



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105286917 B

(45)授权公告日 2018.03.09

(21)申请号 201510736094.3

(22)申请日 2015.11.03

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105286917 A

(43)申请公布日 2016.02.03

(73)专利权人 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 李春雨 杨佳丽
李旭 钟小丽 宋俊杰

(74)专利代理机构 华中科技大学专利中心
42201

代理人 曹葆青

(51)Int.Cl.

A61B 8/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 1128493 A,1996.08.07,全文.

CN 1440726 A,2003.09.10,全文.

CN 102920478 A,2013.02.13,全文.

US 2007049823 A1,2007.03.01,全文.

US 2012152021 A1,2012.06.21,全文.

齐建 等.基于后端扫描的三维超声成像系统.《中国医疗器械杂志》.2012,第36卷(第4期),
235-238.

邱武 等.带参数校正模型的三维超声重建算法.《华中科技大学学报(自然科学版)》.2011,
第39卷(第9期),11-15.

审查员 熊狮

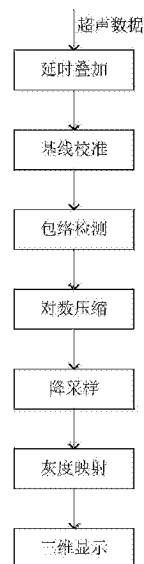
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种基于面阵探头的三维超声实时成像方法及系统

(57)摘要

本发明公开了一种基于面阵探头的三维超声实时成像方法及系统。所述方法,包括以下步骤:数据采集、延时叠加、基线校准、包络检测、对数压缩、降采样、灰度映射、以及三维显示步骤。所述系统包括用于产生触发信号的外部电路、用于根据所述触发信号实时采集数据完成所述数据采集步骤并将数据调制后传送给上位机的下位机、以及用于接收下位机传输的数据并实时显示三维图像的上位机。本发明提供的基于面阵探头的三维超声实时成像方法及系统,实现了三维超声图像的实时成像。



1. 一种基于面阵探头的三维超声实时成像方法,其特征在于,依次包括以下步骤:

数据采集:下位机在检测到触发信号后,进入到检测发射信号的状态,通过接收信号幅值判断发射信号位置;根据发射信号与回波信号之间的间隔,确定回波信号的位置,将实时回波信号数据提取、调制并存储后传输给上位机;

延时叠加:上位机将获得的回波信号数据解调后,采用定点聚焦或动态聚焦的方式进行叠加校正延时,获得校正后的数据;

基线校准:采用零相位高通滤波器滤除获得的校正后的数据以示波图的形式显示时出现的直流偏置,将基线矫正到与水平轴重合并且不产生相位偏移,得到校准后的数据;

包络检测:对于获得的校准后的数据,检测其上包络,提取出其中的低频分量,即为被检测物信息数据;

对数压缩:对于获得的被检测物信息数据取对数进行压缩,控制压缩后的数据在40dB至60dB之间;

降采样:对于压缩后的数据进行降采样缩小数据量,得到调整后的数据;

灰度映射:对于获得的调整后的数据,采用线性映射为0至255之间的灰度值,得到灰度体数据;

三维显示:对于获得的灰度体数据,采用正交三平面对重建的三维图像进行三维实时显示。

2. 一种基于面阵探头的三维超声实时成像方法,其特征在于,依次包括以下步骤:

数据采集:下位机在检测到触发信号后,进入到检测发射信号的状态,通过接收信号幅值判断发射信号位置;根据发射信号与回波信号之间的间隔,确定回波信号的位置,并将实时回波信号数据提取、调制并存储后,传输给上位机;

基线校准:上位机采用零相位高通滤波器滤除将回波信号数据解调后以示波图的形式显示时出现的直流偏置,将基线矫正到与水平轴重合并且不产生相位偏移,得到校准后的数据;

延时叠加:将校准后的数据,采用定点聚焦或动态聚焦的方式进行叠加校正延时,获得校正后的数据;

包络检测:对于获得的校正后的数据,检测其上包络,提取出其中的低频分量,即为被检测物信息数据;

对数压缩:对于获得的被检测物信息数据取对数进行压缩,控制压缩后的数据在40dB至60dB之间;

