



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107997783 A

(43)申请公布日 2018.05.08

(21)申请号 201711230929.3

(22)申请日 2017.11.29

(71)申请人 声泰特(成都)科技有限公司

地址 610041 四川省成都市高新区高朋大道5号

(72)发明人 刘西耀 石丹 刘东权

(74)专利代理机构 四川力久律师事务所 51221

代理人 韩洋 张伟

(51)Int.Cl.

A61B 8/00(2006.01)

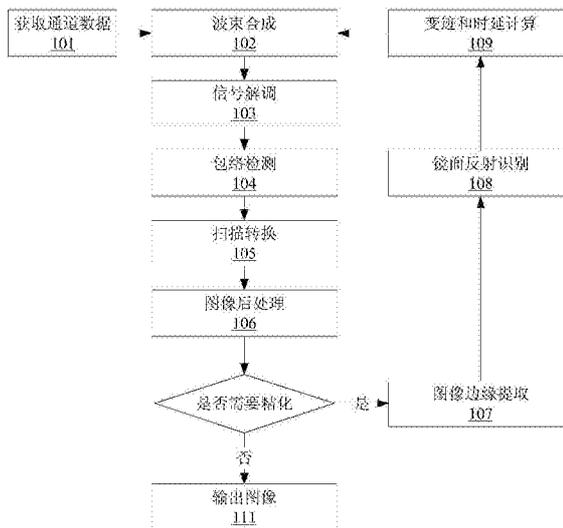
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

一种基于超声波方向性的自适应超声波束合成方法和系统

(57)摘要

本发明公开了一种基于超声波方向性的自适应超声波束合成方法和系统,能够消除镜面反射产生的影响,降低成像操作复杂度,并提高成像效率和成像质量。该方法包括:进行多次超声波发射,获取第一通道数据;进行第一次波束合成;对第一次波束合成的信号,依次执行信号解调、包络检测、扫描转换、和图像后处理,生成第一图像;进行图像边缘提取,获取图像边缘的取向;进行镜面反射识别,获取镜面反射像素的空间位置和方向角信息;获取第二通道数据;基于第二通道数据进行第二次波束合成;对第二次波束合成的信号,生成第二图像,并存储或显示所生成的第二图像。



1. 一种基于超声波方向性的自适应超声波束合成方法,其特征在于,所述方法包括:

进行多次超声波发射,根据对应的多个回波信号获取第一通道数据;对获取的第一通道数据进行第一次波束合成;对第一次波束合成的信号,依次执行信号解调、包络检测、扫描转换、和图像后处理,生成第一图像;

当第一图像需要精化时,对其进行图像边缘提取,获取图像边缘的取向;基于图像边缘的取向进行镜面反射识别,获取镜面反射像素的空间位置和方向角信息;根据镜面反射像素的空间位置和方向角信息,对第一通道数据进行自适应变迹和时延计算,获取第二通道数据;

基于第二通道数据进行第二次波束合成;对第二次波束合成的信号,依次执行信号解调、包络检测、扫描转换、和图像后处理,生成第二图像,并存储或显示所生成的第二图像。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述多次超声波发射中的每次发射或者部分发射的聚焦点的空间位置为目标组织上的任意位置。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,进行第一次波束合成时基于当前探头阵元的属性和所应用的组织部位所确定的变迹和时延进行通道数据波束合成。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述进行图像边缘提取,获取图像边缘的取向包括:采用拉普拉斯金字塔或者小波金字塔变换进行空间多尺度图像分析,通过结构矩阵在预设的尺度上识别出图像边缘的取向。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述变迹包括:根据Hamming函数、Hanning函数、Blackman函数等变迹函数中的一者或者多者对第一通道数据进行变迹。

6. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述第二次波束合成包括:选择多个空间位置与镜面反射像素的空间位置相邻但方向角不同的像素对应的多个通道数据和对应的时延进行追溯法发射逐点聚焦,获取第二次波束合成信号。

7. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于,与镜面反射像素的空间位置相邻但方向角不同的像素,是指反射波束与探头阵元面相交的像素;

所选择的多个通道数据的数量小于发射次数的二分之一。

8. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于,所述方法进一步包括:将获取第二通道数据时所采用的变迹和时延存储为先验信息。

9. 根据权利要求8所述的方法,其特征在于,所述第一次波束合成包括:获取先验信息,并根据其中的变迹和时延进行第一次波束合成。

10. 一种基于超声波方向性的自适应超声波束合成系统,其特征在于,所述系统通过其包含的探头阵元、波束合成器、回波信号处理器、扫描转换器、图像处理器、图像质量评估模块、图像边缘提取模块、镜面反射识别模块、发射设置模块、存储器、以及显示器来执行权利要求1至9中任一项所述的方法。

