



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110536647 A

(43)申请公布日 2019.12.03

(21)申请号 201780089025.5

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2017.02.10

A61B 8/14(2006.01)

G01S 15/89(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2019.09.26

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/CN2017/073208 2017.02.10

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02018/145293 EN 2018.08.16

(71)申请人 柯惠有限合伙公司  
地址 美国马萨诸塞

(72)发明人 甘小方 谭伟

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专  
利商标事务所 11038

代理人 高文静

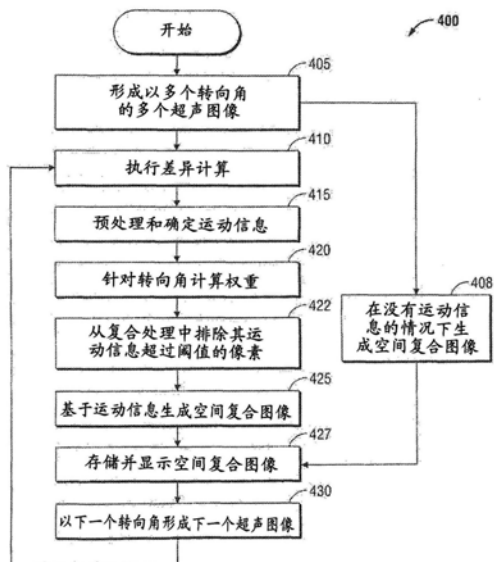
权利要求书3页 说明书9页 附图5页

(54)发明名称

用于在存在运动的情况下处理和复合超声图像的系统、方法和计算机可读介质

(57)摘要

一种超声成像方法和系统。该方法包括：对于包括基准转向角的多个转向角中的每个转向角，以特定转向角将声能发送到目标区域、接收声反射，以及将声反射转换为图像，其中图像与特定转向角相关联；基于与基准转向角相关联的图像计算运动信息；以及基于与多个转向角中的每个转向角相关联的图像并基于运动信息生成复合超声图像。



1. 一种超声成像方法,包括:

对于包括基准转向角的多个转向角中的每个转向角:

以特定的转向角向目标区域发送声能;

接收声反射;以及

将声反射转换为图像,该图像与所述特定转向角相关联;

基于与基准转向角相关联的图像计算运动信息;以及

基于与所述多个转向角中的每个转向角相关联的图像和基于运动信息生成复合超声图像。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,生成复合超声图像包括:

对于所述多个转向角中的每个转向角,对与所述特定转向角相关联的图像应用特定加权,以生成与所述特定转向角相关联的加权图像,其中所述特定加权基于运动信息;以及组合与所述多个转向角相关联的加权图像,以生成复合超声图像。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中,与每个特定转向角相关联的图像包括H乘W的像素阵列,其中H是以像素的数量为单位的图像高度,并且W是以像素的数量为单位的图像宽度,并且其中每个像素具有像素值。

4. 根据权利要求3所述的方法,其中,计算运动信息包括:计算预先存在的图像和与基准转向角相关联的图像之间的差异以生成差异图像,其中差异图像包括:针对每个像素坐标  $(i, j)$ , 其中  $1 \leq i \leq H$  并且  $1 \leq j \leq W$ :

差异图像  $(i, j) = |$  先前存在的图像  $(i, j)$   $-$  基准转向角图像  $(i, j) |$ 。

5. 根据权利要求4所述的方法,其中计算运动信息还包括使用低通过滤器对差异图像进行过滤,以生成经过滤的具有像素  $Dis(i, j)$  的差异图像。

6. 根据权利要求5所述的方法,还包括:

对于所述多个转向角中除基准转向角  $(rsa)$  之外的每个转向角,计算与所述特定转向角相关联的图像的每个像素的权重,其中所述多个转向角包括数量为N的指定为  $1 \leq k \leq N$  的转向角,并且其中与所述特定转向角  $k$  相关联的图像的每个像素  $(i, j)$  的权重通过以下来计算:

$W_{k, k \neq rsa}(i, j) = C_k, k \neq rsa \cdot f(Dis(i, j))$ , 如果  $Dis(i, j) \leq TH$

$W_{k, k \neq rsa}(i, j) = 0$ , 如果  $Dis(i, j) > TH$

其中:

$f$  是反转像素值使得  $f(Dis(i, j))$  随着  $Dis(i, j)$  变大而变小的函数,

$C_k$  是预定值,其中  $C_k$  随着转向角变大而变小并且其中  $\sum_{k=1}^N C_k = 1$ , 以及

$TH$  是预定阈值。

7. 根据权利要求6所述的方法,其中,生成复合超声图像包括:对于每个像素  $(i, j)$ , 计算:

$$\text{复合图像}(i, j) = \sum_{k=1}^N W_k(i, j) \cdot \text{Image}_k(i, j)$$

其中Image<sub>k</sub>是与转向角k相关联的图像,并且其中:

$$W_{k,k=rsa}(i,j) = 1 - \sum_{k=1,k \neq rsa}^N W_k(i,j), \text{ 如果 } Dis(i,j) \leq TH$$

$W_{k,k=rsa}(i,j) = 1$ , 如果  $Dis(i,j) > TH$ 。

8. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述基准转向角是零度。
9. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述运动信息基于目标区域的移动。
10. 根据权利要求1所述的方法,其中,生成复合超声图像包括由图形处理单元执行包络检测、复合和后处理。
11. 根据权利要求1所述的方法,其中,还基于先前复合的超声图像来计算所述运动信息。

12. 一种超声系统,包括:

换能器,被配置为对于包括基准转向角的多个转向角中的每个转向角:

以特定的转向角向目标区域发送声能,

接收声反射,以及

将声反射转换为射频(RF)数据;

前端电路系统,被配置为对于所述多个转向角中的每个转向角,处理与所述特定转向角相关联的射频(RF)数据,以生成与所述特定转向角相关联的图像;以及

计算设备,被配置为:

基于与基准转向角相关联的图像生成运动信息,以及

基于运动信息和与所述多个转向角中的每个转向角相关联的图像生成复合超声图像。

13. 根据权利要求12所述的系统,其中,生成复合超声图像包括:

对于所述多个转向角中的每个转向角,对与所述特定转向角相关联的图像应用特定加权,以生成与所述特定转向角相关联的加权图像,其中所述特定加权基于运动信息;以及

组合与所述多个转向角相关联的加权图像,以生成复合超声图像。

14. 根据权利要求12所述的系统,其中,与每个特定转向角相关联的图像包括H乘W的像素阵列,其中H是以像素数量为单位的图像高度,并且W是以像素数量为单位的图像宽度,并且其中每个像素具有像素值。

15. 根据权利要求14所述的系统,其中,生成运动信息包括:

计算预先存在的图像和与基准转向角相关联的图像之间的差异以生成差异图像,其中所述差异图像包括:对于每个像素坐标(i,j),其中 $1 \leq i \leq H$ 和 $1 \leq j \leq W$ :

差异图像(i,j) = |先前存在的图像(i,j) - 基准转向角图像(i,j)|。

16. 根据权利要求15所述的系统,其中,生成运动信息还包括:

使用低通滤波器过滤差异图像以生成经过滤的具有像素Dis(i,j)的差异图像。

17. 根据权利要求16所述的系统,其中,所述计算设备还被配置为对于所述多个转向角中除基准转向角(rsa)之外的每个转向角计算与所述特定转向角相关联的图像的每个像素的权重,其中所述多个转向角包括数量为N的指定为 $1 \leq k \leq N$ 的转向角,并且其中与所述特定转向角k相关联的图像的每个像素(i,j)的权重通过以下来计算:

$$W_{k,k \neq rsa}(i,j) = C_{k,k \neq rsa} \cdot f(Dis(i,j)), \text{ 如果 } Dis(i,j) \leq TH$$

$W_{k,k \neq rsa}(i, j) = 0$ , 如果  $Dis(i, j) > TH$

其中:

$f$  是反转像素值使得  $f(Dis(i, j))$  随着  $Dis(i, j)$  变大而变小的函数,

$C_k$  是预定值, 其中  $C_k$  随着转向角变大而变小并且其中  $\sum_{k=1}^N C_k = 1$ , 以及

$TH$  是预定阈值。

18. 根据权利要求17所述的系统, 其中, 生成复合超声图像包括对于每个像素  $(i, j)$ , 计算:

$$\text{复合图像}(i, j) = \sum_{k=1}^N W_k(i, j) \cdot \text{Image}_k(i, j)$$

其中  $\text{Image}_k$  是与转向角  $k$  相关联的图像, 并且其中:

$$W_{k,k=rsa}(i, j) = 1 - \sum_{k=1, k \neq rsa}^N W_k(i, j), \text{ 如果 } Dis(i, j) \leq TH$$

$W_{k,k=rsa}(i, j) = 1$ , 如果  $Dis(i, j) > TH$ 。

19. 根据权利要求12所述的系统, 其中, 所述基准转向角是零度。

20. 根据权利要求12所述的系统, 其中, 所述运动信息基于目标区域的移动。

## 用于在存在运动的情况下处理和复合超声图像的系统、方法和计算机可读介质

### 技术领域

[0001] 本公开一般而言涉及超声成像,并且更特别地涉及用于在存在运动的情况下处理和复合超声图像的系统、方法和计算机可读介质。

### 背景技术

[0002] 由于广泛的应用,超声系统已成为流行的诊断工具。具体而言,由于其非侵入性和非破坏性性质,超声系统已广泛在医疗行业使用。现代高性能超声系统和技术通常用于产生对象(例如,人体器官)的内部特征的两维或三维图像。

[0003] 超声系统通常使用包含宽带宽换能器的探头来发送和接收超声信号。当与人体一起使用时,超声系统通过电激发声学换能器元件或声学换能器元件的阵列以生成行进到或穿过身体的超声信号来形成人体内部组织的图像。超声信号产生从身体组织反射的超声回波信号,身体组织对传播的超声信号表现为不连续性。各种超声回波信号返回到换能器元件并且被转换成电信号,这些电信号被放大和处理,以产生用于组织的图像的超声数据。

[0004] 超声系统采用包含换能器阵列的超声探头,用于发送和接收超声信号。超声系统基于接收到的超声信号形成超声图像。通过在各个角度操纵超声波束来发送超声信号的技术已被用来获得具有感兴趣的目标区域的多个透视图的超声图像。

[0005] 此外,超声成像系统可以包括超声成像单元和图像处理单元。超声成像单元可以控制超声信号到目标区域(诸如组织)的发送,并基于由发送的超声信号产生的回波信号形成数据。超声信号以各种转向角的发送也可以通过超声成像单元控制。使用回波信号,超声成像单元和图像处理单元可以通过使用称为空间复合的技术组合不同转向角的回波来生成目标区域的合成图像。在一些情况下,目标区域可能在超声过程期间移动,从而不利地影响一个或多个转向角的回波信号并导致目标区域的复合图像劣化。因此,需要用于在超声过程期间确定目标区域的运动的系统和方法并且将运动补偿的系统和方法应用于目标区域的复合图像。

### 发明内容

[0006] 本公开涉及在存在运动的情况下处理和复合超声图像。在一个方面,一种超声成像方法对于包括基准转向角(RSA)的若干转向角中的每个转向角,操作以在特定的转向角向目标区域发送声能、接收声反射,以及将声反射转换为图像,其中图像与特定转向角相关联。超声成像方法基于与基准转向角相关联的图像计算运动信息,并基于与每个转向角相关联的图像和基于运动信息生成复合超声图像。

[0007] 在一个实施例中,生成复合超声图像包括:对于每个转向角,对与特定转向角相关联的图像应用特定加权,以生成与特定转向角相关联的加权图像,其中特定加权基于运动信息;以及组合与转向角相关联的加权图像,以生成复合超声图像。

[0008] 在另一个实施例中,与每个转向角相关联的图像具有H乘W的像素阵列,其中H是以

像素数量为单位的图像高度,并且W是以像素数量为单位的图像宽度,并且其中,每个像素具有像素值。在一个实施例中,计算运动信息包括计算预先存在的图像和与基准转向角(RSA)相关联的图像之间的差异以生成差异图像,并使用低通过滤器过滤差异图像以生成经过滤的具有像素Dis(i,j)的差异图像。

[0009] 在一个方面,所公开的超声成像方法对于除基准转向角之外的每个转向角操作,以计算与特定转向角相关联的图像的每个像素的权重,其中转向角包括数量为N的指定为 $1 \leq k \leq N$ 的转向角,并且其中与特定转向角k相关联的图像的每个像素(i,j)的权重通过以下来计算:

[0010]  $W_{k,k \neq rsa}(i,j) = C_{k,k \neq rsa} \cdot f(\text{Dis}(i,j))$ , 如果 $\text{Dis}(i,j) \leq TH$

[0011]  $W_{k,k \neq rsa}(i,j) = 0$ , 如果 $\text{Dis}(i,j) > TH$

[0012] 其中:

[0013] f是反转像素值使得 $f(\text{Dis}(i,j))$ 随着 $\text{Dis}(i,j)$ 变大而变小的函数,

[0014]  $C_k$ 是预定值,其中 $C_k$ 随着转向角变大而变小并且其中 $\sum_{k=1}^N C_k = 1$ , 以及

[0015] TH是预定阈值。

[0016] 在又一个实施例中,生成复合超声图像包括针对每个像素(i,j)计算:

[0017] 复合图像  

$$(i,j) = \sum_{k=1}^N W_k(i,j) \cdot \text{Image}_k(i,j)$$

[0018] 其中 $\text{Image}_k$ 是与转向角k相关联的图像,并且其中:

[0019]  $W_{k,k=rsa}(i,j) = 1 - \sum_{k=1,k \neq rsa}^N W_k(i,j)$ , 如果 $\text{Dis}(i,j) \leq TH$

[0020]  $W_{k,k=rsa}(i,j) = 1$ , 如果 $\text{Dis}(i,j) > TH$

[0021] 在另一个实施例中,基准转向角是零度,这是对应于同时从所有换能器元件发送声能的转向角。在一个实施例中,运动信息进一步基于先前复合超声图像来计算。

[0022] 根据本公开的至少一个方面,超声系统包括换能器,该换能器被配置为对于包括基准转向角的若干转向角中的每个转向角,以特定的转向角向目标区域发送声能、接收声反射,以及将声反射转换为射频(RF)数据。该超声系统还包括:前端电路系统,该前端电路系统被配置为对于每个转向角,处理与特定转向角相关联的RF数据,以生成与特定转向角相关联的图像;以及计算设备,该计算设备被配置为基于与基准转向角相关联的图像生成运动信息并基于运动信息和与每个转向角相关联的图像生成复合超声图像。