降采样:对于压缩后的数据进行降采样缩小数据量,得到调整后的数据;

灰度映射:对于获得的调整后的数据,采用线性映射为0至255之间的灰度值,得到灰度体数据;

三维显示:对于获得的灰度体数据,采用正交三平面对重建的三维图像进行三维实时显示。

3. 如权利要求1或2所述的三维超声实时成像方法,其特征在于,所述数据采集步骤,其数据类型为16位整型,采用拼接的方式调制为64位整型。

4. 如权利要求1或2所述的三维超声实时成像方法,其特征在于,所述包络检测步骤采用希尔伯特变换法或峰值法。

5. 如权利要求1或2所述的三维超声实时成像方法,其特征在于,所述对数压缩步骤以10为底取对数,并扩大20倍。

6. 应用如权利要求1至5任意一项所述的三维超声实时成像方法的系统,其特征在于,包括外部电路、下位机、以及上位机;

所述外部电路,用于产生触发信号;

所述下位机,用于根据所述触发信号实时采集数据,完成所述数据采集步骤,将数据调制后传送给上位机;

所述上位机;用于接受下位机传输的数据并实时显示三维图像,完成所述延时叠加、基线校准、包络检测、对数压缩、降采样、灰度映射以及三维显示步骤。

一种基于面阵探头的三维超声实时成像方法及系统

技术领域

[0001] 本发明属于超声成像领域,更具体地,涉及一种基于面阵探头的三维超声实时成像方法及系统。

背景技术

[0002] 超声成像是利用超声声束扫描人体,通过对载有人体组织或结构性质特征信息的接收、处理,以获得体内器官或组织的图像。超声由于具有无电离辐射、价格低廉、使用便捷等优点,成为当今临床医学中重要的影像学诊断手段。

[0003] 三维超声能够提供丰富的立体空间信息,弥补二维超声成像的不足,为疾病的诊断与治疗提供帮助。实时三维超声能为临床手术提供导航,进一步扩展了超声的应用范围。为了获得实时三维超声图像,可以采用面阵探头,不用移动探头即可获得三维数据,快捷高效。

[0004] 然而面阵探头的阵元数大,制作和加工工艺复杂;通道数多,数据量大。基于面阵探头,难以实现实时成像,给应用造成限制和不便。

发明内容

[0005] 针对现有技术的以上缺陷或改进需求,本发明提供了一种基于面阵探头的三维超声实时成像方法及系统,其目的在于通过面阵探头高通量实时采集数据,并对大量数据进行高速处理后,实现实时三维成像,由此解决现有技术面阵超声探头数据量大难以实时成像的技术问题。

[0006] 为实现上述目的,按照本发明的一个方面,提供了一种基于面阵探头的三维超声实时成像方法,依次包括以下步骤:

[0007] 数据采集:下位机在检测到触发信号后,进入到检测发射信号的状态,通过接收信号幅值判断发射信号位置;根据发射信号与回波信号之间的间隔,确定回波信号的位置,并将实时回波信号数据提取、调制并存储后,传输给上位机;

[0008] 延时叠加:上位机将获得的回波信号数据解调(解调即解出通道数据)后,采用定点聚焦或动态聚焦的方式进行叠加校正延时,获得校正后的数据;

[0009] 基线校准:采用零相位高通滤波器滤除获得的校正后的数据以示波图的形式显示时出现的直流偏置,将基线矫正到与水平轴重合并且不产生相位偏移,得到校准后的数据;

[0010] 包络检测:对于获得的校准后的数据,检测其上包络,提取出其中的低频分量,即为被检测物信息数据;

[0011] 对数压缩:对于获得的被检测物信息数据取对数进行压缩,控制压缩后的数据在40dB至60dB之间;

[0012] 降采样:对于压缩后的数据进行降采样缩小数据量,得到调整后的数据;

[0013] 灰度映射:对于获得的调整后的数据,采用线性映射为0至255之间的灰度值,得到灰度数据;

[0014] 三维显示:对于获得的灰度体数据,采用正交三平面对重建的三维图像进行三维实时显示。

[0015] 本发明还提供了另一种基于面阵探头的三维超声实时成像方法,其特征在于,依次包括以下步骤:

[0016] 数据采集:下位机在检测到触发信号后,进入到检测发射信号的状态,通过接收信号幅值判断发射信号位置;根据发射信号与回波信号之间的间隔,确定回波信号的位置,并将实时回波信号数据提取、调制并存储后,传输给上位机;

[0017] 基线校准:上位机采用零相位高通滤波器滤除将回波信号数据解调后的通道数据以示波图的形式显示时出现的直流偏置,将基线矫正到与水平轴重合并且不产生相位偏移,得到校准后的数据;

[0018] 延时叠加:将校准后的数据,采用定点聚焦或动态聚焦的方式进行叠加校正延时,获得校正后的数据;

[0019] 包络检测:对于获得的校准后的数据,检测其上包络,提取出其中的低频分量,即为被检测物信息数据;

[0020] 对数压缩:对于获得的被检测物信息数据取对数进行压缩,控制压缩后的数据在40dB至60dB之间;

[0021] 降采样:对于压缩后的数据进行降采样缩小数据量,得到调整后的数据;

[0022] 灰度映射:对于获得的调整后的数据,采用线性映射为0至255之间的灰度值,得到灰度体数据;

[0023] 三维显示:对于获得的灰度体数据,采用正交三平面对重建的三维图像进行三维实时显示。

[0024] 优选地,所述三维超声实时成像方法,其所述数据采集步骤,其数据类型为16位整型,采用拼接的方式调制为64位整型。

[0025] 优选地,所述三维超声实时成像方法,其所述数据采集步骤其下位机将回波信号提取、调制并存储后传输给上位机。

[0026] 优选地,所述三维超声实时成像方法,其所述包络检测步骤采用希尔伯特变换法或峰值法。

[0027] 优选地,所述三维超声实时成像方法,其所述对数压缩步骤以10为底取对数,优选扩大20倍。

[0028] 按照本发明的另一方面,提供了一种三维超声实时成像系统,包括外部电路、下位机、以及上位机;

[0029] 所述外部电路,用于产生触发信号;

[0030] 所述下位机,用于根据所述触发信号实时采集数据,完成所述数据采集步骤,将数据调制后传送给上位机;

[0031] 所述上位机;用于接收下位机传输的数据并实时显示三维图像,完成所述延时叠加、基线校准、包络检测、对数压缩、降采样、灰度映射以及三维显示步骤。

[0032] 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:

[0033] 本方法及系统适用于实时采集大量数据的超声面阵探头,在采集面阵探头超声数

据后,通过对有效回波数据进行提取和拼接处理实现高通量数据传输;上位机在接受到高通量数据后,高速地对数据进行一系列处理及三维显示,实现基于三维超声面阵探头的三维超声图像实时显示。

附图说明

- [0034] 图1是本发明三维超声实时成像方法的流程示意图;
- [0035] 图2是本发明面阵探头数据进行拼接的示意图;
- [0036] 图3是实施例进行基线校准的结果图;
- [0037] 图4是实施例进行包络检测的结果图;
- [0038] 图5是实施例进行对数压缩的结果图;
- [0039] 图6是实施例进行降采样的结果图;
- [0040] 图7是实施例三维显示结果图。
- [0041] 在所有附图中,相同的附图标记用来表示相同的元件或结构,其中:

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] 本发明提供的基于面阵探头的三维超声实时成像方法,如图1所示,依次包括以下步骤:

[0044] 数据采集:下位机在检测到触发信号后,进入到检测发射信号的状态,通过接收信号幅值判断发射信号位置;根据发射信号与回波信号之间的间隔,确定回波信号的位置,并将实时回波信号数据提取、调制并存储后,传输给上位机。

[0045] 触发信号用于帧同步校正,由外部电路产生并连接到采集系统。当下位机检测到触发电平后,下位机通过判断接收信号幅值来检测发射信号。由于被测物体与探头距离已知,那么发射信号与回波信号之间的间隔已知,因此可以根据发射信号的位置确定回波信号的位置,下位机只截取需要的回波信号并存储在数据队列中。所述触发信号是周期性电平信号,高电平触发;根据采集需求设计,与每一帧数据的采集相匹配。

