



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102579071 B

(45) 授权公告日 2015. 11. 25

(21) 申请号 201110008192. 7

(22) 申请日 2011. 01. 14

(73) 专利权人 深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司

地址 518057 广东省深圳市南山区高新技术产业园区科技南十二路迈瑞大厦

(72) 发明人 田勇 姚斌 蒋勇

(74) 专利代理机构 深圳鼎合诚知识产权代理有限公司 44281

代理人 郭燕

(51) Int. Cl.

A61B 8/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 100379386 C, 2008. 04. 09,

CN 102917648 A, 2013. 02. 06,

CN 1112903 C, 2003. 07. 02,

CN 1836635 A, 2006. 09. 27,

JP 特开 2002-291740 A, 2002. 10. 08,

US 2003/0055308 A1, 2003. 03. 20,

US 6582367 B1, 2003. 06. 24,

审查员 卢晓萍

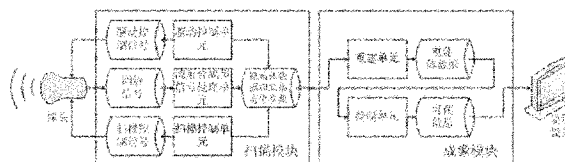
权利要求书4页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

一种三维超声成像的方法及系统

(57) 摘要

本发明实施例公开了一种三维超声成像的方法及系统,包括:在第一组扫描位置对扫描目标进行第一组线扫描;接收第一组线扫描的回波信号,获得第一组扫描线数据;在第二组扫描位置对扫描目标进行第二组线扫描;接收第二组线扫描的回波信号,获得第二组扫描线数据;根据包括第一组扫描线数据和第二组扫描线数据的扫描数据,获得扫描目标的三维图像;其中第二组扫描位置中的扫描位置相对于第一组扫描位置中与该扫描位置对应的扫描位置沿平行于帧扫描方向的方向偏移了第一距离。本发明实施例中第二组扫描位置相对于第一组扫描位置进行了偏移,使得在独立线间距不变的情况下,提高了联合线间距,从而在不降低三维成像速度的同时提高了成像质量。



1. 一种三维超声成像的方法,其特征在于:包括:

在第一组扫描位置对扫描目标进行第一组线扫描,其中所述第一组扫描位置中每个扫描位置进行一次线扫描;

接收所述第一组线扫描的回波信号,获得第一组扫描线数据,其中所述第一组扫描位置中的每个扫描位置的回波信号对应获得一条所述第一组扫描线数据;

在第二组扫描位置对所述扫描目标进行第二组线扫描,其中所述第二组扫描位置中每个扫描位置进行一次线扫描;

接收所述第二组线扫描的回波信号,获得第二组扫描线数据,其中所述第二组扫描位置中的每个扫描位置的回波信号对应获得一条所述第二组扫描线数据;

根据至少包括所述第一组扫描线数据和第二组扫描线数据的扫描数据,获得所述扫描目标的三维图像;

其中,所述第二组扫描位置中的至少一个扫描位置相对于所述第一组扫描位置中与该扫描位置对应的扫描位置沿平行于帧扫描方向的方向偏移了第一距离;

所述第一距离为所述第一组扫描位置或所述第二组扫描位置的相邻扫描位置之间的距离的一半或四分之一。

2. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于:还包括:

在第三组扫描位置对所述扫描目标进行第三组线扫描,其中所述第三组扫描位置中每个扫描位置进行一次线扫描;

接收所述第三组线扫描的回波信号,获得第三组扫描线数据,其中所述第三组扫描位置中的每个扫描位置的回波信号对应获得一条所述第三组扫描线数据;

根据至少包括所述第一组扫描线数据、第二组扫描线数据和第三组扫描线数据的扫描数据,获得所述扫描目标的三维图像;

其中,所述第三组扫描位置中的至少一个扫描位置相对于所述第一组扫描位置中与该扫描位置对应的扫描位置沿平行于帧扫描方向的方向偏移了第二距离。

3. 如权利要求 2 所述的方法,其特征在于:所述第一距离为所述第一组扫描位置、第二组扫描位置或第三组扫描位置的相邻扫描位置之间的距离的三分之一,所述第二距离为所述第一组扫描位置、第二组扫描位置或第三组扫描位置的相邻扫描位置之间的距离的三分之二。

4. 如权利要求 2 所述的方法,其特征在于:还包括:

在第四组扫描位置对所述扫描目标进行第四组线扫描,其中所述第四组扫描位置中每个扫描位置进行一次线扫描;

接收所述第四组线扫描的回波信号,获得第四组扫描线数据,其中所述第四组扫描位置中的每个扫描位置的回波信号对应获得一条所述第四组扫描线数据;

根据至少包括所述第一组扫描线数据、第二组扫描线数据、第三组扫描线数据和第四组扫描线数据的扫描数据,获得所述扫描目标的三维图像;

其中,所述第四组扫描位置中的至少一个扫描位置相对于所述第一组扫描位置中与该扫描位置对应的扫描位置沿平行于帧扫描方向的方向偏移了第三距离。

5. 如权利要求 4 所述的方法,其特征在于:所述第一距离为所述第一组扫描位置、第二组扫描位置、第三组扫描位置或第四组扫描位置的相邻扫描位置之间的距离的四分之一;

所述第二距离为所述第一组扫描位置、第二组扫描位置、第三组扫描位置或第四组扫描位置的相邻扫描位置之间的距离的四分之二；所述第三距离为所述第一组扫描位置、第二组扫描位置、第三组扫描位置或第四组扫描位置的相邻扫描位置之间的距离的四分之三。

6. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于:还包括:

根据所述第一组扫描线数据和 / 或第二组扫描线数据中的至少两条扫描线数据插值生成插值线数据;

根据至少包括所述第一组扫描线数据、第二组扫描线数据和所述插值线数据的扫描数据,获得所述扫描目标的三维图像。

7. 如权利要求 2 所述的方法,其特征在于:还包括:

根据所述第一组扫描线数据、第二组扫描线数据和 / 或第三组扫描线数据中的至少两条扫描线数据插值生成插值线数据;

根据至少包括所述第一组扫描线数据、第二组扫描线数据、第三组扫描线数据和所述插值线数据的扫描数据,获得所述扫描目标的三维图像。

8. 如权利要求 4 所述的方法,其特征在于:还包括:

