



(43)申请公布日 2017.05.31

N · W · 奥斯伯恩 B · R · 里特兹

11256

(51) Int.Cl.

G01S 15/89(2006.01)

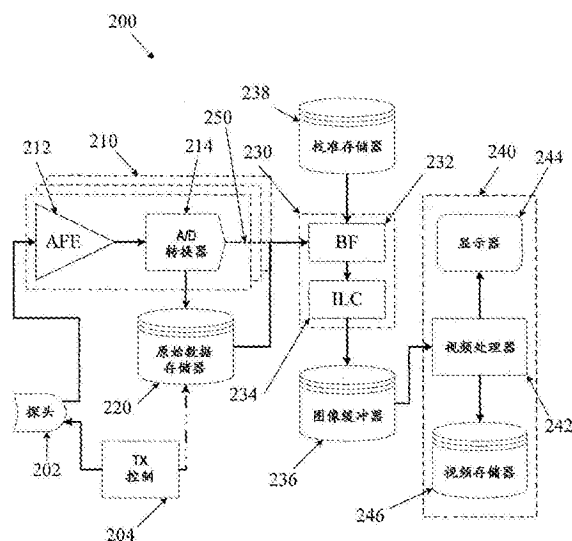
地址 美国加利福尼亚州

L·I·麦查油

权利要求书2页 说明书25页 附图9页

基于网络的超声成像系统

提供了用于基于网络的超声成像的系统和方法,其可以包括多个特征。在一些实施例中,超声成像系统利用三维未聚焦的声脉冲来对对象进行成像并且从多个接收器元件获得数字样本集。数字样本集中的子集可以被电子地传送到远程服务器,其中子集可以被波束成形以产生一系列二维图像帧。由一系列二维图像帧组成的视频流然后可以从远程服务器被传送到显示设备。



1. 一种超声成像的方法,包括:

将未聚焦的三维声脉冲从数据采集设备的探头中的换能器阵列的发送器元件发送到对象中;

利用所述换能器阵列的多个接收器元件来接收所述未聚焦的三维声脉冲的回波;

将来自所述多个接收器元件中的每个接收器元件的模拟信号转换成数字样本集的完全数据集,其中所述完全数据集包括来自所有接收器元件的数字样本集;

向远程服务器电子地传送所述数字样本集中的子集,其中所述子集包括比所述完全数据集更少的数字样本;

对所述远程服务器中的数字样本的所述子集进行波束成形以产生一系列二维图像帧;以及

将由所述一系列二维图像帧组成的视频流从所述远程服务器传送到显示设备。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中响应于控制信号,将所述完全数据集从所述数据采集设备传送到所述远程服务器并且将所述完全数据集存储在所述远程服务器处。

3. 根据权利要求1所述的方法,还包括:通过标识与从数字样本集的所述完全数据集中所选择的成像窗口相关联的数字样本,来确定在数字样本的所述子集中包括的数字样本。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中所述显示设备被物理地附接到所述数据采集设备。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中所述显示设备未被物理地附接到所述数据采集设备。

6. 根据权利要求4所述的方法,其中所述显示设备是移动设备。

7. 根据权利要求1所述的方法,还包括:通过仅选择对应于小于从所述探头发送的所有声脉冲的数据样本,来选择在数字样本的所述子集中包括的数字样本。

8. 根据权利要求1所述的方法,还包括:通过仅选择对应于小于所述阵列的所有接收元件的数据样本,来选择在数字样本的所述子集中包括的数字样本。

9. 根据权利要求1所述的方法,还包括:通过仅选择对应于小于所述阵列的所有接收孔径的数据样本,来选择在数字样本的所述子集中包括的数字样本。

10. 一种基于网络的成像系统,包括:

数据采集设备,包括:

外壳,其包含发送控制电子装置,所述发送控制电子装置被配置为发送来自第一多个换能器元件的超声信号;

接收器电子装置,被配置为接收所发送的所述超声信号的回波,所述接收器电子装置还被配置为将接收到的所述回波数字化并且存储为被物理地定位在所述数据采集设备的共同外壳内的第一存储器设备中的完全数据集;以及

通信电子装置,其被配置为传递所述完全数据集;

远程服务器设备,包括:

服务器通信电子装置,其被配置为接收由所述数据采集设备的所述通信电子装置传递的经数字化的所述回波;

波束成形软件,其由所述远程服务器设备执行并且被配置为将接收到的经数字化的所述回波转换成连续的图像帧的视频流;

视频流软件,其由所述远程服务器设备执行并且被配置为向显示设备流传输所述视

频。

11. 根据权利要求10所述的成像系统,所述显示设备还包括:

用户接口软件,其由所述显示设备执行并且被配置为接收用户输入以控制一个或多个波束成形或者视频流传输参数,并且还被配置为向所述远程服务器设备处的所述波束成形软件传送用户输入,所述用户接口软件还包括被配置为向所述远程服务器传送所述完全数据集的用户输入控制;

视频显示软件,其由所述显示设备执行并且被配置为从所述远程服务器设备接收所述视频流并且显示所述视频流。

12. 根据权利要求10所述的系统,还包括与所述远程服务器设备通信的多个数据采集设备。

13. 一种收集表示目标对象的体积数据的方法,所述方法包括:

将未聚焦的三维声脉冲从探头中的换能器阵列的发送器元件发送到所述目标对象中;

利用所述换能器阵列的多个接收器元件来接收所述未聚焦的三维声脉冲的回波;

将来自所述多个接收器元件中的每个接收器元件的模拟信号转换成数字样本集的完全数据集,其中所述完全数据集包括来自所有接收器元件的数字样本集;

向远程服务器电子地传送所述数字样本集中的子集,其中所述子集包括比所述完全数据集更少的数字样本;

对所述远程服务器中的数字样本的所述子集进行波束成形以产生一系列二维图像帧;以及

将由所述一系列二维图像帧组成的视频流从所述远程服务器传送到移动显示设备。

14. 根据权利要求13所述的方法,其中响应于控制信号,向所述远程服务器传送所述完全数据集并且将所述完全数据集存储在所述远程服务器处。

15. 一种超声成像的方法,包括:

将多个未聚焦的三维声脉冲从探头中的换能器阵列的多个发送器元件发送到三维目标体积中;

利用所述换能器阵列的多个接收器元件来接收所述未聚焦的三维声脉冲的回波;

将来自所述多个接收器元件中的每个接收器元件的模拟信号转换成数字样本集的完全数据集,其中所述完全数据集包括来自所有接收器元件的数字样本集;

选择与所述三维目标体积相交的二维平面;

标识与所选择的所述二维平面相交的三维体素;

标识对应于所选择的所述二维平面的数据样本的子集;

在计算机网络上向远程服务器仅传递数据样本的所述子集;

从所述远程服务器接收表示所选择的所述二维平面的二维图像的视频流;以及

将所述视频流显示在邻近所述探头的显示设备上。

16. 根据权利要求15所述的方法,还包括:响应于用户命令,向远程数据存储设备传递所述完全数据集。

基于网络的超声成像系统

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2014年8月18日提交的题为“Network-Based Ultrasound Imaging System”的美国临时专利申请第62/038,602号的权利,其内容通过引用并入本文。

[0003] 引用并入

[0004] 在与如果每个个体出版或者专利申请特别地且单独地指示以通过引用并入相同的程度上,本说明书中所提到的所有出版物和专利申请通过引用并入本文。

技术领域

[0005] 本申请总体上涉及超声成像的领域,并且更特别地涉及基于网络的超声成像系统。

背景技术

[0006] 在没有与电离辐射或者MRI成像的并发症相关联的风险的情况下,超声成像提供相对低成本的医学和非医学成像。对与客户端服务器联网架构的改进组合的超声成像技术的改进可以提供针对超声成像的使用的附加机会以解决成像挑战。

发明内容

[0007] 提供了一种超声成像的方法,该方法包括:将未聚焦的三维声脉冲从数据采集设备的探头中的换能器阵列的发送器元件发送到对象中;利用换能器阵列的多个接收器元件来接收未聚焦的三维声脉冲的回波;将来自多个接收器元件中的每个接收器元件的模拟信号转换为数字样本集的完全数据集,其中完全数据集包括来自所有接收器元件的数字样本集;将数字样本集的子集电子地传送到远程服务器,其中子集包括比完全数据集更少的数字样本;对远程服务器中的数字样本的子集进行波束成形以产生一系列二维图像帧;以及将由一系列二维图像帧组成的视频流从远程服务器传送到显示设备。

[0008] 在一些实施例中,方法还包括:响应于控制信号,将完全数据集从数据采集设备传送到远程服务器并且将完全数据集存储在远程服务器处。

[0009] 在另一实施例中,方法还包括:通过标识与从数字样本集的完全数据集之间所选择的成像窗口相关联的数字样本,确定在数字样本的子集中包括的数字样本。

[0010] 在一些实施例中,显示设备被物理地附接到数据采集设备。在其他实施例中,显示设备未被物理地附接到数据采集设备。在进一步的实施例中,显示设备是移动设备。

[0011] 在一些实施例中,方法还包括:通过仅选择对应于小于从探头所发送的所有声脉冲的数据样本,选择在数字样本的子集中包括的数字样本。

[0012] 在一个实施例中,方法还包括:通过仅选择对应于小于阵列的所有接收元件的数据样本,选择在数字样本的子集中包括的数字样本。

[0013] 在其他实施例中,方法还包括:通过仅选择对应于小于阵列的所有接收孔径的数据样本,选择在数字样本的子集中包括的数字样本。

[0014] 提供了一种基于网络的成像系统,该系统包括:数据采集设备,其包括外壳,该外壳包含发送控制电子装置,该发送控制电子装置被配置为发送来自第一多个换能器元件的超声信号;接收器电子装置,其被配置为接收所发送的超声信号的回波,接收器电子装置还被配置为将接收到的回波数字化并且存储为物理地定位在数据采集设备的共同外壳内的第一存储器设备中的完全数据集;以及通信电子装置,其被配置为传递完全数据集。系统还包括:远程服务器设备,其包括服务器通信电子装置,其被配置为接收由数据采集设备的通信电子装置传递的数字化回波;波束成形软件,其由远程服务器设备执行并且被配置为将接收到的数字化回波转换成连续的图像帧的视频流;视频流软件,其由远程服务器设备执行并且被配置为使视频流传输到显示设备。

[0015] 在一些实施例中,显示设备还包括:用户接口元件,其由显示设备执行并且被配置为接收用户输入以控制一个或多个波束成形或者视频流传输参数,并且进一步被配置为将用户输入传送到远程服务器设备处的波束成形软件,用户接口软件还包括:用户输入控制,其被配置为将完全数据集传送到远程服务器;以及视频显示软件,其由显示设备执行并且被配置为从远程服务器设备接收视频流并且显示视频流。

[0016] 在一些实施例中,系统还包括与远程服务器设备通信的多个数据采集设备。

[0017] 提供了一种采集表示目标对象的体积数据的方法,该方法包括:将未聚焦的三维声脉冲从采集的探头中的换能器阵列的发送器元件发送到目标对象中;利用换能器阵列的多个接收器元件来接收未聚焦的三维声脉冲的回波;将来自多个接收器元件中的每个接收器元件的模拟信号转换为数字样本集的完全数据集,其中完全数据集包括来自所有接收器元件的数字样本集;将数字样本集的子集电子地传送到远程服务器,其中子集包括比完全数据集更少的数字样本;对远程服务器中的数字样本的子集进行波束成形以产生一系列二维图像帧;以及将由一系列二维图像帧组成的视频流从远程服务器传送到移动显示设备。

[0018] 在一些实施例中,方法还包括:响应于控制信号,将完全数据集采集传送到远程服务器并且将完全数据集存储在远程服务器处。

[0019] 还提供了一种超声成像的方法,包括:将多个未聚焦的三维声脉冲从探头中的换能器阵列的多个发送器元件发送到三维目标体积中;利用换能器阵列的多个接收器元件来接收未聚焦的三维声脉冲的回波;将来自多个接收器元件中的每个接收器元件的模拟信号转换为数字样本集的完全数据集,其中完全数据集包括来自所有接收器元件的数字样本集;选择与三维目标体积相交的二维平面;标识与所选择的二维平面相交的三维体素;标识对应于所选择的二维平面的数据样本的子集;在计算机网络上仅将数据样本的子集传递到远程服务器;从远程服务器接收表示所接收的二维平面的二维图像的视频流;以及将视频流显示在邻近探头的显示设备上。

[0020] 在一些实施例中,该方法还包括:响应于用户命令,将完全数据集传递到远程数据存储设备。

附图说明

[0021] 图1是图示用于对来自从三维体积所获得的原始回波数据的二维图像平面进行直接地波束成形的示例过程的过程流程图。

- [0022] 图2是用于对三维体积进行成像的多个孔径成像系统的示意性透视图。
- [0023] 图3是用于对三维体积内的二维平面进行成像的多个孔径成像系统的示意性透视图。
- [0024] 图4是包含原始数据存储器的成像系统的实施例的示意图。
- [0025] 图5是基于网络的成像系统的实施例的示意图。
- [0026] 图6是基于网络的成像系统的另一实施例的示意图。
- [0027] 图7是图示基于网络的成像过程的示例实施例的过程流程图。
- [0028] 图8是基于网络的成像系统的另一实施例的示意图。
- [0029] 图9是图示基于网络的成像过程的示例实施例的过程流程图。

具体实施方式

[0030] 介绍和定义

[0031] 虽然在此参考各种解剖结构的超声成像描述了各个实施例,但是将理解到,本文所示出和所描述的许多方法和设备还可以被使用在其他应用(诸如成像和评价非解剖结构和对象)中。例如,本文所描述的探头、系统和方法可以被使用在各种机械对象、结构对象或材料(诸如焊接、管线、横梁、板材、压力容器、分层结构等)的非破坏性测试、检查或者评价中。以下各个实施例包括用于使用被配置为存储原始的未波束成形的超声数据以用于后续的波束成形和处理成图像数据中的超声成像系统的系统和方法。这样的系统实现使用超声成像系统的许多独特的方法。

[0032] 虽然在此参考到待成像的介质中的超声脉冲的发送和所发送的超声脉冲的接收来描述示例。然而,技术人员将认识到,本文所描述的许多技术和系统可以同样地适用于其他形式的能量的发送和接收(诸如包括射频信号的电磁辐射、微波信号、X射线或者电磁频谱的任何其他部分)。

[0033] 如本文所使用的,术语“超声换能器”和“换能器”可以携带如由超声成像技术领域的人员所理解的其普通意义,并且可以非限制性地指代能够将电气信号转换为超声波信号和/或反之亦然任何单个部件。例如,在一些实施例中,超声换能器可以包括压电设备。在一些其他实施例中,超声换能器可以包括电容式微机械超声换能器(CMUT)或者任何其他电声换能器设备。在一些实施例中,换能器可以包括针对其他能量形式(诸如电磁辐射)的换能的部件。

[0034] 换能器常常被配置在多个个体换能器元件的阵列中。如本文所使用的,术语“换能器阵列”或者“阵列”通常指代安装到共同衬板的换能器元件的集合。这样的阵列可以具有一维(1D)、二维(2D)、1.X维(1.XD)或者三维(3D)。还可以使用如由本领域的技术人员所理解的其他维的阵列。还可以使用环形阵列(诸如同心圆阵列和椭圆阵列)。换能器阵列的元件可以是阵列的最小分立地功能部件。例如,在压电换能器元件的阵列的情况下,每个元件可以是单个压电晶体或者压电晶体的单个机加工区段。

[0035] 如本文所使用的,术语“发送元件”和“接收元件”可以携带如由超声成像技术领域的人员所理解的其普通意义。术语“发送元件”可以非限制性地指代至少暂时地执行在其中电气信号被转换为超声信号的发送功能的超声换能器元件。类似地,术语“接收元件”可以非限制性地指代至少暂时地执行在其中撞击在元件上的超声信号被转换为电气信号