一种基于超声波方向性的自适应超声波束合成方法和系统

技术领域

[0001] 本发明涉及超声波成像技术领域,尤其涉及一种基于超声波方向性的自适应超声波束合成方法和系统。

背景技术

[0002] 在医疗超声成像系统中,从超声探头发射超声波到最后显示出图像,要经过发射接收电路,模拟信号到数字信号转化,波束合成,信号基带处理,数字扫描变换器及图像后处理等环节。其中,超声成像系统的波束合成质量高低对最终成像效果有着至关重要的影响。对通道数据进行波束合成的主要处理方式包括传统的硬件波束合成与随通用处理器能力发展而兴起的软件波束合成,其涉及的相关技术有电子聚焦与扫描线控制,变迹,变孔径等。无论是硬件还是软件波束合成,其目的都是为了获得具有良好指向性的超声波束。

[0003] 超声波的反射主要有漫反射和镜面反射两大类。漫反射会产生没有指向性且各向同性的反射模式,不同方向很容易互相抵消,传统波束合成在发射与接收都基于各向同性反射的假设。但是,如图1所示,在不同介质的交界面会发生镜面反射,依据反射规律,反射角等于入射角,这样的反射具有很强的指向性。对于镜面反射产生的强指向性往往采用变迹的方式进行抑制,而这无法从根本上消除镜面反射带来的影响。因此,不同介质之间交界面、组织边界、穿刺针和其它引起镜面反射的地方都会非常难以观察,尤其是在入射波束角度很大时。

[0004] 解决边缘模糊的传统方法是通过空间合成和图像后处理来实现边缘增强。其中空间合成需要进行多个不同角度的发射和接收波束合成,波束合成后的数据被转换为包络数据或图像数据进行加和或者加权,但由于使用N个方向发射会使帧率降低N倍,因此空间合成所使用的角度个数会受到极大限制,一般仅为3或5。同时,传统的硬件波束合成通常缺乏灵活性,接收角度也会受到限制,某一帧角度也通常是固定的,而无法灵活适用所有情况,也无法完全消除镜面反射带来的影响(除非有很多很多不同角度进行合成),其图像后处理的边缘增强方式是基于图像结构本身,在增强组织结构边缘的同时,也往往将伪影产生的假边缘也进行增强。

[0005] 传统的硬件波束合成受电路设计的限制,如FPGA等,无法使用相对比较复杂的信号处理算法在源头上对回波信号进行有效的噪声抑制和精确的发射接收聚焦及信号修正。并且,传统硬件波束合成需要预定义发射与接收延迟曲线,无法实现发射逐点聚焦,更加无法实现波束合成的自适应调整。对于超声波通过不同介质或者在一定角度交界面发生镜面反射所引起的成像模糊和组织难以辨识问题,往往只能通过空间合成和图像后处理改进,或者要求医生从不同角度观察尽可能让入射角减小。

[0006] 现有相关软件波束合成技术主要使用多次发射的追溯法,通过保存多次发射得到的通道数据,再使用软件进行合成(使用一定的加权),对镜面反射的问题往往采用控制接收变迹的方式,然而,其仍无法解决组织不同取向产生的强镜面反射所引起的成像模糊和组织难以辨识问题,医生在成像时需要用不同切入角度来观察由于镜面反射造成的模糊不

清区域,导致成像操作复杂,成像质量和成像效率较低。

发明内容

[0007] 本发明的目的之一至少在于,针对如何克服上述现有技术存在的问题,提供一种基于超声波方向性的自适应超声波束合成方法和系统,能够消除镜面反射产生的影响,使得超声成像不再受组织镜面反射影响,降低成像操作复杂度,并提高成像效率和成像质量。

[0008] 为了实现上述目的,本发明采用的技术方案包括以下各方面。

[0009] 一种基于超声波方向性的自适应超声波束合成方法,其包括:

[0010] 进行多次超声波发射,根据对应的多个回波信号获取第一通道数据;对获取的第一通道数据进行第一次波束合成;对第一次波束合成的信号,依次执行信号解调、包络检测、扫描转换、和图像后处理,生成第一图像;

[0011] 当第一图像需要精化时,对其进行图像边缘提取,获取图像边缘的取向;基于图像边缘的取向进行镜面反射识别,获取镜面反射像素的空间位置和方向角信息;根据镜面反射像素的空间位置和方向角信息,对第一通道数据进行自适应变迹和时延计算,获取第二通道数据;