[0023] 在超声系统的又一个实施例中,生成复合超声图像包括:对于每个转向角,对与特定转向角相关联的图像应用特定加权,以生成与特定转向角相关联的加权图像,其中特定加权基于运动信息;以及组合与转向角相关联的加权图像,以生成复合超声图像。

[0024] 在超声系统的另一个实施例中,与每个特定转向角相关联的图像具有H乘W的像素阵列,其中H是以像素数量为单位的图像高度,并且W是以像素数量为单位的图像宽度,并且其中,每个像素具有像素值。在一个实施例中,生成运动信息包括计算预先存在的图像和与基准转向角(RSA)相关联的图像之间的差异以生成差异图像,并使用低通过滤器过滤差异

图像以生成经过滤的具有像素Dis(i, j)的差异图像。

[0025] 在超声系统的一个方面,计算设备还被配置为对于除RSA之外的每个转向角计算与特定转向角相关联的图像的每个像素的权重,其中转向角包括数量为N的指定为 $1 \leq k \leq N$ 的转向角,并且其中与特定转向角k相关联的图像的每个像素(i, j)的权重通过以下来计算:

[0026]  $W_{k, k \neq rsa}(i, j) = C_{k, k \neq rsa} \cdot f(\text{Dis}(i, j))$ , 如果 $\text{Dis}(i, j) \leq TH$

[0027]  $W_{k, k \neq rsa}(i, j) = 0$ , 如果 $\text{Dis}(i, j) > TH$

[0028] 其中:

[0029] f是反转像素值使得 $f(\text{Dis}(i, j))$ 随着 $\text{Dis}(i, j)$ 变大而变小的函数,

[0030]  $C_k$ 是预定值,其中 $C_k$ 随着转向角变大而变小并且其中 $\sum_{k=1}^N C_k = 1$ , 以及

[0031] TH是预定阈值。

[0032] 在超声系统的又一个实施例中,生成复合超声图像包括对于每个像素(i, j)计算:

[0033] 复合图像  

$$(i, j) = \sum_{k=1}^N W_k(i, j) \cdot \text{Image}_k(i, j)$$

[0034] 其中 $\text{Image}_k$ 是与转向角k相关联的图像,并且其中:

[0035]  $W_{k, k=rsa}(i, j) = 1 - \sum_{k=1, k \neq rsa}^N W_k(i, j)$ , 如果 $\text{Dis}(i, j) \leq TH$   
 $W_{k, k=rsa}(i, j) = 1$ ,

如果 $\text{Dis}(i, j) > TH$

[0036] 在超声系统的一个实施例中,基准转向角是零度,这是对应于同时从所有换能器元件发送声能的转向角。在一个实施例中,运动信息进一步基于先前复合超声图像来计算。

[0037] 提供本发明内容是为了以简洁的形式介绍本公开。本发明内容不涉及关键或必要特征,并且不以任何方式限定或限制本公开的范围。

## 附图说明

[0038] 本公开的各个方面在下文中参考附图描述,附图包含在本说明书中并构成本说明书的一部分,其中:

[0039] 图1图示了根据本公开的方面的超声成像系统的一个实施例的顶级体系架构;

[0040] 图2图示了根据本公开的方面的超声成像系统的成像系统的一个实施例;

[0041] 图3图示了根据本公开的方面的波束成形单元的操作的一个实施例的框图;

[0042] 图4图示了根据本公开的方面的空间复合方法的一个实施例的流程图;以及

[0043] 图5图示了根据本公开的方面的当应用于多个超声图像的图4的空间复合方法。

## 具体实施方式

[0044] 本公开涉及使用运动信息来执行空间复合以减少模糊。空间复合是超声成像技术,其通过以不同角度将超声波引导到目标区域,然后组合从每个角度产生的图像来获得目标区域的图像。空间复合可以产生比仅在一个角度成像目标区域更好质量的图像。但是,

当目标区域易于运动时,诸如当对心脏、肺或胎儿进行成像时,在空间复合中出现困难。在这种情况下,空间复合可能导致过度模糊的图像。

[0045] 超声探头是一种电子可重用的设备,其具有能够精确波形定时和复杂波形整形并且能够将模拟或数字化数据传送到成像系统的换能器元件阵列。通过利用以各种角度瞄准目标区域的独立换能器元件并处理由独立换能器元件获得的信息,成像系统能够生成多个超声图像,这些超声图像可以被组合以生成单个超声图像,该单个超声图像可以产生目标区域的具有比单个未组合的超声图像质量更高的图像。如在下面进一步详细讨论的,该超声成像系统的各种实施例在存在运动的情况下相对于空间复合被提供。

[0046] 图1图示了根据本公开的实施例的超声成像系统100的框图。超声成像系统100包括:换能器单元110,该换能器单元110包含包括换能器元件105a-z的换能器阵列;前端电路系统120;通信接口130;计算设备140;以及显示150。换能器单元110是将声能/声波转换成电信号和将电信号转换成声能/声波的设备。如本文所使用的,术语“声”包括具有可听见的频率(即,在20kHz以下)的波以及具有超声频率(即,高于20kHz)的波。换能器单元100包括换能器元件105a-z的阵列,这些元件在被称为“转向角”的特定和/或预定角度朝目标区域发送超声波。超声波在没有波导的情况下全方向传播。当所有换能器元件105a-z同时激活时,由所有换能器元件105产生的超声波同时从换能器元件传播开。这被称为零度转向角。但是,每个换能器元件105a-z可以被单独控制,并且通过在不同时间激活特定换能器元件,换能器单元可以调整超声发送的转向角,而不物理地移动换能器单元。当后来激活的波被首先传播时,较早激活的波将已行进一定距离,从而形成相对于换能器单元110以某个角度出现的波前。因此,转向角可以使用换能器定时进行电子调整,而不物理地移动换能器单元110。

[0047] 换能器阵列105接收从目标区域反射或回波的超声波,并且换能器单元110将接收到的超声波转换成电信号。由换能器单元110转换的电信号可以是射频(RF)信号的形式。如图1所示,换能器单元110经由通信线路“T”与前端电路系统120接口或耦合。如本文所使用的,通信线路“T”表示能够传送RF数据、图像数据或其它电信号并且提供超声成像系统100的组件之间的接口的线路。

[0048] 现在参考前端电路系统120,前端电路系统120包括接收来自换能器单元110的RF信号的接收器(未示出)、将RF信号发送到换能器单元110的发送器(未示出),以及前端处理器125。如下所述,前端电路系统120执行RF信号的特定处理。前端处理器125可以利用特定的超声波形、波束图案、接收器过滤技术、放大和解调方案进行成像。前端电路系统120也将数字信号转换成模拟信号,并且反之亦然。前端电路系统120经由传输线“T”与换能器单元110接口和耦合,并且还经由传输线“T”和通信接口130与计算设备140接口。通信接口130是允许前端电路系统120与计算设备140通信的接口设备,并且可以包括通用串行总线(USB),诸如USB 3.0,或者能够与计算机和电子设备接口的其它总线接口或协议。