根据所述第一组扫描线数据、第二组扫描线数据、第三组扫描线数据和 / 或第四组扫描线数据中的至少两条扫描线数据插值生成插值线数据;

根据至少包括所述第一组扫描线数据、第二组扫描线数据、第三组扫描线数据、第四组扫描线数据和所述插值线数据的扫描数据,获得所述扫描目标的三维图像。

9. 如权利要求 6 至 8 中任一项所述的方法,其特征在于:

所述插值为线性插值、非线性插值或样条插值。

10. 如权利要求 6 至 8 中任一项所述的方法,其特征在于:

所述插值线数据位于偏移的扫描线数据在偏移之前所在的位置。

11. 一种三维超声成像系统,包括探头、扫描模块和成像模块,其特征在于:所述扫描模块包括驱动控制单元、扫描控制单元与波束合成和信号处理单元,其中:

所述驱动控制单元和扫描控制单元控制探头在第一组扫描位置对扫描目标进行第一组线扫描,其中所述第一组扫描位置中每个扫描位置进行一次线扫描;

所述波束合成和信号处理单元接收所述第一组线扫描的回波信号,获得第一组扫描线数据,其中所述第一组扫描位置中的每个扫描位置的回波信号对应获得一条所述第一组扫描线数据;

所述驱动控制单元和扫描控制单元控制探头在第二组扫描位置对所述扫描目标进行第二组线扫描,其中所述第二组扫描位置中每个扫描位置进行一次线扫描;

所述波束合成和信号处理单元接收所述第二组线扫描的回波信号,获得第二组扫描线数据,其中所述第二组扫描位置中的每个扫描位置的回波信号对应获得一条所述第二组扫描线数据;

所述成像单元根据至少包括所述第一组扫描线数据和第二组扫描线数据的扫描数据,获得所述扫描目标的三维图像;

其中,所述第二组扫描位置中的至少一个扫描位置相对于所述第一组扫描位置中与该扫描位置对应的扫描位置沿平行于帧扫描方向的方向偏移了第一距离;

所述第一距离为所述第一组扫描位置或所述第二组扫描位置的相邻扫描位置之间的

距离的一半或四分之一。

12. 如权利要求 11 所述的系统,其特征在于:还包括:

所述驱动控制单元和扫描控制单元控制探头在第三组扫描位置对所述扫描目标进行第三组线扫描,其中所述第三组扫描位置中每个扫描位置进行一次线扫描;

所述波束合成和信号处理单元接收所述第三组线扫描的回波信号,获得第三组扫描线数据,其中所述第三组扫描位置中的每个扫描位置的回波信号对应获得一条所述第三组扫描线数据;

所述成像单元根据至少包括所述第一组扫描线数据、第二组扫描线数据和第三组扫描线数据的扫描数据,获得所述扫描目标的三维图像;

其中,所述第三组扫描位置中的至少一个扫描位置相对于所述第一组扫描位置中与该扫描位置对应的扫描位置沿平行于帧扫描方向的方向偏移了第二距离。

13. 如权利要求 12 所述的系统,其特征在于:所述第一距离为所述第一组扫描位置、第二组扫描位置或第三组扫描位置的相邻扫描位置之间的距离的三分之一,所述第二距离为所述第一组扫描位置、第二组扫描位置或第三组扫描位置的相邻扫描位置之间的距离的三分之二。

14. 如权利要求 12 所述的系统,其特征在于:还包括:

所述驱动控制单元和扫描控制单元控制探头在第四组扫描位置对所述扫描目标进行第四组线扫描,其中所述第四组扫描位置中每个扫描位置进行一次线扫描;

所述波束合成和信号处理单元接收所述第四组线扫描的回波信号,获得第四组扫描线数据,其中所述第四组扫描位置中的每个扫描位置的回波信号对应获得一条所述第四组扫描线数据;

所述成像单元根据至少包括所述第一组扫描线数据、第二组扫描线数据、第三组扫描线数据和第四组扫描线数据的扫描数据,获得所述扫描目标的三维图像;

其中,所述第四组扫描位置中的至少一个扫描位置相对于所述第一组扫描位置中与该扫描位置对应的扫描位置沿平行于帧扫描方向的方向偏移了第三距离。

15. 如权利要求 14 所述的系统,其特征在于:所述第一距离为所述第一组扫描位置、第二组扫描位置、第三组扫描位置或第四组扫描位置的相邻扫描位置之间的距离的四分之一;所述第二距离为所述第一组扫描位置、第二组扫描位置、第三组扫描位置或第四组扫描位置的相邻扫描位置之间的距离的四分之二;所述第三距离为所述第一组扫描位置、第二组扫描位置、第三组扫描位置或第四组扫描位置的相邻扫描位置之间的距离的四分之三。

16. 如权利要求 11 所述的系统,其特征在于:还包括:

所述波束合成和信号处理单元根据所述第一组扫描线数据和/或第二组扫描线数据中的至少两条扫描线数据插值生成插值线数据;

所述成像单元根据至少包括所述第一组扫描线数据、第二组扫描线数据和所述插值线数据的扫描数据,获得所述扫描目标的三维图像。

17. 如权利要求 12 所述的系统,其特征在于:还包括:

所述波束合成和信号处理单元根据所述第一组扫描线数据、第二组扫描线数据和/或第三组扫描线数据中的至少两条扫描线数据插值生成插值线数据;

所述成像单元根据至少包括所述第一组扫描线数据、第二组扫描线数据、第三组扫描

线数据和所述插值线数据的扫描数据,获得所述扫描目标的三维图像。

18. 如权利要求 14 所述的系统,其特征在于:还包括:

所述波束合成和信号处理单元根据所述第一组扫描线数据、第二组扫描线数据、第三组扫描线数据和 / 或第四组扫描线数据中的至少两条扫描线数据插值生成插值线数据;

所述成像单元根据至少包括所述第一组扫描线数据、第二组扫描线数据、第三组扫描线数据、第四组扫描线数据和所述插值线数据的扫描数据,获得所述扫描目标的三维图像。

19. 如权利要求 16 至 18 中任一项所述的系统,其特征在于:

所述插值线数据位于偏移的扫描线数据在偏移之前所在的位置。

一种三维超声成像的方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种三维超声成像的方法及系统,特别是涉及一种三维超声成像的扫描方法及使用该扫描方法的系统。