[0046] 面阵探头每个通道的数据的类型是16位整型,将一个通道的数据作为低位,另一个通道的数据作为高位,拼接成一个32位整型数据,再将两个32位整型数据拼成一个64位整型数据,也就是将四个通道的数据拼在一起进行存储,如图2所示。这将大大提高数据采集和传输的效率,为实时三维成像奠定基础。对于一个 $N \times N$ 的面阵,在行发行接的模式下,采集 N 次通道数据就可以进行一帧图像的重建。每采集完一帧图像的数据,下位机将回到检测触发信号的状态,等待下一帧数据的采集。为保证得到图像的可靠性,首先要保证获得数据的可靠性,因此帧校验是必不可少的。

[0047] 延时叠加:上位机将获得的回波信号数据解调后得到通道数据,采用定点聚焦或动态聚焦的方式进行叠加校正延时,获得校正后的数据。上位机将数据从数据队列中取出来,参照存储的方式将通道数据解出来,进行延时叠加。延时叠加可采用定点聚焦或动态聚

焦的方式。以定点聚焦为例,每个阵元上方都存在一个聚焦点,由于是面阵探头就形成了一个聚焦面,聚焦面所在的位置是被测物体的位置。由于采用行发射接收的收发模式,对于一个阵元数目 $N \times N$ 的面阵探头来说,需要 N 组延时参数。要得到某一行阵元中某个阵元的线数据,将对应的延时参数应用于该行每个阵元的通道数据后再叠加,即是所求阵元的线数据。与定点聚焦相比,动态聚焦存在多个聚焦面。具体采用哪种聚焦方式可根据被测物体而定。

[0048] 基线校准:采用零相位高通滤波器滤除获得的校正后的数据以示波图的形式显示时出现的直流偏置,将基线矫正到与水平轴重合并且不产生相位偏移,得到校准后的数据。

[0049] 基线校准的目的是去除基线漂移。基线漂移表现为信号以示波图的形式显示时基线与水平轴不重合,高于或低于水平轴或存在一定的倾斜角度,相当于存在一个直流偏置。这部分的技术方案是采用一个零相位高通滤波器滤除这个直流偏置,将基线矫正到与水平轴重合,并且不产生相位偏移。

[0050] 包络检测:对于获得的校准后的数据,检测其上包络,提取出其中的低频分量,即为被检测物信息数据。

[0051] 包络检测检出信号的上包络,提取出回波信号中携带的低频分量,即被测物体信息。本方法优选的包络检测的算法有两种,希尔伯特变换法和峰值法。希尔伯特变换是一种经典的求取信号包络的方法,原始信号经过希尔伯特变换将得到原始信号的正交信号,以原始信号为实部,以希尔伯特变换得到的信号为虚部构造复信号,这个复信号的模就是所要求的实信号的包络。峰值法检测包络的原理是找出超声回波信号的多个波峰,记录下波峰(或波谷)的位置和幅值,然后通过插值(样条法,最近法,线性法等)将各个波峰(或波谷)连接起来,就可以得到回波信号的上包络(或下包络)。这两种方法针对不同信噪比的信号效果好坏不一样,在实际应用时应灵活使用。当信噪比较高时,两种方法都能较准确地描述原始信号的特征,但希尔伯特变换法求得的包络存在毛刺较多、轮廓信息较粗糙的问题。当信噪比较低时,通过峰值法求得的信号包络效果较好,但是在信号的边界处出现抖动,这可能是由信号插值引起的。

[0052] 对数压缩:对于获得的被检测物信息数据取对数进行压缩,控制压缩后的数据在40dB至60dB之间;优选方案如下:

[0053] 被检测物信息数据取以10为底的对数,并乘以20的倍数,单位是dB。取完对数之后可以调整回波的动态范围,以得到最好的实时成像效果,一般调整为40dB或60dB,其值越小对比度越高。具体方法,以40dB为例,是将信号中的最大值映射到40dB,将比最大信号小40dB的信号以及更小的信号映射到0dB。