[0049] 在所示实施例中,计算设备140包括中央处理单元(CPU)145和图形处理单元(GPU)147。中央处理单元145和GPU 147提供从前端电路系统120接收到的信息的图像处理和后处理,并且可以控制或指导其它操作。在一些实施例中,计算设备140可以是个人计算机或膝上型计算机或其它计算设备。

[0050] 在一些实施例中,换能器单元110和前端电路系统120包含在单个设备中,其经由

通信接口130与计算设备140接口。在其它实施例中,换能器单元110和前端电路系统120被包含在单独的设备中。在一个实施例中,通信接口130、计算设备140和/或显示器150可以被包含在一个设备内。在另一个实施例中,计算设备140和显示器150可以是单独的设备。其它配置被认为在本公开的范围之内。

[0051] 现在参考图2,图示了包括计算设备140和显示器150的成像系统200的框图。利用系统200来生成复合图像。系统200与换能器单元和/或前端电路系统(图1,110、120)通信,以接收RF/图像数据,并对RF/图像数据执行处理以生成复合图像。计算设备140包括CPU 145、先入先出(FIFO)缓冲器134、GPU 147,并且可以包括显示器150。在其它实施例中,显示器150可以例如是计算设备140外部的单独监视器。CPU 145能够至少用作USB主机控制器136。GPU 147能够处理诸如分别由波束成形单元141、包络检测单元142、复合单元143和图像后处理单元144执行的波束成形、包络检测、图像复合和图像后处理之类的操作。如本文所使用的,术语“波束成形”应指接收波束成形,除非用途或上下文指示在任何特定实例中旨在是发送波束成形或另一个含义。

[0052] CPU 145控制USB主机控制器136以从换能器单元和/或前端电路系统接收RF/图像数据。当RF/图像数据被接收时,CPU 145将RF/图像数据发送和写入到FIFO缓冲器134。在FIFO缓冲器134中的RF/图像数据接下来被GPU 147以其被接收的顺序处理,使得接收到的第一RF/图像数据被首先处理。FIFO缓冲器134与CPU145和GPU 147耦合。只要FIFO缓冲器135具有可用的存储器空间,CPU 145就将每个RF/图像数据存储于FIFO缓冲器134中。

[0053] 现在转到GPU 147,波束成形单元141通过延迟由特定换能器元件105a-z接收到的某些信号以补偿某些换能器元件比其它换能器元件更远离目标区域来执行RF/图像数据的处理,以便在时间上对准由各个换能器元件105a-z接收到的信号。在各种换能器元件的信号被对准之后,波束成形单元141组合来自各个换能器元件的数据,以生成单个图像的RF/图像数据,如图3所示。包络检测单元142被配置为检测由波束成形单元141生成的信号的包络,从而去除载波信号。包络检测单元142用于检测接收到的RF/图像数据中的峰,并且日志压缩被用于减小接收到的RF/图像数据的动态范围。复合单元143用于分析接收到的RF/图像数据中是否存在可能影响复合图像的运动,以校正运动,并且组合由波束成形单元141生成的图像。在复合单元143进行复合处理后,生成复合超声图像。图像后处理单元144被配置为针对医学专业人员或技术人员自动增强所生成的超声图像。医学专业人员或技术人员可以控制后处理所生成的复合图像的程度。结果得到的图像然后可以被显示在显示器150的屏幕上。

[0054] 图2仅仅是示例性的,并且在各种实施例中,结合图2描述的操作可以由(一个或多个)处理器、软件、可编程逻辑器件、集成电路、ASIC、电路系统和/或硬件的其它配置来处理。例如,在某些实施例中,CPU或微处理器或数字信号处理器可以处理操作中的一些或全部操作。在某些实施例中,操作中的一些或全部操作可以由硬件或电路系统执行,诸如波束成形和包络检测操作。本文未具体公开的其它配置被认为在本公开的技术范围内。

[0055] 现在参考图3,图3图示了当GPU 147的波束成形单元141处理RF/图像数据时,包括过滤、时间延迟和求和的波束成形的示例的框图300。如图3所示,RF/图像数据305表示通过换能器元件105a-z产生的数据,并从FIFO缓冲器134读取。RF/图像数据305经由过滤器310过滤,以便减少噪声,并且过滤器310可以是有限脉冲响应过滤器、无限脉冲响应过滤器或

中值过滤器的形式,如每种都由本领域技术人员所理解的。经过滤的数据由时间延迟单元315延迟,时间延迟单元315生成与RF/图像数据输出305对应的数据317。如上所述,波束成形单元141使用时间延迟来补偿某些换能器元件105a-z比其它换能器元件105a-z更远离目标区域,以便在时间上对准由各个换能器元件105a-z接收到的信号。例如,当换能器单元110接收到超声反射时,更靠近目标区域的换能器元件105a-z将在更远离目标区域的换能器元件105a-z之前接收到反射。因此,换能器元件105a-z将不是都在同一时间接收到反射。时间延迟操作以在时间上对准来自换能器元件105a-z的RF/图像数据305。在换能器元件105a-z的信号被对准之后,求和单元320将所有输出数据317组合并生成针对特定转向角的波束成形的输出数据325。每个波束成形的输出数据325是针对特定转向角的具有H像素高和W像素宽的像素矩阵的单独图像。

[0056] 再次参考图2的波束成形单元141和图3的框图300,波束成形单元141可以由可编程逻辑器件实现。可编程逻辑器件对接收到的信号进行过滤、内插、解调、相控、应用变迹、延迟和/或求和,这些是波束成形单元141的操作。可编程逻辑器件控制超声波形的特性和延迟,并从存储器中生成超声波形。可编程逻辑器件还可以实现波形之间的相对延迟,以及过滤、内插、调制、相控和应用变迹。可编程逻辑器件可以控制波束成形单元141执行功能以处理与多元件电扫描的换能器阵列相关联的多个信号。

[0057] 现在参考图4,图示了空间复合的方法400的一个实施例的流程图。该流程图开始于步骤405,其中形成以多个转向角的多个超声图像。如在图2和图3的详细描述中所描述的,图2的波束成形单元141用于生成图3的波束成形的输出数据325。每个波束成形的输出数据325是以不同转向角的不同超声图像。可以有数量N个不同的转向角,并且其中一个转向角被指定为基准转向角(RSA)。在一个实施例中,RSA可以是零度转向角。在另一个实施例中,RSA可以是非零度转向角。以不同转向角的超声图像包括像素的H乘W矩阵,其中H表示以像素数量为单位的图像高度,并且W表示以像素数量为单位的图像宽度。在步骤405处,形成以N个不同转向角的N个超声图像。

[0058] 在一个实施例中,方法400可以进行到步骤408并且在不使用任何运动信息的情况下生成空间复合图像,如本领域中已知的,然后在步骤427处,存储和显示空间复合图像。在另一个实施例中,方法400可以进行到步骤410-425来计算运动信息,并基于运动信息生成空间上的复合图像,如下所述。