背景技术

[0002] 传统的医疗影像设备只能提供人体内部的二维图像,医生们只能凭经验由多幅二维图像去估计病灶的大小及形状,以此想象病灶与其周围组织的三维几何关系,这给治疗带来了困难。而三维可视化技术可以由一系列二维图像重构出三维形体,并在显示器显示出来。因此不仅能得到有关成像物体直观、形象的整体概念,而且还可以保存许多重要的三维信息。由于超声成像具有无创、无电离辐射以及操作灵活等明显优势,因此超声三维成像在医学临床上得到广泛的应用。

[0003] 三维超声成像过程主要包括三个环节,一是采集,二是重构,三是绘制。所谓采集,就是获取三维超声体数据的过程;所谓重构,是将采集的体数据变换到直角坐标,从而得到相对位置与真实空间一致的体数据,这样在下一步的绘制环节中才能得到准确的、没有变形的成像结果;所谓绘制,是指对体数据使用可视化算法进行计算,从而获得可视信息,并以显示设备进行显示。

[0004] 可见,体数据是三维超声图像的基础。因此,提高三维超声成像的质量的根本方法是提高体数据的质量。而体数据是由一幅幅帧数据组成的,为提高体数据质量,常规方法是提高帧数据的质量。帧数据又是由一条条线数据组成的,为提高帧数据质量,常规方法是提高帧扫描密度。帧扫描密度高,通常帧数据的质量也会比较好。

[0005] 帧扫描密度可以用线间距的倒数表示,线间距就是帧数据内相邻线数据的距离。现有技术为了达到提高三维超声成像质量的目的,使用了减小线间距从而提高帧扫描密度的方法。但是,假设帧扫描密度提高到原来的 N 倍,则帧数据内的线数据数目需要提高到原来的 N 倍,因而帧扫描时间也需要增加到原来的 N 倍,从而体扫描时间也需要增加到原来的 N 倍。因此,三维超声成像的速度就降低到原来的 $1/N$ 。而在三维超声成像系统中,成像速度是三维超声成像的重要性能指标,其重要程度几乎与成像质量等同。现有技术只能以牺牲成像速度为代价来换取成像质量,而不能在保持成像速度的前提下提高成像质量。

发明内容

[0006] 本发明实施例提供一种能够在保持三维成像速度的同时提高联合帧扫描密度,从而提高三维成像质量的三维超声成像的方法和系统。

[0007] 本发明实施例公开的技术方案包括:

[0008] 提供一种三维超声成像的方法,其特征在于:包括:

[0009] 在第一组扫描位置对扫描目标进行第一组线扫描,其中所述第一组扫描位置中每个扫描位置进行一个线扫描;

[0010] 接收所述第一组线扫描的回波信号,获得第一组扫描线数据,其中所述第一组扫

描位置中的每个扫描位置的回波信号对应获得一条所述第一组扫描线数据；

[0011] 在第二组扫描位置对所述扫描目标进行第二组线扫描，其中所述第二组扫描位置中每个扫描位置进行一个线扫描；

[0012] 接收所述第二组线扫描的回波信号，获得第二组扫描线数据，其中所述第二组扫描位置中的每个扫描位置的回波信号对应获得一条所述第二组扫描线数据；

[0013] 根据至少包括所述第一组扫描线数据和第二组扫描线数据的扫描数据，获得所述扫描目标的三维图像；

[0014] 其中，所述第二组扫描位置中的至少一个扫描位置相对于所述第一组扫描位置中与该扫描位置对应的扫描位置沿平行于帧扫描方向的方向偏移了第一距离。

[0015] 本发明实施例还提供一种三维超声成像系统，包括探头、扫描模块和成像模块，其特征在于：所述扫描模块包括驱动控制单元、扫描控制单元和波束合成和信号处理单元，其中：

[0016] 所述驱动控制单元和扫描控制单元控制探头在第一组扫描位置对扫描目标进行第一组线扫描，其中所述第一组扫描位置中每个扫描位置进行一个线扫描；

[0017] 所述波束合成和信号处理单元接收所述第一组线扫描的回波信号，获得第一组扫描线数据，其中所述第一组扫描位置中的每个扫描位置的回波信号对应获得一条所述第一组扫描线数据；

[0018] 所述驱动控制单元和扫描控制单元控制探头在第二组扫描位置对所述扫描目标进行第二组线扫描，其中所述第二组扫描位置中每个扫描位置进行一个线扫描；

[0019] 所述波束合成和信号处理单元接收所述第二组线扫描的回波信号，获得第二组扫描线数据，其中所述第二组扫描位置中的每个扫描位置的回波信号对应获得一条所述第二组扫描线数据；

[0020] 所述成像单元根据至少包括所述第一组扫描线数据和第二组扫描线数据的扫描数据，获得所述扫描目标的三维图像；

[0021] 其中，所述第二组扫描位置中的至少一个扫描位置相对于所述第一组扫描位置中与该扫描位置对应的扫描位置沿平行于帧扫描方向的方向偏移了第一距离。

[0022] 本发明实施例中第二组扫描位置相对于第一组扫描位置进行了偏移，使得在独立线间距不变的情况下，提高了联合线间距，在不降低独立帧扫描密度的同时提高了联合帧扫描密度，从而在不降低三维成像速度的同时提高了三维成像质量。

附图说明

[0023] 图 1 为三维成像中线扫描、帧扫描和体扫描的示意图；

[0024] 图 2 为对齐扫描方式获得的体数据的示意图；

[0025] 图 3 为本发明一个实施例的交错扫描方式获得的交错体数据的示意图；

[0026] 图 4 为本发明一个实施例的三维超声成像系统的框图示意图；

[0027] 图 5 为对齐扫描方式和本发明一个实施例的交错扫描方式在真实空间中的示意图；

[0028] 图 6 为本发明一个实施例的交错体数据插值的示意图；

[0029] 图 7 为对齐扫描方式获得的三维图像与本发明一个实施例的交错扫描方式获得

的三维图像的对比示意图。

具体实施方式

[0030] 三维超声成像过程中的采集、重建、绘制三个环节,每个环节在系统中都可以表现为一个模块。其中采集模块的基本工作为扫描,因此又可称为扫描模块;重建模块和绘制模块一起构成了狭义的成像过程,因此又可以合称为成像模块。因此,三维超声成像系统可以包括扫描模块和成像模块两个模块。