接收功能的超声换能器元件。将超声传输到介质中在此还可以被称为“声穿透”。反射超声波的对象或者结构可以被称为“反射器”或者“散射器”。

[0036] 如本文所使用的,术语“孔径”可以指代可以发送和/或接收超声信号所通过的概念“开口”。在实际实践中,孔径简单地是单个换能器元件或者一组换能器元件,其通过成像控制电子装置或者通过波束成形电子装置或者软件共同地被管理为共同组。例如,在一些实施例中,孔径是可以与邻近的孔径的元件物理地分离的物理元件分组。然而,邻近的孔径不必需要物理地分离。

[0037] 应当注意,术语“接收孔径”、“声穿透孔径”和/或“发送孔径”在此被用于意指个体元件、阵列内的一组元件或者甚至共同外壳内的整个阵列或者多个分离的阵列的元件组,其从期望的物理视角或者孔径执行期望的发送或接收功能。在一些实施例中,这样的发送和接收孔径可以被创建为具有专用功能性的物理地分离的部件。在其他实施例中,可以根据需要动态地电子地定义任何数目的发送和/或接收孔径。在其他实施例中,多个孔径超声成像系统可以使用专用功能和动态功能孔径的组合。

[0038] 如本文所使用的,术语“总孔径”指代所有成像孔径的总累计大小。换句话说,术语“总孔径”指代由被用于特定成像周期的发送和/或接收元件的任何组合的最远的换能器元件之间的最大距离所定义的一个或多个尺寸。因此,总孔径由被指定为针对特定周期的发送或接收孔径的任何数目的子孔径组成。在单孔径成像布置的情况下,总孔径、子孔径、发送孔径和接收孔径将全部具有相同的尺寸。在多阵列探头的情况下,总孔径的尺寸可以包括所有阵列的尺寸之和。

[0039] 如本文所使用的,术语“声脉冲周期”可以指代以从发送孔径被发送的声脉冲信号并且由接收器换能器元件接收的该声脉冲的回波而开始的周期。在一些情况下,来自两个或两个以上声脉冲的回波可以组合以形成单个图像帧,并且多个帧可以按顺序被显示以形成视频。因此,“图像周期”可以包含来自多个声脉冲周期的回波。在其他情况下,单个声脉冲周期可以对应于单个图像周期。

[0040] 在一些实施例中,两个孔径可以相互相邻被定位在连续的阵列上。然而,在其他实施例中,两个孔径可以相互重叠在连续的阵列上,使得至少一个元件用作两个分离的孔径的一部分。可以以针对特定应用所需要的任何方式动态地定义元件的位置、功能、数目和孔径的物理大小。针对特定应用的这些参数的约束将在下文中讨论和/或对于技术人员而言将是清楚的。

[0041] 本文所描述的元件和阵列还可以是多功能的。也即,将换能器元件或者阵列指定为一个实例中的发送器并不排除其立即重新指定为下一实例中的接收器。此外,本文中的控制系统的实施例包括用于基于用户输入、预设扫描或者分辨率准则或者其他自动确定的准则来电子地做出这样的指定的能力。

[0042] 如本文所使用的,术语“点源发送”或者“声脉冲”可以指代将所发送的超声能量从单个空间位置引入到介质中。这可以使用单个超声换能器元件或者一起发送为单个发送孔径的相邻换能器元件的组合而完成。来自点源发送孔径的单个传输接近一致的球形波前或者在对2D切片进行成像的情况下2D切片内的一致圆形波前。在一些情况下,来自点源发送孔径的圆形或者球形波前的单个发送在此可以被称为“声脉冲”或“点源脉冲”。

[0043] 如本文所使用的,短语“像素分辨率”指代图像中的像素的数目的度量,并且可以

利用两个正整数表达,第一个正整数指代像素列数(图像宽度)并且第二个正整数指代像素行数(图像高度)。备选地,像素分辨率可以以像素的总数(例如,行数和列数的积)、像素束每单位长度或像素数每单位面积。如本文所使用的“像素分辨率”与指代图像中可见的细节水平的术语“分辨率”的其他使用不同。例如,“横向分辨率”可以独立于这样的平面的图像可以如何被表示为由像素组成的数字图像,指代可以沿着超声图像平面中的水平轴识别的细节水平。

[0044] 基于声脉冲的超声成像

[0045] 在各个实施例中,点源传输超声成像(另外被称为基于声脉冲的超声成像)提供超过传统的基于扫描线的成像的多个优点。点源传输在其空间特点方面与“相控阵列发送”不同,相控阵列发送将能量聚焦在与沿着定向的扫描线的换能器元件阵列的特定方向上。未聚焦的点源脉冲(声脉冲)可以被发送以便利用未聚焦的波前声穿透尽可能宽的区域。

[0046] 在一些情况下,未聚焦的“圆形”波前可以被发送到单个图像平面或者“扫描平面”中。可以通过提供换能器元件与待成像的对象之间的透镜材料实现这样的二维聚焦。聚集到单个平面中的声脉冲可以被称为二维声脉冲。

[0047] 对于体积成像而言,未聚焦的三维声脉冲可以被发送,以形成基本上球形波前,其可以被称为三维声脉冲。

[0048] 所发送的声脉冲的回波将从感兴趣区域中的散射器返回,并且可以由探头的所有接收器元件接收。接收器元件可以被分组成“接收孔径”,如下面将进一步描述的。那些回波信号可以被过滤、被放大、被数字化并且被存储在短期或者长期存储器中(取决于特定系统的需要或者能力)。

[0049] 通过假定从点源所发送的波前在感兴趣区域中是物理地圆形的(针对2D成像)或者球形的(针对3D成像),可以然后根据接收到的回波重建图像。实际上,二维聚焦波前还可以具有与2D图像平面垂直的尺寸中的一些的穿透力。也即,一些能量可以基本上“泄漏”到垂直于期望的二维成像平面的维度中。

[0050] 此外,根据换能材料的独特的轴外特性,“圆形”波前可以限于小于换能器的正面前面180度的半圆形或者圆形的一部分。类似地,当发送三维“球形”声脉冲时,对应的波前可以具有半球形或者更小的部分球体剖面(例如,“圆锥体”形状)的形状,这取决于所使用的(一个或多个)发送元件的轴外特性。

[0051] 根据接收到的回波形成图像的过程通常在此被称为“波束成形”。在基于声脉冲的成像中,波束成形可以通常包含确定对应于图像窗口内的每个像素或者体素位置的回波样本。替换地,波束成形可以包含相反(即确定针对每个接收到的回波样本的像素显示位置)。由于每个声脉冲声穿透整个成像区域,“完整的”(虽然低质量)图像可以利用单个换能器元件的回波被形成。可以由通过单个接收换能器元件接收到的回波被形成的图像可以被称为子图像。可以通过组合在多个换能器元件处接收到的回波形成的子图像来改进图像质量。换能器元件可以被分组为“孔径”,并且来自共同孔径的元件的子图像可以被组合以形成图像层。

[0052] 可以使用基于软件或者基于硬件的动态波束成形技术来执行基于声脉冲的回波的波束成形,其中波束成形器的焦点可以连续地改变以当该特定像素位置被成像时聚焦在特定像素位置处。这样的波束成形器可以被用于绘制从光源脉冲接收到的回波的位置。在

一些实施例中,动态波束成形器可以基于从发送器到个体接收换能器元件的信号往返行程时间绘制每个回波信号的轨迹。

[0053] 当对所发送的二维聚焦声脉冲的回波进行波束成形时,单个反射器的轨迹将位于沿着具有(一个或多个)发送换能器元件的位置处的第一椭圆焦点和接收换能器元件的位置处的第二椭圆焦点的椭圆。虽然数个其他可能的反射器位于沿着相同椭圆,但是相同反射器的回波还将由接收孔径的其他接收换能器元件中的每个接收换能器元件接收。每个接收换能器元件的稍微不同的位置意味着每个接收元件将定义针对给定反射器的稍微不同的椭圆。累加通过相干地求和针对共同接收孔径的所有元件的椭圆造成的结果将指示针对反射器的椭圆的相交,从而向显示表示反射器的像素的点机收敛。因此,由任何数目的接收元件接收到的回波幅度可以被组合成每个像素值。在其他实施例中,计算可以被不同地组织以到达基本上相同的图像。

[0054] 当对所发送的三维声脉冲的回波进行波束成形时,可以跟随基本上相同的过程,但是每个反射器的可能的轨迹位于具有发送换能器元件的位置处的第一椭圆焦点和接收换能器元件的位置处的第二椭圆焦点的三维椭圆体上。因此,组合利用多个接收元件所获得的特定反射器的印象可以产生多个椭圆体的三维交点处的体素点。

[0055] 描述发送元件和接收元件的相对三维位置的信息中的误差可以基本上使图像质量退化。因此,校准过程可以被用于最小化元件位置信息中的误差。

[0056] 各种算法可以被用于组合由分离的接收元件接收到的回波信号。例如,一些实施例可以单独地处理回波信号,在沿着其椭圆的所有可能的位置处绘制每个回波信号,然后继续进行下一回波信号。备选地,每个像素位置可以被单独地处理,在继续进行下一2D像素或者3D体素位置之前,标识和处理潜在地对该像素位置有贡献的所有回波。

[0057] 可以通过组合由来自相同或者不同的点源(或者多个不同的点源)所发送的一个或多个后续的发送的声脉冲的波束成形器所形成的图像,来进一步改进图像质量。可以通过组合由超过一个接收孔径所形成的图像来获得对图像质量的改进。组合分离地波束成形的图像、像素或者体素的过程可以在此被称为“图像层组合”。组合来自多个孔径超声探头的多个分离的孔径处接收到的回波的图像可以进一步改进图像质量。术语“图像层组合”可以指代两个或两个以上重叠的像素值、体素值或者完整图像(即,像素值和/或体素值阵列)的组合,其中使用不同的发送的声脉冲、不同的发送孔径、和/或不同的接收孔径来获得重叠的值。在通过参考而引用并且并入本文的申请人的在先申请中描述了图像层组合过程的示例。

[0058] 在一些实施例中,基于声脉冲的多个孔径成像可以通过从第一发送孔径发送点源声脉冲(例如,2D声脉冲或者3D声脉冲)并且利用两个或两个以上接收孔径的元件接收回波进行操作,其中的一个或多个可以包括发送孔径的一些或所有元件。可以通过基于回波的声脉冲传输与接收之间的延迟时间、声速和发送换能器元件和接收换能器元件的相对位置对散射器的位置进行三角测量,来形成图像。因此,整个声穿透区域的子图像可以由通过每个接收元件接收到的每个发送的声脉冲的回波形成。相干地组合来自被分组为第一接收孔径的多个元件接收到的回波子图像可以产生参考相交的椭圆上文所描述的改进。来自被分组为第二接收孔径的多个元件接收到的回波子图像还可以相干地相互组合,并且然后第一孔径图像和第二孔径图像可以相干地或者不相干地组合。

[0059] 在一些实施例中,可以通过组合由来自单个发送的声脉冲的两个或两个以上接收孔径处接收到的回波形成的图像来形成单个时域帧。在其他实施例中,可以通过组合由来自两个或两个以上发送的声脉冲的一个或多个接收孔径处接收到的回波形成的图像来形成单个时域帧。在一些这样的实施例中,多个发送的声脉冲可以源自不同的发送孔径。

[0060] 通过发送未被约束到单个平面的声脉冲信号(例如,三维半球形或者近半球形超声信号)并且利用在垂直于延伸到成像的介质中的线的两个维度上相互位移的接收元件接收回波,基于相同的声脉冲的成像技术可以被应用到3D体积数据,如在此和申请人的先前申请中所描述的。被配置用于基于声脉冲的3D体积成像的多个孔径超声探头可以具有大的总孔径,其可以基本上比针对预期的成像应用的任何期望的相干宽度更大。在被公开为US 2012/0095343的申请人的共同未决的美国专利申请13/272,105和美国专利申请14/279,052中示出并且描述了多个孔径超声探头的示例,其二者通过引用并入本文。

[0061] 可以使用基本上上文所描述的相同系统和方法采集和存储3D体积数据。通常地,用于3D成像的多个孔径探头可以具有比旨在主要用于2D成像的探头基本上更多的换能器元件。如此,在基于声脉冲的成像过程期间用于采集和存储3D体积数据的成像系统可以包括基本上更多的接收信道并且还可以包括更大容量原始数据存储设备。利用针对3D体积成像的探头所获得的原始回波数据可以被存储在存储器设备中。这样的体积原始数据可以与利用被配置用于2D成像的探头所获得的数据类似地被结构化,使得可以基于接收其的特定接收元件和生成回波的特定发送的声脉冲来区分回波。

[0062] 还可以使用被用于基于波束成形2D声脉冲的回波信号的那些系统和方法类似的系统和方法执行基于波束成形3D声脉冲的回波数据。每个数字化样本值可以表示来自感兴趣的声穿透区域的散射器。如在2D情况下,每个接收到的样本的幅度连同其到达时间和发送换能器和接收换能器的确切的三维位置可以被分析,以定义标识散射器的潜在位置的点的轨迹。在3D情况下,这样的轨迹是使发送换能器元件和接收换能器元件的位置作为其焦点的三维椭圆柱体。发送换能器元件和接收换能器元件的每个唯一组合可以定义相同的反射器的分离的视图。因此,通过组合来自多个发送-接收换能器元件组合的信息,每个反射器的实际的三维位置可以更准确地被表示为三维体积中的三维点或者体素。

[0063] 例如,在一些实施例中,表示3D体积中的反射器的体素的3D阵列可以通过从所选择的数字样本的评价开始而被组装在计算机存储器中。所选择的数字化样本值可以被写到由如上文所描述的对应的椭圆柱体所指示的每个体素中。继续进行同样对每个其他所采集的样本值这样做,并且然后组合所有结果的椭圆柱体可以产生更精细的图像。真实散射器可以由许多椭圆柱体的交点指示,然而椭圆柱体的、未由其他椭圆柱体加强的部分可以具有低水平的信号并且可以由滤波器或者其他图像处理步骤消除或者降低。

[0064] 在其他实施例中,可以通过从待产生的最终3D体积表示中的所选择的体素开始来改变计算的顺序。例如,对于所选择的体素而言,可以针对每个发送器/接收器对标识最近的所存储的样本。对应于所选择的体素的所有样本(即,具有与体素相交的椭圆柱体的所有样本)可以然后被评价和被求和(或者被平均)以产生体素的最后表示。可以通过计算从发送器(即,从其声脉冲信号被发送以产生回波样本的发送器)的三维位置到所选择的体素位置的向量距离加上从所选择的体素位置到在其处样本被接收的接收器的位置的向量距离,来确定样本与所选择的体素的接近度。这样的线性距离可以与通过将总路径长度除以通过成

像的对象的声速造成的时分样本值有关。如果接收到的数据样本基于在其被接收的发送的声脉冲之后的时间被存储和/或索引,那么对应于特定体素的样本可以基于如上文所描述的元件位置数据和声速数据被标识。使用这样的方法,对应于所计算的时间的样本可以与所选择的体素相关联。

[0065] 在一些实施例中,最终3D体积表示的体素可以由来自多个接收元件、来自多个接收孔径、来自多个声脉冲或者这些的各种组合的组合数据组成。现在将参考任意地所选择的体素描述示例。可以从第一发送元件发送第一声脉冲信号,并且可以分离地数字化并且存储由每个接收元件接收到的回波(例如,每接收元件每声脉冲一个回波串)。第一回波数据集可以被标识为表示来自对应于由第一接收孔径的元件接收到的所选择的体素的第一声脉冲的能量。从第一声脉冲所生成的第二回波数据集还可以被标识为对应于由第二接收孔径的元件接收到的所选择的体素。

[0066] 可以然后从第二不同的发送元件发送第二声脉冲信号。表示来自第二声脉冲的能量的第三回波数据集可以被标识为对应于由第一接收孔径的元件接收到的所选择的体素。第二声脉冲的第四回波数据集可以被标识为对应于由第二接收孔径的元件接收到的所选择的体素。