[0059] 步骤410要求存储的预先存在的图像可用于差异计算的目的,该差异计算用于生成关于目标区域处的运动的信息。所存储的、预先存在的图像用作基础图像,其中与基础图像的差异被视为运动。在步骤405之后,如果存储的预先存在的图像不可用于差异计算,则方法400可以改为进行到步骤408。例如,对于空间复合操作的第一次迭代,方法400可以进行到步骤408。在其中来自第一次迭代的复合图像将可用于用作基础图像的空间复合操作的第二次迭代中,方法400可以进行到步骤410。在第二次迭代中,来自第一次迭代的复合图像将在步骤410处用于第二次迭代中的差异计算。

[0060] 在步骤410处,选择存储的图像并选择具有RSA的超声图像,并且在两个所选择的图像之间执行差异计算。在一个实施例中,存储的图像可以是预先存在的、先前复合的图像。在一个实施例中,存储的图像可以是与除RSA之外的转向角相关联的预先存在的超声图像。

[0061] 基于下面的等式 (1), 在存储的预先存在的图像的每个像素坐标  $(i, j)$  和以基准转向角的超声图像的对应像素坐标  $(i, j)$  之间执行差异计算, 其中  $(i, j)$  表示像素坐标, 并且其中  $1 \leq i \leq H$  并且  $1 \leq j \leq W$ 。

$$[0062] \quad \text{差异图像}(i, j) = |\text{预先存在的图像}(i, j) - \text{基准转向角图像}(i, j)| \quad (1)$$

[0063] 在步骤415处, 对差异图像执行预处理。在一个实施例中, 基于以上等式 (1) 计算的差异图像被过滤。结果得到的过滤差异图像被表示为  $Dis$ , 并且其中的每个像素被表示为  $Dis(i, j)$ 。在一个实施例中, 过滤器可以是降低差异图像中的噪声的低通过滤器, 诸如  $5 \times 5$  中值过滤器或高斯平滑过滤器。其它过滤器被认为在本公开的范围内。这个经过滤的差异图像提供在成像期间目标区域的运动的指示, 并用作运动信息。在一个实施例中, 差异图像不需要被过滤并且本身用作运动信息。等式 (1) 的差异计算是示例性的。确定运动信息的其它方式被认为在本公开的范围内。

[0064] 接下来, 在步骤420处, 基于下面的等式 (2) - (7), 为以每个非  $rsa$  的每个超声图像生成权重矩阵:

$$[0065] \quad W_{k, k \neq rsa}(i, j) = C_{k, k \neq rsa} * f(Dis(i, j)) \quad (2)$$

[0066] 其中  $k$  是转向角 ID 并且  $1 \leq k \leq N$ , 并且其中  $N$  是转向角的数量, 并且  $rsa$  是基准转向角。系数  $C_k$  是与转向角  $k$  相关联的预定系数。函数  $f(Dis(i, j))$  是应用到经过滤的差异图像的每个像素坐标  $(i, j)$  的函数。 $C_k$  用作适用于与转向角  $k$  相关联的图像的每个像素的特定于转向角的系数, 并且  $f(Dis(i, j))$  用作适用于每个转向角的超声图像中的像素坐标  $(i, j)$  的特定于像素的权重。因此, 等式 (2) 使用特定于角度的系数和特定于像素的权重来计算针对转向角  $k$  和像素坐标  $(i, j)$  的权重  $W_{k, k \neq rsa}(i, j)$ 。在一个实施例中,  $C_k$  随着转向角接近  $RSA$  而变得更大:

$$[0067] \quad P_k = 1 - \frac{|k - rsa|}{N} \quad (3)$$

$$[0068] \quad C_k = P_k / \sum_1^N P_k \quad (4)$$

$$[0069] \quad \sum_{k=1}^N C_k = 1 \quad (5)$$

[0070] 等式 (3) 生成中间变量  $P_k$ , 其随着转向角  $k$  从  $rsa$  偏离而减小, 并且当转向角是  $rsa$  时为最大 (等于 1)。等式 (4) 生成  $C_k$  并且用于归一化  $C_k$  的值, 使得所有转向角  $k$  上的  $C_k$  的总和为 1, 如等式 (5) 所示。换句话说, 随着转向角从  $RSA$  偏离, 给与在该特定转向角的每个像素坐标  $(i, j)$  的权重减小。

[0071] 在一个实施例中,  $f(Dis(i, j))$  与  $Dis(i, j)$  具有反比关系, 使得随着  $Dis(i, j)$  的值增加,  $f(Dis(i, j))$  的值减小。以这种方式, 对于特定转向角  $k$ , 随着  $Dis(i, j)$  的值增加,  $W_{k, k \neq rsa}(i, j)$  的值通常减小。因此, 反映较大运动的像素对于空间复合被更轻地加权, 并且反映较小运动或无运动的像素对于空间复合被更重地加权。

[0072] 接下来, 在步骤422处, 从复合处理中排除其运动信息  $Dis(i, j)$  超过  $Dis(i, j)$  的预定阈值的像素坐标  $(i, j)$ 。在像素坐标  $(i, j)$  具有超过  $Dis(i, j)$  的预定阈值的  $Dis(i, j)$  值的

情况下,确定超声图像在像素坐标  $(i, j)$  处或周围的运动超过可接受的用于复合的移动,因此,复合这些像素坐标  $(i, j)$  处的超声图像将不会产生具有足够质量的目标区域的图像。这样的阈值 (TH) 的示例在等式 (6) 中示出:

$$[0073] \quad TH = f_1(f_s) \quad (6)$$

[0074] 其中  $f_s$  是超声成像系统的帧速率,并且  $f_1$  是反转  $f_s$  使得  $f_1(f_s)$  随着  $f_s$  变大而变小的函数。例如,阈值可以是  $TH = a + b/f_s$ , 其中  $a$  和  $b$  是常数。

[0075] 在从复合处理中排除像素坐标的这种情况下,分配给每个非基准转向角  $k$  的像素坐标  $(i, j)$  的权重  $W_{k, k \neq rsa}(i, j)$  被设置为  $rsa$ , 并且分配给基准转向角  $rsa$  的像素坐标  $(i, j)$  的权重  $W_{k=rsa}(i, j)$  被设置为 1, 如等式 (7) 所示:

$$[0076] \quad W_{k, k \neq rsa}(i, j) = 0 \text{ and } W_{rsa}(i, j) = 1 - \sum_{k=1, k \neq rsa}^N W_k(i, j) = 1 \quad (7)$$

[0077] 在像素坐标  $(i, j)$  和转向角  $k$  的权重度量  $W_k(i, j)$  被包括在权重表  $W_k$  中, 该权重表在步骤 425 的空间复合期间被使用。在步骤 425 处, 执行空间复合, 如在图 5 的描述中进一步详细描述, 并且生成并在存储器中存储空间复合图像。接下来, 在步骤 427 处, 存储并显示空间复合图像。等式 (2) - (7) 的加权技术是示例性的。其它加权方案被认为在本公开的范围内。

[0078] 接下来, 方法 400 进行到步骤 430, 并且以另一个转向角生成新的超声图像。接下来, 方法 400 返回到步骤 410, 其中使用来自步骤 425 的先前复合图像计算差异计算, 并且在步骤 415 处确定运动信息。如下面在图 5 的描述中更详细地描述的, 步骤 420-425 然后操作以使用在步骤 415 处确定的运动信息和在步骤 430 处先前形成的新的超声图像生成新的空间复合图像。