[0031] 通常,扫描模块的扫描方案是:控制探头的声头在一个特定的位置发射和接收声束,获取沿探头上下方向顺序排列的若干个点数据,可组成一条线数据,称为一次线扫描,该若干个点数据的排列的方向(也就是沿探头上下方向,或者说扫描目标的深度方向或扫描线的方向)称为线扫描方向;控制声头发射和接收声束的位置沿探头左右方向逐步移动,进行若干次线扫描,获取沿探头左右方向顺序排列的若干条线数据,可组成一幅帧数据,称为一次帧扫描,该若干条线数据的排列方向(也就是前述的探头左右方向,或者说平行于这些线数据构成的数据帧且垂直于前述线扫描方向的方向)称之为帧扫描方向;控制帧扫描的位置沿前后方向逐步移动,进行若干次帧扫描,获取沿探头前后方向顺序排列的若干幅帧数据,可组成一个体数据,称为一次体扫描,该若干次帧扫描移动的方向称之为体扫描方向。这就是三维超声成像的一次完整扫描过程。如图1所示,图1(a)和图1(b)分别是线阵探头和凸阵探头的帧扫描示意图,图1(c)是凸阵扇扫采集模式的体扫描示意图。图1中,X方向即为帧扫描方向,向右为正;Y方向即为线扫描方向,向上为正;Z方向即为体扫描方向,向前为正。当然,本领域技术人员可以理解,前述各扫描方向的正方向也可以根据需要进行其它方式定义。

[0032] 若使用探头物理坐标描述,则无论哪种采集模式,探头的扫描方案都可以描绘成图2所示的形式。图2中X值对线阵探头而言为长度,对凸阵探头而言为角度;Y值为扫描目标的深度;Z值对平扫而言为长度,对扇扫而言为角度。图2中每个点表示一次线扫描,其中声束的方向,即线数据内数据点的排列方向(也就是前文所说的线扫描方向)与纸面垂直;由若干个点连成的每条纵向实线表示一次帧扫描,所有纵向实线的集合即构成体扫描。若将每个帧扫描内的线扫描进行排序编号,并将各个帧扫描内具有相同编号的线扫描进行连线,则如图2中的虚线所示。可以看到,图2中每条虚线都呈水平直线,表示各帧扫描是相互对齐的。本文中将这种帧扫描相互对齐的体扫描称为“对齐扫描”。

[0033] 如前文所述,帧扫描密度可以用线间距的倒数表示,线间距就是帧数据内相邻线数据的距离。对线阵探头而言,相邻线数据的距离表示为长度,如图1(a)中的短线段所示;对凸阵探头而言,相邻线数据的距离表示为角度,如图1(b)中的短弧线所示。如果使用探头的物理坐标进行描述,则无论凸阵探头还是线阵探头,线间距都可以用如图2中左侧的距离标记表示。

[0034] 对于如图2所示的对齐扫描的方式,要想提高帧扫描密度,则需要减小线间距,也就是每一帧扫描中需要包括更多的线扫描,因此,体扫描需要更多的时间,从而使得三维成像速度降低。本发明实施例中,提供了一种“交错扫描”的三维超声成像的方法和系统,可以在不降低三维成像速度的同时,提高帧扫描密度,从而提高三维成像的质量。

[0035] 图4是本发明一个实施例的三维超声成像系统框图。该系统包括探头、扫描模块、

成像模块和显示设备,其中扫描模块包含扫描控制单元、驱动控制单元、波束合成和信号处理单元,成像模块包含重建单元和绘制单元。

[0036] 驱动控制单元发出驱动控制信号,控制声头按照设定方式进行摆动;与此同时,扫描控制单元发出扫描控制信号,控制声头按照设定方式进行扫描。所谓扫描,就是在一组设定的位置依次进行超声波的发射和接收,即将通过延迟聚焦的脉冲发送到声头,声头向扫描目标发射超声波,经一定延时后接收从扫描目标反射回来的超声波,并将它转换为回波信号,回波信号送入波束合成和信号处理单元,完成聚焦延时、通道求和以及信号处理,得到原始体数据。

[0037] 驱动控制单元和扫描控制单元控制声头进行扫描,可以获取一系列空间位置关系可以确定的二维超声图像,从而得到实时的三维原始体数据。采集得到的原始体数据由顺序排列的体素组成,每个体素都代表了扫描的三维空间中特定位置的一个点。上面说的空间位置关系由采集过程的多个参数决定,包括扫描方式(平扫、扇扫)、使用的探头类型(凸阵探头、线阵探头等)、探头的物理参数、感兴趣区域(ROI)、体扫描声头位移幅度等等,本文中统一称这些参数为“采集定位参数”。对于一超声成像系统,在一次三维超声成像过程启动之前,这些采集定位参数是已知的。

[0038] 原始体数据和采集定位参数一并送入重建单元,经重建计算得到重建体数据。重建体数据送入绘制单元,经绘制计算得到三维超声图像等可视信息,就可以送入显示设备进行显示。

[0039] 本发明一个实施例中,扫描控制单元和驱动控制单元控制探头按照一种“交错扫描”的方法进行扫描。该交错扫描方法可以描述为:

[0040] 驱动控制单元和扫描控制单元控制探头在第一组扫描位置对扫描目标进行第一组线扫描(也就是进行第一帧扫描),其中第一组扫描位置中每个扫描位置进行一个线扫描;

[0041] 波束合成和信号处理单元接收所述第一组线扫描的回波信号,获得第一组扫描线数据(也就是第一帧数据),其中第一组扫描位置中的每个扫描位置的回波信号对应获得一条所述第一组扫描线数据;

[0042] 驱动控制单元和扫描控制单元控制探头在第二组扫描位置对扫描目标进行第二组线扫描(也就是进行第二帧扫描),其中第二组扫描位置中每个扫描位置进行一个线扫描;

[0043] 波束合成和信号处理单元接收第二组线扫描的回波信号,获得第二组扫描线数据(也就是第二帧数据),其中第二组扫描位置中的每个扫描位置的回波信号对应获得一条第二组扫描线数据;

[0044] 成像单元根据至少包括第一组扫描线数据和第二组扫描线数据的扫描数据,获得扫描目标的三维图像;