[0012] 基于第二通道数据进行第二次波束合成;对第二次波束合成的信号,依次执行信号解调、包络检测、扫描转换、和图像后处理,生成第二图像,并存储或显示所生成的第二图像。

[0013] 优选的,所述多次超声波发射中的每次发射或者部分发射的聚焦点的空间位置为目标组织上的任意位置。

[0014] 优选的,进行第一次波束合成时基于当前探头阵元的属性和所应用的组织部位所确定的变迹和时延进行通道数据波束合成。

[0015] 优选的,所述进行图像边缘提取,获取图像边缘的取向包括:采用拉普拉斯金字塔或者小波金字塔变换进行空间多尺度图像分析,通过结构矩阵在预设的尺度上识别出图像边缘的取向。

[0016] 优选的,所述变迹包括:根据Hamming函数、Hanning函数、Blackman函数等变迹函数中的一者或者多者对第一通道数据进行变迹。

[0017] 优选的,所述第二次波束合成包括:选择多个空间位置与镜面反射像素的空间位置相邻但方向角不同的像素对应的多个通道数据和对应的时延进行追溯法发射逐点聚焦,获取第二次波束合成信号。

[0018] 优选的,与镜面反射像素的空间位置相邻但方向角不同的像素,是指反射波束与探头阵元面相交的像素;所选择的多个通道数据的数量小于发射次数的二分之一。

[0019] 优选的,所述方法进一步包括:将获取第二通道数据时所采用的变迹和时延存储为先验信息。

[0020] 优选的,所述第一次波束合成包括:获取先验信息,并根据其中的变迹和时延进行第一次波束合成。

[0021] 一种基于超声波方向性的自适应超声波束合成系统,其通过包含的探头阵元、波束合成器、回波信号处理器、扫描转换器、图像处理器、图像质量评估模块、图像边缘提取模块、镜面反射识别模块、发射设置模块、存储器、以及显示器来执行上述任一方法。

[0022] 综上所述,由于采用了上述技术方案,本发明至少具有以下有益效果:

[0023] 通过计算各个位置的空间方向角度信息,利用通道数据对镜面反射进行自适应波束合成,从而消除镜面反射产生的影响,可以任意满足每个像素实际取向的发射和接收方向角,也就是说可以让波束合成自适应满足不同组织的位置取向,例如心肌往往与入射波存在一定角度,而且不同位置角度不同,通过本发明所公开的反馈的方式可以实现波束合成时自适应的方向合成,让不同部位都能达到更优的波束合成效果,使得超声成像不再受组织镜面反射影响,降低成像操作复杂度,并提高成像效率和成像质量。

附图说明

[0024] 图1是不同入射角的示意图。

[0025] 图2是根据本发明一实施例的基于超声波方向性的自适应超声波束合成方法的流程图。

[0026] 图3是根据本发明一实施例的变迹中心示意图。

[0027] 图4是根据本发明另一实施例的基于超声波方向性的自适应超声波束合成方法的流程图。

[0028] 图5是根据本发明一实施例的基于超声波方向性的自适应超声波束合成系统的结构示意图。

具体实施方式

[0029] 下面结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明,以使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白。应当理解,此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0030] 根据本发明实施例的波束合成方法与系统,其通过计算各个位置的空间方向角度信息,利用通道数据对镜面反射进行自适应波束合成,达到消除镜面反射产生的影响,使得超声成像不再受组织镜面反射影响而无法观察,让医生不必用不同切入角度来观察由于镜面反射造成的模糊不清,大大简化医生的成像操作。

[0031] 图2示出了根据本发明一实施例的基于超声波方向性的自适应超声波束合成方法的流程图。其包括的如下各步骤中的部分或全部步骤可以分别单独或者并行执行,步骤编号仅用于标识各步骤,并不用于限制各步骤的执行次序和/或次数。

[0032] 步骤101:进行多次超声波发射,根据对应的多个回波信号获取第一通道数据

[0033] 例如,可以根据不同应用配置,在超声成像系统中设置一定数目探头阵元进行多次不同的空间位置和角度的超声波发射。其中,区别于传统超声成像系统在发射时的聚焦点一般需要选择用户感兴趣区域,本实施例所述发射的聚焦点可以任意设置,因为其采用追溯法发射逐点聚焦,所以聚焦点的空间位置可在目标组织上任意选取。但是,优选的也可以是用户感兴趣区域。并且,在发射超声波时可以根据第一变迹函数对各阵元施加幅度激励信号。