[0079] 因此, 使用以各种转向角的所有图像来执行空间复合, 但是具有较高权重的像素的那些图像比具有较低权重的像素的那些图像具有对最终复合图像更大的影响。此外, 在生成空间复合图像时, 图像的静态部分将用比图像具有运动的部分更大的权重复合, 从而降低了最终空间复合图像的运动模糊。图 4 中的操作流程是示例性的, 除非另有说明, 否则操作可以以不同的顺序执行和/或可以并行地执行。

[0080] 现在参考图 5, 提供了图示图 4 的步骤 425 的空间复合的图 500。如图 5 所示, 与不同转向角 1 至  $N$  相关联的多个图像 505 ( $I_1$ - $I_N$ ) 被示出为多个  $H$  乘  $W$  像素矩阵。如上面关于图 4 的步骤 410-422 所述, 计算每个转向角的运动信息和加权。在图 4 的步骤 425 中, 根据等式 (8) 对图像 505 ( $I_1$ - $I_N$ ) 进行加权和组合以形成表示为  $Res$  的空间复合图像:

$$[0081] \quad Res(i, j) = \sum_{k=1}^N W_k(i, j) * I_k(i, j) \quad (8)$$

[0082] 其中,  $Res(i, j)$  对应于从多个图像 505 ( $I_1$ - $I_N$ ) 的空间复合生成的复合图像 520 中的像素坐标  $(i, j)$ , 其中每个权重表  $W_k(i, j)$  被应用到对应图像  $I_k$  的像素。权重表  $W_k(i, j)$  是在图 4 中的步骤 420-422 处确定的。空间复合图像  $Res1$  被存储并显示。

[0083] 图 5 还图示了图 4 的步骤 430, 其生成另一个转向角的新超声图像。如图 5 所示, 复合图像 520 ( $Res1$ ) 对应于多个图像 505 ( $I_1$ - $I_N$ ) 的复合。当新的超声图像  $I_1'$  变得可用 (图 4 中的

步骤430)时,它替代图像 $I_1$ 并且使用新的图像 $I_1'$ 通过复合多个图像505 ( $I_2$ - $I_N$ 和 $I_1'$ ) (图4的步骤425)生成新的复合图像520 (Res2)。

[0084] 公开的系统依次生成以转向角1至N的超声图像。在生成以转向角N的超声图像之后,系统循环回到转向角1并且重复。每个图像I包括对于特定转向角来自换能器阵列105的所有换能器元件105a-z的所有RF/图像数据305。最初,基于图像 $I_1$ 至 $I_N$ 生成第一空间复合图像。当系统再次返回到转向角1时,新图像 $I_1'$ 替代第一图像 $I_1$ 。当及时观察时,空间复合的“窗口”从使用图像 $I_1$ 至 $I_N$ 变为使用图像 $I_2$ 至 $I_N$ 和 $I_1'$ 。本领域技术人员将认识到该方法所谓的“滑动窗口”技术。在下次迭代中,系统生成以转向角2的新图像 $I_2'$ ,并且新图像 $I_2'$ 替代第一图像 $I_2$ 。然后,当及时观察时,空间复合的窗口从使用图像 $I_2$ 至 $I_1'$ 变为使用图像 $I_3$ 至 $I_N$ 以及 $I_1'$ 和 $I_2'$  ( $I_1'$ 和 $I_2'$ 分别替代 $I_1$ 和 $I_2$ ,并且因此为了复合目的,在复合期间始终使用N个数量的转向角)。因此,当换能器单元110的转向角改变并扫过角度1-N时,成像系统200的复合和显示操作通过移除先前图像并包括相同转向角的一个新图像来连续地复合和更新复合图像的显示。以这种方式,用于生成和显示第一空间复合图像Res1的初始等待时间是N个波束成形时间段,但是此后用于生成和显示另一个空间复合图像Res2的等待时间缩短到一个波束成形时间段,从而增加了超声成像的显示帧速率。基于前述系统、方法和设备,通过使用本文公开和描述的成像和超声设备及方法,更清楚地完成了针对正在移动的目标区域的图像的空间复合。图5的空间复合操作是示例性的,并且变型被认为在本公开的范围。例如,不需要在每次新的超声图像可用时执行空间复合。例如,可以针对每两个新的超声图像或者以另一个频率或间隔执行空间复合。类似地,不需要每次新的超声图像可用时生成运动信息,并且可以以另一个频率或间隔生成运动信息。

[0085] 计算机或计算设备可以包含在一个或多个超声成像系统或一个或多个电子设备或服务器内,以操作一个或多个处理器来运行超声成像系统。因此,应该理解的是,本公开不限于图示的特定形式,并且旨在所附权利要求涵盖不脱离本文描述的实施例的精神和范围的所有备选方案、修改和变型。设备的详细实施例、包含此类设备的系统、以及使用此类设备的方法如本文所述。但是,这些详细的实施例仅仅是本公开的示例,其可以以各种形式实施。因此,本文公开的具体结构和功能细节不应被解释为限制,而仅作为权利要求书的基础,并且作为使本领域技术人员以适当的结构以各种方式采用本公开的代表性基础。

[0086] 参考附图提供了详细描述。本领域的普通技术人员将认识到,这些描述只是说明性的,不以任何方式进行限制。本公开的其它实施例将被受益于本公开的本领域的技术人员理解为在所公开的技术的范围内。虽然已经在附图中示出了本公开的若干实施例,但是并不意图将本公开限制于此,因为本公开旨在与本领域允许的范围一样广泛并且同样地阅读本说明书。因此,以上描述不应被解释为限制,而仅作为特定实施例的举例说明。本领域技术人员将设想在所附权利要求的范围和精神内的其它修改。