[0045] 其中,第二组扫描位置中的至少一个扫描位置相对于第一组扫描位置中与该扫描位置对应的扫描位置沿平行于帧扫描方向的方向偏移了第一距离。

[0046] 在另外的实施例中,还可以包括:

[0047] 驱动控制单元和扫描控制单元控制探头在第三组扫描位置对扫描目标进行第三组线扫描(也就是进行第三帧扫描),其中第三组扫描位置中每个扫描位置进行一个线扫

描；

[0048] 波束合成和信号处理单元接收第三组线扫描的回波信号，获得第三组扫描线数据（也就是第三帧数据），其中第三组扫描位置中的每个扫描位置的回波信号对应获得一条第三组扫描线数据；

[0049] 成像单元根据至少包括第一组扫描线数据、第二组扫描线数据和第三组扫描线数据的扫描数据，获得扫描目标的三维图像；

[0050] 其中，第三组扫描位置中的至少一个扫描位置相对于第一组扫描位置中与该扫描位置对应的扫描位置沿平行于帧扫描方向的方向偏移了第二距离。

[0051] 在另外的实施例中，还可以包括：

[0052] 驱动控制单元和扫描控制单元控制探头在第四组扫描位置对所述扫描目标进行第四组线扫描（也就是第四帧扫描），其中第四组扫描位置中每个扫描位置进行一个线扫描；

[0053] 波束合成和信号处理单元接收第四组线扫描的回波信号，获得第四组扫描线数据（也就是第四帧数据），其中第四组扫描位置中的每个扫描位置的回波信号对应获得一条第四组扫描线数据；

[0054] 成像单元根据至少包括第一组扫描线数据、第二组扫描线数据、第三组扫描线数据和第四组扫描线数据的扫描数据，获得扫描目标的三维图像；

[0055] 其中，第四组扫描位置中的至少一个扫描位置相对于第一组扫描位置中与该扫描位置对应的扫描位置沿平行于帧扫描方向的方向偏移了第三距离。

[0056] 同样地，在其它的实施例中，还可以包括类似的第五帧扫描、第六帧扫描、……第 M 帧扫描。其中每一帧扫描的扫描位置中，均有至少一个扫描位置相对于第一组扫描位置中与该扫描位置对应的扫描位置沿平行于帧扫描方向的方向各自偏移了一定距离。

[0057] 如图 3 所示，为本发明一个实施例的交错扫描方案的一种实施方式的示意图。图 3 中，左侧第一列即为第一帧数据，其中每个点代表一条扫描线数据，每条扫描线数据对应一个扫描位置。左侧第二列即为第二帧数据，其中每个点也代表一条扫描线数据，每条扫描线数据对应一个扫描位置。由图 3 中可以看出，第二帧数据的每个扫描位置相对于第一帧数据的对应的扫描位置（即图中与其用虚线相连的位置），均沿平行于帧扫描方向（即图 3 中 X 轴的方向）偏移了一段距离。一个实施例中，该距离可以是第一帧数据和 / 或第二帧数据的线间距的一半。当然，也可以为任何其它的合适的值。

[0058] 类似地，图 3 所示的实施方式中，第四帧相对于第三帧偏移了一段距离，第六帧相对于第五帧偏移了一段距离，以此周期性类推。可见，与图 2 中的对齐扫描方案相比，图 3 所示的实施方式中，其中奇数帧的位置保持不变，而偶数帧的位置整体向下平移了一段距离（例如，半个线间距的距离）。若将每个帧扫描内的线扫描进行排序编号，并将各个帧扫描内具有相同编号的线扫描进行连线，则如图 3 中的虚线所示。可以看到，图 3 中每条虚线都呈锯齿形的折线，表示各帧的扫描位置构成了奇偶交错的形状。

[0059] 为了便于理解该交错扫描方案，首先引入几个关于线间距和扫描密度的概念。线间距的本质是线数据在 X 方向的距离，若孤立地观察各帧扫描，则可以称各帧内线数据在 X 方向的分布距离为“独立线间距”，由此决定的帧扫描密度为“独立帧扫描密度”。而若整体

观察体扫描,则其中所有线数据在 X 方向的分布距离也可认为是一种线间距,本发明称之为“联合线间距”,由此决定的帧扫描密度为“联合帧扫描密度”。

[0060] 对于图 2 中的对齐扫描方案,联合线间距与独立线间距是相等的,因此联合帧扫描密度与独立帧扫描密度也是相等的。而图 3 中的交错扫描方案中,独立线间距并没有改变,如图 3 中最左侧的两列距离标记所示,因此独立帧扫描密度没有改变;而联合线间距变为原来的一半,如图 3 中左数第三列距离标记所示,因此联合帧扫描密度提高到原来的两倍。经本发明实施例的实验证实,在正常控制范围,体扫描时间由独立帧扫描密度决定,而体扫描质量由联合帧扫描密度决定。因此,在本实施例的交错扫描方案下,独立帧扫描密度不变,因此体扫描时间不变;而联合帧扫描密度提高,因此体扫描质量提高。因此,本发明实施例中,在扫描时间不变的前提下提高了扫描的质量。

[0061] 图 2 和图 3 是在探头物理坐标下描绘的对齐扫描方案和本发明实施例的交错扫描方案,为了便于理解,以凸阵扇扫采集模式为例,再将其在真实空间中的示意图绘出,如图 5 所示。其中图 5(a) 是对齐扫描方案示意图,图 5(b) 是本发明实施例的交错扫描方案示意图,为简洁起见,图中只绘出了发射的起点和方向。

[0062] 上面给出的奇数帧位置保持不变,而偶数帧位置向下平移半个线间距的方法,可以简要表达为:以 2 为周期的 0、-0.5 倍平移。事实上,这只是交错扫描方案的一种实施方式,在其它的实施例中,还可以按照其它方案进行交错扫描,例如:

[0063] 平移奇偶选择可以交换,例如可以偶数帧位置保持不变,而奇数帧位置向下平移半个线间距,于是得到以 2 为周期的 -0.5、0 倍平移;平移方向可以向上,例如可以奇数帧位置保持不变,而偶数帧位置向上平移半个线间距,于是得到以 2 为周期的 0、0.5 倍平移;平移倍数可以不是 0.5,例如可以奇数帧位置保持不变,而偶数帧位置向上平移四分之一倍线间距,于是得到以 2 为周期的 0、0.25 倍平移;平移周期可以不是 2,例如可以是序号(例如,帧的序号可以按照下列方式编号:图 2 或图 3 中从最左侧开始,帧序号从左往右由 1 开始依次增加,依次为 1、2、3、4、5、……依次类推。当然,也可以按照其它方式编号)被 3 除余 1 的帧位置保持不变,序号被 3 除余 2 的帧位置向上平移三分之一倍线间距,序号被 3 整除的帧位置向上平移三分之二倍线间距,于是得到以 3 为周期的 0、1/3、2/3 倍平移;也可以是序号被 4 除余 1 的帧位置保持不变,序号被 4 除余 2 的帧位置向下平移四分之一倍线间距,序号被 4 除余 3 的帧位置向下平移半个线间距,序号被 4 整除的帧位置向下平移四分之三倍线间距,于是得到以 4 为周期的 0、0.25、0.5、0.75 倍平移;甚至可以进行不具周期性的平移,例如可以生成随机数序列,以此作为各帧的平移倍数,等等。另外,在连续进行三维超声扫描与成像的过程中,可以在不同的实施方式之间反复切换,例如:第奇数次体扫描使用以 2 为周期的 0、-0.5 倍平移,第偶数次体扫描使用以 2 为周期的 -0.5、0 倍平移,等等。

[0064] 本发明实施例中,交错扫描获取的原始体数据排列格式与对齐扫描不同,本文中称为“交错体数据”。在重建单元中,按照“交错体数据插值”方法以对该交错体数据进行处理,以获得实时三维超声图像。详叙如下。

[0065] 本发明实施例按照交错扫描获取的交错体数据则排列为相对不规则的形状。为了便于进行体数据重建,可以对交错体数据进行插值,以生成规则长方体形状的体数据。

[0066] 例如,一个实施例中,波束合成和信号处理单元可以根据前述第一组扫描线数据和 / 或第二组扫描线数据中的至少两条扫描线数据插值生成插值线数据;

[0067] 该插值生成的插值线数据作为第一组扫描线数据或第二组扫描线数据的一部分, 或者直接作为体数据的一部分, 用于后续步骤的重建、绘制等步骤以生成扫描目标的三维图像, 也就是说, 成像单元根据至少包括该第一组扫描线数据、第二组扫描线数据和该插值线数据的扫描数据, 获得扫描目标的三维图像。

[0068] 在另一实施例中, 波束合成和信号处理单元还可以根据前述第一组扫描线数据、第二组扫描线数据和 / 或第三组扫描线数据中的至少两条扫描线数据插值生成插值线数据;

[0069] 成像单元根据至少包括第一组扫描线数据、第二组扫描线数据、第三组扫描线数据和该插值线数据的扫描数据, 获得扫描目标的三维图像。

[0070] 在另一实施例中, 波束合成和信号处理单元还可以根据前述第一组扫描线数据、第二组扫描线数据、第三组扫描线数据和 / 或第四组扫描线数据中的至少两条扫描线数据插值生成插值线数据;

[0071] 成像单元根据至少包括第一组扫描线数据、第二组扫描线数据、第三组扫描线数据、第四组扫描线数据和该插值线数据的扫描数据, 获得扫描目标的三维图像。

[0072] 仍以图 3 的扫描方式获取的交错体数据为例, 如图 6, 黑点表示实际扫描得到的线数据, 本文中称为“扫描线数据”; 而白点则表示插值生成的线数据, 本文中称为“插值线数据”。插值方法可以是将上下相邻的两条扫描线数据取平均值, 赋给它们中间的插值线数据。以生成图 6 中的插值线数据 B 为例, 可以用 B 两侧的扫描线数据 A 和扫描线数据 C 来插值获得插值线数据 B。假设扫描线数据 A 包含 S 个点数据, 其数值为 $A_1, A_2, \dots, A_S$, 扫描线数据 C 包含 S 个点数据, 其数值为 $C_1, C_2, \dots, C_S$, 则生成的插值线数据 B 也包含 S 个点数据, 各点数值的计算公式为: $B_i = (A_i + C_i) / 2, i = 1, 2, \dots, S$ 。

[0073] 上面的方法适用于位于非边界的插值线数据, 而对于图 6 中用虚线边缘的白点标示出的位于上方或下方边界的插值线数据, 可以用最近的两条扫描线数据进行外推赋值。以生成图 6 中的插值线数据 P 为例, 该插值线数据 P 可以由扫描线数据 O 和扫描线数据 M 插值获得, 假设扫描线数据 O 和扫描线数据 M 包含 S 个点数据, 则插值线数据 P 的点数据的值可以为 $P_i = (O_i - M_i) / 2$, 其中 O_i 为扫描线数据 O 的点数据的值, M_i 为扫描线数据 M 的点数据的值, $i = 1, 2, \dots, S$ 。

[0074] 在本发明其它的实施例中, 还可以用其它的方式来进行插值, 例如: 对于位于非边界的插值线数据, 可以不用上下相邻的两条扫描线数据作线性插值, 而用上下相邻的四条扫描线数据作样条插值, 或者可以使用左右相邻的两条扫描线数据作线性插值, 或者左右相邻的四条扫描线数据作样条插值。还可以用上下左右相邻的若干条扫描线数据作任意方式的插值, 等等。对于位于边界的插值线数据, 可以赋值为上下方向最近的扫描线数据, 或者像上文所述那样, 进行左右方向或上下左右方向的线性、样条或者任意方式的插值, 甚至可以直接舍弃位于边界的包括扫描线数据和插值线数据的整行线数据, 等等。插值线数据的位置可以是位于偏移的扫描线数据在偏移之前所在的位置, 即图 6 中的白点位置, 也可以是位于其他位置。本发明各实施例中, 对交错体数据进行插值的具体实施方式以及插值数据线的位置可以根据实际情况灵活选择。

[0075] 本发明上述实施例中的对交错体数据进行插值是体数据重建前的一个预处理步骤。当然, 其它实施例中, 也可以不对交错体数据进行插值处理, 而直接对交错体数据进行