[0067] 如鉴于本公开将清楚的是,由第一接收孔径的每个元件接收到的数据可以提供成像的体积中的每个体素的分离的表示。因此,第一数据集可以包含表示如由第一接收孔径的个体元件接收到的所选择的体素的多个数据点。第一数据集的数据点可以相干地相互组合以产生所选择的体素的第一印象。表示来自由第二接收孔径的元件接收到的第一声脉冲的信号的第二数据集的数据点可以相干地相互组合以产生所选择的体素的第二印象。表示来自由第一接收孔径的元件接收到的第二声脉冲的信号的第二数据集的数据点可以相干地相互组合以产生示例的第三印象。表示来自由第二接收孔径的元件接收到的第二声脉冲的信号的第二数据集的数据点可以相干地相互组合以产生所选择的体素的第四印象。

[0068] 所选择的第一体素印象可以相干地与所选择的第三体素印象组合以形成所选择的体素的第一组合的体素印象。由于第一印象和第三印象二者利用相同接收孔径被获得,因而其可以在没有相位抵消的风险的情况下相干地组合(假定第一接收孔径被调整大小为小于针对预期的成像应用的最大相干宽度)。

[0069] 所选择的体素的第二印象可以相干地与第四印象组合以形成所选择的体素的第二组合的体素印象。

[0070] 在一些实施例中,在任何其他组合步骤之前,可以执行将来自第一孔径的元件接收到的第一声脉冲与来自相同的第一接收孔径的相同元件接收到的第二声脉冲的数据相干地组合的步骤。在一些实施例中,可以在组合由共同接收孔径的元件接收到的信号之前或者同时,执行来自相同接收元件接收到的两个分离的声脉冲的信号的组合。在一些实施例中,可以在数字化接收到的信号之前电子地(即,通过组合模拟信号)执行接收到的信号的一些相干组合。

[0071] 第一组合的体素印象可以与第二组合的体素印象组合。如果由第一接收孔径和第二接收孔径定义的总孔径比针对成像应用的总相干宽度更大,那么第一组合的体素印象可以不相干地与第二组合的体素印象组合以获得所选择的体素的最后表示。

[0072] 组合所选择的体素的印象的这些步骤可以针对成像的三维体积的每个体素并行

重复或者执行以获得整个体积的最终表示。在其他实施例中,可以以任何其他顺序、利用任何数目的发送的声脉冲和利用任何数目的接收孔径执行步骤。当组合来自多个接收元件、接收孔径和/或声脉冲的信号时,还可以使用相干和不相干的求和技术的各种其他组合。

[0073] 在一些实施例中,在以上示例过程或者另一过程已经被用于形成3D体积的完整表示之后,单个平面可以被选择用于通过标识组成所选择的平面的体素的集合并且将来自那些体素的数据显示在二维显示器上来进行显示。

[0074] 在其他实施例中,所选择的二维平面可以直接地从体积原始数据被波束成形而,不是对完整的3D体积进行波束成形。这可以是期望的,以便降低产生所选择的平面的图像所需要的处理的质量。

[0075] 图1图示了用于对来自基于声脉冲的多个孔径成像系统所获得的三维数据的二维平面进行波束成形的过程10的示例实施例。如在块12处所示,成像信号可以被发送到三维体积中。在块14处,来自所发送信号的信号可以由成像探头的接收元件接收。块16可以包括将由探头的每个接收换能器元件接收到的信号数字化为元件特定的原始数据集(即,对应于每个接收信道的完整的回波串,如本文中的其他地方所描述的)。在块18处,可以通过用户手动地或者通过成像设备或者其他系统自动地标识声穿透的三维体积内的二维图像平面。在块20处,可以标识与所选择的图像平面相交的三维体素。在块22处,过程可以包括标识对应于所标识的体素的、完整的元件特定的原始数据集中的每一个的部分。数据集的部分可以包括完整的样本和/或样本之间的内插的位置。基于发送元件和接收元件的已知位置和声速值(其可以基于超声频率和成像的介质的组成),可以执行标识对应于指定体素的数据样本,如上文所描述的。在块24处,过程可以通过仅选择用于波束成形的所标识的样本进行继续,以确定所选择的二维图像平面的每个像素的显示值。

[0076] 图2图示了包括换能器元件阵列和被成像表示为矩形块的感兴趣区域120(声穿透区域的实际形状和大小可以取决于正被使用的探头的细节)的示例三维多个孔径超声成像探头阵列100(为了简单起见,从附图省略探头外壳和支持结构)的示意性表示。图2和图3的探头阵列100被示出为具有大约两个正交轴的曲率,从而利用在至少两个维度上彼此间隔的所有元件形成三维阵列。在备选实施例中,探头阵列可以是基本上与位于基本上相同二维平面内的所有元件平坦的。在进一步的实施例中,任何其他配置也是可能的。例如,一些元件可以位于共同平面上,同时其他元件可以相对于待成像的对象向内或者向外取角。如鉴于本文中的本公开将清楚的是,只要每个元件的位置对于期望的精确度和准确度是已知的,可以使用任何阵列形状,虽然一些阵列配置可以更优化地被配置用于特定成像应用。

[0077] 探头阵列100被示出有突出的多个发送元件T1、T2和Tn。在一些情况下,发送元件可以专用于仅发送,而在其他情况下,换能器元件中的任一个可以暂时地被指定为用于特定图像周期或者声脉冲周期的发送元件。在一些实施例中,阵列的任何元素可以暂时地或者永久地被指定为并且被用作发送元件。在其他实施例中,发送元件可以与接收元件不同地配置和/或可以专有地被用于发送。发送元件可以被定位在二维或者三维阵列内的任何位置处。

[0078] 在一些实施例中,阵列10的一些或全部元件可以被配置为接收发送的信号的回波。这样的接收元件可以分组为多个接收孔径,每个接收孔径包括如本文所描述的一个或多个接收元件。可以在成像被执行之前或者之后任何时间处执行将元件分组为接收孔径。

而且,使用所存储的原始回波数据,接收孔径可以在收集回波数据之后被重新定义,如下面更详细描述。

[0079] 图2示出了两个接收孔径R1、R2和R3。如所示出的,与R2相比,R1由更多的元件组成。应当注意,接收孔径中的每个接收孔径可以包括可以在一、二或三个维度上相互间隔的任何数目的换能器元件。探头阵列的元件可以根据需要被分组为任何数目的接收孔径。由于每个声脉冲的回波可以由所有或者基本上所有接收元件接收,并且来自每个元件接收到的回波的原始回波数据可以被数字化并且被存储在原始数据存储器中,将接收元件分组为接收孔径可以在成像之前、在实况成像期间或者在所存储的原始数据的后续审核期间被建立或者被调节,以便优化针对给定成像场景的孔径的布置。

[0080] 在一些实施例中,接收孔径的大小可以由以下假定限制:声速对于从散射器到接收孔径的每个元件的每个路径相同。在足够窄的接收孔径中,该简化假定是可接受的。然而,随着接收孔径宽度增加,到达拐点(在此被称为“最大相干孔径宽度”、“最大相干宽度”或者“相干宽度”),其中回波返回路径将不必穿过具有不同声速的不同类型的组织。当该总差异导致接近180度的相位偏移时,超过最大相干接收孔径宽度的附加的接收元件将倾向于使图像退化而不是对其进行改进。

[0081] 因此,为了利用具有比最大相干宽度更大的总孔径宽度的宽探头,完全探头宽度可以物理地或者逻辑地被划分为多个孔径,其中的每一个可以限于不大于针对预期的成像应用的最大相干孔径宽度(即,足够小以避免接收到的信号的相位抵消)的最大宽度(例如,圆形直径、椭圆长轴直径或者矩形/正方形孔径的对角线长度)。最大相干宽度针对不同的患者并且针对相同患者上的不同的探头位置可以是不同的。在一些实施例中,可以针对给定成像场景确定折衷宽度。在其他实施例中,多个孔径超声成像控制系统可以被配置有动态控制机制,以将多个孔径中的可用元件再分为足够小以避免破坏性相位抵消的组。确定这样的最大孔径宽度可以通过顺序地评价图像、图像数据或者使用递增地更大的孔径所产生的其他数据而被实现,直到相位抵消被检测到,并且然后通过一个或多个孔径大小增量进行备份。

[0082] 在一些实施例中,满足设计约束同时将元件分组为具有比最大相干宽度更小的宽度的孔径可能是更困难的。例如,如果正被检查的材料在非常小的区域上是太不均匀的,则形成足够小以小于最大相干宽度的孔径可能是不实际或者太昂贵的。类似地,如果系统被设计为对基本上深度处的非常小的目标进行成像,则可以需要具有比接受的最大相干宽度更大的宽度的孔径。在这样的情况下,具有比最大相干宽度更大的宽度的接收孔径可以通过做出附加的调整而被调节,或者可以做出校正以解释沿着不同的路径的声速中的差异,这允许仅形成非常小、非常深目标的区域被带到精确的焦点中,同时其他区域可以稍微地散焦。此处提供这样的声速调整的一些示例,同时其他方法也可以是已知的。

[0083] 由于声脉冲信号声穿透待成像的整个区域,经由基于三维声脉冲的成像所获得的体积回波数据是无缝的。相反,从一系列2D平面切片组装的体积数据倾向于要求相邻的平面切片之间的空间中的图像数据的一定数量的内插。类似地,从一系列扫描线组装的个体2D图像通常要求相邻的扫描线之间的空间中的图像数据的一定数量的内插。

[0084] 基于声脉冲的体积回波数据的无缝性质意味着在不需要内插的情况下,可以对通过3D体积的任何部分取得的任何任意2D切片进行波束成形和显示。在一些情况下,还可以

通过体积数据的区段取得非平面或者曲线切片。这样的非平面或者曲线路径切片的结果可以在二维显示器上被显示或者平面化平面图像或者透视渲染。体积信息还可以经由三维显示(诸如全息显示或者立体显示)被呈现。因此,在一些实施例中,可以从存储器设备取回来自体积成像会话的原始会话数据,体积的一些或全部可以被波束成形和显示为图像,可以选择体积的期望的区域(由软件自动地或者由操作者手动地),并且所选择的区域可以重新波束成形并且被呈现为新图像。还可以以各种各样的其他方式使用体积原始回波数据,如下面所描述的。

[0085] 图3图示了突出多个发送元件T1、T2、T3、T4、T5和元件R3和R4的两个接收孔径组的示意性探头阵列100。图3还示出了指示通过由每个发送元件T1、T2、T3、T4、T5所发送的超声能量行进到单个2D平面150内的反射器140的路径的射线,以及表示通过由反射器140反射并且在接收孔径R3和R4中的每一个处接收到的回波行进的路径的虚线射线。可以看出,虽然发送元件和接收器元件未全部位于沿着共同平面,但是位于所指示的2D平面150内的反射器可以利用来自发送元件中的每一个的超声能量被点亮,并且回波可以由定位在探头阵列100中的任何其他地方的接收元件被接收。

[0086] 因此,即使使用体积探头,也可以针对来自声穿透的三维体积的波束成形和显示器选择位于沿着单个二维平面(例如,平面150)的反射器。与利用2D探头(即,被配置为发送和接收聚焦在图像平面内的能量的探头)获得的相同平面中的点扩散函数相比,未在图像平面上的发送器和接收器的使用使在垂直于图像平面的维度上小得多的点扩散函数成为可能。

[0087] 如下面将更详细地描述的,接收到的回波数据的波束成形可以在实况成像会话期间实时和/或通过取回成像会话的原始会话数据在稍后的时间被执行。取决于所使用的探头和特定应用的需要,原始回波数据集可以被采集并且被存储用于覆盖一个或多个个体二维平面的成像会话或者用于完整的三维体积。

[0088] 原始回波数据

[0089] 图4是图示可以被包括在超声成像系统200的一些实施例中的部件的框图。图4的示图包括多个子系统:发送控制子系统204、探头子系统202、接收子系统210、图像生成子系统230和视频子系统240。不像大多数超声系统,图4的系统提供存储器设备,其被配置为存储原始的非波束成形的回波数据以用于稍后的取回和处理。在一些实施例中,各种子系统可以物理地并且逻辑地被包含在单个设备内。在其他实施例中,子系统中的一些或全部可以被包含在物理地分离的设备或者系统中,其可以与包含其他子系统中的一些或全部的其他设备进行通信。在被公开为美国专利申请公开第2014/0058266号的申请人的共同未决的美国专利申请13/971,689中描述了图4的元件的附加细节,其整体内容通过引用并入本文。

[0090] 发送控制子系统可以通常包括用于确定发送的超声脉冲的形状、定时、频率或者其他特性的控制电子装置。该探头子系统可以包括任何探头,其被配置为将超声能量发送到待成像的介质中并且从介质内接收所发送的能量的回波。在一些情况下,发送功能和接收功能可以被划分为物理地、电子地和/或逻辑地分离的设备,并且在一些情况下,除反射的能量之外,接收探头可以接收直接发送的能量。在一些情况下,可以省略图4的成像系统200的一个或多个元件。

[0091] 接收子系统210可以通常包括多个分离的信道(例如,在一些实施例中,每接收换

能器元件一个信道),每个信道具有模拟前端(AFE)212,其被配置为执行各种放大、过滤和来自探头子系统的接收换能器元件的模拟信号的其他处理。AFE可以被连接到模拟-数字转换设备/系统(ADC)214,其可以被配置为将接收到的模拟信号转换为数字信号。这样的数字信号可以被存储在数字存储器设备(诸如原始数据存储器设备220,如下面所描述的)和/或可选地直接地被发送250到图像生成子系统230的元件。

[0092] 图像生成子系统230可以包括波束成形器块232,并且在一些情况下,还可以包括图像层组合块234和/或其他处理块。该图像生成子系统230可以通常被配置为将从接收子系统210或者原始数据存储器220接收到的数字原始回波数据转换成一系列可显示的图像。在一些实施例中,由图像生成子系统230所产生的可显示的图像可以被存储在图像缓冲器存储设备236中。该视频/图像显示子系统240可以包括诸如视频处理器块242的部件,其被配置为将来自图像生成子系统230的一系列可显示的图像转换成可以被显示在输出显示设备244上的模拟或者数字视频流。该视频/图像显示子系统240还可以包括模拟或者数字存储器设备,其被配置为存储视频流用于在不同的时间和/或在不同的位置处显示。该图像生成子系统还可以包括视频存储器设备246,其被配置为存储经波束成形和经处理的数字视频文件。

[0093] 本文所描述的数字存储设备中的任一个(诸如原始数据存储器设备、视频存储器设备、图像存储器设备、数据仓库和其他)可以包括任何数目的任何适合的非易失性数字存储设备或者其组合。数字存储设备的示例可以包括硬盘驱动器、固态硬盘驱动器、闪存存储器设备、其他固态可移除的非易失性存储设备(诸如SD卡或者USB闪存存储器设备)、光学存储设备(诸如CD、DVD或者蓝光、磁带或者任何非易失性数字存储设备)。在一些情况下,模拟存储设备还可以被用于数据存储。

[0094] 如本文所使用的,短语“回波数据”、“原始回波数据”和“原始数据”可以指代描述在波束成形之前任何水平的处理处的接收到的超声回波的所存储的回波信息。在各个实施例中,接收到的回波数据可以被存储在纯模拟回波信号之间的各阶段处以完全地处理数字图像或者甚至数字视频。例如,可以使用模拟记录介质(诸如模拟磁带)存储原始模拟信号。在稍微地更高水平的处理处,可以在使模拟信号穿过模拟数字转换器之后立即地存储数字数据。可以对数字化回波数据执行进一步的增量处理(诸如带通滤波、内插、下采样、上采样、其他滤波等),并且“原始”输出数据可以在这样的附加滤波或者处理步骤之后被存储。这样的原始数据可以然后被波束成形以确定针对每个接收到的回波的像素位置,从而形成图像。个体静止图像可以被组合为帧以形成运动视频。在本文所描述的系统和方法的一些实施例中,在执行非常少的处理之后(例如,在数字回波数据的一些过滤和调节之后)但是在执行任何波束成形或者图像处理之前,存储数字化的原始回波数据可以是期望的。