[0034] 例如,对于M个通道,每个通道L个采样点,一个回波信号可获得L*M个采样数据。通道数据包括每次发射后各个通道接收到的回波信号的采样数据,例如N次发射,M个通道,每个通道接收L个采样点,一帧扫描就得到N*M*L个采样数据。其中,通道数M最高不超过探头

阵元的通道个数,可根据应用选择1到探头的通道个数之间的值,优选是全通道使用。采样点数量 L 是由系统采样率 F_s 、声速 C 和扫描深度 d 来确定的,即 $L=2dF_s/C$,不同系统还可能存在一定的扫描切换延迟,例如系统采样率为60MHZ,扫描深度10cm,声速1540m/s,不考虑系统延迟, L 约为7790点。

[0035] 步骤102:对获取的第一通道数据进行第一次波束合成

[0036] 对于每一帧图像的第一次波束合成,可以基于当前帧默认设定(例如,根据当前探头阵元的属性和所应用的组织部位,所确定的变迹和时延)采用传统的软件波束合成,即不基于先验信息,直接对多个不同角度的发射所对应的回波信号的采样数据进行波束合成。

[0037] 在其他的实施例中,进行第一次波束合成时也可以基于先验的镜面方向角信息和相应的时延进行通道数据波束合成,后文将通过其他实施例进行具体描述。而且,每一帧的第一次波束合成方式(基于当前帧默认设定或前一帧的先验信息)是工程可选的,并可以基于组织结构运动情况来考虑不同应用场景的波束合成方式,例如对于心脏、肝脏、血管等运动较大的组织的超声波成像,则可以基于当前帧默认设定,而对于乳腺、肾脏、前列腺、甲状腺等运动较少的组织,则是可以基于前一帧图像的先验信息,即在生成前一帧图像的第二次波束合成时所采用的变迹和时延。

[0038] 对步骤102第一次波束合成的信号,依次执行步骤103信号解调、步骤104包络检测、步骤105扫描转换、步骤106图像后处理,生成第一图像。

[0039] 步骤107:当第一图像需要精化时(例如,满足预设的精化处理条件时),对其进行图像边缘提取,获取图像边缘的取向

[0040] 其中,预设的精化处理条件包括:一,可以由用户在系统上设定当前工作模式为精化模式,这种情况下就相当于系统对每一帧都需要做精化;二,系统自动检测当前成像质量,进行成像品质估计,例如计算正交信号的信噪比(SNR)、图像的信噪比和边缘保持度等,当成像品质过低时,自动进入。

[0041] 具体地,可以利用空间多尺度图像分析,通过结构矩阵在预设的尺度(例如,3×3至15×15的结构矩阵)上识别出图像边缘的取向。其中,空间多尺度分析可以使用图像金字塔变换,例如拉普拉斯金字塔或小波金字塔等,优选的是小波金字塔变换。

[0042] 步骤108:基于图像边缘的取向进行镜面反射识别,获取镜面反射像素的空间位置和方向角信息

[0043] 基于像素的镜面反射和漫反射表现出的不同特征,可以识别出镜面反射像素的方向角(即探头发射的超声波与组织交界面的入射角,由镜面反射定律可知,反射角等于入射角)。其中,本步骤不是直接针对通道数据分析进行(通道数据上很难有效提取交界面的方向角度),而是通过对第一次波束合成后得到的图像进行信息提取,获取发生镜面反射像素在镜面反射交界面的方向角及空间位置信息。

[0044] 步骤109:根据镜面反射像素的空间位置和方向角信息,对第一通道数据进行自适应变迹和时延计算,获取第二通道数据

[0045] 其中,变迹包括根据第二变迹函数对第一通道数据进行变迹。前述第一变迹函数和第二变迹函数可以采用相同变迹函数,也可以是不同变迹函数,例如Hamming函数、Hanning函数、Blackman函数等变迹函数中的一者或者多者。

[0046] 变迹中心位置的计算可以基于前一步骤得到的方向角使用反射定律完成。如图3

所示,变迹中心位置为与组织交界面法线方向相交的位置。图3所示为线阵探头的实例,在其他实施例中,凸阵、相控阵、腔体、四维、直肠等任何形状的探头均可以同样方法进行变迹中心计算。

[0047] 时延的计算方法可以采用追溯法发射逐点聚焦的时延计算,并根据各镜面反射像素对应的空间位置分别计算相应的时延。

[0048] 步骤102:基于第二通道数据进行第二次波束合成

[0049] 具体地,对于每个被识别出发生镜面反射的像素,在第二通道数据中选择多个空间位置与该像素的空间位置相邻但方向角不同的像素对应的多个通道数据和对应的时延进行追溯法发射逐点聚焦,获取第二次波束合成信号。

