集回波数据，采集到的回波数据经存储、及数据后处理即可实现对待测对象的超声断层成像。本发明通过对超声扫描过程中发射阵元的位置变化进行控制，得到的新型的螺旋超声断层三维扫描方法及相应系统，可以实现快速连续不间断的数据获取，保证在Z轴方向上获得更高的空间分辨率；也可利用多层冗余数据，提高图像信噪比。