[0095] 虽然术语“回波数据”通常在此被用于指代由接收元件接收到的数据,但是术语“回波数据”还旨在包括通过在不必被反射的情况下数字化起因于超声的直接传输的接收到的信号或者其他发送的能量信号而生成的数据。因此,短语“回波数据”可以通常具有与“接收数据”相同的意义。

[0096] 除了接收到的回波数据之外,存储关于生成特定回波数据集的一个或多个发送的超声信号的信息也可以是期望的。例如,当利用如上文所描述的基于多个孔径声脉冲的超声方法成像时,知道关于产生特定回波集的发送的声脉冲的信息是期望的。这样的信息可

以包括一个或多个发送元件的标识和/或位置以及频率、幅度(幅值)、脉冲长度(持续时间)、波形(形状)或者描述发送的超声信号的其他信息。

[0097] 发送数据可以在此被统称为“TX数据”。在一些实施例中,这样的TX数据可以被明确地存储在其中原始回波数据被存储的相同原始数据存储设备中。例如,描述发送的信号TX数据可以在由发送的信号所生成的原始回波数据集之前被存储为头部,并且在由发送的信号所生成的原始回波数据集之后被存储为尾部。在其他实施例中,TX数据可以被明确地存储在分离的存储器设备中,其对于执行波束成形过程的任何系统(例如,PC、膝上型电脑、平板电脑、移动设备、服务器、成像设备或者其他适合地配置的设备)而言也是可访问的。在其中明确地存储发送数据的实施例中,短语“原始回波数据”或者“原始数据”还可以包括这样的明确地存储的TX数据。

[0098] 还可以隐含地存储TX数据。例如,如果成像系统被配置为以一致或已知的顺序发送一致地定义的超声信号(例如,一致的幅度、波形形状、频率、脉冲长度等),那么可以在波束成形过程期间假定这样的信息。在这样的情况下,需要与回波数据相关联的仅有信息是(一个或多个)发送换能器的位置(或者标识)。在一些实施例中,基于原始数据存储设备中的原始回波数据的组织,可以隐含地存储并且提取这样的信息。

[0099] 例如,系统可以被配置为跟随每个声脉冲,存储固定数目的回波记录。在这样的实施例中,来自第一声脉冲的回波可以被存储在存储器位置0到“n-1”处(其中“n”是针对每个声脉冲所存储的记录数目),并且来自第二声脉冲的回波可以被存储在存储器位置n到2n-1处。在其他实施例中,一个或多个空的或者特殊地编码的记录可以被留在回波集之间。在一些实施例中,接收到的回波数据可以使用各种存储器交错技术中的任一个被存储,以隐含发送的声脉冲与接收到的回波数据点(或者一组回波)之间的关系。一般而言,对应于回波的数据的集合或者起因于由单个接收元件所接收的单个发送的声脉冲的其他信号可以在此被称为“回波串”。

[0100] “完整的回波串”可以指代起因于由接收元件接收到的单个声脉冲的基本上所有数据,而“部分串”或者“部分回波串”可以指代由接收元件接收到的单个声脉冲的所有回波子集。

[0101] 类似地,“完整的数据集”可以指代起因于定义的发送的信号集的基本上所有原始数据(例如,回波或者直接地接收到的信号)。发送的信号集可以被定义为可标识的发送的声脉冲集、在定义的时间段内所发送的所有声脉冲或其他信号或者其他。“部分数据集”可以指代起因于定义的发送的信号集的所有原始数据的子集。

[0102] 在一些情况下,完整的回波串或者完整的数据集可以包括少于所有理论上可用的数据,这是因为一些数据可以被丢弃为不期望的。例如,表示跟随声脉冲的传输的前几秒的数据可以包含基本上串扰或者其他噪声,其可以不有意义地对期望的数据集有贡献,并且可以因此被忽略。然而,如果其包含起因于发送的声脉冲(或者声脉冲集)的所有期望的数据,则所导致的数据集可以仍然被认为是“完整的回波串”或者“完整的数据集”。可以通过从完整的回波串或者数据集选择记录的子集来获得部分回波串或者部分数据集,以便例如出于更快的数据通信或者限制处理资源的目的而限制数据集。

[0103] 类似地,假定以一致的已知采样率对数据进行采样,则可以从存储器中的每个回波数据点的位置推断该数据点被接收的时间。在一些实施例中,相同技术还可以被用于隐

含地存储和组织/解译来自单个原始数据存储设备中的多个接收信道的数据。

[0104] 在其他实施例中,假如取回回波数据的系统能够确定哪些回波信号对应于哪个接收换能器元件和哪个发送的声脉冲,被存储在原始数据存储设备220中的原始回波数据可以根据期望物理地或者逻辑地被定位在任何其他结构中。在一些实施例中,描述每个接收换能器元件相对于共同坐标系的确切的物理位置的位置数据可以连同可以被链接到由该相同元件接收到的回波数据的信息,被存储在校准存储器设备238中。类似地,描述每个发送换能器元件的精确的物理位置的位置数据可以连同可以被链接到描述从该发送元件所发送的每个声脉冲的TX数据的信息,被存储在校准存储器设备238中。

[0105] 一般而言,描述关于每个换能器元件的位置和/或性能信息的校准数据可以被物理地定位在由执行波束成形操作的设备电子地可访问的任何设备中。例如,校准数据可以被定位在探头设备自身中、在由到探头的有线或无线连接所连接的成像系统中、在由成像系统或者由服务器或者被配置为执行波束成形操作的其他计算设备可访问的网络访问数据库中。

[0106] 在一些实施例中,校准数据还可以包括性能信息。性能信息可以包括标识元素的信息,该元素已经损坏到其提供未准确地描述撞击在元素上的回波的响应数据的点。取决于不准确的信息的性质,来自损坏的元素的数据可以被忽略或者被加权以最小化对作为结果的图像的不利影响。

[0107] 在一些实施例中,基于所存储的回波数据的波束成形图像中的可用的附加信息还可以被存储在对执行波束成形操作的设备可访问的数字存储设备中。这样的附加信息的示例可以包括声速值(诸如平均声速值、路径特定的声速值(例如,沿着从发送孔径到接收孔径的像素/体素位置的射线路径的声速)、接收孔径特定的声速值或者其他)。附加的所存储的信息还可以包括在数据采集会话期间使用的加权因子或者用户可控制的设置。

[0108] 在一些实施例中,原始数据存储设备220中的每个回波串可以与描述接收回波的接收换能器元件的位置的位置数据相关联,并且与描述发送产生回波的声脉冲的发送孔径的一个或多个发送元件的位置的数据相关联。每个回波串还可以与描述发送的声脉冲的特点(诸如功率电平、频率、脉冲长度/信号形状、发送器效率等)的TX数据相关联。可以使用任何适合的数据结构做出这样的关联。

[0109] 在一些情况下,原始回波数据还可以与各种“元数据”相关联,包括允许临床医师或者服务提供者将原始回波数据与患者相关联的信息、成像日期/时间、成像位置、成像环境(环境温度、湿度、气压等)、在图像采集期间使用的成像系统设置或者在使用原始数据中可以有用的其他信息。任何其他元数据还可以与原始回波数据记录相关联。

[0110] 存储原始回波数据的一个益处在于,可以在稍后的时间处取回、处理和审核信息,这允许比在仅视频流(例如,电影回放)从成像会话被保存的情况下大得多的控制和灵活性。例如,在一个实施例中,患者可以访问技术人员并且技术人员可以执行在其期间原始回波数据被采集并且被存储的超声检查。几小时、几天、几周或者甚至几个月后(换句话说,在患者的原始会话之后的任何时间),经训练的专业人员(诸如内科医师)可以使用个人计算机、平板电脑或者成像系统以重新检查可来源于检查会话期间所生成的数据的各种各样的图像,并且在不重新检查或者重新成像患者的情况下,通过操纵原始数据创建新图像(即,在关于患者的成像会话期间未产生的图像)。在一些实施例中,所存储的数据的这样的重新

检查可以包括仅对原始回波数据的访问权可能的数个过程。

[0111] 在一些实施例中,来自成像会话的原始数据可以连同在对校准体模进行成像时所采集的原始回波数据被存储。例如,在对校准体模成像时所获得的原始回波数据可以被用于通过校正正在实况波束成形期间做出的换能器元件位置假定的成像会话数据的稍后校准。

[0112] 可以通过如在申请人的在先申请中所描述的校准过程获得描述每个换能器元件的位置的信息。这样的元件位置数据可以被存储在校准存储器设备220中,其可以与其他电子装置物理地定位或者可以被定位在远程网络可访问服务器中。然而,在一些实施例中,元素位置信息可以在执行校准操作和采集原始超声数据之间改变。例如,探头可能已经在原始回波数据采集会话之前或者期间被丢弃、被损坏或者以其他方式更改。

[0113] 在一些实施例中,重新处理所存储的原始回波数据的能力意味着探头可以实际上在原始回波数据被采集之后追溯地重新校准,并且数据可以使用更新的元件位置信息被重新波束成形。

[0114] 在其他实施例中,被存储在原始数据存储器设备中的原始回波数据可以被分析以确定探头是否实际上脱离校准。

[0115] 原始数据采集设备

[0116] 在各个实施例中,基于网络的成像系统可以提供将原始回波数据的集合与从所采集的原始回波数据导出的图像的形成和显示解耦合的优点。因此,操作为基于网络的成像系统中的部件的系统可以被配置为在两个广泛定义的模式中操作。在“实况成像”或者“实时成像”模式中,系统可以被配置为利用尽可能少的延时基于回波数据来对图像进行处理和显示。延时可以被定义为当动作(诸如相对于正被成像的对象移动探头)发生时与当成像系统显示动作的结果时之间的时间延迟。下面描述了实况成像模式的各种示例。

[0117] 第二宽模式可以被描述为“高质量数据采集”模式。当“高质量数据采集”模式被初始化时,基于网络的成像系统的数据采集部件可以根据预确定的时间段、声脉冲周期数或者图像周期数来采集和存储原始回波数据(连同TB数据和如本文所描述的其他数据)。在高质量数据采集模式期间,完全数据集不需要波束成形或者以其他方式实时处理。在一些实施例中,当原始数据被采集时,数据采集设备可以实时将其存储在外部(例如,网络连接的)存储设备中。在其他实施例中,诸如当实时网络通信资源有限时,数据采集设备可以实时将原始数据存储在本地存储设备中,并且当网络资源不太被约束时,可以随后地在稍后的时间处将所采集的数据传送到外部(例如,网络连接的)存储设备。单个远程数据存储设备或者远程数据存储设备的集合可以在此被称为“数据仓库”,其可以根据需要包括任何数目的网络连接的数据存储设备。

[0118] 基于网络的成像系统的实施例可以通常包括数据采集设备,其具有用于执行发送、接收和数据存储功能的较低的成本和有限性能硬件。数据采集设备可以物理地与图像生成设备解耦合并且与图像生成设备物理地远程地被定位,其可以具有用于执行波束成形和图像处理功能的较高的成本和较高的性能硬件和/或软件。基于网络的成像系统的一些实施例还可以包括与图像生成设备网络通信和/或与一个或多个数据采集设备直接地通信的终端使用查看器终端。这样的查看器终端可以被用于根据所采集的原始数据所生成的图像的实时或者时偏查看。在一些实施例中,数据采集设备可以被配置为通过可以经由网络通信由一个或多个高度训练的专业人员或者由软件或者人工智能代理引导的相对最小地

训练的技术人员来进行操作。

[0119] 在一些实施例中,被采集并且被存储在如上文所描述的原始数据存储器设备中的原始回波数据可以随后地被复制、被转发或者以其他方式被电子地传递到外部(例如,备份)存储器存储设备。这样的数据通信可以发生在任何可用的有线或者无线数据传送系统(诸如蓝牙、IR/红外线、USB、IEEE 1394火线、雷电术、以太网/内联网/因特网(TCP/IP、FTP等)或者其他)。

[0120] 在一些实施例中,原始数据可以被加载回到超声成像系统(例如,原始地被用于声穿透和原始回波数据采集的相同系统)或类似地配置的超声成像系统,以用于重新处理、重新波束成形和图像生成/查看。在其他实施例中,个人计算机、膝上型电脑、移动设备、网络连接的服务器或其他数字计算设备可以被配置有将原始回波数据波束成形和/或处理为图像的软件和/或硬件,而不需要使用专用超声成像系统。

[0121] 在其他实施例中,原始回波数据可以由任何其他适合地配置的计算设备或系统(诸如平板电脑或智能电话)波束成形、处理和显示。在其他实施例中,原始回波数据可以通过网络被上载到可以远程地存储和处理图像数据的网络可访问的服务器。

[0122] 图5图示了被划分为能量(例如,超声)数据采集和通信设备260和远程图像生成和显示系统262的成像系统201的实施例。该数据采集和通信设备260可以配置有用于经由通信设备264和有线或无线网络266将原始回波数据传递到远程成像系统262的最小硬件部件。

[0123] 图5的数据采集设备260可以包括探头202、发送控制器204、AFE 212和ADC 214,如上文所描述的。代替任何波束成形或图像处理部件,数据采集设备260可以相反包括通信设备264,其被配置为经由网络266将原始回波数据传递到远程系统262。远程系统262可以包括硬件、固件和/或软件,其被配置为对由设备260所采集的原始回波数据进行波束成形和处理。

[0124] 在一些实施例中,探头202可以是具有超声换能器元件的超声探头,该超声换能器元件在两个或三个维度上相互间隔并且被配置用于采集3D体积超声数据,如本文所描述的。

[0125] 在一些实施例中,通信设备264可以被配置为使原始回波数据实时流传输到远程系统262。在其他实施例中,数据采集设备260可以包括用于原始回波数据的短期存储的内部存储器设备(例如,作为通信缓冲器)。在其他实施例中,数据采集和通信设备260内的外部存储器设备220可以被配置用于采集设备260内的原始回波数据的长期存储。在进一步的实施例中,数据采集设备可以包含被配置用于各种使用的一个、两个或两个以上存储器设备220。

[0126] 例如,数据采集和通信设备260可以包括第一存储器设备220,其被配置为操作为紧接地在通过网络266传递实时数据之前用于存储实时数据的环形缓冲器。在数据已经从设备260被传递之后,可以利用新采集的数据删除或者重写数据。数据采集设备260还可以包含第二存储器设备,其被配置为操作为用于响应于来自操作者的命令在网络上待传递的原始回波数据的全集的环形缓冲器。

[0127] 在一些实施例中,系统201(诸如图5中所示的系统)可以被使用在其中数据采集设备260的操作者不要求显示器的环境中(诸如当使用被配置为在数据采集会话期间被放置

在患者上的固定位置中的探头时)。在一些情况下,第三方(例如,除了患者和数据采集设备操作者之外)可以查看根据由数据采集设备260所获得并且通过数据网络266所传递的原始回波数据产生的实时图像。审核图像的第三方可以然后提供与将探头放置在待成像的患者或其他对象上有关的实时指令。在一些实施例中,这样的定位指令可以口头地递送(诸如通过电话或者其他音频连接)。备选地,探头放置指令可以通过探头自身上的指示器或通过外部设备(诸如显示屏或其他设备)被传递到操作者。

[0128] 例如,具有集成照相机的平板设备可以被用于利用在适当的位置的探头202产生患者或者其他对象的光学图像。该平板电脑可以包括应用,其被配置为将患者(或者其他对象)上的探头的运动的方向和距离指示到更理想的位置。这样的运动指令可以由远程图像生成和显示系统262处的第三方查看图像提供。备选地,探头定位指令可以通过平板电脑上的人工智能应用或通过正被显示在平板电脑或其他显示屏上的图像上的定向指示器被提供到操作者。