[0050] 其中,与该像素的空间位置相邻但方向角不同的像素,是指反射波束与探头阵元面(例如,阵元平面或曲面)相交的像素。即可以通过计算反射波束与探头阵元面是否相交来选择参与第二次波束合成的通道数据,例如相交时参与合成,不相交时不参与合成。

[0051] 所选择的多个通道数据的数量可以预设阈值(一般小于 $N/2$, N 为发射次数)。发射次数 N 对应回波信号的线数,因此理论最佳发射次数等于成像宽度(探头最大成像宽度)除以超声波束宽度。实际应用中会在理论最佳发射次数的基础上乘以一个与引用相关的常数,本发明实施例的应用中发射次数的较佳范围例如为100~512。

[0052] 对步骤102获取的第二次波束合成信号,依次执行步骤103信号解调、步骤104包络检测、步骤105扫描转换、步骤106图像后处理,生成第二图像。

[0053] 步骤111:当第二图像不需要精化时(例如,不满足预设的精化处理条件时),输出所获取的图像

[0054] 例如,可以对输出的图像进行存储或者显示。由于通过使用转向角附近多次发射得到的通道数据进行合成,可以消除镜面反射产生的边缘模糊等图像退化问题。

[0055] 上述实施例通过多个步骤描述了如何生成一帧图像的实施例,在各种应用中,可以进一步重复上述各步骤以生成多帧图像,并可以将生成前一帧图像所施加的变迹和时延应用在后一帧的图像生成中。图4示出了根据本发明另一实施例的基于超声波方向性的自适应超声波束合成方法的流程图。其与前述实施例的方法不同之处在于,在对于乳腺、肾脏、前列腺、甲状腺等运动较少组织的成像应用中,执行步骤109之后,将步骤109所采用的变迹函数和时延分别存储到系统存储器中,并设置为先验信息。

[0056] 执行步骤102进行下一帧图像的第一次波束合成之前,还包括步骤110,从系统存储器获取先验信息中的变迹函数和时延。并且,执行步骤102对第一通道数据进行第一次波束合成时,根据先验信息中的变迹和时延进行第一次波束合成。并且,在优选的实施例中,进行第一次波束合成时可以采用追溯法发射逐点聚焦。

[0057] 图5示出了根据本发明另一实施例的基于超声波方向性的自适应超声波束合成系统的结构示意图,该系统包括依次连接的探头阵元、波束合成器、回波信号处理器、扫描转换器、图像处理器、图像质量评估模块、图像边缘提取模块、镜面反射识别模块、发射设置模块、存储器、以及显示器。

[0058] 其中,探头阵元用于发射超声波并接收对应的回波信号;波束合成器用于对通道数据进行波束合成;回波信号处理器用于对波束合成信号进行信号解调和包络检测;扫描转换器用于根据解调信号和包络获取图像数据;图像处理器用于进行图像后处理以生成一

帧图像。

[0059] 图像质量评估模块用于对所生成的图像进行质量评估,将分辨率达到预设的要求的图像发送至存储器保存或者发送至显示器进行显示,并将分辨率未达到预设的要求的图像发送至图像边缘提取模块,进行图像边缘提取,获取图像边缘的取向。镜面反射识别模块配置为基于图像边缘的取向进行镜面反射识别,获取镜面反射像素的空间位置和方向角信息。发射设置模块配置为根据镜面反射像素的空间位置和方向角信息设置发射的方向角,进行多次超声波发射。

[0060] 以上所述,仅为本发明具体实施方式的详细说明,而非对本发明的限制。相关技术领域的技术人员在不脱离本发明的原则和范围的情况下,做出的各种替换、变型以及改进均应包含在本发明的保护范围之内。