重建。

[0076] 如图 7 所示,为使用对齐扫描方法的三维成像与本发明实施例的使用交错扫描方法后的三维成像效果对比图。其中图 7(a) 是使用对齐扫描方法,且独立线间距为 1.5 度时的成像结果,图 7(b) 是使用对齐扫描方法,且独立线间距为 0.9 度时的成像结果,图 7(c) 是本发明实施例的使用交错扫描方法且独立线间距为 1.5 度时的成像结果。可以看到,图 7(a) 由于扫描密度过低,严重影响了成像质量,最明显表现为图像中出现了显著的横向条纹。为解决这一问题,将扫描密度提高到原来的 1.67 倍,得到图 7(b)。虽然成像质量相对图 7(a) 得到了极大改善,但是同时成像速度也降低到原来的 0.6 倍。而图 7(c) 使用本发明实施例的交错扫描方法,在保持成像速度与图 7(a) 相同的同时,使成像质量达到了与图 7(b) 相当的水平。可见,本发明实施例的交错扫描方法在不影响成像速度的前提下,显著提高了三维超声成像的质量。

[0077] 按照本发明实施例的三维超声成像方法和系统,可以通过硬件、软件、固件、或者其组合实现在超声成像系统中。按照本发明的上述教导,这种实现对于本领域普通技术人员来说是显而易见的,在此不做详细描述。

[0078] 以上通过具体的实施例对本发明进行了说明,但本发明并不限于这些具体的实施例。本领域技术人员应该明白,还可以对本发明做各种修改、等同替换、变化等等,这些变换只要未背离本发明的精神,都应在本发明的保护范围之内。此外,以上多处所述的“一个实施例”或“另一实施例”等表示不同的实施例,当然也可以将其全部或部分结合在一个实施例中。