[0129] 在一些实施例中,远程图像生成和显示系统262的一些或全部元件可以被实现在平板电脑、个人计算机、膝上型电脑、移动设备或这样的元件的组合(在此被统称为“控制表面”)中。例如,在一些实施例中,图像生成、原始数据存储和图像缓冲功能可以被执行在可以与控制表面(诸如手持式平板设备,其可以被配置为连同用户接口功能执行显示和视频处理功能)有线或无线通信的计算设备中。

[0130] 图6图示了成像系统300的另一示例,其包括有限功能数据采集和通信设备310、基于网络的波束成形和视频处理设备320和经由有线或无线数据网络彼此连接的一个或多个查看器终端330。如在所图示的示例中所示,数据采集和通信设备310可以包括探头202、发送控制器204、AFE212、ADC 214、原始数据存储设备220、通信设备264和显示器244。在一些实施例中,探头202可以是具有超声换能器元件的超声探头,该超声换能器元件在两个或三个维度上相互间隔并且被配置用于采集3D体积超声数据,如本文所描述的。

[0131] 基于网络的波束成形和视频处理设备320可以包括:一个或多个数字存储设备,其包括原始数据仓库221;图像生成子系统230,其可以包括用于执行波束成形、图像层组合(例如,如上文所描述的)和其他图像生成过程的硬件和/或软件。波束成形和视频处理设备320还可以包括校准存储器238、图像缓冲器236、视频处理器242和视频存储器246。

[0132] 在操作中,成像系统300可以被用于待成像的患者或对象的实况实时成像。下面参考图7描述了实时成像过程的示例。可以通过使用探头202将超声脉冲发送到感兴趣区域中(诸如未聚焦的三维声脉冲)并且从感兴趣区域接收回波信号而使用有限功能数据采集和通信设备来执行实况实时成像。接收到的信号和其他信息(例如,校准信息、TX数据、设备标识符等)可以通过网络266从数据采集和通信设备310被传递到波束成形和视频处理设备320。波束成形和视频处理设备320可以对回波数据进行波束成形以生成图像并且可以产生表示可以通过网络266电子地传递回到数据采集和通信设备310以用于显示给设备310的显示器244的操作者的视频流的数据。

[0133] 图6的数据采集和通信设备310可以包括探头,其被配置为将能量发送到待成像的整个三维体积中并且从待成像的整个三维体积接收能量。备选地,图6的数据采集和通信设备310可以包括探头,其被配置为声穿透并且接收来自仅单个成像平面的回波。在一些实施例中,图6的数据采集和通信设备310可以配置有省略的波束成形硬件和软件。这可以虑及

数据采集和通信设备310以相对较低的成本构建,并且利用具有相对地较低的电力需求的部件。在一些实施例中,数个这样的低成本数据采集和通信设备310可以被部署在本地网络(诸如医院、医学中心、成像中心或在其中可以执行成像的其他设施)内。所有这样的设备可以通过本地网络利用相同波束成形和视频处理设备320。在一些实施例中,波束成形和视频处理设备320可以包括数个服务器以便管理数个同时实况成像会话的负载。

[0134] 为了使用基于网络的成像系统来进行实况实时成像会话,限制待处理的原始回波数据的数量以形成实时图像可以是期望的。通过网络待处理和/或待传递的原始回波数据的数量可以通过使用各种数据减少方法中的一种或多种方法被减少。下面提供了其中的一些示例。

[0135] 在基于网络的波束成形器(诸如在图5和图6中所图示的基于网络的波束成形器)的情况下,各种数据减少方法可以被用于减少通过数据网络266从每个数据采集和通信设备310传递到波束成形和视频处理设备320的数据的数量。

[0136] 一个示例数据减少方法可以包含通过定义有限的图像窗口标识待处理为图像的减少的数据样本集。在一些实施例中,通过网络待处理和/或待传递的原始回波数据的数量可以通过确定生成定义的图像窗口的图像所必须的最小样本窗口大大地被减少。

[0137] 图像窗口可以被定义为由缩放级别限制的特定二维平面(可能地三维体积的一部分),并且进一步由声穿透的对象的感兴趣区域内的左右平移和上下提高进行约束。可以由数据采集和通信设备310自动地、由设备的操作者手动地或手动地和自动地的组合选择图像窗口。

[0138] 如本文所使用的,术语“样本窗口”可以指代标识满足某种准则的所存储的数据样本集的样本指数值的范围或列表。例如,样本窗口可以被定义为对应于可以根据声穿透的体积内的大小、位置和定向定义的二维图像窗口的像素的数据样本集。

[0139] 在一些实施例中,用于通过图像窗口样本选择减少数据集的过程可以包括以下步骤:(1)定义图像窗口;(2)标识对应于定义的图像窗口的接收数据样本;以及(3)仅选择对应于定义的图像窗口的那些样本以用于通过网络处理或通信。

[0140] 在一些实施例中,用于生成特定图像窗口所需要的最佳原始数据样本集(根据针对每个接收元件的声脉冲的最早的到最晚的)可以通过以下各项被确定:计算对应于图像窗口像素的顶行和底行的样本数(或其他样本标识指数);以及仅将样本的那些降低的范围传递到远程波束成形和视频处理设备320;在这些范围外面的所有原始数据样本将不被用于对该特定图像窗口进行波束成形,因此不需要被传递到远程波束成形和视频处理设备320。通常地并且取决于所选择的缩放级别,根据针对每个接收元件的声脉冲所采集的总样本的仅四分之一或更少可以在波束成形过程期间被使用。每个TX-RX对可以生成针对给定图像窗口的必要的样本的稍微地不同的范围,但是所有对中的变化可能足够小以跨越所有声脉冲和接收元件简单地使用最小“早”样本数/指数到最大“晚”样本数/指数。

[0141] 一种数据减少技术可以包括使用用于根据通过声穿透三维体积所产生的原始数据对二维图像进行直接地波束成形的过程,如参考图1上文所描述的。在这样的实施例中,减少的数据集可以仅包括对应于所选择的二维图像平面的数据,而“完整的”原始数据集可以包括从整个三维体积接收到的回波数据。

[0142] 可以进一步通过有效地降低所显示的视频流的帧速率来降低通过网络待处理或

待传递的数据样本集。可以以多个方式执行帧速率降低。例如,在一些实施例中,可以通过仅选择用于处理为图像帧的所选择的声脉冲的回波降低帧速率。换句话说,可以通过使用由小于全部的发送的声脉冲所产生的数据来减小原始数据集的大小。例如,如果仅每隔一个的发送的声脉冲的回波被选择用于处理,那么数据集可以减小一半。在其他示例中,所选择的数据可以限于从每三声脉冲、每四声脉冲、每五声脉冲等接收到的数据。

[0143] 在另一示例中,可以基于产生数据的发送元件的位置和/或标识,选择原始数据。例如,如果探头包含X个发送孔径(或发送元件,其中每个发送孔径仅具有一个元件),其中的每一个在典型的成像周期期间发送声脉冲,那么通过网络待处理或待通信的数据集可以通过仅选择对应于由发送元件X/2、X/3、X/4、X/5等所发送的声脉冲的回波数据样本减小。在一些实施例中,基于探头中的元件的位置,可以选择回波数据将从其被选择的发送元件。例如,如果仅探头下面的小区域是感兴趣的,那么所选择的发送元件可以限于小感兴趣区域上面的那些所选择的发送元件。

[0144] 在其他实施例中,可以在通过网络处理或传递数据之前通过预组合回波数据来减小数据集。例如,响应于两个分离的声脉冲,由相同接收元件接收到的接收数据可以一致地相互组合,从而将两个数据点减少到一个。在一些实施例中,由起因于第一声脉冲的第一接收元件接收到的第一回波串可以一致地与由起因于第二声脉冲的第一接收元件接收到的第二回波串组合。在一些实施例中,在执行其他数据减少方法之前,可以组合由相同元件接收到的两个或两个以上声脉冲的回波。

[0145] 许多其他方法可以被用于减小当使用基于网络的波束成形器和图像生成设备320进行实况实时成像会话时待传送的原始回波数据集。在一个示例中,可以紧密地测量A/D转换器214的真实精度,并且可以从待传送的数据剥去或移除最紧密地对应于采样噪声、转换噪声或量化误差的LSB(最低有效位)位。例如,对于具有位0到2中的足够高统计误差概率的16位ADC而言,仅传递位3到15并且因此包装顺序样本可以是足够的,降低几乎20%带宽需要。

[0146] 另一数据减少方法可以包括利用带宽需要中的对应的线性降低来将传递的数据的帧速率降低到由模拟前端(AFE)或其他电子装置所支持的全帧速率的小部分。

[0147] 另一数据减少方法可以包括在通过网络266传递降低的数据样本集之前,将无损或有损压缩算法用作要求来压缩集合的原始数据样本命令考虑到带宽需要中的另一潜在的25%到75%或更大降低。

[0148] 另一数据减少方法可以包括减少选择数据的接收元件的总数。例如,可以选择所有接收元件的子集,并且来自仅那些所选择的元件的接收元件可以被选择用于波束成形或通过网络通信。在一些情况下,可以基于接收元件相对于声穿透体积内的特定感兴趣特征的位置,选择接收元件的子集。在其他情况下,可以减少分配到孔径的元件的数目(诸如通过仅使用来自所选择的元件的数据而忽略所选择的元件之间的一些接收元件)。

[0149] 在其他实施例中,可以忽略全部孔径(诸如通过当从一个或多个孔径移除数据时,选择待包括在降低的数据集中的一些孔径)。在一些实施例中,由所选择的孔径之间的一组元件接收到的数据可以从数据集被移除以形成减少的数据集。

[0150] 在一些情况下,可以并发地应用数个数据减少技术,这产生总传递数据中的复合减少。

[0151] 在一些情况下,待应用的数据减少的水平可以基于针对特定成像应用的期望的图像质量水平。例如,如果用户或自动化系统确定特定成像应用要求高质量实时图像,那么数据减少方法可以基于其对图像质量的影响而被选择,以便将图像质量保留在针对所标识的应用所需要的最低水平处。另一方面,如果较低的图像质量对于所标识的成像应用是可接受的,那么可以使用可以倾向于降低图像质量的数据减少方法。

[0152] 在一些实施例中,数据采集和通信设备310可以包括具有控制装置的用户接口,该控制装置允许操作者选择图像窗口、调节成像参数并且采集原始回波数据到本地和/或远程存储以用于稍后审核和分析。采集原始数据可以包括由在数秒(或更多)成像期间由换能器元件接收到的原始回波数据。所采集的原始数据可以被存储在数据采集和通信块310中的原始数据存储设备220中,并且可以通过网络266被传递到远程波束成形和视频处理块320并且被存储在原始数据仓库221中。

[0153] 在一些情况下,除了数据减少之外,可以对波束成形、图像层组合或图像处理方法做出各种处理减少调节。例如,执行更少的数据组合(图像层组合)步骤可以降低产生每个图像帧所需要的处理的数量。类似地,通过调节图像层的一致对不一致的平衡,产生图像帧的处理周期数可以增加或者减小。在其他实施例中,可以使用任何其他处理减少方法。

[0154] 在不减少或者使用上文所描述的技术减少数据的情况下,由数据采集和通信设备310所采集和所存储的原始数据可以包括基本上全部接收到的数据。这允许原始数据集被用于比对于利用有限功能数据采集和通信设备310的实时成像可用的更详细的审核和分析。

[0155] 在一些实施例中,图6的系统可以组合查看器终端330(诸如膝上型计算机、台式计算机、平板电脑、智能电话或被配置为连接到远程图像生成系统的其他计算设备)进行使用。例如,取代(或者补充)显示器244,控制探头202的操作者可以查看由终端设备330上的视频处理块320所产生的视频流。

[0156] 图7图示了可以由原始数据采集设备(诸如本文所描述的那些原始数据采集设备,例如,图5的设备260、图6的设备310、图8的设备312或任何其他适合地配置的设备)执行的基于网络的成像过程400的示例。在各个实施例中,可以通过两个或两个以上设备执行图7的过程400的步骤。

[0157] 图7的过程400可以通常被配置为当将有限的数据集传递到远程服务器(例如,图5的262、图6的320或图8的322)时执行实况成像过程,该远程服务器可以执行波束成形操作并且将视频流传递回到数据采集设备和/或邻近显示设备(诸如膝上型电脑、PC、平板电脑、移动设备或其他控制表面)。在各个实施例中,用户接口元件可以被提供在数据采集设备中、在分离的控制表面设备中或者在另一设备中。

[0158] 图7的过程400可以包括利用成像探头发送和接收信号,如在块410中所示。在一些实施例中,块410的操作可以包括发送和接收步骤,如参考基于声脉冲的孔径成像上文所描述的。备选地,发送和接收信号可以包括任何其他适合的成像过程。可以使用任何适合的探头设备。

[0159] 在块412处,过程400可以包括将接收到的信号数字化为原始数据集并且将完整的原始数据集存储在本地存储器设备中。如本文所描述的,可以利用任何适合的模拟前端、模拟数字转换和/或其他硬件和软件部件来执行数字化接收到的信号。本地存储器设备可以

是任何适合的易失性或非易失性存储器设备。

[0160] 如上文所描述的,“完整数据集”可以指代起因于定义的发送的信号集的基本上所有原始数据(例如,回波或者直接地接收到的信号)。发送的信号集可以被定义为可标识的发送的声脉冲集、在定义的时间段内所发送的所有声脉冲或其他信号或者其他。因此,例如,完整的数据集可以包括起因于一组X个发送的声脉冲的所有数字化接收到的信号,其中X是从1到1百万或更多的任何数目(例如,实际的系统可以基于探头的发送元件的数目定义声脉冲集)。

[0161] 在块414处,过程400可以包括选择完整的所存储的原始数据集的部分以用于通过网络通信。选择数据集的部分可以包括上文所描述的数据减少方法中的任何一个或多个。例如,在一些实施例中,所选择的减少的数据集可以仅包括对应于所选择的二维图像平面的数据,而“完整”原始数据集可以包括从整个声穿透三维体积接收到的回波数据。

[0162] 在块416处,过程400可以包括通过网络将所选择的原始数据集部分传递到远程服务器。如本文所描述的,网络可以包括任何数据网络,并且远程服务器可以包括任何适合的服务器设备。在一些实施例中,远程服务器可以物理地被定位在距探头的数英里或更多的距离处,而在其他实施例中,远程服务器可以被定位在相同房间中。服务器可以仅在未被安置在与数据采集设备相同的设备中的意义上是“远程的”。

[0163] 远程服务器可以处理接收到的信息并且对原始数据集部分进行波束成形,以产生可以组合以形成视频流的图像。由远程服务器所使用的方法可以包括适于接收到的数据的任何波束成形、图像层组合和/或其他图像处理技术,包括本文所描述的各种示例方法。

[0164] 在块418处,过程400可以包括通过网络从远程服务器接收视频流。可以使用任何适合的数字视频通信协议或方法传递视频流。在块420处,接收到的视频流可以被显示给成像探头的操作者(其还可以操作数据采集设备)。

[0165] 在块422处,过程400可以包括响应于发起如本文所描述的“高质量数据采集模式”的用户命令,通过网络将完整原始数据集传递到远程数据存储设备。如上文在各种示例中所描述的,远程数据存储设备可以与执行波束成形和图像处理所使用的相同远程服务器集成或者分离。针对传递完整原始数据集使用的网络可以是与传递所选择的原始数据集部分所使用的一个相同的网络或不同的网络。在各个实施例中,完整的数据集可以从远程数据存储设备被取回、近实时(例如,在其被接收在远程数据存储设备处的几秒或几毫秒内)或以任何较长的时间延迟被波束成形并且被处理为图像。