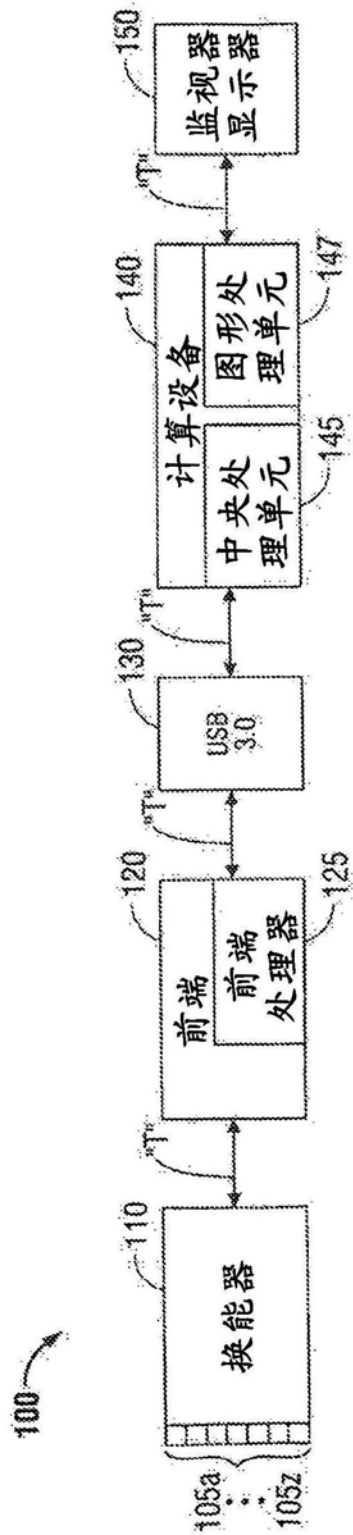


图1

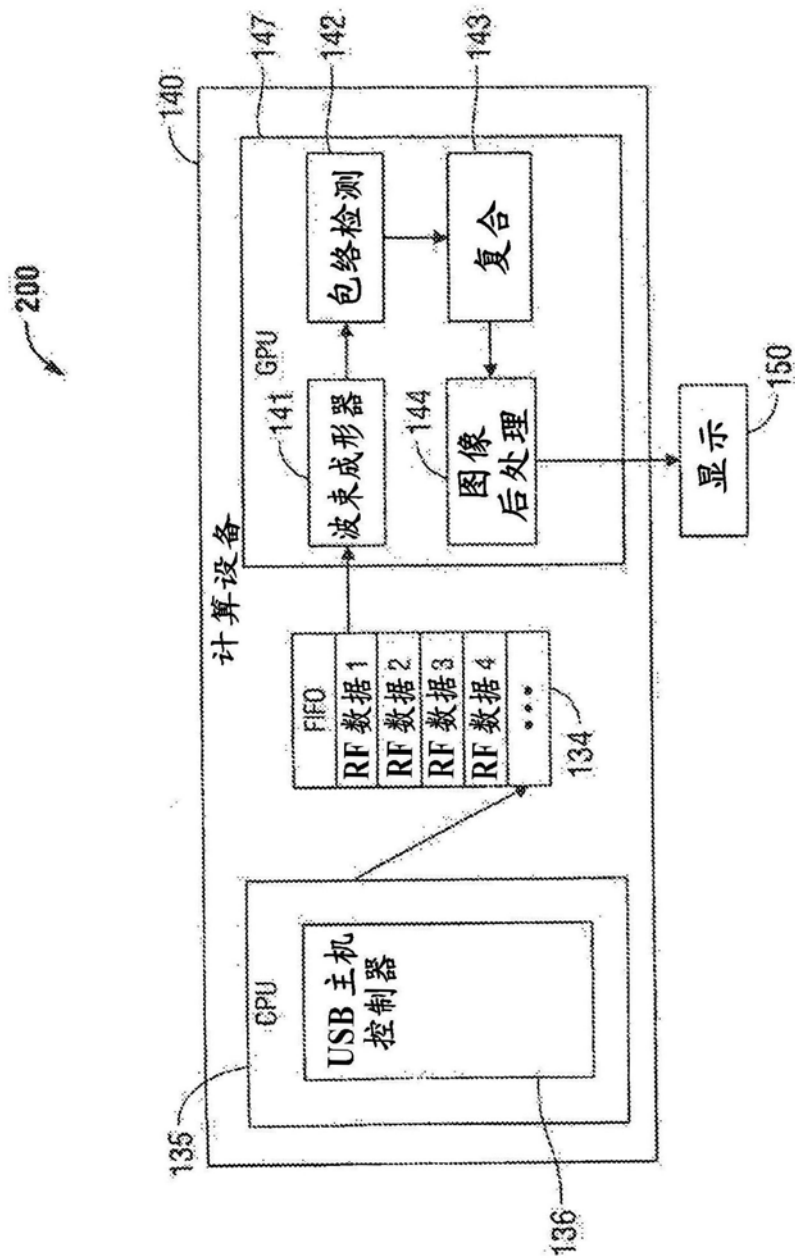


图2

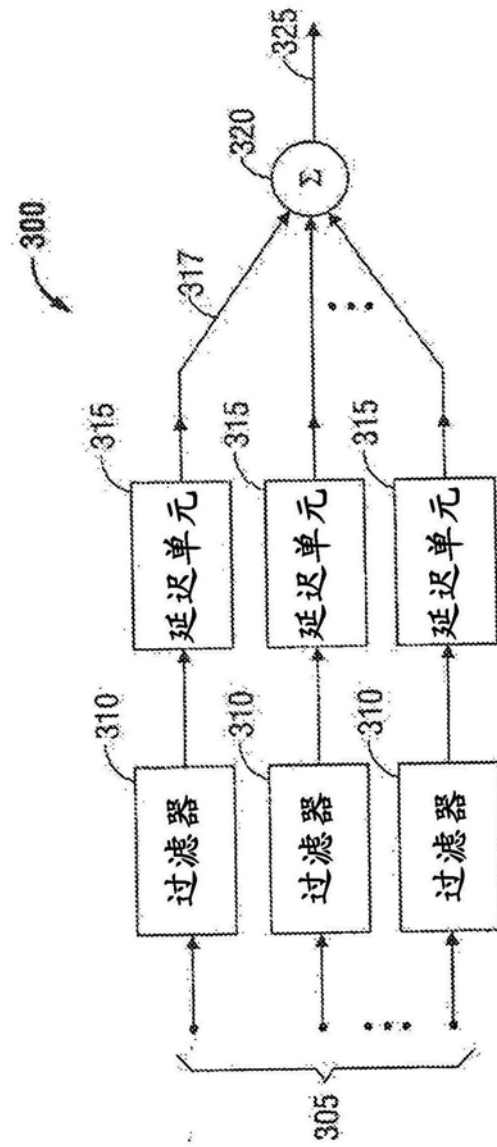


图3

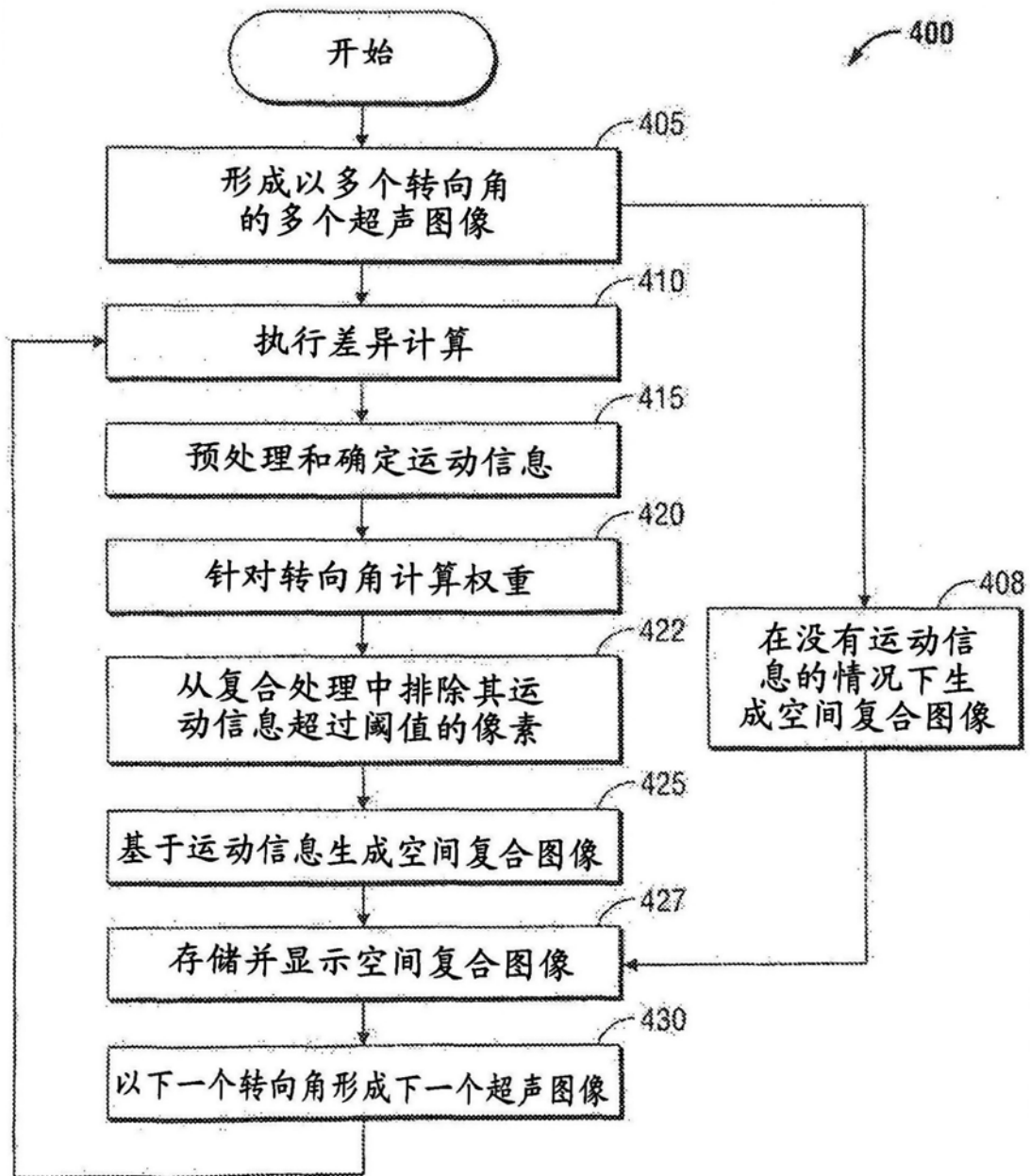


图4

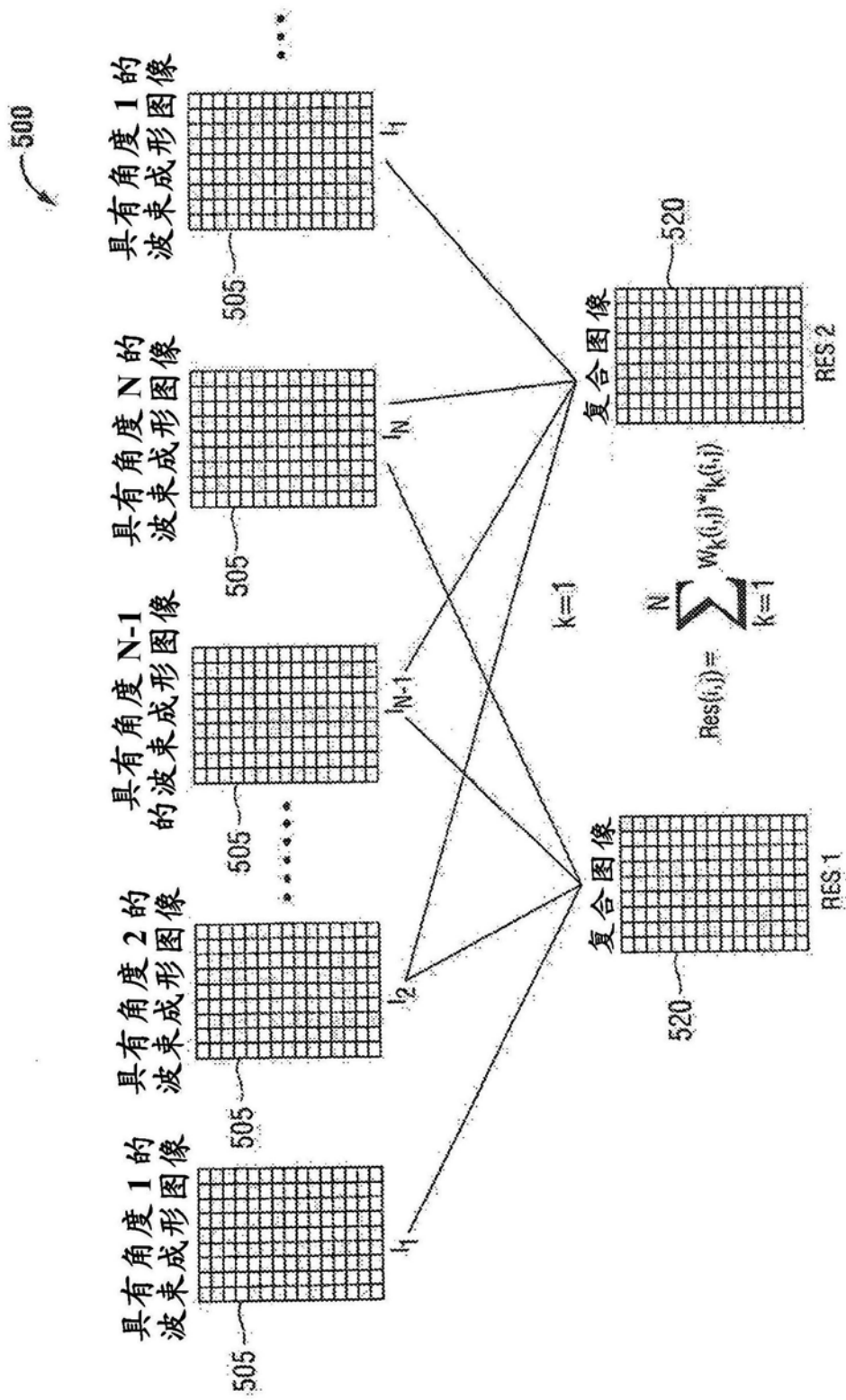


图5

专利名称(译)	用于在存在运动的情况下处理和复合超声图像的系统、方法和计算机可读介质		
公开(公告)号	<a href="#">CN110536647A</a>	公开(公告)日	2019-12-03
申请号	CN201780089025.5	申请日	2017-02-10
[标]申请(专利权)人(译)	柯惠有限合伙公司		
申请(专利权)人(译)	柯惠有限合伙公司		
当前申请(专利权)人(译)	柯惠有限合伙公司		
[标]发明人	甘小方 谭伟		
发明人	甘小方 谭伟		
IPC分类号	A61B8/14 G01S15/89		
CPC分类号	A61B8/4461 A61B8/5253 A61B8/54 G01S7/52077 G01S7/52085 G01S15/8995 A61B8/5276		
代理人(译)	高文静		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

一种超声成像方法和系统。该方法包括：对于包括基准转向角的多个转向角中的每个转向角，以特定转向角将声能发送到目标区域、接收声反射，以及将声反射转换为图像，其中图像与特定转向角相关联；基于与基准转向角相关联的图像计算运动信息；以及基于与多个转向角中的每个转向角相关联的图像并基于运动信息生成复合超声图像。