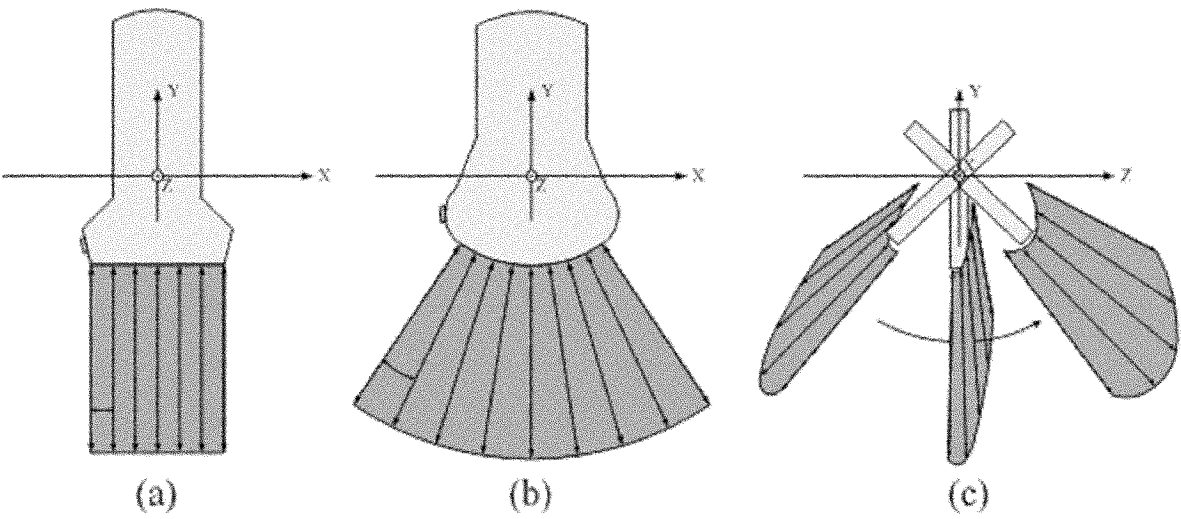


图 1

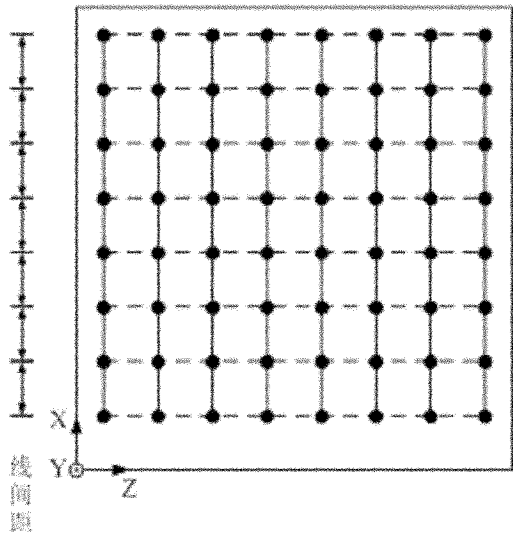


图 2

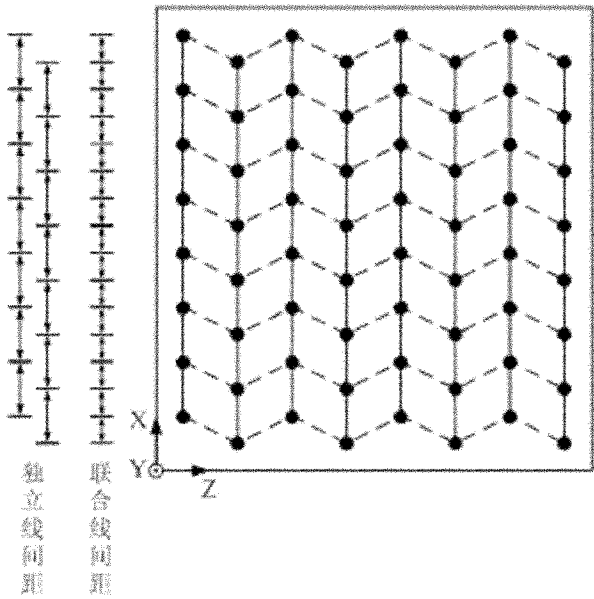


图 3

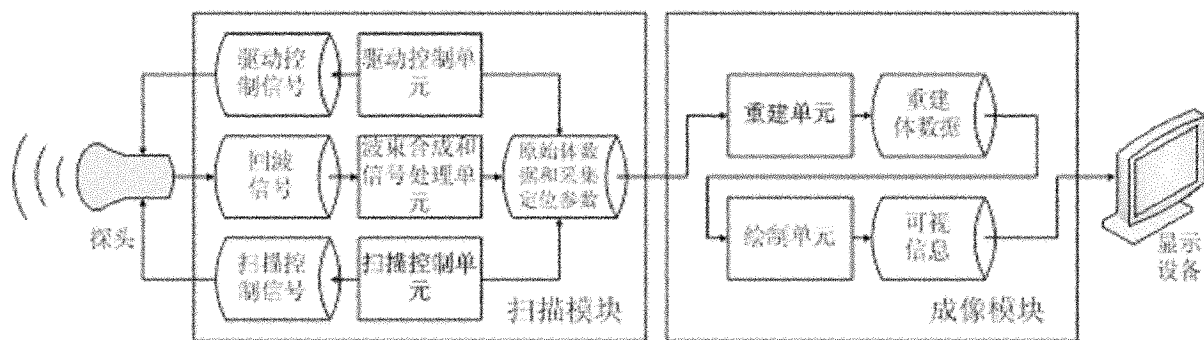


图 4

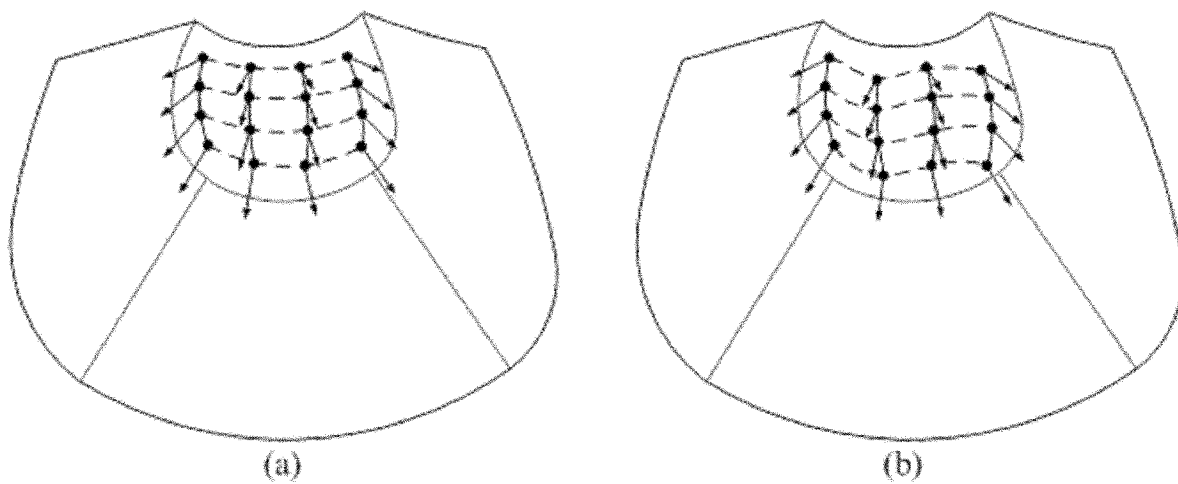


图 5

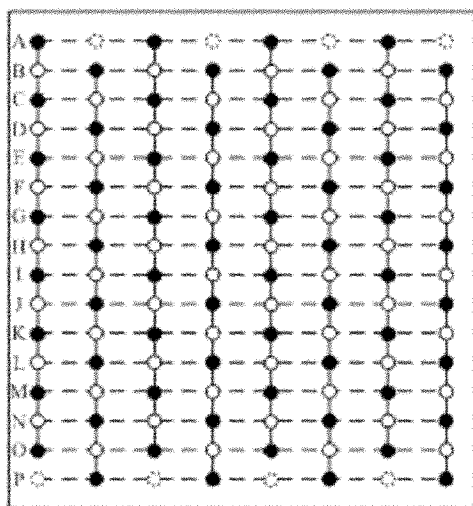


图 6

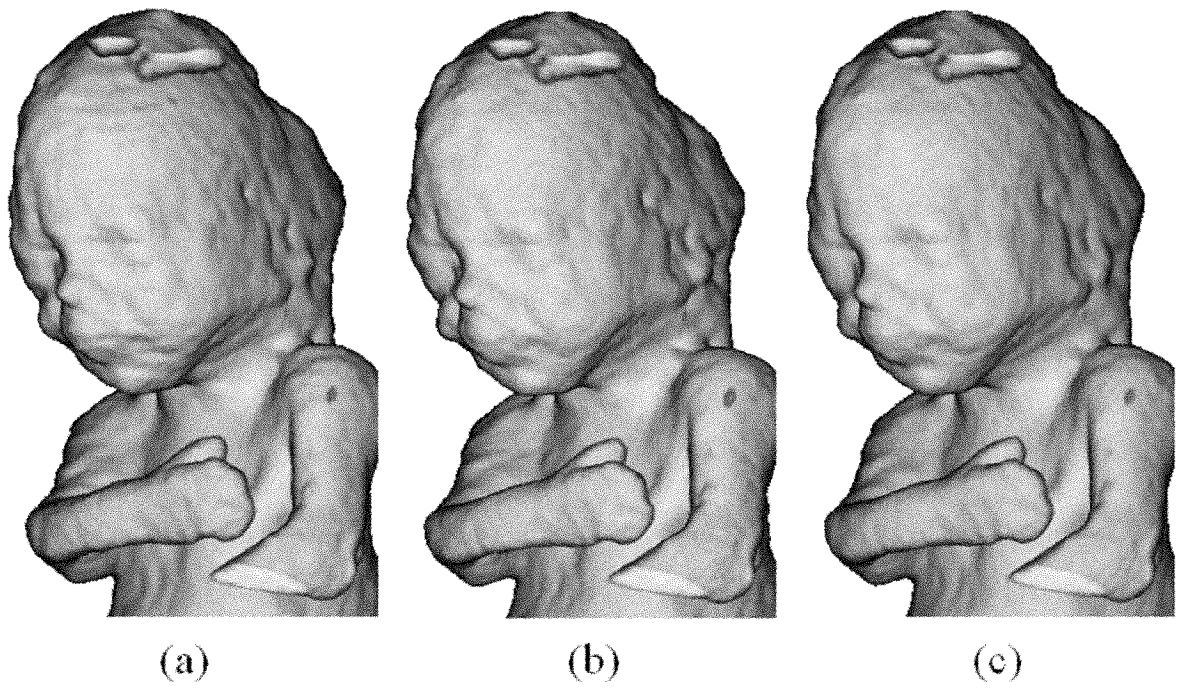


图 7