[0166] 在各个实施例中,每个查看器终端330可以包括独立用户接口控制,其被配置为独立地控制成像参数。独立地控制的成像参数可以包括影响显示给用户的图像的用户可控制的信息的任何项。例如,成像参数可以包括波束成形参数(诸如声速和图像窗口选择)或者视频处理参数(诸如亮度、对比度、视频滤波器等)。

[0167] 图8图示了具有与基于网络的远程图像生成系统322通信的有限功能数据采集和通信设备312的成像系统302的备选配置的示例。数据采集和通信设备312可以可选地包括使得设备能够本地执行一些或全部波束成形和图像生成操作并且将有限质量(和/或较低的帧速率)实时图像显示给操作者的硬件和软件元件。数据采集和通信设备312还可以被配置为将全质量原始回波数据从完全声穿透3D体积或2D平面传递到基于网络的图像生成系统322,以用于由使用查看器终端330的一个或多个远程专业人员(例如,内科医师、超声医

师或其他经训练的专业人员)实时和/或时移操纵和查看。

[0168] 数据采集和通信设备312可以包括探头202(例如,3D成像探头或2D成像探头,如上文所描述的)、发送控制器204、AFE 212、ADC 214、原始数据存储设备220、通信设备264、可以执行波束成形和图像层组合操作的图像生成块231、视频处理器242和显示器244。在一些实施例中,数据采集和通信设备312可以包括具有相对低处理能力和低处理要求的部件以便允许操作者看到有限质量的实时图像,同时允许全质量数据被采集、被存储并且被传递到原始数据仓库221。

[0169] 图8的数据采集和通信设备312可以包括探头,其被配置为发送和接收待成像的整个三维体积中的能量。在一些实施例中,图像生成块231可以被配置为对从三维声穿透体积内的单个平面接收到的回波进行波束成形,同时可选地(例如,根据操作者的命令)存储来自板上原始数据存储设备220中的全部3D体积的原始回波数据的数秒值和/或将3D体积原始数据传递到原始数据仓库221。

[0170] 为了限制针对数据采集和通信设备312的硬件要求,板上实时波束成形和图像生成和显示硬件可以限于生成和处理针对声穿透3D体积内的一个或多个二维切片的图像。在一些实施例中,可以由操作者手动地选择待波束成形和待显示的2D(一个或多个)切片。在其他实施例中,所显示的图像平面针对特定探头可以是固定的,或者可以由软件自动地选择。固定平面例如可以包括在探头阵列的中心相交的一对正交平面(例如,图3中的平面150和正交于平面150的垂直平面)加上正交于两个垂直平面的水平面。固定平面可以包括通常使用在解剖成像中的轴向的、角膜的、横向的以及其他平面。这两个或两个以上平面可以并排被显示在显示器244上。备选地,还可以同时地显示两个、三个、四个或更多个用户可选择的(并且不必正交的)平面。

[0171] 此外,可以通过利用上文所描述的数据减少方法中的任一个限制待由图像生成块231执行的处理量,诸如以基本上比可以利用基于声脉冲的多孔径成像可实现的最大帧速率更低的帧速率产生图像。

[0172] 图8的系统还可以组合查看器终端330使用,诸如膝上型计算机、台式计算机、平板电脑、智能电话或其他计算设备,其被配置为连接到远程图像生成系统以便允许全质量图像数据实时或者在成像会话已经完成之后由操作者查看。

[0173] 在一些实施例中,由数据采集设备所采集的原始数据的全部或基本上的一部分可以实时(或者尽可能接近实时)被传递到远程图像生成系统322。在这样的实施例中,一个或多个远程用户可以经由基于网络连接的查看器终端330查看成像会话的近实时图像。

[0174] 远程图像生成系统322可以包括校准存储设备238、原始数据仓库221和图像处理服务器324。图像处理服务器可以包括适于执行本文所描述的子过程(诸如波束成形、图像层组合、图像处理、视频处理等)中的任一个的硬件和软件元件。图像处理服务器324还可以被配置为基于来自操作用于所标识的成像会话的查看器终端或数据采集和通信设备312的用户的请求,从原始数据仓库取回原始数据并且从校准存储设备取回对应的校准数据。

[0175] 在一些实施例中,远程用户可以完全地独立于图像窗口(如果有的话)由数据采集和通信设备312的操作者查看,而选择一个或多个图像窗口。类似地,远程用户可以独立于在不改变显示给操作者的图像的情况下由数据采集和通信设备312的操作者使用的设置,而调节波束成形和图像生成参数。可以由远程查看器用户调节的变量可以包括声速值、

缩放级别、平移窗口、权重因子、图像层组合算法等。

[0176] 除了基于声脉冲的波束成形之外，波束成形器技术可以分离地封装用于嵌入到基于扫描线的成像系统中或被安装在服务器上并且通过网络连接可用于基于扫描线的成像系统。在一些实施例中，数据采集设备可以包括分接头，其被配置为截获被发送到传统超声（或其他）成像探头并且从传统超声成像探头接收到的电气信号。

[0177] 图9图示了可以由包括至少一些波束成形和成像处理电子装置的原始数据采集设备（诸如参考图8在此所描述的设备312）执行的基于网络的成像过程450的示例。在各个实施例中，可以通过两个或两个以上设备执行图9的过程450的步骤。

[0178] 图9的过程450可以通常被配置用于使用内置的处理器执行实况成像过程以波束成形和处理有限的数据集并且显示有限质量的视频流，同时采集和存储可以从其产生全质量视频流的完整数据集。根据命令，完整数据集可以通过网络被传递到远程存储设备。在各个实施例中，用户接口元件可以被提供在数据采集设备中、在分离的控制表面设备中或者在另一设备中。

[0179] 图9的过程450可以包括利用成像探头发送和接收信号，如在块452中所示。在一些实施例中，块452的操作可以包括发送和接收步骤，如参考基于声脉冲的孔径成像上文所描述的。备选地，发送和接收信号可以包括任何其他适合的成像过程。可以使用任何适合的探头设备。

[0180] 在块454处，过程450可以包括将接收到的信号数字化为原始数据集并且将完整的原始数据集存储在本地存储器设备中。如本文所描述的，可以利用任何适合的模拟前端、模拟数字转换和/或其他硬件和软件部件来执行数字化接收到的信号。本地存储器设备可以是任何适合的易失性或非易失性存储器设备。

[0181] 如上文所描述的，“完整数据集”可以指代起因于定义的发送的信号集的基本上所有原始数据（例如，回波或者直接地接收到的信号）。发送的信号集可以被定义为可标识的发送的声脉冲集、在定义的时间段内所发送的所有声脉冲或其他信号、或者其他。因此，例如，完整的数据集可以包括起因于一组X个发送的声脉冲的所有数字化接收到的信号，其中X是从1到1百万或更多的任何数目（例如，实际的系统可以基于探头的发送元件的数目定义声脉冲集）。

[0182] 在块456处，过程450可以包括所存储的完整原始数据集的部分，以用于实时波束成形和图像处理。选择数据集的部分可以包括上文所描述的数据减少方法中的任何一种或多种方法。例如，在一些实施例中，所选择的降低的数据集可以仅包括对应于所选择的二维图像平面的数据，而“完整”原始数据集可以包括从整个声穿透三维体积接收到的回波数据。

[0183] 在块458处，所选择的原始数据集部分可以被处理并且被波束成形以产生有限质量的视频流。数据采集和通信设备312内的图像处理块231和视频处理块242可以将所选择的原始数据部分波束成形和处理，以产生可以组合以形成有限质量的视频流的图像。由图像处理块231所使用的方法可以包括适于所选择的数据的任何波束成形、图像层组合和/或其他图像处理技术，包括本文所描述的各种示例方法。

[0184] 在块460处，有限质量的视频流可以被显示给成像探头的操作者（其还可以操作数据采集和通信设备312）。

[0185] 在块462处,过程450可以包括响应于发起如本文所描述的“高质量数据采集模式”的用户命令,通过网络将完整的原始数据集传递到远程数据存储设备。如上文在各种示例中所描述的,远程数据存储设备可以与执行波束成形和图像处理所使用的相同远程服务器集成或者分离。用于传递完整的原始数据集使用的网络可以是与传递所选择的原始数据集部分所使用的一个相同的网络或不同的网络。在各个实施例中,完整的数据集可以从远程数据存储设备被取回、近实时(例如,在其被接收在远程数据存储设备处的几秒或几毫秒内)或以任何较长的时间延迟被波束成形并且被处理为图像。

[0186] 所取回的完整数据集可以由图像处理服务器324处理以产生具有比有限质量的视频流更高质量的视频流。所取回的完整数据集还可以由图像处理服务器324处理以产生与由数据采集设备的操作者实时查看的完全不同的图像和/或视频。

[0187] 远程引导式成像

[0188] 在一些实施例中,可以在由更熟练的操作者将探头定位在患者或者其他对象上时远程地引导诸如上文所描述的那些的有限功能数据采集和通信设备的操作者。备选地或者附加地,还可以通过自动化系统提供探头定位引导。

[0189] 在各个实施例中,自动引导可以由人工智能系统提供,其利用计算机辅助技术识别图像内的特征并且建议探头运动以更完全地采集期望的目标对象。备选地,可以通过获得如被定位在患者(或者其他对象)上的探头的光学图像提供自动引导。可以利用网络摄像机或其他计算机连接的数字照相机获得这样的光学图像。被配置为识别解剖特征的人工智能软件可以被用于引导用户将探头放置在用于目标器官或其他对象成像的理想位置中。在一些实施例中,激光指针或其他指示器可以被用于将探头运动指令指示到操作者。

[0190] 备选地,操作者可以利用将探头定位在何处的图示由患者的人体实物模型的静态或者动态图像引导,以便对期望的器官或其他对象进行成像。

[0191] 数据通信和存储

[0192] 在各个实施例中,图5至图8的系统可以被配置为将除了原始回波数据之外的信息传递到基于网络的存储设备。例如,系统可以连同原始回波数据传递各种注释和/或表头信息。这样的注释/表头数据可以包括允许临床医师或者服务提供商将原始回波数据与患者相关联的信息(诸如匿名患者ID号)。此外,信息(诸如数据采集会话的日期/时间、数据采集会话的位置、在图像采集期间使用的成像系统设置、探头标识符、校准数据、环境数据或其他信息)可以在波束成形或使用原始数据中 useful。

[0193] 上文描述了数据减少过程的一些示例。除了那些方法之外,附加过程可以被执行以在传输到数据仓库之前封装、压缩、注释或以其他方式修改原始回波数据。

[0194] 在一些实施例中,每个探头可以提供有其自身的硬编码的全局唯一标识符(GUID)。与当前日期和时间的数字表示组合的GUID可以被用于创建针对每个数据采集会话的唯一标识符的基础。唯一标识符可以然后与关联于来自数据采集会话的原始回波数据并且与其一起存储的表头数据相关联。表头数据可以包括诸如以下各项的元素:数据采集的日期和时间、数据采集的地理位置、标识患者(或者待成像的其他对象)的ID号、探头的设置、在实况成像期间使用的用户接口设置和任何其他相关信息。唯一标识符和表头信息可以与原始数据集相关联并且本地和/或在数据仓库中存储。所存储的信息可以在未来的任何点处被引用以用于不限数量的访问。

[0195] 虽然已经在某些优选的实施例和示例的上下文中公开本发明,但是本领域的技术人员将理解到,本发明延伸超过具体公开的实施例到其他备选实施例和/或本发明的使用和其显而易见的修改和等同。以上实施例的各种修改对于本领域技术人员而言将是容易明显的,在不脱离本发明的精神或范围的情况下,本文所限定的一般原理可以适于其他实施例和应用。因此,应预期到,在此所公开的本发明的范围不应当由上文所描述的特定的所公开的实施例限制,而是应当仅由以下权利要求的正确阅读而被确定。

[0196] 特别地,材料和制造技术可以被用作相关领域的技术人员的水平内。此外,对单数项的引用包括存在多个所呈现的相同项的可能性。更特别地,如在此所使用的并且在所附的权利要求中,除非上下文另外清楚地指定,否则单数形式“一”、“和”、“所述”和“该”包括复数指示物。还如在此所使用的,除非另外明确说明,否则术语“或者”包括所有所呈现的备选,并且意味着基本上与常用短语“和/或”相同。还应注意,权利要求可以被撰写以排除任何可选的元件。如此,该陈述旨在用作用于结合权利要求元件的详述将这样的排他性术语用作“单独地”、“仅”等或使用“否定”限制的先行词基础。除非在此另外定义,否则在此所使用的所有技术和科学术语具有与由本发明属于的本领域的普通技术人员通常理解的相同意义。