[0054] 降采样:对于压缩后的数据进行降采样缩小数据量,得到调整后的数据。经过对数压缩的处理后对数据进行降采样,以减小数据量。数据量越小,图像显示的帧率越高;同时数据量太小会影响图像质量,应两者兼顾。

[0055] 灰度映射:对于获得的调整后的数据,采用线性映射为0至255之间的灰度值,得到灰度体数据。灰度映射采用简单的线性映射,即成比例地将最弱的信号映射到0,将最强的信号映射到255。

[0056] 三维显示:对于获得的灰度体数据,采用正交三平面对重建的三维图像进行三维实时显示。

[0057] 得到重建的三维图像体数据之后是实时三维图像的显示。这里采用的方法是正交

三平面法。正交三平面是指将矢状面、冠状面和横断面三个垂直的平面显示在同一屏幕上，也叫三垂面方式。在三维空间中三个正交面的位置和图像的角度可变，因此可获得三维体中的任意剖面图像。

[0058] 三维图像重建的步骤已在附图1中给出，经多次试验，延时叠加和基线校准的处理顺序可以相互交换，不影响成像质量，而其它步骤不可随意交换。

[0059] 本发明提供的三维超声实时成像系统，包括外部电路、下位机、以及上位机；

[0060] 所述外部电路，用于产生触发信号；

[0061] 所述下位机，用于根据所述触发信号实时采集数据，完成所述数据采集步骤，将数据调制后传送给上位机；

[0062] 所述上位机；用于接受下位机传输的数据并实时显示三维图像，完成所述延时叠加、基线校准、包络检测、对数压缩、降采样、灰度映射以及三维显示步骤。

[0063] 为了解决面阵数据的采集和实时成像问题，本发明提供了一种适用于面阵探头的数据高速采集和实时三维超声成像方法及系统。采用面阵探头获得的数据量大，需要对数据进行高速采集和存储，并且在采集的过程中下位机对原始数据进行初步的处理，处理之后的数据传输到上位机进行实时重建和显示。为得到实时三维超声图像，图像帧率优选大于24fps。

[0064] 系统下位机将采集到的数据写入FIFO(First Input First Output, 先入先出队列)中，数据的采集受外部电路产生的触发信号控制。每采集一帧的数据，下位机会重新检测触发信号，触发信号旨在实现图像的帧同步校验。面阵探头采用超声反射式的发射和接收模式，因此实际探头接收到的信号不仅有回波信号还有触发信号。由于采集时间长、采样频率高、通道数多且信号重复频率低，若完整地采集触发信号和回波信号，那么每次采集的数据量将十分巨大。这非常不利于数据的传输和存储，甚至在实时成像中会影响后期图像重建的速度，导致图像显示的帧率下降，降低图像的质量和可靠性。因此数据采集时下位机会对信号做预处理，截掉触发信号，只留下有用的回波信号。

[0065] 系统上位机将预处理后的数据从FIFO中读取出来，并解出通道数据，再实施重建过程。首先要进行的处理是延时叠加，相当于是对接收到的回波信号进行聚焦，各个阵元的通道数据进行一定延时后再叠加就得到各个阵元上的扫描线数据。由于采集到的原始信号存在基线漂移，这种现象在延时叠加后依然存在，因此需要基线校准的步骤将漂移去除。包络检测的步骤检出经校正后的线数据的上包络，即提取出回波携带的被测物体的信息。对数压缩的目的在于调整信号的动态范围，使信号动态范围符合显像管的视放可辨范围，同时可以放大弱小信号；动态范围越小，图像对比度越高。降采样的目的在于减少成像所用数据量，提高图像显示帧率，达到实时的要求。灰度映射将信号成比例映射到0~255，重建得到的图像显示在正交三平面中。