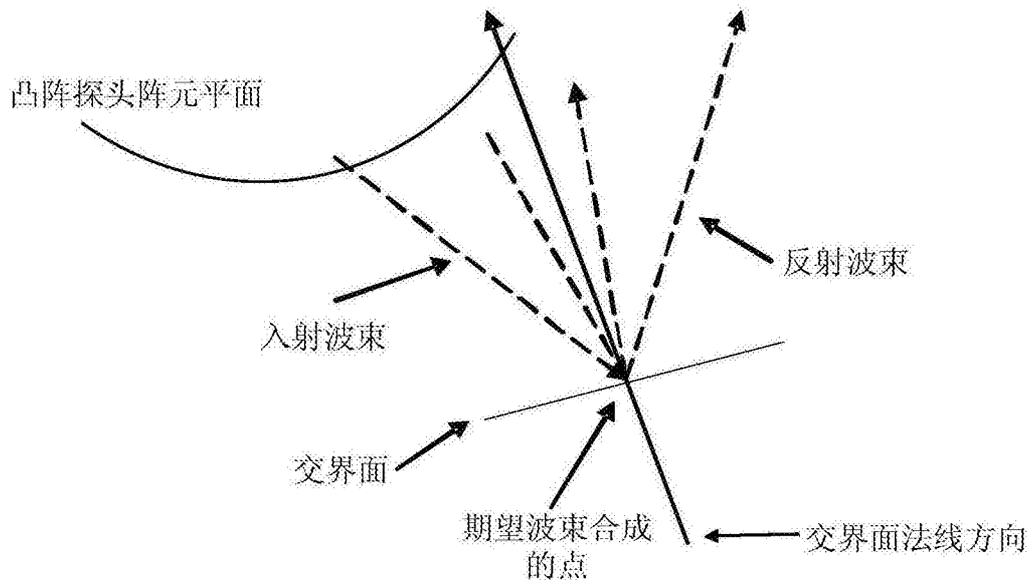


图1

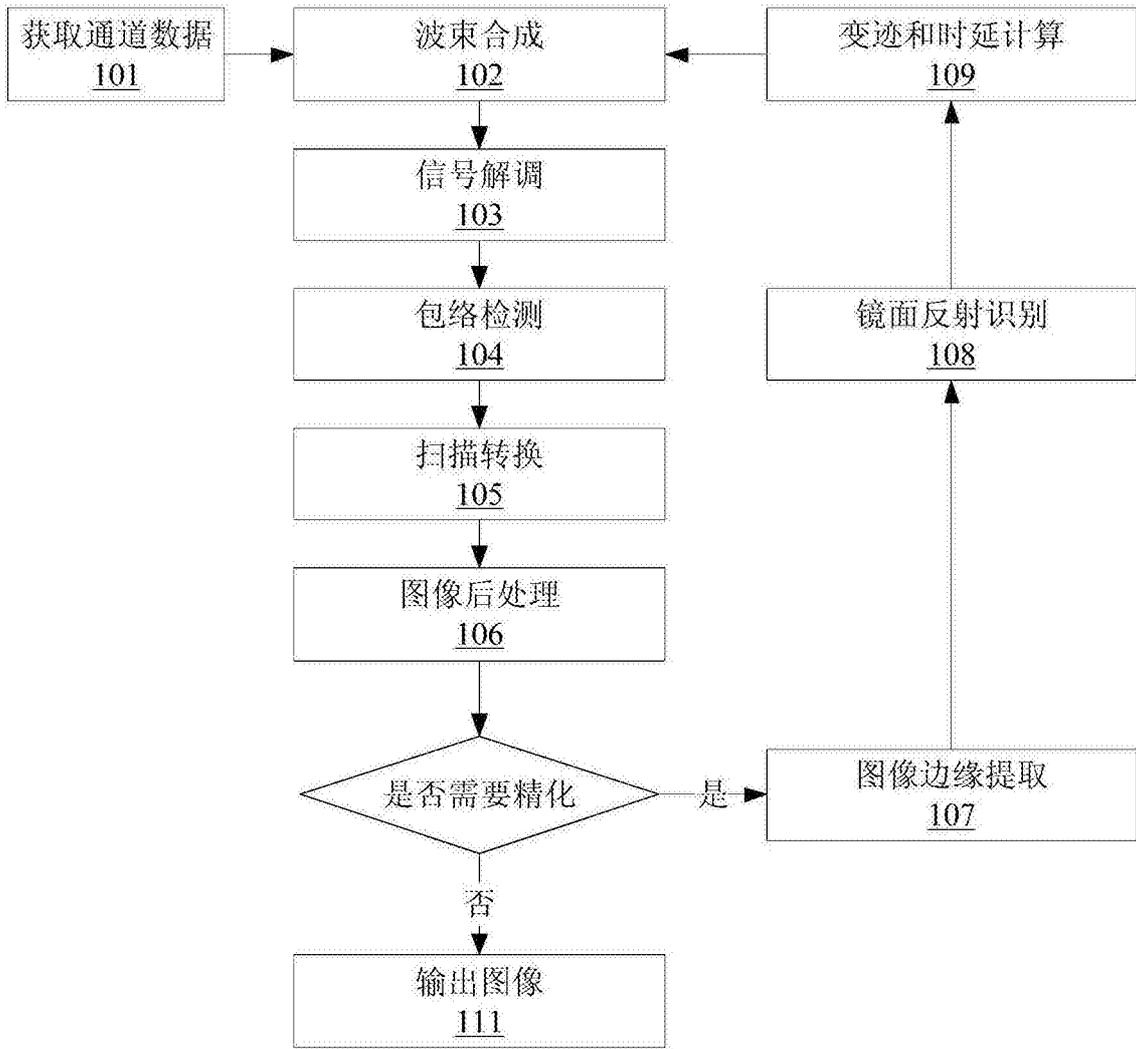


图2

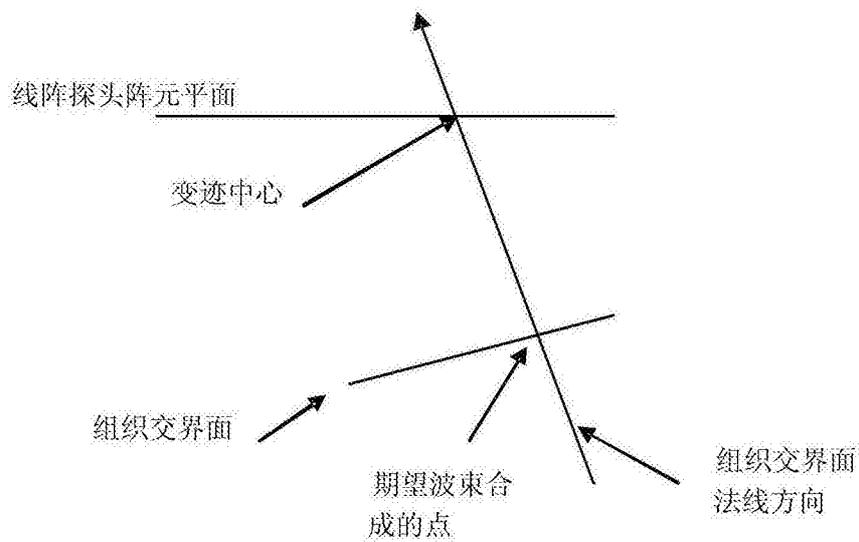


图3

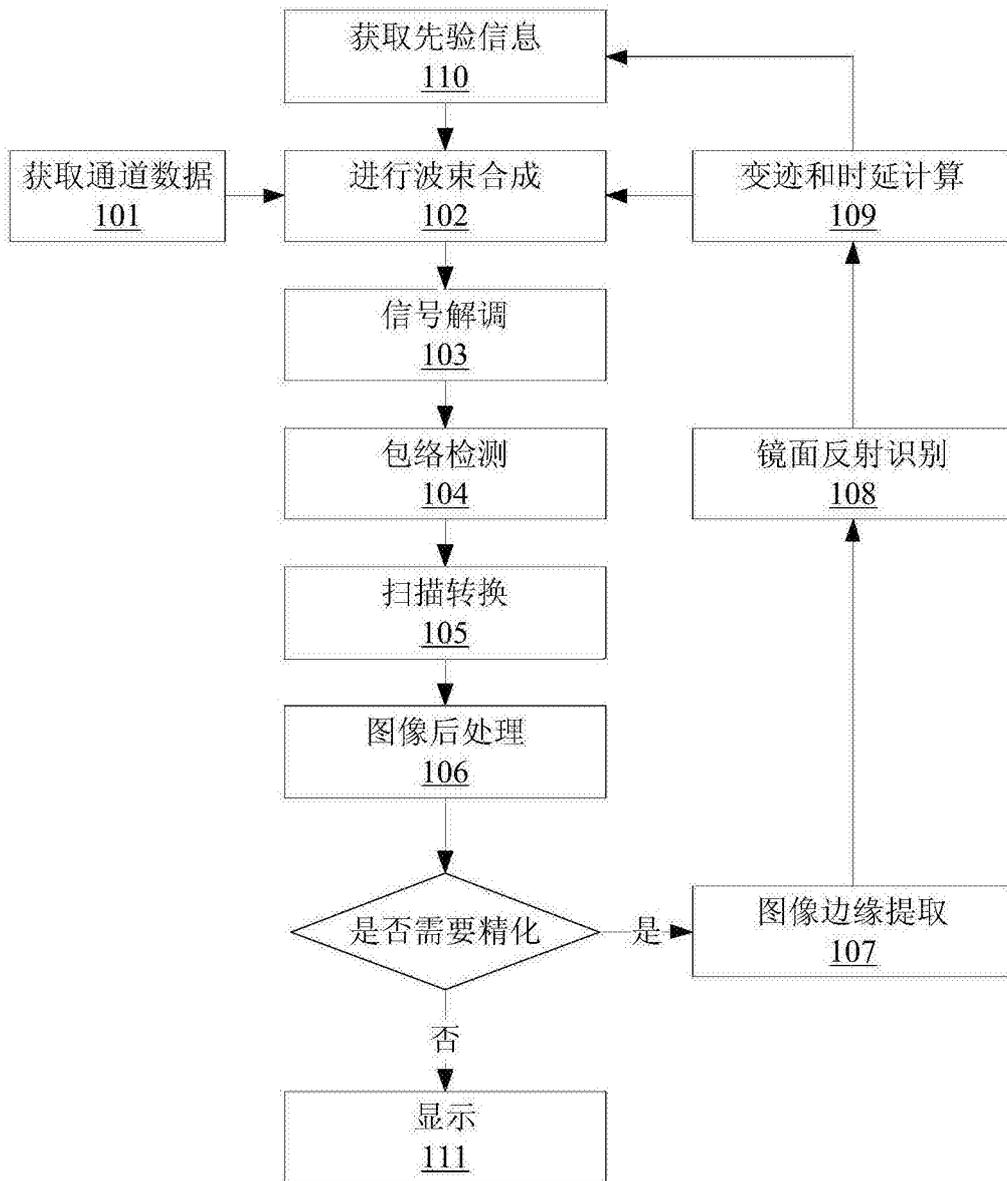


图4

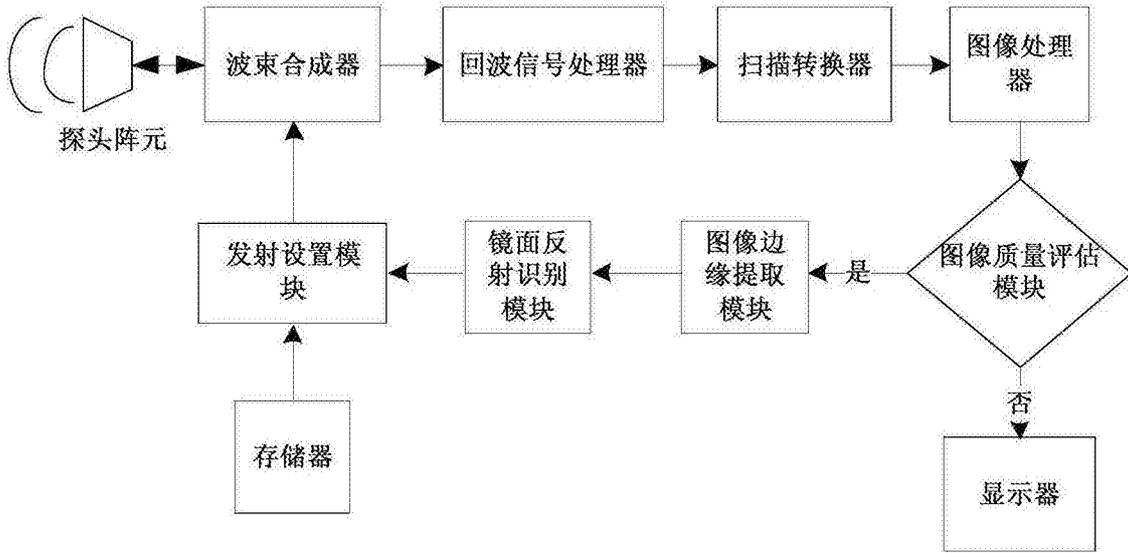


图5

专利名称(译)	一种基于超声波方向性的自适应超声波束合成方法和系统		
公开(公告)号	CN107997783A	公开(公告)日	2018-05-08
申请号	CN201711230929.3	申请日	2017-11-29
[标]申请(专利权)人(译)	声泰特(成都)科技有限公司		
申请(专利权)人(译)	声泰特(成都)科技有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	声泰特(成都)科技有限公司		
[标]发明人	刘西耀 石丹 刘东权		
发明人	刘西耀 石丹 刘东权		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/52 A61B8/5207 A61B8/5269		
代理人(译)	韩洋 张伟		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种基于超声波方向性的自适应超声波束合成方法和系统，能够消除镜面反射产生的影响，降低成像操作复杂度，并提高成像效率和成像质量。该方法包括：进行多次超声波发射，获取第一通道数据；进行第一次波束合成；对第一次波束合成的信号，依次执行信号解调、包络检测、扫描转换、和图像后处理，生成第一图像；进行图像边缘提取，获取图像边缘的取向；进行镜面反射识别，获取镜面反射像素的空间位置和方向角信息；获取第二通道数据；基于第二通道数据进行第二次波束合成；对第二次波束合成的信号，生成第二图像，并存储或显示所生成的第二图像。