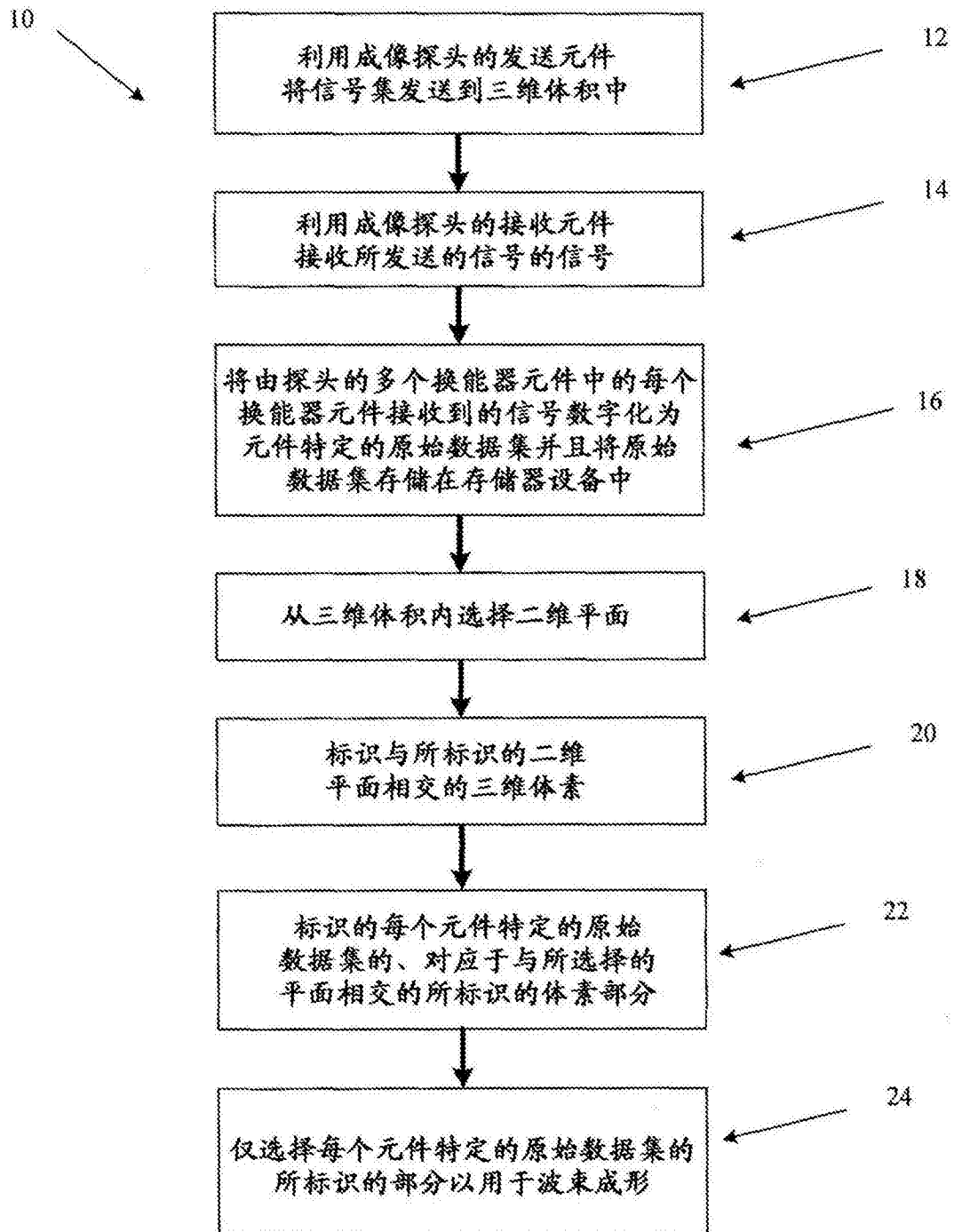


图1

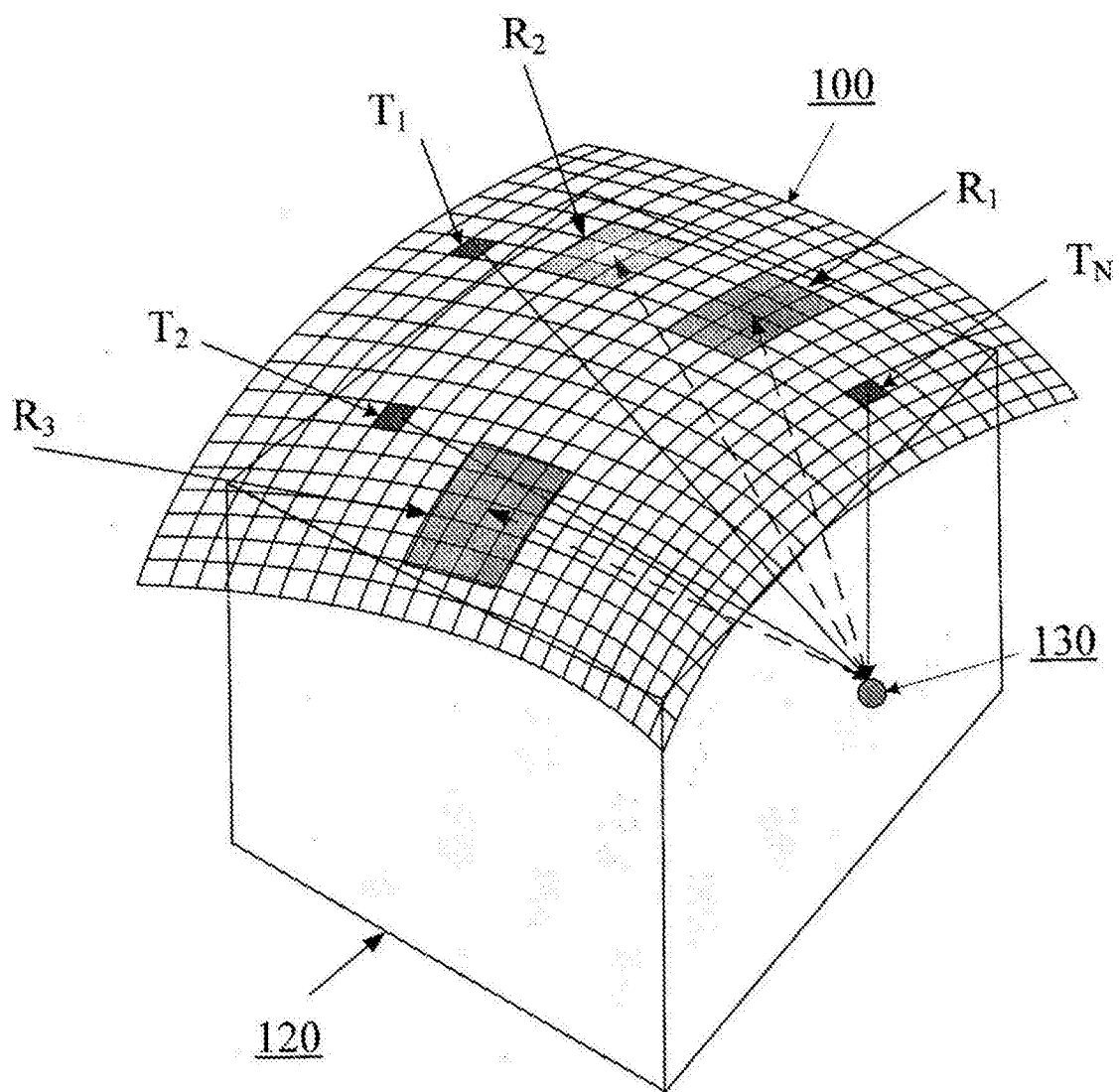


图2

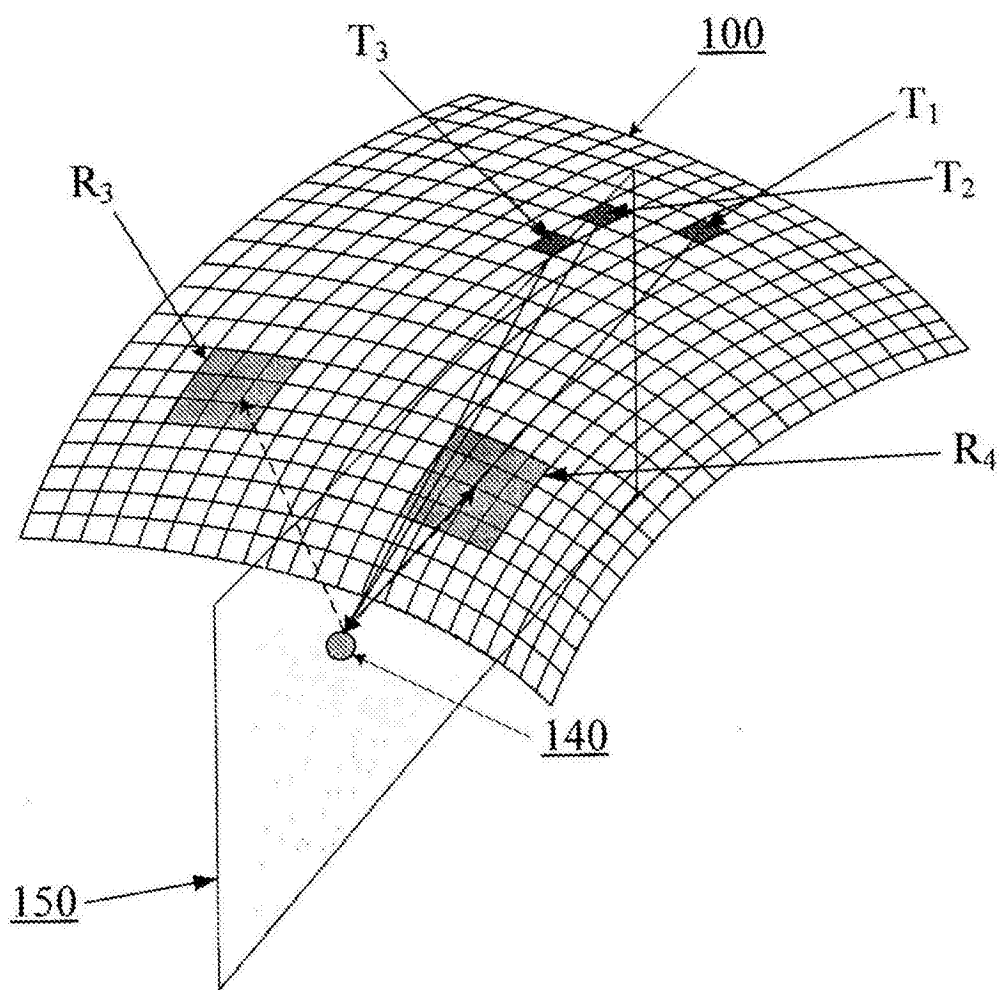


图3

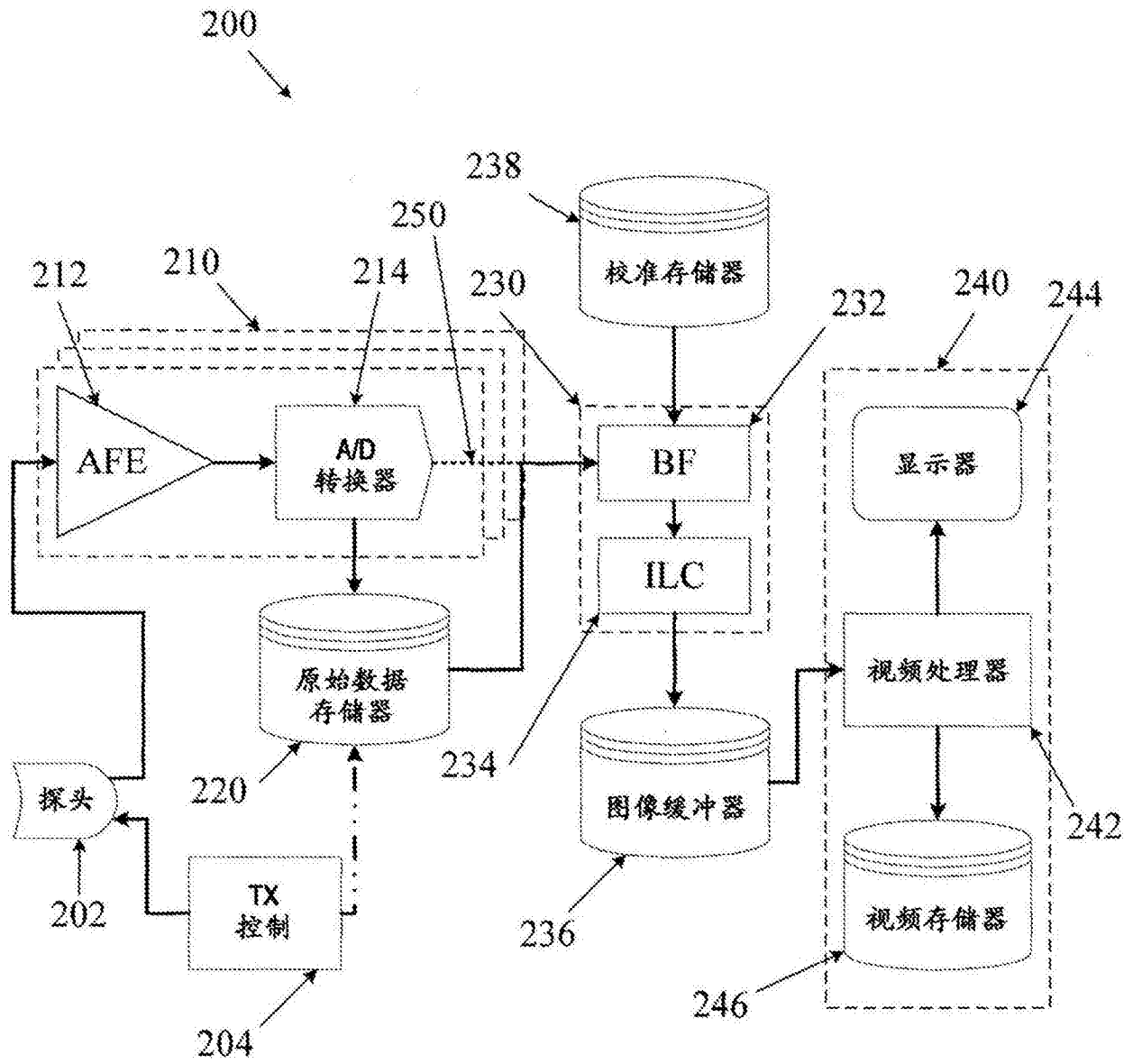


图4

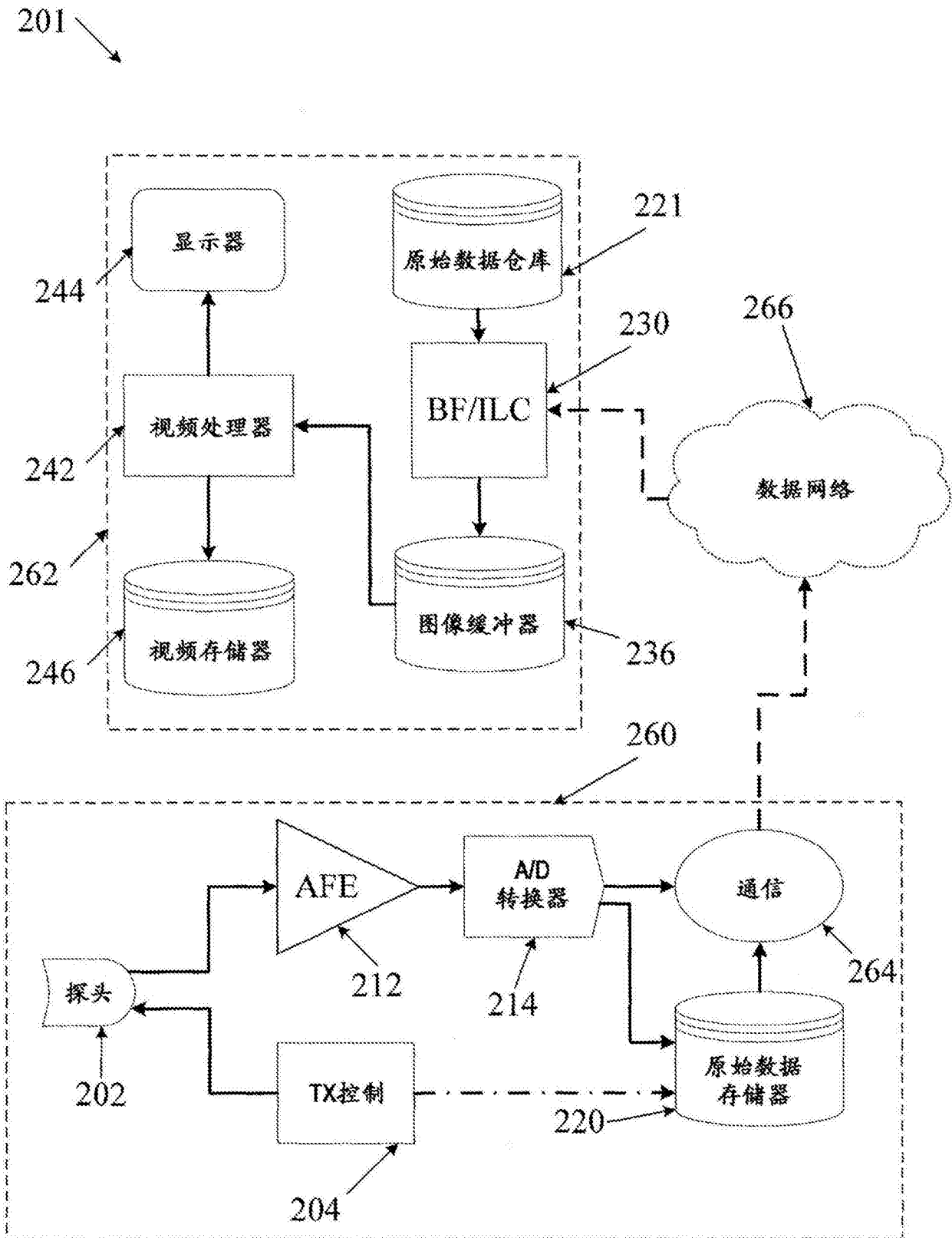


图5

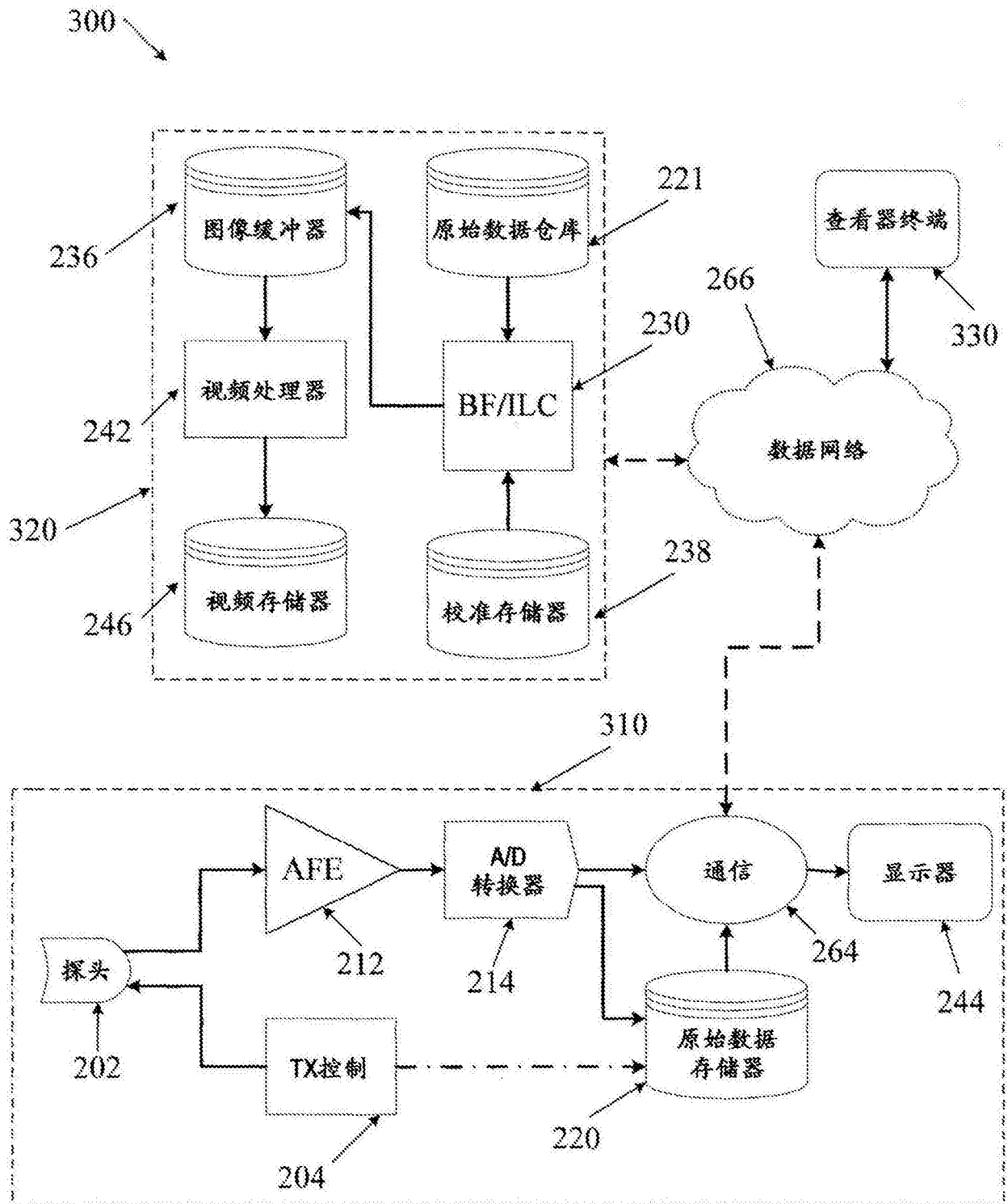


图6

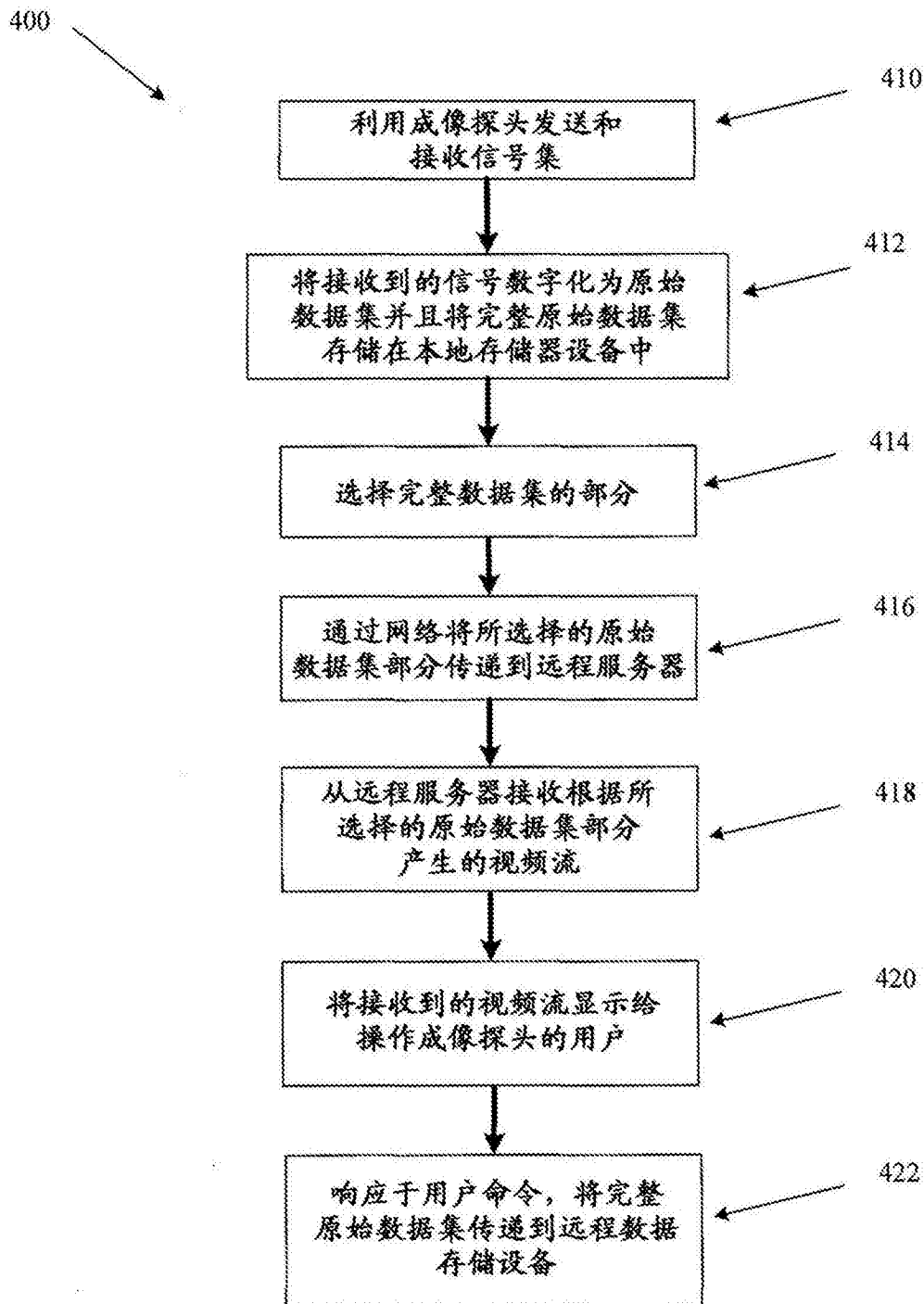


图7

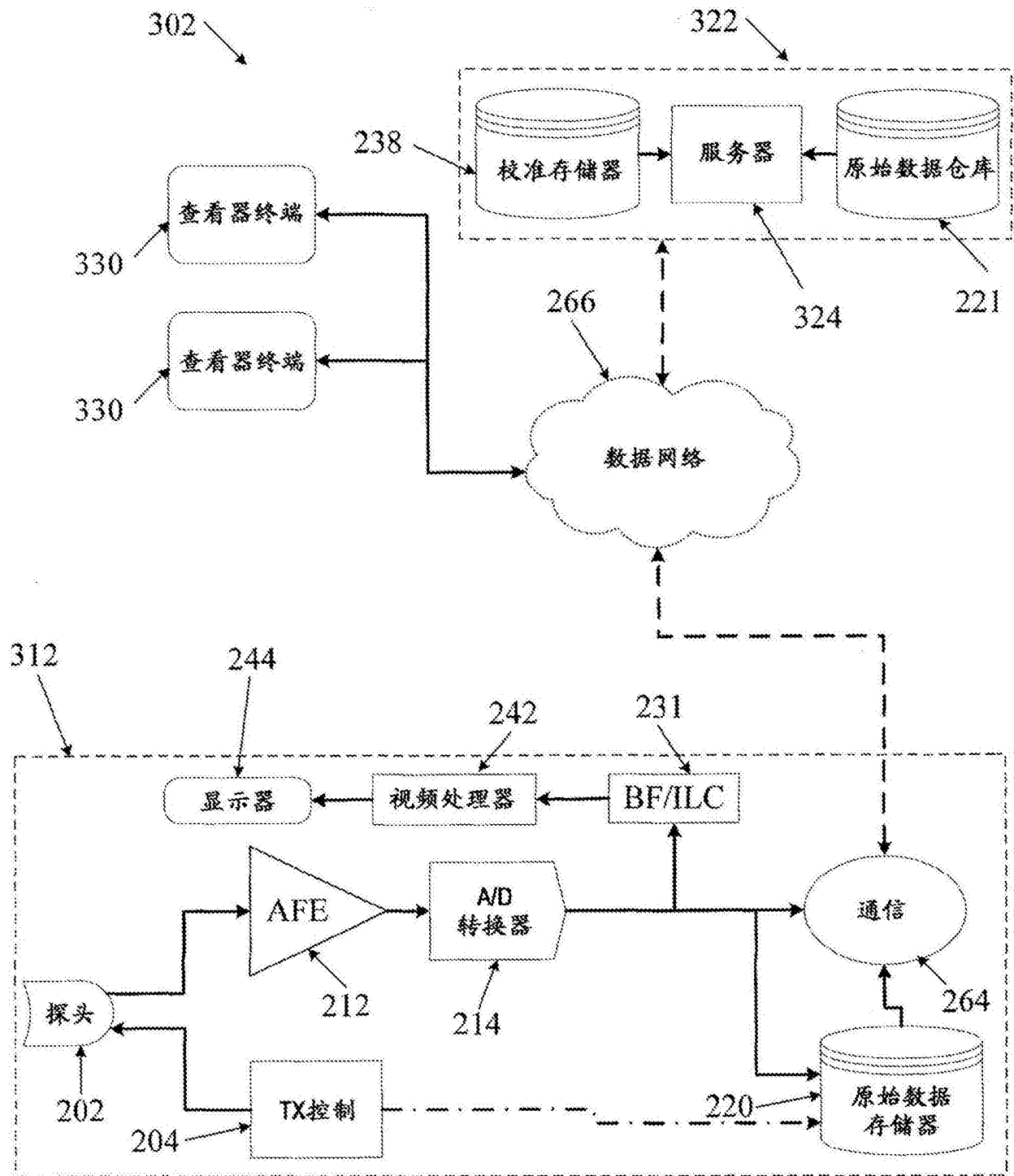


图8

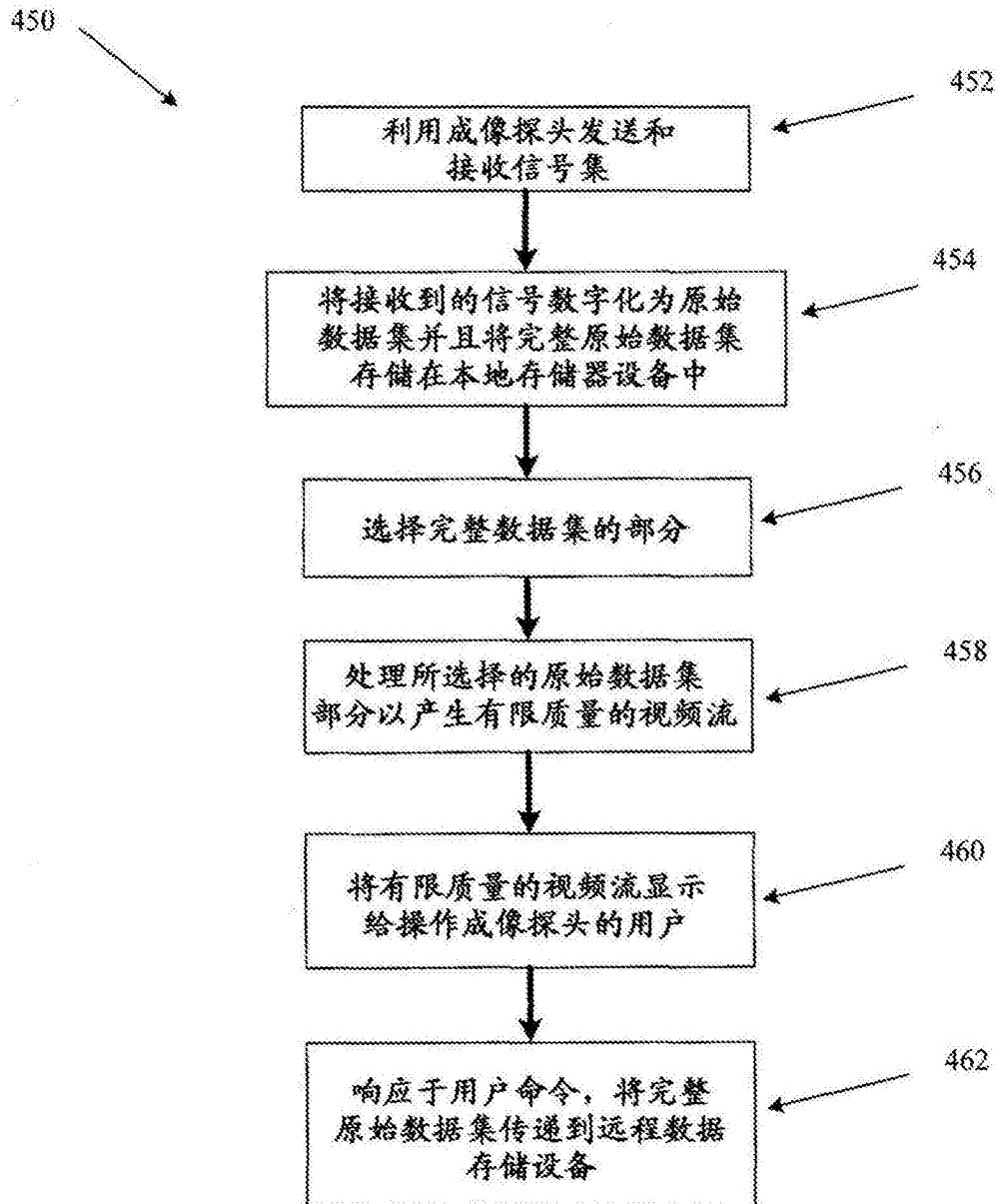


图9

专利名称(译)	基于网络的超声成像系统		
公开(公告)号	CN106794007A	公开(公告)日	2017-05-31
申请号	CN201580055077.1	申请日	2015-08-18
[标]申请(专利权)人(译)	毛伊图像公司		
申请(专利权)人(译)	毛伊图像公司		