[0066] 以下为实施例：

[0067] 一种三维超声实时成像系统，包括外部电路、下位机、以及上位机；

[0068] 所述外部电路，用于产生触发信号；

[0069] 所述下位机，用于根据所述触发信号实时采集数据，完成所述数据采集步骤，将数据调制后传送给上位机；

[0070] 所述上位机；用于接受下位机传输的数据并实时显示三维图像，完成所述延时叠

加、基线校准、包络检测、对数压缩、降采样、灰度映射以及三维显示步骤。

[0071] 对待被测物体采用面阵探头,进行超声检测,所述三维超声实时成像系统的外部电路产生触发信号,下位机根据触发信号采集数据。

[0072] 所述触发信号是一个周期性电平信号,高电平触发;每个周期中高电平时间严格对应每一帧数据采集的时间,因此可以通过触发信号控制采集数据的有效性和有序性。触发信号周期视具体情况而定,若频率过高,即采集数据的速率过快,会导致上位机处理数据的速率跟不上;若频率过低,又会影响实时显示的帧率,使达不到实时的要求。

[0073] 数据采集:下位机在检测到触发信号后,进入到检测发射信号的状态,通过接收信号幅值判断发射信号位置;根据发射信号与回波信号之间的间隔,确定回波信号的位置,并将实时回波信号提取、调制并存储,传输给上位机:

[0074] 面阵探头每个通道的数据的类型是16位整型,将一个通道的数据作为低位,另一个通道的数据作为高位,拼接成一个32位整型数据,再将两个32位整型数据拼成一个64位整型数据,也就是将四个通道的数据拼在一起进行存储。对于一个 $N \times N$ 的面阵,在行发行接的模式下,采集 N 次通道数据就可以进行一帧图像的重建。

[0075] 延时叠加:上位机将获得的数据解调得到通道数据后,采用定点聚焦进行叠加校正延时,获得校正后的数据;

[0076] 基线校准:采用零相位高通滤波器滤除获得的校正后的数据以示波图的形式显示时出现的直流偏置,将基线矫正到与水平轴重合并且不产生相位偏移,得到校准后的数据;如图3所示。

[0077] 包络检测:对于获得的校准后的数据,采用希尔伯特变换法检测其上包络,提取出其中的低频分量,即为被检测物信息数据;如图4所示。

[0078] 对数压缩:对于获得的被检测物信息数据取对数进行压缩,将被检测物信息数据取以10为底的对数,并乘以20的倍数,单位是dB,如图5所示。

[0079] 降采样:对于压缩后的数据进行降采样缩小数据量,得到调整后的数据;如图6所示。

[0080] 灰度映射:对于获得的调整后的数据,采用线性映射为0至255之间的灰度值,得到灰度体数据;