当前申请(专利权)人(译)	毛伊图像公司		
[标]发明人	JR卡尔 H戴维斯 D史密斯 D 斯佩特 VN李 L J 麦查迪 J 迪吉奥瓦尼二世 NW奥斯伯恩 BR里特兹		
发明人	J·R·卡尔 H·戴维斯 D·史密斯 D·斯佩特 V·N·李 L·J·麦查迪 J·迪吉奥瓦尼二世 N·W·奥斯伯恩 B·R·里特兹		
IPC分类号	A61B8/14 G01S15/89		
CPC分类号	A61B8/483 A61B8/5207 A61B8/523 A61B8/565 G01S15/89 G01S15/8925 A61B8/14 G01S7/52053 G01S15/8929 G01S15/8993 G06F3/14		
代理人(译)	王茂华		
优先权	62/038602 2014-08-18 US		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

提供了用于基于网络的超声成像的系统和方法，其可以包括多个特征。在一些实施例中，超声成像系统利用三维未聚焦的声脉冲来对对象进行成像并且从多个接收器元件获得数字样本集。数字样本集中的子集可以被电子地传送到远程服务器，其中子集可以被波束成形以产生一系列二维图像帧。由一系列二维图像帧组成的视频流然后可以从远程服务器被传送到显示设备。