[0081] 三维显示:对于获得的灰度体数据,采用正交三平面对重建的三维图像进行三维实时显示,如图7所示。

[0082] 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。

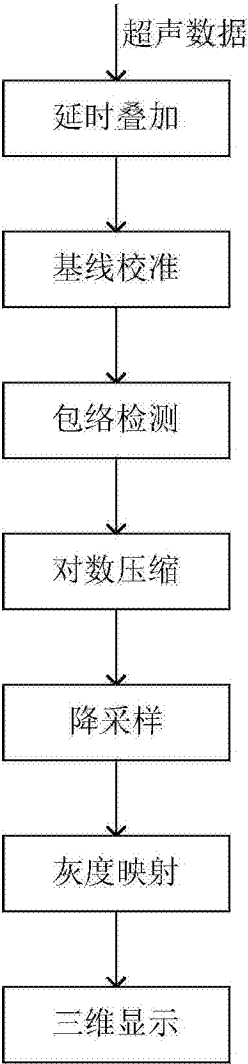


图1

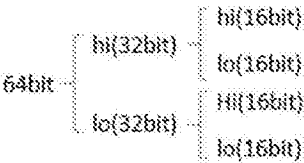


图2

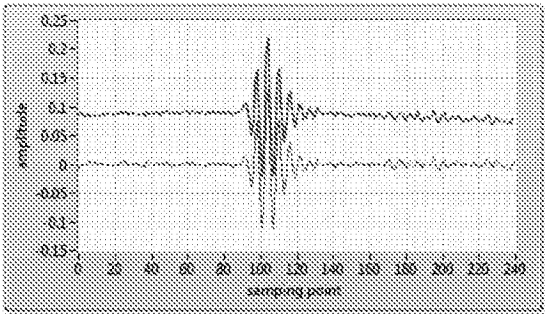


图3

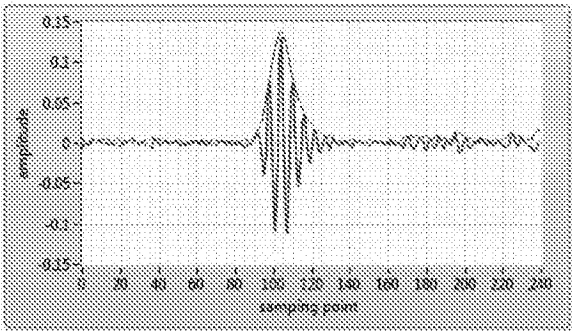


图4

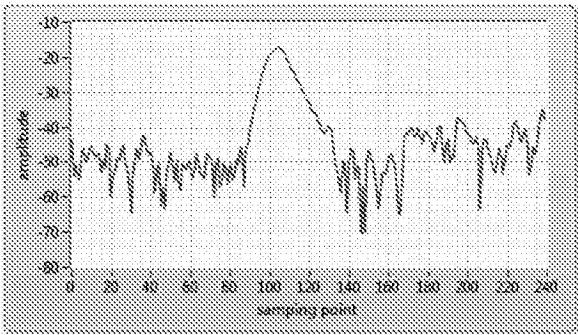


图5

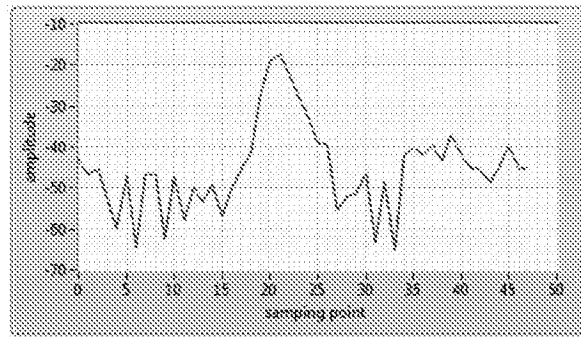


图6

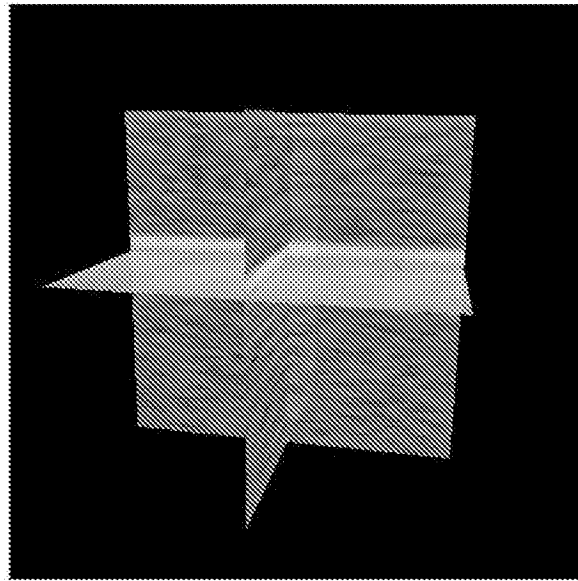


图7

专利名称(译)	一种基于面阵探头的三维超声实时成像方法及系统		
公开(公告)号	CN105286917B	公开(公告)日	2018-03-09
申请号	CN201510736094.3	申请日	2015-11-03
[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 李春雨 杨佳丽 李旭 钟小丽 宋俊杰		
发明人	尉迟明 丁明跃 李春雨 杨佳丽 李旭 钟小丽 宋俊杰		
IPC分类号	A61B8/00		
其他公开文献	CN105286917A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种基于面阵探头的三维超声实时成像方法及系统。所述方法，包括以下步骤：数据采集、延时叠加、基线校准、包络检测、对数压缩、降采样、灰度映射、以及三维显示步骤。所述系统包括用于产生触发信号的外部电路、用于根据所述触发信号实时采集数据完成所述数据采集步骤并将数据调制后传送给上位机的下位机、以及用于接收下位机传输的数据并实时显示三维图像的上位机。本发明提供的基于面阵探头的三维超声实时成像方法及系统，实现了三维超声图像的实时成像。

